

# Verbreitung, Populations- und Nahrungsökologie von *Elaphrus aureus* in Nordwestdeutschland (Coleoptera, Carabidae)

Jens GÜNTHER und Benjamin HÖLSCHER

**Abstract:** Distribution, populations- and feeding ecology of *Elaphrus aureus* in Northwest Germany. - *E. aureus* is confined to sparsely vegetated, shaded river banks on sandy or sandy-loamy soil within softwood riparian forests. Due to the reduction and fragmentation of its habitat this species is rare and threatened in Germany. To get a more complete knowledge about its distribution in northwest Germany data from literature, reports on finds, and our own observations were analysed. In the year 2001 populations of *E. aureus* were investigated with capture-mark-recapture experiments along the rivers Düte near Osnabrück and the Ems near Lingen in northwest Germany in order to learn about population density and dispersal behaviour. To estimate flight-ability flight muscle development was analysed and the hind wing length compared to those of more widespread *Elaphrus* species (*E. cupreus*, *E. riparius*). Unlike other riparian carabid beetles (e.g., *E. riparius*) *E. aureus* showed a low power of dispersal. Only a small number of the dissected individuals had functional flight muscles and therefore the migration rate was low, and migrating individuals covered distances of only a few meters. In contrast to typical carabid beetles of dynamic river banks with a long reproductive period of several months, adults of *E. aureus* were only active for two months. The population density of about 2-6 individuals per m<sup>2</sup> is similar to that of other riparian ground beetles. To characterise feeding preferences, crop contents and mandible morphology were analysed. The particles in the crops of this species belonged mainly to spiders and other invertebrate taxa. The mandible morphology did not show any specialisation relating to a distinct feeding behaviour. As a conclusion some implications for the conservation of this species are considered.

## 1 Einleitung

*E. aureus* gehört wie die anderen Arten seiner Gattung zum Lebensformtyp der visuell jagenden Räuber unter den Laufkäfern (BAUER 1974, BAUER & BATH 1976). Aufgrund dieser Lebensweise findet man die Vertreter der Gattung *Elaphrus* meist auf offenen und wenig bewachsenen Böden in der Nähe von Ufern. Im Gegensatz zu seinem nahen Verwandten *E. riparius*, welcher sonnenexponierte Ufer präferiert, besiedelt *E. aureus* beschattete Rohböden in Ufernähe. In Mitteleuropa finden sich diese Strukturen innerhalb der ufernahen Weichholzaue, die von verschiedenen, meist buschig wachsenden Weidenarten dominiert wird (z.B. *Salix triandra*, *Salix viminalis*). Als wesentliche Bestandteile naturnaher Flussauen säumten solche Weichholzauwälder als begleitendes Band die Ströme und Flüsse Norddeutschlands. Die ersten gro-

ßen Bestandseinbußen erfolgten jedoch bereits in den Rodungsphasen des Mittelalters. Der Ausbau der Flüsse, insbesondere in der Neuzeit, führte zu einer veränderten Dynamik des Hochwassers und zur Absenkung des Grundwasserspiegels. Damit ging eine Reduktion der potenziellen Wuchsgebiete der Weichholzauwälder einher. Noch heute tragen Gewässerunterhaltung und oft auch landwirtschaftliche Nutzung bis nahe an den Gewässerrand wesentlich dazu bei, dass die von Weiden dominierten Weichholzwälder nur kleinflächig und inselartig verbreitet sind. An der Mittelelbe nehmen Weichholzauwälder heute ca. 0,3 % der Elbaue ein, bedecken damit also nur einen kleinen Bruchteil ihres potenziellen Wuchsgebietes (LANDESAMT FÜR UMWELTSCHUTZ SACHSEN-ANHALT 2001). Auch an anderen Flusssystemen ist die Situation vergleichbar. So charakterisiert KAISER (1993) die ursprünglichen Ufer der Ems im Kreis Gütersloh

als überwiegend von Weidengebüsch gesäumt (siehe auch SPANJER 1935). Spätestens die großen Emsausbaumaßnahmen in den 1930er und 1940er Jahren führten zu einer drastischen Verringerung der ufernahen Gehölzvegetation (überwiegend durch Anlegen eines neuen Böschungsprofils mit regelmäßiger Mahd, Steinschüttungen und Flussbegradigungen). An den Uferzonen der heutigen Ems im Kreis Gütersloh fehlt über weite Strecken jeglicher Strauch- und Baumbewuchs (KAISER 1993). Im Emsland, an der Hunte oder Leine ist die Situation ähnlich (vgl. Karte der „Schutzwürdigen Bereiche“ der Erfassungseinheit Auewald bei VON DRACHENFELS et al. 1984). Heute gehören sie deshalb zu den gefährdetsten Lebensräumen in Nordwestdeutschland. Zusammen mit den Erlen-Eschenwäldern werden die Weichholzauwälder im Anhang I der Flora-Fauna-Habitat (FFH)-Richtlinie als prioritärer Lebensraumtyp eingestuft (SSYMANK et al. 1998).

Dieser Habitatverlust und die damit einhergehende Fragmentierung haben negative Auswirkungen auf die an diesen Lebensraum angepasste Fauna. So wird *E. aureus* in der bundesdeutschen Roten Liste als selten und stark gefährdet eingestuft (TRAUTNER et al. 1996). Gleichzeitig fällt auf, dass es etliche potenziell geeignete, aber unbesiedelte Habitate an Flüssen mit Nachweisen von *E. aureus* in Nordwestdeutschland gibt. Auch eine Vervielfachung der ufernahen Weidengebüsche durch Aufgabe der Uferunterhaltung im Gebiet des Erprobungs- und Entwicklungsvorhabens des Bundes im „Hasetal“ bei Haselünne (E+E-Vorhaben „Hasetal“) hat bislang nicht zu einer Besiedlung durch diese Art geführt, die etwa 20 km entfernt an der Ems bei Lingen in zahlreichen lokalen Populationen nachgewiesen ist. Dies steht im Gegensatz zu etlichen stenotopen Arten sonnenexponierter Rohböden, die in der Lage sind, auch isolierte neu entstandene Lebensräume schnell und effektiv zu besiedeln (LEHMANN 1965, BERNHARD & HANDKE 1989, in Druck). Dieses gute Ausbreitungs- und Wiederbesiedlungspotenzial ist typisch für Laufkäferarten, die regelmäßig überschwemmte Flächen an der dynamischen Wasser-Land-Grenze an Flussufern besiedeln (DESENDER 1989a, NELLES & GERKEN 1990, BONN 2000, BONN & ZIESCHE 2000). Ein ausgeprägtes Flugvermögen stellt eine geeignete Strategie dar, Überflutungsereignissen auszuweichen und neu entstandene Lebensräume in kurzer Zeit zu kolonisieren (MANDERBACH 1998,

BONN 2000).

Die erfolgreiche Besiedlung eines Habitats kann außer durch das Ausbreitungspotenzial auch durch das Vorhandensein oder Fehlen bestimmter Ressourcen auf den jeweiligen Habitatpatches beeinflusst werden. Folglich sollte bei einer naturschutzbiologischen Untersuchung auch das Nahrungsspektrum berücksichtigt werden.

Die wesentlichsten Ziele dieser Untersuchung sind deshalb:

- die aktuelle Verbreitung von *E. aureus* in Nordwestdeutschland zu bestimmen
- das Ausbreitungspotenzial und -verhalten zu charakterisieren (Flugvermögen, Austauschraten zwischen lokalen Populationen)
- die Besiedlungsdichten lokaler Populationen zu ermitteln
- herauszufinden, ob diese Art bestimmte Anpassungsstrategien an das dynamische Habitat Flussumfer verfolgt
- das Nahrungsspektrum näher zu charakterisieren
- naturschutzfachliche Konsequenzen aus den Ergebnissen abzuleiten

## 2 Verbreitung und Habitatbindung

*E. aureus* ist von Südwestfrankreich über große Teile Mitteleuropas (Jugoslawien, Bulgarien, Rumänien, Ungarn, Slowakei, Norditalien, Belgien, Niederlande) bis Nordwestdeutschland verbreitet. Den nordwestlichen Rand seiner Verbreitung erreicht *E. aureus* im westlichen Tiefland Niedersachsens (mittleres Emsland). Auch in den Niederlanden ist keine weiter nördlich gelegene Fundstelle bekannt (vgl. BURMEISTER 1939, HORION 1941, ASSMANN & TERLUTTER 1999, TURIN 2000). Im Osten erreicht die rein europäisch verbreitete Art den Kaukasus (KRYZHANOVSKIJ et al. 1995).

*E. aureus* ist auf die Uferbereiche kleiner bis großer Fließgewässer beschränkt. Hier besiedelt er beschattete, sandige bis sandig-lehmige Rohböden der Weichholzaue (BAUER & BATH 1976, MARGGI 1992). In Nordwestdeutschland finden sich diese, von Gehölzen beschatteten, vegetationsarmen Uferstrukturen typischerweise innerhalb der Korbweiden-Mandelweidengebüsche (*Salicetum triandro-viminalis*) (ASSMANN & TERLUTTER 1999).

Diese Habitatbindung zeigt die Art an mehreren Stellen in Nordwestdeutschland: an Ems,

Goorbach, Werse, Düte und an verschiedenen kleineren Fließgewässern (ASSMANN 1991, mdl. Mitt.). In dichten krautigen Vegetationsstrukturen entlang der Fließgewässer, die nicht durch Gehölze beschattet waren, konnte die Art in Nordwestdeutschland auch in der Nähe bekannter Vorkommen nicht nachgewiesen werden (eigene Beob.). Auf nur teilweise besonnten Rohböden im Randbereich der Weidengebüsche an der Ems konnten vereinzelt Individuen beobachtet werden.

### 3 Material und Methoden

#### 3.1 Populationsgrößen

Zur Ermittlung der Populationsgrößen und der Austauschprozesse von *E. aureus*-Individuen zwischen benachbarten Weichholzaunfragmenten an der Ems bei Lingen wurde die Fang-Wiederfang-Methode mit individueller Markierung angewandt. Als sogenannte „Patches“ werden in dieser Untersuchung alle Habitate entlang der Flussufer angesehen, die der in Kapitel 2 beschriebenen Charakterisierung entsprechen.

8 Patches wurden an der Ems bei Lingen (Wachendorf, Kasten Abb. 2) an ca. 400 m Uferlänge besammelt. Hier wurden die Tiere mit Wasser aufscheucht und in Patch-spezifischen Sammlungsbehältern untergebracht. Das Aufsammeln erfolgte zeitlich begrenzt, d.h. 20 Minuten pro Patch. Die Patches wurden an 6–8 Fangterminen von Anfang Mai bis Ende Juli 2001 beprobt. Um Aussagen zu den Fangzahlen frisch geschlüpfter Individuen machen zu können, wurde ein Patch (Nummer 2) bis Ende August beprobt.

Die individuelle Markierung der Tiere erfolgte mit einem Glasgravergerät unter Verwendung eines binären Punktcodes (verändert nach MÜHLENBERG 1993). Die Berechnungen der Populationsgrößen wurden mit den Indizes nach DU FEU (1983), JOLLY (1965) und SEBER (1965) durchgeführt.

#### 3.2 Sezieren

Zur Beurteilung der potenziellen Flugfähigkeit wurden an der Ems bei Lingen und bei Münster und an der Düte bei Osnabrück (vgl. Abb. 2) Individuen der Arten *E. aureus*, *E. riparius* und *E. cupreus* an mehreren Fangterminen von Mai bis Juli gesammelt und tiefgefroren. Anschließend wurden Geschlecht, Körperlänge, Elytrenlänge (gemessen vom Hinterende des Scutellum bis zur



Abb. 1: *Elaphrus aureus*, eine typische Art ufernaher Weidengebüsche (Foto: J. TRAUTNER).

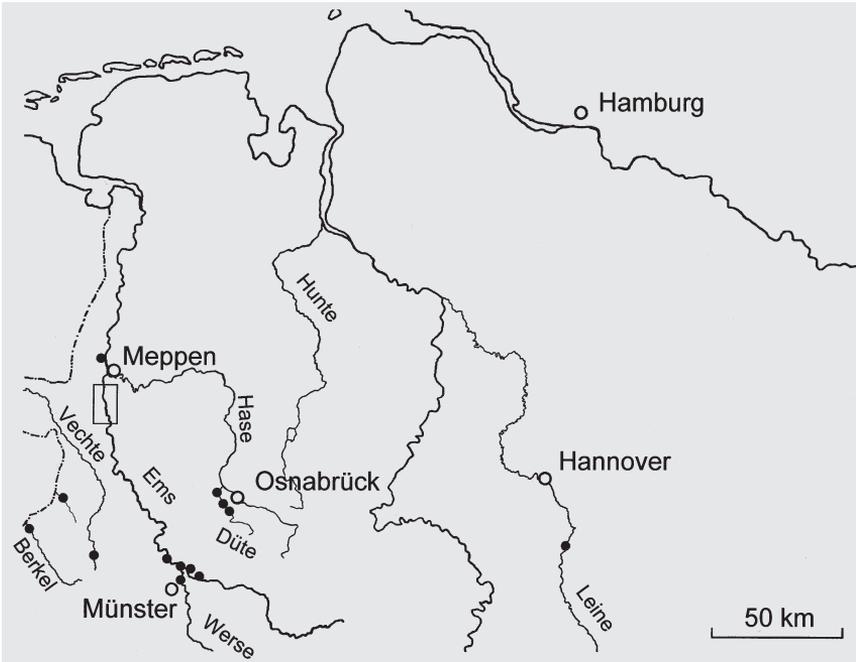
Elytrenspitze auf 0,05 mm genau), Alaelänge (maximale Länge vom Flügelgelenk zur Flügelspitze auf 0,05 mm genau) und Ausbildung der Flugmuskulatur bestimmt. Die lateral und medio-dorsal im Metathorax verlaufenden indirekten Flugmuskeln lassen sich gut von der übrigen quergestreiften Körpermuskulatur unterscheiden. Die Einteilung erfolgte in Anlehnung an DESENDER (1989b) halbquantitativ in 3 Stufen: 0 = keine Flugmuskulatur erkennbar, 1 = reduzierte Flugmuskulatur (einzelne verdickte Bündel mit großen Zwischenräumen), 2 = vollständig entwickelte Flugmuskulatur (der Metathorax ist fast vollständig mit Muskulatur ausgefüllt).

Den weiblichen Tieren wurden zusätzlich die Abdomina eröffnet, um den Reproduktionszustand zu beurteilen.

Der U-Test nach Wilcoxon, Mann and Whitney wurde verwendet, um die Mittelwerte der relativen Flügellänge von *E. aureus*, *E. cupreus* und *E. riparius* auf signifikante Abweichungen zu testen. Mit dem Chi-Quadrat-Mehrfelder-Test wurde die Flugmuskelausprägung statistisch abgesichert (vgl. SACHS 1999).

### 4 Kropfinhaltsanalyse und Mandibelmorphologie

Um einen Einblick in das aufgenommene Beutierspektrum zu erhalten, wurden die Vorderdarminhalte von 52 der oben genannten *E. aureus*-Individuen analysiert. Mit einer Pinzette wurde der Kropf vom Kopf gelöst, der Inhalt auf einen Objektträger gebracht und in ein Polyvinylpyrrolid-



**Abb. 2:** Aktuelle Verbreitung von *E. aureus* in Nordwestdeutschland. In der Kastenmarkierung südlich von Meppen liegen auf einer Fließstrecke von ca. 23 km 54 lokale Populationen, die nicht mit schwarzen Punkten gekennzeichnet sind.

don-haltiges, lichtbrechendes Einbettungsmedium überführt (LOMPE 1989). Anschließend wurden die Proben mit einem Deckglas versehen und mikroskopisch analysiert.

Um eventuelle Spezialisierungen in der Morphologie der Mandibeln und damit eine Anpassung an eine bestimmte Nahrung aufzeigen zu können, wurden die Mandibeln einiger *E. aureus*-Individuen präpariert und gezeichnet. Die Nomenklatur der Mandibelteile folgt EVANS & FORSYTHE (1985).

## 5 Ergebnisse

### 5.1 Verbreitung in Nordwestdeutschland

Mehrere Populationen von *E. aureus* sind in Nordwestdeutschland von den Flüssen Ems, Leine und verschiedener kleinerer Fließgewässer (Düte, Vechte, Eltingmühlenbach, Berkel, Werse, Goorbach) bekannt (siehe Abb. 2).

Von der Ems liegen zahlreiche Nachweise vor. In Westfalen nördlich von Münster sind 4 Vorkom-

**Tab. 1:** Patchgröße, Anzahl der Erstfänge, Wiederfänge und Populationsgrößen von *Elaphrus aureus* an der Ems und an der Düte im Jahr 2001 geschätzt mit den Indizes nach JOLLY (1965), SEBER (1965) und DU FEU (1983). Die mittlere Populationsdichte ist in Individuen/m<sup>2</sup> angegeben. nm: Schätzung nicht möglich.

	Ems									Düte	
	1	2	3	4	5	6	7	8	Gesamt		
Patchgröße m <sup>2</sup>	30	80	30	24	21	18	60	30	293	194	
Erstfänge	70	186	84	44	28	63	107	25	607	732	
Wiederfänge	21	243	48	17	4	32	51	5	421	984	
Jolly & Seber	nm	156±25	nm	nm	nm	45±10	nm	nm	630±68	641±114	
Du Feu	164±30	237±8	142±15	94±12	114±51	107±14	188±20	78±30	937±36	945±45	
Indiviuen/m <sup>2</sup>	5,5	2,0-3,0	4,7	3,9	5,4	2,5-5,9	3,1	2,6	2,2-3,2	3,3-4,9	

men bei Gimble (STARKE mdl.), Gelmer (STARKE, TERLUTTER mdl.), Vadrup (KÖHLER 2000, HÖLSCHER 2002, eigene Beob.) und Telgte (KÖHLER 2000, eigene Beob.) bekannt. Die Vorkommen bei Vadrup und Telgte bestehen aus 6 und 2 lokalen Populationen. Den nordwestlichen Verbreitungsrand erreicht *E. aureus* ca. 4 km nördlich von Meppen am Borkener Paradies (ASSMANN 1991). Südlich, zwischen Lingen und Meppen, befinden sich mehrere Vorkommen (ASSMANN 1991, HÖLSCHER 2002, eigene Beob.). Bei einer Präsenz-Absenz-Kartierung von *E. aureus* im Sommer 2002 konnten in diesem Bereich der Ems insgesamt 54 lokale Populationen nachgewiesen werden (siehe Kasten in Abb. 2).

An der Düte bei Osnabrück befinden sich drei bekannte Vorkommen (Sutthausen: FRISCHMUTH 2000, Hellern: HÖLSCHER 2002, Wersen: eigene Beob.). Die Fundstelle bei Hellern besteht aus 6 lokalen Populationen an ca. 400 m Fließstrecke.

Weitere Fundpunkte liegen in Westfalen nördlich von Münster bei Handorf an der Wese (STARKE mdl.), am Eltingmühlenbach bei Saerbeck (TERLUTTER mdl.), bei Schöppingen an der Vechte (TERLUTTER mdl.), nahe der niederländischen Grenze am Goorbach bei Gronau (ASSMANN mdl.) und an der Berkel zwischen Stadtlohn und Vreden (FRITZE mdl.). Die nordöstlichste Population befindet sich an der Leine bei Betheln in der Nähe von Hildesheim (SCHMIDT et al. 2000).

## 5.2 Ausbreitungspotenzial

Alle 156 seziierten Individuen von *E. aureus* wiesen voll entwickelte Hautflügel (Alae) auf. Allerdings war die relative Flügellänge mit einem Alae/Elytren-Verhältnis von  $1,56 \pm 0,06$  signifikant ( $p < 0,001$ ) kürzer als die relative Flügellänge von *E. cupreus* ( $1,59 \pm 0,05$ ;  $n = 75$ ) und *E. riparius* ( $1,75 \pm 0,04$ ;  $n = 101$ ). Die Entwicklung der Flugmuskulatur unterschied sich ebenfalls signifikant von *E. cupreus* und *E. riparius* einerseits und *E. aureus* andererseits ( $p < 0,001$ ). Von 156 *Elaphrus aureus*-Individuen konnte bei 94 Tieren keine Flugmuskulatur festgestellt werden. Nur bei einem geringen Anteil der Tiere ( $n = 12$ ) war vollständig entwickelte Muskulatur zu erkennen (Abb. 3). 59 der 75 untersuchten *E. cupreus*-Individuen zeigten vollständig entwickelte Flugmuskulatur. Nur bei 3 Tieren wurde keine Flugmuskulatur gefunden. Bei *E. riparius*, von dem 101 Individuen seziiert wurden, konnten insgesamt 92 Tiere mit voll ausgebildeten

Flugmuskeln nachgewiesen werden. Kein Individuum dieser Art hatte fehlende Flugmuskulatur.

Bei den Fang-Wiederfang-Experimenten an den 8 Patches an der Ems wurden 20 Individuen gefangen, die ihr Ausgangspatch verlassen haben und benachbarte Patches aufsuchten. 16 Tiere wurden einige Meter flussaufwärts an anderen Patches gefangen, wobei 3 Individuen bereits bei Voruntersuchungen im Jahr 2000 markiert worden sind und erst im Folgejahr 35, 41 bzw. 70 Meter von ihrem Ausgangspatch wiedergefangen wurden. Die anderen 13 Tiere sind 2001 markiert worden und legten in demselben Jahr Entfernungen zwischen 11 und 14 Metern zurück. Nur 4 Individuen wechselten ihr Patch in Fließrichtung. Drei dieser Tiere wurden bereits 2000 markiert und im Jahr danach 35, 172 und 184 Meter von ihren Ausgangspatches entfernt wiedergefangen. Das in 2001 markierte Tier legte eine Distanz von 14 Metern zurück.

Bei insgesamt 607 Erstfängen des Jahres 2001 entsprechen diese 20 Individuen einer minimalen Austauschrate von 3,3 % mit einer minimalen mittleren, zurückgelegten Entfernung von 36,5 Metern pro Individuum. Werden nur die im Jahr 2001 markierten Tiere berücksichtigt (590 markierte Individuen, 14 Patchwechsler), ergibt sich eine minimale Austauschrate von 2,4 % und eine minimale mittlere, zurückgelegte Entfernung von 13,8 Metern pro Individuum.

## 5.3 Populationsdichte

Die Populationsgrößenberechnung für alle Patches an der Ems bei Lingen ergab nach DU FEU (1983) einen Wert von  $937 \pm 36$  Tieren, wohingegen die Schätzung nach JOLLY (1965) und SEBER (1965) eine niedrigere Populationsgröße von  $630 \pm 68$  Individuen ermittelte. Daraus ergab sich eine mittlere Individuendichte von 2,2–3,2 Tieren pro  $m^2$  (Tab. 1).

Auf Patch 1 mit einer Größe von  $30 m^2$  war eine mittlere Individuendichte von 5,5 Tieren pro  $m^2$  zu verzeichnen. Die Populationsgröße nach DU FEU betrug hier  $164 \pm 30$  Individuen. Die größte Population wurde für Patch 2 ermittelt (DU FEU:  $237 \pm 8$  und JOLLY und SEBER:  $156 \pm 25$ ), der  $80 m^2$  groß war. Hier betrug die mittlere Individuendichte 2,0–3,0 Tiere pro  $m^2$ . Patch 3, das eine Fläche von  $30 m^2$  hatte, wies eine mittlere Individuendichte von 4,7 Tieren pro  $m^2$  auf. Die Methode nach DU FEU ergab eine Populationsgröße von  $142 \pm 15$  Indi-

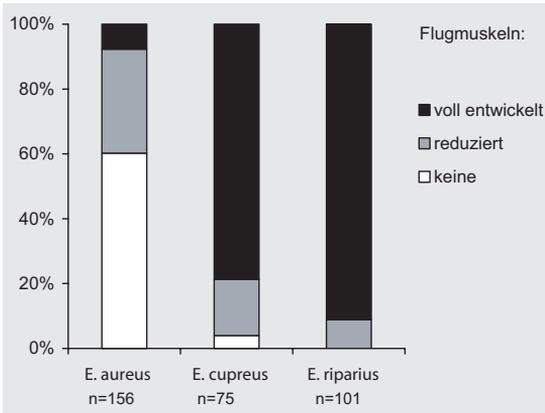


Abb. 3: Prozentuale Anteile von voll entwickelten, reduzierten und nicht vorhandenen Flugmuskeln bei *E. aureus*, *E. cupreus* und *E. riparius*.

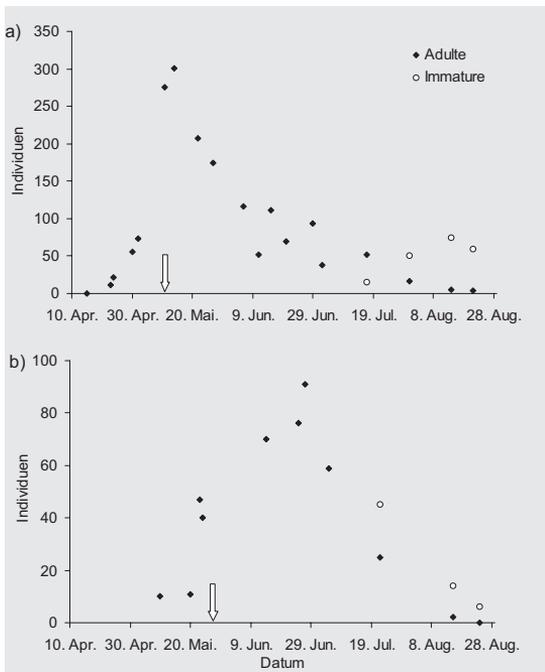


Abb. 4: Fangzahlen von adulten und immaturren *E. aureus*-Individuen an der Düte (a) und an der Ems (Patch 2) (b) im Jahr 2001. Die Pfeile markieren die ersten Nachweise von Weibchen mit reifen Eiern.

duen. Bei Patch 4 wurde eine kleinere Populationsgröße nach DU FEU ( $94 \pm 12$  Individuen) errechnet. Die Patchgröße betrug  $24 \text{ m}^2$  und die mittlere Individuendichte lag bei  $3,9$  Individuen pro  $\text{m}^2$ .  $5,4$  Individuen pro  $\text{m}^2$  fanden sich auf Patch 5 ( $21 \text{ m}^2$ ). Hier berechnete sich die Populationsgröße

nach DU FEU auf  $114 \pm 51$  Individuen. Das kleinste Patch (6) mit  $18 \text{ m}^2$  hatte von allen untersuchten Patches nach DU FEU die größte Individuendichte mit  $5,9$  Individuen pro  $\text{m}^2$  ( $107 \pm 14$  Tiere). Nach JOLLY und SEBER ergab sich eine Individuendichte von  $2,5$  Individuen pro  $\text{m}^2$  ( $45 \pm 10$  Tiere). Patch 7, das  $60 \text{ m}^2$  in seiner Fläche maß, hatte eine Individuendichte von  $3,1$  Tieren pro  $\text{m}^2$ . Hier ermittelte die Methode nach DU FEU eine Populationsgröße von  $188 \pm 20$  Individuen. Die kleinste Populationsgröße (DU FEU:  $78 \pm 30$  Individuen) wurden für das  $30 \text{ m}^2$  großen Patch 8 ermittelt. Für die Patches 1, 3, 4, 5, 7 und 8 konnten keine Populationsgrößen nach JOLLY und SEBER berechnet werden, da die Vertrauenskriterien nicht erfüllt waren. Nur an 2 Patches (2 und 6) konnten Populationsgrößen nach beiden Methoden berechnet werden.

An der Düte bei Osnabrück wurden auf dem untersuchten Patch, das mit  $194 \text{ m}^2$  deutlich größer war als die besammelten Patches der Ems, Populationsgrößen von  $641 \pm 114$  (JOLLY und SEBER) und  $945 \pm 45$  (DU FEU) ermittelt. Die Individuendichte pro  $\text{m}^2$  betrug  $3,3\text{--}4,9$  Tiere pro  $\text{m}^2$ .

## 5.4 Phänologie

Im Jahr 2001 konnten die ersten *E. aureus*-Individuen am 23.4. an der Düte und am 10.5. an der Ems auf Patch 2 nachgewiesen werden (Abb. 4). Eine Begehung ohne Nachweise aktiver Tiere erfolgte jedoch nur an der Düte am 15.4. Das Aktivitätsmaximum wurde innerhalb weniger Wochen an der Düte mit 301 gefangenen adulten Individuen am 14.5. erreicht. An der Ems auf Patch 2 konnten erst am 27.6. mit 91 adulten Individuen die meisten Käfer pro Fangtag festgestellt werden. Anschließend sanken an beiden Fangstellen die Fangzahlen, bis am 17.7. an der Düte und am 22.7. an der Ems die ersten frisch geschlüpften Tiere mit weichem Exoskelett (immature Individuen) gefangen werden konnten. An der Düte steigerte sich die Zahl der immaturren Käfer bis auf 74 am 17.8., wogegen an der Ems die meisten weichen Tiere (45) am 27.7. gefangen wurden. Ende Juli und insbesondere im August war nur noch ein geringer Teil der gefangenen Individuen Alttiere.

Die ersten Tiere mit reifen Eiern konnten an der Düte ab dem 10.5. und an der Ems ab dem 27.5. nachgewiesen werden (Abb.4). Ab Mitte Juni waren in fast allen seziierten Weibchen reife Eier vorzufinden.

## 5.5 Kropfinhalte und Mandibelform

Abbildung 5 zeigt die Aufteilung der Kropfinhalte der 52 untersuchten *E. aureus*-Individuen. Zum Teil wurden in einigen Proben mehrere Partikel nachgewiesen. In 24 Kröpfen konnten tierische Partikel gefunden werden, bei 8 Kröpfen gelang keine weitergehende Bestimmung, da die Fragmente z.T. zu klein oder nicht identifizierbar waren. Bei 23 Individuen enthielt der Kropf keinen Inhalt und in 2 Kröpfen konnten Sandkörner identifiziert werden.

Bei der Verteilung der Tierreste auf Taxa (Abb. 6) zeigte sich, dass viele Individuen Spinnenfragmente enthielten (n = 15). Weiterhin fanden sich Lumbriciden-, Coleopteren-, Gammariden-, Dipteren- und Lepidopteren-Fragmente. In 2 Kröpfen konnten Lumbriciden-, in 2 weiteren Coleopteren-Fragmente nachgewiesen werden. Gammariden-, Dipteren- und Lepidopteren-Fragmente waren jeweils nur in 3 Kropfinhalten vorhanden.

Die Mandibeln dieser Art sind leicht asymmetrisch, was bei Laufkäfern üblicherweise der Fall ist (vgl. Forsythe 1983). Dennoch sind in der Ausbildung der rechten und der linken Mandibel keine auffallenden Unterschiede festzustellen (Abb. 7). Die Morphologie sieht wie folgt aus: Die Mandibeln sind etwa 1,5 mal länger als breit und enden apikal in einer scharfen Spitze. Diese hat einen Winkel von ca. 80°. Die Terebra nimmt ca. die Hälfte der Mandibellänge ein und weist keine hervortretenden Strukturen auf. In der basalen Molarregion sind zwei Retinakularzähne ausgebildet; ein Terebralzahn folgt apikal.

## 6 Diskussion

### 6.1 Räumliche Dynamik lokaler Populationen

Obwohl *E. aureus* konstant makropter ist und somit über voll entwickelte Hautflügel verfügt, hat er kleinere Alae als andere Arten seiner Gattung. Stärker ist der Unterschied bei der Flugmuskulaturentwicklung (Abb. 3). Während bei *E. cupreus* und *E. riparius* der überwiegende Teil (79 bzw. 91 %) der seziierten Tiere voll entwickelte Flugmuskeln aufwies, war dies bei *E. aureus* selten (8 %). Nur Tiere, die voll ausgebildete Flugmuskeln aufweisen, sind als potenziell gut flugfähig zu charakterisieren (DESENDER 2000). Individuen, die reduzierte bzw. keine sichtbaren Flugmuskeln aufweisen, besitzen keinen funktionierenden Flugapparat, was bei über

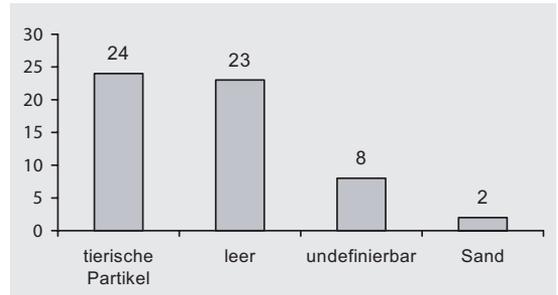


Abb. 5: Aufteilung der Kropfinhalte von 52 *E. aureus*-Individuen in: tierische Partikel, leer, undefinierbar und Sandkörner. Die Anzahl der Kröpfe ist über den Säulen angegeben.

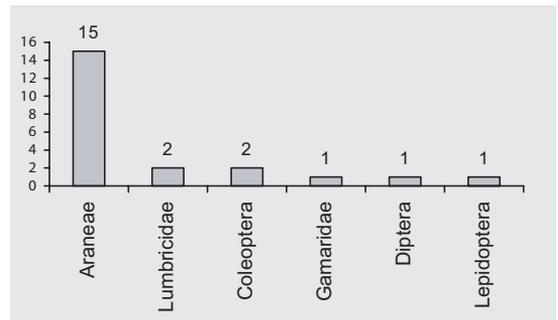


Abb. 6: Aufteilung der tierischen Partikel aus Kröpfen von *E. aureus* nach Taxa. Die Anzahl der Kröpfe ist über den Säulen angegeben.

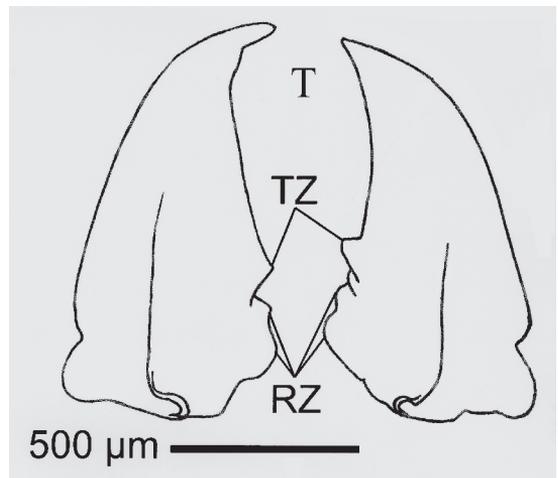


Abb. 7: Dorsale Seite der Mandibeln von *E. aureus*. T: Terebra, TZ: Terebralzähne, RZ: Retinakularzähne.

90 % der seziierten Tiere von *E. aureus* der Fall war. Hinzu kommt, dass für *E. aureus* keine Flugnachweise aus der Literatur bekannt sind (BAUER & BATH 1976, TURIN 2000), wogegen *E. riparius* und *E. cupreus* regelmäßig beim Abfliegen beobachtet

(BAUER 1974, eigene Beob.) und in Fensterfallen nachgewiesen werden konnten (BONN 2000). Zu ähnlichen Ergebnissen kommt DESENDER (1989b) bei einer *E. aureus*-Population in Belgien, bei der die Individuen ebenfalls kürzere Alae als *E. riparius* und *E. cupreus* aufwiesen und von 12 seziierten Tieren nur 3 voll ausgebildete Flugmuskeln hatten. Damit muss *E. aureus* als eine Art mit einem relativ geringen Ausbreitungspotenzial gekennzeichnet werden. Doch gerade Rohbodenstandorte an dynamischen Flussufern werden in der Regel von Laufkäferarten mit sehr gutem Ausbreitungspotenzial besiedelt (vgl. BERNHARD & HANDKE 1989, ZULKA 1994, MANDERBACH 1998). Arten wie *E. riparius*, *Omoignon limbatum* und die meisten *Bembidion*-Arten sind somit in der Lage, neu entstandene Habitate schnell und effektiv zu besiedeln (BAUER & BATH 1976, BERNHARD & HANDKE 1989, eigene Beob.). Außerdem können sie Hochwasserereignissen durch Abfliegen in höher gelegene Bereiche ausweichen (BONN 2000).

Beides wurde nie bei *E. aureus* beobachtet und ist durch die vorliegenden Ergebnisse auch nicht anzunehmen. *E. aureus* legte an der Ems bei Lingen Wegstrecken entlang des Flussufers von 11 bis 184 Metern zurück (im Mittel 36,5 Meter), wobei die jeweils größten Entfernungen von Tieren flussabwärts überbrückt wurden, die bereits im Vorjahr markiert und erst im Jahr 2001 172 und 184 Meter auf einem anderen Patch wiedergefangen werden konnten (Kap. 4.2). Eine Verdriftung während Hochwasserereignissen ist in diesem Fall nicht auszuschließen. Berücksichtigt man nur die Tiere, die definitiv erst im Jahr 2001 ihr Markierungspatch verlassen hatten und auf einem anderen wiedergefangen wurden, so ergeben sich Entfernungen von 11 und 14 Metern (im Mittel 13,8 Meter). Hochwasser traten während der dreieinhalb Monate Untersuchungszeit von *Omoignon limbatum* wenige Kilometer entfernt an der Hase nicht auf (eigene Beob.). Dennoch waren die überwundenen Distanzen entlang des Flussufers mit einigen hundert Metern bis zu über einem Kilometer wesentlich größer (GÜNTHER et al. 2004). Insgesamt wechselten 11 % aller markierten Tiere nachweislich ihr Patch. Bei *E. aureus* betrug diese minimale Austauschrate 3,3 % (inklusive der im Vorjahr markierten Tiere) und 2,8 % (Tiere, die nachweislich im Jahr 2001 ihr Patch gewechselt haben). Flugunfähige Laufkäfer wie *Poecilus lepidus* oder verschiedene *Carabus*-Arten können in einer

Saison größere Distanzen als *E. aureus* zurücklegen (vgl. NIEHUES et al. 1996, RIECKEN & RATHS 1996, VERMEULEN 1994, Assmann 1998). So konnte VERMEULEN (1994) für *Poecilus lepidus* bis zu 150 m nachweisen, die einzelne Individuen in einem Jahr entlang von Korridoren in den Niederlanden zurückgelegt haben. ASSMANN & GÜNTHER (2000) beobachteten mit der Methode des „harmonic radar“ bei *Carabus problematicus* durchschnittlich zurückgelegte Wegstrecken von 17,3 m pro Nacht. Dabei lief ein Individuum dieses Waldlaufkäfers eine Strecke von über 132 m Luftlinie in einer Nacht (ASSMANN 1998). Hierbei ist selbstverständlich zu berücksichtigen, dass *Carabus problematicus* mit einer Körperlänge von 2 bis 3 cm deutlich größer ist als *E. aureus*.

Durch dieses für ripicole Arten untypisch geringe Ausbreitungspotenzial von *E. aureus* erklärt sich die starke negative Abhängigkeit des Vorkommens dieser Art an Weidengebüschen der Ems zur Entfernung der nächsten Population (Isolation). Wenn ein leeres Patch von der nächsten Population einige hundert Meter entfernt ist, ist die Wahrscheinlichkeit, dass dieses besiedelt werden kann, sehr gering (GÜNTHER & HÖLSCHER 2003). Entlang eines ca. 23 km langen Flussabschnittes der Ems mit insgesamt 103 untersuchten Weidengebüschen lagen besetzte und unbesetzte Patches sowohl in unmittelbarer Nachbarschaft als auch weiter voneinander entfernt. Trägt man in einem Koordinatensystem die Entfernung der Weidengebüsche zueinander gegen ihre Größe ab, zeigt sich, dass auch die Patchgröße einen hochsignifikanten Einfluss auf die Vorkommenswahrscheinlichkeit hat.

## 6.2 Anpassungen an den Lebensraum dynamische Flussufer

An der Düte begann *E. aureus* seine Aktivität zwischen dem 15. und 23. April 2001. An der Ems wurden in diesem Jahr die ersten aktiven Tiere Anfang Mai nachgewiesen. Da jedoch eine Begehung ohne Nachweise aktiver Tiere an diesem Fluss fehlt, lässt sich der Aktivitätsbeginn im Jahr 2001 nicht nachvollziehen. Im Vorjahr wurden auch an der Ems die ersten Individuen bereits Ende April beobachtet (eigene Beob.). Die Hauptaktivität (5 % des Gesamtfangs) der adulten Käfer beschränkt sich an der Düte auf die Monate Mai und Juni, an der Ems auf die Zeit von Ende Mai bis Anfang Juli. Mit dem Erscheinen der ersten frisch geschlüpften

Tiere Ende Juli entspricht *E. aureus* damit dem Reproduktionstyp der frühjahrsbrütenden Laufkäfer mit Sommerlarven (vgl. DEN BOER & DEN BOER-DAANJE 1990).

Durch den Zeitpunkt des ersten Nachweises reifer Eier in den seziierten Individuen und dem Auftauchen der Filialgeneration lässt sich die Entwicklungszeit der Larven grob abschätzen. So befanden sich bereits ab dem 10.5. (Düte) und dem 27.5. (Ems) in einzelnen Weibchen reife, d.h. chorionisierte und ablegebereite Eier. Ab Mitte Juni ließen sich an beiden Flüssen in fast allen seziierten Weibchen reife Eier nachweisen. Die ersten frisch geschlüpften Tiere wurden an der Düte am 17.7. und an der Ems am 22.7. gefangen. Daraus ergibt sich eine geschätzte Entwicklungszeit von ca. 1,5 Monaten. Allerdings kann diese vom Ei zur Imago auch kürzer sein, da nicht beobachtet wurde, ob legereife Eier tatsächlich sofort abgelegt werden. BAUER (1974) beobachtete bei *E. riparius* und *E. cupreus*, dass diese ihre Eier einzeln ablegen und gibt für beide im Mittel 28,3 bzw. 37,5 Tage von der Eiablage bis zur Imago an. Für *E. aureus* ermittelten BAUER & BATH (1976) eine Entwicklungszeit im Labor von 24 und 29 Tagen ( $n = 2$  bei 23–26 °C). Eine kurze Entwicklungszeit der Larven wird als eine Anpassung von uferbewohnenden Laufkäferarten an ihr dynamisches von Hochwasserereignissen geprägtes Habitat interpretiert (vgl. MANDERBACH 1998). So ermöglichen z.B. die kurzen Entwicklungszeiten einiger ripicoler *Bembidion*-Arten (40–45 Tage) die vollständige Entwicklung zwischen zwei Hochwasserereignissen an schotterreichen Flüssen der Nordalpen (MANDERBACH 1998). MEISSNER (1983) gibt für *B. femoratum* und *B. punctulatum* 29 bzw. 28 Tage, BAUER (1975) für *B. foraminosum* 26–30 Tage als minimale Entwicklungszeiten an. Dem gegenüber stehen teilweise sehr lange Entwicklungszeiten von großen frühjahrsbrütenden Laufkäferarten wie *Carabus nemoralis*, der auch stabilere Habitate wie Wälder besiedelt, von 3,5 Monaten (LARSSON 1939).

Eine weitere Anpassung an das dynamische Habitat Flussufer kann eine plastische bzw. lange Reproduktionszeit sein. Durch eine zeitliche Streuung empfindlicher Jugendstadien wird die Gefahr reduziert, dass alle Nachkommen durch einige wenige Hochwasser geschädigt werden. So beobachtete ANDERSEN (1969) in Norwegen lange Reproduktionsperioden von mehreren Monaten bei

ripicolen Laufkäfern. Auch MANDERBACH (1998) fand Indizien für lange Fortpflanzungsperioden bei verschiedenen *Bembidion*-Arten in den Nordalpen. Die mit zwei Monaten sehr kurze Aktivitätsperiode von *E. aureus* spricht gegen vergleichbare Reproduktionsstrategien in Anpassung an Hochwasser in Nordwestdeutschland. Dennoch sind in diesem dynamischen Habitat auch andere Anpassungen möglich, die von Laufkäfern stabilerer Habitate bereits beschrieben wurden. So ist durch ein Fang-Markierungs-Wiederfangexperiment an der hier beschriebenen Düte-Population über 4 Jahre der Altersaufbau von *E. aureus* ermittelt worden (GÜNTHER & HÖLSCHER 2003). Hierbei zeigte sich, dass bis zu 18 % der Alttiere in der zweiten und 3 % in der dritten Reproduktionsperiode aktiv waren. Diese Langlebigkeit über mehrere Jahre wurde bislang nur von Laufkäferarten beschrieben, die weniger dynamische Habitate wie Heiden, Wälder oder Höhlen besiedeln (VAN DIJK 1979, DEN BOER 1979, NELEMANS et al. 1989, ALTHOFF et al. 1992, RUSDEA 1994).

Bezogen auf die hier dargestellten Charakteristika (Reproduktionsstrategie, Ausbreitungspotenzial und Lebensdauer) ist *E. aureus* damit keine typische Art dynamischer Lebensräume, obwohl er ausschließlich an solchen nachgewiesen werden kann.

### 6.3 Besiedlungsdichte der Patches

Mit Werten von 2,0–5,9 Individuen pro m<sup>2</sup> an der Ems und 3,3–4,9 Individuen pro m<sup>2</sup> an der Düte weist *E. aureus* ähnlich hohe Besiedlungsdichten auf wie andere Uferlaufkäfer. So konnten auf feuchten, sandigen Rohböden an Gewässerufeln bei Osnabrück (Martinsburg) mit Quadratproben Dichten von 8,4 Individuen pro m<sup>2</sup> bei *Omopbron limbatum* festgestellt werden (PRÜSSNER et al. in Vorb.). Die gleiche Art wurde mit derselben Methode von uns in etwas geringerer Dichte (2,9 Ind./m<sup>2</sup>) an der Hase bei Haselünne beobachtet. An dieser Fangstelle konnte gleichzeitig die Dichte anderer Uferlaufkäfer ermittelt werden: *Elapbrus riparius* (1,7 Ind./m<sup>2</sup>) und *Dyschirius thoracicus* (4,6 Ind./m<sup>2</sup>). Größere Laufkäfer aus Wäldern erreichen offensichtlich deutlich geringere Dichten. So wurden in einem Enclosure im Münsterland bei *Carabus auronitens* 0,18 und bei *Carabus nemoralis* 0,07 Individuen pro m<sup>2</sup> festgestellt (ALTHOFF et al. 1992). Obwohl es sich bei der vorliegenden Unter-

suchung um ein relativ offenes System handelt und nicht um einen Enclosure, der ein geschlossenes System darstellt, kann man auf Grund der engen Habitatbindung von *E. aureus* (vgl. Kap. 2) und der Abwesenheit der Art beim stichprobenartigen Aufsuchen von Patches, die als ungeeignet für eine Besiedlung angesehen wurden, die verschiedenen Dichten miteinander vergleichen.

#### 6.4 *E. aureus* – ein polyphager Prädator?

Um einen Einblick in die Ökologie, insbesondere in das Nahrungsspektrum, zu erhalten und den Nahrungserwerb von *E. aureus* besser zu verstehen, wurden Kropfinhalte analysiert und die Mandibelmorphologie untersucht.

Auch wenn die geringe Anzahl der im Kropf nachgewiesenen Partikel eine quantitative Analyse einschränkt, können hieraus Hinweise auf das Nahrungsspektrum abgeleitet werden. HENGEVELD (1980) konnte zeigen, dass Laufkäfer bezüglich des Nahrungsspektrums in Generalisten und Spezialisten eingeteilt werden können.

Die Kropfinhalte von *E. aureus* enthielten zu einem großen Teil tierische Partikel (Abb. 5). Dabei handelte es sich u.a. um Araneae-, Lumbriciden-, und Coleopterenfragmente. Der Anteil an Spinnenfragmenten überwog deutlich (Abb. 6). Auch im Freiland konnten einzelne *E. aureus*-Individuen beim Fressen von Spinnen beobachtet werden. Da aber bei den identifizierten Partikeln noch 5 weitere Taxa nachgewiesen wurden, ist anzunehmen, dass diese Art hinsichtlich seiner Nahrung eher zu den Generalisten zählt. Bei Hälterung einiger *Elaphrus*-Arten im Labor (*E. riparius*, *E. cupreus*) konnte BAUER (1974) zeigen, dass diese Arten in der Lage sind, erfolgreich Collembolen zu jagen. DAVIS (1953) konnte bei 7 untersuchten *E. riparius*-Individuen allerdings in nur einem Kropf Fragmente von Collembolen nachweisen. Bei einem untersuchten *E. cupreus*-Individuum fand DAVIS (1953) neben Spinnenfragmenten auch Reste anderer Arthropoden. Anscheinend ernähren sich diese *Elaphrus*-Arten, wie auch die hier untersuchte Art, eher polyphag und sind deshalb in Bezug auf ihr Nahrungsspektrum zu den Generalisten zu zählen.

Auch die Morphologie der Mandibeln kann bei Laufkäfern auf die bevorzugte Nahrung hinweisen. So findet man z.B. Schnecken fressende Arten wie

*Licinus italicus* und *Carabus pyrenaicus* (BRANDMAYER & ZETTO BRANDMAYER 1986, ASSMANN et al. 2000), deren stark asymmetrische, kräftige Mandibeln das Aufbrechen von Schneckengehäusen ermöglichen.

Die Mandibeln von *Cicindela*-Arten (FORSYTHE 1983, EVANS 1965, EVANS & FORSYTHE 1985), wie z.B. *Cicindela hybrida* oder *Cicindela campestris*, die wie die *Elaphrus*-Arten zu den visuell jagenden Laufkäfern gehören, weisen eine ebenfalls an die Nahrung angepasste Mandibelform auf. Ihre Mandibeln sind lang, spitz und sichelförmig und können zum Teil fast viermal so lang wie breit sein. Der Terebralinnenrand ist mit spitzen, ebenfalls sichelförmigen Zähnen ausgestattet. Ihre Nahrung besteht hauptsächlich aus kleinen Insekten, wie z.B. Hymenopteren, Dipteren, Coleopteren und Arachniden, die sie beim Laufen und Fliegen über den Sand erbeuten. Die Beute wird dann nicht in einzelne Stücke zerschnitten, um diese vollständig zu konsumieren, sondern es wird mit Hilfe der scharfen Mandibeln die Kutikulaschicht der Beute aufgeschnitten, um an die weicheren Teile zu gelangen.

Bei allen oben genannten Carabiden handelt es sich bezüglich ihrer Nahrung und ihres Nahrungserwerbs um Spezialisten. Die morphologischen Untersuchungen von *E. aureus* ergaben jedoch keine Besonderheiten hinsichtlich der Mundwerkzeuge, insbesondere der Mandibelstrukturen. Das lässt auf eine nicht an eine bestimmte Nahrung angepasste Art schließen. Dies kann als ein weiteres Indiz für einen Generalisten und auf eine polyphage Ernährung gesehen werden.

#### 6.5 Aktuelle Verbreitung, Gefährdung und naturschutzfachliche Konsequenzen

In Nordwestdeutschland sind die Vorkommen von *E. aureus* sehr lückenhaft und auf wenige Fließgewässer beschränkt. So gibt es einige Flüsse und Bäche in diesem Gebiet, die trotz intensiver Nachsuche bislang keinen Nachweis dieser Art erbrachten (z.B. Hase: eigene Beob., Terlutter mdl.; Hunte: Lompe, Schürstedt mdl.). Selbst bei Wiederherstellung geeigneter Weichholzauenhabitate ist es unwahrscheinlich, dass *E. aureus* mit seinem geringen Ausbreitungspotenzial andere Flusssysteme in den nächsten Jahren selbstständig erreicht. Vor diesem Hintergrund erscheint es sinnvoll, auf

potenziell geeigneten Habitaten, die isoliert von bestehenden Populationen dieser Art sind, Wiederansiedlungsversuche durchzuführen. Solche Wiederansiedlungsversuche von Tierarten bedürfen einer ausführlichen wissenschaftlichen Begleitung (IUCN-Richtlinien für Wiederansiedlungen: IUCN 1998, PULLIN 2002). Neben einem Monitoring des Tierbestandes sind auch Untersuchungen zur genetischen Variabilität und Differenzierung notwendig (ASSMANN & HÄRDTLE 2002, FRANKHAM et al. 2002). Dies ist besonders dann von Bedeutung, wenn verschiedene, räumlich getrennte Quellpopulationen vorhanden sind.

Das derzeit praktizierte Weidenmanagement der Wasser- und Schifffahrtsämter, das der Uferbefestigung dient, gefährdet jedoch aktuell vorhandene Populationen. So wurde an der Ems zwischen Lingen und Meppen mehrfach beobachtet, dass lokale Populationen durch das Abholzen („auf den Stock setzen“) ganzer Weidengebüsche auf den betreffenden Patches aussterben (eigene Beob.). Diese Gebüsche wachsen zwar innerhalb weniger Jahre wieder auf und können einen für diesen Laufkäfer geeigneten Lebensraum darstellen, müssen jedoch von benachbarten Populationen wiederbesiedelt werden. Damit gelten für die Wiederbesiedlungswahrscheinlichkeit solcher anthropogen bedingter leerer Patches oben genannte Voraussetzungen der Distanz zur nächsten Population. Gerade für große, stark isolierte Reliktpopulationen kann sich ein solches Management der Weiden katastrophal auswirken, da diese selbst nach Aufwachsen der Weidengebüsche nur mit einer geringen Wahrscheinlichkeit wiederbesiedelt werden. Dies kann zum dauerhaften Verlust lokaler Populationen führen und damit das langfristige Überleben der Art gefährden.

Programme zum Schutz gefährdeter Arten stellen geeignete Maßnahmen dar, die oben genannten Probleme zu beheben und ein gezieltes Management für *E. aureus* zu entwickeln. Solche Artenhilfsprogramme werden seit den letzten 10 Jahren mehr und mehr auch für Insekten wie z.B. *Cicindela dorsalis dorsalis* in den USA (U.S. Endangered Species List, Federal Register, Vol. 55, pp. 32089–32094) aufgelegt und verlangt (Prioritär geschützte Arten in Anhang II der Flora-Fauna-Habitat-Richtlinie; vgl. SSYMANK et al. 1998). Ein solches Programm für *E. aureus* sollte die Etablierung neuer Populationen an geeigneten, isolierten Flussabschnitten im Verbreitungsgebiet dieser Art

und ein verändertes Weidenmanagement zum Ziel haben (z.B. Förderung des Weidenaufwuchses und abschnittsweises „auf den Stock setzen“ von stark isolierten Weidengebüschen).

## Dank

Herrn Prof. Dr. T. Assmann und Frau A. Hoefler danken wir ganz herzlich für die kritische Durchsicht des Manuskriptes. Für die Bestimmung der Kropfinhalte sind wir Frau F. Prüßner zu großem Dank verpflichtet. Außerdem bedanken wir uns bei allen, die uns ihre Fundnachweise von *E. aureus* mitgeteilt haben. Herr J. Günther wurde vom Bundesamt für Naturschutz (BfN) im Rahmen des E+E-Vorhabens „Hasetal“ gefördert.

## Literatur

- ALTHOFF, G. H., EWIG, M., HEMMER, J., HOCKMANN, P., KLENNER, M., NIEHUES, F. J., SCHULTE, R. & WEBER, F. (1992): Ergebnisse eines Zehn-Jahres Zensus an einer *Carabus auronitens*-Subpopulation im Münsterland (Westf.). – Abh. Westf. Museum Naturkde. 54 (4): 3–64.
- ANDERSEN, J. (1969): Habitat choice and life history of *Bembidiini* (Col., Carabidae) on river banks in central and northern Norway. – Norsk. Entomol. Tidssk. 17: 440–453.
- ASSMANN, T. (1991): Die ripikole Carabidenfauna der Ems zwischen Lingen und dem Dollart. – Osnabrücker naturwiss. Mitt. 17: 95–112.
- 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. Landschaftspfl. u. Natursch. 58: 191–214.
- ASSMANN, T. & TERLUTTER, H. (1999): Die längszonale Gliederung der Laufkäferfauna an der Ems. – In: Angewandte Carabidologie Supplement I, Laufkäfer in Auen: 30–40.
- ASSMANN, T. & GÜNTHER, J. (2000): Relict populations in ancient woodlands: genetic differentiation, variability, and power of dispersal of *Carabus glabratus* (Coleoptera, Carabidae) in north-western Germany. – In: BRANDMAYR, P., LÖVEL, G., ZETTO BRANDMAYR, T., CASALE, A. & A. VIGNA TAGLIANTI (eds): Natural History and Applied Ecology of Carabid Beetles. Sofia, Moscow: Pensoft Publishers:197–206.
- ASSMANN, T., SCHRÖDER, E. & H. TERLUTTER (2000): Morphometric differentiation in a specialised snail predator: *Carabus pyrenaicus* (Coleoptera, Carabidae). – In: BRANDMAYR, P., LÖVEL, G., ZETTO BRANDMAYR, T., CASALE, A. & A. VIGNA TAGLIANTI (eds): Natural History and Applied Ecology of Carabid Beetles. Pensoft Publisher, Sofia-Moskow: 171–178.
- ASSMANN, T. & W. HÄRDTLE (2002): Naturschutzbiologie. – In: HÄRDTLE, W. (Hrsg.): Band 1: Naturwissenschaften, in BRANDES, E. (Haupt Hrsg.): Studium der Umweltwissenschaften. – Springer, Berlin, u.a.: 113–224.
- BAUER, T. (1974): Ethologische, autökologische und ökophysiologische Untersuchungen an *Elaphrus cupreus* Dft. und *Elaphrus riparius* L. (Coleoptera, Carabidae): Zum Lebensformtyp des optisch jagenden

- Räubers unter den Laufkäfern. – *Oecologia* 14: 139–196.
- BAUER, T. (1975): Zur Biologie und Autökologie von *Notiophilus biguttatus* F. und *Bembidion foraminosum* Strm. (Coleopt., Carabidae) als Bewohner ökologisch extremer Strandorte – zum Lebensformtyp des visuell jagenden Räubers unter den Laufkäfern (II). – *Zool. Anz.* 194: 305–318.
- BAUER, T. & M. BATH, (1976): Zur etho-ökologischen Differenzierung und Nischenbildung der Raschkäfer-Arten *Elaphrus riparius, aureus* und *ulrichi* (Coleoptera, Carabidae). – *Entomologica Germanica* 2 (3): 209–216.
- BERNHARD, K. G. & K. HANDKE (1989): Untersuchungen zur Erstbesiedlung von Bodenarthropodengemeinschaften (Col., Carabidae, Het., Saldidae) sandig-kiesiger Pionierstandorte im Emsland. – *Natur und Landschaft*, 64 (4): 146–152.
- BONN, A. (2000): Flight activity of carabid beetles on a river margin in relation to fluctuating water levels. – In: BRANDMAYR, P., LÖVEI, G., ZETTO BRANDMAYR, T., CASALE, A. & A. VIGNA TAGLIANTI (eds): *Natural History and Applied Ecology of Carabid Beetles*. Sofia, Moscow: Pensoft Publishers: 145–158.
- BONN, A. & T. ZIESCHE (2000): Auswirkung von Uferbaumaßnahmen auf die Carabidenfauna eines Flusses – Folgen von Buhnenanierung und Steinschüttungen am Beispiel der Elbe. – *Naturschutz u. Landschaftsplanung* 8: 242–249.
- BRANDMAYER, P. & T. ZETTO BRANDMAYR (1986): Food and feeding behaviour of some *Licinus* species (Coleoptera Carabidae Licinini). – *Monitore zool. Ital. (N.S.)* 20: 171–181.
- BURMEISTER, F. (1939): *Biologie, Ökologie und Verbreitung der europäischen Käfer – auf systematischer Grundlage*. – Musterschmidt, Göttingen: 179 S.
- DAVIS, M.J. (1953): The contents of the crops of some British carabid beetles. – *The Entomologist's Monthly Magazine* 4: 18–19.
- DEN BOER, P. J. (1979): The individual behaviour and population dynamics of some carabid beetles of forests. In: DEN BOER, P.J., THIELE, H.U. & F. WEBER (eds.) *On The Evolution Of Behaviour In Carabid Beetles*. Misc. Papers Landbouwhoges. Wageningen, 18: 151–166.
- DEN BOER, P. J. & W. DEN BOER-DAANJE (1990): On life history tactics in carabid beetles. Are there only spring and autumn breeders? – In: Stork, N.E.: *The role of ground beetles in ecological and environmental studies*. 247–258.
- DESENDER, K. (1989a): Ecomorphological adaptations of riparian carabid beetles. – *Verhandlungen van het Symposium "Invertebraten van België"*: 309–314.
- DESENDER, K. (1989b): Dispersievermogen en ecologie van loopkevers (Coleoptera, Carabidae) in België: een evolutionaire benadering. - Studiendocumenten van het Koninklijk Belgisch Instituut voor Natuurwetenschappen 54: 1–136.
- DESENDER, K. (2000): Flight muscle development and dispersal in the life cycle of carabid beetles: patterns and processes. – *Bulletin van het Koninklijk Belgisch Instituut voor Natuurwetenschappen*. *Entomologie*, 70: 13–31.
- DU FEU, C., HOUNSOME, M. & I. SPENCE (1983): A single-session mark/recapture method of population estimation – ringing and migration. – *Tring*, Herts. 4 (4): 211–226.
- EVANS, M. E. G. (1965): The feeding method of *Cicindela hybrida* L. (Coleoptera, Carabidae). – *Proc. R. ent. Soc. Lond. (A)* 40 (4–6): 61–66.
- EVANS, M. E. G. & T. G. FORSYTHE (1985): Feeding mechanisms, and their variation in form, of some adult ground-beetles (Coleoptera: Caraboidea). – *J. Zool. London (A)* 206: 113–143.
- FORSYTHE, T. G. (1983): Mouthparts and feeding of certain ground beetles (Coleoptera, Carabidae). – *Zoological Journal of the Linnean Society* 79: 319–376.
- FRANKHAM, R., BALLOU, J. D. & D. A. BRISCOE (2002): *Introduction to Conservation Genetics*. – Cambridge University Press, Cambridge.
- FRISCHMUTH, S. (2000): *Erstbestandsaufnahme ausgewählter Organismengruppen in neu geschaffenen Feuchtlebensräumen in der Düteue (Stadt Osnabrück, Niedersachsen) – Grundlage für ein Dauerbeobachtungsprogramm*. Unveröff. Diplomarbeit Fachhochschule Osnabrück: 205 S.
- GÜNTHER, J. (2003): *Aussterben und Kolonisieren – Zur Dynamik und Stabilität ausgewählter Laufkäfer-Populationen (Coleoptera, Carabidae)*. - Dissertationsschrift an der Universität Lüneburg.
- GÜNTHER, J., HÖLSCHER, B., PRÜSSNER, F. & T. ASSMANN (2004): *Survival at river banks – power of dispersal and population structure of Elaphrus aureus and Omophron limbatum in northwest Germany (Coleoptera, Carabidae)*. – *Mitt. Dtsch. Ges. allg. angew. Ent.* 14: 517–520.
- GÜNTHER, J. & T. ASSMANN (in Press): *Restoration ecology meets carabidology: Effects of floodplain restitution on ground beetles (Coleoptera, Carabidae)*. – (Biodiversity and Conservation in press).
- HENGVELD, R. (1980): Polyphagy, oliphagi and food specialisation in ground beetles (Coleoptera, Carabidae). – *Netherlands Journal of Zoology* 30 (4): 564–584.
- HÖLSCHER, B. (2002): *Zur Ökologie und Dynamik nordwestdeutscher Elaphrus aureus-Populationen (Coleoptera, Carabidae)*. - Unveröff. Diplomarbeit Universität Osnabrück: 74 S.
- HORION, A. (1941): *Faunistik der deutschen Käfer I, Adepaga – Caraboidea*. – Düsseldorf/Frankfurt/M.: 463 S.
- IUCN (1998): *Guidelines for re-introductions*. IUCN/SSC Re-introduction Specialist Group. Gland, Switzerland & Cambridge, United Kingdom.
- JOLLY, G. M. (1965): Explicit estimates from capture-recapture data with both death and immigration – stochastic model. *Biometrika* 52: 225–247.
- KAISER, A. (1993): *Zur Geschichte der Ems – Natur und Ausbau*. - Veröffentlichungen aus dem Kreisarchiv Gütersloh 1 (1): 1–181.
- KÖHLER, F. (2000): *Untersuchungen zur Käferfauna (Coleoptera) vegetationsarmer, dynamischer Flussufer der Ems nordwestlich von Münster mit einer allgemeinen Analyse der deutschen Uferkäferfauna*. – *Abh. Westf. Museum Naturkd.* 62. (1): 1–44.
- KRYZHANOVSKIJ, O. L., BELOUSOV, I. A., KABAK, I. I., KATAEV, B. M., MAKAROV, K. V. & V. G. SHILENKOV (1995): *A checklist of the ground beetles of Russia and adjacent lands (Insecta, Coleoptera, Carabidae)*. – Pensoft Publishers, Sofia, Moscow.
- LANDESAMT FÜR UMWELTSCHUTZ SACHSEN-ANHALT (2001): *Arten- und Biotopschutzprogramm Sachsen-Anhalt: Landschaftsraum Elbe*. – *Berichte des Landesamtes für Umweltschutz Sachsen-Anhalt Sonderheft 1/2001*: 1–781.
- LARSSON, S. G. (1939): *Entwicklungstypen und Entwicklungszeiten der dänischen Carabiden*. – *Entomologische Meddelelser* 20: 277–560.
- LEHMANN, H. (1965): *Ökologische Untersuchungen über die Carabidenfauna des Rheinuferes in der Umgebung von Köln*. – *Z. Morph. Ökol. Tiere* 55: 597–630.
- LOMPE, A. (1989): *Ergänzungen und Berichtigungen zu Band 2: Adepaga (I). Familie Carabidae*. – In: Lohse, G.A & Lucht, W.H.: *Die Mitteleuropas, I. Supplementband*, Goecke & Evers, Krefeld: 23–59.
- MANDERBACH, R. (1998): *Lebensstrategien und Verbreitung terrestrischer Arthropoden in schotterreichen Flußauen der Nordalpen*.

- Dissertation, Verlag Görlich & Weiershäuser GmbH, Marburg/Lahn. 197 S.
- MARGGI, W. A. (1992): Faunistik der Sandlaufkäfer und Laufkäfer der Schweiz, (Cicindelidae & Carabidae) Coleoptera, Teil 1/Text. Documenta faunistica hevetica, 13: 463 S.
- MEISSNER, R.-G. (1983): Zur Biologie und Ökologie der ripicolen Carabiden *Bembidion femoratum* Sturm und *B. punctulatum* Drap. I. Vergleichende Untersuchungen zur Biologie und zum Verhalten beider Arten. – Zool. Jahrb. Syst. 110: 521–546.
- MÜHLENBERG, M. (1993): Freilandökologie. – 3. Aufl., Quelle & Meier, Heidelberg, Wiesbaden. 512 S.
- NELEMANS, M. N. E., DEN BOER, P. J. & A. SPEE (1989): Recruitment and summer diapause in the dynamics of a population of *Nebria brevicollis* (Coleoptera: Carabidae). – Oikos 56: 157–169.
- NELLES, U. & B. GERKEN (1990): Zur Carabidenfauna einer südost-französischen Auenlandschaft – zöologische Charakterisierung hochflut-geprägter Standorte und ihre aktuelle Gefährdung. Acta Biol. Benrodis 2: 39–56.
- NIEHUES, F.-J., HOCKMANN, P. & F. WEBER (1996): Genetics and dynamics of a *Carabus auronitens* metapopulation in the Westphalian Lowlands (Coleoptera, Carabidae). – Ann. Zool. Fennici 33: 85–96.
- PULLIN, S. (2002): Conservation Biology. – Cambridge University Press.
- RIECKEN, U. & U. RATHS (1996): Use of radio telemetry for studying dispersal and habitat use of *Carabus coriaceus* L. – Ann. Zool. Fennici 33: 109–116.
- RUSDEA, E. (1994): Population dynamics of *Laemostenus schreibersi* (Carabidae) in a cave in Carinthia (Austria). – In: DESENDER, K., DUFRENE, M., LOREAU, M., LUFF, M. L. & J.-P. MAELFAIT (eds.): Carabid Beetles: Ecology and Evolution. Kluwer Academic Press, Dordrecht, Boston, London: 207–212.
- SACHS, L. (1999): Angewandte Statistik. – Springer, Berlin. 884 S.
- SCHMIDT, L., SPRICK, P., HAHLBOHM, H.-H., WILLERS, J. & T. FORCKE (2000): 2. Nachtrag zum „Verzeichnis der Käfer Deutschlands“ für das mittlere und südliche Niedersachsen, Region Hannover. – Braunschweiger Naturk. Schr. 6 (1): 103–122.
- SEBER, G. A. F. (1965): A note of the multiple-recapture census. – Biometrika 52: 249–259.
- SPANJER, G. (1935): Die Flora der Emslandschaft in der Umgebung von Gimble i.W. – Abh. Westf. Prov. -Mus.für Naturkde 6 (4): 3–59.
- SSYMANK, A., HAUKE, U., RÜCKRIEM, C. & E. SCHRÖDER (1998): Das europäische Schutzgebietssystem Natura 2000. – Schr.R. Landschaftspf. Naturschutz 53: 1–560.
- TRAUTNER, J., MÜLLER-MOTZFELD, G., M. BRÄUNICKE (1996): Rote Liste der Sandlaufkäfer und Laufkäfer Deutschlands (Coleoptera: Cicindelidae et Carabidae). 2. Fassung, Stand Dezember 1996.
- TURIN, H. (2000): De Nederlandse loopkeevers, verspreiding en ecologie (Coleoptera: Carabidae). – Nederlands Fauna 3, National Natuurhistorisch Museum Naturalis, Leiden. 666 S.
- VAN DIJK, TH. (1979): Reproduction of young and old females in two carabid beetles and the relationship between the number of eggs in the ovaries and the number of eggs laid. In: DEN BOER, P. J., THIELE, H.U. & F. WEBER (eds.) On The Evolution Of Behaviour In Carabid Beetles. Misc. Papers Landbouwhoges. Wageningen, 18: 167–183.
- VERMEULEN, H. J. W. (1994): Corridor function of a road verge for dispersal of stenotopic heathland ground beetles (Carabidae). – Biol. Conserv. 69: 339–349.
- VON DRACHENFELS, O., MEY, H. & P. MIOTK (1984): Naturschutzatlas Niedersachsen. -Naturschutz und Landschaftspflege in Niedersachsen 13: –263.
- ZULKA, K. P. (1994): Carabids in a Central European floodplain: species distribution and survival during inundations. – In: DESENDER, K., DUFRENE, M., LOREAU, M., LUFF, M. L. & J.-P. MAELFAIT (eds.): Carabid Beetles: Ecology and Evolution. Kluwer Academic Press, Dordrecht, Boston, London: 399–405.

## Anschrift der Verfasser

Dr. Jens GÜNTHER  
 Universität Lüneburg  
 Institut für Ökologie und Umweltchemie  
 Scharnhorststr. 1  
 21335 Lüneburg

Benjamin HÖLSCHER  
 Venloerstr. 12  
 41334 Nettetal-Kaldenkirchen



# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Angewandte Carabidologie](#)

Jahr/Year: 2004

Band/Volume: [6](#)

Autor(en)/Author(s): Günther Jens, Hölscher Benjamin

Artikel/Article: [Verbreitung, Populations- und Nahrungsökologie von \*Elaphrus aureus\* in Nordwestdeutschland 15-27](#)