

***Cordulegaster bidentata* in Hessen mit besonderer Berücksichtigung ihrer Bindung an den geologischen Untergrund (Odonata: Cordulegastridae)**

Jochen Tamm

Elgershäuser Straße 12, D-34131 Kassel, <jochen.tamm@t-online.de>

Abstract

Cordulegaster bidentata in Hesse, Germany, with emphasis on its dependence on geology (Odonata: Cordulegastridae) – Distribution of *Cordulegaster bidentata* in various areas of Hesse has been mapped from 2006 to 2011. The species has only been found on hill slopes in large mainly deciduous forests, where it is widely distributed and locally common. It is strictly bound to forest springs and their uppermost outflows. Its presence was found to be clearly correlated with the geological conditions. Palaeozoic sediments (greywacke, argillite slates) are well colonized in general. Bunter sandstone is partly colonized, partly not. Basalt areas are not colonized at all. The occurrence of the species seems to depend mainly on a sufficient quantity of sandy sediments in the springs and upper forest streams, where the larvae exclusively live. These sediments are a result of weathering of the original stone substratum and of water erosion, which also means an effect of slope incline. That makes it understandable that *C. bidentata* settles well on Middle, but not on Lower and Upper Bunter sandstone. Acid water and soil conditions are suspected to exclude this odonate species mainly from larger coniferous forests. *Cordulegaster bidentata* could be mapped efficiently in both larval and adult stages, but in the latter only, if mapping was exclusively concentrated on this species. It could be found quite easily not only at the springs, but also at the maturation sites, which are situated close to the springs. All these ways of finding the species allow mapping it in large areas quite quickly.

Zusammenfassung

Cordulegaster bidentata wurde in Hessen von 2006 bis 2011 auf größeren Flächen kartiert. Die Art wurde nur in großen, laubholzreichen Mittelgebirgswäldern gefunden, dort aber weit verbreitet und regional häufig. Dabei war sie strikt an Quellen und quellnahe Bachoberläufe in Hanglage gebunden. Es konnte eine deutliche Abhängigkeit der Vorkommen von der Art des geologischen Untergrunds festgestellt werden. Paläozoisches Sediment

(Grauwacke, Tonschiefer) wurde regelmäßig, Buntsandstein sehr unterschiedlich, Basalt gar nicht besiedelt. Das Vorkommen von *C. bidentata* scheint vor allem vom Angebot an grabfähigem Feinsediment im Bachbett abzuhängen. Dieses ergibt sich aus den Verwitterungsprodukten des Ausgangsgesteins und der Schleppkraft der Quellwässer und damit auch vom Gefälle. Das macht verständlich, dass Mittlerer Buntsandstein regelmäßig, Unterer und Oberer kaum von *C. bidentata* besiedelt wird. Niedrige pH-Werte in den Quellbächen scheinen für das Fehlen der Art in manchen Buntsandsteingebieten hauptsächlich unter einer großflächigen Nadelholzbestockung eine Rolle zu spielen. Als effiziente Kartierungsmethode für *C. bidentata* hat sich neben der Larvalerfassung auch die Imaginalerfassung erwiesen, wenn sie speziell auf diese Spezies ausgerichtet wird. Gute Ergebnisse bringt nicht nur die Erfassung an den Quellen, sondern auch diejenige in den Reifungshabitaten, die zumeist in deren Nähe liegen. Diese Methoden ergänzen sich und ermöglichen insgesamt ein schnelles, großräumiges Kartieren.

Einleitung

Die Gestreifte Quelljungfer *Cordulegaster bidentata* gehört zu den am wenigsten bekannten Libellen Mitteleuropas. In großen Gebieten wurde die Art bisher kaum oder gar nicht gesucht und gefunden. So sind z.B. in Thüringen, wo die naturräumlichen Verhältnisse viele Vorkommen von *C. bidentata* erwarten lassen, nur wenige randliche Einzelfunde bekannt (ZIMMERMANN et al. 2005). Folglich sind viele Fragen zu ihrer Ökologie und Ethologie, Verbreitung, Häufigkeit und Gefährdung nur unzureichend zu beantworten. Dies gilt gerade auch für die Frage nach ihrer Bindung an den geologischen Untergrund (BUCHWALD 1988; STERNBERG et al. 2000). Diese Frage ist von Bedeutung für das allgemeine Verständnis des Verbreitungsbildes der Spezies, zumal dieses bei der nachgewiesenen, beträchtlichen Eurythermie der Larven im Mittelgebirge Zentraleuropas (FRÄNZEL 1985) nur sehr lokal, wenn überhaupt, durch Extrema der Wassertemperatur bestimmt werden dürfte. Die Frage ist außerdem von erheblicher Bedeutung für eine effiziente, großräumige Kartierung der Art, die noch immer vordringlich ist.

Das laubwaldreiche Mittelgebirgsland Hessen bietet zur Untersuchung dieser Fragen günstige Bedingungen. Zwar nahm man in Folge einer anhaltend schwachen Untersuchungsaktivität über Jahrzehnte an, dass *C. bidentata* dort nicht mehr vorkomme (LEONHARDT 1913; JOST 1999), doch wurde die Libelle im Jahr 1974 im hessischen Spessart wiederentdeckt (SCHNEIDER 2006) und ab 1983 an verschiedenen Stellen regelmäßiger beobachtet. Bald wurde sie an zahlreichen weiteren Stellen gefunden. Inzwischen sind die Funddaten in Hessen so umfangreich, dass sie weitergehende Aussagen zur Verbreitung und Ökologie der Art, besonders auch zur Frage ihrer Bindung an den geologischen Untergrund ermöglichen. Daher werden sie hier zusammenfassend dargestellt und diskutiert, wobei der Schwerpunkt auf dem Aspekt der geologischen Bindung liegt.

Untersuchungsgebiet und Methodik

Diese Arbeit berücksichtigt 338 Datensätze zu Funden von *Cordulegaster bidentata* in Hessen, die vom Jahr 1983 bis zum Juni 2012 von insgesamt 29 Meldern bzw. Melderkollektiven in der Datenbank des „Arbeitskreises Libellen in Hessen“ abgespeichert sind und die von H.-J. Roland, dem Verwalter dieser Datenbank, zur Verfügung gestellt wurden (Tab. 1). Die Arterfassungen decken das Land Hessen bzw. seine Mittelgebirge zum großen Teil ab. Erfassungslücken sind vorhanden in den Buntsandsteingebirgen des Knüll, Seulingswaldes, Gieseler Forstes, der Rhön, des Nordspessarts und des östlichen Odenwaldes sowie in Teilen des Rheinischen Schiefergebirges (nördliches hessisches Rothaargebirge, Ost- und Hintertaunus, Westerwald) sowie in den Kalkbuchenwäldern um Eschwege und Schlüchtern.

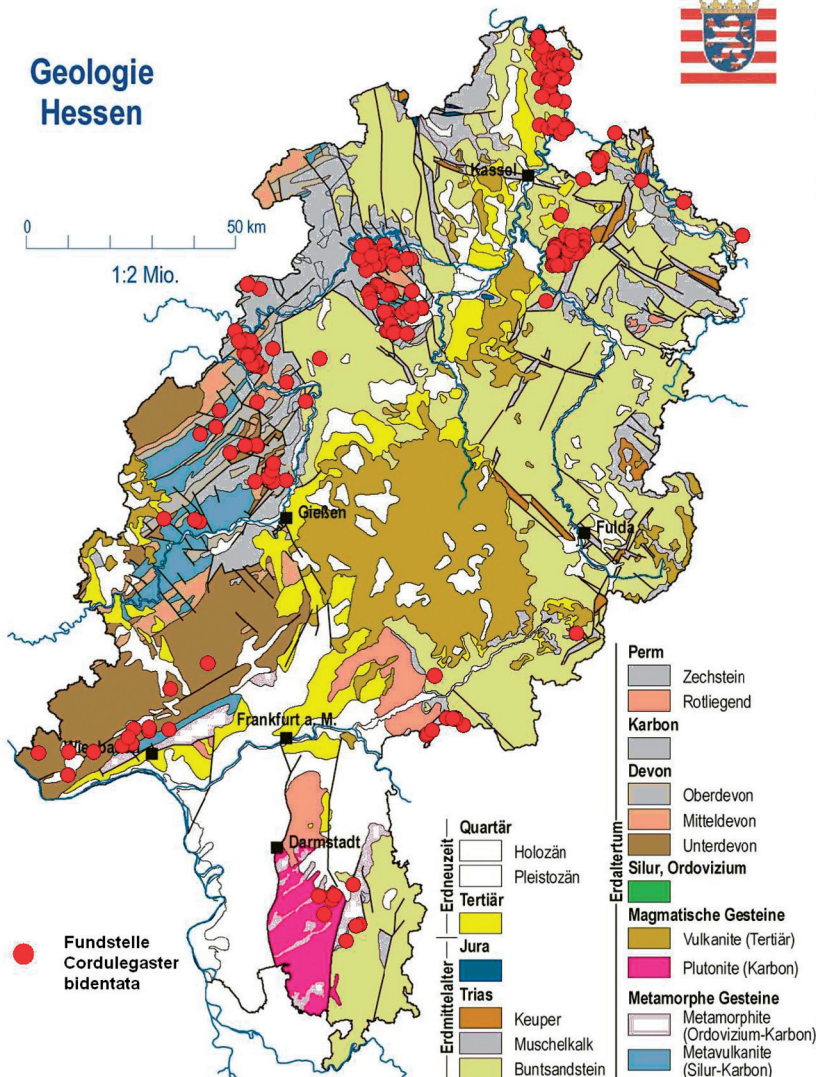
Diese Datensätze liegen auch der geologischen Landesverbreitungskarte (Abb. 1) zu Grunde, wo sie jeweils einem Fundpunkt entsprechen. Hinter den Datensätzen/Fundpunkten verbergen sich allerdings keine einheitlich dimensionierten, direkt vergleichbaren Habitat- oder Populationsverhältnisse. Vielmehr wurden die Fundplätze durch die verschiedenen Melder nicht nach einheitlichen Kriterien abgegrenzt. Die verschiedenen Erhebungen unterscheiden sich in Ziel und Methodik. In der frühen Phase herrschten unspezifische faunistische Erfassungen vor (HAAG & RICHTER 1984; HAAS et al. 1986; NORGALL et al. 1987; PIX & BACHMANN 1989; LEHMANN 1991; JOST 1999), sowie einige limnologisch-klarvalökologisch ausgerichtete Forschungsarbeiten der Universitäten Gießen und Marburg (SEGBADE 1986; THÖRNER 1988; PATRZICH 1990; FISCHER 1991; SCHNABEL 1993; BÖCKER 1993, 1995; FISCHER et al. 1998). Im Jahr 2006 setzten Kartierungen ein, die speziell auf die *Cordulegaster*-Arten oder allein auf *C. bidentata* ausgerichtet waren (HILL et al. 2009; TAMM 2009, 2011, 2012b; MALKMUS 2012a, b). Somit repräsentieren die Datensätze, die jeweils einem Fundpunkt in Abbildung 1 entsprechen, bei den verschiedenen Datenmeldern unterschiedliche Verbreitungsräume und Populationsgrößen. Manche Melder ordneten jeder Kleinstpopulation und jedem solitären Individuum von *C. bidentata* an jeder besetzten Quelle einen Datensatz/Fundpunkt zu, andere fassten die Vorkommen von Quellsystemen zu einem Datensatz/Fundpunkt zusammen. Außerdem gibt es zu manchen Fundorten mehrere Datensätze zu unterschiedlichen Zeiten, ohne dass es wegen der Unschärfe der Meldungen ersichtlich wird, ob es sich um ein und denselben Fundort handelt. Daher ist eine exakte Zahl der hessischen Fundplätze aus den Datensätzen heraus nicht nennbar, sondern unter Berücksichtigung der jeweiligen Arbeitsweisen der Melder nur ungefähr abschätzbar. Diese Unschärfen sind für eine grobe Übersicht der landesweiten Verbreitung und geologischen Bindung von *C. bidentata* unerheblich. Es geht ja dabei nur darum, dass die Art in einer Region oder geologischen Großformation regelmäßig, spärlich oder nicht gefunden wurde. Einer detaillierten ökologischen Feinauswertung sind mit diesen heterogenen Daten allerdings Grenzen gesetzt.

Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie

HESSEN

Geologie Hessen

0 50 km
1:2 Mio.



Geofachdaten:

© Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie, Wiesbaden 2007
Alle Rechte vorbehalten

Datengrundlage:

Hessische Verwaltung für Bodenmanagement und
Geoinformation

Abbildung 1: Die hessischen Fundstellen von *Cordulegaster bidentata* (rote Punkte) und ihre Verteilung auf die geologischen Formationen. – Figure 1. Recording sites of *Cordulegaster bidentata* in Hesse, Germany (red spots on the map), and their distribution on the different geological formations.

Negative Suchergebnisse, die in diesem Zusammenhang nicht minder aussagekräftig sind, wurden nicht von allen Bearbeitern mitgeteilt. So sind sie nicht in der Übersichtskarte (Abb. 1) dargestellt. Sie würden dort ein falsches Bild von den tatsächlich unbesiedelten Bereichen abgeben und die Karte unübersichtlich machen. Daher werden die negativen Suchergebnisse für *C. bidentata* im Folgenden nur textlich mitgeteilt. Tabelle 1 fasst in chronologischer Reihenfolge zusammen, wer die Kartierungen durchführte und wie sie regional und methodisch ausgerichtet sowie geologisch platziert waren.

Zwei Erfassungsmethoden kamen zur Anwendung. Für die großräumige Grobkartierung lieferten beide Methoden brauchbare Ergebnisse und ergänzten sich gegenseitig.

Die Larvalkartierung (HILL et al. 2009; PIX 2009), bei der die Lockersedimente des Bachgrunds ausgesiebt werden, wird häufig eingesetzt und erbringt zuverlässige Ergebnisse. Sie ist weitgehend unabhängig von Wetter und Jahreszeit. Mit ihrer Hilfe kann die Art auch dort festgestellt werden, wo keine Männchen patrouillieren. Andererseits ist die Methode etwas langsam und umständlich, wenn es bei großräumigen Grobkartierungen um die schnelle, nicht unbedingt quantitative Suche nach Populationen in der Fläche geht. Sie erbringt den sicheren Nachweis der Indigenität.

Die Imaginalkartierung (TAMM 2009, 2011, 2012b), bei der die Reifungs- und Fortpflanzungshabitate zu den Flugzeiten der Imagines von *C. bidentata* nach diesen abgesucht werden, erwies sich bei der vorliegenden Arbeit als wirkungsvoller als bisher angenommen. Sie erbringt im Sommer sehr gute Ergebnisse, sowohl in den Paarungshabitaten an den obersten Quellbächen als auch in den Reifungshabitaten. Letztere liegen in den allermeisten Fällen nahe bei den Fortpflanzungsgewässern und sind daher leicht zu finden. Richtig durchgeführt, ist die Imaginalkartierung weder zeitaufwändig, anstrengend, unergiebig, zufallsabhängig noch unzuverlässig. Vielmehr ist sie unter geeigneten Rahmenbedingungen sehr effizient, besonders wenn sie als reine *C. bidentata*-Kartierung durchgeführt wird, bei der man sich ganz auf die Quellhabitate konzentrieren kann. Ein großräumiges, wegloses Absuchen der Wälder ist dabei nicht nötig. In günstigen Jahren vermag die Imaginalkartierung mehr zu leisten als die Larvalkartierung. So konnte ich damit in Hessen zwischen 2008 und Juni 2012 insgesamt 67 neue Fundplätze von *C. bidentata* feststellen. Damit reicht die Effizienz an größere Spezialkartierungen heran, wie diejenige von BUCHWALD (1988), der in den Jahren 1983 bis 1987 insgesamt 58 neue Fundplätze fand oder die von JEWORUTZKI & FROBEL (2008), die von 2003 bis 2008 insgesamt 140 Fundplätze fanden.

Der Hauptnachteil der Methode ist die Kürze der Saison, die nur von Anfang Juni bis Mitte August reicht. Durch schlechtes Wetter wird sie weiter verkürzt, denn die Kartierung, vor allem jene im Reifungshabitat, lässt sich nur an vollen

Tabelle 1: Bisherige Meldungen von *Cordulegaster bidentata* in Hessen. – Table 1. Records of *Cordulegaster bidentata* hitherto taken in Hesse, Germany. Abkürzungen, abbreviations: **L** Larvalerfassung, recording of larvae; **E** Exuviensuche, recording of exuviae; **I** Imaginalerfassung, recording of imagines; **o** ohne Angabe zu Methodik und Stadium der Funde, without specification of recording; **B** Buntsandstein (Mittlerer Buntsandstein, Bröckelschiefer der Fulda-Formation), Bunter sandstone; **K** Kalke (Zechstein, Muschelkalk, Jura), lime; **P** Paläozoische Grauwacken und Tonschiefer (Devon, Karbon, Silur, Ordovizium), palaeozoic greywacken and rock clay; **D** Diabas, Diabas-Tuffe, diabase; **MU** Metamorphite, Urgestein, metamorphic and primary rock.

Erfasser	Zahl Daten- sätze	Zahl Fund- orte	Zeit	Regionaler Schwerpunkt	Geolog. Unter- grund	Methodik
Schneider T.	3	1	1974-2004	Landrücken	B	I, (L)
Pix A.	121	50	1983-2011	Reinhardswald	B (2xK)	L, I, (E)
Patrzich R.	13	13	1986-1987	Gladenbacher Bergland	P	L, (I)
Hachmöller B. et al.	13	13	1986-1991	Rothaargebirge um Biedenkopf, Gladenbacher Bergland	P	I, (L)
Grenz M.	1	1	1986	Gladenbacher Bergland	P	I
Thörner V.	2	2	1987	Gladenbacher Bergland	P	L, I
Haag H.	5	5	1987	Kaufunger Wald	B	I
Böcker L.	6	6	1988	Gladenbacher Bergland	P	L, I
Kress D. et al.	1	1	1990	Taunus	P	E
Fischer J.	1	1	1991	Gladenbacher Bergland	P	L, I
Schnabel S.	1	1	1991	Gladenbacher Bergland	P	L, I
Rech J.	8	3	1993	Westerwald	D	I, (L)
Segebad A.	1	1	1986	Teufelsgraben bei Marburg	B	L
Kern D.	1	1	1995	Burgwald	B	I
Ruppert T.	5	3	1995, 2001	Taunus	P	I
Mey D.	2	2	1999, 2011	Kalkgebiete bei Eschwege	K	L, I
Fehlow M.	4	3	2000, 2011	Taunus	P	I
Schmitt G.	1	1	2004	Kalkgebiet bei Witzenhausen	K	I
Horn R.	34	30	1995, 2004-2011	Riedforst bei Melsungen	B	I
Blanckenhagen von B.	3	3	2006, 2010	Rothaargebirge um Biedenkopf	P	I
Malkmus R.	9	9	2007-2011	Spessart	MU, B	L

Erfasser	Zahl Daten- sätze	Zahl Fund- orte	Zeit	Regionaler Schwerpunkt	Geolog. Unter- grund	Methodik
Hill T. et al.	10	10	2007	Rothaargebirge um Biedenkopf, Gladenbacher Bergland	P	L
Tamm J.	67	67	2008- Juni 2012	Kellerwald, hessisches Rothaargebirge	P (3xB)	I
Linderhaus T.	1	1	2009	Büdingen Wald	B	I
Busch R.	2	2	2010	Westerwald	P	I
Zänker S.	3	3	2010	Kellerwald	P	I
Frömel T.	1	1	2010	Taunus	P	I
Seehausen M.	8	8	2011	Taunus	P	I
Schneider G.	11	11	2011	Odenwald	MU	I

Sonnentagen durchführen. Nach mehrwöchigen Schlechtwetterphasen erbringt die Imaginalkartierung keine zuverlässigen Ergebnisse mehr, weil das Auftreten der Imagines dann vorzeitig beendet sein kann (PIX 2009; TAMM 2012a). Tritt *C. bidentata* innerhalb ihrer Flugzeit wetterbedingt noch nicht oder nicht mehr auf, sind also Nachkartierungen nötig und mindern die Effizienz der Methode.

Die Bestimmungsprobleme, die ZINKE (1996) bei der Imaginalkartierung von *C. bidentata* anspricht, können nicht bestätigt werden. Beide *Cordulegaster*-Arten, vor allem die Tiere in den Reifungshabitaten und die reifen Männchen, setzen sich regelmäßig und gut sichtbar auf Warten ab und sind dann mit dem Fernglas leicht bestimmbar. Nach einiger Übung sind sie oft schon im Flug zu erkennen, weil sie sich im Flug und im Flug-Ruhe-Rhythmus etwas unterschiedlich verhalten. Die etwas kompakter wirkenden *C. bidentata*-Männchen fliegen auf der Patrouille bergwärts über dem obersten Quellbach tief, langsam und stoßweise, auf dem Rückflug talwärts dagegen schnell und wendig. Die schlaksiger wirkenden *C. boltonii*-Männchen dagegen fliegen weniger systematisch und ruhen häufiger. Im Zweifel muss bis zur nächsten Flugpause gewartet werden. Eierlegende Weibchen beider Arten lassen den behutsam herantretenden Beobachter zur sicheren Bestimmung bis auf wenige Dezimeter an sich heran.

Die Angaben zur abiotischen Situation in den hessischen Kartierungsgebieten, wie zur Temperatur, dem pH-Wert, der Hangneigung und der Wasserführung, stammen vor allem aus mehreren, unterschiedlich intensiven Untersuchungen in den verschiedenen Regionen, von denen FISCHER (1991), SCHNABEL (1993), BÖCKER (1993, 1995), REISS (2011) und HILL et al. (2011) hervorzuheben sind.

Darüber hinaus wurden fehlende Angaben zur Hangneigung über die Höhenli- niendichte in den Topografischen Karten 1:25.000 und teilweise durch Gelände- überprüfung von mir abgeschätzt.

Analyse der Vorkommen in Hessen

Verbreitung und Habitate

Cordulegaster bidentata wurde in Hessen seit dem Jahr 1974 an 253 Fundorten festgestellt, abgeschätzt aus den 338 Meldedatensätzen; zum Problem der Zuordnung Fundort und Datensatz siehe das vorige Kapitel. Auf der Geologischen Landesübersichtskarte (Abb. 1) ist die Position der Fundstellen ersichtlich.

Die hessischen Funde lagen ausschließlich an Mittelgebirgshängen, und zwar fast nur in Wäldern, vor allem Laubwäldern; Näheres zu den Waldtypen ist in der Diskussion zu finden. Soweit vereinzelt Imagines oder Larven im Offenland gefunden wurden (in etwa 2 % der Fälle), dann nur in unmittelbarer Nähe zu solchen Wäldern. Von meinen insgesamt 67 Beobachtungen der Art lagen nur zwei außerhalb des Waldes, auf Waldwiesen im Nationalpark Kellerwald. Die beiden Männchen hielten sich indes nie weiter als 30 m vom Wald entfernt auf.



Abbildung 2: Ein Weibchen von *Cordulegaster bidentata* bei der Eiablage in einem typischen Waldquellbach im Kellerwald, Hessen. Bei vorsichtiger Bewegung kann man sich diesen Weibchen bis auf weniger als einen Meter annähern (18.06.2011). – Figure 2. A female *Cordulegaster bidentata* ovipositing in a spring outflow in the ‘Kellerwald’ forest, Hesse, Germany. A slowly moving observer can get closer than 1 m to these females (18-vi-2011).

Die reifen Imagines von *C. bidentata* traten einzeln oder in kleinen Beständen (maximal sieben gleichzeitig anwesende Individuen) an den Quellen und obersten Quellästen der Bergbäche auf. Es handelte sich dabei um schwach, aber stetig schüttende Helokrenen (zumeist deutlich $< 0,2 \text{ l/s}$), deren Breite 40 cm und deren Wassertiefe 3 cm selten und nur geringfügig überschreiten. Zumeist aber lagen die Werte deutlich darunter. Rheokrenen, die in den hessischen Kalkgebieten verbreitet sind, wurden bisher nicht untersucht. Quellen anderer Typen wurden nicht besiedelt. Die besiedelten Quellbäche boten zumindest stellenweise grabfähige, sandig-feinkiesige Sedimente an und lagen ausnahmslos in abschüssigem Gelände, mit durchschnittlichen Hangneigungen $> 20^\circ$; mehr zu den genauen Hangneigungen in einigen Untersuchungsgebieten findet sich bei REISS (2011).

Weibliche Imagines und Larven konnten auch relativ weit bachabwärts beobachtet werden. Meine quellfernste Imaginalbeobachtung war ein Weibchen am Keßbach im Nationalpark Kellerwald, das 600 m unterhalb der Quelle Eier ableg-



Abbildung 3: Ein Weibchen von *Cordulegaster bidentata* im Reifungshabitat im Kellerwald, Hessen. Anders als die selten zu sehenden, ausgereiften Weibchen jagt es dort auffällig und sonnt sich häufig, wozu aufragende, kahle Totäste als Sitzwarten deutlich bevorzugt werden; das erleichtert das Auffinden der Tiere und macht die Kartierung im Reifungshabitat effizient (04.06.2011). – Figure 3. A female *Cordulegaster bidentata* sun-bathing in typical manner on a bare dead branch in its maturation habitat in the ‘Kellerwald’ forest, Hesse, Germany. At such places immature females hunt and rest much more prominently, and can be mapped much more efficiently than the highly cryptic mature females (04-vi-2011).

Tabelle 2: Angaben zur Verteilung der Fundorte von *Cordulegaster bidentata* auf die geologischen Formationen in Hessen. – Table 2. Distribution of *Cordulegaster bidentata* recording sites on the various geological formations in Hesse, Germany.

Geologische Formation	Anzahl Fundorte	Anteil Formation an Landesfläche Hessen [%]
Buntsandstein	94	28
Paläozoische Grauwacken und Tonschiefer (Devon, Karbon, Silur, Ordovizium)	135	15
Metamorphite, Urgestein, Plutonite	17	3
Kalke (Zechstein, Muschelkalk, Jura)	4	5
Diabas	3	2
Basalt	0	10

te (Abb. 2). Larven wurden regelmäßig bis häufig weiter bachabwärts gefunden, mehrfach sogar an kleinräumig waldfreien Abschnitten (PATRZICH 1990; BÖCKER 1993, 1995; A. Pix pers. Mitt.).

Die immaturen Imagines waren im Frühsommer auf sonnigen, geschützten Waldlichtungen, Windwürfen und breiten Waldwegen anzutreffen, zumeist in größtmöglicher Nähe zu den wahrscheinlichen Herkunftsgewässern (Näheres zur Struktur der Reifungshabitate bei TAMM 2012b). Im Frühsommer, wenn sich diese jungen Imagines offen in den Reifungshabitaten zeigen (Abb. 3), waren sie im Kellerwald stellenweise die häufigste Libellenart, noch vor *Calopteryx virgo*.

In den untersuchten Regionen mit vitalen Populationen, wie dem Reinhardswald, dem Kellerwald und dem südlichen hessischen Rothaargebirge mit dem Gladenbacher Bergland, war *C. bidentata* weit verbreitet. Im Kellerwald erwies sich jede dritte erfasste Bergwaldquelle als besiedelt (TAMM 2012b). Die tatsächliche Quelldichte liegt im Nationalpark Kellerwald bei 2,7 Quellen pro km² (REISS 2011). In den Osthängen des Reinhardswaldes tritt *C. bidentata* an jeder zweiten Quelle auf (A. Pix pers. Mitt.). Hohe Besiedlungsdichten dieser Größenordnung beobachtete auch R. Horn (pers. Mitt.) im Riedforst bei Melsungen. Die übrigen hessischen Mittelgebirge wurden bisher noch nicht ausreichend untersucht, um weitergehende Aussagen über Verbreitung und Häufigkeit machen zu können.

Bindung an den geologischen Untergrund

Die Lage der hessischen Fundorte in den geologischen Formationen zeigt Abbildung 1. Die Anzahl der Fundorte von *C. bidentata* in Hessen in den verschiedenen geologischen Formationen sowie der Anteil, den diese Formationen an der Landesfläche haben, gehen aus Tabelle 2 hervor. Die besiedelten Formationen nehmen insgesamt 53 % der Fläche Hessens ein. In den übrigen Formationen konnte *C. bidentata* bisher nicht gefunden werden. Von diesen sind die tertiären Vulkanite (Basalt) in Tabelle 2 mit aufgeführt.

Cordulegaster bidentata wurde in Hessen in fünf verschiedenen geologischen Großräumen der Mittelgebirge gefunden, in den übrigen Mittelgebirgen und im Tiefland nicht (Abb. 1):

Das westhessische Areal im Rheinischen Schiefergebirge auf paläozoischen Grauwacken und Tonschiefern

Dort lagen 135 Fundorte (53 % aller Funde).

Cordulegaster bidentata wurde in diesem Areal, wo sie gezielt gesucht wurde, zumeist regelmäßig bis häufig gefunden, vor allem im Kellerwald, im Rothaargebirge mit Sackpfeifenregion und Gladenbacher Bergland sowie im Taunus. Aus diesem Großraum stammen 137 Fundmeldungen (42 % aller Funde). Die Quellbäche waren dort zumeist klar, mäßig sauer und enthielten ausreichend sandig-kiesige Sedimente.

Spärlicher trat *C. bidentata* in dieser Großregion vor allem dort auf, wo lange, steile Hänge schon die obersten Quellbäche sehr grobsteinig und arm an sandig-kiesigem Sediment werden ließen und sie einem Wechsel zwischen reißendem Schwallhochwasser mit starker Grobgeschiebeführung und längerem Trockenfallen unterwarfen (mittleres hessisches Rothaargebirge bei Battenberg). Außerdem fanden wir die Libelle in dieser Region dort selten, wo die örtliche Fazies des paläozoischen Grundgesteins lehmig verwittert (z.B. westlich Frankenberg) oder von zähen Lößlehmdecken überschichtet wurde (z.B. Raum Jesberg, Gilserberg). Die Bachbetten waren dort für die Larven nicht grabfähig.

Das nord- und nordosthessische Buntsandstein-Areal

Dort lagen 89 Fundorte (35 % aller Funde).

Cordulegaster bidentata trat in manchen Buntsandstein-Gebieten dieses Areals mit hohen Fundortdichten auf, wie an den Osthängen des Reinhardswaldes und im Riedforst bei Melsungen. Auch Teile des benachbarten Kaufunger Waldes, der Söhre und des Knüll waren von der Art besiedelt, wobei bisher aber noch zu wenig Daten vorliegen.

Der dort vorherrschende Mittlere Buntsandstein formt zumeist ausreichend steile Hänge und enthält immer wieder stauende Schichten, die für eine stetige Wassersättigung sorgen. Er verwittert mit hohem Sandanteil und ist von sauren Hainsimsen-Buchenwäldern oder Mischwäldern bedeckt. So bietet er für *C. bidentata* oft gut geeignete Quellbäche an.

In anderen, bisweilen eng benachbarten Gebieten des Mittleren Buntsandsteins wurde *C. bidentata* dagegen nur sehr selten oder gar nicht gefunden. Dies war besonders auffällig im westlichen Reinhardswald, der nur durch den schmalen Gebirgskamm von den Optimalhabitaten des östlichen getrennt ist und sich geologisch nicht unterscheidet. Allerdings fällt er nur sanft zum Diemeltal hin ab. Die dortigen Quellen waren daher nur gering geneigt, versumpft, verkrautet und fielen zudem öfter trocken. Außerdem waren sie meist von Nadelwald umgeben und führten daher sehr saures Wasser. Die Populationsdichten der Beutetiere waren entspre-

chend niedrig. Diese ungünstigen Bedingungen findet man auch auf den Mittleren Buntsandstein-Schollen des Burgwaldes zwischen Marburg und Frankenberg. Die Art fehlte auch auf Unterem und Oberem Buntsandstein (Röt). Diese Formationen ergeben in der mitteleuropäischen Fazies zumeist zäh-lehmige Verwitterungsprodukte und damit keine grabfähigen Bachbetten.

Das südosthessische Areal mit Spessart und Odenwald auf metamorphen Urgesteinen und Buntsandstein

Dort lagen 22 Fundorte (9 % aller Funde), davon 17 auf Metamorphiten und fünf auf Buntsandstein.

Die Besiedlungsverhältnisse auf dem Urgestein dieser Region entsprachen in etwa denen auf paläozoischen Grauwacken und Schiefern. Die Hangneigungen reichten dort zumeist aus, die Verwitterung lieferte sandig-feinkiesige Sedimente und die Bäche führten nur schwach saures Wasser. Aber auch hier boten die Bachbetten stellenweise wenig grabfähiges Sediment.

In den Buntsandstein-Gebieten beider Gebirge dieses Areals wurde dagegen *C. bidentata* nur sehr spärlich gefunden. Im Spessart, auf dem dort verbreiteten Bröckelschiefer der Fulda-Formation, fand R. Malkmus (pers. Mitt.) bisher an drei Stellen einige Larven im Übergang zur Metamorphit-Zone. Je ein weiterer Fundort lag auf den Landrücken an der naturräumlichen Grenze zur Rhön und im Büdinger Wald westlich der Kinzig. Aus dem Buntsandstein-Odenwald ist nur ein außerhessischer Fund bekannt, der kürzlich auf der bayerischen Seite nahe der hessischen Grenze gemacht wurde (R. Malkmus pers. Mitt.).

Die Kalkgebiete des Werra-Fulda-Berglandes

Dort lagen vier Fundorte (1,5 % aller Funde).

Kalkgebiete bilden in Hessen nur entlang der Ostgrenze (Werra-Meißner-Kreis, Kuppenrhön, Raum Schlüchtern) größere, bewaldete Bergzüge mit Quellbächen, die sich für *C. bidentata* eignen. Sie wurden jedoch bisher kaum untersucht. Stichproben auf den Kalkrücken des Werra-Fulda-Berglandes, bei Eschwege (D. Mey in den Jahren 1999 und 2011), im Naturschutzgebiet „Kalkberg bei Ellerode“ (G. Schmitt in 2008) und im Flachsbachtal bei Witzenhausen-Wendershausen mit seinen Kalksinterstufen (A. Pix, JT in 2011) erbrachten fünf Meldungen der Art von vier Fundorten.

Das paläozoische Vulkanit-Gebiet im südöstlichen Westerwald (Diabas, Diabas-Tuff)

Dort lagen drei Fundorte (1 % aller Funde).

Die einzigen Funde auf Vulkaniten in Hessen gelangen 1993 im Zuge einer limnologischen Diplomarbeit (RESCH 1994). Das Gelände ist hier oft steil. Wegen des Tuffanteils gibt es in den Quellbächen grabfähige Feinsedimente.

Die tertiären Vulkanit-Gebiete in Nord- und Mittelhessen (Basalt)

Von dort sind keine Fundorte bekannt.

Hier wurde *C. bidentata* nicht nachgewiesen. Sogar aus dem Vogelsberg, dem größten Basaltschild Europas, liegt kein Nachweis der Art vor. Weder die älteren Untersuchungen (RAU 1966; BAUSCHMANN 1983), noch die jüngeren Kartierungen (HILL et al. 2009; REISS 2011; S. Stübing pers. Mitt.) stellten sie dort fest. Auch in den anderen, kleinen Basaltstöcken wie Meißner und Habichtswald konnte ich bei meinen Imaginalkartierungen keinen Nachweis erbringen (TAMM 2009).

Der Untergrund dieser zumeist kurzen Basaltbäche ist zäh-lehmig oder von groben Basaltsteinen durchsetzt, also für *C. bidentata*-Larven nicht grabfähig. Nur im Vogelsberg, wo die Bäche über 10 km auf Basalt fließen und das Gestein auf Kiesgröße herunterschleifen können, bilden sich ab den Mittelläufen Bänke aus grabfähigem Feinkies. Diese nutzt *C. boltonii* aus, wie die Funde von BAUSCHMANN (1983) und S. Stübing (pers. Mitt.) zeigen, aber die quellgebundene *C. bidentata* war dort bisher nicht nachzuweisen.

Ob die hessische Rhön mit ihrem Gemisch aus Basalt, Buntsandstein (zumeist Röt) und Kalken von *C. bidentata* besiedelt wird, ist unklar. Verlässliche Fundmeldungen liegen von der hessischen Seite nicht vor. Eigene Kartierungen an Quellbächen der hessischen Hochrhön in den Jahren 2009 und 2010 konnten dort keinen Nachweis erbringen.

Diskussion

Die Verbreitung und der geologische Untergrund

Die Kartierungen von *Cordulegaster bidentata* in Hessen decken inzwischen den größten Teil der Mittelgebirge des Landes ab. Sie zeigen, dass die Art in den Mittelgebirgswäldern des Landes weit verbreitet ist. Die ersten Ergebnisse aus den bisher noch nicht abgearbeiteten Regionen, wie dem nordosthessischen Bergland um Eschwege, dem Knüll, dem Lahn-Dill-Gebiet, dem Taunus und dem Odenwald sowie in den Kalkgebieten des Nordostens und Südostens lassen weitere Siedlungszentren erwarten. Damit fügt sich die hessische Population in ein offenbar recht geschlossenes Vorkommen in den Waldgebirgen Mitteleuropas ein, denn aus allen in Frage kommenden Regionen Mitteleuropas liegen mittlerweile zahlreiche Nachweise vor. In den meisten Regionen, in denen gründliche Kartierungen durchgeführt wurden, konnten sogar überraschend hohe Fundortdichten festgestellt werden (BUCHWALD 1988; JEWORUTZKI & FROBEL 2008; SCHWEIGHOFER 2008). Damit ist die Aussage von MÜLLER (2012), *C. bidentata* weise in Deutschland eine disjunkte Verbreitung auf und wäre auf wenige Berglandschaften beschränkt, zu revidieren. Die Art weist also ganz offensichtlich auch einen recht geschlossenen Verbreitungsschwerpunkt im mitteleuropäischen Bergland auf.

Die Frage nach der Bindung von *C. bidentata* an den geologischen Untergrund wurde oft diskutiert, vor allem von BUCHWALD (1988) und STERNBERG et al. (2000). Die Art wurde in Mitteleuropa über die oben dargestellten hessischen Funde hinaus auf folgenden geologischen Formationen festgestellt (Auswahl):

Urgesteine, Gneise, Granit, Porphy (KAISER 1982; BLANKE 1984; BUCHWALD 1988; ALTMÜLLER et al. 1989; SALOWSKY 1989; MÜLLER 1995; LENK 1997; STEPHAN 1998; STÜMPEL 1998; MALKMUS 2012a);

Paläozoische Grauwacken und Tonschiefer (BRAUN et al. 1984; FRÄNZEL 1985; BELZ & FUHRMANN 2000; GREIS-HARNISCHMACHER 2000; SCHLÜPMANN & GRÜNE 2000; STEVENS & RIEDEL 2002; ZIMMERMANN et al. 2005);

Buntsandstein (BRAUN et al. 1984; WILD 1984; BUCHWALD 1988; ALTMÜLLER et al. 1989; DOMBROWSKI 1989; STEPHAN 1998; LIEBELT et al. 2010/2011; MALKMUS 2012a);

Keuper (RÖHN 1992; STERNBERG et al. 2000; LIEBELT et al. 2010/2011; HUNGER et al. 2006);

Kalksteine (GEIJSKES 1935; BLANKE 1984; BRAUN et al. 1984; BUCHWALD 1988; ALTMÜLLER et al. 1989; STÜMPEL et al. 1998; STERNBERG et al. 2000; ZIMMERMANN et al. 2005; JEWORUTZKI & FROBEL 2008; PREISS 2008; LIEBELT et al. 2010/2011);

Kreidesandstein (ALTMÜLLER et al. 1989; PHOENIX 2005);

Tertiäre und quartäre Sande, Lehme und Tone (GERKEN 1982; BUCHWALD 1988; GOLEMBOWSKI 1988; RÖHN 1992; STÜMPEL et al. 1998; STERNBERG et al. 2000; REICHOLF 2000; SCHWEIGHOFER 2008).

Dabei zeigt sich, dass *C. bidentata* in allen diesen geologischen Formationen regelmäßig zu finden ist. Diese bieten sowohl das ganz offensichtlich nötige, hängige Geländere relief als auch das für die Larven erforderliche, grabfähige Feinsediment in den Bachbetten. Nur auf Basalt fehlt diese Libelle offenbar gänzlich, denn es liegt von dort kein Nachweis vor. Der Hauptgrund für das Fehlen auf Basalt dürften die in der Regel zählehmigen, nicht grabfähigen Bachbetten sein. Verstärkte Verkräutung der Ufer und stärkerer Schattenwurf der dichten Gehölzvegetation, die für die hessischen Basaltwälder offenbar typisch sind, dürften hingegen *C. bidentata* an den Quellhabitaten weniger treffen als *C. boltonii* weiter unten am Bach. Insofern muss hier meine diesbezügliche Aussage zurückgenommen werden (TAMM 2009).

Auch der Buntsandstein wird bisher als geologische Formation angesehen, die von *C. bidentata* weitgehend gemieden wird (BUCHWALD 1988; STERNBERG et al. 2000; LIEBELT et al. 2010/2011). In der Tat wurde die Art dort nur sehr spärlich gefunden. Lediglich einige Meldungen liegen aus Südniedersachsen, dem Pfälzer Wald und dem nördlichen Schwarzwald vor. BUCHWALD (1988) entdeckte in den Jahren 1983 bis 1987 insgesamt 58 Vorkommen, davon aber nur eines auf Buntsandstein im Nordschwarzwald. Er äußerte daher den Verdacht, die Art könne den Buntsandstein in der Regel meiden. Als mögliche Ursache sieht er vor allem

die niedrigen pH-Werte, die in Fließgewässern auf Buntsandstein zumeist unter dem von ihm angenommenen Grenzwert von 6,3 liegen. STERNBERG et al. (2000) teilen seine Ansicht und sehen zudem, dass «durch stärkere Zerklüftung und ohne stauende Schichten im Untergrund der Sandstein für Grundwasser durchlässiger ist als nichtsedimentäres Festgestein wie Gneis und Granit». Nur ausnahmsweise könnten stauende Schichten im Buntsandstein die nötige Wasserspende gewährleisten, wie bei DOMBROWSKI (1989) im Oberweserbergland. Schon im benachbarten Kaufungen-Wald habe Buchwald (nach mündlicher Mitteilung) keine *C. bidentata* mehr gefunden.

Nach den hier vorgestellten Beobachtungen sind diese Hypothesen teilweise zu revidieren. Eine allgemeine Seltenheit von *C. bidentata* auf Sedimentgestein ist auszuschließen, wie die inzwischen zahlreichen Funde auf Kalkstein, Kreidesandstein und auf Buntsandstein belegen. Die hessischen Kartierungsergebnisse zeigen darüber hinaus, dass insbesondere der Buntsandstein sehr unterschiedlich stark besiedelt wird. Einerseits präsentiert die Art dort starke Populationen, wie in den Osthängen des Reinhardswaldes und im Riedforst bei Melsungen. Andererseits tritt sie nur spärlich auf, wie im Kaufunger Wald, Burgwald und Spessart, oder scheint zu fehlen, wie im westlichen Reinhardswald und den Buntsandstein-Arealen der Rhön und des Odenwaldes. Somit ist der Buntsandstein als Substrat für *C. bidentata* differenziert zu betrachten.

Das Vorkommen oder Fehlen von *C. bidentata* auf Buntsandstein kann im Regelfall kaum von niedrigen pH-Werten im Bachwasser abhängen, denn diese liegen auch in den von der Art besiedelten Gebieten oft unter den Grenzwerten pH 6,3 und 6,0, die BUCHWALD (1988) bzw. STERNBERG et al. (2000) annehmen. Im Kellerwald werden Bäche unter pH 6,0 noch regelmäßig besiedelt. PIX (2009) stellte im Reinhardswald fest, dass Quellbäche bis hinab zum durchschnittlichen pH-Wert 5,5 noch regulär von *C. bidentata* besiedelt werden. Erst in Bächen, in denen regelmäßig pH 5,5 unterschritten wird, fand er kaum mehr Larven; und wenn, dann nur jüngere Stadien. Außerdem fand er dort fast keine Beutetiere wie Gammariden oder aquatische Insektenlarven. Der Grenzwert von pH 5,5 wird jedoch nur von einem Teil der Buntsandstein-Bäche unterschritten. Dies dürfte vor allem dort der Fall sein, wo diese unter großflächigem Nadelwald auf den ärmeren Fazies des Mittleren Buntsandsteins fließen. Dort dürfte der Säuregrad tatsächlich der limitierende Faktor sein, nicht dagegen in den vielen Bächen der Hainsimsen-Buchenwälder auf Buntsandstein. Ebenso wenig konnte im hessischen Buntsandstein im Regelfall ein Defizit an stauenden Schichten und damit an ausreichender Quellwasserspense festgestellt werden. Zwar trifft man in manchen Buntsandsteingebieten des Öfteren Quellbereiche, die oft und lange trocken fallen und deshalb für *C. bidentata* ungeeignet sind. Doch bei vielen davon tritt weiter talabwärts dennoch Quellwasser aus, das von *C. bidentata* auch häufig angenommen wird. Damit dürfte dieser Faktor nur von sehr lokaler Bedeutung sein. Wäre es anders, so könnte es die großflächig vorhandenen, starken Vorkommen der Art auf Buntsandstein nicht geben.



Abbildung 4: Ein Fortpflanzungshabitat von *Cordulegaster bidentata* in einem Fichtenaltbestand im Kellerwald, Hessen. Der Bestand ist in typischer Weise nur klein und von Buchenwald umgeben (19.07.2010). – Figure 4. Reproduction habitat of *Cordulegaster bidentata* in an old spruce forest in the 'Kellerwald' forest, Hesse, Germany. Typically, the coniferous stand is only small and surrounded by beech forest (19-vii-2010).

Die Beobachtungen in Hessen deuten darauf hin, dass die Besiedelbarkeit von Quellbächen durch *C. bidentata* im Buntsandstein und auch anderswo neben der Hangneigung vor allem von der „Grabfähigkeit“ des Bachbettes abhängt, also vom Angebot an Sand und Feinkies. Dieses Angebot wird zum einen bestimmt von der Art des Verwitterungsproduktes aus dem Ausgangsgestein, also von der konkreten Fazies. Für Buntsandstein gilt in Hessen generell, dass der Mittlere ein guter, der Untere und der Obere (Röt) schlechte Sandspender sind (BACKHAUS 1975; LEPPER et al. 2005). Folglich überrascht es nicht, dass die hessischen Funde von *C. bidentata* im Buntsandstein fast nur im Mittleren liegen.

Zum anderen ergibt sich das Sand- und Feinkiesangebot in den Quellbächen allgemein aus dem Zusammenspiel aus Geländemorphologie und Wasserschüttung und damit auch ein wenig aus der regionalen Niederschlagssituation. Die Hauptrolle spielen hierbei das Hanggefälle und die Schleppkraft des Wassers. *Cordulegaster bidentata* benötigt offenbar eine mittlere Erosionskraft. Wenn diese im flacheren Gelände zu gering ist, dann versumpfen, verlauben oder verkrauten die Quellbäche. Ist sie zu groß, dann führt das Wasser die Feinsedimente ab. Beides verträgt *C. bidentata* nicht. So wird es verständlich, dass sie auf den flachen Buntsandsteinplatten in Hessen kaum auftritt, während sie an den Schichtstufenkanten derselben Formation oder auch im hängigen paläozoischen Kellerwald geradezu häufig ist. Dagegen scheint sie in den ganz steilen, langen Hängen des mittleren hessischen Rothaargebirges bei Battenberg, ebenfalls paläozoisch, wieder seltener zu werden. *Cordulegaster bidentata* meidet also nicht pauschal den Buntsandstein. Sie findet nach meiner Beobachtung überall dort ihren Lebensraum, wo Sickerquellen und deren direkte Abflüsse mit ausreichender Hangneigung und ausreichend stetiger Wasserschüttung in größeren Bergwäldern mit einem ausreichenden Laubholzanteil und einigen Sonnenflecken liegen, wenn der pH-Wert nicht regelmäßig unter 5,5 sinkt.

Weitere Habitataspekte

Die hessischen Beobachtungen zur Habitatwahl von *C. bidentata* wurden vor allem von PATRZICH (1990), BÖCKER (1993, 1995), PIX (2009), HILL et al. (2009), TAMM (2009, 2011, 2012b) und MALKMUS (2012a) dargestellt. Sie bestätigen zum großen Teil die bisherigen Beschreibungen, wie sie ausführlich von GEIJSKES (1935), GERKEN (1982), BLANKE (1984), FRÄNZEL (1985), BUCHWALD (1988), ALTMÜLLER et al. (1989), DOMBROWSKI (1989), SCHORR (1990), RÖHN (1992), STÜMPEL et al. (1998), LEIPELT (1999), STERNBERG et al. (2000), GREIS-HARNISCH-MACHER (2000), HEITZ (2006) und LIEBELT et al. (2010/2011) gegeben werden. Sie können jedoch zur Ergänzung einiger Aspekte und Abklärung einiger offener Fragen beitragen.

Waldbindung

Cordulegaster bidentata ist in Hessen offenbar eine reine Bergwaldlibelle. Sie wurde dort bisher nur in größeren Waldgebieten gefunden, wo diese zudem eine ausreichende Hangneigung aufweisen; Näheres zum Gefälle findet sich bei GER-

KEN (1982) und STERNBERG et al. (2000). Im Offenland hält sie sich nach den hiesigen Beobachtungen nur in unmittelbarer Waldnähe auf, nicht weiter entfernt als 30 m. Dieses beobachteten auch FRÄNZEL (1985) und STERNBERG et al. (2000). Dabei nutzt die Libelle nur kleinere Waldwiesen, Windwurfflächen, Kleinkahlschläge, Schneisen, breite Waldwege und alte Waldsteinbrüche, zumeist solche, die in der Nähe und oberhalb von potenziellen Fortpflanzungsgewässern liegen.

Über die Bedeutung von offenen, sonnigen Plätzen im Lebensraum von *C. bidentata* werden unterschiedliche Auffassungen vertreten. MÜLLER (1995) meldet die Art auch von Bergwiesen. LOHMANN (1980) gibt als Biotop allgemein «sonnenbeschienene Bergbäche» an. BLANKE (1984) nennt in seiner Auflistung der arttypischen Requisiten für die Flugreviere «sonnige, offene Waldwege, Waldschneisen, Lichtungen in Bach-/Quellnähe, angrenzende Kahlschlagflächen». Zwischen den Kriterien «Besonnung» und «Quellnähe» werde aber letztere deutlich bevorzugt. PATRZICH (1990) stellte in seinem Untersuchungsgebiet das Umgekehrte fest. Andere Autoren halten *C. bidentata* eher für eine schattentolerante Art, die «den Schatten nicht meidet» (ALTMÜLLER et al. 1989) oder «die jedenfalls schon bei Lufttemperaturen zwischen 26 und 30°C die Sonne zu meiden beginnt» (A. Pix pers. Mitt.). STERNBERG et al. (2000) führen aus, die von der Art besiedelten Gewässer seien zumeist zu mehr als 80 % beschattet.

Zur Klärung dieser Frage könnte beitragen, dass es sich bei den Individuen, die im Kellerwald außerhalb des eigentlichen Waldes auf größeren Freiflächen jagten und ruhten, ausschließlich um jüngere Individuen in der fröhsommerlichen Reifungsphase handelte. Reife Individuen waren dagegen auf größeren Freiflächen nicht mehr zu beobachten. Die Männchen halten sich zur Paarungszeit fast ausschließlich in Quellbereichen auf, von denen manche gänzlich im Schatten liegen. Sie jagen dort in Sonnenflecken der näheren Umgebung oder auch regelmäßig, besonders morgens, über den Baumkronen (TAMM 2011). Die Weibchen pendeln zwischen den Paarungsplätzen an den Quellen und den verborgenen Eiablageplätzen an den benachbarten Quellbächen und werden kaum einmal im Offenland gesehen. Somit gilt offenbar beides: *Cordulegaster bidentata* benötigt größere, sonnige Freiflächen im und am Wald als Reifungshabitat, meist, aber nicht immer in Quellnähe. Dagegen spielen diese Flächen zur Zeit der hochsommerlichen Reproduktion keine Rolle mehr, und die Quellnähe wird der zentrale Habitatanspruch.

Eine gewisse Bevorzugung mäßig beschatteter Habitate scheint schon damit zusammenzuhängen, dass weder die patrouillierenden Männchen, noch die eierlegenden Weibchen eine starke Verkrautung der Quellbäche tolerieren. Diese ist häufig zu beobachten, wo die Quellen offen im Licht liegen, wie an schmalen Waldwiesen, Windwürfen, Hauptwegen oder Jagdschneisen.

STERNBERG et al. (2000) teilen mit, dass *C. bidentata* Baumdickichte meide. Ich konnte dagegen im Kellerwald mehrfach Weibchen bei der Eiablage in dichten, dunklen Buchenstangengehölzen beobachten. Auch Männchen sah ich vereinzelt

an solchen Orten patrouillieren. In einem Fall, am Spätnachmittag des 29. Juni 2011 nördlich Albertshausen bei Bad Wildungen, patrouillierte ein Männchen sogar an einem Quellbach, der in einer Wegeböschung austrat und schon nach 3 m in einem düsteren, unterwuchslosen Fichtenstangenholz verschwand. Das Tier flog zwangsläufig zu mehr als 90 % seiner Strecke in dieser Dichtung. Dieser Fall ist sicherlich eine seltene Ausnahme, aber er zeigt, über welche beachtliche ökologische Potenz einzelne Individuen gegenüber dem Nadelwald und dem Schatten trotz der sonstigen Stenökie der Art verfügen.

Cordulegaster bidentata bevorzugt in Hessen deutlich den Laubwald, besonders den älteren Buchenwald (PIX 2009; TAMM 2011). Es werden aber auch andere Laub- und Mischwälder regelmäßig besiedelt. Dieser Befund deckt sich soweit mit den zusammenfassenden Darstellungen bei STERNBERG et al. (2000). Dagegen kann die dortige Aussage, diese Libelle meide Wälder mit einem Laubholzanteil < 50 %, nicht bestätigt werden. Sie wurde in Hessen auch in reinen Nadelwäldern gefunden, wenn auch selten. Es handelte sich dann zumeist um kleinflächige, lichte Fichtenalthölzer, wie auf Abbildung 4 dargestellt. Dort erhält der Bach von außen her noch genügend Laubdetritus und wird kaum vom Rohhumus aus der Nadelstreu versauert. Dies sind wichtige Voraussetzungen für ein ausreichendes Angebot an Beutetieren für die Larven von *C. bidentata* (GOLEMBOWSKI 1988; HEITZ 2006; PIX 2009; KAMPWERTH 2010).

Quellbindung

Die Funde in Hessen bestätigen die enge Bindung von *C. bidentata*, vor allem der Imagines, an die unmittelbaren Quellbereiche. Die Art wurde zwar auch abseits von Quellen und ihren unmittelbaren Abflüssen beobachtet, doch nur selten. Und dann konnte oft nicht ausgeschlossen werden, dass nicht doch irgendwo in der Nähe versteckt eine kleine Quelle sickert. Ich selbst fand eindeutig quellferne Individuen nur in der ersten Juni-Hälfte, also in der vermeintlichen Reifungsphase der Art in Hessen, bis auf die Ausnahme eines vorbeifliegenden Tieres, von der Größe her wahrscheinlich ein Weibchen, auf einem Waldweg im Nationalpark Kellerwald. Dagegen scheint die Bindung der reifen Tiere an Quellbereiche strikt zu sein. Die hiesigen Beobachtungen bestätigen jedenfalls nicht, dass die Spezies außerhalb der Reifungszeit regulär quellfern auftritt, wie HEIDEMANN (1979) annimmt. Die reifen Männchen patrouillieren nur im unmittelbaren Quellbereich, und die Weibchen nutzen die Quellen regelmäßig zur Eiablage. Quellen könnten für diese Spezies strukturell fest vorgegebene Rendezvous-Plätze sein. Dies nehmen auch FRÄNZEL (1985) und DOMBROWSKI (1989) an. Solche wären in einem weiträumig einheitlichen Lebensraum, in dem die Arthabitate klein und inselhaft verstreut liegen, von erheblichem Vorteil und könnten der Orientierung und Bewegung dienen.

Gefährdung

Die weite Verbreitung, mäßige Häufigkeit und Abgeschiedenheit der meisten Habitate lassen nicht den Schluss zu, *C. bidentata* sei in Hessen ungefährdet und kön-

ne aus den Roten Listen genommen werden. Individuenarme Populationen sind immer empfindlich und sterben leicht aus. Bei *C. bidentata* könnte dies geschehen durch ungünstige Wetterlagen wie wochenlange Regenphasen (z.B. Juli 2011, Juni 2012), oder durch menschliche Eingriffe wie die Zerstörung von Quellbereichen durch schwere Forstfahrzeuge, Forstwegebau, Abladen von Holzabfällen über oder in Quellbächen, Anlage von Waldteichen in den Quellgebieten, großflächige Aufforstung mit Nadelgehölzen und Pestizideinsatz im Wald. Wir können bis heute kaum einschätzen, in wieweit die Mobilität der Art ausreicht, um solche lokal erloschenen Populationen aus dem Gesamtbestand zu ersetzen (LEIPELT 1999). Die stenöke *C. bidentata* sollte daher nach wie vor als anfällig betrachten werden, wenn auch der Gefährdungsgrad «stark gefährdet» sowohl für Deutschland (OTT & PIPER 1998) als für Hessen (PATRZICH et al. 1995) nach heutigem Wissen etwas zu hoch gegriffen ist.

Danksagung

Für die freundliche Bereitstellung der hessischen Fundortdaten von *C. bidentata* und die Herstellung der Verbreitungskarte bedanke ich mich besonders bei Hanns-Jürgen Roland, dem Verwalter der Datenbank des AK „Libellen in Hessen“. Ebenso sehr bedanke ich mich bei Andreas Pix für die zahlreichen Informationen, Diskussionen und Anregungen zur vorliegenden Arbeit. Mein Dank gilt auch Andreas Martens und Klaus Guido Leipelt für die zahlreichen, wichtigen Anregungen zum Manuskript. Dem Hessischen Landesamt für Umwelt und Geologie, insbesondere Herrn Heiner Heggemann, danke ich für die Genehmigung zum Abdruck der Geologischen Übersichtskarte Hessens, die statistischen Angaben zur Geologie des Landes und Literaturhinweise zur Geologie. Schließlich sei dem Landesbetrieb Hessen-Forst für die großzügigen Fahrgenehmigungen in allen Landesteilen gedankt.

Literatur

- | | |
|--|--|
| <p>ALTMÜLLER R., M. BREUER & M. RASPER (1989) Zur Verbreitung und Situation der Fließgewässerlibellen in Niedersachsen. <i>Informationsdienst Naturschutz in Niedersachsen</i> 9: 137-176</p> <p>BACKHAUS E. (1975) Der Buntsandstein im Odenwald. In: AMSTUTZ G.C., S. MEISL & E. NICKEL (Ed.) Mineralien und Gesteine im Odenwald. Beiträge zum heutigen Forschungsstand. VFMG/DMG, Heidelberg</p> | <p>BAUSCHMANN G. (1983) Neunachweise in der Odonatenfauna des Vogelsberges. <i>Hessische Faunistische Briefe</i> 3: 31-35</p> <p>BELZ A. & M. FUHRMANN (2000) Die Libellen des Kreises Siegen-Wittgenstein. In: SCHLÜPMANN M. & G. GRÜNE (Ed.) Beiträge zur Libellenfauna in Südwestfalen. <i>Der Sauerländische Naturbeobachter</i> 27: 45-48</p> |
|--|--|

- BLANKE D. (1984) Untersuchungen zur Lebensweise von *Cordulegaster bidentatus* Sélys, 1843. Diplomarbeit, Universität Göttingen
- BÖCKER L. (1993) Größenspezifische Verteilung der Larven von *Cordulegaster boltonii* (Donovan) und *C. bidentatus* (Selys) über den Bachlauf – Untersuchungen an allo- und sympatrischen Bächen im Gießener Raum. *Libellula* 12: 225-247
- BÖCKER L. (1995) Analyse der Biotopansprüche der Larven von *Cordulegaster boltonii* (Donovan) und *Cordulegaster bidentatus* (Selys) im Gießener Raum. Dissertation, Universität Münster
- BRAUN M., U. BRAUN & J. LANGE (1984) Zwei Nachweise der Gestreiften Quelljungfer (*Cordulegaster bidentatus*, Odonata, Cordulegastriidae) im nördlichen Rheinland-Pfalz. *Naturschutz und Ornithologie in Rheinland-Pfalz* 3: 502-504
- BUCHWALD R. (1988) Die Gestreifte Quelljungfer *Cordulegaster bidentatus* (Odonata) in Südwestdeutschland. *Carolinea* 46: 49-64
- DOMBROWSKI A. (1989) Ökologische Untersuchungen an *Cordulegaster bidentatus* Sélys, 1843. Diplomarbeit, Universität Göttingen
- FISCHER J. (1991) Faunistische und ökologische Untersuchungen an Waldquellbiotopen im Marburger Raum. Diplomarbeit, Fachbereich Biologie, Philipps-Universität Marburg
- FISCHER J., F. FISCHER, S. SCHNABEL, R. WAGNER & H.-W. BOHLE (1998) Die Quellfauna der hessischen Mittelgebirgsregion. In: BOTOSANEANU L. (Ed.) *Studies in Crenobiology*: 183-199. Backhuys, Leiden
- FRÄNZEL U. (1985) Öko-ethologische Untersuchungen an *Cordulegaster bidentatus* Sélys, 1843 (Insecta: Odonata) im Bonner Raum. Diplomarbeit, Universität Bonn
- GEIJSKES D. (1935) Faunistisch-ökologische Untersuchungen am Röserenbach bei Lies-tal im Basler Tafeljura. *Tijdschrift voor Entomologie*. 78: 249-382
- GERKEN B. (1982) Probeflächenuntersuchungen in Mooren des Oberschwäbischen Alpenvorlandes – ein Beitrag zur Kenntnis wirbelloser Leitarten südwestdeutscher Moore. *Telma* 12: 67-84
- GOLEMBOWSKI U. (1988) Quellbäche des Kottenforstes als Lebensraum gefährdeter Tierarten am Beispiel von *Cordulegaster bidentatus* Sélys. *Decheniana* 141: 204-208
- GREIS-HARNISCHMACHER W. (2000) Bemerkungen zum Vorkommen von *Cordulegaster bidentata* in Hagen. In: SCHLÜPMANN M. & G. GRÜNE (Ed.) *Beiträge zur Libellenfauna in Südwestfalen. Der Sauerländische Naturbeobachter* 27: 115-120
- HAAG H. & E. RICHTER (1984) Libellen im Kasseler Raum. *Naturschutz in Nordhessen* 7: 63-75
- HAAS H., C. MÖLLER & M. SCHNEIDER (1989) Biotopsicherung im hessischen Rothaargebirge. Unpubl. Manuskript, Hannover
- HEIDEMANN H. (1979) Beobachtungen an der Quelljungfer *Cordulegaster bidentatus* Selys. *Articulata* 1: 141-143
- HEITZ S. (2006) Waldbauliche Maßnahmen zur Förderung der Larvallebensräume der Quelljungferarten (*Cordulegaster bidentata* und *C. boltonii*) am Bodanrück. *Mercuriale* 6: 2-8
- HILL B.T., R. POLIVKA & C. DÜMPELMANN (2009) Hinweise zur Erfassung der Gestreiften Quelljungfer (*Cordulegaster bidentata*, Sélys 1843) und Fundnachweise im Landkreis Marburg-Biedenkopf. *Libellen in Hessen* 2: 52-57
- HILL B.[T.], H.-J. ROLAND, S. STÜBING & C. GESKE (2011) Atlas der Libellen Hessens. FENA Wissen, Band 1. Hessen-Forst, Forsteinrichtung und Naturschutz, Gießen

- HUNGER H., F.-J. SCHIEL & B. KUNZ (2006) Verbreitung und Phänologie der Libellen Baden-Württembergs (Odonata). *Libellula Supplement* 7: 15-188
- JEWORUTZKI L. & K. FROBEL (2008) Die Gestreifte Quelljungfer in der Hersbrucker Alb. Online im Internet, URL (02.11.2012): <http://www.bund-naturschutz.de/uploads/media/3-22.1.08.pdf>
- JOST W. (1999) Libellenfauna rund um Wiesbaden. *Jahrbücher des Nassauischen Vereins für Naturkunde* 120: 75-81
- KAISER H. (1982) Do Cordulegaster males defend territories? A preliminary investigation of mating strategies in Cordulegaster boltoni (Donovan). *Odonatologica* 11: 139-152
- KAMPWERTH U. (2010) „Die Letzten werden die Ersten sein“ – Koexistenz von Cordulegaster-Larven und Köcherfliegen (Trichoptera: Limnephilidae) in temporären Fließgewässern. *Mercuriale* 10: 1-13
- LEHMANN W. (1991) Die Gefährdungssituation der Libellen (Odonata) des Landkreises Waldeck-Frankenberg – eine erste Einschätzung. In: FREDE A. (Ed.) Rote Listen für den Landkreis Waldeck-Frankenberg. *Schriftenreihe Naturschutz in Waldeck-Frankenberg* 3: 219-226
- LEIPALT K.G. (1999) Cordulegaster bidentata Selys und Cordulegaster boltonii (Donovan) (Odonata: Cordulegastridae) im nördlichen Harzvorland. *Braunschweiger Naturkundliche Schriften* 5: 849-856
- LENK P. (1997) Die Gestreifte Quelljungfer (Cordulegaster bidentatus Selys 1843) im Spessart (Insecta, Odonata; Bayern: westliches Unterfranken). *Nachrichten des Naturwissenschaftlichen Museums der Stadt Aschaffenburg* 104: 35-38
- LEONHARDT W. (1913) Die Odonaten der näheren Umgebung Cassels. *Internationale Entomologische Zeitschrift* 7: 41-43, 55-57, 72-73, 79-80, 86-88, 98-99, 106-108
- LEPPER J., D. RAMBOW & H.-G. RÖHLING (2005) Der Buntsandstein in der Stratigraphischen Tabelle von Deutschland 2002. *Newsletter on Stratigraphy* 41: 129-142
- LIEBELT R., M. LOHR & B. BEINLICH (2010/2011) Zur Verbreitung der Gestreiften und Zweigestreiften Quelljungfer (Cordulegaster bidentata und C. boltonii) im Kreis Höxter (Insecta, Odonata, Cordulegastridae). *Beiträge zur Naturkunde zwischen Egge und Weser* 22: 3-18
- LOHMANN H. (1980) Faunenliste der Libellen (Odonata) der Bundesrepublik Deutschland und Westberlins. *Societas Internationalis Odonatologica Rapid Communications* 1: 1-34
- MALKMUS R. (2012a): Auf der Suche nach der Urwaldlibelle. *Spessart* 106: 15-18
- MALKMUS R. (2012b) Verbreitung der Gestreiften Quelljungfer (Cordulegaster bidentata Selys 1843) im Spessart. *Nachrichten des Naturwissenschaftlichen Museums der Stadt Aschaffenburg* 110: im Druck
- MÜLLER J. (1995) Cordulegaster bidentatus Selys 1843 (Odonata) im Jahre 1995 im Ostharz wiederentdeckt. *Entomologische Mitteilungen Sachsen-Anhalt* 3: 23-24
- MÜLLER J. (2012) Zur Wiederentdeckung von Cordulegaster bidentata im Ostharz (Odonata: Cordulegastridae). *Libellula Supplement* 12: 177-186
- NORGALL T., M. GRENZ, K. KORN & R. PATRZICH (1987) Die Libellen des Landkreises Gießen – Bestandserfassung und naturschutzrelevante Auswertung. Unpubl. Manuskript, Gießen
- OTT J. & W. PIPER (1998) Rote Liste der Libellen (Odonata). In: Bundesamt für Naturschutz (Ed.), Rote Liste gefährdeter Tiere Deutschlands. *Schriftenreihe für Landschaftspflege und Naturschutz* 55: 260-263

- PATRICH R. (1990) Zum Vorkommen von *Cordulegaster bidentatus* Selys (Odonata: Cordulegastridae) bei Gießen (Hessen). *Hessische Faunistische Briefe* 10: 4-13
- PATRICH R., A. MALTEN & J. NITSCH (1995) Rote Liste der Libellen Hessens. Hessisches Ministerium des Innern und für Landwirtschaft, Forsten und Naturschutz, Wiesbaden
- PHOENIX J. (2005) Gestreifte Quelljungfer. In: BROCKHAUS T. & U. FISCHER (Ed.) Die Libellenfauna Sachsens: 194-197. Natur & Text, Rangsdorf
- PIX A. (2009) Die Cordulegastriden im Reinhardswald. *Libellen in Hessen* 2: 47-51
- PIX A. & P. BACHMANN (1989) Libellen im Reinhardswald. *Göttinger Naturkundliche Schriften* 6: 41-54
- PREISS B. (2008) Die Gestreifte Quelljungfer *Cordulegaster bidentata* und der Feuersalamander *Salamandra salamandra* als Leitarten an ausgewählten Kalksinterquellen und -bächen im Naturpark Eichsfeld-Hainich-Werratal. Bachelorarbeit, Fachhochschule Arnstadt
- RAU U. (1966) Die Odonatenfauna des Naturschutzparkes Hoher Vogelsberg. *Deutsche Entomologische Zeitschrift* (NF) 13: 393-446
- RECH J. (1994) Ökologische Untersuchungen an Quellstandorten in Solms (Hessen). Diplomarbeit, Fachbereich Biologie, Institut für Pflanzenökologie, Universität Gießen
- REICHHOLF J. (2000) Früheres Vorkommen der beiden Quelljungferarten *Cordulegaster bidentatus* und *Cordulegaster boltonii* an den „Dachlwänden“ am unteren Inn. *Mitteilungen der Zoologischen Gesellschaft Braunau* 7: 327-328
- REISS M. (2011) Substratpräferenz und Mikrohabitat-Fauna-Beziehung im Eukrenal von Quellgewässern. Dissertation Univ. Marburg
- RÖHN C. (1992) Beitrag zur Ökologie der beiden Quelljungferarten *Cordulegaster boltonii* (Donovan, 1807) und *C. bidentatus* Selys 1843 unter besonderer Berücksichtigung syntoper Vorkommen (Odonata, Cordulegastridae). *Jahreshefte der Gesellschaft für Naturkunde in Württemberg* 147: 299-323
- SALOWSKY A.S. (1989) Untersuchungen zum Larvenbiotop von *Cordulegaster bidentatus* in Waldbächen um Freiburg i.B. (Ein Beitrag zur Biologie von *Cordulegaster bidentatus*). Diplomarbeit, Institut Biologie I (Zoologie), Universität Freiburg
- SCHLÜPMANN M. (2000) Die Libellen des Südwestfälischen Berglandes. In: SCHLÜPMANN M. & G. GRÜNE (Ed.) Beiträge zur Libellenfauna in Südwestfalen. *Der Sauerländische Naturbeobachter* 27: 5-55
- SCHNABEL S. (1993) Faunistisch-ökologische Untersuchungen an Quellen und Quellbächen im östlichen Rheinischen Schiefergebirge. Diplomarbeit, Fachbereich Biologie, Philipps-Universität Marburg
- SCHNEIDER T. (2006) Die Libellenfauna an der Schmalen Sinn vor und nach Einbürgerung des Bibers (*Castor fiber albus*). *Beiträge zur Naturkunde in Osthessen* 43: 61-74
- SCHORR M. (1990) Grundlagen zu einem Artenhilfsprogramm Libellen der Bundesrepublik Deutschland. Ursus Scientific Publishers, Bilkthoven
- SCHWEIGHOFER W. (2008) Syntopes Vorkommen von *Cordulegaster boltonii* und *C. heros* an einem Bach im westlichen Niederösterreich (Odonata: Cordulegastridae). *Libellula* 27: 1-32
- SEGEBADE A. (1986) Auswirkungen niedriger pH-Werte auf die Fauna und Vegetation kleiner Bäche. Diplomarbeit, Universität Marburg/Lahn

- STEPHAN U. (1998) Untersuchungen zur Habitatbindung der Quelljungferarten *Cordulegaster boltonii* (Donovan 1897) und *Cordulegaster bidentata* (Selys 1843) in Waldbächen des Mittleren Schwarzwaldes unter besonderer Berücksichtigung der Larvalökologie. Diplomarbeit, Universität Freiburg
- STERNBERG K., R. BUCHWALD & U. STEPHAN (2000) *Cordulegaster bidentata* (Sély, 1843) – Gestreifte Quelljungfer. In: STERNBERG K. & R. BUCHWALD (Ed.) Die Libellen Baden-Württembergs, Band 2: 173-190. Ulmer, Stuttgart
- STEVENS M. & H.-W. RIEDEL (2002) Verbreitung der Larven der Quelljungfern (*Cordulegaster*) (Odonata, Cordulegastridae) im Raum Bergisch Gladbach. *Decheniana* 155: 105-112
- STÜMPEL P., H. STADELMANN & G. BURK (1998) Gestreifte Quelljungfer *Cordulegaster bidentata* Selys 1843. In: KUHN K. & K. BURBACH (Ed.) Libellen in Bayern: 142-143. Ulmer, Stuttgart
- TAMM J. (2009) Beobachtungen und Erfahrungen beim Kartieren der Quelljungfern *Cordulegaster boltonii* und *C. bidentata* in Hessen. *Libellen in Hessen* 2: 41-45
- TAMM J. (2011) Zur Verbreitung und Biologie der Quelljungfern *Cordulegaster bidentata* und *C. boltonii* im Nationalpark Kellerwald-Edersee. *Libellen in Hessen* 4: 39-47
- TAMM J. (2012a) Gestreifte Quelljungfer *Cordulegaster bidentata*. In: STÜBING S., B.T. HILL, H.-J. ROLAND & J. TAMM (Ed.) Jahresbericht Hessen 2011: 22-23. *Libellen in Hessen* 5: 4-31
- TAMM J. (2012b) Effiziente Kartierung der Gestreiften Quelljungfer *Cordulegaster bidentata* (Selys, 1843) im Reifungshabitat am Beispiel des Kellerwaldes. *Libellen in Hessen* 5: 32-38
- THÖRNER V. (1988) Ökologische Bewertung von Fließgewässern unter besonderer Berücksichtigung der Odonaten. Diplomarbeit, Institut für Pflanzenökologie, Universität Gießen
- WILD V. (1984) Erstnachweis der Gestreiften Quelljungfer (*Cordulegaster bidentata* Selys, Insecta: Odonata) für das Saarland. *Faunistisch-floristische Notizen aus dem Saarland* 16: 303-307
- ZIMMERMANN W., E. PETZOLD & F. FRITZLAR (2005) Verbreitungsatlas der Libellen (Odonata) im Freistaat Thüringen. *Naturschutz-report* 22: 1-224
- ZINKE J. (1996) Gestreifte Quelljungfer *Cordulegaster bidentatus* Selys 1843 und Zweigestreifte Quelljungfer *C. boltoni* Donovan 1807 (Odonata) im Elbsandsteingebirge. – *Entomologische Nachrichten und Berichte* 40: 125-126

Manuskripteingang: 29. Juni 2012