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

Lauterbornia H. 33: 53-83, Dinkelscherben, September 1998

Wasserinsekten im Hyporhithral und Epipotamal der Fulda, einst und jetzt

[Aquatic insects in the hyporhithal and epipotamal zones of the river Fulda, present and past]

Matthias Siebert

Mit 3 Abbildungen und 5 Tabellen

Schlagwörter: Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera, Insecta, Fulda, Weser, Hessen, Deutschland, Fluß, Phosphor, Gewässergüte, Biozönotik, Bewertung, Faunistik, Wiederbesiedlung

Die Wiederbesiedlung von Hyporhitrhal und Epipotamal der Fulda im Gefolge der Phosphatfällung im Klärwerk Fulda-Gläserzell seit 1986 durch Ephemeroptera (36 Arten), Plecoptera (12 Arten), Trichoptera (53 Arten) und *Aphelocheirus* (Heteroptera) wird dokumentiert. Trotz der verbesserten Wasserqualität der Fulda, vor allem im ehemals verödeten Bereich zwischen Gläserzell und Hutzdorf, scheint für einige Arten die punktuelle Belastung durch das Abwasser der Kläranlage immer noch eine Ausbreitungsgrenze darzustellen. Die Fulda gehört in ihrem Epipotamal zu den wenigen größeren deutschen Flüssen mit einer typischen und artenreichen Insektenfauna.

The recolonisation of the hyporhitrhal and epipotamal reaches of the river Fulda by Ephemeroptera (36 species), Plecoptera (12 species), Trichoptera (53 species) and *Aphelocheirus aestivalis* (Heteroptera) following phosphorus removal in the sewage treatment plant at Fulda-Gläserzell beginning in 1986 is documented. In spite of the improved water quality of the Fulda, mainly in the former strongly devasteted area between Gläserzell and Hutzdorf, for some of the species the sudden concentration of waste water discharged by the purification plant still seems to be a border of diffusability. The epipotamal of the river Fulda is one of the few major german rivers with a typical and species-rich insect fauna.

1 Einleitung

Im September 1948 bereisten einige Studenten unter Leitung des Flußbiologen Prof. D. Beling die Fulda und führten trotz schwieriger Umstände (FITTKAU 1992) die erste gründliche Untersuchung ihrer Tierwelt durch. Diese Reise, die später als "Fulda-Expedition" bekannt wurde (ILLIES 1949), führte letztendlich mit der Stiftung des Grafen Görtz zur Gründung der Fuldastation Schlitz der Max-Planck-Gesellschaft, die im Juni 1951 eingeweiht wurde. ILLIES (1953) gab einen ersten Überblick nachgewiesener Tierarten und ihrer Verteilung in der Fulda, deren Zustand sich in den 50er und 60er Jahren offenbar durch eine steigende Abwasserlast verschlechterte; besonders betroffen war der Abschnitt zwischen der Stadt Fulda und der Mündung der Lüder. BREHM (1975) bemerkte dazu "In den letzten Jahren hat die Abwasserbelastung der Stadt Fulda ein durchaus katastrophales Ausmaß angenommen. Inzwischen (1973) durchzieht

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

die Fuldaer Abwasserfahne das ganze Schlitzerland" ZWICK (1969, 1975) machte ebenfalls auf deutliche Faunenverluste aufmerksam und gab eine negative Prognose der Besiedlungsentwicklung ab.

Ein Wandel bahnte sich 1974 an, als das Klärwerk Gläserzell für die Stadt Fulda mit mechanischer und biologischer Reinigungsstufe in Betrieb genommen wurde; die Biozönose der Fulda erholte sich zusehends (MPG 1975). Es lohnte daher, die Fauna der Fulda erneut zu untersuchen; die 1981 durchgeführten Studien an Ephemeroptera, Plecoptera, Heteroptera, Coleoptera und Trichoptera wurden 30 Jahre nach der Faunenübersicht von Illies abgeschlossen (MARTEN 1983, PITSCH 1983). Da diese Untersuchungen gründlicher, spezieller und länger als frühere betrieben wurden, gelang dabei der Nachweis einiger für die Fulda und sogar für Deutschland neuer Arten. Andererseits ließen sich einige Arten, die ILLIES (1953) gefunden hatte, nicht mehr nachweisen.

1986 nahmen das Klärwerk Gläserzell die Phosphatfällung in Betrieb, deren mögliche Auswirkungen auf ausgewählte Gruppen der Fauna 15 Jahre nach MARTEN und PITSCH vom Autor (SIEBERT 1997) untersucht wurden. Die beobachteten Veränderungen in der Besiedlung der Fulda durch Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera und *Aphelocheirus aestivalis* (Heteroptera) werden hier zusammengefaßt dargestellt.

2 Untersuchungsgebiet und Probestellen

Die Fulda ist der größte Fluß in Osthessen. Der mittlere Abfluß (MQ) beträgt im Untersuchungsabschnitt am Pegel Rotenburg 22 m^3/s, am Pegel Guntershausen oberhalb der Mündung 57,7 m^3/s.

Die Fulda entspringt in etwa 859 m (alle Höhenangaben über NN) am Südhang der Wasserkuppe in der Rhön; die östlichste der sechs permanenten Quellen ist gefaßt und als Fuldaquelle beschildert. Die Quellabflüsse vereinen sich oberhalb der Straßenbrücke in Obernhausen zu einem Bergbach, der nach Süden fließt. An der Feldbacheinmündung oberhalb von Gersfeld biegt die Fulda nach Westen ab, nimmt die Zuflüsse Schmalnau, Lütter und Fliede auf und fließt dann nach Norden. Auf dieser 34 km langen Strecke weist die Fulda ihr größtes Gefälle auf; die Mündung der Fliede liegt bei 241 m. Der weitere Flußlauf hat ein geringes Gefälle, nach 220 Fluß-Km vereinigen sich Fulda und Werra bei Hannoversch Münden (117 m) zur Weser, die in die Nordsee mündet.

Bett und Lauf der Fulda sind weitgehend naturbelassen; begradigt oder ausgebaut ist sie nur punktuell. Abflußmuster und Sohlsubstrat werden aber an vielen Stellen durch Stauhaltungen bestimmt, die einen abrupten Wechsel zwischen weitgehend lenitischen Bereichen mit Weichböden und lotischen Strecken mit Grobsubstrat verursachen. Das unmittelbare Umland des Flußlaufes unterliegt im wesentlichen der extensiven Grünlandnutzung, selbst im Bereich der Stadt Fulda. Daher ist in Siedlungsabwässern die Hauptquelle der Gewässerbelastung zu vermuten.

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

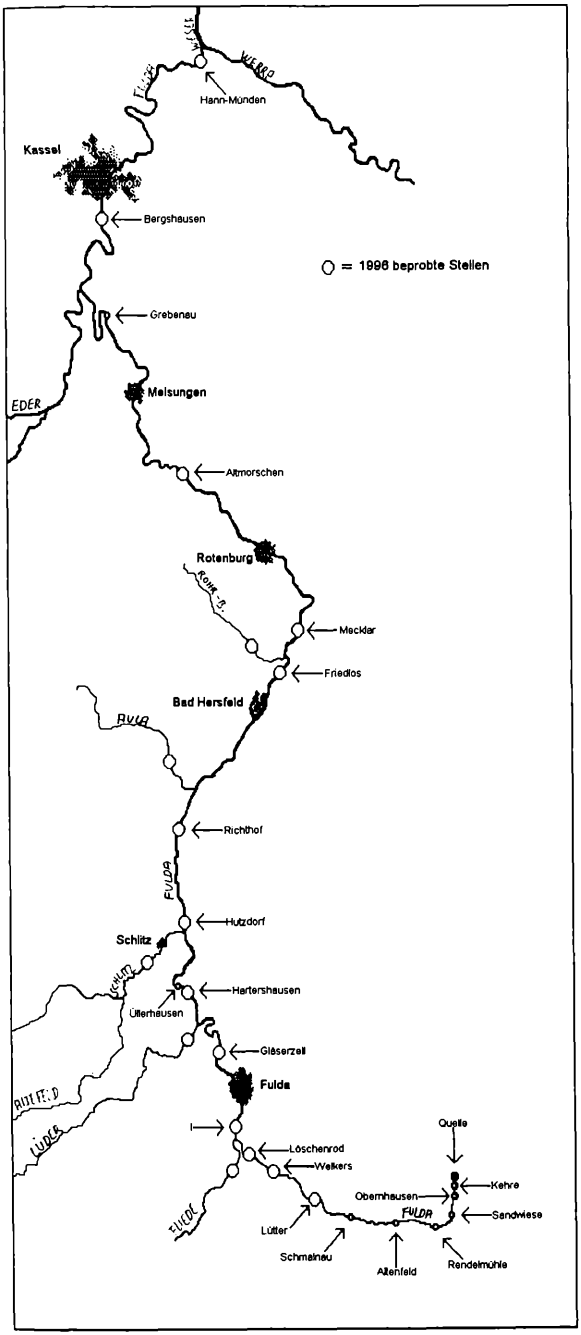

Abb.1: Übersichtskarte des Gewässernetzes der Fulda mit den Probestellen

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

Die Probestellen der vorliegenden Untersuchung liegen im oberen Teil des Flußabschnitts, in dem sich die Lebensbedingungen für die Fauna seit 1983 durch Abwasserreinigung am deutlichsten verändert haben. Die meisten Probenstellen gehören zum Epipotamal der Fulda (nach ILLIES 1961); die Probenstellen Welkers und Löschenrod befinden sich noch im Hyporhithral. Der Vergleichbarkeit wegen wurden im wesentlichen die Probenstellen von MARTEN (1983) und PITSCH (1983) übernommen (Abb. 1). Um jeweils möglichst das gesamte Artenspektrum erfassen zu können, wurden strukturreiche Probenstellen gewählt, die sowohl lotische wie lenitische Bereiche umfassen; dies war besonders in natürlichen Stauzonen und an Wehren erfüllt.

Einige Zuflüsse wurden jeweils oberhalb ihrer Mündung in die Fulda untersucht. Im Vogelsberg entspringen in unterschiedlicher Höhe Fliede (450 m), Lüder (520 m) sowie Altefeld (670 m) und Lauter (660 m), die sich in Bad Salzschlirf zur Schlitz verbinden.
Nur einmal wurden Zuflüsse beprobt, die im Knüllwald entspringen und im Untersuchungsgebiet südlich bzw. nördlich von Bad Hersfeld in die Fulda münden. Es handelt sich um die Aula (Quelle bei 500 m, Mündung bei Niederaula, 205 m) und den Rohrbach (Quelle bei 400 m, Mündung bei Friedlos, 191 m).

3 Untersuchungszeitraum, Methoden und Material

3.1 Untersuchungszeitraum

Von Mai bis September 1996 fanden monatliche Aufsammlungen an den Probenstellen Welkers, Löschenrod, Fliede, Gläserzell, Lüder, Hartershausen, Schlitz, Hutzdorf, Richthof, Friedlos sowie Altmorschen statt. Eine weitere Probennahme erfolgte im Februar 1997. An jeder Probenstelle wurde etwa 90 Minuten gesammelt; davon entfielen 70 Minuten auf die Beprobung des Benthos.

3.2 Untersuchungsmethoden

3.2.1 Phosphat

Da von den untersuchten abiotischen Parametern nur der Phosphatgehalt als Schlüsselfaktor der Gewässerbelastung relevant erscheint, werden nur diese Meßwerte hier dargestellt und diskutiert. Die Daten wurden von der Hessischen Landesanstalt für Umwelt - Außenstelle Kassel zur Verfügung gestellt.

3.2.2 Fang der Larven

Folgende Methoden wurden angewandt: "Kick-sampling" der Gewässersohle in der Mitte und am Rand des Gewässers; Abstreifen der Makrophyten im Gewässer und Gewässerrandbereich mit einem schnellen Streifzug des Keschers; Aufwirbeln von Weichsedimenten in lenitischen Randbereichen; Herausheben und Abstreifen von größeren Steinen und Totholz mit der Hand.

3.2.3 Handfang der Imagines

Bei jeder Probennahme wurde für etwa 20 min nach Imagines gekeschert, meist in den Nachmittagsstunden, wenn schwärmende Trichoptera und Ephemeroptera direkt über dem Wasser erbeutet werden konnten. Die Ufervegetation wurde mit dem Kescher abgestreift und am Ufer unter Steinen und in Rissen alter Pfähle Plecoptera gefangen. Durch Klopfen an Äste ufernaher Bäume konnten tagsüber vor allem Trichoptera aufgescheucht und gefangen werden. Brücken weisen viele Verstek-

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

ke auf und werden darum von Ephemeroptera, Plecoptera und Trichoptera aufgesucht, sie waren deshalb für Aufsammlungen besonders geeignet.

3.2.4 Lichtfang der Imagines

Zur Absicherung der Bestimmung von Trichoptera nach Larven wurde eine mobile Lichtfalle betrieben. Sie bestand aus zwei Schwarzlichtröhren der Marke Philips mit einem Haupt-Emissionsbereich von 320-400 nm (Typ Philips TLD 18 W/08 1 M und TLD 18 W/08 1 L; Länge 60 cm, Durchmesser 26 mm), die vor einem einfachen, weißen zwischen zwei Holzstangen aufgespannten Laken aufgestellt wurden. Die Lichtfalle wurde von Beginn der Dämmerung bis Mitternacht betrieben; in diese Zeit fällt die Flugaktivität der meisten Trichoptera und Ephemeroptera (BRÜCKMANN 1994, WARINGER 1989,1991); Plecoptera fliegen in der Regel nicht zum Licht. Anfliegende Tiere wurden mit einer Federstahlpinzette vom Laken abgesammelt.

3.3 Bearbeitung des Tiermaterials

Larven und Imagines wurden in 70 % Äthanol konserviert und mit einem Stereomikroskop untersucht und bestimmt. Bei Larven der Gattung *Baetis* und der Familie Heptageniidae war es oft notwendig, zur sicheren Bestimmung Präparate der Mundwerkzeuge anzufertigen, die mit einem Durchlichtmikroskop betrachtet wurden.

Es wurden sieben Abundanzklassen gewählt: Klassenwert = ln X + 1
X= Anzahl der an einer Stelle gefundenen Individuen (ohne Bezug zur Fläche): 1 = 1-2, 2 = 3-7, 3 = 8-20, 4 = 21-54, 5 = 55-148, 6 = 149-403, 7 > 403.

3. 4 Auswertung

3.4.1 Biotischer Index nach BRAUKMANN (1992) (Tab. 1)

Der Biotische Index kombiniert Saprobienindex und Diversitätsindex, zwei unterschiedliche, meist getrennt angewandte Verfahren. Hohe Werte des Index deuten auf hohe Diversität der Zönosen, die viele Arten umfassen, von denen keine übermäßige Abundanz erreicht. Gleichzeitig zeichnen sich die Zönosen durch Arten mit überwiegend niedrigem Saprobitätsindex aus.

Saprobienindex $S = \frac{\sum(s \times g \times h)}{\sum(g \times h)}$	Diversitätsindex $Hs = -\sum_{i=1}^{S} p_i Log2 p_i$				
	>4	4 - 3	3 - 2	2 - 1	<1
< 1,0	10	9	8	7	6
1,0 - 1,5	9	8	7	6	5
1,5 - 2,0	8	7	6	5	4
2,0 - 2,5	7	6	5	4	3
2,5 - 3,0	6	5	4	3	2
> 3,0	5	4	3	2	1

Tab. 1: Biotischer Index: Kombination aus Saprobienindex und Diversitätsindex (H_S nach SHANNON-WEAVER 1963) aus BRAUKMANN (1992). g = Indikationsgewicht, h = Abundanz; s = Gesamtzahl der Arten, pi = Wahrscheinlichkeit des Auftretens der Art i

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

Niedrige Werte des Biotischen Index bedeuten, daß die Artendiversität gering ist, weil einige Arten in Massen auftreten und hohe Dominanzwerte erreichen, während die Anzahl der übrigen Arten sowie deren Abundanz gering sind. Die Artengemeinschaft setzt sich dann aus euryöken Arten zusammen. Der Biotische Index nach BRAUKMANN (1992) wurde nach Tabelle 1 bestimmt.

3.4.2 Bewertung mit Rote-Liste-Arten nach KAULE (1991) und RECK (1990)

Die Bewertung hinsichtlich des Arten- und Biotopschutzes erfolgte nach KAULE (1991) und RECK (1990). Die Grundlage hierfür sind Vorkommen und Grad der Gefährdung von Tierarten in den untersuchten Gewässerabschnitten. Die Einstufung erfolgt nach einer 9-stufigen Skala von Wertstufe 1 "sehr stark belastend" bis Wertstufe 9 "landesweit bis international bedeutsam, NSG, ND" (Tab. 2). Der Grad der Gefährdung einzelner Arten wurde den Roten Listen von KLIMA & al. (1994) und BLAB & al. (1984) entnommen.

Wertstufe	Kriterien
9 landesweit bis international bedeutsam	Vom Aussterben bedrohte Wirbellose aus mindestens 2 taxonomisch verschiedenen Ordnungen bzw. einer Ordnung mit stark überdurchschnittlich individuenreichen Vorkommen oder sehr hohe Zahl gefährdeter Arten.
8 überregional bedeutsam	Hohe Zahl gefährdeter Arten oder Vorkommen landesweit sehr seltener Arten in biotoptypischen Zönosen.
7 regional bedeutsam	Landesweit seltene Arten in biotoptypischer Zönose oder regional stark rückläufige Arten. Oder sehr hohe lokale Artenvielvalt.
6 lokal bedeutsam	Gefährdete Arten in sehr geringer Individuendichte und Gesamtzahl. Lokal seltene oder rückläufige Arten. Hohe allgemeine Artenvielfalt.
5 verarmt	Gefährdete Arten biotopfremd. Deutlich unterdurchschnittliche Artenzahl der biotoptypischen Zönose.
4 stark verarmt	Stark unterdurchschnittliche Artenzahlen, nahezu ausschließlich Vorkommen euryöker und ubiquitärer Arten.
3 belastend	Extreme Artenverarmung
2 stark belastend	Für höhere Tierarten kaum mehr besiedelbare Flächen
1 sehr stark belastend	Für höhere Tierarten nicht mehr besiedelbare Flächen

Tab. 2: Hinweise zur Bewertung von Flächen für die Belange des Artenschutzes aufgrund der Vorkommens von Tierarten (RECK 1990)

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

5. Ergebnisse und Diskussion

5.1. Phosphat

Der Ortho-Phosphat-Gehalt der Fulda bei Kämmerzell nahm von 1986 auf 1987 sprunghaft ab und pendelte in den Folgejahren in ähnlichen Grenzen (Maximalwert 0,18-0,29 mg/l, Jahresmittel 0,07-0,18 mg/l, Minimalwert 0,02-0,07 mg/l). Nur das Jahr 1991 hob sich durch etwas höhere Werte heraus (Abb. 2). Die Gesamtphosphat-Gehalte liegen nur von 1991-1996 vor. Das Muster der Schwankungen stimmt mit obigen Daten gut überein. So wurde der Maximalwert des Gesamtphosphats 1991 mit 0,7 mg/l gemessen (Mittel bzw. Minimum etwa 0,4 und 0,15 mg/l); danach pendelten der Maximalwert zwischen 0,3 bis 0,4 mg/l, der Jahresmittelwert von 0,2 bis 0,3 mg/l und der Minimalwert um 0,1 mg/l.

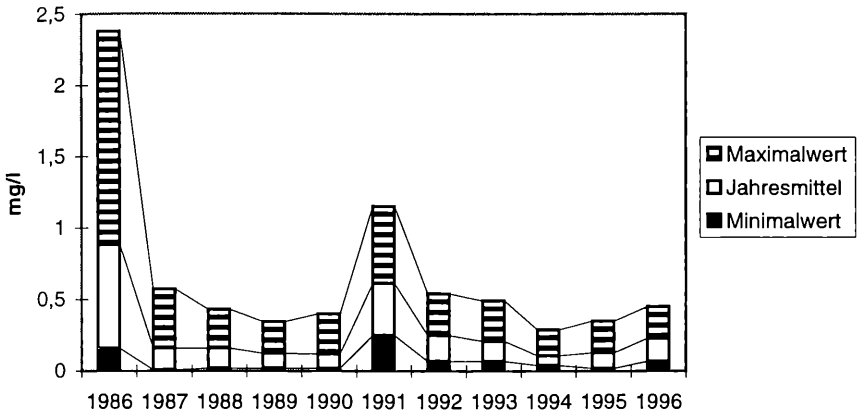

Abb. 2: Entwicklung der Ortho-Phosphat-Konzentration der Fulda bei Kämmerzell in den Jahren 1986-1996

Da sich die Morphologie der Fulda im wesentlichen seit MARTEN (1983) und PITSCH (1983) nicht verändert hat, insbesondere Laufveränderungen und Renaturierungen oder sonstige Veränderungen der Gewässerstruktur nicht vorgenommen wurden, sind die Gründe für die erkennbare Verbesserung der Lage in der Wasserqualität der Fulda zu vermuten. Nährstoffeinträge in Gewässer, wie sie z.B. mit Abwässern aber auch als diffuser Zustrom aus landwirtschaftlichen Flächen erfolgen, greifen in Schlüsselprozesse ein.

1975 wurden in die Oberflächengewässer der alten Bundesländer in der Summe 103 500 t Phosphor eingetragen (BERNHARDT 1978), von denen über 80 % aus Abwassereinleitungen stammten; 42 % waren den Phosphaten in Waschmitteln zuzuschreiben. Mittlerweile ist die Phosphorbelastung der Gewässer erheblich vermindert worden (HAMM 1996). Wesentlich dafür ist die Verwendung P-

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

reduzierter Waschmittel (seit 1980) bzw. P-freier Waschmittel (seit 1986) und der zunehmende Ausbau der Abwasserreinigung mit einer gezielten Phosphorelimination (HAMM 1996).

Seit den Untersuchungen von MARTEN (1983) und PITSCH (1983) ist der Ortho-Phosphat-Gehalt in der Fulda zurückgegangen. 1986 wurde in der Kläranlage Gläserzell die Phosphatfällung eingeführt, die deutliche Reduzierung des Ortho-Phosphat-Gehaltes der Fulda von 1986 auf 1987 ist zweifellos darauf zurückzuführen. Nach den Kriterien für die Einteilungen in Gewässergüteklassen der LAWA (1996) hat sich daher der Ortho-Phosphat-Gehalt der Fulda von der Güteklasse III (1986) auf die Güteklasse II (1996) verbessert.

Neben der Einleitung aus Kläranlagen spielen grundsätzlich auch Phosphoreinträge aus diffusen Quellen eine Rolle. Die bedeutendste Quelle ist vermutlich auch im Fuldagebiet die landwirtschaftliche Flächennutzung und die Viehhaltung. Der Haupteintragsweg für Phosphate aus der Landwirtschaft liegt in Erosion und Abschwemmung. Deshalb findet sich der größte Anteil der Phosphorbelastung aus diesem Bereich in ungelöster Form bzw. sorptiv an Schwebstoffe gebunden wieder und wird im Gesamtphosphat mit erfaßt. Das Einzugsgebiet und unmittelbare Umland der Fulda ist von landwirtschaftlicher Nutzung geprägt und so ergibt ein Vergleich der absoluten Jahresmittelwerte von Gesamt- und Ortho-Phosphat (der nur für die Jahre 1991-1996 möglich ist), daß etwa die Hälfte des Gesamtphosphats nicht als Ortho-Phosphat vorliegt.

5.2 Faunistische Ergebnisse und biozönotische Bewertung

Die Ergebnisse der Aufsammlungen sind in Tabelle 3 dargestellt. Insgesamt wurden 26661 Individuen mit 102 Arten identifiziert. Sie verteilen sich auf die Insektenordnungen wie folgt:

Ephemeroptera	112971 Ind.	(48,5 %), 36 Arten
Trichoptera	12108 Ind.	(45,3 %), 53 Arten
Plecoptera	1580 Ind.	(5,9 %), 12 Arten
Aphelocheirus aestivalis	92 Ind.	(0,3 %)

An den gleichen monatlich beprobten Stellen in der Fulda wurden von MARTEN (1983) und PITSCH (1983) bzw. in der vorliegenden Studie folgende Artenzahlen nachgewiesen:

	1983	1996	
Ephemeroptera	27	32	
Plecoptera	11	11	
Trichoptera	39	48	(nur Larvennachweise)

Tab. 3: In der Fulda und ihren Zuflüssen gesammelte Ephemeroptera, Plecoptera und Trichoptera mit Anzahl der an einer Stelle gefundenen Individuen (ohne Bezug zur Fläche): 1 = 1-2, 2 = 3-7, 3 = 8-20, 4 = 21-54, 5 = 55-148, 6 = 149-403, 7 > 403

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

	Imago/Larve	Welkers (W)	Löschenrod (Lö)	Fliede (Fl)	Ziegel (Z)	Gläserzell (G)
EPHEMEROPTERA						
Siphlonurus aestivalis (EATON)	L	1				
Baetis buceratus EATON	I					
Baetis buceratus EATON	L			1		2
Baetis fuscatus (LINNÉ)	I	1				3
Baetis fuscatus (LINNÉ)	L			3	3	5
Baetis lutheri MÜLLER-LIEBENAU	L	2	2	1	3	
Baetis muticus LINNÉ	L			1		
Baetis rhodani PICTET	L	6	5	5	5	5
Baetis scambus EATON	I					
Baetis scambus EATON	L	3	4	4	4	1
Baetis vardarensis IKONOMOV	L					4
Baetis vernus CURTIS	I	1				
Baetis vernus CURTIS	L	5	4	5	4	6
Centroptilum luteolum (MÜLLER)	I					
Centroptilum luteolum (MÜLLER)	L			4		2
Cloeon dipterum (LINNÉ)	I					
Cloeon dipterum (LINNÉ)	L					
Baetis ssp. (Weibchen + Subimagines)	I	2	1	2	4	5
Oligoneuriella rhenana (IMHOFF)	I					
Oligoneuriella rhenana (IMHOFF)	L					
Epeorus sylvicola (PICTET)	L	2	3	2		1
Rhithrogena semicolorata (CURTIS)	L	3	4	2		
Ecdyonurus dispar (CURTIS)	I	1				
Ecdyonurus dispar (CURTIS)	L		3	3	3	2
Ecdyonurus macani (Thomas & SOWA)	L		1	1	3	
Ecdyonurus submontanus LANDA	L		1			
Ecdyonurus torrentis KIMMINS	L	3	1	1		
Ecdyonurus venosus-Gruppe	L	1	1			
Ecdyonurus spp.	I					3
Electrogena affinis (EATON)	L			1		
Heptagenia flava ROSTOCK	L					1
Heptagenia longicauda (STEPHENS)	L					
Heptagenia sulphurea (MÜLLER)	I				2	3
Heptagenia sulphurea (MÜLLER)	L		1	4	4	5

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

Lüder (Lü)	Hartershausen (Ha)	Schlitz (S)	Hutzdorf (Hu)	Richthof (Ri)	Aula (Au)	Friedlos (Fr)	Rohrbach (Ro)	Altmorschen (Al)	Mecklar (Me)	Bergshausen (B)	Münden (Mü)
1	2										
1	3	2	3	4		4		5	3	2	2
1	3	2				1		3			
3	4	4	3	4		5		6	3	3	3
2											
6	6	6	6	5	3	5	2	5	1	2	2
	1	1		1							
3	1	3	1			1	2	1			
2	5	4	4	4		4		6	2		2
		1									
5	5	6	5	5	4	5	4	5	3	1	
1	1										
5	4	5	3			4		4	1		
			2								
		2	1					1			
4	5	5	4	3	1	3		4	2	1	1
								3			
				2		5		4	3	4	4
	1										
			1								
4	4	5	3	3			1	1			
	3		2	2							
			2			1					
2	3		2	1							
1	2	3	2								
2	2		2	2		2		1			
			1	2		1			1		
										1	
	3		4	4		1		2			
3	6	5	6	6		5		6	3	3	4

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

	VL	W	LO	FI	N	G
Heptageniidae (ohne Ecdyonurus)	I	1			3	3
Serratella ignita (PODA)	I	2				4
Serratella ignita (PODA)	L	5	5	5	5	6
Ephemerella mucronata (BENGTSSON)	L	2				
Ephemerella notata EATON	I					
Ephemerella notata EATON	L					
Torleya major (KLAPALEK)	L		1	4	3	1
Caenis beskidensis SOWA	I					
Caenis beskidensis SOWA	L	2				
Caenis horaria (LINNÉ)	L					
Caenis luctuosa (BURMEISTER)	I				1	
Caenis luctuosa (BURMEISTER)	L	1				2
Leptophlebia marginata (LINNÉ)	L					
Paraleptophlebia submarginata (STEPHENS)	I					
Paraleptophlebia submarginata (STEPHENS)	L	2	3	1	2	1
Habroleptoides confusa SARTORI & JACOBS	L				1	
Habrophlebia fusca (CURTIS)	L					
Habrophlebia lauta EATON	I					
Habrophlebia lauta EATON	L					
Ephemera danica MÜLLER	I					
Ephemera danica MÜLLER	L		1	1	1	
Potamanthus luteus (LINNÉ)	I					2
Potamanthus luteus (LINNÉ)	L				1	2
PLECOPTERA						
Brachyptera risi (MORTON)	I	2	1		2	
Brachyptera seticornis (KLAPALEK)	I	1				
Brachyptera spec.	L	5	3		3	1
Protonemura intricata (RIS)	I					
Nemoura cinerea (RETZIUS)	L	2	2	1		
Nemoura cf. flexuosa AUBERT	L					
Nemoura spec.	L	1				
cf. Nemurella pictetii KLAPALEK	L	1				
Nemurella pictetii KLAPALEK	L					1
Leuctra fusca (LINNÉ)	I	1	3	2		
Leuctra cf. fusca (LINNÉ)	L	2	2	2	2	2
Leuctra inermis KEMPNY	L	4	3		1	
Leuctra nigra (OLIVIER)	L					
Isoperla grammatica (PODA)	I				1	1
Isoperla cf. grammatica (PODA)	L	4	3	4	4	2

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

Lü	Ha	S	Hu	Ri	Au	Fr	Ro	Me	Al	B	Mü
	1	2	3	3				3			
4	3	4	3	2		4		2			
6	6	6	6	6	4	6	3	6	5	4	4
				1							
			3	3							
				4		1					
4	4	6	2	2							
								1			
2											
						1					
1						1					1
5	4	5	4	3		3		4	1	5	3
1											
		2									
5	1	4	4	4		3		1			
1	1		1								
2	1	1									
1											
4											
			2								
3	3	3	5	5		4		2		1	1
2	4	2	4	1		1		3			
	5	4	5	5		5		5	4	2	1
						1					
				1					1		
	1			1							
		1				1					
5		4	1			2					
5	3	5	1	2		2					
				1							
3	4	2	2	1							
6	6	4	5	5		1					

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

	I/L	W	LO	FI	N	G
Perlodes dispar (RAMBUR)	I					
Perlodes spec.	L	1	2		1	1
Siphonoperla torrentium (PICTET)	L					
TRICHOPTERA						
Rhyacophila nubila (ZETTERSTEDT)	I	3	2	2	4	3
Rhyacophila nubila (ZETTERSTEDT)	L	5	5	5	4	4
Hydroptila sparsa CURTIS	I				3	2
Hydroptila spec.	L		1	1	2	
Hydropsyche angustipennis (CURTIS)	L				1	
Hydropsyche contubernalis MCLACHLAN	I					3
Hydropsyche contubernalis MCLACHLAN	L					1
Hydropsyche fulvipes (CURTIS)	L				2	
Hydropsyche incognita PITSCH	L					
Hydropsyche instabilis (CURTIS)	L		1	1		
Hydropsyche pellucidula (CURTIS)	I					3
Hydropsyche pellucidula (CURTIS)	L	2	3	4	5	5
Hydropsyche saxonica MCLACHLAN	I					1
Hydropsyche siltalai DÖHLER	I	4	1			4
Hydropsyche siltalai DÖHLER	L	5	6	6	5	6
Cheumatopsyche lepida (PICTET)	I					
Cheumatopsyche lepida (PICTET)	L					
Plectrocnemia conspersa (CURTIS)	L					
Polycentropus flavomaculatus (PICTET)	I					
Polycentropus flavomaculatus (PICTET)	L			4	3	1
Polycentropus irroratus CURTIS	L					
Cyrnus trimaculatus (CURTIS)	I					
Cyrnus trimaculatus (CURTIS)	L				1	
Psychomyia pusilla (FABRICIUS)	I	5			4	5
Psychomyia pusilla (FABRICIUS)	L		1	1		1
Lype reducta (HAGEN)	L	1		1		
Tinodes waeneri (LINNÉ)	I	1				
Tinodes waeneri (LINNÉ)	L					1
Phryganea bipunctata RETZIUS	I					3
Brachycentrus subnubilus (FOURCROY)	I					
Brachycentrus subnubilus (FOURCROY)	L					
Ecclisopteryx dalecarlica KOLENATI	I				1	
Ecclisopteryx dalecarlica KOLENATI	L	2	1			
Anomalopterygella chauviniana (STEIN)	I	1	2	1		
Anomalopterygella chauviniana (STEIN)	L	4	5	3	3	

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

Lü	Ha	S	Hu	Ri	Au	Fr	Ro	Me	Al	B	Mü
1	3	1	3	3		3			3		
	3		4	4		3		2	3		
1											
3	2	3	3	3		3			2		
5	3	5	3	3	3	4	1	2	4	2	3
3			1								
1	2	2	1	2		3			1	1	1
3		1			1						
						1			1		
						2			3	1	3
						3			5		3
			3	1					2		
5	5	5	5	5	1	5			6	3	3
3	3	4	3	1		2			1		
6	6	6	5	7	5	4	3	2	4		2
	5	5	5	2		6			6		
	3	3	3	4		6		2	5	2	3
		1									
3	2	2				1			1		
5	2	3				2		1	4	2	1
2		4									
		1	1								
1		3								1	
4	4	4	5	4		4			4		
		2				1			2		
		1	1			2			1		
				1							
			1								
	2	1	3	5		5		4	4	1	
1											
3							2				

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

	I/L	W	Lö	Fl	N	G
Limnephilus extricatus MCLACHLAN	I	1				1
Limnephilus fuscicornis (RAMBUR)	I					
Limnephilus hirsutus (PICTET)	I	1				
Limnephilus lunatus CURTIS	I	1				
Limnephilus lunatus CURTIS	L	1				
Limnephilus rhombicus (LINNÉ)	I					1
Limnephilus rhombicus (LINNÉ)	L	1		2		1
Limnphilus spec.	L			1		
Anabolia nervosa (CURTIS)	I	1	1	2		1
Anabolia nervosa (CURTIS)	L	2	3	3	4	3
Potamophylax latipennis (CURTIS)	I	3	3		2	
Potamophylax latipennis (CURTIS)	L	4	4	2	3	
Potamophylax luctuosus (PILLER&MITTERPACHER)	L	1	1		1	
Potamophylax cf. rotundipennis (BRAUER)	L	1	2	1		
Potamophylax spec.	L	1		2	1	
Halesus digitatus (SCHRANK)	I		1			
Halesus digitatus (SCHRANK)	L	1	3	2	2	1
Halesus radiatus (CURTIS)	I	2	1			
Halesus radiatus (CURTIS)	L	3	3	1	2	2
Halesus tessellatus (RAMBUR)	L	2	4	2	3	2
Halesus spec.	L				1	
Melampophylax mucoreus (HAGEN)	L					1
Allogamus auricollis (PICTET)	I	1			1	
Allogamus auricollis (PICTET)	L	4	4	1	2	
Chaetopteryx villosa (FABRICIUS)	L	3	4	2	3	1
Annitella obscurata (MCLACHLAN)	L	5	4	2	4	1
Chaetopterygini gen. spec.	L	4	4	3	2	2
Goera pilosa (FABRICIUS)	I	2			3	
Goera pilosa (FABRICIUS)	L	2	1	1	2	
Silo nigricornis (PICTET)	L	1			1	
Silo pallipes (FABRICIUS)	L	2	1		1	
Silo piceus (BRAUER)	I	3	1		3	
Silo piceus (BRAUER)	L	1	2	4	2	
Lepidostoma hirtum (FABRICIUS)	I	1		2	2	4
Lepidostoma hirtum (FABRICIUS)	L	1	2	4	4	5
Lasiocephala basalis (KOLENATI)	I	4	2			
Lasiocephala basalis (KOLENATI)	L	4	5	3	5	
Athripsodes albifrons (LINNÉ)	I	1	2	1	3	1
Athripsodes albifrons (LINNÉ)	L	4	2	3	1	1

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

Lü	Ha	S	Hu	Ri	Au	Fr	Ro	Me	Al	B	Mü
1		1									
				1							
			1								
4		1	1	1							
1				2							
1		2									
1	1	3	3	2		1	1		2		1
					2		2				
			1		1		2		1		
									1		
			1		1		1		1		
			1			2			2		
			2	2							
						1					
1	1	2	1	1			1				
	1	1			2		1		1		
1		3	1	2	2		4				
1			1						1		
				1		1			1		
2	1			1							
2		1		1							
4	1		2	3							
3	4	2				3					
3	2	3	4								
6	6	5	5	5	3	4		1	5		
1						1					
3	2	1	2	1	2	2	2		1		
1	4	3	3	1					1		
2	3	3	3	3		4	2	3	5	1	

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

	I/L	W	Lö	Fl	Z	G	Lü	Ha	S	Hu	Ri	Au	Fr	Ro	Me	Al	B	Mü
Athripsodes aterrimus (STEPHENS)	L								4									
Athripsodes bilineatus (LINNÉ)	I	3	1															
Athripsodes cinereus (CURTIS)	I		1	2	2	1		2	4	2	1					1		
Athripsodes cinereus (CURTIS)	L			4	3	3	1	3	2	3	3		5		2	3		1
Ceraclea alboguttata (HAGEN)	I	2		1	3	4	1	3	5	2	1	1	1			2		
Ceraclea alboguttata (HAGEN)	L		1	1	1	2	3	2	2	3	1	1	1					
Ceraclea annulicornis (STEPHENS)	I						1			2			1					
Ceraclea annulicornis (STEPHENS)	L						1	2					4		1	2		
Ceraclea dissimilis (STEPHENS)	I	1			3	4	4	3	5	3			2			1		
Ceraclea dissimilis (STEPHENS)	L			2	1	3	3	2	3	3	1		3				1	
Ceraclea nigronervosa (RETZIUS)	I															1		
Ceraclea nigronervosa (RETZIUS)	L		1	1	1	2	3	2	3	3	1	1	1					
Mystacides azurea (LINNÉ)	I				4	3	3	3		4	3		1			1		
Mystacides azurea (LINNÉ)	L			1	2	4	2	3	3	4	3		3			3	1	3
Mystacides longicornis (LINNÉ)	I							1		1	3							
Mystacides cf. longicornis (LINNÉ)	L				1					1								
Mystacides nigra (LINNÉ)	I			1	1	2	2		2	2	1					2		1
Mystacides nigra (LINNÉ)	L	1	2	1	3	2	2	1	4	4	2	1	3			4	1	3
Oecetis lacustris (PICTET)	I						1				1							
Oecetis notata (RAMBUR)	I															1		
Oecetis notata (RAMBUR)	L															1		
Oecetis ochracea (CURTIS)	I							1		2	1		1					
Oecetis testacea (CURTIS)	L						1											
Oecetis spec.	L															2		
Leptocerus tineiformis CURTIS	I							1										
Adicella reducta (MCLACHLAN)	L						1											
Sericostoma flavicorne SCHNEIDER	I	4																
Sericostoma spec.	L	4	3	3	2		4	3	3			3	1	2				
Odontocerum albicorne (SCOPOLI)	L													1				
HETEROPTERA																		
Aphelocheirus aestivalis (FABRICIUS)								1	2	2	4		4		2	3		2

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

Mein Material liefert klare Hinweise auf die Wiederbesiedlung zuvor verödeter Flußabschnitte der Fulda, wenngleich sich einige schon länger verschollene Plecoptera und Trichoptera nicht wieder angesiedelt haben. Die Ausbreitungstendenz expansiver Arten wird unten zusammenfassend dargestellt und die Verbreitung einzelner Arten besprochen. Einzelne 1983 nachgewiesene, 1996 aber nicht wiedergefundene Taxa, unter ihnen war nur *Siphlonurus* sp. häufig, wurden jetzt wahrscheinlich wegen geringer Sammelintensität in lenitischen Bereichen nicht erfaßt. Eindeutige Faunenverluste oder Arealeinschränkungen im betrachteten Zeitraum ließen sich nicht belegen.

5.2.1 Repräsentativität der faunistischen Befunde

Veränderungen in der Verbreitung von Arten seit den Aufsammlungen von ILLIES (1953) sowie MARTEN (1983) und PITSCH (1983) lassen sich nicht einfach durch Vergleich der faunistischen Rohdaten dokumentieren. Die Diskussion kann hier im wesentlichen auf die letzteren Arbeiten beschränkt werden, die ihrerseits die Befunde von ILLIES ausführlich diskutierten. Interpretationsbedürftig sind sowohl punktuelle Lücken in den Verbreitungsnachweisen wie auch Einzelfunde an Stellen, an denen die jeweilige Art nach dem Gesamtverbreitungsbild nicht zu erwarten war.

Einmalige Aufsammlungen Anfang Juli an den Zuflüssen Aula und Rohrbach sowie an der Fulda bei Bergshausen und Hannoversch Münden können nur einen Teil des Arteninventars umfassen und dienen hauptsächlich der Dokumentation der weiteren Verbreitung von Arten im Fuldagebiet.

Da kein Sammelverfahren alle Taxa gleichmäßig erfaßt, bedingt schon die Wahl der Methode eine bestimmte Auswahl der Taxa; ich wandte bevorzugt das Kick-sampling an. STOREY, EDWARD & GAZEY (1991) verglichen dieses Verfahren mit dem Surber-sampling, mit dem Ergebnis, daß mit Kick-sampling zwar die größeren Individuenzahlen erreicht wurden, aber im Surber-Sampler die Artenzahl höher war. Vor allem seltenere und besonders gut an Substrate angeheftete Arten könnten nur durch Surber-sampling nachgewiesen werden. Da diese Methode weder von mir noch von den o.g. früheren Untersuchern der Fulda angewandt wurde, sind solche Arten möglicherweise nicht nachgewiesen worden bzw. sie sind unterrepräsentiert. Dies könnte zum Beispiel das Fehlen, bzw. die geringe Abundanz und Diversität der Psychomyidae, Hydroptilidae, Glossosomatidae und Goeridae in den jeweiligen Benthosproben erklären.

Der Nicht-Nachweis einzelner Arten bedeutet niemals, daß diese Arten tatsächlich nicht vorkommen; gerade seltene Arten können lediglich nicht erfaßt worden sein. Auch häufig abundante Arten können aufgrund natürlicher Schwankungen vorübergehend sehr zurücktreten, wie über Jahrzehnte fortgesetzte kontinuierliche Emergenzfänge am Breitenbach bei Schlitz beweisen. So schwankte bei der häufigen *Chaetopteryx villosa* die Anzahl der im Breitenbach gefangenen Individuen in den Jahren 1969-1976 zwischen 13 und 1605 (ILLIES

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

1978). Bei rein faunistischen Bestandserhebungen lassen sich Artenwechsel und allenfalls Abundanzschwankungen feststellen, aber Aussagen zu Ursachen und steuernden Mechanismen sind meist nicht möglich (vgl. MEURS & ZAUKE 1994).

Unerwartete Nachweise einzelner Individuen bestimmter Arten in Bereichen, wo diese normalerweise nicht vorkommen, ist vermutlich meist mit Drift zu erklären. Wesentlich ist, daß weite Drifttransporte erheblicher Populationsanteile ohne erkennbare Anlässe nachgewiesen sind (z.B. CIBOROWSKI 1983, HERSHEY & al. 1993). Ohne jeden Zweifel tritt unter natürlichen Bedingungen bei Hochwasser verstärkt Drift auf. Daneben wird sie oft durch Eingriffe, wie Einleitungen ungeklärter Abwässer, toxischer Substanzen, Gülle, usw. oder auch durch die Räumung des Bachbettes ausgelöst und dann zurecht als Katastrophendrift bezeichnet.

An günstige Stellen außerhalb des natürlichen Areals verdriftete Tiere können jedenfalls dort überleben und aufgesammelt werden. Die Hochwässer in den Jahren 1981 und 1997 könnten durch Katastrophendrift Tiere an Stellen verfrachtet haben, wo diese unter normalen Umständen nicht vorkommen. So sind wahrscheinlich die im Februar gefangenen Individuen von *Epeorus sylvicola* und *Brachyptera* spec. durch das vorhergehende Hochwasser an die Probenstelle Gläserzell verfrachtet worden.

5.2.2 Wiederbesiedlung

In Abb. 3 sind die aktuellen Besiedlungsmuster ausgewählter Arten im Epipotamal der Fulda zusammengestellt, deren Verbreitung im Fluß sich gegenüber der von MARTEN (1983) und PITSCH (1983) vorgefundenen Situation deutlich veränderte. Im Hinblick auf die Fließrichtung sind drei Ausbreitungstendenzen unterscheidbar: Ausbreitung in Fließrichtung von oberen Abschnitten der Fulda nach unten, Auffüllen früher sehr lückiger Verbreitung in beide Richtungen und schließlich gegen die Fließrichtung erfolgende Wiederbesiedlung der Fulda aus unteren Abschnitten des Potamals.

In der ersten, sich flußabwärts ausbreitenden Gruppe dominieren Weidegänger wie *Goera pilosa*, *Silo piceus*, *Silo pallipes*, *Brachyptera risi/seticornis*. Sie ernähren sich vor allem vom Biofilm aus Algen, Bakterien, Pilzen und Protozoen auf Weich- und Hartsubstraten. Bei erhöhter Nährstoffzufuhr verändert sich die Zusammensetzung des Biofilms, bestimmte Algen wachsen besser und schneller als andere (GIORGI 1995) und werden für viele Weidegänger nur noch schwer angreifbar. Außerdem führt anthropogen bedingte erhöhte Schwebstofffracht in Bächen und Flüssen zu einer Verminderung der Eindringtiefe des Lichtes, die Ansiedlung photoautotropher benthischer Algen wird dadurch auf eine schmale Zone nahe der Wasseroberfläche beschränkt (KIES 1996). Zusätzlich können sedimentierte Schwebstoffe das Substrat mit einer feinen Schlammschicht überziehen, was letzlich zum Absterben der Algen führt.

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

	Probenstellen									Ernährungstypen							
Taxa	Welkers	Löschenrod	Ziegel	Gläserzell	Hartershausen	Hutzdorf	Richthof	Fiedlos	Altmorschen	Zerkleinerer	Weidegänger	aktive Filtrierer	passive Filtrierer	Detritusfresser	Holzfresser	Räuber	SI (Moog 1995)
Brachyptera risi/seticornis											7			3			1,4
Leuctra fusca										3	3			4			2
Leuctra inermis										3	3			4			0,8
Ecclisopteryx dalecarlica										1	8			1		+	-
Anomalopterygella chauviniana										4	6						
Allogamus auricollis										2	3		3			2	1,8
Goera pilosa											9			1			2,1
Silo pallipes											9			1			1,4
Silo piceus											9			1			
Torleya major											*			*			1,8
Paraleptophlebia submarginata																	1,6
Ephemera danica											+	10		+		+	1,8
Lepidostoma hirtum										2	5				3		1,8
Lasiocephala basalis										2	5				3		1,7
Baetis vardarensis											*			*			2,2
Oligoneuriella rhenana													10				1,9
Heptagenia sulphurea											*			*			2
Potamanthus luteus											1			9			2,2
Aphelocheirus aestivalis																10	1,8
Perlodes dispar											2					8	1,7
Hydropsyche contubernalis											2		5			3	2,8
Cheumatopsyche lepida											2		5			3	2,2
Brachycentrus subnubilus											2		5			3	2,1
Mystacides azurea										2	2		5			1	2,1
Mystacides nigra										2	2		5			1	2,1
Ceraclea alboguttata										+							2,1
Athripsodes albifons										5				3		2	2,2
Athripsodes cinereus										3				3		4	2,1

Legende:

Siebert — starke Präferenz

Marten & Pitsch — Präferenz

Siebert, Marten & Pitsch

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

Abb. 3: Zusammenstellung auffälliger Arealerweiterungen einiger Arten

Auffällig ist, daß die meisten Vertreter der ersten Gruppe nur bis zur Probenstelle Ziegel gefangen, bzw. *Goera pilosa* und *Silo pallipes* in dem Bereich zwischen Gläserzell und Hutzdorf nicht nachgewiesen wurden. Bei *Brachyptera risi/seticornis*, *Leuctra inermis*, *Ecclisopteryx dalecarlica*, *Anomalopterygella chauviniana* und *Allogamus auricollis* stellt wahrscheinlich die Temperatur das entscheidende Hindernis für eine weitere Ausbreitung dieser rhithralen Arten (vgl. MOOG 1995) dar. Dagegen werden wahrscheinlich das Abwasser der Kläranlage Fulda-Gläserzell vermutlich durch erhöhte Zufuhr von Nährstoffen und Schwebstoffen für die Verbreitungslücke bei den Goeridae verantwortlich sein.

Sehr auffällig ist die starke Ausbreitung von *Leuctra fusca*, die MARTEN (1983) vereinzelt im Hyporhithral und Epipotamal der Fulda nachweisen konnte, die 1996 aber bis auf Altmorschen an allen monatlich untersuchten Probenstellen vorkam. Dies läßt auf verbesserte Wasserqualität im nun von ihr besiedelten Bereich schließen; der Saprobiewert der Art beträgt nach MOOG (1995) 2,0. Ähnliches gilt für *Torleya major*, *Paraleptophlebia submarginata*, *Ephemera danica*, *Lepidostoma hirtum* und *Lasiocephala basalis* aus der zweiten Gruppe, *Baetis vardarensis*, *Heptagenia sulphurea*, *Potamanthus luteus*, *Athripsodes albifrons*, *Athripsodes cinereus*, *Mystacides azurea*, *Mystacides nigra* aus der dritten Gruppe; alle weisen Saprobiewerte um 2 auf.

Bei den Arten der dritten Gruppe (*Aphelocheirus aestivalis*, *Perlodes dispar*, *Cheumatopsyche lepida*, *Brachycentrus subnubilus)*, die 1996 von Altmorschen nur bis Hartershausen nachgewiesen wurden, bestimmt wahrscheinlich noch heute die Abwassereinleitung der Kläranlage Gläserzell die bisherige Ausbreitungsgrenze flußaufwärts. Außerdem ist die Fließgeschwindigkeit der Fulda zwischen der Stadt Fulda und Hartershausen meist nur gering, bedingt durch das geringe Gefälle und den Rückstau durch mehrere Wehre. Hier fehlt daher Grobkies weitgehend; er ist als Siedlungssubstrat für viele Organismen wichtig, sein Fehlen bedingt aber auch eine geringere Durchmischung des Wasserkörpers. Das verringert atmosphärische Belüftung und angesichts der größeren Tiefe in den Staubereichen tritt eher Sauerstoffmangel auf (KERNER 1996).

Das Klärwerk Gläserzell leistet einen wichtigen Beitrag zum Gewässerschutz, indem es die Abwässer aus Fulda und dem Umland sammelt und sie weitgehend geklärt in die Fulda entläßt; dennoch kann an der Einleitungsstelle selbst eine gewisse Belastung der Fulda nicht verhindert werden. Im Zusammenspiel mit den erwähnten gewässermorphologischen Bedingungen im gleichen Bereich ist die Biozönose der Fulda dort noch immer gestört, sogar die weitere Ausbreitung einiger Arten scheint behindert zu werden.

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

5.2.3 Besprechung einzelner Arten

Ephemeroptera

Baetidae

Baetis vardarensis konnte MARTEN (1986) aus dem Potamal der Fulda zwischen Altmorschen und Bergshausen erstmals für die Bundesrepublik Deutschland nachweisen; er hatte insgesamt 57 Individuen gefangen. 1996 wurden von Gläserzell bis Hannoversch Münden insgesamt 462 Individuen nachgewiesen. Von mehreren Autoren (u.a. BRETTFELD & al. 1996) wurde festgestellt, daß *Baetis vardarensis* mit der Schwesterart *Baetis lutheri* vikariiert. Danach besiedelt *B. lutheri* vorwiegend das Epi- und Metarhithral und *B. vardarensis* das Hyporhithral und Potamal. *Baetis lutheri* wurde 1996 an den Probenstellen Welkers bis Ziegel gefunden, d.h. im Hyporhithral und im oberen Epipotamal.

Es scheint, daß durch die Verschmutzung des Hyporhithrals in den 50er und 60er Jahren und die dann anschließende Verbesserung der Wasserqualität der vakante Raum zunächst von *Baetis lutheri* besiedelt werden konnte. Nun scheint aber *Baetis vardarensis* aus dem Epipotamal wieder in diesen Bereich vorzustoßen.

Oligoneuriidae

Mit *Oligoneuriella rhenana* liegt ein eindrucksvoller Nachweis rascher Wiederbesiedlung einer bis dahin als stark gefährdet, in weiten Bereichen Deutschlands sogar als ausgestorben eingestuften Art vor. Die als Rheinmücke bekannte Art, früher wohl die abundanzstärkste Charakterart hyporhithraler und potamaler Lebensräume in Mitteleuropa, war durch die starke organische Belastung der Flüsse ab den fünfziger Jahren stark zurückgegangen (vgl. MAUCH 1963). Über frühere Massenflüge im Bereich des Rheins, die mit Schneegestöber verglichen wurden, stellte MARTEN (1986) die Literaturdaten zusammen. Im Rhein wurde die Art trotz umfangreicher Aufsammlungen in den 80er Jahren (vgl. CASPERS 1980a,b) nicht mehr gefunden.

In der Fulda machte sie einst etwa 40 % der im Hyporhithral vorkommenden Ephemeropterenlarven aus (ILLIES 1953), doch ZWICK (1969) konnte während jahrelanger intensiver Aufsammlungen an der gesamten Fulda nur einmal (1966) wenige Larven oberhalb der Stadt Fulda finden. MARTEN (1983) fing im Epipotamal bei Friedlos nur zwei Larven von *Oligoneuriella* und kommentierte diesen Fund "als vielleicht letzten Nachweis dieser Art in der Fulda" (MARTEN 1986). 1996 wurde *O. rhenana* an den Probenstellen vom Richthof bis Hannoversch Münden nachgewiesen. Es ist anzunehmen, daß sie sich weiter in den Oberlauf der Fulda ausbreiten wird, sofern sich die Bedingungen nicht verschlechtern.

BURMEISTER (1989) gelang ein Wiederfund der Art in der Naab bei Kallmünz. Er schreibt dazu: "Offensichtlich wurden nach den Lebensraumeinbußen in großen Flüssen und Strömen zunächst deren Zuflüsse besiedelt." Ein Rück-

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

zugsgebiet scheint die Eder gewesen zu sein, da ECKSTEIN dort 1988 ein Männchen von *O. rhenana* fangen konnte (HERING & ECKSTEIN 1991).

Heptageniidae

Heptagenia flava kommt vorwiegend planar vor (BRAASCH & JACOB 1976) und ist häufig an Totholz zu finden. Im Gebiet der Fulda ist sie selten, unter 1700 *Heptagenia*-Larven wurden nur acht *H. flava* entdeckt. MARTEN (1983) fand sie beim Richthof und bei Friedlos, 1996 wurde sie zusätzlich bei Gläserzell, Hutzdorf und Mecklar nachgewiesen. Da sie jedoch überall sehr selten ist, könnte es sein, daß sie an weiteren Probenstellen vorkommt, aber dort nicht erfaßt wurde.

Heptagenia longicauda war in Deutschland lange Zeit verschollen. Erst seit kurzem liegen wieder aktuelle Belege aus Niedersachsen (REUSCH & al. 1996), Rheinland-Pfalz (HAYBACH & FISCHER 1994) sowie Bayern (WEINZIERL & SEITZ 1993) vor. Mir gelang mit dem Fund einer Larve bei Bergshausen der Erstnachweis für Hessen. JACOB (1972) bezeichnet diese Art als potamophil, REUSCH & al. (1996) und HAYBACH & FISCHER (1994) und fanden sie auch im Rhithral. Die letzteren diskutieren, ob sie ursprünglich ein Besiedler sommerwarmer, planarer Bäche war, der auch in epipotamale Abschnitte größerer Flüsse eindringt, oder ob sich, anthropogen bedingt, durch Entfernung des Ufersaumes und Einbringung grober Substrate bei Gewässerunterhaltungsmaßnahmen physiographisch Epipotamal-ähnliche Siedlungsräume ergeben haben.

Heptagenia sulphurea lebt bevorzugt im Epipotamal, dringt aber auch bis ins Epirhithral vor (vgl. MOOG 1995). In der Fulda wurden die größten Vorkommen ebenfalls im Epipotamal gefunden. MARTEN (1983) konnte die Art nur im Unterlauf bis Üllershausen nachweisen, im oberen Epipotamal sowie im Rhithral fehlte sie damals. Da sie 1996 an allen Probenstellen der Fulda (außer Welkers) nachgewiesen werden konnte, fehlte sie demnach seinerzeit vermutlich wegen der Verschmutzung der Fulda und erobert zur Zeit für sie besiedelbare Abschnitte zurück.

Ephemerellidae

Larven bzw. Imagines von *Ephemerella notata* konnten 1996 bei Hutzdorf und beim Richthof nachgewiesen werden, MARTEN (1983) fing sie bei Bergshausen und Hannoversch Münden. Dort konnte die Art auf der Exkursion im Juli nicht gefunden werden, weil ihre Emergenz schon im Juni abgeschlossen ist (WISE 1980). Die neuen Funde könnten anzeigen, daß *E. notata* nunmehr weiter als damals im Epipotamal verbreitet ist und wohl nur wegen ihres Lebenszyklus an weiteren Probenstellen nicht nachgewiesen wurde. Die bei Hutzdorf und Richthof Anfang Juni gefangenen Imagines waren alle weiblich; Männchen werden nur selten gefunden, *Ephemerella notata* pflanzt sich wahrscheinlich vorwiegend parthenogenetisch fort (STUDEMANN & al. 1992).

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

Caenidae

Larven von *Caenis spec.* fand MARTEN (1983) an den Probenstellen von Rendelmühle bis Gläserzell; diese Larven wurden später von Malzacher als *Caenis beskidensis* bestimmt. Imagines von *C. beskidensis* fand Marten zusätzlich an den potamalen Probestellen Friedlos, Grebenau und Bergshausen. Da nach HAASE (1994) die Larven von *C. beskidensis* schwerpunktmäßig das Hyporhithral besiedeln, wo man sie bervorzugt in flachen Abschnitten mit geringer Strömung findet, beruhen die Imaginalfunde an den potamalen Abschnitten sehr wahrscheinlich auf Zuflügen aus Bächen der näheren Umgebung.

ILLIES (1953) hatte *Caenis luctuosa* an mehreren Stellen in der Fulda gefunden, sie kommt auch jetzt in der Fulda bei Welkers, von Gläserzell bis Hannoversch Münden sowie in der Lüder und Schlitz vor. MARTEN (1983) konnte sie nicht nachweisen, plausible Gründe dafür sind nicht erkennbar.

Potamanthidae

Potamanthus luteus wurde von MARTEN (1983) in geringer Anzahl nur an den Probenstellen von Friedlos bis Hannoversch Münden nachgewiesen. 1996 wurde sie dagegen an allen Probenstellen im Epipotamal und sogar bei Bernshausen in der Schlitz nachgewiesen. Die Art wurde auch von anderen Autoren wieder in größeren Flüssen gefunden, z.B. im Vallendarer Rheinarm von GEISSEN (1995). Er bezeichnet *Potamanthus luteus* als einen "Gewinner des Kläranlagenbaus"; dies dürfte auch für die heute höhere Abundanz und weitere Verbreitung in der Fulda zutreffen.

Plecoptera

Taeniopterygidae

Brachyptera monilicornis machte nach ILLIES (1953) in der Fulda von Lütter bis Bronnzell 11,3 % aller Plecopterenlarven aus. 1969 war sie nur noch mit Mühe nachzuweisen (ZWICK 1969), MARTEN (1983) fand sie nicht mehr und vermutete ihr Erlöschen in der Fulda. Nach dem Fund einer kleinen *Brachyptera*-Larve im Dezember 1996 bei Welkers wurden im Februar 1997 nochmals alle Probenstellen gezielt besammelt. Zwar wurden dann zwischen Welkers und Gläserzell mehrere *Brachyptera*-Larven gefangen, doch gehörten alle zu *Brachyptera seticornis* und *B. risi,* keine zu *B. monilicornis*. Diese Art, die vorwiegend das Hyporhithral besiedelt (MOOG 1995), scheint in der langen Verschmutzungsphase der Fulda (Güteklasse III) in den sechziger und siebziger Jahren tatsächlich ausgestorben zu sein, denn auch eine gemeinsame Suche mit Herrn Zwick im Dezember 1996 an den Probenstellen Mecklar und Lütter erbrachte keinen Wiederfund. Es scheint als hätten sich angesichts des Fehlens der für das Hyporhithral typischen Art bei verbesserter Wasserqualität nun die beiden anderen Vertreter der Gattung in das Hyporhithral der Fulda ausbreiten können, deren Siedlungsschwerpunkte eigentlich im Epi- und Metapotamal liegen. In der Eder, die für

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

andere Flußarten wie *Oligoneuriella rhenana* ein Rückzugsgebiet war, konnte *B. monilicornis* trotz intensiver Suche nicht nachgewiesen werden (SCHMIDT 1991).

Gleiches gilt für *Taeniopteryx schoenemundi*, welche nach ILLIES (1953) 28 % der Plecopterenlarven im Bereich Lütter bis Bronnzell stellte. ZWICK (1969) konnte sie trotz dreier Jahre intensiven Suchens (1965-1968) ebensowenig wie MARTEN (1983) trotz spezieller Nachsuche im Winter 1981/82) wiederfinden. Sie trat aber in geringer Zahl noch in Zuflüssen der Fulda bei Bad Hersfeld (Geisbach, Rohrbach) auf (WERNER & WERNER 1968, ZWICK 1969), in denen sie jetzt auch erloschen zu sein scheint (ZWICK, pers. Mitteilung).

B. monilicornis und *T. schoenemundi* sind in der Fulda offenbar ausgestorben; geeignete Rückzugsgebiete, aus denen die Fulda wiederbesiedelt werden könnte, fehlen.

Perlodidae

1996 gelangen 45 Imaginalnachweise von *Isoperla grammatica,* und es ist anzunehmen, daß auch alle 796 Larven dieser Art angehören. Larven der Gattung *Isoperla* wären nach den Bestimmungsschlüsseln von ILLIES (1955) und RAUŠER (1980) vor allem nach unterschiedlicher Behaarung der Galea zu unterscheiden. HYNES & MACPHEE (1970) zeigten jedoch, daß diese Behaarung selbst innerhalb einer Art abhängig ist von dem Entwicklungsstadium der Larven, so daß dieses Merkmal als sehr unsicher gelten muß. Nach ZWICK (mdl. Mitteilung) ist eine sichere Bestimmung von Larven dieser Gattung derzeit unmöglich.

Isoperla grammatica wurde von MARTEN (1983) und ZWICK (1975) bis in den Oberlauf bei Obernhausen nachgewiesen. Diese Art konnte sich in diesen Bereich ausdehnen, da empfindlichere Vertreter der Gattung *Isoperla*, wie *Isoperla oxylepis* (DESPAX 1936) infolge der Verschmutzung durch die Kläranlage Obernhausen aus diesem Bereich verschwunden sind (ZWICK 1975). *I. grammatica* im heutigen Sinne ist nach BERTHÉLEMY (1979) ein Komplex eng verwandter Arten; ob die Population in der Fulda mit dem Neotypus der Art (RUPPRECHT 1984) artgleich ist, bleibt zu prüfen.

Eine Ausnahme macht *Isoperla difformis,* eine charakteristische, seltene Steinfliege größerer Fließgewässer. Reife Larven können an der stark vorgewölbten Innenkante der Lacinia mit zweireihigem Haarsaum und an den kaum ausgebildeten Flügelscheiden der Männchen gut erkannt werden. MARTEN (1983) fing zwei Imagines bei Friedlos; zwei Meldungen nach Larven (aus Welkers und "Ziegel unterhalb") erwiesen sich jetzt bei Nachprüfung aber als Fehlbestimmungen. Die Art wurde 1996/97 nicht wiedergefunden, könnte aber im Unterlauf, wo sie früher nachgewiesen wurde (ZWICK 1969), ab Friedlos auch heute noch existieren, zumal ein aktuelles Vorkommen aus der unteren Eder gemeldet wird (SCHMIDT 1994). Den früheren Siedlungsraum bis kurz oberhalb Fulda (ILLIES 1953) konnte sie nicht zurückgewinnen.

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

Die seltene, als gefährdet eingestufte Flußart *Perlodes dispar* wird öfters zusammen mit *Perlodes microcephalus* (PICTET 1833) gefunden (u.a. SCHULTE & WEINZIERL 1990). MARTEN (1983) konnte *P. microcephalus* an den Probenstellen Kehre bis Welkers, *P. dispar* von Friedlos bis Bergshausen nachweisen; von weiteren Fundorten bis nach Kassel (ZWICK 1969) existiert Belegmaterial. Da Larven nicht zweifelsfrei bestimmbar sind und von Welkers bis Gläserzell keine Imagines gefangen wurden, konnte der aktuelle Überlappungsbereich beider Arten in der Fulda nicht erkannt werden. Er liegt wahrscheinlich zwischen Welkers und Gläserzell, da Imagines von *P. dispar* flußaufwärts bis Hartershausen sowie an der Lüder gefangen wurden.

Trichoptera

Hydropsychidae

Larven und Imagines von *Hydropsyche contubernalis* wurden in Gläserzell sowie von Friedlos bis Hannoversch Münden nachgewiesen. Larvalnachweise lagen bisher nur aus Bergshausen und Hannoversch Münden vor, doch wurden Imagines bis Obernhausen am Licht gefangen (PITSCH 1983). Aus den aktuellen Larvenfunden läßt sich schließen, daß *H. contubernalis* sich in das obere Epipotamal ausgebreitet hat. Sie gilt als euryök und kommt in rhithralen bis potamalen Bereichen vor (MALICKY 1981). In Gewässern, die starke Schwankungen in Sauerstoffgehalt und Temperatur aufweisen, ist sie oft die einzige Vertreterin der Hydropsychidae. Im Rhein war sie jahrelang die dominierende *Hydropsyche* (BECKER 1987) und auch in der Elbe wurde sie selbst noch an stark belasteten Stellen gefunden (MÄDLER 1995).

Die allgemein recht seltene *Hydropsyche fulvipes* wird normalerweise aus rasch fließenden Quellbächen und Bachoberläufen gemeldet (SCHULTE & WEINZIERL 1990, PITSCH 1993a); der Fundort der jetzt gefangen drei Larven (Ziegel) liegt dagegen im oberen Epipotamal. Ob sie dort ständig vorkommt, oder nur aus einem nicht beprobten Zufluß eindriftete, ist nicht zu klären; neu für die Fulda. *H. fulvipes* reagiert wie *H. saxonica* und *H. instabilis* empfindlicher auf organische Verschmutzung als die anderen gefundenen Hydropsychidae.

Hydropsyche incognita wurde von PITSCH (1993b) aus Kassel-Bergshausen beschrieben. Sie ist in Mitteleuropa verbreitet und kommt zusammen mit *H. pellucidula* vor, soll aber nicht so verschmutzungstolerant sein und schneller fließende Gewässer bevorzugen. Da vorwiegend in lotischen Bereichen gesammelt wurde, und die Fulda an allen Stellen inzwischen mindestens Güteklasse II erreicht, sollte Verschmutzung nicht der limitierende Faktor sein. Dennoch wurde *H. incognita* nur im unteren, nicht im oberen Epipotamal, gefunden und könnte zumindest in der Fulda auf diesen Bereich beschränkt sein.

Von *Hydropsyche instabilis* wurden im Hyporhithral der Fulda sowie in der Fliede nur wenige Individuen gefangen. MOOG (1995) gibt als Schwerpunkt der Verbreitung das Epi- bis Metarhithral an, was gut auf die Verhältnisse in der

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

Fulda zuzutreffen scheint; auch PITSCH (1983) konnte die meisten Larven und Imagines dort nachweisen. Nach PITSCH (1993a) liegt allerdings generell der Schwerpunkt ihrer Besiedlung im Hyporhithral, wo sie die verbreitetste *Hydropsyche*-Art sein soll.

Cheumatopsyche lepida konnte seit PITSCH (1983) von Altmorschen flußaufwärts bis Hartershausen vordringen, eine weitere Ausbreitung ins Hyporhithral der Fulda ist zu erwarten (vgl. PITSCH 1993a). Auf in jüngerer Zeit vermehrte Funde von *C. lepida* wiesen bereits TOBIAS & TOBIAS (1989) hin. Auch in der Eder und deren Seitenbächen ist *C. lepida* in Bereichen mit gröberem Substrat und hoher Fließgeschwindigkeit häufig (FISCHER & al. 1992).

Limnephilidae

Melampophylax mucoreus wurde mit je einer Larve (det. Waringer) an den Probenstellen Gläserzell und Friedlos nachgewiesen. PITSCH (1983) konnte sie ebenfalls nur vereinzelt an den Probenstellen "Ziegel unterhalb", Üllershausen und Friedlos sammeln. Die Art soll nach ECKSTEIN (1994) Rhithral und Potamal gleichermaßen besiedeln. Sie ist in Deutschland relativ selten und gilt als gefährdet, auch in der Fulda.

Lepidostomatidae

Zwei Lepidostomatidae-Arten wurden gefunden, beide gelten als Charakterarten naturnaher Bäche und Flüsse (SPETH & BÖTTGER 1993). *Lasiocephala basalis* präferiert aufgrund des Nahrungsangebotes und der Fließgeschwindigkeit organische Substrate wie Erlenwurzeln, Totholz und Fallaub; ihr Vorkommen ist stark an das Vorkommen von Ufergehölzen gebunden: "Die enge Bindung von *L. basalis* an Ufergehölze könnte einer der Gründe für die eingeschränkte und unregelmäßige Verbreitung dieser Art sein" (HOFFMAN 1992). Da die Art sich seit PITSCH (1983) sehr stark ausbreiten konnte, dürften neben besserer Wasserqualität auch die in den letzten Jahren verstärkten Anpflanzungen bzw. das Unterlassen von Rodungen aufkommender Ufergehölze verantwortlich sein.

Lepidostoma hirtum bevorzugt neben Erlenwurzeln vor allem Grobdetritus als Substrat (SPETH & BÖTTGER 1993). Ihr Verbreitungsschwerpunkt liegt flußabwärts von *Lasiocephala*; in der Fulda erfolgt der Abundanzwechsel bei Gläserzell.

Leptoceridae

Imagines von *Athripsodes bilineatus* wurden an den beiden oberen Probenstellen im Hyporhithral nachgewiesen; nach MOOG (1995) bevorzugt die Art diesen Gewässerbereich. Larven wurden zwar nicht gefunden, aber da Imagines auch im Handfang, der Fernanlockung ausschließt, erbeutet wurden, stammen sie höchstwahrscheinlich aus der Fulda; Erstnachweis für die Fulda.

Die Larven von *Ceraclea alboguttata* sind noch nicht sicher von ihrer Schwesterart *Ceraclea albimacula* (RAMBUR 1877) zu unterscheiden. Dieses Bestim-

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

mungsproblem wird zur Zeit von WIBERG-LARSEN (briefliche Mitteilung) bearbeitet. Mit der gängigen Bestimmungsliteratur (WALLACE & al. 1990, SEDLAK 1987) werden Larven dieser Art falsch als *Ceraclea albimacula* bestimmt und gemeldet (z.B. BÄTHE 1994 und mdl. Mitteilung). Diese ist aber selten (PITSCH 1993a), bzw. kommt in Deutschland vielleicht gar nicht vor (vgl. TOBIAS & TOBIAS 1981). Nach BRETTFELD & al. (1996) ist *C. alboguttata* in Deutschland vorrangig in Flüssen verbreitet und stellenweise häufig; dies trifft auch auf die Fulda zu.

Oecetis notata gilt als charakteristische Bewohnerin von Flüssen und Auegewässern (TOBIAS & TOBIAS 1981, BURMEISTER & BURMEISTER 1988). Je eine Larve und Imago wurden in Altmorschen nachgewiesen; der Erstnachweis für die Fulda. In Hessen sind bis jetzt nur Einzelfunde aus dem Main (TOBIAS 1986), der Zwester Ohm und der Salzböde (FISCHER & al.1992) bekannt.

Oecetis testacea wurde mit einer Larve (det. Waringer) an der Probenstelle in der Lüder gefunden. Die Art gilt als gefährdet und wurde bis 1980 in Deutschland nur selten gefunden (TOBIAS & TOBIAS 1989), in neuerer Zeit wird sie wieder in den meisten Bundesländern gemeldet (KLIMA & al. 1994). Im Lahn-Eder-Bergland wurde sie wie an der Fulda nur im Rhithral gefunden (FISCHER & al. 1992).

Heteroptera

Von den Heteroptera wurde nur *Aphelocheirus aestivalis* berücksichtigt; sie ist eine für Fließgewässer typische Wanze. Da sie den Sauerstoff nicht aus der Atmosphäre sondern aus dem Wasser aufnimmt, ist sie eher als andere Wasserwanzen ein Indikator für die Wassergüte. Da sie anfänglich nicht gezielt gesammelt wurde, geben die Fangzahlen kein zutreffendes Bild ihrer Siedlungsdichte. An der Probenstelle Hartershausen konnte allerdings trotz Nachsuche während des ganzen Untersuchungszeitraumes nur ein Tier nachgewiesen werden, hier liegt wahrscheinlich jetzt die obere Grenze ihrer Verbreitung in der Fulda.

MARTEN (1983) konnte *A. aestivalis* nur an den Probenstellen Friedlos bis Hannoversch Münden nachweisen. Sie hat sich demnach flußaufwärts bis Hartershausen ausbreiten können und kommt sogar in der Schlitz bei Bernshausen vor. Dies ist erstaunlich, da sich das flugunfähige Tier nur "zu Fuß" ausbreiten kann und dabei in der Fulda mehrere Wehre überwinden mußte. Das Vordringen flußauf nur bis Hartershausen deutet entweder auf eine sehr langsame Ausbreitung hin (in 15 Jahren nur rund 50 Flußkilometer), oder die Bereiche oberhalb Hartershausen können von dieser Art aus irgendwelchen Gründen nicht besiedelt werden. Nach MOOG (1995) bevorzugt *A. aestivalis* das Potamal, kommt aber auch im Hyporhithral vor und wird vereinzelt im Metarhithral gefunden. Diese Grenze ist in der Fulda noch nicht erreicht, die augenblickliche Verbreitungsgrenze könnte wie in allen ähnlichen Fällen am Abwasser aus der Kläranlage Gläserzell oder der Gewässerstruktur im gleichen Bereich liegen.

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

5.3 Bewertung nach BRAUKMANN (Tab. 4)

Mit zunehmender Entfernung von der Quelle zeigen die Dominanten auch eine Zunahme der Saprobie an. Typische Potamalarten, wie viele filtrierende Trichoptera (VANNOTE & al. 1980), haben einen Saprobiewert um 2,0. Daher kann man davon ausgehen, daß der Index nach BRAUKMANN (1992) von der Quelle zur Mündung abnimmt. Für die Fulda gilt dies weitgehend mit punktuellen Abweichungen nach unten an den Probenstellen Gläserzell, Mecklar und Bergshausen.

Für die Probenstelle Gläserzell liegt eine mögliche Ursache im Einfluß der Kläranlage. Die Abwasserbelastung verhindert ein Vorkommen Arten mit niedrigem Saprobiewert, so daß sich vermehrt Arten mit höherem Saprobiewert und in hoher Abundanz ansiedeln können. Auf mögliche Einflüsse der Stauregulierung wurde schon hingewiesen. Die niedrigen Werte nach BRAUKMANN an den anderen genannten Probenstellen sind vermutlich lediglich auf die einmalige Beprobung im Sommer zurückzuführen. In dieser Zeit sind die meisten rheophilen Organismen mit niedrigem Saprobienindex schon zur Emergenz gelangt und als Larven nicht nachweisbar, es konnten nur noch Arten mit höherem Saprobiewert erfaßt werden.

Die Schlitz weist einen höheren Saprobienindex auf als Fliede und Lüder. Der Grund könnte der eher epipotamale als hyporhithrale Charakter der Probenstelle sein, auf den typische Potamalarten mit Saprobienwerten um 2,0 hindeuten wie *Potamanthus luteus*, *Aphelocheirus aestivalis*, *Brachycentrus subnubilus* sowie *Cheumatopsyche lepida*.

Der Index nach BRAUKMANN (1992) zeigt Belastungen im Rhithral, die durch Abwassereinleitungen verursacht werden, sehr gut an, da Arten mit hohem Sauerstoffanspruch und niedrigem Saprobiewert durch solche mit geringerem Sauerstoffanspruch und höherem Saprobiewert ersetzt werden. Das Potamal hat dagegen nach dem Index von BRAUKMANN (1992) immer einen niedrigeren Index und wird nicht adäquat beurteilt; für das Potamal erscheint der Index nach KAULE (1991) und RECK (1990) geeigneter zu sein.

	Fulda												Zuflüsse				
	Welkers	Löschenrod	Ziegel	Gläserzell	Hartershausen	Hutzdorf	Richthof	Friedlos	Mecklar	Altmorschen	Bergshausen	Hann. Münden	Fliede	Lüder	Schlitz	Aula	Rohrbach
Biotischer Index	8	8	8	7	8	7	7	7	6	7	5	6	8	8	7	6	7

Tab. 4: Biotischer Index der Fulda und der untersuchten Nebengewässer

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

5.4 Bewertung nach KAULE und RECK (Tab. 5)

Die Fulda zählt nach der Bewertung von KAULE (1991) und RECK (1990) in dem unteren Epipotamal von Hutzdorf bis Bergshausen durch das Vorkommen gefährdeter Potamalarten zu den besonders wertvollen Flußabschnitten, die an den Probenstellen Richthof und Friedlos sogar landesweit bedeutsam sind. Zu den gefährdeten Arten des Potamals zählen die Eintagsfliegen *Heptagenia longicauda*, *Heptagenia flava*, *Oligoneuriella rhenana* und *Baetis buceratus*, ebenso die Köcherfliegen *Melampophylax mucoreus*, *Brachycentrus subnubilus*, *Ceraclea nigronervosa*, *Ceraclea annulicornis* und *Athripsodes albifrons* sowie die Steinfliege *Perlodes dispar*. Die niedrigen Indexwerte an den Probenstellen Aula und Rohrbach sind vermutlich durch die nur einmalige Beprobung im Juli zu erklären und nicht signifikant.

Da die von mir verwendeten Kennwerte für andere Flüsse nicht vorliegen, ist ein Vergleich der Fulda mit diesen schwierig. Die Gewässergütekarte der Bundesrepublik Deutschland (LAWA 1996) zeigt aber, daß es nur wenige größere Flüsse gibt, die wie die Fulda in ihrem gesamten Verlauf von der Quelle bis zur Mündung fast durchgängig Güteklasse II und besser aufweisen. Arten wie *Perlodes dispar*, *Potamanthus luteus* und *Oligoneuriella rhenana*, die in der Fulda mit hoher Abundanz auftreten, sind z.B. in Niedersachsen und Bremen überhaupt noch nicht nachgewiesen worden oder gelten dort als ausgestorben (REUSCH & BLANKE 1993). Vorkommen der gleichen Arten in anderen Bundesländern (MARTEN & al. 1996, OTTO & BRINKMANN 1996, SCHULTE & WEINZIERL 1990, BURMEISTER 1989) beschränken sich meist nur auf Teilbereiche des jeweiligen Flusses und die Nachweise umfassen oft nur wenige Individuen. Das Epipotamal der Fulda ist eines der wenigen mit noch typischer und artenreicher Ephemeroptera-, Plecoptera- und Trichoptera Besiedlung in Deutschland.

	Fulda												Zuflüsse				
	Welkers	Löschenrod	Ziegel	Gläserzell	Hartershausen	Hutzdorf	Richthof	Friedlos	Mecklar	Altmorschen	Bergshausen	Hann. Münden	Fliede	Lüder	Schlitz	Aula	Rohrbach
Gefährdete Arten:																	
Gesamtzahl	10	12	11	10	13	12	15	15	9	12	7	4	10	13	10	3	4
V. Aussterben bedroht				1		1	2	2	2	1	2	1					
Stark gefährdet	1	1	2	2	2	3	3	3	1	3	1	1	1	2	2	1	
Gefährdet	3	3	3	4	5	6	5	7	4	5	3	2	4	5	5	2	1
Potentiell gefährdet	6	8	6	3	6	2	5	3	2	3	1		5	6	3		3
Bewertung n. Kaule	6	7	7	7	7	8	9	9	8	8	7	6	6	7	6	5	5

Tab. 5: Bewertungsindex nach KAULE (1991) und RECK (1990)

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

Dank

Besonderer Dank gilt Herrn Prof. Dr. Zwick, der es mir ermöglichte meine Diplomarbeit an dem MPI für Limnologie in Schlitz anzufertigen und der mir bei der Umsetzung in die vorliegende Publikation half. Herrn Univ.-Doz. Dr. Waringer, Wien, sowie Herrn Dipl.-Biol. Haybach, Mainz, danke ich für Nachbestimmungen bei Trichoptera bzw. einigen Heptageniidae. Herrn Dr. Marten, Karlsruhe, danke ich für Vergleichsexemplare und Antworten auf viele Fragen. Herrn Prof. Dr. Wagner, MPI für Limnologie in Schlitz, danke ich für die Bereitstellung von Computerprogrammen. Ebenso danke ich für hilfreiche Hinweise den Herren Dr. Becker und Dr. Holfeld sowie Herrn Dr. Schmidt für die Bereitstellung und Wartung des Computers und der Meßinstrumente. Meinen Kollegen Heino Christl, Martin Hecht, Björn Hendel, Dominic Menzler und besonders Matthias Rösch danke ich für ihre Hilfen. Des weiteren danke ich Herrn Dr. Boness von der Hessischen Landesanstalt für Umwelt, Außenstelle Kassel, Herrn Peil vom Abwasserverband Fulda, Klärwerk Gläserzell, sowie Herrn Ernst vom Wasser- und Schiffahrtsamt Hannoversch Münden für die Überlassung von Daten.

Literatur

BÄTHE, J. (1994): Sanierung eines Fließgewässersystems: Die Entsalzung von Werra und Weser Reaktionen der Trichopterenfauna.- Deutsche Gesellschaft für Limnologie: Erweiterte Zusammenfassung der Jahrestagung in Hamburg **2**: 602-611, Krefeld.

BECKER, G. (1987): Net-building behaviour, tolerance and development of two caddisfly species from the river Rhine (Hydropsyche contubernalis and H. pellucidula) in relation to the oxygen content.- Oecologia **73**: 242-250, Berlin.

BERNHARDT, H. (1978): Phosphor, Wege und Verbleib in der Bundesrepublik Deutschland.- (Verlag Chemie) Weinheim.

BERTHÉLEMY, C. (1979): Mating calls and taxonomy in Pyrenean Isoperla.- Gewässer und Abwässer **64**: 71-72, Düsseldorf.

BLAB, J., E. NOWAK, W. TRAUTMANN & H. SUKOPP (1984): Rote Liste der gefährdeten Tiere und Pflanzen in der Bundesrepublik Deutschland.- Naturschutz aktuell **1**, 4. Auflage: 1-270, (Kilda-Verlag) Greven.

BRAASCH, D. & U. JACOB (1976): Die Verwendung von Ephemeropteren der DDR als Indikatoren für die Wassergüte.- Entomologische Nachrichten Dresden **20**: 101-111, Dresden.

BRAUKMANN, U. (1992): Typologischer Ansatz zur ökologischen Bewertung von Fließgewässern.- Limnologie aktuell **3**: 45-65, Stuttgart.

BREHM, J. (1975): Hydrologische und chemische Übersichtuntersuchungen an den Fließgewässern des Schlitzerlandes III. die Fulda.- Beiträge zur Naturkunde in Osthessen **9/10**: 37-80, Fulda.

BRETTFELD, R., R. BELLSTEDT, W. JOOST & W. ZIMMERMANN (1996): Zur Limnofauna des Unterlaufs der Ulster.- Abhandlungen und Berichte des Museums der Natur in Gotha **19**: 3-23, Gotha.

BRÜCKMANN, G. (1994): Köcherfliegenfauna (Trichoptera) eines bayerischen Gebirgsbaches in den Ammergauer Alpen mit Bemerkungen zur Nachtaktivität.- Lauterbornia **16**: 89-95, Dinkelscherben.

Burmeister, E.-G & H. Burmeister (1988): Verbreitung und Habitatwahl der Köcherfliegen im Einzugsgebiet der Donau nebst kritischen Bemerkungen zum Indikationswert dieser Insektengruppe.- Nachrichtenblatt der Bayerischen Entomologen 37: 44-58, München.

BURMEISTER, E.-G. (1989): Wiederfunde von Ephoron virgo, Ephemera lineata und Oligoneuriella rhenana.- Spixiana **11**: 177-185, München.

CASPERS, N. (1980a): Die Emergenz eines kleinen Waldbaches bei Bonn.- Decheniana Beihefte **23**: 1-175, Bonn.

CASPERS, N. (1980b): Die Makrozoobenthos-Gesellschaften des Hochrheins bei Bad Säckingen.- Beiträge zur naturkundlichen Forschung in Südwestdeutschland **39**: 115-142, Karlsruhe.

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

CIBOROWSKI, J. J. H. (1983): Downstream and lateral transport of nymphs of two mayfly species (Ephemeroptera).- Canadian Journal of fisheries and aquatic sciences **40**: 2025-2029, Ottawa.

ECKSTEIN, R. (1994): Bemerkenswerte Funde von Köcherfliegen (Trichoptera) aus der Hohen Rhön (Landkreis Fulda, Hessen).- Lauterbornia **16**: 29-42, Dinkelscherben.

FISCHER, J., D. HERING, A. HOFFMANN, T. WIDDIG & H.-W. BOHLE (1992): Beitrag zur Kenntnis der Wasserinsektenfauna Nordwest-Hessens. Teil 1: Köcherfliegen (Trichoptera).- Lauterbornia **12**: 21-55, Dinkelscherben.

FITTKAU, E. J. (1992): Vierzig Jahre Limnologische Flußstation Schlitz - Ein Kapitel der Geschichte Deutscher Limnologie: 1-17.- In: Limnologische Flußstation (Hrsg.) 1992: Vierzigjähriges Jubiläum der Limnologischen Flußstation Schlitz des Max-Planck-Instituts für Limnologie am 4. Juni 1992 - Festvorträge (Selbstverlag Limnologische Flußstation Schlitz), Schlitz.

GEISSEN, H.-P. (1995): Vorkommen bemerkenswerter Eintagsfliegen (Insecta: Ephemeroptera) am und im Mittelrhein.- Fauna und Flora in Rheinland-Pfalz **7**: 861-867, Landau.

Giorgi, A. (1995): Response of Periphyton Biomass to High Phosphorus Concentrations in Laboratory Experiments.- Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology **55**: 825-832, New York.

Haase, P. (1994): Neue Vorkommen von Hydroptila sparsa, Orthotrichia costalis und Caenis beskidensis im niedersächsischen Hügel- und Bergland.- Entomologische Nachrichten und Berichte **38**: 206, Dresden.

HAMM, A. (1996): Wie und woher kommen die Nährstoffe in die Flüsse?- In: LOZÁN, J. L. & H. KAUSCH (Hrsg.): Warnsignale aus Flüssen und Ästuaren. Wissenschaftliche Fakten: 105-110, (Parey) Berlin.

HAYBACH, A. & J. FISCHER (1994): Zur Kenntnis der Eintagsfliegenfauna (Insecta: Ephemeroptera) von Rheinland-Pfalz.- Lauterbornia **19**: 173-189, Dinkelscherben.

HERING, D. & H. ECKSTEIN (1991): Zum Vorkommen von Oligoneuriella rhenana und Potamanthus luteus in der Eder bei Felsberg.- Hessische Faunistische Briefe **10**: 63, Darmstadt.

HERSHEY, A., J. PASTOR, B. J. PETERSEN & G. W. KLING (1993): Stable isotopes resolve the drift paradox for Baetis Mayflies in an arctic river.- Ecology **74**: 2315-2325, Durham.

HOFFMANN, A. (1992): Growth, food and microdistribution of Lasiocephala basalis larvae in a small stream.- In: OTTO, C. (Ed.): Proceedings of the 7th International Symposium on Trichoptera, Umeå, Sweden, 3.-8 August 1992: 183-188, Leiden.

HYNES, H. B. N. & F. MACPHEE (1970): The maxillae of the British species of Isoperla.- Proceedings of the Royal Entomological Society of London A **45**(7-9): 123-124, London.

ILLIES, J. (1949): Die Fulda-Expedition der Limnologischen Flußstation Freudenthal.- Mikrokosmos **38**: 145-149, Stuttgart.

ILLIES, J. (1953): Die Besiedlung der Fulda (insbes. das Benthos der Salmonidenregion) nach dem jetzigen Stand der Untersuchung.- Berichte der Limnologischen Flußstation Freudenthal **5**: 1-28, Göttingen.

ILLIES, J. (1955): Steinfliegen oder Plecopteren.- In: DAHL, F. (Hrsg.): Die Tierwelt Deutschlands und der angrenzenden Meeresteile **43** : 1-150, (G. Fischer) Jena.

ILLIES, J. (1961): Versuch einer allgemeinen biozönotischen Gliederung der Fließgewässer.- Internationale Revue der gesamten Hydrobiologie **46**: 205-213, Berlin.

ILLIES, J. (1978): Vergleichende Emergenzmessung im Breitenbach 1969-1976.- Archiv für Hydrobiologie **82**: 432-448, Stuttgart.

JACOB, U. (1972): Beitrag zur autochthonen Ephemeropterenfauna in der Deutschen Demokratischen Republik.- 159 S., Dissertation A, Karl-Marx-Universität Leipzig.

KAULE, G. (1991): Arten-und Biotopschutz.- UTB Große Reihe **2**, 2. Auflage, 519 S., (Ulmer) Stuttgart.

KERNER, M. (1996): Das Problem des Sauerstoffmangels in Flüssen.- In: Warnsignale aus Flüssen und Ästuaren. Wissenschaftliche Fakten: 240-244, (Parey) Berlin.

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

KIES, L. (1996): Aufwuchsalgen der Fließgewässer.- In: Warnsignale aus Flüssen und Ästuaren. Wissenschaftliche Fakten: 201-208, (Parey) Berlin.

KLIMA, F. (1994): Die aktuelle Gefährdungssituation der Köcherfliegen Deutschlands (Insecta, Trichoptera).- Natur und Landschaft **11**: 511-518, Köln.

KOLKWITZ, R. (1950): Ökologie der Saprobien. Über die Beziehungen der Wasserorganismen zur Umwelt.- Schriftenreihe des Vereins für Wasser-, Boden- und Lufthygiene **4**: 1-64, Stuttgart.

LÄNDERARBEITSGEMEINSCHAFT WASSER (1996): Gewässergüteatlas der Bundesrepublik Deutschland - Biologische Gewässergütekarte 1995.- Berlin.

MÄDLER, K. (1995): Die Entwicklung des Makrozoobenthos der Oberen Elbe in den Jahren 1988-1994.- Internationale Revue der gesamten Hydrobiologie **80**: 667-685, Berlin.

MALICKY, H. (1981): Der Indikatorwert von Köcherfliegen in großen Flüssen.- Mitteilungen der Deutschen Gesellschaft für allgemeine und angewandte Entomologie **3**: 135-137, Bremen.

MARTEN, M., P. MALZACHER, H. REUSCH, C.-J. OTTO, R. BRINKMANN, P. ROOS, W. HACKBARTH & M. GORKA (1996): Die Ephemeroptera und Plecoptera in Baden-Württemberg - Stand der faunistischen Erforschung.- Lauterbornia **27**: 69-79, Dinkelscherben.

MARTEN, M. (1983): Die Ephemeropteren, Plecopteren, Heteropteren und Coleopteren der Fulda.- 148 S., Diplomarbeit der Freien Universität Berlin

MARTEN, M. (1986): Drei für Deutschland neue und weitere, selten gefundene Eintagsfliegen aus der Fulda.- Spixiana **9**: 169-173, München.

MAUCH, E (1963): Untersuchungen über das Benthos der deutschen Mosel unter besonderer Berücksichtigung der Wassergüte.- Mitteilungen des Zoologischen Museums Berlin **39**: 1-172, Berlin.

MEURS, H.-G. & G.-P. ZAUKE (1994): Populationsbiologische Untersuchungen als Instrument zur Beurteilung ökologischer Zustände und zur Abschätzung von Eingriffserheblichkeiten in Fließgewässern.- DGL: Erweiterte Zusammenfassung der Jahrestagung in Hamburg. - Band 2: 523-527, Krefeld.

MOOG, O. (1995): Fauna Aquatica Austriaca.- Wasserwirtschaftskataster, Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft 5/95, Wien.

MAX-PLANCK-GESELLSCHAFT (1975): Neues Leben in der Fulda.- Presseinformation der Max-Planck-Gesellschaft, 2 S., 22. Oktober 1975.

OTTO, C. & R. BRINKMANN (1996): Ausgewählte Eintagsfliegen und Steinfliegen aus Fließgewässern Baden-Württembergs.- Lauterbornia **27**: 47-58, Dinkelscherben.

PITSCH, T. (1983): Die Trichopteren der Fulda, insbesondere ihre Verbreitung im Flußlängsverlauf.- 189 S., Diplomarbeit der Freien Universität Berlin.

PITSCH, T. (1993a): Zur Larvaltaxonomie, Faunistik und Ökologie mitteleuropäischer Fliesswasser-Köcherfliegen (Insecta: Trichoptera).- 316 S., Dissertation, Fachbereich Biologie der Freien Universität Berlin.

PITSCH, T. (1993b): Zur Kenntnis der Hydropsyche pellucidula-Gruppe in Mitteleuropa (Trichoptera: Hydropsychidae).- Braueria **20**: 27-32, Lunz.

RAUŠER, J. (1980): Rád Posvatky - Plecoptera.- In: ROZKOSNÝ, R. (ed.) Klic vodnich larev hmyzu.- Ceskoslovenske Akademie Ved: 86-132, Praha.

RECK, H. (1990): Zur Auswahl von Tiergruppen als Biodeskriptoren für den tierökologischen Fachbeitrag zu Eingriffsplanungen.- Schriften-Reihe für Landschaftspflege und Naturschutz **32**: 99-119, Bonn-Bad Godesberg.

REUSCH, H. & D. BLANKE (1993): Rote Liste der in Niedersachsen und Bremen gefährdeten Eintags-, Stein- und Köcherfliegenarten.- Informationsdienst Naturschutz Niedersachsen **4**: 129-148, Hannover.

REUSCH, H., R. BRINKMANN, K. PINZ, & S. SPETH (1996): Bemerkenswerte Eintagsfliegen aus dem norddeutschen Tiefland.- Lauterbornia **27**: 21-33, Dinkelscherben.

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

RUPPRECHT, R. (1984): Isoperla grammatica Poda, 1761 description of a neotype (Plecoptera).- Annales de Limnologie **20**: 81-90, Toulouse.

SCHMIDT, T. (1991): Faunistische und ökologische Untersuchungen an Fließgewässern im Hessischen Rothaargebirge.- 175 S., Diplomarbeit Fachbereich Biologie Universität Marburg.

SCHMIDT, T. (1994): Die Eintagsfliegen- und Steinfliegenfauna des Hessischen Rothaargebirges.- Lauterbornia **17**: 5-17, Dinkelscherben.

SCHULTE, H. & A. WEINZIERL (1990): Beiträge zur Faunistik einiger Wasserinsektenordnungen (Ephemeroptera, Plecoptera, Coleoptera, Trichoptera) in Niederbayern.- Lauterbornia **6**: 1-83, Dinkelscherben.

SEDLAK, E. (1987): Bestimmungsschlüssel für mitteleuropäische Köcherfliegen. - Beiträge zur Gewässerforschung.- Wasser und Abwasser **29**, 2. Auflage, 163 S., Wien.

SHANNON, C. & W. WEAVER (1963): The mathematical theory of communication.- 117 S., (University of Illinois Press) Urbana.

SIEBERT, M. (1997): Die Besiedlung des Hyporhithrals und Epipotamals der Fulda, insbesondere der Ephemeroptera, Plecoptera und Trichoptera sowie eines Vertreters der Heteroptera (Aphelocheirus aestivalis) im Vergleich zu früheren Arbeiten sowie der Einfluß dreier Nebengewässer der Fulda auf ihre Biozönose.- 214 S., Diplomarbeit des Fachbereichs Biologie der Philipps-Universität Marburg.

SPETH, S. & K. BÖTTGER (1993): Die substratspezifische Verteilung der Ephemeroptera, Plecoptera und Trichoptera (Insecta) in einem sandigen Bach des Norddeutschen Tieflandes (Osterau, Schleswig-Holstein).- Limnologica **23**: 369-380, Jena.

STOREY, A., D. EDWARD & P. GAZEY (1991): Surber and kick sampling: a comparison for the assessment of macroinvertebrate community structure in streams of south-western Australia.- Hydrobiologia **211**: 111-121, Dordrecht.

STUDEMANN, D., P. LANDOLT, M. SARTORI, D. HEFTI & I. TOMKA (1992): Ephemeroptera.- Insecta Helvetica, Fauna 9, 175 S., Fribourg.

TOBIAS, D. & W. TOBIAS (1989): Zum aktuellen Kenntnisstand der einheimischen Köcherfliegenfauna (Trichoptera) und ihres Gefährdungsgrades.- Schriften-Reihe für Landschaftspflege und Naturschutz **29**: 258-261, Bonn-Bad Godesberg.

TOBIAS, D. (1986): Die Köcherfliegen des Landes Hessen.- Entomologische Zeitschrift **96(5)**: 49-64, Essen.

TOBIAS, W. & D. TOBIAS (1981): Trichoptera Germanica Teil 1: Imagines.- Courier Forschungsinstitut Senckenberg **49**: 1-671, Frankfurt a.M.

VANNOTE, R., G. MINSHALL, K. CUMMINS, J. SEDELL & C. CUSHING (1980): The River Continuum Concept.- Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences **37**: 130-137, Ottawa.

WALLACE, I. D., B. WALLACE & G. N. PHILIPSON (1990): A Key to the Case-Bearing Caddis Larvae of Britain and Ireland.- Freshwater Biology Association Scientific Publication No. **51**: 1-237, Ambleside, Cumbria.

WARINGER, J. (1989): The abundance and temporal distribution of caddisflies (Insecta: Trichoptera) caught by light traps on the Austrian Danube from 1986 to 1987.- Freshwater Biology **21**: 387-399, Oxford.

WARINGER, J. (1991): Phenology and the influence of meteorological parameters on the catching success of light-trapping for Trichoptera.- Freshwater Biology **25**: 307-319, Oxford.

WEINZIERL, A. & G. SEITZ (1993): Raptobaetopus tenellus (Albarda 1878) (Ephemeroptera, Baetidae) im bayerischen Donaugebiet.- Lauterbornia **13**: 21-24, Dinkelscherben.

WERNER, E. & H. WERNER (1968): Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera und Coleoptera vom Geisbach bei Bad Hersfeld.- Gewässer und Abwässer **47**: 20-30, Düsseldorf.

Zwick, P. (1969): Beitrag zur Kenntnis der Plecopterenfauna der Fulda und ihres Einzugsgebietes in der Rhön und dem Vogelsberg.- Beiträge zur Naturkunde in Osthessen **1**: 65-76, Fulda.

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

ZWICK, P. (1974): Die Fulda - Berggruß auf klarer Welle?- Jahrbuch des Landkreises Fulda 1975: 110-118, Fulda.

Anschrift des Verfassers: Dipl.-Biol. Matthias Siebert, Ostlandweg 7, D-34576 Homberg

Manuskripteingang: 30. Juni 1998

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Lauterbornia

Jahr/Year: 1998

Band/Volume: 1998_33

Autor(en)/Author(s): Siebert Matthias

Artikel/Article: Wasserinsekten im Hyporhithral und Epipotamal der Fulda, einst und jetzt. 53-83