Naturkundliche Beiträge des DJN Heft 26: 10-36 Hamburg, 1992

Biologische Gewässergütebestimmung nach verschiedenen Methoden

(Murg - Tour vom 9. bis zum 13. April 1992)

von Holger Thüs, Jan Benda, Kerstin Bär, Nurith Amitai, Philipp von Blanckenhagen, Stefan Heitz und Volker Heubel

1.Einleitung

Am 9. April 1992 begann ein fünftägiges limnologisches Seminar des DJN mit dem Ziel, die Wasserqualität an verschiedenen Stellen des Gewässersystems der Murg zu untersuchen. Außerdem sollten in diesem Zusammenhang unterschiedliche Methoden der biologischen Gewässergütebestimmung verglichen werden. Die ersten beiden Tage verbrachten wir im Quellbereich einer der Zuflüsse der Murg in der Nähe von Freudenstadt. Dort hatten diejenigen der sieben Teilnehmer, die bisher noch wenig Erfahrung im Bestimmen von Wasserorganismen hatten, Gelegenheit zur Einarbeitung. Es wurde auch das Beschreiben von Probestellen geübt. Schon dabei hatten sich die ersten beiden Aufnahmepunkte ergeben. An den folgenden drei Tagen sind entlang der Murg und in der Rheinebene einige weitere Aufnahmen gemacht worden. Höhen- und Klimaunterschiede wurden schon dadurch deutlich, daß in den Berghängen des Schwarzwaldes noch Schneereste lagen, während in den Niederungen die Obstblüte bereits weit fortgeschritten war. Die 150km lange Route, die mit Fahrrädern bewältigt wurde, führte uns am 11. April von einem Bergbach bei Freudenstadt über Baiersbronn bis Forbach. Am 12. April ging es dem Murglauf folgend über Gaggenau bis Rastatt und weiter über Dürmersheim nach Karlsruhe. Am 13. April gelangten wir über Karlsruhe-Neureut an den DEA-Raffinerien vorbei zum kleinen Bodensee und schließlich nach Karlsdorf bei Bruchsal. Dort auf dem DJN-Kongreß erfolgte ein Großteil der Auswertungen, die aufgrund der knappen Zeit unterwegs nicht möglich gewesen waren, sowie die Nachbestimmung einiger Organismen mit dem Binokular.

2. Naturräumliche Gliederung

Die zehn Probestellen lagen in verschiedenen Naturräumen, deren Reihenfolge sich aus der Route ergibt (siehe Abb. 1):

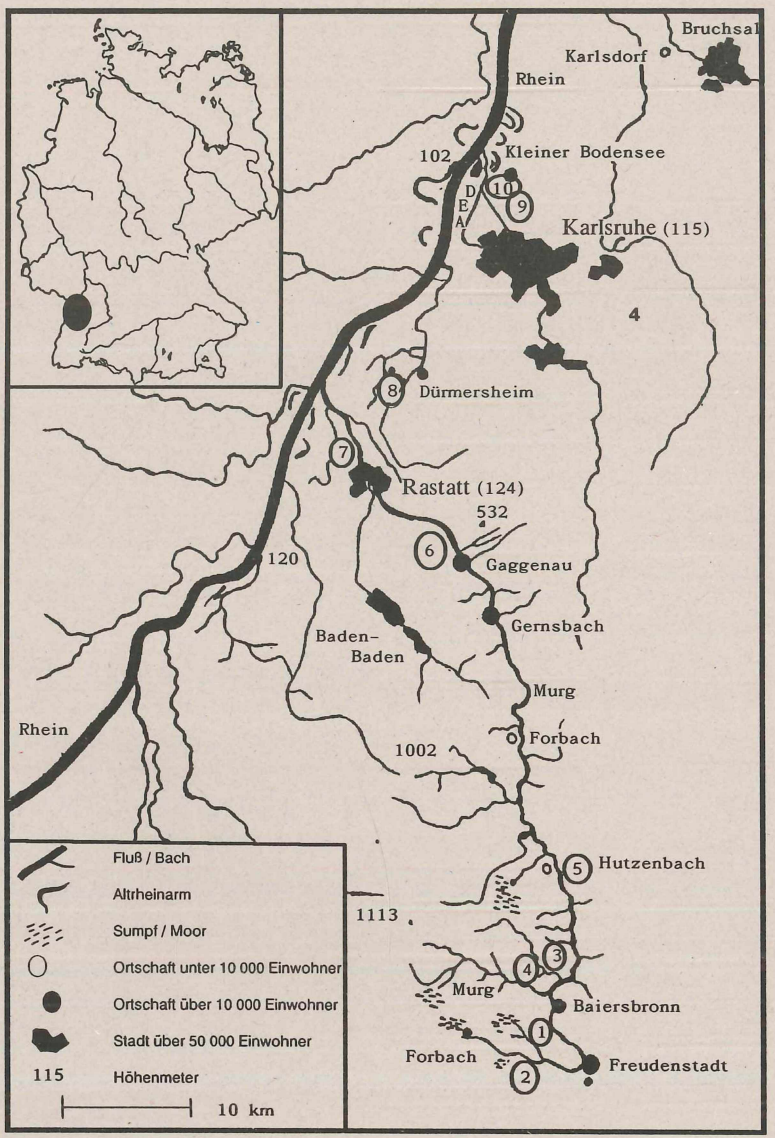


Abb. 1: Lage der Aufnahmepunkte, Verlauf der Murg

A: Grinden-Schwarzwald
1. Rotwasser bei Freudenstadt
2. Forbach oberhalb der Rotwassermündung
3. Tonbach bei Baiersbronn
4. Tonbachzufluß
5. Murg bei Hutzenbach

B: Nördlicher Talschwarzwald
ohne Probestelle

C: Hardt-Ebene (Teil der Oberrheinebene)
6: Murg bei Gaggenau
7: Murg bei Steinmauern (bei Rastatt)

D: Nördliche Oberrheinniederung
8: Federbach bei Würmersheim
9: Kläranlagenausfluß Karlsruhe-Neureut
10: Ausfluß des Altrheinarms "Kleiner Bodensee"

Die naturgegebene Tallage der Murg erschwert die klare Zuordnung der einzelnen Probepunkte, da hier im Gelände der Übergang zwischen den Naturräumen nicht immer deutlich erkennbar war. So konnte dem Talschwarzwald keiner der Aufnahmepunkte zugeordnet werden und Aufnahmepunkt 8 liegt im Übergangsbereich zwischen zwei Naturräumen. Zudem unterscheiden sich die Gewässer auch innerhalb der Naturräume sehr deutlich und damit auch die Fließgewässertypen. Aus diesem Grund werden die zur Charakterisierung geeignete Daten hier in Tabelle 1 gesondert aufgelistet. Zu bedenken ist dabei, daß stark befestigte Fließgewässer (besonders bei Aufnahmepunkt 9) nicht mehr unbedingt eine Abhängigkeit vom Grundgestein erkennen lassen und die Niederschläge gegenüber der Grundwasserzufuhr (z.B. Punkt 10) zurücktreten können.

Tabelle 1: Klimatische und geologische Daten

Probestelle	Jahres-Ø-Temperatur Wärmestufe übliche Nutzungsart	Geologie: Grundgestein (Sediment/Geschiebe)	Jahresnieder schläge
1/2	<6°C sehr kalt Bergwald	Buntsandstein (Buntsandstein)	1600mm
3/4	6.5 - 7°C kalt Futterbau	Gneis (Gneis, Buntsandstein)	1400mm
5	7.5 - 8.5°C mäßig kühl Wintergetreide	Gneis (Gneis, Buntsandstein)	1400mm
6	8.5 - 9°C warm Obstbau	Rotliegendes (Gneis, Buntsandstein)	1000mm

7/8	>9°C sehr warm Weinbau	Rheinschotter/ Talschotter	800mm
9	>9°C	[Rheinschotter]	750mm
10	8.5 - 9°C	Rheinschotter	750mm

Durch diese sehr unterschiedlichen Voraussetzungen ändert sich unter natürlichen Bedingungen das Artenspektrum, dazu kommen deutliche anthropogene (durch den Menschen entstandene) Einflüsse, die u.a. mit der Besiedelungsdichte und Industrie zusammenhängen. Diese nimmt entlang der Strecke tendenziell zu, wie aus Tabelle 2 hervorgeht:

Tabelle 2: Bevölkerungsdichte der Gemeinden

Strecke	Einwohner/km²	Anmerkung
bis Forbach	100- 150	wenige Siedlungszentren
bis Gaggenau	150- 300	oberer Streckenabschnitt relativ dünnbesiedelt, kurz vor Gaggenau Industrieansiedlung zunehmend
bis Rastatt	300-1000	dicht besiedelter Talgrund, papierverarbeitende Industrie
um Dürmersheim	300-1000	ehemalige Bauerndörfer, Wohnstädte im Einzugsgebiet der Großstadt Karlsruhe
um Karlsruhe	über 1000	Großstadt
nördlich Karlsruhe	300-1000	dünner besiedelt v. a. in Flußnähe, dort aber großer Ölhafen und Raffinerien.

3. Methodik

a) Aufnahmemethodik

Jede Probestelle untersuchten jeweils fünf der sieben Teilnehmer des limnologischen Seminares. Die anderen zwei befassten sich mit der Fotodokumentation, der Protokollierung der Fundergebnisse und dem Ausfüllen von Feldprotokollen zur Gewässerstruktur. Wir siebten an überhängenden Pflanzen und im Schlamm bzw. Sand des Gewässergrundes und untersuchten Steinunterseiten auf der Suche nach Saprobien ("Fäulnisbewohner"). Wenn möglich wurde versucht, das Gewässer von beiden Ufern bis zur Bachmitte hin zu untersuchen.

b) Materialien

Wir benutzten einige verschiedene Küchensiebe zur Untersuchung des sandigen bzw. schlammigen Gewässersubstrates. Dabei hat sich im Laufe des Seminars ein (Küchen-) Sieb mit einem Durchmesser von mindestens 18cm und einer Maschengröße von einem Millimeter und mit leicht aufmontierbaren Stiel (Eigenkonstruk-

tion) von etwa 1.20m Länge zur Untersuchung von größeren Wassertiefen am besten bewährt. Dazu waren Rohrstiefel unbedingt vonnöten, da wir in gewöhnlichen Gummistiefeln sehr schnell nasse Füße bekamen. Ebenfalls haben sich Sichtkästen (HEITZ & BAUMGÄRTNER, 1990) insbesondere bei der Süßwassermolluskensuche als sinnvoll erwiesen, da sie jegliche Lichtbrechungen und -spiegelungen an der Wasseroberfläche unterbinden. Schnappdeckelgläschen und flache, weiße Schalen waren zur Unterbringung der gefangenen Tiere ebenso wichtig wie immer vorhandenes Papier und Stifte, um die Ergebnisse gleich vor Ort festzuhalten. Die mitgenommenen Pinzetten wären besser durch Federstahlpinzetten ersetzt worden. Zur Bestimmung kamen wir mit Lupen mit etwa 10-facher Vergrößerung aus. Zum Nachbestimmen einzelner Arten war jedoch das mitgeführte Binokular sehr nützlich. Wir bestimmten hauptsächlich mit NAGEL, P. (1985), ILLIES, J. (1955) und ENGELHARDT, W. (1985).

c) Auswertungsmethodik

Ein Ziel des Seminars war der Vergleich verschiedener Auswertungsmethoden zur Feststellung der Gewässergüteklasse.
Es wurden folgende drei Verfahren verglichen:

- I) DIN (Deutsche-Industrie-Norm) 38410 zur Ermittlung des Saprobienindex
- II) MEYER, D.: Makroskopisch-biologische Feldmethoden zur Wassergütebeurteilung von Fließgewässern
- II) Richtlinie für die Ermittlung der Gewässergüteklasse von Nordrhein-Westfalen (NRW)

I) Die Bestimmung der Gewässergüte nach der DIN 38410, Teil 2 standardisiert bundesweit die Gütebeurteilung anhand von Saprobien und ist in allen Bundesländern anerkannt. Ebenfalls standardisiert und bundesweit anerkannt ist die Einteilung der Saprobienindexe nach Güteklassen gemäß LAWA (1985), welche bei allen drei Auswertungsmethoden angewandt wurde:

Saprobienindex	Güteklasse	
1.0 - <1.5	I	unbelastet - sehr gering belastet
1.5 - <1.8	I - II	gering belastet
1.8 - <2.3	II	mäßig belastet
2.3 - <2.7	II - III	kritisch belastet
2.7 - <3.2	III	stark verschmutzt
3.2 - <3.5	III - IV	sehr stark verschmutzt
3.5 - 4.0	IV	übermäßig stark verschmutzt

Der Saprobienindex nach der DIN errechnet sich aus

$$S = \frac{\sum_{i-1}^{n} S_i \times A_i \times G_i}{\sum_{i-1}^{n} A_i \times G_i}$$

mit

$\sum_{i-1}^{n}$ = Summe für i von 1 bis n

S = Saprobienindex

i = i-tes Taxon

n = Anzahl der Taxa, die in die Rechnung eingehen

S_i = Saprobienindex des i-ten Taxons

G_i = Indekationsgewich des i-ten Taxons

A_i = Abundanz- (Häufigkeits-) Klasse des i-ten Taxons

Die Abundanzklasse wird bei allen drei Auswertungsmethoden auf die gleiche Weise festgelegt:

Abundanzklasse A_i	absolute Individuenzahl (Häufigkeit)	
1	Einzelfund	(1 Tier)
2	wenig	(3 - 10 Tiere)
3	wenig - mittel	(11 - 30 Tiere)
4	mittel	(31 - 60 Tiere)
5	mittel - viel	(61 - 100 Tiere)
6	viel	(101 - 150 Tiere)
7	massenhaft	(über 150 Tiere)

Allerdings gilt der errechnete Saprobienindex nach der DIN nur als ausreichend abgesichert, wenn die Summe der Abundanzklassen der eingerechneten Arten der Probestelle größer oder gleich 15 ist ($\sum_{i-1}^{n} A_i \geq 15$) und das Streuungsmaß SM < 0.2 ist. Sind diese beiden Bedingungen nicht erfüllt, genügt der Saprobienindex nicht mehr den Genauigkeitsanforderungen der DIN.
Das Streungsmaß errechnet sich aus

$$SM = \pm \sqrt{\frac{\sum_{i-1}^{n} (S_i - S)^2 \times A_i \times G_i}{(n-1) \times \sum_{i-1}^{n} A_i \times G_i}}$$

Die Ergebnisse von S und SM werden auf zwei Nachkommastellen gerundet.

II) Dagegen verlangt MEYER zur Bestimmung des Saprobienindex weder die Berücksichtigung des Indekationsgewichtes G_i noch die Berechnung des Streuungsmaßes SM:

Typologische Kategorien

allgemeine regionale Gruppen

allgemeine geochemische Gruppen

höhenzonale Subtypen

morphologische Subtypen (ggf. z.B. bei Gebirgsbächen: geschiebereiche, -arme Bäche)

geochemisch-regionale Subtypen

geochemisch-höhenzonale Subtypen

Typenreihen

H	M	F

s
c

H_h	H_l	M_h	M_l	F_h	F_l

$_sH$	$_sM$	$_sF$
$_cH$	$_cM$	$_cF$

$_sH_h$	$_sH_l$	$_sM_h$	$_sM_l$	$_sF_h$	$_sF_l$
$_cH_h$	$_cH_l$	$_cM_h$	$_cM_l$	$_cF_h$	$_cF_l$

Typologische Kriterien

<u>Orohydrographie und Klima der Bachgebiete</u>

Abflußspende, Abflußdynamik, Bachdichte

Abflußregime

Höhe und Amplitude der Wassertemperatur

Talgefälle, Bachgefälle, Fließgeschwindigkeit

Struktur des Bachbetts und der Sedimente

Geschiebeführung

natürliche Laufentwicklung

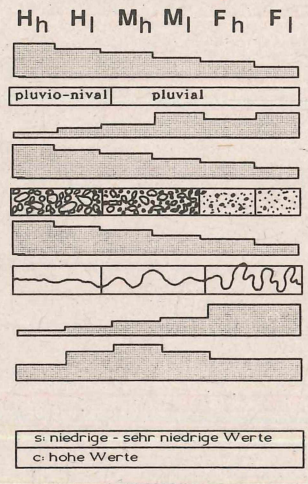
aquatische Makrophyten

Makrozoobenthon

<u>Geologischer Gesteinsaufbau der Bachgebiete</u>

Wasserhärte, elektrische Leitfähigkeit, pH

Das natürliche Formenspektrum der Bäche



H Gebirgsbäche

M Bergbäche

F Flachlandbäche

s Silikat - Bäche

c Karbonat - Bäche

H_h Hochgebirgsbäche

H_l subalpine/hochmontane Gebirgsbäche

M_h montane Bergbäche

M_l submontane/colline Bergbäche

F_h Hochlandbäche

F_l Tieflandbäche

$_sH_h$ Silikat - Hochgebirgsbach

$_cH_h$ Karbonat - Hochgebirgsbach

$_sH_l$ subalp./hochmont. Silikat - Gebirgsbach

$_cH_l$ subalp./hochmont. Karbonat - Gebirgsb.

$_sM_h$ montane Silikat - Bergbäche

usw.

Tabelle 3: Das Bachtypensystem: Typologische Kategorien und Kriterien; Grund-, Sub- und Sondertypen
nach OTTO & BRAUKMANN (1983), verändert

$$S = \frac{\sum_{i=1}^{n} S_i \times A_i}{\sum_{i=1}^{n} A_i}$$

Jedoch wurde in der Auswertung unserer Ergebnisse nach MEYER trotzdem das SM nach der DIN bestimmt (mit Gi = 1), da wir uns von dem Vergleich der Streuungsmaße SM interessante Resultate erhofften.

III) Als dritte Auswertungsmethode zogen wir die "Richtlinie für die Ermittlung der Gewässergüteklasse von Fließgewässern in NRW" (1982) hinzu. Hier wird der Saprobienindex genau wie nach der DIN berechnet (siehe oben). Es wird zwar kein SM ermittelt, aber die Richtlinie überläßt es dafür dem Ermessen des Untersuchenden, ob durch die schematische Anwendung des Saprobienindex, z.B durch besonders ungünstige Standortverhältnisse oder zu geringer Artenzahl, das Resultat zur Beurteilung der Güteverhältnisse verwendet werden darf.

IV) Abschließend versuchten wir eine Charakterisierung aller Probestellen in die Bachtypologie von BRAUCKMANN (1984). Dabei war besonders interessant, ob unsere Artenzahlen für eine Charakterisierung ausreichten und ob diese Einteilung überhaupt an Bachunterläufen möglich ist. BRAUKMANN unterscheidet zwei allgemeine geochemische Grundtypen, nämlich Silikat-Bäche (Substrat z.B.: Granit, Gneis, Tonschiefer, Sandstein und Grauwacke) und Karbonat-Bäche (Substrat z.B.: Kalk, Mergel und Dolomit). Die zwei geochemischen Grundtypen werden jeweils in sechs geochemisch-höhenzonale Subtypen untergliedert, d.h. BRAUKMANN unterscheidet 12 Bachtypen (siehe Tabelle 3).

4. Ergebnisse

Im folgendem werden die Ergebnisse der einzelnen Probestellen aufgelistet. Dabei wird jeweils kurz die Probestelle charakterisiert

(Datum/Wetter;
Höhenmeter/Flußkilometer;
Breite und Tiefe;
Strömungsverhältnisse und Wasserführung;
Wasserbeschaffenheit: Trübung, Färbung, Geruch, Schaumbildung;
Beschaffenheit des Bachbettes; Grundgestein;
Uferbefestigung;
Beschattung;
Pflanzen im Bach)

und die von uns gefundenen Tiere mit ihrer Häufigkeit, ihren Saprobienindexen und Indekationsgewichten aufgelistet. (Es bedeuten :

A: Abundanzklasse
DS: Saprobienindex nach DIN

DG: Indekationsgewicht nach DIN
MS: Saprobienindex nach MEYER
NS: Saprobienindex nach der NRW-Richtlinie
NG: Indekationsgewicht nach der NRW-Richtlinie).

Anschließend sind noch die Summen der Abundanzklassen, die in die jeweilige Rechnung zur Ermittlung des Saprobienindex eingegangen sind, die errechneten Saprobienindizes und Streuungsmaße angegeben. Die Güteklasse wurde nach dem Saprobienindex, der nach der DIN ermittelt wurde, festgelegt. Falls die Summe der Abundanzen oder das Streuungsmaß nicht die geforderten Bedingungen erfüllten, ist die Güteklasse eingeklammert.

1. Rotwasser bei Freudenstadt

10.4.1992 keine Bewölkung, keine Niederschläge
810m NN 76km bis zur Murgmündung
<1m breit; 0.1 - 0.3m tief
turbulente Strömung bei normaler Wasserführung
klares Wasser mit auffallend roter Färbung ohne Geruch
schwache Schaumbildung (Gesteinsmehl)
Bachbett mit grobem Geröll und etwas Kies; Buntsandstein
schwach beschattet
Moose (Scapania undulata) und Fadenalgen

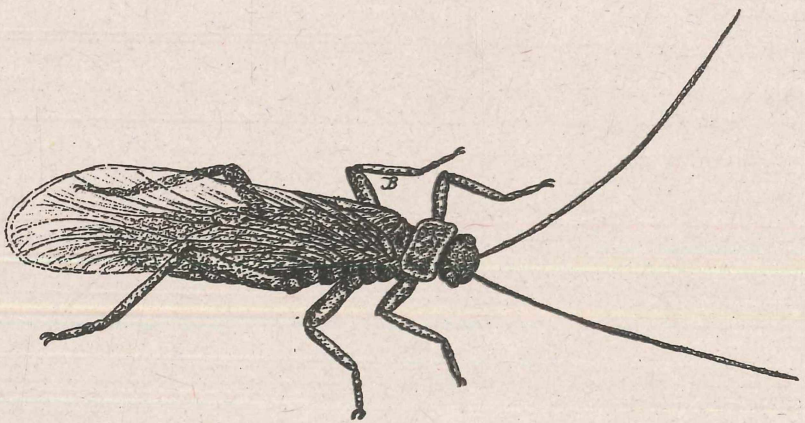


Abbildung 2: Imago einer Steinfliege (Gattung Nemoura)

	A	DS	DG	MS	NS	NG
Steinfliegen (Plecoptera):						
Brachyptera risi	4	1.2	8	1.4	-	-
Leuctra major	1	-	-	1.5	-	-
Nemurella picteti	1	-	-	-	1.0	5
Käfer (Coleoptera):						
Platambus maculatus (Schwimmkäfer)	2	2.3	8	-	-	-
Köcherfliegen (Trichoptera) :						
Trichoptera gen. spec.	3	-	-	1.5	-	-
Kriebelmücken (Simuliidae) :						
Prosimulium hirtipes	6	1.5	4	-	-	-

	DIN	Meyer	NRW
Summe der Abundanzklassen:	12	8	1
Saprobienindex:	1.54	1.45	1.00
Streuungsmaß:	±0.30	±0.04	±0.00

Güteklasse: (I) sehr gering belastet

Da wir von dem euryöken Käfer Platambus maculatus nur die Imagines und keine Larven gefunden haben, haben wir die Güteklasse um eine halbe Stufe besser angesetzt.

2. Forbach oberhalb der Rotwassermündung

10.4.1992 keine Bewölkung, keine Niederschläge
780m NN 74km bis zur Murgmündung
2 - 5m breit; 0.3 - 0.5m tief
turbulente Strömung bei normaler Wasserführung
klares Wasser ohne Färbung, Geruch und Schaumbildung
Bachbett mit Fels, grobem Geröll, Kies und Sand; Buntsandstein
stark beschattet
Moose vorhanden

	A	DS	DG	MS	NS	NG
Strudelwürmer (Turbellaria-Tricladida):						
Polycelis felina	1	1.1	16	-	-	-
Steinfliegen (Plecoptera):						
Brachyptera risi	3	1.2	8	1.4	-	-
Leuctra major	2	-	-	1.5	-	-
Nemurella picteti	4	-	-	-	1.0	5
Perlodes microcephala	2	1.3	8	1.5	1.0	4
Käfer (Coleoptera) :						
Coleoptera gen. sp.	3	-	-	-	-	-
Köcherfliegen (Trichoptera):						
Rhyacophila sp.	2	2.0	4	1.4	-	-
Trichoptera gen. sp. 1	3	-	-	-	-	-
Trichoptera gen. sp. 2	3	-	-	-	-	-
Trichoptera gen. sp. 3	2	-	-	-	-	-
Zuckmückenlarven (Chironomidae):						
Chironomidae gen. sp.	3	-	-	-	-	-
Ruderwanzen (Corixidae):						
Corixidae gen. sp.	3	-	-	-	-	-
Wassermilben (Hydracarina):						
Hydracarina gen. sp.	2	-	-	-	-	-

	DIN	Meyer	NRW
Summe der Abundanzklassen:	8	9	6
Saprobienindex:	1.30	1.44	1.00
Streuungsmaß:	±0.16	±0.03	±0.00

Güteklasse: (I) sehr gering belastet

3. Tonbach bei Baiersbronn, 1km oberhalb der Mündung in die Murg

11.4.1992 keine Bewölkung, keine Niederschläge
540m NN 56km bis zur Murgmündung
2 - 5m breit; 0.3 - 0.5m tief
fließend mit Turbulenzen bei normaler Wasserführung
klares Wasser ohne Färbung, Geruch und Schaumbildung
Bachbett mit Fels, grobem Geröll, Kies, Sand und Baumwurzeln; Gneis
mittel beschattet
Moose vorhanden

	A	DS	DG	MS	NS	NG
Schnecken (Gastropoda):						
Ancylus fluviatilis (Flußnapfschnecke)	1	2.0	4	1.8	1.7	2
Muscheln (Bivalvia):						
Pisidium sp. (Erbsenmuschel)	1	-	-	-	-	-
Krebstiere (Crustaceae):						
Gammarus fossarum (Bachflohkrebs)	2	1.6	8	1.6	-	-
Steinfliegenlarven (Plecoptera):						
Amphinemura borealis	2	1.4	8	-	-	-
Brachyptera risi	3	1.2	8	1.4	-	-
Capnia sp.	1	-	-	-	-	-
Leuctra major	2	-	-	1.5	-	-
Käfer (Coleoptera):						
Berosus sp.	1	-	-	-	-	-
Elmis maugetii (Hakenkäfer)	1	1.5	8	-	-	-
Köcherfliegen (Trichoptera):						
Limniphilidae gen. sp.	1	-	-	1.5	-	-
Polycentropus sp.	1	2.0	8	-	-	-
Rhyacophila sp.	1	2.0	4	1.4	-	-
Trichoptera gen. sp.	1	-	-	-	-	-
Kriebelmückenlarven (Simuliidae):						
Simuliidae gen. sp.	3	-	-	-	-	-
Zuckmückenlarven (Chironomidae):						
Chironomidae gen. sp.	3	-	-	-	-	-

	DIN	Meyer	NRW
Summe der Abundanzklassen:	11	10	1
Saprobienindex:	1.51	1.51	1.70
Streuungsmaß:	±0.12	±0.06	±0.00

Güteklasse: (I - II) gering belastet

4. Tonbachzufluß (Wiesenentwässerungsgraben)

11.4.1992 keine Bewölkung, keine Niederschläge
540m NN 56km bis zur Murgmündung
<1m breit; <0.1m tief
ruhig fließend bei normaler Wasserführung
klares Wasser ohne Färbung, Geruch und Schaumbildung
Bachbett mit Kies, Sand, Schlamm und Gras; Gneis
nicht beschattet

	A	DS	DG	MS	NS	NG
Egel (Hirudinea):						
Haemopis sanguisuga (Pferdeegel)	1	-	-	-	1.7	4
Steinfliegenlarven (Plecoptera):						
Amphinemura borealis	1	1.4	8	-	-	-
Brachyptera risi	3	1.2	8	1.4	-	-
Köcherfliegen (Trichoptera):						
Trichoptera gen. sp.	1	-	-	-	-	-
Kriebelmückenlarven (Simuliidae):						
Simuliidae gen. sp.	3	-	-	-	-	-
Zuckmückenlarven (Chironomidae):						
Chironomidae gen. sp.	3	-	-	-	-	-

	DIN	Meyer	NRW
Summe der Abundanzklassen:	4	3	1
Saprobienindex:	1.30	1.40	1.70
Streuungsmaß:	±0.01	±0.00	±0.00

Güteklasse: (I) sehr gering belastet

5. Murg bei Hutzenbach

11.4.1992 keine Bewölkung, keine Niederschläge
470m NN 48km bis zur Murgmündung
10 - 20m breit; 0.5 - 1m tief
fließend mit Turbulenzen bei normaler Wasserführung
klares Wasser ohne Färbung, Geruch und Schaumbildung
Bachbett mit grobem Geröll und Kies; Gneis
linkes Ufer mit Steinschüttung
nicht beschattet

	A	DS	DG	MS	NS	NG
Schnecken (Gastropoda):						
Ancylus fluviatilis (Flußnapfschn.)	2	2.0	4	1.8	1.7	2
Eintagsfliegenlarven (Ephemeroptera):						
Baetis rhodani	3	2.3	8	2.0	-	-
Epeorus sylvicola	2	1.4	8	1.6	-	-
Steinfliegenlarven (Plecoptera):						
Amphinemura borealis	1	1.4	8	-	-	-
(Brachyptera risi cf.	2	-	-	-	-	-)
Capnia sp.	3	-	-	-	-	-
Leuctra major	3	-	-	1.5	-	-
Nemura cinerea	1	-	-	1.5	-	-
Köcherfliegenlarven (Trichoptera):						
Goeridae gen. sp.	2	-	-	-	-	-
Hydropsyche sp.	2	-	-	2.0	2.0	2
Rhyacophyla sp.	2	2.0	4	1.4	-	-

Zuckmückenlarven (Chironomidae):						
Chironomidae gen. sp. 1 (groß)	2	-	-	-	-	-
Chironomidae gen. sp. 2 (klein)	7	-	-	-	-	-
Kriebelmückenlarven (Simuliidae):						
Simuliidae gen. sp.	2	-	-	-	-	-
Stoßwasserläufer (Veliidae):						
Velia caprai (Stoßwasserläufer)	1	-	-	-	-	-

	DIN	Meyer	NRW
Summe der Abundanzklassen:	10	15	4
Saprobienindex:	1.89	1.71	1.85
Streuungsmaß:	±0.20	±0.10	±0.15

Güteklasse: (II) mäßig belastet

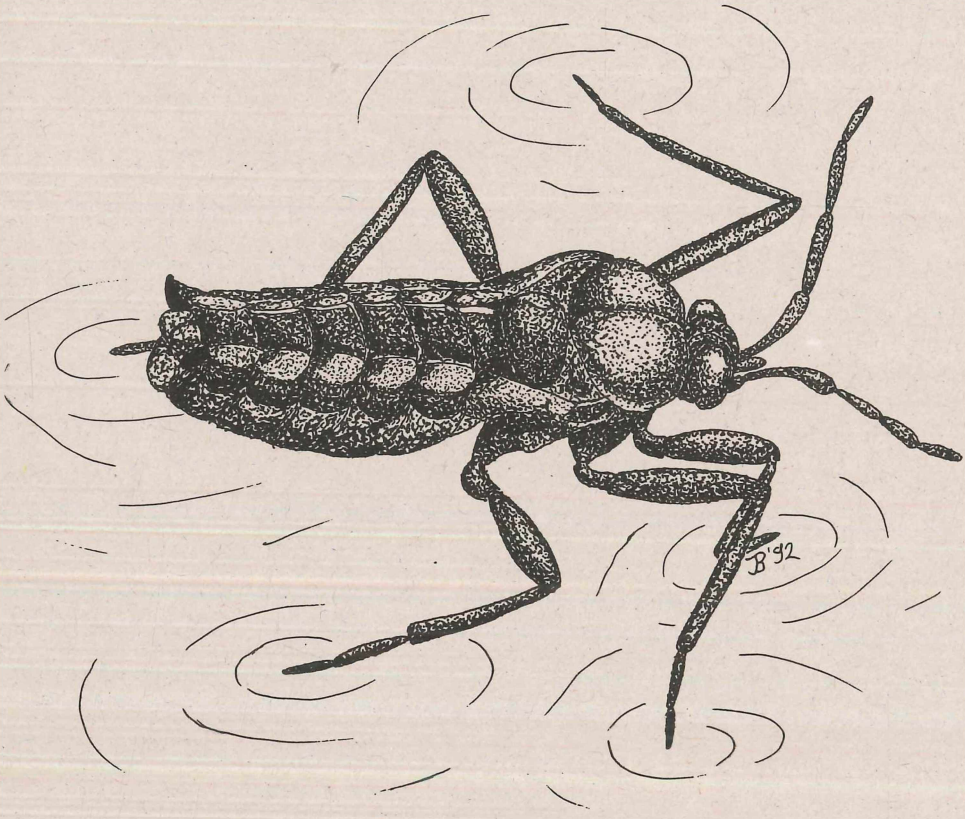


Abbildung 3: Stoßwasserläufer (Velia caprai)

6. Murg bei Gaggenau

12.4.1992 keine Bewölkung, keine Niederschläge
140m NN 18km bis zur Murgmündung
10 - 20m breit; >1m tief
ruhig fließend bei normaler Wasserführung
schwach getrübtes Wasser mit muffigem Geruch ohne Färbung und Schaumbildung
Bachbett mit Kies, Sand und Schlamm; Rotliegendes
Ufer mit Steinschüttung/Steinstickung
nicht beschattet

	A	DS	DG	MS	NS	NG
Strudelwürmer (Turbellaria-Tricladida):						
Planaria torva	1	2.3	4	2.2	2.1	2
Schnecken (Gastropoda):						
Ancylus fluviatilis (Flußnapfschn.)	1	2.0	4	1.8	1.7	2
Bithynia tentaculata (alte Schale)	1	-	-	-	-	-
(Langfühlerige Schnautzenschnecke)						
Muscheln (Bivalvia):						
Pisidium sp. (Erbsenmuschel)	1	-	-	-	-	-
Wenigborster (Oligochaeta):						
Oligochaeta gen. sp.	2	-	-	-	-	-
Tubificidae gen. sp.	7	(3.5	4)*1	3.8	3.8	4
(Schlammröhrenwurm)						
Egel (Hirudinea):						
Erpobdella octoculata (Rollegel)	1	2.7	4	3.0	3.0	2
Krebstiere (Crustacea):						
Asellus aquaticus (Wasserassel)	2	2.7	4	3.0	2.8	4
Gammarus roeseli (Bachflohkrebs)	1	2.0	4	2.3	2.3	3
Eintagsfliegenlarven (Ephemeroptera):						
Baetis rhodani	4	2.3	8	2.0	-	-
Ephemera danica	1	1.8	8	1.7	-	-
Zuckmückenlarven (Chironomidae):						
Chironomus sp. (rot)	7	3.3*2	4	-	3.6	4
Chironomidae gen. sp. (grau)	7	-	-	-	-	-
Kriebelmückenlarven (Simuliidae):						
Simuliidae gen. sp.	3	-	-	-	-	-

	DIN	Meyer	NRW
Summe der Abundanzklassen:	25	18	20
Saprobienindex:	2.80	2.87	3.43
Streuungsmaß:	±0.21	±0.31	±0.22

Güteklasse: (III) stark verschmutzt

7. Murg bei Steinmauern (nordwestlich von Rastatt)

12.4.1992 keine Bewölkung, keine Niederschläge
116m NN 4km bis zur Murgmündung
10 - 20m breit; >1m tief
ruhig fließend bei normaler Wasserführung
mittel getrübtes Wasser mit muffig - tangigem Geruch, grauer Färbung und ohne Schaumbildung
Bachbett mit Steinpflaster; Rheinschotter

Ufer gepflastert
nicht beschattet
hereinhängende Uferpflanzen

	A	DS	DG	MS	NS	NG
Wenigborster (Oligochaeta):						
Oligochaeta gen. sp.	1	-	-	-	-	-
Tubificidae gen. sp. (Schlammröhrenwurm)	4	(3.5	4)*1	3.8	3.8	4
Eintagsfliegen (Ephemeroptera):						
Baetis rhodani	3	2.3	8	2.0	-	-
Zuckmückenlarven (Chironomidae):						
Chironimus sp. (rot)	4	3.3*2	4	-	3.6	4
Chironomidae gen. sp. (grau)	4	-	-	-	-	-
Wasserläufer (Gerridae):						
Gerris sp.	2	-	-	-	-	-

	DIN	Meyer	NRW
Summe der Abundanzklassen:	11	7	8
Saprobienindex:	2.93	3.03	3.70
Streuungsmaß:	±0.39	±0.90	±0.10

Güteklasse: (III) stark verschmutzt

8. Federbach bei Würmersheim (bei Dürmersheim)

12.4.1992 keine Bewölkung, keine Niederschläge
109m NN
1 - 2m breit; 0.5 - 1m tief
ruhig fließend bei normaler Wasserführung; klares Wasser, nach Schwefelwassertstoff riechend, ohne Färbung und Schaumbildung
Bachbett mit Schlamm (>50%), Holz, Fallaub, Wurzeln und Pflanzen (u.a. Wasserlöffel und Wasserschwaden); Rheinschotter
mittlere Beschattung

	A	DS	DG	MS	NS	NG
Wenigborster (Oligochaeta):						
Oligochaeta gen. sp.	1	-	-	-	-	-
Schnecken (Gastropoda):						
Bathyomphalus contortus (Riementeller)	2	2.2	4	-	-	-
Bithynia tentaculata (Langfühlerige Schnautzenschnecke)	2	2.3	8	2.3	2.0	2
Planorbis planorbis (Tellerschn.)	2	-	-	-	-	-
Krebstiere (Crustacea):						
Asellus aquaticus (Wasserassel)	3	2.7	4	3.0	2.8	4
Daphnia longispinna (Langdorn-Wasserfloh)	-	-	-	-	-	-
Käfer (Coleoptera):						
Hydroporus sp.	2	-	-	-	-	-
Hyphydrus ovatus	2	-	-	-	-	-
Berosus	1	-	-	-	-	-
Skorpionswanzen (Nepidae):						
Nepa sceneria (Wasserskorpion)	1	-	-	-	-	-

	DIN	Meyer	NRW
Summe der Abundanzklassen:	7	5	5
Saprobienindex:	2.41	2.72	2.60
Streuungsmaß:	±0.15	±0.34	±0.35

Güteklasse: (II - III) kritisch belastet

9. Kläranlagenausfluß Karlsruhe-Neureut

13.4.1992 keine Bewölkung, keine Niederschläge
104m NN
2 - 5m breit; 0.5 - 1m tief
ruhig fließend bei normaler Wasserführung
stark getrübtes Wasser mit braun - schwarzer Färbung und Abwassergeruch
Betoneinfassung; Rheinschotter
nicht beschattet
Fadenalgen

	A	DS	DG	MS	NS	NG
Wenigborster (Oligochaeta):						
Tubificidae gen. sp. (Schlammröhrenwurm)	2	(3.5	4)*1	3.8	3.8	4
Krebstiere (Crustacea)						
Asellus aquaticus (Wasserassel)	1	2.7	4	3.0	2.8	4
Zuckmückenlarven (Chironomidae):						
Chironomus gen. sp. (rot)	1	3.3*2	4	-	3.6	4
Chironomidae gen. sp. (grau)	1	-	-	-	-	-

	DIN	Meyer	NRW
Summe der Abundanzklassen:	4	3	4
Saprobienindex:	3.25	3.53	3.50
Streuungsmaß:	±0.23	±0.38	±0.29

Güteklasse: (III - IV) sehr stark verschmutzt

10. Ausfluß des Altrheinarms "Kleiner Bodensee" (nordwestlich Karlsruhe)

13.4.1992 keine Bewölkung, keine Niederschläge
103m NN
5 - 10m breit; >1m tief
ruhig fließend bei normaler Wasserführung
mittel getrübtes Wasser mit brauner Färbung und algig - modrigem Geruch ohne Schaumbildung, aber mit dicker Rußschicht an Aufstauungen
Flußbett mit Kies, Schlamm und Lehm; Rheinschotter
mittel beschattet
Wassernuß (Trapa natans)

	A	DS	DG	MS	NS	NG
Strudelwürmer (Turbellaria-Tricladida):						
Planaria torva	1	2.3	4	2.2	2.1	2
Schnecken (Gastropoda):						
Bithynia tentaculata (Langfühlerige Schnautzenschnecke)	3	2.3	8	2.3	2.0	2
Lymnaea stagnalis (Spitzschlammschnecke)	1	-	-	1.9	1.9	3
Planorbis planorbis (Gemeine Tellerschnecke)	2	-	-	-	-	-
Physella acuta (Spitze Blasenschnecke)	2	2.8	4	3.6	3.0	2
Radix ovata (Eiförmige Schlammschnecke)	2	2.3	4	2.5	2.0	2
Ferrissia wautieri (Flache Mützenschnecke)	1	-	-	-	-	-
Stagnicola palustris (Gemeine Sumpfschnecke)	2	-	-	-	-	-
Valvata piscinalis (Gemeine Federkiemenschnecke)	2	2.1	8	-	-	-
Wenigborster (Oligochaeta):						
Oligochaeta gen. sp.	2	-	-	-	-	-
Egel (Hirudinea):						
Erpobdella octoculata (Rollegel)	1	2.7	4	3.0	3.0	2
Krebstiere (Crustracea):						
Asellus aquaticus (Wasserassel)	2	2.7	4	3.0	2.8	4
Gammarus tigrinus (Bachflohkrebs)	2	2.4	4	-	-	-
Eintagsfliegen (Ephemeroptera):						
Baetidae gen. sp.	2	-	-	2.0	-	-
Käfer (Coleoptera):						
Hydroporus sp. (Zwergschwimmer)	3	-	-	-	-	-
Zuckmückenlarven (Chironomidae):						
Chironomus sp. (rot)	1	3.3*2	4	-	3.6	4
Wasserläufer (Gerridae):						
Gerris sp.	3	-	-	-	-	-
Ruderwanzen (Corixidae):						
Corixidae gen. sp.	7	-	-	-	-	-

	DIN	Meyer	NRW
Summe der Abundanzklassen:	16	14	13
Sabrobienindex:	2.42	2.59	2.57
Streuungsmaß :	±0.11	±0.21	±0.22

Güteklasse: II - III kritisch belastet

*1 : NAGEL gibt nur für die Gattung Tubifex diese Werte an

*2 : Da wir nicht zwischen den Chironomus - Gruppen C. plumosus (Saprobienindex 3.4) und C. thummi (Saprobienindex 3.2) unterschieden haben, ist hier der Mittelwert angegeben.

5. Methodendiskussion

Die an den Aufnahmepunkten gewonnenen Daten wurden zur Ermittlung des Saprobienindex nach drei verschiedenen Verfahren ausgewertet. Die Zuordnung zu Güteklassen entsprechend den Kriterien der Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA-1986) führt je nach Methode zu teilweise deutlich voneinander abweichenden Ergebnissen. Die Unterschiede der errechneten Saprobienindizes liegen bei der DIN und der Methode nach MEYER zwischen 0 und 0.28 Einheiten. Zwischen den Werten der DIN und derjenigen, die nach der "Richtlinie zur Ermittlung des Saprobienindex im Land NRW" berechnet wurden, entstehen Differenzbeträge von bis zu 0.77 Einheiten.

Diese Spektrum stellt auf der von 1.0 bis 4.0 reichenden Saprobieskala eine kaum tolerierbare Fehlerspanne dar. Insbesondere in schwach belasteten Gewässern, in denen bereits geringe Änderungen der Saprobie u.U. wesentliche Veränderungen des Artenspektrums anzeigen, ist ein Fehler von 8.62% (NRW: 26,3%!) als zu groß anzusehen. Die Unterschiede in den Indizes lassen sich durch zwei Gruppen von Fehlerquellen erklären:

- Fehler, die bereits in den Methoden angelegt sind:
  a) Unterschiedliche Auffassungen hinsichtlich der Höhe der den verschiedenen Arten zugeordneten Saprobienindizes
  b) Unterschiedliche Gewichtung einzelner Arten bei der Berechnung
  c) Art bzw. Fehlen definierter Genauigkeitsanforderungen an die Bestimmung, die Mindestzahl der für die Berechnung aufzusammelnden Individuen und der maximalen Streuung der Saprobienwerte.

- Fehler, die durch die Untersucher entstanden:
  a) Fehlerhafte oder nicht bis zur Art erfolgte Bestimmung
  b) Zu unvollständige Erfassung des tatsächlichen Artenspektrums und der Mengenverhältnisse der Arten zueinander als Folge zu ungenauen und/oder zu kurzen Suchens
  c) Übersehen unauffälliger und kleiner Arten

Im folgendem soll die Bedeutung der verschiedenen Fehlerquellen für jede Methode einzeln aufgezeigt werden. Unter Einbeziehung des Zeit- und Hilfsmittelaufwandes (z.B.: Binokular) wird schließlich die Tauglichkeit der Methoden für die ehrenamtliche Gewässerschutzpraxis diskutiert.

A: Richtlinie zur Ermittlung des Saprobienindex in NRW

Vorbemerkung: Diese Verfahren wurde in NRW mittlerweile von der DIN abgelöst. Es dient hier lediglich als Beispiel dafür, auf welcher Basis noch bis vor kurzem die amtlichen Gewässergütekartierungen z.T. durchgeführt wurden.

Die nach diesem Verfahren ermittelten Werte zeigen erheblich weniger Ähnlichkeit mit den Werten der beiden anderen Methoden als jene untereinander. Mit bis zu 26.3% (!) Abweichung zur DIN (mehr als eine Güteklasse) werden z.T. höchst zweifelhafte Ergebnisse erzielt. Die wichtigsten Ursachen liegen in der Auswahl der Indikatorarten begründet. Saprobienindizes werden in der Regel nur für Arten angegeben. Da in der Liste der verwendeten Indikatorarten aber nur vergleichsweise wenig Taxone (= systematische Einheiten) aufgeführt sind, findet ein Großteil der in den Aufsammlungen enthaltenen Tiere keine Berücksichtigung bei der Berechnung des Saprobienindex. Die statistische Grundlage ist daher meist äußerst dünn. Andererseits ist der Arbeitsaufwand - da beinahe stets bis zur Art bestimmt werden muß - sehr hoch.
Die Zuordnung der Saprobienwerte für die Einzeltaxone ist bei fast jedem Autor etwas anders, da aber meist gleichmäßig Arten nach oben bzw. unten korrigiert werden, ändert sich aufgrund der Vielzahl der in die Berechnung eingehenden Arten die Güteklasseneinteilung nur wenig. Da aber an den 10 Aufnahmepunkten von 4 - 18 Taxonen oft nur 1 - 2 verwendet werden konnten, weil der Rest nicht auf der NRW-Liste stand, ma-

chen sich Abweichungen in der Bewertung einzelner Arten hinsichtlich ihres Saprobienwertes deutlich bemerkbar (Beispiel Forbach: Abweichung = 0.30 Einheiten). Von besonderer Bedeutung ist in diesem Zusammenhang, daß die Ausführungsbestimmungen keine definierten Genauigkeitsanforderungen vorgeben. Statt dessen wird die Einschätzung der Glaubwürdigkeit seiner Ergebnisse dem Untersucher überlassen. Dadurch ergeben sich erhebliche Spielräume zur Manipulation. Ältere Angaben zur Gewässergüte aus offiziellen Stellen sind vor diesem Hintergrund zu betrachten.

B: Verfahren nach MEYER

Die Untersuchungsmethode nach MEYER wurde unter besonderer Berücksichtigung der Einsatzmöglichkeit im ehrenamtlichen Naturschutz entwickelt. Aus diesem Grund wurde bei Gruppen, deren Artbestimmung für den Laien nicht oder nur unter großen Schwierigkeiten möglich ist, ein genäherter Saprobienindex für das jeweilige übergeordnete Taxon (Gattung, Familie oder gar Ordnung) angegeben. Hieraus entsteht eine je nach Gewässertyp sich unterschiedlich stark auswirkende Fehlerquelle. Die Abweichungen der Saprobienindizes zu den nach der DIN ermittelten Werten liegen bei unseren Probestellen zwischen 0 und 0.28 Einheiten. Für den Nachweis größerer Schmutzwasser-Einleiter mag dieser Fehler tolerierbar sein, sollen jedoch z.B. bodennutzungsbedingte Veränderungen (z.B. Äcker in der Aue) nachgewiesen werden, so sind die Ergebnisse nach MEYER in der Regel nicht zuverlässig genug.
Obwohl MEYER oft auch übergeordneten systematischen Einheiten Saprobienindizes zuordnet, sind in den meisten Fällen dennoch weniger Tiere als bei der DIN für die Berechnung des Saprobienindex verwertbar gewesen. Ursache hierfür ist zum einen, daß häufige aber schwer bestimmbare Gruppen wie Kriebelmücken (*Simuliidae*) oder Käfer (*Coleoptera*) bei Meyer fehlen oder nur fragmenthaft aufgeführt sind. Ferner fehlen viele seltenere Arten, die lokal durchaus zu höheren Häufigkeitsklassen (Abundanzen) kommen können (z.B. *Amphinemura borealis* im Tonbach). Durch die Vorgabe einer Mindestanzahl von 20 "Siebzugäquivalenten" ist der pro Aufnahmepunkt zu veranschlagende Zeitbedarf relativ konstant. Es dürfte auch bei hoher Artendichte selten mehr als 30 Minuten betragen.

C: DIN

Die DIN verlangt in der Regel eine Bestimmung der Saprobie bis zur Art. Mit Hilfe des als Ergänzung zur DIN gedachten Bestimmungsschlüssels von P.NAGEL (1989) gelang aber selbst Anfängern nach einem Tag Einarbeitung in den meisten Fällen die Artdiagnose selbständig im Feld. Eine gute Lupe mit 10-facher Vergrößerung reichte oft aus. Bei nahezu allen Probestellen tauchten allerdings auch z.T. bestandsbildende Arten auf, die nur unter dem Binokular bestimmt werden konnten. Aus diesem Grund ist unbedingt darauf zu achten, Alkohol zur vorübergehenden Konservierung schwieriger Arten mitzuführen. Dauerbelege werden am besten in den im Anhang zur DIN aufgelisteten Flüssigkeiten aufbewahrt. Da wir unsere Proben in Wasser aufbewahrten, mußten nach zwei Tagen Transport z.T. kaum noch erkennbare Kadaver bestimmt werden.
Schwieriger als die Bestimmung der Tiere erwies sich die Erfüllung der in der DIN vorgegebenen Genauigkeitsanforderung. Um die Fließstrecke der Murg in der zur Verfügung stehenden Zeit zu bewältigen, mußten wir die Aufsammelzeit auf 30 Minuten je Probestelle begrenzen. In dieser Zeit ließ sich oft nicht die erforderliche Häufigkeitsklassensumme von 15 erreichen. Das Streuungsmaß blieb dagegen, zumindest an den Probestellen, an denen die geforderte Häufigkeitsklassensumme fast erreicht wurde, innerhalb oder nur unwesentlich außerhalb der Genauigkeitsanforderung.
Insgesamt ist es nach vorheriger, intensiver Einarbeitung auch dem Anfänger möglich, mit der DIN zu arbeiten. Ein Binokular sollte allerdings zur Verfügung stehen. Die Sammelzeit sollte möglichst auf mindestens eine Stunde je Probestelle ausgedehnt wer-

den. Im Vergleich mit den beiden anderen Verfahren konnten mit der Indikatorenliste der DIN ein im Durchschnitt höherer Prozentsatz von Tierarten aus unseren Aufsammlungen in die Berechnung des Saprobienindex einbezogen werden. Da die DIN in Zukunft bei wohl allen behördlichen Stellen die Grundlage zur Gewässergütebeurteilung darstellen wird und mit anderen Verfahren (z.B. MEYER) ermittelte Werte nur eingeschränkt vergleichbare Ergebnisse liefern (was in der Argumentation vor Behörden von entscheidender Wichtigkeit sein kann), sollte die DIN auch im ehrenamtlichen Bereich häufiger als bisher angewendet werden.

6. Saprobiologische und zoozönologische Bewertung der Probestellen

Soweit möglich wurde an allen Probestellen die Gewässergüteklasse gemäß der Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (1986) bestimmt und eine Zuordnung unserer Aufsammlungen zu den kennzeichnenden Tiergesellschaften der "allgemeinen regionalen Bachtypologie" nach BRAUKMANN (1984) versucht.

1) Rotwasser
Aufgrund der zu geringen Abundanzklassensumme und dem zu hohem Streuungsmaß dürfte das Ergebnis der Saprobienindexberechnung den Anforderungen der DIN zur Folge nicht gewertet werden. Da aber die Abundanzklassensumme nur sehr wenig unter der Genauigkeitsforderung liegt und das Streuungsmaß in erster Linie durch die wenig spezifischen Imagines (Flugfähigkeit (!)) des Schwimmkäfers *Platambus* bedingt wird, erschien die provisorische Einstufung in die Güteklasse I (sehr gering belastet) als gerechtfertigt.
Für die Probestelle charakteristisch sind die an sonnigen Stellen noch entwickelten Bestände des Lebermooses *Scapania undulata*. Die für saubere, kalkfreie Bergbäche charakteristische Art wurde an keiner anderen Probestelle in derart großer Zahl gefunden. Die deutlich dominierenden Arten *Prosimulium hirtipes* (Kriebelmücke) und die Steinfliegen *Leuctra major*, besonders aber *Brachyptera risi*, gelten als typische Begleiter bzw. Charakterarten des Bachtyps der montanen Bergbäche (BRAUKMANN 1984). Auffällig ist die äußerst geringe Artenzahl, wobei Strudelwürmer (*Tricladida*), Eintagsfliegen (*Ephemeroptera*), Krebstiere (*Crustacea*) und Weichtiere (*Mollusca*) vollständig fehlen.
Generell sind naturnahe Bäche in Buntsandsteingebirgen durch ausgeprägte Nährstoffarmut und oft auch völliges Fehlen von Kalk gekennzeichnet. Sowohl Krebstiere als auch beschalte Weichtiere sind auf Kalk im Wasser angewiesen. Nach FRIEDRICH (1990) und BRAUKMANN (1984) deutet das vollständige Fehlen von Strudelwürmern auf einen sehr hohen Versauerungsgrad des Gewässers hin. Dies ist z.T. durch die anmoorigen Böden im Einzugsgebiet bedingt. Inwieweit Säureeinträge aus der Luft die Situation verschärfen kann nur durch weitere biologische Beprobungen und gezielte pH-Wert Messungen vor und während der Schneeschmelze beurteilt werden. Auf jeden Fall ist von einer durch die Bodenchemie bedingten, grundsätzlich höheren Empfindlichkeit der Bäche in dieser Region gegenüber sauren Luftschadstoffen auszugehen.

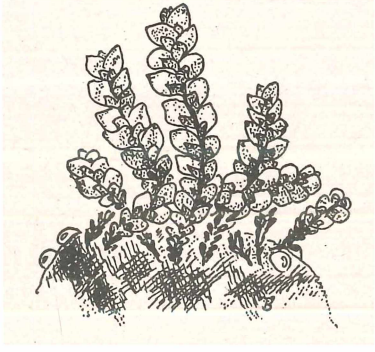


Abbildung 4:
Lebermoos Scapania undulata

2) Forbach
Obwohl die Sammelzeit im Vergleich zum Rotwasser etwas ausgedehnt wurde, sind weniger für die DIN verwertbare Individuen erbeutet worden. Das Streuungsmaß liegt dagegen deutlich unter der von der DIN festgesetzten Obergrenze von 0.2 Einheiten. Die Artenzahl stieg gegenüber dem Rotwasser an. Erstmals findet sich hier der ansonsten alle naturnahen silikatischen Gebirgs- und Bergbäche namentlich des Schwarzwaldes mit hoher Stetigkeit (BRAUKMANN 1984) besiedelnden Strudelwurm *Polycelis felina*. Er kann - mit einigem Vorbehalt - zusammen mit der angestiegenen Artenzahl als Hinweis auf einen leicht verbesserten Säurehaushalt des Baches gelten. Die Gewässergüte, die wegen der nicht erreichten minimalen Abundanzklassensumme mit einiger Vorsicht zu verwerten ist, liegt eindeutig im Bereich der Güteklasse I (sehr gering belastet). Dieser Befund ist insofern bemerkenswert, als der Bach wenige Kilometer oberhalb die Ortschaft Kniebis passiert. Neben der hervorragenden Selbstreinigungskraft des Baches dürfte der nicht unerhebliche Zufluß von Hangsickerwässern bewirken, daß Stoffeinträge rasch verdünnt oder abgebaut werden.
Sowohl Rotwasser als auch Forbach sind in ihrem Lauf durch mehrere Sohlschwellen unterbrochen. Da sie von in allen Entwicklungsstadien wassergebundenen Wirbellosen und Kleinfischen sowie Rundmäulern nicht überwunden werden können, zergliedern sie den Bach in isolierte Teilabschnitte. Die durch Abdrift erlittenen Verluste können so unter Umständen nicht ausgeglichen werden, was gerade die wegen ihrer hohen Ansprüche an die Wasserqualität ohnehin bestandsbedrohten Kleinfische, wie z.B. die Groppe und die Rundmäuler (Neunaugen) vollständig auslöschen kann. Aus diesem Grund wird der Umbau der Sohlschwellen in Sohlgleiten, flachen Rampen, die gut überwindbar sind, empfohlen. Weiterhin wird empfohlen, eine Elektrobefischung des Baches vornehmen zu lassen, um den derzeitigen Fischbestand real zu erfassen (Alle anderen Methoden sind ungeeignet!). Nur falls keine Restpopulationen autochthoner (dort heimischer) Bestände von Kleinfischen aufzufinden sind, ist in Kooperation mit den Pächtern der Bachabschnitte ein kontrollierter Besatz in Erwägung zu ziehen.
Zoozönologisch ist der Forbach zweifelsfrei dem montanen Silikat - Bergbach - Typ zuzuordnen. Wie im Rotwasser fehlen im Forbach die Eintagsfliegen, Weichtiere und Krebstiere völlig. Die Gründe wurden bereits im Zusammenhang mit der Probestelle am Rotwasser diskutiert. Vor dem Hintergrund des Ausmaßes der Faunenverarmung und neuerer Untersuchungen z.B. von FRIEDRICH (1990) über die Zusammenhänge von Luftschadstoffeintrag und Faunenverarmung im Rheinischen Schiefergebirge erscheint es empfehlenswert, eine systematische Untersuchung über den Stand der Verarmung der Nordschwarzwaldgewässer, insbesondere in den besonders gefährdeten Buntsandsteingebieten anzuregen.

3) Tonbach
Während sowohl Rotwasser als auch Forbach auf dem überwiegendem Teil der Strecke bzw. vollständig Waldbäche darstellen, verläuft der Tonbach durch ein dichter besiedeltes Wiesental. Stoffeinträge aus Landwirtschaft, Verkehr und Bebauung sind hier nur zu minimieren, nicht aber auszuschließen. Insofern stellt die nach DIN ermittelte Güteklasse I - II (gering belastet, 0.02 Einheiten über der Grenze zur Güteklasse I !) ein sehr erfreuliches Ergebniss dar.
Wie das Auftreten des Bachflohkrebses *Gammarus fossarum*, der Erbsenmuschel *Pisidium sp.* und der Flußnapfschnecke *Ancylus fluviatilis* zeigen, herscht im Tonbach ein weit geringerer Säurestreß als im Forbach und Rotwasser. Eintagsfliegen und Strudelwürmer als weitere säureempfindliche aber sonst sehr häufige Tiergruppen fehlen völlig. Die Gründe für die leichte Abmilderung des Säurestreß' dürften vor allem im Zurücktreten des Buntsandsteins gegenüber Gneis als Ausgangsgestein und den zahlreichen Zuflüssen aus nicht moorgeprägten Bereichen zu suchen sein.

4) Tonbach - Zufluß
Der nur 20 - 30cm breite Quellgraben führt erfreulich sauberes Wasser aus einer stark von Kleinseggen geprägten Wiese zum Tonbach. Die individuen- und artenarme Zoozönose aus Arten, die überwiegend landbewohnende Entwicklungsstadien aufweisen, läßt darauf schließen, daß der Graben im Sommer zeitweise trocken fällt.

5) Murg bei Hutzenbach
Der an dieser Probestelle ermittelte Saprobienindex von 1.89 führt zur Einstufung in die Güteklasse II (mäßig belastet). Für einen Bergbach dieser Größe (fast 20m breit, 0.5 - 1m tief), wenige Kilometer unterhalb der Kreisstadt Freudenstadt und Baiersbronn muß der Saprobienindex von 1.89 als vorbildlich gelten. Eine wichtige Rolle für den Erhalt der Selbstreinigungskräfte dürfte hier die noch kaum verbaute Ufer- und Sohlenstruktur spielen.
Die Vielzahl verschiedenster Korngrößen im Substrat und der kleinräumige Wechsel der Fließgeschwindigkeit im Querprofil, wie es in dieser Form nur in weitgehend unverbauten Bächen möglich ist, schafft ein hervorragendes Angebot an Kleinhabitaten. Das führt zu intensiver Nährstoffestlegung bzw. -elimination durch die Bachlebewelt. Erwähnenswert sind allerdings ausgedehnte Flachwasserbereiche, die von dicken Watten der fädigen Grünalge *Cladophora sp.* bedeckt sind. Hieraus läßt sich eine deutliche Pflanzennährstofffracht des Bachwassers ableiten.
Bestandsbestimmend sind die Zuckmückenlarven (*Chironomidae*). Weitere Gruppen, die hohe Abundanzklassen erreichen, sind Steinfliegen und Eintagsfliegen. Dabei herschen unter den Steinfliegen die wurmförmigen *Leuctra major* und *Capnia sp.* als Spezialist der Geschiebezwischenräume und unter den Eintagsfliegen die häufige und euryöke *Baëtis rhodani* vor. Bemerkenswert ist das Vorkommen der bundesweit im Rückgang befindlichen Eintagsfliege *Epeorus sylvicola*, die besonders auf das Leben in reißender Strömung angepaßt ist. Alle Exemplare stammten aus einer Stromschnelle in der Mitte der Murg. Interessant ist ferner auch hier das völlige Fehlen von Krebstieren und Strudelwürmern. Die Flußnapfschnecke kommt als einzige Vertreterin der Weichtiere nur in geringer Bestandsdichte vor.

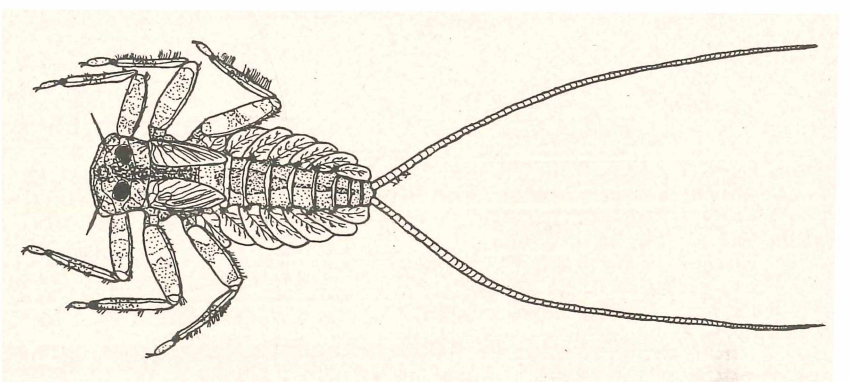


Abbildung 5: Eintagsfliege der Gattung Epeorus

6) Murg bei Gaggenau
Die Probestelle bei Gaggenau stellt in mehrfacher Hinsicht eine Scheidestelle im Murgverlauf dar. Naturräumlich tritt die Murg in die Hardt-Ebene ein. Das Gefälle nimmt stark ab. Die breiteren Talräume sind viel dichter besiedelt als es in den oberhalb gelegenen oft nur sehr schmalen Tallagen möglich ist. An die Stelle des Fremdenverkehrs tritt weitestgehend die Industrie als Hauptarbeitgeber der Region. Die höhere Besiedelungsdichte sowie die veränderte Wirtschaftsstruktur wirken sich verherend auf die Struktur und den Belastungsgrad der Murg aus. Da fast alle ehemaligen Überschwemmungsgebiete der Murg durch Bebauung verloren gingen, stieg die Hochwassergefahr im Unterlauf stark an. Diesem "hausgemachten" Problem suchte man durch den Ausbau der Murg zu begegnen. Der Lauf wurde begradigt und die Ufer mit Steinstickungen (!) befestigt. An die Stelle eines natürlichen Uferschutz und Lebensraum spendenden Ufergehölzgürtels tritt eine bewirtschaftete, von Hochwasserdämmen umgebene Wiese. Solcherart ausgebaut verschlechtern sich nicht nur die Lebensbedingungen für Bachorganismen. Die Selbstreinigungskraft, die wegen der höheren Abwasserlast hier besonders wichtig wäre, sinkt. Die Hochwässer werden beschleunigt abgeführt und tragen das ihre dazu bei, Hochwasserschäden durch den Rhein zu verschlimmern.
Im Gegensatz zum schwach belasteten Mittel- und Oberlauf ist die Probestelle bei Gaggenau mit einem Saprobienindex von 2.80 der Güteklasse III (stark verschmutzt) zuzuordnen. Diese Belasstungsstufe ist in keinem Fall hinnehmbar. Für ein Gewässer von der Größenordnung der Murg ist die Güteklasse II (mäßig belastet) als Mindestanforderung zu sehen. Hier ist die Initiative der Naturschutzverbände und/oder der Wasserwirtschaftsverwaltung gefragt, um ein abgestimmtes Sanierungskonzept in die Wege zu leiten. In diesem Zusammenhang sollte auch eine naturnähere Gestaltung der Murg thematisiert werden; nicht zuletzt im Interesse der Wiederherstellung der natürlichen Selbstreinigungskraft.
Das Artenspektrum zeigt eine breite Auswahl anspruchsloser bzw. höher belastete Gewässer bevorzugende Arten aus verschiedensten systematischen Gruppen. Ein säurebedingtes Fehlen einzelner Tiergruppen ist nicht erkennbar. Ursache hierfür ist zum einen das veränderte Grundgestein (Rotliegendes), zum anderen ist der Einfluß des Abwassers zu nennen, das deutliche pH-Wert-Verschiebungen hervorzurufen vermag. Markant ist das Auftreten des Schlammröhrenwurmes (*Tubifex sp.*), einem Vertreter der im Mittel- und Oberlauf nicht gefundenen Wenigborster (*Oligochaeta*), zusammen mit den oberhalb ebenso fehlenden roten *Chironomus* - Arten (Zuckmücken). Beide Tiere gelten als typische Schmutzwasserzeiger. Insgesamt tritt die Gesteinsfauna gegenüber den Schlammbewohnern zurück. Obwohl die Artenzahl nur wenig gesunken ist (wohl aber der Anteil seltener und gefährdeter Arten, nämlich auf 0% !), wird die Zuordnung zu einer der von BRAUKMANN (1984) beschriebenen Charaktergesellschaften der Bachtypologie nicht mehr möglich. Auch hierin dokumentiert sich die Naturferne von Gewässerstruktur und Wasserqualität.

7) Murg bei Steinmauern
Die Situation läßt sich nur noch als katastrophal bezeichnen. Die Gewässerstruktur ist ähnlich geartet wie bei Gaggenau, dem Bach wird aber noch weniger Raum gegeben, an die Stelle von Steinstickungen tritt Pflaster. Der Saprobienindex sinkt weiter auf einen Wert von 2.93, was allerdings die Einstufung in die Güteklasse III (stark verschmutzt) nicht verändert. Der Geruch des Wassers ist deutlich muffig - tangig, was auf massierte Kieselalgenentwicklung schließen läßt. Aufgrund der gegenüber der Probestelle in Gaggenau weiter verschlechterten Wasserqualität, besonders aber wohl durch das extrem besiedelungsfeindliche Steinpflaster in der Murg reduziert sich die Fauna auf fünf verschmutzungstolerante Allerweltsarten. Der gesamte Murgunterlauf bedarf dringend einer umfassenden Sanierung! Auf die gesamte Strecke verteilt befinden sich Staustufen, die zwar überwiegend mit Fischtreppen ausgestattet sind, in dieser Form aber weder von wassergebundenen Wirbellosen noch von Kleinfischen überwunden werden

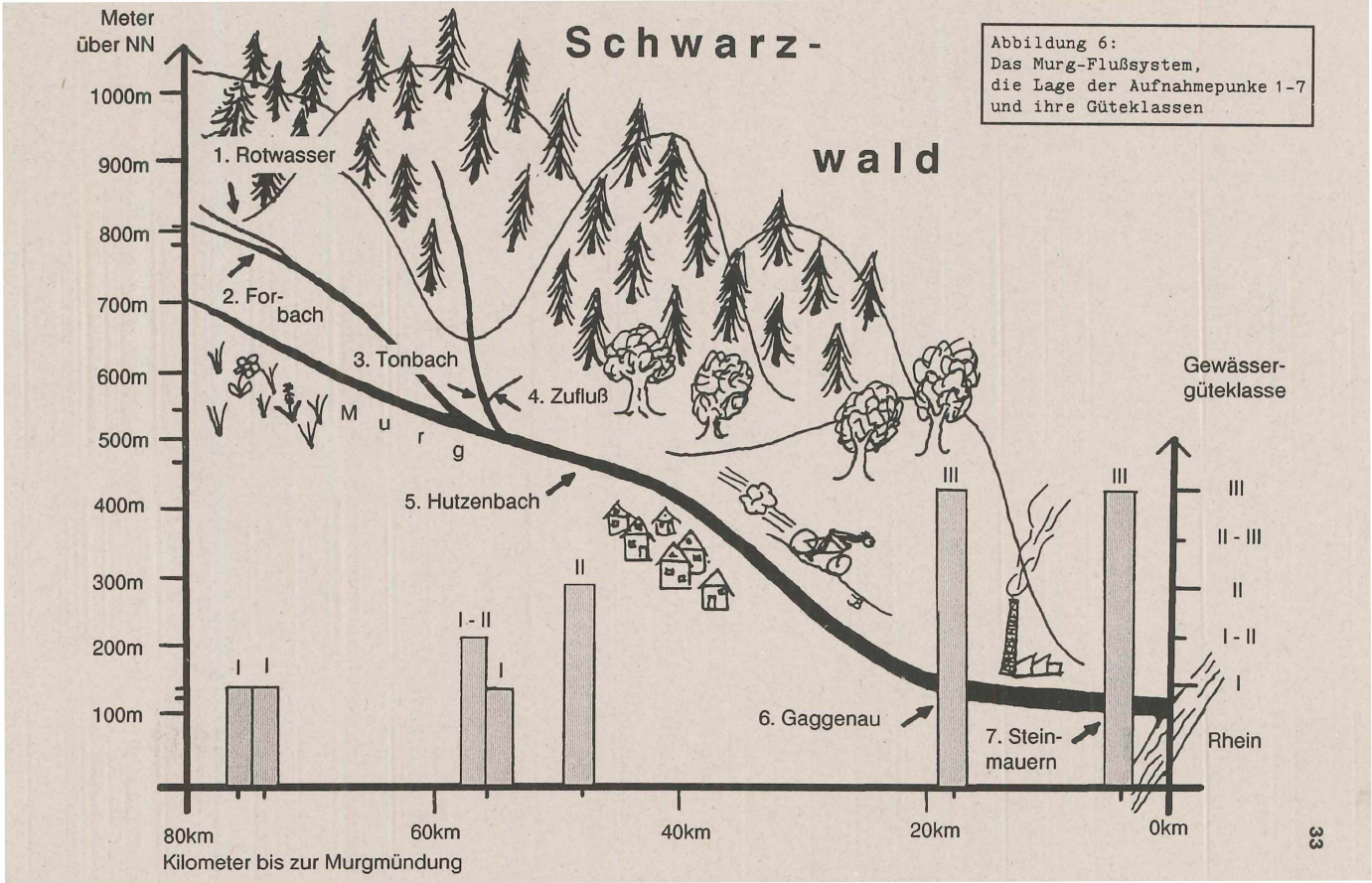


Abbildung 6:
Das Murg-Flußsystem,
die Lage der Aufnahmepunke 1-7
und ihre Güteklassen

können. Besser und auch für die Selbstreinigung des Gewässers vorteilhaft wäre die Umwandlung in Sohlgleiten. Wichtig und besonders empfehlenswert ist dieser Schritt im Unterlauf.

8) Federbach bei Würmersheim
Der Federbach ist ein kleines Niederungsgewässer von dem Rotwasser vergleichbaren Ausmaßen jedoch weitaus geringerem Durchfluß. Obwohl auf der Fließstrecke von der Quellregion bis zu unserer Probestelle keine Schmutzwassereinleitungen erfolgen, ergab sich ein Saprobienindex von 2.41, was einer Güteklasse von II - III (kritisch belastet) entspricht. Allerdings wurde bei unserer Aufsammlung die nötige Abundanzklassensumme von 15 deutlich unterschritten. Das Ergebnis ist also mit einiger Vorsicht zu bewerten.
Auch unter Berücksichtigung des Unsicherheitsfaktors ist das Ergebnis für einen Bach, der erst kurz zuvor den Wald verlassen hat, erschreckend. Vermutlich findet hier ein bereits stark belastetes Grundwasser seinen Ausdruck. In dem sehr trägem Gewässer wirkt sich der durch nährstoffreiches Grundwasser hervorgerufene starke Pflanzenwuchs über die Schlammbildung negativ auf die Gewässergüte aus. Das Wasser hatte einen leichten Schwefelwasserstoffgeruch. Der Schlammboden ist tiefgründig und z.T. in Faulschlamm übergegangen. Kennzeichnend für eine hohe Konzentration von Pflanzennährstoffen sind Massenbestände des Wasserflohs *Daphnia longispinna*, der auf eine hohe Planktonkonzentration schließen läßt.

9) Kläranlagenausfluß Karlsruhe-Neureut
Der Kläranlagenkanal stellt bis kurz vor der Mündung in den Unterlauf der Alb eine lineare Betonrinne im Doppeltrapezprofil von gigantischen Ausmaßen dar. Obwohl die Wasserspiegelbreite "nur" 3-4m beträgt, ist ein mehr als dreimal so breites und rund 3m hohes Regelprofil ausgebaut und wie die Kanalsohle mit Betongußteilen ausgekleidet, die lediglich von wenigen Bitumenfugen unterbrochen werden.
Dabei ist auf den Kanalwänden deutlich zu sehen, daß mehr als 2m der Betonmauer nie oder nur extrem selten von Wasser überspült werden. Besonders in den Bitumenfugen eine von Flechten, Moosen und Dreifingrigem Steinbrech (*Saxifraga tridactyla*) gebildete Trockenrasenvegetation, die auf faunistischer Seite noch durch Heideschnecken (*Helicella sp.*) ergänzt wird. Die untere Grenze dieser Gesellschaft wirkt wie mit einem Messer abgeschnitten und befindet sich rund 0.5 - 1m über der Mittelwasserlinie. Die bis in 3m Höhe ausbetonierte Trapezprofilierung erscheint demgegenüber deutlich überdimensioniert.
Die untergetauchten Betonteile sind lückenlos von Cyanobakterien der Gattung *Oscillatoria* bedeckt, nur stellenweise durch die Grünalge *Cladophora* ergänzt. In letzterer finden sich wenige Individuen einer typischen Abwasserfauna. Das deutlich schwarz-braun getrübte Wasser wies intensiven Kläranlagengeruch auf. Ein genäherter Saprobienindex (wegen der geringen Besiedlungsdichte konnte die minimale Abundanzklassensumme unmöglich erreicht werden) führt zur Einstufung in die Güteklasse III - IV (sehr stark verschmutzt). Bei den riesigen Durchflußmengen, die den Kanal passieren, ist zu bezweifeln, ob die Alb nach Einmündung des Kanals die für größere Bäche und Flüsse anzustrebende Güteklasse II (mäßig belastet) erreichen kann.

10) Ausfluß des "Kleinen Bodensees"
Der "Kleine Bodensee" ist ein Altrheinarm, der nur noch über seinen Ausfluß mit dem Muttergewässer verbunden ist. Die Frischwasserzufuhr erfolgt in erster Linie über Grundwasserspeisung. Am Nordzipfel speist der See einen zum Rhein führenden Bach. Auf eine Strecke von ca. 50m dieses Baches erstreckt sich der von uns besammelte Bereich. Die Genauigkeitsanforderungen der DIN konnten sowohl in Bezug auf das Streungsmaß als auch der Abundanzklassensumme problemlos erfüllt werden. Als Saprobienindex wurde ein Wert von 2.42 entsprechend der Güteklasse II - III (kritisch

belastet) ermittelt. Das Wasser hatte einen faulig-modrigen Geruch, wie er aber in den Stillwasserbereichen von Seen und größeren Flüssen nicht unüblich ist.
Die ermittelte Güteklasse ist allerdings besorgniserregend, wenn man bedenkt, daß ein Abfluß des Sees vorhanden ist und die Wasserzufuhr vor allem aus Grundwasser besteht. In diesem Zusammenhang sind dicke Rußschichten auf dem Wasserspiegel vor quer liegenden Baumstämmen zu erwähnen, die mit einiger Sicherheit von der in nur in geringer Entfernung ansässigen ölverarbeitenden Industrie stammen. Es wird empfohlen, die Auswirkungen der sich auf der Seeoberfläche niederschlagenden Verbrennungsprodukte auf den Nährstoffhaushalt und die Tier- und Pflanzenwelt ausführlich untersuchen zu lassen. Zu diesem Zwecke geeignete Methoden dürften insbesondere Analysen der Zoo- und Phytoplanktonentwicklung sowie die chemisch-physikalische Konzentrationsbestimmung organischer Wasserinhaltsstoffe sein.
Eine Ursachenanalyse gewinnt besonders dadurch an Bedeutung, daß sich im "Kleinen Bodensee" noch größere Bestände der Wassernuß (*Trapa natans*) finden. Nach Informationen von Rheinhold Treiber sind die Bestände im "Kleinen Bodensee" in den letzten Jahren deutlich rückläufig. Die unbefriedigende Wasserqualität sollte auf jeden Fall als Erklärungsansatz geprüft werden.

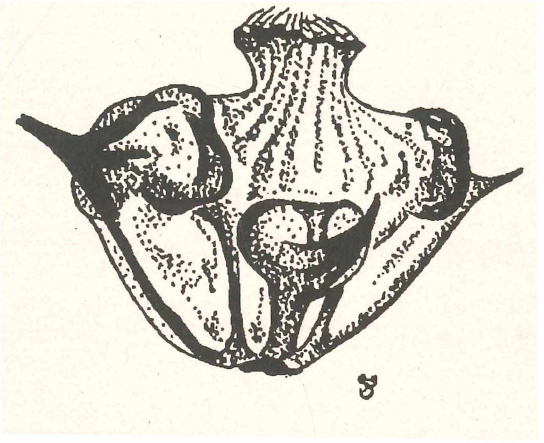


Abbildung 7: Frucht der Wassernuß (Trapa natans)

7. Literatur

Braukmann, U. (1984): Entwurf einer allgemeinen regionalen Bachtypologie, -biologischer Teil-, Dissertation, Gießen.

Dierke Weltatlas: Topographischer Atlas Baden-Württemberg (1979).

DIN 38410 Teil 2 (1989): Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser- und Schlammuntersuchung; Biologisch-ökologische Gewässeruntersuchung (Gruppe M); Verfahren zur Bestimmung des Saprobienindex (M2). Beuth-Verlag, Köln.

Engelhardt, W. (1985): Was lebt in Tümpel, Bach und Weiher?; Kosmos, Stuttgart.

Friedrich, G. & H.Schimmer (1990): Die Auswirkungen der Gewässerversauerung auf das Makrozoobenthon ausgewählter Mittelgebirgsbäche im Sauer- und Siegerland; Lauterbornia H5.

Glöer, P., C. Meier-Brook & O. Ostermann (1985): Süßwassermollusken; DJN, Hamburg.

Heitz, S. & D. Baumgärtner (1990): Anleitung zum Bau eines Sichtkastens für Beobachtungen im Gewässer; Naturkundliche Beiträge des DJN, Heft 22, Hamburg.

Illies, J. (1955): Steinfliegen oder Plecoptera, Die Tierwelt Deutschlands; Jena, 43.

Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA) (Hrsg.) (1985): Die Gewässergütekarte der Bundesrepublik Deutschland 1985; München.

Landesamt für Wasser und Abfall NRW (Hrsg.) (1982): Fließgewässer in NRW. Richtlinie für die Ermittlung der Gewässergüteklasse; Düsseldorf.

Meyer, D. (1987): Makroskopisch-biologische Feldmethoden zur Wassergütebeurteilung von Fließgewässern; Arbeitsgemeinschaft Limnologie und Gewässerschutz (ALG) e.V., Hannover.

Nagel, P. (1989): Bestimmungsschlüssel der Saprobien; Fischer, Stuttgart.

Rubtsov, I.A. (1990) Blackflies (Simuliidae), Fauna of the USSR -Diptera-; Volume 6, Part 6.

Anschriften der Verfasser:

Holger Thüs
Bitzenstr. 36
6303 Hungen

Jan Benda
Lehmgrubenweg 11
7120 Bietigheim

Kerstin Bär
Am Mühlbach 21
6500 Mainz

Nurith Amitai
Bächelhurst 41
7802 Merzhausen

Philipp von Blanckenhagen
Albert-Einsteinstr. 22
7520 Büchenau

Stefan Heitz
Moosweg 15
7609 Hohberg

Volker Heubel
Thor Straten Weg 28
2398 Harrislee

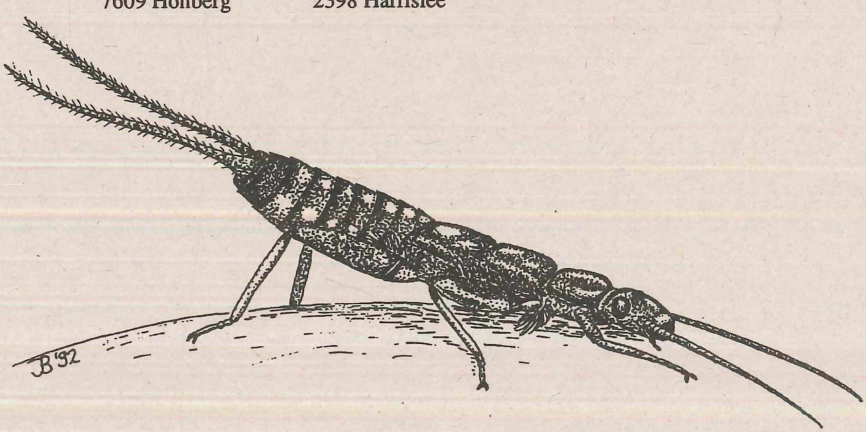


Abbildung 8: Larve einer Steinfliege (Plecoptera)

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Naturkundliche Beiträge des DJN

Jahr/Year: 1992

Band/Volume: 26

Autor(en)/Author(s): diverse

Artikel/Article: Biologische Gewässergütebestimmung nach verschiedenen Methoden (Murg - Tour vom 9. bis zum 13. April 1992) 10-36