

# **Limnologische Untersuchung der Sieg zwischen Auer Mühle und Mündung (Fluß-km 76–146) unter besonderer Berücksichtigung der Gewässergüte**

Georg Gellert

Mit 2 Tabellen und 3 Abbildungen

(Eingegangen am 12. 6. 1986)

## **Kurzfassung**

Von April bis September 1982 und von Mai bis Oktober 1983 wurde eine Erhebung der Invertebratenfauna des unteren Abschnittes der Sieg an 14 Probestellen zwischen Au (Fluß-km 76) und der Mündung (Fluß-km 146) vorgenommen. Daneben wurden physikalische und chemische Parameter bestimmt.

Die anhand der biologischen Untersuchungsmethoden des Saprobien-systems und des Artenfehlbe-trages (KOTHE 1962) festgestellten organischen und toxischen Einflüsse werden diskutiert.

## **Abstract**

From April to September 1982 and from May to October 1983 a faunistic investigation of the benthic macroinvertebrates of the lower stretch of the river Sieg has been performed at 14 sampling stations, situated between Au (km 76) and the river-mouth (km 146). Physical and chemical data have been collected. The effect of organic and toxic wastes, estimated by biological investigation methods like the Saprobic system and the species deficit of KOTHÉ (1962) are discussed.

## **1. Einleitung**

Auf Anregung des Landesfischereiverbandes Nordrhein e. V. Bonn – Bezirk Sieg – wurde eine limnologische Untersuchung der Sieg innerhalb ihres Verbandsbereiches durchgeführt.

Untersucht man größere Flüsse um ein möglichst umfassendes Bild der Makroinvertebratenfauna zu erstellen, stößt man methodisch auf Grenzen, die sich aufgrund der Wassertiefe und -strömung ergeben.

Früheste Arbeiten über die Sieg von WUNDSCH (1915) und von CZENSNY (1932) konnten leider nicht als Vergleich zu der vorliegenden Bestandsaufnahme herangezogen werden. Um Tendenzen in der ökologischen Situation des untersuchten Abschnittes der Sieg aufzuzeigen, wurde auf eine Untersuchung von SCHMECK (1974) zurückgegriffen.

## **2. Das Untersuchungsgebiet**

Die Sieg entspringt in NN+ 608 m im Rothaargebirge, durchfließt das Bergisch-Sauerländische Gebirge in westlicher Richtung und mündet nach einer Fließstrecke von 146 km in den Rhein bei Mondorf (NN +48 km). Das Untersuchungsgebiet beginnt nach einer Fließstrecke von 76 km bei Au (NN +128 m) und endet an der Mündung zum Rhein. In zahlreichen Mäandern hat die Sieg sich in das Rheinische Schiefergebirge, bestehend aus Grauwacken und Schiefen, eingegraben. Der Austritt aus dem Schiefergebirge erfolgt östlich von Hennef. Flußabwärts schließt sich an dieser Stelle die Köln-Bonner Rheinebene an, die durch tiefe Absenkung des Grundgebirges entstand auf das quartäre Schotter tertiärer Sedimente aufliegen (GRAMSCH 1978).

## **3. Die Probestellen (Abb. 1)**

Die Probestellen sind Abschnitte des untersuchten Flußlaufes einschließlich seiner Uferzonen. Ihre jeweilige Physiographie und die vorherrschende Biozönose ist nach ILLIES (1961) abhängig davon, in welcher Fließgewässerzone sie sich befinden. Nach HUET (1946), der eine Zonierung von Fließgewässern nach deren Gefälle und Breite vornahm, befinden sich alle Probestellen in der Barbenregion oder, nach ILLIES (1961), im Epipotamon. Dies

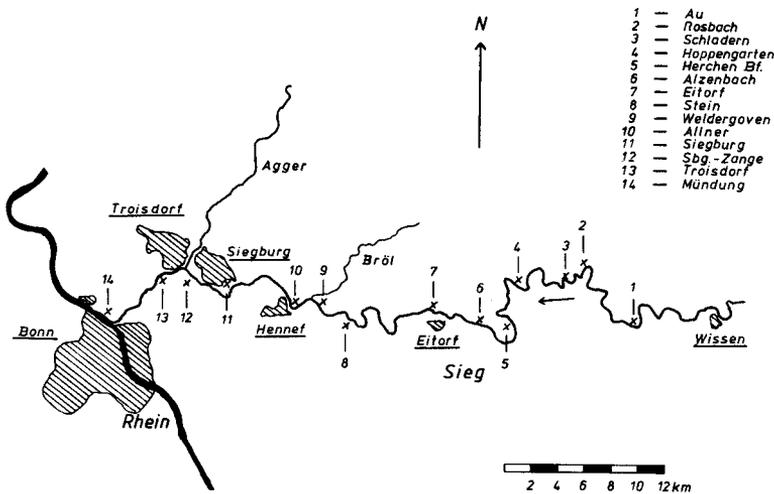


Abbildung 1. Lage des untersuchten Abschnittes der Sieg mit den bearbeiteten Probestellen.

wird besonders deutlich anhand der Chironomidenfauna, die besonders unter dem Aspekt ihres Vorkommens in der obengenannten Region untersucht wurde.

Die Vegetation der Ufer der Untersuchungsstellen stellt sich als ein Gemisch verschiedener Pflanzengesellschaften dar, unter denen vorwiegend die stickstoffreichen Krautfluren (*Artemisietea vulgaris*) sowie Arten des Wirtschaftsgrünlandes (*Molinio-Arrhenatheretea*) vorherrschen. Stellenweise findet sich kleinflächig ein Bachröhricht in direkter Wassernähe (*Phalaridetum arundinaceae*). Unter leichter Bedeckung erreichen auch Vertreter des Erlenaenwaldes wie die Hainsternmiere (*Stellaria nemorum*) oder Ersatzgesellschaften größere Deckungsanteile.

Der Wasserpflanzenbesatz erfuhr gegenüber einer Bestandsaufnahme von KRAUSE (1979) keine wesentliche Veränderung. Neben Hahnenfußarten (*Ranunculus* spp.) wurde das Wassermoos (*Fontinalis antipyretica*) an einzelnen Probestellen angetroffen. Insgesamt war die submersive Vegetation höherer Pflanzen spärlich zu nennen. Dies lag möglicherweise an der recht hohen Fließgeschwindigkeit, die an den meisten Probestellen vorherrschte. Lage und Verteilung der Probestellen sind der Abb. 1 zu entnehmen und einige ihrer biotopbeschreibenden Kenndaten sind in Tab. 1 aufgeführt.

#### 4. Material und Methodik

##### 4.1. Biologische Untersuchungsmethoden

Die Erfassung des Makrozoobenthos erfolgte monatlich von April bis September 1982 und von Mai bis Oktober 1983. Der Zeitpunkt der Probenahme war von den Wasserstandsbewegungen während beider Untersuchungsjahre abhängig.

Die Aufsammlung erfolgte halbquantitativ nach der Zeitsammelmethode, die sich bei der hydrobiologischen Arbeitsgruppe am Institut für Landwirtschaftliche Zoologie und Bienenkunde der Universität Bonn langjährig bewährt hat (z. B. CASPERS 1972).

An jeder Probestelle wurde für die Dauer einer Stunde wie folgt vorgegangen: Ein konisches, 60 cm langes Netz (Maschenweite 1 x 1 mm), befestigt an einem dreieckigen Rahmen bestehend aus zwei nach unten auseinanderlaufenden schwenkbaren Holzleisten (Länge 100 cm), an deren Ende ein schmales, 80 cm langes Seilstück aufgespannt war, wurde in die Strömung gehalten. Das schmale Seilstück sollte sich als unterer Rand der dreieckigen Netzöffnung der unebenen Substratoberfläche etwas anpassen. In Anlehnung an die „Kicking technique“ von FROST, HUNT & KERSHAW (1971) wurde das feinkörnige Substrat vor der Netzöffnung mit den Händen aufgewirbelt. Steine, Kies und Pflanzenmaterial wurden in das Netz hineingelegt. Die durch diese Tätigkeit aufgewirbelten Organismen wurden durch die Strömung in das Netz getrieben.

Probestellen	Fluß- km	Fluß- breite in m	Substratanteil geschätzt in %			Fließgeschw. m/sec bei niedr.-mittl. Wasserführung	Submerse Vegetation höherer Pflanzen
			Steine	Kies	Sand		
1 - Au	76	35	70	25	5	0,7 - 1,1	-
2 - Rosbach	83	30	90	5	5	0,1 - 0,2	+
3 - Schladern	85	30	60	35	5	0,3 - 0,5	-
4 - Hoppengarten	93	40	70	25	5	0,2 - 0,7	+
5 - Herchen Bf.	99	45	60	30	10	0,6	+
6 - Alzenbach	104	40	60	30	10	0,5 - 0,6	-
7 - Eitorf	110	40	60	35	5	0,5 - 0,7	+
8 - Stein	118	40	60	30	10	0,4 - 0,5	-
9 - Weldergoven	123	35	50	40	10	0,4 - 0,8	+
10 - Allner	125	40	50	40	10	0,7 - 1,5	+
11 - Siegburg	132	40	90	10	0	0,6 - 1,4	-
12 - Siegburg-Zange	137	35	50	40	10	0,7 - 1,0	-
13 - Troisdorf	140	50	45	45	10	0,5 - 0,9	-
14 - Siegmündung	145	50	25	60	15	0,6 - 0,7	-

Tabelle 1. Ausgewählte biotopbeschreibende Kenndaten der Sieg.

Jede Netzfüllung wurde in eine Plastikschaale überführt und alle darin vorgefundenen Organismen zur Auszählung und Determination mitgenommen.

Bei der Aufsammlung wurden lotische und lenitische Bereiche entsprechend ihrem Vorkommen an jeder Probestelle berücksichtigt. Wegen der unsicheren Artenbestimmung vieler Larvenstadien wurden Larven zur Aufzucht in Aquarien gehalten. Daneben wurden Kescherfänge durchgeführt und auf Ufervegetation und an Brückenfeilern befindliche Insekten abgesammelt. Zur Ermittlung der Artenvielfalt nachtaktiver Insekten wurden Lichtfallen nach der Methode von TOBIAS (1965) aufgestellt.

#### 4.2. Determination

Zur Bestimmung wurde neben den bei NOLDEN (1986) aufgeführten Werken zusätzlich verwendet:

Mollusca: MACAN (1977); Oligochaeta: MICHAELSEN & JOHANSSON (1909); Hirudinea: ELLIOTT & MANN (1979); Ephemeroptera: MACAN (1970), KIMMINS (1972); Plecoptera: HYNES (1977); Odonata: BOYE, IHSEN & STOBBE (1982); Heteroptera: WAGNER (1961); Coleoptera: STEFFAN (1958), HOLLAND (1972), KLAUSNITZER (1977); Trichoptera: MACAN (1973), TOBIAS & TOBIAS (1981), WALLACE (1981); Diptera: allgemeine Zuordnung: GRÜNBERG (1910); Simuliidae: KNOZ (1965); Chironomidae: BRUNDIN (1956), FITTKAU (1962), HIRVENOJA (1962, 1973), LEHMANN (1969, 1970, 1971, 1972), PINDER (1978), REISS (1968), REISS & FITTKAU (1971), REISS & SÄWEDAL (1981), SAETHER & HALVORSEN (1981).

#### 4.3. Physikalische und chemische Untersuchungsmethoden

Zwischen Mai und September 1982 bzw. Juni und Oktober 1983 wurden bei mittlerer bis niedriger Wasserführung neunmal physikalische und chemische Kenndaten nach dem DEUTSCHEN EINHEITSVERFAHREN zur Wasser-, Abwasser- und Schlammuntersuchung (1972 ff.) ermittelt.

#### 5. Ergebnisse der physikalischen und chemischen Untersuchungen

Die Ergebnisse der Wasseranalysen stellen Momentaufnahmen des Zustandsbildes des Gewässers dar. Sie sollen daher lediglich zur Charakterisierung der untersuchten Flußabschnitte beitragen.

Ammonium: Die durchschnittlichen Ammoniumgehalte (0,2–0,6 mg/l) aller Probestellen lagen im Bereich der Mindestgüteanforderung für Fließgewässer des LANDESAMTES FÜR WASSER UND ABFALL NORDRHEIN-WESTFALEN (1984). Gelegentliche Meßergebnisse bis 3,3 mg/l bedeuten, daß dieser Flußabschnitt zeitweise stark verunreinigt ist.

**Nitrit:** Die maximalen Nitritwerte von allen Probestellen (0,2–0,3 mg/l) sind kritisch zu beurteilen. Selbst die mittleren Gehalte (0,1–0,2 mg/l) liegen über der Güteanforderung für die Hauptnutzungsart der Freizeitfischerei (LANDESAMT FÜR WASSER UND ABFALL NORDRHEIN-WESTFALEN 1984).

**Nitrat:** Die mittleren Nitratgehalte um 20 mg/l sind als normal anzusehen. Selbst der höchste gemessene Wert von 34,5 mg/l stellt keine bedeutende Nitratanreicherung dar (HÖLL 1970).

**Chlorid:** Der mittlere Chloridgehalt lag zwischen 30 und 37 mg/l und zeitweilige Meßergebnisse von über 55 mg/l deuten auf Verunreinigungen durch Ausscheidungsstoffe hin (HÖLL 1970).

**Orthophosphat:** Der mittlere Orthophosphatgehalt zwischen 2 und 2,8 mg/l weist auf eine beträchtliche Verunreinigung hin (HÖLL 1970). Gelegentlich wurde in Au (Probestelle 1) über 5 mg/l gemessen. Ergebnisse von Korrelationsrechnungen nach GOETZ (1981) mit den Variablenpaaren der Orthophosphatkonzentration und der Abflußmenge von vier ausgesuchten Probestellen zeigen, daß der Orthophosphatgehalt sehr abhängig von der Wasserführung war. Bei steigender Wasserführung sank der Orthophosphatgehalt und umgekehrt.

Eine enge positive Korrelation wurde zwischen dem Orthophosphat- und dem Chloridgehalt ermittelt. Dies kann als Hinweis gewertet werden, daß vornehmlich Fäkalien für den Orthophosphatgehalt der Sieg verantwortlich waren.

**Sauerstoff:** Der gemessene Sauerstoffgehalt sank bei den Stichproben nie unter 80% der Sättigung. Zeitweise trat Sauerstoffübersättigung auf. Aufgrund der festgestellten täglichen Schwankungen der Sauerstoffkonzentration kann der untere Abschnitt der Sieg als ein eutropher Gewässertyp bezeichnet werden (SCHMASSMANN 1955).

**pH-Wert:** Der pH-Wert zeigte an einzelnen Probestellen deutliche Schwankungen (6,5–8,6). Diese waren ebenso wie die wechselnden Sauerstoffgehalte durch die biologische Aktivität bedingt.

**m-Wert:** Nach JENS (1980) stellen m-Werte zwischen 1,0 und 2,5 mval/l sehr günstige Werte dar, wenn sie nicht durch Abwässer bedingt sind. Der mittlere m-Wert aller Probestellen lag um 1,3 mval/l.

**Kaliumpermanganat-Verbrauch:** Der mittlere Kaliumpermanganatverbrauch an allen Probestellen (9,7–10,9 mg O<sub>2</sub>/l) deutet auf eine durchschnittlich geringe Fracht von organischen Stoffen hin. Größere Schwankungen zwischen 5,4 und 19,6 mg O<sub>2</sub>/l mögen von der Wasserführung abhängen.

## 6. Ermittlung der Gewässergüte nach biologischen Untersuchungsmethoden

### 6.1. Saprobienystem

Zur Beurteilung der Güte von Fließgewässern wurde das Saprobienystem von KOLKWITZ & MARSSON (1908, 1909) herangezogen. Saprobienindex und Indikatorgewicht einzelner Taxa wurden aus den Richtlinien für die Ermittlung der Gewässergüte des LANDESAMTES FÜR WASSER UND ABFALL NORDRHEIN-WESTFALEN (1982) entnommen. Aufgrund von neuen Erfahrungen bei der Anwendung des Saprobienystems wurden verschiedenen Saprobie-Indikatoren teilweise geänderte Saprobienindices und/oder Indikatorgewichte zugeordnet, anders als sie SLÁDEČEK (1973) seinerzeit vorgenommen hatte. Die Berechnung des Saprobienindex einzelner Probestellen erfolgte nach der Methode von ZELINKA & MARVAN (1961), die Angaben zur Gewässergüte folgen LIEBMANN (1962).

Wie aus der Abb. 2 zu entnehmen ist, befanden sich nahezu alle Probestellen in einem vorwiegend betamesosaprobien Zustand, oder konnten der Güteklasse II (mäßig belastet) zugeordnet werden. Lediglich Probestelle 2 (Rosbach) und Probestelle 8 (Stein) befanden sich in einer Übergangszone von der Beta- zur Alphamesosaprobie, oder gehörten der Güteklasse II/III (kritisch belastet) an.

Noch vor einigen Jahren wurde die Sieg, abschnittsweise, in einem schlechteren Zustand angetroffen. Die beiden höchstgelegenen Probestellen des Untersuchungsgebietes 1 (Au), 2 (Rosbach) und Probestelle 14 (Mündungsgebiet) wurden von SCHMECK (1974) mit Güteklasse III (stark verschmutzt) beurteilt (Abb. 2). Verantwortlich für den hohen Verschmutzungsgrad bei Au waren zellulosehaltige Abfälle einer Spanplattenfabrik oberhalb des Untersuchungsgebietes. Seit 1979 existiert diese Fabrik jedoch nicht mehr. Im Mündungsge-

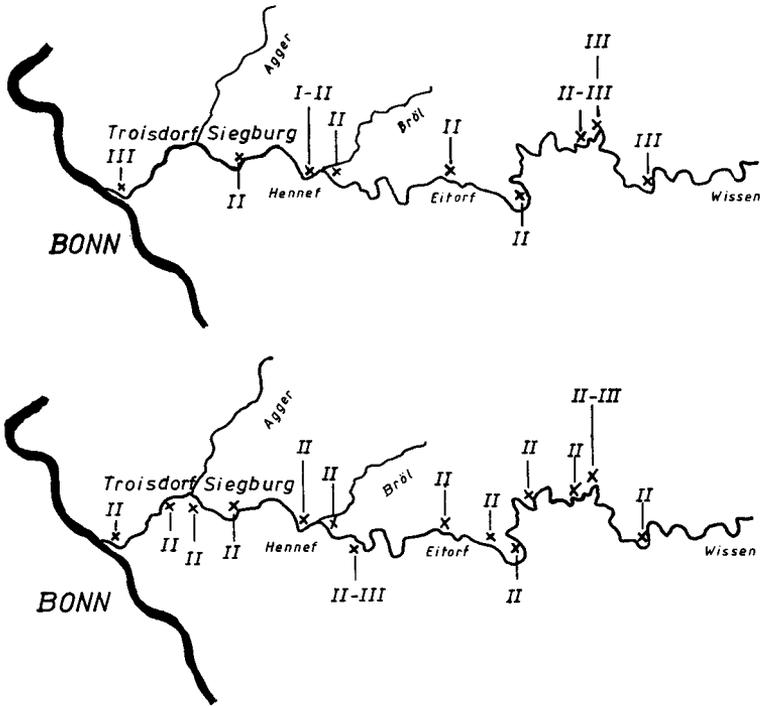


Abbildung 2. Einstufung der Probestellen in Güteklassen; oben 1974 (SCHMECK 1974), unten eigene Befunde (Stand 1983). (Bezeichnungen der Probestellen vergl. Abb. 1)

biet trat eine Verbesserung des saprobiellen Zustandes ein durch die Stilllegung des Klärwerkes Siegburg-Zange, dessen Abfluß den Siegburger Mühlengraben stark belastete.

## 6.2. Artenfehlbetrag

Die biologische Untersuchungsmethode des Artenfehlbetrages nach KOTHÉ (1962) basiert auf der Erkenntnis, daß unter dem Einfluß von organischen und toxischen Stoffen in Gewässern die Artenvielfalt zurückgeht. Es ist dabei unwesentlich, ob die Arten als Indikatoren einer Saprobienstufe dienen. Eine unbelastete und physiographisch repräsentative Probestelle (Probestelle 7 bei Eitorf) lieferte den Artenstandard. Die Angaben der Ergebnisse erfolgten in %-Werten. Dieses Verfahren wird, in Anlehnung an KOTHÉ (1962), mit der Darstellung der „relativen Belastung“ kombiniert. Es handelt sich um die Summe der polysaprobien und alphamesosaprobien Organismen als Prozentsatz der Gesamtzahl aller gefundenen Tiere. Das Ergebnis spiegelt die biologische Belastung des Vorfluters wider. Erfolgt die Darstellung beider Verfahren gemeinsam in Kurvenform, so ist leicht zu erkennen, inwieweit ein Artenrückgang durch organische Belastung oder durch toxische Einflüsse bedingt ist.

Abb. 3 zeigt, daß die Kennlinie des Artenfehlbetrages, von Probestelle 3 (Schladern) bis Probestelle 5 (Herchen Bf.), deutlich die Kennlinie der wirksamen organischen Belastung überragt. Dies bedeutet, daß die relative Artenarmut nicht ausschließlich durch organische Verunreinigungen bedingt war. In diesem Flußabschnitt überlagert die Toxizität die Saprobität.

Schon in den Jahren 1915 wurde von WUNDSCH und 1932 von CZENSNY auf die Möglichkeit der Belastung der Sieg durch kupferhaltige Abwässer des ehemals englischen Kupferrohrwerkes der Elmores Gesellschaft, heute Kabel- und Metallwerke der GHH, in Schladern hingewiesen. WEIMANN (1952) dagegen ließ diese Vermutung zur Gewißheit werden:

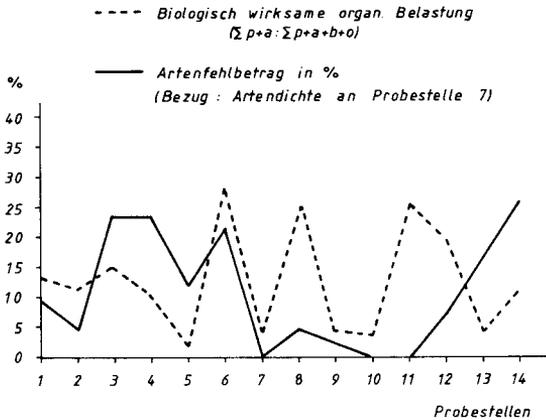


Abbildung 3. Biologisches Zustandsbild der Sieg (Fluß-km 76–146) nach KOTHÉ (1962).

„Bei den Kupferröhrenwerken Elmoren in Schladern findet man giftgrüne, zur Sieg führende kleine Rinnsale mit Kupfersalzausblühungen.“

Hinweise auf eine Abnahme der Tierbesiedlung in schwermetallbelasteten Gewässern ergeben sich aus zahlreichen Arbeiten (z. B. WINNER et al. 1975 und BURMEISTER 1980). Analysenergebnisse von GELLERT & WITTASSEK (1985) zeigen eine hohe Kupferbelastung des sandigen Anteils des Sediments in Schladern, unterhalb des Röhrenwerkes, mit 206,1 ppm Cu in TS. Im lehmigen Anteil des Sediments wurden sogar 291,4 ppm Cu in TS ermittelt. An zwei Probestellen oberhalb des Werkes enthielt das Sediment einen relativ gleichförmigen niedrigen Kupfergehalt. Aus einem Vergleich der Kupfergehalte der Tiere an allen untersuchten Stellen ergab sich ein in allen Fällen signifikant höherer Kupfergehalt an der stark belasteten Stelle in Schladern. Die relative Artenarmut an Probestelle 6 (Alzenbach) ist dagegen saprobiologisch erklärbar. Weiter flußabwärts bis Probestelle 10 in Allner erscheint die schwankende Artendichte durch den entsprechend vorliegenden Verschmutzungsgrad bedingt. Probestelle 11 in Siegburg zeigte trotz relativ hoher Saprobität eine hohe Artendichte. Diese Probestelle ist physiographisch nicht repräsentativ. An dieser Stelle fließt das Wasser nach Überwindung einer Staustufe unruhig auf steinigem Substrat. Somit ist ein hoher physikalischer Sauerstoffeintrag gegeben, der den Aufenthalt auch von oxybionten Arten ermöglicht.

Das Mündungsgebiet an Probestelle 14 wies den höchsten Artenrückgang aller Probestellen auf. Gleichzeitig überlagert die Kennlinie des Artenfehlbetrages deutlich die Kennlinie der biologisch wirksamen organischen Belastung. Möglicherweise wirkte sich in diesem Bereich die vom LANDESAMT FÜR WASSER UND ABFALL NORDRHEIN-WESTFALEN (1983) festgestellte Zunahme der Bleikonzentration und der erhöhte Gehalt an Nickel und Zink auf das Besiedlungsbild aus.

## 7. Artenliste

In Tab. 2 werden die nachgewiesenen Arten mit Angabe der Fundorte vorgestellt. Bei den merolimnischen Organismen sind auch die Fang- und Schlupfzeiten vermerkt.

Nomenklatur und systematische Gliederung richten sich nach der Limnofauna Europaea (ILLIES 1978).

**Tricladida:** Die Strudelwürmer spielten eine untergeordnete Rolle in der Besiedlung des untersuchten Flußabschnittes, gleichwohl 3 Arten nachgewiesen werden konnten (Tab. 2). WRIGHT (1972) bemerkte bei der Erstellung eines Verbreitungsmusters von Trikladen in Nordwales, daß sie in Flüssen von mehr als 5 m Breite nur einen sehr geringen Anteil der Fauna bilden oder überhaupt nicht vorhanden sind.

**Gastropoda:** Von den in Tab. 2 aufgeführten fünf Schneckenarten erreichte nur *Ancylus fluviatilis* größere Verbreitung mit gelegentlich größeren Abundanzen.

Taxa	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	Schlupfzeiten im Aquarium oder Fang- zeiten im Freiland
TRICLADIDA															
Dugesia															
gonocephala (DUGÈS)	x	x	x	-	-	x	x	x	-	-	x	x	-	-	
Dugesia															
lugubris (SCHMIDT)	-	-	-	-	-	-	-	x	-	-	-	x	-	-	
Dendrocoelum															
lacteum (MÜLLER)	-	-	-	-	-	-	x	-	-	-	x	-	-	-	
GASTROPODA															
Physa															
fontinalis L.	x	-	-	-	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x
Lymnaea															
truncatula MÜLLER	-	-	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Lymnaea															
peregra MÜLLER	x	x	x	-	x	x	-	x	-	-	-	-	-	-	-
Gyraulus															
albus MÜLLER	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x	-	-	-	-
Ancylus															
fluviatilis MÜLLER	x	x	x	x	x	-	-	x	x	x	x	x	x	x	x
LAMELLIBRANCHIATA															
Pisidium sp.	x	x	-	x	-	-	-	x	-	-	-	-	-	-	-
OLIGOCHAETA															
Lumbriculus															
variegatus (MÜLL.)	x	-	-	-	x	-	x	x	x	x	-	x	x	x	
Stylodrilus															
heringianus CLAP.	x	-	-	-	x	-	x	x	x	x	x	-	x	x	
Haplotaxis															
g. gordioides (HART.)	x	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x	-	-	-
Tubifex sp.	x	-	-	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
Limnodrilus															
hoffmeisteri CLAP.	-	-	-	x	-	-	-	-	-	-	x	-	-	x	-
Eiseniella															
t. tetraedra (SAVIGNY)	x	-	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
Criodilus															
lacuum HOFF.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x
HIRUDINEA															
Glossiphonia															
complanata (L.)	-	x	-	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x	-
Helobdella															
stagnalis (L.)	x	x	-	-	-	-	-	x	x	x	x	x	-	x	
Hemiclepsis															
marginata (D.F. MÜLL.)	x	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Erpobdella															
octoculata (L.)	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
CRUSTACEA															
Asellus															
aquaticus L.	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
Gammarus															
pulex pulex L.	x	x	x	x	x	-	x	x	x	x	-	x	x	x	
Niphargus sp.	-	-	x	-	-	-	x	-	-	-	-	x	-	-	
EPHEMEROPTERA															
Siphonurus															
lacustris ETN.	I	-	-	-	-	-	-	-	-	x	-	-	-	-	VIII
Baetis															
fuscatus L.	I	x	x	-	x	x	x	-	-	x	x	-	-	-	x
Baetis															
rhodani PICT.	I	-	-	-	-	-	-	x	x	-	-	-	-	x	-
Baetis															
scambus ETN.	I	x	-	-	x	-	-	-	-	x	-	-	-	-	-
Epeorus															
sylvicola PICT.	La	-	-	-	-	x	-	x	x	x	x	-	-	-	-
Rhithrogena sp.	La	x	-	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
Rhithrogena															
semicolorata CURT.	I	-	-	-	-	x	-	x	-	-	-	-	-	-	-
Ecdyonurus															
cf. dispar CURT	La	-	-	-	-	-	-	x	-	-	-	-	-	-	-
Ecdyonurus															
cf. insignis ETN.	La	-	x	-	x	-	-	-	x	x	-	-	x	-	-
Ecdyonurus															
cf. venosus F.	La	x	x	-	x	-	-	x	x	x	x	x	x	x	
Heptagenia															
coerulans ROST.	I	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x	-

Bei *Baetis scambus* muß es heißen: VI-IX

Taxa		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	Schlupfzeiten im Aquarium oder Fangzeiten im Freiland		
Ephemerella ignita PODA		I	-	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	-	x	VIII	
Caenis horaria L.		I	-	-	-	-	-	x	x	x	x	x	-	-	-	x	V - VI	
Caenis luctuosa BURM.		I	x	-	-	-	x	-	-	-	-	-	-	x	x	x	VIII	
Habroleptoides modesta HAG.	La, I	x	-	-	x	x	-	-	x	x	x	-	x	x	x		VI	
Paraleptophlebia submarginata STEPH.	I	-	x	-	-	-	-	-	x	-	-	-	-	-	-		V	
Habrophlebia sp.	La	-	x	x	x	-	x	x	x	x	x	x	x	-	-			
Habrophlebia lauta ETN.	I	-	x	-	-	-	-	x	-	x	-	-	-	-	-		VI - VII	
Ephemera danica MÜLL.	La, I	-	-	-	-	-	x	x	-	x	-	-	-	-	-		VI - VIII	
<b>PLECOPTERA</b>																		
Amphinemura borealis MORTON	La	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x	-	-	-	-			
Nemoura sp.	La	-	x	-	x	-	-	-	-	x	x	-	-	-	-			
Protonemura sp.	La	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
Leuctra sp.	La	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x	x	-			
Isoperla sp.	La	-	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
Perlodes microcephala PICTET	I	-	-	-	x	-	-	-	-	-	x	x	-	x	x		V	
Dinocras cephalotes CURT.	La	-	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
Perla burmeisteriana CLSSN.	La	-	-	-	-	-	-	x	x	-	-	-	-	-	-			
<b>ODONATA</b>																		
Calopteryx splendens (HARRIS)	La, I	-	x	-	x	x	-	x	x	x	-	-	-	-	-		VI - VIII	
Calopteryx virgo (L.)	I	-	x	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		VIII	
Platycnemis pennipes (PALLAS)	I	-	-	-	-	-	-	x	x	x	x	-	-	-	-		VII - VIII	
<b>HETEROPTERA</b>																		
Nepa cinerea L.	I	-	-	-	-	-	-	x	-	-	-	-	-	-	-			
Gerris paludum (F.)	I	-	-	-	x	-	-	-	-	-	-	-	-	x	-			
Hydrometra stagnorum (L.)	I	x	-	-	x	-	-	x	-	x	-	-	-	-	-			
<b>COLEOPTERA</b>																		
Gyrinidae n. det.	La	x	x	-	x	-	x	x	x	-	x	x	x	x	x			
Gyrinus marinus GYLLENHAL	I	-	-	-	-	-	-	-	-	x	-	-	-	-	-			
Haliphus wehnckei GERH.	I	-	-	-	-	-	-	-	-	x	-	-	-	-	-			
Dreodytes rivalis (GYLL.)	I	-	-	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
Stictotarsus duodecempustulatus (FABR.)	I	-	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
Potamonectes elegans PANZ.	I	x	-	-	-	-	x	-	-	-	-	-	-	-	-			
Elmis maugetii LATREILLE	La, I	x	x	-	-	x	x	x	x	-	x	x	x	x	-			
Limnius volckmari PANZER	La, I	x	x	-	-	x	x	x	-	x	x	x	x	x	-			
<b>MEGALOPTERA</b>																		
Sialis lutaria L.	La, I	-	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	-	x	-		V
<b>TRICHOPTERA</b>																		
Rhyacophila nubila ZETT.	I	-	-	-	x	x	-	x	-	-	x	-	-	x	-		VIII	
Hydroptila sparsa CURTIS	I	x	x	-	x	x	x	x	-	x	x	-	-	-	x		V - VIII	
Hydropsyche contubernalis MCL.	I	-	x	-	x	x	-	x	-	x	x	-	-	-	x		V - X	

(Fortsetzung nächste Seite)

Taxa	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	Schlupfzeiten im Aquarium oder Fangzeiten im Freiland
Hydropsyche pellucidula CURTIS	I	x	x	-	-	x	-	x	x	x	x	-	-	-	V - IX
Hydropsyche siltalai DÜHLER	La, I	x	x	x	x	x	x	-	x	x	x	x	-	-	VI
Polycentropus flavomaculatus PICTET	La, I	x	x	-	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	V - X
Psychomyia pusilla FBR.	La, I	x	x	-	x	x	x	x	-	x	x	-	-	x	V - IX
Tinodes waeneri L.	I	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	VI
Ecnomus tenellus RAMB.	I	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x	VI
Potamophylax sp.	La	-	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Lepidostoma hirtum FBR.	La	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x	-	x	-	
Athripsodes albifrons L.	I	-	x	-	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	VI - VII
Athripsodes bilineatus L.	I	-	-	x	-	-	-	x	x	-	-	-	-	-	VII - VIII
Athripsodes cinereus CURTIS	I	-	x	-	x	-	-	-	-	x	x	-	-	-	VI - VII
Ceraclea annulicornis STEPH.	I	-	x	x	-	-	-	-	-	x	-	-	-	-	V - VI
Ceraclea dissimilis STEPH.	I	-	x	-	-	x	-	x	x	x	x	-	-	x	VI - VIII
Ceraclea fulvo RAMB.	I	-	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	VIII
Mystacides azurea L.	La, I	-	x	x	x	x	x	x	x	x	x	-	-	x	VII - VIII
Decetis ochracea CURTIS	I	-	-	-	-	-	-	-	-	x	-	-	-	-	VII
Sericostoma hirtum K. & SP.	I	-	x	x	-	-	-	-	-	x	-	-	-	-	VI
DIPTERA															
Tipula sp.	La	-	-	-	x	-	-	-	-	x	x	x	x	x	
Antocha sp.	La	x	x	x	-	x	-	x	-	x	x	-	-	x	
Antocha vitripennis MEIG.	I	-	-	-	x	-	-	-	x	-	-	-	-	-	V
Dicranota sp.	La	x	-	x	-	x	-	-	-	x	x	-	-	-	
Eusimulium aureum (FRIES)	Pu	-	-	-	-	x	x	x	x	x	x	x	x	x	VII - X
Wilhelmia equina (L.)	Pu	x	-	-	x	x	x	x	x	x	x	x	x	-	IV - IX
Wilhelmia lineata (MG.)	Pu	-	-	-	-	-	-	x	x	x	x	x	-	x	VI - IX
Boopththora erythrocephala (DE GEER)	Pu	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x	-	-	X
Odagmia ornata (MG.)	Pu	-	-	-	x	-	-	x	x	x	x	x	x	x	IV - VI
Ablabesmyia longistyla FTT	I	x	x	-	.	x	x	-	x	x	.	-	x	.	V - IX
Conchapelopia melanops (WIED.)	I	-	x	-	.	-	x	x	-	-	.	-	.	-	IV - VIII
Conchapelopia pallidula (MG.)	I	x	x	-	.	-	-	-	x	-	.	x	x	.	VI - X
Conchapelopia viator (K.)	I	x	-	x	.	x	-	x	x	-	.	x	x	.	VI - IX
Paramerina cingulata (WALK.)	I	x	x	-	.	x	x	-	-	-	.	-	.	-	V - VIII
Procladius cf. choreus (MG.)	I	-	x	-	.	-	-	x	-	-	.	-	.	-	VIII - IX
Rheopelopia maculipennis (ZETT.)	I	x	-	-	.	-	-	-	x	-	.	x	-	.	VI - IX
Rheopelopia ornata (MG.)	I	x	x	x	.	-	x	-	-	x	.	-	x	.	V - X
Thienemannimyia carnea (FABR.)	I	-	x	-	.	x	-	-	-	.	-	-	.	-	V - IX
Potthastia longimana K.	I	x	x	-	.	-	-	-	x	-	.	-	.	-	VI
Brillia longifurca K.	I	-	-	-	.	-	-	-	-	.	-	-	.	x	X

Taxa	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	Schlupfzeiten im Aquarium oder Fangzeiten im Freiland	
<i>Cardiocladius fuscus</i> KIEFF.	I	-	-	-	.	x	-	-	-	-	.	-	-	.	-	VII
<i>Cricotopus albiforceps</i> (K.)	I	-	-	-	.	x	-	-	-	-	.	-	-	.	-	VII
<i>Cricotopus annulator</i> G.	I	x	x	-	.	x	-	-	-	-	.	x	x	.	-	VI - IX
<i>Cricotopus bicinctus</i> (MG.)	I	x	x	-	.	x	-	x	x	-	.	-	-	.	x	VI - X
<i>Cricotopus curtus</i> HIRV.	I	x	x	x	.	x	-	-	-	-	.	-	x	.	-	V - VII
<i>Cricotopus triannulatus</i> (MACQ.)	I	x	x	x	.	x	-	x	x	-	.	-	-	.	-	VI - X
<i>Cricotopus trifasciatus</i> (MG.)	I	x	-	-	.	x	-	-	-	-	.	-	-	.	-	VII
<i>Tvetenia calvescens</i> EDW.	I	-	-	-	.	-	-	-	-	-	.	-	-	.	x	VI
<i>Eukiefferiella</i> sp.	I	x	-	-	.	-	-	-	-	-	.	-	-	.	-	VI
<i>Eukiefferiella claripennis</i> (LUNDB.)	I	-	-	-	.	-	-	x	-	-	.	-	-	.	-	VII
<i>Eukiefferiella clypeata</i> (K.)	I	-	x	-	.	x	-	-	-	-	.	-	-	.	-	VII - IX
<i>Limnophyes</i> sp.	I	-	-	-	.	-	-	-	-	-	.	-	-	.	x	VI
<i>Limnophyes exiguus</i> (G.)	I	-	-	-	.	x	-	-	-	-	.	-	-	.	-	VII
<i>Limnophyes prolongatus</i> K.	I	-	-	-	.	-	-	-	-	-	.	-	-	.	x	VII
<i>Orthocladius thienemanni</i> (K.)	I	x	-	-	.	-	-	-	x	-	.	-	-	.	-	V - VII
<i>Orthocladius rhyacobi</i> (K.)	I	x	-	-	.	x	-	-	-	x	.	-	-	.	-	VI - IX
<i>Orthocladius rubicundus</i> (MG.)	I	x	-	-	.	x	-	-	-	-	.	-	-	.	-	VI - VII
<i>Parakiefferiella bathophila</i> (K.)	I	-	-	-	.	-	-	-	-	-	.	-	-	.	x	VI
<i>Paratrichocladius rufiventris</i> (MG.)	I	x	-	x	.	x	-	-	-	-	.	-	-	.	-	V - VII
<i>Rheocricotopus chalybeatus</i> (EDW.)	I	x	-	-	.	x	-	-	-	-	.	x	x	.	x	V - X
<i>Rheocricotopus foveatus</i> (EDW.)	I	x	-	-	.	-	-	-	-	-	.	-	-	.	-	VI - VII
<i>Synorthocladius semivirens</i> (K.)	I	x	-	x	.	x	x	x	x	-	.	-	x	.	x	V - VIII
<i>Chironomus</i> cf. <i>dorsalis</i> (MG.)	I	-	-	-	.	-	-	x	-	-	.	-	-	.	x	VI
<i>Chironomus</i> cf. <i>plumosus</i> L.	I	-	-	-	.	-	-	-	x	-	.	-	-	.	-	VIII
<i>Cryptochironomus rostratus</i> K.	I	-	-	-	.	-	-	-	-	-	.	-	-	.	x	VI
<i>Demicryptochironomus vulneratus</i> (ZETT.)	I	-	-	x	.	-	-	-	-	-	.	-	-	.	-	IX
<i>Dicrotendipes nervosus</i> (STAEG.)	I	x	x	-	.	-	-	-	-	-	.	-	-	.	-	VII - VIII
<i>Dicrotendipes tritonus</i> K.	I	-	x	-	.	-	-	-	-	-	.	-	-	.	-	IX
<i>Kribioxenus brayi</i> G.	I	-	-	-	.	-	-	x	-	-	.	-	-	.	-	VIII
<i>Microtendipes pedellus</i> (DE GEER)	I	-	-	-	.	x	-	x	-	-	.	-	x	.	-	VI
<i>Microtendipes tarsalis</i> (WALK.)	I	-	-	-	.	-	-	x	-	-	.	x	-	.	-	V - VII
<i>Parachironomus frequens</i> (JGH.)	I	-	-	-	.	-	-	x	-	-	.	-	-	.	-	VIII
<i>Parachironomus digitalis</i> EDW.	I	-	-	-	.	-	x	-	-	-	.	-	-	.	-	VII
<i>Pentapedilum tritum</i> (WALK.)	I	-	-	-	.	-	x	-	-	-	.	-	-	.	-	VI
<i>Phaenopsectra flavipes</i> (MG.)	I	-	-	-	.	-	-	x	x	-	.	-	-	.	-	VII - IX
<i>Polypedilum acutum</i> K.	I	-	-	-	.	-	-	-	-	-	.	-	-	.	x	VII
<i>Polypedilum albicorne</i> (MG.)	I	-	-	x	.	-	-	-	-	-	.	x	x	.	-	V - VII
<i>Polypedilum convictum</i> (WALK.)	I	-	x	x	.	x	x	x	x	-	.	x	-	.	-	V - VII

(Fortsetzung nächste Seite)

Taxa	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	Schlupfzeiten im Aquarium oder Fangzeiten im Freiland	
<i>Polypedilum cultellatum</i> G.	I	x	x	-	.	x	-	-	x	-	.	x	-	.	-	VI - X
<i>Polypedilum laetum</i> (MG.)	I	-	-	-	.	x	-	-	-	.	-	-	.	-	-	VI
<i>Polypedilum pedestre</i> (MG.)	I	x	-	x	.	x	-	-	-	-	.	-	x	.	x	IV - X
<i>Polypedilum pullum</i> (ZETT.)	I	-	x	-	.	-	-	x	x	-	.	-	-	.	x	V - IX
<i>Stictochironomus histrio</i> (FABR.)	I	-	-	-	.	-	-	x	-	-	.	-	-	.	-	VIII
<i>Xenochironomus xenolabis</i> K.	I	x	-	-	.	-	-	-	-	-	.	-	-	.	-	IX
<i>Cladotanytarsus atridorsum</i> (K.)	I	-	-	-	.	-	-	-	-	-	.	-	-	.	x	IX
<i>Micropsectra atrofasciata</i> -Gruppe	I	x	x	x	.	x	-	x	-	-	.	x	-	.	x	IV - X
<i>Paratanytarsus inopertus</i> (WALK.)	I	x	x	x	.	x	x	x	x	x	.	x	x	.	x	V - X
<i>Rheotanytarsus muscicola</i> K.	I	x	-	-	.	-	-	-	x	x	.	x	x	.	-	VII - IX
<i>Rheotanytarsus photophilus</i> G.	I	x	-	-	.	-	-	x	-	-	.	-	-	.	x	VII - IX
<i>Tanytarsus brundini</i> LIND.	I	x	x	x	.	x	x	x	-	x	.	x	x	.	x	V - X
<i>Tanytarsus eminulus</i> WALK.	I	x	x	x	.	x	x	x	x	-	.	x	x	.	x	V - VIII
<i>Tanytarsus pallidicornis</i> WALK.	I	-	-	-	.	-	-	x	x	x	.	-	-	.	-	VIII - X
Ceratopogonidae n det.	La	x	x	-	x	-	x	x	x	x	-	x	x	x	-	
<i>Hemerodromia</i> sp.	La	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Tabanus</i> sp.	La	-	-	-	x	x	-	-	-	x	-	-	-	-	-	
<i>Atherix ibis</i> F.	La	x	x	x	x	-	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
Syrphidae n. det.	La	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x	
<i>Limnophora</i> sp.	Pu	-	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x	-	-	

Tabelle 2. Auflistung der nachgewiesenen Arten des Makrozoobenthos.

Verwendete Zeichen und Abkürzungen:

- + = nachgewiesen
- = nicht nachgewiesen
- = keine Probenahme
- La = Larve
- Pu = Puppe
- I = Imago
- IV-X = Monate
- 1-14 = Probestellen

Bei Fangzeiten im Freiland: Es handelt sich um die Angaben der Zeiträume, in denen Imagines mittels Kescher- und Lichtfallenfängen erfaßt worden sind.

**Lamellibranchiata:** In geringer Zahl wurde *Pisidium* spec. (Tab. 2) gefunden.

**Oligochaeta:** In den meisten fließwasserbiologischen Arbeiten bleiben die Oligochaeten unberücksichtigt. Wie Tab. 2 zeigt, konnten sieben taxonomische Einheiten ermittelt werden, wobei zwar *Lumbriculus variegatus*, *Stylodrilus heringianus*, *Limnodrilus hoffmeisteri* und *Eiseniella tetraedra* oft gefunden wurden, aber immer in geringer Zahl.

**Hirudinea:** Von den vier Arten im Untersuchungsgebiet (Tab. 2) übertraf *Erpobdella octoculata* die anderen an Häufigkeit und Regelmäßigkeit des Vorkommens deutlich.

**Crustacea:** Die drei vertretenen Arten hatten unterschiedlich großen Anteil an den Zoozönose der verschiedenen Probestellen (Tab. 2).

**Ephemeroptera:** Die Eintagsfliegen stellten mit 19 Arten die drittgrößte Gruppe der Makroinvertebratenfauna (Tab. 2). Larven der Gattungen *Baetis*, *Ephemerella* und *Caenis* waren mit zeitweilig hohen Abundanzen vertreten. Die Vorkommen von *Baetis fuscatus*, *Baetis rhodani*, *Baetis scambus*, *Ephemerella ignita*, *Caenis horaria* und *Caenis luctuosa* lagen über die ganze Untersuchungsstrecke verteilt. Die Arten sind wenig empfindlich

gegenüber erhöhter Saprobität, wie auch BRAASCH & JACOB (1976) für *E. ignita*, *B. fuscatus* und *B. rhodani* bzw. LANGFORD & BRAY (1969) für *C. horaria* und *C. luctuosa* feststellen.

Plecoptera: Es wurden acht taxonomische Einheiten ermittelt (Tab. 2). Überwiegend waren es nur Einzelfunde. ILLIES (1958) stellte für diese Ordnung im Hyporhithral noch 7% der mittleren Abundanz der Organismen fest, während im Epipotamal (Untersuchungsgebiet) die Plecopteren weitgehend fehlten.

Odonata: Es kamen drei Arten von Kleinlibellen vor (Tab. 2), die alle charakteristisch für Fließgewässer sind. — Die Sieg stellt als ein breiter Fluß mit vorwiegend schattenarmen Ufern für *Calopteryx splendens* einen idealen Biotop dar, zumal sie von allen Libellenarten am unempfindlichsten gegenüber erhöhter Saprobität reagiert (MAUCH 1963). *Calopteryx virgo* bevorzugt als Bachbewohner schattenspendende Ufervegetation (KIKILLUS & WEITZEL 1981). An den Probestellen 2 (Rosbach) und 3 (Schladern) sind die Uferpartien derartig gestaltet, so daß ihr Vorkommen dort durch diesen Umstand begründet werden kann. Da keine Larven gefunden wurden, erfolgt die Besiedlung möglicherweise von den Seitenbächen her. Auch von *Platycnemis pennipes* wurden keine Larven gefunden. Nach MAUCH (1963) reagiert diese Art auf erhöhte Saprobität empfindlicher als *C. splendens*.

Heteroptera: Lediglich drei Arten, jeweils in geringer Individuenzahl, wurden gelegentlich im Bereich von strömungsarmen Zonen angetroffen (Tab. 2).

Coleoptera: Bei den Wasserkäfern fanden sich acht verschiedene Taxa. Vertreter der Gyrinidae und Dryopidae wurden in der ganzen Längsausdehnung des Untersuchungsgebietes regelmäßig angetroffen (Tab. 2). Bis auf *Gyrinus marinus* handelte es sich bei den Vertretern der Gyrinidae um Larven, so daß eine Determination ausgeschlossen war. Wahrscheinlich handelte es sich überwiegend um die Art *Orectochilus villosus*, die ihr ökologisches Optimum im Epipotamal findet (ILLIES 1958).

Die beiden Arten der Dryopidae, *Elmis maugetii* und *Limnius volckmari*, gehörten zu den häufigsten Käferarten. Ihre ökologischen Ansprüche entsprechen einander weitgehend. Ebenso verhält es sich bei deren Verbreitung, wie der Tab. 2 in Übereinstimmung mit MATT- LAND (1967) entnommen werden kann.

Megaloptera: Als einziger Vertreter wurde *Sialis lutaria* gefunden (Tab. 2). Nach der Verbreitung und den ökologischen Ansprüchen zu urteilen, ist diese Art im gesamten Untersuchungsgebiet zu erwarten. *S. lutaria* wird als Unterlaufvariante von *S. fuliginosa* angesehen (DITTMAR 1955, ELLIOTT 1977). Tatsächlich fand NEUMANN (1981) *S. fuliginosa* in Bächen des Raumes Eitorf.

Trichoptera: Diese Ordnung war mit 20 Arten vertreten. Der Fang der Imagines erfolgte überwiegend in Lichtfallen in Anlehnung an TOBIAS (1965). Die Zuordnung zum Wohngewässer stellt nach MALICKY (1981) kein Problem dar, weil im allgemeinen mit einer maximalen Anflugdistanz zur Lichtquelle von einigen hundert Metern gerechnet wird. Im folgenden soll auf die räumliche Verteilung und Ökologie aspektbestimmender Arten eingegangen werden.

Anhand von Benthosproben waren Larven der Gattung *Rhyacophila* an allen Probestellen und in allen Untersuchungsmonaten in geringer Abundanz zu finden. Da lediglich Fänge von *R. nubila* vorlagen, wurde die überwiegende Zahl der Larvenfunde dieser Art zugeordnet. Ihre erfolgreiche Ansiedlung verdankt sie unter anderem ihrer eurythermen Eigenschaft (JAEGER 1972) und ihrer Vorliebe für mesosaprobe Verhältnisse (SCHUMACHER & SCHREMMER 1970).

Larven der Gattung *Hydropsyche* hatten eine hervorragende Bedeutung, meßbar anhand ihres zahlreichen Vorkommens an allen Probestellen. Mittels Lichtfalle konnten drei Arten nachgewiesen werden: *H. contubernalis*, *H. pellucidula* und *H. siltalai*. Die regionale Verteilung der drei Arten ist, nach vorsichtiger Beurteilung der Fangorte, nicht gleich (Tab. 2). *H. pellucidula* und *H. siltalai* scheinen die Rheinebene zu meiden, wenn auch Larven von *H. siltalai*, erkennbar durch das Fehlen von Kiemenbüscheln am 7. Abdominalsternum (SCHUMACHER 1970, STATZNER 1976), noch an Probestelle 11 in Siegburg zu finden waren. Diese Probestelle, unterhalb eines Wehres gelegen, weist eine hohe Fließgeschwindigkeit auf, ein Umstand, der nach BOON (1978) den Ansprüchen dieser Art sehr entgegenkommt. Die Koexistenz beider Arten entlang beachtlicher Streckenlängen kleinerer Flüsse wurde häufig beschrieben (BADCOCK 1974, CRICHTON & FISHER 1978, HILDREW & EDINGTON

1979 und ANDERSEN & KLUBNESS 1983). *H. contubernalis* war sowohl im Mittelsieg-Bergland als auch in der Rheinebene zu finden. Es handelt sich um eine Kennart großer Flüsse. Lichtfallenergebnisse von CASPERS (1980) und MALICKY (1980) vom Rhein bei Bonn und Mainz wiesen einen überragenden Anteil dieser Art an der gesamten Trichopterenfauna aus. Ihre Präsenz im Untersuchungsgebiet ist allerdings auch in der geringsten Empfindlichkeit von allen *Hydropsyche*-Arten gegenüber organischer Verunreinigung begründet.

*Polycentropus flavomaculatus* war an den meisten Probestellen zu finden (Tab. 2). Diese Art ist in großen Flüssen heimisch und mit *Hydropsyche*-Arten vergesellschaftet (EDINGTON 1968).

**Diptera:** Die Dipteren wiesen erwartungsgemäß nicht nur die höchste Individuendichte sondern auch die höchste Artenvielfalt auf. 78 taxonomische Einheiten wurden ermittelt. Drei Familien ragten bei der Zusammensetzung der Lebensgemeinschaft hervor: Simuliidae, Chironomidae und Athericidae.

**Simuliidae:** Simuliidenlarven wurden an allen Probestellen zeitweise in größerer Zahl angetroffen. Alle in Tab. 2 aufgeführten fünf Arten sind nach KNOZ (1965) Bewohner des Potamals.

**Chironomidae:** Rund 40% der gefundenen Arten waren der Familie Chironomidae zugehörig. Im untersuchten Siegabschnitt wurden 63 Arten nachgewiesen, davon entfielen auf die Tanypodinae neun Arten, auf die Diamesinae eine Art, auf die Orthoclaadiinae 23 Arten und auf die Chironominae 30 Arten (Tribus Chironomini 22 Arten, Tribus Tanytarsini 8 Arten) (Tab. 2). Der beachtliche Artenreichtum des Tribus Chironomini weist das Untersuchungsgebiet als ein Wohngewässer für eurytherme und rheotolerante Organismen aus.

Anmerkungen zur Autökologie der vorgefundenen Arten sind bei GELLERT (1985) zusammengestellt.

Zusammenfassend bleibt festzustellen, daß die überwiegende Mehrheit der erbeuteten Arten als potamophil bekannt ist. Lediglich zwei Arten, bisher nur als Bewohner des Rhithrals bekannt, wurden im Untersuchungsgebiet angetroffen: *Limnophyes exiguus* und *Rheocricotopus foveatus*. Nach diesem Befund sind beide Arten fähig, weit bis in das Potamal hinab vorzudringen.

**Athericidae:** Diese Familie war mit *Atherix ibis* vertreten und im gesamten Untersuchungsgebiet verbreitet. Die in Tab. 1 dargestellten Strömungsverhältnisse und Zusammensetzungen des Substrats entlang der untersuchten Fließstrecke entsprechen nach THOMAS (1976) und HYNES (1970) weitgehend den Ansprüchen der Art.

## 8. Zusammenfassung

Von April bis September 1982 und von Mai bis Oktober 1983 wurde die Invertebratenfauna der Sieg zwischen Au (Fluß-km 76) und der Mündung (Fluß-km 146) untersucht. Die Aufsammlung des Makrozoobenthos wurde ergänzt durch regelmäßige Kescherfänge, Aufzuchten in Aquarien und Lichtfallenfänge.

An 14 Probestellen wurden 163 Arten und höhere Taxa ermittelt. Die größte vertretene Gruppe bildete die Ordnung der Dipteren mit 78 taxonomische Einheiten. Es folgten die Ordnungen der Trichopteren mit 20 und der Ephemeropteren mit 19 taxonomische Einheiten.

Chemische und physikalische Kenndaten der Probestellen wurden ermittelt und kommentiert.

Die saprobiologische Beurteilung weist die untersuchten Flußabschnitte überwiegend als mäßig belastet aus. Lediglich unterhalb von Rosbach und bei Stein erreichte die Sieg eine kritische Belastung. Der ermittelte Artenfehlbetrag unterhalb von Schladern und im Mündungsgebiet wird durch dort vorhandene Schwermetallbelastungen begründet.

## Danksagung

Besonderer Dank gilt Herrn Prof. Dr. H. Bick für die Betreuung der Arbeit und für die Durchsicht des Manuskripts. Für die Überprüfung der Determination der höheren Pflanzen und von bestimmten Tier-

gruppen möchte sich der Autor bei folgenden Personen bedanken: Prof. Dr. N. CASPERS (*Cardiocladius fuscus*, *Kribioxenus brayi*), Dr. K. DORN (Chironomidae), K. LIENEMANN (Coleoptera), H. PRITZKOW (Höhere Pflanzen), Dr. E. SCHWEDHELM (Gammaridae), Dr. E. WILCKE (Tubificidae, Lumbriculidae), S. WILLECKE (Mollusca) und Dr. E. WOLFRAM (Heteroptera).

## Literatur

- ANDERSEN, T. & KLUBNES, R. (1983): The life histories of *Hydropsyche siltalai* (DOHLER, 1963) and *H. pellucidula* (CURTIS, 1834) (Trichoptera, Hydropsychidae) in a West Norwegian river. – *Aquatic Insects* 5, 51–62.
- BADCOCK, R. M. (1974): The distribution of the Hydropsychidae in Great Britain. – *Proc. of the First Int. Symp. on Trichoptera*, The Hague, 49–58.
- BOON, P. J. (1978): The pre-impoundment distribution of certain Trichoptera larvae in the North Tyne river system with particular reference to current speed. – *Hydrobiol.* 57, 167–174.
- BOYE, P., IHSEN, G., & STOBBE, H. (1982): Bestimmungsschlüssel für Libellen. – *Deutscher Jugendbund für Naturbeobachtung*. 2. Aufl. – Hamburg (Selbstverlag).
- BRAASCH, D. & JAKOB, U. (1976): Die Verwendung von Ephemeropteren (Insecta) der DDR als Indikatoren für die Wassergüte. *Entomol. Nachr.* 20, 101–109.
- BRUNDIN, L. (1956): Zur Systematik der Orthoclaadiinae (Dipt. Chironomidae). – *Rep. Inst. Freshw. Res. Drottningholm* 37, 5–185.
- BURMEISTER, E. G. (1980): Die aquatische Makrofauna des Breiniger Berges unter besonderer Berücksichtigung des Einflusses von Schwermetallen auf das Arteninventar. – *Spixiana* 3, 59–90.
- CASPERS, N. (1972): Ökologische Untersuchungen der Invertebratenfauna von Waldbächen des Naturparks Kottenforst Ville. – *Decheniana (Bonn)* 125, 189–218.
- (1980): Die Makrozoobenthos-Gesellschaft des Rheins bei Bonn. – *Decheniana (Bonn)* 133, 93–106.
- CRICHTON, M. L. & FISHER, D. (1978): Life histories and distribution of British Trichoptera, excluding Limnephilidae and Hydroptilidae, based on the Rothhamsted Insect Survey. – *Holarct. Ecol.* 1, 31–45.
- CZENSNY, R. (1932): VIII. Der fischereiliche und fischereibiologische Zustand von Sieg und Agger im Jahre 1927 in Beziehung zur Verunreinigung durch industrielle Abwässer. – *Z. Fisch.* 30, 197–261.
- DEUTSCHE EINHEITSVERFAHREN zur Wasser-, Abwasser- und Schlammuntersuchung (1972 ff.), 3. Aufl. – Weinheim (Verl. Chemie).
- DITTMAR, H. (1955): Ein Sauerlandbach. Untersuchungen an einem Wiesen-Mittelgebirgsbach. – *Arch. Hydrobiol.* 50, 307–552.
- EDINGTON, J. M. (1968): Habitat preference in net-spinning caddis larvae with special reference to the influence of water velocity. – *J. Anim. Ecol.* 37, 675–692.
- ELLIOTT, J. M. (1977): A key to the larvae and adults of British freshwater Megaloptera and Neuroptera with notes on their life cycles and ecology. – *Freshw. Biol. Ass., Scient. Publ.* 35.
- ELLIOTT, J. M. & MANN, K. H. (1979): A key to the British freshwater leeches with notes on their life cycles and ecology. – *Freshw. Biol. Ass., Scient. Publ.* 40.
- FITTKAU, E.-J. (1962): Die Tanytopodinae (Diptera: Chironomidae). Die Tribus Anatopyniini, Makropeopini und Pentaneurini. – *Abh. Larvalsystem. Insekten* 6. – Berlin (Akademie Verl.).
- FROST, S., HUNT, A. & KERSHAW, W. E. (1971): Evaluation of a kicking technique for the sampling stream bottom fauna. – *Can. J. Zool.* 49, 167–173.
- GELLERT, G. (1985): Limnologische Untersuchungen der Sieg zwischen Auer Mühle und Mündung (km 76–146) unter besonderer Berücksichtigung der Gewässergüte. – *Diss. Univ. Bonn (Institut f. Landw. Zoologie)*.
- GELLERT, G. & WITTASSEK, R. (1985): Kupferverteilung in einem Flußsediment und seine biologische Verfügbarkeit. – *Fresenius Z. Anal. Chem.* 322, 700–703.
- GOETZ, R. (1981): Integrale statistische Auswertung von Gewässergütedaten. – *Vom Wasser* 56, 85–113.
- GRAMSCH, H. J. (1978): Die Entwicklung des Siegtales im jüngsten Tertiär und im Quartär. – *Bochumer Geographische Arbeiten*, Heft 31. – Paderborn.
- GRÜNBERG, K. (1910): Diptera, Zweiflügler, in: BRAUER, A. (Hrsg.): *Die Süßwasserfauna Deutschlands* Heft 2 a. – Weinheim (Nachdruck 1961).
- HILDREW, A. G. & EDINGTON, J. M. (1979): Factors facilitating the coexistence of hydropsychid caddis larvae (Trichoptera) in the same river system. – *J. Anim. Ecol.* 48, 557–576.
- HIRVENOJA, M. (1962): Zur Kenntnis der Gattung *Polypedilum* KIEFF. (Dipt. Chironomidae). – *Ann. Ent. Fenn.* 28, 127–136.
- (1973): Revision der Gattung *Cricotopus* VAN DER WULP und ihrer Verwandten (Diptera Chironomidae). – *Ann. Zool. Fenn.* 10, 1–363.

- HÖLL, K. (1970): Wasser. Untersuchung, Beurteilung, Aufbereitung, Chemie, Bakteriologie, Biologie. 5. Aufl. – Berlin.
- HOLLAND, D. G. (1972): A key to the larvae, pupae and adults of the British species of Elminthidae. – Freshw. Biol. Ass., Scient. Publ. 26.
- HUET, M. (1946): Note préliminaire sur les relations entre la pente et les populations piscicole des eaux courantes. Règles des pentes. – *Dodonaea* 13, 232–243.
- HYNES, H. B. N. (1970): The ecology of running waters. – Liverpool (University press).  
– (1977): A key to the adults and nymphs of the British stoneflies (Plecoptera) with notes on their ecology and distribution. – Freshw. Biol. Ass., Publ. 17.
- ILLIES, J. (1958): Die Barbenregion mitteleuropäischer Fließgewässer. – Verh. Int. Ver. Limnol. 13, 834–844.  
– (1961): Versuch einer allgemeinen biozönotischen Gliederung der Fließgewässer. – Int. Revue ges. Hydrobiol. 46, 205–213.  
– (1978): Limnofauna Europaea, 2. Aufl. – Stuttgart (G. Fischer).
- JAEGER, D. (1972): Faunistisch-ökologische Untersuchung an wasserlebenden Insektenlarven (Trichoptera, Plecoptera und Ephemeroptera) in der Wiehl, einem Wiesen-Mittelgebirgsbach im Oberbergischen Land. – *Decheniana* (Bonn) 125, 23–41.
- JENS, G. (1980): Die Bewertung der Fischgewässer. – Hamburg und Berlin (P. Parey).
- KIKILLUS, R. & WEITZEL, M. (1981): Grundlagenstudien zur Ökologie und Faunistik der Libellen des Rheinlandes. – *Pollichia* – Buch Nr. 2. – Bad Dürkheim.
- KIMMINS, D. E. (1972): A revised key to the adults of the British species of Ephemeroptera with notes on their ecology. – Freshw. Biol. Ass., Scient. Publ. 15.
- KLAUSNITZER, B. (1977): Bestimmungstabellen für die Gattung der aquatischen Coleopteren-Larven Mitteleuropas. – *Beitr. Entomol.* 27, 145–192.
- KNOZ, J. (1965): To identification of Czechoslovakian Black-Flies (Diptera, Simuliidae). – *Prirod. Fak. Univ. I. E. Purkyne, (Biol. 2) Brno* 6, 1–54.
- KOLKWITZ, R. & MARSSON, W. (1908): Ökologie der pflanzlichen Saprobien. – *Ber. dt. Bot. Ges.* 26 a, 505–518.  
– (1909): Ökologie der tierischen Saprobien. – *Int. Revue ges. Hydrobiol.* 2, 126–152.
- KOTHÉ, P. (1962): Der „Artenfehlbetrag“, ein einfaches Gütekriterium und seine Anwendung bei biologischen Vorfluteruntersuchungen. – *Dtsch. Gewässerkd. Mitt.* 6, 60–65.
- KRAUSE, A. (1979): Zur Kenntnis des Wasserpflanzenbestandes der westdeutschen Mittelgebirgsflüsse Fulda, Ahr, Sieg und Saar. – *Decheniana* (Bonn) 132, 15–28.
- LANDESAMT FÜR WASSER UND ABFALL NORDRHEIN-WESTFALEN (1982): Fließgewässer in Nordrhein-Westfalen. Richtlinien für die Ermittlung der Gewässergüteklasse.  
– (1983): Gewässergütebericht 1983.  
– (1984): Wasserwirtschaft in Nordrhein-Westfalen. Weitergehende Anforderungen an Abwasserleitungen in Fließgewässer.
- LANGFORD, T. E. & BRAY, E. S. (1969): The distribution of Plecoptera and Ephemeroptera in a lowland region of Britain (Lincolnshire). – *Hydrobiol.* 34, 243–271.
- LEHMANN, J. (1969): Die europäischen Arten der Gattung *Rheocricotopus* THIEN. and HARN. und drei neue Artvertreter dieser Gattung aus der Orientalis (Diptera, Chironomidae). – *Arch. Hydrobiol.* 66, 347–381.  
– (1970): Revision der europäischen Arten (Imagines und Puppen) der Gattung *Rheotanytarsus* BAUSE (Diptera, Chironomidae). – *Zool. Anz.* 185, 344–378.  
– (1971): Die Chironomiden der Fulda (Systematische, ökologische und faunistische Untersuchungen). – *Arch. Hydrobiol./Suppl.* 37, 466–555.  
– (1972): Revision der europäischen Arten (Puppen und Imagines) der Gattung *Eukiefferiella* THIENMANN (Diptera, Chironomidae). – *Beitr. Ent.* 22, 347–405.
- LIEBMANN, H. (1962): Handbuch der Frischwasser- und Abwasserbiologie 1, 2. Aufl. – München (Oldenbourg).
- MACAN, T. T. (1970): A key to the nymphs of British Ephemeroptera. – Freshw. Biol. Ass., Scient. Publ. 20.  
– (1973): A key to the adults of the British Trichoptera. – Freshw. Biol. Ass., Scient. Publ. 28.  
– (1977): A key to the British fresh- and brackishwater gastropods with notes on their ecology. – Freshw. Biol. Ass., Scient. Publ. 13.
- MAITLAND, P. S. (1967): The ecology of four species of Elminthidae in a Scottish river. – *Arch. Hydrobiol.* 63, 104–122.
- MALICKY, H. (1980): Lichtfallenuntersuchungen über die Köcherfliege (Insecta, Trichoptera) des Rheins. – *Mainzer Naturw.-Archiv* 18, 71–76.  
– (1981): Der Indikatorwert von Köcherfliegen (Trichoptera) in großen Flüssen. – *Mitt. dtsch. Ges. allg. angew. Ent.* 3, 135–137.

- MAUCH, E. (1963): Untersuchungen über das Benthos der deutschen Mosel unter besonderer Berücksichtigung der Wassergüte. – Mitt. Zool. Mus. Berlin **39**, 3–172.
- MICHAELSEN, W. & JOHANSSON, L. (1909): Oligochaeta, Hirudinea, in: BRAUER, A., Die Süßwasserfauna Deutschlands, Heft 13. – Weinheim (Nachdruck 1961).
- NEUMANN, A. (1981): Die Invertebratenfauna von Bächen und Quellen des Raumes Eitorf (Sieg). – Decheniana (Bonn) **134**, 244–259.
- NOLDEN, M. (1986): Limnologische Untersuchungen an der Swist. – Decheniana (Bonn) **139**, 351–362.
- PINDER, L. C. V. (1978): A key to the males of the British Chironomidae (Diptera) Bd. 1 and 2. – Freshw. Biol. Ass., Scient. Publ. **37**.
- REISS, F. (1968): Ökologische und systematische Untersuchungen an Chironomiden (Diptera) des Bodensees. – Arch. Hydrobiol. **64**, 176–323.
- & FITTKAU, E.-J. (1971): Taxonomie und Ökologie europäisch verbreiteter *Tanytarsus*-Arten (Chironomidae, Diptera). – Arch. Hydrobiol./Suppl. **40**, 75–200.
- & SÄWEDAHL, L. (1981): Keys to males and pupae of the Palearctic (excl. Japan) *Paratanytarsus* THIENEMANN 1913 (Diptera: Chironomidae). – Ent. Scand. Suppl. **15**, 73–104.
- SAETHER, O. A. & HALVORSEN, G. A. (1981): Diagnosis of *Tvetenia* KIEFF. emend. *Dratnalia* n. gen., and *Eukiefferiella* THIEN. emend., with a phylogena of the *Cardiocladius* group (Diptera: Chironomidae). – Ent. Scand. Suppl. **15**, 269–285.
- SCHMASSMANN, H. (1955): Die Stoffhaushalts-Typen der Fließgewässer. – Arch. Hydrobiol./Suppl. **12**, 504–509.
- SCHMECK, R. (1974): Die Invertebratenbesiedlung der Sieg als Anzeiger der Gewässerverschmutzung. – Staatsexamensarbeit Bonn.
- SCHUMACHER, H. (1970): Untersuchungen zur Taxonomie, Biologie und Ökologie einiger Köcherfliegen der Gattung *Hydropsyche* PICT. (Insecta, Trichoptera). – Int. Revue ges. Hydrobiol. **55**, 511–557.
- SCHUMACHER, H. & SCHREMMER, F. (1970): Die Trichopteren des Odenwaldbaches „Steinach“ und ihr ökologischer Zeigewert. – Int. Revue ges. Hydrobiol. **55**, 335–358.
- SLÁDEČEK, V. (1973): Systems of water quality from the biological point of view. – Arch. Hydrobiol. Beih., Ergebn. Limnol. **7**, 1–218.
- STATZNER, B. (1976): Zur Untersuchung der Larven und Puppen der Köcherfliegenart *Hydropsyche angustipennis* (Trichoptera: Hydropsychidae). – Ent. Germ **3**, 265–268.
- STEFFAN, A. W. (1958): Die deutschen Arten der Gattung *Elmis*, *Esolus*, *Oulimnius*, *Riolus*, *Aptykto-phallus* (Coleoptera: Dryopidae). – Beitr. Entomol. **8**, 122–177.
- THOMAS, A. G. B. (1976): Diptères torrenticoles peu connus: IV. – Les Athericidae (Ecologie et Biologie) du sud de la France. – Annl. Limnol. **12**, 175–211.
- TOBIAS, W. (1965): Ergänzende Beobachtungen zur Trichopterenfauna des Süd-Schwarzwaldes. – Entomol. Z. **22**, 249–265.
- & TOBIAS, D. (1981): Trichoptera Germanica, Bestimmungstabellen für die deutschen Köcherfliegen. Teil I: Imagines. – Cour. Forsch.-Inst. Senkenb. **49**. – Frankfurt.
- WAGNER, E. (1961): Heteroptera, in: BROHMER, P., EHRMANN, & ULMER, G., Die Tierwelt Mitteleuropas **4**, Lief. 3. – Leipzig.
- WALLACE, I. D. (1981): A key to the larvae of the family Leptoceridae (Trichoptera) in Great Britain and Ireland. – Freshw. Biol. **11**, 273–297.
- WEIMANN, R. (1952): Abwassertypen in Nordrhein-Westfalen. – Schw. z. Hydrol. **14**, 371–433.
- WINNER, R. W., VAN DYKE, J. S., CARIS, N. & FARREL, M. P. (1975): Response of the macroinvertebrate fauna to a copper gradient in an experimentally polluted stream. – Verh. Internat. Verein. Limnol. **19**, 2121–2127.
- WRIGHT, J. F. (1972): The distribution of stream-dwelling triclads (Platyhelminthes) in North Wales. – Freshw. Biol. **2**, 57–64.
- WUNDSCH, H. H. (1915): Fischerei und Industrie im Gebiet der Sieg und ihrer wichtigen Zuflüsse. – Z. Fisch. **16**, 151–383.
- ZELINKA, M. & MARVAN, P. (1961): Zur Präzisierung der biologischen Klassifikation der Reinheit fließender Gewässer. – Arch. Hydrobiol. **57**, 389–407.

Anschrift des Verfassers: Dr. agr. Georg Gellert, An der Tränke 3, D-5202 Hennef 41.