BIO I 90.168/13
Faunistisch-Ökologische Arbeitsgemeinschaft e.V. (FÖAG);download www.zobodat.at

SUPPLEMENT

zu Faunistisch-Ökologische Mitteilungen

Anthropogene Einflüsse auf Ökosysteme der Insel Sylt

Faunistisch-Ökologische Mitteilungen
Supplement 13

Herausgegeben im Auftrage der Faunistisch-Ökologischen Arbeitsgemeinschaft
von B. Heydemann, W. Hofmann und U. Irmler
Zoologisches Institut und Museum der Universität Kiel

Kiel, 1992

Karl Wachholtz Verlag, Neumünster

©Faunistisch-Ökologische Arbeitsgemeinschaft e.V. (FÖAG);download www.zobodat.at

©Faunistisch-Ökologische Arbeitsgemeinschaft e.V. (FÖAG);download www.zobodat.at

Faun.-Ökol. Mitt. Suppl. 13, 1–88 Kiel, 1992

Anthropogene Einflüsse auf Ökosysteme der Insel Sylt

Redaktion
Jörg Grabo

©Faunistisch-Ökologische Arbeitsgemeinschaft e.V. (FÖAG);download www.zobodat.at

Titelbild: Trockenheide im Norder-Heidetal auf Sylt (Foto: Th. Czech-Tiburtius)

BIO I 90.168/13
OÖ. Landesmuseum
Biologiezentrum
Inv. 1997/2255

Herausgegeben im Auftrage der
Faunistisch-ökologischen Arbeitsgemeinschaft
von B. Heydemann, W. Hofmann und U. Irmler
Zoologisches Institut und Museum
der Universität Kiel

Karl Wachholtz Verlag, Neumünster, 1992

This publication is included in the abstracting and indexing coverage of the
Bio Sciences Service of Biological Abstracts.

ISSN 0430-1285

Gedruckt auf chlorfrei gebleichtem Recycling-Papier

©Faunistisch-Ökologische Arbeitsgemeinschaft e.V. (FÖAG);download www.zobodat.at

Inhalt

EINLEITUNG 5

Erfassungsmethoden 5

Definition ökologischer Parameter 6

Klima im Untersuchungszeitraum 7

AUSWIRKUNGEN DES BETRITTS AUF DIE FAUNA DES STRANDANWURFS

von Ehrhard Sioli

1. Einleitung 9
2. Untersuchungsgebiet 9
3. Methode 10
4. Ergebnisse 10
5. Diskussion 19
6. Zusammenfassung 20
7. Summary 20

EINFLUSS DER RINDERBEWEIDUNG AUF BRACKWASSER-RÖHRICHT UND INSEL-SALZWIESE

von Olaf Grell

1. Einleitung 21
2. Untersuchungsgebiet 22
3. Methoden 24
4. Ergebnisse 24
   - 4.1 Einfluß der Beweidung auf die Vegetation 24
   - 4.2 Einfluß der Beweidung auf die Fauna 25
   - 4.2.1 Nematocera (Mücken) 25
   - 4.2.2 Brachycera (Fliegen) 27
   - 4.2.3 Syrphidae 32
   - 4.2.4 Heteroptera 32
   - 4.2.5 Araneida 34
   - 4.2.6 Amphipoda 40
5. Diskussion 40
6. Zusammenfassung 42
7. Summary 43

©Faunistisch-Ökologische Arbeitsgemeinschaft e.V. (FÖAG);download www.zobodat.at

BEWEIDUNG UND VERTRITT ALS BELASTUNGSFAKTOREN DER SPINNENFAUNA IN SANDSALZWIESE UND GRAUE-DÜNEN-FORMATION

von Wolfgang Götze

1. Einleitung . . . 45
2. Untersuchungsgebiet . . . 45
Standortfaktoren . . . 47
3. Methode . . . 48
4. Ergebnisse . . . 48
4.1 Anthropogener Einfluß auf die Vegetation . . . 48
4.2 Die Spinnenfauna in Sandsalzwiese und Grauer Düne . . . 49
4.2.1 Größenklassenverteilung . . . 55
4.2.2 Verteilung juveniler Araneida . . . 56
4.2.3 Abundanz- und Dominanzstruktur der Spinnenfauna . . . 57
4.2.4 Synökologischer Vergleich der Spinnenfauna in den verschiedenen Untersuchungsgebieten . . . 63
5. Diskussion . . . 65
6. Zusammenfassung . . . 66
7. Summary . . . 67

NATÜRLICHE HEIDEFORMATIONEN DER NORDFRIESISCHEN INSELN UND IHRE BEEINFLUSSUNG DURCH FREMDENVERKEHR UND SCHAFBEWEIDUNG

von Thomas Czech-Tiburtius

1. Einleitung . . . 69
2. Untersuchungsgebiet . . . 69
3. Methode . . . 71
4. Ergebnisse . . . 71
4.1 Einfluß von Beweidung und Vertritt auf Laufkäfer (Carabidae) . . . 71
4.2 Einfluß von Vertritt und Beweidung auf bodenoberflächenaktive Spinnen (Araneida) . . . 76
5. Diskussion . . . 82
6. Zusammenfassung . . . 84
7. Summary . . . 84

Literatur . . . 85

©Faunistisch-Ökologische Arbeitsgemeinschaft e.V. (FÖAG);download www.zobodat.at

Einleitung

Die Nordfriesischen Inseln sind wegen ihrer landschaftlichen Eigenart und Schönheit ein beliebtes Ziel für Erholung und Freizeit. Insbesondere die Insel Sylt ist durch die gute Erreichbarkeit mit dem Auto und den Hauch von Exklusivität einem starken Zustrom von Touristen ausgesetzt. Neben der intensiven Nutzung der Landschaft durch Erholungsuchende stellt die Landwirtschaft vor allem durch Schaf- oder Rinderbeweidung eine zusätzliche Belastung der verschiedenen Ökosysteme der Insel Sylt dar.

Der Landschaftsverbrauch durch Tourismus läßt sich nicht so exakt in Zahlen fassen wie der durch die Landwirtschaft. Sind Veränderungen des ökologischen Gefüges durch Baumaßnahmen, z. B. zur Verbesserung der Infrastruktur, noch gut nachweisbar, so sind die Auswirkungen des zeitweiligen Betretens durch Wanderer weniger offensichtlich. Störungen, die hierbei auftreten, sind z. B. die Beeinträchtigung brütender Vögel allein durch die Anwesenheit des Menschen, die Verinselung der Landschaft durch zahlreiche Pfade, die Erosionswirkung beim Betreten der Dünen und nicht zuletzt die Schadstoff- und Lärmemissionen an- und abfahrender Kraftfahrzeuge. Der landschaftlich besonders reizvolle Norden der Insel Sylt ist weitgehend als Landschaftsschutzgebiet oder als Naturschutzgebiet ausgewiesen. Die starke Beanspruchung der Natur durch Erholungsuchende und Landwirtschaft ist hierdurch jedoch nicht einzuschränken.

Die hier vorgelegten Untersuchungen zum Einfluß der Nutzungskombination Landwirtschaft–Tourismus auf verschiedene Ökosysteme im Norden der Insel Sylt entstanden als Diplomarbeiten bereits in den Jahren 1983 und 1984 an der Abt. Angewandte Ökologie und Küstenforschung des Zoologischen Institutes der Christian-Albrechts-Universität. SIOLI untersuchte die Vertrittwirkung auf die Fauna des Strandanwurfs in einem stark besuchten Strandabschnitt des Sylter „Ellenbogens" (Abb. 1). Im selben Untersuchungsgebiet studierte GÖTZE die Belastungsfaktoren Schafbeweidung und Vertritt für die Spinnenfauna von Sand-Salzwiese und Graue-Düne-Formation.

In den heute als Naturschutzgebiet „Listland" ausgewiesenen Biotopkomplexen Jens-Long- und Norder-Heidetal untersuchte CZECH die Auswirkung von Schafbeweidung und Vertritt auf die Fauna der Heideformationen feuchter Dünentäler. Salzwiesen und Brackwasserröhricht im „Nielünn" auf der Rückseite der Insel Sylt als weiteren typischen Biotopkomplex der nordfriesischen Inseln untersuchte GRELL im Hinblick auf den Einfluß von Rinderbeweidung auf die Fauna.

Erfassungsmethoden

1. Zur Erfassung der Aktivitätsdichte bodenoberflächenaktiver Tiere werden Bodenfallen nach Barber (1931) eingesetzt. Als Fallen dienen Gläser von 11 cm Höhe mit einem Öffnungsdurchmesser von 5,6 cm. Als Konservierungsflüssigkeit wird 4%ige Formaldehyd-Lösung verwendet, der eine geringe Menge Entspannungsmittel zugesetzt wird. Der Fallenwechsel erfolgt in halbmonatlichem Abstand.

2. Zur Erfassung der Schlupfdichte positiv phototaktischer Arten werden Photoeklektoren verwendet. Diese bestehen aus verzinktem Stahlblech mit einem seitlichen Ausfanggefäß und bedecken eine Grundfläche von 1 m^2.

©Faunistisch-Ökologische Arbeitsgemeinschaft e.V. (FÖAG);download www.zobodat.at

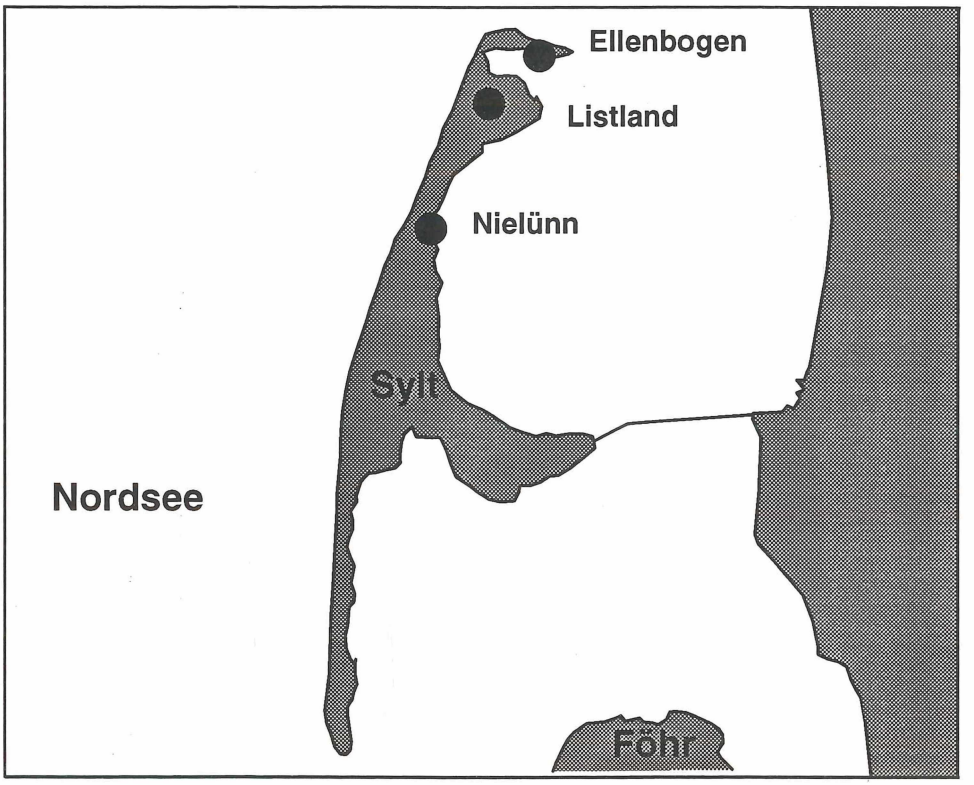

Abb. 1: Die Lage der Untersuchungsgebiete im Überblick

3. Die Arten der Krautschicht oder der Strauchschicht werden mit Käscherfängen erfaßt. Hierzu wird ein Käscher mit 30 cm Durchmesser verwendet, der am Ende des Gazebeutels mit einem abschraubbaren Fanggefäß ausgestattet ist.

Definition ökologischer Parameter

1. Die Aktivitätsdichte bezeichnet die Anzahl der mit stationären Erfassungsmethoden gefangenen Individuen, die pro Zeiteinheit eine Grenzlinie bestimmter Länge überschreiten (HEYDEMANN 1953). Dabei unterscheidet man die Aktivitäts-Individuen- und die Aktivitäts-Artendichte.

2. Die relative Häufigkeit einer Art innerhalb einer Tiergemeinschaft wird in der Aktivitätsdominanz ausgedrückt. Es wird eine Einteilung in Dominanzklassen nach HEYDEMANN (1953) vorgenommen.

Es gelten folgende Grenzen: eudominant : $D > 10$ %, dominant : $10 > D > 5$ %, subdominant: $5 > D > 2$ %, rezedent: $2 > D > 1$ %, subrezedent: $1\ \% > D$ mit D = Dominanz in Prozent

3. Unter Artenidentität wird das Ausmaß der Übereinstimmung im Arteninventar zweier Tiergemeinschaften verstanden (BALOGH 1952). Für die Berechnung wird der Ähnlichkeitsquotient von SØRENSEN (1948) verwendet.

©Faunistisch-Ökologische Arbeitsgemeinschaft e.V. (FÖAG);download www.zobodat.at

Al = 100·2b / (c+d) mit Al: Ähnlichkeitsquotient, b: Anzahl der Arten, die in beiden Proben vorkommen, c: Anzahl der Arten der ersten Probe, d: Anzahl der Arten der zweiten Probe

4. Die Dominanzidentität nach RENKONNEN (1938) ist ein Maß für die Übereinstimmung im Dominanzspektrum zweier Tiergemeinschaften.

5. Diversität ist ein Maß für die Mannigfaltigkeit eines Systems. Grundlage zur Berechnung ist die Formel von SHANNON-WEAVER, deren Nutzen für die ökologische Forschung von MAC ARTHUR (1955) erkannt wurde:

$$HS = - \sum_{i=1}^{s} \cdot pi \cdot \ln pi$$

mit HS: Diversität, S: Anzahl der Arten, pi: Dominanz der i-ten Art, ln: Logarithmus naturalis.

6. Evenness gibt an, ob ein Diversitätswert durch eine hohe Artenzahl oder eine gleichmäßige Verteilung der Individuen auf wenige Arten entstanden ist.

E = HS / HS max = HS / ln S mit E: Evenness, HS: Diversität, HSmax: Maximalwert der Diversität für die Artzahl S, S: Anzahl der Arten, ln: Logarithmus naturalis

Klima im Untersuchungszeitraum

Da die hier dargestellten Arbeiten alle in den Jahren 1983 und 1984 durchgeführt wurden, soll an dieser Stelle auf die klimatischen Bedingungen dieser beiden Jahre eingegangen werden.

Die klimatischen Bedingungen der Jahre 1983 und 1984 sind durch besonderen Niederschlagsreichtum gekennzeichnet (Abb. 1). Insbesondere die Monate Mai und September 1983 und September 1984 übertrafen deutlich die Niederschlagsmengen des langjährigen Mittel. Die Monate Juni, Juli und September 1984 waren im Mittel 1–2 °C kälter als im Durchschnitt.

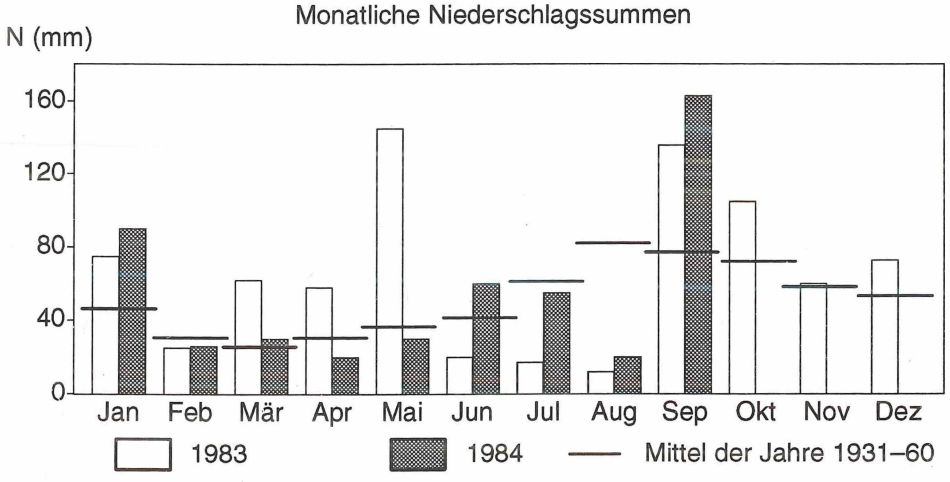

Abb. 2: Monatliche Niederschlagsmengen in mm für 1983 und 1984. (Wetterstation List/Sylt)

©Faunistisch-Ökologische Arbeitsgemeinschaft e.V. (FÖAG);download www.zobodat.at

©Faunistisch-Ökologische Arbeitsgemeinschaft e.V. (FÖAG);download www.zobodat.at

Auswirkungen des Betritts auf die Fauna des Strandanwurfs

Von Ehrhard Sioli

1. Einleitung

Die sandigen Meeresstrände gehören heute zu den am meisten durch Tourismus belasteten Bereichen. Trotzdem gibt es nur wenige und meist ältere Arbeiten, die sich mit der Ökologie einzelner Tiergruppen auseinandersetzen. Ein besonderes Habitat der Sandstrände stellt der Strandanwurf dar. Da der sandige Meeresstrand nur eine geringe eigene Primärproduktion aufweist, ist die hier lebende Fauna auf allochthones, vom Meer herangetragenes Material angewiesen. Die Fauna dieses Strandanwurfes und ihre ökologischen Beziehungen wurden bereits eingehend untersucht (BACKLUND 1945, REMMERT 1960 a, MÖLLER 1965). So ist z. B. der Wassergehalt des Anwurfs entscheidend für die Individuen- und Artenzusammensetzung. Der Anwurf kann je nach den Überflutungsregimen in verschiedene Zonen unterteilt sein (DÜRKOPP 1934). Am Sylter „Ellenbogen" ließen sich zwei Anwurftypen unterscheiden: Frischer, fast unzersetzter und meerwassergesättigter Anwurf an der Hochwasserlinie und einige Wochen bis Monate alter, bereits teils zersetzter Anwurf über der Springtide-Hochwasserlinie. Eine dritte Anwurfzone wie an der Kieler Förde konnte nicht gefunden werden (DÜRKOPP 1934).

Während früher nur relativ kleine Bereiche der Meeresstrände z. B. als Bootanlegeplätze durch die einheimische Bevölkerung genutzt wurden, steht in den letzten Jahrzehnten eine großflächige Nutzung durch den Massentourismus im Vordergrund. Diese Belastungen sind vor allem mechanischer Art, wie das Betreten und Lagern sowie das Befahren des Strandes mit Geländefahrzeugen und Strandseglern. Daher können die Meeresstrände, die durch ihr lockeres, sandiges Bodengefüge besonders gegen Vertritt empfindlich sind, in weiten Teilen sowohl an der Ost- als auch der Nordseeküste als vernichtet angesehen werden. Untersuchungen zum Einfluß der touristischen Nutzung auf das Ökosystem des Meeresstrandes existieren gleichwohl nicht. Die vorliegende Untersuchung hat daher zum Ziel einen Teilbereich des Meeresstrandes, den Strandanwurf, und seine Veränderung durch den Tourismus zu untersuchen.

2. Untersuchungsgebiet

Besonders günstige Untersuchungsbedingungen bieten die Bereiche des Südufers der alluvialen Dünenlandschaft des „Ellenbogens" im Norden der Insel Sylt. Hier ist die Brandung deutlich abgeschwächt, so daß sich mit automatischen Registriergeräten auch nahe der Springtide-Hochwasserlinie gelegene Areale untersuchen lassen.

Die Vegetation des Sandstrandes ist in der Regel nur aus wenigen Blütenpflanzen zusammengesetzt. Flechten und Moose spielen keine Rolle. In geringer Bestandesdichte treten die Salzmiere (*Honckenya peploides*), Strandquecke (*Agropyron junceum*), Meersenf (*Cakile maritima*), Strandroggen (*Elymus arenarius*) und Strandhafer (*Ammophila arenaria*) regelmäßig im Untersuchungsgebiet auf.

Zur Ausschaltung des Betrittfaktors wurde eine Fläche von 600 m^2 eingezäunt. Das Reservat besteht zur Hälfte aus dem Typus „Weiße Düne" mit einem Bewuchs aus Strandhafer (*Ammophila arenaria*) und Strandroggen (*Elymus arenarius*). Im unteren Bereich befindet sich Sandstrand mit Primärdünenbildung, der durch einen Bewuchs mit Strandquecke (*Agropyron junceum*) gekennzeichnet ist.

©Faunistisch-Ökologische Arbeitsgemeinschaft e.V. (FÖAG);download www.zobodat.at

Die durch einen mittelmäßigen Betritt durch Strandwanderer gekennzeichnete Fläche westlich vom Reservat wurde zum Vergleich herangezogen.

Zusätzlich zu den beiden nebeneinander liegenden Flächen „Reservat" und „Reservatumgebung" wurde ein 300 m langer und 10 bis 50 m breiter Strandbereich untersucht, der durch intersiven Surf-Betrieb einer sehr starken Betrittbelastung ausgesetzt ist.

Es handelt sich um einen dem Reservat vergleichbaren Sandstrandtyp.

3. Methode

Der Zeitraum der Probennahme erstreckte sich von Mitte April 1984 bis Anfang Oktober 1984.

In Rohr-Photoeklektoren wurde frischer und alter Strandanwurf (zumeist Grün- und Braunalgen) untersucht. Es wurde jeweils in betretenes Anwurfmaterial („Surfer-Gebiet") und unbetretenes Material (Reservat) unterschieden. Die Rohr-Photoeklektoren wurden in einem überdachten Regalsystem im Gelände installiert und in monatlichem Rhythmus mit Material beschickt.

4. Ergebnisse

Zusammensetzung und Dynamik der Fauna

In den untersuchten Anwurfzonen konnten 18 bis 40 Arten festgestellt werden (Tab. 1). Sowohl im frischen als auch alten Anwurf hatten die betretenen Bereiche höhere Artenzahlen aufzuweisen als die unbetretenen.

Tab. 1: Artenzahlen in den verschiedenen Anwurftypen, der Anteil der holotopen bzw. eurytopen Arten sowie der Anteil eurytoper Individuen an der Gesamtabundanz

	alter Anwurf		frischer Anwurf	
	unbetreten	betreten	unbetreten	betreten
Gesamtartenzahl	25	40	18	28
halotope Arten	19 (73 %)	22 (55 %)	15 (83 %)	23 (82 %)
Anteil eurytoper Individuen an der Gesamtabundanz	0,13 %	1,25 %	0,06 %	0,54 %

©Faunistisch-Ökologische Arbeitsgemeinschaft e.V. (FÖAG);download www.zobodat.at

Tab. 2: Übersicht über die Gesamtabundanzen der Arten aus dem Anwurf. Erfassung aus Rohrphotoeklektoren und Kasten-Photoeklektoren im Untersuchungszeitraum 1. 4. – 1. 10. 1984

	alt unbetreten	alt betreten	frisch unbetreten	frisch betreten	gesamt
Crustacea:					
Talitrus saltator	1734	1641	3300	1386	8061
Coleoptera:					
Staphylinidae:					
Aleochara grisea	4	17			21
Aleochara algarum	44	199	6	4	253
Aleochara obscurella	57	167	17	5	246
Aleochara bipustulata	1	6		2	9
Atheta fungi	1	1		4	6
Atheta marina		2	1		3
Atheta vestita	2	9			11
Atheta parvula		4			4
Atheta atramentaria	1	1			2
Atheta ischnocera		2			2
Atheta sp.	1	2	1	1	5
Halobrecta puncticeps	2	17		1	20
Amischa sorror		1			1
Phytosus balticus	3	10			13
Phytosus spinifer	1	13		2	16
Diglotta mersa			3	1	4
Aloconota gregaria	1	1	1		3
Oligota pusillima		1			1
Cafius xantholoma	50	207	41	16	314
Tachyusa atra		1			1
Omalium laeviusculum		3			3
Omalium caesum		1			1
Nehemitropa sordida		2			2
Heterothops dissimilis	2	2		4	8
Oxytelus tetracarinatus		4			4
Gyrohypnus punctulatus		1			1
Philonthus quisquiliarius		1			1
Tachyporus chrysomelinus		3			3
Tachyporus hypnorum		1			1
Bledius arenarius	1		2	2	5
Carpelimus despectus	1	3		7	11
Carpelimus transversicollis		2	1		3
Carpelimus corticinus			1	5	6
Carpelimus halophilus				1	1
Carpelimus foveolatus				1	1
Carpelimus heydenreichi				1	1
Carpelimus schneideri		1	1		2
Carabidae:					
Dyschirius thoracicus	1			2	3
Bembidion minimum	5	12	6	5	28
Amara fulva			1	1	2
Acupalpus dubius		1			1
Dicheirotrichus gustavii		3		1	4
Patrobus septentrionis	1				1
Harpalus rufibarbis		3			3
Trechus sp.	1				1

©Faunistisch-Ökologische Arbeitsgemeinschaft e.V. (FÖAG);download www.zobodat.at

	alt unbetreten	alt betreten	frisch unbetreten	frisch betreten	gesamt
Hydrophilidae:					
Cercyon litoralis	235	1446	89	140	1910
Tenebrionidae:					
Phaleria cadaverina	1		1		2
Diptera:					
Anthomyiidae:					
Fucellia maritima	2248	265	4029	1218	7760
Fucellia tergina	226	265	234	145	870
Fucellia-Larven	47	220	220	1417	1904
Fucellia sp.	15	1			16
Sphaeroceridae:					
Thoracochaeta brachystoma	1588	171	411	227	2397
Thoracochaeta zosterae	684	24	311	9	1028
Thoracochaeta lugubrina	1	8			9
Collinellula fuscipennis	44	26	2	16	88
Collinellula breviceps		1			1
Chaetopodella scutellaris	3				3
Coprophila vagans	1	1		1	3
Empididae:					
Chersodromia sp.	55	89	8	137	289
Collembola	38398	66566	3120	4349	112424

Die höhere Artenzahl im alten betretenen Anwurf ist hauptsächlich auf eine Zuwanderung von eurytopen Arten zurückzuführen, während die hohe Artenzahl im frischen betretenen Anwurf auf halo- und eurytope Arten zurückgeht. Die eurytopen Arten haben in den betretenen Anwurftypen einen wesentlich größeren Anteil an der Abundanz als in den unbetretenen Anwurftypen. Im alten betretenen Anwurf ist der Anteil der Individuen eurytoper Arten gegenüber dem unbetretenen alten Anwurf um den Faktor 10 erhöht, wogegen dieser im frischen Anwurf etwas weniger deutlich ausgeprägt ist.

Die häufigsten Arten entstammen den Fliegen (Diptera) und den Springschwänzen (Collembola) (Tab. 2). Die Arten dieser Gruppen sind als detritophag einzustufen und liefern daher einen wesentlichen Beitrag zur Zersetzung des Anwurfs. Die weniger häufigen Arten der Käfer aus den Familien der Kurzflügel- (Staphylinidae) und Laufkäfer (Carabidae) sind Predatoren und ernähren sich zum größten Teil von den detritophagen Diptera und Collembola.

Auch die Jahresdynamik der Arten unterscheidet sich zwischen den verschiedenen Anwurftypen. Im betretenen Anwurf liegt das Schwergewicht der Collembola-Population zu Beginn des Untersuchungszeitraumes, während es im unbetretenen alten Anwurf zum Ende der Untersuchung hin verschoben ist (Abb. 1). Der hohe Anfangswert der Collembola im betretenen alten Anwurf ist auf die feuchte Witterung und die durch den Betritt verursachte Übersandung mit feuchtem Sand zurückzuführen, die eine Massenentwicklung der Collembola begünstigte.

Die hohe Abundanz der Collembola zum Ende des Sommers im unbetretenen alten Anwurf ist als Massenansammlung von Collembola zu werten, die hier aufgrund der sehr trockenen Witterung ein Refugium finden (REMMERT 1960 b). Die im Vergleich hierzu nur

©Faunistisch-Ökologische Arbeitsgemeinschaft e.V. (FÖAG);download www.zobodat.at

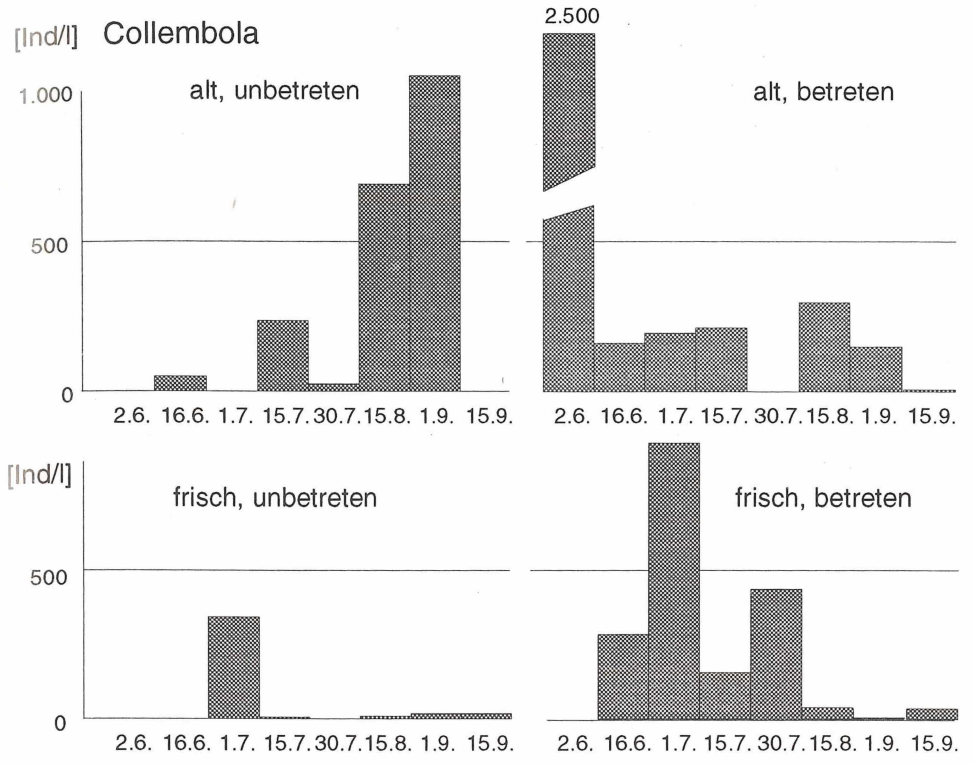

Abb. 1: Phänologie der Collembola. Erfassung aus je 3 Rohrphotoeklektoren

geringe Abundanz im betretenen alten Anwurf ist eine Folge der bis dahin starken Betrittbelastung der Collembola-Population in der Untersuchungsfläche (Surfer-Gebiet).

Die Besiedlungsdichte der Collembola im frischen betretenen Anwurf liegt fast im gesamten Untersuchungszeitraum höher als im frischen unbetretenen. Einen Refugium-Effekt wie im alten unbetretenen Anwurf während der trockenen Witterung gibt es hier offenbar nicht. Vielmehr verläuft die Phänologie der Collembola im frischen betretenen Anwurf entsprechend der Niederschlagsmenge. Möglicherweise bevorzugen die Collembola den betretenen Anwurf aufgrund des erhöhten Zersetzungsgrades.

Für den Strandflohkrebs *Talitrus saltator* ist in beiden Anwurftypen eine gute Übereinstimmung der Phänologien feststellbar und eine relativ gleichmäßige Reduktion der Abundanz durch den Betritt zu erkennen (Abb. 2). Die Zunahme der Abundanz im August geht einher mit einer Abnahme der Niederschläge. Offensichtlich fand hier während zunehmender Trockenheit eine Konzentration der Tiere auf die noch feuchten Anwurfstreifen statt. Dieser Effekt verschwindet jedoch in der Folgezeit bei völligem Ausbleiben der Niederschläge. Hier wanderten die Tiere wahrscheinlich in tiefer gelegene, feuchte Zonen ab. Erst mit ansteigenden Niederschlägen Anfang September wird auch der hochgelegene Anwurf wiederbesiedelt.

Die vornehmlich in mächtigen Anwurfbänken lebende Art *Cercyon litoralis* (BACKLUND 1945) (Coleoptera, Hydrophilidae) tritt am Ellenbogen vor allem im alten betretenen, aufgrund hoher Niederschläge sehr feuchten und mit Sand bedeckten Anwurf auf (Abb. 3).

©Faunistisch-Ökologische Arbeitsgemeinschaft e.V. (FÖAG);download www.zobodat.at

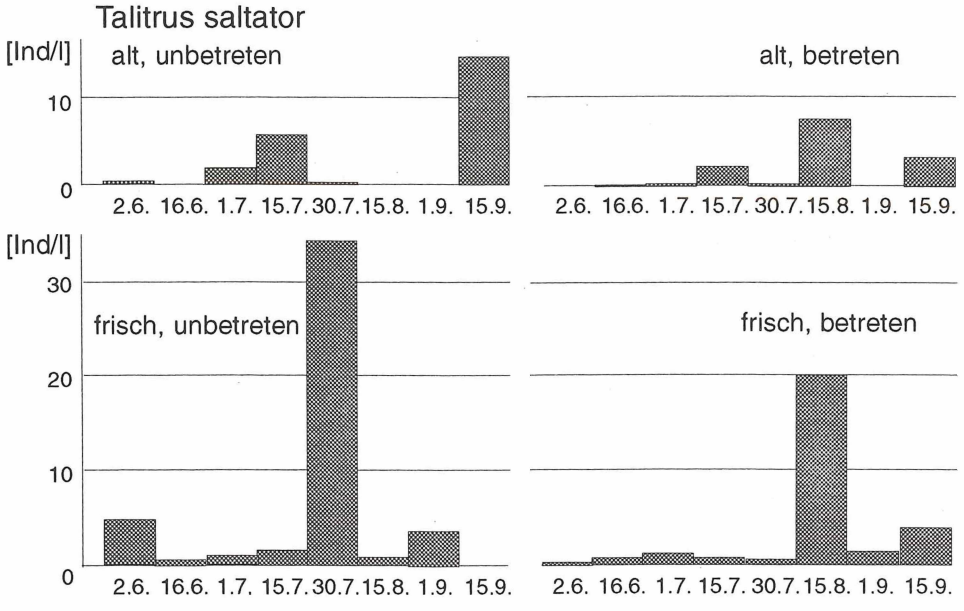

Abb. 2: Phänologie von *Talitrus saltator*. Erfassung aus je 3 Rohrphotoeklektoren

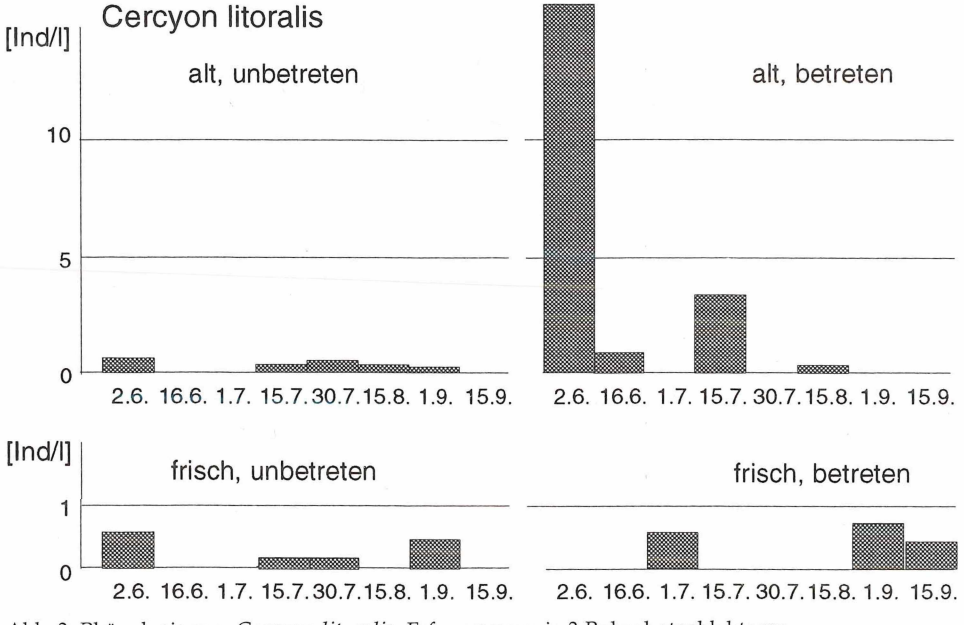

Abb. 3: Phänologie von *Cercyon litoralis*. Erfassung aus je 3 Rohrphotoeklektoren

©Faunistisch-Ökologische Arbeitsgemeinschaft e.V. (FÖAG);download www.zobodat.at

Die Arten der Gattung *Fucellia* (Diptera, Anthomyiidae) charakterisiert REMMERT (1960 a) als typische Bewohner der kleinen, schnell vergehenden und leicht austrocknenden Spülsäume. *Fucellia tergina* bevorzugt die Initialphase des marinen Strandanwurfs (STRENZKE 1961). Nach eigenen Untersuchungen gilt dies auch für *Fucellia maritima*.

Die *Fucellia*-Arten reagieren außerordentlich empfindlich auf Betritt (Abb. 4). Die Gründe für die zu beobachtende Verringerung der Besiedlungsdichte sind die mechanische Tötung der Larven sowie starke Verschleimung des Anwurfs bei hohem Wassergehalt bzw. Austrocknung bei andauernder Trockenheit. *Fucellia maritima* erweist sich hierbei als sensibler gegenüber dem Faktor „Betritt".

Wie weit Räuber-Beute-Beziehungen die Jahresdynamik der detritophagen Fauna bestimmen ist fraglich. Ein Vergleich der Phänologien von Collembola und Staphylinidae im unbetretenen Altanwurf läßt keinen direkten Zusammenhang vermuten (Abb. 5). Im Unterschied dazu ist ein derartiger Zusammenhang der Populationsentwicklungen von Collembola und Staphylinidae im betretenen Altanwurf möglich (Abb. 6).

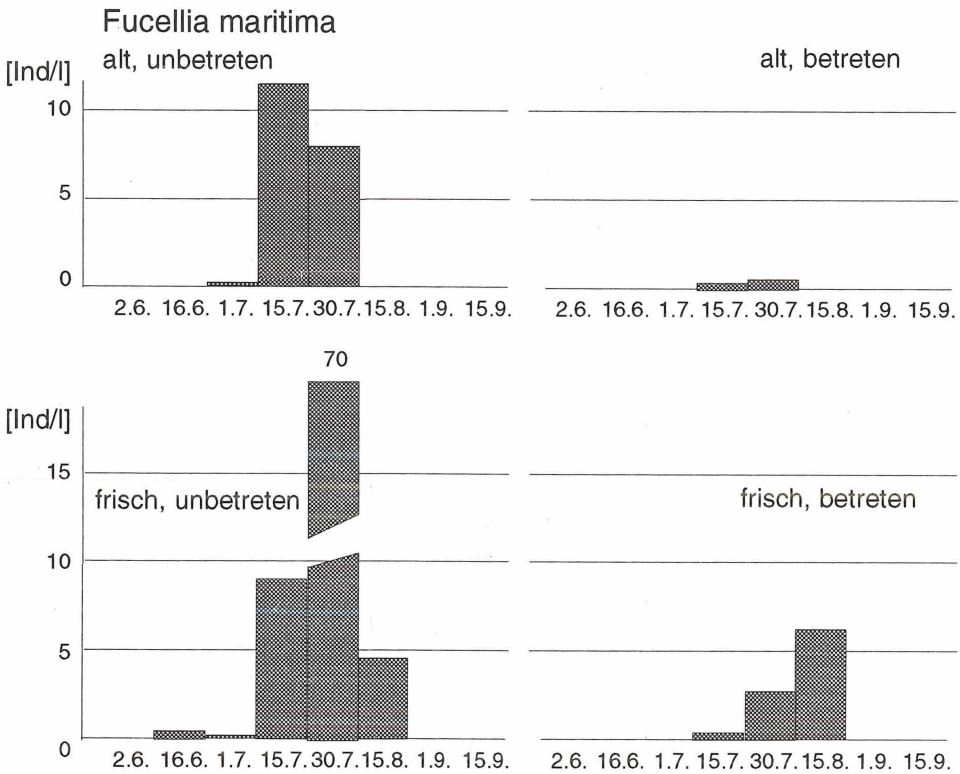

Abb. 4: Phänologie von *Fucellia maritima*. Erfassung aus je 3 Rohrphotoeklektoren

©Faunistisch-Ökologische Arbeitsgemeinschaft e.V. (FÖAG);download www.zobodat.at

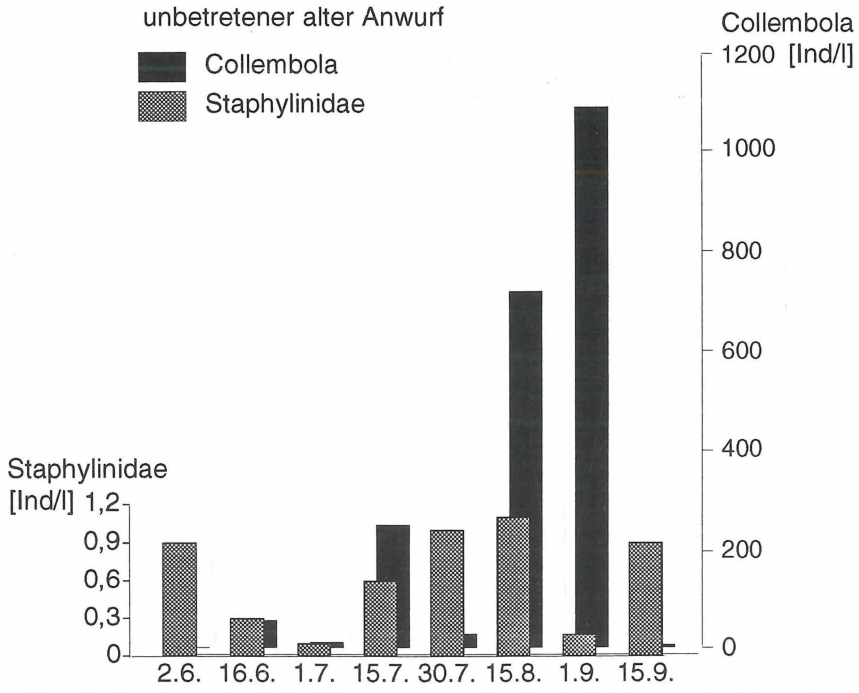

Abb. 5: Phänologien der Collembola (Beutetiere) und der Staphylinidae (Räuber) im unbetretenen alten Anwurf. Erfassung aus jeweils 3 Röhrenphotoeklektoren

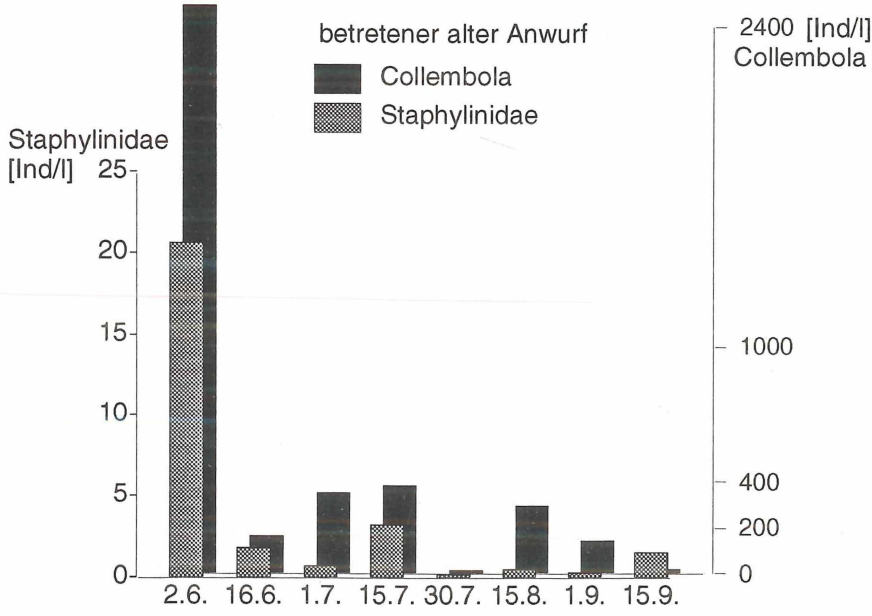

Abb. 6: Phänologien der Collembola (Beutetiere) und der Staphylinidae (Räuber) im betretenen alten Anwurf. Erfassung aus jeweils 3 Röhrenphotoeklektoren

©Faunistisch-Ökologische Arbeitsgemeinschaft e.V. (FÖAG);download www.zobodat.at

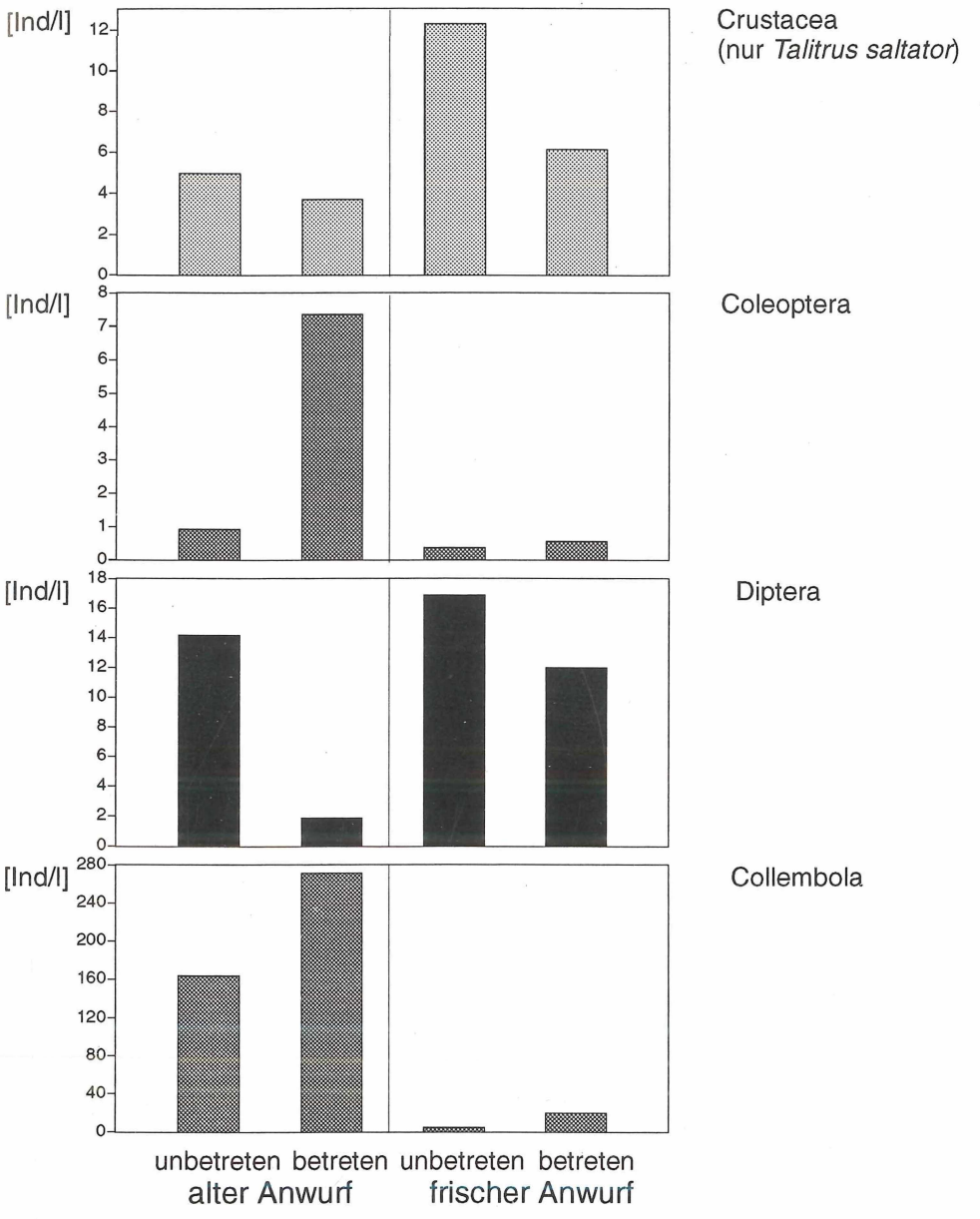

Abb. 7: Emergenzen aus dem Anwurf, eingeteilt nach taxonomischen Gruppen. Erfassung aus je 3 Rohrphotoeklektoren im Untersuchungszeitraum 1. 4.–1. 10. 1984

©Faunistisch-Ökologische Arbeitsgemeinschaft e.V. (FÖAG);download www.zobodat.at

Auswirkungen des Betritts auf die Fauna

Durch den Betritt hervorgerufene Einflüsse auf den Anwurf sind die mechanische Zerkleinerung, das Hoch- und Umwerfen und die Durchmischung mit trockenem Sand (dadurch schnellere Austrocknung) sowie die Durchmischung und Bedeckung mit feuchtem Sand (Verschleimung und schnellere Zersetzung, Neigung zu Fäulnisbildung mit H_2S-Entwicklung).

Unabhängig vom Alter des Anwurfs ist aufgrund der Ergebnisse der Rohrphotoeklektoren die Tendenz feststellbar, daß der Betritt eine Erhöhung der Abundanz von Collembola bewirkt (Abb. 7).

Die Abundanz der Coleoptera ist im betretenen alten Anwurf um den Faktor 8 erhöht. Im Unterschied dazu unterliegen die Diptera einer erheblichen Reduktion durch den Betritt.

Im frischen Anwurf fällt die Abundanzerhöhung für die Coleoptera nicht so stark aus wie im alten. Bei den Diptera ist eine Reduktion um 55 % infolge des Betritts meßbar.

Bei dem Strandflohkrebs *Talitrus saltator* sind die durch den Betritt bedingten Ausfälle mit 30 % weniger ermittelten Individuen im betretenen frischen Anwurf ähnlich wie im alten, betretenen Anwurf.

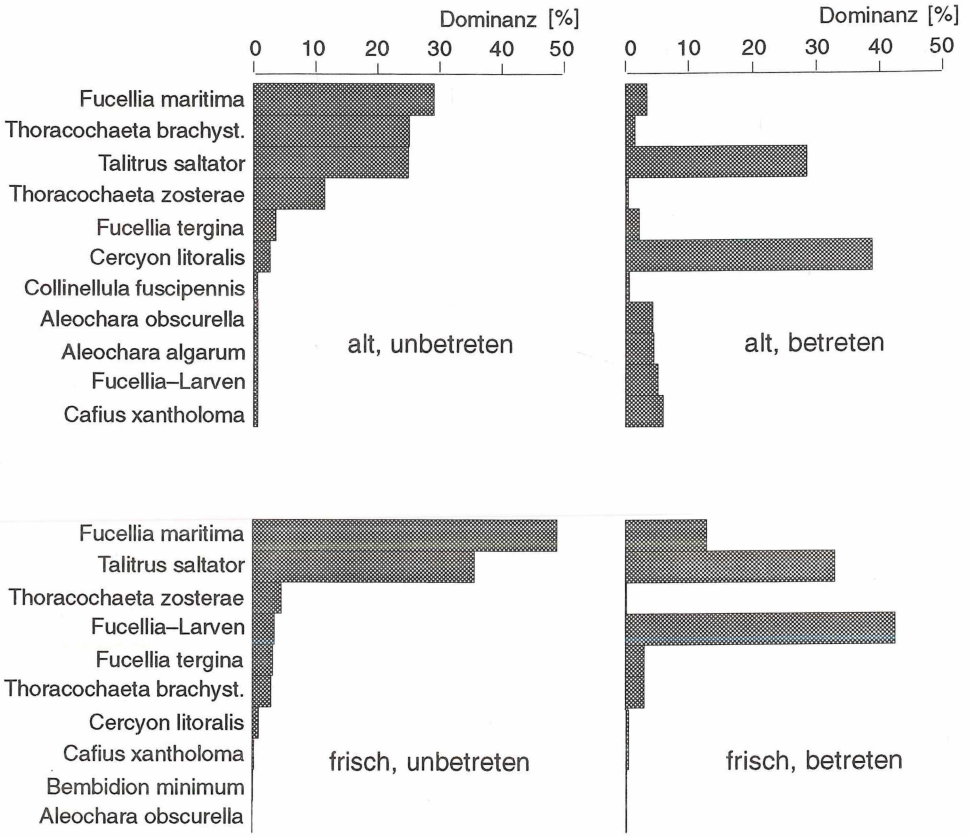

Abb. 8: Dominanzspektren der jeweils häufigsten Arten aus den verschiedenen Anwurftypen. Nach Emergenz aus Rohrphotoeklektoren

©Faunistisch-Ökologische Arbeitsgemeinschaft e.V. (FÖAG);download www.zobodat.at

Die hohe Abundanz der Coleoptera geht einher mit einer erhöhten Artenzahl im betretenen Anwurf beider Alterstypen. Offenbar bieten sich hier insbesondere den Staphylinidae bessere Lebensbedingungen.

Die Abundanzen der im Anwurf lebenden Arten werden durch den Betritt nicht gleichmäßig reduziert, sondern es sind Verschiebungen im Dominanzspektrum zu verzeichnen. Einige Arten konnten ihre Individuendichte infolge des Betrittfaktors erhöhen (Abb. 8).

Die Erhöhung der Abundanz von *Cercyon litoralis* (Coleoptera, Hydrophilidae), einer typischen Art der Anwurfbänke (BACKLUND 1945), ist auf die Veränderung des Milieus infolge des Betritts (vermehrte Fäulnisbildung) zurückzuführen.

Im Zusammenhang mit der allgemeinen Abundanzerhöhung der Collembola ist das gesteigerte Auftreten der carnivoren Kurzflügelkäfer (Staphylinidae) (Ausnahme *Carpelimus*-Arten: algivor) und der Arten der Gattung *Chersodromia* (Diptera, Empididae) zu sehen. Sie profitieren von einem erhöhten Nahrungsangebot.

Der deutliche Rückgang der meisten Diptera-Arten in den betretenen Anwurftypen resultiert vor allem aus der besonderen Empfindlichkeit der Fliegenlarven gegenüber mechanischer Belastung und Trockenheit. Die saprophagen Diptera-Larven der Gattung *Fucellia* und die Sphaeroceridae besitzen nur eine geringe Grabfähigkeit. Insbesondere bei trockenem Wetter und einer Vermischung des Anwurfs mit trockenem Sand sterben diese Arten schnell ab.

5. Diskussion

Die Fauna des marinen Anwurfs stellt nach STRENZKE (1961) keine echte faunistische Gemeinschaft dar, da sich synökologische Beziehungen zwischen verschiedenen Arten nur in sehr beschränktem Umfang nachweisen lassen (MÖLLER 1965). Trotzdem besitzt die Fauna des Strandanwurfs in den verschiedenen Bereichen der Nord- und Ostseeküste eine große Ähnlichkeit. In mancher Hinsicht unterscheidet sich allerdings die Zusammensetzung der Anwurffauna am Sylter „Ellenbogen" von derjenigen der Ostseeküste bei Kiel. Im Unterschied zu DÜRKOPP (1934), der den Anteil der nur in Salzbiotopen vorkommenden Arten des Anwurfs mit nur 4 % angibt, liegt der Anteil dieser Arten im Untersuchungsgebiet z. T. weit über 5 %. Dieser Unterschied ist auf den geringeren Salzgehalt des Ostseewassers und der geringen Überflutungshäufigkeit des Anwurfs an der Kieler Förde zu sehen.

Die Veränderung, die der anthropogene Betritt in dem Ökosystem des sandigen Meeresstrandes hervorruft, sind vielfältiger Art. So erhöht mäßiger Betritt im Frühjahr in beiden Anwurftypen (alt und frisch) die Besiedlungsdichte durch Collembolen und Staphylinidae gegenüber dem unbetretenen Anwurf gleichen Typs. Mögliche Ursachen hierfür sind die mechanische Zerkleinerung mit dadurch verbesserter Aufschließung der Nahrungsquelle, konstantere Feuchtebedingungen durch Überschichtung mit Sand und ein Konzentrationseffekt der Collembola auf den Anwurf durch starken Betritt des übrigen Strandgebietes. Auch REMMERT (1960 b) beschreibt, daß bei trockener Witterung gelegentlich Massenansammlungen von Collembola unter dem Anwurf anzutreffen sind.

©Faunistisch-Ökologische Arbeitsgemeinschaft e.V. (FÖAG);download www.zobodat.at

6. Zusammenfassung

Von Mai bis Oktober 1984 wurde der Einfluß des Betritts von Strandanwurf durch Touristen auf die Fauna in einem sandigen Badestrandbereich der nordfriesischen Insel Sylt untersucht.

Rohrphotoeklektoren wurden jeweils mit zertretenem frischem und altem Anwurfmaterial gefüllt und schlüpfende Arthropoda erfaßt. Zum Vergleich wurde unbetretenes Material in gleichem Umfang untersucht.

Das Zertreten bewirkt in frischem Anwurf eine Verminderung der Besiedlungsdichte von Crustacea, Coleoptera und Diptera und eine Erhöhung der Abundanz bei Collembola.

Bei altem Strandanwurf führt der Betritt zu einer Verminderung der Besiedlungsdichte von *Talitrus saltator* (Crustacea) und der Diptera (vor allem Anthomyiidae, Sphaeroceridae und Empididae), während die Besiedlungsdichte der Collembola erhöht wird.

Nahrungsbeziehungen zwischen Collembola und Staphylinidae werden diskutiert.

7. Summary

Effect of Walking on the Fauna of Alluvium.

Between may and october 1984 the influence of walking on alluvium by tourists on the fauna of a sandy beach of northfrisian island of Sylt was examined.

Tube-photoeklektors were filled with both fresh and old treaded alluvium and emerging arthropods recorded. Comparatively not damaged material was examined in the same scale.

Treading fresh alluvium decreases the abundance of Crustacea, Coleoptera and Diptera and increases the abundance of Collembola.

Treading old alluvium results in a decrease of abundance of *Talitrus saltator* (Crustacea) and Diptera (especially Anthomyiidae, Sphaeroceridae and Empididae) while the abundance of Collembola increases.

Foodweb-relations between Collembola and Staphylinidae are discussed.

Anschrift des Verfassers:
Dipl.-Biol. Ehrhard Sioli
Forschungsstelle für Ökosystemforschung und Ökotechnik
Biologiezentrum der Universität Kiel
Olshausenstraße 40
2300 Kiel 1

©Faunistisch-Ökologische Arbeitsgemeinschaft e.V. (FÖAG);download www.zobodat.at

Einfluß der Rinderbeweidung auf Brackwasser-Röhricht und Insel-Salzwiese

Von Olaf Grell

1. Einleitung

Die Salzwiesen machen nur einen geringen Anteil des gesamten Wattenmeeres aus, der in Schleswig-Holstein zudem aus überwiegend intensiv beweideten Festlandssalzwiesen besteht (WESEMÜLLER & LAMP 1987). Die Fauna der Küstensalzwiesen ist bereits sehr eingehend untersucht worden, wobei neben Festlandssalzwiesen in Schleswig-Holstein (MEYER 1984, WRAGE 1982) auch in geringem Umfang die Fauna der Inseln und Halligen einbezogen wurden (TISCHLER 1985, STÜNING 1988, v. TSCHIRNHAUS 1981). Die Salzwiesen beherbergen demnach eine vielfältige Fauna von fast 2000 Arten, die in einem engen ökologischen Konnex über zahlreiche Nahrungsbeziehungen miteinander verbunden sind (HEYDEMANN 1983). Die besondere Lage der Salzwiesen zwischen Meer und Land bewirkt, daß zahlreiche Arten endemisch in diesem Biotop vorkommen (HEYDEMANN 1979, 1980 a). Diese hohe Spezialisation der Salzwiesenfauna führt zu goßen Empfindlichkeiten gegenüber anthropogenen Eingriffen, die durch Deichbau, Landwirtschaft und Tourismus auf diese Gebiete einwirken (HEYDEMANN 1980 b, 1981).

Neben dem Deichbau hat sich die intensive Beweidung durch Schafe und Rinder als eine der wesentlichen Störgrößen für eine vielfältige Entwicklung der Salzwiesen-Biozönose ergeben. Die Vielfalt der Salzwiesenvegetation und -fauna wird durch die zonale Gliederung zum Überflutungsgradienten sowie die durch Sedimentation und Erosion bewirkte ökologische Heterogenität hervorgerufen (DEIJKEMA 1982, HEYDEMANN 1979). Nach ANDRESEN et al. (1990) setzt die Beweidung die Salzwiesen-Biozönose auf Initialstadien zurück, so daß in unbeweideten Salzwiesen durch die fortschreitende Sedimentation die Biozönose höher gelegener Salzwiesenbereiche seewärts vordringen kann. Während die Salzwiesenbrache bei der Vegetation zur Artenverarmung führen kann (BAKKER 1985), sind die Beweidungseinflüsse auf die Fauna komplexer Natur, die für den Schutz der Fauna auf eine Abwägung der verschiedenen Einflüsse hinauslaufen (IRMLER & HEYDEMANN 1986, IRMLER et al. 1987 a).

Neben der durch den Überflutungsgradienten bewirkten ökologischen Heterogenität der Salzwiesen liegt ein weiterer Gradient in den Bereichen vor, wo die Salzwiese durch Süßwasser aus dem Hinterland beeinflußt wird. Hier bilden sich sogenannte Brackwasserröhrichte, die sich schon durch ihre Vegetation deutlich von den eigentlichen Salzwiesen des Küstenvorlandes unterscheiden. Auch die Insel-Salzwiese unterscheidet sich von den Festlandssalzwiesen (DIERSSEN 1983), da sie einerseits auf den „Inselrückseiten" vor Wind und Wellen geschützt sind und sich andererseits durch eine geringe Flächenausdehnung auszeichnen. Da über die Fauna dieser Salzwiesentypen bisher noch wenig bekannt und außerdem die Gefährdung der Tierarten durch Beweidung offensichtlich war, ergaben sich zwei Fragenkomplexe, die in der vorliegenden Arbeit beantwortet werden sollen:

1. Wie unterscheiden sich die Zoozönosen der Inselsalzwiese und des Brackwasserröhrichts von den bisher bekannten der Festlandssalzwiesen.
2. Wie wirkt sich die Beweidung durch Rinder auf die Fauna dieser beiden Salzwiesentypen aus.

©Faunistisch-Ökologische Arbeitsgemeinschaft e.V. (FÖAG);download www.zobodat.at

2. Untersuchungsgebiet

Die untersuchte alluviale Salzmarsch liegt innerhalb des Naturschutzgebietes „Nielönn" (Neuland) auf der Ostseite der Insel Sylt nördlich der Ortschaft Kampen. Aus der Lage zwischen Wattenmeer und Dünenlandschaft resultiert die hohe Feuchtigkeit des Gebietes, da einerseits Sickerwasser aus den Dünen gesammelt wird und andererseits vor allem im Winter häufige Überflutungen stattfinden. Der z. T. torfige Kleiboden hat zudem eine hohe Wasserspeicherkapazität und weist Zwischenmooranteile auf. Das insgesamt 64 ha große Gebiet steht seit 1979 unter Naturschutz. Zur Erfassung der Auswirkung von Rinderbeweidung auf die Fauna wurden unterschiedlich stark beweidete Areale gleicher Höhenzonierung ausgewiesen:

Brackwasser-Röhricht (Phragmitetum-Scirpetum)

Oberhalb von 50 cm über MTHW bildet das Schilfröhricht im schwach beweideten Bereich einen geschlossenen Bestand aus. Es erreicht eine Höhe von 220 cm und kommt zur vollen Blüte. Der Übergang zur Salzwiese ist durch einzelne Herden von *Phragmites australis* markiert. Zum Litoral hin schließen sich einzelne Herden der Meerstrandsimse (*Bolboschoenus maritimus*) an.

Salzwiese

Die Beweidung der Rotschwingel-Zone in der oberen Salzwiese erfolgt seit ca. 30 Jahren durch ca. 20 Rinder im Zeitraum Anfang Juni bis Ende August. Die kontinuierliche Beweidungsintensität liegt bei ca. 1,5 Jungrindern pro ha, da wegen Umtriebs keine durchgängige Beweidung der gesamten Fläche stattfindet. Charakteristisch für diesen Teil des Untersuchungsgebietes ist die Ausbildung von Bulten infolge der Beweidung. Die nur wenig verbissenen Bulte werden von Salzwiesen-Rotschwingel (*Festuca rubra littoralis*) und Bottenbinse (*Juncus gerardi*) dominiert.

Die Andel-Zone der unteren Salzwiese ist in drei Bereiche unterschiedlicher Beweidungsintensität geteilt.

- Die Beweidungsintensität im stark beweideten Bereich der unteren Salzwiese ist mit ca. 4 Rindern/ha höher als in der oberen Salzwiese, da Rinder im Unterschied zu Schafen das Andelgras bevorzugen. Es sind keine Bulte ausgebildet, das Areal ist gleichmäßig betreten und die Vegetation kurzgehalten. Durch partielle Überweidung ist die Grasnabe stellenweise zerstört.
- Die Beweidung im schwach beweideten Bereich erfolgt für ca. zwei Wochen im Spätsommer bei günstiger Bodentrockenheit und findet nicht in jedem Jahr statt. Außerhalb der Beweidungsperiode dringen die Rinder sporadisch tageweise in das Gebiet ein, die genaue Beweidungsintensität ist daher nicht exakt zu erfassen.
- Direkt im Anschluß an den stark beweideten Bereich der unteren Salzwiese liegt die seit ca. 30 Jahren unbeweidete Vergleichsfläche.

Ein charakteristisches Habitat der Salzwiese sind die Schlenken. Sie enthalten Brackwasser, fallen jedoch im Sommer leicht trocken und bilden dann ein typisches Trockenrißmuster. In den ca. 20 cm tiefen Rissen sammeln sich wegen des günstigen Mikroklimas zahlreiche Tierarten.

Bei Beweidung wird der Schlenkenboden stark zertreten, die Rißbildung bleibt aus. Bodenfallen ergaben nach 14tägiger Fangzeit in den Schlenken der beweideten Fläche lediglich 1/20 der Biomasse einer unbeweideten Vergleichsfläche.

©Faunistisch-Ökologische Arbeitsgemeinschaft e.V. (FÖAG);download www.zobodat.at

Temperatur

Die Beweidung wirkt sich über die strukturelle Veränderung der Vegetation auf die Temperatur des Bodens und der bodennahen Luftschicht aus. Bedeutsam ist dabei die zeitliche Verschiebung der jeweiligen Temperaturmaxima und -minima und die Größe der Amplitude. Die Vegetation der unbeweideten Fläche schirmt den Boden stark gegen direkte Sonneneinstrahlung ab. 5 cm über dem Boden wurden während einer Schönwetterperiode im unbeweideten Bereich maximal 20–23 °C gemessen, während zeitgleich auf der beweideten Fläche in dieser Höhe Temperaturen von 30–35 °C erreicht wurden. Noch in 5 cm Bodentiefe lag die Temperatur in der beweideten Fläche um ca. 2 °C höher als in der unbeweideten Vergleichsfläche. In der Nacht wird die Abkühlung durch die windmindernde Wirkung der Vegetation abgemildert und wirkt dadurch ausgleichend auf Temperaturschwankungen. In 5 cm Höhe über dem Boden gingen die Temperaturen in den unbeweideten Bereichen auf ca 11 °C zurück, während im beweideten Vergleichsareal lediglich 4–5 °C gemessen wurden. Ebenso lagen die Temperaturen 5 cm unter der Bodenoberfläche in den unbeweideten Bereichen ca. 1 °C höher als in den beweideten.

Salinität

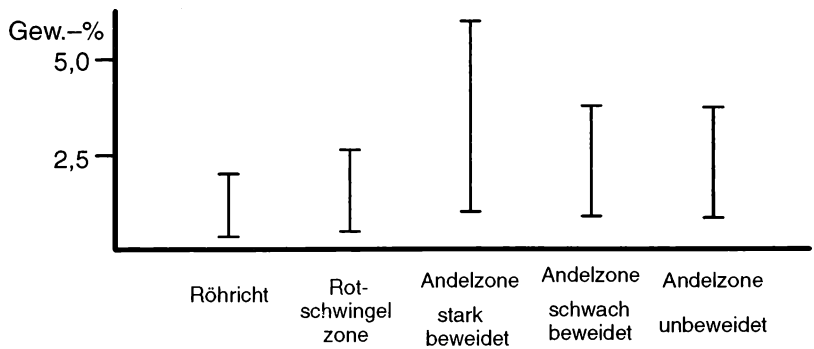

Abb. 1: Salzgehalte der Bodenwasserlösung. Angegeben sind Durchschnittswerte sowie Minima und Maxima

Das Phragmitetum besitzt mit 0,6 Gew.-% die geringste Bodensalinität aufgrund kontinuierlicher Auswaschung durch Sickerwasser (Abb. 1). Das Festucetum weist ca. 1 %, das Puccinellietum ca. 2,1 Gew.-% Salze auf. Auffällig sind die weitstreuenden Werte im stark beweideten Bereich der Andelzone. Der veränderte Wasserhaushalt durch Bodenverdichtung und verstärkte Evaporation der Bodenoberfläche wirkt sich auf die Salinität in Form größerer Schwankungen aus.

Bodenwassergehalt

Der Bodenwassergehalt ist im Phragmitetum durch Süßwasseraustritt aus der benachbarten Düne am höchsten (Abb. 2). Im beweideten Bereich bewirkt die Bodenverdichtung geringere Wasserspeicherkapazität und verstärkten oberflächlichen Wasserabfluß.

©Faunistisch-Ökologische Arbeitsgemeinschaft e.V. (FÖAG);download www.zobodat.at

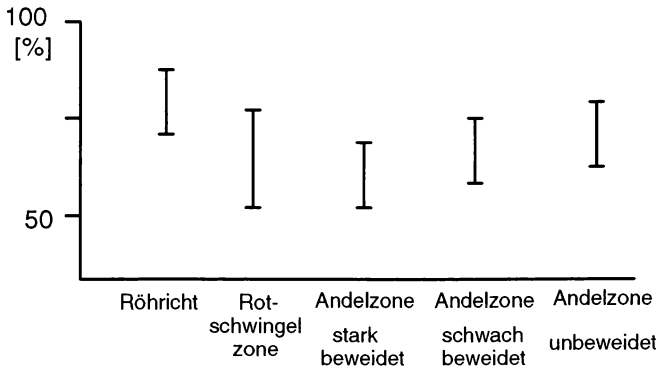

Abb. 2: Bodenwassergehalt; angegeben sind Minima und Maxima

Porenvolumen

Das Luftporenvolumen beträgt im beweideten Bereich 6,4 %, im unbeweideten Boden 8,3 %. Bei Beweidung verringert sich das Luftporenvolumen demnach um etwa 23 %.

3. Methoden

In allen untersuchten Flächen wurden die Bodentemperatur und die Temperatur der bodennahen Luftschicht mit Temperaturschreibern erfaßt. Die Salinität der Bodenwasserlösung wurde mit einem Refraktometer, das Porenvolumen des Bodens mit einem Luftpygnometer der Firma Gerhard (Bonn) gemessen. Alle Meßstellen sind mit den Fallenstandorten identisch.

Die Vegetationsaufnahme erfolgte nach BRAUN-BLANQUET.

Insgesamt wurden im Zeitraum Mai bis Ende September 1984 150 Bodenfallenproben (Barberfallen) und 72 Photoeklektorproben ausgewertet. Desweiteren standen 150 Bodenfallenproben des Vergleichszeitraums von 1983 aus dem Untersuchungsgebiet zur Verfügung.

4. Ergebnisse

4.1 Einfluß der Beweidung auf die Vegetation

Besonders beweidungsempfindlich sind *Limonium vulgare, Halimione portulacoides* und *Artemisia maritima*. Sie kommen im schwach beweideten Bereich noch vereinzelt, im stark beweideten gar nicht mehr vor. Ebenso treten *Aster tripolium, Atriplex hastata, Suaeda maritima* und *Phragmites australis* bei starker Beweidung deutlich zurück (Tab. 1).

©Faunistisch-Ökologische Arbeitsgemeinschaft e.V. (FÖAG);download www.zobodat.at

Tab. 1: Abundanz der Pflanzenarten im Untersuchungsgebiet (Nomenklatur nach OBERDORFER 1984)

	Röhricht	Rotschwingel-zone	Andelzone		
			stark beweidet	schwach beweidet	un-beweidet
Salicornia europaea	+	r	2b	2m	2m
Aster tripolium	+	+	+	3	2a
Atriplex hastata	+	r	r	2a	+
Triglochin maritimum		2m	2m	2b	1
Glaux maritima		2b	+	1	+
Suaeda maritima		r	+	+	2b
Plantago maritima		2a	r	+	+
Spergularia media		+	r	+	+
Halimione portulacoides		r		r	3
Limonium vulgare				r	3
Artemisia maritima					2b
Epilobium palustre	r				
Spergularia marina					+
Armeria maritima		+			
Puccinellia maritima	r	2a	5	5	4
Agrostis stolonifera	r	2a	r	+	+
Juncus gerardii		3	r	1	r
Phragmites australis	5	r		r	
Festuca rubra littoralis			4	r	1
Eleocharis uniglumis	r			r	
Bolboschoenus maritimus		+			+
Spartina anglica				+	+
Eriophorum angustifolium		r			
Schoenopl. tabernaemontani	r				
Thypha latifolia		r			

Durch mäßige Beweidung gefördert werden *Salicornia stricta* und *Puccinellia maritima* sowie in beschränktem Maße *Glaux maritima, Festuca rubra* und *Juncus gerardi.* Diese Arten sind extrem lichtbedürftig und profitieren vom Verbiß höherwachsender Formen.

Insgesamt geht die Blütendichte von *Aster tripolium* von 500 Blüten/m² im unbeweideten auf 1–10 Blüten/m² im stark beweideten Bereich zurück.

Die durchschnittliche Wuchshöhe der Krautpflanzen beträgt bei Nichtbeweidung ca. 30 cm, die der Gräser etwa 15–20 cm. Einzelne Kräuter erreichen 40–60 cm Höhe. Die Vegetation dieser Bereiche ist deutlich mehrschichtig entwickelt.

Bei starker Beweidung werden die Gräser auf 5 cm, die Krautpflanzen auf 10–15 cm Höhe gekürzt. Eine Schichtung der Vegetation ist nicht mehr ausgeprägt.

4.2 Einfluß der Beweidung auf die Fauna

4.2.1 Nematocera (Mücken)

Für 1983 wurden die Dominanzpositionen der in Bodenfallen erfaßten Nematocera auf Familienniveau erstellt (Tab.2). Ca. 80 % der Individuen sind 5 Familien zuzuordnen, wobei die einzelnen Untersuchungsgebiete signifikante Unterschiede aufweisen.

©Faunistisch-Ökologische Arbeitsgemeinschaft e.V. (FÖAG);download www.zobodat.at

Tab. 2: Dominanzpositionen der Nematocera nach Bodenfallen 1983 und Photoeklektoren 1984 (in Klammern)

	eudominant	dominant	subdominant	rezedent
Röhricht	Ceratopogonidae (Ceratopogonidae)		Psychodidae (Cecidomyiidae, Sciaridae)	Limoniidae Sciaridae Cecidomyiidae
Rotschwingel-zone	Ceratopogonidae (Ceratopogonidae, Cecidomyiidae)	Sciaridae	Psychodidae Cecidomyiidae (Scatopsidae, Sciaridae)	Limoniidae Cecidomyiidae Scatopsidae
Andelzone stark beweidet	Limoniidae (Ceratopogonidae)	Ceratopogonidae Scatopsidae (Cecidomyiidae)	Cecidomyiidae (Sciaridae)	Chironomidae
Andelzone schwach beweidet	Sciaridae (Ceratopogonidae)	Ceratopogonidae Limoniidae	(Sciaridae)	
Andelzone unbeweidet	Sciaridae (Ceratopogonidae)	Ceratopogonidae (Cecidomyiidae)	(Sciaridae)	Limoniidae Cecidomyiidae

Tab. 3: Dominanzpositionen der Brachycera aus Photoeklektoren 1984 (Lonchopt. = Lonchopteridae, Chlorop. = Chloropidae)

	eudominant	dominant	subdominant	rezedent
Röhricht	Dolichopodidae	Drosophilidae		Lonchopt., Chloropidae, Phoridae, Sphaeroceridae, Empididae, Stratiomyidae
Rotschwingel-zone	Dolichopodidae	Syrphidae	Chloropidae	Lonchopteridae Scatophagidae Empididae
Andelzone stark beweidet	Stratiomyidae	Scatophagidae	Dolichopodidae Chloropidae Sphaeroceridae	
Andelzone schwach beweidet	Dolichopodidae	Chloropidae	Scatophagidae	Trypetidae Drosophilidae Empididae
Andelzone unbeweidet	Dolichopodidae	Scatophagidae Chloropidae Chloropidae		Empididae Trypetidae Stratiomyidae

Mit zunehmender Beweidung steigt die Dominanzposition der Limoniidae. Dieser Effekt wird durch Massenentwicklung von *Symplecta stictica* hervorgerufen. Eine Förderung erfahren die algen- und detritusverzehrenden Larven dieser Art aufgrund des durch die Rinder in den Boden eingearbeiteten organischen Materials. Eine direkte Bindung der Larven an Dung konnte bisher nicht nachgewiesen werden (WRAGE, 1978).

©Faunistisch-Ökologische Arbeitsgemeinschaft e.V. (FÖAG);download www.zobodat.at

Die Schlupfrate vermittelt ein weiteres Bild der Nematocera-Fauna. 92–98 % der Individuen aus Photoeklektorfängen gehören 4 Familien an (Tab. 2).

Die Cecidomyiidae treten im Röhricht zurück, sind in den übrigen Untersuchungsgebieten jedoch stark vertreten und erreichen in der Rotschwingelzone die höchste Dominanzposition.

Die relativen Häufigkeiten der Nematocera-Familien sind in den einzelnen Gebieten recht ähnlich. Deutliche Unterschiede ergeben sich jedoch bei den absoluten Schlupfdichten, insbesondere bei der stark beweideten Andelzone einerseits und der schwach beweideten andererseits (Abb. 3).

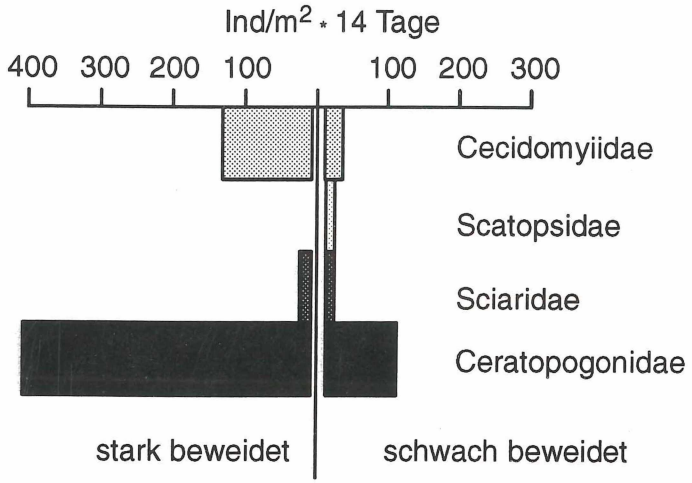

Abb. 3: Durchschnittliche Schlupfdichte der häufigsten Nematocera in der schwach bzw. stark beweideten Andelzone.

Während die Schlupfdichte der Sciaridae in beiden Flächen nahezu identisch ist und die Scatopsidae im stark beweideten Areal gar nicht auftreten, erreicht die Schlupfdichte der Cecidomyiidae dort den 9fachen, die der Ceratopogonidae den 25fachen Wert.

Das ständige Kurzhalten des Andelrasens durch die Rinderbeweidung bewirkt eine starke Sproßvermehrung und -verjüngung. Durch die Vermehrung des Nahrungssubstrats erfährt die Gallmücke *Mayetiola puccinelliae* im stark beweideten Andel eine deutliche Förderung. Im beweideten Festucetum ist ebenfalls eine hohe Schlupfdichte der Gallmücken festzustellen, die insbesondere auf die Art *Procystiphora gerardi* zurückzuführen ist. *Procystiphora gerardi* lebt an *Juncus gerardi* und ist damit erstmalig für Sylt nachgewiesen worden (pers. Mitt. H. Meyer).

Eine offensichtliche Förderung durch Dungeintrag erfahren die saprophagen Ceratopogonidae.

4.2.2 Brachycera (Fliegen)

Die Auswertung der Proben für 1983 zeigt, daß an der Aktivitätsdominanz der Fliegen am Boden zu über 95 % lediglich 2 Familien beteiligt sind. Davon entfallen 29 % auf die Dolichopodidae, der Rest auf Chloropidae.

©Faunistisch-Ökologische Arbeitsgemeinschaft e.V. (FÖAG);download www.zobodat.at

Die Dolichopodidae nehmen bei den Fliegenfamilien mit Individuenanteilen von 1 % und mehr an der Gesamtabundanz aufgrund der Photoeklektorproben eine hohe Dominanzposition ein (Tab. 4).

Im Untersuchungszeitraum wurden 3255 Individuen, verteilt auf 16 Arten der Dolichopodidae erfaßt und ausgewertet. Die Schlupfdichteverteilung der Langbeinfliegen (Dolichopodidae) resultiert aus der Kombination von Beweidungseinflüssen und höhenbedingter Eiablagepräferenda der einzelnen Spezies.

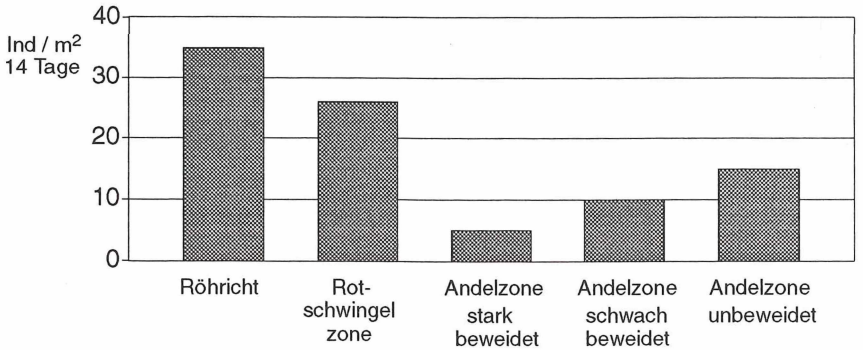

Abb. 4: Durchschnittliche Schlupfdichte der Dolichopodidae nach Photoeklektoren aus 1984

Tab. 4: Prozentuale Häufigkeiten der Dolichopodidae nach Bodenfallen (BF) und Photoeklektoren (PE) in den Untersuchungsgebieten

	Röhricht %		Rotschwingel-zone %		Andelzone stark beweidet %		Andelzone schwach beweidet %		Andelzone un-beweidet %	
	BF	PE	BF	PE	BF	PE	BF	PE	BF	PE
Dolichopus diadema	0,2	25,1	0,4	1,8	47,2	0,5	3,4	1,2	7,4	
Dolichopus nubilus	1,0	14,9	4,4	2,6	2,3	0,2	6,2	1,2		4,9
Dolichopus agilis			0,8							
Dolichopus latipennis	0,3	0,6		2,6			5,5			
Dolichopus plumipes		6,6	3,7	1,5			0,7			
Dolichopus caligatus		0,3								
Dolichopus simplex					1,6			0,6		
Hydrophorus oceanus			0,4	22,3		0,7		24,5		
Syntormon pallipes	89,1	4,2	16,1		22,3	0,2	12,3	1,2	24,0	3,3
Campsicnemus armatus	6,4	48,4	73,4	90,8	2,3	96,8	62,3	37,1	42,1	91,3
Teucophorus sinigerellus	0,2									
Micromorphis albipes				0,4	2,3	2,3	3,9	8,3		
Rhaphium riparium									1,6	
Achalcus flavicollis	0,3									
Thrypticus smaragdinus	1,3									
Machaerium maritimae										

©Faunistisch-Ökologische Arbeitsgemeinschaft e.V. (FÖAG);download www.zobodat.at

Insgesamt zeigt sich die höchste Schlupfdichte im Brackwasser-Röhricht (Abb. 4) und ist hier hauptsächlich auf die Art *Syntormon pallipes* zurückzuführen. Diese Art tritt in den anderen Gebieten zurück.

Die niedrigste Schlupfdichte insgesamt ist in der stark beweideten Andelwiese zu verzeichnen, während mit abnehmender Beweidungsintensität im Bereich der unteren Salzwiese zunehmend mehr Dolichopodidae festgestellt werden konnten.

In der stark beweideten Andelzone stellt *Dolichopus diadema* den überwiegenden Anteil geschlüpfter Individuen (Tab. 5). Möglicherweise erhält die Art im Untersuchungsgebiet eine Förderung durch den Dungeintrag. FONSECA (1978) gibt für *Dolichopus*-Arten eine räuberische Lebensweise in feuchter Erde, Schlamm und Kuhdung an. Die Konzentration saprophager Lebensformen z. B. in Kuhdung ist für räuberische Larven der Langbeinfliegen ein dichtefördernder Faktor. Als mögliche Beute kommen hier *Nemotelus*-Larven (Stratiomyidae) in Betracht, die den größten Biomasseanteil saprophager Larven im stark beweideten Untersuchungsgebiet ausmachen (Abb. 5). In allen anderen Gebieten tritt *Dolichopus diadema* nur vergleichsweise gering auf.

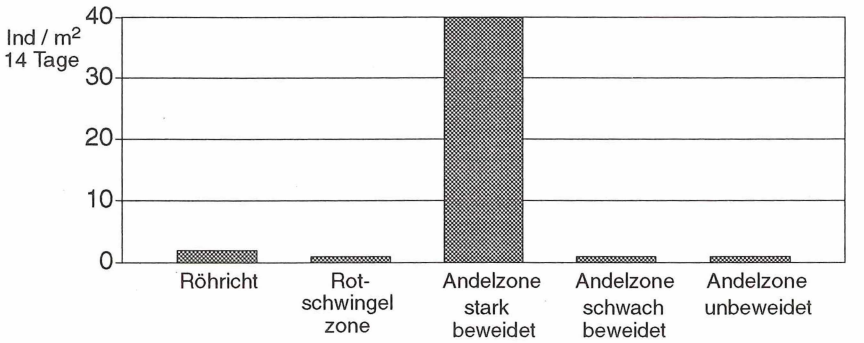

Abb. 5: Schlupfdichte von *Nemotelus* sp. (Stratiomyidae) in den unterschiedlichen Bereichen des Untersuchungsgebietes (1984). Die stark beweidete Andelwiese zeigt eine ca. 80mal höhere Schlupfdichte als in den Vergleichsflächen. Die Maximalwerte wurden in der zweiten Julihälfte 1984 mit über 200 Individuen/m² × 14 Tage ermittelt

In den schwach bzw. gar nicht beweideten Bereichen der unteren Salzwiese treten neben *Macrodolichopus diadema, Campsicnemus armatus* und *Syntormon pallipes* mit hohem Individuenanteil hinzu. Diese drei Arten stellen hier mehr als 70 % der geschlüpften Individuen. Auf den schafbeweideten Vordeichsalzwiesen fand SOMMER (1978) *Macrodolichopus diadema* als subrezedente Art, *Campsicnemus armatus* und *Syntormon pallipes* als rezedente Arten vor. Die als dominant bzw. subdominant beschriebenen Arten *Dolichopus plumipes, Micromorphis albipes* und *Porphyrops riparia* erreichen in den rinderbeweideten Salzwiesen des Untersuchungsgebietes nur rezedente bzw. subrezedente Dominanzpositionen.

In bezug auf die Aktivitätsdominanz erreicht *Campsicnemus armatus* in allen Untersuchungsgebieten die höchsten Dominanzpositionen. Diese Art ist auch in der stark beweideten Andelwiese häufig, wo sich die Larven jedoch kaum entwickeln. In diesem Biotoptyp wird die Nische des „unspezialisierten, flugfähigen kleinen Räubers nicht von indigenen Arten besetzt, sondern durch Faunenelemente benachbarter Gebiete. Die durch die Beweidung eingetretenen Verluste werden in diesem Fall durch exogene Dispersion

©Faunistisch-Ökologische Arbeitsgemeinschaft e.V. (FÖAG);download www.zobodat.at

(HEYDEMANN 1973) ausgeglichen. Ebenso ist *Dolichopus diadema* im Schilfröhricht häufig, obwohl schlüpfende Individuen hier kaum beobachtet werden konnten.

Der Einfluß der Beweidung zeigt sich auch in der Analyse der Größenklassenverteilung der Dolichopodidae (Abb. 6). Das Überwiegen der Größenklassen von 5–7 mm in der stark beweideten Andelwiese ist auf die hohen Dominanzpositionen von *Dolichopus diadema* in diesem Bereich zurückzuführen.

Das Vorherrschen der kleinen Arten der Dolichopodidae ist der selektiven Wirkung des Windes zuzuschreiben. Die größeren Arten sind auf die Windschattenfunktion höherer Vegetation angewiesen und halten sich daher nur begrenzt in den beweideten Bereichen der Andelwiese auf. Im Unterschied dazu erhöht die Bultbildung in der Rotschwingelzone

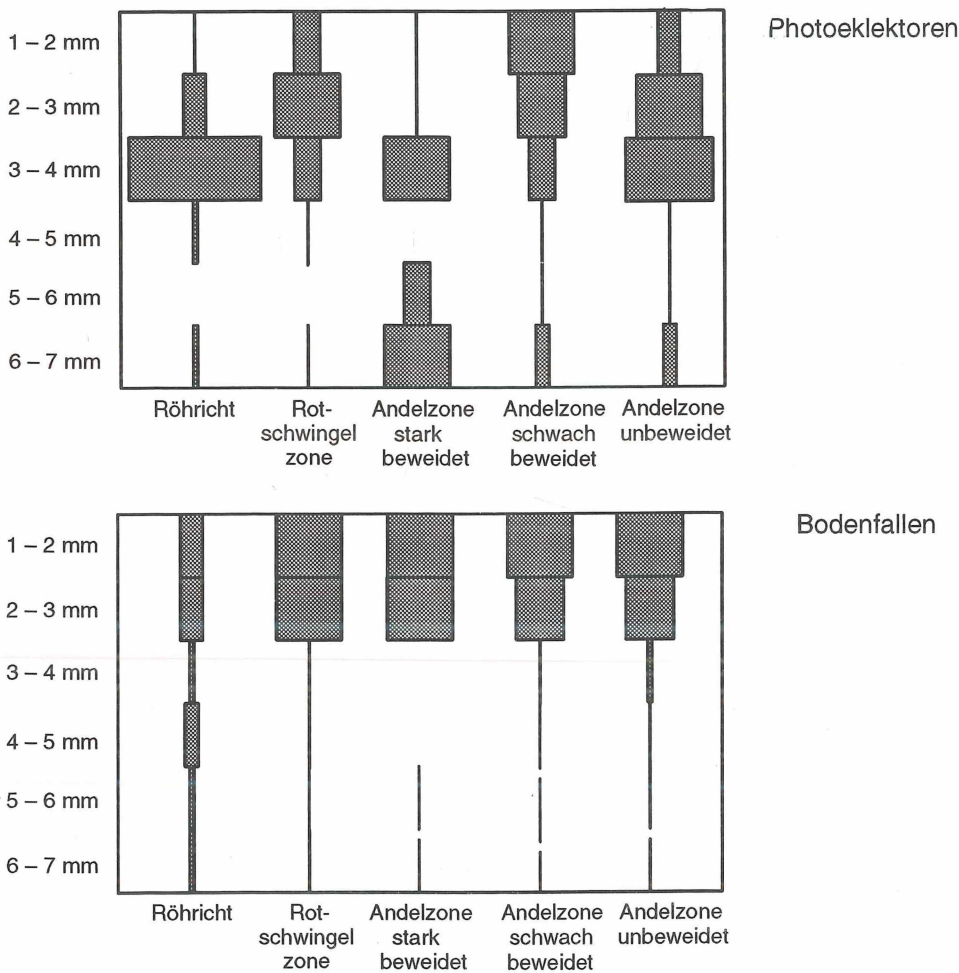

Abb. 6: Relative Häufigkeit von 6 Größenklassen der Dolichopodidae in den Untersuchungsgebieten nach Bodenfallen und Photoeklektoren aus 1984

©Faunistisch-Ökologische Arbeitsgemeinschaft e.V. (FÖAG);download www.zobodat.at

die Möglichkeit des Auftretens größerer Arten, während sie in der ebenen Fläche des stark beweideten Untersuchungsgebietes ganz ausfallen.

Die besondere Vegetationsstruktur des Schilfröhrichts stellt in diesem Zusammenhang bei gleichmäßigem Auftreten aller Größenklassen einen deutlichen Gegensatz dar.

Bei der Artenidentität der untersuchten Biotope für beide Methoden liegen zwischen der stark beweideten Andelwiese und der schwach beweideten Andelwiese die größten Ähnlichkeiten vor, während die unbeweidete Andelwiese deutlich von diesen Vergleichsbiotopen verschieden ist (Abb. 7). Ebenso weicht das Schilfröhricht sowohl von der schwach beweideten Andelzone als auch von der stark beweideten Rotschwingelzone ab.

Deutlich unterschiedliche Ergebnisse zeigen sich im Methodenvergleich im Hinblick auf die Dominanzidentität (Abb. 8). Die Dominanzidentitäten der gemessenen Aktivitätsdichten ergeben mit über 90 % sehr hohe Übereinstimmungen für die Bereiche Rotschwingel- und unbeweidete Andelzone. Der Schilfröhricht ist mit etwa 50 % Dominanzidentität in diesem Vergleich klar von den anderen Biotopen abgegrenzt.

Anders verhält es sich bei der Emergenz. Die stark beweidete Andelzone unterscheidet sich auffallend von der schwach beweideten, wohingegen beide Flächen mit über 55 % größere Ähnlichkeit zur unbeweideten Andelzone aufweisen. Die Dolichopodidae-Fauna der Andelzone unterliegt mit zunehmendem Beweidungseinfluß einer deutlichen Veränderung und bildet jeweils eigene Ausprägungen der Arten- und Dominanzstrukturen.

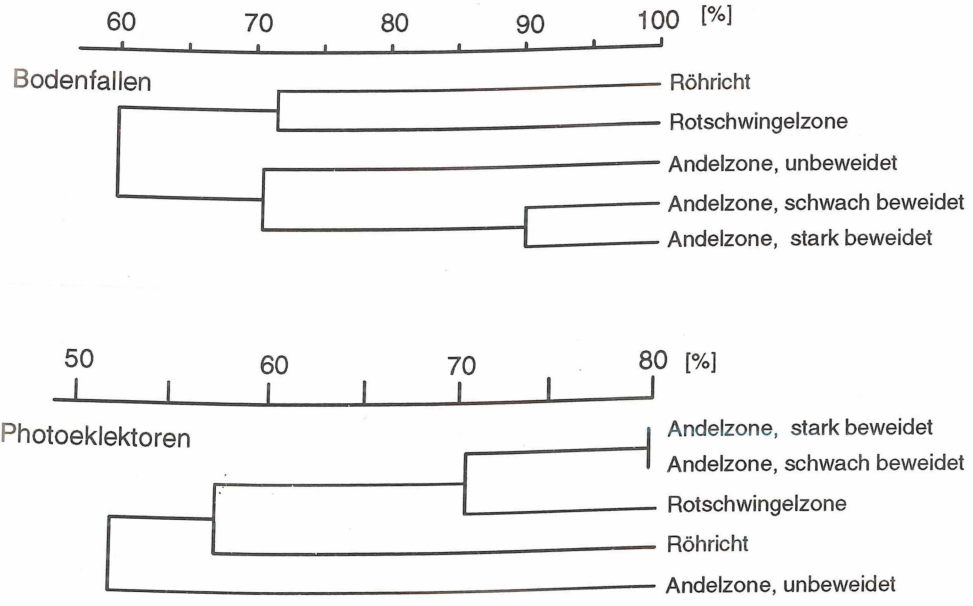

Abb. 7: Average-Cluster-Analyse der Artenidentität (Sørensen-Index) der Dolichopodidae in den unterschiedlichen Biotopen im Methodenvergleich

©Faunistisch-Ökologische Arbeitsgemeinschaft e.V. (FÖAG);download www.zobodat.at

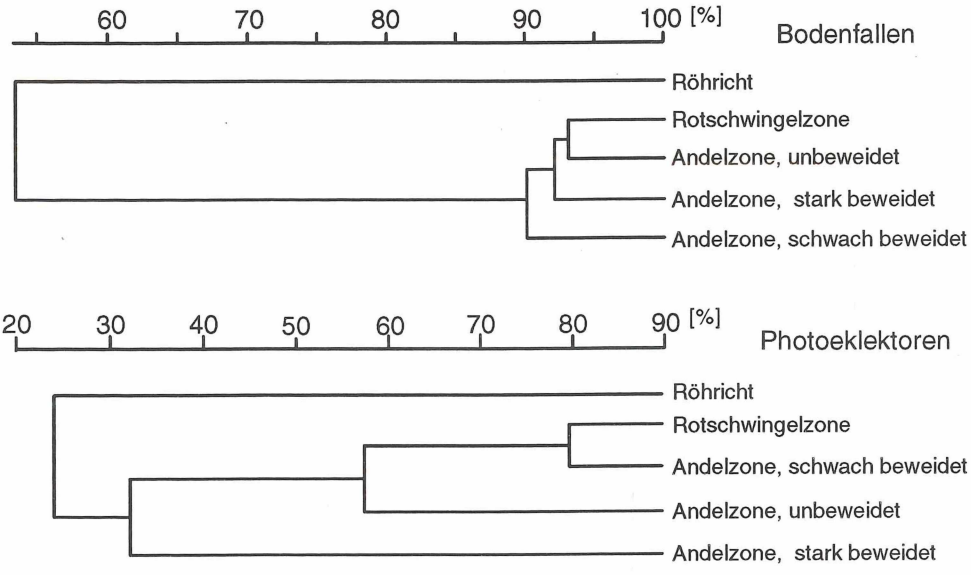

Abb. 8: Average-Cluster-Analyse der Dominanzidentität (Renkonen-Index) der Dolichopodidae in den unterschiedlichen Biotopen im Methodenvergleich

4.2.3 Syrphidae

Durch die Photoeklektoren wurden 60 Individuen ausschließlich in der oberen Salzwiese erfaßt. *Metasyrphus corrollae* und *Sphaerophoria scripta* traten nur im Festucetum auf, während *Platycheirus clypeatus, Episyrphus balteatus* und *Syrphus vitripennis* auch im Phragmitetum nachgewiesen wurden.

Da Schwebfliegen als Imagines Blütenbesucher sind, ist ihr Vorkommen direkt von der Beweidungsintensität abhängig. Die starke Beweidung führt zur fast vollständigen Vernichtung des Blütenhorizontes. Dadurch erhält die blütenreiche schwach bzw. nicht beweidete Andelwiese für blütenbesuchende Formen eine wichtige Funktion. Beobachtungen und Käscherfänge zur Zeit der Blüte von *Aster tripolium* ergaben, daß neben den genannten indigenen Arten noch *Eristalis tenax, Eristalis abusivus* und *Scaeva pyrastri* einfliegen. Das Blütenangebot der Salzwiese besitzt über die Fläche hinaus eine wichtige Funktion für Blütenbesucher. Arten, die als halophil oder halobiont bekannt sind, konnten nicht beobachtet werden.

4.2.4 Heteroptera

Aus der Familie der Saldidae (Uferwanzen) wurden drei Arten nachgewiesen.

Chiloxanthus pilosus wurde nur vereinzelt in der unteren Salzwiese gefunden. Die beiden vorherrschenden Arten *Salda littoralis* und *Halosalda lateralis* weisen in ihrer Verbreitung eine höhenbedingte Zonierung auf. *Salda littoralis* besiedelt alle Höhenstufen und erreicht die maximale Dichte im Puccinellietum. Mit zunehmender Überflutungsfrequenz steigt der Anteil von *Halosalda lateralis*. Das Maximum wird in der Spartina-Zone erreicht.

©Faunistisch-Ökologische Arbeitsgemeinschaft e.V. (FÖAG);download www.zobodat.at

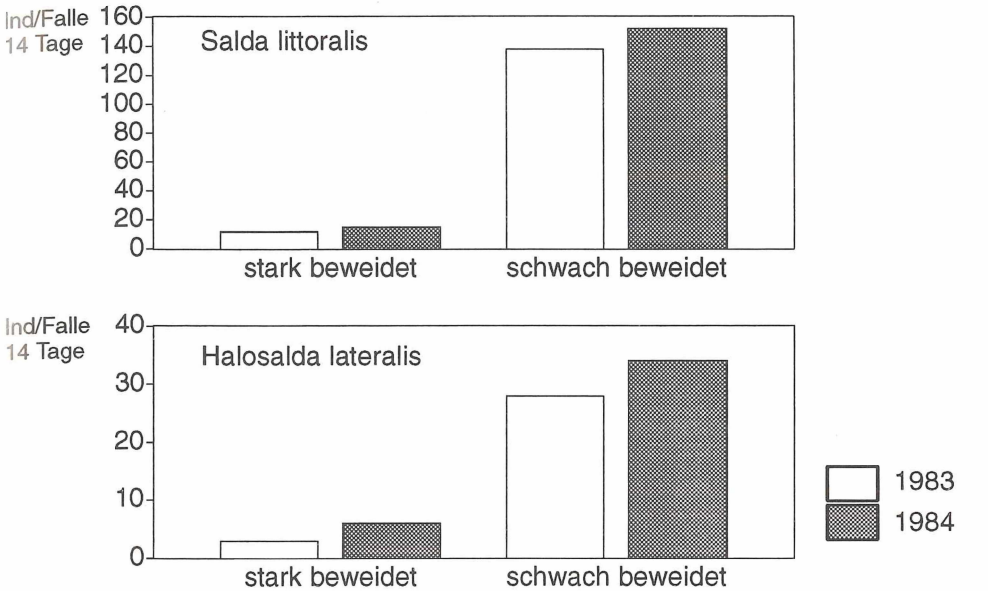

Abb. 9: Aktivitätsdichten von *Salda litoralis* und *Halosalda lateralis* in der schwach und der stark beweideten Andelzone. Erfassung aus Bodenfallen

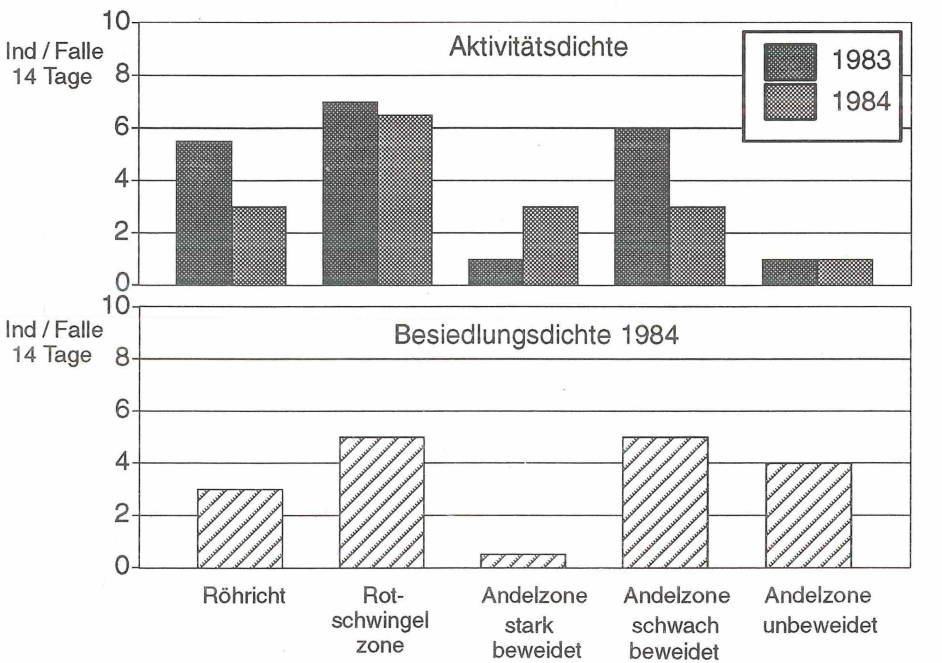

Abb. 10: Aktivitätsdichte und Besiedlungsdichte von *Pachygnatha clerki* 1983 und 1984

©Faunistisch-Ökologische Arbeitsgemeinschaft e.V. (FÖAG);download www.zobodat.at

Durch starke Beweidung werden beide Arten sehr beeinträchtigt, die Aktivitätsdichten gehen um ca. 90 % zurück (Abb. 9). Die Besiedlungsdichte von *Salda littoralis* betrug im schwach beweideten Andel 2,5 Individuen/m^2, in der stark beweideten Vergleichsfläche im Mittel 0,6 Individuen/m^2.

Ursächlich hierfür ist die Veränderung der Vegetationsstruktur infolge der Beweidung. Beide Arten sind nur sporadisch auf der Bodenoberfläche aktiv, sie halten sich hauptsächlich in der Deckung höherer Vegetation auf.

4.2.5 Araneida

Spinnen stellen aufgrund ihrer hohen Individuendichte die wichtigste Gruppe unter den räuberischen Organismen der Salzwiese dar. Auf sie entfällt der größte Nahrungsumsatz der 2. Konsumentenstufe im Ökosystem. Zahlenmäßig überwiegen die Zwergspinnen (Linyphiidae), während die Wolfsspinnen (Lycosidae) und die Kieferspinnen (Tetragnathidae) die größte Biomasse stellen. Die erfaßten Arten aus den Familien der Drassodidae, Dictynidae und Clubionidae erreichen nur geringe Abundanzen in der Salzwiese. Es überwiegen damit die bodenlebenden Arten, welche im windexponierten Ökosystem zumeist keine oder nur fakultativ Netze bauen.

Pachygnatha degeeri tritt nur vereinzelt im Untersuchungsgebiet auf. Diese Art gilt als bedingt xerophil bis euryhygr und muß daher in der unteren Salzwiese als Hospitant angesehen werden. In der oberen Salzwiese tritt sie etwas häufiger auf. Die vermehrten Funde

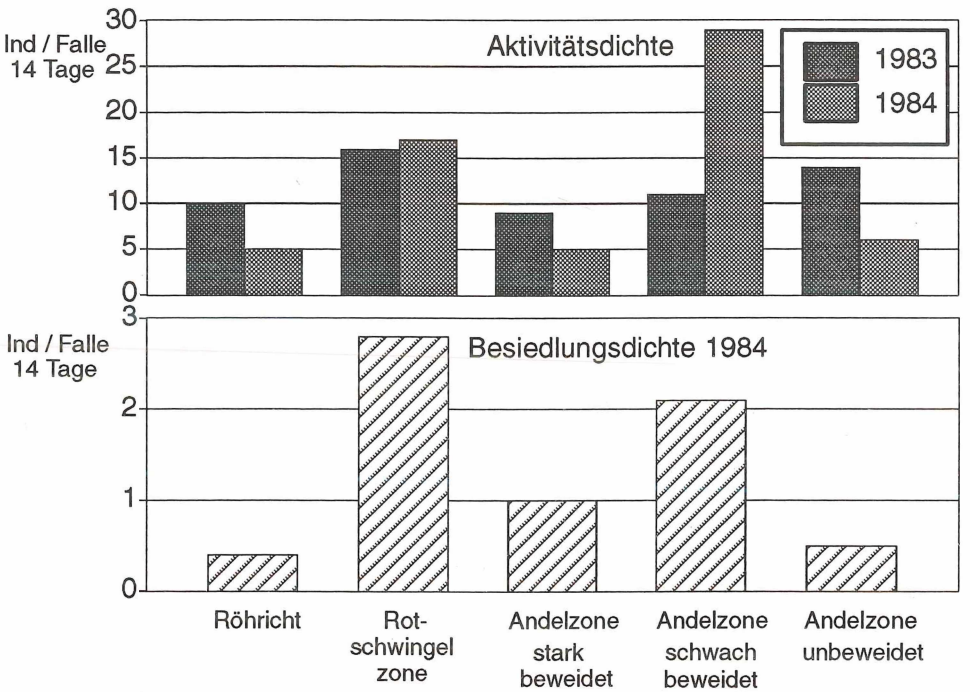

Abb. 11: Aktivitätsdichte und Besiedlungsdichte von *Pardosa purbeckensis* 1983 und 1984

©Faunistisch-Ökologische Arbeitsgemeinschaft e.V. (FÖAG);download www.zobodat.at

in der unbeweideten Andelzone deuten auf Beweidungsempfindlichkeit hin. *Pachygnatha clerki* kommt im gesamten Untersuchungsgebiet vor. Diese Art gilt als euryhygre bis hygrophil.

Pachygnatha clerki bevorzugt die deckungsreiche Vegetation der schwach bzw. unbeweideten Andelzone (Abb. 10). Das Festucetum nimmt aufgrund des relativ hohen Grasbewuchses mit zahlreichen Bulten eine Zwischenstellung ein.

Das Phragmitetum wird schwächer besiedelt als die Grasfluren, die Aktivitätsdichte ist jedoch aufgrund des stark verminderten Raumwiderstandes der auseinanderstehenden, senkrechten Schilfhalme im Vergleich zum Gras nur geringfügig niedriger.

Besonders markant sind die Verhältnisse in der unbeweideten Andelwiese. Bei konstanter Besiedlungsdichte von im Mittel 4 Ind/m^2, liegt die Aktivitätsdichte deutlich niedriger als in der Vergleichsflächen. Die unbeweidete, krautreiche Andelwiese weist eine höhere Strukturvielfalt, insbesondere durch waagerechte Blätter, auf als die beweideten Bereiche. Dadurch erhöht sich für den lauernden Lebensformtyp die Wahrscheinlichkeit des Zusammentreffens mit Beutetieren und zeigt sich wie bei *Pachygnatha clerki* in geringerer Laufaktivität.

Während *Pardosa prativaga* nur vereinzelt in allen untersuchten Zonen vorkam, ist *Trochosa ruricola* vor allem in der unbeweideten Salzwiese häufig. Diese Art besiedelt den im Zuge der Kultivierungsmaßnahmen aufgeschütteten Damm.

Die halotopobionte *Pardosa purbeckensis* besiedelt alle Niveaustufen der Salzwiese und dringt sogar bis ins Eulitoral vor. Die Aktivitätsdichten variieren stark in den beiden Untersuchungsjahren (Abb. 11). Die Summe der Aktivitätsdichten aller Gebiete ist jedoch für

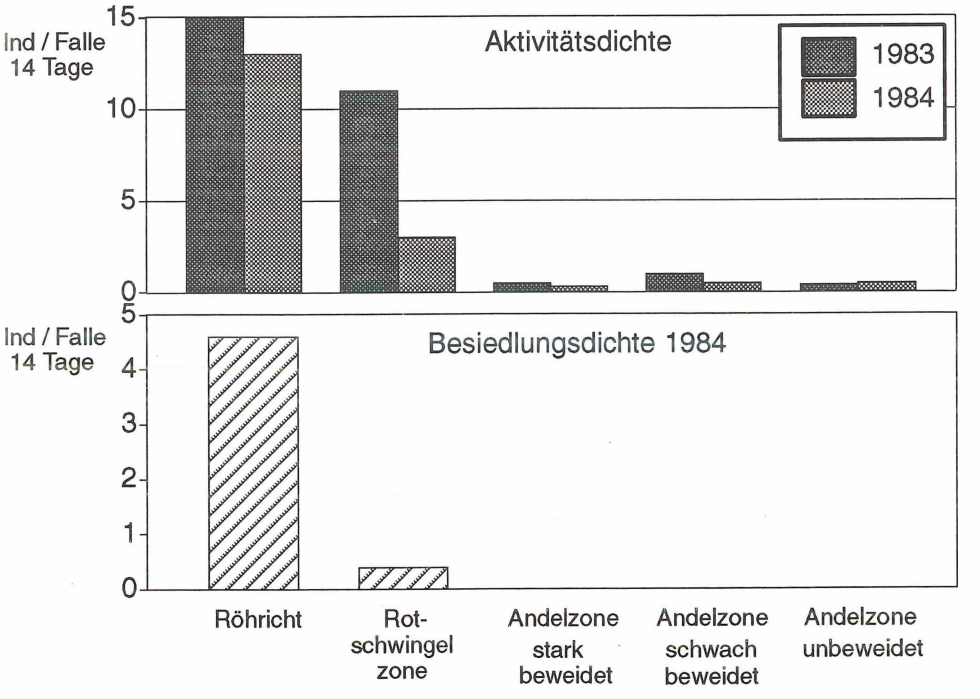

Abb. 12: Aktivitätsdichte und Besiedlungsdichte von *Pirata piraticus* 1983 und 1984

©Faunistisch-Ökologische Arbeitsgemeinschaft e.V. (FÖAG);download www.zobodat.at

beide Jahre gleich. (57,6 und 58,3 Individuen/5 Fallen). Die Gesamtpopulation beider Jahre ist etwa gleich stark. Die Aktivitätsdichte korreliert dabei direkt mit der Besiedlungsdichte (HEYDEMANN 1961).

Pardosa purbeckensis erhält die Populationsstärke durch Fluktuation innerhalb eines größeren Lebensraumes, die jeweiligen Vorteile der Mikroklimata ausnutzend. Die Populationsentwicklung von *Pardosa purbeckensis* zeigt, daß zumindest in kühlen Jahren der schwach beweideten Andelzone eine zentrale Bedeutung zukommt.

Pirata piraticus dagegen tritt mit hoher Abundanz im Phragmitetum und Festucetum auf (Abb. 12). Von hier aus dringen einzelne Individuen, vor allem Männchen, in die benachbarten Flächen ein. Ihre Verbreitungsgrenze fällt in den Bereich des stärksten Anstiegs der Bodensalinität.

Pardosa purbeckensis und *Pirata piraticus* besiedeln gemeinsam die Rotschwingelzone und das Röhricht. Insgesamt liegt die Aktivitäts- und Besiedlungsdichte beider Arten im kühlen Jahr 1984 um etwa 30 % niedriger als 1983.

Die Dominanzpositionen dieser beiden Arten verschieben sich in den beiden Untersuchungsjahren 1983 und 1984. 1984 erreicht *Pirata piraticus* eine schwächere Position, während *Pardosa purbeckensis* die freigewordene „Lücke" besetzt. Nach diesen Befunden findet *Pirata piraticus* optimale Verhältnisse im Phragmitetum, *Pardosa purbeckensis* im schwach beweideten Puccinellietum und Festucetum. Nur im Festucetum, nicht aber im Puccinellietum, treten beide Arten gemeinsam auf.

Linyphiidae

Tab. 5: Prozentuale Häufigkeiten der Linyphiidae nach Bodenfallen aus 1983 und 1984.

	Röhricht		Rotschwingel-zone		Andelzone					
					stark beweidet		schwach beweidet		un-beweidet	
	1983	1984	1983	1984	1983	1984	1983	1984	1983	1984
Erigone longipalpis	0,8	1,8	29,0	13,1	91,0	97,7	82,4	81,6	34,6	68,7
Erigone atra	1,3	0,6	4,9	4,4	1,3	1,0	0,6	0,4	1,5	0,5
Erigone arctica			0,9	1,0	0,7	0,2	0,1	0,6	1,3	0,5
Erigone dentipalpis			0,3		0,7				0,2	
Oedothorax fuscus		2,3		0,2	1,9		1,0	2,2	1,7	1,0
Oedothorax retusus	48,2	12,3	49,0	60,8	1,7	0,2	11,0	2,2	37,0	22,4
Oedothorax gibbosus			0,3		0,7		0,3			
Oedothorax apicatus					0,1					
Oedothorax tuberosus			0,3							
Walckenaeria kochi	6,1	31,2	4,9	14,8	0,2	0,5	0,3	11,6	2,6	1,0
Walckenaeria vigilax				0,4					0,2	
Hypomma bituberculatum	2,0	1,8	1,8	0,6	0,7	0,2	2,9	1,0	0,9	3,1
Baryphyma duffey							0,3		18,8	2,6
Lophomma punctatum	0,3									
Silometopus ambiguus					0,9	0,3			0,4	
Silometopus reussii										
Pocadicnemis pumila									0,2	
Lephtyphantes tenuis	24,0	4,1	2,1				0,5		0,4	
Leptorrhoptrum robustum	12,0	40,6	4,0	3,7				0,2		
Bathyphantes gracilis	3,8	4,1	2,1	0,8	0,3		0,3			
Diplostyla concolor	0,5	1,2								
Alomengea scopigera	1,0		0,6				0,1			
Gongylidiellum vivum										

©Faunistisch-Ökologische Arbeitsgemeinschaft e.V. (FÖAG);download www.zobodat.at

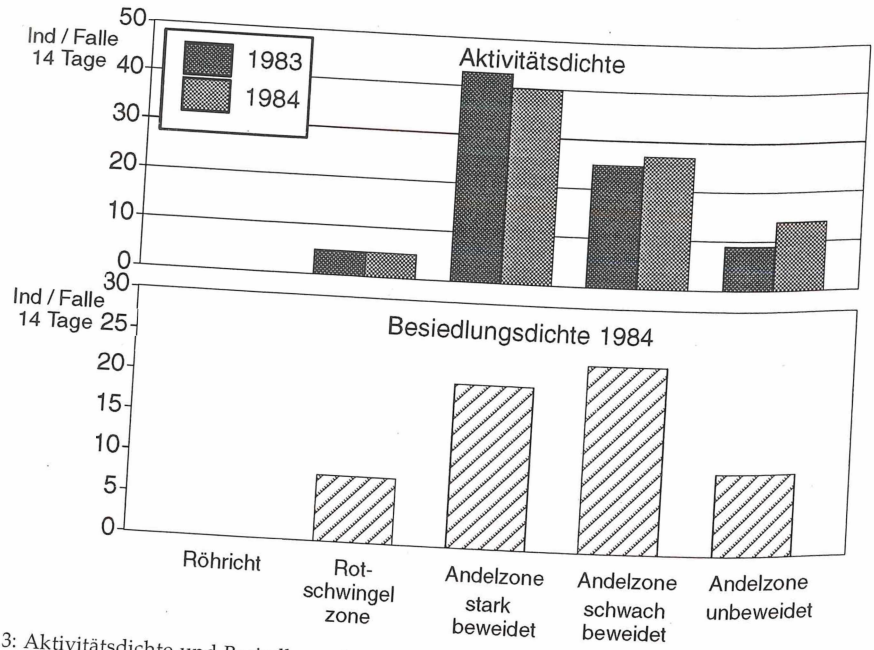

Abb. 13: Aktivitätsdichte und Besiedlungsdichte von *Erigone longipalpis*

Die in beiden Untersuchungsjahren extremen Wetterlagen beeinflussen die Dominanzverteilungen (Tab. 6). Das Röhricht und die unbeweidete Andelwiese weisen die stärksten Fluktuationen der Linyphiidae-Populationen auf. *Oedothorax retusus* tritt noch 1983 viel stärker auf als im folgenden Jahr. In keinem der drei wenig anthropogen beeinflußten Flächen der Andelzone (schwach beweidet und unbeweidet) sowie im Röhricht erreicht diese Art im Untersuchungsjahr 1984 die vorjährige Dominanzposition. Im beweideten Rotschwingelrasen bleibt *Oedothorax retusus* dagegen in beiden Jahren eudominant. Im stark beweideten Andelrasen dominiert in beiden Jahren *Erigone longipalpis*.

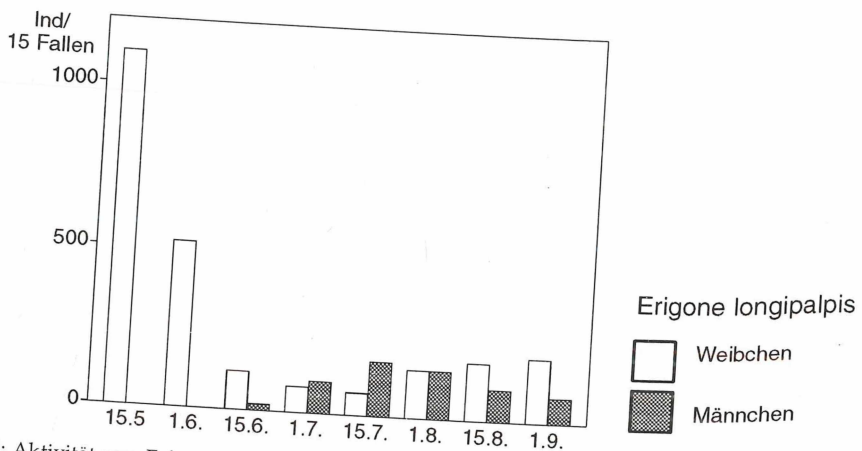

Abb. 14: Aktivität von *Erigone longipalpis* im Jahresverlauf (Erfassungszeitraum 1984)

©Faunistisch-Ökologische Arbeitsgemeinschaft e.V. (FÖAG);download www.zobodat.at

Praestigia duffeyi hat bei 3,5 ‰ Salinität ihr Präferendum und geht bei Werten um 1 ‰ deutlich zurück (HEYDEMANN 1960). Regelmäßig wurde diese Art nur in der unbeweideten Andelwiese angetroffen. In der schwach beweideten Zone tritt sie trotz gleichbleibender Salzgehalte nur selten, in der stark beweideten gar nicht auf. Die Art muß daher als beweidungsempfindlich gelten.

In der unteren Salzwiese bildet *Oedothorax retusus* nur im unbeweideten Bereich eine stärkere Population aus. Bei erhöhter Salzbelastung reagiert *Oedothorax retusus* negativ auf die Beweidung.

Oedothorax fuscus tritt mit steigendem Salzgehalt stärker hervor. Ein Einfluß der Beweidung auf diese Art konnte nicht festgestellt werden. Die weiteren Arten der Gattung *Oedothorax* sind Hospitanten aus trockenen Biotopen und treten nur in Warmperioden in der Salzwiese auf.

Erigone longipalpis zeigt in der stark beweideten Andelzone die größte Aktivität (Abb. 13). Die höchste Besiedlungsdichte liegt in der schwach beweideten Andelzone. Eine deutlich geringere Aktivitäts- und Besiedlungsdichte ist dagegen im unbeweideten Bereich der Andelzone charakteristisch.

Die Jahresdynamik der Aktivitätsdichte weist hohe Aktivitäten von Weibchen im Frühjahr auf, während ab Juni der Anteil von Männchen und Weibchen etwa gleich ist (Abb. 14). Während des Sommers kommt es zunächst zu einer hohen Aktivitätsdichte der Männchen, die erst zum Herbst wieder von derjenigen der Weibchen übertroffen wird. Die Ursache für diese unterschiedliche Aktivitätsverteilung der Geschlechter ist in der Populationsdynamik zu sehen. Es überwintern nur die Weibchen, die im Frühjahr mit hoher Aktivität nach einem geeigneten Eiablageplatz suchen. Danach nimmt die Aktivität rasch ab. Die folgende Generation erscheint im Verlauf des Sommers (IRMLER & HEYDEMANN 1985). Die Aktivität der Männchen im Sommer hängt mit der Paarung (Geschlechterfindung)

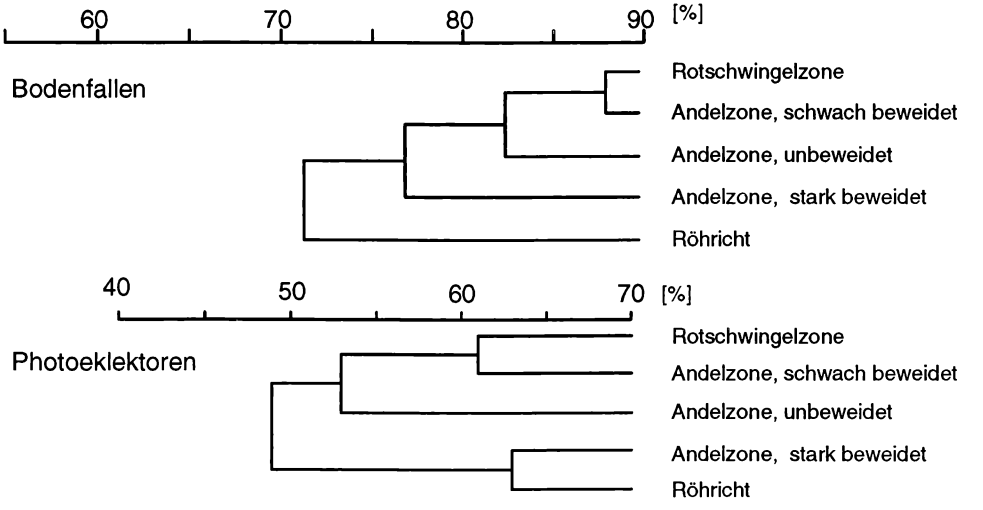

Abb. 15: Average-Cluster-Analyse der Artenidentitäten (Sørensen-Index) der Linyphiidae in den verschiedenen Biotopen im Methodenvergleich

©Faunistisch-Ökologische Arbeitsgemeinschaft e.V. (FÖAG);download www.zobodat.at

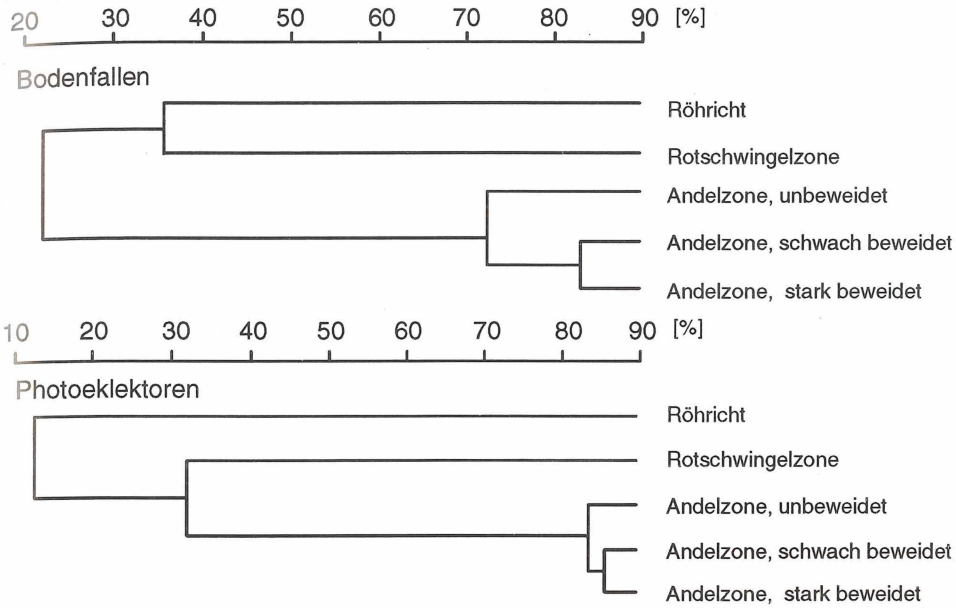

Abb. 16: Average-Cluster-Analyse der Dominanzidentitäten (Renkonen-Index) der Linyphiidae in den verschiedenen Biotopen im Methodenvergleich

zusammen. Die Steigerung der Aktivität der Weibchen im Herbst und Frühjahr kann mit der Ausbreitung und mit dem Reifefraß während dieser Periode erklärt werden.

Die untersuchten Biotope haben in bezug auf die Artenidentität große Ähnlichkeit. Unterschiedliche Ergebnisse ergeben sich im Methodenvergleich. Auf der Grundlage der Aktivitätsdichte kommt der Rotschwingelzone und der schwach beweideten Andelwiese die größte relative Ähnlichkeit zu, während die unbeweidete Andelwiese von diesen Vergleichsbiotopen verschieden ist (Abb. 15). Ebenso setzt sich das Schilfröhricht von allen Vergleichsflächen deutlich ab.

Die Dominanzidentitäten der gemessenen Aktivitäts- und Besiedlungsdichten ergeben hohe Übereinstimmungen für die 3 unterschiedlich genutzten Bereiche der Andelzone (Abb. 16). Das Schilfröhricht ist in diesem Vergleich klar von den anderen Biotopen abgegrenzt.

Die einzige Art *Orchestia gammarellus* besorgt den groben Abbau organischen Materials, das anschließend von kleineren Saprophagen und Mikroorganismen remineralisiert wird. Dadurch kommt *Orchestia gammarellus* im Ökosystem Salzwiese als Destruent eine Schlüsselfunktion zu.

Die schwache Beweidung der Andelzone bewirkt einen Rückgang der Aktivitätsdichte um 25 %, die starke Beweidung einen Rückgang um 90 %. Dies erklärt sich aus der Veränderung des Mikroklimas, Verknappung der Nahrung und struktureller Veränderungen des Bodens infolge der Beweidung. *Orchestia gammarellus* ist auf einen Boden mit ausreichend großen Poren angewiesen sowie auf eine wassergesättigte Luftschicht über der Bodenoberfläche, in der sich diese Art bevorzugt aufhält. In der nicht beweideten Zone wird

©Faunistisch-Ökologische Arbeitsgemeinschaft e.V. (FÖAG);download www.zobodat.at

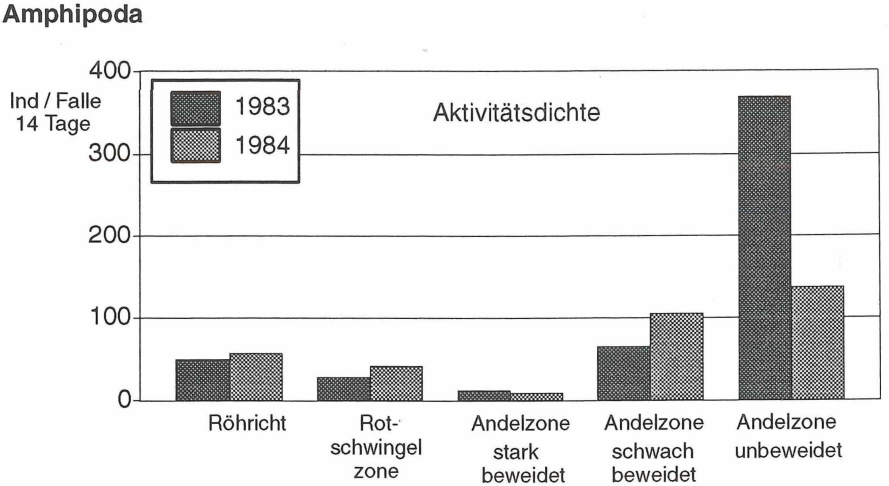

Abb. 17: Aktivitätsdichte von *Orchestia gammarellus*

dieses Habitat durch flach aufliegende Graspolster gebildet, unter denen sich eine 5–10 cm dicke Steuschicht als Hauptnahrungsquelle des Krebses befindet. Durch den Vertritt des Weideviehs verkleinert sich das Porenvolumen des Bodens und das ständige Kurzhalten der Gräser verhindert die Bildung des tunnelartigen Habitats der Streuschicht.

5. Diskussion

Im Unterschied zu Festlandsalzwiesen sind an Inseln des Wattenmeeres Möglichkeiten zur Bildung von Brackwasserröhrichten gegeben, die nicht durch den Wellenschlag der Nordsee zerstört werden. An der Ostsee vermag Schilf (*Phragmites australis*) bis ca. 20 cm Wassertiefe vorzudringen (ELLENBERG 1963). In der untersuchten Insel-Salzwiese der Nordsee wächst Schilf unter 40 cm über MTHW kümmerlich und dringt nur bis ca. 15 cm über MTHW vor.

Die Insel-Salzwiesen haben auch hinsichtlich der Fauna große Ähnlichkeiten mit denjenigen der Ostsee-Salzwiesen (HOERSCHELMANN 1990). Unter den Langbeinfliegen (Dolichopodidae) ist bei vergleichbarem Arteninventar eine Umkehrung der Dominanzstruktur von Vorlandsalzwiesen zu windgeschützten Inselsalzwiesen zu erkennen. Besonders die Arten *Campsicnemus armatus* und *Dolichopus plumipes* sind vor allem an den Faktor Feuchtigkeit gebunden und besiedeln auch schwach salzige Feuchtbiotope im Binnenland (MEYER & HEYDEMANN 1990). SOMMER (1978) faßt sie aufgrund ihrer ökologischen Valenz als mesohalotop zusammen und grenzt diese von euhalotopen Arten ab. Zu den letzteren zählen *Hydrophorus oceanus* und *Machaerium maritimae*, die durch hohe Spezialisation an die untere Salzwiese gebunden sind. Die geringe Salzbeeinflussung der Inselsalzwiese kommt auch dadurch zum Ausdruck, daß *Dolichopus plumipes* und *Porphyrops riparia* in

©Faunistisch-Ökologische Arbeitsgemeinschaft e.V. (FÖAG);download www.zobodat.at

den rinderbeweideten Rückseitensalzwiesen des Untersuchungsgebietes rezedente bzw. subrezedente Dominanzpositionen erreichen. Diese Arten sind vor allem an den Faktor Feuchtigkeit gebunden und besiedeln auch schwach salzige Feuchtbiotope im Binnenland (MEYER & HEYDEMANN 1990). In der untersuchten Inselsalzwiese kommen beide Arten vor. Auch das Vordringen der Arten *Pardosa prativaga* und *Trochosa ruricola* unterstreicht den starken Süßwassereinfluß der untersuchten Salzwiese. Beide Arten dringen vor allem über einen Damm, der vegetationskundlich der höheren Salzwiese zuzuordnen ist, in die untere Salzwiese ein. Die Dominanzverteilung von *Pirata piraticus* und *Pardosa purbeckensis* deutet auf Konkurrenzphänomene zwischen diesen beiden Arten hin. *Pardosa purbeckensis* vermag möglicherweise der Konkurrenz durch *Pirata piraticus* nur bei erhöhter Salinität zu widerstehen.

Die Arten der Gattung *Oedothorax* sind hygrophil und treten häufig in feuchten Süßwiesen auf (WIEHLE 1960). *Oedothorax fuscus* gilt als besonders anpassungsfähig und ist an der Nordsee 7–8mal häufiger als *Oedothorax retusus*, die als begrenzt haloresistent gilt und die oberen Salzwiesen bevorzugt (IRMLER & HEYDEMANN 1986). Im Untersuchungsgebiet ist dagegen *Oedothorax retusus* wesentlich häufiger, so daß sich dadurch eher die Verhältnisse an der Ostsee widerspiegeln (HEYDEMANN 1964). Die untersuchte Inselsalzwiese ist daher stark durch brackige Verhältnisse geprägt, so daß sie große Ähnlichkeiten mit den Salzwiesen der Ostsee aufweist. Es ist daher wahrscheinlich, daß Inselsalzwiesen allgemein mehr durch Süßwassereinfluß geprägt sind als Festlandsalzwiesen, da sie weniger als diese windexportiertem Salzwasser ausgesetzt sind (HEYDEMANN 1960 b).

Die im Untersuchungsgebiet weidenden 20 Rinder beeinflussen die Flächen durch Verbiß, Vertritt und Dungeintrag. Der tägliche Futterbedarf eines Rindes liegt bei ca. 75 kg Frischfutter. Der Bedarf der hier weidenden Herde liegt damit bei etwa 1500 kg täglich bzw. 125 000 kg / Weideperiode. Der Verbiß ist selektiv. Erst bei einem gewissen Erschöpfungsgrad der Vorzugspflanzen werden andere gewählt. Das Ausmaß des Vertritts kann nur grob abgeschätzt werden. Ein Rind legt täglich zwischen zwei und acht Kilometern zurück, je nach Futterangebot, Weidegröße und Besatzdichte. Der Druck auf den Boden beträgt für schwere Kühe etwa 1 kg/cm^2 im Stand und 4 kg/cm^2 im Gehen. Nach eigenen Beobachtungen wird jeder m^2 des stark beweideten Andelrasens alle zwei Tage einmal betreten. Der Druck vermindert das Porenvolumen, die scherende Kraft der Tritte führt zur Verletzung der Grasnarbe. Die Tiefe der Trittsiegel ist abhängig vom Bodenwassergehalt. Der sehr feuchte Boden der schwach beweideten Salzwiese wies bis zu 20 cm tiefe Trittsiegel auf. Die Dungproduktion einer Kuh beträgt etwa 35 kg täglich. Bezogen auf die Verhältnisse des Untersuchungsgebietes wird somit täglich 700 kg bzw. 60 000 kg/Weideperiode eingetragen.

Der Einfluß der Beweidung wurde bisher intensiv an Festlandssalzwiesen untersucht (IRMLER & HEYDEMANN 1986, ANDRESEN et al. 1990, SCHERFOSE 1989, RAHMANN et al. 1987). Die Beeinträchtigung der Biozönose geht von einem äußerst komplizierten Wechselspiel von Sedimentation und Erosion aus, wobei die Beweidung durch Aufreißen der Vegetation die Funktion der Erosion simulieren kann. Die Brackwasserröhrichte und ihre Beeinflussung durch Beweidung wurden bisher nur vegetationskundlich untersucht (BAKKER 1981, 1989). Danach kann ohne Beweidung das konkurrenzstarke Schilf Salzwiesenarten verdrängen (SCHMEISKY 1977). Sedimentation und Erosion sind auf der Rückseite von geringerer Bedeutung als bei Festlandssalzwiesen, so daß durch die Beweidung andere Effekte als auf den Festlandssalzwiesen erwartet werden konnten. Die vorliegende Untersuchung ergibt jedoch ähnliche Verhältnisse, wie sie IRMLER & HEYDEMANN (1986) in der durch starke Sedimentation geprägten Leybucht vorfanden.

Die Beeinflussung der Räuber-Beute-Systeme, wie sie IRMLER et al. (1987 b) für *Erigone longipalpis* darstellt, konnten auch im Untersuchungsgebiet gefunden werden. Bei

©Faunistisch-Ökologische Arbeitsgemeinschaft e.V. (FÖAG);download www.zobodat.at

Pachygnatha clerki ist bei unbeweideter Salzwiese eine verstärkte Ortsbeständigkeit nachzuweisen. Suboptimale Verhältnisse kann *Pachygnatha clerki* ohne Populationseinbuße durch gesteigerte Laufaktivität ausgleichen. Durch starke Beweidung und das daraus resultierende niedrigere Beuteangebot sinkt die Besiedlungsdichte allerdings auf 10 % der Vergleichsbiotope. Insgesamt kann für die Mehrzahl der untersuchten Arten eine Beeinträchtigung durch Beweidung festgestellt werden, was sich auch in der zönotischen Gliederung widerspiegelt. Aus den vorliegenden Ergebnissen lassen sich daher in Anlehnung an die von IRMLER & HEYDEMANN (1986) und ANDRESEN et al. (1990) gemachten Empfehlungen folgende Pflegemaßnahmen vorschlagen:

- Die Zone der unteren Salzwiese, welche auch ohne Beweidung nicht von Schilf besiedelt werden kann, muß vollständig auf Beweidung verzichten. Es handelt sich dabei um einen relativ schmalen, etwa 20 bis 40 m breiten Küstenstreifen. Gerade dieser Teil der Insel-Salzwiese enthält einen hohen Prozentsatz der gefährdeten Tier- und Pflanzenarten. Angesichts des geringen landwirtschaftlichen Nutzens dieser Fläche erscheint diese Maßnahme gerechtfertigt.
- Die schwache Beweidung verhindert das Vordringen des Schilfes und erhält somit die Salzwiesengesellschaft. Der Umtrieb sollte zumindest in einem Teil der Fläche nur alle zwei Jahre erfolgen, um zweijährige Entwicklungszyklen von Tieren zu schonen. Die Besatzdichte hängt von der jeweiligen Beweidungsdauer ab. Bei fünf Rindern pro ha muß die Beweidungsdauer auf zwei Wochen begrenzt bleiben.

6. Zusammenfassung

Im Sommer 1983 und 1984 wurden die Auswirkungen von Beweidung, Vertritt und Dung durch Rinderbeweidung auf ein Salzwiesen-Ökosystem der Insel Sylt untersucht.

Die Beweidung bewirkt bei der Vegetation einen Artenrückgang. Nur wenige Gräser breiten sich aus. Die Stärke der Streuschicht nimmt mit zunehmender Beweidungsintensität ab.

Auswirkungen der Beweidungen sind sowohl die Einwanderung von Arten aus benachbarten Ökosystemen als auch einer Förderung einzelner Arten wie *Ochtebius auriculatus* (Coleoptera, Hydraenidae), *Symplecta stictica* (Diptera, Limoniidae), *Mayetiola puccinelliae* (Diptera, Cecidomyiidae) und *Nemotelus notatus* (Diptera, Stratiomyidae).

Erhebliche Rückgänge der Abundanz sind für *Orchestia gammarellus* (Crustacea, Amphipoda), Syrphidae, Dolichopodidae sowie für die Spinnen *Pachygnatha clerki* (Tetragnathidae) und *Clubiona stagnalis* (Clubionidae) nachzuweisen.

Unter den Linyphiidae werden einige Arten z. B. *Erigone longipalpis* bei Beweidung gefördert, während andere Arten in ihrer Abundanz zurückgehen.

Aufgrund der beobachteten Fluktuationen erweist sich die Lebensgemeinschaft der genutzten Bereiche gegenüber den ungenutzten als weniger stabil.

Es wird eine den Artenschutzgesichtspunkten angepaßte Bewirtschaftung diskutiert.

©Faunistisch-Ökologische Arbeitsgemeinschaft e.V. (FÖAG);download www.zobodat.at

7. Summary

The influence of cattle grazing on a salt marsh-ecosystem.

In the summer 1983 and 1984 effects of grazing, trampling and dung input by cattle on a salt marsh-ecosystem of the northfrisian island of Sylt was investigated.

A decrease in number of plant species has been observed, whereas the abundance of only few grassland species increases. The amount of litter decreases with increasing intensity of grazing.

Grazing influences the faunal community by both the immigration of species from adjacent ecosystems and the promotion of single species like *Ochtebius auriculatus* (Coleoptera, Hydraenidae), *Symplecta stictica* (Diptera, Limoniidae), *Mayetiola puccinelliae* (Diptera, Cecidomyiidae) and *Nemotelus notatus* (Diptera, Stratiomyidae).

Considerable decreases of abundance are demonstrated for *Orchestia gammarellus* (Crustacea, Amphipoda), Syrphidae, Dolichopodidae and the spiders *Pachygnatha clerki* (Tetragnathidae) and *Clubiona stagnalis* (Clubionidae) in grazed areas.

Among the linyphid spiders some species like *Erigone longipalpis* are promoted by grazing whereas others are suppressed.

Concerning the observed fluctuations the community of used areas secams to be less stabil then of unused areas.

A management adapted to aspects of protection of species is discussed.

Anschrift des Verfassers:
Dipl.-Biol. Olaf Grell
Eckernförder Straße
2300 Kiel 1

©Faunistisch-Ökologische Arbeitsgemeinschaft e.V. (FÖAG);download www.zobodat.at

©Faunistisch-Ökologische Arbeitsgemeinschaft e.V. (FÖAG);download www.zobodat.at

Beweidung und Vertritt als Belastungsfaktoren der Spinnenfauna in Sandsalzwiese und Graue-Dünen-Formation

Von Wolfgang Götze

1. Einleitung

Während sich die Salzwiesen des Festlandes meist in sedimentationsreichen Buchten zwischen dem Eulitoral des Wattenmeers und dem Deich bzw. den dahinter gelegenen Feuchtwiesen befinden und sich damit vor allem in einem Gradienten abnehmenden Salzgehaltes einordnen, der sogenannten Haloserie, findet sich auf den sandigen Küstenabschnitten der Inseln die sogenannte Xeroserie. Hier liegen die Salzwiesen häufig zwischen einem angrenzenden Sandstrand und benachbarten, sandig trockenen Dünenformationen. Während die Spinnenfauna der Festlandssalzwiesen recht gut bekannt ist (HEYDEMANN 1964, 1969, 1973) und auch ihre Veränderung durch die Beweidung (IRMLER & HEYDEMANN 1986, IRMLER et al. 1987 b), liegen für die Xeroserie wenige Informationen vor. Ältere Arbeiten an der deutschen Nordseeküste (BOCHMANN 1941) berücksichtigen zudem nicht den Einfluß des Menschen auf diese Ökosysteme. Aus dem westlichen und nördlichen Europa sind dagegen neuere umfangreiche Arbeiten zur Spinnenfauna der Dünen (ALMQUIST 1973, DUFFEY 1968, HUBLÉ & MALFAIT 1981) bekannt.

Für die Vegetation (HYLGAARD & LIDDLE 1981) oder verschiedene andere Tiergruppen wurden auch erste Untersuchungen zum anthropogenen Einfluß in diesen Küstenökosystemen durchgeführt (DESENDER et al. 1980, HAESELER 1990). Danach gehören die Tiergruppen der Ökosysteme in der Xeroserie unserer Küsten zu den am meisten gefährdeten, so daß umfangreiche Schutzmaßnahmen erforderlich sind (WESTHOFF 1985).

Die nachfolgende Arbeit beschäftigt sich daher mit der Fragestellung, wie sich der menschliche Einfluß durch Landwirtschaft und Tourismus auf die Spinnenfauna in Dünen und Sandsalzwiesen auswirkt, wobei folgenden Einzelfragen als Untersuchungsziel nachgegangen wird:

1. Wie setzt sich die Spinnenfauna in Sandsalzwiese und Düne einer Nordfriesischen Insel zusammen und welche abiotischen Faktoren bestimmen ihre Struktur?
2. Erfolgt eine sekundäre Sukzession bei Ausschaltung der anthropogenen Einflüsse, und welchen kurzfristigen Trend schlägt sie ein?

2. Untersuchungsgebiet

Sandsalzwiese

An der Ost- und Nordküste der Insel Sylt, am Ellenbogen zum Königshafen hin, sind Marschgebiete mit hohem Sandanteil ausgebildet. Die Ablagerungen des Sandsalzwiesen-Beckens sind geschichtet, da in den Sommermonaten überwiegend Sand aus den Dünen herangeweht wird, während die winterlichen Überflutungen schlickiges Material eintragen. Der Anteil der Schluff-Ton-Fraktion nimmt in der Salzwiesen-Sukzessionsreihe vom Puccinellietum (28 %) zum oberen Festucetum (3 %) zugunsten der noch gut von Wasser und Wind transportierbaren Feinsande ab.

©Faunistisch-Ökologische Arbeitsgemeinschaft e.V. (FÖAG);download www.zobodat.at

Gegenwärtig präsentiert sich die untersuchte Sandsalzwiese als muldenförmiges Bekken, das im Norden und Westen von 5–13 m hohen „Grauen Dünen" umgeben ist. Im Süden, zum Königshafen hin, wird das Gebiet durch eine auf der gesamten Länge ausgebildeten Nehrung vom „Weiße-Dünen-Typ" begleitet. Die Höhe des Dünenzuges beträgt etwa 3 m über NN. Die nicht von Prielen durchzogene Salzwiese geht an der Ostseite in einen fast vegetationslosen Strand mit schwacher Primär-Dünenbildung über. Diese Sandsalzwiese stellt wegen ihrer Standortbedingungen einen im gesamten Wattenmeer nur selten vorkommenden Typ der Salzwiese dar. Vor und während der Untersuchungen wurde die Fläche als Schafweide (ca. 50 Schafe auf 2,5 ha) genutzt. Es wurde als Vergleichsfläche ein 800 m^2 großes Reservat eingerichtet. Wegen der flächendeckenden Nutzung wurde in der Sandsalzwiese nicht nach unterschiedlich belasteten Bereichen differenziert.

Die Vegetationsanalyse differenziert die Untersuchungsfläche in sechs floristisch unterschiedene Bereiche. Es handelt sich hierbei um Assoziationen bzw. Subassoziationen der Klasse Juncetea maritimi BRAUN-BLANQUET 1931 (Salzwiesengesellschaften), aus der nur die Ordnung Juncetalia maritimi BRAUN-BLANQUET 1931 (geschlossene Salzrasengesellschaften) vertreten ist. Aus dieser Ordnung sind im Untersuchungsgebiet beide Verbände des Puccinellion maritimae CHRISTIANSEN 1927 emend. TÜXEN 1937 (Andelrasen) und des Armerion maritimae BRAUN-BLANQUET et DE LEUW 1936 (Strandnelkenrasen), das nur mit dem Juncetum gerardii (WARMING 1906) (Salzbinsengesellschaft) und der Festuco rubra littoralis Gesellschaft (Gesellschaft des Salz-Rotschwingels) vertreten ist, vorhanden.

Graue Düne

Die „Graue-Dünen-Formation" macht etwa 40–50 % der Gesamtfläche des Ellenbogens aus. Weiße-Dünen und Strände in verschiedenen Ausprägungsformen, teilweise in nahezu ungestörter Form, umschließen das Kerngebiet im Norden und Süden.

Die langgestreckten, in Ost-West-Richtung verlaufenden Dünenzüge erreichen eine maximale Höhe von 13 m über NN. Die flachen, muldenförmigen Dünentäler von oft beträchtlichen Ausmaßen sind meist trocken und liegen im Durchschnitt bei 3–4 m über NN. Die organische Auflage ist in wenig gestörten Bereichen etwa 2–3 cm dick. Auf die Schicht unzersetzter Streu folgt eine 1–2 cm dicke Lage Rohhumus. Der Hauptbestandteil des Bodens ist Mittelsand (ca. 50 %) mit einer Tendenz zu Grobsanden.

Das Gebiet wird in der Mitte von einer 7,5 m breiten Betonstraße zerschnitten. Ein 2,5–5 m breiter Randstreifen wird neben den z. T. erst 1984 eingerichteten Parkplätzen bei entsprechender Morphologie als Überholspur oder Parkraum genutzt. Von diesem „Hauptverkehrsweg" zweigen in Nord-Süd-Richtung Wege zu den Stränden ab, die durch die Dünen führen. Das Gebiet wird als Schafweide und als Erholungsgebiet genutzt.

Wegen der Strukturvielfalt der Landschaft wurden die Untersuchung auf Südhänge der Dünenzüge mit einer typisch ausgeprägten Silbergrasflur beschränkt. Im Unterschied zu den Zonationskomplexen der Salzwiese, stellt die Graue Düne einen Mosaikkomplex dar (BALOUGH 1958). Alle Pflanzengesellschaften in diesem Biotop sind der Klasse des Koelerio-Corynephoreteas KLIKA ap. KLIKA & NOWAK 41 (Gesellschaften der Sandtrockenrasen und Graudünen) zuzuordnen. Alle beobachteten Einheiten können zum Coryphoretalia canescentis KLIKA 34 gezählt werden. Sämtliche zu dieser Ordnung gehörenden Verbände sind auf dem Ellenbogen anzutreffen, nämlich Corynephorion canescenti KLIKA 34 (Silbergrasfluren), Thero-Airion TÜXEN 51 (Kleinschmielenfluren) und Koelerion albescentis TÜXEN 37 (Schillergrasfluren der stärker festgelegten Küstendünen und Strandwälle). Sonderflächen innerhalb der Graue-Dünen-Formation stellen die nahezu vegetationsfreien Wanderwege, Schafpfade und die maximal belasteten Flächen im näheren Bereich der Parkplätze an der Ellenbogenspitze dar.

©Faunistisch-Ökologische Arbeitsgemeinschaft e.V. (FÖAG);download www.zobodat.at

Hier wurde 1983 als Vergleichsfläche ein Reservat von 875 m^2 eingerichtet und direkten anthropogenen Einflüßen entzogen.

Weiterhin wurde differenziert nach:

- Wanderwegen
- Trampelpfaden von Schafen
- maximal belastete Flächen in Parkplatznähe (Ellenbogenspitze)
- intensiv durch Beweidung und Vertritt belastete Flächen

2.1 Standortfaktoren

Bodenfeuchte

Im April 1984 waren die Feuchteverhältnisse in der weiterhin als Weide genutzten Fläche und nunmehr ungenutzten Vergleichsfläche der Salzwiese nahezu identisch. Bedingt durch reichliche Niederschläge, ist die Bodenfeuchte im Juni angestiegen. In der ungenutzten Fläche lag sie bei 32 %, in der genutzten bei 25 %. (und später?)

In der Grauen Düne bewirkt der geringe Anteil des organischen Materials in Verbindung mit der durchschnittlich großen Korngröße ein minimales Wasserrückhaltevermögen. Die Bodenfeuchte liegt daher mit etwa 8–10 % deutlich niedriger als in der Sandsalzwiese.

pH-Wert

Der pH-Wert der Sandsalzwiese erwies sich als sehr ausgeglichen. Im allgemeinen wurde pH 7,6–8,0 gemessen. Nur nach einer Überflutung in der letzten Juli-Woche 1984 sank der Wert auf pH 7,1 ab. In der Grauen-Dünen-Formation ergibt sich pH 4,3 im unbelasteten Reservat, der auf einen gestiegenen Humusanteil hinweist. Der leicht erhöhte Wert von pH 4,7 auf dem Schafspfad ist möglicherweise auf den Dungeintrag zurückzuführen.

Deutlich unterschieden sind hingegen die Werte für die Untersuchungsgebiete Ellenbogenspitze (pH 6,3) und den Wanderweg (pH 4,9).

Temperaturverhältnisse

In den anthropogen genutzten Bereichen der Grauen Düne ist ein deutlicher Einfluß auf die Temperaturverhältnisse zu beobachten. Die Temperaturen des Bodeninneren lagen im Mittel in der belasteten Fläche um 3 °C höher als in der unbelasteten Fläche. Die Erwärmung des Bodens erfolgte im Frühjahr sehr schnell, ebenso die Abkühlung während des Sommers bei Temperatureinbrüchen. Die Amplitude der Tagesschwankungen umfaßte in beiden Vergleichsflächen ein Maximum von 20 °C.

In Zeiten hoher Sonneneinstrahlung schwankt die Temperatur an der Bodenoberfläche um 40 °C im genutzten und 45 °C im ungenutzten Bereich. In beiden Flächen konnten Spitzenwerte von 55 °C gemessen werden.

©Faunistisch-Ökologische Arbeitsgemeinschaft e.V. (FÖAG);download www.zobodat.at

3. Methode

In beiden Untersuchungsgebieten wurden die Bodenfeuchte sowie Leitfähigkeit und pH-Wert des Bodens ermittelt.

Zur Analyse der Pflanzenbestände wurde die kombinierte Schätzung der Artmächtigkeit nach Braun-Blanquet jeweils von Mai bis Juni 1983 und 1984 verwendet. Wuchshöhe, Strukturteile und Abstände zwischen den Pflanzen wurden ausgemessen.

Zur automatischen Erfassung der Spinnenfauna wurden Bodenfallen verwendet. Insgesamt wurden 27 Bodenfallen im Zeitraum 15. 4.–1. 10. 1983 und 33 Bodenfallen im gleichen Zeitraum 1984 aufgestellt und in halbmonatlichem Rhythmus gewechselt.

Die Aufstellung der Fallen orientierte sich an den Phytozönosen:

Salzwiese: insgesamt 12 Bodenfallen, je 3 im Puccinellietum und Festucetum im beweideten und unbeweideten Bereich (Reservat).

Graue Düne: insgesamt 21 Bodenfallen, je 3 auf mittlerer Höhe im Festuco-Galietum einer Grauen Düne im belasteten und einem unbelasteten Bereich (Reservat). Zusätzlich wurden je 3 Bodenfallen auf einem Wanderweg, dem Wegrand und in zehn Meter Entfernung davon, einem Schafspfad (nur 1984) sowie einer maximal vertretenen Fläche in Parkplatznähe (Ellenbogenspitze, nur 1984) aufgestellt.

4. Ergebnisse

4.1 Anthropogener Einfluß auf die Vegetation

Sandsalzwiese

Die durchgeführten Vegetationsaufnahmen ergeben ein Inventar von insgesamt 15 Blütenpflanzen in einem Gebiet, das potentiell etwa 40–45 Arten aufweisen könnte (HEYDEMANN 1981).

Die vergleichende Untersuchung des nicht durch Beweidung und Vertritt belasteten Reservates erbrachte nach zweijähriger Sukzession in allen pflanzensoziologischen Einheiten keine Artengewinne oder -verluste. Erwartungsgemäß schlugen sich die fehlenden Belastungsfaktoren jedoch in einer stark veränderten Vegetationsstruktur nieder. Der Hauptunterschied besteht in der Wuchshöhe. Weiterhin zeigen die Vergleichsflächen verschiedene Horizontausbildungen und unterschiedliche Dichten des pflanzlichen Bewuchses. Zwischen den Blattrosetten bildet sich wieder eine Streuschicht, die Ende 1984 eine Dicke von etwa 3 cm erreicht (Tab. 1).

Tab. 1: Schematische Übersicht über die wichtigsten Straten und Strukturmerkmale in der beweideten und unbeweideten Sandsalzwiese.

Strukturmerkmale	beweidet	unbeweidet
Maximale Vegetationshöhe	10 cm	50 cm
Durchschnittliche Höhe	2,5–3,0 cm	20–25 cm
Deckungsgrad	80 %	95–100 %
Bodenblatthorizont	1,0 cm	4,0–5,0 cm
Streuschicht	entfällt	3,0 cm
Oberer Blatthorizont	3,0 cm	30 cm
Unterer Blütenhorizont	3,0 cm	25 cm
Oberer Blütenhorizont	10 cm	50 cm

©Faunistisch-Ökologische Arbeitsgemeinschaft e.V. (FÖAG);download www.zobodat.at

Tab. 2: Schematische Übersicht über die wichtigsten Straten und Strukturmerkmale in der belasteten und unbelasteten Graue-Dünen-Formation.

Strukturmerkmale	unbelastet	belastet	Wanderweg	Schafspfad	Ellenbogen
Maximale Vegetationshöhe	60 cm	60 cm	–	–	12 cm
Durchschnittliche Höhe	15 cm	10 cm	–	–	1,5 cm
Deckungsgrad	90 %	75–80 %	–	–	20–80 %
Bodenblatthorizont	2,5 cm	1,5 cm	–	–	1,5 cm
Streuschicht	3–4 cm	3–4 cm	–	1,0 cm	0,5–1,0 cm
Oberer Blatthorizont	10–13 cm	8–10 cm	–	–	8–10 cm
Unterer Blütenhorizont	12–15 cm	10–12 cm	–	–	10–12 cm
Oberer Blütenhorizont	20–50 cm	15–50 cm	–	–	15–50 cm

Graue Düne

Die anthropogenen Belastungen machen sich in der Phytozönose der Grauen Dünen nicht in so ausgeprägter Form bemerkbar wie in der Sandsalzwiese.

Ebenso wie in der unbelasteten Vergleichsfläche der Salzwiese wies die Reservatsfläche der Graue-Dünen-Formation keine Artensukzession auf. Selbst Strukturänderungen waren ebenso wie Dominanzverschiebungen nur schwach ausgebildet (Tab. 2).

4.2 Die Spinnenfauna in Sandsalzwiese und Grauer Düne

Der Gesamtfang an Araneida umfaßt 14 403 Individuen. Die Tetragnatidae kommen fast ausschließlich in der Salzwiese, von den zwei Arten der Dictynidae kommt jeweils eine in der Salzwiese, die andere in der Grauen Düne vor. Thomisidae, Agelenidae und Clubionidae sind fast ausschließlich in der Grauen Düne nachgewiesen worden. Nur in der Grauen Düne sind die Arten der Salticidae, Theridiidae und Mimetidae anzutreffen. Lycosidae, Drassodidae und Linyphiidae treten in beiden Biotopen auf (Tab. 3).

Insgesamt sind die beiden untersuchten Biotope durch die Dominanzstrukturen der Araneida deutlich unterscheidbare Lebensräume in bezug auf die Araneida-Fauna.

Die höchste Artenzahl weist die unbelastete Graue Düne mit 45 Arten auf. Ähnlich hohe Artenzahlen konnten 1983/84 am Wanderwegrand (41 Arten) und in 10 m Entfernung zum Wanderweg (43 Arten) festgestellt werden. In der belasteten Fläche der Grauen Düne reduziert sich die Artenzahl auf 36 Arten. Die geringsten Artenzahlen zeigen die maximal belasteten Flächen des Schafweges und der Ellenbogenspitze mit 35 bzw. 33 Arten. Lediglich 32 Arten konnten direkt auf dem Wanderweg nachgewiesen werden.

In der Sandsalzwiese wurde in beiden Jahren 79,2 % aller Araneida, verteilt auf 62 Arten erfaßt. Wie auch in der Schlicksalzwiese steigt die Artenzahl von der unteren (29) zur oberen Salzwiese (36) mit abnehmender Feuchte und Überflutungshäufigkeit an (HEYDEMANN 1960 b, GRELL 1991).

Im Vergleich der beiden Untersuchungsjahre zeigt sich für den trockenen Sommer 1983 eine um 60 % geringere Aktivitätsdichte gegenüber 1984 (Abb. 1). Durchgängig lagen die Gesamt-Individuenzahlen in den ungenutzten Flächen der Andel- und Rotschwingelzone etwa zwei- bis dreimal so hoch wie in den genutzten. Hier machen sich die Sukzessionserscheinungen bemerkbar, die vor allem auf die Massenvermehrung von *Erigone longipalpis* zurückzuführen sind.

©Faunistisch-Ökologische Arbeitsgemeinschaft e.V. (FÖAG);download www.zobodat.at

Tab. 3: Übersicht über die Spinnenfauna der verschiedenen Untersuchungsgebiete in den Jahren 1983

	Puccinellietum		Festucetum		Graue Düne	
	genutzt	ungenutzt	genutzt	ungenutzt	genutzt	ungenutzt
Linyphiidae:						
Erigone longipalpis	177	1798	279	1119		
Oedothorax fuscus	183	249	401	312	1	3
Erigone arctica	143	366	176	276	1	2
Oedothorax retusus	102	295	121	364	1	1
Erigone atra	195	251	165	171	1	2
Bathyphantes gracilis	61	52	73	54	3	1
Silometopus ambiguus	17	26	20	17		
Erigone dentipalpis	6	22	9	16	1	1
Lepthyphantes tenuis	11	7	12	1	3	3
Porrhomma pygmeum	10	6	8	5		1
Silometopus reussi	6	5	12	5		
Oedothorax apicatus	4	3	1			
Walckenaeria kochi		2		1		
Baryphyma trifrons	1	1	1	3		1
Metopobactus prominulus		1				
Centromerita bicolor		1		1	1	
Walkenaeria unicornis		1				
Hypomma bituberculatum	1	1	3			
Centromerus prudens					4	13
Tiso vagans	1		1		11	12
Trichopterna cito			1		12	10
Bolyphantes luteosus					2	2
Tapinocyba praecox					1	1
Dicymbium nigrum				1		1
Erigonella hiemalis						1
Tapinopa longidens					1	1
Agyneta subtilis	1		1			
Walckenaeria monoceros						
Maro ssp.			1			
Araeoncus humilis						
Pocadicnemis pumila	1		2			
Savignya frontata	1			1		
Walckenaeria dysderoides	1					
Ceratinopsis romana	1		1			
Araeoncus crassipes				1		
Meioneta rurestris			2			
Meioneta saxatilis						
Peponocranium ludicrum			1		4	
Agyneta decora	1		1			
Troxochrus scabriculus				1		
Trichoncus affinis				1		
Walkenaeria vigilax				1		
Gongylidiellum vivum						
Theredіidae:						
Asagena phalerata					6	14
Lycosidae:						
Pardosa purbeckensis	11	168	36	162		
Pardosa pullata	1	5		7	1	1
Pardosa agrestis	1	2	1			
Alopecosa pulverulenta		1		2		1

©Faunistisch-Ökologische Arbeitsgemeinschaft e.V. (FÖAG);download www.zobodat.at

und 1984 (Erfassung aus je 30 Bodenfallen)

	Puccinellietum		Festucetum		Graue Düne	
	genutzt	ungenutzt	genutzt	ungenutzt	genutzt	ungenutzt
Pardosa monticola					182	194
Alopecosa fabrilis					2	3
Pardosa prativaga						1
Alopecosa cursor					2	1
Arctosa perita	1				1	1
Pirata piraticus			1	1		
Pardosa nigriceps					1	
Trochosa terricola			1			
Tetragnatidae:						
Pachygnatha degeeri	3	11	3	10		
Pachygnatha clerki		1		2		
Thomisidae:						
Philodromus fallax		1	1	2	2	1
Xysticus kochi					16	33
Tibellus maritimus						1
Xysticus cristatus						3
Ozyptila scabricula						
Gnaphosidae:						
Micaria romana	1	1	1	1		1
Zelotes serotinus			1	1	56	41
Haplodrassus signifer					20	36
Zelotes electus			1		32	35
Haplodrassus dalmatensis					5	2
Micaria pulicaria				1		1
Zelotes latreillei						
Clubionidae:						
Scotina gracilipes			1		10	17
Agroeca proxima					10	15
Cheiracanthium erraticum			1		5	12
Clubiona genevensis					1	2
Cheiracanthium virescens						1
Cheirac. oncognathum						1
Clubiona diversa			1	2		
Clubiona subtilis				1		1
Dictynidae:						
Argenna subnigra					9	11
Argenna patula	1		2			
Hahniidae:						
Hahnia nava	1				4	12
Salticidae:						
Phlegra fasciata					2	2
Attulus saltator						
Euophris frontalis					2	
Mimetidae:						
Ero furcata						
Individuensumme	944	3429	1191	2525	422	496
Artenzahl	29	26	36	32	36	45

©Faunistisch-Ökologische Arbeitsgemeinschaft e.V. (FÖAG);download www.zobodat.at

Tab. 3: Übersicht über die Spinnenfauna der verschiedenen Untersuchungsgebiete in den Jahren 1983

	Weg			Schafpfad	Ellenbogen
	10 m	1 m	Wegmitte		
Linyphiidae:					
Erigone longipalpis					4
Oedothorax fuscus		1			2
Erigone arctica		1			
Oedothorax retusus					
Erigone atra	1	1	6	2	
Bathyphantes gracilis	1	5	2	2	
Silometopus ambiguus					
Erigone dentipalpis				1	
Lepthyphantes tenuis	2	3	2	1	2
Porrhomma pygmeum	1	2	1	1	5
Silometopus reussi					3
Oedothorax apicatus			1		
Walckenaeria kochi					8
Baryphyma trifrons	1	2	1	1	
Metopobactus prominulus					7
Centromerita bicolor					6
Walckenaeria unicornis					6
Hypomma bituberculatum					
Centromerus prudens	4	6	2	10	
Tiso vagans	8	6	2	1	2
Trichopterna cito	13	11	3	10	3
Bolyphantes luteosus					
Tapinocyba praecox	4	1	1		10
Dicymbium nigrum	1			1	1
Erigonella hiemalis					
Tapinopa longidens			2		
Agyneta subtilis					26
Walckenaeria monoceros		1	2		26
Maro ssp.	1				21
Araeoncus humilis					10
Pocadicnemis pumila	1	1		1	8
Savignya frontata				1	4
Walckenaeria dysderoides					2
Ceratinopsis romana					1
Araeoncus crassipes					1
Meioneta rurestris					1
Meioneta saxatilis	1	1			
Peponocranium ludicrum	1	8	2	4	
Agyneta decora					
Troxochrus scabriculus		1			
Trichoncus affinis	1	2		3	
Walckenaeria vigilax					
Gongylidiellum vivum	1	1			
Theredіidae:					
Asagena phalerata	1	4	1		1
Lycosidae:					
Pardosa purbeckensis					
Pardosa pullata		1	2	2	
Pardosa agrestis					1
Alopecosa pulverulenta	3	1		3	

©Faunistisch-Ökologische Arbeitsgemeinschaft e.V. (FÖAG);download www.zobodat.at

und 1984 (Erfassung aus je 30 Bodenfallen)

	Weg			Schafpfad	Ellenbogen
	10 m	1 m	Wegmitte		
Pardosa monticola	84	41	20	69	
Alopecosa fabrilis	6	3	1	1	1
Pardosa prativaga					1
Alopecosa cursor	7	6	6		
Arctosa perita	1	5	17		
Pirata piraticus					2
Pardosa nigriceps				1	1
Trochosa terricola					
Tetragnatidae:					
Pachygnatha degeeri					
Pachygnatha clerki					
Thomisidae:					
Philodromus fallax	3	7		2	
Xysticus kochi	31	28	7	10	
Tibellus maritimus					
Xysticus cristatus	1				
Ozyptila scabricula	1				
Gnaphosidae:					
Micaria romana	18	8	3	1	
Zelotes serotinus	75	48	32	11	4
Haplodrassus signifer	30	30	14	5	
Zelotes electus	70	62	32	28	
Haplodrassus dalmatensis	18	36	24		
Micaria pulicaria	2	2		4	
Zelotes latreillei	3	9	1		
Clubionidae:					
Scotina gracilipes	26	12	1	8	
Agroeca proxima	10	10	2	9	
Cheiracanthium erraticum	7	2	1	2	
Clubiona genevensis	1		1		2
Cheiracanthium virescens					
Cheirac. oncognathum					
Clubiona diversa					
Clubiona subtilis	2			1	
Dictynidae:					
Argenna subnigra	8	6	4	9	
Argenna patula					
Hahniidae:					
Hahnia nava	4	6	2	10	
Salticidae:					
Phlegra fasciata	1				
Attulus saltator	2	1		1	1
Euophris frontalis				1	2
Mimetidae:					
Ero furcata	1	1		1	
Individuensumme	458	383	198	218	175
Artenzahl	43	41	32	35	33

©Faunistisch-Ökologische Arbeitsgemeinschaft e.V. (FÖAG);download www.zobodat.at

Die Anzahl erfaßter Spinnen (insgesamt 3002 Individuen aus 68 Arten) ist in der Grauen Düne trotz höherer Fallenzahl deutlich geringer als in der Sandsalzwiese.

Der Vergleich der beiden Untersuchungsjahre ergibt für alle Untersuchungsflächen der Graue-Dünen-Formation einen Anstieg der Aktivitätsdichte für 1984. Eine Ausnahme stellen die belastete und unbelastete Vergleichsfläche der Grauen Düne dar. Hierbei ist jedoch zu berücksichtigen, daß die hohe Gesamtaktivitätsdichte 1983 auf ein erhöhtes Vorkommen nur einer Art (*Zelotes serotinus*) zurückzuführen ist.

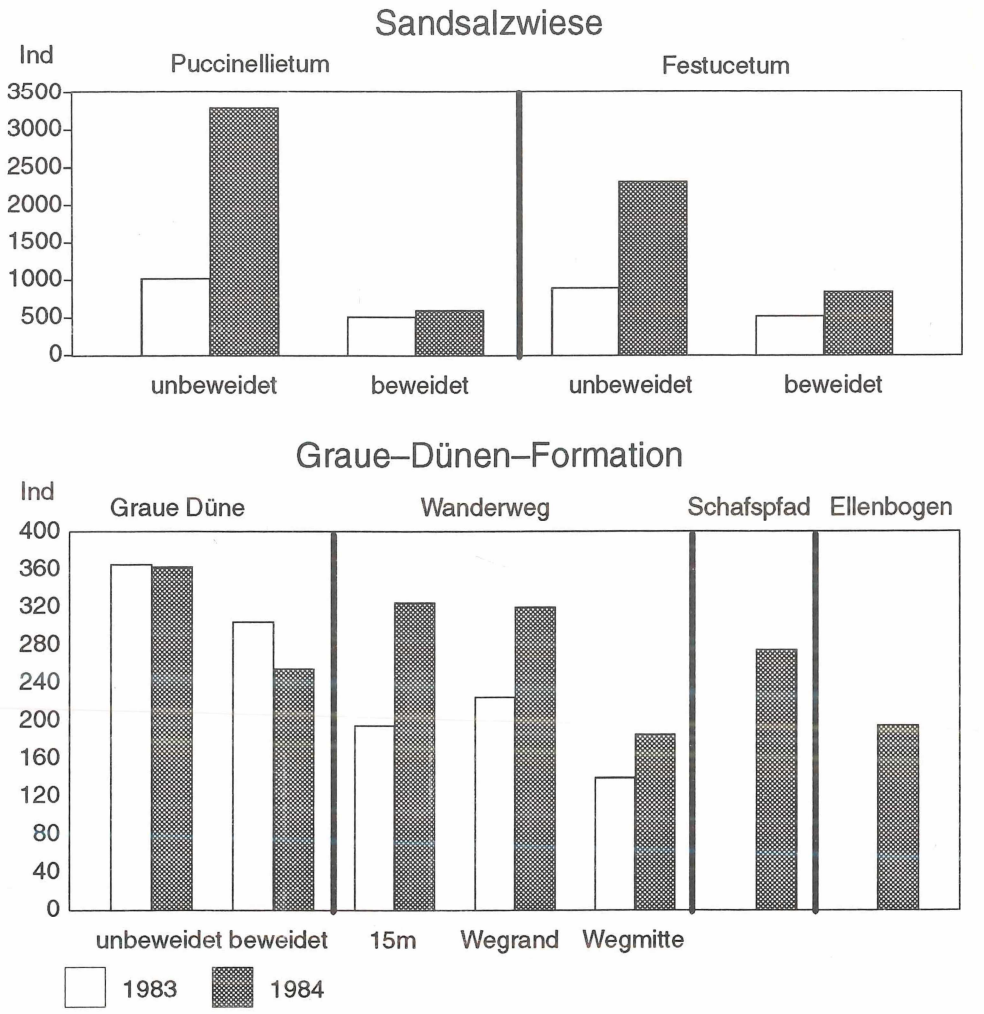

Abb. 1: Aktivitätsdichte der Spinnen (Araneae) in den verschiedenen Bereichen der untersuchten Biotope Sandsalzwiese und Graue Düne für 1983 und 1984. (Ind. aus 30 Bodenfallen/Jahr und Untersuchungsgebiet).

©Faunistisch-Ökologische Arbeitsgemeinschaft e.V. (FÖAG);download www.zobodat.at

Die insgesamt höchste Aktivitätsdichte wurde in beiden Jahren in der unbelasteten Grauen Düne beobachtet. Die geringsten Abundanzen zeigen die Untersuchungsflächen Ellenbogenspitze und Wanderweg-Mitte (nur 1984 untersucht).

4.2.1 Größenklassenverteilung

In der trockenen Grauen Düne überwiegen, verglichen mit der Sandsalzwiese, Spinnen größerer Körperlänge (Abb. 2). Verbreitungsschwerpunkte der 5–15 mm großen Lycosidae (Wolfspinnen) sind alle ungenutzten Flächen, wobei diese Familie in der ungenutzten Salzwiese 4–5 % und in der ungenutzten Grauen Düne 54 % des Gesamtfanges ausmachen. In allen genutzten Flächen liegt der Anteil der Lycosidae deutlich geringer: 1–3 % in der Sandsalzwiese und 34 % in den entsprechenden Flächen der Grauen Düne. Auf den maximal belasteten Flächen der Grauen Düne „Wanderweg" und „Ellenbogenspitze" erreichen die umherschweifend jagenden Wolfspinnen nur noch 6,0 % bzw. 2,6 % Anteil an der Gesamtaktivitätsdichte.

Die mit 4–8 mm etwas kleineren Drassodidae (Plattbauchspinnen) wurden in der Sandsalzwiese nur in Einzelexemplaren beobachtet. Eindeutige Verbreitungsschwerpunkte dieser Familie sind die ungenutzten und genutzten Bereiche der Grauen Düne, wo sie 23 % bzw. 21 % Anteil an der Aktivitätsdichte einnehmen.

Ähnliche Verhältnisse liegen bei den Thomisidae (Krabbenspinnen, 3,5–10,0 mm) und den Clubionidae (Sackspinnen, 8,0–13,5 mm) vor, die jeweils etwa 10 % der Aktivitätsdichte in der Grauen Düne ausmachen und in der Sandsalzwiese nicht vertreten sind.

Der Rückgang dieser Familien auf allen belasteten Flächen dokumentiert deren Empfindlichkeit gegenüber anthropogenen Eingriffen.

Die Linyphiidae (Baldachinspinnen, 2–3 mm) bauen oft kleine Netze dicht am Boden in niedriger Vegetation und treten regelmäßig in den unbeweideten Flächen beider Biotoptypen in höheren Dichten als in den beweideten auf. Der Verbreitungsschwerpunkt liegt in der Sandsalzwiese. Ihr Anteil an der Aktivitätsdichte schwankt in den beweideten Bereichen zwischen 46 % und 90 %, in den unbeweideten liegt der Anteil bei 75 %. Im Unterschied dazu erreichen die Linyphiidae in der Grauen Düne nur geringe Anteile von 14 % in der unbelasteten Grauen Düne. Mit zunehmender Belastung erhöht sich der Prozentsatz, so daß auf dem Schafpfad 16 %, an der „Ellenbogenspitze" sogar 50% Anteil an der Aktivitätsdichte festzustellen ist.

Tendenziell zeichnet sich ab, daß die Größenklassen von 4–15 mm in den belasteten Flächen gegenüber den unbelasteten eine z. T. 50%ige Reduktion erleiden. Kleinere Arten werden, falls keine hohe Spezialisation einzelner Arten vorliegt, nur um 30 % reduziert.

4.2.2 Verteilung juveniler Araneida

Im Vergleich der belasteten und unbelasteten Flächen der Biotope zeigt sich, daß juvenile Spinnen vermehrt in den unbelasteten Gebieten auftraten (Abb. 3). In den genutzten Flächen der Sandsalzwiese wurden jeweils nahezu 80 Individuen, in der unbeweideten dagegen fast 120 erfaßt. 1984 wuchs die Aktivitätsdichte in allen Bereichen der Salzwiese verschieden stark an, was z. T. auf die günstige klimatische Entwicklung zurückzuführen ist. In den genutzten Flächen wurden 1984 Zuwachsraten von 30 % gegenüber 1983 beob-

©Faunistisch-Ökologische Arbeitsgemeinschaft e.V. (FÖAG);download www.zobodat.at

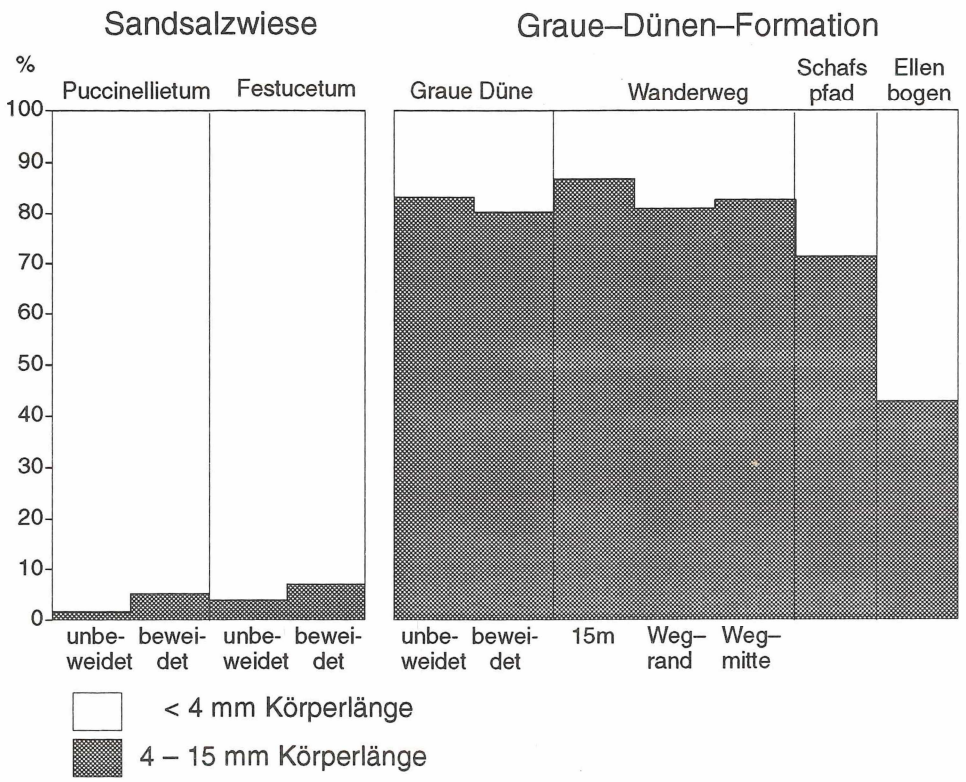

Abb. 2 Anteil von Spinnen mit Körperlängen über 4 mm an der Spinnenfauna. Erfassung aus Bodenfallen 1983 und 1984

achtet. In den ungenutzten Vergleichsflächen betrug der Zuwachs juveniler Individuen 650 % in der Andel- und 450 % in der Rotschwingelzone. Dieser beträchtliche Anstieg kann nur auf die entfallene Nutzung zurückgeführt werden.

In der Grauen Düne zeigen sich ähnliche Verhältnisse, allerdings bei weitaus geringeren Aktivitätsdichten juveniler Spinnen. In beiden Jahren lag die Aktivitätsdichte in den unbelasteten Flächen höher. Während in den ungenutzten Flächen für 1983 und 1984 gleichbleibende Abundanzen gemessen wurden (31 % Anteil juvenile Spinnen am Gesamtfang), nahm in den genutzten Vergleichsflächen der Anteil von 25 % auf 19 % ab, was wahrscheinlich auf den ungünstigen klimatischen Verhältnissen (feuchter Winter 1983 und trockener Sommer 1984) beruht.

Die Anteile juveniler Spinnen sind bei anthropogener Belastung niedriger als in den Flächen, die einer Nutzung entzogen sind. Die Reduktion beläuft sich durchschnittlich auf 30 % gegenüber unbelasteten Bereichen.

©Faunistisch-Ökologische Arbeitsgemeinschaft e.V. (FÖAG);download www.zobodat.at

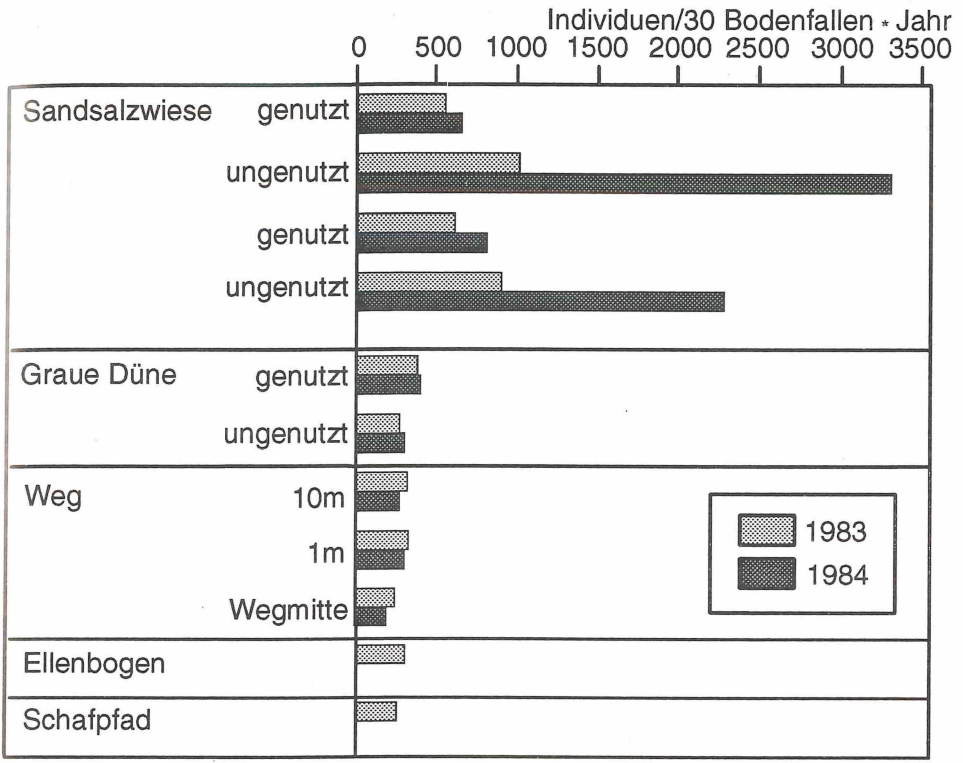

Abb. 3: Aktivitätsdichte juveniler Spinnen in den verschiedenen Bereichen der untersuchten Biotope. Erfassung aus je 30 Bodenfallen/Jahr und Untersuchungsgebiet. Untersuchungszeitraum jeweils vom 15. 4.–1. 10. 1983 und 1984.

4.2.3 Abundanz- und Dominanzstruktur der Spinnenfauna

Sandsalzwiese

Die Dominanzstruktur der Spinnenfauna wird in allen Vergleichsflächen überwiegend von 11 Arten geprägt. Innerhalb des zweijährigen Untersuchungszeitraums wurde keine Artensukzession festgestellt. Dagegen ist eine Individuensukzession zu beobachten, die einer Artensukzession vorausgehen kann (HEYDEMANN 1960 a).

Eine eindeutig positive Entwicklung unter den Arten der unbeweideten Sandsalzwiese zeigt *Erigone longipalpis* (Abb. 4). Schon nach einjähriger Sukzession ist die Aktivitätsdichte in den unbeweideten Bereichen der Sandsalzwiese bei gleichbleibender Dominanzposition erhöht. Verbreitungsschwerpunkt ist die unbeweidete Andelwiese.

©Faunistisch-Ökologische Arbeitsgemeinschaft e.V. (FÖAG);download www.zobodat.at

In den beiden beweidete Flächen hat *Erigone longipalpis* 1983 vergleichbare Aktivitätsdichten, während 1984 die Rotschwingelwiese bevorzugt wird. Für 1984 konnte eine allgemeine Erhöhung der Abundanz festgestellt werden, die auf die günstigen klimatischen Verhältnisse des Herbstes für den Fortpflanzungszyklus dieser eurychronen Art (IRMLER & HEYDEMANN 1985) zurückgeführt werden kann. Diese Fluktuation wird in den unbeweideten Flächen von der Individuensukzession überlagert. Während im beweideten Bereich eine 150–300 %ige Steigerung der Aktivitätsdichte von 1983 auf 1984 erkennbar ist, beträgt diese Steigerung in den unbeweideten Vergleichsflächen 1500 % bzw. 1200 %.

Ursache hierfür ist die Entwicklung günstiger Habitatstrukturen in den unbeweideten Flächen der Sandsalzwiese. KNÜLLE (1953) gibt für *Erigone longipalpis* die „Flutstrom-geschützten Seiten von Andelpolstern unter langüberhängenden Ausläufern" als Optimalhabitate an, die sich lediglich bei Ausschluß der Beweidung ausbilden konnten.

Die Aktivitätsdichte von *Erigone arctica* steigt 1984 in den unbelasteten Bereichen der Sandsalzwiese um ca. 75 %. Diese, im Unterschied zu *Erigone longipalpis* geringe Steigerung der Aktivitätsdichte kann auf die beginnende Ausbildung einer Streuschicht in den unbeweideten Bereichen zurückgeführt werden. Die eurychrone Art *Erigone arctica* besiedelt nach KNÜLLE (1953) bevorzugt feuchten Anwurf des Meeresstrandes. Die leicht antrocknende Bodenoberfläche und die relativ lichte Pflanzendecke zeigt Annäherung an das Sandstrandmilieu (HEYDEMANN 1960).

Ebenfalls geringe Förderung durch fehlende Beweidung und Vertritt der Salzwiese erfährt *Oedothorax retusus*. Verbreitungsschwerpunkt dieser Art ist der trockenere Rotschwingelrasen. *Oedothorax retusus* bevorzugt 20–50 %ige Bodenwassersättigung (HEYDEMANN 1960) und profitiert von den verbesserten Feuchteverhältnissen der aufgewachsenen Vegetation im Reservat.

Deutliche Förderung der Aktivitätsdichte in den unbelasteten Vergleichsflächen ist für *Silometopus ambiguus* (Linyphiidae), *Pachygnatha degeeri* (Tetragnathidae) und *Pardosa purbeckensis* (Lycosidae) nachweisbar.

Erigone atra zeigt im Untersuchungszeitraum eine leichte Fluktuation, die sich im beweideten Andelbereich in einer 50 %igen Steigerung und im beweideten Rotschwingelbereich in einer etwa 30 %igen Abnahme der Aktivitätsdichte für 1984 äußert. In den entsprechenden unbeweideten Vergleichsflächen nimmt die Aktivitätsdichte 1984 jedoch um 80 % ab. Ursache für diesen Einbruch in der unbeweideten Fläche ist das gesteigerte Auftreten von *Erigone longipalpis*. Beide Arten haben ähnliche ökologische Ansprüche, die Süßwiesenart *Erigone atra* erweist sich jedoch als konkurrenzschwächer (HEYDEMANN 1960).

Für *Oedothorax fuscus* liegen 1983 nach einjähriger Sukzession höhere Aktivitätsdichten in den unbeweideten Flächen der Salzwiese vor. Für 1984 konnte auf fast allen Vergleichsflächen ein Rückgang beobachtet werden. Nur im beweideten Rotschwingelbereich steigerte sich die Aktivitätsdichte dieser Art. Der Rückgang der Aktivitätsdichte in den unbeweideten Flächen verdeutlicht das Sukzessionsverhalten (Retrogression). Begleitet wird der Rückgang von *Oedothorax fuscus* von einem stärkeren Auftreten der konkurrenzstärkeren *Oedothorax retusus* in diesen Flächen (KNÜLLE 1953).

Insgesamt zeigt sich, daß durch Beweidung und Vertritt der Sandsalzwiese insbesondere Spinnenarten mit hygrophilen/ hygrobionten und mesohygrophilen Ansprüchen betroffen sind. Dies sind vor allem die charakteristischen Salzwiesenarten. Eine Förderung durch anthropogene Belastung erfahren dagegen besonders aus den Dünen einwandernde Arten.

©Faunistisch-Ökologische Arbeitsgemeinschaft e.V. (FÖAG);download www.zobodat.at

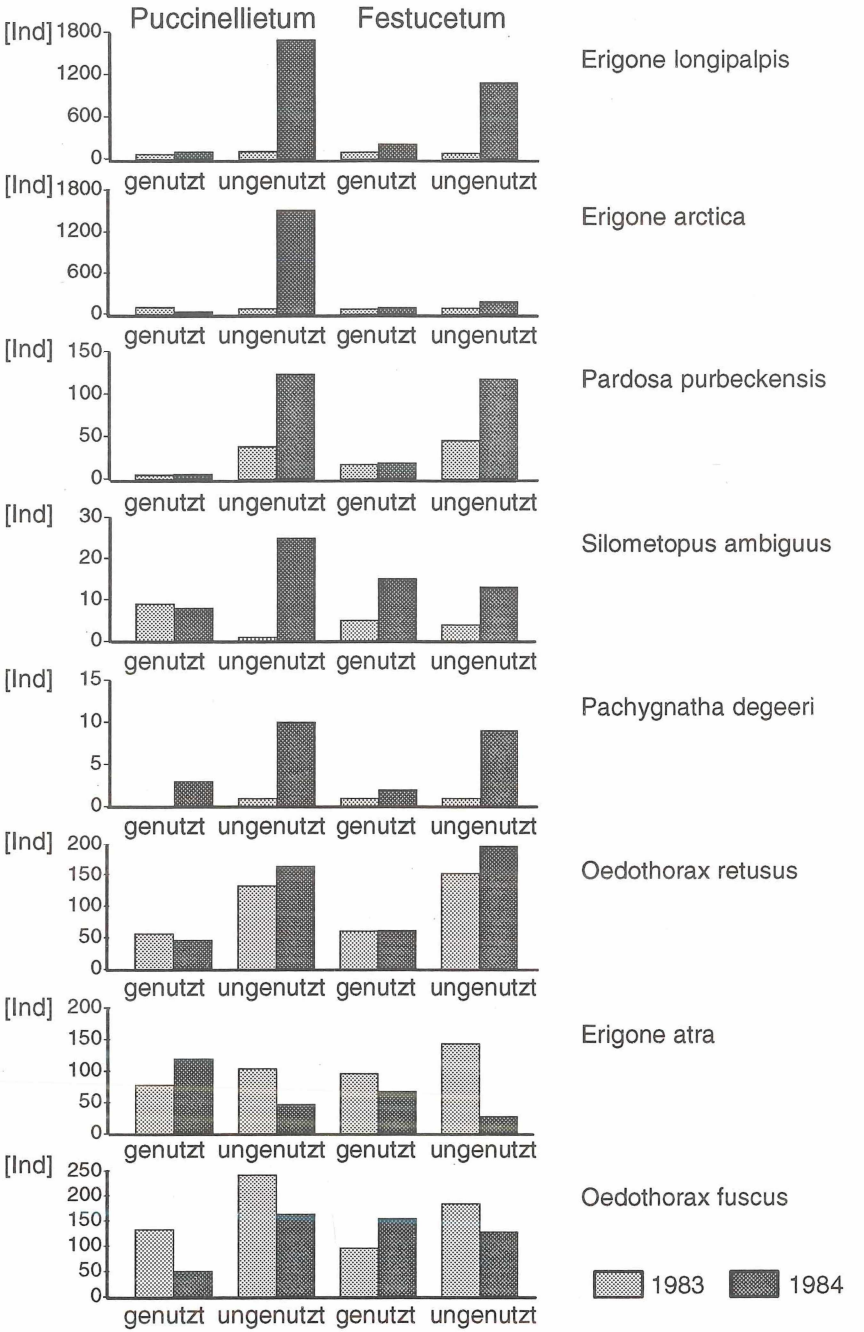

Abb. 4: Einfluß der Beweidung auf die Aktivitätsdichte einiger Spinnen im belasteten und unbelasteten Bereich der Sandsalzwiese nach je 30 Bodenfallen/Jahr (Erfassungszeitraum 15. 4. bis 1. 10. 1983 und 1984)

©Faunistisch-Ökologische Arbeitsgemeinschaft e.V. (FÖAG);download www.zobodat.at

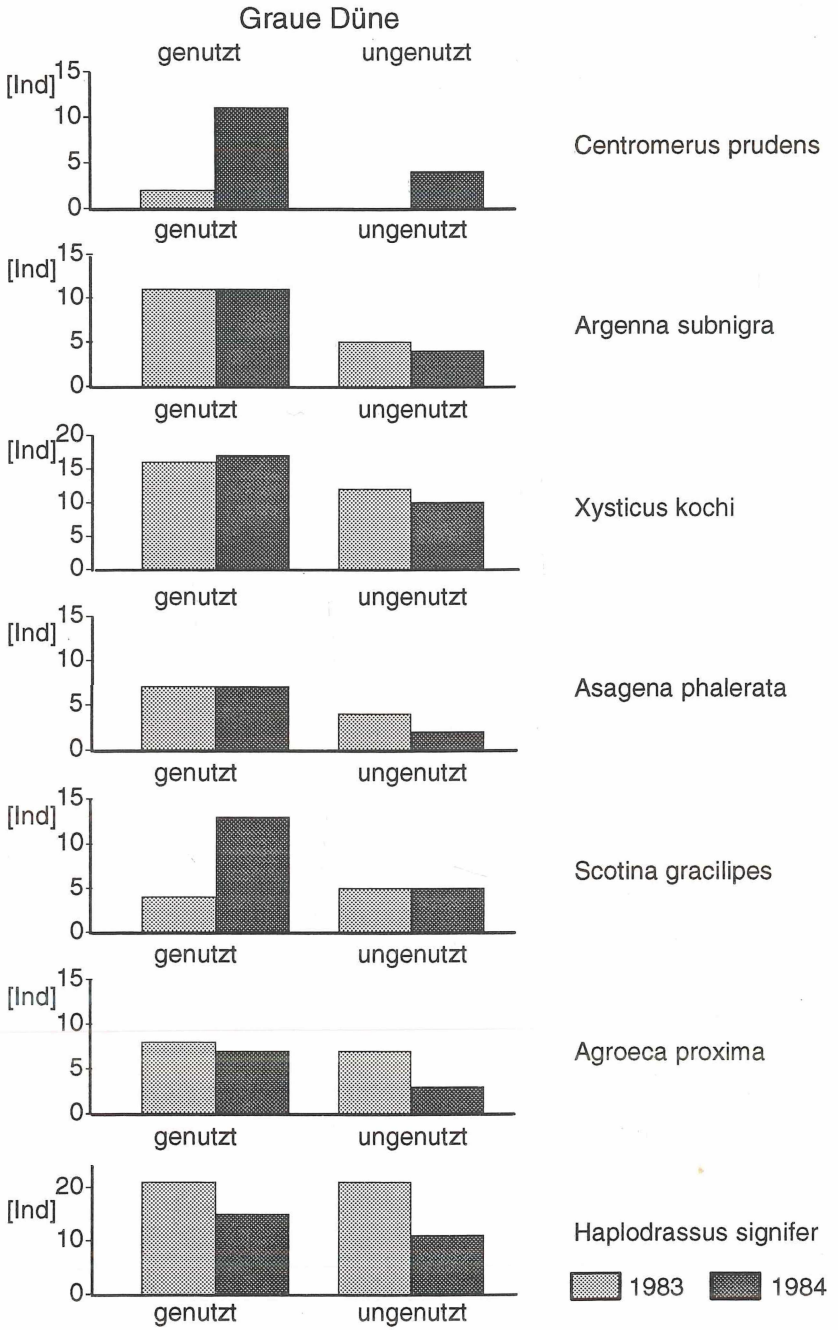

Abb. 5: Einfluß von Beweidung und Vertritt auf die Aktivitätsdichte einiger Spinnen (Araneida) im belasteten und unbelasteten Bereich der Grauen Düne nach je 30 Bodenfallen/Jahr (Erfassungszeitraum 15. 4. bis 1. 10. 1983 und 1984)

©Faunistisch-Ökologische Arbeitsgemeinschaft e.V. (FÖAG);download www.zobodat.at

Graue Düne

Die Vegetation der Grauen Düne wies nach zweijährigem Ausschalten des Nutzungseffektes keine Sukzession auf. Habitatstruktur und Habitatdiversität in den von Beweidung und Vertritt ausgeschlossenen Flächen haben sich nach zweijähriger Sukzession nicht so gravierend verändert wie in der Sandsalzwiese.

Zehn Arten der Grauen Düne reagieren tendenziell mit einer erhöhten Aktivitätsdichte auf den verminderten Belastungsdruck (Abb. 5). Die Ursache dieser Entwicklung ist aufgrund geringen Kenntnisstandes zu den autökologischen Ansprüchen nicht eindeutig. So fehlen Angaben insbesondere zu *Centromerus prudens* und *Argenna subnigra*, doch scheinen diese Arten eine hemihygrophile und hemiombrophile Bindung aufzuweisen.

Hahnia nava besiedelt instabile Lebensräume, z. B. Strandanwurf (KNÜLLE 1953). Nach SCHÄFER (1970) bevorzugt diese Art die Streuschicht. *Hahnia nava* findet in den ungenutzten Bereichen der Grauen Düne bei verbesserter Streubildung günstigere Lebensbedingungen vor als in den genutzten Vergleichsflächen.

Xysticus kochi und *Asagena phalerata* haben eine xerophile und photophile Bindung. Als potentielle Krautschichtbesiedler profitieren sie von der relativ ungestört aufkommenden Vegetation und erreichten hier 50 % bzw. 100 % höhere Aktivitätsdichten.

Die ebenfalls trockenheit- und lichtliebende *Pardosa monticola* tritt häufig auf und zeigt eine 45 %ige Erhöhung der Aktivitätsdichte bei Ausschluß von Beweidung und Vertritt.

Die Aktivitätsdichten von *Scotina gracilipes, Agroeca proxima, Haplodrassus signifer* und *Cheiracanthium erraticum* liegen in unbelasteten Flächen der Grauen Düne 30–50 % höher als in den belasteten.

Arten, die eine retrogressive Abundanzentwicklung in der unbelasteten Grauen Düne aufweisen, konnten nach zweijähriger Sukzession nicht festgestellt werden.

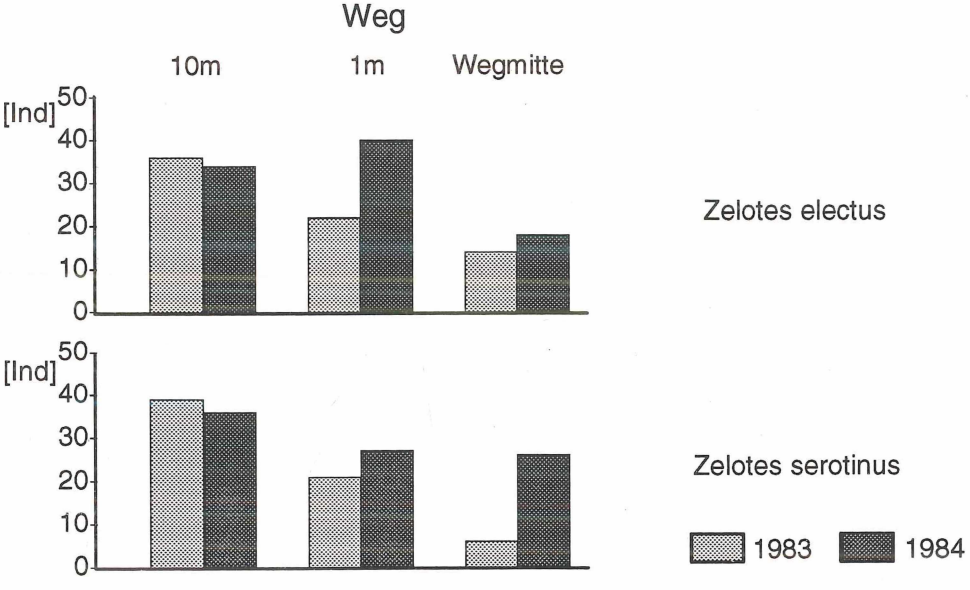

Abb. 6: Aktivitätsdichte der Spinnen (Araneae) im Gradienten zunehmender Vertrittbelastung im Untersuchungsgebiet Wanderweg nach je 30 Bodenfallen/Jahr (Erfassungszeitraum 15. 4. bis 1. 10. 1983 und 1984)

©Faunistisch-Ökologische Arbeitsgemeinschaft e.V. (FÖAG);download www.zobodat.at

Untersuchungsgebiet Wanderweg

Während sich innerhalb des Untersuchungsgebietes Graue Düne aufgrund des eingerichteten Reservates ein direkter Vergleich belasteter und unbelasteter Biotope ermöglicht, stellt das Untersuchungsgebiet „Wanderweg" einen Gradienten zunehmender Belastung von 15 m Entfernung bis zur Mitte des Weges dar.

Das Untersuchungsgebiet „Wanderweg" unterscheidet sich von der untersuchten Grauen Düne durch eine veränderte Habitatstruktur. Die Windgeschwindigkeit ist hier etwas geringer, die Temperaturen liegen etwas höher, gleichartig strukturierte Bereiche sind z. T. großflächiger und schärfer abgegrenzt.

Während *Pardosa monticola* und *Cheiracanthium erraticum* in der unbelasteten Grauen Düne ihre insgesamt höchste Aktivitätsdichte erreichen, liegt die Abundanz dieser Arten in 10 m Entfernung zum Weg um etwa 50 % niedriger. Im Unterschied dazu zeigen *Zelotes electus* und *Zelotes serotinus* die insgesamt höchste Aktivitätsdichte in 10 m Entfernung zum Weg. Bis zur Wegmitte nimmt die Abundanz dieser Arten aufgrund der Belastung kontinuierlich ab (Abb. 6). Trotz der geringen Abundanz zeigt sich eine ähnliche Tendenz auch bei den Arten *Xysticus kochi, Scotina gracilipes, Clubiona subtilis, Alopecosa fabrilis, Alopecosa cursor, Micaria romana, Argenna subnigra, Agroeca proxima, Trichopterna cito* und *Tapinocyba praecox.*

Für die Arten *Asagena phalerata, Haplodrassus dalmatensis, Philodromus fallax, Hahnia nava, Peponocranium ludicrum* und *Zelotes latreillei* ergibt sich die höchste Aktivitätsdichte am Wegrand. Insgesamt liegen für diese Arten nur geringe Angaben zur ökologischen Präferenz vor. Dennoch ist zu vermuten, daß sie ebenso wie *Arctosa perita,* eine Charakterart der Weißen Düne, von dem Wegesystem mit offenem, lockerem Sand profitieren.

Schafspfade

Bis auf wenige Arten gleichen die Aktivitätsabundanzen der Schafspfade denen der anderen belasteten Flächen. Zumeist profitieren Arten der Streuschicht von der vertretenen, abgestorbenen Vegetation auf den Pfaden.

Arten, die auf den Wanderwegen vorkommen, aber auf den Schafspfaden völlig fehlten, sind *Arctosa perita, Alopecosa cursor* und *Zelotes latreillei.* Aufgrund der streifenartigen Ausbildung der nur etwa 30 cm breiten Schafspfade fehlen die von diesen Arten bevorzugt aufgesuchten offenen Sandflächen.

Ellenbogenspitze

Das Untersuchungsgebiet Ellenbogenspitze ist durch maximale Vertrittbelastung ausgezeichnet. Diese bewirkt ein drastisches Absinken der Aktivitätsdichte für die meisten der in der Grauen Düne festgestellten Arten. Auffällig ist das starke Auftreten von *Bathyphantes gracilis, Erigone dentipalpis* und *Erigone atra.* Verbreitungsschwerpunkt dieser Arten ist die Sandsalzwiese. Das vermehrte Auftreten dieser Arten weist auf den durch Vertritt durch Erholungsuchende entstandenen strandartigen Charakter des Untersuchungsgebietes Ellenbogenspitze hin.

Die Arten *Micaria romana, Trichoncus affinis* und *Trichopterna cito* erreichen an der Ellenbogenspitze ihre höchste Aktivitätsdichte. Diese Arten gelten als photobiont und xerophil und bevorzugen eine kurzrasige, lichte Vegetation auf grobem Sand.

©Faunistisch-Ökologische Arbeitsgemeinschaft e.V. (FÖAG);download www.zobodat.at

4.2.4 Synökologischer Vergleich der Spinnenfauna in den verschiedenen Untersuchungsgebieten

Dominanzidentität

Die Sandsalzwiese bietet ein homogenes Bild hoher Ähnlichkeit. Sämtliche Flächen wiesen 1983 eine Übereinstimmung von über 80 % auf. 1984 kann eine Veränderung der räumlichen Gliederung festgestellt werden, die durch Sukzessionstendenzen in den ungenutzten Flächen verursacht wird. Es bilden sich zwei Gruppen höherer Ähnlichkeit heraus. Zum einen erreichen die belasteten Flächen wie die unbelasteten Bereiche 90 % Ähnlichkeit. Die Übereinstimmung zwischen belasteten und unbelasteten Flächen beträgt 65 %. Ursache hierfür ist das Sukzessionsgeschehen in den im zweiten Jahr von anthropogener Belastung befreiten Bereichen der Sandsalzwiese.

Große Ähnlichkeit von 88 % Übereinstimmung erreichen die belastete und die unbelastete Vergleichsfläche der Grauen Düne. Auch die Standorte Wegrand (1 m) und 10 m vom Weg entfernt weisen mit über 70 % noch recht große Übereinstimmung auf. Klar erkennbar wird jedoch die Sonderstellung der maximal belasteten Ellenbogenspitze mit geringen Ähnlichkeiten von weniger als 40 % zu den anderen Vergleichsflächen.

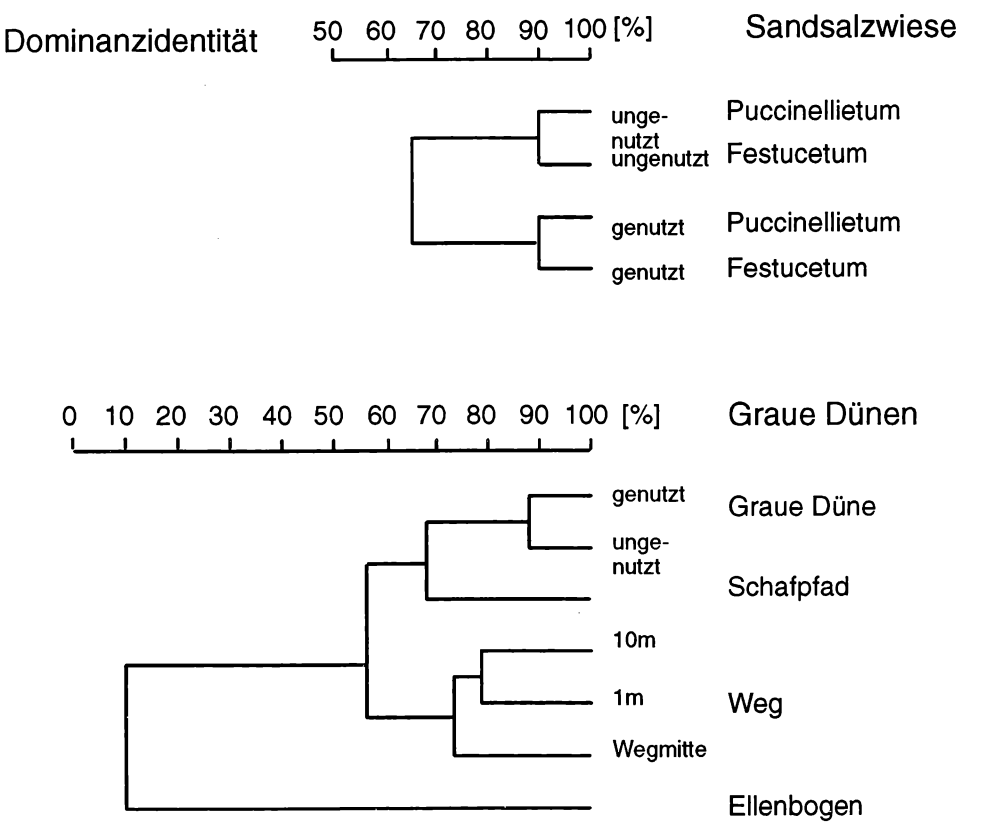

Abb. 7: Average-Cluster-Analyse der Dominanzidentität der Spinnenfauna in den unterschiedlichen Biotopen nach Bodenfallen 1983 und 1984

©Faunistisch-Ökologische Arbeitsgemeinschaft e.V. (FÖAG);download www.zobodat.at

Diversität und Eveness

In der Sandsalzwiese fällt bei Betrachtung von Diversität und Eveness die ungenutzte Andelwiese heraus. Hier wirkt die hohe Individuenzahl von nur drei Linyphiidae-Arten, die in den Vergleichsflächen nur geringe Abundanzen aufweisen. 1984 haben sich die Diversitätswerte für die belasteten Bereiche nicht wesentlich verändert. Während sich hingegen der Wert für die ungenutzte Andelwiese den Vergleichswerten annähert, ist für die Rotschwingelwiese ein Absinken des Diversitätswertes zu verzeichnen. Dies ist vor allem darauf zurückzuführen, daß in dieser Fläche relativ wenig subrezedente Arten angetroffen wurden und aufgrund der sich verändernden Habitatstruktur relativ viele Arten ausfielen.

Die Diversitäts- und Evenesswerte der Spinnenfauna in der Grauen-Dünen-Formation sind etwas höher als in der Sandsalzwiese. Für alle Untersuchungsgebiete in diesem Biotop liegen die berechneten Indices recht eng beieinander. Veränderungen von 1983 auf 1984 erweisen sich als äußert gering und sind auf die auch für die Flora festgestellte Sukzessionsträgheit zurückzuführen.

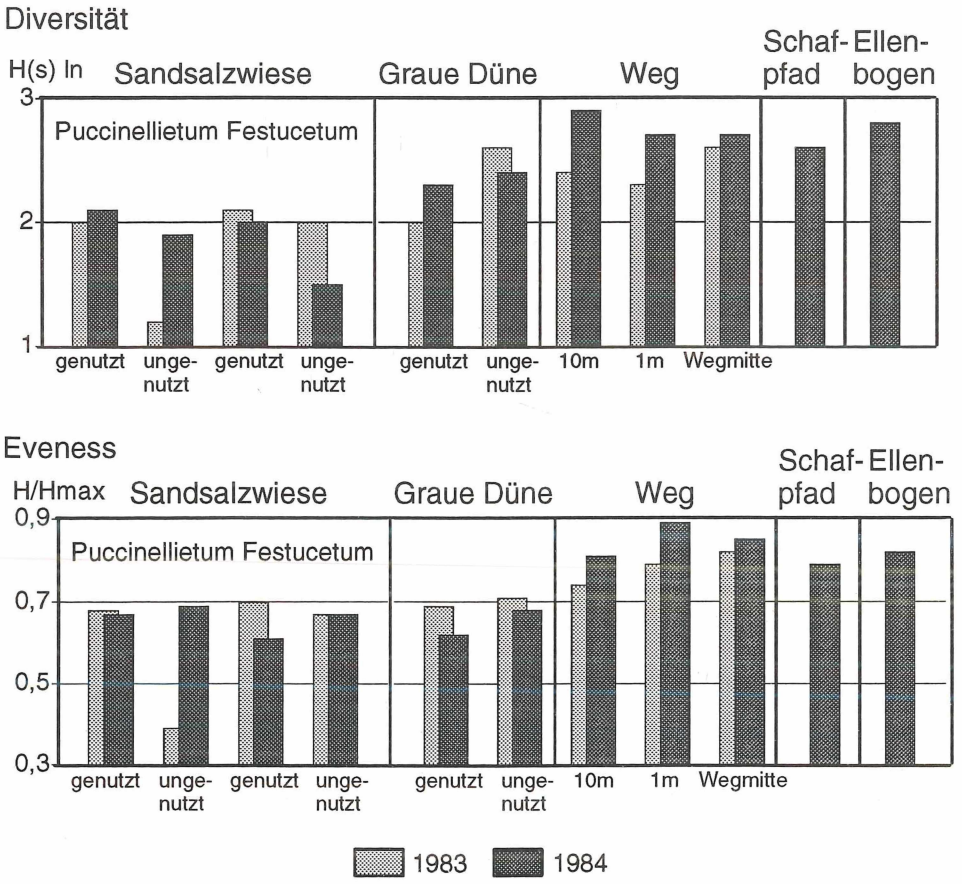

Abb. 8: Diversitäts- und Evenesswerte für die Spinnenfauna in den verschiedenen Untersuchungsgebieten nach Bodenfallen

©Faunistisch-Ökologische Arbeitsgemeinschaft e.V. (FÖAG);download www.zobodat.at

5. Diskussion

Sandsalzwiese und Graue Düne stellen extreme Lebensräume dar, die von den sie besiedelnden Tieren hohe Spezialisationen erfordern (HEYDEMANN 1960 b). In der Sandsalzwiese muß eine Überflutungsresistenz entwickelt sein (BETHGE 1973), die Tiere müssen starke Schwankungen der Feuchte, des Salzgehaltes und der Temperatur ertragen (IRMLER & HEYDEMANN 1986). Ein Großteil der Spinnenarten zeigt daher eine geringe Körpergröße (2–3 mm) zum Schutz vor Verdriftung und Austrocknung.

Die Graue Düne zeichnet sich dagegen durch geringe Bodenfeuchte, hohe Temperaturamplituden und starke Winde aus. Die im Unterschied zur Sandsalzwiese vermehrt auftretenden großen Arten (5–20 mm) suchen insbesondere tagsüber den Sandboden oder Grashorste auf. In der Grauen Düne findet sich daher gegenüber der Sandsalzwiese ein erweitertes Größenklassenspektrum (1,5–20 mm). So macht beispielsweise die Größenklasse 5–10 mm etwa 50 % der Spinnenfauna in der Grauen Düne aus (Sandsalzwiese 2,5 %).

Aufgrund der speziellen Bedingung beider Biotope ist eine Vernetzung zwischen ihnen auch bei direkter Nachbarschaft nur äußerst gering ausgeprägt, zumal euryöke Arten aufgrund der erforderlichen Spezialisation kaum vorkommen (z. B. bei den Spinnen nur *Bathyphantes gracilis* und *Lepthyphantes tenuis* in geringen Abundanzen). Die Faktoren Licht und Salzgehalt sind nicht die entscheidenden abgrenzenden Faktoren, sondern Feuchte und Temperatur. Es ist bezeichnend, daß auf den feuchten Nordseiten der Dünenzüge andere Arten vorkommen als auf den trockenen Südseiten (HUBLÉ & MALFAIT 1981). So können nur in feuchten Jahren die halotoleranten, an Feuchte gebundenen Salzwiesenarten in die Graue Düne ausstrahlen, während in trockenen Jahren der umgekehrte Prozeß verstärkt ablaufen kann.

Eine starke Beeinflussung auf die Ökosysteme geht von der Beweidung und vom Vertritt aus. In der Sandsalzwiese wird der Boden stark verdichtet (IRMLER & HEYDEMANN 1986). Zusammen mit der Beweidung führt der Vertritt zu einer Florenveränderung (BAKKER 1983). Es fallen ca. 30 Blütenpflanzen aus, mit starken Auswirkungen auf phytophage Formen durch Verlust der Nahrungspflanzen und notwendiger Habitatstrukturen (HEYDEMANN 1983).

Ein Artenanstieg ist für die Spinnen nach Beseitigung der Belastung nicht feststellbar, wie es auch bei vergleichbaren Untersuchungen festgestellt wurde (IRMLER & HEYDEMANN 1985). Die 2jährige Sukzession führt hingegen zu einer Individuenvermehrung. Bei dieser Entwicklung ist jedoch zu beachten, daß Salzwiesen ein Pionierökosystem darstellen. Hier kann es immer wieder Fluktuationen geben, die zum Dominieren weniger Arten führen.

In der Grauen Düne sind bezüglich der Belastung ähnliche Mechanismen wie in der Sandsalzwiese zu beobachten. Jedoch sind die Folgen des Entfalls von Belastungsfaktoren nicht so kraß ausgeprägt (HYLGAARD & LIDDLE 1981). Dies liegt zum Teil in der Nährstoffarmut dieses Biotops begründet. Die Pflanzen wachsen sehr langsam, abgestorbenes organisches Material wird, bedingt durch die Trockenheit und niedrigen pH-Wert, nur zögernd abgebaut und wieder verfügbar. Ein großer Teil der Nährstoffe wird aus dem System ausgewaschen. Daraus resultiert in Verbindung mit den extremen ökoklimatischen Bedingungen eine natürliche Sukzessionsträgheit des Graue-Dünen-Ökosystems, die sich in der kaum meßbaren Regeneration während der zweijährigen Untersuchung widerspiegelt. Demgegenüber steht die sehr dynamische Sukzession der nährstoffreicheren Sandsalzwiese.

Im Unterschied zur Sandsalzwiese kann gerichteter Vertritt der Schafe und von Erholungsuchenden in der Grauen Düne getrennt werden. Das Schafspfadsystem bewirkt

©Faunistisch-Ökologische Arbeitsgemeinschaft e.V. (FÖAG);download www.zobodat.at

einen 1–2 %igen Arealverlust, kann jedoch durch die geringe Breite (ca. 30 cm) und die Bodenbeschaffenheit von laufenden Formen gut überwunden werden.

Die durchschnittlich 2,5 m breiten Wanderwege stellen dagegen mit ihren häufig offenen Sandflächen abrupte Grenzlinien für die Habitatstruktur, Vegetationstyp und Mikroklima dar (HYLGAARD & LIDDLE 1981). Nur die typischen Spinnen der Dünen wie *Arctosa perita* und *Philodromus fallax* profitieren von dem Wegesystem durch eine verbesserte Verbreitungsmöglichkeit. Der überwiegende Teil der Arten schreckt vor dem Wegesystem zurück, welches damit zu Isolation und starker Verinselung der Landschaft beiträgt (MADER 1987).

Durchschnittlich wird die Dünenlandschaft durch die Wanderwege in 2,5 ha große „Inseln" zerteilt. In hochbelasteten Bereichen liegt die Arealgröße unter 1000 m^2, wodurch oft das Minimalareal einzelner Arten unterschritten wird.

In der Sandsalzwiese können die Folgen der Doppelnutzung durch Erholungsuchende und Weidetiere räumlich nicht getrennt werden. Es ist jedoch davon auszugehen, daß der Vertritt gerade die wenigen großen Arten der Sandsalzwiese dezimiert.

Die Wiederbesiedlungsmöglichkeit durch einmal verdrängte Arten aus verbliebenen Refugien ist, bedingt durch die Insellage und die Seltenheit natürlicher Dünenbildungen (Amrum, Binnenlandsdünen) und Sandsalzwiesen (St. Peter-Ording), äußerst begrenzt.

In Anbetracht der vielen seltenen Arten stellt die Graue Düne und die Sandsalzwiese ein in Deutschland einzigartiges Biotop dar. Die bisherige Form der intensiven Doppelnutzung der Naturschutzgebietes „Nord-Sylt" (seit 1923 geschützt) ist daher problematisch. Gerade die Nutzungserweiterung (Einrichtung von Parkplätzen 1984) führt zu einer erheblich verschärften Bedrohung der hochspezialisierten Fauna von Extrem-Biotopen.

6. Zusammenfassung

In der Zeit vom 15. 4. bis 1. 10. 1983 und 1984 wurden in Grauen Dünen und einer Sandsalzwiese auf der nordfriesischen Insel Sylt Auswirkungen von Vertritt und Beweidung auf die Spinnenfauna mittels Bodenfallen in genutzten und ungenutzten Bereichen (Reservat) untersucht.

Der Boden wurde hinsichtlich physikalischer Eigenschaften untersucht. Temperatur des Bodens und der bodennahen Luftschicht wurden registriert.

Die Vegetationsanalyse ergab in den Reservaten nur geringe Veränderungen in der Artzusammensetzung. Während in der Grauen Düne kaum Änderungen nachweisbar waren, wurde in der Sandsalzwiese eine zunehmende Vegetationsdichte registriert. Im Vergleich zur Sandsalzwiese zeigte die Spinnenfauna der Grauen Düne eine höhere Artenzahl, jedoch insgesamt geringerer Aktivitätsdichte. In allen Bereichen der Grauen Düne dominieren Arten mit einer Körpergröße von 4–15 mm, während in der Sandsalzwiese vor allem kleine Arten unter 4 mm Größe verbreitet sind.

Im Verlauf der Untersuchung zeigte die Spinnenfauna in den Reservaten der Grauen Düne nur geringe Reaktionen auf die entfallene Nutzung. Im Unterschied dazu setzte in den Reservaten der Sandsalzwiese eine deutliche Individuensukzession ein, die insbesondere bei juvenilen Individuen zu verzeichnen war.

Die ökologischen Aspekte der Schafbeweidung und des Tourismus in bezug auf die untersuchten Flächen werden diskutiert.

©Faunistisch-Ökologische Arbeitsgemeinschaft e.V. (FÖAG);download www.zobodat.at

7. Summary

Impact of Grazing and Trampling on the Spiderfauna of a sandy saltmarsh and a dune.

Between 15. 4. and 1. 10. 1983 and 1984 the effects of trampling and grazing on the spiderfauna of gray dunes and sandy saltmarshes of the northfrisian island of Sylt have been examined by means of pitfall traps in used and unused areas (reservats).

The soil floor was examined with regard to physical properties. Temperatures of soil and of nearground airlayer have been registered.

Analysis of the vegetation in the reservats yield only small changes in species composition. Changes of the vegetation could be scarcely demonstrated in the gray dunes while an increase of the density of vegetation was registered in sandy saltmarshes.

In comparison to sandy saltmarshes the spider fauna of gray dunes showed a higher number of species, however, a lower total activity-density. In the areas of the gray dunes species of 4–15 mm size are dominant whereas in the sandy saltmarshes especially smaller species under 4 mm are abundant.

During the investigation the spider fauna of the reservats of the gray dunes showed only little reactions on the omitted landuse. However a distinct succession of individuals started in the reservats of the sandy saltmarshes, which was recorded especially for juvenil individuals.

Ecological aspects of sheepgrazing and tourism are discussed with regard to the investigated areas.

Anschrift des Verfassers:
Dipl.-Biol. Wolfgang Götze
Ministerium für Natur, Umwelt und Landesentwicklung
Grenzstr. 1–9
2300 Kiel 1

©Faunistisch-Ökologische Arbeitsgemeinschaft e.V. (FÖAG);download www.zobodat.at

©Faunistisch-Ökologische Arbeitsgemeinschaft e.V. (FÖAG);download www.zobodat.at

Natürliche Heideformationen der nordfriesischen Inseln und ihre Beeinflussung durch Fremdenverkehr und Schafbeweidung

Von Thomas Czech-Tiburtius

1. Einleitung

Sandheiden und Borstgrasrasen sind durch Aufforstung, Überalterung und landwirtschaftliche Nährstoffeinträge besonders gefährdet und leiden unter einem raschen Rückgang von typischen Pflanzenarten (DIERSSEN 1983). Gerade diese Ökosysteme zählen aber zu den typischen, landschaftsprägenden Elementen der Nordseeinsel Sylt. Hier sind sie durch intensiven Tourismus (HYLGAARD & LIDDLE 1981), extreme Schafbeweidung und Militärübungen stark in Mitleidenschaft gezogen. Andererseits gehören natürliche und anthropogen bedingte Degradationen wie extensive Schafbeweidung zum Erhalten der Heideformationen (BAKKER et al. 1983). Das Nebeneinander von freien Sandflächen und mosaikartiger Vegetationsstruktur führt zu einer artenreichen Tierwelt sowohl in Binnenlanddünen als auch in Küstendünen (DESENDER et al. 1980, HEITJOHANN 1979, HOPKINS & WEBB 1984, WEBB & HOPKINS 1984). Auch die Exposition spielt eine große Rolle bei der Verteilung der typischen wärmeliebenden Fauna (HUBLÉ & MALFAIT 1981). Aus dem Bereich der Nordseeinseln liegen bisher nur vereinzelt Arbeiten über die Fauna der Dünenheiden vor (BOCHMANN 1941, HAESELER 1990), so daß eine intensive Bearbeitung unter besonderer Berücksichtigung der verschiedenen Nutzungseinflüsse angezeigt ist. Für die auf Sylt durchgeführte Untersuchung ergaben sich folgende Ziele:

1. Welche Unterschiede bestehen in der Besiedlung durch bodenoberflächenaktive Arthropoden zwischen feuchten Heiden eines Dünentales und trockenen Heiden eines Dünenabhanges?
2. Welchen Einfluß übt die extensive Beweidung auf die Faunengesellschaft aus?
3. Welchen Einfluß hat der Vertritt durch Touristen auf die Fauna?

2. Untersuchungsgebiet

Die zwischen den Dünen liegenden Täler des „Listland" im Norden der Insel Sylt sind durch äolische Ausblasung bis zum Grundwasserstand entstanden. Im 17. Jahrhundert wurde mit der Bepflanzung der bis dahin wandernden Dünen begonnen. Außer Strandhafer (*Ammophila arenaria*) und Strandroggen (*Elymus arenarius*) konnten sich daher auch andere Pflanzenarten ansiedeln.

Untersucht wurde ein ca. 4–5 ha großes, feuchtes Dünental, das sog. „Norder-Heidetal" sowie das östlich anschließende, durch eine Braun- oder Schwarzdüne abgetrennte „Jens-Long-Tal". Im Übergangsbereich beider Täler wurde bereits 1983 an einem Trockenheidehang ein gegen Schafe und Kaninchen abgeschirmtes Reservat von 30×30 m erstellt (Abb. 1).

Die gesamte Fläche des „Listland" ist als Naturschutzgebiet ausgewiesen.

Der Boden des Untersuchungsgebietes weist durchweg niedrige pH-Werte auf (HAYKENA 1965). Unter Kotzufuhr durch Möwen entstanden an den Südhängen sogenannte

©Faunistisch-Ökologische Arbeitsgemeinschaft e.V. (FÖAG);download www.zobodat.at

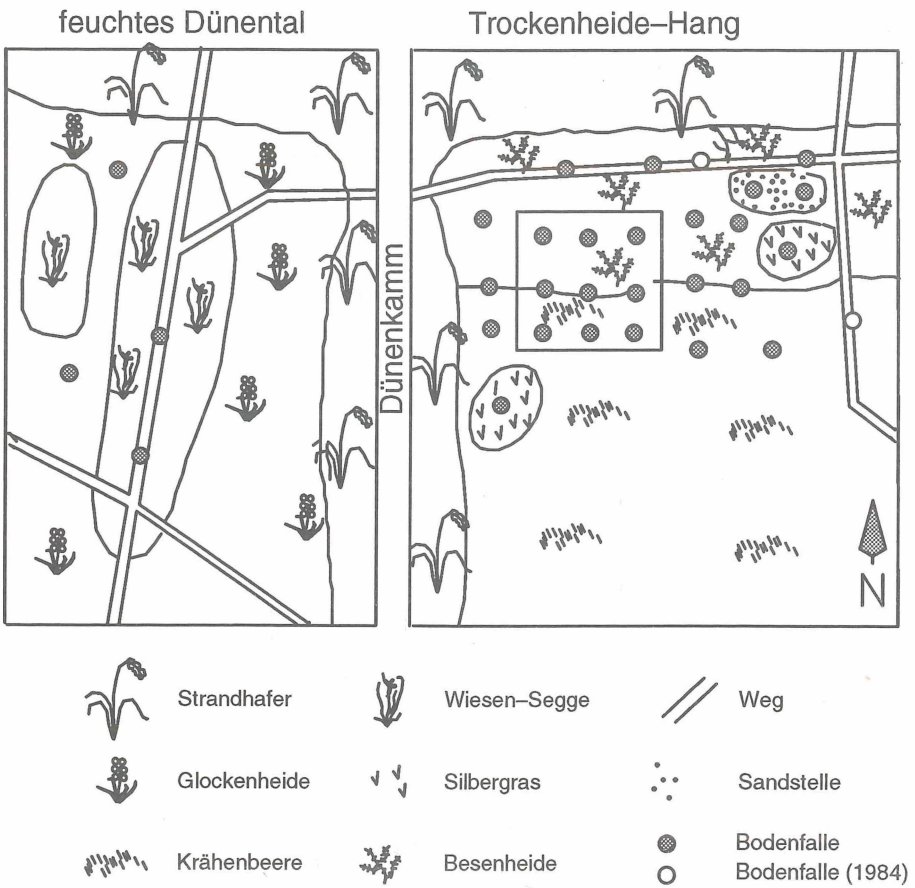

Abb. 1: Schematische Übersicht des Untersuchungsgebietes

„Nitratkuppen" mit entsprechender Kalkzufuhr durch zerkleinerte Muschelschalen und Gewölle. Die Möwen haben die Kuppen inzwischen aufgrund zunehmender Störungen durch den Tourismus aufgegeben, der pH-Wert hier entspricht mit 4,2–4,7 heute dem der vormals unbesiedelten Nordhänge.

Die organische Substanz erreicht auf den Kuppen Anteile von 5 %, an den Nordhängen 5–8 %. An den Südhängen werden 0,6–2,3 % organische Substanz gemessen.

Das feuchte Dünental des Norder-Heidetal wird geprägt durch eine extensiv beweidete Wiesenseggen-Gesellschaft (*Caricetum nigrae*) und eine Krähenbeere-Glockenheide-Gesellschaft (Empetro-Ericetum). Die Besenheide (*Calluna vulgaris*) weist eine 30 %ige, die Glockenheide (*Erica tetralix*) ein 20–50 %ige Deckung auf. Ein durch das Tal führender Weg ist von Resten der Wiesenseggen-Gesellschaft umgeben. Die im Frühjahr bis 10 cm aufgewachsene Wiesensegge (*Carex nigra*) bildet im Herbst im wesentlichen die Streuauflage. Dazwischen stehen einzelne Horste der Sparrigen Binse (*Juncus squarrosus*).

©Faunistisch-Ökologische Arbeitsgemeinschaft e.V. (FÖAG);download www.zobodat.at

Dominierende Moosart ist *Gymnocolea inflata*. Die Vegetationsbedeckung erreicht auf dem etwa 1,5 m breiten und mit einer festgetretenen Humusschicht bedeckten Weg 50–60 %.

Die Vegetation im untersuchten Teil des „Jens-Long-Tals" ist einer Behaarten Ginster-Besenheide-Gesellschaft (Genisto-Callunetum) zuzuordnen. Eine Hundsveilchen-Silbergrasflur (Violo-Corynephoretum) ist vereinzelt ausgebildet.

An den Nordhängen und an feuchteren Stellen tritt vermehrt die Krähenbeere (*Empetrum nigrum*) auf, während an trockeneren Stellen die Besenheide (*Calluna vulgaris*) dominiert. In einem schmalen Übergangsbereich treten beide Zwergsträucher zu etwa gleichen Anteilen auf.

Das seit 1983 bestehende Reservat von ca. 900 m^2 beinhaltet einen Ausschnitt des südexponierten, von *Empetrum nigrum* bestandenen Hanges, die Mischzone von *Calluna vulgaris* und *Empetrum nigrum* sowie anschließende reine *Calluna vulgaris* Bestände.

Das Gebiet wird durch Schafe extensiv beweidet. Die vegetationslosen Wege von ca. 0,5 m Breite bestehen aus einer festgetretenen Humusdecke.

3. Methode

Für die Erfassung des Einflusses von Vertritt durch Touristen und Schafbeweidung auf die bodenoberflächenaktive Arthropoda-Fauna eignen sich Bodenfallen. Mit dieser Methode wurden die laufaktiven Arthropoda registriert.

Für 1984 wurden aus der Trockenheide des „Jens-Long-Tals" 13 Bodenfallenstandorte und aus der Feuchtheide des „Norder-Heidetal" 4 Standorte bearbeitet.

Die Standorte in der Trockenheide befinden sich in der Übergangszone von *Calluna vulgaris* und *Empetrum nigrum*, auf einem vegetationsfreien Weg, Schafsassen und kleinen „Grasinseln". In der Feuchtheide liegen die Probenstandorte im Übergangsbereich von Krähenbeere-Glockenheide- und Wiesenseggen-Gesellschaft.

Der Untersuchungszeitraum ist für beide Jahre der 15. April bis zum 15. September, entsprechend 10 halbmonatlichen Probenwechseln.

4. Ergebnisse

4.1 Einfluß von Beweidung und Vertritt auf Laufkäfer (Carabidae)

Die beiden untersuchten Dünental-Biotope weisen deutlich höhere Artenzahlen und Gesamtaktivitätsdichten auf als die Trockenheide (Tab. 1).

Ausschließlich im Dünental wurden 17 Arten erfaßt, von denen 15 Arten hygrophil sind oder eine Vorliebe für feuchte Böden zeigen. *Blethisa multipunctata* ist durch Trockenlegung von Feuchtgebieten bedroht. *Carabus nitens* und *Trichocellus cognatus* sind auf Heidemoore beschränkt. *Agonum marginatum* zeigte sich in Präferenzversuchen als oligohygr (xerophil), gilt aber als thermophile Uferart.

Eine Gruppe von 9 Carabidae wurde sowohl im Dünental als auch in der Trockenheide nachgewiesen. Von diesen sind *Platynus obscurus* und *Carabus problematicus* als hygrophil einzustufen, *Nebria brevicollis, Poecilus versicolor, Leistus terminatus* und *Trechus quadristriatus* als euryhygrisch. Als xerophil gelten *Calathus melanocephalus* und *Calathus erratus*. Die Art *Bradycellus ruficollis* ist stenotop an das Callunetum gebunden.

©Faunistisch-Ökologische Arbeitsgemeinschaft e.V. (FÖAG);download www.zobodat.at

Tab. 1: Übersicht über die durch Bodenfallen erfaßten Carabidae in den unterschiedlichen Biotopen (Erfassungszeitraum: 1. 5. 84 bis 31. 8. 84). #: seltene und/oder geschützte Arten (Rote Liste BRD 1984)

	feuchtes Dünental		trockener Heidehang							
	Vegetation 1984	Weg 1984	umliegende Vegetation 1983	1984	Reservat 1983	1984	Weg 1983	1984	Sandstelle 1984	Grasflächen 1984
Anzahl der Bodenfallen	20	20	20	30	20	30	20	30	20	20
Pterostichus nigrita	119	206								
Pterostichus diligens	57	23								
Trichocellus cognatus	53	15	1							
Agonum pelidnum	36	44								
Pterostichus niger	23	4	1							
Carabus nitens #	4	16			1					
Agonum sexpunctatum	2	1								
Carabus clathratus #	1	13								
Pterostichus strenuus	1	2								
Clivina fossor	1									
Broscus cephalotes	1									
Agonum marginatum		8								
Pterostichus vernalis		3								
Pterostichus minor		1								
Agonum mülleri		1								
Loricera pilicornis		1								
Blethisa multipunctatum #	1									
Calathus melanocephalus	11	7	69	26	42	22	4	36	16	2
Calathus erratus	1	2	54	45	234	109	129	58	44	27
Nebria brevicollis	53	257	4	19	5	4	55	108	12	
Poecilus versicolor	17	32	77	12	16	5		1		
Platynus obscurus	472	221	24	31	12			3		
Carabus problematicus #	3	2	4		5	2	7	4	1	1
Bradycellus ruficollis	16	15	8	2	6	3	3			
Trechus quadristriatus	3		1	1			1			
Leistus terminatus	2		5	2	1					
Notiophilus aestuanus	1		5	2	5	1	2	6	7	
Cicindela campestris		1	5	45	1	10	1	6		2
Calathus fuscipes			15	34	5	11		7	5	
Harpalus neglectus				1	1	1	1		1	1
Harpalus aeneus							1	3		
Amara infima			1		4		5		1	
Bembidion lampros								1		
Bradycellus caucasicus			9	1	20					

Cicindela campestris bevorzugt ebenso wie *Notiophilus aestuanus* offene, sandige Flächen. Beide Arten zeigen einen Verbreitungsschwerpunkt in der Trockenheide.

Die Dominanzstruktur der Carabidae-Fauna in beiden untersuchten Biotoptypen „Vegetation" und „Weg" des feuchten Dünentals wird von den Arten *Platynus obscurus, Nebria brevicollis* und *Pterostichus nigrita* bestimmt (Abb. 2). Auffällig ist die hohe Dominanzposition von *Platynus obscurus* in der Vegetation dieses Biotops (53,6 %), während auf den

©Faunistisch-Ökologische Arbeitsgemeinschaft e.V. (FÖAG);download www.zobodat.at

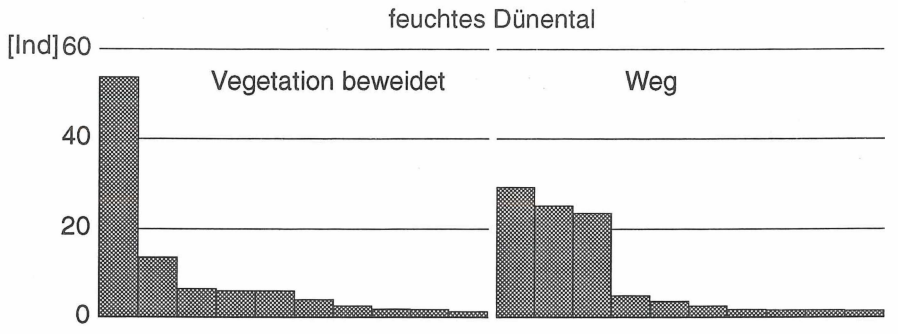

Abb. 2: Dominanzstruktur der Carabidae in der Vegetation und auf den Wegen des feuchten Dünentals 1984

Wegen bei insgesamt ausgeglichenerer Dominanzstruktur *Nebria brevicollis* dominiert (29,3 %). *Platynus obscurus* bevorzugt stark beschatteten, feuchten bis nassen Boden. Die Aktivitätsdichte dieser Art geht auf dem 1–2 m breiten Wegen mit Vegetationsresten und festgetretener Humusdecke zurück. Im Unterschied dazu zeigt die euryhygre Art *Nebria brevicollis* auf allen Wegen, auch in der Trockenheide, höchste Aktivitätsdichten.

Da der Verbreitungsschwerpunkt dieser Art im feuchten Dünental liegt, fördert das Wegesystem in der Dünenlandschaft offensichtlich von hier aus die Ausbreitung entlang der Wege. Deutlich ist jedoch, daß *Nebria brevicollis* in allen Trockenheide-Biotopen nur mit wenigen Individuen nachgewiesen werden konnte, eine Besiedlung trockener Habitate also anscheinend nur in geringem Ausmaß erfolgt.

Ausschließlich in der Trockenheide wurden 6 Arten nachgewiesen.

Deutlich unterschieden sind die Dominanzstrukturen in den beweideten und unbeweideten (Reservat) Bereichen der Trockenheide (Abb. 3). Die für 1983 vorliegenden Daten zur Verteilung der Carabidae auf die einzelnen Vegetationszonen im beweideten und unbeweideten Teil dieses Biotops zeigen eine Förderung der eurytopen Arten *Calathus melanocephalus* und *Poecilus versicolor* in der Krähenbeeren- und Glockenheide-Krähenbeere-(Calluna-Empetrum-)Mischzone infolge eventueller struktureller Vegetationsänderungen durch die Beweidung. Während in allen Vegetationszonen im unbeweideten Reservat *Calathus erratus* mit Abstand die höchste Dominanzposition einnimmt, geht die Aktivitätsdichte dieser Art im beweideten Bereich zugunsten anderer Arten zurück. In der beweideten Calluna-Empetrum-Zone ergeben sich dadurch ausgeglichene Dominanzverhältnisse der 7 häufigsten Carabidae-Arten mit Anteilen von 5 bis 20 % an der Aktivitätsdichte.

Charakteristisch ist für die beweidete Trockenheide das starke Auftreten von *Cicindela campestris*, die in keiner der anderen Flächen vergleichbar hohe Dominanzpositionen erreicht. Die extensive Beweidung durch Schafe fördert durch das Offenhalten kleiner Flächen zwischen der dichten Pflanzendecke die Jagdmöglichkeiten dieser Art.

Ähnliche Verhältnisse weisen auch die Schafsassen und die offenen Sandstellen auf, die wie die Wege im Hinblick auf die Vegetationsstruktur als Sonderstandorte gelten müssen. Wie auch im feuchten Dünental erreicht *Nebria brevicollis* auf den Wegen in der Trockenheide die höchste Dominanzposition. Die Dominanzstrukturen der Carabidae für die beweidete und unbeweidete Fläche sowie für den vegetationslosen Weg in der Trockenheide für 1983 vermittelt ein ähnliches Bild wie 1984 (Abb. 4). In der unbeweideten Vegetation des Reservats ergeben sich kaum Veränderungen. *Calathus erratus* erreicht in beiden Jahren über 60 % Dominanzanteil an der Aktivitätsdichte.

©Faunistisch-Ökologische Arbeitsgemeinschaft e.V. (FÖAG);download www.zobodat.at

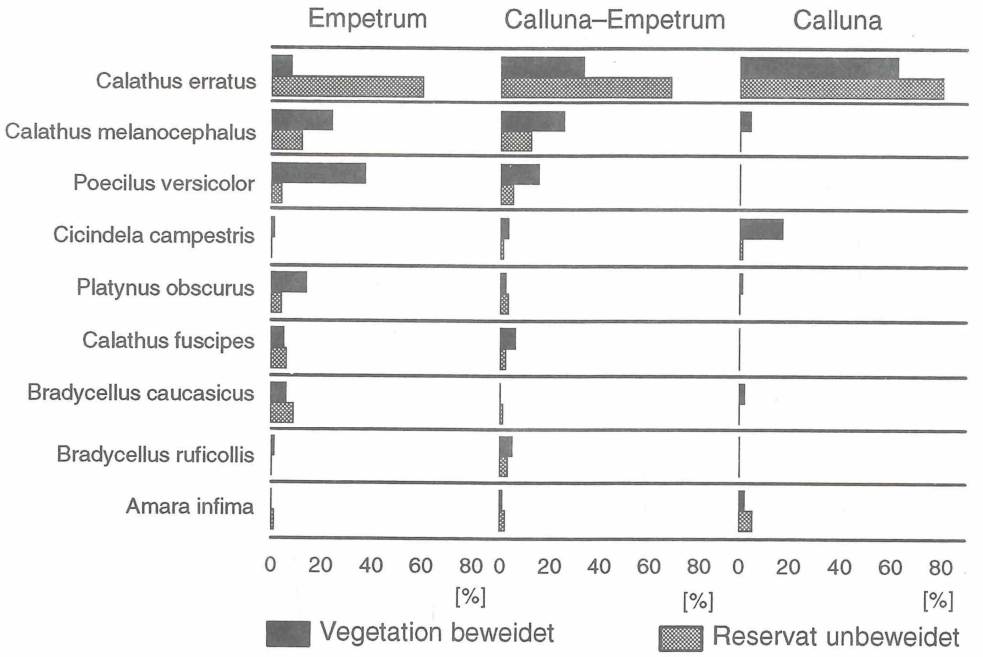

Abb. 3: Dominanzstruktur der Carabidae in den beweideten und unbeweideten Vegetationszonen der Trockenheide

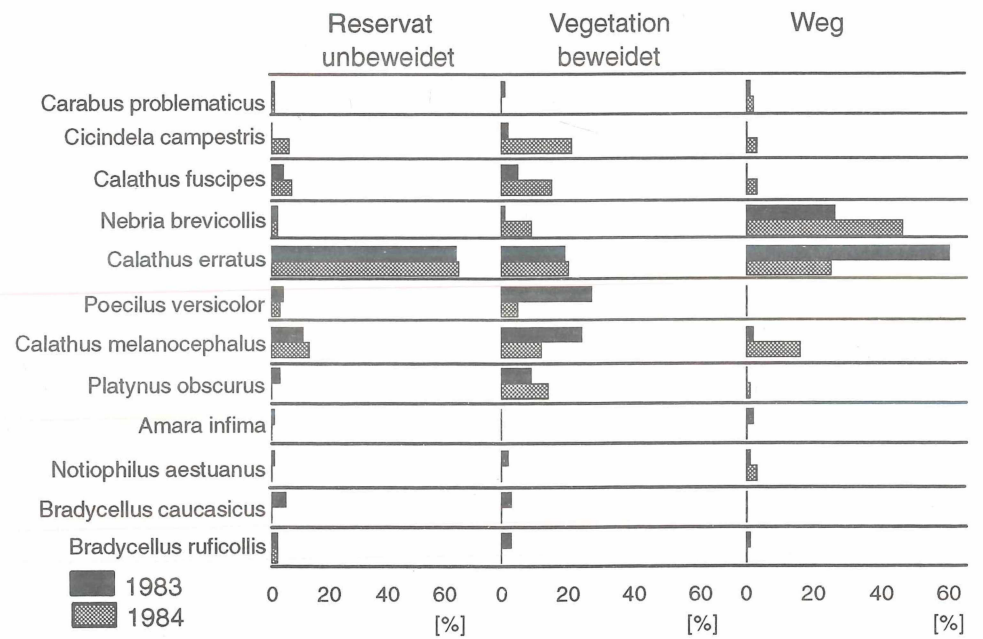

Abb. 4: Vergleich der Dominanzstrukturen häufiger Carabidae 1983/84 in der Trockenheide

©Faunistisch-Ökologische Arbeitsgemeinschaft e.V. (FÖAG);download www.zobodat.at

In der extensiv beweideten Vegetation der Trockenheide dominieren *Calathus erratus*, *Calathus melanocephalus*, *Poecilus versicolor* und *Platynus obscurus*. *Cicindela campestris* erreichte 1983 eine niedrigere Position als im folgenden Jahr. In der Verschiebung der Dominanzverhältnisse der beiden Jahre spiegeln sich die extremen klimatischen Bedingungen wider. Das Frühjahr 1983 war ungewöhnlich regenreich. Die im Frühjahr auftretende euryöke Art *Poecilus versicolor* war dadurch gegenüber der ebenfalls im Frühjahr aktiven, trockenheitliebenden Art *Cicindela campestris* begünstigt. Ebenso trat die trokkenheitliebende Art *Calathus fuscipes* im klimatisch günstigeren Frühjahr 1984 verstärkt auf. Auf den Wegen der Trockenheide dominiert 1983 *Calathus erratus*, während 1984 *Nebria brevicollis* die höchste Dominanzposition erreicht.

Größenklassenverteilung der Carabidae

Die Größenklassenverteilung (nach HYDEMANN 1964) der Carabidae zeigt deutliche Unterschiede im Vergleich der untersuchten Biotope (Abb. 5). In der dichten Vegetation des feuchten Dünentals ist ein Überwiegen der Tiere der Größenklasse 2 (3–7 mm) feststellbar. Ursächlich hierfür sind die hohen Dominanzanteile von *Platynus obscurus* (53,6 %), *Trichocellus cognatus* (6,0 %) und *Pterostichus diligens* (6,5 %).

Auf dem Weg des feuchten Dünentals dominiert *Nebria brevicollis* aus der Größenklasse 4 (10–18 mm) mit einem Dominanzanteil von 29,3 %. In allen Vegetationskomplexen der Trockenheide dominiert *Calathus erratus* (Größenklasse 4, 10–18 mm).

Die Einnischung der Arten unterschiedlicher Größe spiegelt die Verschiedenartigkeit der Vegetationsstruktur und -dichte in den untersuchten Biotopen wider. Der hohe Raum- und

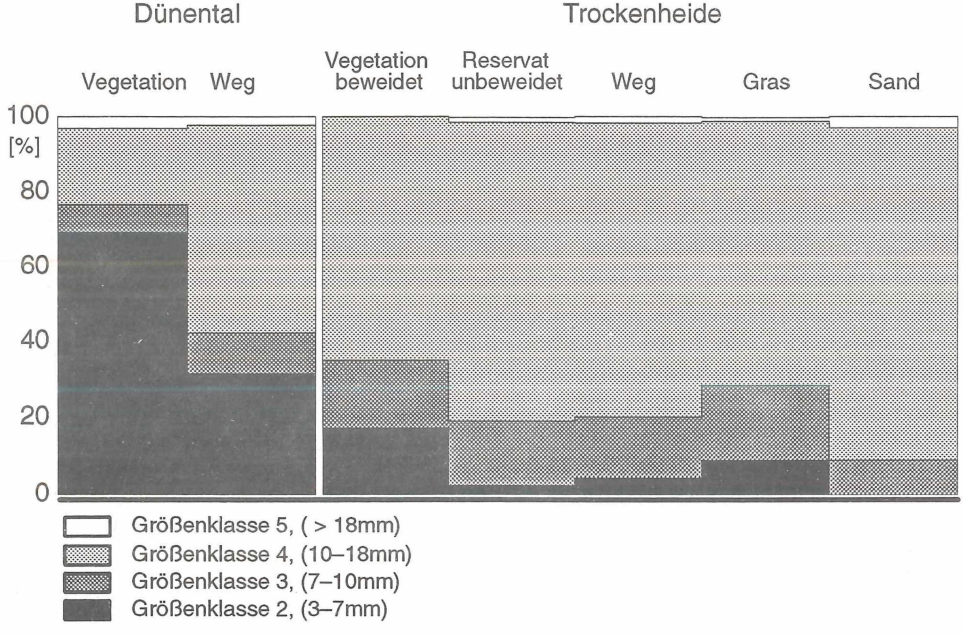

Abb. 5: Anteil der Größenklassen der Carabidae an der Aktivitätsdichte in den verschiedenen Biotopen

©Faunistisch-Ökologische Arbeitsgemeinschaft e.V. (FÖAG);download www.zobodat.at

Laufwiderstand des Feuchtheidekomplexes beeinträchtigt die Laufaktivität größerer Lebensformtypen. Im Zusammenhang mit der höheren Bodenfeuchtigkeit in diesem Bereich werden kleine und feuchtigkeitsliebende Arten gefördert. Im Unterschied dazu wird die lückige Sandtrockenheide von größeren Arten mit geringen Feuchteansprüchen bevorzugt besiedelt.

Synökologischer Vergleich

Die Laufkäferpopulationen von feuchtem und trockenem Heidekomplex unterscheiden sich sehr deutlich in Ihrer Dominanzstruktur und Artenidentität, wie die Cluster-Analysen des Renkonen- bzw. Sørensen-Index zeigen (Abb. 6).

Innerhalb der beiden Teillebensräume ergeben sich wiederum deutliche Unterschiede der Dominanzidentität der Laufkäfergemeinschaft zwischen dem Weg und der unbetretenen Vegetation.

Im feuchten Dünental bevorzugt der mittelgroße Laufkäfer *Nebria brevicollis* den geringen Laufwiderstand der Wege. Der kleine Käfer *Platynus obscurus* hält sich überwiegend im feuchten, schattigen Mikroklima der dichten Feuchtheide-Vegetation auf.

Relativ hohe Ähnlichkeit von 61 % zeigt der Vergleich der beiden Biotope des feuchten Dünentals. Die geringe Übereinstimmung trotz hoher Artenidentität von 73 % resultiert aus der hohen Dominanzposition von *Nebria brevicollis* und *Platynus obscurus* als Folge des Vertritts im feuchten Dünental.

Eine sehr geringe Dominanzidentität ergibt sich für die Laufkäfer-Fauna aus dem Vergleich der beweideten und unbeweideten Flächen der Trockenheide. Die Übereinstimmung im Arteninventar beider Flächen beträgt dagegen 78 %. Die insgesamt höchste Ähnlichkeit von fast 80 % Übereinstimmung in der Dominanzstruktur haben das Reservat und die offenen Sandstellen. In beiden Bereichen dominiert *Calathus erratus*. Deutlich unterscheiden sich diese beiden Biotope aufgrund der niedrigen Artenidentität von 50 %, in der sich die Artenarmut offener Sandstellen äußert. Die geringe Übereinstimmung der Biotopkomplexe Trockenheide und Feuchtheide mit dem feuchten Dünental in Arten- und Dominanzidentität resultiert aus den unterschiedlichen Feuchtigkeitsverhältnissen, die zu unterschiedlichen Laufkäfer-Synusien führen.

4.2 Einfluß von Vertritt und Beweidung auf bodenoberflächenaktive Spinnen (Araneae)

Von insgesamt 33 erfaßten Arten traten 6 nur im feuchten Dünental und 16 nur in der Trockenheide auf. Von 11 Arten, die in beiden Biotopen nachgewiesen wurden, haben 2 Arten einen deutlichen Verbreitungsschwerpunkt in jeweils einem Biotop (Tab. 2).

Es wurde in beiden Biotopen eine deutlich verminderte Aktivitätsdichte auf den Wegen im Vergleich zur umgebenden Vegetation festgestellt. In der Trockenheide zeigten die weichen, vegetationslosen Sandstellen und die Graskuppen eine weitere Reduzierung der Aktivitätsdichte gegenüber der festen Oberfläche der Wege.

Die Aktivitätsdichte in der unbeweideten Trockenheide liegt niedriger als im beweideten Bereich dieses Biotops. Ursächlich hierfür sind raumstrukturelle Unterschiede, die sich aus der dichteren Vegetationsdecke des Reservates ergeben und laufaktiven Arten einen erhöhten Widerstand entgegenbringen.

Die Spinnenfauna des feuchten Dünentals setzt sich überwiegend aus photo- und hygrophilen Arten zusammen. Im Unterschied dazu wird die Trockenheide einerseits

©Faunistisch-Ökologische Arbeitsgemeinschaft e.V. (FÖAG);download www.zobodat.at

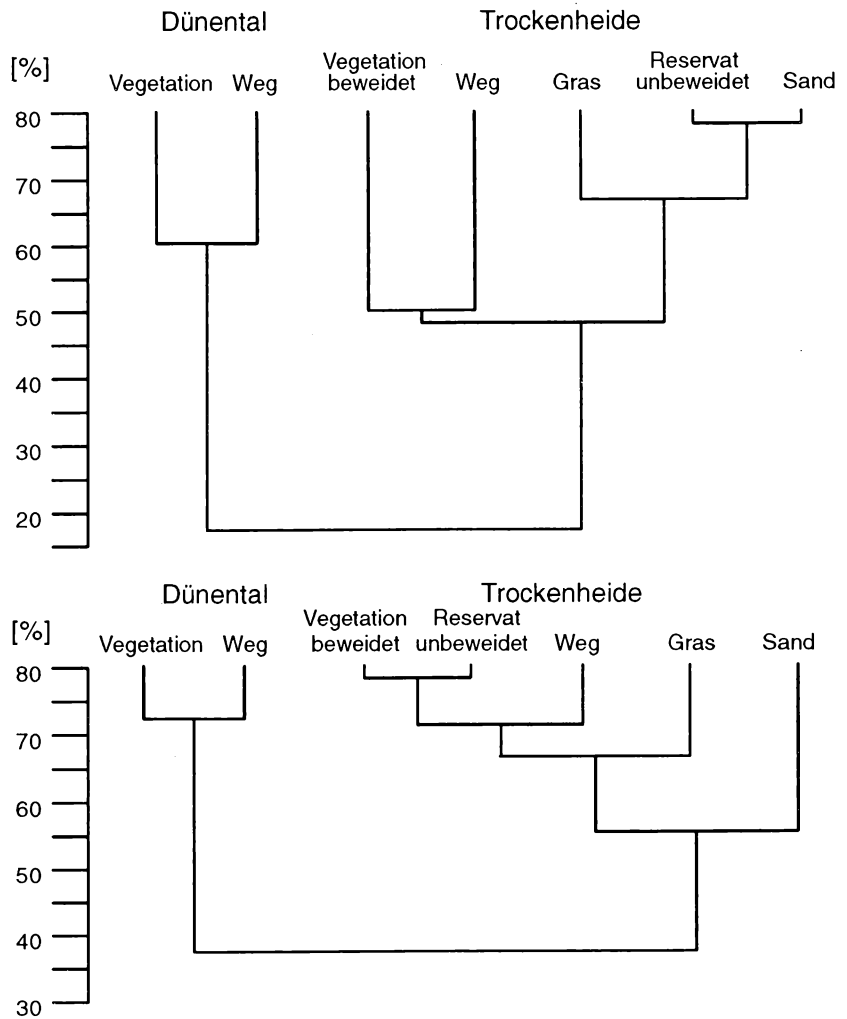

Abb. 6: Average-Cluster-Analyse der Dominanzidentität (Renkonen-Index, oben) und Artenidentität (Sørensen-Index, unten) der Carabidae in den untersuchten Biotopen

durch hemihygrophile, andererseits durch xero- und photophile Arten charakterisiert.

Unter den ausschließlich im feuchten Dünental vorkommenden Arten dominieren feuchtigkeitsliebende Araneae. *Pirata piraticus* und *Pachygnatha clercki* gelten als hygrobiont. *Pardosa pullata*, die in geringen Anteilen auch in der Trockenheide festgestellt wurde, gilt als hygrophil. *Pachygnatha degeeri* ist euryhygrisch.

In der Trockenheide treten xerobionte und hygrophile Arten auf. *Zelotes electus* ist xerobiont, *Lycosa nigriceps* xerophil. *Xysticus cristatus* ist euryhygre und erreichte einen Anteil von 11 % an den in der Trockenheide erfaßten Spinnen. Mit *Trochosa terricola, Pardosa pullata, Haplodrassus signifer* und *Agroeca proxima* traten 30,4 % hygrophile und hemihygrophile Arten auf.

©Faunistisch-Ökologische Arbeitsgemeinschaft e.V. (FÖAG);download www.zobodat.at

Tab. 2: Gesamtaktivitätsdichte der Spinnen nach Bodenfallen (Erfassungszeitraum: 1. 5. 84 bis 31. 8. 84). #: Rote Liste BRD 1984

	feuchtes Dünental		trockener Heidehang				
	Vegetation	Weg	umliegende Vegetation	Reservat	Weg	Sandstelle	Grasflächen
Anzahl der Bodenfallen	20	20	30	30	30	20	20
Pachygnatha degeeri	97	22					
Pirata piraticus	9	11					
Pachygnatha clercki	4	6					
Pardosa palustris		2					
Philodromus fallax	1						
Clubiona stagnatilis	1						
Pardosa pullata	166	127	46	1	2		
Pardosa nigriceps	2	1	101	100	36	8	17
Trochosa terricola	2		44	31	9		1
Xysticus cristatus	2	3	22	4	27	26	2
Haplodrassus signifer	8	2	19	11	4	8	1
Agroeca proxima	2	2	14	27	2	1	
Zelotes electus #	1		15	6	5	8	1
Haplodrassus cupreus	4	4	10	5	1	1	1
Zelotes pusillus	1		4	8	2		
Ozyptila scabricula	1		2				
Philodromus aureolus		1				1	
Alopecosa pulverulenta			7	4	2	1	1
Alopecosa accentuata #			3	4	3	1	2
Zelotes serotinus			4	1	5	1	2
Pardosa monticola			8		1	1	
Micaria romana			1			6	
Euophrys frontalis			1	4	1	1	1
Alopecosa fabrilis #						4	
Arctosa perita #			1			2	1
Clubiona trivialis			1	1	2		
Haplodrassus silvestris					1	2	
Cheiracanthium erraticum			1	1			
Alopecosa cursor #			1				1
Zelotes latreillei				1			1
Trochosa ruricola				1			
Haplodrassus dalmatensis						1	
Zora spinimana					1		

Unter den Arten des feuchten Dünentals ist *Pachygnatha clercki* euryphot, *Pirata piraticus* photobiont. Die anderen ausschließlich im Dünental auftretenden Arten sind photophil. Von den Arten der Trockenheide sind *Pardosa nigriceps, Pardosa pullata, Haplodrassus signifer* und *Zelotes electus* mit 54,2 % Anteil an der Aktivitätsdichte als photophil einzustufen. Ohne Erklärung bleibt das völlige Fehlen der euryhygren *Pachygnatha degeeri* in der Trockenheide, die nach BRAUN & RABELER (1969) auch auf xeromorphem Gelände gefunden wurde.

©Faunistisch-Ökologische Arbeitsgemeinschaft e.V. (FÖAG);download www.zobodat.at

Die Spinnen im feuchten Dünental reagieren auf den Vertritt mit einer deutlichen Verschiebung der Dominanzstruktur, insbesondere der dominanten Arten *Pardosa pullata* und *Pachygnatha degeeri* (Abb. 7). *Pardosa pullata* erreicht auf dem Weg eine höhere Dominanzposition, während die Aktivitätsdichte von *Pachygnatha degeeri* zurückgeht. Ein Artenrückgang wie bei den Carabidae kann jedoch nicht festgestellt werden.

Ursächlich für die Zunahme der Aktivität des mit 4,5 bis 5,0 mm etwas größeren Laufjägers Pardosa pullata ist die verminderte Raumstrukturdichte auf dem untersuchten Weg mit einer Restvegetation und festgetretener Humusdecke. Der Weg weist auch im Sommer hohe Feuchtigkeit auf, so daß eine Barrierewirkung durch Trockenheit nicht entsteht.

Pachygnatha degeeri besiedelt höher liegende Ebenen der Vegetationsdecke und dringt auch in die niedere Strauchschicht vor. Während die juvenilen Spinnen dieser Art noch kleine Netze anlegen, fangen die vagabundierenden adulten Stadien ihre Beute ohne Netz. Die Konkurrenz zu der bodenoberflächenaktiven *Pardosa pullata* wird durch vertikale Trennung in der Vegetation erreicht. Die fehlende bzw. nur rudimentär vorhandene Vegetation auf den Wegen bewirkt daher einen Rückgang der Aktivitätsdichte von *Pachygnatha degeeri.*

Die Dominanzverhältnisse in den beweideten und unbeweideten Flächen der Trockenheide spiegeln wie bei den Carabidae den verändernden Einfluß der Beweidung auf Vegetationsstruktur und Mikroklimata für die bodenoberflächenaktive Spinnenfauna wider (Abb. 8).

Die Individuendichte liegt im unbeweideten Reservat insgesamt um etwa 30 % niedriger als im beweideten Bereich. Dominierende Art ist in beiden Flächen *Pardosa nigriceps* (xerophil), die keinen Beweidungseffekt aufzeigt. Deutlich hingegen ist der Rückgang der Aktivitätsdichte bei *Pardosa pullata* (hygrophil).

Auf den weitgehend vegetationsfreien Flächen des Weges und auf der Graskuppe ändert sich die Zusammensetzung der Spinnenfauna in charakteristischer Weise. Domi-

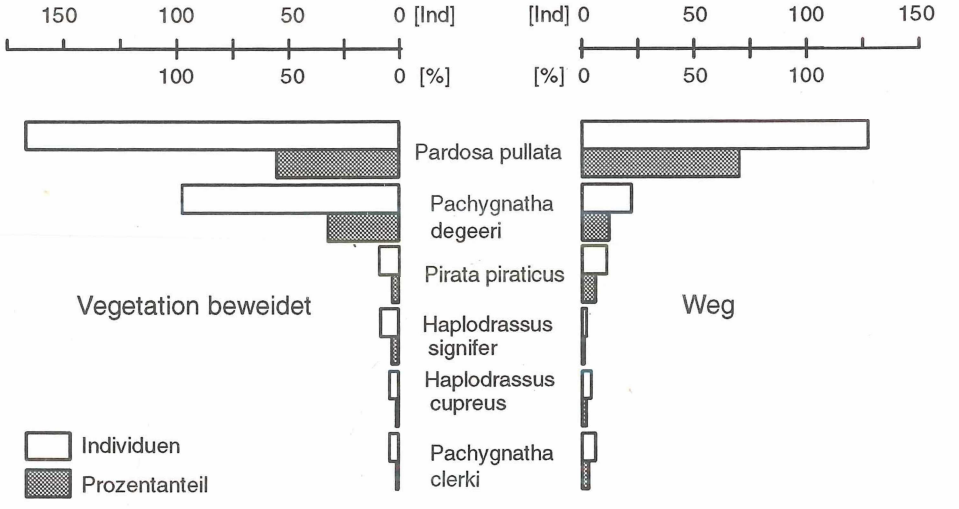

Abb. 7: Dominanzstruktur der häufigsten Spinnen im feuchten Dünental. Erfassung aus Bodenfallen 1984

©Faunistisch-Ökologische Arbeitsgemeinschaft e.V. (FÖAG);download www.zobodat.at

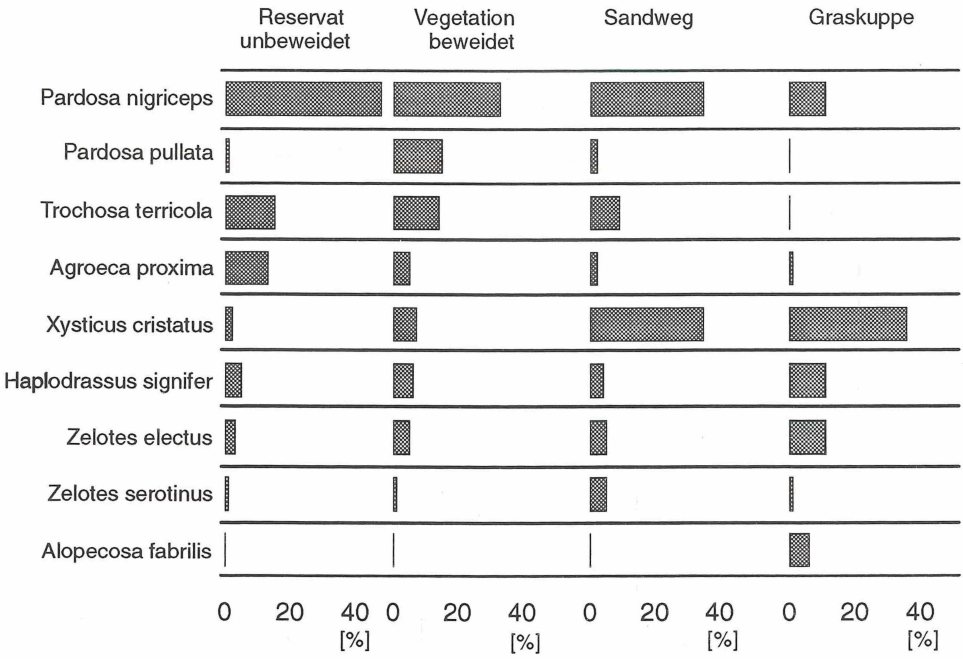

Abb. 8: Dominanzstruktur der Spinnenfauna in der Trockenheide; angegeben sind die 9 häufigsten Arten nach Bodenfallen 1984

nieren in der Zwergstrauch-bestandenen Heidefläche hygrophile Arten, so treten auf den trockeneren Flächen xerophile bis xerobionte Arten verstärkt auf.

Sowohl auf dem Weg als auch auf den Sandkuppen ergibt sich für *Xysticus cristatus* ein großer Individuen- und Dominanzanteil. Diese Art gehört zum Lebensformtyp des Lauerers. In beiden Habitaten fehlt die geeignete Vegetationsstruktur als Grundlage des Nahrungserwerbs. Die erhöhte Aktivität ist daher als Suchbewegung zu werten.

Von den bevorzugt auf den Grasstellen erfaßten Arten tritt *Alopecosa fabrilis* nach TRETZEL (1953) auf sehr trockenen Sandböden, *Zelotes electus* in *Cladonia*-Beständen und *Haplodrassus signifer* auf Moos von Sandböden auf.

Synökologischer Vergleich der Spinnen-Fauna

Die beiden Biotopkomplexe „feuchtes Dünental" und „Trockenheide" unterscheiden sich im Hinblick auf das Arteninventar der Araneida deutlich voneinander. Der beweidete und unbeweidete Bereich der Trockenheide sowie der Weg in diesem Bereich erreichen dagegen hohe Ähnlichkeit von 80 bis 85 % Übereinstimmung. Im feuchten Dünental beträgt die Artenidentität 73 % und liegt damit etwas niedriger als in den Trockenheidebiotopen. Ursächlich hierfür ist die geringere Artenzahl der Araneida auf dem Weg des feuchten Dünentals (11 Arten gegenüber 15 in der Vegetation) (Abb. 9).

Die größte Dominanzstruktur-Übereinstimmung ergibt sich für die Spinnenfauna im feuchten Dünental zwischen der Vegetation und der Vertrittfläche des Weges. Der Weg stellt für die Arten des feuchten Dünentales eine Barriere dar, die Gesamt-Aktivitätsdichte

©Faunistisch-Ökologische Arbeitsgemeinschaft e.V. (FÖAG);download www.zobodat.at

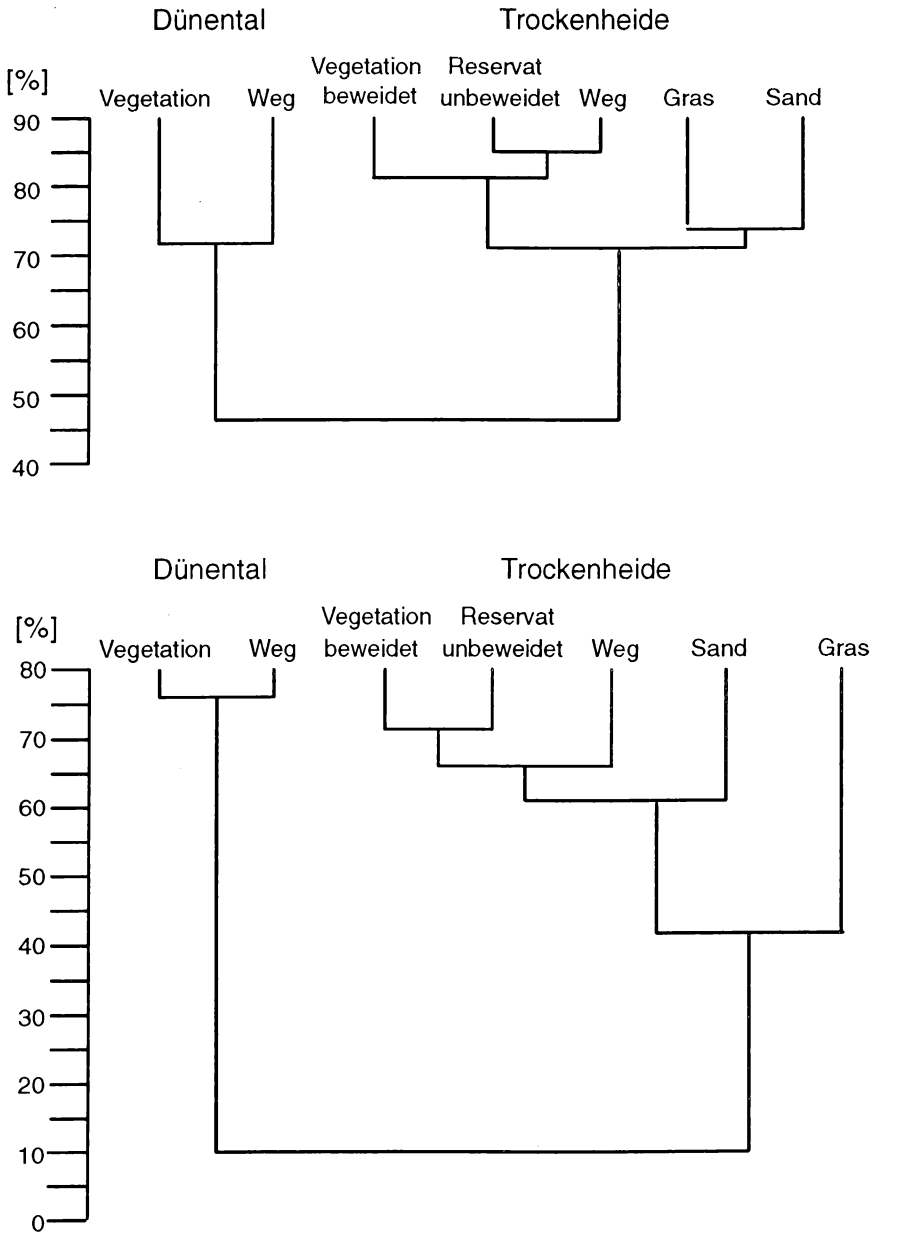

Abb. 9: Average-Cluster-Analyse der Dominanzidentität (Renkonen-Index, unten) und Artenidentität (Sørensen-Index, oben) der Araneida in den untersuchten Biotopen

©Faunistisch-Ökologische Arbeitsgemeinschaft e.V. (FÖAG);download www.zobodat.at

geht deutlich zurück. Weitere Arten treten jedoch nicht hinzu, so daß die Dominanzstruktur und die Dominanzpositionen der einzelnen Arten in relativ hohem Maße identisch sind.

In den unterschiedlichen Bereichen der Trockenheide ergeben sich Dominanzidentitäten von 61 bis 71 % für die Faunenelemente des Weges sowie der beweideten und unbeweideten Heideflächen. Deutlich davon unterschieden sind die Besiedlung der offenen Sandstellen, die ein verringertes Arteninventar aufweisen sowie der Graskuppe, bei der im Vergleich zu den anderen untersuchten Flächen eine veränderte Dominanzstruktur vorliegt.

5. Diskussion

Die meisten Naturlandschaften sind durch anthropogene Beeinflussung verändert, die Gefährdung der Tier- und Pflanzenarten ist weiter steigend. Die Forderung nach Schutzgebieten wird einerseits von immer mehr Menschen mitgetragen, andererseits wächst der Belastungsdruck auf diese Lebensräume durch den Erholungsanspruch in ungestörter Natur. Die Minimalgröße für ein Schutzgebiet und das vertretbare Maß an weiterbestehender Nutzung werden je nach Interessenlage unterschiedlich diskutiert (HEYDEMANN 1980). Ebenso verhält es sich bei der Frage nach Ersatzlebensräumen. Für die gefährdeten Heide-Ökosysteme der Nordfriesischen Inseln ist ebenso wie für die Festlandsheiden ein totaler Schutz anzustreben, weil:

- viele Tierarten auf die Pflanzengruppe der Ericaceen spezialisiert sind,
- ein Artenaustausch durch die Isolierung von Festlands- und Inselheiden nicht stattfindet und
- nur eine geschlossene „Biotopkette" (Vernetzung) der verschiedenen Heide-Typen die typische Artenvielfalt durch Austauschprozesse langfristig zu erhalten vermag.

Die vorliegende Arbeit versucht anhand ausgewählter Tiergruppen einen ersten Ansatz zur Erfassung der ökosystemaren Vernetzung zweier Zwergstrauchheide-Gesellschaften zu liefern.

HUBLÉ & MALFAIT (1981) konnten auf der Nordseite von Dünen mehr euryöke Arten feststellen als auf der trockenen, warmen Südseite. Allerdings kommt es nur in den Dünentälern zu einer Moorbildung. Nach TIETZE (1977) ist das Arteninventar der Laufkäfer (Carabidae) im feuchten Dünental dem des Entwicklungsstadiums eines Bultenhochmoor-Pfeifengrasriedes vergleichbar, allerdings bei deutlich höherer Artenzahl der Dünenheide. Es wurden mehrere spezialisierte und hochgefährdete Arten festgestellt.

Das Arteninventar des Trockenheide-Biotopkomplexes entspricht weitgehend dem einer Silbergrasflur.

Auf den Vertritt der Trockenheide reagieren die Laufkäfer vornehmlich mit Artenausfällen und die Spinnen mit deutlicher Verringerung der Laufaktivität. Durch die Fernwirkung der Wege (Spaziergänger) ergeben sich auch Einflüsse auf weitere in dieser Arbeit nicht berücksichtigte Arten wie Vögel und Schmetterlinge. Die Fluchtdistanz einzelner Vogelarten beträgt 50–100 m.

Die Vögel verlassen bei andauernden Störungen ihre Brutgelege und die Schmetterlinge können bei starkem Wind (durch fehlendes Heimfindevermögen) aus ihrem Biotop verdriftet werden. Das Wegenetz darf aus diesem Grund eine entsprechende Dichte (mind. doppelter Abstand der Fluchtdistanz) nicht überschreiten.

©Faunistisch-Ökologische Arbeitsgemeinschaft e.V. (FÖAG);download www.zobodat.at

Vegetationsfreie Stellen begünstigen auch Arten, wie z. B. den Schmetterling (Lepidoptera) *Satyrus semele* oder die im Sand brütenden Hautflügler-Arten (Hymenoptera) aus den Gattungen *Ammophila* und *Halictus*. Solche Stellen treten aber bereits natürlicherweise auf und brauchen nicht zusätzlich erzeugt werden.

Durch den Einfluß der Beweidung lassen sich für die Laufkäfer deutliche Unterschiede lediglich in der Dominanzstruktur feststellen, die nicht eindeutig mit einer Vegetationssukzession erklärt werden können.

In der nichtbeweideten Trockenheide tritt der Laufkäfer *Calathus erratus* eudominant auf. Als allgemeine Art sandiger Böden erlaubt die hohe Laufaktivitätsdichte keine Interpretation im Sinne einer Förderung und Stabilisierung der typischen Faunen-Gesellschaft von Silbergrasfluren.

Der selektive Verbiß bestimmter Pflanzen als Parameter wird sich deutlicher auf pflanzengebundene Arten auswirken, wie Nektarsauger und Pollensammler. Diese Arten profitieren bei ausbleibender Beweidung von dem vergrößerten Nahrungsangebot der sich vermehrenden Blütenpflanzen.

Aus der geschilderten Problematik ergeben sich folgende Forderungen für die Anlage von Wegen:

- Der Wegeabstand sollte 200–500 m betragen.
- Die unbefestigten Wege sind zu markieren.
- Besonders frequentierte Strecken in belasteten Heideflächen sind durch Holzbefestigungen zu schützen oder als Holzstege anzulegen.

Bei ausreichender Reservatgröße ist eine definierte Beweidungseinheit innerhalb des Reservates einem Beweidungsausschluß vorzuziehen. Der Beobachtungszeitraum sollte mehrjährig angelegt sein, um klimatische Einflüsse gegen endogene Bestandsschwankungen und Beweidungseinflüsse abgrenzen zu können.

Der Nährstoffeintrag durch den Kot der hauptsächlich in der Salzwiese grasenden und in der Heide ruhenden Schafe ist als negativ zu bewerten. Dies ist besonders im Zusammenhang mit dem Stickstoffeintrag aus der Luft zu sehen, der schon zu einer Eutrophierung der Magerstandorte führt.

6. Zusammenfassung

Von Mai bis September 1983 und 1984 wurde der Einfluß von Schafbeweidung und Vertritt durch Touristen auf die Laufkäfer- und Spinnenfauna atlantischer Heidegesellschaften auf der nordfriesischen Insel Sylt mittels Bodenfallen untersucht.

Die Auswirkungen der Schafbeweidung sowie touristischer Wanderaktivitäten auf die Artenzusammensetzung und die Dominanzstruktur werden anhand von Cluster-Analysen dargestellt.

Aufgrund der unterschiedlichen Präferenz verschiedener Arten hinsichtlich Bodenfeuchte und Vegetationsstruktur ergaben sich deutlich unterscheidbare Laufkäfer- und Spinnen-Gesellschaften.

Auf den Wanderwegen sind Laufaktivität und Artendichte geringer als in der Vegetation.

©Faunistisch-Ökologische Arbeitsgemeinschaft e.V. (FÖAG);download www.zobodat.at

7. Summary

Natural heath formations of a north-frisian island and its impact by tourists and sheep-grazing.

Between may and september 1983 and 1984 the influence of sheep-grazing and tourist-walking on the carabid beetle and spider fauna of atlantic heaths of the north-frisian island of Sylt was investigated by means of pitfall-traps.

The effects of sheep-grazing and tourist-walking concerning species composition and dominance structure are shown by average-cluster-analysis.

Because of different preferences of species for soil-humidity and the structure of vegetation, there are various distinguishable carabid beetle and spider communities.

On the walking paths activity density and species composition are lower than in the vegetation.

Anschrift des Verfassers:
Dipl.-Biol. Thomas Czech-Tiburtius
Forschungsstelle für Ökosystemforschung und Ökotechnik
Biologiezentrum der Universität Kiel
Olshausenstr. 40
2300 Kiel 1

©Faunistisch-Ökologische Arbeitsgemeinschaft e.V. (FÖAG);download www.zobodat.at

Literatur

ALMQUIST, S. (1973): Spider associations in coastal sand dunes. Oikos 24, 444–457.

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.

BACKLUND, H. O. (1945): Wrackfauna of Sweden and Finland. Opusc. Ent. Suppl. Lund. 236 pp.

BAKKER, J. P. & Ruyter, J. C. (1981): Effects of 5 years of grazing on a salt marsh vegetation. A study with sequential mapping. Vegetatio 44, 81–100.

BAKKER, J. P., De Bie, S., Dallinga, J. H. & Tjaden, P. &. D. V., Y. (1983): Sheep-grazing as a management tool for heathland conservation and regeneration in the Netherlands. J.appl.Ecol. 20, 541–560.

BAKKER, J. P. (1985): The impact of grazing on plant communities, plant populations and soil conditions on salt marshes. Vegetatio 62, 391–398.

BAKKER, J. P. (1987): Pflegeformen und Änderungen in der Salzwiesenvegetation. In: Kempf, N., Lamp, J. & Prokosch, P. (eds.) Salzwiesen geformt von Küstenschutz, Landwirtschaft oder Natur? Husum, WWF-Deutschland, 215–241.

BAKKER, J. P. (1989): Nature management by grazing and cutting. On the ecological significance of grazing and cutting regimes applied to restore former species-rich grassland communities in the Netherlands. Dordrecht: Kluwer Academic Pub.

BALOUGH, E. (1958): Lebensgemeinschaft der Landtiere. Akademie-Verlag, Berlin.

BETHGE, W. (1973): Ökologisch-physiologische Untersuchungen über die Bindung von *Erigone longipalpis* (Araneae, Micryphantidae) an das Litoral. Faun.-ökol. Mitt. 4, 223–240.

BOCHMANN, v. G. (1941): Die Spinnenfauna der Strandhaferdünen an den deutschen Küsten. Kieler Meeresforschung 4, 38–69.

BRAUN, R., et al. (1969): Zur Autökologie und Phänologie der Spinnenfauna des nordwestdeutschen Altmoränengebietes. Abh. senckenberg., naturforsch. Ges. 522, 1–89.

DESENDER, K., MALFAIT, J.-P., VANHERCKE, L. & DEURINCK, R. (1980): Investigations on coleoptera communities in different habitats. I. The carabid fauna of the dune nature reserve „De Westhoek" (De Panne, Belgium). Biol. Jb. Dodonaea 48, 102–110.

DIERSSEN, K. (1983): Rote Liste der Pflanzengesellschaften Schleswig-Holsteins. Schr.Reihe d. Landesamtes f. Natursch. und Landschaftspfl. S.-H. 6, 156 S. Kiel.

DIJKEMA, K. (1982): Natuurlijke aanwas en landdaanwinning. Waddenbulletin, 8–10.

DÜRKOP, H. (1934): Die Tierwelt der Anwurfzone der Kieler Förde. Schrift. Naturwiss. Ver. Schlesw.-Holst. 20, 480–540.

DUFFEY, E. (1968): An ecological analysis of the spider fauna of sand dunes. Journ. Animal. Ecol. 37, 641–674.

ELLENBERG, H. (1963): Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen in kausaler, dynamischer und historischer Sicht. In: Einführung in die Phytologie IV, Grundlagen der Vegetationsgliederung, Teil 2, Stuttgart.

FONSECA, d'A. (1978): Diptera, Orthorrhapha, Brachycera) Dolichopodidae, Handbook for the identification of British Insects. Vol. IX Part 5.

GRELL, O. (1991): Einfluß der Rinderbeweidung auf Brackwasser-Röhricht und Insel-Salzwiese. Faun.-ökol. Mitt. Suppl. 13, 21–43.

HAESELER, V. (1990): Wildbienen der ostfriesischen Insel Norderney (Hymenoptera: Apoidea) Faun.-Ökol. Mitt. 6, 125–146.

HAYKENA, A. (1965): Vegetationstypen der Küstendünen an der östlichen und südlichen Nordsee. Mitt. A. G. Floristik in S.-H. und H.H. 13.

HEITJOHANN, H. (1974): Faunistische und ökologische Untersuchungen zur Sukzession der Carabidenfauna (Col. Insecta) in den Sandgebieten der Senne. Abhandl. Landesmus. Naturk. Münster/ Westf. 4.

HEYDEMANN, B. (1960 a): Verlauf und Abhängigkeit der Spinnensukzession im Neuland der Nordseeküste. Verh. dt. Zool. Ges.

HEYDEMANN, B. (1960 b): Die biozönotische Entwicklung vom Vorland zum Koog. Vergleichend-ökologische Untersuchungen an der Nordseeküste. I. Teil: Spinnen (Araneae). Akademie der Wiss. und Lit., Abh. math.-nat. Kl. 11, Steiner, Wiesbaden, 747–913.

HEYDEMANN, B. (1964): Die Spinnenfauna des NSG „Bottsand", der Kohlberger Heide und des Schönberger Strandes (Araneae). Faun.-ökol. Mitt. Norddeutschl. 2.

©Faunistisch-Ökologische Arbeitsgemeinschaft e.V. (FÖAG);download www.zobodat.at

HEYDEMANN, B. (1969): Ökologische Untersuchungen zum Problem der halophilen und haloresistenten Spinnen. Bull. Mus. Nat. D' Hist. Nat. 41, 226–232.

HEYDEMANN, B. (1973): Zum Aufbau semiterrestrischer Ökosysteme im Bereich der Salzwiesen der Nordseeküsten. Faun.-ökol. Mitt. 4, 155–168.

HEYDEMANN, B. (1979): Responses of animals to spatial and temporal environmental heterogenety within salt marshes. In: Jefferies, R. L. & Davy, A. J. (eds.), Ecological processes in coastal environments. London, Blackwell.

HEYDEMANN, B. (1980 a): Die ökologische Gefährdung des Wattenmeeres und Grundlagen zu seinem Schutz. Natur & Landschaft 55, 240–249.

HEYDEMANN, B. (1980 b): Die ökologische Spezialisation des Wattenmeeres. Natur u. Landschaft 55, 232–239.

HEYDEMANN, B. (1981): Zur Frage der Flächengröße von Biotopbeständen für den Arten- und Ökosystemschutz. Jahrb. f. Naturschutz und Landschaftspflege 31, 1–31.

HEYDEMANN, B. (1983): Das Ökosystem „Küsten-Salzwiese" – Überblick. Faun. ökol. Mitt. 5, 249–279.

HOERSCHELMANN, C. (1990): Ökologisch-faunistische Untersuchungen der Verteilung von epigäischen Arthropoda (Araneae, Carabidae) in ausgewählten Strandwallbiotopen der schleswig-holsteinischen Ostseeküste. Diplomarbeit, Universität Kiel.

HOPKINS, P. J. &. WEBB, N. R. (1984): The composition of the beetle and spider faunas on fragmented heathlands. J. appl. Ecol. 21, 935–946.

HUBLÉ, J. & MALFAIT, J. P. (1981): Analysis of the spider fauna from a north and a south facing slope of a coastal dune (Belgium). Faun. ökol. Mitt. 5, 175–189.

HYLGAARD, T. & LIDDLE, M. J. (1981): The effect of human trampling on a sand dune ecosystem dominated by *Empetrum nigrum*. J. appl. Ecol. 18, 559–569.

IRMLER, U. & HEYDEMANN, B. (1985): Populationsdynamik und Produktion von *Erigone longipalpis* (Araneae, Micryphantidae) auf einer Salzwiese Nordwestdeutschlands. Faun. ökol. Mitt. 5, 443–454.

IRMLER, U. & HEYDEMANN, B. (1986): Die ökologische Problematik der Beweidung von Salzwiesen an der niedersächsischen Küste – am Beispiel der Leybucht. Natursch. u. Landschaftspflege Niedersachsen 11, 1–115.

IRMLER, U., HEYDEMANN, B. & WRAGE, H. A. (1987a): Beweidung der norddeutschen Salzwiesen – Probleme und Schutzmöglichkeiten. In: Deutscher Bund f. Vogelschutz, Jahrbuch 1988. Naturschutz Norddeutschland. Velber: Kallmeyer'sche Verlagsbuchhandlung, 91–96.

IRMLER, U., HEYDEMANN, B. & WRAGE, H. A. (1987b): Veränderungen der Wirbellosenfauna in Salzwiesen durch Beweidung. In: Kempf, L. J., Prokosch, P. (ed.), Salzwiesen: Geformt von Küstenschutz, Landwirtschaft oder Natur? Husum: WWF-Deutschland, 243–254.

KNÜLLE, W. (1953): Zur Ökologie der Spinnen an Ufern und Küsten. Z. Morph. Ökol. Tiere 42, 117–158.

MADER, H.-J. (1987): Die Verinselung der Landschaft aus tierökologischer Sicht. Natur u. Landschaft 55, 91–96.

MEYER, H. (1984): Experimentell-ökologische Untersuchungen an Gallmücken (Cecidomyiidae-Diptera) in Salzwiesenbereichen Nordwestdeutschlands. Faun. ökol. Mitt. Suppl. 5, 1–124.

MEYER, H. & HEYDEMANN, B. (1990): Faunistisch-ökologische Untersuchungen an Dolichopodiden und Empediden (Diptera – Dolichopodidae u. Empididae, Hybotidae) in Küsten- und Binnenlandbiotopen Schleswig-Holsteins. Faun. ökol. Mitt. 6, 147–172.

MÖLLER, J. (1965): Ökologische Untersuchungen über die terrestrische Arthropodenfauna im Anwurf mariner Algen. Z. Morph. Ökol. Tiere 55, 530–586.

RAHMANN, M., RAHMANN, H., KEMPF, N., HOFFMANN, B. & GLOGER, H. (1987): Auswirkungen unterschiedlicher landwirtschaftlicher Nutzung auf die Flora und Fauna der Salzwiesen an der ostfriesischen Wattenmeerküste. Senckenbergiana marit. 19, 163–193.

REMMERT, H. (1960a): Der Strandanwurf als Lebensraum. Z. Morph. Ökol. Tiere 48, 461–516.

REMMERT, H. (1960b): Jahreszeit und Makroklima in ihrer Bedeutung für die Tierwelt des Strandanwurfs. Z. Morph. Ökol. Tiere 49, 504–520.

SCHÄFER, M. (1970): Einfluß der Raumstruktur in Landschaften der Meeresküste auf das Verteilungsmuster der Tierwelt. Zool. Jb. Syst. 97, 55–124.

SCHERFOSE, V. (1989): Salzmarsch-Pflanzengesellschaften der Leybucht – Einflüsse der Rinderbeweidung und Überflutungshäufigkeit. Drosera 89, 105–112.

©Faunistisch-Ökologische Arbeitsgemeinschaft e.V. (FÖAG);download www.zobodat.at

SCHMEISKY, H. (1977): Der Einfluß von Weidetieren auf Salzpflanzengesellschaften an der Ostsee. Ber. Int. Symos. (Vegetation und Fauna), Vaduz.

SOMMER, R. G. (1978): Experimentell-ökologische Untersuchungen an Dolichopodidae (Diptera, Brachycera) im Grenzbereich Land – Meer. Diss. Universität Kiel.

STRENZKE, K. (1961): Der Tagesgang im Strandanwurf und seine ökologische Bedeutung. Verh. Dtsch. Zool. Ges. Saarbrücken.

STÜNING, D. (1988): Biologisch-Ökologische Untersuchungen an Lepidopteren des Supralitorals der Nordseeküste. Faun. ökol. Mitt. Suppl. 7, 1–116.

TIETZE, F. (1977): Zur Ökologie, Soziologie und Phänologie der Laufkäfer (Coleoptera, Carabidae) des Grünlandes im Süden der DDR. I.Teil. Die Carabidae der untersuchten Lebensorte. Hercynia (Leipzig) N. F. 10, 3–76.

TISCHLER, T. (1985): Freiland-experimentelle Untersuchungen zur Ökologie und Biologie phytophager Käfer (Coleoptera: Chrysomelidae, Curculionidae) im Litoral der Nordseeküste. Faun. ökol. Mitt. Suppl. 6, 1–180.

TRETZEL, E. (1953): Zur Ökologie der Spinnen (Araneae). Autökologie der Arten im Raum Erlangen. Sitzungsber. phys.-med. Soc. Erlangen 75, 36–131.

TSCHIRNHAUS, M. v. (1981): Die Halm- und Minierfliegen im Grenzbereich Land–Meer der Nordsee. Eine ökologische Studie mit Beschreibung von zwei neuen Arten und neuen Fang- und Konservierungsmethoden (Diptera: Chloropidae et Agromyzidae). Spixiana Suppl. 6, 1–405.

WEBB, N. R. & HOPKINS, P. J. (1984): Invertebrate diversity on fragmented Calluna heathland. J. appl. Ecol. 21, 921–933.

WESEMÜLLER, H. & LAMP, J. (1987): Die Nutzung der Salzwiesen im niedersächsischen und hamburgischen Wattenmeer. In: Kempf, N.; Lamp, J. & Prokosch, P. (eds.) Salzwiesen: Geformt vom Küstenschutz, Landwirtschaft oder Natur? Husum: WWF-Deutschland, 113–122.

WESTHOFF, V. (1985): Nature management in coastal areas of Western Europe. Vegetatio 62, 523–532.

WIEHLE, H. (1960): Die Spinnentiere oder Arachnoidea (Araneae) XI Micryphantidae. In: Dahl, F. (ed.), Tierwelt Deutschlands, Jena.

WRAGE, H. A. (1978): Über Struktur und Abwandlung der Stelzenmücken-Populationen im Ökosystem Salzwiese der Nordseeküste (Limoniidae, Diptera, Nematocera). Mitt. dtsch. Ges. allg. angew. Ent. 1, 220–223.

WRAGE, H. A. (1982): Ökologie der Stelzenmücken (Limoniidae) des Litorals und angrenzender Gebiete im Nordseeküstenbereich (Diptera, Nematocera). Faun. ökol. Mitt. Suppl. 3, 1–48.

©Faunistisch-Ökologische Arbeitsgemeinschaft e.V. (FÖAG);download www.zobodat.at