©Ges. deutschspr. Odonatologen e.V.; download www.libellula.org/libellula/ und www.zobodat.at

20. Juli 2015

Zur Verbreitung und Ökologie von *Cordulegaster bidentata* in Nordhessen mit besonderer Berücksichtigung ihrer Vorkommen auf Buntsandstein (Odonata: Cordulegastridae)

Jochen Tamm

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

Abstract

On distribution and ecology of *Cordulegaster bidentata* in Northern Hesse, Germany, with emphasis on its occurrence on Bunter Sandstone (Odonata: Cordulegastridae) – The distribution of *Cordulegaster bidentata* (imagines) has been mapped in eight mountain areas of northern Hesse and in parts of the Rhön Mountains in Thüringen, Germany. It is evident that the species occurs very patchily within some of the geological formations studied. *Cordulegaster bidentata* was rare in the Bunter sandstone areas mainly mapped, but quite common in adjacent Bunter sandstone areas mapped in former studies. Analysis shows that the species' rarity mainly is the result of both the most important natural habitat structures and man-made impact. The main factors are insufficient slope inclines and long stream drainages, and on the other hand, coniferous plantations and ponds dammed close to the springs. But it was remarkable that even habitats suitable for *Cordulegaster bidentata* were in many cases not populated by the species. This suggests that the subpopulations recently may live too far from each other to be able to regenerate locally extinct subpopulations from outside. The species is also distributed patchily on palaeozoic greywacke and limestone. Here again both natural and man-made factors are responsible. *Cordulegaster bidentata* has not been found in the high Rhön and Rothaar mountains. This suggests that there are climate effects as well, like rainy cool summers or freezing of spring outflows in times of severe frost without snow cover. At least in Hesse, *Cordulegaster bidentata* should be classified as "highly endangered species" because of its regional rarity and several negative impacts which are strong and increasing.

Zusammenfassung

Cordulegaster bidentata wurde in acht nordhessischen Mittelgebirgen und Teilen der thüringischen Rhön als Imago kartiert. Es zeigte sich, dass die Art auf denselben geologischen Formationen sehr unterschiedlich häufig auftreten kann. Auf dem Buntsand-

©Ges. deutschspr. Odonatologen e.V.; download www.libellula.org/libellula/ und www.zobodat.at

stein der Region, wo der Schwerpunkt der Kartierung lag, war sie selten, obwohl sie in benachbarten Buntsandstein-Gebieten häufig ist. Die Analyse lässt erkennen, dass die Seltenheit der Art in etwa zu gleichen Teilen auf die Habitatstrukturen und auf anthropogene Einflüsse zurückzuführen ist. Als Hauptursachen für das Fehlen der Art an bestimmten Gewässern sind geringe Hangneigungen und längeres Trockenfallen sowie Nadelholzanbau und das Vorhandensein quellnaher Teiche anzusehen. Es fällt jedoch auf, dass *C. bidentata* auch an vielen geeignet erscheinenden Habitaten nicht gefunden wurde. Das nährt den Verdacht, dass viele Teilpopulationen heute zu weit voneinander entfernt liegen könnten, um nach lokalem Aussterben eine Wiederbesiedlung zu erreichen. Die Art besiedelt auch paläozoische Grauwacken und Kalke unterschiedlich stark. Auch hierbei wirken sowohl natürliche wie anthropogene Faktoren mit. Das Fehlen von *C. bidentata* in den höheren Lagen der Rhön und des Rothaargebirges, auch in geeignet erscheinenden Habitaten, lässt vermuten, dass hierbei klimatische Faktoren zum Tragen kommen, wie regenreiche, kühle Sommer oder einfrierende Quellbäche bei strengem Kahlfrost. *Cordulegaster bidentata* sollte wegen der regionalen Seltenheit und starker, anwachsender Beeinträchtigungen zumindest in Hessen als „stark gefährdet" eingestuft werden.

Einleitung

Cordulegaster bidentata ist in Mitteleuropa in den bewaldeten Mittelgebirgen und in den Alpen weit verbreitet, zeigt aber ein heterogenes Verbreitungsbild. So ist sie in manchen Regionen geradezu häufig, wie in Teilen des Rheinischen Schiefergebirges (z.B. Fränzel 1985; Tamm 2011, 2012b), dem Fränkischen Jura (Jeworutzki & Frobel 2008), dem südlichen Schwarzwald (Buchwald 1988) oder dem östlichen Reinhardswald (Pix 2009). In anderen Regionen tritt sie dagegen selten auf, wie im Harz, nördlichem Schwarzwald, Erzgebirge oder Elbsandsteingebirge, oder sie scheint zu fehlen, wie im Vogelsberg und Thüringer Wald. Dabei zeigt sich eine Abhängigkeit der Vorkommen vom geologischen Untergrund. Höhere Siedlungsdichten entwickelt die Spezies regelmäßig auf paläozoischen Grauwacken und Tonschiefern, Kalken oder Mittlerem Buntsandstein, während sie auf Unterem und Oberem Buntsandstein bisher kaum und auf Basalt gar nicht gefunden wurde (Tamm 2012a).

Bei meinen Kartierungen von *C. bidentata* in Nordhessen zeigte sich inzwischen, dass auch Mittlerer Buntsandstein, paläozoische Grauwacken und Kalke fast oder ganz unbesiedelt sein können, während Unterer Buntsandstein bisweilen besiedelt wird. Dabei wurde erkennbar, dass das Vorkommen dieser Libelle offenbar von weiteren geologisch-geomorphologischen und anthropogenen Gegebenheiten abhängt. Besonders in den höheren Mittelgebirgen könnte auch das Klima eine begrenzende Rolle zu spielen. Die Beobachtungen erlauben eine differenziertere Betrachtung des Verbreitungsbildes und der Habitatansprüche von *C. bidentata* und werden im Folgenden dargestellt und diskutiert.

©Ges. deutschspr. Odonatologen e.V.; download www.libellula.org/libellula/ und www.zobodat.at

Methoden und Untersuchungsgebiet

Gebietsauswahl und Datenauswertung

Die hier zu Grunde liegenden Daten zum Vorkommen von *C. bidentata* wurden mittels einer Imaginalkartierung gewonnen, die speziell auf die Art ausgerichtet war. Nur ein zusätzlicher Larvenfund wurde berücksichtigt, der am unteren Flachsbach bei Witzenhausen-Wendershausen gemeinsam mit A. Pix ersiebt wurde.

Dieser Imaginalkartierung gingen umfangreiche, methodengleiche Untersuchungen in anderen Regionen Nord- und Mittelhessens voran, die etwa 250 Quellbäche und 70 Vorkommen von *C. bidentata* erfasst hatten. Die Methodik und die meisten Ergebnisse sind bei Tamm (2009, 2011, 2012a, b) dargestellt. Da diese Kartierungen zunächst nur auf ein effizientes, großräumiges Erfassen im Hessischen Bergland abzielten und auch weiterhin ein Hauptanliegen der Arbeit blieben, wurde auf eine zeitaufwändigere Larvensuche verzichtet. Diese einmal gewählte Methodik wurde dann bei allen weiteren Untersuchungen beibehalten, vor allem um die Vergleichbarkeit der Daten für die Häufigkeitsabschätzung und ökologische Auswertung zu gewährleisten.

Die hier vorgestellte Untersuchung konzentrierte sich auf solche Mittelgebirgsregionen in Nordhessen, die bisher die größten Erfassungslücken von *C. bidentata* aufwiesen. Das waren vor allem die Buntsandstein-Gebirge des östlichen Knülls, des Seulingswaldes, des Stölzinger und Richelsdorfer Gebirges, die alle im Großraum Bad Hersfeld – Rotenburg/Fulda liegen, sowie die Söhre bei Kassel. Hinzu kamen das nördliche Werra-Bergland um Witzenhausen und Bad-Sooden-Allendorf mit paläozoischen Grauwacken und Kalken sowie das nördliche hessische Rothaargebirge zwischen Willingen und Frankenberg mit paläozoischen Grauwacken und Tonschiefern. Außerdem wurden Gebiete in der Vorder- und Hochrhön – auf hessischer und auf thüringischer Seite – kartiert, die auf Buntsandstein, Muschelkalk und Basalt gründen.

Abbildung 1 gibt eine Übersicht über das Untersuchungsgebiet mit den kartierten Standorten und den Fundorten, Tabelle 1 über die Verteilung der kartierten Quellbäche auf die Regionen und geologischen Formationen im Untersuchungsgebiet. Darüber hinaus macht sie Angaben zum Kartierungszeitraum und der Höhenlage der untersuchten Regionen. In diesen Gebieten wurden in den Sommern 2009, 2012, 2013 und 2014 insgesamt 276 Quellbäche untersucht. Davon wurde etwa ein Viertel mehrmals kartiert. Dies waren alle Quellbäche, die auf den entsprechenden Topografischen Karten 1 : 25.000 eingetragen oder auf Grund des darin dargestellten Höhenlinienverlaufs zu ermitteln waren.

Quellbäche, deren Lage in großflächigen Nadelwäldern oder auf Basalt schon kartografisch erkennbar war, wurden grundsätzlich nicht mitbearbeitet, weil solche Standorte in allen Voruntersuchungen (s. o.) nur Negativbefunde erbracht hatten. Sofern sie jedoch im gewählten Parcours lagen, wurden sie stichprobenhaft mitbearbeitet, auch um die alten Ergebnisse abzusichern. Diese Standorte sind somit in dieser Untersuchung unterrepräsentiert. Soweit sie aber mitkartiert

©Ges. deutschspr. Odonatologen e.V.; download www.libellula.org/libellula/ und www.zobodat.at

Tabelle 1: Verteilung der kartierten Quellbäche auf die Regionen und geologischen Formationen im Untersuchungsgebiet mit Angaben zum Kartierungszeitraum und der Höhenlage der untersuchten Regionen. In Klammern ist die jeweilige Anzahl der Fundorte von *C. bidentata* angegeben. – Table 1. Number of sites mapped in the different regions and geological formations of the study area, with notes about site elevations and mapping times. In brackets the number of sites where *C. bidentata* was found is given. **Bu** Buntsandstein, Bunter sandstone; **pG** paläozoische Grauwacke, palaeozoic greywacke; **K** Kalke, limestone; **Ba** Basalt.

Region/Naturraum	Höhenlage der Quellbäche (m ü. NHN)	Kartierjahr(e)	Anzahl der untersuchten Quellbäche				
			gesamt	Bu	pG	K	Ba
Knüll	270-420	2012, 2014	77 (3)	77 (3)			
Seulingswald	320-400	2014	28	28			
Stölzinger und Richelsdorfer Gebirge	360-400	2014	23 (2)	23 (2)			
Söhre	340-480	2013, 2014	22 (1)	20 (1)			2
Nördliches Werra-Bergland	250-420	2013	29 (10)	14 (1)	11 (6)	4 (3)	
Nördliches hessisches Rothaargebirge	300-770	2012, 2013	44		44		
Rhön, Hessen	360-835	2009, 2014	35	5		17	13
Rhön, Thüringen	400-720	2014	18	2		13	3

wurden, wurden sie wie die übrigen Standorte ausgewertet, sowohl bei der Analyse der natürlichen wie der anthropogenen Faktoren. Fichtenbestockung in der unmittelbaren Umgebung der kartierten Quellbäche wurde als anthropogener Faktor gewertet.

Funddaten Dritter liegen aus dem Untersuchungsgebiet mit lediglich sechs Meldungen nur sehr spärlich vor und werden hier nur in einem Fall (M. Kreisel zum Guttelsbach bei Rotenburg) dargestellt, weil es sich um den ersten von nur zwei Funden von *C. bidentata* im Kreis Hersfeld-Rotenburg handelt. Der Fundort wurde auch von mir aufgesucht und strukturell erfasst. Ansonsten wurde auf die Einbeziehung fremder Daten verzichtet, um die Methodengleichheit der Erfassung und die Vergleichbarkeit der Angaben zur Struktur der Quellbäche bei der Auswertung zu gewährleisten.

Die Habitatbewertungen, die vorgenommen wurden, beruhen auf den Beobachtungen an insgesamt 576 Quellbächen: den 250 kartierten Bächen der älteren Untersuchungen, den 276 Bächen der hier dargestellten Untersuchung und

©Ges. deutschspr. Odonatologen e.V.; download www.libellula.org/libellula/ und www.zobodat.at

weiteren etwa 50 Bächen im westlichen Mittelhessen, die parallel untersucht wurden. Die Ergebnisse der zuletzt genannten Untersuchungen wurden bislang nicht publiziert, weil diese Kartierungen noch nicht abgeschlossen sind. In allen diesen Gebieten wurden an 110 Stellen etwa 250 Imagines von *C. bidentata* gefunden und oft auch längere Zeit in ihrem Verhalten beobachtet. Hieraus wurden Rückschlüsse auf die Habitatnutzung der Imagines gezogen.

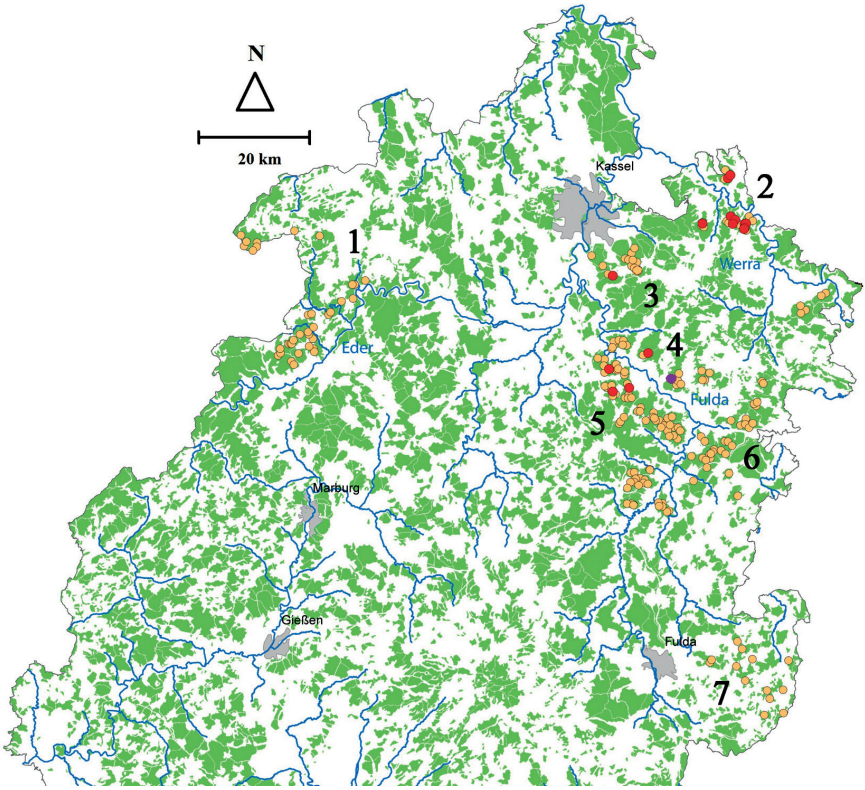

Abbildung 1: Karte Nordhessens mit den Waldflächen (grün), den kartierten Habitaten (gelbe Punkte), den eigenen Fundorten von *Cordulegaster bidentata* (rote Punkte) und einem Fundort von M. Kreisel (violetter Punkt). Die 18 kartierten Standorte in der thüringischen Rhön sind nicht dargestellt. Dort wurde *C. bidentata* nicht gefunden. – Figure 1. Map of northern Hesse with the forest areas (green), the mapped sites (yellow spots), own recording sites of *Cordulegaster bidentata* (red spots) and a recording site of M. Kreisel (violet spot). The 18 sites mapped in the Rhön Mountains of Thüringen are not shown. *C. bidentata* has not been found there. **1** Nördliches hessisches Rothaargebirge, northern Hessian Rothaar Mountains; **2** Nördliches Werra-Bergland, northern Werra Mountains; **3** Söhre (Mountains); **4** Stölzinger und Richelsdorfer Gebirge (Mountains); **5** Ostknüll, eastern Knüll Mountains; **6** Seulingswald (Mountains); **7** Hessische Rhön, Hessian Rhön Mountains.

©Ges. deutschspr. Odonatologen e.V.; download www.libellula.org/libellula/ und www.zobodat.at

Erfassung der Imagines

Zur Kartierung der Imagines wurde zunächst jeweils von Anfang bis Mitte Juni in den Reifungshabitaten von *C. bidentata*, also an lichten, sonnigen Plätzen möglichst in Quellnähe, gesucht. Nähere Angaben zur Kartierungsmethodik im Reifungshabitat finden sich bei Tamm (2012b). Ab Mitte Juni, also mit dem Beginn der Fortpflanzungsphase der reifen Männchen, die dann an geeigneten Quellbachabschnitten patrouillieren, wurden alle Quellbäche in den Untersuchungsräumen aufgesucht (vgl. Tamm 2011, 2012a, b). Die Kartierung wurde ausschließlich bei sonnigem Wetter durchgeführt, um sicherzustellen, dass die Imagines aktiv sein würden. Von den Quellen abwärts wurden im Regelfall nur die obersten 200 m des Quellbaches abgesucht, weil die Voruntersuchungen gezeigt hatten, dass weiter talwärts keine Männchen von *C. bidentata* mehr patrouillieren und die Suche nach Eier legenden Weibchen ineffizient ist.

Die Dauer und Zahl der Untersuchungen an einem Quellbach richtete sich nach den Umständen: Wo Imagines auftraten, waren diese im Regelfall, auch bei meinen älteren Untersuchungen, innerhalb von 5–30 Minuten zu finden. Das galt sowohl für die Kartierung im Reifungshabitat als auch für diejenige an den Quellbächen. Wo in diesem Zeitraum keine Imagines gefunden wurden, wurde der Beobachtungszeitraum um bis zu drei Stunden verlängert. Dies geschah besonders dort, wo die Habitatstrukturen für *C. bidentata* nach den Erfahrungen der o.g. umfangreichen Voruntersuchungen günstig schienen. Besonders in den Fällen, in denen bei guter Habitateignung keine Imagines gefunden wurden, wurden eine bis drei Nachbegehungen vorgenommen. So konnte das Risiko, Imagines zu übersehen, gering gehalten werden, wenngleich dies nicht gänzlich ausgeschlossen werden kann. Dieses Risiko dürfte nach den Ergebnissen der früheren Untersuchungen allerdings recht gering sein, weil in den Gebieten, die von *C. bidentata* dicht besiedelt sind, an 40 % der Quellbäche Imagines gefunden wurden. Da aber einem Großteil der 60 % nicht beflogenen Bäche offensichtlich strukturelle Voraussetzungen für das Vorkommen der Spezies fehlten (s.u.), dürften mindestens 70 % der beflogenen Quellbäche mit dieser Methode erfasst worden sein.

Imagines können aber nicht nur übersehen werden. Es gibt Quellbäche, wo in manchen Jahren keine Imagines fliegen und nur Larven vorhanden sind, oder solche, wo generell nur Larven, aber keine patrouillierenden Männchen vorhanden sind. Doch der Erfassungsfehler ist bei gleicher Methodik in allen Gebieten gleich groß, so dass die Ergebnisse aus verschiedenen Gebieten miteinander vergleichbar bleiben. Wenn eine großräumig durchgeführte Imaginalkartierung also auch keine absoluten Negativnachweise erbringen kann, so ermöglicht sie doch die Abschätzung der relativen Unterschiede in der Verbreitung, Zahl und Größe der Teilpopulationen von *C. bidentata*. Das sollte für die gegebene Fragestellung ausreichen.

Erfassung der Habitatstrukturen

Bei meinen früheren Kartierungen von *C. bidentata* in Hessen (s.o.) hatte es sich gezeigt, dass Imagines fast nur dort gefunden wurden, wo ein Sortiment be-

©Ges. deutschspr. Odonatologen e.V.; download www.libellula.org/libellula/ und www.zobodat.at

stimmter Habitatstrukturen vorhanden war und wo bestimmte anthropogene Beeinträchtigungen fehlten (Tamm 2012a). Fehlte auch nur eine dieser Strukturvoraussetzungen, so wurden keine Imagines gefunden. War auch nur eine der anthropogenen Beeinträchtigungen vorhanden, so waren Imagines nur selten und vereinzelt anzutreffen. Aus diesen Erfahrungen heraus wurden die Parameter ausgewählt, die zur Habitatbewertung für *C. bidentata* relevant erscheinen, bei dieser Untersuchung erfasst wurden und den Zuordnungen in Tabelle 2 und Tabelle 3 zu Grunde liegen. Dies sind die folgenden natürlichen und anthropogenen Parameter:

Hangneigung

Die Hangneigung im relevanten Abschnitt wurde jeweils aus der Dichte der Höhenlinien auf der Topografischen Karte 1 : 25.000 ermittelt. An repräsentativen Hangabschnitten wurde sie zudem präzisiert durch Auflegen eines Kompasses und Ablesen des Winkels auf der Kompass-Skalierung.

Als „flach" oder „zu flach" (siehe auch Tab. 2) werden im Folgenden Hangneigungen unter 10° bezeichnet. An solchen Quellbächen mit Hangneigungen unter 10° waren in keiner der vorausgegangenen Untersuchungen Imagines von *C. bidentata* gefunden worden, schon bei Hangneigungen zwischen 10 und 15° war sie nur selten angetroffen worden.

Als „steil" oder „zu steil" werden Hangneigungen über 30° bezeichnet. Dort schießt das Quellbachwasser nach Regen oder bei der Schneeschmelze oft mit starker Erosionskraft zu Tal, reißt sandiges und feinkiesiges Geschiebe mit sich und lässt nur grobkörniges Sediment übrig. Oft fallen diese steilen Bäche wegen des raschen Abflusses kurz danach weitgehend trocken. Imagines von *C. bidentata* konnten an solchen steilen Quellbächen bei den vorausgegangenen Untersuchungen nur selten und vereinzelt beobachtet werden.

Versumpfung

Als „versumpft" werden im Folgenden solche Quellbäche bezeichnet, die auf Grund eines sehr geringen Gefälles – zumeist unter 5° – kaum eine erkennbare Strömung und einen moddrig-morastigen Untergrund aufwiesen. Die Hauptmenge des Wassers stagnierte dort in flachen Quelltöpfen, zwischen denen sich kaum eine sickernde Verbindung aus Oberflächenwasser zeigte. Im Regelfall sind solche Pfützen mit Falllaub an- oder aufgefüllt. Dieses weist schon in wenigen Zentimeter Tiefe ein reduzierendes Milieu auf, das erkennbar wird an einer Schwarzfärbung und dem Geruch nach Schwefelwasserstoff. Regelmäßig wird dieser Quelltyp von Großwild als Suhle benützt, wodurch das Falllaub verschwindet und durch trübschlammiges Wasser ersetzt wird. An Sumpfquellen dieser Art war *C. bidentata* bei den vorangegangenen Untersuchungen nie gefunden worden.

Nicht unter die Definition „sumpfig" fallen dagegen strömungsarme Buchten von hängigen Sickerquellen, sandig-feinkiesige Helo- oder Limnokrenen oder stehende, anmoorige Gebirgsquellen mit kaltem, klarem Wasser, in welchen faulige Pflanzenmassen mit reduzierendem Milieu fehlen.

©Ges. deutschspr. Odonatologen e.V.; download www.libellula.org/libellula/ und www.zobodat.at

Überwachsung der Bachprofile

Als „zugewachsen" oder „überwuchert" werden im Folgenden Quellbäche bezeichnet, deren Längsprofile zum größten Teil von bodennaher Vegetation dicht zugewachsen sind, sei es von Gräsern, Seggen, Binsen, Hochstauden oder niedrigen Sträuchern. Der Quellbach ist an solchen Stellen kaum noch zu sehen. Diese Bäche bieten – wie die vorangegangenen Untersuchungen zeigten – offensichtlich keinen Flugraum für die Imagines von *C. bidentata*, weder zur Patrouille noch zur Eiablage. Imagines wurden dort bei diesen vorhergegangenen Untersuchungen nicht gefunden.

Nicht unter die Definition „zugewachsen" fallen Quellbäche, die horstweise auf kurzen Strecken zugewachsen sind. An solchen Bächen waren bei meinen früheren Untersuchungen Imagines von *C. bidentata* gefunden worden.

Dickungen

Als „Dickungen" werden junge, sehr dichtwüchsige Waldentwicklungsphasen verschiedener Baumarten bezeichnet. Stocken sie über Quellbächen, so liefern sie lichtarme Verhältnisse und bieten wenig Flugraum für die Imagines von *C. bidentata*. Dies gilt insbesondere für Fichtendickungen. Diese werden im gegebenen Zusammenhang, wie die anderen Dickungen auch, als natürlicher Strukturparameter behandelt. In Dickungen konnten bei den vorangegangenen Untersuchungen nur selten Imagines gefunden werden.

Einengung der Bachprofile

Als „eng" oder „zu eng" werden im Folgenden Quellbäche bezeichnet, die mindestens 3 m tief rinnenartig und mit steilen Seitenwänden in das Gelände eingeschnitten sind. Sie liegen zumeist im Schatten und bieten wenig Flugraum zur Seite hin. Die vorhergegangenen Untersuchungen hatten gezeigt, dass die Männchen von *C. bidentata* bei ihren Patrouillenflügen den Raum seitlich der Quellbäche oft für das Talwärtsfliegen nutzen. In solchen tiefen, engen Rinnen waren bei den früheren Untersuchungen die Männchen selten beobachtet worden, die Weibchen dagegen schon.

Trockenfallen der Quellbäche

Als „trockenfallend" mit Bedeutung für das Vorkommen oder Fehlen von *C. bidentata* werden im Folgenden Quellbäche bezeichnet, deren längeres und/oder häufiges Trockenfallen mir aus langjähriger Geländepraxis bekannt war oder die bei den sommerlichen Kartierungsgängen deutliche Zeichen eines solchen Trockenfallens erkennen ließen. Solche Zeichen sind vor allem längere, trockenliegende, laubfrei gewaschene Rinnen und Spülsäume aus Bodenstreu und Feingeäst oberhalb des aktuellen Quellaustritts, welche am Oberende mit einer geländemorphologisch erkennbaren Hauptquelle enden, die gleichfalls trocken liegt oder nur schwach und sogleich wieder versickernd schüttet. An solchen Quellbächen konnte im Zuge der vorangegangenen Untersuchungen *C. bidentata* nicht beobachtet werden.

©Ges. deutschspr. Odonatologen e.V.; download www.libellula.org/libellula/ und www.zobodat.at

Die früheren Untersuchungen hatten allerdings auch gezeigt, dass längere Sickerstrecken innerhalb der trockengefallenen, oberen Bachabschnitte regelmäßig von *C. bidentata* beflogen wurden. Solche Bäche werden daher hier nicht als „trockenfallend" bezeichnet.

Quellnahe Teiche
Hierunter werden Stauteiche verstanden, die von unmittelbarer Quellnähe an bis maximal 100 m unterhalb der Quelle angelegt wurden. Zumindest in diesem Abschnitt können Auswirkungen auf die Habitatbedingungen von *C. bidentata* erwartet werden. Im Untersuchungsgebiet liegen solche Teiche zumeist weitgehend unter dem Schirm der Waldbäume, sind oft mit Falllaub angefüllt und von Decken von Wasserlinsen *Lemna* sp. überzogen. Die Konzentration von gelösten, organischen Stoffen, verbunden mit Sauerstoffmangel, dürfte vielfach erheblich sein. Darauf weist die Tatsache hin, dass in einigen von ihnen Verfärbungen von Schwefelpurpurbakterien (Thiorhodaceae) zu beobachten waren. Unterhalb solcher Teiche waren bei den vorangegangenen Untersuchungen keine Imagines der Art gesichtet worden, jedoch gelang hier ein Larvenfund (siehe Kapitel „Ergebnisse").

Nadelwald
Hierunter werden großflächige Fichten- und Kiefernforste verstanden, soweit diese stichprobenartig mitkartiert worden waren (s.o.). Junge Fichtendickungen wurden dagegen zum Parameter „Überwachsung der Bachprofile" gerechnet.

Quellnahe Wege
Im Untersuchungsgebiet werden die Mittelgebirgstäler mit ihren Bächen häufig quellnah von Waldwegen gequert. Als „quellnah" im Sinne einer Habitatbeeinflussung für *C. bidentata* wurde in dieser Untersuchung ein Abstand von bis zu 50 m zur Quelle gewertet. Die früheren Untersuchungen hatten gezeigt, dass Imagines von *C. bidentata* bei Wegeführungen dieser Art trotz ansonsten günstiger Strukturverhältnisse spärlich zu finden waren.

Zerfahrungen von Quellbächen
Als „Zerfahrungen" mit Relevanz für *C. bidentata* wurden solche gewertet, die zu einer starken Veränderung der Quellhangmorphologie und der Wasserführung geführt hatten. Dies war dort zu beobachten, wo schwere Forstmaschinen ihre Fahrrinnen mehrere Dezimeter bis zu über einem Meter tief in den weichen Untergrund eines Quellgebietes hineingewühlt hatten. Dadurch wurden Hangsickerquellen mit guter Habitateignung für *C. bidentata* nicht selten in tiefe Limnokrenen umgewandelt, deren Hauptwassermenge in der Tiefe stagniert, weil der Überlauf nur oberflächlich und im Mengenverhältnis spärlich ist. Bei den geringen Wassermengen, die die meisten dieser Quellen ohnehin abgeben, dürften solche tiefen Fahrrinnen nur sehr langsam wieder vom Überlauf ausdrainiert oder vom Feingeschiebe

©Ges. deutschspr. Odonatologen e.V.; download www.libellula.org/libellula/ und www.zobodat.at

aufgefüllt werden. Diese Beeinträchtigungen sind daher als langfristig zu werten. Imagines von *C. bidentata* waren während der früheren Untersuchungen an solchermaßen veränderten Quellbächen nicht beobachtet worden.

Holzabfälle auf Quellbächen
Als „Holzabfälle" mit Relevanz für *C. bidentata* wurden solche gewertet, die im zentral von der Art besiedelten Bachabschnitt von der Quelle bis 100 m darunter in dichter, geschlossener Lage als Ast- und Reisigmasse auf über 60 % der Bachstrecke abgelagert worden waren. Die früheren Untersuchungen hatten gezeigt, dass Imagines von *C. bidentata* an solchen Bächen trotz ansonsten günstiger Strukturverhältnisse nicht zu finden waren.

Landwirtschaftliche Nutzung oberhalb der Quellen
In manchen der von mir kartierten Mittelgebirge werden Teile der Höhenrücken landwirtschaftlich genutzt, zumeist als gedüngtes Grünland, vereinzelt auch als Ackerland. Demzufolge ist zu erwarten, dass die unterhalb austretenden Quellen von Dünge- und Spritzmitteln chemisch beeinflusst sind. Zumindest wurden bei meinen früheren Untersuchungen an solchen Quellbächen keine Imagines von *C. bidentata* gefunden. Daher wurde dieser Parameter mit aufgenommen, auch wenn er in seiner Wirkung im Einzelnen nicht quantifiziert werden konnte.

PH-Werte im Bachwasser
In einigen repräsentativen Quellbächen der verschiedenen Bachtypen und geologischen Formationen wurden die pH-Werte gemessen, wobei Universal-Indikatorpapier pH 1–14 der Firma Machery-Nagel, Düren, verwendet wurde.

Ergebnisse

Vorkommen und Verbreitung

An 16 der 276 kartierten Quellbäche des Untersuchungsgebietes (6 %) wurden insgesamt 24 Imagines von *Cordulegaster bidentata* gefunden. Sechs Individuen an drei Fundorten traten in Reifungshabitaten auf: in sonnigen, quellnahen Laubwald-Lichtungen (Abb. 2). Zwei dieser Funde stellen Erstnachweise für das jeweilige Mittelgebirge dar, für den Ostknüll wie für die Söhre. Die übrigen 18 Individuen waren reife Männchen auf hochsommerlicher Quellbachpatrouille. Reife Weibchen wurden nicht beobachtet.

Die Übersichtskarte (Abb. 1) zeigt die Lage der untersuchten Stellen in Nordhessen und unterscheidet dabei zwischen solchen mit und ohne Funde. Tabelle 1 gibt darüber hinaus eine Übersicht über die Verteilung der untersuchten Stellen und Fundorte auf die Regionen und geologischen Formationen, die auch die Stellen in der thüringischen Rhön einschließt.

Es zeigte sich, dass *C. bidentata* im weitaus größten Teil des Untersuchungsgebietes eine ausgesprochen seltene Libelle war. Nur im nördlichen Werra-Berg-

©Ges. deutschspr. Odonatologen e.V.; download www.libellula.org/libellula/ und www.zobodat.at

land (Werra-Meißner-Kreis) wurde sie häufiger gefunden. An zehn der 29 dort kartierten Quellbäche traten Imagines der Art auf (34 %). Im übrigen Untersuchungsgebiet mit seinen 247 dort kartierten Standorten waren nur sechs von der Art beflogen (2,4 %). Dabei konnten gar keine Imaginalnachweise in der Rhön und im nördlichen hessischen Rothaargebirge zwischen Willingen und Frankenberg erbracht werden.

Tabelle 2 stellt die erfassten natürlichen Strukturparameter an den untersuchten Quellbächen in einer Übersicht zusammen, Tabelle 3 die wichtigsten anthropogenen Einflüsse, denen die Bäche unterliegen.

Auf Bundsandstein lagen insgesamt sieben Fundorte: drei im Ostknüll sowie je einer im Stölzinger Gebirge, im Richelsdorfer Gebirge, in der Söhre und im nördlichen Werra-Bergland. Vier dieser Fundorte lagen im Mittleren und drei im Unteren Buntsandstein.

Auf den übrigen geologischen Formationen wurden Imagines von *C. bidentata* nur noch im nördlichen Werra-Bergland gefunden, und zwar auf paläozoischen Grauwacken (sechs Stellen) und Kalken (vier Stellen).

Habitateigenschaften

Somit wurden Imagines von *C. bidentata* im Untersuchungsgebiet nur an wenigen Stellen gefunden, in weiten Bereichen gar nicht. Im Folgenden wird aufgezeigt, inwieweit sich die besiedelten und unbesiedelten Quellbachstandorte hinsichtlich der Habitat-Parameter unterschieden, die auf Grund der Ergebnisse der vorangegangenen Untersuchungen als relevant für das Vorkommen von *C. bidentata* angesehen wurden (siehe Kapitel „Methoden und Untersuchungsgebiet"). Dabei wird zwischen natürlichen Habitateigenschaften und anthropogenen Einflüssen unterschieden.

Abbildung 2: Ein Männchen von *Cordulegaster bidentata* sonnenbadend im Reifungshabitat im Stölzinger Gebirge bei Altmorschen (12.06.2014). – Figure 2. A male *Cordulegaster bidentata* sunbathing in its maturation habitat in the Stölzinger Mountains near Altmorschen (12-vi-2014).

©Ges. deutschspr. Odonatologen e.V.; download www.libellula.org/libellula/ und www.zobodat.at

Tabelle 2: Anzahl der Fundorte von *C. bidentata* und aller kartierten Quellbäche in den verschiedenen geologischen Formationen, letztere untergliedert nach Habitateignung und den wichtigsten natürlichen Strukturmerkmalen. – Table 2. Number of sites where *C. bidentata* was found and all sites mapped in the different geological formations, the latter sites classified on the basis of the potential and the most important real natural habitat qualities. **FO** Fundorte von *C. bidentata*, sites where *C. bidentata* was found; **bid** *C. bidentata*; **Qb** Quellbäche, spring outflows; **ges** gesamt, in total; **geeig** geeignetes Habitat, suitable habitat; **nö** nördlich, northern; **Bg** Bergland, mountain area; **Bu** Buntsandstein, Bunter sandstone; **MBu** Mittlerer Bundsandstein, Middle Bunter sandstone; **UBu** Unterer Bundsandstein, Lower Bunter sandstone; **pG** paläozoische Grauwacke, palaeozoic greywacke; **MK** Muschelkalk; **ZK** Zechsteinkalk, Permian Limestone.

	FO bid	Qb ges	Qb geeig	flach	sumpf	zuge-wachsen	Dickung	eng	steil	Trocken-fallen
Alle Stellen	16	276	110	65	52	26	39	8	13	31
Bu gesamt	7	169	65	55	42	4	29	7	8	26
MBu gesamt	4	106	37	35	22	2	15	4	7	25
UBu gesamt	3	65	28	20	20	2	14	3	1	1
Bu Knüll,	3	77	40	21	12	2	15	3	2	12
MBu Knüll	2	49	22	17	6	1	8	2	2	12
UBu Knüll	1	28	18	4	3	1	7	1	–	–
Bu Seulingswald	–	28	3	17	18	1	7	1	–	3
MBu Seulingswald	–	15	2	9	10	–	2	–	–	3
UBu Seulingswald	–	13	1	8	8	1	5	1	–	–
Bu Stölzinger und Richelsdorfer Gebirge	2	23	11	7	7	–	6	2	3	1
MBu Stölzinger und Richelsdorfer Gebirge	–	4	2	–	–	–	4	1	2	–
UBu Stölzinger und Richelsdorfer Gebirge	2	19	9	7	7	–	2	1	1	1
MBu Söhre	1	20	5	4	–	1	–	–	–	7
Bu nö Werra–Bg	1	14	4	5	8	–	1	1	1	1
MBu nö Werra–Bg	1	12	4	4	6	–	1	1	1	1
UBu. nö Werra–Bg	–	2	–	1	2	–	–	–	–	–
Bu Rhön	–	7	2	1	–	–	–	–	2	2
MBu Rhön	–	4	2	1	–	–	–	–	2	2
UBu Rhön	–	3	–	–	–	–	–	–	–	–
pG gesamt	6	53	26	8	8	4	6	1	5	–
pG nö Werrabergland	6	11	6	–	–	–	–	–	2	–
pG nö Rothaargebirge	–	44	20	8	8	4	6	1	3	–

©Ges. deutschspr. Odonatologen e.V.; download www.libellula.org/libellula/ und www.zobodat.at

	FO bid	Qb ges	Qb geeig	flach	sumpf	zuge-wachsen	Dickung	eng	steil	Trocken-fallen
Kalk gesamt	3	34	19	–	–	12	6	–	–	5
MK Rhön	–	30	15	–	–	12	6	–	–	5
MK nö Werra–Bg	2	3	3	–	–	–	–	–	–	–
ZK nö Werra–Bg	1	1	1	–	–	–	–	–	–	–
Basalt gesamt	–	18	–	2	2	6	4	–	–	–
Basalt Rhön	–	16	–	–	–	5	3	–	–	–
Basalt Söhre	–	2	–	2	2	1	1	–	–	–

Die im Folgenden benutzten Bezeichnungen von Strukturen und Habitatparametern wurden im Kapitel „Methoden und Untersuchungsgebiet" definiert. Die 16 besiedelten Quellbäche – die also von reifen Männchen der Art beflogen wurden oder sich in unmittelbarer Nähe von beflogenen Reifungshabitaten befanden – wiesen auf allen geologischen Substraten ähnliche Habitatstrukturen auf, welche wie folgt zu umschreiben sind:

- Kleine Hangsickerquellen mit merklicher Strömung des Hauptwasserkörpers und relativ stetiger Wasserführung, gelegen in Mittelgebirgswäldern, die von Laubbäumen dominiert werden. An kaum oder stark geneigten Bachprofilen wurden keine Imagines von *C. bidentata* beobachtet; ebenso wenig dort, wo der stetige Sickerstrom durch tiefe Fahrspuren forstlicher Fahrzeuge zerschnitten worden war.
- Der Bachuntergrund wies grabfähiges Substrat aus Sand oder Feinkies auf. An Quellbächen mit blankem Gesteins- oder zähem, morastigem Lehmuntergrund und größeren Falllaubansammlungen wurde *C. bidentata* nicht gefunden.
- Das Bachwasser war sauber und unbelastet. Es wies pH-Werte zwischen 6,0 und 6,5 auf, in wenigen Fällen auch bis 7,0 (Kalk).
- Die Bachprofile und ihr näheres Umfeld boten zumindest stellenweise freien Flugraum. Sie waren weder von dichter Ufervegetation oder Baum- und Strauchverjüngung überwuchert, noch von Holzschnittgut massiv überdeckt. Sie waren auch selten kerbtalartig stark verengt und eingeschnitten.
- Die Quellbäche, an denen *C. bidentata* flog, lagen nicht in voller Sonne, manche aber im Vollschatten.

Allerdings wurden nicht an allen Quellbächen, die diese Habitateigenschaften aufwiesen, auch Imagines von *C. bidentata* gefunden. So waren zwar 34 (20 %) der 169 kartierten Quellbäche auf Buntsandstein so strukturiert, wie gerade beschrieben, doch nur an sieben von ihnen trat die Libelle auf (4 %).

Die übrigen 135 kartierten Quellbäche auf Buntsandstein (80 %) wichen in einem oder mehreren der erfassten Parameter von diesem Komplex an Habitateigenschaften ab. Davon wichen 104 Quellbäche bereits hinsichtlich ihrer natür-

©Ges. deutschspr. Odonatologen e.V.; download www.libellula.org/libellula/ und www.zobodat.at

Tabelle 3: Anzahl der kartierten Quellbäche mit den wichtigsten anthropogenen Einflüssen auf die Habitate von *C. bidentata*, untergliedert in die verschiedenen geologischen Formationen; in Klammern: die Prozentanteile zur jeweiligen Gesamtzahl der kartierten Quellbäche. – Table 3. Number of sites with the most important anthropogenic impacts on the habitats of *C. bidentata*, classified in the different geological formations. In brackets: the percentages of total site numbers each. **Qb** Quellbäche, spring outflows; **ges** gesamt, in total; **Landw. Nutzung** Landwirtschaftliche Nutzung oberhalb der Quellbäche, agricultural use above the spring outflow; **nö** nördlich, northern; **Bg** Bergland, mountain area; **Bu** Buntsandstein, Bunter sandstone; **pG** paläozoische Grauwacke, palaeozoic greywacke.

	Qb ges	Quellnahe Teiche	Nadelwald	Weg	Zerfahrung	Holzabfälle	Landw. Nutzung	Sonstige Beeinträchtigungen
Alle Stellen	276	50 (18)	61 (22)	41 (15)	15 (5)	28 (10)	19 (7)	16 (6)
Bu gesamt	169	48 (28)	49 (29)	34 (20)	12 (7)	18 (10)	4 (2)	8 (5)
Bu Knüll	77	23 (30)	20 (26)	13 (17)	5 (6)	10 (13)	–	1 Begradigung, 1 Quellfassung, 1 Wasserbehälter
Bu Seulingswald	28	14 (50)	9 (32)	6 (21)	2 (7)	5 (18)	–	2 Drainagen
Bu Stölzinger & Richelsdorfer Gebirge	23	4 (17)	8 (35)	6 (26)	2 (9)	3 (13)	–	1 Müllablagerung
Bu Söhre	20	4 (20)	8 (40)	3 (15)	3 (15)	–	2 (10)	1 Verockerung
Bu Nö Werra–Bg	14	3 (21)	2 (14)	5 (38)	–	–	–	–
Bu Rhön	7	–	2 (28)	1 (14)	–	–	2 (28)	1 Müllablagerung
pG gesamt	55	1 (2)	12 (22)	–	3 (5)	10 (18)	3 (5)	–
pG nö Werra–Bg	11	–	–	–	–	–	–	–
pG nö Rothaargebirge	44	1 (2)	12 (27)	–	3 (5)	10 (23)	3 (7)	–
Kalk gesamt	34	1 (3)	–	6 (18)	–	–	8 (24)	8 (24)
Kalk Rhön	30	–	–	6 (20)	–	–	8 (27)	6 Begradigungen, 2 Wasserbehälter
Kalk nö Werra–Bg	4	1 (25)	–	–	–	–	–	–
Basalt gesamt	18	–	–	1 (5)	–	–	4 (22)	–
Basalt Rhön	16	–	–	–	–	–	4 (25)	–
Basalt Söhre	2	–	–	1 (50)	–	–	–	–

©Ges. deutschspr. Odonatologen e.V.; download www.libellula.org/libellula/ und www.zobodat.at

lichen Strukturen ab (62 %). Bei weiteren 31 Quellbächen entsprachen zwar die natürlichen Habitatstrukturen der obigen Beschreibung für Bäche, die von *C. bidentata* besiedelt sind, doch waren dort anthropogene Veränderungen der erfassten Art festzustellen (18 %). An solchen Quellbächen wurden keine Imagines von *C. bidentata* gefunden.

Im gesamten Untersuchungsraum wurden an 131 Quellbächen (47 %) insgesamt 230 anthropogene Habitatbeeinflussungen festgestellt (siehe auch Tab. 3). Manche Quellbäche, wie diejenigen an der Ruine Gießlingskirchen oder im Nausesgrund im Seulingswald, unterlagen gleich vier verschiedenen anthropogenen Einflussformen. In diesen Fällen waren es Teich- und Wegebau sowie massive Zerfahrungen und Holzablagerungen.

Da diese Habitat-Gegebenheiten in den verschiedenen geologischen Formationen sehr unterschiedlich, aber auch jeweils charakteristisch sind, werden im Folgenden die Daten der Tabelle 2 und 3 für die einzelnen geologischen Räume gesondert behandelt.

Die Habitate auf Buntsandstein

Natürliche Strukturen

Die Quellhabitate auf Buntsandstein wurden im Untersuchungsraum nur sehr spärlich von *C. bidentata* beflogen. Dort, wo das der Fall war, wiesen die Quellbäche die typischen Habitatmerkmale auf, die im vorhergehenden Kapitel beschrieben sind. Die Abbildungen 3 und 4 zeigen zwei Buntsandstein-Bäche im Ostknüll, die von *C. bidentata* besiedelt sind.

Im Buntsandstein des Untersuchungsgebietes kommen Quellbächen mit geringem Gefälle (< 10°) besonders zahlreich vor (32 %[1] der Fälle). Ein typisches Beispiel ist in Abbildung 5 dargestellt. Dort waren nirgendwo Imagines von *C. bidentata* zu finden. Im Seulingswald und Richelsdorfer Gebirge sind sogar rund 60 % aller Quellbäche von dieser Art. Dort war kaum eine Strömung vorhanden und hatten sich zumeist Falllaubmassen in den stagnierenden Quellmulden angesammelt, die oft schon in wenigen Zentimetern Tiefe anaerobe Bedingungen aufzeigten. Der Untergrund war dort sumpfig-morastig, vereinzelt sogar faulschlammig. Wo die Quellmulden bisweilen vom Schwarz- und Rotwild als Suhlen genutzt wurden, war das Wasser in den Kuhlen lehmig-trübe.

Ein weiterer Quellbach-Typus, an dem im Untersuchungsgebiet keine Imagines von *C. bidentata* gefunden wurden, hatte ein sehr starkes Gefälle (Abb. 6). Dort ist die Kraft der Hochwasserwellen erheblich. In diesen Schussrinnen wurden das grabfähige, sandig-kiesige Feinsubstrat und der Detritus weitgehend weggewaschen, so dass das Gestein direkt ansteht. Hinzu kommt, dass die Quellrinnen dieser Art nach den Hochwasserschüben wegen des raschen Abflusses zumeist bald

[1] Die Summe der in diesem Unterkapitel folgenden Prozentsätze überschreitet den Gesamtwert von 62 % für unbesiedelbare Quellbäche, weil manche Bäche mehreren Merkmalsgruppen angehören.

©Ges. deutschspr. Odonatologen e.V.; download www.libellula.org/libellula/ und www.zobodat.at

Abbildung 3: Die Quelle des Heppenbaches im Ostknüll auf Mittlerem Buntsandstein, wo *Cordulegaster bidentata* gefunden wurde (06.08.2014). – Figure 3. The spring of Heppenbach situated in the eastern Knüll Mountains on Middle Bunter sandstone. *Cordulegaster bidentata* was found there (06-viii-2014).

Abbildung 4: Der Quellabschnitt des Trombaches im Ostknüll auf Unterem Buntsandstein, wo *Cordulegaster bidentata* gefunden wurde (02.08.2014). – Figure 4. The spring section of Trombach situated in the eastern Knüll Mountains on Lower Bunter sandstone. *Cordulegaster bidentata* was found there (02-viii-2014). Photo: A. Werner.

©Ges. deutschspr. Odonatologen e.V.; download www.libellula.org/libellula/ und www.zobodat.at

trockenfallen. Dieser Quellbach-Typus tritt allerdings auf dem Buntsandstein des Untersuchungsgebietes nur an den steilsten Stirnseiten der Schichtstufen auf und ist daher weniger verbreitet als der erstgenannte Quell-Typus (5 % der Fälle).

Doch auch an den Quellbächen mit mittleren Hangneigungen fanden sich im Untersuchungsgebiet oft keine Imagines von *C. bidentata*. Dies war vor allem dort der Fall, wo die Quellen oben in den Hängen regelmäßig auch über einen längeren Zeitraum trockenfallen (15 % der Fälle). Am häufigsten wurde dies in der Söhre beobachtet, wo in den Sommern 35 % der Quellbäche trockengefallen waren, häufig auf langen Strecken. Das Quellwasser trat dort in der trockenen Zeit weiter talabwärts aus, wo sich das Bachlängsprofil abflacht. Manche Buntsandstein-Bäche der Region fallen zudem fast in ihrem gesamten Oberlauf trocken, wie der Rummelsbach in der Nordwest-Söhre oder der Mellenhain-Graben im Nordknüll, wie bei Mehrfachbegehungen festzustellen war.

Auch solche Quellbäche auf Buntsandstein, die von Vegetation dicht überwachsen waren und in ihrem Bachprofil kaum Flugraum für *C. bidentata* boten, erbrachten keine Nachweise der Art (20 % der Fälle). Entweder waren sie von stark beschattenden Baumverjüngungen zugewachsen (17 % der Fälle) oder dort, wo die Bäche viel Licht erhalten, von grasiger oder krautiger Ufervegetation überwuchert (3 %).

Abbildung 5: Versumpfter Quellbach im Ostknüll (Buntsandstein), fast ohne Gefälle und ohne Fund von *Cordulegaster bidentata* (06.08.2014). – Figure 5. Almost flat morassy spring outflow situated in the eastern Knüll Mountains (Bunter Sandstone), *Cordulegaster bidentata* not found there (06-viii-2014).

©Ges. deutschspr. Odonatologen e.V.; download www.libellula.org/libellula/ und www.zobodat.at

Auch an Quellbächen in sehr engen, schattigen Kerbtälern wurden auf dem Buntsandstein des Untersuchungsgebietes keine Imagines von *C. bidentata* gefunden (4 % der Fälle).

Der Säuregrad des Quellbachwassers spielte im Buntsandstein des Untersuchungsgebietes offenbar keine begrenzende Rolle für *C. bidentata*. Bei meinen Stichproben-Messungen wurden nirgendwo pH-Werte unter 6 festgestellt. Auch der saureste Quellbach im Gebiet, der nördliche Quellast des Heppenbaches im Ostknüll bei Licherode, der in einem Altfichtenwald liegt und stellenweise von Torfmoospolstern begleitet wird, unterschritt diesen Wert nicht. Allerdings liegen bisher noch keine Winterwerte vor.

Die Habitate auf Mittlerem und Unterem Buntsandstein

Auf Mittlerem Buntsandstein wurden 104 Quellstandorte kartiert und vier Fundorte von *C. bidentata* festgestellt, auf Unterem Buntsandstein waren es 65 Quellbäche mit drei Fundorten der Art. Die Habitatstrukturen auf den beiden Buntsandstein-Formationen sind ähnlich. Bäche mit geringem Gefälle treten in beiden Formationen gleich häufig auf (31 bzw. 33 %). Der Anteil versumpfter Quellen ist auf dem weniger sandhaltigen Unteren Buntsandstein nur leicht erhöht (31 zu 21 %). Auch der Anteil überwucherter oder in engen Kerbtälern fließender Quellbäche ist in etwa gleich.

Unterschiede bestehen zum einen darin, dass die Quellbäche auf Mittlerem Buntsandstein öfter steil sind (> 30°, 7 % der Fälle) als diejenigen auf Unterem

Abbildung 6: Steiler Quellbach im Ostknüll bei Licherode. Solche „Schussrinnen“, in denen Hochwässer das Feinsubstrat wegspülen, treten im Buntsandstein der Region immer wieder auf; dort trat *Cordulegaster bidentata* nicht auf (06.08.2014). – Figure 6. A steep spring outflow in the eastern Knüll Mountains; in such channels the water becomes rapid after rains and washes away all light sandy sediments; this spring type is quite common in Bunter Sandstone areas, but *Cordulegaster bidentata* could not be found there (06-viii-2014).

©Ges. deutschspr. Odonatologen e.V.; download www.libellula.org/libellula/ und www.zobodat.at

Buntsandstein (1 %). Zum anderen fällt dort mit 24 % ein größerer Anteil der Quellbäche trocken als auf Unterem Bundsandstein, wo es lediglich 2 % sind.

Anthropogene Einflüsse auf Buntsandstein

Der anthropogene Faktor, der an den Quellbächen auf Buntsandstein mit 29 % der erfassten Fälle am häufigsten vorgefunden wurde (vgl. Tab. 3), war der **großflächige Anbau von Nadelforsten**, vor allem der Fichte, die in der Region von Natur aus nicht vorkommen. Da die Standorte in großflächigen Nadelwäldern nicht systematisch, sondern nur beiläufig stichprobenartig mitkartiert wurden, ist der tatsächliche Einfluss dieses Faktors auf die Habitate von *C. bidentata* noch wesentlich weiter verbreitet. An den Quellbächen in diesen geschlossenen Nadelwäldern wurde die Art nicht beobachtet.

Als zweiter anthropogener Hauptfaktor in den Buntsandstein-Gebieten erwiesen sich **quellnahe Teiche**, die an 28 % der kartierten Standorte auftraten (vgl. Tab. 3). Besonders im Seulingswald ist jeder zweite Quellbach zu einem Teich aufgestaut, aber auch im angrenzenden Richelsdorfer Gebirge und Ostknüll sind solche Teiche häufig (in 36 bzw. 30 % der Fälle). Die Teiche wurden zum großen Teil für den Naturschutz angelegt, zur Förderung von Amphibien und dem Schwarzstorch. Sie erfüllen jedoch diese Aufgabe nicht, weil sie in den Quellbachrinnen steilufrig, von Baumkronen überschattet, voller Falllaub, mit Wasserlinsendecken überzogen, sauerstoffarm-faulig, teilweise von Schwefelpurpurbakterien besiedelt und sehr arm an höherem Leben sind (Abb. 7).

Im Untersuchungsgebiet wurde *C. bidentata* nur an zwei Bächen mit quellnahen Teichen angetroffen. Einer der beiden bildet den Südast des Kohlgrabens im Ostknüll. Dort liegt der Teich zwar nur 30 m unterhalb der Quelle, doch der Hangquellbach weist bis dorthin solche Strukturen auf, wie sie für Bäche, an denen *C. bidentata* gefunden wurde, charakteristisch waren (s.o.). Zusätzlich sickern dem Hauptquellbach seitlich zwei weitere Hangquellen zu. Der zweite Bach mit einem quellnahen Teich, der von *C. bidentata* besiedelt wurde (der im Kapitel „Gebietsauswahl und Datenauswertung" genannte Larvenfund), ist ein Seitenzufluss des Flachsbaches, ein Kalksinterbach. Der Teich ist naturnah, wird fischereilich nicht genutzt und enthält sauberes, kaltes Wasser.

Viele Quellbäche im Buntsandstein der Region werden vom **Bau forstlicher Wege** beeinflusst (20 % der Fälle). Die Wege queren die Bachtäler oftmals kurz unterhalb der Quelle. Dies führt häufig zum Aufstau der Quellbäche. Besonders häufig war ein solcher Wegebau im Schlierbachswald bei Eschwege im nördlichen Werra-Bergland zu beobachten (38 % der dortigen Quellbäche). An solchen Bächen wurden Imagines von *C. bidentata* im Rahmen dieser Untersuchung nicht gefunden.

Weitere Habitatveränderungen für *C. bidentata* wurden durch massives **Ablagern von Holzabfällen** auf längeren Abschnitten der Quellbachrinnen bewirkt

©Ges. deutschspr. Odonatologen e.V.; download www.libellula.org/libellula/ und www.zobodat.at

(in 10 % der Fälle). Die Spezies wurde an solchermaßen veränderten Quellbächen nicht beobachtet. Ein markantes Beispiel ist der Guttelsbach bei Rotenburg. Sein Hauptquellabfluss wurde im Vorjahr auf einer Länge von 100 m vollständig mit Astschnittgut zugedeckt, aus dem inzwischen Brennnesselherden hervorwuchern (Abb. 8). Imagines von *C. bidentata* konnten zwar von M. Kreisel noch am Mittellauf des Baches beobachtet werden, wo diesem Hangseitenquellen zufließen, aber nicht an der betroffenen Hauptquelle.

Die **Zerfahrung von Quellfluren** durch schwere Forstmaschinen war im Buntsandstein des Untersuchungsgebietes nur vereinzelt zu beobachten (7 % der Fälle). Sie konnte jedoch lokal Quellbäche stärker beeinflussen, wie in der Söhre oder in Teilen des nördlichen hessischen Rothaargebirges.

Die übrigen anthropogenen Faktoren, wie Einflüsse aus bergwärts über den Quellen gelegenen Agrarflächen (2 % der Fälle) oder Trinkwassergewinnung, Quellfassung, Bachdrainagen oder Müllablagerung (zusammen 6 % der Fälle) spielten im Untersuchungsgebiet quantitativ eine untergeordnete Rolle.

Abbildung 7: Quellnaher Waldteich im Ostknüll: steilufrig, kalt, von Wasserlinsendecken überzogen, extrem artenarm. Durch die Anlage des Teiches wurde ein potenziell gut geeigneter Buntsandstein-Quellbach für *Cordulegaster bidentata* beeinträchtigt, wie an vielen Stellen der Region (25.07.2014). – Figure 7. Forest pond in the eastern Knüll Mountains dammed just after the spring; it is very poor in species since it is cold, covered with *Lemna* sp. and has steep banks; here a potential Bunter Sandstone habitat of *Cordulegaster bidentata* has been damaged as is the case at many places in this region (25-vii-2014).

©Ges. deutschspr. Odonatologen e.V.; download www.libellula.org/libellula/ und www.zobodat.at

Die Habitate auf paläozoischer Grauwacke

Devonische und karbonische Grauwacken und Tonschiefer stehen im Untersuchungsgebiet im nördlichen Werra-Bergland und im nördlichen hessischen Rothaargebirge an. In den beiden Gebieten trat jedoch *C. bidentata* sehr unterschiedlich häufig auf:

Im Werra-Bergland war die Libelle auf Grauwacke regelrecht häufig anzutreffen. Die Imagines flogen an sechs der elf kartierten Quellbäche (55 %). Alle sechs Habitate wiesen den Komplex der Habitatmerkmale auf, der zu Anfang des Unterkapitels „Habitateigenschaften" beschrieben ist. Relevante anthropogene Einflüsse wurden in diesen zumeist steilen, steinigen Laubwaldhängen kaum festgestellt. Dagegen wurde *C. bidentata* an den 44 kartierten Quellbächen im nördlichen hessischen Rothaargebirge gar nicht gefunden, obwohl etwa die Hälfte von ihnen eine Geländestruktur und Wasserführung aufwies, wie sie auch an besiedelten Bächen auftrat. Nur acht Quellbäche (18 %) hatten dort eine geringe Hangneigung und waren versumpft, zehn von ihnen (23 %) waren dicht überwachsen.

Allerdings war festzustellen, dass der paläozoische Untergrund im gesamten nördlichen hessischen Rothaargebirge sehr zähllehmige Oberböden darbietet, bewirkt durch eine aufgewehte, dünne Lößdecke. Bachbetten, die für die Larven

Abbildung 8: Der Quellabschnitt des Guttelsbaches bei Rotenburg/Fulda wurde auf 100 m Länge mit Holzabfällen aus dem Forstbetrieb verfüllt. *Cordulegaster bidentata* war dort nicht mehr nachzuweisen (16.07.2014). – Figure 8. The spring section of Guttels Brook near Rotenburg/Fulda has been completely dumped with waste wood over a reach of 100 m. *Cordulegaster bidentata* could not be found there (16-vii-2014).

©Ges. deutschspr. Odonatologen e.V.; download www.libellula.org/libellula/ und www.zobodat.at

von *C. bidentata* grabbar wären, wurden nicht angetroffen. Nur die Itter-Quelle im Bergland bei Willingen weist einen gut grabbaren Untergrund auf, doch sie liegt isoliert durch weitläufige Fichtenforste auf 760 m ü. NHN. Dagegen fehlt im südlichen hessischen Rothaargebirge – etwa ab Frankenberg südwärts – eine Lösslehmdecke, bei ansonsten weitgehend identischen Habitatstrukturen, und *C. bidentata* ist dort weit verbreitet. Somit dürften die zählehmigen Bachbetten im nördlichen hessischen Rothaargebirge wesentlich zur fehlenden Präsenz von *C. bidentata* beitragen.

Die Habitate auf Kalk

Auf Kalkstein liegen 34 kartierte Quellbäche, davon 30 in der Rhön und vier im nördlichen Werra-Bergland. Es handelt sich um Muschelkalk – mit Ausnahme einer Seitenquelle des Flachsbaches bei Witzenhausen auf Zechsteinkalk.

Im Werra-Bergland besaßen zwei der drei dort kartierten Kalk-Quellbäche die typischen Habitatmerkmale, die oben für *C. bidentata* beschrieben wurden. Die Standorte waren anthropogen kaum beeinflusst. Dort wurden Imagines von *C. bidentata* gefunden. Dagegen weist der dritte Kalk-Quellbach Hüttenborn bei Neu-Eichenberg einen quellnahen Teich auf. Am dortigen Quellbach trat *C. bidentata* nicht auf.

In der Rhön dagegen wurde *C. bidentata* an keinem der 30 Kalkquellbäche gefunden, weder auf der hessischen noch auf der thüringischen Seite, obwohl die Hälfte von ihnen dem o.g. Komplex von Habitateigenschaften entsprach. Die andere Hälfte dieser Bäche war dagegen dicht überwachsen und vereinzelt auch trockengefallen oder begradigt, letzteres vor allem in Thüringen, auch inmitten von Wäldern. Zudem wurden diese Bäche vom Wegebau und von landwirtschaftlicher Nutzung über den Quellbächen beeinflusst (20 bzw. 27 % der Fälle). Insgesamt enthalten viele Kalkquellbäche der Rhön reichliche Beimischungen von Basaltgestein, das von den höhergelegenen Kuppen eingetragen wurde.

Die Habitate auf Basalt

Bäche auf Basalt wurden nicht systematisch, sondern nur stichprobenartig kartiert, weil dort in allen früheren Kartierungen trotz umfangreicher Suche keine Imagines von *C. bidentata* gefunden wurden. Auch die 18 Quellbäche, die im Zuge dieser Untersuchung nun wieder bearbeitet wurden, ergaben keine Nachweise der Spezies. Auf eine Betrachtung der Habitatstrukturen dieser Bäche wird verzichtet.

Diskussion

Verbreitung und Geologie

Die dargestellten Ergebnisse über das Vorkommen von *Cordulegaster bidentata* in bisher nicht untersuchten Regionen Nordhessens zeigen, dass die Art in diesem Raum zwar vorkommt, aber die einzelnen Gebiete und geologischen Formationen

©Ges. deutschspr. Odonatologen e.V.; download www.libellula.org/libellula/ und www.zobodat.at

sehr unterschiedlich dicht besiedelt. Dabei ist davon auszugehen, dass die Verbreitungsverhältnisse durch die Imaginalkartierung ausreichend genau erfasst wurden, weil nach den methodengleich durchgeführten Kartierungen in anderen Gebieten Hessens nur mit einem geringen Anteil unentdeckter Vorkommen zu rechnen ist (siehe Kapitel „Methoden und Untersuchungsgebiet" sowie Tamm 2011, 2012a, 2012b).

Das vorgefundene Verbreitungsbild bestätigt die früheren Ergebnisse über die ungleichmäßige Verteilung der Art im gesamten Bundesland Hessen (zusammenfassend Tamm 2012a), die offenbar in erheblichem Maße von der Art des geologischen Untergrundes abhängt. Diese Untersuchung zeigt jedoch auf, dass das Vorkommen oder Fehlen von *C. bidentata* nicht streng von der geologischen Formation abhängig ist. Die Spezies entwickelt weder überall auf paläozoischen Grauwacken und Tonschiefern, Kalken und Mittlerem Buntsandstein hohe Populationsdichten – sie kann dort sogar fehlen –, noch fehlt sie immer auf Unterem Buntsandstein, wie noch bei Tamm (2012a) angenommen. Während sie auf den Grauwacken und Tonschiefern im nördlichen hessischen Rothaargebirge bis hinab in den Raum Frankenberg offensichtlich nicht vorkommt, entwickelt sie südlich davon – ebenfalls auf Grauwacken und Schiefern – hohe Besiedlungsdichten (Tamm 2012a).

Insgesamt bleibt festzuhalten, dass die lokalen Fazies einiger Formationen offenbar zu unterschiedlich sind, um einheitliche Habitatstrukturen anbieten zu können. Vor allem der mitunter verschiedene Gehalt an Sand und Ton im Ausgangsgestein an verschiedenen Stellen derselben geologischen Formation führt, zusammen mit dem Gefälle und der Schleppkraft des Wassers, zu sehr unterschiedlich geeigneten Bachbetten.

Hinzu kommen unterschiedliche Einflüsse anderer natürlicher Faktoren, wie die Hangneigung, die Disposition zum Trockenfallen sowie die regional sehr unterschiedlichen Gepflogenheiten beim Umgang mit den Waldbächen, vor allem seitens der Forstbetriebe. Die natürliche Habitateignung hängt also nicht allein vom geologischen Untergrund ab und sie wird zudem von anthropogenen Faktoren stark überlagert.

Die Verhältnisse auf Buntsandstein, die im Mittelpunkt der Untersuchung standen, werden im folgenden Unterkapitel ausführlicher diskutiert. Die Besiedlungssituation in den hessischen Kalkgebieten ist dagegen noch zu wenig untersucht, um weitergehende Aussagen zu erlauben. Sicher ist nur, dass *C. bidentata* an mehreren Kalkbächen des nördlichen Werra-Berglandes vorkommt. Kalkbäche können für *C. bidentata* ausgezeichnete Habitate sein, wie die extrem hohen Siedlungsdichten im Frankenjura zeigen (Jeworutzki & Frobel 2008). Auf Basalt scheint die Spezies generell zu fehlen, auch dort, wo Basaltgestein nur vom Berg her ins Bachbett eingetragen wurde (Rhön). Das zeigt auch diese Untersuchung wieder. Über die Ursachen der offensichtlichen Totalmeidung des Basalts liegen bisher keine gesicherten Erkenntnisse vor. Die zählehmigen Verwitterungsprodukte, die aus Basalt hervorgehen, dürften dabei jedoch eine zentrale Rolle spielen.

©Ges. deutschspr. Odonatologen e.V.; download www.libellula.org/libellula/ und www.zobodat.at

Zum Vorkommen von *C. bidentata* auf Buntsandstein

Die vorliegende Kartierung fand zum größten Teil auf Buntsandstein statt (62 % der aufgesuchten Quellbäche). Sie vermag daher weitere Erkenntnisse zur „Buntsandstein-Frage" zu liefern, die zuerst von Buchwald (1988) aufgeworfen wurde. Er fand *C. bidentata* im Schwarzwald nur an einem von 58 Bächen und stellte die Hypothese auf, die Libelle könne den Buntsandstein generell meiden. Auch andere Untersuchungen stellten diese Libelle auf Buntsandstein zunächst nur selten fest, so auch in Hessen (Tamm 2012a) oder im Grenzgebiet zu Hessen (z.B. Liebelt et al. 2011; Malkmus 2014a, b).

Doch wurde die Spezies bisweilen auch auf Buntsandstein häufiger gefunden (z.B. Altmüller et al. 1989; Dombrowski 1989; Pix & Bachmann 1989). Später zeigte sich bei den Kartierungen in Hessen, dass *C. bidentata* den Buntsandstein sehr unterschiedlich stark besiedelt. In manchen Buntsandstein-Gebieten tritt sie regelrecht häufig auf, in anderen selten oder gar nicht. Die hessischen Ergebnisse deuteten darauf hin, dass der Mittlere Buntsandstein sehr gut, der Untere und der Obere dagegen schwach oder gar nicht besiedelt würden (Tamm 2012a).

Das Gebiet für diese Kartierung wurde eigens so gewählt, dass zahlreiche Neufunde von *C. bidentata* auf Buntsandstein zu erwarten waren. Es war zuvor nicht systematisch auf Vorkommen der Art kartiert worden. Lediglich ein Zufallsfund von M. Kreisel war bislang bekannt. Das Untersuchungsgebiet stellt die natürliche Fortsetzung der Buntsandsteinschollen des Reinhardswaldes und des Riedforstes bei Melsungen dar. In diesen nördlich anschließenden Gebieten tritt *C. bidentata* häufig auf und besiedelt nach den Untersuchungen von A. Pix im Reinhardswald und R. Horn im Riedforst etwa jeden dritten Quellbach in den Laubwäldern (Pix 2009; Tamm 2012a; Roland et al. 2013). Es erschien mir somit wahrscheinlich, dass die Besiedlungsdichte in dem südlich angrenzenden Buntsandstein-Untersuchungsgebiet ähnlich hoch sein würde.

Daher war es zunächst überraschend, dass *C. bidentata* in der Nachbarschaft ihrer genannten Dichtezentren und auf derselben geologischen Formation so ausgesprochen selten zu finden war. Jedoch zeigt die Analyse der erfassten Habitateigenschaften, deren entscheidende Bedeutung für das Vorkommen oder Fehlen von *C. bidentata* in den Voruntersuchungen erkannt worden waren, dass sie im Untersuchungsgebiet die Lebensmöglichkeiten für *C. bidentata* offenbar stark eingrenzen. Daran wirken die erfassten natürlichen Habitatstrukturen und anthropogenen Einflussfaktoren in gleicher Größenordnung mit.

Von den 169 Quellbächen auf Buntsandstein scheinen, auf der Grundlage aller meiner Beobachtungen an *C. bidentata*, nur 65 von den natürlichen Strukturen her als Lebensraum für die Art geeignet zu sein. Von diesen unterliegen 31 Bäche verschiedenen anthropogenen Einflüssen, unter denen die Art selten einmal zu beobachten war. Demnach dürften für *C. bidentata* nur noch 34 Quellbäche günstige Habitatverhältnisse bieten (20 % der Quellbäche auf Buntsandstein), von denen sie tatsächlich nur an sieben gefunden wurde (20 % aller geeigneten Bäche, 4 % der Bäche auf Buntsandstein).

©Ges. deutschspr. Odonatologen e.V.; download www.libellula.org/libellula/ und www.zobodat.at

Diese Besiedlungsfrequenz ist sehr gering im Vergleich zu einigen anderen hessischen Mittelgebirgen, wie dem Kellerwald oder dem Gladenbacher Bergland, wo *C. bidentata* mit gleicher Erfassungsmethodik an 35 bis 50 % der Quellbäche gefunden wurde. Maxima wurden dabei im Schelderwald festgestellt (JT). Im östlichen Reinhardswald wurde sie in ähnlicher hoher Frequenz gefunden, aber vorwiegend durch Larvenerfassung (Pix 2009). Somit waren die Imagines von *C. bidentata* an den Quellbächen des hier betrachteten Buntsandsteingebiets mit etwa zehnmal geringerer Frequenz anzutreffen als an denen der genannten Vergleichsräume.

Von besonderem verbreitungsökologischem Interesse sind die drei Vorkommen von *C. bidentata* auf Unterem Buntsandstein, auf dem die Art bisher kaum gefunden wurde. Diese Formation ergibt in Mitteleuropa gewöhnlich zähllehmige Verwitterungsböden, während sich über Mittlerem Buntsandstein mit seinem zumeist höheren Sandanteil häufig gut grabfähige Bachbetten finden (siehe auch Tamm 2012a). Im Untersuchungsgebiet bot der Untere Buntsandstein jedoch etwa gleich viele Habitate mit günstigen natürlichen Strukturen an wie der Mittlere Buntsandstein (43 % und 35 % der jeweils dort untersuchten Bäche). Auch trat *C. bidentata* in beiden Formationen etwa gleich oft auf (drei bzw. vier Fundstellen). Nennenswerte Unterschiede zwischen den Bachstrukturen der beiden Formationen bestehen im Untersuchungsgebiet darin, dass die Quellbäche auf dem Mittlerem Buntsandstein stärker zum Trockenfallen neigen, während sie auf dem Unteren Buntsandstein häufiger zähllehmige Bachbetten haben. Beide Faktoren gleichen sich jedoch in etwa aus und bewirken ähnliche Habitateignungen.

Habitate und anthropogene Einflüsse

Die Habitatstrukturen der Quellbäche, an denen Imagines *von C. bidentata* im Untersuchungsgebiet angetroffen wurden, entsprechen im Wesentlichen dem bisher bekannten Muster (vgl. Tamm 2011, 2012a, 2012b). Danach spielen besonders die Hangneigung, das Angebot an grabfähigem Feinsubstrat im Bachbett, der Laubwaldanteil in der Umgebung der Quellbäche und eine ausreichende Stetigkeit der Wasserführung eine entscheidende Rolle. Auch ein ausreichender freier Flugraum über den Quellbächen scheint für das Auftreten der Art notwendig zu sein. Zwar verträgt *C. bidentata* nach meinen Beobachtungen beachtlich viel Ufervegetation, Geäst und Reisig am und über dem Quellbach, doch keine kompletten, dichten Überwachsungen und Überdeckungen auf längeren Strecken. Niedrige pH-Werte scheinen dagegen im Untersuchungsgebiet an keiner Stelle ein Ausschlussfaktor für *C. bidentata* gewesen zu sein, denn er lag auch in den sauersten Quellbächen nicht unter 6.

Auffallend war – im Vergleich zu anderen bearbeiteten Regionen Hessens – das sehr geringe Gefälle vieler Quellbäche im Untersuchungsgebiet, vor allem auf Buntsandstein. Im Unterschied zu den Hangsickerbächen, an denen *C. bidentata* vor allem vorkommt, sammelt sich dort das Wasser in Ketten von Quellmulden und stagniert darin. Die Überläufe sind bei der schwachen Hangneigung offenbar zu schwach, um den Wasserkörper nennenswert umzuwälzen und um in der Folge eine ausreichend strömende Sickerrinne zu erzeugen. Zusätzlich sammeln

©Ges. deutschspr. Odonatologen e.V.; download www.libellula.org/libellula/ und www.zobodat.at

sich zumeist Falllaubmassen in diesen Quellmulden an, die oft schon in geringer Tiefe anaerobe Verhältnisse zeigen. Es erscheint sehr unwahrscheinlich, dass die Larven von *C. bidentata* unter solchen Bedingungen überleben können. Jedenfalls wurde die Spezies bisher an Quellbächen dieses Typs nirgendwo gefunden.

Ein zweiter Quellbachtyp im Untersuchungsgebiet sind Steilhangbäche. Sie waren an den Stirnseiten der Schichtstufen des Buntsandsteins verschiedentlich anzutreffen. In ihnen schießen Hochwässer heftig zu Tal. Diese „Schussrinnen" weisen kaum Feinsedimentlager auf, stattdessen dominiert hier blankes Gestein. Hinzu kommt, dass diese Bäche nach den Hochwasserschüben oft schnell wieder trockenfallen. Auch hier erscheint es wenig wahrscheinlich, dass die Larven von *C. bidentata* und ihre Beutetiere überleben können, denn sie laufen Gefahr, von den reißenden Hochwasserwellen weggerissen oder vom Gestein zermalmt zu werden oder auszutrocknen. So überrascht es nicht, dass *C. bidentata* an Bächen dieses Typs nicht gefunden wurde.

Der Mangel an geeigneten Habitaten für *C. bidentata* im Untersuchungsraum wird deutlich verstärkt durch offensichtlich nachteilige anthropogene Einflüsse. Von ihnen schlagen besonders der großflächige Anbau von Nadelwald und die sehr häufige Anlage quellnaher Stauteiche massiv zu Buche. In keinem der von mir kartierten hessischen Mittelgebirge konnte *C. bidentata* in großflächigen Nadelwäldern angetroffen werden, anders als im Hochharz, wo Baumann (2014) die Art im Bergfichtenwald antraf.

Quellnahe Teiche vermindern die von *C. bidentata* besiedelbare Quellbachstrecke im Habitatzentrum und verändern die thermisch-chemischen Bedingungen der Abflüsse. Das stehende Wasser wärmt sich auf. Oft sind die Teiche mit Falllaub angefüllt und organisch belastet, wodurch sauerstoffarmes, erwärmtes, manchmal fauliges Wasser in den unterhalb gelegenen Bach gelangt. Larven von *C. bidentata*, die in die Teiche verdriftet werden, dürften kaum überleben. Auch der abfließende Bach dürfte zumindest für einige hundert Meter nachteilig verändert sein. An Quellbächen mit Teichen dieser Art wurden nur zweimal Imagines von *C. bidentata* gefunden (siehe Kapitel „Ergebnisse").

Insgesamt halbierten anthropogene Einflüsse auf dem Buntsandstein der Region die Zahl der Quellbäche, die für *C. bidentata* potenziell geeignet erscheinen. Habitatverluste in dieser Größenordnung könnten die Ursache dafür sein, dass dort 80 % der als besiedelbar bewerteten Bäche ohne Imaginalvorkommen waren.

Cordulegaster bidentata lebt in Metapopulationen. Die Teilpopulationen sind klein und finden sich weit verstreut an Waldquellen. Sie sind somit der Gefahr ausgesetzt, nach einer Reihe ungünstiger Jahre auszusterben. Durch lange Regenperioden in der sommerlichen Schlupf-, Reifungs- und Fortpflanzungszeit können ganze Jahrgänge ausfallen. Pix (2009) berichtet von einem solchen Fall im Reinhardswald im Jahre 2007. Durch langes Trockenfallen von Bächen könnten Larvenpopulationen aussterben. Zwar dürften solche Ausfälle, zumindest unter natürlichen Bedingungen, durch Zuwanderung zumeist wieder ersetzt werden, doch gilt nach wie vor der Satz von Leipelt (1999): »Über das Ausbreitungspotenzial von *C. bidentata* kann lediglich spekuliert werden…«.

©Ges. deutschspr. Odonatologen e.V.; download www.libellula.org/libellula/ und www.zobodat.at

Bisher liegt hierzu nur eine Beobachtung von A. Pix (pers. Mitt.) vor, der im Jahr 2010 ein Männchen von *C. bidentata* an zwei Quellen im Reinhardswald fand, die 1.200 m voneinander entfernt liegen. Hinweise auf das Ausbreitungspotenzial von Quelljungfern geben auch die Untersuchungen an *C. boltonii* (Schweighofer 2008; Laister 2012). Letzterer wies bei Männchen Wanderstrecken von bis zu 2.150 m nach. Die Weibchen beider Arten dürften jedoch auf der Suche nach geeigneten Eiablageplätzen weitere Strecken zurücklegen. Besonders die Weibchen von *C. bidentata* müssen ja in der Lage sein, in den Waldgebirgen weite Wege zwischen den verstreut liegenden Quellbächen zurückzulegen.

Trotz der anzunehmenden Kolonisationsfähigkeit der *Cordulegaster*-Arten dürfte die Wahrscheinlichkeit einer Wiederbesiedlung verwaister Quellbäche mit dem Abstand zur nächstgelegenen Spenderpopulation abnehmen. So könnte die Wiederbesiedlung verwaister Habitate nicht mehr gelingen, wenn die Abstände zwischen den Teilpopulationen zu groß werden, um von den Weibchen überbrückt werden zu können. Diese Gefahr dürfte besonders dort bestehen, wo ein Gebiet von *C. bidentata* schon von Natur aus dünn besiedelt wird und wo habitatverschlechternde anthropogene Einflüsse hinzukommen. Eine solche Situation könnte zum regionalen Aussterben der Art führen. Manches spricht dafür, dass dies im untersuchten Buntsandsteingebiet der Fall ist. Es würde verständlich machen, dass *C. bidentata* dort so selten ist und dass sie offensichtlich die strukturell geeigneten Quellbäche in nur geringem Maße zu nutzen vermag.

Die Habitatsituation von *C. bidentata* ist im hier behandelten Untersuchungsgebiet also in der Tat wesentlich schlechter, als in den nördlich sich anschließenden Buntsandsteingebieten. Deren Quellbäche wurden zwar nicht hinsichtlich der strukturellen Habitateignung analysiert, doch weisen die Bäche dort nach meinen Beobachtungen viel öfter eine günstige Hangneigung, Substratqualität und Wasserführung auf. Auch die anthropogenen Beeinträchtigungen, der Nadelholzanteil und besonders der Aufstau von Quellbächen, sind dort viel seltener. So wird verständlich, dass *C. bidentata* im Reinhardswald und Riedforst mit rund 40 % die höchsten, bisher bekannten Quellbesiedlungsgrade erreicht, die in Mitteleuropa sonst nur noch in Teilen des Rheinischen Schiefergebirges (Tamm 2012a, b) und des Frankenjuras beobachtet wurden (Jeworutzki & Frobel 2008), während sie in den südlich angrenzenden nordosthessischen Buntsandsteingebieten, etwa ab einer Linie Malsfeld – Altmorschen, nur noch 4 % der Quellbäche besiedelt.

Zur Seltenheit der Art im höheren Mittelgebirge

Meine Kartierungen in Nordhessen erfassten in zwei Regionen auch höhere Mittelgebirge etwa oberhalb 700 m ü. NHN: das Rothaargebirge bei Willingen sowie die hessische und thüringische Hochrhön. Dort konnte *C. bidentata* an keiner Stelle gefunden werden, auch nicht dort, wo strukturell geeignete und anthropogen wenig beeinträchtigte Quellbäche vorhanden waren. Im Rothaargebirge schienen nur die Itterquellen zwischen 720 und 760 m ü. NHN strukturell geeignet zu sein. Sie liegen aber recht isoliert in weiträumigen, dunklen Fichtenforsten.

©Ges. deutschspr. Odonatologen e.V.; download www.libellula.org/libellula/ und www.zobodat.at

In der Hochrhön dagegen waren mehrere gut strukturierte Kalkbäche vorhanden, an denen *C. bidenata* dennoch nicht beobachtet wurde, wie die Quellen der Streu (720 m ü. NHN) oder der Hohen Geba (etwa 650 m ü. NHN). Allerdings enthalten sie zumeist auch in größerer Menge Basaltgestein. Auch an den hessischen Quellbächen um das Rote Moor, von wo Beck (1986) die Art meldete, waren von mir trotz mehrerer ausführlicher Begehungen zu optimaler Flugzeit und bei bestem Wetter keine Imagines von *C. bidentata* nachzuweisen. Außerdem liegen diese Quellen der Ulster entweder in Basaltblockfeldern oder – soweit auf einem Kalkband gelegen – auf offenen Viehweiden, wo sie sich als tief eingeschnittene, völlig überwachsene Gräben darstellen. Ein Vorkommen von *C. bidentata* ist dort aktuell auszuschließen. Nur ein Bachabschnitt von 7 m Länge ist für *C. bidentata* günstig strukturiert, liegt allerdings auf einer offenen Bergweide und wurde bei meinen Begehungen ebenfalls nicht von *C. bidentata* beflogen. Die Quellen des Grumbaches liegen zwar im Kalk, sind jedoch stark von Basaltblockschutt überworfen. Das Moorwasser entspringt im Roten Moor fast ohne Gefälle, ist sogleich tief und wasserreich und dürfte daher für *C. bidentata* ungeeignet sein. Dort tritt allerdings *C. boltonii* auf. Somit vermag ich Becks Angaben über *C. bidentata* in der hessischen Rhön – zumal unbelegt – nicht als verlässliche Nachweise zu werten. Seine Fundstellen aus der unmittelbar benachbarten bayerischen Hochrhön (Eisgraben) wären noch zu überprüfen.

Auch in anderen höheren Mittelgebirgen Deutschlands wurde *C. bidentata* bisher nur selten gefunden, obwohl sie in den Alpen regelmäßig auch oberhalb der Baumgrenze bis 1.880 m ü. NHN auftritt (Wildermuth et al. 2005; Raab et al. 2007; Wildermuth & Martens 2014). In den Hochlagen des Schwarzwaldes traf Buchwald (1988) die Libelle nur ganz vereinzelt an und Heidemann (1979) einmal am Schurnsee auf 800 m ü. NHN. Im Hochharz liegen der höchste Reproduktionsnachweis der Spezies bei 535 m ü. NHN und die höchste Sichtbeobachtung einer einzelnen Imago außerhalb eines potenziellen Reproduktionshabitats bei 800 m ü. NHN (Baumann 2014). Müller (2012) meldete aus dem Ostharz den höchsten Fund von den Quellen der Rappbode auf 546 m ü. NHN. Aus dem Thüringischen Schiefergebirge, direkt an der Landesgrenze zu Bayern, liegt ein Nachweis einer Imago von *C. bidentata* aus 620 m ü. NHN vor (F. Petzold pers. Mitt.). Aus dem Bayerischen und Oberpfälzer Wald und dem Erzgebirge melden Stümpel et al. (1998) und Brockhaus & Fischer (2005) gleichfalls nur vereinzelte Vorkommen. Aus dem Hochsauerland, dem Westerwald und der Eifel werden gar keine hochgelegenen Funde gemeldet (Braun et al. 1984; Belz & Fuhrmann 2000; Greis-Harnischmacher 2000; Schlüpmann & Grüne 2000). Im hohen Thüringer Wald schließlich wurde *C. bidentata* noch nie nachgewiesen (Zimmermann et al. 2005).

Diese allgemeine Seltenheit von *C. bidentata* in den höheren Mittelgebirgen deutet auf einen höhenabhängigen Ausschlussfaktor hin, der mit den niedrigeren Temperaturen und/oder höheren Sommerniederschlägen zusammenhängen könnte. Das widerspricht meiner Annahme (Tamm 2012a), dass das Verbreitungsbild der Spezies »bei der nachgewiesenen beträchtlichen Eurythermie der Larven

©Ges. deutschspr. Odonatologen e.V.; download www.libellula.org/libellula/ und www.zobodat.at

im Mittelgebirge Zentraleuropas (Fränzel 1985) nur sehr lokal, wenn überhaupt durch Extrema der Wassertemperatur bestimmt werden dürfte«.

Die Seltenheit in den hohen Mittelgebirgen scheint auch im Widerspruch zu stehen mit dem regelmäßigen Vorkommen der Libelle in den Alpen weit über 1.000 m ü. NHN. Allerdings unterscheiden sich die ökologischen Bedingungen im Hochgebirge und in den höheren Mittelgebirgen in mehreren Faktoren, die für *C. bidentata* relevant sind und Unterschiede in der Häufigkeit der Art erklären könnten:

- Die Quellbäche der Alpen liegen im Winterhalbjahr in der Regel schon früher als diejenigen der Mittelgebirge unter einer schützenden Schneedecke, die das tiefgründige Durchfrieren der Bachbetten verhindern dürfte. Dagegen kommt es in den höheren Mittelgebirgen immer wieder zu strengen Kahlfrösten, durch die auch das hyporheische Interstitial der Quellbäche zufrieren kann. Es erscheint nicht unwahrscheinlich, dass die Larven von *C. bidentata* dort verstärkt dem Einfrieren ausgesetzt sind und das nicht überleben. Dies wäre noch durch Kältetoleranz-Experimente und Freilandmessungen im Interstitial nachzuprüfen.
- Viele höhere Mittelgebirge, wie die Rhön, die Eifel oder das Sauerland, sind im Sommer häufig ausgeprägten Schlechtwetterphasen ausgesetzt, die anhaltende Regenfälle, wochenlange Kühle und Sonnenarmut mit sich bringen. K. Baumann (pers. Mitt.) berichtet aus dem Hochharz, dass dort im Sommer sehr häufig Quellwolkendecken bereits im Laufe des Vormittags aufziehen. Hierdurch dürften die Imagines von *C. bidentata* in ihren Aktivitäten erheblich beschränkt sein und auch erhebliche Mortalitäten erleiden, die insgesamt zu einer kritischen Reproduktionslage führen könnten. Weite Teile der Alpen sind dagegen trotz der Höhenlage trockener, sommerwärmer und wolkenärmer. Zudem dürfte die dort höhere Strahlungsenergie für die Imagines von *C. bidentata* förderlich sein und zu besseren Fortpflanzungsergebnissen führen.
- *Cordulegaster bidentata* ist in den Mittelgebirgen eine fast reine Waldlibelle. Ausnahmen wurden bisher im Wesentlichen nur aus präalpinen Mooren (Gerken 1982) und – mit einem einzelnen Individuum – aus dem Hochharz bekannt (Baumann 2014). In den Alpen ist die Art dagegen auch an Quellbächen im Offenland oberhalb der Baumgrenze anzutreffen. Dieser scheinbare Widerspruch erscheint mir nach zahlreichen Beobachtungen am Verhalten der Imagines im Quellbach-Habitat auflösbar zu sein: Sowohl die Männchen bei der Patrouille als auch die Weibchen bei der Eiablage benötigen einen wenigstens teilweise freien Flugraum über dem Bach. In den Mittelgebirgen ist dies vor allem dort gegeben, wo ein Mindestmaß an Waldschatten das Zuwuchern der Bachprofile durch Gräser und Stauden verhindert. Dieses Zuwuchern bei Belichtung ist außerhalb des Waldes die Regel und auf basenreichen Standorten (Kalk) besonders ausgeprägt. Dagegen bleiben die Quellbäche der Alpen oberhalb der Baumgrenze in Folge der Dauer der Schneedecke, der Kürze der Vegetationsperiode und der

©Ges. deutschspr. Odonatologen e.V.; download www.libellula.org/libellula/ und www.zobodat.at

kältebedingt geringeren biologischen Bodenaktivität und Nährstoffnachlieferung zumeist frei von massiver Überwucherung. Sie sind somit für die Imagines von *C. bidentata* auch ohne die Unterdrückung der bachbegleitenden Bodenvegetation durch den Waldschatten nutzbar. Schließlich sollten die Imagines von *C. bidentata* in den alpinen Lagen keines Hitzeschutzes durch den Wald bedürfen, wie dies in tieferen Lagen anzunehmen ist. Dort werden diese Libellen ab etwa 28°C oft inaktiv und ruhen im Schatten (A. Pix pers. Mitt.; JT).

Gefährdung und Schutzmaßnahmen

Diese Regionalkartierung von *C. bidentata* zeigt zusammen mit den übrigen Kartierungen in Hessen (Tamm 2012a), dass die Art in den Mittelgebirgen des Landes weit verbreitet und in manchen Räumen häufig ist. Sie zeigen aber auch, dass sie in anderen Regionen nur wenige geeignete Habitate vorfindet und dort ausgesprochen selten ist. Diese Seltenheit geht zum Teil auf natürliche strukturelle Gegebenheiten zurück, zum Teil aber auch auf anthropogene Beeinträchtigungen. Letztere können regional erheblich sein und machen im hier vorgestellten Kartierungsgebiet offenbar die Hälfte der von Natur aus geeigneten Habitate für *C. bidentata* unbrauchbar. Die Hauptursachen sind der noch immer großflächige Nadelholzanbau und – regional ganz ausgeprägt – der Bau von quellnahen Teichen und das Ablagern von Holzabfällen in den Quellbachprofilen.

In den letzten Jahren ist verstärkt das Zerfahren von Hangquellen durch schwere Forstmaschinen bei fehlendem Bodenfrost zu beobachten, das die Quell-Ökosysteme schwer und auf längere Zeit schädigt. Als weitere neuartige Gefährdung kommen in den Mittelgebirgswäldern die massiven Fundamentgründungen für große Windkraftanlagen – 15 m tiefe Betonsockel – hinzu, die in vielen Fällen gerade die Hangquellgebiete betreffen und dort für *C. bidentata* zu einem Problem werden können.

Angesichts dieser Ergebnisse und neuen Entwicklungen habe ich meine Einschätzung zu revidieren, *C. bidentata* könne in den Roten Listen von „stark gefährdet“ auf „gefährdet“ zurückgestuft werden (Tamm 2012a). Die Libelle ist regional selten und hat dort vermutlich Probleme, erloschene Teilpopulationen wieder neu aufzubauen. Dazu erfährt sie weitere, oft starke und zunehmende Beeinträchtigungen. Somit sollte sie weiterhin als „stark gefährdet“ angesehen werden. Eine Einstufung als „ungefährdet“, wie in der Roten Liste Baden-Württembergs (Hunger & Schiel 2006), kann zumindest in Hessen nicht vertreten werden.
Es dürfte vielmehr nötig werden, für die Erhaltung von *C. bidentata* in Mitteleuropa Schutzinitiativen zu ergreifen. Diese könnten zunächst in der fachlichen Beratung der Forstbetriebe, z.B. der Entwicklung von Faltblättern für den Forstpraktiker, und in der planerischen Begleitung von Windkraftanlagen in den Mittelgebirgswäldern bestehen. Zu empfehlen wäre auch der sukzessive Rückbau von quellnahen Teichen, z.B. im Zuge von Ausgleichsmaßnahmen für Eingriffe in Natur und Landschaft.

©Ges. deutschspr. Odonatologen e.V.; download www.libellula.org/libellula/ und www.zobodat.at

Danksagung

Dem Landesbetrieb Hessen-Forst danke ich für die großzügige Genehmigung zum Befahren der Waldwege und für die Erstellung der Übersichtskarte zu den kartierten Standorten (Abb. 1). Für die Hilfe bei der Datenverarbeitung bedanke ich mich bei Hanns-Jürgen Roland, dem Verantwortlichen für die Datenbank des AK „Libellen in Hessen". Bei Mathias Lohr, Kathrin Baumann, Benno von Blanckenhagen und Andreas Pix bedanke ich mich für nützliche Diskussionen und Zusatzinformationen, bei Arno Werner für das Zurverfügungstellen des Bildes vom Trombach.

Literatur

Altmüller R., M. Breuer & M. Rasper (1989) Zur Verbreitung und Situation der Fließgewässerlibellen in Niedersachsen. *Informationsdienst Naturschutz in Niedersachsen* 9: 137–176

Baumann K. (2014) Die Libellenarten im Nationalpark Harz. *Schriftenreihe aus dem Nationalpark Harz* 11: 7–135

Beck P. (1986) Libellen der Hohen Rhön. Mischwitz, unveröffentlichtes Manuskript

Belz A. & M. Fuhrmann (2000) Die Libellen des Kreises Siegen-Wittgenstein. *Der Sauerländische Naturbeobachter* 27: 45–48

Braun M., U. Braun & J. Lange (1984) Zwei Nachweise der Gestreiften Quelljungfer (Cordulegaster bidentatus, Odonata, Cordulegastridae) im nördlichen Rheinland-Pfalz. *Naturschutz und Ornithologie in Rheinland-Pfalz* 3: 502–504

Brockhaus T. & U. Fischer (2005) Die Libellenfauna Sachsens. Natur & Text, Rangsdorf

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

Fränzel U. (1985) Öko-ethologische Untersuchungen an Cordulegaster bidentatus Sélys, 1843 (Insecta: Odonata) im Bonner Raum. Diplomarbeit, Universität Bonn

Gerken B. (1982) Probeflächenuntersuchungen in Mooren des Oberschwäbischen Alpenvorlandes – ein Beitrag zur Kenntnis wirbelloser Leitarten südwestdeutscher Moore. *Telma* 12: 67–84

Greis-Harnischmacher W. (2000) Bemerkungen zum Vorkommen von Cordulegaster bidentata in Hagen. *Der Sauerländische Naturbeobachter* 27: 115–120

Heidemann H. (1979) Beobachtungen an der Quelljungfer Cordulegaster bidentatus Selys. *Articulata* 1: 141–143

Hunger H. & F.-J. Schiel (2006) Rote Liste der Libellen Baden-Württembergs und der Naturräume. Stand November 2005 (Odonata). *Libellula Supplement* 7: 15–188

Jeworutzki L. & K. Frobel (2008) Die Gestreifte Quelljungfer in der Hersbrucker Alb. Vortrag Mitwitz. https://www.bund-naturschutz.de/fileadmin/_migrated/content_uploads/3-22.1.08.pdf, letzter Zugriff: 15.06.2015

©Ges. deutschspr. Odonatologen e.V.; download www.libellula.org/libellula/ und www.zobodat.at

Laister G. (2012) Ortstreue und Gewässerwechsel von Cordulegaster boltonii (Odonata: Cordulegastridae). *Libellula* 31: 113–130

Leipelt K.G. (1999) Cordulegaster bidentata Selys und Cordulegaster boltonii (Donovan) (Odonata: Cordulegastridae) im nördlichen Harzvorland. *Braunschweiger Naturkundliche Schriften* 5: 849–856

Liebelt R., M. Lohr & B. Beinlich (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

Malkmus R. (2014a) Verbreitung der Gestreiften Quelljungfer (Cordulegaster bidentata Sélys 1843) im Spessart. *Nachrichten des Naturwissenschaftlichen Museums der Stadt Aschaffenburg* 110: 57–64

Malkmus R. (2014b) Erstnachweis von Cordulegaster bidentata für den Odenwald. *Nachrichten des Naturwissenschaftlichen Museums der Stadt Aschaffenburg* 110: 65–66

Müller J. (2012) Zur Wiederentdeckung von Cordulegaster bidentata im Ostharz (Odonata: Cordulegastridae). *Libellula Supplement* 12: 177–186

Pix A. & P. Bachmann (1989) Libellen im Reinhardswald. *Göttinger Naturkundliche Schriften* 6: 41–54

Pix A. (2009) Die Cordulegastriden im Reinhardswald. *Libellen in Hessen* 2: 47–51

Raab R., A. Chovanec & P. Pennerstorfer (2007) Libellen Österreichs. Springer, Wien

Roland H.-J., S. Stübing, J. Holtzmann, B. von Blanckenhagen, B.J. Hill & M. Seehausen (2013) Aktuelle Verbreitungskarten auf Grundlage von Daten der Jahre 2007 bis 2012. *Libellen in Hessen Supplement* 1: 72 S.

Schlüpmann M. & G. Grüne (Ed.) (2000) Die Libellen des Südwestfälischen Berglandes. *Der Sauerländische Naturbeobachter* 27: 5-55

Schweighofer W. (2008) Syntopes Vorkommen von Cordulegaster boltonii und C. heros an einem Bach im westlichen Niederösterreich (Odonata: Cordulegastridae). *Libellula* 27: 1–32

Stümpel P., H. Stadelmann & G. Burk (1998) Gestreifte Quelljungfer Cordulegaster bidentata Sélys 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) Cordulegaster bidentata in Hessen mit besonderer Berücksichtigung ihrer Bindung an den geologischen Untergrund (Odonata: Cordulegastridae). *Libellula* 31: 131–154

Tamm J. (2012b) Effiziente Kartierung der Gestreiften Quelljungfer Cordulegaster bidentata im Reifungshabitat am Beispiel des Kellerwaldes. *Libellen in Hessen* 5: 32–38

Wildermuth H., Y. Gonseth & A. Maibach (Ed.) (2005) Odonata – Die Libellen der Schweiz. *Fauna Helvetica* 12, Neuchâtel: 398 S.

Wildermuth H. & A. Martens (2014) Taschenlexikon der Libellen Europas. Quelle & Meyer, Wiebelsheim

Zimmermann W., F. Petzold & F. Fritzlar (2005) Verbreitungsatlas der Libellen (Odonata) im Freistaat Thüringen. *Naturschutzreport* 22: 1–224

Manuskripteingang: 13. Dezember 2014

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Libellula

Jahr/Year: 2015

Band/Volume: 34

Autor(en)/Author(s): Tamm Jochen

Artikel/Article: Zur Verbreitung und Ökologie von Cordulegaster bidentata in Nordhessen mit besonderer Berücksichtigung ihrer Vorkommen auf Buntsandstein (Odonata: Cordulegastridae) 27-58