

with many thanks
Tom.

Beih. Veröff. Naturschutz Landschaftspflege Bad.-Württ.	44	9-112	Karlsruhe 1985
--	----	-------	-------------------

Chemische und biologische Untersuchung des Gutach-Wutach-Flußsystems zwischen Neustadt und Weizener Steg*

Von TOM GONSER und JÜRGEN SCHWOERBEL

Inhaltsübersicht

1. Einleitung	9
2. Die Probestellen	13
3. Das Gefälle des Gutach-Wutach-Flußsystems	23
3.1 Darstellung des Gefälles 23. – 3.2 Charakterisierung des Gutach-Wutach-Flußsystems nach der „Règle des Pentes“ 24.	
4. Chemische Analysen	25
4.1 Methoden 25. – 4.2 Zusammenfassende Tabellen der Ergebnisse der chemischen Analysen 26. – 4.3 Kalzium und Magnesium 30. – 4.4 Die Wasserstoffionen-Konzentration (pH-Wert) 31. – 4.5 Ammonium, Nitrit und Nitrat 31. – 4.6 Phosphat 35. – 4.7 Sauerstoff und BSB ₅ 36. – 4.8 Tagesgangmessungen 40.	
5. Benthos-Untersuchungen	42
5.1 Methoden 42. – 5.2 Ergebnisse der Benthos-Untersuchungen 44. – 5.3 Ephemeroptera 65. – 5.4 Plecoptera 76 – 5.5 Trichoptera 78. – 5.6 Diptera 83. – 5.7 Megaloptera 88. – 5.8 Coleoptera 88. – 5.9 Hydrachnellae 90. – 5.10 Crustacea 90. – 5.11 Mollusca 92. – 5.12 Hirudinea 93. – 5.13 Oligochaeta 95. – 5.14 Turbellaria 95. – 5.15 Pisces 96. – 5.16 Bacteria 96. – 5.17 Die autotrophen Organismen 97.	
6. Das Organismengefüge des Flußsystems	98
6.1 Gutach 98. – 6.2 Wutach 99. – 6.3 Einteilung in die allgemeine biozönotische Gliederung der Fließgewässer nach ILLIES (1961) und ILLIES & BOTOSANEANU (1963) 100.	
7. Saprobiologische Beurteilung der Untersuchungsstrecke	101
7.1 Allgemeines 101. – 7.2 Gutach 104. – 7.3 Wutach 105.	
Zusammenfassung	107
Literatur	108

1. Einleitung

Die Wutach zeichnet sich durch ihre besondere geologische und geomorphologische Einmaligkeit aus. Ihre Hauptquellflüsse, Gutach und Haslach, entspringen den kristallinen Urgesteinen des Präkambriums im Feldberggebiet. Erst ab der Vereinigung dieser beiden Flüsse heißt das Flußsystem „Wutach“. Sie liegt an dieser Stelle noch in den Gneisen und Graniten des Urgesteins, tritt aber dann, von West nach Ost fließend, nach einigen Kilometern in die mesozoische Schichtstufenlandschaft der östlichen Abdachung des Schwarzwaldes ein.

*Stark veränderte Fassung einer Diplomarbeit, Biol. Fakultät der Universität Freiburg.

Wegen der Anhebung des Schwarzwaldmassives und wegen der Tektonik des Bonndorfer Grabens, in dessen Bereich die Wutach bis kurz unterhalb Achdorf liegt, fallen hier die Schichten des Mesozoikums mit einem durchschnittlichen Gefälle von 27 % besonders steil ab. Hierdurch kann die Wutach mit einem geringeren Gefälle die Schichten des Buntsandsteins, Muschelkalkes und Keupers, stratigraphisch gesehen, von unten nach oben innerhalb von nur 20 km durchfließen. Ursprünglich floß die Wutach von Achdorf, im Bereich des Bonndorfer Grabens, weiter nach Osten und stellte einen oberen Zufluß der Donau dar.

Durch die tektonische Bildung des Oberrheingrabens seit dem Miozän erhielt der Rhein entlang dem jetzigen westlichen Schwarzwald eine tiefere Erosionsbasis, die schließlich im Pleistozän zu dem Anschluß von Aare und Hochrhein führte. Es folgte ein tiefes Einschneiden der Zuflüsse des Hochrheins aus dem südlichen Schwarzwald.

Durch Erosion und Denudation eines dieser Hochrheinzuflüsse ist dann auch die Vertiefung entlang dem jetzigen Unterlauf der Wutach, die durch das Aare-Donau-System im Pliozän bereits vorgeformt wurde, so weit gesenkt worden, daß die Hochwasserstände der Wutach während der Würmeiszeit unterschritten wurden. Die Wutach bahnte sich nun einen Weg zum Rhein hin und lagerte gleichzeitig große Schottermassen in ihrem alten Gerinne ab, so daß dieser Weg verschlossen wurde. Diese „Wutachablenkung“ führte wegen der im Vergleich mit der danubischen um etwa 200 m tiefer liegenden hochrheinischen Erosionsbasis zu drastischen Erosions- und Denudationsvorgängen in der Wutach, die seit der Würmeiszeit die Auswaschung der tief eingesenkten Schlucht, wie sie uns heute begegnet, verursacht haben. Die Grenze dieser „rückschreitenden Erosion“ ist bereits über die eigentliche Wutach hinausgegangen und arbeitet sich nun den Zuflüssen der Wutach hinauf.

Diese geologischen und geomorphologischen Vorgänge sind von HAHN, HASEMANN & PAUL (1971) ausführlich dargestellt worden.

Wegen dieser historischen Entwicklung ist die Formwelt der Hochflächen im Laufe großer Zeiträume geprägt worden, während die fortlaufende Auswaschung der Schlucht erst in jüngster Zeit stattgefunden hat und die noch anhaltende Dynamik dieses Prozesses beim Durchwandern der Schlucht eindrucksvoll zu beobachten ist. Der reißende

Tabelle 1. Übersicht der Verteilung und Höhenlage der Probestellen

Probestelle Nr.	Lage	Fließ-km gesamt	Fließ-km zwischen 2 Probestellen
[0]	Straßenbrücke der Landstraße Neustadt-Kappel	0	
[G1]	Brücke Enkenstein	2,1	2,1
[G2]	Oberhalb Haslachmündung	4,2	2,1
[1]	Unterhalb Rötenbachmündung	6,0	1,8
[2]	Schattenmühle	11,5	5,5
[3]	Tannegger Wasserfall	16,5	5,0
[4]	Rümmelesteg	22,0	5,5
[5]	Gauchachmündung	25,0	3,0
[6]	Achdorf Kläranlage	31,5	6,5
[7]	Weizener Steg	41,3	9,8

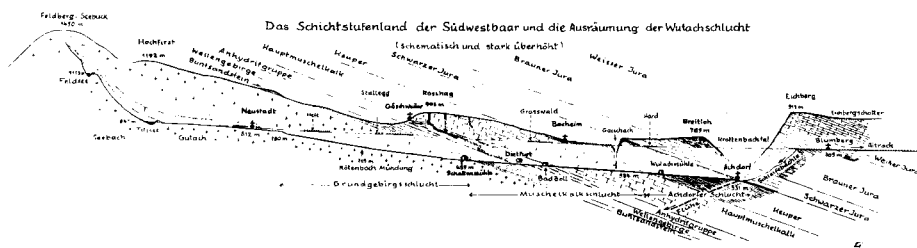


Abb. 1. Geologische Übersicht der Wutachschlucht. – Aus LIEHL (1971).

Wildwassercharakter und die große Auswaschungstätigkeit, die die Wutach in dieser engen Schlucht bei Hochwasser offenbart, sind auch verantwortlich für ihre namensgebende Eigenschaft. Es ist dieses tiefe Einfräsen in die geologisch vielfältige Landschaft infolge des „Anzapfens“ durch das rheinische Flußsystem, das die Einmaligkeit der Wutach ausmacht.

Dieser Vorgang hatte auch unmittelbare Wirkung auf den Einfluß des Menschen. So blieb die eigentliche Schlucht, von wenigen Ausnahmen abgesehen (Stallegg, Schattenschmühle, Dietfurt und Bad Boll), weitgehend unbesiedelt infolge ihrer Unzugänglichkeit, Enge der Schlucht und der winterlichen Kälte. Daher beschränkten sich die Eingriffe des Menschen vor allem auf Abwasserbelastungen aus dem Einzugsgebiet. So wurde außer dem Stallegger Stau im Jahr 1982 eine weitere, größere wasserbauliche Maßnahme getroffen in Form eines Meßwehres unmittelbar unterhalb der Wutachmühle.

Am Ende des letzten Jahrhunderts wurde die bereits vorhandene Abwasserbelastung der Gutach durch das Errichten der zellstoff- und papierproduzierenden Fabrik „Fürst zu Fürstenberg“ in Neustadt dramatisch erhöht. Im Laufe der Jahre wurde die Zellstoff- und Papierproduktion gesteigert, und die Einleitung häuslicher Abwässer nahm soweit zu, daß 1954 in der Gutach unterhalb von Neustadt ein Saprobienindex von 3,9 festgestellt wurde. Diese sehr starke Abwasserbelastung blieb lange Zeit fast unverändert erhalten, so daß GEISLER (1971) in seiner Untersuchung von 1970 immer noch einen Saprobienindex von 3,7 in der Gutach bei Neustadt feststellte. Seit dieser Zeit ist viel

Höhenlage m NN	Breite m	Tiefe cm	Substrat	Strömungsgeschw. m/s
778	12–14	10–60	steinig-kiesig-sandig	0,3–1,5
736				
720				
713	9–15	15–50	steinig-kiesig	0,6–1,0
650	12–16	20–50	steinig-kiesig	0,6–1,0
600	10–20	20–60	steinig-kiesig	0,5–1,3
580	6–15	20–50	steinig-kiesig	0,3–1,6
574	17–24	15–70	steinig-kiesig	0,5–1,1
530	17–21	10–70	steinig-kiesig	0,2–1,5
470	15–19	20–60	steinig-kiesig-sandig	0,6–1,1

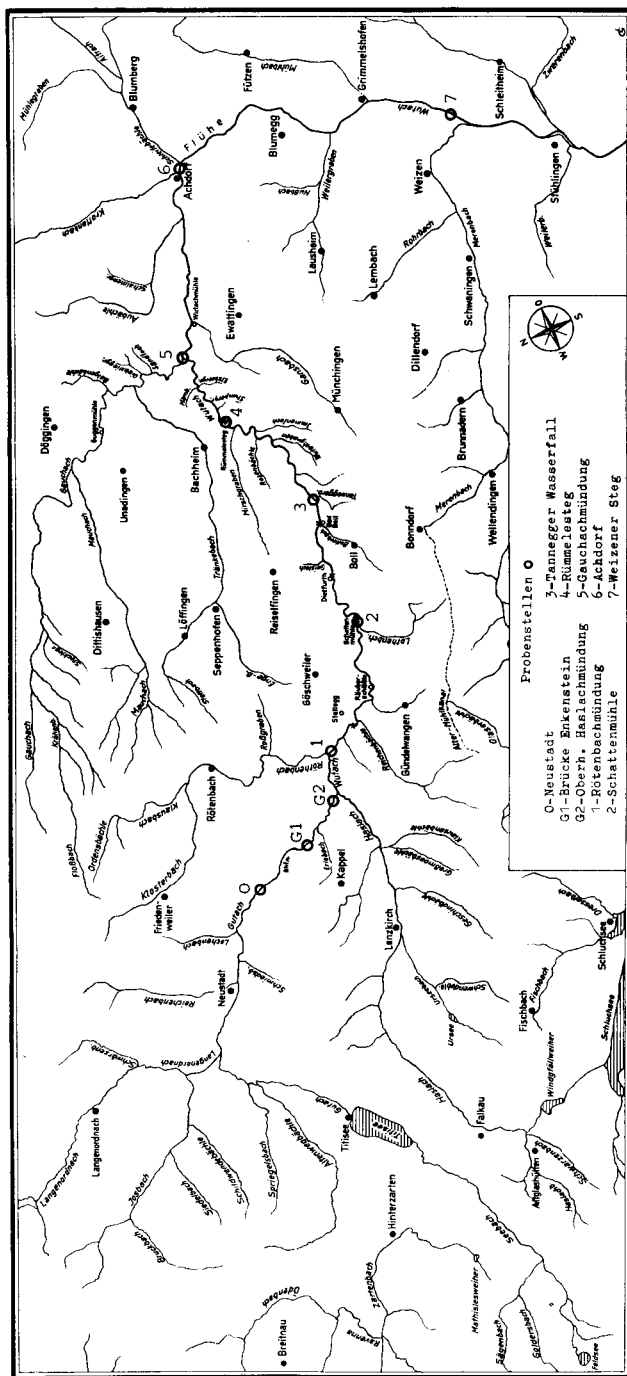


Abb. 2. Probenstellen im Gewässernetz des Wutachgebietes. – Kartengrundlage nach LIEHL (1971).

geschehen, um die Abwasserbelastung der Wutach zu verringern. So ist 1972 eine Kontaktschlamm-Anlage zur Reinigung der Papierabwässer in Betrieb genommen worden. Im November 1977 wurde die Zellstoffproduktion eingestellt, wodurch von der Papierfabrik nur noch Abwässer aus der Altpapier-Aufbereitung in die Wutach gelangen. Im Jahr 1979 wurde die biologische Reinigungsstufe der Kläranlage Neustadt in Betrieb genommen. Diese Maßnahmen haben im Laufe der letzten 12 Jahre zu einer deutlichen Verbesserung der Gewässergüte der Wutach geführt, die nun durch diese Arbeit, unter Berücksichtigung der naturgegebenen Bedingungen genauer untersucht und belegt werden soll.

Danksagung

Unser ganz besonderer Dank gilt Frau GISELA TILLMANN für ihre tatkräftige Hilfe bei den chemischen Analysen. Herrn Dr. P. ZWICK danken wir für die Bestimmungen der Blephariceridae, ebenso Herrn Dipl.-Biol. WOLFGANG PANKOW für die Bestimmung der Käfer. – Frau RENATE GONSER danken wir herzlichst für die mühevollen Arbeit, das Manuskript zu tippen.

2. Die Probestellen

Die Angaben der Tabelle 1 beziehen sich auf normalen Wasserstand im Sommer bei einem Pegelstand von 23–28 cm an der Gutach in Neustadt. Das entspricht einer Wasserführung von 1290–1900 l/s. Die Wutach hat durch die Zuflüsse von Haslach und Röttenbach und anderer kleinerer Nebenflüsse ab der Röttenbachmündung schätzungsweise die 2–3fache Wasserführung der Gutach bis zur Gauchachmündung. Ab dort besitzt sie etwa die 4fache Wasserführung.

Die Strömungsgeschwindigkeiten, die angegeben werden, sind durch das Stoppen von Driftkörpern über einer abgemessenen Strecke ermittelt worden. Diese schwanken in einem weiten Bereich und sollen daher nur einen Eindruck der Strömungsgeschwindigkeiten vermitteln.

Probestelle [0] – Gutachbrücke/Neustadt

Lagebeschreibung: Die Untersuchungsstelle an der Gutach liegt etwa 3 km flussabwärts der Stadt Neustadt unmittelbar unterhalb der Straßenbrücke der Landstraße Neustadt–Kappel-Lenzkirch. Hier verdichtet sich das weite, offene Tal um Neustadt (Ende der Vergletscherung) und geht allmählich über in die „Gutachenge“, wo sich die Gutach in das kristalline Urgestein eingeschnitten hat. Die Grenze der rückschreitenden Erosion infolge der Wutachablenkung liegt etwa 1 km unterhalb dieser Stelle. – Etwas mehr als 1 km oberhalb der Untersuchungsstelle liegt die Kläranlage der Stadt Neustadt.

Blatt 8115, 43550/06450

Abb. 3, 4

Höhenlage: 778 m über NN;

Breite: 12–14 m; Tiefe: 10–60 cm, durchschnittlich 25 cm;

Strömungsverhältnisse: ~ 0,3–1,5 m/s. Die Strömungsverhältnisse sind hier auf kleinem Raum sehr unterschiedlich.

Beschattung: Die Beschattung durch Vegetation unmittelbar an der Probestelle ist gering, jedoch ist das umliegende Landschaftsrelief so geschaffen, daß der Untersuchungsbereich erst am späten Vormittag von unmittelbarer Sonneneinstrahlung getroffen werden kann und (im Sommer) die Sonne schon am späten Nachmittag durch den Föhrenbühl wieder verdeckt wird.

Substrat: Steinig-kiesig-sandig. Die Hohlräume zwischen den Steinen sind an dieser Stelle im Verhältnis zu den übrigen Stellen besonders stark mit feinerem Material (Grobsanden) aufgefüllt. Besonders im Juni und September, als ein Überzug von *Sphaerotilus natans* vorlag, wurde viel Sand in dem Lückensystem abgelagert. Die Ufer sind hier durch aufeinander gelagerte Felsbrocken befestigt.

Probestelle [G1] – Brücke Enkenstein

Fließkilometer von Probestelle 0: 2,1 km;
Höhenlage: 736 m NN;
Lagebeschreibung: Blatt 8115 Lenzkirch, 44180/04630.

Probestelle [G2] – Oberhalb Haslachmündung

Fließkilometer von Probestelle G2: 2,1 km;
Höhenlage: 720 m NN;
Lagebeschreibung: Die Probestelle bezeichnet die Gutach unmittelbar vor dem Zusammenfluß mit der Haslach.
Blatt 8115 Lenzkirch, 45100/03250.

Diese beiden Proben wurden nur zur Gewinnung von Wasserproben für die chemischen Analysen am 21. 6. 82 und am 11. 7. 82 verwendet.

Probestelle [1] – Röttenbachmündung

Lagebeschreibung: Die Probestelle liegt etwa 150 m unterhalb der Röttenbachmündung. Schon kurz vor der Röttenbachmündung beginnt sich die Talsohle auszuweiten auf bis zu etwa 100 m Breite. Diese flache, bewaldete Talsohle ist etwa 300 m lang und wird bei Hochwasser überschwemmt. Die Wutach umfließt diesen ebenen Bereich von rechts und drückt sich dabei ganz an den steilen, rechtsseitigen Hang. Durch die dadurch hervorgerufene Denudation rutscht hier ständig Material in die Wutach. Auch mehrere Bäume sind im Laufe des Sommers 1982 hier zum Umkippen gebracht worden. Am Ende dieser flachen Talsohle wird das Tal sehr eng und unzugänglich. Dort schneidet sich die Wutach tief in das Urgestein ein.

Blatt 8115, 46200/03100

Abb. 5

Fließkilometer von Probestelle 0: 6,0 km;
Höhenlage: 713 m über NN;
Breite: 9–15 m; Tiefe: 15–50 cm, durchschnittlich 30 cm;



Abb. 5. Probestelle [1] (Röttenbach-Mündung).

Strömungsverhältnisse: 0,6–1,0 m/s. Die Strömungsverhältnisse sind über den Bachquerschnitt hinweg relativ einheitlich. Es liegt ein typisches „riffle“ vor, wobei die Turbulenzen, die durch die Stromsohle verursacht werden, bis an die Oberfläche durchdringen. Das Strömungsregime ist stark verwirbelt.

Substrat: Steinig-kiesig. Die Steine sind im ganzen Bachquerschnitt homogen verteilt. Die Kiesfraktion nimmt zu den Ufern hin zu. Sande sind erst in ein paar cm Tiefe im Substrat anzutreffen.

Beschattung: Der gute Baumbestand unmittelbar am linken Flußufer führt selbst nicht zu einer besonders starken Beschattung; der steile Abhang am rechtsseitigen Ufer jedoch (nach Nord-Osten exponiert) und dessen Baumbestand führen dazu, daß die Untersuchungsstelle nur kurzfristig am Vormittag und am späten Nachmittag von der Sonne getroffen wird.

Probestelle [2] – Schattenmühle

Lagebeschreibung: Nachdem die Wutach die besonders enge, tief eingeschnittene Gneisschlucht durchquert hat, die durch ihren dichten Nadelwald besonders finster wirkt, weitet sich das Tal wieder aus durch eine kleine Wiese, die etwa 100 m oberhalb der Schattenmühle beginnt. Durch das Wehr, das oberhalb der Schattenmühle errichtet worden ist, fließt die Wutach entlang dieser Wiese sehr langsam und ruhig. Dieser Bereich enthält viele Forellen. Unterhalb des Wehres quert die Verbindungsstraße Löffingen–Bonndorf die Wutach. Hier mündet der Lotenbach. Der Untersuchungsbereich erstreckt sich von unterhalb der Straßenbrücke bis zu etwa 30 m flußabwärts.

Nach der Wirtschaft „Schattenmühle“ und dem Sägewerk sieht man an den Steilhängen Quellen austreten, die aus den höher gelegenen Muschelkalkschichten sehr viel gelösten Kalk mitführen, der bei ihrem Austritt wieder ausfällt. Von dem Quelltuff oder Sinterkalk häufig überdeckt, hat der Buntsandstein hier die Flußhöhe erreicht. In der nächsten Linksbiegung des Flusses sieht man den Buntsandstein am deutlichsten in Form einer Felsnase, ehe er unter die Talsohle abtaucht.

Blatt 8115, 49200/00750

Abb. 6, 7

Fließkilometer von Probestelle 1: 5,5 km;

Höhenlage: 650 über NN;

Breite: 12–16 m; Tiefe: 20–50 cm, durchschnittlich 30 cm;

Strömungsverhältnisse: 0,6–1,0 m/s. Über den Bachquerschnitt hinweg sind relativ einheitliche Strömungsverhältnisse vorhanden. Der untersuchte Bereich ist als „riffle“ zu bezeichnen. Die Wasseroberfläche ist stark durch Verwirbelungen aufgeraut.

Substrat: Steinig-kiesig. Steine sind im Bachquerschnitt homogen verteilt. Unterhalb der obersten Steine und Kiese sind auch Sande vorhanden. Kaum Pflanzenpolster, nur sehr wenige Moose und zeitweise auch Grünalgenbüschel.

Beschattung: Die Untersuchungsstrecke wird durch die Ufervegetation vor allem am rechtsseitigen (südlichen) Ufer gut beschattet. Insgesamt kann die Beschattung aber als mäßig gelten. Durch die Tallage wird die Sonne bereits am späten Nachmittag verdeckt.

Probestelle [3] – Tannegger Wasserfall

Lagebeschreibung: Wenige hundert Meter unterhalb der ehemaligen Bade- und Kursiedlung Bad Boll taucht der Mittlere Muschelkalk unter die Talsohle. Das Tal weitet sich wieder, und die Schotterflächen beginnen bis an die senkrechten Wände des Hauptmuschelkalkes heranzureichen. Die Linkskurve des Flusses unmittelbar oberhalb des Tannegger Wasserfalls würde naturgemäß bis an die Felswände der rechten Talseite heranreichen, doch würde dies den Wanderweg unterbrechen. Aus diesem Grunde ist vom Schwarzwaldverein das rechte Ufer durch große Felsbrocken und alte Eisenbahnschienen befestigt worden. Rechts von der Uferbefestigung, auf der der Wanderweg entlangführt, ist nun ein Altwasser abgetrennt worden. Am Ausgang dieser Linkskurve, wo auch die Uferbefestigung endet, beginnt die Untersuchungsstelle. Sie erstreckt sich etwa 20 m bis zum Eingang in die darauffolgende Rechtskurve.

Bald nach dem Tannegger Wasserfall hebt sich der Wanderweg von der Talsohle ab und verläuft, eingehauen in die senkrechten Wände des Hauptmuschelkalkes, weit oberhalb des



Abb. 6 und 7. Probestelle [2] (Schattenmühle).



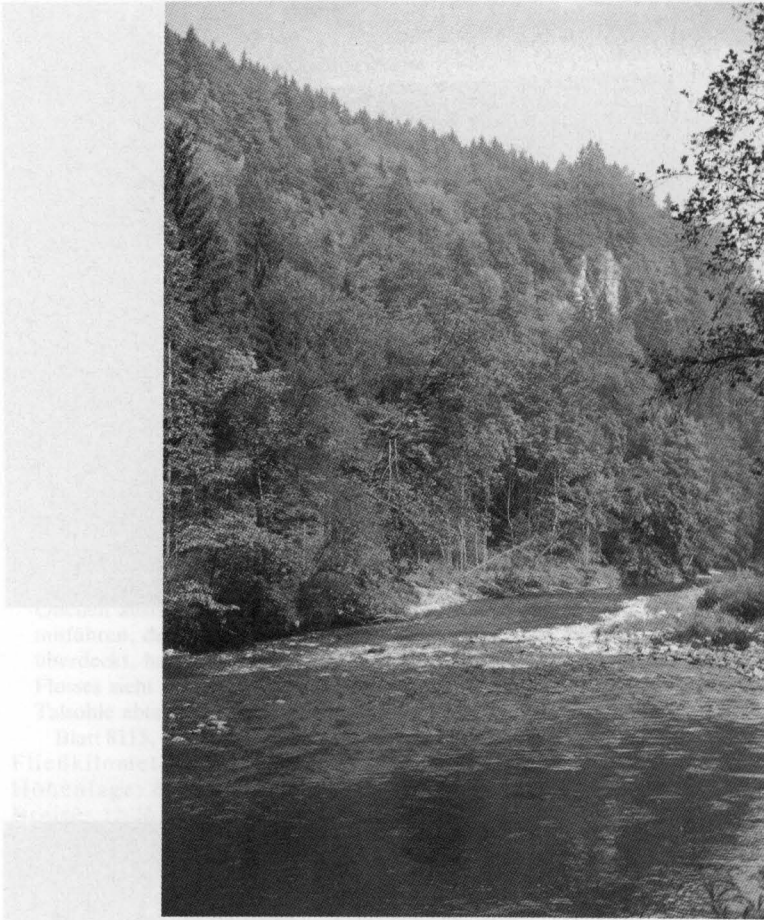


Abb. 8. Probestelle [3] (Tannegger Wasserfall).

Flusses. Von hier aus kann man sehr schön sehen, wie der Fluß zwischen den Felswänden hin und her pendelt.

Blatt L 8116, 52940/00560

Abb. 8, 9

Fließkilometer von Probestelle 2: 5,0 km;

Höhenlage: 600 m über NN;

Breite: 10–20 m; Tiefe: 20–60 cm;

Strömungsverhältnisse: Die Probestelle befand sich im Bereich des Wendepunktes einer S-Kurve des Flusses. Hierdurch wechselten sich Prallhang und Gleithang ab, und die Strömungsgeschwindigkeiten in Ufernähe änderten sich entsprechend stark. Der Bereich zwischen dem Ausgang der oberen Kurve bis zum Beginn der unteren Kurve (typ. „riffle“) wurde als Untersuchungsstelle gewählt. Hier lagen Oberflächenströmungsgeschwindigkeiten von 0,6–1,3 m/s vor, und das Strömungsregime dieses Bereiches war sehr verwirbelt.

Substrat: Steinig-kiesig; unterhalb der obersten Steine und Kiese auch Sand. Es waren kaum Pflanzenpolster vorhanden, sehr wenige Moose und vereinzelte Grünalgenbüschel.

Beschattung: Die Beschattung an dieser Stelle ist gering, da beide Seiten des Flusses von breiten Schotterflächen begrenzt werden.

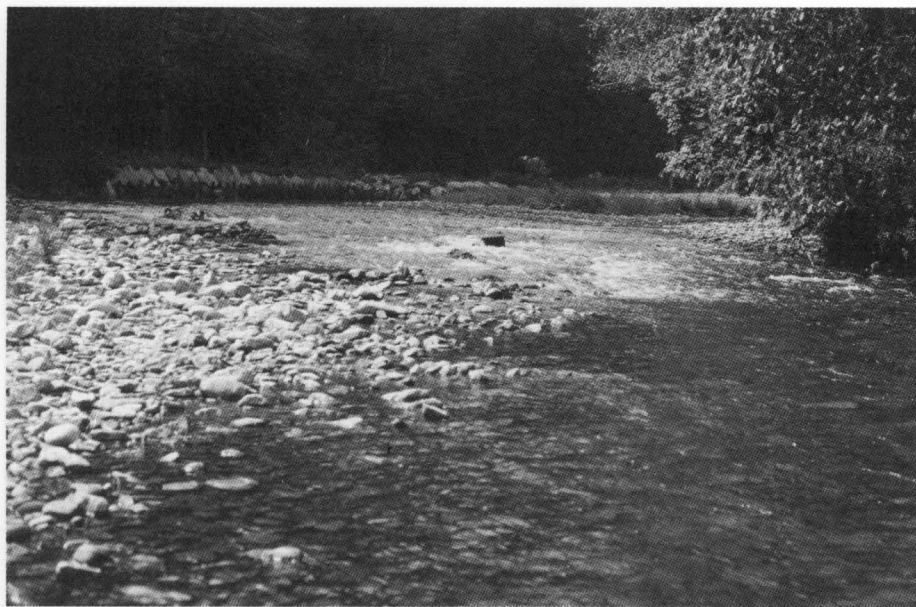


Abb. 9. Probestelle [3] (Tannegger Wasserfall).

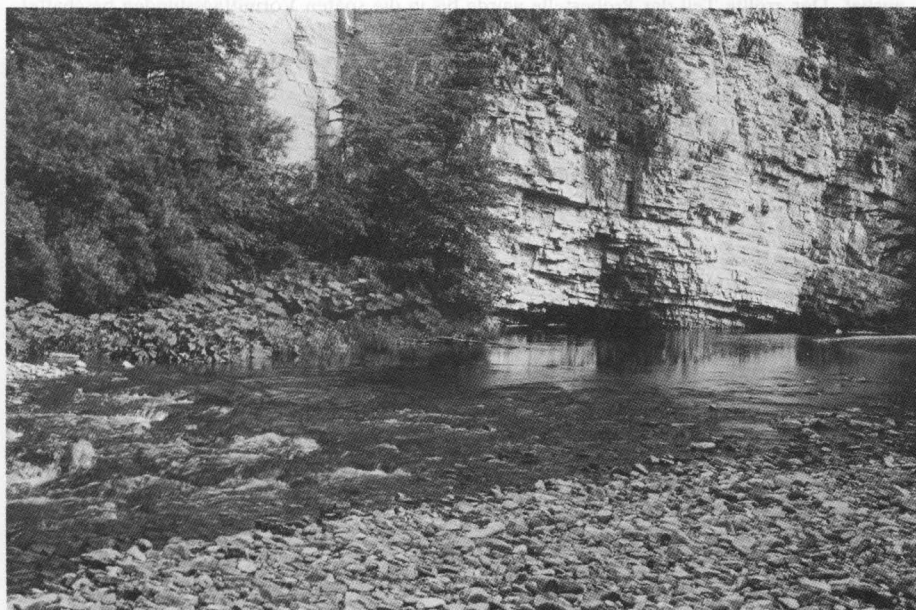


Abb. 10. Probestelle [4] (Rümmelesteg).

Probestelle [4] – Rümmelesteg

Lagebeschreibung: 200–300 m flußaufwärts von Rümmelesteg liegt die Wutachversickerung, wo ein Teil (schätzungsweise $\frac{1}{3}$ bei Normalwasserstand im Sommer) des Wutachwassers zwischen dem Geröll verschwindet, das für Detritus und driftende Benthosorganismen wie ein Filter wirkt. Hier findet man die Benthosorganismen in ungeheurer Dichte, und viele von ihnen kriechen sogar im Trockenen umher auf der Suche nach einem geeigneteren Habitat – ein sehr ungewöhnliches Bild.

Erreicht man den Rümmelesteg von der Versickerung kommend, so liegt rechts des Steges ein tiefer, sehr langsam fließender Bereich des Flusses (engl. pool), aus dem eine hohe Felswand des Oberen Muschelkalkes emporsteigt. Am Ausgang dieses „pools“ gabelt sich der Fluß unauffällig, so daß ein Teil des Wassers fast unsichtbar nach rechts durch die Strauch- und Pestwurz-Vegetation abfließt. Die ersten 20 m des gut sichtbaren linken Astes dieser Gabelung stellen die Untersuchungsstelle dar¹⁾. Nach der nächsten Rechtsabbiegung des Flusses unterhalb der Untersuchungsstelle führt ein Weg auf die Hochfläche zur Ortschaft Bachheim. Etwas mehr als 1 km weiter tritt das versickerte Wutachwasser zwischen zwei Kalkschichten wieder aus.

Blatt L 8116, 55950/01640

Abb. 10

Fließkilometer von Probestelle 3: 5,5 km;

Höhenlage: 580 m über NN;

Breite: 6–15 m; Tiefe: 20–50 cm, durchschnittlich 30 cm;

Strömungsverhältnisse: Die Strömungsgeschwindigkeiten änderten sich in einem weiten Bereich von 0,3 m/s am Ausfluß des „pools“ bis zu 1,6 m/s, wo sich der Bachquerschnitt verengt.

Die Tiere wurden fast ausschließlich aus dem Bereich von 0,6–1,2 m/s gesammelt. Im oberen, langsameren Bereich floß das Wasser noch mit glatter Oberfläche ab. Unterhalb davon wurde bei höheren Geschwindigkeiten die Wasseroberfläche von starken Verwirbelungen aufgeraut.

Substrat: Steinig-kiesig; nach oben hin zunehmend auch Sande. Es waren fast keine Pflanzenpolster vorhanden, nur sehr wenige Grünalgenbüschel und kleine Moospolster.

Beschattung: Die Beschattung der Untersuchungsstrecke war sehr unterschiedlich, von gering bis stark beschattet, da das rechte (östliche) Ufer stark mit zum Teil überhängenden Sträuchern und mit Pestwurz bewachsen war, während das linke (westliche) Ufer in eine breite Geröllfläche auslief. Der größte Teil der Probestelle wurde bis in die späten Vormittagsstunden beschattet.

Probestelle [5] – Gauchachmündung

Lagebeschreibung: Mit einem langgestreckten, flachen, gut beschatteten Abschnitt kommt die Wutach zur Gauchachmündung. Etwa 0,5 km weiter flußabwärts, kurz vor der Wutachmühle, erreicht der Keuper die Talsohle. Ab hier weitet sich das Tal, und die Wutach fließt fast geradlinig durch das, wegen der rutschenden Hänge, V-förmige Tal des Keupers.

Blatt L 8116, 58100/01990

Abb. 11, 12

Fließkilometer von Probestelle 4: 3,0 km;

Höhenlage: 574 m über NN;

Breite: 17–24 m; Tiefe: 15–70 cm;

Strömungsverhältnisse: 0,5–1,1 m/s. Außer in Ufernähe hatte das besammelte Areal den Charakter eines „riffle“.

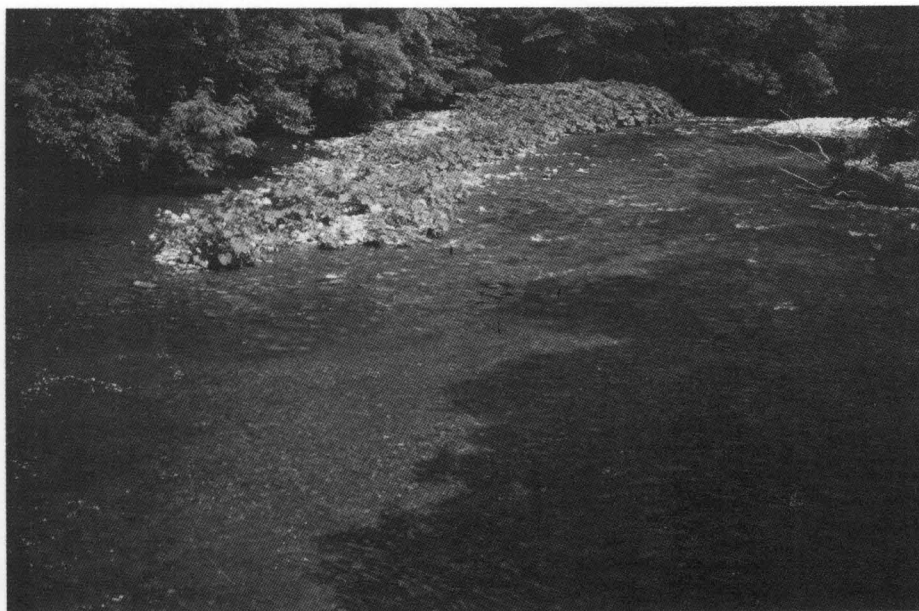
Substrat: Steinig-kiesig. – Die Tiere wurden an zwei Stellen gesammelt: unterhalb des Wehres unterhalb der Gauchachmündung (Abb. 11) und unmittelbar oberhalb der Gauchachmündung (Abb. 12). Das Areal oberhalb der Gauchachmündung hatte eine sehr hohe Kiesfraktion.

Beschattung: Die Beschattung dieser Probestelle ist wegen der weit in den Fluß hineinragenden dichten Ufervegetation erheblich. Sie liegt bei etwa 40–50 %.

Probestelle [6] – Achdorf

Lagebeschreibung: Etwa 1,5 km oberhalb von Achdorf, kurz vor der Ortschaft Aselfingen, weitet sich die Talsohle. Die Probestelle liegt etwa 0,4 km unterhalb von Achdorf. Am linken

¹⁾ Eine Exkursion im Jahre 1983 zeigte, daß die Probestelle trocken gefallen ist. Die Wutach fließt jetzt nur noch im rechten Ast dieser Gabelung, ganz auf der rechten Seite der Talsohle.



das Tal weit und flach ist. Auf der linken Seite des Tales, die „Mühlentherme“ führt ein Weg zur Probestelle. Die Wutach bildet hier die Grenze zwischen Deutschland und der Schweiz. Etwas mehr als 1 km unterhalb der Probestelle fließt der Mersbach zu.
 Baus 1. Bild, 2. Abb. 11 und 12. Probestelle [5] (Gauchach-Mündung).
 Höhe 600 m über NN, 1 km von Probestelle 6. 1. Bild
 Höhenlage: 470 m NN



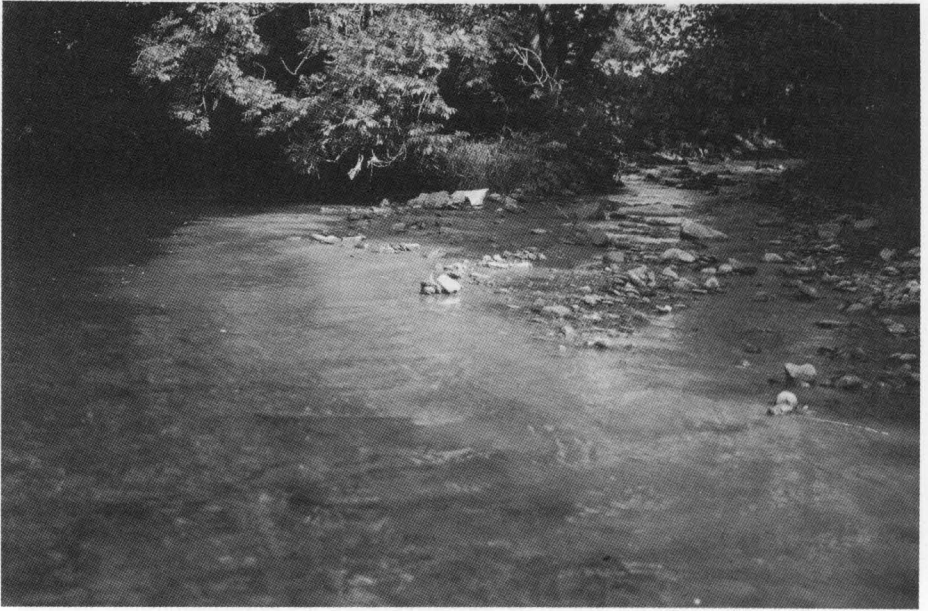


Abb. 13. Abwasserbelasteter Zufluß unterhalb Achdorf.

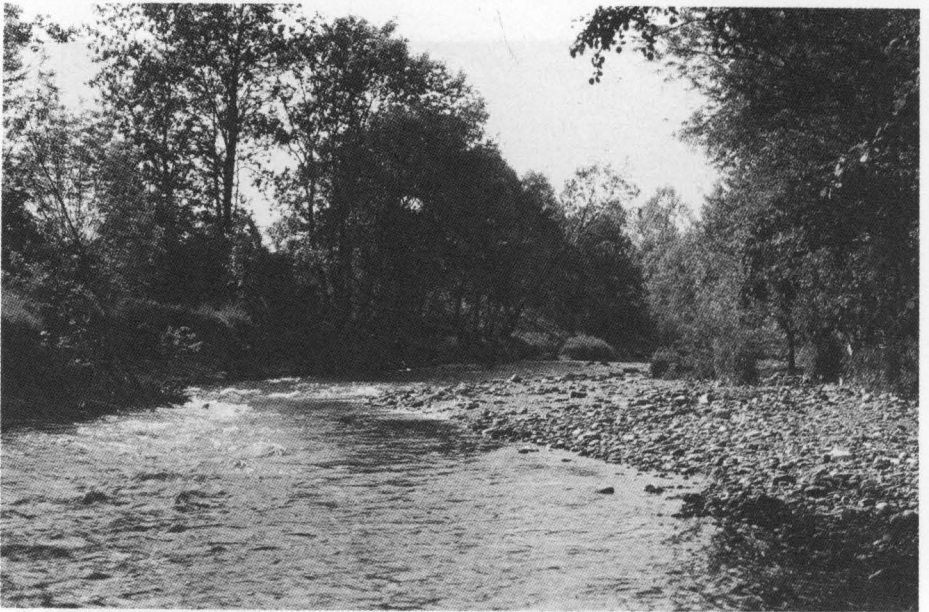


Abb. 14. Probestelle [6] (Achdorf).

Ufer fließt ein kleiner Bach zu, der, aus einem großen landwirtschaftlichen Betrieb kommend, organisch stark belastet ist (Abb. 13). In dessen „Abwasserfahne“ ist nicht gesammelt worden. Etwa 200 m unterhalb befindet sich die Kläranlage Achdorf. Etwa 1,5 km unterhalb der Probestelle quert die Ewattinger Verwerfung den Fluß. Ab hier ist die mesozoische Schichtenlagerung anders geneigt, und zwar so, daß sie gegen die Wutach emporsteigt. Daher durchfließt die Wutach noch einmal die Schichten der Trias. Diese Strecke wird als Wutachflühen bezeichnet. – Bei ihrem Austritt aus den Flühen in Grimmelshofen hat die Wutach wieder den unteren Muschelkalk erreicht.

Blatt L 8116, 62800/99800

Abb. 14

Fließkilometer von Probestelle 5: 6,5 km;

Höhenlage: 530 m NN;

Breite: 17–21 m; Tiefe: 10–70 cm;

Strömungsverhältnisse: Die Strömungsverhältnisse an dieser Stelle waren sehr unterschiedlich.

In einem flachen zentralen Teil rieselte das Wasser nur langsam zwischen den Steinen hindurch.

Am Prallhang am rechtsseitigen Ufer wurde eine Geschwindigkeit von über 1,5 m/s gemessen.

Der größte Teil der Sammelstrecke direkt oberhalb dieser beiden Areale zeigte eine Fließgeschwindigkeit von 0,6–1,2 m/s.

Substrat: Steinig-kiesig. Hier waren viele einzelne Grünalgenpolster und auch *Callitriche hamulata* vorhanden; zum ersten Mal war auch wieder *Ranunculus fluitans* zu sehen.

Beschattung: Infolge einer dichten Ufervegetation ist die Beschattung unmittelbar am Ufer gut, im zentralen offenen Bereich jedoch gering.

Probestelle [7] – Weizener Steg

Lagebeschreibung: 2 km oberhalb der Probestelle liegt die Ortschaft Grimmelshofen; ab dort ist das Tal weit und offen. Von der Haltestelle Bahnhof Weizen der „Museumsbahn“ führt ein Weg zur Probestelle. Die Wutach bildet hier die Grenze zwischen Deutschland und der Schweiz. – Etwas mehr als 1 km unterhalb der Probestelle fließt der Merenbach zu.

Blatt L 8316, 27000/92300

Fließkilometer von Probestelle 6: 9,8 km;

Höhenlage: 470 m NN;

Breite: 15–19 m; Tiefe: 20–60 cm;

Strömungsverhältnisse: Die Strömungsverhältnisse waren recht gleichmäßig über den Flußquerschnitt hinweg. Die Oberflächengeschwindigkeit betrug 0,6–1,1 m/s. Typisches „riffle“.

Substrat: Steinig-kiesig-sandig. Hier lag eine deutlich höhere Sandfraktion vor als in dem Substrat der Stellen flüßaufwärts. Viele punktuell verteilte Grünalgenbüschel vorhanden.

Beschattung: Das steil emporsteigende linke (östliche) Ufer führt mit seiner dichten Vegetation morgens zu guter Beschattung. Das rechte Ufer mit lichter Vegetation verursacht nur geringe Beschattung.

3. Das Gefälle des Gutach-Wutach-Flußsystems

3.1 Darstellung des Gefälles

Die Gutach-Wutach überwindet in den 41,3 Kilometern des untersuchten Flußabschnittes (vgl. Abb. 15) einen Höhenunterschied von 308 m. Das entspricht einem durchschnittlichen Gefälle von 7,5‰. Das stärkste Gefälle von 20‰ zwischen den Probestellen 0 und G1 ist darauf zurückzuführen, daß hier die Grenze der „rückschreitenden Erosion“ liegt. Das Gefälle in diesem Abschnitt ist jedoch nicht gleichmäßig. Für etwa 1 km nach der Probestelle [0] ist das Gefälle noch relativ gering. Erst ab der Grenze der „rückschreitenden Erosion“ fällt die Gutach stark ab und hat bis zur Brücke Enkenstein ein Gefälle um 20‰.

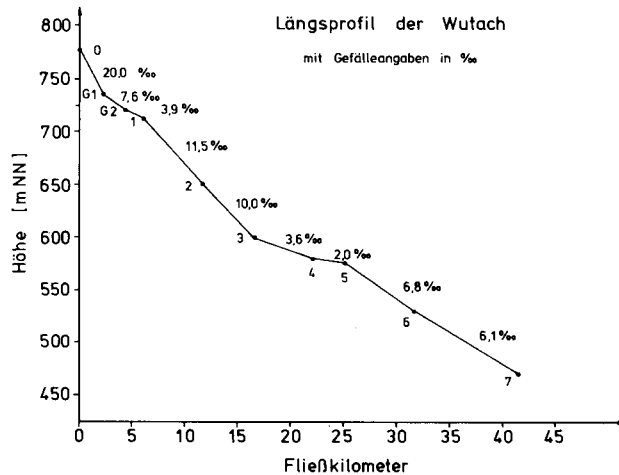


Abb. 15. Längsprofil des Gutach-Wutach-Flußsystems mit Gefälleangaben in ‰.

3.2 Charakterisierung des Gutach-Wutach-Systems nach der „Règle des Pentes“

Im ganzen gesehen, kann man den Untersuchungsabschnitt nach der „Gefälleregel“ (HUET 1949, 1954) der Forellenregion zuordnen. Der oberste Teilabschnitt [0–G1] hat den Charakter der oberen Forellenregion. Die sommerlichen Höchsttemperaturen dürften hier aber im allgemeinen höher liegen als es für die obere Forellenregion typisch ist, wegen der Erwärmung des Wassers im Titisee und der guten Exposition der Gutach im weiten Tal um Neustadt.

Der unterste Teilabschnitt zwischen Grimmelshofen und dem Weizener Steg geht bereits über in die Äschenregion. Hier ist das Gefälle geringer als zwischen Achdorf und Grimmelshofen.

Es liegen, wie aus dem Längsprofil (Abb. 15) deutlich hervorgeht, zwei Abschnitte vor, wo das Gefälle wesentlich geringer wird und die so gekennzeichneten Flußabschnitte der Äschenregion zugeordnet werden müßten. Das ist einerseits zwischen der Haslachmündung [G2] und der Rötenbachmündung [1] und andererseits zwischen dem Tannegger Wasserfall [3] und der Gauchachmündung [5] der Fall, wobei zwischen dem Rümmelesteg [4] und der Gauchachmündung [5] das Gefälle so gering ist (2,0 ‰), daß dieser Teilabschnitt nach der Gefälleregel schon zur Barbenregion überleitet. Der Abschnitt zwischen den Probestellen [3] und [5] ist fast exakt die Teilstrecke des Flusses, die den Hauptmuschelkalk durchquert und zeigt einen deutlich mäandrierenden Verlauf, der sonst nur in einem kleinen Stück unterhalb der Schattenmühle zu finden ist. In den Bereichen, wo die Wutach unmittelbar an den Kalkfelswänden entlangfließt, ist sie besonders tief und hat eine geringe Fließgeschwindigkeit.

Aus folgenden Gründen können diese Abschnitte geringen Gefälles trotzdem zur Forellenregion gerechnet werden:

1. Die Höhenlage und die relativ geringe Sonnenexposition durch die umgebenden Steilhänge wirken temperaturerniedrigend auf den Wärmehaushalt. Die Talquerschnitte bis Grimmelshofen entsprechen denen der Forellenregion und ab Grimmelshofen denen der Äschenregion (vgl. HUET 1954).
2. Starke Erosion und Denudation führen zu einer permanenten Nachlieferung von grobsteinigem Substrat und zu besonders häufiger Umlagerung des Flußbodens.
3. Wie später gezeigt werden wird (Kap. 6), ist hier die Makrobenthos-Besiedlung weitgehend konform mit der der benachbarten Probestellen von Flußabschnitten höheren Gefälles („eindeutigen“ Forellenregionen).

Hier sind geologische und geomorphologische Besonderheiten vorhanden, die bei Anwendung der Gefälleregeln zu Fehlinterpretationen führen können und daher bei der Einteilung mitberücksichtigt werden müssen.

Die Unregelmäßigkeiten im Profilverlauf sind meines Erachtens auf zwei Faktoren zurückzuführen:

1. Auf die (erdgeschichtlich) sehr schnelle Auswaschung der Schlucht durch die „Anzapfung“ des rheinischen Flußsystems und der damit verbundenen Tieferlegung der Erosionsbasis.
2. Auf die erheblichen Gesteinsunterschiede innerhalb der Schlucht. Vor allem das geringe Gefälle zwischen dem Tannegger Wasserfall [3] und der Gauchachmündung [5] liegt vermutlich an der festen Beschaffenheit des Hauptmuschelkalkes, der zwischen diesen beiden Probestellen von dem Fluß durchflossen wird.

Fischereilich wird die Wutach bis zum Weizener Steg infolge starker Besatzmaßnahmen mit Forellen durch die Angelvereine ganz als Forellenregion genutzt.

4. Chemische Analysen

4.1 Methoden

Die Probenentnahmen für die chemischen Analysen erfolgten am 15. 6., 21. 6., 7. 7., 11. 7., 13. 8. und 31. 8. 82. Welche Analysen an diesen Tagen in einzelnen durchgeführt wurden, ist in den Tabellen 2-7 (Kap. 4.2) zusammenfassend dargestellt.

Tagesmessungen wurden am 11./12. 9. 82 an der Probestelle [0] und am 27. 8. 9. 82 an der Probestelle [5] durchgeführt.

Die Analysen wurden nach folgenden Methoden durchgeführt:

Sauerstoff

Die Sauerstoffbestimmung (O_2 -Sofortgehalt) erfolgte nach WINKLER (SCHWOERBEL 1980). Die Proben wurden am Fluß abgefüllt und fixiert und im Labor aufgearbeitet. Die prozentualen Sauerstoffsättigungen wurden nach den Tabellen der EAWAG (1973) unter Berücksichtigung der Höhenlage ermittelt.

BSB₅

Für die Bestimmung des biochemischen Sauerstoffbedarfs in 5 Tagen (BSB₅) wurden Wasserproben in Winklerflaschen 5 Tage lang im Fluß exponiert, und zwar so, daß sie vor Lichteinfall geschützt waren. Nach 5 Tagen wurde die Sauerstoffkonzentration wie oben gemessen. Die Differenz zwischen Sofortgehalt und der Konzentration nach 5 Tagen Exposition ergab den BSB₅.

Kalzium

100 ml Wasser wurden mit 1 ml 25%iger Kalilauge und 1 Spatelspitze Calconcarbonsäure versetzt. Anschließend wurde mit einer 0,1 M Titriplex-III-Lösung der Firma Merck bis zum Farbumschlag von Weinrot nach Blau titriert. Der Verbrauch (x) von 1 ml 0,1 M Titriplex-III-Lösung entspricht 4,008 mg Ca^{2+} .

Magnesium

100 ml Wasser wurden mit 1 ml NH_4OH -Lösung und einer Puffertablette der Firma Merck versetzt und anschließend mit einer 0,1 M Titriplex-III-Lösung titriert. Von dem titrierten Wert wurde der titrierte Wert der Kalziumbestimmung (x) abgezogen. Die Differenz wurde mit 2,431 multipliziert, und das Produkt ergab die vom Wasser enthaltene Menge an Mg^{2+} in mg an.

Phosphat

Die Bestimmung des gelösten Ortho-Phosphats erfolgte nach VÖGLER (SCHWOERBEL 1980).

Ammonium

Die Bestimmung der Ammoniumkonzentration erfolgte nach Angaben von SCHWOERBEL (1980).

Nitrit

Die Nitritbestimmung erfolgte nach GRIESS-ILOSWAY mit folgenden Reagenzien:

1. Sulfanilsäure (1 g Sulfanilsäure mit 15 ml Eisessig und 15 ml Aqua dest. erwärmen und mit weiteren 270 ml Aqua dest. lösen). – 2. α -Naphthylaminlösung (0,2 g α -Naphthylamin mit 40 ml Aqua dest. kochen, durch Blaubandfilter filtrieren, zum Filtrat 15 ml Eisessig zufügen und mit Aqua dest. auf 300 ml auffüllen. – Gleiche Volumenteile Lösung 1 + 2 mischen (Reagenz nach GRIESS-ILOSWAY).

Ausführung: 50 ml Probenwasser versetzt mit 2 ml Reagenz GRIESS-ILOSWAY. Nach 45 Minuten ausgemessen im Elko-Filter S 53, Küvette 5 cm.

Nitrat

Die Nitratbestimmung erfolgte nach SCHERINGA (SCHWOERBEL 1980).

pH

Die Bestimmung der Wasserstoffionen-Konzentration erfolgte mit einem elektrischen pH-Meter am 15. 6. und 13. 8. 82 und während des Tagesganges am 27./28. 9. 82. Am 31. 8. 82 wurde der pH mit einem flüssigen Universalindikator mit einer Genauigkeit von 0,5 pH-Einheiten ermittelt.

Kohlendioxid

50 ml Probenwasser wurden mit einigen Tropfen einer 0,1 % Seignettesalzlösung und einigen Tropfen einer 0,1 % Phenolphthaleinlösung versetzt. Mit einer 0,2 n Natronlauge wurde titriert, bis die auftretende Rosafärbung ca. 1 Minute beständig blieb. 1 ml verbrauchte 0,2 n Natronlauge entspricht 44 mg CO_2/l .

4.2 Zusammenfassende Tabellen der Ergebnisse der chemischen Analysen (Tab. 2–7)

Tabelle 2. Ergebnisse der chemischen Analysen vom 15. 6. 1982 in der Wutach

Probenstelle	0	2	3	4	5	6	7
Uhrzeit	14.15	13.15	13.30	12.30	10.15	10.30	11.00
Temp. Luft °C	13,5	-	-	10,0	13,5	-	16,0
Temp. Wasser °C	11,4	10,6	10,8	10,8	10,5	10,8	11,2
O ₂ aktuell mg/l	9,5	9,9	9,8	10,3	10,3	11,0	11,1
O ₂ aktuell % S	96	98	95	100	98	106	107
BSB ₅ mg/l	3,0	1,8	1,4	1,3	1,5	-	1,7
Ca mg/l	12,0	12,0	20,0	46,0	60,0	66,0	72,0
Mg mg/l	2,0	3,6	1,2	3,6	7,2	6,0	7,2
P - PO ₄ µg/l	598	237	375	420	231	183	
N - NH ₄ µg/l	185	175	140	100	20	27	35
N - NO ₂ µg/l	27	40	45	52	13	12	11
N - NO ₃ µg/l	1328	1244	1565	2295	2470	2480	2859
pH	7,0	7,2	7,5	7,5	7,8	8,0	8,0

Tabelle 3. Ergebnisse der chemischen Analysen vom 21. 6. 1982 in der Gutach

Probenstelle	0	G1	G2	1
Uhrzeit	15.30	15.00	14.30	14.00
Temp. Luft °C	20			
Temp. Wasser °C	14,8	14,4	14,7	13,8
O ₂ aktuell mg/l	8,7	9,2	9,2	9,1
O ₂ aktuell % S	94	99	99	96
BSB ₅ mg/l	2,5	2,2	2,8	3,2
Ca mg/l	12,0	12,0	13,0	12,0
Mg mg/l	2,0	1,9	2,9	2,0
P - PO ₄ µg/l	224	231	231	340
N - NH ₄ µg/l	<10	25	<10	650
N - NO ₂ µg/l	25	35	23	41
N - NO ₃ µg/l	1694	1601	1832	1540

Tabelle 4. Ergebnisse der chemischen Analysen vom 7. 7. 1982 in der Wutach

Probenstelle	0	2	3	4	5	6	7
Uhrzeit	14.00						18.00
Temp. Luft °C	-	25	-	-	-	26	-
Temp. Wasser °C	15,5	15,5	15,3	15,3	15,0	15,2	16,0
O ₂ aktuell mg/l	8,5	9,3	9,3	9,6	9,9	10,2	10,2
O ₂ aktuell % S	94	101	100	99	103	108	109
BSB ₅ mg/l	4,7	2,5	2,6	-	1,7	2,2	1,3
Ca mg/l	-	-	-	-	-	-	-
Mg mg/l	-	-	-	-	-	-	-
P - PO ₄ µg/l	309	272	243	250	181	159	225
N - NH ₄ µg/l	68	29	40	30	15	25	30
N - NO ₂ µg/l	8,0	17,0	20,0	4,5	4,5	8,0	10,0
N - NO ₃ µg/l	1463	1571	1632	2200	2310	2710	2803

Tabelle 5. Ergebnisse der chemischen Analysen vom 11. 7. 1982 in der Gutach

Probenstelle	0	G1	G2	1	HASLACH	RÖTENBACH
Temp. Luft °C	28					
Temp. Wasser °C	20,2	19,5	19,8	20,0	17,3	18,4
O ₂ aktuell mg/l	6,8	8,0	7,9	7,9	8,0	8,4
O ₂ aktuell % S	83	96	95	95	91	98
BSB ₅ mg/l	3,4	3,0	2,1	2,2	6,4	0,6
Ca mg/l	20	20	20	20	14	18
Mg mg/l	1,5	1,2	1,2	1,2	1,2	0,7
P - PO ₄ µg/l	345	425	370	480	635	395
N - NH ₄ µg/l	20	55	94	220	1275	26
N - NO ₂ µg/l	20	23	21	59	200	20
N - NO ₃ µg/l	1771	1925	1663	1871	1709	939

Tabelle 6. Ergebnisse der chemischen Analysen vom 13. 8. 1982 in der Wutach

Probenstelle	0	2	3	4	5	6	7
Uhrzeit	12.00						18.00
Temp. Luft °C	22	19,0					19,0
Temp. Wasser °C	-	16,0	16,8	16,6	14,8	15,5	15,4
O ₂ aktuell mg/l	-	9,3	8,9	9,4	9,4	10,0	10,0
O ₂ aktuell % S	-	102	99	104	100	107	106
BSB ₅ mg/l	-	-	-	-	-	-	-
Ca mg/l	-	16,0	30,0	48,0	60,0	68,0	76,0
Mg mg/l	-	4,0	4,0	11,0	13,0	14,0	17,0
P - PO ₄ µg/l	-	227	187	204	170	156	192
N - NH ₄ µg/l	-	21	0	0	0	10	18
N - NO ₂ µg/l	-	26	15	18	5	14	18
N - NO ₃ µg/l	-	939	1139	1678	1878	1955	2310
pH	-	7,2	7,5	7,5	7,5	7,8	7,8

Tabelle 7. Ergebnisse der chemischen Analysen vom 31. 8. 1982 in der Wutach

Probestelle	0	2	3	4	5	6	7
Uhrzeit	10.00	14.00	15.00	12.00	16.30	17.30	18.30
Temp. Luft °C	13	-	-	-	14,0	13,0	13,0
Temp. Wasser °C	12,5	11,0	12,0	12,0	11,5	12,0	12,0
O ₂ aktuell mg/l	8,9	9,7	9,7	9,2	9,8	9,9	9,3
O ₂ aktuell % S	92	95	97	92	96	99	91
BSB ₅ mg/l	2,5	1,0	0,8	0,5	0,5	0,8	2,3
Ca mg/l	12,4	37,7	28,0	57,3	66,5	80,2	79,4
Mg mg/l	2,2	7,8	4,9	9,0	11,7	13,6	14,1
P - PO ₄ µg/l	613	488	465	270	320	290	445
N - NH ₄ µg/l	≈1400	815	324	28	118	194	338
N - NO ₂ µg/l	26	52	79	12	18	44	99
N - NO ₃ µg/l	1625	1800	2200	2700	2875	2950	3220
pH	7,0	8,0	7,5-8,0	7,5	8,0	8,0	7,5-8,0

4.3 Kalzium und Magnesium

Die Härte des Wutachwassers spiegelt eindrucksvoll die geologische Situation des Gebietes wider. Alle Messungen an der Probestelle [2] und oberhalb zeigten stets eine Ca^{2+} -Konzentration von 12–20 mg/l an. Das Wasser ist demnach in allen Fällen nach OHLE (1937) in diesem Bereich als mäßig kalkhaltig (14–36 mg CaO/l) zu bezeichnen.

Die Granite und Gneise des Einzugsgebietes weisen CaO- und MgO-Gehalte von höchstens einzelnen Gewichtsprozenten auf. Möglicherweise führt Kalkfracht des Abwassers aus Neustadt zu einer Erhöhung der Ca-Konzentration in den mäßig kalkhaltigen Bereich. Die Magnesium-Konzentrationen sind entsprechend den Gesteinsformationen sehr niedrig.

Unterhalb der Schattenmühle tritt die Wutach in den Buntsandstein ein. Dieser weist ebenfalls nur äußerst geringe Gehalte an Magnesium und Kalzium auf. Hier fließen jedoch mehrere kleine Rinnsale in die Wutach, die höheren Lagen entspringen, wo bereits der Muschelkalk ansteht (vgl. Abb. 1). Sie führen offenbar sehr hohe Kalkkonzentrationen. Hier ist deutlich Travertinbildung zu erkennen, da viele dieser Rinnsale von Quellen gespeist werden, unterhalb denen es infolge der CO_2 -Entweichung beim Kontakt mit der Atmosphäre zu einer Kalkfällung kommt. Da die hier wachsenden Moose dem Wasser weiteres CO_2 entziehen, kommt es hier auch zu sehr starker biogener Kalkfällung an den Moosen. Hierdurch ist an mehreren Stellen ein regelrechtes Wachstum von Kalkbänken in die Wutach hinein zu beobachten. Diese kleinen seitlichen Zuflüsse tragen sicherlich zu der Ca-Konzentrationszunahme zwischen den Probestellen [2] und [3] bei (Abb. 16).

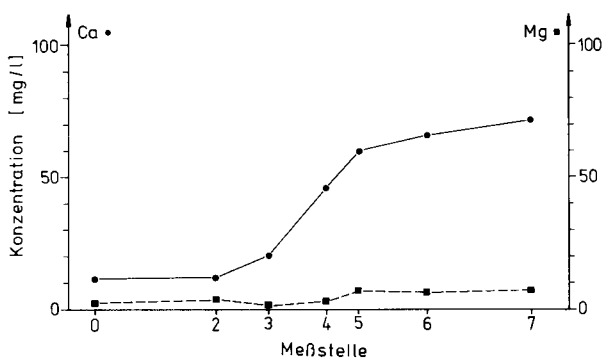


Abb. 16. Ca- und Mg-Konzentrationen zwischen Neustadt und Weizener Steg vom 15. 6. 1982.

Obwohl zwischen den Probestellen [2] und [3] dolomithaltiges Gestein angeschnitten wird, ist keine Erhöhung der Magnesium-Konzentration festzustellen. Beim Eintreten der Wutach in den Oberen Muschelkalk (zwischen den Probestellen [3] und [4]) erhöht sich die Ca-Konzentration sehr stark und die Mg-Konzentration sehr gering. Ab der Probestelle [3] ist das Wutachwasser meistens und ab der Probestelle [4] stets als kalkreich zu bezeichnen (> 36 mg CaO/l nach OHLE 1937).

Unterhalb der Gauchachmündung [5] ist die Zunahme der Mg- und Ca-Konzentrationen geringer, entsprechend dem wesentlich geringeren Gehalt des Keupers an diesen

Elementen als der Muschelkalk. In den Flöhen ändern sich die Konzentrationen kaum noch, obwohl hier der gesamte Obere und Mittlere Muschelkalk nochmal durchflossen wird.

4.4 Die Wasserstoffionen-Konzentration (pH-Wert)

Die Wasserstoffionen-Konzentration steht in engem Zusammenhang mit der Pufferung des Wassers und damit auch mit dem Kalkgehalt des Wassers.

Wegen der Zunahme des Kalkgehaltes zwischen den Probestellen [2] und [3] liegt ab der Probestelle [3] eine gute Pufferung des Wassers vor. Fast alle Messungen unterhalb der Probestelle [2] ergaben deshalb pH-Werte in einem engen, leicht alkalischen Bereich (7,5–8,0), wie es für kalkreiches Wasser typisch ist. Nur bei der Tagesgangmessung wurde einmal ein pH-Wert von knapp über 8,5 an der Gauchachmündung festgestellt (siehe Kap. 4.8, Abb. 24). Es kann angenommen werden, daß im unteren Teil der Wutach (Probestellen [3–7]) nie so hohe autotrophe Produktionsleistungen erreicht werden, um eine erhebliche Verschiebung des pH-Wertes in den alkalischen Bereich zu bewirken (siehe Sauerstoff-Übersättigungen, Kap. 4.7).

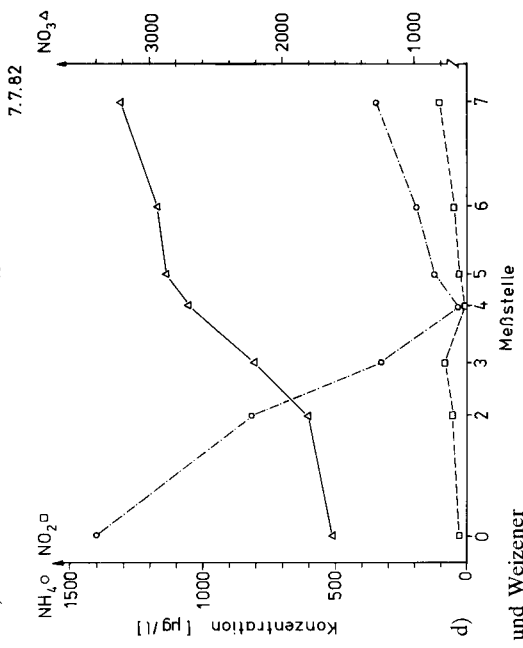
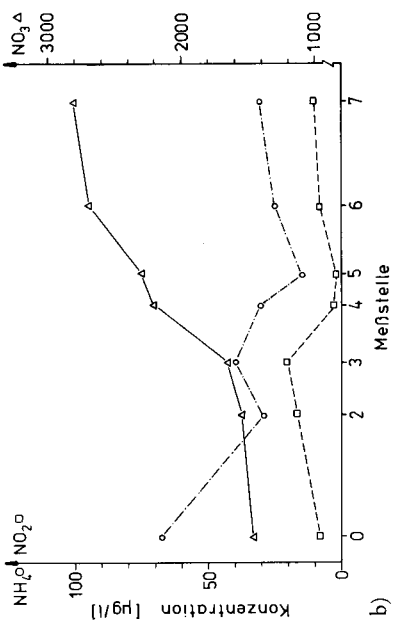
Tabelle 8. Die pH-Werte des Gutach-Wutach-Systems an verschiedenen Tagen (mit Uhrzeiten der Messungen in Klammern)

Probestelle	0	2	3	4	5	6	7
15. 6. 82	7,0 (14.15)	7,2 (13.15)	7,5 (13.30)	7,5 (12.30)	7,8 (10.15)	8,0 (10.30)	8,0 (11.00)
13. 8. 82	–	7,2 (~ 12.30)	7,5	7,5	7,5	7,8	7,8 (18.00)
31. 8. 82	7,0 (10.00)	8,0 (14.00)	7,5–8,0 (15.00)	7,5 (12.00)	8,0 (16.30)	8,0 (17.30)	7,5–8,0 (18.30)

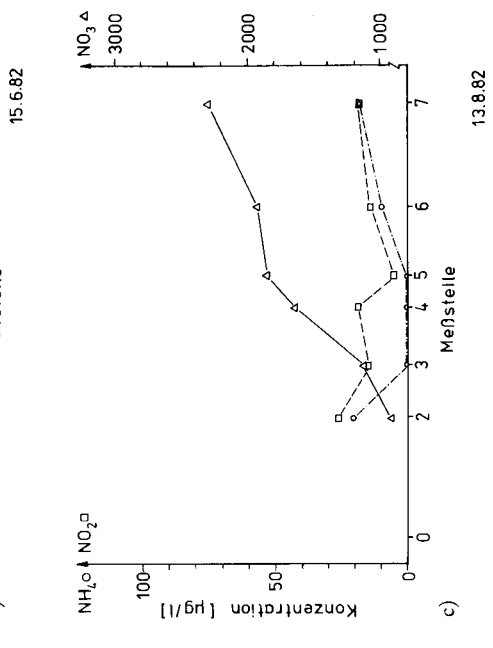
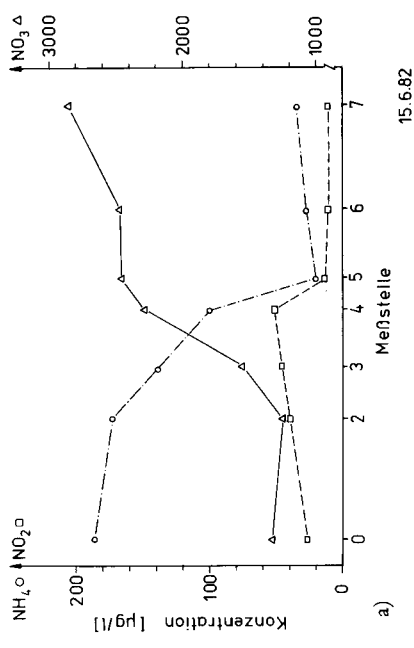
Im oberen Teil der Wutach dagegen (Probestellen [0–2]) mit Einzugsgebiet im Urgestein liegen wesentlich niedrigere Kalkgehalte vor (Kap. 4.3), und daher sind hier die pH-Werte meist auch niedriger. Die Messungen an der Probestelle [2] deuten darauf hin, daß es zu erheblichen produktionsbedingten pH-Schwankungen kommen kann. Besonders an der Probestelle [0], wo am Tage pH-Werte von 7,0 gemessen wurden, kann es auf Grund der geringen Pufferung und durch die Freisetzung von viel CO₂ durch die hohe heterotrophe Aktivität (Kap. 4.7 und 4.8) nachts sehr leicht zu einem Abfall des pH-Wertes in den sauren Bereich kommen.

4.5 Ammonium, Nitrit und Nitrat

Die Ammonium-Konzentrationen der Gutach (Probestelle [0]) vom 15. 6. 82 (185 µg/l, Abb. 17a) und vom 31. 8. 82 (1400 µg/l, Tab. 7) zeigen deutlich eine Abwasserbelastung an. Durch Vergleich mit den anderen Messungen an dieser Stelle am 21. 6. 82 (Tab. 3), 7. 7. 82 (Tab. 4, Abb. 17b) und 11. 7. 82 (Tab. 5) ergibt sich, daß diese Abwasserbelastung von der zweiten Junihälfte bis Ende August wesentlich geringer wurde (die



31.8.82



13.8.82

Abb. 17a-d. Ammonium-, Nitrit- und Nitrat-Konzentrationen zwischen Neustadt und Weizener Steg vom 15. 6., 7. 7., 13. 8. und 31. 8. 1982.

Ammonium-Konzentration vom 13. 8. 82 an Probestelle [2], Tab. 7, deutet auch auf eine geringere Belastung hin). Da chemische Messungen nur zeitliche Punktmessungen sind, dürfen diese nicht überbewertet werden. Es hätten zwischen diesen Messungen auch höhere Konzentrationen auftreten können. Die Messungen weisen aber auf eine Tendenz zu geringeren Belastungen der Gutach von der zweiten Junihälfte bis zur zweiten Augushälfte hin.

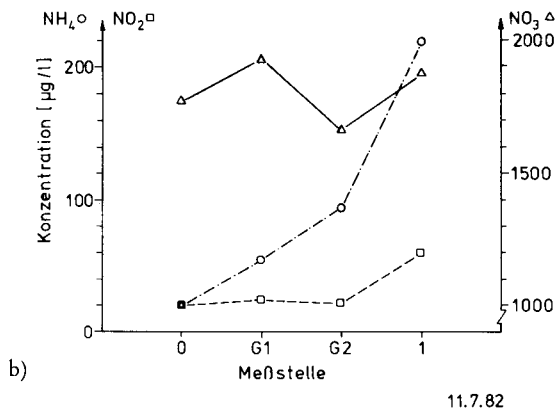
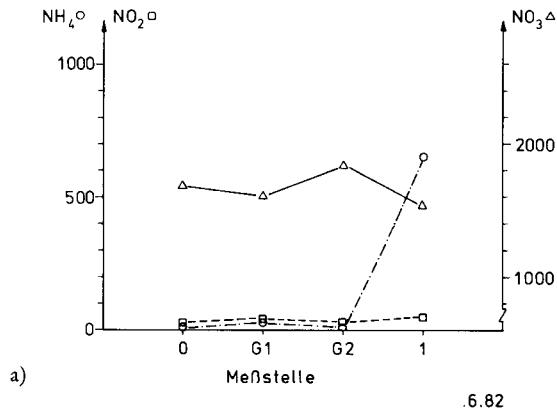


Abb. 18a, b. Ammonium-, Nitrit- und Nitrat-Konzentrationen zwischen Neustadt und Rötenbachmündung am 21. 6. und 11. 7. 1982.

Die Messungen vom 21. 6. 82 (Tab. 3) und 11. 7. 82 (Tab. 5; vgl. Abb. 18 a,b) zeigen, daß die Haslach eine wesentlich höhere Belastung in dieser Zeit aufweist als die Gutach. (Die Haslach fließt zwischen Probestellen [G2] und [1] zu.) Die Messung der Ammonium-Konzentration der Haslach am 11. 7. 82 ergab 1275 µg/l! Diese Tatsache spiegelt sich auch in dem BSB₅-Wert (6,4 mg O₂/l) und in der PO₄-Konzentration (635 µg/l) der Haslach wieder. Messungen dieser Parameter an dem Rötenbach am gleichen Tag zeigen eindeutig, daß die erhöhten Belastungen nicht auf den Rötenbach zurückzuführen sind (Tab. 5).

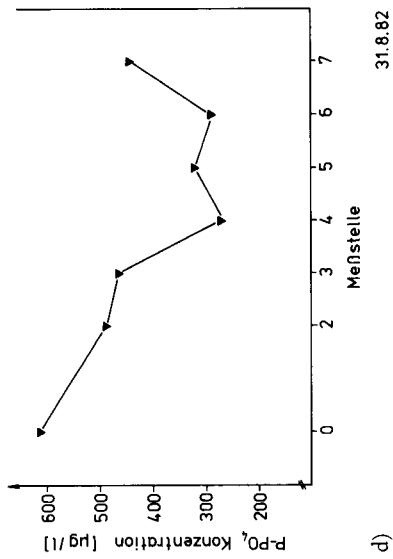
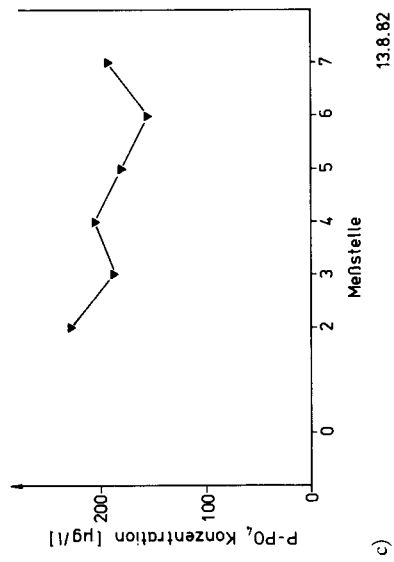
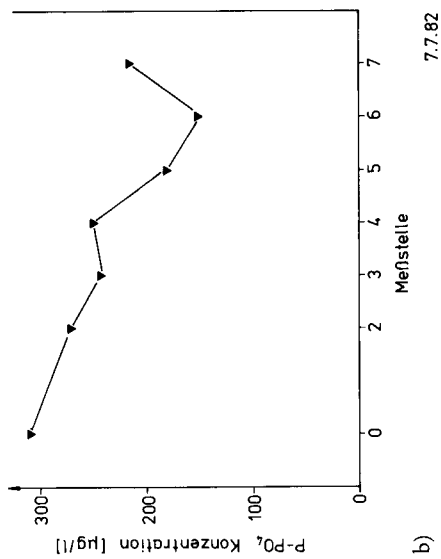
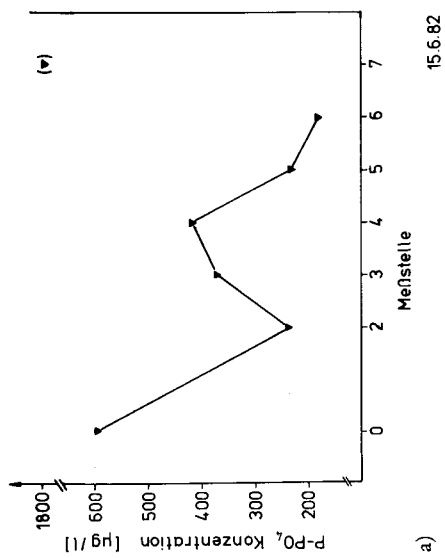


Abb. 19a-d. Phosphat-Konzentrationen zwischen Neustadt und Weizener Steg am 15. 6., 7. 7., 13. 8. und 31. 8. 1982.

Das Phänomen des Umsatzes von Ammonium zu Nitrat (Nitrifikation) ist in der Wutach gut zu erkennen. Bei den Messungen vom 15. 6. 82 (Abb. 17 a) zeigte es sich besonders deutlich. Hier liegt zwischen den Probestellen [2] und [5] eine Nitrifikationszone vor, die sich relativ scharf abgrenzt. Wie aus Abb. 17 b (7. 7. 82) und Abb. 17 d (31. 8. 82) hervorgeht, setzt der Umsatz von Ammonium häufig bereits zwischen den Probestellen [0] und [2] ein (Abnahme der Ammonium-Konzentration). Daher treten in allen Fällen bei der Schattenmühle auch erhöhte Nitritwerte auf. Dagegen bleibt die Nitrat-Konzentration bis zur Schattenmühle [2] weitgehend gleich. Meist setzt eine deutliche Zunahme der Nitrat-Konzentration ab der Schattenmühle ein. Die erste deutliche Zunahme der Nitrat-Konzentration zeigt sich also dort, wo die Kalzium-Konzentration durch das Kalziumcarbonat zunimmt und damit die Pufferung des Wassers besser wird (vgl. Abb. 16).

Der Stoffwechsel von *Nitrobacter*, ein häufig vorkommender Nitritoxidierer, ist nur in einem pH-Bereich zwischen 7 und 8 optimal. *Nitrobacter* hat das Problem, daß freies Ammonium (im alkalischen Bereich) und salpetrige Säure (im sauren Bereich) auf ihn toxisch wirken. Die Konzentrationen von NH_3 und HNO_2 sind pH-abhängig. Somit wirkt eine gute Pufferung des Wassers sich positiv auf das Wachstum von *Nitrobacter* aus, da es pH-Schwankungen unterdrückt.

In allen Fällen ist der stärkste Anstieg der Nitrat-Konzentration genau in dem Bereich (zwischen den Probestellen [3] und [4]), wo auch die Kalzium-Konzentration durch Kalziumcarbonat den stärksten Anstieg zeigt und somit eine gute Pufferung des Wassers gewährleistet ist. – Die pH-Messungen am Tage von 7,0 an der Probestelle [0] (15. 6. 82 und 31. 8. 82) und von 7,2 an der Probestelle [2] (15. 6. 82 und 13. 8. 82) weisen darauf hin, daß der pH-Wert an diesen Stellen auf Grund der geringen Pufferung nachts leicht unter 7 abfallen kann. – Möglicherweise ist hier also der Umsatz von Nitrit zu Nitrat und damit die Nitrat-Konzentration indirekt über die Pufferung des Wassers abhängig von den geologischen Bedingungen in der Wutach.

Die wieder einsetzende Erhöhung der Ammoniumwerte ab Achdorf [6] spiegelt deutlich die wieder einsetzende menschliche Ansiedlung auf Grund der Ausweitung des Tales wieder. Hier werden wieder organische Abwässer in die Wutach geleitet, und es zeigt sich durch die Erhöhung der Nitrit-Konzentration, daß hier auch wieder eine Nitrifikation stattfindet, die jedoch wesentlich geringer ist als zwischen den Probestellen [3] und [4].

Da Nitrat nur sehr schlecht vom Boden adsorbiert wird, wird es leicht ausgewaschen und in das Fließgewässer verfrachtet. Besonders die landwirtschaftliche Düngung führt zu künstlich erhöhten Nitrat-Konzentrationen. Erst ab Achdorf setzt eine deutliche Zunahme der landwirtschaftlichen Nutzung entlang der Wutach ein. Zwischen Achdorf und dem Weizener Steg wird diese neben der stattfindenden Nitrifikation auch etwas zu der Erhöhung der Nitrat-Konzentration beitragen, wie sie am 15. 6. 82, 13. 8. 82 und am 31. 8. 82 (Abb. 17 a, b, d), Tab. 6 und 7) zu beobachten ist.

4.6 Phosphat

Alle in der Wutach gemessenen Phosphat-Konzentrationen weisen deutlich auf eine Abwasserbelastung hin. Die sehr hohen Konzentrationen an der Probestelle [0] von 598 $\mu\text{g/l}$ am 15. 6. 82 (Abb. 19 a) und 613 $\mu\text{g/l}$ am 31. 8. 82 (Abb. 19 d) zeigen besonders hohe

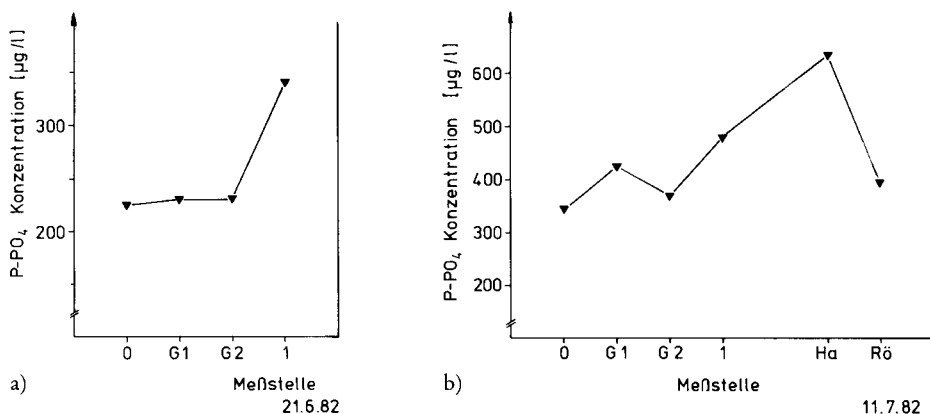


Abb. 20a, b. Phosphat-Konzentrationen zwischen Neustadt und Rötenbachmündung am 21. 6. und 11. 7. 1982.

Abwasserbelastungen an. Die übrigen Messungen an dieser Stelle ergaben alle Konzentrationen, die um rund die Hälfte niedriger waren. Es zeigt sich, daß im Zeitraum zwischen Ende Juni und Mitte August eine wesentlich geringere Belastung der Gutach vorlag als davor oder danach. Dies entspricht den Ergebnissen der Ammonium-Konzentrationsmessungen. Die Haslach weist am 21. 6. 82 und am 11. 7. 82 wesentlich höhere Belastungen auf als die Gutach. Zwischen den Probestellen [0] und [2] zeigt sich stets eine Abnahme der Phosphat-Konzentration infolge von Adsorption an das Sediment und Aufnahme durch die Pflanzen und Mikroorganismen. Die wiederauftretenden Erhöhungen am 15. 6. 82 (Abb. 19 a) an der Probestelle [3] sind wahrscheinlich auf das Abwasser aus der Kläranlage Boll zurückzuführen, die Erhöhungen an der Probestelle [4] auf die Abwässer aus Reiselfingen, wo nur Hauskläranlagen vorliegen (vgl. Tab. 18, S. 106).

Bei den anderen Messungen (vgl. Tab. 4, 6, 7) am 7. 7. 82 (Abb. 19 b), 13. 8. 82 (Abb. 19 c) und 31. 8. 82 (Abb. 19 d) zeigt sich eine recht kontinuierliche Abnahme der Phosphat-Konzentration bis zur Probestelle [6] wegen der geringen Abwasserbelastung in diesem Bereich. Die leichten Erhöhungen an der Probestelle [4] am 7. 7. 82 und am 13. 8. 82 sind vermutlich wieder auf das Abwasser aus Reiselfingen zurückzuführen.

Die Konzentrationserhöhungen zwischen den Probestellen [6] und [7], die bei allen Messungen festgestellt wurden, spiegeln entsprechend den Ammonium- und BSB₅-Messungen die verstärkte Ansiedlung des Menschen im unteren Teil der Wutach wieder. Hauptverursacher dieser Konzentrationszunahme ist sicherlich die Gemeinde Grimmels-hofen, wo nur Hauskläranlagen vorliegen. Die sehr hohe Phosphat-Konzentration von 1800 µg/l, die an der Probestelle [7] am 15. 6. 82 (Tab. 2) gemessen wurde, kann meines Erachtens als ein nur kurzfristig, ausnahmsweise auftretendes Phänomen betrachtet werden.

4.7 Sauerstoff und BSB₅

Da die Messungen, deren Ergebnisse in den Abbildungen 21 und 22 dargestellt sind, alle am Tage stattfanden, kann davon ausgegangen werden, daß nur die erhöhten Sauerstoff-Konzentrationen gemessen wurden.

Es geht folgendes aus den Abbildungen hervor:

1. Durch das eindeutige Vorherrschen der Saprobie an der Probestelle [0] wurde hier nie eine 100%ige Sauerstoff-Sättigung erreicht (siehe auch Tagesgang, Kap. 4.8, Abb. 23). Die Sättigungswerte lagen auch bei optimaler Sonneneinstrahlung nie über 96 %. Die gute physikalische Belüftung der Gutach verhinderte ein Abfallen der Sättigungswerte unter 83 %.
2. Der steilste Teil des Gutach-Wutach-Systems zwischen den Meßstellen [0] und [G1] (siehe Abb. 15) besitzt eine außerordentlich gute physikalische Belüftung des Flußwassers, wodurch es zu einem intensiven Abbau der organischen Substanz kommen kann. An der Meßstelle [G1] ist bereits wieder eine weitgehende Sauerstoff-Sättigung vorhanden (Abb. 22 a, b).
3. Unterhalb der Meßstelle [G2] kann die Sauerstoff-Sättigung wegen dem Zufluß der Haslach wieder abfallen (Abb. 22 a). Messungen von Sauerstoff-Sättigung (91 %) und BSB₅ (6,4 mgO₂/l) zeigen, daß die Haslach vor dem Zusammenfluß mit der Gutach eine wesentlich höhere organische Belastung aufweist als die Gutach (siehe hierzu auch Tab. 5 in Kap. 4.2).
4. Es treten keine Sauerstoff-Zehrungen durch den Zufluß des Rötenbachs auf. Messungen der Sauerstoff-Sättigung (98 %) und des BSB₅ (0,6 mgO₂/l) im Rötenbach am 11. 7. 82 belegen dies. Die Kläranlage der Gemeinde Rötenbach läuft sogar unter ihrer Kapazität (vgl. Tab. 18 auf Seite 106).
5. Von der Meßstelle [2] bis zur Meßstelle [5] sind fast stets nur Sauerstoff-Sättigungen von 95 % und darüber festgestellt worden (Ausnahme: 92 % an Meßstelle [4] am 31. 8. 82). In diesem Bereich traten auch bei stärkster Sonneneinstrahlung nur geringe Übersättigungen auf. Es liegt in diesem Bereich ein ausgeglichenes Verhältnis von Saprobie und Trophie vor, so daß die Selbstreinigung bis zur Schattenmühle (läßt man die Nitrifikation außer Betracht) als weitgehend abgeschlossen angesehen werden kann. Das Vorhandensein nur geringer Übersättigungen auch bei starker Einstrahlung läßt auf eine nicht sehr hohe Trophie schließen.
6. Im unteren Teil der Untersuchungsstrecke (Meßstellen [6] und [7]) wurden die höchsten Übersättigungen gemessen. Hier liegt demnach die höchste Trophie vor. Da an der Probestelle [6] relativ zu den übrigen Meßstellen niedrige Phosphat-Konzentrationen festgestellt wurden und da die Übersättigungen an den Meßstellen [6] und [7] annähernd gleich waren, obwohl erhebliche Phosphat-Konzentrationsunterschiede vorlagen (Kap. 4.6), ist die erhöhte photosynthetische Aktivität in diesem Bereich nicht auf eine düngende Wirkung durch das Phosphat zurückzuführen. Viel wahrscheinlicher ist, daß hier eine bessere Lichtzufuhr gewährleistet ist durch die Weitung des Tales um Achdorf und ab Grimmelshofen.

Die BSB₅-Messungen zeigen deutlich, daß die höchste organische Belastung der Untersuchungsstrecke an der Probestelle [0] vorliegt.

Die Messung des BSB₅ in der Haslach von 6,4 mgO₂/l zeigt, welche hohe Fracht an organischer Substanz die Haslach führt. Diese Tatsache drückt sich auch in der Erhöhung der BSB₅-Werte zwischen den Probestellen [G2] und [1] aus (Abb. 22). – Bis zur Schattenmühle hat bereits ein weitgehender Abbau der zugeführten organischen Substanz stattgefunden, so daß es nur noch zu geringen Änderungen der BSB₅-Werte bis zur Gauchachmündung kommt (Abb. 21). – An den Probestellen [6] (Abb. 21 a, d) und [7]

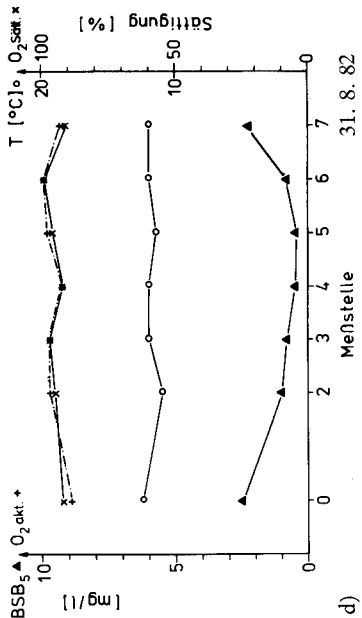
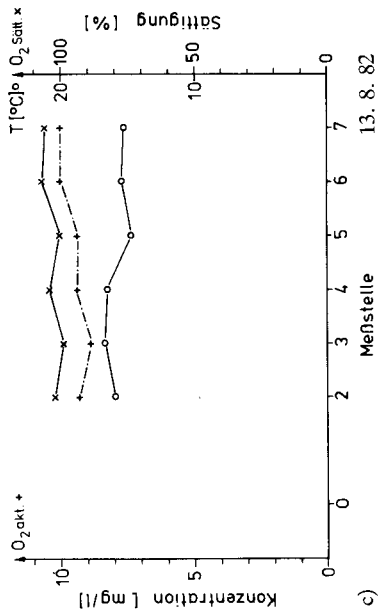
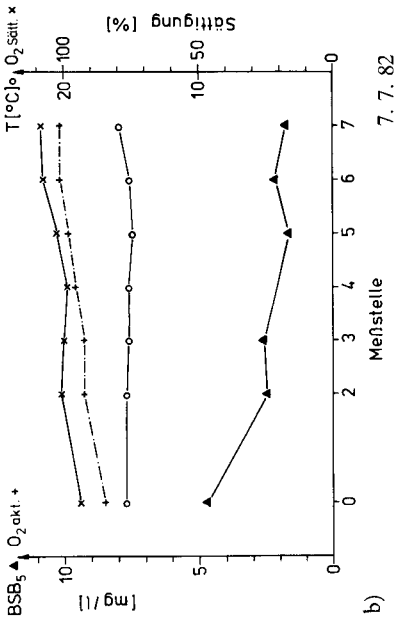
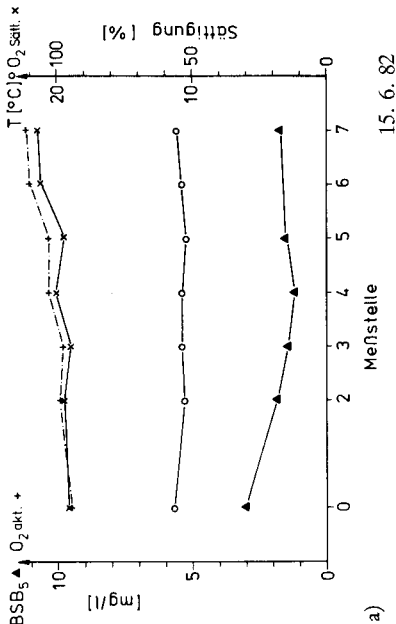


Abb. 21a-d. Sauerstoff-Konzentrationen, Sauerstoff-Sättigungen und Wassertemperaturen zwischen Neustadt und Weizener Steg vom 15.6., 7.7., 13.8. und 31.8.1982 sowie BSB₅ während der 5 sich anschließenden Tage.

(Abb. 21 d) kann es durch den zunehmenden Einfluß des Menschen wieder zu Erhöhungen der organischen Belastung kommen, die jedoch nicht groß sind.

Da die BSB₅-Messungen unter in-situ-Bedingungen stattfanden, können bei gleicher organischer Belastung allein schon unterschiedliche Umgebungstemperaturen eine verschiedene Saprobie hervorrufen. Dies hätte unterschiedliche BSB₅-Werte zur Folge. Aus diesem Grund müssen die Umgebungstemperaturen bei der Interpretation der BSB₅-Werte mit berücksichtigt werden.

Wie aus dem Vergleich der einzelnen BSB₅-Messungen hervorgeht, war der biochemische Sauerstoffbedarf vom 7. 7. –12. 7. 82 (Abb. 21 b) (mit Ausnahme der unteren Probestelle) durchweg am höchsten. Diese höheren BSB₅-Werte sind meines Erachtens keinesfalls auf eine höhere organische Belastung zurückzuführen, sondern sie spiegeln die wesentlich höheren Temperaturen wider, die während der Exposition der Sauerstoff-Flaschen herrschten. Die Woche, in der die Exposition stattfand, war nämlich die wärmste des gesamten Jahres, und es wurde in der Gutach eine Temperatur von über 20°C erreicht. Wie bereits in Kapitel 4.5 und 4.6 festgestellt wurde, sprechen die Ammonium- und Phosphat-Konzentrationen am 7. 7. 82 eher für eine geringere Abwasserbelastung als am 15. 6. 82 oder am 31. 8. 82. Normalerweise dürfte der BSB₅ an der Probestelle [0] bei etwa 3 mgO₂/l liegen.

Im mittleren Teil der Wutach (Probestellen [2–6]) wird sicherlich nur in Ausnahmefällen ein BSB₅-Wert von über 2 mgO₂/l erreicht werden. – Wie die Messung vom 31. 8. 82 (Abb. 21 d) zeigt, kann die Einleitung organischer Abwässer aus Grimmelschhofen an der Probestelle [7] zeitweise zu BSB₅-Werten von etwas über 2 mgO₂/l führen.

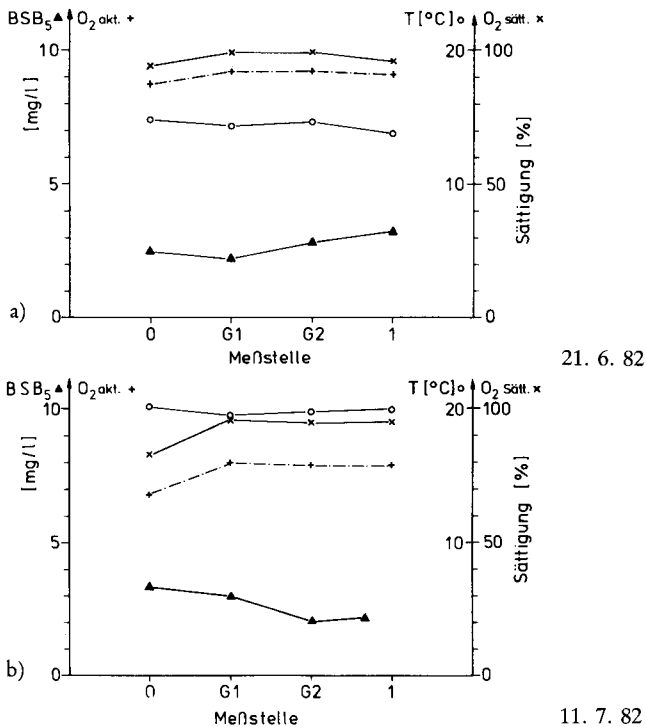


Abb. 22a, b. Sauerstoffkonzentrationen, Sauerstoffsättigungen und Wassertemperaturen zwischen Neustadt und Rötenbachmündung vom 21. 6. und 11. 7. 82 sowie BSB₅ während der 5 sich anschließenden Tage.

4.8 Tagesgangmessungen

Die Tagesgangmessungen vom 12./13. 8. 82 (Abb. 23) an der Probestelle [0] zeigen deutlich die Phasenverschiebung von Lichtintensität und Temperatur auf Grund der kontinuierlichen Wassererwärmung während des Tages und der kontinuierlichen Abkühlung während der Nacht. Die CO_2 -Konzentration ist während der Nacht deutlich höher als während des Tages. Tagsüber wird dem Wasser durch heterotrophe Aktivität nicht nur CO_2 zugeführt, sondern durch Photosyntheseleistungen auch CO_2 entzogen. Nachts dagegen sind ausschließlich heterotrophe Prozesse wirksam. Die stets vorhandene Sauerstoff-Untersättigung zeigt, daß auch tagsüber die heterotrophen Prozesse überwiegen. Die vollständige Sauerstoff-Sättigung wird auch am Tage durch die Aktivität der photoautotrophen Organismen nie erreicht. Dies wird bestätigt durch die übrigen Sauerstoffmessungen an dieser Stelle, die alle am Tage durchgeführt wurden (Kap. 4.7). Nach SCHMASSMANN (1951) stellt dies einen Fließgewässertyp dar, der im Übergangsbereich von Typ 3 zu Typ 4 liegt, d. h. es liegt eine mäßige Verunreinigung vor. Es tritt während der Dunkelheit ein Sauerstoff-Defizit auf, das am Tage durch die biogene Sauerstoff-Produktion nicht vollständig kompensiert werden kann. Nach SCHMASSMANN (1955) wäre dies als Gewässer im Übergangsbereich zwischen β -meso- und α -mesosaprob zu betrachten.

Die Tatsache, daß in der Gutach eine sehr gute physikalische Wiederbelüftung stattfindet, sollte hier auch berücksichtigt werden. Bei weniger verwirbelter Strömung würden bei der vorhandenen organischen Belastung sicherlich größere Sauerstoff-Defizite auftreten.

Die Tagesgangmessungen vom 27./28. 9. 82 (Abb. 24) an der Probestelle [5] zeigen eine sehr langsame Abkühlung während der Nacht und eine schnelle Erwärmung in den Morgenstunden von $9,4^\circ\text{C}$ auf $11,0^\circ\text{C}$ auf Grund intensiver Einstrahlung. Es ist eine Erhöhung der CO_2 -Konzentration während der Nacht bei ausschließlich heterotrophen Prozessen festzustellen. Diese CO_2 -Konzentrationen sind jedoch um etwa einen Faktor 10 niedriger als die der Probestelle [0]. Dies hat zwei Ursachen:

1. Die Saprobie ist an dieser Stelle wesentlich geringer, was daran zu erkennen ist, daß die Sauerstoff-Defizite während der Nacht geringer sind.
2. Es liegen höhere pH-Werte vor (siehe Kap. 4.4). Die CO_2 -Konzentration sinkt mit steigendem pH-Wert, und ab pH 8,5 (bei 25°C) liegt kein freies CO_2 mehr vor.

Besonders deutlich wird die Abhängigkeit des pH-Wertes und der CO_2 -Konzentration von der biologischen Aktivität während der zweiten Tagphase am 28. 9. 82. Schon eine Stunde nach Tagesanbruch ist eine kontinuierliche Abnahme der CO_2 -Konzentration und eine kontinuierliche Zunahme der Sauerstoff-Sättigung durch die Aktivität der photoautotrophen Organismen festzustellen. Bei starker Photosyntheseleistung fällt die CO_2 -Konzentration auf fast 0 ab (die Methode ist in diesem Bereich sehr ungenau), und der pH-Wert steigt steil auf knapp über 8,5 an.

Die Sauerstoff-Sättigungskurve zeigt geringere Sauerstoff-Defizite während der Nacht und Übersättigungen von bis zu 6 % während des Tages. Die Sauerstoff-Sättigungskurve wird also geprägt durch die Photosyntheseaktivität der autotrophen Organismen. Nach SCHMASSMANN (1951, 1955) ist die Stelle daher dem Typ 2 (oligotroph, oligosaprob) zuzuordnen. Durch die O_2 -Defizite von bis zu 9 % liegt meines Erachtens diese Stelle aber schon im Übergang zum β -mesosaproben Bereich. Die Einstufung in den oligo- β -mesosaproben Bereich entspricht auch den Angaben von HAMM (1969).

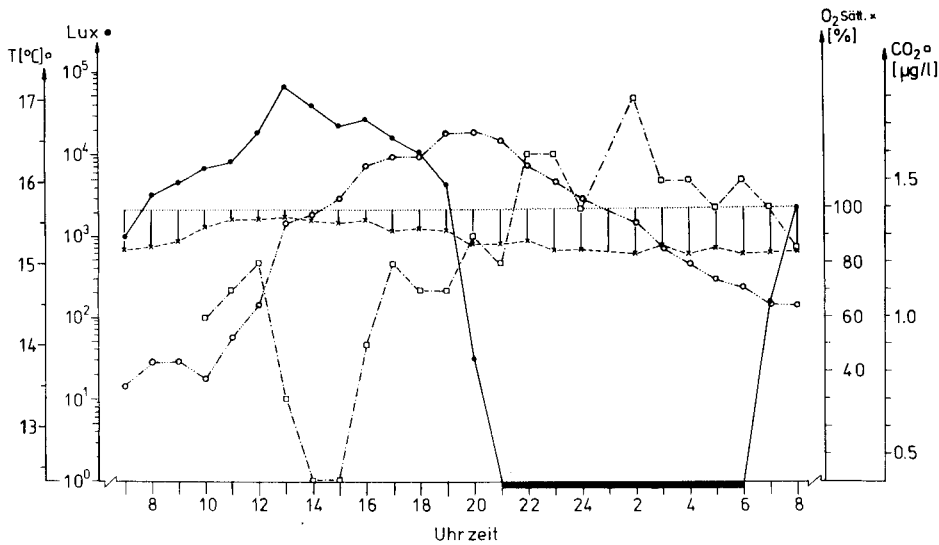


Abb. 23. Ergebnisse der Tagesgangmessungen der Temperatur, der Lichtintensität, der Sauerstoffsättigung und der CO_2 -Konzentration an der Probestelle [0] (Gutachbrücke/Neustadt) vom 11./12. 9. 1982.

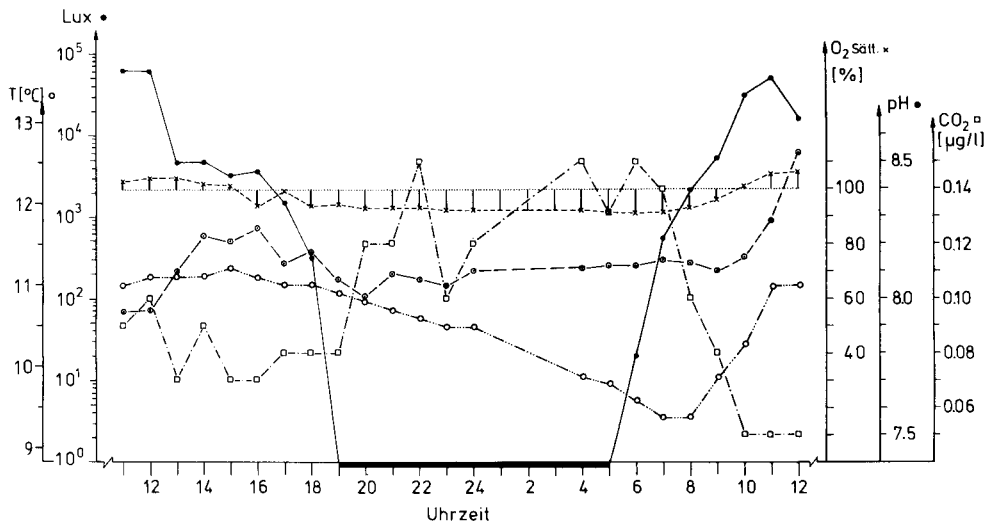


Abb. 24. Ergebnisse der Tagesgangmessungen der Temperatur, der Lichtintensität, der Sauerstoffsättigung, des pH-Wertes und der CO_2 -Konzentration an der Probestelle [5] (Gauchach-Mündung) vom 27./28. 9. 1982.

5. Benthos-Untersuchungen

5.1 Methoden

Ein zentrales Problem der Fließwasser-Ökologie ist nach wie vor, wie quantitative Proben des Zoobenthos zu erhalten sind. Vor allem wegen der vielfältigen Beschaffenheit der Stromsohle und den unterschiedlichen Strömungsverhältnissen in Fließgewässern und der mit diesen Faktoren häufig verbundenen mosaikartigen Verteilung der Benthosorganismen, ist eine Vielzahl von Methoden entwickelt worden, um die Besiedlung des Benthals möglichst quantitativ zu erfassen. Die beschriebenen Methoden sind zum Teil zusammenfassend behandelt worden (MACAN 1958, ALBRECHT 1959, CUMMINS 1962, RESH 1979).

Die „quantitativen Methoden“, die eine bestimmte Fläche des Strombodens abstechen, um möglichst alle Organismen dieser Fläche einzufangen, weisen alle mehr oder weniger große Mängel auf und können nur bedingt als „quantitativ“ gelten. Häufig werden aus den mit diesen Methoden erhaltenen Daten Angaben des Vorkommens der einzelnen Taxa in Individuen pro m² gemacht. Um solche Angaben (Individuen pro m²) machen zu können, muß selbstverständlich die Substratoberfläche pro Probenfläche bestimmt werden, was zwar von verschiedenen Autoren (CALOW 1972, DALL 1979) vereinfacht worden ist, stets jedoch die Mitnahme und das genaue Vermessen des Substrates erfordert. Es muß zusätzlich berücksichtigt werden, daß erst durch eine größere Zahl an genommenen Proben genügend Daten für eine statistische Analyse und genaue Dateninterpretation erhalten werden (MASON 1976, RESH 1979).

In der Wutach, bedingt durch die dauernde Denudation der steilen Hänge und durch die hohe Strömungsgeschwindigkeit, besteht das Substrat überwiegend aus Steinen. Um hier Individuen pro m² angeben zu können, müßte ein relativ großes Gerät konstruiert werden, um das Miteinbeziehen oder Herausnehmen einzelner Steine, die nicht ganz innerhalb bzw. außerhalb der Probefläche sind, „vernachlässigbar“ zu machen. Es ist auch ein rein mechanisches Problem bei einem solch steinigem Substrat, wie es in der Wutach vorliegt, das Benthos tief genug abzustechen, ohne dabei einen Großteil der Tiere entkommen zu lassen. Da aber viele Organismen, z. B. junge Insektenlarven, tief im Lückensystem des Benthals vorkommen, müssen die Proben bis zu entsprechender Tiefe entnommen werden. Außerdem sollten „quantitative“ Angaben auch die Organismen des Hyporheals mitberücksichtigen, da hier Benthosorganismen in erheblicher Zahl vorkommen können (SCHWOERBEL 1961, 1962, 1964; COLEMAN & HYNES 1970; WILLIAMS & HYNES 1974; HYNES, WILLIAMS & WILLIAMS 1976).

Aus den oben genannten Gründen erschien mir eine „halbquantitative“ Methode geeigneter, wobei sämtliche zu unterscheidenden Taxa im Laufe eines mehrstündigen Aufenthaltes an der jeweiligen Probestelle einer von 6 relativen Häufigkeitsstufen zugeordnet werden.

Es wurde folgendermaßen vorgegangen: Ein rundes Handnetz (Öffnungsdurchmesser = 21 cm, Netzlänge = 30 cm, Maschenweite = 250 µm) wurde mit einer Hand flußabwärts von der zu untersuchenden Stelle gehalten, während mit der anderen Hand die Stromsohle vor der Netzöffnung aufgewirbelt und Steine abgerieben wurden. Auf diese Weise wurden die meisten Tiere in das Netz verdriftet. Viele besonders „adhäsive“ Tiere (z. B. *Ancylus*, Hirudinea, Blephariceridae, *Rheotanytarsus*) werden aber mit dieser Methode nicht erfaßt. Daher wurden Steine auch herausgenommen und mit einer Pinzette abgesammelt.

In sehr langsam fließenden Bereichen (z. B. in Ufernähe) können mit dem Netz kaum Tiere gesammelt werden, da die Strömung benötigt wird, um die Organismen in das Netz zu spülen. In

solchen Situationen wurden Steine mit einer Pinzette abgesammelt oder eine Probe des ganzen Sediments herausgeschöpft. Die gesammelten Tiere wurden anschließend in einer weißen Schale mit Pinzette und Pipette zur Fixierung ausgelesen. Außer den Milben (in KOENIKE-Gemisch fixiert) wurden alle Tiere in 70%igem Alkohol fixiert.

Dieser Vorgang wurde mehrmals wiederholt, wobei auch verschiedenartige Habitate abgesammelt wurden. Auf diese Art und Weise erhält man nach einiger Zeit ein Bild von den unterschiedlichen Häufigkeiten der Tiere und vor allem auch von ihrer mosaikartigen Verteilung im Bachquerschnitt. Die so erhaltene Organismengesellschaft der untersuchten Flußstrecke wird als Biozönose im umfassendsten Sinne betrachtet.

Im Verlauf von 3–4 Stunden wurden sämtliche unterscheidbaren Taxa einer von 6 Häufigkeitsstufen zugeordnet:

selten	(1–4 Tiere)	= 1
wenige	(5–15 Tiere)	= 2
mäßiges Vorkommen	(15 bis etwa 40 Tiere)	= 3
häufig	(40 bis etwa 100 Tiere)	= 4
sehr häufig	(mehr als etwa 100 Tiere)	= 5
massenhaft		= 6

Durch den längeren Aufenthalt an der jeweiligen Probestelle und durch die mehrmalige Probenentnahme sind die Häufigkeitsschätzungen meines Erachtens als gut vergleichbar anzusehen. Der große Vorteil dieser Methode ist die Tatsache, daß man gleich an „Ort und Stelle“ ein gutes Bild der Besiedlung erhält und festgestellte Gegebenheiten genauer nachprüfen kann. Falls z. B. ein Taxon „vermißt“ wird, kann gezielt gesucht werden, ob dies nur zufällig ist. Da man außerdem die lebenden Tiere über Stunden hinweg genau beobachtet, erhält man auch Einblicke in ihre Gewohnheiten. Leider werden mit dieser Methode die Tiere, die kleiner als etwa 1 mm sind, nicht erfaßt. Da aber die korrekte Bestimmung solcher Organismen nur wenigen Spezialisten zugänglich ist, werden sie im Rahmen dieser Arbeit vernachlässigt.

Es wurde relativ viel Zeit verwendet für die genaue Betrachtung der lebenden Tiere, um möglichst viele Taxa im Felde differenzieren zu können und um deren Häufigkeit zu notieren. Nach seltenen und „fehlenden“ Taxa wurde zum Teil speziell gesucht. Von den besonders häufigen Arten sind Stichproben entnommen worden, so daß sie manchmal in den Zahlen der gesammelten Tiere relativ unterrepräsentiert sind.

Die Bestimmung der Organismen erfolgte mit Hilfe von Binokular und Mikroskop nach folgender Literatur:

Ephemeroptera: SCHOENEMUND (1930), MACAN (1958)², GRANDI (1960), BERTHELEMY & THOMAS (1967), LANDA (1969), MÜLLER-LIEBENAU (1969), SOWA (1970), PUTHZ (1975), MACAN (1979), MÜLLER-LIEBENAU (1981). – Plecoptera: KÜHTREIBER (1934)², ILLIES (1955), HYNES (1958)², RAUßER (1963), ZWICK (1967, 1970), KIS (1974), CONSIGLIO (1980)². – Trichoptera: LEPNEVA (1964)², HICKIN (1967)³, GRENIER, DECAMPS & GUIDICELLE (1969), SEDLAK (1971), HILDREW & MORGAN (1974), STATZNER (1976), VERNEAUX & FAESSEL (1976), BOON (1977), WALLACE (1980), HILEY (1980), EDDINGTON & HILDREW (1981), TOBIAS & TOBIAS (1981), BOURNAUD, TACHET & PERRIN (1982). – Diptera: HENNIG (1950, 1952), DAVIES (1968), THOMAS (1974), ROSSARO (1982), FERRARESE & ROSSARO (1981). Die Bestimmung der Blephariceridae besorgte Dr. P. ZWICK (Schlitz). – Megaloptera: ELLIOT (1977), KAISER (1977). – Coleoptera: FREUDE, HARDE & LOHSE (1971, 1979). Die Bestimmung der Käfer besorgte Dipl.-Biol. W. PANKOW. – Hydrachnellae: Die Bestimmung der Milben besorgte Prof. Dr. J. SCHWOERBEL.

²) Die so gekennzeichnete Literatur diente nicht zur endgültigen Bestimmung der Arten.

³) Dieses Werk diente nicht zur Bestimmung der Hydropsychidae.

(Konstanz). – Crustacea: GOEDEMAKERS (1972). – Mollusca: MACAN (1969). – Hirudinea: ELLIOTT & MANN (1979). – Oligochaeta: Bei diesem Taxon wurden anhand von PENNAK (1978) nur die Familien unterschieden. Bei den Tubificidae der Probestelle [0] handelt es sich vermutlich um *Tubifex tubifex* (O. F. MÜLLER). – Turbellaria: REYNOLDSON (1978). Häufig erfolgte die Bestimmung nur an den lebenden Tieren nach makroskopischen Gesichtspunkten im Freiland, da die Tiere im 70%igen Alkohol meistens zerfallen. – *Sphaerotilus natans*: nach makroskopischer Erscheinung und STREBLE & KRAUTER (1981). – Chlorophyta: STREBLE & KRAUTER (1981). – Angiospermae: OBERDORFER (1970).

Bei allen bestimmten Arten wurde durch Vergleich mit den Tabellen der „Limnofauna Europaea“ (ILLIES ed., 1978) geprüft, ob sie im Gebiet bereits nachgewiesen wurden.

Auf diese Weise wurde auch eine möglichst korrekte Nomenklatur gewährleistet. Die einzige Art, bei der der alte Namen beibehalten worden ist, ist *Heptagenia lateralis* (CURT.), die jetzt *Ecdyonurus lateralis* (CURT.) zu heißen hat.

5.2 Ergebnisse der Benthos-Untersuchungen

Die Ergebnisse der Benthos-Aufsammlungen und die Häufigkeitseinstufungen der Taxa sind in den Tabellen 9–16 dargestellt.

Es bedeuten:

T Anzahl der gesammelten Tiere H Häufigkeitsstufe + vorhanden.

Tabelle 9. Ergebnisse der Benthos-Untersuchungen an der Probestelle [0] (Gutachbrücke/Neustadt)

Taxa	6. 6. 82		11. 7. 82		10. 9. 82		11. 9. 82	
	T	H	T	H	T	H	T	H
Ephemeroptera								
<i>Baetis rhodani</i> (Pict.)	8	2	3	2	40	4	40	4
<i>Baetis muticus</i> (L.)	1	1	1	1	4	1	.	.
<i>Baetis alpinus</i> (Pict.)	2	1	.	.	1	1	.	.
<i>Baetis melanonyx</i> (Pict.)	.	.	.	.	1	1	.	.
<i>Baetis lutheri</i> (M.-L.)	.	.	.	.	1	1	.	.
<i>Baetis scambus</i> (ETN.)	1	1	34	4	41	4	18	3
<i>Siphonurus lacustris</i> (ETN.)	1	1	8	3	.	.	.	.
<i>Ecdyonurus cf. venosus</i> (F.)	1	1	2	1	7	2	10	2
<i>Ecdyonurus venosus</i> (F.) ♂	.	.	.	.	.	.	1	.
<i>Ephemerella ignita</i> (PODA)	.	.	13	3	19	3	.	.
<i>Ephemerella ignita</i> , ♀ mit Eiern	.	.	.	.	17	.	.	.
<i>Habrophlebia lauta</i> (ETN.)	11	3	24	4	10	3	5	2
<i>Habroleptoides modesta</i> (HAG.)	1	1	.	.	1	1	1	1
Plecoptera								
<i>Diura bicaudata</i> (L.)	.	.	.	.	1	1	.	.
<i>Isoperla cf. grammica</i> (PODA)	3	1	.	.	.	.	.	.
<i>Amphinemura standfussi</i> (Ris.)	3	1	.	.	.	.	.	.
<i>Nemoura spec.</i>	4	2	.	.	1	1	.	.
<i>Protonemura spec.</i>	2	1	.	.	.	.	.	.
<i>Leuctra albida</i> (KMP.) ♀	.	.	.	.	1	.	.	.
<i>Leuctra spec.</i>	8	2	18	3	6	2	4	2

Tabelle 9. Probestelle [0] (Gutachbrücke/Neustadt) Fortsetzung.

Taxa	6. 6. 82		11. 7. 82		10. 8. 82		11. 9. 82	
	T	H	T	H	T	H	T	H
Trichoptera								
<i>Rhyacophila</i> spec.	5	2	5	2	23	3	20	3
<i>Rhyacophila</i> spec., Puppen	.	.	1	1	4	.	1	.
<i>Plectrocnemia conspersa</i> (CURTIS)	8	2	.	.	3	2	17	3
<i>Hydropsyche instabilis</i> (CURT.)	1	1	.	.	.	.	2	1
<i>Hydropsyche instabilis</i> (CURT.) ♀	.	.	.	.	2	.	.	.
<i>Hydropsyche siltalai</i> (DÖHLER)	2	1	1	1	.	.	.	.
<i>Hydropsyche</i> spec., instabilis-Gruppe ⁴⁾	.	.	.	.	5	2	2	1
<i>Chaetopteryx villosa</i> (FABR.)	2	1	.	.	.	.	.	.
<i>Potamophylax</i> rotundipennis (BRAUER)	1	1	.	.	.	.	.	.
<i>Potamophylax</i> spec.	1	1	1	1	.	.	.	.
<i>Sericostoma</i> cf. <i>personatum</i> (K. & SP.)	.	.	1	1	1	1	2	1
Diptera								
<i>Atherix ibis</i> (FABR.)	.	.	.	.	63	5	39	4
<i>Dicranota</i> spec.	7	3	2	1	.	.	2	1
<i>Simulium reptans</i> (L.)	.	.	6	2	19	4	2	1
<i>Simulium variegatum</i> (MG.)	.	.	.	.	.	.	2	1
<i>Simulium monticola</i> (FRIED.)	.	.	.	.	2	1	1	1
<i>Odagmia ornata</i> (MG.)	.	.	6	2	1	1	5	2
<i>Rheotanytarsus</i> spec.	.	.	5	2	15	4	14	4
<i>Diamesa</i> spec.	20	5	.	.	.	.	.	.
<i>Diamesa insignipes</i> (KIEFER)	.	.	27	5	8	3	.	.
andere Chironomidae	78	6	15	3	63	6	169	6
Megaloptera								
<i>Sialis fuliginosa</i> (PICT.)	.	.	.	.	.	.	4	1
Coleoptera								
<i>Elmis maugetii</i> (LATR.)	3	1	.	.	.	.	.	.
<i>Elmis aenea</i> (MÜLL.)	.	.	.	.	1	1	1	1
<i>Elmis rioloides</i> (KUWERT)	.	.	.	.	1	1	.	.
<i>Elmis latreillei</i> (BED.)	.	.	1	1	.	.	.	.
<i>Elmis</i> spec., Larve	.	.	.	.	.	.	1	1
<i>Limnius perrisi</i> (DUFOUR)	1	1	1	1	.	.	1	1
<i>Haenydra gracilis</i> (GERM.)	1	1	1	1	6	2	3	1
<i>Oreodytes rivalis</i> (GYLL.)	1	1	4	2	2	1	3	1
<i>Oreodytes rivalis</i> (GYLL.), Larven	.	.	13	3	1	1	4	1
Hydrachnellae								
<i>Atractides nodipalpis</i> (THOR) ♂	.	.	2	1	3	1	.	.
<i>Atractides nodipalpis</i> (THOR) ♀	.	.	.	.	7	2	2	1
<i>Hygrobates fluviatilis</i> (STRÖM) ♂	.	.	.	.	.	.	1	1
<i>Hygrobates fluviatilis</i> (STRÖM) ♀	1	1	.	.	1	1	.	.
<i>Lebertia sparsicapillata</i> (THOR)	.	.	.	.	1	1	.	.
<i>Lebertia</i> spec.	.	.	1	1	3	1	2	1

⁴⁾ wahrscheinlich *Hydropsyche tenuis* (NAVAS).

Tabelle 9. Probestelle [0] (Gutachbrücke/Neustadt) Fortsetzung

Taxa	6. 6. 82		11. 7. 82		10. 8. 82		11. 9. 82	
	T	H	T	H	T	H	T	H
<i>Sperchon brevirostris</i> (KOEN.)	3	1	3	1	12	2	2	1
<i>Sperchon brevirostris</i> (KOEN.) Nymphe	.	.	2	1	.	.	.	.
<i>Sperchon hispidus</i> (KOEN.)	2	1	2	1	1	1	1	1
<i>Sperchon hispidus</i> (KOEN.), Nymphe	.	.	2	1	.	.	.	.
<i>Sperchon glandulosus</i> (KOEN.)	.	.	.	.	.	.	1	1
<i>Sperchon</i> spec., Nymphe	6	2	.	.	9	2	.	.
<i>Torrenticola elliptica</i> (MAGLIO)	.	.	.	.	1	1	.	.
Crustacea								
<i>Gammarus fossarum</i> (KOCH)	1	1	1	1	1	1	.	.
Mollusca								
<i>Ancylus fluviatilis</i> (MÜLLER)	7	2	12	3	57	5	68	6
<i>Lymnaea peregra</i> (MÜLLER)	.	.	.	.	1	1	2	1
Hirudinea								
<i>Erpobdella octoculata</i> (L.)	16	4	4	3	23	3	22	3
<i>Glossiphonia complanata</i> (L.)	1	1	.	.	12	2	11	2
<i>Helobdella stagnalis</i> (L.)	.	.	.	.	4	1	1	1
Oligochaeta								
Tubificidae	≈ 30	5	≈ 10	4	≈ 30	5	≈ 40	5
Tricladida								
<i>Polycelis felina</i> (DALYELL)	2	1	2	1	3	1	4	1
Bacteria								
<i>Sphaerotilus natans</i> (KÜTZING)	.	6	.	4	.	.	.	2
Makrophyten								
<i>Callitriche hamulata</i> (KÜTZ.)	.	.	.	+	.	+	.	+
<i>Ranunculus fluitans</i> (LAM.)	.	.	.	.	.	.	.	+
<i>Cladophora</i> spec.	.	.	.	.	.	.	.	+
Bryophyta	.	+	.	+	.	+	.	+

Tabelle 10. Ergebnisse der Benthos-Untersuchungen an der Probestelle [1] (Rötenbach-Mündung)

Taxa	10. 7. 82		7. 8. 82		13. 9. 82	
	T	H	T	H	T	H
Ephemeroptera						
<i>Baetis rhodani</i> (Pict.)	9	2(6) ⁵	34	6	45	6
<i>Baetis muticus</i> (L.)	1	1	6	2	1	1
<i>Baetis alpinus</i> (Pict.)	4	2	.	.	2	1
<i>Baetis melanonyx</i> (Pict.)	18	3	.	.	.	.
<i>Baetis lutheri</i> (M.-L.)	1	1	.	.	.	.
<i>Baetis vernus</i> (Curt.)	5	2	2	1	1	1
<i>Baetis scambus</i> (Etn.)	.	.	4	2	.	.
<i>Ecdyonurus</i> cf. <i>venosus</i> (F.)	12	3	11	3	22	4
<i>Ecdyonurus forcipula</i> (Pict.)	1	1	.	.	.	.
<i>Epeorus sylvicola</i> (Pict.)	2	1	.	.	16 ⁶⁾	3
<i>Rhithrogena semicolorata</i> (Curt.)	3	2	.	.	.	.
<i>R. semicolorata</i> von <i>Symbiocladus</i> befallen	3		.	.	.	.
<i>Ephemerella ignita</i> (Poda)	21	5	22	5	1	1
<i>Habrophlebia lauta</i> (Etn.)	2	2	2	1	.	.
<i>Habroleptoides modesta</i> (Hag.)	.	.	3	1	26	3
Plecoptera						
<i>Amphinemura</i> spec. (Larven $\approx$ 1 mm)	.	.	.	.	1	1
<i>Nemoura</i> spec. (Larven $\approx$ 1 mm)	.	.	.	.	3	1
<i>Protonemura</i> spec. (Larven $\approx$ 1 mm)	.	.	.	.	1	1
<i>Leuctra</i> spec.	12	2	4	2	1	1
Trichoptera						
<i>Rhyacophila</i> spec.	5	3	6	3	24	4
<i>Rhyacophila</i> spec., Puppen	1	1	5	3	.	.
<i>Plectrocnemia conspersa</i> (Curt.)	.	.	.	.	1	1
<i>Hydropsyche instabilis</i> (Curt.)	2	1	.	.	9	2
<i>Hydropsyche siltalai</i> (Döhler)	1	1	.	.	.	.
<i>Hydropsyche</i> spec., <i>instabilis</i> -Gruppe ⁴⁾	.	.	16 ⁷⁾	4	7	2
<i>Hydropsyche</i> spec. (Larven < 4 mm)	.	.	.	.	46	5
<i>Allogamus auricollis</i> (Pict.)	.	.	4	1	.	.
<i>Chaetopteryx villosa</i> (Fabr.)	.	.	2	1	.	.
<i>Potamophylax cingulatus</i> (Steph.)	3	1	1	1	.	.
<i>Potamophylax latipennis</i> (Curt.)	3	1	2	1	.	.
<i>Potamophylax</i> spec.	4	1	.	.	.	.
<i>Sericostoma</i> cf. <i>personatum</i> (K. & Sp.)	.	.	2	1	1	1
Leptoceridae	.	.	5	2	.	.
Diptera						
<i>Atherix ibis</i> (Fabr.)	7	2	32	4	49	4
<i>Dicranota</i> spec.	1	1	.	.	7	2
<i>Tipula</i> spec.	.	.	2	1	.	.

⁵⁾ Es waren massenhaft sehr kleine *Baetis*-Larven vorhanden (Feldnotiz), die sehr wahrscheinlich *Baetis rhodani* (Pict.) waren.

⁶⁾ Larven $\leq$ 5 mm lang.

⁷⁾ Larven 10–15 mm lang.

Tabelle 10. Probestelle [1] (Rötenbach-Mündung) Fortsetzung.

Taxa	10. 7. 82		7. 8. 82		13. 9. 82	
	T	H	T	H	T	H
<i>Simulium reptans</i> (L.)	27	6	24	5	14	4
<i>Simulium reptans</i> (L.), Puppen	30	6	2	.	2	.
<i>Simulium monticola</i> (FRIED.)	.	.	3	2	2	1
<i>Simulium variegatum</i> (MG.)	12	3	.	.	4	2
<i>Simulium variegatum</i> (MG.), Puppe	.	.	.	.	1	.
<i>Liponeura cordata</i> (VIMMER), Larve	.	.	.	.	1	1
<i>Diamesa insignipes</i> (Kiefer)	.	.	2	1	4	2
<i>Rheotanytarsus</i> spec.	.	.	22	4	27	5
andere Chironomidae	10	3	20	4	75	5
Ceratopogonidae	1	1	.	.	.	.
Dixidae	1	1	.	.	.	.
Coleoptera						
<i>Elmis maugetii</i> (LATR.)	1	1	.	.	4	1
<i>Elmis aenea</i> (MÜLL.)	.	.	.	.	3	1
<i>Elmis rioloides</i> (KUWERT)	.	.	.	.	1	1
<i>Elmis</i> spec., Larve	.	.	1	1	1	1
<i>Limnius perrisi</i> (DUFOUR)	.	.	.	.	1	1
<i>Limnius</i> spec., Larve	.	.	1	1	.	.
<i>Esolus angustatus</i> (MÜLL.)	1	1	.	.	.	.
<i>Haenydra dentipes</i> (GERM.)	.	.	2	1	5	2
<i>Haenydra gracilis</i> (GERM.)	.	.	6	2	12	2
<i>Oreodytes rivalis</i> (GYLL.)	5	2	2	1	9	2
<i>Oreodytes rivalis</i> (GYLL.), Larve	1	1	.	.	.	.
Hydrachnellae						
<i>Atractides nodipalpis</i> (THOR)	9	2	5	2	1	1
<i>Aturus scaber</i> (KRAM.) ♀	.	.	1	1	.	.
<i>Lebertia</i> (s. str.) <i>sparsicapillata</i> (THOR) ♂	.	.	1	1	.	.
<i>Lebertia</i> (<i>Pilelebertia</i>) spec.	.	.	.	.	1	1
<i>Sperchon brevirostris</i> (KOEN.)	4	2	24	3	7	2
<i>Sperchon brevirostris</i> (KOEN.), Nymphe	1		.	.	1	
<i>Sperchon hispidus</i> (KOEN.)	3	1	1	1	3	2
<i>Sperchon hispidus</i> (KOEN.), Nymphe	1		.	.	2	
<i>Sperchon</i> spec., Nymphe	.	.	4	1	.	.
Crustacea						
<i>Gammarus fossarum</i> (KOCH)	.	.	1	1	.	.
Mollusca						
<i>Ancylus fluviatilis</i> (MÜLLER)	8	2	8	3	8	2
Hirudinea						
<i>Erpobdella octoculata</i> (L.)	4	3	5	2	2	1
<i>Glossiphonia complanata</i> (L.)	2	1	.	.	.	.
Oligochaeta						
Tubificidae	≈ 5	2	≈ 10	4	≈ 15	3
Lumbricidae	.	.	1	1	.	.

Tabelle 10. Probestelle [1] (Rötenbach-Mündung) Fortsetzung.

Taxa	10. 7. 82		7. 8. 82		13. 9. 82	
	T	H	T	H	T	H
Turbellaria						
<i>Polycelis felina</i> (DALYELL)	6	3	2	1	3	1
Coelenterata						
<i>Hydra</i> spec.	.	.	.	.	1	1
Makrophyten						
<i>Cladophora</i> spec.	.	+	.	+	.	+
Bryophyta	.	+	.	+	.	+

Tabelle 11. Ergebnisse der Benthos-Untersuchungen an der Probestelle [2] (Schattenmühle)

Taxa	5. 6. 82		9. 7. 82		6. 8. 82		8. 9. 82	
	T	H	T	H	T	H	T	H
Ephemeroptera								
<i>Baetis rhodani</i> (PICT.)	21	5	13	6	28	6	71	6
<i>Baetis muticus</i> (L.)	2	2	3	2	9	3	1	1
<i>Baetis alpinus</i> (PICT.)	.	.	.	.	.	.	1	1
<i>Baetis melanonyx</i> (PICT.)	1	1	.	.	.	.	.	.
<i>Baetis vernus</i> (CURT.)	.	.	2	1	.	.	.	.
<i>Baetis scambus</i> (ETN.)	.	.	1	1	.	.	.	.
<i>Ecdyonurus venosus</i> (F.) ♂	.	.	.	.	.	.	9	.
<i>Ecdyonurus</i> cf. <i>venosus</i> (F.)	17	4	23	4	21	4	3	2
<i>Ecdyonurus</i> spec. (Larven < 5 mm)	.	.	.	.	.	.	28	4
<i>Epeorus sylvicola</i> (PICT.)	9	3	1	1	.	.	29 ⁸⁾	4
<i>Rhithrogena semicolorata</i> (CURT.) ♂	.	.	6	.	.	.	.	.
<i>Rhithrogena semicolorata</i> (CURT.)	20	5	13	3	.	.	.	.
<i>R. semicolorata</i> von			4					
<i>Symbiocladius</i> befallen	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Ephemerella ignita</i> (PODA)	.	.	88	6	20	5	7	2
<i>Ephemerella notata</i> (ETN.)	2	3	.	.	.	.	.	.
<i>Habrophlebia lauta</i> (ETN.)	3	1	14	3	.	.	.	.
<i>Habroleptoides modesta</i> (HAG.)	2	1	1	1	11	2	56	5
<i>Caenis</i> spec.	.	.	1	1	.	.	.	.
Plecoptera								
<i>Isoperla</i> cf. <i>grammatica</i> (PODA) ♀	.	.	7	.	.	.	.	.
<i>Isoperla</i> cf. <i>grammatica</i> (PODA)	1	1	.	.	.	.	.	.
<i>Siphonoperla torrentium</i> (PICT.)	1	1	.	.	.	.	.	.
<i>Amphinemura sulcicollis</i> (STEPH.)	3	1	.	.	.	.	.	.
<i>Amphinemura</i> spec. (Larven < 2 mm)	.	.	.	.	.	.	28	4
<i>Protonemura</i> spec.	3	1	.	.	.	.	.	.
<i>Leuctra albidula</i> (KMP.)	.	.	.	.	1	.	.	.
<i>Leuctra</i> spec.	.	.	19	3	5	3	.	.

⁸⁾ Larven ≤ 5 mm lang.

Tabelle 11. Probestelle [2] (Schattenmühle) Fortsetzung.

Taxa	5. 6. 82		9. 7. 82		6. 8. 82		8. 9. 82	
	T	H	T	H	T	H	T	H
Trichoptera								
<i>Rhyacophila</i> spec.	3	3	16	3	8	3	8	3
<i>Rhyacophila</i> spec., Puppen	1	1	7	3	4	3	.	.
<i>Rhyacophila dorsalis</i> (CURT.) ♂	.	.	1	.	.	.	.	.
<i>Plectrocnemia conspersa</i> (CURT.)	.	.	2	1	.	.	1	1
<i>Hydropsyche instabilis</i> (CURT.)	6	3	1	1	.	.	2	1
<i>Hydropsyche instabilis</i> (CURT.) ♂	.	.	1	.	.	.	.	.
<i>Hydropsyche siltalai</i> (DÖHLER)	.	.	2	1	.	.	.	.
<i>Hydropsyche</i> spec., <i>instabilis</i> -Gruppe ⁴⁾ , 5–15 mm	.	.	.	.	12	4	10	4
<i>Hydropsyche</i> spec. (Larven < 5 mm)	.	.	3	2	.	.	42	5
<i>Allogamus auricollis</i> (PICT.)	.	.	.	.	3	1	.	.
<i>Chaetopteryx villosa</i> (FABR.)	.	.	5	2	3	1	.	.
<i>Halesus</i> spec.	1	1	.	.	.	.	.	.
<i>Potamophylax latipennis</i> (CURT.)	.	.	10	3	1	1	.	.
<i>Potamophylax latipennis</i> (CURT.) ♂	.	.	1	.	.	.	.	.
<i>Potamophylax</i> <i>rotundipennis</i> (BRAUER)	.	.	1	1	.	.	.	.
<i>Potamophylax</i> spec.	10	3	3	2	.	.	1	1
<i>Sericostoma</i> cf. <i>personatum</i> (K. & SP.)	.	.	5	2	5	2	7	3
<i>Odontocerum albicorne</i> (SCOP.)	3	1	.	.	.	.	.	.
<i>Glossosoma boltoni</i> (CURT.)	.	.	.	.	1	1	2 ⁹⁾	1
<i>Silo</i> spec.	1	1	.	.	.	.	.	.
Leptoceridae	1	1	.	.	.	.	1	1
Diptera								
<i>Atherix ibis</i> (FABR.)	12	3	17	3	30	4	77 ¹⁰⁾	5
<i>Dicranota</i> spec.	7	2	7	2	.	.	22	3
<i>Tipula</i> spec.	.	.	1	1	.	.	.	.
<i>Simulium reptans</i> (L.)	3	2	48	5	25	5	5	2
<i>Simulium reptans</i> (L.), Puppen	.	.	8	.	.	.	.	.
<i>Simulium monticola</i> (FRIED.)	.	.	.	.	1	1	.	.
<i>Simulium variegatum</i> (MG.)	.	.	7	2	.	.	1	1
<i>Odagmia ornata</i> (MG.)	.	.	2	1	.	.	.	.
<i>Rheotanytarsus</i> spec.	.	.	.	.	17	4	3	2
andere Chironomidae	.	.	7	2	4	2	45	4
Ceratopogonidae	.	.	.	.	.	.	2	1
Coleoptera								
<i>Elmis maugetii</i> (LATR.)	2	1	8	2	.	.	5	2
<i>Elmis rioloides</i> (KUWERT)	.	.	.	.	3	1	3	1
<i>Elmis</i> spec., Larven	.	.	.	.	.	.	2	1
<i>Limnius perrisi</i> (DUFOUR)	.	.	2	1	.	.	2	1
<i>Limnius</i> spec., Larven	.	.	.	.	.	.	4	1
<i>Esolus angustatus</i> (MÜLL.)	2	1	.	.	.	.	2	1
<i>Esolus</i> spec., Larven	.	.	.	.	.	.	1	1
<i>Haenydra dentipes</i> (GERM.)	1	1	1	1	3	1	4	1

⁹⁾ 2 ♂ noch in der Puppenhülle.¹⁰⁾ 13 Larven > 12 mm, 42 Larven 8–12 mm, 22 Larven < 8 mm.

Tabelle 11. Probestelle [2] (Schattenmühle) Fortsetzung.

Taxa	5. 6. 82		9. 7. 82		6. 8. 82		8. 9. 82	
	T	H	T	H	T	H	T	H
<i>Haenydra gracilis</i> (GERM.)	1	1	3	1	5	2	17	3
<i>Oreodytes rivalis</i> (GYLL.)	1	1	2	1	.	.	.	.
Hydrachnellae								
<i>Atractides nodipalpis</i> (THOR)	2	1	11	2	12	2	7	2
<i>Atractides nodipalpis</i> (THOR), Nymphe	.	.	3	1	.	.	.	.
<i>Aturus scaber</i> (KRAM.)	.	.	.	.	1	1	1	1
<i>Lebertia sparsicapillata</i> (THOR)	.	.	.	.	1	1	.	.
<i>Lebertia</i> (s. str.) spec.	1	1	.	.	.	.	.	.
<i>Sperchon brevirostris</i> (KOEN.)	1	1	30	3	13	2	8	2
<i>Sperchon brevirostris</i> (KOEN.), Nymphe	.	.	3	1	.	.	2	1
<i>Sperchon clupeiifer</i> (PIERS.)	1	1	.	.	.	.	.	.
<i>Sperchon hispidus</i> (KOEN.)	5	2	11	2	3	1	8	2
<i>Sperchon hispidus</i> (KOEN.), Nymphe	.	.	1	1	.	.	1	1
<i>Sperchon</i> spec., Nymphe	6	2	.	.	16	3	.	.
<i>Torrenticola elliptica</i> (MAGLIO), Nymphe	2	1	.	.	.	.	.	.
Crustacea								
<i>Gammarus fossarum</i> (KOCH)	15	4	1	1	1	1	2	1
Ostracoda	.	.	2	1	.	.	.	.
Mollusca								
<i>Ancylus fluviatilis</i> (MÜLLER)	3	2	.	.	4	2	9	2
<i>Lymnaea peregra</i> (MÜLLER)	.	.	.	.	1	1	.	.
Hirudinea								
<i>Erpobdella octoculata</i> (L.)	7	2	8	2	2	1	2	1
<i>Glossiphonia complanata</i> (L.)	1	1	1	1	.	.	.	.
Oligochaeta								
Tubificidae	.	.	1	1	≈ 6	3	≈ 20	3
Naididae	≈ 20	5	.	.	.	.	.	.
Lumbricidae	.	.	1	1	.	.	2	1
Turbellaria								
<i>Polycelis felina</i> (DALYELL)	0	2	0	1	2	1	2	1
<i>Dugesia gonocephala</i> (DUGÉS)	.	.	3	1	.	.	.	.
Coelenterata								
<i>Hydra</i> spec.	.	.	.	.	.	.	1	1
Makrophyten								
Bryophyta	.	+	.	+	.	+	.	+
<i>Cladophora</i> spec.	.	.	.	.	.	+	.	+

Tabelle 12. Ergebnisse der Benthos-Untersuchungen an der Probestelle [3] (Tannegger Wasserfall)

Taxa	5. 6. 82		10. 7. 82		6. 8. 82		10. 9. 82	
	T	H	T	H	T	H	T	H
Ephemeroptera								
<i>Baetis rhodani</i> (Pict.)	11	5	47	6	21	6	45	6
<i>Baetis rhodani</i> (Pict.) ♂	1	.	.	.	.	.	.	.
<i>Baetis muticus</i> (L.)	5	3	4	2	4	2	5	2
<i>Baetis lutheri</i> (M.-L.)	.	.	.	.	.	.	1	1
<i>Baetis vernus</i> (CURT.)	1	1	2	1	.	.	1	1
<i>Ecdyonurus</i> cf. <i>venosus</i> (F.)	19	5	28	4	39	4	48	5
<i>Epeorus sylvicola</i> (Pict.)	6	3	7	2	.	.	61 ¹¹⁾	5
<i>Rhithrogena semicolorata</i> (CURT.)	16	5	9	2	.	.	.	.
<i>R. semicolorata</i> von <i>Symbiocladius</i> befallen	.	.	2		.	.	.	.
<i>Ephemerella ignita</i> (PODA)	10	4	28	4	27	5	5	2
<i>Ephemerella mucronata</i> (BGTS.)	2	1	.	.	.	.	.	.
<i>Ephemerella notata</i> (ETN.)	8	2	.	.	.	.	.	.
<i>Habrophlebia lauta</i> (ETN.)	8	4	19	3	1	1	.	.
<i>Habroleptoides modesta</i> (HAG.)	.	.	.	.	2	1	50	4
<i>Caenis</i> spec.	1	1	.	.	.	.	.	.
Plecoptera								
<i>Isoperla grammatica</i> (PODA) ♂	1	.	.	.	.	.	.	.
<i>Isoperla</i> cf. <i>grammatica</i> (PODA) ♀	1	.	.	.	.	.	.	.
<i>Isoperla</i> cf. <i>grammatica</i> (PODA)	3	1	.	.	.	.	.	.
<i>Perlodes jurassica</i> (AUB.)	.	.	.	.	.	.	1	1
<i>Siphonoperla torrentium</i> (Pict.)	1	1	.	.	.	.	.	.
<i>Perla marginata</i> (Pz.)	.	.	.	.	1	1	.	.
<i>Amphinemura standfussi</i> (Ris) ♀	1	.	.	.	.	.	.	.
<i>Amphinemura</i> cf. <i>sulcicollis</i> (STEPH.)	16	4	.	.	.	.	.	.
<i>Amphinemura</i> spec. (Larven < 2 mm)	.	.	.	.	.	.	66	5
<i>Nemoura</i> spec.	1	1	1 ¹²⁾	.	.	.	.	.
<i>Protonemura</i> spec.	1	1	.	.	1	1	1	1
<i>Leuctra</i> spec.	2	3	14	2	4	2	1	1
Trichoptera								
<i>Rhyacophila</i> spec.	3	3	16	3	6	2	20	3
<i>Rhyacophila</i> spec., Puppen	.	.	.	.	4	3	4	2
<i>Plectrocnemia conspersa</i> (CURT.)	1	1	6	2	.	.	1	1
<i>Hydropsyche angustipennis</i> (CURT.)	.	.	.	.	.	.	2	1
<i>Hydropsyche instabilis</i> (CURT.)	4	3	1	1	1	1	5	2
<i>Hydropsyche instabilis</i> (CURT.) ♀	.	.	1	.	.	.	.	.
<i>Hydropsyche pellucidula</i> (CURT.)	.	.	.	.	.	.	1	1
<i>Hydropsyche siltalai</i> (DÖHLER)	2	2	2	1	.	.	.	.
<i>Hydropsyche</i> spec., <i>instabilis</i> -Gruppe ⁴⁾	.	.	.	.	14 ¹³⁾	4	27	4
<i>Hydropsyche</i> spec. (Larven ≤ 5 mm)	.	.	17	3	.	.	.	.
<i>Hydropsyche</i> spec. (Larven ≤ 2 mm)	.	.	.	.	.	.	42	5

¹¹⁾ Larven ≤ 5 mm lang.¹²⁾ adultes ♀.¹³⁾ Larven 10–15 mm lang.

Tabelle 12. Probestelle [3] (Tannegger Wasserfall) Fortsetzung.

Taxa	5. 6. 82		10. 7. 82		6. 8. 82		10. 9. 82	
	T	H	T	H	T	H	T	H
<i>Allogamus auricollis</i> (PICT.)	4	2	.	.	1	1	.	.
<i>Chaetopteryx villosa</i> (FABR.)	18	3	2	1	1	1	.	.
<i>Drusus annulatus</i> (STEPH.)	2	1	.	.	.	.	.	.
<i>Sericostoma cf. personatum</i> (K. & SP.)	1	1	1	1	2	1	10	3
Megaloptera								
<i>Sialis lutaria</i> (L.) ♂	2	.	.	.	.	.	.	.
Diptera								
<i>Atherix ibis</i> (FABR.)	5	3	11	2	45	5 ¹⁴⁾	66 ¹⁵⁾	5
<i>Dicranota</i> spec.	2	1	2	1	.	.	3	1
<i>Simulium reptans</i> (L.)	8	4	23	4	27	5	11	3
<i>Simulium reptans</i> (L.), Puppen	5	.	13	.	.	.	2	.
<i>Simulium tuberosum</i> (LDSTR.)	1	1	.	.	3	2	.	.
<i>Simulium tuberosum</i> (LDSTR.), Puppen	6	.	.	.	.	.	.	.
<i>Simulium variegatum</i> (MG.)	.	.	16	3	.	.	19	3
<i>Simulium variegatum</i> (MG.), Puppen	.	.	7	.	.	.	13	.
<i>Odagmia ornata</i> (MG.)	.	.	9	2	1	1	.	.
<i>Prosimulium tomosvaryi</i> (END.)	1	1	.	.	.	.	.	.
<i>Liponeura decipiens</i> (BEZZI)	2	1	.	.	.	.	.	.
<i>Liponeura cordata</i> (VIMMER), Puppe	1	1	.	.	.	.	.	.
<i>Rheotanytarsus</i> spec.	.	.	.	.	8	4	7	2
Chironomidae	.	.	25	3	13	2	21	3
Coleoptera								
<i>Elmis maugetii</i> (LATR.)	.	.	.	.	2	1	4	1
<i>Elmis aenea</i> (MÜLL.)	2	1	1	1	.	.	2	1
<i>Limnius perrisi</i> (DUFOUR)	.	.	1	1	.	.	1	1
<i>Limnius</i> spec., Larve	.	.	.	.	1	1	.	.
<i>Esolus angustatus</i> (MÜLL.)	3	1	1	1	.	.	.	.
<i>Haenydra dentipes</i> (GERM.)	.	.	2	1	3	1	.	.
<i>Haenydra gracilis</i> (GERM.)	.	.	.	.	1	1	7	2
<i>Oreodytes rivalis</i> (GYLL.)	1	1	1	1	.	.	.	.
Hydrachnellae								
<i>Atractides nodipalpis</i> (THOR)	1	1	33	3	36	3	1	1
<i>Aturus scaber</i> (KRAM.)	.	.	.	.	1	1	.	.
<i>Lebertia</i> (s. str.) spec.	.	.	.	.	.	.	1	1
<i>Mideopsis crassipes</i> (SOAR)	1	1	.	.	.	.	.	.
<i>Sperchon brevirostris</i> (KOEN.)	9	2	8	2	2	1	8	2
<i>Sperchon brevirostris</i> (KOEN.), Nymphe	.	.	2		.	.	3	
<i>Sperchon clupei</i> (PIERS.)	.	.	.	.	1	1	.	.
<i>Sperchon hispidus</i> (KOEN.)	3	1	2	2	1	1	16	3
<i>Sperchon hispidus</i> (KOEN.), Nymphe	.	.	5		.	.	.	.

¹⁴⁾ Larven ≤ 8 mm mit Häufigkeit 5; Larven > 8 mm mit Häufigkeit 3.¹⁵⁾ 19 Larven > 12 mm, 12 Larven 8–12 mm, 35 Larven < 8 mm.

Tabelle 12. Probestelle [3] (Tannegger Wasserfall) Fortsetzung.

Taxa	5. 6. 82		10. 7. 82		6. 8. 82		10. 9. 82	
	T	H	T	H	T	H	T	H
<i>Sperchon</i> spec., Nymphe	2	1	.	.	11	2	.	.
<i>Torrenticola elliptica</i> (MAGLIO)	.	.	.	.	1	1	.	.
Mollusca								
<i>Ancylus fluviatilis</i> (MÜLLER)	6	3	.	.	2	2	4	2
Hirudinea								
<i>Erpobdella octoculata</i> (L.)	2	1	2	1	.	.	.	.
<i>Glossiphonia complanata</i> (L.)	2	1	.	.	.	.	.	.
Oligochaeta								
Tubificidae (bei unsicherer Zuordnung in Klammern)	.	.	0	(1)	0	(1)	≈ 15	3
Turbellaria								
<i>Polycelis felina</i> (DALYELL)	0	1	4	1	1	1	2	1
Pisces								
<i>Cottus gobio</i> (L.)	1	1	.	.	.	.	.	.
Makrophyten								
<i>Cladophora</i> spec.	.	+	.	+	.	+	.	+
Bryophyta	.	.	.	.	.	+	.	+

Tabelle 13. Ergebnisse der Benthos-Untersuchungen an der Probestelle [4] (Rümmelesteg)

Taxa	4. 6. 82		14. 7. 82		5. 8. 82		7. 9. 82	
	T	H	T	H	T	H	T	H
Ephemeroptera								
<i>Baetis rhodani</i> (PICT.)	14	5	14	6	25	6	24	6
<i>Baetis muticus</i> (L.)	3	2	.	.	9	3	16	3
<i>Baetis alpinus</i> (PICT.)	.	.	.	.	1	1	1	1
<i>Baetis lutheri</i> (M.-L.)	.	.	.	.	.	.	2	1
<i>Baetis scambus</i> (ETN.)	.	.	1	1	.	.	.	.
<i>Ecdyonurus</i> cf. <i>venosus</i> (F.)	12	5	10	4	36	5	27	5
<i>Ecdyonurus forcipula</i> (PICT.)	.	.	.	.	.	.	2	1
<i>Epeorus sylvicola</i> (PICT.)	13	6	21	5	1	1	53 ¹⁶⁾	5
<i>Rhithrogena semicolorata</i> (CURT.)	14	5	4	1	.	.	.	.
<i>Ephemerella notata</i> (ETN.)	6	3	.	.	.	.	.	.
<i>Ephemerella ignita</i> (PODA)	.	.	21	5	13	5	32	3
<i>Habrophlebia lauta</i> (ETN.)	7	4	4	2	.	.	.	.
<i>Habroleptoides modesta</i> (HAG.)	1	1	.	.	10	3	54	4
<i>Caenis</i> cf. <i>macrura</i> (STEPH.)	.	.	.	.	2	1	.	.

¹⁶⁾ Larven ≤ 5 mm lang.

Tabelle 13. Probestelle [4] (Rümmelesteg) Fortsetzung.

Taxa	4. 6. 82		14. 7. 82		5. 8. 82		7. 9. 82	
	T	H	T	H	T	H	T	H
Plecoptera								
<i>Isoptera</i> cf. <i>grammatica</i> (PODA)	9	2	.	.	.	.	2	1
<i>Isoptera</i> cf. <i>grammatica</i> (PODA) ♀	1	.	.	.	.	.	.	.
<i>Perlodes jurassica</i> (AUB.)	.	.	.	.	.	.	1	1
<i>Siphonoperla torrentium</i> (PICT.) ♂	1	.	.	.	.	.	.	.
<i>Perla marginata</i> (PZ.) ♂	1	.	.	.	.	.	.	.
<i>Amphinemura standfussi</i> (RIS) ♀	2	.	.	.	.	.	.	.
<i>Amphinemura sulcicollis</i> (STEPH.)	2	1	.	.	.	.	.	.
<i>Amphinemura</i> spec. (Larven < 2 mm)	.	.	.	.	.	.	15	3
<i>Protonemura</i> spec.	3	1	.	.	1	1	3	1
<i>Leuctra pseudosignifera</i> (AUBERT) ♀	.	.	.	.	1	.	.	.
<i>Leuctra</i> spec.	1	1	3	1	9	3	.	.
Trichoptera								
<i>Rhyacophila</i> spec.	5	4	7	3	3	3	9	3
<i>Rhyacophila</i> spec., Puppen	.	.	2	.	1	.	2	.
<i>Plectrocnemia conspersa</i> (CURT.)	.	.	1	1	.	.	.	.
<i>Hydropsyche instabilis</i> (CURT.)	9	5	3	1	5	2	1	1
<i>Hydropsyche angustipennis</i> (CURT.)	.	.	.	.	.	.	1	1
<i>Hydropsyche</i> spec., <i>instabilis</i> -Gruppe ¹⁷⁾	.	.	.	.	7	4	28	5
<i>Hydropsyche</i> spec. (Larven < 5 mm)	.	.	26	5	.	.	.	.
<i>Hydropsyche</i> spec. (Larven < 3 mm)	.	.	.	.	.	.	55	5
<i>Allogamus auricollis</i> (PICT.)	3	1	.	.	2	1	.	.
<i>Chaetopteryx villosa</i> (FABR.)	10	2	.	.	.	.	.	.
<i>Drusus annulatus</i> (STEPH.)	5	2	.	.	.	.	.	.
<i>Halesus</i> spec.	3	1	.	.	.	.	.	.
<i>Sericostoma</i> cf. <i>personatum</i> (K. & Sp.)	5	2	4	2	3	2	21	3
<i>Silo</i> spec.	1	1	.	.	.	.	.	.
Diptera								
<i>Atherix ibis</i> (FABR.), Imagines	5	.	.	.	.	.	.	.
<i>Atherix ibis</i> (FABR.)	3	2	7	2	26	4	34 ¹⁷⁾	4
<i>Dicranota</i> spec.	.	.	4	1	3	1	4	1
<i>Simulium reptans</i> (L.)	5	5	9	4	19	3	5	2
<i>Simulium reptans</i> (L.), Puppen	3	5	.	.	.	.	.	.
<i>Simulium monticola</i> (FRIED.)	.	.	.	.	2	1	.	.
<i>Simulium variegatum</i> (MG.)	.	.	.	.	.	.	16	3
<i>Simulium variegatum</i> (MG.), Puppen	.	.	.	.	.	.	8	2
<i>Odagmia ornata</i> (MG.)	.	.	3	2	.	.	.	.
<i>Liponeura cordata</i> (VIMMER)	.	.	.	.	.	.	1	1
<i>Liponeura cordata</i> (VIMMER), Puppen	.	.	.	.	.	.	2	1
<i>Liponeura decipiens</i> (BEZZI)	1	1	16	3	.	.	.	.
<i>Liponeura decipiens</i> (BEZZI), Puppen	.	.	1	.	1	1	6	2
<i>Rheotanytarsus</i> spec.	5	2	.	.	.	.	.	2 ¹⁸⁾
andere Chironomidae	.	.	.	.	2	2	.	2

¹⁷⁾ 14 Larven > 12 mm, 15 Larven 8–12 mm, 5 Larven < 8 mm.¹⁸⁾ nur Gehäuse gesehen.

Tabelle 13. Probestelle [4] (Rümmelesteg) Fortsetzung.

Taxa	4. 6. 82		14. 7. 82		5. 8. 82		7. 9. 82	
	T	H	T	H	T	H	T	H
Coleoptera								
<i>Elmis maugetii</i> (LATR.)	4	2	9	2	7	2	32	3
<i>Elmis aenea</i> (MÜLL.)	.	.	.	.	.	.	1	1
<i>Elmis</i> spec., Larve	.	.	.	.	.	.	2	1
<i>Limnius perrisi</i> (DUFOUR)	.	.	.	.	.	.	1	1
<i>Limnius volckmari</i> (PANZ.)	1	1	.	.	.	.	.	.
<i>Limnius</i> spec., Larve	.	.	.	.	.	.	2	1
<i>Esolus angustatus</i> (MÜLL.)	1	1	.	.	1	1	.	.
<i>Haenydra dentipes</i> (GERM.)	.	.	2	1	7	2	10	2
<i>Haenydra gracilis</i> (GERM.)	.	.	6	2	8	2	9	2
Hydrachnellae								
<i>Atractides nodipalpis</i> (THOR)	2	1	10	2	27	3	32	3
<i>Atractides nodipalis</i> (THOR), Nymphe	.	.	3		2		.	.
<i>Aturus scaber</i> (KRAM.)	.	.	.	.	.	.	4	1
<i>Lebertia</i> (s. str.) spec.	.	.	.	.	1	1	.	.
<i>Lebertia sparsicapillata</i> (THOR)	1	1	.	.	.	.	.	.
<i>Sperchon brevirostris</i> (KOEN.)	4	1	2	1	6	2	3	1
<i>Sperchon brevirostris</i> (KOEN.), Nymphe	.	.	.	.	.	.	2	1
<i>Sperchon hispidus</i> (KOEN.)	6	2	.	.	3	1	7	2
<i>Sperchon hispidus</i> (KOEN.), Nymphe	.	.	.	.	.	.	3	1
<i>Sperchon</i> spec., Nymphe	1	1	.	.	8	2	.	.
<i>Torrenticola elliptica</i> (MAGLIO)	.	.	.	.	.	.	2	1
Crustacea								
<i>Gammarus fossarum</i> (KOCH)	5	2	8	2	4	2	11	2
Mollusca								
<i>Ancylus fluviatilis</i> (MÜLLER)	3	2	2	1	2	1	8	2
Hirudinea								
<i>Erpobdella octoculata</i> (L.)	1	1	.	.	1	1	1	1
<i>Glossiphonia complanata</i> (L.)	.	.	.	.	1	1	.	.
Oligochaeta								
Tubificidae (bei unsicherer Zuordnung in Klammern)	.	.	0	(1)	.	.	2	1
Turbellaria								
<i>Polycelis felina</i> (DALYELL)	0	1	1	1	1	1	1	1
<i>Dugesia gonocephala</i> (DUGÈS)	0	4	2	1	3	1	7	2
Makrophyten								
<i>Cladophora</i> spec.	.	.	.	.	.	+	.	+
<i>Chaetophora</i> spec.	.	.	.	.	.	+	.	.
Bryophyta	.	.	.	.	.	.	.	+

Tabelle 14. Ergebnisse der Benthos-Untersuchungen an der Probestelle [5] (Gauchachmündung)

Taxa	4. 6. 82		13. 7. 82		5. 8. 82		6. 9. 82	
	T	H	T	H	T	H	T	H
Ephemeroptera								
<i>Baetis rhodani</i> (PICT.)	15	6	19	6	32	6	24	6
<i>Baetis muticus</i> (L.)	3	2	3	2	14	3	6	3
<i>Baetis alpinus</i> (PICT.)	3	2	.	.	15 ¹⁹⁾	3	8	3
<i>Baetis lutheri</i> (M.-L.)	.	.	.	.	.	.	7	3
<i>Ecdyonurus</i> cf. <i>venosus</i> (F.)	10	5	26	5	46	5	52	5
<i>Ecdyonurus forcipula</i> (PICT.)	.	.	2	1	.	.	3	1
<i>Epeorus sylvicola</i> (PICT.)	11	5	20	4	3	1	33 ²⁰⁾	4
<i>Epeorus sylvicola</i> (PICT.) ♂	.	.	1	.	.	.	.	.
<i>Rhithrogena semicolorata</i> (CURT.) ♂	5	.	.	.	.	.	.	.
<i>Rhithrogena semicolorata</i> (CURT.)	11	5	7	2	.	.	.	.
<i>R. semicolorata</i> von <i>Symbiocladius</i> befallen	.	.	.	.	1	1	.	.
<i>Heptagenia lateralis</i> (CURT.)	1	1	.	.	.	.	.	.
<i>Ephemerella ignita</i> (PODA)	12	5	14	5	41	5	15	2
<i>Ephemerella mucronata</i> (BGTSS.)	5	3	.	.	.	.	.	.
<i>Ephemerella notata</i> (ETN.)	6	3	.	.	.	.	.	.
<i>Habrophlebia lauta</i> (ETN.)	.	.	3	1	2	1	.	.
<i>Habroleptoides modesta</i> (HAG.)	.	.	2	1	16	3	40	4
Plecoptera								
<i>Isoperla grammatica</i> (PODA) ♂	.	.	1	.	.	.	.	.
<i>Isoperla</i> cf. <i>grammatica</i> (PODA) ♀	.	.	9	.	.	.	.	.
<i>Isoperla</i> cf. <i>grammatica</i> (PODA)	1	1	.	.	.	.	.	.
<i>Perlodes jurassica</i> (AUB.)	.	.	.	.	1	1	.	.
<i>Siphonoperla torrentium</i> (PICT.)	1	1	.	.	.	.	.	.
<i>Perla marginata</i> (Pz.) ♂	1	.	.	.	.	.	.	.
<i>Perla marginata</i> (Pz.)	.	.	.	.	.	.	1	1
<i>Amphinemura sulcicollis</i> (STEPH.) ♂ + ♀	5	.	.	.	.	.	.	.
<i>Nemoura</i> spec.	4	1	.	.	.	.	.	.
<i>Protonemura</i> spec.	8	2	4	1	26 ²¹⁾	3	5	2
<i>Leuctra pseudosignifera</i> (AUBERT) ♂	.	.	.	.	1	.	.	.
<i>Leuctra albida</i> (KNF.) ♂	.	.	.	.	1	.	.	.
<i>Leuctra</i> spec.	13	3	6	2	12	2	1	1
Trichoptera								
<i>Rhyacophila</i> spec.	4	3	4	3	6	3	8	3
<i>Rhyacophila</i> spec., Puppen	.	.	2	.	12	4	8	.
<i>Plectrocnemia conspersa</i> (CURT.)	.	.	4	1	2	1	.	.
<i>Hydropsyche instabilis</i> (CURT.) ♀	.	.	6	.	.	.	.	.
<i>Hydropsyche instabilis</i> (CURT.)	8	3	8	2	1	1	.	.
<i>Hydropsyche angustipennis</i> (CURT.)	.	.	.	.	.	.	4	2
<i>Hydropsyche siltalai</i> (DÖHLER)	1	1	1	1	.	.	.	.

¹⁹⁾ nur unterhalb von Gauchachmündung vorhanden.²⁰⁾ Larven ≤ 5 mm lang.²¹⁾ oberhalb Gauchachmündung 4 Larven mit Häufigkeit 1; unterhalb Gauchachmündung 22 Larven mit Häufigkeit 3.

Tabelle 14. Probestelle [5] (Gauchachmündung) Fortsetzung.

Taxa	4. 6. 82		13. 7. 82		5. 8. 82		6. 9. 82	
	T	H	T	H	T	H	T	H
<i>Hydropsyche</i> spec., <i>instabilis</i> -Gruppe ⁴⁾ , 10–15 mm	.	.	.	.	2	4	20	4
<i>Hydropsyche</i> spec., <i>instabilis</i> -Gruppe ⁴⁾ , 5–10 mm	.	.	.	.	20		.	.
<i>Hydropsyche</i> spec. (Larven < 5 mm)	.	.	16	3	.	.	.	.
<i>Hydropsyche</i> spec. (Larven < 3 mm)	.	.	.	.	.	.	36	4
<i>Allogamus auricollis</i> (PICT.)	8	2	6	2	7	2	.	.
<i>Chaetopteryx villosa</i> (FABR.)	10	3	.	.	6	2	.	.
<i>Drusus annulatus</i> (STEPH.)	10	2	.	.	2	1	.	.
<i>Halesus</i> spec.	3	1	.	.	.	.	.	.
<i>Melampophylax mucorheos</i> (HAG.)	3	1	.	.	.	.	.	.
<i>Potamopyhlax latipennis</i> (CURT.)	.	.	.	.	1	1	.	.
<i>Potamopyhlax</i> cf. <i>rotundipennis</i> (BRAUER)	3	1	.	.	.	.	.	.
<i>Philopotamus montanus</i> (DON.) ♂	.	.	2	.	.	.	.	.
<i>Philopotamus montanus</i> (DON.) ♀	.	.	1	.	.	.	.	.
<i>Sericostoma</i> cf. <i>personatum</i> (K. & SP.)	.	.	4	2	25	4	27	3
<i>Silo piceus</i> (BRAUER) ♂	1	.	.	.	.	.	.	.
<i>Silo nigricornis</i> (PICT.)	.	.	.	.	1	1	.	.
Diptera								
<i>Atherix ibis</i> (FABR.)	3	2	7	2	22	4	74	4
<i>Dicranota</i> spec.	.	.	2	1	2	1	1	1
<i>Simulium reptans</i> (L.)	3	2	4	2	11	3	1	1
<i>Simulium monticola</i> (FRIED.)	.	.	.	.	6	2	.	.
<i>Simulium variegatum</i> (MG.)	6	3	12	4	27	4	20	4
<i>Simulium variegatum</i> (MG.), Puppen	.	.	.	.	.	.	4	.
<i>Liponeura decipiens</i> (BEZZI)	7	3	.	.	4 ¹⁹⁾	2	.	.
<i>Liponeura decipiens</i> (BEZZI), Puppen	1	.	.	.	.	.	.	.
<i>Rheotanytarsus</i> spec.	2	2	.	.	.	.	.	.
andere Chironomidae	.	.	7	.	6	2	.	.
Coleoptera								
<i>Elmis maugetii</i> (LATR.)	2	2	10	2	22	3	13	3
<i>Elmis aenea</i> (MÜLL.)	.	.	.	.	9 ¹⁹⁾	2	1	1
<i>Elmis</i> spec., Larve	.	.	1	1	15	3	1	1
<i>Limnius perrisi</i> (DUFOUR)	.	.	.	.	1 ¹⁹⁾	1	1	1
<i>Esolus angustatus</i> (MÜLL.)	.	.	.	.	5 ¹⁹⁾	2	.	.
<i>Riolus subviolaceus</i> (PH. MÜLLER)	.	.	.	.	1	1	.	.
<i>Haenydra dentipes</i> (GERM.)	.	.	1	1	5	2	12	2
<i>Haenydra gracilis</i> (GERM.)	1	1	1	1	9	2	5	2
<i>Oreodytes rivalis</i> (GYLL.)	1	1	.	.	.	.	.	.
<i>Oreodytes rivalis</i> (GYLL.), Larve	.	.	.	.	.	.	1	1
Hydrachnellae								
<i>Atractides nodipalpis</i> (THOR)	1	1	37	4	52	4	35	4
<i>Atractides nodipalpis</i> (THOR), Nymphen	.	.	5	2	.	.	.	.
<i>Aturus crinitus</i> (THOR)	.	.	.	.	2	1	1 ²²⁾	1

²²⁾ nicht sicher *Aturus crinitus* (THOR).

Tabelle 14. Probestelle [5] (Gauchachmündung) Fortsetzung.

Taxa	4. 6. 82		13. 7. 82		5. 8. 82		6. 9. 82	
	T	H	T	H	T	H	T	H
<i>Aturus scaber</i> (KRAM.)	.	.	.	.	1 ²³⁾	1	.	.
<i>Lebertia</i> (<i>Pilolebertia</i>) spec.	.	.	1	1	.	.	.	.
<i>Sperchon breviostris</i> (KOEN.)	1	1	4	1	6	2	2	.
<i>Sperchon breviostris</i> (KOEN.)							}	1
Nymphe	.	.	.	.	.	.		
<i>Sperchon hispidus</i> (KOEN.)	3	1	3	}	3	}	2	}
<i>Sperchon hispidus</i> (KOEN.), Nymphe	.	.	5		1		2	
<i>Sperchon</i> spec., Nymphe	.	.	.	.	11	2	.	.
<i>Torrenticola elliptica</i> (MAGLIO)	4	1	2	1	13	2	1	1
<i>Torrenticola elliptica</i> (MAGLIO), Nymphe	1	1	.	.	.	.	.	.
Crustacea								
<i>Gammarus fossarum</i> (KOCH)	8	3	13	3	48 ²⁴⁾	4 ²⁴⁾	56	4
Mollusca								
<i>Ancylus fluviatilis</i> (MÜLLER)	6	3	7	2	7	2	9	2
Hirudinea								
<i>Glossiphonia complanata</i> (L.)	1	1	.	.	.	.	.	.
Turbellaria								
<i>Polycelis felina</i> (DALYELL)	0	3	0	1	5	2	3	1
<i>Dugesia gonocephala</i> (DUGÈS)	0	3	9	3	33	4	4	1
Pisces								
<i>Cottus gobio</i> (L.)	3	1	.	.	1	1	2	1
Makrophyten								
<i>Cladophora</i> spec.	.	+	.	+	.	+	.	+
<i>Chaetophora</i> spec.	.	.	.	.	.	+	.	.
Bryophyta	.	+	.	+	.	+	.	+
<i>Callitriche hamulata</i> (KÜTZ.)	.	.	.	.	.	.	.	+

Tabelle 15. Ergebnisse der Benthos-Untersuchungen an der Probestelle [6] (Achdorf)

Taxa	3. 6. 82		15. 7. 82		4. 8. 82		5. 9. 82	
	T	H	T	H	T	H	T	H
Ephemeroptera								
<i>Baetis rhodani</i> (PICT.)	19	6	35	6	25	6	41	6
<i>Baetis muticus</i> (L.)	6	3	2	1	17	3	9	3
<i>Baetis alpinus</i> (PICT.)	.	.	1	1	.	.	.	.

²³⁾ nur oberhalb Gauchachmündung.²⁴⁾ oberhalb Gauchachmündung 13 Larven, Häufigkeit 3; unterhalb Gauchachmündung 35 Larven, Häufigkeit 4.

Tabelle 15. Probestelle [6] (Achdorf) Fortsetzung.

Taxa	3. 6. 82		15. 7. 82		4. 8. 82		5. 9. 82	
	T	H	T	H	T	H	T	H
<i>Baetis lutheri</i> (M.-L.)	.	.	.	.	3	2	6	2
<i>Baetis vernus</i> (CURT.)	.	.	5	2	.	.	2	1
<i>Baetis scambus</i> (ETN.)	.	.	.	.	.	.	2	1
<i>Ecdyonurus</i> cf. <i>venosus</i> (F.)	10	5	23	5	45	5	38	4
<i>Ecdyonurus forcipula</i> (PICT.)	.	.	.	.	.	.	1	1
<i>Epeorus sylvicola</i> (PICT.) ♂	5	.	4	.	.	.	.	.
<i>Epeorus sylvicola</i> (PICT.)	14	5	6	3	1	1	22 ²⁵⁾	4
<i>Rhithrogena semicolorata</i> (CURT.)	20	5	6	2	2	1	.	.
<i>R. semicolorata</i> von <i>Symbiocladius</i> befallen	.	.	.	.	1	1	.	.
<i>Rhithrogena semicolorata</i> (CURT.) ♂	4	.	.	.	.	.	.	.
<i>Ephemerella ignita</i> (PODA)	.	.	30	5	28	4	7	2
<i>Ephemerella mucronata</i> (BGTSS.)	2	2	.	.	.	.	.	.
<i>Ephemerella notata</i> (ETN.)	4	3	.	.	.	.	.	.
<i>Habrophlebia lauta</i> (ETN.)	1	1	3	1	.	.	.	.
<i>Habroleptoides modesta</i> (HAG.)	4	2	3	1	18	3	42	4
<i>Habroleptoides modesta</i> (HAG.) ♀	8	.	.	.	.	.	.	.
Plecoptera								
<i>Isoperla grammatica</i> (PODA) ♂	1	.	.	.	.	.	.	.
<i>Isoperla</i> cf. <i>grammatica</i> (PODA) ♀	3	.	.	.	.	.	.	.
<i>Isoperla</i> cf. <i>grammatica</i> (PODA)	11	3	.	.	.	.	.	.
<i>Perlodes jurassica</i> (AUB.)	.	.	.	.	.	.	1	1
<i>Siphonoperla torrentium</i> (PICT.)	1	1	.	.	.	.	1	1
<i>Perla bipunctata</i> (PICT.)	.	.	.	.	.	.	1	1
<i>Perla marginata</i> (PZ.)	.	.	2	1	4	1	2	1
<i>Perla marginata</i> (PZ.) ♂ + ♀	4	.	.	.	.	.	.	.
<i>Dinocras cephalotes</i> (CURT.)	.	.	1	1	.	.	1	1
<i>Amphinemura sulcicollis</i> (STEPH.)	4	2	.	.	.	.	.	.
<i>Protonemura</i> spec.	1	1	4	1	4	1	4	1
<i>Leuctra</i> spec.	8	4	7	2	4	1	2	1
Trichoptera								
<i>Rhyacophila</i> spec.	5	3	5	3	8	3	18	3
<i>Rhyacophila</i> spec., Puppen	.	.	3	.	.	.	2	.
<i>Plectrocnemia conspersa</i> (CURT.)	1	1	.	.	.	.	.	.
<i>Hydropsyche instabilis</i> (CURT.)	5	4	7	2	1	1	1	1
<i>Hydropsyche angustipennis</i> (CURT.)	.	.	.	.	.	.	3	1
<i>Hydropsyche</i> spec., <i>instabilis</i> - Gruppe ⁴⁾	.	.	14 ²⁶⁾	4	21 ²⁷⁾	5	21	5
<i>Hydropsyche</i> spec. (Larven < 5 mm)	.	.	.	.	.	.	8	5
<i>Allogamus auricollis</i> (PICT.)	.	.	11	2	10	2	.	.
<i>Chaetopteryx villosa</i> (FABR.)	11	3	.	.	3	1	.	.
<i>Drusus annulatus</i> (STEPH.)	3	1	.	.	.	.	.	.
<i>Halesus</i> spec.	2	1	.	.	.	.	.	.
<i>Melampophylax</i> spec.	.	.	.	.	2	1	.	.
<i>Potamophylax</i> spec.	.	.	3	1	.	.	.	.

²⁵⁾ Larven ≤ 5 mm lang.²⁶⁾ Larven < 10 mm lang.²⁷⁾ Larven 10–16 mm lang.

Tabelle 15. Probestelle [6] (Achdorf) Fortsetzung.

Taxa	3. 6. 82		15. 7. 82		4. 8. 82		5. 9. 82	
	T	H	T	H	T	H	T	H
<i>Sericostoma</i> cf. <i>personatum</i> (K. & Sp.)	9	2	10	2	8	2	.	.
<i>Glossosoma boltoni</i> (CURT.)	.	.	10	2	5	2	.	.
<i>Glossosoma</i> spec.	.	.	6	2	4	1	.	.
<i>Lepidostoma hirtum</i> (FABR.)	1	1	.	.	.	.	.	.
Diptera								
<i>Atherix ibis</i> (FABR.)	2	2	3	1	43	4	34 ²⁸⁾	4
<i>Dicranota</i> spec.	3	2	1	1	.	.	1	1
<i>Simulium reptans</i> (L.)	11	4	42	6	26	6	6	3
<i>Simulium reptans</i> (L.), Puppen	.	.	11	.	1	1	1	.
<i>Simulium variegatum</i> (MG.)	6	3	2	2	9	3	24	5
<i>Simulium variegatum</i> (MG.), Puppen	.	.	1	.	.	.	9	.
<i>Odagmia ornata</i> (MG.)	1	1	7	3	4	2	3	2
<i>Liponeura decipiens</i> (BEZZI)	10	4	7	4	2	2	.	.
<i>Liponeura decipiens</i> (BEZZI), Puppen	6	4	1	2	2	2	.	.
Chironomidae	.	.	26	4	5	2	26	3
Coleoptera								
<i>Elmis maugetii</i> (LATR.)	9	3	14	3	17	3	26	3
<i>Elmis aenea</i> (MÜLL.)	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Elmis rioloides</i> (KUWERT)	.	.	.	.	1	1	1	1
<i>Elmis</i> spec., Larven	.	.	.	.	18	3	2	1
<i>Limnius perrisi</i> (DUFOR)	.	.	.	.	.	.	2	1
<i>Limnius</i> spec., Larve	1	1	.	.	1	1	.	.
<i>Esolus angustatus</i> (MÜLL.)	1	1	1	1	.	.	2	1
<i>Haenydra dentipes</i> (GERM.)	.	.	.	.	5	2	2	1
<i>Haenydra gracilis</i> (GERM.)	1	1	.	.	3	1	6	2
<i>Hymenodes metallescens</i> (ROSENH.)	.	.	.	.	1	1	.	.
Hydrachnellae								
<i>Atractides nodipalpis</i> (THOR)	1	1	17	3	38	4	12	3
<i>Atractides</i> spec., Nympe	.	.	.	.	2	1	.	.
<i>Aturus crinitus</i> (THOR)	.	.	5	2	11	2	.	.
<i>Aturus scaber</i> (KRAM.)	.	.	.	.	5	2	.	.
<i>Lebertia porosa</i> (THOR)	.	.	.	.	1	1	.	.
<i>Sperchon brevirostris</i> (KOEN.)	1	1	.	.	5	2	1	1
<i>Sperchon brevirostris</i> (KOEN.), Nympe	.	.	4	1	.	.	1	1
<i>Sperchon clupeiifer</i> (PIERS.)	.	.	.	.	1	1	.	.
<i>Sperchon hispidus</i> (KOEN.)	1	1	4	1	1	1	3	1
<i>Sperchon hispidus</i> (KOEN.), Nympe	.	.	2	1	.	.	2	1
<i>Sperchon</i> spec., Nympe	.	.	.	.	7	2	.	.
<i>Torrenticola elliptica</i> (MAGLIO)	1	1	1	1	.	.	1	1

²⁸⁾ 6 Larven > 12 mm, 26 Larven 8–12 mm, 2 Larven < 8 mm.

Tabelle 15. Probestelle [6] (Achdorf) Fortsetzung.

Taxa	3. 6. 82		15. 7. 82		4. 8. 82		5. 9. 82	
	T	H	T	H	T	H	T	H
Crustacea								
<i>Gammarus fossarum</i> (KOCH)	14	4	18	3	7	2	26	4
Ostracoda	5	2	.	.	.	.	.	.
Mollusca								
<i>Ancylus fluviatilis</i> (MÜLLER)	.	.	4	1	6	2	2	1
Hirudinea								
<i>Erpobdella octoculata</i> (L.)	1	1	4	2	1	1	.	.
<i>Glossiphonia complanata</i> (L.)	.	.	2	1	.	.	.	.
Oligochaeta								
Tubificidae	.	.	.	.	1	1	1	1
Turbellaria								
<i>Polycelis felina</i> (DALYELL)	0	3	1	1	1	1	.	.
<i>Dugesia gonocephala</i> (DUGÈS)	0	2	4	2	2	1	2	1
Nematomorpha								
<i>Gordius</i> spec.	.	.	.	.	.	.	1	1
Pisces								
<i>Cottus gobio</i> (L.)	1	1	4	1	2	1	4	1
Makrophyten								
<i>Cladophora</i> spec.	.	+	.	+	.	+	.	+
<i>Chaetophora</i> spec.	.	.	.	+	.	+	.	.
<i>Ranunculus fluitans</i> (LAM.)	.	+	.	+	.	+	.	+
<i>Callitriche hamulata</i> (KÜTZ.)	.	+	.	+	.	+	.	+
Bryophyta	.	.	.	.	.	+	.	.

Tabelle 16. Ergebnisse der Benthos-Untersuchungen an der Probestelle [7] (Weizener Steg)

Taxa	3. 6. 82		15. 7. 82		4. 8. 82		5. 9. 82	
	T	H	T	H	T	H	T	H
Ephemeroptera								
<i>Baetis rhodani</i> (PICT.)	23	6	26	6	23	6	25	6
<i>Baetis muticus</i> (L.)	4	2	.	.	11	3	10	3
<i>Baetis lutheri</i> (M.-L.)	.	.	1	1	4	2	7	3
<i>Baetis vernus</i> (CURT.)	4	2	6	3	1	1	6	3
<i>Baetis fuscatus</i> (L.)	.	.	1	1	.	.	.	.
<i>Baetis scambus</i> (ETN.)	.	.	1	1	.	.	3	2
<i>Ecdyonurus</i> cf. <i>venosus</i> (F.)	8	5	23	5	12	4	31	4
<i>Ecdyonurus forcipula</i> (PICT.)	.	.	1	1	.	.	1	1
<i>Epeorus sylvicola</i> (PICT.)	4	3	4	2	.	.	8 ²⁹⁾	3

²⁹⁾ Larven ≤ 5 mm lang.

Tabelle 16. Probestelle [7] (Weizener Steg) Fortsetzung.

Taxa	3. 6. 82		15. 7. 82		4. 8. 82		5. 9. 82	
	T	H	T	H	T	H	T	H
<i>Rhithrogena semicolorata</i> (CURT.)	8	5	3	2	.	.	.	.
<i>Rhithrogena semicolorata</i> (CURT.) ♂	1	.	.	.	.	.	.	.
<i>Heptagenia lateralis</i> (CURT.)	1	1	.	.	.	.	.	.
<i>Ephemerella ignita</i> (PODA)	.	.	21	5	9	3	2	1
<i>Ephemerella mucronata</i> (BGTSS.)	3	2	.	.	.	.	.	.
<i>Ephemerella notata</i> (ETN.)	7	3	.	.	.	.	.	.
<i>Habrophlebia lauta</i> (ETN.)	4	2	3	1	.	.	1	1
<i>Habroleptoides modesta</i> (HAG.)	5	2	2	1	4	2	41	5
<i>Paraleptophlebia</i> <i>submarginata</i> (STEPH.)	1	1	.	.	.	.	.	.
Plecoptera								
<i>Isoperla</i> cf. <i>grammatica</i> (PODA)	8	3	.	.	.	.	.	.
<i>Isoperla</i> cf. <i>grammatica</i> (PODA) ♀	2	.	.	.	.	.	.	.
<i>Perlodes jurassica</i> (AUB.)	.	.	.	.	.	.	1	1
<i>Perla marginata</i> (Pz.)	.	.	.	.	.	.	1	1
<i>Protonemura intricata</i> (RIS) ♂	1	.	.	.	.	.	.	.
<i>Protonemura</i> spec.	4	2	3	1	1	1	3	1
<i>Leuctra albida</i> (KMP.) ♂	.	.	.	.	.	.	1	.
<i>Leuctra</i> spec.	7	4	9	3	7	2	2	1
Trichoptera								
<i>Rhyacophila</i> spec.	3	3	8	4	7	3	12	3
<i>Rhyacophila</i> spec., Puppen	.	.	3	.	.	.	6	.
<i>Plectrocnemia conspersa</i> (CURT.)	.	.	1	1	.	.	.	.
<i>Hydropsyche instabilis</i> (CURT.), Larven > 10 mm	8	4	3	1	.	.	1	1
<i>Hydropsyche</i> spec., <i>instabilis</i> -Gruppe ⁴⁾	.	.	24 ³⁰⁾	5	9	5	33	5
<i>Hydropsyche</i> spec. (Larven < 5 mm)	.	.	5		.	.	47	5
<i>Chaetopteryx villosa</i> (FABR.)	9	3	.	.	2	1	1	1
<i>Drusus annulatus</i> (STEPH.)	1	1	.	.	.	.	.	.
<i>Halesus</i> spec.	6	2	.	.	.	.	.	.
<i>Sericostoma</i> cf. <i>personatum</i> (K. & SP.)	1	1	.	.	9	3	8	2
<i>Silo nigricornis</i> (PICT.)	.	.	.	.	.	.	5	2
<i>Silo</i> spec.	1	1	3	1	.	.	.	.
<i>Glossosoma boltoni</i> (CURT.)	.	.	.	.	.	.	5	5
♂ + ♀ aus Puppen	.	.	.	.	17	5	.	.
<i>Glossosoma boltoni</i> (CURT.)	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Glossosoma</i> spec., cf. <i>boltoni</i> (CURT.)	.	.	39	6	.	.	.	.
Hydroptilidae	.	.	1	1	.	.	.	.
Diptera								
<i>Atherix ibis</i> (FABR.)	2	1	3	1	1	1	10	2
<i>Dicranota</i> spec.	3	1	.	.	.	.	1	1
<i>Simulium reptans</i> (L.)	8	3	12	5	25	4	13	3
<i>Simulium reptans</i> (L.), Puppen	.	.	39	5	1	1	1	.
<i>Simulium monticola</i> (FRIED.)	.	.	.	.	1	1	.	.

³⁰⁾ Larven 5–10 mm lang.

Tabelle 16. Probestelle [7] (Weizener Steg) Fortsetzung.

Taxa	3. 6. 82		15. 7. 82		4. 8. 82		5. 9. 82	
	T	H	T	H	T	H	T	H
<i>Simulium variegatum</i> (MG.)	.	.	.	.	3	2	30	5
<i>Simulium variegatum</i> (MG.), Puppen	.	.	.	.	.	.	7	.
<i>Odgmia ornata</i> (MG.)	.	.	.	.	.	.	1	1
<i>Liponeura decipiens</i> (BEZZI)	6	5	7	3	.	.	.	.
Chironomidae	.	.	5	2	6	2	6	2
Coleoptera								
<i>Elmis maugetii</i> (LATR.)	2	1	5	2	12	2	10	2
<i>Elmis aenea</i> (MÜLL.)	.	.	1	1	2	1	.	.
<i>Elmis</i> spec., Larven	.	.	7	2	3	1	.	.
<i>Limnius perrisi</i> (DUFOR)	2	1	.	.	.	.	.	.
<i>Esolus angustatus</i> (MÜLL.)	1	1	.	.	.	.	.	.
<i>Haenydra dentipes</i> (GERM.)	.	.	.	.	1	1	2	1
<i>Oreodytes rivalis</i> (GYLL.)	.	.	1	1	.	.	1	1
<i>Oreodytes rivalis</i> (GYLL.), Larve	.	.	.	.	.	.	1	1
Hydrachnellae								
<i>Atractides nodipalpis</i> (THOR)	3	1	90	5	34	4	15	3
<i>Atractides nodipalpis</i> (THOR), Nympe	.	.	3	1	3	1	.	.
<i>Lebertia</i> (s.str.) sp. ³¹⁾	.	.	.	.	1	1	.	.
<i>Lebertia</i> (<i>Pilolebertia</i>) <i>porosa</i> (THOR)	.	.	.	.	2	1	.	.
<i>Sperchon brevirostris</i> (KOEN.)	.	.	1	1	.	.	1	1
<i>Sperchon clupeifer</i> (PIERS.)	.	.	6	2	1	1	.	.
<i>Sperchon hispidus</i> (KOEN.)	3	1	2	1	.	.	8	2
<i>Sperchon hispidus</i> (KOEN.), Nympe	.	.	1		.	.	1	
<i>Sperchon</i> spec., Nympe	.	.	1	1	6	2	.	.
<i>Torrenticola elliptica</i> (MAGLIO)	.	.	.	.	.	.	1	1
Crustacea								
<i>Gammarus fossarum</i> (KOCH)	6	2	2	1	14	4	7	3
Mollusca								
<i>Ancylus fluviatilis</i> (MÜLLER)	4	2	7	2	2	3	11	3
<i>Lymnea peregra</i> (MÜLLER)	.	.	1	1	.	.	1	1
Hirudinea								
<i>Erpobdella octoculata</i> (L.)	3	1	.	.	2	1	.	.
<i>Glossiphonia complanata</i> (L.)	.	.	.	.	1	1	.	.
Oligochaeta								
Tubificidae	.	.	.	.	1	1	2	1
Turbellaria								
<i>Polycelis felina</i> (DALYELL)	2	1	.	.	1	1	.	.
<i>Dugesia gonocephala</i> (DUGÈS)	2	1	0	1	1	1	1	1
Pisces								
<i>Cottus gobio</i> (L.)	4	1	.	.	2	1	2	1
Makrophyten								
<i>Cladophora</i> spec.	.	+	.	+	.	+	.	+
Bryophyta	.	.	.	.	.	+	.	.

³¹⁾ gleiche Art wie am Rümmelesteg (Probestelle 4).

In den folgenden Kapiteln 5.3–5.7 soll auf die **häufigsten Organismen** des Gutach-Wutach-Systems näher eingegangen werden.

In den Häufigkeitsdiagrammen dieses Abschnitts (Abb. 25, 29, 35, 38–41, 43, 45, 47, 49, 52–55, 57, 59, 60) bedeutet „x“, daß an der Probestelle [1] im Juni keine Sammlung vorgenommen wurde.

5.3 Ephemeroptera – Eintagsfliegen

5.3.1 Baetidae

Die Baetidae zeigten sich als außerordentlich rheophile Tiere. Bei meiner Aufsammlung waren nur gelegentlich Einzelvertreter in lentschen Bereichen zu finden. Gegenüber den Massen, in denen sie in starker Strömung vorkommen, spielen diese jedoch

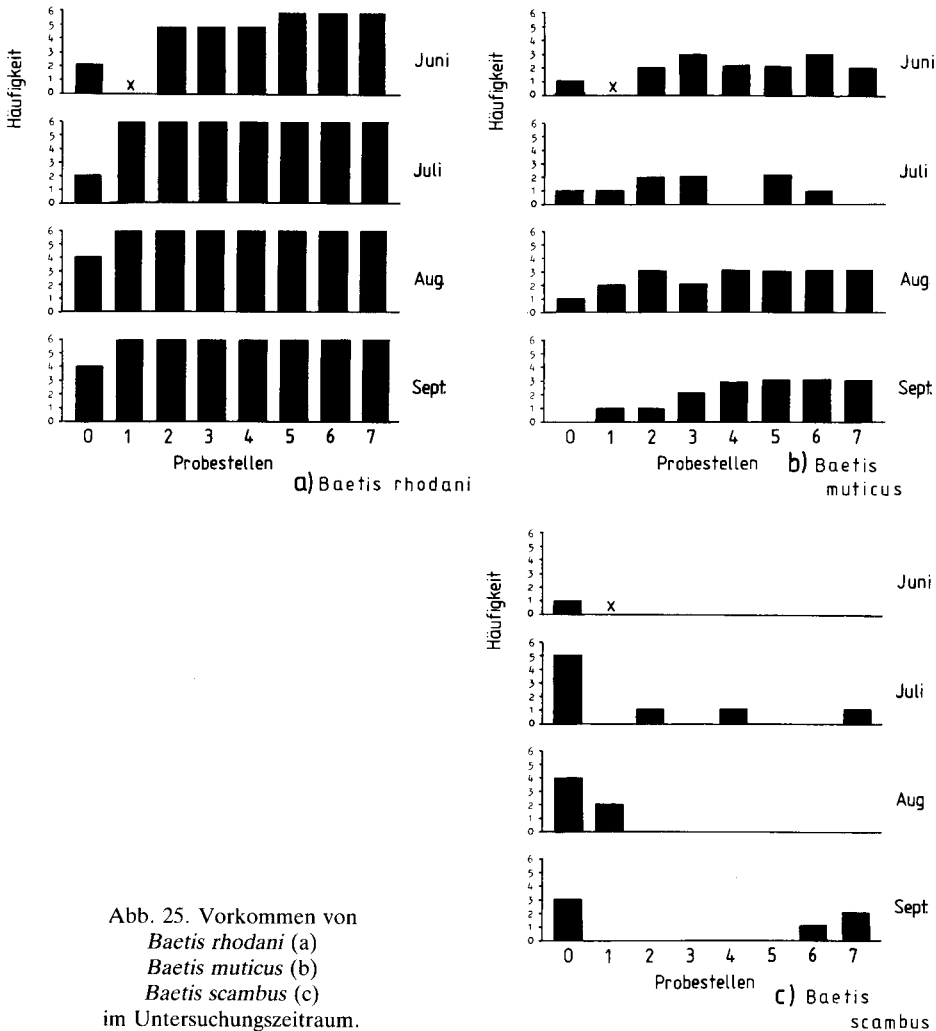


Abb. 25. Vorkommen von
Baetis rhodani (a)
Baetis muticus (b)
Baetis scambus (c)
im Untersuchungszeitraum.

eine verschwindend kleine Rolle. Entsprechende Ergebnisse finden sich bei MINSHALL & MINSHALL (1977), ZIMMERMANN (1961) und ULFSTRAND (1967).

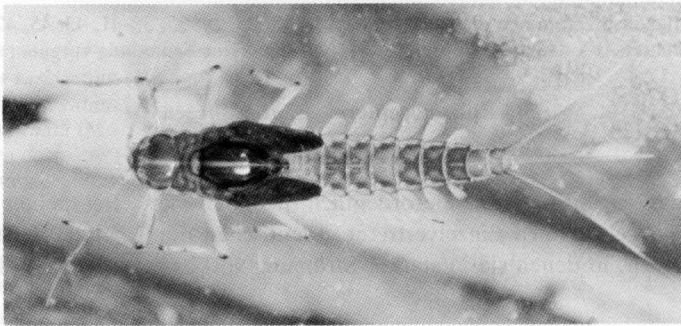


Abb. 26. Larve der Eintagsfliege *Baetis rhodani*.

Baetis rhodani (Pict.) – Abb. 26

Baetis rhodani ist eindeutig die häufigste Eintagsfliegen-Art in der Wutach (Abb. 27). Die Art ist bivoltin und hat eine extrem breite Flugzeit von Januar bis Dezember (MÜLLER-LIEBENAU 1969). Aus diesem Grund waren im Untersuchungszeitraum stets sehr kleine bis schlüpfreife Larven gleichzeitig vorhanden. Obwohl diese Art auch an der obersten Stelle [0] nicht selten war, zeigt ihr Vorkommen eine Bevorzugung des weiter unterhalb liegenden Flußabschnittes, der eine geringere organische Belastung aufweist (Abb. 25a).

Baetis muticus (L.)

Diese relativ kleine Art ist an ihrer einheitlich dunklen Färbung mit einem hellen medio-dorsalen Längsstreifen leicht von den übrigen *Baetis*-Arten auch im Freiland zu unterscheiden. Sie wurde zwar, wie aus der Abb. 25b hervorgeht, mit hoher Regelmäßigkeit gefunden, war jedoch nie sehr häufig. Im Juni und Juli wurden nur vereinzelte Larven mit schwarzen Flügelscheiden gefunden. Im August waren diese schon häufiger, und im September war dies bei der großen Mehrzahl der Larven der Fall. Nach PLESKOT (1958) kann aus dem Vorhandensein solcher schlüpfreifer Larven auf das gleichzeitige Vorhandensein von Imagines geschlossen werden. Diese Befunde entsprechen weitgehend den Daten von MÜLLER-LIEBENAU (1969), die ebenfalls ein Vorkommen in meist geringer Häufigkeit und eine Flugzeit von Mai bis Oktober angibt.

Baetis scambus (EATON)

Baetis scambus war nur in der Gutach (Probestelle [0]) häufig anzutreffen. In der Wutach wurden nur vereinzelte Larven dieser Art gefunden. Nach SANDER (1981) besiedelt diese Art vorwiegend die Flußoberläufe. Es ist anzunehmen, daß diese Art vor allem oberhalb des Untersuchungsgebietes häufig ist. Das geringe Vorkommen in der Gutach im Juni ist vermutlich auf die relativ schlechte Wasserqualität (*Sphaerotilus*-Überzug mit „*Sphaerotilus*-Treiben“) in dieser Zeit zurückzuführen. Im Juli, August und September wurden schlüpfreife Larven gefunden (Abb. 25a). Nach MÜLLER-LIEBENAU (1969) erstreckt sich die Flugzeit von Juli bis September.

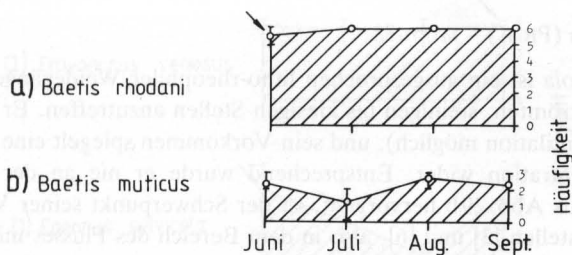


Abb. 27. Durchschnittliche Häufigkeit von *Baetis rhodani* (a) und *Baetis muticus* (b) der Probestellen [1-7] während der Untersuchungszeit. Der Pfeil zeigt die Zeit an, in der Imagines gefangen wurden.

Wegen der starken Dominanz von *Baetis rhodani* wurden bei meiner Arbeit die weniger häufig vorkommenden Arten:

Baetis alpinus (Pict.)

Baetis vernus (Curt.)

Baetis melanonyx (Pict.)

Baetis lutheri (M.-L.)

nicht genügend miterfaßt, um aussagekräftige Daten über die Häufigkeit ihres Vorkommens zu erhalten.

5.3.2 Heptageniidae

Die Heptageniidae sind eines der bedeutendsten Faunenelemente in der Wutach. Durch ihre Häufigkeit und Größe haben sie einen wesentlichen Anteil an der Gesamtbiomasse der Biozönose. Dies gilt sicherlich in verstärktem Maße für das Frühjahr, ehe die Imagines von *Epeorus sylvicola* und *Rhithrogena semicolorata* zu schlüpfen beginnen.



Abb. 28. Larve der Eintagsfliege *Epeorus sylvicola*.

Epeorus sylvicola ist ein ausgesprochen litho-rheophiler Weidegänger und ist daher nur an gut überströmten, steinigen bis kiesigen Stellen anzutreffen. Er ist polyoxibiont (keine Kiemenventilation möglich), und sein Vorkommen spiegelt eine anhaltend hohe Sauerstoff-Konzentration wider. Entsprechend wurde er nie an der Probestelle [0] gefunden. Wie aus Abb. 29b hervorgeht, ist der Schwerpunkt seiner Verbreitung zwischen den Probestellen [3] und [6], also in dem Bereich des Flusses mit der geringsten Sauerstoffzehrung (siehe Abschnitt 4.7, v. a. Abb. 21d). Besonders im Juli und August zeigte die Art ein deutlich zoniertes Auftreten. Die untere Grenze ihres Vorkommens vermute ich nicht weit unterhalb des Weizener Steges beim Zufluß des Merenbaches, der kommunales und industrielles Abwasser führt.

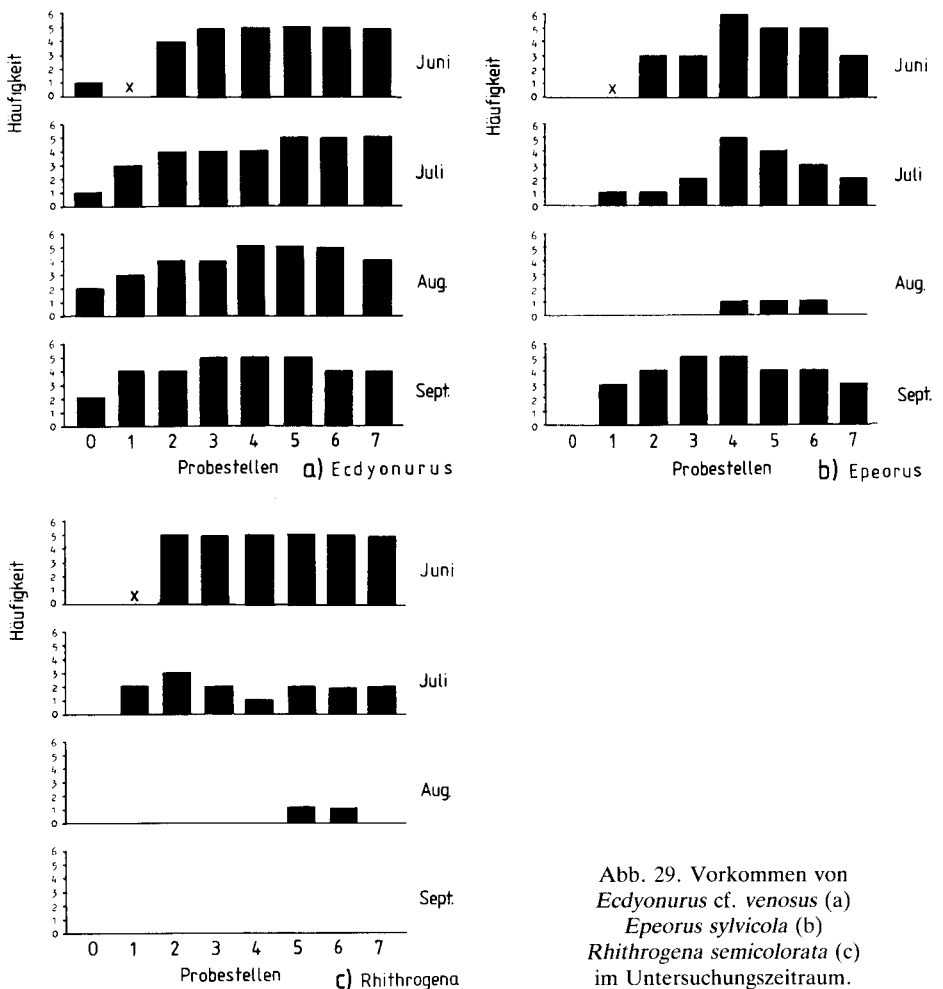


Abb. 29. Vorkommen von
Ecdyonurus cf. *venosus* (a)
Epeorus sylvicola (b)
Rhithrogena semicolorata (c)
im Untersuchungszeitraum.

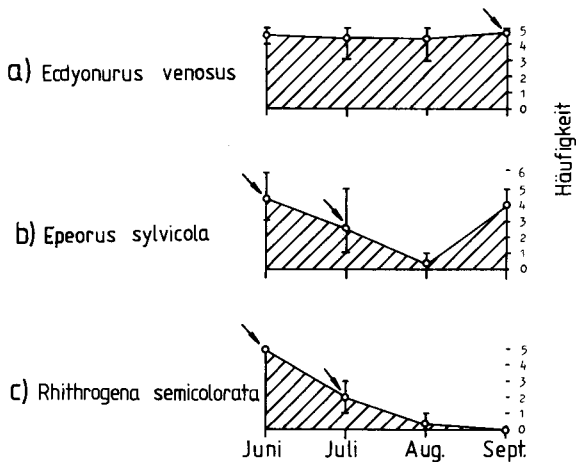


Abb. 30. Durchschnittliche Häufigkeit von *Ecdyonurus cf. venosus* (a), *Epeorus sylvicola* (b) und *Rhithrogena semicolorata* (c) der Probestellen [1–7] während der Untersuchungszeit. Der Pfeil zeigt die Zeit an, in der Imagines gefangen wurden.

Während des Untersuchungszeitraumes fanden entscheidende Phasen im Lebenszyklus dieser Art statt. Im Juni (SCHOENEMUND 1930 und SANDER 1981 geben ab Juli an) bildeten sich an sonnigen Tagen am späten Nachmittag große Schwärme von *Epeorus sylvicola* zwischen der Rötenbachmündung und dem Weizener Steg. Die Tiere hatten dabei den Kopf nach flußaufwärts gerichtet und flogen in dem typischen Auf-ab-Flug langsam flußaufwärts, wobei die Tiere zum Teil sehr hoch flogen. Bei zunehmender Dunkelheit verdichteten sich die Schwärme in der Flußmitte und schienen mir (soweit feststellbar) auch überwiegend in wesentlich niedriger Höhe (< 5 m) über dem Fluß zu fliegen.

Im Wasser handelte es sich um große Larven, von denen viele die schwarzen Flügelscheiden schlüpfreier Larven aufwiesen. Im Juli waren auch Imagines anzutreffen, jedoch in wesentlich geringerer Anzahl. Bei den Larven handelte es sich fast ausschließlich um schlüpfreife Tiere. Bei den Funden im August handelte es sich nur um 5 ausgewachsene Larven, wobei 3 davon an der Gauchachmündung [5] gefunden wurden. Alle Larven, die im September gefunden wurden, waren von einer neuen Generation und waren alle kleiner als 6 mm lang (Kopf bis Abdomenspitze). Die Eipause dürfte somit kaum länger als zwei Monate sein (Abb. 30).

Aus der Abbildung 29b geht weiterhin hervor, daß durch den Kompensationsflug der Imagines eine Verlegung des Schwerpunktes des Vorkommens nach flußaufwärts festzustellen ist. Die Junglarven zeigen im oberen Bereich [2, 3] ein häufigeres Vorkommen und im unteren Bereich [5, 6] ein geringeres Vorkommen, als es bei den Altlarven der vorhergehenden Generation festgestellt wurde.

Rhithrogena semicolorata (CURT.)

Rhithrogena semicolorata ist ähnlich *Epeorus sylvicola* ein litho-rheophiler Weidegänger mit hohen Sauerstoffsprüchen. Diese Art wurde nie an der obersten Probestelle [0] gefunden, wo die höchsten BSB₅-Werte gemessen wurden und zeitweise *Sphaerotilus natans*-Überzüge vorhanden waren. Weiter unten wurden die Tiere stets nur in steinigten, gut überströmten Habitaten angetroffen. Abb. 29c zeigt, daß *Rhithrogena semicolorata* im Juni mindestens ab der Schattenmühle [2] überall sehr häufig anzutreffen war. Die Larven waren häufig mit schwarzen Flügelscheiden versehen. Imagines dieser Art flogen

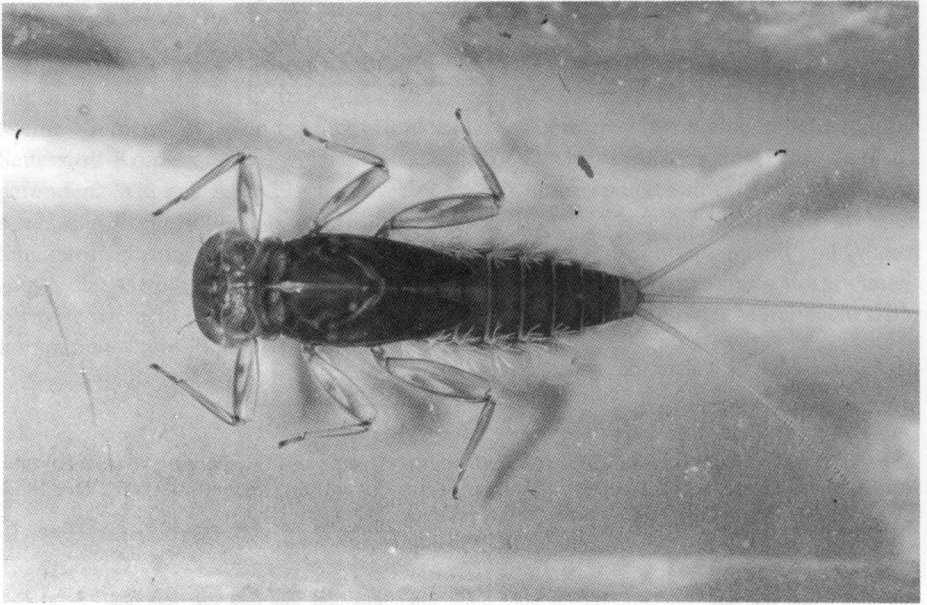


Abb. 31. Larve der Eintagsfliege *Rhithrogena semicolorata*.

morgens. – Im Juli waren nur noch wenige Vertreter dieser Art an den einzelnen Stellen zu finden (Abb. 30).

Hierbei waren an der Rötenbachmündung 3 von 6 Larven, an der Schattenmühle 4 von 17 Larven und am Tannegger Wasserfall 2 von 11 Larven von der ektoparasitischen Chironomide *Symbiocladius rhithrogenae* (K. & ZAV.) befallen. Die Tiere setzten sich dabei quer unter den Flügelscheiden der *Rhithrogena*-Larven fest. SANDER (1981) stellt ein völliges Fehlen von *Symbiocladius* im südlichen Schwarzwald fest. Die Funde an der Rötenbachmündung widerlegen diese Feststellung.

Im August wurden trotz spezieller, intensiver Suche nach *Rhithrogena semicolorata* nur noch 4 Exemplare gefunden: Ein von *Symbiocladius* befallenes Tier an der Gauchachmündung und 3 Tiere unterhalb Achdorf, wobei eines von *Symbiocladius* befallen war. Im September wurden keine Vertreter dieser Art gefunden.

Es ist bei meiner Untersuchung nur die Endphase der Entwicklung einer Generation erfaßt worden. Wegen der nur kurzen Entwicklungspause dieser Art (LANDA 1968, MACAN 1979) dürften die Junglarven schon ab der zweiten Septemberhälfte wieder im Biotop zu finden sein.

Die saugnapfartige Anordnung des 1. Kiemenpaares bei den *Rhithrogena*-Larven wird diesen Tieren besonders in der Wutach zugute kommen, wo das vorwiegend steinige Substrat häufig in Bewegung gerät.

Ecdyonurus cf. *venosus* (FABR.) – Abb. 32

Die Bestimmung dieser Art bezieht sich auf Angaben von SCHOENEMUND (1930) und in erster Näherung von MACAN (1979), sowie den Abbildungen in GRANDI (1960). Da aber die Bestimmung von *Ecdyonurus*-Larven sehr schwierig ist und mir nicht die Beschreibungen sämtlicher im Schwarz-

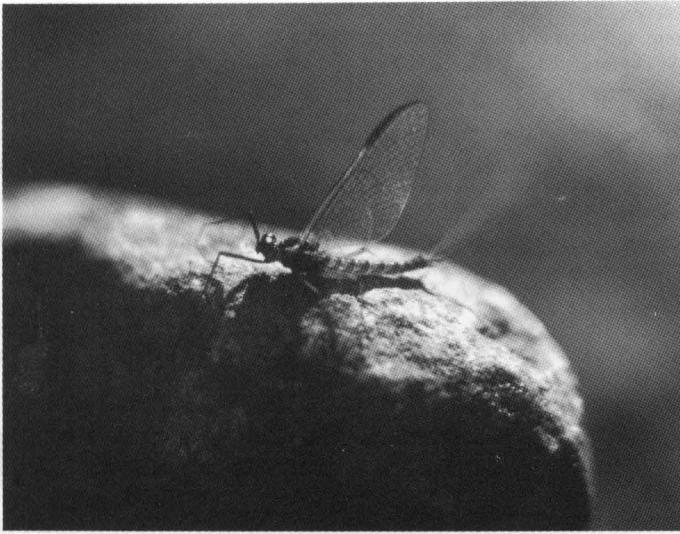


Abb. 32. Die Eintagsfliege *Ecdyonurus venosus* (Gauchach-Mündung).

wald vorkommenden Arten bei der Bestimmungsarbeit vorlagen, kann nicht mit Sicherheit ausgeschlossen werden, daß sich unter den als *Ecdyonurus* cf. *venosus* bestimmten Larven auch Vertreter anderer Arten befinden. Die Tatsache, daß während des Untersuchungszeitraumes nur Imagines von *Ecdyonurus venosus* gefunden worden sind, stützt dagegen diese Bestimmung.

Die Larve von *Ecdyonurus* cf. *venosus* ist wie *Epeorus sylvicola* und *Rhithrogena semicolorata* ein litho-rheophiler Weidegänger, doch besitzt diese Art eine wesentlich breitere Valenz hinsichtlich der Strömungsverhältnisse, der Temperatur und der Sauerstoff-Konzentration. So sind die Larven häufig in lentischen Uferbezirken zu finden, und in der Sammelschale vermögen sie auch bei Erwärmung des Wassers relativ lange zu überleben. Dies hängt sicherlich mit ihrer Fähigkeit, die Kiemen zu ventilieren, zusammen. Die breite Valenz hinsichtlich der Umweltansprüche kommt auch in ihrem regelmäßigen, wenn auch nie häufigen Vorkommen an der obersten Probestelle [0] zum Ausdruck, wo die anderen Heptageniiden nie anzutreffen waren.

Im Untersuchungszeitraum wurden 2 Generationen beobachtet, die durch eine lang ausgezogene Schlüpfperiode der älteren Generation sich im Juli, August und September überschneiden (Abb. 29a). Im Juni wurden fast nur größere Larven (> 8 mm) gefunden, von denen viele schwarze Flügelscheiden aufwiesen. – Im Juli waren neben den großen Larven bereits auch viele kleine (~ 5 mm Länge) Larven einer neuen Generation im Biotop vorhanden. – Durch ein schnelles Wachstum dieser Larven und durch das Hinzukommen weiterer Junglarven war im August und September das ganze Spektrum an Größeklassen im Biotop vorhanden. Schlüpfreife Larven, obwohl im August etwas häufiger, waren in diesen beiden Monaten nur noch vereinzelt zu finden.

Bemerkenswert ist, daß an der Probestelle [2] am 6. 8. 1982 große Larven nur unmittelbar in Ufernähe zu finden waren. In der Flußmitte waren nur vereinzelt kleine Larven anzutreffen. RIEDERER (1981) beobachtete in der Töss eine deutliche Präferenz für die ufernahen Bereiche bei

den älteren Larven dieser Art. Die Larven müssen an Gegenständen an die Wasseroberfläche klettern können, um dort als Subimagines schlüpfen zu können. Die Imagines schlüpfen bei RIEDERERS (1981) Untersuchung fast ausschließlich aus seichten, ufernahen Bereichen.

Obwohl sicherlich auch schon in den Monaten zuvor vorhanden, wurden die Imagines dieser Art von mir erst im September gefangen. Dabei flogen die Imagines dicht über der Wasseroberfläche im Sonnenschein des späten Nachmittages und frühen Abends auf und ab.

Neben diesen drei Heptageniidae-Arten wurden sehr vereinzelt die Arten *Heptagenia lateralis* (CURT.) und *Ecdyonurus forcipula* (PICT.) gefunden.

5.3.3 Ephemerellidae

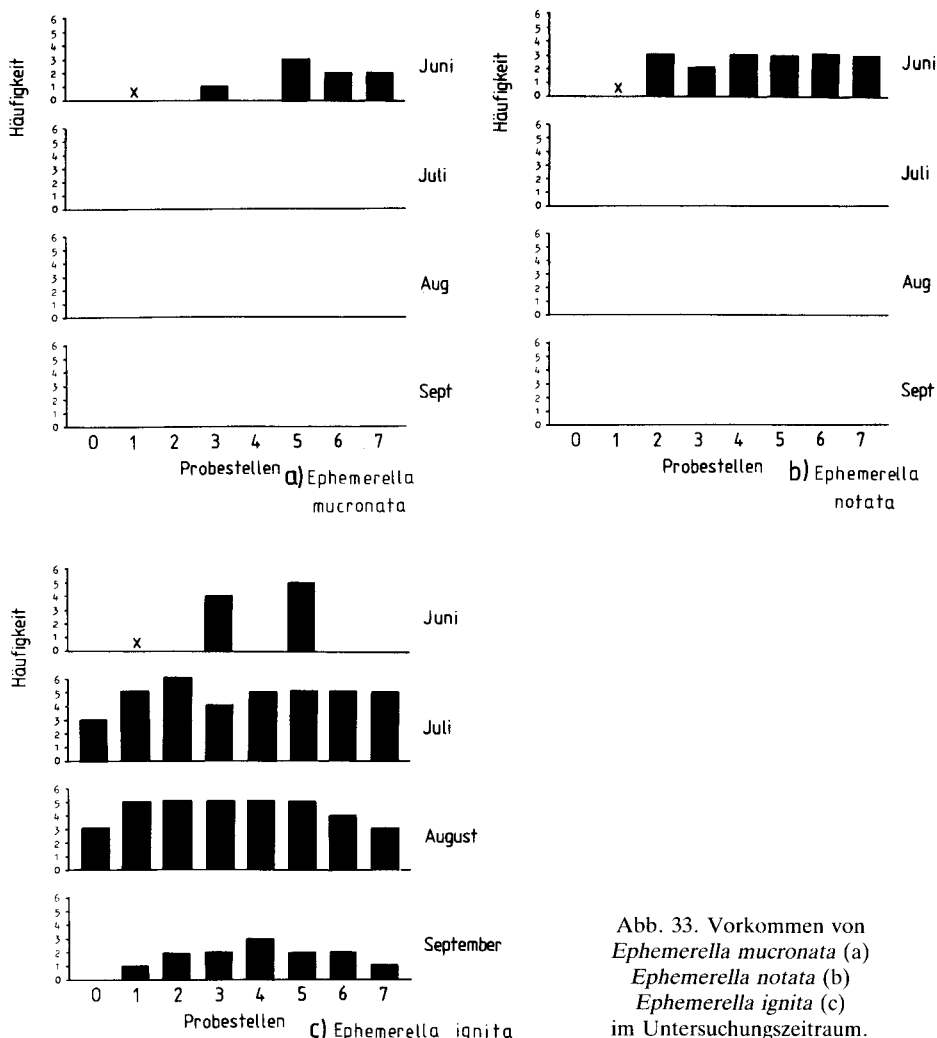


Abb. 33. Vorkommen von *Ephemera mucronata* (a) *Ephemera notata* (b) *Ephemera ignita* (c) im Untersuchungszeitraum.

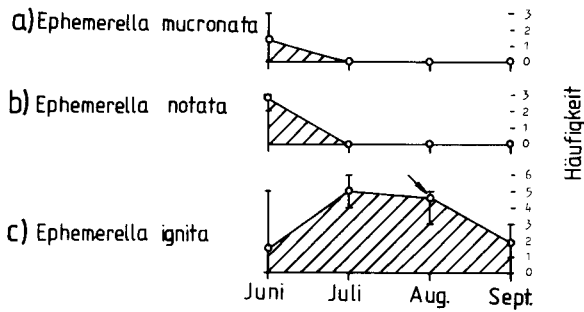


Abb. 34. Durchschnittliche Häufigkeit der drei *Ephemerella*-Arten *E. mucronata* (a), *E. notata* (b) und *E. ignita* (c) der Probestellen [1–7]. Der Pfeil zeigt die Zeit an, in der Imagines gefangen wurden.

Ephemerella mucronata (BGTSS.)
syn. *Chitonophora krieghoffi* (ULM.)

Von dieser Art wurden nur schlüpfreife Larven im Juni gefunden (Abb. 33a und 34a). Daraus geht hervor, daß nur die letzte Larvalphase im Lebenszyklus dieser Tiere erfaßt worden ist. Sie zeigten entsprechend SCHOENEMUND (1930) eine Präferenz für Pflanzenpolster.

Ephemerella notata (ETN.)

Von dieser Art wurden nur große, ausgewachsene Tiere im Juni gefunden (Abb. 33b und 34b), es wurde also ebenfalls nur die letzte Larvalphase erfaßt. Die Schlupfzeit dieser Art fällt nach MACAN (1979) in den Mai und Juni.

Ephemerella ignita (PODA)

Ephemerella ignita zeigte eine explosionsartige Entwicklung während der Sommermonate, wie es für diese Art typisch ist (Abb. 33c und 34c).

- Im Juni wurden nur sehr kleine Larvulae (< 3 mm) an 2 Stellen [3, 5] festgestellt. Es ist möglich, daß die kleinen Larvulae an den anderen Stellen übersehen worden sind, weil sie sich im Interstitial aufhalten; sie könnten aber auch noch nicht geschlüpft gewesen sein. Die Larvenentwicklung dieser Art außerhalb des Interstitials dürfte in der Wutach frühestens Ende Mai beginnen.
- Im Juli waren die Larven außer an der obersten Probestelle [0] überall sehr häufig. Sie zeigten dabei keine besondere Habitatpräferenz, indem sie sowohl Pflanzenpolster, Steine, lentiche Uferbereiche als auch Detritusablagerungen in hoher Zahl besiedelten. Erstaunlich ist bei dieser Art die große intraspezifische Diversität der Färbung und der Größe. In der Zeit von Anfang Juni bis Mitte Juli fand ein sehr rapides Wachstum statt, so daß Mitte Juli bereits viele ausgewachsene, mit schwarzen Flügelscheiden versehene Tiere zu finden waren. Die kleinen Larvulae wachsen also in nur knapp sechs Wochen zu schlüpfreifen Larven heran.
- Im August war ihr Vorkommen sehr ähnlich, sie zeigten jedoch ein deutlich geringeres Vorkommen im unteren Teil der Wutach [6, 7]. Im August wurden abends beim Eintreten der Dunkelheit Weibchen mit ihren grünen Eipaketen gefangen. Die Weibchen flogen zu dieser Zeit fast geradlinig und schnell flußaufwärts³²⁾.

³²⁾ SCHOENEMUND (1930) beschreibt dies für Pärchen in Copula.

- Im August bis Anfang September muß ein sehr intensives Schlüpfen der Imagines stattgefunden haben, da in der zweiten Septemberwoche nur noch wenige, fast ausschließlich schlüpfreife Larven vorhanden waren.

Diese Entwicklungsstrategie dieser Art: eine sehr lange Eidiapause, auf die eine stürmische Entwicklung im Juni, Juli und August folgt, ist bereits gut dokumentiert worden (PLESKOT 1958, LANDA 1968, MACAN 1979). SANDER (1981) hält die Diapause für eine Larvaldiapause im Interstitial. Um so vielen Tieren ein so schnelles Wachstum zu ermöglichen, werden sicherlich mehrere Faktoren im Ökosystem eine Rolle spielen. Es scheint eine gut aufeinander abgestimmte Desynchronisation der Larvalentwicklung von *Ephemerella ignita* gegenüber den anderen vorkommenden *Ephemerella*-Arten die interspezifische Konkurrenz zu minimieren. Außerdem wird das starke Zurücktreten von *Epeorus sylvicola* und *Rhithrogena semicolorata* (vgl. Abb. 30b, c) gerade im Sommer eine große Menge Primärproduktion zur Verfügung stellen, die neben Detritus von ihnen genutzt werden kann (SANDER 1981). Durch ihre Potenz, sehr verschiedenartige Habitate besiedeln zu können, scheinen sie auch ein breites Nahrungsspektrum für ihr rasches Wachstum ausnützen zu können.

5.3.4 Leptophlebiidae

Habrophlebia lauta (ETN.)

Im Juni waren die Larven dieser Art in den Proben von mittlerer Größe (4–7 mm), und keine von ihnen hatte schwarze Flügelscheiden. Im Juli hatten die Larven eine Größe von 5–7 mm, und einige von ihnen waren schlüpfreif. Im August und September waren alle Larven weitgehend ausgewachsen (6–8 mm) und hatten zum Teil auch schwarze Flügelscheiden. Im August und September wurden in der Schlucht nur einzelne Exemplare gefunden, während an der Gutachbrücke die Art noch etwas häufiger vorkam.

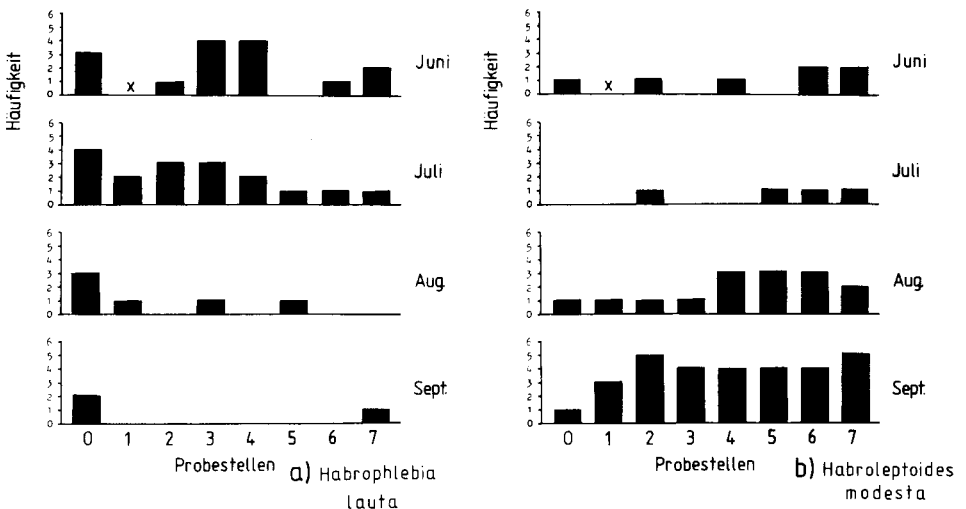


Abb. 35. Vorkommen von *Habrophlebia lauta* (a) und *Habroleptoides modesta* (b) im Untersuchungszeitraum.

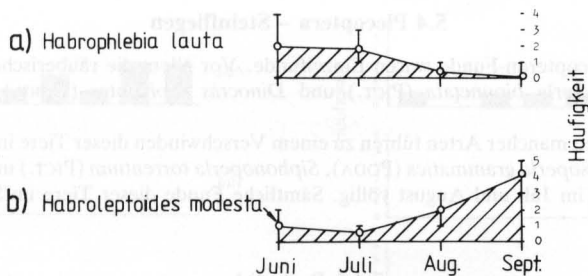


Abb. 36. Durchschnittliche Häufigkeit von *Habrophlebia lauta* (a) und *Habroleptoides modesta* (b) der Probestellen [1-7] während der Untersuchungszeit. Der Pfeil zeigt die Zeit an, in der Imagines gefangen wurden.

Es wurde demnach im Untersuchungszeitraum (Abb. 35a u. 36a) eine Generation erfaßt, die bis zur Probenentnahme Anfang Juni bereits gut herangewachsen war. Im Juli kam es zum Schlüpfen der Imagines, das durch einzelne Tiere bis in den September hinein anhielt. Leider wurden keine Imagines gefunden, um diese Interpretation zu bestätigen.

Habroleptoides modesta (HAG.) – Abb. 37

Das Vorkommen dieser Art ist in Abb. 35b und 36b dargestellt. Bei den Funden im Juni handelte es sich ausschließlich um 6-9 mm große, mehr oder weniger ausgewachsene Larven, die zum Teil auch schwarze Flügelscheiden aufwiesen. Im Juni wurden auch die Imagines dieser Art gefunden. Die Einzelfunde des Juli waren alle große, ausgewachsene Tiere mit Ausnahme einer sehr kleinen Larve an der Probestelle [5]. Die Tiere vom August und September waren alle kleine Larven einer neuen Generation. Somit wurden 2 Generationen festgestellt, die sich im Juli überschneiden. Dies entspricht ganz den Ergebnissen von PLESKOT (1958) in der Schwechat.

Im Gegensatz zu *Habrophlebia lauta* waren, wenn überhaupt, dann nur einzelne Exemplare von *Habroleptoides modesta* an der obersten Probestelle [0] zu finden.

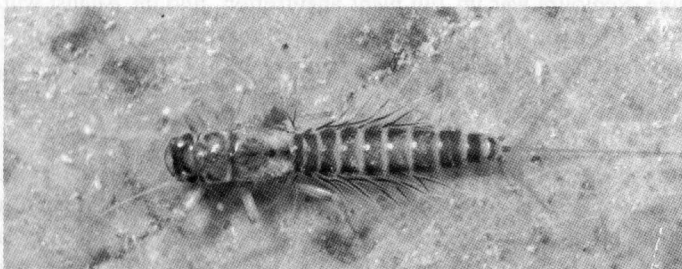


Abb. 37. Larve der Eintagsfliege *Habroleptoides modesta*.

5.4 Plecoptera – Steinfliegen

Die meisten Plecopteren-Funde waren Einzelfunde. Vor allem die räuberischen Perlidae *Perla marginata* (Pz.), *Perla bipunctata* (Pict.) und *Dinocras cephalotes* (Curt.) traten nur sehr vereinzelt auf.

Die Lebenszyklen mancher Arten führen zu einem Verschwinden dieser Tiere in den Sommermonaten. So fehlten *Isoperla grammatica* (Poda), *Siphonoperla torrentium* (Pict.) und *Amphinemura* spp. im Gewässer im Juli und August völlig. Sämtliche Funde dieser Tiere im September waren Junglarven.

5.4.1 Perlodidae

Perlodes jurassica (Aub.)

Diese Art wurde erst im August und September angetroffen und dann nur am Tannegger Wasserfall [37] und weiter unterhalb. Die Art gilt nach Illies (1955) als seltene, kalkliebende Art mit Flugzeit von Mai bis Juni.

Isoperla grammatica (Poda)

Isoperla grammatica ist nur anhand von Genitalpräparaten der Männchen exakt bestimmbar. Sämtliche bestimmte *Isoperla*-♂ waren von dieser Art. Larven und Weibchen entsprechen den Merkmalen, die von Illies (1955) angegeben werden.

Diese räuberische Art ist zu anderen Jahreszeiten während ihres Wachstums sicherlich von größerer Bedeutung im Biotop als während des Untersuchungszeitraumes. Im Juni (Abb. 38a) wurden nur ausgewachsene Larven gefunden, die in der Sammelschale einen ausgesprochenen „Wandertrieb“ zeigten. Auch außerhalb des Wassers konnten sie noch lebhaft umherkriechen. Abends ab etwa 20 Uhr flogen die Imagines mitten in den dichten Schwärmen von *Epeorus sylvicola*. Anhand ihrer gelben Färbung, deutlich erkennbaren 2 Flügelpaaren und relativ geradliniger Flugweise sind sie leicht von den *Epeorus*-Imagines zu unterscheiden. – Im Juli waren keine Larven mehr zu finden, es waren jedoch abends ab etwa 19 Uhr viele Imagines zu sehen. Illies (1955) gibt eine Flugzeit von Mai bis Juli an. – Im August waren weder Larven noch Imagines anzutreffen. Erst im September wurden wieder 2 Larven beim Rümmelesteg [4] gefunden.

5.4.2 Nemouridae

Nemoura

Die Gattung *Nemoura* war im Juli nicht anzutreffen, und im August wurde nur eine Larve gefunden. Während des gesamten Untersuchungszeitraums waren die Tiere selten und unterhalb der Gauchachmündung nie anzutreffen.

Protonemura

Die Gattung *Protonemura* zeigte ein häufigeres Vorkommen ab der Gauchachmündung (Abb. 38b) besonders in den Monaten Juli und August. Sie fehlten im Juli oberhalb der Gauchachmündung [5] und im August oberhalb dem Tannegger Wasserfall [3]. Im August wurden durch ein Hochwasser in der letzten Juliwoche scheinbar sehr viele *Protonemura*-Larven aus der Gauchach in die Wutach verdriftet. Oberhalb der Gauch-

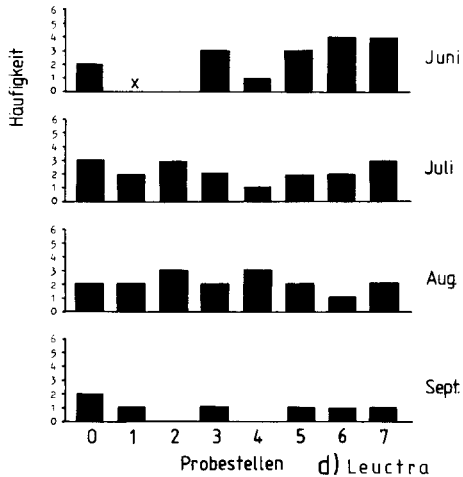
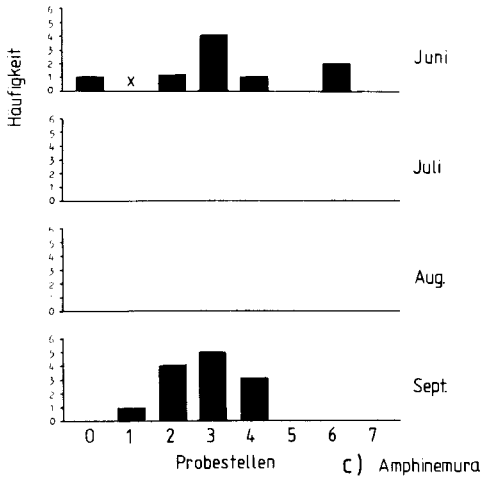
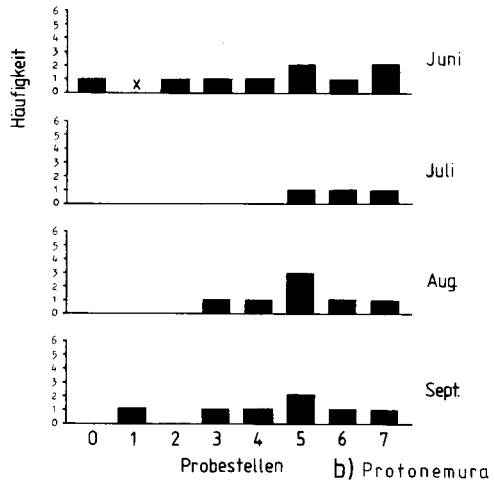
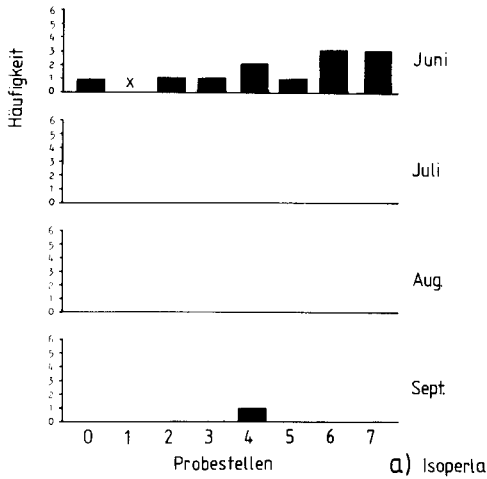


Abb. 38. Vorkommen von *Isoperla* cf. *grammatica* (a), *Protonemura* spec. (b), *Amphinemura* spp. (c) und *Leuctra* spec. (d) im Untersuchungszeitraum.

achmündung waren die Larven selten, während sie unmittelbar unterhalb der Gauchachmündung relativ häufig waren (Häufigkeitsstufe 3). In der Gauchach waren diese Tiere ebenfalls mit Häufigkeit 3 vertreten.

Amphinemura

Im Juni (Abb. 38c) wurden ausgewachsene Larven von *Amphinemura standfussi* (RIS) an der Probestelle [0] und von *Amphinemura sulcicollis* (STEPH.) an den Probstellen [2, 3, 4] und [6] gefunden, wobei sie an der Probestelle [3] häufig waren. Nach Untersuchungen von RAUŠER (1963) sind die Larven dieser Arten phytophag. Im Juni wurden ebenfalls die Imagines beider Arten gefangen.

Im Juli und August waren weder Larven noch Imagines dieser Gattung anzutreffen. – Im September erschienen dann an den Probestellen [2, 3] und [4] viele kleine (< 2 mm lange) *Amphinemura*-Larven, die sehr stark mit Detrituspartikeln besetzt waren, so daß die kleinen Larven in der Sammelschale erst durch ihre Bewegung als Tiere zu erkennen waren. Sie konnten nicht bis zur Art bestimmt werden; ich vermute aber, daß es sich um *Amphinemura sulcicollis* handelt, da diese Art im Juni in diesem Flußabschnitt [3] ebenfalls häufig war. Bemerkenswert ist, wie streng zonierte diese kleinen Larven im September auftraten. Trotz intensiver Suche waren an den Probestellen [5] und [6] keine Larven zu finden.

5.4.3 Leuctridae

Die kleinen, schlängelnden Larven der Leuctridae waren von Juni bis August regelmäßig und nicht selten anzutreffen. Erst im September nahm ihre Häufigkeit deutlich ab (Abb. 38d). Es handelt sich bei diesen Tieren mit Sicherheit um mehrere Arten. Sie sind oft auch in sehr langsam fließenden, ufernahen Bereichen unter Steinen zu finden.

5.5 Trichoptera – Köcherfliegen

5.5.1 Rhyacophilidae

Die räuberischen Larven der Gattung *Rhyacophila* sind im Gutach-Wutach-Flußsystem sehr regelmäßig in mäßiger Häufigkeit anzutreffen (Abb. 39). Sie stellen eine der bedeutendsten carniven Gruppen im Flußsystem dar.

5.5.2 Polycentropodidae

Plectrocnemia conspersa (CURT.)

Die netzbauende, carnivore Köcherfliegen-Art *Plectrocnemia conspersa* war am häufigsten in relativ langsam fließenden Bereichen an der Probestelle [0] anzutreffen. Nach

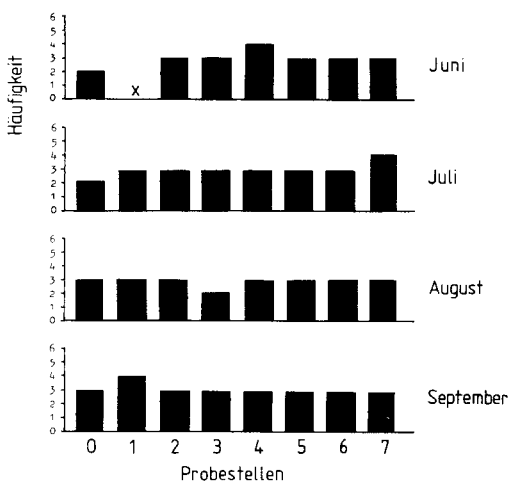


Abb. 39. Vorkommen von *Rhyacophila spec.* im Untersuchungszeitraum.

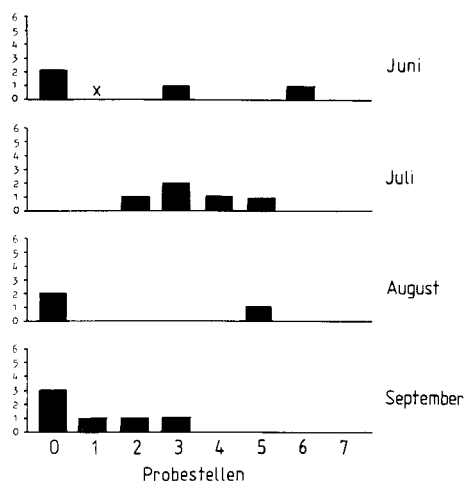


Abb. 40. Vorkommen von *Plectrocnemia conspersa* im Untersuchungszeitraum.

Angaben EDINGTONS (1968) handelt es sich bei dieser Art um einen „slow flow specialist“, der speziell angepaßt ist an Strömungsgeschwindigkeiten zwischen 0 und 20 cm/s. Das sehr geringe Vorkommen dieser Art in der Wutach läßt sich daher vor allem aus den hier vorherrschenden, wesentlich höheren Fließgeschwindigkeiten erklären (Abb. 40).

Dazu kommt jedoch die Tatsache, daß ich mich bei meiner Aufsammlungstätigkeit mehr auf die häufigeren, schneller fließenden Bereiche konzentrierte. So ist zu erwarten, daß eine Untersuchung tieferer, langsam fließender Bereiche, wie sie vor allem direkt unterhalb der Muschelkalkwände zwischen dem Tannegger Wasserfall [3] und der Gauchachmündung [5] vorhanden sind, ein häufigeres Vorkommen dieser Art ergeben würde.

5.5.3 Hydropsychidae

Die netzbauende Gattung *Hydropsyche* (Abb. 41) zeigte im Verlauf des Sommers ein sukzessives Auftreten verschiedener Arten und Generationen (Abb. 42).

Ausgewachsene Larven von *Hydropsyche instabilis* (CURT.) waren im Juni in der Wutach häufig. Die Häufigkeit der Art nahm in den folgenden Monaten wegen des Schlüpfens der Imagines stark ab. Imagines der Art wurden im Juli und August gefangen.

Große Larven von *Hydropsyche siltalai* (DÖHLER) wurden nur im Juni und Juli vereinzelt gefunden, danach nicht mehr. Imagines dieser Art wurden nicht gefangen.

Im Juli traten kleine Larven (≤ 5 mm) einer neuen Generation auf. Diese wuchsen rasch heran und stellten in den folgenden Monaten die dominierende *Hydropsyche*-Kohorte dar. Es handelt sich hierbei um eine Art der *instabilis*-Gruppe, die in der mir vorliegenden Bestimmungsliteratur nicht aufgeführt wird.

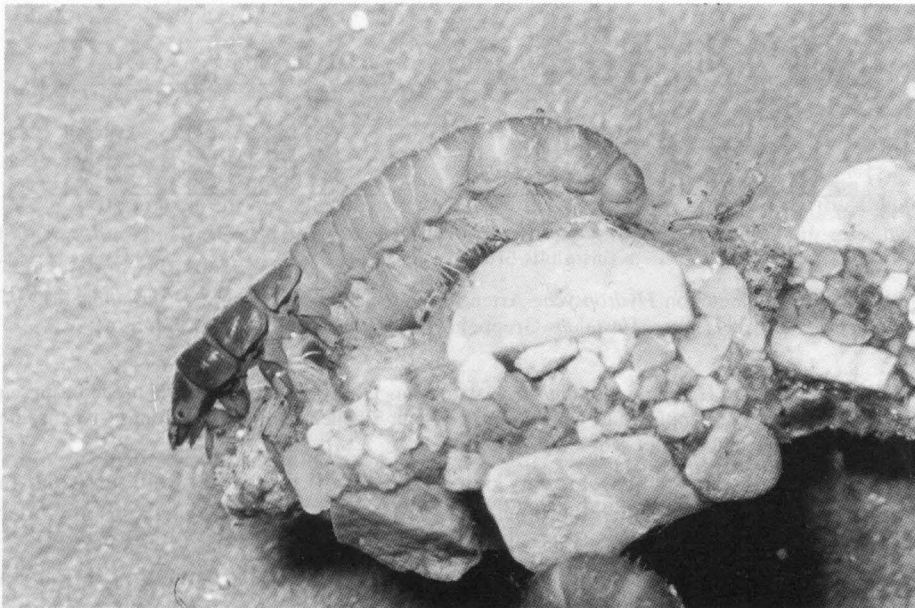


Abb. 41. Köcherfliegen-Larve der Gattung *Hydropsyche*.

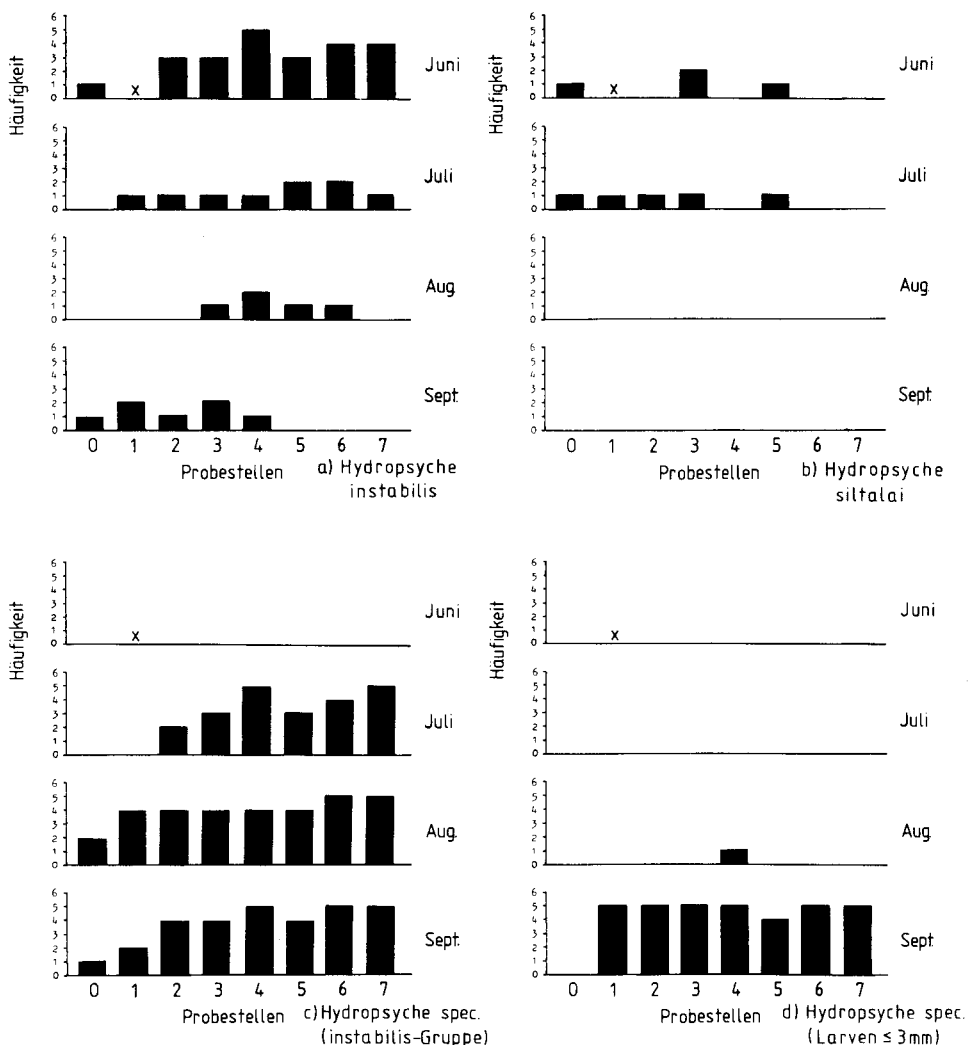


Abb. 42. Vorkommen von *Hydropsyche*-Arten im Untersuchungszeitraum: *H. instabilis* (a), *H. siltalai* (b), *H. spec. [instabilis-Gruppe]* (c) und *H. spec. [Larven ≤ 3 mm]* (d).

Es könnte die Art *Hydropsyche tenuis* (NAVAS) sein. Die typische Kopfzeichnung fehlt diesen Tieren fast völlig. Der Kopf ist fast ganz schwarz mit nur 2 hellen Punkten am Fronto-Clypeus, die zum Teil auch nur angedeutet sein können.

Im September traten sehr viele, sehr kleine Larven (≤ 3 mm) einer weiteren Kohorte auf. Diese sind wahrscheinlich die jungen Larven von *Hydropsyche instabilis* und/oder *Hydropsyche siltalai*. Dieser Lebenszyklus entspricht dem, der von CASPERS (1978) für *Hydropsyche instabilis* angegeben wird. Im Gegensatz zu den bis dahin großen Larven von *Hydropsyche spec. (instabilis-Gruppe)* waren diese kleinen Larven auch in langsam fließenden, ufernahen Bereichen häufig.

5.5.4 Limnephilidae

Die Bestimmung der Limnephilidae-Larven erfolgte nach WALLACE (1980). Dieser Schlüssel gilt eigentlich für Großbritannien, und die Arten werden häufig nur anhand sehr feiner Merkmalsunterschiede (z. B. Borstenstellung, Skleritfärbung) voneinander getrennt.

Allogamus auricollis (Pict.)

Die Art war in der Wutach im Juni, Juli und August in geringer Häufigkeit vorhanden; an den Probestellen [0] und [7] wurde sie nie angetroffen. *Allogamus auricollis* besiedelt bevorzugt schnell fließende, steinige Flüsse.

Potamophylax

Die Gattung *Potamophylax* war am häufigsten an Probestelle [1] und besonders an Probestelle [2]. Sonst wurden nur einzelne Tiere gefunden. Bis zum September waren die Tiere bis auf ein Exemplar [2] aus dem Biotop verschwunden. Ein ♂ von *Potamophylax latipennis* (CURT.) wurde im Juli gefangen. Entsprechend den Untersuchungen von CAMPBELL & MEADOWS (1972) fand sich *Potamophylax* stets auf der Unterseite größerer Steine ($\varnothing > 10$ cm), und zwar selten allein. Meist kamen die Tiere in kleinen Aggregationen vor, die punktförmig auf dem Bachgrund verteilt waren. Da sie Algen abweiden (algal scraper) und wegen ihrer Größe und ihres steinigen Gehäuses gut vor Räubern geschützt sind, werden hierfür Räuber-Beute-Beziehungen kaum die Ursache sein. Auch die Strömungsverhältnisse bieten keine ausreichende Erklärung dafür, sich derartig zu versammeln. Die Erklärung für dieses eigenartige Verhalten zu finden, ist sicher interessant und verdient es, genauer untersucht zu werden.

Chaetopteryx villosa (FABR.)

Diese Art ist meist in den Detritusablagerungen lentischer Bereiche gefunden worden und war besonders im Juni häufig; im September nur noch ein Exemplar.

Halesus spec.

Die großen Larven von *Halesus spec.* bewohnen ebenfalls lentische Detritusablagerungen und sind daher fast immer mit der vorigen Art vergesellschaftet. *Halesus* wurde nur im Juni gefunden.

5.5.5 Sericostomatidae

Sericostoma cf. personatum (K. & Sp.)

Die Larven dieser *Sericostoma*-Art mit ihren gleichmäßig aus feinen Sandkörnern gebauten, leicht gebogenen Gehäusen waren in der ganzen Untersuchungsstrecke zu finden. Im Juni und Juli stets nur in geringer Häufigkeit, wurde die Art im September und zum Teil auch schon im August [5] durch das Hinzukommen kleiner Junglarven häufiger.

5.5.6 Glossosomatidae

Glossosoma boltoni (CURT.)

Die algenabweidende Köcherfliegen-Art *Glossosoma boltoni* wurde in der Wutach nur an den Probestellen [2, 6] und [7] vorgefunden (Abb. 43). An der Probestelle [2] waren dies insgesamt nur drei Exemplare (eins im August, zwei im September). – An der Probestelle in Achdorf [6], die seitlich relativ gut beschattet ist, waren im Juli und August mehrere Vertreter nur in einer flachen Zone in der Bachmitte anzutreffen, sonst nirgends. Etwas weiter unterhalb der Probestelle [6] waren sie unter einer fast geschlossenen Pflanzendecke nicht zu finden. – An der untersten Probestelle [7], die viel Licht bekommt, waren die Tiere im Juli, August und September sehr häufig. Sie zeigten dort ein sehr schnelles Wachstum; im Juni waren es nur kleine Larven, während im September nur noch die Puppen mit mehr und weniger schlüpfreifen Imagines zu finden waren.

Da diese Tiere Aufwuchsalgen abweiden ist es sehr wahrscheinlich, daß ein direkter Zusammenhang besteht zwischen dem Wachstum der Aufwuchsalgen und der Verteilung dieser Tiere. Mir erscheint daher eine gute Lichteinstrahlung wichtig für ihr Vorkommen. Außerdem haben MINSHALL & MINSHALL (1977) gezeigt, daß *Glossosoma* eine deutliche Präferenz für gut überströmte Abschnitte besitzt. Für sie ist es vorteilhaft, in möglichst sedimentationsfreien Arealen zu leben, da dort den Aufwuchsalgen eine größtmögliche Besiedlungsfläche angeboten wird.

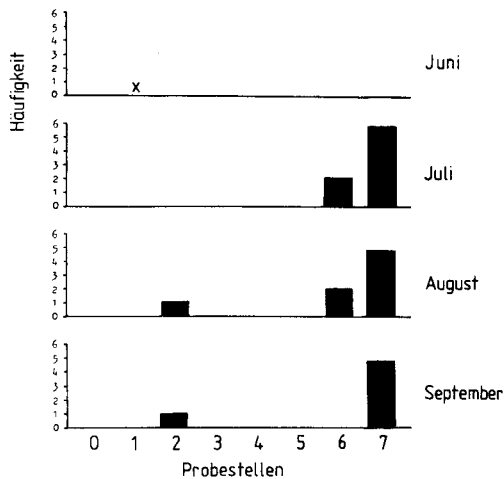


Abb. 43. Vorkommen von *Glossosoma boltoni* im Untersuchungszeitraum.

5.5.7 Sonstige Arten

Folgende Trichopteren wurden nur sehr vereinzelt an den in eckigen Klammern angegebenen Probestellen gefunden:

Drusus annulatus (STEPH.) – [3, 4, 5, 6, 7]

Silo spec. – [2, 4, 7]

Silo piceus (BRAUER) – [5]

Silo nigricornis (PICT.) – [5, 7]

Melampophylax spec. – [5, 6]

Hydroptilidae – [7].

5.6 Diptera – Zweiflügler Brachycera – Fliegen

5.6.1 Athericidae

Atherix ibis (FABR.), Ibisfliege

Diese höchst interessante Art zählt mit zu den häufigsten in der Wutach vorkommenden Tierarten. Im Juni sind die Imagines mit ihren metallisch grünen Augen und schwarz-gelben Abdomen an sonnigen Tagen kaum zu übersehen. Sie sitzen dann in großer Zahl auf ufernahen Steinen und vor allem auf Pestwurzblättern (*Petasites hybridus* L.) und „sonnen sich“. Sie sind nicht schreckhaft und daher bei vorsichtiger Näherung leicht zu fangen – für Brachyceren ein recht ungewöhnliches Phänomen.



Abb. 44. Seitliche Ansicht der Larve einer Ibisfliege (*Atherix* spec.). – Aus MERRIT & CUMMINS (1978).

Die Larven (Abb. 44) haben einen raupenähnlichen Habitus, der nach vorne in einen stecknadeldünnen, retraktilen Kopf ausläuft. Die Färbung variiert im lebenden Zustand von graubraun bis blattgrün. Die mit Haken versehenen Stummelfüßchen sind äußerst effektive Haftapparate, mit denen sie sich auch auf dem Lande gut fortbewegen können. Diese Fähigkeit ist besonders deswegen wichtig, da die Larven im Frühjahr an Land gehen, um sich zu verpuppen.

Die Tiere zeigen eine ausgeprägte negative Phototaxis, indem sie stets versuchen, sich unter irgendwelchen Gegenständen aus dem Licht zu entfernen. Dadurch, daß ihr Körper kaum chitinisiert, aber mit einer sehr derben Cuticula versehen ist, können sie sich ausgezeichnet in das Sediment eingraben.

In ihrer Verteilung zeigten sie sich als sehr rheophile Tiere. In langsam fließenden Uferbereichen waren sie so gut wie gar nicht zu finden und erst ab etwa 50 cm/s wurden sie häufig. Nach THOMAS (1976) haben sie eine Strömungspräferenz von 0,6–0,7 m/s. Da sie aber nicht auf die Oberfläche der Steine kommen und immer nur im Lückensystem des Benthals leben, ist die Wirkung der Strömung wahrscheinlich eine indirekte über ihre Nahrung oder Sohlenstruktur.

Die Tiere sind polyphage Räuber, die viele andere Insekten (v. a. Baetidae, Heptageniidae, Leuctridae und Chironomidae) fressen und auch ein ungewöhnlich breites Spektrum an Beutegrößen zu nutzen vermögen, bis hin zu fast ihrer doppelten Körperlänge, sofern sie deren Cuticula mit den Mandibeln durchstoßen können, um ihr Verdauungsssekret zu injizieren, das die inneren Gewebe der Beute auflöst. Die Beute stirbt bei diesem Vorgang nach kürzester Zeit. Nach einigen Minuten wird die extraintestinal vorverdaute Flüssigkeit aus dem Inneren der Beute aufgesogen (THOMAS 1975).

Im Juni waren nur größere, mehr oder weniger ausgewachsene Larven im Biotop vorhanden. Im Juli waren neben diesen auch vereinzelte kleine Larven vorhanden. Im

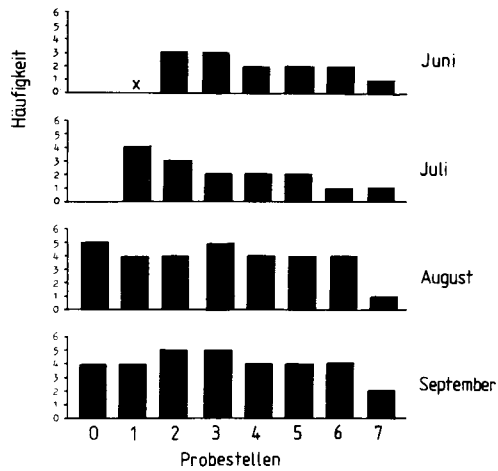


Abb. 45. Vorkommen von *Atherix ibis* im Untersuchungszeitraum.

August und September war ein breites Spektrum an Größen vorzufinden, wobei die sehr häufigen kleinen Larven einer neuen Generation (< 8 mm) bei weitem überwogen. Im August und September waren die Larven im Gegensatz zu den beiden vorhergehenden Monaten auch in der Gutach [0] anzutreffen (Abb. 45).

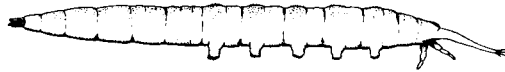


Abb. 46. Seitliche Ansicht der Larve von *Dicronota* spec. – Aus MERRIT & CUMMINS (1978).

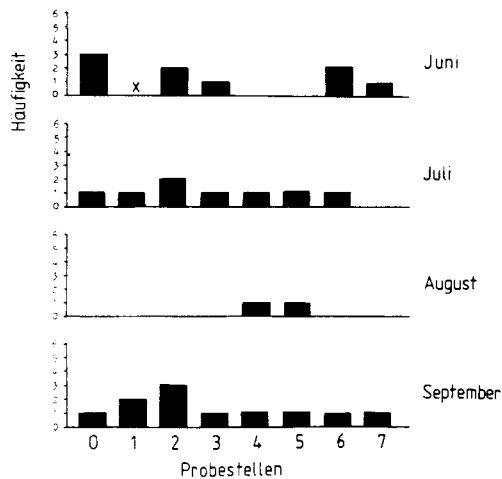


Abb. 47. Vorkommen von *Dicronota* spec. im Untersuchungszeitraum.

Nematocera – Mücken

5.6.2 Limoniidae – Stelzschnaken

Dicranota spec.

Die Larve der räuberischen Mücken-Gattung *Dicranota* (Abb. 46) sieht auf den ersten Blick *Atherix ibis* (Abb. 44) sehr ähnlich. Durch die geringere Zahl der Stummelfüßchen, die irisierenden Körperoberfläche und durch die Stellung der Mandibeln (Nematocera-Stellung) können diese Tiere aber leicht auch mit bloßem Auge von *Atherix ibis* differenziert werden. Mit Ausnahme des August wurden die Tiere von mir an den meisten Stellen in geringer Häufigkeit gefunden (Abb. 47). An der Schattenmühle [2] (im Juni, Juli, September) und an der Gutachbrücke [0] (im Juni) waren die Tiere etwas häufiger.

5.6.3 Simuliidae – Kriebelmücken (Abb. 48)

Die häufigsten Kriebelmücken-Arten im Untersuchungsgebiet waren *Simulium reptans* (L.) und *Simulium variegatum* (MG.). *Simulium reptans* war besonders häufig im Juli und August und kam in dieser Zeit vor allem an den Probestellen [1] und [6] in sehr großer Zahl vor. Die Häufigkeit der Art nahm im September deutlich ab. – *Simulium variegatum* war am häufigsten ab der Gauchachmündung. An der Gauchachmündung [5] war *Simulium variegatum* stets die häufigste Art. Im September war die Art auch an den Probestellen [6] und [7] am häufigsten.

Da von mir, relativ zu den großen Zahlen, in denen die Simuliiden manchmal vorkamen, nur wenige mitgenommen wurden, sollten die Häufigkeitsangaben der Arten mit geringer Häufigkeit

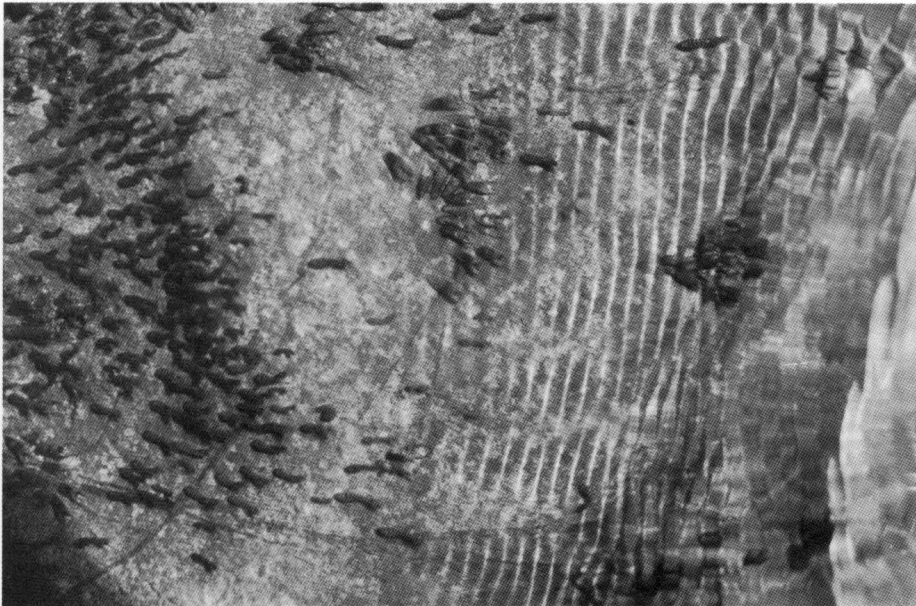


Abb. 48. Larven und Puppen von Kriebelmücken (Simuliidae), wahrscheinlich *Simulium variegatum*.

mit Vorsicht betrachtet werden. Es müßte eine viel umfangreichere Untersuchung vorgenommen werden, um den genauen Bestand dieser Tiere zu erfassen.

Es wurden außerdem folgende Arten an den Probestellen, die in eckigen Klammern angegeben werden, gefunden:

Simulium monticola (FRIED.) – [0, 1, 2, 4, 5, 7]

Odagmia ornata (MG.) – [0, 2, 3, 4, 6, 7]

Simulium tuberosum (LDSTR.) – [3]

Prosimulium tomösvaryi (END.) – [3].

5.6.4 Blephariceridae – Lidmücken

Es wurden zwei Arten der algenabweidenden Blephariceridae in der Wutach festgestellt: *Liponeura decipiens* und *Liponeura cordata*.

Von *Liponeura cordata* (VIMMER) wurden nur einzelne Tiere an den Probestellen [3] (Juni), [1] und [4] (September) gefunden.

Liponeura decipiens (BEZZI) dagegen war zum Teil sehr häufig. Besonders im Juni an der Probestelle [7] waren sie in ungewöhnlich großer Zahl vertreten. Dabei besiedelten sie nicht nur die sehr schnell fließenden Bereiche, wie es sonst für diese Familie typisch ist. Ebenfalls häufig war die Art im Juni und Juli an der Probestelle [6]. – Sie scheint den unteren Teil der Untersuchungsstrecke zu bevorzugen, da – außer 2 Tieren im Juni an der Probestelle [3] – die Art nur unterhalb von Probestelle [3] anzutreffen war und sie ihre größte Häufigkeit in Achdorf und am Weizener Steg zeigte. Ihre Häufigkeit zeigte im Laufe des Sommers eine abnehmende Tendenz, so daß im September nur noch 6 Puppen am Rümmelesteg [4] gefunden wurden.

5.6.5 Chironomidae – Zuckmücken

Die meisten Vertreter dieser Familie wurden von mir wegen der Unsicherheiten bei der Bestimmung nicht genauer bearbeitet. Eine spezielle Suche nach diesen Tieren hätte wohl ein häufigeres Vorkommen ergeben. Einige Vertreter verdienen aber besondere Erwähnung.

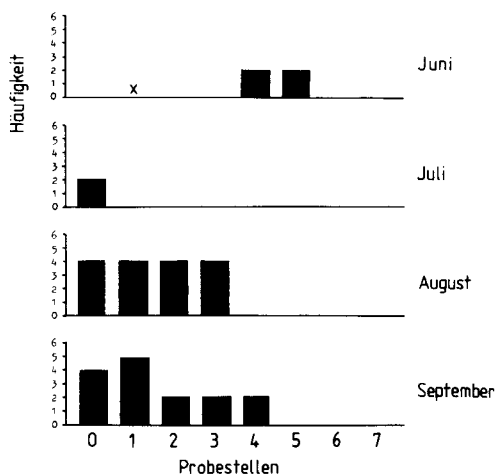


Abb. 49. Vorkommen von *Rheotanytarsus* spec. im Untersuchungszeitraum.



Abb. 50. Die Larve der Zuckmücke *Rheotanytarsus spec.* in ihrer Wohnröhre.

Rheotanytarsus spec.

Die Larven dieser Gattung filtrieren Wasser durch ein Netz zwischen den starren Fortsätzen ihrer Wohnröhre (Abb. 50).

Im Juni waren die Tiere nur in geringer Häufigkeit an den Probestellen [4] und [5] anzutreffen (Abb. 49). – Im Juli waren sie nur noch in der Gutach [0] vorzufinden. – Im August war die Gattung von der Probestelle [0] bis zur Probestelle [3] häufig. Weiter unterhalb fehlten sie. – Im September waren sie an der Probestelle [0] und besonders bei [1] häufig. An den Probestellen [2–4] waren sie noch in geringer Zahl vorhanden, während sie weiter unterhalb nicht zu finden waren.

Diamesa insignipes (KIEFER)

Diese Art war an der Probestelle [0] im Juni und Juli sehr häufig. Im August nahm die Häufigkeit stark ab, sehr wahrscheinlich durch das Schlüpfen der Imagines. – Sonst wurde die Art nur noch an der Probestelle [1] anhand weniger Exemplare angetroffen.

Cardiocladius spec.

Diese Gattung wurde in den Tabellen 9–16 nicht gesondert aufgeführt. Sie wurde vereinzelt an allen Probestellen außer der Schattenmühle angetroffen.

Die für Chironomiden recht großen Larven (bis 16 mm Länge) sind an ihrer hellgrünen Körperfärbung mit ganz schwarzem Kopf leicht zu erkennen. Die Larven bauen auf Steinen dichte, ovale, silbergraue Gespinste, in denen sie sich aufhalten. Sie sind nur in

sehr schnell fließenden Bereichen ($> 1 \text{ m/s}$) anzutreffen. Daher waren sie häufig mit *Liponeura decipiens* vergesellschaftet. Im Gegensatz zu diesen scheinen sie aber abwasertolerant zu sein, da sie auch an der obersten Probestelle [0] bei Vorhandensein von *Sphaerotilus natans*-Überzügen vorkamen.

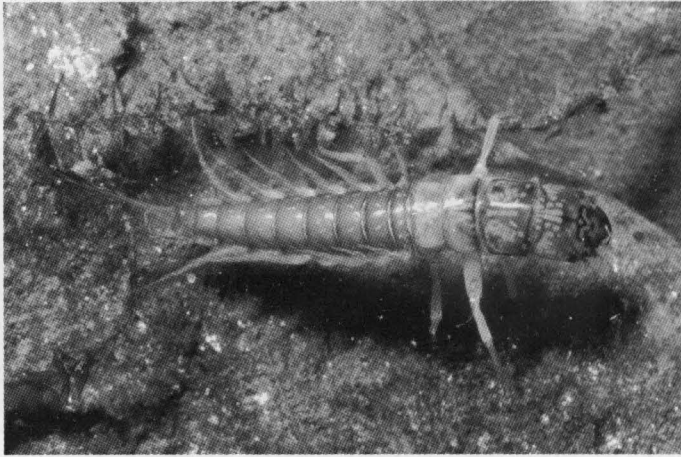


Abb. 51. Larve der Schlammfliege *Sialis fuliginosa*.

5.7 Megaloptera – Schlammfliegen

Sialidae – Schlammfliegen

Sialis fuliginosa (Pict.)

Die Larven dieser Art (Abb. 51) wurden nur im September an der Probestelle [0] in geringer Zahl gefunden.

Sialis lutaria (L.)

Von mir wurden nur zwei ♂-Imagines im Schatten in unmittelbarer Nähe des Tannegger Wasserfalls gefunden. Die Art gilt als Stillwasserform, weshalb zu vermuten ist, daß diese Tiere nicht der Wutach entstammen, sondern dem auch bei Hochwasser, stabilen Stillwasserbereich neben dem Tannegger Wasserfall. Dieses Stillwasser ist von der Wutach durch die Uferbefestigung abgetrennt. – *Sialis lutaria* ist nach Auskunft von Dr. TRÖGER (Freiburg) mit diesem Fund zum ersten Mal im Wutachgebiet nachgewiesen.

5.8 Coleoptera – Käfer

Bei den herbivoren/detritivoren Vertretern der Familien Elmidae und Hydraenidae handelt es sich um ausgesprochen rheophile Arten.

5.8.1 Elmidae

Elmis maugetii (LATR.) ist in der gesamten Untersuchungsstrecke anzutreffen, die Art ist aber nicht gleichmäßig verteilt. Bis zum Tannegger Wasserfall [3] sind nur wenige

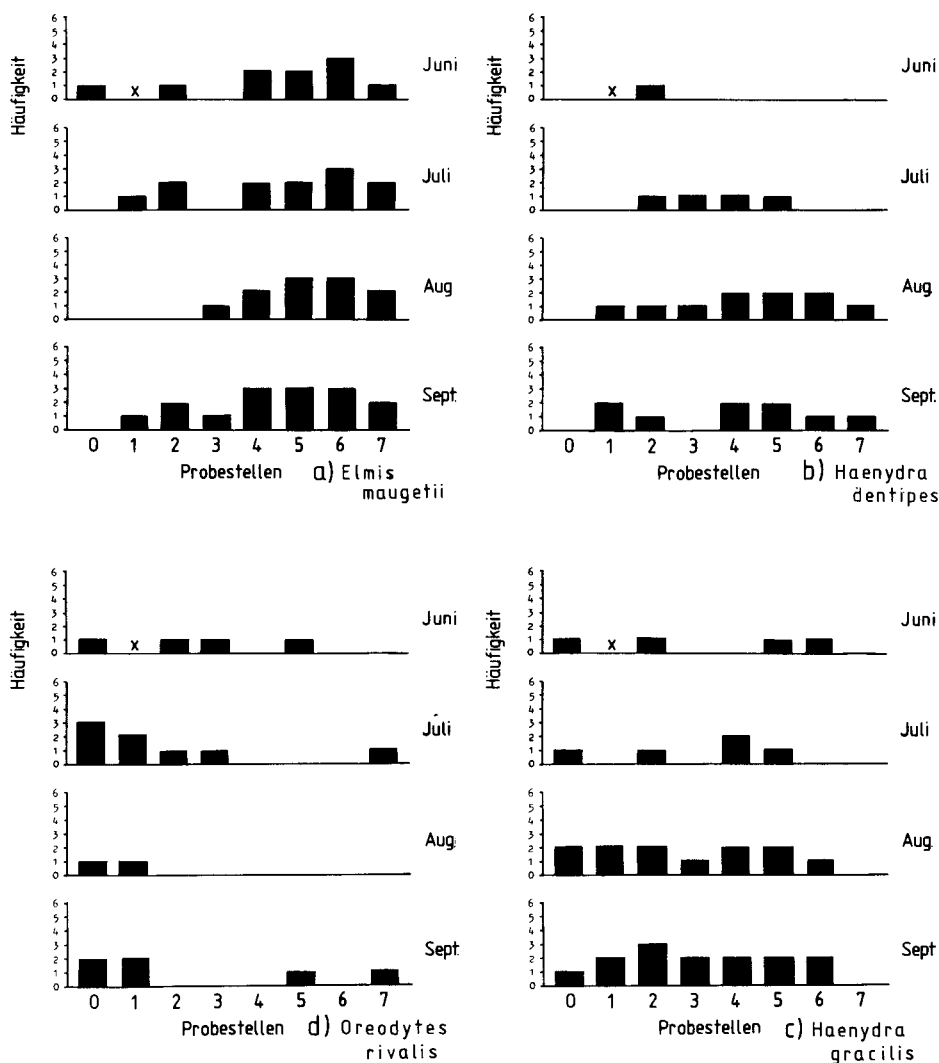


Abb. 52. Vorkommen von *Elmis maugetii* (a), *Haenydra dentipes* (b), *Haenydra gracilis* (c) und *Oreodytes rivalis* (d) im Untersuchungszeitraum.

dieser Tiere zu finden, während ab dem Rümmelesteg [4] diese Art die häufigste Käferart in der Wutach darstellt (Abb. 52a).

Andere Elmidae-Arten, so *Elmis aenea* (MÜLL.), *Limnius perisi* (DUFOR) und *Esolus angustatus* (MÜLL.) sind nur vereinzelt gefunden worden, wobei keine deutliche Präferenz im Gebiet festgestellt werden konnte. *Esolus angustatus* wurde jedoch nie in der Gutach angetroffen. Nur je 1 Exemplar konnte von *Elmis latreilli* (BEDEL) [0], *Limnius volckmari* (PANZ.) [4] und *Riolus subviolaceus* (MÜLL.) [5] nachgewiesen werden.

5.8.2 Hydraenidae

Die beiden Hydraeniden-Arten *Haenydra dentipes* (GERM.) und *Haenydra gracilis* (GERM.) sind in der Wutach regelmäßig und nebeneinander vorhanden. *Haenydra gracilis* wurde an der untersten Probestelle [7] nie gefunden, scheint aber abwassertoleranter zu sein als *dentipes*, da *gracilis* stets, *dentipes* nie an der obersten Probestelle [0] zu finden war (Abb. 52 b, c).

Von *Hymenodes metallescens* (ROSENH.) fand ich nur ein Exemplar bei Achdorf [6].

5.8.3 Dytiscidae – Schwimmkäfer

Oreodytes rivalis (GYLL.)

Die räuberische Art ist am häufigsten an den obersten Probestellen [0, 1] vorhanden (Abb. 52d). Weiter unterhalb waren nur einzelne Tiere anzutreffen. Die adulten Tiere wurden von mir sowohl in gut überströmten Bereichen als auch in den Detritusablagerungen lentischer Bereiche gefunden. Die Larven dieser Art wurden an der obersten Probestelle [0] fast ausschließlich in flachen, sehr langsam fließenden, ufernahen Bereichen gefunden.

5.9 Hydrachnellae – Wassermilben

Die Wassermilben-Fauna der Wutach hat sich seit der Untersuchung SCHWOERBELS (1971), der in der unteren Gutach und in der oberen Wutach bis Bad Boll ein völliges Fehlen dieser Cheliceraten feststellte, wegen der verbesserten Wasserqualität stark ausbreiten können. Von mir wurden in der gesamten Untersuchungsstrecke regelmäßig Wassermilben gefunden.

Die häufigsten Arten sind *Sperchon brevirostris* (KOEN.), *Sperchon hispidus* (KOEN.) und *Atractides nodipalpis* (THOR) (siehe Abb. 53). Ab der Gauchachmündung [5] ist *Atractides nodipalpis* bei weitem die häufigste Art.

Die von SCHWOERBEL (1971) ebenfalls als häufig angegebenen Arten *Hygrobates fluviatilis* (STRÖM) und *Sperchon glandulosus* (KOEN.) waren nur vereinzelt an der Probestelle [0] vorhanden. Weiterhin wurden folgende Arten an den Probestellen, die in eckigen Klammern angegeben sind, gefunden:

- Aturus crinitus* (THOR) – [5, 6]
- Aturus scaber* (KRAM.) – [1, 2, 3, 4, 5, 6]
- Lebertia porosa* (THOR) – [6, 7]
- Lebertia sparsicapillata* (THOR) – [0, 1, 2, 4]
- Mideopsis crassipes* (SOAR) – [3]
- Sperchon clupeiifer* (PIERS.) – [2, 3, 6, 7]
- Torrenticola elliptica* (MAGLIO) – {0, 2, 3, 4, 5, 6, 7}

5.10 Crustacea (Amphipoda) – Flohkrebse

Gammarus fossarum (KOCH)

Obwohl in Südwestdeutschland auch andere Gammaridae vorkommen, wurde im Untersuchungsgebiet nur diese Art gefunden. Dies entspricht den Angaben von MEIJERING (1980), wonach *Gammarus fossarum* besser an hohe Strömungsgeschwindigkeiten angepaßt ist als *Gammarus pulex* und oberhalb 400 m NN nur noch *Gammarus fossarum* vorkommt.

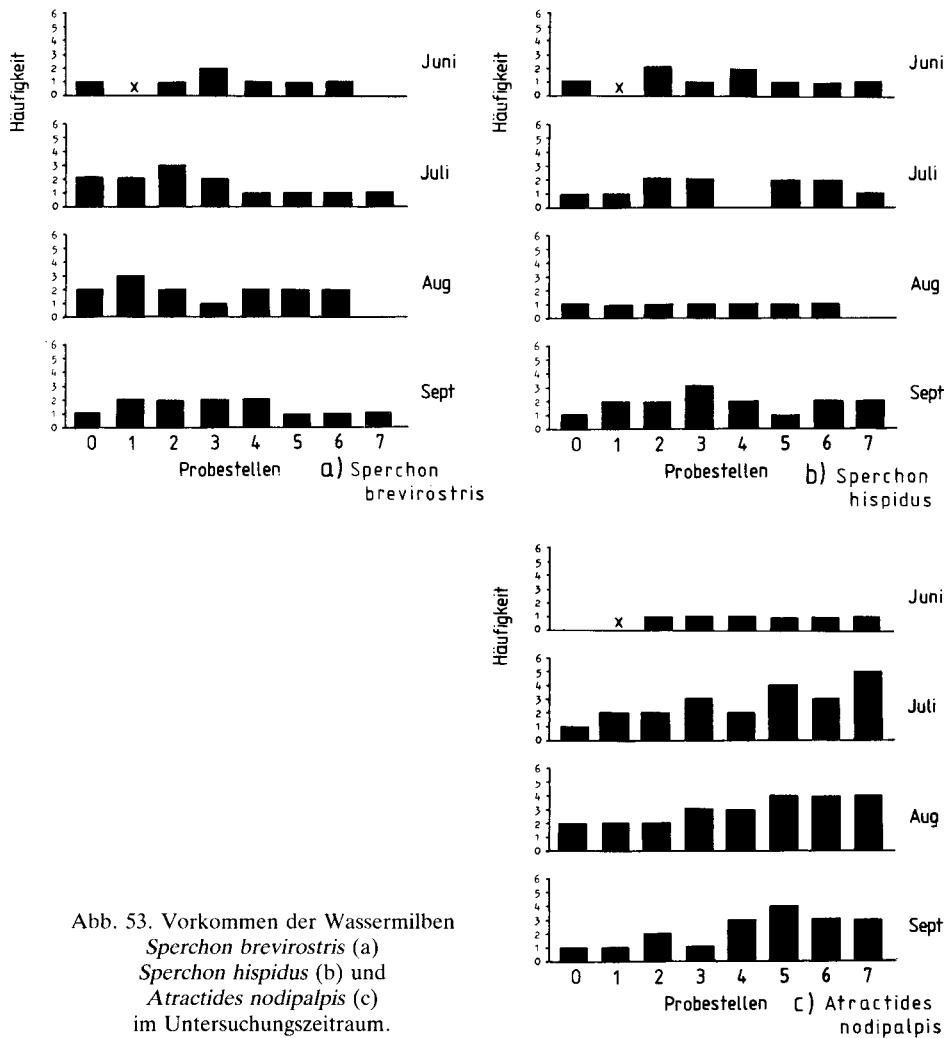


Abb. 53. Vorkommen der Wassermilben
Sperchon brevirostris (a)
Sperchon hispidus (b) und
Atractides nodipalpis (c)
im Untersuchungszeitraum.

Da diese Tiere Kalk für ihr Exoskelett benötigen, zeigt ihre Verbreitung oft eine deutliche Abhängigkeit vom Kalkgehalt des Wassers. Die notwendigen Bedingungen, die für ein Vorkommen dieser Art festgestellt wurden – $> 9 \text{ mg CaO/l}$ (WUNDSCH 1922) und ein Verhältnis $\text{CaO mg/l:MgO mg/l} > 2$ (DITTMAR 1953) – sind in der gesamten Untersuchungsstrecke erfüllt. Trotzdem ist die Verbreitung von *G. fossarum* sehr ungleichmäßig (siehe Abb. 54). Ab dem Rümmelesteg [4], wo kalkreiches Wasser vorliegt (siehe Kap. 4.3), war die Art regelmäßig und nicht selten vorhanden; am Tannegger Wasserfall [3] wurde sie merkwürdigerweise nie angetroffen. Außerhalb des Muschelkalk-Gebiets war sie meist nur vereinzelt zu finden. Nur im Juni an der Schattenmühle war die Art auch im Bereich des Grundgesteins häufig.

Ein Vergleich der jetzigen Verbreitung mit den Angaben SCHWOERBELS (1971) zeigt, daß *Gammarus fossarum* im Laufe der letzten 11 Jahre weit in das Gutach-Wutach-

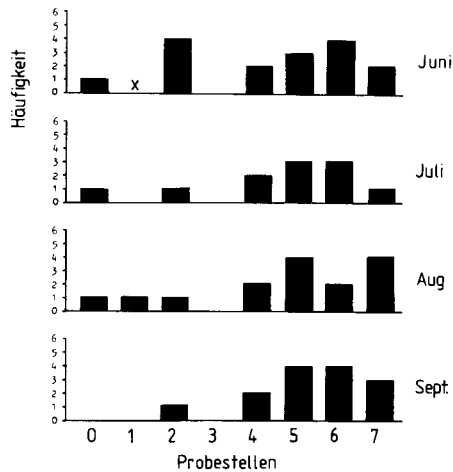


Abb. 54. Vorkommen des Flohkrebsees *Gammarus fossarum* im Untersuchungszeitraum.

System hinaus vorgedrungen ist, mindestens bis zur Probestelle [0]. Dies ist mit hoher Wahrscheinlichkeit eine Folge der wesentlich besseren Wasserqualität.

5.11 Mollusca – Weichtiere

Lymnaea peregra (MÜLLER) – Abb. 56

[syn.] *Radix peregra* (MÜLLER)

Diese Art wurde nur sehr vereinzelt gefunden. Im Gegensatz zu Angaben SCHWOERBELS (1971) kommt die Art nicht nur in der unteren Wutach vor, sondern auch viel weiter oberhalb, wie die Funde in der Gutach [0] und an der Schattenmühle [2] zeigen.

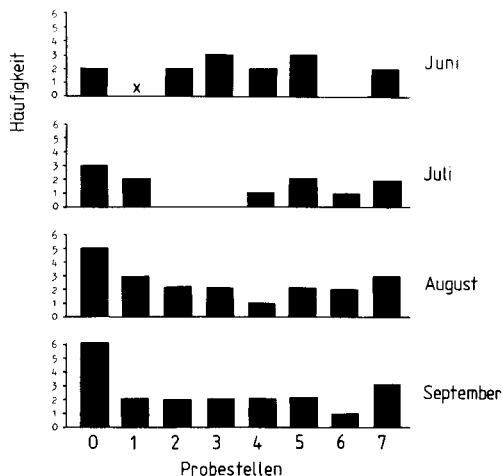


Abb. 55. Vorkommen der Flußnapfschnecke (*Ancyclus fluviatilis*) im Untersuchungszeitraum.



Abb. 56. Zwei Wasserschnecken aus der Wutach: links die Eiförmige Schlammschnecke (*Lymnaea peregra ovata*), rechts die Flußnapfschnecke (*Ancylus fluviatilis*).

Ancylus fluviatilis (MÜLLER) – Abb. 56

Abbildung 55 zeigt, daß die Flußnapfschnecke in der Wutach meistens anzutreffen ist, wenn auch nie sehr häufig.

In der Gutach dagegen kam es im Verlauf des Sommers zu einer starken Entwicklung dieser Art. Im Juni waren nur wenige Tiere vorhanden, im Juli nur etwas mehr, wobei diese zum Teil sehr groß waren. Im August war die Art dann sehr häufig und im September massenhaft vorhanden.

Ancylus fluviatilis stellt an der Probestelle [0] den dominierenden „Weidegänger“ dar, im Gegensatz zu den anderen Probestellen, bei denen die Heptageniidae weitaus häufiger sind. Diese Verbreitung zeigt deutlich die Abwassertoleranz der Art an.

5.12 Hirudinea – Egel

5.12.1 Pharyngobdellida – Schlundegel

Erpobdella octoculata (L.)

Diese Art ist die häufigste Egelart der Untersuchungsstrecke (Abb. 57). An der Probestelle [0] hatte die Art mit Abstand ihre größte Häufigkeit. – Im Juni und Juli konnten auch an den Probestellen [1, 2] und [6] mehrere Tiere gefunden werden. An der Gauchachmündung wurde die Art nie festgestellt. Im September waren an den Probestellen [0, 1] und [2] Egelkokons zu sehen, die sehr wahrscheinlich dieser Art angehören. Die Art hielt sich bevorzugt in langsam fließenden Bereichen in Ufernähe auf.

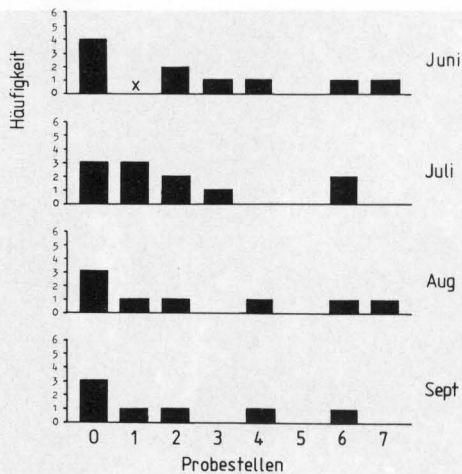


Abb. 57. Vorkommen des Egels *Erpobdella octoculata* im Untersuchungszeitraum.

5.12.2 Rhynchobdellida – Rüsselegel

Beide der gefundenen Arten gehören der Familie Glossiphoniidae an. Sie betrieben Brutpflege.

Helobdella stagnalis (L.)

Diese Art wurde nur an der Probestelle [0] im August und September in geringer Zahl gefunden.

Glossiphonia complanata (L.) – Abb. 58

Glossiphonia complanata trat, wenn überhaupt, dann nur in sehr geringer Zahl auf.

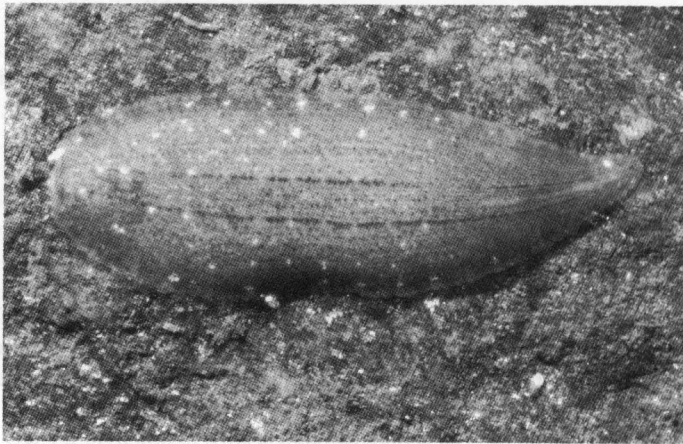


Abb. 58. *Glossiphonia complanata*, der Große Schneckenegel.

Nur an der Probestelle [0] war die Art im August und September etwas häufiger anzutreffen; im Laufe des Sommers wurde sie an allen Probestellen nachgewiesen.

5.13 Oligochaeta – Wenigborster³³⁾

5.13.1 Tubificidae – Schlammröhrenwürmer

An der Probestelle [0] waren diese sedimentfressenden Tiere in hoher Populationsdichte vorhanden. In lentischen Bereichen konnte man regelrechte „Tubificiden-Rasen“ sehen. – An den Probestellen [1, 2] und [3] war ihre Häufigkeit im Untersuchungszeitraum unterschiedlich (siehe Abb. 59). – An den Probestellen [4–7] wurden nur vereinzelte Vertreter dieser Familie gefunden.

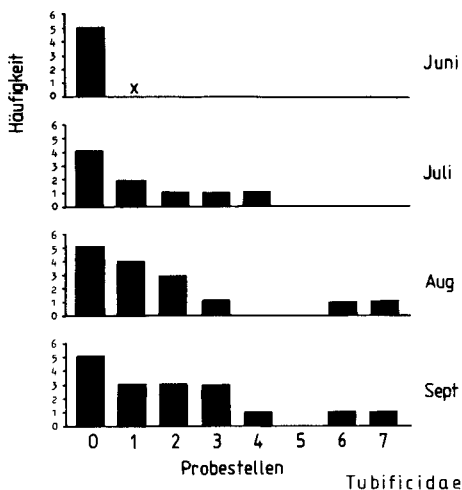


Abb. 59. Vorkommen von Schlammröhrenwürmern (Tubificidae) im Untersuchungszeitraum.

5.14 Turbellaria – Strudelwürmer

Tricladida

Dugesia gonocephala (DUGÈS)

Diese Art war im allgemeinen nur ab dem Rümmelesteg anzutreffen (Abb. 60a). Nur einmal im Juli wurden auch an der Schattenmühle 3 Exemplare gefunden. Im Bereich des Muschelkalkes waren die Tiere am häufigsten, besonders in den ruhigen Vertiefungen entlang den Hauptmuschelkalk-Felsen. Hier waren die Tiere zum Teil auch sehr groß (> 3 cm Länge). Nach dieser Verbreitung scheint die Art kalkreiches Wasser zu bevorzugen. Bekanntlich ist sie häufig entlang einem Temperaturgradienten zonierte. Daher ist zu vermuten, daß diese Verbreitung eher auf einer besseren Exposition des Flusses in der Hauptmuschelkalk-Schlucht als weiter oberhalb beruht.

³³⁾ Vertreter der Naididae und Lumbricidae wurden nur unregelmäßig und sehr vereinzelt angetroffen.

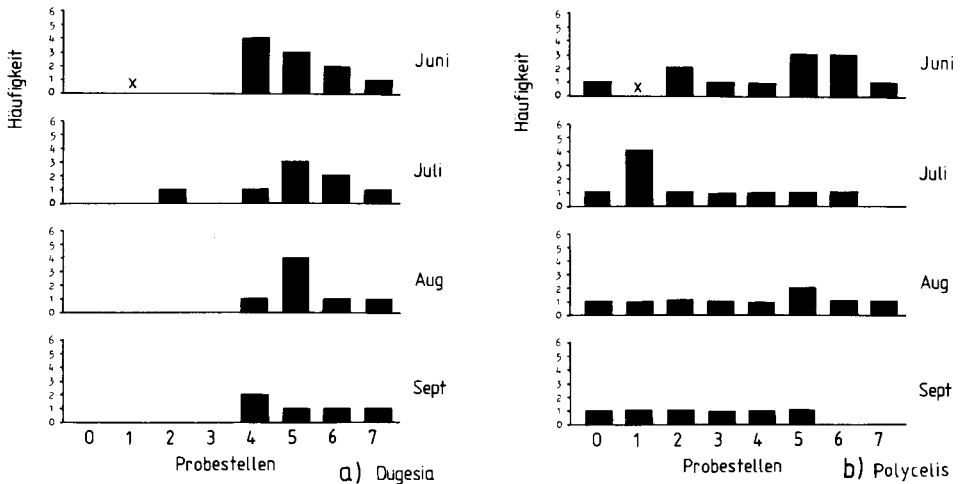


Abb. 60. Vorkommen der Strudelwürmer *Dugesia gonocephala* (a) und *Polycelis felina* (b) im Untersuchungszeitraum.

Polycelis felina (DALYELL)

syn. *P. cornuta*

Dieser Strudelwurm trat meist nur vereinzelt auf. Nur an den Probestellen [5] und [6] im Juni und an der Probestelle [1] im Juli traten die Tiere in deutlich größerer Populationsdichte auf. Die Art ist in der gesamten Untersuchungsstrecke gefunden worden (Abb. 60b). Damit zeigt *Polycelis felina* in der Wutach nicht die häufig beschriebene Zonierung zwischen ihr und *Dugesia gonocephala*. Wahrscheinlich sind die Temperaturunterschiede innerhalb der Schlucht nicht groß genug, um die Art nach unten hin zu begrenzen. Vielleicht spielt die hohe Geröllfracht der Wutach hierbei auch eine Rolle, indem mit ihr diese Tiere immer wieder nach unten transportiert werden.

5.15 Pisces – Fische

Mindestens ab der Rötenbachmündung [1] stellen Forellen sehr bedeutende Räuber im Ökosystem dar. Bei meiner Untersuchung sind diese jedoch nicht miterfaßt worden. Durch die Besatzmaßnahmen der Angelvereine sind sie in der Wutach häufig.

Außer den Forellen ist die benthische Art *Cottus gobio* (L.), die Groppe, in der Wutach anzutreffen. Durch ihre Größe (im Verhältnis zu den übrigen Benthos-Tieren sehr groß) sind sie aber in ihrem unmittelbaren Einflußbereich sicherlich sehr bedeutende Räuber.

5.16 Bacteria – Bakterien

Sphaerotilus natans (KÜTZ.), „Abwasserpilz“

Sphaerotilus natans wurde nur an der Probestelle [0] festgestellt. Im Juni bildete dieses Bakterium einen dichten Überzug über den größten Teil des Substrats. Durch große Mengen von *Sphaerotilus natans* in der Drift war ein starkes „Pilztreiben“ festzustellen.

Außerdem war viel Schaum auf der Wasseroberfläche zu beobachten. – Im Juli war der größte Teil des Substrats frei von *Sphaerotilus natans*, obwohl noch viele Bereiche von diesem Bakterium überzogen waren. Es war in dieser Zeit fast kein „Pilztreiben“ vorhanden. – Im August nicht mehr feststellbar, dagegen im September in Form kleiner Polster wieder vorhanden.

5.17 Die autotrophen Organismen – Höhere Pflanzen und Moose

Ein charakteristisches Merkmal der gesamten Untersuchungsstrecke ist der nur sehr geringe Bestand an höheren Pflanzen, während in der Gutach oberhalb von Neustadt ausgedehnte Bestände von *Callitriche hamulata* (KÜTZ.), des Haken-Wassersterns, und vereinzelt auch größere Bestände von *Ranunculus fluitans* (LAM.), des Flutenden Hahnenfußes, vorhanden sind.

An der Probestelle [0] waren nur vereinzelt kleine *Callitriche hamulata*-Büschel und ein spärlicher Strang von *Ranunculus fluitans* zu finden. Meines Erachtens ist der wesentlich geringere Bestand dieser Pflanzen an dieser Stelle darauf zurückzuführen, daß sie die Abwasserbelastung aus Neustadt nicht vertragen. Diese Pflanzen fehlen aber auch fast völlig in der Wutach. Nur bei Achdorf an einer seichten Stelle in der Flußmitte und einmal an der Gauchachmündung war *Callitriche hamulata* zu finden. *Ranunculus fluitans* war nur in Achdorf vorhanden.

Die Ursache für das sehr geringe Vorkommen dieser Pflanzen in der Wutach ist sicherlich nicht eine Abwasserbelastung, sondern wahrscheinlich das weitgehende Fehlen eines geeigneten, über längere Zeit hinweg stabilen Substrats. Diese Pflanzen benötigen für ihre Verankerung ein feinkörnigeres Substrat als grobe Steine, die den größten Teil der obersten Stromsohle der Wutach ausmachen. Dies allein kann jedoch das so geringe Vorkommen nicht erklären, da diese Pflanzen (v. a. *Callitriche*), wo sie sich einmal festgesetzt haben, in ihrem „Strömungsschatten“ feinkörniges Material anreichern und dadurch größere Bestände bilden können.

Durch ihr Gefälle wird die Wutach bei Hochwasser zu einem reißenden Fluß, wobei auch größere Steine in Bewegung gesetzt werden können. Außerdem erhält die Wutach wegen der dauernden Denudation der anliegenden steilen Hänge eine besonders hohe Geröllfracht, welche den Stromboden zusätzlich destabilisiert. Dieser zeitweisen, sehr intensiven Destabilisierung der Stromsohle vermögen diese Pflanzen nicht standzuhalten. Im Untersuchungszeitraum ist es mindestens zweimal zu einer Umlagerung der Stromsohle gekommen.

Im Gegensatz zu den oben erwähnten Pflanzen können sich die Bryophyten (Moose) direkt auf der Oberfläche von Steinen festsetzen, und daher findet man diese oft auf großen Steinen und Felsbrocken, die nur sehr selten in Bewegung geraten.

Die dominierenden Primärproduzenten in der Wutach sind aber eindeutig die epilithischen Aufwuchs-Algen. Auffallend sind die vielerorts vorkommenden Grünalgen *Cladophora* und *Chaetophora*, die jedoch nie flächendeckend, sondern stets als punktförmig auf der Stromsohle verteilte Büschel auftreten.

Die hohen Populationsdichten vieler Tiere in der Wutach, die epilithische Algen abzuweiden vermögen (u. a. *Ecdyonurus*, *Rhithrogena*, *Epeorus*, *Ephemerella*, *Liponeura*, *Glossosoma*) deuten darauf hin, daß diese Algen eine entscheidend wichtige Rolle spielen als Energiequelle der tierischen Besiedlung. Da außerdem im Sommer der allochthone Energie-Input durch Fallaub sehr gering ist, vermute ich, daß die Primärproduktion der epilithischen Algen den weitaus größten Teil der Energie liefert, die von dem heterotrophen Teil der Biozönose benötigt wird.

6. Das Organismengefüge des Flußsystems

Nach der Theorie von VANNOTE, MINSHALL, CUMMINS, SEDELL & CRUSHING (1980) paßt sich die Struktur und die Funktion der Lebensgemeinschaft dem vorhandenen Milieu an, indem sich diejenige Biozönose im Biotop einstellt, die die vorhandenen Ressourcen unter den gegebenen Bedingungen am besten auszunutzen vermag. Da keine Biozönose die organische Substanz, die zu einem bestimmten Zeitpunkt in einem Bachquerschnitt vorliegt, vollständig aufnehmen und verwerten kann, also eine Ineffizienz aufweist, findet stets ein Abtransport („leakage“) organischer Substanz nach flußabwärts statt. Aus diesem Grund wird die Lebensgemeinschaft so strukturiert sein, einerseits die Primärproduktion der jeweiligen Stelle auszunutzen und andererseits „to capitalize on inefficiencies of upstream processing“. Die verschiedenen funktionellen Gruppen richten sich in ihrer Abundanz und ihrer Zusammensetzung aus auf die Qualität, auf die Quantität und auf die „Greifbarkeit“ der verwertbaren organischen Substanz. Welche Arten sich im einzelnen einstellen können, hängt (abgesehen von den biogeographischen Gegebenheiten) davon ab, ob deren Lebensansprüche im Biotop ausreichend erfüllt werden.

In der Untersuchungsstrecke liegen zwei Abschnitte vor, die deutlich voneinander verschiedene Milieubedingungen aufweisen. Das ist einerseits die Gutach oberhalb der Grenze der „rückschreitenden Erosion“ (Probestelle [0]) und andererseits die Wutach von der Rötenbachmündung bis zum Weizener Steg (Probstellen [1–7]).

6.1 Gutach

An der Probestelle [0] ist die Gutach noch unbeeinflußt von den starken Erosions- und Denudationsvorgängen, die durch die Tieferlegung der Erosionsbasis seit der Würmeiszeit die Auswaschung der „Wutachschlucht“ verursacht haben. Geomorphologisch ist die Gutach an dieser Stelle also noch „danubisch“ und hat hier ein relativ geringes Gefälle. Die geringen Erosions- und Denudationsvorgänge zwischen dem Titisee und der Probestelle [0] bedingen geringe Geröllfrachten und dadurch eine relativ stabile Stromsohle. Auf Grund dieser Bedingungen können sich in der oberen Gutach ausgedehnte *Callitriche*- und *Ranunculus*-Bestände ausbilden. Neben diesen natürlichen Faktoren hat die Belastung mit organischen Abwässern aus Neustadt einen prägenden Einfluß auf die Ausbildung der Biozönose. Die Abwasserbelastung ist jedoch nicht gleichmäßig, was zu deutlichen zeitlichen Unterschieden in der Zusammensetzung der Biozönose führt.

Im Juni lag eine ausgesprochen heterotrophe Biozönose vor. Der größte Teil des Substrates war mit *Sphaerotilus natans* überzogen. Die weitaus häufigsten Makrobenthos-Organismen waren Chironomidae und Tubificidae, die vor allem in lenticischen Zonen („depositional areas“) in sehr hohen Populationsdichten anzutreffen waren. Die bedeutendste räuberische Form der Biozönose war der sehr abwassertolerante Egel *Erpobdella octoculata*. *Habrophlebia lauta* war die häufigste (Häufigkeitsstufe 3) Ephemeropteren-Art. Andere Tiere kamen nur in geringer Häufigkeit vor. Algenabweidende Formen waren nur vereinzelt vorhanden. Simuliidae fehlten völlig, vermutlich mangels geeigneter Verankerungsmöglichkeiten.

Im Juli nahm *Sphaerotilus natans* deutlich ab. Chironomidae (Zuckmücken) waren die dominierenden Makrobenthos-Organismen. Die Häufigkeit der Tubificidae hatte

etwas abgenommen. Simuliidae waren nun in geringer Zahl vorhanden. *Baetis scambus* und *Habrophlebia lauta* waren häufig. *Siphonurus lacustris*, *Ephemerella ignita*, *Leuctra spec.*, *Oreodytes rivalis*-Larven, *Ancylus fluviatilis* und *Erpobdella octoculata* kamen in mäßiger Häufigkeit (Häufigkeitsstufe 3) vor. Andere Tiere waren nur in geringer Häufigkeit vorhanden. Die Bedeutung algenabweidender Formen war gering.

Im August war ein erheblicher Unterschied in der Zusammensetzung der Biozönose festzustellen. *Sphaerotilus natans* fehlte völlig. Jetzt war die algenabweidende Art *Ancylus fluviatilis* sehr häufig, und die Steine hatten einen Überzug mit Aufwuchsalgen. Die Trophie hat also (urteilt man von der Struktur der Biozönose her) deutlich zugenommen. Die filtrierenden Formen *Simulium reptans* und *Rheotanytarsus spec.* waren häufig, ebenso die Eintagsfliegen *Baetis scambus* und *Baetis rhodani*. Einen wesentlichen Unterschied in der Besiedlung machten die räuberischen *Atherix ibis*-Larven aus, die nun sehr häufig waren, während sie vorher völlig fehlten. *Ephemerella ignita*, *Habrophlebia lauta*, *Rhyacophila spec.* und *Erpobdella octoculata* waren in mäßiger Häufigkeit vorhanden. Chironomidae waren immer noch das weitaus häufigste Taxon. Tubificidae waren sehr häufig.

Im September hatte sich die Gesamtstruktur der Biozönose im Verhältnis zum August nicht stark verändert. Die Häufigkeit der Simuliidae nahm ab, ebenso die von *Ephemerella ignita* und *Habrophlebia lauta*, infolge des Schlüpfens der Imagines. *Sphaerotilus natans* war in Form kleiner Polster wieder vorhanden.

6.2 Wutach

In der Wutach (Probestellen [1–7]) liegt meist ein steileres Gefälle vor. Die sehr intensiven Erosions- und Denudationsvorgänge in der Wutach und ihrer Zuflüsse (Gutach, Haslach, Rötenbach, Lotenbach und Gauchach) führen zu einer hohen Geröllfracht, die die Stromsohle häufig destabilisiert. Hierdurch sind kaum *Ranunculus*- oder *Callitriche*-Bestände vorhanden. Die Belastung der Wutach mit organischen Abwässern ist wesentlich geringer als an der Probestelle [0].

Diese Bedingungen führen dazu, daß in der Wutach im wesentlichen eine lithorheophile Fauna vorliegt, wie sie nach ILLIES & BOTOSANEANU (1963) für das Rhithral typisch ist. Durch die geringere Abwasserbelastung ist die Lebensgemeinschaft wesentlich autotropher. Diese Tatsache kommt vor allem in den hohen Populationsdichten (und auch hohem Biomasseanteil) der Primärkonsumenten (v. a. Heptageniidae und *Glossosoma*) zum Ausdruck. Die ebenfalls sehr häufigen Arten *Baetis rhodani* und *Ephemerella ignita* können neben Detritus auch Algen aufnehmen (BROWN 1961, SANDER 1981). Filtrierende Arten der Gattung *Hydropsyche* und *Simulium* sind häufig. Die funktionelle Gruppe der Detritivoren ist sehr divers und setzt sich vor allem aus Vertretern der Familien Leptophlebiidae, Nemouridae, Leuctridae, Limnephilidae, Elmidae, Hydranidae und Gammaridae zusammen. An den oberen Probestellen sind Chironomidae und Tubificidae zeitweise noch häufig. Die wichtigsten benthischen Räuber sind *Atherix ibis* und *Rhyacophila spec.* Die zum Teil häufige Wassermilbe *Atractides nodipalpis* ist wegen ihrer geringen Größe von untergeordneter Bedeutung.

Das Fehlen von Ephemeropteren des grabenden Typs, auf das SCHWOERBEL (1971) schon hingewiesen hat, liegt vermutlich an dem weitgehenden Fehlen von zeitlich stabilen lentischen Bereichen, in denen sich genügend feinkörniges Material ansammeln

kann, das diese Tiere durch ihre Lebensweise unbedingt benötigen. Diejenigen Arten, die eine deutliche Präferenz für lentische Bereiche zeigten, *Halesus* spec. und *Chaetopteryx villosa*, schienen eher auf eine immer wieder stattfindende Detritusablagerung angewiesen zu sein als auf eine anhaltende Sedimentation feinkörnigen Materials. Zeitliche Unterschiede in der Besiedlung sind kaum auf eine unterschiedliche Abwasserbelastung zurückzuführen, sondern vor allem auf die Entwicklungszyklen der einzelnen Arten (siehe Kap. 5.3).

Die größeren Häufigkeiten der Tubificidae und Chironomidae an den Probestellen [1] und [2] gegenüber den weiter unterhalb liegenden Probestellen, lassen einen Übergang zur Struktur der Biozönose der Probestelle [0] erkennen.

Die starke Zunahme des Kalkgehaltes unterhalb der Schattenmühle (Kap. 4.3) stellt eine Veränderung des ökologischen Milieus dar. Arten, die ausschließlich an der Schattenmühle und oberhalb gefunden wurden, waren entweder sehr selten (*Elmis latreillei*) oder ihr Vorkommen zeigte eine Präferenz für die mit Abwasser belastete Gutach an der Probestelle [0] (*Siphonurus lacustris*, *Diamesa insignipes*, *Sialis fuliginosa*, *Helobdella stagnalis*). Mehrere Arten sind ausschließlich im kalkreichen Teil der Wutach gefunden worden. Die Häufigkeit dieser Arten war aber stets sehr gering (meist Einzelfunde), so daß ihr Vorkommen erst genauer untersucht werden müßte (v. a. auch zu anderen Jahreszeiten), ehe versucht werden kann, Zonierungen auf die unterschiedliche Härte des Wutachwassers zurückzuführen. Erwähnenswert in diesem Zusammenhang ist die Tatsache, daß die zwei Arten *Dugesia gonocephala* und *Gammarus fossarum* fast immer eine größere Häufigkeit zeigten in dem Teil der Untersuchungsstrecke, in dem kalkreiches Wasser vorliegt.

Im unteren Teil der Untersuchungsstrecke bilden die algenabweidenden Arten *Liponeura decipiens* (im Juni und Juli an den Probestellen [6] und [7]) und *Glossosoma boltoni* (im Juli, August und September an der Probestelle [7]) durch ihr häufiges Vorkommen einen deutlichen Unterschied zu den oberhalb liegenden Probestellen.

6.3 Einteilung in die allgemeine biozönotische Gliederung der Fließgewässer

nach ILLIES (1961) und ILLIES & BOTOSANEANU (1963)

Die Organismen der Untersuchungsstrecke sind überwiegend typische Bewohner des Meta- und Hyporhithrals, wobei berücksichtigt werden muß, daß die Fauna der obersten Probestelle [0] stark von den Abwässern aus Neustadt geprägt wird. Ein wesentlicher Faunenwechsel ist im untersuchten Teil der Wutach nicht festzustellen, lediglich die Häufigkeitsunterschiede einzelner Arten führen zu einer deutlichen Veränderung an der Probestelle [7]. Eine Trennung von Meta- und Hyporhithron, auf Grund dieser Besiedlungsunterschiede vorzunehmen, ist fraglich. Auf die Schwierigkeit, Meta- und Hyporhithron anhand der Besiedlung voneinander abzugrenzen, hat SCHMITZ (1957) hingewiesen und dies am Beispiel der Fulda dargestellt. Betrachtet man aber das Landschaftsrelief zwischen Probestellen [6] und [7], so kann bei Grimmelshofen (siehe Abb. 2) eine wesentliche Veränderung festgestellt werden: Das Gefälle wird geringer und das Tal weitet sich stark aus. Ich erachte es daher als sinnvoll, nach HUET (1949, 1954) die Untersuchungsstrecke ab Grimmelshofen als Äschenregion (bzw. Hyporhithron) anzusehen.

7. Saprobiologische Beurteilung der Untersuchungstrecke

7.1 Allgemeines

Die vielfältige, enge Verzahnung eines Flusses mit seinem Einzugsgebiet, wie sie HYNES (1975) anschaulich aufgezeigt hat, hat zur Folge, daß Veränderungen im Einzugsgebiet auch Veränderungen im Fluß mit sich bringen. So sind die Verhältnisse in einem Fließgewässer zu einem bestimmten Zeitpunkt das Produkt einer historischen Entwicklung. Diese Entwicklung spielte sich sowohl in großen geologischen, tiergeographischen und geomorphologischen Zeiträumen ab als auch in kürzeren Zeiträumen, wie es durch witterungsbedingte Einflüsse festzustellen ist. Das heißt, daß Temperatur- und chemische Messungen nur die augenblickliche Beschaffenheit des Wassers aufzeigen. Sie sind starken tageszeitlichen und jahreszeitlichen Schwankungen unterworfen und können dazu noch vom Abflußregime beeinflusst werden, und folglich ist ein gesicherter Rückschluß auf den langfristigen Zustand eines Gewässers mit ihnen nicht möglich.

Dagegen wird die Biozönose Reaktionen erst mit einer gewissen zeitlichen Verzögerung gegenüber einer Veränderung des Milieus zeigen. Die Besiedlung integriert gewissermaßen die Schwankungen in der Beschaffenheit des über sie während längerer Zeit hinweggeflossenen Wassers und zeigt am besten den langfristigen Zustand des Gewässers an (THIENEMANN 1926).

Durch eine anhaltende Verschiebung der ökologischen Umgebung wird die Zusammensetzung der Biozönosen verändert zugunsten der Arten, deren ökologische Valenzen zur neuen Umgebung besser passen und daher dominant werden können. Werden abbaubare organische Substanzen in das Fließgewässer eingetragen, wie es durch menschliche Abwässer geschieht, so stellen sich diejenigen Organismen ein, die in der Lage sind, die organische Substanz zu verwerten, und diejenigen, die die neuen Bedingungen zu tolerieren vermögen. Es findet ein Abbau der organischen Substanz statt, wobei sukzessiv verschiedene Organismen in diesen Prozeß eingreifen, die Stoffe direkt oder indirekt aufnehmen und sie unter Sauerstoffverbrauch veratmen. Den Abbau organischer Substanz, die infolge von organischen Abwässern in das Fließgewässer gelangen, bezeichnet man gemeinhin als Selbstreinigung. Da in Fließgewässern eine zeitliche Folge durch eine räumliche Verschiebung gekennzeichnet ist, stellen sich die Teilnehmer am Abbauprozess (Biozönosen) nacheinander ein. Diese Abfolge der Lebensgemeinschaften wird mit dem Begriff „Zonierung“ umschrieben.

Die Entwicklung des Saprobiensystems von KOLKWITZ & MARSSON (1902, 1908, 1909), denen das Phänomen der Selbstreinigung und ihrer Zonierung wohl bekannt war, geschah vor allem aus praktischen Bedürfnissen der Gewässergüte-Beurteilung und nicht aus theoretischen limnologischen Erkenntnissen. Es ist auf empirischem Wege hergeleitet worden und stellt lediglich eine praktische, deskriptive Methode der Gewässergüte-Beurteilung dar. Dies führte in den darauf folgenden Jahrzehnten einerseits zu einer anhaltenden Kritik am Saprobiensystem und andererseits zu einer Fülle von Verbesserungsvorschlägen und Erweiterungen (zusammengefaßt von SLADEČEK 1973). Die von CASPERS & KARBE (1966) vorgeschlagene Definition, daß die Saprobität die Art und Intensität der Zersetzung der organischen Substanz ist, machte deutlich, daß durch das Saprobiensystem nur die am Umsatz beteiligten Organismen erfaßt werden können und nicht die Umsatzintensitäten, die es zu definieren gilt. Da die Saprobität aus methodi-

schen und theoretischen Gründen nicht exakt erfaßt werden kann, und da sich die Anwendung des Saprobien-systems in der Abwasserbiologie außerordentlich bewährt hat, ist es beibehalten worden.

Es liegen vor allem zwei häufig verwendete Kataloge von „Indikatororganismen“ zur Berechnung der Saprobienindices vor: MAUCH (1976) und SLADEČEK (1973).

Der Katalog von MAUCH (1976) entspricht den Kriterien der Arbeitsgruppe „Gewässergüte-karte“ der Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA) in ihrem Bemühen nach einer einheitlichen Gewässergütekarte der Bundesrepublik Deutschland. Hierbei werden folgende Saprobienstufen mit entsprechenden Güteklassen definiert:

Saprobienstufe	Güteklasse
oligosaprob	I
oligosaprob/β-mesosaprob	I/II
β-mesosaprob	II
β-mesosaprob/α-mesosaprob	II/III
α-mesosaprob	III
α-mesosaprob/polysaprob	III/IV
polysaprob	IV

Bei SLADEČEK (1973) wird eine xenosaprobe Stufe der oligosaprobe Stufe vorangestellt. Diese xenosaprobe Stufe entspricht weitgehend der oligosaprobe Stufe der LAWA, während die oligosaprobe Stufe SLADEČEKS der oligosaprob/β-mesosaprobe Stufe der LAWA entspricht. Daneben führt SLADEČEK die klassischen Saprobienstufen von KOLKWITZ & MARSSON β-mesosaprob, α-mesosaprob und polysaprob auf. Da bei SLADEČEK die Saprobitätsindikationen bei 0,1 (streng xenosaprob) beginnen, während sie bei MAUCH mit 1 (oligosaprob) beginnen, finden sich in diesen beiden Tabellen erhebliche Unterschiede hinsichtlich der Einstufung der Indikatororganismen der unteren Saprobienstufen, wobei die Saprobitätsindikatoren bei SLADEČEK niedriger liegen. Aus diesem Grund können die Saprobitätsindikationen aus diesen beiden Tabellen nicht in einer „integrierten“ Berechnung eines Saprobienindex zusammen verrechnet werden.

Von den verschiedenen Methoden, die nach dem Saprobien-system zur biologischen Beurteilung der Gewässerbelastung entwickelt worden sind (siehe SCHWOERBEL 1980), hat die Arbeit SCHREIBERS (1975) gezeigt, daß die Berechnung eines Saprobienindex nach der Methode von PANTLE & BUCK (1955) relativ exakte Ergebnisse liefert und diese sehr gut darstellbar sind. Diese Methode ist auch bei der Untersuchung GEISLERS (1971) angewendet worden und bietet daher die beste Vergleichbarkeit mit seinen Ergebnissen.

Nach der Methode von PANTLE & BUCK (1955) wird für jede Probestelle ein Saprobienindex (S) berechnet nach der Formel:

$$S = \frac{\sum s \cdot h}{\sum h}$$

wobei s die Saprobitätsindikation und h die Häufigkeit der jeweiligen Art ist. Die Indikatororganismen, die für die Berechnung der Saprobienindices herangezogen worden sind, wurden SLADEČEK (1973) und MAUCH (1976) entnommen.

Aus den festgestellten Häufigkeiten der Organismen und aus den jeweiligen Daten von SLADEČEK und MAUCH wurden zwei voneinander getrennte Berechnungen der Saprobienindices vorgenommen, deren Ergebnisse in Tabelle 17 dargestellt sind. Bei diesen Berechnungen wurden die Tubificidae als *Tubifex tubifex* (MÜLLER) gewertet. Die durchschnittlichen Saprobienindices der jeweiligen Probestellen sind in Abbildung 61 graphisch dargestellt.

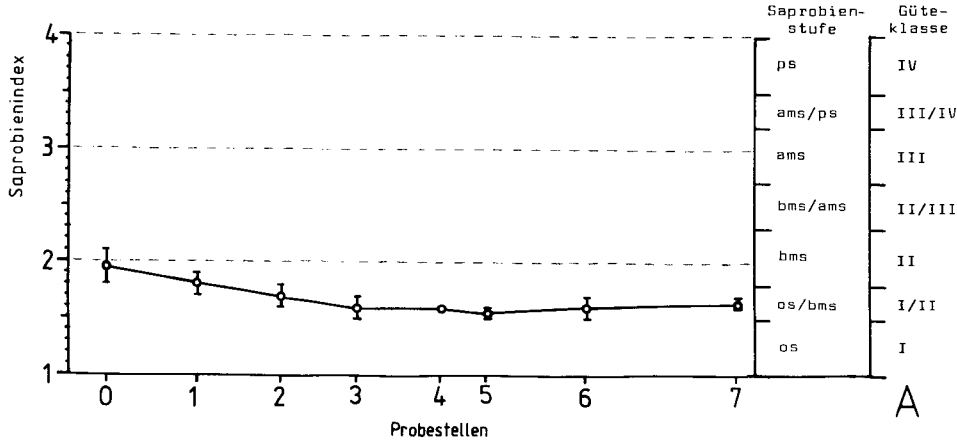
Tabelle 17. Errechnete Saprobienindices nach der Methode von PANTLE & BUCK (1955) bei Verwendung der Saprobitätsindikatoren aus A) MAUCH (1976), B) SLADĚČEK (1973)

	0	1	2	3	4	5	6	7
Juni	2,1		1,6	1,5	1,6	1,6	1,5	1,6
Juli	2,0	1,7	1,7	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6
Aug.	1,8	1,9	1,8	1,6	1,6	1,5	1,7	1,7
Sept.	1,9	1,8	1,7	1,7	1,6	1,5	1,6	1,6

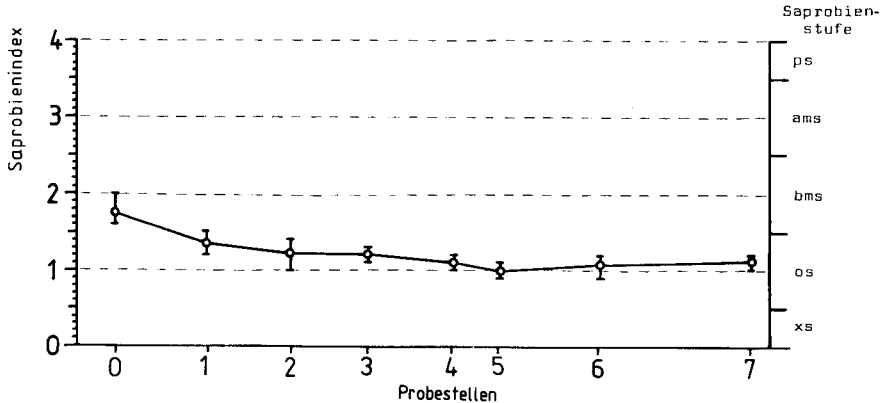
A

	0	1	2	3	4	5	6	7
Juni	2,0		1,0	1,1	1,0	0,9	0,9	1,0
Juli	1,8	1,2	1,2	1,2	1,1	1,1	1,1	1,1
Aug.	1,6	1,5	1,4	1,3	1,1	1,0	1,1	1,2
Sept.	1,7	1,4	1,3	1,3	1,2	1,0	1,2	1,2

B



A



B

Abb. 61. Durchschnittliche Saprobitätsindices der Untersuchungsstrecke, errechnet nach PANTLE & BUCK (1955):

A bei Verwendung der Saprobitätsindikatoren von MAUCH (1976);
B bei Verwendung der Saprobitätsindikatoren von SLADĚČEK (1973).

Mit den Daten SLADĚČEK (1973) sind größere Unterschiede bei den errechneten Saprobienindices festzustellen (0,9–2,0) als bei denen mit den Daten aus MAUCH (1976) (1,5–2,0). Dies beruht auf der unterschiedlichen Bewertung der Indikatororganismen, die bei SLADĚČEK stärker differenziert werden; bei ihm kommen die engeren Valenzen einiger Indikatororganismen in den xeno- bis oligosaprobischen Bereichen durch niedrigere Wertungen besser zum Ausdruck als bei MAUCH (vergleiche z. B. Heptageniidae). Berücksichtigt man die unterschiedliche Einteilung der Saprobitätsstufen, so ergeben sich aus den Berechnungen weitgehend gleiche Einstufungen in das Saprobien-system.

Um Verwirrung zu vermeiden und im Sinne einer einheitlichen Beurteilung der Fließgewässer der Bundesrepublik Deutschland sind im folgenden die Saprobitätsstufen im Sinne MAUCHS (1976) bzw. der LAWA zu verstehen.

7.2 Gutach

Die berechneten Saprobienindices weisen auf eine Zuordnung der Probestelle [0] in die β -mesosaprobe Stufe hin. Die Saprobienindices zeigen die Verbesserung der Gewässergüte in den Monaten Juli und August und die wiedereintretende Verschlechterung im September an. Die große Unterschiedlichkeit in der Besiedlung kommt aber hierin nicht genügend zum Ausdruck. Besonders die Saprobienindices des Juni, als ein dichter „*Sphaerotilus*-Rasen“ vorlag, sind meines Erachtens zu niedrig um die tatsächlichen Verhältnisse wiederzugeben.

Die Tatsache, daß die sehr häufigen Chironomidae, die den wesentlichsten Unterschied zu den unterhalb liegenden Probestellen ausmachen, bei der Berechnung der Saprobienindices unberücksichtigt bleiben, ist hervorzuheben. Ihre große Häufigkeit steht sicherlich in engem Zusammenhang mit der Abwasserbelastung und deutet auf eine „schlechtere“ Beurteilung hin als es aus den errechneten Saprobienindices hervorgeht.

Wichtig für die Interpretation ist die Tatsache, daß an der Probestelle [0] Strömungsgeschwindigkeiten bis zu 1,5 m/s festgestellt wurden. Wie ZIMMERMANN (1961a, b) zeigte, reagieren zahlreiche tierische Indikatoren weit stärker auf die Strömungsgeschwindigkeit als auf die Belastung mit organischen Abwässern. Schnelle Strömung und damit hoher Sauerstoffnachschub ermöglichen vielen Vertretern der niedrigen Saprobitätsstufen das Vorkommen in Zonen hoher Saprobität. Dieser Sachverhalt fand an der Probestelle [0] seinen Ausdruck darin, daß in den lentschen Bereichen verstärkt Chironomidae und Tubificidae auftraten, während die anderen Tiere hier stark zurücktraten. Die Auswahl einer Probestelle in der Gutach mit langsamerer Strömungsgeschwindigkeit hätte vermutlich eine geringere Häufigkeit von Tieren der niedrigen Saprobitätsstufen ergeben.

Berücksichtigt werden sollte außerdem die Tatsache, daß die Ephemeropteren *Ecdyonurus venosus*, *Ephemerella ignita*, *Baetis rhodani*, *Habroleptoides modesta* und *Habrophlebia lauta* sehr eurybiont sind und damit schlechte Indikatoren darstellen (RUSSEV 1979). *Ancylus fluviatilis* ist ebenfalls ein schlechter Indikator (SLADĚČEK 1973).

An der Probestelle [0] führt die Zufuhr viel allochthonen Materials zu hohen Populationsdichten detritusfressender Organismen (Chironomidae, Tubificidae) und zu zeitweilig hohen Destruentendichten (*Sphaerotilus natans*). Das Überwiegen der Saprobie wird durch ein stets vorhandenes Sauerstoffdefizit angezeigt. Es findet keine vollständige Mineralisierung der organischen Substanz statt, wodurch es zu erheblichen Detritusablagerungen kommt, in denen zum Teil ausgeprägte „Tubificiden-Rasen“ vorhanden sind.

Das weitgehende Fehlen ausgeprägter Schwarzfärbungen im Sediment durch H_2S -Bildung deutet darauf hin, daß es kaum zu anaeroben Verhältnissen kommt. Nur im Juni konnten in einem lentischen Uferbereich Schwarzfärbungen infolge von H_2S -Bildung beobachtet werden. Der gute Wasseraustausch fast aller Bereiche und die gute physikalische Wiederbelüftung des Wasserkörpers führen dazu, daß nie allzu große Sauerstoffzehrunge festzustellen waren. Die enorme Steigerung der Populationsdichte von *Ancylus fluviatilis* im Juli, August und ihr schnelles Wachstum lassen eine hohe Trophie in dieser Zeit vermuten. Diese Phänomene entsprechen den stoffwechseldynamischen Gesichtspunkten von CASPERS (1966) für die β -mesosaprobe Stufe. Das Vorhandensein eines dichten „*Sphaerotilus-Rasens*“ und die H_2S -Bildung im Juni weisen darauf hin, daß diese Probestelle zeitweise auch zu den Verhältnissen der α -mesosaprobe Stufe übergeht. Da stets nur Sauerstoff-Untersättigungen gemessen wurden, kann angenommen werden, daß das Verhältnis Produktionsrate/Respirationsrate im allgemeinen < 1 ist. CASPERS & KARBE (1967) stellten fest, daß der entscheidende Unterschied zwischen der β -mesosaprobe Stufe und der α -mesosaprobe Stufe darin besteht, daß in letzterer der Quotient P/R immer < 1 ist.

Der Vergleich der Sauerstoff-Konzentrationen mit den Angaben von HAMM (1969) deutet auf ein Einstufen der Probestelle [0] in die Güteklasse II (β -mesosaprob) oder I-II (oligo- β -mesosaprob) hin. Die sehr gute physikalische Belüftung der Gutach läßt hierbei auf eine „Überbewertung“ schließen. Da die BSB₅-Messungen nicht bei 20 °C durchgeführt wurden, können diese nicht unmittelbar mit den Richtlinien von HAMM verglichen werden. Die Messungen vom 7. 7. 82–12. 7. 82, bei denen Temperaturen von 20 °C am Tage erreicht wurden, zeigen aber, daß der biochemische Sauerstoffbedarf mindestens denen des β -meso- bis α -mesosaprobe Bereiches entsprechen.

Die Tagesgangmessung der Sauerstoff-Konzentration zeigte, daß das Gewässer im Übergangsbereich zwischen β -meso- und α -mesosaprob zu betrachten ist (s. Kap. 4.8).

Zusammenfassend kann für die Probestelle [0] festgestellt werden, daß sie anhand der Besiedlung der β -mesosaprobe Stufe (Güteklasse II) zugeordnet werden kann, daß sie aber deutliche Übergänge zur α -mesosaprobe Stufe aufweist und daher der β -meso-/ α -mesosaprobe Übergangsstufe (Güteklasse II/III) zugerechnet werden sollte.

7.3 Wutach

Der untersuchte Teil der Wutach kann in seiner Gesamtheit der oligo-/ β -mesosaprobe Stufe (I/II) zugeordnet werden, wobei die oberen Probestellen [1] und [2] Übergänge zur β -mesosaprobe Stufe und die Probestellen [5] und [6] Übergänge zur oligosaprobe Stufe zeigen. Schwankungen bei den Saprobienindices der einzelnen Stellen sind eher auf Schlüpfrythmen und/oder Entwicklungsrythmen verschiedener Arten als auf Veränderungen der Gewässergüte zurückzuführen. So gehen die Differenzen der Saprobienindices zwischen Juni und Juli bei den Ergebnissen der Berechnungen mit den Daten SLADÉČEK (1973) vor allem auf die Schlüpfrythmik von *Epeorus sylvicola* und *Rhitrogena semicolorata* und auf das häufigere Vorkommen von *Ephemera ignita* im Juli zurück. Nur an der Rötenbachmündung [1] und der Schattenmühle [2] im August ist eine leichte Verschlechterung der Gewässergüte auf eine geringfügig erhöhte Abwasserbelastung zurückzuführen. Diese Abwasserbelastung entstammt sehr wahrscheinlich der Haslach.

Tabelle 18. Kläranlagen am Vorfluter Gutach-Wutach und an Zuflüssen zwischen Neustadt und Weizen (nach Unterlagen des Wasserwirtschaftsamtes Freiburg)

Kläranlage	BB Belebungsanlage	TK Tropfkörper	TTK Tauchtropfkörper	HK Hauskläranlagen	Bemerkungen
Titisee-Neustadt Papierfabrik ³⁴⁾	BB	42 000	30 000	Gutach	
	Vorbehandlung (Koagulator)		10 000 EGW	Gutach	
AZV Haslachthal	BB	11 600	10 000	Haslach	
Rötenbach	BB	5 000	3 000	Rötenbach	
Göschweiler	TK	600	600	Wutach	
Reiselfingen	HK		600	Wutach	überlastet
Seppenhofen	BB	6 500	5 000	Tränkebach	
Bachheim	BB	800	800	Tränkebach	
Dittishausen					
- Steinbuch	TTK	200	200	Mauchach	überlastet
- Ohmdwiesen	TTK	300	300	Mauchach	überlastet
- Feriendorf	BB	1 100	1 100	Mauchach	überlastet
Unadingen	TTK	1 000	1 000	Mauchach	überlastet
Blumberg	BB	16 000	12 000	Wutach	
Randen	HK				
Epfenhofen	HK				
Fützen	HK			Kommenbach	
Gündelwangen	BB	1 200	1 400	Wassergraben-Wutach	
Boll	BB	300	850	Wassergraben-Wutach	
Münchingen	HK		150	Wassergraben-Wutach	
Ewattingen	HK		200	Wassergraben-Wutach	
Weizen	BB		600	Wassergraben-Wutach	
	BB	150 ³⁵⁾	100	Wutach	
Grimmelshofen	HK		300	Wutach	

³⁴⁾ Anschluß an Kläranlage Titisee-Neustadt wird z. Zt. hergestellt, Termin steht noch nicht fest.³⁵⁾ nur für Neubaugebiet.

Der Vergleich der Sauerstoff-Konzentrationen mit den Angaben von HAMM (1969) weisen auf Einstufungen in die Güteklasse I (oligosaprob) oder Güteklasse I/II (oligo-/β-mesosaprob) hin.

Die Einstufung der Wutach in die oligo-/β-mesosaprobe Stufe scheint von der Stoffwechseldynamik her weitgehend mit der α-oligosaprobe Stufe im Sinne CASPERS (1966) und CASPERS & KARBE (1967) übereinzustimmen. Das Verhältnis von Primärproduktion zu Dekomposition ist ausgeglichen, wie die Sauerstoff-Konzentrationen zeigen, die stets nahe dem Sättigungszustand sind. Die Zufuhr allochthonen Materials hat eine Intensivierung der Primärproduktion und der Dekomposition zur Folge. – Die hohen Populationsdichten vieler Organismen, die charakteristisch für die oligosaprobe Stufe sind (v. a. Primärkonsumenten), zeigen, daß das Gewässer innerhalb der oligosaprobe Stufe als eutroph gelten kann.

Die Wutach ist demnach als oligo-/β-mesosaprob Gewässer (Güteklasse I/II) anzusehen. Damit ist seit der Untersuchung GEISLERS (1971) eine wesentliche Verbesserung der Gewässergüte des Flußsystems festzustellen.

Es ist zu hoffen, daß die steigenden Abwassermengen, die die umliegenden Kläranlagen (vgl. Tab. 18) zu bewältigen haben, nicht wieder zu einer Verschlechterung der Gewässergüte des Flusses führen und so die Einmaligkeit der Wutach in ihrer ganzen Schönheit erhalten bleibt.

Zusammenfassung

Die Gutach-Wutach durchfließt in den 41,3 km des untersuchten Flußabschnittes eine geologisch sehr vielfältige Landschaft. Auf Grund der geologischen Bedingungen und der geomorphologischen Vorgänge liegen im Gutach-Wutach-Flußsystem sehr unterschiedliche Gefälle vor. Im wesentlichen kann bis Grimmelshofen die Untersuchungsstrecke, die Besonderheiten des Flußsystems berücksichtigend, nach dem Gefälle als Forellenregion bezeichnet werden. Ab Grimmelshofen ist sie als Äschenregion anzusehen.

Durch die Wassertemperaturen, die nur selten während der wärmsten Sommertage 20°C erreichen, ist der untersuchte Flußabschnitt als Rhithral zu charakterisieren.

Dadurch, daß die Wutach von kalkarmen in kalkreiche geologische Schichten fließt, ist unterhalb der Schattenmühle (Eintritt in die Schichten des Muschelkalkes) eine starke Zunahme der Ca-Konzentration festzustellen. Das Wutachwasser ist ab dem Tannegger Wasserfall auf Grund des hohen Kalkgehaltes gut gepuffert. An der Schattenmühle und weiter oberhalb sind etwas niedrigere pH-Werte und größere pH-Wert-Schwankungen zu verzeichnen.

Die hohen Ammonium-Konzentrationen der Gutach zeigen die Abwasserbelastung aus Neustadt an. Eine Nitrifikation ist in der Wutach deutlich zu erkennen. Die Phosphat-Konzentrationen zeigen ebenfalls eine Abwasserbelastung an.

In der Gutach an der Brücke der Landstraße Lenzkirch–Neustadt liegt eine Sauerstoff-Untersättigung vor. Die BSB₅-Werte sind deutlich erhöht. In der Wutach sind stets Sauerstoff-Konzentrationen nahe dem Sättigungszustand gemessen worden. Sowohl Über- wie Untersättigungen sind festgestellt worden.

Chemische Analysen der Haslach vor dem Zusammenfluß mit der Gutach weisen auf eine wesentlich höhere Abwasserbelastung der Haslach als der Gutach hin.

Die Besiedlung der Gutach an der Brücke der Landstraße Lenzkirch–Neustadt ist stark von der Abwasserbelastung aus Neustadt geprägt. Schwankungen der Abwasserbelastung konnten sowohl anhand der chemischen Analysen als auch anhand der Besiedlung des Benthals festgestellt werden.

Die Biozönose der Wutach ist deutlich autotropher. Die Tiere sind in ihrer Mehrzahl lithoreophile Formen, die typisch sind für das Meta- und Hyporhithron.

Die Untersuchung fand während der Schlüpfzeit der Imagines mehrerer Arten von Juni bis September 1982 statt. Gegenüber früheren Untersuchungen konnte eine Ausbreitung vieler Arten festgestellt werden.

Die Gutach an der Brücke der Landstraße Lenzkirch–Neustadt ist als β -mesosaprob (Güteklasse II) bis β -meso-/ α -mesosaprob (Güteklasse II/III) anzusehen. – Die Wutach bis zum Weizener Steg ist als oligo-/ β -mesosaprob (Güteklasse I/II) zu beurteilen.

Damit kann gegenüber früheren Untersuchungen eine wesentliche Verbesserung der Gewässergüte des Gutach-Wutach-Flußsystems verzeichnet werden.

Literatur

- ALBRECHT, M.-L. (1959): Die quantitative Untersuchung der Bodenfauna fließender Gewässer. – Z. Fischerei, **8** (7/8): 481–550.
- ALBRECHT, M.-L. & E.-M. BURSCHE (1957): Fischereibiologische Untersuchungen an Fließgewässern. I. Physiographisch-biologische Studien an der Polenz. – Z. Fischerei, **6**: 209–240.
- BERTHÉLEMY, C. & A. THOMAS (1967): Note Taxonomique sur *Epeorus torrentium* (Eaton) et *E. assimilis* (Eaton). – Ann. Limnol., **3**: 65–74.
- BOON, P. J. (1977): The use of ventral sclerites in the taxonomy of larval hydropsychids. – Proc. internat. Symp. on Trichoptera [Junk], 165–173.
- BOURNAUD, TACHET & PERRIN (1982): Les Hydropsychidae (Trichoptera) du Haut-Rhône entre Genève et Lyon. – Ann. Limnol., **18**: 61–80.
- BROWN, D. S. (1961): The food of the larvae of *Chloëon dipterum* L. and *Baëtis rhodani* (Pictet). – J. Anim. Ecol., **30**: 55–75.
- CALOW, P. (1972): A method for determining the surface areas of stones to enable quantitative density estimates of littoral stone-dwelling organisms to be made. – Hydrobiologia, **40**: 37–50.
- CAMPBELL, J. I. & P. S. MEADOWS (1972): An analysis of aggregation formed by Caddis fly larva *Potamophylax latipennis* in its natural habitat. – J. Zool., **167**: 133–147; London.
- CASPERS, H. (1966): Stoffwechseldynamische Gesichtspunkte zur Definition der Saprobitätsstufen. – Verh. internat. Verein. Limnol., **16**: 801–808.
- CASPERS, H. & L. KARBE (1966): Trophie und Saprobität als stoffwechseldynamischer Komplex. – Arch. Hydrobiol., **61**: 453–470.
- & – (1967): Vorschläge für eine saprobiologische Typisierung der Gewässer. – Internat. Rev. ges. Hydrobiol., **52**: 145–162.
- CASPERS, N. (1978): Life history and dynamics of a *Hydropsyche instabilis* (Curtis) population in a West German woodland brook. – Verh. internat. Verein. Limnol., **20**: 2617–2621.
- COLEMAN, M. J. & H. B. N. HYNES (1970): The vertical distribution of the invertebrate fauna in the bed of a stream. – Limnol. Oceanogr., **15**: 31–40.
- CONSIGLIO, C. (1980): Plecotteri. – Consiglio Nazionale delle Ricerche, AQ/1/77.
- CUMMINS, K. W. (1962): An evaluation of some techniques for the collection and analysis of benthic samples with special emphasis on lotic waters. – Amer. Midl. Nat., **67**: 477–504.
- DALL, P. C. (1979): A sampling technique of littoral stone dwelling organisms. – Oikos, **33**: 106–112.
- DAVIES, L. (1968): A key to the British species of Simuliidae. – Sci. Publ. Freshwater biol. Ass., (24).
- DIETMAR, H. (1953): Hat das Verhältnis von Kalzium zu Magnesium einen Einfluß auf die Besiedlung der Forellengewässer mit dem Bachflohkrebs (*Gammarus pulex fossarum* KOCH)? – Natur u. Heimat, **13**: 56–60.
- EAWAG (1973): Sauerstoffsättigung. Tabellen der Sättigungswerte vom Wasser.
- EDDINGTON, J. M. (1968): Habitat preferences in net-spinning Caddis-larvae with special reference to the influence of water velocity. – J. Anim. Ecol., **37**: 675–692.
- EDDINGTON, J. M. & A. H. HILDREW (1981): Caseless caddis larvae of the Brit. Isles. – Sci. Publ. Freshwater biol. Ass., (43); Kendal.
- ELLIOTT, J. M. (1977): Key to the Larvae and Adults of British Freshwater Megaloptera and Neuroptera. – Sci. Publ. Freshwater biol. Ass., (35).
- ELLIOTT, J. M. & K. H. MANN (1979): A key to the British freshwater leeches. – Sci. Publ. Freshwater biol. Ass., (40).

- FERRARESE, U. & B. ROSSARO (1981): Chironomidi I; Diamesinae, Prodiamesinae. – Guide per il riconoscimento delle specie animali delle acque interne Italiani, **12**; Consiglio Nazionale delle Ricerche.
- FREUDE, H., K. W. HARDE & G. A. LOHSE (1971, 1979): Die Käfer Mitteleuropas. – Bd. 3 [1971], Bd. 6 [1979]; Krefeld (Goecke & Evers).
- GEISLER, R. (1971): Die Gewässergüte der Wutach. – In: Die Wutach. – Natur- u. Landschaftsschutzgebiete Bad.-Württ., **6**: 513–522.
- GOEDEMAKERS, A. (1972): *Gammarus fossarum*; Redescription based on Neotype Material and notes on its local variation. – Bijdr. Dierkde., **42**: 124–138; Amsterdam.
- GONSER, T. (1983): Chemische und biologische Untersuchung des Gutach-Wutach-Flußsystems zwischen Neustadt und Weizener Steg. – Dipl.-Arb. (Biol.), Univ. Freiburg.
- GRANDI, M. (1960): Ephemeroidea. – Fauna d'Italia; Bologna (Calderini).
- GRENIER, S., H. DÉCAMPS & J. GIUDICELLI (1969): Les Larves de Goeridae (Trichoptera) de la Faune de France. Taxonomie et Ecologie. – Ann. Limnol., **5** (2): 129–161.
- HAHN, W., W. HASEMANN & W. PAUL (1971): Erd- und Landschaftsgeschichte des Wutachgebietes. In: Die Wutach. – Natur- und Landschaftsschutzgebiete Bad.-Württ., **6**: 31–194.
- HAMM, A. (1969): Die Ermittlung der Gewässergüteklassen bei Fließgewässern nach dem Gewässergütesystem und Gewässergütenormogramm. – Münchener Beitr. Abwasser-, Fischerei- u. Flußbiol., **15**: 46–48.
- HENNIG, W. (1950, 1952): Die Larvenformen der Diptera. – Berlin (Akademie-Verlag).
- HICKIN, N. E. (1967): Caddis Larvae. – London (Hutchinson).
- HILDREW & MORGAN (1974): The taxonomy of the Brit. Hydropsychidae (Trichoptera). – J. Ent., (B) **43**: 217–229.
- HILEY, P. D. (1980): The identification of British limnephilid larvae (Trichoptera). – Freshwater Biol., **10**: 171–189.
- HUET, M. (1949): Aperçu des relations entre la pente et les populations piscicoles des eaux courantes. – Schweiz. Z. Hydrol., **11**: 332–351.
- (1954): Biologie, Profils en long et en travers des eaux courantes. – Bull. franç. Pisciculture, **175**: 41–53.
- HYNES, H. B. N. (1958): A key to the Adults and Nymphs of British Stoneflies. – Sci. Publ. Freshwater biol. Ass., (17).
- (1975): The stream and its valley. – Verh. internat. Verein. Limnol., **19**: 1–15.
- HYNES, H. B. N., P. D. WILLIAMS & N. E. WILLIAMS (1976): Distribution of the benthos within the substratum of a Welsh mountain stream. – Oikos, **27**: 307–310.
- ILLIES, J. (1953): Die Besiedlung der Fulda nach dem jetzigen Stand der Untersuchung. – Ber. limnol. Flußstat. Freudenthal, **5**: 1–28.
- (1955): Der biologische Aspekt der limnologischen Fließwassertypisierung. – Arch. Hydrobiol., (Suppl.), **22**: 337–346.
- (1955): Plecoptera. In DAHL: Die Tierwelt Deutschlands (43); Jena (G. Fischer).
- (1961): Versuch einer allgemeinen biozönotischen Gliederung der Fließgewässer. – Internat. Rev. ges. Hydrobiol., **46**: 205–213.
- (1962): Die Bedeutung der Strömung für die Biozönose in Rhithron und Potanon. – Hydrobiologia, **24**: 433–435.
- ILLIES, J. (ed.) (1978): Limnofauna Europaea. – Stuttgart u. New York (G. Fischer).
- ILLIES, J. & L. BOTOSANEANU (1963): Problèmes et méthodes de la classification et de la zonation écologique des eaux courantes, considérées surtout du point de vue faunistique. – Mitt. internat. Verein. Limnol., **12**: 1–57.
- KAISER, E. W. (1977): Aeg og larver of 6 *Sialis*-arter fra Skandinavien og Finland (Megaloptera, Sialidae). – Flora og Fauna, **83**: 65–79.
- KIS, B. (1974): Plecoptera. – Fauna Romania, **8** (7); Bukarest.
- KOLKWIJZ, R. & M. MARSSON (1902): Grundsätze für die biologische Beurteilung des Wassers nach seiner Flora und Fauna. – Mitt. Prüfungsanst. Wasserversorg. Abwasserreinigung, **1**: 33–72.
- & – (1908): Ökologie der pflanzlichen Saprobien. – Ber. dt. bot. Ges., **26A**: 505–519.
- & – (1909): Ökologie der tierischen Saprobien. – Internat. Rev. Hydrobiol., **2**: 126–152.

- KÜHTREIBER, J. (1934): Die Plekopterenfauna Nordtirols. – Ber. naturwiss.-med. Ver. Innsbruck, **43/44**.
- LANDA, V. (1968): Developmental Cycles of Central European Ephemeroptera and their Interrelations. – Acta ent. bohemoslov., **65**: 276–284.
- (1969): Ephemeroptera. – Fauna CSSR, **18**; Praha.
- LEPNEVA, S. G. (1964): Trichoptera. Larvae and Pupae of Integripalpia fauna of the USSR. – [Engl. Übersetzung, Israel Program for Scientific Translations, Jerusalem 1971.]
- (1964): Trichoptera. Larvae and Pupae of Annulipalpia Fauna of the USSR. – [Engl. Übersetzung, Israel Program for Scientific Translations, Jerusalem 1970.]
- LIEHL, E. (1971): Morphologie des Wutachgebietes. In: Die Wutach. – Natur- u. Landschaftsschutzgebiete Bad.-Württ., **6**: 1–30.
- MACAN, T. T. (1958): Descriptions of the Nymphs of the British species of *Heptagenia* and *Rhithrogena* (Ephemeroptera). – Ent. Gaz., **9**: 83–92.
- (1958): Methods of sampling the bottom fauna in stony streams. – Mitt. internat. Verein. theor. angew. Limnol., (8).
- (1969): A key to the British Fresh- and Brackisch-Water Gastropods. – Sci. Publ. Freshwater biol. Ass., (13).
- (1979): A key to the Nymphs of the British species of Ephemeroptera with notes on their Ecology. – Sci. Publ. Freshwater biol. Ass., (20).
- MASON, J. C. (1976): Evaluating a substrate tray for sampling the invertebrate fauna of small streams, with comments on general sampling problems. – Arch. Hydrobiol., **78**: 51–70.
- MAUCH, E. (1976): Leitformen der Saprobität für die biologische Gewässeranalyse. – Cour. Forsch.-Inst. Senckenberg, **21** (4); Frankfurt.
- MEIJERING, M. P. D. (1980): Drift, Upstream-Migration, and Population Dynamics of *Gammarus fossarum* KOCH, 1835. – Crustaceana, (Suppl.), **6**: 194–203.
- MERRIT, R. W. & K. W. CUMMINS (ed.) (1978): An Introduction to the Aquatic Insects of North America. – Kendall (Hunt Publ. Comp.).
- MINSHALL, G. W. & J. N. MINSHALL (1977): Microdistribution of Benthic Invertebrates in a Rocky Mtn. Stream. – Hydrobiologia, **55**: 231–249.
- MÜLLER-LIEBENAU, I. (1969): Revision der europäischen Arten der Gattung *Baetis* LEACH, 1815. (Insecta, Ephemeroptera). – Gewässer u. Abwässer, **48/49**: 1–214.
- (1981): Nomenklatorische Ergänzungen zum Beitrag von U. SANDER über Ephemeroptera des südlichen Schwarzwaldes (Breg, Brigach und Obere Donau). – Arch. Hydrobiol., (Suppl.), **52**: 462–463.
- OBERDORFER, E. (1970): Exkursionsflora. – Stuttgart (Eugen Ulmer).
- OHLE, W. (1937): Kalksystematik unserer Binnengewässer und der Kalkgehalt Rügener Bäche. – Geol. Meere u. Binnengewässer, **1**: 291–316.
- PANTLE, R. & H. BUCK (1955): Die biologische Überwachung der Gewässer und die Darstellung der Ergebnisse. – Gas- u. Wasserfach, **96**: 135–143.
- PENNAK, R. (1978): Fresh-Water Invertebrates of the United States. – 2nd ed.; New York (Wiley–Interscience).
- PLESKOT, G. (1958): Die Periodizität einiger Ephemeropteren der Schwechat. – Wasser u. Abwasser, 1958: 1–32.
- PUTHZ, V. (1975): Über einige europäische Heptageniden (Insecta, Ephemeroptera). – Rev. Suisse Zool., **82**: 321–333.
- RABENI, C. F. & G. W. MINSHALL (1977): Factors affecting microdistribution of stream benthic insects. – Oikos, **29**: 33–43.
- RAUŠER, J. (1963): Contribution à la connaissance des larves du genre *Amphinemura* de la Tchécoslovaquie (Plecoptera). – Casopis ceskoslov. Společnosti Ent., **60**: 32–54.
- RESH, V. H. (1979): Sampling variability and life History Features: Basic Considerations in the Design of Aquatic Insect Studies. – J. Fish. Res. Board Can., **36**: 290–311.
- REYNOLDSON, T. B. (1978): A key to the British Species of Freshwater Triclad. – Sci. Publ. Freshwater biol. Ass., (23).
- RIEDERER, R. A. A. (1981): Die Eintags- und Steinfliegenfauna (Ephemeroptera und Plecoptera) im Mittellauf der Töss. – Diss. TH Zürich, (6935).

- ROSSARO, B. (1982): Chironomidi II; Orthocladiinae. – Guide per il riconoscimento delle specie animali delle acque interne Italiani, **16**; Consiglio Nazionale delle Ricerche.
- RUSSEV, B. (1979): Die Anpassungsfähigkeit der Ephemeropteren an die Verunreinigung der Gewässer und die Möglichkeit ihrer Ausnutzung als Limnosaprobe Bioindikatoren. – Proc. 2nd internat. Conf. Ephemeroptera; Warszawa-Kraków (Polska akademia Nauk.).
- SANDER, U. (1981): Faunistisch-ökologische Untersuchungen über die Ephemeroptera des südlichen Schwarzwaldes unter besonderer Berücksichtigung der Donau-Quellflüsse Breg und Brigach und des obersten Donauabschnittes. – Arch. Hydrobiol., (Suppl.), **52**: 409–461.
- SAUER, F. J. & M. SCHNETTER (ed.) (1971): Die Wutach. Naturkundliche Monographie einer Flußlandschaft. – Natur- u. Landschaftsschutzgebiete Bad.-Württ., **6**, VIII, 575 S.; Freiburg (Badischer Landesverein für Naturkunde und Naturschutz e.V.).
- SCHMASSMANN, H. J. (1951): Untersuchungen über den Stoffhaushalt fließender Gewässer. – Schweiz. Z. Hydrol., **13**: 300–335.
- (1955): Die Stoffhaushaltstypen der Fließgewässer. – Arch. Hydrobiol., (Suppl.), **22**: 504–509.
- SCHMITZ, W. (1957): Die Bergbach-Zoozönosen und ihre Abgrenzung, dargestellt am Beispiel der oberen Fulda. – Arch. Hydrobiol., **53**: 465–498.
- SCHOENEMUND, E. (1930): Ephemeroptera. – In: DAHL, Die Tierwelt Deutschlands, (19); Jena (G. Fischer).
- SCHREIBER, I. (1975): Biologische Gewässergütebeurteilung der Mettma anhand des Macrobenthos: Methodenvergleich. – Arch. Hydrobiol., (Suppl.), **47**: 432–457.
- SCHWOERBEL, J. (1961): Über die Lebensbedingungen und die Besiedlung des hyporheischen Lebensraumes. – Arch. Hydrobiol., (Suppl.), **25**: 182–214.
- (1962): Hyporheische Besiedlung geröllführender Hochgebirgsbäche mit bewegter Stromsohle. – Naturwiss., 1962 (3): 67.
- (1964): Die Bedeutung des Hyporheals für die benthische Lebensgemeinschaft der Fließgewässer. – Verh. internat. Verein. Limnol., **15**: 215–226.
- (1971): Die Hydrobiologie des Wutachgebietes. In: Die Wutach. – Natur- u. Landschaftsschutzgebiete Bad.-Württ., **6**: 481–500.
- (1980): Methoden der Hydrobiologie. Süßwasserbiologie. – Stuttgart (G. Fischer).
- SEDLAK, E. (1971): Bestimmungstabelle der Larven der häufigen tschechoslowakischen Arten der Gattung *Hydropsyche* (Pictet). – Act. ent. bohemoslav., **68**: 185–187.
- SLADECZEK, V. (1973): System of Water Quality from the Biological Point of View. – Beih. Arch. Hydrobiol. (Ergebnisse der Limnologie), **7**: 1–218.
- SOWA, R. (1970): Sur la taxonomie de *Rhithrogena semicolorata* (Curtis) et de quelques espèces voisines d'Europe continentale. – Rev. Suisse Zool., **77**: 895–920.
- STATZNER, B. (1976): Zur Unterscheidung der Larven und Puppen der Köcherfliegenarten *Hydropsyche angustipennis* und *pellucidula*. – Ent. Germ., **3**: 265–268.
- STREBLE, H. & D. KRAUTER (1981): Das Leben im Wassertropfen. – Stuttgart (Kosmos).
- THIENEMANN, A. (1926): Das Leben des Süßwassers. Eine Einführung in die biologischen Probleme der Limnologie. – Breslau (Hirt).
- THOMAS, A. G. B. (1974): Diptères torrenticoles peu connus: I – Les Athericidae (Larves et Imagos) du Sud de la France. – Ann. Limnol., **10**: 55–85.
- (1975): Diptères torrenticoles peu connus: III – Les Athericidae du Sud de la France (Régime alimentaire des larves: Aspect qualitatif). – Ann. Limnol., **11**: 169–188.
- (1976): Diptères Torrenticoles peu connus: IV. Les Athericidae (Ecologie et Biologie) du Sud de la France. – Ann. Limnol., **12**: 175–211.
- TOBIAS, D. & W. TOBIAS (1981): Verzeichnis der deutschen Köcherfliegen-Arten (Trichoptera). – Ent. Z., **91** (8): 85–90.
- TOBIAS, W. & D. TOBIAS (1981): Trichoptera Germanica. Bestimmungstabellen für die deutschen Köcherfliegen. Teil I: Imagines. – Cour. Forsch.-Inst. Senckenberg, **49**: 1–672.
- VANNOTE, R. L., MINSHALL, CUMMINS, SEDELL & CUSHING (1980): The River Continuum Concept. – Can. J. Fish. Aquatic. Sci., **37**: 130–137.
- ULFSTRAND, G. (1967): Microdistributions of benthic species (Ephemeroptera, Plecoptera, Diptera, Trichoptera) in Lapland streams. – Oikos, **18**: 293–310.

- VERNEAUX, J. & B. FAESSEL (1976): Larves du genre *Hydropsyche* (Trichoptera, Hydropsychidae). Taxonomie, données biologiques et écologiques. – Ann. Limnol., **12**: 7–16.
- WALLACE, I. D. (1980): The identification of British limnephilid larvae (Trichoptera, Limnephilidae) which have single-filament gills. – Freshwater Biol., **10**: 171–189.
- WILLIAMS, D. D. & H. B. HYNES (1974): The occurrence of benthos deep in the substratum of a stream. – Freshwater Biol., **4**: 233–256.
- WUNDSCH, H. H. (1922): Beiträge zur Biologie von *Gammarus pulex*. – Arch. Hydrobiol., **13**: 478–541.
- ZIMMERMANN, P. (1961a): Experimentelle Untersuchungen über die ökologische Wirkung der Strömungsgeschwindigkeit auf die Lebensgemeinschaft des fließenden Wassers. – Schweiz. Z. Hydrol., **23**: 1–81.
- (1961b): Experimentelle Untersuchungen über den Einfluß der Strömungsgeschwindigkeit auf die Fließwasserbiozönose. – Verh. internat. Verein. Limnol., **14**: 396–399.
- ZWICK, P. (1967): Revision der Gattung *Chloroptera* NEWMAN (Plecoptera). – Mitt. Schweiz. ent. Ges., **40**: 1–26.
- (1970): Was ist *Nemoura marginata* (Pictet)? Bestimmung eines Neotypus und Beschreibung einer neuen europäischen *Nemoura*-Art (Insecta, Plecoptera). – Rev. Suisse Zool., **77**: 261–272.

Anschrift der Verfasser:

Dipl.-Biol. TOM GONSER, Am Brunnen 4, D-6650 Homburg

(z. Zt. Instituto de Zoologia, Universidad Austral de Chile, Casilla 567, Valdivia, Chile)

Prof. Dr. JÜRGEN SCHWOERBEL, Limnologisches Institut der Universität Konstanz, Postfach 5560, D-7750 Konstanz 1