

with the author's compliment
W. Besch

ANNALES DE LIMNOLOGIE, t. 3, fasc. 2, 1967 : p. 331-367

DAS MAKROBENTHOS AUF POLYÄTHYLENSUBSTRATEN IN FLIESSGEWASSERN¹

1. — DIE KINZIG EIN FLUSS DER UNTEREN SALMONIDEN UND OBEREN BARBENZONE

~~von~~ von W. BESCH, W. HOFMANN und W. ELLENBERGER.

1. — EINLEITUNG

Von der Landesstelle für Gewässerkunde in Karlsruhe wurden in verschiedenen Fließgewässern Bewuchsträgerkörper (TK) aus Polyäthylen exponiert, um anhand des sich einstellenden Mikrophytenaufwuchses eine Grundlage zur Beurteilung des Verschmutzungsgrades zu gewinnen. Diese Bewuchsträgerkörper beherbergen auch eine reiche Fauna. Das gab die Anregung, einen Teil derselben, das Makrobenthos, zu studieren.

Die Erprobung der Bewuchsträgerkörper (TK) wurde bisher in der Steinach im Odenwald in einem Gewässer der Salmonidenzone [ILLIES und BOTOSANEANU 1963] sowie ferner im Mittel— und Unterlauf der Kinzig im Schwarzwald, einem Fluß der unteren Salmoniden— und Barbenzone (Hyporhitron und Potamon), durchgeführt. Hier soll nur über die Ergebnisse von der Kinzig berichtet werden. Von der Kinzig liegen neben Kenntnissen über die hydrographische und hydrochemische Situation auch schon detaillierte Studien der Makrobenthosfauna vor [EIDEL 1933]. Makrobenthosuntersuchungen hat auch SCHILLER [1964] in dem hier behandelten Kinzigabschnitt im Zusammenhang mit dem Studium der Abwasserbelastung durchgeführt.

Ziel der Untersuchung war festzustellen.

1. ob die qualitative und quantitative Zusammensetzung des Makrobenthos auf Trägerkörpern nutzbare Information zur Beurteilung des Gewässergütezustandes liefert,

1. Mit Unterstützung der Deutschen Forschungsgemeinschaft durchgeführt.

2. ob die Untersuchungsergebnisse zur Kenntnis der Umweltsprüche der betreffenden Organismen beitragen können.

Gerade in jüngster Zeit konnte durch Untersuchungen an künstlichen Substraten Meeresküstengewässern [SENTZ-BRACONNOT 1966, SCHÜTZ 1966] der Wert dieser Methode nachgewiesen werden. Für Fließgewässer liegen derartige Untersuchungen über das Makrobenthos im größeren Umfange noch nicht vor.

2. — METHODIK

Die Bewuchsträgerkörper (Abb. 1) bestehen aus vertikal im Wasser flottierenden weißen Polyäthylenplatten (Lupolen 6041 DX der BASF, Dichte 0,960). Der Trägerkörper wird mittels eines angeschweißten weiten Polyäthylenrohres (Lupolen 1852 E schwarz 413, Dichte 0,925), das über eine am Ufer befestigte Eisenstange gesteckt wird, am Standort festgehalten. Das Polyäthylenrohr hat dabei soviel Spielraum, daß der Trägerkörper frei mit der Oberkante unmittelbar unter der Wasseroberfläche den Wasserstandschwankungen folgen kann und sich in Strömungsrichtung einstellt. Die Fläche der Trägerkörper beträgt (eine Seite) 342 cm².

Die Trägerkörper wurden alle 6 - 8 Wochen abgesammelt. Dabei wurden die Tiere teilweise unmittelbar von den Platten abgesammelt und beide Seiten der Platten mit einer Rasierklinge sorgfältig abgekratzt und das Material in Plastikflaschen abgefüllt. Die Tiere wurden auch hieraus noch lebend ausgelesen.

Vertreter folgender Ordnungen siedelten sich in größeren Individuendichten auf diesen Substraten an und werden im folgenden behandelt :

Diptera

Der größte Teil wurde durch Larven, seltener Puppen, von Chironomidae gestellt. Bei geringerer Besiedlung (etwa 15 - 20 Exemplaren) wurde quantitativ abgesammelt, bei dichter wurde eine Zählung unmittelbar auf der Platte vorgenommen und 1/2 bis 1/5 des gesamten Materials der Präparation und Determination zugeführt. Auf Züchten von Imagines mußte aus technischen Gründen und wegen Zeitmangel verzichtet werden. Simuliidae (Puppen und Larven) wurden an Ort und Stelle ausgezählt und nur wenige Belegexemplare bestimmt.

Ephemeroptera

Bei den hier vorkommenden Gattungen handelt es sich lediglich um Baetis und Ephemerella. Die Auszählung wurde direkt auf den Platten vorgenommen.

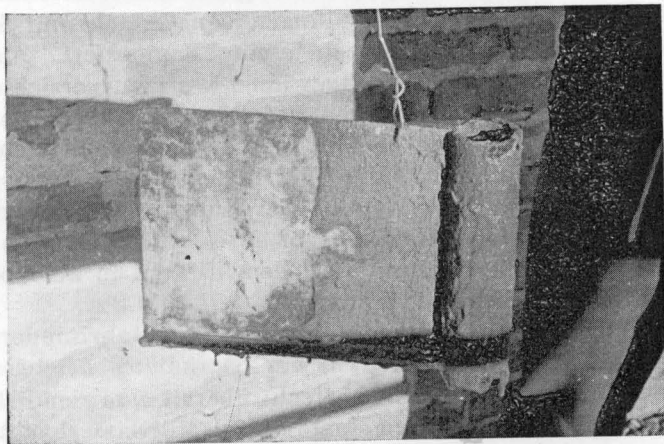


FIG. 1. — Modèle de substrat artificiel (plaque de polyéthylène « Trägerkörper », abréviation « TK ») placé le long de la Kinzig. Cette plaque flotte dans l'eau, son bord supérieur affleure la surface de l'eau. Le plus petit tube joint à la plaque peut recevoir un tube rempli d'une solution sucrée, pour la mesure de la température moyenne. Le tube le plus large sert pour la fixation. Sur la partie gauche le « bioderme » a été enlevé.

Hirudinea

Vornehmlich als Kokons, seltener als juvenile Exemplare wurden Egel unmittelbar auf den Platten ausgezählt. Gelegentlich durchgeführte Bestimmungen zeigten, daß man fast ausschließlich mit *Herpobdella* rechnen kann.

Naididae

Der Aufwuchs wurde in Perlonsiebe gefüllt, welche in Schalen mit klarem Wasser gestellt wurden. Die Tiere, welche durch die Maschen geschlüpft waren, wurden ausgezählt. Es wurden jeweils durchschnittlich 10 Exemplare präpariert und bestimmt.

Im Herbst 1965 wurden an den Stellen der Trägerkörperexposition zum Vergleich Driftaufsammlungen durchgeführt. Das Netzmaterial hatte dabei eine Maschenweite von 0,5 mm. Eine Verengung der Einströmöffnung der Driftnetze von 20 × 50 cm (Netzrahmen) auf 5 × 20 cm in einem Metalltrichter verhinderte das Verstopfen durch grobes Treibmaterial. Die Netze waren jeweils 24 Stunden aufgestellt, um Fehler, die sich durch die diurnalen Schwankungen der Drift ergeben können, auszuschalten.

3. — GEOGRAPHIE

Abbildung 2 zeigt den Lauf der Kinzig mit den Aufstellungsorten der Trägerkörper. In den Mündungen von Gutach und Schiltach war außer den verzeichneten noch je ein TK montiert. Abgesehen von Arten, die sonst nicht nachgewiesen wurden, verzichtete man auf die Darstellung der sonstigen Befunde aus Gutach und Schiltach. Die Kinzig, der größte Fluß des Schwarzwaldes, entspringt in 680 m Höhe. Sie erreicht die Oberrheinebene bei Offenburg und mündet nach 95 km Lauflänge in den Rhein. Nach EIDEL (l. c.) endet der Oberlauf bei Alpirsbach, also etwa dort, wo unsere Untersuchungsstrecke beginnt. Mit dem Eintritt in die Oberrheinebene beginnt der Unterlauf.

Im Mittellauf ist der Fluß durch im vorigen Jahrhundert vorgenommene Regulierungsarbeiten in ein begradigtes deichgesäumtes Bett gebracht worden. Damit herrscht überall eine ziemlich starke Strömung. Natürlich fehlen fast völlig Stillwasserbuchten und Sedimentationsräume, abgesehen von Stauhaltungen für Triebwerke.

Die Strömungsgeschwindigkeit in unmittelbarer Nähe der Trägerkörper war von großer Bedeutung für die Quantität des Aufwuchses. Die Strömung des umgebenden Wassers ist nur indirekt maßgebend für die Strömungsgeschwindigkeiten unmittelbar am Substrat, da hier Grenzschichten mit stark reduzierter Strömungsgeschwindigkeit zur Ausbildung kommen [AMBÜHL 1958, SCHMITZ 1961]. Deshalb wurden Tabelle 3 und 4 nur qualitative Angaben

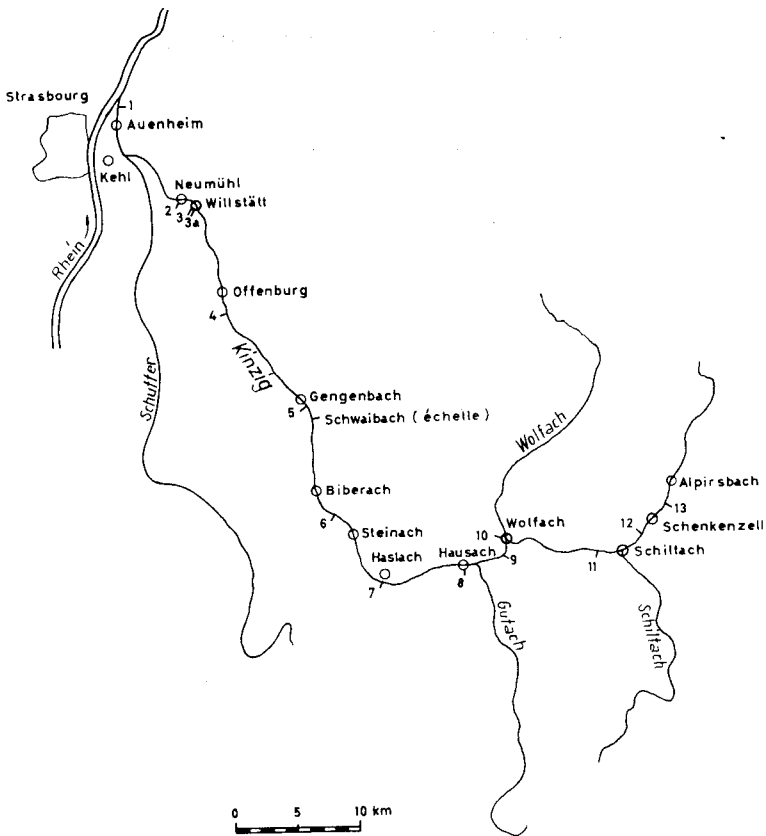


FIG. 2. — Stations d'exposition des plaques (TK) le long de la Kinzig (la station 10 se trouve à l'embouchure de la Wolfach).

über die Strömungsverhältnisse in der Umgebung der Trägerkörper beigefügt. Zwar konnte Mc INTIRE [1966] an künstlichen Substraten in Versuchserinnen bei Verwendung von natürlichem Bachwasser zeigen, daß die Aufwuchsproduktion bei Erhöhung der Strömungsgeschwindigkeit von 9 auf 26 cm/sec deutlich zunahm. Untersuchungen in der Kinzig erbrachten darüber hinaus, daß schon bei einer starken gerichteten Strömung von mehr als 50 cm/sec, die direkt auf den TK einwirkt — man kann hier Strömungsverhältnisse wie bei einer ebenen Platte in Strömungsrichtung annehmen Aufwuchs nur noch in einer sehr dünnen Schicht zur Entwicklung kommt. Entsprechendes gilt dann auch für die tierische Besiedlung. Zu hohe Strömung (etwa um 1 m/sec) kann schließlich — wie sich zeigte — den Bewuchs fast völlig unterdrücken und schon bei geringeren Geschwindigkeiten aktive

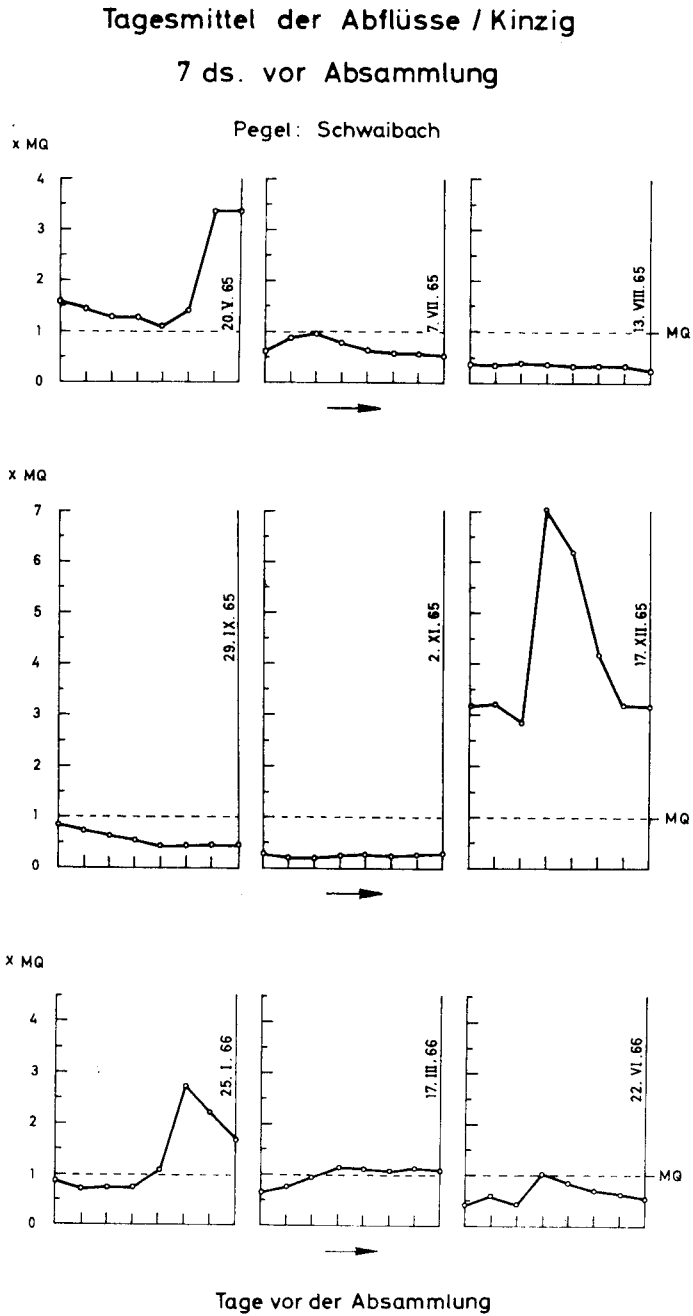


Fig. 3. — Moyennes journalières d'écoulement (m^3/s) de la Kinzig sept jours avant chaque prélèvement par rapport à la valeur moyenne annuelle (MQ).

Erstbesiedlung sehr erschweren. Die meisten Trägerkörper waren deshalb im Strömungsschatten von Brückenpfeilern exponiert, so daß in ihrer Umgebung ungerichtete, abgeschwächte und oft auch gegenläufige Strömung herrschte, wodurch in der Grenzschicht auf der TK-Platte in der Regel keine Turbulenz aufgetreten sein dürfte.

Die für die Oberfläche der Platten wirksame Strömung ist natürlich auch von dem Wechsel des Wasserstandes abhängig. In *Abb. 3* ist daher die Abflußganglinie in Einheiten des langjährigen Mittels (MQ) vor der jeweiligen Absammlung angegeben.

4. — TEMPERATURDATEN

Die Temperaturdaten in Tabelle 1 lassen erkennen, daß die obere Untersuchungsstrecke, der Mittellauf, noch als sommerkühles Gewässer gelten kann, während ab Gengenbach oder Offenburg die obere Sommertemperaturgrenze der unteren Salmonidenzone [ILLIES und BOTOSANEANU 1963, SCHMITZ 1959] erreicht wird. Es sei jedoch vermerkt, daß während des Sommers 1965 verhältnismäßig kühle Witterung bei relativ hoher Wasserführung herrschte. Die Sommertemperaturen dürften in der Kinzig normalerweise höher liegen.

	20-5 - 7-7-65	7-7 - 6-9-65
3 = 3a	13,1° C	16,9° C
4	—	
5	12,5° C	
6	—	
7	12,2° C	
8	12,1° C	
9	11,8° C	
11	—	13,7° C
12	10,2° C	
13	12,2° C	12,1° C

TABLEAU 1. — Températures moyennes (du 25-5 au 7-7-65 et du 7-8 au 6-9-65) obtenues au moyen de la méthode polarimétrique d'inversion du sucre [SCHMITZ 1959].

5. — CHEMISMUS

Die Kinzig wird in erster Linie durch organisch fäulnisfähige Stoffe (häusliche, landwirtschaftliche und Schlachthausabwässer etc.) belastet.

Die chemischen Werte (s. *Tabelle 2*), vor allem die des BSB, zeigen, daß man hinsichtlich der Abwasserbelastung drei Abschnitte

TK Nr.	NH ₄ mg N/l	NO ₂ mg N/l	Cl mg/l	KMnO ₄ - Verbr. mg/l	BSB ₂	BSB ₅	Coli- zahl/ml	Abfluß in MQ Einh.	Datum (1965)
1	0,590	0,057	—	16,8	1,8	2,85	670	0,50	8-6
2	0,513	0,048	5,8	15,8	1,5	3,27	6 000	0,50	8-6
3 = 3 a	0,450	0,046	—	16,7	1,9	3,95	7 700	0,50	8-6
4	0,415	0,020	—	12,3	1,37	1,98	4 000	0,50	8-6
5	0,273	0,033	3,9	11,1	1,32	2,0	670	0,50	8-6
6	0,236	0,031	—	8,1	1,04	1,81	800	0,60	2-6
6	0,272	0,034	0,36	8,8	0,54	1,86	930	0,60	2-6
7	0,324	0,026	4,0	8,9	0,90	2,08	2 100	0,60	2-6
8	0,445	0,022	3,9	7,3	0,82	1,98	510	0,60	2-6
9	1,98	0,037	7,02	—	7,67	—	—	0,56	22-6
11	0,508	0,019	5,2	10,3	2,32	4,35	190	0,60	2-6
12	0,238	0,016	3,3	7,3	1,23	2,48	214	0,60	12-6
13	0,314	0,013	5,1	8,1	2,73	2,52	310	0,60	2-6

TABLEAU 2. — Valeurs chimiques et bactériologiques obtenues par le Laboratoire de la « Landestelle für Gewässerkunde » montrant l'apport des eaux polluées dans la Kinzig. Les prélèvements de l'eau sont effectués au moyen d'appareils de prise continue de 24 heures, placés près des substrats artificiels.

unterscheiden kann. Zwischen Alpirsbach und Wolfach wird der Abbau der organischen Last durch die Abwässer dieser beiden Städte sowie von Schenkzell und Alpirsbach wieder kompensiert. Einen besonders hohen Wert erreicht die Belastung bei Trägerkörper 9, der in unmittelbarer Nähe vom Auslauf der Kläranlage Wolfach montiert wurde. Für die starke Auswirkung der organischen Belastung dürfte bei Trägerkörper 11 von Bedeutung sein, daß die Exposition im Staubereich eines Wehres erfolgte, bei dem noch etwa 300 m oberhalb der Untersuchungsstelle kaum merkliche Strömung vorhanden war. Für Trägerkörper 10 konnten keine chemischen Daten erbracht werden, doch liegt hier nach dem allgemeinen Befund einer Benthosabsammlung offensichtlich die geringste Belastung vor. Für die Strecke unterhalb Offenburg ist eine deutliche Verschlechterung hinsichtlich der Belastung zu konstatieren. Bis Willstätt hat sich bereits eine starke Selbstreinigung vollzogen. Die chemischen Werte für den Abschnitt unmittelbar unterhalb Offenburg entsprechen etwa dem für Trägerkörper 9 gewonnenen.

Es hat sich gezeigt, daß die Besiedlung der TK vornehmlich durch die Qualität und Quantität des Mikroaufwuchses bestimmt

wird, die geringen Unterschiede, die sich für die einzelnen Probestellen im Mineralchemismus zeigten, erwiesen sich in diesem Zusammenhang als belanglos.

Bei drei Aufsammlungen wurde das Frischvolumen des abgekratzten Aufwuchses in einem Meßzylinder abgemessen. In Tabelle 3 und 5 sind die Durchschnittswerte dieser Messungen mit aufgeführt. Der Vergleich dieser Werte mit denen von Tabelle 2 zeigt, daß überdurchschnittliche tierische Besiedlungsdichten großen Aufwuchsmengen entsprechen und daß große Aufwuchsmengen auch mit hohen organischen Belastungen zusammenfallen.

6. — MIKROBENTHOS

Für die Diatomeen wurde von SCHENK [1965] eine eingehende Bearbeitung vorgelegt. Die häufigsten Arten waren *Cymbella ventricosa*, *Navicula seminulum*, *Gomphonema angustatum*, *Nitzschia palea*, *Coconeis placentula*, *Synedra ulna*. Qualitative als auch Abundanzunterschiede waren auf der Untersuchungsstrecke nur geringfügig.

6.1. — **Grüne Algen** : Häufigste fädige Algen waren *Ulothrix zonata* *Oedogonium* und *Stigeoclonium tenue*. Besonders im Sommer nicht seltene Protococcales konnten nicht bestimmt werden (det. Dr. MATTERN).

6.2. — **Cyanophyceae** : Von nennenswertem Vorkommen, aber in Häufigkeit den beiden zuvor genannten Gruppen weit übertroffen waren *Pseudoanabaena catenata* und *Phormidium faveolarum* und *Oscillatoria limosa* (det. Dr. MATTERN).

6.3. — **Bakteria und Ciliata** : An allen Trägerkörpern wurde *Sphaerotilus* festgestellt, und zwar vorzugsweise an stark bewachsenen Platten (vor allem Nr. 3, 3 a und 9) fast regelmäßig auch « *Zoogloea* » Vorhanden waren auch stets, je nach Dichte des *Sphaerotilus*aufwuchses mehr oder weniger Begleiteciliaten, vor allem *Carchesium polypinum*, ferner Vertreter der Genera *Aspidisca*, *Chilodonella*, *Paramaecium*, *Glaucoma*, *Trachelius*, etc.

Abb. 4 gibt das Resultat einer summarischen Durchschnittsabundanzschätzung wieder. Diese Abbildung vermittelt zusammen mit den Aufwuchsvolumina (aus Tab. 3 oder 5) eine Vorstellung der gesamten Dominanzverhältnisse. Allerdings muß für TK 11 berücksichtigt werden, daß eine beträchtliche Sedimentation von Tonteilen vorlag.

Die reiche Treibmaterialführung (Holz, Heu etc.) vor allem bei Hochwassern — die Wasserführung der Kinzig ist großen Schwan-

Mittlere Abundanz von Mikroorganismen

Abundanzskala nach SCHMITZ 1965

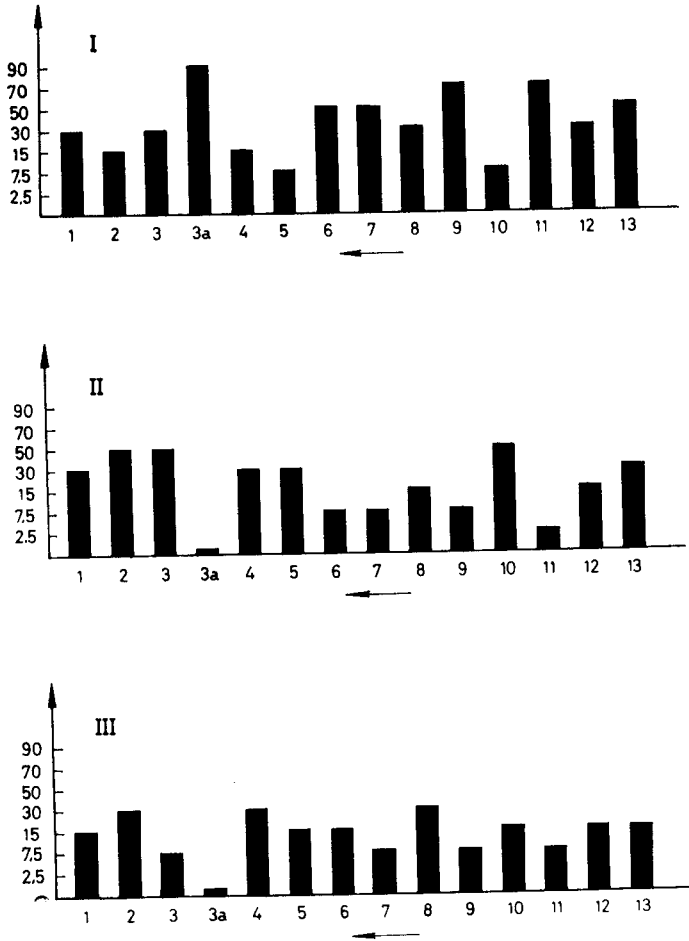


Fig. 4. — Evaluation du « Microaufwuchs » moyen des plaques de polyéthylène (TK) d'après l'échelle d'abondance de SCHMITZ [1965].

kungen unterworfen, die Tagesmittel des Abflusses (Pegel Schwaibach) schwankten z. B. im November 1965 zwischen 4,94 und 256 m³/sec. (langjähr. MQ 23 m³/sec.) — machte einige der TK zeitweise und für die gesamte Untersuchung unbrauchbar. Die zahlreichen Aufsammlungslücken rühren aber vornehmlich von mutwilliger Beseitigung leicht zugänglicher Trägerkörper her. Insbesondere verhinderte dieser Umstand die Auswertung einge-

richteter Doppelexpositionen. Die Ergebnisse der Besiedlung von relativ dicht aufeinander folgenden Kontrollstellen bei gleichartiger hydrographischer und hydrochemischer Situation lassen jedoch erkennen, daß die Besiedlung der TK unter einheitlichen Bedingungen von gleichem Typus ist.

7. — MAKROBENTHOS

7.1. — Diptera-Chironomidae.

7.1.1. — CRICOTOPUS-ORTHOCLADIUS (S. STR.) - GR. (excl. *C. silvestris*-Gr.) Diese Gruppe entspricht dem *Tricho-Rheorthocladius*-Komplex der Larvalsystematik THIENEMANN's (1944).

Auffällig ist hier vor allem das Massenvorkommen im Unterlauf zur warmen Jahreszeit. Im Winter tritt diese Gruppe gerade hier an Häufigkeit deutlich zurück (s. Abb. 5 und Tabelle 4). Die dichte Besiedlung der TK ist möglicherweise auf aktive Wanderung der Larven zurückzuführen. BARTELMES [1963] beobachtete nämlich Schwarmbildungen von *Chironomus* und *Cricotopus*-Larven an Auslässen von Fischteichen. Die Strömung war im August 1965 (s. Abb. 3) vor allem in Anbetracht der niedrigen Wasserstände im Unterlauf besonders gering, ein Umstand, der aktives Schwimmen zweifellos begünstigte. Bei der Absammlung, die im August 1965 im Unterlauf gemacht wurde, lag der Puppenanteil bei 5 %. Dies gestattete die Feststellung, daß zumindest im Unterlauf offenbar *C. bicinctus* und *C. cylindraceus* das Gros dieser Gruppe stellen.

C. cylindraceus gilt als Tümpelbewohner [THIENEMANN 1954], *C. bicinctus* wurde in lotischen und lenitischen Bezirken von Fließgewässern gefunden, sowie im Litoral von Seen [DITTMAR 1955, NIETZKE 1937]. Bei den für den Mittellauf und in den mündungsnahen Abschnitten von Gutach und Schiltach nachgewiesenen Arten der Gruppe handelt es sich um Bewohner von Bächen oder gar Quellen (z. B. *C. nadigi*) [THIENEMANN 1954].

7.1.2. — CRICOTOPUS SILVESTRIS-GRUPPE.

Diese Gruppe kommt in der Kinzig offenbar bevorzugt im Unterlauf vor (s. Tabelle 3). Die größte Häufigkeit wurde für Trägerkörper 3 und, wenn man die Zahl der Absammlungen in Rechnung setzt, für Trägerkörper 1 nachgewiesen. Wie die Einzelfunde an Trägerkörper 5, 6, 8 und 13 zeigen, kommt die *C. silvestris* Gruppe aber auch — allerdings weniger häufig — im ganzen Mittellauf bevorzugt werden TK mit viel Aufwuchs. Im Mittellauf konnte sie nämlich in nennenswerter Zahl nur auf TK 9, dem aufwuchsreichsten, gefunden werden.

<i>E. cyanea</i>																									
<i>E. minor</i>																									
<i>E. cf. quadridantata</i>																									
<i>Rheoricotopus fuscipes</i> Gr. (VIII/IX/XI/VI)		5	3																						
<i>R. brunensis</i>		×																							
<i>Diamesa</i>								5																	
<i>Paracricotopus</i>				30																					
<i>Parorthocladius</i>																									
<i>Synorthocladius semivivens</i>		5	16	131		144		1																	
<i>Brillia</i>																									
<i>B. modesta</i>								9																	
<i>B. longifurca</i>								×																	
<i>Microcricotopus</i>		5	62	95	40				10					24											
Quantité de « Bioderme » en cm ³		20	40	50	30				26					0.5											
Durchschnittliche Auwuchsmenge in cem																									
Nombre de prélèvements		3	3	7	3				7					3											
Zahl der Absammlungen		°	°	°	*	***	°	***	°	***	**	***	°	***	°	***	**	°	°	°	*	°	°	°	**
Strömung (courant)																									

° : à l'abri du courant
* : courant lent ou très lent
** : courant moyen
*** : courant très fort

X) : sur un TK dans le Gutach
X)X) : sur un TK dans Schittach

TABLEAU 3. — Abondance des espèces d'Orthocladiinae recueillies sur les différents substrats artificiels.

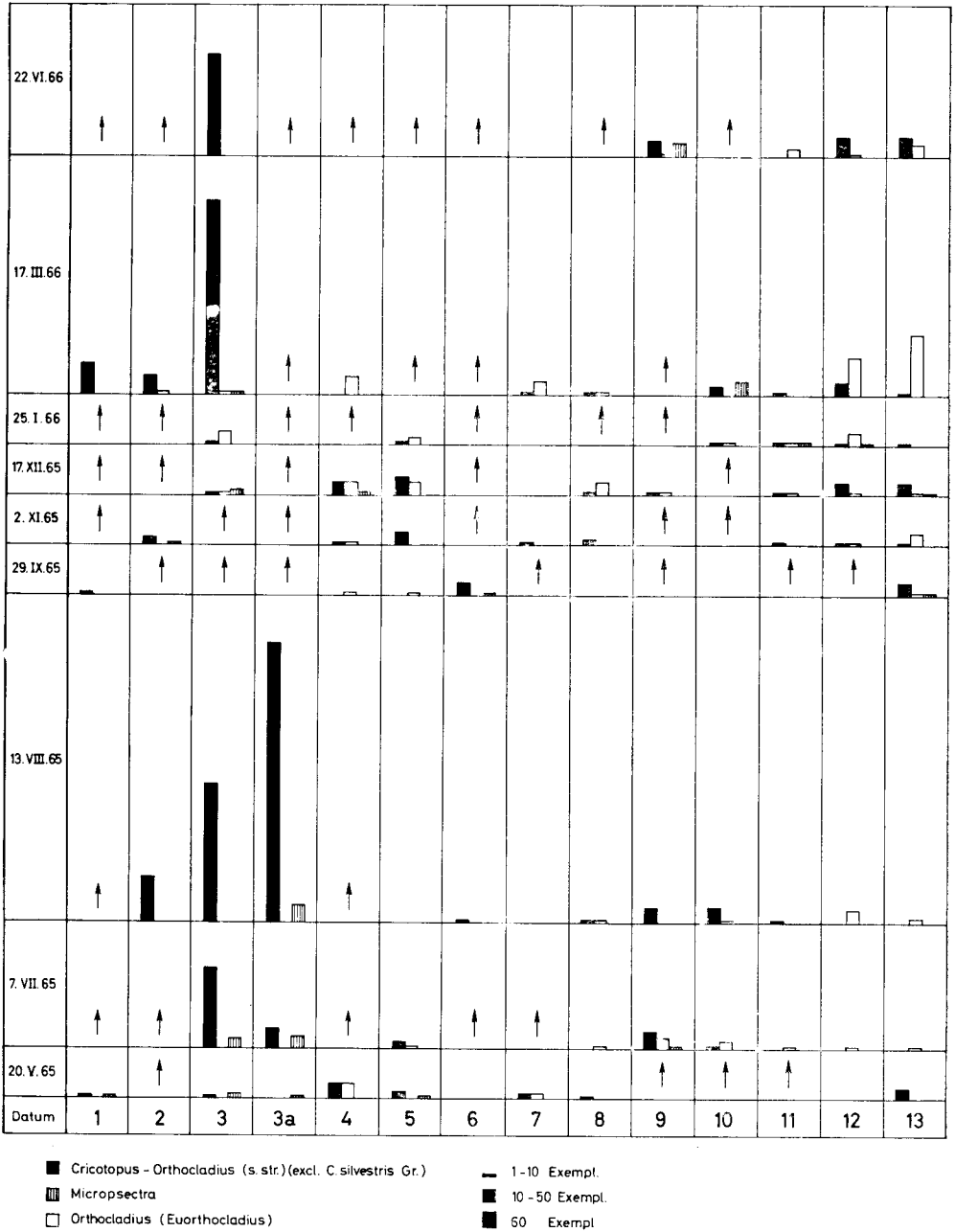


FIG. 5. — Abondance d'individus des deux groupes d'Orthoclaadiinae les plus abondants et du genre *Micropsectra* (Chironominae) pour des prélèvements isolés. Les flèches indiquent des prélèvements manquant par suite de la mise hors de fonction des TK ou de leur détérioration.

Auffällig ist, daß die *Cricotopus silvestris*-Gruppe am 13.8.1965 und am 7.7.1965 mit 89 bzw. 9 Expl. auf TK 3 nachgewiesen auf dem unmittelbar benachbarten TK 3a fehlte. Wegen völliger Beschattung kamen hier lebende Algen kaum vor (vgl. Abb. 4). Es ist deshalb nicht ausgeschlossen, daß lebende Algen als Nahrung obligatorisch sind.

7.1.3. — ORTHOCLADIUS (EUORTHOCLADIUS).

Nach der *Cricotopus-Orthocladius* (s. str.) - Gruppe ist diese Untergattung am häufigsten vertreten. Wie bei jener und der vorhergehenden erstreckt sich das Vorkommen über den ganzen Untersuchungsbereich. Im Unterschied dazu jedoch wird die Häufigkeitsverteilung in Tabelle 3 zeigt, offensichtlich der obere Abschnitt der Untersuchungsstrecke bevorzugt. Abb. 5 läßt erkennen, daß diese Untergattung während der warmen Jahreszeit im Unterlauf nur ausnahmsweise nachgewiesen werden konnte, so daß die Bevorzugung des oberen Abschnittes noch klarer hervortritt. Im Winter dagegen wurde dieses Subgenus in wesentlicher Anzahl auch im Unterlauf aufgesammelt.

Im vorhergehenden Abschnitt (s. S. 9) wurde gezeigt, daß die *Cricotopus-Orthocladius* (s. str.)-Gruppe charakteristisch für die TK des Unterlaufes ist. Das gilt aber nicht, wenn man die Winteraufsammlungen für sich alleine betrachtet. Denn dann tritt jene Gruppe ganz zurück und wird von *Orthocladius (Euorthocladius)* überflügelt. Auf TK 3 wurde im Januar 1966 ein Verhältnis von 4 : 1 zugunsten des Subgenus *Euorthocladius* gefunden (vgl. Abb. 5). Die Erscheinung, daß Formen des oberen Flußabschnittes im Winter häufiger werden oder im sonst fast gemiedenen Unterlauf vorkommen, also eine winterliche flußabwärts gerichtete Verschiebung der Oberlaufformen, wurde übrigens auch in der Steinach beobachtet.

7.1.4. — EUKIEFFERIELLA.

Wie Tabelle 3 zeigt, wurde diese Gattung von TK 11 abgesehen auf allen TK des Mittellaufes nachgewiesen, im Unterlauf jedoch nur auf TK 2 und nur einmal (am 17.3.1965, in 6 Exemplaren). Besser als irgendeine andere Gruppe bestätigt der Häufigkeitswechsel von *Eukiefferiella* die von EIDEL [1933] gezogene Grenze zwischen Mittel- und Unterlauf.

Wenngleich *Eukiefferiella* im Mittellauf zu allen Jahreszeiten gefunden wurde, ist sie doch in der kalten am häufigsten (vgl. Tabelle 4). Alle Arten gelten nach THIENEMANN [1954] und DITTMAR [1955] als stenoxybiont. Die meisten Exemplare wurden von dem TK 4 abgesammelt, wo in unmittelbarer Nähe sehr starke Strömung herrscht und wo durch einen 50 m oberhalb befindlichen Wasserfall

(Wehranlage) eine für diese Tiere stets optimale Sauerstoffversorgung gewährleistet sein dürfte.

Im Mittellauf wurde *Eukiefferiella* lediglich auf TK 11 nicht nachgewiesen. Hier verursachen die Abwässer der Stadt Schiltach eine ziemlich hohe Zehrung (vgl. *Tabelle 2*), und es herrscht in dem Stauraum, in dem TK 11 exponiert ist, eine nur geringe Wasserbewegung.

Auffällig ist jedoch das Vorkommen an TK 9, an dem zur Zeit der chemischen Untersuchung eine sehr hohe Belastung festgestellt wurde (vgl. *Tabelle 2*). Die Annahme liegt nahe, daß die Abwasserlast zur Zeit der Entnahme ungewöhnlich hoch war. Immerhin wurde auch sonst nie *Chir. thummi* Gr. in solcher Häufigkeit gefunden wie gerade zur Zeit der Probenahme (22.6.1966). Andererseits wurde *E.* nur einmal (7.7.1965) an TK 9 gefunden. Daher ist es beachtlich, daß zum gleichen Termin 90 % aller dort je abgesammelten Exemplare von *O. (Euorthocladius)* nachgewiesen wurden, während zugleich typische Schlammformen, wie *Micropsecta* und *Chironomini* zurücktraten (vgl. *Abb. 6*). Nur *E. brevicar* war es, die in TK 9 nachgewiesen wurde. Von dieser Art wurden sonst noch 2 Exemplare in TK 12 und 10 Exemplare in TK 13 nachgewiesen. Die bei weitem häufigste Art war aber *E. alpestris* mit rund 60 % aller Exemplare.

7.1.5. — ORTHOCLADIUS (EUDACTYLOCLADIUS).

Das Vorkommen erstreckt sich, wie *Tabelle 3* zeigt, über den gesamten Untersuchungsbereich. Die Aufsammlungen an TK 1 und 2 waren zu lückenhaft, um aus dem Fehlen Schlüsse ziehen zu können. Größte Häufigkeit ist dort, wo reicher Algenaufwuchs vorhanden ist. Am 7.7.1965 und am 13.8.1965 wurden an TK 3 34 bzw. 18 Exemplare gefunden. An TK 3a, der nur wenige Meter entfernt exponiert war, aber völlig im Schatten lag und entsprechend wenig Algen aufwies, erbrachten die gleichzeitigen Absammlungen nur 3 Exemplare. Die 42 Exemplare an TK 10 wurden am 13.8., die 19 an TK 5 und die 14 an TK 7 am 21.5. gefangen, als gleichzeitig an den genannten Trägerkörpern der Algenaufwuchs (Diatomeen und Grünalgen) überdurchschnittlich dicht war. Die hier vorkommenden Repräsentanten des Subgenus bedürfen offenbar lebender Algen zur Ernährung.

7.1.6. — RHEOCRICOTOPUS FUSCIPES-GRUPPE.

Wie *Tabelle 3* zeigt, kommt die Gruppe im ganzen Untersuchungsbereich vor, wobei der Mittellauf bevorzugt zu werden scheint. Die Funde im Unterlauf wurden nur bei der Aufsammlung am 17.3. gemacht. Es läßt sich keine Bevorzugung von bewuchsreichen (TK 9) oder bewuchsarmen TK feststellen. An TK 9 wurde diese

Gruppe zusammen mit der *Chironomus thummi*-Gruppe konstatiert Platten, die in starker und in schwacher Strömung exponiert sind, scheinen in gleicher Weise besiedelt zu werden. Ein jahreszeitlich bevorzugtes Auftreten ist weder für die ganze Gruppe noch der einzig aus ihr als Larve bestimmbarer Art *Rheocricotopus brunensis* festzustellen.

7.1.7. — SYNORTHOCLADIUS SEMIVIRENS.

Tabelle 3 zeigt, daß sich das Vorkommen über den gesamten Untersuchungsbereich erstreckt. Allerdings wurde eine dichtere Besiedlung im Unterlauf als im Mittellauf festgestellt. Die reichsten Funde wurden im Sommer und im Frühjahr gemacht (vgl. Tabelle 4). Die im Frühjahr fliegende Art ist aus ostholsteinischen und südschwedischen Seen gemeldet [THIENEMANN 1954] und in stark strömenden Bächen nachgewiesen worden. In der Kinzig kommt sie vornehmlich im Unterlauf an Stellen mit viel Aufwuchs und dann mit *Cricotopus-Orthocladius* (s. str.)-Gruppe, vor allem aber mit Schlammbewohnern, wie Chironominae, *Micropsecta* etc., gemeinsam vor (vgl. Abb. 5 und 6).

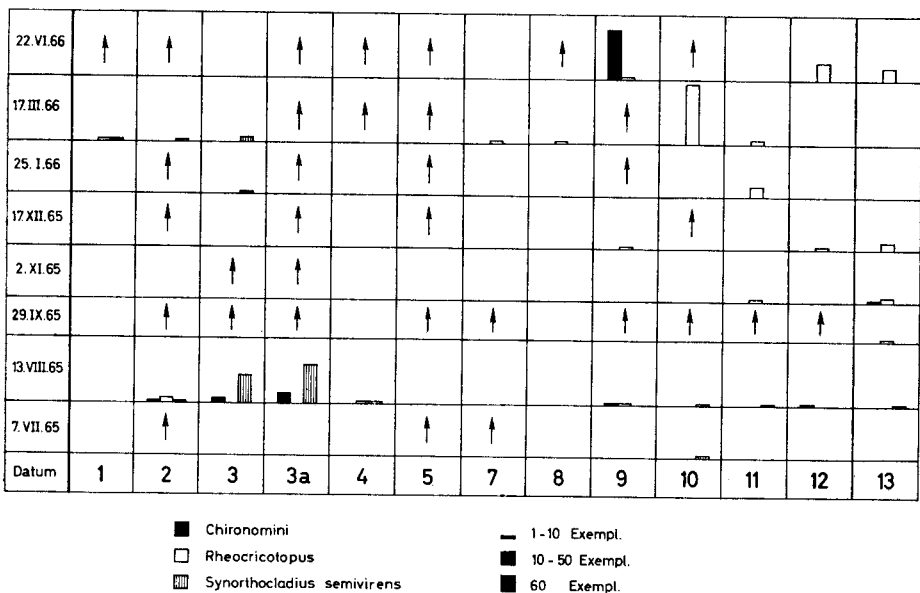


FIG. 6. — Nombre total d'individus des deux groupes les plus abondants d'Orthocladinae et de la tribu des Chironomini pour des prélèvements isolés.

7.1.8. — BRILLIA.

Beide der hier nachgewiesenen Arten waren nicht sehr häufig (*B. modesta* : 24 Expl.; *B. longifurca* : 7 Expl.). Die Larven wurden zu allen Jahreszeiten, allerdings nur im Mittellauf, gefunden.

BRUNDIN [1949] stellte fest, daß *Brillia longifurca* etwa die gleichen Umweltansprüche stellt wie *Brillia modesta*. Nach THIENEMANN [1954] lebt *Brillia* mit typischen Schlammformen in Vergesellschaftung. Im Mittellauf der Kinzig werden Stellen höherer Abwasserbelastung offenbar bevorzugt. Auch in der Steinach kommt *Brillia* besonders häufig in dem am stärksten verschmutzten Abschnitt vor.

Monat :	V	VII	VIII	IX	XI	XII	I	III	VI
<i>Cricotopus - Orthocladius</i> (s. str.)-Gr. (ex. <i>C. silvestris</i> Gr.) ..	17	54,9	144	7,4	7,5	18,5	5,3	101	90
<i>Orthocladius</i> (<i>Euorthocladius</i>) ...	0	26,4	6,7	1,2	6,7	14,7	1,8	50,6	6,6
<i>Eukiefferiella</i>	0	1,3	0,4	0,3	6	2,7	1,6	2,3	0
<i>Synorthocladius semi-virens</i>	0	0,7	21	0	0	0	1,6	2,6	0
<i>Microcricotopus</i>	0	0	1,8	0,1	0	0	0	1,6	4
<i>Micropsectra</i>	4,4	9,2	4,8	1	2,5	4	0,8	3,0	5,0

TABLEAU 4. — Variations quantitatives annuelles des Chironomidae les plus abondants sur les substrats artificiels (TK) en
 Nombre total des exemplaires
 Nombre total des prélèvements de TK

7.1.9. — MICROCRICOTOPUS.

Diese Gattung ist für die Strecke von Schiltach bis zur Mündung nachgewiesen. Wie Tabelle 3 zeigt, werden sowohl Platten mit wenig als auch viel Aufwuchs sowohl in starker als auch schwacher Strömung besiedelt. *Microcricotopus* konnte nicht das ganze Jahr hindurch nachgewiesen werden. Aufsammlungen nach August und September erbrachten besonders viele Individuen. Im Juni wurden nur Exemplare von TK 11 aufgesammelt. Eine Aufsammlung im März erbrachte lediglich Einzelfunde.

In der Steinach ergab sich ein ähnliches zeitliches Verteilungsbild. Auch dort wurde die Gattung nur im August und September nachgewiesen.

7.1.10. — CHIRONOMINI.

Die Vertreter dieses Tribus lassen eine sehr ungleichmäßige Verteilung erkennen. Sie kommen bevorzugt im Unterlauf vor, fehlen aber auch nicht im mittleren und oberen Mittellauf. Läßt man die *Chironomus thummi*-Gruppe außer Betracht, so zeigt sich, daß die Quellentfernung und damit die Temperaturamplitude offenbar keine Rolle für das Vorkommen spielen. Auch die Stärke der Strömung in unmittelbarer Nähe des Substrates scheint ohne Belang. Allen Trägerkörpern mit nennenswerter Besiedlung ist reicher *Sphaerotilus*-Aufwuchs und damit entsprechend hohe Belastung (vgl. Abb. 4 sowie Tabelle 2 und 4) gemeinsam. Trotz relativ hoher Belastung fehlen Chironomini jedoch in TK 11. Feine nicht organische Sedimente halten dort das Aufkommen von Aufwuchs hinten.

An der Stelle höchster Belastung (TK 9) wird *Chironomus thummi*-Gruppe häufig, die ja bekanntlich auch dann noch vorzukommen vermag, wenn wegen extrem hoher organischer Belastung alle anderen Makrobenthonten ausgerottet sind.

7.1.11. — MICROPSECTRA.

Diese Gattung kommt im ganzen Untersuchungsbereich vor. Es scheinen vornehmlich Trägerkörper mit viel Algen-Aufwuchs und viel *Sphaerotilus*, also Trägerkörper in Strecken mit relativ hoher Belastung, bevorzugt besiedelt zu werden (TK 3, 3a, 9 und 13, s. Abb. 5). *Micropsectra* kommt aber auch auf Trägerkörpern, die in sehr starker Strömung exponiert sind und deswegen wenig Aufwuchs tragen, wenn auch nur vereinzelt, vor (TK 4, 12 und 6) und findet sich sogar an der Wolfachmündung (TK 10), dem Standort, wo die Verschmutzung am geringsten ist. *Micropsectra* ist in Moos und Schlamm von Mittelgebirgsbächen [THIENEMANN 1954, DITTMAR 1955] gefunden worden, aber auch in stehenden Gewässern. Es fällt auf, daß in der Kinzig *Micropsectra* regelmäßig mit *Cricotopus-Orthocladius* (s. str.) und mit *Synorthocladius* vergesellschaftet ist und auch zur selben Zeit wie die erstere Gruppe die größte Häufigkeit erreicht.

7.2. — Chironomidendrift und Trägerkörperbesiedlung.

Zweifellos spielt die organismische Drift für die Besiedlung der Trägerkörper sowie freier Substrate überhaupt eine hervorragende Rolle [WATERS 1964].

Um einen gewissen Aufschluß über die Beziehungen zwischen Drift und Aufwuchs in der Kinzig zu erhalten, wurden Driftaufsammlungen durchgeführt (24 Std.-Exposition). Die Resultate, soweit sie die Chironomidae betreffen, sind in Tabelle 6 niederge-

	1	2	3	3a	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
CHIRONOMINAE										197				
<i>Chironimini</i>										7				
<i>Chironomus thummi</i> Gr.													2	
<i>Einfeldia</i> (?)			18	3										
<i>Glyptolendipes</i>				36										
<i>Cryptochironomus</i>										3				
<i>Lenzia</i>		9	9											38
<i>Polypeditum</i>		×	×											×
<i>P. laetum</i>														
<i>P. convictum</i> Gr.														
<i>Tanytarsariae</i>														
<i>Micropsectra spec.</i>	12	16	100	125	1	2	6			33	36	7	2	20
<i>Rheolanytarsus</i>		8												
TANYPODINAE														
<i>Thienemannia</i> Reihe	2		13	5		2						3		1
Durchschnittliche Aufwuchsmenge in cem	20	40	50	30	4	26	0,5	3,0	20	60	5	10	10	40
Zahl der Absammlungen	3	3	7	3	5	7	3	7	7	4	5	6	8	9
Strömung	○	○	○	*	****	○	****	**	○	*	*	○	****	**

Im Strömungsschatten
 Schwache u. sehr schwache Strömung =
 mäßig starke Strömung = **
 sehr starke Strömung = ****

TABLEAU 5. — Abundance des différentes espèces ou groupes de Chironominae et de Tanypodinae recueillis sur les différents substrats artificiels.

legt. Es zeigt sich zunächst einmal, daß in der Drift der Anteil an Puppen teilweise weit höher als im Höchsthalle auf den TK (5 %) war. Dies erklärt sich daraus, daß die Besiedlung der Trägerkörper nur durch Larven erfolgen kann.

Der hohe Anteil von Larven der *Cricotopus-Orthocladius* (s. str.)-Gruppe in der Drift entspricht den Besiedlungsverhältnissen auf den TK. Auch Larven von *Orthocladius* (*Euorthocladius*), *Eukiefferiella*, *Parorthocladius* sowie *Brillia modesta* wurden sowohl in der Drift als auch auf den Trägerkörpern nachgewiesen. Von

Driftnetaufsammlungen (24-Stunden-Exposition) am 21/22-9-1965

	2	3	4	10	11	12	13
ORTHOCLADINAE							
<i>Cricotopus - orthocladius</i> (s. str.)	7 L/14 P	20 L	8 L				
<i>C. biconclis</i>	+						
<i>Orthocladius</i> (<i>Euorthocladius</i>)				3 L			
<i>Eukiefferiella</i>				3 L			
<i>E. breviclear</i>				+			
<i>Rheocricotopus fuscipes</i> Gr.					2 P		
<i>Parorthocladius</i>	4 L						
<i>Brillia modesta</i>					2 P		5 L
<i>Prodiamesa olivacea</i>							4 P
CHIRONOMINAE							
<i>Chironomus thummi</i> Gr.	7 P						
<i>Polypedilum laetum</i>							
<i>Micropsectra</i>		5 L	15 L				18 L
TANYPODINAE							
<i>Procladius</i>	4 L						
<i>Psilotanypus</i>	4 L						
<i>Thienemannimyia-Reihe</i>	4 L						
<i>Rheopelopia ornata</i>	4 L						
<i>Macropelopia</i>					2 L	30 L/10 P	10 L
<i>M. nebulosa</i>						+	
<i>Dasyhelea spec.</i>					2 P		

2, 3 usw. = Nr. des TK, in dessen Nähe das Driftnetz exponiert wurde;
L = Larve, P = Puppe.

TABLEAU 6. — Résultats des prélèvements effectués au moyen de « Drift-Netz » exposés pendant 24 heures au voisinage des substrats artificiels.

den Drift-Orthoclaudiinae fehlt auf den Trägerkörpern als einzige die räuberisch lebende *Prodiamesa olivacea*. Charakteristisch wurde von *Prodiamesa* fast nur Puppen gefangen (in der Gutachmündung wurde zur gleichen Zeit eine Driftaufsammlung vorgenommen; 22 Puppen dieser Art standen hier 3 Larven gegenüber). *P. olivacea* ist nach THIENEMANN [1954] ein « euryoecischer und eurytoper Bewohner des Schlammes stehender und fließender Gewässer, der bis in die polysaprobe Zone einzudringen vermag » [vgl. auch HARNISCH 1959].

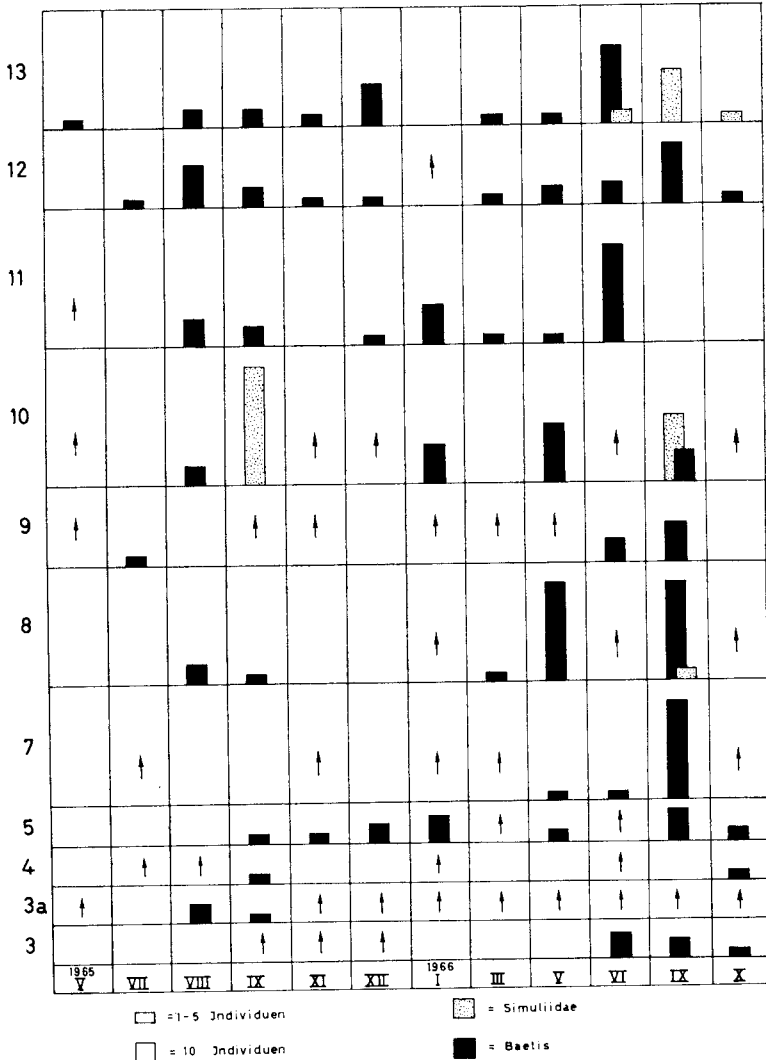


Fig. 7. — Colonisation des TK par *Baetis* et Simuliidae : résultats des prélèvements isolés. Les flèches indiquent les prélèvements manquants.

Bei den Chironominae ist die Häufigkeit von *Micropsectra*-Larven in der Drift hervorzuheben, die ja auch zu den häufigeren Besiedlern der Trägerkörper gehören.

Während Orthoclaudiinae und Chironominae mit weit weniger *Taxia* in der Drift als auf den Trägerkörpern vertreten sind, erbrachte unsere Driftaufsammlung bei den Tanypodinae 7 *Taxia* gegenüber nur einem auf den Trägerkörpern. Ähnliches stellte auch KLJUTSCHAREWA [1963] bei ihren Driftuntersuchungen im Amur fest, wobei auch dort ein großer Teil der Chironomidrift von Repräsentanten dieser Unterfamilie gestellt wurde. Besonders beachtenswert ist das Fehlen der in der Drift im Oberlauf nicht seltenen *Macropelopia* auf den TK. Nach FITTKAU [1962] kommt sie in der Fulda, vornehmlich in der gesamten Forellenregion, vor. Sie ist dort ein typischer Bewohner der Detritusansammlung in lenticischen und sandig-schlammigen Bachtteilen.

7.3. — Simuliidae.

Die Resultate der Auszählungen sind in Abb. 7 wiedergegeben. Es zeigt sich, daß Simuliidae, wie aufgrund ihres natürlichen Vorkommens zu erwarten war, nur im oberen Abschnitt vorkommen. Stichproben der in TK 10 aufgelesenen Tiere (det. Frl. PODSZUHN) sprechen dafür, daß es sich in der Kinzig vor allem um *Odagmia ornata* handelt. Diese Art dringt am weitesten in die Gewässer der Ebene vor [GRENIER 1953] und ist auch die einzige, die nach dem Befund von ERPELDING (in BESCH 1966) in stärker verunreinigten nordbadischen Bächen vorkommt. Für Trägerkörper 10 wurde außerdem noch *O. monticola* nachgewiesen.

Es hat den Anschein, als schließen sich hohe Häufigkeiten von Simuliidae und zugleich *Baetis* aus (vgl. Abb. 7).

Im Vergleich zu den Chironomidae traten die Simuliidae etwa zu gleichen Teilen als Puppen und Larven auf.

7.4. — B'epharoceridae.

Wenige Exemplare der Gattung *Liponeura* wurden bei einer Aufsammlung an TK 10 gezählt.

Aufsammlungen des übrigen Makrobenthos, das an Ort und Stelle ausgezählt wurde und von dem lediglich wenige Belegexemplare bestimmt wurden, erfolgten zur gleichen Zeit wie die der Chironomidae, wurden aber nicht schon im Juni 1966 abgeschlossen, sondern noch bis zum Oktober 1966 ausgedehnt. Es erfolgte außerdem eine zusätzliche Aufsammlung im Mai 1966.

7.5. — Ephemeroptera.

In nennenswerten Zahlen kommen auf den Trägerkörpern nur Vertreter der Gattung *Baetis* (vornehmlich, wie Stichproben zeigten, *Baetis rhodani*) und *Ephemerella* vor. Ecdyonuridae wurden im oberen Abschnitt (TK 10) nur in Einzelexemplaren gefunden. Arten der Familien Ephemeridae, Leptophlebiidae, Siphonuridae, von EIDEL [1933] und SCHILLER [1964] in der Kinzig nachgewiesen, fehlen ebenfalls auf den Trägerkörpern.

7.5.1. — EPHEMERELLA.

Ephemerella kam auf allen Trägerkörpern der Untersuchungsstrecke vor. Soweit sie bei den einzelnen Absammlungen vorhanden war, trat sie in gleicher Häufigkeit wie *Baetis* auf. Das Vorkommen beschränkte sich jedoch auf die Monate Juli bis September, was den Befunden MACAN's (1957) entspricht. EIDEL (l. c.) und SCHILLER (l. c.) wiesen für unseren Untersuchungsabschnitt lediglich die Art *Ephemerella ignita* nach. Es darf deshalb als sicher gelten, daß die von uns ausgezählten Tiere auch stets nur dieser Art angehörten.

7.5.2. — BAETIS.

Das Ergebnis der Auszählungen ist in *Abb. 7* wiedergegeben. Es zeigt sich, daß *Baetis* über die gesamte Untersuchungsstrecke in etwa gleicher Häufigkeit auftritt. In *Abb. 7* sind TK 1 und 2 wegen allzu lückenhafter Untersuchungen nicht aufgeführt, desgleichen nicht TK 6, wo *Baetis* nie gesehen wurde (am 29.9.1965 wurden an TK 1 10 Expl. gezählt).

Abb. 7 zeigt ferner, daß sich das Vorkommen — im Unterschied zu *Ephemerella* — über das ganze Jahr erstreckt. Die größten Häufigkeiten traten allerdings wie *Abb. 7* zeigt in der warmen Jahreszeit auf. Das steht in Zusammenhang mit der Eiablage. Im Juli und August fanden sich zahlreiche Gelege auf den Trägerkörpern. Die hohen Besiedlungsdichten im September sind vornehmlich auf Eilarven zurückzuführen. Unter den Eilarven dürften sich auch solche befunden haben, die zur ersten Schlupfrate der auf den TK befindlichen, aber bei jeder Absammlung beseitigten Gelege gehörten. MÜLLER [1966] beobachtete, daß die Zahl der driftenden *Baetislarven* im Juni und Juli ihr Jahresmaximum erreicht, was von ihm mit der erhöhten Aktivität der letzten Häutungsstadien und der schlupfreifen Larven in Verbindung gebracht wird. In der Tat wurden bisweilen in den Sommeraufsammlungen soeben geschlüpfte Subimagines auf den Trägerkörpern gefunden. Wie sich bei den Untersuchungen von KLJUTSCHAREWA [1963] im Amur gezeigt hat, wandert *Baetis* nachts in Richtung der Oberfläche.

Daher ist anzunehmen, daß *Baetis* auch die TK durch aktive Wanderung aufsucht und besiedelt, statt nur passiv angetrieben zu werden. Hinsichtlich der räumlichen Verteilung zeigt sich, daß Lokalitäten mit starker (TK 13, 3 und 3a) und selbst mit stärkster (TK 9) Abwasserbelastung nicht gemieden werden. In TK 9 wurden am 22.6.1966 *Baetis*-Exemplare sogar auf einer Schlammschicht gefunden, in der wahrscheinlich nahezu anaerobe Verhältnisse herrschten und *Chir. thummi*-Gr. bei weitem die häufigste Chironomidae-Larve war.

Bei den Absammlungen fanden sich fast alle Exemplare auf der lichtabgewandten Seite der Trägerkörper.

7.6. — Hirudinea

Insgesamt abgelesene Hirudinea (<i>Erpobdella</i>)			Jahreszeitliche Verteilung des Vorkommens von <i>Erpobdella</i> auf TK	
TK Nr.	Kokons	Kokons Aufsammlungsdurchschnitt	Monat der Absammlung	Kokons
3	152	17	V/65	—
3a	11	3,6	VII/65	—
4	—	—	VIII/65	79
5	—	—	IX/65	6
6	—	—	XI/65	5
7	—	—	XII/65	2
8	25	3,6	I/66	—
9	40	5	III/66	—
10	—	—	V/66	—
11	—	—	VI/66	68
12	—	—	IX/66	75
13	13	1,2	X/66	39

TABLEAU 7. — Cocons d'Hirudinae (*Erpobdella*) recueillis sur les substrats artificiels.

Die Tabelle 7 zeigt, daß Hirudinea (es handelte sich hier nur um *Erpobdella*) meist in Form von Kokons und offenbar vornehmlich an Stellen höherer Belastung vorkommen.

Geschlüpfte (lediglich juvenile) Tiere fanden sich nur im September und Oktober (auf TK 3 : 19 Exemplare; auf TK 9 : 20 Exemplare).

Zur Eiablage wurden nicht etwa Substrate mit viel Aufwuchs bevorzugt, vielmehr wurde der reichste Fund (80 Kokons) an einem Trägerkörper gemacht, der, unterhalb von Hausach installiert, so stark der Strömung ausgesetzt war, daß der Aufwuchs völlig unterdrückt war und auch weitere Tierbesiedlung fehlte (dieser Trägerkörper wurde für sonstige Auswertungen daher nicht weiter berücksichtigt). Diese Stelle weist eine besonders hohe Abwasserbelastung auf.

Erpobdella eignet sich somit von all den hier besprochenen Formen besonders gut zur Anzeige hoher organischer Belastung.

7.7. — Oligochaeta

Auffallend ist, daß von dieser Ordnung nur eine Familie, die Naididae, auf den TK anzutreffen ist. Die Naididae stellen dafür aber auch ganz charakteristische Besiedler. Ihre Häufigkeit nimmt mit der Menge des Bewuchses zu.

Neuere Untersuchungen haben gezeigt, daß gerade bei dieser Gruppe Vorkommen oder Fehlen keine Schlüsse hinsichtlich Abwasserbelastung eines Gewässers zulassen. Selbst die Empfindlichkeit gegen gelöste toxische Stoffe ist, wie sich gezeigt hat, außer von deren Konzentration von einer Reihe anderer Faktoren, z. B. pH und Temperatur, mindestens in gleichem Maß abhängig [SEIBOLD 1955, LEARNER und EDWARDS 1963]. KORN [1963] konnte zeigen, daß in erster Linie die Substratbeschaffenheit für das Vorkommen der von ihm in der oberen Donau nachgewiesenen Arten entscheidend ist, nicht dagegen die Belastung des Flusses durch organische Abwässer. Gerade letztere Feststellung ist es, welche Veranlassung gibt, die Naididen der TK zu untersuchen, da hier ja die Konstanz des Substrates gewährleistet ist.

Tabelle 7 zeigt in summarischer Darstellung das Auftreten der nachgewiesenen Arten auf den einzelnen Trägerkörpern und Abb. 8 das Resultat von Abundanzschätzungen.

Insgesamt konnten neun Arten nachgewiesen werden. WACKS [1964], der alle Substrate berücksichtigte, wies in der Weser auch nur zehn nach. Offenbar bilden also die mehr oder weniger bewachsenen Trägerkörper für die meisten ein günstiges Substrat. Von *Nais bretscheri*, *Pristina idrensis* und *Stylaria lacustris* liegen nur Einzelfunde vor, von *Nais variabilis* wurden insgesamt nur fünf Exemplare an TK 4 nachgewiesen. Der räuberische *Chaetogaster diaphanus* wurde ebenfalls nur selten, aber in höherer Frequenz, gefunden. Lediglich die vier in Abb. 8 verzeichneten Arten kommen in höheren Abundanzen vor. Es sind dies alles solche, die in unseren Gewässern als gemein gelten können [WACHS 1964, 1965, BRINKHURST 1963, SCHÜTZ 1966].

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
<i>Chaetogaster</i>													
<i>C. diaphanus</i>	×		×	×	×				×				
<i>C. diastrophus</i>	×	×	×	×	×		×	×	×	×	×		×
<i>Stylaria</i>													
<i>S. lacustris</i>	×												
<i>Nais</i>													
<i>N. elinguis</i>	×		×	×				×	×		×		×
<i>N. variabilis</i>				×									
<i>N. barbata</i>	×	×	×	×	×								
<i>N. communis</i>	×		×	×				×	×				×
<i>N. bretscheri</i>				×									
<i>Pristina</i>													
<i>P. idrensis</i>			×	×									
Individuen insgesamt bei einer Absammlung	150	30	300	30	30	—	20	30	100	5	150	—	200
Zahl der Absammlun- gen	2	2	5	2	3	—	1	2	2	1	2	—	3
Absammlungen am : 17-3; 22-6; 26-10 { 1966 5-5; 25-1; 21-11													

TABLEAU 8. — Espèces de Naididae récoltées sur les substrats artificiels.

C. diastrophus

Diese Art kommt in besonders hohen Abundanzen im oberen Abschnitt der Untersuchungsstrecke vor, ist aber auch im Unterlauf nicht selten.

WACHS [1965] fand sie in demjenigen Teil der Edertalsperre, der den Schwankungen des Wasserstandes besonders stark ausgesetzt ist, im Wesermündungsgebiet dagegen auf Bühnensteinen (bei 3,6 ‰ S). In der Kinzig kommt *C. diastrophus* vornehmlich auf Platten vor, die weniger Aufwuchs tragen. Er fehlt nämlich in TK 9, kommt in TK 1 und 3 nur in geringen, dafür aber in 4, 5 und 11 und 13 in höheren Abundanzen vor und ist die einzige auf TK 10 nachgewiesene Art.

Nais barbata

Im Gegensatz zu *C. diastrophus* dominiert *Nais barbata* im Unterlauf. UACH KORN [1963] bevorzugt *N. barbata* Grobsand und Feinkies, kommt aber noch im Feinsand und selbst im Schlamm vor. *C. diastrophus* besiedelt dagegen nach den Befunden von WACHS (l. c.) vornehmlich Schotter und Steine. Dies scheint zu erklären, warum sie im Unterschied zu der vorigen Art auf den Trägerkörpern die stärker bewachsenen Substrate besiedelt. Das Fehlen in TK 9 kann durch die dort zeitweise vorherrschenden ungünstigen Sauerstoffverhältnisse bedingt sein, denn nach KORN (l. c.) stellt *Nais barbata* relativ hohe Ansprüche an den Sauerstoffgehalt des Wassers.

Nais elinguis

Diese Art kommt auf fast allen Trägerkörpern in mittleren Abundanzen vor. Sie wurde lediglich in TK 5 nicht nachgewiesen. WACHS [1964] fand sie überall in der Weser, vornehmlich auf Bühnensteinen, auf denen der Diatomeenbewuchs abgeweidet wird. An TK 9 kommen nur diese und die folgende Art vor (vgl. *Tabelle 7* und *Abb. 8*). *Nais elinguis* kann sowohl im "polysaprobien Bereich" wie in mäßig verschmutzten Abschnitten häufig werden [KORN l. c.]. Außerdem ist sie euryhalin [SCHÜRZ 1966, WACHS l. c.].

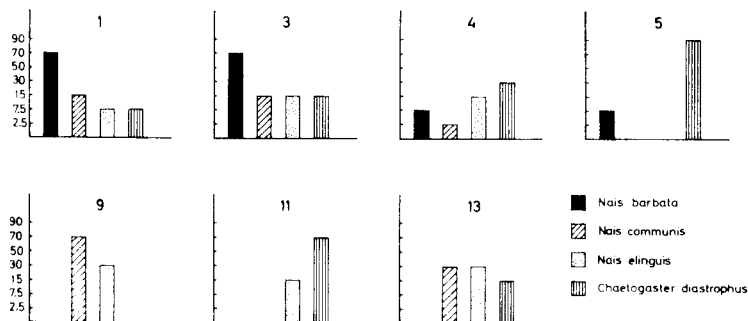


FIG. 8. — Abondance moyenne des espèces de Naididae les plus fréquents sur quelques TK. (Echelle d'abondance de la fig. 4.)

Nais communis

Diese Art kommt über den ganzen Untersuchungsbereich vor. Neben *Nais elinguis* ist es der einzige Naidide, der an der Stelle stärkster Verschmutzung, in TK 9 vorkommt. Von WACHS wurde *Nais communis* auf Steinen in der Weser nachgewiesen.

Die Trägerkörper werden vornehmlich von Formen besiedelt, die — soweit bekannt — Steine, Kies oder Grobsand als Substrat

benötigen. Formen, die daneben aber auch in Freinsand und Schlamm einzudringen vermögen, werden auf Trägerkörpern mit viel Aufwuchs häufig.

Nais elinguis scheint in Übereinstimmung mit den Befunden von KORN (l. c.) gegen schädigende Einwirkungen von Abwasser besonders unempfindlich zu sein. Gleiches gilt für *Nais communis*. Formen, wie *Stylaria lacustris*, die submerse Pflanzen und pflanzlichen Detritus besiedeln, kommen nur ausnahmsweise auf den Trägerkörpern vor (s. Tabelle 8).

8. — DISKUSSION

Die meisten Makrobenthonten, welche die in der unteren Salmonidenregion und Barbenregion der Kinzig exponierten Trägerkörper besiedelten, waren Chironomidae. Bei Berücksichtigung beider Plattenseiten schwankte die Chironomiden-Besiedlungsdichte zwischen 12 und 540 Exemplaren pro Trägerkörper, das wären etwa 175 bzw. 7 900 Exemplare pro m².

Unter sonstigen Makrobenthonten sind *Bactis*, *Ephemerella*, Simuliidae, Hirudinea und Naididae zu nennen. Bei allen anderen Vertretern des Makrobenthos (z. B. *Gammarus*, *Asellus*, Ecdyonuridae, *Hydropsyche*, *Pleetrocnemia*, Hydrachnellae u. a.) handelte es sich um Zufallsgäste.

Wie die Tabelle 2 zeigt, sind est von den Chironomiden vornehmlich Orthocladiinae, welche die Trägerkörper besiedelten, in geringerem Maße Chironominae.

Ein Vergleich mit Tabelle 6 (Driftaufsammlung) macht die Bevorzugung der Trägerkörper durch Orthocladiinae deutlich und läßt erkennen, daß Tanypodinae auf den Trägerkörpern fast überhaupt nicht repräsentiert sind.

Unter den Bewohnern der Trägerkörper sind sowohl Arten, die gewöhnlich Steine als Substrat bevorzugen, als auch typische Schlammbewohner, vertreten. Vertreter der ersteren Gruppe sind die Genera *Orthocladius*, *Eukiefferiella*, *Rheocricotopus*, *Diamesa*, *Paracricotopus*. Als Schlammbewohner dürfen dagegen alle Chironominae gelten, ferner *Brillia*, *Synorthocladius semivirens* und nach den Befunden auf den Trägerkörpern die häufigeren in der Kinzig vertretenen Arten des Genus *Cricotopus*.

Obwohl nur in wenigen Fällen eine Bestimmung bis zur Art durchgeführt werden konnte, ist doch eine Zonation innerhalb des untersuchten Abschnittes deutlich zu erkennen. Gattungen, wie *Orthocladius* (*Euorthocladius*) und *Eukiefferiella*, sind charakteristisch für den Mittellauf, den oberen Abschnitt der Untersuchungs-

strecke; *Synorthocladius semivirens*, *Micropsectra* dagegen für den Unterlauf. Auch die *Cricotopus-Orthocladius* (s. str.)-Gruppe hat ihre größte Häufigkeit im Unterlauf.

Die Zonierung ist nicht stabil sondern jahreszeitlichen Schwankungen unterworfen. Während der warmen Jahreszeit tritt sie besonders klar hervor (siehe *Abb. 5* und *6*). Im Winter dagegen dringen die sonst nur im Mittellauf vorkommenden Arten auch in nennenswerter Anzahl in den Unterlauf vor. Andererseits können auch Unterlaufformen im oberen Abschnitt häufig werden (z. B. *Cricotopus-Orthocladius* (s. str.)-Gruppe, *Synorthocladius semivirens* und Chironominae). Dies ist aber nur an Stellen höherer Belastung und dichteren *Sphaerotilus*-Aufwuchses der Fall. Die Besiedlung der einzelnen Trägerkörper ist starken qualitativen und quantitativen Schwankungen ausgesetzt.

Die *Cricotopus-Orthocladius* (s. str.)-Gruppe erreicht ihre größte Häufigkeit in der warmen Jahreszeit, während *Orthocladius* (*Euorthocladius*) im Winter dominierend wird.

Wie sich zeigt, ist ein Wechsel der Besiedlung auch von den Schwankungen der Abwasserbelastung abhängig.

Im Juli 1965 gehörten *Orthocladius* (*Euorthocladius*) und die stenoxybionte *Eukiefferiella* zu den häufigen Chironomiden auf TK 9, im Juni 1966 dagegen *Chironomus thummi*-Gruppe, *Micropsectra* und die *Cricotopus-Orthocladius* (s. str.)-Gruppe.

Je nach Belastung und Sauerstoffverhältnissen stellen sich offenbar ganz charakteristische Vergesellschaftungen ein. Bei ganz hohen Belastungen dürfte schließlich nur noch *Chironomus thummi*-Gr. übrig bleiben. Auf die Frage der Vergesellschaftung soll im *angekündigten zweiten Teil* dieser Untersuchung näher eingegangen werden.

Selbstverständlich ist damit zu rechnen, daß sich ein Wechsel der Chironomidenbesiedlung häufiger vollzieht als dies durch 6-8 wöchentliche Absammlungen festgestellt werden kann. Immerhin ist aber die Besiedlung z. B. durch gangbauende *Cricotopus*-Larven weitaus stabiler als die durch die äußerst mobilen *Baetis*- und *Ephemerella*-Larven. In der Besiedlung durch diese Gruppen dürfte man im allgemeinen nur ein Tagesbild vor sich haben. Ein Zeichen dafür ist, daß bei den — tags durchgeführten — Absammlungen diese Larven nur auf den lichtabgewandten Plattenseiten ruhend zu finden waren. Des nachts kriechen diese Tiere nach allgemeinen Befund unter den Steinen hervor und schwimmen sogar ins freie Wasser [KLJUSCHAREWA l. c., MÜLLER l. c.].

Durch viele Untersuchungen ist die Bedeutung des Substrates für die Benthosbesiedlung erwiesen. Wenn THORUP [1965] meint, daß darüber hinaus keine reale biozönotische Gliederung von Fließgewässern vorliegt, so wird er auch durch die hier vorgelegten

Befunde widerlegt. Denn trotz des einheitlichen Substrates der Trägerkörper zeigten sich in der Kinzig deutlich Zonationen. Lediglich für die Naididae hat THORUP's Auffassung volle Gültigkeit.

In Übereinstimmung mit anderen Autoren [WACHS l. c., KORN l. c.] zeigt sich, daß das Vorkommen offenbar nur von der Substratbeschaffenheit abhängt.

Im Hinblick auf die Praxi scheint sich zu zeigen, daß man für die biologische Gewässeranalyse die Benthosbesiedlung der Trägerkörper mit Vorteil heranziehen kann. Soweit nach den vorgelegten vorläufigen Befunden schon ein Schluß möglich ist, scheinen allerdings einzig die Chironomiden dazu wirklich geeignet. Da die Trägerkörperbesiedlung auch qualitativ starken jahreszeitlichen Schwankungen unterworfen ist, wäre von geringem Wert, eine Jahremischprobe zu analysieren, da dadurch eine taxonomische Diversität vorgetäuscht wurde, wie sie am Substrat gar nicht gegeben ist. Es würde sich wohl empfehlen, ein oder zwei Aufsammlungen im Sommer oder im Spätsommer zu berücksichtigen, zu einer Zeit, wo auch der Wasserstand nicht sehr hoch und die Strömung relativ gering ist und wenn sich eine charakteristische biozönotische Gliederung eingestellt hat. Dann nämlich treten die durch Abwasserwirkung bedingten Abweichungen klarer in Erscheinung.

ZUSAMMENFASSUNG

Durch die Landesstelle für Gewässerkunde und wasserwirtschaftliche Planung Baden-Württemberg in Karlsruhe wurden Polyäthylenplatten (s. Abb. 1) (spez. Gew. 0,95), die senkrecht unter der Wasseroberfläche schwammen, in verschiedenen Fließgewässern Baden-Württembergs exponiert. In erster Linie geschah dies, um den sich einstellenden Algenaufwuchs zu untersuchen. Alle 5-8 Wochen wurde auch die Makrozoobenthosbesiedlung untersucht.

Vorliegende Arbeit behandelt nur einen Teil dieser Untersuchungen, nur die Makroinvertebraten und hier nur die Resultate, die in einem Fluß des unteren Rhitron und des oberen Potamon [ILLIES und BOTOSANEANU 1963] erbracht wurden.

Die wichtigsten Gruppen unter den Besiedlern der Platten waren : vornehmlich Chironomidae, die im allgemeinen qualitativ wie quantitativ den größten Teil der Besiedler stellten und nur ausnahmsweise in der Zahl von Simuliidae übertroffen wurden. Von Bedeutung waren ferner die Gattungen *Baetis* und *Ephemerella* (Ephemeroptera), *Herpobdella* (Hirudinea) und nicht zuletzt Naididae (Oligochaeta). Alle Formen, die zu anderen Gruppen gehörten, wurden auf den TK nur als Zufallsgäste gefunden.

Um die Standortverhältnisse zu charakterisieren ist (Tab. 5, letzte Spalte) angegeben, wieviel ccm Aufwuchs von den Platten abgekratzt wurde. Außerdem ist auf Abb. 4 die durchschnittliche relative Zusammensetzung nach den Hauptgruppen von Mikroorganismen angegeben. Es war unmöglich exakte Messungen der Strömungsgeschwindigkeit in der

Grenzschicht der Platten zu machen, die allein für die sich ansiedelnden Formen von Bedeutung ist. Ohne Zweifel ist die Strömungsgeschwindigkeit auch von den Schwankungen des Abflusses abhängig.

Ergebnisse.

Eine summarische Darstellung der Befund ist Tabelle 3 und 5 wiedergegeben. Eine Aufschlüsselung nach Einzelaufsammlungen für die häufigsten Gruppen ist auf Abb. 5 und 6 dargestellt.

Die meisten Exemplare erbrachte die *Cricotopus-Orthocladius* (s. str.)-Gruppe. Sie wurde vornehmlich in der Potamon-Zone gefunden. Die meisten Individuen gehörten wahrscheinlich den Arten *C. cylindraceus* und *C. bicornis* an. Im Gegensatz dazu kommt das Subgenus *Orthocladius* (*Euorthocladius*) im Sommer fast ausschließlich im oberen Abschnitt (Hyporhitron) vor. Ihr Vorkommen markiert — wenn auch nur während des Sommers — eine klare Zonation. Dies steht im Gegensatz zu den Feststellungen THORUP's [1966], der das Fließgewässer-Zonierungsschema (vertreten vor allem durch BOTOSANEANU, HUET und ILLIES) ablehnt, indem er die Substratbeschaffenheit als einzig von Bedeutung ansieht. — Nur im Winter, wenn die vorige Gruppe fast fehlt, wurde das Subgenus *Euorthocladius* auch in wesentlichen Anzahlen im Potamon gefunden (s. Abb. 5). *Eukiefferiella* kam (das ganze hindurch) ebenfalls, fast ausschließlich auf den TK in Rhitron vor. Es ist dabei bemerkenswert, daß die Grenze zwischen Hyporhitron und Potamon, wie sie in dieser Arbeit gefunden wurde, der von EIDEL [1933] zwischen Mittel- und Unterlauf gelegten Grenze entspricht. *Synorthocladius semivirens* hat dagegen die TK im Potamon bevorzugt oder jene in Abschnitten mit stärkerer organischer Verschmutzung und reichem Abwasserpilzaufwuchs. Diese Art kam fast immer in Vergemeinschaftung mit typisch schlammbewohnenden Formen wie *Chironomus*, *Micropsectra* und *Brillia* vor. Auch *Orthocladius* (*Eudactylocladus*) und die *Cricotopus silvestris*-Gruppe besiedelten vornehmlich Platten mit reichem Aufwuchs, aber diese Gruppen scheinen zugleich abhängig von reichem Algenaufwuchs zu sein.

Während auf den Platten der Puppenanteil 5 % nie überstieg, war er in der Drift viel höher. *Prodiamesa olivacea*, einzige Orthocladiine, die, nur in der einmaligen Driftaufsammlung nachgewiesen, nicht aber auf den Platten, fand sich dort fast nur in Form der Puppen.

Tanypodinae waren qualitativ wie quantitativ in der Drift viel reicher repräsentiert als auf den Platten.

Die photophoben und nachtaktiven Larven von *Baetis* und *Ephemerella* (Abb. 7) wurden vornehmlich auf den lichtabgewandten Seiten der TK gefunden (Aufsammlungen nur bei Tage).

Die Besiedlung durch diese Larven bietet deswegen nur einen Tagesaspekt, während die durch Chironomidae, vor allem gangbauende Formen (z.B. *Cricotopus*), weit dauerhafter ist. *Baetis* wurde das ganze Jahr hindurch, *Ephemerella* nur im Sommer nachgewiesen. Das Vorkommen von Hirudinea auf den TK wurde meist in Form von Ei-Kokons festgestellt. In allen Fällen, wo geschlüpfte oder sogar adulte Tiere gefunden wurden, handelte es sich um die Gattung *Herpobdella* (Tabelle 7). Geschlüpfte Egel sowie Kokons wurden besonders häufig auf TK, die in organisch belasteten Abschnitten ausgesetzt waren, gezählt. Die Dichte des Aufwuchses, der wie sich zeigte, bei einer direkt einwirkenden Strömung von 0,5-1,0 m/sec unterdrückt ist, spielte dabei keine Rolle.

Das Vorkommen der Naididae (Tabelle 8) schien in erster Linie von der Substratbeschaffenheit abhängig zu sein. Vornehmlich Arten, die

auf Steinen oder Grobsand vorzukommen pflegen, siedelten sich auf den Platten an (Abb. 8). Solche die auf submerser Vegetation oder Detritus zu finden sind, wurden auf den TK nur als Zufallsgäste konstatiert.

LE MACROBENTHOS SUR DES SUBSTRATS DE POLYÉTHYLÈNE DANS LES EAUX COURANTES

1. — LA KINZIG, UNE RIVIÈRE DES ZONES INFÉRIEURE A TRUITE ET SUPÉRIEURE A BARBEAU

Des plaques en polyéthylène (densité 0,95), fig. 1, furent immergées dans différents cours d'eau du pays de Baden-Wurtemberg. Elles étaient amarrées de façon à pouvoir flotter librement sous la surface de l'eau, en position verticale. La « Landesstelle für Gewässerkunde und wasserwirtschaftliche Planung Baden-Württemberg », à Karlsruhe, s'intéressait tout d'abord à l'étude des algues qui venaient s'y développer. Toutes les 5 à 8 semaines, on faisait également l'inventaire de la macrofaune benthique.

Le présent travail n'est qu'un aperçu incomplet sur ces études : nous n'y parlons que des macro-invertébrés ainsi que des résultats obtenus dans l'hyporhithron et l'épipotamon [ILLIES et BOTOSANEANU, 1963] de la rivière Kinzig.

Parmi les principaux groupes d'animaux qui colonisaient nos plaques, les chironomides dominaient, autant en qualité qu'en quantité. Par exception, certaines similies les dépassaient en nombre. Les genres *Baetis* et *Ephemerella* (Ephemeroptera), *Erpobdella* (Hirudinea), ainsi ainsi que les Naididae (Oligochaeta) n'étaient pas sans importance. D'autres espèces, appartenant à d'autres groupes, n'étaient que des hôtes passagers.

Le microbenthos fut recueilli par râclage des plaques, son volume (exprimé en centimètres cubes) pourra caractériser les différentes stations (tab. 5, dernière colonne). Sa composition se reflète dans les graphiques de fréquence (valeurs moyennes) des principaux groupes de microorganismes (fig. 4).

Il était impossible d'effectuer des mesures exactes de la vitesse du courant au voisinage direct des plaques, mais on connaît l'importance de la couche limite pour la colonisation primaire. Sans doute, la vitesse du courant dépend également des variations du débit.

Résultats.

Les résultats d'ensemble des différents prélèvements figurent sur les tableaux 3 et 5. Les figures 5 et 6 en donnent le détail pour les principaux groupes de chironomides.

Le potamon était particulièrement riche en représentants du groupe *Cricotopus-Orthocladius* (s. str.). La plupart de ces individus appartenaient probablement aux espèces *C. cylindraceus* et *C. bicinctus*. Mais en été, le sous-genre *Orthocladius* (*Euorthocladius*) est typique pour l'hyporhithron. Ainsi — pendant la saison chaude — sa présence caractérise une zone écologique bien nette. Ceci va à l'encontre des constatations de THORUP [1966] qui, en considérant la nature du substrat comme seul facteur important, rejette le schéma de la classification des eaux courantes par zonation (principaux défenseurs : BOTOSANEANU, HUET, ILLIES et STEFFAN). Seulement en hiver, quand le groupe *Cricotopus-Orthocladius* (s. str.) est pratiquement absent, les représentants du sous-genre *Euorthocladius* sont assez abondants dans le potamon

(fig. 5). *Eukiefferiella* avait (pendant toute l'année) une préférence marquée pour les plaques du rhithron. Remarquons à ce sujet, qu'il y a concordance entre notre limite séparant hyporhithron et potamon, et la limite d'EIDEL [1933] séparant cours moyen et cours inférieur. *Synorthocladius semivirens* habitait avec prédilection les plaques immergées dans le potamon ou bien celles de secteurs pollués, riches en *Sphaerotilus*. En général cette espèce était associée à des formes typiquement limicoles comme les Chironomini, *Micropsectra* et *Brillia*. Il semble que *Orthocladius* (*Eudactylocladius*) et le groupe *Cricotopus silvestris* soient liés à la présence d'algues, ils se tenaient principalement sur des plaques à « bioderme » très nourricier.

Tandis que sur les plaques, le pourcentage en nymphes ne dépassait jamais 5 %, elles étaient beaucoup plus nombreuses dans la dérive. Lors d'une pêche en dérive on récolta une seule espèce d'Orthocladiine, *Prodiamesa olivacea* dont tous les exemplaires étaient au stade nymphal. Cette espèce était absente des plaques.

Par comparaison avec les plaques, la dérive était beaucoup plus riche en Tanypodinae, autant en qualité qu'en quantité.

Les larves des genres *Baetis* et *Ephemerella* qui fréquentaient nos plaques s'y tenaient de préférence sur les faces non exposées à la lumière (prospections faites en plein jour). On sait que ces larves sont photophobes et deviennent actives pendant la nuit. C'est pourquoi, ces populations de larves ne représentent qu'un aspect diurne, tandis que les colonies de chironomides, notamment celles de certaines formes mineuses (p. ex. *Cricotopus*), sont beaucoup plus stables. *Baetis* a été constatée pendant toute l'année, *Ephemerella* seulement en été.

Les hirudinées se révélaient le plus souvent par la présence de leurs cocons. Tous les individus, juvéniles ou adultes, rencontrés sur les plaques appartenaient au genre *Erpobdella*. Les Erpobdelles toutes jeunes, ainsi que leurs cocons, étaient particulièrement nombreuses sur les plaques recevant de fortes charges polluées. Remarquons que ces plaques, exposées à des vitesses de courant de 0,5 à 1,0 m/sec., étaient pratiquement vierges de tout autre organisme animal ou végétal.

La présence de Naididae (tab. 8) semblait dépendre en premier lieu de la nature du substrat. C'étaient surtout des espèces appartenant à la faune des pierres ou des sables grossiers qui se fixaient sur nos plaques. Celles qui d'ordinaire se tiennent sur les plantes aquatiques ou dans les détritits s'y trouvèrent accidentellement.

MACROBENTHOS ON POLYETHYLENE PLATES IN RUNNING WATERS

1. — THE KINZIG, A STREAM OF THE LOWER TROUT ZONE AND UPPER BARBEL ZONE.

As a part of the programme at the Landesstelle für "Gewaesserkunde und wasserwirtschaftliche Planung" in Karlsruhe, polyethylene plates (spez. w. 0,95) which float vertically near the surface of the water (fig. 1) were placed in various streams in the Baden-Wuerttemberg area in order to study the appearance of "Aufwuchs". Every 5-8 weeks the settlement of the macro-zoobenthos was also examined. This paper will only deal with a part of these studies, the macro-invertebrates and, then, only with the results furnished by one stream of the lower Rhithron and the upper Potamon [ILLIES and BOTOSANEANU 1963]. The most important group among the colonizers of the plates were the Chironomidae, which generally composed the greater part of every colony, both in quantity and in quality, and were only occasionally

outnumbered by the Simuliidae. Other groups of significance were the genera *Baetis* and *Ephemerella* (Ephemeroptera), *Herpobdella* (Hirudinea), and last but not least, the Naididae (Oligochaeta). All forms which belonged to other groups were only found occasionally on the plates.

In order to characterize the conditions of each site, the amount of "Aufwuchs" in cem that was scraped from the plates (see table 5) was indicated, as well as the relative composition of micro-organisms according to their main groups (fig. 4). It was impossible to make any exact measurements of the speed of the current in the vicinity of the plate surface, which is alone of significance for the colonizing forms. This speed, however, undoubtedly, dependent on the fluctuations in the streams discharge volume.

Results.

Chironomidae : A summary of the findings is shown in tables 3 and 5. Information about the individual collections of the more numerous groups is presented in figures 5 and 6.

The majority of specimens were given by the *Cricotopus-Orthocladius* (s. str.) group and were primarily found in the Potamon zone. Most of these individuals probably belonged to the species *C. cylindraceus* and *C. bicinctus*. On the contrary, the subgenus *Orthocladius* (*Euorthocladius*) occurs almost exclusively in the stream's upper reaches (Hyporhitron) in summer. Their occurrence, even if limited to the summer characterizes then, a clear zonation.

This is in contradiction with THORUP's [1966] statements, who discards the concept of stream zonation (originally set forth by BOTOSANEANU, HUET and ILLIES) and views character of the substrate as the single factor of importance. It is only in winter, when the *Cricotopus-Orthocladius* (s. str.) group is almost completely absent, that the subgenus O. (*Euorthocladius*) was also found in the Potamon in substantial numbers (fig. 5). *Eukiefferiella* appeared on the plates almost exclusively in the Rhitron. It is, therefore, worth noting that the boundary between the Hyporhitron and Potamon, as found in this study, corresponds to the boundary between the "mittellauf" and "unterlauf" proposed in the Kinzig by EIDEL [1933]. *Synothocladius semivirens*, on the other hand, showed a preference for those plates located in the Potamon, or those located in sections of the Kinzig with more important organic pollution and richer growth of sewage fungus. This species was nearly always found in association with typical mud-dwelling forms like *Chironomus*, *Polypedilum*, *Micropsectra*, and *Brillia*. Even *Orthocladius* (*Eudactylocladius*) and the *Cricotopus silvestris*-group mostly settled on plates with rich periphyton growth, but these groups seemed at the same time to be dependent on the presence of an abundant algal growth on the plates.

Whereas the percentage of pupae on the plates never exceeded 5%, it rose much higher in the drift (table 6). *Prodiamesa olivacea* was the only Orthocladiin that was not found on the plates, but appeared only in the drift collection and, then, almost completely in the form of pupae. Tanypodinae were qualitatively as well as quantitatively much more richly represented in the drift than on the plates.

The photophobic and nocturnal larvae of *Baetis* and *Ephemerella* were predominantly found on the plate sides unexposed to light (collections were only made). Colonization by these larvae probably displays, therefore, only the aspect of the period of activity, while

colonization by the Chironomidae, especially the gallerybuilding forms (eg. *Cricotopus*), presents a much more comprehensive picture. *Baetis*-larvae were found throughout the year, *Ephemerella*-larvae only in summer.

Hirudinea was primarily present on the plates under the form of cocoons. In all cases when newly-hatched or even adult specimens were found, they belonged to the genus *Herpobdella* (table 7). The young leeches as well as the cocoons were particularly common on the plates which had been exposed to more important organic pollution. They were not affected by the density of periphyton growth, which has shown to be hindered by a current velocity acting on the plates of 0,5 - 1,0 m/sec. or more.

The occurrence of Naididae (Oligochaeta), (table 8) seems to depend primarily on the character of the substratum. Those species that usually appear on stones and in gravel most frequently settled on the plates (fig. 8). It was noticed that such species as occur on submerged plants and detritus only appear occasionally on the plates.

TRAVAUX CITÉS

- AMBÜHL (H.). 1959. — Die Bedeutung der Strömung als ökologischer Faktor. *Schweiz. Zeitschr. f. Hydrologie*, 21 : 134-264.
- AUTRUM (H.). 1958. — Hirudinac. Die Tierwelt Mitteleuropas Bd. 1, Leipzig.
- BARTHELMES (D.). 1963. — Schwarmbildung von *Eucricotopus*-larven im Freiwasser. *Zeitschr. f. Fisch.* 11 (NF) : 571-573.
- BESCH (W.). 1966. — Biologischer Zustand und Abwasserbelastung der Fließgewässer Nord-badens. *Beitr. naturk. Forsch. SW-Deutschl.*, 25 : 141-154.
- BRINKHURST (R. O.). 1966. — The use of Aquatic Oligochaete Worms in the Detection and Assessment of Water Pollution. WHO/EBL/66./72.
- BRINKHURST (R. O.). 1963. — The Aquatic Oligochaeta Recorded from Lake Maggiore with Notes on the species known from Italy. *Mem. Ist. Ital. Idrobiol.*, 16 : 137-150.
- BRUNDIN (L.). 1949. — Chironimiden und andere Bodentiere der süd-schwedischen Urgebirgsseen. *Inst. Drottningholm Rep.* 30 : 1-896.
- BRUNDIN (L.). 1956. — Zur Systematik der Orthocladiinae (Dipt. Chironomidae). *Inst. Drottningholm Rep.* 37 : 5-185.
- BUCK (H.) und PANTLE (R.). 1959. — Biologische Flußüberwachung (Ergebnisse 1953-1958). *Regierungspräsidium Nordwürttemberg, Stuttg.*
- EIDEL (K.). 1933. — Beiträge zur Biologie einiger Bäche des Schwarzwaldes mit bes. Berücksichtigung der Insektenfauna der Elz und Kinzig. *Inaugural Diss., Freiburg.*
- FITTKAU (E.-J.). 1962. — Die Tanypodinae. (Dipt. Chironomidae). *Abh. Larvalsyst. Insekten*, 6 : 1-453.
- FJERDINGSTAD (E.). 1965. — Taxonomy and Saprobic Valency of Benthic Phytomicro-organisms. *Int. Revue ges. Hydrobiol.* 50 : 475-604.
- GEIJSKES (D. C.). 1935. — Faunistisch-ökologische Untersuchungen am Roeserenbach bei Liestal im Baseler Tafeljura. Ein Beitrag zur ökologie der Mittelgebirgsbäche. *T. Entomologie*, 78 : 249-382.

- GRENIER (P.). 1953. — Simuliidae de France et d'Afrique du Nord (Systématique, Biologie, Importance médicale). *Encyclopédie Entomologique*, **29**.
- HARNISCH (O.). 1959. — Der O_2 -Verbrauch einiger Chironomidenlarven bei erhöhter Temperatur. *Zool. H. Phys.* **68** : 375-394.
- ILLIES (J.) und BOTOSANEANU (L.). 1963. — Problèmes et méthodes de la classification et de la zonation écologiques des eaux courantes, considérées surtout du point de vue faunistique. *Mitt. Int. Ver. Limnol.*, **12** : 1-57.
- KAMLER (E.). 1962. — La faune des Ephémères de deux torrents des Tatras. *Polisk Archiwum Hydrobiologie* **10** (23) : 15-38.
- KLJUTSCHAREWA (O. A.). 1963. — On Downstream and Diurnal Vertical Migrations of Benthic Invertebrates in the Amur. *Zoologitschjesky Journal* **42** : 1601-1612 (russ.-engl. Zus.).
- KORN (H.). 1963. — Studien zur Ökologie der Oligochaeten in der oberen Donau unter Berücksichtigung der abwassereinwirkungen. *Arch. Hydrobiol.*, Suppl. **27** : 131-182.
- LEARNER (M. A.) und EDWARDS (R. W.). 1963. — The Toxicity of some Substances to *Nais* (Oligochaeta). *Proc. Soc. Water treatment and examination* **12** : 161-168.
- LENZ (F.). 1954. — Die Metamorphose der Tendipedinae in : LINDNER : *Die Fliegen der palaearktischen Region. Lief.* **176** : 1-139.
- MACAN (T. T.). 1957. — The Ephemeroptera of a Stony Stream. *J. Anim. Ecol.* **26** : 317-342.
- MC INTIRE. 1966. — Some effects of Current Velocity on Periphyton Communities in Laboratory Streams. *Hydrobiologia* **27** : 559-570.
- MÜLLER (K.). 1966. — Die Tagesperiodik von Fließwasserorganismen. *Z. Morph. u. Ökol. Tiere* **56** : 93-142.
- NIETZKE (G.). 1938. — Die Kossau. Hydrobiologisch-faunistische Untersuchungen an Schleswig-holsteinischen Fließgewässern. *Arch. f. Hydrobiol.* **32** : 1-74.
- SCHENK (G.). 1966. — Quantitative Untersuchungen der Diatomeenflora auf künstlichen Substraten. *Wiss. Hausarbeit an der H. f. E., Gießen*.
- SCHILLER (G.). 1965. — Jahreszeitliche Aspekte des Benthos der Kinzig - drei gütekundliche Untersuchungen. *Wiss. Hausarbeit an der H. f. E., Gießen*.
- SCHMITZ (W.). 1959. — Die Messung von Mitteltemperaturen auf reaktionskinetischer Grundlage mit dem Kreispolarmeter und ihre Anwendung in Klimatologie und Bioökologie, spez. in Forst- und Gewässerkunde. *Zeiss-Mitteilungen*, Bd. **1** : 300-337.
- SCHMITZ (W.). 1961. — Fließgewässerforschung - Hydrographie und Botanik. *Verh. Internat. Verein Limnol.* **14** : 541-586.
- SCHMITZ (W.). 1965. — Die Soziologie aquatischer Mikrophyten. Sep. aus Biosoziologie. *Ber. Int. Symp. in Stolzenau/Weser*, 120-139.
- SCHMÜTZ (L.). 1966. — Ökologische Untersuchungen über die Benthosfauna im Nordostseekanal. *Int. Revue ges. Hydrobiol.* **51** : 633-685.
- SEIBOLD (A.). 1955. — Die Einwirkung v. organischen Fäulnisstoffen auf tierische Leitformen des Saprobiensystems. *Vom Wasser* **22** : 90-166.
- SENTZ-BRACONNOT (E.). 1966. — Données écologiques sur la fixation d'Invertébrés sur des plaques immergées dans la rade de Villefranche-sur-Mer. *Int. Revue ges. Hydrobiol.* **51** : 461-484.
- SPERBER (Ch.). 1950. — A Guide for the Determination of European Naididae. *Zoologiska Bidrag Fran Uppsala* Bd. **29**.

- THIENEMANN (A.). 1929. — Chironomiden-Metamorphosen II. Die Sectio *Tanytarsus genuinus*. *Arch. f. Hydrobiol.* **20** : 93-123.
- THIENEMANN (A.). 1934. — Chironomiden-Metamorphosen VIII. Die *Dia-mesa*-Gruppe. *Stett. Ent. Ztg.* **95** : 3-23.
- THIENEMANN (A.). 1944. — Bestimmungstabellen für die bis jetzt bekannten Larven und Puppen der Orthoclaadiinae. *Arch. f. Hydrobiol.* **39** : 551-664.
- THIENEMANN (A.). 1954. — *Chironomus. Die Binnengewässer* Bd. **20** : Stuttgart.
- THORUP (J.). 1966. — Substrate Type and its Value as a Basis for the Delimitation of Bottom Fauna Communities in Running Waters. Special Publication. *Pymatuning Laboratory of Ecology* **4** : 59-74.
- TSCHERNOWSKIJ (H. A.). 1949. — Bestimmungsbuch für Larven der Chironomiden. *Bestimmungsbücher zur Fauna der UDSSR* **31**, Moskau und Leningrad (russisch).
- WACHS (B.). 1963. — Zur Kenntnis der Oligochaeten der Werra. *Arch. f. Hydrobiol.* **59** : 508-514.
- WACHS (B.). 1964. — Beitrag zur Oligochaeten-Fauna eines schiffbaren Flusses. *Zeitschr. f. angewandte Zoologie*, **51** : 179-191.
- WACHS (B.). 1965. — Vorkommen und Verbreitung der Oligochaeten in der Edertalsperre. *Arch. f. Hydrobiol.* **61** : 190-204.
- WATERS (T. F.). 1964. — Recolonization of Denuded Stream Bottom Areas by Drift. *Transaction of the Am. Fisheries Society*, Vol. **93** : 311-315.
- ZAHNER (R.). 1965. — Organismen als Indikatoren für den Gewässerzustand. *Arch. f. Hyd. u. Bakteriologie* **149** : 243-256.
- ZAVREL (J.). 1939. — Chironomidarum Larvae et Nymphae II (Genus *Eukiefferiella*). *Act. Soc. Sci. Nat. Moraviae*, **11**, Heft 10.

(Landesstelle für Gewässerkunde
und Wasserwirtschaftliche Planung,
Baden - Württemberg
75 Karlsruhe.