

Untersuchungen der Carabiden- und Hydradephagenfauna verschiedener Sukzessionsstadien in der Bergbaufolgelandschaft des Tagebaus Nochten/Oberlausitz¹

Von KATRIN LAMMERS und RICO APENBORN

Zusammenfassung

Zur Untersuchung der natürlichen Sukzession terrestrischer und aquatischer Biotope in einer Bergbaufolgelandschaft wurde im Jahr 2014 der Braunkohlentagebau Nochten als Untersuchungsgebiet herangezogen. Der Fokus lag dabei auf den Organismengruppen der Laufkäfer (Carabidae) und adepagen Wasserkäfer (Hydradephaga). Die nachgewiesenen Arten der untersuchten Standorte werden in ihrer Häufigkeit dargestellt und naturschutzfachlich eingeordnet. Eine Betrachtung der Sukzession der Standorte findet in Hinblick auf ihre faunistische Zusammensetzung statt. Ferner werden Habitatansprüche der Arten herausgestellt, um Rückschlüsse auf eine mögliche Gestaltung der Bergbaufolgelandschaft zu ziehen.

Abstract

Investigations on the carabid and hydradephagan fauna of various stages of succession of post-mining sites at the open-cast mine Nochten in Oberlausitz

The post-mining landscape of the brown coal mine Nochten was used for the study of the natural succession of terrestrial and aquatic biotopes. The study took place in 2014 and focused on ground beetles (Carabidae) and adepagous water beetles (Hydradephaga). We present species frequencies, analyse the results in the context of nature conservation, and describe the succession of the species composition at the study sites. Furthermore, the habitat requirements of the species are discussed to allow conclusions about the design of post-mining landscape areas.

Keywords: Carabidae, Dytiscidae.

1 Einleitung

Die Rekultivierung und Renaturierung einer durch den Braunkohlentagebau devastierten Landschaft sind gesetzmäßig verankert (HÜTTL 2001) und kommen auch dem Naturschutz zugute. Kenntnisse über die natürliche Sukzession solch stark beanspruchter Flächen können ein wertvolles Werkzeug bei der Wiederherstellung durch Gestaltungs- und

Pflegemaßnahmen sein (MÖCKEL 1998). Zur Untersuchung der biozönotischen Entwicklung mittels Bioindikation hat sich die Gruppe der Laufkäfer (Carabidae) für terrestrische (z. B. TOPP 1998, KIELHORN 2004) und der adepagen Wasserkäfer (Dytiscidae u. a.) für aquatische Lebensräume (z. B. HENDRICH & BALKE 1993, SCHMIDL 2003) als geeignet erwiesen. Im Jahr 2014 wurden, unter der Betrachtung dieser beiden Gruppen, zwei

¹ Vortrag zur 26. Jahrestagung 2016 „Naturkundliche Forschung in der Oberlausitz“

Untersuchungsgebiete unterschiedlichen Entstehungsalters am Tagebau Nochten für eine solche Sukzessionsforschung herangezogen (APENBORN 2015, LAMMERS 2015). Letztere stellen die Grundlage der nachfolgenden Ausführungen dar.

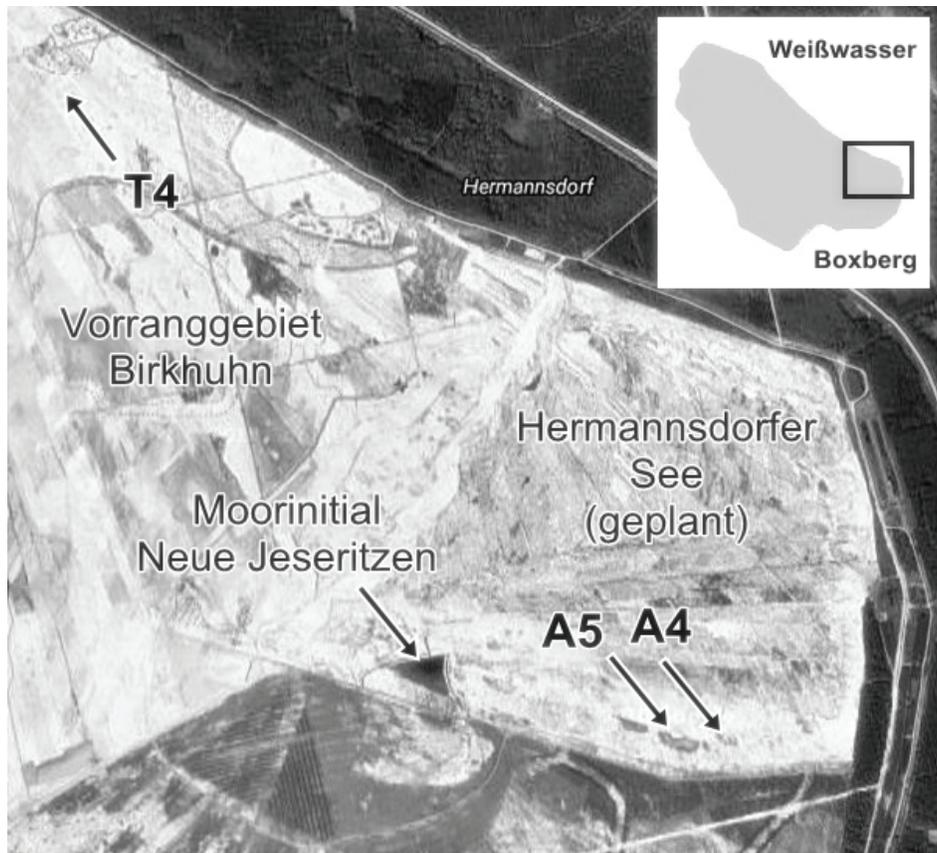
2 Untersuchungsgebiet

Für die Untersuchung der zeitlich frühen Sukzessionsphase wurden eine terrestrische Fläche (T4) sowie zwei Kleingewässer (A4 und A5) im Vorranggebiet für Arten- und Biotopschutz im östlichen Kippenbereich des Tagebaus Nochten gewählt (Karte 1). Bei T4 (Abb. 1) handelte es sich um eine lehmig-sandige, 2012 verkippte und nicht weiter bearbeitete Schüttrippe im Initialstadium (CONSULTING

& ENGINEERING 2013) mit einem vegetativen Bedeckungsgrad von nur etwa 5 %. Vereinzelt fanden sich hier z. B. *Rumex acetosella*, *Corynephorus canescens* oder *Agrostis stolonifera*. Die Gewässer A4 (Abb. 2) und A5 waren durch Oberflächenwasser aus Gräben für den Regenwasserabfluss gespeiste Tümpel. Die Verkipfung dieses Gebiets fand 2007 mit tertiärem, bindig-sandigem Mischsubstrat und ohne weitere Maßnahmen zur Bodenverbesserung statt (MASCH² pers. Mitt. 2014). Die Vegetation war bereits mosaikartig geprägt u. a. durch *Phragmites australis*, *Typha latifolia*, *Juncus effusus*, *Eleocharis palustris* und sogar vereinzelt *Potamogeton natans*.

Die fortgeschrittenen Sukzessionsphasen wurden anhand von drei terrestrischen Stand-

² Uta Masch, Vattenfall GmbH, Rekultivierung/Naturschutzmanagement, Mining & Generation.



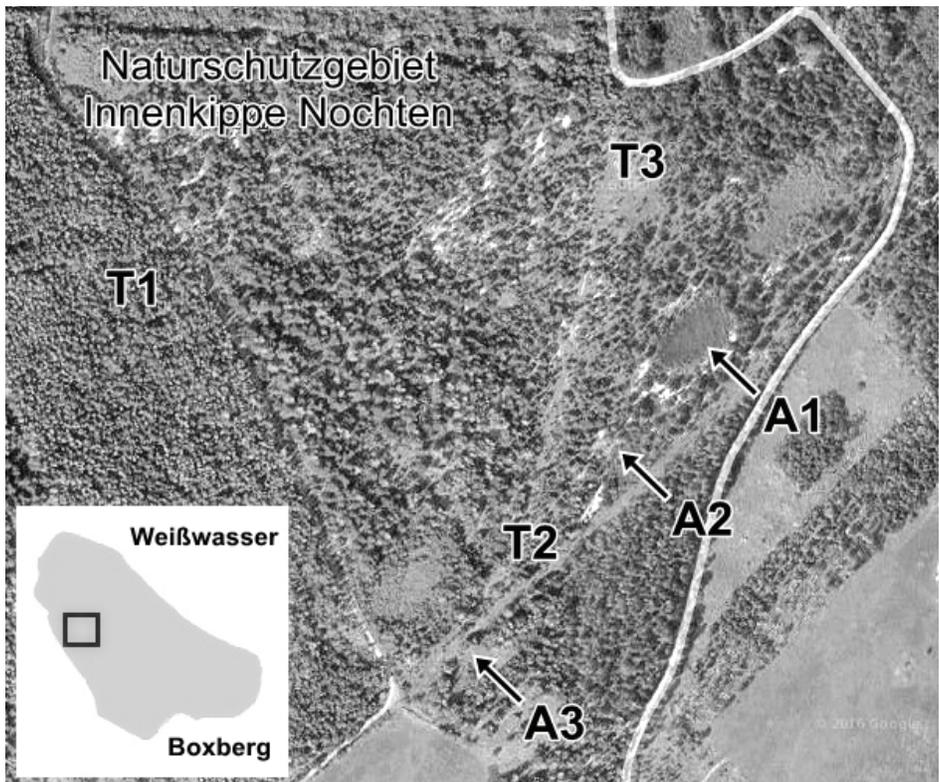
Karte 1: Lage der untersuchten Standorte im Vorranggebiet für Arten- und Biotopschutz (verwendet nach GOOGLE 2016).

orten (T1, T2 und T3) und drei Kleingewässern (A1, A2 und A3) im Naturschutzgebiet Innenkippe Nochten im westlichen Teil des Tagebaus untersucht (vgl. Karte 2). Dieses Gebiet wurde zwischen 1981 und 1986 verkippt (KRUMMSDORF 1998). Es fanden Grundmelioration zur Bodenverbesserung und Anpflanzungen an einigen Böschungen statt (FELINKS et al.

2004). Zum überwiegenden Teil hat sich die Vegetation jedoch frei entwickelt (KRUMMSDORF 1998). Neben einigen Aufforstungen und Pionierwaldgesellschaften befanden sich hier verschiedene Gras- und Krautflurengesellschaften, *Calamagrostis*-Bestände, Sandmagerrasen mit Übergängen zu Zwergstrauchheiden sowie temporäre spontan ent-



Abb. 1: T4 auf der Schüttrippe (9.5.2014). Foto: Katrin Lammers



Karte 2: Lage der untersuchten Standorte im Naturschutzgebiet Innenkippe Nochten (verwendet nach GOOGLE 2016).



Abb. 2: Kleingewässer A4 (27.6.2014). Foto: Rico Apenborn

standene Kleingewässer. Hin und wieder traf man auf völlig vegetationsfreie Flächen und durch Wildschweine aufgewühlte Bereiche. Oberflächlich wurde das Gebiet aus sauren, sehr heterogen zusammengesetzten Bodenformen gebildet, die aus einem Gemenge von Kohle, Lehm und Sand bestanden (KRUMMSDORF 1998). Die vorherrschende Bodenart war Sand (Schluff-, Lehmsand, teils Reinsand) mit unregelmäßigen Ton- und Schluffbrockenanteilen (FELINKS et al. 2004).

Die Standorte T3 bis T1 unterschieden sich im Fortschritt ihrer freien Sukzession. T3 (Abb. 3) war maßgeblich durch *Calamagrostis epigejos* charakterisiert, wies aber nur wenige kleine Individuen von *Pinus sylvestris* auf, wodurch sie als Offenland bezeichnet wurde. Die Gehölze nahmen in ihrer Dominanz auf T2 deutlich zu, wobei *Calamagrostis epigejos* aber immer noch vorherrschend war – es handelte sich um ein Halboffenland im Vorwaldstadium. T1 (Abb. 4) konnte als Waldstandort bezeichnet werden, welcher durch dominante Bestände von *Pinus sylvestris* und *Hippophae rhamnoides*, einer stark reduzierten Krautschicht sowie einer ausgeprägten Moosbedeckung gekennzeichnet war.

Die in den Senken entstandenen, regenwassergespeisten Kleingewässer A1 bis A3 befanden sich ebenfalls in unterschiedlich fortgeschrittenen Phasen der Sukzession. Gegenüber A4 und A5 waren sie durch geschlossene Vegetationsbestände und eine z. T. stark reduzierte Freiwasserzone gekennzeichnet. In A1 (Abb. 5) und A2 dominierten u. a. *Schoenoplectus lacustris*, *Eleocharis palustris*, *Phragmites australis* und *Juncus*

effusus. Ebenso waren *Potamogeton natans* und *Juncus bulbosus* anzutreffen. A2 war kleiner und flacher als A1, besaß keine Freiwasserzone mehr und war am Ufer massiver mit Weiden bewachsen. Bei A3 (Abb. 6) handelte es sich um einen beinahe verlandeten Grabentümpel. Hier fand man außer *Phragmites australis* allenfalls kleine Moospolster am schmalen Uferstrand.

Da sich die gewählten Untersuchungsflächen und Kleingewässer hinsichtlich ihrer Morphologie unterscheiden, wurde angenommen, dass ihre faunistischen Zusammensetzungen bezüglich der Carabiden und der Hydradephaga ebenfalls voneinander abweichen. Neben der Überprüfung dieser Annahme wurde ein Sukzessionschema der hier ermittelten Daten erstellt.

3 Material und Methoden

3.1 Erfassungsmethodik

Zur Erfassung der Carabiden wurden an jedem Standort sechs Bodenfallen in Form von Kunststoffbechern mit einem Öffnungsdurchmesser von 8,5 cm ebenerdig im Abstand von rund 6 m eingesetzt. Als Tötungsmittel wurde 5%ige Essigsäure und ein Tropfen Entspannungsmittel („Frosch Neutralreiniger“) verwendet. Im Frühjahr (29.3. bis 25.5.2014) sowie in den Herbstmonaten (18.8. bis 12.10.2014) wurden jeweils vier Leerungen in 14-tägigen Intervallen vorgenommen. Aufgrund verzögerter Betretungserlaubnis konnte am Standort T4 im Frühjahr



Abb. 3: T3 im Offenland (28.6.2014). Foto: Katrin Lammers



Abb. 4: T1 im Wald (28.6.2014). Foto: Katrin Lammers



Abb. 5: T1 (30.3.2014). Foto: Rico Apenborn



Abb. 6: A3 im Vernässungsbereich (28.6.2014). Foto: Rico Apenborn

die Leerung allerdings nur zweimal stattfinden (9.5. bis 9.6.2014). Als weitere Methode wurden jeweils am Leerungstermin für 30 Minuten gezielt Handfänge durchgeführt.

Die Hydradephaga wurden ebenfalls in zwei Abschnitten erfasst: je vier verteilte Termine im Frühjahr (13.4., 10.5., 24.5. und 28.6.) und im Herbst (30.8., 14.9., 27.9. und 12.10.). An jedem Termin wurden in unterschiedlichen Flachwasserbereichen der untersuchten Kleingewässer Reusenfallen (äußerer Durchmesser etwa 9 cm) parallel zum Uferstrand in den oberen 10 cm Wasserschicht für mind. 24, jedoch maximal 48 Stunden ausgelegt. Eine weitere Beprobung fand durch aktives Durchstreifen der Uferzonen mit einem einfachen Küchensieb statt.

3.2 Auswertungsmethodik

Die Determination der Carabiden sowie die Nomenklatur erfolgten nach MÜLLER-MOTZFELD (2006). Eine Kontrolle (durch J. Gebert) zur Artbestimmung der Tiere wurde durchgeführt. Die ersten fünf Exemplare jeder Art verblieben in der Sammlung von K. Lammers. Die übrigen wurden der Hochschule Zittau/Görlitz als Anschauungsmaterial zur Verfügung gestellt. Zur Einschätzung der Gefährdungssituation der Carabiden für Sachsen wurde GEBERT (2009a) und für Deutschland TRAUTNER et al. (1997) herangezogen. Die jeweiligen Lebensraumansprüche wurden BRÄUNICKE & TRAUTNER (2009) entnommen. Dabei ist zu beachten, dass für manche Arten mehr als ein bevorzugter Lebensraum vermerkt ist. In diesem Fall wurden die Habitate anteilig gewichtet, um jede der betrachteten Arten gleichermaßen einfließen zu lassen.

Die erfassten Hydradephaga wurden mittels diverser Bestimmungsliteratur (Halipidae: FREUDE 1971, Dytiscidae: SCHÄFLEIN 1971, Gyrinidae: LOMPE 1989, Larven: KLAUSNITZER 1991) determiniert. Die Determination von *Bidessus grossepuncatus* und *B. unistriatus* wurde nach SCHÄFLEIN (1962) durchgeführt. Die Exemplare wurden ebenfalls einer Kontrolle (durch J. Gebert) unterzogen. Die Nomenklatur der Dytiscidae richtet sich nach NILSSON (2015), die der anderen Gruppen (Halipidae, Noteridae, Gyrinidae) nach KLAUSNITZER (2016). Die ersten fünf bis zehn Individuen jeder Art sowie alle Larven verblieben in der Sammlung von R. Apenborn. Vereinzelt Exemplare wurden ebenfalls der Hochschule Zittau/Görlitz zur Verfügung gestellt. Die übrigen Präparate wurden dem Senckenberg Museum für Naturkunde Görlitz übergeben.

Die Gefährdungsabschätzung der adelpygen Wasserkäfer wurde für Sachsen KLAUSNITZER (2016) und für Deutschland SPITZENBERG et al. (2016) entnommen sowie Informationen zu Habitatansprüchen aus KLAUSNITZER (2016).

Zur regionaltypischen Häufigkeitsabschätzung der Carabiden und Hydradephaga in der Oberlausitz wurde KLAUSNITZER (2009) herangezogen.

Zur Analyse der faunistischen Ähnlichkeit der untersuchten Flächen bzw. der Kleingewässer wurde eine Korrespondenzanalyse mit dem Programm IBM SPSS Statistics 22.0 durchgeführt. Dies diente als Grundlage der präsentierten Sukzessionsschemen.

4 Ergebnisse

4.1 Artenbestand und Gefährdungsanalyse

Carabiden wurden auf den terrestrischen Flächen in insgesamt 2085 Individuen aus 58 Arten nachgewiesen. Bei den aktuell 369 Laufkäferarten in Sachsen (GEBERT 2009a) bzw. 329 Arten in der Oberlausitz (GEBERT 2009b) entspricht diese Artenzahl einem Anteil von rund 16 bzw. 18%. Neun Arten werden in der Roten Liste Sachsens in den Kategorien V (Vorwarnliste) bzw. G (Gefähr-

dung unbekanntem Ausmaßes) geführt. Zu nennen sind hier beispielsweise *Amara praetermissa*, *A. quenseli silvicola*, *Harpalus autumnalis*, *Licinus depressus* oder *Olisthopus rotundatus* (Abb. 7, Tab. 1). Die meisten, die in der Roten Liste erwähnten Arten, wurden auf den Standorten T2 und T3 nachgewiesen (vgl. Abb. 7).

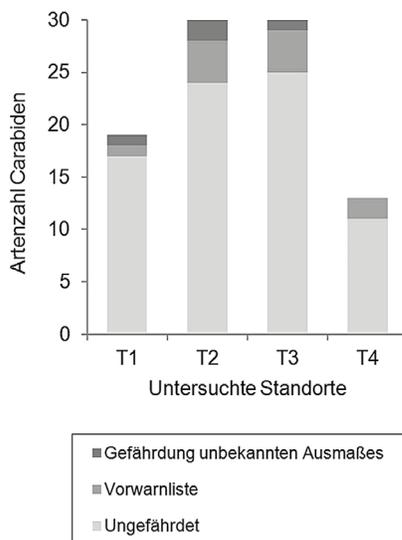


Abb. 7: Artenzahlen der Carabiden an den Standorten mit Gefährdungsabschätzung nach der Roten Liste Sachsens.

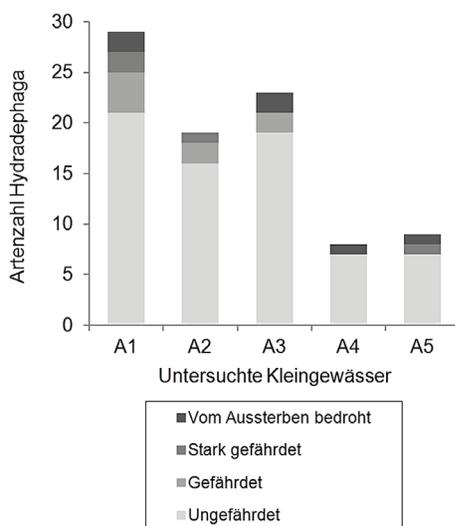


Abb. 8: Artenzahlen der Hydradephaga in den Kleingewässern mit Gefährdungsabschätzung nach der Roten Liste Sachsens.

Tab. 1: Artenliste nachgewiesener Carabiden der untersuchten terrestrischen Standorte vom 29.3. bis 12.10.2014 mit Gefährdungsstatus nach der Roten Liste Sachsens und Habitatpräferenzen.

Art	T1	T2	T3	T4	RL
<i>Agonum sexpunctatum</i>		2	28		-
<i>Agonum viduum</i>			1		-
<i>Amara bifrons</i>		3	1		-
<i>Amara brunnea</i>	2				-
<i>Amara communis</i>		1			-
<i>Amara equestris equestris</i>			6		-
<i>Amara fulva</i>				80	-
<i>Amara praetermissa</i>		1	2		V
<i>Amara quenseli silvicola</i>		2			G
<i>Badister bullatus</i>			1		-
<i>Bembidion bruxellense</i>				1	-
<i>Bembidion femoratum</i>				4	-
<i>Bembidion lampros</i>	6	9	38		-
<i>Bembidion lunulatum</i>		3	29		-
<i>Bembidion obtusum</i>	1	22	2		V
<i>Bembidion properans</i>		2	3		-
<i>Bembidion quadrimaculatum</i>			13		-
<i>Broscus cephalotes</i>				2	V
<i>Calathus ambiguus</i>				1	-
<i>Calathus erratus</i>	5	5	5		-
<i>Calathus fuscipes</i>	12	60	124		-
<i>Calathus melanocephalus</i>		1			-
<i>Calathus micropterus</i>		1			-
<i>Carabus granulatus</i>			4		-
<i>Carabus hortensis</i>	1				-
<i>Carabus violaceus violaceus</i>	7	6	7		-
<i>Chlaenius nigricornis</i>		1	8		G
<i>Cicindela campestris</i>		1			-
<i>Cicindela hybrida</i>			1	1	-
<i>Clivina fossor</i>		3	4		-
<i>Cychrus caraboides</i>		1			-
<i>Demetrias monostigma</i>		1			-
<i>Harpalus affinis</i>			1	12	-
<i>Harpalus autumnalis</i>		1	1		V
<i>Harpalus distinguendus</i>				3	-
<i>Harpalus flavescens</i>				1	V
<i>Harpalus rubripes</i>		11	4		-
<i>Leistus ferrugineus</i>	5	13	1		-
<i>Leistus rufomarginatus</i>	1				-
<i>Licinus depressus</i>	3	8	1		G
<i>Lionychus quadrillum</i>				18	-
<i>Microlestes minutulus</i>			2		-
<i>Nebria brevicollis</i>	206	343	768		-
<i>Notiophilus aquaticus</i>	7				-
<i>Notiophilus biguttatus</i>	11				-
<i>Notiophilus palustris</i>	6				-
<i>Olisthopus rotundatus</i>		5	6		V
<i>Panagaeus bipustulatus</i>		1			-
<i>Poecilus cupreus</i>			8	1	-
<i>Poecilus versicolor</i>		9	23	1	-
<i>Pterostichus diligens</i>	1				-
<i>Pterostichus melanarius</i>		1			-
<i>Pterostichus niger</i>	8	24	12		-
<i>Pterostichus oblongopunctatus</i>	1				-
<i>Pterostichus strenuus</i>	2				-
<i>Pterostichus vernalis</i>		6	4		-
<i>Trechus obtusus</i>	1	3			-
<i>Trechus quadristriatus</i>			7	9	-

Tab. 2: Artenliste nachgewiesener Hydradeptera der untersuchten Kleingewässer vom 13.4. bis 12.10.2014 mit Gefährdungsstatus nach der Roten Liste Sachsens und Habitatpräferenzen.

Art	A1	A2	A5	A4	A5	RL
<i>Acilius canaliculatus</i>	1	2				*
<i>Agabus bipustulatus</i>			3			*
<i>Agabus sturmii</i>	1					*
<i>Agabus uliginosus</i>	3					*
<i>Bidessus grossepunctatus</i>	2		10			1
<i>Bidessus unistriatus</i>	2		8			*
<i>Colymbetes striatus</i>	1					2
<i>Cybister lateralimarginalis</i>	5					*
<i>Dytiscus circumflexus</i>					1	*
<i>Dytiscus marginalis</i>		5	1	1	1	*
<i>Graphoderus austriacus</i>	8					3
<i>Graphoderus cinereus</i>		1	2	1		*
<i>Graphoderus zonatus</i>	2	1				3
<i>Graptodytes granularis</i>			6			*
<i>Gyrinus marinus</i>					1	*
<i>Gyrinus minutus</i>	1			35	1	1
<i>Gyrinus paykulli</i>					1	2
<i>Halipus confinis</i>	1					*
<i>Halipus ruficollis</i>		1				*
<i>Hydaticus seminiger</i>	1	3	3			*
<i>Hydaticus continentalis</i>	2					3
<i>Hydroglyphus geminus</i>	5	2	14	10	8	*
<i>Hydroporus angustatus</i>	1		33			*
<i>Hydroporus dorsalis</i>			17			3
<i>Hydroporus elongatulus</i>			1			1
<i>Hydroporus erythrocephalus</i>	1		30			*
<i>Hydroporus obscurus</i>	2		3			3
<i>Hydroporus palustris</i>			1			*
<i>Hydroporus tristis</i>			3			*
<i>Hydrovatus cuspidatus</i>	1					2
<i>Hygrotus decoratus</i>		1	27			*
<i>Hygrotus impressopunctatus</i>	29	8	3			*
<i>Hygrotus inaequalis</i>	2	1	8			*
<i>Hyphydrus ovatus</i>	1	1	8			*
<i>Ilybius aenescens</i>		1				3
<i>Ilybius ater</i>		1				*
<i>Ilybius fenestratus</i>	1	1				*
<i>Ilybius fuliginosus</i>	1					*
<i>Ilybius subaeneus</i>	3					*
<i>Laccophilus minutus</i>	13			28	30	*
<i>Laccophilus poecilus</i>	38	4	2			*
<i>Liopterus haemorrhoidalis</i>			4			*
<i>Noterus clavicornis</i>	1		1	8	1	*
<i>Noterus crassicornis</i>	53	24	6			*
<i>Rhantus frontalis</i>		1				*
<i>Rhantus notaticollis</i>		1				2
<i>Rhantus suturalis</i>	13	4		1	1	*

Adephage Wasserkäfer wurden in insgesamt 581 Individuen aus 47 Arten nachgewiesen, wovon 13 in der Roten Liste Sachsens als gefährdet, stark gefährdet bzw. vom Aussterben bedroht geführt werden (Abb. 8, Tab. 2). Dies betrifft beispielsweise *Bidessus grossepunctatus*, *Graphoderus zonatus*, *Rhantus notaticollis* oder *Gyrinus minutus*.

Bei Betrachtung aller sächsischen Rote-Liste-Arten der hier nachgewiesenen Carabiden würden diese entsprechend ihrer Lebensraumsansprüche vor allem trockene, sandige, nährstoffarme Böden mit offenen Strukturen besiedeln (Abb. 9). Dies sind zum Beispiel Rohböden, Trockenmagerrasen, Sandheiden, Ruderalflächen und Vorwaldstrukturen. Hinzu kommen teilweise feuchtere Standorte wie Wiesen, Feuchtgrünland oder Röhrichte. Bei den nachgewiesenen adephagen Wasserkäfern der Roten Liste Sachsens wären dies vor allem Moore und warme, saure, flache Gewässer (Abb. 10).

4.2 Korrespondenzanalyse

Die Scatterplots der Untersuchungsflächen bzw. -gewässer nach der entsprechend untersuchten Organismengruppe sind in Abb. 11 und 12 dargestellt. In beiden Fällen können die Plots als Sukzessionsverlauf interpretiert werden. Die Initialstadien T4, A4 und A5 der jung gekippten Flächen des Vorranggebiets bilden jeweils eine eigene Gruppe, weit entfernt von den anderen. Ebenfalls einzeln stehen T1 (Wald) und A3 (beinahe verlandeter Tümpel). Mehr oder weniger dazwischen befinden sich T3 (Offenland) und T2 (Halboffenland im Vorwaldstadium) bzw. A1 und A2 (geschlossene Vegetationsbestände, stark reduzierte Freiwasserfläche).

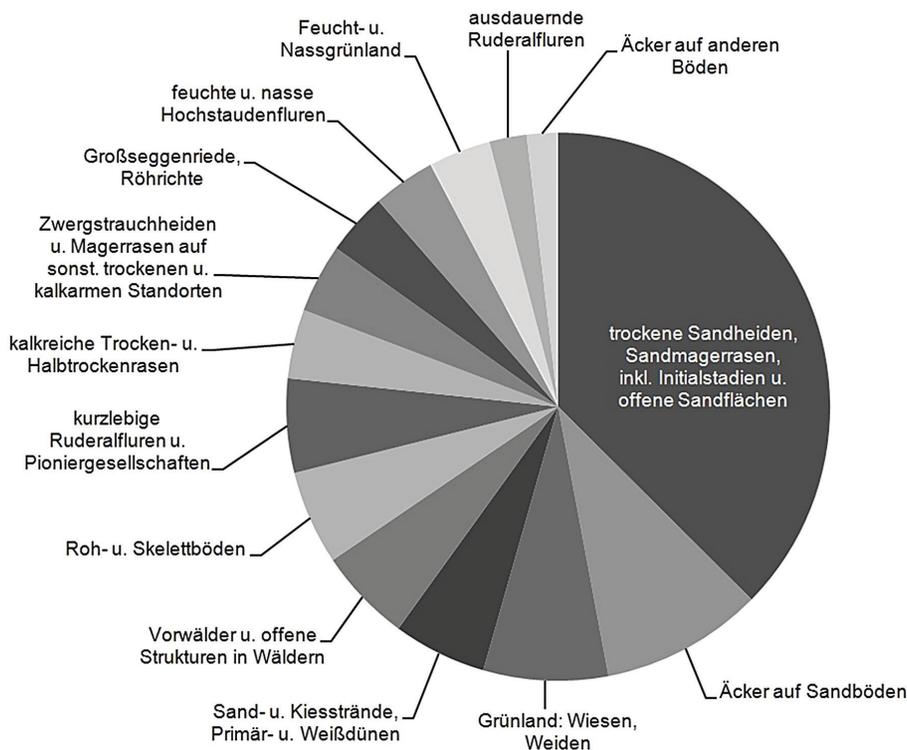


Abb. 9: Anteilige Habitatpräferenzen der nachgewiesenen Rote-Liste-Arten der Carabiden.

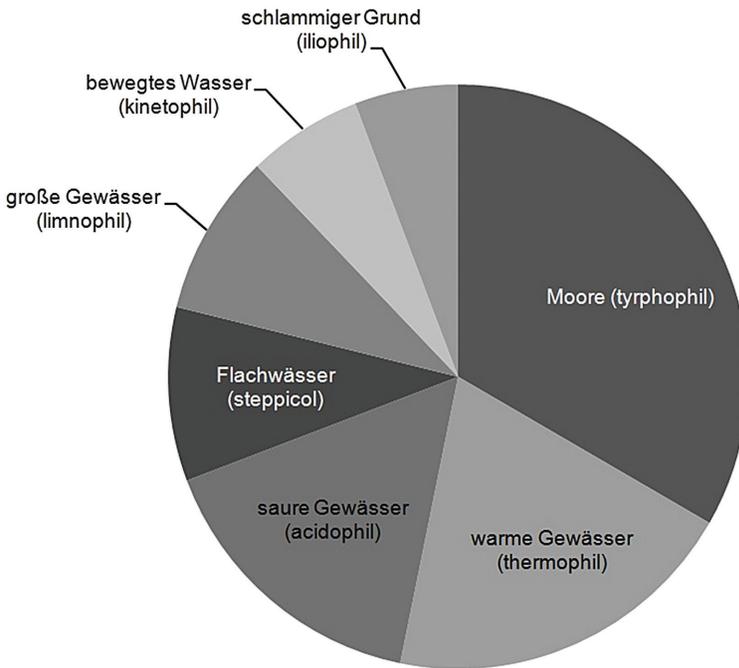


Abb. 10: Anteilige Habitatpräferenzen der nachgewiesenen Rote-Liste-Arten der Hydradephaga.

5 Diskussion

5.1 Sukzession und Besonderheiten

Die Untersuchungsflächen können anhand ihrer Faunenzusammensetzung unterschieden werden. Darüber hinaus deutet sich ein Schema an, welches die unterschiedlichen Stadien ihrer Sukzession widerspiegelt – wenngleich aufgrund regional unterschiedlicher Bedingungen der Bergbaufolgelandschaften nicht von einer sukzessionsspezifischen Faunenzusammensetzung ausgegangen werden kann (vgl. z. B. KIELHORN 2004, BRUNK 2007).

An allen untersuchten Standorten wurden seltene und gefährdete Arten nachgewiesen. Unter den Carabiden wurden allerdings ausschließlich Arten gefunden, die bereits an mindestens sechs weiteren Standorten in der Oberlausitz nachgewiesen sind (GEBERT 2009b). Die nach der BArtSchV von 2013 geschützten Arten werden hier von den mittelgroßen Carabiden der Gattung *Carabus* (*C. granulatus*, *C. hortensis* und *C. violaceus*) und den Sandlaufkäfern der Gattung *Cicindela* (*C. hybrida* sowie *C. campes-*

tris) gebildet. Ihren Schwerpunktorkommen zufolge bevorzugen sie in erster Linie gehölzreiche Strukturen (*Carabus*-Arten), *Erica*-Heiden (*C. campestris*), sowie offene Sandflächen und trockene Sandmagerrasen (*C. hybrida*). Bei den Hydradephaga sind besonders *Hydrovatus cuspidatus*, *Colymbetes striatus*, *Bidessus unistriatus* und *Haliplus confinis* erwähnenswert, da diese aktuell nur mit wenigen Funden nachgewiesen sind (vgl. KLAUSNITZER 2009). Dies unterstreicht die naturschutzfachliche Bedeutung der Bergbaufolgelandschaft des Braunkohlentagebaus Nochten.

Es sei unbedingt erwähnt, dass ursprünglich die sehr seltene Art *Hydroporus elongatulus* mit einem Exemplar in A3 nachgewiesen wurde, sodass dieser Nachweis aktuell auch in KLAUSNITZER (2016) Erwähnung findet. Bei der Nachbestimmung ergab sich für dieses Exemplar jedoch eine andere recht verbreitete Art, nämlich *H. umbrosus*.

5.2 Vergleich mit anderen Erhebungen

Eine vergleichende Studie zu Laufkäferzönosen wurde durch BRUNK (2000) im nord-westlichen Innenkippenbereich in Nochten durchgeführt und ergab bei einer Gegenüberstellung der gefangenen Arten sowohl einige Gemeinsamkeiten als auch deutliche Unterschiede. Bei der Untersuchungsfläche von BRUNK (2000) handelte es sich um eine vierjährige *Quercus petraea*-Aufforstung mit *Calamagrostis epigejos* als dominante Art der Krautschicht und lässt sich somit strukturell am ehesten mit T2 und T3 vergleichen. Die Arten, die auf dem jungen Kippenstandort, nicht aber auf T2 und T3 gefunden wurden, sind *Broscus cephalotes*, *Calathus ambiguus*, *Harpalus distinguendus* und *Notiophilus aquaticus*. Auffällig ist, dass die drei Erstgenannten jeweils auf T4 nachgewiesen wurden und *N. aquaticus* demgegenüber rezident auf T1. Anhand der Habitatansprüche (BRÄUNICKE & TRAUTNER 2009) und der hohen Frequenz in der Oberlausitz (GEBERT 2009b) von *N. aquaticus* hätte diese Art jedoch durchaus auch auf T4 gefunden werden können. Dem entgegen stehen 28 Arten, die auf T2 und T3, nicht aber durch BRUNK (2000) gefunden wurden. Es handelt sich hierbei vornehmlich um Besiedler der Biotope weitgehend offener Kulturlandschaften mittlerer Standorte (z. B. *Bembidion obtusum*, *Clivina fossor*), vegeta-

tionsreiche Ufer, Sümpfe, Moore, Feucht- und Sumpfteiden (z. B. *Chlaenius nigricornis*, *Pterostichus vernalis*) sowie trockene, an größeren Gehölzen freie oder arme Biotope (z. B. *Amara equestris equestris*, *Harpalus autumnalis*). Die Zahl der übereinstimmenden Arten beträgt 17 und wird durch Ackerarten (z. B. *Bembidion properans*, *Harpalus rubripes*) und jenen auf trockenen Sandheiden und Sandmagerrasen (z. B. *Amara bifrons*, *Calathus erratus*) dominiert. Trotz des großen Altersunterschieds der Untersuchungsflächen ist der Anteil der übereinstimmenden Carabidenarten recht hoch, was auf ähnliche Bedingungen (Vegetation, Mikroklima etc.) hindeutet. Die Unterschiede zeigen jedoch, dass der junge Kippenstandort in seiner Sukzession näher am Initialstadium liegen könnte als es bei T2 und T3 der Fall ist.

Sowohl auf T2 als auch auf T3 wurden jeweils 31 Laufkäferarten nachgewiesen, was verglichen mit T1 und T4 die höchste Diversität darstellte. Im Vergleich mit der Diversität ähnlicher Untersuchungsflächen in der Bergbaufolgelandschaft (BRUNK 2007), fallen die Artenzahlen auf T2 und T3 aber eher gering aus.

Andere Nachweise der Hydradephaga aus diesem Gebiet (Teich Sonnenschlucht, Neue Jeseritzen) von z. B. *Dytiscus marginalis*, *Graphoderus cinereus*, *Hydaticus seminiger*, *Ilybius fenestratus* oder *Rhantus suturalis* (um nur einige zu nennen) wurden bereits

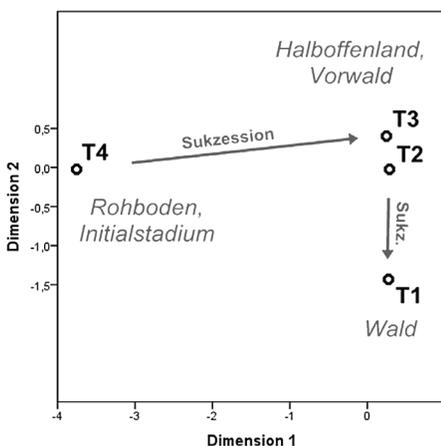


Abb. 11: Biplot der Standorte in einer Korrespondenzanalyse nach den Carabiden, zuzüglich ökologischer Gruppierung und Sukzessionsschema.

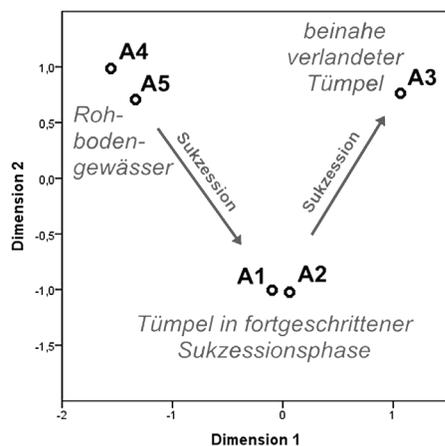


Abb. 12: Biplot der Gewässer in einer Korrespondenzanalyse nach den Hydradephaga, zuzüglich ökologischer Gruppierung und Sukzessionsschema.

durch GEBERT (2012) erbracht und sind nun erneut bestätigt. Dabei handelt es sich hauptsächlich um eurytope Arten (KLAUSNITZER 2016), die zudem bereits häufig in der Oberlausitz nachgewiesen wurden (vgl. KLAUSNITZER 2009). Ferner fand GEBERT (2012) Arten, die in dieser Untersuchung nicht auftraten: *Acilius sulcatus*, *Agabus nebulosus*, *Colymbetes fuscus*, *Rhantus frontalis* und *Rhantus exsoletus*. Diese ebenfalls eurytopen, z. T. schlamm- und säureliebenden Arten werden aber als nicht gefährdet angesehen (KLAUSNITZER 2016) und sind zudem bereits durch viele Nachweise in der Oberlausitz bestätigt (KLAUSNITZER 2009).

5.3 Empfehlungen für Gestaltungsmaßnahmen

Die seltenen und gefährdeten Arten sind an nährstoffarme, sandige Böden, offene Strukturen, Wasseransammlungen in kleinen tonreichen Senken etc. angepasst – Bedingungen und Strukturen, die bei gezielter Gestaltung in einer Bergbaufolgelandschaft i. d. R. von vornherein gegeben sind. Diese Gestaltung bezieht sich vornehmlich auf das Relief (BAUER 1998). Durch abwechslungsreiches Anlegen von sandigen, trockenen Hängen mit Sonnenexposition, Abbruchkanten (Zulassen von Rutschungen), Senken mit bindigem Material u.s.w. kann eine strukturreiche Landschaft als Lebengrundlage für die Organismen geschaffen werden. Förderlich sind zudem Elemente wie Totholz oder Geröll- und Steinansammlungen, beispielsweise als Überwinterungsmöglichkeit, Unterschlupf oder für die Puppenentwicklung.

Im Sinne des nachhaltigen Naturschutzes ist es sinnvoll, solche Gestaltungsmaßnahmen auch auf Wirtschaftsflächen der Bergbaufolgelandschaft (Land-, Forstwirtschaft, Tourismus) vorzunehmen (DREBENSTEDT 1998). Entsprechend angelegte Strukturen können so u. a. einen wertvollen Beitrag zur Verbreitung der Arten (Genfluss) leisten.

Danksagung

Herzlich danken möchten wir den Betreuern unserer beider Diplomarbeiten Frau Prof. Dr. Christa M. Heidger (Hochschule Zittau/Görlitz), Herrn Dr. Fritz Brozio sowie Herrn Jörg Gebert und Herrn Prof. Dr. Bernhard Klausnitzer für die fachliche und engagierte Unterstützung. Ein besonderer Dank gilt Herrn Dr. Ingo Brunk für die kritische Begutachtung des Manuskripts sowie der Kontrolle der Carabiden. Der Überprüfung der Hydradephaga widmete sich Herr Olaf Jäger, wofür wir ihm sehr danken möchten. Weiterhin richten wir einen lieben Dank an Frau Christine Brozio für ihre Hilfe bei der Bestimmung der Vegetation, sowie an Frau Uta Masch für die Zusammenarbeit mit dem Bergbauunternehmen.

Literatur

- APENBORN, R. (2015): Die Besiedlung verschieden alter, spontan entstandener Kleingewässer der Bergbaufolgelandschaft des Braunkohlentagebaus Nochten mit Hydradephaga. – Diplomarbeit, unveröffentlicht, HS Zittau/Görlitz: 97 S.
- BArtSchV (2013): Verordnung zum Schutz wild lebender Tier- und Pflanzenarten (Bundesartenschutzverordnung – BArtSchV). Bundesartenschutzverordnung vom 16. Februar 2005 (BGBl. I S. 258, 896), die zuletzt durch Artikel 10 des Gesetzes vom 21. Januar 2013 (BGBl. I S. 95) geändert worden ist.
- BAUER, H. J. (1998): Naturschutz und Landschaftspflege. – In: PFLUG, W. (Hrsg.): Braunkohlentagebau und Rekultivierung: Landschaftsökologie – Folgenutzung – Naturschutz. – Springer, Berlin, Heidelberg: 171–178
- BRÄUNICKE, M. & J. TRAUTNER (2009): Lebensraumpräferenzen der Laufkäfer Deutschlands – Wissensbasierter Katalog. – Zeitschrift für Angewandte Carabidologie, Suppl. V: 1–45
- BRUNK, I. (2000): Entwicklung der Carabidenfauna einer Eichenchronosequenz auf meliorierten Kippsubstraten im Lausitzer Braunkohlenrevier. – Diplomarbeit BTU Cottbus: 117 S.
- BRUNK, I. (2007): Diversität und Sukzession von Laufkäferzönosen in gestörten Landschaften Südbrandenburgs. – Dissertation, BTU Cottbus: 382 S.

- CONSULTING & ENGINEERING GMBH (2013): Bodenkundlicher Kartierungsbericht – Tgb. Nochten, Fläche WN309A, KB_ID G457. Berlin
- DREBENSTEDT, C. (1998): Planungsgrundlagen der Wiedernutzbarmachung. – In: PFLUG, W. (Hrsg.): Braunkohlentagebau und Rekultivierung: Landschaftsökologie – Folgenutzung – Naturschutz. – Springer, Berlin, Heidelberg: 487–512
- FELINKS, B., W. BESCH-FROTSCHER, F. FRANZKE & G. MACHULLA (2004): Erfassung und Bewertung der zukünftigen Landflächen in der Bergbaufolgelandschaft hinsichtlich ihrer Standortfunktionen für natürliche Vegetation. – Umweltforschungszentrum Leipzig Halle, Bericht 22/2004: 109 S.
- FREUDE, H. (1971): Familie: Hygrobiidae und Haliplidae. – In: FREUDE, H., K. W. HARDE & G. A. LOHSE (Hrsg.): Die Käfer Mitteleuropas, Band 3. Goecke & Evers, Krefeld: 16–89
- GEBERT, J. (2009a): Rote Liste Laufkäfer Sachsens – Naturschutz und Landschaftspflege. – Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (LfULG, Hrsg.), 2. Auflage, Dresden: 44 S.
- GEBERT, J. (2009b): Familie Carabidae. – In: KLAUSNITZER, B. & R. REINHARDT (Hrsg.): Die Käferfauna (Coleoptera) der Oberlausitz, Teil 1 – Beiträge zur Insektenfauna Sachsens, Band 4. Entomologische Nachrichten und Berichte, Beiheft 12, Dresden: 63–76
- GEBERT, J. (2012): Erfassung und Würdigung von Lauf- und Wasserkäferorkommen im Einflussbereich Tagebau Nochten und in der Bergbaufolgelandschaft. Gutachten, unveröffentlicht: 15 S.
- GOOGLE (Hrsg.) (2016): Google Maps, Tagebau Nochten. – URL: <<http://maps.google.com/maps>> (Zugriff: 13.5.2016)
- HENDRICH, L. & M. BALKE, (1993): Bewertungsschema zur Eignung einer Insektengruppe („Wasserkäfer“) als Bioindikator (Indikator, Zielgruppe) für Landschaftsplanung und UVP in Deutschland. – Insecta, Berlin 1: 147–154
- HÜTTL, R. F. (2001): Rekultivierung im Braunkohlentagebau – Fallbeispiel Niederlausitzer Bergbaufolgelandschaft. – Akademie-Journal 1/2001: 7–12
- KIELHORN, K.-H. (2004): Entwicklung von Laufkäfergemeinschaften auf forstlich rekultivierten Kippenstandorten des Lausitzer Braunkohlenreviers. – Cottbuser Schriften zu Bodenschutz und Rekultivierung 22. Dissertation, BTU Cottbus: 189 S.
- KLAUSNITZER, B. (1991): Familie: Dytiscidae. In: KLAUSNITZER, B. (Hrsg.): Die Larven der Käfer Mitteleuropas, 1. Band. Goecke & Evers, Krefeld: 160–269
- KLAUSNITZER, B. (2009): Familie Hygrobiidae, Haliplidae, Noteridae, Dytiscidae, Gyrinidae. – In: KLAUSNITZER, B. & R. REINHARDT (Hrsg.): Die Käferfauna (Coleoptera) der Oberlausitz, Teil 1. – Beiträge zur Insektenfauna Sachsens, Band 4. Entomologische Nachrichten und Berichte, Beiheft 12, Dresden: 77–83
- KLAUSNITZER, B. (2016): Rote Liste und Artenliste Sachsens, Wasserbewohnende Käfer. Artikel-Nr. L V-2-2/34. – Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (Hrsg.): 76 S.
- KRUMMSDORF, A. (1998): Ökologische Standortverbesserung und Gestaltung einer Hochkippenfläche im Tagebau Nochten. – In: PFLUG, W. (Hrsg.): Braunkohlentagebau und Rekultivierung: Landschaftsökologie – Folgenutzung – Naturschutz. – Springer, Berlin, Heidelberg: 654–662
- LAMMERS, K. (2015): Untersuchung der Carabidenfauna verschiedener Sukzessionsstadien in der Bergbaufolgelandschaft des Tagebaus Nochten. – Diplomarbeit, unveröffentlicht, Hochschule Zittau/Görlitz: 93 S.
- LOMPE, A. (1989): Familie Gyrinidae. – In: LOHSE, G. A. & W. H. LUCHT (Hrsg.): Die Käfer Mitteleuropas, 1. Supplementband. – Goecke & Evers, Krefeld: 69–71
- MÖCKEL, R. (1998): Naturschutz auf Kippen des Braunkohlenbergbaues in der Niederlausitz. – In: PFLUG, W. (Hrsg.): Braunkohlentagebau und Rekultivierung: Landschaftsökologie – Folgenutzung – Naturschutz. – Springer, Berlin, Heidelberg: 706–720
- MÜLLER-MOTZFELD, G. (Hrsg.) (2006): Carabidae (Laufkäfer). Band 2 Adepaga 1. – In: FREUDE, H., K. W. HARDE, G. A. LOHSE & B. KLAUSNITZER: Die Käfer Mitteleuropas, 2. Auflage. Spektrum, Heidelberg, Berlin: 521 S.
- NILSSON, A. N. (2015): A World Catalogue of the Family Dytiscidae, or the Diving Beetles (Coleoptera, Adaphaga). Version 1.1.2015. – URL: <http://www2.emg.umu.se/projects/biginst/andersn/> (Zugriff: 5.2.2017): 298 S.
- SCHÄFLEIN, H. (1962): Kritische Gedanken zu *Bidessus grossepunctatus* Vorbr. und *unistriatus* Schrk. (Col. Dytiscidae). – Nachrichtenblatt der Bayerischen Entomologen 11: 73–76, 92–94
- SCHÄFLEIN, H. (1971): Familie: Dytiscidae, Noteridae. – In: FREUDE, H., K. W. HARDE & G. A. LOHSE (Hrsg.): Die Käfer Mitteleuropas, Band 3. – Goecke & Evers, Krefeld: 16–89

- SCHMIDL, J. (2003): Bioindikation stehender Gewässer anhand adephager Wasserkäfer (Coleoptera: Halipidae, Noteridae, Dytiscidae). – Dissertation, Universität Erlangen-Nürnberg: 232 S
- SPITZENBERG, D., W. SONDERMANN, L. HENDRICH, M. HESS & U. HECKES (2016): Rote Liste und Gesamtartenliste der wasserbewohnenden Käfer (Coleoptera aquatica) Deutschlands. – In: BfN (ed): Rote Liste gefährdeter Tiere, Pflanzen und Pilze Deutschlands. Band 4: Wirbellose Tiere (Teil 2). – Naturschutz und Biologische Vielfalt. **70**, 4: 207–246
- TOPP, W. (1998): Einfluss von Rekultivierungsmaßnahmen auf die Bodenfauna. – In: PFLUG, W. (Hrsg.): Braunkohlentagebau und Rekultivierung – Landschaftsökologie – Folgenutzung – Naturschutz. – Springer, Berlin, Heidelberg: 323–336
- TRAUTNER, J., G. MÜLLER-MOTZFELD & M. BRÄUNICKE (1997): Rote Liste der Sandlaufkäfer und Laufkäfer (Coleoptera: Cicindelidae et Carabidae). – Naturschutz und Landschaftsplanung **29**, 9: 261–273

Anschriften der Verfasser

Katrin Lammers
Neue Krugallee 170
12437 Berlin
E-Mail: katrin.lammers@berlin.de

Rico Apenborn
Emil-Ueberall-Str. 29
01159 Dresden
E-Mail: rico.apenborn@web.de

Manuskripteingang	12.7..2016
Manuskriptannahme	16.5.2017
Erschienen	7.11.2017