Nimmt *Leucorrhinia caudalis* im Nordosten Deutschlands rezent zu? (Odonata: Libellulidae)

Rüdiger Mauersberger

Prenzlauer Allee 66, D-17268 Templin <rue.mau@web.de>

Abstract

Is there a recent increase of *Leucorrhinia caudalis* in northeastern Germany? (Odonata: Libellulidae) — Evidence is given that *L. caudalis* became more numerous and widespread in the lake region of northern Brandenburg and Mecklenburg-Vorpommern, Germany, during the last ten years. In the years 1992 to 1996 0.4 % of all dragonfly records referred to *L. caudalis*, whereas 1.4 % of records referred to this species in the period from 2004 to 2008. Between 2001 and 2008, the constancy of *L. caudalis* at the monitoring sites of 16 lakes increased from 19 to 53 %. During the same period, the average annual abundance at all monitoring sites rose from 0.3 to 4.7 exuviae per 10 m shoreline. Altogether 48 sites in Brandenburg and 14 in Mecklenburg-Vorpommern were recorded where *L. caudalis* was newly detected from 2004 to 2008. Global warming is assumed as a probable cause for this increase.

Zusammenfassung

Für die Jahre seit der Jahrtausendwende lässt sich in den Seenlandschaften von Nord-Brandenburg und Mecklenburg-Vorpommern eine Zunahme von *Leucorrhinia caudalis* sowohl hinsichtlich der Verbreitung als auch der Abundanz zweifelsfrei belegen. Im Fünfjahres-Zeitraum von 1992 bis 1996 betrug der Anteil der Funddaten von *L. caudalis* an allen Libellendaten ca. 0,4 %, von 2004 bis 2008 hingegen betrafen 1,4 % aller Beobachtungen *L. caudalis*. An 16 jährlich untersuchten Gewässern mit Dauerbeobachtungsflächen nahm die Stetigkeit der Art anhand von Exuvienfunden von 19 % im Jahre 2001 auf 53 % im Jahre 2008 zu. Im gleichen Zeitraum entwickelte sich die Abundanz gemittelt über alle Probeflächen von 0,3 auf 4,7 Exuvien pro 10 m Uferlänge. Aus methodischen Gründen erfolgte eine Auswertung phänologischer Daten von 1992 bis 2008, die in der Arbeit kurz zusammengestellt werden. Ergänzend werden im Anhang noch weitere neue Funddaten von Gewässern aufgezählt, an denen *L. caudalis* in den letzten Jahren erstmalig nachgewiesen wurde. Insgesamt werden 48 neue Fundorte in Brandenburg und 14 in Mecklenburg-Vorpommern mitgeteilt. Als Ursache der Zunahme wird die Erwärmung des Klimas angenommen.

Einleitung

Leucorrhinia caudalis besitzt einen Verbreitungsschwerpunkt im jungpleistozänen Seengebiet Nordostdeutschlands, wie die letzte Zusammenstellung der deutschen Nachweise der Art deutlich belegt (MAUERSBERGER et al. 2003). Dies galt aber sicher auch schon in früherer Zeit (z.B. KANZLER 1954). Bei näherer Analyse der bei MAUERSBERGER et al. (2003) aufgezählten Beobachtungen wird allerdings offenkundig, dass besonders viele Nachweise aus dem Zeitraum seit dem Ende der 1990er-Jahre stammen. Dies gilt z.B. für das Saarland, Brandenburg und Rheinland-Pfalz. Als Ursache kann einerseits die insgesamt erhöhte Kartierintensität in vielen Teilen Deutschlands gelten, andererseits fällt die Suche nach dieser Art sehr viel leichter, seit die Kenntnisse über die Habitatansprüche von Fehlern befreit wurden und relativ leicht darstellbar sind (MAUERSBERGER & HEINRICH 1993). Die Menge an Neufunden lässt sich jedoch allein daraus kaum noch erklären. Bereits bei MAUERSBERGER et al. (2003) wird darauf hingewiesen, dass mit dem Buckowsee im Grumsiner Forst *L. caudalis* an mindestens einem Gewässer neu aufgetaucht ist, das seit längerer Zeit unter Beobachtung stand. Daraus ließ sich verdachtsweise eine Vergrößerung der Metapopulation ableiten, der Beweis stand jedoch noch aus.

In den letzten fünf Jahren wurde *L. caudalis* nun an weiteren Monitoring-Gewässern erstmals festgestellt, ohne dass anderenorts bestehende Fortpflanzungskolonien nachweislich verschwunden wären. Außerdem hielt der Trend der Entdeckung neuer Vorkommen an. In dieser Studie soll nun mit Hilfe von Indizien der Beweis geführt werden, dass der Individuenbestand dieser Libellenart im Nordosten Deutschlands rezent einer deutlichen Zunahme unterworfen ist.

Untersuchungsgebiet & Methode

Neufunde von *Leucorrhinia caudalis* gelangen an zahlreichen Gewässern in Mecklenburg-Vorpommern und Brandenburg (Tab. 3 und Anhang). Die Geländedaten wurden bei Exuvienaufsammlungen oder Imaginalbeobachtungen vom Ufer oder vom Boot aus gewonnen.

Dauerbeobachtungsflächen

Die für die Kernaussage herangezogenen Dauerbeobachtungsflächen liegen vollständig in der Uckermark im Norden bzw. Nordosten Brandenburgs. Es handelt sich um 16 kleine, relativ naturnahe Seen verschiedener Typen, die – von einer Ausnahme abgesehen – alle vollständig von Wald umgeben waren. Um eine bessere Einordnung der Ergebnisse zu ermöglichen, werden die Gewässer nachfolgend ökologisch im Sinne der Habitateignung für *L. caudalis* gruppiert:

— **Gruppe 1** (7 Seen): Meso- bis eutroph, makrophytenreich, typische Habitate gemäß Beschreibung von MAUERSBERGER & HEINRICH (1993)
— **Gruppe 2** (5 Seen): Eutroph, arm an submersen Makrophyten, Gewässer z.T. trüb oder steilscharig (d.h. bereits unweit der Uferlinie nimmt die

Tabelle 1. Phänologische Daten von *Leucorrhinia caudalis* in Brandenburg und Mecklenburg-Vorpommern in den Jahren 1992 bis 2008. Daten in Klammern sind möglicherweise nicht exakt, Abweichungen von einigen Tagen sind möglich. — Table 1. Data on the phenology of *Leucorrhinia caudalis* in Brandenburg and Mecklenburg-Vorpommern, Germany, from 1992 to 2008. Dates in parentheses are possibly not exact and may deviate several days. ERSTEX erster Exuvienfund, first recorded exuviae; SMAX Schlupf- höhepunkt*, maximum emergance activety; ERST♂ erstes revierbesetzendes männchen beobachtet, record of first territorial male; LETZTJUV letzte beobachtete juvenile, last recorded juvenile; LETZTIM letzte beobachtete Imago, last recorded imago; LETZTEX letzter Exuvienfund, last recorded exuviae; **?** exakte Daten fehlen gänzlich, exact data is missing completely. Quelle, source: RM, ergänzt durch Daten von/ with additional data by O. Brauner, K. Burbach, H. Donath, K. Frobel, D. Ikemeyer & M. Olthoff, J. Kroy, F. Petzold, P. Salm.

JAHR	ERSTEX	SMAX	ERST♂	LETZTJUV	LETZTIM	LETZTEX
1992	?	?	(09.06.)		?	(27.06.)
1993	(10.05.)	?	10.05.		04.07.	04.07.
1994	?	?	27.05.		21.07.	?
1995	?	04.06.	?	04.06.	01.08.	?
1996	?	23.05.	08.06.		(17.06.)	05.07.
1997	(25.05.)	?	(11.06.)		05.07.	
1998	11.05.	?	29.05.	29.05.	21.06.	(09.06.)
1999	(26.05.)	?	01.06.	?	29.06.	11.07.
2000	04.05.	04.05.	10.05.	02.06.	20.06.	18.08.
2001	?	20.05.	27.05.	15.06.	25.06.	30.07.
2002	13.05.	?	29.05.	?	29.07.	09.06.
2003	12.05.	?	25.05.	24.05.	22.07.	29.07.
2004	11.05.	14.05.	30.05.	27.05.	17.07.	07.07.
2005	(20.05.)	28.05.	28.05.	?	15.07.	25.07.
2006	14.05.	30.05.	11.06.	18.06.	03.08.	04.08.
2007	06.05.	12.05.	25.05.	16.05.	19.07.	20.06.
2008	14.05.	17.05.	29.05.	23.05.	03.07.	07.08.

* Tag des Jahres, an dem die meisten schlüpfenden Tiere in Relation zur Anzahl der gesammelten Exuvien gezählt wurden, the day with the most collected exuviae in relation to the total amount of collected exuviae.

Tiefe des Beckens rasch zu), im Mittel tiefer als Gewässer der 1. Gruppe, suboptimale Habitate

— **Gruppe 3** (2 Seen): Sehr flache, makrophytenreiche Gewässer, mit reduzierter, sich dynamisch verändernder Fischfauna, suboptimale Habitate

— **Gruppe 4** (2 Gewässer): Moorrestkolke mit Torfmoos-Schwingmoorverlandung, nahezu ohne Submersvegetation, Habitateignung im Sinne von MAUERSBERGER & HEINRICH (1993) suboptimal oder fehlend.

Diese Seen wurden seit 1999 oder 2000 alljährlich einem identischen Algorithmus der Exuvienaufsammlung unterzogen. An jedem Gewässer wurden zu Beginn Sammelabschnitte festgelegt, die von See zu See je nach zu erwartender Individuendichte unterschiedliche Längen aufwiesen: Minimum 20 m, Maximum 120 m, in

Summe 930 m. An diesen Ufern wurden jährlich an vier, zuweilen fünf Terminen alle Großlibellen-Exuvien eingesammelt, determiniert und gezählt. Die Aufsammlungen fanden üblicherweise Anfang Mai, Ende Mai bis Anfang Juni, Mitte Juni bis Anfang Juli sowie Mitte Juli bis Anfang August statt. Die fünfte Aufsammlung (vornehmlich 2004, 2005 und 2006) wurde dazwischen geschoben. Bei vielen der Gewässer hatten die Untersuchungen schon Jahre zuvor begonnen, wobei die Vergleichbarkeit der Daten wegen geringerer Bearbeitungsintensität nicht immer vollständig gegeben ist. In fast allen Fällen stammen jedoch auch diese älteren Daten von denselben Uferabschnitten wie die jüngeren. Insgesamt wurden zwischen 1991 und 2008 dafür allein ca. 2000 Geländearbeitsstunden aufgewendet.

Um zu prüfen, wie hoch die Unsicherheit der Aussagen zu bewerten ist, wurde ermittelt, wie viele Exuvien-Sammeltage pro Gewässer und Jahr bei der oben genannten zeitlichen Staffelung geeignet gewesen wären, die Art nachzuweisen. Hierfür musste zunächst die Phänologie der Art für die einzelnen Jahre ermittelt werden (Tab. 1).

Ergebnisse

Phänologie

Der Schlupf von *Leucorrhinia caudalis* begann fast immer in der ersten Maihälfte und war Ende Mai bis Anfang Juni noch in vollem Gange. Mitte Juni neigte sich die Emergenz dem Ende entgegen; dennoch konnten oft im Juli oder gar im August noch einzelne Exuvien gefunden werden. Daraus ergibt sich für die Intervalle der Exuvienaufsammlungen, dass die größten Abundanzen nahezu immer beim zweiten Durchgang gefunden wurden, in Jahren mit zeitiger Phänologie zuweilen bereits bei der ersten Runde. Beim dritten Durchgang bestand eine große Chance, die Art noch nachzuweisen, der vierte Durchgang lieferte für die Fragestellung keine brauchbare Aussage mehr.

Anzahl der Beobachtungen von *L. caudalis* pro Jahr

In diesem Auswertungsschritt wurden aus den eigenen Daten heraus alle Funde von *L. caudalis* pro Jahr im Nordosten Deutschlands gezählt. Als ein Fund gilt die Kombination aus Art, Gewässer und Datum, d.h. Mehrfachnachweise an einem Gewässer innerhalb des Jahres oder mehrere Nachweise an einem Tag von verschiedenen Gewässern wurden auch mehrfach gezählt. Da die Untersuchungsaktivität nicht in allen Jahren gleich hoch war und auch potenzielle Habitate von *L. caudalis* nicht in jedem Jahr gleich gewichtet vertreten waren, ist die Vergleichbarkeit eingeschränkt. Um die Aussagekraft zu erhöhen, wurden die *L. caudalis*-Datenanzahlen in Bezug zu den Gesamtzahlen der Funddaten aller Libellenarten des Jahres in Beziehung gesetzt (Tab. 2, Abb. 2).

Die Beobachtungsdaten von *L. caudalis* machten im Zeitraum von 1992 bis 2008 durchschnittlich 0,9 % aller im jeweiligen Jahr gewonnenen Libellendaten aus. Die beiden höchsten Werte stammen aus den letzten drei Jahren. Die Rangkorrelation nach Spearman ergibt für die Daten aus Tabelle 2 einen signifikant positiven Trend ($r_s = 0{,}77$; $p = 0{,}0021$; $n = 17$).

Tabelle 2. Anzahl der Funde von *Leucorrhinia caudalis* in Brandenburg und Mecklenburg-Vorpommern in den Jahren 1992 bis 2008 in Relation zur Libellen-Beobachtungsintensität pro Jahr. — Table 2. Number of records of *Leucorrhinia caudalis* in Brandenburg and Mecklenburg-Vorpommern, Germany, from 1992 to 2008, compared to all Odonata data of these years. Quelle, source: RM

JAHR	*LEUCORRHINIA CAUDALIS*	ALLE ODONATA	ANTEIL *L. CAUDALIS* [%]
1992	5	2170	0,23
1993	12	1890	0,63
1994	7	2030	0,34
1995	7	2390	0,29
1996	5	1220	0,41
1997	6	1100	0,55
1998	17	1150	1,48
1999	11	1380	0,8
2000	28	1960	1,43
2001	17	1710	0,99
2002	25	3110	0,8
2003	31	3120	0,99
2004	22	2580	0,85
2005	20	2640	0,76
2006	34	2080	1,63
2007	31	2400	1,29
2008	44	2510	1,75

Anzahl der bekannten Fundorte in Mecklenburg-Vorpommern

Im nordöstlichsten deutschen Bundesland waren zwischen 1855 und 2003 sieben Fundorte bekannt geworden (MAUERSBERGER et al. 2003). In den folgenden sechs Jahren (2004-2009) kam es an 14 neuen Punkten zum Auffinden von *L. caudalis* (Nachweise s. Anhang).

Nachweise von *L. caudalis* an Dauerbeobachtungsflächen in Brandenburg

Üblicherweise lagen zwei bis drei Aufsammlungen pro Jahr an jedem Gewässer in dem günstigen Zeitraum (s. Methode). Tabelle 3 zeigt die Nachweise von *L. caudalis* pro Gewässer und Jahr. Wurden Exuvien gefunden, ist deren Abundanz bezogen auf 10 m Uferlänge eingetragen. Als Fehlnachweis soll gelten, wenn mindestens zwei Aufsammlungen innerhalb der Emergenzperiode (im Einzelfall bis zu 14 Aufsammlungen) ohne Erfolg verliefen.

Stetigkeit an den Dauerbeobachtungsflächen

Vor dem Jahr 2000 war *L. caudalis* nur an vier der Gewässer jemals nachgewiesen worden. Im Jahr 2001, dem ersten Jahr gleichmäßig guter Datenlage über alle Probeflächen, war die Art an drei von 16 Seen anzutreffen (Stetigkeit 19 %). Ab 2003 wurde dieser Wert alljährlich überschritten, im Jahr 2008 konnten acht Seen als Reproduktionsgewässer der Art identifiziert werden. Insgesamt war *L. caudalis*

Tabelle 3a. Entwicklung des Fortpflanzungserfolges von *Leucorrhinia caudalis* an Dauerbeobachtungsflächen in der Uckermark, Nord-Brandenburg, in den Jahren 1991 bis 1999: Anzahl der Exuvien pro 10 m Uferlänge. — Table 3a. Reproduction success of *Leucorrhinia caudalis* at small lakes in the district Uckermark, northern Brandenburg, Germany, on continuous monitoring sites from 1991 to 1999: number of exuviae per 10 m shoreline. – keine Daten vorhanden, no data available; **(0)** kein Nachweis, womöglich methodisch bedingt, no record but data base may be insufficient; **0** kein Nachweis trotz günstiger Datenlage, no record

GEBIET	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
				Gruppe 1					
Gr. Borgsee	–	–	(0)	–	–	(0)	0,33	0,17	(0)
Buckowsee	–	–	0	–	–	–	–	–	(0)
Jungfernsee	–	–	2,25	–	–	–	–	1,0	(0)
Kespersee	–	(0)	(0)	–	0	0	0	0	0
Krummer See	–	(0)	(0)	(0)	–	0	(0)	(0)	0
Rohrhahngrund	–	(0)	(0)	–	0	0	0	0,71	1,14
Kl. Aalgastsee	–	–	–	(0)	–	–	–	–	–
				Gruppe 2					
Kl. Borgsee	–	–	–	(0)	–	(0)	(0)	(0)	0
Brackensee	–	–	(0)	(0)	–	–	(0)	0	0
Dreiecksee	(0)	0	0	0	0	0	(0)	(0)	0
Messingsee	–	–	(0)	–	–	–	(0)	0	0
Kl. Rathsburgsee	–	–	–	(0)	–	0	(0)	0	0
				Gruppe 3					
Laatzer See	–	–	5,6	–	–	1,2	–	(0)	0
Langes Bruch	–	(0)	–	–	(0)	–	(0)	–	0
				Gruppe 4					
Hechtdiebel	0	–	0	–	0	0	0	0	0
Schnakenpfuhl	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Stetigkeit	**0 %**	**0 %**	**22 %**	**0 %**	**0 %**	**11 %**	**9 %**	**17 %**	**7 %**

nunmehr an elf der 16 Seen (69 %) nachgewiesen worden. Bezogen auf die verschiedenen Gewässertypen bedeutet dies:

— Gruppe 1: Vor dem Jahr 2000 an drei von sieben Seen nachgewiesen, rezent sechs von sieben mit Nachweis
— Gruppe 2: Ohne Nachweis vor 2000, rezent zwei von fünf Seen mit Nachweisen geringer Dichten von *L. caudalis*
— Gruppe 3: Vor 2000 wie rezent Nachweise an einem von zwei Gewässern
— Gruppe 4: Erstnachweise an beiden Gewässern gelangen erst 2008

Tabelle 3b. Entwicklung des Fortpflanzungserfolges von *Leucorrhinia caudalis* an Dauerbeobachtungsflächen in der Uckermark, Nord-Brandenburg, in den Jahren 2000 bis 2008: Anzahl der Exuvien pro 10 m Uferlänge. — Table 3b. Reproduction success of *Leucorrhinia caudalis* at small lakes in the district Uckermark, northern Brandenburg, Germany, on continuous monitoring sites from 2000 to 2008: number of exuviae per 10 m shoreline. – keine Daten vorhanden, no data available; **(0)** kein Nachweis, womöglich methodisch bedingt, no record but data base may be insufficient; **0** kein Nachweis trotz günstiger Datenlage, no record

GEBIET	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
				Gruppe 1					
Gr. Borgsee	0	0	0	2,0	4,17	16,5	28,5	5,67	13,5
Buckowsee	(0)	2,29	3,14	8,86	16,0	4,0	6,29	3,14	12,0
Jungfernsee	0	0,25	0	0	0	0,25	0,5	1,25	6,0
Kespersee	0	0	0	0	0	0	0	0	3,58
Krummer See	0	0	0	0	0,14	1,71	22,0	1,43	31,71
Rohrhahngrund	1,43	1,86	0,57	8,0	2,71	2,71	4,29	0,29	–
Kl. Aalgastsee	(0)	0	0	0	0	0	0	0	0
				Gruppe 2					
Kl. Borgsee	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Brackensee	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Dreiecksee	0	0	0	0,22	0,44	0,22	0,22	1,33	0,44
Messingsee	0	0	0	0	0	0	0,14	0	0
Kl. Rathsburgsee	0	0	0	0	0	0	0	0	0
				Gruppe 3					
Laatzer See	0	0	0,4	0	0,4	0,4	0	0	0
Langes Bruch	0	0	0	0	0	0	0	0	0
				Gruppe 4					
Hechtdiebel	0	0	0	0	0	0	0	0	0,2
Schnakenpfuhl	–	0	–	0	0	0	0	0	3,5
Stetigkeit	**7 %**	**19 %**	**20 %**	**25 %**	**37 %**	**44 %**	**44 %**	**37 %**	**53 %**

Abundanzen an den Dauerbeobachtungsflächen

Die Abundanz der Art nahm im Beobachtungszeitraum ebenfalls zu: Über alle Probeflächen gemittelt wurden 2001 pro 10 m Uferlänge 0,3 Exuvien gefunden, 2008 waren es 4,7 Exuvien. Dies ergibt sich nahezu zwangsläufig aus der Tatsache, dass mehr Gewässer besiedelt worden sind. Aber es sind nicht nur ebenso viele Individuen, die sich in den letzten Jahren auf mehr Gewässer verteilten, sondern es sind tatsächlich neue, eigenständige Fortpflanzungskolonien entstanden.

Obendrein ist die Tendenz zu erkennen, dass die Bestände auch an den bestehenden Fortpflanzungsgewässern individuenreicher geworden sind: Betrachtet man die Gewässer, in denen *L. caudalis* nachgewiesen wurde allein, also drei im Jahre 2001 und acht im Jahre 2008, so wurden hier im Mittel Abundanzen von 1,5 (2001) bis 8,9 (2008) nachgewiesen. Mittelwerte mit mehr als drei Exuvien pro 10 m Uferlänge traten seit 1991 an den Monitoring-Gewässern in folgenden Jahren auf: 1993, 2003, 2004, 2005, 2006 und 2008, Werte von mehr als acht Exuvien gab es nur 2006 und 2008.

In Relation zu den anderen Anisoptera fiel der Anteil von *L. caudalis* sehr unterschiedlich aus. So wurde beispielsweise am Hechtdiebel 2008 eine Exuvie auf 60 m Uferlänge gefunden, das entspricht 0,4 % aller Großlibellen-Exuvien. Am Krummen See bei Melzow betrug 2008 der Anteil von *L. caudalis* an der Gesamtemergenz der Anisoptera hingegen 24 %. Am Großen Borgsee wurde 2006 mit 171 *L. caudalis* von insgesamt 493 auf 60 m gesammelten Exuvien (35 %) der höchste Wert unter den 16 Dauerbeobachtungsgewässern nachgewiesen. Lediglich *Cordulia aenea* brachte in jenem Jahr noch höhere Abundanzen hervor.

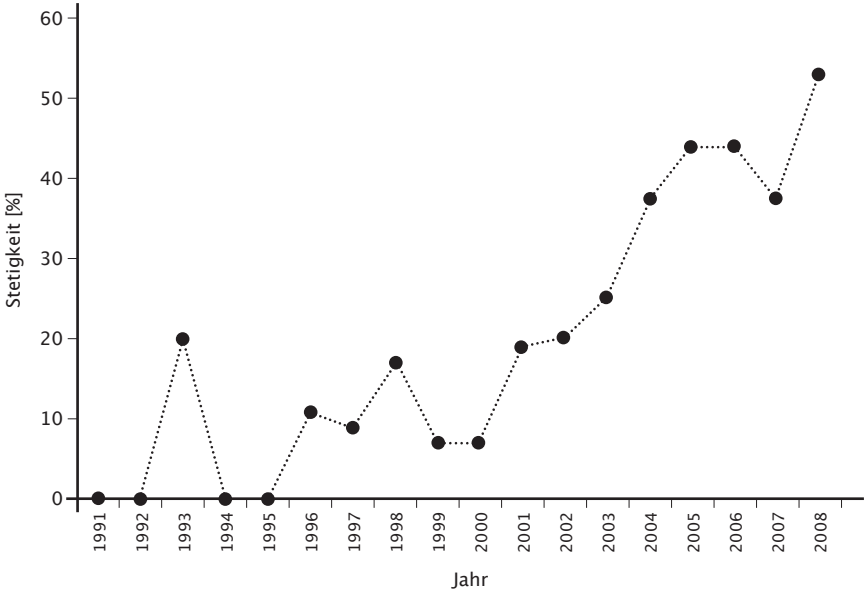

Abbildung 1: Stetigkeit von *Leucorrhinia caudalis* an 16 systematisch untersuchten Monitoring-Gewässern in der Uckermark in Nord-Brandenburg in den Jahren 1991 bis 2008. — Figure 1: Degree of presence of *Leucorrhinia caudalis* at 16 monitoring waters in northern Brandenburg, Germany, from 1991 to 2008.

Diskussion

Indizien und Belege für vermehrtes Auftreten

Die schiere Vergrößerung der jährlichen Zahl an Beobachtungen von *Leucorrhinia caudalis* mag bereits als Indiz dafür gelten, dass die Art in Zunahme begriffen ist – insbesondere dann, wenn die Anzahl der Daten in zahlenmäßigen Bezug zu allen Libellenbeobachtungen gebracht wird, wie in Tabelle 2 geschehen. Auch die Feststellung, dass es innerhalb von 150 Jahren nur an sieben Gewässern in Mecklenburg-Vorpommern gelang, *L. caudalis* nachzuweisen, in den folgenden sechs Jahren jedoch an 14 weiteren, legt nahe, dass eine Veränderung stattgefunden hat. Zwar lag der Kenntnisstand über Libellenvorkommen in diesem Bundesland lange Zeit niedriger als in anderen Teilen Deutschlands, doch sprechen z.B. die aktuellen Beobachtungen vom Mummelsee (siehe Anhang) für eine Neubesiedlung, denn bei langjährigen früheren Untersuchungen konnte die Art nicht nachgewiesen werden (1965-1967: SCHEFFLER 1970; 1985-1989: BRAASCH & STÖCKEL 1989; 1998-1999: RUMPF & WERNICKE 2001; 2001-2006: RM unpubl.).

Der methodische Ansatz der Dauerbeobachtungsflächen geht von der Aussagekraft her weit darüber hinaus: Die Besiedlung zusätzlicher Gewässertypen und die allgemeine Zunahme der Abundanzen an den Monitoring-Gewässern lassen keinen Zweifel daran, dass die Art im Vormarsch ist (Abb. 1).

Auch H. Beutler (pers. Mitt.) berichtet von einigen neuen Fundorten im Südosten von Brandenburg sowie davon, dass die Art am Möllnsee südlich Mochow (vgl. MAUERSBERGER et al. 2003: Anhang) enorm zahlreich geworden sei und z.B. 2006 eine Abundanz von 33 Exuvien auf 10 m Uferlänge erreicht habe. In der Tagebaufolgelandschaft im äußersten Süden Brandenburgs wurden drei Gewässer seit 1996 von A. Günther (pers. Mitt.) jährlich kontrolliert. Nachweise von *L. caudalis* gelangen ihm aber am Neuen Zollhausteich erstmals 2005, am Gewässer im Tagebau Welzow-Süd an der Jessener Kante 2007 bzw. an den Tschuggerteichen erst 2008 (siehe Anhang). Diese Befunde aus Süd-Brandenburg belegen ähnlich deutlich wie jene aus dem Norden, dass die Art in den letzten Jahren verstärkt Gewässer neu besiedelt.

Verlässt man bei den Betrachtungen den Untersuchungsraum, so ist festzustellen, dass auch anderswo in Deutschland Neufunde gelingen. So wurde *L. caudalis* im Juni 2008 erstmals in Sachsen-Anhalt nachgewiesen (MÜLLER 2008). Im Saarland und in Rheinland-Pfalz gehört die Art zu jenen mit der größten relativen Zunahme nach 1990 (B. Trockur pers. Mitt.). Eine Neuansiedlung schildern SCHIRRMACHER et al. (2007) an einem künstlich angelegten Kleingewässer bei Karlsruhe in der Umgebung eines bekannten Stammhabitats der Art. Hier wurde ein Lebensraum, der eigentlich nicht dem Optimalhabitat entspricht, erfolgreich zur Fortpflanzung genutzt und dies obendrein noch im ersten Jahr dessen Existenz.

Und die Ursache?

So klar, wie die Aussage über die Zunahme von *L. caudalis* in den letzten Jahren bewiesen ist, so unklar erscheinen die Ursachen der offensichtlichen Veränderung. Nahe liegend wäre es, wenn die Zahl der Gewässer, die dem Optimallebensraum entsprechen, sich in diesem Zeitraum signifikant vergrößert hätte. Hierfür gibt es aber keine Hinweise; die Anzahl der größeren Standgewässer im Norden Brandenburgs ist seit Jahrhunderten relativ konstant, die Wasserqualität hat sich im letzten Jahrzehnt geringfügig zum Positiven entwickelt, so dass die Standortbedingungen für submerse Makrophyten als lebensraumspendende Strukturelemente für *L. caudalis* sich hier und da günstiger darstellen als noch vor Jahren. Diese Veränderungen erreichen aber bei weitem nicht das Ausmaß des Zuwachses der Population der Libelle. Vielmehr wird immer häufiger berichtet, dass auch Gewässer besiedelt werden, die vom optimalen Habitattyp strukturell abweichen, wie z.B. der Schwarzsee im Murnauer Moos (K. Burbach pers. Mitt.), der neu angelegte

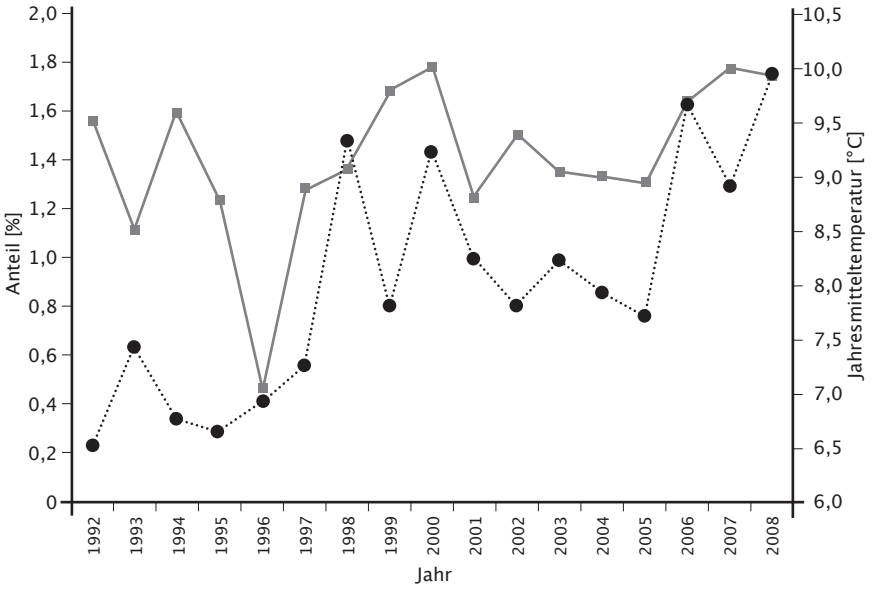

Abbildung 2: Nachweise von *Leucorrhinia caudalis* (●) in den Jahren 1992 bis 2008 in Brandenburg und Mecklenburg-Vorpommern, in Bezug zur Datenzahl aller Libellenarten (vgl. Tab. 2) und Jahresmitteltemperatur (■) in Nordost-Brandenburg, Station Angermünde, nach Daten des Deutschen Wetterdienstes. — Figure 2: Records of *Leucorrhinia caudalis* (●) from 1992 to 2008 in Brandenburg and Mecklenburg-Vorpommern, Germany, in relation to the records of all Odonata species (see tab. 2), and average annual temperature (■) in northeastern Brandenburg.

Teich im NSG 'Fritschlach' bei Karlsruhe (SCHIRRMACHER et al. 2007), Dreiecksee, Hechtdiebel und Schnakenpfuhl (Tab. 3) sowie Kleiner Krinertsee und Plötzendiebel (RM, siehe Anhang). Daraus lässt sich zunehmender Populationsdruck an den auch immer häufiger werdenden Stammhabitaten ableiten, der nicht auf Strukturverbesserungen beruht.

Verbesserungen in der Methode der Erfassung (MAUERSBERGER 2004) führten mit Sicherheit seit den 1990er-Jahren zu Erleichterungen der Nachweisbarkeit: Die neu gewonnenen Kenntnisse über das Habitatschema und die zunehmende Bedeutung der Exuviensuche spielen hier eine wesentliche Rolle. Jedoch gibt es innerhalb der letzten zehn Jahre - zumindest bei mir - keinen Qualitätssprung in der Erfassungsmethode mehr, der zu einer erhöhten Nachweisrate von *L. caudalis* ab 2004 hätte führen können. Methodische Gründe scheiden als Ursache für den Eindruck vermehrten Auftretens der Art daher aus.

Was ist aber dann die Ursache? Die wesentliche ökologische Veränderung im Untersuchungsraum scheint mir die Klimaveränderung zu sein. *Leucorrhinia caudalis* gehört mit *L. albifrons* und *L. pectoralis* zu den Arten der Gattung, deren Areal in Europa relativ weit in den Süden reicht, in Skandinavien aber nur einen kleinen, südlichen Teil einschließt (SAHLÉN 2006). Sie ist offenbar deutlich wärmeliebender als *L. dubia* oder *L. rubicunda*. Könnte es sein, dass die jüngste Erwärmungsphase die Fortpflanzung der Art in den Seen des nördlichen Mitteleuropas begünstigt? Die Jahresmitteltemperaturen sind innerhalb der letzten Jahrzehnte im Nordosten Brandenburgs tendenziell deutlich angestiegen und der Verlauf der Mitteltemperatur zeigt partielle Übereinstimmung mit dem der Nachweisdichte von *L. caudalis* (Abb. 2). Dabei können aber methodische Ursachen hineinspielen, denn in warmen Jahren gab es auch oft warme Sommer mit günstigeren Möglichkeiten für Libellennachweise.

Eine umgekehrte Korrelation zeichnet sich hingegen bei der Wintertemperatur ab: Die kältesten Winter mit der längsten Eisbedeckung auf den Gewässern wurden nach eigenen Beobachtungen im Untersuchungszeitraum in Nord-Brandenburg 1995/1996, 2002/2003 und 2005/2006 verzeichnet. Im jeweils anschließenden Frühjahr kam es bei *L. caudalis* stets zu hohen Abundanzen (Tab. 2 und 3), was eindeutig zeigt, dass Winterkälte die Art nicht behindert, sondern eher fördert. Wenn die Zunahme der Art im Zusammenhang mit dem Klimawandel zu sehen ist, so dürfte der tendenzielle Anstieg der Wintertemperaturen dabei keine positive Rolle spielen. Vielmehr weist die erhöhte Abundanz von *L. caudalis* nach kalten Wintern auf die Toleranz gegenüber kontinentalerem Klima hin, wie es für ein eurosibirisches Faunenelement zu erwarten ist.

MAUERSBERGER & HEINRICH (1993) stellten die bis an die Wasseroberfläche reichende Submersvegetation als wesentliches Habitatmerkmal für *L. caudalis* heraus und postulierten, dass jene durch Strahlungsabsorption die Erwärmung des Wasserkörpers bewirke und damit die Ei- und/oder Larvalentwicklung fördere. Wenn diese Gedanken richtig waren, sind im Zusammenhang mit dem Klimawandel folgende Konsequenzen anzunehmen:

Die Klimaerwärmung ermöglicht die Reproduktion von *L. caudalis* zunehmend auch in Gewässern, deren submerse Strukturen weniger stark ausgeprägt sind.

An reich strukturierten, flachen Gewässern mit starker Erwärmung ist im Vergleich zu früheren Zeiten eine beschleunigte Larvalentwicklung wahrscheinlich. Der erste Nachweis einer nur einjährigen Entwicklungszeit (MIKOLAJEWSKI et al 2004) stammt tatsächlich von einem solchen Gewässer in Nord-Brandenburg. Die univoltine Entwicklung könnte in Zukunft für Mitteleuropa nicht mehr die Ausnahme, sondern die Regel darstellen.

In der nahen Zukunft wäre mit einer Zunahme von *L. caudalis* in den Seengebieten Skandinaviens zu rechnen. Anzeichen dafür gibt es schon (z.B. FLENNER & SAHLÉN 2005).

Die extreme Seltenheit der Art während der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts im Nordosten Deutschlands könnte teilweise klimatisch bedingt gewesen sein. Im recht kühlen Zeitraum von 1960 bis 1990 gelangen in Nord-Brandenburg und Mecklenburg nur drei Nachweise der Art.

Die Hypothese, dass die augenfällige Zunahme dieser eurosibirischen Art in Mitteleuropa klimatische Gründe haben könnte, klingt sicher überraschend, liegt aber im Bereich des Möglichen. Allerdings ist der Umstand, dass die Zunahme der Art zeitlich mit dem Anstieg der mittleren Temperaturen zusammenfällt, kein Beweis eines Zusammenhanges. Es bleibt somit also noch Raum für andere Deutungsvarianten.

Dank

Dank gebührt zahlreichen Kollegen (siehe Anhang), die mit Ihren Daten die Aussage des Artikels zu stützen halfen. André Günther übernahm dankenswerterweise die statistische Prüfung der Daten aus Tabelle 2.

Literatur

BRAASCH D. & G. STÖCKEL (1989) Ein Beitrag zur Insektenfauna der Naturschutzgebiete „Grundloser See“ und „Mümmelsee“ im Kreis Neustrelitz. *Natur und Naturschutz in Mecklenburg-Vorpommern* 18: 55–64.

FLENNER I. & G. SAHLÉN (2005) Dragonfly community re-organisation in boreal forest lakes: rapid species turnover driven by climate change? *Insect Conservation and Diversity* 1: 169–179

KANZLER W. (1954) Märkische Libellenfauna. *Deutsche Entomologische Zeitschrift* (NF) 1: 42–85

MAUERSBERGER R. (2004) Leucorrhinia caudalis (Charpentier 1840). In: PETERSEN B., G. ELLWANGER, G. BIEWALD, U. HAUKE, G. LUDWIG, P. PRETSCHER, E. SCHRÖDER & A. SSYMANK (Ed.) Das europäische Schutzgebietssystem Natura 2000. Ökologie und Verbreitung von Arten der FFH-Richtlinie in Deutschland. Band 1:

Pflanzen und Wirbellose. *Schriftenreihe für Landschaftspflege und Naturschutz* 69 (1): 580–585

Mauersberger R. & D. Heinrich (1993) Zur Habitatpräferenz von Leucorrhinia caudalis (Charpentier) (Anisoptera: Libellulidae). *Libellula* 12: 63–82

Mauersberger R., F.-J. Schiel & K. Burbach (2003) Zur Verbreitung und aktuellen Bestandssituation von Leucorrhinia caudalis in Deutschland (Odonata: Libellulidae). *Libellula* 22: 143–182

Mikolajewski D.J., K.-G. Leipelt, A. Conrad, S. Giere & J. Weyer (2004) Schneller als gedacht: einjährige Larvalentwicklung und ‚slow life style' bei Leucorrhinia caudalis (Odonata: Libellulidae). *Libellula* 23: 161–171

Müller J. (2008) Erstnachweis von Leucorrhinia caudalis als 70. Libellenart für Sachsen-Anhalt. Online im Internet (06.07.2009), URL:<www.faunoekjmueller-magdeburg.de/Aktuelles/Insekten/Ins_2008/lcaudalis_ins_2008.html>

Rumpf M. & P. Wernicke (2001) Die Libellenfauna ausgewählter Gewässer im Naturpark Feldberger Seenlandschaft. *Natur und Naturschutz in Mecklenburg-Vorpommern* 36: 92–109

Sahlén G. (2006) Leucorrhinia Brittinger, 1850 – Whitefaces. In: Dijkstra K.-D.B. & R. Lewington (Ed.) Field guide to the dragonflies of Britain and Europe: 262–268. British Wildlife Publishing, Gillingham

Scheffler W. (1970) Die Odonatenfauna der Waldmoore des Stechlinsee-Gebietes. *Limnologica* 7: 339–369

Schirrmacher K., F.-J. Schiel & A. Martens (2007) Einjährige Entwicklung von Gomphus pulchellus und Leucorrhinia caudalis in einem neu angelegten Gewässer (Odonata: Gomphidae, Libellulidae). *Libellula* 26: 189–192

Zessin W. (2009) Erstnachweis der Zierlichen Moosjungfer (Leucorrhinia caudalis) in West-Mecklenburg 2008 am Kraaker Waldsee, Landkreis Ludwigslust. *Virgo, Mitteilungsblatt des Entomologischen Vereins Mecklenburg* 10: (im Druck)

Anhang 1. Liste neuer Fundorte von *Leucorrhinia caudalis* in Nordost-Deutschland. — **Appendix 1.** List of new recording sites of *Leucorrhinia caudalis* in northeastern Germany.

Erläuterungen und Abkürzungen:
Die Fundortangaben sind nach Bundesländern und innerhalb des Landes numerisch nach Messtischblättern sortiert. **MTBQ** Messtischblatt-Quadrant. Beobachtung: **Im** Imagines (Männchen, Weibchen); **J** immature Tiere; **Ex** Exuvie(n); **L** Larve(n). Quelle: **RM** R. Mauersberger. An Fundorten, die bereits bei MAUERSBERGER et al. (2003) erwähnt wurden, gelangen ab 2004 ebenfalls zahlreiche neue Beobachtungen, die hier nicht aufgeführt sind.

Fundort	MTB(Q)	Datum	Beobachtung	Quelle
Brandenburg				
Lehstsee NO Lychen	2746/3	24.06.2006	2, 0 Im	RM
		10.06.2007	40, 0 Im	RM
Lychen, Kleingewässer in Lehst-Niederung	2746/3	20.06.2006	4, 0 Im	RM
Moosbruch/Schreibermühle	2746/3	03.07.2006	1, 0 Im	RM
Schnakenpfuhl NO Lychen	2746/3	26.05.2005	1, 0 Im	RM
		06.06.2007	1, 0 Im	RM
		10.06.2007	15, 1 Im	RM
		02.07.2007	1, 0 Im	RM
		29.05.2008	3, 0 Im; 9 Ex	RM
		13.06.2008	1 Ex	RM
		01.07.2008	1, 0 Im	RM
		01.08.2008	1 Ex	RM
		21.05.2009	45 Ex	RM
		10.06.2009	1, 0 Im; 8 Ex	RM
		01.07.2009	2, 1 Im	RM
Brüsenwalder Karpfenteich W Hardenbeck	2746/4	30.05.2004	2, 0 Im	RM
Messingsee S Blankenburg	2749/4	15.06.2006	1 Ex	RM
Kellsee W Luhme	2842/2	17.06.2009	1, 0 Im	RM
Kespersee NO Melzow	2849/2	16.05.2008	6 J; 20 Ex	RM
		04.06.2008	16 Ex	RM
		25.06.2008	6 Ex	RM
		28.07.2008	1 Ex	RM
		22.05.2009	6 Ex	RM
Krummer See SO Melzow	2849/1	12.05.2004	1 J; 1 Ex	RM
		28.05.2005	11 Ex	RM
		28.06.2005	2, 0 Im; 1 Ex	RM
		23.05.2006	10 J; 53 Ex	RM
		15.06.2006	6 J; 30 Ex	RM
		10.07.2006	9, 0 Im; 2 Ex	RM
		29.07.2006	1, 0 Im; 1 Ex	RM
		12.05.2007	1 J; 3 Ex	RM
		28.05.2007	5, 0 Im; 4 Ex	RM
		22.06.2007	5, 0 Im	RM
		15.05.2008	23 J; 71 Ex	RM
		04.06.2008	30, 0 Im; 35 Ex	RM
		02.07.2008	21, 0 Im; 1 Ex	RM
		02.08.2008	4 Ex	RM
		09.05.2009	24 Ex	RM
		24.05.2009	163 Ex	RM
		07.07.2009	5 Im, 6 Ex	RM
Kl. Borgsee W Meichow	2849/2	18.06.2006	3, 0 Im	RM
Langes Bruch N Wilmersdorf	2849/3	10.05.2009	1 Ex	RM
Gr. Twernsee bei Luhme, NO-Becken	2842/2	20.06.2008	4, 0 Im; 5 Ex	RM
Kl. Twernsee bei Luhme	2842/2	23.05.2008	1, 0 Im; 4 Ex	RM
Kl. Prebelowsee bei Luhme	2843/1	20.06.2008	2, 0 Im	RM
Großer Krukowsee NO Rheinsberg	2843/2	31.05.2004	2 Ex	RM
Wittwesee NO Rheinsberg, Südbecken	2843/4	06.06.2004	2 Ex	RM
		17.07.2004	1, 0 Im	RM
		06.06.2009	2 Ex	RM

Fundort	MTB(Q)	Datum	Beobachtung	Quelle
Wulwitzsee W Neuglobsow	2843/4	29.05.2007	1 Ex	RM
Kl. Törnsee SW Menz	2844/3	25.06.2006	1, 0 Im	RM
Miltenrinne SW Tangersdorf	2845/4	01.06.2007	4, 0 Im	RM
Miltenrinne W Annenwalde	2845/4	07.07.2004	3, 0 Im	RM, K. Burbach & K. Steiof
Seechen SW Beutel	2846/3	25.05.2007	3, 0 Im	RM
Weiher in der Gallenbeek-Rinne SW Beutel	2846/3	20.05.2009	1, 0 Im	RM
Ententeich Klosterwalde/Dieckgraben	2847/1	08.06.2007	40, 0 Im; 1 Ex	RM
Hechtdiebel N Glambeck	2948/4	31.05.2008	1, 0 Im	RM
		29.06.2008	1 Ex	RM
Gr. Dabersee SO Altkünkendorf	2847/2	01.06.2008	15 Ex	RM
		27.06.2008	1 Ex	RM
Gottssee bei Götschendorf	2948/1	05.06.2008	30, 0 Im	RM
Kl. Krinertsee N Ringenwalde	2948/1	25.06.2008	1 Ex	RM
Plötzendiebel N Glambeck	2948/4	30.05.2008	8, 0 Im	RM
Kleiner Stadtsee N Eberswalde	3148	23.05.2008	3 Ex	A. Reichling
Eberswalde, Walpurgisbruch	3148	28.05.2004	40, 0 Im; 3 Ex	A. Reichling
Waldsee Oberlauf Kalte Wasser N Eberswalde	3148	31.05.2008	4, 0 Im	A. Reichling
Hopfengartensee N Eberswalde	3149/1	29.05.2007	3, 0 Im	A. Reichling
Altarm NO Hennigsdorf	3345/1	02.06.2008	1 Ex	O. Brauner
Kieker Fenn NO Marzahne	3441/3	29.05.2007	2 Ex	O. Brauner
Möllensee NO Grünheide	3549/3	06.07.2006	1, 0 Im	H. & D. Beutler
Fresdorfer See bei Fresdorf	3744	02.06.2009	1, 0 Im	B. Cegielka
Gr. Torfsee NO Gottsdorf	3844/4	23.05.2007	4 Ex	H. & D. Beutler
		29.05.2008	35, 4 Im; 1 Ex	H. & D. Beutler
		17.05.2008	20 Im	B. Cegielka
		19.05.2008	>50 Im	B. Cegielka
		21.05.2008	20 Ex	B. Cegielka & M. Lemke
		01.05.2009	2, 0 Im; 6 Ex	B. Cegielka & A.T. Hein
		26.05.2009	10, 0 Im	B. Cegielka
Torfstich Klinkemühle N Gottsdorf	3844/4	28.05.2008	1, 0 Im; 1 Ex	B. Cegielka & A.T. Hein
		07.06.2008	3, 0 Im	B. Cegielka & A.T. Hein
Kl. Milasee O Kehrigk	3849/2	06.06.2008	1, 0 Im	H. & D. Beutler
Spree, Altarm Gr. Fahrt S Beeskow	3851/1	29.05.2005	1, 0 Im	H. & D. Beutler
Kiesgruben N Eisenhüttenstadt	3854	26.05.2004	10, 0 Im; 170 Ex	O. Brauner & A. Reichling
Möschensee NO Gr. Muckrow	3952/2	08.06.2004	1, 0 Im; 1 Ex	H. & D. Beutler
Kiesgrube O Schönwalde	4048/2	13.06.2006	1 Ex	O. Brauner
Neupetershain-Nord, Tschuggerteiche	4351/3	26.06.2008	1, 1 Im	A. Günther
Lichterfeld, Tagebaufolgelandschaft nahe F60	4448/2	23.06.2005	1 Ex	M. Olias
		28.07.2005	2, 1 Im	M. Olias
Tagebau Welzow-Süd, Jessener Kante	4451/2	23.06.2007	1, 0 Im	A. Günther
		14.07.2008	>5, 1 Im	A. Günther
Tagebau Welzow-Süd, Consulsee	4451/2	29.06.2006	1, 0 Im	A. Günther
		14.07.2008	2, 0 Im	A. Günther
Proschim, Neuer Zollhausteich	4451/3	13.07.2005	2, 0 Im	A. Günther
		29.06.2006	>4, 0 Im	A. Günther
		23.06.2007	2, 0 Im	A. Günther
		06.06.2008	>100 Im; Ex	A. Günther
Mecklenburg-Vorpommern				
Schafwäsche bei Poggendorf	1944/4	28.05.2008	12, 0 Im; 21 Ex	A. Bönsel
Moorsee O Tressow	2134/3	16.05.2009	1 Ex	RM & M. Bauer
Torfstich O Schaalsee-Abfluss O Zarrentin	2431/2	02.06.2009	15, 5 Im	A. Hinrichsen & M. Hippke
Kraaker Waldsee	2534/3	24.05.2008	Ex	Zessin (2009)
		20.06.2008	Ex	Zessin (2009)

Fundort	MTB(Q)	Datum	Beobachtung	Quelle
Torfstich am Rederangsee O Müritz	2542/1	01.06.2004	17, 0 Im; 10 Ex	RM
Kl. Zillmannsee SO Speck	2543/3	21.05.2004	1 Ex	RM
Karchower See	2641/1	08.06.2008	10, 0 Im; 1 Ex	RM
Prelitzsee NO Rechlin	2642/2	06.06.2008	3, 0 Im	RM
Rechlin, Abgrabungsgewässer NW Prelitzsee	2642/2	06.06.2008	1 Ex	RM
Babke, Staufläche NO Zotzensee	2643/1	31.05.2007	1, 0 Im	RM
Zwenzow, Moorkolk W Useriner See	2643/4	28.05.2004	1 Ex	RM
Falschaftsee O Drewin	2744/2	03.06.2005	1, 0 Im	RM
Mummelsee O Drewin	2744/2	09.06.2008	6, 0 Im	P. Wernicke
		02.06.2009	1, 0 Im	RM
Rohrpöhle W Mechow, Südwestbecken	2746/1	01.06.2007	2, 0 Im	R. Rusnak