31. Januar 2023

# Langzeitstudie 2016–2022 mit Populationsschätzungen von *Cordulegaster bidentata* und *C. boltonii* an sechs kleinen Bächen bei Bern (Schweiz) (Odonata: Cordulegastridae)

Elisabeth Koene

Schlossmatte 51, CH-3032 Hinterkappelen, elisabeth.koene@gmx.ch

## Abstract

**Long-term study 2016–2022 with population estimates of *Cordulegaster bidentata* and *C. boltonii* in six small streams near Bern (Switzerland) (Odonata: Cordulegastridae)** – In the municipality of Wohlen near Bern, situated on a southern slope, many small, unobstructed streams flow into the River Aare or the dammed Lake Wohlensee. They start in old mixed forests and flow through extensive grassland in the lower part. In an area of about 5 km², 445 *Cordulegaster bidentata* males and 2,062 *C. boltonii* males were marked during 820 hours in sunny weather from 2016 to 2022. Daily catches were recorded and visualised in diagrams. The annual number of males per species varied greatly, both in each stream from year to year and between individual streams in the same year. The ratio of the two syntopic species to each other also changed. Both species are widespread in the area. Using the MARK programme, male population sizes were estimated from the catch-recapture data and plotted in annual graphs for each stream. At high flight frequencies, the estimate was two to three times the number marked. For 2022, a very high total of 360 *C. bidentata* and 1,200 of *C. boltonii* males was estimated.

## Zusammenfassung

In der an einem Südhang gelegenen Gemeinde Wohlen bei Bern fließen viele kleine, unverbaute Bäche in die Aare oder den gestauten Wohlensee. Sie beginnen in alten Mischwäldern und durchfließen im unteren Teil extensives Grünland. In einem Gebiet von etwa 5 km² wurden in den Jahren 2016 bis 2022 während 820 Stunden bei sonnigem Wetter 445 *Cordulegaster bidentata*-Männchen und 2.062 *C. boltonii*-Männchen markiert, in Tages-Fangprotokollen notiert und in Diagrammen veranschaulicht. Die jährliche Anzahl Männchen je Art schwankte stark, sowohl bei jedem Bach von Jahr zu Jahr als auch im selben Jahr zwischen einzelnen Bächen. Ebenso veränderte sich das Verhältnis der beiden syntop lebenden Arten zueinander. Beide Arten sind im Gebiet weit verbreitet. Mit dem Programm MARK wurden aus den Fang-Wiederfang-Daten die Populationsgrößen der Männchen geschätzt und für jeden Bach in jährlichen Diagrammen dargestellt. Bei hohen Flugfrequenzen war die Schätzung das Zwei- bis Dreifache der Markierungszahl. Für 2022 wurde die sehr hohe Summe von 360 *C. bidentata*- und 1.200 *C. boltonii*-Männchen geschätzt.

## Einleitung

Bisher gab es wenige Populationsschätzungen zu Imagines der *Cordulegaster*-Arten. Masius (2019) markierte in Rheinland-Pfalz an einem Tag Männchen von *C. bidentata* und berechnete mit der Lincoln-Methode aus dem Verhältnis zu den am nächsten Tag entdeckten unmarkierten und markierten Individuen die Populationsgröße. Er kombinierte die Schätzung an Imagines mit Erhebungen an Larven und Exuvien. Tamm (2018) markierte im Taunus ebenfalls *C. bidentata* Männchen. Er machte erste Schätzungen mit der Fang-Wiederfangmethode und markierte ebenfalls am ersten Tag und versuchte bei Begehungen in darauf folgenden Tagen aus dem Verhältnis der Passagen von markierten zu den unmarkierten Männchen Populationsgrößen zu berechnen (Tamm 2020). Trotz erweiterter Studien 2021 im selben Gebiet (Tamm 2022) mit fünf Mitarbeitern, konnten von den in zwei Tagen an fünf Bächen 53 markierten *C. bidentata*-Männchen an acht folgenden Tagen in 60 Stunden nur 15 (28 %) an zwölf Bächen wieder beobachtet werden. Er bekam Zweifel, ob bei den stark schwankenden Zahlen von markierten und unmarkierten Männchen die Population zu berechnen und die Fangwahrscheinlichkeit für alle Tiere gleich wäre. Er bemerkte, dass an einigen Tagen Tiere wegblieben oder sogar neue dazukamen. Somit könne eine Population bei der Berechnung mit der Lincoln-Methode nicht abgebildet werden. Die Populationsgröße würde unterschätzt und »daher ist die Exuvien-Suche zur genaueren Quantifizierung der lokalen Populationen der Imagines unverzichtbar«. Dieses Problem versuchten andere anzugehen.

Jolly und Seber entwickelten 1965 unabhängig voneinander eine Methode, wie die Populationsgröße bei mehreren Stichproben zu jedem Zeitpunkt geschätzt werden konnte. Dabei nahmen sie an, dass nicht immer alle Individuen bei jeder Stichprobe anwesend waren und auch im Laufe der Zeit neue dazu kamen. So konnten sie Populationsfluktuationen berechnen. Für Berechnungen der Populationsgröße einer ganzen Saison (unter diesen Bedingungen) haben Schwarz & Arnason (1996) das Modell POPAN entwickelt, das im Programm MARK implementiert ist (vgl. Methoden).

Laister (2012) wertete die Markierungen von *C. boltonii* an drei Bächen im Jahr 2000 bei Linz bereits mit dem Programm MARK aus. Er markierte am naturnahen Pflasterbach bei Linz täglich an 18 Tagen Männchen über die ganze Beobachtungszeit. Dort berechnete er mit 40 markierten Männchen und einer hohen Wiederfangrate von 63 % eine Populationsgröße von nur 44 Männchen mit einem 95 %-Konfidenzintervall von 42–51.

An fünf Bächen bei Bern führte ich seit 2016 Markierungsuntersuchungen zu beiden *Cordulegaster*-Arten durch, seit 2019 an einem weiteren Bach in der Nähe. In diesem Beitrag sollen jährliche Bestandsschwankungen betrachtet, die Populationsgrößen mit dem Programm MARK berechnet und Unterschiede zwischen den einzelnen Bächen aufgezeigt werden.

## Untersuchungsgebiet

Nördlich der Aare bei Bern fließen in der Gemeinde Wohlen unzählige kleine Bäche von dem südexponierten Hang in die Aare oder den Wohlensee. Häufig beginnen sie im Wald, wo sie frei fließen und den Bachlauf gestalten können. In den unterhalb liegenden Wiesen wurden einige Bäche eingedolt oder kanalisiert. Die Bäche 3, 7, 8, 9 und 11 flossen immer offen bis zur Aare. Der Schlossmattbach (10) wurde in zwei Etappen renaturiert. Der Untergrund besteht aus Molasse, das austretende Wasser ist sehr kalkhaltig. Im Wald ist im Bachbett oder deren Böschungen stellenweise anstehender Sandstein sichtbar. Oft findet man Kalksinter-Quellfluren, die im steilen Gelände Sinterterrassen mit kleinen Wasserbecken bilden. Die Bäche werden hauptsächlich von den Larven der beiden *Cordulegaster*-Arten, den Laub abbauenden Bachflohkrebsen *Gammarus* spec. und einigen Larven des Gebänderten Feuersalamanders (*Salamandra salamandra terrestris*) besiedelt. Die durchschnittlichen, jährlichen Norm-Klima-Messwerte (1981–2010) der Station Bern auf 553 m ü. NHN sind: 8,8°C Lufttemperatur, 1.059 mm Niederschlag, 1.683 h Sonnenschein (Meteoschweiz, Klimabulletin 2020). Mehr Details finden sich in der Publikation zum Bach 11 (Koene 2022).

Zwischen den untersuchten sechs Bächen gibt es weitere kleinere und größere, alle ebenfalls mit Vorkommen beider Arten. Die Habitate der Bäche sind unterschiedlich und einzigartig in ihrer Topografie und im Bewuchs (Tab. 1). Für diese

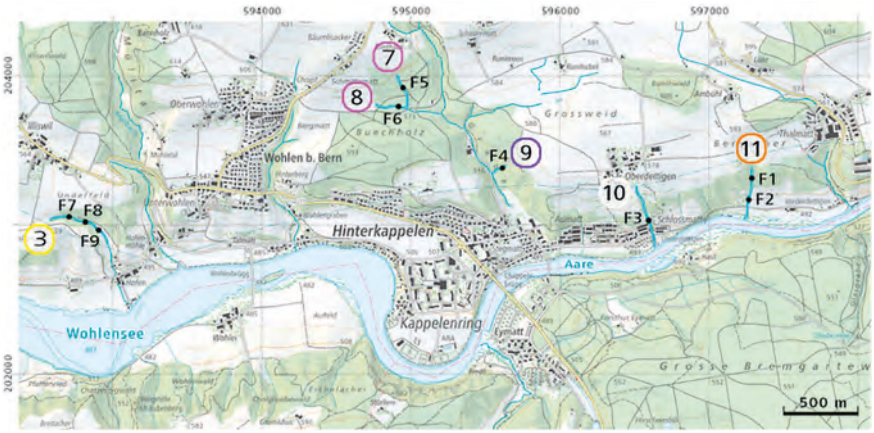


**Abbildung 1:** Die sechs untersuchten Bachabschnitte (fett blau gezeichnet) mit ihren Fangorten F1–F9, die Farbkreise entsprechen den Markierungsfarben der Libellen, Kilometer-Koordinatennetz. – **Figure 1.** The six stream sections studied (drawn in bold blue) with their capture sites F1–F9. The coloured circles correspond to the marking colours of the dragonflies. Kilometre map grid. **3** Fuchshalebach, **7** Riedhausbach, **8** Schmittemattbach, **9** Lättibach, **10** Schlossmattbach, **11** Wiesebächli.

Untersuchung wurden die sechs Bäche ausgewählt, die am besten erreichbar und begehbar waren.

Im Wald fließt das Wasser frei, meist mit mäandrierendem Bachlauf und unterschiedlich tief liegender Bachsohle (oft mit nur 5 cm Wasserführung). Der Bach 3 speist am meisten Wasser und ist im Oberlauf sehr breit. Die Bildung der Terrassenstufen durch Überrieselung mit kalkhaltigem Wasser, unter Mithilfe des Mooses *Brachythecium rivulare,* ist dort sehr ausgeprägt (Abb. 2g, h). In flachen Zonen (F 8) wachsen abgerundete Geniste (Abb. 2h), wo die Larven sich gut entwickeln können. Am Bach 11 entstand durch Überlauf am unteren Waldrand, östlich vom Bachlauf, eine überrieselte sumpfige Fläche mit Riesen-Schachtelhalm *Equisetum telmateia* und Sumpf-Segge *Carex acutiformis*, wo beide *Cordulegaster*-Arten schlüpften. Der Bach 9 ist am kürzesten und wird vom flachen Quellbereich bestimmt.

Die Wahl der Fangorte ist entscheidend für die Fangergebnisse, weshalb bei Bächen mit verschiedenen Habitaten mehrere Fangorte pro Bach gewählt wurden. Die Habitatfotos zeigen die Bachläufe an den neun Fangorten (Abb. 2).

Die beprobten Bäche waren am besten erreichbar und für den Fang geeignet. Das heißt, dass sie Stellen mit einem flachen Ufer auf mindestens einer Seite aufwiesen, wo das Bachbett etwa 50 cm breit war. Die ausgewählten Standorte mussten den Blick auf die Flugbahn in beide Richtungen ermöglichen, um die Libelle bei der Passage zu erwischen. Der Fangort sollte nicht in einem dichten Wald liegen, wo wenig Licht auf den Bach fällt, weil dann die dunklen Libellen im Flug zu spät entdeckt würden und die Fangrate niedrig wäre. Das Netz durfte bei der Fangbewegung nicht in Ästen oder Brombeerranken hängen bleiben. Ideale Fangorte im Wald waren kurze Zeit auch besonnt und wiesen einen hindernisarmen Flugraum über dem Bach auf oder waren im Grünland (F2, F3) teilweise von Gehölzen beschattet. Nur der F9 am Bach 3 und der F4 am Bach 10 lagen in der prallen Sonne, wo die Libellen sich bei kühlerem Wetter auch noch im September gerne sitzend aufwärmten. Da der Landwirt am F9 die Ufer wegen der Brombeeren zweimal im Jahr mähte, war dieser Bachabschnitt auf viele Meter, auch in einer Kurve, sehr übersichtlich und die 20 bis 30 cm über dem Bach fliegenden Tiere von weitem zu erkennen. Die Weidepfähle waren zum Sitzen und Verstecken sehr beliebt. Dort konnte nicht gefangen, jedoch die ID-Nr. abgelesen werden. An allen Fangorten waren Weibchen bei der Eiablage zu beobachten.

**Rechte Seite Abbildung 2:** Fotos von den Fangorten (F): (**a**) Bach 11/F1, 15.05.2022; (**b**) Bach 11/F2 zwischen Naturgarten und Ackerfläche, 14.05.2021; (**c**) Bach 10/F3 in Wiese, 07.10.2022; (**d**) Bach 9/F4 Quelle, 11.10.2022; (**e**) Bach 7/F5, 24.06.2019; (**f**) Bach 8/F6, 10.08.2012; (**g**) Bach 3/F7, 05.10.2022; (**h**) Bach 3/F8, 09.08.2022; (**i**) Bach 3/F9 in Weide, 07.10.2022. – **Right page Figure 2.** Photos of trapping sites (F). (**a**) Stream 11/F1, 15-v-2022; (**b**) stream 11/F2 between natural garden and cropland, 14-v-2021; (**c**) stream 10/F3 in meadow, 07-x-2022; (**d**) stream 9/F4 spring, 11-x-2022; (**e**) stream 7/F5, 24-vi--2019; (**f**) stream 8/F6, 10-xiii-2012; (**g**) stream 3/F7, 05-x-2022; (**h**) stream 3/F8, 09-viii--2022; (**i**) stream 3/F9 in pasture, 07-x-2022. Photos: EK

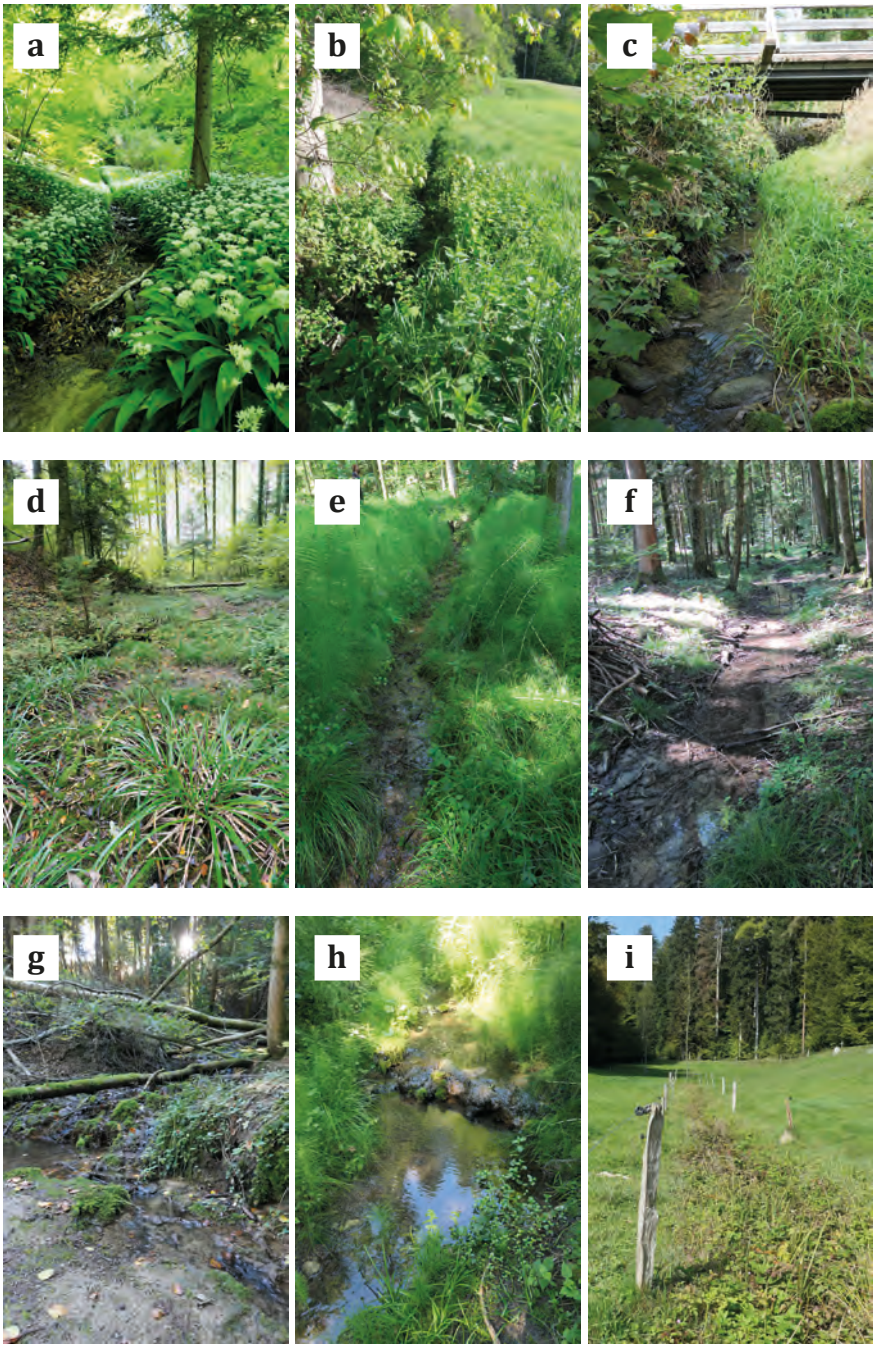
a
b
c
d
e
f
g
h
i

**Tabelle 1:** Charakterisierung der sechs Bäche – **Table 1.** Characterisation of all six streams.

| Nr. | Bachname | Habitat | Bewuchs am Ufer, im Bach |
|---|---|---|---|
| 3 | Fuchshalebach<br>Gesamtlänge: 1000 m<br>Breite: 40–300 cm,<br>Höhenunterschied: 60 m<br>Wassertiefe: 5–20 cm<br>F7, F8 im Wald<br>F9 in der Rinderweide | Waldabschnitt mit gefasster Quelle, 370 m lang, 300 cm breit, terrassiert mit Kalktuffstufen, F7 mit enger Stelle in einer Kurve im Fichtenhochwald (Abb. 2g), kleine Staue bildend, im untersten Teil 50–100 cm breit; F8 kleine Lichtung in Laubmischwald (Abb. 2h); fließt unterhalb als Wiesenbach mit wenig Gefälle durch die Rinderweiden, wenig eingetieft, 30–40 cm breit, schmaler Hochstaudensaum, Bachbereich beidseits ausgezäunt mit Eichenpfählen, die *Cordulegaster* als Sitzgelegenheit dienen (Abb. 2i). | Hochwald mit viel *Picea abies, Abies alba* und *Fraxinus excelsior, Quercus robur, Sambucus nigra* im oberen Teil bei F7; im flachen Bereich F8: *Equisetum telmateia, Caltha palustris, Veronica beccabunga, Impatiens nolitangere; Carex remota*; am Waldrand *Corylus avellana, Sambucus nigra, Urtica dioica, Aegopodium podagraria*, Bachbett mit Genisten und Feinsediment; beim F9 in der Weide wachsen an den Ufern Brombeeren., *Carex acutiformis, Filipendula ulmaria, Cirsium oleraceum, Valeriana officinalis,* die zweimal jährlich vom Landwirt gemäht werden. |
| 7 | Riedhausbach<br>Länge: 220 m<br>Höhenunterschied: 20 m<br>F5 | Hochwald, Laubmischwald mit einer jungen Fichtenaufforstung auf der Schlagfläche östlich vom F5, eine alte Rotbuche mit Schwarzspechthöhle, kleiner Seitenbach mit wenig Wasser (Abb. 2e). Teile des Baches fallen im Hochsommer trocken, besonders 2022 nach dem Holzschlag und stärkerer Besonnung. Beim Zusammenfluss mit Bach 8 wurde von der Gemeinde beidseits des Waldweges ein tiefes Wasserbecken ausgehoben, wo sich im Sommer bis zehn Larven des gebänderten Feuersalamanders ansammeln. | Hauptsächlich *Fagus silvatica, Picea abies und Abies alba, Equisetum telmateia, Carex remota, Circaea lutetiana* |
| 8 | Schmittemattbach<br>Länge: 450 m<br>Breite: 50-100 cm<br>Höhenunterschied 25 m<br>F6 | Hochwald mit viel Rotbuche: Im Winter 21/22 erfolgte gezielter Holzschlag zur Auflichtung. Bachlauf auf einer Länge von 100 m gradlinig mit sehr wenig Gefälle (wahrscheinlich künstlich, Abb. 2f) | Wenig Bewuchs am Ufer, *Carex remota, C. sylvatica, Circaea lutetiana, Lamium galeobdolon ssp. montanum, Cardamine flexuosa,* Brombeere, Bachbett ohne Vegetation |

| Nr. | Bachname | Habitat | Bewuchs am Ufer, im Bach |
|---|---|---|---|
| 9 | Lättibach<br>Länge: 100 m<br>Höhenunterschied: 20 m<br>F4 | Quelle, flacher Abschnitt in lichtem Hochwald mit vorwiegend Rotbuche, Westhang | Im Bachbett: *Myosotis scorpioides*, *Mentha aquatica*; am Ufer: *Carex remota, C. pendula, Valeriana dioica, Circaea lutetiana* |
| 10 | Schlossmattbach<br>Länge: 400 m<br>Im Ufergehölz und Wald bis zur Holzbrücke 240 m lang mit 60 m Höhenunterschied; unterhalb renaturierter Abschnitt bis zur Aare 160 m lang<br>Höhenunterschied: 15 m | Quelle: Wasseraustritt aus Drainagerohr in Pferdeweide mit Ufergehölz, Ufer abfallend mit Gestrüpp, unzugänglich; unterhalb im Wald steile Ufer, Sandstein sichtbar, starkes Gefälle; im Siedlungsraum im Jahr 2000 neu gestalteter, renaturierter, flacher Bereich bis Naturstraße mit F3 (Abb. 2c); unterhalb bis Aare 2020 renaturiert, mit Blocksteinen verbaut, sehr steil, Bach nimmt Oberflächenwasser des Weilers Oberdettigen auf und hat 20 min nach jedem starken Regen Hochwasser | Wald: *Fagus silvatica, Fraxinus excelsior, Ulmus scabra*, unterhalb Wald: Fettwiese, im Bachbett: *Glyceria notata*, am Ufer: *Rubus caesius, Epilobium hirsutum, Geum urbanum, Iris pseudacorus, Eupatorium cannabinum,* Schilf; Einheimische Bäume und Sträucher angepflanzt: *Alnus glutinosa*, diverse *Salix*-Arten, *Cornus sanguinea* |
| 11 | Wiesebächli<br>Länge: 385 m<br>Höhenunterschied: 85 m<br>Wald 180 m mit F1<br>Breite Bach: 20–40 cm<br>Wassertiefe ganzer Bach: 3–5 cm<br>Im offenen Gelände F2 | Quelle: Im Seggen-Bacheschenwald flächiger Wasseraustritt, der unterhalb zwei kleine Bäche bildet. Diese fließen zusammen in einem Kerbtal mit starkem Gefälle, kleine Lichtung mit flacher Böschung im Osten am F1, treppenartig gestufte Bachsohle mit Ästen, Falllaub und Feinsediment verfüllt und zum Teil versintert (Abb. 2a); Schilfabschnitt, darunter F2 (Abb. 2b), und im unteren Teil Hochstauden. Am Aareufer: Ufergehölz und Schilfgürtel (Koene 2022) | oberer Teil dunkel und ohne Vegetation, *Allium ursinum* dominiert im unteren Waldteil; unterhalb der Schilfzone wachsen Hochstauden aus *Filipendula ulmaria, Urtica dioica, Lythrum salicaria, Cirsium oleraceum, Eupatorium cannabinum, Rubus caesius*, unterhalb Naturstraße zusätzlich *Mentha aquatica, Juncus* inflexus, diverse *Carex*-Arten. Mehr Details: Koene (2022). |

## Material und Methoden

### Feldarbeit

Die Geländearbeiten erfolgten in den Jahren 2016 bis 2022 zur Flugzeit der *Cordulegaster*-Arten zwischen dem 11. Juni und dem 12. September. Zu Beginn jeder

Fangsaison wurden an den Fangstellen Äste und Schachtelhalm im Bachbett und wuchernde Pflanzen am Ufer beseitigt, um den Bachlauf sichtbar und für Flüge gut passierbar zu machen. Gefangen wurde, unmittelbar am Bachufer stehend, mit einem runden Bügelnetz mit 40 cm Durchmesser und 90 cm Länge, befestigt an einer Teleskopstange, die auf etwa 100 cm Länge fixiert war.

Über dem Bach patrouillierende Männchen wurden mit einem Netzschlag gefangen, der kurz vor dem Eintreffen der Libelle begann, indem das Netz in einem Bogen von den Füßen aus gegen die Flugrichtung über den Bach geführt und seitlich an einer flachen Stelle mit dem Metallring am Boden beendet wurde. Das Netzende wurde in die Höhe gezogen, ohne den Ring vom Boden abzuheben. Bei einem optimalen Fang war die Libelle schon am Netzende, sonst wartete ich bis sie nach oben flog und konnte sie durch einen Griff mit der rechten Hand von außen im Netz einschließen. Darauf wurde das Netz auf Augenhöhe angehoben und die Libelle mit der linken Hand ins Netz greifend von hinten an der Brust erfasst und anschließend aus dem Netz gezogen und rechtshändig markiert. Auf Pflanzen sitzende Männchen wurden zum Markieren meist mit einem Netzschlag von oben nach unten in die Vegetation gefangen.

Markiert wurde auf zwei Flügeln, vorne links mit einem runden Fleck in der dem Bach zugeordneten Farbe und hinten rechts mit einer fortlaufenden Nummer (Koene 2022). Im offenen Gelände wurde nach der Markierung bei sitzenden Männchen die ID-Nr. möglichst ohne Fang, von Auge oder mit dem Feldstecher, bestimmt und wurde einem Wiederfang einer vorbeifliegenden Imago gleichgestellt. Die Beobachtungsdauer war pro Begehung und Tag zu Beginn der Fangsaison beliebig und abhängig vom Libellenvorkommen. Nach etwa zwei Wochen betrug sie an den Bächen 7+8 mit den größten Vorkommen meist 90 min, an den Bächen 3, 9 und 11 nur 45 min. Am Bach 10 flogen pro Tag meist nur ein bis drei Männchen, deshalb beobachtete ich dort mehrmals am Tag 5–15 min.

Auf einem Protokollblatt wurden die Art, ID-Nr., Fang-/Beobachtungszeit auf die Minute genau, Flugrichtung, Lufttemperatur und die Dauer der Beobachtungszeit erfasst. Notizen zum Wetter ergänzten die Bedingungen.

Beobachtungen wurden an sonnigen und warmen Tagen ausgeführt, meist zwischen 9:00 und 14:00 Uhr, an heißen Tagen gelegentlich auch am Abend zwischen 17:00 und 19:30 Uhr. Es wurden nur Männchen der beiden *Cordulegaster*-Arten markiert. Am Bach 11 wurden die Daten der Imagines am F1 und F2 erst ab 2019 erhoben, nachdem kurz davor im untersten Bachabschnitt sehr große Emergenzzahlen festgestellt wurden (vgl. Koene 2022).

## Auswertung der Fang-Wiederfang-Daten

Einerseits wurden bei den Erstfängen mit der Markierung die ID-Nr. festgelegt und so die Häufigkeit erfasst (Tab. 2, 3, 4; Abb. 3). Andererseits wurden unter Berücksichtigung der Wiederfänge oder Wiederbeobachtungen die Diagramme mit der Anzahl beobachteter Männchen pro Begehung erstellt (Abb. 4, 5). Von jedem Bach wurde im Fangprotokoll für jede Begehung jedes identifizierte Männchen

als Erstfang oder Wiederfang aufgelistet und daraus die Anzahl der wiedergefangenen Tiere berechnet. Die Wiederfangquote WQ wurde als Quotient – Anzahl wiedergefangene Tiere geteilt durch die Anzahl markierte Tiere – gebildet (Tab. 5). Das Fangprotokoll diente ebenfalls zur Berechnung der Populationsgrößen (Abb. 6, 7). Da der Bach 7 ein Seitenbach des Baches 8 ist, 10 % der Tiere zum Hauptbach wechselten und wenige Tiere aufwies, wurden für die Auswertung beide zusammengefasst.

Die Schätzung der Populationsgrößen wurde mit dem Programm MARK, Version 9.0, durchgeführt (2016–2020 von Nathan Kolanek, 2020–2022 von Jean-Pierre Airoldi). Diese Software wurde von G.C. White (2022) entwickelt und wird weitergeführt. Da bei der Populationsgrößenberechnung Zu- und Abwanderung berücksichtigt werden müssen, wurde die Jolly-Seber-Methode mit der Parametrisierung von Schwarz & Arnason (2015), die im Programm MARK als Modul POPAN implementiert ist, angewandt. Dieses Modell erlaubt die Schätzung der Population für jeden Fangzeitpunkt, die Überlebensrate und die Anzahl neuer Individuen, die in der Population vorkommen. Man kann auch die Fangwahrscheinlichkeit schätzen. Es müssen folgende Bedingungen erfüllt sein:

1. Alle Fänge finden unter ähnlichen Wetterbedingungen statt, damit der Einfluss der Meteorologie ausgeschaltet werden kann.
2. Die Behandlungszeit (Fang, Markierung und Freilassen) der Tiere muss kurz sein im Vergleich zur Such- und Fangzeit.
3. Die Markierungen müssen so angebracht werden, dass die Sterberate der Tiere nicht beeinflusst wird, z.B. indem man dafür sorgt, dass keine Farbe auf die Flügelvorderkante (Costa) gelangt und damit den Flügel abschwächt. Diese Methode ist erprobt und bis jetzt die beste zur Markierung der Odonaten.
4. Sieht man ein unmarkiertes Männchen und ein markiertes patrouillieren, sollte man das unmarkierte fangen, damit keine Verzerrung durch das leichtere Erkennen eines markierten Männchens entsteht.
5. Es werden nur männliche Tiere berücksichtigt, da die Weibchen kryptischer leben und keinesfalls durch einen Fang gefährdet werden dürfen. Die Daten werden in eine Matrize (Fangkalender) eingetragen, die die Fanggeschichte jedes einzelnen Tieres darstellt und die dann die Berechnungen mit MARK erlaubt.

Wiederfänge am gleichen Tag und an einem anderen Bach als bei der Markierung wurden nicht berücksichtigt. Mehrfache Wiederfänge an einem Tag zählten nur einmal.

Alle fünf Bedingungen waren während der Untersuchungen an den sechs Bächen erfüllt.

Zur Auswahl des Modells, das die Population am besten darstellt, wurde das Akaike's Information Criterion (AIC) verwendet. Dieses wird als Verfahren zur Modellauswahl empfohlen (Schwarz & Arnason 2015). Der AIC-Wert wurde von MARK bei der Berechnung der Modelle ermittelt. Das beste Modell hat den niedrigsten AIC-Wert.

**Tabelle 2:** Anzahl markierte Männchen pro Bach 2016–2022. – **Table 2.** Number of marked males per stream 2016–2022.

| *C. bidentata* | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Bach 3 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| Bach 7 | 0 | 15 | 2 | 6 | 0 | 3 | 1 |
| Bach 8 | 9 | 52 | 17 | 7 | 3 | 8 | 30 |
| Bach 9 | 5 | 40 | 26 | 34 | 14 | 13 | 57 |
| Bach 10 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Bach 11 | | | | 21 | 3 | 4 | 72 |
| Summe | 14 | 108 | 46 | 68 | 21 | 28 | 160 |

| *C. boltonii* | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Bach 3 | 52 | 44 | 68 | 98 | 60 | 52 | 106 |
| Bach 7 | 6 | 20 | 28 | 32 | 23 | 13 | 7 |
| Bach 8 | 109 | 79 | 139 | 212 | 106 | 95 | 412 |
| Bach 9 | 14 | 9 | 9 | 19 | 16 | 2 | 20 |
| Bach 10 | 20 | 31 | 40 | 51 | 38 | 7 | 0 |
| Bach 11 | | | | 17 | 2 | 1 | 5 |
| Summe | 201 | 183 | 284 | 429 | 245 | 170 | 550 |

## Ergebnisse

### A Markierungsresultate

In den Jahren 2016 bis 2022 wurden in 820 Stunden Beobachtungszeit insgesamt 445 Männchen von *C. bidentata* und 2.062 Männchen von *C. boltonii* markiert. Pro Jahr schwankten die Zahlen bei *C. bidentata* am Bach 8 mit den insgesamt meisten Individuen zwischen drei und 52 Tieren, bei *C. boltonii* am gleichen Fangort zwischen 79 und 412.

Auch der Anteil der *C. bidentata*-Männchen an den Männchen beider Arten war variabel. Die „Bidentata"-Bäche 9 und 11 erreichten einige Male 80 % bis über 90 % (Abb. 3, Tab. 4, Tab. 5). Im Jahr 2017 war er für die fünf Bäche mit 37 % ausnahmsweise hoch, weil am Bach 8 die Anzahl *C. boltonii* am niedrigsten, aber diejenige von *C. bidentata* am höchsten war (Abb. 3, Tab. 2). An den Bächen 3, 7, 8 und 10 dominierte *C. boltonii* jedes Jahr, der Anteil *C. bidentata* blieb mit Ausnahme von 2017 unter 15 % (Abb. 3, Tab. 3). Am Bach 3 wurden insgesamt nur 2018 am F8 und 2020 am F9 je ein *C. bidentata*-Männchen gefangen; 2022 war am obersten Fangort F7 keines zu entdecken.

**Tabelle 3:** Anteil *C. bidentata* pro Jahr an fünf Bächen 2016–2022 – **Table 3.** Proportion of *C. bidentata* per year at five streams 2016–2022.

| | | Bäche 3, 7+8, 9, 10 | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 |
| *C. bidentata* | Männchen markiert | 14 | 108 | 46 | 47 | 18 | 24 | 88 |
| | Anteil an allen *Cordulegaster* | 7 % | 37 % | 14 % | 10 % | 7 % | 12 % | 14 % |
| *C. boltonii* | Männchen markiert | 201 | 183 | 284 | 412 | 243 | 169 | 545 |
| Beobachtungszeit in Stunden | | 162 | 126 | 117 | 132 | 63 | 52 | 124 |
| Anzahl Begehungen | | 81 | 68 | 87 | 89 | 60 | 47 | 104 |

**Tabelle 4:** Anteil *C. bidentata* pro Jahr am Bach 11 2019–2022 – **Table 4.** Proportion of *C. bidentata* per year at stream 11 2019–2022.

| | | Bach 11 | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 |
| *C. bidentata* | Männchen markiert | | | | 21 | 3 | 4 | 72 |
| | Anteil an allen *Cordulegaster* | | | | 55 % | 60 % | 80 % | 94 % |
| *C. boltonii* | Männchen markiert | | | | 17 | 2 | 1 | 5 |
| Beobachtungszeit in Stunden | | | | | 13 | 3 | 2 | 26 |
| Anzahl Begehungen | | | | | 9 | 2 | 2 | 20 |

**Abbildung 3:** Anteil *C. bidentata*-Männchen von beiden *Cordulegaster*-Arten pro Bach und Jahr 2016–2022. – **Figure 3.** Proportion of *C. bidentata* males out of both *Cordulegaster* species per stream and year 2016–2022.

**Tabelle 5:** Wiederfangquote *Cordulegaster* 2016–2022. **COBI** *Cordulegaster bidentata*; **COBO** *C. boltonii*; **MM** Anzahl markierte Männchen; **MW** Anzahl wiedergefangene Männchen; **WQ** Wiederfangquote MW/MM in %; **AB** Anzahl Begehungen. – **Table 5.** Recapture rates and surveys per year and stream. **COBI** *Cordulegaster bidentata*; **COBO** *C. boltonii*; **MM** number of marked males; **WM** number of recaptured males; **WQ** recapture rate in %; **AB**: number of surveys.

| COBI | 2016 | | | | 2017 | | | | 2018 | | | | 2019 | | | | 2020 | | | | 2021 | | | | 2022 | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Bach | MM | MW | WQ | AB | MM | MW | WQ | AB | MM | MW | WQ | AB | MM | MW | WQ | AB | MM | MW | WQ | AB | MM | MW | WQ | AB | MM | MW | WQ | AB |
| 3 | 0 | | | 22 | 0 | | | 13 | 1 | 0 | 0 | 20 | 0 | | | 25 | 1 | 1 | 100 | 16 | 0 | | | 17 | 0 | | | 31 |
| 7+8 | 9 | 1 | 11 | 24 | 67 | 23 | 34 | 22 | 19 | 5 | 26 | 29 | 13 | 0 | 0 | 21 | 3 | 0 | 0 | 14 | 11 | 1 | 9 | 18 | 31 | 12 | 39 | 40 |
| 9 | 5 | 2 | 40 | 16 | 40 | 10 | 25 | 14 | 26 | 10 | 38 | 12 | 34 | 12 | 35 | 11 | 14 | 4 | 29 | 7 | 13 | 0 | 0 | 4 | 57 | 13 | 23 | 18 |
| 10 | | | | | 1 | 0 | 0 | 19 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 11 | | | | | | | | | | | | | 21 | 6 | 29 | 9 | 3 | 0 | 0 | 2 | 4 | 0 | 0 | 2 | 72 | 23 | 32 | 20 |
| Summe | 14 | 3 | | 62 | 108 | 33 | | 68 | 46 | 15 | | 61 | 68 | 18 | | 66 | 21 | 5 | | 39 | 28 | 1 | | 41 | 160 | 48 | | 109 |
| **COBO** | **2016** | | | | **2017** | | | | **2018** | | | | **2019** | | | | **2020** | | | | **2021** | | | | **2022** | | | |
| Bach | MM | MW | WQ | AB | MM | MW | WQ | AB | MM | MW | WQ | AB | MM | MW | WQ | AB | MM | MW | WQ | AB | MM | MW | WQ | AB | MM | MW | WQ | AB |
| 3 | 52 | 19 | 37 | 22 | 44 | 22 | 50 | 13 | 68 | 33 | 49 | 20 | 98 | 33 | 34 | 25 | 60 | 36 | 60 | 16 | 52 | 30 | 58 | 17 | 106 | 33 | 31 | 31 |
| 7+8 | 115 | 53 | 46 | 24 | 99 | 33 | 33 | 22 | 167 | 90 | 54 | 29 | 244 | 101 | 41 | 21 | 129 | 38 | 29 | 14 | 108 | 33 | 31 | 18 | 419 | 164 | 39 | 40 |
| 9 | 14 | 7 | 50 | 16 | 9 | 1 | 11 | 14 | 9 | 1 | 11 | 12 | 19 | 6 | 32 | 11 | 16 | 6 | 38 | 7 | 2 | 0 | 0 | 4 | 20 | 3 | 15 | 18 |
| 10 | 20 | 5 | 25 | 19 | 31 | 15 | 52 | 19 | 40 | 16 | 40 | 26 | 51 | 25 | 49 | 32 | 38 | 20 | 53 | 23 | 7 | 1 | 14 | 8 | 0 | | 0 | 15 |
| 11 | | | | | | | | | | | | | 17 | 3 | 18 | 9 | 2 | 0 | 0 | 2 | 1 | 0 | 0 | 2 | 5 | 1 | 20 | 20 |
| Summe | 201 | 84 | | 81 | 183 | 71 | | 68 | 284 | 140 | | 87 | 429 | 168 | | 98 | 245 | 100 | | 62 | 170 | 64 | | 49 | 550 | 201 | | 124 |

### *Phänologie*

Die Flugperiode begann bei *C. bidentata* ab dem 11. Juni, endete am 14. August und dauerte maximal 60 Tage. Bei *C. boltonii* begann sie wenig später am 12. Juni, endete am 12. September und dauerte rund 90 Tage (Abb. 4, 5). Der Beginn in diesen sieben Jahren variierte etwa um zwei Wochen.

Auch in einem optimalen Jahr, wie 2022 mit beinahe täglichen Begehungen, schwankte die Anzahl der anwesenden Männchen (aus Fang und Wiederfang) bei beiden Arten erheblich (Abb. 4, 5). Die Darstellungen zeigen das Aufkommen der Arten im Verlauf der Fortpflanzungsphase und lassen die Populationsgröße erahnen. Die erheblichen Unterschiede werden von Jahr zu Jahr, von Bach zu Bach und im Verhältnis der beiden Arten zueinander sichtbar. Einen Wiederfang gab es meist nur einige Tage nach der Markierung. Später wurden die Männchen am Bach nur selten gesehen. Die Wiederfangquote lag meist zwischen 30 und 40 % (Tab. 5).

## B Populationsschätzungen

Bei weniger als 20 markierten Männchen pro Jahr wurde auf eine Schätzung verzichtet, da sie sehr ungenau wäre. Die Schätzungen wurden in den Balkendiagrammen in helleren Farben als Differenz (N geschätzt - N markiert) oberhalb der Summe der markierten Tiere dargestellt (Abb. 6, 7) und mit dem 95-prozentigen Vertrauensintervall ergänzt (vgl. Auswertungsmethode). Das Verhältnis von Schätzung zu Markierung war nicht in allen Jahren gleich. Das zwei- bis dreifache der Markierungen ist nicht außergewöhnlich, was hauptsächlich bei großen Populationen vorkam.

### *Cordulegaster bidentata (Abb. 6)*

Bei mehr als 30 Markierungen waren die Schätzungen an den Bächen 7+8 und am Bach 9 dreimal höher als die Gesamtzahl der markierten Tiere. Beim Bach 11, der im Jahr 2022 oft (23-mal) besucht wurde, waren die Schätzungen weniger als doppelt so hoch.

### *Cordulegaster boltonii (Abb. 7)*

An den Bächen 7+8 wurden die höchsten Fangzahlen, aber auch die höchsten Schätzungen erreicht. Diese Schätzungen sind verlässlich, da sie ein sehr kleines Konfidenzintervall haben. Meist waren die Schätzungen doppelt bis dreifach so hoch wie die Anzahl der markierten Tiere. Im Jahr 2022 mit beinahe 900, konnte am Bach 8 während weniger Stunden bei höchster Flugfrequenz nur zwei Drittel der Männchen gefangen werden (am 11. Juli war alle 1,5 min eine Passage). Der Bach 3 zeigte die zweitgrößte Population. 2022 war die Schätzung viel größer als 2019, beide mit viel größerem Konfidenzintervall als an den Bächen 7+8. 2016, 2017, 2020 und 2021 waren die Schätzungen nur wenig höher als die Fangzahlen. Am Bach 9 waren die Populationen so klein, dass nur in den Jahren 2019 und

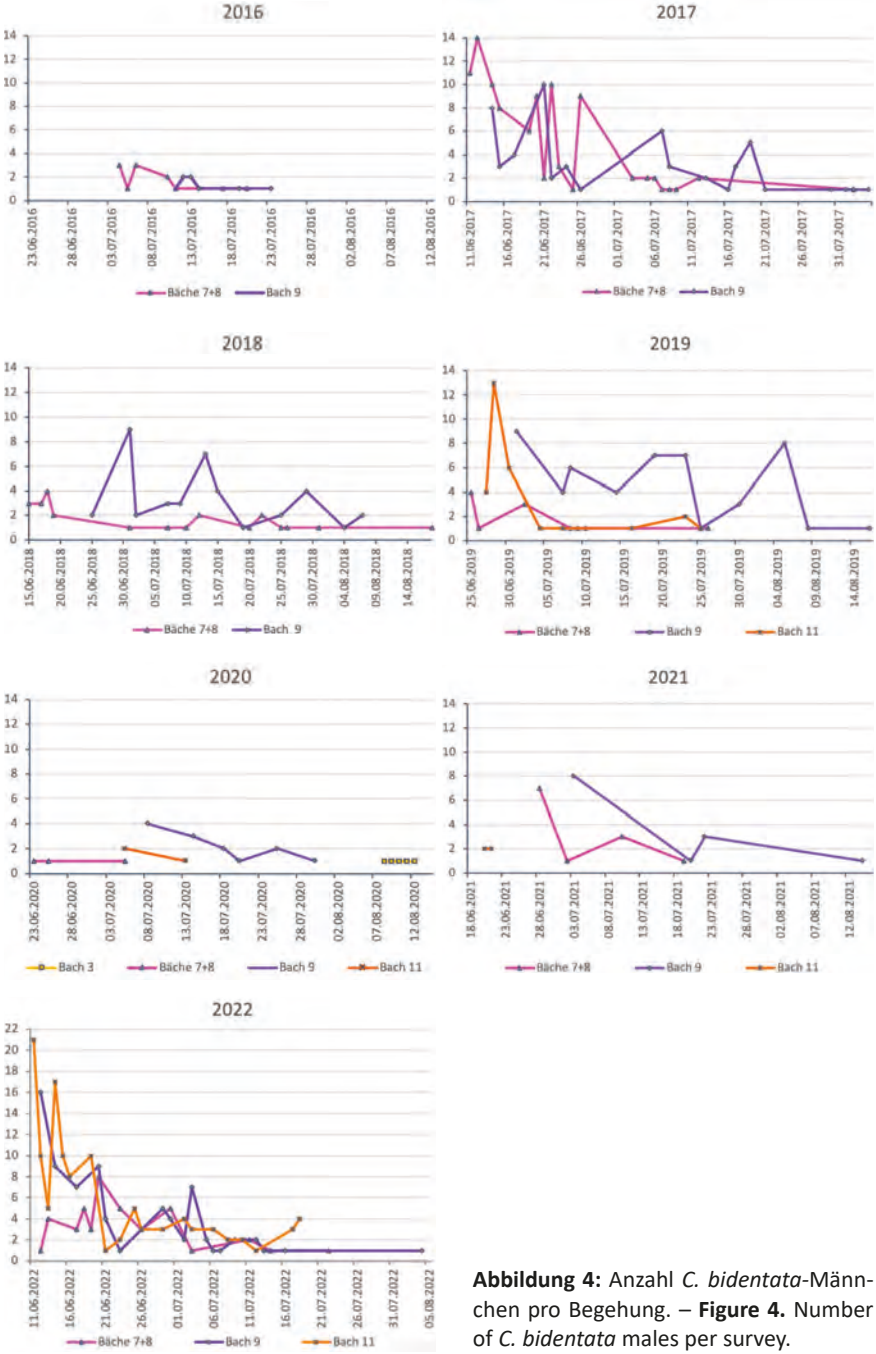


**Abbildung 4:** Anzahl *C. bidentata*-Männchen pro Begehung. – **Figure 4.** Number of *C. bidentata* males per survey.

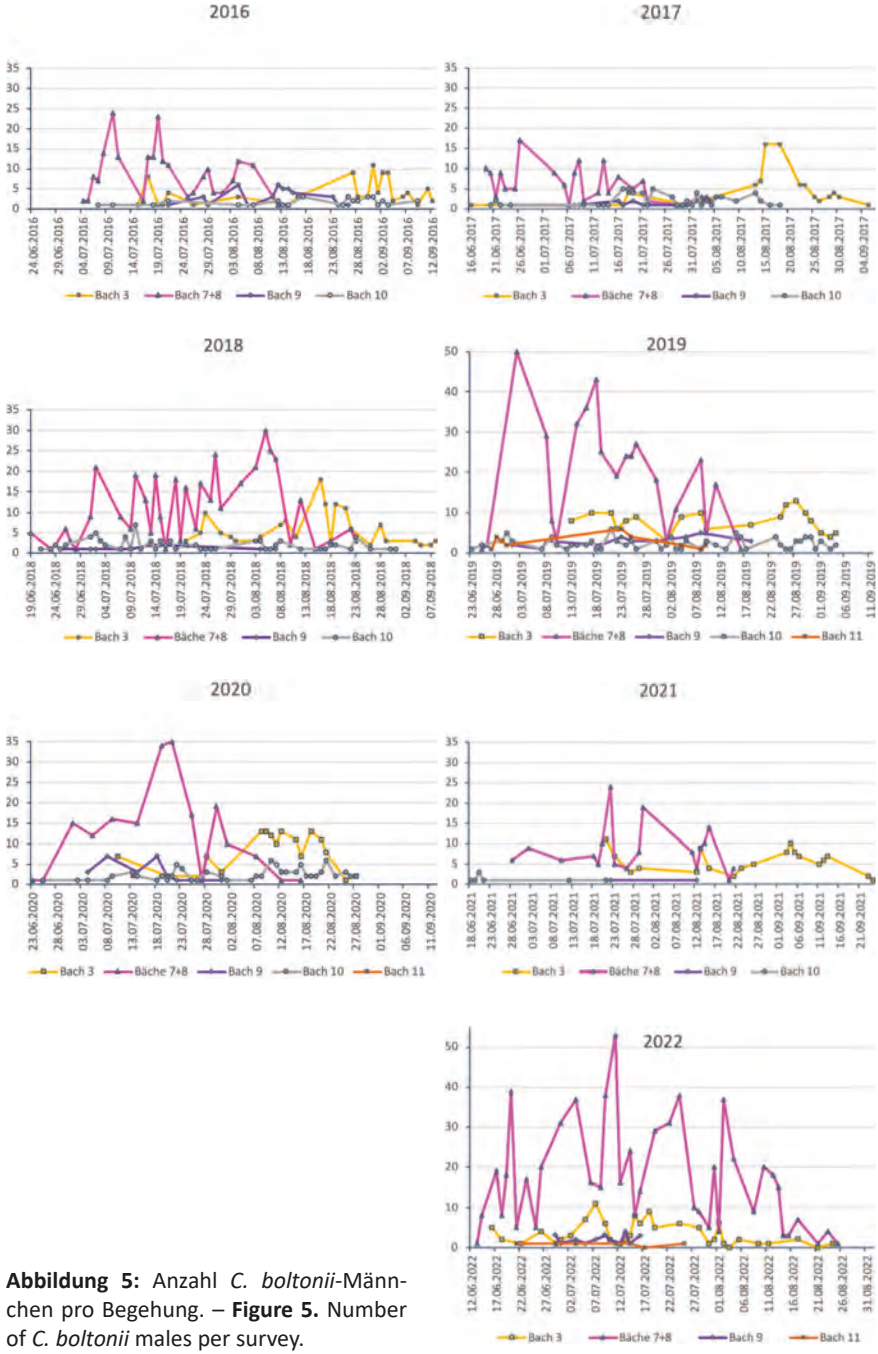


**Abbildung 5:** Anzahl *C. boltonii*-Männchen pro Begehung. – **Figure 5.** Number of *C. boltonii* males per survey.

2022 geschätzt und am Bach 11 ganz darauf verzichtet wurde. Am Bach 10 mit kleiner täglicher Präsenz waren die Schätzungen kaum höher als bei den Markierungen, aber 2018 höher als 2019.

## Diskussion

### Erhebungsmethode und Schätzung der Populationsgrößen

Tamm (2018a), Masius (2019) und Tamm & Dressler (2020) arbeiteten an fixen Fangorten von Patrouillestrecken mit Passagenzählungen nach Markierung am ersten Tag. Mit Passagenzählungen an den folgenden Tagen erhält man jedoch keine zuverlässige Schätzung der Populationsgröße (Masius 2019), da man bei unmarkierten Männchen, bei mehrmaligen Passagen eines Tieres, nicht weiß, wie viele Individuen es sind. Tamm & Dressler (2020) äußerten deutliche Zweifel an der Anwendbarkeit der Fang-Wiederfang-Methode, da die Grundvoraussetzung

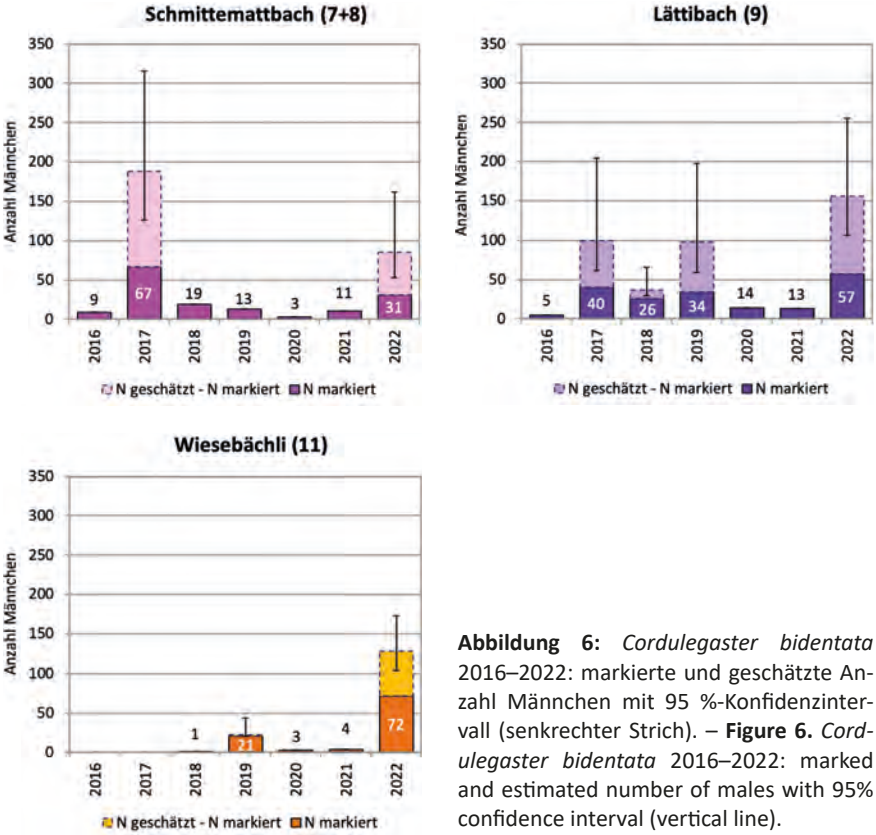


**Abbildung 6:** *Cordulegaster bidentata* 2016–2022: markierte und geschätzte Anzahl Männchen mit 95 %-Konfidenzintervall (senkrechter Strich). – **Figure 6.** *Cordulegaster bidentata* 2016–2022: marked and estimated number of males with 95% confidence interval (vertical line).

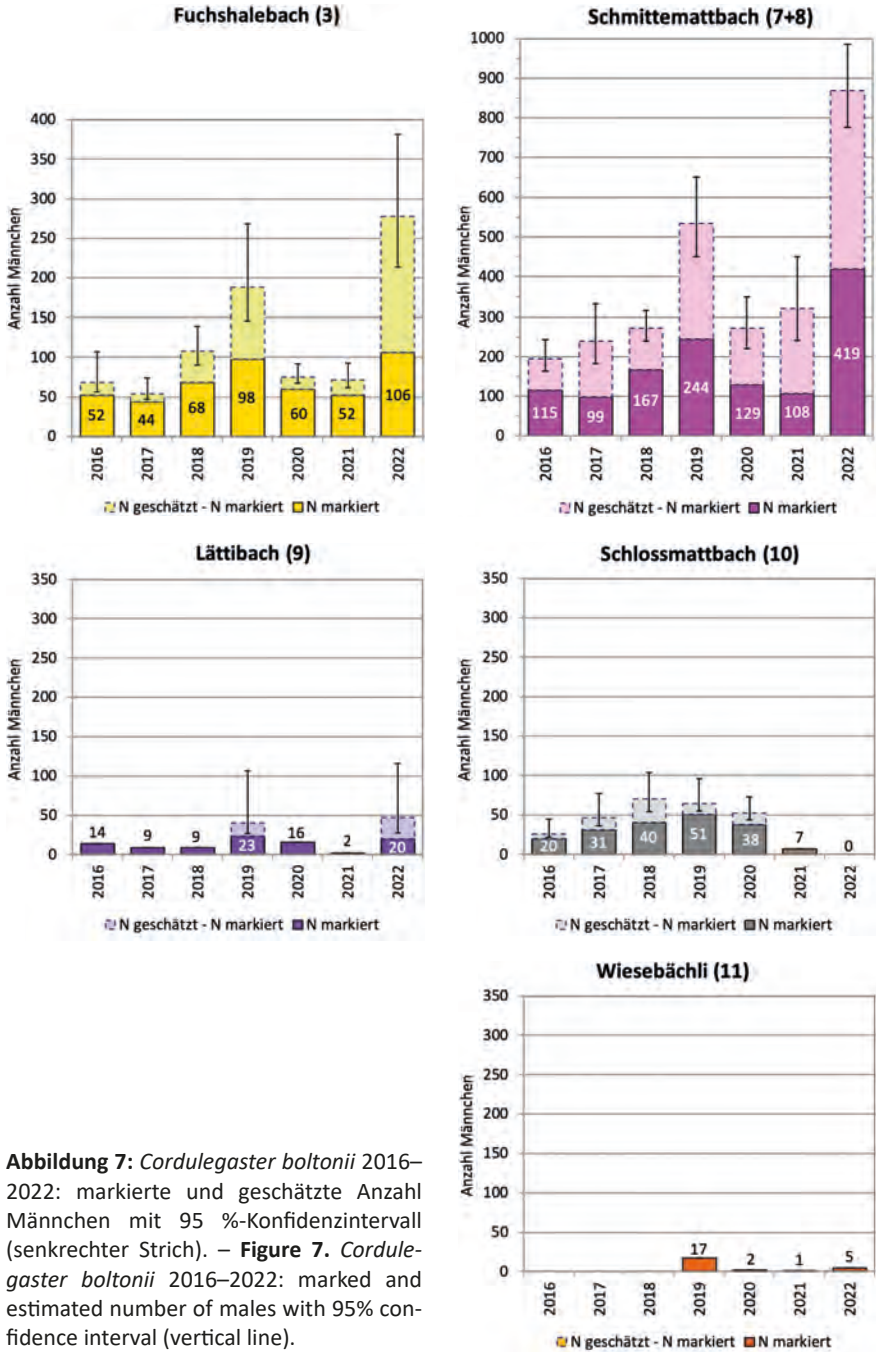


**Abbildung 7:** *Cordulegaster boltonii* 2016–2022: markierte und geschätzte Anzahl Männchen mit 95 %-Konfidenzintervall (senkrechter Strich). – **Figure 7.** *Cordulegaster boltonii* 2016–2022: marked and estimated number of males with 95% confidence interval (vertical line).

für deren Anwendbarkeit nicht erfüllt wären. Die Schwankungen im Verhältnis zwischen markierten und unmarkierten Individuen wären zu groß. Die hier verwendete Methode mit konsequenter Markierung der neu auftretenden Männchen bei jeder Begehung und zusätzlichen Wiederfängen früher markierter Männchen (CMR) ergab nach anschließender Auswertung mit MARK sehr gute Populationsschätzungen beider Arten (bei Markierungen > 20 Tieren pro Flugperiode).

Weil die Männchen nach dem Schlupf nicht immer an denselben Bach zur Patrouille zurückkehren (Koene 2022) und einzelne Tiere nach der Markierung den Bach wechseln, ist es erforderlich, mehrere benachbarte Bäche zu beproben. Pro Jahr sollten bei optimalen Fangbedingungen mindestens acht bis zehn Begehungen (Tage) an einem Bach, verteilt über die gesamte Flugperiode, durchgeführt werden. Dabei spielt der Fangstandort eine entscheidende Rolle. Es gilt unter Berücksichtigung der Witterung und des Fangerfolges bzw. der Populationsgröße abzuwägen, wo, wann, wie lange und wie häufig beprobt wird, um die Population am besten abzubilden.

Ich entschied mich, am 12. Juni 2022, an den heißesten Tagen, auch am späten Nachmittag bis zur Dämmerung zu beobachten, was gute Resultate ergab. Dann war es im Wald bis zu 4°C wärmer als am Mittag mit nur 20°C. Am Bach 11 gelangen am 14. Juni von 17:51–19:05 Uhr zwölf Markierungen von *C. bidentata*-Männchen, am ersten Markierungstag, am 11. Juni von 10:25–14:40 Uhr, waren es 21. Große Populationen brauchen häufigere oder längere Begehungen. An sehr guten Tagen sollte mehr als ein Bach besucht werden. Zu wenig Begehungen bringen größere Unsicherheit bei der Schätzung, zu viele keine neuen Erkenntnisse. So beobachtete Laister (2012) die *C. boltonii*-Männchen am Pflasterbach in Linz ab dem 9. August 2000 an 18 aufeinanderfolgenden Tagen täglich während insgesamt 37 Stunden. Nach dem zwölften Tag kamen keine neuen Männchen mehr dazu und am 19. und 20. Tag keine markierten mehr, da die Flugperiode zu Ende ging. Mit einer Wiederfangquote (WQ) von 63 % waren die 40 Männchen sehr bachtreu. Mit einem früheren Beginn und einer Begehung alle zwei Tage hätte man mit gleichem Zeitaufwand mehr Männchen erfasst und die Populationsschätzung wäre höher als 44 (42–51) ausgefallen. Vergleichbar mit der Erhebung in Linz war der Bach 11 im Jahr 2022 mit *C. bidentata* in dieser Studie. Ich beobachtete auch sehr intensiv, während 37 Kalendertagen vom 11. Juni bis 18. Juli während 23 Begehungen in 26 Stunden. Das Resultat waren 72 markierte Männchen mit einer WQ von 32 %. Die Schätzung war mit 129 (104–173) beinahe doppelt so hoch, allerdings mit einem größeren Konfidenzintervall.

Sind an einem Bach verschiedene Habitate vorhanden, sind mehrere Fangorte sinnvoll, da viele Männchen nicht in allen Bachabschnitten patrouillieren (Sternberg et al. 2000). So wählte ich für den Bach 3 drei verschiedene – zwei im Wald (F7, F8) in etwa 100 m Entfernung und einen im offenen Gelände (F9). Eine Bestätigung für einen gut gewählten Standort sind dort auftretende Eier einstechende Weibchen. An allen neun Fangorten in dieser Studie konnten Weibchen und oft auch Tandems beobachtet werden – an den Bächen 11, 9 und 8 sogar von beiden Arten.

Für *C. bidentata* bei Bern, mit 500 m ü. NHN, war die Fortpflanzungszeit etwa gleich wie im Untersuchungsgebiet in Rheinland-Pfalz mit 200 m ü. NHN (Masius 2019).

Die große Anzahl *C. boltonii* Markierungen am Bach 8 kann ich mir noch nicht erklären. Möglich ist, dass sich die Männchen vom ganzen, weitverzweigten Bachsystem bevorzugt im langen flachen, von mir beprobten Abschnitt, aufhielten. Exuvien wurden nie gezielt gesucht und zufällig nur selten gefunden.

Vergleicht man die Markierungszahlen, lassen sich große Schwankungen von Jahr zu Jahr und von Bach zu Bach feststellen (Tab. 2). Auch das Verhältnis von *C. bidentata* zu *C. boltonii* ist variabel. Die Fangzeit an einem Bach spielt auch eine Rolle, wenn sie relativ kurz ist. Aber bei intensiver Fangtätigkeit kann mit einer Erhöhung der Fangzeit um einige Stunden kein besseres Resultat erzielt werden. Zum Vergleich wurden in Tabelle 3 die Fangzeiten und Anzahl Begehungen angegeben. 2016, 2019 und 2022 wurde etwa gleich lang im Feld gearbeitet, die Resultate waren aber unterschiedlich. 2022 war die Anzahl der markierten Männchen am höchsten. Daraus folgt, dass die Populationen nicht jedes Jahr gleich groß sind und 2022 für beide Arten an den meisten Bächen am größten waren.

Die Populationsschätzungen mit Imaginesmarkierungen und Zählungen von unmarkierten Imagines bei der nächsten Begehung ergänzte Masius (2019) mit Exuvien- und Larvenfunden. Bei Begehungen wenige Wochen nach dem Schlupf droht ein Verlust, da die Exuvien begrenzt haltbar sind (Masius 2019). An den Ufern von Bach 10 oder 11 im Offenland war eine tägliche Aufsammlung der Exuvien auf einer Länge von nur 100 m in etwa einer halben Stunde/Tag möglich und machbar. Eine erfolgreiche Suche bei angrenzenden Wiesen beschreibt auch Pix (2009). Wie ich am Bach 11 mit Erhebungen 2019 zeigte, kann die Anzahl männlicher Exuvien erheblich von derjenigen der patrouillierenden Männchen abweichen (Koene 2022). Denn nach dem Schlupf gibt es eine Neuverteilung der Imagines. Deshalb kann mit der Exuvienzahl nur bedingt die Populationsgröße der Imagines geschätzt werden. Die Zählungen von Exuvien an den Bächen 10 und 11 mit entsprechenden Markierungen der Imagines wird ab 2023 weiter verfolgt und in einer späteren Publikation thematisiert.

## Habitat – Vorkommen

Pix (2009) beschrieb im Reinhardswald (Deutschland) die Besiedlung mit *C. boltonii* an fast allen Bächen, sobald diese eine Länge von mehr als 500 m aufwiesen. In meiner Studie kam diese Art an den kurzen Bächen 10 und 11 und den kurzen Seitenbächen 9 und 7 von 200–450 m aber sowohl als Larven und Exuvien als auch fliegend als patrouillierende Männchen und als Eier einstechende Weibchen vor, jedoch in kleinen Populationen unter 100 Männchen. Große Populationen wurden an den längeren Bächen 3 (1.000 m) und 8 (1,8 km, wenn man die Länge bis zur Aare misst) erfasst. Diese wurden in der Gemeinde Wohlen an schma-

len Bächen in Waldgebieten festgestellt, nicht an Wiesentalbächen wie von Pix (2009) im Reinhardswald beschrieben. In den Jahren 2020 und 2021 mit kalten und regenreichen Perioden waren dagegen Imagines beider Arten an den kleinen Bächen 9, 10 und 11 nur in sehr geringer Menge zu sehen (Ausnahme *C. boltonii* 2020 am Bach 10). Pix (2009) erwähnt den gänzlichen Ausfall von *C. bidentata*-Imagines in schlechten Jahren. Weil ich häufiger an den Bächen suchte, fand ich doch noch einige.

Die sehr starken Schwankungen der Anzahl patrouillierender Männchen von *C. boltonii* am F3 von Bach 10 kann ich mir noch nicht erklären. Nach einem Holzschlag 2022 könnte aber 2023 im Waldabschnitt erstmals an neuen Standorten mit wenig Hindernissen Imagines von *C. bidentata* und allenfalls *C. boltonii* gefangen werden. Allerdings ist der Bachlauf jetzt stark besonnt, weil an den steilen Böschungen kaum Sträucher wachsen.

Trotz großer jährlicher Schwankungen war das Überwiegen von *C. bidentata* an den Bächen 9 und 11 und von *C. boltonii* an den Bächen 3, 7+8 und 10 deutlich. Wahrscheinlich liegt das an Habitatsunterschieden, obwohl *C. boltonii* als Art mit breitem Habitatsspektrum gilt und sich an Wald- und Offenlandbächen fortpflanzt (Sternberg et al. 2000).

## Markierungsresultate

Das beste Libellenjahr war 2022 mit viel Sonnenschein und wenig Regen. Die Anzahl der *C. boltonii* Markierungen war an den Bächen 7+8 beinahe doppelt so hoch wie 2019 und viermal so hoch wie in den übrigen Jahren. Die Flugfrequenz am Bach 8 war an wenigen Tagen so hoch, dass am 11. Juli 2022 in 2,5 Stunden 67 Fänge gelangen und mindestens 30 Passagen verpasst wurden. Das ergab alle 1,5 Minuten eine Passage. Die Schätzung von 869 ist gerechtfertigt. Insgesamt war der Individuenverlust, ohne Kälteeinbruch und längere Regenzeit – wie 2020 und 2021 – wahrscheinlich klein und trug zur hohen Anzahl verglichen mit 2016–2021 bei. Sternberg et al. (2000) beschrieben noch höhere Frequenzen bei »*C. bidenata*-Passagen in einen 10- bis 15-Sekunden-Takt«. 2022 ging jedoch die Anzahl der Individuen in den (besonnten) Wiesenabschnitten am F2, F3 sowie am F9 zurück. Die Männchen hielten sich wahrscheinlich lieber im kühlen Wald auf. Das völlige Ausbleiben am F3 könnte mit einem Holzschlag im Waldteil oberhalb der Fangstelle im Frühjahr 2022 zusammenhängen, der aus Sicherheitsgründen auf beiden Seiten des Baches ausgeführt wurde. 2021 wurde zusätzlich durch die Starkregen, verbunden mit einigen Hochwassern, das Bachbett stark verändert. Trotzdem fand ich 2022 am Bach 10 bei 22 Kontrollgängen 13 Exuvien von *C. boltonii*- und 12 Exuvien von *C. bidentata*-Männchen.

Der Anteil *C. bidentata* war am Bach 11 im Jahr 2022 mit 94 % am höchsten (Abb. 3), weil nur sehr wenige *C. boltonii* in einer sehr kurzen Flugperiode pa-

trouillierten. Eigenartig, da im selben Jahr an den Bächen 8 und 3 die höchsten Populationen registriert wurden. Die Flugperiode der *C. bidentata* war dagegen sehr lang (Abb. 5+6).

Die besten Resultate für *C. boltonii* wurden jedes Jahr am Bach 8 beim F6 erzielt, an einer langen geraden Patrouillestrecke mit sehr wenig Gefälle, in einem Hochwald mit wenig Unterholz. Ich halte diese „Transitstrecke" für einen Sammelplatz der Männchen von der näheren Umgebung. Das Maximum an markierten Männchen betrug 419 pro Saison. Die Bäche 3 und 7+8 zeigten 2016–2022 in der Anzahl Markierungen und Schätzungen parallele Entwicklungen. Individuenstark waren die Jahrgänge 2019 und 2022, auch für die kleineren Populationen am Bach 9. Die Bäche 10 und 11 zeigten nur 2019 erhöhte Werte.

## Dank

Besten Dank gilt den Korrekturlesenden, Martin Schlüpmann und Christoph Willigalla, für Verbesserungsvorschläge in der Struktur und im Inhalt sowie Tipps zur Formulierung des Textes. Ganz besonders möchte ich Jean-Pierre Airoldi dafür danken, dass er uneigennützig aus meinen Daten der Jahre 2020 und 2021 die Populationsgrößen berechnete und darstellte und die Daten von 2022 auswertete, die somit noch in dieser Publikation berücksichtigt werden konnten. Er beschrieb zusätzlich im Methodenteil die Populationsschätzungen mit dem Programm MARK und machte kritische Bemerkungen zum Text. Sylvia Vananderoye unterstützte mich in der Darstellung der Karte in der Abbildung 1. Eine Fangbewilligung mit Auflagen erhielt ich jeweils für zwei Jahre vom kantonalen Landwirtschaftsamt/Abteilung Naturförderung.

## Literatur

Blanke D. (1984) Zur Lebensweise von Cordulegaster bidentatus Selys in Südniedersachsen. *Libellula* 3: 18–22

Cooch E. & G. White (2016) Program MARK, A Gentle Introduction. 14th Edition, 1094 pp.

Fliedner-Kalies T. & H. Fliedner (2011) Libellen im Kanton Schwyz. *Berichte der Schwyzerischen Naturforschenden Gesellschaft* Heft 16: 142–145

Fränzel U. (1985) Öko-ethologische Untersuchungen an Cordulegaster bidentatus Sélys 1843 (Insecta: Odonata) im Bonner Raum. Diplomarbeit Bonn, 194 S.

Frobel K. & H. Schlumprecht (2015) Untersuchungen zur Substrat- und Habitatwahl von Cordulegaster bidentata im Landkreis Nürnberger Land (Odonata: Cordulegastridae) *Libellula* 34: 3–26

Geijskes D.C. (1935) Faunistisch-ökologische Untersuchungen am Röserenbach bei Liestal im Basler-Tafeljura. *Tijdschrift voor Entomologie* 78: 249–382

Hill B., R. Polivka & C. Dümpelmann (2009) Hinweise zur Erfassung der Gestreiften Quelljungfer (Cordulegaster bidentata, Sélys 1843) und Fundnachweise im Land-

kreis Marburg-Biedenkopf. *Libellen in Hessen* 2: 52–58

Hoess R. & D. Küry (2005) Cordulegaster bidentata (Selys, 1843) In: Wildermuth H., Y. Gonseth & A. Maibach (Ed.) Odonata – Die Libellen der Schweiz: 254–257. CSCF/SEG, Neuchâtel

Koch L., J.D. Schuster, T. Kordges, M. Bussmann & A. Kronshage (2014) Vorkommen der beiden Quelljungfer-Arten Cordulegaster bidentata und Cordulegaster boltonii (Odonata: Cordulegastridae) im Ennepe-Ruhr-Kreis (NRW). *Jber. Naturwiss. Ver. Wuppertal* 63: 145–182

Koene E. (2022) Syntopes Vorkommen von Cordulegaster bidentata und Cordulegaster boltonii an einem kleinen Bach bei Bern (Schweiz) – Emergenz und Fang-Wiederfang (Odonata: Cordulegastridae). *Libellula* 41: 47–68

Küry D. & R. Hoess (2005) Cordulegaster boltonii (Donovan, 1807) In: Wildermuth H., Y. Gonseth & A. Maibach (Ed.) Odonata – Die Libellen der Schweiz: 258–261. CSCF/SEG, Neuchâtel

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

Liebelt R., M. Lohr & B. Beinlich (2010/2011) Zur Verbreitung der Gestreiften und der Zweigestreiften Quelljungfer (Cordulegaster bidentata und C. boltonii) im Kreis Höxter (Insecta, Odonata, Cordulegastridae). *Beiträge zur Naturkunde zwischen Egge und Weser* 22: 3–18

Lohr M. (2010) Libellen zweier europäischer Flusslandschaften. Besiedlungsdynamik und Habitatnutzung von Libellengemeinschaften am Unteren Allier (Frankreich) und an der Oberweser (Deutschland). *Arbeiten aus dem Institut für Landschaftsökologie Münster* 17: 1–183

Lubini V., P. Stucki, H. Vicentini & D. Küry (2014) Bewertung von Quell-Lebensräumen in der Schweiz – Entwurf für ein strukturelles und faunistisches Verfahren. Bericht im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt BAFU – *Aqua viva*

Masius P. (2019) Die Gestreifte Quelljungfer (Cordulegaster bidentata Selys, 1843) im nördlichen Hundsrück: Erste Ergebnisse unter besonderer Berücksichtigung der Erfassungsmethodik (Odonata, Cordulegastridae). *Decheniana* 172: 142–157

Meteo Schweiz (2020) Klimabulletin 2019: https://www.meteoschweiz.admin.ch/home/service-und-publikationen/publikationen.subpage.html/de/data/publications/2019/9/klimabulletin-sommer-2019.html, letzter Zugriff: 28.09.2022

Monnerat C., H. Wildermuth & Y. Gonseth (2021) Die Rote Liste der Libellen – Gefährdete Arten der Schweiz. In: Bundesamt für Umwelt BAFU und info fauna – CSCF Schweizerisches Zentrum für die Kartografie der Fauna (Ed.) Umwelt-Vollzug UV-2120-D: 71 S. Excelliste der Arten: https://www.bafu.admin.ch/dam/bafu/de/dokumente/biodiversitaet/uv-umwelt-vollzug/uv-2120-dfi_rl-libellen_2021.xlsx.download.xlsx/uv-2120-dfi_rl-libellen_2021.xlsx, letzter Zugriff: 28.09.2022

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

Röhn C. (1992) Beitrag zur Ökologie der beiden Quelljungferarten Cordulegaster boltoni (Donovan 1807) und C. bidentatus (Selys 1843) unter besonderer Berücksichtigung syntoper Vorkommen (Odonata: Cordulegastridae). *Jh. Ges. Naturkde. Württemberg* 147: 299–323

Robert P.-A. (1959) Die Libellen (Odonaten). Kümmerly & Frey, Bern

Schwarz C. & N. Arnason (2015) Chapter 12, Jolly-Seber models in MARK. 51 pp. In: Cooch & White (2021). Program MARK a 'gentle Introduction'

Schweighofer W. (2008) Syntopes Vorkommen von Cordulegaster boltonii und C. heros. *Libellula* 17: 1–32

Stephan U. (1998) Untersuchungen zur Habitatbindung der Quelljungferarten Cordulegaster boltonii (Donovan 1807) und Cordulegaster bidentata Sélys 1843 in den Waldbächen des Mittleren Schwarzwaldes unter besonderer Berücksichtigung der Larvalökologie. Diplomarbeit Univ. Freiburg, 110 S.

Sternberg K., R. Buchwald & U. Stephan (2000) Cordulegaster bidentata Sélys, 1843 und Cordulegaster boltonii (Donovan, 1807). In: Sternberg K. & R. Buchwald (Ed.) Die Libellen Baden-Württembergs. Band 2: 173–208. Ulmer, Stuttgart

Tamm J. (2009) Beobachtungen und Erfahrungen beim Kartieren der Quelljungfern Cordulegaster boltonii und C. bidentata in Hessen. *Libellen in Hessen* 2: 40–46

Tamm J. (2011) Zur Verbreitung und Biologie der Quelljungfern Cordulegaster bidentata und C. boltonii im Nationalpark Kellerwald-Edersee. *Libellen in Hessen* 4: 39–47

Tamm J. (2013) Notiz zur Syntopie-Frage bei den Imagines von Cordulegaster bidentata und C. boltonii im nord- und mittelhessischen Bergland. *Libellen in Hessen* 6, Heft 2: 44–50

Tamm J. (2015) Zur Verbreitung und Ökologie von Cordulegaster bidentata in Nordhessen mit besonderer Berücksichtigung ihrer Vorkommen auf Buntsandstein (Odonata: Cordulegastridae. *Libellula* 34: 27–58

Tamm J. (2018a) Zur Populationsökologie und Ethologie von Cordulegaster bidentata an einem Bach im Kaufunger Wald – eine Fallstudie (Odonata: Cordulegastridae). *Libellula* 37: 23–54

Tamm J. (2018b) Untersuchungen an Larven und Exuvien der Cordulegaster bidentata an einem Bach im Kaufunger Wald und ihre ökologischen und methodischen Konsequenzen (Odonata: Cordulegastridae). *Libellula* 37: 161–180

Tamm J. & B. Dressler (2020) Zur Populationsökologie und Ethologie der Imagines von Cordulegaster bidentata an einem Waldbach im Taunus (Odonata: Cordulegastridae) *Libellula* 39: 1–25

Tamm J. & B. Dressler (2021) Nachweis des Bachwechsels bei Cordulegaster bidentata und weitere Beobachtungen zu Raumnutzung und Verhalten bei einer Metapopulation im Taunus (Odonta: Cordulegastridae) *Libellula* 40: 19–46

Tamm J. (2022) Weitere Beobachtungen zum Bachwechsel und Verhalten von Cordulegaster bidentata im Vordertaunus (Odonata: Cordulegastridae) *Libellen in Hessen* 15: 65–84

Weihrauch F. (2003) Emergenzstudien an Cordulegaster b. boltonii von einem niederbayerischen Waldbach (Odonata: Cordulegastridae) *Libellula Supplement* 4: 3–18

White G.C. (2022), Colorado University. http://sites.warnercnr.colostate.edu/gwhite/program-mark/, letzter Zugriff 28.09.2022

Wildermuth H. & D. Küry (2009) Libellen schützen. Libellen fördern. Leitfaden für die Naturschutzpraxis. Schweizerische Arbeitsgemeinschaft für Libellenschutz. *Beiträge zum Naturschutz in der Schweiz* 31, 88 S.

Wildermuth H. & A. Martens (2014) Taschenlexikon der Libellen Europas: Alle Arten von den Azoren bis zum Ural im Portrait. Quelle & Meyer, Wiebelsheim

*Manuskripteingang: 17. Oktober 2022*

# ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Libellula

Jahr/Year: 2022

Band/Volume: 41

Autor(en)/Author(s): Koene Elisabeth

Artikel/Article: Langzeitstudie 2016–2022 mit Populationsschätzungen von Cordulegaster bidentata und C. boltonii an sechs kleinen Bächen bei Bern (Schweiz) (Odonata: Cordulegastridae) 155-177