

Limnologische Untersuchungen an der Swist

Michael Nolden

Mit 2 Tabellen und 4 Abbildungen

(Eingegangen am 3. 6. 1985)

Kurzfassung

Von Juni bis April 1984 wurde die Swist, ein kleiner Nebenfluß der Erft, an 24 Probestellen hinsichtlich ihrer physikalischen und chemischen Parameter sowie ihrer Invertebratenfauna untersucht. Es wird eine saprobiologische Einstufung der Probestellen vorgenommen und die Auswirkung der anthropogenen Beeinflussung diskutiert.

Abstract

From June 1983 to April 1984 the Swist, a small river of the Eifel and of the South of the Niederrheinische Bucht was investigated. At 24 sampling spots physical and chemical parameters were analyzed and the invertebrate fauna was investigated. The saprobic-index of the sampling spots is calculated, and the effects of human influence are discussed.

1. Einleitung

Die vorliegende Untersuchung befaßt sich mit der Swist, einem linksrheinischen, anthropogen stark beeinflussten Gewässer. Die fortschreitende Entwicklung der Ortschaften führte schon früh zu einer immer größeren Nutzung der Swist als Vorfluter und machte bald ihren Ausbau notwendig. Ziel der Untersuchung ist die Erfassung der Limnofauna der Swist und der Auswirkungen der anthropogenen Einflüsse, speziell der Einleitungen von Abwasser, auf die Zoozöosen. Die Einordnung in die Gewässergüteklassen wird anhand biologischer und chemischer Parameter durchgeführt. Durch einen Vergleich mit der Untersuchung von WILHELM (1959, 1964) werden die Auswirkungen des Ausbaus aufgezeigt.

2. Methode

Zur Untersuchung wurden an verschiedenen Gewässerabschnitten, im folgenden als Probestellen bezeichnet, chemische und physikalische Analysen des Wassers und Aufsammlungen des Makrozoobenthos durchgeführt.

Den chemischen und physikalischen Untersuchungen liegen die Deutschen Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser- und Schlammuntersuchung zugrunde. Die Analysen erfolgten am 7. 9. und 24. 10. 1983 an den Probestellen 1–12, am 9. 8. und 2. 11. 1983 an den Probestellen 10 und 13–24 sowie am 14. 12. 1983 und 23. 4. 1984 an allen Probestellen. Das Makrozoobenthos wurde anhand von Zeitaufsammlungen von je 45 Minuten erfaßt, wobei lenitische und lotische Bereiche entsprechend ihrem Vorkommen an der Probestelle berücksichtigt wurden. An den Probestellen 10 und 13–24 erfolgte die Aufsammlung von Juni 1983 bis April 1984 in einem Abstand von je 6 Wochen. Die Probestellen 1–9, 11 und 12 wurden im Herbst 1983 einmal und von Januar 1984 bis April 1984 ebenfalls alle 6 Wochen untersucht. Die Aufsammlung erfolgte mit einem Handsieb (0,8 mm Maschenweite, 18,5 cm Durchmesser) und einem Netz von 1 mm Maschenweite, das in einen Metallrahmen von 40 × 50 cm eingehängt war. Ergänzend wurden zur Artdetermination Aufzuchten von Larven in Aquarien und Imaginalfänge durchgeführt.

Die Bestimmung erfolgte mit folgenden Werken: Tricladida: STRESEMANN (1970), REYNOLDSON (1978); Mollusca: EHRMANN (1956), ZILCH & JAECKEL (1960); Hirundinea: AUTRUM (1967), ENGELHARDT (1982); Oligochaeta: BRINKHURST (1971); Amphipoda: PINKSTER (1979), GOEDMAKERS (1972), GLEDHILL, SUTCLIFFE & WILLIAMS (1976); Ephemeroptera: SCHOENEMUND (1930), MÜLLER-LIEBENAU (1969); Odonata: FRANKE (1979), DJN (1983); Plecoptera: ILLIES (1955), AUBERT (1959); Heteroptera: POISSON (1957), MACAN (1976); Coleoptera: FREUDE, HARDE & LOHSE (1976, 1979); Megaloptera: ELLIOTT (1977); Trichoptera: HICKIN (1967), LEPNEVA (1970, 1971), EDINGTON & HILDREW (1981); Diptera: HENDEL (1928), HENNIG (1968), DAVIES (1968).

3. Das Untersuchungsgebiet (Abb. 1)

Die Angaben in diesem Kapitel stützen sich auf folgende Literatur:

BAUER, GERRESHEIM & KISKER (1976), SCHNEIDER & THIELE (1965) sowie die geologischen Karten nebst Erläuterungen: Nr. 5207, 5307, 5308, 5407 und 5408. Das Untersuchungsgebiet befindet sich im Übergangsbereich zwischen der Eifel und dem Südausläufer der Niederrheinischen Bucht. Es läßt sich aus geologischer Sicht in zwei Einheiten aufteilen: (1) der Grundgebirgsstock der Eifel und (2) die Lockersedimente der Niederrheinischen Bucht. Im Bereich der Eifel stehen devonische Tonschiefer mit eingesprengten Grauwacken- und Sandsteinbänken an. Grundwasser kommt in diesen Gesteinen nur geringmächtig vor, und die Speicherkapazität ist in diesem Bereich gering. Im Bereich der Niederrheinischen Bucht verläuft die Swist auf der Erftscholle. Die obersten Lockersedimente werden von Eifelschottern und Sedimenten der Hauptterrasse gebildet. Darüber befindet sich eine teilweise mehrere Meter mächtige Lößschicht. Das Grundwasser liegt in diesem Bereich 7–25 m unter der Oberfläche. Ein Zustrom von Grundwasser ist deshalb nicht möglich, jedoch ist ein Abstrom von Wasser aus der Swist in das Grundwasser, aufgrund des kiesigen Untergrundes, nicht auszuschließen.

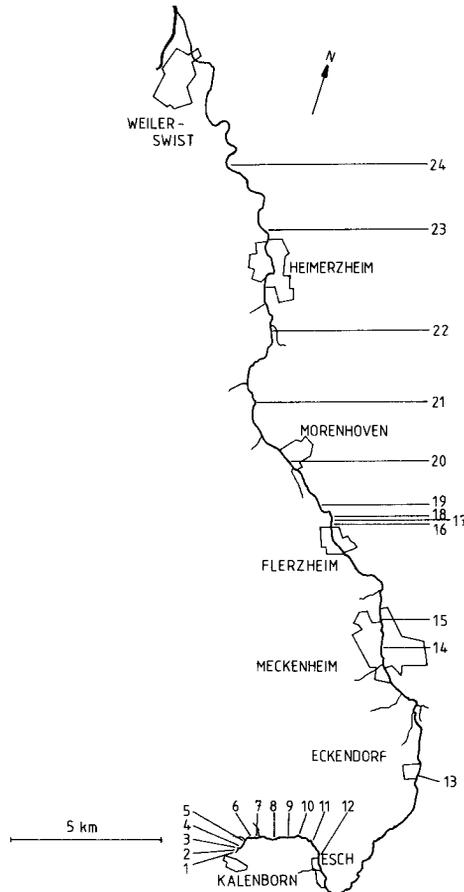


Abbildung 1. Lage der Probestellen an der Swist.

4. Limnologie der Swist

Hierzu Tab. 1 (Liste und Verbreitung der Organismen sowie Häufigkeit und Gruppendominanz) und Tab. 2 (abiotische Faktoren).

Ausschlaggebend für die Auswahl der Probestellen (Abb. 1) war die Lage von zwei Einleitungen. Dies ist zum einen die Einleitung der Kläranlage Kalenborn, zum anderen die der Kläranlage Flerzheim. Die Probestelle (P) 1 liegt unterhalb von Kalenborn an der Quelle der Swist. Es handelt sich um den Auslauf der Kläranlage Kalenborn, der direkt in die Quelle mündet. Das Gerinne ist dünn mit *Sphaerotilus natans* bewachsen. Tiere treten nicht auf. Die chemischen Parameter weisen auf frisches, zum Teil unzersetztes Abwasser hin.

Etwas 50 m unterhalb der Quelle befindet sich P 2. *Sphaerotilus natans* bildet hier große Zotten aus. Er ernährt sich von den im Abwasser reichlich vorhandenen Aminosäuren bzw. deren Abbauprodukten (SCHEURING & HÖHNEL 1956) und ist überall dort vorhanden, wo unzureichend bzw. nicht geklärte organische Abwässer vorhanden sind. Die hier auftretenden Tiere sind für die polysaprobe Zone typisch. Es handelt sich um Arten, die entweder mit wenig Sauerstoff auskommen und Sauerstoffmangel ertragen können oder, wie die Larven von *Eristalis*, atmosphärische Luft atmen. Das Vorkommen von *Eristalis*-Larven ist an organischen Schlamm gebunden. Die chemischen Parameter zeigen keine großen Veränderungen gegenüber P 1 an.

Zu den *Eristalis*-Larven gesellen sich an P 3 die Larven der Psychodidae. Wie die *Eristalis*-Larven atmen sie Luft und sind somit nicht auf sauerstoffhaltiges Wasser angewiesen. Den größten Anteil an der Besiedlung stellen die Tubificiden mit 69%, gefolgt von den Dipteren mit 17%.

An P 4 weist die Swist einen kiesigen Grund auf, der an den Rändern mit schwarzem Schlamm bedeckt ist. Auch an dieser Probestelle liegt eine für polysaprobe Gewässer typische Lebensgemeinschaft vor. Sie besteht aus Tubificiden, Chironomiden, Psychodiden und Ptychopteriden. Die Larven der Ptychopteriden besitzen ebenfalls ein Atemrohr und sind wie Psychodiden- und *Eristalis*-Larven an ein Leben im sauerstoffarmen Milieu angepaßt. *Sphaerotilus natans* bildet nur noch einen dünnen Belag und vereinzelt Zotten aus.

An P 5 und P 6 treten vermehrt Chironomiden-Larven auf, und der Anteil der Tubificiden geht zurück. Die Veränderung in der Besiedlung weist auf einen Übergang zur alpha-mesosaprobe Zone hin. So nimmt an diesen Stellen auch der Sauerstoffgehalt zu. Im Schlamm von P 7 finden sich neben Oligochaeten und Chironomidenlarven auch die Larve von *Sialis fuliginosa*, die als Vertreter der alpha-beta-mesosaprobe Zone gilt.

Zu P 8 hin findet eine starke Veränderung in der Besiedlung statt. Nach den Dipteren (73,1%) stellen hier die Crustaceen mit 19,4% die zweitgrößte Gruppe. Bei den Crustaceen handelt es sich um eine Mischpopulation von *Gammarus pulex* und *G. fossarum*. Letzterer wird bei MAUCH (1976) als oligo- bis betamesosaprobe Leitform bezeichnet. Auch die chemischen Parameter weisen hier auf eine Verbesserung der Gewässergüte hin. Der Sauerstoffgehalt ist in den meisten Fällen zwar gering, doch erreicht die Zehrung nur 14–20% des aktuellen Sauerstoffgehaltes. Der Ammoniumgehalt hat weiter abgenommen, und aufgrund der Nitrifikation ist der Nitratgehalt gestiegen.

Mit *Nemoura cinerea* tritt an P 9 erstmals eine Plecoptere auf. *N. cinerea* ist ein ausgesprochener Süßwasserubiquist, der auch dort vorkommt, wo andere Plecopteren keine Lebensmöglichkeit mehr finden (ILLIES 1952). Nach NAGELL (1977) überlebt *N. cinerea* kurzfristig geringe O₂-Konzentrationen und ist somit in vielen verschmutzten Gewässern die einzige verbleibende Plecoptere. Bei den Crustaceen, die 20,8% der Individuen dieser Probestelle stellen, hat sich das Verhältnis zwischen *Gammarus pulex* und *G. fossarum* zu *G. pulex* hin verschoben. Die Trichopteren werden hauptsächlich durch die omnivoren Limnephiliden vertreten. In geringer Anzahl tritt auch die räuberische *Plectrocnemia geniculata* auf. Ebenfalls räuberisch ernähren sich die hier vorkommenden Käfer und ihre Larven sowie *Erpobdella octoculata*. Die meisten der hier vorkommenden Organismen werden der beta-mesosaprobe Lebensgemeinschaft zugerechnet.

An P 10 treten zusätzlich mit *Baetis* und *Cloeon dipterum* Ephemeropterenlarven in größerer Anzahl auf. Mit *Noemacheilus barbatulus* kommen erstmalig Fische im Verlauf der Swist vor. Der Bereich um P 11 weist kaum lenitische Stellen auf. Somit fehlen hier auch die

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|--------------------------------------|---|----|----|----|----|------|------|------|
| BACTERIA | . | . | . | . | . | . | . | . |
| Sphaerotilus natans | 7 | 7 | 5 | 4 | 2 | 1 | . | . |
| TRICHLADIDA | . | . | . | . | . | . | . | . |
| Polycellis nigra (MÖLLER) | . | . | . | . | . | . | 1 | . |
| Dendrocoelum lacteum (MÖLLER) | . | . | . | . | . | . | . | . |
| MOLLUSCA | . | . | . | . | . | . | 2,4 | . |
| Physa fontinalis L. | . | . | . | . | . | . | . | . |
| Lymnaea peregra MÖLLER | . | . | . | . | . | . | . | . |
| Gyraulus albus MÖLLER | . | . | . | . | . | . | . | . |
| Ancylus fluviatilis MÖLLER | . | . | . | . | . | . | . | . |
| Pisidium spec. | . | . | . | . | . | . | 2 | . |
| OLIGOCHAETA | . | 91 | 83 | 73 | 23 | 22,3 | 17,5 | 6,1 |
| Tubificidae | . | 3 | 5 | 7 | 4 | 3 | 3 | 2 |
| Eiseniella tetraedra | . | . | . | . | . | . | 1 | . |
| sonstige Oligochaeten | . | . | 3 | . | 3 | 2 | 2 | 2 |
| HIRUDINEA | . | . | . | . | . | . | . | . |
| Glossiphonia complanata (L.) | . | . | . | . | . | . | . | . |
| Helobdella stagnalis (L.) | . | . | . | . | . | . | . | . |
| Haemopsis sanguisuga (L.) | . | . | . | . | . | . | . | . |
| Erpobdella octoculata (L.) | . | . | . | . | . | . | . | . |
| HYDRACARINA | . | . | . | . | . | . | . | . |
| CRUSTACEA | . | . | . | . | . | . | 1,0 | 19,4 |
| Cladocera div. spec. | . | . | . | . | . | . | . | . |
| Ostracoda div. spec. | . | . | . | . | . | . | . | . |
| Asellus aquaticus L. | . | . | . | . | . | . | . | . |
| Gammarus fossarum KOCH | . | . | . | . | 1 | . | . | 3 |
| Gammarus pulex L. | . | . | . | . | 1 | . | 1 | 3 |
| EPHEMEROPTERA | . | . | . | . | . | . | . | . |
| Baetis spec. | . | . | . | . | . | . | . | 1 |
| Baetis rhodani PICTET Im. | . | . | . | . | . | . | . | . |
| Baetis scambus ETN. Im. | . | . | . | . | . | . | . | . |
| Cloeon dipterum L. | . | . | . | . | . | . | . | . |
| Habrophlebia lauta ETN. | . | . | . | . | . | . | . | . |
| PLECOPTERA | . | . | . | . | . | . | . | . |
| Amphinemura spec. | . | . | . | . | . | . | 7 | . |
| Nemoura spec. | . | . | . | . | . | . | 7 | . |
| Nemoura cinerea RETZ | . | . | . | . | . | . | . | . |
| ODONATA | . | . | . | . | . | . | . | . |
| Calopteryx splendens (HARRIS) Im. | . | . | . | . | . | . | . | . |
| Ischnura elegans (LINDEN) | . | . | . | . | . | . | . | . |
| HETEROPTERA | . | . | . | . | . | . | . | . |
| Corixa punctata (ILLIG) Im. | . | . | . | . | . | . | . | . |
| Hesperocorixa moesta (FIEB.) Im. | . | . | . | . | . | . | . | . |
| Hesperocorixa sahlbergi (FIEB.) Im. | . | . | . | . | . | . | . | . |
| Sigara falleni (FIEB.) Im. | . | . | . | . | . | . | . | . |
| Sigara lateralis (LEACH) Im. | . | . | . | . | . | . | . | . |
| Sigara nigrolineata (FIEB.) Im. | . | . | . | . | . | . | . | . |
| Sigara striata (FIEB.) Im. | . | . | . | . | . | . | . | . |
| Nepa cinerea L. Im. | . | . | . | . | . | . | . | . |
| Notonecta glauca L. Im. | . | . | . | . | . | . | . | . |
| Velia caprai TAM. Im. | . | . | . | . | . | . | . | . |
| COLEOPTERA | . | . | . | . | . | . | . | . |
| Gyrinus substriatus STEPHENS Im. | . | . | . | . | . | . | . | . |
| Peltodytes caesus caesus (DUFT.) Im. | . | . | . | . | . | . | . | . |
| Halipilidae La. | . | . | . | . | . | . | . | . |
| Laccophilus minutus (L.) Im. | . | . | . | . | . | . | . | . |
| Laccophilus spec. La. | . | . | . | . | . | . | . | . |
| Hygrotus versicolor (SCHALL.) Im. | . | . | . | . | . | . | . | . |
| Platambus maculatus (L.) Im. | . | . | . | . | . | . | . | . |
| Platambus spec. La. | . | . | . | . | . | . | . | . |
| Gaurodytes bipustulatus (L.) Im. | . | . | . | . | . | . | . | . |
| Gaurodytes didymus (L.) Im. | . | . | . | . | . | . | . | . |
| Gaurodytes paludosus (FABR.) Im. | . | . | . | . | . | . | . | . |
| Ilybius spec. Im. | . | . | . | . | . | . | . | . |
| Dytiscus circumflexus (FABR.) Im. | . | . | . | . | . | . | . | . |
| Dytiscus marginalis (L.) Im. | . | . | . | . | . | . | . | . |
| Helophorus spec. Im. | . | . | . | . | . | . | . | . |
| Hydrobius fuscipes L. Im. | . | . | . | . | . | . | . | . |
| Anacaena limbata FABR. Im. | . | . | . | . | . | . | . | . |
| Helochara obscurus FABR. Im. | . | . | . | . | . | . | . | . |
| Coelostoma orbiculare FABR. Im. | . | . | . | . | . | . | . | . |
| Colymbetes spec. La. | . | . | . | . | . | . | . | . |
| Agabus spec. La. | . | . | . | . | . | . | 1 | 1 |
| Limnius muelleri ERICHSON Im. | . | . | . | . | . | . | . | . |
| Limnius volckmari PANZER Im. | . | . | . | . | . | . | . | . |
| Helodes spec. La. | . | . | . | . | . | . | . | . |
| MEGALOPTERA | . | . | . | . | . | . | . | . |
| Sialis fuliginosa PICTET | . | . | . | . | . | 1 | . | 2 |
| Sialis lutaria L. | . | . | . | . | . | . | . | . |

(Tab. 1; Legende siehe übernächste Seite)

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|--|---|---|----|----|----|------|------|------|
| TRICHOPTERA | . | . | . | . | . | . | . | . |
| Hydropsyche spec. | . | . | . | . | . | . | 1 | . |
| Hydropsyche angustipennis CURTIS Im. | . | . | . | . | . | . | A | . |
| Plectrocnemia geniculata McL. | . | . | . | . | . | . | . | . |
| Limnephilus spec. | . | . | . | . | . | 1 | 1 | . |
| Limnephilus extricatus McL. Im. | . | . | . | . | . | . | . | . |
| Limnephilus lunatus CURTIS | . | . | . | . | . | . | . | . |
| Limnephilus rhombicus L. | . | . | . | . | . | . | . | . |
| Mystacides azurea L. | . | . | . | . | . | . | . | . |
| Beraeodes minutus L. | . | . | . | . | . | . | . | . |
| DIPTERA | . | 9 | 17 | 27 | 77 | 77,3 | 77,9 | 73,1 |
| Tipula spec. | . | . | . | . | . | . | . | . |
| Limoniidae spec. | . | . | 1 | 2 | . | . | 1 | 1 |
| Dicranota spec. | . | . | . | . | . | . | . | . |
| Psychoda spec. | . | . | 4 | 4 | . | . | 1 | . |
| Psychoda alternata L. | . | . | . | . | . | . | . | . |
| Ptychoptera spec. | . | . | . | 4 | 4 | . | . | . |
| Dixa maculata MEIG. | . | . | . | . | . | . | . | . |
| Culicidae div. spec. | . | . | . | . | . | . | . | . |
| Simuliidae div. spec. | . | . | . | 1 | 1 | . | 2 | 2 |
| Eusimulium aureum (FRIES) Pu. | . | . | . | . | . | . | . | . |
| Boopthora erythrocephala (DE GEER) Pu. | . | . | . | . | . | . | . | . |
| Odagmia ornata (MEIG.) | . | . | . | . | . | . | . | . |
| Chironomidae "weiße Larven" | . | . | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 6 |
| Chironomidae "rote Larven" | . | . | 2 | 4 | 7 | 6 | 7 | 5 |
| Eristalis spec. | . | 2 | . | . | 3 | . | . | . |
| Limnophora riparia FALL | . | . | . | . | . | . | . | . |
| PISCES | . | . | . | . | . | . | . | . |
| Carassius auratus gibelio BL. | . | . | . | . | . | . | . | . |
| Noemacheilus barbatulus L. | . | . | . | . | . | . | . | . |
| Gasterosteus aculeatus L. | . | . | . | . | . | . | . | . |
| MAMMALIA | . | . | . | . | . | . | . | . |
| Ondatra zibethica (L.) | . | . | . | . | . | . | . | . |

Tabelle 1. Liste der an den Probestellen gefundenen Organismen. Es bedeuten: Pu = Puppe, Im = Imago, K = Kescherfang, A = Aufzucht. Die Häufigkeitsangaben sind: 1 = Einzelfund, 2 = wenig, 3 = wenig bis mittel, 4 = mittel, 5 = mittel bis viel, 6 = viel, 7 = Massenvorkommen. Die anderen Daten geben die Gruppendominanzen nach BALOGH (1958) an.

darauf angewiesenen Tiere wie *Baetis*-Larven und Heteropteren. Für den geringen Anteil an Crustaceen könnte das Fehlen von zersetzbarem organischem Material der Grund sein.

Am Ortseingang von Oberesch befindet sich P 12. Im Bachbett, das hier steinig ist und durch Bäume beschattet wird, befindet sich allerlei Unrat, und wenig unterhalb wird durch ein Rohr häusliches Abwasser eingeleitet. Wie an P 11 ist auch hier die Besiedlung sehr spärlich. Die höchste Dominanz weisen die Dipteren, die hauptsächlich durch Chironomidenlarven vertreten sind, auf. Die Crustaceen sind hier, aufgrund des Eintrages von Falllaub, häufiger und bilden die zweitstärkste Gruppe.

Die Zoozönose von P 13 wird hauptsächlich von Organismen der beta-mesosaprobe Zone gebildet. Mit 34,5% bilden die Dipteren die größte Gruppe. Ihr hoher Anteil wird durch das Auftreten von Simuliiden und Chironomiden hervorgerufen. Die Ephemeropteren sind nur mit der Gattung *Baetis* vertreten, die jedoch 26,1% der gesamten Besiedlung ausmacht. Zwischen den Steinen finden sich die Larven und Fangnetze von *Hydropsyche*. Einige der Larven konnten als *Hydropsyche angustipennis* bestimmt werden. Nach EDINGTON & HILDREW (1981) ist diese Art gegenüber hohen Temperaturen und organischer Verschmutzung toleranter als die anderen Arten der Gattung. Erstmals tritt an dieser Probestelle *Asellus aquaticus* auf. Zusammen mit *Gammarus pulex* und *G. fossarum* stellt sie 20% der Individuen. Bei den Fischen tritt neben *Noemacheilus barbatulus* noch *Gasterosteus aculeatus* auf.

An P 14 weist die Swist eine Breite von etwa 3,5–4 m auf. Der Bachgrund ist kiesig und die Ufer sind durch Flechtwerk befestigt. Im Algenaufwuchs einer Sohlgleite fanden sich die meisten Dipterenlarven sowie die Larven von *Baetis*. Der restliche Teil der Probestelle war dagegen nur spärlich besiedelt. Crustaceen und Coleopteren waren nur zwischen den unterspülten Baumwurzeln zu finden. Ein Massenvorkommen wies im Sommer *Lymnaea peregra* auf, die sich vom Algenaufwuchs ernährt. Als Endglieder der Nahrungskette treten *Noemacheilus barbatulus* und *Gasterosteus aculeatus* auf.

| 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 9,0 | 5,0 | 2,8 | 1,8 | 2,8 | 0,2 | . | . | . | . | . | . | . | . | . |
| . | A | A | 3 | 4 | 1 | . | . | . | . | . | . | . | . | . |
| 1 | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . |
| 3 | 3 | 2 | 1 | 1 | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . |
| . | A | A | . | A | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . |
| . | 1 | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . |
| . | . | . | . | . | 1 | . | . | . | . | . | . | . | . | . |
| 1A | 2A | 1 | . | . | . | 1 | . | . | . | . | . | . | . | . |
| 47,4 | 45,7 | 75,2 | 46,6 | 34,5 | 21,3 | 16,4 | 25,5 | 88,3 | 92,1 | 94,1 | 62,5 | 75,1 | 89,1 | 91,6 |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 2 | 2 | 1 | 1 | . | . | . | . | . | . |
| . | . | 1 | . | . | . | . | 1 | . | . | 1 | . | . | . | . |
| . | 2 | . | 2 | . | 2 | . | . | . | . | . | . | . | . | . |
| 1 | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | 1 | . | . | 1 |
| . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . |
| 1 | . | 1 | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . |
| 4 | 6 | 6 | 2 | 5 | 3 | 4 | 3 | 1 | 2 | 3 | 5 | 6 | 3 | 3 |
| . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 |
| . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | 1 | . | . |
| . | . | 1 | . | 2 | 1 | 2 | . | . | 1 | 3 | 3 | 3 | 2 | 3 |
| 1 | 2 | . | . | 1 | . | 2 | 1 | 1 | 2 | . | . | . | . | . |
| 6 | 6 | 3 | 5 | 6 | 4 | 3 | 5 | 7 | 7 | 7 | 5 | 6 | 6 | 6 |
| 6 | 5 | 3 | 4 | 3 | 3 | 2 | 4 | 7 | 7 | 7 | 6 | 5 | 7 | 7 |
| . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | 1 | . |
| . | . | . | . | 1 | 4 | . | . | . | . | . | . | . | . | . |
| . | . | . | . | 6,5 | 29,3 | 16,1 | 9,2 | . | . | . | . | . | . | . |
| . | . | . | . | . | . | . | 3 | . | . | . | . | . | . | . |
| . | 2 | . | . | 2 | 6 | 6 | 4 | . | . | . | . | . | . | . |
| . | . | . | . | 3 | 6 | 5 | 5 | 1 | . | . | . | . | . | . |
| . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . |
| . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . |
| . | . | . | . | + | . | . | + | + | . | . | . | . | . | + |

Unterhalb des Auslaufs der ehemaligen Kläranlage Meckenheim liegt P 15. Tiefe Kolke und flache lotische Bereiche wechseln einander ab. Wie an P 14 stellen auch hier die Mollusken mit *Lymnaea peregra* und *Ancylus fluviatilis* den größten Teil der Biozönose. Von den Mollusken lebt *Glossiphonia complanata*, der unter den Steinen gefunden wurde. Trichopteren konnten hier, und auch bei den weiter unterhalb liegenden Probestellen nicht mehr gefunden werden. Die Fische bilden auch hier das Endglied der Nahrungskette.

P 16 befindet sich unterhalb von Flerzheim, 50 m oberhalb der Einleitung der Kläranlage Flerzheim. Die Swist ist hier ausgebaut, und ein höherer Uferbewuchs, der den Bach beschatten könnte, fehlt. Auf dem Grund haben sich schlammig-sandige Sedimente abgelagert, die bei Hochwasser weggespült werden. Es treten *Elodea canadensis* und Watten von *Cladophora* spec. auf. Viele der hier vorkommenden Arten gehören sowohl der beta-mesosaprobe als auch der alpha-mesosaprobe Zone an. Die Crustaceen sind hauptsächlich durch *Asellus aquaticus* vertreten. An dieser Probestelle wurden die meisten Coleopterenarten gefunden, jedoch fast nur Imagines, unter anderem auch ein Exemplar von *Dytiscus circumflexus*. Ebenfalls kommen hier die Larven von *Ischnura elegans* vor. *Calopteryx splendens*, deren Imago hier gekeschert wurde, konnte als Larve nicht nachgewiesen werden. Neben den vorher genannten Fischarten kommt *Carassius auratus gibelio* vor, der wahrscheinlich eingesetzt wurde.

P 17 ist die Einleitung der Kläranlage Flerzheim. Hier wurden nur Proben zur chemischen Analyse genommen. An P 18, 50 m unterhalb der Einleitung, ist der Boden mit einer 10–15 cm hohen schwarzen Schlammschicht bedeckt und das Wasser ist stark getrübt. Die Einleitung zeigt eine starke Auswirkung auf die Zoozönose. Die Organismen der beta-mesosaprobe Zone sind nur noch gering vertreten. In einigen Fällen sind die hier gemachten Tierfunde auf Verdriftung bei erhöhter Wasserführung zurückzuführen. Im Schlamm liegt eine typisch polysaprobe Lebensgemeinschaft von Tubificiden und Chironomidenlarven vor. Bei den chemischen Parametern weisen der gestiegene Ammoniumgehalt und die Zunahme der Zehrung auf die Verunreinigung hin. Auch an P 19, 850 m unterhalb der Einleitung, ist der Einfluß des Abwassers noch deutlich erkennbar. Die Zoozönose ist auch hier durch den hohen Anteil von Tubificiden und Chironomidenlarven charakterisiert.

Mit *Glossiphonia complanata*, *Erpobdella octoculata*, *Asellus aquaticus*, *Gaurodytes didymus* und *Odagmia ornata* treten an P 20 wieder Arten auf, die ihre Hauptverbreitung in

| | T °C | pH | O ₂ % | Zehrung | CO ₂ | NH ₄ ⁺ -N | NO ₂ ⁻ -N | NO ₃ ⁻ -N | PO ₄ ³⁻ -P | Cl ⁻ | Leitfähigkeit |
|----|------|-----|------------------|---------|-----------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|----------------------------------|-----------------|---------------|
| 1 | 7,0 | 7,1 | 11,2 | >100 | 15,8 | 18,5 | 0,03 | 0,39 | 3,9 | 82,0 | 830 |
| | 16,3 | 7,6 | 44,0 | | 29,0 | 80,0 | 0,7 | 31,9 | 9,2 | 136,1 | 1460 |
| 2 | 4,3 | 7,1 | 9,4 | >100 | 11,9 | 17,5 | 0,03 | 0,26 | 2,6 | 82,0 | 840 |
| | 15,0 | 7,5 | 33,6 | | 29,0 | 58,0 | 0,6 | 27,2 | 9,7 | 141,8 | 1500 |
| 3 | 3,5 | 7,1 | 3,7 | >100 | 13,1 | 7,0 | 0,03 | 0,31 | 3,3 | 77,0 | 810 |
| | 14 | 7,6 | 27,7 | | 45,7 | 44,0 | 0,5 | 24,2 | 10,2 | 142,0 | 1600 |
| 4 | 1,2 | 7,0 | 11,6 | 98,0 | 13,6 | 8,4 | 0,02 | 0,2 | 2,0 | 51,0 | 600 |
| | 15,3 | 7,5 | 50,5 | >100 | 37,4 | 60,0 | 0,5 | 21,2 | 6,8 | 108,0 | 1320 |
| 5 | 0,2 | 6,9 | 11,9 | 95,4 | 10,1 | 7,6 | 0,01 | 0,09 | 2,0 | 57,0 | 570 |
| | 17,0 | 7,6 | 69,4 | >100 | 36,1 | 47,9 | 0,4 | 16,8 | 4,0 | 82,0 | 1220 |
| 6 | 0,2 | 6,7 | 7,9 | 44,8 | 6,6 | 5,7 | 0,0 | 0,0 | 3,4 | 60,0 | 495 |
| | 16,0 | 7,4 | 100,4 | >100 | 28,6 | 33,9 | 0,2 | 9,8 | 16,2 | 76,6 | 1030 |
| 7 | 0,2 | 6,6 | 18,0 | 22,9 | 7,9 | 4,7 | 0,0 | 0,35 | 0,88 | 57,0 | 475 |
| | 16,0 | 7,5 | 86,8 | >100 | 33,9 | 30,9 | 0,2 | 8,5 | 6,09 | 82,2 | 1120 |
| 8 | 0,4 | 6,5 | 18,0 | 13,9 | 9,7 | 1,8 | 0,02 | 0,44 | 0,44 | 45,0 | 385 |
| | 15,5 | 7,1 | 96,8 | 19,9 | 28,0 | 15,5 | 0,09 | 3,8 | 5,73 | 62,4 | 800 |
| 9 | 0,4 | 7,1 | 35,0 | 6,1 | 6,6 | 1,1 | 0,0 | 1,6 | 0,32 | 43,0 | 360 |
| | 12,6 | 7,3 | 102,5 | 18,4 | 19,8 | 13,6 | 0,3 | 8,2 | 5,67 | 59,6 | 760 |
| 10 | 0,3 | 6,7 | 54,4 | 10,1 | 4,8 | 0,2 | 0,01 | 2,5 | 0,11 | 40,0 | 346 |
| | 18,8 | 7,5 | 101,8 | 29,7 | 17,6 | 9,5 | 0,08 | 9,5 | 1,27 | 62,4 | 680 |
| 11 | 0,2 | 7,1 | 62,5 | 5,2 | 3,5 | 0,07 | 0,004 | 2,6 | 0,26 | 45,0 | 356 |
| | 15,6 | 7,5 | 100,4 | 28,7 | 11,9 | 3,1 | 0,09 | 7,0 | 1,42 | 62,4 | 630 |
| 12 | 0,5 | 6,6 | 41,8 | 1,3 | 4,8 | 0,2 | 0,11 | 2,6 | 0,24 | 51,0 | 346 |
| | 15,5 | 7,2 | 112,8 | 62,8 | 17,2 | 2,1 | 0,01 | 7,0 | 0,78 | 62,4 | 640 |
| 13 | 1,2 | 7,1 | 50,0 | 5,8 | 0,0 | 0,0 | 0,06 | 1,8 | 0,18 | 71,0 | 605 |
| | 16,6 | 9,0 | 178,4 | 45,7 | 12,8 | 2,3 | 0,16 | 12,0 | 0,4 | 92,0 | 900 |
| 14 | 0,1 | 7,6 | 56,0 | 4,5 | 0,0 | 0,03 | 0,01 | 1,2 | 0,1 | 79,0 | 710 |
| | 16,5 | 9,1 | 162,1 | 22,5 | 10,6 | 1,7 | 0,09 | 7,4 | 0,3 | 90,8 | 970 |
| 15 | 0,3 | 7,6 | 51,0 | 10,4 | 0,0 | 0,0 | 0,03 | 1,2 | 0,07 | 74,0 | 700 |
| | 17,5 | 9,1 | 157,9 | 41,1 | 7,9 | 0,72 | 0,13 | 10,1 | 0,27 | 90,0 | 920 |
| 16 | 0,4 | 7,8 | 52,0 | 1,8 | 0,0 | 0,04 | 0,1 | 1,5 | 0,06 | 77,0 | 685 |
| | 18,0 | 9,2 | 120,0 | 29,2 | 5,7 | 0,7 | 0,29 | 8,2 | 0,38 | 87,0 | 960 |
| 17 | 5,6 | 7,3 | 25,0 | 74,8 | 0,0 | 18,9 | 0,3 | 0,83 | 0,06 | 72,5 | 950 |
| | 17,0 | 7,6 | 107,7 | >100 | 21,1 | 32,8 | 1,64 | 24,1 | 6,6 | 102,0 | 1200 |
| 18 | 3,3 | 7,4 | 46,9 | 0,0 | 0,0 | 9,3 | 0,3 | 3,2 | 0,05 | 75,0 | 800 |
| | 17,6 | 8,8 | 103,9 | 97,7 | 14,1 | 19,1 | 0,66 | 8,1 | 3,9 | 93,6 | 1140 |
| 19 | 3,6 | 7,4 | 42,0 | 39,7 | 0,0 | 7,1 | 0,3 | 1,8 | 0,08 | 74,0 | 830 |
| | 17,6 | 8,4 | 130,7 | 89,6 | 12,3 | 19,7 | 0,66 | 9,3 | 4,09 | 96,0 | 1060 |
| 20 | 2,8 | 7,4 | 43,0 | 0,0 | 0,0 | 5,8 | 0,3 | 3,9 | 0,02 | 74,0 | 750 |
| | 17,5 | 8,7 | 101,3 | 87,5 | 11,0 | 19,6 | 0,98 | 13,2 | 3,88 | 93,0 | 980 |
| 21 | 2,6 | 7,2 | 47,0 | 28,1 | 0,0 | 4,5 | 0,3 | 7,02 | 0,02 | 71,0 | 740 |
| | 17,0 | 8,3 | 95,0 | 53,1 | 12,8 | 19,0 | 1,6 | 13,8 | 5,01 | 93,0 | 960 |
| 22 | 1,8 | 7,3 | 44,9 | 30,9 | 0,0 | 3,8 | 0,2 | 6,1 | 0,02 | 79,0 | 790 |
| | 17,3 | 8,2 | 101,0 | 48,8 | 13,2 | 19,6 | 1,3 | 14,7 | 4,45 | 93 | 940 |
| 23 | 1,5 | 7,4 | 44,8 | 28,6 | 0,0 | 6,0 | 0,3 | 9,3 | 0,02 | 82,0 | 770 |
| | 17,6 | 8,0 | 98,3 | 61,7 | 11,4 | 19,5 | 1,6 | 17,6 | 4,42 | 144,6 | 1320 |
| 24 | 1,4 | 7,5 | 60,8 | 18,7 | 0,0 | 5,0 | 0,3 | 7,3 | 0,03 | 88,0 | 770 |
| | 17,0 | 7,8 | 96,7 | 59,6 | 11,0 | 20,5 | 1,9 | 15,3 | 4,33 | 130,5 | 1220 |

Tabelle 2. Chemische und physikalische Daten der Probestellen. Die oberen Daten geben den Minimalwert, die unteren den Maximalwert der Wasseranalysen wieder. Alle Konzentrationsangaben in mg/l, die Leitfähigkeit in $\mu\text{S}/\text{cm}$, Sauerstoff in % der Sättigung und Zehrung in % des aktuellen Sauerstoffgehaltes.

der alpha- bis beta-mesosaproben Zone haben. Die Dipteren weisen mit 94,1% die größte Gruppendominanz auf, die hauptsächlich durch das Vorkommen der Chironomidenlarven bedingt ist. Die Zoozönose an P 21, 5200 m unterhalb der Einleitung, hat etwa die gleiche Struktur, doch hat sich bei den Dipteren der Anteil der Simuliiden erhöht. Sie sind hier durch *Odagmia ornata* und *Eusimulium aureum* vertreten, welche nach WICHARD (1976) mäßige bis größere Verschmutzungen vertragen können.

An P 22 stellen die Simuliiden schon mehr als die Hälfte der Dipteren. Zu den beiden bisherigen Arten kommt *Boopthora erythrocephala* hinzu. Bei den Mollusken tritt *Physa fontinalis* im Herbst in größeren Dichten auf. Da durch den Ausbau die Strömungsgeschwindigkeit in diesem Abschnitt sehr hoch ist, beschränkt sich die Besiedlung fast ausschließlich auf den strömungsärmeren Uferbereich.

P 23 befindet sich etwa 300 m unterhalb einer erneuten Einleitung (Kläranlage Heimerzheim). In der Besiedlung macht sich dieses durch einen Anstieg bei den Chironomidenlarven und den Tubificiden bemerkbar. Zu P 24 hin nimmt der Simuliidenanteil bei den Dipteren wieder zu. Auch hier sind es die Arten *Odagmia ornata* und *Eusimulium aureum*. Die Dipteren stellen an dieser Probestelle mit 91,6% den größten Anteil an der Besiedlung.

5. Veränderungen des Sauerstoffhaushaltes im Verlauf der Fließstrecke

Durch die Einleitung organischer abbaubarer Substanzen in ein Gewässer nimmt die Aktivität der heterotrophen Organismen zu. Da der Abbau mit einem Verbrauch von Sauerstoff verbunden ist, entsteht unterhalb einer Einleitung ein Sauerstoffdefizit. Durch die Verringerung der organischen Substanz und die Zunahme der biogenen Sauerstoffproduktion im Verlauf der Selbstreinigung sowie den physikalischen Sauerstoffeintrag aus der Luft, nimmt der Sauerstoffgehalt mit zunehmender Entfernung von der Einleitung wieder zu (SCHWOERBEL 1980). Ist die Zehrung größer als der Sauerstoffeintrag, nimmt der Sauerstoffgehalt entlang der Fließstrecke ab. In Abb. 2 und 3 ist der Einfluß der Einleitungen auf den Sauerstoffgehalt und die Zehrung dargestellt. Abb. 2 zeigt die Situation am 2. 11. 1983 an P 13 bis 24. Durch die Einleitung (P 17) sinkt der aktuelle Sauerstoffgehalt ab und die Zehrung nimmt zu. Im weiteren Verlauf der Selbstreinigungsstrecke nimmt der Sauerstoffgehalt langsam wieder zu und die Zehrung ab. An P 23 nimmt die Zehrung aufgrund der Einleitung der Kläranlage Heimerzheim erneut zu. Abb. 3 zeigt die Situation am 23. 4. 1984 an allen Probestellen. Die Wasserführung war zu diesem Termin etwas erhöht. Die Sauerstoffübersättigung ist auf die hohe Sauerstoffproduktion durch Algen zurückzuführen, da der Probetag in einer Schönwetterperiode lag.

Vergleicht man die beiden Selbstreinigungsstrecken miteinander, so ist folgendes festzustellen:

- (1) In beiden Fällen nimmt der Sauerstoffgehalt, wie zu erwarten, unterhalb der Einleitung aufgrund der Zehrung zunächst ab und steigt dann im Laufe der Selbstreinigung wieder an.
- (2) Die Zunahme erfolgt zwischen P 1 und P 12 schneller als unterhalb der Einleitung der Kläranlage Flerzheim (P 17).
- (3) Unterhalb der Kläranlage Flerzheim wird der Sauerstoffhaushalt durch weitere Einleitungen verändert.

6. Die Auswirkungen der anthropogenen Beeinflussungen

Die saprobiologische Einstufung der Probestellen in die Gewässergüteklassen (LIEBMANN 1962) erfolgte anhand des Saprobien-systems nach SLÁDEČEK (1973) und PANTLE & BUCK (1955) sowie nach dem Sauerstoffhaushalt (HAMM et al. 1965). Das Ergebnis der Einstufungen ist in Abb. 4 dargestellt. Die Situation im Untersuchungszeitraum ist wie folgt gekennzeichnet:

Die Einleitungen in Kalenborn und Flerzheim beeinträchtigen die Gewässergüte der Swist, was sowohl an der Besiedlung als auch an den chemischen Parametern zu erkennen ist. Die Veränderung der Besiedlung unterhalb der Kläranlage Flerzheim kann nicht allein auf die Abwassereinleitung zurückgeführt werden, da die Swist auch schon 1959 stark durch die Abwasser der Stadt Meckenheim und die einer Rübenkrautfabrik belastet war (WILHELM 1964). Ein Vergleich mit der Arbeit von WILHELM (1959), die vor dem Ausbau durchgeführt wurde, zeigt vielmehr, daß auch dem Ausbau eine wesentliche Rolle an der Veränderung zugeschrieben werden muß. Durch den Ausbau wurde die gesamte Ufer- und Gewässervegetation zerstört. Während heute die Ufer von einem Grasstreifen, der regelmäßig gemäht wird, begleitet werden, beschrieb WILHELM einen dichten Bestand von *Phalaris arundinacea*, *Iris pseudacorus*, *Acorus calamus*, *Sparganium erectum* und *Alisma plan-*

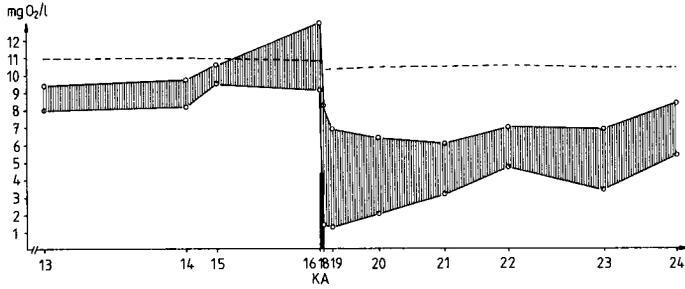


Abbildung 2. Die Situation des Sauerstoffhaushaltes an den Probestellen 13–24 am 2. 11. 1983. Die Zehrung ist vom aktuellen Sauerstoffgehalt als schraffierte Fläche abgetragen. ----- ist die Sättigungslinie.

tago sowie die Wasserpflanzen *Polygonum amphibium*, *Potamogeton crispus*, *Zanichella palustris*, *Elodea canadensis* und *Ranunculus fluitans*. Ebenso weist sie für 1959 eine gegenüber 1983/84 artenreichere Tierbesiedlung nach, unter anderem kam in der Swist der Flußkrebs *Astacus astacus* vor. Da die Belastung mit Abwasser zu diesem Zeitpunkt auch vorhanden war, ist für die Verringerung der Besiedlung auch der Verlust an Habitaten durch den Ausbau verantwortlich zu machen.

7. Zusammenfassung

Von Juni 1983 bis April 1984 wurden an der Swist, einem Zufluß der linksrheinischen Erft, biologische und chemische Untersuchungen durchgeführt. Insgesamt wurden 24 Probestellen untersucht. Die Erfassung des Makrozoobenthos erfolgte in 45minütigen Aufsammlungen, die in einem Abstand von etwa 6 Wochen durchgeführt wurden. Die gefundenen Arten wurden nach den Probestellen aufgelistet und die Gruppendominanzen nach BALOGH (1958) berechnet (Tab. 1).

Aufgrund ihrer Besiedlung und des Sauerstoffhaushaltes wurden die Probestellen in die Güteklassen eingestuft. Unterhalb der Einleitungen von Kalenborn (P 1) und Florzheim (P 17) zeigen sich Selbstreinigungsstrecken. Diese sind durch ihre Besiedlung sowie durch ihren Sauerstoffhaushalt und das Verhältnis von Ammoniumstickstoff zu Nitratstickstoff gekennzeichnet. Nach einem Vergleich mit dem Zustand von 1959 muß auch dem Ausbau ein wesentlicher nachteiliger Effekt auf die Gewässerflora und -fauna zugeschrieben werden.

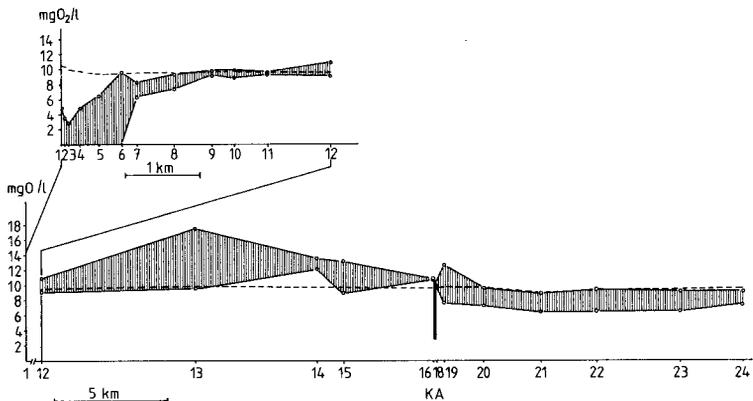


Abbildung 3. Sauerstoffhaushalt an den Probestellen 1–24 am 23. 4. 1984. Erläuterung siehe Abbildung 2.

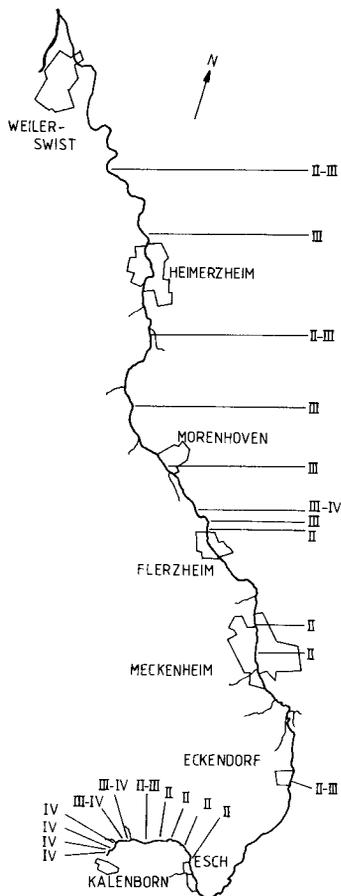


Abbildung 4. Saprobiologische Einstufung der Probestellen.

Literatur

- AUBERT, J. (1959): Plecoptera, in: *Insecta Helvetica* **1**. – Lausanne.
- AUTRUM, H. (1967): Hirudinea, Egel, in: BROHMER, P., EHRMANN, P., ULMER, G. & SCHIEMENZ, H., *Die Tierwelt Mitteleuropas I. Lieferung 7 a.* – Leipzig.
- BAUER, G., GERRESHEIM, K. & KISKER, U. (1976): *Landschaftsrahmenplan Erholungspark Ville.* – Landschaftsverband Rheinland.
- BALOGH, J. (1958): *Lebensgemeinschaften der Landtiere.* – Berlin.
- BRINKHURST, R. O. (1971): *A guide for the identification of British aquatic Oligochaeta.* – Freshwater Biological Association, Scientific Publication **22**.
- DAVIES, L. (1968): *A key to the British species of Simuliidae (Diptera) in the larval, puppal and adult stages.* – Freshwater Biological Association, Scientific Publication **24**.
- DJN (1983): *Bestimmungsschlüssel für die Libellen der Bundesrepublik Deutschland.* Hrsg.: Deutscher Jugendbund für Naturbeobachtung (DJN). – Hamburg.
- EDINGTON, J. M. & HILDREW, A. G. (1981): *A key to the caseless caddis larvae of the British Isles with notes on their ecology.* – Freshwater Biological Association, Scientific Publication **43**.
- EHRMANN, P. (1956): Mollusca, in: BROHMER, P., EHRMANN, P. & ULMER, G., *Die Tierwelt Mitteleuropas 2. Lieferung 1.* – Leipzig.
- ELLIOTT, J. A. (1977): *A key to the larvae and adults of British freshwater Megaloptera and Neuroptera.* – Freshwater Biological Association, Scientific Publication **35**.
- ENGELHARDT, W. (1982): *Was lebt in Tümpel, Bach und Weiher?* 9. Auflage. – Stuttgart.

- FRANKE, U. (1979): Bildbestimmungsschlüssel mitteleuropäischer Libellen-Larven (Insecta: Odonata). – Stuttgarter Beiträge zur Naturkunde, Serie A Nr. 333.
- FREUDE, H., HARDE, W. & LOHSE, G. A. (1976): Die Käfer Mitteleuropas 3. – Krefeld.
- , – & – (1979): Die Käfer Mitteleuropas 6. – Krefeld.
- GLEDHILL, T., SUTCLIFFE, D. W. & WILLIAMS, W. D. (1976): Key to British freshwater Crustacea: Malacostraca. – Freshwater Biological Association, Scientific Publication 32.
- GOEDMAKERS, A. (1972): *Gammarus fossarum* KOCH 1835: Redescription based on neotyp material and notes on its local variation. – Bijdragen tot de Dierkunde 42, 124–138.
- HAMM, A., HUBER, L., LIEBMANN, H., OFFHAUS, K., REIMANN, K., RUF, M. & WELLER, G. (1965): Die Bewertung der Gewässergüte nach dem Sauerstoffhaushalt in fließenden Gewässern. – Die Wasserwirtschaft 55, 307–310.
- HENDEL, F. (1928): Zweiflügler oder Diptera II, in: DAHL, F., Die Tierwelt Deutschlands 11. – Jena.
- HENNIG, W. (1968): Die Larvenformen der Dipteren. – Berlin.
- HICKIN, N. E. (1967): Caddies larvae. – London.
- ILLIES, J. (1952): Die Mölle. Faunistisch-ökologische Untersuchungen an einem Forellenbach im Lipper-Bergland. – Arch. Hydrobiol. 46, 424–612.
- (1955): Steinfliegen oder Plecoptera, in: DAHL, F., Die Tierwelt Deutschlands, 43. – Jena.
- LEPNEVA, S. G. (1970): FAUNA OF THE USSR, TRICHOPTERA 2 (1) Larvae and pupae of Annulipalpia. – Jerusalem.
- (1971): Fauna of the USSR, Trichoptera 2 (2) Larvae and pupae of Integripalpia. – Jerusalem.
- LIEBMANN, H. (1962): Handbuch der Frischwasser- und Abwasser-Biologie, Bd. I, 2. Auflage. – München.
- MACAN, T. T. (1976): A key to British Water Bugs (Hemiptera-Heteroptera). – Freshwater Biological Association, Scientific Publication 16.
- MAUCH, E. (1976): Leitformen für die Gewässeranalyse 1. – Courier Forschungsinstitut Senckenberg 21.
- MÜLLER-LIEBENAU, I. (1969): Revision der europäischen Arten der Gattung *Baetis* LEACH, 1815 (Insecta, Ephemeroptera). – Gewässer und Abwässer 48/49, 7–214.
- NAGELL, B. (1977): Capacity to survive anoxia or low oxygen concentrations of *Nemoura cinerea* larvae (Plecoptera), in: The 6th International Symposium on Plecoptera, Schlitz, August 3–6, 1977. – Gewässer und Abwässer 64, 39.
- PANTLE, R. & BUCK, H. (1959): Die biologische Überwachung der Gewässer und die Darstellung der Ergebnisse. – GWF 96, (18) 604.
- PINKSTER, S. (1970): Redescription of *Gammarus pulex* (LINNAEUS 1758) based on neotyp material (Amphipoda). – Crustaceana 18, 116–147.
- POISSON, R. (1957): Heteropteres Aquatiques, in: Faune des France 61. – Paris.
- REYNOLDS, T. B. (1978): A key to British species of Freshwater Triclad. – Freshwater Biological Association, Scientific Publication 23.
- SCHEURING, L. & HÖHNEL, G. (1956): *Sphaerotilus natans*. – Darmstadt.
- SCHNEIDER, H. & THIELE, S. (1965): Geohydrologie des Erftgebietes. Ministerium für Ernährung Landwirtschaft und Forsten des Landes NRW. – Düsseldorf.
- SCHOENEMUND, E. (1930): Eintagsfliegen oder Ephemeroptera, in: DAHL, F., Die Tierwelt Deutschlands 19. – Jena.
- SCHWOERBEL, J. (1980): Einführung in die Limnologie, 4. Auflage. – Stuttgart.
- SLÁDEČEK, V. (1973): System of water quality from the biological point of view. – Arch. Hydrobiol. Beiheft 7, 1–218.
- STRESEMANN, E. (1970): Exkursionsfauna, Wirbellose I. – Berlin.
- TOBIAS, W. & TOBIAS, D. (1981): Trichoptera Germanica, Bestimmungstabellen für die deutschen Köcherfliegen Teil I: Imagines. – Courier Forschungsinstitut Senckenberg 49. – Frankfurt.
- WICHARD, G. (1976): Untersuchungen zur Ökologie von Simuliiden (Diptera) an unterschiedlich belasteten Gewässern – mit einem morphologischen Beitrag zur Taxonomie der Puppen. – Dissertation, Institut für Landwirtschaftliche Zoologie, Bonn.
- WILHELM, S. (1959): Die Lebensgemeinschaften der Swist im Verlauf der Selbstreinigung. – Dissertation, Zoologisches Institut, Bonn.
- WILHELM, S. (1964): Die Lebensgemeinschaften der Swist im Verlauf der Selbstreinigung. – Arch. Hydrobiol. 60, 89–106. – Stuttgart.
- ZILCH, A. & JAECKEL, S. G. A. (1960): Mollusken, in: BROHMER, P., EHRMANN, P. & ULMER, G., Die Tierwelt Mitteleuropas, 2, Lieferung, 1. Ergänzung. – Leipzig.

Anschrift des Verfassers: Michael Nolden, Roidestraße 7, D-5308 Rheinbach.