

Zur Käferfauna von Sandtrockenrasen und Heidegesellschaften in Hudelandschaften des Emslandes (Nordwestdeutschland) (Coleoptera: Carabidae, Elateridae, Byrrhidae et Tenebrionidae).

Bodo Falke und Thorsten Assmann

Abstract: The beetle fauna of sand dunes and heathlands in pasture landscapes in north-west Germany. – In 1995 and 1996 oligotrophic sand dunes with poor grass vegetation and heath-covered areas at six locations in north-west Germany were sampled by pitfall trapping and hand-picking for the presence of species from four beetle families. In four localities the surrounding habitats were additionally sampled. 104 carabid, 11 elaterid, 5 byrrhid and 4 tenebrionid species were recorded and characterised regarding their habitat preferences. The indices of species identity and Renkonen showed high dissimilarities between the carabid fauna of most sampling sites. While stenotopic species represented a comparatively small proportion of the total species numbers at the sampling sites, high proportions of eurytopic or even not indigenous species were found. High proportions of brachypterous individuals of stenotopic wing-dimorphic species were present, indicating a high stability of the habitats in time. Stenotopic species with low dispersal abilities show a strong decline in the smaller sampling sites. The occurrence of many endangered ground beetle species at the sampling sites indicated the importance for nature conservation.

1. Einleitung

In den letzten 100 Jahren entwickelten sich Sandtrockenrasen und *Calluna*-Heiden in Nordwestdeutschland zu meist kleinflächigen und stark fragmentierten Relikten. Noch im 19. Jahrhundert, besonders aber zum Höhepunkt der mittelalterlichen Waldverwüstung Mitte des 18. Jahrhunderts, waren diese Vegetationseinheiten großflächig verbreitet (vgl. SCHRÖDER 1989, POTT & HÜPPE 1991). Besonders in den letzten Jahrzehnten verschwanden die Sandtrockenrasen immer mehr aus dem Landschaftsbild, weil sie wegen ihrer wirtschaftlichen Bedeutungslosigkeit in einer intensiv genutzten Landschaft nicht mehr geduldet werden (JECKEL 1984).

Unter den Laufkäfern gehören die charakteristischen Arten der Sandtrockenrasen und Heiden zu den durch Lebensraumverlust und andere Faktoren am meisten gefährdeten Arten, so daß diese vielerorts starke Rückgangstendenzen zeigen (DESENDER & TURIN 1989, TRAUTNER et al. 1997). Der faunistische und ökologische Kenntnisstand über Elateriden, Byrrhiden und Tenebrioniden ist hingegen vergleichsweise lückenhaft. Da verschiedene Arten dieser Familien zur typischen Fauna der Sandtrockenrasen und Heiden gehören (vgl. z. B. SCHJÖTZ-CHRISTENSEN 1957, MOSSAKOWSKI 1970, KROKER 1980), wurden diese Familien zusätzlich faunistisch bearbeitet.

In der vorliegenden Arbeit wurde mit Bodenfallen- und Handfängen in 6 Gebieten im mittleren Emsland die Besiedlung der Sandtrockenrasen und *Calluna*-Heiden durch die bearbeiteten Käferfamilien analysiert, wobei folgende Fragen im Vordergrund standen:

- (1) Welches Artenspektrum zeigen die Käferzönosen in den Vegetationseinheiten?
- (2) Welche Strukturen und Bereiche präferieren die (stenotopen) Arten, und welche Unterschiede lassen sich in der Besiedlung der Fangstellen feststellen?
- (3) Kann anhand der Anteile von Arten und Individuen mit verschiedenem flugdynamischen Ausbreitungspotential (flügeldimorphe Arten) eine Abschätzung der Stabilität der untersuchten Lebensräume erfolgen?
- (4) Welche Veränderungen lassen sich im Vergleich mit den faunistischen Angaben von RABELER (1947) bezüglich der Carabidenfauna in den emsländischen Sand- und Heidegebieten feststellen?
- (5) Welche Folgerungen für den Naturschutz lassen sich aus den Ergebnissen ableiten?

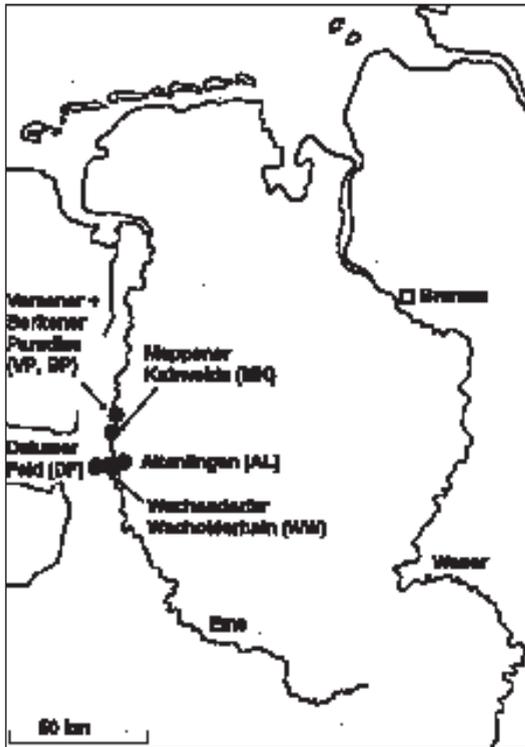


Abb. 1: Lage der Untersuchungsgebiete in Nordwestdeutschland mit Angabe der verwendeten Abkürzungen für die Gebiete.

2. Untersuchungsgebiete und Charakterisierung der Fangstellen

Wie die meisten großen norddeutschen Flüsse wird auch das diluviale Tal der Ems auf einem wenige Kilometer breiten Streifen beiderseits des Flusses von einer Binnendünenkette begleitet. Die 6 bearbeiteten Untersuchungsflächen liegen im Bereich des „Dünengürtels“ der mittleren Ems zwischen Lingen und Versen (ca. 4 km nordwestlich von Meppen) im Verwaltungsbereich des Landkreises Emsland (Abb. 1).

Die Untersuchungsgebiete NSG Borkener Paradies, Versener Paradies, NSG Meppener Kuhweide und Altenlingen sind typische Hudelandschaften (POTT & HÜPPE 1991), in deren Vegetationsmosaik sich unter dem Einfluß jahrhundertlang andauernder Weidewirtschaft Silbergrasfluren auf durch Wind, Tritt und Verbiß offen gehaltenen Bereichen der Binnendünen finden. Als Folgesellschaft auf verfestigten und schon relativ humusreichen Sandböden, z. B. auf lange festgelegten Dünenbereichen, begleiten und umgeben hier in der Regel Heidenelkenrasen (*Diantho-Armerietum*) die *Corynephoreten*. In diesen Gebieten finden sich die *Corynephoreten* in zwei Subassoziationen: dem *Spergulo-Corynephorum typicum* mit lückiger Vegetationsstruktur und dem flechten- und moosreichen *Spergulo-Corynephorum cladonietosum*. Der Wachendorfer Wacholderhain (Teilgebiet 1) und das Dalumer Feld liegen etwa 0,5 bzw. 1,5 km von der Ems entfernt und sind typische Heidelandschaften im Bereich der dünenbedeckten westlichen Emsterasse, die physiognomisch durch das *Genisto-Callunetum* bestimmt sind. Die *Calluna*-Heiden wachsen durchweg auf trockenen, nährstoffarmen, podsolierten Sandböden, auf denen sich umfangreiche Rohhumusschichten gebildet haben. In diesen Gebieten findet sich vor allem die flechtenreiche Subassoziation der Silbergrasfluren auf mehr oder weniger großer Fläche, z. B. in Windanrissen von Dünen. Das *Genisto-Callunetum cladonietosum*, das aus kleinen, in der Regel nur 1 – 3 m² großen kryptogamenreichen Synusien abwechselnd mit *Calluna vulgaris* strukturiert ist, leitet zu weitgehend geschlossenen Besenheidebeständen (*Genisto-Callunetum typicum*) über (vgl. POTT & HÜPPE 1991).

3. Methoden

Um in den Untersuchungsgebieten einheitliche und vergleichbare Fangstellen abzugrenzen, wurden Vegetationsaufnahmen durchgeführt (DIERSSEN 1990). Die zur Erfassung der Käfer eingesetzten Bodenfallen konnten so von vornherein inmitten homogener Bereiche der untersuchten Vegetationseinheiten plaziert werden. Die Bezeichnung der Fangstellen erfolgt aus dem Kürzel der Unter-

suchungsgebiete (siehe Abb. 1), an das klein geschrieben ein Buchstabe für die untersuchte Pflanzengesellschaft angehängt wird: c = Spergulo-Corynephoretum, g = Genisto-Callunetum, d = Diantho-Armerietum. Als Fangbehälter dienten handelsübliche Honiggläser (9,6 cm Höhe und 7,3 cm innerer Öffnungsdurchmesser) und als Fangflüssigkeit fand die von RENNER (1982) vorgeschlagene Lösung Verwendung (40 % Ethanol, 30 % Wasser, 20 % Glycerin, 10 % Essigsäure, einige Tropfen Detergenz). Mit Ausnahme der Silbergrasfluren im Borkener Paradies waren die Fallen in allen Untersuchungsgebieten durchgängig vom 5. April bis zum 18. Oktober 1995 ausgebracht. Die Entnahme des gefangenen Materials und das Ausbringen neuer Fangflüssigkeit erfolgte im wöchentlichen Rhythmus. In jedem Gebiet wurden in den Corynephoretum 5 Bodenfallen mit einem Mindestabstand von 10 m eingesetzt (Fangstellen ALc, MKc, VPc, DFc, WWc). Im Versener Paradies und in Altenlingen wurden 2 und in der Meppener Kuhweide 3 der 5 Fallen im Corynephoretum typicum eingesetzt. Die anderen Fallen der Corynephoretum-Fangstellen dieser Gebiete waren im C. cladonietosum ausgebracht, in dem sie im Wachendorfer Wacholderhain und Dalumer Feld abschließlich standen. Für die Corynephoretum im Borkener Paradies (BPc) wurden ausschließlich Laufkäfer aus 6 Formalin-Bodenfallen ausgewertet, die von Frau S. Merkmens im Rahmen einer arachnologischen Untersuchung vom 26.2. bis 18.12.1996 ausgebracht waren. Dabei standen 4 Fallen im Corynephoretum typicum und 2 Fallen in Bereichen, die der Variante des Corynephoretum mit dem neophytischen Kaktusmoos *Campylopus introflexus* zugeordnet werden können. Für dieses Gebiet konnte zudem das aus vorhergehenden Untersuchungen bekannte Artenspektrum mit berücksichtigt werden (ASSMANN & FALKE 1997, FALKE et al. 2000). Vom 5. April bis 18. Oktober 1995 waren jeweils in 2 Untersuchungsgebieten zusätzlich je 5 Bodenfallen eingesetzt: in den Genisto-Calluneten des Wachendorfer Wacholderhains (WWg) und Dalumer Feldes (DFg) sowie in den Diantho-Armerieten des Versener (VPd) und Borkener Paradieses (BPd). Ergänzend wurden in unregelmäßigen Abständen in allen Untersuchungsflächen Handaufsammlungen durchgeführt.

Die nachgewiesenen Arten der bearbeiteten Käferfamilien wurden hinsichtlich ihrer Bindung an die untersuchten Lebensräume bzw. ähnlicher ökologischer Ansprüche zu ökologischen Gruppen zusammengestellt. Besondere Berücksichtigung fanden dabei regionale Aspekte und eine Analyse der eigenen Fangdaten. Die Angaben sind im wesentlichen den Arbeiten von BARNER (1937, 1949, 1956), LINDROTH (1945, 1985, 1986), HORION (1953, 1955, 1956), SCHJØTZ-CHRISTENSEN (1957, 1965), KOCH (1968), MOSSAKOWSKI (1970), DEN BOER (1977), ZEISING & SIEG (1978), KROKER (1980), ASSMANN & STARKE (1990), BARNDT et al. (1991), TURIN et al. (1991) und TURIN (2000) entnommen.

Zur Berechnung von Ähnlichkeiten zwischen den Fangstellen wurde die Artenidentität (vgl. SOUTHWOOD 1978) und der Renkonen-Quotient (Dominanzidentität) herangezogen, wobei der jeweilige Gesamtfang des Untersuchungsjahres an einer Fangstelle berücksichtigt wurde. Der Vergleich von Dominanzen durch den Renkonen-Quotient ist nur eingeschränkt interpretierbar, da z. B. charakteristische, aber „seltene“ oder „sehr seltene“ Arten mit einem geringeren Anteil in das Gesamtergebnis eingehen als „dominante“, aber eurytope Arten.

Alle Laufkäferarten wurden den Alaeausbildungstypen „makropter“, „brachypter“ und „dimorph“ zugeordnet (LINDROTH 1945, 1985, 1986, DEN BOER 1977, DESENDER 1989, TURIN 2000). Die Ausbildung der metathorakalen Alae wurde bei den gefangenen Individuen der flügelmorphen Laufkäferarten überprüft und der Anteil brachypterer (flügelloser und kurzflügeliger) sowie makropterer (voll geflügelter) Individuen protokolliert.

Um abzuschätzen, ob der erfolgte Erfassungsaufwand im Hinblick auf die Gesamtartenzahl ausreichend war, wurde die Shinozaki-Methode als Rarefaction-Verfahren für qualitative Bestandsaufnahmen angewandt (ACHTZIGER et al. 1992). Aus den Artnachweisen je Beobachtungseinheit (der Arten-Frequenz-Verteilung) wurde dabei eine Kurve der zu erwartenden Artenzahl in Abhängigkeit von der Anzahl der Erfassungseinheiten berechnet. Artenzahlen aus Fangergebnissen mit unterschiedlichen Individuenzahlen lassen sich so als konkret definierte Punkte einer Artenzahl-Erfassungseinheiten-Kurve vergleichen, da ein Bezug zu einer standardisierten und gemittelten Individuenzahl n einer durchschnittlichen Probenahme hergestellt wird. Der Erwartungswert $S(q)$ wurde nach der Formel

$$S(q) = \sum_{i=1}^s \left[1 - \frac{\frac{Q - a_i}{q}}{\frac{Q}{q}} \right]$$

berechnet (vgl. ACHTZIGER et al. 1992); wobei:

$S(q)$ = zu erwartende Artenzahl für $q = 1, 2, 3, \dots, Q$,

q = Erfassungseinheit (1, 2, 3, ..., Q),

a_i = Anzahl Erfassungseinheiten, in denen die Art i vorkommt (festgestellte Artenfrequenz),

S = festgestellte Gesamtartenzahl.

4. Ergebnisse

Die Laufkäfer dominierten hinsichtlich der Anzahl nachgewiesener Arten und Individuen. Aus dieser Familie konnten insgesamt 104 Arten und 14.185 Individuen in den Gebieten nachgewiesen werden (Tab. 1), wobei mit *Trichocellus cognatus* eine Art in die Nachweisliste aufgenommen ist, die außerhalb des Untersuchungszeitraumes durch Handfang in *Calluna*-Heiden der Fangstellen WWg und DFg nachgewiesen wurde (Assmann leg.). Fünf Arten konnten an allen Fangstellen und 13 Arten in allen 6 Untersuchungsgebieten erfaßt werden. *Calathus fuscipes* (4394 Individuen) und *C. erratus* (4139 Individuen) waren die am häufigsten gefangenen Arten. Jeweils eine der beiden Arten stellte mit Ausnahme der Fangstelle WWg (*Carabus problematicus*) die dominanteste Art an den Fangstellen. Die an den Fangstellen registrierten Artenzahlen lagen zwischen 29 und 48.

Außerdem wurden 11 Schnellkäfer- (262 Individuen), 5 Pillenkäfer- (230 Individuen) und 4 Schwarzkäferarten (37 Individuen) gefangen (Tab. 2). Lediglich *Cardiophorus asellus* und *Morychus aeneus* ließen sich in allen Untersuchungsgebieten nachweisen.

Die nach den Kenntnissen der Habitatbindung aus der Literatur (s.o.) vorgenommene Gruppierung ist in Tab. 1 und 2 dargestellt.

Die Ermittlung der Artenidentität (Tab. 3) zeigt, daß nur 16,9 bis 56,1 % des Laufkäferartenbestandes zwischen den Fangstellen übereinstimmt. Die vergleichsweise höchsten Ähnlichkeiten (> 50 %) wurden für die Fangstellen im Corynephorum und Genisto-Callunetum des Dalumer Feldes (DFc, DFg) und für das Corynephorum der Hudefläche Altenlingen (ALc) im Vergleich mit den beiden Fangstellen im Diantho-Armerietum (BPd, VPd) ermittelt. Eine sehr große Schwankungsbreite von 7,5 bis 84,3 % wurde für die Renkonen-Quotienten der Fangstellen festgestellt (Tab. 3). Die höchsten Ähnlichkeiten zeigen die Silbergrasfluren der Hudefläche Altenlingen mit 84,3 % Dominanzidentität mit den Fangstellen im Versener Paradies (VPc, VPd) sowie die Fangstellen des Dalumer Feldes und Wachendorfer Wacholderhains, in denen die Silbergrasfluren von Beständen des Genisto-Callunetum umgeben sind, mit Werten von 49,9 bis 77,4 % (WWc, WWg, DFc, DFg). Die meisten Fangstellen lassen sich nach den ermittelten Identitätswerten als relativ bis sehr unähnlich charakterisieren (Dominanz- und Artenidentitäten < 50 bzw. 25 %).

Tab. 3: Ähnlichkeit der Laufkäferfauna der Fangstellen nach Artenidentität (oberes Kombinationsfeld und Dominanz-Identität (Renkonen-Quotient, unteres Kombinationsfeld).

Die vergleichsweise höchsten Ähnlichkeiten zwischen Fangstellen sind grau unterlegt (Artenidentität: > 50 %, Dominanzidentität: > 75 %).

	WWg	DFg	WWc	DFc	ALc	MKc	VPc	BPc	VPd	BPd
WWg		40,4	33,3	40,4	38,0	27,3	20,3	16,9	33,9	36,9
DFg	77,1		43,9	53,6	37,9	24,5	25,5	23,4	32,7	24,3
WWc	88,0	77,4		43,9	28,8	23,1	27,5	28,3	25,5	22,1
DFc	48,9	83,3	88,1		38,7	35,7	35,1	30,9	32,8	35,7
ALc	14,3	14,4	20,2	14,8		45,8	44,9	38,3	53,1	56,1
MKc	32,9	45,2	48,1	57,4	51,8		43,9	38,2	43,2	45,3
VPc	12,8	15,1	20,5	15,1	84,3	54,2		30,9	42,2	38,3
BPc	28,9	38,8	38,3	46,3	12,7	42,8	12,3		31,0	40,8
VPd	11,3	13,9	17,7	12,4	84,3	50,9	84,3	7,5		48,1
BPd	30,2	33,4	36,5	31,1	42,5	48,4	51,8	30,8	42,0	

Zum Vergleich der ermittelten Artenzahlen wurden Shinozaki-Kurven nach der Rarefaction-Methode erstellt, die in Abb. 2 a-c getrennt nach befangenen Pflanzengesellschaften aufgetragen sind, da nach ACHTZIGER et al. (1992) nur Aufsammlungen einer taxonomischen Einheit aus dem gleichen „Biototyp“ verglichen werden können. Allen für die einzelnen Fangstellen ermittelten Kurven ist gemeinsam, daß sie im unteren Bereich gekrümmt sind und die Steigung mit zunehmender Anzahl eingesetzter Bodenfallen schwächer wird, ohne daß eine asymptotische Annäherung an eine bestimmte Artenzahl erkennbar ist. Nach ACHTZIGER et al. (1992) korrespondieren solche Kurven mit Er-

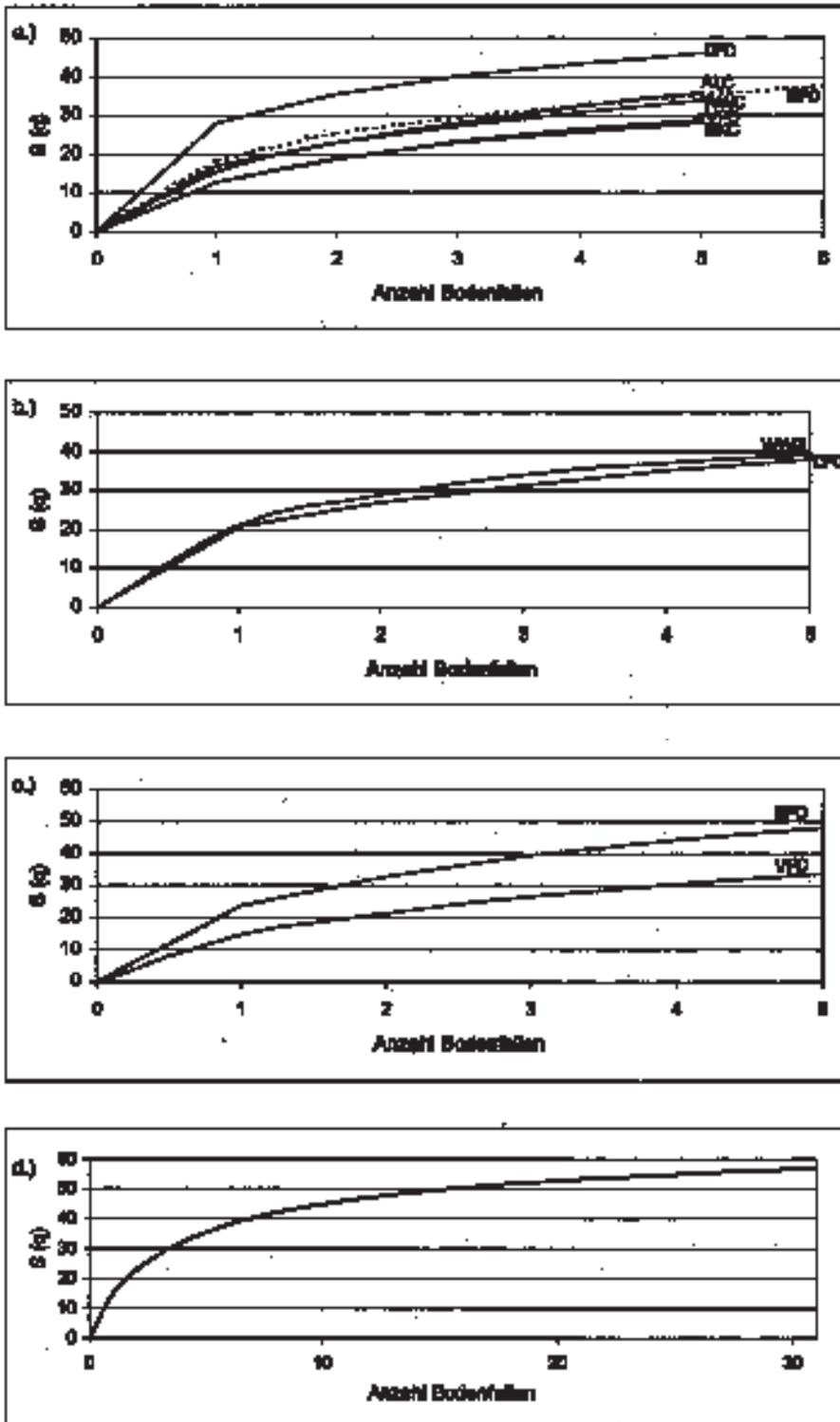


Abb. 2: Shinozaki-Kurven der Carabidae aus Bodenfallenfängen.

a.) Fangstellen im Corynephorum (ALc, BPC, DFC, MKc, VPc, WWc)

b.) Fangstellen im Genisto-Callunetum (DFG, WWg)

c.) Fangstellen im Diantho-Armerietum (BPD, VPd)

d.) Shinozaki-Kurve der Bodenfallenfänge aller Fangstellen im Corynephorum (nur indigene Arten).

fassungen, bei denen wenige häufige und viele nur in geringen Individuenzahlen auftretende Arten nachgewiesen werden. Aufgrund der ähnlichen Kurvenverläufe sind die Artenzahlen und die Häufigkeitsverteilung der Arten vergleichbar, auch wenn bei einer höheren Fallenanzahl wahrscheinlich mehr Arten nachgewiesen werden könnten. Die Kurve der Artenzahl-Erwartungswerte übertrifft für die Fangstellen DFc die fünf anderen Kurven deutlich (Abb. 2a). Die Kurve der Fangstelle BPd zeigt im Vergleich zu VPd nach stärkerer Steigung bis zur ersten Erfassungseinheit einen höheren, aber gleichartigen Verlauf (Abb. 2c). Der Kurvenverlauf für die Fangstellen DFg und WWg ist nahezu identisch (Abb. 2b).

Von den insgesamt nachgewiesenen 104 Laufkäferarten lassen sich hinsichtlich der Entwicklung der metathorakalen Alae nach den Angaben von DEN BOER (1977), LINDROTH (1985, 1986) und DESENDER (1989) 59 Arten als makropter, 34 Arten als flügeldimorph und 11 Arten als brachypter einstufen. Der Alaeausbildungstyp jeder Art ist in Tab. 1 angegeben. Die Anteile geflügelter und ungeflügelter Individuen von 12 ausgewählten Arten, die entweder eine sehr enge Bindung an die untersuchten Lebensräume haben oder in ausreichender Anzahl gefangen wurden, sind in Tab. 4 angegeben. *Calathus ambiguus* wird in den meisten Literaturangaben als konstant makropter beschrieben. Niederländische Tiere zeigen nach den Angaben von DEN BOER (1977) jedoch Flügeldimorphismus. Die von uns im Emsland festgestellten Individuen (n = 9) waren voll geflügelt. Bei *Bradycellus harpalinus* überwiegt der Anteil makropterer Tiere deutlich, bei *Calathus erratus*, *C. melanocephalus*, *Notiophilus aquaticus* und *Trechus obtusus* war der Anteil geflügelter Individuen gering, und von *Cymindis macularis*, *Harpalus autumnalis*, *H. neglectus*, *Notiophilus germinyi*, *Poecilus lepidus* sowie *Syntomus foveatus* wurden ausschließlich ungeflügelte Tiere festgestellt (Tab. 4).

Tab. 4: Anteil makropterer und brachypterer Individuen von ausgewählten flügel- bzw. polymorphen Arten (Individuen aller Untersuchungsgebiete zusammengefaßt; m = makropter, b = brachypter, N = Summe der Individuen).

Art	m	Anteil (%)	b	Anteil (%)	N
<i>Bradycellus harpalinus</i>	11	78,6	3	21,4	14
<i>Calathus ambiguus</i>	9	100	-	-	9
<i>Calathus erratus</i>	27	0,85	4112	99,35	4139
<i>Calathus melanocephalus</i>	2	0,21	968	99,79	968
<i>Cymindis macularis</i>	-	-	5	100	5
<i>Harpalus autumnalis</i>	-	-	4	100	4
<i>Harpalus neglectus</i>	-	-	47	100	47
<i>Notiophilus germinyi</i>	-	-	97	100	97
<i>Notiophilus aquaticus</i>	2	2,94	66	97,06	68
<i>Poecilus lepidus</i>	-	-	457	100	457
<i>Syntomus foveatus</i>	-	-	267	100	267
<i>Trechus obtusus</i>	3	6,67	42	93,33	45

5. Diskussion

5.1 Die Artengemeinschaften der Fangstellen – ökologische Gruppierung der Arten

Durch die Gruppierung der Arten nach Literaturangaben (s. o.) unter besonderer Berücksichtigung regionaler Aspekte und nach einer kritischen Analyse der Fangdaten lassen sich bei den Laufkäfern 9 ökologische Gruppen voneinander abgrenzen (Tab. 1).

Die erste Gruppe umfaßt 8 Arten, die sich als stenotope Arten der Silbergrasfluren in den Untersuchungsgebieten charakterisieren lassen. Insgesamt präferieren diese Arten vegetationslose bis spärlich bewachsene Flugsandflächen, deren typische Pflanzengesellschaft im nordwestdeutschen Tiefland das Corynephorum ist, sowie alle sukzessionsbedingten (fleckenreichen) Folgestadien der Gesellschaft auf festgelegten Dünenbereichen. Bodenfallenuntersuchungen im NSG Borkener Paradies (ASSMANN & KRATOCHWIL 1995) haben gezeigt, daß *Harpalus neglectus* und *Calathus ambiguus* ihre höchsten Fangzahlen im lückig bewachsenen Corynephorum typicum und auf nahezu unbewachsenen Sandflächen erreichen, während *Harpalus smaragdinus* und *Cy-*

mindis macularis fast ausschließlich in der flechtenreichen Variante (*C. cladonietosum*) gefangen wurden. Eine ähnliche Verteilung ließ sich an den Fangstellen dieser Untersuchung, an denen beide Subassoziationen untersucht wurden, aufgrund der niedrigen Zahl gefangener Individuen dieser Arten nicht beobachten (Tab. 1). Im Dalumer Feld und Wachendorfer Wacholderhain, in denen Bereiche des *C. typicum* im Untersuchungs-jahr aufgrund örtlicher Gegebenheiten nicht mit Fallen bestückt wurden (z. B. regelmäßig genutzt als Tontauben-Schießplatz im Dalumer Feld) konnten die für diese Subassoziation typischen Arten (z. B. *Harpalus neglectus*) durch Handfänge und kurzzeitige Köderfallenfänge in den 1990er Jahren nicht nachgewiesen werden. Der Nachweis von *Harpalus flavescens* aus dem Borkener Paradies gelang erstmals 1996 bei seit 1985 im Gebiet durchgeführten Laufkäferuntersuchungen (ASSMANN & FALKE 1997, FALKE et al. 2000).

Amara tibialis ist eine xerophile, spärlich bewachsene Sandböden bewohnende Art. Sie erreichte ihre höchste Aktivitätsdichte im Diantho-Armerietum des Borkener Paradies und wurde als einzige Art in die Gruppe der charakteristischen Arten von Corynephoreten und Diantho-Armerieten der untersuchten Gebiete eingestuft.

In die Gruppe der Arten des Genisto-Callunetum wurden 4 Arten eingeordnet, die sowohl sandige *Calluna*-Heiden als auch Zwergstrauchheiden auf entwässerten Hochmoortorfen besiedeln (z. B. MOSSAKOWSKI 1970). Die Bindung von *Bradycellus ruficollis* und *B. caucasicus* an Heidegesellschaften ist wahrscheinlich trophisch bedingt, da seziierte Käfer überwiegend *Calluna*-Samen im Verdauungstrakt aufwiesen (MELBER 1983). 8 Arten wurden in einer Artengruppe zusammengefaßt, die Pionier- und Aufbauphasen von *Calluna*-Heiden (auf Sand- und Torfböden verschiedener Feuchtestufen) präferieren und außerdem in Sandtrockenrasen vorkommen. Für alle Arten dieser Gruppe scheint hinsichtlich der Habitatqualität das Vorhandensein von offenen Stellen mit nicht geschlossener Vegetationsdecke wichtig zu sein. Vergleichsweise häufig werden diese Arten in mosaikartig strukturierten Heiden nachgewiesen. Vor allem *Bembidion nigricorne* und *Nebria salina* profitieren in der Populationsentwicklung von durchgeführten Bewirtschaftungsmaßnahmen wie Brennen oder Plaggen von Heideflächen (vgl. GARDNER & USHER 1989, DEN BOER & VAN DIJK 1994).

In eine weitere Gruppe wurden 8 Arten (z. B. *Calathus erratus*) gestellt, die typisch für trockene sonnenexponierte Sandböden und/oder *Calluna*-Heiden sind, jedoch in Nordwestdeutschland auch auf ackerbaulich genutzten Sandböden nachgewiesen werden können, wobei die meisten Arten dort sogar häufig auftreten (HINGST et al. 1995, TURIN 2000). 4 Arten wurden in die Gruppe sonstiger xerophiler Arten gestellt, da sie aufgrund der aus der Literatur vorliegenden Lebensraumcharakterisierungen und geringer Häufigkeit nicht eindeutig einer der ersten fünf Gruppen zugeordnet werden können. In der Gruppe eurytoper Arten sind 36 Arten zusammengefaßt, die in mehreren Lebensräumen optimal vorkommen, darunter auch Arten die nach MOSSAKOWSKI (1970) zu den typischen Sand- und Heidearten gehören, wie z. B. *Calathus fuscipes* und *C. melanocephalus*.

35 Laufkäferarten sind als Irrgäste eingestuft worden, deren Auftreten sich auf die zum Teil kleine Ausdehnung und verinselte Lage der Flächen zurückführen läßt, in die die nicht standortgemäßen Arten aus benachbarten Lebensräumen einwandern (zu erhöhten Artenzahlen in kleinen Flächen vgl. z. B. MADER 1983). Die Gruppe der Irrgäste kann noch getrennt werden in 26 hygrophile Arten, die vor allem bei den in Nähe des Überschwemmungsbereiches der Ems gelegenen Probestellen auftraten, und 9 Waldarten, die hauptsächlich in den von Wäldern umgebenen Gebieten Wachendorfer Wacholderhain und Dalumer Feld nachgewiesen wurden. Besonders auffällig ist hier die hohe Aktivitätsdichte von *Carabus problematicus* (42 bzw. 74,2 Individuen je Jahresfalle). Nach RIJNSDORP (1980) wandert diese Art in der niederländischen Drenthe ständig aus einem Wald in die angrenzende Heide ein (siehe auch ASSMANN 1998), obwohl sich die Art in diesem Lebensraum in den Niederlanden nachweislich nicht reproduzieren kann.

Bei den anderen untersuchten Familien (Tab. 2) lassen sich die beiden Tenebrioniden *Melanimon tibialis* und *Crypticus quisquilius*, der Schnellkäfer *Cardiophorus asellus* sowie die Pillenkäfer *Porcinolus murinus* und *Melanimon tibiale* als typische Arten der

Sandtrockenrasen und Heiden charakterisieren (HORION 1956, SCHJØTZ-CHRISTENSEN 1957, KOCH 1968, KROKER 1980). 12 Arten wurden als eurytop und drei Arten als Irrgäste eingestuft.

5.2 Regionaler Vergleich der Laufkäferfauna der Corynepforeten

Die Arten- und Dominanz-Identitäten der Fangstellen (Tab. 3) zeigen von wenigen Ausnahmen abgesehen große Unterschiede der Laufkäferfauna. Die als stenotope Bewohner des Corynepforetum charakterisierten Laufkäferarten nehmen unter den nachgewiesenen Arten an den Fangstellen einen nur mehr oder weniger kleinen Anteil ein, treten zum Teil nur vereinzelt an den Fangstellen auf und weisen in der Regel geringe Fangzahlen auf. Nur *Cicindela hybrida* und *Harpalus neglectus* sind im Borkener Paradies als dominante Arten einzustufen. Das Artenspektrum wird entweder von *Calathus erratus*, der in der Vegetationsentwicklung von Sandflächen stärker bewachsene Stadien präferiert (z. B. GRUBE & BEIER 1998) oder von der eurytopen Art *C. fuscipes* dominiert. Auch die bei der Rarefaction-Analyse erhaltenen Shinozaki-Kurven (Abb. 2 a-c) korrespondieren nach ACHTZIGER et al. (1992) mit Erfassungen, bei denen wenige häufige Arten sowie viele nur in geringen Individuenzahlen auftretende Arten nachgewiesen werden. Die niedrigen Artenidentitäten zwischen den Fangstellen sind vor allem auf Arten, die nur geringe Dominanzwerte erreichen, zurückzuführen. Nur wenn die häufigeren Arten an Fangstellen ähnliche Dominanzen aufweisen, ergeben sich hohe Renkonen-Identitäten. In verschiedenen Heidetypen Schleswig-Holsteins stellten IRMLER et al. (1994) eine vergleichbar hohe Heterogenität der Laufkäferfauna, auch innerhalb der untersuchten Heidetypen fest.

Bei einer Arten-Fläche-Analyse der in Nordwestdeutschland nur auf Corynepforeten beschränkten Arten, in die neben den emsländischen Untersuchungsgebieten auch 2 Flächen aus dem NSG Lüneburger Heide einbezogen wurden, zeigte sich eine signifikante Beziehung zwischen der Flächengröße der Silbergrasfluren und der Anzahl dort nachgewiesener stenotoper Arten (FALKE & ASSMANN 1997). Insbesondere dimorphe Arten mit geringem Ausbreitungspotential, von denen aus der Untersuchungsregion ausschließlich brachyptere Individuen bekannt sind (s. u.), wurden in kleineren Sandtrockenrasen nur vereinzelt festgestellt. Auch auf der mit 17 ha größten Fläche (im NSG Lüneburger Heide) konnten nicht alle stenotopen Arten gemeinsam und damit keine „gesättigte Taxozönose“ nachgewiesen werden. DE VRIES (1994) konnte eine Arten-Fläche-Beziehung für stenotope Laufkäfer niederländischer Heidegebiete aufzeigen. Die Zahl der Heidearten mit hohem Ausbreitungspotential geht bei Größen unter 8 bis 25 ha zurück. Arten mit geringem Ausbreitungspotential (überwiegend brachyptere Arten) nehmen in Gebieten unter 75 ha ab. Solche Arten unterliegen aufgrund stochastischer populationsdynamischer Prozesse und der durch die Flugunfähigkeit bedingten geringeren Rekolonisationsrate einem größeren Aussterberisiko (DEN BOER 1987).

Um abzuschätzen, inwieweit das Artenspektrum der Corynepforeten für die Region insgesamt erfaßt ist, wurde erneut das Rarefaction-Verfahren angewandt (Abb. 2d), wobei nur die als indigen angesehenen Arten und alle 31 in dieser Vegetationseinheit eingesetzten Fallen berücksichtigt wurden. In der Shinozaki-Kurve zeigt sich wiederum eine typische Verteilung mit wenigen häufigen und vielen seltenen Arten, jedoch auch eine stärkere Annäherung an einen Artenzahlwert bei einer hohen Fallenzahl. Zwischen 28 und 31 eingesetzten Fallen steigt der Artenzahl-Erwartungswert nur noch um insgesamt eine Art. Mit *Masoreus wetterhalii* ist aus der Region nur eine weitere stenotope Art bekannt, die 2000 erstmals für das Emsland an der Hammer Schleife bei Haselünne nachgewiesen wurde (leg. Persigehl).

5.3. Flugdynamisches Ausbreitungspotential der Arten

In stabilen, separierten Habitaten besteht für Arten, die genetisch bedingten Flügeldimorphismus aufweisen, ein Selektionsdruck, der zur vollständigen Brachypterie oder

sehr hohen Anteilen brachypterer Individuen in der Population führt (z. B. DARLINGTON 1943, DEN BOER 1977). In seit Jahrhunderten beweideten Hudelandschaften können auch Sandtrockenrasen durch ständiges Offenhalten der Grasnarbe (Verbiß, Tritt, Wind etc.) stabile Lebensräume darstellen. Intitialstadien des Coryneporetum und auch die kryptogamenreiche Ausbildung können jahrzehntelang auch ohne Beweidung fortbestehen (POTT & HÜPPE 1991). Die bei den flügeldimorphen Laufkäferarten im Emsland gefundenen Anteile makropterer Tiere weisen überwiegend eine beachtliche Ähnlichkeit zu den über Jahrzehnte erhobenen Verhältnissen in der Heidelandschaft der niederländischen Drenthe auf (Tab. 5, DEN BOER 1977) und liegen durchschnittlich deutlich unter den Werten, die DESENDER (1989) in verschiedenen Gebieten Belgiens gefunden hat, wobei hier unterschiedlich stabile und alte Lebensräume in die Berechnung eingingen. Nur die etwas höheren Anteile makropterer Individuen bei *Calathus erratus* sind auffällig. Vielleicht kommen hier zusätzliche Störgrößen an der Probestelle MKc zum Ausdruck, wo der Anteil von 1,3 % den Durchschnittswert aller anderen Fangstellen (0,19 %) übertrifft. Eine Überprüfung, ob sich die Anteile geflügelter Individuen zwischen den Probestellen unterscheiden (χ^2 -Vierfeldertest), ist aufgrund der in den meisten Fällen zu geringen Erwartungshäufigkeiten nur in zwei Fällen möglich. Auf dem 0,01- Signifikanzniveau besteht ein signifikanter Unterschied zwischen den Probestellen MKc und DFc ($\chi^2 = 8,35$), aber nicht zwischen MKc und DFg ($\chi^2 = 1,27$). Auf der jungen Nordseeinsel Lütje Hörn ist der Anteil makropterer Individuen dieser Art mit 6,4 % weit höher (PLAISIER & SCHULTZ 1991). Eine ähnliche Steigerung des Anteils geflügelter Individuen in instabilen Lebensräumen wird auch bei *C. melanocephalus* deutlich, der auf dem 1957 eingedeichten IJsselmeerpolder Oost-Flevoland von 1976 bis 1986 zwischen 23 und 42 % schwankte (AUKEMA 1995).

Tab. 5: Anteil makropterer Individuen bei flügeldimorphen Laufkäferarten im Vergleich mit anderen Gebieten (Drenthe (DEN BOER 1977), Belgien (DESENDER 1989), Lütje Horn (PLAISIER & SCHULTZ 1991), Oost-Flevoland (AUKEMA 1986)).

Art	Emsland	Drenthe	Belgien	Lütje Horn	Oost-Flevoland
<i>Calathus melanocephalus</i>	0,21%	0,23%	1,6%	9,2%	23-42%
<i>Calathus erratus</i>	0,67%	0,2%	0,3%	6,4%	
<i>Cymindis macularis</i>	0%	0%	21,4%		
<i>Harpalus neglectus</i>	0%	0%	0%		
<i>Notiophilus germinalis</i>	0%	1,2%	6,3%		
<i>Notiophilus aquaticus</i>	2,99%	2,6%	7,9%		
<i>Poecilus lapidus</i>	0%	0%	1,2%		
<i>Synotmus foveatus</i>	0%	0,23%	1,4%		
<i>Bradycecus harpalinus</i>	76,6%	76%	76,6%		

Bemerkungswert sind unter den Arten, von denen an den Fangstellen ausschließlich brachyptere Individuen gefunden wurden, besonders die stenotopen Arten, die in ganz Nordwestdeutschland und den angrenzenden Niederlanden in den letzten Jahrzehnten ausschließlich in der brachypteren Ausbildung festgestellt wurden, wie z. B. *Harpalus neglectus* und *Cymindis macularis* (vgl. DEN BOER 1977, ASSMANN & FALKE 1997, TURIN 2000), während sie in anderen Teilen ihres Verbreitungsareals Flügeldimorphismus zeigen und alte, makroptere Museumsexemplare vorhanden sind. Die vergleichsweise hohen Anteile brachypterer Individuen oder die Brachypterie dieser stenotopen Arten spricht korrespondierend zu historischen Karten und Quellen (z. B. PYRITZ 1972) für die hohe zeitliche Beständigkeit der Sandtrockenrasen in den untersuchten Gebieten.

5.4 Überregionaler Vergleich, Veränderungen der letzten Jahrzehnte und Gefährdungssituation

Vergleicht man das Artenspektrum emsländischer Coryneporetum mit anderen Untersuchungen aus Nordwestdeutschland (z. B. HEITJOHANN 1974) oder angrenzenden Regionen wie Dänemark (SCHJØTZ-CHRISTENSEN 1965) und Nordostdeutschland (BARNDT et al. 1991, GRUBE & BEIER 1998) zeigen sich viele Übereinstimmungen. Unter Berücksich-

tigung regionaler Besonderheiten läßt sich dabei festhalten, daß manche Arten im gesamten nordwestlichen Mitteleuropa stenotope Sandtrockenrasenbewohner sind (z. B. *Harpalus neglectus*) und daß mit zunehmender Kontinentalität charakteristische Arten hinzukommen, die im westlichen Niedersachsen oder im nördlichen Teil der Niederlande fehlen bzw. von denen nur wenige, zumeist alte Nachweise existieren (z. B. *Harpalus froelichii*, *H. hirtipes*, vgl. BARNDT et al. 1991, TURIN 2000). Weitere Arten gehören in den Niederlanden und Nordwestdeutschland zu den stenotopen Sandtrockenrasenarten (z. B. *H. smaragdinus*, *Calthus ambiguus*), besiedeln östlicher jedoch zunehmend auch andere Lebensräume. In Brandenburg dominieren auf vegetationslosen Sandoffenflächen oder Corynepforeten mit Vegetationsdeckungen von 5 bis 55 % stenotope Arten, wobei *H. flavescens* in den meisten dieser von GRUBE & BEIER (1998) untersuchten Gebiete mehr als 50 % aller Individuen stellt. Die Corynepforeten im Emsland weisen deutlich andere Dominanzstrukturen auf, da hier fast ausschließlich eurytope Arten dominieren.

Für Laufkäfer emsländischer Sandtrockenrasen und Heiden gibt es als ältere faunistische Angaben nur die von RABELER (1947), in denen allerdings die genaue Lage der Fundstellen fehlt. Ein zuzuordnender Nachweis liegt daher nur dann vor, wenn die betreffende Art in allen von Rabeler befangenen Gebieten auftritt oder dieser in der Faunistik von GERSDORF & KUNTZE (1957) vermerkt ist. Aus den wenigen Angaben läßt sich noch schließen, daß ein Aussterben von *Cicindela silvatica*, deren Larven nahezu ausschließlich in stark besonnten, flechtenbewachsenen Sandböden siedeln (z. B. TURIN 2000), im Emsland angenommen werden muß. In den letzten Jahrzehnten ist eine drastische Reduktion der Vorkommen dieser Art in ganz Mitteleuropa zu verzeichnen (z. B. DESENDER & TURIN 1989). *Bembidion nigricorne* konnte in den letzten Jahren von uns trotz intensiver Nachsuche nur an einer der sechs von RABELER (1947) angeführten Fundstellen festgestellt werden. Bemerkenswert ist weiterhin, daß RABELER durch wenige Handfänge exklusive Arten zahlreich nachweisen konnte, die in der vorliegenden Untersuchung bei erheblich größerem Fangaufwand nur in geringer Anzahl festgestellt wurden (z. B. *Cymindis macularis*).

Auch Rote Listen dokumentieren die Bestandsentwicklung und die daraus resultierende Gefährdungseinschätzung. In der Roten Liste des Bundesländer Niedersachsen und Bremen (ASSMANN & TERLUTTER 2001) werden 2 der nachgewiesenen Arten als vom Aussterben bedroht, 7 Arten als stark gefährdet, 9 Arten als gefährdet und zwei Arten auf der Vorwarnliste geführt (Tab. 1, BRD: 7 stark gefährdet, 6 gefährdet, 4 auf der Vorwarnliste, TRAUTNER et al. 1997). Zu den gefährdeten Arten zählen die meisten der stenotop eingestuften Arten (Tab. 1). Im Hinblick auf die naturräumlichen Gegebenheiten und die Nutzungsgeschichte der emsländischen Landschaft besitzen die Sandtrockenrasen und *Calluna*-Heiden der Region eine besondere Bedeutung für die Bestandsicherung dieser Laufkäferarten.

5.5 Folgerungen für den Naturschutz

Im Emsland einstmals großflächig verbreitete Sandtrockenrasen und Heiden entwickelten sich während des vergangenen Jahrhunderts zu meist kleinflächigen und stark fragmentierten Relikten. In der Laufkäferfauna dieser Gebiete sind noch einige, in der Regel stark gefährdete Arten zu finden. Auf die als besonders hoch einzustufende Gefährdungssituation der charakteristischen Laufkäferarten und -gemeinschaften weisen jedoch die gefundene Arten-Areal-Beziehung der stenotopen Arten, die nur noch lokal verbreiteten ausbreitungsschwachen Arten, die Unähnlichkeiten der an den Fangstellen gefundenen Artenspektren und Dominanzstrukturen sowie die hohen Anteile eurytoper, ubiquitärer und als Irgäste einzustufender Arten hin. Hinzu kommen in ihrer Auswirkung noch nicht abschätzbare Faktoren wie nachlassende Beweidungsdynamik mit Ruderalisierungseffekten, Auswüchse von Freizeitaktivitäten, gelegentlich durchgeführte Düngung und die Invasion des neophytischen Moores *Campylopus introflexus* (vgl. POTT & HÜPPE 1991). Die hohen Anteile flügelloser Individuen oder die vollständige Brachypterie dimorpher Arten belegen die hohe zeitliche Stabilität der Sandtrockenra-

sen an den Fangstellen. Wahrscheinlich sind alle im Weser-Ems-Gebiet aktuell zu klein, um artenreiche (möglichst sogar „gesättigte“) Laufkäfertaxozönosen zu erhalten (ASSMANN & FALKE 1997). Gerade die „alten“ und noch in mehreren Hektar Größe vorhandenen Sandtrockenrasen wie z. B. im Borkener Paradies besitzen damit eine herausragende Bedeutung für den Naturschutz. Die Vergrößerung von Sandoffenflächen sollte dort, wo noch vor Jahrzehnten solche Bereiche großflächig vorhanden waren, in Erwägung gezogen werden.

Einige Laufkäferarten wie z. B. *Cymindis macularis* sind nahezu ausschließlich in den *Cladonia*-reichen Stadien des Coryneporetum und Genisto-Callunetum zu finden. Solche Bestände halten sich gerade ohne Beweidung über Jahrzehnte (ELLENBERG 1996, POTT & HÜPPE 1991). Bei wiedereinsetzender Beweidung in solchen Bereichen können, wie es sich nach eigenen Beobachtungen im Bereich des Dalumer Feldes in den letzten vier Jahren zeigt, die *Cladonia*-Bestände in sehr kurzer Zeit drastisch reduziert werden. Eine jährlich schwankende Beweidungsintensität bzw. Auszäunung könnten Maßnahmen zum Erhalt dieser wertvollen Bereiche darstellen.

Heidelandschaften, in denen die verschiedenen Stadien des Genisto-Callunetum mosaikartig nebeneinander vorkommen, weisen eine diversere Laufkäferfauna auf (z. B. GARDNER 1991, IRMLER et al. 1994). Viele stenotope Arten der lückigen Pionierphasen reagieren hinsichtlich der Bestandesentwicklung positiv auf die Durchführung traditioneller Pflegemaßnahmen wie Plaggenstich, Brand (kurzfristig und kleinflächig) und Mahd (GARDNER & USHER 1989, MELBER 1993, DEN BOER & VAN DIJK 1994, MELBER & PRÜTER 1997, ASSMANN & JANSSEN 1999). Nach IRMLER et al. (1994) ist das Plaggen eine besonders geeignete Maßnahme zur Förderung der typischen Heidefauna. Mahd verhindert demnach wie Beweidung eine Vergrasung und Verbuschung der Heiden, andererseits fehlen bei alleiniger Durchführung dieser Maßnahme wichtige Alters- und Pionierstadien der Heide. Den *Calluna*-Samen fressenden Arten wie z. B. *Bradycellus* spp. ermöglicht die Reifephase von *Calluna vulgaris* mit maximaler Samenproduktion ein optimales Vorkommen (vgl. MELBER 1983). Als Naturschutzmaßnahmen sind aus dieser Sicht alle die zu fordern, mit denen eine heterogene Heidelandschaft erhalten werden kann, in der alle Stadien des Genisto-Callunetum auch im Kontakt zu offenen Sandflächen in mosaikartiger Verknüpfung vorkommen.

Zusammenfassung

In 6 Huelandschaften im Emsland wurde die Käferfauna ausgewählter Familien in Coryneporetum durch Bodenfallen und Handfänge untersucht. An 4 Fangstellen wurde zusätzlich in angrenzenden Lebensräumen gefangen (Diantho-Armerietum bzw. Genisto-Callunetum). Dabei ließen sich 104 Carabiden-, 11 Elateriden-, 5 Byrrhiden- und 4 Tenebrionidenarten nachweisen, die hinsichtlich ihrer Bindung an die untersuchten Lebensräume charakterisiert und gruppiert wurden. Für die Laufkäferfauna zeigen sich relativ große Unähnlichkeiten hinsichtlich der Arten- und Dominanzidentitäten zwischen den meisten Fangstellen. Während stenotope Arten nur einen mehr oder weniger geringen Anteil am Artenspektrum der Fangstellen haben, sind diese durch hohe Anteile eurytoper und sogar als Irggäste einzustufender Arten gekennzeichnet. Die hohen Anteile brachypterer Individuen stenotoper, flügeldimorpher Arten dokumentieren die große zeitliche Stabilität der Lebensräume. Stenotope Arten mit geringem Ausbreitungspotential gehen mit abnehmender Flächengröße stark zurück. Die Vorkommen zahlreicher stark gefährdeter Laufkäferarten weisen auf die herausragende Bedeutung der untersuchten Gebiete für den Naturschutz hin.

Danksagung

Frau Silvia Oevermann danken wir für Hilfe bei der Geländearbeit, Frau Sabine Merkmens für die Bereitstellung der Laufkäfer aus ihren Bodenfallenfängen, Herrn Werner Starke für die Überprüfung einiger Determinationen, Frau Martin Lemme für die linguistische Überarbeitung des Abstracts und Herrn Prof. Dr. Anselm Kratochwil für die Unterstützung. Teile dieser Untersuchung wurden durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF, Förder-Nr. 01LN003) gefördert.

- ACHTZIGER, R., U. NIGMANN & H. ZWÖLFER (1992): Rarefaction-Methoden und ihre Einsatzmöglichkeiten bei der zooökologischen Zustandsanalyse und Bewertung von Biotopen. – Z. Ökologie Naturschutz **1**: 89-105.
- ASSMANN, T. (1998): Bedeutung der Kontinuität von Lebensräumen für den Naturschutz – Untersuchungen an waldbewohnenden Laufkäfern (Coleoptera, Carabidae) mit Beispielen für methodische Ergänzungen zur Langzeitforschung. – Schr.-R. f. Landschaftspf. u. Natursch. **58**: 191-214.
- ASSMANN, T. & B. FALKE (1997): Bedeutung von Hudelandschaften aus tierökologischer und naturschutzfachlicher Sicht. – Schr.-R. f. Landschaftspf. u. Natursch. **54**: 129-144.
- ASSMANN, T. & J. JANSSEN (1999): Effects of habitat changes on the endangered ground beetle *Carabus nitens* (Coleoptera: Carabidae). – J. Ins. Conserv. **3**: 107-116.
- ASSMANN, T. & A. KRATOCHWIL (1995): Biozönotische Untersuchungen in Hudelandschaften Nordwestdeutschlands – Grundlagen und erste Ergebnisse. – Osnabr. Naturw. Mitt. **20/21**: 275-337.
- ASSMANN, T., DORMANN, W., FRÄMBS, H., HANDKE, K., HUK, T., SPRICK, P. & W. STARKE (1990): Coleoptera Westfalica: Familia Carabidae, Subfamiliae Callistinae, Oodinae, Licininae, Badistriinae, Panagaeinae, Colliurinae, Aephnidiinae, Lebiinae, Demetriinae, Cymindinae, Dromiinae et Brachininae. – Abh. Landesmus. Naturkde. Münster **52** (1): 1-61.
- ASSMANN, T. & H. TERLUTTER (2001): Rote Liste der in Niedersachsen und Bremen gefährdeten Laufkäfer. – Informationsdienst Naturschutz Niedersachsen (angenommen).
- AUKEMA, B. (1995): Flying for life, wing dimorphism in closely related species of the genus *Calathus* (Coleoptera: Carabidae). – Proefschrift, Landbouuniversiteit Wageningen.
- BARNDT, D., S. BRASE, M. GLAUCHE, H. GRUTTKE, B. KEGEL, R. PLATEN & H. WINKELMANN (1991): Die Laufkäferfauna von Berlin (West) – mit Kennzeichnung und Auswertung der verschollenen und gefährdeten Arten (Rote Liste, 3. Fassung). – In: AUHAGEN, A. et al.: Rote Listen der gefährdeten Pflanzen und Tiere in Berlin. – Landschaftsentwicklung und Umweltforschung **S 6**: 243-275.
- BARNER, K. (1937): Die Cicindeliden und Carabiden der Umgebung von Minden und Bielefeld. – Abh. Landesmus. Naturkde. Münster **8** (3): 1-34.
- BARNER, K. (1949): Die Cicindeliden und Carabiden der Umgebung von Minden und Bielefeld II. – Abh. Landesmus. Naturkde. Münster **12** (2): 3-28.
- BARNER, K. (1954): Die Cicindeliden und Carabiden der Umgebung von Minden und Bielefeld III. – Abh. Landesmus. Naturkde. Münster **16**: 3-64.
- DEN BOER, P.J. (1977): Dispersal power and survival. Carabids in a cultivated countryside. – Misc. Papers L.H. Wageningen **14**: 1-190.
- DEN BOER, P.J. (1987): On the turnover of carabid populations in changing environments. – Acta Phytopath. Entom. Hung. **22**: 71-83.
- DEN BOER, P.J. & T.S. VAN DIJK (1994): Carabid beetles in a changing environment. – Wageningen Agricultural University Press **94-6**: 1-30.
- DARLINGTON, P.J. (1943): Carabidae of mountains and islands: data on the evolution of isolated faunas, and on atrophy of wings. – Ecol. Monographs **13**: 37-61.
- DESENDER, K. (1989): Dispersievermogen en ecologie van loopkevers (Coleoptera, Carabidae) in België: een evolutionaire benadering. – Studiedoc. Kon. Belg. Inst. Naturwet. **54**: 1-136.
- DESENDER, K. & H. TURIN (1989): Loss of habitats and changes in the composition of the ground beetle fauna in four West European countries since 1950 (Coleoptera: Carabidae, Cicindelidae). – Biol. Conservation **48**: 277-294.
- DIERSSEN, K. (1990): Einführung in die Pflanzensoziologie (Vegetationskunde). – Wiss. Buchgesellschaft Darmstadt: 241 S..
- ELLENBERG, H. (1996): Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen. – 5. Aufl., Ulmer: Stuttgart.
- FALKE, B. & T. ASSMANN (1997): Die Laufkäferfauna unterschiedlich großer Sandtrockenrasen in Niedersachsen. – Mitt. dtsh. Ges. allg. angew. Ent. **11**: 115-118.
- FALKE, B., S. OEVERMANN & T. ASSMANN (2000): Ground beetles (Coleoptera, Carabidae) in a medieval wood-pasture reserve in north-west Germany. – In: BRANDMAYR, P., LÖVEI, G.L., ZETTO-BRANDMAYR, T., CASALE, A., VIGNA-TAGLIANTI, A. (eds.): Natural History and Applied Ecology of Carabid Beetles. – Pensoft Publishers; Sofia-Moscow: 265-275.
- GARDNER, S.M. (1991): Ground beetle (Coleoptera: Carabidae) communities on upland heath and their association with heathland flora. – J. Biogeography **18**: 281-289.
- GARDNER, S.M. & M.B. USHER (1989): Insect abundance on burned and cut upland *Calluna* heath. – The Entomologist **108**: 147-157.
- GERSDORF, E. & K. KUNZE (1957): Zur Faunistik der Carabiden Niedersachsens. – Ber. Naturhist. Ges. Hannover **103**: 101-136.

- GRUBE, R. & W. BEIER (1998): Die Laufkäferfauna von Sandoffenflächen und initialen Sukzessionsstadien auf ehemaligen Truppenübungsplätzen Brandenburgs. – *Angew. Carabidologie* **1**: 63-72.
- HEITJOHANN, H. (1974): Faunistische und ökologische Untersuchungen zur Sukzession der Carabidenfauna (Coleoptera, Insecta) in den Sandgebieten der Senne. – *Abh. Landesmus. Naturkde. Münster* **36** (4): 3-27.
- HINGST, R., U. IRMLER & H.A. STEINBORN (1995). Die Laufkäfergemeinschaften in Wald- und Agrarökosystem Schleswig-Holsteins. – *Mitt. dtsh. Ges. allg. angew. Ent.* **9**: 733-737.
- HORION, A. (1953): Faunistik der mitteleuropäischen Käfer. Band III: Malacodermata und Sternoxia. – Eigenverlag: Tutzing bei München: 340 S..
- HORION, A. (1955) Faunistik der mitteleuropäischen Käfer. Band IV: Sternoxia, Fossipedes, Macroductylia, Brachymera. – Eigenverlag: Tutzing bei München: 280 S..
- HORION, A. (1956): Faunistik der mitteleuropäischen Käfer. Band V: Heteromera. – Eigenverlag: Tutzing bei München: 336 S..
- IRMLER, U., D. PAUSTIAN, S. RIEF, E. SIOLI, J. SIMON & N. VOIGT (1994): Entwicklung von Tiergemeinschaften infolge von Pflegemaßnahmen in Trockenheide-Naturschutzgebieten. – *Faun.-Ökol. Mitt. Suppl.* **16**: 83-121.
- JECKEL, G. (1984): Syntaxonomische Gliederung, Verbreitung und Lebensbedingungen nordwestdeutscher Sandtrockenrasen (Sedo- Scleranthetea). – *Phytocoenologia* **12** (1): 9-153.
- KOCH, K. (1968): Die Käferfauna der Rheinprovinz. – *Decheniana, Beihefte* **13**: 1-376.
- KROKER, H. (1980): Coleoptera Westfalica: Familie *Elateridae*. – *Abh. Landesmus. Naturkde. Münster* **42** (3): 3-66.
- LINDROTH, C. H. (1945): Die fennoskandischen Carabidae. Spezieller Teil. – *Kungl. Vensk. Vitterh. Samh. Handl. S.B.* **1**: 1-710.
- LINDROTH, C. H. (1985): The Carabidae (Coleoptera) of Fennoscandia and Denmark. – *Fauna Entomologica Scandinavica, Scand. Science Press, Leiden – Copenhagen, Vol. 15, part 1.*
- LINDROTH, C. H. (1986): The Carabidae (Coleoptera) of Fennoscandia and Denmark. – *Fauna Entomologica Scandinavica, Scand. Science Press, Leiden – Copenhagen, Vol. 15, part 2.*
- MADER, H. J. (1983): Warum haben kleine Inselbiotope große Artenzahlen? – *Natur und Landschaft* **58**: 367-370.
- MELBER, A. (1983): *Calluna*-Samen als Nahrungsquelle für Laufkäfer in einer nordwestdeutschen Sandheide. – *Zool. Jb. Syst.* **110**: 87-95.
- MELBER, A. (1993): Mehrjährige Untersuchungen der Laufkäfer- und Wanzenfauna nach einer Pflegemaßnahme in einer *Calluna*-Heide. – *NNA-Berichte* **3/93**: 39-45.
- MELBER, A. & J. PRÜTER (1997): Zu den Auswirkungen eines kontrollierten Winterfeuers auf die Wirbellosenfauna einer *Calluna*-Sandheide – erste Ergebnisse. – *NNA-Berichte* **5/97**: 115-118.
- MOSSAKOWSKI, D. (1970): Ökologische Untersuchungen an epigäischen Coleopteren atlantischer Moor- und Heidestandorte. – *Z. wiss. Zool.* **181**: 233-316.
- POTT, R. & J. HÜPPE (1991): Die Hudelandschaften Nordwestdeutschlands. – *Abh. Landesmus. Naturkde. Münster* **53**: 1-313.
- PLAISIER, F. & W. SCHULTZ (1991): Kolonisationserfolg von Spinnen und Laufkäfern (Araneida) und Laufkäfern (Carabidae, Coleoptera) auf der Nordseeinsel Lütje Horn. – *Drosera* **91**: 7-20.
- PYRITZ, E. (1972): Binnendünen und Flugsandebenen im niedersächsischen Tiefland. – *Gött. Geogr. Abh.* **61**: 1-153.
- RABELER, W. (1947): Die Tiergesellschaft der trockenen *Calluna*-Heiden in Nordwestdeutschland. – *Jahrb. Naturhist. Ges. Hannover* **94-98**: 357-375.
- RENNER, K. (1982): Coleopterenfänge mit Barber-Fallen am Sandstrand der Ostseeküste, ein Beitrag zum Problem der Lockwirkung von Konservierungsflüssigkeiten. – *Faun. Ökol. Mitt.* **5**: 137-146.
- RIJNSDORP, A. D. (1980): Patterns of movement in and from a Dutch forest of *Carabus problematicus* Hbst. (Coleoptera, Carabidae). – *Oecologia* **45**: 274-281.
- SCHJØTZ-CHRISTENSEN, B. (1957): The beetle fauna of the *Corynephorum* in the ground of the Mols Laboratory. – *Natura Jutlandica* **6-7**: 1- 20.
- SCHJØTZ-CHRISTENSEN, B. (1965): Biology and population studies of Carabidae of the *Corynephorum*. – *Natura Jutlandica* **11**: 1-173.
- SCHRÖDER, E. (1989): Die Vegetationskomplexe der Sandtrockenrasen in der Westfälischen Bucht. – *Abh. Landesmus. Naturkde. Münster* **51** (2): 1-94.
- SOUTHWOOD, T. R. E. (1978): *Ecological Methods*. – Chapman & Hall, London.
- TRAUTNER, J., G. MÜLLER-MOTZFELD & M. BRÄUNICKE (1997): Rote Liste der Sandlaufkäfer und Laufkäfer Deutschlands (Coleoptera: Cicindelidae et Carabidae). – *Naturschutz u. Landschaftspl.* **29**: 261-273.
- TURIN, H. (2000): De Nederlandse loopkevers, verspreiding en ecologie (Coleoptera: Carabidae). – *Nederlandse Fauna 3. Nationaal Natuurhistorisch Museum Naturalis, KNNV Uitgeverij & EIS-Nederland, Leiden.*

- TURIN, H., K. ALDERS, P.J. DEN BOER, E. VAN ESSEN, T. HEIJERMANN, W. LAANE & E. PENTERMANN (1991): Ecological characterisation of carabid species (Coleoptera, Carabidae) in the Netherlands from thirty years of pitfall sampling. – Tijdschr. v. Ent. **134**: 279-304.
- DE VRIES, H.H. (1994): Size of habitat and presence of ground beetle species. – In: DESENDER, K., M. DUFRÉNE, M. LOREAU, M. LUFF & J.P. MAELFAIT (Hrsg.): Carabid beetles: ecology and evolution. – Kluwer Academic Publishers, Dordrecht: 253-259.
- ZEISING, M. & J. SIEG (1978): Die Schnellkäfer des Niederweser- und Niederemsgebietes. – Drosera **78**: 9-22.

Anschrift der Verfasser:

Dipl.-Biol. Bodo Falke, Fachgebiet Ökologie, Fachbereich Biologie/Chemie, Universität Osnabrück, Barbarastr. 11, D-49069 Osnabrück

Prof. Dr. Thorsten Assmann, Institut für Ökologie und Umweltchemie, Universität Lüneburg, Scharnhorststr. 1, D-21332 Lüneburg

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Drosera](#)

Jahr/Year: 2001

Band/Volume: [2001](#)

Autor(en)/Author(s): Falke Bodo, Aßmann [Assmann] Thorsten

Artikel/Article: [Zur Käferfauna von sandtrockenrasen und Heidegesellschaften in Hudelandschaften des emslandes \(Nordwestdeutschland\) \(Coleoptera: Carabidae, elateridae, Byrrhidae et Tenebrionidae\). 35-52](#)