©Erik Mauch Verlag, Dinkelscherben, Deutschland, Download unter www.biologiezentrum.at

Lauterbornia 41: 1-22, D-86424 Dinkelscherben, 2001-10-15

Die Ephemeroptera-, Plecoptera- und Trichoptera-Emergenz zweier naturnaher Waldquellen in der Kuppenrhön (Hessen)

The emergence of Ephemeroptera, Plecoptera and Trichoptera of two woodland springs in the Kuppenrhoen (Hesse, Germany)

Andrea Sternberg-Holfeld

Mit 19 Abbildungen und 5 Tabellen

Schlagwörter: Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera, Insecta, Werra, Weser, Rhön, Hessen, Deutschland, Quelle, Emergenz, Phänologie, Biozönotik
Keywords: Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera, Insecta, Werra, Weser, Rhoen, Hesse, Germany, spring, emergence, phenology, biocenotics

Mittels Emergenzfallen wurden 1995 zwei Waldquellen in der Kuppenrhön untersucht. Es wurden 16 Trichoptera-, 6 Plecoptera- und 2 Ephemeroptera-Arten nachgewiesen. Sie stellten zusammen einen Anteil von 9,2 % der gefangenen Insektenimagines. Ähnlichkeiten und Unterschiede in den Zönosen der beiden Quellen werden im Zusammenhang mit abiotischen Faktoren diskutiert. Die Phänologie der häufigeren Arten wird in Emergenzdiagrammen dargestellt.

In 1995, the merolimnic insect fauna of two woodland spring biotops in the Kuppenrhoen was studied using emergence traps. 16 trichopteran, 6 plecopteran and 2 ephemeropteran species were recorded. They contributed 9,2 % to the total number of caught adult insects. The similarities and the differences in the coenoses of the two springs are discussed in connexion with abiotic factors. Emergence diagramms show the phenology of the most abundant species.

1 Einleitung

In den 90er Jahren wurden Quellen und ihre Zönosen verstärkt untersucht, kartiert und bewertet. Auch in Rhön und Vogelsberg wurden Untersuchungen an Quellen durchgeführt (FISCHER 1991, PLOSS 1992, SCHNABEL 1993, KOHLMANN 1993, GATHMANN 1994). Bei den Benthosaufsammlungen von GATHMANN (1994) fielen zwei Quellen in der Vorderrhön als lohnend für eine genauere Untersuchung mittels Emergenzfallen auf. Diese Untersuchung wurde im Rahmen einer Diplomarbeit an der Universität Gesamthochschule Kassel durchgeführt und von Herrn Prof. Dr. Wagner (Limnologischen Fluss-Station des Max-Planck-Instituts, Schlitz) betreut; über die Ergebnisse wird im folgenden berichtet.

©Erik Mauch Verlag, Dinkelscherben, Deutschland, Download unter www.biologiezentrum.at

2 Untersuchungsgebiet

Das Untersuchungsgebiet liegt bei Rasdorf im Landkreis Fulda (Osthessen) und gehört zur Vorder- und Kuppenrhön. Der Morsberg, an dessen Nordflanke 380 m ü NN die mit M bezeichnete Quelle entspringt, befindet sich am Südrand der nordwestlichen Kuppenrhön; deren gleichförmige Basaltkegel ragen als fast einzige waldtragende Strukturen über weiträumige, durch Dörfer und Landwirtschaft geprägte Mulden hinaus. Der in direkter Linie knapp 2 km entfernte Rücken des Hirschbergs, an dessen Nordhang 420 m ü NN die mit H bezeichnete Quelle entspringt, zählt schon zur Westlichen Kuppenrhön.

Der direkte Austritt von Quelle M ist mit Basaltblöcken gefaßt. Nach etwa 6 m freier Fließstrecke versickert das Wasser im Untergrund und tritt nach etwa 14 m erneut zutage. Durch seitlich angrenzende, ausgedehnte, sumpfige Bereiche erhält die Quelle den Charakter einer Helo-Rheokrene. Die ganzjährig schüttende Quelle wird aus dem Basalt der Morsbergkuppe gespeist, jedoch ist der Quellaustritt durch den aufgelagerten periglazialen Solifluktionsschutt hangabwärts verschoben. Der erneute Quellaustritt wird von einem Erlen-Eschen-Bestand umgeben. Vorflutfolge des Quellbachs: Taft/Ulster/Werra/Weser. Die Sohle von Quelle und Quellbach besteht überwiegend aus Sand und Lehm, dazu kommt Basaltschutt von Kies- bis Blockgröße. Größere Basaltblöcke sowie das reichlich vorhandene Totholz sind von Moosen bewachsen. Im Herbst werden große Mengen von Fallaub eingetragen, das bis zum Ende des Frühjahrs zum Großteil abgebaut bzw. fortgespült ist.

Auch der Austritt von Quelle H ist durch Basaltblöcke eingefaßt, jedoch ist die halbrund angelegte Einfassung kaum mehr zu erkennen. Andeutungsweise ist eine Quellmulde ausgeprägt, die das Wasser mit geringer Geschwindigkeit durchfließt. Anschließend sammelt es sich in einem schmalen Gerinne, das ein kleinräumiges, terrassenartiges Mosaik von ruhigeren und schnell strömenden Bereichen bildet. Vorflutfolge des Quellbachs: Röderbach/Grüsselbach/Taft/Ulster/Werra/Weser. Quelle H entspricht dem Bild einer kleinen, perennierenden Rheokrene der Mittelgebirge. Eine quelltypische Begleitflora ist nicht ausgebildet. Als Schichtquelle markiert sie den Rand des im Kuppenbereich anstehenden Basalts. Die Gewässersohle von Quelle H wird hauptsächlich durch Basaltschutt unterschiedlicher Fraktion gebildet. Größere, moosbewachsene Basaltblöcke finden sich nur vereinzelt. Auch der Totholzanteil ist im Vergleich zur Quelle am Morsberg deutlich geringer. Im Bereich der Quellmulde liegt ganzjährig Buchen-Fallaub.

3 Material und Methodik

3.1 Abiotik

Chemische und physikalische Meßgrößen wurden an beiden Quellen vor Ort bzw. im Labor gemessen. Regelmäßig in Verbindung mit der Entleerung der Emergenzfallen wurden Luft- und Wassertemperatur auf Minimum-Maximum-Thermometern abgelesen und die Schüttung der Quellen geschätzt. In etwa sechswöchigen Intervallen wurden Wasserproben zur Laboranalyse entnommen, pH-Wert, Leitfähigkeit, Wassertemperatur, Sauerstoffgehalt und -sättigung mittels Elektroden gemessen und die Fließgeschwindigkeit unter den Fallen bestimmt (Uraninmethode). Nach Abbau der Emergenzfallen wurde das Substratgefüge unter den Fallen beschrieben.

3.2 Makrozoobenthos und Emergenz

Die biologischen Untersuchungen erstreckten sich von Anfang April bis Ende Dezember 1995. Am 02.04. und 02.09.1995 wurde auf einer Strecke von etwa 10 m ab Quellaustritt das Makrozoobenthos qualitativ erhoben. An beiden Quellen wurde am 13.04.1995 jeweils eine mit Gaze bespannte Emergenzfalle (Grundfläche 1,5 m x 2,0 m) aufgestellt, die bis Ende Dezember wöchentlich geleert wurde. Als Fangflüssigkeit diente 70 % Spiritus, dem im Sommer etwas Glyzerin beigemischt wurde. Das erbeutete Tiermaterial wurde sortiert, bestimmt, ausgezählt und in 70 % Ethanol mit 1 % Glyzerin konserviert.

Die Larven der Plecoptera wurden nach ILLIES (1955) und HYNES (1977), die der Trichoptera nach WALLACE & al. (1990), WALLACE & WALLACE (1985) und EDINGTON & HILDREW (1981) bestimmt. Die Imagines der Ephemeroptera wurden nach STUDEMANN & al. (1992) und ELLIOTT &

©Erik Mauch Verlag, Dinkelscherben, Deutschland, Download unter www.biologiezentrum.at

HUMPESCH (1983), die der Plecoptera nach ILLIES (1955) und HYNES (1977) und die der Trichoptera nach TOBIAS & TOBIAS (1981), MACAN (1973) und MALICKY (1983) bestimmt. Desweiteren wurden die Imagines verschiedener Diptera-Familien bearbeitet (STERNBERG 1997, STERNBERG 1998).

Es wurden folgende statistische Indizes berechnet: Diversität, Eveness, Sörensen-Quotient, Jaccard-Zahl, Renkonen-Zahl und Ähnlichkeitsindex nach Wainstein.

4 Ergebnisse

4.1 Ablotik

Die Ergebnisse der chemischen und physikalischen Untersuchungen werden in Tabelle 1 zusammengefaßt. Beide Quellen führen weiches bis mittelhartes Basaltwasser mit mittlerer elektrischer Leitfähigkeit, sind zirkumneutral, gut mit Sauerstoff versorgt und nicht anthropogen belastet. An Quelle M lagen Fließgeschwindigkeit und Schüttung stets höher als an Quelle H. Quelle M zeigte sowohl eine höhere mittlere Wochen- als auch eine höhere Jahrestemperatur-Amplitude. Ab Mitte Mai bis Ende Oktober lag die Maximumtemperatur an Quelle H durchgängig unter der Minimumtemperatur an Quelle M, nur Anfang Mai wurde an Quelle H eine höhere Maximaltemperatur gemessen. Während der Wintermonate wies Quelle M etwas niedrigere Temperaturminima auf als Quelle H.

Tab 1: Chemische und physikalische Meßwerte der Quellen M und H

Laboranalyse (6 Messungen)	Quelle M	Quelle H
Kalium (mg/l)	1,7-2,3	0,94-1,3
Natrium (mg/l)	8,2-15	7,4-9,4
Calcium (mg/l)	23-41	29-36
Magnesium (mg/l)	14,7-19	8,9-11
Chlorid (mg/l)	8,9-14	7,1-11
Sulfat (mg/l)	41-73,2	36-52,1
Bicarbonat (mg/l)	85-146,4	64-98
Gesamt-Härte (°DH)	7,6-9,4	6-7,6
Carbonathärte (°DH)	3,9-6,7	2,9-4,5
Orthophosphat-P (mg/l)	< 0,02-0,06	0,03-0,1
Ammoniumstickstoff (mg/l)	< 0,1	< 0,1
Nitratstickstoff (mg/l)	1,4 - 1,9	1,7 - 2,5
Nitritstickstoff (mg/l)	< 0,1	< 0,05
Freilandmessungen (6 Messungen)		
pH	7,0-7,3	6,6-7,2
elektr. Leitfähigkeit (µS/cm)	307-379	228-270
Sauerstoff (mg/l)	9,1-10,3	10,1-11,3
Sauerstoff (% Sätt.)	80-93	90-98
Fließgeschwindigkeit (m/s)	0,056-0,1	0,012-0,019
Wassertemperatur (°C) (35 Messungen)	5,0-13,0	5,5-10,0
Lufttemperatur (°C) (35 Messungen)	-17-27	-13-26
Schüttung, geschätzt (l/s) (35 Messungen)	0,5-2,0	0,1-0,5

©Erik Mauch Verlag, Dinkelscherben, Deutschland; Download unter www.biologiezentrum.at

Tab 2: Ergebnisse Makrozoobenthos (Anzahl Individuen, Sammelzeit 2x10 Minuten)

Taxon	Quelle M	Quelle H
Crenobia alpina (DANA)		9
Dugesia gonocephala (DUGÈS)	2	
Oligochaeta	15	44
Pisidium spec.	58	7
Bythinella compressa (v. FRAUENFELD)		1980
Gammarus fossarum KOCH	248	5
Niphargus spec.		21
Helodes spec.	1	2
Ceratopogonidae	11	1
Chironomidae	647	90
Dixa spec.	3	6
Empididae	3	
Limoniidae	13	5
Dicranota spec.	6	11
Pedicia spec.	1	1
Tipula spec.	3	1
Psychodidae	58	6
Ptychoptera spec.	5	
Simuliidae		4
Syrphidae	1	
Thaumalea spec.	4	7
Nemoura spec.	53	
Nemurella pictetii KLAPÁLEK	20	
Protonemura spec.	52	18
Leuctra spec.		6
Agapetus fuscipes CURTIS	4	
Silo nigricornis (PICTET)	4	
Crunoecia irrorata (CURTIS)	5	131
Adicella filicornis (PICTET)	1	1
Potamophylax spec.	26	
Wormaldia occipitalis (PICTET)	9	1
Plectrocnemia spec.	15	4
Sericostoma spec.	31	19

©Erik Mauch Verlag, Dinkelscherben, Deutschland, Download unter www.biologiezentrum.at

4.2 Makrozoobenthos

Die Ergebnisse der Benthosaufsammlungen werden in Tabelle 2 dargestellt. Bemerkenswert ist das massenhafte Vorkommen der endemischen *Bythinella compressa* in Quelle H. Sie tritt nur in Rhön und Vogelsberg auf. Die Mollusca an Quelle M waren ausschließlich durch die Gattung *Pisidium* vertreten. In den Benthosproben an Quelle H fanden sich Pisidien in wesentlich geringerer Zahl. Neben *Bythinella compressa* konnten die krenobionte *Crenobia alpina* und Vertreter der stygobionten Gattung *Niphargus* ausschließlich an Quelle H nachgewiesen werden. An Quelle M traten stattdessen *Dugesia gonocephala* und *Gammarus fossarum* auf, die beide zu den krenophil-rhithrobionten Arten gerechnet werden. *Gammarus fossarum* konnte in wenigen Exemplaren auch an Quelle H gefangen werden.

4.3 Emergenz

Insgesamt wurden während der Fangperiode 40.823 Insektenimagines aus 4 Ordnungen erbeutet. Dominierend waren die Diptera mit 90,8 %, gefolgt von den Trichoptera mit 6,2 % und den Plecoptera mit 2,9 %. Die Ephemeroptera traten nur in wenigen Individuen an Quelle M auf (0,1 %). An Quelle H fehlten sie. Tabelle 3 listet die nachgewiesenen Ephemeroptera-, Plecoptera- und Trichoptera-Arten auf.

Tab 3: Ergebnisse der Emergenzuntersuchung: Anzahl der gefangenen Individuen an Quelle M und H, Emergenzperiode (a = Anfang, e = Ende, m = Mitte, röm. Zahlen = Monate), Ökologische Werte-Zahl (ÖWZ nach FISCHER 1996) und Rote-Liste von Hessen (1998)

	Quelle M	Quelle H	Emergenz-periode	ÖWZ	Rote-Liste
Ernodes articularis (PICTET 1834)	1	3	eVI-mVII	16	3 (gefährdet)
Agapetus fuscipes CURTIS 1834	58	27	mV-eX	4	
Silo nigricornis (PICTET 1834)	33		mV-mVIII	4	3 (gefährdet)
Hydropsyche spec.	1		mVII-mVIII		
Crunoecia irrorata (CURTIS 1834)	382	980	mV-mX	16	
Adicella filicornis (PICTET 1834)	278	326	mV-eVIII	16	3 (gefährdet)
Enoicyla pusilla (BURMEISTER 1839)		1	X	2	
Limniphilus sparsus CURTIS 1834	3		eVIII-mIX	4	
Micropterna lateralis (STEPHENS 1837)	4	2	aVI-mVII	8	
Micropterna sequax MCLACHLAN 1875		1	eVII	4	
Potamophylax nigricornis (PICTET 1834)	19		mV-mVII	8	
Stenophylax vibex (CURTIS 1834)		6	eV-mVI	8	3 (gefährdet)
Wormaldia occipitalis (PICTET 1834)	141	29	aV-aXI	8	
Plectrocnemia brevis MCLACHLAN 1871	23	56	aVI-mX	8	2 (stark gef.)

©Erik Mauch Verlag, Dinkelscherben, Deutschland, Download unter www.biologiezentrum.at

	Quelle M	Quelle H	Emergenz-periode	ÖWZ	Rote-Liste
Plectrocnemia conspersa (CURTIS 1834)	40	12	mVI-mX	2	
Sericostoma personatum (KIRBY & SP. 1826)	85	21	mV-aIX	8	
Leuctra digitata KEMPNY 1899	1		eIX		
Leuctra nigra (OLIVIER 1811)		42	aV-mVIII	8	
Nemoura cambrica (STEPHENS 1836)	1		eV	4	
Nemoura marginata PICTET 1835	232		mIV-mVIII	8	
Nemurella pictetii KLAPÁLEK 1900	323		mIV-aX	8	
Protonemura auberti ILLIES 1954	256	342	mIV-mXI	8	
Baetis muticus (LINNAEUS)	31		mV-eVII	4	
Heptageniidae	1		aVIII		

4.3.1 Trichoptera

Von den 2.532 Trichoptera-Imagines wurden 1.068 an Quelle M, 1.464 an Quelle H gefangen. An Quelle M verteilten sie sich auf 13 Arten aus 10 Familien, an Quelle H auf 12 Arten aus 8 Familien. Von den insgesamt 16 Arten kamen 9 an beiden Quellen vor. Die Artenzahl stieg von 8 im Mai auf ein Maximum von 13 Arten im Juli und sank dann kontinuierlich ab, bis im November nur noch *Wormaldia occipitalis* in der Emergenz auftrat. Die ersten Köcherfliegen schlüpften Anfang Mai, die letzten Anfang November (Abb. 1).

Dominante Art war an beiden Quellen die krenobionte, und häufige *Crunoecia irrorata*, gefolgt von der selteneren *Adicella filicornis*. An Quelle H stellten sie zusammen fast 90 % der gesamten Trichopterenemergenz, an Quelle M noch 62 %. Beide Arten, sowie auch der nur in wenigen Exemplaren gefangene, seltene *Ernodes articularis*, besiedeln vorwiegend die nur eben noch vom Wasser benetzten Bereiche und können als "leicht wasserscheu" bezeichnet werden (LAUKÖTTER 1993). Den Larven und Puppen von *Ernodes articularis* fehlen in Anpassung an die hygropetrisch/semiterrestrische Lebensweise Kiemen und Seitenlinie, die Schwimmhaare an den Beinen der Puppen sind reduziert. Geringe Körpergröße und der Sauerstoffreichtum ihres Habitats ermöglichen die ausschließliche Luftaufnahme per Hautatmung (FISCHER 1993).

Bei den Larven von *Crunoecia irrorata* sind zwar noch Kiemen vorhanden, die Seitenlinie jedoch ist reduziert. Ihre Puppen sind kiemenlos, Seitenlinie und Schwimmhaare sind reduziert (FISCHER 1993). Auffällig ist, daß *Adicella filicornis* in den Benthosproben nur in zwei Exemplaren (02.09.1995) nachgewiesen werden konnte, obwohl sie in der Emergenz häufig auftrat. Gathmann (1994) fand sie in Benthosproben weder an Quelle M, noch an Quelle H. Vermutlich halten sich ihre Larven/Puppen so weit im Randbereich der Quellen auf, daß sie bei Benthosbeprobungen nur selten erfaßt werden.

©Erik Mauch Verlag, Dinkelscherben, Deutschland, Download unter www.biologiezentrum.at

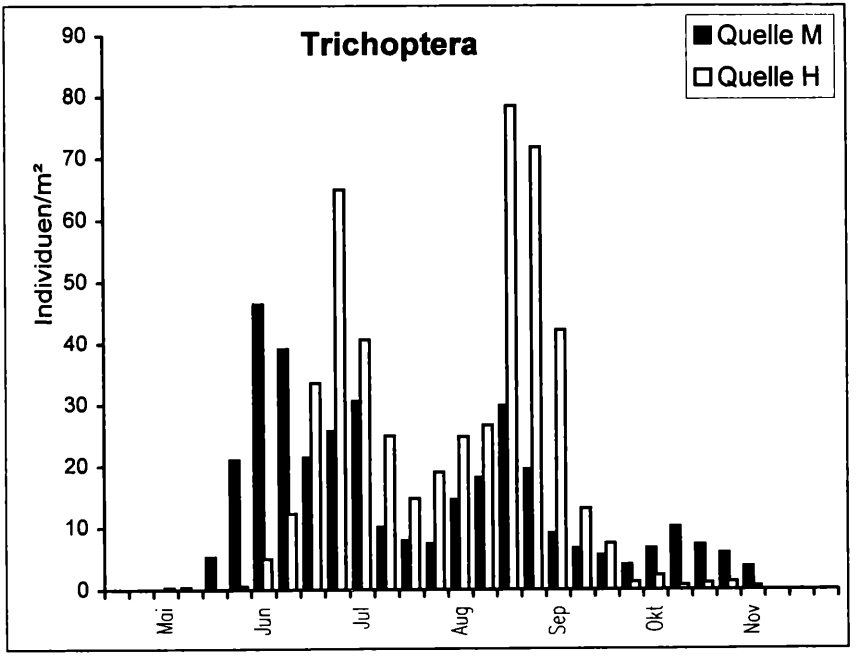

Abb. 1: Emergenz der Trichoptera

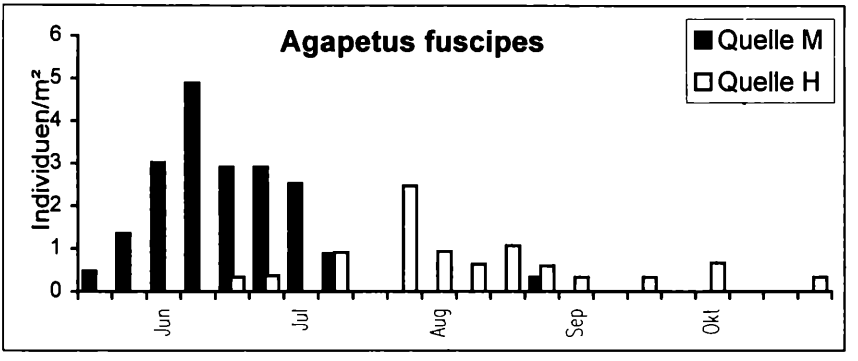

Abb. 3: Emergenz von *Agapetus fuscipes*

Betrachtet man die Emergenzkurven von *Agapetus fuscipes*, *Sericostoma personatum* und *Adicella filicornis* (Abb. 3-5), so fällt auf, daß diese Arten an Quelle M früher schlüpften und wesentlich eher ihre maximale Schlupfzahln erreichten. Für *Crunoecia irrorata* trifft dies auf das kleinere Frühsommermaximum ebenfalls zu (Abb. 6). Bei den köcherlosen, Arten *Plectrocnemia brevis*, *Plectrocnemia conspersa* und *Wormaldia occipitalis* konnte der beschriebene Trend nicht beobachtet werden (Abb. 7-9).

©Erik Mauch Verlag, Dinkelscherben, Deutschland, Download unter www.biologiezentrum.at

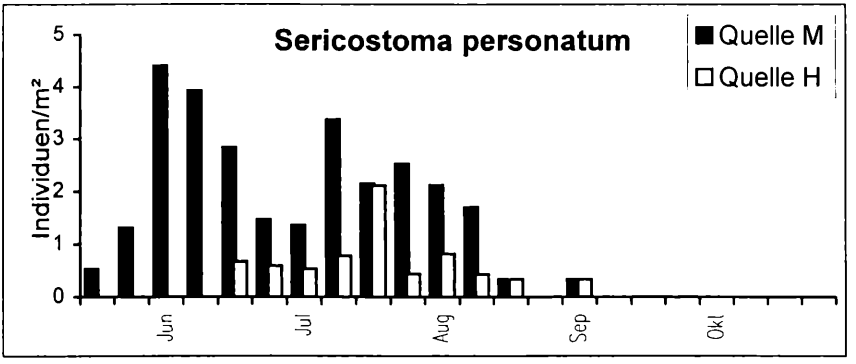

Abb. 4: Emergenz von *Sericostoma personatum*

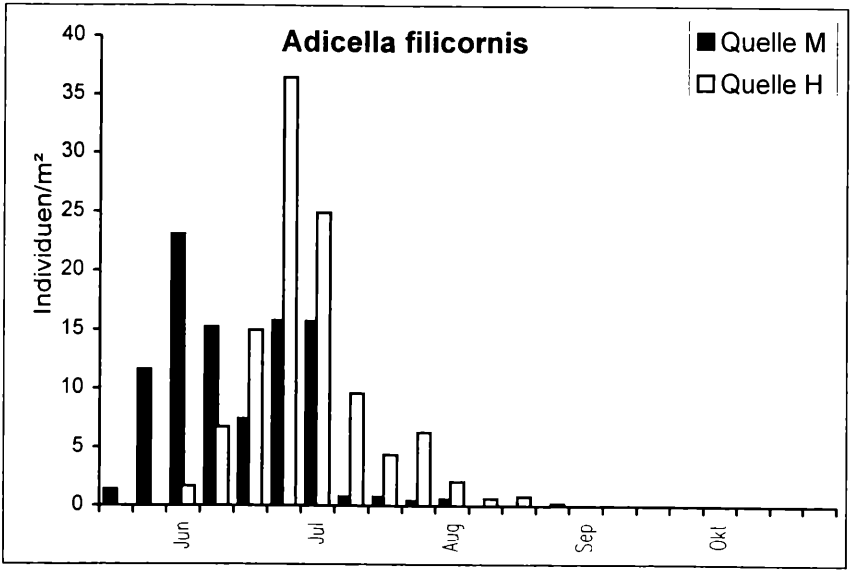

Abb. 5: Emergenz von *Adicella filicornis*

Bemerkenswert ist das Vorkommen der seltenen *Plectrocnemia brevis* in beiden Quellen. Sie ist bisher aus Nordhessen (HAASE 1994) und dem Spessart (MÜLLER 1986) bekannt. Die Schlupfzeiträume beider *Plectrocnemia*-Arten waren fast identisch, bei *Plectrocnemia brevis* waren 50 % der Imagines allerdings schon bis Anfang Juli, bei *Plectrocnemia conspersa* erst bis Anfang August geschlüpft (Abb. 10).

Arten, die in höherer Abundanz (>5 Individuen/m²) ausschließlich an Quelle M auftraten, waren *Silo nigricornis* und *Potamophylax nigricornis* (Abb. 11).

©Erik Mauch Verlag, Dinkelscherben, Deutschland, Download unter www.biologiezentrum.at

Bei beiden handelt es sich nicht um typische Krenobionten. *Potamophylax nigricornis* wird nach FISCHER (1996) als krenophil mit Verbreitungsschwerpunkt im Quellbach eingestuft (rheophile Quellbachfauna). *Silo nigricornis* tritt als krenophil-rhithrobionte Art regelmäßig im Krenal auf, hat seinen Verbreitungsschwerpunkt aber im Rhithral. Bei Benthosuntersuchungen an 19 Quellen in der Hohen Rhön und Kuppenrhön konnte GATHMANN (1994) *Silo nigricornis* lediglich an Quelle M nachweisen.

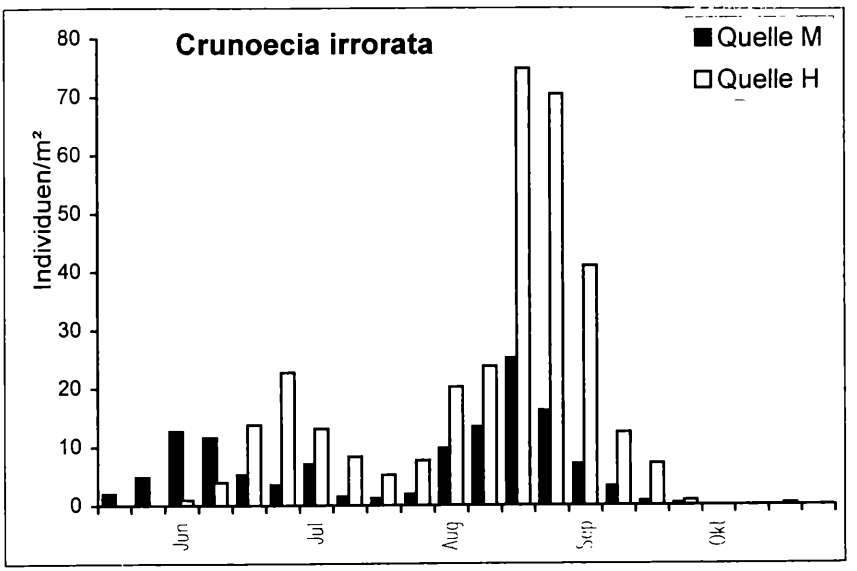

Abb. 6: Emergenz von *Crunoecia irrorata*

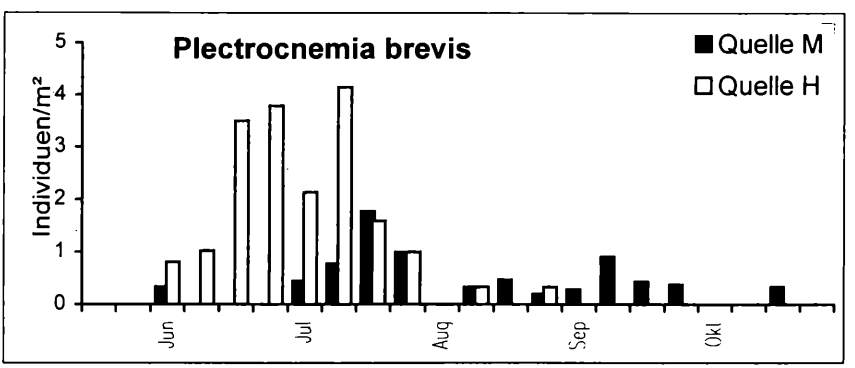

Abb. 7: Emergenz von *Plectrocnemia brevis*

©Erik Mauch Verlag, Dinkelscherben, Deutschland, Download unter www.biologiezentrum.at

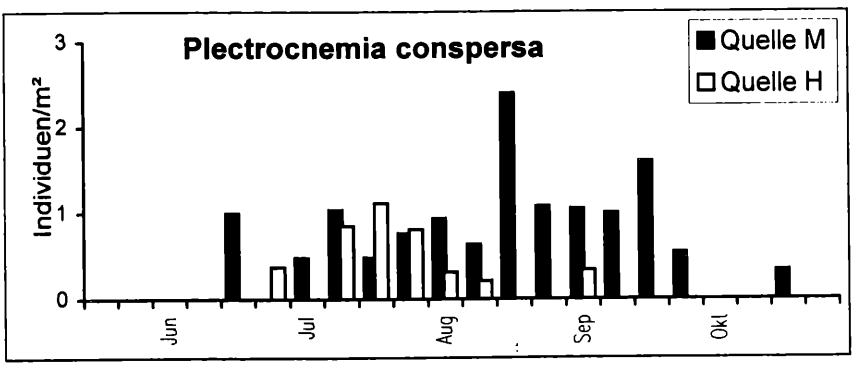

Abb. 8: Emergenz von *Plectrocnemia conspersa*

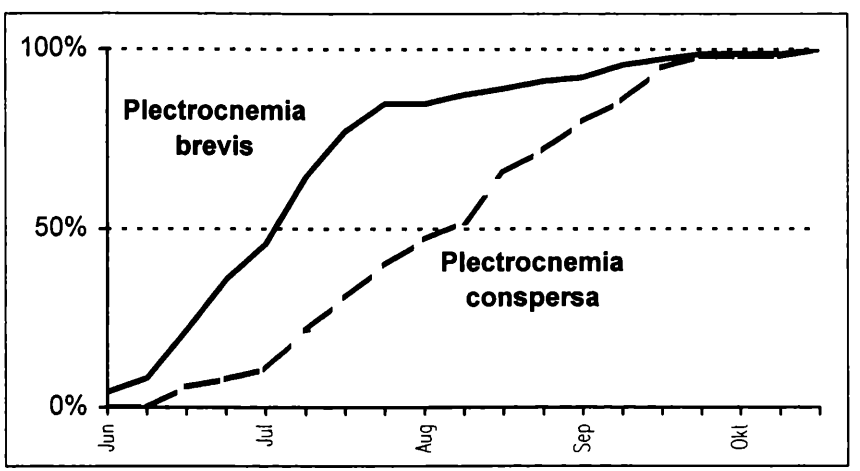

Abb. 9: Emergenz-Summen von *Plectrocnemia conspersa* und *Plectrocnemia brevis*

Arten, die ausschließlich an Quelle H auftraten, konnten nur in geringer Individuenzahl gefangen werden; auch hierunter befanden sich keine Krenobiontn. Die terrestrisch-hygrophile *Enoicyla pusilla* war an Quelle H zwischen Mitte-Mai und Anfang Juli mit 17 Larven im Fanggefäß zu finden. Weder Larven noch Puppen besitzen Kiemen oder Seitenlinien, und auch die Schwimmhaare an den Beinen der Puppen sind in Anpassung an die terrestrische Lebensweise vollständig zurückgebildet (FISCHER 1993). Im Oktober konnte eine weibliche Imago mit reduzierten Flügeln nachgewiesen werden.

Von *Agapetus fuscipes* wurden die Länge der Vorderflügel gemessen und die Eizahl der Weibchen bestimmt. Der Vergleich der Mittelwerte beider Quellen ergab, daß sowohl Männchen als auch Weibchen an Quelle H kleiner waren (Abb. 12). Geringere Flügellänge korrelierte gut mit geringerer Eizahl (Abb.

©Erik Mauch Verlag, Dinkelscherben, Deutschland, Download unter www.biologiezentrum.at

13, Weibchen mit einer Eizahl von 0 haben ihre Eier schon abgelegt, bevor sie in der Fangflüssigkeit fixiert wurden). Die Lebensbedingungen an Quelle M scheinen für *Agapetus fuscipes* deutlich besser zu sein als an Quelle H.

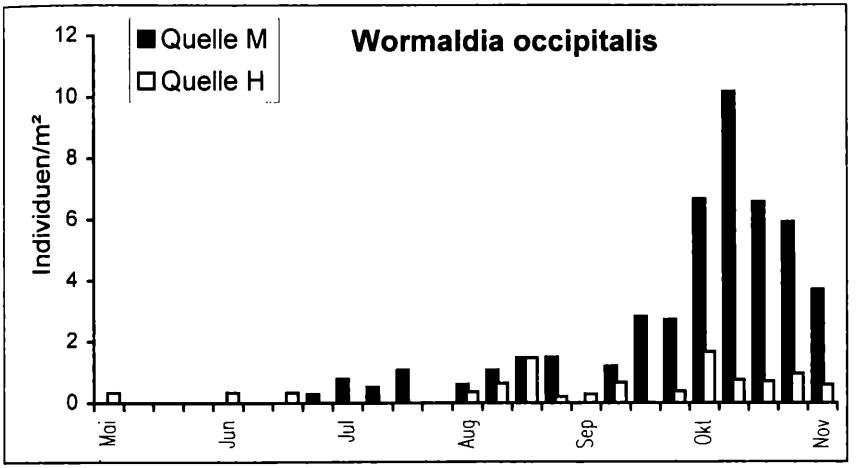

Abb. 10: Emergenz von *Wormaldia occipitalis*

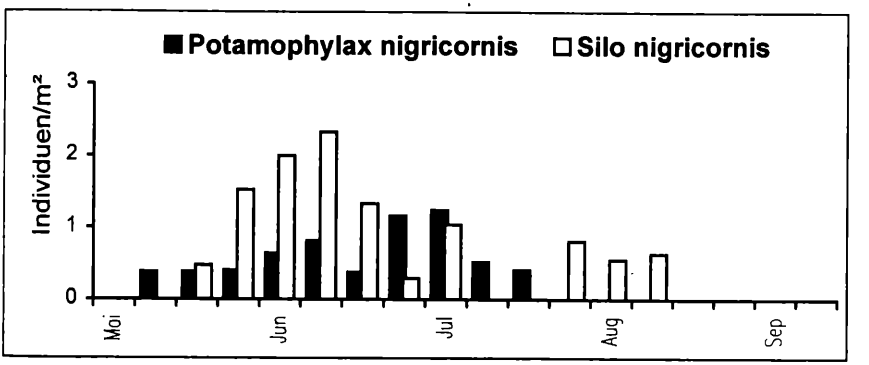

Abb. 11: Emergenz von *Potamophylax nigricornis* und *Silo nigricornis*

©Erik Mauch Verlag, Dinkelscherben, Deutschland Download unter www.biologiezentrum.at

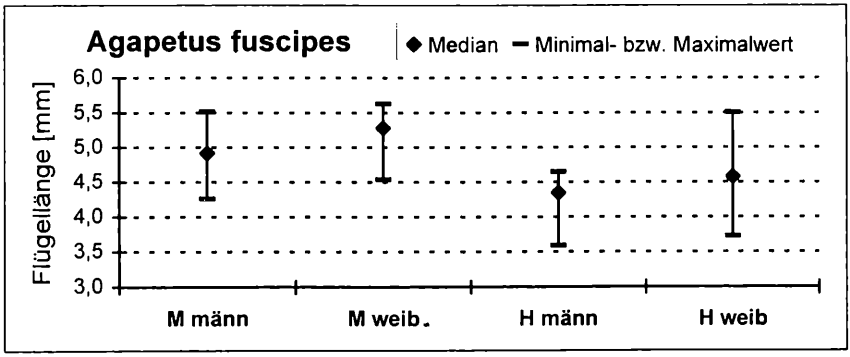

Abb. 12: Flügellänge von *Agapetus fuscipes*

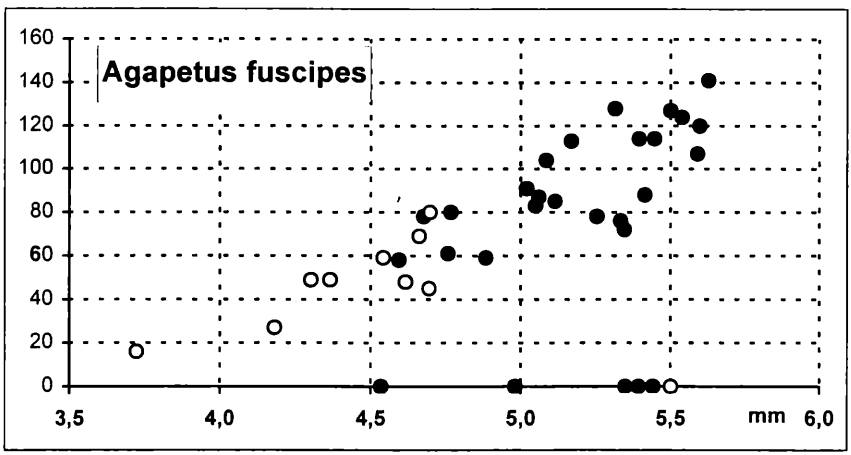

Abb. 13: Anzahl Eier in Bezug zur Flügellänge bei den Weibchen von *Agapetus fuscipes*

©Erik Mauch Verlag, Dinkelscherben, Deutschland, Download unter www.biologiezentrum.at

4.3.2 Plecoptera

Mit insgesamt 1.197 Individuen waren die Steinfliegen in der Emergenz vertreten. Dabei lagen die Schlupfzahlen an Quelle M mit 813 Individuen gut doppelt so hoch wie an Quelle H (384 Individuen). Die insgesamt sechs Plecoptera-Arten gehörten ausschließlich zu den Familien Nemouridae und Leuctridae. An Quelle M konnten fünf Arten, an Quelle H nur zwei Arten nachgewiesen werden. Beiden Quellen gemeinsam war nur *Protonemura auberti*. Die Artenzahl stieg von 3 im April auf ein Maximum von 5 Arten im Mai. Die Sommermonate wiesen durchgängig 4 Arten auf. Ab September sank die Artenzahl kontinuierlich ab, bis im November nur noch *Protonemura auberti* in der Emergenz auftrat. Die ersten Plecoptera schlüpften gleich nach Aufstellen der Emergenzfallen Mitte April, die letzten Mitte November (Abb. 2). Wie auch bei den Trichoptera kam es an Quelle M wesentlich früher zur Ausbildung eines Maximums im Emergenzverlauf.

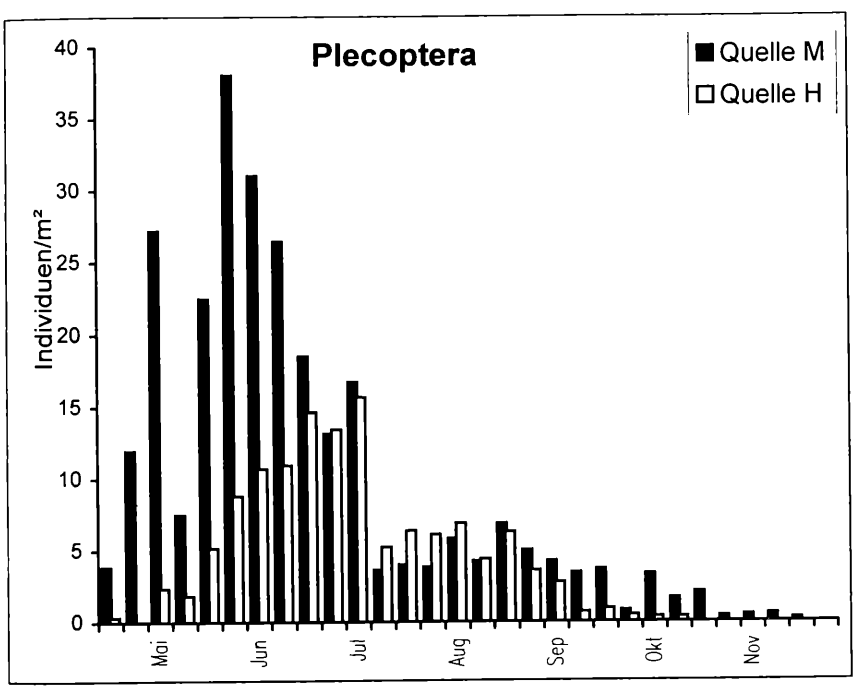

Abb. 2: Emergenz der Plecoptera

Für *Nemurella pictetii* zeigten WOLF & ZWICK (1989) die Potenz, unter sehr günstigen Temperaturbedingungen im Jahr zwei oder sogar drei Generationen hervorzubringen. Die Schlupfkurve von *Nemurella pictetii* an Quelle M deutet hier

©Erik Mauch Verlag, Dinkelscherben, Deutschland, Download unter www.biologiezentrum.at

einen bimodalen Verlauf an, das zweite Maximum im August ist nur schwach ausgeprägt (Abb. 14). *Nemoura marginata* zeigt eine ähnliche Phänologie, jedoch ohne zweites Maximum. *Protonemura auberti* weist nach ZWICK (1977) im deutschen Mittelgebirge einen kleinen Gipfel im Frühjahr, etwa im Mai, dann eine Periode deutlich verringerter Häufigkeit und anschließend einen höheren sommerlichen Gipfel auf. Der hier ermittelte Schlupfverlauf zeigt ein ausgeprägtes Maximum im Frühsommer, ein Absinken der Fangzahlen Mitte Juli und einen leichten Anstieg im August (Abb. 15). *Leuctra digitata* trat als typische Herbstart Ende September auf (Abb. 16).

Unter den Plecoptera finden sich nach der Klassifikation von FISCHER (1996) keine ausgesprochen krenobionten Arten, jedoch werden einige Arten als krenophil eingestuft. Alle hier in mehreren Exemplaren nachgewiesenen Arten zählen zu dieser Gruppe. Die gute Wasserqualität der Quellen, der Sauerstoffreichtum und der hohe Gehalt an allochthonem organischen Material bieten diesen detritivoren Arten gute Entwicklungsmöglichkeiten. Bemerkenswert ist, daß nur *Protonemura auberti* an beiden Quellen nachgewiesen werden konnte. Für die anderen Nemouridae scheinen die Lebensbedingungen an Quelle H ungünstig zu sein. Dies stimmt gut mit den Beobachtungen von LASAR (1987) überein, der *Nemurella pictetii* für Fallaubquellen als selten angibt.

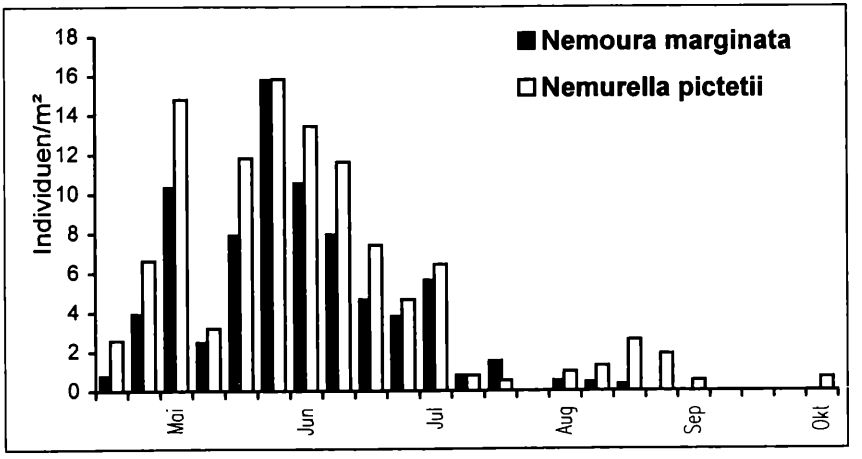

Abb. 14: Emergenz von *Nemurella pictetii* und *Nemoura marginata*

Für *Nemoura marginata* stellte GATHMANN (1994) eine deutliche Bevorzugung eines Quellhabitats mit flachgründigen Feindetritusbänken gegenüber einer Quelle mit tiefgründigen Fallaubpackungen fest. Dieser Befund kann hier bestätigt werden. Das ausschließliche Vorkommen von *Leuctra nigra* (Abb. 16) an

©Erik Mauch Verlag, Dinkelscherben, Deutschland, Download unter www.biologiezentrum.at

Quelle H bestätigt die Präferenz dieser Art für schwach durchströmte bis unbewegte Quellwässer (LASAR 1987) mit steinigem Untergrund (ILLIES 1955).

GATHMANN (1994) fand bei seinen Emergenz-Untersuchungen an Quellen in der Rhön ein breiteres Spektrum an Plecoptera. Er konnte 13 Arten aus 5 Familien nachweisen. *Nemoura marginata* war die zweithäufigste, gefolgt von *Protonemura auberti* und *Leuctra nigra*. *Nemoura cambrica* und *Nemurella pictetii* traten in wenigen Exemplaren auf.

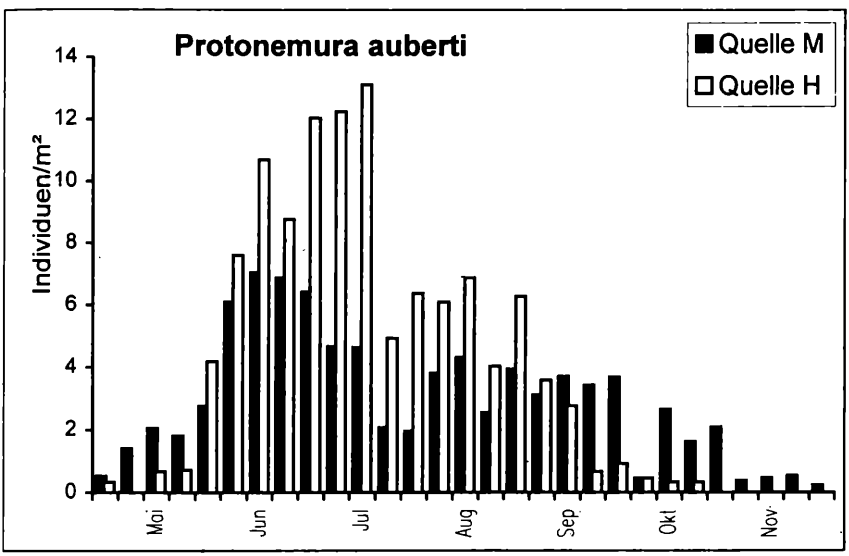

Abb. 15: Emergenz von *Protonemura auberti*

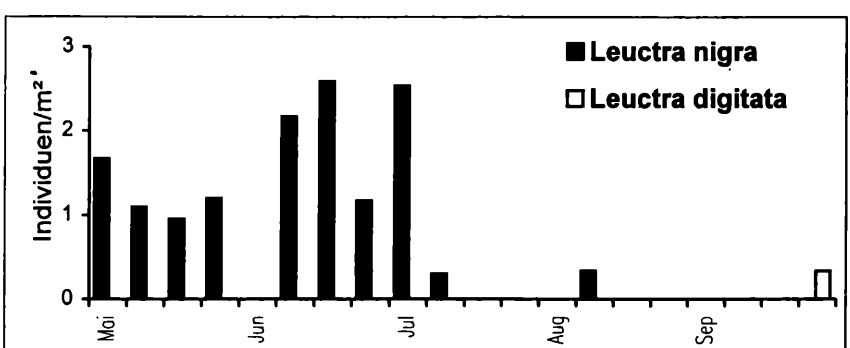

Abb. 16: Emergenz von *Leuctra nigra* und *Leuctra digitata*

©Erik Mauch Verlag, Dinkelscherben, Deutschland, Download unter www.biologiezentrum.at

4.3.3 Ephemeroptera

Eintagsfliegen traten an Quelle M mit 32 Exemplaren aus zwei Arten auf, *Baetis muticus* (31) und eine nicht weiter bestimmbare Heptageniidae-Art. An Quelle H fehlten die Ephemeroptera vollständig.

Der verschwindend geringe Anteil an Eintagsfliegen ist charakteristisch für Waldquellbiotope. Aus thermischen und trophischen Gründen stellen stark beschattete Quellen Extremstandorte für Ephemeroptera dar (FISCHER 1994). Ausgesprochen krenobionte Arten gibt es unter den Eintagsfliegen nicht. FISCHER (1996) stuft lediglich den seltenen *Ecdyonurus subalpinus* KLAPALEK 1907 und die *Ecdyonurus helveticus*-Gruppe als krenophil ein. *Baetis muticus* zählt zu den krenophil-rhithrobionten Arten mit hohen Ansprüchen an die Wasserqualität. Sie schlüpfte ab der zweiten Maihälfte bis Anfang Juli, ein letztes Exemplar trat Ende Juli auf (Abb. 15). Bei dem Einzelfang eines nicht weiter bestimmbaren Weibchens aus der Familie Heptageniidae Anfang August handelt es sich vermutlich um *Electrogena ujhelyii* SOWA 1981, die von GATHMANN (1994) bei einer Benthosbeprobung an Quelle M nachgewiesen werden konnte. Ihr Verbreitungsschwerpunkt liegt, wie der von *Baetis muticus*, im Rhithral, sie stößt von dort jedoch häufig ins Krenal vor (FISCHER 1996).

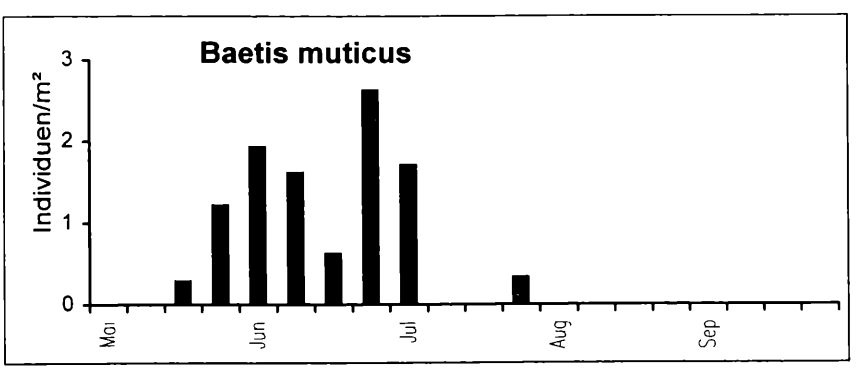

Abb. 17: Emergenz von *Baetis muticus*

5 Diskussion

Beide untersuchten Quellen beherbergen eine als naturnah und quelltypisch für die Region der Mittelgebirge einzustufende Insektenfauna. Die Dominanz der Diptera und die annähernde Bedeutungslosigkeit der Ephemeroptera wurden auch in anderen Untersuchungen festgestellt (u.a. THIENEMANN 1926, GÜMBEL 1976, CASPERS 1980, THOMES 1993, GATHMANN 1994, FISCHER & SCHNABEL 1995). Unterschiedlich kann das prozentuale Verhältnis von Trichoptera zu Plecoptera ausfallen, hier und an der Breitenbachquelle (GÜMBEL 1976) mit einem

©Erik Mauch Verlag, Dinkelscherben, Deutschland, Download unter www.biologiezentrum.at

höheren Anteil an Köcherfliegen, bei anderen Untersuchungen mit einem höheren Anteil an Steinfliegen (u.a. CASPERS 1980, GATHMANN 1994, FISCHER & SCHNABEL 1995). Unter den Trichoptera dominieren krenobionte, unter den Plecoptera krenophile Arten.

Die untersuchten Quellen M und H zeigten sowohl Gemeinsamkeiten als auch Unterschiede in der Zusammensetzung der Emergenz. Für die Trichoptera ergaben sich hierbei wesentlich größere Ähnlichkeiten als für die Plecoptera. Die neun an beiden Quellen vorkommenden Trichoptera stellten den überwiegenden Teil der gefangenen Imagines, an Quelle M 94,7 %, an Quelle H 99,5 %. Die nicht gemeinsamen Arten waren nur von untergeordneter Bedeutung. Bei den Plecoptera fanden sich dagegen auch nicht gemeinsame Arten in hoher Abundanz. Die einzige gemeinsame Art, *Protonemura auberti*, stellte an Quelle M nur 31,5 % der erbeuteten Plecoptera-Imagines, an Quelle H 89,1 %.

Identisch waren die Quellen in ihren krenobionten Arten. An Quelle H stellten die drei Quellspezialisten *Crunoecia irrorata*, *Adicella filicornis* und *Ernodes articularis* jedoch einen wesentlich höheren Anteil der Emergenz als an Quelle M (Abb. 18). Der Schwerpunkt der Emergenz von Quelle M lag bei den krenophilen Spezies. Auch der Individuenanteil der krenophil-rhithrobionten und der rhithrobionten Arten lag dort höher. Mit sechs krenophil-rhithrobionten Arten wies Quelle M dreimal mehr Arten dieser Kategorie auf als Quelle H (Tab. 4).

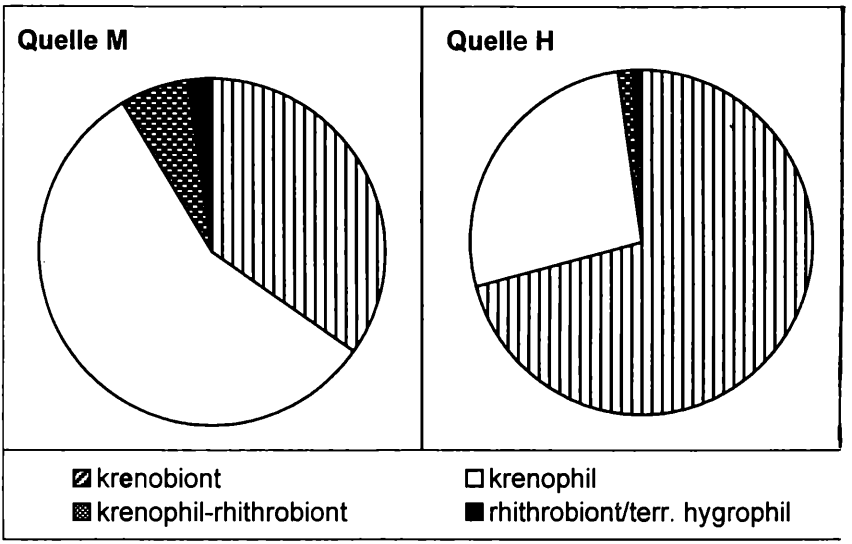

Abb. 18: Quellbindung der Ephemeroptera-, Plecoptera- und Trichoptera-Arten (Individuen-% der Emergenz)

©Erik Mauch Verlag, Dinkelscherben, Deutschland, Download unter www.biologiezentrum.at

Diversität und Eveness weisen an Quelle M wesentlich höhere Werte auf als an Quelle H (Tab. 5). Dies gilt sowohl für die Trichoptera als auch für die Plecoptera. Die geprüften Ähnlichkeitsindizes (Sörensen-Quotient, Jaccard-Zahl, Renkonen-Zahl und Ähnlichkeitsindex Kw nach Wainstein) sind für die Trichoptera relativ hoch. Neben der großen Zahl an gemeinsamen Arten ergibt sich dies aus der Dominanz von *Crunoecia irrorata* an beiden Standorten sowie der Übereinstimmung auch in der zweithäufigsten Art, *Adicella filicornis*. Die Ähnlichkeit der Plecoptera-Zönosen ist dagegen niedrig.

Tab 4: Verteilung der Arten- und Individuenzahlen (in % der Ephemeroptera-, Plecoptera- und Trichoptera-Emergenz) an beiden Quellen auf die ökologischen Werteklassen nach Fischer (1996)

		Quelle M		Quelle H	
Biotopbindung	ÖWZ	Artenzahl	Indiv.-%	Artenzahl	Indiv.-%
krenobiont	16	3	34,6	3	70,8
krenophil	8	8	56,6	7	27,0
krenophil-rhithrobiont	4	6	6,6	2	1,5
rhithrobiont	2	1	2,1	1	0,6
terrestrisch-hygrophil	2	0	0,0	1	0,1

Tab 5: Biozönotische Kenngrößen, bezogen auf die Ephemeroptera-, Plecoptera- und Trichoptera-Besiedlung der Quellen M und H

	Diversität	Eveness	Artzahl	gemeinsame Arten	gemeinsame Arten stellen	Sörensen-Quotient	Jaccard-Zahl	Renkonen-Zahl	Ähnlichkeitsindex
gesamt			24	10		58,8%	42,0	54,0%	22,5
M	2,23	0,74	20		66,3%				
H	1,40	0,53	14		97,3%				
Trichoptera			16	9		72,0%	56,3	66,5%	37,4
M	1,78	0,70	13		94,7%				
H	1,03	0,43	12		99,5%				
Plecoptera			6	1		28,6%	17,0	31,5%	5,3
M	1,10	0,69	5		31,5%				
H	0,35	0,50	2		89,1%				

©Erik Mauch Verlag, Dinkelscherben, Deutschland, Download unter www.biologiezentrum.at

Worin liegen die Ursachen für die Unterschiede in den Zönosen der beiden Quellen? Die Quellwässer sind sich in den untersuchten chemischen Parametern sehr ähnlich. Diese kommen daher kaum als Ursachen für Faunenunterschiede in Frage. Größere Unterschiede ergaben sich hinsichtlich Fließgeschwindigkeit, Abfluß, Wassertemperatur und Substrat. Die physiographischen Verhältnisse an Quelle H entsprechen dem Bild einer kleinen, perennierenden, kaltstenothermen Rheokrene der bewaldeten Mittelgebirgsregion. Sie bietet mit ihren hygropetrischen Bereichen und den ganzjährig vorhandenen Fallaubpackungen gute Lebensbedingungen für Quellspezialisten. Strömungsliebende Arten treten im Quelltopf zurück. Einer erfolgreichen Entwicklung der Ephemeroptera stehen die kaltstenothermen Bedingungen an Quelle H entgegen. Quelle M erreicht fast während der gesamten Vegetationsperiode eine höhere Temperatur, so daß sich dort eine kleine Eintagsfliegenpopulation entwickeln kann. Auch *Dugesia gonocephala* kommt hier vor, die *Crenobia alpina* vertritt. Rasch durchströmte Bereiche bieten Arten mit Verbreitungsschwerpunkt im Quellbach bzw. im Rhithral gute Entwicklungsmöglichkeiten. Das vielfältigere Lebensraumspektrum und die höhere Temperatur an Quelle M bedingen eine höhere Diversität und Eveness. An Quelle H herrschen in der Hauptsache Bedingungen vor, die zwar sehr gute Entwicklungsmöglichkeiten für Quellspezialisten bieten, weniger spezialisierte Arten aber in den Hintergrund treten lassen. Deutlich ist dieser Unterschied zwischen den Quellen im Dominanzstruktur-Diagramm zu sehen (Abb. 19).

Betrachtet man die für einige Arten deutlich späteren Schlupfmaxima an Quelle H, so läßt sich ein Zusammenhang mit den Temperaturunterschieden vermuten. In einer Reihe von Untersuchungen an verschiedenen Plecoptera (u.a. LILLEHAMMER 1987, WOLF & ZWICK 1989, MARTEN 1990, ELLIOTT 1992) und Trichoptera (z.B. ENDERS & WAGNER 1996) konnte ein direkter Zusammenhang zwischen Temperatur und Dauer sowohl der Ei- als auch der Larvalentwicklung gezeigt werden, die um so kürzer ausfiel, je höher die Temperatur war.

Die Benthosaufsammlungen unterstreichen die mit der Emergenzmethode festgestellten Unterschiede zwischen beiden Quellen. Unter den hololimnischen Arten fanden sich an Quelle H zwei Krenobionten: *Bythinella compressa* und *Crenobia alpina*, an Quelle M hingegen keine. Als Vertreter der Grundwasserfauna mit starker Bindung an das Krenon (FISCHER 1996) kam an Quelle H *Niphargus spec.* hinzu.

©Erik Mauch Verlag, Dinkelscherben, Deutschland, Download unter www.biologiezentrum.at

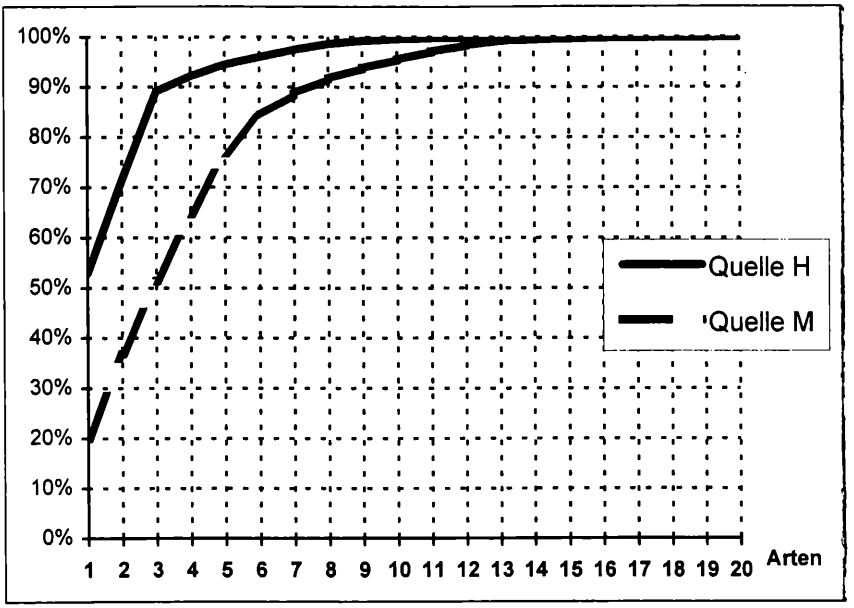

Abb. 19: Dominanzstruktur der Ephemeroptera-, Plecoptera- und Trichoptera-Zönose

Quelle H läßt sich sehr gut der von GAUTERIN (1999) an Waldquellen im Siegerland gefundenen *Crenobia alpina-Bythinella dunkeri*-Zoozönose zuordnen. Alle vier vorgeschlagenen Charaktertaxa treten in mittlerer bis sehr hoher Abundanz auf. Der regionale Charakter wird durch *Bythinella compressa* dokumentiert, die in Rhön und Vogelsberg *Bythinella dunkeri* ersetzt. Quelle M fehlen beide namengebenden Charaktertaxa. Die beiden weiteren vorgeschlagenen Charaktertaxa *Crunoecia irrorata* und *Sericostoma personatum* sind jedoch vertreten, erstere als häufigste Trichoptera-Art in der Emergenz. Ob Quelle M aufgrund des Fehlens von *Crenobia alpina* und *Bythinella compressa* in eine Untergruppe der von Gauterin vorgeschlagenen Quellzönose oder in eine andere, noch zu beschreibende Quellzönose einzugliedern ist, kann hier noch nicht beurteilt werden.

Dank

Mein besonderer Dank gilt Herrn Prof. Dr. R. Wagner vom MPI für Limnologie in Schlitz für die Anregung und Betreuung dieser Untersuchung, den Herren Ehmig und Wolf vom Forstamt Burghaun für ihre praktische Unterstützung, Herrn Boneß und seinen Mitarbeitern von der HLfU Kassel für ihre Unterstützung bei den Laboranalysen der Wasserproben und Dipl.-Biol. J. Wulfhorst für wertvolle Diskussionen und Anregungen.

©Erik Mauch Verlag, Dinkelscherben, Deutschland, Download unter www.biologiezentrum.at

Literatur

CASPERS, N. (1980): Die Emergenz eines kleinen Waldbaches bei Bonn.- Decheniana Beiheft 23, 175 pp., Bonn

EDINGTON, J. M. & A. G. HILDREW (1981): Caseless caddis larvae of the British Isles. A key with ecological notes.- Freshwater Biological Association Scientific Publication No. 43, 92 pp., Ambleside, Cumbria

ELLIOTT, J. M. & U. H. HUMPESCH (1983): A key to the adults of the British ephemeroptera with notes on their ecology.- Freshwater Biological Association Scientific Publication No. 47, 101 pp., Ambleside, Cumbria

ELLIOTT, J. M. (1992): The effect of temperature on egg hatching for three populations of Perlodes microcephala (Pictet) and three populations of Diura bicaudata (Linnaeus) (Plecoptera: Perlodidae).- Entomologist's Gazette 43: 115-123, London

ENDERS, G. & R. WAGNER (1996): Mortality of Apatania fimbriata (Insecta: Trichoptera) during embryonic, larval and adult life stages.- Freshwater Biology 36: 93-104, Oxford

FISCHER, J. (1991): Faunistische und Ökologische Untersuchungen an Waldquellbiotopen im Marburger Raum.- Diplomarbeit am Fachbereich Biologie der Philipps-Universität Marburg, 134 pp. + Anhang (unveröffentlicht)

FISCHER, J. (1993): Hygropetrische Faunenelemente als Bestandteile naturnaher Quellbiotope.- Crunoecia 2: 69-77, Solingen

FISCHER, J. (1994): Zum Vorkommen von Eintagsfliegen (Insecta: Ephemeroptera) in Quellen der deutschen Mittelgebirge.- Crunoecia 3: 49-53, Solingen

FISCHER, J., S. SCHNABEL (1995): Die Besiedlungsstruktur naturnaher Waldquellen am Beispiel der Diptera.- Crunoecia 4: 55-60, Solingen

FISCHER, J. (1996): Bewertungsverfahren zur Quellfauna.- Crunoecia 5: 227-240, Solingen

Gathmann, O. (1994): Faunistische und zoozönologische Untersuchungen an Quellen in der Rhön.- Diplomarbeit am Fachbereich Biologie der Philipps-Universität Marburg (unveröffentlicht)

GAUTERIN, H. (1999): Vorschlag zu einer überregionalen faunistischen Quelltypologie mit einer Beschreibung der Crenobia alpina-Bythinella dunkeri-Zoozönose.- Crunoecia 6: 67-72, Solingen

GÜMBEL, D. (1976): Emergenz-Vergleich zweier Mittelgebirgsquellen 1973.- Archiv für Hydrobiologie, Supplement 50: 1-53, Stuttgart

HAASE, P. (1994): Erstnachweis von Plectrocnemia brevis McLachlan 1871 (Trichoptera: Polycentropodidae) für Hessen.- Lauterbornia 19: 171-172, Dinkelscherben

HYNES, H. B. N. (1977): A key to the adults and nymphs of the British stoneflys (Plecoptera).- Freshwater Biological Association Scientific Publication 17, 92 pp., Ambleside

ILLIES, J. (1955): Steinfliegen oder Plecoptera.- In Dahl, F. (ed.): Die Tierwelt Deutschlands 43, 150 pp., (Gustav Fischer Verlag) Jena

KOHLMANN, E. (1993): Vergleichende ökologische Untersuchungen an exemplarischen Wald- und Wiesenquellen im Hünfelder Raum.- Diplomarbeit am Fachbereich Biologie des Instituts für Pflanzenökologie, Justus-Liebig-Universität Gießen (unveröffentlicht)

LASAR, R. (1987): Physiographie und Biozönotik naturnaher und anthropogen belasteter Quellen im Bergischen Land.- Dissertation, Universität Bonn, 446 pp.

LAUKÖTTER, G. (1993): Crunoecia irrorata - Portrait einer Köcherfliege der Quelle.- Crunoecia 2: 85-88, Solingen

LILLEHAMMER, A. (1987): Intraspecific variation in the biology of eggs and nymphs of Norwegian populations of Leuctra hippopus (Plecoptera).- Journal of Natural History 21: 29-41, London

MACAN, T. T. (1973): A key to the adults of the British trichoptera.- Freshwater Biological Association Scientific Publication No. 28, 151 pp., Ambleside, Cumbria

MALICKY, H. (1983): Atlas of European trichoptera.- Series entomologica 24, 298 pp, (Dr. W. Junk Publishers) The Hague

MARTEN, M. (1990): Interspecific variation in temperature dependence of egg development of five congeneric stonefly species (Protonemura Kempny 1898, Nemouridae, Plecoptera).- Hydrobiologia 199: 157-171, Dordrecht

©Erik Mauch Verlag, Dinkelscherben, Deutschland, Download unter www.biologiezentrum.at

MÜLLER, H. (1986): Limnologische Untersuchung zweier Mittelgebirgsbäche mit unterschiedlichem geologischem Untergrund unter besonderer Berücksichtigung der Trichopteren.- Diplomarbeit Universität Frankfurt (unveröffentlicht)

PLOSS, E. (1992): Faunistisch-ökologische Untersuchungen an der oberen Ulster (Rhön) anhand der Trichopteren-, Plecopteren- und Psychodiden-Emergenz.- Diplomarbeit, Universität Marburg , (unveröffentlicht)

SCHNABEL, S. (1993): Faunistisch-ökologische Untersuchungen an Quellen und Quellbächen im östlichen Rheinischen Schiefergebirge.- Diplomarbeit, Universität Marburg, 127 pp. + Anhang (unveröffentlicht)

STERNBERG, A. (1997): Limnoökologische Untersuchungen an zwei naturnahen Quellbiotopen in der Kuppenrhön bei Rasdorf, Landkreis Fulda (Hessen).- Diplomarbeit am Fachbereich Biologie/Chemie der Universität Gesamthochschule Kassel, 163 pp. + Anhang (unveröffentlicht)

STERNBERG, A. (1998): Die Stelzmücken (Limoniidae und Pediciidae, Diptera) zweier Waldquellbiotope in der Rhön (Hessen) und ihre Phänologie.- Lauterbornia 32: 101-111, Dinkelscherben

STUDEMANN, D., P. LANDOLT, M. SARTORI, D. HEFTI & I. TOMBA (1992): Ephemeroptera.- Insecta Helvetica 9: 1-174, (Schweizerische Entomologische Gesellschaft) Fribourg (deutsche Ausgabe)

THIENEMANN, A. (1926): Hydrobiologische Untersuchungen an kalten Quellen und Bächen der Halbinsel Jasmund auf Rügen.- Archiv für Hydrobiologie 17: 221-336, Stuttgart

THOMES, A. (1993): Faunistisch-ökologische Untersuchungen an Quellen.- Gutachten des Landesamtes für Naturschutz und Landschaftspflege Schleswig-Holstein. 172 pp. + Anhang (unveröffentlicht)

TOBIAS, W. & D. TOBIAS (1981): Trichoptera Germanica. Bestimmungstafeln für die deutschen Köcherfliegen. Teil I: Imagines.- Courier Forschungsinstitut Senckenberg 49: 1-672, Frankfurt a. M.

WALLACE, B. & I. D. WALLACE (1985): A key to the larvae of the genera Micropterna and Stenophylax (Trichoptera: Limnephilidae) in Britain and Ireland.- Entomologist's Gazette 36: 127-133, London

WALLACE, I. D., B. WALLACE, G. N. PHILIPSON (1990): A key to the case-bearing caddis larvae of Britain and Ireland.- Freshwater Biological Association Scientific Publication No. 51, 237 pp., Ambleside, Cumbria

WIDDIG, T. (1998): Rote Liste der Köcherfliegen (Trichoptera) Hessens.- Natur in Hessen, 38 pp., (Hessisches Ministerium des Innern und für Landwirtschaft, Forsten und Naturschutz) Wiesbaden

WIDDIG, T. & T. SCHMIDT (1998): Rote Liste der Steinfliegen (Plecoptera) Hessens.- Natur in Hessen, 24 pp., (Hessisches Ministerium des Innern und für Landwirtschaft, Forsten und Naturschutz) Wiesbaden

WOLF, B. & P. ZWICK (1989): Plurimodal emergence and plurivoltinism of Central European populations of Nemurella pictetii (Plecoptera: Nemouridae).- Oecologia 79: 431-438, Berlin

ZWICK, P. (1977): Plecopteren-Emergenz zweier Lunzer Bäche, 1972-1974.- Archiv für Hydrobiologie 80: 458-505, Stuttgart

Anschrift der Verfasserin: Dipl.-Biol. Andrea Sternberg-Holfeld, Limnologische Fluss-Station der MPG, Damenweg 1, D-36110 Schlitz. e-mail: hholfeld@mpil-schlitz.mpg.de

Manuskripteingang: 2001-06-13

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Lauterbornia

Jahr/Year: 2001

Band/Volume: 2001_41

Autor(en)/Author(s): Sternberg-Holfeld Andrea

Artikel/Article: Die Ephemeroptera-, Plecoptera- und Trichoptera-Emergenz zweier naturnaher Waldquellen in der Kuppenrhön (Hessen). 1-22