

Lauterbornia H. 27: 59-68, Dinkelscherben, Dezember 1996

Ephemeroptera-Emergenz eines süddeutschen Moorbachs

[Emergence of mayflies from a South German bog stream]

Jochen Tham, Thomas Eisenschmid, Wolfgang Jansen & Hinrich Rahmann

Mit 2 Abbildungen und 2 Tabellen

Schlagwörter: Ephemeroptera, Insecta, Baden-Württemberg, Deutschland, Moorgewässer, Moor, Methodik, Emergenz, Faunistik

Aus 14-täglich geleerten Emergenzfallen und im Treibgut eines oligotrophen, sommerkalten Bachs am Rand eines Hochmoors sowie im Treibgut wurden 1995 über 2000 Individuen aus 13 Arten erfaßt. Mit über 60 % waren die Baetidae dominant; daneben waren nur noch *Ephemerella ignita* und *Ephemera danica* zahlenmäßig bedeutsam.

From emergence traps emptied biweekly and from debris accumulation in a small bog-creek more than 2000 specimens of 13 species were collected in 1995. The Baetidae comprised more than 60 %, the only other species of numerical importance were *Ephemerella ignita* and *Ephemera danica*.

1 Einleitung

Bedingt durch weitgehend quantitative Fangergebnisse und die gute räumliche Zuordnung sowie meist hohe zeitliche Auflösung der Fänge, eignen sich Emergenzfallen besonders auch zum Nachweis kleinräumiger Besiedlungsunterschiede sowie zur Abschätzung der Produktivität in Gewässern (DAVIES 1984 und ILLIES 1973). Ein weiterer Vorteil ist die gute Bestimmbarkeit der erfaßten Adultiere.

Während Emergenzuntersuchungen an Fließgewässern mit mineralischem Bodensedimenten vielfach durchgeführt wurden (z. B. JACOB 1986; WERNECKE 1994) liegen von Moor-assoziierten Fließgewässern mit organisch-torfigem Bodensediment und hoher Huminstofffracht bislang kaum entsprechende Untersuchungen vor (CLIFFORD 1977). Dieser Gewässertyp tritt jedoch in Hochmooren und Durchströmungsmooren in nördlichen Breiten häufig auf. Durch die Nutzung dieser Mooregebiete durch den Menschen sind diese Gewässer in den letzten 400 Jahren zumindest in Mitteleuropa stark beeinflusst worden; naturnahe Fließstrecken existieren daher nur noch selten. Vor allem veränderte sich der Eintrag von löslichen Huminstoffen und Detrituspartikeln aus dem Moor stark (THAM & JANSEN 1996). Diese beiden Kohlenstofffraktionen sind eine wichtige Nahrungsquelle für die Invertebratenfauna (WOTTON 1994); es sind daher Veränderungen in der Zusammensetzung der Zoozönose zu erwarten. Ziel unserer Untersuchun-

gen war es, mittels Emergenzfallen und Treibgutausfahrungen die Ephemeropterenfauna eines Moorbachs am Rand des Wurzacher Rieds zu charakterisieren, sowie mögliche quantitative Unterschiede in der Dichte der Emergenz über die Längszonation des Gewässers mit zunehmender Detritus- und Huminfracht zu belegen.

2 Untersuchungsgebiet und Probestellen

Als Untersuchungsgewässer diente die Haidgauer Ach (im folgenden als "Ach" bezeichnet), ein weitgehend natürliches Fließgewässer des Wurzacher Rieds. Dieser Hochmoorkomplex liegt etwa 70 km südlich von Ulm im Lkr. Ravensburg, Baden-Württemberg. Im Rahmen der Durchführung von Renaturierungsmaßnahmen werden dort seit 1991 begleitende Untersuchungen der aquatischen Fauna durchgeführt (JANSEN & al. 1994). Die Ach entspringt aus einem Kalkquellmoor und durchfließt danach auf etwa 2,5 km den südwestlichen Randbereich des Rieds mit seinen Niedermoororten. Diese stellen auch das dominierende Bodensubstrat in der Ach dar. An einigen Stellen ergänzen Schilfrhizome, Baumwurzeln und Makrophyten die Struktur. Dazu kommen bis zu 50 m lange, Steinschüttungen, die dem Torf lückenhaft in einer Mächtigkeit von 3-10 cm aufliegen.

Als Fallenstandorte wurden 2 Probestellen ausgewählt, die etwa 1 km Fließstrecke voneinander entfernt im Oberlauf und im Mittellauf der Ach liegen. An beide Stellen ist die Ach weitgehend unbeschattet und das Ufer ist mit Schilf bewachsen. Im Abschnitt Mittellauf ist der Bach 3-4 m breit, 0,5-0,9 m tief, mäandrierend; Fließgeschwindigkeit 0,18-0,32 m/s bei einem mittleren Abfluß von 0,31 m³/s. Der Oberlaufabschnitt ist knapp 3 m breit, 0,4-0,6 m tief, begradigt; Fließgeschwindigkeit 0,10-0,25 m/s bei einem Abfluß von 0,25 m³/s. Während der Oberlauf limnochemisch weitgehend grundwasserbeeinflusst ist, deuten eine um 60 % höhere Extinktion bei 254 nm, sowie die geringere Leitfähigkeit und Ca²⁺-Konzentration im Mittellauf auf Zufluß von ombrotrophem Wasser aus dem Hochmoor hin (Tab.1; JANSEN 1994). Besonders deutlich wirkt sich der Einfluß des Hochmoors auf die Fracht von fein-partikulärem Detritus (FPOM) und von gelösten organischen Kohlenstoffverbindungen (DOC) aus, die im Mittellauf der Ach deutlich erhöht sind (Tab.1).

Tab. 1: Mittelwert und Standardabweichung limnochemischer Parameter der Probestellen in der Ach. Daten aus 18 Messungen Januar-Dezember 1995, außer bei DOC; FPOM, wo nur 3 Messungen durchgeführt wurden

	pH	LF µS/cm	O ₂ %	NO ₃ ppm	Ca ²⁺ ppm	Extinktion 254 nm	FPOM ppm	DOC ppm
Oberlauf	7,58 ± 0,01	602,1 ± 8,1	85,2 ± 3,2	29,9 ± 1,4	107,8 ± 0,6	0,07 ± 0,02	0,3 ± 0,1	2,9 ± 0,8
Mittellauf	7,64 ± 0,05	581,7 ± 9,3	85,3 ± 2,1	30,7 ± 0,9	98,9 ± 1,5	0,12 ± 0,01	0,6 ± 0,2	7,22 ± 2,3

3 Material und Methoden

Zur Erfassung der Artenzusammensetzung und der saisonalen Schlupfdynamik der Ephemeropterenzönose wurden im Ober und Mittellauf je 3 Emergenzfallen aufgestellt. Die in Anlehnung an MUNDIE (1971) konstruierten pyramidenförmigen Fallen erfassen eine Grundfläche von 350 cm² und sind auf einer Seite mit Nylongaze (Maschenweiten 250 mm) bespannt, während die strömungsexponierten Seiten aus Plexiglas besteht. Zwischen Falle und Substratoberfläche verblieb ein Abstand von etwa 10 cm, der den Einfluß der Fallen auf den Substratoberfläche minimieren und Wanderungsbewegungen der Invertebraten erlauben soll. Die Fanggefäße aus transparentem Polyethylen enthielten 6 % Formal-

dehydrlösung mit Zusatz von Detergenz. Die Fallen wurden über Gewässerabschnitten mit Steinmaterial, auf Torf (TS), auf reinen Torfflächen (TO) und auf Torfflächen mit Makrophytenbewuchs (TM) aufgestellt. Zwischen dem 15.03. und dem 30.12.1995 wurden die Fallen zweiwöchentlich geleert, bis auf den 01.06., so daß sich zwischen dem 17.05. und dem 14.06. eine 4-wöchige Fangperiode ergab.

Neben den Emergenzfallen wurde, für eine höhere zeitliche Auflösung in der Erfassung der Emergenz, in unmittelbarer Nähe der Fallenstandorte im Oberlauf 1-3 mal wöchentlich frisch abgestorbene oder gerade geschlüpfte Eintagsfliegen an einer permanenten Treibgutanschwemmung an 28 Terminen zwischen 10.05. und 18.10.95 abgesammelt.

4 Ergebnisse

4.1 Artenzusammensetzung und Abundanz

Insgesamt wurden mit den Emergenzfallen 1146 Subimagines von 9 Arten erfaßt (Tab. 2). Dabei wurden im Mittellauf mit 762 Tieren etwa doppelt so viele Subimagines gefangen als im Oberlauf der Ach ($n=384$). Diese deutlich höhere Individuenzahl am Mittellauf war vor allem auf die höhere Schlupfdichte bei *Baetis vernus* und *Baetis niger* im Frühsommer und Herbst zurückzuführen. Darüberhinaus war die Schlupfdichte von *Ephemera danica* am Mittellauf wesentlich höher als im Oberlauf (Abb.1).

Tab. 2: 1995 nachgewiesene Ephemeroptera-Arten aus Emergenzfallen und Treibgutaufsammlungen

Art	Emergenz				Treibgut			
	Gesamt		Mittellauf		Oberlauf		Oberlauf	
	n	%	n	%	n	%	n	%
Baetidae								
<i>Baetis niger</i> LINNEAUS	273	23,8	223	29,3	50	13,0	138	15,0
<i>Baetis vernus</i> CURTIS	331	28,8	178	23,4	87	22,7	187	20,2
<i>Baetis rhodani</i> PICTETI	110	9,5	78	10,2	32	8,3	97	10,5
<i>Centroptilum luteolum</i> MÜLLER	85	7,4	51	6,7	34	8,8	97	10,5
<i>Cloen dipterum</i> LINNEAUS	0	0	0	0	0	0	15	1,6
Leptophlebiidae								
<i>Habrophlebia lauta</i> EATON	24	2,0	22	3,0	2	0,5	7	0,6
<i>Habrophlebia fusca</i> CURTIS	3	0,3	3	0,3	0	0	1	0,1
<i>Paraleptophlebia</i> subm. STEPH.	24	2,0	9	1,2	15	3,9	57	6,2
<i>Leptophlebia vespertina</i> LINNEAUS	0	0	0	0	0	0	14	1,5
Ephemerellidae								
<i>Ephemerella ignita</i> PODA	254	22,1	123	34,1	131	34,1	202	22,0
Ephemeridae								
<i>Ephemera danica</i> MÜLLER	42	3,6	38	4,9	4	1,0	105	11,4
<i>Caenis</i> spec.	0	0	0	0	0	0	2	0,2
<i>Rhitrogena</i> spec.	0	0	0	0	0	0	1	0,1
gesamt	1146	100	762	100	384	100	918	100

An beiden Probestellen wurde, bis auf das ausschließliche Vorkommen von *Habrophlebia fusca* am Oberlauf, ein übereinstimmendes Artenspektrum und eine ähnliche Dominanzstruktur nachgewiesen. Insgesamt waren an beiden Probestellen die Baetidae mit vier Arten und 70 % aller gefangenen Subimagines sowohl nach Artenzahl wie nach Individuenzahl dominierend. Häufigste Art war *B. vernus* mit 331 Individuen, *Ephemerella ignita* trat mit 254 erfaßten Tieren (=22 %) ebenfalls dominant auf. Mit geringen Individuenanteilen zwischen 0,1 % und 2 % erfaßt wurden vor allem Vertreter der Leptophlebiidae. Im Vergleich der Emergenzfallenfänge am Oberlauf der Ach mit den 918 aus dem Treibgut aufgesammelten Subimagines wurden mit 13 gegenüber 9 im Treibgut mehr Arten nachgewiesen. Allerdings waren die zusätzlich im Treibgut gefundenen Arten *Cleon dipterum*, *Leptophlebia vespertina*, *Caenis* spec. und *Rhitrogena* spec. nur mit geringer Individuenzahl vertreten, so daß sich bei einem Vergleich der Individuenanteile der einzelnen Arten annähernd ähnliche Verhältnisse wie in den Emergenzfallenfängen ergaben. Die Dominanz der Baetidae im Treibgut war mit 45 % aller erfaßten Ephemeroptera gegenüber den 60,5 % in den Emergenzfallen nicht so deutlich ausgeprägt, und *Ephemera danica* wurde mit 11,4 % weit häufiger im Treibgut als in den Emergenzfallen (3,6 %) nachgewiesen.

4.2 Saisonale Verteilung der Emergenz

Sowohl am Oberlauf, als auch am Mittellauf konnten die ersten Subimagines Anfang April nachgewiesen werden. Die Emergenz nahm relativ gleichmäßig zu und erreichte ihren Höhepunkt Anfang (Emergenzfallen) bzw. Ende (Treibgut) August (Abb. 1). Der Zeitpunkt dieses Schlupfmaximums sowie das übrige saisonale Muster, lag am Ober- und Mittellauf synchron. Zwischen September und November nahm die Emergenz sehr schnell und deutlich ab, so daß bei den beiden Dezember-Leerungen kein Tiere mehr gefangen wurden.

Betrachtet man die Schlupfsaisonalität einzelner Arten (Abb. 2), so fällt auf, daß die Baetidae, insbesondere *B. rhodani* und *B. vernus*, als erste der nachgewiesenen Arten schlüpfen und auch eine relativ lange Schlupfperiode aufweisen. Dabei scheint das völlige Fehlen in den Fallenfängen im Monat Mai bei *B. rhodani* einen zweiphasigen Schlupf anzudeuten (Abb.2). Kürzere Schlupfphasen als die vorgenannten Arten und einen später einsetzenden Schlupfbeginn (Juni bis Anfang Juli) weisen *C. luteolum*, *E. ignita* und insbesondere *E. danica* auf. Letztere Art konnte in den Fallenfängen nur zwischen Juni und Ende August nachgewiesen werden (Abb.1 und 2), fand sich aber im Treibgut in teilweise bedeutender Anzahl ab Mitte Mai und auch noch im September (Abb. 1)

4.3 Substratspezifität

Neben den teilweise deutlich ausgeprägten saisonalen Mustern in der Emergenz zeigen sich auch bei einem Vergleich der Schlupfraten zwischen den einzelnen Sedimenttypen deutliche quantitative Unterschiede. Mit 18 % aller erfaßten Sub-

imagines hatte das Torfsubstrat mit Steinauflage den geringsten Anteil: je m² schlüpften am Oberlauf 208 Tiere, am Mittellauf 400 Tiere. Auf reinem Torf wurden am Oberlauf 280 Ind./m² und am Mittellauf 600 Ind./m² nachgewiesen. Die deutlich höchste Schlupfrate wurde über Torf mit Makrophyten erreicht, wo am Oberlauf 614 Ind./m² und am Mittellauf 1177 Ind./m² gefangen wurden. Dies entspricht insgesamt 53 % aller in Emergenzfallen nachgewiesenen Tiere.

Hinsichtlich der artspezifischen Verteilung auf den verschiedenen Substrattypen zeigten einige Arten, wie *Baetis niger*, *Ephemerella ignita* und *Centroptilium luteolum* auf Torf mit Makrophyten eine deutlich höhere Schlupfdichte als auf anderen Substraten (Abb. 2). *Baetis rhodani* und *Baetis vernus* wurden auf Torf und Torf mit Makrophyten etwa gleich häufig erfaßt, auf Stein dagegen nur in geringer Anzahl. *Ephemera danica* trat fast ausschließlich in Fallen über Torf mit Steinauflage auf. Bei manchen Arten scheint der Schlupf auf reinem Torfsubstrat zeitlich später zu erfolgen. Besonders deutlich ist dies bei *B. niger* und *B. vernus* zu verfolgen (Abb. 2).

5 Diskussion

5.1 Artenzahl und Individuendichte

Die mit Emergenzfallen erfaßte Ephemeropterenfauna der Ach ist mit 9 nachgewiesenen Arten vergleichbar mit anderen Untersuchungen naturnaher Gewässer. So wies SPETH (1995) in norddeutschen Flachlandbächen in jungglazialen Sandern 11 Arten nach, im Breitenbach wurden in mehrjährigen Untersuchungen 16 Arten nachgewiesen (JACOB 1986). Belastete und strukturell veränderte Gewässer in Norddeutschland wiesen nur 3 Arten auf (BÖTTGER & al. 1987). Vergleiche mit Benthosproben aus der Haidgauer Ach, die bislang 14 Arten ergaben (THAM unveröff. MS) zeigen die zumeist generell geringere Artenzahl aus Emergenzfallen im Vergleich zu Benthoserhebungen, wie es auch von SPETH (1995) beschrieben wurde. Trotz der nur geringen von der Falle erfaßten Bodenfläche wurden in der Ach mit 208 bis 1177 Ind./m² Ergebnisse erzielt, die durchaus mit Ergebnissen von Gewächshaus-Emergenzfallen mit hoher Leerungsfrequenz vergleichbar sind (vgl. BÖTTGER & al. 1987; SPETH 1995). Es scheint somit durch die längeren Leerungsintervalle zu keinen größeren Individuenverlusten zu kommen. MC CAULEY (1976) beschreibt ähnliche Fallen, mit denen er beim Fang von Chironomidae eine Effizienz von fast 100 % erzielte.

5.2 Substratvergleich

Bedingt durch die Homogenität der in der Ach vorhandenen Substrate unter und um die einzelnen Fallenstandorte können Beeinflussungen des Schlupfergebnisses durch unterschiedliche Habitattypen weitgehend ausgeschlossen werden, wie sie z. B. SPETH (1995) fand. Somit erlaubt die Emergenz Rückschlüsse auf die Besiedlung der untersuchten Bodensubstrate. Dabei ist hervorzuheben, daß auf den aus-

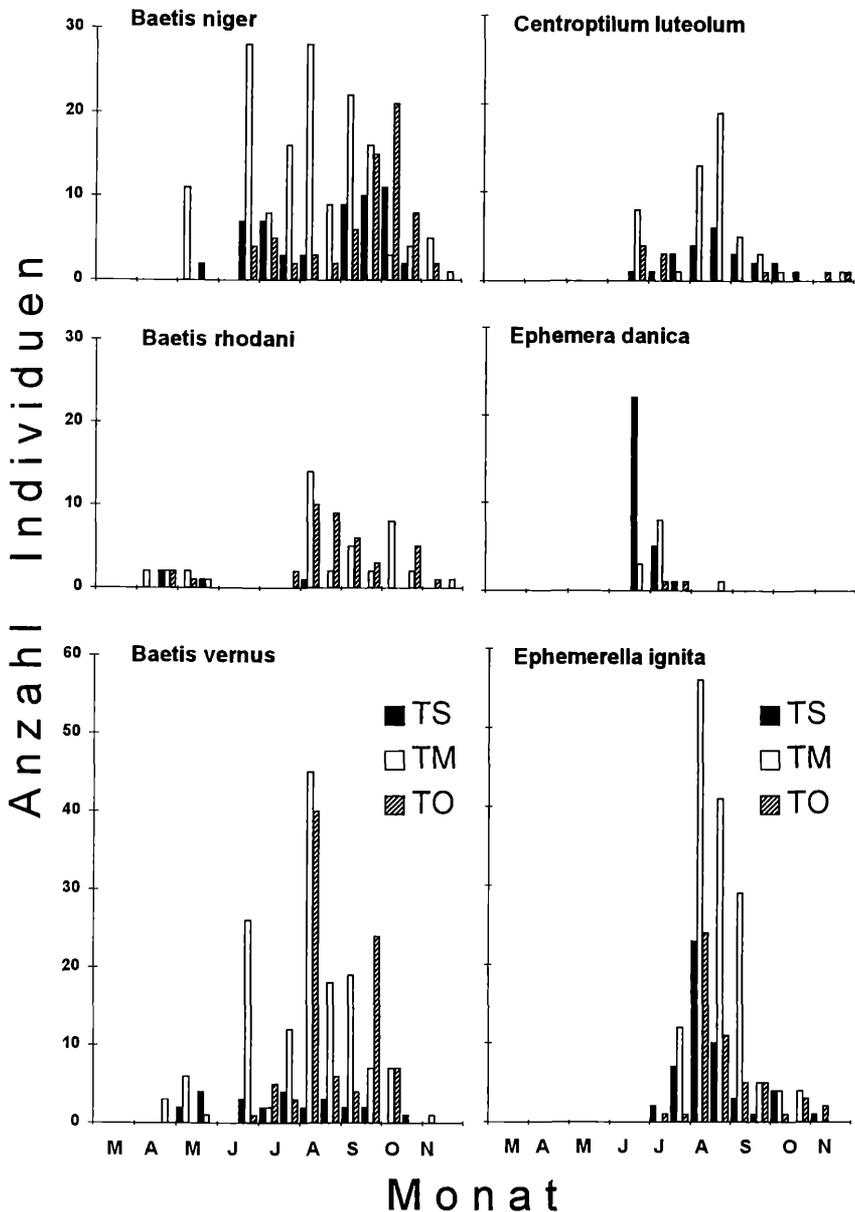


Abb.2: Anzahl der Ephemeroptera in Emergenzfallen auf verschiedenen Substraten. TS = Torf mit Steinauflage, TM = Torf mit Makrophyten, TO = Torfsubstrat. Die Probeorte Mittellauf und Oberlauf wurden jeweils zusammengefaßt

schließlich torfigen Substraten die höchste Schlupfdichte erzielt wurde. Auch die sonst zumeist nur von sandigen Habitaten bekannte *Ephemera danica* (SVENSON 1977, OTTO & SVENSSON 1984) wurde in der Ach auf Torfsubstrat nachgewiesen. Dieses ungewöhnliche Auftreten wurde auch mit substratspezifischen Benthosproben belegt (THAM, unveröff. MS).

Innerhalb dieser organisch-torfigen Substrate wurden die höchste Schlupfdichte bei fast allen Arten auf Torf mit Makrophyten erreicht. Diese Erhöhung der Schlupfdichte könnte auf eine aktive Einwanderung der Larven in stärker strukturierte Bereiche kurz vor dem Schlupf hindeuten. Dem steht entgegen, daß bei allen in der Ach nachgewiesenen Arten ein Schlupf direkt von der Wasseroberfläche bekannt ist (HUMPESCH & ELLIOTT 1984).

5.3 Schlupfzeitpunkt

Die am frühesten emergierende Art war *Baetis rhodani*. Zusammen mit der Emergenz von *Baetis niger* und *Baetis vernus* ergibt sich im Mai ein erstes Schlupfmaximum. Ein ähnliches Schlupfschema wurde auch im Breitenbach/Fulda nachgewiesen (JACOB 1986), allerdings konnte dabei gezeigt werden, daß das Auftreten der Frühjahrgeneration von *B. vernus* weitgehend von der Wintertemperatur (<5 °C) abhängig ist (ILLIES & MASTELLER 1977). Da die Wintertemperatur in der Ach jährlich unter diese Grenze absinken (JANSEN 1994), könnte diese Frühjahrgeneration hier kontinuierlich auftreten. Etwas später als von HUMPESCH & ELLIOTT (1984) beschrieben tritt *Ephemera danica* in der Emergenz der Ach erst Ende Juni auf, im Treibgut wurden die ersten Tiere jedoch bereits Mitte Mai nachgewiesen. Der Schlupf von *E. danica* zu einem Zeitpunkt, an dem der Schlupf von *Ephemerella ignita*; *Centroptilium luteolum*; und einer weiteren *B. rhodani* Generation noch nicht begonnen hat, führt dazu, daß eine ausgeprägte Frühsommer-Depression, wie sie für den Breitenbach beobachtet wurde (JACOB 1986), in der Emergenz der Ach nicht auftrat. Im Herbst dominiert *B. niger*, die noch Ende Oktober eine hohe Schlupfdichte erreicht. Vor allem *B. niger* und *B. vernus* erreichen gegen Ende der Schlupfphase die höchste Emergenzdichte auf reinem Torfsubstrat, die Emergenz über den beiden anderen Substrattypen geht bereits früher zurück. Möglicherweise ist diese späte Emergenz auf ein verzögertes Wachstum der Larven auf Torf zurückzuführen.

5.4 Vergleich der beprobten Gewässerstrecken

Der deutlichste Unterschied trat in der Gesamtmenge der geschlüpften Ephemeroptera zwischen dem Oberlauf und dem Mittellauf auf. Am Mittellauf war auf allen Substraten die Schlupfdichte doppelt so hoch wie am Oberlauf. Beide Probestellen unterscheiden sich nur wenig in pH-Wert, Leitfähigkeit und Nitratgehalt sowie dem Temperaturverlauf und der Beschattung der Fallenstandorte. Deutliche Unterschiede in limnochemischen Parametern treten allerdings in

der Fracht organischer Kohlenstoffverbindungen auf, vor allem bei der Feindetritus-Fraktion (Tab. 1). Die Larvalstadien der Ephemeroptera ernähren sich als obligate Konsumenten 1. Ordnung meist von Periphyton oder Feindetritus (JACOB 1986). Somit wirkt sich offensichtlich der erhöhte Eintrag von Detritus als Nahrungsgrundlage positiv auf die Besiedlungsdichte der Ephemeroptera-Larven im Mittellauf der Ach aus. Dies zeigt sich deutlich in dem Auftreten von *E. danica*, einer als Futterspezialist für energiereiche Nahrung beschriebenen Art (OTTO & SVENSON 1981). Die Ansammlungen von feinkörnigem Material auf Torfsubstrat stellen wahrscheinlich durch einen hohen Anteil noch wenig abgebauter Nährstoffe eine geeignete Nahrungsgrundlage für von *E. danica* dar. Darüber hinaus bildet das ziemlich lockere Torfsubstrat trotz des fehlenden mineralischen Sediments ein anscheinend geeignetes Habitat für die grabenden Larven.

6 Typologie

Die Quelle des Eintrags von Detritus und gelösten Kohlenstoffverbindungen in die Ach stellen die Randbereiche des Hochmoorkörpers mit Bruchwald und Seggenrieden dar, aus denen kleine Gräben und oberflächliche Abflüsse zur Ach entwässern. Diese allochthonen Einträge in die Ach bedingen eine Fracht an organischer partikulärer Substanz, wie sie sonst nur aus größeren Flüssen bekannt ist (BERRIE 1972). Es werden vor allem wenig abgebaute, d. h. noch energiereiche Partikel und gelöste Verbindungen ausgetragen, da die Bedingungen im Moor oft einen aeroben Abbau verhindern (THAM & JANSEN 1996). Zudem erhöht das geringe Gefälle der Ach und die geringe Fließgeschwindigkeit die Sedimentation und fördert damit die Bildung von Detritus-Ablagerungen am Gewässergrund. Auf der Fließstrecke unterhalb der unmittelbaren Quellregion werden die Habitate der Ach somit neben dem torfigen Sediment vor allem durch ein hohes Angebot an Feindetritus geprägt. Diese Rahmenbedingungen bestimmen auch die Zönose von Moor-assoziierten Fließgewässern, jedoch lagen bislang über die Invertebratenzönosen von Moor-assoziierten Bächen keine Untersuchungen vor. Unsere Ergebnisse zeigen exemplarisch anhand der Emergenz der Ephemeroptera, daß in diesen Gewässern rheophile Arten weitgehend fehlen und das euryöke, detritophage Arten dominieren. Besonders die abundant auftretenden Arten *B. vernus* und *E. ignita* gelten als ausgesprochen eurytop und bis in das Potamal vorkommend (PUTHZ 1978). Diese Dominanz der Feindetritusfresser in der Fauna der Moorbäche scheint ein weiteres Charakteristikum zu sein und unterstreicht nochmals deren Potamalcharakter.

Literatur

- BERRIE, A. D. (1972): The occurrence and composition of seston in the river Thames and the role of detritus as an energy source for secondary production in the river.- Mem. Ist. Ital. Idrobiol. **29** Supplement: 475-483, Mailand.
- CLIFFORD, H. F. (1977): Descriptive Phenology and seasonality of a canadian brown-water stream.- Hydrobiologia **85**: 213-231, The Hague.
- DAVIES, I. J. (1984): Sampling aquatic insect emergence.- In: RIGLER, J. A. & F. R. RIGLER (Eds.) A manual on methods for the assessment of secondary productivity in fresh waters.- IBP Handbook **22**: 161-227.- (Blackwell Scientific Publications) Oxford.
- ILLIES, J. (1973) Emergenzschwankungen, ein produktionsbiologisches Problem.- Verh. Ges. Ökologie **131-142**, Saarbrücken.
- ILLIES, J. & E. C. MASTELLER (1977): A possible explanation of emergence patterns of *Baetis vernus* Curtis (In: Ephemeroptera) on the Breitenbach -Schlitz Studies on Productivity, Nr. 22.- Int. Rev. ges. Hydrobiol. **62**: 315-321, Berlin.
- JACOB, U. (1986): Analyse der Ephemeroptera-Jahresemergenz des Breitenbachs bei Schlitz/Hessen (Bundesrepublik Deutschland).- Arch. Hydrobiol. **107**: 215-248, Stuttgart.
- JANSEN, W., M. KOCH; J. THAM & H. RAHMANN (1994): Distribution patterns of aquatic invertebrates of a mixed bog and fen complex in southern Germany undergoing renaturation measures.- In: Conservation and Management of Fens, Proc. IPS Symp. 1994: 371-379, Warsaw-Bierbza.
- JANSEN, W. (1994): Limnochemie.- In: KOHLER, A., P POSCHLOD, H. RAHMANN & W. JANSEN (Hrsg.): Wissenschaftliche Begleituntersuchung der Wiedervernässungsmaßnahmen innerhalb des Renaturierungsprojekts Wurzacher Ried. Abschlußbericht 1993 im Auftrag des Umweltministeriums Bad.-Württ., Universität Hohenheim: 72-123, Stuttgart.
- MC CAULEY, G. H. (1976): Efficiency of a trap for catching and retaining insects emerging from standing water.- Oikos **27**: 339-345, Copenhagen.
- MUNDIE J. H. (1971): Techniques for sampling emerging aquatic insects.- In: EDMONDSON, W. T. & G. D. WINBERG (Eds.): A Manual for the assessment of secondary productivity in fresh waters.- IBP Handbook **17**: 175-189, (Blackwell Scientific Publications) Oxford.
- OTTO, C. & B. S. SVENSON (1981): A comparison between food, feeding and growth of two mayflies; *E. danica* and *Siphonurus aestivalis* (Ephemeroptera) in a South Swedish stream.- Arch. Hydrobiol. **91**: 341-350, Stuttgart.
- PUTHZ, V. (1978): Ephemeroptera.- In: ILLIES, J. (Hrsg.): Limnofauna Europaea: 256-363, (G. Fischer) Stuttgart.
- SVENSON, B. (1977): Life cycle, energy fluctuations and sexual differentiation in *Ephemera danica* (Ephemeroptera), a stream-living mayfly.- Oikos **29**: 78-86, Copenhagen.
- THAM, J. & W. JANSEN (1996): Beeinflussen Huminstoffe die Artenzusammensetzung und Abundanzen von Makroinvertebratenzönosen in Fließgewässern eines Moorkomplexes.- Deutsche Ges. Limnol. Tagungsberichte 1995 (Berlin): 943-947, Krefeld.
- WERNEKE, U. (1994): Untersuchungen zur Emergenz und Eiablage von *Baetis vernus* und *Baetis rhodani* (Insecta: Ephemeroptera) im Breitenbach bei Schlitz/Hessen.- Lauterbornia **17**: 19-28, Dinkelscherben.
- WOTTON, R. S. (1994): Particulate and dissolved organic matter as food.- In: WOTTON, R. S. (Ed.): The Biology of particles in aquatic systems.- 2nd ed.:235-308, (Lewis Publishers) London.

Anschrift der Autoren: Universität Hohenheim, Institut für Zoologie, Garbenstr. 30, 70599 Stuttgart

Manuskripteingang: 31.08.1996

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Lauterbornia](#)

Jahr/Year: 1996

Band/Volume: [1996_27](#)

Autor(en)/Author(s): Tham Jochen, Eisenschmid Thomas, Jansen Wolfgang,
Rahmann Hinrich

Artikel/Article: [Ephemeroptera-Emergenz eines süddeutschen Moorbachs. 59-68](#)