©Naturwissenschaftlicher Verein Osnabrück e.V.

Osnabrücker Naturwissenschaftliche Mitteilungen
Band 22, S. 205–233, 1996

Die Gattung *Electrogena* Zurwerra & Tomka 1985 (Ephemeroptera: Heptageniidae) im Osnabrücker Hügelland (NW-Deutschland): Taxonomie, Habitatbindung, Phänologie, Naturschutzaspekte*)

Stefan Hettlich, Peter Rasch & Thorsten Aßmann

Kurzfassung: An 12 Bächen mit 50 Probestellen im Osnabrücker Hügelland wurde mit der „kicksampling"-Methode und Emergenzzelten die Gattung *Electrogena* untersucht. Es konnte unter den 1596 Individuen nur eine Art, *E. ujhelyii* (Sowa 1981), festgestellt werden. Diese Eintagsfliege präferiert im Untersuchungsgebiet das Hypokrenal und Epirhithral. Eine negative, hochsignifikante Korrelation zwischen der Häufigkeit und der Fließgeschwindigkeit wurde ermittelt. Für andere Parameter (Temperatur, pH, Leitfähigkeit, Gesamt- und Carbonathärte) konnte kein signifikanter Zusammenhang festgestellt werden. Die Emergenzperiode dauert bei *E. ujhelyii* mehrere Monate. Die Fekundität liegt mit 565 bis 1550 und einem Mittelwert von 954 Eiern/Weibchen für eine Eintagsfliege niedrig. Weitere Details zur Biologie der Art werden mitgeteilt. Naturschutzrelevante Aspekte dieser Art werden diskutiert.

Abstract: The genus *Electrogena* Zurwerra & Tomka 1985 in the mountainous region of Osnabrück (NW-Germany): taxonomy, habitat selection, phenology, and aspects of conservation biology (Ephemeroptera: Heptageniidae). The genus *Electrogena* was studied by kicksampling and emergence traps at 50 sampling sites of 12 streams in the mountainous region near Osnabrück. Only one species, *E. ujhelyii* (Sowa 1981), was found among 1596 individuals. In the studied region, this mayfly prefers the hypokrenal and epirhithral. A highly significant correlation between the abundance and the current velocity was ascertained. It was not possible to find a significant relationship for other parameters (temperature, pH, conductivity, total and carbonate hardness). The emergence period lasts several months. For a mayfly, the fecundity shows low values: between 565 and 1550 eggs per female with a mean value of 954 eggs per female. Additional details of the biology of the species are reported, aspects of conservation biology are also discussed.

Key words: *Electrogena*, mayfly, Northwest-Germany, taxonomy, habitat selection, fecundity, emergence period, conservation biology.

Autoren:
Dipl.-Biol. Stefan Hettlich, Dipl.-Biol. Peter Rasch, Dr. Thorsten Aßmann, Fachgebiet Ökologie, Fachbereich Biologie/Chemie, Universität Osnabrück, Barbarastr. 11, D-49069 Osnabrück

*) Veröffentlichung der Arbeitsgemeinschaft für Biologisch-Ökologische Landeserforschung, ABÖL, Nr. 116, Münster.+

©Naturwissenschaftlicher Verein Osnabrück e.V.

1 Einleitung

Die Gattung *Electrogena* wurde erst 1985 von Zurwerra & Tomka nach Untersuchungen zur genetischen Differenzierung mittels Allozym-Elektrophoresen als eigenständiges Taxon innerhalb der Heptageniidae aufgestellt. Darauf deutet nicht zuletzt auch die Etymologie des wissenschaftlichen Namens hin, unter dem die Arten der „*lateralis*-Gruppe" zusammengefaßt werden. Die Vertreter dieser Artengruppe wurden aufgrund morphologischer Merkmale zuvor den Gattungen *Heptagenia* Walsh 1862 oder *Ecdyonurus* Eaton 1865 zugeordnet (z.B. Schoenemund 1930a, Bogoescu & Tabacaru 1962). Eine Fülle von Artbeschreibungen, die diese taxonomische Einheit betreffen, erfolgten seit Ende der 70er Jahre (z.B. Landa 1970, Sowa 1974, 1981, Tanasijevic 1975, Landa & Soldan 1982, Zurwerra & Tomka 1985, Belfiore 1994), so daß eine Revision dringend notwendig ist.

Aufgrund der taxonomischen und systematischen Probleme innerhalb der Gattung *Electrogena* wurden bei faunistisch-ökologischen Untersuchungen an Fließgewässern des Osnabrücker Hügellandes solche Tiere meistens nur bis zur Gattung determiniert (z.B. Späh 1981). Dies ist natürlich unbefriedigend, da so weder Informationen zur Biologie vorliegen, noch die Habitatbindung der Arten für eine naturschutzfachliche Bewertung herangezogen werden kann.

Ziel der vorliegenden Arbeit ist deshalb, (1) den taxonomischen Status der im Osnabrücker Hügelland vorkommenden Electrogenen zu klären, (2) Habitatbindung[1]) und Vergesellschaftung sowie (3) Phänologie und Fekundität der Weibchen zu beschreiben.

2 Material und Methode

2.1 Lage und Charakterisierung der Fangstellen

Die 14 untersuchten Fließgewässer liegen im Osnabrücker Hügelland zwischen Wiehengebirge und Teutoburger Wald (Abb. 1). Zwickenbach, Hunte und Bremkebach gehören zum Einzugsgebiet der Weser, während die anderen untersuchten Gewässer Teile des Fließgewässersystems der Ems darstellen.

Eine detaillierte physiko-geographische Charakterisierung der untersuchten Fließgewässer und der Probestellen ist Tab. 1 zu entnehmen. Die Sedimentzusammensetzung der Bachsohle wurde nach Braukmann (1987) benannt.

Die natürliche Vegetation der Gewässerufer im Wiehengebirge und Osnabrücker Hügelland stellt das Carici remotae-Fraxinetum dar (Weber 1976, Fischer 1995). Stellenweise wurde diese Laubwaldgesellschaft der periodisch überschwemmten Bachränder bzw. überrieselten Quellbereiche nach Drainierung durch Fichtenforste ersetzt. Die Lichtexposition der Bachsohle wurde nach der von Braukmann (1987) vorgeschlagenen Einteilung in voll-, teil- bzw. unbeschattet geschätzt. Eine submerse Vegetation aus höheren Pflanzen ist an keiner der Probestellen vorhanden.

2.2 Chemisch-physikalische Untersuchungen

Die Bestimmung des pH-Wertes, der Leitfähigkeit und der Temperatur erfolgte mit den WTW-Geräten pH 91 bzw. LF 92, die vor der Messung geeicht wurden. Carbonat- und

1) Ökologische Fachtermi i werden überwiegend im Sinne von Schaefer (1992) verwendet.

©Naturwissenschaftlicher Verein Osnabrück e.V.

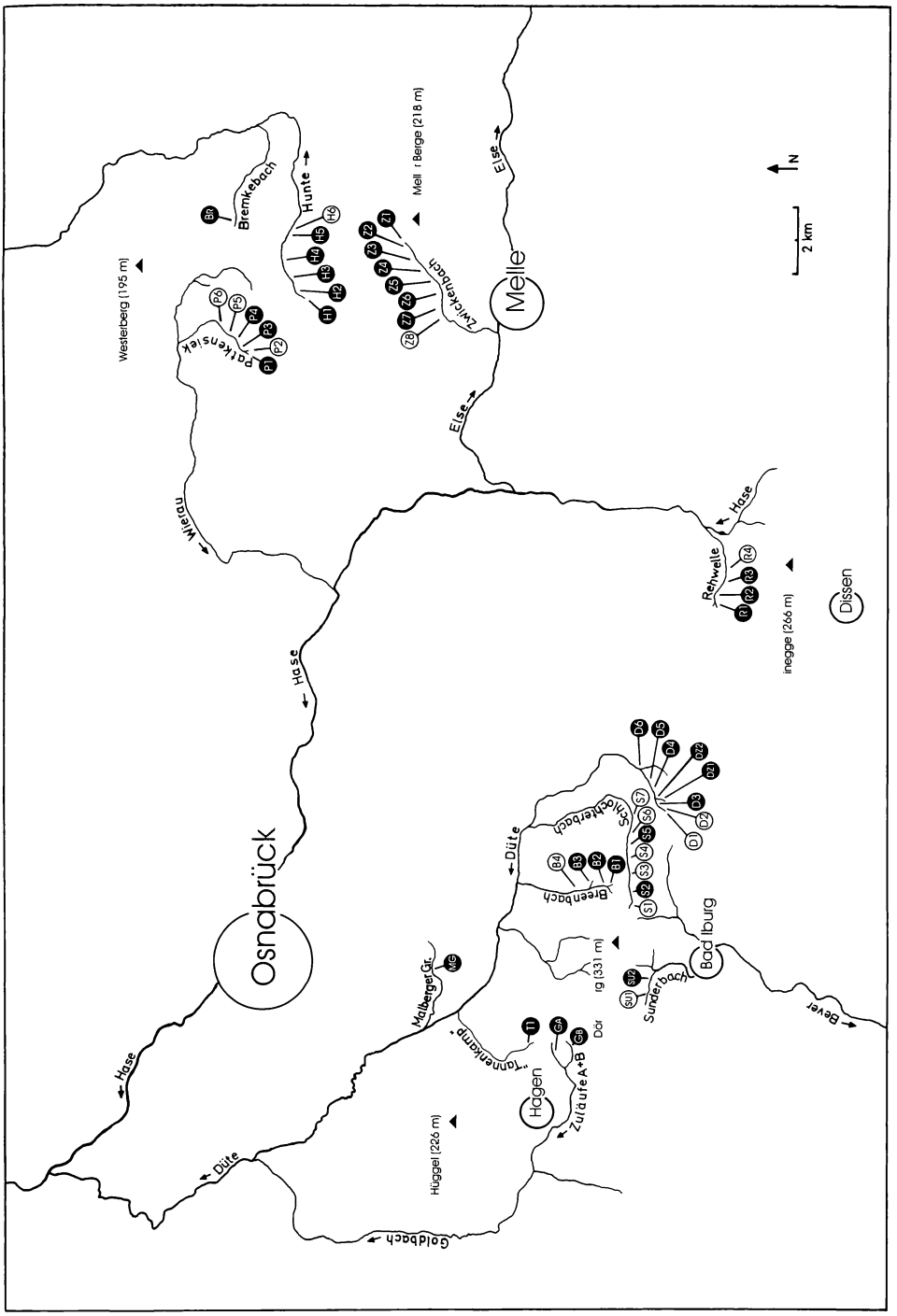


Abb. 1: Lage der untersuchten Probestellen im Osnabrücker Hügelland. Ausgefüllte Kreise kennzeichnen Probestellen mit *Electrogena*-Vorkommen, offene solche ohne *Electrogena*-Vorkommen.

©Naturwissenschaftlicher Verein Osnabrück e.V.

Tab. 1: Physiko-geographische Charakterisierung der Probestellen. Die Numerierung der Probestellen erfolgt von der quellnächsten Stelle abwärts (vgl. auch Abb. 1). Fließmeter: Gewässerstrecke von der Quelle bis zur Probestelle; vollbesch.: vollbeschattet; teilbesch.: teilbeschattet (s. Text).

Probestelle	Höhe [m ü.N.N.]	Fließmeter [m]	Breite [cm]	Tiefe [cm]	Substrat	Exposition
Zwickenbach 1	170	50	50-70	3-7	Pelal	vollbesch.
Zwickenbach 2	160	200	60-80	3-8	Psammal	vollbesch.
Zwickenbach 3	140	700	70-120	7-20	Akal	vollbesch.
Zwickenbach 4	125	1200	60-100	7-20	Psammal	vollbesch.
Zwickenbach 5	115	1500	80-150	8-25	Psammal	vollbesch.
Zwickenbach 6	110	1700	60-150	10-30	Akal	vollbesch.
Zwickenbach 7	100	2000	80-120	6-30	Akal	teilbesch.
Zwickenbach 8	95	2200	30-120	2-35	Akal	teilbesch.
Rehwelle 1	170	20	50-120	2-10	Psammal	teilbesch.
Rehwelle 2	160	400	80-120	2-8	Psammal	teilbesch.
Rehwelle 3	155	800	80-120	2-15	Akal	vollbesch.
Rehwelle 4	145	1100	90-120	6-32	Akal	vollbesch.
Hunte 1	190	20	30-80	2-6	Psammal	teilbesch.
Hunte 2	180	200	100-150	7-15	Akal	teilbesch.
Hunte 3	150	750	100-170	6-15	Akal	vollbesch.
Hunte 4	130	1200	120-140	7-20	Akal	vollbesch.
Hunte 5	120	1600	150	5-25	Akal	vollbesch.
Hunte 6	115	2000	120-180	10-20	Akal	teilbesch.
Bremkebach	140	50	40-90	1-5	Pelal	teilbesch.
Sunderbach 1	165	20	20-70	3-20	Lehm	vollbesch.
Sunderbach 2	150	500	80-100	10-30	Akal	vollbesch.
Patkensiek 1	147	20	15-30	2-6	Pelal	teilbesch.
Patkensiek 2	147	20	20-40	2-5	Psammal	teilbesch.
Patkensiek 3	142	200	70-110	4-8	Pelal	vollbesch.
Patkensiek 4	138	300	60-110	5-10	Psammal	vollbesch.
Patkensiek 5	135	500	70-120	7-15	Psammal	vollbesch.
Patkensiek 6	127	1000	70-120	10-15	Pelal	teilbesch.
Düte 1	175	50	60-80	5-10	Pelal	vollbesch.
Düte 2	160	400	100-150	8-10	Psammal	vollbesch.
Düte 3	150	800	120-150	10-20	Akal	vollbesch.
Dütezufluß 1	160	50	60-100	2-6	Pelal	vollbesch.
Dütezufluß 2	150	220	50-100	4-7	Akal	vollbesch.
Düte 4	142	1000	60-130	5-20	Akal	teilbesch.
Düte 5	140	1200	90-150	12-20	Akal	vollbesch.
Düte 6	135	1500	80-150	5-20	Akal	teilbesch.
Schlochterbach 1	180	100	60-80	4-8	Psammal	teilbesch.
Schlochterbach 2	170	500	80-100	10-20	Psammal	vollbesch.
Schlochterbach 3	165	750	70-110	5-20	Psammal	vollbesch.
Schlochterbach 4	160	1000	100-150	15-30	Akal	teilbesch.
Schlochterbach 5	157	1300	100-150	20-50	Akal	teilbesch.
Schlochterbach 6	150	1500	100-200	20-50	Akal	teilbesch.
Schlochterbach 7	140	2000	120-250	25-50	Akal	teilbesch.
Breenbach 1	150	100	70-100	2-4	Psammal	vollbesch.
Breenbach 2	145	250	100-120	7-15	Psammal	teilbesch.
Breenbach 3	140	300	80-120	8-10	Akal	vollbesch.
Breenbach 4	130	900	130-180	8-20	Akal	vollbesch.
Tannenkamp	140	200	50-90	4-8	Psammal	vollbesch.
Malberger Graben	92	750	50-90	0-10	Psammal	teilbesch.
Goldbachzulauf A	155	400	60-80	6-10	Pelal	vollbesch.
Goldbachzulauf B	150	500	60-80	5-8	Psammal	vollbesch.

©Naturwissenschaftlicher Verein Osnabrück e.V.

Gesamthärte ließen sich mit titrimetrischen Verfahren der Firma Merck (Aquamerck 8048 und 8011) ermitteln. Als Maß für die Fließgeschwindigkeit des strömenden Wassers an den Probestellen diente die Oberflächengeschwindigkeit, ermittelt mit der Driftkörpermethode nach Schwoerbel (1986). Die Anzahl der Termine für die Bestimmung der chemisch-physikalischen Parameter ist Tab. 3 zu entnehmen, siehe unten.

2.3 Probenahmen

Die Gesamtuntersuchung fand von Ende Mai 1994 bis Anfang Mai 1995 statt. Bei der ersten Beprobung der 50 Probestellen wiesen 12 hohe *Electrogena*-Abundanzen auf (Bremkebach, Malberger Graben, Breenbach 2, Dütezulauf 1 und 2, Düte 4, Hunte 1 bis 3 und 5 sowie Rehwelle 1 und 2). Diese Fangstellen wurden daraufhin monatlich (mit Ausnahme der Wintermonate November bis Februar) beprobt. Die Beprobung der übrigen 38 Fangstellen erfolgte mindestens zweimal, in der Regel aber drei- bis fünfmal, um das Artenspektrum der Ephemeropteren zu erfassen. Die Termine für die Probenahmen berücksichtigten dabei Frühjahrs- und Herbstaspekt der Bachfauna.

„kick sampling"

In Ermangelung einer zufriedenstellenden, quantitativen Erfassungsmethode für das Makrozoobenthos in Fließgewässern (vgl. Schwoerbel 1986) fand die „kick sampling"-Methode Anwendung, die aufgrund ihrer Einheitlichkeit als flächenbezogene Aufsammlungstechnik innerhalb einer Untersuchungsreihe auch quantitative Vergleiche zuläßt. Dabei wird das Substrat oberhalb eines in Fließrichtung stehenden Keschers aufgewirbelt und das abgespülte Makrozoobenthos vom Netz aufgefangen. Der hierzu verwendete Kescher wies eine Länge der Grundkante von 24 cm, eine Höhe von 14 cm und eine Maschenweite des Stoffes von 300 µm auf (Rasch & Tomka 1996). Je Probenahme erfolgten 3 Aufsammlungen auf jeweils ca. 0,25 m² großen Abschnitten, und zwar sowohl im lotischen als auch lenitischen Bereich, um eine möglichst große Individuen- als auch Artenzahl zu erfassen. Die Fänge wurden in eine weiße Fotoentwicklerschale (30 x 35 cm) gegeben, um die Tiere lebend vor Ort aussortieren zu können. Als Abtötungs- und Konservierungsflüssigkeit diente 70- bis 80%iges Ethanol.

Emergenzzelte

Das Grundgerüst der Fallen besteht aus zwei gekreuzten Glasfiberstäben, die mit einem feinmaschigen, luft- und lichtdurchlässigen Netz überspannt zu einem „Iglu-artigen" Zelt hochgebogen wurden. Ein- und Auslaß der bachüberspannenden Zelte mit einer quadratischen Grundfläche von 1,2 m² begrenzten frei flottierende und dem Wasser aufliegende Netzabschnitte, die jedoch die Auf- und Abwanderung der Nymphen uneingeschränkt ermöglichten. Pro Fangstelle wurde ein Emergenzzelt aufgestellt. Die Leerung erfolgte täglich. Tab. 2 informiert über die Expositionszeiten und die mit dieser Methode beprobten Fangstellen. Zur Ermittlung der tageszeitlichen Schlupfzeiten wurden an den Probestellen Rehwelle 2, Hunte 3 und Dütezulauf 2 am 13. 7., 28. 7 und 3. 8. 1994 stündlich die Emergenzzelte zwischen 9.00 und 22.00 Uhr MEZ kontrolliert sowie die Wassertemperatur ermittelt.

Phänologie

In Anlehnung an Macan (1957), Pleskot (1958) und Riederer (1981) wurden die Lar-

©Naturwissenschaftlicher Verein Osnabrück e.V.

Tab. 2: Expositionszeiträume der Emergenzzelte mit Angabe der Probestelle.

	Expositionszeiten	
Probestelle	1994	1995
Rehwelle 2	5.7.-15.7.; 2.8.-8.8.; 26.9.-13.10.	26.4.-9.5.
Malberger Graben	29.6.-4.7.	
Hunte 3	27.7.-31.7; 22.8.-15.9.; 25.9.-13.10	26.4.-2.5
Dütezulauf 2	29.6.-4.7.; 2.8.-8.8.; 22.8.-15.9.	2.5.-9.5.

ven in 6 Größenklassen eingeteilt. Imhof (1988) weist mit Nachdruck darauf hin, daß die Körperlänge als Maß nicht die physiologische Entwicklungsstufe der Tiere widerspiegelt.[2]) Die Länge der mesothorakalen Flügelscheiden, die mit dem Alter zunimmt, stellt hingegen ein zuverlässiges Merkmal für den Entwicklungszustand der Tiere dar. Aus diesem Grund wurden folgende 6 Größenklassen gebildet:

(1) kleine Larven (=Larvulae) ohne erkennbare Flügelscheiden, ohne oder höchstens mit fadenförmigen Kiemen
(2) kleine Larven ohne Flügelscheiden, aber mit bereits flächig entwickelten Kiemen, oder mit Flügelscheiden, die höchstens 1/3 der Länge des Metanotums erreichen
(3) Larven mit Flügelscheiden, die über 1/3 der Länge des Metanotums erreichen, aber das Metanotum nicht vollständig bedecken
(4) Larven mit Flügelscheiden, die das Metanotum vollständig bedecken.
(5) Larven mit Flügelscheiden, die die ersten beiden Abdominalsegmente vollständig bedecken
(6) halberwachsene und schlupfreife Larven (=Nymphen) mit Flügelscheiden, die das dritte Abdominalsegment vollständig bedecken und oft schon schwarz gefärbt sind

Fekundität

In dieser Arbeit wird unter Fekundität die potentielle Fruchtbarkeit eines Weibchens verstanden, die sich durch Bestimmung der Zahl reifer Eier im Ovar vor der Eiablage bestimmen läßt (vgl. auch Elliott & Humpesch 1980, Schaefer 1992). Ermittelt wurde die Eizahl der untersuchten weiblichen Tiere durch Herauspräparieren der Eier und anschließendes Auszählen. Da zwischen der Gesamteizahl und der Körpergröße bei Ephemeropteren-Weibchen ein Zusammenhang besteht, der sich mit Hilfe einer Potenzfunktion beschreiben läßt (Humpesch & Elliott 1984), wurde auch die Gesamtlänge der sezierten Individuen bestimmt.

2.4 Präparation und Aufzucht von Larven, taxonomische Bearbeitung

Die im Gelände fixierten Tiere wurden zur Präparation zunächst in 98%iges Ethanol und anschließend in Chloralphenollösung überführt. Nach der Präparation erfolgte die Einbettung in Heinze-Gemisch (Heinze 1952). Um sicherzugehen, daß die untersuchten larvalen Stadien und Imagines zur gleichen Art gehören, wurden 60 Nymphen unter standardisierten Bedingungen (15°C, hohe rel. Luftfeuchtigkeit) in Fließwasserrin-

2) Die gesamte Länge der Tiere vom Kopfvorderrand bis zum letzten Abdominalsegment kann starken saisonalen und fixierungsbedingten Schwankungen unterliegen.

©Naturwissenschaftlicher Verein Osnabrück e.V.

Tab. 3: Physikalische und chemische Parameter an den einzelnen Probestellen. Werte in Klammern geben die Standardabweichung bei den mehr als viermal beprobten Fangstellen wieder. n.s.: nicht untersucht.

Probestelle	Anzahl der Probennahmen	Maximale Temperatur [°C]	Durchschnittliche Temperatur [°C]	Mittlere Fließgeschwindigkeit [m/s]	Maximale Fließgeschwindigkeit [m/s]	Mittlere Leitfähigkeit [µS/cm]	Minimaler pH-Wert	Durchschnittlicher pH-Wert	Durchschnittliche Gesamthärte	Durchschnittliche Carbonathärte
Zwickenbach 1	3	14,9	11,0	0,2	0,3	474	7,5	7,5	n.s.	n.s.
Zwickenbach 2	3	17,7	12,4	0,3	0,3	387	7,4	7,4	n.s.	n.s.
Zwickenbach 3	4	18,1	12,5 (4,3)	0,4	0,5	346	7,2	7,3	n.s.	n.s.
Zwickenbach 4	4	19,5	14,4 (4,6)	0,3	0,3	326	7,3	7,3	n.s.	n.s.
Zwickenbach 5	5	20,4	13,3 (5,3)	0,4 (0,15)	0,5	313 (41)	7,3	7,4	n.s.	n.s.
Zwickenbach 6	5	23,1	18,1 (7,6)	0,3 (0,29)	0,8	345 (124)	7,4	7,5	n.s.	n.s.
Zwickenbach 7	5	22,6	15,9 (6,6)	0,4 (0,13)	0,7	307 (92)	7,3	7,5	n.s.	n.s.
Zwickenbach 8	3	23,5	16,0	0,4	0,5	428	7,6	7,7	n.s.	n.s.
Rehwelle 1	5	15,8	12,0 (3,2)	0,32 (0,11)	0,5	415 (115)	7,3	7,4	n.s.	n.s.
Rehwelle 2	7	16,3	12,8 (3,8)	0,31 (0,09)	0,5	453 (102)	7,7	7,9	n.s.	n.s.
Rehwelle 3	5	16,8	13,2 (4,8)	0,4 (0,09)	0,5	527 (96)	7,6	7,8	n.s.	n.s.
Rehwelle 4	2	17,5	14,0	0,5	0,6	555	7,6	7,9	n.s.	n.s.
Hunte 1	7	14,9	11,6 (2,4)	0,36 (0,09)	0,5	409 (7)	7,5	7,7	8,0	7,4
Hunte 2	7	16,1	11,8 (3)	0,56 (0,19)	1,0	488 (37)	7,5	7,7	9,0	8,2
Hunte 3	7	22,0	15,9 (6)	0,46 (0,09)	0,7	427 (36)	7,7	7,8	9,0	7,4
Hunte 4	4	20,0	14,1	0,4	0,5	438	7,4	7,7	n.s.	n.s.
Hunte 5	7	19,6	14,2 (3)	0,53 (0,21)	1,0	438 (44)	7,2	7,5	8,0	4,9
Hunte 6	3	19,3	14,0	0,4	0,6	450	7,3	7,5	n.s.	n.s.
Bremkebach	5	16,3	12,4 (5)	0,25 (0,06)	0,3	413 (62)	7,5	7,7	5,0	3,8
Sunderbach 1	2	14,0	12,3	0,4	0,4	265	5,5	6,1	n.s.	n.s.
Sunderbach 2	3	18,0	15,1	0,4	0,5	443	7,1	7,1	n.s.	n.s.
Patkensiek 1	2	11,1	10,4	0,3	0,4	550	7,4	7,6	n.s.	n.s.
Patkensiek 2	3	14,7	11,9	0,3	0,3	468	7,6	7,6	n.s.	n.s.
Patkensiek 3	3	14,7	12,3	0,2	0,2	512	7,4	7,4	n.s.	n.s.
Patkensiek 4	3	17,7	13,2	0,3	0,3	520	7,2	7,3	n.s.	n.s.
Patkensiek 5	2	18,5	15,5	0,2	0,3	480	7,1	7,2	n.s.	n.s.
Patkensiek 6	2	19,6	15,7	0,3	0,3	418	7,2	7,3	n.s.	n.s.
Düte 1	5	16,1	13,8 (3,2)	0,23 (0,02)	0,3	186 (12)	5,2	5,3	3,0	0,7
Düte 2	3	18,5	14,1	0,3	0,5	208	7,3	7,4	4,0	2,2
Düte 3	3	19,5	14,4	0,2	0,3	235	7,5	7,6	4,5	3,6
Dütezulauf 1	7	17,7	13,5 (3,8)	0,22 (0,09)	0,3	375 (31)	7,7	7,8	7,0	5,2
Dütezulauf 2	7	19,2	14,3 (4)	0,29 (0,12)	0,4	386 (27)	7,5	7,7	8,0	6,4
Düte 4	7	21,4	14,7 (6)	0,36 (0,11)	0,5	314 (49)	7,3	7,5	5,0	4,0
Düte 5	3	21,8	14,0	0,2	0,4	360	7,6	7,7	n.s.	n.s.
Düte 6	5	22,1	14,1 (5,7)	0,33 (0,14)	0,5	417 (69)	7,3	7,6	n.s.	n.s.
Schlochterbach 1	2	17,4	14,8	0,2	0,2	481	7,4	7,5	n.s.	n.s.
Schlochterbach 2	2	16,8	14,5	0,2	0,3	516	7,6	7,7	n.s.	n.s.
Schlochterbach 3	2	17,0	14,5	0,3	0,4	487	7,4	7,6	n.s.	n.s.
Schlochterbach 4	2	17,7	14,6	0,3	0,4	493	7,5	7,6	n.s.	n.s.
Schlochterbach 5	2	18,4	15,1	0,2	0,3	506	7,5	7,6	n.s.	n.s.
Schlochterbach 6	2	18,1	14,9	0,3	0,4	469	7,2	7,3	n.s.	n.s.
Schlochterbach 7	2	18,1	11,6	0,4	1,0	469	n.s.	n.s	n.s.	n.s.
Breenbach 1	3	16,6	12,8	0,2	0,3	494	7,6	7,8	n.s.	n.s.
Breenbach 2	7	16,5	13,7 (3,2)	0,36 (0,1)	0,5	486 (44)	7,7	7,8	9,0	7,4
Breenbach 3	3	16,0	11,3	0,3	0,3	783	7,4	7,5	n.s.	n.s.
Breenbach 4	5	17,1	11,7 (4)	0,51 (0,09)	0,7	664 (94)	7,5	7,8	11,0	6,8
Tannenkamp	4	17,1	12,8	0,4	0,5	598	7,5	7,7	n.s.	n.s.
Malberger Graben	7	20,0	13,8 (6)	0,32 (0,09)	0,5	689 (123)	7,9	8,0	n.s.	n.s.
Goldbachzulauf A	2	17,4	14,2	0,3	0,3	497	7,0	7,3	n.s.	n.s.
Goldbachzulauf B	2	15,2	13,5	0,3	0,3	251	7,3	7,4	n.s.	n.s.

©Naturwissenschaftlicher Verein Osnabrück e.V.

nen aufgezogen. Durch Einzelhaltung der Tiere war es möglich, die Exuvien der Larven sowie die subimaginalen und imaginalen Stadien zueinander in Beziehung zu setzen.

2.5 Zuordnung der Probestellen zu den längszonalen Fließgewässerbereichen

An jeder Fangstelle wurden neben den Ephemeropteren auch die Plecopteren, Neuropteren, Odonaten und Trichopteren bei den Beprobungen erfaßt und nach folgender Literatur determiniert:

Odonata: Askew (1988); Neuroptera: Elliott (1977), Dethier & Haenni (1986); Plecoptera: Illies (1955), Rauser (1980), Lillehammer (1988), Zwick (1993); Trichoptera: Tobias & Tobias (1981), Sedlak (1987), Pitsch (1993); Ephemeroptera: Schoenemund (1930), Müller-Liebenau (1969), Landa (1970), Sowa (1981), Belfiore (1982, 1983, 1996), Elliott & Humpesch (1983), Elliott et al. (1988), Landolt et al. (1991), Studemann et al. (1992), Reusch (1994).

Um die Probestellen den längszonalen Fließgewässerbereichen nach Illies & Botosaneanu (1963) zuordnen zu können, wurde die Habitatbindung der nachgewiesenen Arten des Makrozoobenthos herangezogen (Illies 1955, Rauser 1980, Tobias & Tobias 1981, Sedlack 1987, Altmüller et al. 1989, Studemann et al. (1992), Zwick 1993, Pitsch 1993).

2.6 Statistische Auswertung

Mit Hilfe einer Regressionsanalyse wurde ermittelt, welche Beziehungen zwischen der *Electrogena*-Häufigkeit und den gemessenen Parametern bzw. zwischen Körperlänge und Emergenzdatum bestehen. Mit Hilfe des t-Testes wurde der Regressionskoeffizient gegen Null getestet (Sachs 1992). Die Berechnungen wurden mit den Computerprogrammen SYSTAT 5.04 for windows (1994) und EXCEL 5.0 durchgeführt.

3 Ergebnisse

3.1 Physikalische und chemische Parameter an den Probestellen

Der Tab. 3 sind die Ergebnisse der Bestimmung physikalischer und chemischer Parameter zu entnehmen. Der durchschnittliche pH-Wert liegt an den meisten Probestellen zwischen 7 und 8. Nur Sunderbach 1 und Düte 1 weisen höhere H^+-Konzentrationen auf. Zudem zeichnen sich diese Bäche (zumindest in Quellnähe) auch durch niedrige Leitfähigkeitswerte aus (oft unter 300 µS/cm). Die meisten Probestellen sind durch Werte zwischen 300 und 600 µS/cm charakterisiert. Am Malberger Graben und Breenbach 3 wurden mit 689 bzw. 783 µS/cm die höchsten durchschnittlichen Werte festgestellt. Carbonat- und Gesamthärte liegen mit 0,7°KH und 3°dH in der Quellregion der Düte relativ niedrig. Die übrigen Probestellen weisen Werte über 2,2°KH bzw. 4°dH auf. Mit Ausnahme des Breenbaches zeigt sich eine deutliche Temperaturerhöhung mit zunehmender Entfernung von der Quelle. Die Fließgeschwindigkeit vergrößert sich im Bachverlauf beim Zwickenbach, der Rehwelle und dem Breenbach.

3.2 Die nachgewiesene *Electrogena*-Art

Die für eine taxonomische Zuordnung wichtigen Merkmale (bei den weiblichen Imagines die letzten Abdominalsegmente, bei

©Naturwissenschaftlicher Verein Osnabrück e.V.

männlichen Imagines die Genitalien, bei Nymphen die Kiemenblätter, Femurdornen sowie Hypopharynx und Labrum) sind in den Abb. 2 bis 9 wiedergegeben.

Die Subgenitalplatte des weiblichen Imago überragt etwas den Hinterrand des VIII. Abdominalsegments. Der mittlere Abschnitt des IX. Sternits steht leicht hervor. Beim männlichen Imago ist der apikale Rand des Penis gerade oder leicht konkav bzw. konvex ein- oder ausgebuchtet.

Der Hypopharynx der Larven weist lange laterale Fortsätze auf, deren innerer Rand leicht gebogen ist. Die Außenränder der Lateralloben haben eine kurze, feine Behaarung. Die Tracheenkiemen sind asymmetrisch; das 1. Kiemenpaar besitzt dabei am Vorderrand eine leichte Ausbuchtung, während das 7. Kiemenpaar beidseitig konkav eingebuchtet ist. Die Femurdornen, die sich auf dem hinteren distalen Abschnitt der vorderen Femora befinden, zeigen eine flaschen- oder spatelförmige Form. Auf den Tarsalklauen der Beinpaare sind meist zwei große und ein kleiner Zahn ausgebildet.

Nach den Beschreibungen von Sowa (1981), Belfiore & Desio (1995) und Belfiore (1996) sprechen die oben angeführten Angaben eindeutig für eine Zuordnung der in dieser Untersuchung gefundenen Electrogenen zu *Electrogena ujhelyii* (Sowa 1981). Nur die äußere Form des 1. Kiemenplättchens gibt einen „geringen" Hinweis auf eine Differenzierung: Die nordwestdeutschen Nymphen weisen am Vorderrand des 1. Kiemenplättchens eine deutliche Ausbuchtung auf (siehe Pfeil in Abb. 5), die zumindest den von Sowa (1981) untersuchten Tieren aus der Schweiz fehlt.

3.3 Abundanzen von *E. ujhelyii* an den Probestellen

Insgesamt konnten bei dieser Untersuchung 3640 Eintagsfliegen-Larven nachgewiesen werden (Tab. 4), von denen *E. ujhelyii* mit 1473 Individuen die häufigste Art ist. Einen Überblick über die Verteilung der Nachweise dieser Art im Osnabrücker Hügelland gibt Abb. 1. Der aufgrund dieser Ergebnisse entstehende Eindruck, *E. ujhelyii* sei in (fast) jedem Gewässer des Untersuchungsgebietes verbreitet, muß jedoch aufgrund von Voruntersuchungen aus dem Jahre 1993 etwas relativiert werden, da die Art an Bächen nicht nachzuweisen war. Trotzdem gehört diese Eintagsfliege mit 36 bekannten Fundstellen zu den weit verbreiteten Ephemeropteren im Osnabrücker Hügelland. An 14 Probestellen konnte die Art nicht festgestellt werden. An den übrigen wurden zwischen 1 und fast 300 Individuen ermittelt.

3.4 Zuordnung der Probestellen zu den längszonalen Fließgewässerbereichen

Die längszonale Zuordnung der Probestellen aufgrund der nachgewiesenen Arten des Makrozoobenthos (Tab. 5) ist Tab. 6 zu entnehmen.

Nur zwei Probestellen sind Quellen. Die anderen Fangstellen der ersten Bachabschnitte lassen sich meistens dem Hypokrenal, die meisten übrigen jedoch dem Epirhithral zuordnen. Das betrifft innerhalb eines Baches oft auch mehrere hintereinander liegende Probestellen (z.B. Düte 3 bis Düte 5 auf einer Fließstrecke von 400m). Dem Metarhithral und Hyporhithral werden die verbleibenden Probestellen zugerechnet. Diese Bachabschnitte zeigen erwartungsgemäß die höchsten Temperaturen in den unter-

©Naturwissenschaftlicher Verein Osnabrück e.V.



Abb. 2: Larve von *Electrogena ujhelyii.*



Abb. 3: Männliches Imago von *Electrogena ujhelyii.*

©Naturwissenschaftlicher Verein Osnabrück e.V.

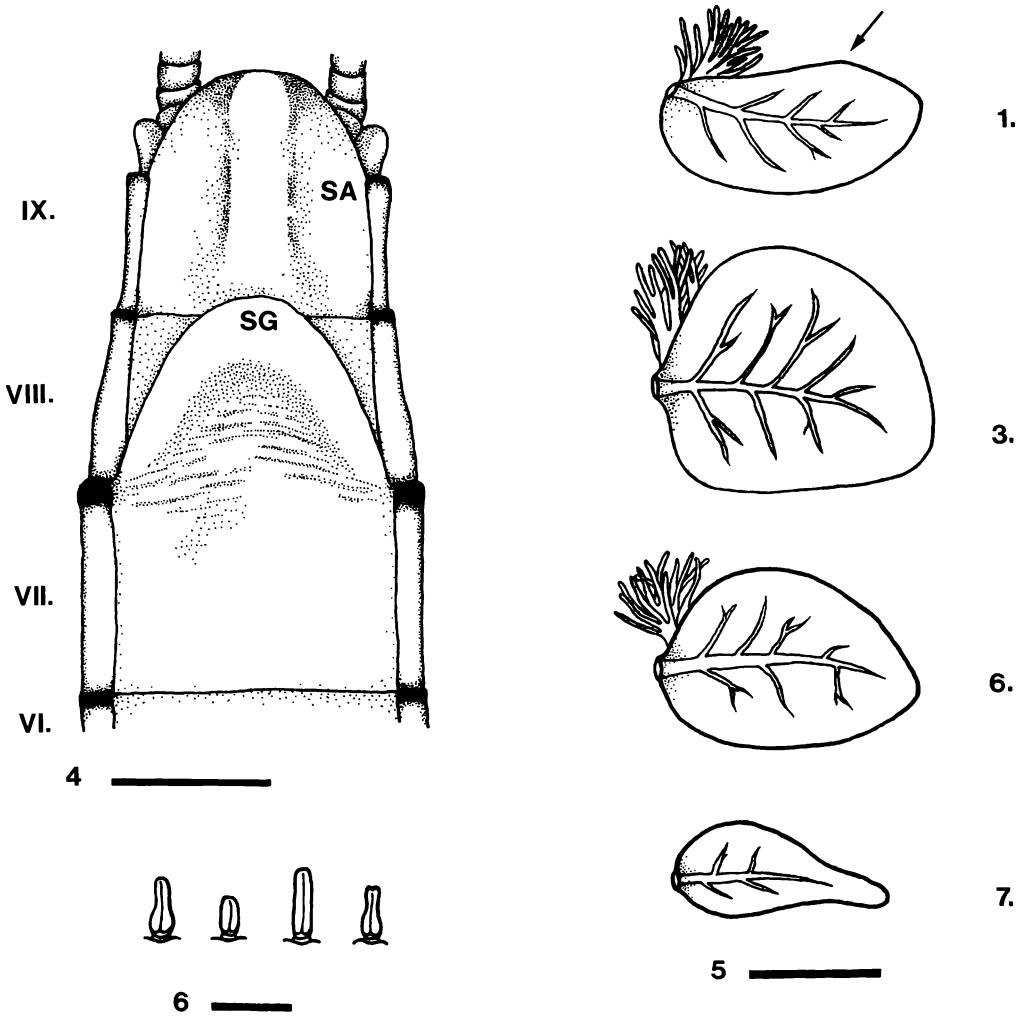


Abb. 4–6: *Electrogena ujhelyii.*

4: weibliches Imago; Abdominalsegmente VI–IX von der Ventralseite; SG: Subgenitalplatte; SA: Subanalplatte; Maßstab: 500µm.

5: Nymphe; 1., 3., 6. und 7. Kiemenblatt; Maßstab: 500µm.

6: Nymphe; Femurdornen der hinteren distalen Hälfte des vorderen Femur; Maßstab: 30µm.

©Naturwissenschaftlicher Verein Osnabrück e.V.

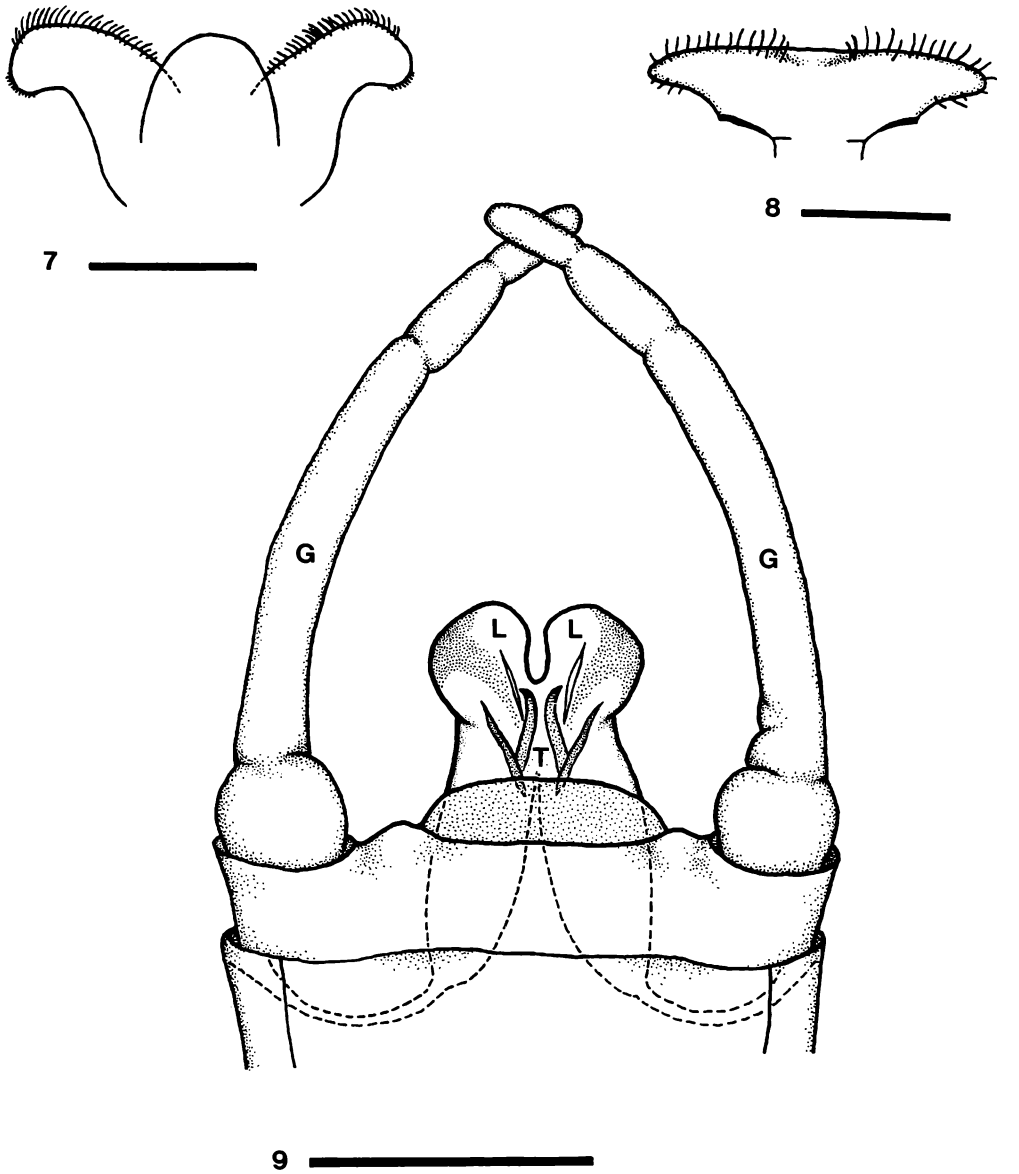


Abb. 7–9: *Electrogena ujhelyii.*

7: Nymphe, Hypopharynx; Maßstab: 500µm.

8: Nymphe, Labrum; Maßstab: 500µm.

9: männliches Imago; Genital von der Ventralseite; T: Tittilatoren; G: Gonopoden; L: Penisloben; Maßstab: 500µm.

©Naturwissenschaftlicher Verein Osnabrück e.V.

Tab. 4: An den Probestellen nachgewiesene Ephemeropteren-Larven. Mit 'cf.' gekennzeichnete Individuen beziehen sich auf nicht bestimmbare Larvulae.

	Ephemeroptera	*Baetis rhodani*	*Baetis muticus*	*Baetis vernus*	*Cloeon dipterum*	*Centroptilum luteolum*	*Ephemera danica*	*Ecdyonurus torrentis*	*Ecdyonurus venosus*	*Electrogena ujhelyii*	*Rhithrogena picteti*	*Rhithrogena cf. picteti*	*Habrophlebia lauta*	*Habroleptoides confusa*	Summe Individuen	Summe Arten
Zwickenbach 1	.	5	.	.	.	.	.	.	.	1	1	.	.	.	7	3
Zwickenbach 2	16	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	17	2
Zwickenbach 3	29	8	.	.	.	.	.	.	.	12	1	.	.	.	50	4
Zwickenbach 4	9	12	.	.	.	.	.	.	.	13	.	.	.	.	34	3
Zwickenbach 5	25	8	1	.	.	.	.	.	.	67	5	.	.	.	106	5
Zwickenbach 6	20	.	5	.	.	.	.	.	.	84	1	.	.	.	110	4
Zwickenbach 7	39	.	6	.	.	.	.	.	.	62	.	.	.	.	107	3
Zwickenbach 8	32	.	13	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	45	2
Rehwelle 1	2	.	.	.	.	.	.	.	.	20	2	.	.	.	24	3
Rehwelle 2	13	3	.	.	.	.	.	.	.	95	13	12	.	.	136	4
Rehwelle 3	7	4	8	.	.	.	.	.	.	7	37	3	.	.	66	5
Rehwelle 4	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0	0
Hunte 1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	35	17	.	.	.	52	2
Hunte 2	160	13	3	.	.	1	.	.	17	111	18	.	1	324	7	
Hunte 3	53	42	2	.	.	4	.	.	207	36	33	.	14	391	7	
Hunte 4	81	2	14	.	.	.	.	.	8	17	103	.	.	225	5	
Hunte 5	71	10	10	.	.	.	7	.	20	70	175	.	2	365	7	
Hunte 6	50	2	5	.	.	.	8	.	.	31	59	.	6	161	6	
Bremkebach	.	.	.	.	.	.	.	.	.	16	.	.	.	.	16	1
Sunderbach 1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0	0
Sunderbach 2	3	1	19	.	.	.	2	.	3	18	1	.	.	47	6	
Patkensiek 1	.	1	.	.	.	5	.	.	2	.	.	.	5	13	4	
Patkensiek 2	.	6	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	16	22	2	
Patkensiek 3	1	3	.	.	.	.	.	.	3	.	.	.		7	3	
Patkensiek 4	15	3	.	.	.	.	.	.	1	1		1	4	25	6	
Patkensiek 5	11	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	12	2	
Patkensiek 6	.	5	.	.	1	3	.	.	.	.	.	2	.	11	4	
Düte 1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0	0	
Düte 2	.	.	7	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	8	2	
Düte 3	.	.	32	.	.	.	.	.	7	.	.	.	.	39	2	
Dütezufluß 1	6	.	1	.	.	.	.	.	93	2	.	.	.	102	4	
Dütezufluß 2	1	.	2	.	.	.	.	.	298	3	11	.	.	315	4	
Düte 4	13	.	13	.	.	.	.	.	207	15	.	.	2	250	5	
Düte 5	5	.	5	.	.	.	.	.	16	7	.	.	.	33	4	
Düte 6	8	.	9	.	.	.	.	.	17	8	.	.	.	42	4	
Schlochterbach 1	3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3	1	
Schlochterbach 2	2	.	.	.	.	.	.	.	2	4	.	.	.	8	3	
Schlochterbach 3	.	.	3	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	4	2	
Schlochterbach 4	2	1	.	.	.	3	.	.	.	.	.	.	2	8	4	
Schlochterbach 5	.	4	5	.	.	3	.	1	4	2		2	8	29	8	
Schlochterbach 6	10	3	4	.	.	10	.	1	.	.	.	.	6	34	6	
Schlochterbach 7	1	.	5	.	.	2	.	4	.	4	1	.	2	19	6	
Breenbach 1	5	4	.	.	.	.	.	.	5	5	2	.	.	21	4	
Breenbach 2	17	23	2	.	.	1	.	.	56	66	38	.	.	203	6	
Breenbach 3	.	.	.	.	.	.	.	.	2	.	.	.	.	2	1	
Breenbach 4	.	4	1	.	.	1	5	1	1	33	7	.	.	53	7	
Tannenkamp	.	.	.	.	.	.	.	.	18	.	.	.	.	18	1	
Malberger Graben	.	.	.	.	.	.	.	.	68	.	.	.	.	68	1	
Goldbachzulauf A	3	.	.	.	.	.	.	.	2	.	.	.	.	5	2	
Goldbachzulauf B	.	.	.	.	.	.	.	.	3	.	.	.	.	3	1	
Summe Individuen	713	168	175	1	1	33	22	7	1473	511	463	5	68	3640		
Stetigkeit %	64	48	48	2	2	20	8	8	72	54	26	6	24			

©Naturwissenschaftlicher Verein Osnabrück e.V.

Tab. 5: Die nachgewiesenen Arten des Makrozoobenthos (Plecoptera, Neuroptera, Odonata, Trichoptera) an den Probestellen. I: Imaginalfund; L: Larvalfund.

	Trichoptera	*Agapetus fuscipes*	*Beraea maura*	*Beraea pullata*	*Crunoecia irrorata*	*Hydropsyche fulvipes*	*Hydropsyche pellucidula*	*Hydropsyche saxonica*	*Limnephilinae* sp.	*Lithax cf. obscurus*	*Lype phaeopa*	*Notidobia ciliaris*	*Odontocerum albicorne*	*Philopotamus ludificatus*	*Philopotamus montanus*	*Plectrocnemia conspersa*	*Plectrocnemia* sp.	*Rhyacophila fasciata*	*Rhyacophila* sp.	*Sericostoma flavicorne*	*Sericostoma personatum*	*Silo pallipes*	*Wormaldia occipitalis*
Zwickenbach 1	.	.	.	.	.	.	.	L	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Zwickenbach 2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	L
Zwickenbach 3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	L	.	.	.	.	.	.	.	.
Zwickenbach 4	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Zwickenbach 5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Zwickenbach 6	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Zwickenbach 7	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Zwickenbach 8	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	L	.	.	.
Rehwelle 1	.	L	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	L	.	.
Rehwelle 2	.	.	.	.	.	.	.	.	I	I	.	.	.	.	.	.	I	.	.	.	.	I	.
Rehwelle 3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Rehwelle 4	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Hunte 1	.	.	.	.	L	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	L	.	.
Hunte 2	L	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	L	.	.
Hunte 3	.	.	.	.	.	I	.	.	.	.	.	.	I	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Hunte 4	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Hunte 5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	L	.	.	.	.
Hunte 6	.	.	.	.	.	.	L	L	.	.	.	.	.	.	.	L	.	.	L	.	.	.	.
Bremkebach	.	I	I	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	L	.	.	.	.	L	.	.
Sunderbach 1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Sunderbach 2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	L	.	.	.	I	.	L	.	.	.
Patkensiek 1	.	.	.	.	.	.	.	.	L	.	.	.	.	.	.	I	.	.	.	.	L	.	.
Patkensiek 2	.	.	.	.	.	.	.	.	L	.	.	.	.	.	.	L	.	.	.	.	L	.	.
Patkensiek 3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	L	.	.	.	L	.	.	I
Patkensiek 4	.	.	.	.	.	.	.	L	L	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Patkensiek 5	.	.	.	.	.	.	.	.	L	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	L	.	.	.
Patkensiek 6	.	I	.	.	.	.	.	.	L	.	.	I	.	.	.	.	.	.	.	I	.	.	.
Düte 1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Düte 2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Düte 3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Dütezulauf 1	L	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I
Dütezulauf 2	.	.	.	.	.	.	.	.	L	.	.	.	.	.	.	L	.	.	.	.	.	.	L
Düte 4	.	.	I	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Düte 5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Düte 6	.	.	.	.	.	.	.	.	I	.	.	.	.	.	.	L	.	.	.	.	.	I	.
Schlochterbach 1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Schlochterbach 2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Schlochterbach 3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Schlochterbach 4	.	.	.	.	.	.	.	L	L	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Schlochterbach 5	.	.	.	.	.	.	.	L	L	.	.	.	.	.	.	.	.	.	L	.	I	.	.
Schlochterbach 6	.	.	.	.	.	.	.	.	L	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Schlochterbach 7	.	.	.	.	.	.	.	L	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Breenbach 1	.	.	.	.	.	.	.	.	L	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Breenbach 2	.	.	.	.	L	.	.	.	.	.	.	.	I	.	.	.	.	.	.	.	L	.	.
Breenbach 3	.	.	.	.	.	.	.	.	L	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Breenbach 4	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	L	.	.
Tannenkamp	.	I	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	L	.	.	.
Malberger Graben	I	.	.	.	.	.	.	.	L	.	I	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I	.	.
Golbachzulauf A	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Golbachzulauf B	.	.	.	.	.	.	.	.	L	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.

©Naturwissenschaftlicher Verein Osnabrück e.V.

	Plecoptera	Perlodidae sp.	*Isoperla* sp.	*Amphinemura* sp.	*Leuctra* cf. *braueri*	*Leuctra nigra*	*Leuctra* sp.	Nemouridae sp.	*Nemoura* cf. *marginata*-Gr.	*Nemoura marginata*-Gr.	*Nemoura marginata*	*Nemoura* sp.	*Nemoura cinerea*	*Nemurella picteti*	*Protonemura* cf. *auberti*	*Protonemura* cf. *intricata*	*Protonemura* cf. *montana*	*Protonemura* sp.	Neuroptera	*Osmylus fulvicephalus*	Odonata	*Cordulegaster boltoni*
Zwickenbach 1				L			L											L				
Zwickenbach 2							L											L				
Zwickenbach 3		L					L					L										
Zwickenbach 4							L					L						L				
Zwickenbach 5												L						L				
Zwickenbach 6						L						L						L				
Zwickenbach 7							L					L										
Zwickenbach 8												L										
Rehwelle 1						I						I						L		I		
Rehwelle 2		L			L	L	L				I	I			L			L				
Rehwelle 3		L					L										L	L		I		
Rehwelle 4																						
Hunte 1							L					L						L				
Hunte 2							L					I						L		I		
Hunte 3							L					L						L		I		
Hunte 4																						
Hunte 5							L															
Hunte 6																						
Bremkebach						I					I	I				L						
Sunderbach 1																						
Sunderbach 2		L	L			L	L											L		I		
Patkensiek 1									L	L				I								
Patkensiek 2									L	I		I		I								
Patkensiek 3									L	L												
Patkensiek 4						L																
Patkensiek 5																						
Patkensiek 6																						
Düte 1							L					L										
Düte 2							L					L	L									
Düte 3												L										L
Dütezulauf 1		L					L		L	L		I								I		L
Dütezulauf 2						L	L					L	I									
Düte 4							L	L				L								I		
Düte 5												L	I									
Düte 6												L								I		
Schlochterbach 1																						
Schlochterbach 2																						
Schlochterbach 3																						
Schlochterbach 4																						
Schlochterbach 5							L						I									
Schlochterbach 6								L						L								
Schlochterbach 7												I										
Breenbach 1							L	L				I										
Breenbach 2		L			L	L						L			L	L						L
Breenbach 3					L	L	L					L			L							
Breenbach 4		L					L								L							
Tannenkamp						L				L												
Malberger Graben												L	I									
Goldbachzulauf A																						
Goldbachzulauf B																						

©Naturwissenschaftlicher Verein Osnabrück e.V.

Tab. 6: Zuordnung der Probestellen zu den längszonalen Fließgewässerbereichen nach Illies & Botosneanu (1963).

Gewässer	Quelle	Hypokrenal	Epirhithral	Metarhithral	Hyporhithral
Rehwelle	.	1	2	3, 4	.
Hunte	.	1	2, 3	4, 5	6
Bremkebach	.	1	.	.	.
Sunderbach		.	2	.	.
Patkensiek	1	1, 2	3, 4	5, 6	.
Düte	.	2	3, 4, 5	6	.
Dütezulauf	1	1, 2	.	.	.
Schlochterbach	.	1, 2	3, 4	5, 6	7
Breenbach	.	.	1, 2, 3	4	.
Tannenkamp	.	1		.	.
Malberger Graben	.	.	1	.	.
Goldbachzuläufe	.	.	A, B	.	.
Σ	2	11	17	10	2

suchten Gewässern. Meistens befinden sich diese Fangstellen im Übergangsbereich zwischen naturnahem Bachverlauf im Wald und teilbeschatteten Bereichen, die von landwirtschaftlichen Nutzflächen umgeben sind.

3.5 Habitatbindung von *E. ujhelyii*

E. ujhelyii zeigt eine ausgeprägte Präferenz für das Hypokrenal und Epirhithral. Sowohl in der Quellregion (Krenal) als auch im Metarhithral und im Hyporhithral ist die Art selten oder fehlt.

Um zu überprüfen, ob die gemessenen Gewässerparameter (Tab. 3) mit der Häufigkeit von *E. ujhelyi* korrelieren, wurde der relative Anteil dieser Art am Gesamtfang der Eintagsfliegen der betreffenden Probestelle bestimmt. Dieses Vorgehen ist notwendig, da die Gesamtzahlen der pro Fangstelle ermittelten Ephemeropteren stark voneinander abweichen. Zudem wurden nur die Fangstellen für die statistischen Tests berücksichtigt, bei denen 5 oder mehr Beprobungen stattgefunden haben.

Eine signifikante Beziehung zwischen der relativen Häufigkeit von *E. ujhelyii* konnte nur für die durchschnittliche und die maximale Fließgeschwindigkeit ermittelt werden ($p<0.001$ bzw. $p<0.01$). Wie Abb. 10 und 11 zu entnehmen ist, weisen die Parameter eine negative Korrelation mit der Häufigkeit der Eintagsfliege auf, das heißt, mit zunehmender Strömungsgeschwindigkeit nimmt die Abundanz des Insektes ab.

Für die übrigen Parameter (maximale Temperatur, durchschnittliche Temperatur, durchschnittliche Leitfähigkeit, niedrigster pH-Wert, durchschnittlicher pH-Wert, durchschnittliche Gesamthärte, durchschnittliche Carbonathärte) konnte keine signifikante, lineare Beziehung nachgewiesen werden.

3.6 Phänologie und Entwicklung

Entwicklungszyklus

An den Probestellen Düte 4, Dütezulauf 1, Dütezulauf 2, Malberger Graben, Rehwelle 2 und Hunte 3 konnten hinreichend hohe Fangzahlen für Entwicklungsdiagramme erreicht werden (Abb. 12 bis 17).

©Naturwissenschaftlicher Verein Osnabrück e.V.

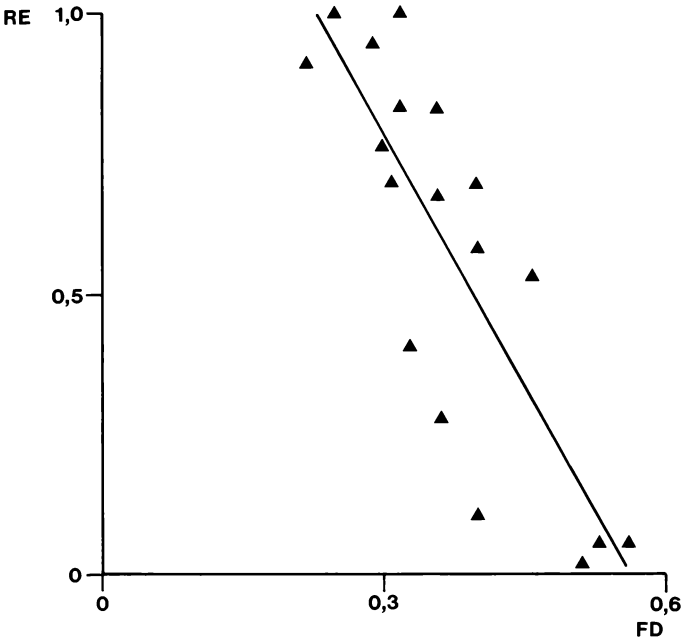


Abb. 10: Relative Häufigkeit von *Electrogena ujhelyii* in Abhängigkeit von der durchschnittlichen Fließgeschwindigkeit. y=1,7-3,0x ($p<0,001$). RE: relative Häufigkeit von *E. ujhelyii* am Ephemeropteren-Gesamtfang; FD: durchschnittliche Fließgeschwindigkeit.

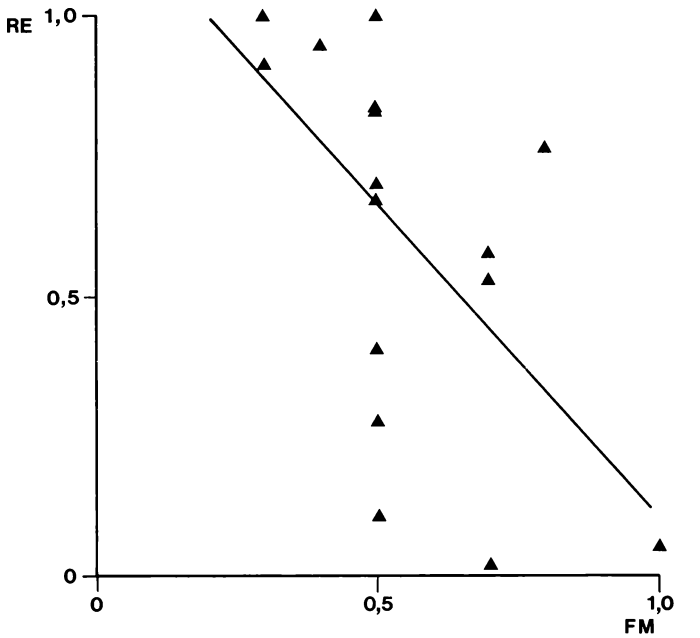


Abb. 11: Relative Häufigkeit von *Electrogena ujhelyii* in Abhängigkeit von der maximalen Fließgeschwindigkeit. y=1,3-1,2x ($p<0,01$). RE: relative Häufigkeit von *E. ujhelyii* am Ephemeropteren-Gesamtfang; FM: maximale Fließgeschwindigkeit.

©Naturwissenschaftlicher Verein Osnabrück e.V.

Die Daten aus dem Einzugsgebiet der Düte weisen folgende Unterschiede auf: An der quellnächsten Probestelle (Dütezulauf 1, Abb. 12) fanden sich zwischen Juni und August 1994 und ab Mai 1995 schlüpfreife Nymphen und Imagines. Die Flugzeit der Imagines läßt sich für 1994 auf Anfang Juni bis Ende August eingrenzen, während 1995 schon im Mai die ersten adulten Tiere auftraten. Larvulae konnten ab Anfang August 1994 gefangen werden. Die Population an der Probestelle Dütezulauf 2 (Abb. 13) wies ähnliche Entwicklungszeiten auf, doch konnten hier schon im August 1994 Individuen der Größenklasse 3 nachgewiesen werden. An der Probestelle Düte 4 (Abb. 14) war die Flugzeit wesentlich länger. Ende Mai 1994 traten bereits zahlreiche Nymphen auf, deshalb ist es wahrscheinlich, daß bereits in diesem Monat die Emergenz einsetzte. Da noch im September Imagines gefangen wurden, ist von einer vier Monate dauernden Emergenzperiode auszugehen.

An der Probestelle Hunte 3 (Abb. 15) zeigte *E. ujhelyii* ebenfalls eine lange Flugzeit (von Juli bis September). Früher setzte die Emergenzperiode an der Rehwelle 2 (Abb. 16) ein. 1994 wurden Imagines Anfang Juni angetroffen und 1995 bereits Ende April! Da 1994 noch im September Nymphen auftraten, endete die Flugzeit wahrscheinlich erst in diesem Monat. Für eine schnelle Entwicklung der Eintagsfliegen an dieser Probestelle spricht, daß bereits im September 1994 keine Larven der ersten Größenklassen mehr nachweisbar waren, während an den übrigen Probestellen auch im Oktober noch Vertreter dieser Entwicklungsstadien auftraten.

Im August 1994 trocknete der Malberger Graben (Abb. 17) aus. Das Sediment wies zu dieser Zeit sogar Trockenrisse auf. Durch die Austrocknung wurde die im April begonnene Flugphase beendet. Bei den Probenahmen nach dem Trockenfallen konnten nur Larven der Größenklassen 1 und 2 festgestellt werden.

Emergenz im Tagesverlauf

Zur Bestimmung des tageszeitlichen Schlupfzeitpunktes wurden an drei Fangstellen und an drei Tagen zwischen 9.00 und 22.00 Uhr MEZ die Emergenzzelte stündlich kontrolliert (vgl. Kap. 2.3). Wie Abb. 18 zu entnehmen ist, findet die Emergenz zwischen 12 und 18 Uhr statt. Der Höchstwert wurde um 13.00 Uhr ermittelt. Die Wassertemperatur lag bei den beobachteten Schlupfvorgängen zwischen 11,8 (Rehwelle 2 am 14.6.1994) und 23,9°C (Hunte 3 am 23.7.1994).

Subimago

Bei den im Labor und im Freiland beobachteten Schlupfvorgängen hielten sich die Electrogena-Nymphen vor der Ecdysis dicht unter der Wasseroberfläche an festen Gegenständen (z.B. Steine, Stöckchen) fest. Dann platzte die Kutikula dorsal am Thorax auf, die Subimago zog sich in einem Zeitraum von 20 bis 30 Sekunden heraus und kroch sofort an die Luft. Dort wurden die Flügel unverzüglich aufgestellt und nach ein bis zweiminütigem Einpressen von Haemolymphe in die Lakunen ist das Tier flugfähig. Im Freiland steigt *E. ujhelyii* dann fast senkrecht in die bachbegleitenden Bäume auf.

Imagines

Die beobachteten weiblichen Imagines gaben die Eier paketweise ins Gewässer ab, wobei sie ihr Abdomen im Flug mehrmals eintauchten. Nach der Eiablage fallen die Weibchen ins Wasser, werden abgetrieben und sterben. Mehrmals konnten weibliche Imagines aus Spinnennetzen geborgen

©Naturwissenschaftlicher Verein Osnabrück e.V.

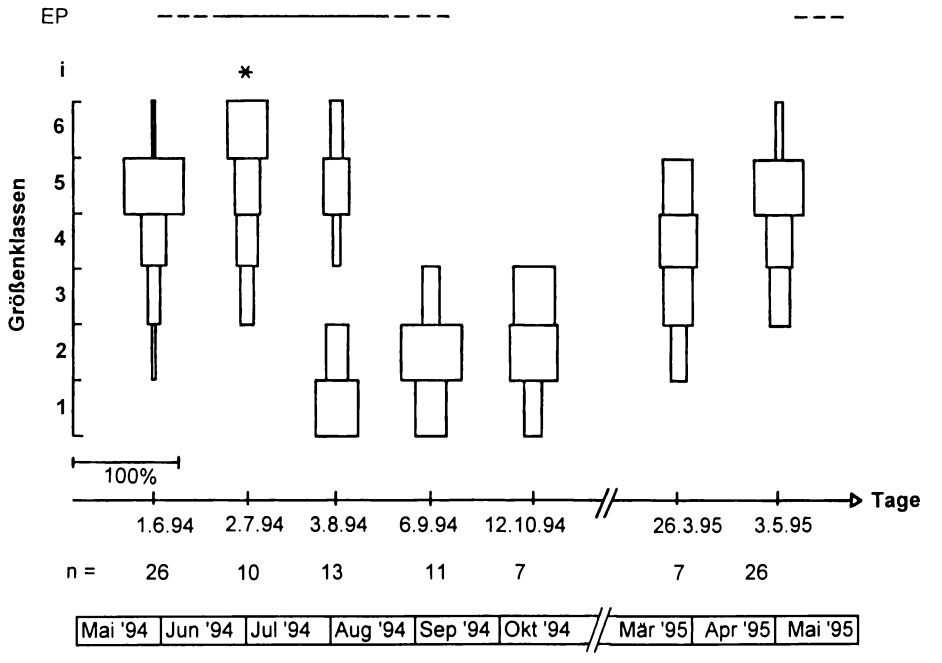


Abb. 12: Entwicklungsdiagramm von *Electrogena ujhelyii* am Dütezulauf 1. i: Imagines; *: einzelnes Imago festgestellt; EP: Emergenzperiode.

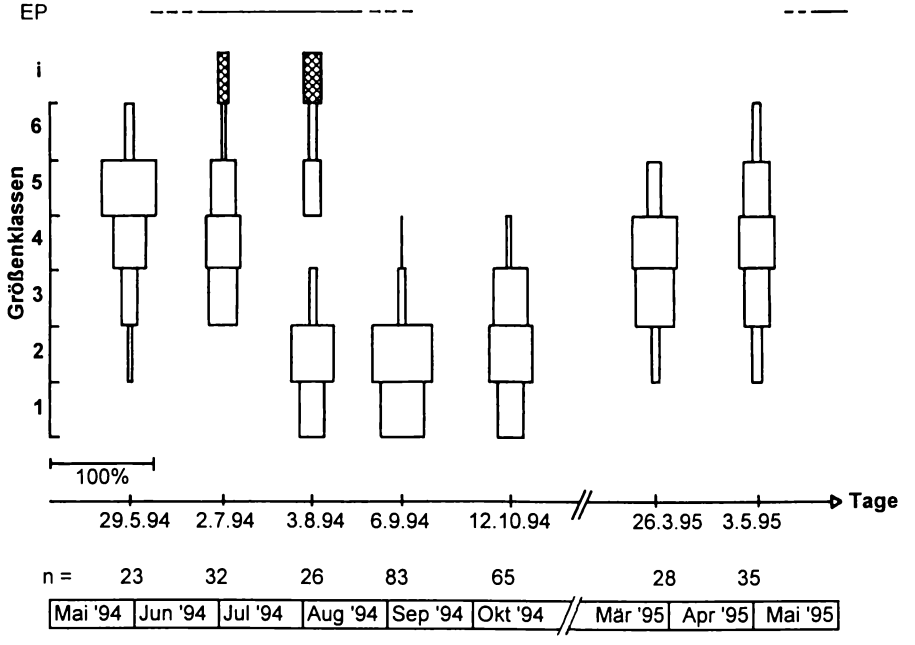


Abb. 13: Entwicklungsdiagramm von *Electrogena ujhelyii* am Dütezulauf 2. i: Imagines; EP: Emergenzperiode.

©Naturwissenschaftlicher Verein Osnabrück e.V.

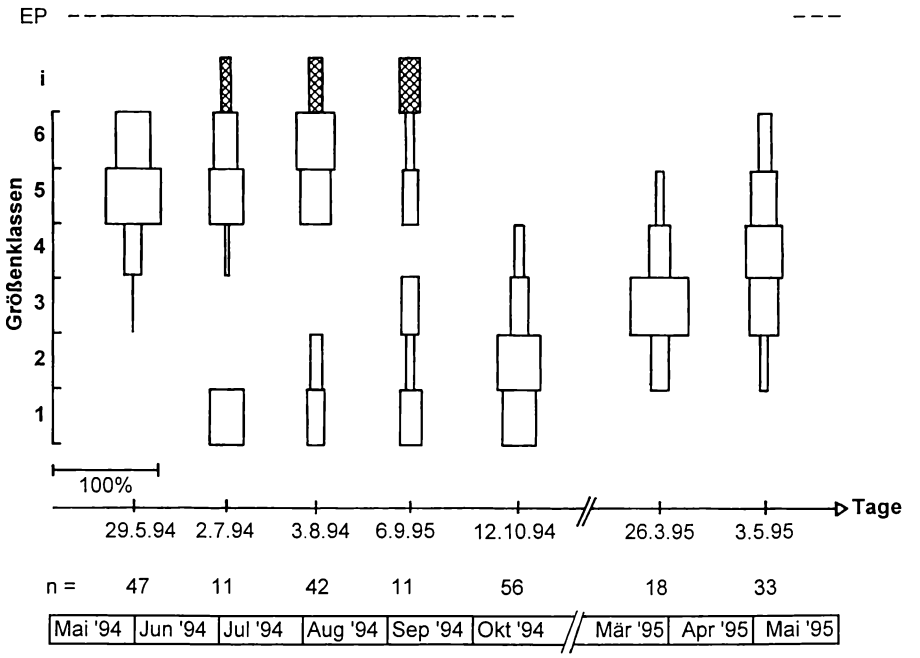


Abb. 14: Entwicklungsdiagramm von *Electrogena ujhelyii* an der Düte 4. i: Imagines; EP: Emergenzperiode.

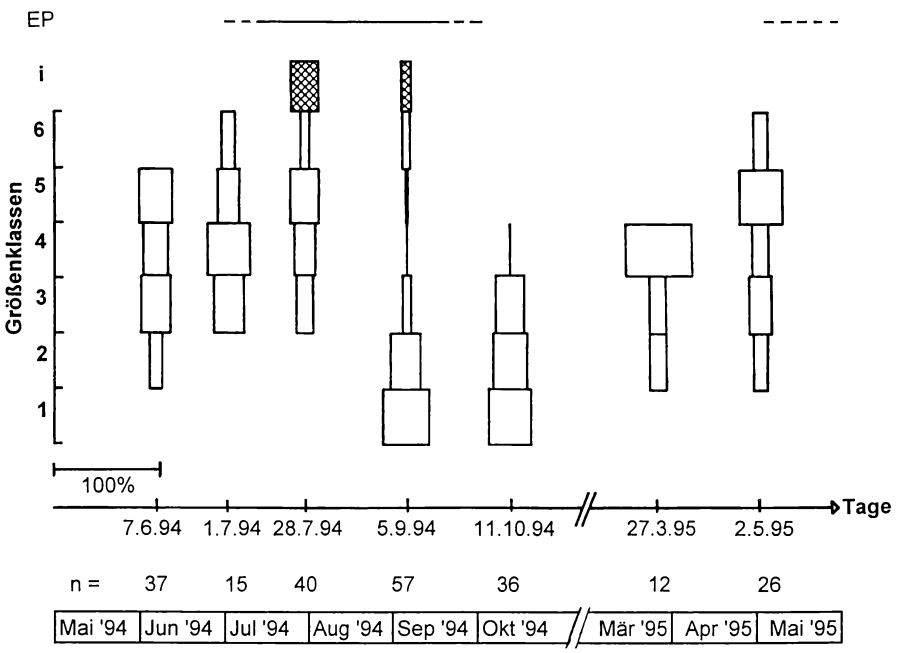


Abb. 15: Entwicklungsdiagramm von *Electrogena ujhelyii* an der Hunte 3. i: Imagines; EP: Emergenzperiode.

©Naturwissenschaftlicher Verein Osnabrück e.V.

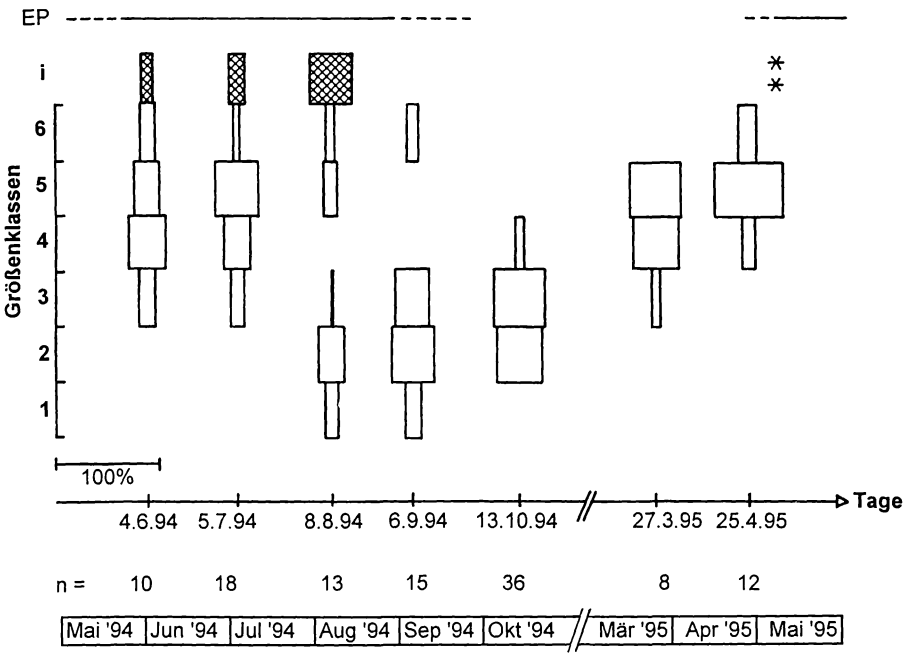


Abb. 16: Entwicklungsdiagramm von *Electrogena ujhelyii* an der Rehwelle 2. i: Imagines; **: einzelne Imagines festgestellt; EP: Emergenzperiode.

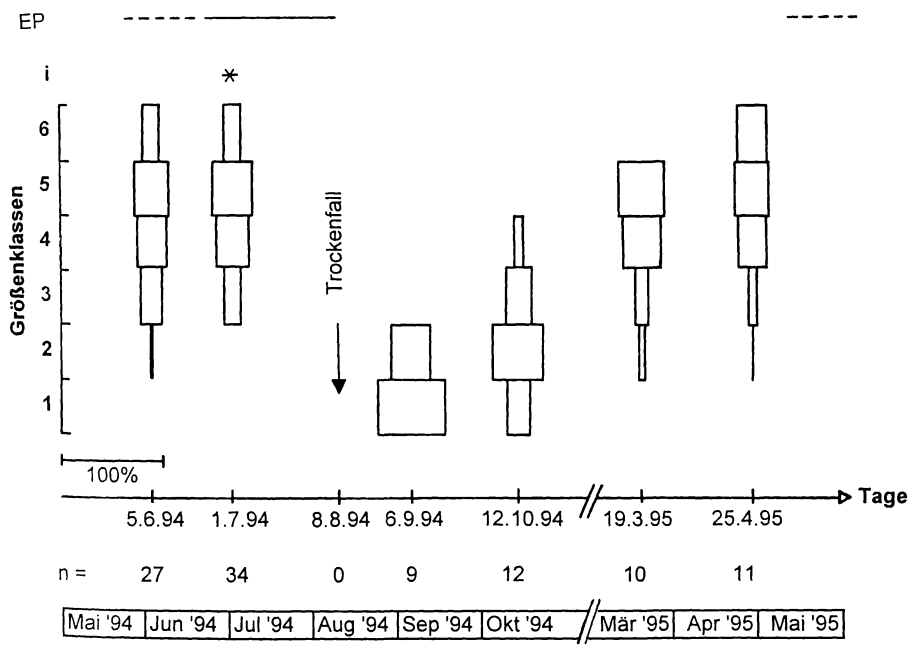


Abb. 17: Entwicklungsdiagramm von *Electrogena ujhelyii* am Malberger Graben. i: Imagines; *: einzelnes Imago festgestellt; EP: Emergenzperiode.

©Naturwissenschaftlicher Verein Osnabrück e.V.

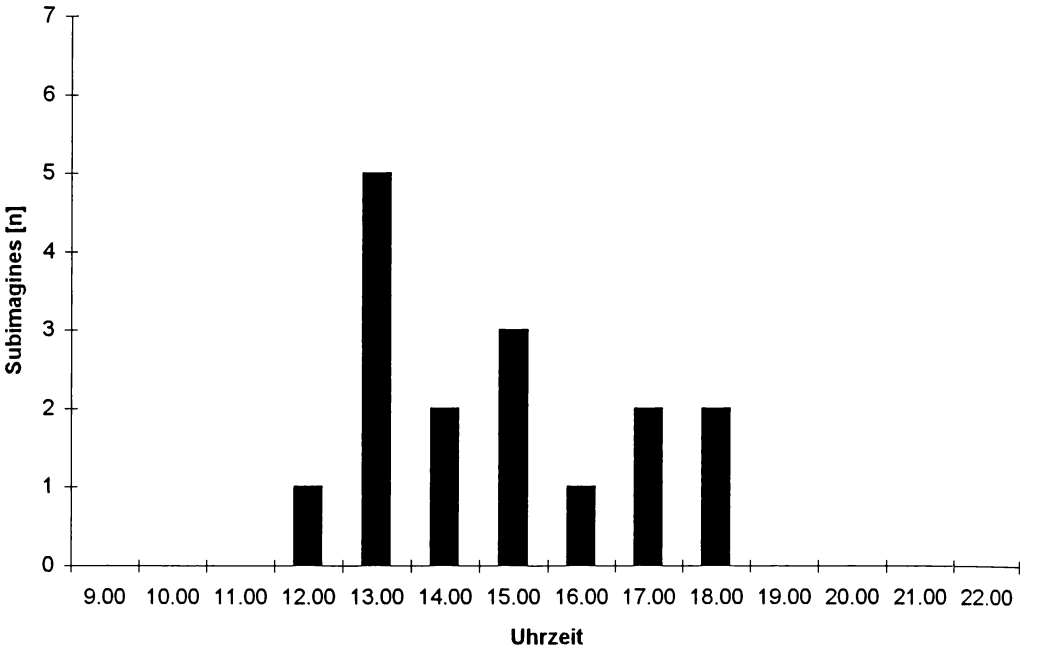


Abb. 18: Emergenz der Subimagines von *Electrogena ujhelyii* im Tagesverlauf (n=16).

werden. Diese Adulten enthielten keine Eierpakete.

Das Verhältnis der Geschlechter bei gefangenen Imagines und Subimagines ist ausgeglichen (32 Männchen, 31 Weibchen). Die Körperlänge imaginaler *E. ujhelyii* ist bei den Geschlechtern unterschiedlich: Die Männchen maßen im Durchschnitt 9,35 mm (±0,93), die Weibchen 10,37 mm (±1,67). Je später im Jahr die Individuen schlüpfen, desto geringere Körpergrößen weisen sie auf (Abb. 19 und 20).

Fekundität

Die Beziehung zwischen Eizahl weiblicher Imagines und der Gesamtkörperlänge ist Abb. 21 zu entnehmen. Im Mittel betrug die Anzahl 935 (±335; Minimum: 565, Maximum: 1550). Die in Abb. 17 wiedergegebene Funktion läßt sich mit folgender Formel beschreiben: $y=9{,}39x^{1{,}69}$.

4 Diskussion

4.1 Systematik und Verbreitung von *E. ujhelyii*

Nach den in Kap. 3.2 angeführten Merkmalen muß die im Osnabrücker Hügelland von uns festgestellte Electrogene nur einer Art, und zwar *E. ujhelyii*, zugeordnet werden. Dieses Ergebnis ist überraschend, da diese Art bisher in NW-Deutschland nur einmal nachgewiesen wurde (am Rande der Dammer Berge, 2 Larven am 23.12.1985, Lehrke & Reusch 1987). Nördlich dieser Region wurde diese Eintagsfliege in Schleswig-Holstein festgestellt (Lietz & Böttger 1995). Dieses Vorkommen konnte aber zwischenzeitlich nicht mehr bestätigt werden (Reusch 1994). Südlich sind Funde aus den deutschen Mittelgebirgen (Braasch & Jacob 1984, Fischer 1994, Hybach & Fischer 1994), Österreich (Bauernfeind 1990, Belfiore &

©Naturwissenschaftlicher Verein Osnabrück e.V.

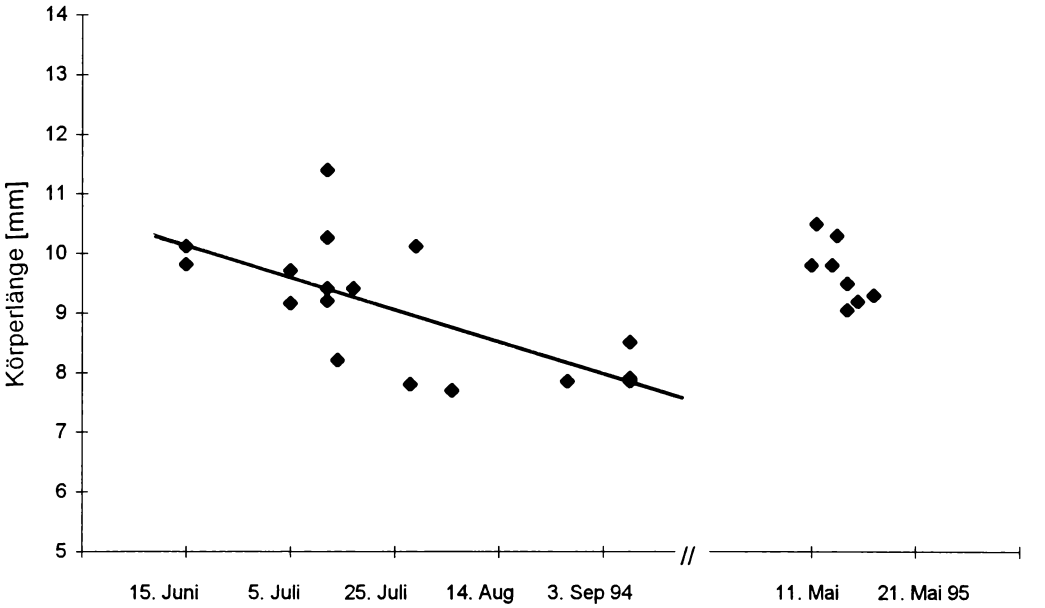


Abb. 19: Abhängigkeit der Körperlänge männlicher *Electrogena ujhelyii*-Imagines vom Emergenzdatum (n=24).

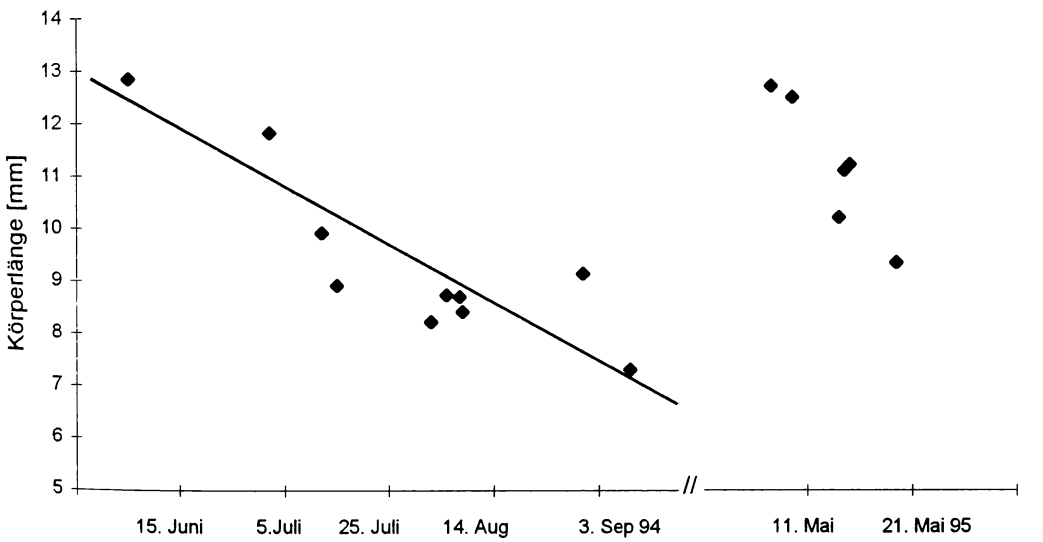


Abb. 20: Abhängigkeit der Körperlänge weiblicher *Electrogena ujhelyii*-Imagines vom Emergenzdatum (n=16).

©Naturwissenschaftlicher Verein Osnabrück e.V.

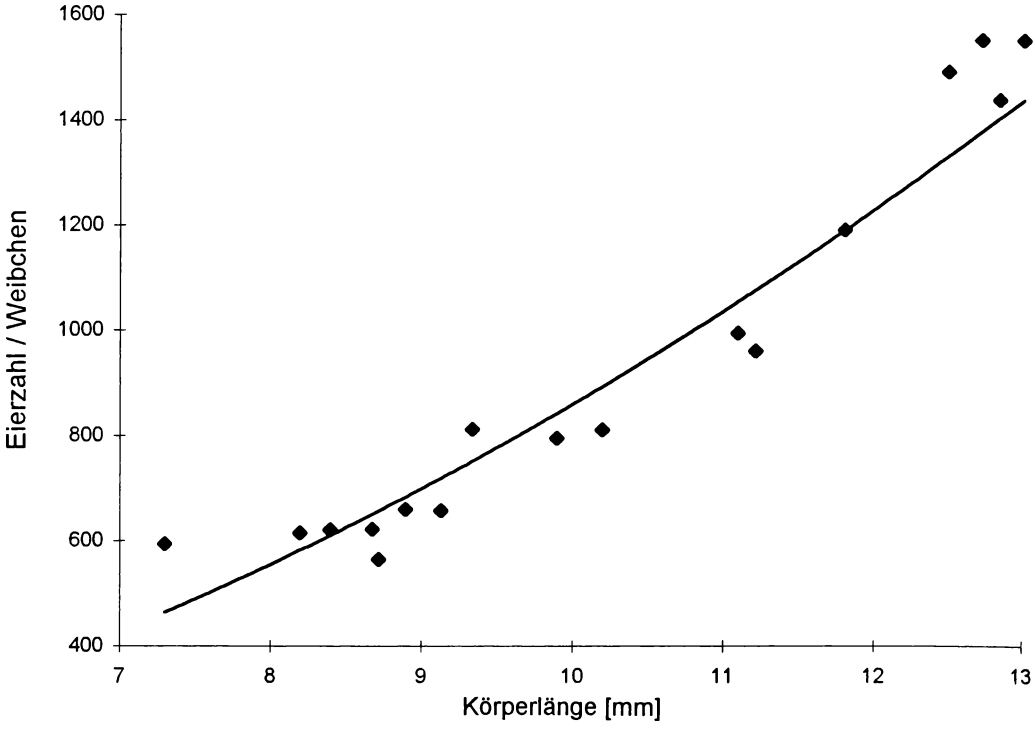


Abb. 21: Abhängigkeit der Eizahl weiblicher *Electrogena ujhelyii*-Imagines von deren Körperlänge (n=16).

Desio 1995), der Schweiz (Landolt et al. 1991), Ungarn (Sowa 1981) und Nordostitalien (Belfiore & Desio 1995) bekannt. Die Funde im westlichen Niedersachsen stellen damit die nordwestlichsten bisher bekannten Vorkommen dieser Art dar.

Bemerkenswert ist zudem, daß aus der Gattung Electrogena im Osnabrücker Hügelland bisher nur *E. ujhelyii* nachgewiesen werden konnte. Nördlich der Alpen sind bisher aus diesem Genus zusätzlich noch *E. affinis, E. quadrilineata, E. fasciolatus* und *E. lateralis* bekannt (Reusch 1994). Offensichtlich besitzt das Osnabrücker Hügelland eine verarmte *Electrogena*-Fauna.

Die subspezifische Differenzierung von *E. ujhelyii* ist bisher fast nicht untersucht worden. Nur bei Belfiore (1996) findet sich der Hinweis, daß die zwei von ihm untersuchten Populationen aus Österreich sich auffällig stark unterscheiden. Einen weiteren Hinweis auf eine geographische Differenzierung stellt die Ausbuchtung am Vorderrand des 1. Kiemenplättchens bei den Nymphen dar, das in der Erstbeschreibung von Sowa (1981) nicht angeführt wird. Weiterführende Untersuchungen zu diesem Fragenkomplex erscheinen besonders vor dem Hintergrund der schwierigen taxonomischen Situation innerhalb dieser Gattung wichtig, da die Bedeutung von Differenzialmerkmalen zwischen Arten erst dann befriedigend beurteilt werden kann, wenn das Ausmaß der Variabilität und der Differenzierung auf Populationsniveau bekannt ist.

4.2 Habitatbindung

Die vorliegenden Untersuchungen zeigen für *E. ujhelyii* einen eindeutigen Vorkommens-

©Naturwissenschaftlicher Verein Osnabrück e.V.

schwerpunkt im Hypokrenal und Epirhithral. Mit dieser Habitatbindung stimmt auch gut überein, daß die Larven dieser Art langsam fließende Bachabschnitte bevorzugen. – In diesem Zusammenhang ist auch eine Beobachtung von Bedeutung, die das Überleben in kleinen Gewässerresten bei sommerlicher Trockenheit wahrscheinlicher macht: *E. ujhelyii*-Larven sind in der Lage, durch aktive Kiemenbewegung zu ventilieren und so (vermutlich) auch unter 0_2-armen Verhältnissen zu überdauern.

Allerdings muß an dieser Stelle betont werden, daß die im Osnabrücker Hügelland festgestellte Habitatbindung nicht unbedingt auch in anderen Teilen des Verbreitungsgebietes realisiert sein muß. Allerdings stellten Hybach & Fischer (1994) im Westerwald ebenfalls eine Bevorzugung des Hypokrenals und Epirhithrals fest.

4.3 Lebenszyklus

Die in Kap. 3.6 mitgeteilten Entwicklungsdiagramme zeigen deutlich, daß *E. ujhelyii* im Osnabrücker Hügelland eine univoltine Art ist. Dies korrespondiert auch mit Angaben aus der Literatur über andere Vertreter der Gattung *Electrogena* (z.B. Macan 1957, Clifford 1982, Brittain 1990).

Bemerkenswert ist die geringe Entwicklungsgeschwindigkeit von *E. ujhelyii*, die zudem starken Schwankungen zwischen den einzelnen Individuen unterliegt. So konnten noch im Mai des auf die Eiablage folgenden Jahres an zahlreichen Probestellen Larven der Größenklassen 2 bis 6 gefunden werden. Auch die Emergenzphase der Subimagines ist mit mehreren Monaten Dauer für Ephemeropteren ausgesprochen lang. Dies wirft – angesichts der kurzen Lebensdauer der Imagines – die noch ungeklärte Frage nach der Synchronisation der Geschlechtspartner auf.

4.4 Subimago

Die hydrophoben Eigenschaften der Subimaginalflügel sind bei dem „gefährlichen" Habitatwechsel zwischen Wasser und Luft notwendig. Werden die Flügel der Imagines benetzt, so gelingt es den Tieren in der Regel nicht mehr, diese aufzurichten. Die Bedeutung dieses Stadiums für das Überleben in einem spritzwassergeprägten Lebensraum wurde deshalb bereits eingehend diskutiert (z.B. Edmunds & McCafferty 1988, Elliott & Humpesch 1988).

Der von *E. lateralis*[3]) beschriebene Emergenzvorgang (Kimmins 1941) ähnelt sehr dem von uns an *E. ujhelyii* beobachteten. Damit sprechen beide Beobachtungen für ein eigenständiges Schlupfverhalten dieser Gattung.

4.5 Imagines

Der Einzelflug der Imagines ist nach Zurwerra et al. (1987) typisch für die Vertreter der Gattung Electrogena und konnte auch bei *E. ujhelyii* beobachtet werden. Durch dieses Verhalten lassen sich die adulten Insekten auch sehr viel schlechter erfassen als bei vielen anderen Ephemeropteren, die bekanntlich individuenreiche Schwärme bilden (Savolainen 1978).

Bereits Clifford & Boerger (1974), Hum-

3) Aufgrund der großen taxonomischen Schwierigkeiten zur Untersuchungszeit von Kimmins (1941) könnte es sich bei den vorliegenden Angaben auch um eine andere Art der Gattung *Electrogena* gehandelt haben. Dieses Problem betrifft alle älteren Literaturangaben zu dieser Gattung.

©Naturwissenschaftlicher Verein Osnabrück e.V.

pesch (1984) und Ritter (1990) fanden zwischen der Körperlänge und der Fekundität einen Zusammenhang, der sich durch eine Potenzfunktion mit einem Exponenten um 3 beschreiben läßt. Bei *E. ujhelyii* liegt der Exponent deutlich niedriger (~1,9); deshalb verläuft die Regressionskurve flacher: Die Eizahlen sind damit weniger stark von der Körperlänge abhängig als bei vielen anderen Eintagsfliegen (z.B. *Ecdyonuvus venosus*, Humpesch & Elliott 1984).

Die bisher gefundenen Extremwerte für die Fekundität von Ephemeropteren liegen zwischen 100 und 12.000 Eiern, wobei im Mittel 500 bis 3.000 Eier abgelegt werden (Brittain 1987). Als einzige weitere *Electrogena*-Art wurde bisher *E. lateralis* auf Fekundität hin untersucht: 1672 bis 2500 Eier (Degrange 1960, Humpesch & Elliott 1984). Die Ergebnisse von *E. ujhelyii* liegen mit 565 bis 1550 bei einem Mittelwert von 954 deutlich darunter.

4.6 Naturschutzaspekte

Das Vorkommen einer bislang für das Osnabrücker Hügelland unbekannten Ephemeroptere im Hypokrenal und Epirhithral macht die Bedeutung dieses Lebensraumes deutlich.

Durch gewässerbauliche Eingriffe (z.B. Quellfassungen und Bachbegradigungen) werden meistens auch die Fließgeschwindigkeiten der betreffenden Gewässer erhöht. Gerade eine solche Veränderung dürfte sich negativ auf die Populationen von *E. ujhelyii* auswirken, da diese Art an langsam fließende Gewässerbereiche gebunden ist.

Literatur

Askew, R. R. (1988): Dragonflies of Europe. 291 S. – Harley: Great Horkesley, Essex.

Altmüller, R., Breuer, M. & Rasper, M. (1989): Zur Verbreitung und Situation der Fließgewässerlibellen in Niedersachsen. – Inform.d. Naturschutz Niedersachs. 9 (8): 137-176.

Bauernfeind, E. (1990): Der derzeitige Stand der Eintagsfliegen-Faunistik in Österreich (Insekta: Ephemeroptera). – Verh. Zool.-Bot. Ges. Österreich 127: 61-82.

Belfiore, C. (1981): On the Italian Species of the *Ecdyonurus lateralis* Group (Ephemeroptera, Heptageniidae). – Aquatic Insects 3: 171-178.

Belfiore, C. (1982): The nymphs of Italian species of the *Ecdyonurus lateralis* group, with a description of the nymph of *E. gridellii* (Grandi, 1953). – Fragm. Entomol. 16 (2): 125-131.

Belfiore, C. (1983): Guide per ilriconoscimento delle specie animali delle acque interne italiane. 24. Efemerotteri. – Cosiglio nationale delle ricerche, Verona.

Belfiore, C. (1994): Taxonomic characters for species identification in the genus *Electrogena* Zurwerra and Tomka, with a description of *Electrogena hyblaea* sp.n. from Sicily (Ephemeroptera, Heptageniidae). – Aquatic Insects 16 (4): 193-199.

Belfiore, C. & Desio, F. (1995): Taxonomy and distribution of *Electrogena ujhelyii* (Sowa, 1981) (Insekta: Ephemeroptera: Heptageniidae). – Ann. Naturhist. Mus. Wien 97B: 151-154.

Belfiore, C. (1996): Identification and discrimination of *Electrogena* species by numerical methods (Ephemeroptera: Heptageniidae). – Systematic Entomology 21: 1-13.

Bogoescu, C. & Tabacaru, I. (1962): Beiträge zur Kenntnis der Untersuchungsmerkmale zwischen den Gattungen *Ecdyonurus* und *Heptagenia* (Ephemeroptera). – Beiträge zur Entomologie 12 (3/4): 273-291.

Braasch, D. & Jacob, U. (1984): *Ecdyonurus ujhelyii* Sowa, 1981 neu für die DDR (Insecta, Ephemeroptera, Heptageniidae). – Faun. Abh. Mus. Tierk. Dresden 12: 81-83.

Braukmann, U. (1987): Zoozönologische und saprobiologische Beiträge zu einer allgemei-

©Naturwissenschaftlicher Verein Osnabrück e.V.

nen regionalen Bachtypologie. – Archiv für Hydrobiologie, Beiheft 26: 1-355.

Brettfeld, R. (1994): Kenntnisstand der Eintagsfliegenfauna (Ephemeroptera) Thüringens. – Lauterbornia 17: 69-78.

Brittain, J. E. (1990): Life history strategies in Ephemeroptera and Plecoptera. – Proc. of the 5th. Int. Con. of. Eph. Plec. 1987: 1-12.

Clifford, H. F. (1982): Life cycles of mayflies (Ephemeroptera), with special reference to voltinism. – Quaestiones Entomologicae 18: 15-90.

Clifford, H. F. & Boerger, H. (1974): Fecundity of mayflies (Ephemeroptera), with special reference to mayflies of a brownwater stream of Alberta, Canada. – Can. Ent. 106: 1111-1119.

Degrange, Ch. (1960): Recherches sur la reproduction des Ephemeroptères. – Travaux du Laboratoire D'Hydrobiologie et de Pisciculture de L'Université de Grenoble, Grenoble.

Dethier, M. & Haenni, J.-P. (1986): Planipennes, Mégaloptères et Lépidoptères à larves aquatiques. – Introduction Pratique à la Systématique des Organismes des Eaux Continentales Françaises 6-7: 250-261.

Edmunds, G. F. & McCafferty, W. P. (1988): The mayfly subimago. – Ann. Rev. Entomol. 33: 509-529.

Elliott, J. M. (1977): A key to British freshwater Megaloptera and Neuroptera with notes on their life cycles and ecology. – Freshwater Biol. Ass. Sci. Publ. 35: 1-52.

Elliott, J. M. & Humpesch, U. H. (1983): A key to the adults of the British Ephemeroptera with notes on their ecology. – Freshwater Biological Association, Scientific Publication No. 47: 1-105.

Elliott, J. M. & Humpesch, U. H. & Macan, T. T. (1988): Larvae of the British Ephemeroptera: a key with ecological notes. – Freshwater Biological Association, Scientific Publication No. 49: 1-145.

Elliott, J. M. & Humpesch, U. H. (1980): Eggs of Ephemeroptera. – Ann. Rep. Freshwat. Biol. Assoc. 48: 41-52.

Fischer, J. (1994): Zum Vorkommen von Eintagsfliegen (Insecta: Ephemeroptera) in Quellen der deutschen Mittelgebirgsregion. – Crunoecia 3: 49-53.

Fischer, E. (1995): Die Vegetation der Hase und ihres Auengebietes von der Quelle bis Bramsche. – Osnabrücker Naturwiss. Mitt. 20/21: 343-374.

Heinze, K. (1952): Polyvinyl-Lactophenol-Gemisch als Einbettungsmittel für Blattläuse. – Naturwiss. 39: 285-286.

Humpesch, U. H. & Elliott, J. M. (1984): Zur Ökologie adulter Ephemeropteren Österreichs. – Arch. Hydrobiol. 101(1-2): 179-207.

Hynes, H. B. N. (1961): The invertebrate fauna of a Welsh mountain stream. – Arch. Hydrobiol. 57: 444-388.

Hybach, A. & Fischer, J. (1994): Zur Kenntnis der Eintagsfliegenfauna (Insecta: Ephemeroptera) von Rheinland-Pfalz. – Lauterbornia 19: 173-189.

Illies, J. (1955): Steinfliegen oder Plecoptera. – Die Tierwelt Deutschlands. 43: 1-150.

Illies, J. & Botosaneanu, L. (1963): Problèmes et méthodes de la classification et de la zonation écologique des eaux courantes, considerées surtout du point de vue faunistique. – Mitt. Int.Verein. theor. angew. Limnol. 12: 1-57.

Imhof, A. (1988): Autökologische und Enzymelektrophoretische Untersuchungen an zwei *Ecdyonurus venosus* Populationen (Ephemeroptera, Heptageniidae). – Bull. Soc. Frib. Sc. Nat 77 (1/2), 55-129.

Jacob, U. (1986): Analyse der Ephemeroptera-Jahresemergenz des Breitenbaches bei Schlitz/Hessen. – Arch. Hydrobiol. 107: 215-248.

Kimmins, D. E. (1941): Under-Water Emergence of the Subimago of *Heptagenia lateralis* (Curtis) (Ephemeroptera). – The Entomologist 74: 169-170.

Landa, V. (1968): Developmental cycles of central European Ephemeroptera and their interrelations. – Acta ent. bohemoslov. 65: 276-284.

Landa, V. (1970): *Ecdyonurus submontanus, Heptagenia quadrilineata, Rhithrogena hercynia* – new species of mayflies (Ephemeroptera) of the family Heptageniidae from Czechoslovakia. – Acta ent. bohemoslov. 67: 13-20.

Landa, V. & T. Soldan (1982): *Ecdyonurus samalorum* sp. n. from Czechoslovakia

©Naturwissenschaftlicher Verein Osnabrück e.V.

(Ephemeroptera, Heptageniidae). – Acta ent. bohemislov. 79: 31-36.

Landolt, P. & Dethier, M. & Malzacher, P. & Sartori, M. (1991): A new *Electrogena* species from Switzerland (Ephemeroptera, Heptageniidae). – Bull. Soc. Vaud. Sc. Nat. 80 (4): 459-470.

Lehrke, D. & Reusch, H. (1987): Bisher nachgewiesene Eintagsfliegen des Niedersächsischen Tieflandes (Insecta, Ephemeroptera). – Braunschw. Naturk. Schr. 2 (4): 685-691.

Lietz. J & Böttger, K. (1995): Die Ephemeroptera, Plecoptera und Trichoptera (Insekta) eines kleinen, naturnahen Baches im Norddeutschen Tiefland (Kremper Au, Schleswig-Holstein). Faun.-Ökol. Mitt. 7: 47-60.

Lillehammer, A. (1988): Stoneflies (Plecoptera) of Fennoscandia and Denmark. – Fauna Entomologica Scandinavica 21: 1-165.

Macan, T. T. (1957): The Life Histories and Migrations of the Ephemeroptera in a Stony Stream. – Transactions of the Society for British Entomology 12 (5): 129-156.

Müller-Liebenau, I. (1969): Revision der europäischen Arten der Gattung *Baetis* Leach, 1815 (Insecta, Ephemeroptera). – Aus der Limnologischen Station Niederrhein in der Max-Planck-Gesellschaft 48/49: 1-214.

Newbold, J. D. Sweeney, B.W. & Vannote, R.L. (1994): A Model for seasonal synchrony in stream mayflies. – Journal of the North American Benthological Society 13(1): 3-18.

Pitsch, T. (1993): Zur Larvaltaxonomie, Faunistik und Ökologie mitteleuropäischer Fließwasser – Köcherfliegen (Insecta, Trichoptera). – TU Berlin – Schriftenreihe des Fachbereichs Landschaftsentwicklung, Sonderheft 8: 1-316.

Pleskot, G. (1958): Die Periodizität einiger Ephemeropteren der Schwechat. – Wasser und Abwasser 1958: 1-32.

Rasch, P. & Tomka, I. (1996): Die Ephemeropteren-Zönosen in dem voralpinen Fließgewässersystem der Sense (West-Schweiz). – DGL-Tagungsberichte 1995: 426-430.

Rauser, J. (1980): Rad Posvatky – Plecoptera. 521. – Akademie-Verlag: Prag:

Reusch, H. (1994): *Electrogena* – Vorkommen im norddeutschen Tiefland (Ephemeroptera: Heptageniidae). – Lauterbornia 17: 61-67.

Reusch, H. & Blanke, D. (1993): Rote Liste der in Niedersachsen und Bremen gefährdeten Eintags-, Stein- und Köcherfliegenarten (Insecta: Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera). – Informations. d. Naturschutz Niedersachsen 13 (4): 129-148.

Riederer, R. A. A. (1981): Die Eintags- und Steinfliegenfauna (Ephemeroptera und Plecoptera) im Mittellauf der Töss. 169 S. – Dissertation an der Eidgenössischen Technischen Hochschule Zürich.

Ritter, H. (1990): Ephemeroptera emergence from a high mountain stream in Tyrol, Austria. – Proc. of the 5th. Int. Con. of. Eph. Plec. 1987: 53-59.

Sachs, L. (1992): Angewandte Statistik. 846 S. – Springer: Berlin.

Savolainen, E. (1978): Swarming in Ephemeroptera: the mechanism of warming and the effects of illumination and weather. – Ann. Zool. Fennici 15: 17-52.

Schaefer, M (1992): Ökologie. 433 S. – Jena: Fischer.

Schaefer, C. W. (1975): Mayfly subimago: possible explanation. – Ann. Entomol. Soc. Am. 68: 1-183.

Schoenemund, E. (1930a): Die Unterscheidung der Ephemeropteren-Gattungen *Heptagenia und Ecdyonurus*. – Zool. Anz. 90: 45-48.

Schoenemund, E. (1930b): Eintagsfliegen oder Ephemeroptera. – Die Tierwelt Deutschlands 19: 1-106.

Schmidt, T. (1994): Die Eintagsfliegen- und Steinfliegenfauna des Hessischen Rothaargebirges. – Lauterbornia 17: 5-17.

Schwoerbel, J. (1986): Methoden der Hydrobiologie, Süßwasserbiologie. 301 S. – Fischer: Stuttgart.

Sedlak, E. (1987): Bestimmungsschlüssel für mitteleuropäische Köcherfliegenlarven (Insecta, Trichoptera). 163 S. – Bundesanstalt für Wassergüte des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft: Bonn.

Sowa, R. (1974): *Ecdyonurus fascioculatus* sp.n., espèce voisine d'*E. affinis* Eaton du midi de la Pologne (Ephemeroptera, Heptageniidae). – Bulletin de L'Académie Polonaise des Sciences 22 (5): 315-323.

Sowa, R. (1981): Taxonomy and ecology of *Ecdyonurus ujhelyii* sp. n. (Ephemeroptera,

©Naturwissenschaftlicher Verein Osnabrück e.V.

Heptageniidae) from the tributaries of Lake Balaton. – Acta Hydrobiol. 23 (4): 375-380.

Späh, H. (1981): Beitrag zur Kenntnis der Wirbellosen-Fauna (Invertebrata) einiger Bäche des Wiehengebirges (Westniedersachsen). – Beiträge zur Naturkunde Niedersachsens 34 (2): 77-91.

Studemann, D. & Landolt, P. & Sartori, M. & Hefti, D. & Tomka, I. (1992): Ephemeroptera. – Insecta Helvetica 9: 1-174.

Tanasijevic, M. (1975): *Heptagenia ozrensis* sp.n. und der Fund von fünf Ephemeroptera-Arten in Bosnien und der Herzegovina. – Wiss. Mitt. Bosn. Herzeg. Landesmus. 4-5: 243-246.

Tobias, W. & Tobias, D. (1981): Trichoptera Germanica, Bestimmungstafeln für die deutschen Köcherfliegen. Teil 1: Imagines. – Cour. Forsch.-Inst. Senckenberg 49: 1-672.

Weber, H. E. (1976): Die Vegetation der Hase von der Quelle bis Quakenbrück. – Osnabrücker Naturwiss. Mitt. 4: 131-190.

Weber, H. E. (1979): Die wichtigsten Vegetationseinheiten als Ausdruck des natürlichen Potentials der Landschaft. – In: Strukturatlas für den Landkreis Osnabrück: 21-35. – Landkreis Osnabrück: Osnabrück.

Zurwerra, A. & Tomka, I. (1985): *Electrogena* Gen. Nov., eine neue Gattung der Heptageniidae. – Entomologische Berichte Luzern 13: 99-105.

Zurwerra, A & Tomka, I. (1986): Drei neue Arten der Gattung *Electrogena* Zurwerra et Tomka, 1985, aus Südeuropa (Ephemeroptera, Heptageniidae). – Bull. Soc. Frib. Sc. Nat. 75 (1/2): 216-230.

Zurwerra, A. & Metzler, M. & Tomka, I. (1987): Biochemical systematics and evolution of the European Heptageniidae (Ephemeroptera). – Arch. Hydrobiol. 109 (4): 481-510.

Zwick, P. (1993): Anmerkungen zu Illies (1955), und Rauser (1980). Ergänzungen zu den genannten Schlüsseln. Arbeitsgemeinschaft Taxonomie der DGL, Marburg, unveröffentlicht.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Osnabrücker Naturwissenschaftliche Mitteilungen

Jahr/Year: 1996

Band/Volume: 22

Autor(en)/Author(s): Hettlich Stefan, Rasch Peter, Aßmann [Assmann] Thorsten

Artikel/Article: Die Gattung Electrogena Zurwerra & Tomka 1985 (Ephemeroptera: Heptageniidae) im Osnabrücker Hügelland (NW-Deutschland): Taxonomie, Habitatbindung, Phänologie, Naturschutzaspekte*) 205-233