

Emergenzerfassung von Gomphiden an fünf Badeplätzen des Wohlensees bei Bern, Schweiz (Odonata: Gomphidae)

Elisabeth Koene

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

Abstract

Emergence monitoring of gomphids at five bathing sites of the Wohlensee near Berne, Switzerland (Odonata: Gomphidae) – Northwest of Berne (Switzerland), exuviae of three gomphid species were collected almost daily in 2018, 2019, and 2020 at the middle reaches of the Aare, in the transition to the dammed Wohlensee. A total of 1,579 exuviae of *Ophiogomphus cecilia*, 3,458 exuviae of *Gomphus vulgatissimus* and seven exuviae of *Onychogomphus f. forcipatus* were recorded. Most of *O. cecilia* emerged at Stägmattsteg and *O. f. forcipatus* emerged only there. Most of *G. vulgatissimus* emerged at Wohleibrügg 3 km below, where the water flows more slowly. For the latter species the earliest start of emergence occurred on May 7th 2020, for *O. cecilia* on May 29th 2020, and for *O. f. forcipatus* on June 22th 2018. The emergence period lasted 41–57 days for the earliest species, *G. vulgatissimus*, 52–63 days for the latest species, *O. cecilia*, and 9–11 days for the few *O. f. forcipatus* emerging in the overlapping period. In *G. vulgatissimus* the sex ratio was balanced, however in *O. cecilia* many more females emerged. The most important emergence dates are related to the water temperature.

Zusammenfassung

Nordwestlich von Bern (Schweiz) wurden 2018, 2019 und 2020 am Mittellauf der Aare, im Übergang zum gestauten Wohlensee, fast täglich Exuvien von drei Gomphidenarten gesammelt. Insgesamt wurden 1.579 Exuvien von *Ophiogomphus cecilia*, 3.458 Exuvien von *Gomphus vulgatissimus* und sieben Exuvien von *Onychogomphus f. forcipatus* erfasst. Die meisten *O. cecilia* schlüpften beim Stägmattsteg, *O. f. forcipatus* nur dort und die meisten *G. vulgatissimus* bei der 3 km unterhalb liegenden Wohleibrügg, wo das Wasser langsamer fließt. Frühster Schlupfbeginn war für letztere Art am 7. Mai 2020, für *O. cecilia* am 29. Mai 2020 und für *O. f. forcipatus* am 22. Juni 2018. Die Emergenzperiode dauerte für die früheste Art *G. vulgatissimus* 41–57 Tage, für die späteste Art *O. cecilia* 52–63 Tage und für die wenigen in deren Überschneidungszeit schlüpfenden *O. f. forcipatus* 9–11 Tage. Das Geschlechterverhältnis war bei *G. vulgatissimus* ausgeglichen, dagegen schlüpften bei *O. cecilia* deutlich mehr Weibchen. Die wichtigsten Emergenzdaten werden in Beziehung zur Wassertemperatur gesetzt.

Einleitung

Die Gomphiden *Gomphus vulgatissimus*, *Ophiogomphus cecilia* und *O. f. forcipatus* gelten als Auenkennarten (RUST-DUBIE et al. 2006) und werden als Arten mit seit 1987 stabilem Vorkommen in der Schweiz beschrieben (WILDERMUTH et al. 2005). Die drei Arten wurden 2020 in der Roten Liste der Schweiz herabgestuft, da seit 2000 viele neue Meldungen erfolgten. *Ophiogomphus cecilia* ist seltener als die beiden anderen Arten und hat den Status verletzlich (VU) mit mittlerer Priorität 3. *Gomphus vulgatissimus* und *O. f. forcipatus* sind nicht gefährdet (LC). Die drei Gomphiden und *Calopteryx splendens* gehören zu den vier Leitarten des Epipotamals (CHOVANEC 2018).

Ophiogomphus cecilia gilt als guter Indikator für naturnahe, reich strukturierte Fließgewässer (FRIEDRITZ et al. 2018). In der Schweiz kommt sie in Mittelläufen großer und kleiner Tieflandflüsse in der Barben- und Äschenregion, meist unterhalb von Seen vor. Ihre Larven bevorzugen höhere Fließgeschwindigkeiten und grobsandigeren Flussgrund als andere Gomphiden (VONWIL 2013). Große Larven-Populationen können an den Mittel- und Unterläufen des Tieflandes, bis weit ins Potamal auftreten (SUHLING et al. 2003: 597). Die Larven von *G. vulgatissimus* bevorzugen detritushaltige, feinsandige (SUHLING & MÜLLER 1996: 88, 93) und strömungsberuhigte Flussbereiche mit wärmeren flachen Stellen (OSTERWALDER 2007: 14), die sie auch aktiv aufsuchen. Dagegen lieben die Larven von *O. f. forcipatus* den Oberlauf von Flüssen mit vegetationsfreiem, feinkiesigem bis sandigem Grund oder Kiesgruben (SUHLING & MÜLLER 1996: 92–95; WILDERMUTH & MARTENS 2014: 424).

An einer Ufermauer der Aare im Übergangsbereich zum Wohlensee nordwestlich von Bern wurden am 26. Juli 2016 durch Zufall 44 Exuvien und ein schlüpfendes Tier von *O. cecilia* entdeckt. Im Sommer 2017 fand daraufhin an 44 Tagen eine gezielte Exuvienerfassung in einem Teilabschnitt statt. Neben 410 Exuvien von *O. cecilia* wurden acht von *G. vulgatissimus* und drei von *O. f. forcipatus* nachgewiesen. Eine erweiterte Studie in den Jahren 2018, 2019 und 2020 sollte mehr Daten zu Häufigkeit, Abundanz und Schlupfzeit der drei Arten am Wohlensee liefern.

Untersuchungsgebiet

Die Aare entspringt dem Finsteraarhorn in den Berner Alpen und fließt nach 295 km bei Klingnau/Koblentz (Kanton Aargau) in den Rhein. In zahlreichen Kraftwerken entlang der Aare wird die Wasserkraft genutzt und der Abfluss reguliert. Zuerst durchfließt sie den Brienzer- und Thunersee, den durch eine Stau-mauer gestauten Wohlensee, den kleinen Niederriedstausee und den Bielersee. Die Abflussmenge wird beim Ausfluss aus dem Thunersees reguliert und beträgt im Jahresmittel 100 m³/s, mit Schwankungen zwischen 34 m³/s im Winter und 300 m³/s im Sommer. Die Aare ist zu Beginn ein kühler Fluss. Sie erreichte Anfang August 2018 vor dem Brienzersee (Bundesmessstation Brienzwiler) etwa

10°C und wärmte sich bis zum Ausfluss des Thunersees bei Thun bis auf 22°C auf. Dieselbe Temperatur wurde in Bern Schönau, in der dem Wohlensee nächsten Bundesmessstation, festgestellt (Tab. 5). Seit 2018 ist eine Erwärmung der Wassertemperatur im Sommer um etwa 2°C mit mehr Erholungssuchenden deutlich wahrzunehmen. Im Winter fallen die Temperaturen auf 4°C bis 5°C (BAFU 2020).

Das Untersuchungsgebiet liegt im Nordwesten von Bern, im Übergang von der rasch fließenden Aare zum oberen Teil des Wohlensees (Abb. 1). Innerhalb des Untersuchungsgebietes wurden fünf Transekte ausgewählt, an denen die Exuvien-erfassung erfolgte. Die Gewässerbreite nahm durch den Aufstau von 100 m beim Stägmattsteg, 46°57'57" N, 7°23'6" E, 485 m ü. NHN mit den Transekten 1), 2) und 3) bis zur 3 km unterhalb liegenden Wohleibrügg, 46°57'59.6" N, 7°21'31" E, 482 m ü. NHN mit den Transekten 4) und 5) bis auf 300 m zu. Dazwischen lag eine große Flussschleufe (Abb. 1). Die größte Tiefe bei den Brücken betrug 6–8 m. Der Verlandungsprozess wurde in den letzten Jahren an neu entstandenen kleinen Inseln am Ufer gut sichtbar. Der Wohlensee emittiert eine erhebliche Menge Methan (EAWAG 2010). In den Abbildungen 2–6 sowie in Tabelle 1 werden die untersuchten Transekte charakterisiert.

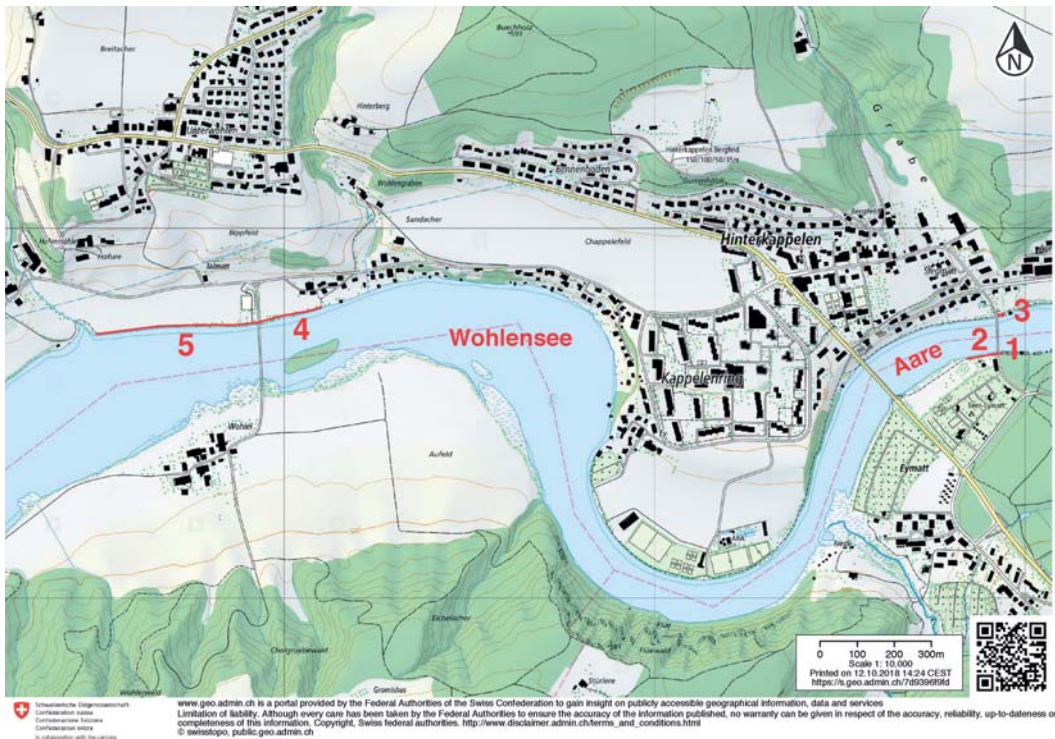


Abbildung 1: Lage der fünf untersuchten Transekte (rot) mit unterschiedlichen Längen im Übergang der Aare zum Wohlensees (Kanton Bern, Schweiz). Fließrichtung von Ost nach West. – **Figure 1.** Location of the five studied transects (red) with different lengths in the transition between the Aare and Wohlensee (Canton Berne, Switzerland). Flow direction east to west.



Abbildung 2: Transekt 1) Stägmattsteg Bern Ost, 13.08.2017. – **Figure 2.** Transect 1) Stägmatt Berne East, 13-viii-2017. Photo: EK



Abbildung 3: Transekt 2) Stägmattsteg Bern West, Blick nach Westen, 23.10.2018. – **Figure 3.** Transect 2) Stägmattsteg Berne West, view to the west, 23-x-2018. Photo: EK



Abbildung 4: Transekt 3) Stägmattsteg Hinterkappelen Ost, 12.02.2019. – **Figure 4.** Transect 1) Stägmattsteg Hinterkappelen East, 12-ii-2019. Photo: EK



Abbildung 5: Transekt 4) Wohleibrügg Wohlen Ost. Blick nach Osten, 28.08.2018. – **Figure 5.** Transect 4) Wohleibrügg Wohlen East, view to the east, 28-viii-2018. Photo: EK



Abbildung 6: Transekt 5) Wohleibrügg Wohlen West, Blick nach Osten zur Brücke, 21.04.2019. – **Figure 6.** Transect 5) Wohleibrügg Wohlen West, view to the east to the bridge, 21-iv-2019. Photo: EK

Table 1: Kurzcharakteristik der untersuchten fünf Transekte (Tr) am Wohlensee (Schweiz).
 – **Table 1.** Brief characteristics of the five transects (Tr) at Wohlensee (Switzerland).

Tr	Ortslage	Länge	Kurzbeschreibung
1)	Stägmattsteg Bern Ost	15 m	linkes Ufer: $\frac{1}{3}$ natürliches Ufer mit Sträuchern, kleine Bucht; $\frac{2}{3}$ Betonmauer 1 m aus dem Wasser ragend (Abb. 2), alter Brückenkopf teilweise unter der neuen Velo- und Fußgängerbrücke, in die Strömung ragend, Sohle mit großen Steinen. 1 km oberhalb liegt ein Naturschutzgebiet mit großer Flachwasserzone, wo es Schilf- und Rohr-Glanzgrasröhricht hat.
2)	Stägmattsteg Bern West	98 m	linkes Ufer: 18 m Betonrampe für Ein- und Ausstieg der Erholungssuchenden und Plattform für Ruderklub, 80 m Liegewiese mit Uferbefestigung aus liegenden Holzbalken, nur 10–20 cm aus dem Wasser ragend (Abb. 3), am Ufer ein 30 cm breiter, natürlicher und vielfältiger Krautstreifen, 30 Motorbootsplätze, anschliessend westlich Schilfröhricht und deshalb davor vermehrt Sedimentablagerungen
3)	Stägmattsteg Hinterkappelen Ost	22 m	rechtes Ufer: $\frac{1}{3}$ Ufer steil, mit großer Silberweide und einzelnen Blocksteinen befestigt und beschattet, $\frac{1}{3}$ mit Betonmauer und liegenden Holzbalken befestigt, $\frac{1}{3}$ mit Blocksteinen und betoniertem Bacheinlauf verbaut, Böschung mit Gras und Treppe (Abb. 4). Die Kiessohle am Ufer fällt nach 3 m stark ab. Flussaufwärts gibt es eine breite Flachwasserzone mit <i>Potamogeton pectinatus</i>
4)	Wohleibrügg Wohlen Ost	182 m	rechtes Ufer: $\frac{1}{2}$ Ufer an der Basis mit Blocksteinen gesichert, $\frac{1}{2}$ mit Betonwänden für 32 Motorbootsplätze verbaut. $\frac{1}{4}$ mit großen Bäumen meist Silberweiden beschattet (Abb. 5). Liegewiesen beidseits des Uferweges, 30 cm breiter Krautstreifen am Ufer natürlich und vielfältig, meist nur 30 cm hoch, Flachufer 2–3 m breit
5)	Wohleibrügg Wohlen West	442 m	rechtes Ufer: $\frac{1}{2}$ Ufer an der Basis mit Blocksteinen gesichert, $\frac{1}{2}$ mit Betonwänden für 84 Motorbootsplätze verbaut (Abb. 6). $\frac{1}{2}$ mit großen Bäumen beschattet, vor allem am Westende (Silberweiden, Schwarz- und Grauerlen, Feldahorn u.a.). Liegewiesen beidseits des Uferweges, 30 cm breiter Krautstreifen am Ufer natürlich und vielfältig, die letzten 150 m am Westende bis 2 m breit und 1 m hoch, vom Biber geprägt. Biberschlipfe werden von Gomphidenlarven als Ausstieg benutzt, Flachufer 4–6 m breit mit feinem Sediment

Untersuchungsmethode

Die Uferbereiche wurden 2018–2020 in allen fünf Transekten abgeschritten, vom Beginn der Emergenz an bis zu deren Ende. Dabei wurde möglichst täglich beim Stägmattsteg in 30–45 Minuten (135 m in den Transekten 1), 2) und 3)) sowie alle zwei bis sechs Tage bei der Wohleibrügg in vier Stunden (624 m in den Transekten 4) und 5)) nach Exuvien gesucht. Ab 2019 wurde zum Schutz der schlüpfenden Libellen ein Krautstreifen von 30–40 cm Breite von Mai bis August nicht gemäht und deshalb mittels eines Steckens abgesucht. Das Aufsammeln wurde in Schönwetterperioden durch den Badebetrieb erschwert. An solchen Tagen wurden die Transekte vor und nach dem intensiven Badebetrieb besucht (09:00 und 19:00 Uhr) oder an Wochenenden (Transekt 4) und 5)) gemieden. Exuvienverluste durch den Badebetrieb oder starken Wind können nicht ausgeschlossen werden.

Die gesammelten Exuvien wurden am selben Tag nach Art und Geschlecht (Bestimmungsschlüssel KOHL 1998; BROCHARD et al. 2012) bestimmt und ausgezählt. Dabei wurden einige Flügelfunde von gefressenen, frisch geschlüpften Imagines bei fehlender Exuvie miterfasst. Die so gewonnenen Daten wurden nach Datum, Transekt und Jahr in Tabellen aufgelistet, die Jahressummen, die kumulierten Emergenzen in % errechnet und der EM_{50} ermittelt (Abb. 13–16). Um die unterschiedliche Länge der Transekte zu berücksichtigen, wurde die Jahresabundanz als Jahresanzahl Exuvien pro Meter Uferlänge berechnet und abgebildet (Abb. 9–12). Die Entwicklung wurde auch detailliert in den einzelnen Transekten aufgezeigt (Abb. 11, 12). Um eine mögliche negative Auswirkung des Bootshausbaus auf die Gomphiden im Transekt 2) nachzuweisen, wurde dieser 2019 (ein Jahr vor dem Bau) in drei Abschnitte (vor dem Haus, Haus, nach dem Haus) aufgeteilt.

Die Messdaten der Wassertemperaturen und Abflusssmengen wurden von der eidgenössischen Messstelle LH 2135 Schönau, an der Aare bei Bern, entnommen, 502 m ü. NHN (BAFU 2020). Dies ist etwa 19 km Fließstrecke oberhalb Transekt 1) mit 485 m ü. NHN. Vor Ort wurden keine eigenen Messungen gemacht.

Um die Daten mit denjenigen anderer Autoren (SUHLING & MÜLLER 1996: 47) und anderer Flüsse zu vergleichen, war es nötig, die Summe der Tagesmittel der Wassertemperaturen vom Jahres- bis zum Emergenzbeginn, die Emergenzdauer in Tagen und den Durchschnitt der drei Jahre zu berechnen (Tab. 5, 6).

Ergebnisse

Häufigkeit und Abundanz von *G. vulgatissimus* und *O. cecilia*

Emergenzen bei den zwei Brücken 2018–2020

In den drei Untersuchungsjahren wurden insgesamt 3.458 Exuvien von *G. vulgatissimus* und 1.579 Exuvien von *O. cecilia* gesammelt. Die Exuvienanzahl unterschied sich deutlich nach Standort und Jahr.

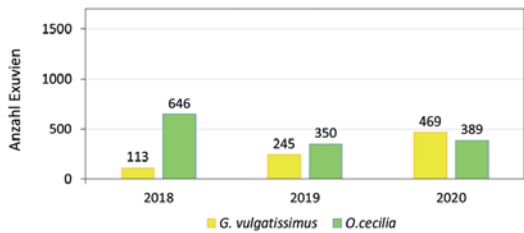


Abbildung 7: Exuviensumme der Transekte 1)+2)+3) beim Stägmattsteg (135 m Uferlänge). – **Figure 7.** Sum of the exuviae of transects 1)+2)+3) at Stägmattsteg (135 m shore length).

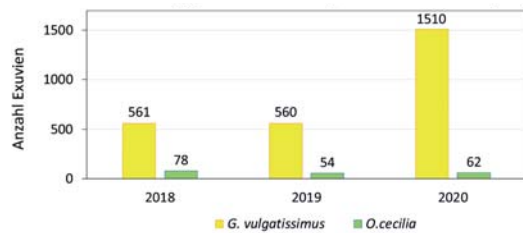


Abbildung 8: Exuviensumme der Transekte 4)+5) bei der Wohleibrügg (624 m Uferlänge). – **Figure 8.** Sum of the exuviae of transects 4)+5) at Wohleibrügg (624 m shore length).

Auffallend war beim Stägmattsteg (Abb. 7) die hohe Anzahl der Exuvien von *O. cecilia* mit dem Maximum 2018 und die von Jahr zu Jahr steigende Anzahl der Emergenzen von *G. vulgatissimus*, die 2020 sogar größer war als die bei der später schlüpfenden Art.

Bei der Wohleibrügg (Abb. 8) kamen *O. cecilia*-Exuvien nur spärlich an Land, aber *G. vulgatissimus*-Exuvien waren reichlich vorhanden – 2020 beinahe das Dreifache der Vorjahre. Am 22. Mai 2020 wurden, nach zwei Tagen Schlüpfzeit, die Höchstanzahl von 325 Exuvien eingesammelt. Dies entspricht 0,5 Exuvien pro Meter Uferlänge und einem Fünftel der Jahressumme. Das Absuchen des Ufers dauerte ausnahmsweise sechs statt vier Stunden.

Jahresabundanzen bei den beiden Brücken

Fasst man die Ergebnisse der drei Transekte beim Stägmattsteg 1), 2) und 3) mit den 135 m Uferlänge und die beiden Transekte bei der Wohleibrügg 4) und 5) mit den 624 m zusammen, stellt man bei den beiden Brücken große Unterschiede zwischen den beiden Hauptarten fest (Abb. 9, 10). Beim Stägmattsteg waren die Abundanzen höher als bei der Wohleibrügg. Besonders groß war der Unterschied für *O. cecilia*.

Beim Stägmattsteg nahm die Abundanz von *G. vulgatissimus* (Abb. 9) von 2018 bis 2020 stark zu, übertraf 2020 sogar diejenige der späteren Art. Die Abundanz von *O. cecilia* erreichte 2018 Spitzenwerte von 4,8/m, sank 2019 auf 2,6 und stieg 2020 leicht an. Das Verhältnis *G. vulgatissimus* zu *O. cecilia* betrug 2018 1:6 und sank 2019 auf 1:1,4, 2020 auf 1:0,8.

Bei der Wohleibrügg war die Abundanz von *G. vulgatissimus* (Abb. 10) mit 0,9/m 2018 und 2019 etwa gleich hoch wie beim Stägmattsteg, nahm aber 2020 auf 2,4/m zu und war damit niedriger als beim Stägmattsteg mit 3,5/m. Die Abundanz von *O. cecilia* blieb in allen drei Jahren konstant sehr niedrig bei etwa 0,1. Das Verhältnis von *G. vulgatissimus* zu *O. cecilia* betrug 2018 etwa 7:1, 2019 genau 10:1 und stieg 2020 auf 24:1.

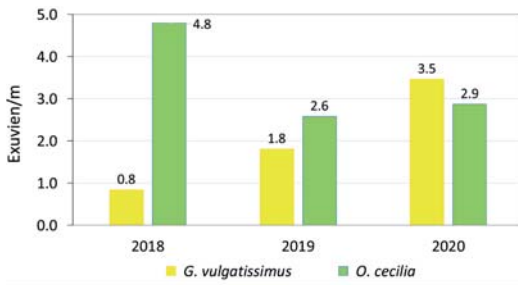


Abbildung 9: Jahresabundanzen beim Stägmattsteg 2018–2020, Transekte 1)+2)+3). – **Figure 9.** Annual abundances at Stägmattsteg 2018–2020, transects 1)+2)+3).

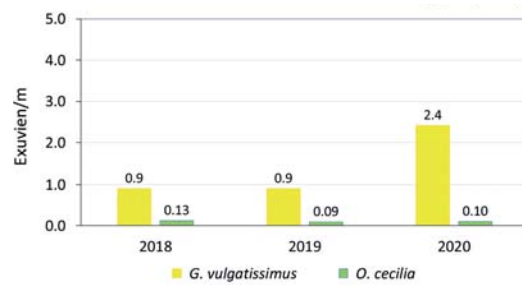


Abbildung 10: Jahresabundanzen bei der Wohleibrügg 2018–2020, Transekte 4)+5). – **Figure 10.** Annual abundances at Wohleibrügg 2018–2020, transects 4)+5).

Jahresabundanzen in den fünf Transekten

Die Berechnung der Abundanzen in jedem Transekt ergaben beim Stägmattsteg erhebliche Unterschiede sowohl bei *G. vulgatissimus* als auch bei *O. cecilia*. Bei der Wohleibrügg schlüpfen in allen drei Jahren in beiden Transekten deutlich mehr *G. vulgatissimus* als *O. cecilia*, die auf sehr niedrige Werte abfielen.

Für *G. vulgatissimus* (Abb. 11) war die Abundanz beim Stägmattsteg 2018 im Tr 1) am Höchsten und verlagerte sich 2019 und 2020 mehr auf die Transekte 2) und 3). Bei der Wohleibrügg waren sie 2018 in den Transekten 4) und 5) kleiner als im Tr 1), im Tr 4) kleiner als im Tr 5). Im Jahr 2020 war sie im Tr 5) mit 2,9 hoch, was bei einer Länge von 442 m eine erhebliche Exuvienzahl (1.276) ergab.

Für *O. cecilia* (Abb. 12) war die Abundanz im Tr 1) mit 21,3 am höchsten, nahm dort in den zwei folgenden Jahren stark ab, blieb aber auch 2019 und 2020 höher als in den Transekten 2) und 3). Die Werte waren mit 21,3 bis 1,7 in allen Transekten des Stägmattstegs deutlich höher als in den Transekten der Wohleibrügg. 2018 war der Wert bei der Wohleibrügg mit 0,23 im Tr 4) im Osten deutlich höher als im Westen mit 0,08, ebenso 2019 mit 0,13 im Osten zu 0,07 im Westen.

Emergenzverlauf und EM_{50} von *G. vulgatissimus* und *O. cecilia*

Die Emergenzverläufe werden zunächst als kumulierte Emergenzen in % der Gesamtsumme für die Arten und Brücken getrennt dargestellt. Beim Schnittpunkt mit der 50%-Linie kann der EM_{50} -Tag abgelesen werden. Dieser ist charakteristisch für die Beschreibung der Emergenz.

Emergenzverlauf bei den zwei Brücken mit EM_{50}

Der Beginn der Emergenz variiert von Jahr zu Jahr, wobei die Periode von *O. cecilia* etwa 20 Tage nach derjenigen von *G. vulgatissimus* begann. Der EM_{50} ist bei der Frühlingsart *G. vulgatissimus* im Mittel in weniger Tagen (11–16) erreicht als bei der Sommerart *O. cecilia* (20–22). In Tabelle 3 sind die Kalendertage und Perioden der Jahre 2018–2020 aufgelistet und werden in Beziehung zur Wassertemperatur gesetzt.

Für *G. vulgatissimus* erreichten die Emergenzen 2019 den EM_{50} bei beiden Brücken (Abb. 13, 14) am schnellsten (10/9 d) und das Ende nach 41/39 Tagen. Die Kurve verläuft steil. Ein großer Unterschied war 2020 festzustellen zwischen

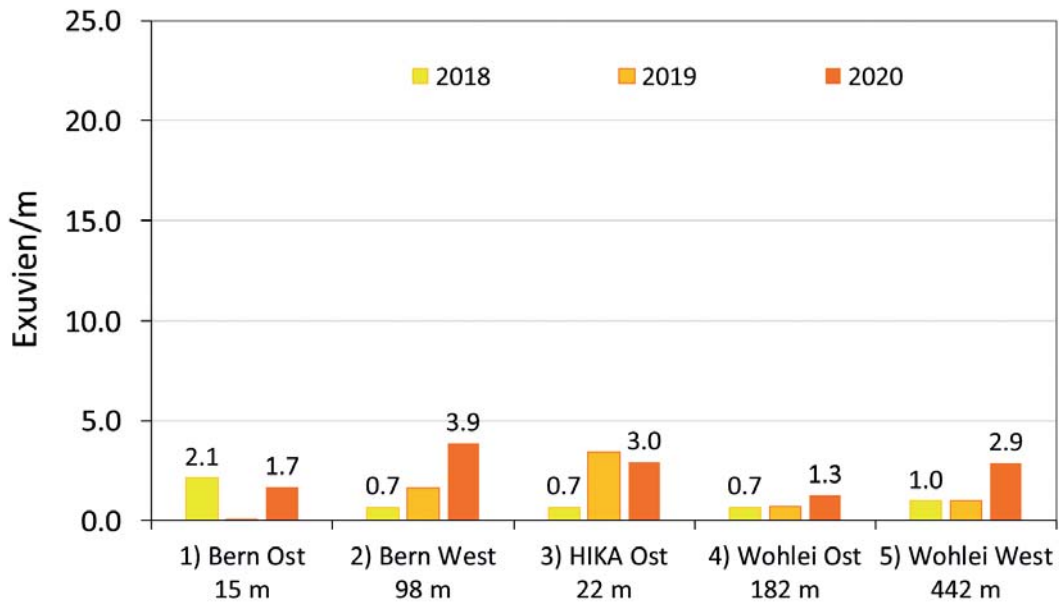


Abbildung 11: Jahresabundanzen von *G. vulgatissimus* 2018–2020 in den fünf Transekten. – **Figure 11.** Annual abundances of *G. vulgatissimus* 2018–2020 in the five transects.

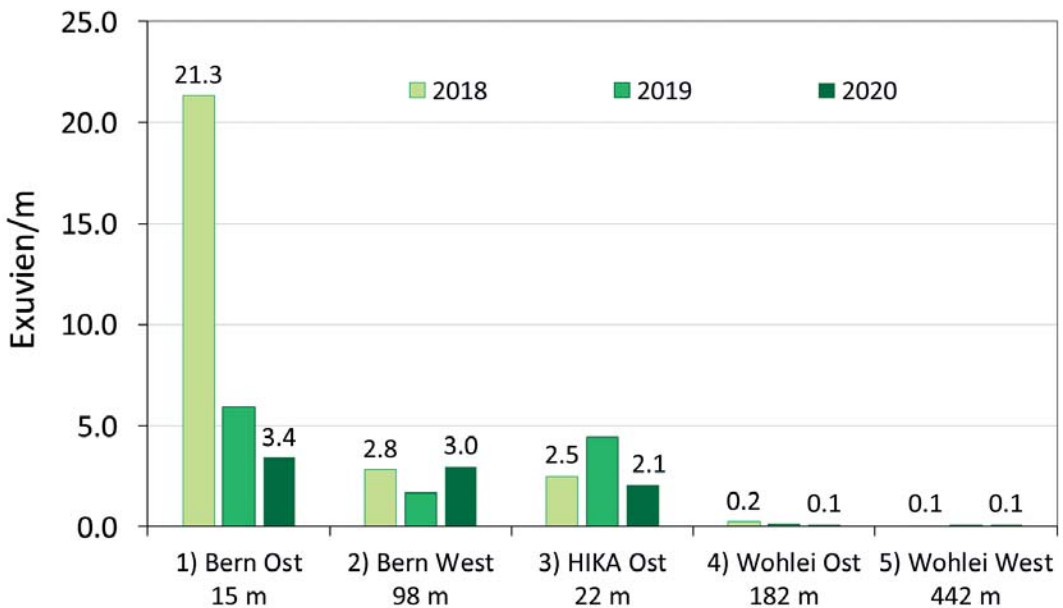


Abbildung 12: Jahresabundanzen von *O. cecilia* 2018–2020 in den fünf Transekten. – **Figure 12.** Annual abundances of *O. cecilia* 2018–2020 in the five transects.

der Kurve beim Stägmattsteg (flach) und der Wohleibrügg (steil) mit 23/15 Tagen bis zum EM_{50} und dem Emergenzende nach 63/51 Tagen, obwohl bei der Wohleibrügg die Abundanz viel größer war.

Für *O. cecilia* ist der Verlauf der Kurven beim Stägmattsteg (Abb. 15) in den drei Jahren homogen flach mit einem EM_{50} von 21–25 Tagen und einer Emergenzperiode von 52–63 Tagen (Tab. 2). Bei der Wohleibrügg (Abb. 16) mit den wenigen Emergenzen und kurzen Emergenzperioden von nur 25–42 Tagen verläuft die Kurve steiler nach oben. Der EM_{50} wurde 2018 und 2020 schon nach 14/15 Tagen erreicht, wie für *G. vulgatissimus* typisch. 2019 begann die Emergenz zögerlich mit nur zwei Exuvien bis zum 9. Tag, die Kurve (rot) steigt dann steil an mit EM_{50} am 21. Tag, die Emergenzperiode dauerte 42 Tage.

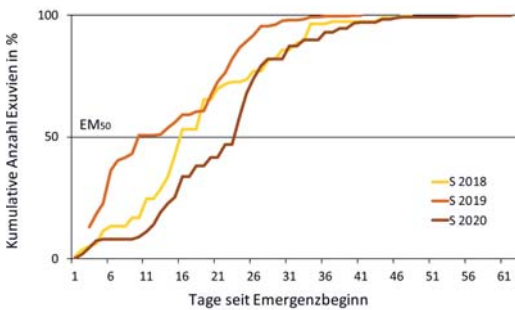


Abbildung 13: Emergenzverlauf von *G. vulgatissimus* beim Stägmattsteg in den Jahren 2018–2020. – **Figure 13.** Emergence curve of *G. vulgatissimus* at Stägmattsteg in the years 2018–2020.

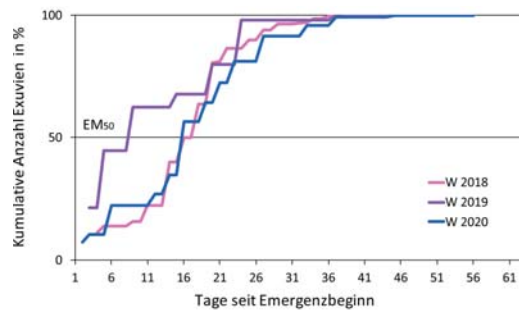


Abbildung 14: Emergenzverlauf von *G. vulgatissimus* bei der Wohleibrügg in den Jahren 2018–2020. – **Figure 14.** Emergence curve of *G. vulgatissimus* at Wohleibrügg in the years 2018–2020.

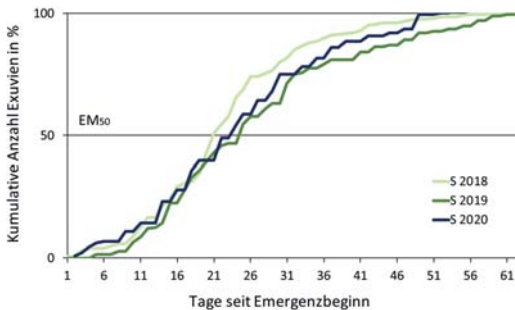


Abbildung 15: Emergenzverlauf von *O. cecilia* beim Stägmattsteg in den Jahren 2018–2020. – **Figure 15.** Emergence curve of *O. cecilia* at Stägmattsteg in the years 2018–2020.

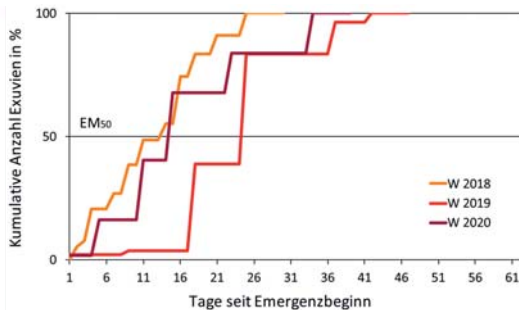


Abbildung 16: Emergenzverlauf von *O. cecilia* bei der Wohleibrügg in den Jahren 2018–2020. – **Figure 16.** Emergence curve of *O. cecilia* at Wohleibrügg in the years 2018–2020.

Tabelle 2: Überschneidung der Emergenzperioden von *G. vulgatissimus* und *O. cecilia*. –
Table 2. Overlap of the emergence periods of *G. vulgatissimus* and *O. cecilia*.

	Emergenzperioden in Tagen		Überschneidung in Tagen	Unterschied Emergenzbeginn in Tagen
	<i>G. vulgatissimus</i>	<i>O. cecilia</i>	beider Arten	beider Arten
2018	47	61	29	18
2019	41	63	21	20
2020	57	52	34	22

Überschneidung der Emergenzperioden von *G. vulgatissimus* und *O. cecilia*

Die Emergenzperioden beider Arten und deren Überschneidung waren beim Stägmattsteg länger als bei der Wohleibrügg. 2018 war bei der Wohleibrügg die Emergenz von *G. vulgatissimus* und *O. cecilia* am selben Tag beendet. 2020 war beim Stägmattsteg die Emergenzdauer von *G. vulgatissimus* mit 57 Tagen sehr lang, sogar länger als diejenige von *O. cecilia* mit 52 Tagen, was zu einer langen Zeit mit Emergenzen beider Arten führte (34 Tage, vgl. Tab. 2). Die Emergenz von *O. cecilia* begann jeweils etwa 20 Tage nach derjenigen von *G. vulgatissimus*, nachdem deren Hälfte der Emergenzen erreicht war.

Fasst man die Daten der Emergenzperiode beider Brücken für je eine Art zusammen, ergibt sich Tabelle 2.

Geschlechterverhältnis

Das Geschlechterverhältnis bei *G. vulgatissimus* war in der Summe aller Transekte ziemlich ausgeglichen (Tab. 3 gelb). In den Jahren 2018 und 2019 schlüpfen mehr Weibchen als Männchen. Die größten Unterschiede konnten 2019 bei beiden Brücken festgestellt werden, in der Summe 45% Männchen/55% Weibchen. 2020 gab es einen leichten Männchenüberschuss. Anfangs Emergenz hatte es tendenziell weniger Weibchen.

Bei *O. cecilia* schlüpfen in der Summe aller Transekte deutlich mehr Weibchen (57%, Tab. 3 grün). Es wurden in allen drei Jahren und bei beiden Brücken mehr Weibchen als Männchen gezählt. Am größten war der Unterschied beim Stägmattsteg 2019 mit 62% Weibchen und 2018 mit 56% Weibchen. Von Beginn der Emergenz an traten tendenziell schon mehr Weibchen auf.

Begleitarten

Die folgenden sechs Libellenarten (Tab. 4) werden hier als Begleitarten zusammengefasst. Die beiden noch nicht besprochenen Leitarten des Epipotamals sind: *Onychogomphus f. forcipatus* – die dritte Gomphidenart – und *Calopteryx splendens*.

Tabelle 3: Geschlechterverhältnis beider Arten bei den zwei Brücken 2018–2020. GOVU: *G. vulgatissimus*, OPCE: *O. cecilia*. – **Table 3.** Gender distribution of both species at the two bridges 2018–2020. GOVU: *G. vulgatissimus*, OPCE: *O. cecilia*.

	2018		2019		2020		Summe	
	M	F	M	F	M	F	M	F
GOVU 1)+2)+3)	48	65	105	140	241	228	48%	52%
GOVU 4)+5)	275	286	259	301	764	746	49%	51%
GOVU 1)–5)	323	351	364	441	1005	974	1692/49%	1766/51%
OPCE 1)+2)+3)	286	360	134	216	179	210	43%	57%
OPCE 4)+5)	32	46	24	30	30	32	44%	56%
OPCE 1)–5)	318	406	158	246	209	242	685/43%	894/57%

Tabelle 4: Emergenz weiterer Arten 2018–2020. – **Table 4.** Emergence of further species 2018–2020.

Art	Stägmattsteg 135 m			Wohleibrügg 624 m		
	2018	2019	2020	2018	2019	2020
<i>Calopteryx splendens</i>	7	13	22	23	16	43
<i>Calopteryx virgo</i>	1	2	1	8	1	1
<i>Anax imperator</i>		1	1			
<i>Onycogomphus f. forcipatus</i>	4		3			
<i>Cordulegaster bidentata</i>				1		
<i>Somatochlora metallica</i>			1			

Onycogomphus f. forcipatus schlüpfte in sehr geringer Menge nur im Transekt 1) oder in unmittelbarer Nähe auf Berner Seite des Stägmattstegs, vom 22.–30.06.2018 und 02.–12.07.2020, in der Überlappungszeit der beiden anderen Gomphiden.

Die Abundanz von *C. splendens* war beim Stägmattsteg größer als bei der Wohleibrügg, am häufigsten war die Art in allen drei Jahren bei beiden Brücken 2020, mit insgesamt 65 Tieren. Die Emergenz begann sieben bis zehn Tage nach dem Schlupfbeginn von *G. vulgatissimus* und dauerte 2020 mit 61 Tagen am längsten.

Calopteryx virgo wurde in den drei Jahren nur mit 14 Exuvien gefunden. Die Emergenz begann neun bis zehn Tage nach dem Schlupfbeginn von *G. vulgatissimus* und dauerte 2018 bis 26 Tage.

Cordulegaster bidentata (M) wurde nur einmal bei der Wohleibrügg am 25. Mai 2018 zufällig auf einem Meter Höhe an einem letztjährigen Fruchtstand von Europäischem Wolfsfuß *Lycopus europaeus* entdeckt. Die weiblichen Exuvien von *Anax*

Tabelle 5: Wassertemperaturen und Emergenzverlauf 2018–2020. – **Table 5.** Water temperatures and emergence course 2018–2020 (BAFU 2020). **Wassertemp.** – Summe Wassertemperatur Tagesmittel in °C, total water temperature daily average in °C; **Tagestemp.** – Tagestemperatur in °C Durchschnitt/bei EM-Beginn, Day temperature in °C average / at emergence-start.

Art	Jahr	Jahresbeginn bis Emergenzbeginn				Emergenz		
		Datum	Anzahl Tage	Wassertemp.	Tagestemp.	Emergenzende	Anzahl Emergenztage	Tage bis EM ₅₀
<i>G. vulgatissimus</i>	2018	01.01.–22.05.	142	1050	7,4/13,4	07.07.	47	15
<i>G. vulgatissimus</i>	2019	01.01.–29.05.	149	1099	7,4/12,2	08.07.	41	11
<i>G. vulgatissimus</i>	2020	01.01.–07.05.	128	999	7,8/11,7	02.07.	57	16
<i>O. cecilia</i>	2018	01.01.–09.06.	160	1318	8,2/16,9	08.08.	61	20
<i>O. cecilia</i>	2019	01.01.–18.06.	169	1373	8,1/14,8	19.08.	63	25
<i>O. cecilia</i>	2020	01.01.–29.05.	150	1307	8,7/15,5	19.07.	52	22

imperator wurden am 18. August 2019 im Tr 3) und am 06. Juli 2020 im Tr 2) und von *Somatochlora metallica* am 30. Juni 2020 im Tr 3) gefunden.

Wassertemperaturen

Bei *G. vulgatissimus* dauerte es im Mittel aller Transekte und Jahre 140 ± 7.8 Tage bis zum Emergenzbeginn mit einer Temperatursumme von $1.049 \pm 34^\circ\text{C}$ bei einer Temperatur von $12.4 \pm 0.6^\circ\text{C}$ bei Emergenzbeginn. Bei *O. cecilia* dauerte es im Mittel aller Transekte und Jahre 160 ± 6.4 Tage bis zum Emergenzbeginn mit einer Temperatursumme von $1.333 \pm 27^\circ\text{C}$ bei einer Temperatur von $15.7 \pm 0.8^\circ\text{C}$ bei Emergenzbeginn. Die Unterschiede zwischen beiden Arten waren deutlich.

Diskussion

Starke Schwankungen bei den Abundanzen

Die Werte können in einem Gewässer von Jahr zu Jahr und innerhalb kurzer Distanzen stark schwanken. Dies wurde auf einer Strecke von 200 m 1989–1994 an der Oder untersucht. Die Schlupfabundanzen variierten im Gegensatz zu *S. flavipes* besonders stark bei *G. vulgatissimus* (1990 waren es 10 Mal mehr Exuvien als 1989) und bei *O. cecilia* (Rückgang von 1989–1991 von 2.9/m auf 0.7/m (MÜLLER 1995: 73 ff)). Von *G. vulgatissimus* gab es nach zwei Jahre mit einer Kiesaufschüttungen an der Aare bei Selzach/Kanton Solothurn 2009 einen Massenschlupf von insgesamt mindestens 6.644 Tieren und einer Jahresabundanz von 19 Exuvien/m, gesamt-

melt an sieben Tagen vom 12.6.–12.07.2009 (EIGENHEER 2010: 17). Am Wohensee gab es 2020 einen plötzlichen Anstieg um das Doppelte beim Stägmattsteg und um das 2.7fache bei der Wohleibrügg, am Wohensee war sie nie höher als 3.5/m.

Bei *O. cecilia* fiel die Abundanz am Wohensee im Transekt 1) plötzlich von 21/m 2018 im folgenden Jahr auf 2.8/m (Abb. 12). Im Vorjahr 2017 war sie mit 27/m sogar noch höher. Gesamthaft war die Abundanz aber immer höher als 2.5/m, und 4.8–2.6 beim Stägmattsteg (Abb. 9), was deutlich mehr ist als die Beschreibung von R. Hoess und G. Vonwil mit 1–2 Exuvien/pro Are (WILDERMUTH et al. 2005: 199). Da die Aare beim Stägmattsteg genau 100 m breit ist, entspricht 1 m Uferlänge gerade einer Are Wasserfläche.

Sinkende Abundanzen in Fließrichtung

Im Transekt 2) sinkt 2019 die Abundanz beider Gomphiden in Fließrichtung von Ost nach West (Abb. 17) von etwa 1,9/m auf 1,2/m. Die Teilstrecken wurden für die Nachverfolgung der Auswirkungen des Bootshausbaues gebildet.

Die Werte von *O. cecilia* nehmen ebenfalls vom Stägmattsteg bis zur Wohleibrügg ab (Abb. 9, 10) und sind durch den Aufstau des Wohlensees bedingt.

Emergenzverlauf und Wassertemperatur

Für *G. vulgatissimus* wurde der Emergenzbeginn für Mitteleuropa mit Ende April etwas mehr als 14 Tage früher als für *O. cecilia* mit Mitte Mai beschrieben (WILDERMUTH & MARTENS 2014). Frühester Emergenzbeginn an der Oder war 1989–

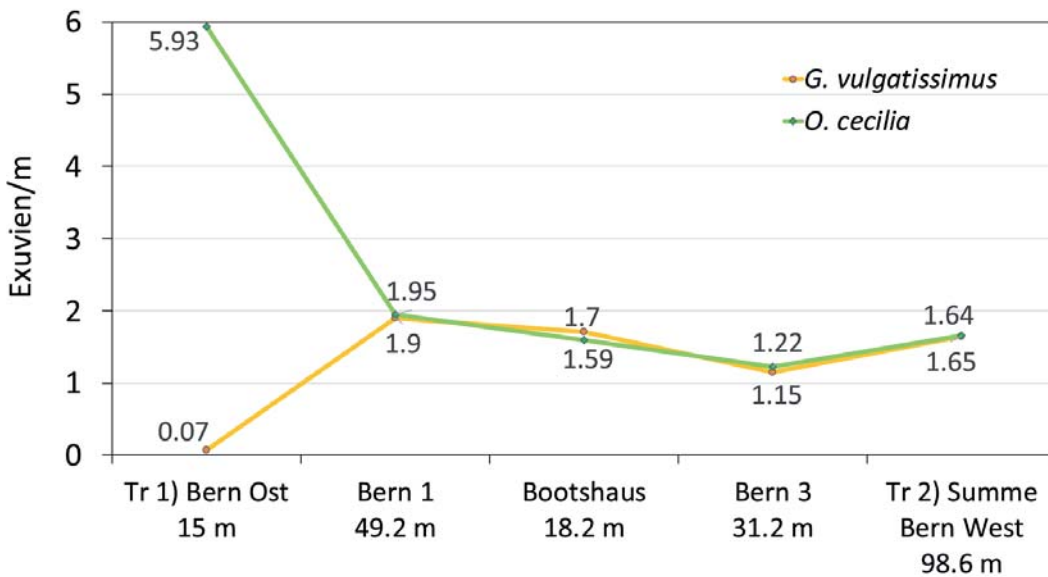


Abbildung 17: Abundanz im Jahr 2019 von Ost nach West in Fließrichtung und Teilstrecken von Transekt 2). – **Figure 17.** Abundance in 2019 from east to west in flow direction and in sections of transect 2).

1994 der 26. April und der 10. Mai (SUHLING & MÜLLER 1996) (Tab. 6), das ergibt eine Differenz von 14 Tagen. Für die Aare bei Solothurn (etwa 70 km unterhalb meines Untersuchungsgebiets) wurde der früheste Emergenzbeginn 1992–2001 am 21. Mai und am 17. Juni beschrieben (EIGENHEER 2002), das ergibt eine Differenz von 27 Tagen. Die Wassertemperatur ist etwa gleich bei Solothurn wie bei Bern. In der Studie am Wohlensee 2018–2020 war der früheste Emergenzbeginn 2020 am 7. Mai und am 29. Mai (Tab. 6) mit einer Differenz von 22 Tagen. Somit war die Differenz des frühesten Emergenzbeginns beider Arten an der Aare 8–13 Tage größer als an der Oder.

Für *G. vulgatissimus* wurde die Emergenzperiode für Mitteleuropa von Ende April bis Mitte Mai beschrieben (WILDERMUTH & MARTENS 2014), an der Oder mit 20–45 Tagen (SUHLING & MÜLLER 1996). In der vorliegenden Studie dauerte sie vom 7. Mai bis 8. Juli (Tab. 5), im Mittel 48 ± 5.8 Tage (41–57), also etwa 20 Tage länger als an der Oder.

Für *O. cecilia* wurde die Emergenzperiode für Mitteleuropa von Mitte Mai bis 20. Juli beschrieben (WILDERMUTH & MARTENS 2014), an der Oder mit 20–50 Tagen (SUHLING & MÜLLER 1996). Am Wohlensee dauerte sie vom 29. Mai bis 19. August, im Mittel 59 ± 4.4 Tage (52–63), also etwa 25 Tage länger als an der Oder.

Am Wohlensee war das Mittel der Emergenzperioden für *G. vulgatissimus* elf Tage kürzer als für *O. cecilia*. An der Oder war der Unterschied zwischen den beiden Arten kleiner.

Ein Hauptgrund für die Verzögerung des Beginns, den größeren Unterschied zwischen den beiden Arten und der längeren Emergenzdauer an der Aare dürfte die niedrigere Wassertemperatur sein. Die Unterschiede vom Wohlensee zur Oder wurden in Tabelle 6 herausgearbeitet. Dazu wurden die Summen der mittleren Tagestemperaturen von Jahresbeginn bis zum Emergenzbeginn gebildet. Am Wohlensee begann die Emergenz bei einer um 279°C größeren Temperatursumme für *G. vulgatissimus* und einer um 347°C größeren Temperatursumme für *O. cecilia*, verbunden mit einem späteren Beginn bei einer wesentlich tieferen Wassertemperatur – $1,9^\circ\text{C}$ weniger für *G. vulgatissimus* und $3,5^\circ\text{C}$ weniger für *O. cecilia*.

Wie aus Tabelle 5 ersichtlich wird, gibt es noch weitere Faktoren als die Wassertemperatur, die den Verlauf der Emergenzkurve und den EM_{50} -Tag bestimmen.

Im selben Jahr können sich die Kurven in den einzelnen Transekten auch stark unterscheiden und die EM_{50} -Tage für eine Art bei einer Brücke bis zehn Tage auseinanderliegen. Die Emergenzdauer der beiden Arten kann sich auch gegensätzlich ausgestalten, wie im kühlen Jahr 2019 mit spätem Emergenzbeginn (Tab. 5). Für *G. vulgatissimus* war in den drei Jahren die Emergenzdauer 2019 am kürzesten (41 d) und der EM_{50} -Tag schon nach 11 Tagen erreicht. Aber für *O. cecilia* war sie 2019 am längsten (63 d) und der EM_{50} -Tag war am spätesten, erst nach 25 Tagen erreicht, obwohl die mittlere Wassertemperatur vom Emergenzbeginn bis zum EM_{50} -Tag mit 17.3°C höher war als 2018 mit 16.9°C .

Vielleicht spielt der artspezifische Aufenthalt der Larven in unterschiedlicher Wassertiefe und -temperatur eine Rolle oder die beiden Arten verhalten sich bezüglich eines Faktors unterschiedlich.

Tabelle 6: Vergleich von Temperatursummen der Fließgewässer sowie Emergenztermin von *Gomphus vugatissimus* und *Ophiogomphus cecilia* an Oder (Quelle SUHLING & MÜLLER 1996) und Wohlensee (eigene Erhebung). – **Table 6.** Comparison of temperature sums of running waters and emergence date of *Gomphus vugatissimus* and *Ophiogomphus cecilia* at Oder (source SUHLING & MÜLLER 1996) and Wohlensee (own survey).

Art	Temperatursumme in °C						Kalendertag	
	Mittelwert Oder 1989–1994	Mittelwert Wohlensee 2018–2020	Oder 1989–1994 min.–max.	Wohlensee 2018–2020 min.–max.	Mittelwert EM-beginn Oder	Mittelwert EM-beginn Wohlensee	Emergenzbeginn Oder	Emergenzbeginn Wohlensee
<i>G. vulgatissimus</i>	770±46	1049±34	725–846	999–1099	14,3±2,7	12,4±0,6	26.04.–15.05.	07.05.–29.05.
<i>O. cecilia</i>	986±24	1333±27	964–1021	1307–1373	19,2±2,4	15,7±0,8	10.05.–02.06.	29.05.–18.06.

Begleitarten

Onycogomphus f. forcipatus wurde nur im Bereich des Transekts 1) bis zum Ende der Plattform (östlicher Teil Transekt 2)) mit wenigen Exuvien gefunden. Die Larven meiden stark schlammige Stellen und bevorzugen sandig-kiesiges Sohlsubstrat (WILDERMUTH & MARTENS 2014: 426; SUHLING & MÜLLER 1996). Ihr Schwerpunkt liegt in Gemeinschaften mit *C. virgo* und *C. boltonii* im Meta- und Hyporhithral, also in quellnäheren Abschnitten, oberhalb des Epipotamals (CHOVANEC 2019). Somit stellt der hier untersuchte Abschnitt an der Aare nicht den optimalen Lebensraum der Art dar, und erklärt so die geringen Exuvienzahlen. *Onycogomphus f. forcipatus* kommt z.B. häufiger aareaufwärts am Thunerseeufer vor. Selber habe ich keine Substratanalysen durchgeführt.

Die drei Gomphidenarten und *Calopteryx splendens* werden als Leitarten des Epipotamals mit hoher Abundanz und bodenständig an der Naarn (bis 15 m breit) in Österreich beschrieben (CHOVANEC 2019: Tabelle 3). Diese Beschreibung passt ganz gut zu den Resultaten am Stägmattsteg (Tabelle 4). *Calopteryx splendens* fliegt häufig am Ufer und der nächsten Umgebung des Wohlensees, auch an kleineren Bächen, die in den See münden. 2020 war die Anzahl (43) vergleichbar mit *O. cecilia* (62). Wahrscheinlich wurden von *C. splendens* etliche Exuvien übersehen, da sie bis auf einer Höhe von 100 cm in der Vegetation schlüpfen und recht schmal sind.

Ein Grund für das geringe Vorkommen einiger Arten könnte die Wasserführung sein. Nach dem Hochwasser vom 28./29. Juni 2020 schlüpfen drei *O. f. forcipatus* vom 02.–12.07.2020, ein *Anax imperator* am 06. Juli und eine *Somatochlora metallica* am 30. Juni. Vermutlich wurden die Tiere verdriftet. Dies könnte auch der Grund sein, warum *O. f. forcipatus* ab 02. Juli in geringer Anzahl gefunden wurde. Die *Cordulegaster bidentata*-Larve 2018 kam sehr wahrscheinlich aus einem kleinen Seitenbach, der oberhalb der Wohleibrügg in den Wohlensee mündet.

Gefährdung durch Freizeitaktivitäten und Neubau Bootshaus Kantonspolizei

Um die beobachtete Beeinträchtigung der schlüpfenden Libellen durch Freizeitaktivitäten im Uferbereich zu verringern, wurde mit den Gemeinden Bern und Wohlen zusammen vereinbart, ab 2019 in den Transekten 2), 3), 4) und 5) einen etwa 40 cm breiten Streifen Gras höher wachsen zu lassen und Informationstafeln aufzustellen. So konnten die an Land kriechenden Larven Deckung finden und die Leute betraten den Streifen nicht. Anlass war der für April 2020 geplante Bau eines Bootshauses mitten im Transekt 2). Die Bauherrin (Kanton Bern) musste auf Verlangen von Naturschützern das Projekt für Libellen optimieren und auf ihre Kosten Anfang September 2019 das Sediment der Baufläche nach Libellenlarven abkesseln und im Transekt 3) aussetzen (Resultat: 16 *G. vulgatissimus*) und von 2019–2021 ein Monitoring der Emergenzen von Libellen durchführen lassen.

Dank

Ole Müller danke ich für die erste Durchsicht des Manuskripts und Änderungsvorschlägen im Juni 2019, das erst die Ergebnisse von 2018 zeigte. Anfang September 2020 erhielt ich wichtige Hinweise von Friederike Kastner und Christoph Willigalla zur Gliederung und Straffung des Textes und der Auswahl von Daten für neue Diagramme von 2018 und 2019. Viel Verständnis und Einsatz zeigte Christoph Willigalla, der das Manuskript mit den Resultaten von drei Jahren im Oktober 2020 nochmals korrigierte.

Literatur

- BROCHARD C., D. GROENENDIJK, E. VAN DE PLOEG & T. TERMAAT (2012) Fotogids Larvenhuidjes van Libellen
- BAFU [BUNDESAMT FÜR UMWELT] (2020) Hydrologische Daten und Vorhersagen. <https://www.hydrodaten.admin.ch/de/2135.html>, letzter Zugriff 3.11.2020
- CHOVANEC A. (2018) Bewertung von Restrukturierungsmassnahmen an der Ache (Oberösterreich) anhand von Libellen (Odonata) – Anwendung des Konzeptes der biozönotischen Regionen. *Libellula* 37: 135–160
- EAWAG [EIDGENÖSSISCHE ANSTALT FÜR WASSERVERSORGUNG, ABWASSERREINIGUNG UND GEWÄSSERSCHUTZ] (2010) Das Wasserforschungsinstitut des ETH-Bereichs 11.10. 2010 Medienmitteilung: Stauseen als heimliche Klimasünder?
- EIGENHEER K. (2002) Die Libellen an der Aare zwischen Büren a.A. und Rothrist (Schweiz). Eigenverlag, Brugglen. <http://www.konrad.eigenheer.ch/Libellenbericht.pdf>, letzter Zugriff 26.10.2020
- EIGENHEER K. (2010) Massenschlupf von *Gomphus vulgatissimus* an einem neu gestalteten Flachufer der Aare (Odonata: Gomphidae). *Libellula* 29: 13–20
- FRIEDERITZ L., R. JOEST & J. KAMP (2018) Abundanz und Habitatwahl von Imagines von *Ophiogomphus cecilia* an renaturierten und ausgebauten Abschnitten der Lippe, Nordrhein-Westfalen (Odonata: Gomphidae). *Libellula* 37: 1–22

- GONSETH Y. & C. MONNERAT (2002) Rote Liste der gefährdeten Libellen der Schweiz. Hrsg. Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft, Bern, und Schweizer Zentrum für die Kartographie der Fauna, Neuenburg. BUWAL-Reihe Vollzug Umwelt. 46 S.
- HOESS R. (1995) Libelleninventar des Kantons Bern. In: Jahrbuch des Naturhistorischen Museums Bern 12(1993–1995): 30 ff.
- KOHL S. (1998) Anisoptera-Exuvien (Großlibellen-Larvenhäute) Europas Bestimmungsschlüssel. Eigenverlag
- MÜLLER O. (1995) Ökologische Untersuchungen an Gomphiden (Odonata: Anisoptera) unter besonderer Berücksichtigung ihrer Larvenstadien. Cuvillier-Verlag, Göttingen (Diss. Humboldt-Universität, Berlin). 234 S.
- OSTERWALDER R. (2007) Gomphiden-Exuvienfunde an renaturierten Uferabschnitten und neu angelegten Seitenarmen zweier Schweizer Flüsse (Odonata: Gomphidae). *Libellula* 26 (1/2): 77–92
- RUST-DUBIÉ C., K. SCHNEIDER & T. WALTER (2006) Fauna der Schweizer Auen – Eine Datenbank für Praxis und Wissenschaft. Bristol Stiftung, Zürich; Haupt, Bern
- STERNBERG K., B. HÖPPNER, A. HEITZ & S. HEITZ (2000) *Ophiogomphus cecilia*. In: STERNBERG K. & R. BUCHWALD (Ed.) Die Libellen Baden-Württembergs. Band 2: 358–373. Ulmer, Stuttgart
- SUHLING F. & O. MÜLLER (1996) Die Flußjungfer Europas. Gomphidae. Die Neue Brehm-Bücherei 628. Westarp Wissenschaften, Magdeburg
- SUHLING F., J. WERZINGER & O. MÜLLER (2003) 6.8 *Ophiogomphus cecilia* (Fourcroy, 1785). In: Schriftenreihe für Landschaftspflege und Naturschutz. Band 69: 593–601
- VONWIL G. & R. OSTERWALDER (2006) Die Libellen im Kanton Aargau. Kontrollprogramm Natur und Landschaft. Umwelt Aargau, Sondernummer 23, Teil II. Fließgewässer: 47–96. Departement Bau, Verkehr und Umwelt, Abteilung Landschaft und Gewässer, Aarau
- VONWIL G. (2013) Merkblätter Arten – Libellen: *Ophiogomphus cecilia*. Schweizerische Arbeitsgemeinschaft für Libellenschutz SAGL, CSCF infofauna, Neuchâtel und Bundesamt für Bundesamt für Umwelt, Bern
- WILDERMUTH H., Y. GONSETH & A. MAIBACH (Ed.) (2005) Odonata: Die Libellen der Schweiz: 184–201. *Fauna helvetica* 12, SEG & CSCF, Neuchâtel
- WILDERMUTH H. & A. MARTENS (2014) Taschenlexikon der Libellen Europas. Quelle & Meyer, Wiebelsheim

Manuskripteingang: 7. Juli 2020