

Erfassung der Gestreiften Quelljungfer (*Cordulegaster bidentata*) SELYS, 1843 im Naturpark und Biosphärenreservat Pfälzerwald (Insecta: Odonata)

von **Jürgen OTT**

Inhaltsübersicht

Zusammenfassung

Summary

- 1 Einleitung
 - 1.1 Bisheriges Quellenmonitoring der FAWF
 - 1.2 Motivation und Ziele
- 2 Methodik
 - 2.1 Inhalt, Umfang und Vorgehen
 - 2.2 Zeitraum und Methodik der Bestandserfassung
- 3 Ergebnisse
 - 3.1 Verbreitung und Ökologie der *Cordulegaster*-Arten in Deutschland
 - 3.2 Zur Einnischung der Larve von *Cordulegaster bidentata* – Ergebnisse einer Literaturstudie
 - 3.3 Quellen und Quellbachoberläufe mit *Cordulegaster*-Nachweisen im Untersuchungsgebiet Biosphärenreservat Pfälzerwald
 - 3.4 Biologische und abiotische Charakterisierung der von *Cordulegaster*-Larven besetzten Quellen
 - 3.5 Weitere Funde im Biosphärenreservat, in der nächsten Umgebung und in Rheinland-Pfalz
 - 3.6 Vorkommen und ausgewählte Funde in benachbarten Bundesländern
 - 3.7 Witterung im Jahr 2012 und im Kartierzeitraum
 - 3.8 Witterung der letzten Jahre und Szenarien für das Biosphärenreservat „Pfälzerwald“
- 4 Diskussion
 - 4.1 Methodik: Vorgehen bei der Larvensuche und Suche nach Larven vs. Suche von Imagines
 - 4.2 Ergebnisse der Kartierungen
 - 4.3 Biologische und abiotische Charakterisierung der nicht besetzten Quellen
 - 4.4 Vergleich mit anderen Kartierungen
 - 4.5 Waldbau und Wildschweinbesatz
 - 4.6 Maßnahmen zum Schutz der Gestreiften Quelljungfer – Rote Liste-Status

- 5 Dank
- 6 Literatur/Webseiten
- Anhang

Zusammenfassung

Im Herbst des Jahres 2012 wurde an 44 Probestellen im Naturpark und Biosphärenreservat Pfälzerwald nach der für Quellen typischen Libellenart „Gestreifte Quelljungfer (*Cordulegaster bidentata*)“ gesucht. Diese Studie steht im Zusammenhang mit dem Quellenmonitoring der Forstlichen Forschungsanstalt für Waldökologie und Forstwirtschaft (FAWF), wobei 30 Probestellen vorgegeben waren und weitere 14 noch gezielt hinzugenommen wurden.

Bei der Kartierung an zehn Geländetagen zwischen Ende Oktober und Anfang November bei sehr guten Witterungsbedingungen wurden an insgesamt acht Probestellen Larven der Gestreiften Quelljungfer (*Cordulegaster bidentata*) gefunden und an ebenfalls acht Probestellen Larven der Zweigestreiften Quelljungfer (*Cordulegaster boltonii*). An drei Probestellen kamen die beiden Arten syntop vor.

An vier der oben genannten, aktuell aber nicht besetzten Probestellen wurden in der jüngsten Vergangenheit Larven der Gestreiften Quelljungfer nachgewiesen, und an weiteren sechs Lokalitäten konnten im Zuge anderer Erfassungen Larven der Gestreiften Quelljungfer – sowie an einem Gewässer auch eine Imago – erfasst werden.

Damit sind insgesamt 19 Vorkommen dieser als allgemein sehr selten geltenden Art im Biosphärenreservat Pfälzerwald mit einer engen Bindung an Waldquellen und Bachoberläufe („Waldlibelle“) nunmehr bekannt. Dies unterstreicht einmal mehr die Bedeutung dieses Gebiets für den Erhalt der Biodiversität, da die Gestreifte Quelljungfer auch eine bundesweite „Verantwortungsart“ ist.

Bemerkenswert war, dass die Larven auch in relativ sauren Biotopen anzutreffen waren, die teils einen pH-Wert unter 5 aufwiesen. In diesem sauren Milieu sollte die Art – ebenso wie ihre Schwesterart, die auch in vergleichbar sauren Gewässern anzutreffen war – normalerweise nicht dauerhaft vorkommen können.

Aufgrund der deutlich besseren Verbreitungssituation der Art – auch im westlichen und im nördlichen Anschluss an das BSR sind Vorkommen bekannt – ist die Art sicher nicht mehr als „gefährdet“ (bundesdeutsche Rote Liste) oder „vom Aussterben bedroht“ (rheinland-pfälzische Rote Liste) einzustufen. Nichtsdestoweniger konnten aber auch etliche Gefährdungen an den Probestellen ausgemacht werden, die diesen Biotopen abträglich sind und die Populationen der beiden Quelljungfer-Arten beeinträchtigen. Hier sind vor allem dichte Koniferenbestände im Umfeld der Quellen zu nennen sowie

Eintrag von Ästen etc. infolge von Bewirtschaftungsmaßnahmen und ein Verbau der Quellen und der Bachoberläufe. Daneben ist der hohe Wildschweinbesatz zu nennen, da die Tiere die Quellen durchwühlen und sicher die Larven fressen.

Inwiefern mittel- oder langfristig der Klimawandel eine Auswirkung auf diese Wald- und Quellart zeigen wird, ist noch nicht genau vorhersehbar, doch besteht vor allem bei zunehmendem Trockenstress im Sommerhalbjahr ein hohes Risikopotenzial (längerfristiges Austrocknen der Quellen).

Zum Schutz der Gestreiften Quelljungfer, was auch ihrer Schwesterart zugutekommt, können verschiedene Maßnahmen, wie besonders der Waldumbau im Quellumfeld hin zu Laubwald, die Anlage von strukturreichen Waldlichtungen als Reife- und Nahrungshabitat und der Schutz der Quellen vor jeglicher Belastung (Eintrag Astmaterial, Eingriff in den Wasserhaushalt, Trittbelastung, Reduktion des Wildschweinbesatzes etc.) genannt werden.

Summary

Mapping of the Sombre Goldenring *Cordulegaster bidentata* SÉLYS, 1843 in the Biosphere reserve Palatinate Forest (Rhineland-Palatinate) (Insecta: Odonata)

During a field-study in the nature parc and biosphere reserve (BSR) “Pfälzerwald” taking place in fall 2012 the Sombre Goldenring (*Cordulegaster bidentata*) was researched in 44 springs and spring brooks. This study is part of a monitoring project of the Forstliche Forschungsanstalt für Waldökologie und Forstwirtschaft (FAWF a forestry research institute) of springs and 30 sites were given from this general project, whereas another 14 were added in order to look in particular for the target species.

Between the end of October and beginning of November over ten days the study was carried out in good weather conditions and at eight sites larvae of the Sombre Goldenring (*Cordulegaster bidentata*) were found; also at eight sites larvae of the sister species Common Goldenring (*Cordulegaster boltonii*) were found, whereas in three sites larvae of both species were present.

In four more sites out of these 44, which were presently not occupied by *Cordulegaster* spp., in recent years *Cordulegaster bidentata* was found and during various investigations in the BSR in six other sites larvae of the species were registered, as well as one adult in another locality.

Finally 19 springs or spring brooks settled by this typical forest species – until today believed as very rare in the BSR – are now known and it seems to have a much wider distribution, underlining the value of the BSR for biodiversity protection.

It was remarkable, that the larvae of *Cordulegaster bidentata* occurred also in pretty acid conditions, partly also under a pH of 5, where the species, as well as *Cordulegaster boltonii*, normally should not be present.

Some more populations of *Cordulegaster bidentata* recently were found in areas bordering north and west of the BSR in Rhineland-Palatinate and consequently the species should be taken from the national red list (listed as “endangered”) and also the federal red list (“endangered by extinction”). Nevertheless the species, for which Germany and Rhineland-Palatinate have a high responsibility, faces many threats which certainly impact the populations in a negative way. Here in particular the dense conifer plantations neighboring their habitats endanger their survival, as well as other impacts from intensive forestry management in the vicinity (e.g. deposition of old branches etc. in the springs, new infrastructures near the springs). In addition, the technical extension of the springs and spring brooks has a negative impact on the species, as well as the high density of wild boars, destroying the habitats and feeding on the larvae. In the medium and long term also climatic changes might be of more importance, in particular longer hot and dry periods in the summer, even if the larvae are somewhat tolerant to dry conditions.

Several measurements to protect the Sombre Goldenring can be proposed, which also will improve the habitat conditions of the Common Goldenring: conversion of the coniferous forest into deciduous forests in the neighborhood of the springs, creation of diverse forest glades with flowering plants as maturation and feeding habitats, strict protection of the springs (no obstructions in the water cycle, no trampling damage etc.).

1 Einleitung

1.1 Bisheriges Quellenmonitoring der FAWF

Im Auftrag der Forschungsanstalt für Waldökologie und Forstwirtschaft (FAWF) in Trippstadt wurde in den Jahren 2004 und 2010 ein „Waldquellenmonitoring“ an insgesamt 30 Quellen im Naturpark und Biosphärenreservat (BSR) Pfälzerwald durch das Institut für Grundwasserökologie (IGÖ) in Landau durchgeführt (IGÖ 2010). Hierbei wurde der Quelltopf hinsichtlich des Makrozoobenthos untersucht und das Umfeld beschrieben, es gelangen so Einzelfunde der Zielart dieser Studie (*Cordulegaster bidentata*). Es wurde jedoch nicht speziell nach dieser Art gesucht, und es wurde auch nicht der quellnahe Bachbereich, in dem die Art ebenfalls typischerweise lebt, untersucht. Somit sind die Kenntnisse hinsichtlich des Vorkommens von *C. bidentata* alleine auf Basis dieses Waldquellenmonitorings naturgemäß recht lückenhaft, wengleich die hierbei getätigten Nachweise erste gute Hinweise lieferten und natürlich auch die Charakterisierung des Umfeldes eine gute Basis für einen späteren Biotopvergleich gab, was für die Ableitung der Managementvorschläge sehr dienlich war. Die genannte Studie ist eingebettet in ein allgemeines Quellenmonitoring im BSR Pfälzerwald (WINTER & SCHINDLER 2012), zu dem die hier vorliegende Untersuchung ein weiterer Beitrag sein soll.

1.2 Motivation und Ziele

Die Gestreifte Quelljungfer (*Cordulegaster bidentata*) ist eine typische Art der Waldquellen (s. u.) und sollte damit auch im Pfälzerwald gut verbreitet sein, da dieser sehr reich an Quellen ist (WINTER & SCHINDLER 2012). Über die Art, deren Existenz prinzipiell im Pfälzerwald dokumentiert ist, ist jedoch sehr wenig Genaues bekannt. Meist gelangen immer wieder einmal Zufallsfunde, vor allem gibt aber bisher keine systematische Erfassung dieser Art, ganz im Gegenteil zu ihrer Schwesterart *Cordulegaster boltonii* (vgl. OTT 1988, 2010a, TROCKUR et al. 2010).

Beide Quelljungferarten sind nach dem Bundesnaturschutzgesetz (BNatSchG) „besonders geschützt“. Die Gestreifte Quelljungfer ist auf der aktuell noch gültigen Roten Liste der Bundesrepublik Deutschland (OTT & PIPER 1998) als „stark gefährdet“ geführt, auf der in Kürze erscheinenden neuen Roten Liste (OTT et al. in prep.) nur noch als „gefährdet“. Dies liegt aber weniger an einer generellen Verbesserung der Lebensraumsituation für die Art, sondern hauptsächlich an einem Erkenntnisgewinn in der jüngsten Vergangenheit hinsichtlich ihrer Verbreitungssituation, die sich doch besser darstellt (s. u.). Europaweit ist sie nicht gefährdet (KALKMAN et al. 2010), jedoch hat Deutschland eine hohe Verantwortlichkeit für den Erhalt dieser Art, da hier das Kriterium „in hohem Maße verantwortlich:!“ zutrifft (LUDWIG et al. 2006): In Deutschland ist ca. 1/4–1/5 des Weltbestandes anzunehmen, und zudem liegt Deutschland im Zentrum des Verbreitungsgebietes (OTT et al. 2013). Im Saarland wurde demgemäß die Art auch bereits in der Ländereinstufung entsprechend aufgenommen (TROCKUR & DIDION 2008).

Somit kommt neben der Bundesrepublik auch dem Land Rheinland-Pfalz eine besondere Verantwortung für den Erhalt dieser Art zu und hier wiederum sicher auch dem Biosphärenreservat Pfälzerwald, sofern sie hier auch in einem stabilen Bestand nachgewiesen werden könnte.

Diese gezielte und systematische Erfassung der Art war das Ziel der vorliegenden Studie.

2 Methodik

2.1 Inhalt, Umfang und Vorgehen

Generelles Ziel der Studie war die Erfassung der Gestreiften Quelljungfer (*Cordulegaster bidentata*) im Naturpark und Biosphärenreservat Pfälzerwald, wobei die Kartierung von 30 vorgegebenen Waldquellen aus dem Quellenmonitoring der FAWF erfolgen sollte. Darüber hinaus sollte die Kartierung von zehn weiteren Waldquellen mit bekannten, potenziellen oder früher einmal nachgewiesenen *C.-bidentata*-Vorkommen erfolgen. Hierbei sollte die beim Verf. vorhandene Datenbank ausgewertet, und es sollte bei Fachkollegen nach bisher nicht allgemein bekannten bzw. publizierten Nachweisen recherchiert werden.

Zu Beginn der Studie war als Vorarbeit ein spezieller, auf *C. bidentata* hin zugeschnittener Kartierbogen zur Erfassung der Quellen und ihres Umfeldes zu erstellen sowie eine Literaturrecherche zur Ökologie der Art anzustellen.

Bei der eigentlichen Kartierung im Gelände waren die Quellen hinsichtlich Präsenz/Absenz von *C. bidentata*-Larven zu untersuchen, das Umfeld war entsprechend dem Kartierbogen zu charakterisieren, und die Standorte waren jeweils mit einem GPS einzumessen. Daneben sollten die Quellen und die Quellabläufe hinsichtlich der wichtigsten abiotischen Parameter (pH, LF, Wasser-T., O₂) vor Ort untersucht werden, wobei hier ein WTW-Multiline-Gerät zum Einsatz kam.

Nach Auswertung und Dokumentation waren Vorschläge zur Biotopverbesserung und zum Schutz der Art zu erarbeiten.

2.2 Zeitraum und Methodik der Bestandserfassung

Die Kartierungen wurden im Oktober 2012 an insgesamt zehn Tagen durchgeführt, wobei bei der Kartierung mit jeweils drei Bearbeitern erfasst wurde (18.–19.10., 22.–25.10., 29.–31.10., 2.11.2012). Während ein Bearbeiter den Quellenstandort in Augenschein nahm und ihn charakterisierte (Ausfüllen des Formblattes, Fotodokumentation), hat gleichzeitig ein weiterer Bearbeiter die abiotischen Parameter aufgenommen, und der dritte begann mit der Larvensuche (Abb. 1).



Abb. 1: Suche nach Larven am Gewässer. Probestelle 17, Biotop durch umgestürzte Bäume und Schlagabraum beeinträchtigt, im Bild: C. GUTH. Foto: Verf.



Abb. 2: Terrariensieb mit Material und *Cordulegaster-boltonii*-Larven. Foto: Verf.



Abb. 3: Verschiedene verwendete Fanggerätschaften zur Larvensuche: Küchensieb, Makrozoobenthosnetz, Terrariensieb, Wasserkescher. Foto: Verf.

Waren die abiotischen Daten und die Quellencharakterisierung abgeschlossen, beteiligten sich auch diese beiden Bearbeiter an der Larvensuche. Insgesamt wurde pro Quellenstandort mindestens $\frac{1}{2}$ Stunde nach Larven gesucht, was bei einem Bearbeiter rechnerisch mehr als $1 \frac{1}{2}$ Stunden pro Probestelle entsprechen würde.

Bei der Larvensuche wurden sowohl der Bodengrund als auch der Detritus mit verschiedenen Sieben abgekeschert, und es wurde unter und zwischen dem verrottenden Pflanzenmaterial gesucht (Abb. 1). Dabei kamen sowohl handelsübliche runde Haushalts-Metallsiebe als auch ein feinmaschiges Netz zum Fang von Makrozoobenthos sowie Sandsiebe für Terrariensand mit einem rechteckigen Rand zum Einsatz (sog. Sand Scooper, vgl. Abb. 2, 3). Weiterhin wurden einige Bachbereiche einfach mit der bloßen Hand durchsucht, da sich die Larven mit dieser Methode im Feinsand recht gut aufspüren lassen (Abb. 4, 5), oder der Bachgrund wurde aufgewühlt und das Driftmaterial mit einem handelsüblichen Wasserkescher aufgefangen, der in den Bachlauf gehalten wurde.

Die vorgefunden Larven wurden bestimmt (HEIDEMANN & SEIDENBUSCH 1993, GERKEN & STERNBERG 1999) und mit Millimeterpapier, das unter einem Glasschälchen angebracht war, in das die Larven gesetzt wurden, vermessen. Bei den kleinen bzw. jungen *Cordulegaster*-Larven ist die Artbestimmung nicht immer ganz eindeutig, hier wurde nur die Gattung notiert.



Abb. 4: Eingegrabene Larve der Zweigestreiften Quelljungfer (*Cordulegaster boltonii*) mit auseinander laufenden Flügelscheiden. Foto: Verf.



Abb. 5: Eingegrabene Larve der Gestreiften Quelljungfer (*Cordulegaster bidentata*) – die Flügelscheiden verlaufen parallel. Foto: B. KUNZ.

3 Ergebnisse

Im Zuge der Studie sollte die Ökologie der Gestreiften Quelljungfer anhand der Literaturangaben zusammengestellt werden, wobei hier wegen der engen Verwandtschaft auch auf die Ökologie der Zweigestreiften Quelljungfer eingegangen wird.

3.1 Verbreitung und Ökologie der *Cordulegaster*-Arten in Deutschland

○ *Cordulegaster boltonii* – Zweigestreifte Quelljungfer

Cordulegaster boltonii ist in Europa weit verbreitet (vgl. Abb. 6), wobei ihre östliche Verbreitungsgrenze etwas unklar ist und sie im Südwesten mit mehreren Unterarten auftritt (BOUDOT 2001, DIJKSTRA & LEWINGTON 2006). In Deutschland liegen ihre Verbreitungsschwerpunkte in den Mittelgebirgen und deren Randlagen sowie im Südlichen Alpenvorland und in der Lüneburger Heide. Sie kommt von der planaren Stufe – sofern etwas Gefälle vorhanden ist – bis ins Gebirge vor, der höchste Fundort liegt in Bayern auf 1450 m ü. NN (FALTIN 1998), außeralpin im Schwarzwald auf 1170 m ü. NN (HUNGER, SCHIEL & KUNZ 2006). Ihr Verbreitungsschwerpunkt liegt aber in der collinen und der submontanen Stufe.

Abb. 6: Verbreitung der Zweigestreiften Quelljungfer (*Cordulegaster boltonii*) in Europa und Deutschland (verändert nach Boudot unpubl., LEIPELT & KUNZ in prep.; o. M.)



Die Zweigestreifte Quelljungfer (Abb. 7) besiedelt ein sehr breites Spektrum an Gewässern und kommt von Quellen und Quellbächen bis hin zu mehrere Meter breiten Gewässermittelläufen vor (Krenal bis Hyporhithral), sie besiedelt beschattete Waldbäche genauso wie stark besonnte Wiesengraben, selbst in Moorgräben wird sie festgestellt. Ihre Larven (Abb. 4) finden sich sowohl in elektrolytreichen Kalkbächen als auch in elektrolytarmen Gewässern des Buntsandsteins (LEIPELT & KUNZ in prep.). Für Populationen in Südspanien wurde eine Larvalentwicklungszeit von 2–3 Jahren festgestellt (FERRERAS-ROMERO & CORBET 1999), dagegen werden für mitteleuropäische Vorkommen 3–5 Jahre angenommen (PFUHL 1994, BISSINGER 1996 – vgl. auch DONATH 1988). Bei zwei Untersuchungen zu Larvenkolonien im Haseldell-Tal bei Trippstadt wurden in den Jahren 2010 und 2011 jeweils Mitte Mai fünf verschiedene Larvenstadien gefunden, im Pfälzerwald ist somit eine fünfjährige Entwicklung anzunehmen (OTT unpubl.).

Die Bestände der Art sind offensichtlich bundesweit nicht gefährdet, die Art wird von „gefährdet“ (OTT & PIPER 1998) auf der neuen Roten Liste (OTT et al. in prep.) auf „ungefährdet“ herabgestuft. Als Gefährdungsursachen sind hauptsächlich zu intensive Gewässerunterhaltung zu nennen (v. a. wenn auch die Sohle und die Feinsedimente entfernt werden) oder die starke Sukzession von Wiesenbächen (Verkrautung).

○ *Cordulegaster bidentata* – Gestreifte Quelljungfer

Cordulegaster bidentata ist ein europäischer Endemit, ihr Verbreitungsgebiet reicht von den Pyrenäen im Westen bis in die Karpaten und Rhodopen im Osten (vgl. Abb. 8).



Abb. 7: Imago der Zweigestreiften Quelljungfer (*Cordulegaster boltonii*) mit gelbem Hinterhauptsdreieck. Foto: Verf.

Die nördlichsten Vorkommen befinden sich am Nordrand der deutschen Mittelgebirge, die südlichsten auf Sizilien bzw. in Mittelgriechenland (BOUDOT 2001). In Deutschland besiedelt die Art (Abb. 9) fast alle Mittelgebirge sowie die Alpen, sie fehlt aber gänzlich im norddeutschen Tiefland und im Thüringer Becken (vgl. Abb. 8). Das einzige großflächige deutsche Mittelgebirge, aus dem bisher (noch?!) keine Funde der Art bekannt geworden sind, ist der Thüringer Wald (i. e. S.) (MEY et al. in prep.). Ihre Vorkommen in Deutschland beschränken sich auf die collinen, submontanen und montanen Höhenstufen. Die niedrigsten bekannten bodenständigen Vorkommen befinden sich am Ostabhang des Reinhardswaldes in Nordhessen (PIX & BACHMANN 1989). In Bayern liegt der höchste Fundort mit wahrscheinlicher Bodenständigkeit bei 1470 m ü. NN (STÜMPPEL, STADELMANN & BURK 1998), der höchste Fund überhaupt bei 1566 m ü. NN.

Die Art besiedelt Quellen und deren Abflüsse (Krenal bis Epirhithral), vornehmlich in mehr oder minder dichten Wäldern. Die Gewässer sind meist durch starkes Gefälle und geringe Abflussmengen gekennzeichnet. Die Larven – die Larvalentwicklungsdauer wird auf 4–6 Jahre geschätzt (DOMBROWSKI 1989, SALOWSKY 1989) – sind im Allgemeinen auf Abschnitte bis maximal ca. 1000 m unterhalb der Quelle beschränkt (meist jedoch nur 2–300 m). Sie leben eingegraben im Bachsediment (Abb. 5), vor allem an strömungsberuhigten Stellen, an denen sich Feinsedimente abgelagert haben, gerne halten sich die Larven auch in vom Wasser überrieselten Hängen auf. Vereinzelt können Larven aber auch noch weiter bachabwärts gefunden werden, siehe z. B. bei HENHEIK (2011), der sie noch in einer Entfernung von 1225 Metern von der Quelle fand.

Abb. 8: Verbreitung der Gestreiften Quelljungfer (*Cordulegaster bidentata*) in Europa und Deutschland (verändert nach BOUDOT unpubl., MEY, KUNZ & LEIPELT in prep.; o. M.).



Zwar wird die Art jüngst öfter gefunden, was aber wohl ausschließlich auf eine verbesserte Suchstrategie zurückzuführen ist und nicht auf eine Ausbreitung schließen lässt. Einerseits sind ihre Biotope in den Wäldern meist nicht so gefährdet wie im Offenland, jedoch sind auch hier etliche Gefährdungsursachen nach MEY, KUNZ & LEIPELT (in prep.)



Abb. 9: Imago der Gestreiften Quelljungfer (*Cordulegaster bidentata*). Foto: T. KIRCHEN.

zu nennen: Verfüllen von Quellbächen mit Astwerk und anderem Schnittgut, Anlage von Teichen im Quellbereich, Einfassen und Verrohren von Quellen, Versauerung durch Fichtenmonokulturen, überhöhte Wildschweinbestände, zu geringer Anteil an Waldlichtungen als Jagdhabitats. Auf der neuen Roten Liste (OTT et al. in prep.) wird sie von „gefährdet“ auf „ungefährdet“ herabgestuft.

3.2 Zur Einnischung der Larve von *Cordulegaster bidentata* – Ergebnisse einer Literaturstudie

Im Zuge einer Literaturstudie wurden möglichst alle relevanten Arbeiten mit Informationen zur Einnischung der Larven gesichtet und ausgewertet, wobei besonders die folgenden zu nennen sind: HEYMER 1973, FRÄNZEL 1985, DONATH 1988, DOMBROWSKI 1989, SALOWSKI 1989, BISSINGER 1996, STEPHAN 1998, STERNBERG, BUCHWALD & STEPHAN 2000, LANG, MÜLLER & WARINGER 2001, LEIPELT (1999, 2005). Daneben wurden auch noch einige weitere Angaben aus anderen Arbeiten zur Ökologie der Art verwendet (VÖLKER 1955, BLANKE 1984, PHÖNIX 2005).

Larvalhabitat

In Waldbächen können nach STERNBERG, BUCHWALD & STEPHAN (2000) für die Gestreifte Quelljungfer fünf verschiedene Habitat-Typen unterschieden werden:

1. feinsandige Randbereiche mit geringer Strömung und hohem Anteil an Feindetritus
2. sandige Randbereiche mit geringer Strömung und Grobdetritus
3. Bachmitte mit Auskolkungen (Gumpen) und Ansammlungen von Laub und Holz
4. strömungsberuhigte Stellen vor oder hinter Stauhindernissen auf der gesamten Bachbreite
5. schneller durchströmte Bereiche der Bachmitte mit Mischsubstraten aus Sanden, größeren Kiesen und einem geringen Anteil (< 10 %) an organischem Material.

Der unmittelbare Quellbereich (bis in einer Entfernung bis zu 300 m) ist das häufigste Larvalhabitat. Ein Bewuchs höherer Pflanzen in den Larvalhabitaten ist nicht üblich, lediglich kleine Moospolster (*Fontinalis* sp. – Fieber-Quellmoos) oder (Kiesel-)Algenlarven finden sich dort. Für die Larven sind Pflanzen ohne Bedeutung.

Die Larven befinden sich an Stellen mit geringer bis kaum nachweisbarer Oberflächenströmung, wobei die Strömungsgeschwindigkeit im Mikrohabitat der Larven selbst meist nahe 0 m/s liegen dürfte. Auch in stehendem Wasser ist eine Entwicklung der Larven möglich. Sie halten sich bevorzugt dort auf, wo organisches Material akku-

muliert. Gründe könnte die geringe Fließgeschwindigkeit oder das vermehrte Auftreten von Beuteorganismen an diesen Stellen sein. Bezüglich der Wassertiefe findet man die meisten Larven in Bereichen, die weniger als 20 cm tief sind. Gegenüber einem oberflächlichen Abtrocknen des Sediments sind die Larven unempfindlich, da das Sediment in einigen Milli- bis wenigen Zentimetern unter der Oberfläche meist dauerhaft feucht oder nass bleibt. In verschiedenen Publikationen wird auch darauf hingewiesen, dass gerade die Larven der Gestreiften Quelljungfer sehr tolerant gegenüber Austrocknen sind (u. a. KAMPWERTH 2010).

Carbonat- und Gesamthärte sowie der Elektrolytgehalt schwanken zwischen den unterschiedlichen Gewässern, welche von *C. bidentata* besiedelt werden. Stichprobenmessungen ergaben folgende Spannbreiten:

- Carbonathärte: 0,5-18,7 °dH
- Gesamthärte: 0,7-20,6 ° dH
- elektrische Leitfähigkeit: 31-500 µS/cm
- pH-Wert: um den Neutralbereich schwankend mit kurzzeitigen Tiefstwerten von 5,0.

Gegenüber geringen pH-Werten sind die Larven an sich relativ tolerant. Die bei hohen H⁺-Konzentrationen frei werdenden Aluminium (Al³⁺)-Ionen führen aber zum Absterben potenzieller Beutetiere und verringern durch die reduzierte Bioaktivität den Anteil an feinem organischem Material. Dies verringert die Habitatattraktivität für *C. bidentata*. Ein langfristig tolerierbarer pH-Mittelwert dürfte für *C. bidentata* bei einem Wert von etwa 6 liegen, kurzfristig tolerieren die Larven aber auch eine deutlich höhere Azidität.

Für weitere hydrochemische Parameter wurden folgende Werte ermittelt:

- Sauerstoffsättigungsindex: 75,6–111 %
- Säurebindungsvermögen (SBV): 0,08-0,81 mval/l
- Ammonium (NH₄⁺): 0,004–0,09 mg/l
- Calcium (Ca²⁺): 5,3–18,4 mg/l
- Chlorid (Cl⁻): 1,1–34 mg/l
- Kalium (K⁺): 0,6–1,6 mg/l
- gebundenes Kohlendioxid (CO₂): 3–32,6 mg/l
- Magnesium (Mg²⁺): 2,1–6,4 mg/l
- Natrium (Na⁺): 4,5–7,44 mg/l
- Nitrat (NO₃⁻): 1,9–20,3 mg/l
- Phosphat (PO₄³⁻): 1–22 mg/l
- Sauerstoff (O₂): 8,0–14,7 mg/l
- Sulfat (SO₄²⁻): 13,9–37,1 mg/l
- Biologischer Sauerstoffbedarf (BSB): 0,05–4,5 mg/l.

C.-bidentata-Gewässer sind oligo- bis leicht mesotroph und in der Regel durch ihre Lage im Wald und ihre Siedlungsferne von direkten anthropogenen Nährstoffeinträgen unbeeinflusst (Güteklasse I (bis II); oligosaprob bis β -mesosaprob, entsprechend gering oder mäßig belastet). Der Saprobienindex nach DIN 38 410 liegt für *C. bidentata* bei 1,3 (im Vergleich: für *C. boltonii* bei 1,5). Allerdings konnte gezeigt werden, dass die Larven gegenüber stark verschmutztem Wasser sehr tolerant sind. Es ist demnach zu vermuten, dass diese Art in nicht oder gering belasteten Gewässern gefunden wird, weil diese gleichzeitig hydrologisch intakt und in ihrer Gewässermorphologie und -struktur naturnah sind. Die Gewässergüte könnte also eine geringe Rolle spielen, weshalb die Indikatorfunktion von *C. bidentata* bezüglich der Gewässerbelastung mit Nährstoffen hinterfragt werden sollte, doch liegen dazu bisher noch keine weiteren Studien vor.

LEIPELT untersuchte intensiv die Larvenökologie und kommt zu dem Schluss, dass das Vorkommen der Gestreiften Quelljungfer in Quellen und quellnahen Bereichen auf ihr Verhalten zurückzuführen ist, da die Larven weniger tolerant gegenüber hydraulischem Stress sind (LEIPELT 2005).

Bezüglich der Wassertemperatur sollte *C. bidentata* als kaltwasseradaptierte Eurytherme bezeichnet werden. Die in den Larvalhabitaten ermittelten Sommerhöchsttemperaturen reichen meist von 18–24 °C. Im Jahresverlauf wurden z. B. Spannen von 0–15,5 °C und -1,5–18,5 °C gemessen. Während der Embryonalentwicklung ist *C. bidentata* zumindest zeitweise auf höhere Temperaturen angewiesen. Aus Laborversuchen geht hervor, dass die Entwicklungszeit bei 12 °C 76 Tage beträgt und bei 15 °C 39 Tage, bei 20 °C entwickeln sich 75 % der Eier innerhalb von 14 Tagen.

Schlüpfhabitat

Die Exuvien werden meist ufernah und in Höhen weniger Dezimeter gefunden, allerdings konnten sie auch schon in bis zu 10 m vom Ufer entfernt und in Höhen bis zu 4 m über dem Boden gefunden werden. Die Larven besitzen ein enormes Anheftungsvermögen an glatten Flächen, besonders an rauen Flächen können die Exuvien lange hängen, vor allem an geschützten Stellen.

Biologie der Larven

Die Quellzonen stellen die bevorzugten Eiablageplätze dar, weshalb dort die jüngsten Larvenstadien gefunden werden, während größere Larven vor allem bachabwärts gefunden werden. Die Larven jüngerer Stadien können akkumuliert auftreten, die älteren sind meistens einzeln anzutreffen. Für die Larvendichten werden Werte von 59–100 Ind./m²

angegeben. Bei Regen sind die Larven in der Lage, Landwanderungen zu unternehmen, ältere Larven können sich vermutlich auch einige Zeit an Land aufhalten.

Die ersten Larvenstadien sind noch nicht in der Lage, sich einzugraben, tarnen sich aber aktiv, indem sie durch Hin- und Herbewegen des Abdomens Detrituspartikel und Feinsand auf ihren Körper befördern. Die Larven der folgenden Stadien leben sub-benthisch. Die Larven des zweiten und des dritten Stadiums graben sich teilweise vollständig ein, teilweise ist nur die Analpyramide an der Substratoberfläche zu sehen. Bei den mehrjährigen Larven ragen i. d. R. nur der Kopf und die Fangmaske aus dem Sediment heraus. Liegt ein geringer Schlamm- und Detritusanteil vor, können die Larven auch zeitweise vollständig vergraben mindestens 1 – 2 cm tief unter der Substratoberfläche leben.

Die Larven sind Lauerjäger, bei Hunger werden sie mobiler und suchen aktiv nach Beute, wobei hungrige Larven auch tagsüber jagen. In den ersten Stadien nehmen sie die Nahrung auf der Substratoberfläche auf, die nächsten beiden Stadien fressen im Substrat, ab dem vierten Stadium wird die Nahrung wieder auf dem Substrat aufgenommen. Das Nahrungsspektrum verändert sich im Verlauf der Jahreszeit und mit der Größe der Larven. Beuteorganismen sind je nach Alter folgende Tiere:

- 5.–7. Stadium: Ruderfußkrebse (Copepoda), Ringelwürmer (Oligochaeta), Junglarven von Steinfliegen (Plecoptera)
- 8.–11. Stadium: Larven von Steinfliegen, Eintagsfliegen (Ephemeroptera), Mücken (vor allem Chironomidae), Bachflohkrebse (Gammaridae; Amphipoda)
- älteste Stadien: Bachflohkrebse, Larven von Köcherfliegen (Trichoptera), Larven des Feuersalamanders (*Salamandra salamandra*) und auf dem Wasser treibende Insekten.

C.-bidentata-Larven können wenigstens drei Monate hungern, ohne Schaden zu nehmen. Vor allem ältere Stadien können Trockenphasen wochenlang überdauern, da sie zur Rektalatmung fähig sind (s. a. KAMPWERTH 2010). Daneben helfen den Larven ihre gute Sklerotisierung und die Schlammverkrustungen. In Trockenphasen ziehen sie sich in feuchten Schlamm oder an feuchte Stellen unter Steinen zurück.

Als Fressfeinde spielen vor allem die Larven des Feuersalamanders eine Rolle, wobei diese nur die jüngeren Stadien der *C.-bidentata*-Larven erbeuten können. Andererseits fressen aber größere Quelljungferlarven die jüngeren Larven des Feuersalamanders, so dass eine gegenseitige Prädation erfolgt (THIESMEIER 1992).

Im Jahr der Eiablage entwickeln sich die Larven höchstens bis zum vierten Stadium, die meisten Larven überwintern jedoch im 2. Stadium. Bis zur Metamorphose durchlaufen die Larven 14 Stadien (plus Prolarvenstadium). Die Temperaturverhältnisse bestimmen die Entwicklungsdauer maßgeblich, diese beträgt 4-6 Jahre. Die Metamorphose wird vor allem von der Tageslänge und daneben von der Temperatur beeinflusst.

Während des letzten Stadiums wachsen die weiblichen Larven schneller, so dass bei weiblichen Larven die Exuvien um 2–3 mm länger und die Kopfkapseln lebender Tiere um 0,57 mm breiter sind als die der männlichen.

3.3 Quellen und Quellbachoberläufe mit *Cordulegaster*-Nachweisen im Untersuchungsgebiet Biosphärenreservat Pfälzerwald

Insgesamt kann die Kartierung als sehr erfolgreich bezeichnet werden; denn es gelangen im Zuge der Erfassung an den 44 Probestellen 13 Nachweise der beiden Quelljungfer-Arten. Dabei wurde an acht Probestellen *Cordulegaster bidentata* gefunden und an ebenfalls acht *C. boltonii*. An drei Probestellen kamen beide Arten nebeneinander vor (vgl. Tab. 1 sowie die Karte im Anhang).

Die Nachweise gelangen dabei mehr oder minder verteilt über das gesamte Biosphärenreservat, es ist davon auszugehen, dass derzeitige vermeintliche Verbreitungslücken bei einer entsprechenden Nachsuche geschlossen werden können.

An vier weiteren Probestellen, die bei dieser Untersuchung aufgesucht wurden, wurden schon früher Larven von *C. bidentata* gefunden (vgl. Karte 1, Altnachweise Probestellen), womit die Art insgesamt an zwölf von 44 untersuchten Probestellen vorkommt bzw. vorkam – also an rund einem Viertel aller Probestellen.

Damit kann eigentlich davon ausgegangen werden, vor allem wenn man die sechs weiteren Nachweise von Larven durch Kollegen (s. u.) und einen eigenen Nachweis einer Imago hinzurechnet, dass die Gestreifte Quelljungfer im Biosphärenreservat Pfälzerwald mehr oder minder flächig vorkommt. Auch wenn immer nur einzelne Larven gefunden werden, so sind doch die Vorkommen über das gesamte BSR verteilt, sofern Quellen vorhanden sind. Die *C.-bidentata*-Larven kamen dabei nur ausnahmsweise im Quelltopf selbst vor, in der Regel wurden sie bachabwärts gefunden, meist zwischen wenigen bis 50 Metern (da sich dann oft ein größerer Bach anschloss, wurde dort nicht mehr gesucht, zumal dies auch nicht mehr Ziel der Studie als Teil des „Quellenmonitorings“ war). Die Larven fanden sich dabei nicht nur im Sandsediment, sondern auch im Schlamm oder einfach nur zwischen Pflanzenmaterial (v. a. kleinere und mittelgroße Larven saßen gerne an verrottenden Blättern).

3.4 Biologische und abiotische Charakterisierung der von *Cordulegaster*-Larven besetzten Quellen

Nur an zwei Probestellen wurden neben den Quelljungferlarven keine anderen auffälligen Tiere – vor allem Makrozoobenthos – gefunden, wobei das bei Probestelle 29 sicher darauf zurückzuführen ist, dass die sechs großen Quelljungferlarven in

dem Steintrog sicher alles Andere weggefressen hatten (vgl. Tab. 1). An den übrigen Fundstellen mit positiven *Cordulegaster*-Nachweisen waren zumindest Gammariden vorhanden, umgekehrt wurden an den zehn Probestellen ohne Makrozoobenthos keine Quelljungfern gefunden.

An je zwei *C.-bidentata*- und *C.-boltonii*-Vorkommen waren Feuersalamanderlarven (*Salamandra salamandra*) präsent. An insgesamt sieben Probestellen waren zwar Feuersalamanderlarven zu finden, aber keine *Cordulegaster*-Larven. An einer Probestelle (Gambswogquelle) wurde als Rarität eine albinotische Feuersalamanderlarve gefunden.

Tab. 1: Aktuelle Quelljungfer-Nachweise (*Cordulegaster* spp.) und sonstige Besiedlung der Quellen. (1-29*, laufende Nummer der untersuchte Quellen, * - zusätzlich zum FAWF-Quellenmonitoring untersuchte Quellen; *Cordulegaster* spp.-Nachweise: o, *Salamandra salamandra*-Nachweise: x).

Quelle Nr.	Name der Quelle	<i>C. bidentata</i>	<i>C. boltonii</i>	<i>Salamandra salamandra</i>	Makrozoobenthos
1	Quelle Enkenbach				-
2	Bocksbachquelle	o			-
3	Gambswogquelle			x	-
4	Klopfholzquelle				Köcherfliegen; Steinfliegen
5	Quelle oberhalb Mummelsee				-
6	Quelle am Scheidbach				Köcherfliegen
7	Quelle Enkenbach Mitte			x	Köcherfliegen; Steinfliegen
8	Quelle am Franzosenstein			x	Gammariden; Köcherfliegen
9	Quelle oberer Sägwog	o	o		Gammariden; Köcherfliegen
10	Quelle Gambswog oberhalb				-
11	Christelbrunnen				-
12	Quelle Eingang Karstal				Gammariden; Köcherfliegen; (Grasfrosch)
13	Kreuzborn	o			Gammariden; Köcherfliegen
14	Quelle im unteren Hammertal				Gammariden
15	Quelle bei Diemerstein	o		x	Gammariden; Köcherfliegen
16	Ungerbrunnen				Gammariden; Eintagsfliegen; Köcherfliegen; (kleine Forelle)
17	Quelle im Erlenbachtal			x	-
18	Iltisbrunnen				-
19	Quelle Meisenhalde	o		x	Köcherfliegen; Steinfliegen

20	Sindelsquelle			x	Köcherfliegen; Wasserkäfer
21	Großer Jägerbrunnen				Köcherfliegen; (Grasfrosch)
22	Quelle im Langental				Köcherfliegen
23	Warzlochbrunnen				Gammariden; Köcherfliegen
24	Quelle am Portzbach				Gammariden
25	Quelle Radweg Bodenthal				Gammariden; Köcherfliegen
26	Quelle im Wüstental		o	x	Köcherfliegen; Wasserkäfer
27	Quelle westlich Eiterberg				Gammariden; Köcherfliegen
28	Quelle Hermersbrunnen				Köcherfliegen; Steinfliegen; Wasserkäfer
29	Forsthaus Siebenteil	o	o		-
30	Quelle Dodos Reiterei				-
1*	Erlenbach Hangquelle a	o			Wasserasseln; Köcherfliegen; Zweiflügler
2*	Erlenbach Hangquelle b			x	Köcherfliegen
3*	Moosalbquelle				Eintagsfliegen; Köcherfliegen
4*	Haseldell-Bach				-
5*	Haseldell-Quelle				Köcherfliegen
6*	Quelle Walkmühltal				-
7*	Rambach	o	o		Gammariden
8*	Erlenbach		o	x	Gammariden
9*	Candidusbrunnen				-
10*	Quelle Billesweiher				-
11*	Quelle Mooswiesertal		o		Köcherfliegen; Steinfliegen (1)
12*	Quelle östl. kl. Schiffelskopf		o		Gammariden; Köcherfliegen
13*	Quelle Tal Butterthum			x	Köcherfliegen
29*	Bach unterhalb Quelle 29		o		Gammariden; Köcherfliegen (sehr viele)

Vier Quellen waren zum Zeitpunkt der Erfassung Ende Oktober 2012 trocken (1, 10, 30, 4*) und 16 zeigten nur einen geringen Abfluss, teils versickerte das Gewässer nach wenigen Metern (2, 5, 8, 16, 20, 22, 25, 26, 28, 29, 1*, 5*, 9*, 10*, 12*, 13*).

Vier Quellen sind mit Steinen verbaut, aber der Abfluss ist danach relativ naturnah (29, 3*, 6*, 9*), drei weitere waren gefasst, verbaut oder zeigten einen Absturz, Messwehr o. ä. (3, 28, 10*).

In insgesamt vier Quellen waren/war Kronenmaterial und/oder Schlagabraum zu finden (vgl. Abb. 10), das den Biotop teils sehr stark beeinträchtigte (4, 7, 9, 16), an einer Probestelle lag ein Kahlschlag im Umfeld (8), an vier Quellen konnten Trittbelastungen bzw. Fahrspuren nachgewiesen werden (6*, 9*, 10*, 12*), an einer befanden sich direkt daneben eine Bank und ein Fahrweg (28).



Abb. 10: Probestelle 9 mit Schlagabraum im Bachbett. Foto: Verf.

Dennoch ließen sich auch in beeinträchtigten Bachabschnitten vereinzelt Larven finden, sofern wenigstens kleinflächig geeignete Habitat vorhanden waren. Dies sei an der Probestelle 9 gezeigt, wo eine adulte Larve in dem einzigen verbliebenen und nur ca. 1 qm großen Bachbettbereich saß (Abb. 11).



Abb. 11: Habitat von *C. bidentata* an Probestelle 9 mit einem Positivnachweis. Foto: Verf.

Sicherlich stammte die Larve noch von einer früheren Besiedlung, aktuell dürfte hier eine neuerliche Eiablage für *C.-bidentata*-♀ kaum noch möglich sein, da das Eiablage-substrat kaum noch angeflogen werden kann (Abb. 10).

Koniferenbestände bzw. nicht standortgerechter Baumbestand im direkten oder näheren Umfeld wurden an 16 Probestellen notiert (3, 6, 8, 12, 14, 1, 24, 25, 26, 28, 29, 5*, 6*, 11*, 12*, 13*).

In den nachfolgenden beiden Tabellen (Tab. 2) sind die Daten zum Vorkommen der Larven in den Quellen mit den jeweiligen Angaben zum pH-Wert und der Leitfähigkeit aufgeführt.

Tab. 2: Aktuelle Quelljungfernachweise (*Cordulegaster* spp.) und abiotische Daten

Quelle Nr.	LF [µS]	pH-Wert	<i>C. bidentata</i>	<i>C. boltonii</i>
19	88	4,53	o	
29	96	4,68	o	o
7*	103	4,97	o	o
11*	78	4,99		o
1*	224	5,17	o	
8*	53	5,48		o
2	102	5,73	o	
9	96	5,8	o	o
26	90	5,73		o
29*	96	5,65		o
12*	64	5,94		o
13	62	6,02	o	
15	92	6,18	o	

pH-Wert	<i>C. bidentata</i>	<i>C. boltonii</i>
pH < 5	3	3
pH < 5,5	1	1
pH < 6	2	4
pH > 6	2	x

Wie die Tabellen zeigen, kommen die Larven beider Quelljungferarten selbst bei pH-Werten unter pH 5 noch vor, wobei dies durchaus kein Einzelfall ist; denn es befinden sich mehrere Vorkommen in diesem eigentlich recht sauren Bereich. Unter pH 6 folgen die weiteren Funde, verteilt über den gesamten pH-Bereich zwischen 5 und 6. Zwei Funde knapp über pH 6 vervollständigen das Bild.

Die Leitfähigkeitswerte sind mit einer Ausnahme typisch für das Gebiet und im eher niedrigen Bereich angesiedelt, da hier weder geogen noch anthropogen ein Eintrag von Ionen erfolgt. An Quelle 1* wurden 224 µS gemessen, was aktuell (noch) nicht erklärt werden kann, da die benachbarten Quellen (17, 2*) unter 100 liegen.

3.5 Weitere Funde im Biosphärenreservat, in der nächsten Umgebung und in Rheinland-Pfalz

Im Zuge der vorliegenden Studie sollten auch möglichst alle bekannten Nachweise der Gestreiften Quelljungfer eruiert werden, wobei hier bei allen infrage kommenden Fachkollegen nachgefragt wurde. Diese Recherche erbrachte weitere sechs lokalisierbare Nachweise (einen durch T. GUTENSOHN, fünf durch K. G. LEIPELT) innerhalb des Biosphärenreservats Pfälzerwald, die das Verbreitungsbild gut ergänzen. Diese sind in der Karte im Anhang unter „Weitere Nachweise“ dargestellt. Ein weiterer Nachweis stammt von HEMMER aus dem Raum Hauenstein, doch ist dieser bisher nicht genau zu lokalisieren gewesen.

Spezielle Untersuchungen zum Vorkommen im direkten Umfeld des Biosphärenreservats gibt es bisher nicht, jedoch einige Einzelfunde auch direkt westlich und nördlich davon. So konnte H. SCHINDLER einen Nachweis bei der Kneispermühle (bei Wallhalben) erbringen sowie K. G. LEIPELT Nachweise an drei Stellen im Donnersberggebiet und einen weiteren beim Potzberg (Kusel). An je einer Stelle in den beiden letztgenannten Gebieten konnte Verf. ebenfalls einen Nachweis tätigen, am Donnersberg war ja auch der Erstnachweis einer Larve für die Pfalz bei Oberwiesen (VG Kirchheimbolanden) vor nunmehr mehr als drei Jahrzehnten erbracht worden (SCHNEIDER & ACHENBACH 1982). Den ersten Adultnachweis teilte NIEHUIS (1980, 1984) für die Pfalz mit: Im Jahr 1979 fing er ein Weibchen bei Nothweiler im Dahner Felsenland.

Die einzige bisher verfügbare gezielte Studie zur Gestreiften Quelljungfer in Rheinland-Pfalz ist eine jüngst im Naturpark Nassau durchgeführte Erfassung (SCHMIDT & BRAUN 2011). Die Autoren fanden die Art im Zuge einer Larvenkartierung an elf Stellen, wobei sie sogar doppelt so häufig wie ihre Schwesterart war.

Aus dem Raum Trier berichtet T. KIRCHEN (schr. Mitt. 2013) über ein beständiges Vorkommen an einer von dichtem Wald umgebenen Quelle bei Holsthum, das er seit 2008 kennt und wo er regelmäßig die Art nebst Eiablagen beobachtet.

3.6 Vorkommen und ausgewählte Funde in benachbarten Bundesländern

In anderen Bundesländern wurden nach gezielter Nachsuche immer sehr positive Befunde zur Verbreitung der Art erbracht. So wurde die Gestreifte Quelljungfer jüngst recht häufig in Hessen (PIX 2009, 2011, TAMM 2011, 2012) und in Baden-Württemberg (HEITZ 2006, HENHEIK 2011) gefunden – weit häufiger als noch bis vor kurzem vermutet (HILL, POLIVKA & DÜPELMANN 2011, HUNGER, SCHIEL & KUNZ 2006).

In Nordrhein-Westfalen dürfte sie ebenfalls häufiger als bisher bekannt vorkommen (CONZE mdl. Mitt. 2013). Aus dem Saarland gibt es keine neueren Befunde, doch scheint die Art auch dort, wenn sie gezielt gesucht wird, durchaus häufiger zu finden zu sein (TROCKUR mdl. Mitt. 2013).

Bei 6-jährigen Studien zu der Art im Osten des Nürnberger Landkreises in Franken (FROBEL & SCHLUMPRECHT 2013) zeigten diese, dass die Art an 148 von 489 untersuchten Quellen vorkam – somit rund ein Drittel der Quellen von der Gestreiften Quelljungfer „besetzt“ ist. Als wichtiges Strukturelement erkannten die Autoren Totholz im quellnahen Bachoberlauf, das wichtige Habitate für die Art entstehen ließ.

3.7 Witterung im Jahr 2012 und im Kartierzeitraum

Hier ist die Witterung des Jahres 2012 dargestellt, da sie für die Interpretation der Daten und Beobachtungen von Interesse ist (zusammengestellt nach eigenen Aufzeichnungen und www.dlr.rlp.de).

Nach einem relativ milden und recht regenreichen Januar waren Februar und März ziemlich arm an Niederschlägen, der Februar sehr kalt mit starken Frösten. Der März war sonnig und vorfrühlingshaft, er war einer der wärmsten seit der Klimaaufzeichnung. Der April war recht typisch wechselhaft, doch gab es zu Ende des Monats Temperaturen weit über 20 °C. Im Mai schwankte die Witterung permanent, vor allem im Schlussdrittel gab es eine sehr sonnige und warme Phase, insgesamt war der Mai deutlich zu warm im Vergleich zum langjährigen Mittel. Der Juni war dann wieder wechselhaft mit oft starken Schauern und längeren Niederschlagsphasen, was sich in der Gesamtbilanz der Niederschläge – ebenso wie beim Juli, in dem es viel und oft regnete – ausdrückt. In beiden Monaten waren zum Schluss hin einige heiße und sehr sonnige Tage zu verzeichnen. August und September waren wieder insgesamt sehr warm und sonnig, mit einigen ausgesprochenen Hitzephasen, wobei es Mitte September deutlich kühler wurde, erst Anfang/Mitte Oktober gab es nochmals eine kurze sonnige und warme Phase. Insgesamt fiel der Oktober, da die letzte Woche recht gut war, zu mild aus.

In die Zeit Ende Oktober fiel die Kartierzeit für die vorliegende Studie. An den genannten Tagen Ende Oktober bis Anfang November war es trocken, meist nach Frühnebel sonnig.

Insgesamt war das Jahr 2012 knapp ein Grad wärmer als im langjährigen Mittel, auch die Niederschläge lagen leicht darüber. Der Mai war zu Beginn für Insekten ungünstig, aufgrund der häufigen und starken Niederschläge und Schlechtwetterphasen waren ebenfalls die Monate Juni und Juli fast ganz für Insekten eher ungeeignet. Das letzte Maidrittel sowie die Monate August und zum großen Teil der September waren dagegen für Insekten sehr gut, da günstige Temperaturen herrschten und ausgiebig Sonnenschein zu verzeichnen war. Für die Gestreifte Quelljungfer dürfte das Jahr 2012 eher weniger günstig gewesen sein, da in der Hauptflugzeit der Art die Witterung nicht optimal war.

3.8 Witterung der letzten Jahre und Szenarien für das Biosphärenreservat „Pfälzerwald“

Nach den Daten für die Station Merzalben (siehe www.wald.rlp.de) sind die Niederschläge der Jahre 2003 (873 mm), 2005 (790 mm) und 2011 (789 mm) eher als unterdurchschnittlich anzusehen, während die Jahre 2002 (1197 mm), 2006 (1090) und 2010 (1162 mm) deutlich über dem Durchschnitt lagen. Diese Station (ca. 550 m ü. NN) dürfte sicher für weite Bereiche des Pfälzerwaldes repräsentativ sein, wenngleich für die Station Bundenthal (203 m ü. NN) für das Jahr 2011 ein Niederschlag von 736 mm angegeben wird und für das Jahr 2012 830 mm (siehe www.drl.rlp.de).

Im Rahmen des Projektes „Klimawandel und Schutzgebiete“ wurden vom Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung (als Auftrag für das Bundesamt für Naturschutz, siehe: www.pik-potsdam.de) auch für das Biosphärenreservat Pfälzerwald Szenarien entwickelt. Vor allem bei dem „trockenen Szenario“ ist davon auszugehen, dass über das Sommerhalbjahr eine Zunahme des Wasserstresses für alle Feuchtgebiete zu erwarten ist. Dies dürfte vor allem für kleine und flache Stillgewässer der Fall sein sowie für schon jetzt nur schwach schüttende Quellen. Eine quantitative Abschätzung der Gefährdungszunahme ist für die Gestreifte Quelljungfer auf dieser Datenbasis nicht möglich, doch ist ein erhöhtes Risiko durchaus zu erwarten, auch wenn die Larven eine längere Zeit des Austrocknens ihrer Biotope ertragen können (KAMPWERTH 2010).

4 Diskussion

4.1 Methodik: Vorgehen bei der Larvensuche und Suche nach Larven vs. Suche von Imagines

Bei der Suche nach Quelljungferlarven wurden in jüngster Zeit mehrere Methoden angewendet, wobei neben dem Durchsuchen des Substrates mit den bloßen Händen und Küchensieben auch andere Vorgehensweisen ausprobiert wurden. So können die Larven durch Aufstampfen mit den Füßen am Ufer oder durch „In-die-Knie-Wippen“ dazu veranlasst werden, dass sie sich bewegen und ihre Beine hervorstrecken oder ganz aus dem Substrat kommen. Diese „Erschütterungsmethode“ (STEPHAN 1998, 2012) ist vor allem bei seichten, feinsandigen Bächen mit *C. bidentata* anwendbar, wobei bereits ROBERT (1959) darauf hinweist, dass *C.-bidentata*-Larven sich beim Klatschen auf die Wasseroberfläche bewegen und in tiefere Stellen abwandern. Eine andere sanfte Störungsmöglichkeit zum Austreiben der Larven aus dem Substrat ist das Bespritzen des Substrates bzw. Bachbettes mit einer handelsüblichen, starken Wasserpistole: dadurch werden entweder die Larven freigelegt oder sie werden zu einer Fluchtreaktion veran-

lasst, wodurch sie leicht gesehen werden können (KUNZ 2013). Eine weitere Möglichkeit ist die „Fußtrittmethode“ (GREIS-HARNISCHMACHER 2000), die auf der Beobachtung fußt, dass Larven sich gerne in den Fußabdrücken im Bach sammeln und bei der nächsten Begehung – einige Stunden später – dort gut nachgewiesen werden können. Bei dieser Methode muss aber das Gewässer im Abstand von einigen Stunden mehrfach aufgesucht werden, auch funktioniert diese Methode nur bei etwas breiteren und flachen Gewässern. BAUDERMANN (2010) machte sich diese Beobachtung zunutze und vergrub im Gewässer Dosen als „dauerhafte Fußtritte“, die dann von den Larven besiedelt werden, es sind aber auch hier mehrere Begehungen notwendig, um die Nachkontrollen durchzuführen.

Eine andere Nachweismethode für Makrozoobenthos, die für Libellenlarven funktioniert, erprobten TAYLOR, McINTOSH & PECKARSKY (2001) in den Rocky Mountains/USA bzw. WORTHEN et al. (2001, 2004) im Enoree River: sie fingen in ihren Untersuchungsgewässern mit einem kleinen E-Fischgerät mittels Elektroschocks. In Deutschland ist diese Methode für MZB noch nicht speziell und gezielt angewendet worden, zudem bedarf sie auch einer eigenen Ausnahmegenehmigung. Dass sie aber prinzipiell funktioniert, zeigten BERNAUER, GRABOW & MARTENS (2006) bei *Cordulegaster boltonii* mit Hilfe eines E-Fischgerätes (Firma EFKO, FEG 1500) im Poppental bei Wachenheim/Pfalz im Jahr 2006.

Da im vorliegenden Fall die Gewässer nur einmal aufgesucht werden konnten, wurde vor allem mit der Erschütterungsmethode und dem direkten Durchsuchen des Substrates gearbeitet.

Dem Verf. gelang in den letzten rund drei Jahrzehnten nur ein einziger Fang einer Imago, wobei dieser an einem kleinen Woog im Erlental bei Kaiserslautern-Hohenecken erfolgte (Juli 2011). Auch andere Odonatologenkollegen kennen die Art aus dem Pfälzerwald praktisch nicht als Imago. Sicher hat diese äußerst geringe Nachweisdichte von Imagines damit zu tun, dass bisher keine gezielte Suche nach ihnen erfolgte. Es könnte aber auch ein Hinweis darauf sein, dass sich die Tiere v. a. in oberen Straten im Wald (in oder über den Baumkronen) aufhalten.

In Hessen z. B. zeigte jüngst TAMM (2009, 2011, 2012) sehr gut, dass in entsprechenden Habitaten der Nachweis von Imagines sehr gut gelingen kann, wenngleich die Flugzeit sehr kurz ist. Dies könnte auch im Pfälzerwald ein lohnender Ansatz sein, da nunmehr ja bekannt ist, dass die Art recht gut verbreitet vorkommt.

4.2 Ergebnisse der Kartierungen

Die gezielte Erfassung der Gestreiften Quelljungfer hat zusammen mit den sonstigen bekannt gewordenen Funden der jüngsten Jahre gezeigt, dass die Art doch deutlich besser als gedacht im BSR Pfälzerwald verbreitet ist. Sie kommt im gesamten Gebiet vor, wenn auch nicht in jeder Quelle, so doch in rund einem Viertel der Quellen. Hierbei ist an-

zumerken, dass diese offensichtlich nicht immer durchgängig besiedelt werden, was aber bedeutet, dass sie bei einer aktuell fehlenden Besiedlung nicht prinzipiell unwichtig für die Art sind. Im Gegenteil, sie können – über einen längeren Zeitraum betrachtet – besiedelt werden und damit eine Bedeutung für den Erhalt der gesamten Population erhalten.

Die hier festgestellte Besiedlungsrate der Quellen korrespondiert ganz gut mit anderen Untersuchungen (FROBEL & SCHLUMPRECHT geben sie mit ca. einem Drittel an).

Im benachbarten französischen Teil des Biosphärenreservates Pfälzerwald wurde sie bisher noch nicht gefunden (JAQUEMIN & BOUDOT 2002, L. DUCHAMP & S. MORELLE mdl. Mitt. 2012), doch kommt sie sicher auch dort vergleichbar häufig vor und sollte ebenfalls gezielt gesucht werden. Direkt benachbart wurde sie, wie hier gezeigt, nachgewiesen, auch in Lothringen hat man sie gefunden (BOUDOT & JAQUEMIN 2002).

Inwiefern die Populationen im Pfälzerwald miteinander oder auch mit den Populationen im südlichen, im westlichen und im nördlichen Anschluss in Kontakt stehen – also auch ein genetischer Austausch erfolgt –, ist nicht bekannt und könnte nur mit einer speziellen Studie geklärt werden. In Bayern sind derartige Untersuchungen angedacht und sollen demnächst durchgeführt werden (FROBEL mdl. Mitt. 2012).

Bemerkenswert ist dabei, dass die Art in dem hiesigen Buntsandsteingebiet auch bei relativ sauren pH-Werten vorkommt, was nach der Literatur so nicht zu erwarten war. Nach STERNBERG & BUCHWALD (2000) sollte sie eigentlich unter einem pH von 6 nicht dauerhaft vorkommen, was hier im Biosphärenreservat Pfälzerwald aber nach den hier vorgelegten Untersuchungsergebnissen der Fall ist. Trotz der guten Niederschläge im (Früh-) Sommer waren die Gewässer recht sauer und so ist zu erwarten, dass der pH-Wert der Gewässer – beispielsweise zu Zeiten der Schneeschmelze – noch weiter in den sauren Bereich fällt, wie er jetzt bereits schon war.

Eine Einnischung bezüglich der pH-Werte von *C. bidentata* im Vergleich zu *C. boltonii* kann aufgrund der bisherigen Daten im Pfälzerwald nicht abgeleitet werden. Beide Arten kommen im sauren Milieu vor, was auch schon bei früheren eigenen Kartierungen im Raum Kaiserslautern an verschiedenen Bächen festgestellt wurde (L.U.P.O. 2002–2010).

4.3 Biologische und abiotische Charakterisierung der nicht besetzten Quellen

Auf Basis von nur einer Untersuchung erscheint eine Interpretation, weshalb die anderen Quellen und Quellbäche nicht besiedelt sind, noch schwierig. Zu bedenken ist, dass an vier Probestellen, an denen aktuell keine Larven der Gestreiften Quelljungfer gefunden wurden, früher einmal welche nachgewiesen wurden. Somit werden die Quellen offensichtlich nicht durchgehend besiedelt, oder die Populationsgrößen sind so klein, dass auch bei relativ intensiver Nachsuche – wie bei der vorliegenden Studie – nicht

immer auch ein positiver Nachweis gelingt. Mit dem gewonnenen Suchschema für die Art war es mehrfach der Fall, dass beim Eintreffen an der Probestelle aufgrund des „Suchschemas“ ein Vorkommen erwartet wurde, dann aber doch nichts gefunden wurde.

Vielleicht sind damit noch mehrere der Quellen, an denen aktuell nichts gefunden wurde, de facto doch besiedelt: So würde eine Analyse auf Basis der bisherigen Funde zu einer Verzerrung des Bildes führen. Dies Problem kann eigentlich nur durch weitere Nachsuche gelöst werden.

Faktoren, die sicher zu einem Fehlen der Art an den Probestellen führen, sind:

- Bodengrund nicht adäquat (kein Feinsediment, Quelle und Bach verbaut)
- fehlende Nahrung
- zu starke Versauerung
- längeres Trockenfallen der Quelle
- Umfeld mit dichtem Koniferenbestand
- Äste und Abraum im Quell- bzw. Quellbachbereich
- Tritt und Freizeitnutzungen
- Eingriffe in den Wasserhaushalt/Wasserentnahme.

Hier nicht festgestellt, aber durchaus möglich und aus anderen Untersuchungen bekannt, sind auch Müllablagerungen im Quellbereich.

4.4 Vergleich mit anderen Kartierungen

Im Untersuchungsgebiet Pfälzerwald selbst wurden bisher noch keine speziellen Kartierungen zu den Quelljungfern angestellt, die bisher nach 1990 bekannt gewordenen drei Funde (Trockur et al. 2010) resultieren aus Zufallsbeobachtungen. Somit kann die hier vorliegende Untersuchung nur mit Studien in anderen Gebieten verglichen werden. Allgemein galt die Gestreifte Quelljungfer bis vor kurzem immer noch als relativ selten, was sicher an ihrer speziellen Lebensweise im Wald liegt, wo sie sich in Habitaten aufhält, die üblicherweise kaum von Odonatologen aufgesucht werden. Zudem hat sie eine kurze Flugzeit. Bei gezielten Kartierungen, wie sie in jüngster Zeit vermehrt durchgeführt werden, zeigt sich aber, dass sie zwar nur selten in größerer Anzahl auftritt, offensichtlich aber doch weit verbreitet ist. Dies belegen beispielsweise Untersuchungen aus verschiedensten Naturräumen, wie dem Raum Höxter (LIEBELT, LOHR & BEINLICH 2011), verschiedenen Gebieten in Hessen (Kellerwald, Marburg etc.; PIX 2009, 2011, HILL, POLIVKA & DÜMPELMANN 2009, TAMM 2011), in Baden-Württemberg bei Tübingen (HENHEIK 2011), im Landkreis Konstanz (HEITZ 2006) und im Ortenaukreis (STEPHAN 2012) sowie in Rheinland-Pfalz im Naturpark Nassau (SCHMIDT & BRAUN 2011).

Die Art konnte somit bei spezieller und gezielter Nachsuche – sei es nach den Larven, sei es nach den Imagines – immer in Anzahl und in einem weiteren Lebensraumspektrum nachgewiesen werden, so in Buntsandsteingebieten, die früher eher als schwach oder nicht besiedelt galten (vgl. STERNBERG & BUCHWALD 2000).

4.5 Waldbau und Wildschweinbesatz

Die Gestreifte Quelljungfer hat aufgrund ihrer Lebensweise nicht nur eine hohe Abhängigkeit von den Quellen, sondern auch vom Wald und damit natürlich von der Waldbewirtschaftung. Sind die Quellen und Quellbäche von reinen Nadelwaldbeständen umgeben, findet einerseits eine (zusätzliche) Versauerung der Gewässer statt, und andererseits fehlt das typische Nahrungssubstrat – v. a. die Erlenblätter – für die Gammarriden, die ihrerseits eine wichtige Nahrungsgrundlage für die Libellenlarven darstellen (vgl. BUCHWALD 1988, HERING et al. 1993, HEITZ 2006). Nur ausnahmsweise finden sich damit Quelljungferlarven in Quellen inmitten von dichten Fichtenbeständen (STERNBERG, BUCHWALD & STEPHAN 2000).

Finden sich an den Quellen und ihren Abläufen Nadelwaldbestände, so sollten diese in Misch- oder reine Laubbaumbestände umgebaut werden, vor allem wenn es sich um nicht einheimische Baumarten handelt. Dabei ist auf ein möglichst schonendes Vorgehen zu achten, da die Biotope gegenüber dem Eintrag von Astmaterial etc. und gegenüber Tritt bzw. dem Befahren der Biotope sehr sensibel sind. Sind die Gewässer mit Astmaterial abgedeckt, so können diese nicht mehr zur Eiablage beflogen werden (z. B. Quellen 4, 7, 9, 16 – vgl. Abb. 10). Dieser Umbau kommt nicht nur der gesamten Lebensgemeinschaft, sondern hier zudem der Schwesterart *Cordulegaster boltonii* zugute, wie seit langem bekannt ist (ORMEROD, WEATHERLEY & MERRETT 1990). Auf Kahlschläge im Umfeld von Quellen und Quellbächen ist ebenfalls zu verzichten, sinnvollerweise sollte der gesamte Quellbereich inklusive einer Pufferzone nicht (intensiv) bewirtschaftet werden. Beim Ausbau von Wegen und Forststraßen ist auf die Quellen zu achten bzw. sollte der Ausbau unterlassen werden, sofern dadurch die Quellen beeinträchtigt werden (vgl. FROBEL & SCHLUMPRECHT 2013). Desweiteren ist auf jegliche Beeinträchtigung des Wasserhaushalts – sei es durch Einträge, Baumaßnahmen oder durch Grundwasserentnahmen – im Einzugsbereich der Quellen zu verzichten.

Inwiefern die Kalkungen der vergangenen Jahre im Pfälzerwald eine Auswirkung auf die Bestände der Quelljungfern hatten oder haben, ist noch zu klären. Einerseits dürfte die Versauerung der Quellen zumindest mittelfristig vermindert werden, was den Larven sicher zugutekommt, doch könnten starke und schubweise pH-Änderungen möglicherweise negative Auswirkungen zeigen (z. B. Auswirkungen auf das Nahrungsnetz).

Bei den Kartierungen fiel auf, dass die Quellen nicht selten von Wildschweinen (*Sus scrofa*) durchwühlt waren. Einerseits kann dies zur Anlage von Vertiefungen und damit von besiedelbaren Gewässern führen, andererseits dürften die Wildschweine die Larven fressen. Gerade die großen und schlupffreien Larven stellen sicher eine willkommene Zusatzbeute dar. Auffällig war dies, wenngleich das natürlich nicht statistisch abgesichert werden kann, an der Probestelle 29. Dort wurden mehrere adulte Larven beider Arten in einem Steintrog, in den die Quelle schüttet, gefunden. Direkt unterhalb war der gesamte Quellablauf vollkommen von Wildschweinen durchwühlt, in dem prinzipiell gut geeigneten Biotop fanden sich trotz zweifacher intensiver Nachsuche keine Libellenlarven.

4.6 Maßnahmen zum Schutz der Gestreiften Quelljungfer – Rote Liste-Status

Die Ableitung der Maßnahmen zum Erhalt der Gestreiften Quelljungfer ergibt sich aus den Beeinträchtigungen, wobei natürlich die „globalen“ Beeinträchtigungen (Versauerung, Schadstoffeinträge, Klimawandel) nur bedingt beeinflusst werden können. Bei diesen können nur umfassende Maßnahmen zum Klimaschutz und zur Luftreinhaltung greifen. Nur so können mittelfristig negative Umweltveränderungen, die ganze Odonatenzönosen betreffen können, vermieden werden (siehe z. B. OTT 2010b, c).

Ob hier die Kalkungen einen Einfluss haben, ist schwer abzuschätzen, da genaue Messungen – verbunden mit einem Monitoring der Besiedlung – bisher fehlen. Dies könnte exemplarisch untersucht werden, da so die Bedeutung der Kalkungen möglicherweise untermauert werden könnte. Auch Auswirkungen auf den Wasserhaushalt – z. B. durch Entnahmen – sind nur im großräumigen Zusammenhang und politisch zu lösen.

Die an den Biotopen realisierbaren Maßnahmen sind:

- Quellverbau entfernen und naturnahe Umgestaltung der Quellen
- waldbaulicher Umbau des Umfeldes, sofern es mit dichtem Koniferenbestand bestockt ist, und Anlage eines offenen Misch- oder Laubwaldbestandes
- kein Kahlschlag im Umfeld der Quellen (Vermeidung hydraulischen Stresses)
- Äste und Abraum von Koniferen im Quell- bzw. Quellbachbereich entfernen
- Belassen von Totholz im Quellbachbereich (treppenartige Abstürze mit Feinsedimenten erhalten)
- Tritt und Freizeitnutzungen unterbinden und lenken
- Verzicht auf Wegeausbau im Quellumfeld
- Wildschweinbestand beobachten und ggf. limitieren.

Hervorzuheben ist der Umbau der quellnahen Waldbestände, da dieser sicher eine weit reichende Aufwertung der Biotope – auch für viele andere Arten – mit sich brin-

gen dürfte (vgl. ORMEROD, WEATHERLEY & MERRETT 1990). Gerade gut flugfähige Arten wie Libellen reagieren auf diese Veränderungen sehr schnell, wie z. B. Untersuchungen an von invasiven Baumarten befreiten Fließgewässern in Südafrika gezeigt haben (SAMWAYS & SHARRAT 2010), und besiedeln die nunmehr aufgewerteten Biotope auch wieder.

Als eine bestandsfördernde Maßnahme kann weiterhin die Anlage von strukturreichen Waldlichtungen mit Hecken und Ruderalstreifen – vor allem im quellnahen Bereich – vorgeschlagen werden, da dies sehr gute Reifungs- und Jagdhabitats für die Imagines sind: Dort können sich die jungen Imagines in der Reifezeit aufhalten, die Lichtungen können während der gesamten Flugzeit als Nahrungsraum dienen (vgl. TAMM 2012, 2013a, b).

Die Gestreifte Quelljungfer ist zwar eine typische Waldlibelle, da sie aber durchaus in der Nachbarschaft von Siedlungen vorkommen kann (z. B. LANG, LANG & RAAB 2002), sofern geeignete Habitats vorhanden sind, ist dort auf sie zu achten, und ihre Bedürfnisse sind entsprechend in Planungen und Schutzkonzepten einzustellen.

Die Gestreifte Quelljungfer wird in Rheinland-Pfalz in der aktuell noch gültigen, aber vollkommen veralteten Roten Liste als „vom Aussterben bedroht“ geführt (EISLÖFFEL, NIEHUIS & WEITZEL 1993). Diese Kategorie ist nach dem aktuellen Kenntnisstand absolut nicht mehr zutreffend, sie müsste aufgrund der offensichtlich weiten Verbreitung auch in Rheinland-Pfalz – zumindest in den Waldgebieten – fast sogar als „ungefährdet“ eingestuft werden. Aufgrund verschiedener absehbarer Beeinträchtigungen und Risikofaktoren (u. a. Klimawandel, intensive Waldwirtschaft) wäre eine Einstufung in „gefährdet“ sicher die passende Kategorie. Im benachbarten Elsass wird dem noch nicht ausreichenden Kenntnisstand zu ihrer Verbreitung übrigens mit der Kategorie „à preciser“ (entspricht einer ungenügenden Kenntnis) in der Roten Liste Rechnung getragen (MORATIN 2003), wobei davon auszugehen ist, dass sie dort in Anzahl gefunden werden kann.

In Rheinland-Pfalz wäre die Gestreifte Quelljungfer damit in derselben Kategorie wie auf bundesdeutscher Ebene, von wo sie aktuell im Vergleich zur letzten Roten Liste (OTT & PIPER 1998; „stark gefährdet“) nunmehr in der bald erscheinenden Roten Liste (OTT et al. in prep.) auf „gefährdet“ herabgestuft wurde. Hierbei schlug sich hauptsächlich der Erkenntnisgewinn der vergangenen Jahre zu ihrer doch besseren Verbreitungssituation nieder, wobei diese Entwicklung zukünftig im Auge behalten werden muss. Wie auf Bundesebene (OTT et al. in prep.) ist die Gestreifte Quelljungfer auch in Rheinland-Pfalz als Verantwortungsart anzusehen und als solche in allen Planungen oder Schutzgebietskonzepten zu berücksichtigen.

5 Dank

Für Angaben zu Vorkommen der Art dankt der Autor den Herren Loïc DUCHAMPS, Sébastien MORELLE, Timm GUTENSOHN, Dr. Holger SCHINDLER, Dr. Bernd TROCKUR, Klaus-Jürgen CONZE, Bernd KUNZ, Thomas KIRCHEN und vor allem Dr. Klaus-Guido LEIPELT. Bei den Kartierungen unterstützten tatkräftig Frau Manuela MANCINI, Frau Annalena SCHOTT-HÖFER und Herr Christian GUTH, Frau Manuela MANCINI half zudem auch bei den Abbildungen. Herr Thomas KIRCHEN und Herr Bernd KUNZ stellten ein Foto zur Verfügung, und Thomas MEYER erstellte die Karte. Herrn Dr. Kai FROBEL danke ich für viele Informationen und Diskussionen, Herr Manfred Braun übermittelte das "Nassau-Gutachten". Die SGD-Süd (Thomas SCHLINDWEIN) stellte eine Fanggenehmigung aus, und die Zentralstelle der Forstverwaltung (Herr Wolfgang HEYER) erteilte eine Fahrgenehmigung. Der Dank des Autors gilt auch Frau Dr. Patricia BALCAR und besonders Herrn Dr. Ernst SEGATZ (FAWF) für die gute Zusammenarbeit bei dem Projekt und die Möglichkeit, diese interessante Art im Biosphärenreservat Pfälzerwald untersuchen zu dürfen.

6 Literatur/Webseiten

- BAUDERMANN, S. (2010): Erfassung von Quelljungfern – von eigenen Untersuchungen zum Unterrichtsthema. – Wissenschaftliche Hausarbeit, 161 S., PH Karlsruhe.
- BERNAUER, D., GRABOW, K. & A. MARTENS (2006): Fang von Libellenlarven durch Elektrofischung (Odonata: Cordulegasteridae). – *Libellula* **25** (3/4): 165–169. Wolnzach.
- BISSINGER, V. (1996): Zweigestreifte Quelljungfer *Cordulegaster boltoni* DONOVAN 1807 und Kleine Zangenlibelle *Onychogomphus forcipatus* LINNÉ 1758 (Anisoptera; Odonata) im Mooswald bei Freiburg. Larvalökologische Untersuchungen in Fließgewässern unter besonderer Berücksichtigung der thermischen Verhältnisse. – Diplomarbeit, Fakultät für Biologie, Universität Freiburg.
- BLANKE, D. (1984): Untersuchungen zur Lebensweise von *Cordulegaster bidentatus* SÉLYS in Südniedersachsen. – *Libellula* **3** (3/4): 18–22. Hötter.
- BOUDOT, J.-P. (2001): Les *Cordulegaster* du Paléarctique occidental. – *Martinia* **17**: 1–34. Bois-d'Arcy.
- BOUDOT, J.-P. & G. JACQUEMIN (2002): Inventaire et statut des Libellules de Lorraine. – *Bulletin de la Société Lorraine d'Entomologie* (Sonderveröffentlichung). 68 S. Nancy.
- BUCHWALD, R. (1988): Die Gestreifte Quelljungfer *Cordulegaster bidentatus* (Odonata) in Südwest-Deutschland. – *Carolinea* **46**: 49–64. Karlsruhe.
- DIJKSTRA, K. D. & R. LEWINGTON (2006): Field guide to the dragonflies of Britain and Europe including western Turkey and north-western Africa. – 320 S., Gillingham.

- DOMBROWSKI, A. (1989): Ökologische Untersuchungen an *Cordulegaster bidentatus* Sély, 1843. Diplomarb. Univ. Göttingen.
- DONATH, H. (1988): Untersuchungen in einer Larvenkolonie von *Cordulegaster boltonii* (DONOVAN) in der Niederlausitz. – *Libellula* **6**: 105–116. Höxter.
- EISLÖFFEL, F., NIEHUIS, M. & M. WEITZEL unter Mitarbeit von M. & U. BRAUN, J. OTT, H. SCHAUSTEN und L. SIMON (1993): Rote Liste der bestandsgefährdeten Libellen (Odonata) in Rheinland-Pfalz. – 28 S., Mainz.
- FALTIN, I. (1998): Zweigestreifte Quelljungfer – *Cordulegaster boltonii*. – 144–145. In: KUHN K. & K. BURBACH (Hrsg.): *Libellen in Bayern*. 333 S., Stuttgart.
- FERRERAS-ROMERO, M. & P. S. CORBET (1999): The life cycle of *Cordulegaster boltonii* (DONOVAN, 1807) (Odonata: Cordulegasteridae) in the Sierra Morena Mountains (southern Spain). – *Hydrobiologia* **405**: 39–48. Heidelberg u. a.
- FRÄNZEL, U. (1985): Öko-ethologische Untersuchungen an *Cordulegaster bidentatus* SÉLYS, 1843 (Insecta: Odonata) im Bonner Raum. – Diplomarb. Univ. Bonn.
- FROBEL, K. (2011): Kartierbogen *Cordulegaster bidentata*. *Schr. Mitt.*
- FROBEL, K. & H. SCHLÜMPRECHT (2013): Verbreitung und Bestandsgröße der Gestreiften Quelljungfer *Cordulegaster bidentata* in der Hersbrucker Alb (Mittelfranken, Bayern). – 19–20. In: Hessische Gesellschaft für Ornithologie und Naturschutz (HGON) e. V. mit dem Arbeitskreis Libellen in Hessen [Hrsg.] (2013): 32. Jahrestagung der Gesellschaft deutschsprachiger Odonatologen (GdO) e. V. (Tagungsband mit Kurzfassungen), 80 S.. Download unter: www.libellula.org.
- GERKEN, B. & K. STERNBERG (1999): Die Exuvien europäischer Libellen. – 354 S., Höxter.
- GREIS-HARNISCHMACHER, W. (2000): Bemerkungen zum Vorkommen von *Cordulegaster bidentata* in Hagen. – *Der Sauerländische Naturbeobachter* **27**: 115–120. Lüdenschheid.
- HEIDEMANN, H. & R. SEIDENBUSCH (1993): Die Libellenlarven Deutschlands und Frankreichs – Handbuch für Exuviensammler. – 391 S., Keltern
- HEITZ, S. (2006): Waldbauliche Maßnahmen zur Förderung der Larvallebensräume der Quelljungferarten am Bodanrück (*Cordulegaster bidentata* und *C. boltonii*). – *Mercuriale* **6**: 2–8. Karlsruhe.
- HEITZ, A. & S. HEITZ (2010): „Die Letzten werden die Ersten sein“: Koexistenz von Fließgewässern. – *Mercuriale* **10**: 1–13. Karlsruhe.
- HENHEIK, H. (2011): Zum Vorkommen der Quelljungfer-Arten (*Cordulegaster bidentata*, *C. boltonii*) im näheren Umkreis von Tübingen. – *Mercuriale* **11**: 1–10. Karlsruhe.
- HEYMER, A. (1973): Das hochspezialisierte Beutefangverhalten der Larve von *Cordulegaster annulatus* (LATR. 1805), eine ökologische Einnischung. (Odonata, Anisoptera). – *Revue du comportement animal* **7**: 103–112. [Elektr. Resource]
- HILL, T. B., POLIVKA, R. & C. DÜPPELMANN (2009): Hinweise zur Erfassung der Gestreiften Quelljungfer (*Cordulegaster bidentata*, SÉLYS 1843) und Fundnachweise im Landkreis Marburg-Biedenkopf. – *Libellen in Hessen* **2**: 52–58. Echzell.

- HILL, B., ROLAND, H.-J., STÜBING, S. & C. GESKE (2011): Atlas der Libellen Hessens. FENA-Wissen, Bd. 1, 184 S., Gießen.
- HUNGER H., SCHIEL, F.-J. & B. KUNZ (2006): Verbreitung und Phänologie der Libellen Baden-Württembergs. – Libellula Supplement 7: 15-188. Wolnzach.
- IGÖ [Institut für Grundwasserökologie] (2010): Waldquellenmonitoring im Biosphärenreservat Pfälzerwald - Untersuchung des Makrozoobenthos 2010. – Unveröff. Gutachten im Auftrag der FAWF, 51 S., Landau – Trippstadt.
- JACQUEMIN, G. & J.-P. BOUDOT (2002): Les Odonates (Libellules) de la Réserve de Biosphère des Vosges du Nord: originalité du peuplement. – Annales Scientifiques de la Réserve Biosphère transfrontalière Vosges du Nord-Pfälzerwald, Vol. 10: 145–158. La Petite Pierre.
- KALKMAN, V. J., BOUDOT, J.-P., BERNARD, R., CONZE, K.-J., DE KNIJF, G., DYATLOVA, E., FERREIRA, S., JOVIC, M., OTT, J., RISERVATO, E. & G. SAHLÉN (2010): European Red List of Dragonflies. – Luxembourg (Publications Office of the European Union): 30 S.
- KAMPWERTH, U. (2010): „Die letzten werden die Ersten sein“: Koexistenz von *Cordulegaster*-Larven und Köcherfliegen (Trichoptera: Limnephililidae) in temporären Fließgewässern. – Mercuriale 10: 1-13. Karlsruhe.
- KIRCHEN, T. (2013): schr. Mitt.
- KUNZ, B. (2013): schr. Mitt.
- LANG, C., MÜLLER, H. & J. A. WARINGER (2001): Larval habitats and longitudinal distribution patterns of *Cordulegaster heros* THEISCHINGER and *C. bidentata* SÉLYS in an Austrian forest stream (Anisoptera: Cordulegasteridae). – Odonatologica 30 (4): 395-409. Bithoven.
- LANG, H., LANG, C. & R. RAAB (2002): Erfassung der Quelljungfervorkommen auf Wiener Stadtgebiet. – Studie im Auftrag der MA 22 – Umweltschutz. Unveröff. Mskr. 13 S.
- LEIPELT, K. G. (1999): *Cordulegaster bidentata* SÉLYS und *Cordulegaster boltonii* (DONOVAN) (Odonata: Cordulegasteridae) im nördlichen Harzvorland. – Braunschweiger naturkundliche Schriften 5: 849-856. Braunschweig.
- (2005): Behavioural differences in response to current implications for the longitudinal distribution of stream odonates. – Archiv für Hydrobiologie 163 (1): 81-100. Stuttgart.
- LEIPELT, K. G. & B. KUNZ (in prep.): *Cordulegaster boltonii* (DONOVAN, 1807) Zweigestreifte Quelljungfer [Arttext]. – In: GdO [Hrsg.]: Verbreitungsatlas der Libellen in Deutschland.
- LIEBELT, R., LOHR M. & B. BEINLICH (2011): Zur Verbreitung der Gestreiften und der Zweigestreiften Quelljungfer (*Cordulegaster bidentata* und *C. boltonii*) im Kreis Höxter (Insecta, Odonata, Cordulegasteridae). – Beiträge zur Naturkunde zwischen Egge und Weser 22: 3-18. Höxter.
- LUDWIG, G., HAUPT, H., GRUTTKE, H. & M. BINOT-HAFKE (2006): Methodische Anleitung zur Erstellung Roter Listen gefährdeter Tiere, Pflanzen und Pilze. – BfN[Bundesamt für Naturschutz]-Skript 191, Bonn, 97. S.

- L.U.P.O. (2002-2010): Gewässergütebestimmung ausgewählter Fließgewässer – Stadt Kaiserslautern. – Unveröff. Gutachten. Im Auftrag des Amtes für Umwelt, Stadt Kaiserslautern.
- MEY, D., KUNZ, B. & K. G. LEIPELT (in prep.): *Cordulegaster bidentata* SÉLYS, 1843, Gestreifte Quelljungfer [Arttext]. – In: GdO [Hrsg.]: Verbreitungsatlas der Libellen in Deutschland.
- MORATIN, R. (2003): Les libellules. – In: ODONAT (Coord.): Les listes rouges de la nature menacée en Alsace. S. 164-179. Collection Conservation, Strasbourg.
- NIEHUIS, M. (1980): Faunistisch-ökologische Mitteilungen 5: (Odonata: Cordulegasteridae) – *Cordulegaster bidentatus* SELYS – Erstnachweis für die Pfalz. – Pfälzer Heimat **31** (1): 10. Speyer.
- (1984): Verbreitung und Vorkommen der Libellen (Insecta: Odonata) im Regierungsbezirk Rheinhessen-Pfalz und im Nahetal. – Naturschutz und Ornithologie in Rheinland-Pfalz **3** (1): 1-203. Landau.
- ORMEROD, S. J., WEATHERLEY, N. S. & W. J. MERRETT (1990): The influence of Conifer Plantations on the Distribution of the Golden Ringed Dragonfly *Cordulegaster boltoni* (Odonata) in Upland Wales. – Biological Conservation **53**: 241–251. Cambridge.
- OTT, J. (1988): Markierungsexperimente an der Zweigestreiften Quelljungfer *Cordulegaster boltoni* DONOVAN, 1807 – ein Beitrag zum Artenschutz (Anisoptera: Cordulegasteridae). – Libellula **7** (3/4): 77–88. Höxter.
- (2010a): Die Zweigestreifte Quelljungfer – ein typischer Pfälzer Bachdrache. – Heimatjahrbuch des Landkreises Kaiserslautern **2010**: 59–60. Kaiserslautern.
 - (2010b): Dragonflies and climatic change - recent trends in Germany and Europe. – BioRisk **5**: 253–286. Sofia.
 - (2010c): Zur aktuellen Situation der Moorlibellen im „Pfälzerwald“ – wie lange können sie sich in Zeiten des Klimawandels noch halten? – Annales Scientifiques de la Réserve Biosphère transfrontalière Vosges du Nord-Pfälzerwald, Vol. **15** Coll. Tourbières (2009–2010): 123–139. La Petite Pierre.
- OTT, J., CONZE, H.-J., GÜNTHER, A., LOHR, M., MAUERSBERGER, R., ROLAND, H.-J. & F. SUHLING (in prep.): Rote Liste und Gesamtartenliste der Libellen (Odonata) Deutschlands; 3. Fassung, Stand Anfang 2012. – Naturschutz und biologische Vielfalt. Bonn.
- OTT, J. & W. PIPER (1998): Rote Liste der Libellen. – Schriftenreihe für Landschaftspflege und Naturschutz **55**: 353–374. Bonn-Bad Godesberg.
- PFUHL, D. (1994): Autökologische Untersuchungen an *Cordulegaster boltonii* (DONOVAN, 1807) (Insecta: Odonata). – Diplomarb., 106 S., Univ. Göttingen.
- PHÖNIX, J. (2005): Gestreifte Quelljungfer. – 194–197. In: BROCKHAUS, T. & U. FISCHER (Hrsg.): Die Libellenfauna Sachsens. – 427 S., Rangsdorf.
- PIX, A. (2009): Die Cordulegasteriden im Reinhardswald. – Libellen in Hessen **2**: 47–51. Echzell.

- (2012): GPS-gestützte Erfassung der *Cordulegaster*-Entwicklungshabitate im FFH Gebietsteil der „Weserhänge“ rechts des Stroms. – Libellen in Hessen **5** (2012) Arbeitskreis Libellen in Hessen: 39-44. Echzell.
- PIX, A. & P. BACHMANN (1989): Libellen im Reinhardswald. – Göttinger naturkundliche Schriften **6**: 41-54. Göttingen.
- ROBERT, P. A. (1959): Die Libellen (Odonaten). – 404 S., Bern.
- SAMWAYS, M. J. & N. S. SHARRAT (2010): Recovery of endemic dragonflies after removal of alien invasive trees. – Conservation Biology **24**: 267-277. Cambridge.
- SALOWSKY A. S. (1989): Untersuchungen zum Larvenbiotop von *Cordulegaster bidentatus* in Waldbächen um Freiburg i. Br. (Ein Beitrag zur Biologie von *C. bidentatus*). – Diplomarbeit, Institut für Biologie I (Zoologie), Universität Freiburg.
- SCHMIDT, D. & U. BRAUN (2011): Erfassung der Larven der Gestreiften Quelljungfer (*Cordulegaster bidentata*) und der Zweigestreiften Quelljungfer (*Cordulegaster boltonii*) im Naturpark Nassau. – Unveröff. Gutachten, 46 S., Zweckverband Naturpark Nassau.
- SCHNEIDER, W. & H. ACHENBACH (1982): *Cordulegaster bidentatus* SÉLYS, 1843 – erster Larvennachweis für die Pfalz (Odonata: Anisoptera: Cordulegasteridae). – Entomologische Zeitschrift **92** (23): 338-340. Stuttgart.
- STEPHAN, U. (1998): Untersuchungen zur Habitatbindung der Quelljungferarten *Cordulegaster boltonii* (DONOVAN 1807) und *Cordulegaster bidentata* (SÉLYS 1843) in Waldbächen des Mittleren Schwarzwaldes unter besonderer Berücksichtigung der Larvalökologie. Diplomarbeit, Institut für Biologie II (Geobotanik), Universität Freiburg.
- (2012): Einfluss der Untersuchungsmethode auf die Erfassung von *Cordulegaster*-Larven. – Mercuriale **12**: 45-52. Karlsruhe.
- STERNBERG, K., BUCHWALD, R. & U. STEPHAN (2000): *Cordulegaster bidentata* SÉLYS, 1843 – Gestreifte Quelljungfer. – 173-190. In: STERNBERG, K. & R. BUCHWALD (Hrsg.): Die Libellen Baden-Württembergs, Bd. **2**. – 712 S., Karlsruhe.
- STERNBERG, K., BUCHWALD, R. & U. STEPHAN (2000): *Cordulegaster boltonii* (DONOVAN, 1807) – Zweigestreifte Quelljungfer. – 191-208. In: STERNBERG, K. & R. BUCHWALD (Hrsg.) (2000): Die Libellen Baden-Württembergs, Bd. **2**. – 712 S., Karlsruhe.
- STÜMPPEL, P., STADELMANN, H. & G. BURK (1998): Gestreifte Quelljungfer – *Cordulegaster bidentata*. – 142-143. In: KUHN K. & K. BURBACH (Hrsg.): Libellen in Bayern. – 333 S., Stuttgart.
- TAMM, J. (2009): Beobachtungen und Erfahrungen beim Kartieren der Quelljungfern *Cordulegaster boltonii* und *C. bidentata* in Hessen. – Libellen in Hessen **2**: 41-46. Echzell.
- (2011): Zur Verbreitung und Biologie der Quelljungfern *Cordulegaster bidentata* und *C. boltonii* im Nationalpark Kellerwald-Edersee. – Libellen in Hessen **4**: 39-47. Echzell.
- (2012): Effiziente Kartierung der Gestreiften Quelljungfer *Cordulegaster bidentata* (SÉLYS, 1843) im Reifungshabitat am Beispiel des Kellerwaldes. – Libellen in Hessen **5**: 32-38. Echzell.

- (2013a): Neues über die Märchenlibelle *Cordulegaster bidentata* aus dem Lande der Gebrüder GRIMM, Hessen. – 43-45. In: Hessische Gesellschaft für Ornithologie und Naturschutz (HGON) e. V. mit dem Arbeitskreis Libellen in Hessen [Hrsg.] (2013): 32. Jahrestagung der Gesellschaft deutschsprachiger Odonatologen (GdO) e. V. (Tagungsband mit Kurzfassungen), 80 S. Download unter: www.libellula.org.
 - (2013b): Notiz zur Syntopie-Frage bei den Imagines von *Cordulegaster bidentata* und *C. boltonii* im nord- und mittelhessischen Bergland. – Libellen in Hessen 6 (2): 44-50. Echzell.
- TAYLOR, B. W., MCINTOSCH, A. R. & B. L. PECKARSKY (2001): Sampling stream invertebrates using electroshocking techniques: implications for basic and applied research. – Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 58: 437–445. Ottawa.
- THIESMEIER, B. (1992): Ökologie des Feuersalamanders. Essen. 125 S.
- TROCKUR, B., BOUDOT, J.-P., FICHEFET, V., GOFFART, P., OTT, J. & R. PROESS (2010): Atlas der Libellen – Atlas des Libellules. – Fauna und Flora der Großregion/Faune et Flore dans la Grande Région. 201 S., Landsweiler-Reden.
- TROCKUR, B. & A. DIDION (2008): Rote Liste und Faunenliste der Libellen (Odonata) des Saarlandes (3. Fassung). – 485-498. In: Minister für Umwelt und Delattinia (2008) (Hrsg.): Rote Liste gefährdeter Pflanzen und Tiere des Saarlandes. Atlantenreihe Bd. 4.
- VÖLKER, H. (1955): Beobachtungen über Lebensgewohnheiten der beiden deutschen Libellenarten *Cordulegaster annulatus* (LATREILLE) und *bidentatus* SÉLYS. – Beiträge zur Naturkunde Niedersachsens 8: 80-85. Braunschweig.
- WINTER, M.-B. & H. SCHINDLER (2012): Waldquellenmonitoring im Naturpark Pfälzerwald. – Annales Scientifiques de la Réserve Biosphère transfrontalière Vosges du Nord-Pfälzerwald, Vol. 16 (2011-2012): 182–212. La Petite Pierre.
- WORTHEN, W. B., BLUE, T., HANEY, D. C. & C. B. ANDERSEN (2001): Larval habitat associations of *Progomphus obscurus* at two spatial scales (Odonata: Gomphidae). – International Journal of Odonatology 4: 231–240. London.
- WORTHEN, W. B., GREGORY, S. FELTEN, J. & M. J. HUTTON (2004): Abundance of *Boyeria vinosa* larvae in the Enoree River basin, USA: chemical, physical and biological correlates (Odonata: Aeshnidae). – International Journal of Odonatology 7: 97–109. London.

www.wald-rlp.de (Schadstoff- und Niederschlagsdaten Station Johanniskreuz und Merzalben)

www.dlr.rlp.de (Klimastation Bunderthal)

www.pik-potsdam.de (Daten zum Projekt „Klimawandel und Schutzgebiete“)

Anhang

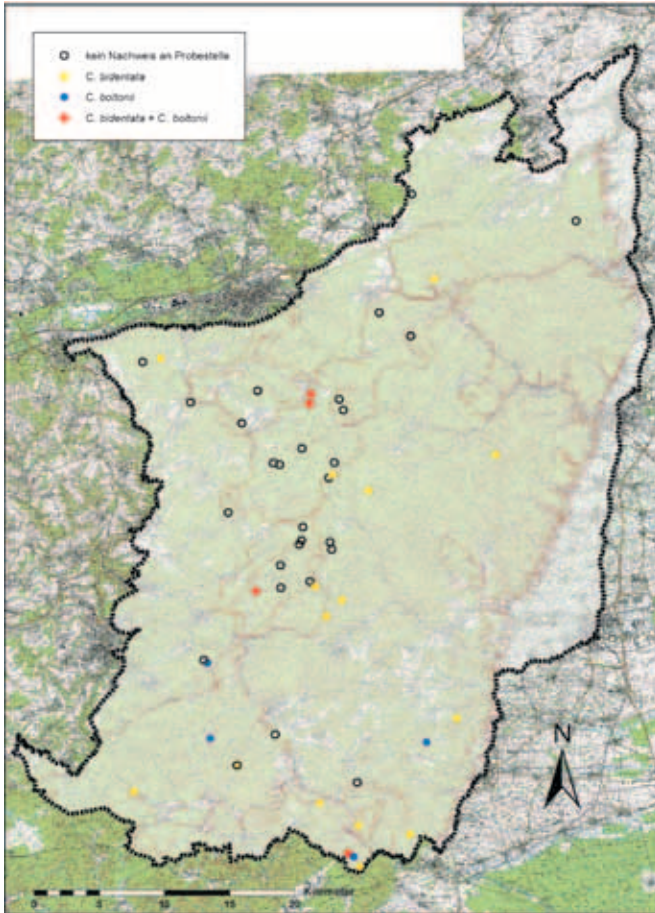


Abb. 12: Verbreitung der Gestreiften Quelljungfer (*Cordulegaster bidentata*) im Biosphärenreservat Pfälzerwald; aktuelle Erfassung inklusive der weiteren recherchierten Nachweise (siehe Text).

Manuskript eingereicht am 30. Juli 2013.

Anschrift des Verfassers:

Dr. Jürgen OTT, L.U.P.O. GmbH, Friedhofstraße 28, D-67705 Trippstadt

E-Mail: ott@lupogmbh.de