

Habitats von *Coenagrion mercuriale* am nördlichen Arealrand (Kreis Minden-Lübbecke, NRW, Deutschland) (Odonata: Coenagrionidae)

Friederike Kastner und Rainer Buchwald

AG Vegetationskunde und Naturschutz, Institut für Biologie und Umweltwissenschaften
(IBU), Carl von Ossietzky Universität Oldenburg, D-26111 Oldenburg,
friederike.kastner@uni-oldenburg.de, rainer.buchwald@uni-oldenburg.de

Abstract

Habitats of *Coenagrion mercuriale* at the northern range (Minden-Lübbecke district, NRW, Germany) (Odonata: Coenagrionidae) – In North Rhine-Westphalia (Germany) the endangered damselfly *Coenagrion mercuriale* occurs in the catchment basins of the rivers Ems, Lippe, Hunte, and Weser and is recorded with several populations in the Minden-Lübbecke district. The reproduction habitats at the northern range are small unshaded ditches and brooks with low to moderate flow rate. The aquatic vegetation is lush with a mean cover of 82 % and dominated by *Berula erecta*, *Phalaris arundinacea*, and *Sparganium* spp. The waters exhibit high oxygen content and relatively high temperatures. They are moderately polluted (water quality class II) to considerably polluted (water quality class II–III) and can be classified as base-rich, calcareous waters. The water type, vegetation as well as temperature and oxygen content correspond with habitat descriptions in the literature. Differences consist in cover and height of vegetation, morphology as well as in physical and chemical characteristics of the waters. The populations in the Minden-Lübbecke district belong to the largest in North Rhine-Westphalia. In some of the small flowing waters the damselfly *C. ornatum* was found as well, these occurrences representing the only ones in North Rhine-Westphalia. The maintenance of these waters has been well adapted to the life cycle of the two species in Minden-Lübbecke but there are some more threat factors like further eutrophication and the occasional desiccation of the waterbodies.

Zusammenfassung

Die seltene und gefährdete Kleinlibelle *Coenagrion mercuriale* kommt in Nordrhein-Westfalen in den Einzugsgebieten von Ems, Lippe, Hunte und Weser vor und ist im Kreis Minden-Lübbecke mit mehreren Populationen nachgewiesen. Die Reproduktionshabitate am Rand ihres nördlichen Verbreitungsgebiets sind unbeschattete, schmale Gräben und Bäche mit geringer bis mittlerer Fließgeschwindigkeit. Die aquatische Vegetation ist mit einem mittleren Deckungsgrad von 82 % gut ausgebildet und wird von Berle *Berula erecta*, Rohr-Glanzgras *Phalaris arundinacea* und Igelkolben *Sparganium* spp. dominiert.

Die Fließgewässer weisen einen hohen Sauerstoffgehalt und recht hohe Wassertemperaturen auf. Sie können als mäßig belastete (Güteklasse II) bis deutlich belastete (Güteklasse II–III), basenreiche, kalkhaltige Gewässer eingestuft werden. Gewässer- und Vegetationstyp, Fließgeschwindigkeit sowie Temperatur- und Sauerstoffwerte stimmen mit den Habitatbeschreibungen in der Literatur überein. Unterschiede bestehen jedoch in dem Deckungsgrad der Vegetation, der Vegetationshöhe, der Gewässermorphologie und den physikalisch-chemischen Wasserparametern. Die *C. mercuriale*-Populationen in Minden-Lübbecke zählen zu den größten der Art in Nordrhein-Westfalen. In einigen Fließgewässern wurde zudem die ebenfalls seltene und gefährdete Kleinlibelle *C. ornatum* nachgewiesen. Dabei handelt es sich um die einzigen Vorkommen der Art in Nordrhein-Westfalen. Für die dauerhafte Erhaltung der Populationen von *C. mercuriale* und *C. ornatum* im Kreis Minden-Lübbecke wurde die Gewässerunterhaltung an den Lebenszyklus der beiden Arten angepasst. Eine weitere Eutrophierung und ein gelegentliches Austrocknen einzelner Gewässer stellen aktuelle Gefährdungsfaktoren für die beiden Arten dar.

Einleitung

Die atlanto-mediterrane Kleinlibelle *Coenagrion mercuriale* wird in der Berner Konvention (Anhang II) als „streng geschützte“ Art sowie in der Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie (Anhang II) aufgeführt. In ihrem Areal ist die Art regional zurückgegangen (BOUDOT & KALKMAN 2015) und gilt daher in Europa als „potenziell gefährdet“ (KALKMAN et al. 2010).

In Deutschland steht *C. mercuriale* auf der Roten Liste (Kategorie 2: stark gefährdet; OTT et al. 2015) und kommt in Süddeutschland sowie in Teilen West-, Mittel- und Ostdeutschlands vor (BURBACH et al. 2015). In Nordrhein-Westfalen (RL 2; CONZE & GRÖHNHAGEN 2011) wurde die Art in den Einzugsgebieten von Ems, Lippe, Hunte und Weser nachgewiesen, sie konnte in mehr als zehn Gebieten als bodenständig eingestuft werden (GESCHKE 2008; GÖCKING et al. 2010). Das hier untersuchte Vorkommen von *C. mercuriale* im Kreis Minden-Lübbecke ist seit 1986 bekannt (BUSSE & CLAUSEN 1987) und weist aktuell acht Populationen auf (KASTNER et al. 2015). Der Kenntnisstand bezüglich Ökologie und Lebensraummanagement dieser Libellenart in Teilen Mitteleuropas und in England ist hoch (z.B. BUCHWALD 1989; BUCHWALD et al. 1989; PURSE et al. 2003; SERFLING et al. 2004; ROUQUETTE & THOMPSON 2005, 2007; KOCH et al. 2009; KELLER et al. 2012), doch fehlten bisher umfassende Studien über *C. mercuriale* am Rande ihres nördlichen Verbreitungsgebiets in Mitteleuropa.

In dieser Arbeit werden die Reproduktionshabitate im nordöstlichen Nordrhein-Westfalen vegetationskundlich und physikalisch-chemisch charakterisiert, Angaben zur Abundanz der Art gemacht sowie Gefährdungsfaktoren und Schutzmaßnahmen dargestellt. Ein wesentliches Ziel der vorliegenden Studie ist es, Gemeinsamkeiten und Unterschiede der Lebensräume im Untersuchungsgebiet im Vergleich zu denen in anderen Teilen des Areals aufzuzeigen.

Untersuchungsgebiet und Methode

Untersuchungsgebiet

Das Untersuchungsgebiet liegt im Einzugsgebiet der Flüsse Hunte und Weser im Kreis Minden-Lübbecke (NRW). Die Landschaft ist überwiegend eben bis schwach wellig mit vereinzelt Erhebungen wie dem Stenweder Berg (MEISEL 1959–1962). Die vorherrschenden landwirtschaftlichen Nutzungen sind Ackerbau sowie intensive Grünlandnutzung auf eingestreuten Parzellen.

Die untersuchten Graben- und Bachsysteme sind teils natürlichen Ursprungs, durchweg stark anthropogen überformt und gliedern sich in die Teilgebiete (1) Tiefenriede, (2) Ilwede mit Barlage und Großer Diekfluss (im Folgenden Ilwede genannt), (3) Mehner Bruch und (4) Kleine Aue bei Espelkamp mit einer West-Ost-Ausdehnung von 23 km und einer Nord-Süd-Ausdehnung von 6 km (siehe KASTNER & BUCHWALD 2013; KASTNER et al. 2015). Innerhalb des Untersuchungsgebiets mit ca. 100 km Gewässerlänge besiedelt *C. mercuriale* etwa 17 km Fließgewässerstrecke in 34 Abschnitten, von denen ein Großteil zu Beginn der Erfassung bekannt war. Das Gewässersystem Tiefenriede wurde als NATURA 2000-Gebiet „Grabensystem Tiefenriede“ (DE-3516-302) ausgewiesen (LANUV NRW 2013). Hauptziele dieses NATURA 2000-Gebiets sind der Schutz und die Erhaltung der *C. mercuriale*-Population durch eine angepasste Gewässerunterhaltung.

Erfassungsmethoden

Zwischen Ende Mai und Ende Juli 2011, 2012 und 2013 wurden die Populationen von *C. mercuriale* in insgesamt 34 besiedelten Gewässerabschnitten unterschiedlicher Länge (im Mittel 478 m lang; abgegrenzt durch überquerende Brücken) erfasst. Je Gewässerabschnitt wurden die Imagines in ein bis acht Begehungen pro Jahr bei möglichst günstigen Witterungsbedingungen quantitativ erfasst. Das Teilgebiet Espelkamp wurde nur 2012 und 2013 untersucht.

Zur Charakterisierung der Gewässerabschnitte wurden verschiedene Parameter (Tab. 1) erhoben. Fließgeschwindigkeit, Temperatur, Sauerstoffgehalt, pH-Wert und Leitfähigkeit wurden im Gelände gemessen, alle anderen wasserchemischen Parameter im Labor. Die im Rahmen der Vegetationskartierung verwendete Deckungsgrad-Skala ist in Tabelle 2 dargestellt.

Statistische Analyse

Die maximale Abundanz wurde als maximale Individuenzahl je 100 m pro Jahr bei einer Begehung und die mittlere Abundanz als mittlere Individuenzahl bei allen Begehungen eines Jahres je 100 m für jeden Gewässerabschnitt ermittelt. Mittels des Kruskal-Wallis-Tests mit Bonferroni-Korrektur wurde auf signifikante Unterschiede zwischen den Teilgebieten getestet. Um Unterschiede zwischen den Erfassungsjahren zu ermitteln, wurde der Friedman-Test angewendet (QUINN & KEOUGH 2002). Den statistischen Tests wurde ein Signifikanzniveau von 0,05 zugrunde gelegt.

Für die aufgenommenen Parameter wurden die wesentlichen statistischen Kenngrößen berechnet. Die physikalisch-chemischen Wasserparameter wurden nach den drei Aufnahmezeitpunkten Frühling, Sommer und Herbst gruppiert und die chemische Gewässergüteklasse nach LAWA (1998) ermittelt.

Alle Analysen wurden mit dem Statistikprogramm R (R FOUNDATION FOR STATISTICAL COMPUTING 2014) durchgeführt.

Tabelle 1: Aufgenommene Habitatparameter je Gewässerabschnitt. – Table 1. Habitat parameters measured in each brook or ditch section. Erfassungsintervall, investigation interval: **a** einmal im Sommer 2011, 2012 und 2013, once in summer 2011, 2012 and 2013; **b** einmal im Sommer 2011, once in summer 2011; **c** einmal im Winter 2012, once in winter 2012; **d** einmal im Frühling, Sommer und Herbst 2011, 2012 und 2013, once in spring, summer and autumn 2011, 2012 and 2013.

Parameter	Einheit	Methode/Gerät	Erfassungsintervall
Deckungsgrad der aquatischen Vegetation	%	Nach der von BARKMAN et al. (1964; zitiert in DIERSCHKE 1994) veränderten Braun-Blanquet-Skala	a
Deckungsgrad der submersen Vegetation	%	Nach der von BARKMAN et al. (1964; zitiert in DIERSCHKE 1994) veränderten Braun-Blanquet-Skala	a
Deckungsgrad der emersen Vegetation	%	Nach der von BARKMAN et al. (1964; zitiert in DIERSCHKE 1994) veränderten Braun-Blanquet-Skala	a
Deckungsgrad von <i>Berula erecta</i>	%	Nach der von BARKMAN et al. (1964; zitiert in DIERSCHKE 1994) veränderten Braun-Blanquet-Skala	a
Offenbodenanteil im Gewässer	%	Nach der von BARKMAN et al. (1964; zitiert in DIERSCHKE 1994) veränderten Braun-Blanquet-Skala	a
Beschattungsgrad	%	Schätzung des beschatteten Gewässeranteils	a
Höhe der emersen Vegetation	cm	Mittelwert dreier Messungen	b
Sohlenbreite	cm	Mittelwert dreier Messungen	b
Wassertiefe	cm	Mittelwert dreier Messungen	b
Mächtigkeit des Sediments	cm	Mittelwert dreier Messungen	b
Einschnitttiefe (= Höhenunterschied zwischen Böschungsoberkante und Wasserspiegel)	cm	Mittelwert dreier Messungen	b

Parameter	Einheit	Methode/Gerät	Erfassungsintervall
Mächtigkeit der Eisdecke	cm	Stichprobenartige Messung der Eisdecke	c (ausgenommen Espelkamp)
Fließgeschwindigkeit	m/s	Dostmann electronic P670	d
Temperatur	°C	Gerät pH 3110 von WTW	d
Sauerstoffgehalt (O ₂)	mg/l	Gerät Oxi 3210 von WTW	d
Sauerstoffsättigung (O ₂)	%	Gerät Oxi 3210 von WTW	d
pH		Gerät pH 3110 von WTW	d
Leitfähigkeit	µS/cm	Gerät Cond 3110 von WTW	d
Sulfat (SO ₄ ²⁻)	mg/l	Messung mit BaCl ₂	d
Ammonium (NH ₄ ⁺)	mg/l	DIN 38 406-E5-1	d
Nitrat (NO ₃ ⁻)	mg/l	UV-Methode (228nm/218nm)	d
Nitrit (NO ₂ ⁻)	mg/l	DIN EN 26 777	d
Orthophosphat (o-PO ₄ ³⁻)	mg/l	DIN 38405-D11	d
Gesamtstickstoff (N-gesamt)	mg/l	Aufschluss mit Oxisolv (Merck 1129360030) und UV-Methode (228nm/218nm)	d
Gesamtphosphat (P-gesamt)	mg/l	Aufschluss mit Oxisolv (Merck 1129360030) und DIN 38405-D11	d
Chlorid (Cl ⁻)	mg/l	Messung mit Ionenselektive Chlorid-Elektrode (ISE)	d
Magnesium (Mg ²⁺)	mg/l	Modifiziert nach DIN EN ISO 7980-E3a	d
Calcium (Ca ²⁺)	mg/l	Modifiziert nach DIN EN ISO 7980-E3a	d
Hydrogencarbonat (HCO ₃ ⁻)	mg/l	DIN 38405-D8	d

Tabelle 2: Deckungsgrad-Skala nach der von BARKMAN et al. (1964; zitiert in DIERSCHKE 1994) veränderten Braun-Blanquet-Skala. – Table 2. Dominance scale by the Braun-Blanquet-scale changed by BARKMAN et al. (1964; cited in DIERSCHKE 1994).

Skala	Individuen	Deckungsgrad (%)	Mittelwert (%)
r	1 Individuum	< 1	0,1
+	2–5 Individuen	< 1	0,5
1	6–50 Individuen	1–5	2,5
2a	beliebig	5–12,5	8,8
2b	beliebig	12,5–25	20,0
3	beliebig	25–50	37,5
4	beliebig	50–75	62,5
5	beliebig	75–100	87,5

Ergebnisse

Beschreibung der Reproduktionsgewässer

Die von *C. mercuriale* besiedelten Gewässer (Beispiele in Abb. 1–4) hatten eine mittlere Sohlenbreite von 131 ± 75 cm (Mittelwert \pm Standardabweichung). Die Ufer waren überwiegend steil bei einer mittleren Einschnitttiefe von 178 ± 111 cm. Die mittlere Sedimentmächtigkeit der Gewässer betrug 9 ± 5 cm. Die Wassertiefe lag Ende Juli zwischen 0 cm (vollständig ausgetrocknet) und 38 cm, im Mittel bei 10 ± 8 cm. Im Laufe der drei Untersuchungsjahre konnte das zeitweilige (in einzelnen Fällen bereits im Juni erfolgte) Austrocknen über wenige Meter bis hin zu ganzen Abschnitten besonders im Gebiet Mehner Bruch beobachtet werden.

Die mittlere Fließgeschwindigkeit lag im Frühjahr zwischen 0,01 und 0,42 m/s, im Sommer zwischen 0,00 und 0,17 m/s und im Herbst zwischen 0,00 und 0,35 m/s. Anfang Februar 2012 wiesen die Gewässer im Untersuchungsgebiet nach einer starken Frostperiode (Maximum der Lufttemperatur während sechs Tage $< 0^\circ\text{C}$ gemäß Deutschem Wetterdienst <http://www.dwd.de>) eine unvollständig geschlossene Eisdecke auf. Die Dicke der Eisschicht schwankte innerhalb eines Gewässers sowie zwischen den Gewässern und lag zwischen 0,3 cm und 6,5 cm. Die Wassertiefe unter der Eisdecke betrug 13–43 cm, eine Fließbewegung konnte an allen Gewässern festgestellt werden.

Die Gewässer zeichneten sich durch einen mittleren Beschattungsgrad von 19 ± 21 % in einem Schwankungsbereich von 0–80 % aus. Die angrenzende landwirtschaftliche Nutzung war überwiegend durch Ackerbau und vereinzelt durch intensive Grünlandnutzung geprägt.

Die Ergebnisse der Vegetationserfassung sind in Tabelle 3 zusammengefasst. Der Großteil der submersen Vegetation wurde von untergetauchten Beständen der ansonsten emers wachsenden Arten gebildet. Die emerse Vegetation setzte sich überwiegend aus Berle *Berula erecta*, Rohr-Glanzgras *Phalaris arundinacea* und Igelkolben *Sparganium* spp. zusammen. Des Weiteren waren Gewöhnliche Brunnenkresse *Nasturtium officinale*, Wasser-Minze *Mentha aquatica*, Breitblättriger Merk *Sium latifolium*, Gewöhnlicher Froschlöffel *Alisma plantago-aquatica*, Gewöhnliches Schilf *Phragmites australis*, Flutender Schwaden *Glyceria fluitans* und Wasser-Schwaden *Glyceria maxima* häufig vertreten. Die emerse Vegetation wies eine Höhe zwischen 39 cm und 200 cm auf (Mittelwert: 76 ± 37 cm).

Physikalisch-chemische Gewässerparameter

Die Ergebnisse der physikalisch-chemischen Gewässeruntersuchung sind in Tabelle 4 zusammengefasst. Aus den Ergebnissen der Calcium- und Magnesium-Messung ergab sich eine mittlere Gesamthärte zwischen 2,3 mmol/l (Sommer) und 3,4 mmol/l (Herbst) bzw. 13°dH und 19°dH . Die gemessenen Hydrogencarbonat-Gehalte zeigten eine mittlere Carbonathärte von 2,5 mmol/l (Frühling) und 3,6 mmol/l (Herbst) bzw. 7°dH und 10°dH .

Tabelle 3: Deckungsgrade der aquatischen Vegetation von *Coenagrion mercuriale*-Gewässern im Kreis Minden-Lübbecke (NRW; 2011–2013; Mittelwert, Standardabweichung (SD), Median, Minimum und Maximum). – Table 3. Aquatic vegetation cover of *Coenagrion mercuriale* waters in the Minden-Lübbecke district (NRW; 2011–2013; mean, standard deviation (SD), median, minimum and maximum). * = Gewässer mit 0 % Deckungsgrad der submersen Vegetation waren bei der Aufnahme ohne Wasser, waters with 0 % cover submerged vegetation were without water at recording.

Parameter	Anzahl Stichproben (n)	Mittelwert ± SD	Median	Min.	Max.
Gesamt-Deckungsgrad [%] der aquatischen Vegetation	82	82,2 ± 11,9 (87,5)	87,5	37,5	87,5
Deckungsgrad [%] der submersen Vegetation	82	29,9 ± 27,8 (37,5)	20,0	0,0*	87,5
Deckungsgrad [%] der emersen Vegetation	82	69,1 ± 21,8 (62,5)	87,5	20,0	87,5
Deckungsgrad [%] von <i>Berula erecta</i>	96	24,7 ± 23,1 (20,0)	20,0	0,0	87,5
Deckungsgrad [%] offener Boden	82	15,2 ± 23,6 (20,0)	2,5	0,0	87,5

Die Gewässer ließen sich nach LAWA (1998) im Frühjahr und Herbst als mäßig belastet (Güteklasse II) sowie im Sommer als deutlich belastet (Güteklasse II–III) einstufen (Median der Güteklasse).

Individuenzahlen und Abundanz von *Coenagrion mercuriale*

Coenagrion mercuriale wurde 2011 mit über 1.400 Individuen in 26 von 28 Abschnitten, 2012 mit über 2.700 Individuen in 29 von 34 Abschnitten und 2013 mit über 2.500 Individuen in 30 von 34 Abschnitten nachgewiesen. Die maximal erfasste Individuenzahl eines Abschnitts betrug 2011 248 Individuen (max. Abundanz: $14,0 \pm 19,3$; mittlere Abundanz $10,5 \pm 11,2$), 2012 455 Individuen (max. Abundanz: $21,9 \pm 33,9$; mittlere Abundanz $7,6 \pm 12,9$) und 2013 569 Individuen (max. Abundanz: $19,8 \pm 37,3$; mittlere Abundanz $7,6 \pm 11,6$). Ein signifikanter Unterschied in den maximalen und mittleren Abundanzen zwischen den Erfassungsjahren bestand nicht (maximale Abundanz: Friedman Chi-Quadrat = 3,0331, df = 3, p = 0,387; mittlere Abundanz: Friedman Chi-Quadrat = 3,7993, df = 3, p = 0,284).

2011 und 2012 wurde in Ilwede, 2013 in Espelkamp die höchste maximale und mittlere Abundanz ermittelt. Die geringsten Individuenzahlen wurden in allen drei Untersuchungsjahren im Teilgebiet Mehner Bruch erfasst. Signifikante Unterschiede zwischen den Teilgebieten sind in Abbildung 5 dargestellt.



Abbildung 1: *Coenagrion mercuriale*-Gewässer im Kreis Minden-Lübbecke (NRW), Teilgebiet Tiefenriede (10.07.2012). – Figure 1. *Coenagrion mercuriale* water in the Minden-Lübbecke district (NRW), sub area Tiefenriede (10-vii-2012). Photo: FK



Abbildung 2: *Coenagrion mercuriale*-Gewässer im Kreis Minden-Lübbecke (NRW), Teilgebiet Ilwede (12.06.2011). – Figure 2. *Coenagrion mercuriale* water in the Minden-Lübbecke district (NRW), sub area Ilwede (12-vi-2011). Photo: FK

Abbildung 3: *Coenagrion mercuriale*-Gewässer im Kreis Minden-Lübbecke (NRW), Teilgebiet Mehner Bruch (02.06.2011). – Figure 3. *Coenagrion mercuriale* water in the Minden-Lübbecke district (NRW), sub area Mehner Bruch (02-vi-2011). Photo: FK



Abbildung 4: *Coenagrion mercuriale*-Gewässer im Kreis Minden-Lübbecke (NRW), Teilgebiet Espelkamp (19.06.2013). – Figure 4. *Coenagrion mercuriale* water in the Minden-Lübbecke district (NRW), sub area Espelklamp (19-vi-2013). Photo: FK

Tabelle 4: Ergebnisse der physikalisch-chemischen Analyse der *Coenagrion mercuriale*-Gewässern im Kreis Minden-Lübbecke (NRW) im Frühjahr, Sommer und Herbst 2011–2013 (Mittelwert, Standardabweichung (SD), Minimum und Maximum). – Table 4. Results of the physico-chemical analysis of *Coenagrion mercuriale* waters in the Minden-Lübbecke district (NRW) for spring, summer and autumn 2011–2013 (mean, standard deviation (SD), minimum and maximum). Gewässergüteklasse nach LAWA (1998), water quality classified by LAWA (1998): **I** anthropogen unbelastet, anthropogenically unpolluted; **I–II** sehr geringe Belastung, very low pollution; **II** mäßige Belastung, moderately polluted; **II–III** deutliche Belastung, considerably polluted; **III** erhöhte Belastung, increasingly polluted; **III–IV** hohe Belastung, highly polluted; **IV** sehr hohe Belastung, very highly polluted.

Parameter	Zeitpunkt	Anzahl Stichproben (n)	Mittelwert ± SD	Min.	Max.	Gewässergüteklasse
Temperatur [°C]	Frühjahr	62	7,8 ± 4,8	2,7	18,1	
	Sommer	59	19,1 ± 1,7	16,7	24,4	
	Herbst	65	5,1 ± 2,3	2,3	9,5	
pH	Frühjahr	62	7,9 ± 0,5	7,2	9,6	
	Sommer	59	7,5 ± 0,3	6,9	8,8	
	Herbst	65	7,8 ± 0,3	7,4	8,9	
Leitfähigkeit [µS/cm]	Frühjahr	62	711 ± 93	558	943	
	Sommer	59	659 ± 132	362	998	
	Herbst	65	767 ± 91	589	1044	
Sauerstoffgehalt (O ₂) [mg/l]	Frühjahr	62	15 ± 3	6	18	
	Sommer	58	6 ± 3	2	14	
	Herbst	65	11 ± 2	5	17	
Sauerstoff- sättigung (O ₂) [%]	Frühjahr	62	123 ± 20	65	174	I
	Sommer	58	63 ± 28	17	144	III–IV
	Herbst	65	86 ± 18	43	128	I
Calcium (Ca ²⁺) [mg/l]	Frühjahr	62	88,520 ± 16,284	56,587	137,156	
	Sommer	59	87,064 ± 16,864	53,922	128,300	
	Herbst	64	123,510 ± 49,102	82,764	281,941	
Magnesium (Mg ²⁺) [mg/l]	Frühjahr	62	9,578 ± 2,441	5,946	14,031	
	Sommer	59	9,280 ± 3,508	3,245	17,864	
	Herbst	64	11,206 ± 3,488	6,333	21,300	
Ammonium (NH ₄ ⁺) [mg/l]	Frühling	45	0,217 ± 0,556	0,050	3,535	II
	Sommer	59	0,421 ± 0,816	0,039	3,793	III
	Herbst	65	0,333 ± 1,472	0,039	11,964	II
Nitrit (NO ₂ ⁻) [mg/l]	Frühling	62	0,105 ± 0,105	0,020	0,677	II
	Sommer	59	0,083 ± 0,143	0,016	0,790	II
	Herbst	65	0,107 ± 0,110	0,016	0,770	II

Parameter	Zeitpunkt	Anzahl Stichproben (n)	Mittelwert ± SD	Min.	Max.	Gewässergüteklasse
Nitrat (NO ₃ ⁻) [mg/l]	Frühling	45	55,907 ± 11,393	34,507	78,022	III–IV
	Sommer	59	2,649 ± 1,896	0,865	10,680	I–II
	Herbst	65	36,253 ± 32,410	2,243	98,087	III–IV
Gesamtstickstoff (N-gesamt) [mg/l]	Frühling	62	11,266 ± 3,973	2,645	18,175	III–IV
	Sommer	60	1,803 ± 1,342	0,725	7,718	II–III
	Herbst	65	8,906 ± 7,613	0,887	27,475	III–IV
Orthophosphat (o-PO ₄ ³⁻) [mg/l]	Frühling	45	0,134 ± 0,095	0,018	0,363	II
	Sommer	59	0,151 ± 0,158	0,015	0,650	II–III
	Herbst	65	0,139 ± 0,154	0,018	0,618	II–III
Gesamtposphat (P-gesamt) [mg/l]	Frühling	62	0,076 ± 0,032	0,024	0,180	II
	Sommer	60	0,121 ± 0,115	0,022	0,600	II
	Herbst	65	0,068 ± 0,052	0,016	0,241	II
Sulfat (SO ₄ ²⁻) [mg/l]	Frühling	45	74,126 ± 26,437	41,800	142,214	II–III
	Sommer	60	74,681 ± 32,796	33,225	194,963	II–III
	Herbst	65	97,507 ± 36,300	43,275	207,623	II–III
Chlorid (Cl ⁻) [mg/l]	Frühling	62	50,543 ± 11,837	32,281	89,502	II
	Sommer	44	55,076 ± 17,135	29,549	129,752	II
	Herbst	58	59,662 ± 17,904	37,297	120,712	II

Begleitarten

Als weitere kennzeichnende Art dieser Fließgewässer konnte *Coenagrion ornatum* in 22 der 34 untersuchten Abschnitte nachgewiesen werden. Die maximale Individuenzahl je Abschnitt lag 2011 bei 3 Individuen (0,4 Ind./100 m), 2012 bei 32 Individuen (8,5 Ind./100 m) und 2013 bei 161 Individuen (27,8 Ind./100 m). Im Teilgebiet Espelkamp wurde *C. ornatum* insgesamt mit den höchsten Individuenzahlen erfasst (2011: nicht erfasst; 2012: 62 Ind.; 2013: 287 Ind.). In den anderen Teilgebieten wurde die Art nur mit einzelnen Individuen nachgewiesen. In allen Gewässern mit Individuen von *C. ornatum* kam *C. mercuriale* syntop vor.

Darüber hinaus konnten folgende Libellenarten an den von *C. mercuriale* besiedelten Gewässern festgestellt werden: *Calopteryx splendens*, *Lestes dryas*, *Sympecma fusca*, *Coenagrion puella*, *Ischnura elegans*, *I. pumilio*, *Pyrrhosoma nymphula*, *Platycnemis pennipes*, *Anax imperator*, *Brachytron pratense*, *Libellula depressa*, *Orthetrum brunneum*, *O. cancellatum*, *O. coerulescens* und *Sympetrum sanguineum*.

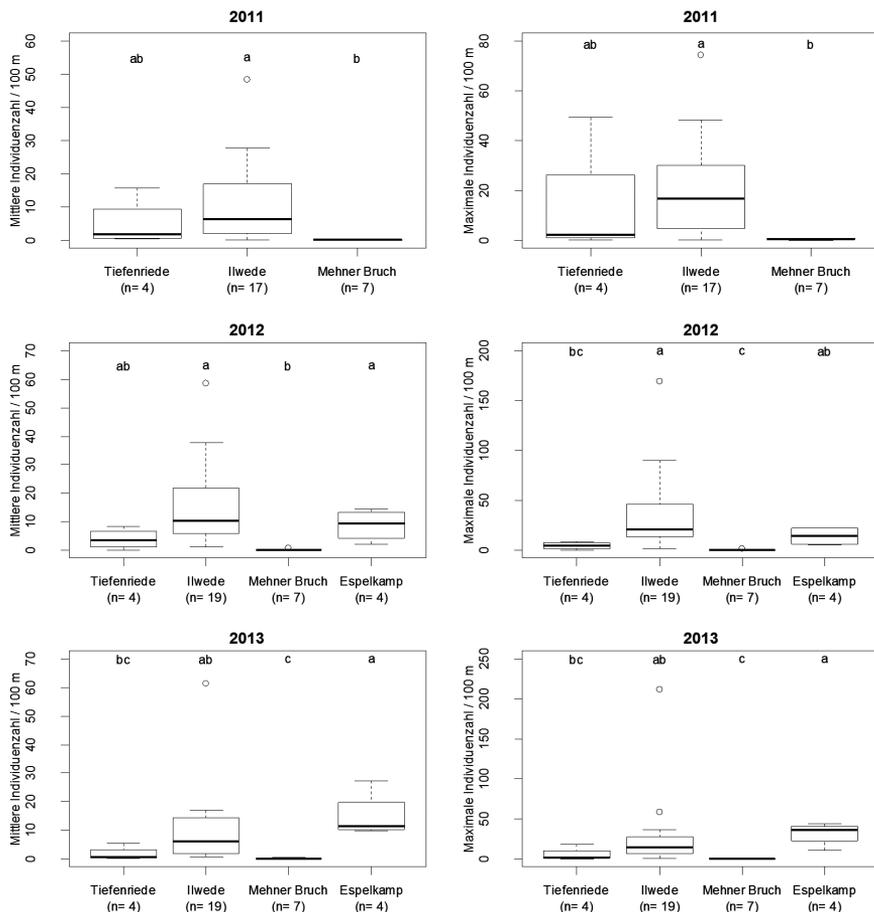


Abbildung 5: Boxplots der mittleren Abundanz (links) und maximalen Abundanz (rechts) von *Coenagrion mercuriale* in den vier Teilgebieten im Kreis Minden-Lübbecke (NRW) 2011–2013. – Figure 5. Boxplots of the mean abundance (left) and maximum abundance (right) of *Coenagrion mercuriale* in the four sub areas in the Minden-Lübbecke district (NRW) 2011–2013. Unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede zwischen den Teilgebieten, different letters indicate significant differences between the sub areas (Kruskal-Wallis Test: Mittlere Abundanz, mean abundance: **2011**: Chi-Quadrat, chi-square = 12,361, df = 2, p = 0,002; **2012**: Chi-Quadrat, chi-square = 18,519, df = 3, p < 0,001; **2013**: Chi-Quadrat, chi-square = 20,595, df = 3, p < 0,001; Maximale Abundanz, maximum abundance **2011**: Chi-Quadrat, chi-square = 10,566, df = 2, p = 0,005; **2012**: Chi-Quadrat, chi-square = 19,23, df = 3, p < 0,001; **2013**: Chi-Quadrat, chi-square = 19,48, df = 3, p < 0,001). n = Anzahl Stichproben; Espelkamp wurde 2011 nicht untersucht, n = number of samples; Espelkamp was not investigated in 2011.

Diskussion

Beschreibung des Habitats und der physikalisch-chemischen Gewässerparameter

In Mitteleuropa besiedelt *C. mercuriale* überwiegend Wiesenbäche und -gräben, seltener Abflüsse von Quellmooren und -sümpfen oder Quellgewässer in Auen (BUCHWALD 1989; BURBACH et al. 2015). Die Gewässer in Minden-Lübbecke lassen sich – auch wenn die angrenzenden Flächen überwiegend als Ackerland genutzt werden – als schmale, tief eingeschnittene Wiesenbäche oder -gräben (Entwässerungsgräben) mit breiter Böschung (vgl. Abb. 1 bis 4) charakterisieren.

Wichtige Habitatfaktoren sind eine geringe bis mäßige Fließgeschwindigkeit sowie Quellnähe oder Grundwasserzuströmung und damit einhergehende Eisfreiheit im Winter (BUCHWALD 1989, 1994). Beide Faktoren sind im Untersuchungsgebiet gegeben. Die winterliche Eisfreiheit wird durch das Vorkommen von *Berula erecta* angezeigt; die Berle gilt als Indikator für den Einfluss von Grundwasser und somit für Eisfreiheit im Winter (BUCHWALD 1989; STERNBERG et al. 1999). Kontinuierliche Fließbewegung und nur geringe Vereisung sind ebenfalls gegeben. Die untersuchten Gewässer sind deutlich flacher als besiedelte Gewässer in Mitteldeutschland oder in der Schweiz (SERFLING et al. 2004; KOCH et al. 2009). Aufgrund einer geringeren Abflussmenge im Sommer kommt es in einigen Teilgebieten, insbesondere im Mehner Bruch, immer wieder zu Austrocknungsereignissen, die in manchen Jahren bereits im Frühsommer (Juni) und damit zur Hauptflugzeit der Art stattfinden.

Neben der Wasserführung spielt die Vegetation für das Vorkommen von *C. mercuriale* eine entscheidende Rolle (STERNBERG et al. 1999). Für Süddeutschland gibt BUCHWALD (1989) eine gut ausgeprägte submerse Vegetation an, was für das Untersuchungsgebiet ebenfalls zutrifft. Der Deckungsgrad der emersen Vegetation in Minden-Lübbecke (Mittel: 50–75 %) ist höher als in anderen Gebieten NRWs (20–60 %; GÖCKING et al. 2010), auch höher als in Süddeutschland (Präferenz 30–60 %; BUCHWALD 1989), England (Mittel: 32 %; ROUQUETTE & THOMPSON 2005) und der Schweiz (30–70 %; KOCH et al. 2009). Die Gewässer in Mitteldeutschland weisen dagegen ebenfalls einen hohen Deckungsgrad der emersen Vegetation von 60–95 % (NICOLAI & MAMMEN 2009) bzw. 100 % (SERFLING et al. 2004) auf. Dies zeigt, dass die Gewässer sowohl eine emerse als auch submerse Vegetation aufweisen müssen, deren Deckungsgrade sich jedoch stark unterscheiden können. Dabei sind die Gewässer in Mittel- und Nordwestdeutschland im Mittel offensichtlich stärker bewachsen als diejenigen in England, Süddeutschland und der Schweiz. Die Vegetationshöhe in Süddeutschland liegt bei 20–40 cm (BUCHWALD 1989). In den hier untersuchten Gewässern ist die Vegetation mit durchschnittlich 76 cm wesentlich höher, jedoch niedriger als die von SERFLING et al. (2004) für thüringische Gewässer festgestellte Höhe. *Berula erecta*, *Phalaris arundinacea* und *Sparganium* spp. können als charakteristische, da häufig auftretende, Pflanzenarten der *C. mercuriale*-Gewässer in Minden-Lübbecke eingestuft

werden. Floristisch und pflanzensoziologisch unterscheiden sich die Gewässer in Minden-Lübbecke nicht von denen in Süd- und Mitteldeutschland und auch nicht von denen anderer Habitats in NRW mit dem *Sietum erecti* (Gesellschaft des Aufrechten Merk) und dem *Phalaridetum arundinaceae* (Rohr-Glanzgras-Röhricht) als wichtigsten Pflanzengesellschaften (BUCHWALD 1989, 1994; SERFLING et al. 2004; RÖHR 2005; GÖCKING et al. 2010).

Als wärmeliebende Art besiedelt *C. mercuriale* Gewässer mit geringer Beschattung (STERNBERG et al. 1999). Die untersuchten Gewässerabschnitte weisen einen hohen Gradienten von unbeschattet bis fast komplett beschattet auf. Dabei hielten sich die einzelnen Imagines in den stark beschatteten Abschnitten in erster Linie an den kleinen besonnten Stellen auf und wanderten im Tagesverlauf mit den Sonnenflecken. Die Wassertemperatur schwankte zwischen 2,3°C im Winter und 24,4°C im Sommer und lag innerhalb der breiten Spanne der Literaturangaben (BUCHWALD 1989; STERNBERG et al. 1999). Ein schnelles Aufwärmen der Gewässer im Frühjahr konnte beispielhaft durch den gemessenen Maximalwert von 18°C am 15. April 2011 bestätigt werden. Als besonders wichtig für die Larven von *C. mercuriale* wird ein hoher Sauerstoffgehalt genannt (BUCHWALD 1989; STERNBERG et al. 1999). In dieser Studie lag der gemessene Mittelwert des Sauerstoffgehalts im Jahresverlauf zwischen 6 und 15 mg/l und der Sauerstoffsättigung zwischen 63 und 123 % und damit über den Werten von 2,5–3 mg/l bzw. 56–104 %, die von BUCHWALD (1989) und STERNBERG et al. (1999) als Grenzwerte genannt werden.

Die gemessenen pH-Werte liegen im neutralen bis leicht basischen Bereich. Leitfähigkeit und pH-Wert entsprechen weitgehend den in der Literatur genannten Daten (BUCHWALD 1989; STERNBERG et al. 1999) und stimmen mit den Werten von RÖHR (2005) für NRW überein. Die Gewässer können anhand der Gesamthärte als mittelhart bis hart und anhand der Carbonathärte als mäßig kalkhaltig charakterisiert und als „karbonatische sandgeprägte Tieflandbäche“ bzw. „karbonatische kiesgeprägte Tieflandbäche“ (POTTGIESSER et al. 2004; POTTGIESSER & SOMMERHÄUSER 2008a, b) eingestuft werden. Beides bestätigt die Präferenz der Art für basenreiche, kalkhaltige Gewässer (STERNBERG et al. 1999).

Die Gewässergüte nach LAWA (1998) – mäßig belastet (Güteklasse II) bis deutlich belastet (Güteklasse II–III) – stimmt mit den Angaben aus anderen Reproduktionsgewässern in NRW überein (RÖHR 2005). STERNBERG et al. (1999) beschreiben die *C. mercuriale*-Gewässer als nährstoffarm bis mäßig nährstoffreich bei einer Güteklasse von I–II bis II, selten II–III. Anhand der Leitfähigkeit und der Gesamthärte können die Gewässer in Minden-Lübbecke in Anlehnung an die Einstufung von POTT & REMY (2000) als mesotroph bis eutroph eingestuft werden. Die nachgewiesenen Gehalte an Ammonium und Nitrit deuten auf z.T. erhöhte Nährstoffeinträge aus den angrenzenden, landwirtschaftlich intensiv genutzten Flächen hin. Dabei stellt die sauerstoffzehrende Nitrifizierung eine erhebliche Belastung für Gewässer dar (HÜTTER 1994). Die Nitratgehalte befinden sich im mittleren bis oberen Bereich von Oberflächengewässern, mit deutlichen Überschreitungen im Frühjahr und Herbst hin zu Werten verschmutzter Gewässer (HÜTTER

1994). Auch die mittleren Gehalte an Gesamtphosphor liegen im für Fließgewässer kritischen Bereich und weisen auf eine Belastung hin (HÜTTER 1994; LAWA 1998). Somit kann auf eine mäßige bis deutliche Belastung der Gewässer durch Einträge aus landwirtschaftlich intensiv genutzten Flächen geschlossen werden. Die Ammonium-, Nitrat-, Nitrit- und Phosphatwerte übersteigen die Werte, die an *C. mercuriale*-Gewässern in Süddeutschland erhoben wurden (STERNBERG et al. 1999), und mit Ausnahme von Phosphat sind alle Werte höher als die in Mitteldeutschland gemessenen (NICOLAI & MAMMEN 2009). Auch im Vergleich zu den Phosphat- und Nitratwerten aus England (THOMPSON et al. 2003) sind die vorliegenden Werte deutlich höher. Die mittleren Sulfatgehalte befinden sich im oberen Messungsbereich mitteleuropäischer Fließgewässer (POTT & REMY 2000). Da es sich hier jedoch um kleine Gewässer handelt, kann von anthropogenen Einträgen ausgegangen werden, die eine mäßige bis deutliche Belastung darstellen (LAWA 1998; KÖLLE 2010). Die mittleren Chloridgehalte liegen über denen unbelasteter Gewässer (POTT & REMY 2000) und deuten ebenfalls auf eine mäßige Belastung hin (LAWA 1998).

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass es sich bei den *C. mercuriale*-Habitats in Minden-Lübbecke um einen Gewässertyp handelt, der sich floristisch und pflanzensoziologisch nicht von den Fließgewässern anderer Regionen des *C. mercuriale*-Areal unterscheidet. Auch Fließgeschwindigkeit, Wassertemperatur und Sauerstoffgehalt stimmen mit den Beschreibungen aus anderen Regionen weitgehend überein. Jedoch bestehen Unterschiede im Deckungsgrad der emersen und submersen Vegetation, in der Vegetationshöhe, der Gewässermorphologie sowie in den physikalisch-chemischen Gewässerparametern. Diese Unterschiede dürften in Zusammenhang mit der im Mittel höheren wasserchemischen Belastung der Reproduktionsgewässer im Untersuchungsraum stehen, die auf eine sehr intensive landwirtschaftliche Nutzung der Flächen in den Einzugsgebieten zurückzuführen ist.

***Coenagrion mercuriale*: Individuenzahlen und Begleitarten**

Die Gesamtpopulationsgröße von *C. mercuriale* im Untersuchungsgebiet kann mit über 2.700 Individuen angegeben werden. Das Teilgebiet Ilwede weist die größte und das Teilgebiet Mehner Bruch die kleinste Population auf. Im Vergleich zu anderen Gebieten in NRW zählt die Population in Ilwede zu den größten in diesem Bundesland (GÖCKING et al. 2007). Die angrenzenden Populationen in Niedersachsen sind in etwa so groß wie die Populationen in Espelkamp oder Tiefenriede (KASTNER et al. 2015). Im Rahmen dieser Untersuchung konnten bekannte Vorkommen von *C. mercuriale* bestätigt und zusätzliche bisher unbekannte Vorkommen an wenigen weiteren Gewässerabschnitten ermittelt werden. Das Begleitartenspektrum entspricht weitgehend den Angaben aus anderen Gebieten (BUCHWALD 1992; KUHN 2000; SERFLING et al. 2004; KOCH et al. 2009; NICOLAI & MAMMEN 2009). In einigen Gewässern des Untersuchungsgebiets konnte auch die ebenfalls in der FFH-Richtlinie (Anhang II) aufgeführte Kleinlibellenart *C. ornatum* (Rote Liste Deutschland und NRW: 1 – vom Aussterben bedroht;

CONZE & GRÖHNHAGEN 2011; OTT et al. 2015) nachgewiesen werden. Diese ist in Mitteleuropa häufig mit *C. mercuriale* vergesellschaftet (STERNBERG 1999). Die Vorkommen von *C. ornatum* im Kreis Minden-Lübbecke sind die einzigen dieser Art in NRW und bereits seit 1986 bekannt (BUSSE & CLAUSEN 1987). Die Population von *C. ornatum* im Teilgebiet Espelkamp ist mit 287 gezählten Individuen (2013) die größte im Untersuchungsraum und somit auch in NRW. Dagegen ist das Vorkommen im angrenzenden Niedersachsen mit maximal 17 Individuen (NATURSCHUTZRING DÜMMER E.V. 2014) deutlich kleiner. Dasselbe gilt für die Vorkommen in Sachsen (SCHMIDT et al. 2008) sowie in Sachsen-Anhalt (BUTTSTEDT & ZIMMERMANN 1999). Die Populationen in Thüringen mit Maximalzahlen von 290 Ind./100 m (SERFLING et al. 2004) oder Bayern mit mehreren Populationen von über 500 Individuen pro Gebiet (BURBACH et al. 1996; MESSLINGER & FALTIN 2003) sind wiederum deutlich größer als die Population in Espelkamp.

Gefährdung und Schutz

Die Hauptgefährdungsursachen von *C. mercuriale* in NRW sind der Gewässerausbau, eine zu intensive oder ausbleibende Gewässerunterhaltung, Grundwasserabsenkungen und Eingriffe in die Abflussverhältnisse sowie eine Eutrophierung der Gewässer (GÖCKING et al. 2007). Aktuelle Hauptgefährdungsfaktoren im Untersuchungsraum sind in erster Linie eine anhaltende Eutrophierung und eine zunehmend häufige Austrocknung der Gewässer.

Im Einzugsgebiet der Gewässer herrscht ackerbauliche Nutzung vor und im Zuge des Gesetzes für den Ausbau erneuerbarer Energien sind mehrere Biogasanlagen entstanden, die zu einer „Vermaischung“ der Landschaft und so zu einer weiteren Eutrophierung beitragen. Aktuell weisen die untersuchten Gewässer im Vergleich zu anderen besiedelten Gewässern der Art relativ hohe Nährstoffwerte auf. Ein weiterer N-Eintrag führt zu einer stärkeren Biomasseproduktion und kann zu einer Verschiebung der Vegetationszusammensetzung führen. Aktuell wird in den besiedelten Gewässern die von der Art bevorzugte Vegetationsdeckung erreicht, teilweise sogar deutlich überschritten. Bei einer Verschiebung der Vegetationszusammensetzung von typischen Fließwasser- und Quell-/Grundwasserarten (u.a. *Berula erecta*, *Nasturtium officinale*, *Mentha aquatica*) hin zu Großseggen- oder Röhrichtgesellschaften wird die submerse und vor allem die emerse Vegetation dichter, wobei sich in zunehmendem Maße auch Bestände von Grünalgen und/oder Wasserlinsen (*Lemnaceae* spp.) entwickeln. Um die Folgen einer ansteigenden Eutrophierung abzumildern, ist eine Minimierung der Einträge aus angrenzenden Flächen durch die Ausweisung extensiv genutzter Uferrandstreifen sowie die Erhaltung und Entwicklung extensiv genutzter Grünlandflächen und offener Grünlandbrachen entlang der Gewässer sowie in deren Einzugsgebieten eine mögliche und notwendige Maßnahme.

Das komplette oder partielle Austrocknen der Gewässer ist ein bereits bestehender und in den kommenden Jahren noch zunehmender Gefährdungsfaktor. Hier

dürften die Ursachen in Grundwasserabsenkungen der Einzugsgebiete ebenso wie in den in manchen Frühjahren und/oder Sommern zurückgehenden Niederschlagsmengen zu finden sein. Ob sich diese Entwicklung in Folge des Klimawandels noch verschärfen wird, ist schwer abzuschätzen. Die geringen Individuenzahlen im Teilgebiet Mehner Bruch – das sich weder in der Struktur noch in der Zusammensetzung der Vegetation sowie den physikalisch-chemischen Parametern von denen der anderen Teilgebiete unterscheidet, in dem aber die sommerliche Abtrocknung der Gewässersohle am frühesten, häufigsten und über die größten Gewässerstrecken hinweg auftritt – zeigen, dass sich der Austrocknungsfaktor besonders gravierend auf die Populationen von *C. mercuriale* auswirkt.

Einige der besiedelten Gewässerabschnitte waren durch Gehölze derart stark beschattet, dass zur besseren Besonnung der Wasserläufe im Winter 2013 Bäume gefällt wurden. Eine einmalige Gehölzreduzierung – insbesondere im Teilgebiet Espelkamp – reicht jedoch nicht aus. Zur Erhaltung der einzigen Population von *C. ornatum* in NRW sowie einer für NW-Deutschland fast einzigartigen Libellenzönose (mit *C. mercuriale*, *O. coerulescens*, *O. brunneum* u.a.) sind solche Maßnahmen regelmäßig durchzuführen.

Um die Vorkommen von *C. mercuriale* dauerhaft zu sichern, spielt die Gewässerunterhaltung eine entscheidende Rolle (BUCHWALD et al. 1989; RÖSKE 1995; SERFLING et al. 2004). An den Gewässern des NATURA 2000-Gebiets Tiefenriede werden zur Erhaltung und Entwicklung der Population mit ihren Lebensräumen seit 2003 spezifische Maßnahmen mit Schwerpunkt Gewässerunterhaltung durchgeführt (KREIS MINDEN-LÜBBECKE 2003). Im Bereich Mehner Bruch findet gemäß schriftlicher Mitteilung des Wasserverbands Große Aue seit mehreren Jahren und im Gebiet Ilwede seit 2011 (KASTNER et al. 2015) jeweils Anfang Mai eine Sohlen- und Böschungsmahd statt. Vor der Anpassung der Gewässerunterhaltung wurde die Sohlen- und Böschungsmahd im Juni, zur Hauptflugzeit mit Emergenz und Eiablage von *C. mercuriale*, durchgeführt, was sich auf die Schlüpf- und Eiablageaktivitäten negativ auswirkte.

Dank

Die vorliegende Studie wurde im Rahmen des Projekts „Artenhilfsprogramme für die FFH-Libellenarten *Aeshna viridis*, *Coenagrion mercuriale* und *Coenagrion ornatum* in NW-Deutschland – wissenschaftliche Grundlagen und Maßnahmen zur Verbesserung der Habitatqualität und des Habitatverbundes“, gefördert durch die Deutsche Bundesstiftung Umwelt (DBU) (Az: 29355-33/2), ermöglicht. Wir danken Melanie Willen für die Laborarbeit und den studentischen Hilfskräften und Praktikanten für die Unterstützung bei der Geländearbeit. Den Gutachtern danken wir für die kritische Durchsicht und die konstruktiven Verbesserungsvorschläge des Manuskriptes.

Literatur

- BOUDOT J.-P. & V.J. KALKMAN (Ed.) (2015) Atlas of the European dragonflies and damselflies. KKNV publishing, the Netherlands
- BUCHWALD R. (1989) Die Bedeutung der Vegetation für die Habitatbindung einiger Libellenarten der Quellmoore und Fließgewässer. *Phytocoenologia* 17: 307–448
- BUCHWALD R. (1992) Libellen (Odonata) in Wiesengraben Südwestdeutschlands. *Naturschutzforum* 5/6: 219–240
- BUCHWALD R. (1994) Zur Bedeutung der Artenzusammensetzung und Struktur von Fließgewässer-Vegetation für die Libellenart *Coenagrion mercuriale* mit Bemerkungen zur Untersuchungsmethodik. *Berichte der Reinhold-Tüxen-Gesellschaft* 6: 61–81
- BUCHWALD R., B. HÖPPNER & W. RÖSKE (1989) Gefährdung und Schutzmöglichkeiten grundwasserbeeinflusster Wiesenbäche und -gräben in der Oberrheinebene. Naturschutzorientierte Untersuchungen an Habitaten der Helm-Azurjungfer (*Coenagrion mercuriale*, Odonata). *Natur und Landschaft* 64: 398–403
- BURBACH K., H. HUNGER & F. PETZOLD (2015) *Coenagrion mercuriale* (Charpentier, 1840). *Libellula Supplement* 14: 74–77
- BURBACH K., I. FELTIN, M. KÖNIGSDORFER, E. KRACH & M. WINTERHOLLER (1996) *Coenagrion ornatum* (SELYS) in Bayern (Zygoptera: Coenagrionidae). *Libellula* 15: 131–168
- BUSSE R. & W. CLAUSEN (1987) Nachweis der seltenen Arten *Coenagrion mercuriale* und *Coenagrion ornatum*. *Libellula* 6: 41–42
- BUTTSTEDT L. & W. ZIMMERMANN (1999) Die Vogel-Azurjungfer (*Coenagrion ornatum*) im Grenzraum von Sachsen-Anhalt und Thüringen. *Pedemontanum* 3: 6–9
- CONZE K.J. & N. GRÖHNHAGEN (2011) Rote Liste und Artenverzeichnis der Libellen – Odonata – in Nordrhein-Westfalen. In: LANUV NRW (Ed.) Rote Liste der gefährdeten Pflanzen, Pilze und Tiere in Nordrhein-Westfalen, 4. Gesamtfassung: 1–2.
- DIERSCHKE H. (1994) Pflanzensoziologie: Grundlagen und Methode. Ulmer, Stuttgart
- GESCHKE S. (2008) Die Bestandssituation von zwei Vorkommen der Helm-Azurjungfer (*Coenagrion mercuriale*) im Kreis Minden-Lübbecke. Gutachten im Auftrag des Kreises Minden-Lübbecke, Minden, unveröffentlicht
- GÖCKING C., T. HÜBNER & K. RÖHR (2010) Status and conservation of *Coenagrion mercuriale* in North Rhine-Westphalia. *Brachytron* 12: 11–17
- GÖCKING C., N. MENKE, E.-F. KIEL & T. HÜBNER (2007) Die Helm-Azurjungfer (*Coenagrion mercuriale*, CHARPENTIER 1840). Vorkommen, Schutz und Management einer FFH-Art in NRW. *Natur in NRW* 32: 18–23
- HÜTTER L.A. (1994) Wasser und Wasseruntersuchung: Methodik, Theorie und Praxis chemischer, chemisch-physikalischer, biologischer und bakteriologischer Untersuchungsverfahren. Salle Aarau Sauerländer, Frankfurt am Main
- KALKMAN V.J., J.-P. BOUDOT, R. BERNARD, K.-J. CONZE, G. DE KNIJF, E. DYATLOVA, S. FERREIRA, M. JOVIĆ, J. OTT, E. RISERVATO & G. SAHLÉN (2010) European Red List of Dragonflies. Luxembourg. Publications Office of the European Union
- KASTNER F. & R. BUCHWALD (2013) Zum Vorkommen der FFH-Libellenarten *Coenagrion mercuriale* CARPENTIER, 1840 und *Coenagrion ornatum* SELYS 1850 (Odonata: Coenagrionidae) im Kreis Minden-Lübbecke (Nordrhein-Westfalen). *Drosera* 2011: 111–118

- KASTNER F., R. BUCHWALD & M. WILLEN (2015) Artenhilfsprogramme für die FFH-Libellenarten *Aeshna viridis*, *Coenagrion mercuriale* und *Coenagrion ornatum* in NW-Deutschland. Abschlussbericht zum gleichnamigen DBU-Projekt, Oldenburg
- KELLER D., M.J. VAN STRIEN & R. HOLDEREGGER (2012) Do landscape barriers affect functional connectivity of populations of an endangered damselfly? *Freshwater Biology* 57: 1373–1384
- KOCH B., H. WILDERMUTH & T. WALTER (2009) Einfluss der Habitateigenschaften auf das Verbreitungsmuster von *Coenagrion mercuriale* an einem renaturierten Fließgewässer im Schweizer Mittelland (Odonata: Coenagrionidae). *Libellula* 28: 139–158
- KÖLLE W. (2010) Wasseranalyse – richtig beurteilen: Grundlagen, Parameter, Wassertypen, Inhaltsstoffe, Grenzwerte nach Trinkwasserverordnung und EU-Trinkwasserrichtlinie. Wiley-Vch Verlag, Weinheim
- KREIS MINDEN-LÜBBECKE (2003) Die Tiefenriede ein FFH-Projekt zum Schutz der Helm-Azurjungfer. *Artenschutz* Nr. 2: 1–2
- KUHN K. (2000) Untersuchungen zum Vorkommen der Helm-Azurjungfer (*Coenagrion mercuriale* CHARPENTIER, 1840) im mittleren Mindetal (Insecta, Odonata). *Bericht der Naturforschenden Gesellschaft Augsburg* 59: 39–50
- LANUV NRW [LANDESAMT FÜR NATUR, UMWELT UND VERBRAUCHERSCHUTZ NORDRHEIN-WESTFALEN] (2013) Natura 2000-Gebiet Grabensystem Tiefenriede. www.naturschutzinformationen-nrw.de/natura2000-meldedok/de/fachinfo/listen/meldedok/DE-3516-2302, letzter Zugriff Januar 2015
- LAWA [LÄNDERARBEITSGEMEINSCHAFT WASSER] (1998) Beurteilung der Wasserbeschaffenheit von Fließgewässern in der Bundesrepublik Deutschland – Chemische Gewässergüteklassifikation. Kulturbuch Verlag, Berlin
- MEISEL S. (1959–1962) Rahden-Diepenauer Geest. In: MEYNEN, E., J. SCHMITHÜSEN, J. GELLERT, E. NEEF, H. MÜLLER-MINY & J.H. SCHULTZE (Ed.) Handbuch der naturräumlichen Gliederung Deutschland 2: 888–890. Bundesanstalt für Landeskunde und Raumforschung, Bad Godesberg
- MESSLINGER U. & I. FALTIN (2003) Verbreitung und Ökologie von *Coenagrion ornatum* in Westmittelfranken (Odonata: Coenagrionidae). *Libellula Supplement* 4: 19–42
- NATURSCHUTZRING DÜMMER E.V. (2014) Helm-Azurjungfer (*Coenagrion mercuriale*) und Vogel-Azurjungfer (*Coenagrion ornatum*) an der Pissing im Bereich Hagewede/Settwiesen (LK Diepholz). Hüde, unveröffentlicht
- NICOLAI B. & K. MAMMEN (2009) Bedeutende Libellen-Vorkommen im Nordharzvorland: Helm-Azurjungfer *Coenagrion mercuriale*, Kleiner Blaupfeil *Orthetrum coerulescens* und Südlicher Blaupfeil *Orthetrum brunneum* (Odonata). *Abhandlungen und Berichte aus dem Museum Heineanum Halberstadt* 8: 17–34
- OTT J., K.J. CONZE, A. GÜNTHER, M. LOHR, H. MAUERSBERGER, H.-J. ROLAND & F. SUHLING (2015) Rote Liste und Gesamtartenliste der Libellen Deutschlands mit Analyse der Verantwortlichkeit, dritte Fassung, Stand Anfang 2012 (Odonata). *Libellula Supplement* 14: 395–422
- POTT R. & D. REMY (2000) Gewässer des Binnenlandes. Ulmer, Stuttgart
- POTTGIESSER T., J. KAIL, S. SEUTER & M. HALLE (2004) Abschließende Arbeiten zur Fließgewässertypisierung entsprechend den Anforderungen der EU-WRRL – Teil II. Endbericht. Im Auftrag der Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA), Essen
- POTTGIESSER T. & M. SOMMERHÄUSER (2008a) Typ 14: Sandgeprägte Tieflandbäche. Erste Überarbeitung der Steckbriefe der deutschen Fließgewässertypen. Im

Auftrag des Umweltbundesamts (UBA) und der Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA), Essen

POTTGIESSER T. & M. SOMMERHÄUSER (2008b) Typ 16: Kiesgeprägte Tieflandbäche. Erste Überarbeitung der Steckbriefe der deutschen Fließgewässertypen. Im Auftrag des Umweltbundesamts (UBA) und der Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA), Essen

PURSE B.V., G.W. HOPKINS, K.J. DAY & D.J. THOMPSON (2003) Dispersal characteristics and management of a rare damselfly. *Journal of Applied Ecology* 40: 716–728

QUINN G.P. & M.J. KEOUGH (2002) Experimental design and data analysis for biologists. Cambridge University Press, Cambridge

R FOUNDATION FOR STATISTICAL COMPUTING (2014) R version 3.0.3. Vienna, Austria

RÖHR K. (2005) Das Larval- und Reproduktionshabitat der Helm-Azurjungfer (*Coenagrion mercuriale*) im Münsterland (NRW). Diplomarbeit, Universität Münster

RÖSKE W. (1995) Die Helm-Azurjungfer (*Coenagrion mercuriale*, Odonata) in Baden-Württemberg. Aktuelle Bestandssituation und erste Erfahrungen mit dem Artenhilfsprogramm. *Zeitschrift für Ökologie und Naturschutz* 4: 29–37

ROUQUETTE J.R. & D.J. THOMPSON (2005) Habitat associations of the endangered damselfly, *Coenagrion mercuriale*, in a water meadow ditch system in southern England. *Biological Conservation* 123: 225–235

ROUQUETTE J.R. & D.J. THOMPSON (2007) Patterns of movement and dispersal in an endangered damselfly and the consequences for its management. *Journal of Applied Ecology* 44: 692–701

SCHMIDT C., B. HACHMÖLLER & M. KÜHFUSS (2008) *Coenagrion ornatum* SELYS, 1850 (Odonata: Zygoptera: Coenagrionidae) im Landschaftsschutzgebiet „Nassau“ bei

Meißen/Sachsen. *Faunistische Abhandlungen* (Dresden) 26: 119–135

SERFLING C., W. ZIMMERMANN & L. BUTTSTEDT (2004) Helm-Azurjungfer (*Coenagrion mercuriale*) und Vogel-Azurjungfer (*Coenagrion ornatum*) in Thüringen. *Landschaftspflege und Naturschutz in Thüringen* 41: 1–14

STERNBERG K. (1999) *Coenagrion ornatum*. In: STERNBERG K. & R. BUCHWALD (Ed.) Die Libellen Baden-Württembergs. Band 1: 270–278. Ulmer, Stuttgart

STERNBERG K., R. BUCHWALD & W. RÖSKE (1999) *Coenagrion mercuriale*. In: STERNBERG K. & R. BUCHWALD, (Ed.) Die Libellen Baden-Württembergs. Band 1: 255–270. Ulmer, Stuttgart

THOMPSON D.J., J.R. ROUQUETTE & B.V. PURSE (2003) Ecology of the Southern Damselfly. *Conserving Natura 2000 Rivers Ecology Series No. 8*, English Nature, Peterborough

Manuskripteingang: 3. Februar 2016