

***Leucorrhinia caudalis* (Charpentier)**
(Anisoptera: Libellulidae)
in der mittleren Oberrheinebene -
Habitat, Bestandsentwicklung, Gefährdung

Franz-Josef Schiel, Michael Rademacher,
Adolf Heitz und Stefan Heitz

eingegangen: 23. April 1997

Summary

Leucorrhinia caudalis (Charpentier) (Anisoptera: Libellulidae) in the central part of the Upper Rhine valley (Germany). Habitat, population trends, threats - For a period of 11 years, since 1986, the occurrence of *L. caudalis* at 6 localities in the Upper Rhine valley is recorded. There is evidence for a serious decrease of the species since 1986: In 1996 a successful development of *L. caudalis* is recorded only from one locality in the central part of the Upper Rhine valley. The habitats are shallow, small gravel pits with a gravelly soil covered by a thin layer of smooth sediments, a steep shoreline and groundwater-inflow. In all waters, fish are abundant. Narrow reed banks are as typically for the inhabited waters as a rich submerged vegetation consisting of two to three strata. The shorelines of all waters are densely covered with shrubs and trees.

Zusammenfassung

Für den Zeitraum von 1986 bis 1996 werden die Populationsentwicklung von *L. caudalis* an sechs Fortpflanzungsgewässern dokumentiert und Verhaltensbeobachtungen vorgestellt. Seit 1986 ist ein steter und besorgniserregender Rückgang der Art zu verzeichnen: In der mittleren Oberrheinebene konnte 1996 eine erfolgreiche Entwicklung nur noch an einem einzigen Gewässer belegt werden. Bei den bekannten südwestdeutschen Fortpflanzungsgewässern handelt es sich überwiegend um flache Baggerseen mit steil abfallender Uferlinie und Grundwasseranbindung. Alle Gewässer sind fischreich. Vegetationskundlich zeichnen sie sich durch bandartig-schmale Großseggenriede, zwei bis dreischichtige Hydrophytenvegetation sowie dichte Gehölzbestände in der Uferlinie aus.

Einleitung

Nach der Richtlinie 92/43/EWG des Rates vom 21. Mai 1992 zur Erhaltung der natürlichen Lebensräume sowie der wildlebenden Tiere und Pflanzen („FFH-Richtlinie“) zählt *Leucorrhinia caudalis* zu den streng zu schützenden Tierarten von gemeinschaftlichem Interesse. Eine zusammenfassende Beschreibung der Verbreitung und Biologie der Art gibt SCHORR (1990, 1996).

In Baden-Württemberg ist die Zierliche Moosjungfer bereits von FISCHER (1850), JURZITZA & KORMANN (1960) sowie von HEIDEMANN (1977, 1982) aus dem Raum Karlsruhe, von FÖRSTER in ROSENBOHM (1965) für die Torfsümpfe des Rheintals sowie von ROSENBOHM (1922) und SENF (1976) für das westliche Bodenseegebiet beschrieben worden. Derzeit sind nur fünf kleinere, sicher bis sehr wahrscheinlich bodenständige Vorkommen der Art bekannt. Neben einem Vorkommen in der nördlichen Oberrheinebene bei Karlsruhe, liegen die vier übrigen geographisch nahe beieinander in der mittleren Oberrheinebene (BUCHWALD et al. 1994). Auf diese vier Gewässer sowie zwei weitere, an denen die Art noch vor wenigen Jahren nachgewiesen wurde, wird im vorliegenden Artikel näher eingegangen. Nachdem MAUERSBERGER & HEINRICH (1993) eine umfassende Beschreibung von 12 Fortpflanzungsgewässern aus dem Gebiet des Biosphärenreservats „Schorfheide-Chorin“ in Brandenburg publiziert haben, soll dieser Artikel ergänzend dazu beitragen, den bisher geringen Kenntnisstand über diese Art aufgrund unserer Erfahrungen im südwestlichen Deutschland zu erweitern.

Untersuchungsgebiet und Methode

Geographische Lage

Die hier besprochenen aktuellen und ehemaligen Fortpflanzungsgewässer liegen in der mittleren Oberrheinebene (Ortenaukreis, Baden-Württemberg) zwischen Kehl im Norden und dem Naturschutzgebiet „Taubergießen“ im Süden. Innerhalb der Offenburger Rheinebene konzentrieren sich alle Gewässer auf die ehemalige Rheinaue in einer Höhenlage zwischen 145 und 150 mNN. Auf genauere Angaben zur Lage der sechs Gewässer wird aus Gründen des Artenschutzes verzichtet. Die Gewässer werden mit den Buchstaben a - f bezeichnet. Alle Gewässer liegen in enger räumlicher Nähe auf einem Meßtischblatt. Der mittlere Abstand zum nächstgelegenen Gewässer beträgt knapp 2000 m (436 bis 4823 m).

Klima und Geologie

Mit einer Jahresmitteltemperatur von ca 10°C und einer Jahresniederschlagssumme von nur 600 bis 700 mm wird das Klima des Oberrheingebietes als submediterrän eingestuft. Ursache hierfür sind die geschützte Lage zwischen Schwarzwald und Vogesen und die Hauptwindrichtung aus SSW. Im Frühjahr und Herbst kommt es häufig zum Einbruch warmer Luftmassen aus dem Süden über die Burgundische Pforte (DEUTSCHER WETTERDIENST 1953).

Während der Eiszeiten erzeugten die Alpengletscher durch Abrieb große Schottermassen (alpiner Moränenschutt). Durch das Schmelzwasser transportiert und dabei mechanisch gerundet, gelangte das Material in die Oberrheinebene und wurde hier abgelagert. Es handelt sich dabei um Quarzsande und kalkhaltige Schotter. Im Bereich der Schwemmfächer der Schwarzwaldflüsse, z.B. Kinzig, Rench, Murg wurden silikatische Sedimente abgelagert (GEYER & GWINNER 1986).

Untersuchungszeitraum

Die Bodenständigkeit der Zierlichen Moosjungfer anhand von Exuvienfunden konnte in Baden-Württemberg 1986 erstmals durch A. u. S. Heitz belegt werden (SCHANOWSKI & BUCHWALD 1987, WESTERMANN & SCHARFF 1988). Sie dokumentierten die Bestandsentwicklung bis Anfang der 90er Jahre, teilweise zusammen mit B. Höppner. Nachweise nach 1993 stammen überwiegend von M. Rademacher und F.-J. Schiel.

Bestandserfassung der Libellen

Die Untersuchungsgewässer wurden während der Schlupfperiode und zur Flugzeit der Art im Zeitraum von Mitte Mai bis Mitte Juli regelmäßig aufgesucht. Mit Ausnahme der Jahre 1991 und 1992 erfolgten an diesen Gewässern jeweils mindestens 2 Begehungen pro Saison, in 1986, 1987, 1993, 1994 und 1996 sogar jeweils mindestens 5 Begehungen pro Gewässer. Während der Begehungen wurde die Ufervegetation systematisch nach Exuvien abgesucht und die Imagines gezählt. Die Beobachtungen erfolgten vom Ufer oder von einem Boot aus.

Gewässertypen

Die Untersuchungsgewässer lassen sich 2 verschiedenen Gewässertypen zuordnen. Die Definitionen richten sich weitgehend nach HÖPPNER (1991):

Schluten: Schluten sind ehemalige von Rheinhaupt oder -nebenarmen durchflossene Rinnen, die heute keinen Anschluß mehr zum offenen Gewässersystem aufweisen. Meist sind sie stark verschlammte, von geringer Wassertiefe und stark beschattete. Offene Bereiche oder Schluten in der freien Feldflur sind großflächig mit Röhricht- und Großseggenvegetation bestanden und weisen reichen Hydrophytenbewuchs auf.

Baggerseen: Es handelt sich um Gewässer, die durch Auskiesung entstanden sind. Ein Kiesabbau erfolgt nicht mehr. Flachwasserbereiche sind nur kleinflächig, meist in einem schmalen uferparallelen Band, ausgebildet. Je nach Alter der Seen handelt es sich bei den subhydricen Böden des Uferbereiches um Protopen oder Gytjen. Die Ausbildung der Vegetation hängt wesentlich von der Intensität der menschlichen Nutzung ab. Durch hohe Trittbelastung (Angel- und Badebetrieb) sind weite Uferabschnitte gar nicht oder nur schütter mit niederwüchsiger Vegetation (z.B. Kleinseggen, Binsen, Moose) bedeckt. Oft dringen Arten der Trittrasen und des Wirtschaftsgrünlandes oder der Uferstaudengesellschaften bis an die obere Hochwasserlinie vor.

Intensität der Nutzung

Als extensiv wurde die Nutzung eingestuft, wenn der Uferbereich zu weniger als 50 % anthropogen verändert und die Hydrophytenvegetation nicht oder nur kleinflächig (<10 %) entfernt war. Die physikalischen und hydrochemischen Gewässerparameter zeigten keine erkennbaren Veränderungen. Wurde nur einer der oben beschriebenen Faktoren überschritten (Veränderung des Uferbereiches >50 %, mehr als 10 % der Hydrophytenvegetation entfernt, erkennbare Veränderungen der Gewässerparameter), wurde die Nutzung als intensiv eingestuft.

Untersuchung der Vegetation

Die pflanzensoziologische Aufnahme der Vegetation erfolgte in den Monaten Juli bis September 1994 und 1995. Erfasst wurden die Ufervegetation und die Wasserpflanzenbestände. Besonders berücksichtigt wurde dabei die Gruppe der Armlauchalgen (Characeae). Mit Ausnahme einiger weniger Arten (z.B. *Chara fragilis* und *C. vulgaris*) sind Characeen Indikatoren für unverschmutztes Wasser (KRAUSE 1980, WILMANN 1993). Zusätzlich wurden andere erkennbare, aber makroskopisch nicht bestimmbare Grünalgen als "Fadengrünalgen" aufgeführt. Auf die Erfassung der submersen Vegetation wurde besonderer Wert gelegt, da sie zum einen als Eiablage substrat

und als potentieller Larvallebensraum dient, zum anderen - mit aller Vorsicht - zur Bioindikation der Trophiestufe eingesetzt werden kann. In einer Reihe von Arbeiten konnte die Funktion von Hydrophyten als Bioindikatoren für unverschmutzte Gewässer belegt werden (z.B. KRAUSE 1981, MELZER 1976, KOHLER 1978, KLOSOWSKI 1994).

Die Aufnahmen wurden nach der in Mitteleuropa üblichen Methode von BRAUN-BLANQUET durchgeführt. Die Schätzung der Artmächtigkeit (Menge) erfolgte nach einer abgewandelten Form der Skala von REICHELT & WILMANN (1973). Statt der Individuenzahl wurde die Anzahl der sichtbaren Triebe in der Aufnahmefläche als Kriterium gewählt, da es sich bei vielen Wasser- und Sumpfpflanzen um Polykormonbildner handelt.

Physikalische und chemische Größen

Bei den Begehungen der Untersuchungsgewässer wurden 1994 und 1995 folgende Parameter erfaßt:

Die Sichttiefe wurde mit einer Secchischeibe (Durchmesser 25 cm, weiß) vom Boot aus bestimmt.

Zur Bestimmung der Wasserstandsänderungen wurden an den 6 Fortpflanzungsgewässern selbstgefertigte Holzpegel (Dachlatten) im Flachwasserbereich eingebracht und bei jeder Begehung abgelesen. Wo ein Meßpegel des Wasserwirtschaftsamtes vorhanden war, wurde dieser genutzt. Aus der Differenz des minimalen und maximalen Wasserstandes ergab sich die Amplitude der Wasserstandsschwankungen im Untersuchungszeitraum.

Die Messung der Wassertemperatur erfolgte mit einem elektrischen Thermometer in 1 cm Wassertiefe. Der pH-Wert und die Leitfähigkeit wurden elektrisch mit folgendem Gerät gemessen: Water Test /pH/ mV/°C/µS - Tester by Hanna instruments. Bei jeder Begehung erfolgte eine Messung im Bereich der Wasserstandspegel. Dabei wurde der Sauerstoffgehalt in 5 cm Wassertiefe nach Winkler ermittelt (Aquamerck 11 107). Die Gesamthärte wurde durch kompleximetrische Titration mit "Titriplex III" gegen einen Mischindikator ermittelt (Aquamerck 8039). Die Carbonathärte wurde durch acidimetrische Titration gegen einen Mischindikator ermittelt (Aquamerck 8048). Das Säurebindungsvermögen ergibt sich aus der Carbonathärte nach folgendem Zusammenhang: Carbonathärte in mmol/l $\times 2$ = Säurebindungsvermögen (SBV) in mmol/l.

Ergebnisse

Bestandsentwicklung von Leucorrhinia caudalis in den letzten 10 Jahren

Seit 1986 wurde *Leucorrhinia caudalis* in der Mittleren Oberrheinebene an insgesamt acht verschiedenen Gewässern beobachtet. An zwei Gewässern wurde die Art jedoch nur je einmal 1986 in Einzelindividuen erfaßt, weshalb auf diese beiden Gewässer nicht weiter eingegangen wird. Von den sechs im Rahmen dieses Beitrages besprochenen Gewässern ist die Populationsentwicklung für den Zeitraum von 1986 bis 1996, soweit möglich, durchgängig dokumentiert. Eine Zusammenstellung der Funde der letzten 11 Jahre liefert Tabelle 1.

Es folgt eine Besprechung der Bestandsentwicklung an den einzelnen Gewässern.

Gewässer a: Das Vorkommen von *L. caudalis* an Gewässer a ist seit 1986 dokumentiert. Beobachtungslücken bestanden lediglich 1989 und 1991. 1986 lebte an diesem Gewässer die größte jemals am Oberrhein nachgewiesene Population der Art. Nach einer starken Überflutung von mehreren Metern Höhe im Frühjahr 1987 schrumpfte die Population auf wenige Tiere zusammen und pendelte sich in den darauffolgenden Jahren auf einem sehr niedrigen Niveau ein. Trotz intensiver Suche 1996 stammen die letzten Fortpflanzungsnachweise mit je einer Exuvie aus den Jahren 1994 und 1995.

Gewässer b: Mit Ausnahme von 1988 wurde die Art in Gewässer b von 1986 bis 1990 regelmäßig nachgewiesen. Seither konnte *L. caudalis* jedoch trotz alljährlicher Gewässerbegehungen zur Schlupf- und Flugzeit nicht mehr belegt werden, so daß die Population von Gewässer b heute als erloschen gelten muß. Ursache des Verschwindens war wahrscheinlich die Zerstörung der Hydrophytenvegetation durch eingesetzte Graskarpfen, möglicherweise tat die Aktivität des Bisam (*Ondatra zibethicus*) hier ein übriges.

Gewässer c: Eine erfolgreiche Entwicklung von *L. caudalis* in geringen Abundanzen ist für die Jahre 1988 und 1989 belegt. Seither gelang auch an diesem Gewässer trotz Nachsuche in mehreren Jahren kein Nachweis mehr. Gewässer c liegt nur etwa 400 m Luftlinie von Gewässer b und nur etwa 1500 m von Gewässer e entfernt. Insofern liegt der Verdacht nahe, daß sich die winzige Population dieses Gewässers nur durch ständige Zuwanderung von Gewässer b und e halten können.

Tab. 1: Bestandsentwicklung der 6 bekannten Vorkommen von *Leucorrhinia caudalis* in der mittleren Oberrheinebene seit 1986. E = Exuvienfunde, I = Imagnalbeobachtungen. - Development of 6 known populations of *Leucorrhinia caudalis* in the central part of the Upper Rhine valley since 1986; E = number of exuviae, I = recorded adults.

Gewässer		a	b	c	d	e	f	Beobachter
		E / I	E / I	E / I	E / I	E / I	E / I	
Zahl an 1986 Beghungen	54/ 70	10/ 2	. / .	. / .	. / .	. / .	. / .	A. & S. Heitz
	7	4	-	1	-	-	-	
Zahl an 1987 Beghungen	12/ 15	4/ 1	. / .	1 / .	. / .	. / .	. / .	A. & S. Heitz
	6	2	1	1	1	-	-	
Zahl an 1988 Beghungen	1 / 1	. / .	1 / 2	. / .	. / .	. / .	. / .	A. & S. Heitz
	4	3	2	1	-	-	-	
Zahl an 1989 Beghungen	. / .	1 / .	1 / 1	. / .	. / .	. / .	. / .	A. & S. Heitz
	3	2	2	-	1	-	-	
Zahl an 1990 Beghungen	4 / .	4 / .	. / .	. / .	. / .	. / .	. / .	A. & S. Heitz
	6	2	2	1	-	-	-	
Zahl an 1991 Beghungen	. / .	. / .	. / .	. / .	. / .	. / .	. / .	A. & S. Heitz
	3	1	-	-	1	-	-	
Zahl an 1992 Beghungen	. / 1	. / .	. / .	. / .	. / .	. / .	. / .	B. Höppner, A. & S. Heitz
	4	1	2	2	2	2	2	
Zahl an 1993 Beghungen	. / 4	. / .	. / .	. / 1	. / 3	. / 4	. / 4	A. & S. Heitz
	5	2	3	3	4	1	1	
Zahl an 1994 Beghungen	1 / .	. / .	. / .	4 / .	2 / .	. / .	. / .	M. Rademacher, A. u. S. Heitz, F.-J. Schiel
	1 4	6	8	4	8	4	4	
Zahl an 1995 Beghungen	1 / .	. / .	. / .	. / .	2 / 1	. / .	. / .	F.-J. Schiel, A. Heitz M. Rademacher
	8	4	4	5	5	3	3	
Zahl an 1996 Beghungen	. / .	. / .	. / .	. / .	9 / 2	. / 1	. / 1	F.-J. Schiel, A. Heitz M. Rademacher
	5	-	2	3	7	3	3	

Gewässer d

An Gewässer d erfolgten Fortpflanzungsnachweise bisher nur zweimal im Abstand von 6 Jahren. Neuere Beobachtungen liegen nicht vor.

Gewässer e: Die Vorkommen von *L. caudalis* an den Gewässern e und f wurden erst 1993 entdeckt. Es sind die beiden einzigen bekannten Vorkommen der Art in der mittleren Oberrheinebene, an denen sie auch 1996 noch bzw. wieder nachgewiesen werden konnte. Gewässer e ist die einzige bekannte Population mit positiver Bestandsentwicklung seit ihrer Entdeckung 1993. So wurden bei ähnlicher Untersuchungsintensität 1994 und 1995 nur jeweils 2, 1996 aber 9 Exuvien gefunden.



Abb. 1: Typische Uferlinie (Westufer) von Gewässer a; bezeichnende strukturelle Merkmale sind die nur bandartig schmale Verlandungszone und die bis unmittelbar ans Ufer heranreichenden Gehölze. - Typical borderline (western border) of habitat a; the narrow reed banks and the very close to the borderline growing shrubs and trees are characteristic structures.



Abb. 2: *Myriophyllum spicatum* erreicht zur Flugzeit von *Leucorrhinia caudalis* nahezu die Wasseroberfläche. An solchen Stellen wurden 1986 und 1987 Eiablagen beobachtet. - *Myriophyllum spicatum* nearly reaching the water surface. At similar localities oviposition activities of *Leucorrhinia caudalis* were observed in 1986 and 1987.



Abb. 3: Blick von Süden über Gewässer e. - View from south over water e.

Tab. 2: Nachgewiesene Libellenarten an den 6 Siedlungsgewässern von *Leucorrhinia caudalis* in der mittleren Oberrheinebene. - Recorded Odonata species at 6 breeding sites of *Leucorrhinia caudalis* in the central part of the Upper Rhine valley.

Gewässer	a	b	c	d	e	f
<i>Lestes viridis</i>	X	X	X		X	X
<i>Platycnemis pennipes</i>	X	X	X	X	X	X
<i>Cercion lindenii</i>	X	X	X	X	X	X
<i>Coenagrion puella</i>	X	X	X	X	X	X
<i>Coenagrion pulchellum</i>	X	X	X	X	X	
<i>Enallagma cyathigerum</i>	X				X	X
<i>Erythromma najas</i>	X	X	X		X	
<i>Erythromma viridulum</i>	X	X	X	X	X	X
<i>Ischnura elegans</i>	X	X	X	X	X	X
<i>Pyrrhosoma nymphula</i>	X	X	X	X	X	X
<i>Aeshna cyanea</i>	X	X				
<i>Aeshna mixta</i>	X	X				
<i>Aeshna grandis</i>	X	X	X	X	X	X
<i>Anax imperator</i>	X	X	X	X	X	X
<i>Anax parthenope</i>	X	X	X	X	X	X
<i>Brachytron pratense</i>	X	X	X		X	X
<i>Gomphus pulchellus</i>	X	X	X		X	X
<i>Cordulia aenea</i>	X	X	X	X	X	X
<i>Somatochlora metallica</i>	X		X	X		
<i>Crocothemis erythraea</i>	X	X	X	X	X	X
<i>Libellula depressa</i>	X	X		X		
<i>Libellula fulva</i>	X	X	X	X	X	X
<i>Libellula quadrimaculata</i>	X	X	X	X	X	
<i>Orthetrum cancellatum</i>	X	X	X	X	X	X
<i>Sympetrum sanguineum</i>	X				X	X
<i>Sympetrum striolatum</i>	X	X	X	X	X	X
<i>Sympetrum vulgatum</i>	X	X		X	X	X
Artenzahl	27	24	21	19	23	20

Gewässer f: Dort steht ein gesicherter Entwicklungsnachweis bislang aus. Es ist durchaus möglich, daß die 1993 und 1996 beobachteten Individuen von dem nur etwa 850 m Luftlinie entfernten Gewässer e zugeflogen waren.

Habitatanalyse

Im folgenden werden die in Tabelle 3 zusammengestellten Untersuchungsergebnisse aus den Jahren 1994/1995 besprochen und auf Besonderheiten verwiesen.

Gewässermorphologische, physikalische und hydrochemische Charakterisierung

Bei fünf der sechs Siedlungsgewässer von *L. caudalis* handelte es sich um mehrere Jahrzehnte alte, nur wenige Meter tiefe Baggerseen, die im Bereich verlandeter Altrheinarme lagen. Durchschnittliche Sichttiefen von 1,1 bis 3,5 m sowie ihre Wasservegetation kennzeichneten diese Gewässer als schwach eutroph bis mesotroph. Nur ein Gewässer, eine stark verlandete Altrheinschlut mit schlammigem Grund, war nicht anthropogenen Ursprungs. Die Größe der in der mittleren Oberrheinebene besiedelten Gewässer lag zwischen 0,2 und 1,1 ha, ihre maximale Tiefe zwischen 1,2 und etwa 8 m. Die Baggerseen zeichneten sich ferner durch eine auf weiten Strecken steil abfallende bis bruchkantenartige Uferlinie aus, während Flachwasserzonen nur an Gewässer a, b und e in geringem Umfang vorhanden waren. Vier der sechs von der Zierlichen Moosjungfer besiedelten Gewässer lagen inmitten von Auwald, zwei in der Feldflur in Auwaldnähe. Die in der Feldflur gelegenen Gewässer waren dicht von Büschen und Bäumen umstanden, so daß der Uferbereich je Gewässer zu einem Viertel bis zu mehr als der Hälfte, die freie Wasserfläche immerhin bis zu etwa einem Drittel durch angrenzende Gehölze beschattet wurde. Als subhydrischer Boden trat in der Schlut Sapropel von unterschiedlicher Mächtigkeit auf. Die Baggerseen zeichneten sich durch überwiegend grobkiesiges Substrat mit geringmächtigen schlammigen Auflagen aus überwiegend gut zersetztem, organischem Feinsubstrat (Protopedon bis Gytia) aus. Alle untersuchten Siedlungsgewässer wiesen Fischbesatz auf und wurden überwiegend extensiv beangelt. Gewässer e wurde in geringem Umfang auch von Badegästen und in etwas größerem Umfang von Spaziergängern aufgesucht, an Gewässer f fanden alljährlich Entenjagden statt. Bei allen Untersuchungsgewässern handelte es sich um Stillgewässer. Jedoch hatten alle sechs Gewässer Grundwasseranbindung sowie zwei Anschluß an Fließgewässer. Die von Mai 1994 bis Juli 1995 gemessenen Wasserstandsschwankungen waren mit durchschnittlich

0,5 m (0,3-1,3 m) für den Bereich der Rheinaue relativ gering. Bei ca. 60 Sauerstoffmessungen an der Wasseroberfläche in Ufernähe wurden Werte zwischen 6,5 und 14,8mg/l (Sättigung: 73-175 %) ermittelt. Bei eurythermem Temperaturgang betrug die Temperatur an der Wasseroberfläche im Zeitraum von April bis August 1994 und 1995 im (recht einheitlichen) Mittel aller Gewässer 21 °C. Die höchsten gemessenen Wassertemperaturen betrugen in den Frühsommern 1994 und 1995 28,5 °C. Alle übrigen physikalischen und hydrochemischen Messwerte sind in Tabelle 3 dokumentiert.

Vegetationskundliche Charakterisierung

In Tabelle 4 sind die Pflanzengesellschaften an den Siedlungsgewässern von *L. caudalis* zusammengestellt. Dabei erfolgte die Anordnung der Vegetationseinheiten primär nach strukturellen Aspekten in fünf Blöcke, innerhalb der Blöcke nach Stetigkeit der jeweiligen Gesellschaften. Die Gewässerspalten wurden primär nach der Anzahl der darin nachgewiesenen Vegetationseinheiten sowie sekundär nach Ähnlichkeit der Vegetationseinheiten geordnet.

Die Zahl der Wasserpflanzen-Gesellschaften an den Fortpflanzungsgewässern lag zwischen fünf (Gewässer a, b) und zwei (Gewässer f). Mit Ausnahme von Gewässer f waren Laichkraut-Gesellschaften (Klasse Potamogetonetea) in allen Gewässern reich entwickelt und erreichten stets mehr als 20 % Flächendeckung. Strukturell bildeten die Laichkraut-Gesellschaften des ersten Blocks eine obere Submersschicht, die im Frühsommer bereits bis nahe an die Wasseroberfläche reichte. Sowohl nach Stetigkeit als auch Flächendeckung kam Beständen der beiden Tausendblatt-Arten (*Myriophyllum spicatum*, *M. verticillatum*) die höchste Bedeutung zu, gefolgt von Hornkraut (*Ceratophyllum demersum*)-Gesellschaft, Kammlaichkraut (*Potamogeton pectinatus*)- und Spiegellaichkraut (*P. lucens*)-Gesellschaft. Signifikant war das mit Ausnahme von Gewässer c vollständige Fehlen von Schwimmblattgesellschaften. Dort war eine Seerosen- und Teichrosendecke entwickelt. In den Gewässern a und e bildeten dichte Grundrasen aus Armeleuchteralgen (Characeae) eine untere Submersschicht, in der - inselartig eingestreut - Bestände der oben besprochenen Laichkraut-Gesellschaften säulenartig an die Wasseroberfläche strebten. Wie eng die Verzahnung dieser Durchdringungskomplexe aus Characeen- und Laichkrautgesellschaften war, läßt sich aus Tabelle 4 erschließen. In fünf der sechs besprochenen Gewässer bildete der Südliche Wasserschlauch *Utricularia australis* eine knapp unter der Wasseroberfläche flottierende und nur sehr geringe

Tab. 3: Gewässerchemische, -physikalische und -morphologische Daten der *Leucorhina caudalis*-Gewässer aus den Jahren 1994/1995, Daten aus den Monaten April bis August. - Hydrochemical, physical and morphological characteristics of the *Leucorhina caudalis* habitats in the Upper Rhine valley, data recorded from April to August 1994/1995.

Gewässer-Nummer		a	b	c	d	e	f
Meereshöhe [mNN]		143,8	147,5	147,8	147	150	150,9
Deckung der umgebenden Vegetation	Bäume	>50%	>50%	<10%	<10%	>50%	<10%
in 20 m Uferentfernung	Gebüsch	>50%	10-50%	10-50%	<10%	10-50%	10-50%
Gewässergröße [ha]		0,8	0,3	0,4	1,1	0,5	0,6
maximale Wassertiefe [m]		8	1,2	1,5	6	5	5
Amplitude der Wasserstandsschwankungen [m]		1,31	0,3	0,34	0,36	0,34	0,32
(Messungen vom 26.04.94 bis 30.07.95)							
Sichttiefe [m]	Durchschnitt	3,5	1	1,1	1,4	3	2,1
	Min.-u. Max.-Wert	0,5-4,0	0,2-1,3	0,3-1,5	1,0-2,0	1,0-4,0	1,0-4,2
	Anzahl Messungen	10	7	5	3	5	2
Wasserfarbe		grün	grün	grün	grün	grün	grün
pH-Wert	Durchschnitt	7,2	7,7	7,6	7,9	7,4	7,4
	Min.-u. Max.-Wert	7,0-8,2	7,2-8,5	7,0-9,4	7,1-11,0	7,0-7,8	6,9-8,4
	Anzahl Messungen	23	8	13	8	11	5
Leitfähigkeit [$\mu\text{S}/\text{cm}^2$]	Durchschnitt	552	452	467	425	422	421
	Min.-u. Max.-Wert	469-720	411-486	260-610	392-465	382-460	385-520
	Anzahl Messungen	20	6	10	8	10	4
Gesamthärte [$^{\circ}\text{dH}$]	Durchschnitt	11,9	9,4	10,6	9,3	11	10,1
	Min.-u. Max.-Wert	8,4-14,0	8,0-11,0	8,6-12,0	6,4-11,2	9,6-11,9	9,3-10,6
	Anzahl Messungen	10	5	5	6	8	4
Carbonathärte [$^{\circ}\text{dH}$]	Durchschnitt	8,8	8,6	9,5	8,1	9,5	9,4
	Min.-u. Max.-Wert	4,7-10,2	7,5-9,2	9,2-10,0	3,3-10,4	8,8-10,6	8,5-10,4
	Anzahl Messungen	9	4	4	5	7	4

Deckungswerte erreichende Wasserschweberschicht. In zwei der Fortpflanzungsgewässer war die Wasservegetation in drei, in den übrigen vier Gewässern immerhin in zwei sich überlagernde submerse Schichten gegliedert. An allen Siedlungsgewässern überwogen in der Ufervegetation bandartig schmale, nur wenige Dezimeter bis Meter breite Großseggenriede (*Caricetum elatae*, *Caricetum ripariae*, *Carex acutiformis*-Gesellschaft). Demgegenüber fehlten Schilfröhrichte (*Phragmitetum communis*) infolge des überwiegend steil abfallenden Uferreliefs nahezu vollständig und waren nur an wenigen Flachufeln kleinflächig entwickelt.

Ein beträchtlicher Teil der Großseggenriede war lückig bis dicht von *Phragmites communis* und bisweilen auch von einzelnen Exemplaren von *Typha latifolia* durchsetzt.

Tab. 4: Pflanzengesellschaften an den Siedlungsgewässern von *Leucorrhinia caudalis* in der mittleren Oberrheinebene und ihre Bedeutung für die Art. Die Zahl der Kreuze symbolisiert die Flächenanteile der Vegetationseinheiten am jeweiligen Gewässer. So bedeutet die Angabe „X“, daß die Pflanzengesellschaft nur geringe physiognomische Bedeutung am Gewässer besitzt (<5 % Flächendeckung), „XX“ eine mittlere und zumindest stellenweise aspektprägende Bedeutung (5-20 % Flächendeckung) und „XXX“ eine das Gewässerbild geradezu prägende Funktion (>20 % Flächendeckung) der jeweiligen Pflanzengesellschaft. E = Eiablagesubstrat, Em = Emergenz, L = (potentieller) Larvallebensraum, S = Sitzunterlage für Imagines. - Plant societies in the habitats of *Leucorrhinia caudalis* in the central part of the Upper Rhine valley and their function for this species. The number of crosses symbolises the coverage of the plant societies. „X“ means less than 5 % coverage, „XX“ a coverage between 5 and 20 % and „XXX“ a coverage of more than 20 %. E = oviposition substrate, Em = emergence site, L = (supposed) larval habitat, S = perches for the adults.

Gewässer Nr.:	e	a	b	d	f	c	Bedeutung für <i>Leucorrhinia</i> <i>caudalis</i>
Laichkraut-Gesellschaften (obere Submersschicht)							
<i>Myriophyllum spicatum</i> -Gesellschaft	xx	xx	.	xx	x	xx	L, E
<i>Ceratophyllum demersum</i> -Gesellschaft	.	.	x	x	.	x	L, E
<i>Potamogeton pectinatus</i> -Gesellschaft	x	.	x	.	.	.	L, E
<i>Potamogeton lucensis</i>	.	x	x	.	.	.	L, E
<i>Potamogeton-Najadum marinae</i>	.	.	xx	.	.	.	L, E
<i>Nymphaea alba</i> -Gesellschaft	.	.	.	.	.	xx	S
Wasserschweber-Gesellschaften							
<i>Utricularia australis</i>	xx	x	x	x	x	.	L, E
Ammeuchteralgen-Gesellschaften							
<i>Chara fragilis</i> -Gesellschaft	xxx	.	.	.	.	.	L
<i>Nitellopsidum obtusae</i>	.	xxx	.	.	.	.	L
<i>Chara hispida</i>	.	xx	.	.	.	.	L
Großseggenriede und Röhrichtgesellschaften							
<i>Caricetum elatae</i>	xx	xxx	x	xx	xx	xx	S, Em
<i>Carex acutiformis</i> -Gesellschaft	x	xx	xxx	.	x	x	S, Em
<i>Caricetum ripariae</i> , <i>Phragmites</i> -Phase	xx	xxx	.	.	x	.	S, Em
<i>Phragmitetum communis</i>	.	xx	x	.	.	.	S, Em
<i>Carex flava</i> -Fazies	x	.	.	.	.	.	S, Em
<i>Scirpetum maritima</i>	x	.	.	.	.	.	S, Em
<i>Eleocharis palustris</i> -Gesellschaft	x	.	.	.	.	.	S, Em
<i>Phalaridetum arundinaceae</i>	.	.	xx	.	.	.	S, Em
<i>Juncus inflexus</i> -Pionierbestände	.	.	.	x	.	.	S, Em
Überhängende Weidenbüsche am Ufer	xxx	xxx	xx	xxx	xxx	xxx	S

Eine Gemeinsamkeit aller sechs Untersuchungsgewässer war die dichte Bestockung weiter Strecken des unmittelbaren Uferbereichs durch Weidenbüsche (*Salix aurita*, *S. cinerea*, *S. purpurea*, *S. eleagnos*), die an vielen Uferabschnitten so stark überhingen, daß ihre Zweige ins Wasser hineinreichten. Solche gebüsch- bis waldmantelartigen Uferabschnitte waren jedoch immer wieder von unbestockten, buchtartigen Uferabschnitten unterbrochen, die oft als Angelstellen genutzt wurden und an denen Großseggenriede siedelten. Für die Untersuchungsgewässer war der stete Wechsel von stark beschatteten und offenen, besonnten Bereichen am Gewässerrand kennzeichnend.

Odonatologische Charakterisierung

Wie Tabelle 2 belegt, zeichneten sich die untersuchten Gewässer durch ihren Reichtum an Libellenarten aus. So war *L. caudalis* an den besprochenen Gewässern mit 19 bis 27 Libellenarten vergesellschaftet.

Zusammenfassende Habitatcharakterisierung der Fundorte von L. caudalis im Oberrheingebiet

- Es handelt sich um grundwassergespeiste, überwiegend meso- bis schwach eutrophe Gewässer eines mittleren Entwicklungsstadiums. Von einer Ausnahme abgesehen, handelt es sich um Baggerseen mit kiesigem, von einer geringmächtigen Schlammschicht überlagertem Grund. Die Höchstwassertiefe der 0,2 bis 1,1 ha großen Gewässer liegt zwischen 1,2 und 8 m.
- Nahezu die gesamte Uferlinie ist von Büschen und Bäumen gesäumt und liegt daher überwiegend im Halbschatten.
- Alle Gewässer weisen einen - zum Teil hohen - Fischbestand auf und werden extensiv als Angelgewässer, eines auch zum Baden sowie eines zur Jagd genutzt.
- Von Mai 1994 bis Juli 1995 zeichneten sie sich trotz ihrer Lage in der Rheinaue durch geringe Wasserstandsschwankungen von durchschnittlich nur 0,5 m (0,3-1,3 m) aus.
- Die Sichttiefe ist mit 1,0 bis 3,5 m als mittel bis hoch einzustufen.
- Die Gewässer sind schwach basisch, elektrolytreich, mittelhart und hydrogencarbonatreich.

- Die Wasservegetation ist stets reich gegliedert und baut sich aus zwei bis drei submersen Schichten auf, die Gesamtdeckung durch Wasserpflanzen ist, mit Ausnahme eines Gewässers, sehr hoch. Die Ufervegetation wird durch kleinräumigen Wechsel schmalen Großseggenriede mit Weidenbüschen geprägt.

Verhaltensbeobachtungen

Einige Verhaltensbeobachtungen gelangen in den Jahren 1986 und 1987. In den darauffolgenden Jahren waren die Populationen bereits so klein, daß ethologische Untersuchungen nur sehr eingeschränkt möglich waren. Die Männchen besetzten exponierte Sitzwarten unmittelbar am Wasser, wie z.B. einzelstehende Schilfhalm- oder Sprosse des Breitblättrigen Rohrkolbens innerhalb von Großseggenrieden. Sie ließen sich jedoch auch auf Zweigen von Gehölzen am Gewässerrand oder auf an der Wasseroberfläche treibenden Grünalgenwatten nieder. Schwimmblätter von Teich- und Seerose standen der Art lediglich an einem einzigen der sechs bekannten Siedlungsgewässer in der mittleren Oberrheinebene zur Verfügung und wurden dort auch als Sitzwarte genutzt. Nach kurzen Flügen in ca. 40 bis 80 cm Höhe über der Wasseroberfläche kehrten die Männchen stets zu ihrer Sitzwarte zurück.

Das einzige beobachtete Paarungsgeschäft zog sich bei Annäherung auf eine etwa 4 m hohe Erle zurück, wo es den Blicken seiner Beobachter entwand. Eiablagen konnten am 16. und 18. Juni 1986 an Gewässer a beobachtet werden. Alle Eiablagen erfolgten an solchen Stellen, an denen die Triebspitzen der Submersvegetation bis fast an die Wasseroberfläche reichten. Im betreffenden Gewässer fanden sich solche Stellen jeweils nur kleinflächig dort, wo Bestände der Laichkrautgesellschaften aus *Myriophyllum spicatum*, *M. verticillatum*, *Potamogeton lucens*, *P. perfoliatus*, *P. crispus*, *P. berchtoldii* und *P. pectinatus* als lebende Säulen die gewässerdominierende Characeenvegetation (*Nitellopsidetum obtusae*) überragten. Dort legten die Weibchen ihre Eier gezielt und punktförmig über solchen Stellen dichter Submersvegetation ab, indem sie zwei bis dreimal kurz hintereinander mit dem Abdomenende ins Wasser tupften; dabei waren die Weibchen stets allein. Die Triebspitzen der dichtstehenden Unterwasserpflanzen endeten etwa 15 cm unterhalb der Wasseroberfläche.

Schlupf

Am 26. Mai 1987 konnte der Schlupf eines Männchens komplett protokolliert und fotografisch dokumentiert werden. Die Larve kroch um 10:58 Uhr MESZ an einem abgestorbenen Schilfhalm aus dem seichten Wasser und verankerte sich in 10 cm Höhe über dem Wasserspiegel. Der eigentliche Schlupf vom Aufplatzen der Rückenhaut bis zum Jungfernflug dauerte von 11:03 bis 12:14 Uhr (71 min). Die Lufttemperatur betrug zu Beginn des Vorgangs 22 °C, die Wassertemperatur 18 °C.

Das Schlupfprotokoll vom 26. Mai 1987 sei im folgenden wiedergegeben:

- 10:58 Uhr Die Larve kriecht an einem abgestorbenen Schilfhalm aus dem Wasser und verankert sich in einer Höhe von 10 cm. Bis zum Aufplatzen der Rückenhaut verharrt sie regungslos.
- 11:03 Uhr Der Thorax der Larve platzt auf dem Rücken auf.
- 11:05 Uhr Der Kopf löst sich aus der Exuvie.
- 11:08 Uhr Kopf und Thorax haben sich bereits aus der Exuvie gelöst. Der Oberkörper neigt sich nach unten. Das Tier verharrt in dieser Stellung, die Augenoberseite verfärbt sich über dunkelgrün nach braun.
- 11:20 Uhr Mit einem Ruck richtet die Libelle den Oberkörper auf, klammert sich mit den Beinen an der Exuvie fest und zieht das Abdomen heraus. Das Tier macht leichte Zitterbewegungen mit dem ganzen Körper.
- 11:22 Uhr Die Flügel werden größer und nach etwa einer Minute sind die Flügel so lang wie das Abdomen, mit dem die Libelle leichte Pumpbewegungen ausführt.
- 11:30 Uhr Die Flügel haben ihre maximale Länge erreicht, das Abdomen verlängert sich noch geringfügig. Die Libelle zittert mit dem ganzen Körper.
- 11:43 Uhr Wiederum führt der Schlüpfling leichte Pumpbewegungen mit dem Abdomen aus.
- 11:46 Uhr Ein Tropfen Flüssigkeit tritt am Abdomenende aus.
- 11:50 Uhr Ein weiterer Flüssigkeitstropfen tritt am Abdomenende aus, der Thorax beginnt sich braun zu verfärben.

- 11:52 Uhr Die Imago spreizt die Flügel und verharrt in dieser Stellung.
11:58 Uhr Die Thorax-Färbung wird intensiver, das Abdomen dunkler.
12:08 Uhr Die Imago fliegt von der Uferlinie weg und läßt sich in ca. 1,5 m Entfernung im Gras nieder.
12:10 Uhr Ein Tropfen Flüssigkeit tritt aus dem Abdomen aus.
12:14 Uhr Die Libelle fliegt auf einen Strauch in 6 m Entfernung und bleibt dort sitzen.

Ein weiterer, bereits begonnener Schlupfvorgang eines Weibchens konnte am 18. Mai 1990 beobachtet werden. Die Larve hatte sich an einer Steif-Segge (*Carex elata*) in etwa 50 cm Höhe verankert. Vom Herausziehen des Abdomens aus der Larvenhülle um 15:02 Uhr bis zum Jungfernflug um 16:23 Uhr vergingen somit 81 min. Nach erfolgter Emergenz flog das Weibchen auf einen Hartriegelbusch am Ufer.

Schlupfporte

In den Jahren 1994 bis 1996 wurden 18 Exuvien-Fundorte detailliert dokumentiert (Tab. 5).

2 Exuvien wurden durch Regenfälle von ihren Schlupfpflanzen ins Wasser gespült, weshalb einzelne Parameter nur bei 16 Exuvien erfaßt werden konnten. Als Schlupfunterlagen wurden Blätter oder Sprosse verschiedener Seggen (*Carex riparia*, *C. elata*, *C. acutiformis*, *C. flava* agg.), der Wasserschwertlilie (*Iris pseudacorus*), des Blutweiderichs (*Lythrum salicaria*) so wie Schilfhalme (*Phragmites communis*) und Brombeerranken (*Rubus fruticosus* agg.) gleichermaßen als Schlupfunterlage genutzt. Dabei saßen sie stets an der Unterseite der von ihnen genutzten Schlupfpflanzen und hingen mehr oder minder stark über, in einem Fall sogar in der Horizontalen an der Unterseite eines Blattstiels; der Kopf zeigte dabei jeweils nach oben. Auch die vor 1994 gesammelten Exuvien waren überwiegend in 20 bis 50 cm Höhe über der Wasseroberfläche an vertikalen Strukturelementen fixiert. Wie die gemessenen Werte der mittleren und maximalen Vegetationshöhe an den Schlupforten nahelegen, wurde die gewählte Schlupfhöhe höchstens in Ausnahmefällen durch die mögliche Kriechhöhe (Höhe der genutzten Pflanzenorgane) begrenzt. Alle protokollierten Tiere schlüpften am wasserseitigen Rand der Ufervegetation. Beim unmittelbaren Schlupfumfeld handelte es sich in nahezu allen Fällen um Großseggenriede (*Caricetum ripa-*

Tab. 5: Ergebnisse der Exuvienprotokolle von *Leucorrhinia caudalis* aus den Jahren 1994 bis 1996. - Description of the emergence sites of 18 exuviae of *Leucorrhinia caudalis* from 1994 to 1996.

Parameter	Mittelwert $\pm$ s.d.	Median	Maximum	Minimum	n
Winkel des Blattes/Halmes [°]	66 $\pm$ 24	75	90	0	16
Durchmesser [cm]	0,65 $\pm$ 0,41	0,55	1,8	0,2	16
Höhe über der Wasseroberfläche [cm]	34 $\pm$ 15	36,5	60	5	16
Mittlere Vegetationshöhe [cm]	63 $\pm$ 16	60	90	30	18
Maximale Vegetationshöhe [cm]	123 $\pm$ 74	110	400	60	18
Halm/Blattdichte [n/dm ²]	19 $\pm$ 9	20	30	1,5	16
Vegetationsdeckung emers [%]	68 $\pm$ 21	70	100	30	18
Uferabstand [cm]	53 $\pm$ 60	20	150	-10	16
Wassertiefe am Schlupfort [cm]	25,4 $\pm$ 16,9	22	74	5	18

raie, *Caricetum elatae*, *Carex acutiformis*-Gesellschaft), in einem Fall um ein Kleinseggenried (*Carex flava* agg.-Gesellschaft) und in zwei Fällen um Ufergebüsche. In den dokumentierten Beständen lag die Emersdeckung zwischen 30 und 100 % (im Mittel: 70), die Halm-Blattdichte zwischen 1,5 und 30 vertikal ausgerichteten Pflanzenteilen (im Mittel: 19) pro dm². Der Untergrund aller Stellen, an denen Exuvien der Art gefunden wurden, war kiesig mit geringmächtiger Auflage organischen Feinsubstrats (Bodentyp Protapedon bis Gytia).

Schlupf- und Flugzeit

Im Zeitraum von 1986 bis 1996 wurden in der mittleren Oberrheinebene insgesamt 114 Exuvien der Zierlichen Moosjungfer gefunden. Der früheste Schlupf wurde 1994 am 13. Mai, der späteste Fund einer Exuvie am 1. Juli 1987 dokumentiert. Die Hauptschlupfzeit lag am Oberrhein jedoch in der zweiten Maihälfte, in der 102 (89 %) Exuvien gefunden wurden. Hauptflugzeit war Juni, wobei die frühesten Beobachtungen adulter Männchen vom 20. Mai 1992, die spätesten vom 9. Juli 1987 vorliegen. Nur dreimal wurden Paarungsräder am 16. und 21. Juni 1986 sowie am 14. Juni 1987 beobachtet.

Diskussion

Habitate

Mit Ausnahme einer Altrheinschlut ist *Leucorrhinia caudalis* in der mittleren Oberrheinebene bisher nur von schwach eutrophen bis mesotrophen, flachen Baggerseen bekannt. Demgegenüber werden in der Literatur überwiegend Altwässer mit gut entwickelter Schwimmblattvegetation

(BELLMANN 1987, GLITZ 1976, HEIDEMANN 1977, KUHN & FISCHER 1986, MEIER 1982, NIEHUIS 1984, ROSENBOHM 1966, SCHNEIDER-JACOBY 1990) als Siedlungsgewässer angegeben, ferner Moorseen (z.B. DREYER 1986, JACOB 1969, VAN TOL & VERDONK 1988), dystrophe Waldseen mit Seerosenzone (REHFELDT 1983), moorige Weiher (SCHMIDT 1972) und in Finnland Weiher mit offener, zentraler Wasserfläche (VALLE 1938). Jedoch finden sich auch mehrfach Hinweise auf anthropogene Gewässer, so auf Kiesgruben (FEILER et al. 1989) und Abgrabungsgewässer in Sandsteingruben Westfrankreichs (PRÉVOST & DUREPAIRE 1994).

Die von MAUERSBERGER & HEINRICH (1993) für Nordost-Brandenburg beschriebenen mesotroph-alkalischen Klarwasserseen und eutrophen Kleinseen unterscheiden sich von den Fortpflanzungsgewässern am Oberrhein im wesentlichen in ihrer Genese, sind ihnen jedoch anhand einer Vielzahl morphologisch-physikalischer, hydrochemischer und vegetationskundlicher Gesichtspunkte sehr ähnlich. So liegt die Höchsttiefe der sechs besprochenen oberrheinischen Gewässer zwischen 1,2 und knapp 8 m, jene der 12 von MAUERSBERGER & HEINRICH (1993) beschriebenen Gewässer in Brandenburg zwischen 0,9 und 3,4 m, die der 74 von PRÉVOST & DUREPAIRE (1994) beschriebenen westfranzösischen Gewässer bei 2,2 m. Auch die in der Literatur sehr häufig angegebenen Altwässer (siehe oben) sind wohl überwiegend sehr flach. JACOB (1969) und MAUERSBERGER & HEINRICH (1993) äußern die Vermutung, daß eine geringe Maximaltiefe wegen der günstigen thermischen Eigenschaften solcher Gewässer für eine Besiedlung durch die Zierliche Moosjungfer entscheidend ist. Mit einer Fläche von 0,2 bis 1,1 ha sind die hier beschriebenen Fortpflanzungsgewässer etwa um den Faktor 10 kleiner als die von MAUERSBERGER & HEINRICH (1993) mit 0,8-34 ha für Nordost-Brandenburg und von SCHNEIDER-JACOBY (1990) mit 10 ha für Jugoslawien beschriebenen. Demgegenüber konnten PRÉVOST & DUREPAIRE (1994) den Schlupf von *L. caudalis* in Westfrankreich sogar an einem Gewässer von lediglich 30 m² Wasserfläche nachweisen.

Überraschend sind ferner die verhältnismäßig geringen Wasserstandsamplituden von nur 0,3 bis 1,3 m in den Jahren 1994/95 an den Fortpflanzungsgewässern in der mittleren Oberrheinebene. Auch SCHNEIDER-JACOBY (1990) betont ausdrücklich, daß die von ihm beschriebenen Save-Altarme einer Überflutung entzogen sind. Möglicherweise wirken sich starke jährliche Pegelschwankungen negativ auf *L. caudalis* aus, ein Hinweis darauf ist der starke Populationseinbruch der Art an Gewässer a nach einer starken Überflutung im März 1987 von mehreren Metern Höhe, in deren Folge die Wasservegetation zumindest zwischenzeitlich stark geschädigt wurde

(HEITZ & HEITZ 1989). Während in älteren Veröffentlichungen (z.B. JACOB 1969) eine Bindung von *L. caudalis* an saure, basenarme Gewässer proklamiert wird, besiedelt sie sowohl in Nordost-Brandenburg (MAUERSBERGER & HEINRICH 1993) als auch in der Oberrheinebene schwach alkalische (pH 7-8), mäßig kalkreiche bis kalkreiche Gewässer. Die Wasservegetation sowie die gemessenen Sichttiefen von 1,2 bis 3,5 m weisen auf schwach eutrophe bis mesotrophe Verhältnisse hin. Darüber hinaus entsprechen die Sichttiefen größenordnungsmäßig jenen, die von MAUERSBERGER & HEINRICH (1993) in den brandenburgischen Siedlungsgewässern von *L. caudalis* (1,4 - 4,4 m) gemessen wurden. Dies legt die Vermutung nahe, daß Wasser von hoher Transparenz und geringem Trübungsgrad durch dispergierte Partikel oder Phytoplankton günstig für die Art ist. In den untersuchten Baggerseen ist der Untergrund kiesig mit geringmächtigen schlammigen Auflagen aus überwiegend aerob zersetztem organischem Feinsubstrat. MAUERSBERGER & HEINRICH (1993) geben mächtige braune, aerobe, organische Sedimente und Kalkmudden an. Demnach unterscheiden sich interessanterweise die Feinauflagen der brandenburgischen und oberrheinischen Fortpflanzungsgewässer lediglich in ihrer Mächtigkeit.

Zur genauen Fischartenzusammensetzung der hier besprochenen Gewässer liegen keine Angaben vor. Jedoch handelt es sich wohl wie bei den brandenburgischen Fortpflanzungshabitaten (MAUERSBERGER & HEINRICH 1993) von *L. caudalis* um „Hecht-Schlei-Seen“, die überwiegend extensiv beangelt werden. Auffallend hoch ist in allen Gewässern die Dichte von Sonnenbarschen. Ebenso wie die brandenburgischen sind alle bekannten Fortpflanzungsgewässer in der mittleren Oberrheinebene in Auwald eingebettet, oder ihre Uferlinie wird von dicht stehenden Ufergehölzen mittel bis stark beschattet. Auch die beiden von SCHNEIDER-JACOBY (1990) aus der Save-Niederung beschriebenen Fortpflanzungsgewässer von *L. caudalis* sind entlang der gesamten Uferlinie von Gehölzen der Weichholzaue bestockt, so daß eine kleinklimatische Bevorzugung der Siedlungsgewässer durch angrenzende Gehölze, besonders Windschutz, zu vermuten ist. Allerdings sind die westfranzösischen Fortpflanzungsgewässer lediglich von niederwüchsiger Heidevegetation aus *Erica scoparia* und *Ulex minor* umgeben (PRÉVOST & DUREPAIRE 1994) und genießen im atlantisch geprägten Teil ihres Areals wohl kaum Windschutz. Als Gemeinsamkeit mit diesem sind die steil abfallenden, bruchkantenartigen Uferpartien an den oberrheinischen Fortpflanzungsgewässern hervorzuheben, wogegen die brandenburgischen von „Schwingkantenrieden“ (MAUERSBERGER & HEINRICH 1993) begrenzt werden, die mit einer Ausnahme in Verlandungsmoore übergehen. Die auffälligsten Parallele der oberrheinischen Habitate zu jenen in Brandenburg

(MAUERSBERGER & HEINRICH 1993) sowie jenen in Westfrankreich (PRÉVOST & DUREPAIRE 1994) ist ihre reich entwickelte, mehrschichtige Submersvegetation aus Characeen und verschiedenen Arten der Laichkrautgesellschaften, hier insbesondere *Myriophyllum* sp. Demgegenüber kommt der Schwimmblattvegetation in allen drei Regionen offensichtlich nur untergeordnete oder überhaupt keine Bedeutung zu. Letzteres ist umso bemerkenswerter, da der Schwimmblattvegetation aus *Nymphaea alba* und/oder *Nuphar lutea* in nahezu allen älteren Veröffentlichungen stets eine zentrale Rolle für die Besiedlung durch die Art zugesprochen wurde (z.B. BELLMANN 1987, PAJUNEN 1966, SCHORR 1990, WESENBERG-LUND 1914).

Rätselhaft ist das Fehlen der Zierlichen Moosjungfer an anderen oberrheinischen Gewässern. Den Autoren sind mehrere Dutzend Gewässer bekannt, die sowohl hinsichtlich ihrer morphologischen und physikalisch-chemischen Eigenschaften als auch ihres Bewuchses - insbesondere der als entscheidend erachteten Wasservegetation - den oben skizzierten Kriterien entsprechen. Es existiert eine Reihe von Gewässern, die nicht nur eine mehrschichtige Unterwasservegetation aufweisen, sondern darüber hinaus eine gut entwickelte Schwimmblattzone, die den bekannten Habitaten von *L. caudalis* am Oberrhein nahezu vollständig fehlt. Insofern stellt sich die Frage, ob neben den oben umrissenen weitere, bisher möglicherweise völlig unbeachtet gebliebene Faktoren für eine Besiedlung entscheidend sind und, wenn ja, welche. Möglicherweise sind die bekannten Populationen der Art im Untersuchungsgebiet zu klein, so daß keine Expansion stattfindet. Andererseits deuten die geringen Abundanzen an den Siedlungsgewässern darauf hin, daß sie für die Art offensichtlich nicht optimal sind. Um so erstaunlicher ist es, daß sich *L. caudalis* eindeutig über mehrere Jahre in winzigen Populationen halten kann. Es wäre durchaus möglich, daß die kleinen bekannten Population durch regelmäßige Zuwanderung aus einer großen, bisher unbekannt gebliebenen, gestützt werden. Solche Fragen können jedoch nur durch weitere intensive Freilanduntersuchungen, gegebenenfalls in Verbindung mit Experimenten und Larvenaufzuchtversuchen, beantwortet werden.

Gefährdung und Schutz

Wie überall an ihrer westlichen Arealgrenze in Mitteleuropa (SCHORR 1996) läßt sich die Bestandssituation von *Leucorrhinia caudalis* am Oberrhein als besorgniserregend charakterisieren: Die Art besitzt in der mittleren Oberrheinebene aktuell nur ein einziges gesichertes Vorkommen (Gewässer e). An zwei weiteren Gewässern (a, d) wurde eine erfolgreiche

Entwicklung der Art zum letzten Mal 1994 und 1995 belegt, an Gewässer f wurde noch 1996 ein einzelnes Weibchen beobachtet, ohne daß jedoch eine Fortpflanzung nachgewiesen werden konnte. An den beiden übrigen Gewässern (b, c) sind die Vorkommen der Art wahrscheinlich erloschen. In Gewässer b wurden von Anglern Graskarpfen eingesetzt, die die Submersvegetation weitgehend zerstört haben, möglicherweise tat die Aktivität des Bisam (*Ondatra zibethicus*) hier ein übriges. Die größte jemals bekanntgewordene oberrheinische Population von *L. caudalis* (Gewässer a) ist von mehr als 70 nachgewiesenen Tieren 1986 auf einen Einzelnachweis 1995 geschrumpft. Das Gewässer wurde im Frühjahr 1987 mehrere Meter hoch mit Rheinwasser überflutet, mit dem große Mengen an Nähr- und Trübstoffen eingetragen wurden. Infolge dieser Flutung starb die Wasservegetation ab und erholte sich nur langsam im Lauf der folgenden Jahre. Leider existieren von diesem Gewässer vor 1986 keine Angaben zur Besiedlung durch *L. caudalis*, so daß über die Frage, ob es sich um natürliche Populationsschwankungen - wie sie für Vorkommen in Arealrandlagen durchaus bezeichnend sind - mit einem zufälligen Abundanzgipfel 1986 oder aber um den katastrophalen Einbruch einer einstmaligen großen Population handelt, nur spekuliert werden kann. Starke Schwankungen der Populationsgröße sind von vielen Libellenarten bekannt und sind von PRÉVOST & DUREPAIRE (1994) auch für *L. caudalis* nachgewiesen worden. Allerdings ist der Zusammenbruch der Population infolge einer Verschlechterung der Habitatqualität wahrscheinlicher.

Die Oberrheinebene ist odonatologisch relativ gut untersucht, dennoch sind Neu- und Wiederfunde seltener Arten durchaus noch zu erwarten. Dies zeigen beispielsweise die Neu- bzw. Wiederentdeckungen von *Ophiogomphus cecilia* 1989 in der mittleren und nördlichen Oberrheinebene sowie am Hochrhein, von *Gomphus simillimus* 1987 am Hochrhein und am Restrhein zwischen Basel und Breisach und nicht zuletzt die Wiederentdeckung von *L. caudalis* 1986 in der mittelbadischen Oberrheinebene. Immerhin wurde die letzte - und momentan größte bekannte - Population der Art in Baden-Württemberg trotz guten Bearbeitungsstandes erst 1993 entdeckt. Im Hinblick darauf ist die Hoffnung nicht unberechtigt, im Umkreis der bisher bekannten Fortpflanzungsgewässer, eventuell auch im nahegelegenen Elsaß neue und vitalere Vorkommen von *L. caudalis* zu finden. Ein starker Rückgang der Art in Baden-Württemberg kann jedoch als sicher gelten. Damit besteht akuter Handlungsbedarf, um ihr Aussterben wirkungsvoll und dauerhaft zu verhindern.

Aus dem hohen Gefährdungsgrad von *L. caudalis* leitet sich die Dringlichkeit von Schutzmaßnahmen ab. Leider läßt es der derzeitige Kenntnis-

stand zur Ökologie der Art nicht zu, ein umfassendes Schutzkonzept zu entwerfen. Jedoch können hier bereits einige Vorschläge unterbreitet werden. So sollten als kurzfristig durchführbare Maßnahmen die aktuell noch bestehenden, kleinen Bestände regelmäßig überwacht werden. Es sollten auch Anstrengungen dahingehend unternommen werden, bisher unbekannte Fortpflanzungsgewässer der Art durch gezielte Untersuchungen ausfindig zu machen. Die Fischereipächter der bekannten Fortpflanzungsgewässer sollten darüber aufgeklärt werden, welche Rarität an ihrem Gewässer vorkommt, um zu verhindern, daß sie Maßnahmen am Gewässer durchführen, die *L. caudalis* beeinträchtigen, z.B. durch Anlage von Angelstegen oder übermäßig hohen Fischbesatz. Das Aussetzen des Graskarpfens *Ctenopharyngodon idella* muß unbedingt verhindert werden. Ferner sollte verhindert werden, daß Bisam *Ondatra zibethicus* und Nutria *Myocastor coypus* die Wasser- und Ufervegetation nachhaltig schädigen.

Um Störungen der Imagines und eine Schädigung der Larven und Schlüpflinge von *L. caudalis* zu vermeiden, sollte der Badebetrieb an den bekannten Fortpflanzungsgewässern der Art vollständig unterbleiben.

Mittelfristig muß auf eine Verbesserung der Lebensräume, wie das Ausbaggern der stark verschlammten Schlut oder die Einrichtung von Randstreifen an den in der Feldflur gelegenen Gewässern zur Verhinderung des Nährstoffeintrags aus den benachbarten Feldern, und auf einen Verbund der wenigen noch existenten Vorkommen der Art, z.B. durch Neuanlage oder Umgestaltung von Gewässern, hingearbeitet werden.

Literatur

- BELLMANN, H. (1987): *Libellen - beobachten, bestimmen*. Neumann-Neudamm, Melsungen
- BUCHWALD, R., B. HÖPPNER & A. SCHANOWSKI (1994) (Hrsg.): *10. Sammelbericht (1994) über Libellenvorkommen (Odonata) in Baden-Württemberg*. Eigenverlag Schutzgemeinschaft Libellen Baden-Württemberg, Freiburg
- DEUTSCHER WETTERDIENST (Hrsg) (1953): *Klima-Atlas von Baden-Württemberg mit Erläuterungen*. Bad Kissingen
- DREYER, W. (1986): *Die Libellen*. Gerstenberg, Hildesheim
- FEILER, M., W. GOTTSCHALK & D. HONSU (1989): Wiederentdeckung der Zierlichen Moosjungfer (*Leucorrhinia caudalis*) in der DDR (Insecta, Odonata). - *Beitr. Tierw. Mark* 11: 9-14
- FISCHER, H. (1850): Über die badischen Libellulinen. In: *Beitr. Zur Insektenfauna um Freiburg i. Brg. - Orthoptera. Mannheimer Ver. Naturk.* 16: 50-51
- GEYER, O.F. & M.P. GWINNER (1986): *Geologie von Baden-Württemberg*. Schweizerbart'sche Buchhandlung, Stuttgart

- GLITZ, D. (1976): Zur Odonatenfauna Nordwestdeutschlands. *Anisoptera. Bombus* 2: 233-235.
- HEIDEMANN, H. (1977): Libellen am Altrhein. *Ent. Z.* 87: 1-7
- HEIDEMANN, H. (1982): Schützenswerte Biotope in Nordbaden und der Pfalz. *Libellula* 1: 29-32
- HEITZ, A. & S. HEITZ (1989): *Die Libellen in den Poldern Altenheim. Fachschaft für Ornithologie Südlicher Oberrhein im DBV.* - Unveröff. Gutachten für die LfU Baden-Württemberg
- HÖPPNER, B. (1991): *Ökologische Ansprüche dreier ausgewählter Libellenarten in der südlichen und mittleren Oberrheinebene unter besonderer Berücksichtigung der Vegetation.* Dipl. Arb. Univ. Freiburg i.Br.
- JACOB, U. (1969): Untersuchungen zu den Beziehungen zwischen Ökologie und Verbreitung heimischer Libellen. *Faun. Abh. Mus. Tierk. Dresden* 2: 197-237
- JURZITZA, G. & K. KORMANN (1960): Libellenbeobachtungen in der Umgebung von Karlsruhe (Baden). *Beitr. naturk. Forsch. SW-Deutschl.* 19: 56-57
- KŁOSOWSKI, S. (1994): Untersuchungen über Ökologie und Indikatorwert der Wasserpflanzengesellschaften in naturnahen Stillgewässern Polens. *Tuexenia* 14: 297-334
- KOHLER, A. (1978): Wasserpflanzen als Bioindikatoren. *Beih. Veröff. Natursch. Landschaftspfl.* 11: 259-281
- KRAUSE, W. (1981): Characeen als Bioindikatoren für den Gewässerzustand. *Limnologica* 13: 399-418
- KUHN, K. & H. FISCHER (1986): Verbreitungsatlas der Libellen Schwabens. *Ber. naturf. Ges. Augsburg* 41: 1-80
- MAUERSBERGER, R. & D. HEINRICH (1993): Zur Habitatpräferenz von *Leucorrhinia caudalis* (Charpentier) (Anisoptera: Libellulidae). *Libellula* 12: 63-82
- MEIER, C. (1982): Die Libellen des Reusstals zwischen Rottenschwil und Rickenbach. *Jb. Stiftung Reusstal* 1982: 21-28
- MELZER, A. (1976): Makrophytische Wasserpflanzen als Indikatoren des Gewässerzustandes oberbayerischer Seen. *Diss. Bot.* 34, 195 S.
- MÜLLER, O. (1995): *Ökologische Untersuchungen an Gomphiden (Odonata: Gomphidae) unter besonderer Berücksichtigung ihrer Larvenstadien.* Cuvillier, Göttingen
- NIEHUIS, M. (1984): Verbreitung und Vorkommen der Libellen (Insecta: Odonata) im Regierungsbezirk Rheinhessen-Pfalz und im Nahetal. - *Natursch. Ornithol. Rheinl.-Pfalz* 3: 1-203
- OBERDORFER, E. (Hrsg.) (1992): *Süddeutsche Pflanzengesellschaften. Teil I.* 3. Aufl. Fischer, Stuttgart
- OBERDORFER, E. (1994): *Pflanzensoziologische Exkursionsflora.* 7. Aufl. Fischer, Stuttgart
- PAJUNEN, V. J. (1964): Aggressive behaviour in *Leucorrhinia caudalis* Charp. *Ann. zool. fenn.* 1: 357-369

- PRÉVOST, O. & P. DUREPAIRE (1994): Etat de la population de *Leucorrhinia caudalis* (Charpentier, 1840) dans la Réserve Naturelle du Pinail (Département de la Vienne). *Martinia* 10: 23-27
- REIFFELDT, G. (1983): Die Libellen (Odonata) des nördlichen Harzrandes. *Braunschw. naturk. Schr.* 1: 603-654
- REICHELT, G. & O. WILMANN (1973): *Vegetationsgeographie*. Westermann, Braunschweig
- ROBERT, P.-A. (1959): *Die Libellen (Odonaten)*. Kümmerly & Frey, Bern
- ROSENBOHM, A. (1922): Weitere Beiträge zur Libellenfauna des Oberrheins und des Bodensees. *Mitt. Bad. Landesver. Naturk. Naturschutz* N.F. 1: 248-251
- ROSENBOHM, A. (1965): Beitrag zur Odonatenfauna Badens. *Mitt. Bad. Landesver. Naturk. Naturschutz* N.F. 8: 551-563
- SCHANOWSKI, A. & R. BUCHWALD (1987) (Hrsg.): 4. *Sammelbericht (1987 über Libellenvorkommen (Odonata) in Baden-Württemberg*. Eigenverlag Schutzgemeinschaft Libellen Baden-Württemberg, Freiburg
- SCHMIDT, E. (1972): Das Naturschutzgebiet Teufelsbruch in Berlin Spandau. IX. Die Odonatenfauna des Teufelsbruches und anderer Berliner Moore. *Sb. Ges. naturforsch. Freunde Berlin* N.F. 12: 106-131
- SCHORR, M. (1990): *Grundlagen zu einem Artenhilfsprogramm Libellen der Bundesrepublik Deutschland*. Ursus, Balthoven
- SCHORR, M. (1996): *Leucorrhinia caudalis* (Charpentier, 1840). In: HELSDINGEN, P.J. VAN, L. WILLEMSE & M. C. D. SPEIGHT (Hrsg.): *Background information on invertebrates of the Habitats Directive and the Bern Convention. Part II - Mantodea, Odonata, Orthoptera and Arachnida*. Council of Europe, Strasbourg: 279-291
- SCHNEIDER-JACOBY, M. (1990): Erster Nachweis der Zierlichen Moosjungfer, *Leucorrhinia caudalis*, Charpentier, 1840, für Jugoslawien (Odonata: Libellulidae). *Libellula* 9: 21-31
- SENF, E. (1976): Die Odonatenfauna des westlichen Bodenseegebietes. *Mitt. bad. Landesver. Naturk. Naturschutz* N.F. 11: 327-335
- VALLE, K. J. (1938): Zur Ökologie der finnischen Odonaten. *Ann. Univ. Turkuensis* 6: 1-76
- VAN TOL, J. & M.J. VERDONK (1988): *The protection of dragonflies (Odonata) and their biotopes*. Council of Europe, Strasbourg
- WESENBERG-LUND, C. (1913/14): Odonatenstudien. *Int. Rev. ges. Hydrobiol. Hydrogr.* 6: 155-228, 373-422
- WESTERMANN, K. & G. SCHARFF (1988): Auen-Renaturierung und Hochwasserrückhaltung am südlichen Oberrhein. *Naturschutzforum* 1/2: 95-158
- WILMANN, O. (1993): *Ökologische Pflanzensoziologie. 5. Aufl.* Quelle und Meyer, Heidelberg
- WILDERMUTH, H. (1993): Populationsbiologie von *Leucorrhinia pectoralis* (Charpentier) (Anisoptera: Libellulidae). *Libellula* 12: 269-275