

Habitatwahl des Flussufersandlaufkäfers (*Cylindera arenaria*) in ostdeutschen Tagebaufolgelandschaften und Schlussfolgerungen für den Artenschutz (Coleoptera: Carabidae: Cicindelinae)

Tommy Kästner*

Clausen-Dahl-Straße 43, 01219 Dresden; E-Mail: icarus-umweltplanung@gmx.de

* alias Tommy Gottfried

Zusammenfassung. Der Flussufersandlaufkäfer *Cylindera arenaria* (Fuesslin, 1775) gehört zu den am stärksten gefährdeten Käferarten Deutschlands. In Ostdeutschland ist er aus seinen Primärhabitaten vollständig verschwunden und wird derzeit nur noch in Tagebauen, Tongruben und auf Truppenübungsplätzen nachgewiesen. Auf solchen Sekundärstandorten in der sächsischen und brandenburgischen Lausitz wurden Charakteristika zu Boden, Vegetation, Mikrorelief und Wind von Larval- und Imaginalhabitaten des Sandlaufkäfers untersucht. Die Ergebnisse zeigen, dass folgende Parameter einen entscheidenden Einfluss auf die Habitateignung besitzen: (1) Der Deckungsgrad der Vegetation übersteigt nicht 20%; (2) der Kies- und Grobsandanteil im Boden ist sehr gering, der Anteil von Schluff / Ton und feinstem Feinsand liegt über 40 Masseprozent; (3) Windgeschütztheit und ein ausgeprägtes Mikrorelief mit Erosionsrinnen, Schwemmkegeln und Temporärgewässern wirkt nicht negativ auf die Larvenröhrenzahlen, jedoch positiv auf die Verfügbarkeit von Jagdhabitaten. *C. arenaria* ließ sich nicht mehr nachweisen, weder durch Larven oder adulte Tiere, wenn (1) die Vegetationsdeckungsgrade höher als 60% liegen; (2) hohe Kies- und Grobsandgehalte oder aber stark tonige Böden mit nur geringem Feinsandanteil anstehen; (3) der Unterboden zwar günstige Korngrößenverteilungen aufweist, aber an der Oberfläche übersandet ist. Keinen Einfluss zeigten die Bodenparameter Nährstoffgehalt, Azidität und Substratfarbe. Der Erhalt der Populationen von *Cylindera arenaria* ist nur möglich, wenn die natürliche Sukzession unterbunden wird (Schaffung neuer Rohböden noch vor dem Schluss der Vegetationsdecke) und keine Rekultivierung mit Bepflanzung, Oberbodenverdichtung etc. stattfindet. Im Zusammenhang mit dem fortschreitenden Tagebau sowie der Neuanlage von Kies-, Sand-, Lehm- und Tongruben zufällig neu entstehender Habitate, in denen sich die Art neu ansiedelt, sollten nicht oder nur qualifiziert rekultiviert werden. Langfristig ist der Erhalt von *C. arenaria* jedoch nur in Primärhabitaten sinnvoll, soll der Art nicht dauerhaft künstlich Lebensraum geschaffen werden. Hierfür ist die Renaturierung und Revitalisierung der Flussaueunabdingbar.

Abstract. *On the habitat selection by Cylindera arenaria in strip mining reclamation areas of eastern Germany and conclusions for species conservation (Coleoptera: Carabidae: Cicindelinae).* – *Cylindera arenaria* (Fuesslin, 1775) belongs to the most endangered beetle species in Germany. In eastern Germany, the species has completely disappeared in its original habitats and currently only recorded from strip mining reclamation areas, clay pits and military training grounds. In such secondary habitats in Saxony and Brandenburg, investigations were made on the characteristics of soil, vegetation, small-scale relief and wind of adult and larval habitats. Results show that the following parameters are most influential on the suitability as a habitat: (1) cover of vegetation does not exceed 20%; (2) soil contains very low weights of gravel and coarse sand but 40% and more of clay and very fine sand; (3) sheltered sites as well as a pronounced small scale relief with flutes, alluvial cones and temporary bodies of water are not negatively correlated with larval tubes, but positively with adult hunting sites. *C. arenaria* could not be recorded, neither by larvae nor by adults, if (1) the vegetation cover exceeds 60%, (2) the soil has high gravel and coarse sand content or clayey soil has a low content of fine sand, (3) the B- horizon of the soil contains favorable particle size distribution, but is covered with sand at the surface. The soil parameters nutrient contents, acidity and color of substrate did not show any influence on habitat suitability. Conservation of the habitat is only possible if natural succession is prevented, e.g. by generating new virgin soil without complete vegetation coverage and reclamation of land excludes planting and top soil compacting. Newly arising habitats from ongoing strip mining as well as gravel, sand, loam and clay pits, which become populated by *C. arenaria*, should not be, or only qualified recultivated. On a long term, sustainable conservation of *C. arenaria* will be only reasonable in primary habitats in order to avoid everlasting conservation of artificial habitats. For that purpose, recultivation and revitalization of floodplains is of major importance.

1. Einleitung

Der Flussufersandlaufkäfer *Cylindera arenaria* (Fuesslin, 1775) ist in Europa und östlich bis Sibirien verbreitet. In diesem Verbreitungsgebiet werden mehrere Unterarten unterschieden, von denen in Deutschland *Cylindera arenaria viennensis* Schrank, 1781 vorkommt (Mandl 1951–1954; Jaskula 2007), im Folgenden der Einfachheit halber *Cylindera arenaria* bzw. Flussufersandlaufkäfer genannt (Abb. 1). Primärhabitats sind ausgedehnte Sandbänke mittlerer bis großer Flüsse sowie Salzfluren (in Niederösterreich und Ungarn) und sandig-schlammige Böden (in Polen und den baltischen Staaten). In Deutschland ist der Flussufersandlaufkäfer fast ausschließlich aus Sekundärhabitats in Sachsen, Sachsen-Anhalt und Brandenburg bekannt, wo er besonders auf Braunkohleabbauflächen, in Kiesgruben und auf Truppenübungsplätzen zu finden ist (Kalbe 1966, Peschel 1981, Peschel 1983, Gebert 1986, 2003, 2006, 2007, Unruh 1994, Lübke-Al Hussein 2002, Böhnert et al. 1996; Wanner et al. 2001, 2002, 2003).



Abb. 1: Ein Flussufersandlaufkäfer (*Cylindera arenaria* (Fuesslin, 1775)) am Ufer des Tagebaurestsees "Grube Frieden" zwischen Halbendorf und Weißwasser.

Foto: T. Kästner (03.07.2010)

Obwohl der Flussufersandlaufkäfer in Deutschland vom Aussterben bedroht ist (Binot 1998; Scheffler et al. 1999; Lorenz 2003; Schnitter & Trost 2004; Trautner et al. 2005; Gebert 2009), finden Belange für seinen Schutz keine Berücksichtigung bei Rekultivierungsmaßnahmen. Im Zuge der Stilllegung zahlreicher Tagebaue und der gezielten Rekultivierung droht deshalb der Verlust zufällig entstandener Sekundärhabitats.

Im Folgenden werden die Ergebnisse meiner Diplomarbeit (Gottfried 2010) wieder gegeben, im Rahmen derer die Vorkommen von *Cylindera arenaria* in der sächsischen und brandenburgischen Lausitz untersucht wurden, um die Habitatansprüche der Art zu klären und hieraus Empfehlungen für Schutzmaßnahmen im Rahmen weiterer Sanierungen von Braunkohletagebauen abzuleiten.

2. Material und Methoden

2.1. Untersuchungsgebiet

Die Habitatwahl von *Cylindera arenaria* wurde in vier verschiedenen voneinander getrennten Vorkommensgebieten untersucht. Diese befinden sich im Tagebau Welzow-Süd, auf dem Truppenübungsplatz Oberlausitz, am Ufer der Grube Frieden (Tagebaurestloch zwischen Weißwasser und Halbendorf) sowie in ehemaligen Abbaugruben bei Rietschen, genannt Alte Ziegelei Rietschen. Alle untersuchten Gebiete liegen in der sächsischen und brandenburgischen Lausitz innerhalb des

Lausitzer Braunkohlerevieres. Ihre zentrale Lage wird mit den folgenden Koordinaten, entnommen aus Google Earth (Version 6.0.1.2032 (beta), 2010), beschrieben:

Tagebau Welzow-Süd

Buckwitzberg	51°37'58,49"N 14°18'26,30"O
Hühnerwasser	51°36'05,98"N 14°16'24,92"O
Neuer Lugteich	51°35'47,71"N 14°17'36,01"O
Alte Brikettfabrik	51°35'50,42"N 14°11'28,38"O
Südrandschlauch	51°34'17,80"N 14°16'35,82"O
Töpferschenke	51°33'52,18"N 14°17'52,86"O
Grube Frieden	51°31'46,96"N 14°35'50,61"O
Truppenübungsplatz Oberlausitz	51°28'03,38"N 14°27'38,27"O
Alte Ziegelei Rietschen	51°22'32,07"N 14°48'15,30"O

Tagebau Welzow-Süd (Abb. 2–3). *Lage.* Das Abbaugelände des Tagebaus Welzow-Süd räumlicher Teilabschnitt I liegt im Bundesland Brandenburg und erstreckt sich im Südwesten des Landkreises Spree-Neiße und im Ostteil des Landkreises Oberspreewald-Lausitz und tangiert die südliche Landesgrenze zum Freistaat Sachsen. Es umfasst eine Fläche von ca. 9000 ha (VBrW 2004).

Naturräumliche Charakterisierung. Der Tagebau Welzow-Süd liegt in der naturräumlichen Haupteinheit Lausitzer Becken- und Heideland. Abgrabungen erfolgten in den Naturräumen Niederlausitzer Randhügel sowie dem Lausitzer Grenzwall (VBrW 2004). Vorherrschend sind jeweils Sandböden und lehmige Sandböden (Sand-Braunpodsole, Sand-Braunerden, Sand-Gleye). Im Endmoränengebiet finden sich auch kiesig-sandige Substrate. Die Pedogenese führte zur Entkalkung der sandigen Sedimente (VBrW 2004). Die Bodenwertzahlen im Vorfeld des Tagebaus haben eine Schwankungsbreite von 12 bis 45 (VBrW 2004). Durch den Tagebaubetrieb wurden bereits prägende Merkmale des Naturraumes zerstört, so die Geisendorf-Steinitzer Endmoräne und mehrere Fließgewässer inklusive deren unterirdische und oberirdische Einzugsgebiete und Quellen (Steinitzer Quelle, Hühnerwasser, Petershainer Fließ) (VBrW 2004). Die Wetterwarte Cottbus gibt einen mittleren Jahresniederschlag von 563 mm sowie eine mittlere Jahresdurchschnittstemperatur von 8,9°C an.

Charakterisierung der Untersuchungsflächen. Die Untersuchungsflächen im Tagebau Welzow-Süd befinden sich in den Bereichen Alte Brikettfabrik, Südrandschlauch, Töpferschenke, Buckwitzberg sowie dem Hühnerwasser. In der Nähe der Jessener Kante wurde innerhalb der nicht vollständig aufgefüllten Kohlegrube auf einer Verfüllungsebene etwa 20 m unterhalb des natürlichen Geländes ein Bereich mit ehemals bekanntem Vorkommen von *Cylindera arenaria* untersucht (Untersuchungsgebiet Kohleflöz, Südrandschlauch). In diesem Bereich wurden die letzten anthropogenen morphologieverändernden Maßnahmen im Jahr 1997 durchgeführt (Paulo 2003).

Abb. 2: Tagebau Welzow-Süd. Im Vordergrund Schüttrippen, in deren Umfeld Untersuchungen stattfanden, dahinter gepflanzte Robinien, gefolgt von ausgesäten Lupinen als Rekultivierungsmaßnahme zur Stickstoffanreicherung in den Rohböden.

Foto: T. Kästner (23.05.2008)



Abb. 3: Habitat des Flussufersandlaufkäfers mit Untersuchungsfläche am Ende einer in Abb. 2 gezeigten Schüttrippe, im Übergangsbereich zu den angepflanzten Robinien.

Foto: T. Kästner (09.06.2008)



In unmittelbarer Nähe liegt die Töpferschenke, ein 1994 angelegtes Stillgewässer in der 1990 rekultivierten Tagebaufolgelandschaft. Das Ufer des Stillgewässers ist aktuell vollständig bewachsen. Der Buckwitzberg wurde 1994/1995 als Ausgleichsfläche geschüttet. Am Rand befindet sich ein breiter Graben mit Abbruchkanten. Diese waren im Untersuchungszeitraum vollständig bewachsen. Die Aufschüttung der Bodensubstrate im Bereich Neuer Lugeich begann im Jahr 2001. Es handelt sich hierbei um eine Ausgleichsfläche mit verschiedenen Bodensubstraten, einer geschütteten Binnendüne, einem tonabgedichteten Teich sowie dessen kleinem Einzugsgebiet, welches ebenfalls mit Ton und tonigen und lehmigen Sanden modelliert wurde. Bei der Untersuchungsfläche Alte Brikettfabrik handelt es sich um eine im Jahr 2006 angelegte Hochdeponie. Der Wolkenberg und das Fließgewässer Hühnerwasser liegen in der bis 2005 geschütteten Bergbaufolgelandschaft.

Das künstliche Einzugsgebiet speist erst episodisch, dann periodisch und langfristig nach künftigem Grundwasseranschluss permanent das Hühnerwasser. Untersucht wurde der nicht eingezäunte, unterhalb des Forschungsareals gelegene Hühnerwasserlauf. Im Bereich des Hühnerwasser-Oberlaufes finden sich wenige kleine nach der im Jahr 2004/2005 durchgeführten Schüttung bewusst zurückgelassene und nicht planierte Schüttrippen aus pleistozänen Sanden sowie Robinienaufforstungen. Die verwendeten Sande sind in Bereichen mit offenem Oberboden erosionsanfällig, es finden sich mehrere Dezimeter tiefe Erosionsrinnen.

Grube Frieden (Abb. 4). *Lage*. Die Grube Frieden ist ein künstliches Oberflächengewässer, gelegen zwischen Weißwasser und Halbendorf in Sachsen im Landkreis Görlitz. *Naturräumliche Charakterisierung*. Das Untersuchungsgebiet Grube Frieden liegt im Naturraum Muskauer Heide und grenzt an den Naturraum Lausitzer Grenzwall an. Der Naturraum Muskauer Heide umfasst eines der größten im Postglazial der Weichselkaltzeit aufgewehten Binnendünengebiete Deutschlands. Der Naturraum ist durch tertiäre und quartäre Lockersedimente geprägt, wobei die tertiären Sande teils hohe Pyritgehalte aufweisen. Diese Lockersedimentschichten erreichen Mächtigkeiten von bis zu 300 Metern (Mühle 2006). Der im Nordosten angrenzende Naturraum Lausitzer Grenzwall besteht aus etwa 150.000 Jahre alten Stauchendmoränenbögen. In diesen Stauchungsbereichen sind die Schichten des Tertiär senkrecht gestellt und teils bis an die Oberfläche gedrückt worden. Die Längstäler und im Speziellen die durch den oberflächennahen Kohleabbau und das damit verbundene Massendefizit entstandenen rinnenartigen Vertiefungen sind mit Wasser gefüllt (Mühle 2006). Mannsfeld & Richter (1995) geben für die Muskauer Heide eine Jahresmitteltemperatur von 8,5°C, einen durchschnittlichen Jahresniederschlag von 610 bis 660 mm sowie die Vegetationsperiode mit 220 Tagen (Tage mit Temperaturen über 5°C) an.

Industrielle Landschaftsgeschichte. Die Grube Frieden gehört ebenso wie der Halbendorfer See zum um 1950 erschlossenen Tagebau Trebendorfer Felder westlich von Weißwasser. Das erste Kohleflöz wurde in ca. 20 bis 25 Metern Tiefe bis ins Jahr 1969 abgebaut und die entstandenen Gruben anschließend teilweise verfüllt. Im Jahr 2006 erfolgte an der Grube Frieden eine Bodensicherungsmaßnahme durch Rütteln der Böschungen (Gebert, mündl. Mitt. 24.07.2008).

Charakterisierung der Untersuchungsflächen. Die Untersuchungsflächen an der Grube Frieden befinden sich am Südostufer dieser und sind durch ein stark kohlehaltiges Bodensubstrat geprägt. Da das Restloch unterschiedlich hohe Wasserstände aufweist, liegen Teile der Untersuchungsfläche im Spülsaum des Sees. Der Bereich umfasst weiterhin eine etwa 80 cm hohe, durch Erosion zerklüftete, südwestexponierte Böschung. In der Nähe finden sich mehrere ähnlich vegetationsfreie Uferbereiche entlang des Halbendorfer Sees, welche jedoch zu einem Naherholungsgebiet ausgebaut und somit melioriert sind. Der als Badesee genutzte Kromlauer See besitzt ebenfalls vegetationsfreie Ufer.

Abb. 4: Tagebaurestsee der Grube Frieden. Deutlich zu sehen sind die stark kohlehaltigen Böden, die aufgrund von Wasserstandsschwankungen temporär überflutet werden; hier ist der Flussufersandlaufkäfer zu finden.

Foto: T. Kästner (24.07.2008)



Abb. 5: Teilsanierte Tongrube der Alten Ziegelei Rietschen mit natürlichem Kiefernaufwuchs.

Foto: T. Kästner (25.07.2008)



Alte Ziegelei Rietschen (Abb. 5). *Lage.* Das Untersuchungsgebiet Alte Ziegelei Rietschen liegt südöstlich der Ortschaft Rietschen und östlich der Bundesstraße B115 im Landkreis Görlitz (Sachsen).

Naturräumliche Charakterisierung. Die Alte Ziegelei Rietschen liegt im Naturraum Oberlausitzer Heide- und Teichgebiet. Die mittleren Jahrestemperaturen sind etwas höher und die Vegetationsperiode ist etwas länger (8,5 – 8,8 °C im Jahresmittel, 220 – 230 Tage mit Temperaturen höher 5 °C) als im südlich angrenzenden Naturraum Muskauer Heide. Jedoch fällt weniger Niederschlag (580 – 650 mm) im Jahr. Grundwassernahe Talsande dominieren und bewirken eine engmaschige Verzahnung von Trockenflächen mit wasserdurchlässigen Sanden und vernässten bis vermoorten Bereichen (Bastian 2003).

Industrielle Landschaftsgeschichte. Der Bereich Alte Ziegelei Rietschen umfasst mehrere Ton- und Lehmgruben und teils immer noch aktive Sand- und Kiesgruben südlich Rietschen. Die Bergbaugesellschaft Teicha erschloss 1907 die Ton- und Lehmvorkommen (Zarth, mündl. Mitt. 28.02.2009).

Charakterisierung der Untersuchungsflächen. Die Untersuchungsflächen im Bereich Alte Ziegelei Rietschen liegen auf den zur Auffüllung geschütteten Substraten einer ehemaligen Abbaugrube. Die Grube wurde nicht vollständig aufgefüllt und liegt somit in Kessellage etwa ein bis zwei Meter unter dem Normalniveau des Geländes. Sie ist vollständig von Wald umschlossen und der natürlichen Sukzession überlassen.

Truppenübungsplatz Oberlausitz (Abb. 6). *Lage.* Der Truppenübungsplatz Oberlausitz liegt in Sachsen in den Landkreisen Bautzen und Görlitz südlich der Spree zwischen Neustadt (Spree) und Bärwalde.

Naturräumliche Charakterisierung. Das Untersuchungsgebiet Truppenübungsplatz Oberlausitz liegt wie das Untersuchungsgebiet Grube Frieden im Naturraum Muskauer Heide.

Antropogen bedingte Landschaftsgeschichte. Der Truppenübungsplatz Oberlausitz wurde 1945 unter dem Namen Truppenübungsplatz Nochten durch die Westgruppe der sowjetischen Streitkräfte in Deutschland begründet. Zunächst wurden hier ein Panzerschießplatz und ein Truppenlager errichtet. Seit 1956 wurde der Platz durch die Nationale Volksarmee der DDR in Nutzung genommen und entwickelte sich im Laufe der Zeit in Richtung Osten bis fast zur polnischen Grenze sowie in westlicher Richtung bis zur Bahnlinie Spremberg – Hoyerswerda. Seit der Errichtung des Kraftwerkes Boxberg und dem damit notwendigen Abbau der Braunkohle veränderten sich die Grenzen des Truppenübungsplatzes ständig. Er umfasst derzeit eine Fläche von 16.360 ha, von der etwa 60% bewaldet und 40% Heide- und Dünenflächen sowie Offenland sind. Die Gesamtübungsfläche umfasst 7100 ha, das Übungsgelände für Kettenfahrzeuge 3700 ha. Der Bereich der Neustädter Heide, in welchem die Untersuchungen durchgeführt wurden, ist ein 2400 ha großes Übungsgelände ohne Schießbahnen (Bundesministerium der Verteidigung 2009, online verfügbar).

Charakterisierung der Untersuchungsflächen. Auf dem Truppenübungsplatz Oberlausitz wurde ein Bereich innerhalb der Neustädter Heide untersucht, welcher seit mehreren Jahrzehnten waldfrei ist. Die Untersuchungsflächen befinden sich unmittelbar neben einem Fahrweg sowie etwas weiter innerhalb der Sandtrockenrasen. Die Böden sind natürlich gewachsen und nur durch die Vegetationsfreiheit der Winderosion (Verwehen der Deckschicht aus Sand) sowie durch die Fahrtätigkeit Oberbodenveränderungen (Verdichtung auf den Wegen, Abfahren der Sand-Verschleißschicht, Bildung von flachen Wegböschungen durch Einfahren des Weges in das Gelände) unterworfen.

Abb. 6: Truppenübungsplatz Oberlausitz mit Silbergras-Sandmagerrasen. Im Vordergrund rechts kleinflächig vom Wind freigelegter Mergel, der dem Flussufersandlaufkäfer als Bruthabitat dient.

Foto: T. Kästner (24.07.2008)



2.2. Material

Die Pflanzen wurden unter Verwendung von Schmeil (2000) und Rothmaler (2001, 2005) zumeist bis zur Art bestimmt, die Nomenklatur erfolgte nach Wisskirchen & Haeupler (1998). Nachbestimmungen insbesondere einiger Gräser und Korbblütler erfolgten durch Herrn Olias. Die Nomenklatur der Pflanzengesellschaften richtet sich weitgehend nach Rennwald (2000a), es wurden jedoch auch neue Bezeichnungen, insbesondere für Basalgesellschaften, eingeführt. Dies erfolgte entsprechend den Regeln nach Kopecky (1992, 1986). Die Bestimmung der Käfer erfolgte nach Klausnitzer (1991) sowie Freude et al. (1976).

2.3. Methoden

Die Vorauswahl der Untersuchungsflächen erfolgte durch die Suche nach jagenden adulten Tieren. Nur Bereiche, in denen mindestens ein jagendes Tier vorzufinden war, wurden als Untersuchungsflächen genutzt. Die einzelnen Probeflächen wurden innerhalb dieser Untersuchungsflächen in Bereiche, in denen die Art reproduziert, in denen die Art nur jagte und in Bereiche ohne Nachweise von Imagines und Larvenröhren (Nullproben) gelegt. Der Ausschluss anderer Flächen hatte vor allem das Ziel, für Nullproben möglichst ähnliche Habitateigenschaften vorzufinden und durch die räumliche Nähe andere Parameter als kleinstandörtliche Schwankungen auszuschließen (Prinzip der Randomisierung nach Köhler et al. 2002). Grundlage für die Wahl der aufgenommenen Parameter waren die bereits in Veröffentlichungen formulierten Habitatpräferenzen.

Aufgenommene bzw. berechnete Habitatparameter: Anzahl der Larvenröhren differenziert nach Alter. – Jagende Tiere. – Feuchtezahl. – Reaktionszahl. – Nährstoffzahl. – Deckungsgrad Krautschicht [%]. – Deckungsgrad Moosschicht [%]. – Gesamtdeckung [%]. – Vegetationshöhe Ø [cm]. – Max. Vegetationshöhe [cm].

– Masseprozent Schluff/Ton. – Masseprozent feinsten Feinsand. – Masseprozent feinsten Feinsand und Schluff/Ton. – Masseprozent Feinsand. – Masseprozent Mittelsand. – Masseprozent Grobsand. – Masseprozent Kies. – Masseprozent Kies und Grobsand. – Windberuhigung Westwind [%]. – Windberuhigung Ostwind [%]. Weiterhin wurde das Mikrorelief textlich beschrieben (Kessel-, Hang-, Kuppenlage etc, benachbarte Reliefstrukturen, Gefälle sowie Exposition des Geländes). Besonderheiten wie etwa das Vorhandensein von Mergelklumpen oder hohen Kohleanteilen sowie die Farbe des Oberbodens wurden notiert.

3. *Cylindera arenaria* im Portrait

Taxonomie. Der Flussufer-Sandlaufkäfer gehört zu den Cicindelidae, Genus *Cylindera* Westwood, 1831, Subgenus *Eugrapha* Rivalier, 1950 und bildet mehrere Unterarten aus. Mandl (1951–1954: 120) notiert: „Die erste Rasse, *C. arenaria arenaria* Fuessl. ist in Frankreich, der Schweiz und in Italien zu Hause, erreicht aber noch Tirol und Vorarlberg. Sie ist ausgezeichnet durch einen behaarten Scheitel und schmale, strichförmige Bindenzeichnung. Alle Makeln sind voneinander getrennt, ja sogar der oben erwähnte Haken der Ap-Makel ist sehr oft isoliert. [...] Die zweite Rasse ist *C. arenaria viennensis* Schrank; sie hat einen unbehaarten Scheitel, eine meist sehr breite Bindenzeichnung, wobei die Makeln mit einander in Randverbindung stehen, dabei eine hellere, häufig grüne Körperoberseite.“

Areal. Für die Unterart *viennensis* sind ost- und südosteuropäische Vorkommen aus Rumänien, Bulgarien, Griechenland, Kroatien, Bosnien, Serbien, Mazedonien, Montenegro und Albanien bekannt (Jaskula 2007). Die Art reicht ostwärts bis Sibirien (Mandl 1951–1954). Österreich und Deutschland bilden die westliche Arealgrenze von *Cylindera arenaria viennensis*.

Gefährdung. Der Flussufer-Sandlaufkäfer gilt in Deutschland als vom Aussterben bedroht (Binot 1998). In den einzelnen Bundesländern ist die Art verschollen bis stark gefährdet (Tab. 1). Als primäre Ursache für die Gefährdung von *Cylindera arenaria* muss der fast vollständige Verlust der Primärhabitats in Deutschland angesehen werden.

Reißmann et al. (2005) nennen als allgemeine Gefährdungsfaktoren von Primärhabitaten (Fließgewässern) insbesondere Grundwasserabsenkung, Eindeichung, Polderung, Begradigung, Veränderung der Linienführung, Staustufenbau, Querbauwerke, Barrieren, Verrohrung, Gewässerbefestigung, Uferverbau, Böschungsbefestigung, Regulierung, Unterbindung der Gewässerdynamik, Zerstörung von Kiesbänken und Schlammflächen, Rekultivierungsmaßnahmen sowie Sukzession. Müller-Kroehling et al. (2000) stellen den zeitlichen Zusammenhang des Verschwindens der Art an verschiedenen Voralpenflüssen in Bayern und dem Ausbau dieser Flüsse in der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts her. Für Österreich nannte bereits Mandl (1951–1954) das Erlöschen von vier der elf ihm bekannten Vorkommen in der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts.

Die Vorkommen der Art in Sekundärhabitaten sind ebenfalls mit Risikofaktoren verbunden. Gebert (2009) weist auf die Abhängigkeit von andauernden menschlichen Hilfsmaßnahmen oder traditionellen Nutzungen zur Erhaltung der Sekundärhabitats und auf die fehlende, ungenügende oder unmögliche Sicherung dieser Sekundärhabitats in Schutzgebieten hin.

Tab. 1: Gefährdungsstatus von *Cylindera arenaria*.

Bundesland	Gefährdungsgrad	Quelle
Baden-Württemberg	0 ausgestorben / verschollen	Trautner et al. 2005
Bayern	1 vom Aussterben bedroht	Lorenz 2003
Brandenburg	1 vom Aussterben bedroht	Scheffler et al. 1999
Sachsen	2 stark gefährdet	Gebert 2009
Sachsen-Anhalt	2 stark gefährdet	Schnitter & Trost 2004
Reinland-Pfalz	2 stark gefährdet	Landesamt für Umwelt, Wasserwirtschaft und Gewerbeaufsicht 2007

Schutzstatus. Der Flusssufer-Sandlaufkäfer ist eine sowohl besonders als auch streng geschützte Art entsprechend der Bundesartenschutzverordnung (BArtSchV), jedoch nicht geschützt durch die Richtlinie 92/43/EWG (FFH-Richtlinie) oder andere Richtlinien.

Primärhabitats. Mandl (1951–1954: 120) schreibt, *Cylindera arenaria* sei in Österreich „an sandigen Ufern größerer Flüsse häufig zu finden“. Kroehling (2006) und Müller-Kroehling et al. (2000) nennen *Cylindera arenaria* als typische Art der Rohböden in dynamischen Flussauen für Bayern. In anderen Ländern und Bundesländern wird die Art *Cylindera arenaria* als Zielart der dynamischen Flussauen genutzt (BAFU 2008; LUBW 2009). Primärhabitats wurden in Baden-Württemberg zuletzt aus dem Jahr 1921 beschrieben (Rheinufer bei Ludwigshafen), alle späteren Fundorte sind als Sekundärhabitats einzuschätzen (Trautner & Detzel 1994). Für Sachsen, Sachsen-Anhalt und Brandenburg liegen keine dokumentierten Vorkommen in Primärhabitats vor. Scheffler et al. (1999) nennen unspezifisch Lehmufers als (Primär-)Habitats für Brandenburg.

Sekundärhabitats. Die Art erschloss sich bereits vor mehreren Jahrzehnten Bodenabbaustellen als Sekundärhabitats. Alle Funde von *Cylindera arenaria* in Baden-Württemberg nach 1921 liegen in noch im Betrieb befindlichen oder aufgelassenen Kies- und Tongruben bzw. deren Randbereichen innerhalb des Oberrhein-Tieflandes entlang des Rheines (Trautner & Detzel 1994). Hervorzuheben ist jedoch die relative Nähe dieser Sekundärhabitats zu den ehemaligen Primärhabitats. In Bayern wurde die Art 1995 erstmals seit 1939 in einer Kiesgrube wiederentdeckt (Müller-Kroehling et al. 2000). Aus der Tagebaufolgelandschaft sind Vorkommen der Art

seit 1955 in Brandenburg bekannt (Kalbe 1966, Peschel 1981). In Sachsen wurde *Cylindera arenaria* bei Gutttau in den Jahren 1979 und 1980 (Peschel 1983) und in der Bergbaufolgelandschaft durch Gebert (1986) nachgewiesen. Weitere Nachweise existieren aus dieser Zeit von Liebig (Gebert 1986). Auch Kiesgruben und andere anthropogene Bodenaufschlüsse werden besiedelt (Gebert 2003, 2006, 2007). Für Sachsen-Anhalt existieren Funde von *Cylindera arenaria* seit etwa 1992, hier nur aus Tagebaugebieten (Unruh 1994, Lübke-Al Hussein 2002).

Cylindera arenaria kann seit einigen Jahren auch auf Truppenübungsplätzen nachgewiesen werden und siedelt hier in Binnendünengebietern der nördlichen Muskauer Heide fernab jeder Wasserstelle auf Flächen mit leichtem Lehmanteil (Böhner et al. 1996; Wanner et al. 2001, 2002, 2003; Gebert 2006, 2007).

Habitatbeschreibung. In der Literatur finden sich mehrere verbale Habitatbeschreibungen (Tab. 2). Literatur, in welcher Habitatpräferenzen nur in Form von Zitaten dargestellt wurden, fand keine Berücksichtigung. Es erfolgte ausschließlich eine Auswertung der verfügbaren, aber als vollständig anzusehenden Primärliteratur. Hierdurch reduzierte sich die Anzahl nutzbarer Veröffentlichungen erheblich.

Tab. 2: In der Literatur für *Cylindera arenaria* beschriebene Habitatqualitäten.

Habitatqualität	Autor
kontinentale Art	Gebert & Hoffmann 1996.
hohe Ansprüche an das Lokalklima: <ul style="list-style-type: none"> südlich exponierte Hänge durch Böschungen geschützte Uferbereiche xerothermer / xerophiler Charakter thermophiler Charakter windgeschützt 	Donath 1986. Donath 1986. Peschel 1983; Gebert 1986; Gebert & Hoffmann 1996. Gebert & Hoffmann 1996 (nicht mehr in Gebert 2003); Müller-Kroehling et al. 2000. Peschel 1983; Richter 1986; Müller-Kroehling et al. 2000; Gebert 2006.
lückige Vegetation (zwischen 5% und 40%)	Donath 1984; Gebert 1986; Richter 1986.
fast steriler Boden	Gebert 1986; Unruh 1994.
nährstoffreiche Böden mit hoher Tendenz zur Verbuschung	Müller-Kroehling et al. 2000.
Durchfeuchtung: <ul style="list-style-type: none"> ausschließlich im Grenzbereich von durchfeuchtetem zu oberflächlich trockenem Boden bessere Durchfeuchtung Bindigkeit in grundwassernahen Böden durch Bodenfeuchte 	Donath 1984. Müller-Kroehling et al. 2000. Gebert 2007.
ausreichende Festigkeit und Durchdringbarkeit des Bodens	Donath 1984.
dunkle Färbung des Substrates	Kalbe 1966; Peschel 1981.

Habitatqualität	Autor
Bindigkeit des Bodens: <ul style="list-style-type: none"> • lehmige Böden • nur in Bereichen mit Austritt von Geschiebemergel aus den Sanddeckschichten • Feinsand, bindiger Sand, schluffiger Sand • Bindigkeit durch Mergel und Schluff in grundwasserfernen Böden 	Donath 1984; Richter 1986. Richter 1986. Müller-Kroehling et al. 2000. Gebert 2007.

4. Ergebnisse

4.1. Habitatbeschreibung für die einzelnen Untersuchungsgebiete

4.1.1. Bereiche mit nur in der Vergangenheit nachgewiesenen Vorkommen

In den Jahren vor 2008 konnte *Cylindera arenaria* durch Reißmann (Olias, mündl. Mitt. 06.06.2008, Reißmann, mündl. Mitt. 25.02.2009, Beak Consultants GmbH & NSI Freiberg 2001) an mehreren Stellen im Tagebau Welzow Süd nachgewiesen werden, welche nach 2008 nicht mehr besiedelt waren. Alle ehemals besiedelten Flächen liegen in Rekultivierungsbereichen mit etablierter, meist geschlossener Vegetationsdecke.

Im Bereich des Neuen Lugteiches war insbesondere der Zufluss, in welchem *Cylindera arenaria* etwa 5 Jahre lang (2002 bis 2007) durch Reißmann (mündl. Mitt. 25.02.2009) und Olias (mündl. Mitt. 06.06.2009) beobachtet werden konnte, flächendeckend mit Moosen bewachsen.

Innerhalb des Südrandschlauches sind die Offenflächen mit ehemaligem Vorkommen von *Cylindera arenaria* stark durch Verbuschung bedroht. Vorkommen sind bis in das Jahr 2006 bekannt (Reißmann, mündl. Mitt. 25.02.2009). Eine Imago konnte am westlichen Ende des Südrandschlauches im Untersuchungszeitraum beobachtet werden.

Der Bereich Töpferschenke / Jessener Kante ist großteils in den Bereichen mit schluffig/mergeligem und feuchtem Bodensubstrat mit Schilf bewachsen, die Gewässerränder sind flächendeckend bewachsen. *Cylindera arenaria* konnte von 1996 bis mindestens in das Jahr 2000 nachgewiesen werden (Beak Consultants GmbH & NSI Freiberg 2001).

Im Bereich des Buckwitzberges sind die offenen Bodenstellen entlang eines Grabens ebenfalls vollständig bewachsen. Genaue Angaben zu ehemals nachgewiesenen Vorkommen fehlen. Das Vorkommen wurde nur durch Reißmann (mündl. Mitt. 25.02.2009) benannt.

4.1.2. Beschreibung der aktuellen Vorkommen

Tagebau Welzow-Süd. Imaginalhabitat. Im Tagebau Welzow Süd war der Hühnerwasserlauf im Jahr 2008 und 2009 im gesamten Bereich des ausgetrockneten Bachbettes, einer schwach geneigten U-förmigen Rinne in ebenem Gelände



Abb. 7: Im Tagebau Welzow-Süd sind die Flussufersandlaufkäfer aus ihren Puppen geschlüpft und verweilen am Ausgang der Larvenröhren. Foto: T. Kästner (09.06.2008)

inklusive der Böschungen besiedelt. Ebenfalls besiedelt wurden die nicht planierten Schüttrippen. Als Jagdhabitats wurden die Tälichen zwischen den Schüttrippen, die Schwemmkegel am Fuße der Schüttrippen sowie im ausgetrockneten Bachbett der Übergangsbereich von feuchtem zu trockenem Sand oder Ton genutzt. Innerhalb der Robinien- und Eichenaufforstungsflächen sowie innerhalb der Schilfbestände am Rand des Bachlaufes konnten keine Imagines gefunden werden. Ebenso jagten keine Imagines auf den Reinsandflächen sowie auf grobpolyetrisch reißenden Substraten im Hühnerwasser-Unterlauf.

Im Juni konnten Tiere beim Schlupf beobachtet werden. Die Individuen steckten relativ lange Zeit (etwa eine Stunde und länger) den Kopf mit den Antennen sowie das Vorderbeinpaar aus der Larvenröhre heraus, bevor sie vollständig aus den Larvenröhren heraustreten (Abb. 7). Zahlreiche ausgeschlüpfte Tiere hielten sich auf den vegetationsfreien und voll besonnten Schwemmkegeln am Fuße der Schüttrippen in unmittelbarer Nähe der Larvenröhren auf. Bei Gefahr flüchteten die Tiere in die Schüttrippentäler und kamen nach etwa zehn Minuten zurück.

Larvalhabitat. Im Hühnerwasser-Oberlauf dienten die Bereiche mit mergeligem Rekultivierungssubstrat als Reproduktionshabitat. Larvenröhren konnten in den Schwemmkegeln der Schüttrippen, in Erosionsrinnen, auf unbewachsenen Freiflächen als auch in den Robinienaufforstungen und am Rand derer gefunden werden. In geringer Zahl fanden sich ebenso Larvenröhren auf einem Trampelpfad und



Abb. 8: Temporäres Fließgewässer im Tagebau Welzow-Süd. Die Larvenröhren des Flussufersandlaufkäfers befinden sich im Übergangsbereich von trockenem zu durchfeuchtem Oberboden. Foto: T. Kästner (06.07.2008)

am Ufer des Staugewässers des künstlichen Wassereinzugsgebietes Hühnerwasser, wobei dieses nicht begangen wurde. Insbesondere in den Erosionsrinnen ist von einer zeitweiligen Überflutung oder Überstauung der Larvenröhren auszugehen. Im Lauf des Hühnerwassers und dessen Böschung konnten keine Larvenröhren gefunden werden. In den Schüttrippentälern und auf den Schüttrippen fanden sich ebenfalls keine Larvenröhren. Auf den Untersuchungsflächen im Hühnerwasser-Unterlauf fanden sich zum Aufnahmezeitpunkt nur Larvenröhren des dritten Larvenstadiums. Die Eiablage erfolgte somit im Jahr 2007. Alle Larvenröhren lagen in einem Bereich, welcher zum Zeitpunkt der Begehung Anfang Juli (06.07.2008) die Grenzschicht zwischen oberflächlich feuchtem und trockenem Substrat am Rand der Temporärgewässer beschrieb (Abb. 8). Zu späteren Begehungen waren die Flächen zum größten Teil oberflächlich vollständig ausgetrocknet bzw. die Feuchtegrenzschicht hatte sich weiter in Richtung Wasserlochmitte zurückgezogen. Grobpolygonisch reisender Oberboden war im Bereich der Larvenröhren nicht zu finden. Das Bodensubstrat im Bereich der Larvenröhren trocknete nicht bis leicht rissig, ohne dabei Polygone zu bilden. Der gesamte Hühnerwasser-Unterlauf wird temporär, insbesondere im Frühjahr und Herbst, durch Schmelz- und Niederschlagswasser überströmt, so auch die Bereiche, in welchen Larvenröhren gefunden wurden.

Reproduktion. Im Bereich des Hühnerwasser-Unterlaufes konnten zahlreiche Imagines in Kopula beobachtet werden. Dabei hielt sich ein Männchen mit den

Mandibeln bei einer Beobachtung über 45 Minuten am Thorax des Weibchens fest. Paare in dieser Stellung konnten nur im bereits beschriebenen Übergangsbereich von oberflächlich feuchtem zu trockenem Bodensubstrat gefunden werden. Die Kopulae dauerten etwa 10 bis 20 Minuten. Es konnte nur eine Eiablage beobachtet werden, wobei das Weibchen den Hinterleib in der Nähe von Schwemmmaterial mehrfach auf den Boden drückte, bevor es diesen im Bodensubstrat versenkte. Hierbei hielt sich das Männchen weiterhin am Thorax fest. Nach erfolgter Eiablage fing das Weibchen, das Männchen immer noch auf dem Rücken, zwei Käfer und versuchte mehrere Fliegen zu erreichen. Fluchtdistanzen von etwa 2 Metern waren bei den meisten Paaren zu beobachten.

Truppenübungsplatz Oberlausitz. Imaginalhabitat. Die Vorkommen von *Cylindera arenaria* auf dem Truppenübungsplatz Oberlausitz konnten nur bei einer Begehung untersucht werden. Die Witterung war nicht optimal, der Himmel war zu 4/5 bedeckt. Daher konnten nur drei Imagines von *Cylindera arenaria* beobachtet werden. Sie wurden unter kleinen Sandüberhängen unter Silbergrasbüscheln aufgespürt, indem das Bodensubstrat zur Seite geschoben wurde. Zwei Tiere liefen bei einer Wolkenlücke aktiv auf einem Sandweg umher. Dieser war etwas in die umgebende offene Landschaft (Panzerübungsstrecke) eingefahren und besaß am Rand kleine Böschungen von wenigen Dezimetern Höhe. In den offenen Silbergrasfluren neben dem Weg konnten keine Käfer beobachtet werden, jedoch gelangen Larvenröhrenfunde. Das Gelände ist eben bis schwach wellig.

Larvalhabitat. Die Larvenröhren fanden sich in Bereichen, in denen der augenscheinlich mergelige Unterboden aus der das Gelände überziehenden Lockersandschicht herausragte. Dies war an den Wegrändern und Wegböschungen sowie auf kleinen Erhebungen in den Sandtrockenrasen der Fall. Die Bereiche scheinen aufgrund ihrer teils wenigen Millimeter höheren Lage vor Übersandung geschützt zu sein.

Alte Ziegelei Rietschen. Imaginalhabitat. Imagines von *Cylindera arenaria* konnten fast überall in der ehemaligen Tongrube beobachtet werden, mit Ausnahme der Bereiche mit hohen Deckungsgraden von *Calamagrostis epigejos* und in Bereichen mit hohem Kiesanteil im Oberboden (optische Einschätzung). Die untersuchte verfüllte Tongrube ist als weite Geländemulde mit ebener Sohle anzusprechen.

Larvalhabitat. Die Larvenröhren waren weiträumig verteilt, Klumpungen traten kaum auf. Kleinflächig konnte festgestellt werden, dass Larvenröhren nur in Bereichen zu finden waren, wo die oberste Sandschicht fehlte und der etwas dunklere und schluff-/tonhaltigere Unterboden sichtbar war. Dies war sowohl auf kleinen Geländeerhebungen als auch in Geländerillen von wenigen Millimetern bis Zentimetern Höhe bzw. Tiefe der Fall. Auf der gesamten Fläche stockten etwa neunjährige Kiefern in geringen Deckungsgraden. Auch in unmittelbarer Nähe zu diesen konnten Larvenröhren gefunden werden. Larvenröhren fehlten in Bereichen

mit hohen Deckungsgraden von *Calamagrostis epigeios* und in den augenscheinlich besser nährstoffversorgten und damit stärker bewachsenen Randbereichen (Probefläche R05). Bei einer Kontrollbegehung im März 2009 waren alle Bereiche, in welchen zuvor *Cylindera arenaria* und dessen Larvenröhren beobachtet werden konnten, mit Wasser (Schmelzwasser sowie Niederschläge) mehrere Zentimeter überstaut.

Reproduktion. Eine Paarung konnte bereits im Jahr 2007 im Untersuchungsgebiet durch den Autor beobachtet werden. Das Männchen hielt sich hierbei mindestens 20 Minuten auf dem Rücken des Weibchens fest, dieses lief auf der Fläche umher, ohne jedoch zu jagen. Kopula und Eiablage konnten nicht beobachtet werden.

Grube Frieden. Imaginalhabitat. Im Bereich der Grube Frieden konnte *Cylindera arenaria* nur unmittelbar am Ufer des Restloches im Bereich des stark kohlehaltigen und vegetationsfreien Substrates beobachtet werden. Der Bereich der Erosionsrinnen sowie das sich an das Flachufer anschließende, etwa einen Meter höher gelegene und an den Kanten erodierte, vegetationsfreie Sandplateau wurden zum Aufnahmezeitpunkt nicht durch *Cylindera arenaria*, jedoch durch *Cicindela hybrida* als Jagdhabitat genutzt.

Larvalhabitat. Larvenröhren konnten ebenso wie Imagines nur am vegetationsfreien, stark kohlehaltigen Flachufer gefunden werden. Die Larvenröhren befanden sich hier etwa vier Meter vom aktuellen Brandungsbereich entfernt, die Ablagerungen von Schwemmgut zeigten jedoch, dass bei starkem Westwind diese Flächen dennoch zumindest zeitweilig überflutet werden.

4.2. Statistische Analyse

Die in den Reproduktionshabitaten aufgenommenen Parameter (siehe Kapitel 2.3.) wurden auf Korrelationen zueinander hin untersucht. In den einzelnen Vorkommensgebieten kam es teils zu unterschiedlichen Ergebnissen. Zudem scheinen verschiedene Faktoren je nach Ausprägung anderer Faktoren unterschiedlich stark zu wirken.

Alle Habitatparameter, welche auf die Larvenröhrenzahlen einen errechneten Einfluss haben, sind in Tab. 3 zusammenfassend dargestellt. Den höchsten statistischen Einfluss auf die Anzahl der Larvenröhren hat der Parameter „Masseprozent feinsten Feinsand und Schluff/Ton addiert“. Gemeinsamkeitskorrelationen (nach Köhler et al. 2002) werden nicht angegeben.

Tab. 3: Habitatparameter mit errechneter positiver und negativer Wirkung auf die Eignung als Larvalhabitat, gemessen an der Anzahl der Larvenröhren, für alle Datensätze, sortiert nach dem errechneten Korrelationskoeffizienten – der Faktor mit der stärksten errechneten Wirkung steht an erster Stelle. *signifikanter Zusammenhang **hoch signifikanter Zusammenhang.

Parameter mit positiver Wirkung	Parameter mit negativer Wirkung
Masseprozent feinsten Feinsand u. Schluff/Ton**	Masseprozent Kies und Grobsand**
Masseprozent feinsten Feinsand**	Masseprozent Kies**
Masseprozent Schluff/Ton*	Masseprozent Grobsand**
	Masseprozent Mittelsand**

Die Untersuchungsgebiete unterscheiden sich zum Teil erheblich voneinander, vor allem im Alter der Flächen, in ihrer Entstehungsgeschichte und z.T. in ihrem Chemismus. Daher wurden die einzelnen Untersuchungsgebiete nochmals jeweils einzeln analysiert. Innerhalb des Tagebaus Welzow Süd ließen sich hohe Abhängigkeiten zwischen den Korngrößen und der Larvenzahl ermitteln. Positiv auf die Anzahl der Larvenröhren wirkte vor allem ein hoher Anteil an feinstem Feinsand, negativ ein hoher Anteil von Kies, Grob- und Mittelsand. Außerhalb des Tagebaus Welzow Süd konnte nur eine positive Wirkung eines hohen Anteils an Schluff/Ton im Boden auf die Larvenröhrenzahlen ermittelt werden. Die Larvenröhren der L1-Larven korrelieren zudem außerhalb des Tagebaus Welzow Süd positiv mit der Feuchtezahl nach Ellenberg.

5. Diskussion

5.1. Einflussfaktoren auf die Habitateignung von Tagebaufolgelandschaften

Lage und anthropogene Beeinflussung. Die Besiedlung von Abbauflächen und damit von anthropogenen Störstellen durch den Flussufersandlaufkäfer wird seit wenigen Jahrzehnten beobachtet (z.B. Kalbe 1966, Peschel 1981, Peschel 1983, Donath 1984, Gebert 1986). Die Großzahl der publizierten Nachweise in Tagebaufolgelandschaften liegt an Restlochseen und wurde häufig mit einer Gewässerbevorzugung des Flussufersandlaufkäfer assoziiert. Erst in jüngster Zeit wurde der Flussufersandlaufkäfer auch auf Truppenübungsplätzen nachgewiesen (Gebert 2006, 2007, Wanner et al. 2001, 2002, 2003, Böhnert et al. 1996). Bei diesen Vorkommen sowie den Vorkommen im Bereich der Alten Ziegelei Rietschen und im Hühnerwasser-Oberlauf sind Gewässer nur in weiterer Entfernung zu finden. An den Gewässern selbst – zumeist temporäre Kleinstgewässer, konnten zwar jagende Tiere beobachtet werden, die höchsten Individuendichten fanden sich jedoch in anderen Teilhabitaten.

Mikrorelief. Das Geländeprofil bedingt Parameter wie Exposition und Windgeschütztheit. *Cylindera arenaria* konnte nur auf ebenem bis schwach geneigtem Gelände beobachtet werden. Die im Hühnerwasser-Oberlauf beobachtete Bevorzugung von Geländevertiefungen beschreiben auch Richter (1986), Müller-Kröhling et al. (2000) und Gebert (2006). Richter (1986) führt diese Bevorzugung

spezieller Reliefformen auf die absolute Windgeschützttheit zurück. Jedoch konnten bei den eigenen Untersuchungen keine signifikanten Zusammenhänge zwischen den aufgenommenen Parametern und den Individuenzahlen adulter Tiere festgestellt werden, auch nicht mit der gemessenen Windberuhigung. Eine mögliche Erklärung könnte zum einen das Rückstrahlungsverhalten der die Tälchen, Mulden und Rinnen umgebenden Böschungen liefern, da durch Wärmereflektion diese Geländeformen besonders aufgeheizt werden, was dem von Gebert & Hoffmann (1996) formulierten xerothermophilen bzw. thermophilen Charakter der Art entsprechen würde. Zum anderen sind besonders die Erosionsrinnen und der Hühnerwasser-Lauf mit weniger Vegetation bewachsen und nicht, wie weite Flächen der „normalen“ Tagebaufolgelandschaft, aufgeforstet oder sonstig begrünt. Zu erwähnen ist, dass Gebert (1996) die Bevorzugung von leicht erhöhten Plateaus in den temporären Salzsümpfen der Puszta Ungarns durch *Cylindera arenaria* beschreibt. Hier ist eine Windberuhigung ebenfalls nicht gegeben, jedoch findet die Art auf diesen Erhöhungen nicht stark versalzte und verkrustete Böden mit immer noch genügend hoher Bodenfeuchte. Bevorzugte Expositionen konnten nicht beobachtet werden. Eine Südexposition von Hängen wird jedoch von Donath (1986) als bevorzugter Standortfaktor beschrieben, wobei hierfür nur die Beschreibung eines Fundortes genutzt wurde.

Vegetation. Die Vegetation der Untersuchungsflächen im Bereich des Hühnerwassers ähnelt der von Unruh (1994) aus Sachsen-Anhalt beschriebenen. Das Vorkommen in Silbergrasfluren wie etwa auf dem Truppenübungsplatz Oberlausitz oder der Alten Ziegelei Rietschen beschreiben Gebert (2006, 2007), Wanner et al. (2001, 2002, 2003) und Böhnert et al. (1996). Donath (1986) nennt eine Vegetationsbedeckung von 5 bis 40% charakteristisch für *Cylindera arenaria* -Habitats. Vegetationsfreie Flächen werden jedoch nicht gemieden.

Ähnlich wie in der Literatur beschrieben, ist die Besiedlungsfähigkeit des Substrates durch Pflanzen nicht entscheidend für die Besiedlung von Flächen durch *Cylindera arenaria*. So beschrieben Müller-Kroehling et al. (2000) nährstoffreiche Böden mit hoher Tendenz zur Verbuschung als *Cylindera arenaria*-Habitats, während z.B. Gebert (1986) die Sterilität der besiedelten Böden hervorhebt. „Bestes Rekultivierungssubstrat“ (Reißmann, mündl. Mitt. 25.02.2009) wurde im Hühnerwasser-Oberlauf durch *Cylindera arenaria* besiedelt. Die besiedelten Uferbereiche an der Grube Frieden sind seit Jahrzehnten vegetationsfrei. Auch die Silbergrasfluren des Truppenübungsplatzes Oberlausitz sowie der Bereich Alte Ziegelei Rietschen zeichnen sich durch geringe Werte der Nährstoff- und Reaktionszeigerwerte aus. Entscheidend für die Besiedlung durch *Cylindera arenaria* ist nicht die potentielle Besiedlungsfreundlichkeit des Substrates für Pflanzen, sondern der aktuelle Bewuchs.

Langlebigkeit des Habitats. Die Geschwindigkeit des prognostizierten Sukzessionsverlaufes ist maßgeblich für die Länge der Besiedlungsfähigkeit eines Habitats

(Langlebigkeit) verantwortlich, da ab einem bestimmten Deckungsgrad *Cylindera arenaria* Habitats nicht mehr besiedelt. *Cylindera arenaria* konnte sowohl auf Flächen beobachtet werden, welche auch noch in Jahren relativ vegetationsfrei sein werden, als auch auf Flächen mit einem prognostizierten schnellen Sukzessionsverlauf, welcher zu einer zukünftigen Abwertung des Habitats für *Cylindera arenaria* führt. Es werden langlebige Habitats ebenso wie kurzlebige Habitats besiedelt.

Bodenparameter. Als entscheidender Faktor für die Eignung von Böden als Larvalhabitat konnte die Korngrößenverteilung herausgearbeitet werden. Die von zahlreichen Autoren (z.B. Donath 1986, Müller-Kroehling et al. 2000, Gebert 2007) formulierte Bevorzugung von bindigen Böden durch *Cylindera arenaria* führte zu einer vermuteten Abhängigkeit zwischen Larvenröhrenzahlen und den Anteilen der die Bindigkeit hervorrufenden Korngrößenfraktionen Schluff/Ton im Bodensubstrat. Diese Abhängigkeit konnte statistisch nachgewiesen werden. Mit der positiven Wirkung von hohen Anteilen von Schluff/Thon und feinstem Feinsand geht eine negative Abhängigkeit der Eignung von Böden als Larvalhabitat mit den Anteilen an größeren Korngrößenfraktionen, insbesondere Masseprozent Kies und Grobsand addiert, einher.

Auf Böden mit hohen Anteilen an Schluff, Ton und Feinsand (etwa ab 40–50 Masseprozent Schluff/Ton und Feinsand) scheint der Einfluss dieser feinsten Bodenpartikel auf die Nutzbarkeit als Larvalhabitat zu sinken. Die Ergebnisse legen nahe, dass eine weitere Erhöhung des Anteils dieser Korngrößenfraktionen zu keiner besseren Habitateignung führt. Der Anteil an großen Grobpartikeln, insbesondere Kies, ist auch in den Böden mit hohen Masseprozenten an Schluff/Ton und feinstem Feinsand ein relevanter Parameter, welcher die Eignung als Larvalhabitat bestimmt und dabei durch seine Erhöhung negativ wirkt.

In unterschiedlichen Habitats scheinen die Bodenparameter unterschiedlich zu wirken. Den unterschiedlichen Einfluss von schluffigem Material im Boden formulierte Gebert (2007) indirekt, indem er den Anteil von Mergel und Schluff in grundwasserfernen Böden und den der Bodenfeuchte in grundwassernahen Böden als Faktoren für die Besiedlungsfreundlichkeit von Substraten nannte.

Im Vergleich mit den Ergebnissen von Müller-Kroehling et al. (2000) ergeben sich Gemeinsamkeiten, jedoch auch relevante Unterschiede. So kann die Schlussfolgerung von Müller-Kroehling et al. (2000), dass bei etwa gleich hohen Feinsandanteilen von etwa 50 bis 70 Masseprozent im Boden *Cylindera arenaria* nur Flächen mit Schluff/Ton-Anteilen von 10 bis 20 Masseprozent besiedelt und höhere Schluff/Ton-Anteile gemieden werden, nicht bestätigt werden.

Übersandungsempfindlichkeit. Richter (1986) konnte Larvenröhren von *Cylindera arenaria* in dem von ihm untersuchten Vorkommensgebiet in Tagebaufolgelandschaften nur in Bereichen vorfinden, wo Geschiebemergel aus den Sanddeckschichten hervortrat. Außerhalb der in dieser Arbeit untersuchten Vorkommen in Tagebaufolgelandschaften, also im Bereich Alte Ziegelei Rietschen und

Truppenübungsplatz Oberlausitz, konnte das gleiche Phänomen beobachtet werden. Die Larvenröhren fanden sich nur in Bereichen mit Kleinstrukturen im Mikrorelief, die teilweise nur wenige Millimeter Höhe bzw. Tiefe aufwiesen und an welchen das augenscheinlich mergelige Unterbodensubstrat nicht von Lockersand überdeckt wurde. Diese Sonderstandorte scheinen übersandungsresistent. Hierdurch ist zu vermuten, dass die Larven von *Cylindera arenaria* übersandungsempfindlich sind. Dies kann jedoch nur mit weiteren Versuchen überprüft werden.

Überstaungs- und Überflutungstoleranz. Fast alle untersuchten Larvalhabitate werden zumindest zeitweilig überstaut (stehendes Wasser) bzw. überflutet (fließendes Wasser) (Abb. 7). Nur im Bereich des Truppenübungsplatzes Oberlausitz fehlt ein solches Störungsregime. Primärhabitate von *Cylindera arenaria* sind natürliche Flussauen mit Sandbänken. Diese Habitatstrukturen sind durch Überflutungsereignisse geprägt. Eine Art, welche in diesen Habitaten als Larve im Boden lebt, sollte demnach eine Überflutungstoleranz entwickelt haben. Dies wurde jedoch bisher von keinem Autor diskutiert. Die Kenntnisse über das Primärhabitat und die Vorkommen auch in durch Überflutungs- und Überstaungsereignisse geprägten Sekundärhabitaten legt eine Überflutungs- und Überstaungstoleranz der Larven nahe. Jedoch kann dieser Parameter nicht als notwendiges Habitatrequisit angesehen werden. Vielmehr könnte diese Toleranz für einen Konkurrenzausschluss zu anderen Sandlaufkäferarten sorgen. So konnten Larvenröhren von *Cylindera arenaria* in den Untersuchungsgebieten Grube Frieden und der Alten Ziegelei Rietschen nicht zusammen, sondern räumlich getrennt von Larvenröhren der Art *Cicindela hybrida* gefunden werden. Die Standorte mit Larvenröhren von *Cylindera arenaria* lagen im Überflutungs- bzw. Überstaungsbereich, die Larvenröhren von *Cicindela hybrida* waren fast nur in höher gelegenen Gelände zu finden.

5.2. Formulierung der Eigenschaften von Eignungs- und Ausschlusshabitaten

Im Rahmen der durchgeführten Untersuchungen konnten statistische Zusammenhänge zwischen einzelnen Habitatparametern und der Habitateignung ermittelt werden. Aussagen zur Stärke der Wirkung einzelner Habitatparameter und zu Wechselwirkungen können jedoch nicht getroffen werden. Daher bietet sich an, nicht von einem „etwas mehr“ oder „etwas weniger“ eines Umweltparameters, sondern in nur zwei Kategorien zu sprechen, den Eignungshabitaten und Ausschlusshabitaten.

Eignungshabitate. Eignungshabitate zeichnen sich in erster Linie durch folgende Parameter aus. Der Deckungsgrad der Vegetation übersteigt nach Donath (1986) nicht 40%, nach eigenen Untersuchungen nicht 20%. Der Kies- und Grobsandanteil im Boden ist sehr gering, der Anteil von Schluff/Ton und feinstem Feinsand liegt über 40 Masseprozent. Unterhalb dieses Wertes lassen sich nur wenige vereinzelte Larvenröhren finden, diese jedoch auch nur im Kontakt zu günstigeren Habitatstrukturen. Windgeschütztetheit und ein ausgeprägtes Mikrorelief mit Erosionsrinnen, Tälchen, Schwemmkegeln und Temporärgewässern wirkten

nicht negativ auf die Larvenröhrenzahlen und positiv auf die Verfügbarkeit von Jagdhabitaten. Flächen, welche durch Übersandung geprägt sind, werden nur auf leicht erhöhten Bereichen besiedelt. Es können hohe Gräser und junge Bäume (insbesondere Kiefern) sowie Sträucher auf Flächen vorhanden sein, ohne dass die Habitatsignung sinkt, vorausgesetzt, der Deckungsgrad steigt nicht über die kritische Schwelle (40–60%). Vertragen werden überdies zeitweilige Überstauungen und Überflutungen der Larvalhabitate. Windexponierte Flächen werden nicht zwingend gemieden, ebenso Flächen fernab von Gewässern.

Ausschlusshabitate. Ausschlusshabitate sind Habitate mit entsprechend hohen Vegetationsdeckungsgraden. Bei Deckungsgraden von mehr als 60% können weder Adulti noch Larvenröhren gefunden werden. Weiterhin besitzen Ausschlusshabitate hohe Kies- und Grobsandgehalte im Boden oder sind stark tonig mit nur geringem Feinsandanteil. Bereiche, welche trotz günstiger Korngrößenverteilungen im Unterboden oberflächlich durch Übersandung geprägt sind, werden gemieden.

Für die Besiedlung von potentiellen Habitaten durch *Cylindera arenaria* unerhebliche Parameter sind die Besiedlungsfreundlichkeit des Substrates für Pflanzen wie der Nährstoffgehalt und die Bodenacidität, die Farbe des Substrates, die Vegetationshöhe, solange es sich nur um Gräser handelt bzw. wenn in unmittelbarer Umgebung Freiflächen für die Jagd verfügbar sind.

5.3. Warum besiedelt *Cylindera arenaria* Tagebaufolgelandschaften?

Eigenschaften von Tagebaufolgelandschaften. Die Rolle von Tagebaufolgelandschaften als Überdauerungs- und Sekundärhabitate für gefährdete Tierarten wird von zahlreichen Autoren, so z.B. von Kästner (2008), Tischew (2004a), Hennek & Unselt (2002), Gerstner et al. (2002), UFZ (2001), Abresch et al. (2000), Durka & Schmidt (2000), Gilcher & Bruns (1999), Geißler-Strobel et al. (1997), Meyer & Große (1997) diskutiert.

Hennek & Unselt (2002) geben einen umfangreichen Überblick über die Potentiale und Qualitäten der naturschutzgerecht rekultivierten, also an die Folgenutzung „Naturschutz“ angepassten, renaturierten, Tagebaufolgelandschaft. Tagebaufolgelandschaften sind charakterisiert durch ihre Großflächigkeit, Unzerschnittenheit und häufig auch durch relative Störungsarmut (fehlende Infrastruktur etc.). Sie zeichnen sich (vor der Rekultivierung) durch eine hohe Heterogenität und Standortvielfalt mit zahlreichen Grenzlinien und Gradienten aus. Die vorhandenen Rohböden sind häufig sehr nährstoff- und schadstoffarm. Bei entsprechender Renaturierung (fehlender Rekultivierung) kann sich eine hohe Prozessdynamik einstellen. In Tagebaufolgelandschaften häufen sich seltene und einmalige Sonderstandorte wie Salzstellen, Steilhänge und Abbruchkanten, oligotrophe Gewässer und Offenlandstandorte. Aus diesem Grund können sie Biotopverbundfunktion (bei entsprechender Renaturierung) besonders gut erfüllen und eignen sich als

Habitats für hochspezialisierte Arten, welche in der Kulturlandschaft nicht mehr verfügbare Habitatstrukturen benötigen. Zu ergänzen sind nach Gilcher & Bruns (1999) die besonderen klimatischen Verhältnisse in Abbaustellen. So erfolgt die Ein- und Ausstrahlung fast ungehindert, Folge sind extreme Tag- und Nacht-Temperaturunterschiede sowie erhöhte Sommertemperaturen am Tage. Gilcher & Bruns (1999) vergleichen vorgefundene Habitatstrukturen in Abbaustellen mit denen der Natur- und Kulturlandschaft. In Kies- und Sandgruben, welche in ihrer Abbaunachfolgegestalt denen der Tagebaufolgelandschaft durchaus ähneln, fanden die Autoren mit Schuttkegeln, Dünen, Sandbänken, Uferanrissen, Prallhängen, Schwemmfächern, temporären Wasserflächen in der Aue, Schlickflächen, Spülsäumen, Erdstürzen, flachgründigen Hängen und Brennen vergleichbare Habitatstrukturen, also vor allem Habitatstrukturen dynamischer Flussauen und Seeufer.

Besiedlungsstrategien und Einnischung. *Cylindera arenaria* reiht sich in die Reihe der Wildflussarten ein, welche in den Tagebaufolgelandschaften und anderen Abgrabungsstellen teils ihren einzigen Sekundärlebensraum finden (Günther et al. 2005). Zum einen findet *Cylindera arenaria* Rohbodenstandorte, welche sonst durch Sedimenttransport und Ablagerung immer wieder neu in dynamischen Flussauen entstehen. Zum anderen stehen vor allem in der Tagebaufolgelandschaft aber auch in anderen Abbaustellen verschiedene Substrate unterschiedlicher Körnung ohne Vegetationsbedeckung zur Verfügung, *Cylindera arenaria* kann die günstigen Körnungsmischungen wählen. *Cylindera arenaria* ist als Art der dynamischen Flusslandschaften zudem an ein intensives Störungsregime angepasst. Störungsregime im Sinne der Umlagerung von Bodensubstrat oder auch nur eine geänderte Lagerungsdichte oder Korngrößensortierung wirken auch in der Tagebaufolgelandschaft. Gebert (mündl. Mitt. 24.07.2008) beobachtete eine enorme Erhöhung der Individuenzahlen von *Cylindera arenaria* im Bereich der Grube Frieden, nachdem in dieser Standsicherheitsarbeiten in Form von Bodenrüttelung durchgeführt wurden. Das intensive Störungsregime in noch im Betrieb befindlichen Tagebauen stellt ebenfalls kein Besiedlungshemmnis dar.

Die Art scheint sehr unstedt zu sein. In den Primärhabitats muss *Cylindera arenaria* geeigneten Habitatstrukturen nachwandern, da diese durch Überflutung und Sukzession ständig zerstört werden. In Tagebaufolgelandschaften werden geeignete Flächen bereits in der Vegetationsperiode nach der Schüttung besiedelt, jedoch auch relativ schnell wieder verlassen, wenn sich ungünstige Habitatparameter (infrage käme z.B. Sukzession) einstellen. Untersuchungen am Neuen Lugteich (Tagebau Welzow-Süd) durch Reißmann belegen das Verschwinden der Art nach etwa sieben Jahren, wobei bereits nach fünf Jahren nur noch Einzeltiere beobachtet werden konnten (Reißmann, mündl. Mitt. 25.02.2009). Habitats mit günstigeren Bedingungen können auch länger besiedelt werden. Die Flächen im Bereich Alte Ziegelei Rietschen wurden um 1991 geschüttet und waren nach etwa 18 Jahren immer noch besiedelt.

Die Flächen an der Grube Frieden besitzen ein noch höheres Alter, der Kohleabbau wurde 1969 eingestellt, belegte Nachweise der Art gibt es allerdings erst aus der Zeit um 1984 (Gebert 1991).

Da Primärhabitats durch *Cylindera arenaria* in Ostdeutschland nach derzeitigem Kenntnisstand nicht mehr besiedelt werden, kann die Besiedlung von neuen Habitats nur aus anderen Abbaustellen (egal, ob Kiesgrube, Tongrube oder Tagebau) bzw. aus Truppenübungsplätzen erfolgen. Es greift das Konzept der Habitatsinseln in einem lebensfeindlichen Umfeld der Inselbiogeographie. Somit greifen die unmittelbaren Standortfilter erst, nachdem zuvor der Ausbreitungsfilter passiert wurde. Bei einer Besiedlung aus dem unmittelbaren Umfeld wirkt der Ausbreitungsfilter nicht so intensiv.

Das Ausbreitungspotential von *Cylindera arenaria* scheint jedoch sehr hoch zu sein. Die seit den siebziger Jahren besiedelten Tagebaufolgefleichen liegen schon im Lausitzer Revier zwischen 4 und 10 km voneinander entfernt (Richter 1986). Ein weiteres ostdeutsches Vorkommen bei Dresden liegt etwa 40 km von denen im Lausitzer Braunkohlerevier entfernt. Die Vorkommen im mitteldeutschen Braunkohlerevier besitzen eine Entfernung von mindestens 90 km zu den restlichen Vorkommen in Ostdeutschland.

Derzeit ist unklar, ob ein regelmäßiger, wenn auch nur geringer Austausch zwischen den Populationen stattfindet und ob tatsächlich von einer Metapopulation gesprochen werden kann. Durch das Verbreitungsmuster der Art ist eine Metapopulationsstruktur jedoch zu vermuten. Gebert (1991) geht noch davon aus, dass ein Austausch der kleinen Populationen untereinander „sehr schwer möglich sein“ wird. Die Ausbildung einer Metapopulationsstruktur und die Konzentration des Schutzes dieser würde jedoch wichtige Handlungsoptionen eröffnen. Einzelne Teilpopulationen müssten nicht mit hohem Mitteleinsatz (z.B. für Biotoppflege) erhalten werden. Für das Überleben von Metapopulationen ist nicht das Überleben jeder einzelnen Teilpopulation relevant, sondern ein ausgeglichenes Verhältnis von Neubesiedlungs- und Aussterberate (Begon et al. 1997). Ob es sich jedoch tatsächlich um Metapopulationen oder isolierte Reliktorkommen handelt, muss in weiteren Untersuchungen geklärt werden. Die in dieser Abhandlung formulierten mittelfristigen Erhaltungsmaßnahmen basieren auf der Annahme einer Metapopulationsstruktur innerhalb des Lausitzer Braunkohlerevieres.

5.4. Nachhaltiger Artenschutz für *Cylindera arenaria*

Kurzfristiger Erhalt. Derzeit sind aus Ostdeutschland nur Vorkommen von *Cylindera arenaria* in Sekundärhabitats bekannt. Bereits existierende Vorkommen in Sekundärhabitats können entsprechend der wirkenden Umweltfaktoren für unterschiedlich lange Zeit geeignete Habitatbedingungen bieten. Kurzfristig, also für die nächsten drei bis zehn Jahre sind alle Vorkommen der Art erhaltungsfähig, wenn auf in Modellierung befindlichen Tagebau-Folgefleichen auf eine weitere

Oberbodenbewegung verzichtet wird, bis durch Sukzession das entsprechende Vorkommen erlischt. Im Bereich des Tagebaus Welzow-Süd konnte dies nach etwa fünf Jahren beobachtet werden (Reißmann, mündl. Mitt. 25.02.2009).

Mittelfristiger Erhalt in bereits besiedelten Habitaten. Mittelfristig können lokale Populationen von *Cylindera arenaria* in bereits besiedelten Habitaten nur auf dauerhaft vegetationsarmen Flächen überleben. Dies kann durch vorhandene Umweltfaktoren gegeben sein oder es muss gestaltend eingegriffen werden. Über längere Zeiträume (länger als 10 Jahre) bleiben Substrate von Pflanzen nur unbesiedelt, wenn es sich um extreme Standortbedingungen handelt. Böden mit Kohlegehalten von über 10% bleiben auch über Jahrzehnte vegetationsfrei (Tischew & Mann 2004). *Cylindera arenaria* verträgt die aufgrund des hohen Kohlegehaltes vorherrschenden niedrigen pH-Werte und besiedelt bei der Kombination dieses Standortfaktors mit anderen passenden Faktoren (vor allem Korngrößenverteilung) entsprechende Flächen über Jahrzehnte. Beispiel ist das Vorkommen in der Grube Frieden. Sollen Vorkommen von *Cylindera arenaria* auf pflanzenbesiedlungsfreundlichem Substrat erhalten werden, sind Pflegemaßnahmen notwendig. Eine Habitatpflege zum Erhalt von Vorkommen von *Cylindera arenaria* darf nicht nur zum Ziel haben, oberflächlich Vegetation abzutragen. Eine Mahd oder Beweidung, wie zum Erhalt von Offenlandlebensräumen z.B. von Riecken et al. (1998) gefordert, dient nicht der Neuschaffung von benötigten Rohböden. Neue Rohböden könnten nur entstehen, wenn die Vegetationsdecke zusammen mit dem Oberboden abgetragen wird. Bei kontinuierlich wiederkehrenden, einmalig starken aber in ihrer Frequenz geringen Störungen wie etwa Panzerfahrten auf Truppenübungsplätzen kann durch diese Störungen ein ähnlicher „Pflegeeffekt“ erzielt werden. Der naturschutzfachliche Wert von Truppenübungsplätzen wurde mehrfach nachgewiesen (Stuke 1995; Manz 1997; Wanner et al. 2002). Alternative Bewirtschaftungsformen, welche für den Erhalt vor allem der Heideflächen entwickelt wurden (Verein Naturschutzpark e.V. 1998; Riecken et al. 1998; Täuber 1998; Tschöpe et al. 2002; Melber & Schmidt 2002), können für den Erhalt von *Cylindera arenaria* -Habitaten nicht genutzt werden. Selbst wenn offene Bodenstellen entstehen, wie dies beim Plaggen der Fall wäre (Wanner et al. 2004), setzen die Pflegemaßnahmen zeitlich erst nach Vegetationsschluss ein, nämlich, um spezielle Pflanzengesellschaften zu verjüngen (Jentsch et al. 2002). Wenn eine solche Verjüngung notwendig wird, wird *Cylindera arenaria* die Fläche jedoch schon seit Längerem nicht mehr besiedeln.

Mittelfristiger Erhalt in zufällig neu geschaffenen Habitaten in Bereichen kleinflächiger Oberbodenstörungen. *Cylindera arenaria* besiedelt kleine Habitate, welche durchaus mehrere Kilometer voneinander entfernt liegen können. In der sächsischen Lausitz werden sowohl Ton- und Lehmgruben als auch Kies- und Sandgruben besiedelt, ebenso offene Bodenstellen auf Panzertrassen in Truppenübungsplätzen und sogar Badestrände (nicht mehr aktuelle Nachweise am Badestrand Kromlauer See). Ohne mit *Cylindera arenaria* die Neuerschließung von Abbaustellen begründen zu wollen,

können durch neu erschlossene Abbaustellen von Kiesen, Sanden, Lehmen und Tonen mögliche neue Habitats für *Cylindera arenaria* entstehen, wenn ältere Habitats durch Sukzession nicht mehr besiedelbar sind. Gleiches gilt für die Neuanlage von Panzerfahrstrecken. Aufgrund der Braunkohleförderung im Bereich des Tagebaus Reichwalde wird der Truppenübungsplatz Oberlausitz Flächen rekultivierter Bereiche des Tagebaus Nochten erhalten, um hier ein neues Übungsgelände zu erschließen. Bei allen kleinflächigen Oberbodenstörungen stehen jedoch nur die jeweils unmittelbar anstehenden Substrate zur Verfügung. Speziell nach Korngrößen sortierte Substrate können nicht bereitgestellt werden. Handelt es sich jedoch um geeignete Substrate, sollte im Gebiet der angenommenen Metapopulation „Lausitz“ und auch darüber hinaus auf Rekultivierungsmaßnahmen (Aufforstung, Ansaaten, Melioration) in diesen Oberbodenstörungsflächen verzichtet werden. So können aufgrund von Sukzession aussterbende Teilpopulationen durch Neubesiedlung kompensiert werden und das Vorkommen von *Cylindera arenaria* mittelfristig gesichert werden.

Mittel- und langfristiger Erhalt durch zufällige und gezielte Neuschaffung von Habitats in Bereichen mit massiver Oberbodenstörung. In Tagebaulandschaften stehen zahlreiche verschiedene Substrate zur Verkipfung zur Verfügung. Theoretisch ist es möglich gezielt besiedelbare Substrate auszubringen. Hierbei sind zwei Szenarien zu betrachten. Zum einen besiedelt *Cylindera arenaria* sehr schnell passende Substrate, welche nicht unmittelbar für die Art bereitgestellt wurden. Diese Substrate sind häufig nicht vegetationsfeindlich und teils sogar, wie etwa im Hühnerwasser-Oberlauf, „bestes Rekultivierungssubstrat“ (Reißmann, mündl. Mitt. 25.02.2009). Diese Substrate werden nach der Ausbringung besiedelt, die Populationen brechen relativ schnell wieder zusammen. Auf Aufforstungsflächen erfolgt eine Besiedlung jedoch nur maximal am Rand dieser. Das Verschwinden der Art auf älteren Tagebaufolgeflächen kann nun mittelfristig kompensiert werden, wenn durch das Fortschreiten des Tagebaus immer wieder neue besiedelbare Flächen zufällig entstehen. Ein kontinuierliches „Hinterherwandern“ von *Cylindera arenaria* hinter der Abbaukante kann gefördert werden, wenn lokal auf Aufforstungen verzichtet wird und zumindest für wenige Jahre nur spärlich bewachsene Rohböden zur Verfügung stehen. Entsprechend der Untersuchungen in den besiedelten Gebieten des Tagebaus Welzow-Süd kann *Cylindera arenaria* durch ein gegliedertes Mirkorelief (Zulassen von Erosionsrinnen und Schwemmkegeln, Unterlassen des Planierens aller Schüttruppen) gefördert werden, auch wenn nicht explizit für *Cylindera arenaria* herausgesuchtes Substrat verkippt wird. Zum Zweiten können besiedelbare Substrate gezielt ausgebracht werden, um Habitats für *Cylindera arenaria* zu modellieren. Hierbei muss berücksichtigt werden, dass eine Besiedlung von Pflanzen relativ schnell voranschreiten kann. Durch gezielte Ausnutzung der Umweltfilter können für Pflanzen schwer besiedelbare Habitats geschaffen werden, wenn z.B. kohlehaltige Substrate auf der Oberfläche verkippt werden. Günstig erscheint hierbei die Verkipfung an Ufern von Restseen und anderen künstlich geschaffenen Gewässern,

da hier die Bindigkeit des Bodens auch durch die Bodenfeuchte gewährleistet ist und *Cylindera arenaria* aufgrund des Feuchtegradienten am Ufer sich selbst die Bereiche mit optimalen Besiedlungsbedingungen aussuchen kann. Zudem kann mit Mut zu sauren Gewässern auch dem zu erwartenden Badetourismus an vegetationsfreien Stränden entgegengewirkt werden. Hierfür kann wiederum die Grube Frieden als Beispiel dienen. Bereits Gebert (2007) schlägt diese Strategie zur Förderung von *Cylindera arenaria* vor. Die in Tab. 4 dargestellten Maßnahmen zur Tagebausanierung können und sollten eingespart werden, wenn für den Flussufer-Sandlaufkäfer besiedlungsfähiges Substrat verkippt wird (Maßnahmenkomplexe nach Abresch et al. 2000 und Hennek & Unselt 2002).

Schaffung mittel- und längerfristig besiedelbarer Habitate in Tagebaufolgelandschaften des Lausitzer Braunkohlereviere. Im Tagebau Welzow-Süd ergeben sich Chancen für den längerfristigen Erhalt von *Cylindera arenaria* durch die Modellierung des Hühnerwasserlaufes. Durch Verwendung vegetationsfreundlicher Substrate und der zu erwartenden geringen Sedimentfracht aufgrund des nur wenige Kilometer langen Verlaufes des Gewässers innerhalb der Tagebaufolgelandschaft werden jedoch nicht zwingend längerfristig besiedelbare Habitate zur Verfügung entstehen. Um die Verfügbarkeit von Habitaten entlang des Hühnerwasserlaufes zu gewährleisten, sollten eher vegetationsfeindliche Substrate genutzt werden. Hierbei können jedoch Konflikte mit der gewünschten Wassergüte entstehen. Weiterhin sollten Erosionsereignisse im Hühnerwasser oberlauf zugelassen werden, um einen Sedimenttransport und eine Sedimentumlagerung zu ermöglichen. Im Tagebau Nochten, dem neu zu erschließenden Tagebau Reichwalde sowie in den aktiven Tagebauen Cottbus Nord und Jänschwalde könnten bei Verfügbarkeit geeigneter Substrate Vorkommen von *Cylindera arenaria* neu entwickelt werden. Im Bereich des Vorranggebietes Natur und Landschaft des Tagebaus Nochten wird durch Tischew & Schuldes (Referat am 28.02.2009) unter anderem empfohlen, kleinflächig Ton- und Lehmlinsen aus tertiärem Substrat oberflächlich einzubringen, um hier temporäre Gewässer zu initiieren. Werden die Uferbereiche gezielt flach modelliert, ergeben sich hier besiedelbare Bereiche für *Cylindera arenaria*. Auch im Bereich der zu entwickelnden Binnendünen in den Ausgleichsflächen werden Feinsande zur Verfügung stehen. Vorkommen von *Cylindera arenaria* sind aus Dünentälern an der Ostseeküste bei Pillau (Polen) bekannt (Trautner 1996) und könnten sich hier ebenfalls entwickeln, wenn neben bindemittelfreiem Feinsand auf der Dünenkrone auch bindige und feinstsandreiche Feinsande vor allem als Sockel für die Binnendüne genutzt werden. Innerhalb des Tagebaus Welzow-Süd kann eine Besiedlung geeigneter Habitate als sicher erachtet werden. Einzeltiere konnten im Untersuchungszeitraum auch auf für die Art besiedlungsfeindlichem Substrat gefunden werden. Die Art scheint mit ihren Dispersionswanderungen das gesamte Tagebaugelände abzudecken. Zudem ist *Cylindera arenaria* aus der Zeit um 1980–1990 auch aus anderen Tagebauen bekannt (Gebert 1991).

Tab. 4: Vorschläge zur Kostenminimierung durch Maßnahmenverzicht und deren positive naturschutzfachliche Wirkungen allgemein und auf *Cylindera arenaria*.

Maßnahmenverzicht	Allgemeine Auswirkungen	Auswirkungen für <i>C. arenaria</i>
Verzicht auf Kippenflächenprofilierung, Erhalt von Schüttrippen	Erhalt längerfristig von Pflanzen unbesiedelbarer Substrate und der Reliefdynamik sowie spezieller Mikroklimata	Natürliche Entwicklung besiedelbarer Böden auf Schwemmkegeln, Schaffung eines günstigen Mikroklimas
Verzicht auf Oberflächenprofilierung, Erhalt von Höhenunterschieden bis 1 m Höhe	Erhalt der Reliefdynamik	Natürliche Entwicklung besiedelbarer Böden durch natürliche Flächeneinebnung mit erosionsbedingter Korngrößensortierung
Verzicht auf Begrünungsmaßnahmen	Erhalt offener Rohböden	Erhalt vegetationsarmer besiedelbarer Substrate
Verzicht auf Aufforstungen	Erhalt offener Rohböden	Erhalt vegetationsarmer besiedelbarer Substrate
Verzicht auf Maßnahmen zur pH-Wert-Regulierung	Verzögerung des Vegetationsaufwuchses	indifferentes Verhalten von <i>Cylindera arenaria</i> , jedoch ohne pH-Wert-Regulierung länger besiedelbare Substrate verfügbar
Verzicht auf mineralische Düngung	Verzögerung des Vegetationsaufwuchses	indifferentes Verhalten von <i>Cylindera arenaria</i> , jedoch ohne pH-Wert-Regulierung länger besiedelbare Substrate verfügbar
Erhalt von unsanierten Böschungsabschnitten	Erhalt der Reliefdynamik und der natürlichen Korngrößensortierung	Natürliche Entwicklung besiedelbarer Böden auf Schwemmkegeln
Verzicht auf die Sanierung von Inseln in Restlochgewässern	Erhalt von Rohböden	Erhalt vegetationsarmer besiedelbarer Substrate in Kontakt zu Gewässern
Verzicht auf Uferkultivierung	Erhalt von vegetationsarmen Ufern	Erhalt vegetationsarmer besiedelbarer Substrate in Kontakt zu Gewässern

Langfristiger Erhalt in Primärhabitaten. Ein wirklich langfristiger Schutz von *Cylindera arenaria* kann nur in Primärhabitaten erfolgen. Aufgrund politischer und gesellschaftlicher Zwänge werden Grenzflüsse wie die Neiße oder wichtige Wasserschiffahrtslinien wie die Elbe ihre vollständige Eigendynamik nicht zurückerhalten können. Innerdeutsche Flüsse mit geringerem Frachtaufkommen sollten jedoch für eine Renaturierung zur Verfügung stehen. Ein positives Beispiel in der Nähe von Vorkommen von *Cylindera arenaria* aus den 1920er Jahren stellt das Havel-Projekt des Naturschutzbundes Deutschland dar (NABU 2009). Einzelne Abschnitte der Spreeaue werden als Kompensationsmaßnahmen für den Verlust

von wertvollen Biotopen im Tagebauvorfeld durch die Vattenfall Europe Mining AG renaturiert (Vattenfall Europe Mining AG 2009b). Aufgrund der Neueröffnung des Tagebaus Reichwalde wird der Weiße Schöps ein vollständig neues und naturnah ausgestaltetes Flussbett erhalten (Kendzia et al. 2009). Im Rahmen dieser Neugestaltungsmaßnahmen kann gezielt darauf geachtet werden, dass Überflutungsereignisse mit Sedimenttransport und Ablagerung zugelassen werden. Nicht zuletzt ist der Abriss von Querbauwerken zu fordern, da diese sowohl den Sedimenttransport als auch das Überflutungsregime intensiv stören und teils vollständig zum Erliegen bringen. Feine Sedimente lagern sich hinter Querbauwerken ab und stehen der Sedimentation nicht mehr zur Verfügung. Ob die Ufer und Inseln der durch die Braunkohleabbau-tätigkeit neu geschaffenen Seen in der Lausitz Primärhabitaten von *Cylindera arenaria* aus Ost- und Südosteuropa (etwa Sedimentflächen am Neusiedler See, Salzseen in Ungarn, Ufer des Balaton) in Struktur und Funktion nahe kommen, kann durch diese Untersuchung nicht abschließend bewertet werden. Ausgeprägte weite Flachufer dieser Seen könnten jedoch ebenso als „Quasi-Primärhabitats“ (anthropogen geschaffene Primärhabitats) dienen.

6. Danksagung

J. Gebert, freiberuflicher Umweltplaner und Autor der Seite www.cicindelidae.de und zahlreicher Publikationen zu Sandlaufkäfern stellte zahlreiche Originalliteratur zur Verfügung. Einen besonderen Dank verdient Herr Dr. J. Gebert für die Führung in weitere Habitats von *Cylindera arenaria*, welche in die Habitatmodellierung einbezogen werden konnten.

M. Olias, Naturschutzinstitut Freiberg, R. Reißmann, Beak Consultants GmbH und A. Günther, TU Bergakademie Freiberg vermittelten Kontakte zu Akteuren der Sanierung des Tagebaus Welzow-Süd und gaben wichtige Hinweise zu aktuellen und historischen Vorkommen des Flussufer-Sandlaufkäfers im Bereich des Tagebaus Welzow Süd.

Ohne laboranalytische Bodenuntersuchungen wäre diese Habitatanalyse nicht umsetzbar gewesen. Für die kostenlose Bereitstellung von Analysegeräten und einen Arbeitsplatz, die laboranalytische Beratung, die Bereitstellung der Auswertungssoftware sowie das mir entgegengebrachte Vertrauen möchte ich mich ausdrücklich bei Herrn C. Lauer, HTW Dresden (FH), Fachgebiet Geotechnik, Geotechnik Labor bedanken.

7. Literatur

- Abresch, J.-P., E. Gassner & J. v. Korff 2000. Naturschutz und Braunkohlesanierung – Endbericht aus den Forschungs- und Entwicklungsvorhaben Nr. 891 09 001 und Nr. 801 02 001 im Auftrag des BfN (Bundesamtes für Naturschutz) Bonn. Bonn-Bad Godesberg. 444 S.
- BAFU – Bundesamt für Umwelt 2008. Fauna der Auen: Zielarten (Liste vom 19.12.2007) –<http://www.bafu.admin.ch/lebensraeume/01587/index> [download: 29.01.2009]
- Bastian, O. 2003. Naturraumbedingungen in Sachsen. 16–23, 1 Karte (Umschlagseite). – In: B. Klausnitzer & R. Reinhard (Hrsg.), Übersicht zur „Entomofauna Saxonica“ unter besonderer Berücksichtigung der FFH-Arten und der „Vom Aussterben bedrohten Arten“ in Sachsen.

- Beiträge zur Insektenfauna Sachsens, Band 1. – Mitteilungen Sächsischer Entomologen, Suppl. 1.
- Beak Consultants GmbH & NSI Freiberg 2001. Schutzwürdigkeitsgutachten Jessener Kante Projekt-Nr. 2000_187. – Gutachten im Auftrag der Lausitzer und Mitteldeutsche Bergbau-Verwaltungsgesellschaft mbH, Länderbereich Brandenburg.
- Begon, M., M. Mortimer & D. J. Thompson 1997. Populationsökologie. Spektrum, Akademischer Verlag. Heidelberg, Berlin, Oxford. 380 S.
- Binot, M., R. Bless, P. Boye & P. Pretscher 1998. Rote Liste gefährdeter Tierarten Deutschlands. – Schriftenreihe für Landschaftspflege und Naturschutz 55. KILDA-Verlag. Bonn-Bad Godesberg.
- Böhnert, W., S. Walter, A. Scholz, J. Meier, N. Markmann & D. Schulze 1996. Charakteristik der Testflächen – Gutachten der GEOMONTAN Freiberg: Weiterführung ökologische Untersuchungen der Tagebaue Nochten und Reichwalde (ÖAP Nochten/ Reichwalde, Stufe 2), Anhang II.
- Bundesministerium der Verteidigung 2009. Truppenübungsplatz Oberlausitz. – <http://www.streitkraeftebasis.de/portal/a/streitkraeftebasis/uleist/truebpl/oberlaus> [download: 29.01.2009]
- Donath, H. 1984. *Cicindela arenaria* Fuessly in rekultivierter Bergbaufolgelandschaft in der Niederlausitz (Col., Cicindelidae). – Entomologische Nachrichten und Berichte 28: 39.
- Donath, H. 1986. Verbreitung und Ökologie der Sandlaufkäfer (Coleoptera, Cicindelidae) in der nordwestlichen Niederlausitz. – Biologische Studien, Luckau 15: 28–34.
- Durka, W. & T. Schmidt 2000. Biotope aus zweiter Hand – Leben in der Bergbaufolgelandschaft. – UFZ-Jahresbericht 98–99: 83–91.
- Freude, H., K. W. Harde & G. A. Lohse 1976. Die Käfer Mitteleuropas. Band 2: Adepfaga 1. Goecke & Evers. Krefeld. 302 S.
- Gebert J. & W. Hoffmann 1996. Kommentiertes Verzeichnis der Sandlaufkäfer und Laufkäfer der Oberlausitz (Coleoptera: Cicindelidae, Carabidae) (Stand 14.9.1996). – Mitteilungen Sächsischer Entomologen 35: 7–15.
- Gebert, J. 1986. Über einige bemerkenswerte Käferfunde im Kreis Weißwasser (Bezirk Cottbus). – Entomologische Nachrichten und Berichte 30, 1986/4: S. 180.
- Gebert, J. 1991. Über die Verbreitung und Biologie von *Cylindera* (*Eugrapha*) *arenaria* (Fuesslin, 1775) in der Mark Brandenburg und Sachsen (Col., Cicindelidae). – Entomologische Nachrichten und Berichte 35, 1991/4: 275–276.
- Gebert, J. 1996. Feldbeobachtungen zur Biologie von *Cylindera arenaria viennensis viennensis* Schrank. – Entomologische Nachrichten und Berichte 40, 1996/2: 136–137.
- Gebert, J. 2003. Kommentiertes Verzeichnis der Sandlaufkäfer und Laufkäfer des Freistaates Sachsen (Coleoptera: Cicindelidae, Carabidae) (Stand 5.2.2003) [COL]. – Mitteilungen Sächsischer Entomologen 63: 3–16.
- Gebert, J. 2006. Die Sandlaufkäfer und Laufkäfer Sachsens – Teil 1 (Carabidae: Cicindelini – Loricerini). – Entomologische Nachrichten und Berichte, Beiheft 10. Beiträge zur Insektenfauna Sachsens, Band 4. 180 S.
- Gebert, J. 2007. Sandlaufkäfer und Laufkäfer in der Muskauer Heide – Bemerkungen zur aktuellen Situation und der Habitatentwicklung sowie vorläufige Prognosen an ausgewählten Beispielen (Coleoptera: Cicindelidae, Carabidae). – Berichte der Naturforschenden Gesellschaft der Oberlausitz. Band 15: 91–104.
- Gebert, J. 2009. Rote Liste Laufkäfer Sachsens. – Naturschutz und Landschaftspflege. 44 S.
- Geißler-Strobel, S., J. Gras & F. Herbst 1997. Bergbaufolgelandschaft und Naturschutz in den östlichen Bundesländern – Defizite und Lösungsansätze, dargestellt am Beispiel der Tagebauregion Goitzsche bei Bitterfeld. – Natur und Landschaft 72 (5): 235–238.
- Gerstner, S., S. Jansen, M. Süßer & C. Lübbert 2002. Nachhaltige Erholungsnutzung und Tourismus in Bergbaufolgelandschaften – Grundlagenband – Ergebnisse aus dem F+E-Vorhaben 899 87 400 des Bundesamtes für Naturschutz. Bonn – Bad Godesberg. 350 S.
- Gilcher, S. & D. Bruns 1999. Renaturierung von Abbaustellen. Ulmer. Stuttgart. 355 S.

- Gottfried, T. 2010. Untersuchungen in Sekundärhabitaten des Wiener Sandlaufkäfers (*Cylindera arenaria viennensis*) in der Lausitz – Habitatwahl und Schlussfolgerungen zum Artenschutz in Tagebaufolgelandschaften. – Diplomarbeit Technische Universität Dresden, Institut für Allgemeine Ökologie und Umweltschutz, Tharandt. 135 S.
- Hennek, F. & C. Unsel 2002. Sicherung von Naturschutzflächen in Bergbaufolgelandschaften – Handbuch zum Flächenerwerb und -management im Lausitzer und Mitteldeutschen Braunkohlerevier – Ergebnisse aus dem F+E-Vorhaben 801 82 150 des Bundesamtes für Naturschutz. Bonn – Bad Godesberg. 310 S.
- Jaskula, R. 2007. Remarks on diversity and distribution of tiger beetles (Coleoptera: Cicindelidae) of Albania. – *Fragmenta Faunistica* **50** (2): 127–138.
- Jentsch, A., W. Beyschlag, W. Nezdal, T. Steinlein & W. Weiß 2002. Bodenstörung – treibende Kraft für die Vegetationsdynamik in Sandlebensräumen – Konsequenzen für Pflegemaßnahmen im Naturschutz. – *Naturschutz und Landschaftsplanung* **34** (2/3): 37–44.
- Kalbe, L. 1966. Funde von *Cicindela arenaria* (litterata) in der Niederlausitz. – *Veröffentlichungen Bezirks-Heimatmuseum Potsdam* **12**: 31.
- Kästner, A. 2008: Besiedlung unterschiedlicher Sukzessionsstadien durch Heuschrecken in der Tagebaufolgelandschaft Nochten (Saltatoria). – *Sächsische Entomologische Zeitschrift*. Band **3**. 49–75.
- Kenzia, G., M. Schütz & C. Fiskal 2009. Vattenfall Europe Mining AG. Referat zur Tagung „Naturschutz in der Bergbauregion Weißwasser“ des NABU Landesverbandes Sachsen e.V. am 28.02.2009.
- Klausnitzer, B. 1991.: Die Larven der Käfer Mitteleuropas 1. Band Adepaga. Goecke & Evers. Krefeld. Band **1**. 273 S.
- Köhler, W., G. Schachtel & P. Voleske 2002. Biostatistik. Springer. Berlin, Heidelberg. 301 S.
- Kopecky, K. 1986. Versuch einer Klassifizierung der ruderalen *Agropyron repens*- und *Calamagrostis epigeios*-Gesellschaften unter Anwendung der deduktiven Methode. – *Folia Geobotanica et Phytotaxonomica* **21**(2): 241–267.
- Kopecky, K. 1992. Die systematische Klassifizierung der Pflanzengesellschaften unter der Anwendung der deduktiven Methode. – *Tuexenia* **12**: 13–24.
- Lorenz, W. M. T. 2003. Rote Liste gefährdeter Lauf- und Sandlaufkäfer (Coleoptera Carabidae s.l.) Bayerns. – *Schriftenreihe des Bayerischen Landesamtes für Umweltschutz* **166**: 102–111.
- Lübke-Al Hussein, M. 2002. Laufkäferzönosen (Coleoptera: Carabidae) im Tagebaurestloch Königsau und auf Agrarflächen im Landkreis Aschersleben-Staßfurt (Sachsen-Anhalt). – *Archiv für Phytopathologie und Pflanzenschutz* **35**: 125–155.
- LUBW – Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg 2009. Informationssystem Zielartenkonzept Baden-Württemberg. – <http://www2.lubw.baden-wuerttemberg.de/public/abt5/zak/zielartenlisten.pdf> [download: 17.11.2009]
- Mandl, K. 1951–1954. Die Cicindeliden Österreichs. – *Koleopterologische Rundschau* **32**: 105–122.
- Mannsfeld, K. & H. Richter 1995. Naturräume in Sachsen. – *Forschungen zur deutschen Landeskunde*. Selbstverlag des Zentralausschusses für deutsche Landeskunde. Trier. Band **238**. 228 S.
- Manz, E. 1997. Vegetation ehemals militärisch genutzter Übungsplätze und Flugplätze und deren Bedeutung für den Naturschutz. – *Tuexenia* **17**: 173–192.
- Meyer, F. & W. R. Große 1997. Sukzession oder Habitatmanagement? Aspekte des Artenschutzes bei der Rekultivierung ostdeutscher Braunkohletagebaue – dargestellt am Beispiel der Amphibien. – *Natur und Landschaft* **72** (5): 227–234.
- Mühle, J. (Hrsg.) 2006. Von der Muskauer Heide zum Rotstein – Heimatbuch des Niederschlesischen Oberlausitzkreises. Lusatia Verlag. Bautzen. 383 S.
- Müller-Kroehling, S., M. Grünwald & E. Scheuchl 2000. Wiederfund von *Cicindina arenaria viennensis* (Schrank, 1781) in Bayern und Umsiedlungsversuch aus dem bedrohten Lebensraum. – *Angewandte Carabidologie* **2/3**: 81–89.

- NABU – Naturschutzbund Deutschland 2009. Die Renaturierung der Unteren Havel. –<http://www.nabu.de/themen/fluesse/gewaesserrandstreifenprojekt/unterehavelniederung/> [download: 18.11.2009]
- Oberbergamt des Landes Brandenburg (OLB) 2000. Richtlinie des OLB für die Wiedernutzbarmachung bergbaulich in Anspruch genommener Bodenflächen vom 26.10.2000 (Ord.-Nr. 28). Cottbus
- Paulo, C. 2003. Charakterisierung eines dynamischen, temporären Lebensraumes der Bergbaulandschaft – der Südrandschlauch des Tagebaues Welzow-Süd. Diplomarbeit an der FH Dresden, Studiengang Landschaftspflege.
- Peschel, R. 1981. Ein neuer Fund von *Cicindela arenaria* Fuessly in der DDR (Col., Cicindelidae). – *Entomologische Nachrichten und Berichte* **7/8**: S. 124.
- Peschel, R. 1983. Weitere Funde von *Cicindela arenaria* Fuessly in der DDR (Col., Cicindelidae). – *Entomologische Nachrichten und Berichte* **27**, 1983/1: S. 37.
- Reißmann, R., Gebert, J. & J. Schmidt 2005. Laufkäfer (Coleoptera: Carabidae). S. 224–260. – *In*: A. Günther, U. Nigmann, A. Achtziger & H. Grutke, Analyse der Gefährdungsursachen von planungsrelevanten Tiergruppen in Deutschland zur Ergänzung der bestehenden Roten Listen gefährdeter Tiere. Naturschutz und Biologische Vielfalt **21**.
- Rennwald, E. 2000a. Verzeichnis und Rote Liste der Pflanzengesellschaften Deutschlands. – Schriftenreihe für Vegetationskunde **35**. Bonn – Bad Godesberg. 816 S.
- Richter, F. 1986. Weitere Funde von *Cicindela arenaria* Fuessly, 1775 in der Niederlausitz (Col., Cicindelidae). – *Entomologische Nachrichten und Berichte* **30**, 1986/4: S. 181.
- Riecken, U., P. Finck, M. Klein & E. Schröder 1998. Überlegungen zu alternativen Konzepten des Naturschutzes für den Erhalt und die Entwicklung von Offenlandbiotopen. – *Natur und Landschaft* **73** (6): 261–270.
- Rothmaler, W. 2001. Exkursionsflora von Deutschland – Gefäßpflanzen: Atlasband. Elsevier. München. 753 S.
- Rothmaler, W. 2005. Exkursionsflora von Deutschland – Gefäßpflanzen: Kritischer Band. Elsevier. München. 980 S.
- Scheffler, I., K. H. Kielhorn, D. W. Wrase, H. Korge, & D. Braasch 1999. Rote Liste und Artenliste der Laufkäfer des Landes Brandenburg (Coleoptera: Carabidae). – *Naturschutz und Landschaftspflege in Brandenburg* **8** (4): 3–27.
- Scheffler, I., K. H. Kielhorn, D. W. Wrase, H. Korge, & D. Braasch 1999. Rote Liste und Artenliste der Laufkäfer des Landes Brandenburg (Coleoptera: Carabidae). – *Naturschutz und Landschaftspflege in Brandenburg* **8** (4): 3–27.
- Schmeil, O. 2000. Flora von Deutschland und angrenzender Länder: ein Buch zum Bestimmen der wildwachsenden und häufig kultivierten Gefäßpflanzen / Schmeil – Fitschen. 91. überarbeitete Auflage; überarbeitet von Senghas, K. & Seybold, S. Quelle & Meyer Verlag, Wiebelsheim. 864 S.
- Schnitter, P. & M. Trost 2004. Rote Liste der Laufkäfer (Coleoptera: Carabidae) des Landes Sachsen-Anhalt. – *Berichte des Landesamtes für Umweltschutz Sachsen-Anhalt* **39**: 252–261.
- Stuke, J.-H. 1995. Entomofaunistische Daten als Grundlage für ein Naturschutzleitbild nordwestdeutscher Sandheiden. – *Mitt. dtsh. Ges. allg. angew. Ent.* **10**: 347–351.
- Tischew, S. & S. Mann 2004. Substratabhängige zeitliche und räumliche Differenzierung der Entwicklung von Rohboden-Pioniergesellschaften. S. 173–176. – *In*: S. Tischew (Hrsg.), Renaturierung nach dem Braunkohleabbau. Teubner. Wiesbaden.
- Tischew, S. & S. Schuldes, Hochschule Anhalt (FH), am 28.02.2009: Referat zur Tagung „Naturschutz in der Bergbauregion Weißwasser“ des NABU Landesverbandes Sachsen e.V.
- Tischew, S. 2004a. Entwicklungspotenziale der Bergbaufolgelandschaft aus naturschutzfachlicher Sicht. S. 281–283. – *In*: S. Tischew (Hrsg.), Renaturierung nach dem Braunkohleabbau. Teubner. Wiesbaden.

- Trautner, J. & P. Detzel 1994. Die Sandlaufkäfer Baden-Württembergs (Coleoptera: Cicindelidae): Verbreitung, Lebensraumsprüche, Gefährdung und Schutz. – Ökologie und Naturschutz **5**: 61 S.
- Trautner, J. 1996. Historische und aktuelle Bestandssituation des *Sandlaufkäfers* *Cicindela arenaria* Fuesslin, 1775, in Deutschland (Col., Cicindelidae). – Entomologische Nachrichten und Berichte **40**, 1996/2: 83–89.
- Trautner, J., M. Bräunicke, J. Kiechle, M. Kramer, J. Rietze, A. Schanowski & K. Wolf-Schwenninger 2005. Rote Liste und Artenverzeichnis der Laufkäfer Baden-Württembergs (Coleoptera: Carabidae). – Naturschutz-Praxis. Artenschutz **9**.
- UFZ – Umweltforschungszentrum Leipzig-Halle GmbH 2001. Vorrangflächen für Naturschutz in der Bergbaufolgelandschaft Westsachsen und Nordthüringens – Abschlussbericht. Forschungsvorhaben des Bundesministeriums für Bildung und Forschung unter dem Förderkennzeichen 0339721/6. 185 S.
- Unruh, M. 1994. Ein syntopes Vorkommen von *Cicindela arenaria* (Fuesslin, 1775) und *Cicindela germanica* Linne, 1759 in einem Tagebaurestloch im südlichen Sachsen-Anhalt (Col., Cicindelidae). – Entomologische Nachrichten und Berichte **38**, 1994/4: 275–276.
- Vattenfall Europe Mining AG 2009b. Spreeauenrenaturierung – die Renaturierung der Spreeauen zwischen Döbbrick und Schmogrow. – http://www.vattenfall.de/www/vf/vf_de/Gemeinsame_Inhalte/DOCUMENT/154192vatt/389853onli/807031spre/P02.pdf [download: 18.11.2009].
- Verein Naturschutzpark e.V. 1998. Die „Roten Flächen“ werden grün – Pressemitteilung vom 17.03.1998. – Natur und Landschaft **73 (12)**: 530–532.
- Verordnung über den Braunkohlenplan Tagebau Welzow-Süd, räumlicher Teilabschnitt (VBrW) 2004. Gesetz- und Verordnungsblatt für das Land Brandenburg Teil II – Verordnungen. Potsdam. Nummer **2415**.
- Wanner, M., B. Burkart, A. Hinrichsen, A. Prochnow, R. Schlauderer, C. Wiesener, I. Zierke & W. E. R. Xylander 2004. Offenhaltung durch mechanische Bodenfreilegung. S. 145–152. – In: K. Anders, J. Mrzljak, D. Wallschläger & G. Wiegleb (Hrsg.), Handbuch Offenlandmanagement: Am Beispiel ehemaliger und in Nutzung befindlicher Truppenübungsplätze. Springer. Berlin.
- Wanner, M., C. Wiesener & W. E. R. Xylander 2002. Der Truppenübungsplatz „Oberlausitz“ aus der Sicht des Arten- und Biotopschutzes – Untersuchungen an beschallten Amöben und Arthropoden. S. 33–43. – In: D. Wallschläger, J. Mrzljak & G. Wiegleb (Hrsg.), Tagungsband zum Symposium 6 der 32. Jahrestagung der Gesellschaft für Ökologie in Cottbus vom 16. – 20. September 2002 „Offenland und Sukzession“.
- Wanner, M., C. Wiesener & W. E. R. Xylander 2003. Beispiel 4: Der aktive Truppenübungsplatz Oberlausitz als Lebensraum gefährdeter Organismen – AG Naturschutzinstitut Dresden e.V. (Hrsg.): Truppenübungsplätze in Sachsen. – NSI-Projektberichte **1**: S. 11.
- Wanner, M., C. Wiesener, H.-J. Schulze & W. E. R. Xylander 2001. Der Truppenübungsplatz „Oberlausitz“ als Lebensraum gefährdeter Arthropoden. – Entomologische Nachrichten und Berichte **45 (3/4)**: 181–183.
- Wisskirchen, R. & H. Haeupler 1998. Standardliste der Farn- und Blütenpflanzen Deutschlands, Hrsg. BfN. – In: H. Haeupler (Hrsg.), Die Farn- und Blütenpflanzen Deutschlands (Bd. **1**). Ulmer, Stuttgart. 764 S.