

Schlupfphänologie von *Anax imperator* und *A. parthenope* an einem Braunkohlerestloch in der Wetterau (Odonata: Aeshnidae)

Hanns-Jürgen Roland

Im Mühlahl 35, D-61203 Reichelsheim, <Hjuergenroland@aol.com>

Abstract

Emergence phenology of *Anax imperator* and *A. parthenope* at an open-cast mining lake in the Wetterau, Hesse, Germany (Odonate: Aeshnidae) – Between 06-vi-2010 and 11-x-2010, at an open-cast brown coal mining lake 35 km north of Frankfurt on the Main, 937 exuviae of *A. imperator* and 1026 of *A. parthenope* were collected. By the use of these systematically taken data, emergence charts were produced that allow the comparison of both species. While the emergence chart for *A. imperator* had one peak, the one for *A. parthenope* was double-peaked during the emergence period. The size of *A. imperator* exuviae fluctuated during the emergence period, while *A. parthenope* showed a clear trend of increasing in size until the first emergence peak and stayed at a high level from then on.

Zusammenfassung

In der Zeit vom 07.06. bis 11.10.2010 wurden an einem Braunkohlerestloch in der hessischen Wetterau 35 km nördlich von Frankfurt am Main 937 Exuvien von *Anax imperator* und 1026 von *A. parthenope* gesammelt. Mit Hilfe der systematisch aufgenommenen Daten wurden Emergenzkurven erstellt, die einen Vergleich der Schlupfphänologie beider Arten ermöglichten. Während die Schlupfkurve von *A. imperator* ein Maximum aufwies, verlief die Kurve von *A. parthenope* zweigipflig. Über die Schlupfperiode hinweg schwankten die Größen der Exuvien von *A. imperator*, während die Größen von *A. parthenope*-Exuvien bis zum ersten Schlupfgipfel anstiegen, um sich dann bis zum zweiten Schlupfgipfel kaum zu verändern.

Einleitung

Während es zu *Anax imperator* mehrere Untersuchungen zur Schlupfphänologie gibt (z.B. CORBET 1957; BEUTLER 1985), liegen vergleichbare Studien zu *Anax parthenope* nicht vor. Die Sichtungen der Art haben in den letzten Jahren stark zugenommen. Unter anderem weisen die Berichte von MAUERSBERGER et al. (2002),

HUNGER et al. (2006) oder Meldungen bei STÜBING et al. (2008, 2009, 2010) darauf hin. Nachdem an lokalen Populationen in Bayern und Baden Württemberg nachgewiesen wurde, dass *Anax parthenope* auch nördlich der Alpen bivoltin sein kann (HUNGER & SCHIEL 1999; WERZINGER & WERZINGER 2001), werden Schlupf-beobachtungen im August und September allgemein als eine zweite Generation gedeutet. Phänologische Untersuchungen beziehen sich meist auf die Beobachtung von Imagines. An einem Braunkohlerestloch nördlich von Frankfurt am Main bestand ein gemeinsames Vorkommen beider *Anax*-Arten. Die hohe Abundanz und die gute Datenlage eigneten sich für eine vergleichende Studie zur Schlupf-phänologie beider Arten, die hier vorgestellt werden soll.

Untersuchungsgebiet

Beim Pfaffensee handelt es sich um ein Braunkohlerestloch im NSG "Teufelsee und Pfaffensee", 35 km nördlich von Frankfurt am Main bei Echzell in der Wetter-



Abbildung 1: Die Westseite des Pfaffensees in der hessischen Wetterau. Die Probefläche wird durch einen Pfeil angezeigt (15.04.2009). – Figure 1: Western part of the lake 'Pfaffensee' near Frankfurt on the Main, Hesse, Germany. The study site is indicated by an arrow (15-iv-2009).

au (MTBQ 5619/1). Der See hatte zur Untersuchungszeit eine Tiefe von bis zu 7 m. Bis zum endgültigen Wasserstand, der erst in einigen Jahren erreicht sein wird, kann der Wasserstand noch um 2 m steigen. Die Wasserfläche betrug im Untersuchungsjahr 16-17 ha. Etwa 5-10 % der Uferlinie war von Breitblättrigem Rohrkolben *Typha latifolia* bewachsen. Auf der Westseite des Sees wuchs ein Wäldchen aus unterschiedlichen Weidenarten (*Salix* spp.), in dem die Probefläche lag. Unmittelbar an der Probefläche standen eine Reihe abgestorbener Bäume bis zu 30 m vom Ufer entfernt im Wasser. Die maximale Wassertiefe betrug bis zu einer Entfernung von 10 m zum Ufer 1,3 m. An 70-75 % der Seeufer reichte die Ruderalflora der Hänge, die einmal jährlich von Schafen beweidet wurden, bis zum Wasser. Der Wasserspiegel befand sich 3-10 m unterhalb des Niveaus der umliegenden Felder.

Der See war fast fischfrei. Bei einer Probebefischung im Sommer 2009 durch E. Korte im Auftrag der Naturschutzbehörden mit mehreren Netzen unterschiedlicher Maschengrößen wurden lediglich zwei Goldfische *Carassius gibelio* forma *auratus* gefangen. Im Auftrag der Botanischen Vereinigung für Naturschutz in Hessen e.V. untersuchten E. Korte, T. Gregor und A. König (pers. Mitt.) im Jahr 2008 die Gewässermakrophyten im Pfaffensee. Die Einstufung der Häufigkeit erfolgte dabei nach einer fünfstufigen Skala (KÖHLER 1978) mit den Klassen (1) sehr selten, (2) selten, (3) verbreitet, (4) häufig und (5) sehr häufig, massenhaft. Folgende Arten wurden erfasst: *Ceratophyllum demersum* (3), *Chara vulgaris* (2), *Lemna minor* (2), *L. trisulca* (2), *Myriophyllum spicatum* (2), *Potamogeton pectinatus* (5), *P. trichoides* (2), *Ranunculus circinatus* (2).

Methoden

Ab dem 7. Juni 2010 wurde eine 65 m lange Uferstrecke begangen. Hierzu wurden die Ufervegetation sowie die aus dem Wasser ragenden circa 120 abgestorbenen Weidenstämme und Äste bis zu einer Entfernung von maximal 10 m zum Ufer abgesucht. In der Regel fand die Suche in Abständen von maximal fünf Tagen statt. Bei neun von 24 Begehungen konnte nur ein Abstand von einmal sechs bzw. acht- bis sieben Tagen eingehalten werden. Fünf dieser Begehungen lagen allerdings am Ende der Untersuchungsperiode. Eine Suche vor dem 7. Juni 2010 war nicht möglich, um die Brut eines Rothalstauchers *Podiceps grisegena* vor Ort nicht zu gefährden. Das Ergebnis der ersten Suche wurde in Abbildung 2 und 3 der am 5. Juni 2010 beginnenden Pentade zugeschlagen. Die übrigen Daten wurden jeweils auf die Tage seit der letzten Suche verteilt. Die Zählergebnisse wurden auf Basis von Pentaden ausgewertet und dargestellt. Teilergebnisse einer Suche im Jahr 2009 am selben Ort, aber mit einer Unterbrechung von drei Wochen um den Monatswechsel Juni/Juli, werden nur am Rande erwähnt. Im Jahr 2009 wurde ein Uferabschnitt untersucht, der ähnliche Strukturen aufwies wie die Probefläche des Jahres 2010. Daneben wurden auch zwei jeweils 20 m lange Abschnitte mit Rohrkolben-Beständen und bis zur Wasserlinie reichender Ruderalflora in unregelmäßigen Abständen nach *Anax*-Exuvien abgesucht.

Die Exuvien wurden in erster Linie bei Männchen nach den Anahöckern und bei Weibchen nach der Form und Größe des Legeapparats bestimmt (GERKEN & STERNBERG 1999; HEIDEMANN & SEIDENBUSCH 2002). Das Bestimmungsergebnis wurde bei unsicheren Exemplaren zusätzlich anhand von Form und Größe der Prothoraxfortsätze überprüft (MÜLLER 1990). Die Gesamtlänge aller intakten und nicht stark verkrümmten Exuvien wurde vermessen.

Ergebnisse

Phänologie

Leider konnte der Schlupfbeginn aus den oben genannten Gründen nicht genau ermittelt werden. Bei den ersten Begehungen am 12. und 15. Juni 2009 wurden 362 (170♂/192♀) *Anax imperator*- und 102 (55/47) *A. parthenope*-Exuvien gefunden. Bei Beginn der Sammlung im Folgejahr am 7. und 14. Juni 2010 waren es zusammen 103 (39/64) *A. imperator*- und 77 (34/43) *A. parthenope*-Exuvien. Diese Daten lassen sich nicht genau vergleichen, da die Probefläche 2009 etwa 30 % größer war und beim ersten Sammeln 2009 auch eine nicht genau bekannte Anzahl von vorjährigen Exuvien mitgenommen wurde (vgl. ROLAND 2010). Im Jahr 2009 wurden die ersten *A. imperator*-Exuvien in der Wetterau am 3., 4. und 10. Mai gefunden, während bei *A. parthenope* 2009 die ersten Exuvien am 22. Mai nachweisbar waren. Viele Libellenarten schlüpfen 2010 zwei bis drei Wochen später als 2009.

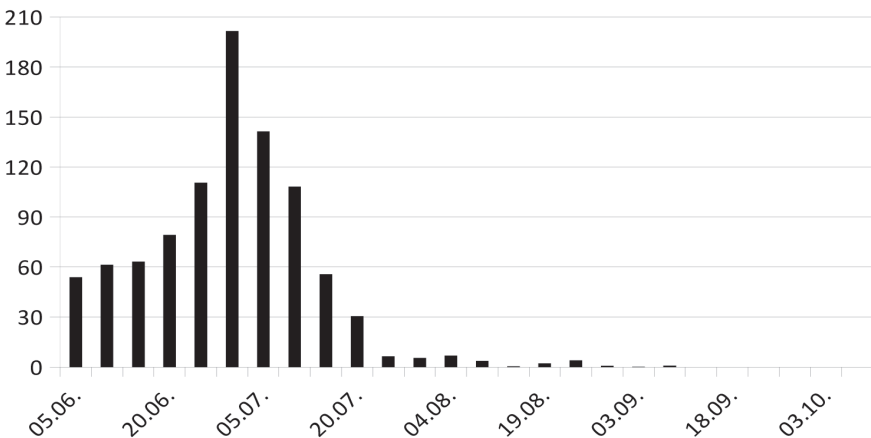


Abbildung 2: Anzahl der am Westufer des hessischen Pfaffensees 2010 gesammelten Exuvien von *Anax imperator* in Pentaden. Angegeben ist jeweils das erste Datum einer Pentade. Die erste Begehung erfolgte am 07.06. – Figure 2: Number of *Anax imperator* exuviae collected on the western bank of the lake 'Pfaffensee', Hesse, Germany, during 2010 in pentades. The date indicates the beginning of each pentade. The monitoring started on 07-vi-2010.

Die Anzahl der schlüpfenden *A. imperator* stieg dann steil an und erreichte ihren Höhepunkt in der am 30. Juni 2010 beginnenden Pentade mit 201 (88/113) Exuvien (Abb. 2). Die Anzahl fiel genauso schnell wieder. Ab dem 25. Juli wurden nur noch maximal fünf Exuvien pro Pentade gefunden, die letzte am 13. September 2010.

Die Zahlen der *Anax parthenope*-Exuvien stiegen langsam an, um ihren Höhepunkt in den am 10. Juli und 15. Juli 2010 beginnenden Pentaden zu erreichen, also deutlich später als bei der Schwesterart (Abb. 3). In diesen Pentaden wurden jeweils 109 (56/53 bzw. 54/55) Exuvien gefunden. Danach nahm die Zahl langsam ab, um dann ab dem 04. August 2010 einen weiteren, etwas niedrigeren Höhepunkt zu erreichen. Auch in den fünf Tagen ab dem 25. August wurden noch 40 (20/20) Exuvien gefunden. Dieser Verlauf konnte auch bei der unvollständigen Suche 2009 beobachtet werden. Der letzte Exuvienfund gelang Anfang Oktober.

Größe

Insgesamt wurden bei 24 Begehungen 937 (398/539) Exuvien von *A. imperator* und 1026 (499/527) von *A. parthenope* gesammelt. Aufgrund fehlender Teile, meist des Abdomens, konnten 76 weitere Larvenhäute nicht bis zur Art bestimmt werden.

Insgesamt wurden 781 Exuvien von *A. imperator* und 904 von *A. parthenope* vermessen. Stark verformte Lavenhäute wurden nicht berücksichtigt. Die durchschnittliche Größe von *A. imperator*-Exuvien betrug 51,1 mm bei einer Spannweite

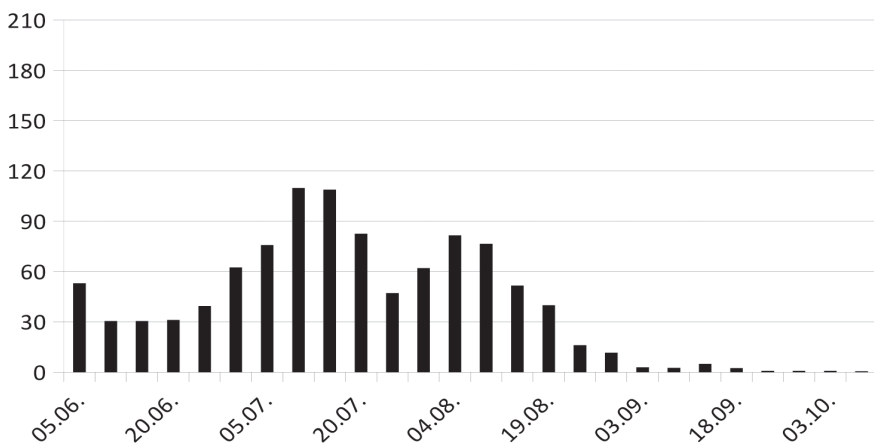


Abbildung 3: Anzahl der am Westufer des hessischen Pfaffensees 2010 gesammelten Exuvien von *Anax parthenope* in Pentaden. Angegeben ist jeweils das erste Datum einer Pentade. Die erste Begehung erfolgte am 07.06. – Figure 3: Number of exuviae of *Anax imperator* collected at the western shore of the Paffensee in 2010 in pentades. The date indicates the beginning of each pentade. The monitoring started on 07-vi-2010.

Tabelle 1: Anzahl der Exuvien von *Anax imperator* und von *A. parthenope*, die im Jahr 2010 am Pfaffensee in der hessischen Wetterau gesammelt wurden, getrennt nach Einzeltagen.
 - Table 1: Numbers of *Anax imperator* and of *A. parthenope* exuviae, separated in monitoring days, that were collected during 2010 on the lake 'Pfaffensee' near Frankfurt on the Main, Hesse, Germany.

	<i>Anax imperator</i>		<i>Anax parthenope</i>		Nicht auf Art-niveau bestimmt
	Männchen	Weibchen	Männchen	Weibchen	
07.06.2010	8	9	15	20	2
14.06.2010	31	55	19	23	4
18.06.2010	26	23	10	16	0
22.06.2010	25	28	10	12	1
29.06.2010	61	62	26	21	0
05.07.2010	106	136	34	41	2
12.07.2010	83	115	51	55	3
16.07.2010	26	43	56	50	2
21.07.2010	11	37	50	53	8
25.07.2010	12	9	29	33	9
01.08.2010	3	6	36	30	16
06.08.2010	0	5	34	38	5
11.08.2010	3	5	40	48	11
16.08.2010	1	0	32	37	5
21.08.2010	0	0	19	21	1
25.08.2010	1	2	17	15	4
30.08.2010	0	4	5	5	0
02.09.2010	0	0	2	7	1
07.09.2010	0	0	2	1	0
13.09.2010	1	0	3	0	0
20.09.2010	0	0	6	1	2
27.09.2010	0	0	1	0	0
04.10.2010	0	0	1	0	0
11.10.2010	0	0	1	0	0
Summe	398	539	499	527	76

te von 46 bis 57 mm. Bei *A. parthenope* war der Durchschnitt 52,4 mm bei derselben Spannweite. *Anax parthenope*-Exuvien mit einer Größe von 55 bis 57 mm wurden ab dem 12. Juli 2010 gefunden. Sie erreichten einen Anteil von bis zu 30 % an einem Sammeltag. Während bei *A. imperator* die Exuviengröße über die Schlupfzeit schwankte, ohne dass man einen Trend erkennen konnte (Abb. 4), nahm sie bei *A. parthenope* bis Anfang August deutlich zu und schwankte dann auf hohem Niveau (Abb. 5).

Geschlechterverhältnis

Außer bei zwei Begehungen wurden von *A. imperator* stets mehr Weibchen als Männchen gesammelt. Das Geschlechterverhältnis wies insgesamt einen Weibchenanteil von 57,6 % auf (Abb. 6). Bei *A. parthenope* betrug der Weibchenanteil 51,4 % (Abb. 7). Im Untersuchungszeitraum des Vorjahres 2009 wurden 635 *A. parthenope*- und 839 *A. imperator*-Exuvien gefunden. Jeweils 53,0 % davon waren Weibchen.

Schlupforte

Bei stichprobenartigen Erfassungen an Rohrkolben-Beständen und an der Ruderalflora wurden im Jahre 2009 außerhalb des Wäldchens nicht annähernd die Schlupfdichten beobachtet, die auf der Probefläche mit den abgestorbenen Bäumen im Wasser festgestellt wurden.

Auf der Probefläche schlüpften 2010 bei *A. imperator* 21 % am Ufer an Gräsern und Stämmen, die meisten davon nicht weiter als 1 m vom Wasser entfernt. Bei *A. parthenope* nutzten 18 % der schlüpfenden Tiere diese Schlupfsubstrate. Wenige Exuvien wurden bis zu 3 m vom Ufer entfernt gefunden. Ein Extremfall war der Fund einer Exuvie von *A. parthenope* an einem Baumstamm in 5 m Entfernung vom Ufer in 1 m Höhe. Der größte Teil der Individuen, 79 % bei *A. imperator* und 82 % bei *A. parthenope*, schlüpfte an den Stämmen und Ästen der im Wasser stehenden, abgestorbenen Weiden. Hier wurden Exuvien bis zu einer Höhe

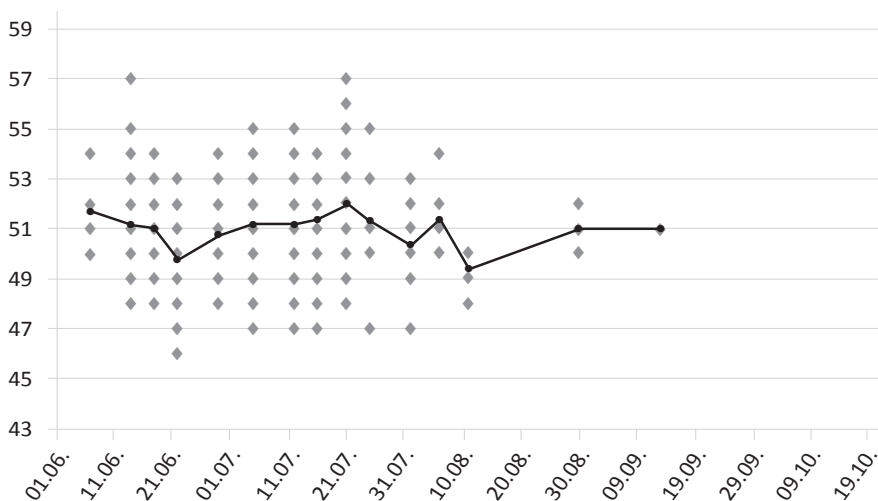


Abbildung 4: Längen [mm] von Exuvien von *Anax imperator*, die im Jahr 2010 am Pfaffenensee in der hessischen Wetterau gesammelt wurden, in Form von Einzelmessungen (Punkte) und dem Tagesmittelwert (Linie) an den jeweiligen Fundtagen (n = 781). – Figure 4: Length [mm] of *Anax imperator* exuviae that were collected during 2010 on the lake 'Pfaffenensee' near Frankfurt on the Main, Hesse, Germany, in form of single measurements (dots) and the average daily length (line) per monitoring day (n = 781).

von 3 m über dem Wasserspiegel gefunden. Der überwiegende Teil der Imagines schlüpfte allerdings in Höhen zwischen 0,3 und 1,5 m. Alle schlüpften entweder senkrecht an Stämmen oder unter den Ästen hängend in allen möglichen Winkeln zur Horizontale. Niemals saßen die Exuvien auf den Ästen. Sie hingen in allen Himmelsrichtungen, jedoch wurden sie an der Seite zum nach Westen ausgerichteten Ufer etwas häufiger registriert. Hinsichtlich des Schlupfortes konnten keine Unterschiede zwischen *A. imperator* und *A. parthenope* festgestellt werden.

Weitere Beobachtungen

Bei vier Kontrollen 2009 und 2010 morgens vor Anbruch der Dämmerung wurden etwa 20 frisch geschlüpfte Individuen angetroffen, die fertig ausgebildet bei Dämmerungsbeginn abflogen. Die Abflugzeit wurde möglicherweise durch meine Störung beeinflusst. Im Jahr 2010 wurden neun Schlupfunfälle registriert.

Diskussion

Exuvienbestimmung

Die Bestimmung der männlichen Exuvien beider *Anax*-Arten anhand des Analhöckers gestaltete sich einfach (GERKEN & STERNBERG 1999; HEIDEMANN & SEIDENBUSCH 2002). Lediglich bei sehr großen Exuvien von *Anax parthenope* muss-

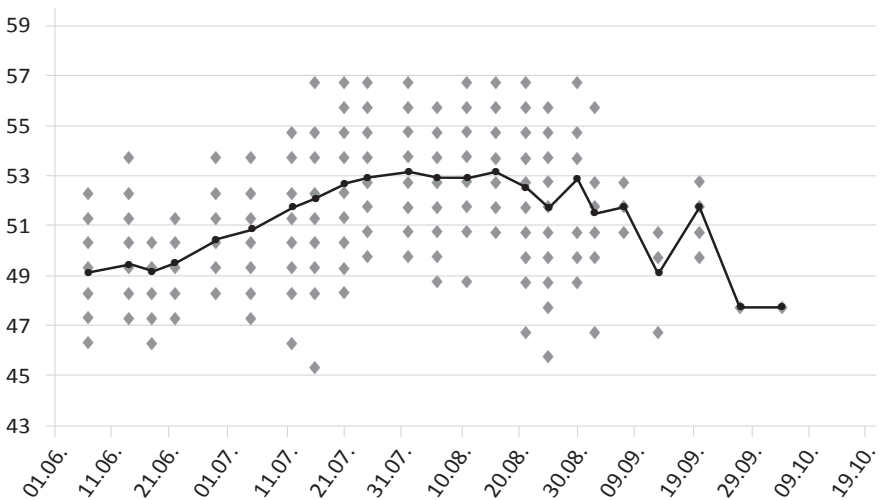


Abbildung 5: Längen [mm] von Exuvien von *Anax parthenope*, die im Jahr 2010 am Pfaffensee in der hessischen Wetterau gesammelt wurden, in Form von Einzelmessungen (Punkte) und dem Tagesmittelwert (Linie) an den jeweiligen Fundtagen (n = 905). – Figure 5: Length [mm] of *Anax parthenope* exuviae that were collected during 2010 on the lake 'Pfaffensee' near Frankfurt on the Main, Hesse, Germany, in form of single measurements (dots) and the average daily length (line) per monitoring day (n = 905).

Abbildung 6: Kumulative Schlupfkurven von *Anax imperator*-Männchen (graue Kurve) und -Weibchen (schwarze Kurve) am Pfaffensee in der hessischen Wetterau im Jahr 2010 (n = 398♂, 539♀).

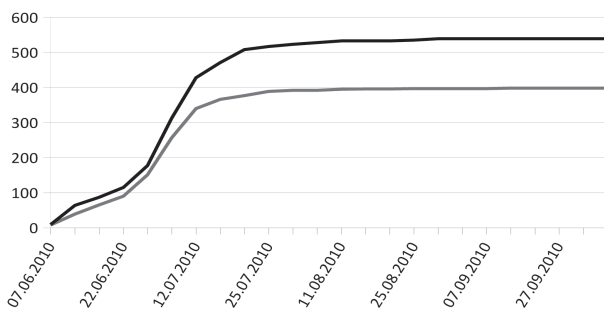


Figure 6: Cumulative emergence curves of male (grey line) and female (black line) *Anax imperator* during 2010 on the lake 'Pfaffensee' near Frankfurt on the Main, Hesse, Germany (n = 398♂, 539♀).

Abbildung 7: Kumulative Schlupfkurven von *Anax parthenope*-Männchen (graue Kurve) und -Weibchen (schwarze Kurve) am Pfaffensee in der hessischen Wetterau im Jahr 2010 (n = 499♂, 527♀).

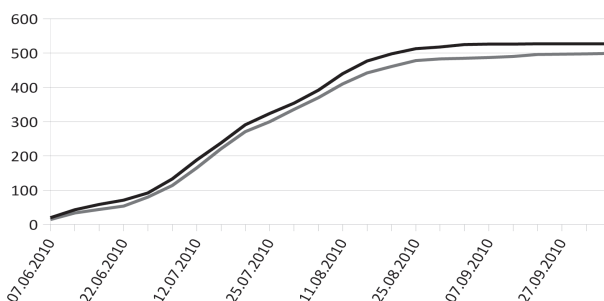


Figure 7: Cumulative emergence curves of male (grey line) and female (black line) *Anax imperator* during 2010 on the lake 'Pfaffensee' near Frankfurt on the Main, Hesse, Germany (n = 499♂, 527♀).

ten manchmal Form und Größe der Prothoraxfortsätze (MÜLLER 1990) zu Hilfe genommen werden. Bei Weibchen war es schwieriger. Bei der Form und Größe des Legeapparats (GERKEN & STERNBERG 1999; HEIDEMANN & SEIDENBUSCH 2002) gab es Zwischenformen, die sich weder *Anax imperator* noch *A. parthenope* eindeutig zuordnen ließen. In diesen Fällen machten jedoch Form und Größe der Prothoraxfortsätze (MÜLLER 1990) eine eindeutige Bestimmung möglich. Andere Merkmale wie die Größe und Form des Praementums erwiesen sich als wenig geeignet.

Exuviengrößen

GERKEN & STERNBERG (1999) geben die Exuviengrößen von *A. imperator* mit 49-55 mm und jene von *A. parthenope* mit 48-54 mm an. Bei HEIDEMANN & SEIDENBUSCH (2002) findet man für *A. imperator* die Angabe 49-57 mm und für *A. parthenope* 49-53 mm, selten 47 und 48 mm. Die Größen der im Rahmen dieser Studie gesammelten Exuvien für *A. parthenope* lagen mit bis zu 57 mm deutlich über den in der Literatur angegebenen Maximalwerten. Ab dem 12. Juli 2010 wurden für *A. parthenope* Exuviengrößen von 55-57 mm festgestellt, die bis zu 30 % der

an einem Tag gefundenen Exuvien ausmachten. Die Größen der Exuvien von *A. imperator* lagen hingegen in der bekannten Streubreite.

Die Größe der Männchen bei *A. parthenope* stieg fast kontinuierlich bis zu der am 9. August 2010 beginnenden Pentade unmittelbar nach dem zweiten Schlupfhöhepunkt an. Die Größe der Larvenhäute der Weibchen stieg bis zur am 25. Juli 2010 beginnenden Pentade an und schwankte dann auf sehr hohem Niveau. Der zweite Schlupfgipfel trat bei *A. parthenope* vom 4. bis zum 14. August 2010 und damit 20 bis 25 Tage nach dem ersten Höhepunkt auf. Die ersten Imagines wurden am 5. Juni 2010 beobachtet. HUNGER & SCHIEL (1999) wiesen eine bivoltine Generation nach, die sich in 70 bis 84 Tagen entwickelt haben musste. Handelte es sich bei den im August schlüpfenden Tieren am Pfaffensee um eine zweite Generation, so müssten diese mit einer Entwicklungszeit von weniger als 70 Tagen ausgekommen sein. Die Größe der *A. parthenope*-Exuvien wuchs jedoch fast stetig bis zum zweiten Gipfel an. Auch dies spricht gegen eine bivoltine Entwicklung in diesem Jahr. Die Exuvien einer zweiten Generation würden vermutlich kleiner ausfallen. Die Unterschiede hinsichtlich der Größenentwicklung der Exuvien beider Arten lassen sich gegenwärtig nicht eindeutig klären. Die Zunahme der Exuviengrößen bei *A. parthenope* könnte auf eine bessere Ernährungssituation und eine längere Entwicklungsdauer zurückzuführen sein. Warum dies nicht auf *A. imperator* zutrifft, können nur weitere Untersuchungen klären.

Phänologie

Die Hauptemergenzperiode von *A. imperator* dauerte 2010 acht Wochen, in denen 96 % aller Tiere schlüpften, wobei allerdings 75 % innerhalb von 30 Tagen zum Schlupf kamen. Die Emergenz von *A. parthenope* zog sich mit 97 % geschlüpfter Tiere über 13 Wochen hin, wobei 75 % innerhalb von 50 Tagen schlüpften. Damit ist diese Art unabhängiger von Witterungseinflüssen. Zusammen mit der Klimaerwärmung könnte dies einer der Gründe sein, warum *A. parthenope* in der Lage war, sich in Mitteleuropa so gut zu etablieren.

Überraschenderweise wurden am ersten Tag der Exuviensuche mehr *A. parthenope*- als *A. imperator*-Exuvien gefunden. Vergleicht man die Zahlen der ersten beiden Tage 2009 und 2010, so lässt sich dieses Ergebnis nur dadurch erklären, dass der Schlupf von *Anax imperator* wie bei vielen Arten im Jahr 2010 erst zwei bis drei Wochen später startete, während *A. parthenope* ähnlich wie 2009 mit der Emergenz begann. Die Summe der 2010 an den zwei ersten Tagen gefundenen Exuvien von *A. parthenope* lag unter Berücksichtigung der unterschiedlich großen Probeflächen etwa auf dem Niveau von 2009, während die Schlupfzahlen von *A. imperator* erheblich kleiner waren.

In STERNBERG & HÖPPNER (2000) wird für *A. parthenope* ein synchronisierter Schlupf innerhalb von 14 Tagen angegeben. Die Phänologie bei HUNGER et al. (2006) zeigt hingegen einen ähnlichen, zweigipfligen Verlauf wie in dieser Studie. Weitere Angaben zur Schlupfphänologie von *A. parthenope* wurden in der Literatur nicht gefunden. Überträgt man die Ergebnisse von CORBET (1957) und BEUTLER (1985) zu *A. imperator* auf *A. parthenope*, so lässt sich der Schlupfverlauf der

letzten genannten Art im Untersuchungsgebiet mit zwei Gipfeln als 'cohort splitting' interpretieren (NORLING 1984). Dabei kam es zur Aufspaltung eines Larvenjahrgangs in zwei Kohorten mit unterschiedlichen Entwicklungsgeschwindigkeiten. Die Individuen der Kohorte mit einer zweijährigen Entwicklung schlüpften in der ersten Phase zwischen Anfang Juni und Mitte Juli. Der zweite Höhepunkt im August ließe sich demnach als Schlupf einer Kohorte mit einjähriger Entwicklung deuten. Eine bivoltine Entwicklung ist für diese Kohorte aus den oben angeführten Gründen nicht anzunehmen. Einzelne, noch Ende September und Anfang Oktober schlüpfende *A. parthenope* könnten jedoch ausnahmsweise eine bivoltine Entwicklung vollzogen haben und einer zweiten Generation angehören, wie dies von WESTERMANN & WEIHRAUCH (2008) für *A. imperator* ebenfalls als Ausnahmefall postuliert wird. Die von CORBET (1957) und BEUTLER (1985) beschriebene Aufteilung in semi- und univoltine Larvenkohorten bei *A. imperator* – d.h. Schlupf einer einjährigen und einer zweijährigen Generation – ist somit zumindest im Untersuchungsgebiet auch für *A. parthenope* wahrscheinlich.

Bei *A. imperator* konnte im Gegensatz zu den Untersuchungen von CORBET (1957) und BEUTLER (1985) nur ein Schlupfgipfel festgestellt werden. Möglicherweise ist die Ernährungssituation im Pfaffensee für die Larven von *A. imperator* wegen der fehlenden Fische so gut, dass die meisten Larven schon nach einem Jahr schlüpfen. Auch hier bleibt jedoch unklar, warum sich Unterschiede zu *A. parthenope* feststellen lassen. Inwiefern hierbei Nahrungs- und Konkurrenzverhältnisse oder klimatische Bedingungen möglicherweise eine Rolle spielen, bleibt weiteren Untersuchungen vorbehalten.

Geschlechterverhältnis

BEUTLER (1985) beschrieb das Geschlechterverhältnis bei *A. imperator* 1983 und 1984 als sehr unterschiedlich. Knapp zwei Drittel der 1983 gefundenen *A. imperator*-Exuvien waren Weibchen, wohingegen 1984 das Geschlechterverhältnis fast ausgeglichen war. Am Pfaffensee lag der Anteil der Weibchen 2009 bei 53,0 % und 2010 bei 57,6 %. Die Unterschiede im Geschlechterverhältnis waren somit wesentlich weniger ausgeprägt als in der Studie von BEUTLER (1985). Für *A. parthenope* liegen keine Vergleichszahlen vor.

Dank

Inbesondere gilt mein Dank meiner Frau Ursula, ohne die die Exuviensuche in dieser Form nicht möglich gewesen wäre und meiner Tochter Daniela, die eine erste Korrektur des Manuskripts vornahm. Bei Bernd Kunz und Frank Suhling bedanke ich mich für die Beantwortung einzelner Fragen zu diesem Thema und für die Bereitstellung verschiedener Originalarbeiten. Dies gilt auch für Andreas Martens, der mir dabei half, den Artikel in das richtige Format zu bringen und mir wertvolle Anregungen und Tipps gab. Mathias Lohr, Ole Müller und Martin Schlüpmann trugen mit Ihren fachlichen und formalen Anmerkungen zur Verbesserung des Manuskripts maßgeblich bei. Auch dafür besten Dank.

Literatur

- BEUTLER B. (1985) Zum Emergenzrhythmus und Geschlechterverhältnis von *Anax imperator* Leach (Odonata). *Entomologische Nachrichten und Berichte* 29: 109-112
- CORBET P.S. (1957) The life-history of the Emperor Dragonfly *Anax imperator* Leach (Odonata: Aeshnidae). *Journal of Animal Ecology* 26: 1-69
- GERKEN B. & K. STERNBERG (1999) Die Exuvien europäischer Libellen (Insecta, Odonata). Huxaria, Hörter
- HEIDEMANN H. & R. SEIDENBUSCH (2002) Die Tierwelt Deutschlands, 72. Teil. Die Libellenlarven Deutschlands. Goecke & Evers, Kelttern
- HUNGER H. & F.-J. SCHIEL (1999) Massentwicklung von *Sympetrum fonscolombii* (Selys) und Entwicklungsnachweis von *Anax ephippiger* (Burmeister) in Überschwemmungsflächen am südlichen Oberrhein (Anisoptera: Libellulidae, Aeshnidae). *Libellula* 18: 189-195
- HUNGER H., F.-J. SCHIEL & B. KUNZ (2006) Verbreitung und Phänologie der Libellen Baden-Württembergs (Odonata). *Libellula Supplement* 7: 15-188
- KOHLER A. (1978) Methoden der Kartierung von Flora und Vegetation von Süßwasserbiotopen. *Landschaft und Stadt* 10: 73-85
- KORTE E., T. GREGOR & A. KÖNIG (2008) Die Gewässermakrophyten im Pfaffensee. Gutachten i.A. der Botanischen Vereinigung für Naturschutz in Hessen e.V., Wetztenberg
- MAUERSBERGER R., A. BÖNSEL & H. MATTHES (2002) *Anax parthenope* in Seenlandschaften entlang der Pommerschen Eisrandlage in Nordost-Deutschland (Odonata: Aeshnidae). *Libellula* 21: 145-165
- MÜLLER O. (1990) Mitteleuropäische Anisopterenlarven (Exuvien) – einige Probleme ihrer Determination. *Deutsche Entomologische Zeitschrift* (NF) 37: 145-187
- NORLING U. (1984) Life history patterns in the northern expansion of dragonflies. *Advances in Odonatology* 2: 127-156
- ROLAND H.-J. (2010) Haltbarkeit von *Anax*-Exuvien am Ort der Emergenz (Odonata: Aeshnidae). *Libellula* 29: 231-240
- STERNBERG K. (2000) *Anax imperator* (Leach, 1815) – Große Königslibelle. In: STERNBERG K. & R. BUCHWALD (Ed.) Die Libellen Baden-Württembergs, Band 2: 125-139. Ulmer, Stuttgart
- STERNBERG K. & B. HÖPPNER (2000) *Anax parthenope* (Selys, 1839) – Kleine Königslibelle. In: STERNBERG K. & R. BUCHWALD (Ed.) (2000) Die Libellen Baden-Württembergs, Band 2: 139-148. Ulmer, Stuttgart
- STÜBING S., H.-J. ROLAND, T. CLOOS, C. GELPKE, B.[T.] HILL, M. KORN & M. SCHROTH (2008) Jahresbericht Hessen 2006/07. *Libellen in Hessen* 1: 15-55
- STÜBING S., B.T. HILL & H.-J. ROLAND (2009) Jahresbericht Hessen 2008. *Libellen in Hessen* 2: 4-39
- STÜBING S., B.T. HILL & H.-J. ROLAND (2010) Jahresbericht Hessen 2009. *Libellen in Hessen* 3: 4-36
- WERZINGER S. & J. WERZINGER (2001) Ganz schön flexibel! Zur Entwicklung von *Anax parthenope* in Bayern. *Libellula* 20: 131-148
- WESTERMANN K. & F. WEIHRACH (2008) Eindeutige Indizien für eine bivoltine Entwicklung von *Anax imperator* in einigen Gewässern Süddeutschlands. *Mercuriale* 7 [2007]: 12-17

Manuskripteingang: 28. September 2010