

Naturschutz im Land Sachsen-Anhalt
46. Jahrgang • 2009 • Sonderheft: 68-75

Zur Regenerationsfähigkeit von Laufkäferzönosen (Col., Carabidae) nach einem extremen Sommerhochwasser an der Mittleren Elbe

MICHAEL GERISCH & ARNO SCHANOWSKI



1 Einleitung

Laufkäfer gehören zu den häufigsten Makroinvertebraten in terrestrischen und semiterrestrischen Lebensräumen und erfüllen aufgrund ihrer vielfach räuberischen Lebensweise wichtige regulatorische Funktionen in Ökosystemen. Dank zahlreicher Freiland-Untersuchungen in den letzten Jahrzehnten sind die ökologischen Ansprüche vieler Laufkäfer relativ gut bekannt (zusammenfassend z. B. in LINDROTH 1985, 1986 und TURIN 2000). Durch ihre hohe Mobilität - viele Arten sind flugfähig - können Laufkäfer sehr schnell auf Veränderungen ihrer Umwelt reagieren. Gleichzeitig besitzen Laufkäfer die Fähigkeit, Umwelteinflüsse über eine längere Zeit zu integrieren. So können sich z. B. die Auswirkungen von Störungen stark in den Dominanzen einzelner Arten oder im Fehlen von Arten mit bestimmten ökologischen Ansprüchen widerspiegeln und somit noch mehrere Jahre nach dem Ereignis in den Artengemeinschaften sichtbar sein. Diese Eigenschaften machen Laufkäfer als Zeigerarten für biotische und abiotische Veränderungen der Umwelt interessant (SCHANOWSKI et al. 2009), weshalb sie auch als Modelltiergruppe für die vorliegende Arbeit ausgewählt wurden.

Trotz vieler Studien zu Laufkäfern in Auen (z. B. BONN et al. 1997, GAC 1999, GERISCH et al. 2006) ist relativ wenig über die Reaktion von Laufkäfern auf extreme Hochwasser bekannt. Dies resultiert überwiegend aus dem Mangel an Daten, die den Zustand vor dem Extremereignis dokumentieren. Aufgrund starker Niederschläge im Einzugsgebiet der Elbe im August des Jahres 2002 waren u. a. die Flüsse Elbe und Mulde von den schwersten Hochwassern seit über 100 Jahren betroffen. Aufgrund der jahreszeitlichen Besonderheit (normalerweise treten starke Hochwasser der Elbe

im Winter bzw. im Frühjahr auf) sowie aufgrund der Intensität und der langen Dauer kann dieses Hochwasser als extrem bezeichnet werden (siehe auch SCHOLZ et al. in diesem Heft, S. 58 ff). Diese Jahrhundertflut wurde daher als einmalige Gelegenheit angesehen, um die Auswirkungen solcher aperiodischen Extremereignisse auf die Biodiversität, insbesondere auf die Laufkäfer, zu dokumentieren.

Die vorliegende Arbeit beschreibt die kurz- und mittelfristigen Auswirkungen des extremen Sommerhochwassers auf die Laufkäferfauna von Auengrünlandstandorten an der Mittleren Elbe. Dabei wird von der Hypothese ausgegangen, dass der Zeitpunkt und die Intensität des Hochwassers die Laufkäferzönosen sowohl in ihrer Arten- als auch in der Individuenzahl stark dezimieren. Es war zu erwarten, dass aufgrund der guten Besiedlungsfähigkeit vieler Arten eine relativ schnelle Regeneration der Laufkäfergemeinschaften erfolgt und hygrophile Arten deutlich schneller reagieren als trockenheitsliebende Arten.

2 Methodik

Zur Gebietscharakterisierung und zum Probeflächenaufbau sowie zur allgemeinen Methodik der Datenerhebung sei auf SCHOLZ et al. in diesem Heft (S. 58 ff) verwiesen.

Die Laufkäfer wurden in den drei Untersuchungsgebieten Steckby, Wörlitz und Sandau auf insgesamt 60 Probeflächen erhoben. Die Erfassung erfolgte auf jeder Probefläche mit jeweils fünf Bodenfallen im Abstand von fünf Metern, die mit 7%iger Essigsäure und einem Detergens zur Oberflächenentspannung versetzt waren. Die Laufkäfer wurden in den Jahren 1998 und 1999 und von September 2002 (ca. vier Wochen nach der

	1998	1999	2002*	2003	2004	2005
Gesamtartenanzahl	129	123	37	104	125	121
- Frühjahr	120	107	-	90	113	113
- Herbst	77	82	37	69	78	75
Gesamtindividuenanzahl	28.836	27.220	1.453	16.752	31.674	42.463
- Frühjahr	21.261	19.196	-	13.311	23.572	35.600
- Herbst	7.575	8.024	1.453	3.441	8.102	6.863
Anzahl Rote-Liste Arten nach Kategorie						
0	-	-	-	-	1	-
1	1	-	-	-	1	-
2	3	3	-	2	2	4
3	7	8	2	8	7	8
R	3	3	-	3	2	4
V	-	1	-	-	-	-

Tab. 1: Arten- und Individuenzahlen der Laufkäfer sowie Anzahl der gefährdeten Arten nach Roter Liste Sachsen-Anhalt (SCHNITZER & TROST 2004).

* nur Herbstfänge aus Steckby und Wörlitz

Flut) bis 2005 auf exakt denselben Probeflächen erhoben. Die Exposition der Fallen erfolgte, mit Ausnahme des Jahres 2002, jeweils zwei mal zwei Wochen im Frühjahr (Mai bis Juni) und im Herbst (September bis Oktober). Im Jahr 2002 fand keine Frühjahrsbeprobung statt und die Herbstbeprobung konnte lediglich für die Untersuchungsgebiete Steckby und Wörlitz erfolgen, weshalb die Daten aus dem Jahr 2002 nicht in alle hier vorgestellten Analysen eingeflossen sind.

In dieser Untersuchung werden die Resilienz (Elastizität, d. h. die Fähigkeit zur schnellen Regeneration) bzw. Resistenz (Widerstandsfähigkeit) der Laufkäfer gegenüber dem Hochwasserereignis 2002 hauptsächlich auf der Basis von Veränderungen der Artabundanz während der Untersuchungsjahre beschrieben. Nach HENLE et al. (2006) wird das Vorkommen von Laufkäferarten in Auen am stärksten durch hydrologische Umweltparameter bestimmt. Es wird daher schwerpunktmäßig der Frage nachgegangen, ob sich feuchtigkeitsliebende Arten in ihrer Hochwasserresilienz oder -resistenz von trockenheitsliebenden Arten unterscheiden. Die Angaben zu den ökologischen Präferenzen der Arten stammen aus TURIN (2000) und LINDROTH (1985, 1986).

Um die Resilienz der Artengemeinschaften möglichst umfassend zu dokumentieren, wird des Weiteren die faunistische Unähnlichkeit (beta-Diversität) der Probeflächen untersucht. Die faunisti-

sche Unähnlichkeit wird nach dem Morisita-Horn-Index (MHI) berechnet und beschreibt, inwieweit sich die Probeflächen eines Untersuchungsjahres hinsichtlich ihrer Artidentität und den Artabundanz zum Referenzjahr 1999 unterscheiden. Je höher der Wert des MHI, desto größer sind die strukturellen Unterschiede in der Artengemeinschaft des betrachteten Jahres. Das Jahr 1999 wurde aufgrund der für das Untersuchungsgebiet typischen hydrologischen Verhältnisse (deutliches Winter- und Frühjahrshochwasser) als Referenzjahr gewählt. Um den Einfluss des sommerlichen Hochwasserereignisses zu dokumentieren, wurden in dieser Analyse nur die Herbstfänge der Untersuchungsgebiete Wörlitz und Steckby genutzt. Alle Tiere wurden bis zur Art bestimmt und anschließend in einem Gemisch aus 1/3 Essigsäure (60%ige Lösung) und 2/3 Ethanol (70%ige Lösung) konserviert. Sowohl die Bestimmung als auch die Nomenklatur der Tiere basiert auf MÜLLER-MOTZFELD (2004).

3 Ergebnisse

Der gesamte Datensatz der Laufkäfer aus den sechs Untersuchungsjahren beinhaltet 148.398 Individuen aus 167 Arten (siehe Anhang im Internet). Es konnten 24 Arten der Roten Liste (RL) des Landes Sachsen-Anhalt nachgewiesen werden.

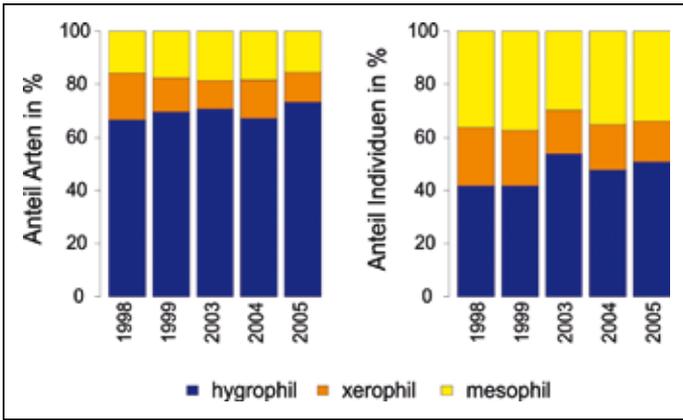


Abb. 1: Entwicklung der Anteile unterschiedlich feuchtigkeitsliebender Arten und Individuen vor und nach dem Extremhochwasser 2002. Aufgrund der mangelnden Datenlage konnte das Jahr 2002 nicht berücksichtigt werden.

Bemerkenswert sind dabei u. a. die Funde von *Anisodactylus signatus* (RL 0) und *Carabus clathratus* (RL 1) sowie *Badister dorsalis*, *Bembidion argenteolum*, *B. azurescens*, *Dyschirius politus* und *Platynus livens* (RL 2).

In Tabelle 1 sind die Arten- und Individuenzahlen sowie die Anzahl der gefährdeten Laufkäfer vor und nach dem Extremhochwasser des Jahres 2002 dargestellt. Es wurde eine starke Saisonalität zwischen Frühjahrs- und Herbstbeprobung festgestellt. Dies wurde besonders bei den Individuenzahlen deutlich, die im Frühjahr bis zu sechs Mal höher waren als im Herbst.

Die Flut hatte kurzfristig sehr starke Auswirkungen auf die Laufkäferfauna der Untersuchungsgebiete. In der Herbstbeprobung 2002 (Beginn ca. vier Wochen nach Abfließen des Wassers) konnten auf den Probestellen Steckby und Wörlitz nur noch 1.453 Individuen aus 37 Arten nachgewiesen werden. Bereits im Jahr 2003 erfolgte jedoch ein starker Anstieg der Arten- und Individuenzahlen. Im Jahr 2004, d. h. zwei Jahre nach dem Extremereignis, erreichten die Artenzahlen wieder die ursprünglichen Größenordnungen. Es ist jedoch auffällig, dass die Individuenzahlen der Jahre 2004 und 2005 deutlich höher waren als die der Jahre 1998 und 1999.

Abbildung 1 zeigt, dass hygrophile Arten den größten Anteil an der Gesamtartenzahl der Un-

tersuchungsgebiete ausmachten und nur wenige xerophile bzw. mesophile Arten vertreten waren. Gleichzeitig ist zu erkennen, dass die Jahrhundertflut keinen großen Einfluss auf die Verteilung unterschiedlich feuchtliebender Arten hatte. Obwohl die Situation im Jahr 2002 deutlich abwich (höherer Anteil xerophiler Arten, aufgrund der mangelnden Datenlage jedoch nicht dargestellt) ist bereits ein Jahr nach dem Extremhochwasserereignis die ursprüngliche Verteilung der ökologischen Gruppen ersichtlich.

Der Anteil hygrophiler und mesophiler Individuen blieb nahezu identisch bei ca. 40 %. Es konnten also kaum Reaktionen dieser Ökotypen auf das Hochwasser beobachtet werden. Es ist lediglich der

Trend erkennbar, dass nach dem Extremhochwasser der Anteil feuchtigkeitsliebender Arten und Individuen angestiegen ist, was statistisch jedoch nicht bestätigt werden konnte.

Obwohl sich die Verteilung unterschiedlich feuchtigkeitsliebender Arten und Individuen nicht deutlich veränderte, konnte ein starker und längerfristiger Einfluss des Elbehochwassers auf die Struktur der Laufkäfergemeinschaften der Untersuchungsgebiete festgestellt werden. Die Artengemeinschaften vor dem Extremhochwasserereignis in den Jahren 1998 und 1999 unterschieden sich deutlich von denen im Herbst des Jahres 2002 und von denen in den folgenden Untersuchungsjahren (Abb. 2). Es ist jedoch der deutliche Trend zu erkennen, dass die faunistische Unähnlichkeit mit steigendem zeitlichen Abstand zum Hochwasser abnimmt und vermutlich den Ausgangszustand wieder erreichen wird. Ausschlaggebend für die relativ hohen Unähnlichkeiten sind v. a. die hohen Verluste von Arten und Individuen im Jahr 2002 sowie extreme Dominanzverschiebungen einzelner Arten (Tab. 2). Darüber hinaus sind einige Arten in Folge des Hochwassers verschwunden, während andere Arten neu eingewandert sind, was zu einer Zunahme dieser Unähnlichkeiten führte. So konnten in den Folgejahren des Extremhochwassers die Arten *Carabus violaceus*, *Leistus ferrugineus*

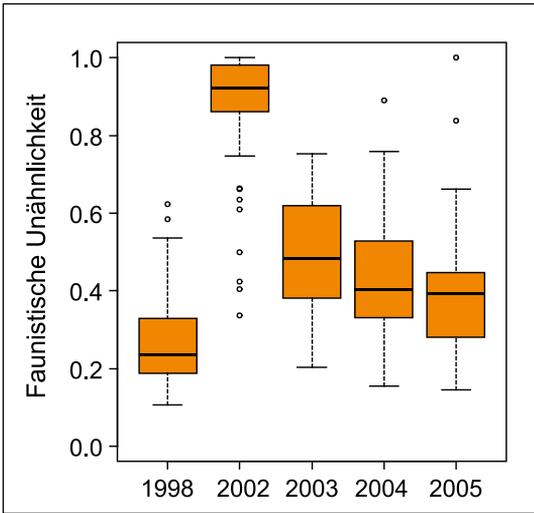


Abb. 2: Faunistische Unähnlichkeit der Probe­flächen, basierend auf Artidentität und logarith­mierten Artabundanzen (Morisita-Horn-Index). Werte von Eins bedeuten maximale Ungleichheit der Probe­flächen der dargestellten Jahre zum Bezugsjahr 1999, Werte von Null bedeuten maximale Gleichheit der Probe­flächen. Dargestellt sind Boxplots mit Median (horizontale Linie), sowie 25 % und 75 % Quantil (orange Box), Punkte zeigen Extremwerte, vertikale Linien die Daten­verteilung außerhalb des Quantilbereichs. Daten­grundlage sind die Herbstbeprobungen aus Wörlitz und Steckby.

und *Leistus terminatus* nicht mehr nachgewiesen werden. Demgegenüber traten erstmals nach dem Hochwasser die Arten *Chlaenius tristis* (RL LSA 3), *Agonum piceum* und *Amara eurynota* auf. Durch die geringen Abundanzen vieler Rote Liste-Arten in den Untersuchungsgebieten ist ein Bestandstrend für diese naturschutzfachlich bedeutsamen Arten nur schwer zu quantifizieren. Es konnte jedoch festgestellt werden, dass sich die Mehrzahl der Rote Liste-Arten sehr schnell (innerhalb von 2 Jahren) wieder ihren vorherigen Abundanzniveaus angenähert haben. Im Untersuchungsgebiet (UG) Wörlitz wurden mehr Rote Liste-Arten (n=18) nachgewiesen als im UG Steckby (n=16), obwohl in Wörlitz die Fallenanzahl um ein Drittel geringer war. Die mit Abstand häufigste Rote Liste-Art war *Agonum duftschmidi* (RL 2), die jedes Jahr mit ca. 150-400 Tieren gefangen wurde. Die Art hat, wie die jährlich steigenden Abundanzen zeigen, eindeutig von dem Hochwasser profitiert und konnte im Jahr 2005 erstmals mit über 1.000 Individuen nachgewiesen werden, was gegenüber 1998 einer siebenfachen Abundanzzunahme entspricht. Die extrem seltenen Arten *Anisodactylus signatus* (RL 0, UG Wörlitz) und *Carabus clathratus* (RL 1, UG Sandau) konnten nur im Jahr 2003, dem Folgejahr des Extremhochwassers, mit jeweils zwei Individuen gefangen werden. Demgegenüber wurden im UG Wörlitz *Diachromus germanus* (RL R), *Limodromus longiventris* (RL 3) und *Pterostichus macer* (RL 3) nur im Hochwasserjahr 2002 nachgewiesen.

Tab. 2: Abundanzschwankungen einiger Arten in Folge des Extremhochwassers 2002. *nur Herbstdaten Steckby & Wörlitz

Artname	1998	1999	2002*	2003	2004	2005
<i>Poecilus versicolor</i>	7.033	8.628	-	581	3.646	3.632
<i>Pterostichus melanarius</i>	5.822	5.255	56	949	695	1.740
<i>Bembidion gilvipes</i>	3.508	2.141	-	5	62	51
<i>Carabus granulatus</i>	2.683	2.899	1	992	1.708	2.939
<i>Epaphius secalis</i>	2.395	1.316	-	-	7	56
<i>Agonum emarginatum</i>	747	1.120	1	1.827	5.498	8.958
<i>Nebria brevicollis</i>	49	21	56	857	3.886	1.869
<i>Trechus quadristriatus</i>	826	145	1.191	88	477	792

4 Diskussion

Über die Regenerationsfähigkeit (Resilienz) von Flora und Fauna nach extremen Sommerhochwassern ist im Allgemeinen nur wenig bekannt. Mit dieser Arbeit sollte der Kenntnisstand diesbezüglich vertieft werden, indem am Beispiel der Laufkäfer die kurz- und mittelfristigen Auswirkungen eines Extremhochwassers an der Mittleren Elbe untersucht werden. Als Hauptergebnis wurde festgestellt, dass Laufkäfer eine mittlere Resilienz gegenüber einem extremen Sommerhochwasser an der Mittleren Elbe aufweisen. Sowohl die Arten- als auch die Individuenzahlen erholten sich relativ schnell. Die Artenidentität der Probeflächen, also deren Ähnlichkeit, war aber nach dem Hochwasser vergleichsweise gering, was auf Veränderungen in der Struktur der Artengemeinschaften zurückzuführen ist. Der sehr deutliche Einbruch der Arten- und Individuenzahlen direkt nach der Flut im Jahr 2002 ist vermutlich überwiegend auf das jahreszeitlich ungewöhnliche Auftreten sowie auf die lange Überflutungsdauer zurückzuführen. Es ist zu vermuten, dass mit dem Sommerhochwasser 2002 ein Großteil der aktiven Tiere Ausweichhabitats (z.B. höher gelegene Waldlebensräume) aufgesucht hat. Die wenigen Arten, die nach dem Abfließen des Wassers nachgewiesen werden konnten, sind höchst wahrscheinlich aus diesen Habitats eingewandert oder konnten auf der Fläche überdauern. Es ist allerdings noch nicht klar, welche Arten welche Strategien (Überdauern, Einwandern) bei diesen extremen Bedingungen verfolgen. Zukünftige Forschungen an Laufkäfern sollten auch diese Aspekte der biologischen Anpassung aufgreifen.

Im Gegensatz zu Sommerhochwassern sind die Auswirkungen von Winter- bzw. Frühjahrshochwassern auf Invertebraten, insbesondere Laufkäfer, relativ gut bekannt. Da die meisten Arten beim Auftreten solcher „normalen“ Hochwasser bereits in ihrem Überwinterungshabitats sind bzw. ihre Larvalentwicklung abgeschlossen haben, sind sie weitaus weniger von der direkten Überschwemmung betroffen als nach Sommerhochwassern, die in der präimaginalen Entwicklungsphase vieler Arten stattfinden. Es ist außerdem bekannt, dass auftretende Winterhochwasser in naturfernen Auen die Artengemeinschaften in einen auentypischeren Zustand zurückversetzen können (BEYER & GRUBE 1997, BONN et

al. 1997). Im Gegensatz dazu konnte direkt nach der Sommerflut beobachtet werden, dass Generalisten und ubiquitäre Arten wie *Trechus quadristriatus*, *Pterostichus melanarius* oder *Nebria brevicollis* die Artengemeinschaften dominierten und echte Spezialisten nur mit wenigen Tieren vorhanden waren. Freilandexperimente und ökologische Studien zeigen, dass Laufkäfer in Auen spezielle morphologische, entwicklungsbiologische und ökologische Anpassungen entwickelt haben, um mit den periodisch wiederkehrenden Hochwassern zurecht zu kommen. Viele Arten sind beispielsweise in der Lage, bei Hochwassersituationen mehrere Tage unter Wasser auszuharren oder diesen Situationen aufgrund ihrer Flugfähigkeit aktiv auszuweichen (DESENDER 1989, ROTHENBUECHER & SCHAEFER 2006). Darüber hinaus findet bei einem Großteil der Laufkäfer die Entwicklung in der für die Larven günstigen, hochwasserfreien Zeit statt (THIELE 1977). Es wird jedoch vermutet, dass diese Anpassungen bei extremen, unvorhersagbaren Flutereignissen nur eingeschränkt funktionieren, da sich Auenarten weitgehend an regelmäßig auftretende Frühjahrshochwasser angepasst haben (JUNK 2005). Diese Annahme wurde durch die vorliegende Studie bestätigt, da das Sommerhochwasser 2002 weitaus gravierendere Folgen für die Laufkäfergemeinschaften hatte als ein „normales“ Winter- bzw. Frühjahrshochwasser (1998/99). So können die mittelfristigen Veränderungen der Abundanzstruktur durchaus auf eine gestörte Larvalentwicklung vieler Arten zurückgeführt werden. Laufkäferlarven sind relativ immobil und zudem extrem sensibel gegenüber Bodenfeuchte (HEERING et al. 2004). Dies sind zwar effektive Strategien, um dem hydrologischen Stress im Frühjahr zu entgehen und die Entwicklung im Sommer zu vollziehen. Auf der anderen Seite sind Arten mit diesen Anpassungen besonders gegenüber hydrologischen Störungen im Sommer gefährdet. Oftmals sind dies jedoch die naturschutzfachlich wertvollsten, hoch spezialisierten Arten. Durch die veränderte Ressourcenverfügbarkeit und die veränderten Konkurrenzverhältnisse konnten sich die Abundanzen solcher Arten nur langsam regenerieren. Beeinträchtigte Arten und Artengemeinschaften müssen sich darüber hinaus zuerst lokal erholen, um sich erneut ausbreiten zu können. Das Hochwasser hatte jedoch den gesamten Einzugsbereich von Elbe und Mulde erfasst und

vielerorts entlang der Flüsse vermutlich ähnliche faunistische Reaktionen verursacht. Daher konnten nicht alle Arten die Untersuchungsgebiete schnell wiederbesiedeln, was die verzögerte Reaktion der Artengemeinschaften erklären könnte. Während viele Arten nach Extremereignissen mit Abundanzrückgängen reagieren, können einzelne Arten stark von Störungen profitieren. So zeigen HERING et al. (2004), dass Laufkäferarten der Gattung *Bembidion* aufgrund ihrer Biologie Konkurrenzvorteile gegenüber anderen Arten haben und hohe Dominanzen nach einer schweren Flut erreichen konnten. In dieser Studie wird die Eudominanz von *Trechus quadristriatus* 2002 auf ähnliche Ursachen zurückgeführt. Diese Art ist ein typischer Herbstbrüter und zum Zeitpunkt der Flut in einem hoch mobilen Stadium. Dies ermöglichte es *T. quadristriatus* die Flächen sofort nach Abfließen des Wassers neu zu besiedeln. Bisher ist weitgehend unbekannt, ob solche Arten Störungen aktiv entfliehen, indem sie geeignete Sekundärhabitats aufsuchen oder passiv überdauern. Vorstellbar ist jedoch eine Kombination aus beiden Strategien, um freie ökologische Nischen (im Sinne von Ressourcenverfügbarkeit, z.B. Nahrungsangebot oder verminderte zwischenartliche Konkurrenz) zu besetzen. Die hier dargestellten Ergebnisse lassen vermuten, dass die Regeneration von Artengemeinschaften nach aperiodischen, extremen Sommerhochwassern ein mehrjähriger Prozess sein kann - im Gegensatz zu periodisch wiederkehrenden Frühjahrshochwassern. Sollten, wie prognostiziert, extreme Wetterereignisse zukünftig häufiger auftreten, könnte dies weitreichende Auswirkungen auf viele Arten haben. Es ist nicht auszuschließen, dass die Regenerationszeit einiger, unter Umständen seltener Laufkäfer zu lange dauert, um solche Extremereignisse abpuffern zu können. Hier muss hinzugefügt werden, dass Daten zu Regenerationszeiten für die meisten Arten bisher unbekannt sind. Forschung auf diesem Gebiet ist daher dringend notwendig.

5 Naturschutzfachliche Bedeutung der Untersuchungsflächen

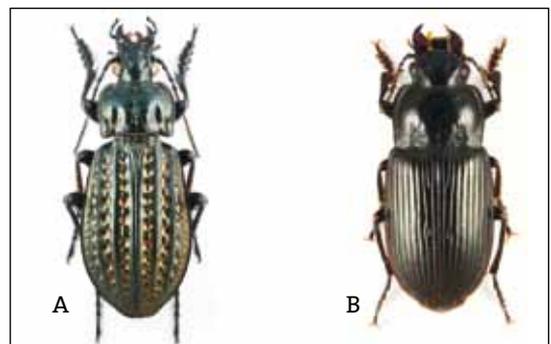
Trotz der negativen Auswirkungen des Hochwassers auf die Laufkäfer ist die hohe naturschutzfachliche Qualität der Lebensräume und der Ar-

tengemeinschaften erhalten geblieben. Ein großer Teil der Rote Liste-Arten konnte bereits ein Jahr nach der Extremflut wieder nachgewiesen werden, was auf eine hohe Stetigkeit dieser Arten im Landschaftsraum hindeutet. Es kann daher ohne Zweifel gesagt werden, dass das Biosphärenreservat Mittel Elbe für einige Laufkäferarten von überregionaler Bedeutung ist, so z.B. für *Anisodactylus signatus* und *Carabus clathratus* (Abb.3).

Die erstere Art wird als eurytope Art offener sandig-lehmiger Flächen beschrieben. *A. signatus* ist nachtaktiv und besiedelt nasse Verlandungszonen und Küstenstrände, aber auch Äcker. Im Süden und Osten Deutschlands ist die Art relativ häufig, wird aber nach Norden und Westen vermutlich seltener. Nach TURIN (2001) wurde *A. signatus* nach 1950 in den Niederlanden nicht mehr nachgewiesen. Für das Nachbarland Sachsen gilt die Art als lokal sehr verbreitet (GEBERT 2003). In Sachsen-Anhalt wurde die Art bisher nur von MAAß im Jahr 1900 bei Aken und das letzte Mal von BORCHERT 1951 bei Magdeburg nachgewiesen (nach SCHNITTER et al. 2001). Es ist davon auszugehen, dass die Art durch das Hochwasser eingeschwemmt wurde, sich aber in den Grünlandhabitats nicht etablieren konnte. Eventuell ist die Art an sandigen, offenen Flussuferlebensräumen der Elbe häufiger nachzuweisen, insbesondere nach Hochwasserereignissen.

Carabus clathratus ist eine Art feuchter, offener Lebensräume. Sie wird als typische Auenart ange-

Abb. 3: *Carabus clathratus* (A) und *Anisodactylus signatus* (B): zwei charakteristische und naturschutzfachlich wertvolle Laufkäferarten an der Mittleren Elbe. Fotos: Fotodatenbank europäischer Laufkäfer unter: www.eurocarabidae.de.



sehen, obwohl sie auch in Mooren und an Küsten zu finden ist. *C. clathratus* kann bis zu 20 Minuten unter Wasser bleiben, um dort zu jagen. Untypisch für so große Käfer (die Art kann bis 36 mm groß werden) ist, dass ein Teil der Individuen flugfähig ist, was wohl als Anpassung an den dynamischen Lebensraum Aue betrachtet werden kann. Diese deutschlandweit stark gefährdete Art ist in Sachsen ausgestorben, in Thüringen vom Aussterben bedroht, in Brandenburg stark gefährdet und in Mecklenburg-Vorpommern gefährdet. Vermutlich wird die Art nach Norden hin häufiger.

Für den Landschaftsraum Elbe in Sachsen-Anhalt haben SCHNITZER et al. (2001) insgesamt 44 Laufkäferarten von überregionaler Bedeutung herausgestellt. Im Rahmen der vorliegenden Untersuchung konnten aus diesem Artenpool 23 Arten nachgewiesen werden, teilweise in hohen Abundanzen (wie z.B. *Acupalpus exiguus*, *Agonum duftschmidi*, *Pterostichus gracilis*; siehe Anhang im Internet). Diese Ergebnisse zeugen einerseits vom hohen naturschutzfachlichen Wert der Untersuchungsflächen. Andererseits ist es ein Beleg dafür, dass langjährige Beobachtungsreihen die Aussagekraft faunistischer Untersuchungen deutlich erhöhen können. Gerade für die Entwicklung langfristiger Schutzstrategien, z.B. bezüglich Klimawandel oder anhaltenden anthropogenen Störungen, müssen lange Datenreihen mit einem vergleichbaren Probedesign zur Verfügung stehen, um die Auswirkungen korrekt bewerten zu können. Ähnlich wie in dieser Studie könnten diese Daten genutzt werden, um Artreaktionen auf veränderte Umweltbedingungen besser zu verstehen. Auf der anderen Seite können diese Daten auch im Rahmen europäischer Empfehlungen als Monitoringtool verwendet werden, um Berichtspflichten o. ä. nachzukommen. Letztendlich sind solche Daten die notwendige Voraussetzung für die Dokumentation und den Schutz von extrem seltenen Arten.

Zusammenfassung

Trotz vieler Studien über Laufkäfer in Auen sind die Kenntnisse über den Einfluss von Extremereignissen, insbesondere aperiodischen Extremhochwassern, auf diese Tierartengruppe nur unzureichend bekannt. Der vorliegende Beitrag untersucht die Auswirkungen des Jahrhunderthoch-

wassers 2002 auf die Laufkäferfauna im Auengrünland an der Mittleren Elbe. Mit dieser Arbeit sollte die Frage beantwortet werden, wie stark Laufkäfer auf ein jahreszeitlich untypisches, extremes Hochwasser reagieren und wie schnell sich die Gemeinschaften wieder regenerieren können. Als Datenbasis dienten dabei faunistische Daten, die sowohl vor, als auch nach dem Hochwasser auf exakt denselben Probeflächen erhoben wurden. Das Extremhochwasser führte kurzfristig zu einem starken Arten- und Individuenverlust, aber bereits ein Jahr nach der Flut konnte eine deutliche Regeneration der Laufkäfergemeinschaften beobachtet werden. Einige Arten zeigen jedoch noch mehrere Jahre nach dem Hochwasser starke Abundanzveränderungen, was den nachhaltigen Effekt solcher Störungen dokumentiert.

Literatur

- BEYER, W. & R. GRUBE (1997): Einfluss des Überflutungsregimes auf die epigäische Spinnen- und Laufkäferfauna an Uferabschnitten im Nationalpark Unteres Odertal (Arach.: Araneida, Col.: Carabidae). - Verh. Ges. Ökol. 27: 349-356.
- BONN, A., HAGEN, K. & B. HELING (1997): Einfluss des Überschwemmungsregimes auf die Laufkäfer- und Spinnengemeinschaften in Uferbereichen der Mittleren Elbe und Weser. - Arbeitsber. Landschaftsökologie Münster 18: 177-191.
- DESENDER, K. (1989): Ecomorphological adaptations of riparian carabid beetles. - Proceedings of the Symposium "Invertebrates of Belgium". - Brussels, 25.-26. November 1988: 309-314.
- GAC - GESELLSCHAFT FÜR CARABIDOLOGIE (Hrsg.) (1999): Laufkäfer in Auen. - Angewandte Carabidologie, Supplement 1: 1-144.
- GEBERT, J. (2003): Kommentiertes Verzeichnis der Sandlaufkäfer und Laufkäfer des Freistaates Sachsen (Coleoptera: Cicindelidae, Carabidae) (Stand 2003). - Mitteilungen der Sächsischen Entomologen 63: 3-17.
- GERISCH, M., SCHANOWSKI, A., FIGURA, W., GERKEN, B., DZIOCK, F. & K. HENLE (2006): Carabid beetles (Coleoptera, Carabidae) as indicators of hydrological site conditions in floodplain grasslands. - International Review of Hydrobiology 91: 326-340.
- HENLE, K., DZIOCK, F., FOECKLER, F., FOLLNER, K., HUSING, V., HETTRICH, A., RINK, M., STAB, S. & M. SCHOLZ (2006): Study design for assessing species environment relationships and developing indicator systems for ecological changes in floodplains - The approach of the RIVA project. - International Review of Hydrobiology 91: 292-313.
- HERING, D., GERHARD, M., MANDERBACH, R. & M. REICH (2004): Impact of a 100-year flood on vegetation, benthic invertebrates, riparian fauna and large woody

- debris standing stock in an alpine floodplain. - *River Research and Applications* 20: 445-457.
- IPCC (2007): *Climate Change 2007 - Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the IPCC*. - Cambridge (University Press).
- JENTSCH, A., KREYLING, J., SCHMID, N., GRANT, K., GOMMOLA, J. & C. BEIERKUHNEIN (2008): Dürre und Starkregen verschieben Blühphänologie und Produktivität von Pflanzen - ein Klimaexperiment zur Auswirkung extremer Wetterereignisse auf Biodiversität und Ökosystemfunktionen. - *Naturschutz und Ökologie*: 81-86.
- JUNK, W. (2005): Flood pulsing and linkages between terrestrial, aquatic, and wetland systems. - *Proceedings of the International Society of Theoretical and Applied Limnology* 29: 11-38.
- LAKE, P. S. (2000): Disturbance, patchiness, and diversity in streams. - *Journal of the North American Benthological Society* 19: 573-592.
- LINDROTH, C. H. (1985): The Carabidae (Col.) of Fennoscandia and Denmark. - *Fauna Entomol. Scand.* 15(1): 1-225.
- LINDROTH, C. H. (1986): The Carabidae (Col.) of Fennoscandia and Denmark. - *Fauna Entomol. Scand.* 15(2): 226-497.
- MÜLLER-MOTZFELD, G. (Hrsg.) (2004): Bd. 2 Adephaga 1: Carabidae (Laufkäfer). - In: FREUDE, H., HARDE, K. W., LOHSE, G. A. & B. KLAUSNITZER: *Die Käfer Mitteleuropas*. - Heidelberg/Berlin (Spektrum-Verlag): 530 S.
- ROTHENBUECHER, J. & M. SCHAEFER (2006): Submersion tolerance in floodplain arthropod communities. - *Basic and Applied Ecology* 7: 398-408.
- SCHANOWKSI, A., FIGURA, W. & B. GERKEN (2009): Laufkäfer als Indikatoren. - In: SCHOLZ, M., HENLE, K., DZIOCK, F., STAB, S. & F. FOECKLER (Hrsg.): *Entwicklung von Indikationssystemen in der Elbaue*. - Stuttgart (Ulmer-Verlag): 244-264.
- SCHNITZER, P., GRILL, E. & M. TROST (2001): Laufkäfer (Carabidae). - In: LANDESAMT FÜR UMWELTSCHUTZ SACHSEN-ANHALT (Hrsg.): *Arten- und Biotopschutzprogramm Sachsen-Anhalt. Landschaftsraum Elbe*. - Berichte des Landesamt für Umweltschutz Sachsen-Anhalt, SH 3: 390-403.
- SCHNITZER, P. & M. TROST (2004): Rote Liste der Laufkäfer (Coleoptera Carabidae) des Landes Sachsen-Anhalt. - *Berichte des Landesamtes für Umweltschutz Sachsen-Anhalt* 39: 252-263.
- THIELE, H. U. (1977): *Carabid beetles in their environment - A study on habitat selection by adaptations in physiology and behaviour*. - Berlin (Springer).
- TURIN H. (2000): *De Nederlandse Loopkevers, verspreiding en oecologie (Coleoptera: Carabidae)*. - Leiden.

Anhang im Internet

Tab.: Gesamtartenliste der von 1998 bis 2005 auf den Schöneberger Wiesen bei Steckby, Schleusenheger bei Wörlitz und dem Dornwerder bei Sandau nachgewiesenen Carabiden
 unter: <http://www.ufz.de/index.php?de=18870>