

Die Salz- und Küstenlaufkäfer Deutschlands – Verbreitung und Gefährdung

Gerd MÜLLER-MOTZFELD

Abstract: Salt and coastal ground beetles in Germany – distribution and endangerment. – The 46 ground beetle species found in Germany which show a preference for salt habitats are differentiated into the following ecological types: 22 halobiontic species, 13 halophilic species, and 11 halotolerant species. Based on a numeric classification, the habitat preferences of ground beetles are listed with respect to the following main characterisations: degree of endangerment, type of distribution, and type of adaption to salt conditions (osmotic power of the soil solution).

Three biogeographic types can be differentiated among the salt and coastal ground beetles of Germany. These are: 9 species with western (Atlantic) distribution, 9 species with Central/South-European distribution, and 28 species with eastern (continental) distribution. Beetles with a preference for salt marshes and salt grassland (25 species) account for the highest number of salt preferring ground beetles in Germany. Only 13 species prefer salt-grasslands under continental climate conditions (including “Solontschaks” and *Salicornia* vegetation).

78% of ground beetle species with a preference for salt and coastal habitats are listed as extinct, vulnerable, threatened or endangered in the Red List of Germany (TRAUTNER et al. 1997). Of the halobiontic ground beetle species, 91 % are included in the Red List. However, there are only 10 species of salt and coastal habitats that have a high biogeographic importance (“space importance”) for Germany. This results in a high degree of national responsibility in Germany for the species conservation of the following ground beetles: *Dyschirius extensus*, *Bembidion pallidipenne*, *Agonum monachum*, *Amara quenseli silvicola* and *Amara strenua*. Other species with a lower level of “space importance” are: *Bembidion aeneum*, *B. aspericolle*, *B. cruciatum polonicum*, *B. maritimum* and *Dicheirotichus gustavii*.

1 Einleitung

Eine umfassende Zusammenstellung von Salz-Käfern der Küsten der Nord- und Ostsee publizierte VON LENGERKEN (1929), seitdem wurde die Kenntnis über die Salzbindung der Laufkäfer vor allem durch immer intensivere Erhebungen an Binnenland-Salzstellen und Küsten vertieft. HORION (1959) präziserte und ergänzte die Angaben VON LENGERKENS (1929) durch die Kenntnisse über die Carabiden-Arten der Binnenland-Salzstellen. Beide Autoren unterscheiden im Wesentlichen zwischen den streng an Salz gebundenen Arten (halobiont) und den weniger streng gebundenen Arten, die also auch außerhalb von Salzstellen angetroffen werden können, aber doch zumindest lokal eine Vorliebe für solche Standorte zeigen (halophil). Die nur mehr oder weniger regelmäßig auf Salzstandorten zu findenden Arten, die aber keine besondere Präferenz für diese aufweisen, bezeichnet VON LENGERKEN (1929) als haloxen.

Im Vergleich zur relativ großen Zahl ökofaunistischer Freiland-Erhebungen sind experimentelle Ansätze zur Aufklärung der physiologischen Mechanismen der Salzabhängigkeit oder zur Osmoregulation bei Laufkäfern außerordentlich selten (siehe DUTT 2004). Allgemein gilt die Annahme, dass die osmotisch sensitiven Stadien eher in den Eiern und Junglarven zu sehen sind als etwa in den gepanzerten Imagines. In seiner Einstufung der Salzabhängigkeit von Laufkäfern Mitteleuropas unterscheidet KIRSCHENHOFER in KOCH (1989) nur zwischen halobiont und halotolerant.

In den Jahren 1983-1990 waren die Salz- und Küstenlaufkäfer wichtigster Bestandteil einer aktuellen „Küsteninsektenkartierung“ an der Ostseeküste des damaligen Bezirkes Rostock (MÜLLER-MOTZFELD et al. 1990). Weitere Zusammenstellungen von Laufkäfern der deutschen Küsten erfolgten im Rahmen der Bearbeitung der Roten Listen der Nordsee- (SUIKAT & ASSMANN 1995) und der Ostsee-Küste (MÜLLER-MOTZFELD & SUIKAT

Tab. 1: Salz- und Küstenarten der Laufkäfer Deutschlands mit Angaben zum Arealtyp, der Vertikalverteilung (Höhe), den Habitat-Ansprüchen, dem Salzbindungstyp (S), dem Vorkommen im Binnenland (BL), an Nordsee- (NK) und Ostsee-Küste (OK), sowie Angaben zur Kategorie der Roten Liste (RL) und der Raumbedeutsamkeit (RB) in Deutschland; nebst Hinweisen zur Salzbindung durch andere Autoren. (Erläuterung der Abkürzungen in der Legende unter Tabelle 2).

Art	Arealtyp	Höhe	Habitat	S	BL	NK	OK	RL	RB	Autoren	
										Le	Ho
<i>Cicindela maritima</i> Dejean, 1822	euro-sib	p	5/8	hp		+	+	2		hp	hp
<i>Nebria livida</i> (Linné, 1758)	euro-sib	p-c	6/7	ht	*	+	+	3		Mü:ht	
<i>Dyschirius chaldeus</i> Erichson, 1837	euro-turan-sib	p	1/2/3	hb	+	+	+	1		hb	hb
<i>Dyschirius extensus</i> Putzeys, 1846	z/so-euro	p	1	hb	+			1	re !	hb	hb
<i>Dyschirius impunctipennis</i> Dawson, 1854	z-euro-w-sib	p	3/5	hp		+	+	2		hb	hp
<i>Dyschirius obscurus</i> (Gyllenhal, 1827)	euro-w-sib	p	5	hp	*	+	+			hp	hp
<i>Dyschirius salinus</i> Schaum, 1843	n/z-euro-z-sib	p	2/3	hb	+	+	+	V		hb	hb
<i>Dyschirius thoracicus</i> (P.Rossi, 1790)	n/o-euro	p	5	ht	*	+	+			Ki:ht	
<i>Tachys scutellaris</i> Stephens, 1828	ponto-med	p-c	2/3	hb	+			1		hb	hb
<i>Cilleus lateralis</i> Samouelle, 1819	atl	p	2/3	hb		+		2	Gr	hb	hb
<i>Bembidion aeneum</i> Germar, 1824	atl-balt	p	3/5	hb		+	+		re	hb	hb
<i>Bembidion aspericolle</i> (Germar, 1829)	z/s-euro	p-c	2/3	hb	+			2	re	hb	hb
<i>Bembidion cruciatum polonicum</i> Müller, 1930	z/o-euro	p-c	6/7	ht		(+)	+		re/Gr	Ki:ht	
<i>Bembidion ephippium</i> (Marsham, 1802)	ponto-med-atl	p	2/5	hb		+		1		hb	hb
<i>Bembidion fumigatum</i> (Duftschmid, 1812)	euro-sib	p-m	3/4	hp	+	+	+	3		hb	hp
<i>Bembidion iricolor</i> Bedel, 1879	atl-w-med	p	5/6	hb		+		2	Gr	hb	hb
<i>Bembidion lunulatum</i> (Geoffroy, 1785)	euro-med	p-sm	3/5	ht	+	+	+			Ki:ht	
<i>Bembidion maritimum</i> Stephens, 1839	atl	p	5/6	hp		+		2	re/Gr	hp	hp
<i>Bembidion minimum</i> (Fabricius, 1792)	euro-sib	p-c	2/3/4	hp	+	+	+			hp	hp
<i>Bembidion normannum</i> Dejean, 1831	atl-med	p	2/3	hb		+	(+)			hb	hb
<i>Bembidion pallidipenne</i> (Illiger, 1802)	n-atl-balt	p	5	hp	+	+	+	2	re !	hp	hp
<i>Bembidion saxatile</i> Gyllenhal, 1827	euro-sib	p(-m)	6/7	ht	*	+	+	V		hp	hp
<i>Bembidion tenellum</i> Erichson, 1837	euro-turan	p-c	2/3	hb	+	+	+	1			hp
<i>Bembidion transparens</i> (Gebler, 1829)	circumpolar	p	4	ht	+		+	3	Gr	Mü:ht	
<i>Pogonus chaldeus</i> (Marsham, 1802)	ponto-med	p	1/3	hb	+	+		V		hb	hb
<i>Pogonus iridipennis</i> Nicolai, 1822	euro-casp	p	1/3	hb	+			1		hb	hb
<i>Pogonus luridipennis</i> (Germar, 1823)	euro-casp	p	1/3	hb	+	+		2		hb	hb
<i>Pterostichus cursor</i> (Dejean, 1828)	euro-med	p	1/3	hb	?			0			hp
<i>Agonum monachum</i> (Duftschmid, 1812)	ponto-med	p-c	4	hb	?		+	1	! Gr		hb
<i>Amara convexiuscula</i> (Marsham, 1802)	w-pal	p	5/6	ht	+	+	+			hp	hp
<i>Amara ingenua</i> (Duftschmid, 1812)	euro-sib	p	1/3/9	hp	+	+	+				hp
<i>Amara quenseli silvicola</i> Zimmermann, 1832	z-euro	p	8	ht	*	+	+	2	rz !	ht	
<i>Amara strandi</i> Lutshnik, 1933	z-euro-kazakh	p	2/3	hb	+			1	Gr		hb
<i>Amara strenua</i> Zimmermann, 1832	z-euro	p	2/3	hp	+			2	rz !	Ki:ht	
<i>Anisodactylus poeciloides</i> (Stephens, 1828)	euro-mong	p	1/3	hb	+	+	+	2		hb	hb
<i>Harpalus cephalotes</i> Fairmaire & Lab., 1854	w/z/so-euro-turan	p-c	1/3/9	hp	+			0	Gr	Ki:ht	
<i>Harpalus melancholicus</i> Dejean, 1829	euro-casp	p	8	ht	*	+	+	2		Mü:ht	
<i>Harpalus neglectus</i> Audinet-Serville, 1821	euro-med-z-sarm	p	8	ht	*	+	+	2		Mü:ht	
<i>Ophonus diffinis</i> (Dejean, 1829)	euro-cauc-syr	p-c	1	hb	+			1	Gr	Ki:ht	
<i>Ophonus puncticollis</i> (Paykull, 1798)	euro-turan-sib	p-m	8/9	ht	+	+		V		Wr:ht	
<i>Ophonus subsinuatus</i> Rey, 1886	euro-med	p-c	1	hp	+			1	Vo	Wr:ht	
<i>Acupalpus elegans</i> (Dejean, 1829)	w-pal	p	1/3	hb	+	+	(+)	3		hb	hb

1996). In diesen Listen wurde neben den exklusiven Küstenarten auch jene Arten genannt, die mit gewisser Regelmäßigkeit in Küstenhabitaten anzutreffen sind, ohne dass eine spezielle Küsten-Präferenz oder Salzabhängigkeit anzunehmen ist. Praktische Bedeutung erlangte eine solche Liste der Salz- und Küstenlaufkäfer der deutschen Nord- und Ostseeküsten im Rahmen des BMBF-For-

schungsverbundes „Klimafolgen & Küste“, wo sie das Kernstück eines „Expert-Systems“ zur Bewertung von Klimafolgen bildete (IRMLER et al. 2000). Aufgrund neuerer Untersuchungen im Rahmen des BMBF-Projekts „Biosalt“ (MATHIAK & MÜLLER-MOTZFELD 2003) und der teilweise spektakulären Wiederfunde bzw. Neufunde halobionter Arten an den mitteldeutschen Binnenland-Salzstellen, die

Tab. 2: Laufkäferarten Deutschlands (Salzbindungs-Verdacht nicht bestätigt).

Art	Arealtyp	Höhe	Habitat	S	BL	NK	OK	RL	RB	Autor
<i>Carabus clatratus</i> Linné, 1761	pal	p-c	3	ht	+	+	+	2		Su
<i>Nebria salina</i> Fairmaire & Laboulb., 1854	atl	p-c	8/9	ht	+	+	+			Mü/Su
<i>Dyschirius laeviusculus</i> Putzeys, 1846	z-euro-cauc	p-m	5/6/7	ht	+	+	+	2		Ki
<i>Dyschirius nitidus</i> (Dejean, 1825)	pal	p	5/6	ht	+	+	+	2		Ki/Su
<i>Dyschirius tristis</i> Stephens, 1827	pal	p	3/4	ht	+	+	+			Ki
<i>Trechus fulvus</i> Dejean, 1831	atl	p	(7)	ht		(+)		R	Gr	Ki
<i>Elaphropus parvulus</i> (Dejean, 1831)	s-euro-med	p-m	5	ht	!					Ki
<i>Bembidion ruficolle</i> (Panzer, 1796)	o-euro-w-sib	p	5	ht	!				Gr	Ki
<i>Bembidion varium</i> (Olivier, 1795)	pal	p-m	1/2/3	ht	+	+	+			Ki/Ho
<i>Pterostichus taksonyis</i> Csiki, 1930	w/z-euro/balc	p-m	1	hb	(+)			0	Gr	Ki
<i>Amara concinna</i> Zimmermann, 1832	euro	p-c	1	hb	+					Ki
<i>Acupalpus exiguus</i> Dejean, 1829	euro-w-sib	p - c	2/3	ht	+	+	+	3		Ki
<i>Acupalpus maculatus</i> (Schaum, 1860)	w-pal	p	1/3/5	hp	+			3		Ho

Legende zu Tabelle 1 und 2:

Arealtyp (nach MÜLLER-MOTZFELD 2004: FHLK-Bd.2 Carabidae)

Höhe/Vertikalverteilung (nach MÜLLER-MOTZFELD 2004: FHLK-Bd.2 Carabidae)

p: planar c: collin sm: submontan m: montan

RL : Arten der Roten Liste der BRD (nach TRAUTNER et al. 1997)

0: erloschen

2: stark gefährdet

R: extrem selten

1: vom Aussterben bedroht

3: gefährdet

V: Vorwarnstufe

RB : Raumbedeutsame Arten und Grenz- (Gr) bzw. Vorposten-(Vo) Arten (nach MÜLLER-MOTZFELD et al. 2005)

re: von europäischer Bedeutung rz: von zentraleuropäischer Bedeutung !: besondere Schutzverantwortung Deutschlands

BL : Vorkommen an Binnenland-Salzstellen Deutschlands

* : Vorkommen nicht an Salzstellen

NK : Vorkommen an der deutschen Nordsee-Küste

? : aktuelles Vorkommen fraglich

OK : Vorkommen an der deutschen Ostsee-Küste

(+): nur das betreffende Gebiet erreichend

Habitat-Präferenz:

1: vegetationsarme Salzpflanzen

5: sandig/kiesige Strände

Salzbindung: hb: halobiont

2: Queller- u. Flutrasen

6: Gerölle u. bindige Böden

hp: halophil

3: Salzgrünland

7: Kreide- u. Moränen-Kliffs

ht: halotolerant

4: Brackwasser-Röhrichte

8: Primär-/ Weißdünen

9: Trockenrasen

Autoren (für die Einschätzung der Salzbindung):

Ho: HORION (1959)

Hu: HURKA (1996)

Ki: KIRSCHENHOFER in KOCH (1989)

Le: von LENGERKEN (1929)

Mü: MÜLLER-MOTZFELD (1977, 1990)

Su: SUIKAT & ASSMANN (1995); MÜLLER-MOTZFELD & SUIKAT (1996)

Tu: TURIN (2000)

Wr: WRASE (2004)

sich besonders in den Roten Listen der Länder Sachsen-Anhalt (SCHNITTER & TROST 2004) und Thüringen (HARTMANN 2001) niederschlugen, erscheint es angebracht, eine aktualisierte Salz- und Küstenkäferliste vorzulegen. Auf der Grundlage dieser Liste sollen dann die Verbreitung und die daraus ableitbare Verantwortung Deutschlands für den Schutz dieser „Habitat-Präferenz-Gruppe“ analysiert werden.

2 Die Liste der Salz- und Küstenlaufkäfer Deutschlands

Auf der Grundlage der Neubearbeitung des Carabidenbandes der Käfer Mitteleuropas (MÜLLER-MOTZFELD 2004) konnte abgeklärt werden, welche Arten dieser Habitat-Präferenz-Gruppe bisher in Deutschland nachgewiesen wurden. Zur groben Charakterisierung der Verbreitung und der Höhen-

stufung wurden die jeweiligen Symbole aus dem o. g. Werk übernommen. Zusätzlich erfolgte die Einbeziehung der Kategorien der Roten Liste der Laufkäfer der BRD (TRAUTNER et al. 1997), ergänzt durch Angaben zur Raumbedeutsamkeit / Schutzverantwortung bezogen auf Deutschland (MÜLLER-MOTZFELD et al. 2004).

Zur Charakterisierung der Salzbindung (in der Tabelle: Spalte S) wird zwischen halobionten, halophilen und halotoleranten Arten (bzw. Rassen) unterschieden, wobei, wie aus den mitgeteilten Einschätzungen anderer Autoren zu entnehmen ist, die Gruppen der halophilen und der halotoleranten Arten mittels ökofaunistischer Methodik offenbar weniger scharf abzugrenzen sind als etwa die der halobionten Arten.

Neben den in Tabelle 1 zusammengestellten Salz- und Küstenarten wird in Tabelle 2 eine weitere Gruppe von Arten aufgelistet, die zumindest

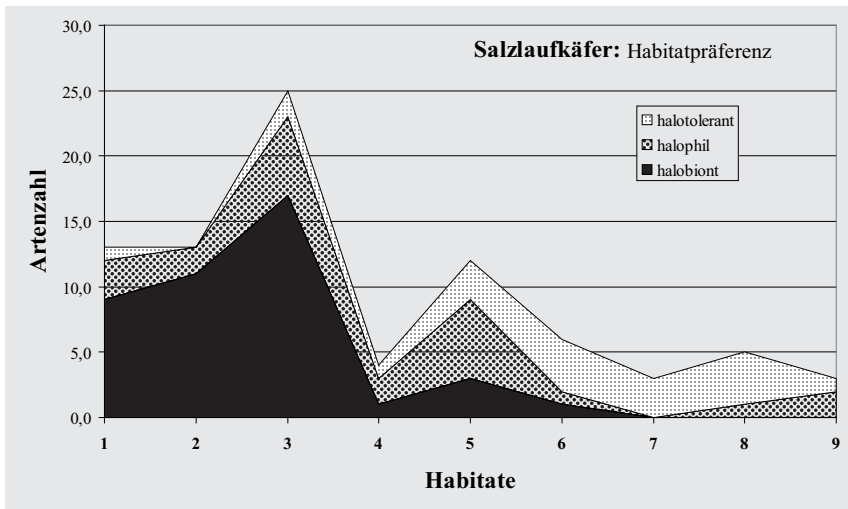


Abb. 1: Artenzahlen halobionter, halophiler und halotoleranter Salz- und Küstenlaufkäfer Deutschlands in den von ihnen präferierten Habitaten 1–9 (Habitatschlüssel in der Legende zu Tabelle 2 und in Abb. 5).

aus der Sicht der zitierten Autoren früher zu den Salz- und Küstenarten gerechnet wurden, was aufgrund neuer Kenntnisse als nicht gerechtfertigt angesehen wird. Relativ viele Abweichungen gibt es zu der Einschätzung KIRSCHENHOFERS (1989), dies lässt sich zum Teil sicher schon damit erklären, dass dieser trotz der im Vorspann (KOCH 1989) genannten Differenzierung in halobiont, halophil, halotolerant und halotopophil nur die Grade halobiont und halotolerant für Laufkäferarten zur Anwendung bringt. Zu den weiteren halotoleranten Arten in Tabelle 2 sei nur angemerkt, dass diese zwar an Salzstandorten anzutreffen sind und demzufolge eine gewisse Halotoleranz vorauszusetzen ist, dass aber die eigentliche Habitat-Bindung anderen Faktoren zugeschrieben werden muss, wie z. B. bei dem „Moortier“ *Carabus clatratus*. Ein besonderer Fall ist auch der bisher zweimal durch je 1 Exemplar auf Helgoland gefundene, zweifelsohne halotolerante *Trechus fulvus*, ein Tier von Gewässerufern im Gebirge und felsigen Küsten, bei dem unklar ist, ob es sich bei den Küstenvorkommen um eine besondere Ökomorphe handelt (mündl. Mitteilung von A. Lompe). Die als halobiont eingestuft Arten *Pterostichus taksonyis* und *Amara concinna* sind nach Einschätzung der jeweiligen Bearbeiter im Carabidenband der Käfer Mitteleuropas (MÜLLER-MOTZFELD 2004) allenfalls halotolerant. Ganz ähnlich gilt dies auch für den oft als halophil eingestuften *Acupalpus maculatus*, der in seinem Kernareal im Süden der West-Paläarktis keine besondere Salzbindung zeigt.

Die von Salz- und Küstenlaufkäfern in Deutschland präferierten Standorte (Habitate) werden in der Legende zu den Tabellen 1 und 2 aufgelistet und der dort benutzte einfache Nummern-Schlüssel auch in den Abbildungen verwendet.

Eine Reihe der in der Tabelle aufgeführten Arten ist in mehreren der o. g. Habitats anzutreffen. Die artenreichste Habitatgruppe ist die des Salzgrünlands (Habitat 3). Auf diesem Standort sind 25 Salz- und Küstenarten anzutreffen, besonders hoch ist hier auch der Anteil der halobionten Arten (Abb. 1). Die Flutrasen (Habitat 2) und die Salzpfannen (Habitat 1) folgen mit jeweils 13 Arten, wobei der Anteil der halobionten Arten auf den Flutrasen-Standorten (11) etwas höher ist als in den Salzpfannen (9). Auch die Sand- und Kiesstrände (Habitat 5) erreichen mit 12 Arten noch relativ hohe Werte, doch ist hier der Anteil der halobionten Arten schon sehr gering (3). Halobionte Arten fehlen auf den Standorten 7, 8 und 9 völlig. Ab Standort 6 dominieren die halophilen und halotoleranten Arten.

3 Zur Ökologie und Verbreitung der Salz- und Küstenkäfer Deutschlands

Die Gesamtverbreitung einer Art ist letztlich Ausdruck ihrer Einnischung in das multidimensionale Gefüge der verschiedensten Umweltgrößen. So haben bereits VON LENGERKEN (1929) und HORION

(1959) versucht, aus der differenzierten Verteilung der einzelnen Arten zwischen:

- Binnenland-Salzstellen mit oft extrem hohen osmotischen Werten des Bodens oder der betreffenden Solgewässer,
- der Nordseeküste mit dem durch das Meerwasser geprägten Salzgehalt (3,5 %) und dem periodischen Gezeiten-Rhythmus und
- der Ostseeküste mit dem vom Westen (1,5 %) nach Osten (0,4 %) drastisch abnehmenden Salzgehalt des Meerwassers und den vergleichsweise seltenen und aperiodischen Überflutungen,

Rückschlüsse auf die Standortbindung und die Salzabhängigkeit der jeweiligen Arten zu ziehen.

3.1 Exklusive Arten der Binnenland-Salzstellen

Die in Deutschland nur an Binnenlandsalzstellen anzutreffenden Arten gehören einmal zu den polystenohalobionten Arten, wie *Tachys scutellaris*, *Bembidion aspericolle*, *Pogonus iridipennis*, *Dich-eirotrichus obsoletus* und *Dyschirius extensus*, deren Fehlen an den deutschen Küsten wohl eher ökoklimatisch bedingt ist und nicht etwa mit den Gezeiten oder der Überflutungs-Dynamik zu tun hat. Von all den genannten Arten sind weiter südlich an der Atlantikküste und vom Mittelmeer auch Küstenvorkommen bekannt (bei *Pogonus iridipennis* am Schwarzen und am Kaspischen Meer). Eine andere Gruppe von Arten, die in Deutschland nur an Binnenland-Salzstellen anzutreffen sind, zeigt diese auffallende Bindung an Salzstandorte nur hier in Mitteleuropa an ihrer Arealgrenze: *Pterostichus cursor*, *Harpalus cephalotes*, *Ophonus diffinis*, *O. subsinuatus* und *Acupalpus interstitialis*. Diese Arten mit einem südpaläarktischen Kernareal (eurocaucasisch, euromediterran, euro-turanisch) bevorzugen eher xerotherme Standorte und können so entlang der osmotisch „trockeneren“ Binnenlandsalzstellen in für sie sonst ökoklimatisch ungünstige Bereiche vordringen. Die stärker ozeanischen Küsten der temperaten Klimazone Mitteleuropas können von diesen Arten offenbar nicht besiedelt werden. Als wirklich einzige echte halobionte Binnenland-Art ist *Amara strandi* (= *pseudostrenua*) zu nennen, die die Ufer von Salzgewässern besiedelt und von Mitteleuropa bis in die Steppen Kazachstans verbreitet ist.

3.2 Exklusive Arten der Nordsee-Küste

Bei diesen Arten ist zu unterstellen, dass ihr Fehlen an den Binnenland-Salzstellen in Deutschland mit der dort fehlenden Überflutungs-Dynamik in Zusammenhang stehen könnte. Dies ist ganz offenbar bei *Cillenulateralis*, *Bembidion iricolor*, *B. maritimum*, *B. normannum* und *Bradycellus distinctus* der Fall. Für *Bembidion ephippium* trifft dies offenbar nicht zu. Die Art ist vom Ufer des Neusiedler Sees, aber auch von Natron-Salzböden in Ungarn bekannt (CSIKI 1946). Das Fehlen dieser Arten an der Ostsee-Küste erklärt sich ebenfalls einmal aus dem Fehlen der Gezeiten-Dynamik, aber auch durch den dort wesentlich geringeren Salzgehalt des Meerwassers. Zumindest von *Bembidion normannum* sind Fundmeldungen von der westlichen Ostsee bekannt (MÜLLER-MOTZFELD & SUKAT 1996).

3.2 Exklusive Arten der Ostsee-Küste

Hierzu zählen nur 3 Arten: *Bembidion cruciatum polonicum*, *Bembidion transparens* und *Agonum monachum*. Das circumpolar verbreitete *B. transparens* tritt in Vorpommern an der Südgrenze seines Areals als typische Zeigerart für die Brackwasser-Röhrichte der Ostseeküste auf, es muss also eine gewisse Halotoleranz erworben haben. Das die gleichen Standorte präferierende *Agonum monachum* ist dagegen halobiont und ganz streng an die durch höheren Salzgehalt gekennzeichneten sog. „Röten“ gebunden. Es ist eine euromediterrane, sehr disjunkt verbreitete Art, die außer von den inzwischen 5 Fundpunkten in Mecklenburg-Vorpommern dann erst wieder vom Neusiedler See und von der Balkan-Halbinsel nachgewiesen wurde. Von *Bembidion cruciatum*, einer in der West-Paläarktis und bis zum Himalaya weit verbreiteten polytypischen Art, die u. a. auch zahlreiche Gebirgsrassen gebildet hat (Atlas, europäische Mittelgebirge, Alpen, Kaukasus, Himalaya), existiert eine das europäische Tiefland vom Ural bis zur Elbe besiedelnde Rasse ssp. *polonicum*, die im kontinentalen Osteuropa offenbar keinerlei Küsten- oder Salzbindung zeigt, dann aber im stärker ozeanischen Baltikum zu einer exklusiven Küstenform wird und hier zusammen mit *Bembidion saxatile* Kreide- und Geschiebemergel-Kliffs sowie Kies- und Geröllstrände auf bindigen Böden besiedelt. Neben älteren unsicheren Belegen vom

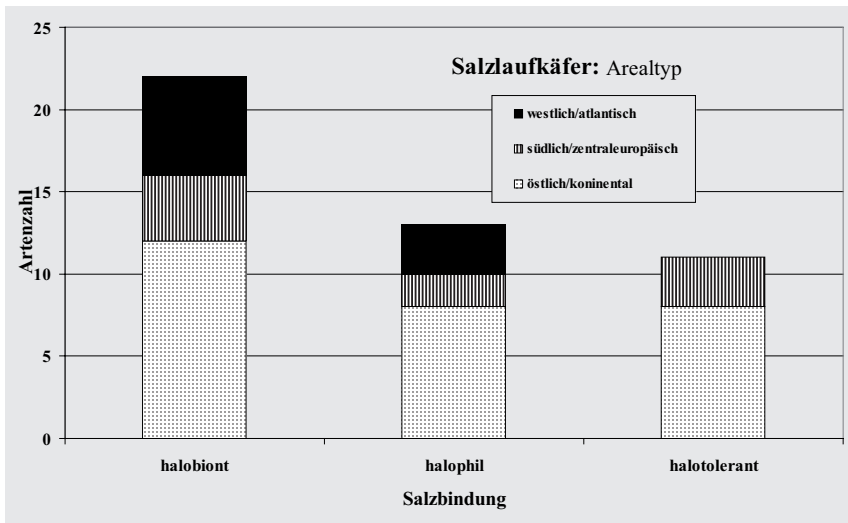


Abb. 2: Artenzahlen der drei genannten Arealtypen-Gruppen der Salz- und Küstenlaufkäfer Deutschlands in den von ihnen präferierten Habitaten 1-9 (Habitatschlüssel im Text).

Unterlauf der Elbe sind aus Deutschland keine wirklichen Binnenlandfunde von *B. cruciatum polonicum* bekannt¹

Anmerkung: Nach COULON (2006) sind *B. cruciatum* und *B. bualei* selbständige Arten und die spp. *polonicum* gehört als Rasse zu *B. bualei*.

3.3 Küstenarten an Nord- und Ostsee-Küste, die an Binnenland-Salzstellen fehlen

Hierzu zählen im Wesentlichen zwei getrennte Habitatpräferenzgruppen: die Arten der Ufer-Spülsaume (hygrophile, halophile / halotolerante Arten) und die Arten der Primärdünen (xerophile / psammophile halotolerante Arten). Zur ersten Gruppe zählen mit *Nebria livida*, *Dyschirius obscurus* und *D. thoracicus* auch Arten, die an Gewässerufern des Binnenlandes außerhalb von Salzstellen anzutreffen sind. Als „reine“ Küstenarten sind eigentlich nur *D. impunctipennis* und *Bembidion pallidipenne* anzusehen, denn auch von *B. saxatile* sind Binnenlandfunde aus dem Alpenvorland (Chiemsee) bekannt. Eine Zwischenstellung nehmen *Cicindela maritima* und *Amara convexiuscula* ein, die an maritimen Kies- und Sandstränden vorkommen und hier vom Spülsaum bis in die Weißdünen hinein anzutreffen sind. Exklusive Dünenarten sind dagegen *Harpalus neglectus*, *H. melancolicus*

und *Amara quenseli silvicola*. Die Binnenlandvorkommen dieser Arten an Gewässerufern bzw. auf Binnendünen lassen keine Salzabhängigkeit erkennen, vielleicht mit Ausnahme von *Amara convexiuscula*, die auch auf Ruderalstandorten (Mülldeponien, Düngemittel-Lagerplätze u. a.) angetroffen werden kann, bei denen höhere osmotische Werte im Oberboden nicht auszuschließen sind.

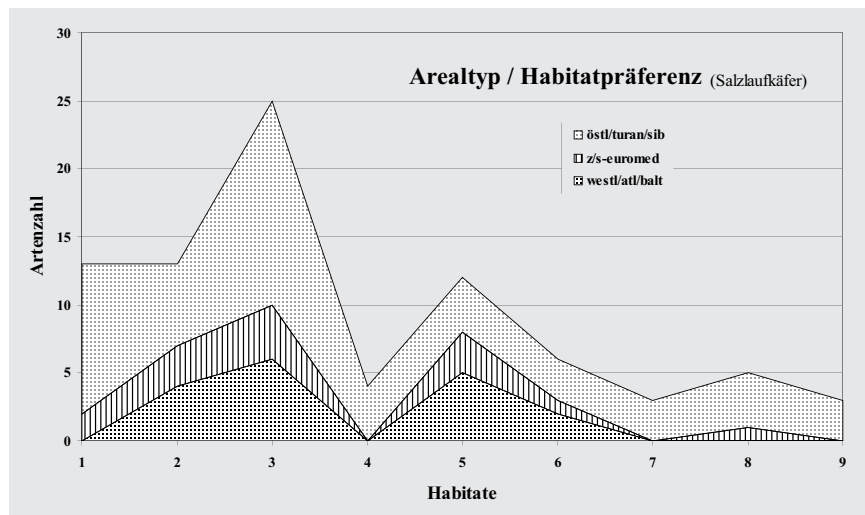
Eine ebenfalls nur an den Küsten der Nord- und Ostsee anzutreffende Art ist *Bembidion aeneum*, eine oligostenohalobionte atlantobaltische Art, deren vikariierende Schwesternart *Bembidion escherichi* bereits auf der Iberischen Halbinsel vorkommt und von dort bis Mittelasien reicht. *Bembidion aeneum* wird in letzter Zeit offenbar im Zusammenhang mit Renaturierungsmaßnahmen in ehemaligen Salzmarschen des Weser-Emsgebietes (HANDKE 1992) und in Überflutungs-Salzgrünländern der Ostseeküsten (MÜLLER-MOTZFELD et al. 1996) wesentlich häufiger angetroffen als früher, um so weniger ist ihr Fehlen auf den deutschen Binnenlandsalzstellen (selbst im norddeutschen Tiefland) verständlich.

3.4 Weitere „Salzarten“ der Küsten und des Binnenlandes

Hierzu zählen die polystenohalobionten Arten *Pogonus chalceus*, *P. luridipennis* und *Acupalpus elegans*, die an der Ostseeküste wegen des dort zu geringen Salzgehaltes fehlen oder allenfalls vereinzelt in der äußersten westlichen Ostsee vorkommen.

¹ Anmerkung der Redaktion: 2 Fundmeldungen in Nordrhein-Westfalen, bestätigt durch Seltenheitsausschuß der GAC (PERSOHN 2007 et. al., i. d. B.)

Abb. 3: Anteile der drei genannten Arealtypengruppen an der Artenzahl halobionter, halophiler und halotoleranter Laufkäfer-Arten Deutschlands.



Ebenfalls als polystenohalobiont gelten *Dyschirius chalceus*, *Anisodactylus poeciloides*, die an Sonderstandorten auch im Bereich der Ostsee-Küsten anzutreffen sind (z. B. Übergangsbereiche von Außenstränden zu Küsten-Überflutungsmooren, Baggerspülgut-Deponien u. a.). Der ebenfalls zu dieser Gruppe zählende *Dicheitrichus gustavii* erreicht erst in den Westrügensch Boddengewässern seine „natürliche“ Arealgrenze an der Küste. Dagegen sind *Dyschirius salinus* und *Bembidion tenellum* eher oligoeuryhalin und im Salzgrünland der Ostseeküsten weiter nach Osten verbreitet. Noch weiter verbreitet sind die halophilen *Bembidion minimum* und *B. fumigatum*. Von *Amara ingenua* ist bekannt, dass sie auch anthropogene Möglichkeiten zur „Befriedigung ihrer Halophilie“ nutzt, wie Düngerlagerplätze oder die Ausbringung von Tausalzen im Straßenverkehr u. a.

Bei *Ophonus puncticollis* scheint die zu beobachtende „Halophilie“ am Arealrand am ehesten mit der so kaschierten „Xerophilie“ erklärbar.

Die unterschiedlichen Arealtypen der Salz- und Küstenarten lassen sich bezüglich der Lage der Kernareale gegenüber Mitteleuropa in drei grobe Gruppen einteilen:

- westliche: atlantische, atlanto-baltische, atlanto-westmediterrane
- südliche & zentraleuropäische: zentral/südeuropäische, euro-mediterrane, westpaläarktische
- östliche: euro-sibirische, euro-mongolische, euro-turanische, euro-caspische, euro-caucasische, ponto-mediterrane, zentral/osteuropäi-

sche

Das geringste Habitatpräferenz-Spektrum weisen dabei die atlantischen Arten auf, die nur die Salzgrünländer und Uferhabitate (2, 3, 5, 6) besiedeln und in den Küstenhabitaten (4, 7, 8, 9) und den binnenländischen Salzpfannen fehlen. Die südlich/zentraleuropäischen Arten haben ein breiteres Nutzungsspektrum, sie fehlen nur in den Brackwasser-Röhrichtern, an den Steilufern und in den atlantischen Trockenrasen (Abb. 2). Nur die östlichen und weiter verbreiteten Arten nutzen das gesamte Habitatspektrum.

Die Strenge der Salzbindung ist bei den westlich/atlantischen Arten am höchsten entwickelt (Abb. 3), zwei Drittel dieser Arten sind halobiont und ein Drittel halophil, halotolerante Arten fehlen bei diesem Arealtyp. Mit nur 9 Arten ist es eine artenarme Gruppe.

Auch die Gruppe der zentral/südeuropäischen Arten ist artenarm (9 Arten), hier erreichen die halobionten Arten nur 44 % der Artenzahl, die halotoleranten Arten 33 % und die halophilen Arten 22 %.

Die Gruppe der östlich/kontinentalen und weiterverbreiteten Arten stellt mit 28 Arten den größten Anteil aller Salz- und Küstenarten (61 %). Mit 42,9 % ist hier der Anteil der halobionten Arten am geringsten. Diese Arealtypengruppe stellt aber den Hauptanteil in allen drei Salzbindungstypen (Abb. 3). Am höchsten fällt dieser relative Anteil bei den halotoleranten Arten aus (72,7 %).

Neben den Meeresküsten sind es vor allem die

stehenden Salzwässer des Binnenlandes, die eine Entwicklung von Salzbindung bei den terrestrischen Laufkäfern ermöglichten. Einen Schwerpunkt bilden hier unter semiariden und ariden Bedingungen die Salzsteppen im Tiefland von Turan und in Kazachstan mit ihren temporären Salzseen und „Solontschaks“. Bisher unklar ist, ob diese Anpassungsstrategien zum Herausbilden von

osmoregulatorischen (homoiosmotischen) oder ionenregulatorischen (poikilosmotischen) Mechanismen führten oder ob umgekehrt das Fehlen von Osmo- und/oder Ionen-Regulation zur Bindung an ganz bestimmte osmotische Bodenwasserwerte führte, in dem Sinn, dass sensitive Stadien (Eier, Junglarven) nur überleben können, wenn sie mit den entsprechenden Böden isosmotisch sind (DUTT 2004).

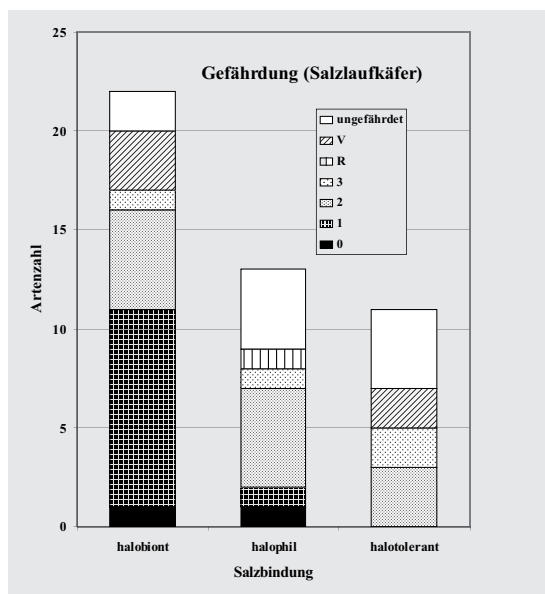


Abb. 4: Anteile gefährdeter Arten nach der Roten Liste Deutschlands (TRAUTNER et al. 1997) an der Artenzahl halobionter, halophiler und halotoleranter Laufkäferarten (Gefährdungsgrade: siehe Legende zu Tabelle 1).

4 Gefährdung und Raumbedeutung von Salz- und Küsten-Laufkäfern

Die aus Tabelle 1 zu entnehmenden Gefährdungsgrade nach der Roten Liste der Laufkäfer Deutschlands (TRAUTNER et al. 1997) werden in Abb. 4 nach den 3 Salzbindungstypen geordnet. Unter den Halobionten (*Pterostichus cursor*) und unter den Halophilen (*Harpalus cephalotes*) befindet sich je eine in Deutschland verschollene Art (Kategorie 0). Zehn weitere halobionte Arten und eine halophile Art sind vom Aussterben bedroht (Kategorie 1). Fünf halobionte, fünf halophile und 3 halotolerante Arten sind stark gefährdet, hinzu kommt eine ausgesprochen seltene halophile Art (*Acupalpus interstitialis*). Mit 91 % ist der Anteil der gefährdeten Arten an der Gesamtartenzahl bei den halobionten Arten am höchsten (Abb. 4).

Werden die Arten nach dem Arealtyp sortiert (Abb. 6), so zeigt sich, dass der Anteil der gefährdeten Arten in der Gruppe der östlich/kontinentalen

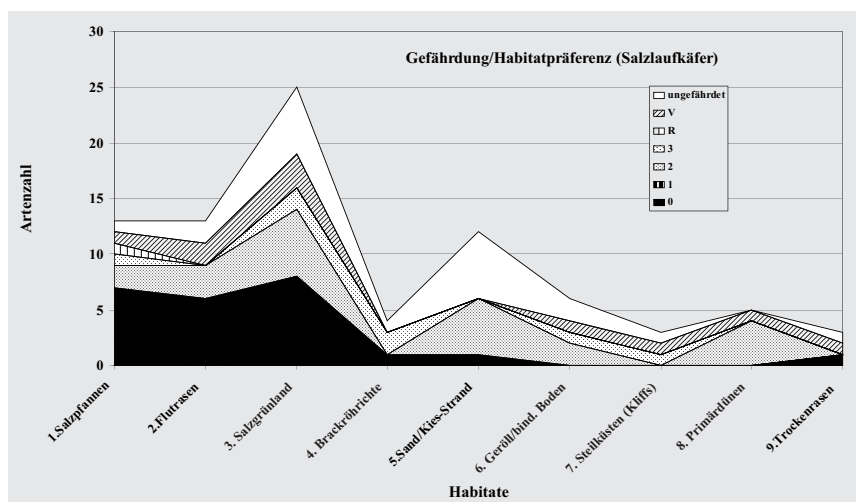
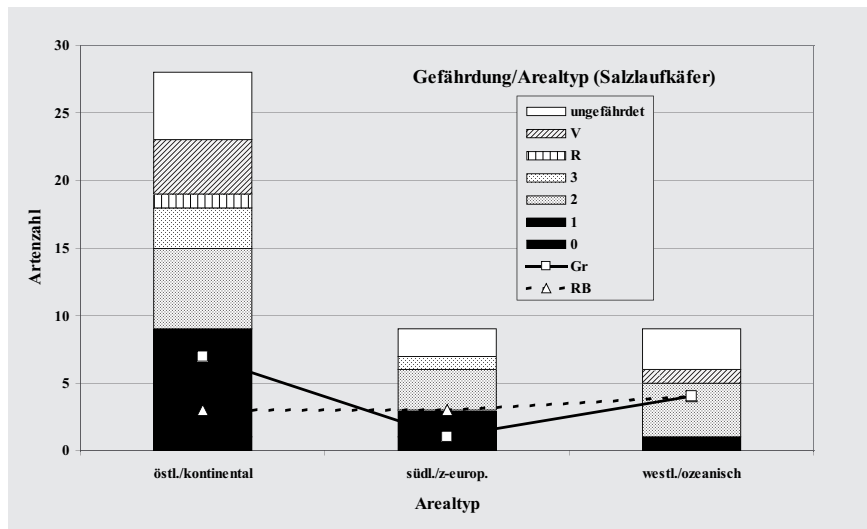


Abb. 5: Anteile gefährdeter Salz- und Küstenlaufkäfer (Gefährdungsgrade nach der Roten Liste Deutschlands: TRAUTNER et al. 1997) an der Artenzahl der drei genannten Areal-Typen-Gruppen.

Abb. 6: Habitatpräferenz gefährdeter Salz- und Küstenlaufkäfer (Gefährdungsgrade nach der Roten Liste Deutschlands: TRAUTNER et al. 1997).



Arten den höchsten Wert erreicht (82,1 %). Es folgen die zentral/südeuropäischen Arten (77,8 %) und die atlantischen Arten (66,7 %). Die Zahl der raumbedeutsamen Arten (10) ist unter den Salz- und Küstenarten relativ gering. Darunter sind mit *Bembidion aspericolle*, *B. aeneum*, *B. maritimum*, *B. cruciatum polonicum* und *Dicheirotrichus gustavii* Taxa, die nur eine eingeschränkte europäische Verbreitung haben, bzw. wie *Amara quenseli silvicola* und *Amara strenua* sogar nur zentral-europäisch verbreitet sind. Eine ganz besondere Verantwortung für den Schutz hat Deutschland bei folgenden Arten: *Dyschirius extensus*, *Bembidion pallidipenne*, *Agonum monachum*, sowie für die o. g. *Amara quenseli silvicola* und *Amara strenua*. Der relative Anteil der raumbedeutsamen Arten ist in der Gruppe der atlantisch/ozeanischen Arten am höchsten (44,4 %) und bei den östlich/kontinentalen Arten am geringsten (10,7 %).

12 Salz- und Küstenarten erreichen in Deutschland ihre natürliche Arealgrenze, darunter befindet sich mit *Ophonus subsinuatus* eine Art, die hier auf Salzstellen in Sachsen-Anhalt ein ausgesprochenes „Vorpostenvorkommen“ hat (CIUPA et al. 1998). Dieses Vorkommen ist allein schon aus evolutionsbiologischen Gründen schützenswert!

Die Habitatpräferenz der Salz- und Küstenlaufkäfer Deutschlands sortiert nach dem Anteil der einzelnen Gefährdungsgrade zeigt Abb. 5. Der relative Anteil nicht gefährdeter Arten ist auf den Standorten 4, 5, 6 am höchsten, im Gegensatz dazu sind alle auf Primär/Weißdünen vorkommenden

Salzlaufkäferarten gefährdet. Extrem hohe Gefährdungsgrade weisen auch die Salzlaufkäferfaunen der Salzpflanzen (92 %), der Flutrasen/Quellerefluren (85 %) und der Salzgrünländer (76 %) auf. Im Vergleich mit ähnlichen Gefährdungsanalysen bei Laufkäfern von Wäldern (MÜLLER-MOTZFELD 2001: 45,7 %) oder von xerothermen Standorten (MÜLLER-MOTZFELD 2004a: 68,5 %) ist die Gruppe der Salz- und Küstenarten unter den Laufkäfern Deutschlands die am stärksten gefährdete „Habitat-Präferenz-Gruppe“.

Zusammenfassung

Von den insgesamt 46 Laufkäferarten, die in Deutschland eine Präferenz für Salzstandorte erkennen lassen, sind 22 Arten streng an Salzstandorte gebunden (halobiont), 13 Arten bevorzugen offenbar solche Salzstandorte, werden aber auch auf anderen Standorten gefunden (halophil), und weitere 11 Arten kommen mehr oder weniger regelmäßig auf Salzstandorten vor, ohne, dass eine besondere Bindung an den osmotischen Wert des Bodenwassers vorzuliegen scheint (halotolerant).

Mit Hilfe einer einfachen numerischen Klassifizierung werden die von Salz- und Küstenlaufkäfern in Deutschland präferierten Standorte (1–9), die einmal die verschiedenen Vegetationstypen des Salzgrünlandes und die oft vegetationsfreien Sonderstandorte der Ufer salzhaltiger Gewässer der Küsten und des Binnenlandes bis hin zu Primär- und Weißdünenbildungen umfassen, aufgelistet.

Die Vergleiche der prozentualen Anteile der jeweiligen Salzbindungstypen mit der Habitatpräferenz, dem Arealtyp und dem Grad der Gefährdung nach der letzten Roten Liste Deutschlands (TRAUTNER et al. 1998) sind Gegenstand detaillierter Analysen. Dabei zeigt sich, dass die höchste Artenzahl im Salzgrünland (25) erreicht wird, wo auch der Anteil der halobionten Arten (17) am höchsten ist. Es folgen die Flutrasen/Quellerfluren (13 Arten, 11 halobionte), die vegetationsarmen Salzpflanzen (13 Arten, 9 halobionte) und die Sand- und Kiesstrände mit 12 Arten, bei letzteren ist allerdings der Anteil der halobionten Arten (2) deutlich geringer. Insgesamt lässt sich eine gegenläufige Tendenz zwischen der Habitatpräferenz der halobionten und der halotoleranten Arten deutlich machen.

Eine grobe Analyse der Areale lässt drei Gruppen erkennen:

- 9 westliche/ozeanische Arten
- 9 zentral/südeuropäische Arten
- 28 östliche/kontinentale Arten

Zu den östlich kontinentalen Arten gehört die Mehrzahl (28) der Salz- und Küstenlaufkäfer Deutschlands, sie besiedeln auch alle o. g. Salz- und Küsten-Habitate. In der Gruppe der westlich/ozeanischen Arten ist der Anteil der halobionten Arten am höchsten (66,7 %). Diese atlantischen Arten sind von ihrer Habitatwahl her am stärksten eingeschränkt, sie treten nur im Salzgrünland und an den Salzgewässerufeln auf und fehlen in den Brackröhrichtern, den Salzpflanzen, den Steilküsten, den Primärdünen und den Trockenrasen. Die Arten des zentral/südeuropäischen Arealtyps haben ein etwas breiteres Spektrum der besiedelten Habitate, sie fehlen nur in den Brackröhrichtern, Steilküsten und den Trockenrasen.

Insgesamt wurden 78 % der Küsten- und Salzlaufkäfer Deutschlands in der letzten Roten Liste (TRAUTNER et al. 1997) in irgendeiner Kategorie als gefährdet eingestuft, wobei der Gefährdungsgrad bei den halobionten Arten besonders hoch ist (91 %). Von *Pterostichus cursor* und *Harpalus cephalotes* existieren nur wenige ältere Nachweise aus Deutschland. Bezogen auf die höheren Gefährdungskategorien (0, 1, 2) weist die Gruppe der zentral/südeuropäischen Arten den höchsten Gefährdungsgrad (66,7 %) auf. Während bei den östlich/kontinentalen Arten der Anteil der raumbedeutsamen Arten (3) sehr gering ist (10,7 %), sind diese in der Gruppe der zentral/südeuropäischen Arten mit 2 (22,2 %) und in der Gruppe der

westlich/ozeanischen Arten mit 4 (44,4 %) vertreten. Der Anteil der Grenzarten ist in der Gruppe der westlich/atlantischen Arten (4) am höchsten (44,4 %), gefolgt von den östlich/kontinentalen Arten (6; ~21,4 %).

Eine ganz besondere Verantwortung kommt Deutschland für den Erhalt folgender Salz- und Küstenkäfer zu: *Dyschirius extensus*, *Bembidion pallidipenne*, *Agonum monachum*, *Amara quense-li silvicola* und *Amara strenua*. Weitere raumbedeutsame Arten sind: *Bembidion aeneum*, *B. aspericolle*, *B. cruciatum polonicum*, *B. maritimum* und *Dicbeirotrichus gustavii*.

Literatur

- CIUPA, W., GEITER, R. & N. GRUSCHWITZ (1998): Der Laufkäfer *Ophonus subsinuatus* REY, 1889 – in Deutschland nur in Sachsen-Anhalt. – *halophila* (Staßfurt) 35: 14–15.
- COULON, J. (2006): Revision des taxons d'Europe et du bassin méditerranéen occidental Rattaches a *Bembidion (Perypbus) cruciatum* Dejean. (Coleoptera, Carabidae, Bembidiini). – *Nouvel Revue Entomologique* (N.S.) 22 (2005): 327–350.
- CSIKI, E. (1946): Die Käferfauna des Karpaten-Beckens. I. Band: Allgemeiner Teil und Caraboidea. – Ungarisches Nationalmuseum Budapest, 798 S.
- DUTT, E. (2004): Autökologische Untersuchungen an ausgewählten Salzcarabiden im Hinblick auf ihre natürlichen Lebensbedingungen. – Diplomarbeit am Zool.Inst.& Museum d. EMAU Greifswald, 76 S. + Tabellenanhang.
- HANDKE, K. (1992): Zur Ausbreitung von *Bembidion aeneum* Germ. (Col. Carabidae) in der Bremer Wesermarsch. *Zeitschrift Ökologie & Naturschutz* 1: 72–74.
- HARTMANN, M. (2001): Rote liste der Laufkäfer (Coleoptera: Carabidae) Thüringens. In: Rote Listen Thüringens. – *Naturschutzreport* (Jena) 18: 109–116.
- HORION, A. (1959): Die halobionten und halophilen Carabiden der deutschen Fauna. – *Wissenschaftliche Zeitschrift der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, Math.-Nat.* VIII (4/5): 549–556.
- HÜRKA, K. (1996): Carabidae of the Czech and Slovak Republics. – *Ka-bourek, Zlin*, 565 S.
- IRMLER, U., DORMANN, W., HAESLER, V., HELLER, K., MEYER, K., MOS-SAKOWSKI, D., MÜLLER-MOTZFELD, G., REINKE, H.D., SCHULTZ, R. U. W. SCHULTZ (2000): Zonierung von Laufkäfern (Carabidae) und Spinnen in den Salzwiesen der Nord- u. Ostsee und die potentiellen Folgen einer Klimaerwärmung. – *Verhdg. d. GfÖ* (Kiel): S. 253 (Abstract).
- KIRSCHENHOFER, E. (1989): Carabidae. S. 15–107 – In KOCH, K. (Hrsgb.): *Die Käfer Mitteleuropas, Ökologie Bd. 1* – Verlag Goecke & Evers, Krefeld
- KOCH, K. (1989): *Die Käfer Mitteleuropas, Ökologie Bd. 1*. - Verlag Goecke & Evers, Krefeld, 440 S.
- MATHIAK, G. & G. MÜLLER-MOTZFELD (2003): Die Dynamik der Diversität von Tierarten und Zoozönosen in einer sich wandelnden Umwelt unter besonderer Berücksichtigung von Dispersionsprozessen – Abschlussbericht des Projektverbundes BIOSALT, Teil 3A: Projektbericht Tierökologie Greifswald, 33 S.

- MÜLLER, G. (1977): Die Salzlaufkäfer des Bezirkes Rostock. – Entomologische Nachrichten 21 (5): 65–71.
- MÜLLER-MOTZFELD, G. (2001): Laufkäfer in Wäldern Deutschlands.- Angewandte Carabidologie, Supplement II: 9–20.
- MÜLLER-MOTZFELD, G. (Hrsgb.) (2004): Bd.2 Adephaga 1: Carabidae (Laufkäfer). – In: FREUDE, H., HARDE, K.W., LOHSE, G.A. & B. KLAUSNITZER: Die Käfer Mitteleuropas. – Spektrum-Verlag Heidelberg/Berlin, 521 S.
- MÜLLER-MOTZFELD, G. (2004a): Xerotherme Laufkäfer in Deutschland - Verbreitung und Gefährdung. – Angewandte Carabidologie, Supplement III: 27–44.
- MÜLLER-MOTZFELD, G., NIEMANN, A. & E. MATHYL (1990): Die im Rahmen der Küsteninsekten-Kartierung erfaßten Käfer (Coleoptera) und Ohrenkriecher (Dermaptera). – Natur u. Umwelt (Rostock) 15: 17–56.
- MÜLLER-MOTZFELD, G., SCHULTZ, R. & K.-U. PÖSSEL (1996): Die Laufkäferfauna der Karrendorfer Wiesen als Indikator für die Sukzession der epedaphischen Arthropoden-fauna nach dem Deichrückbau. – Natur und Naturschutz in Mecklenburg-Vorpommern 32: 112–129.
- MÜLLER-MOTZFELD, G. & R. SUIKAT (1996): Rote Liste und Artenliste der Käfer (Insecta: Coleoptera) des deutschen Küstenbereichs der Ostsee. – Schriften-Reihe für Landschaftspflege und Naturschutz 48: 67–82.
- MÜLLER-MOTZFELD, G., TRAUTNER, J. & M. BRÄUNICKE (2005): Raumbedeutsamkeitsanalysen und Verantwortlichkeit für den Schutz von Arten am Beispiel der Laufkäfer (Coleoptera: Carabidae). – Naturschutz u. Biologische Vielfalt 8 (2004): 173–195.
- SCHNITZER, P. & M. TROST (2004): Rote Liste der Laufkäfer (Coleoptera: Carabidae) des Landes Sachsen-Anhalt. – In: Rote Listen Sachsen-Anhalt, Berichte des Landesamtes für Umweltschutz Sachsen-Anhalt 39: 252–263.
- SUIKAT, R. & T. ASSMANN (1995): Rote Liste der Käfer des deutschen Wattenmeerbereichs und Helgolands (mit Anhang: nicht gefährdete Arten). – Schriften-Reihe für Landschaftspflege und Naturschutz 44: 85–99.
- TRAUTNER, J., MÜLLER-MOTZFELD, G. & M. BRÄUNICKE (1997): Rote Liste der Sandlaufkäfer und Laufkäfer Deutschlands. – Natursch.u. Landschaftspl. 29 (9): 261–273.
- TURIN, H. (2000): De Nederlandse Loopkevers – Verspreiding en Ecologie (Coleoptera: Carabidae). – Nederlandse Fauna 3. Nationaal Natuurhistorisch Museum Naturalis & E.I.S Nederland, Leiden, 666 S.
- VON LENGERKEN, H. (1929): Die Salzkäfer der Nord- und Ostseeküste mit Berücksichtigung der angrenzenden Meere sowie des Mittelmeeres, des Schwarzen und des Kaspischen Meeres. – Akademische Verlagsgesellschaft Leipzig, 162 S.

Anschrift des Verfassers

Prof. em. Dr. Gerd MÜLLER-MOTZFELD
Zoologisches Institut & Museum
Ernst-Moritz-Arndt-Universität Greifswald
Johann-Sebastian-Bach-Straße 11/12
D-17489 Greifswald

