

Nachweise des Bachwechsels bei *Cordulegaster bidentata* und weitere Beobachtungen zu Raumnutzung und Verhalten bei einer Metapopulation im Taunus (Odonata: Cordulegastridae)

Jochen Tamm¹ und Bernd Dressler²

¹) Elgershäuser Straße 12, D-34131 Kassel, jochen.tamm@t-online.de

²) Samlandweg 75, D-61118 Bad Vilbel, b.dressler@t-online.de

Abstract

Evidence of stream hopping and further observations on spatial performance and behaviour in a metapopulation of *Cordulegaster bidentata* in Taunus mountains, Germany (Odonata: Cordulegastridae) – At eight small forest streams in the Taunus mountains, Hesse, Central Germany, the spatial performance of a metapopulation of *Cordulegaster bidentata* was studied by seven observers using 16 colour-marked adult males. After marking, 969 individuals passing above seven streams were counted during nine counting days, among them 47 marked ones (5%). In spite of sparse appearance of marked males, seven were observed again after marking. Four of them did not appear on the stream, where they had been marked, but on other streams in the surroundings. Maximum range between the places of marking and re-observing was 1,125 m. Most marked males only occurred sporadically at the streams. One can conclude that in general a remarkable proportion of male *C. bidentata* does not take part in regular patrolling flight activities along the streams. Moreover, male *C. boltanii* were common along two streams together with *C. bidentata*. This uncommon phenomenon is described and discussed.

Zusammenfassung

Im Jahr 2020 wurden das Auftreten und die Raumnutzung von *Cordulegaster bidentata*, auch mit Hilfe von 16 individuell farbmarkierten ♂♂, an acht Quellbächen in einem Waldgebiet im Vordertaunus (Hessen) von sieben Beobachtern untersucht. Nach der Farbmarkierung wurden an neun Beobachtungstagen und sieben Bächen 969 Bachpatrouillen von ♂♂ gezählt, davon 47 Patrouillen von markierten ♂♂ (5 %). Trotz des spärlichen Auftretens der markierten ♂♂ konnten sieben von ihnen nach ihrer Markierung wiederbeobachtet werden, vier davon aber nicht am Markierungsbach, sondern an anderen Bächen der Umgebung. Die weiteste Entfernung zwischen dem Ort der Markierung und der Wiederbeobachtung betrug 1.125 m. Die meisten markierten ♂♂ erschienen nur selten und kurzzeitig an den Bächen, nahmen also nicht regelmäßig an den Bachpatrouillen teil. Das deutet auf einen allgemein hohen Anteil solcher latent im Hin-

tergrund bleibenden ♂♂ der *C. bidentata* hin. Ungewöhnliche Auftreten von *C. boltonii* syntop mit *C. bidentata* an zwei Bächen des Untersuchungsgebietes werden beschrieben und diskutiert.

Einleitung

An *Cordulegaster bidentata* wurden mehrere Untersuchungen mit individueller Erkennung, insbesondere mit Farbmarkierung, durchgeführt (FRÄNZEL 1985; TAMM 2018a; MASIUS 2019; TAMM & DRESSLER 2020; A. Pix pers. Mitt.), um die Raumnutzung und das Verhalten der Imagines zu erforschen und die Populationsgrößen abzuschätzen. Dabei fiel auf, dass bei allen diesen Feldstudien etwa die Hälfte der markierten Individuen nicht mehr am Markierungsbach erschien. Es drängte sich der Verdacht auf, diese „verschollenen“ Tiere könnten an andere Bäche abgewandert sein. Doch konnte über das Ausmaß der Abwanderung nur spekuliert werden (LEIPELT 1999; TAMM 2015; TAMM & DRESSLER 2020).

Allerdings konnten bei den genannten Feldstudien trotz z.T. erheblicher Anstrengungen fast keine markierten Individuen an den benachbarten Quellbächen gefunden werden. Die einzige bekannte Ausnahme war ein ♂ im Reinhardswald/Nordhessen, das über eine Strecke von 1.200 m zu einem Nachbarbach hin und wieder zurückgewechselt war (A. Pix pers. Mitt.).

Die Seltenheit der Nachweise eines Bachwechsels bei *C. bidentata* ließ TAMM (2018a) vermuten, dass ein Abwandern der ♂♂ an andere Bäche „allgemein nur in geringem Maße erfolge“. Er hielt es für wahrscheinlicher, dass die verschwundenen markierten ♂♂ zu derjenigen Fraktion gehörten, die kaum an der Patrouille am Quellbach teilnehmen, sondern sich latent im Hintergrund des Baches aufhalten. Die Existenz solcher ♂♂ hatte er zuvor nachgewiesen (TAMM 2018a) und sie wurde auch später bestätigt (TAMM & DRESSLER 2020). Eine weitere Möglichkeit für das Verschwinden eines Teils der ♂♂ wäre ihr weiträumiges Abwandern, vielleicht auch in Folge der Störung durch die Markierungsprozedur.

So blieb die Frage nach dem Verbleib der verschwundenen ♂♂ und die Bedeutung ihres Abwanderns an andere Bäche letztlich ungeklärt. In Folge dessen blieben auch der Individuenaustausch und die Raumnutzung der Populationen unbekannt. Auch die Aussagekraft von Überschlagsrechnungen auf die Populationsgrößen nach dem Prinzip der „Fang-Markierung-Wiederfang“-Methode (SOUTHWOOD 1978) blieb folglich zweifelhaft.

Daher nutzten die Verfasser die günstigen Gelände- und Populationsbedingungen in einem Waldgebiet im Vordertaunus (siehe auch TAMM & DRESSLER 2020) zur Untersuchung der Raumnutzung und ggf. des Bachwechsels von ♂♂ der *C. bidentata* mittels individueller Farbmarkierung und anschließender simultaner Zählungen mit mehreren Beobachtern an mehreren Bächen. Die Ergebnisse der Untersuchung werden hier vorgestellt. Darüber hinaus werden weitere Beobachtungen zum Verhalten von *C. bidentata* und zum Auftreten von *Cordulegaster boltonii* im Untersuchungsgebiet mitgeteilt.

Untersuchungsgebiet

Die Untersuchungen wurden in einem bergigen Waldgebiet am Hangfuß des Vorderaunus zur Rhein-Main-Ebene hin durchgeführt. Abbildung 1 gibt eine Übersicht. Das Gesamtgebiet wurde bei TAMM & DRESSLER (2020) näher beschrieben, so dass hier nur die wichtigsten Gegebenheiten mitgeteilt werden:

- Lage: zwischen Eppstein und Hofheim-Langenhain, Main-Taunus-Kreis, Hessen; Flächengröße des Waldes, in dem die untersuchten Bäche liegen: ca. 1.000 ha; Höhenlagen: 210 m bis 410 m ü. NHN;
- Geologischer Untergrund: unterdevonischer Taunusquarzit, dem mäßig saure Böden aufliegen.
- Vegetation: Mischwald, etwa hälftig aus Fichten- und Rotbuchenbeständen bestehend (*Picea abies*, *Fagus sylvatica*).
- Waldstruktur: Geschlossener Hochwald; zur Untersuchungszeit mit nur wenigen kleinen, weit verstreuten Räumflächen nach Windwurf und Borkenkäferbefall; lichte Bereiche ansonsten nur entlang der Waldwege.

Die untersuchten Bäche waren unverbaut und führten klares, mäßig saures Wasser. Ihr Bachbett war feinkiesig bis steinig (Ausnahme Bach Nr. 6, siehe dort).

An folgenden Quellbächen wurde untersucht (Nummerierung der Bäche wie auf Abb. 1):

1. Unterer Kalteborn (275–295 m ü. NHN) (Abb. 2)

Abschüssiger, ostexponierter Quellbach (Gefälle ca. 17 %); im Oberabschnitt einen lichten Alt-Fichtenwald (*Picea abies*) durchsickernd. Bodenvegetation an der Nordflanke: Brombeergestrüpp (*Rubus fruticosus* agg.), durchmischt mit diversen Farnarten (vor allem Gewöhnlichem Wurmfarn *Dryopteris filix-mas*) und Hochstauden. Bodenbedeckung an der Südflanke: offener Nadelwaldboden mit viel Totholz. Der Fichtenwald wurde am Ende der Untersuchung im Zuge der Borkenkäferbekämpfung weitgehend geräumt, so dass der obere Bachabschnitt ab Mittag voll besonnt war. Der Unterabschnitt des Baches in dichtem, schattigen Rotbuchen-Stangenholz (*Fagus sylvatica*) mit kahler Falllaubdecke. Wasserführung im Untersuchungszeitraum auf ganzer Bachlänge (50–200 ml/s).

2. Oberer Kalteborn (275–310 m ü. NHN)

Bachstruktur und -exposition wie unter 1. Quellaustritt jedoch höher im Hang, so dass der obere Bachabschnitt nach 30 m Fließstrecke von einem Forstweg überquert wurde. Oberer Bachabschnitt in einem geschlossenen, mittelalten Buchenwald, ohne begleitende Bodenvegetation. Bachabschnitt unterhalb des Weges überwiegend in einem lichten Buchenaltholz, gesäumt von diversen Farnen und Binsen (*Juncus* sp.). Oberer Bachabschnitt bis auf wenige kleine Sickerstellen trockengefallen. Bach unten Wasser führend, wenn auch spärlich (10–50 ml/s).

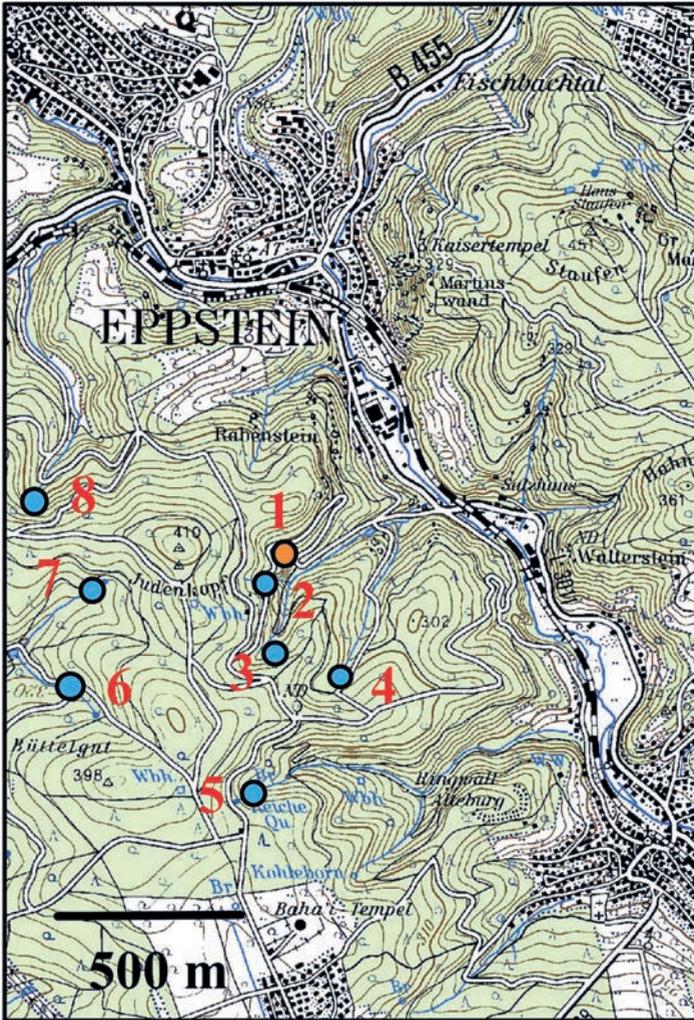


Abbildung 1: Lage der untersuchten Waldquellbäche im Taunus (Ausschnitt DTK 50 V; Datengrundlage: Hessische Verwaltung für Bodenmanagement und Geoinformation). Zeichenerklärungen: ● Lage der einzelnen Quellbäche; ● und 1 Hauptmarkierungsbach unterer Kalteborn; 2 oberer Kalteborn; 3 Hauptquelle Kalteborn; 4 Bach am Hans-Lepfe-Weg; 5 Reiche Quelle; 6 oberer Hollerbach; 7 östlicher Zulauf Hollerbach; 8 Erlensuder. – **Figure 1.** Locations of the small forest streams investigated in the Taunus mountains, Central Germany (section of the topographical map no. 5816, Germany). Signs and symbols: ● locations of the single streams; ● and 1 main study stream lower Kalteborn; 2 stream upper Kalteborn; 3 main spring Kalteborn; 4 stream at Hans-Lepfe-forest track; 5 stream Reiche Quelle; 6 stream upper Hollerbach; 7 eastern branch of Hollerbach; 8 stream Erlensuder.

3. Hauptquelle Kalteborn (300–315 m ü. NHN) (Abb. 3)

Nordexponierter Quellbach mit mäßigem Gefälle (7–12 %); in Form einer Quellgabel auf der Sohle eines schattigen Kerbtals entspringend und einen geschlossenen Altbuchenwald durchfließend. Östlicher Quellast offen zwischen Falllaub vom Seitenhang her der Talsohle zu sickern. Westlicher Quellast auf der Talsohle entspringend; bis zum Zusammenfluss mit Reisig überdeckt und von einer Pioniervegetation überwuchert (Großes Springkraut *Impatiens noli-tangere*, Himbeere *Rubus idaeus*, Brombeere *Rubus fruticosus* agg., Gewöhnlicher Wurmfarne *Dryopteris filix-mas*, Roter Fingerhut *Digitalis purpurea*, Flatterbinse *Juncus effusus*, Tollkirsche *Atropa belladonna*, Schwarzer Holunder *Sambucus nigra* u.a.). Direkt unterhalb des Zusammenflusses der Quelläste undurchdringliche, grobe Holzabfälle über dem Bach liegend auf einer Strecke von 15 m. Bach darunter unbehindert durch schattigen Buchenwald fließend, ohne säumende Ufervegetation, aber mit Totholz durchsetzt. Wasserführung im Untersuchungszeitraum auf ganzer Länge (50–300 ml/s).

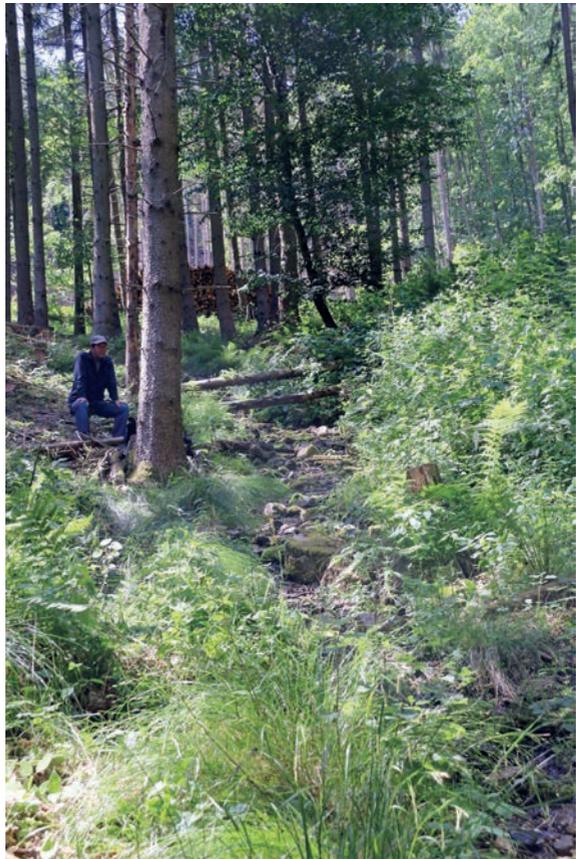


Abbildung 2: Der Markierungsbach Unterer Kalteborn bachaufwärts gesehen, 12.06.2020. – **Figure 2.** Forest stream Unterer Kalteborn in Germany seen from the counting station up to its spring outflow, 12-vi-2020. Photo: JT

4. Quellbach am Hans-Lepfe-Weg (280–290 m ü. NHN) (Abb. 4)

Bachstruktur und -exposition wie unter 3. Unbehinderter Abfluss durch einen schattigen Buchenwald. Wasserführung im Untersuchungszeitraum auf ganzer Länge (20–150 ml/s).



Abbildung 3: Hauptquelle des Kalteborn, Quellgabel, 30.06.2020. – **Figure 3.** Main spring fork Kalteborn, 30-vi-2020. Photo: JT



Abbildung 4: Bach am Hans-Lepfe-Weg, 13.06.2020. – **Figure 4.** Stream at the Hans-Lepfe-forest track, 13-vi-2020. Photo: JT

5. Reiche Quelle (280–335 m ü. NHN)

Ostexponiertes Rinnsal mit drei Quellästen; von TAMM & DRESSLER (2020) bereits genauer beschrieben und abgebildet. In einem lichten Buchenaltholz gelegen, durch benachbarte Lichtungen streckenweise stark besonnt, stellenweise spärlich gesäumt von Farnen (vor allem *Dryopteris filix-mas*) und Binsen (*Juncus* spp.). Ein Forstweg querte das Rinnsal 120 m unterhalb der Quellgabel. Wasserführung im Untersuchungszeitraum sehr gering (5–30 ml/s), streckenweise sogar versiegt.

6. Oberlauf Hollerbach (305–340 m ü. NHN) (Abb. 5)

Nordwestexponiert, in einer Jungbuchendickung als breite Sickerfläche entspringend und in einem Kerbtälchen mit mäßigem Gefälle (rund 12 %) 150 m weiterfließend bis zur verrohrten Querung eines forstlichen Hauptweges. Darunter im Kerbtal 50 m durch ein Fichtenstangenholz fließend, dann durch alten Buchenwald. Im unteren Abschnitt wenig Gefälle (rund 7 %). Bachsubstrat teils sandigfeinkiesig, teils von organischem Schlamm gebildet. Dort von Schwarzerlen *Alnus glutinosa* und Krautvegetation gesäumt (vornehmlich aus Farnen und Binsen; Arten s.o.). Sonst ohne Krautsaum. Nach weiteren 250 m Aufstau zu einem Fischteich. Wasserführung auf ganzer Länge (20–300 ml/s).



Abbildung 5: Oberlauf des Hollerbaches, zunächst von *Cordulegaster bidentata* befliegen, ab dem 30.06.2020 nur noch von *Cordulegaster boltonii*, 30.06.2020. – **Figure 5.** Upper Hollerbach, where first only *Cordulegaster bidentata* occurred, but from 30-vi-2020 on only *Cordulegaster boltonii*, 30-vi-2020. Photo: JT

7. Östlicher Zulauf Hollerbach (310–345 m ü. NHN) (Abb. 6)

Der südwestexponierte Bach floss in einem abschüssigen Kerbtal durch einen geschlossenen, mittelalten Buchenwald und wies neben einigen Schwarzerlen kaum Ufervegetation auf. Er bildet eine Quellgabel, deren Äste jeweils etwa 200 m lang sind. Der westliche Quellast ist auf den obersten 40 m nochmals gegabelt. Nach der Vereinigung der beiden Hauptquelläste weist der Bach nur noch ein geringes Gefälle auf (3–4 ‰). Er mündete 300 m weiter in den Fischteich, in den auch Bach 6 einmündet. Der Bach 7 führte auf ganzer Länge Wasser (50–300 ml/s).

8. Quellbach Erlensuder (270–300 m ü. NHN)

Quelle in einem steilen, nordexponierten Hang (Gefälle 20–25 ‰); 40 m unterhalb Querung eines Forstweges. Oberer Abschnitt in einem lichten Fichtenalholz gelegen, gesäumt von Gräsern und Kräutern. Unterhalb des Weges in einem engen Kerbtal durch schattigen Buchenwald ohne Unterwuchs fließend. Wasserführung auf ganzer Länge (20–80 ml/s).

Methoden

Vor den hier beschriebenen Untersuchungen im Jahr 2020 führten die Verfasser bereits in den Jahren 2016 bis 2019 Feldstudien an *C. bidentata* im Untersu-



Abbildung 6: Östlicher Zufluss des Hollerbaches, 30.06.2020. – **Figure 6.** Eastern branch of Hollerbach (30-vi-2020). Photo: JT

chungsgebiet durch (TAMM & DRESSLER 2020). In dieser Zeit war die Reiche Quelle (Bach Nr. 5) der Hauptuntersuchungsbach, wo auch ♂♂ markiert wurden. Im Jahr 2020 war beabsichtigt, dort wiederum ♂♂ der *C. bidentata* und ggf. auch der *C. boltonii* zu markieren und an den anderen oben beschriebenen Quellächen die markierten und unmarkierten Imagines in den folgenden Wochen intensiv zu beobachten und zu zählen. Allerdings zeigte sich bei Voruntersuchungen zwischen Mitte Mai und Anfang Juni, dass die Anzahl der gefundenen Exuvien und der ersten dort fliegenden Imagines der *C. bidentata* deutlich kleiner war als am unteren Kalteborn (Bach Nr. 1) (zur Methode der Exuviensuche siehe TAMM 2018b). Außerdem ließ die sehr geringe Wasserführung der Reichen Quelle erwarten, dass dort im Jahr 2020 erheblich weniger Flugbetrieb herrschen würde als am unteren Kalteborn, wo auch deutlich mehr Wasser floss. Für möglichst viele Markierungen sollte jedoch der am stärksten beflogene Bach gewählt werden, so dass die Hauptmarkierung im Jahr 2020 auf den unteren Kalteborn verlegt wurde. Einige wenige Markierungen wurden auch an anderen Bächen vorgenommen (Einzelheiten siehe Tab. 1).

Die Hauptmarkierungen am unteren Kalteborn wurden jahreszeitlich sehr früh am 12. Juni 2020 durchgeführt. Dieser Termin ergab sich aus der Tatsache, dass bei der Exuviensuche am 2. Juni erste reguläre Patrouillenflüge einiger ♂♂ der *C. bidentata* zu beobachten waren und am 8. Juni bereits ein intensiver Patrouillenbetrieb am unteren Kalteborn herrschte. Die Markierungen wurden von JT und R. Teuber bei sonnigem Wetter etwa 30 m unterhalb des Quellaustritts des unteren Kalteborns vorgenommen. Das Rinnsal ist dort etwa 40 cm breit und hat ein Gefälle von ca. 20 %. Die Markierungsstelle lag am Markierungstag in einem lichten Altfeuchtwald und war an der Südseite des Baches kaum, auf seiner Nordseite dagegen von dichter Kraut- und Strauchvegetation überwachsen (Abb. 2).

Im Zeitraum von 9:30 Uhr bis 16:30 Uhr MESZ wurden die über dem Bach patrouillierenden ♂♂ möglichst vollständig mit dem Handnetz abgefangen, auf ihren Vorderflügeln jeweils mit schnell trocknendem Nagellack der Farben Gelb, Blau, Rot oder Violett markiert und anschließend nach Trocknung des Lacks (ca. 40 s) freigelassen. Die Tiere wurden jeweils nur mit einer Farbe markiert (Abb. 7). Auf das Markieren von ♀♀ wurde verzichtet (methodische Einzelheiten zu Fang und Farbmarkierung bei TAMM & DRESSLER 2020). Die Markierung von Imagines der *C. boltonii* wurde nicht vorgenommen, weil zu den Markierungszeiten keine solchen Tiere festgestellt wurden.

An insgesamt 16 Beobachtungstagen wurden Imagines von *C. bidentata* und *C. boltonii* an den untersuchten Bächen, vereinzelt auch abseits derselben, erfasst und ihr Verhalten notiert. Am 21. Juni fand eine Synchron-Zählung mit fünf Personen an den Bächen 1, 2, 3, 4, 5 und 7 statt (Einzelheiten des Ablaufs siehe Tab. 1). Damit sollten vor allem möglichst viele markierte ♂♂ der *C. bidentata* an den verschiedenen Bächen nachgewiesen werden. Die Beobachtungsdaten wurden in derselben Weise notiert wie bei TAMM & DRESSLER (2020) beschrieben.

Tabelle 1: Übersicht über den Ablauf der Untersuchungen an *Cordulegaster bidentata* im Waldgebiet bei Eppstein im Taunus im Jahr 2020. – **Table 1.** Overview of the course of investigations on *Cordulegaster bidentata* in a forest area in the Taunus mountains near Eppstein in 2020.

Datum	Zeitraum (MESZ)	Witterung	Bäche Nr.	Methoden	Bearbeiter
07.05.	ganztägig		1, 2, 3, 5	Bachkontrolle, Räumung Astabfälle	B. Dressler
16.05.	mehrstündig		5, 1, 2	Exuviensuche	B. Dressler
18.05.	mehrstündig		5, 6, 7	Exuviensuche	B. Dressler
20.05.	mehrstündig		5, 2, 1	Exuviensuche	B. Dressler
22.05.	mehrstündig		5, 2, 1	Exuviensuche	B. Dressler
26.05.	12:30–16:45	Sonnig, warm	5, 1	Exuviensuche	B. Dressler
02.06.	11:00–15:00	Sonnig, warm	1, 5, 2	Exuviensuche, Beobachtung Imagines	B. Dressler, J. Tamm
08.06.	10:15–15:45	Leicht bewölkt, 15–18°C	1, 3, 4, 5, 2	Beobachtung Imagines	B. Dressler
12.06.	09:30–16:30	Sonnig, warm	1	Markieren ♂♂, Exuvienfund	J. Tamm, R. Teuber
12.06.	09:20–16:00	Sonnig, warm	3	Beobachtung Imagines	B. Dressler
13.06.	09:00–12:15	Bewölkt, zeitw. Nieselregen	1, 3	Beobachtung Imagines, Markieren ♂♂	J. Tamm
17.06.	09:45–14:50	Sonnig, warm, ab 14:00 bedeckt	5	Beobachtung Imagines	B. Dressler
17.06.	11:15–12:30	Sonnig, warm	3, 5	Beobachtung Imagines	M. Fehlow
20.06.	10:25–20:00	Sonnig, warm	5, 6, 7, 8	Beobachtung Imagines, Markieren ♂♂	J. Tamm
20.06.	12:00–16:00	Sonnig, warm	3	Beobachtung Imagines	M. Frank
21.06.	09:40–18:05	Sonnig, warm	1	Beobachtung Imagines (Synchron-Zählung)	R. Teuber, J. Tamm (ztw.)
21.06.	10:30–11:15, 14:30–15:00	Sonnig, warm	2	Beobachtung Imagines (Synchron-Zählung)	J. Tamm
21.06.	09:55–15:45	Sonnig, warm	3	Beobachtung Imagines (Synchron-Zählung)	B. Dressler, J. Tamm (ztw.)
21.06.	09:50–17:55	Sonnig, warm	4	Beobachtung Imagines, (Synchron-Zählung)	J. Hustedt, J. Tamm (ztw.)
21.06.	09:30–14:45	Sonnig, warm	5	Beobachtung Imagines (Synchron-Zählung)	H.-J. Roland, Tamm (ztw.)

Datum	Zeitraum (MESZ)	Witterung	Bäche Nr.	Methoden	Bearbeiter
21.06.	16:25–17:20	Sonnig, warm	7	Beobachtung Imagines (Synchron-Zählung)	J. Tamm
25.06.	10:15–11:30	Sonnig, warm	3	Beobachtung Imagines	M. Fehlow
26.06.	10:10–17:15	Sonnig, warm	5	Beobachtung Imagines	B. Dressler
30.06.	09:40–18:00	Überwiegend bewölkt, windig, kühl (18°C)	1, 5, 6, 7	Beobachtung Imagines	J. Tamm
04.07.	10:00–16:00	Sonnig, warm	1	Beobachtung Imagines	B. Dressler
18.07.	09:45–11:00	Sonnig, warm	1, 2, 3, 5	Beobachtung Imagines	B. Dressler



Abbildung 7: Das Männchen G-re direkt nach der Markierung. Es wurde von allen markierten Tieren am häufigsten und sogar einmal beim gerichteten Durchfliegen des Waldes abseits der Bäche wiederbeobachtet, 12.06.2020. – **Figure 7.** Male G-re just after marking. It has been observed most frequently among all males marked and once was even found on straight migration flight through the forest away from streams, 12-vi-2020. Photo: R. Teuber

Tabelle 2: Die Anzahlen der Exuvien von *Cordulegaster bidentata* am unteren Kalteborn und an der Reichen Quelle im Jahr 2020, verteilt auf die Sammeltage; Anzahl der männlichen Exuvien in Klammern. – **Table 2.** The numbers of exuviae of *Cordulegaster bidentata* found along the forest streams Lower Kalteborn and Reiche Quelle on the different sampling days in 2020; number of males set in brackets.

Nummer und Name der Bäche	Anzahl Exuvien			
	26.05.	02.06.	12.06.	Gesamt
1 Unterer Kalteborn	4 (1)	5 (3)	1 (1)	10 (5)
5 Reiche Quelle	0	1 (1)	–	1 (1)
Gesamt	4 (1)	6 (4)	1 (1)	11 (6)

Die Beobachtungen wurden am 18. Juli beendet. Zwar wurden am 4. und 18. Juli noch Imagines beobachtet, jedoch keine markierten Tiere mehr. Außerdem war der untere Kalteborn als wichtiger Untersuchungsbach durch forstliche Fällungsarbeiten stark verändert und teilweise mit Ästen und Stämmen zugeworfen, so dass der Flugbetrieb der ♂♂ von *C. bidentata* sichtlich gestört war.

Entfernungsangaben innerhalb des Untersuchungsgebietes wurden durch Ausmessung auf der Topografischen Karte 1:25.000, Blatt 5.816, gewonnen. Alle Angaben der Tageszeit beziehen sich auf MESZ. Überschlagsrechnungen auf Populationsgrößen der Imagines erfolgten in derselben Weise wie bei TAMM & DRESSLER (2020) beschrieben. Die Begriffe „Patrouille“ oder „Passage“ werden hier im Sinne der Definitionen bei TAMM & DRESSLER (2020) verwendet.

Ergebnisse

Voruntersuchungen

Tabelle 2 stellt die Fundergebnisse der Voruntersuchung an den beiden Bächen unterer Kalteborn und Reiche Quelle dar. Es zeigte sich, dass am unteren Kalteborn deutlich mehr Exuvien der *C. bidentata* zu finden waren als an der Reichen Quelle. Von den elf gefundenen Exuvien saßen sieben auf Gewöhnlichem Wurmfarn *Dryopteris filix-mas* und je eine auf Brombeere *Rubus fruticosus agg.*, Großer Brennessel *Urtica dioica*, einer Seggenart *Carex sp.* und einem Rotbuchenstämmchen *Fagus sylvatica*. Auch das Auftreten der ersten Imagines von *C. bidentata* an den Bächen des Untersuchungsgebietes bestätigte diesen Befund. Am 2. Juni beobachteten die Verfasser am unteren Kalteborn bereits einen starken, regulären Patrouillenbetrieb von ♂♂ der *C. bidentata* mit etwa 20 Patrouillen zwischen 14:00 h und 15:00 h, während an der Reichen Quelle nur ein vorbeifliegendes ♂ angetroffen wurde. Bei den Voruntersuchungen gelang keine Beobachtung von *C. boltonii*.

Tabelle 3: Verlauf der Farbmarkierung von ♂♂ von *Cordulegaster bidentata* an Bächen des Untersuchungsgebietes. – **Table 3:** Times of individual colour marking of males of *Cordulegaster bidentata* on forest streams in the study area. Abkürzungen, Abbreviations: **G** gelb, yellow; **B** blau, blue; **V** violett, pink; **R** rot, red; **li** links, left; **re** rechts, right.

Bach, Nummer, Name	Datum	Uhrzeiten (MESZ)	Individuum Farbcode
1 Unterer Kalteborn	12.6.	11:02	G - li
		11:49	G - re
		12:01	G - li/re
		12:05	G - 2 li/2 re
		12:20	B - li
		12:30	B - re
		12:43	B - li/re
		12:58	B - 2 li/2 re
		13:53	V - li
		14:25	V - re
		15:25	V - li/re
3 Hauptquelle Kalteborn	13.6.	11:47	R - li
		11:50	R - re
		11:57	R - li/re
6 Oberlauf Hollerbach	20.6.	15:08	R - 2 li/2 re
8 Erlensuder	20.6.	11:45	V - 2 li/2 re

Die Markierung der Männchen von *Cordulegaster bidentata*

Insgesamt wurden im Untersuchungsgebiet 16 ♂♂ von *C. bidentata* individuell farbmarkiert: elf ♂♂ am 12. Juni am unteren Kalteborn, drei ♂♂ am 13. Juni an der Hauptquelle Kalteborn und je ein weiteres ♂ am 20. Juni am Erlensuder und am Hollerbach (Zeitlicher Ablauf und individuelle Codes siehe Tab. 3).

Am unteren Kalteborn begann die Flugaktivität der ♂♂ am Markierungstag spät (11:02 h) und endete sehr früh (15:25 h), obwohl das Wetter günstig war. Daher wurde die Markierung an diesem Tag um 16:30 h früher beendet als geplant.

Bei dieser Untersuchung konnten keine ♂♂ an demselben Tag wiederbeobachtet werden, an dem sie markiert worden waren. Ebenso wenig traten an der benachbarten Hauptquelle des Kalteborn markierte Individuen auf, obwohl diese zeitgleich untersucht wurde und wo mit 28 Passagen von ♂♂ und drei Eiablagen ein reger Flugbetrieb herrschte.

Zum Auftreten der Männchen von *Cordulegaster bidentata* im Untersuchungsgebiet

Nach dem Hauptmarkierungstag bis zum 18. Juli 2020 wurden an neun Beobachtungstagen in etwa 78 Personenstunden insgesamt etwa 1.050 Bachpassagen von ♂♂ der *C. bidentata* an sieben der acht untersuchten Bäche beobachtet. Von diesen wurden 1.018 Passagen regulär gezählt, die restlichen geschätzt. Tabelle 4 führt die Anzahlen der Passagen aller ♂♂ sowie der markierten ♂♂ über den verschiedenen Quellbächen und während der einzelnen Zähltage auf. Abbildung 8 zeigt einen typischen Patrouillenflug bachaufwärts über der Hauptquelle des Kalteborn am 4. Juli 2020.

Mit 298 Passagen pro Tag wurde am unteren Kalteborn der stärkste Patrouillenbetrieb festgestellt, dicht gefolgt von der Reichen Quelle mit etwa 250 Passagen und dem östlichen Zufluss des Hollerbaches mit 50 Passagen (in nur einer Nachmittagsstunde). Ebenfalls noch intensiv befliegen waren der Bach am Hanslepfe-Weg mit 144 Passagen und die Hauptquelle des Kalteborn mit 133 Passagen. Am Oberlauf des Hollerbaches konnte nur am 20. Juni ein reger Patrouillenbetrieb von *C. bidentata* beobachtet werden. Am 30. Juni war die Art dort nicht mehr anzutreffen, dafür aber ein starker Flugbetrieb von *C. boltonii* (siehe unten). Am oberen Kalteborn waren nur wenige Passagen am Vormittag des 21. Juni zu beobachten. Sonst waren dort entgegen früheren Jahren keine Imagines der *C. bi-*



Abbildung 8: Patrouillierendes Männchen der *Cordulegaster bidentata* an der Hauptquelle des Kalteborn, 04.07.2020. – **Figure 8.** Male *Cordulegaster bidentata* patrolling above the main spring Kalteborn, 04-vii-2020. Photo: BD

dentata anzutreffen. Am Ende der Untersuchungen am 18. Juli wurden im Untersuchungsgebiet ♂♂ der *C. bidentata* nur noch an der Reichen Quelle beobachtet, dort alle unmarkiert, aber in Anzahl, sowie ein ♂ am unteren Kalteborn.

Am unteren Kalteborn und dem Quellbach am Hans-Lepfe-Weg – den beiden Bächen, an denen am 21. Juni die längsten Tageszählungen stattfanden – war ein stetiger Patrouillenbetrieb über den Tag hinweg zu verzeichnen. Abbildung 9 zeigt die sehr ähnlichen Tagesverläufe an diesen benachbarten Bächen. Dabei wird aber auch deutlich, dass der Flugbetrieb an dem nordexponierten, schattigen Bach am Hans-Lepfe-Weg um eine Stunde später am Morgen begann und um eineinhalb Stunden früher am Abend endete als am südexponierten, stärker besonnten unteren Kalteborn.

Von den 804 Patrouillenflügen, zu denen das registriert wurde, führten 644 (80 %) bachaufwärts, die übrigen bachabwärts (Tab. 4). Dabei herrschten an den Bächen unterer Kalteborn, Hauptquelle Kalteborn und Reiche Quelle Bachaufwärtsflüge stark vor (mit 92, 83 und 81 % der Patrouillen). Dagegen lag die Zahl der Bachaufwärtsflüge an den übrigen Bächen deutlich niedriger (zwischen 56 und 68 %).

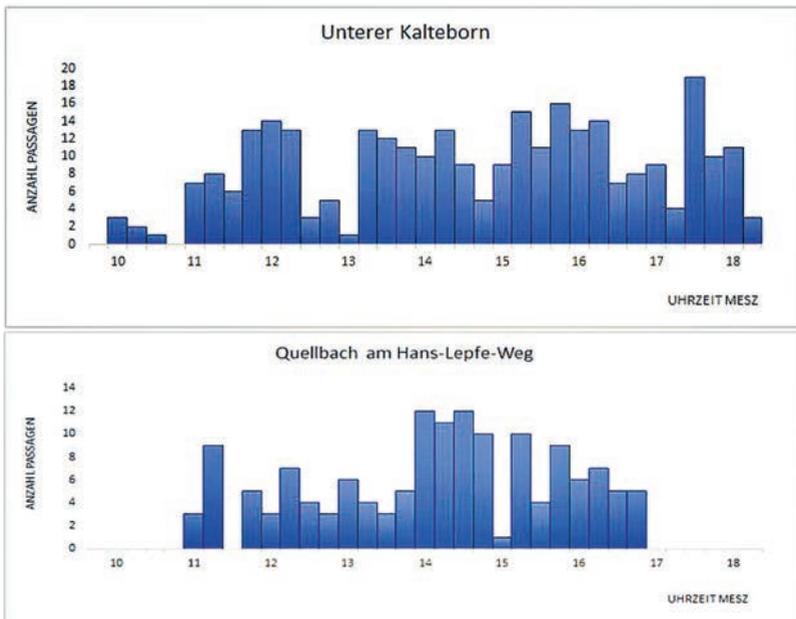


Abbildung 9: Tagesverläufe des Patrouillenbetriebes aller beobachteten ♂♂ von *Cordulegaster bidentata* am 21. Juni 2020 am unteren Kalteborn und am Quellbach am Hans-Lepfe-Weg. – **Figure 9.** Diurnal courses of the patrolling flights of all males of *Cordulegaster bidentata* observed at the streams lower Kalteborn and stream at Hans-Lepfe-forest path on 21-vi-2020.

Tabelle 4: Anzahl der Passagen der ♂♂ von *Cordulegaster bidentata* an den Bächen des Untersuchungsgebietes während der Zähltage (**n**), davon Anzahl der Passagen der markierten ♂♂ (**m**); Anteil der markierten ♂♂ an der Gesamtzahl der ♂♂ [%] und Anzahl der an den Passagen beteiligten markierten Individuen. – **Table 4.** Numbers of males of *Cordulegaster bidentata* passing the forest streams in the study area during the counting days (**n**), numbers of marked males passing (**m**); additionally given the proportion of marked males of the total amount of males [%] and number of marked individuals recorded in flight.

Bachnummer, Bachname	Datum 2020	n	m	Anteil m [%]	Aufwärts- patrouillen	Beteiligte mark. Indiv.
1 Unterer Kalteborn	21.06.	298	4	1,3	276	2
	30.06.	36	0	0	30	0
	04.06.	20	0	0		0
	18.07.	20	0	0		0
2 Oberer Kalteborn	21.06.	9	0	0	6	0
3 Hauptquelle Kalteborn	13.06.	20	18	90	11	1
	17.06.	4	1	25		1
	20.06.	mehrere	?	?		2
	21.06.	133	14	10	50 von 53 Notierten	2
	25.05.	viele	0	0		0
	30.06.	14	9	64	11	1
	18.07.	0	0	0		0
4 Bach Hans-Lepfe-Weg	21.06.	144	0	0	98	0
5 Reiche Quelle	17.06.	58	0	0	52	0
	20.06.	31	0	0	22	0
	21.06.	25	0	0	20	0
	26.06.	90	1	1		1
	30.06.	21	0	0	15	0
	18.07.	viele	0	0		0
6 Oberlauf Hollerbach	20.06.	23	0	0	13	0
7 Östl. Zulauf Hollerbach	20.06.	21	0	0	15	0
	21.06.	50	1	2	24	1
	30.06.	1	0	0	1	0
Total		> 1018	47	4,6		7

Auftreten und Bachwechsel der markierten Männchen

Wie Tabelle 4 zeigt, traten markierte ♂♂ an vier Bächen auf, aber immer nur mit einem oder zwei Individuen je Tag. Insgesamt wurden sieben der 16 markierten ♂♂ wiederbeobachtet. Von den gezählten Passagen der ♂♂ von *C. bidentata* wurden 969 von unmarkierten und 47 von markierten ♂♂ durchgeführt. Letztere absolvierten somit 4,6 % aller gezählten Patrouillen.

Tabelle 5 stellt für die sieben markierten und wiederbeobachteten ♂♂ die Orte, Tage und Flugereignisse zusammen. Bei den Flugereignissen wird zwischen Patrouillen und Luftkämpfen mit anderen ♂♂ unterschieden. Drei ♂♂ wurden nur an den Bächen wiederbeobachtet, an denen sie auch markiert worden waren: das ♂ B-li/re dreimal, die ♂♂ G-li/re und R-x jeweils einmal.

Die übrigen wiederbeobachteten ♂♂ traten dagegen nicht an ihrem Markierungsbach auf, sondern an anderen Bächen. Diese vier **Bachwechsler** werden im Folgenden einzeln betrachtet. Die Verbindungslinien zwischen ihren Markierungsbächen und den Wiederfundbächen sind in Abbildung 10 dargestellt.

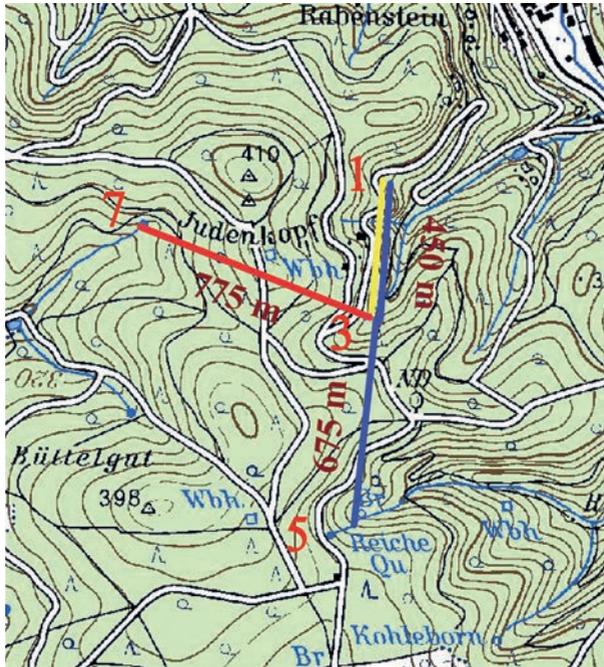


Abbildung 10: Geländekarte des Untersuchungsgebietes mit den als farbige Linien eingezeichneten Direktverbindungen (DV) zwischen den Orten der Markierungen und der Wiederbeobachtungen an anderen Bächen von ♂♂ der *Cordulegaster bidentata*; die Linien zeigen nicht die tatsächlichen, aber unbekannteren Wanderstrecken (Kartengrundlage siehe Legende zu Abb. 1). Zeichenerklärungen: — DV zu ♂ B-re; — DV zu ♂ G-re; — DV zu ♂ R-li/re; rote Zahlen: die Nummern der betroffenen Bäche; braune Zahlen: die Längen der DV in [m]. – **Figure 10.** Field map of the study area in Taunus Mountains, Germany, showing the direct connection lines (DC) between the places of marking and reobservation of males of *Cordulegaster bidentata* at distant streams (section of the topographical map no. 5816, Germany); lines do not show the real routes of migration which are unknown. Signs and symbols: — DC for male B-re; — DC for male G-re; — DC for male R-li/re; red numbers: identification numbers of the streams affected; brown numbers: distances along the lines given in [m].

- **G-re** (Abb. 7) wurde am 12. Juni am unteren Kalteborn markiert und im Verlauf der folgenden Woche an drei verschiedenen Tagen an der Hauptquelle des Kalteborn wiederbeobachtet. Die direkte Entfernung zwischen diesen beiden Quellbächen betrug **450 m**. G-re war am 13. und 21. Juni an der Hauptquelle des Kalteborns jeweils eines der aktivsten patrouillierenden ♂♂. Außerdem mischte es sich dort am 21. Juni kurz in einem Luftkampf zwischen B-r und einem unmarkierten ♂ ein.

Darüber hinaus konnte G-re am 13. Juni zufällig bei einem hohen, gerichteten Flug durch einen geschlossenen Buchenhochwald beobachtet werden (Flughöhe 2,5 m). Die Libelle war noch 4 min vorher bei einer Bachpatrouille an der Hauptquelle des Kalteborn gesehen worden. Der Beobachter JT hatte diese Quelle gerade verlassen und war den Steilhang hinauf zum Hauptweg fast hochgestiegen. Er befand sich etwa 70 m vom Quellbach entfernt und 20 Höhenmeter darüber. G-re flog in 5 m Entfernung geradeaus an ihm vorbei in Richtung der beiden anderen Kaltebornquellen, deren nächste (der obere Kalteborn) von dort noch etwa 300 m entfernt liegt.
- **G-li** wurde am 12. Juni am unteren Kalteborn markiert und am 30. Juni an der Hauptquelle des Kalteborn wiederbeobachtet, als es zwischen 10:56 h und 11:10 h neun Bachpatrouillen durchführte.
- **B-re** wurde am 12. Juni am unteren Kalteborn markiert. Am 20. Juni wurde das Tier bei einer Bachpatrouille an der Hauptquelle des Kalteborn vom dort zufällig beobachtenden M. Frank gefangen und fotografiert. Am 21. Juni um 13:45 h erschien sie plötzlich vor BD und JT in einem Luftkampf mit einem unmarkierten ♂ über der Quellgabel, in welchen sich auch kurz G-re einmischte. Gleich darauf patrouillierte B-re noch viermal über den Quellästen.

Am 26. Juni um 11:50 h wurde B-re von BD an der Reichen Quelle wiederbeobachtet. Diese Quelle liegt **1.125 m** in Direktverbindung vom Markierungsbach entfernt und **675 m** von der Hauptquelle des Kalteborn, wo das Tier zuletzt beobachtet worden war. Wiederum erschien B-re wie aus dem Nichts in einem Luftkampf mit einem unmarkierten ♂. Es war in diesem Fall nicht zu erkennen, ob es sich beim Rivalen um *C. bidentata* oder *C. boltonii* handelte. Jedoch trat *C. boltonii* an diesem Tag an der Reichen Quelle auf, und der Luftkampf fand über einem oft genutzten Sitzplatz dieser Spezies statt. B-re wurde danach nicht mehr gesehen. B-re war das einzige markierte ♂ dieser Untersuchung, das an drei verschiedenen Quellbächen angetroffen wurde.
- **R-li/re** wurde am 13. Juni an der Hauptquelle des Kalteborn markiert und zeigte sich am 21. Juni um 16:50 h kurz am östlichen Zulauf des Hollerbaches. Die Entfernung zwischen den beiden Bächen beträgt **775 m**. Dazwischen liegt ein dicht bewaldeter Bergrücken. Auch R-li/re erschien plötzlich in einem Luftkampf mit einem unmarkierten ♂ und wurde danach nicht mehr gesehen.

Darüber hinaus wurden fast alle markierten ♂♂ in dieser Untersuchung nur selten und kurz an den Bächen beobachtet. Insgesamt wurden nur 36 Passagen dieser Individuen beobachtet, die im Durchschnitt zwei Bachpassagen absolvierten (Tab. 5).

Tabelle 5: Orts- und Tagesangaben zur Markierung und Wiederbeobachtung von Männchen der *Cordulegaster bidentata* im Untersuchungsgebiet sowie Angaben zu den Umständen der Wiederbeobachtungen. – **Table 5.** Information given for the locations and days of marking and rediscovering males of *Cordulegaster bidentata* in the study area and information given for the circumstances of rediscoveries. – Abkürzungen zu den farbmarkierten Männchen, abbreviations on colour signed males: **G** gelb markiert, signed yellow; **B** blau, blue; **R** rot, red, **li** links, left, **re** rechts, right. ¹Markiertes Tier konnte nicht eindeutig identifiziert werden, marked specimen could not be clearly identified.

Markierte und wiederbeobachtete ♂♂	Markierungs-ort	Datum	Wiederfunde			
			Fundort	Datum	Passagen	Kämpfe
G - li	1	12.06.	3	30.06.	9	
G - re	1	12.06.	3	13.06.	16	
			Wald zw. 2 und 3	13.06.	Streckenflug	
			3	17.06.	1	
			3	21.06.	10	1
G - li/re	1	12.06.	1	21.06.	1	
B - re	1	12.06.	3	20.06.	1	
			3	21.06.	4	1
			5	26.06.		1
B - li/re	1	12.06.	1	21.06.	3	
R - li/re	3	13.06.	7	21.06.		1
R - x ¹	3	13.06.	3	20.06.	1	

Das ♂ G-re patrouillierte nach seinem Wechsel vom Markierungsbach an die Hauptquelle des Kalteborns am 13. und 21. Juni 2020 häufig und war dort während der Beobachtungszeit von insgesamt 10 h 35 min der aktivste Flieger (mit insgesamt 27 Patrouillen). Doch dazwischen flog es nur einmal vorbei, am 17. Juni. Es war an diesem Tag also auch anwesend, hielt sich aber kaum am Bach auf.

Die ♂♂ G-li/re und B-li/re wurden je einmal am Markierungsbach wiederbeobachtet; beide flogen nur einmal bzw. in kurzer Folge dreimal vorbei (Beobachtungszeit an diesem Bach und an diesem Tag: 5 h 50 min).

Das ♂ B-re erschien am 26. Juni nur einmal kurz zu einem Rivalenkampf über dem Bach (Reiche Quelle, Beobachtungszeit 7 h 15 min). Das ♂ R-li/re zeigte sich überhaupt nur einmal nach seiner Markierung, ebenfalls zu einem Rivalenkampf (östlicher Zulauf Hollerbach; Beobachtungszeit 55 min). Diese Individuen waren folglich zur Beobachtungszeit im Gebiet anwesend, führten aber keine Patrouillen durch.

Sonstige Beobachtungen an *Cordulegaster bidentata*

Von den 799 Patrouillen der ♂♂ von *C. bidentata*, zu denen die Flugrichtung über dem Bach notiert wurde, führten 655 (82 %) bachaufwärts und 144 (18 %) bachabwärts. Dabei unterschieden sich die Anteile deutlich an den jeweiligen Bächen: 96 % Flüge bachaufwärts am unteren Kalteborn, 68 % am Quellbach am Hans-Lepfe-Weg (beide Werte vom 21. Juni) und 56 % am Hollerbach am 20. Juni.

Die ♂♂ der *C. bidentata* wurden jedoch nicht nur beim Patrouillieren und bei Luftkämpfen über den Quellbächen angetroffen (s.o.), sondern auch regelmäßig neben und abseits der Bäche. Sie jagten über Lichtungen und besonnten Wegabschnitten oder sonnten sich auf Hochstauden und Totästen. Das galt besonders für die jungen Individuen zu Beginn der Flugzeit. Regelmäßig waren auch Abflüge von den Bächen in die Wipfelzone zu beobachten. In zwei Fällen stiegen Tandems in die Baumkronen auf.

Am 4. Juli wurde der zuvor stark von ♂♂ beflogene und zu Eiablagen genutzte untere Kalteborn stark verändert vorgefunden. Dort waren wenige Tage zuvor die dort licht stehenden, erkrankten Altfichten gefällt worden. Stämme und viel Astmaterial lagen massiv auf der Hauptpatrouillenstrecke im gesamten Mittelabschnitt des Quellbaches. Zwar traten dort noch immer einige ♂♂ auf (20 Vorbeiflüge zwischen 10:00 h und 16:00 h), doch patrouillierten diese nur noch andeutungsweise auf wenigen Bachmetern und irrten ansonsten ungerichtet im Gebiet umher. Der massiv von Schlagabraum überdeckte Bachabschnitt wurde nicht mehr überflogen. Stattdessen bogen die Tiere nach der Passage des ungestörten obersten Quellabschnitts seitlich in den Wald ab. Auch die offene, geräumte Schlagfläche wurde von diesen Tieren gemieden.

Weibchen von *C. bidentata* wurden ausschließlich bei der Eiablage gesehen, und zwar in elf Fällen (je vier an der Hauptquelle Kalteborn und am östlichen Zulauf des Hollerbaches, zwei am unteren Kalteborn und einer an der Reichen Quelle). Davon fanden fünf Eiablagen bereits früh in der Flugzeit am 12. und 13. Juni statt. Das ♀, das am 13. Juni von 9:42 h bis 9:47 h am unteren Kalteborn Eier ablegte, flog danach rasch und zielgerichtet in etwa 3 m Höhe quer vom Bach und zur Hangneigung in Richtung oberer Kalteborn ab.

Cordulegaster boltonii im Untersuchungsgebiet

Diese Libelle wurde erstmals am 21. Juni zwischen 12:00 h und 13:30 h an ihrem seit Jahren bekannten Vorkommensplatz an der Reichen Quelle von H.-J. Roland in Form von drei Vorbeiflügen einzelner ♂♂ beobachtet, während gleichzeitig einige ♂♂ von *C. bidentata* patrouillierten (vgl. Tab. 4). Noch fünf Tage vorher war an diesem Bach zwischen 58 Passagen von *C. bidentata* keine *C. boltonii* gefunden worden. Am 26. Juni um 12:48 h wurde wiederum an der Reichen Quelle ein einzelnes ♂ von *C. boltonii* gesehen, das sich auf einem großen Asthaufen über der Quelle sonnte. Auch an diesem Tag patrouillierten dort zahlreiche ♂♂ von *C. bidentata* (vgl. Tab. 4). Am 30. Juni wurden dort zwischen 16:50 h und 17:46 h

sechs Patrouillen von ♂♂ der *C. boltonii* beobachtet, die im quellnahen Abschnitt regulär und reibungslos zwischen 20 Patrouillen von ♂♂ der *C. bidentata* von statten gingen.

Ebenfalls am 30. Juni zwischen 15:40 h und 16:10 h wurde am Hollerbach zwischen der Wegquerung und dem Teich eine reguläre Patrouillenstrecke der *C. boltonii* vorgefunden. Dort herrschte mit 10 Passagen in 30 min ein ausgesprochen starker Flugbetrieb. Darunter befanden sich jedoch keine ♂♂ von *C. bidentata* mehr, obwohl diese dort zehn Tage zuvor ausschließlich patrouillierten (vgl. Tab. 4) und ein *C. bidentata*-♂ farbmarkiert wurde. Weibchen von *C. boltonii* wurden im Untersuchungsgebiet nicht gefunden.

Diskussion

Im Vergleich zu den bisherigen Markierungsuntersuchungen an *C. bidentata* (FRÄNZEL 1985; TAMM 2018a; MASIUS 2019; TAMM & DRESSLER 2020) waren viele Übereinstimmungen zu verzeichnen, wie die Nutzung der Habitatstrukturen und das allgemeine Verhalten der Imagines der *C. bidentata*. Die vorliegende Feldstudie lieferte ein charakteristisches Ergebnis, das auch für die bisherigen Markierungsuntersuchungen an dieser Spezies typisch war. Wiederum wurde rund die Hälfte dieser ♂♂ nach ihrer Markierung nicht mehr wiedergesehen. Bei der vorliegenden Untersuchung war der Anteil der verschwundenen markierten ♂♂ mit 66 % sogar besonders hoch.

Andererseits erbrachte die Untersuchung einige Besonderheiten, die den Verfassern nur z.T. verständlich sind:

- Am Hauptmarkierungstag konnten keine markierten Tiere wiederbeobachtet werden, anders als in den bisherigen Studien. Noch im Vorjahr wurden an der Reichen Quelle am Markierungstag vier von 16 markierten ♂♂ wiederbeobachtet, drei davon sogar zweimal (TAMM & DRESSLER 2020). An einem Bach im Kaufunger Wald wurden sechs von 17 markierten ♂♂ am Markierungstag wiederbeobachtet (TAMM 2018a). Die Gründe für diese unterschiedlichen Wiederbeobachtungszahlen blieben ungeklärt.
- Am Hauptmarkierungsbach wurden nach dem Markierungstag zwar 374 Patrouillen beobachtet, doch befanden sich darunter nur zwei markierte ♂♂ mit zusammen nur vier Vorbeiflügen (1,3 %). Das war weit weniger als in den anderen genannten Markierungsstudien. So wurden an der Reichen Quelle nach dem Markierungstag von den insgesamt beobachteten 193 Patrouillenflügen 53 (27 %) von elf markierten ♂♂ durchgeführt. Am Untersuchungsbach im Kaufunger Wald waren es acht markierte ♂♂, welche 211 (60 %) der 351 Patrouillenflüge absolvierten. Auch im Gesamtuntersuchungsgebiet der vorliegenden Studie war der Anteil der markierten ♂♂ am Patrouillengeschehen mit 4,6 % gering.

- Die sieben markierten und wiederbeobachteten ♂♂ hielten sich, bis auf eine Ausnahme, nur selten und sehr kurz an den Bächen auf (Tab. 5). Fünf von ihnen erschienen jeweils nur einmal in Form einer oder weniger Passagen oder eines kurzen Rivalenkampfes. Zwar zeigte sich auch in den anderen Markierungsstudien ein erheblicher Teil der markierten ♂♂ nur selten an den Bächen, doch gab es auch immer einige Individuen, die an mehreren Tagen zahlreiche Patrouillen flogen. An der Reichen Quelle absolvierten 3 ♂♂ 32 der 53 Patrouillen (60 %) aller dort markierten, wiederbeobachteten 11 ♂♂ (TAMM & DRESSLER 2020). Im Kaufunger Wald absolvierten ebenfalls 3 ♂♂ 162 der 246 Patrouillen (66 %) der markierten, wiederbeobachteten 9 ♂♂ (TAMM 2018a). FRÄNZEL (1985) stellte am Ohbach im Siebengebirge fest, dass 8 ♂♂ 69 der 170 Patrouillen (41 %) der dort markierten, wiederbeobachteten 58 ♂♂ absolvierten.
- Die meisten markierten ♂♂ wurden in dieser Studie nicht am Markierungsbach wiederbeobachtet wie ansonsten in allen anderen publizierten Markierungsstudien. Dort wurden markierte Individuen ausschließlich an den jeweiligen Markierungsbächen beobachtet. Es liegt nur eine unpublizierte Beobachtung eines Bachwechsels eines ♂ im Reinhardswald (Nordhessen) vor (A. Pix pers. Mitt.). Der Nachweis des mehrfachen Bachwechsels bei *C. bidentata* ist eines der wichtigsten Ergebnisse dieser Studie und wird im Folgenden gesondert diskutiert.

Raumnutzung und Bachwechsel bei *Cordulegaster bidentata*

Bislang blieben die Gründe für das Verschwinden der markierten Libellen (s.o) weitgehend ungeklärt und spekulativ (TAMM & DRESSLER 2020). Als ein möglicher Hauptgrund wurde die **Abwanderung an andere Bäche** diskutiert. Über deren Ausmaß konnte aber bisher nur spekuliert werden (LEIPELT 1999). Es lag bisher nur ein einziger Nachweis eines Bachwechsels durch ein ♂ von *C. bidentata* aus dem Reinhardswald vor (A. Pix pers. Mitt.). Ansonsten schlugen alle durchaus nachdrücklichen Bemühungen fehl, Abwanderungen an andere Bäche nachzuweisen (TAMM 2018a; TAMM & DRESSLER 2020). Daher wurde sogar vermutet, dass ein Abwandern „allgemein nur in geringem Maße erfolge“ (TAMM 2018a).

In dieser Arbeit gelang es erstmals, insgesamt fünf Bachwechsel von 4 ♂♂ der *C. bidentata* nachzuweisen, mit einer maximalen Distanz von 1.125 m (Luftlinie). Alle Wechsel fanden dabei überwiegend durch oder über geschlossenen Hochwald statt. Diese weiteste Entfernung deckt sich fast mit der Entfernung von 1.200 m, die A. Pix. feststellte (dort allerdings ein Hin- und Rückwechsel). Auch bei ♂♂ der *C. boltonii* wurden Bachwechselformen in dieser Größenordnung festgestellt, maximal 2.150 m (SCHWEIGHOFER 2008; LAISTER 2012). Die Beobachtung eines markierten ♂ bei einem gerichteten Durchflug des Hochwaldes im Kalteborn-Gebiet hat gezeigt, dass ♂♂ der *C. bidentata* solche Flüge durch den Waldbestand durchführen. Sie besagt natürlich nicht, dass die Dispersionsflüge nicht auch über dem Wald stattfinden können, wo die Art verschiedentlich zu beobachten ist (TAMM 2011; siehe auch das folgende Kapitel).

Dieses Ergebnis deutet darauf hin, dass Bachwechsel – auch über größere Entfernungen und durch geschlossenen Wald – bei *C. bidentata* stattfinden und vermutlich zur normalen Raumnutzung gehören. Für das regelmäßige Abwandern der ♂♂ spricht – neben der generell geringen Wiederfundrate markierter Individuen – auch ihre zumeist seltene und kurze Verweildauer an den Bächen, und das nicht nur in der Reifungszeit, sondern auch später an den Patrouillenstrecken der reifen ♂♂ (TAMM 2018a; TAMM & DRESSLER 2020). Diese spärlichen Aufenthalte waren bei der vorliegenden Untersuchung besonders ausgeprägt.

Das spärliche Auftreten markierter Tiere mag auch eine Besonderheit des Untersuchungsjahres gewesen sein. Noch im Vorjahr konnten in demselben Untersuchungsgebiet, an der Reichen Quelle, durchaus mehrere ♂♂ festgestellt werden, die häufig und über längere Zeit am Bach zu sehen waren (TAMM & DRESSLER 2020). Auch im Kaufunger Wald wurden sieben der neun dort markierten ♂♂ mit jeweils mehr als zehn Patrouillen fast über die gesamte einmonatige Untersuchungszeit angetroffen (TAMM 2018a). Aber an all diesen Bächen gab es auch ♂♂, die nur sporadisch erschienen.

Die hier beschriebenen Bachwechsel von ♂♂ der *C. bidentata* legen jedenfalls nahe, dass eine weiträumige Mobilität und Dispersion regelmäßig auftritt und wohl auch zur Lebensstrategie dieser speziellen Libelle gehört. Das wäre für eine Art, die an insuläre Kleinhabitate inmitten großer Waldgebiete gebunden ist, zweifellos eine günstige Strategie (TAMM 2015).

Weitere Ursachen des häufigen Verschwindens markierter Imagines der *Cordulegaster bidentata*

Das häufige Verschwinden und die oben geschilderte Seltenheit, Kürze und Unstetigkeit des Auftretens vieler ♂♂ der *C. bidentata* an ihren Fortpflanzungsgewässern geht sicherlich nicht allein auf das Abwandern zurück. Das zeigt sich schon daran, dass viele Individuen immer wieder, auch über längere Zeit, an ihrem Markierungsbach gesehen werden, wenn auch nur selten und für kurze Zeit. Ein ♂ im Kaufunger Wald, dessen sehr spezielles Verhalten TAMM (2018a) beschrieb, ließ erkennen, dass manche ♂♂ der *C. bidentata* zwar ortstreu sind, aber nur selten am Patrouillenbetrieb teilnehmen. Das zeigte sich auch bei den beiden Untersuchungen im Taunus (TAMM & DRESSLER 2020; diese Studie). Solche Tiere scheinen keine Ausnahmen zu sein. Ihr Verhalten scheint vielmehr im Normbereich der Spezies zu liegen.

Auch eine Störung mancher sensibler Individuen durch die Markierungsprozedur ist nicht ganz auszuschließen. Zumindest könnte man die oft langen Zeiten zwischen Markierung und Wiederbeobachtung so interpretieren. Im Extremfall zeigten sich im Rahmen der vorliegenden Studie am Markierungstag gar keine markierten Individuen mehr. Andererseits erschienen bei den Untersuchungen im Kaufunger Wald (TAMM 2018a) alle bzw. ein großer Teil der markierten ♂♂ am Markierungstag ein- bis mehrfach wieder am Bach, einzelne schon 30 min nach der Markierung. Auch an der Reichen Quelle traten im Jahr 2019 am Markierungstag vier der 16 markierten ♂♂ noch ein zweites Mal am Bach auf (TAMM

& DRESSLER 2020), wenn auch frühestens 3,5 h nach der Markierung. Die markierten, wiederbeobachteten ♂♂ waren generell vital, flugtüchtig und zeigten ein normales Verhalten. Daher messen die Verfasser der Markierungsprozedur für das gänzliche Verschwinden vieler markierter ♂♂ keine entscheidende Bedeutung bei.

So bleibt festzuhalten, dass das Verschwinden oder seltene Auftreten vieler ♂♂ der *C. bidentata* vor allem erklärbar wird durch häufiges Abwandern und individuell geringe Patrouillenaktivität. Letztere könnten auch damit zusammenhängen, dass die Imagines der *C. bidentata* die Kronenschicht der Wälder intensiv nutzen. Darauf deuten einige Beobachtungen hin (TAMM 2011), die auch im Zuge dieser Untersuchung gemacht wurden (vgl. Kap. Ergebnisse, Sonstige Beobachtungen an *Cordulegaster bidentata*).

Die Anteile dieser Wirkgrößen bleiben jedoch unklar. Um herauszufinden, wo sich die Tiere aufhalten, wenn sie nicht an den Bächen zu sehen sind, müssten viele einzelne Individuen besendert werden.

Populationsgröße

Der extrem hohe Anteil an unmarkierten ♂♂ der *C. bidentata* an den Patrouillstrecken des Untersuchungsgebietes deutet auf eine sehr individuenreiche Metapopulation hin. Nachdem lange Zeit angenommen wurde, dass diese Libelle nur kleine Lokalpopulationen bildet (LEIPELT 1999; STERNBERG et al. 2000; TAMM 2015; WILDERMUTH & MARTENS 2019), hat es sich gezeigt, dass die Art durchaus auch in großen Populationen auftreten kann (FRÄNZEL 1985; TAMM 2018a; MASIUS 2019; TAMM & DRESSLER 2020). Populationsgrößen von mehr als 100 Imagines pro Jahr wären danach nicht ungewöhnlich.

Im hier behandelten Untersuchungsgebiet ergibt eine Überschlagsrechnung nach dem Prinzip der Fang-Wiederfang-Methode (SOUTHWOOD 1978; FRÄNZEL 1985) eine Gesamtzahl von 346 ♂♂. Dies dürfte allerdings kaum der tatsächlichen Situation entsprechen. Unsere Untersuchungen haben ja gerade gezeigt, wie der regelmäßige Individuenaustausch innerhalb der Metapopulation sowie die versteckte Lebensweise mancher ♂♂ die Voraussetzungen für diese Berechnungsart zunichtemachen (Näheres zu den Grundbedingungen der Berechnungsart bei TAMM & DRESSLER 2020). Für eine verlässliche Bestimmung der Populationsgrößen von *C. bidentata* sind neben den Erfassungen der Imagines auch die quantitative Erfassung der Larven und Exuvien erforderlich.

Phänologie

Im Jahr 2020 zeigte *C. bidentata* im Untersuchungsgebiet deutliche phänologische Abweichungen von der Norm (vgl. TAMM 2018a; WILDERMUTH & MARTENS 2019; TAMM & DRESSLER 2020). Während das Erscheinen der ersten Exuvien am 26. Mai noch im Normbereich lag, konnte am 2. und 8. Juni bereits ein reger Patrouillenbetrieb am unteren Kalteborn und an der Hauptquelle Kalteborn festgestellt werden, ein ungewöhnlich früher Zeitpunkt, der weder in der zusammenfassenden

Literatur genannt wird (WILDERMUTH & MARTENS 2019) noch vom Erstautor bei seinen großflächigen Kartierungen der Imagines von *C. bidentata* in den Vorjahren beobachtet wurde (TAMM 2012, 2015, 2016, 2017). Auch die Eiablage am 8. Juni an der Hauptquelle des Kalteborns ist nach den genannten Grundlagen als extrem früh zu bewerten. Dieser extrem frühe Beginn des Reproduktionsverhaltens dürfte auf das anhaltend sonnig-heiße Wetter der zweiten Maihälfte des Jahres 2020 zurückzuführen sein, das das Heranreifen im Sinne der Van't Hoff'schen Regel beschleunigt haben dürfte.

Das Ende der Jahresflugzeit der *C. bidentata* konnte bei dieser Untersuchung nicht ermittelt werden, weil diese zuvor wegen des Verschwindens markierter Individuen beendet wurde. Das Verschwinden der Imagines an vielen des Untersuchungsgebiets bis zum 18. Juli deutet jedoch auch auf ein sehr frühes Ende der Flugzeit hin. Besonders früh und auffällig war dies am östlichen Zulauf des Hollerbaches zu beobachten. Dort herrschte noch am 21. Juni ein starker Flugbetrieb mit zahlreichen Patrouillen, Kopulationsversuchen und Eiablagen. Doch schon 10 Tage später flog dort in einer Beobachtungszeit von 50 min nur noch ein ♂ vorbei. Die Juni-Juli-Wende ist bzw. war normalerweise die zentrale Flugzeit der *C. bidentata* (siehe die o.g. Literatur).

Flugaktivität

Eine ganztägige Beobachtung der Flugaktivität fand methodenbedingt nur am 21. Juni, dem Hauptzähltag, an zwei Bächen statt (Abb. 9). Dort herrschte ein relativ ausgeglichener Flugbetrieb. Leichte Unterschiede im Flugbetrieb an den Bächen sind über die unterschiedliche Sonnenexposition interpretierbar. Ausgeprägte Aktivitätsspitzen am Vormittag und/oder frühen Abend, wie im Vorjahr an der Reichen Quelle (TAMM & DRESSLER 2020), im Kaufunger Wald (TAMM 2018a) oder in anderen untersuchten Gebieten (BLANKE 1984; FRÄNZEL 1985; DOMBROWSKI 1989; STEPHAN 1998; STERNBERG et al. 2000) waren nicht zu verzeichnen.

Die ♂♂ der *C. bidentata* patrouillieren vor allem bachaufwärts. Nur ein Teil der Rückflüge wird ebenfalls als Patrouille über den Bächen durchgeführt. Die übrigen Rückflüge finden i. d. R. einige Meter neben und parallel zu den Bächen im schnellen Direktflug statt (FRÄNZEL 1985; STERNBERG et al. 2000; MÜLLER 2000; WILDERMUTH & MARTENS 2019). Im Untersuchungsgebiet führten insgesamt 80 % der Bachpatrouillen der ♂♂ bachaufwärts. Bei getrennter Betrachtung der Bäche werden jedoch zwei Falltypen erkennbar: Bei dem einen liegt der Anteil an Bachaufwärts-Patrouillen mit 81 bis 92 % sehr hoch. Bei dem anderen Falltyp liegt er mit 68 bis 56 % deutlich niedriger. Beide Falltypen wurden auch bei anderen Untersuchungen vorgefunden. Von stark vorherrschenden Bachaufwärts-Patrouillen berichten FRÄNZEL (1985), STERNBERG et al. (2000) und MÜLLER (2000). Dagegen stellten TAMM (2018a) und TAMM & DRESSLER (2000) mit Anteilen der Bachaufwärtsflüge um 60 % vor allem den zweiten Falltyp fest. Die Ergebnisse an der Reichen Quelle deuten allerdings daraufhin, dass Bäche nicht fest diesen „Falltypen“ zugeordnet werden können. Denn dort lag der Anteil der

Bachaufwärts-Patrouillen im Jahr 2019 bei 57 % (TAMM & DRESSLER 2020), im Jahr 2020 aber bei 81 %. Als Ursachen für das variable Verhältnis zwischen Bachaufwärts- und Bachabwärtsflügen kommen also neben den Bachstrukturen auch variable Größen in Betracht wie das Wetter oder die unterschiedliche Präsenz von ♀♀ am Bach.

Nach einem Kahlschlag am unteren Kalteborn und der teilweisen Abdeckung des Baches durch massive Astabfälle war das Patrouillengeschehen am Bach stark gestört, fand jedoch noch andeutungsweise auf Teilabschnitten statt. Das bestätigt den starken Schadeinfluss, den solche Astdecken auf die Imagines von *C. bidentata* haben. Sie führen bei noch stärkerer Abdeckung auf längeren Bachabschnitten zum Verlassen der Bäche, wie im nordhessischen Bergland schon zweimal zu beobachten war (TAMM 2015, 2018a)

Cordulegaster boltonii* im Habitat der *C. bidentata

Das gemeinsame Auftreten von *C. boltonii* und *C. bidentata* im Untersuchungsgebiet ist seit einigen Jahren bekannt (TAMM & DRESSLER 2020). Solche syntopen Vorkommen sind selten zu beobachten (GEIJSKES 1935; FRÄNZEL 1985; BUCHWALD 1988; STEPHAN 1998; PIX 2009). Bei syntopen Vorkommen der Imagines war zumeist nur eine enge Nachbarschaft verschiedener engräumig verzahnter Habitate festzustellen (TAMM 2013; A. Pix pers. Mitt.).

An der Reichen Quelle trat *C. boltonii* in den Vorjahren stetig auf, allerdings jeweils immer nur in Form eines einzelnen ♂ (TAMM & DRESSLER 2020). Das jeweils anwesende Individuum nahm nicht am Patrouillengeschehen über dem Bach teil, sondern saß zumeist auf besonnten, niedrigen Totästen oder auf einem Asthaufen nahe am Quellbach. Von dort aus startete es regelmäßig Angriffsflüge auf die vorbeipatrouillierenden ♂♂ der *C. bidentata*. Im Untersuchungsjahr 2020 traten an der Reichen Quelle wiederum ♂♂ von *C. boltonii* auf, die über dem Bach patrouillierten oder sich auf großen Asthaufen sonnten.

Im späteren Verlauf patrouillierten beide Arten gemeinsames und reibungslos über demselben Bachabschnitt, was – soweit es den Verfassern bekannt ist – noch nicht beobachtet wurde. Warum dies just an diesem Bach möglich war, sonst aber kaum auftritt, muss offen bleiben.

Auch am Hollerbach unterhalb der Wegquerung konnte ein gemeinsames Vorkommen der beiden *Cordulegaster*-Arten entdeckt werden. Dort wurde allerdings kein synchrones Nebeneinander beobachtet wie an der benachbarten Reichen Quelle, sondern ein sukzessives Nacheinander der beiden Arten. Dort wechselte von einer Woche auf die andere die Artengarnitur. Auch zu diesem Befund fehlt den Verfassern eine schlüssige Erklärung. Es lässt sich jedoch vermuten, dass die ♂♂ der *C. bidentata* an diesem schon etwas breiteren und nur noch schwach geneigten Bach (Abb. 5) am Rande ihres Habitatspektrums lebten, während die Bachverhältnisse für *C. boltonii* günstig erschienen. So könnte diese Art nach ihrem späteren Erscheinen die andere verdrängt haben.

Diese Beobachtungen wären ein weiterer Hinweis darauf, dass die oft beobachtete Dominanz und Kampfüberlegenheit der *C. bidentata* über *C. boltonii* (GEIJSKES

1935; ILLIES 1952; TAMM 2013) nicht absolut gilt. Schon die im Vorjahr von TAMM & DRESSLER (2020) an der Reichen Quelle oft beobachteten Kampferfolge des(r) anwesenden Männchen von *C. boltonii* deuteten darauf hin, dass die Überlegenheit der einen oder der anderen Spezies von den jeweiligen Umständen anhängen könnte.

Danksagung

Unser besonderer Dank gilt Frau Erika Dressler, die unsere Untersuchung an vielen Tagen im Gelände begleitete und bei den Zählungen der Imagines mitwirkte, sowie den Herren Matthias Fehlow, Michael Frank, Joachim Hustedt, Hanns-Jürgen Roland und Reinhard Teuber als sachkundigen und geduligen Mitbeobachtern im Gelände über viele Stunden. Dem örtlich zuständigen Revierförster, Herrn Peter-Friedrich Lepke, danken wir für die Abklärung der hier verwendeten Flurnamen und die eingeleiteten forsttechnischen Rücksichtnahmen auf die Quellbäche des Untersuchungsgebietes. Dem Land Hessen danken wir für die erforderliche Fanggenehmigung.

Literatur

- BLANKE D. (1984) Untersuchungen zur Lebensweise von *Cordulegaster bidentatus* Sélys, 1843. Diplomarbeit Univ. Göttingen
- BUCHWALD R. (1988) Die Gestreifte Quelljungfer *Cordulegaster bidentatus* (Odonata) in Südwestdeutschland. *Carolinea* 46: 49–64
- DOMBROWSKI A. (1989) Ökologische Untersuchungen an *Cordulegaster bidentatus* Sélys, 1843. Diplomarbeit Univ. Göttingen
- FRÄNZEL U. (1985) Öko-ethologische Untersuchungen an *Cordulegaster bidentatus* Sélys, 1843 (Insecta: Odonata) im Bonner Raum. Diplomarbeit Univ. Bonn
- GEIJSKES D. (1935) Faunistisch-ökologische Untersuchungen am Röserenbach bei Liestal im Basler Tafeljura. *Tijdschrift voor Entomologie* 78: 249–382
- LAISTER G. (2012) Ortstreue und Gewässerwechsel von *Cordulegaster boltonii* (Odonata: Cordulegastridae). *Libellula* 31: 113–130
- LEIPELT K.G. (1999) *Cordulegaster bidentata* Selys und *Cordulegaster boltonii* (Donovan) (Odonata: Cordulegastridae) im nördlichen Harzvorland. *Braunschweiger naturkundliche Schriften* 5: 849–856
- MASIUS P. (2019) Die Gestreifte Quelljungfer (*Cordulegaster bidentata* Selys, 1843) im nördlichen Hunsrück: Erste Ergebnisse unter besonderer Berücksichtigung der Erfassungsmethodik (Odonata, Cordulegastridae). *Decheniana* 172: 142–157
- MÜLLER H. (2000) Untersuchungen zu *Cordulegaster heros* Theischinger, 1979, und *C. bidentata* Selys, 1843. Teil I: Imagines. *Anax* 3: 19–22
- PIX A. (2009) Die Cordulegastriden im Reinhardswald. *Libellen in Hessen* 2: 47–51
- SCHWEIGHOFER W. (2008) Syntopes Vorkommen von *Cordulegaster boltonii* und *C. heros* an einem Bach im westlichen Niederösterreich (Odonata: Cordulegastridae). *Libellula* 27: 1–32

- SOUTHWOOD T.R.E. (1978) *Ecological Methods*. Chapman & Hall, London, New York
- STEPHAN U. (1998) Untersuchungen zur Habitatbindung der Quelljungferarten *Cordulegaster boltonii* (Donovan 1897) und *Cordulegaster bidentata* (Selys 1843) in Waldbächen des Mittleren Schwarzwaldes unter besonderer Berücksichtigung der Larvalökologie. Diplomarbeit Univ. Freiburg
- STERNBERG K., R. BUCHWALD & U. STEPHAN (2000) *Cordulegaster bidentata* (Sély, 1843). In: STERNBERG K. & R. BUCHWALD (Ed.) *Die Libellen Baden-Württembergs*. Band 2: 173–190. Ulmer, Stuttgart
- 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. (2012) *Cordulegaster bidentata* in Hessen mit besonderer Berücksichtigung ihrer Bindung an den geologischen Untergrund (Odonata: Cordulegastridae). *Libellula* 31: 131–154
- 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: 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. (2016) Die Gestreifte Quelljungfer *Cordulegaster bidentata* im Lahn-Dill-Bergland: ihre Verbreitung und Anmerkungen zu Ökologie und Verhalten (Odonata: Cordulegastidae). *Libellen in Hessen* 9: 55–74
- TAMM J. (2017) Zum Vorkommen der Gestreiften Quelljungfer *Cordulegaster bidentata* im östlichen Taunus. *Libellen in Hessen* 10: 57–67
- 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
- WILDERMUTH H. & A. MARTENS (2019) *Die Libellen Europas*. Quelle & Meyer, Wiebelsheim

Manuskripteingang: 23. Oktober 2020