

Limnologische Untersuchungen an der Plane, einem Bach im Hohen Fläming (Brandenburg)

von Jan Benda, Uta Grünert, Felix von Blanckenhagen,
Franziska Tannenberger, Stefan Heitz

1 Einleitung

(von Uta Grünert)

Anknüpfend an legendäre limnologische Exkursionen des DJN zu den Mittelgebirgsbächen Hasenbach (Schwäbische Alb), Selke (Harz) und Murg (Schwarzwald) rückte nun ein naturnaher Flachlandbach im Südwesten Brandenburgs in den Mittelpunkt unseres Interesses. Im noch kühlen Monat April '96 machten sich 11 limnologisch interessierte Naturkundler für vier Tage auf den Weg, die Lebewesen der »Plane« zwischen Wurzeln, Zweigen und Wasserpflanzen ausfindig zu machen.

Das Sammeln von Erfahrungen zum sicheren Bestimmen der Benthosorganismen (auf dem Gewässerboden lebend) stand dabei im Vordergrund der Exkursion. Anhand verschiedener Bachabschnitte (Oberlauf, Mittellauf) wurde die Längszonierung der Organismen festgehalten und durch Ermittlung der biologischen Gewässergüte die Belastung der vier Probestellen ermittelt. Zusätzlich wurde der Strukturgüteindex, die Diversität und der Ernährungstypenindex in die Bewertung mit einbezogen.

Die Exkursion begann am naturkundlich sehr reizvollen Oberlauf der Plane und führte uns auf einer Fließstrecke von 25 km an unterschiedlich belastete Bachabschnitte.

1.1 Zur Charakteristik des Untersuchungsgewässers

Die Plane zählt zu den wenigen in weiten Abschnitten noch naturnahen Bächen Brandenburgs. Sie entspringt als Sicker- oder Sumpff Quelle im »Hohen Fläming« bei Raben (Land Brandenburg). Im oberen Abschnitt durchfließt die Plane als windungsreicher Bach eine eiszeitliche Schmelzwasserrinne, das unter Naturschutz stehende »Planetal«. Sie mündet nach einem Gesamtgefälle von 40 km bei Brandenburg als Fluß in den Breitlingsee, einer seenartigen Verbrei-

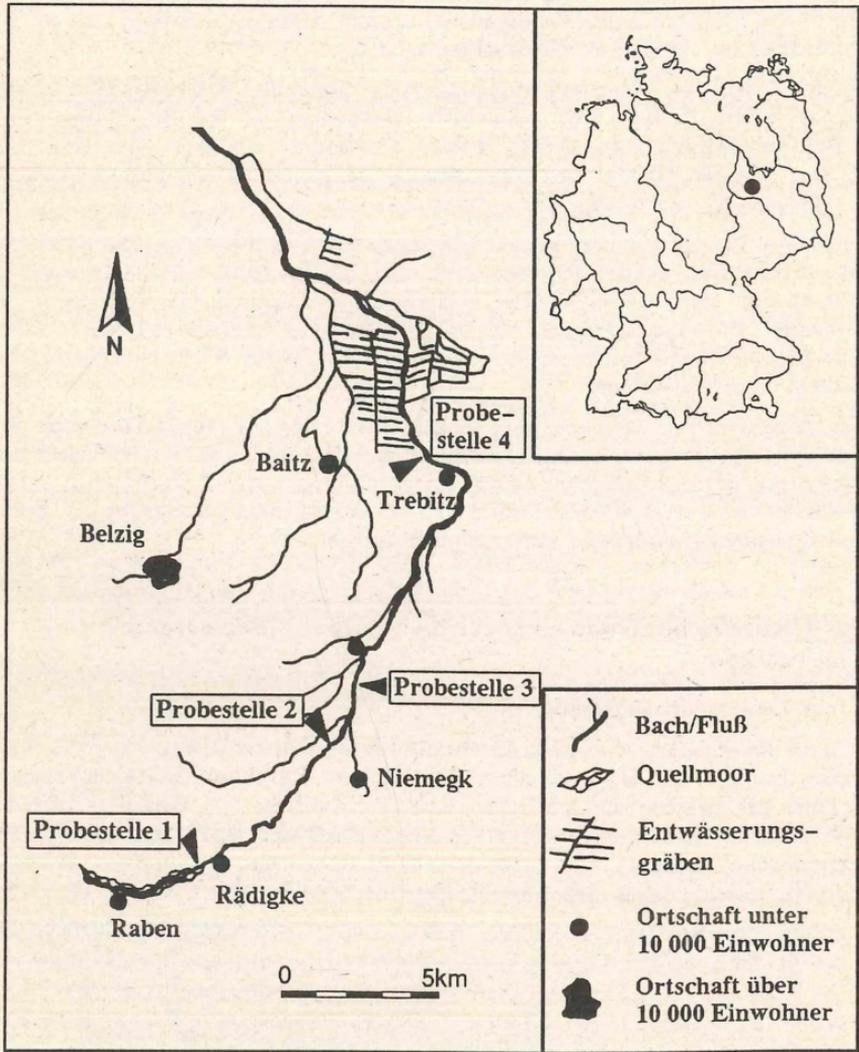


Abb. 1: Lage des Untersuchungsgebietes und der Probepunkte P1-P4.

terung der Havel. Zahlreiche Entwässerungsgräben und kleinere Bäche speisen die Plane auf ihrer 62 km langen Fließstrecke. Das Einzugsgebiet umfaßt Moränenzüge der Saaleeiszeit mit größeren Waldbeständen und Feuchtwiesen im Oberlauf. Im Mittel- und Unterlauf grenzen zahlreiche landwirtschaftlich genutzte Flächen an das Gewässer. Außerdem befinden sich dort mehrere für diese Gegend typische Forellenzuchtanlagen.

Das Bachbett der Plane enthält hauptsächlich Sande und Kiese. Als Hartsubstrat kommt dem Totholz eine wesentliche Bedeutung für die Besiedlung durch Makroinvertebraten zu. Dieses stammt vorwiegend aus dem Ufergehölz des Ober- und Mittellaufs. Eine Ausnahme in der Substratzusammensetzung bilden künstliche Steinschüttungen an Brücken.

Im Ober- und Mittellauf zählt die Plane zu den homothermen (gleichwarmen) Fließgewässern. Beide Uferseiten werden fast durchgehend von Gehölzbeständen beschattet. Diese Auenbereiche enthalten hauptsächlich Erlen, Eschen und Weiden. Im Unterlauf wurde die Plane über weite Strecken begradigt. Ufergehölze sind hier nur noch selten zu finden. Meist reichen Viehweiden und Äcker direkt bis an das Flußufer.

Nährstoffeinträge durch die fünf an die Plane angeschlossenen Forellenzuchtanlagen und durch landwirtschaftliche Nutzflächen führen zu erheblichen Belastungen des empfindlichen Gewässersystems. Ausreichend geschützt ist lediglich der Ober- und Mittellauf mit dem 5 km langen Naturschutzgebiet »Planetal« und einem angrenzenden Landschaftsschutzgebiet.

2 Theoretische Grundlagen der biologischen Gewässergütebestimmung

(von Felix von Blanckenhagen)

In der **biologischen Gewässergütebestimmung** wird der Zustand eines Gewässers (Sohlen- und Uferbeschaffenheit, Bewuchs, Durchfluß, Belastung) anhand seiner pflanzlichen und tierischen Besiedlung erfaßt. Die Beschaffenheit des Wassers und seine Momentanbelastung wird damit nicht gemessen, dafür werden **chemische Analysen** verwendet. Die biologischen und chemischen Methoden ergänzen sich, können sich aber nicht gegenseitig ersetzen.

Die biologische Gewässergütebestimmung kann mit Hilfe des Saprobien-systems durchgeführt werden. Für das Verständnis müssen zwei Begriffe geklärt werden: die Trophie und die Saprobie. Die **Trophie** ist die Summe der **Primärproduktion**. Dabei handelt es sich um alle Vorgänge, Organismen und deren Biomasse, die aus Lichtenergie und anorganischen Substanzen (N, S, P, CO₂, H₂O, usw.) körpereigene organische Substanzen herstellen können; also photoautotrophe Prozesse. Zu diesen Organismen gehören im Gewässer Wasserpflanzen, Algen und phototrophe Bakterien. Die **Saprobie** ist die Summe der **Konsumption**, d.h. alle Vorgänge, Organismen und deren Biomasse, welche die durch

Primärproduktion entstandene Biomasse abbauen; also alle heterogenen Prozesse. Zu diesen Organismen gehören Pilze, die meisten Bakterien und tierische Organismen. Trophie und Saprobie stehen dadurch in enger Verbindung.

Mit dem **Saprobien**system wird die langfristige **Belastung** eines Gewässers durch **organische Substanzen** erfaßt. Jedes Gewässer hat eine natürliche Belastung durch organische Substanzen, die durch das Absterben von Tier- und Pflanzenmaterial bedingt ist. Die Saprobität kann aufgrund ihrer Ursachen eingeteilt werden in:

1. autochtone Saprobität: natürliche gewässereigene Saprobität
2. allochtone Saprobität: natürliche Belastung von außen (z.B. Fallaub)
3. anthropogene Saprobität: Verschmutzung durch menschliche Einflüsse (Abwässer und Abfälle)

Jedes Gewässer hat eine **Selbstreinigungskraft**. Der Selbstreinigungsprozeß, der Abbau von organischen Substanzen, wird durch **charakteristische Lebensgemeinschaften** der Saprobien durchgeführt (z.B. Fliegenlarven, Bachflöhekrebse, Schnecken usw.). Gute **Indikatorarten** sind Arten, deren Vorkommen eng an die Belastung durch organische Substanzen gebunden ist. Jeder geeigneten Art wird ein bestimmter **Saprobienindex** zugeordnet. Durch die bestimmten Saprobienindices an einer Untersuchungsstelle kann die **Gewässergüte** mathematisch bestimmt werden.

Bei der Auswertung der Untersuchung dürfen keinesfalls die äußeren Umstände (Fließgeschwindigkeit, Uferbeschaffenheit, Substratzusammensetzung usw.) außer Acht gelassen werden, da diese Faktoren auch für das Fehlen bestimmter Arten verantwortlich sein können. Leider lassen die Indikatororganismen keine Rückschlüsse auf die Belastung durch Schwermetalle, Organochlorverbindungen und synthetische organische Verbindungen zu.

3 Methoden

(von Franziska Tannenberger)

An den im Vorfeld mit dem Kartenmaterial festgelegten vier Probestellen wurden zuerst verschiedene Daten zum Probepunkt protokolliert, wie Uhrzeit, Datum, Wetterlage, Ausmaße und Gestalt der Bachsohle, Wasserstand und Fließgeschwindigkeit, Bewuchs etc. Teilweise erfolgte eine Fotodokumentation.

Danach verteilten sich alle acht Teilnehmer je nach Ausrüstung und Schuhwerk (Gummistiefel, Wathose) bzw. Badelust auf eine Strecke von 40–50 m entlang des Baches und sammelten die Organismen in einem Zeitraum von 30 Minuten entweder mit Keschern/Sieben oder mit Federstahlpinzetten direkt von Totholz, Steinen oder Wurzelwerk. Dabei wurde versucht, möglichst alle charakteristischen Bereiche des Baches (z.B. Sohlenmitte, Uferbereich, Totholz) zu beproben. Günstig erwiesen sich dabei Kescher mit langem stabilen Stiel,

große feinmaschige Küchensiebe und Sichtkästen (HEITZ & BAUMGÄRTNER, 1990). Hilfreich ist das Schütteln von Wurzelstöcken am Bachufer direkt über dem Kescher.

Nach Ablauf der Sammelzeit wurden die Tiere nach Familien in größere Joghurtbecher sortiert. Bei der anschließenden Feinbestimmung außerhalb des Wassers wurden die Saprobien auf kleinere Schnappdeckeldosen bzw. Filmdosen aufgeteilt. Es empfiehlt sich dabei, mit den sehr empfindlichen Stein- und Eintagsfliegen zu beginnen. In Gruppen von zwei bis drei Teilnehmern bestimmten wir anschließend mit Hilfe von Lupen (zehnfache Vergrößerung) und entsprechender Literatur (NAGEL, 1989; SCHMEDTJE & KOHMANN, 1992; STRESEMANN, 1992; GLÖER & MEIER-BROOK, 1994) die Organismen so gut wie unter Feldbedingungen möglich war. Die unbestimmbaren Saprobien wurden nach reiflicher Überlegung in Alkohol überführt und später mit Hilfe eines Binokulars bestimmt (ILLIES, 1955; SCHOENEMUND, WALLACE, et al., 1990). Nach dem Auszählen und Zuordnen wurden die meisten Tiere wieder in ihren ursprünglichen Lebensraum zurückgesetzt.

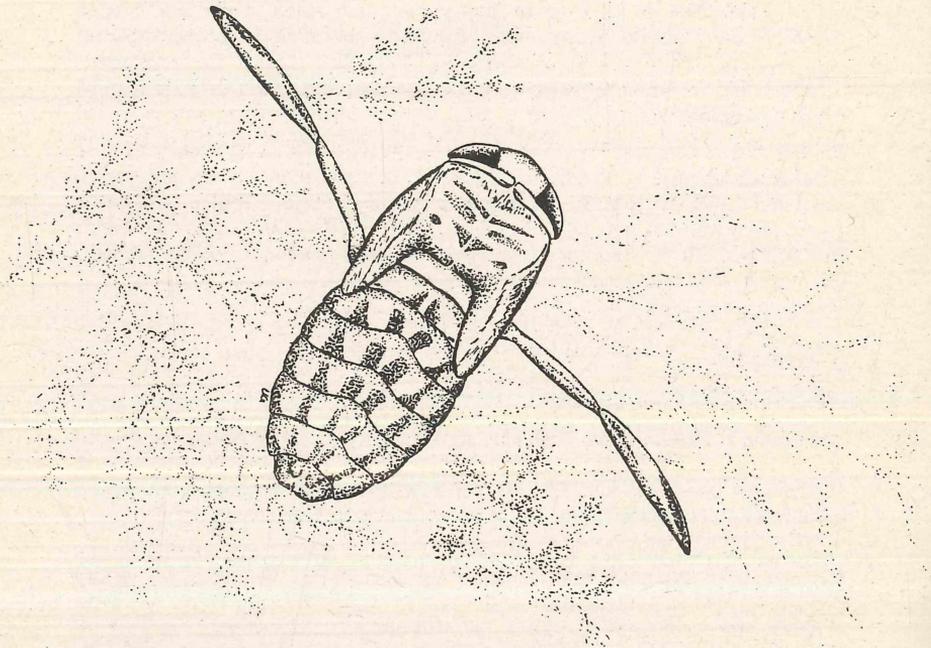


Abb. 2: Larve einer Ruderwanze (*Corixidae*).

3.1 Gewässerstrukturgüteindex

(3.1 – 3.5 von Jan Benda)

Die Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA) hat ein bundesweit empfohlenes Verfahren zur Bestimmung eines Gewässerstrukturgüteindex eingeführt (LINNENWEBER, 1998). Dabei werden die strukturellen Eigenschaften des Gewässers wie Laufentwicklung, Längsprofil, Sohlenstruktur, Querprofil, Uferstruktur und Gewässerumfeld, sowie deren Natürlichkeit erfaßt. Daraus wird der Gewässerstrukturgüteindex berechnet und schließlich das Gewässer einer von sieben Strukturgüteklassen zugeordnet. Strukturgüteklasse 1 ist ein naturnahes, Güteklasse 7 ist ein übermäßig geschädigtes Gewässer.

Da wir das Verfahren erst später basierend auf Tabelle 2 und unserem Erinnerungsvermögen angewendet haben, werden die Ergebnisse nicht exakt sein, aber zumindest einen ungefähren Eindruck von dem strukturellen Zustand des Gewässers geben.

3.2 Zur Berechnung des Saprobienindex

Der Saprobienindex S eines Gewässers berechnet sich nach der DIN 38410-M2 als Mittelwert der Saprobienindices S_i der N Indikatorarten gewichtet mit deren Abundanz A_i und einem Indikationsgewicht G_i , das die Stenökie angibt (d.h. wie genau eine Art auf ihren Saprobienindex angewiesen ist, wie gut sie als Indikator geeignet ist):

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

Zu jedem Mittelwert gehört auch eine Standardabweichung SM . Diese gibt an, wie weit die einzelnen Werte (die Saprobienindices) um den Mittelwert S streuen:

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

Die Zuordnung der Individuenzahlen zu Abundanzklassen erfolgt über Schätzklassen. Wir haben dabei eine an MEYER (1987) orientierte Zuordnung der Individuenzahlen zu den Abundanzklassen vorgenommen:

Abundanzklasse A	Individuenzahl
1 Einzelfund	1 – 2
2 wenig	3 – 10
3 wenig–mittel	11 – 30
4 mittel	31 – 60
5 mittel–viel	61 – 100
6 viel	101 – 150
7 massenhaft	über 150

Bei der Gewässergütebestimmung nach DIN müssen noch folgende zwei Bedingungen erfüllt sein, um ein aussagekräftiges Ergebnis zu erhalten:

- Die Summe der Abundanzklassen der einberechneten (nicht die aller gefundenen!) muß größer oder gleich fünfzehn sein ($\sum A_i \geq 15$). Dies stellt sicher, daß die Datengrundlage groß genug ist.
- Die Standardabweichung darf nicht größer als 0,2 sein ($SM < 0,2$). Sonst ist keine eindeutige Zuordnung des Saprobienindex S einer Gewässergüteklasse möglich.

Sind diese Bedingungen erfüllt, dann kann aufgrund des Saprobienindex S dem Gewässer eine Güteklasse nach folgender Tabelle zugeordnet werden:

Saprobienindex S	Güteklasse	Saprobienbereich
1,0 – <1,5	I Unbelastet – sehr gering belastet	oligosaprob
1,5 – <1,8	I – II gering belastet	
1,8 – <2,3	II mäßig belastet	β -mesosaprob
2,3 – <2,7	II – III kritisch belastet	
2,7 – <3,2	III stark verschmutzt	α -mesosaprob
3,2 – <3,5	III – IV sehr stark verschmutzt	
3,5 – 4,0	IV übermäßig stark verschmutzt	polysaprob

3.3 Diversität, Shannon-Index, Evenness

Ein wichtiges Charakteristikum eines Lebensraumes ist dessen Artendiversität. Die Diversität ist umso größer, je mehr verschiedene Arten dort anzutreffen sind und je gleichmäßiger die Individuen sich auf diese Arten verteilen. Der Shannon-Index H_s (auch Shannon-Weaver- oder Shannon-Wiener-Index genannt) ist ein aus der Informationstheorie stammendes Maß für die Diversität einer Biozönose, das genau diese beiden Eigenschaften einbezieht:

$$H_s = - \sum_{i=1}^N p_i \log_2 p_i \quad p_i = \frac{n_i}{M} \quad M = \sum_{i=1}^N n_i$$

N ist die Anzahl der gefundenen Arten, n_i sind deren Individuenzahlen, M sind die insgesamt gefundenen Individuen. Die Wahrscheinlichkeit, ein Individuum der Art i anzutreffen, ist p_i . Ein Maß für die Ungewissheit oder Überraschung («Entropie») diese Art anzutreffen, ist $-\log_2 p_i$. Dieses ist Null, wenn die Art völlig dominierend ist ($p_i \approx 1$) und geht gegen unendlich, wenn die Art sehr selten ist ($p_i \approx 0$). Der Shannon-Index H_s ist die mittlere Ungewissheit, eine beliebige Art aus dem Gebiet dort anzutreffen. Er ist Null, wenn nur eine einzige Art gefunden wurde ($N = 1$), nimmt mit wachsender Diversität zu und wird bei gegebener Artenzahl N maximal, wenn diese alle gleich häufig sind ($p_i = 1/N$). Er hat dann den Wert $H_{max} = \log_2 N = \ln N / \ln 2$. Bei 1000 Arten z.B. ist $H_{max} = \log_2 1000 = 9,97$. Typische Werte für H_s liegen zwischen 2,2 und 5,0. Zur einfacheren Berechnung eignet sich folgenden Formel für den Shannon Index:

$$H_s = (\ln M - \frac{1}{M} \sum_{i=1}^N n_i \ln n_i) / \ln 2$$

Die Evenness E bezieht den Diversitätsindex H_s auf die bei gegebener Artenzahl maximal mögliche Diversität H_{max} :

$$E = \frac{H_s}{H_{max}}$$

Sie ist also der Anteil der vorgefundenen Diversität an der dort maximal möglichen (MÜHLENBERG, 1989).

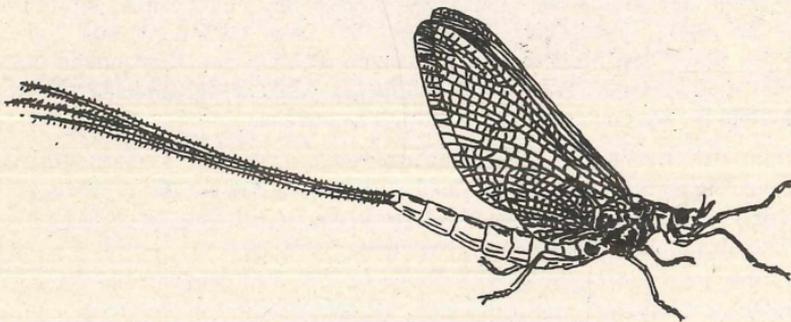


Abb. 3: Imago der Dänischen Eintagsfliege (*Ephemera danica*).

3.4 Der Rhitrale Ernährungstypenindex (RETI)

Die einzelnen Organismen werden nach ihrem Ernährungstyp in folgende Gruppen eingeteilt:

Zerkleinerer	Z
Weidegänger	W
Filtrierer	F
Sedimentfresser	S
Räuber	R

Der RETI (SCHWEDER, 1992) ist der Anteil der Individuen, die zu den Zerkleinerern und zu den Weidegängern gehören, an der Gesamtindividuenzahl. Räuber werden dabei nicht berücksichtigt, da sie unabhängig von der Art der organischen Materials vorkommen:

$$RETI = \frac{\sum Z + \sum W}{\sum Z + \sum W + \sum F + \sum S}$$

Dominieren Zerkleinerer und Weidegänger, wie z.B. im Oberlauf vieler Bäche, wo das Ufergehölz zu starkem Fallaubeintrag führt, liegt der RETI nahe bei 1. Nimmt deren Anteil im Längsverlauf des Baches ab und der Anteil der Filtrierer und Sedimentfresser dagegen zu, da der Schwebstoff- und Schlammanteil zunimmt, wird der RETI auch kleiner, erreicht aber selten Werte kleiner als 0,5. Verschmutzungen oder andere menschliche Einflüsse können die Verhältnisse der Ernährungstypen zu Werten hin ändern, die natürlicherweise erst weit im Unterlauf des Baches vorkommen.

Der RETI macht also eine Aussage über die Art der organischen Belastung. Hohe Werte weisen auf allochtone Saprobität hin (Fallaub, Totholz, ...), während niedrigere Werte auf autochtone oder anthropogene Saprobität zurückzuführen sind. Fällt der RETI schnell auf Werte um 0,5, kann tatsächlich von Verschmutzungen durch den Menschen ausgegangen werden. Zur Berechnung des RETI ist nur eine grobe Erfassung der häufigsten Arten nötig, diese brauchen meist auch nicht bis auf das Artniveau bestimmt zu werden.

Die Einteilung der Organismen in die Ernährungstypen wurde nach Moog (1995) vorgenommen. Arten, bei denen keine eindeutige Festlegung auf die oben angegebenen fünf Typen möglich war, wurden nicht in die Berechnung des RETI einbezogen. Die Ernährungstypen der verwendeten Arten sind in Tabelle 1 aufgeführt.

3.5 Sörensen Ähnlichkeitsquotient

Der Sörensen-Quotient gibt die Ähnlichkeit verschiedener Standorte bezüglich ihrer Artenzusammensetzung an (MÜHLENBERG, 1989). Er berechnet sich nach

$$Q_s = \frac{2G}{A+B}$$

dabei ist A die Gesamtartenzahl in der einen, B die der anderen Probestelle und G die Anzahl der an beiden Probestellen gemeinsam vorkommenden Arten. Kommen in beiden Gebieten genau die selben Arten vor ($A=B=G$) dann ist $Q_s = 100\%$. Sind dagegen die beiden Probestellen völlig unterschiedlich, so daß sie keine gemeinsamen Arten haben ($G=0$), ergibt sich $Q_s = 0\%$.

4 Ergebnisse

(von Jan Benda, Uta Grünert und Stefan Heitz)

Die Eigenschaften der Probestellen sind in Tabelle 2, die gefundenen und bestimmten Makroinvertebraten in Tabelle 1 und die Ergebnisse der Untersuchungen in Tabelle 3 zusammengefasst.

Gewässerstruktur

An den beiden Probestellen **P1** und **P2** des Oberlaufs befindet sich die Plane in einem weitgehend naturnahen Zustand. Sie fließt mäandrierend durch Erlenbrüche, durch die sie stark beschattet wird. Das Bachbett besteht aus Sand und das Wasser ist noch klar. Auf den Steinen um die Brücke an Probestelle **P2** wachsen wenige Algen und Moose. Sonst finden sich in diesem Abschnitt nur an Auflichtungen durch Straßenbrücken Wasserpflanzen in der Plane.

Ab der dritten Probestelle **P3** nehmen anthropogene (vom Menschen verursachte) Einflüsse zu. Der Erlenbruch wird auf einen Erlen/Weidensaum reduziert, Viehweiden grenzen direkt an den Bach und Forellenzuchtanlagen tragen eventuell zu einer höheren organischen Belastung bei.

Während die Plane bei Mörz noch ihren ursprünglichen Verlauf hat, ist sie in den Belziger Landschaftswiesen bereits begradigt und das Ufer ist teilweise durch Steinschüttungen befestigt. Das Wasser ist dort trüb, das Bachbett wird schlammiger und es treten vermehrt Wasserpflanzen auf. Diese flußabwärts zunehmenden Eingriffe in den Lauf der Plane schlagen sich auch deutlich im Gewässerstrukturgüteindex wieder (siehe Tabelle 2).

Gewässergüte

Die Gewässergüte nach DIN ist an allen vier Probestellen identisch: die Plane ist mäßig belastet (Gewässergüte II). Bei der ersten Probestelle **P1** 5 km unterhalb der Quelle, wo die Plane sich durch einen Erlenbruch schlängelt, wird aber die erforderliche Abundanzsumme der Saprobien von 15 nicht erreicht. Allerdings ist dort der Anteil der Tiere mit einem Saprobienindex nur etwa halb so groß wie

an den übrigen Probestellen sowohl bezüglich der Artenzahl als auch der Abundanz (ca. 30% gegenüber 60%).

Diversität

Der Shannon-Index als absolutes und die Evenness als relatives Maß für die Diversität der einzelnen Probestellen zeigen eine leichte Abnahme von der obersten Probestelle **P1** ($H_S = 2,9$, $E = 74\%$) zur untersten **P4** ($H_S = 2,5$, $E = 62\%$). Die zweite Probestelle bei Niemeck **P2** hebt sich mit einer erhöhten Diversität ($H_S = 3,4$, $E = 89\%$) deutlich von diesem Trend ab (siehe Tabelle 3). Bei der Berechnung des Shannon-Index wurden die von uns grob in (Arten-)Gruppen eingeteilten Fliegenlarven (*Diptera*) mit berücksichtigt.



Abb. 4: Gewöhnlicher Flohkreb (Gammarus pulex).

Rhitrale Ernährungstypenindex

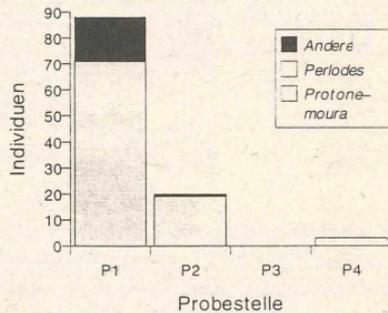
Der RETI nimmt erwartungsgemäß flussabwärts ab. In der Quellregion (**P1**) kommen tatsächlich fast ausschließlich Weidegänger und Zerkleinerer vor (RETI=0,96). In den Landschaftswiesen (**P4**) fällt der RETI wegen des massiven Auftretens von Filtrierern wie *Ephemera danica* auf 0,75. Einzig die Probestelle **P2** fällt mit einem sehr niedrigen RETI von 0,65 aus der Reihe. Dies liegt ziemlich sicher an der viel zu kleinen aufgeschriebenen Anzahl von Bachflohkrebsen (*Gammarus*), welche bei den anderen Probestellen viel häufiger sind und den RETI sehr stark beeinflussen.

Zusammensetzung einiger Makroinvertebratengruppen

Es wurden insgesamt ca. 40 verschiedene Arten festgestellt. Die Anzahl der Arten pro Probestelle ist mit durchschnittlich 15 fast überall gleich. Es gibt aber entlang des Baches große Änderungen im Artenspektrum. Im folgenden soll dies an einigen Tiergruppen verdeutlicht werden:

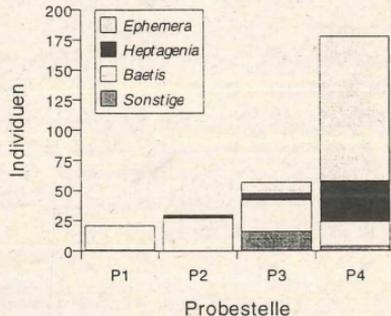
Die **Steinfliegen** (*Plecoptera*) haben ihr stärkstes Auftreten direkt unterhalb der Quelle (**P1**) mit 88 Individuen und an der zweiten Probestelle **P2** mit noch 20 Tieren. Der größte Teil wird von der Gattung *Protonemoura* gestellt. Die oberste Probestelle **P1** ist bezüglich der Steinfliegen die Artenreichste. Es sind dort neben *Protonemoura* auch Vertreter der Gattung *Nemoura* (Uferfliegen) sowie die Große Nadel-Steinfliege (*Leuctra major*) anzutreffen. Besonders zu erwähnen ist das Auftreten von *Isoptena serricornis*. An der dritten Probestelle **P3** wurden keine Steinfliegen festgestellt, die vierte wies lediglich drei Tiere der Gattung *Perlodes* auf.

Steinfliegen (*Plecoptera*)

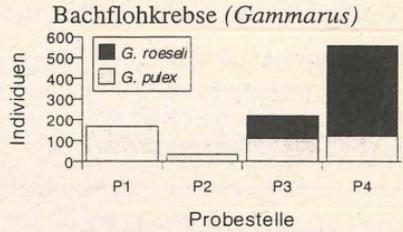


Bei den **Eintagsfliegen** (*Ephemeroptera*) ist genau das Gegenteil zu beobachten. Im Oberlauf finden sich hauptsächlich Tiere der Gattung *Baetis*. Beim Durchfließen der Kuhweiden bei Mörz treten Gabelhafte (*Paraleptophlebia*) sowie einige Schwefel-Aderhafte (*Heptagenia sulfurea*) und die Dänische Eintagsfliege (*Ephemera danica*) hinzu. In den Landschaftswiesen sind dann die letzten beiden mit sehr hohen Abundanzen anzutreffen.

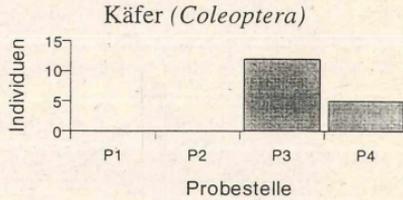
Eintagsfliegen (*Ephemeroptera*)



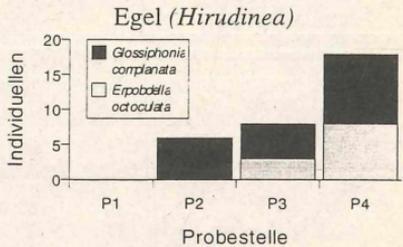
Bachflohkrebse (*Gammaridae*): Der Gewöhnliche Flohkreb (*Gammarus pulex*) konnte an allen Stellen zahlreich angetroffen werden. Im Mittelauf und dort besonders in den Landschaftswiesen kommt noch der Flußflohkreb (*Gammarus roeseli*) in massenhaftem Auftreten hinzu.



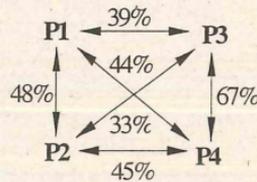
Käfer (*Coleoptera*) kommen im Oberlauf überhaupt nicht vor. Die meisten haben wir bei Mörz gefunden.



Egel (*Hirudinea*): Ab der zweiten Probestelle lassen sich Große Schneckenegel (*Glossiphonia complanata*) und ab der dritten Probestelle auch der Hundegel (*Erpobdella octoculata*) in wachsender Individuenzahl antreffen.



Die Unterschiede bzw. geringe Ähnlichkeit der vier Probestellen untereinander werden auch durch den **Sörensen Quotienten Q_s** deutlich. Am ähnlichsten sind sich die beiden untersten Probestellen **P3** und **P4** mit 67% und auch noch die beiden obersten **P1** und **P2** mit nur noch 48%. Sonst zeigen die Probestellen mit ca. 40% eher große Unterschiede.



Die Abundanzsummen nehmen flußabwärts zu. Ausnahme ist die Probestelle **P2** mit der unnatürlichen Steinschüttung um die Brücke herum. Die relativen Individuenzahlen für die verschiedenen Tiergruppen sind in Abb.5 dargestellt. Deutlich ist der überall hohe Anteil an *Crustaceen* (hauptsächlich *Gammariden*).

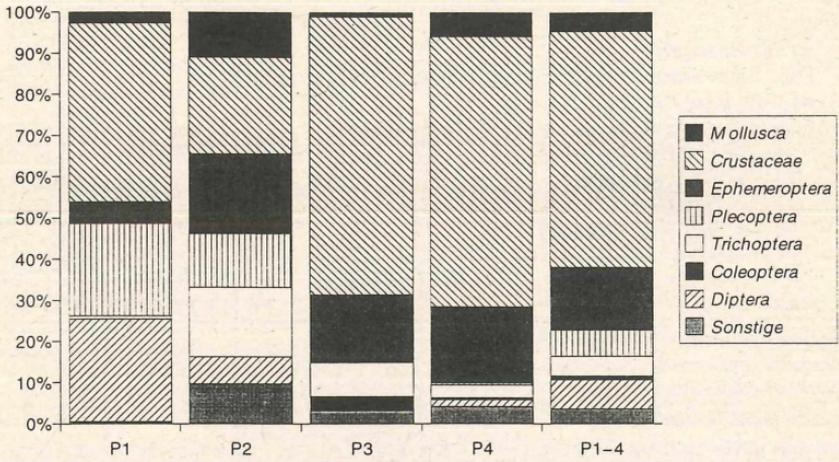


Abb. 5: Die relativen Anteile (Individuenzahlen) der wichtigsten Makroinvertebratengruppen an den vier Probestellen **P1** bis **P4**. In der letzten Säule (**P1-4**) sind alle Probestellen zusammengefasst. Nach der Bachtypologie von BRAUKMANN (1987) ist die Plane ein Silikat-Tieflandbach (s_F). Die von ihm für diesen Bachtyp gefundenen relativen Abundanzen decken sich weitgehend mit den hier vorgestellten Ergebnissen: ein gegenüber den Berg- und Hochgebirgsbächen hoher Anteil von Mollusken von ca. 5% und die deutlich dominierenden Crustacea.

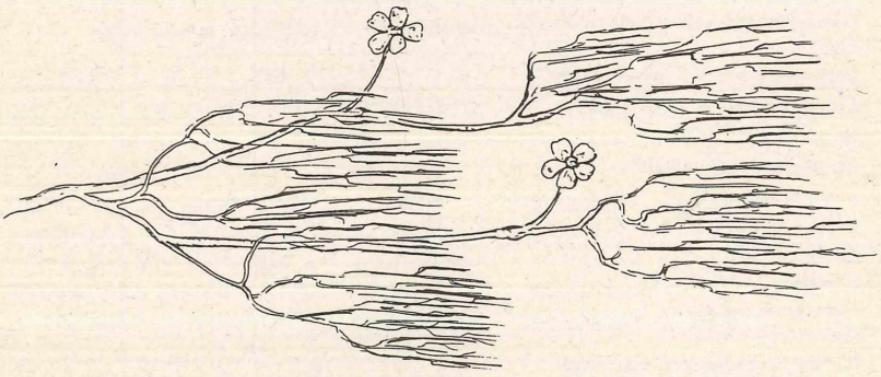


Abb. 6: Flutender Hahnenfuß (*Ranunculus fluitans*)

Tabelle 1: Zusammenstellung der an den Probestellen gefundenen Arten, deren Abundanzen, Saprobienindex und Rote-Liste-Status.

Legende:

ET: Ernährungstyp

DIN: Saprobienindices (S_i) und Gewichtungen (G_i) nach DIN

RL Brg: Rote Liste Brandenburg:

- / keine Angaben
- nicht gefährdet
- 2 stark gefährdet
- 3 gefährdet
- 4 regional gefährdet

Probestelle	ET	Individuen				Abundanzen				DIN RL		
		P1	P2	P3	P4	P1	P2	P3	P4	S	G	Brg
<i>Turbellaria</i> – <i>Tricladida</i> (Planarien)												
<i>Dugesia gonocephala</i> (Dreieckskopf–Strudelwurm)		1	9	3	15	1	2	2	3	1,6	8	/
<i>Gastropoda</i> (Schnecken)												
<i>Ancylus fluviatilis</i> (Flußnapfschnecke)	W	1	2	4	7	1	1	2	2	2,0	4	3
<i>Bivalvia</i> (Muscheln)												
<i>Pisidium amnicum</i> (Große Erbsenmuschel)	F		5				2					3
<i>Pisidium spec.</i> (Erbsenmuschel)	F	10	10		43	2	2		4			-
<i>Hirudinea</i> (Egel)												
<i>Erpobdella octoculata</i> (Hundeegel)	R			3	8		2	2		2,7	4	/
<i>Glossiphonia complanata</i> (Großer Schneckenegel)	R		6	5	10		2	2	2	2,2	8	/
<i>Crustacea</i> (Krebse)												
<i>Asellus aquaticus</i> (Wasserassel)				13				3		2,7	4	/
<i>Gammarus pulex</i> (Gewöhnlicher Flohkrebs)	Z	170	36	110	120	7	4	6	6	2,1	4	/
<i>Gammarus roeseli</i> (Flußflohkrebse)	Z			110	440			6	7	2,0	8	/
<i>Ephemeroptera</i> (Eintagsfliegen)												
<i>Baetis buceratus</i> (?)					20				3			3
<i>Baetis rhodani</i> (Glashaft)			27				3			2,3	8	-
<i>Baetis scambus</i>		8					2					3
<i>Baetis spec.</i>		12		26			3		3			-
<i>Ephemera danica</i> (Dänische Eintagsfliege)	F			9	120			2	6	1,8	8	-
<i>Heptagenia sulphurea</i> (Schwefel–Aderhaft)			3	6	34		2	2	4	2,0	4	4
<i>Paraleptophlebia spec.</i> (Gabelhaft)	S	1		16	4	1		3	2			-
<i>Megaloptera</i> (Schlammfliegen)												
<i>Sialis fuliginosa</i>		1			1	1			1	2,0	8	/

Probestelle	ET	Individuen				Abundanzen				DIN		RL
		P1	P2	P3	P4	P1	P2	P3	P4	S	G	Brg
<i>Plecoptera</i> (Steinfliegen)												
<i>Isoptena serricornis</i>		3				2						2
<i>Leuctra major</i> (Große Nadelsteinfliege)		8				2						-
<i>Nemoura spec.</i>	Z	6	1			2	1					-
<i>Perlodes dispar</i>	R				3				2			-
<i>Protonemoura spec.</i> (Sechskiemige Uferfliege)	Z	71	19			5	3					-
<i>Coleoptera</i> (Käfer)												
<i>Elmis sp.</i> (Klauenkäfer)	W				6			2				-
<i>Limnius sp.</i> (Klauenkäfer)	W				1			1				-
<i>Orectochilus villosus</i> (Bach-Taumelkäfer)	R				5	5		2	2	2,0	4	-
<i>Trichoptera</i> (Köcherfliegen)												
<i>Halesus radiatus</i>	Z	2		2	2	2	2	2				-
<i>Hydropsyche pellucidula</i>	F		15	25				3	3			-
<i>Hydropsyche spec.</i> (Wassergeistchen)	F		2		20			1	3			-
<i>Rhyacophila fasciata</i>	R		2					1		2,0	4	-
<i>Sericostoma personatum</i>	Z	1	2					1	1	1,5	8	-
<i>Pisces</i> (Fische)												
<i>Gasterosteus aculeatus</i> (Dreistachliger Stichling)					1				1			-

Tabelle 2: Lage und Eigenschaften der Probestellen. Kartengrundlage: TK 50, 1988

Probestelle	P1	P2	P3	P4
Ort	Oberlauf bei Rädike	Bahnbrücke Niemeck-Dahnsdorf	Wiesen bei Mörz	Eingang Landschaftswiesen bei Trebitz
Flußkilometer	5	14	17	27
Rechts- und Hochwert	R333630 H577620	R334100 H577620	R334190 H577890	R334410 H578570
Datum	25.4.1996	25.4.1996	27.4.1996	26.4.1996
Uhrzeit	15.00 – 18.00	11.00 – 14.00	15.00–18.00	15.00–18.00
Witterung	wechselnd bewölkt	leicht bewölkt 17°C	wechselhaft	bewölkt
Breite × Tiefe	2–3m × <0.5m	5m × 0.6m	3–4m × 0.7m	5m × 0.7m
Wasserstand	Mittelwasser	leicht unter Mittelwasser	Mittelwasser	Mittelwasser

Probestelle	P1	P2	P3	P4
Fließ- geschwindigkeit	ruhig fließend	leicht turbulent, ruhig aber zügig fließend	ruhig fließend, leicht turbulent	zügig fließend
Wassertrübung	klar	klar	etwas trüb	trüb, etwas Schaum von Turbulenz
Sohlen- beschaffenheit	Sandbett	Steinschüttung auf Sandbett	Sandbett mit Ästen und einigen wenigen Steinen	Sandbett, SW- Ufer mit Steinschüttung
Wasserpflanzen	ohne Bewuchs	wenige Algen und Moose	etwas Bachbunze	Wasserpest, Quellmoos, Schwertlilie
Beschattung Ufer	stark beschattet Erlenbruch	stark beschattet Erlenbruch	halb beschattet Erlen-/ Weidensaum	halb beschattet einreihige Erlenpflanzung am SW-Ufer
Flußlauf	mäandrierend	mäandrierend	mäandrierend	begradigt
Strukturgüteklasse	1	2	2	5

Tabelle 3: Ergebnisse der Untersuchungen.

	Probestelle			
	P1	P2	P3	P4
Artenzahl pro Probenstelle	15	14	16	17
Anzahl der Saprobien	5	8	10	10
Anteil der Saprobien	33%	63%	69%	69%
Individuenzahl	393	149	345	870
Abundanzsumme pro Probenstelle	31	27	39	49
Abundanzsumme der Saprobien ΣA_i	11	16	29	35
Anteil der Saprobier-Abundanz	35%	59%	74%	71%
Saprobienindex S	1,92	2,02	2,06	1,96
Streuungsmaß SM	0,12	0,11	0,09	0,07
Gewässergüte	(II)	II	II	II
Shannon-Index H_S	2,89	3,39	2,80	2,52
Evenness E	74%	89%	70%	62%
$\Sigma W + \Sigma Z$	251	60	233	569
$\Sigma S + \Sigma F$	11	32	50	187
RETI	0.96	0.65	0.82	0.75

5 Diskussion

An vier verschiedenen Stellen am Oberlauf und Mittellauf der Plane wurden limnologische Untersuchungen zur Besiedlung des Makrozoobenthos durchgeführt. Da die Exkursion eine Einführung in die Bestimmung von Organismen war, sind zum einen die Bestimmungsergebnisse schwieriger Gruppen ungenau (*Baetidae*, *Plecoptera*), bzw. nicht möglich gewesen (*Diptera*). Zum anderen wurde mit zunehmender Routine die Fangquote immer besser. Dies erklärt aber nur zum Teil die wachsende Zahl gefangener Individuen pro Probepunkt (die zeitliche Reihenfolge war **P2**, **P1**, **P4**, **P3**). Besonders bei Probepunkt **P2** haben wir bei häufigen Arten (z.B. *Gammarus*) zu früh aufgehört diese zu zählen. Darum sind die Ergebnisse für diese Probestelle nicht sehr aussagekräftig. Da nur selektiv nachbestimmt wurde, sind uns wahrscheinlich auch einige Arten entgangen. Viele Arten sind also schlicht übersehen (beim Fangen und Bestimmen) und/oder zu niedrig in ihrer Abundanz erfaßt worden. Trotzdem lassen sich aus den Ergebnissen einige interessante Schlußfolgerungen ziehen, da diese Unsicherheit in der Datenerfassung sich nicht so drastisch auf die weiter unten folgenden Aussagen auswirkt.

Zuallererst fällt der äußerliche Wandel der Plane vom Quellbereich hin zu den Landschaftswiesen auf. Während sie anfangs noch völlig naturbelassen durch einen Erlenbruch mäandriert, nimmt zuerst die Nutzung des Umlandes durch Beweidung zu, und hinter Trebitz ist der Bachlauf und die Ufer teilweise befestigt. Diese Entwicklung schlägt sich deutlich in den grob abgeschätzten Gewässerstrukturgüteindices nieder.

Schon bei der Beprobung ist uns auch aufgefallen, daß die Wassertrübung, die Verschlammung und das massenhafte Auftreten der Bachflohkrebse und der Dänischen Eintagsfliege sich mit dem Austritt aus dem Fläming erhöhen. Dies haben wir zuerst als deutliche Zunahme der organischen Belastung durch die Viehweiden, Forellenzuchtanlagen und Abwassereinleitungen gedeutet und einen Anstieg der Saprobienindices erwartet. Dieser ist aber entgegen dieser Annahme bei allen Probestellen nahezu identisch und stuft die Plane im gesamten von uns beprobten Verlauf in die Gewässergüte II (mäßig belastet) ein.

Es gibt in der neueren Literatur (GRÜNDLER, et al., 1996; HÖHNE, et al., 1995) einige methodische Kritik am DIN-Verfahren zur Bestimmung des Saprobienindex insbesondere für Flachlandbäche: Es haben bisher zu wenige (Flachlandbach-)Arten überhaupt einen Saprobienindex, so daß nur ein Bruchteil der erfaßten Arten in die Beurteilung eingehen (bei uns 35% bis 74%). Außerdem stehen die meisten Indikatorarten für die Gewässergüte II, so daß Einflüsse anderer Belastungsstufen vernachlässigt werden und der Saprobienindex in diesem Bereich sehr unsensibel ist. Da Flachlandbäche allein schon aufgrund der natürlichen organischen Belastung (z.B. durch Fallaub = allochtone Saprobität) und der geringen Transportleistung die Gewässergüte I–II oder gar II haben, ist es schwer, menschliche Einflüsse (anthropogene Saprobität) in diesem Gütebereich festzustellen.

Neben dem Saprobienindex ändern sich auch andere Parameter nur wenig: Unter anderem die Artenzahl (etwa 15 an jedem der Probestellen) und die Diversität. Letztere nimmt nur leicht ab und ist relativ gering, was aber ein Effekt der unvollständigen Datenerhebung ist.

Wird aber die Zusammensetzung der Arten genauer betrachtet, zeigen sich doch gewaltige Unterschiede zwischen den einzelnen Probestellen. So finden sich nur in den oberen beiden Probestellen Steinfliegen, die Eintagsfliegen und Käfer finden sich eher bachabwärts, bei den Bachflohkrebsen gesellt sich in großer Zahl *G. roeseli* hinzu, usw. Die Verschiebung in der Artzusammensetzung wird durch den Sørensen-Quotienten beschrieben. Nur die beiden unteren Probestellen **P3** und **P4** haben mit 67% mehr als die Hälfte der Arten gemeinsam. Noch deutlicher zeigt das der RETI, der den Anteil der Zerkleinerer und Weidegänger an den Filtrierern und Sedimentfressern angibt. Im Oberlauf dominieren deutlich Zerkleinerer und Weidegänger, da dort die organische Belastung hauptsächlich aus Fallaub besteht. Im Lauf des Baches nimmt der Anteil an dem durch die Zerkleinerer bereits zersetzten Material zu (gewässereigene, autochthone Saprobität), es kommt wahrscheinlich zu weiterer organischer Belastung durch die Viehweiden und die Forellenzuchtanlagen (anthropogene Saprobität), der Fallaubeintrag (allochtone Saprobität) nimmt aber wegen des lichter werdenden Uferbewuchs ab. Dies sind die Gründe, warum nun mehr Filtrierer und Sedimentfresser zu finden sind, wie es durch den RETI gezeigt wird.

Im Oberlauf ist die Gewässergüte II auf die natürliche Belastung durch Fallaub zurückzuführen. Weiter unten verschwindet der Gehölzsaum und wird zuerst durch Viehweiden und dann auch durch Äcker ersetzt. Dadurch reduziert sich der allochtone Anteil der Saprobität, aber die gewässereigene Belastung durch Abbauprodukte nimmt zu und es kommt zu zusätzlicher organischer Belastung durch die Viehweiden, Forellenzuchtanlagen und anderen Abwassereinleitungen. Im Endeffekt nimmt deshalb der Saprobienindex nur leicht zu und dessen alleinige Betrachtung läßt keinen Rückschluß auf eine anthropogene Belastung zu. Der RETI zeigt aber eine Verschiebung von allochtoner Saprobität im Oberlauf hin zu autochtoner und/oder anthropogener im Mittel- und Unterlauf. Da der RETI auf einer kurzen Strecke von <20km schnell abfällt, kann auf deutliche durch den Menschen verursachten Einflüsse geschlossen werden.

Der Gewässerstrukturgüteindex weist nur für die unterste Probestelle **P4** eine starke Verschlechterung auf. Tatsächlich beginnt die Belastung des Gewässers früher (bei **P3**), wo die Struktur des Gewässers noch intakt ist, aber dessen Makrozoobenthoszusammensetzung sich schon verändert hat, wie es der RETI und auch der Sørensen Quotienten zeigt.

Der Saprobienindex für sich allein hat bei einem Flachlandbach wie der Plane nur eine geringe Aussage. Erst zusammen mit Maßen, die die Artzusammensetzung beschreiben, wie der RETI oder Soerensen Quotient, läßt sich auf den tatsächlichen Zustand des Baches schließen. Der Gewässerstrukturgüteindex ist sehr gut dafür geeignet die meist offensichtlichen Beeinträchtigungen des Bachlaufs quantitativ zu erfassen.

6 Literatur

- BRAUKMANN, U. (1987): Zoozöologische und saprobiologische Beiträge zu einer allgemeinen regionale Bachtypologie; *Ergebnisse der Limnologie* 26, Stuttgart.
- ENGELHARDT, E. (1986): Was lebt in Tümpel, Bach und Weiher; *Kosmos*, Stuttgart.
- GLOER, P. & MEIER-BROOK, C. (1994): Süßwassermollusken; *DJN*, Hamburg.
- GRÜNDLER, B., MICHELS, U., HÖHNE, L. & RHODE, E. (1996): Möglichkeiten und Grenzen einer saprobiellen Bewertung von Fließgewässern im Flachland am Beispiel ausgewählter Gewässer in Brandenburg; *Deutsche Gesellschaft für Limnologie (DGL) – Tagungsbericht Band II*.
- HEITZ, S. & BAUMGÄRTNER, D. (1990): Anleitung zum Bau eines Sichtkastens für Beobachtungen im Gewässer; *Naturkundliche Beiträge des DJN* 20, pp. 14–15. *DJN*, Hamburg.
- HENNING, D. (1993): Studie der Fließgewässer des Kreises Belzig; *Naturschutzstation Baitz*.
- HÖHNE, L., ROHDE, E. & MICHELS, U. (1995): Probleme bei der Ermittlung des Saprobienindex auf der Grundlage der Makrozoobenthosbesiedlung für ausgewählte Fließgewässer im Land Brandenburg; *Landesumweltamt Brandenburg*, Berichte aus der Arbeit.
- ILLIES, J. (1955): Steinfliegen (Plecoptera); aus Dahl, F.: Die Tierwelt Deutschlands 43. Teil; *Gustav Fischer Verlag*, Jena.
- LINNENWEBER, C. (1998): Gewässerstrukturgütekartierung in der Bundesrepublik Deutschland. Verfahren für kleiner und mittelgroße Fließgewässer – Verfahrensbeschreibung für die Landesarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA). *Erstellt im: Landesamt für Wasserwirtschaft, Rheinland-Pfalz*.
- MEYER, D. (1997): Makroskopisch-biologische Feldmethoden zur Wassergütebeurteilung von Fließgewässern; *Arbeitsgemeinschaft Limnologie und Gewässerschutz (ALG) e. V.*, Hannover.
- MINISTERIUM FÜR UMWELT, NATURSCHUTZ UND RAUMORDNUNG DES LANDES BRANDENBURG (1992): Rote Liste. Gefährdete Tiere im Land Brandenburg; 1. Auflage August 1992, *Unze-Verlagsgesellschaft mbH*, Potsdam.
- MOOG, O. (Ed.) (1995): Fauna Aquatica Austriaca, Lieferung Mai/95; *Wasserwirtschaftskataster, Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft*, Wien.
- MÜHLENBERG, M. (1989): Freilandökologie, 2. Auflage, *Quelle & Meyer Verlag*, Heidelberg.
- NAGEL, P. (1989): Bestimmungsschlüssel der Saprobien; *Fischer*, Stuttgart.
- ITTER, R. et al. (1990): Hoher Fläming; *Tourist Verlag*, Berlin.
- SCHMEDTJE, U. & KOHMANN, F. (1992): Bestimmungsschlüssel für die Saprobier-DIN-Arten (Makroorganismen); *Informationsberichte des Bayer. Landesamtes für Wasserwirtschaft Heft 2/88*, München.

- SCHOENEMUND, E.: Eintagsfliegen (Ephemeroptera); aus Dahl, F.: Die Tierwelt Deutschlands 43. Teil; *Gustav Fischer Verlag*, Jena.
- SCHWAB, H. (1995): Süßwassertiere; Stuttgart, *Klett*.
- SCHWEDER, H. (1992): Neue Indizes für die Bewertung des ökologischen Zustands von Fließgewässern, abgeleitet aus der Makroinvertebraten-Ernährungstypologie. In: FRIEDRICH, G., LACOMBE, J. (Hrsg): Ökologische Bewertung von Fließgewässern. *Gustav Fischer Verlag*, Stuttgart.
- STRESEMANN, E. (1992): Exkursionsfauna, Band 1, Wirbellose; *Volk und Wissen*, Berlin.
- THUS, H. ET AL. (1992): Biologische Gewässergütebestimmung nach verschiedenen Methoden; *Naturkundliche Beiträge des DJN* 26, pp. 10–36, Hamburg.
- WALLACE, I.D., WALLACE, B. & PHILIPSON, G.N. (1990): A Key to the case-bearing caddis larvae of Britain and Ireland; *Freshwater Biological Association*

Anschrift der Verfasser

Jan Benda
Lehmgrubenweg 11
74321 Bietigheim

Uta Grünert
Straße des Fortschritts 15
14823 Niemegek

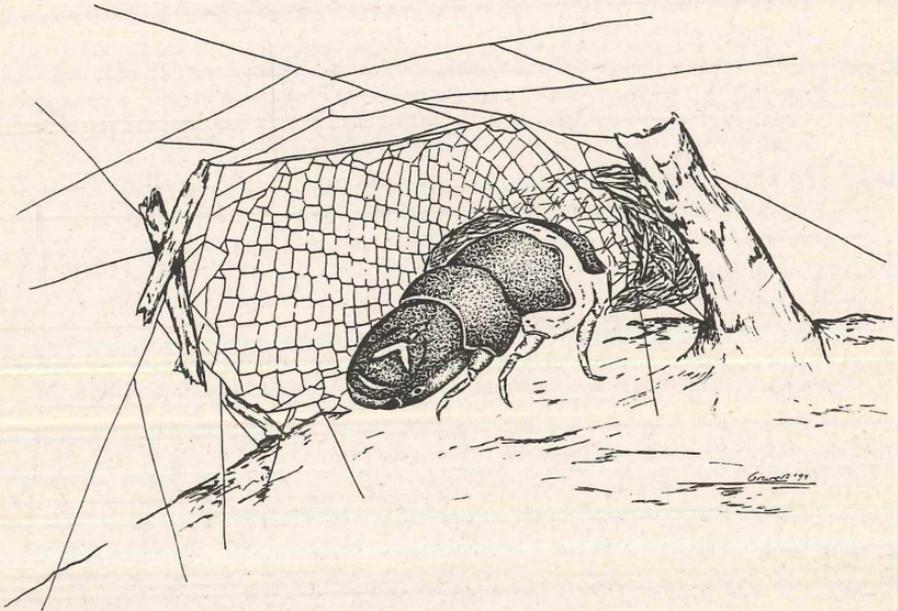


Abb. 7: Larve der netzbauenden Köcherfliege (*Hydropsyche*).

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Naturkundliche Beiträge des DJN](#)

Jahr/Year: 1999

Band/Volume: [33](#)

Autor(en)/Author(s): Benda Jan, Grünert Uta, diverse

Artikel/Article: [Limnologische Untersuchungen an der Plane, einem Bach im Hohen Fläming \(Brandenburg\) 8-28](#)