

Bachelorarbeit

**Qualitative Erfassung von Quelljungfern (*Cordulegaster boltonii* und
Cordulegaster bidentata) an ausgewählten Gewässern im FFH-Gebiet Arnsberger
Wald mit Hinweisen für Schutzmaßnahmen**



Fabian Gärtner
Matrikelnummer 108013111561
fabian.gaertner@rub.de
Themensteller: Dr. Ralf Joest
Zweitgutachter: Tobias Scholz M.Sc.
Abgabedatum: 16.09.2019



Eidesstattliche Erklärung

Hiermit versichere ich, dass ich die Abschlussarbeit des Bachelor-Studiengangs Geographie an der Ruhr-Universität Bochum selbstständig verfasst und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel eingesetzt habe, alle Ausführungen, die andere Schriften wörtlich und oder sinngemäß entnommen wurden, kenntlich gemacht sind und die Arbeit in gleicher oder ähnlicher Form noch nicht Bestandteil einer Studien- oder Prüfungsleistung war.

Fabian Gärtner

Bochum, den 16. September 2019

Inhaltsverzeichnis

1 EINLEITUNG	5
2 VERBREITUNG UND LEBENSRAUM	7
2.1 SCHUTZSTATUS	7
2.2 VERBREITUNG	8
2.2.1 Verbreitung <i>C. boltonii</i>	8
2.2.2 Verbreitung <i>C. bidentata</i>	10
2.3 JAHRES- UND TAGESPHÄNOLOGIE.....	12
2.4 LEBENSRAUM	14
3 UNTERSUCHUNGSGEBIET	19
4 METHODIK UND MATERIAL.....	24
4.1 MATERIAL	24
4.2 KARTENERSTELLUNG	24
4.3 BEGEHUNGEN	26
4.3.1 Larven- und Lebensraumkartierung	26
4.3.2 Kartierung der Imagines	28
4.3.3 Methodenvergleich.....	29
4.4 BERECHNUNG.....	29
5 ERGEBNISSE	30
5.1 VERBREITUNG IM UNTERSUCHUNGSGEBIET	30
5.2 VERÄNDERUNG GEGENÜBER 2003/04	37
5.3 HABITATPRÄFERENZEN	42
5.4 AUSWIRKUNGEN DER TROCKENHEIT.....	45
6 DISKUSSION	48
6.1 VERBREITUNG IM UNTERSUCHUNGSGEBIET	48
6.2 VERÄNDERUNG GEGENÜBER 2003/04	48
6.3 HABITATPRÄFERENZEN	49
6.4 AUSWIRKUNGEN DER TROCKENHEIT.....	49
6.5 GEFÄHRDUNG	52
6.6 SCHUTZMAßNAHMEN	55
6.7 BEGRENZUNGEN DER UNTERSUCHUNG.....	57
6.8 EMPFEHLUNGEN FÜR WEITERFÜHRENDE FORSCHUNG.....	58
7 ZUSAMMENFASSUNG UND FAZIT.....	59
LITERATURVERZEICHNIS	60
ABBILDUNGSVERZEICHNIS	63

TABELLENVERZEICHNIS	66
ANHANG	67

1 Einleitung

Libellen gelten als Indikatorarten für Gewässer und können durch ihr Vorkommen Auskunft über den langfristigen Zustand unserer Gewässer geben. Lebensräume wie Quellen und Mittelgebirgsbäche sind durch den Klimawandel gefährdet, und damit auch die Arten, die dort vorkommen. Unter diesen befinden sich zwei Libellenarten der Gattung *Cordulegaster* (Quelljungfern) *Cordulegaster bidentata* (Gestreifte Quelljungfer) und *Cordulegaster boltonii* (Zweigestreifte Quelljungfer), die die einzigen ihrer Familie sind, die in Deutschland vorkommen. *C. bidentata* ist selten und gilt als „Rotmilan“ der Libellen, denn diese Art ist nicht nur in Deutschland gefährdet, sondern gilt auch als Art, für die Deutschland in hohem Maße verantwortlich ist (Ott et al. 2015).

Da der Klimawandel sich voraussichtlich negativ auf Libellenarten auswirken wird, welche auf ganzjährig gleichmäßig wasserführende Quellen angewiesen sind, ist vor allem *C. bidentata* stark gefährdet. Gerade der besonders trockene Sommer 2018 könnte die Art negativ beeinflusst haben, insbesondere durch das Austrocknen von Quellen und Fließgewässern und dem damit verbundenen Verlust ihres Lebensraums (Behrens et al. 2009).

Die Vorkommen von *C. bidentata* in den Mittelgebirgen Nordrhein-Westfalens „stellen die bedeutendsten nordwestlichen Vorposten dieser Art in Europa dar“ (Menke et al. 2016a: 250-257). Obwohl in den letzten 20 Jahren die Anzahl der Nachweise für *C. bidentata* durch verbesserte und gezielte Suche gesteigert werden konnte, ist vergleichsweise wenig über Lebensweise und Verbreitung bekannt. Auch im Bergland bestehen noch zahlreiche Erfassungslücken (Menke et al. 2016a: 250-257).

Für ausgewählte Gewässer im Arnsberger Wald liegen Daten zur Verbreitung beider Arten aus 2003/04 (Joest et al. o.J.) vor.

Zielsetzung

Ziel der Arbeit ist es herauszufinden,

1. wie die *Cordulegaster*-Arten im Untersuchungsgebiet verbreitet sind (Präsenz / Absenz),
2. wie sich die Verbreitung im Gegensatz zu 2003/04 verändert hat (Joest et al. o.J.),
3. welche Habitatpräferenzen die Untersuchung ergeben und
4. welche Auswirkungen die Trockenheit der letzten Jahre hatte.

Es werden die Hypothesen aufgestellt, dass,

1. die Arten weiterhin im Untersuchungsgebiet verbreitet sind,
2. bestimmte Parameter von den Arten bei der Habitatwahl präferiert werden und
3. durch die Trockenheit der letzten Jahre (insbesondere 2018), die Vorkommen der *Cordulegaster*-Arten, mindestens teilweise, verschwunden sind.

Des Weiteren werden Gefährdungsfaktoren, Handlungsempfehlungen bzw. Hinweise für den Schutz der Arten dargelegt und diskutiert.



Abb. 1 Sitzendes *Cordulegaster boltonii* Männchen (Foto: Fabian Gärtner, 08.07.19, FFH-Gebiet Arnsberger Wald)

2 Verbreitung und Lebensraum

2.1 Schutzstatus

Schutzstatus in Europa

Der Rote-Liste Status ist für *C. boltonii* in Europa als „Least Concern (LC)“ und für *C. bidentata* als „Near Threatened (NT)“ mit einem abnehmenden Trend der Population angegeben (Kalkmann et al. 2010: 21). Außerdem ist *C. bidentata* die einzige aller in Europa endemischen Arten, deren Hauptverbreitungsgebiet nicht in der südlichen Hälfte Europas, sondern in den Mittelgebirgen Zentral-, West- und Südeuropas liegt (Kalkmann et al. 2010: 8).

Schutzstatus in Deutschland

C. boltonii ist für Deutschland nach der Roten-Liste ungefährdet (*), während die Art 1998 noch gefährdet (3) war. Der aktuelle Bestand ist mäßig häufig (15 bis 34,9 % Rasterfrequenz). Der Bestandstrend ist langfristig als mäßig rückläufig und kurzfristig als gleichbleibend (-9 % bis +30 % Veränderung der Rasterfrequenz) angegeben (Ott et al. 2015: 407).

Die Rote Liste Deutschlands (Ott et al. 2015) gibt für *C. bidentata* den Rote-Liste-Status „gefährdet“ (3) an. Sie ist damit eine von nur acht Libellenarten in dieser Kategorie. Da die Population in Deutschland ca. 20 – 25 % des weltweiten Bestandes ausmacht, wird sie von Ott et al. (2015: 403) für Deutschland der Kategorie „in hohem Maße verantwortlich!“ zugeordnet. Wie auch *C. boltonii* unterliegt die Population einem mäßigen Rückgang im langfristigen Bestandstrend sowie einem kurzfristigen Bestandstrend ohne bedeutende Veränderung (-9 % bis +30 % Veränderung der Rasterfrequenz). Die aktuelle Bestandssituation ist als selten (5-14,9 % Rasterfrequenz) eingestuft. Einen zusätzlichen Risikofaktor stellt zudem der indirekte menschliche Einfluss dar (Ott et al. 2015: 407).

Schutzstatus in Nordrhein-Westfalen

In Nordrhein-Westfalen ist *C. boltonii* allgemein als gefährdet (RL 3), im Tiefland als stark gefährdet (RL 2) und im Bergland als gefährdet (RL 3) eingestuft. Die Art hat in Nordrhein-Westfalen die Häufigkeitsklasse „selten“. *C. bidentata* ist mit der Häufigkeitsklasse „sehr selten“ als stark gefährdet (RL 3) eingeordnet. Für *C. bidentata* ist Nordrhein-Westfalen „in hohem Maße verantwortlich“ (Conze & Grönhagen 2010).

Beide Arten haben in Nordrhein-Westfalen einen stark rückläufigen langfristigen bzw. einen gleichbleibenden kurzfristigen Bestandstrend. Ein zusätzlicher Risikofaktor ist nicht feststellbar (Conze & Grönhagen 2010).

2.2 Verbreitung

Die Familie der *Cordulegastridae*, mit drei Gattungen und 55 bekannten Arten, kommt ausschließlich auf der Nordhalbkugel vor und ist hauptsächlich in Asien zwischen dem Himalaya und Japan verbreitet. In Nordafrika kommen zwei Arten vor. In Amerika sind mehrere Arten von Kanada bis Costa Rica verbreitet (Wildermuth & Martens 2019: 505). Die Gattung *Cordulegaster* (Quelljungfern) kommt mit ca. 34 Arten in Europa vor (Foufre et al. 2014).

In Deutschland und Nordrhein-Westfalen sind nur die beiden Arten *Cordulegaster boltonii* (Zweigestreifte Quelljungfer) und *Cordulegaster bidentata* (Gestreifte Quelljungfer) beheimatet (Menke et al. 2016a: 250-257).

2.2.1 Verbreitung *C. boltonii*

Das Verbreitungsareal erstreckt sich über Mitteleuropa vom Atlantik bis nach Russland. In Afrika kommt sie nur im Norden Marokkos und im Westen Algeriens vor. Sie fehlt in Nordskandinavien und Südalitalien. An den südlichen und östlichen Verbreitungsgrenzen wird *C. boltonii* durch verwandte Arten ersetzt.

In Deutschland kommt die Art hauptsächlich in den Mittelgebirgen, deren gewässerreiche Randlagen, in der Lüneburger Heide und im südlichen Alpenvorland vor. Sie fehlt vor allem in Gebieten ohne oder mit zu geringem Gefälle (Wildermuth & Martens 2019: 512). Die östliche Verbreitungsgrenze konnte bisher noch nicht genau definiert werden, verläuft aber bisherigen Einschätzungen zufolge möglicherweise entlang des Ural (Dijkstra 2014: 213). Im Osten Deutschlands kommt *C. boltonii* auch an Bächen entlang von Endmoränen und Urstromtälern vor (Donath 1989).

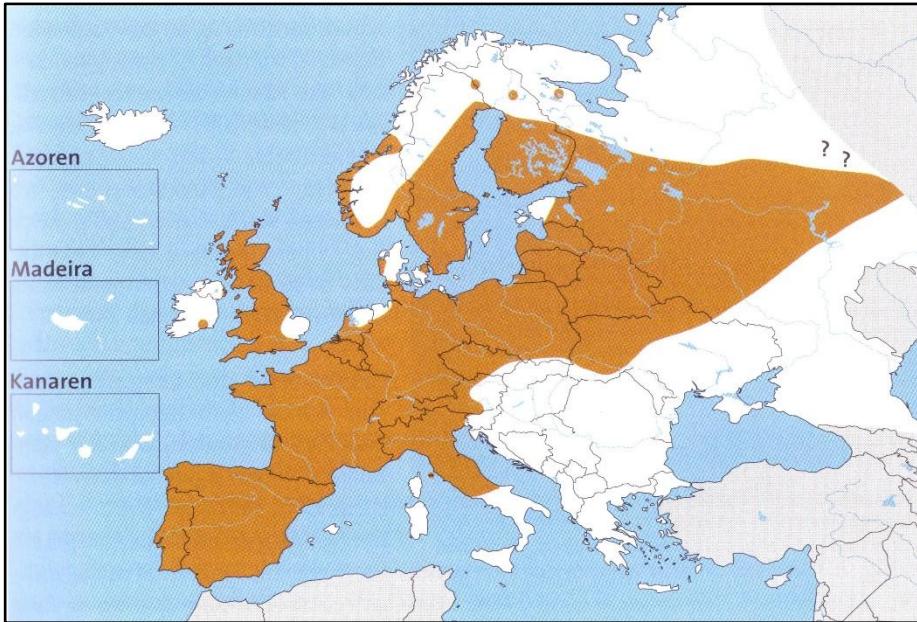


Abb. 2 Verbreitung von *C. boltonii* in Europa (Wildermuth & Martens 2019: 513)

Die bundesweite vertikale Verbreitung reicht von ca. 100 Höhenmetern ü.NN und teilweise darunter in Niedersachsen (Clausnitzer 1977) bis 1668 m ü.NN in den Alpen, sofern das Klima ein Vorkommen der Art begünstigt (Wildermuth 1986). In Nordrhein-Westfalen kommt die Art aber besonders häufig (mehr als 50 % der Vorkommen) oberhalb von 200 m ü.NN vor während nur etwa 10 % der Vorkommen oberhalb von 500 m ü.NN liegen (Menke et al. 2016a: 250-257).

Die Verbreitungsschwerpunkte von *C. boltonii* befinden sich in den Mittelgebirgsregionen Nordrhein-Westfalens (Abb. 3) und die Art ist mäßig häufig. Im nordrhein-westfälischen Flachland (wie in der Senne, Schwalm-Nette-Platte, und Kirchheller Heide) gibt es aber auch größere Populationen (Menke et al. 2016a: 250-257).

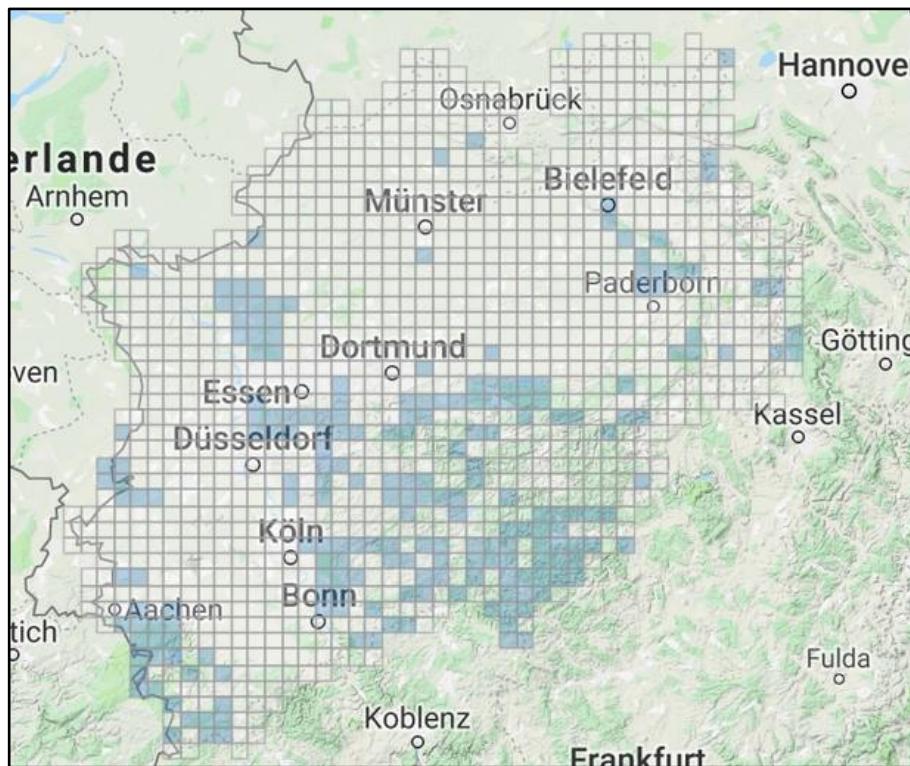


Abb. 3 Verbreitung von *C. boltonii* in NRW (Menke et al. 2016c)

2.2.2 Verbreitung *C. bidentata*

C. bidentata ist in Europa endemisch und ist von den Pyrenäen bis in die Karpaten verbreitet. Zum Norden verläuft die Verbreitungsgrenze von den Mittelgebirgen zur Norddeutschen Tiefebene, wobei sich nördlichste Vorkommen in Niedersachsen befindet. Zum Südosten hin ist die Art bis Mittelgriechenland verbreitet. Der Thüringer Wald gilt als das einziges großes Mittelgebirge, in dem die Art nicht vorkommt (Wildermuth & Martens 2019: 507-508). Die Art kann regional, v.a. auf dem Balkan, auch häufig sein. Sie ist generell lokaler verbreitet als *C. boltonii* (Dijkstra 2014: 219). Das Süderbergland gilt zurzeit als Schwerpunkt vorkommen für Deutschland, vielleicht auch für Mitteleuropa.

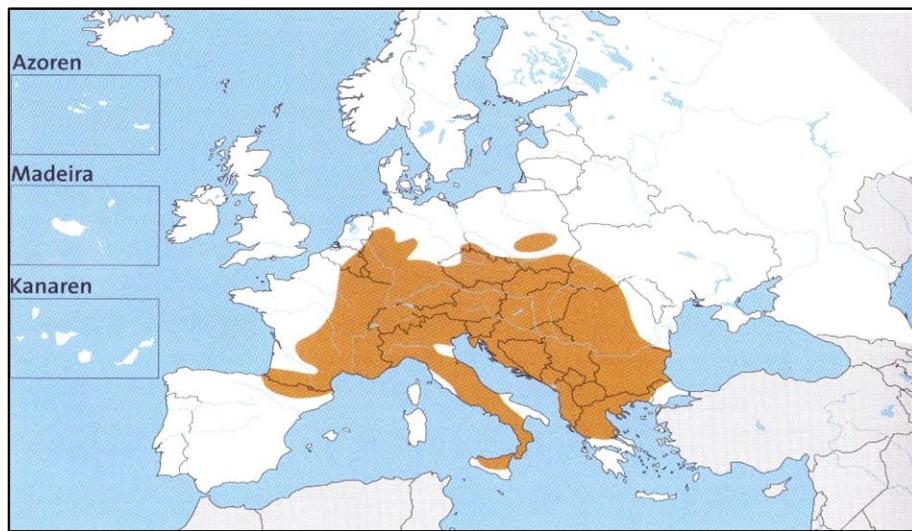


Abb. 4 Verbreitung von *C. bidentata* in Europa (Wildermuth & Martens 2019: 508)

Die vertikale Verbreitung von *C. bidentata* reicht von 200 m ü.NN (Sternberg & Buchwald 2000: 174) bis 1700 m ü.NN (Schiemenz 1953). Das Hauptvorkommen in den Mittelgebirgen liegt aber zwischen 200 und 450 m ü.NN (Sternberg & Buchwald 2000: 174).

In Nordrhein-Westfalen kommt die Art, wie im restlichen Verbreitungsgebiet, nur zerstreut vor. Die Art gilt als selten, ist aber für alle Mittelgebirge Nordrhein-Westfalens nachgewiesen. Im Vergleich zu *C. boltonii* kommt die Art im Flachland nicht vor. *C. boltonii* besiedelt teilweise dieselben Bachsysteme wie *C. bidentata* (Menke et al. 2016a: 250-257). In Nordrhein-Westfalen befinden sich fast 80 % aller Fundorte der Art zwischen 100 und 300 m ü.NN (Menke et al. 2016a: 250-257).

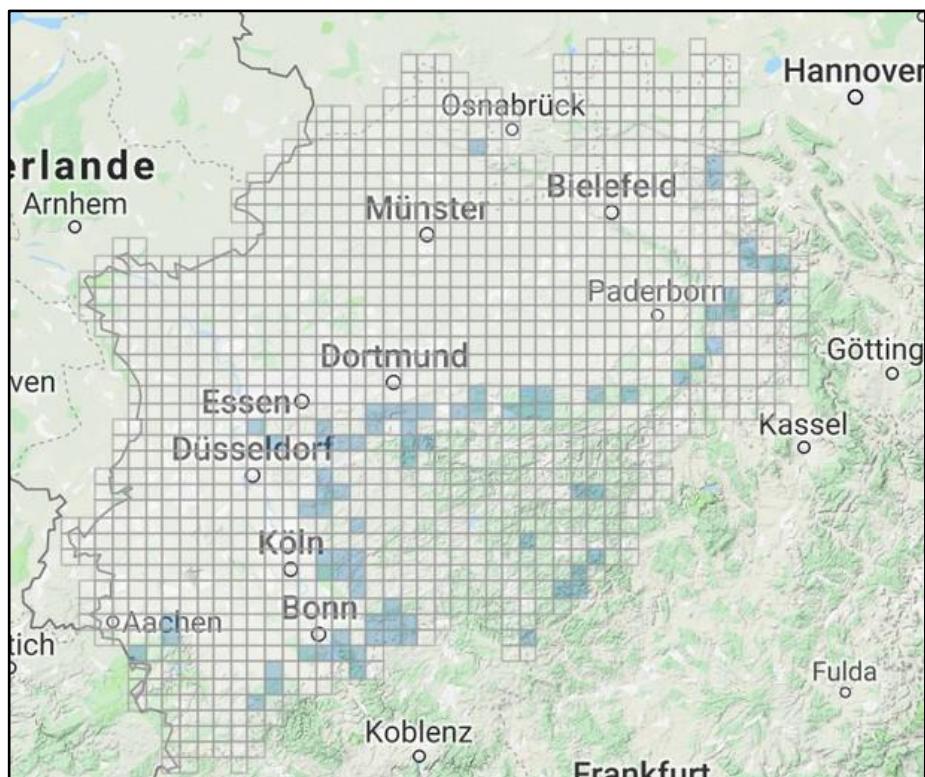


Abb. 5 Verbreitung von *C. bidentata* in NRW (Menke et al. 2016b)

2.3 Jahres- und Tagesphänologie

Jahresphänologie *C. boltonii*

Je nach Literatur ist die Angabe der Flugzeit von *C. boltonii* etwas unterschiedlich, jedoch größtenteils überlappend. Nach Sternberg (2000: 192-193) geht sie „von Mitte Juni bis Ende September/Anfang Oktober“, nach Dijkstra (2014: 213) von „Ende Mai–Ende August, vor allem Juli.“ und nach Wildermuth (2019: 514) von Ende Mai bis Anfang September, wobei die Hauptflugzeit zwischen Juli und August liegt. Die Variation der Angaben der Flugzeit ist dadurch zu begründen, dass sie jeweils abhängig von den naturräumlichen Gegebenheiten ist. So kann die Art in höheren Lagen auch noch bis in den Oktober hinein aktiv sein (Wildermuth & Martens 2019: 514). In Nordrhein-Westfalen fliegt die Art „von Mitte Mai bis Ende August, ausnahmsweise bis in den Oktober hinein“, wobei auch hier die Hauptflugzeit im Juli angegeben wird (Menke et al. 2016a: 250-257).

	Jan.	Feb.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sep.	Okt.	Nov.	Dez.
Sternberg (2000)												
Dijkstra (2014)												
Wildermuth (2019)								Hauptflugzeit				
Tetzlaff A. Conze KJ (2019)										selten		

Abb. 6 Flugzeit von *C. boltonii* (Sternberg 2000, Dijkstra 2014, Wildermuth 2019, Tetzlaff & Conze 2019)

Jahresphänologie *C. bidentata*

Die Flugzeit von *C. bidentata* verläuft nach Stümpel et al. (1998: 142-143) von Ende Mai/Mitte Juni bis Mitte Juli. Der Aktivitätszeitraum verschiebt bzw. verlängert sich in kühlen Jahren oder bei großen Beständen jedoch bis Mitte/Ende August. Sogar bis Ende September konnten in Bayern schon Imagines beobachtet werden. Dijkstra (2014: 219) gibt eine Flugzeit von Mitte Mai bis Ende August an und nach Wildermuth & Martens (2019: 509) liegt sie zwischen Ende Mai und Anfang August. Für Hessen und Thüringen werden Flugzeiten von Ende Mai/Anfang Juni bis in den September genannt (Zimmermann et al. 2005; Stübing et al. 2010).

	Flugzeit <i>C. bidentata</i>											
	Jan.	Feb.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sep.	Okt.	Nov.	Dez.
Sternberg (2000)												
Dijkstra (2014)												
Wildermuth (2019)												
Stübing et al. (2010)												

Abb. 7 Flugzeit von *C. bidentata* (Sternberg 2000, Dijkstra 2014, Wildermuth 2019, Stübing et al. 2010)

Die Schlupfphase kann sich teilweise zeitlich stark unterscheiden. Sie ist dabei abhängig von Faktoren wie Hangexposition, Mikro- und Lokalklima. Beispielsweise „lag in den fast benachbarten, nur 100 m voneinander entfernten Bächen ‚Heisterbuschbach‘ und ‚Heiler Kotten‘ bei Solingen [4808/3] der Beginn der Emergenz um mehr als 14 Tage auseinander“ (Conze & Tetzlaff 2019).

Tagesphänologie *C. boltonii*

Die größte Aktivität von *C. boltonii* ist bei Temperaturen von > 20 °C vom Spätvormittag bis ca. 16.00 Uhr zu beobachten. Die Larven schlüpfen meist am frühen Morgen und Eiablagen erfolgen den ganzen Tag über (Sternberg & Buchwald 2000: 193).

Tagesphänologie *C. bidentata*

Die Aktivität von *C. bidentata* ist stark abhängig von der Beschattung und den Temperaturen. Die Hauptflugaktivität findet (an sonnigen Tagen) zwischen 13.00 und 18.00 Uhr statt (Blanke 1984: 21). Die Weibchen suchen zur Eiablage geeignete Gewässer erst auf, wenn sie ungestört sind. Dies ist v. a. am früher Morgen oder gegen Abend der Fall, wenn die Aktivität der Männchen gering ist (Sternberg & Buchwald 2000: 175).

2.4 Lebensraum

Als Larvalhabitat versteht sich generell nicht das gesamte Gewässer, sondern nur der unmittelbare Bereich, in welchem die Larven sich aufhalten (Sternberg 1999: 27). Der deutsche Familienname der „Quelljungfern“ beschreibt schon in etwa die Lebensräume der Larven, die überwiegend Quellrinnale, Quellsümpfe, kalte Bäche oder kleine Flüsse besiedeln (Wildermuth & Martens 2019: 505).

Lebensraum von *C. boltonii*

Das Habitat von *C. boltonii* sind Bäche und kleine Flüsse, meistens in Wäldern, aber, vor allem im Tiefland, auch in offenen Wiesengebieten oder Heiden (Dijkstra 2014: 213). Die Vielfalt an Fließgewässern im Lebensraum von *C. boltonii* ist hoch. Es werden sowohl kleine beschattete Waldbäche, Gräben, Wiesenbäche als auch kleinere Flüsse (< 10 m Breite) besiedelt. Im Mittelgebirge kann der Lebensraum der Art auf die quellnahen Bereiche beschränkt sein, besonders wenn sich bachabwärts eingefasste Abschnitte oder Bereiche mit schneller Strömung befinden. Für die Entwicklung werden sommerwarme Gewässer benötigt, während für die Embryonalentwicklung Wassertemperaturen von > 12° C notwendig sind (Wildermuth & Martens 2019: 513-516).

Die Beschaffenheit der Gewässersole ist für die Larven sehr wichtig, da sie sich darin eingraben. Somit ist das Vorkommen der Art direkt abhängig vom Substrat des Gewässers. So wurde beispielsweise einer Untersuchung in Baden-Württemberg bei 64 % der untersuchten Gewässer (n=131), in welchen *C. boltonii*-Larven vorkommen, Feinsediment festgestellt (33 % Kies und Schotter; 3 % Steinplatten) (Sternberg & Buchwald 1991). Außerdem bevorzugen die Larven Substrate mit hohem Anteil an organischem Material (Zimmermann 1975: 23-36).



Abb. 8 Typischer Larvallebensraum von *C. boltonii* mit Nachweis (Fabian Gärtner, 10.07.19, FFH-Gebiet Arnsberger Wald)

Die Larven können auch eine gewisse Zeit in sauren Gewässern existieren. Sternberg & Buchwald (2000: 195) geben an, dass wenn der Bestand nach saurem Regen und Verringerung des pH-Wertes sinkt, liegt das wahrscheinlich an der verminderten Menge an Beutetieren, welche empfindlich auf pH-Veränderungen. Die Larven von *C. boltonii* sind eurytherm, können also in Gewässern mit großen Temperaturschwankungen von 1-22 °C im Jahresverlauf leben (Clausnitzer 1977).

Die Imagines von *C. boltonii* jagen Fluginsekten abseits des Gewässers auf Wiesen, Waldwegen oder Lichtungen. Zur Eiablage werden fließendes Wasser, Stellen mit geringer oder fehlender Strömung, flache Eiablagestellen (< 5 cm tief), feinkörniges, sandig-schlammiges Sediment sowie vegetationslose Abschnitte im Gewässer benötigt. Die Imagines orientieren sich stark an dem Bachlauf, weshalb eine durchgängige Flugschneise über diesen wichtig ist. Die umgebenden Landschaften sind im Tiefland vor allem Wiesen- und Weideflächen. In bewaldeten Gebieten wie dem Mittelgebirge sind es oft größere Kahlschlagflächen (Sternberg & Buchwald 2000: 198). Zwar bevorzugt die Art einen Deckungsgrad von 0-30 % der Strauch- und Baumschicht (Buchwald 1988), kommt aber auch in Wäldern mit über 90 % Beschattung vor. Der Waldtyp ist von keiner großen Bedeutung, so kommt die Art auch in Fichtenbeständen vor (Bissinger 1996).



Abb. 9 Offenes Gelände mit Nachweis von *C. boltonii*-Larven (Fabian Gärtner, 10.07.19, FFH-Gebiet Arnsberger Wald)

Lebensraum von *C. bidentata*

C. bidentata präferiert kleinere Bäche (Dijkstra 2014: 219) und kommt an quellnahen Bachoberläufen, an Quelltöpfen, Quellrinnalen oder durchsickerten Hängen vor. Die Art bevorzugt Habitate im Wald oder in Waldnähe mit stetigen Abflussmengen und starkem Gefälle (Wildermuth & Martens 2019: 507). Präferiert werden feinsandige bis sandige Randbereiche des Bachbetts mit Fein- oder Grobdetritus und geringer bis keiner Strömung, Auskolkungen mit Ansammlungen von Ästen und Laub, aber auch die Bachmitte in schneller durchströmten Bereichen mit Mischsubstraten aus Sand, Kies und organischem Material (Sternberg & Buchwald 2000: 175, Böcker 1995). Die Larvenvorkommen von *C. bidentata* befinden sich vor allem im direkten Quellbereich oder maximal bis in 300 m Entfernung von diesen (Böcker 1995). Bei Untersuchungen von Buchwald (1988) wurden Larven aber auch in 600 m Entfernung von der Quelle nachgewiesen. Seltener wurden sie weiter als 1200 m unterhalb der Quelle beobachtet (Dijkstra 2014: 219). Die Vegetation im Bach ist für die Habitatwahl der Larven nicht von Bedeutung, da diese meist nicht vorhanden ist (Sternberg & Buchwald 2000: 175).



Abb. 10 Typischer Quellbereich im Untersuchungsgebiet mit Nachweis von *C. spec*-Larven (Fabian Gärtner, 10.07.19, FFH-Gebiet Arnsberger Wald)

Von den Imagines werden laut Buchwald (1989) zwar Baumdicke gemieden, aber beschattete Wälder, sonnige Habitate wie Kahlschlagflächen, baumfreie Quellen oder Waldwege präferiert. Die Beschattung kann bei mehr als 80 % liegen (Buchwald 1988).

Unterschiede und Gemeinsamkeiten der Habitate

Die Larven beider Arten vergraben sich in strömungsberuhigten (lenitischen) Bereichen wie Wannen, Pools oder Auskolkungen in lockeren Sedimenten wie Sand, Detritus oder Feinsubstraten und warten dort als Lauerjäger auf Beute (Wildermuth & Martens 2019: 509, 513-516). Weitere lenitische Gewässerbereiche befinden sich meist vor und nach Stauhindernissen, in flachen Randbereichen, Gleithängen bei mäandrierendem Gewässer und in tieferen Stellen wie Kolke bzw. Gumpen. Beide Arten benötigen zur Eiablage Bereiche mit geringer Tiefe und feinkörnigem Substrat. Für *C. bidentata* müssen diese Bereiche zudem auch strömungsfrei sein (Sternberg & Buchwald 2000: 181,194). Die Imagines beider Arten benötigen kleine Fließgewässer im Wald mit offener Flugschneise und zugänglicher Wasserfläche, wobei *C. boltonii* auch Fließgewässer mit einer Breite bis zu 5 m nutzt, sodass sie auch im offenen Grünland vorkommen kann.

Wenn beide Arten am selben Bach vorkommen, wird der quellnahe Bereich eher von *C. bidentata* besiedelt, während *C. boltonii* meist weiter bachabwärts vorkommt. Es können aber beide Arten auch teilweise nebeneinander im selben Gewässer vorkommen (Wildermuth & Martens 2019: 513-514). Es gibt keine Hinweise auf eine ausgeprägte interspezifische Konkurrenz (Sternberg & Buchwald 2000: 205). Die räumliche Differenz der Verteilung liegt weniger an unterschiedlichen Habitatpräferenzen der Larven, sondern vielmehr an den der Imagines. Insbesondere die Gehölz- und Vegetationsstruktur der Umgebung ist hier ausschlaggebend. Während Waldquellen und deren Umgebung nur von *C. bidentata* besiedelt und Quellen offener Landschaften gemieden werden, bevorzugt *C. boltonii* stark besonnte Quellen (Buchwald 1988).

3 Untersuchungsgebiet

Es wurden 13 Bäche, bestehend aus insgesamt 223 Segmenten, untersucht, die zum Großteil innerhalb des FFH-Gebiets DE-4514-302 "Arnsberger Wald" liegen, welches sich südlich des Möhnesees befindet. Die Auswahl der Bäche liegt für eine bessere Vergleichbarkeit der Untersuchung von 2003/04 zu Grunde und soll repräsentativ für das Gebiet stehen. Es wurden wegen zu großem Aufwand nicht alle der 2003/04 untersuchten Gewässer ausgewählt. Das FFH-Gebiet gehört naturräumlich dem Nordsauerländer Oberland an, verwaltungstechnisch zu zwei Dritteln dem Hochsauerlandkreis und zu einem Drittel dem Kreis Soest. Die Untersuchung beschränkt sich auf die Nebenbäche der Heve zwischen der Rissmecke und Neuhaus, sowie die Worbke und ihren Nebenbächen als Nebenfluss der Kleinen Schmalenau. Die 13 untersuchten Gewässer befinden sich vor allem zwischen den Quellen und der Mündung ins nächstgrößere Gewässer. Bis auf die östlichsten zwei Gewässer befindet sich das Untersuchungsgebiet innerhalb der Gemeinde Möhnesee (Kreis Soest). Im Osten grenzt die Gemeinde Warstein an.

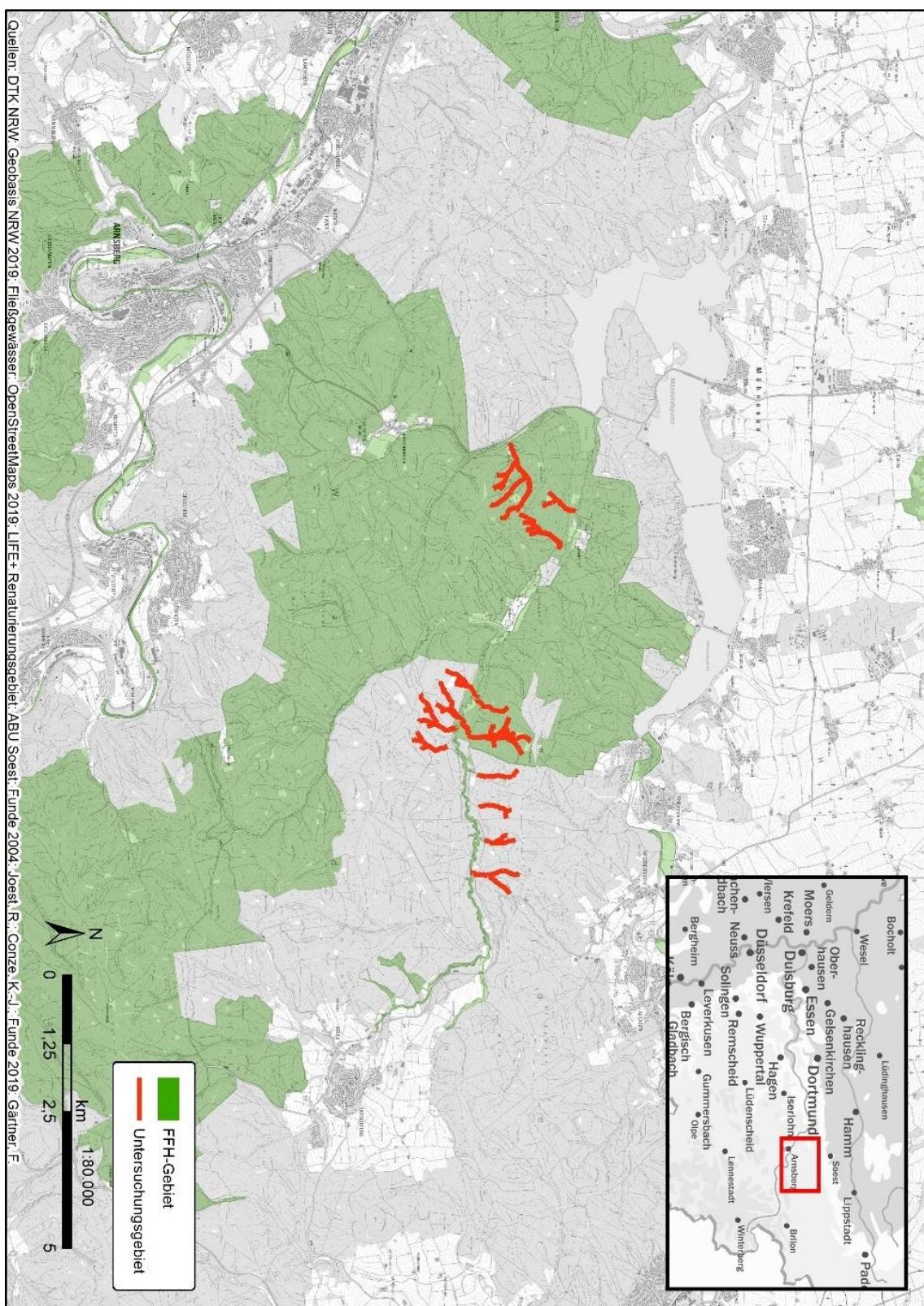


Abb. 11 FFH-Gebiet und Untersuchungsgebiet 2019

Das FFH-Gebiet ist mit etwa 7991 ha ein großräumiger, weitgehend unzerschnittener Waldkomplex der submontanen Höhenstufe, welche sich als größtes Wald-Naturschutzgebiet Nordrhein-Westfalens auszeichnet. Es kommen nur vereinzelt

kleinere Siedlungen in dem von Fichtenforsten und Hainsimsen-Buchenwald dominierten Wäldern vor. Die vielen naturnahen und teilweise natürlichen Fließgewässer sind typisch für die Mittelgebirgsrandlage. In den Sohlentälern kommen Erlenwälder, Stieleichen-Hainbuchenwälder und Feuchtwiesen vor. Vereinzelt gibt es auch Moorwälder und Weichholz-Auenwälder. Die Bestände des Hainsimsen-Buchenwalds und der Erlen-Eschenwälder sind von bundesweiter Bedeutung. Im Gebiet kommen Arten der FFH- oder Vogelschutzrichtlinie wie Raufußkauz, Sperlingskauz, Wespenbussard, Schwarzstorch, Grau-, Mittel- und Schwarzspecht vor, welche auf naturnahe Laubwälder und natürliche Fließgewässer angewiesen sind. Es kommen auch Hirschskäfer, Bauneunauge und Groppe vor. Die Nutzung des FFH-Gebiets wird hauptsächlich von der Forstwirtschaft (46 % Forsten) dominiert (LANUV 2013).

Die Quellen der untersuchten Gewässer treten oft in ähnlichen Höhen auf und haben typischerweise einen sumpfigen Quellbereich (Helokrene) mit einer ausgeprägten Kraut- und Mooschicht ohne offensichtlich erkennbar fließendes Wasser (Quellsümpfe und Quellmoore). Erst nach einigen Metern, in den der Boden sehr feucht ist, ist ein Quellbach erkennbar. Meist sind die Fließgewässer im quellnahen Bereich und Oberlauf von organischem Material oder Feinsediment dominiert und von Fichtenforsten umgeben (Abb. 10) Im Mittellauf treten teilweise reine Fichtenforsten oder Mischwälder auf, während im Unterlauf, vor allem in der Umgebung der Heve, junge Laubwälder ausgeprägt sind (Abb. 14).

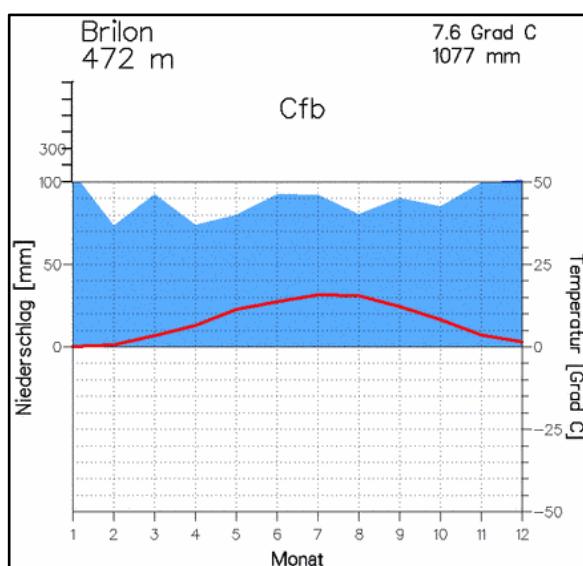


Abb. 12 Klimadiagramm die Messstation Brilon (Mittelwerte für 1971-2000; ca. 30 km entfernt vom Untersuchungsgebiet) (Mühr 2007)

Klimatisch liegt das Untersuchungsgebiet im Übergangsbereich vom westeuropäischen maritimen Klima und dem osteuropäischen kontinentalen Klima. Dabei sind die Niederschläge, wie in Abb. 12 zu sehen, relativ gleichmäßig über das Jahr verteilt und insgesamt vergleichsweise hoch (1077 mm in Brilon im Mittel 1971-2000 im Vergleich

zu 918 mm in NRW 1981-2010). In den Mittelgebirgen ist die Jahresmitteltemperatur, durch die Höhe bedingt, einige Grad niedriger als in angrenzenden tiefer gelegenen Gebieten. (DWD 2019, Glawion et al. 2009).

Geologisch befindet sich der Arnsberger Wald auf dem Gestein des Oberkarbon, welches aus schwach- bis stark sandigem Schluff- und Tonstein besteht. Der anliegende Grauwackeschiefer ist Teil des Rheinischen Schiefergebirges (GeoBasis NRW 2019) und bedingt, dass der pH-Wert des Bodens etwas saurer ist. Typisch für die Mittelgebirge sind die Kerbtäler (auch V-Tal genannt) in denen die Bäche fließen (Abb. 13). Die größeren Fließgewässer, wie die Heve, fließen hingegen in einem meist breiteren Sohlental (Glawion et al. 2009). Biogeografisch gehört das FFH-Gebiet der kontinentalen Region an.

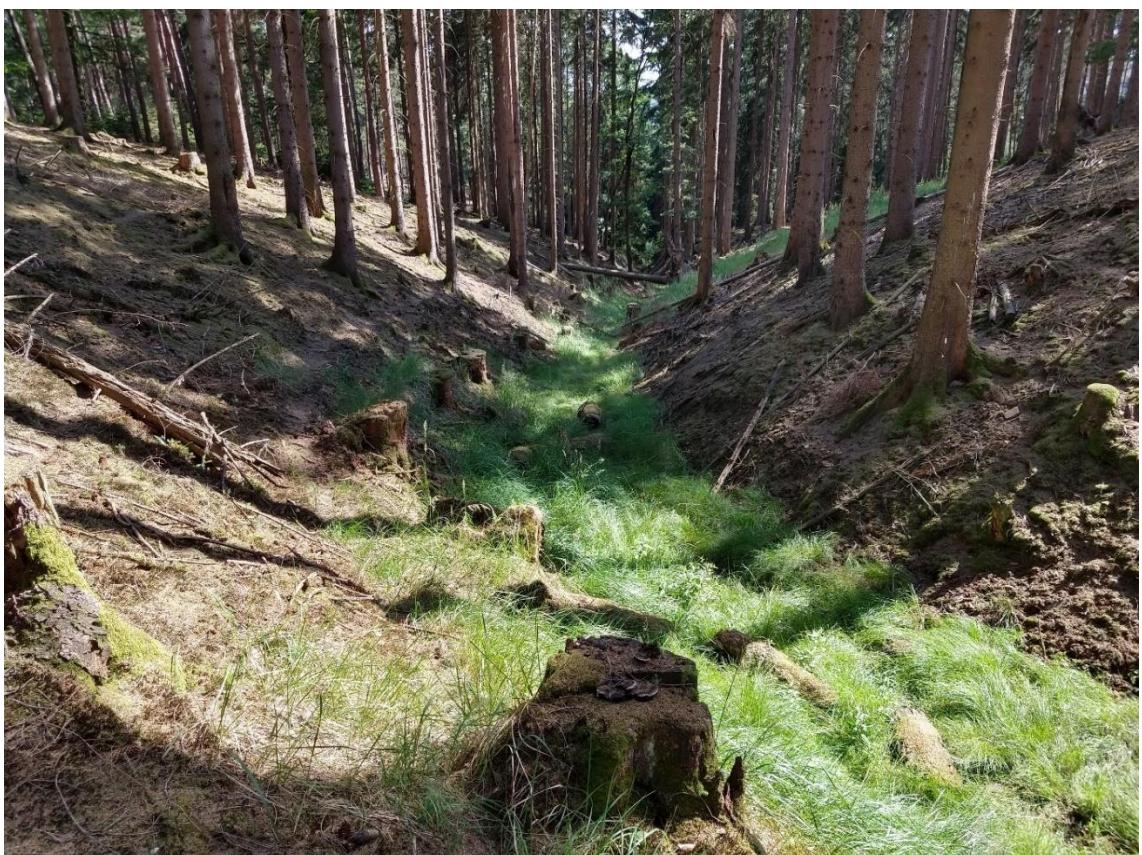


Abb. 13 Für das Untersuchungsgebiet typisches Kerbtal im Fichtenforst mit Cordulegaster-Nachweis (Fabian Gärtner, 10.07.19, FFH-Gebiet Arnsberger Wald)



Abb. 14 Dichter, junger Laubwald im Bachunterlauf mit *C. boltonii* Larven-Vorkommen (Fabian Gärtner, 07.06.19, Hevetal im FFH-Gebiet Arnsberger Wald)

4 Methodik und Material

4.1 Material

Folgende Materialien und Werkzeuge wurden für die Untersuchung verwendet:

- Prüfsieb nach DIN 4188 (Abb. 15) mit einer Maschenweite von 3,15 mm für die Suche nach Larven
- Fernglas (Terra Ed 42x10 von Zeiss) zur Bestimmung der Imagines
- Spiegelreflexkamera (Canon EOS 500D mit einem EF-S 55-250 mm Objektiv) zur Dokumentierung der Imagines



Abb. 15 Prüfsieb (Maschenweite = 3,15 mm) (Fabian Gärtner)

Es wurden Vorkehrungen getroffen, um der Verbreitung von Pathogenen, vor allem gegen die Verbreitung mit dem Amphibiensterben in Verbindung gebrachten Amphibien-Chytridpilz (*Batrachochytrium dendrobatis* - kurz genannt Bd genannt), *Batrachochytridium salamandrivorans* (kurz Bs oder Bsal) und der Ranavirus (Iridoviridae) vorzubeugen. Dazu wurde die Ausrüstung ausschließlich für die Gebiete im Arnsberger Wald genutzt und vor dem Betreten eines neuen Gewässers alle Ausrüstungsgegenstände desinfiziert (NABU 2016).

4.2 Kartenerstellung

Zur Erstellung aller Karten wurden in einem ersten Schritt mit dem Programm ArcMap (ArcGIS Version 1.5.1 von ESRI) die Fließgewässer Nordrhein-Westfalens hinzugefügt. Die aktuellsten Daten dafür lieferte OpenStreetMaps für das Untersuchungsgebiet. Es

wurden auch die FFH-Gebiete Nordrhein-Westfalens (Geobasis NRW) hinzugefügt und die Fließgewässer durch das FFH-Gebiet „Arnsberger Wald“ mit einer Erweiterung im Osten ausgeschnitten (*Clip-Tool* in ArcMap). Zur Orientierung wurde als Hintergrundkarte die DTK als WMS-Sammeldienst von Geobasis NRW verwendet.

Um die Fließgewässer automatisch in 100 m lange Segmente zu zerteilen wurde zuerst das Werkzeug „*Create Points on Line*“ genutzt, um Punkte auf den Linien zu generieren und anschließend mit dem Werkzeug „*Split line at points*“ die Linien dort zu teilen, wo Punkte gefunden wurden.

So ergeben sich insgesamt über 3500 eindeutig identifizierbare Segmente im erweiterten FFH-Gebiet, wobei durch die Enden und Verzweigungen der Fließgewässer auch Segmente entstanden die kürzer waren als 100 m. Da der genauen Auswahl des Untersuchungsgebiets bei der Segmenterstellung noch Änderungen vorbehalten waren, wurde von den über 3500 Segmenten eine Auswahl getroffen.

Als Grundlage für die Eingrenzung der zu untersuchenden Fließgewässer wurden die Gewässer ausgewählt, von denen auch Vergleichsdaten vorliegen (Joest et al. o.J.). Ein kleiner, relativ weit vom Hauptgebiet entfernter Bereich wurde aufwandsbedingt vom Untersuchungsgebiet ausgeschlossen. Zur besseren Vergleichbarkeit der Daten wurden alle Segmente die kleiner als 30 m waren vom Untersuchungsraum ausgeschlossen. Schlussendlich blieben so 223 Segmente (die meisten waren zwischen 95 – 100 m lang; Mittelwert = 93,35 m, Standardabweichung = 17,16 m) übrig, welche insgesamt 20.819 m Fließgewässerstrecke entsprechen, die untersucht wurden.

Die Daten der Kartierung wurden zum einen von einer Karte (Joest et al. o.J.) in ArcMap per Georeferenzierung digitalisiert, wobei die in der Karte markierten Vorkommen der Imagines mit wenig Abweichung (< ca. 30 m) auf die zuvor erstellten Segmente übertragen wurden. Die als Punkt verorteten Larenvorkommen wurden dem jeweiligen Segment zugeordnet. Als zweite Datenquelle wurde ein Shapefile von dem Arbeitskreis Libellen Nordrhein-Westfalen, bzw. von Klaus-Jürgen Conze, zur Verfügung gestellt, in welchem die Beobachtungen von Joest (2003/04) sowie weitere punktgenau verortet waren. Durch die Synthese der beiden Datenquellen, welche dann für das erstellte Segmente-Raster transformiert wurden, konnte eine Karte für 2003/04 erstellt werden, welche mit der Karte der aktuellen Untersuchung verglichen werden kann.

Aufnahme im Feld

Für die Zuordnung der Funde zu den jeweiligen Segmenten wurden Tages- bzw. Feldkarten im Gelände genutzt, auf welchen alle zu kartierenden Segmente mit einer eindeutigen ID durchnummeriert sind (siehe Anhang: Tageskarten).

Zu den Tageskarten wurden auch Aufnahmebögen vorbereitet und im Feld ausgefüllt (siehe Anhang). Einige der in Kapitel 2.4 Lebensraum beschriebenen Parameter wurden aufgenommen (Waldtyp, Substrat, Beschattung etc.).

Da im Feld zu jedem Fund, also für jede gefundene Larve bzw. jedem gefundenen Imago, eine Zeile ausgefüllt wurde, mussten diese Daten, um sie in ArcMap darstellen zu können, transformiert und vereinfacht werden, da im Ergebnis nicht für jede Beobachtung, sondern für jedes Segment eine Zeile verwendet wird. Die Beobachtungen wurden als dBase-Tabelle (siehe Anhang) mit Microsoft Access exportiert und in ArcMap entsprechend verknüpft.

4.3 Begehungen

Der Untersuchungsraum wurde zweifach begangen. Das erste Mal zur Larven- und Lebensraumkartierung, das zweite Mal zu Kartierung der Imagines während der Hauptflugzeit.

4.3.1 Larven- und Lebensraumkartierung

Zur Kartierung der Larven wurden die Untersuchungssegmente der Bäche nacheinander abgegangen und dabei auf jedem Segment etwa 10-mal (+/- 3) gesiebt. Dies entspricht bei einem 100 m-Segment etwa alle 10 m, wobei immer dort gesiebt wurde, wo die Larven laut Literatur am ehesten vorkommen, wie beispielsweise in Kolke oder beruhigten Bachbereichen (siehe Kapitel 2.4 Lebensraum).

Beim Sieben wurden die oberen ein bis fünf Zentimeter des Sediments in einem Schwung aufgenommen und anschließend im Wasser durchgespült. Die Maschenweite des Siebs (Abb. 15) von 3,15 mm sorgt dafür, dass nur Objekte in entsprechender Größe herausgefiltert werden und das Feinsediment nicht im Sieb verbleibt. Die Larven wurden vor Ort bestimmt, mit einer Schieblehre die Gesamtlänge gemessen und wieder ausgesetzt. In den meisten Fällen können die Larven an ihren typischen sich ausgrabenden / befreienden Bewegungen erkannt werden, was vor allem bei den jüngeren Larven stärker ausgeprägt zu seien scheint als bei älteren. Mit der Lupe (10x Vergrößerung) wurden die charakteristischen Seitendornen der *C. boltonii* Larven identifiziert. Um diese besser erkennen zu können, wurde die Larve von unten im Glas zu betrachten. War die Larve weniger als 20 mm lang bzw. waren die Flügelscheiden noch nicht ausgebildet, so waren die Seitendornen oft noch nicht ausgeprägt (Wildermuth & Martens 2019). Dann konnte zwar die Gattung Cordulegaster, aber nicht die Art eindeutig bestimmt werden und sie wurde als „spec“ im Aufnahmebogen eingetragen.



Abb. 16 *Cordulegaster bidentata*-Larve (Fabian Gärtner, 05.06.19, FFH-Gebiet Arnsberger Wald)



Abb. 17 *Cordulegaster boltonii*-Larve auf dem Rücken liegend in Abwehrstellung mit den arttypischen Seitendornen (Fabian Gärtner, 10.07.19, FFH-Gebiet Arnsberger Wald)

Die Begehungen zur Larvenkartierung fanden zwischen Mai und Juli 2019 statt. Da die *Cordulegaster*-Larven eine mehrjährige Entwicklung vollziehen, sind sie das ganze Jahr über zu finden. Die letzte Teilbegehung fand bereits in der Flugzeit statt, weshalb auf

den betroffenen Segmenten keine Larven der ältesten, zu dem Zeitpunkt geschlüpften, Generation, mehr gefunden werden konnte (Böcker 1995: 21-26). Da die anderen Generationen aber auch meistens bestimmt werden konnten, war es zumindest möglich die Absenz bzw. Präsenz der Arten festzustellen.

Während der Larvenkartierung wurden auch die Parameter zu den Standortfaktoren aufgenommen (siehe Kap. 4.3).

*Tab. 1 Begehungstermine für die *Cordulegaster*-Untersuchung 2019*

Begehung	Datum	Zweck	Witterung
1	07.05.19	Larven	
2	17.05.19	Larven	
3	23.05.19	Larven	
4	05.06.19	Larven	
5	07.06.19	Larven	
6	13.06.19	Larven	
7	08.07.19	Larven	
8	10.07.19	Larven + Imagines	sonnig 20°
9	22.07.19	Imagines	sonnig 31°
10	23.07.19	Imagines	sonnig 35°
11	24.07.19	Imagines	sonnig 37°

4.3.2 Kartierung der Imagines

Die Kartierung der Imagines fand im Juli statt, also zur Hauptflugzeit von *Cordulegaster boltonii* und im letzten Drittel der Flugzeit von *Cordulegaster bidentata* (Wildermuth & Martens 2019: 509, 515). Die Bäche wurden geländebedingt parallel in einem Abstand von max. 15 m, meistens aber in einem Abstand von < 3 m, abgegangen und auffliegende oder vorbeifliegende bzw. patrouillierende *Cordulegaster*-Imagines dokumentiert. Da die Familie der *Cordulegastridae* keine ausdauernden Flieger sind und sich oft und lange setzen (Abb. 18), besteht für den Beobachter oftmals die Möglichkeit, auf etwa einen Meter oder auch näher, heranzukommen. Dies vereinfacht die Artbestimmung und ermöglicht zusätzlich die Fotodokumentation. Auch das Fernglas kann bei der Bestimmung helfen.

Tamm (2012: 34) stellte fest, dass *C. bidentata* in Quellgebieten leicht nachweisbar sind, da sie bei näherem Herantreten auffliegen und sich nach kurzer Zeit wieder setzen. So waren in seiner Untersuchung in 80 % der Gebiete weniger als fünf Minuten notwendig, um die Präsenz bzw. Absenz der Art festzustellen.



Abb. 18 Sitzendes *Cordulegaster bidentata* Männchen (Fabian Gärtner, 23.07.19, FFH-Gebiet Arnsberger Wald)

4.3.3 Methodenvergleich

Der Vorteil der Larvalkartierung besteht darin, dass man diese ganzjährig durchführen kann und die Funde gleichzeitig als Bodenständigkeitsnachweis bzw. als Reproduktionsnachweis fungiert. Allerdings ist diese Methode auch sehr zeit- und arbeitsintensiv. Im Vergleich dazu ist die Imaginalkartierung zwar deutlich schneller, hängt jedoch stark von der Witterung ab und ist nur innerhalb der Hauptflugzeit möglich. Außerdem gibt sie keine Auskunft über die Reproduktion. Die Suche nach Exuvien ist innerhalb großer Untersuchungsgebiete zeitaufwändig (Tamm 2012: 32).

4.4 Berechnung

Mit dem Jacobs-Index (Jacobs 1974) kann die Präferenz oder Meidung einer Art für ein bestimmtes Habitat berechnet werden. Für jeden Parameter wird ein Selektivindex D ausgegeben, welche zwischen totaler Meidung (-1) oder totaler Präferenz (+1) eines Habitats liegen kann (Tab. 4).

$$D = \frac{r - p}{r + p - 2rp}$$

Formel 1 Zur Berechnung des Jacobs-Index (Jacobs 1974)

Der Wert r gibt den Anteil der Auswahl des Angebots an, während p das relative Angebot angibt.

5 Ergebnisse

5.1 Verbreitung im Untersuchungsgebiet

Larven

Von den 223 untersuchten Segmenten kommen an 48 % (n=106) *Cordulegaster*-Larven vor. *C. boltonii* kommt an 18 % (n=41) und *C. bidentata* an 8 % (n=17) der untersuchten Segmente vor. An 22 % (n=48) der untersuchten Segmente wurden Larven gefunden, die nicht zweifellos bestimmt werden konnten. Sie waren meist zu klein (< 20 mm), als dass die Unterscheidungsmerkmale ausgeprägt genug gewesen wären. An 52 % (n=117) der untersuchten Segmente wurden keine Larven gefunden.

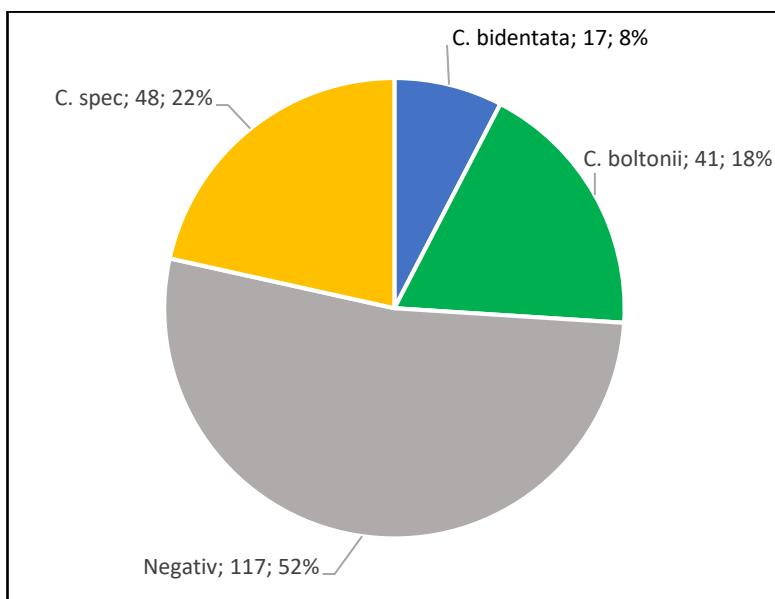


Abb. 19 Artspezifische Verteilung der nachgewiesenen *Cordulegaster*-Larven an 223 untersuchten Segmenten des Arnsberger Waldes 2019

Umweltparameter

Typisch für einen bewirtschafteten Wald sind Nadelbäume (meist Fichte, seltener Lärche oder Kiefer), die auch entlang der untersuchten Gewässer mit 37 % (n=82) überwiegen (Abb. 20). Mit 63 % (n=141) wurde die Mehrheit der Segmente von „alten“ Bäumen dominiert, während nur 20 % (n=44) der Bäume „mittelalt“ und 17 % (n=38) „jung“ waren (Abb. 21). Bedingt durch das hohe Alter der Nadelbäume ist ein Großteil der Segmente mit 40 % (n=90) beschattet während aber auch 27 % (n=59) sonnig und 33 % (n=74) halbschattig sind (Abb. 22).

Von allen untersuchten Segmenten überwiegte mit mehr als der Hälfte (55 %; n=123) Feinsediment als Substrat (Abb. 23), organisches Material als Hauptbestandteil des Substrats kam an 31 % (n=68) vor. Grobsediment, Kies oder Sand kamen mit 14 %

(n=32) eher seltener und vorwiegend nahe der Mündung ins nächst größere Gewässer vor.

Bei der Kartierung wurden bei 38 % der Segmente (n=85) potenzielle Störungen festgestellt. Den größten Anteil der potenziellen Störungen machte mit 38 % Trockenheit aus, wobei auch forstwirtschaftliche Arbeiten in 24 % der Fälle eine mögliche Störung darstellten (Abb. 24).

Des Weiteren waren...

- 52 % der Segmente (111 von 215) moorig,
- 58 % von Wildsuhlen umgeben (124 von 212) sowie
- 79 % mit Bachflohkrebs besiedelt (175 von 200).

Eine klare Verteilung, dass die Larven von *C. bidentata* den Quellbereich bzw. Oberlauf und *C. boltonii* die Strecke darunter besiedelt, ist nicht zu erkennen (Abb. 25 + Abb. 26). Allerdings ist festzuhalten, dass im Oberlauf oft unbestimmte *Cordulegaster*-Larven gefunden wurden, da diese für eine ausreichende Bestimmung meist noch nicht ausreichend weit entwickelt waren. Lediglich ein Bachlauf nördlich der Worbke (Abb. 26) wies kein Vorkommen von *Cordulegaster*-Larven auf.

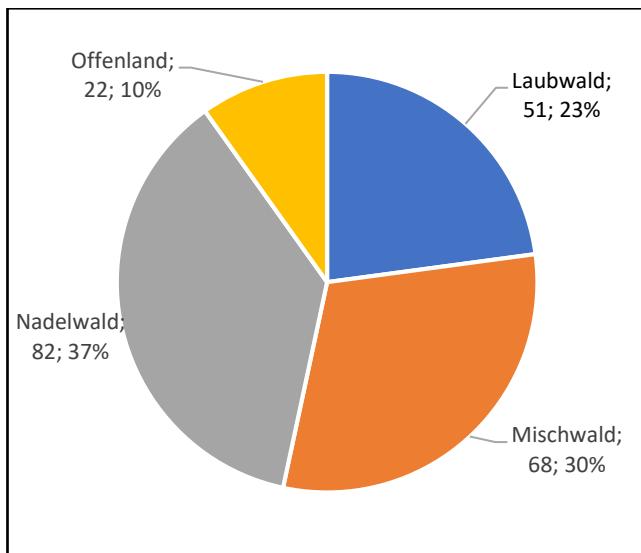


Abb. 20 Verteilung der Umgebungstypen an 223 untersuchten Segmenten des Arnsberger Waldes 2019

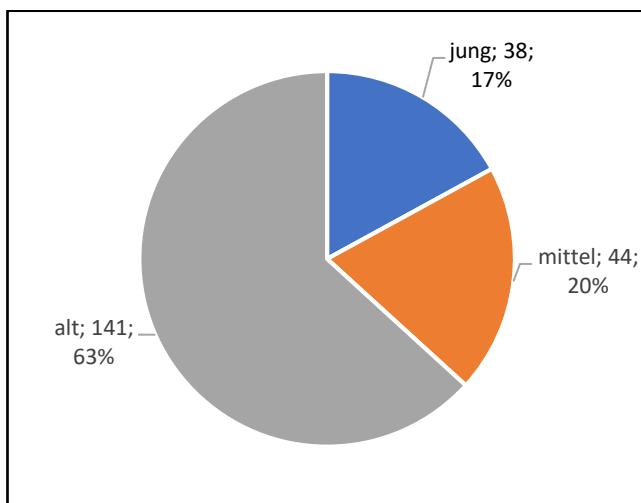


Abb. 21 Verteilung des durchschnittlichen Baumalters an 223 untersuchten Segmenten des Arnsberger Waldes 2019

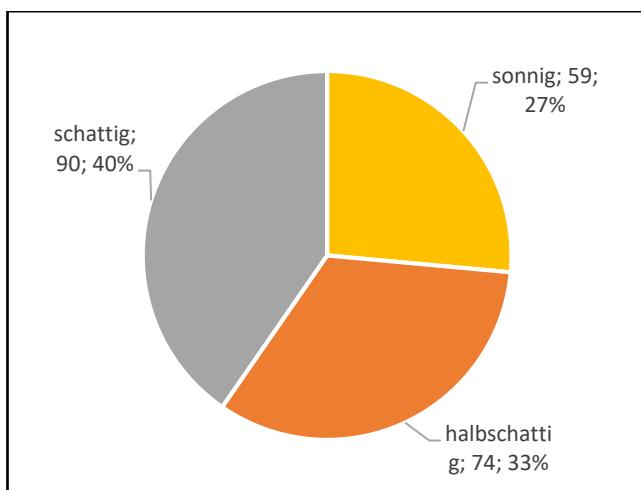


Abb. 22 Verteilung des Beschattungsgrades an 223 untersuchten Segmenten des Arnsberger Waldes 2019

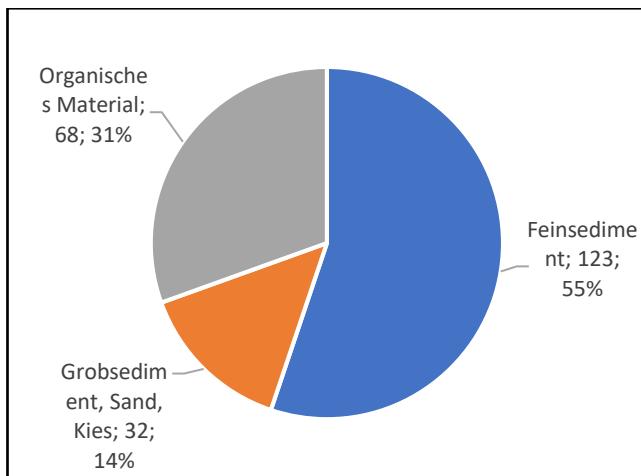


Abb. 23 Verteilung des Substrattyps an 223 untersuchten Segmenten des Arnsberger Waldes 2019

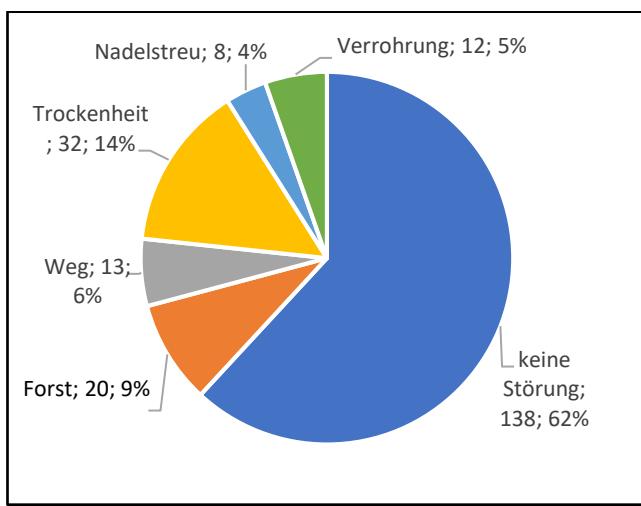


Abb. 24 Verteilung der potenziellen Störungen an 223 untersuchten Segmenten des Arnsberger Waldes 2019

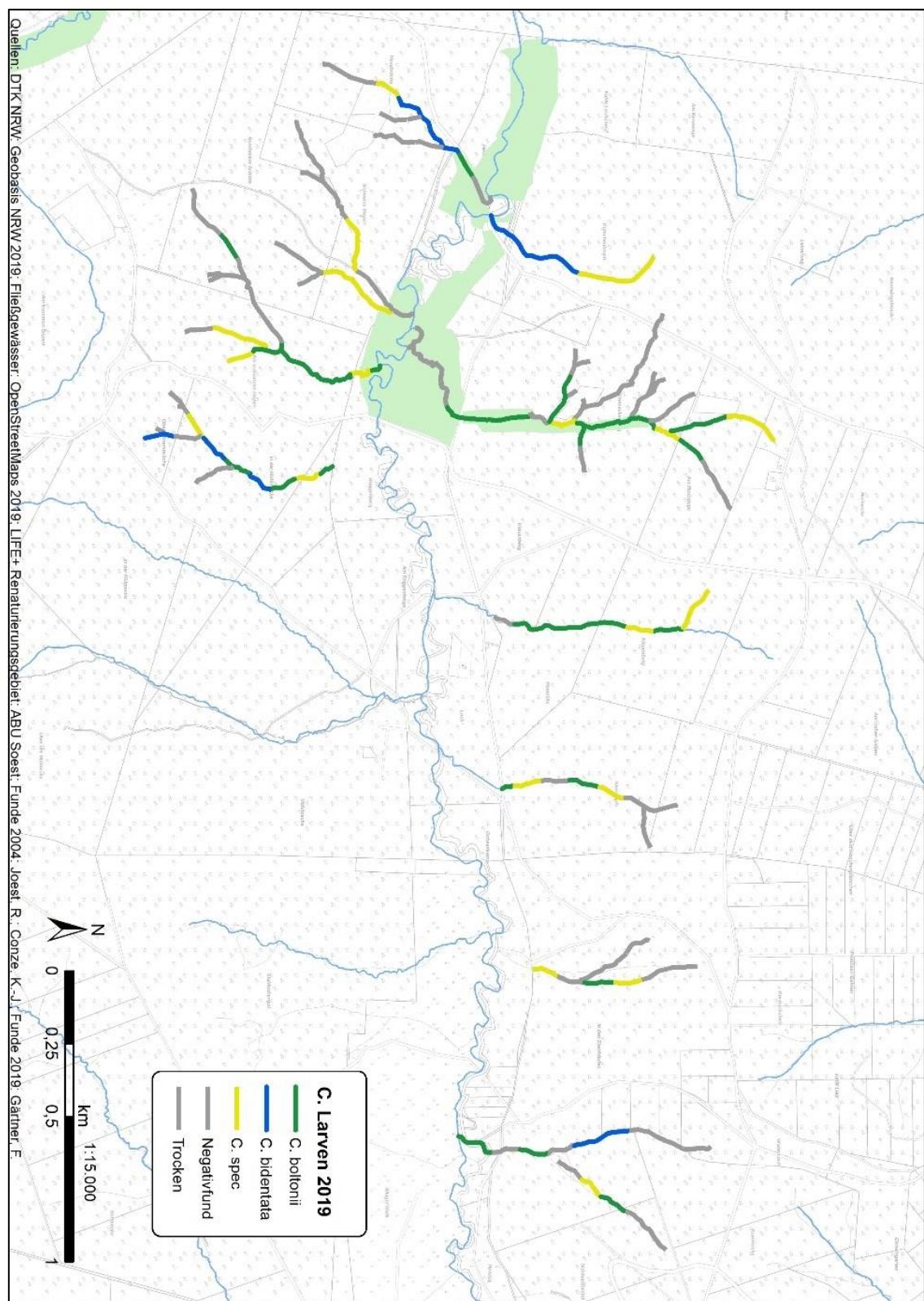


Abb. 25 Verbreitung der Cordulegaster-Larven 2019 an den Nebenbächen Heve (Geobasis NRW 2019, OpenStreetMaps 2019, ABU Soest 2014)

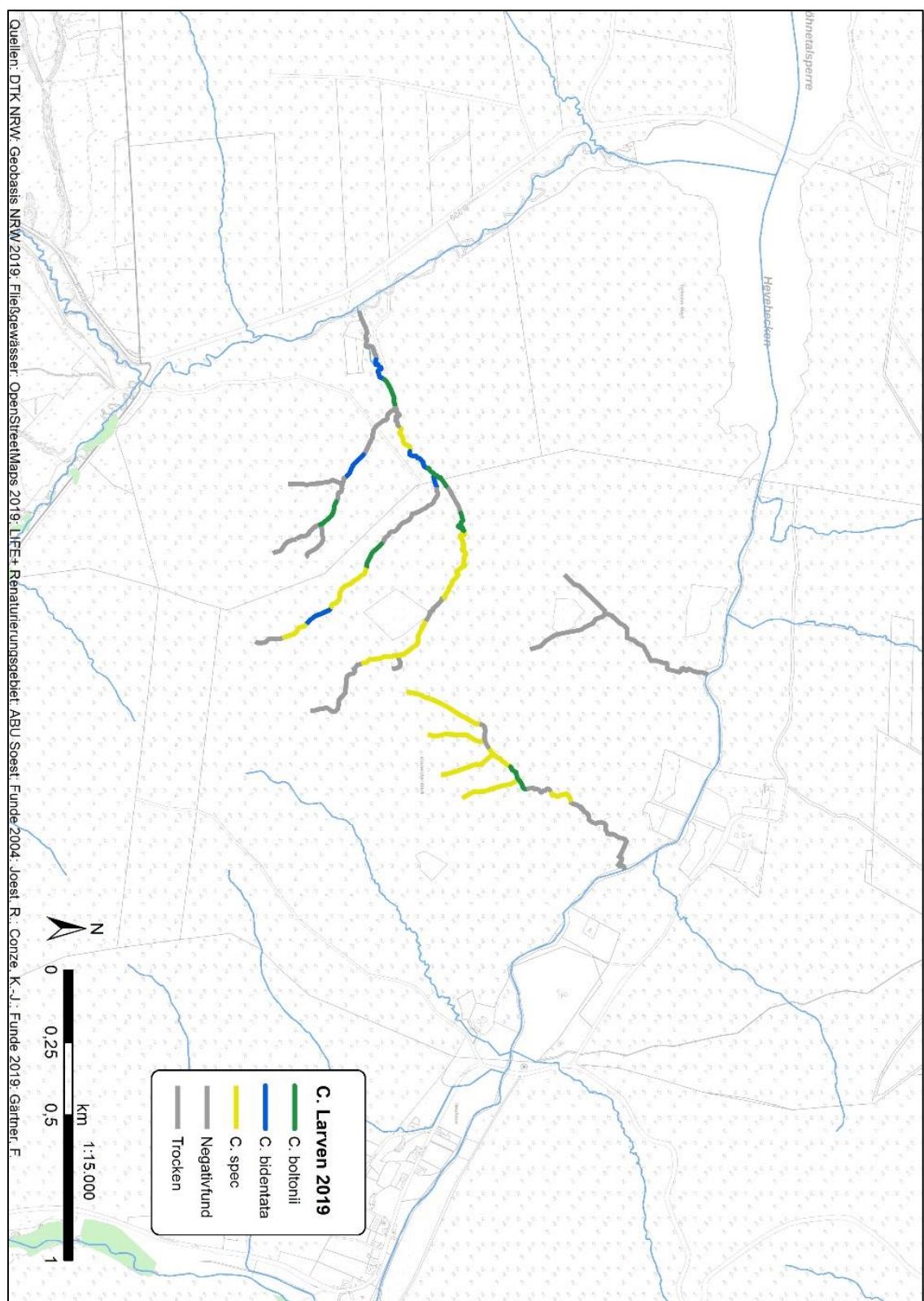


Abb. 26 Verbreitung der Cordulegaster-Larven 2019 an der Worbke (Geobasis NRW 2019, OpenStreetMaps 2019, ABU Soest 2014)

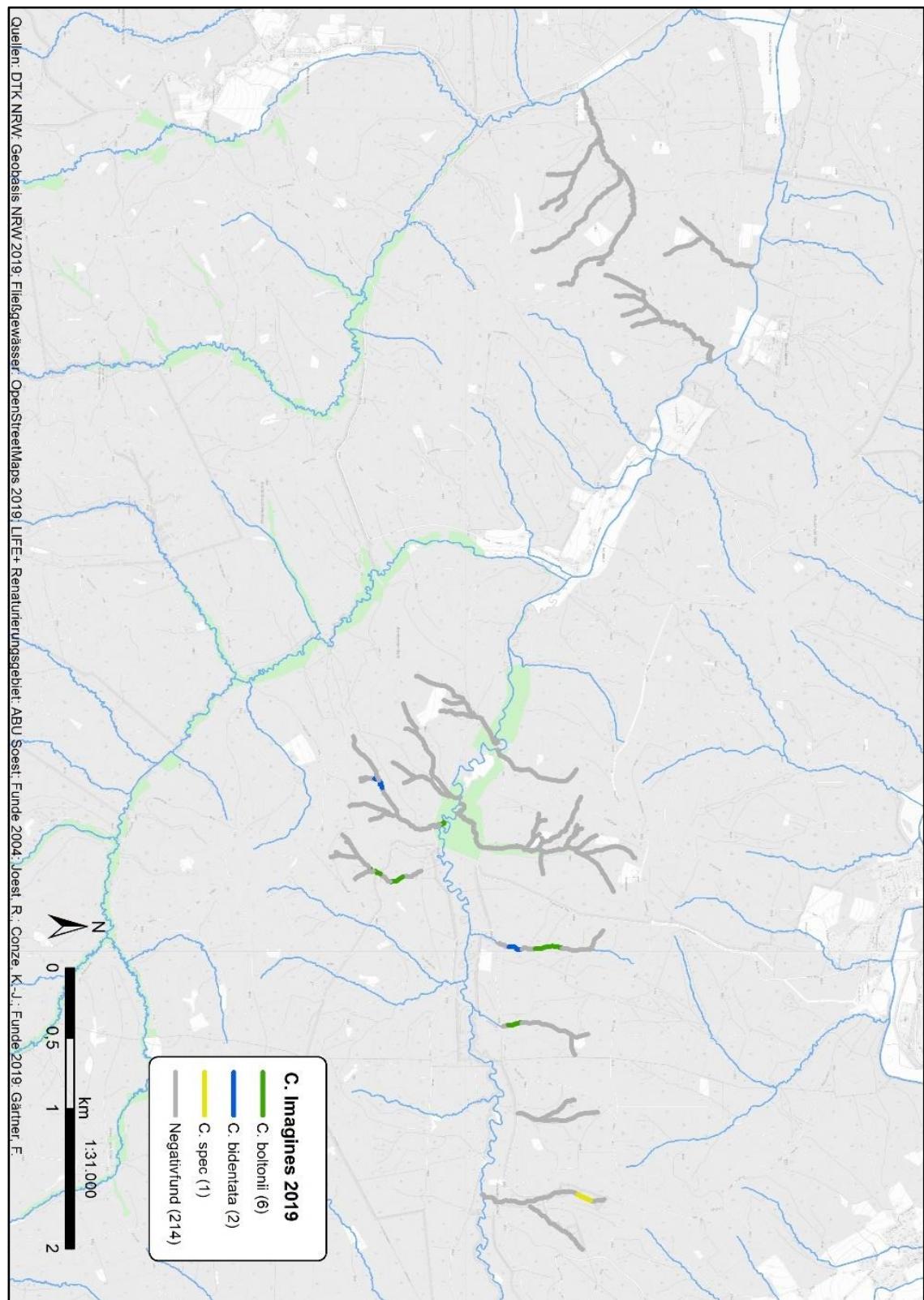


Abb. 27 Verbreitung der *Cordulegaster-Imagines* 2019 (Geobasis NRW 2019, OpenStreetMaps 2019, ABU Soest 2014)

Imagines

Es wurden insgesamt neun Imagines beobachtet, davon sechs *C. boltonii*, zwei *C. bidentata*, eine unbestimmte *C. spec* (Abb. 27).

5.2 Veränderung gegenüber 2003/04

Im Vergleich des Vorkommens von Larven und Imagines 2019 fällt auf, dass an Bach Nr. 5 und 12 (siehe Abb. 29) jeweils keine Larve aber ein Imago von *C. bidentata* beobachtet wurde. In der Untersuchung von 2003/04 waren es vier der Bäche, an denen das der Fall war. An drei Bächen kam 2003/04 *C. boltonii* als Imago vor, obwohl dort keine Larven gefunden wurden. Erwartungsgemäß stimmen die meisten Beobachtungen allerdings überein, sodass die Art, deren Larven gefunden wurden, an dem jeweiligen Bachlauf auch als Imagines beobachtet werden konnten. An einigen Bächen, vor allem die der Worbke, konnten bei beiden Untersuchungen keine Imagines festgestellt werden.

Tab. 2 Larvenvorkommen im Vergleich 2004 / 2019 nach Bach und Art (bo=*C. boltonii*; bi=*C. bidentata*, neg=Negativnachweis) (n=13)

Bach Nr.	2004	2019	Veränderung
1	neg	neg	gleich
2	bo & bi	bo	bi verschwunden
3	bi	bi	gleich
4	bo	bo	gleich
5	neg	bo	neuer Nachweis bo
6	neg	bo	neuer Nachweis bo
7	neg	bo	neuer Nachweis bo
8	bo & bi	bo & bi	gleich
9	bo	bo & bi	neuer Nachweis bi
10	neg	bo & bi	neuer Nachweis beider Arten
11	neg	spec	Nachweis <i>C. spec</i>
12	bo	bo	gleich
13	neg	bo & bi	neuer Nachweis beider Arten

Bis auf einen Bach (n=13) kommen nach 15 Jahren immer noch die gleichen Arten vor oder es wurde eine oder beide der Arten neu nachgewiesen (Tab. 2). Nur an einem Bach (Nr. 2) konnten 2019 keine Larven von *C. bidentata* gefunden werden. An drei Bächen (Nr. 5-7), an welchen zuvor keine *Cordulegaster*-Larven gefunden wurden, konnten 2019 *C. boltonii*-Larven nachgewiesen werden. An Bach Nr. 9 konnten zusätzlich *C. bidentata*; an Bach Nr. 10 und 13 sogar beide Arten festgestellt werden. Die Vorkommen sind also insgesamt im Vergleich zu 2004 nicht weniger geworden.

Es fällt auf, dass 2019 deutlich mehr Segmente mit Larven (n=106) gefunden wurden als 2004 (n=13) (Tab. 3). Ziel der Untersuchung 2004 war es nachzuweisen, ob die Arten

überhaupt im Untersuchungsgebiet vorkommen. Die Ergebnisse sind allerdings nicht direkt vergleichbar, da 2019 vor allem gründlicher nach Larven gesucht wurde.

Im Untersuchungsgebiet waren 2019 92 Segmente mehr als 2004 mit Larven besiedelt. Während also 2004 noch an 6 % (n=13) der Segmente *Cordulegaster*-Larven gefunden wurden, waren es 2019 48 % (n=106).

Tab. 3 Vergleich der Vorkommen 2003/04 und 2019 (Segmente insgesamt n=223) (Daten 2003/04 von Joest, R. & Conze, K.-J. 2004)

		2003/04	2019	Differenz
Larven	Larven total	13	106	92
	<i>C. boltonii</i>	9	41	32
	<i>C. bidentata</i>	4	17	12
Imagines (Anzahl der Bäche)	Imagines total	14	5	-9
	<i>C. boltonii</i>	7	4	-3
	<i>C. bidentata</i>	7	1	-6

Die Untersuchung der Imagines 2003 (Abb. 30) zeigt, dass *C. bidentata* vor allem im quellnahen Oberlauf vorkommt und *C. boltonii* eher unterhalb. Allerdings kam *C. bidentata* auch am östlichsten Bach, kurz vor der Mündung in die Heve, vor, oder wurde über den gesamten Bachlauf von der Quelle bis zur Mündung beobachtet. Wie auch in der Untersuchung von 2019 wurden 2003 ebenfalls keine Imagines in den Bächen der Worbke im westlichen Untersuchungsgebiet angetroffen.

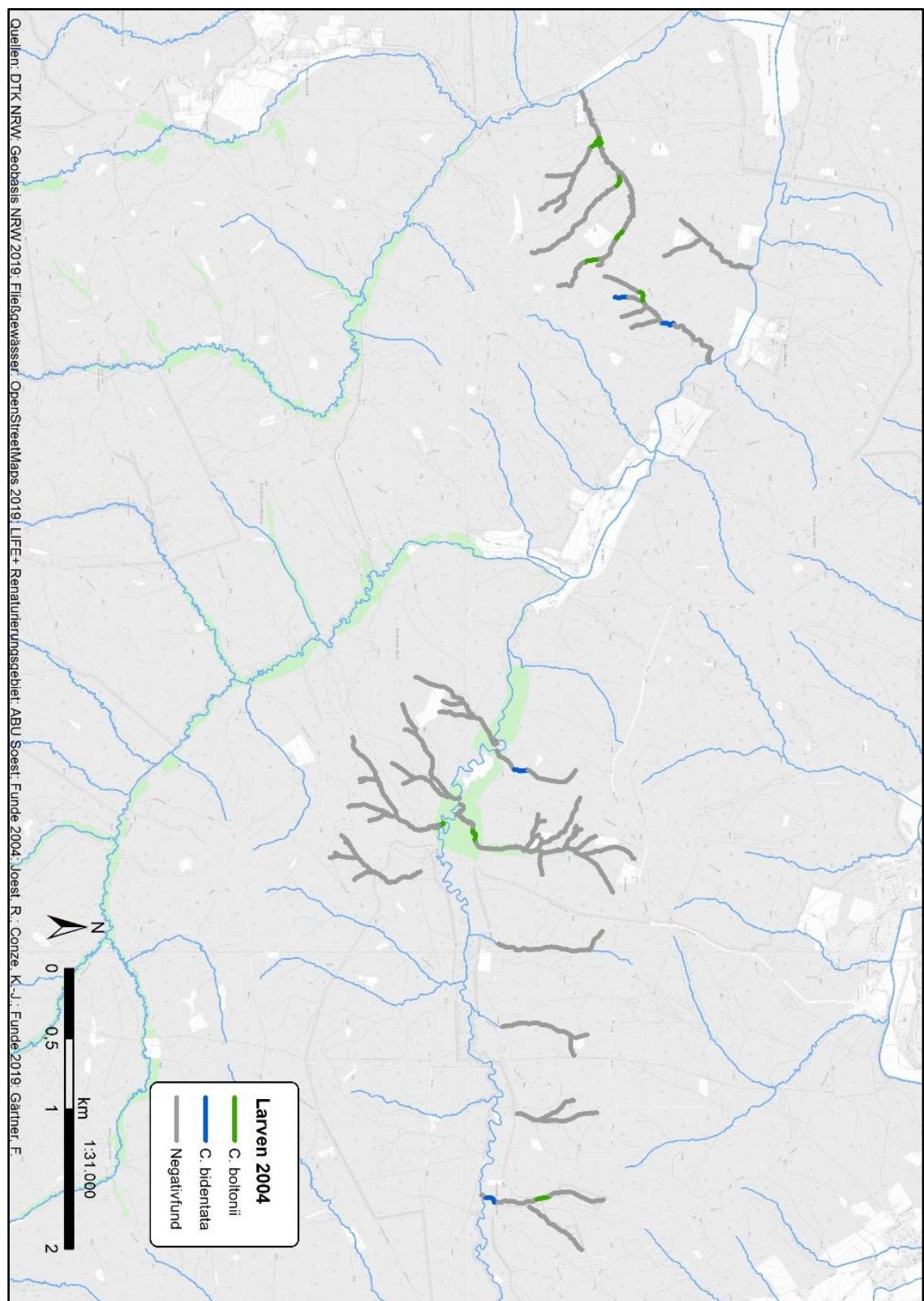


Abb. 28 Verbreitung der Cordulegaster-Larven 2004 (Geobasis NRW 2019, OpenStreetMaps 2019, ABU Soest 2014, Joest, R. & Conze, K.-J. 2004)

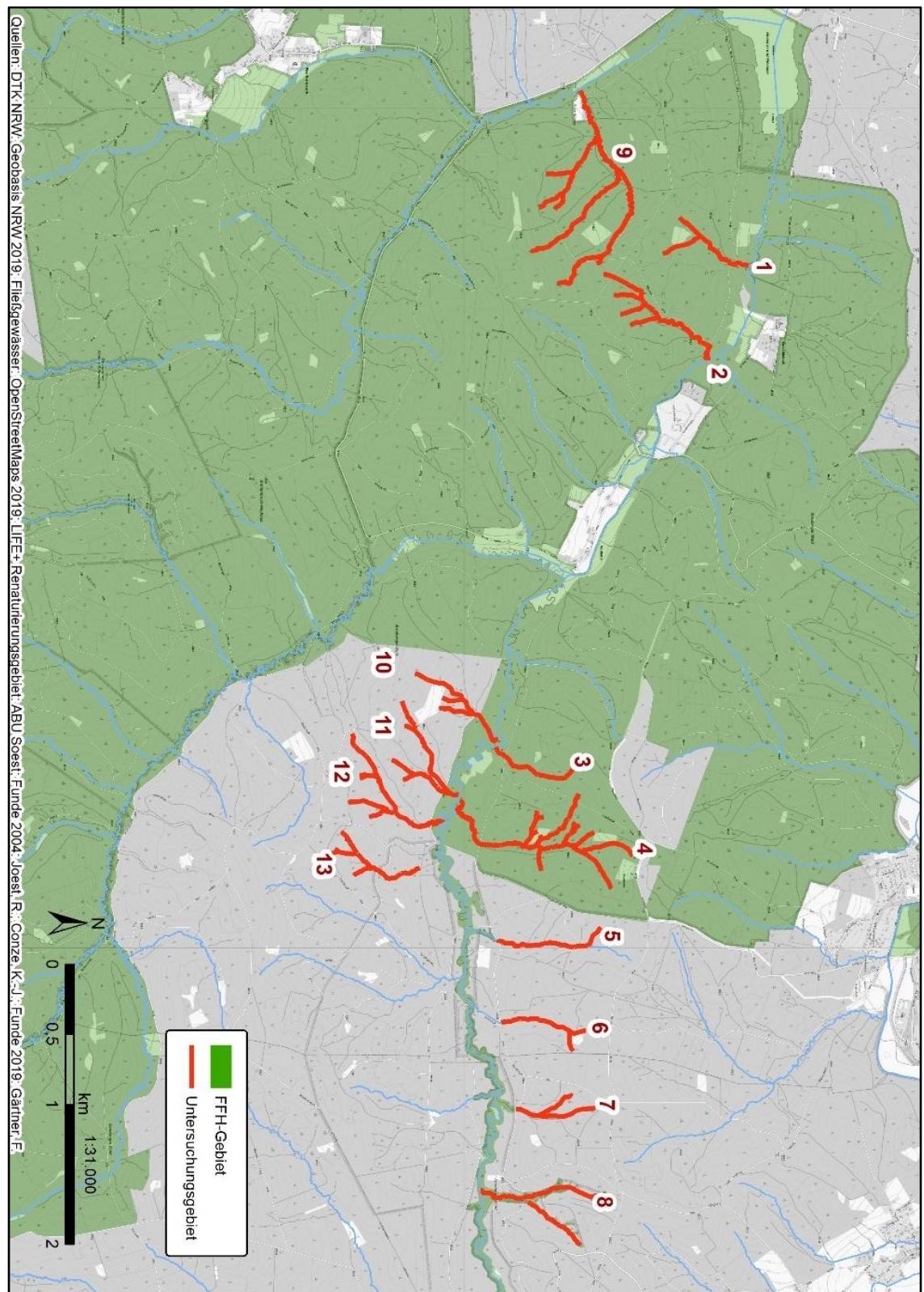


Abb. 29 Nummerierung der untersuchten Bäche (Geobasis NRW 2019, OpenStreetMaps 2019)

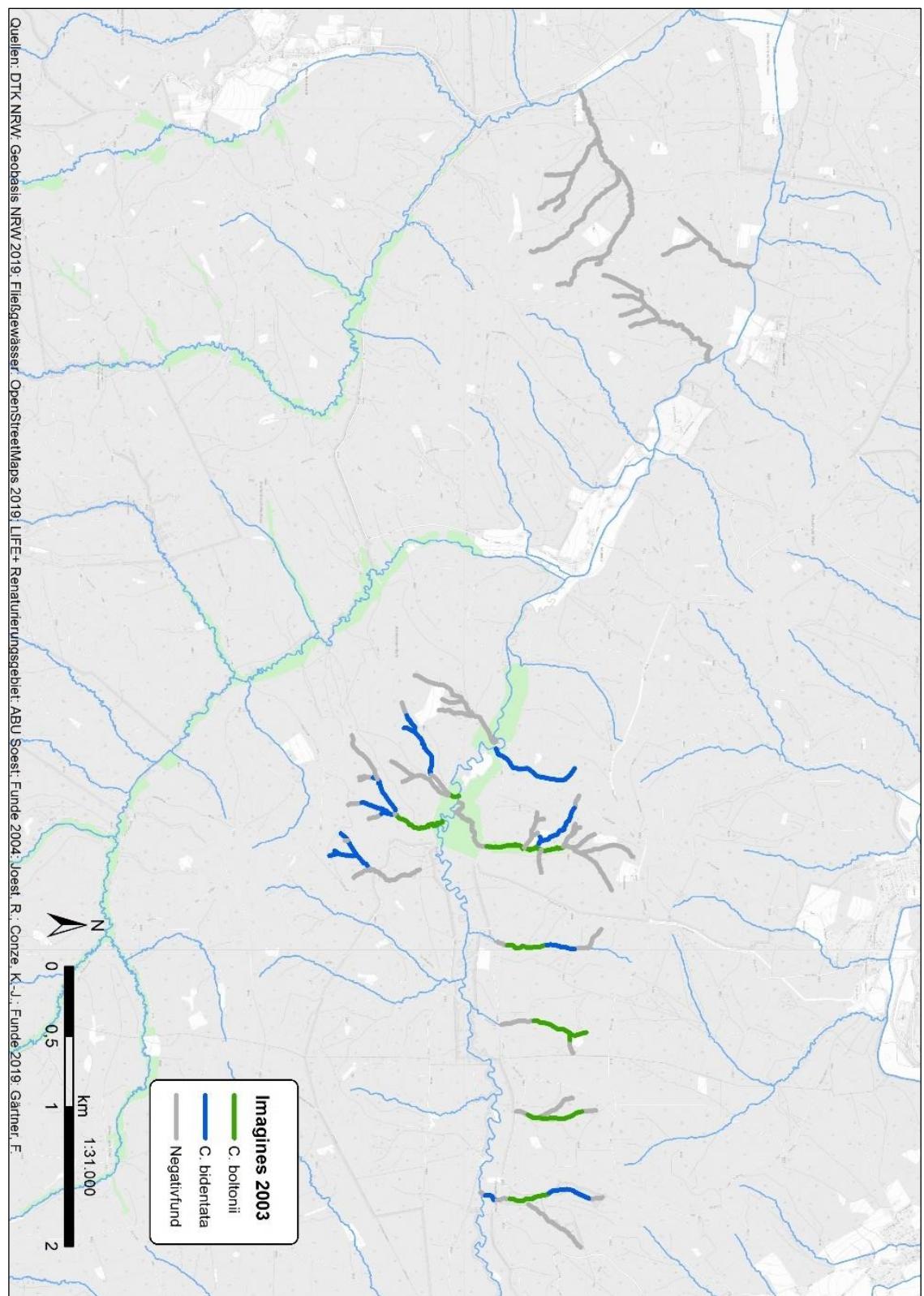


Abb. 30 Verbreitung der *Cordulegaster-Imagines* 2003 (Geobasis NRW 2019, OpenStreetMaps 2019, ABU Soest 2014, Joest, R. & Conze, K.-J. 2004)

5.3 Habitatpräferenzen

Dadurch, dass die Parameter Umgebung, Baumalter, Beschattungsgrad, Sedimenttyp und der Typ der potenziellen Störung aufgenommen wurde, kann eine jeweilige Habitatpräferenz oder -meidung für die Larven dargestellt werden und mit dem Jacobs-Index (1974) berechnet werden.

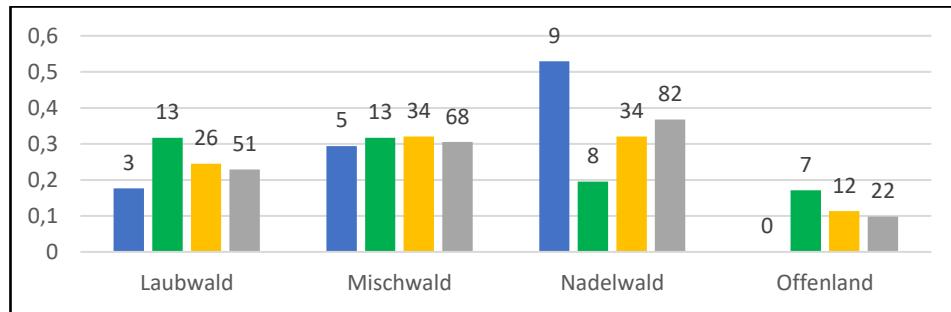


Abb. 31 Verhältnis von Funden der Art in verschiedenen Lebensräumen zu allen Funden der Art im Arnsberger Wald 2019. Absolute Werte geben n an (blau=C. bidentata; grün=C. boltonii; gelb=Cordulegaster; grau=Gesamtangebot)

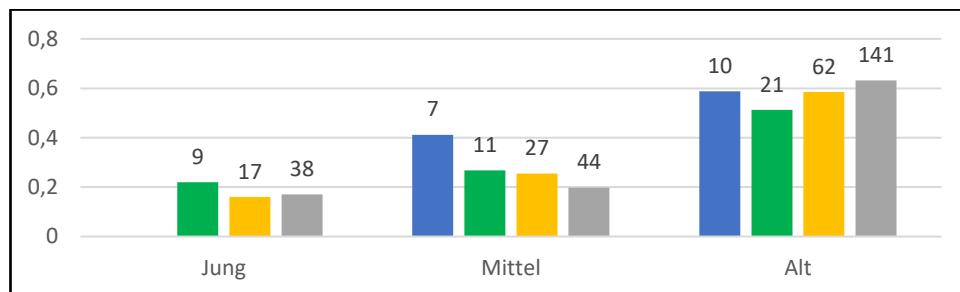


Abb. 32 Verhältnis von Funden der Art in verschiedenen alten Baumbeständen zu allen Funden der Art im Arnsberger Wald 2019. Absolute Werte geben n an (blau=C. bidentata; grün=C. boltonii; gelb=Cordulegaster; grau=Gesamtangebot)

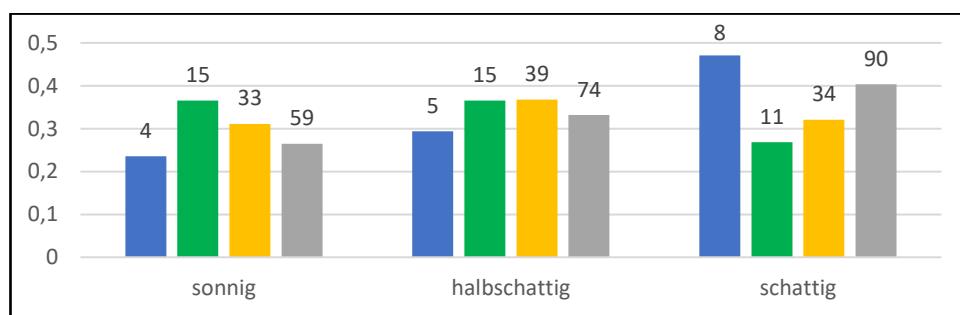


Abb. 33 Verhältnis von Funden der Art in verschiedenen Beschattungsgraden zu allen Funden der Art im Arnsberger Wald 2019. Absolute Werte geben n an (blau=C. bidentata; grün=C. boltonii; gelb=Cordulegaster; grau=Gesamtangebot)

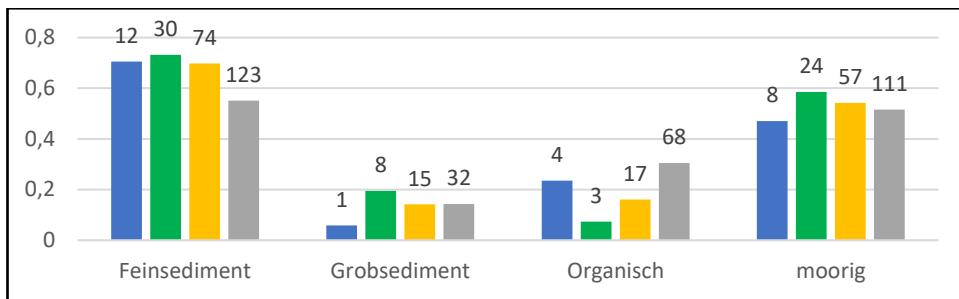


Abb. 34 Verhältnis von Funden der Art in verschiedenen Sedimenten zu allen Funden der Art im Arnsberger Wald 2019. Absolute Werte geben n an (blau=*C. bidentata*; grün=*C. boltonii*; gelb=*Cordulegaster*; grau=Gesamtangebot)

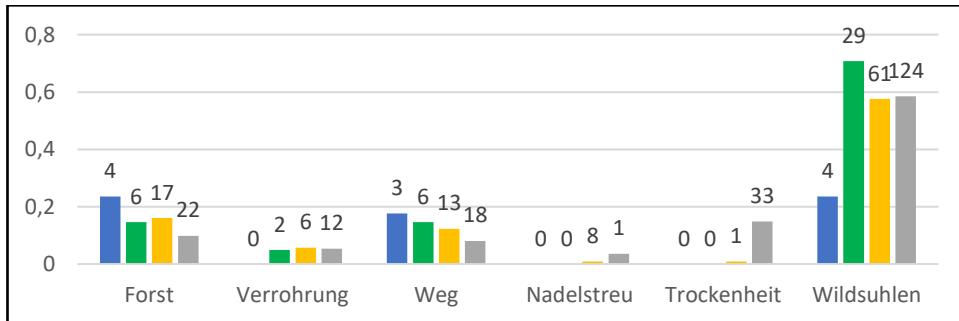


Abb. 35 Verhältnis von Funden der Art beeinflusst durch verschiedene Störungen zu allen Funden der Art im Arnsberger Wald 2019. Absolute Werte geben n an (blau=*C. bidentata*; grün=*C. boltonii*; gelb=*Cordulegaster*; grau=Gesamtangebot)

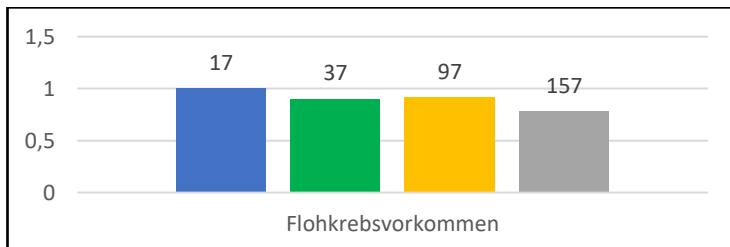


Abb. 36 Verhältnis von Funden der Art mit Flohkrebsvorkommen zu allen Funden der Art im Arnsberger Wald 2019. Absolute Werte geben n an (blau=*C. bidentata*; grün=*C. boltonii*; gelb=*Cordulegaster*; grau=Gesamtangebot)

Tab. 4 Habitatpräferenz nach Jacobs (1974) für Cordulegaster-Larven im Untersuchungsgebiet im Arnsberger Wald 2019. Grün: deutliche Präferenz = 0,5 bis 1, Präferenz 0,25 bis 0,49; Rot: Meidung -0,25 bis -0,49, deutliche Meidung -0,5 bis -1

		n	Cordulegaster	C. boltonii	C. bidentata
Umgebung	Laubwald	51	0,05	0,22	-0,16
	Mischwald	68	0,04	0,03	-0,03
	Nadelwald	82	-0,10	-0,41	0,32
	Offenland	22	0,08	0,31	-1,00
Alter der Bäume	jung	38	-0,04	0,16	-1,00
	mittel	44	0,16	0,20	0,48
	alt	141	-0,10	-0,24	-0,09
Beschattung	sonnig	59	0,11	0,23	-0,08
	halbschattig	74	0,08	0,07	-0,09
	schattig	90	-0,18	-0,30	0,14
Substrat	Feinsediment	123	0,31	0,38	0,32
	Grobsediment	32	-0,01	0,18	-0,46
	Organisches Material	68	-0,39	-0,69	-0,18
	moorig	111	0,05	0,14	-0,09
Störung	Forstarbeiten / -abräumung	20	0,27	0,22	0,48
	Verrohrung	12	0,03	-0,05	-1,00
	(Forst-)Weg	13	0,23	0,32	0,42
	Nadelstreu	8	-0,59	-1,00	-1,00
	Trockenheit (auch teilw.)	32	-0,90	-1,00	-1,00
	Wildsuhlen	124	-0,02	0,26	-0,64
Begleitfauna	Flohkrebs Vorkommen	142	0,49	0,43	1,00

Die Ergebnisse aus Tab. 4 müssen mit Vorsicht betrachtet werden, da die Berechnungen teilweise mit geringen Fundzahlen „n“ durchgeführt wurden und alle Werte für *C. bidentata* da bei dieser Art insgesamt nur wenige Segmente (n=17) besetzt waren. Bei der Interpretation der Ergebnisse ist auch darauf zu achten, dass sich die Parameter auch gegenseitig beeinflussen können.

Für *C. boltonii* ist zu erkennen, dass sie Segmente mit organischem Material deutlich meidet. Im Gegensatz zu *C. bidentata* meidet *C. boltonii* Nadelwald und präferiert Offenland sowie Wildsuhlen.

Auffällig ist, dass keine Larve von *C. bidentata* im Offenland oder in jungen Wäldern gefunden wurden. Außerdem scheint die Art Bereiche mit Wildsuhlen, Nadelstreu und Verrohrungen zu meiden. Eine Präferenz wurde festgestellt für Nadelwälder,

Feinsediment, mittelalte Bäume und sogar für das Vorhandensein von Störungen durch den Forstbetrieb bzw. Abräumungen sowie Forstwegen. Alle *C. bidentata*-Larven wurden in Segmenten gefunden an denen Bachflohkrebs vorkommen.

Als Präferenz für alle *Cordulegaster*-Larven (n=106) sind Einflüsse durch die Forstwirtschaft gegeben sowie das Vorkommen von Bachflohkrebsen. Viel Nadelstreu sowie Trockenheit wurden deutlich gemieden.

5.4 Auswirkungen der Trockenheit

Im Untersuchungszeitraum (Mai bis Juli) wurden an 14 % der untersuchten Segmente (n=223) Trockenheit festgestellt, sodass entweder gar kein fließendes Wasser mehr festgestellt werden konnte oder das Gewässer teilweise trockengefallen war. Dies betraf fünf von 13 Bächen (38 %) (Tab. 5). Zum Zeitpunkt der Untersuchung 2003/04 waren diese Teile noch nicht trocken. Die meisten trockenen Bereiche befanden sich im direkten Umfeld der Quelle (Abb. 37). Auffällig war, dass vor allem einige Nebenbäche der Rissmecke ausgetrocknet waren.

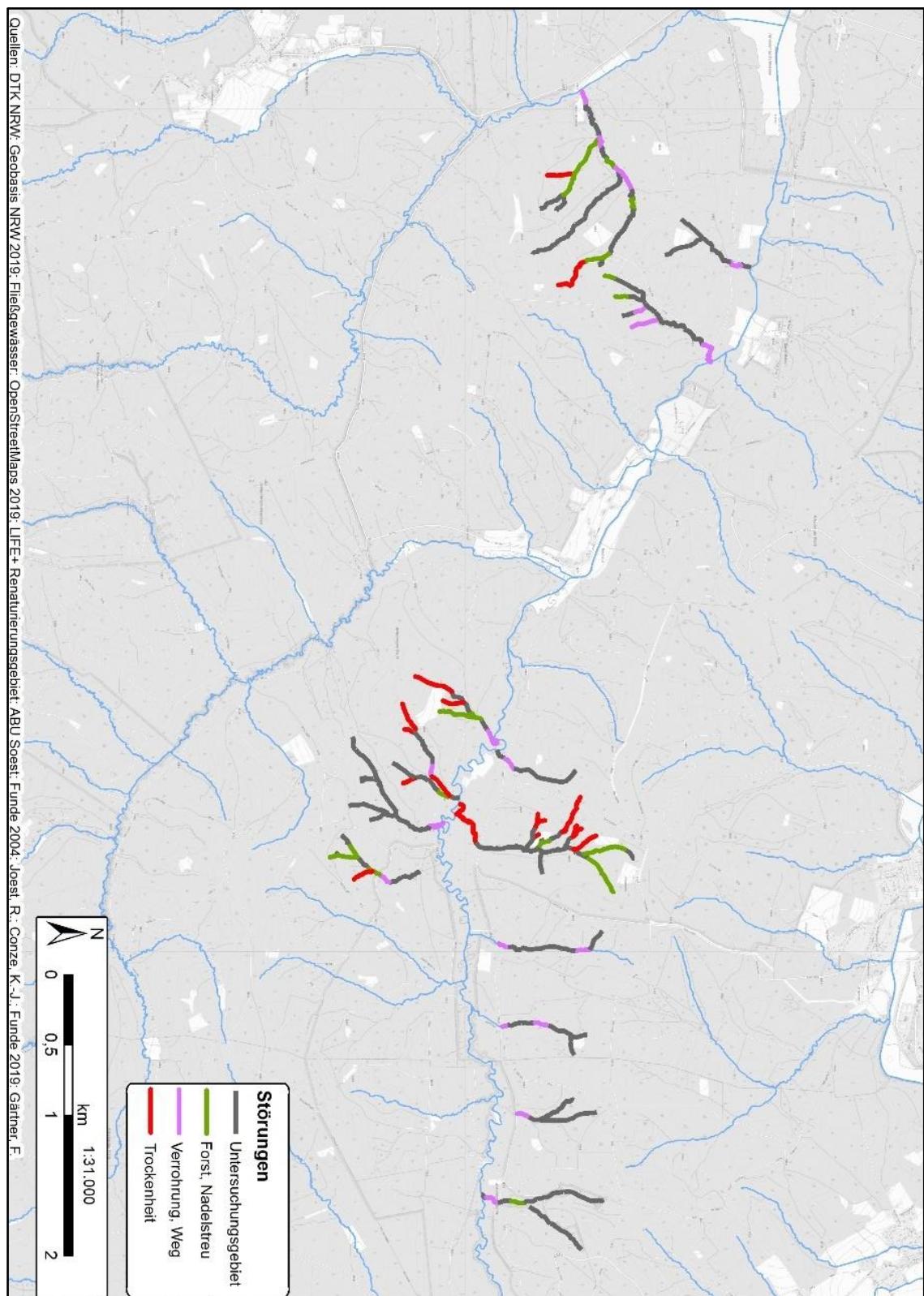


Abb. 37 Störungen der untersuchten Gewässer 2019 (Geobasis NRW 2019, OpenStreetMaps 2019)

In einigen wenigen Bereichen, vor allem dort wo die Rissmecke in die Heve mündet, war das Gefälle so gering, dass der Boden zwar feucht war, aber kein fließendes Wasser vorhanden war. In diesem Bereich war 2004 noch ein Segment mit Larven besiedelt, dass 2019 als durch Trockenheit gefährdet war. Sonst gibt es keine Segmente, die 2004

noch mit Larven besiedelt waren und heute ausgetrocknet sind. Die Trockenheit kann durch das trockene Wetter der Vorjahre erklärt werden (Kapitel 6.5 Gefährdung).



Abb. 38 Ausgetrockneter Bach im Fichtenforst (Fabian Gärtnner, 08.07.19, FFH-Gebiet Arnsberger Wald)

Tab. 5 Potenzielle Störungen nach Bach 2019 (n=13)

Bach Nr.	Störung
1	Verrohrung / Weg
2	Verrohrung / Weg, Forst
3	Verrohrung / Weg
4	Trockenheit, Forst
5	Verrohrung / Weg
6	Verrohrung / Weg
7	Verrohrung / Weg
8	Verrohrung / Weg, Forst
9	Trockenheit, Verrohrung / Weg, Forst
10	Trockenheit, Verrohrung / Weg, Forst
11	Trockenheit, Verrohrung / Weg, Forst
12	Verrohrung / Weg
13	Trockenheit, Verrohrung / Weg, Forst

Allgemein kamen an allen der 13 Bächen Störungen vor (Tab. 5), jedoch meist nur durch Verrohrungen an Forstwegen oder andere forstbedingte Lebensraumstörungen. Wildsuhlen kamen an allen Bächen vor.

6 Diskussion

6.1 Verbreitung im Untersuchungsgebiet

An fast allen (12 von 13) untersuchten Gewässern kamen Larven von mindestens einer der *Cordulegaster*-Arten vor. Der Literatur und der Roten-Liste entsprechend, war *C. bidentata* (an 8 % der Segmente) dabei deutlich seltener als *C. boltonii* (an 18 % der Segmente). Trotzdem kamen an fünf von 13 Gewässern Larven von *C. bidentata* vor, was dafürspricht, dass diese Art zwar lokal, aber wahrscheinlich auch über das Untersuchungsgebiet hinaus in ähnlichen Strukturen verbreitet ist. Entgegen der Literatur (Wildermuth & Martens 2019) wurde beobachtet, dass die Larven von *C. bidentata* nicht nur an der Quelle und der Nähe vorkommen, sondern auch mehr als 600 m entfernt. Allerdings handelt sich dabei teilweise um Bäche mit einigen Nebenbächen, sodass die Quellregionen dieser nicht allzu weit entfernt sind.

Auffällig ist die geringe Anzahl an Beobachtungen von Imagines (Abb. 27). Dass trotz sonnigem Wetter und Temperaturen über 30 °C insgesamt nur neun Individuen beobachtet werden konnten, kann daran liegen, dass es wenige Tage vor den letzten drei Begehungen starke Unwetter mit heftigen Niederschlägen gab (vgl. Tamm 2012: 36). Von den neun beobachteten Individuen waren sechs *C. boltonii*, zwei *C. bidentata*, eine unbestimmte *C. spec.* Diese Verteilung deutet an, dass zur Zeit der Kartierung (Ende Juli) *C. boltonii* die häufigere war. Dies kann auch damit zusammenhängen, dass sich *C. bidentata* zu dieser Zeit bereits kurz vor dem Ende ihrer Hauptflugzeit befand (siehe Kapitel

2.3 Jahres- und Tagesphänologie). Auch bei Untersuchungen von Wildermuth & Martens (2019: 516) stand die Dichte der Larven in sehr ungleichem Verhältnis zu den sehr wenigen Imagines.

6.2 Veränderung gegenüber 2003/04

Dass bei der aktuellen Untersuchung deutlich mehr Segmente mit Larven besetzt waren (Differenz von +92 Segmente), ist nicht gleichzusetzen mit einer Ausbreitung der Arten, sondern hängt eher damit zusammen, dass bei der aktuellen Untersuchung aufwändiger und kleinräumiger nach Larven gesucht wurde. Es wurde erwartet, dass nach ca. 15 Jahre die Arten an weniger Bächen vorkommen als es 2003/04 der Fall war. Obwohl an 13 % der Segmente 2019 Trockenheit festgestellt wurde, kommt mindestens eine *Cordulegaster*-Art an zwölf von dreizehn Bächen vor. Die nun trockenen Bereiche waren bei der Untersuchung 2003/04 noch nicht trocken. Die Hypothese, dass der Bestand der Arten durch den besonders trockenen Sommer 2018 rückläufig ist, kann

also verworfen werden. Dies schließt jedoch eine Gefährdung der Arten durch anhaltende Trockenheit in Zukunft nicht aus (siehe unten).

Für die Anzahl der Bäche an welchen Imagines beobachtet wurden, ist ein Rückgang von insgesamt 14 auf fünf Bäche zu verzeichnen, was allerdings mit dem Begehnungszeitpunkt (Ende der Flugzeit von *C. bidentata*) und den kurz vor den Begehungen herrschenden Witterungsverhältnissen (6.1 Verbreitung im Untersuchungsgebiet) zusammenhängen kann.

6.3 Habitatpräferenzen

Mit dem Jacobs-Index (1974) wurden Habitatpräferenzen bezüglich des umgebenden Waldtyps, Baumalters, Beschattungsgrades, Substrattyps, potenzieller Störungen und der Begleitfauna berechnet. Was auffällt ist, dass Nadelwald von *C. bidentata* in der Untersuchung präferiert wird (0,32; Tab. 4). Das liegt vermutlich daran, dass die Quellen und quellennahen Bereiche geländebedingt meistens von Fichtenforsten umgeben sind und dass generell wenige Individuen der Art gefunden wurden ($n=17$). Die Nadelwälder im Untersuchungsgebiet werden zwar von *C. bidentata* toleriert, allerdings würde die Art wahrscheinlich offener, baumfreie Quellbereiche bevorzugen. Beide *Cordulegaster*-Arten können auch mit hoher Beschattung zureckkommen. Die Berechnung der Habitatpräferenz bezüglich des Beschattungsgrades ergibt keine Ergebnisse, die der Erwartung widersprechen.

Während sich für *C. boltonii* keine nennenswerte Präferenz für ein Baumarler ergibt, wurde für *C. bidentata* eine sehr deutliche (-1,00) Meidung von jungen Baumbeständen berechnet, was jedoch wieder auf Grund der geringen Anzahl an Funden relativiert werden muss. Außerdem befanden sich die jungen Wälder (meist Laubwälder) eher nahe der Mündung, also weit von der Quelle entfernt.

Generell wird Feinsediment als Substrattype von beiden Arten bevorzugt (0,31), während organisches Material (vor allem von *C. boltonii* (-0,69)) gemieden wird. Die Meidung dieses Substrattypen ist möglicherweise dadurch bedingt, dass dieser oft reines Nadelstreu darstellt.

6.4 Auswirkungen der Trockenheit

Die Quellen, die die Bäche mit Wasser versorgen, sind abhängig vom Grundwasser, welches wiederum vom Niederschlag abhängig ist. Nach Abzug der Evapotranspiration und nachdem der Boden komplett gesättigt ist (Infiltration), kann bei Überschreitung der nutzbaren Feldkapazität, also die Wassermenge im Boden welche von den Pflanzen genutzt werden kann, der Überschuss entweder als Oberflächenabfluss abfließen oder durch die Gravitation nach unten versickern, um zur Grundwasserneubildung

beizutragen (Glawion et al. 2009: 410-412). Somit ist die Gewährleistung der Quellschüttung vom Niederschlag und somit vom Klima allgemein abhängig.

Der Jahresmittelwert der Temperatur lag 2018 in Nordrhein-Westfalen mit 11°C um 2°C höher als der vieljährige Mittelwert (1961-1990) (Abb. 39) und im linearen Trend seit 1881 stieg die Temperatur um $1,6\text{ K}$ (DWD 2019).

Für die Großlandschaft Sieger- und Sauerland ist für 2071-2100 ein Anstieg der mittleren Lufttemperatur um $3,4\text{ K}$ prognostiziert (im Mittel bei RCP8.5; Referenzperiode 1971-2000). Dadurch würden auch die Verdunstungswerte zunehmen und somit die Wasserverfügbarkeit für die Grundwasserneubildung einschränken (LANUV 2019).

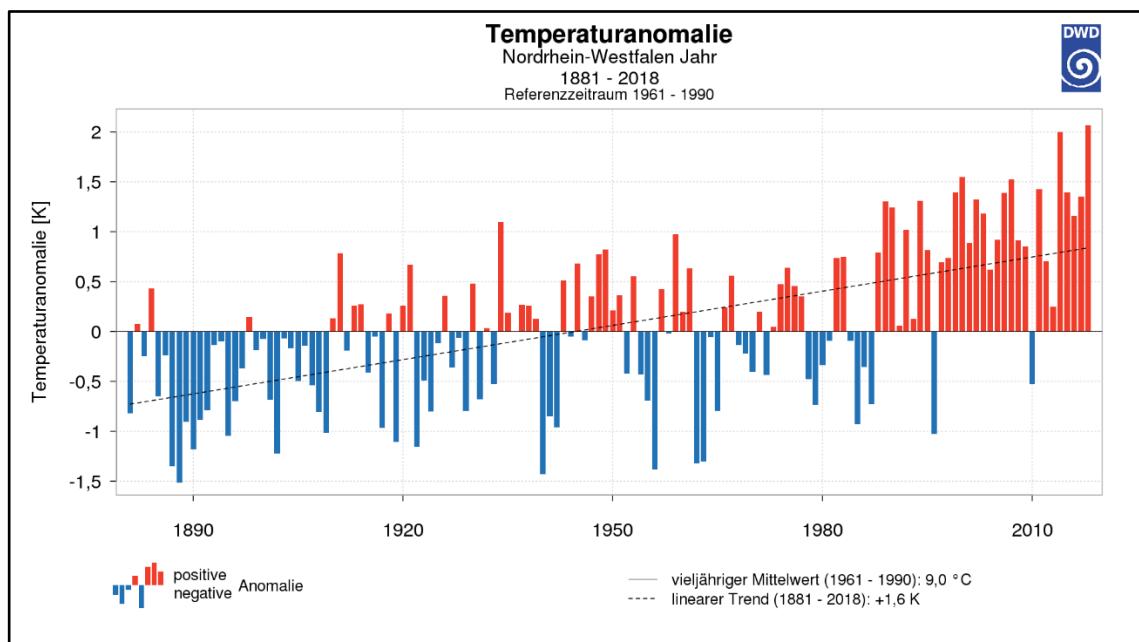


Abb. 39 Temperaturanomalie für Nordrhein-Westfalen (DWD 2019)

Die Jahresniederschlagssumme war 2018 in Nordrhein-Westfalen mit nur $617,7\text{ mm}$ besonders gering (Abb. 40). Das entspricht einer negativen Niederschlagsanomalie von etwa 33% im Vergleich zum vieljährigen Mittelwert (Klimanormalperiode 1981-2010) von 918 mm . Obwohl der lineare Trend insgesamt eine Zunahme von etwa $90,9\text{ mm}$ (von 1881-2018) zeigt, gab es jedes Jahr seit einschließlich 2008 vergleichsweise wenig Niederschlag (DWD 2019). Die Großlandschaft Sauer- und Siegerland, weist zwar aufgrund der Mittelgebirge höhere Niederschlagssummen von (im Mittel für 1981-2010) von 1.155 mm auf (DWD 2019), jedoch sind die Werte für das Untersuchungsgebiet, bedingt durch seine Randlage zu dem Mittelgebirge, nicht ganz so hoch zu erwarten.

Die mittlere Anzahl der Starkniederschlagstage pro Jahr (mit $>10\text{ mm}$) werden für die Klimanormalperiode 2071-2100 im Mittel um fünf Tage ansteigen (Klimaszenario RCP8.5). Für die KNP 1971-2000 lag die Anzahl bei 35 Tagen pro Jahr (LANUV 2019).

Auch teilweise starke Niederschläge im Winter schaffen es nicht das Niederschlagsdefizit auszugleichen und können nicht die für das Grundwasser wichtigen Wasserspeicher in tieferen Schichten ausreichend auffüllen.

Durch die weiterhin steigenden Temperaturen und der damit höheren Verdunstung sowie den sich verändernden Niederschlagsmustern besteht die Gefahr, dass sich in Zukunft möglicherweise die Grundwasserspeicher nicht ausreichend regenerieren können. Dadurch kann es dazu kommen, dass einige der Quellen im Mittelgebirge häufiger und länger oder komplett austrocknen, wodurch der Lebensraum der Libellenarten immer weiter schwinden wird und dies langfristig zu einem Aussterben der Arten in dem Gebiet führen kann. Laut LANUV (2019) können sensitive Feuchtlebensräume wie Bruch- und Sumpfwälder sowie Feuchtgrünland und ihrer typischen Arten im Fortbestand gefährdet sein.

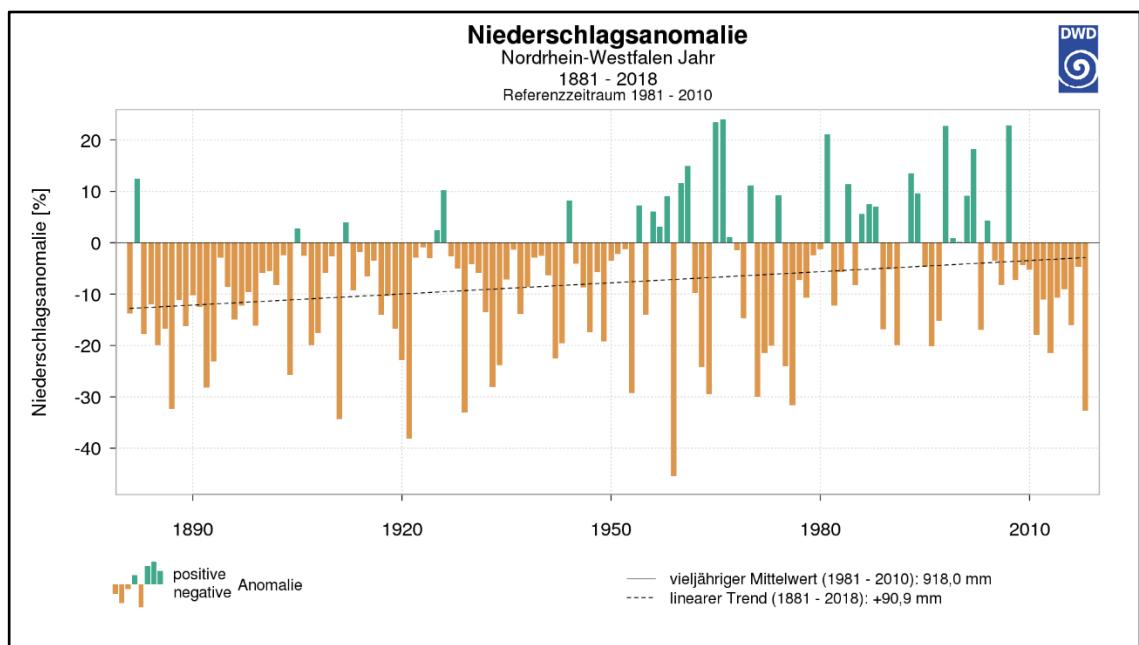


Abb. 40 Niederschlagsanomalie für Nordrhein-Westfalen (DWD 2019)

Gerade die Starkregenereignisse würden Libellenarten wie *Ischnura pumilio*, welche auf temporäre Gewässer angewiesen sind, positiv beeinflussen. Negativ begünstigen würden die zukünftigen Niederschlagsverhältnisse Libellenarten, die ganzjährig hohe Wasserstände benötigen, wie beispielsweise *Aeshna subarctica*. Negativ beeinträchtigt vom Klimawandel werden 11 % der aller in Deutschland vorkommenden Libellenarten, während 39 % davon profitieren. Als eine Art, die auf ganzjährig wasserführende Quellbereiche angewiesen ist, ist *C. bidentata* vor allem durch das Austrocknen der Gewässer und somit durch den Klimawandel gefährdet (Behrens et al. 2009).

Die Larven von *C. boltonii* können zwar das Trockenfallen des Gewässers für einige Wochen überleben (Wildermuth & Martens 2019: 516), sind dabei aber dennoch auf

feuchte Rückzugsstellen und somit auf regelmäßige Niederschläge angewiesen. Dennoch ist die Gefährdung durch die generell weitere Verbreitung und höhere Abundanz für *C. boltonii* weniger stark ausgeprägt.

6.5 Gefährdung

Auf einem Großteil der Flächen des Untersuchungsgebiets wird intensiver Waldbau mit Fichtenmonokulturen betrieben. Dabei werden große Flächen abgeräumt, wodurch der Aufwuchs von Hochstaudenfluren, Verschilfung oder Verbuschung begünstigt wird. Das Gewässer kann teilweise oder sogar ganz zuwachsen. Dichte Fichtenbestände können zur sogenannten Grünvertunnelung und damit zur Meidung des Gebiets führen (Sternberg & Buchwald 2000: 207).

Zusätzlich ist durch die Abräumung die Erosionsgefahr erhöht und es besteht die Gefahr, dass Bäche verschlammen (Sternberg & Buchwald 2000: 188-189). Bei der Abräumung kommt es oft zur Verfüllung der Gewässer mit schwer zersetzbaren Astmaterial (Abb. 42). So gelangt zudem viel Nadelstreu in die Bäche, welches ebenfalls nur schwer zersetzt wird und den pH-Wert und die Produktion des Gewässers herabsetzt. Durch die Verfüllung der Gewässer mit Holzabfällen geht Lebensraum verloren. Die oft sehr dichten Fichtenmonokulturen stehen nahe an den Gewässern und können von *C. bidentata* als Flugbarriere wahrgenommen werden (Sternberg & Buchwald 2000: 189). Durch Forstwege kann auch die krautige Vegetationsschicht komplett fehlen, was sich ungünstig auf die Bachfauna auswirken kann und im speziellen den Larven kaum Möglichkeiten zum geschützen Schlupf bietet (Abb. 43).

Auch wenn der Waldbau einige negative Faktoren mit sich bringt, so ergeben sich durch ihn auch sonnige, offene Flächen welche für *C. boltonii* wiederum als Habitat präferiert werden.



Abb. 41 Forstbedingter Lebensraumverlust, keine Eiablage mehr möglich (Fabian Gärtner, 23.05.19, Worbke)



Abb. 42 Holzabfälle im Bach (Fabian Gärtner, 10.07.19, FFH-Gebiet Arnsberger Wald)

Nach Sternberg & Buchmann (2000: 177) ist *C. bidentata*, entgegen der Ergebnisse dieser Untersuchung, seltener in Bächen anzutreffen mit Nadelbaumdominanz oder

Segmenten mit viel Nadelstreu. Der Vorteil in Laubwaldbächen ist, dass das Falllaub schneller zersetzt werden kann als Nadelstreu, was zu einer artenreichereren Lebensgemeinschaft führt.

Verrohrungen, die an Straßenquerungen und im Untersuchungsgebiet vor allem an Forstwegen verbaut werden, führen zur Zerstörung potenziellen Lebensraums der Larven und zur Fragmentierung und Isolation von Teilpopulationen (Donath 1989). Die Verrohrungen können ein nur schwieriges oder unüberwindbares Hindernis darstellen, weil die Imagines die Wasseroberfläche und Linienstruktur nicht mehr sehen und dem Gewässer dann nicht problemlos folgen können. In Rohren wie auch in Bächen, die in Betonschalen eingefasst wurden, bieten sich den Larven durch die Glatte und gleichmäßige Gewässersohle weder Versteckmöglichkeiten in tieferen Bereichen, noch strömungsberuhigte Abschnitte. Solche künstlichen Einfassungen kamen im Untersuchungsgebiet aber nur an wenigen Stellen vor. Durch Frostwege bedingte Verrohrungen wurden an 12 Stellen im Verlauf der Gewässer festgestellt.



Abb. 43 Kreuzende Forstwege und Verrohrung ohne Nachweis (Fabian Gärtner, 23.05.19, Worbke)



Abb. 44 Durch Verrohrung bedingte Auskolkung mit Nachweis von *C. boltonii*-Larven (Fabian Gärtner, 07.06.19, FFH-Gebiet Arnsberger Wald)

Die durch Verrohrung entstandene Kolke (Abb. 44) können aber auch den *Cordulegaster*-Larven und auch anderen Arten Lebensraum bieten.

Da die Verbreitung von *C. bidentata* auf waldreiche Mittelgebirge beschränkt ist, ist dieser Lebensraum generell weniger gefährdet als der von *C. boltonii*. Auch im Arnsberger Wald sind nur wenige Bachabschnitte begradigt, verbaut oder durch Düngereintrag gefährdet (Buchwald 1988).

C. boltonii und andere Libellenarten reagieren empfindlich auf Räumungen des Bachbettes und der Böschungen, wenn diese häufiger als 3-4 Jahre stattfinden (Buchwald 1989).

Die Larven tolerieren zwar eine zeitweise Austrocknung (Schiemenz 1953), aber durch wiederholtes oder längeres Austrocknen oder durch verminderte Schüttung eines Gewässers oder einer Quelle können sich die Larven nicht voll entwickeln, was auf das verminderte Beuteangebot zurückgeführt werden könnte (Schorr 1990).

6.6 Schutzmaßnahmen

C. boltonii gilt auch wegen ihrer langen Entwicklungsdauer von drei bis fünf Jahren in Mitteleuropa (Wildermuth & Martens 2019: 516) als sehr guter Indikator für saubere Fließgewässer mit geringer bis mäßiger Belastung (insb. Quellbäche und

Bachoberläufe). Die Art erhielt zwar unter den Libellen den niedrigsten Saprobenindex von 1,5 (Friedrich 1990: 141-152), jedoch gibt das Vorkommen von *C. boltonii* mehr Auskunft über die Gesamtsituation des Gewässers als über einzelne Parameter des Wasserchemismus (Donath 1989). Die in Sternberg & Buchwald (2000: 195-196) beschriebenen Befunde zeigen, dass die *Cordulegaster*-Larven gegenüber Gewässerverschmutzung sogar relativ tolerant sind, was die Indikatorfunktion dieser Art stark einschränkt.

Vor allem vor dem Hintergrund des Klimawandels gilt besonderer Handlungsbedarf für Arten „für deren Erhalt Nordrhein-Westfalen eine besondere Verantwortung trägt, etwa weil sie weltweit gefährdet sind oder nur hier vorkommen, [...] die in der Roten Liste NRW mindestens als ‚gefährdet‘ eingestuft sind [...]“ (Behrens et al. 2009). Somit sollte bei Schutzmaßnahmen vor allem *C. bidentata* beachtet werden.

Im Schorr (1990) werden für die *Cordulegaster*-Arten folgende Maßnahmen zum Schutz der Art bzw. für den Erhalt des Lebensraums genannt:

- Keine Baulichen Veränderungen der Larvengewässer
- Vermeidung von Entsandungsmaßnahmen mit schweren Maschinen
- Vermeidung des Ausbaus der Gewässer mit toten Materialien, wobei Auskolkungen und unterschiedliche Substrate verloren gehen
- Beibehaltung der natürlichen Wasserzufluss und die damit verbundenen unterschiedlichen Wasserstände
- Gewährleistung kontinuierlicher Sedimentationsfracht
- Gewährleistung verschiedenartiger Strömungsgeschwindigkeiten
- Gewährleistung des Vorhandenseins von vielen Auskolkungen
- Keine waldbaulichen Umwandlungen von Laub- zu Nadelwäldern
- Gewährleistung von unterschiedlichen Beschattungsverhältnissen
- Evtl. regelmäßige Mahd, um den Imagines Nahrungsräume zu bieten
- Verhinderung von Wildsuhlen einen Nährstoffeintrag verursachen
- Kalken von Wäldern gegen Versauerung (Schorr 1990)

Böcker (1995: 146) ergänzt dazu, dass für beide Arten Substrate aus unterschiedlichen Korngrößen, Wassertiefen von weniger als 10 cm und Bachbreiten zwischen 20 und 100 cm förderlich sind. Es sollte außerdem der saisonale Eintrag von Laubstreu und Ästchen gewährleistet sein sowie darauf geachtet werden, dass der Jungwuchs der Bäume weit genug auseinander steht (10-20 m), um die teilweise Besonnung der Gewässer zu gewährleisten. Allgemein sollte ein strukturreiches, naturnahes Waldbiotop mit vielfältiger Altersstruktur angestrebt werden. Die Quellen sollten möglichst baumfrei bleiben.

Für *C. boltonii* sollten Wiesenbäche von Sträuchern begleitet werden, damit die Larven sich zwischen deren Wurzeln aufhalten können (Böcker 1995: 146).

Entgegen der Literatur (z.B. Heitz 2006) wurden in dieser Untersuchung nicht nur vereinzelt Larven in Fichtenmonokulturen gefunden, weshalb reine Fichtenmonokulturen nicht unbedingt ein Vorkommen der Arten ausschließen. Die von Heitz (2006) vorgeschlagenen waldbaulichen Maßnahmen der Fichtenentfernung bzw. Durchforstung würden möglicherweise dazu führen, dass in den dadurch entstehenden stärker besonnten Bereichen dann die Artzusammensetzung zum Vorteil von *C. boltonii* und Nachteil von *C. bidentata* verschiebt, da letztere auch stark beschattete Orte als Habitat nutzt, welche *C. boltonii* meidet.

Gerade in Betracht auf den Klimawandel, der Erwärmung und die Trockenheit sollten zusätzlich Maßnahmen erfolgen, die Quellschüttung gewährleisten bzw. den Wasserhaushalt oder die Grundwassererneuerung begünstigen. Eine Empfindlichkeitsanalyse von Behrens et al. (2009) hat ergeben, dass insbesondere Moore, Feucht- und Nassgrünland und Erlenbruchwälder vom Klimawandel negativ beeinflusst werden.

Renaturierung

Im Rahmen der Renaturierung im Zuge des LIFE-Projekts "Bachtäler im Arnsberger Wald" von 2009 bis 2014 wurden Fichten entnommen und durch Eichen und Erlen ersetzt, Entwässerungsgräben gestopft, um den Wasserhaushalt der Moore und Auen wiederherzustellen und die natürliche, windungsreiche Form wiederhergestellt. Wrede (2010) zeigte für *Calopteryx virgo* (Blauflügel-Prachtlibelle) die Korrelation, dass weniger Individuen (Imagines) vorkommen bei Zunahme des Fichtenanteils. So wurde bei einer Kontrolle 2013 ein Anstieg der Individuenzahl verzeichnet, was dafürspricht, dass sich die Renaturierungsmaßnahmen positiv auf *Calopteryx virgo* und damit wahrscheinlich auch auf andere Libellenarten ausgewirkt hat (Joest et al. 2015). Allerdings kann *Calopteryx virgo* durch die viel kürzere Entwicklungsdauer schneller auf die Maßnahmen reagieren als es bei den *Cordulegaster*-Arten der Fall ist. Dennoch wirken sich die Maßnahmen, vor allem die Erstellung strömungsberuhigter Bereiche zur Eiablage sowie der Anstieg der Nahrung durch mehr Laub- als Nadelanteil, auf Dauer begünstigend auf die *Cordulegaster*-Arten aus.

6.7 Begrenzungen der Untersuchung

Diese Untersuchung beschäftigt sich nur mit einer kleinen Auswahl an Fließgewässer, die zwar repräsentativ für das FFH-Gebiet und die Mittelgebirgsrandlage stehen, dessen Ergebnisse aber nicht allgemeingültig auf andere Fließgewässer übertragen werden

können. Es wurden keine Bestandsgrößen erhoben, da das durch den hohen Aufwand den Rahmen dieser Arbeit übersteigen würde. Es wurden nur einige der in der Literatur besprochenen Parameter für die Habitatwahl aufgenommen, sodass es sein kann, dass bestimmte nicht untersuchte Parameter die Präsenz oder Absenz einer Art erklären könnten.

6.8 Empfehlungen für weiterführende Forschung

Bei ähnlichen Untersuchungen wird empfohlen, ausschließlich die Larven zu kartieren, da diese ganzjährig und witterungsunabhängig aufgenommen und sicherer bestimmt werden können. Außerdem kommen sie in viel größerer Anzahl vor und geben zugleich einen Reproduktionsnachweis. Weitere interessante Fragestellungen ergeben sich hinsichtlich der Gefährdung von *C. bidentata* durch die längere und häufigere Trockenheit im Zuge des Klimawandels. Dafür sollten vor allem die Gewässer untersucht werden, welche durch Trockenheit besonders gefährdet sind und, wenn möglich, Unterschiede über die Zeit dargestellt werden.

7 Zusammenfassung und Fazit

Durch die Untersuchung von Bächen im Arnsberger Wald auf *Cordulegaster*-Larven und Imagines konnte gezeigt werden, dass die beiden Arten (*C. boltonii* und *C. bidentata*) im Untersuchungsgebiet verbreitet und im Vergleich zu 2003/04 nicht seltener geworden sind. Es gab deutlich mehr Nachweise von *C. boltonii* als *C. bidentata*. An 52 % der untersuchten Segmente wurden keine Larven gefunden. Das Untersuchungsgebiet ist durch alten Fichtenbestand geprägt, wobei vor allem nahe des Unterlaufes Misch- und Laubwälder häufiger werden.

An 38 % der 223 untersuchten Bachsegmenten wurden potenzielle Störungen wie Forstarbeiten, Nadelstreu, Forstwege, Verrohrungen und Trockenheit festgestellt. Den größten Anteil an potenziellen Störungen hat die Trockenheit mit 14 % von 223 Bachsegmenten. Insgesamt wiesen fünf von 13 Bächen Trockenheit auf. Vor allem *C. bidentata* ist durch den Verlust ihres Lebensraumes gefährdet. Die prognostizierte negative Wasserbilanz kann zum Austrocknen der Quellen führen, auf welche diese Art stark spezialisiert ist.

Es konnte keine eindeutige Verteilung festgestellt werden, die zeigt, dass die Larven von *C. bidentata* den Quellbereich bzw. Oberlauf und *C. boltonii* die Strecke darunter besiedeln.

Im Vergleich zur Untersuchung von 2003/04 wurden an sieben der 13 Bäche eine oder beide Arten neu nachgewiesen. Nur an einem Bach konnte *C. bidentata* nicht mehr gefunden werden.

Die Berechnung der Habitatpräferenzen zeigte, dass *C. bidentata* Offenland, junge Wälder, Wildsuhlen, Nadelstreu und Verrohrungen meidet, während die Art Nadelwälder, Feinsediment, Störungen durch den Forstbetrieb und Forstwege präferiert. Beide *Cordulegaster*-Arten präferieren Einflüsse durch die Forstwirtschaft sowie das Vorkommen von Bachflohkrebsen. Viel Nadelstreu sowie Trockenheit wurden von beiden Arten deutlich gemieden.

Für den Erhalt bzw. die Verbesserung des Artbestandes sind Schutzmaßnahmen wie Renaturierungen der Fließgewässer hilfreich. Vor allem vor dem Hintergrund, dass die Niederschläge nicht beeinflusst werden können, ist die (Wieder-)Herstellung naturnaher Fließgewässer besonders wichtig. Um weitere Bestandsveränderungen besser erfassen zu können, wird empfohlen insbesondere für *C. bidentata* ein Monitoring einzurichten.

Literaturverzeichnis

Behrens, M.; Fartmann, T.; Hözel, N. (2009): Auswirkungen von Klimaveränderungen auf die Biologische Vielfalt: Pilotstudie zu den voraussichtlichen Auswirkungen des Klimawandels auf ausgewählte Tier- und Pflanzenarten in Nordrhein-Westfalen

Bissinger, V. (1996): Zweigestreifte Quelljungfer *Cordulegaster boltoni* Donovan 1807 und Kleine Zangenlibelle *Onychgomphus forcipatus* Linné 1758 (Anisoptera; Odonata) im Mooswald bei Freiburg. Larvalökologische Untersuchungen in Fließgewässern unter besonderer Brücksichtigung der thermischen Verhältnisse. Diplomarbeit. Fakultät für Biologie. Universität Freiburg. 83 S. [unveröffentlicht]

Blanke, D. (1984): Zur Lebensweise von *Cordulegaster bidentatus* Sélys in Südniedersachsen. In: Libellula 3 (3/4): 18-22.

Böcker, L. (1993): Größenspezifische Verteilung der Larven von *Cordulegaster boltoni* (Donovan) und *C. bidentatus* (Sélys) über den Bachlauf – Untersuchungen an allo- und sympatrischen Bächen im Gießener Raum. In: Libellula 12: 225, 247

Böcker, L. (1995): Analyse der Biotopansprüche der Larven *Cordulegaster boltoni* (Donovan) und *Cordulegaster bidentatus* (Sélys) im Gießener Raum als Grundlage für die Bioindikation für quellnahe Fließgewässer. Dissertation. Universität Münster. [unveröffentlicht]

Buchwald, R. (1988): Die Gestreifte Quelljungfer *Cordulegaster bidentatus* (Odonata) in Südwestdeutschland. In: Carolinea 46: 49-64.

Buchwald, R. (1989): Die Bedeutung der Vegetation für die Habitatbindung einiger Libellenarten der Quellmoore und Fließgewässer. In: Phytocoenologica 17(3): 307-448.

Buchwald, R.; Sternberg, K. (1991): Artenschutzprogramm Fließgewässerlibellen in Baden-Württemberg. I. Arten der Bäche und Gräben – Gutachten im Auftrag der Landesanstalt für Umweltschutz (LfU) Baden-Württemberg- [unveröffentlicht]

Clausnitzer, H.-J. (1977): Fließwasserlibellen (Odonata) in Heidebächen. In: Beitr. Naturk. Niedersachsens 30: 38-45.

Conze, K.-J.; Grönhagen, N. (2010): Rote Liste der gefährdeten Pflanzen, Pilze und Tiere in Nordrhein-Westfalen, 4. Gesamtfassung (Arbeitskreis Libellen Nordrhein-Westfalen) Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (Hg.).

Dijkstra, K.-D. (Hg.): (2014): Libellen Europas. Der Bestimmungsführer. Bern. Haupt.

Donath, H. (1989): Verbreitung und Ökologie der Zweigestreiften Quelljungfer, *Cordulegaster boltoni* (Donovan, 1807), in der DDR. In: Faunistische Abhandlungen Staatliches Museum für Tierkunde Dresden 16: 97-106.

DWD (2019): Deutscher Wetterdienst. Zeitreihen und Trends.
<https://www.dwd.de/DE/leistungen/zeitreihen/zeitreihen.html#buehneTop> [16.08.2019]

Foufre, E.; Ferreira, S.; Boudot, J.-P.; Alves, P.; & Harris, D. (2014): Molecular phylogeny of the Western Palaearctic *Cordulegaster* taxa (Odonata: Anisoptera: Cordulegastridae). In: Biological Journal of the Linnean Society 111: 49-57.

Fränzel, U. (1985): Öko-ethologische Untersuchungen an *Cordulegaster bidentatus* Sélys, 1843 (Insecta: Odonata) im Bonner Raum. Diplomarbeit. Mathematisch-naturwissenschaftliche Fakultät. Universität Bonn. [unveröffentlicht]

Friedrich, G. (1990): Eine Revision des Saprobiensystems. In. Zeitschrift für Wasser- und Abwasser-Forschung 23: 141-152.

Glawion, R.; Glaser, R.; Saurer, H.; Gaede, M.; Weiler, M. (2009): Das Geographische Seminar. Physische Geographie. Westermann Verlag. Braunschweig.

Heitz, S. (2006): Waldbauliche Maßnahmen zur Förderung der Larvallebensräume der Quelljungfernarten am Bodanrück (*Cordulegaster bidentata* und *Cordulegaster boltonii*). In: Mercuriale 6: 2-8.

IPCC (Hg.) (2007): Climate Change 2007: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, Pachauri, R.K and Reisinger, A.(eds.)]. IPCC. Geneva. Switzerland.

Jacobs, J. (1974): Quantitative measurement of food selection, modification of a forage ratio and Ivlev's electivity index. In: Oecologica 14: 413-417

Joest, R.; Beckers, B.; Drüke, J. (o.J.): Bachauen im Arnsberger Wald: Hilfe für Quelljungfer, Waldschnepfe und Grasfrosch. Arbeitsgemeinschaft Biologischer Umweltschutz ABU Soest. In Zusammenarbeit mit dem Forstamt Arnsberg. Präsentationsfolien.

Joest, R.; Wrede, J.; Beckers, B. (2015): Auswirkungen der Entnahme von Fichten und der Renaturierung auf die Blauflügel-Prachtlibelle und andere Libellenarten. In: ABU info 36-38: 36-43.

Kalkmann, V.J.; Boudot, J.-P.; Bernard, R.; Conze, K.-J.; De Knijf, G.; Dyatlova, E.; Ferreira, S.; Jović, M.; Ott, E.; Riservato, E.; Sahlén, G. (2010): European Red List of Dragonflies. Luxembourg: Publications Office of the European Union.

LANUV (2013): Natura 2000-Gebiete in Nordrhein-Westfalen. Natura 2000-Nr. DE-4514-302. Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen. <http://natura2000-meldedok.naturschutzinformationen.nrw.de/natura2000-meldedok/de/fachinfo/listen/meldedok/DE-4514-302> [16.08.2019]

LANUV (2019): Klimaatlas NRW. Daten und Fakten zum Klimawandel. Datenblätter zum Klimawandel in den Großlandschaften. <https://www.klimaatlas.nrw.de/service/download> [16.08.2019]

Menke, N.; Göcking, C.; Grönhagen, N.; Joest, R.; Lohr, M.; Olthoff, M.; Conze, K.-J. (2016a): Die Libellen Nordrhein-Westfalens. (Arbeitskreis Libellen Nordrhein-Westfalen, Hg.) Münster: LWL-Museum für Naturkunde.

Menke, N.; Göcking, C.; Grönhagen, N.; Joest, R.; Lohr, M.; Olthoff, M.; Conze, K.-J. (2016b): Die Libellen Nordrhein-Westfalens. Gestreifte Quelljungfer. *Cordulegaster bidentata*. (Arbeitskreis Libellen Nordrhein-Westfalen, Hg.) Münster: LWL-Museum für Naturkunde. <http://www.libellenatlas-nrw.lwl.org/art/Cordulegaster-bidentata> [09.08.2019]

Menke, N.; Göcking, C.; Grönhagen, N.; Joest, R.; Lohr, M.; Olthoff, M.; Conze, K.-J. (2016c): Die Libellen Nordrhein-Westfalens. Zweigestreifte Quelljungfer. *Cordulegaster boltonii*. (Arbeitskreis Libellen Nordrhein-Westfalen, Hg.) Münster: LWL-Museum für Naturkunde. <http://www.libellenatlas-nrw.lwl.org/art/Cordulegaster-boltonii> [09.08.2019]

Mühr, B. (2007): Klimadiagramm Brilon. Mittel: 1971-2000. <http://www.klimadiagramme.de/Deutschland/brilon2.html>

NABU (Naturschutzbund Deutschland) (Hg.) (2016): Handlungsempfehlungen des BFA (Bundesfachausschusses) Feldherpetologie/Ichthyofaunistik zur Freilandarbeit in und an aquatischen Lebensräumen.

Nüß, J.; Lehmann, A. (2015): Libellen. Bestimmungsschlüssel für Nord- und Mitteleuropa (6. Auflage). Deutscher Jugendbund für Naturbeobachtung, (Hg.) Göttingen. Arne W. Lehmann und Johann Hendrik Nüss.

Ott, J.; Conze, K.-J.; Günther, A.; Lohr, R.; Mauersberger, H.-J.; Suhling, F. (2015): Rote Liste und Gesamtartenliste der Libellen Deutschlands mit Analyse der Verantwortlichkeit, dritte Fassung, Stand Anfang 2012 (Odonata). In: Libellula Supplement 11: 395-422

Prodon, R. (1976): Le substrat. Facteur écologique et éthologique de la vie aquatique. Observations et expériences sur les larves de *Micropterna Testacea* et *Cordulegaster annulatus*.

Doktorarbeit. Universität Lyon. [unveröffentlicht]

Schiemenz, H. (1953): Die Libellen unserer Heimat. Stuttgart: Jena (Urania).

Schorr, M. (1990): Grundlagen zu einem Artenhilfsprogramm. Libellen der Bundesrepublik Deutschland. Societas Internationais Odonatologica. Bilthoven, NL.

Stümpel, P.; Stadelmann, H.; Burk, G. (1998): Gestreifte Quelljungfer - *Cordulegaster bidentata* Sélys 1843. Bayerisches Landesamt für Umweltschutz & Bund Naturschutz in Bayern e. V. (Hg.). In: Libellen in Bayern: 142-143.

Sternberg, K.; Buchwald, R. (1999): Die Libellen Baden-Württembergs. Allgemeiner Teil; Kleinlibellen (Zygoptera) (Bd. 1). (K. Sternberg, & R. Buchwald, Hrsg.) Stuttgart: Ulmer.

Sternberg, K.; Buchwald, R. (2000): Die Libellen Baden-Württembergs. Großlibellen (Anisoptera), Literatur (Bd. 2). (K. Sternberg, & R. Buchwald, Hrsg.) Stuttgart (Hohenheim): Ulmer.

Stübing S., Hill, B.T.; Roland, H.-J. (2010): Jahresbericht Hessen 2009. Libellen in Hessen 3: 4-36.

Tamm, J. (2012): Effiziente Kartierung der Gestreiften Quelljungfer *Cordulegaster bidentata* (Selys, 1843) im Reifungshabitat am Beispiel des Kellerwaldes. Libellen in Hessen 5: 32-38.

Tetzlaff, A.; Conze, K.-J. (2019a): Gestreifte Quelljungfer (*Cordulegaster bidentata*). In: AG Libellenkunde NRW — Online-Atlas der Libellen Nordrhein-Westfalens. Heruntergeladen von libellenatlas-nrw.lwl.org am 21.07.2019

Tetzlaff, A.; Conze, K.-J. (2019b): Zweigestreifte Quelljungfer (*Cordulegaster boltonii*). In: AG Libellenkunde NRW — Online-Atlas der Libellen Nordrhein-Westfalens. Heruntergeladen von libellenatlas-nrw.lwl.org am 21.07.2019

Wildermuth, H. (1986): Die Libellenfauna des Stelsensee-Gebiets (Prättigau). Jber. Naturf. Ges. Graubünden 103: 153-163.

Wildermuth, H.; Martens, A. (2019): Die Libellen Europas. Alle Arten von den Azoren bis zum Ural im Porträt. Wiebelsheim.

Wrede, J. (2010): Zeitliche und räumliche Verteilung von *Calopteryx virgo* und anderer Fließgewässerlibellen im Arnsberger Wald. Diplomarbeit an der Universität Kassel.

Zimmermann, W. (1975): Zum Vorkommen seltener Libellenarten in Thüringen (Odonata, Anisoptera). In Ent. Ber. 11: 23-26.

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

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1 Sitzendes <i>Cordulegaster boltonii</i> Männchen (Foto: Fabian Gärtner, 08.07.19, FFH-Gebiet Arnsberger Wald)	6
Abb. 2 Verbreitung von <i>C. boltonii</i> in Europa (Wildermuth & Martens 2019: 513)	9
Abb. 3 Verbreitung von <i>C. boltonii</i> in NRW (Menke et al. 2016c).....	10
Abb. 4 Verbreitung von <i>C. bidentata</i> in Europa (Wildermuth & Martens 2019: 508)	11
Abb. 5 Verbreitung von <i>C. bidentata</i> in NRW (Menke et al. 2016b)	12
Abb. 6 Flugzeit von <i>C. boltonii</i> (Sternberg 2000, Dijkstra 2014, Wildermuth 2019, Tetzlaff & Conze 2019)	12
Abb. 7 Flugzeit von <i>C. bidentata</i> (Sternberg 2000, Dijkstra 2014, Wildermuth 2019, Stübing et al. 2010)	13
Abb. 8 Typischer Larvallebensraum von <i>C. boltonii</i> mit Nachweis (Fabian Gärtner, 10.07.19, FFH-Gebiet Arnsberger Wald)	15
Abb. 9 Offenes Gelände mit Nachweis von <i>C. boltonii</i> -Larven (Fabian Gärtner, 10.07.19, FFH-Gebiet Arnsberger Wald)	16
Abb. 10 Typischer Quellbereich im Untersuchungsgebiet mit Nachweis von <i>C. spec</i> -Larven (Fabian Gärtner, 10.07.19, FFH-Gebiet Arnsberger Wald)	17
Abb. 11 FFH-Gebiet und Untersuchungsgebiet 2019.....	20
Abb. 12 Klimadiagramm die Messstation Brilon (Mittelwerte für 1971-2000; ca. 30 km entfernt vom Untersuchungsgebiet) (Mühr 2007)	21
Abb. 13 Für das Untersuchungsgebiet typisches Kerbtal im Fichtenforst mit <i>Cordulegaster</i> -Nachweis (Fabian Gärtner, 10.07.19, FFH-Gebiet Arnsberger Wald).....	22
Abb. 14 Dichter, junger Laubwald im Bachunterlauf mit <i>C. boltonii</i> Larven-Vorkommen (Fabian Gärtner, 07.06.19, Hevetal im FFH-Gebiet Arnsberger Wald).....	23
Abb. 15 Prüfsieb (Maschenweite = 3,15 mm) (Fabian Gärtner)	24
Abb. 16 <i>Cordulegaster bidentata</i> -Larve (Fabian Gärtner, 05.06.19, FFH-Gebiet Arnsberger Wald)	27
Abb. 17 <i>Cordulegaster boltonii</i> -Larve auf dem Rücken liegend in Abwehrstellung mit den arttypischen Seitendornen (Fabian Gärtner, 10.07.19, FFH-Gebiet Arnsberger Wald)	27
Abb. 18 Sitzendes <i>Cordulegaster bidentata</i> Männchen (Fabian Gärtner, 23.07.19, FFH-Gebiet Arnsberger Wald)	29
Abb. 19 Artspezifische Verteilung der nachgewiesenen <i>Cordulegaster</i> -Larven an 223 untersuchten Segmenten des Arnsberger Waldes 2019	30

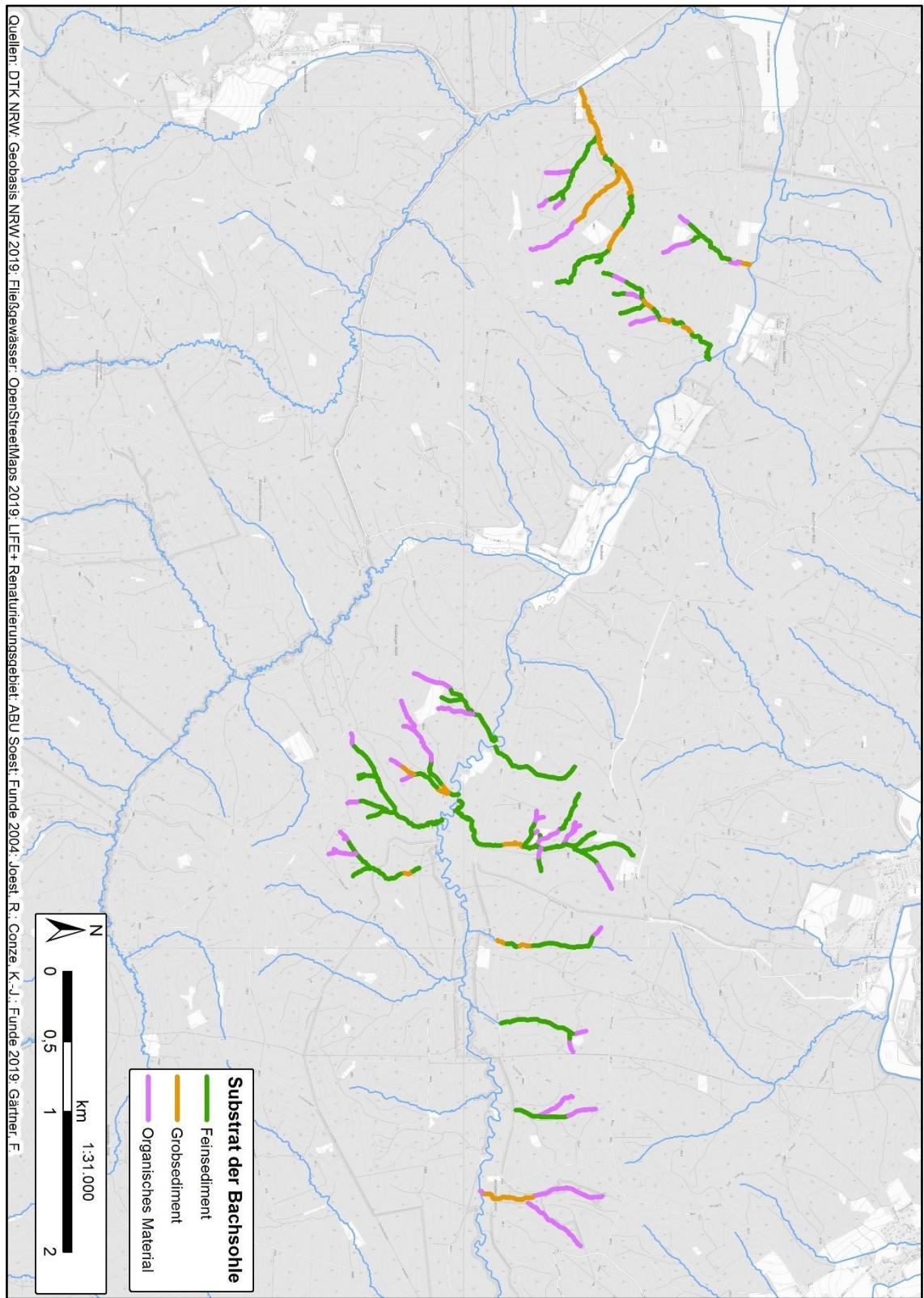
Abb. 20 Verteilung der Umgebungstypen an 223 untersuchten Segmenten des Arnsberger Waldes 2019	32
Abb. 21 Verteilung des durchschnittlichen Baumalters an 223 untersuchten Segmenten des Arnsberger Waldes 2019	32
Abb. 22 Verteilung des Beschattungsgrades an 223 untersuchten Segmenten des Arnsberger Waldes 2019	32
Abb. 23 Verteilung des Substratyps an 223 untersuchten Segmenten des Arnsberger Waldes 2019	33
Abb. 24 Verteilung der potenziellen Störungen an 223 untersuchten Segmenten des Arnsberger Waldes 2019	33
Abb. 25 Verbreitung der Cordulegaster-Larven 2019 an den Nebenbächen Heve (Geobasis NRW 2019, OpenStreetMaps 2019, ABU Soest 2014)	34
Abb. 26 Verbreitung der Cordulegaster-Larven 2019 an der Worbke (Geobasis NRW 2019, OpenStreetMaps 2019, ABU Soest 2014)	35
Abb. 27 Verbreitung der Cordulegaster-Imagines 2019 (Geobasis NRW 2019, OpenStreetMaps 2019, ABU Soest 2014)	36
Abb. 28 Verbreitung der Cordulegaster-Larven 2004 (Geobasis NRW 2019, OpenStreetMaps 2019, ABU Soest 2014, Joest, R. & Conze, K.-J. 2004).....	39
Abb. 29 Nummerierung der untersuchten Bäche (Geobasis NRW 2019, OpenStreetMaps 2019)	40
Abb. 30 Verbreitung der Cordulegaster-Imagines 2003 (Geobasis NRW 2019, OpenStreetMaps 2019, ABU Soest 2014, Joest, R. & Conze, K.-J. 2004).....	41
Abb. 31 Verhältnis von Funden der Art in verschiedenen Lebensräumen zu allen Funden der Art im Arnsberger Wald 2019. Absolute Werte geben n an (blau=C. bidentata; grün=C. boltonii; gelb=Cordulegaster; grau=Gesamtangebot)	42
Abb. 32 Verhältnis von Funden der Art in verschiedenen alten Baumbeständen zu allen Funden der Art im Arnsberger Wald 2019. Absolute Werte geben n an (blau=C. bidentata; grün=C. boltonii; gelb=Cordulegaster; grau=Gesamtangebot)	42
Abb. 33 Verhältnis von Funden der Art in verschiedenen Beschattungsgraden zu allen Funden der Art im Arnsberger Wald 2019. Absolute Werte geben n an (blau=C. bidentata; grün=C. boltonii; gelb=Cordulegaster; grau=Gesamtangebot)	42
Abb. 34 Verhältnis von Funden der Art in verschiedenen Sedimenten zu allen Funden der Art im Arnsberger Wald 2019. Absolute Werte geben n an (blau=C. bidentata; grün=C. boltonii; gelb=Cordulegaster; grau=Gesamtangebot)	43
Abb. 35 Verhältnis von Funden der Art beeinflusst durch verschiedene Störungen zu allen Funden der Art im Arnsberger Wald 2019. Absolute Werte geben n an (blau=C. bidentata; grün=C. boltonii; gelb=Cordulegaster; grau=Gesamtangebot)	43

Abb. 36 Verhältnis von Funden der Art mit Flohkrebsvorkommen zu allen Funden der Art im Arnsberger Wald 2019. Absolute Werte geben n an (blau=C. bidentata; grün=C. boltonii; gelb=Cordulegaster; grau=Gesamtangebot)	43
Abb. 37 Störungen der untersuchten Gewässer 2019 (Geobasis NRW 2019, OpenStreetMaps 2019)	46
Abb. 38 Ausgetrockneter Bach im Fichtenforst (Fabian Gärtner, 08.07.19, FFH-Gebiet Arnsberger Wald)	47
Abb. 39 Temperaturanomalie für Nordrhein-Westfalen (DWD 2019)	50
Abb. 40 Niederschlagsanomalie für Nordrhein-Westfalen (DWD 2019)	51
Abb. 41 Forstbedingter Lebensraumverlust, keine Eiablage mehr möglich (Fabian Gärtner, 23.05.19, Worbke).....	53
Abb. 42 Holzabfälle im Bach (Fabian Gärtner, 10.07.19, FFH-Gebiet Arnsberger Wald).....	53
Abb. 43 Kreuzende Forstwege und Verrohrung ohne Nachweis (Fabian Gärtner, 23.05.19, Worbke).....	54
Abb. 44 Durch Verrohrung bedingte Auskolkung mit Nachweis von C. boltonii-Larven (Fabian Gärtner, 07.06.19, FFH-Gebiet Arnsberger Wald).....	55

Tabellenverzeichnis

Tab. 1 Begehungstermine für die Cordulegaster-Untersuchung 2019	28
Tab. 2 Larvenvorkommen im Vergleich 2004 / 2019 nach Bach und Art (bo=C. boltonii; bi=C. bidentata, neg=Negativnachweis) (n=13)	37
Tab. 3 Vergleich der Vorkommen 2003/04 und 2019 (Segmente insgesamt n=223) (Daten 2003/04 von Joest, R. & Conze, K.-J. 2004).....	38
Tab. 4 Habitatpräferenz nach Jacobs (1974) für Cordulegaster-Larven im Untersuchungsgebiet im Arnsberger Wald 2019. Grün: deutliche Präferenz = 0,5 bis 1, Präferenz 0,25 bis 0,49; Rot: Meidung -0,25 bis -0,49, deutliche Meidung -0,5 bis -1	44
Tab. 5 Potenzielle Störungen nach Bach 2019 (n=13)	47

Anhang



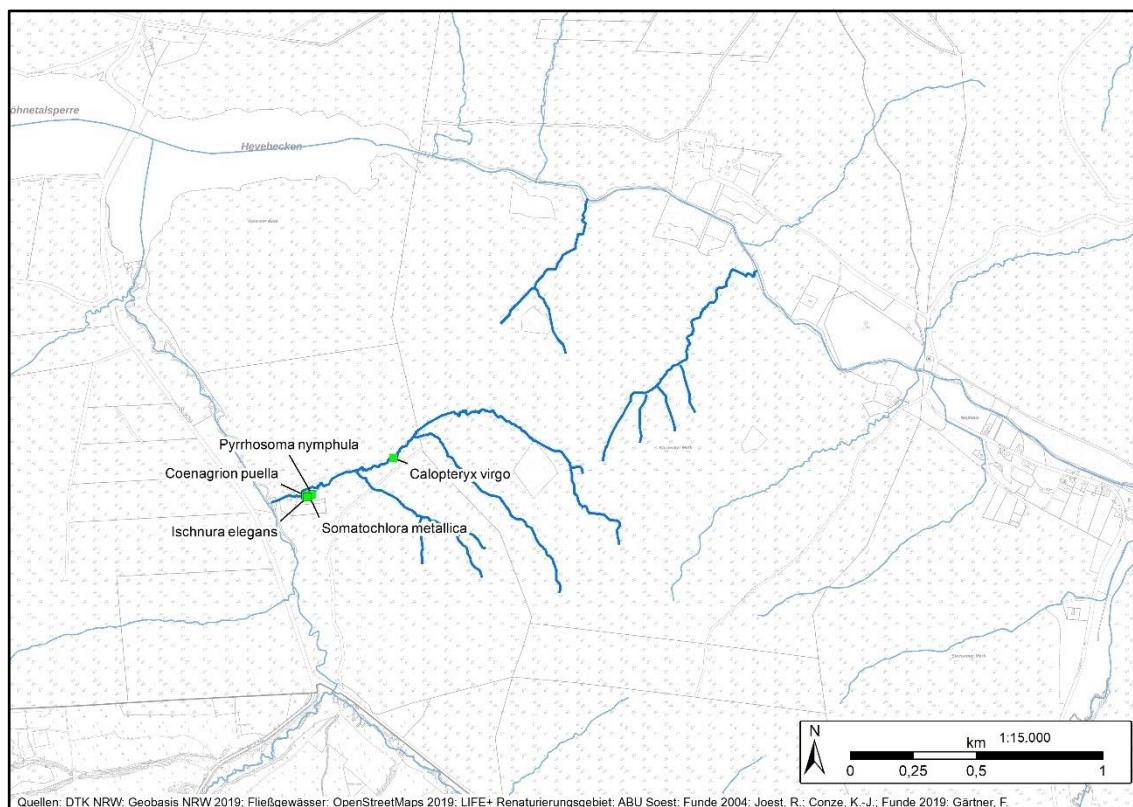
Substrate der Bachsohlen im Untersuchungsgebiet 2019

Andere Libellenarten die während der Kartierung zufällig beobachtet wurden:

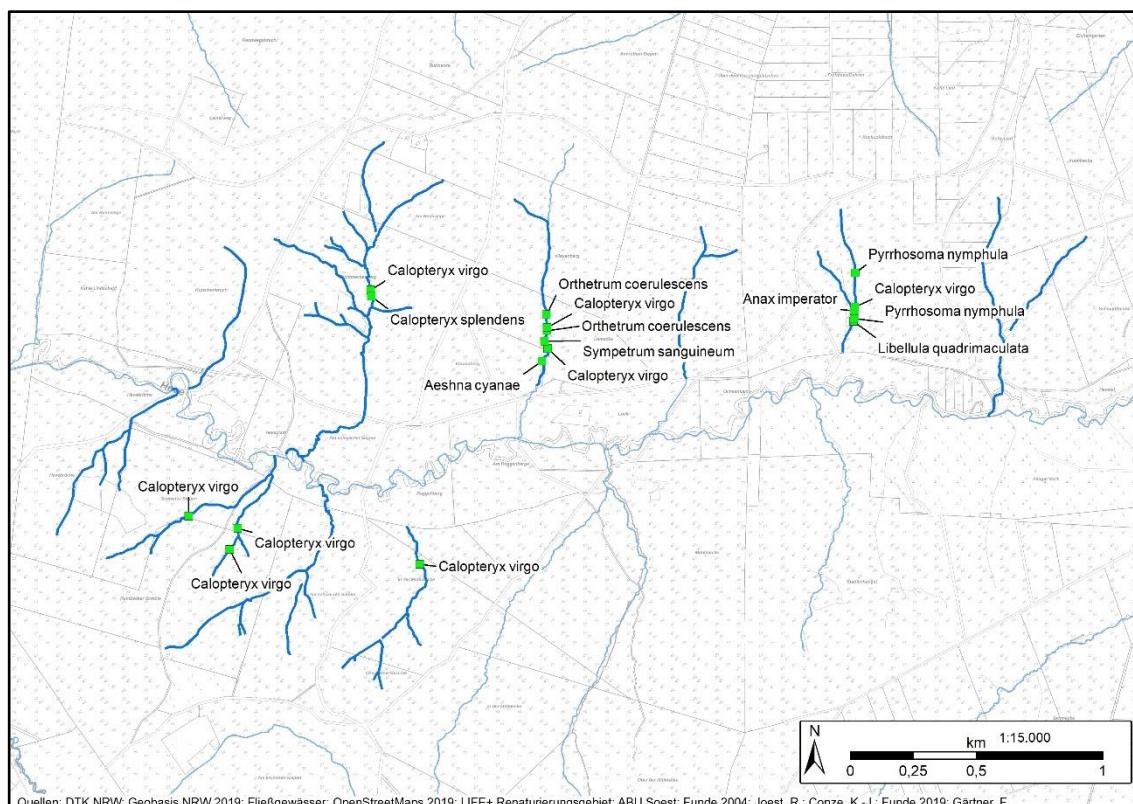
- *Libellula quadrimaculata*
- *Pyrrhosoma nymphula*
- *Anax imperator*
- *Calopteryx virgo*
- *Calopteryx splendens*
- *Sympetrum sanguineum*
- *Orthetrum coerulescens*
- *Somatochlora metallica*
- *Aeshna cyanae*
- *Coenagrion puella*
- *Ischnura elegans*

Zufallsbeobachtungen anderer Artengruppen während der Kartierung:

- Hirschläufer
- Waldeidechse
- Feuersalamander (adulte und Larven)
- Neuntöter
- Feldschwirl
- Kolkraut
- Habicht
- Baumpieper
- Schwarzkehlchen
- Schwarzspecht



Zufallsbeobachtungen anderer Libellenarten (Worke)



Zufallsbeobachtungen anderer Libellenarten (Heve)

Parameter des Aufnahmebogens im Feld

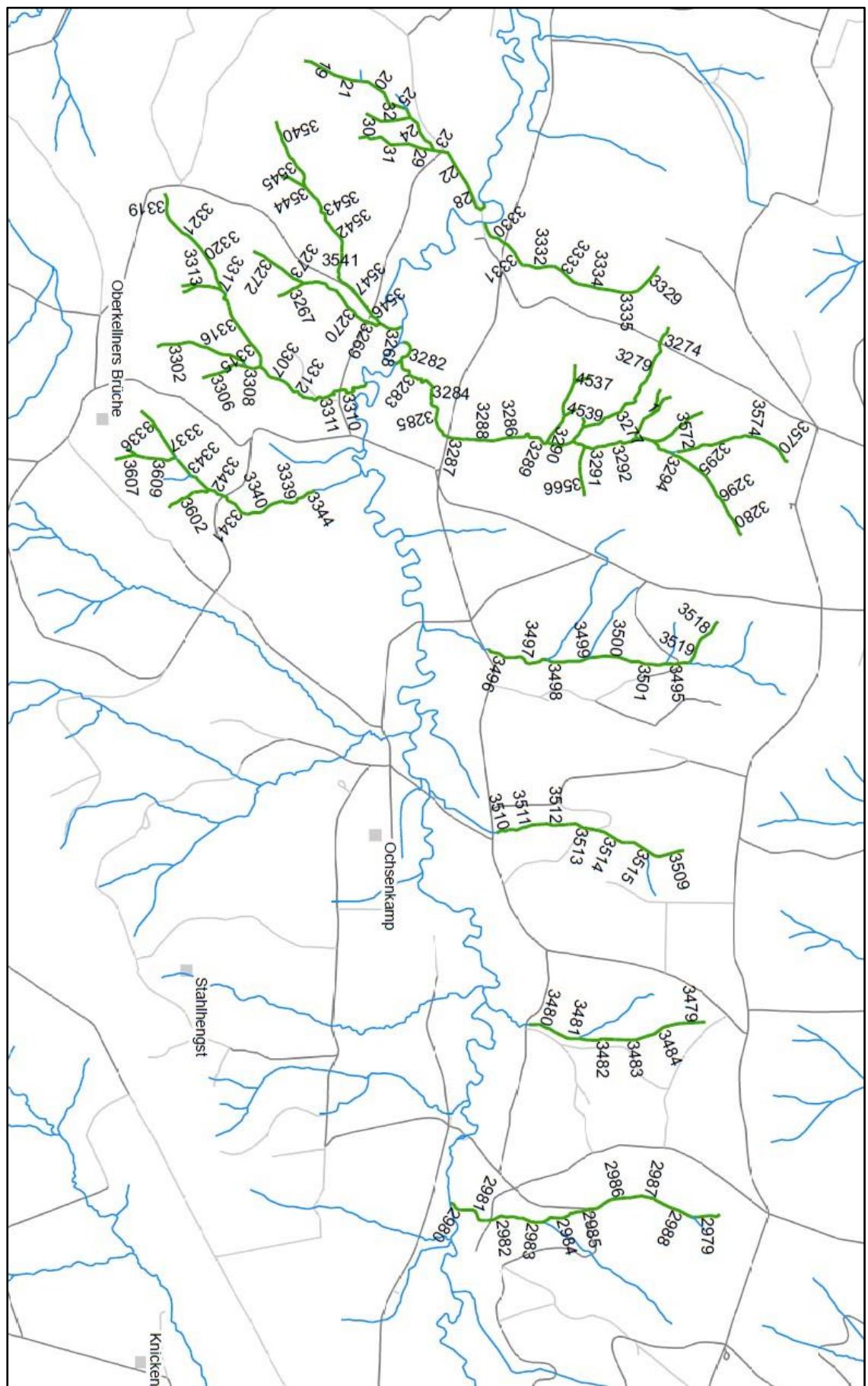
ID	Fortlaufende Nummer des Fundes
Datum	DD.MM.YY
Segment ID	Eindeutige Zuordnung des Segments in ArcMap
Art	C. boltonii
	C. bidentata
	spec
Status	Larve
	Exuvie
	Imagine
	NEG (Negativnachweis)
Larvengröße	in mm
Fotonr	um ggf. Fotos zuzuordnen
Umgebung	Laubwald
	Mischwald
	Nadelwald
	Offenland
	Siedlung / Straße
Alter der Bäume	jung
	mittel
	alt
Schatten	sonnig
	halbschatten
	schattig
Substrat	Feinsediment
	Grobsediment / Sand / Kies
	Organisch
	Fels
moorig	ja
	nein
Wildsuhlen /-spuren	ja
	nein
Feuersalamander	ja
	nein
Bachflohkrebs	ja
	nein
Gefährdung / Störung	ja durch ...
	nein
Trocken	ja

Beispiel eines ausgefüllten Aufnahmebogens

ID	Datum	Probe ort	Art	Status	Larven größe	Fotonn	Umgebung		Alter der Bäume	Schatten	Substrat	moorig	Wild	Salam	Bachfloh krebs	Gefährdung / Störungen											
							C. boltonii	C. bidentata																			
55	23.05.2019	2633	X	X	20	919	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
56	23.05.2019	2641	X X		10	922	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
57	23.05.2019	2640	X X		29	927	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
58	23.05.2019	2639	X	X	11		X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
59	23.05.2019	2638		X			X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
60	23.05.2019	2637		X			X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
61	23.05.2019	2636		X			X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
62	23.05.2019	2635	X X		21	940	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	Forst
63	23.05.2019	2700	X X		22	944	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	Durch Weg begradigt
64	23.05.2019	2700	X X		9	944	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	Durch Weg begradigt
65	23.05.2019	2701		X			X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	Verrohung, Weg
66	23.05.2019	2702	X X		14	950	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
67	23.05.2019	2702	X X		21	950	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
68	23.05.2019	2703	X X		9	959	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	Forst
69	23.05.2019	2704	X X		12	961	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	

Daten nach Transformierung

Segment ID	Eindeutige ID für das Segment			
Dat_Lar	Datum der Larvalkartierung			
Dat_Ima	Datum der Imaginalkartierung			
Art_Lar Art_Ima		bo_bi = boltonii & bidentata		
		bo = boltonii		
		bi = bidentata		
		neg = Negativfund		
		spec = Cord. unbestimmt.		
Umgeb		L = Laubwald		
		M = Mischwald		
		N = Nadelwald		
		O = Offenland		
		S = Siedlung / Straße		
Alter_Baeume	1 = jung	2 = mittel	3 = alt	
Schatten	1 = sonnig	2 = halbschatten	3 = schattig	
Substrat		F = Feinsediment		
		G = Grobsediment, Sand, Kies		
		O = Organisch		
		S = steinig Fels		
Moorig	1 = ja	0 = nein		
Wild(-suhlen)	1 = ja	0 = nein		
FS (F.Salamander)	1 = ja	0 = nein		
BFK (Flohkrebs)	1 = ja	0 = nein		
Stoerung		0 = keine Störung		
		F = Forstwirt. (Abholzung etc)		
		W = Weg		
		T = Trocken		



Beispiel für eine Tageskarte mit Segment IDs

Cordulegaster Kartierung 2019

Datentabelle

Segment	Dat_Lar	Dat_Ima	Art_Lar	Cord_Lar	Art_Ima	Umg	Alter_Baeun	Schat	Substrat	Moor	Wild	FS	BFK	weg	forst	nadel	rohr	trocken	Wasser	Stoerung
2633	23.05.2019	22.07.2019	bi		1 n	I	3	2 o		1	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0
2635	23.05.2019	22.07.2019	bi		1 n	n	3	1 f		1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1
2686	05.06.2019	22.07.2019	bi		1 n	n	3	3 f		1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	f
2695	05.06.2019	22.07.2019	bi		1 n	m	3	2 g		0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1
2699	05.06.2019	22.07.2019	bi		1 n	m	3	3 f		0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	f,w
2985	05.06.2019	24.07.2019	bi		1 n	m	2	3 o		1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1
2986	05.06.2019	24.07.2019	bi		1 n	m	2	3 o		1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1
23	10.07.2019	10.07.2019	bi		1 n	n	3	1 f		0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	1
24	10.07.2019	10.07.2019	bi		1 n	n	3	1 f		0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
25	10.07.2019	10.07.2019	bi		1 n	n	3	2 f		0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1
3330	10.07.2019	10.07.2019	bi		1 n	n	2	3 f		0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1
3331	10.07.2019	10.07.2019	bi		1 n	n	2	3 f		0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	w
3332	10.07.2019	10.07.2019	bi		1 n	n	2	3 f		0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1
3333	10.07.2019	10.07.2019	bi		1 n	n	2	3 f		0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1
3341	10.07.2019	10.07.2019	bi		1 n	m	3	1 f		1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	w
3343	10.07.2019	10.07.2019	bi		1 n	I	2	2 f		1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1
3607	10.07.2019	10.07.2019	bi		1 n	I	3	2 o		1	0	1	1	0	1	0	0	0	0	1
92	17.05.2019	23.07.2019	bo		1 n	n	3	3 f		1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1
2639	23.05.2019	22.07.2019	bo		1 n	m	3	2 g		1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1
2700	23.05.2019	22.07.2019	bo		1 n	n	3	3 g		0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	w
2702	23.05.2019	22.07.2019	bo		1 n	n	3	2 g		0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1
2688	05.06.2019	22.07.2019	bo		1 n	n	3	3 f		1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	f
2696	05.06.2019	22.07.2019	bo		1 n	m	3	2 g		0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1
2977	07.05.2019	22.07.2019	bo		1 n	n	3	1 o		0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1
2980	05.06.2019	24.07.2019	bo		1 n	I	1	2 o		0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1
2981	05.06.2019	24.07.2019	bo		1 n	I	1	1 g		0	0	1	1	0	0	0	1	0	1	r
2983	05.06.2019	24.07.2019	bo		1 n	o	2	1 g		0	1	1	1	0	1	0	0	0	0	f
3482	07.06.2019	24.07.2019	bo		1 n	m	1	3 f		1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1
3510	07.06.2019	24.07.2019	bo		1 n	m	3	3 f		1	0	1	0	1	0	0	1	0	1	r,w
3513	07.06.2019	24.07.2019	bo		1 n	I	1	2 f		1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	w
3307	13.06.2019	24.07.2019	bo		1 n	I	3	3 f		1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1
3308	13.06.2019	24.07.2019	bo		1 n	n	3	3 f		0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1
3309	13.06.2019	24.07.2019	bo	1 bo	I	1	1 f		1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	w
3311	13.06.2019	24.07.2019	bo		1 n	I	1	1 f		1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1
3312	13.06.2019	24.07.2019	bo		1 n	I	2	2 f		1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1
3314	13.06.2019	24.07.2019	bo		1 n	n	3	3 f		0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1
3320	13.06.2019	24.07.2019	bo		1 n	o	1	1 f		0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1

Cordulegaster Kartierung 2019

Datentabelle

Segment	Dat_Lar	Dat_Ima	Art_Lar	Cord_Lar	Art_Ima	Umg	Alter_Baeu	Schat	Substrat	Moor	Wild	FS	BFK	weg	forst	nadel	rohr	trocken	Wasser	Stoerung
3286	08.07.2019	08.07.2019	bo		1 n	I		2 g		1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0
3287	08.07.2019	08.07.2019	bo		1 n	O		2 f		1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1
3288	08.07.2019	08.07.2019	bo		1 n	O		1 f		0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1
3291	08.07.2019	08.07.2019	bo		1 n	I		2 1 f		1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1
3292	08.07.2019	08.07.2019	bo		1 n	I		2 1 f		0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1
3293	08.07.2019	08.07.2019	bo		1 n	I		2 2 f		1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1
3295	08.07.2019	08.07.2019	bo		1 n	m		2 2 f		1	1	1	1	0	1	0	0	0	1	f
3567	08.07.2019	08.07.2019	bo		1 n	m		3 3 o		0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0
3572	08.07.2019	08.07.2019	bo		1 n	m		3 1 f		1	1	0	1	0	1	0	0	0	0	1
3573	08.07.2019	08.07.2019	bo		1 n	O		3 1 f		1	1	0	1	0	1	0	0	0	0	f
4538	08.07.2019	08.07.2019	bo		1 n	m		3 1 f		0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0
4539	08.07.2019	08.07.2019	bo		1 n	m		3 2 f		0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0
22	10.07.2019	10.07.2019	bo		1 n	I		2 3 f		1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1
3340	10.07.2019	10.07.2019	bo		1 bo	m		3 2 f		1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1
3342	10.07.2019	10.07.2019	bo		1 bo	I		2 2 f		0	0	1	1	1	1	0	0	0	1	f,w
3344	10.07.2019	10.07.2019	bo		1 n	m		3 2 f		1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1
3495	10.07.2019	10.07.2019	bo		1 n	n		1 2 f		1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	w
3497	10.07.2019	10.07.2019	bo		1 bi	m		3 1 f		0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1
3498	10.07.2019	10.07.2019	bo		1 n	m		3 3 g		1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1
3499	10.07.2019	10.07.2019	bo		1 bo	O		3 1 f		1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1
3500	10.07.2019	10.07.2019	bo		1 bo	o		2 1 f		1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1
34	17.05.2019	23.07.2019	n		0 n	n		3 3 o		1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1
35	17.05.2019	23.07.2019	n		0 n	n		3 3 f		1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1
36	17.05.2019	23.07.2019	n		0 n	n		3 3 f		1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1
37	17.05.2019	23.07.2019	n		0 n	n		3 3 f		1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1
38	17.05.2019	23.07.2019	n		0 n	n		1 3 g		1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1
39	17.05.2019	23.07.2019	n		0 n	m		2 3 o		1	1	1	1	0	0	0	1	0	1	r
40	17.05.2019	23.07.2019	n		0 n	n		3 3 f		1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1
41	17.05.2019	23.07.2019	n		0 n	n		3 3 o		1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1
42	17.05.2019	23.07.2019	n		0 n	n		3 3 f		1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1
43	17.05.2019	23.07.2019	n		0 n	n		3 3 o		1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1
86	17.05.2019	23.07.2019	n		0 n	m		3 2 f		1	1	0	1	0	0	0	1	0	1	r
90	17.05.2019	23.07.2019	n		0 n	n		3 3 f		1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1
93	17.05.2019	23.07.2019	n		0 n	n		3 3 g		1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1
95	17.05.2019	23.07.2019	n		0 n	m		3 2 g		0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1
96	17.05.2019	23.07.2019	n		0 n	m		3 2 f		0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1
97	17.05.2019	23.07.2019	n		0 n	m		3 2 f		1	1	0	1	0	0	0	1	0	1	r

Cordulegaster Kartierung 2019

Datentabelle

Segment	Dat_Lar	Dat_Ima	Art_Lar	Cord_Lar	Art_Ima	Umg	Alter_Baeun	Schat	Substrat	Moor	Wild	FS	BFK	weg	forst	nadel	rohr	trocken	Wasser	Stoerung
2632	23.05.2019	22.07.2019	n		0 n	I	3	2 o		0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0
2636	23.05.2019	22.07.2019	n		0 n	m	3	3 g		1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1
2637	23.05.2019	22.07.2019	n		0 n	m	3	3 g		1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1
2638	23.05.2019	22.07.2019	n		0 n	m	3	3 g		1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1
2701	23.05.2019	22.07.2019	n		0 n	n	3	3 g		0	0	1	1	1	0	0	1	0	1	r,w
2706	23.05.2019	22.07.2019	n		0 n	n	1	1 g				1	1	0	0	0	0	0	0	1
2625	05.06.2019	22.07.2019	n		0 n	m	1	1 o		1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1
2626	05.06.2019	22.07.2019	n		0 n	n	1	2 f		1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1
2631	05.06.2019	22.07.2019	n		0 n	n	3	1 f		0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
2681	05.06.2019	22.07.2019	n		0 n	n	1	3 o		1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1
2682	05.06.2019	22.07.2019	n		0 n	n	1	3 f		1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1
2684	05.06.2019	22.07.2019	n		0 n	n	3	3 f		1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	1
2685	05.06.2019	22.07.2019	n		0 n	n	3	3 f		1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	1
2687	05.06.2019	22.07.2019	n		0 n	n	3	3 f		1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	1
2693	05.06.2019	22.07.2019	n		0 n	m	3	3 g		0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	r
2694	05.06.2019	22.07.2019	n		0 n	m	3	2 g		0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1
2697	05.06.2019	22.07.2019	n		0 n	m	1	3 g		0	1	1	1	0	0	0	0	1	0	r
2973	07.05.2019	22.07.2019	n		0 n	m	3	2 o		0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
2975	07.05.2019	22.07.2019	n		0 n	m	3	3 o		1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1
2978	07.05.2019	22.07.2019	n		0 n	m	3	2 o		0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
2979	05.06.2019	24.07.2019	n		0 n	n	3	3 o		1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
2982	05.06.2019	24.07.2019	n		0 n	m	2	1 g		1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1
2984	05.06.2019	24.07.2019	n		0 n	m	2	1 g		1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1
2987	05.06.2019	24.07.2019	n		0 n	n	3	3 o		1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1
2988	05.06.2019	24.07.2019	n	0 s	n	3	3 o		1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
3479	07.06.2019	24.07.2019	n	0 n	I	3	3 o		1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
3481	07.06.2019	24.07.2019	n	0 n	m	2	2 f		1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
3484	07.06.2019	24.07.2019	n	0 n	I	3	3 o		1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1
3509	07.06.2019	24.07.2019	n	0 n	n	3	3 o		1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1
3512	07.06.2019	24.07.2019	n	0 n	I	1	2 f		1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
3515	07.06.2019	24.07.2019	n	0 n	m	2	2 f		1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
3267	13.06.2019	24.07.2019	n	0 n	n	3	3 o		1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	t
3268	13.06.2019	24.07.2019	n	0 n	I	1	2 f		1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1
3272	13.06.2019	24.07.2019	n	0 n	m	2	2 o		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
3273	13.06.2019	24.07.2019	n	0 n	m	3	2 g		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
3302	13.06.2019	24.07.2019	n	0 n	m	2	1 o		0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1
3313	13.06.2019	24.07.2019	n	0 n	I	1	1 f		1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1

Cordulegaster Kartierung 2019

Datentabelle

Segment	Dat_Lar	Dat_Ima	Art_Lar	Cord_Lar	Art_Ima	Umg	Alter_Baeun	Schat	Substrat	Moor	Wild	FS	BFK	weg	forst	nadel	rohr	trocken	Wasser	Stoerung
3315	13.06.2019	24.07.2019	n		0 n	n	3	3 f		1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0
3316	13.06.2019	24.07.2019	n		0 n	n	3	3 f		1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1
3317	13.06.2019	24.07.2019	n		0 bi	l	1	1 f		1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1
3318	13.06.2019	24.07.2019	n		0 n	l	1	1 f		1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1
3319	13.06.2019	24.07.2019	n		0 n	o	1	1 o		0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
3321	13.06.2019	24.07.2019	n		0 n	o	1	1 f		0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
3322	13.06.2019	24.07.2019	n		0 n	l	1	1 f		0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1
3543	13.06.2019	24.07.2019	n		0 n	m	3	3 o		1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
3544	13.06.2019	24.07.2019	n		0 n	n	3	3 o		1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
2	08.07.2019	08.07.2019	n		0 n	m	3	2 o		1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
4	08.07.2019	08.07.2019	n		0 n	o	3	1 f		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
3275	08.07.2019	08.07.2019	n		0 n	n	3	3 o		0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	ns
3276	08.07.2019	08.07.2019	n		0 n	n	3	3 o		0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	ns
3277	08.07.2019	08.07.2019	n		0 n	n	3	3 o		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
3280	08.07.2019	08.07.2019	n		0 n	n	1	3 o		1	1	1	0	0	0	1	0	0	1	ns
3289	08.07.2019	08.07.2019	n		0 n	l	2	2 g		1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1
3296	08.07.2019	08.07.2019	n		0 n	n	1	3 o		1	1	1	0	0	0	1	0	0	1	ns
3566	08.07.2019	08.07.2019	n		0 n	m	3	2 f		0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
4537	08.07.2019	08.07.2019	n		0 n	m	3	2 o						0	0	0	0	0	1	1
27	10.07.2019	10.07.2019	n		0 n	l	2	3 f		0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
28	10.07.2019	10.07.2019	n		0 n	l	2	3 f		0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1
29	10.07.2019	10.07.2019	n		0 n	o	3	1 o		0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1
30	10.07.2019	10.07.2019	n		0 n	n	3	2 o		0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1
31	10.07.2019	10.07.2019	n		0 n	n	3	1 o		0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1
3336	10.07.2019	10.07.2019	n		0 n	m	3	3 o		0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1
3496	10.07.2019	10.07.2019	n		0 n	m	3	3 g		0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	1
3605	10.07.2019	10.07.2019	n		0 n	m	3	3 o		0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1
3606	10.07.2019	10.07.2019	n		0 n	l	3	3 o		1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1
3609	10.07.2019	10.07.2019	n		0 n	o	3	1 o		1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	f
3502	10.07.2019	10.07.2019	n		0 n	n	3	3 o		1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1
3503	10.07.2019	10.07.2019	n		0 n	n	3	3 f		1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1
3473	07.06.2019	24.07.2019	n		0 n	l	3	1 o		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
3474	07.06.2019	24.07.2019	n		0 n	m	3	3 o		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
3475	07.06.2019	24.07.2019	n		0 n	m	1	3 o		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
2710	23.05.2019	22.07.2019	n		0 n	l	1	2 f		0	0			0	0	0	0	0	1	0
2629	05.06.2019	22.07.2019	n		0 n	n	3	3 o		0	1			0	0	0	0	0	1	0
2630	05.06.2019	22.07.2019	n		0 n	n	3	3 o		0	1			0	0	0	0	0	1	0

Cordulegaster Kartierung 2019

Datentabelle

Segment	Dat_Lar	Dat_Ima	Art_Lar	Cord_Lar	Art_Ima	Umg	Alter_Baeun	Schat	Substrat	Moor	Wild	FS	BFK	weg	forst	nadel	rohr	trocken	Wasser	Stoerung
2691	05.06.2019	22.07.2019	n		0 n	I		1	2 f	0	0			0	0	0	0	1	0	t
2711	05.06.2019	22.07.2019	n		0 n	I		1	2 f	0	0			0	0	0	0	1	0	t
3539	13.06.2019	24.07.2019	n		0 n	n		3	3 o	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	t
3540	13.06.2019	24.07.2019	n		0 n	n		3	3 o	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	t
3545	13.06.2019	24.07.2019	n		0 n	n		3	3 o	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	t
3546	13.06.2019	24.07.2019	n		0 n	I		2	2 g	0	0	0	1	1	1	0	0	1	0	f,t,w
3547	13.06.2019	24.07.2019	n		0 n	I		2	2 f	1	1	1	1	0	0	0	0	1	0	t
1	08.07.2019	08.07.2019	n		0 n	m		3	2 o					0	0	0	0	1	0	t
3	08.07.2019	08.07.2019	n		0 n	m		3	2 o					0	0	0	0	1	0	t
5	08.07.2019	08.07.2019	n		0 n	I		3	1 o					0	0	0	0	1	0	t
199	08.07.2019	08.07.2019	n		0 n	m		3	2 o	0	0			0	0	0	0	1	0	t
3274	08.07.2019	08.07.2019	n		0 n	I		3	1 f	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	t
3278	08.07.2019	08.07.2019	n		0 n	I		3	1 f	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	t
3279	08.07.2019	08.07.2019	n		0 n	I		3	1 f	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	t
3282	08.07.2019	08.07.2019	n		0 n	o		2	1 f	0	1			0	0	0	0	1	0	t
3283	08.07.2019	08.07.2019	n		0 n	o		2	1 f	0	1			0	0	0	0	1	0	t
3284	08.07.2019	08.07.2019	n		0 n	o		2	1 f	0	1			0	0	0	0	1	0	t
3285	08.07.2019	08.07.2019	n		0 n	o		2	1 f	0	1			0	0	0	0	1	0	t
3297	08.07.2019	08.07.2019	n		0 n	o		2	1 f	0	1			0	0	0	0	1	0	t
3568	08.07.2019	08.07.2019	n		0 n	I		3	2 f					0	0	0	0	1	0	t
3569	08.07.2019	08.07.2019	n		0 n	I		3	2 f					0	0	0	0	1	0	t
19	10.07.2019	10.07.2019	n		0 n	n		3	2 o	0				0	0	0	0	1	0	t
21	10.07.2019	10.07.2019	n		0 n	n		3	2 o	0				0	0	0	0	1	0	t
32	10.07.2019	10.07.2019	n		0 n	n		3	2 f	0				0	0	0	0	1	0	t
33	10.07.2019	10.07.2019	n		0 n	n		3	2 f	0				0	0	0	0	1	0	t
3602	10.07.2019	10.07.2019	n		0 n	n		3	2 f	0	0			0	0	0	0	1	0	t
3603	10.07.2019	10.07.2019	n		0 n	n		3	3 f	0	0			0	0	0	0	1	0	t
44	17.05.2019	23.07.2019	s		1 n	n		3	2 f	1	1	1	1	0	1	0	0	0	1	f
45	17.05.2019	23.07.2019	s		1 n	n		3	2 o	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0
47	17.05.2019	23.07.2019	s		1 n	m		2	1 f	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0
48	17.05.2019	23.07.2019	s		1 n	n		3	2 f	0	0	1	1	0	0	0	1	0	1	r
49	17.05.2019	23.07.2019	s		1 n	n		3	2 o	0	0	1	1	0	0	0	1	0	1	r
51	17.05.2019	23.07.2019	s		1 n	I		3	3 o	0	0	1	1	0	0	0	1	0	1	r
87	17.05.2019	23.07.2019	s		1 n	o		3	1 f	0	0	1	1	0	1	0	0	0	1	f
88	17.05.2019	23.07.2019	s		1 n	m		3	2 o	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0
89	17.05.2019	23.07.2019	s		1 n	n		3	3 f	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0
91	17.05.2019	23.07.2019	s		1 n	m		3	2 g	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0

Cordulegaster Kartierung 2019

Datentabelle

Segment	Dat_Lar	Dat_Ima	Art_Lar	Cord_Lar	Art_Ima	Umg	Alter_Baeun	Schat	Substrat	Moor	Wild	FS	BFK	weg	forst	nadel	rohr	trocken	Wasser	Stoerung
94	17.05.2019	23.07.2019	s		1 n	m	3	2 f		0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0
2634	23.05.2019	22.07.2019	s		1 n	l	3	1 o		1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1
2640	23.05.2019	22.07.2019	s		1 n	m	3	3 g		0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1
2641	23.05.2019	22.07.2019	s		1 n	m	3	2 o		0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1
2703	23.05.2019	22.07.2019	s		1 n	n	3	1 f		1	0	1	1	0	1	0	0	0	0	f
2704	23.05.2019	22.07.2019	s		1 n	o	2	2 f		0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1
2705	23.05.2019	22.07.2019	s		1 n	o	3	3 f		0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1
2707	23.05.2019	22.07.2019	s		1 n	n	3	3 g			1	1	1	0	0	0	0	0	0	1
2708	23.05.2019	22.07.2019	s		1 n	n	3	3 f		0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1
2709	23.05.2019	22.07.2019	s		1 n	o	3	3 f		0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	f
2698	05.06.2019	22.07.2019	s		1 n	m	1	3 g		0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1
2976	07.05.2019	22.07.2019	s		1 n	n	3	1 o		0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1
3480	07.06.2019	24.07.2019	s		1 n	l	1	2 f		1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	w
3483	07.06.2019	24.07.2019	s		1 n	m	1	1 f		1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1
3511	07.06.2019	24.07.2019	s		1 bo	l	1	1 f		1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1
3514	07.06.2019	24.07.2019	s		1 n	l	1	2 f		1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1
3269	13.06.2019	24.07.2019	s		1 n	l	2	2 g		0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	f,w
3270	13.06.2019	24.07.2019	s		1 n	l	2	2 f		1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1
3271	13.06.2019	24.07.2019	s		1 n	l	3	2 f		1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1
3304	13.06.2019	24.07.2019	s		1 n	n	3	3 f		0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1
3305	13.06.2019	24.07.2019	s		1 n	m	2	1 f		0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1
3306	13.06.2019	24.07.2019	s		1 n	m	3	3 f		1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1
3310	13.06.2019	24.07.2019	s		1 n	l	1	1 f		1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	w
3541	13.06.2019	24.07.2019	s		1 n	m	3	1 f		1	1	1	1	1	0	0	1	0	0	r,w
3542	13.06.2019	24.07.2019	s		1 n	m	3	3 o		1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
3290	08.07.2019	08.07.2019	s		1 n	l	3	1 f		1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1
3294	08.07.2019	08.07.2019	s		1 n	n	1	1 f		1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1
3570	08.07.2019	08.07.2019	s		1 n	n	1	3 f		0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1
3574	08.07.2019	08.07.2019	s		1 n	o	3	1 f		1	1	0	1	0	1	0	0	0	0	f
3518	10.07.2019	10.07.2019	s		1 n	m	2	3 o		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
3519	10.07.2019	10.07.2019	s		1 n	m	2	3 f		0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
20	10.07.2019	10.07.2019	s		1 n	n	3	2 o		0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	t
3329	10.07.2019	10.07.2019	s		1 n	n	3	2 f		1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1
3334	10.07.2019	10.07.2019	s		1 n	n	2	3 f		1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1
3335	10.07.2019	10.07.2019	s		1 n	n	3	2 f		1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1
3337	10.07.2019	10.07.2019	s		1 n	m	3	2 f		1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	f
3339	10.07.2019	10.07.2019	s		1 n	m	3	2 g		1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1

Cordulegaster Kartierung 2019

Datentabelle

Segment	Dat_Lar	Dat_Ima	Art_Lar	Cord_Lar	Art_Ima	Umg	Alter_Baeu	Schat	Substrat	Moor	Wild	FS	BFK	weg	forst	nadel	rohr	trocken	Wasser	Stoerung
3501	10.07.2019	10.07.2019 s		1 n	n		2	1 f		1	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0