PHILIPPIA V/1: 11–32 1982

WERNER MEINEL und UWE MATTHIAS

Chemisch-physikalische und faunistische Untersuchungen an einem Mittelgebirgsbach (Nieste, Naturpark Kaufunger Wald, Nordhessen)

II

Faunistischer Teil *

Abstract

Over a period of one year, physico-chemical and faunistic observations were carried out in the Nieste, a small tributary of the Fulda (Hesse, Federal Republic of Germany). Special emphasis was put on the influence of different waste waters, on the chemism, and the composition of the benthic macro-invertebrates. In the present part of the publication, the spatial distribution of the species along the running water and their occurrence in relation to the seasons are described and discussed. The saprobic system is used to develop a quality index of the Nieste.

Einleitung

Der erste Teil der Veröffentlichung beinhaltete Angaben zur Hydrographie und zu den besonderen chemisch-physikalischen Verhältnissen der Nieste, einem Mittelgebirgsbach im Naturpark Kaufunger Wald, der in seinem Oberlauf von Abwassereinflüssen vollkommen unbeeinflußt ist. Im weiteren Verlauf des Baches kommt es durch die anliegenden Gemeinden jedoch zu immer stärkeren Abwasserbelastungen, die eine völlige Umstrukturierung der Biozönose zur Folge haben. Im zweiten Teil der Arbeit soll unter Berücksichtigung der saisonalen Veränderungen die qualitative und quantitative Zusammensetzung des Zoobenthos in Abhängigkeit von der Schadstofffracht dargestellt werden. Die benthischen Makroinvertebraten sind dabei aufgrund ihrer unterschiedlichen ökologischen Ansprüche besonders geeignet, die Intensität der Abwasserbelastungen aufzuzeigen und unter Verwendung des Saprobiensystems als einen auch mathematisch erfaßbaren Wert wiederzugeben.

Methodik

Die Benthosproben wurden parallel zu den chemisch-physikalischen Untersuchungen an den einzelnen Meßstellen unter gleichbleibenden Bedingungen entnommen. Alle Entnahmestellen waren schwach beschattet und wiesen, wie dies für die Nieste typisch ist, einen vorwiegend steinigen Bodengrund auf. Die Strömungsgeschwindigkeit lag je nach Wasserstand meist zwischen 0,3 und 1,0 m/s. Zum Fang der Tiere wurden aus dem Bachbett mehrere lose aufliegende Steine aus 10 – 30 cm Wassertiefe entnommen. Bei der Entnahme der Steine wurde ein Handnetz (Maße ca. 30 x 20 cm, Maschenweite 1 mm) so hinter den entsprechenden Stein gehalten, daß von der Strömung aufgewirbelte und abgetriebene Tiere im Handnetz

---

* 1. Mitteilung: MEINEL, W., MATTHIAS, U. und SCHÖCKE, K., 1981: Chemisch-physikalische und faunistische Untersuchungen an einem Mittelgebirgsbach (Nieste, Naturpark Kaufunger Wald, Nordhessen). I. Chemisch-physikalische Verhältnisse. Philippia 4: 357—369.

aufgefangen wurden. Die tierischen Besiedler dieser Steine wurden nun mit einer Pinzette sorgfältig abgesammelt und zusammen mit den im Netz gefangenen Tieren in einem Probengefäß mit 70% Äthanol fixiert und anschließend im Labor gezählt und bestimmt. Um für die Besiedlungsdichte vergleichbare quantitative Ergebnisse zu erhalten, wurden die entnommenen Steine ausgemessen und ihre größte Projektion berechnet. Die Gesamtzahl der auf den Steinen angetroffenen Tiere wurde ermittelt und die so gefundene Besiedlungsdichte auf eine Einheitsfläche von 0,1 m² umgerechnet. Die Streuung der mit Hilfe dieser Methode gewonnenen Ergebnisse hält sich, wie ALBRECHT (1961) zeigte, durchaus in vertretbaren Grenzen. Sie betrug bei drei gleichen Proben in der Regel zwischen 15 und 30%.

Makrozoobenthos

Das Makrozoobenthos setzte sich in der Nieste vorwiegend aus Arthropoden zusammen. Insbesondere sind hier die Larven und Imagines verschiedener Insektenordnungen und einige Crustaceenarten zu nennen. Von anderen Tierstämmen waren noch Mollusken, besonders durch *Ancylus fluviatilis* stark repräsentiert, und einige Arten der Anneliden von Bedeutung. Einen Überblick über die Zusammensetzung der Fauna gibt Abbildung 1, die den prozentualen Anteil der wichtigsten taxonomischen Gruppen an der Besiedlung der einzelnen Meßstellen im Bach darstellt. Die unterschiedlichen Säulenraster sind dabei jeweils einer

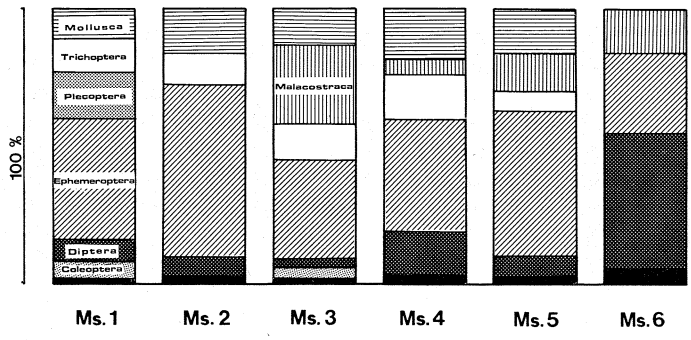

Abb. 1. Prozentualer Anteil verschiedener Taxa an den einzelnen Meßstellen der Nieste

bestimmten taxonomischen Gruppe zugeordnet. Der untere schwarze Teil der Säulen gibt den prozentualen Anteil der restlichen, nicht einzeln aufgeführten Gruppen an. Anhand der Darstellung zeigt sich, daß die Nieste in ihrem Oberlauf hauptsächlich von Plecopteren, Ephemeropteren und Trichopteren besiedelt wird. Im weiteren Verlauf des Baches wurden Teile dieser taxonomischen Gruppen hauptsächlich durch Abwassereinflüsse zugunsten anderer Gruppen immer stärker verdrängt, so daß letztlich die Biozönose im unteren Bachlauf eine völlige Umstrukturierung erfährt.

Artenliste

In der nachfolgenden Artenliste sind die an den einzelnen Hauptmeßstellen gefundenen tierischen Makrobenther aufgeführt. Die Angaben erfolgten dabei in sechs Häufigkeitsstufen

(Tab. 1), die in einem späteren Kapitel bei Benutzung des Saprobiensystems noch einmal Verwendung finden. Aus diesem Grund wurde in einer weiteren Spalte auch der Saprobienindex (s), wie er von SLADECEK (1973) angegeben wird, aufgeführt.

Tab. 1. Häufigkeitsstufen

Häufigkeitsstufen (h)		Ind. / m²
* vereinzelt	h = 1	weniger als 3 Individuen
* * selten	h = 2	3 — 10
* * * zerstreut	h = 3	10 — 50
+ häufig	h = 5	50 — 200
++ sehr häufig	h = 7	200 — 500
+++ massenhaft	h = 9	mehr als 500

Tricladida

Die Tricladenfauna der Nieste ist, obwohl es sich im Oberlauf um einen relativ kühlen und schnell fließenden Bach handelt, arten- und individuenarm. Die sonst häufig vorkommende und schon früh von mehreren Autoren (VOIGT 1904 und THIENEMANN 1912) beschriebene Zonierung der Tricladenfauna bei der *Planaria alpina* im Oberlauf, *Polycelis cornuta* im Mittellauf und *Dugesia gonocephala* im Unterlauf auftritt, konnte in der Nieste nicht festgestellt

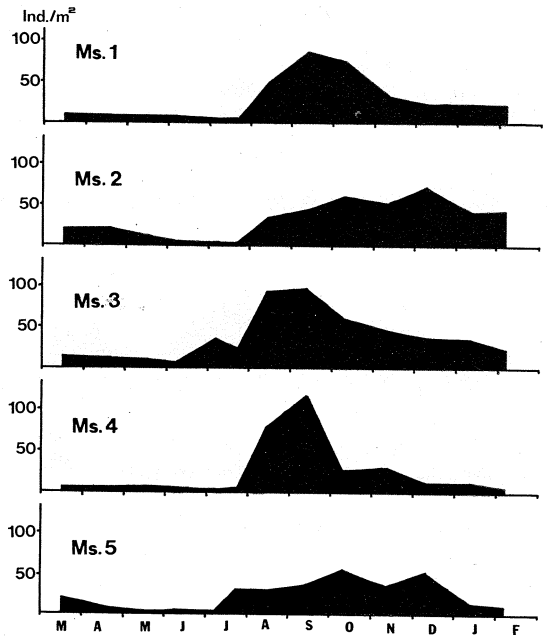

Abb. 2. Jahresgang von *Ancylus fluviatilis* an den Meßstellen 1, 2, 3, 4 und 5 der Nieste

werden. Der einzige Vertreter der Tricladida, *Dugesia gonocephala,* trat nur in sehr geringer Abundanz auf. Im zufließenden Wengebach war die Abundanz von *Dugesia gonocephala* jedoch wesentlich höher. Diese Differenz zwischen den beiden Bächen läßt sich durch Unterschiede in der Wasserqualität und im Nahrungsangebot erklären.

Clitellata

Oligochaeten wurden mit der angewandten Methode nur halbquantitativ erfaßt; sie wurden meist beim Hochheben von Steinen aus dem Sediment ausgespült und in das Handnetz getrieben. Vertreter der Oligochaeta aus den Familien der Tubificidae und Naididae, kamen am häufigsten an der Ms. 4 und Ms. 6 hinter den Abwassereinleitungen vor. Arten aus der Gruppe der Lumbricidae wurden vereinzelt im Ober- und Mittellauf gefunden. Die Hirudineen waren in der Nieste durch *Glossiphonia complanata* und *Erpobdella octoculata* vertreten. *G. complanata* wurde an der Ms. 3 regelmäßig vorgefunden. An anderen Meßstellen trat diese Art nur vereinzelt auf. *E. octoculata* war dagegen im Unterlauf an der Ms. 5 und Ms. 6 am häufigsten vertreten. Die höchsten Abundanzen wurden im Juni und Juli gefunden. Im Winter war die Abundanz am geringsten, was sich durch einen Entwicklungsstopp bei kälteren Wassertemperaturen erklären läßt (HYNES 1976).

Mollusca

Pisidium spec. und *Limnea peregra* wurden in der Nieste unter Steinen nur vereinzelt vorgefunden. *Ancylus fluviatilis* war dagegen mit Ausnahme der Ms. 6 im gesamten Bachlauf sehr häufig vertreten. Die jahreszeitliche Entwicklung lief an den einzelnen Meßstellen uneinheitlich ab. Die Abundanzmaxima lagen zwischen August und Dezember (Abb. 2), wobei der Anteil der Jungtiere in den Monaten August und September am größten war. Wie SCHWENK und SCHWOERBEL (1973) zeigten, legt *A. fluviatilis* seine Eigelege zwischen Ende Juni und Ende Oktober ab. Die Tiere schlüpfen dann sehr schnell und ernähren sich als Substratabweider vom Periphyton. In der Nieste wurden die Tiere bis Mitte Dezember 1978 an einigen Stellen noch recht häufig gefunden. Nach dem kalten Witterungseinbruch Anfang Januar 1979 kamen dann fast nur noch ausgewachsene Tiere vor. Die meisten Tiere befanden sich zu dieser Zeit auf der Unterseite von Steinen in Winterruhe.

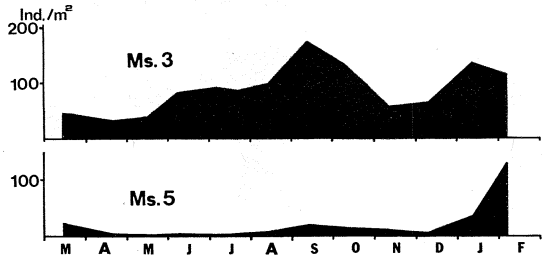

Abb. 3. Jahresgang von *Gammarus pulex* an den Meßstellen 3 und 5 der Nieste

Malacostraca

Asellus aquaticus trat in der Nieste hauptsächlich im Mittel- und Unterlauf auf. An der Ms. 1 und Ms. 3 wurde er überhaupt nicht und an der Ms. 2 nur vereinzelt vorgefunden. Unterhalb

der Abwassereinleitung an der Ms. 4 war er jedoch im restlichen Bachlauf regelmäßig aufzufinden. Da die Abundanz an der Ms. 6 am höchsten war, zeigte sich, daß diese Art auch stärkere Abwasserbelastungen noch gut verkraften kann. *Gammarus fossarum* wurde in der Nieste nur im Oberlauf nahe dem Quellgebiet und an der Ms. 1 sehr vereinzelt aufgefunden. Im Wengebach kam diese Art jedoch mit *G. pulex* vergesellschaftet recht häufig vor. In der Nieste wurde *G. pulex* im Mittellauf am häufigsten vorgefunden. Die mit Abstand höchste

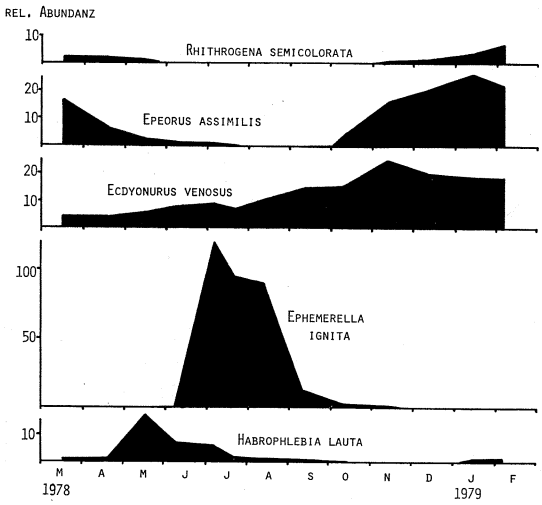

Abb. 4. Jahresgang einiger Ephemeroptera in der Nieste (Ordinate: Auftreten der entsprechenden Art auf jeweils 0,1 m² an den sechs Hauptmeßstellen als relative Abundanz)

Abundanz wurde an der Ms. 3 festgestellt. Das Abundanzmaximum wurde am 12. 09. 1979 mit fast 200 Ind./0,1 m² ermittelt (Abb. 3). An der Ms. 4 ging der Bestand vermutlich aufgrund der Abwassereinleitung stark zurück und stieg dann bis zur Ms. 5 wieder etwas an. An der Ms. 6 traten keine Gammariden mehr auf (Abb. 7).

Im Februar 1979 stieg der Gammaridenbestand an der Ms. 5 stark an, während er an der Ms. 3 abfiel (Abb. 3). Zu dieser Zeit erreichte die Wasserführung der Nieste ihren höchsten Wert im Untersuchungszeitraum. Nach MEIJERING (1971, 1972) wird *G. pulex* im Frühjahr bei höherer Strömungsgeschwindigkeit wesentlich stärker abgedriftet. An der Ms. 5 war die Strömungsgeschwindigkeit der Nieste aufgrund des geringeren Gefälles und eines breiteren Bachbettes zu dieser Zeit deutlich niedriger als im Oberlauf, so daß sich abgedriftete Gammariden aus höher gelegenen Bachabschnitten vermutlich besser gegen die Strömung behaupten konnten. Im Sommer kann diese Frühjahrsabdrift nach MEIJERING (l. c.) wieder durch eine Aufwärtswanderung ausgeglichen werden.

Hydracarina

Die Wassermilben der Nieste wurden nicht näher bestimmt. Sie wurden im Oberlauf der Nieste und auch im Wengebach, insbesondere im Sommer, häufig gefunden. Im Mittel- und

Unterlauf kamen sie nur vereinzelt vor. An Stellen mit starker Abwasserbelastung traten sie vollkommen zurück.

Ephemeroptera

In der Nieste wurden die Larven von mindestens sieben Ephemeropterenarten gefunden. Am weitaus häufigsten vertreten war die Gattung *Baetis,* deren Larven nicht näher unterschieden wurden. Die *Baetis*-Larven waren im gesamten Bachverlauf während des ganzen Untersuchungszeitraumes aufzufinden. Ihre jahreszeitliche Entwicklung im Bach war sehr unterschiedlich. Im Gegensatz zur Gattung *Baetis* wurden die Larven von *Epeorus assimilis, Rhithrogena semicolorata* und *Ecdyonurus venosus* vorwiegend im unbelasteten Oberlauf der Nieste vorgefunden. Dabei zeigte *E. venosus* von diesen drei Ephemeropterenlarven, obwohl es sich auch um eine rheophile Art handelt, noch den größten Verbreitungsspielraum. *E. venosus* war auch während des gesamten Untersuchungszeitraumes im Bach zu finden, während alle anderen Arten mit Ausnahme von *Baetis* nur zu bestimmten Jahreszeiten vorhanden waren (Abb. 4).

So zeigte *Ephemerella ignita* z. B. eine sehr charakteristische jahreszeitliche Verteilung. DITTMAR (1955) fand die Imagines dieser Art im Sauerland von Ende Juni bis Ende September. In der Nieste wurden die ersten Larven jedoch erst im Juni vorgefunden. Im Juli und August bildete sich ein stark ausgeprägtes Abundanzmaximum, das bis zum September wieder weitgehend abgeklungen war. Vereinzelte Larven dieser Art wurden jedoch auch noch im Oktober und November gefunden (Abb. 4). Die Flugzeit von *E. ignita* begann also, wie sich aus der Larvalentwicklung schließen läßt, in der Nieste etwas später, als dies von DITTMAR (l. c.) für das Sauerland festgestellt wurde, und dauerte wohl bis November, da in dieser Zeit noch vereinzelte Larven gefunden wurden. Das Abundanzmaximum von *Habrophlebia lauta* lag im Mai (Abb. 4). Mit dem Beginn der Flugzeit, die von SCHOENEMUND (1930) mit Juni bis September angegeben wird, war ein deutliches Absinken der Abundanz zu beobachten. Die nächste Larvalgeneration, insbesondere jüngere Larvenstadien, wurden dann erst wieder im Januar 1979 gefunden.

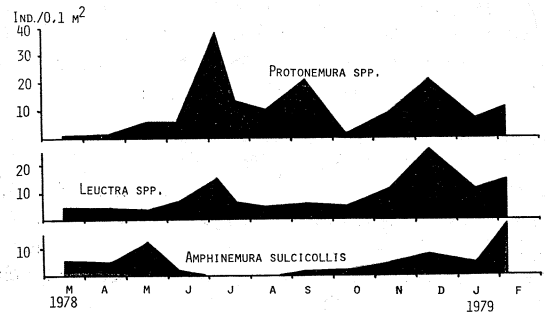

Abb. 5. Jahresgang einiger Plecoptera an der Meßstelle 1 der Nieste

Plecoptera

Die Plecopteren gehören in der Nieste im Oberlauf neben den Ephemeropteren und Trichopteren zu den artenreichsten Gruppen. Da die Larven dieser Ordnung zum Teil taxonomisch

nur sehr schwer zu erfassen sind, wurde in vielen Fällen auf eine Artangabe verzichtet. Am häufigsten waren die Larven von *Amphinemura sulcicollis* und der Gattungen *Leuctra* und *Protonemura* im Bach vertreten. *A. sulcicollis* und *Protonemura* wurden bis zur Ms. 4 gefunden, hatten aber ihr Abundanzmaximum wie die Gattung *Leuctra,* die fast nur im unbelasteten Oberlauf auftrat, eindeutig an der Ms. 1 (Abb. 7). *Amphinemura sulcicollis* war dabei im Untersuchungszeitraum von März bis Anfang Juli und von September bis Februar vertreten (Abb. 5). Der Abundanzrückgang im Juni stimmte zeitlich mit der Flugzeit dieser Art, die sich nach ILLIES (1955) von April bis September erstreckt, überein. Da in der Nieste die nächsten, meist jüngeren Larven erst wieder Anfang September vorgefunden wurden, war das Schlüpfen der Imagines in der Nieste wohl schon Anfang Juli weitgehend abgeschlossen. Die Larven der Gattungen *Leuctra* und *Protonemura waren* dagegen das ganze Jahr über vorzufinden.

Tab. 2. Artenliste

Taxa	Ms. 1	Ms. 2	Ms. 3	Ms. 4	Ms. 5	Ms. 6	s
Tricladida							
Dugesia gonocephala (DUGES)	*						0,3
Oligochaeta							
Lumbricidae	*	*					
Tubificidae		*	*	* *	*	* *	
Naididae		*	*	*	*		
Hirudinea							
Glossiphonia complanata (L.)		*	* * *	*			2,4
Erpobdella octoculata (L.)		*	*	* *	* * *	* * *	3,0
Gastropoda							
Ancylus fluviatilis (MÜLL.)	++	++	++	++	++		1,35
Limnea peregra (MÜLL.)				* * *	* *	* *	2,0
Bivalvia							
Pisidium sp.		* *		*			1,15
Malacostraca							
Asellus aquaticus (L.)		*		* * *	* * *	+	2,8
Gammarus fossarum (KOCH)	*						0,65
Gammarus pulex (L.)	*	* *	+++	* * *	+		
Hydracarina	+	*	* *		*		
Ephemeroptera							
Baetis spp.	+++	+++	+++	++	+++	+	
Epeorus assimilis (ETN.)	+		*		*		0,55
Rhithrogena semicolorata (CURT.)	* *						0,3
Ecdyonurus venosus (FBR.)	+	*	* * *	*	* * *		1,15
Ephemerella ignita (PODA)	++	+	+	+	+		1,95
Paraleptophlebia cincta (RETZ.)	*				*		
Habrophlebia lauta (ETN.)		*	* * *	* *	* * *		1,55

Taxa	Ms. 1	Ms. 2	Ms. 3	Ms. 4	Ms. 5	Ms. 6	s
Plecoptera							
Amphinemura sulcicollis (STEPH.)	+	* *	* *	* *			0,85
Nemoura spp.	* *	* *	* *	* *	* *		
Protonemura spp.	++	* *	* * *	*			
Leuctra nigra (OL.)	* *						1,35
Leuctra spp.	+		*				
Isoperla grammatica (PODA)	* *						
Isoperla oxylepis (DESPAX)	* *						
Perlodes microcephala (PICT.)	*	*					0,3
Siphonoperla torrentium (PICT.)	*						0,4
Megaloptera							
Sialis sp.	*	*		* *			
Coleoptera							
Elmis maugetii (LATR.)	+	* * *	+	* *	* *		1,0
Limnius perrisi (DUFOR)	* * *	* *	* *	*	*		
Esolus angustatus (MÜLL.)	* *	*					
Hydraena sp.	* * *	* *	*				
Trichoptera							
Rhyacophila fasciata (HAGEN)	* * *	*					
Rhyacophila nubila (ZETT.)	* * *	+	+	* * *	* * *		1,5
Agapetus sp.	*						
Hydropsyche angustipennis (CURT.)	+	* * *	+	+	* * *		
Hydropsyche siltalai (DÖHLER)	*	* *	* * *	* * *	* * *		
Plectrocnemia geniculata (MCL.)				*			
Polycentropus flavomaculatus (PICT.)	*	+	+	+	* * *		1,65
Psychomyia pusilla (FBR.)	*	*	*				
Micrasema longulum (MCL.)	++	+	* * *	*			
Drusus sp.	* *	*	* *		*		
Halesus sp.	* *	* *	+	*	* * *		
Silo pallipes (FBR.)		*			*		1,25
Sericostoma personatum (SPENC.)	* * *	* * *	* * *	* * *	* * *		0,75
Odentocerum albicorne (SCOP.)	*						0,1
Diptera							
Simuliidae	++	+	+	* * *	+		1,15
Chironomidae	* * *	+	* *	+	* * *	+	
Bezzia sp.		*					
Tipula sp.		*		*			
Dicranota sp.	*	* *	*	* * *	*		
Psychoda sp.						* * *	

Die Gattung *Leuctra* war in der Nieste mindestens mit drei Arten vertreten. Die eine Art wurde aufgrund der vorhandenen Bestimmungsliteratur als *L. nigra* angesprochen, die anderen Arten konnten nicht näher bestimmt werden. Da eine Unterscheidung bei jüngeren Larven schlecht möglich war, ist in Abbildung 5 der Jahresgang nur für die Gattung dargestellt. Ebenso wurde mit der Gattung *Protonemura* verfahren. Zwar war die Gattung aufgrund der auffälligen Halskiemen sehr leicht anzusprechen, einzelne Arten konnten jedoch nicht unterschieden werden. Der Jahresgang von *Protonemura* zeigte mehrere Maxima und Minima (Abb. 5), die vermutlich verschiedenen Arten zuzuordnen sind. Dabei ist die Flugzeit dieser Gattung nach ILLIES (1955) sehr ausgedehnt, bei den einzelnen Arten jedoch sehr konstant.

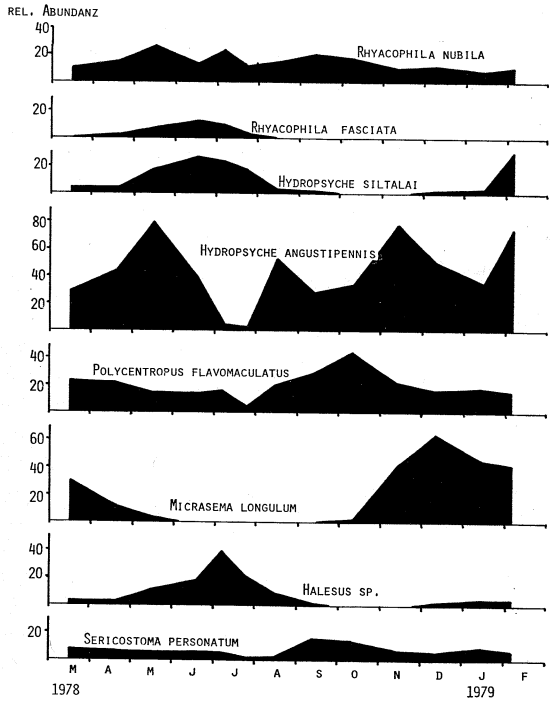

Abb. 6. Jahresgang einiger Trichoptera in der Nieste

Neben diesen dominierenden Arten traten andere wie *Siphonoperla torrentium, Perlodes microcephala, Nemoura* sp. und *Isoperla* nur vereinzelt bis selten auf. Die Larven aus der Gattung *Isoperla* waren nur schwer bestimmbar, da die Variationsbreite der als spezifisch anzunehmenden Kennzeichen nach ILLIES (1955) bei allen Arten noch ungenügend bekannt ist. In der vorliegenden Untersuchung konnten zwei Arten dieser Gattung, *I. grammatica* und *I. oxylepis,* unterschieden werden. Die Bestimmung erfolgte an einigen älteren Larven; sie ist jedoch aus den obengenannten Gründen nur unter Vorbehalt verwendbar. Mit Ausnahme

von *Nemoura* sp. wurden diese Larven fast nur im unbelasteten Oberlauf der Nieste vorgefunden. *Nemoura* sp. hatte dagegen ein größeres Verbreitungsgebiet und wurde bis zur Ms. 5 vorgefunden.

Megaloptera

Aus dieser Ordnung wurden Larven der Gattung *Sialis* vereinzelt in der Nieste vorgefunden. An der Ms. 4 traten sie etwas stärker als an den anderen Bachabschnitten auf, was eventuell auf ein erhöhtes Nahrungsangebot an Chironomiden und Oligochaeten zurückzuführen ist.

Coleoptera

In der Nieste wurden vier verschiedene Coleopterenarten aufgefunden. *Esolus angustatus* und *Hydraena* sp. traten im Oberlauf der Nieste vereinzelt auf. *Limnius perrisi* und *Elmis maugetii* kamen dagegen etwas häufiger vor. Die höchste Individuendichte erreichte *E. maugetii* mit 43 Ind./0,1 m² im Mai 1978 an der Ms. 3. *E. maugetii* und *L. perrisi* waren mit Ausnahme der Ms. 6 im gesamten Bachlauf vertreten. Auffällig war dabei, daß bei *E. maugetii* der prozentuale Anteil der Käferlarven an der Gesamtzahl an den Meßstellen 1 bis 3 nur ca. 5–10% erreichte, während er an anderen Meßstellen mit Abwasserbelastung wesentlich höher war. An der Ms. 4 betrug er sogar 62%. Eventuell läßt sich dieser unterschiedliche Anteil von Larven und Imagines an den einzelnen Meßstellen physiologisch durch die unterschiedlichen Respirationsorgane erklären.

Trichoptera

Die Trichopteren stellen in der Nieste die artenreichste Gruppe. Es wurden insgesamt 14 verschiedene Trichopterenarten nachgewiesen. Die tatsächliche Artenzahl ist jedoch sicher noch wesentlich höher, da einige Individuen, insbesondere kleinere Arten aus der Familie der Limnephilidae, nicht sicher bestimmt werden konnten. Auch bei einigen anderen der eruciformen Arten traten Schwierigkeiten bei der Determination auf. Bei diesen Arten erfolgte nur eine Gattungsangabe. Die campodeiden Arten der Trichopteren waren leichter zu bestimmen. Beispielsweise ließen sich selbst die jüngeren Larvalstadien von *Hydropsyche angustipennis* und *H. siltalai* durch das Fehlen der Kiemen auf dem Abdominalsegment VII bei *H. siltalai* noch gut unterscheiden. In älteren Bestimmungswerken (ULMER 1909, HICKIN 1967) wird diese Larve noch als *H. instabilis* bezeichnet. Durch DÖHLER (1963) erfolgte jedoch eine Revision dieser Art, der in der neueren Bestimmungsliteratur (SEDLAK, 1971) Rechnung getragen wird.

Hydropsyche angustipennis zeigte von allen Trichopteren die höchste Abundanz und trat mit Ausnahme der Ms. 6 überall im Bach auf. Bis auf den Monat Juli war diese Art während des Untersuchungszeitraumes häufig anzutreffen (Abb. 6). Die Flugzeit der Imagines dauert nach HICKIN (1967) von Mitte April bis Mitte Oktober. Damit läßt sich das Abundanzminimum im Juli vermutlich durch das Schlüpfen der Imagines erklären. *H. siltalai* war in der Nieste ähnlich weit verbreitet wie *H. angustipennis,* erreichte ihr Abundanzmaximum aber zu der Zeit, in der *H. angustipennis* ihr Abundanzminimum zeigte. Im Oktober und November wurden keine Larven mehr von *H. siltalai* gefunden. Erst im Dezember, im Januar und verstärkt im Februar tauchten wieder junge Larven dieser Art auf.

Polycentropus flavomaculatus und *Rhyacophila nubila* waren in der Nieste ebenfalls mit Ausnahme der Ms. 6 im gesamten Bachlauf vertreten (Abb. 7). Beide Arten zeigten im Jahres-

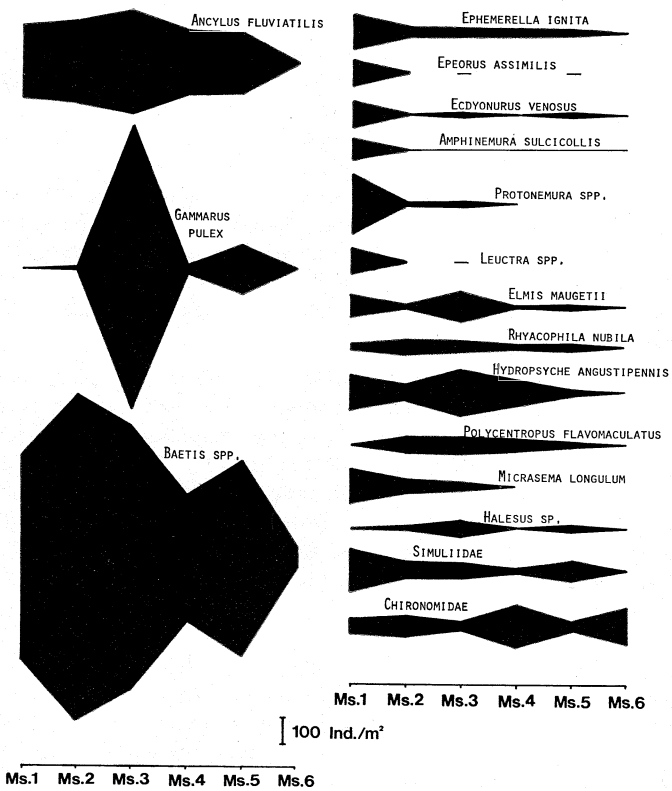

Abb. 7. Verteilung der häufigsten Arten entlang der Fließstrecke der Nieste

verlauf relativ geringe Schwankungen in der Individuendichte, lediglich Ende Juli wurde bei *Polycentropus flavomaculatus,* dessen Flugzeit nach HICKIN (1967) von Mai bis September geht, ein geringer Abundanzrückgang festgestellt (Abb. 6). Kurz danach stieg die Abundanz wieder deutlich an, wobei der Anteil der Junglarven besonders hoch war. *Rhyacophila fasciata* war im Gegensatz zu *R. nubila* nur im Oberlauf der Nieste häufig vertreten und war auch nur von Anfang April bis Anfang Juni aufzufinden. *Micrasema longulum* war in der Nieste vor allem im Ober- und Mittellauf zahlreich vertreten. Ihr jahreszeitliches Vorkommen erstreckte sich von September bis Mai (Abb. 6).

Die Larven von *Halesus* sp. wurden im Untersuchungszeitraum mit Ausnahme der Monate Oktober und November in der Nieste vorgefunden. Die Abundanz stieg dabei von März bis Juli stetig an und ging dann bis zum September wieder vollkommen zurück. Die nächsten Larven traten dann wieder im Dezember auf (Abb. 6). Die räumliche Verteilung von *Halesus* sp. war sehr unterschiedlich. An der Ms. 3 wurden die meisten Larven gefunden (Abb. 7). Die Baumaterialien für den Köcher wiesen bei *Halesus* sp. eine hohe Variationsbreite auf.

Jüngere Larven hatten meistens einen Köcher, der zum größten Teil aus Vegetabilien (Blatt- und Rindenstückchen) gebaut war. Bei älteren Larven bestand der Köcher meist noch aus einem mehr oder weniger großen Anteil aus Sand und Steinchen. Häufig war der Köcher auch noch durch angeklebte Aststückchen verlängert. Der Anteil der Vegetabilien bzw. der Sandkörnchen am Köchermaterial scheint in gewisser Weise vom Aufenthaltsort der Larve abhängig zu sein. So war im Oberlauf an Stellen mit höherer Strömungsgeschwindigkeit der Anteil mineralischer Baustoffe meist höher als im Unterlauf. Da der Köcher in erster Linie als Beschwernis der Larve dient, um ein Verdriften der Larven durch die Strömung zu verhindern, läßt sich vermuten, daß der Anteil der mineralischen Baustoffe am Köcher von der Strömungsgeschwindigkeit abhängig ist. Da sich im Bachbett des Unterlaufs jedoch durch die weniger starke Strömung auch mehr Blatt- und Rindenstückchen ablagerten, besteht auch die Möglichkeit, daß die Larven an diesen Stellen Vegetabilien aufgrund des erhöhten Materialangebots bevorzugt benutzen.

Sericostoma personatum war das ganze Jahr über in nahezu gleichbliebender Abundanz in der Nieste vorhanden. Lediglich im Juli und August war während der Flugzeit, die nach HILEY (1972) von Juni bis September geht, ein leichter Abundanzrückgang feststellbar (Abb. 6). Die Abundanz ging in dieser Zeit aber nicht vollständig zurück, da die Entwicklung der Larven mehrjährig ist und die jüngeren Larven deshalb noch im Gewässer verbleiben. Neben den bisher beschriebenen Trichopterenlarven traten die anderen Arten wie *Psychomyia pusilla, Plectrocnemia geniculata, Silo pallipes, Odentocerum albicorne* u. a. meist nur vereinzelt in der Nieste auf.

Diptera

Wegen der großen Artenfülle der Dipteren und den damit verbundenen taxonomischen Schwierigkeiten erfolgte für die in der Nieste vorkommenden Arten jeweils nur eine Gattungs- bzw. Familienangabe. Die Chironomidenfauna setzt sich in der Nieste aus zahlreichen Arten zusammen. Am häufigsten vertreten waren dabei die Larven aus den Unterfamilien Orthocladiinae und Chironominae. Im Oberlauf lebten zum größten Teil Orthocladiinae und Tanytarsini, die beispielsweise durch die Gattung *Rheotarnytarsus* vertreten waren. Aus der Gruppe der Chironomini waren Vertreter der hämoglobinführenden Arten aus der *Chironomus thummi*-Gruppe insbesondere an den Meßstellen 4 und 6, wo Abwässer in den Bach eingeleitet werden, zu finden. An diesen Stellen war die Abundanz der Chironomiden am größten.

Die Simuliidae waren in der Nieste mit Ausnahme der Ms. 6 an allen Meßstellen vertreten. Die höchsten Abundanzen wurden meist an den Ms. 1 und 5 erreicht. Gegen Ende der Untersuchungsperiode im Februar 1979 waren sie auch an den Ms. 2 und 3 sehr häufig zu finden. An der Ms. 4, wo die Abwässer von Uschlag zugeführt werden, wurden diese Larven das ganze Jahr über nur in geringer Abundanz gefunden, obwohl Abwassereinleitungen bei bestimmten Simuliidenarten häufig zu Massenentwicklungen führen (GLÖTZEL 1973). Alle anderen Dipterenfamilien waren im Bach weit weniger häufig vertreten. Zu dieser Gruppe gehörte aber der einzige Vertreter der Insecta, *Psychoda* sp., der in der Nieste nur an der Ms. 6 auftrat und somit eine saprophile Art darstellt.

Einfluß des Abwassers auf die Biozönose

Wie sich aus der Artenliste entnehmen läßt, hat die Abwasserbelastung der Nieste einen bedeutenden Einfluß auf die Verteilung der Arten entlang der Fließstrecke. Abbildung 7

zeigt, daß die Abwasserbelastung der Nieste (Ms. 2, 4, 6) von den verschiedenen Organismen recht unterschiedlich verkraftet wird. Während einige Arten, wie z. B. *Epeorus assimilis* oder *Leuctra* spp. schon bei der ersten leichten Abwasserbelastung (Ms. 2) ausfallen, gehen andere Arten erst bei stärkerer Abwasserbelastung zurück. Dies geht so weit, daß an der Ms. 6 die meisten Arten vollständig verschwunden sind. Nur für wenige andere Arten, wie z. B. die Chironomiden, hat die Abwasserzufuhr (Ms. 4, 6) eine Abundanzsteigerung der Population zur Folge.

Anhand der Artenzusammensetzung und ihrer Verteilung entlang der Fließstrecke lassen sich Rückschlüsse auf das Gütebild der Nieste an den jeweiligen Meßstellen ziehen. Voraussetzung dafür ist jedoch, daß die ökologischen Ansprüche der Arten genügend bekannt sind, um von ihrem Auftreten auf ihr aquatisches Milieu schließen zu können. Zur Beurteilung der Wassergüte anhand der vorgefundenen Besiedler wird vielfach das Saprobiensystem herangezogen, das von KOLKWITZ und MARSSON (1908, 1909) begründet wurde und mittlerweile von einer Vielzahl anderer Autoren (u. a. LIEBMANN 1947, 1962, SLADECEK 1961, SRAMEK-HUSEK 1956, FJERDINGSTAD 1964, 1965) ergänzt, modifiziert und auf seine Anwendbarkeit in der Praxis überprüft worden ist. Da dieses System jedoch weitgehend empirisch erstellt wurde und dann recht universell sowohl auf fließende als auch auf stehende Gewässer angewendet wurde, erfolgte bald auch zunehmende Kritik (WUHRMANN 1951, HYNES 1960, CASPERS und SCHULZ 1960, 1962, ELSTER 1962, 1966), die eine bessere ökologische Begründung des Saprobiensystems forderte. Da die physiologischen Ansprüche der sogenannten „Indikatororganismen" jedoch noch weitgehend unbekannt sind, ist die ökologische Begründung trotz der Revision von LIEBMANN (1947) noch unzureichend.

Bei der Bewertung eines Gewässers anhand des Saprobiensystems muß man davon ausgehen, daß für die Verbreitung der Indikatororganismen nicht allein der Saprobiezustand, sondern auch Strömung, Temperatur, Bodensubstrat u. a. Faktoren ausschlaggebend sein können. In einem Fließgewässer sind die letztgenannten Faktoren aber häufig relativ gleichbleibend oder verändern sich nur kontinuierlich; der Saprobiezustand dagegen ändert sich oft sprunghaft durch eine plötzliche Abwassereinleitung. In diesem Fall, der in der Nieste mehrmals auftritt, wird dann der Abbau der organischen Substanz zum wichtigsten Faktor für die Veränderung in der Besiedlung. Diese Veränderungen sind zunächst relativ leicht festzustellen, Rückschlüsse auf den Gesamtcharakter des Gewässers sind dagegen – wie vorher geschildert – aufgrund einer mangelhaften „Eichung" des Systems problematisch. Eine Gewässerbeurteilung sollte deshalb nur unter Einbeziehung aller anderen Daten, wie z. B. der hydrologischen und chemisch-physikalischen Parameter, erfolgen.

Für die Nieste wurden die festgestellten Unterschiede in der Bachbesiedlung mit Hilfe von drei verschiedenen Methoden ausgewertet. Als erstes wurde der „Artenfehlbetrag" nach KOTHE (1962), der nur von der Gesamtzahl der vorgefundenen Arten bzw. taxonomischen Einheiten ausgeht, ermittelt. Danach erfolgte die Berechnung des „Saprobienindex" nach PANTLE und BUCK (1955) und der „saprobiellen Valenz" nach ZELINKA und MARVAN (1961). Dazu wurden nur die Arten herangezogen, deren Saprobitätsstufen bekannt sind. Die Angaben über den Saprobienindex und die saprobielle Valenz sind den Tabellen von SLADECEK (1973) entnommen.

Artenfehlbetrag

Dieses Verfahren liefert auf einfache Art und Weise einen ersten Überblick über die quantitativen Veränderungen in einem Fließgewässer. KOTHE (1962) nutzte dazu das Phänomen,

daß bei stärkerer Abwasserbelastung eines Fließgewässers die Zahl der ausfallenden Reinwasserformen (Arten niederer Saprobität) größer ist als die Zahl der neu hinzukommenden Arten höherer Saprobität, zur Berechnung eines Artenfehlbetrags. Bezeichnet man die Artenzahl oberhalb der Abwassereinleitung mit A_1, die Artenzahl am belasteten Untersuchungsort mit A_x, so ist der Artenfehlbetrag:

$$\frac{A_1 - A_x}{A_1} \cdot 100$$

Die Angabe der Ergebnisse erfolgt in %-Werten zwischen O (= A_x gleich A_1) und 100% (= Erreichen der Verödungsstufe). In der Nieste wurde als Bezugsbasis (= O%) die Ms. 1 gewählt und der Artenfehlbetrag an den anderen Meßstellen im Vergleich dazu ermittelt. Bei dem bisher geschilderten Verfahren zur Ermittlung des Artenfehlbetrages zeigte sich, daß vorhandene Selbstreinigungsstrecken, wie z. B. an der Ms. 5, bei dieser Darstellung (Abb. 8, Kurvenzug b) nicht sichtbar werden, da sich die teilweise wieder an der Ms. 5 auftretenden Reinwasserformen, die auch im Oberlauf der Nieste vorkamen, durch die wieder zurücktretenden Arten höherer Saprobität zahlenmäßig nicht bemerkbar machen können. Aus diesem Grunde wurde die Methode von KOTHE (1962) leicht modifiziert, so daß für A_x nicht mehr die Zahl der absolut vorhandenen Arten eingesetzt wurde, sondern nur die Zahl der Arten, die auch an der Bezugsbasis (Ms. 1) vorkamen. Hierbei zeigte sich, daß bei dieser Art der Darstellung (Abb. 8, Kurvenzug a) der Artenfehlbetrag natürlich an allen Stellen wesentlich höher ist, da die neuauftretenden Arten höherer Saprobität nicht mehr berücksichtigt wurden. Dafür waren aber die Unterschiede in der Gewässerbelastung, wie z. B. die Selbstreinigung an der Ms. 5, etwas besser erkennbar. Eine Beurteilung der Wassergüte anhand dieser Ergebnisse kann jedoch nur sehr vorsichtig vorgenommen werden. Aussagekräftig sind nur die Stellen, wo ein sprunghaftes Ansteigen des Artenfehlbetrags (z. B. Ms. 6) angezeigt wurde.

Saprobienindex

Zur Ermittlung des Saprobienindex (S) nach PANTLE und BUCK (1955) wurden alle Arten herangezogen, deren Saprobiewert in den Listen von SLADECEK (1973) oder von ZELINKA und MARVAN (1961) angegeben ist. An der Ms. 6 wurde auch das massenhafte Vorkommen von *Sphaerotilus natans,* der nicht in der Liste der Makrozoobenther aufgeführt ist, mitberücksichtigt. Die quantitativen Angaben erfolgten in den sechs Häufigkeitsstufen (h, Tab. 1) wie von BREITIG (1966) vorgeschlagen. Für jede Meßstelle wurde nun der Saprobienindex nach der Formel

$$S = \frac{\Sigma\ (s \cdot h)}{\Sigma\ h}$$

ermittelt. Das Ergebnis dieser Berechnung ist in Abbildung 8 in der von PANTLE und BUCK (1955) vorgeschlagenen Art dargestellt. Im Gegensatz zu der von KOTHE (1962) vorgeschlagenen Methode der Gewässergütebeurteilung anhand des Artenfehlbetrags liefert der Saprobienindex Ergebnisse, die den Saprobiezustand in der Nieste wesentlich präziser darstellen. Ein sprunghafter Anstieg des Saprobienindex ist hier an den Stellen, wo Abwässer eingeleitet werden (Ms. 2, 4, 6), deutlich sichtbar. An den Stellen, an denen keine weitere Belastung bzw. eine Verbesserung der Gewässergüte stattfindet, wie an der Ms. 3 und 5, ist dies auch deutlich erkennbar.

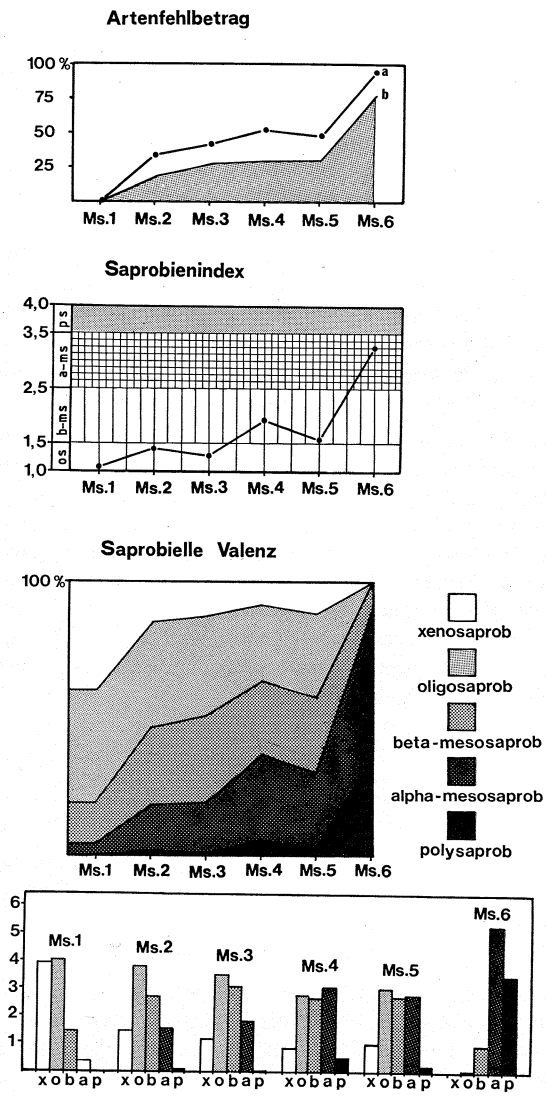

Abb. 8. Gewässergütebeurteilung anhand von drei verschiedenen Methoden zur Bewertung der biologischen Untersuchungsbefunde für die Nieste

Der Vorteil dieser Methode liegt im Vergleich zu der Ermittlung des Artenfehlbetrages darin, daß hier nur Arten berücksichtigt werden, die einen bestimmten Milieuzustand des Gewässers charakterisieren. Aus diesem Grund sind die Ergebnisse im Hinblick auf den Saprobiezustand genauer. Ein Nachteil bei Verwendung des Saprobiensystems liegt darin, daß bei

der Beurteilung des Makrozoobenthos der Saprobienwert der meisten Arten noch unbekannt ist. Man kann deshalb nur einen kleinen Teil der Arten zur Beurteilung der Gewässergüte heranziehen und muß den meist weit größeren Rest vernachlässigen.

Saprobielle Valenz

Im Gegensatz zu den beiden bisher verwendeten Methoden wird bei der Ermittlung der saprobiellen Valenz kein fester Zahlenwert als Endergebnis angegeben, sondern die Verteilung der saprobiellen Valenzen der vorgefundenen Organismen auf die einzelnen Saprobienstufen. ZELINKA und MARVAN (1961) gaben hierbei für jede berücksichtigte Art die Verteilung auf die Saprobienstufen an. Dabei erweiterten sie den von PANTLE und BUCK (1955) und anderen Autoren angegebenen oligosaproben Bereich unter Einbeziehung der von KOLKWITZ (1928, 1935) formulierten katharoben Zone in einen ß- und einen α-oligosaproben Bereich. In der vorliegenden Arbeit wird jedoch der von SLADECEK (1973) angegebene Begriff der xenosaproben Stufe anstelle der ß-oligosaproben Stufe verwendet.

Da bei der Verteilung auf die einzelnen Saprobienstufen naturgemäß Arten mit breiter Valenz, also Arten, die man nach HELFER (1931) als eurysaprob oder pantosaprob bezeichnen könnte, und Arten mit geringer Valenz (stenosaprobe Arten) auftreten, wird den einzelnen Arten ein Indikationswert (g_i) zugeordnet, der umso höher ist, je stärker die betreffende Art saprobiell geprägt ist. Neben diesem Indikationswert wird das quantitative Auftreten der Tiere ebenfalls in die Bewertung mit einbezogen. Bei den dabei verwendeten Häufigkeitsstufen (h_i) wurden dieselben Abstufungen verwendet, die auch zur Ermittlung des Saprobienindex angewandt wurden. Zur eigentlichen Beurteilung des Saprobiengrades jeder Meßstelle wurden für alle Saprobitätsstufen die gewogenen Mittel der saprobiellen Valenz-Teilwerte der vertretenen Arten nach der Formel

$$A = \frac{\sum_{i=1}^{n} a_i \cdot h_i \cdot g_i}{\sum h_i \cdot g_i}; \text{ usw.} \qquad B = \frac{\sum_{i=1}^{n} b_i \cdot h_i \cdot g_i}{\sum h_i \cdot g_i}; \text{ usw.}$$

berechnet. Dabei bedeuten A bis E die Saprobienstufen xenosaprob (= A) bis polysaprob (= E), h_i den Häufigkeitswert der Art in der Biozönose, g_i das Indikationsgewicht der Art, n die Zahl der Arten mit bekannter saprobieller Valenz, a_i, b_i usw. die Zahlen der relativen Wertverteilung der Art auf die einzelnen Saprobienstufen.

Nach ZELINKA und MARVAN (1961) läßt sich das Verhältnis der errechneten Werte A : B : C : D : E als Bild der saprobiellen Verhältnisse eines Biotops auffassen; die Lage des höchsten Wertes bestimmt die endgültige Saprobienstufe; die Nachbarwerte zeigen, wie scharf ein Ort saprobiell abgegrenzt ist. Für die Nieste ist die relative Verteilung der saprobiellen Valenzen der Organismen auf die einzelnen Saprobienstufen in Abbildung 8 mit Hilfe von zwei unterschiedlichen Darstellungsarten aufgezeigt. Bei der ersten Darstellung der saprobiellen Valenzen sind die prozentualen Anteile der einzelnen Meßstellen übereinander dargestellt, so daß ihre Summe 100% ergibt. Die dabei verwendete Rasterung ist rechts neben der Graphik erläutert.

Bei der zweiten Darstellungsart ist für jede Meßstelle der verhältnismäßige Anteil jeder Saprobienstufe in einem Säulendiagramm angegeben. Die Buchstaben x, o, b, a und p unter den Säulen bezeichnen dabei die xeno-, oligo-, ß-meso-, α-meso- und polysaproben

Valenzen. Vergleicht man die Methode von ZELINKA und MARVAN (1961) mit den beiden vorhergenannten Verfahren, stellt man fest, daß hier keine starren Zahlenwerte wie bei der Verwendung des Artenfehlbetrages und des Saprobienindex gewonnen werden. Man erhält vielmehr eine Angabe über die relative Verteilung der Arten auf die einzelnen Saprobienstufen. Aus diesen Gründen bietet das letztgenannte Verfahren wesentlich bessere Interpretationsmöglichkeiten für die Gewässerbeurteilung, zumal bei der Bewertung der Saprobier zusätzlich noch das Indikationsgewicht mitberücksichtigt wurde.

Beurteilung der Gewässergüte

Geht man von den Ergebnissen der biologischen Zustandsanalyse aus, so zeigt sich bei allen drei vorgestellten Verfahren die Abwasserbelastung an den einzelnen Meßstellen. Durch die Verwendung des Saprobiensystems ergibt sich somit die Möglichkeit, die Gewässergüte aufgrund dieser Ergebnisse zu beurteilen. Der Saprobienindex zeigt für die Ms. 1 oligosaprobe Verhältnisse an, was auch durch die Angabe der saprobiellen Valenzen bestätigt wird. Hier wird deutlich, daß neben den oligosaproben auch die xenosaproben Anteile der Arten noch sehr hoch sind. Die Nieste ist also an dieser Stelle mit Sicherheit noch als ein unbelastetes Gewässer einzustufen. Erhärtet wird dieser Befund durch die chemischen Analysenergebnisse (s. Teil I). Die Stickstoff- und Phosphatkonzentrationen waren gering, die Sauerstoffversorgung war gut, der O_2-Gehalt lag ungefähr an der Sättigungsgrenze. Der BSB_5 lag mit durchschnittlich 1,3 mg/l sehr niedrig. SLADECEK und TUCEK (1975) und KLOTTER und HANTGE (1961) geben 2,5 bzw. 3,0 mg BSB_5/l als oberste Grenze für den oligosaproben Bereich an.

Die Güteverhältnisse in der Nieste unterscheiden sich an den Ms. 2 und 3 nur wenig. Durch die Abwasserbelastung an der Ms. 2 ging der Saprobienindex von der unteren zur oberen Grenze der Oligosaprobie. Der Anteil der ß- und α-mesosoproben Valenzen nahm im Vergleich zur Ms. 1 zu Ungunsten der xenosaproben Anteile stark zu. An der Ms. 3 ließ sich beim Saprobienindex wieder eine leichte Verbesserung der Gewässergüte feststellen. Verbunden war dies mit einer enormen Steigerung der tierischen Produktion in diesem Abschnitt. Bei den chemischen Analysen zeigte sich für beide Meßstellen eine leichte Erhöhung der Phosphor- und Stickstoffrachten. Der BSB_5 lag an den beiden Meßstellen mit durchschnittlich 2,6 mg/l an der Grenze zur Oligosaprobie. Der BSB_2 war an der Ms. 3 etwas niedriger als an der Ms. 2, da das leichter abbaubare organische Material nach dieser Fließstrecke schon zum Teil abgebaut war. Aus diesem Grunde wurden im Sommer an der Ms. 3 auch etwas höhere Sauerstoffgehalte als an der Ms. 2 festgestellt.

An der Ms. 4 kommt es durch die Abwässer der Gemeinde Uschlag zu einer stärkeren Abwasserbelastung der Nieste. Der Saprobienindex stieg dadurch in den ß-mesosaproben Bereich. Die Verteilung der saprobiellen Valenzen gibt dabei einen Einblick in die Zusammensetzung der Saprobier. Da die oligo- und β-mesosaproben Saprobienstufen fast genauso stark vertreten sind wie die α-mesosaproben, scheint die Zusammensetzung der Fauna recht uneinheitlich zu sein. Zum einen treten saprophile Arten, wie z. B. *Limnea peregra, Asellus aquaticus, Erpobdella octoculata* und *Chironomus thummi* an dieser Stelle in Erscheinung, zum anderen sind aber auch noch sogenannte Reinwasserformen wie *Sericostoma personatum, Amphinemura sulcicollis, Ecdyonurus venosus* u. a. vorzufinden. Da die zuletzt aufgezählten Organismen bei SLADECEK (1973) mit niederen bis mittleren Indikationsgewichten vermerkt sind, kann man annehmen, daß sie in Bezug auf die Saprobie eines Gewässers als eurysaprob bezeichnet werden können. Ihr Vorkommen wird vermutlich trotz

der Abwasserbelastung nicht oder nur wenig nachteilig beeinflußt, da der Sauerstoffgehalt aufgrund der relativ hohen Fließgeschwindigkeit meist nahe der Sättigungsgrenze lag. Bei den anderen chemischen Meßparametern, wie z. B. BSB, NH_4^+, NO_3^- und PO_4^-, zeigten sich starke Konzentrationsanstiege, so daß man aus chemischer Sicht eigentlich ein ß- bis α-mesosaprobes Fließgewässer erwarten würde. Aufgrund der hohen Fließgeschwindigkeit und den damit verbundenen günstigen Sauerstoffgehalten zeigte sich jedoch von der tierischen Besiedlung her ein ß-mesosaprobes Bild.

Bis zur Ms. 5 stand dem Bach nun eine relativ lange Selbstreinigungsstrecke zur Verfügung. Die Wirkung dieser Selbstreinigung läßt sich an den biologischen und chemischen Daten aufzeigen. Beim Saprobienindex war eine deutliche Verbesserung der Verhältnisse festzustellen. Der Index ging auf den Grenzbereich zwischen ß-meso- und oligosaprob zurück. Bei der Verteilung der saprobiellen Valenzen wurden zwar prinzipiell die gleichen Verhältnisse wie an der Ms. 4 festgestellt, nur waren hier die Relationen etwas zu Gunsten der Oligosaprobie verschoben. Arten, die im Oberlauf vorkamen und dann verschwanden, traten an der Ms. 5 wieder teilweise auf, was sich bei der Darstellung des Artenfehlbetrages zeigte. Auch chemisch war eine deutliche Verbesserung der Wasserqualität nachweisbar. Der BSB-Wert ging ungefähr auf die Hälfte des ursprünglichen Wertes zurück und der größte Teil des NH_4^+ wurde in NO_3^- umgewandelt. Zusammenfassend kann man diesen Gewässerabschnitt dem unteren Bereich der ß-mesosaproben Zone zuordnen.

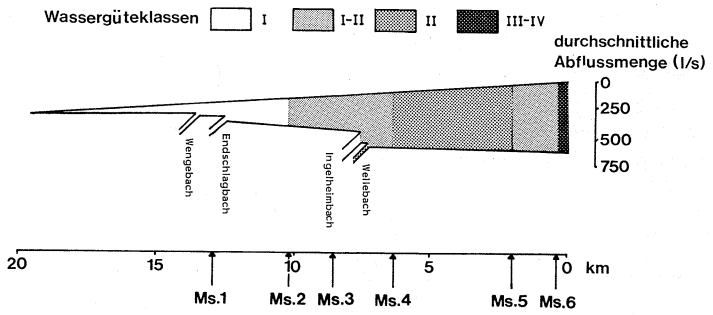

Abb. 9. Gütelängsschnitt der Nieste

An der Ms. 6 verändern sich die Verhältnisse in der Nieste durch die Zufuhr von ungeklärten Abwässern grundlegend. Der Artenfehlbetrag zeigt das Verschwinden der meisten Arten an. Der Saprobienindex kletterte in den α-mesosaproben Bereich und die Darstellung der saprobiellen Valenzen zeigte eine Verschiebung in die α-meso- und polysaprobe Stufe. Chemisch macht sich diese Abwasserbelastung durch ein Absinken des Sauerstoffgehaltes und einen starken Konzentrationsanstieg von BSB, NH_4^+, PO_4^{3-} und Cl^- bemerkbar. Der BSB_5 hatte im Untersuchungszeitraum an dieser Stelle einen Jahresdurchschnittswert von 38 mg/l. Damit liegt er eindeutig im polysaproben Bereich, den SLADECEK und TUCEK (1975) mit 10–50 mg/l angeben. Der durchschnittliche Ammoniumgehalt von 4,9 mg NH_4-N/l korreliert nach NEHRKORN (1967, 1969) ebenfalls mit der polysaproben Stufe. Daß die Nieste an der Ms. 6 trotz der hohen Konzentration von BSB_5 und NH_4^+, die ein polysaprobes Gewässer

erwarten läßt, in der tierischen Besiedlung ein α-mesosaprobes Erscheinungsbild zeigt, erklärt sich wiederum durch den günstigen Einfluß der relativ hohen Fließgeschwindigkeit und dem damit verbundenen hohen Sauerstoffeintrag. So zeigte sich, daß die Sauerstoffsättigung trotz des hohen Gehalts an organischen, gelösten Stoffen meist nahe 90% lag. Unter ungünstigen Bedingungen wie im Hochsommer lagen die Werte immer noch bei ungefähr 60%, bei günstigen Bedingungen wie im Winter bei starker Wasserführung lag die O_2-Sättigung nahe 100%. Es zeigte sich somit, daß die saprobielle Zusammensetzung der Fauna in der Nieste nicht allein vom Gehalt an organischem Material, sondern auch in einem starken Maße von den besonderen physiographischen Verhältnissen, wie Bachgefälle und Wasserströmung, abhängig ist.

Gütelängsschnitt

Um für den Gütezustand der Nieste zu einer abschließenden Beurteilung zu gelangen, wurden im folgenden noch einmal die wichtigsten Befunde der biologischen und chemisch-physikalischen Untersuchungen zur Erstellung der Gewässergüteklassen wie sie von LIEBMANN (1969) in der sogenannten „Münchner Methode" vorgeschlagen werden, herangezogen. Zur Ermittlung der Gewässergüteklassen wurde das Gewässergütenomogramm von HAMM (1968, 1969) verwendet. Bei diesem Nomogramm wird vom Sauerstoffgehalt und der Temperatur ausgehend die Sauerstoffsättigung ermittelt und unter Einbeziehung der prozentualen Sauerstoffzehrung nach 48 Stunden, dem BSB_2 und BSB_5 ein Güteindex nach dem Sauerstoffhaushalt erstellt. Dieser chemische Güteindex ergibt dann zusammen mit dem biologischen Güteindex, der dem Saprobienindex entnommen ist, die Gewässergüteklasse. Die einzelnen Güteindices und die Gewässergüteklassen sind in der Tabelle 3 für alle Meßstellen angegeben.

Tab. 3. Biologischer Güteindex, Güteindex nach dem Sauerstoffhaushalt und Gewässergüteklassen in der Nieste

	Ms. 1	Ms. 2	Ms. 3	Ms. 4	Ms. 5	Ms. 6
biologischer Güteindex (Saprobienindex)	1,0	1,4	1,3	1,7	1,5	3,2
Gewässergüteindex nach dem Sauerstoffhaushalt	1,3	1,8	1,7	2,3	1,8	3,3
Gewässergüteklasse	I	I-II	I-II	II	I-II	III-IV

Diese Gewässergüteklassen wurden für die Erstellung eines Gütelängsschnittes in der von LIEBMANN (1969) empfohlenen Weise verwendet. Allerdings mußte aus technischen Gründen auf eine farbige Darstellung verzichtet werden. Stattdessen wurden für die einzelnen Güteklassen unterschiedliche Raster benutzt. Der Gütelängsschnitt ist in der Abbildung 9 für die Nieste und ihre zufließenden Nebenbäche dargestellt.

Zusammenfassung

Über einen Zeitraum von einem Jahr wurden an der Nieste, einem Mittelgebirgsbach im Naturpark Kaufunger Wald (Nordhessen/Südniedersachsen), an mehreren Meßstellen faunistische und chemisch-physikalische Untersuchungen durchgeführt. Der Einfluß von mehre-

ren, verschieden starken Abwassereinleitungen auf die Zusammensetzung des Makrozoobenthos wird anhand von Tabellen und Abbildungen verdeutlicht. Neben dem qualitativen und quantitativen Vorkommen der Benthosbewohner an verschiedenen Stellen im Bach werden auch die Jahresgänge der häufigsten Arten aufgezeigt. Im oberen, unbelasteten Bereich der Nieste sind Plecopteren, Trichopteren und Ephemeropteren neben anderen „Reinwasserformen" die dominierenden Besiedler. Mit zunehmender Abwasserbelastung werden diese Tiere zugunsten anderer, saprophiler Arten, wie z. B. *Chironomus thummi, Asellus aquaticus, Erpobdella octoculata,* immer stärker zurückgedrängt. Anhand der unterschiedlichen Zusammensetzung der Biozönosen im Bach lassen sich unter Verwendung des Saprobiensystems und der chemisch-physikalischen Messungen für die Gewässergüte der Nieste folgende Verhältnisse aufzeigen: Der unbelastete Oberlauf der Nieste ist als oligosaprob einzustufen. Durch die Abwassereinleitungen der Gemeinden Nieste und Uschlag geht der Saprobienindex in den ß-mesosaproben Bereich über und steigt schließlich durch die Zufuhr ungeklärter Abwässer aus der Gemeinde Sandershausen in den α-mesosaproben bis polysaproben Bereich.

Literaturverzeichnis

ALBRECHT, M.-L., 1961: Ein Vergleich quantitativer Methoden zur Untersuchung der Makrofauna fließender Gewässer. Verh. int. Ver. Limnol. **14**: 486—490.

BREHM, J., 1980: Zur anthropogenen Versauerung der Schlitzerländer Buntsandstein-Waldlandschaft. I. Allgemeine Einführung und Vorergebnisse. Beitr. Naturk. Osthessen **16**: 133—153.

BREITIG, G., 1966: Vorschlag einer Einheitsmethodik zur biologischen Untersuchung von Fließgewässern. Mitt. Inst. Wasserwirtsch. **12**: 99—118.

CASPERS, H. und SCHULZ, H., 1960: Studien zur Wertung des Saprobiensystems. Erfahrungen an einem Stadtkanal Hamburgs. Int. Rev. ges. Hydrobiol. **45**: 535—565.

— 1962: Weitere Unterlagen zur Prüfung der Saprobiensysteme. Int. Rev. ges. Hydrobiol. **47**: 100—117.

DEV, 1975: Deutsche Einheitsverfahren zur Wasseruntersuchung. Weinheim.

DITTMAR, H., 1955: Ein Sauerlandbach. Arch. Hydrobiol. **50**: 305—552.

DÖHLER, W., 1963: Liste der deutschen Trichopteren. Nachrichtenbl. bayer. Ent. **12**: 17—22.

ELSTER, H.-J., 1962: Seetypen, Fließgewässertypen und Saprobiensystem. Int. Rev. ges. Hydrobiol. **47**: 211—218.

— 1966: Über die limnologischen Grundlagen der biologischen Gewässerbeurteilung in Mitteleuropa. Verh. int. Ver. Limnol. **16**: 759—785.

FJERDINGSTAD, E., 1964: Pollution of streams estimated by benthonic phytomicroorganisms. I. A saprobic system based on communities of organisms and ecological factors. Int. Rev. ges. Hydrobiol. **49**: 63—131.

— 1965: Pollution of streams estimated by benthonic phytomicroorganisms. II. Taxonomy and saprobic valency of benthic phytomicroorganisms. Int. Rev. ges. Hydrobiol. **50**: 475—604.

FRANKE, U. und SCHWOERBEL, J., 1972: Hydrographie, Chemie und Nährstoffracht eines mit organischen Abwässern verunreinigten Gebirgsbaches. Arch. Hydrobiol. **42**: 95—124.

GLÖTZEL, R., 1973: Populationsdynamik und Ernährungsbiologie von Simuliidenlarven in einem mit organischen Abwässern verunreinigten Gebirgsbach. Arch. Hydrobiol. **42**: 406—451.

HAMM, A., 1968: Nomogramm zur Ermittlung der Gewässergüteklassen von Fließgewässern. Wass. Abwass. Forsch. **5**: 169—171.

— 1969: Die Ermittlung der Gewässergüteklassen bei Fließgewässern nach dem Gewässergütesystem und Gewässergütenomogramm. Münchner Beitr. Abwass.-, Fisch.-, Flußbiol. **15**: 46—48.

HELFER, H., 1931: Das Saprobiensystem. Die makroskopisch-biologische Wasseranalyse nach ihrem heutigen Stand. Mitt. Wass.-, Boden- und Lufthyg. **7**: 23—41.

HICKIN, N. E., 1967: Caddis larvae. London.

HILEY, P. D., 1972: The taxonomy of the larvae of the British Sericostomatidae (Trichoptera). Ent. Gaz. **23**: 105—119.

HÖLL, K., 1970: Wasser, Berlin.

HYNES, H. B. N., 1960: The biology of polluted waters. Liverpool.

— 1976: The ecology of running waters. Liverpool.

ILLIES, J., 1955: Plecoptera. Tierwelt Deutschl. **43**: 1—150.

KLOTTER, H.-E. und HANTGE, E., 1966: Über die Auswertung biologischer Gewässeruntersuchungen und ihre Relation zum biochemischen Sauerstoffbedarf (BSB_5). Wasserwirtschaft **56**: 21—26.

KOLKWITZ, R., 1928: Zur Kenntnis der biologischen Selbstreinigung der Gewässer. Ber. deutsch. bot. Ges. **46**: 35—50

— 1935: Pflanzenphysiologie. Jena.

— und MARSSON, M., 1908: Ökologie der pflanzlichen Saprobien. Ber. deutsch. bot. Ges. **26**: 505—519.

— 1909: Ökologie der tierischen Saprobien. Int. Rev. ges. Hydrobiol. Hydrograph. **2**: 126—135.

KOTHE, P., 1962: Der „Artenfehlbetrag", ein einfaches Gütekriterium und seine Anwendung bei biologischen Vorfluteruntersuchungen. Deutsche gewässerkundl. Mitt. **6**: 60—65.

LIEBMANN, H., 1947: Die Notwendigkeit einer Revision des Saprobiensystems und deren Bedeutung für die Wasserbeurteilung. Ges. Ing. **68**: 33—37.

— 1962: Handbuch der Frischwasser- und Abwasserbiologie. München.

— 1969: Der Wassergüteatlas. Methodik und Anwendung. München.

MEIJERING, M., 1971: Die *Gammarus*-Fauna der Schlitzerländer Fließgewässer. Arch. Hydrobiol. **68**: 575—608.

— 1972: Experimentelle Untersuchungen zur Drift und Aufwanderung von Gammariden in Fließgewässern. Arch. Hydrobiol. **70**: 133—204.

NEHRKORN, A., 1967: Statistische Beziehungen zwischen biologischen und chemischen Vorfluteruntersuchungen. Ges. Ing. **88**: 56—59.

— 1969: Ermittlungen über Zusammenhänge zwischen biologischen, chemischen und hydrologischen Faktoren in Fließgewässern Westfalens. Ges. Ing. **90**: 17—19.

PANTLE, R. und BUCK, H., 1955: Die biologische Überwachung der Gewässer und die Darstellung der Ergebnisse. Bes. Mitt. deutsch. gewässerkundl. Jahrb. **12**: 135—143.

SCHÖCKE, K., 1980: Abiogene Nährstoffeliminierung in einer neuentstandenen Talsperre (Twistetalsperre, Nordhessen) Arch. Hydrobiol. **89**: 483—508.

SCHOENEMUND, E., 1930: Ephemeroptera. Tierw. Deutschl. **19**:

SCHWENK, W. und SCHWOERBEL, J., 1973: Ernährungsbiologie und Lebensweise von *Ancylus fluviatilis*. Arch. Hydrobiol. **42**: 190—231.

SCHWOERBEL, J., 1972: Produktionsbiologische Aspekte in Fließgewässern. Verh. deutsch. zool. Ges. **65**: 57—64.

SEDLAK, E., 1971: Bestimmungstabelle der Larven der häufigen tschechoslowakischen Arten der Gattung *Hydropsyche* PICTET (Trichoptera). Acta ent. bohemoslov. **68**: 185—187.

SLADECEK, V., 1961: Zur biologischen Gliederung der höheren Saprobitätsstufen. Arch. Hydrobiol. **58**: 103—121.

— 1973: System of water quality from the biological point of view. Ergebn. Limnol. **7**: 1—128.

— and TUCEK, F., 1975: Relation of the saprobic index to BOD_5. Wat. Res. **9**: 791—794.

SONTHEIMER, H., 1975: Chemische Gewässerverunreinigung und Wassernutzung. Schweiz. Z. Hydrol. **37**: 118—134.

SRAMEK-HUSEK, R., 1956: Zur biologischen Charakteristik der höheren Saprobitätsstufen. Arch. Hydrobiol. **51**: 376—390.

THIENEMANN, A., 1912: Der Bergbach des Sauerlandes. Suppl. int. Rev. ges. Hydrobiol. **4**: 1—125.

ULMER, G., 1909: Trichoptera. Süßwasserfauna Deutschl. **516**: 1—326.

UNGER, U., 1970: Berechnung der Stoffrachten in Flüssen durch wenige Einzelanalysen im Vergleich zu kontinuierlichen einjährigen chemischen Untersuchungen, gezeigt am Beispiel des Bodenseezuflusses Argen (1967/1968). Schweiz. Z. Hydrobiol. **32**: 453—474.

VOIGT, W., 1904: Über die Wanderung der Studelwürmer in unseren Gebirgsbächen. Verh. naturhist. Ver. Rheinl. Westf. Osnabrück **61**: 103—178.

WUHRMANN, K., 1951: Über die biologische Prüfung von Abwasserreinigungsanlagen. Ges. Ing. **72**: 1—9.

ZELINKA, M. und MARVAN, P., 1961: Zur Präzisierung der biologischen Klassifikation der Reinheit fließender Gewässer. Arch. Hydrobiol. **57**: 389—407.

Manuskript bei der Schriftleitung eingegangen am 21. Februar 1980

Anschriften der Verfasser:

Prof. Dr. W. MEINEL
Dr. U. MATTHIAS
Abteilung Limnologie
Institut für Zoologie
Fachbereich Biologie und Chemie
Universität Kassel
Heinrich-Plett-Straße 40
3500 Kassel
BRD

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Philippia. Abhandlungen und Berichte aus dem Naturkundemuseum im Ottoneum zu Kassel

Jahr/Year: 1982-1987

Band/Volume: 5

Autor(en)/Author(s): Meinel Werner, Matthias Uwe

Artikel/Article: Chemisch-physikalische und faunistische Untersuchungen an einem Mittelgebirgsbach (Nieste, Naturpark Kaufunger Wald, Nordhessen.) II Faunistischer Teil 11-32