

Die Benthos-Biozönose der Aare zwischen Thun und Bern

Autor(en): **Känel, Angela von**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Mitteilungen der Naturforschenden Gesellschaft in Bern**

Band (Jahr): **53 (1996)**

PDF erstellt am: **16.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-318595>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

ANGELA VON KÄNEL*

Die Benthos-Biozönose der Aare zwischen Thun und Bern

Inhalt

1. Untersuchter Aare-Abschnitt	96
Geographische Lage und Geologie	96
Aare-Kanalisation	96
Hydrologie	99
Wasserbeschaffenheit	100
2. Probestellen	101
3. Methoden und Ergebnisse	103
3.1 Bewuchs	103
3.2 Makroinvertebraten	108
4. Zusammenfassung	120
5. Literatur	121

In älteren Arbeiten ist die hygienische Situation der Aare im Bereich der Stadt Bern dargestellt (STEINMANN und SURBECK 1918, Hygienisch-Bakteriologisches Institut der ETH Zürich 1935). Als Folge der direkten Einleitung von ungereinigten Abwässern bei relativ starkem Bevölkerungswachstum war die Aare im Raum Bern damals stark verschmutzt. Wiederholt wurden abwassertolerante Organismen festgestellt, so das Abwasserbakterium *Sphaerotilus natans*. Einzelne Funde von Wasserwirbellosen sind in Steinmann und Surbeck (1918) angegeben. Die Erhebungen wurden exkursionsmässig durchgeführt, an welchen die Situation am Gewässer registriert wurde (äusserer Aspekt, Organismenfunde), sowie Messungen und Probeentnahmen für chemische und bakteriologische Analysen erfolgten. Ein ähnliches Vorgehen wählten NEF und ZSCHALER (1962). Sie fanden noch vor dem Bau der Kläranlagen in der Aare zwischen Thun und Bern Organismen, welche eine mässige Belastung anzeigten. Im Abschnitt der Stadt Bern verschlechterte sich der Zustand ebenfalls zu stark bis sehr stark unreinigt.

Umfassende Aufnahmen von Algen und Wasserwirbellosen gab es aus jener Zeit nicht. Von 1982 bis 1987 untersuchte ich an drei Stellen in der Aare zwischen Thun und Bern die Zusammensetzung der Organismen im Winterhalbjahr und überprüfte die Situation zehn Jahre später im Januar 1996. Die Ergebnisse sind in der vorliegenden Arbeit zusammengestellt.

* Adresse der Verfasserin: Dr. Angela von Känel, Trümlern, 3126 Kaufdorf

1. Untersucher Aare-Abschnitt

Geographische Lage und Geologie

(Angaben aus BECK und RUTSCH 1958, KELLERHALS et al. 1981, MÜLLER und LUGINBÜHL 1975)

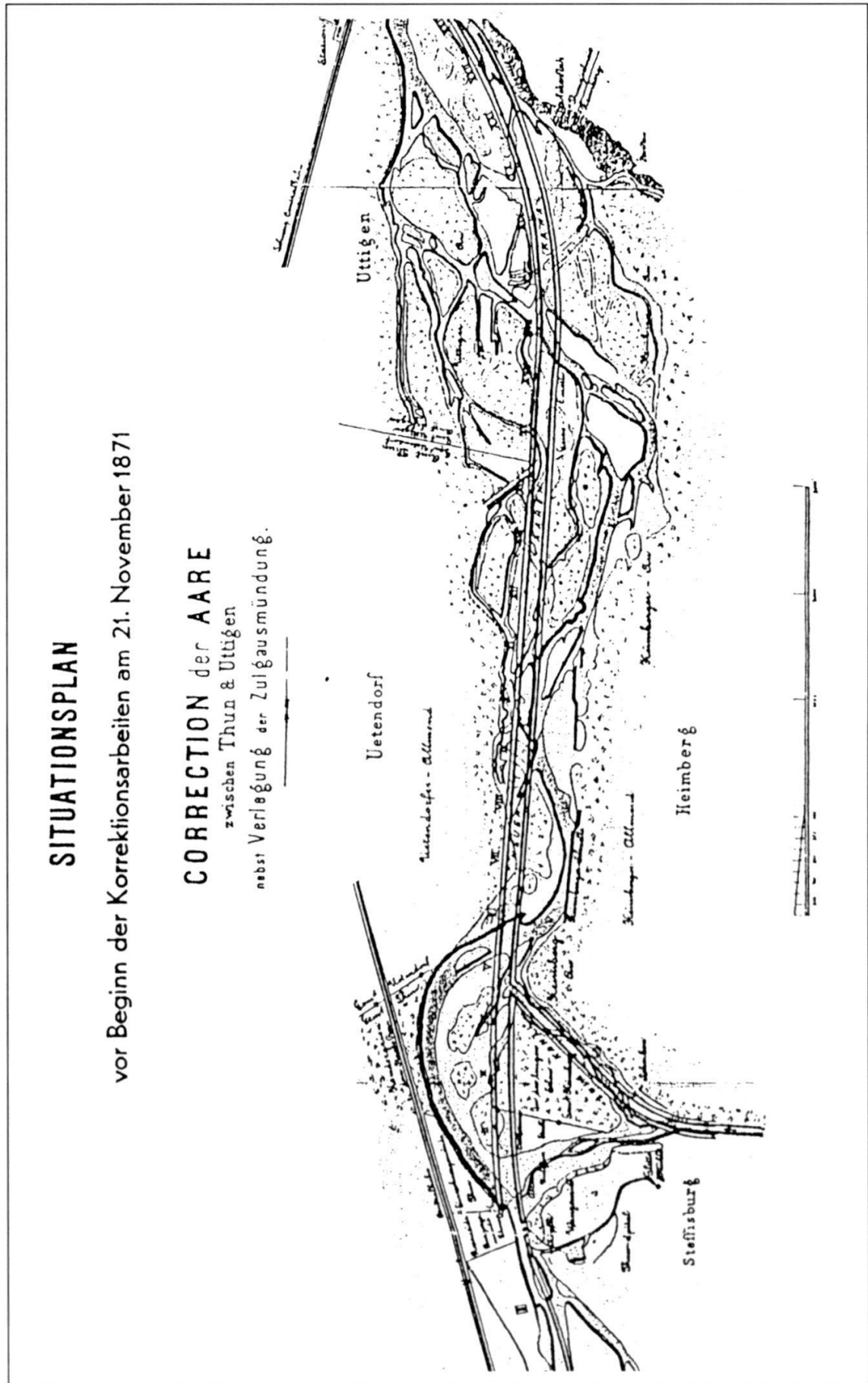
Die Aare verlässt den Thunersee in Richtung Nord bei einer Höhe von 560 m ü.M. und erreicht bei einem mittleren Gefälle von 0,19% nach 28 km die Stadt Bern (503 m ü.M.). Sie durchfließt das glazial ausgeweitete, etwa 2 km breite Tal und nimmt verschiedene Seitengewässer auf, als bedeutendste die Rotache, Zulg, Chise, Gürbe, Worble. Das Aaretal gehört zum bernischen Mittelland und verläuft quer zur alpinen Streichrichtung. Es bildet den Übergang von den Alpen zum Molassevorland. Der in den Felsuntergrund eingetiefte Glazialtrog zwischen dem Thunersee und Bern wurde bereits vor dem risseiszeitlichen Gletschervorstoss angelegt. In der Risseiszeit war das Aaretal vom Rhonegletscher bedeckt, in der Würmeiszeit hingegen vom Aaregletscher, mit typischen Ablagerungen sowie Rückzugs- und Vorstossphasen. Im zwischen den beiden Eiszeiten freiwerdenden Seebecken lagerten sich mächtige Tonsedimente, Schotter, Deltaschotter und Sande ab. Die postglaziale Tiefenerosion der Aare hat diese Ablagerungen sichtbar gemacht, so beispielsweise das alte Kanderdelta bei Uttigen. Dort hat die Seitenerosion der Aare auf 1,5 km Länge die interglazialen Schotter als Sockel der Terrasse Uttigen–Kirchdorf–Gerzensee freigelegt (*Abbildung 2*). Sie bestehen aus Deltasanden und feinkörnigen Schottern und sind durch die Münsingen-Schotter überlagert. Nach der letzten Eiszeit setzte eine intensive Erosionsphase ein mit Eintiefungen und Geschiebeumlagerungen. Die Schuttkegel von Kander und Zulg stauten den Thunersee, der erstere lenkte den Aarelauf gegen die rechte Talseite. Die rechtsseitigen Bachschuttkegel zwischen Rothachen und Münsingen drängten die Aare gegen die westliche Talflanke. Die alluvialen Aaretal-Schotter stammen zu einem grossen Teil von der ursprünglich durch das Glütschbachtal abfliessenden Kander, welche bei Uetendorf in die Aare mündete.

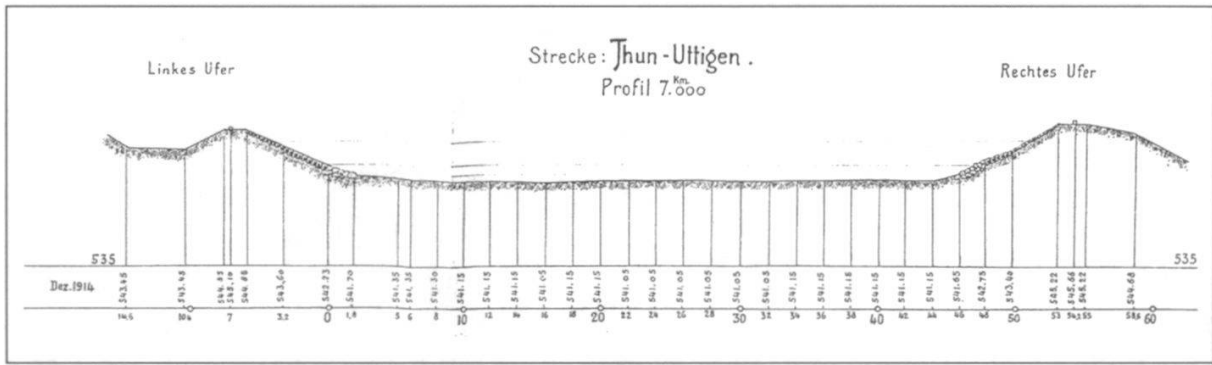
Aare-Kanalisation

(Angaben aus GEISER 1914, HOFMANN 1956, Schweiz. Oberbauinspektorat 1916)

Vor den technischen Eingriffen floss die Aare in Windungen und Verzweigungen durch das Tal, die *Darstellung 1* veranschaulicht dies. Durch Geschiebeumlagerungen entstanden Kiesbänke, Geröllinseln mit Pionierstandorten und überfluteten Auenwäldern. Nördlich von Münsingen sind die alten Aareläufe an der Lage der Giessen noch erkennbar. Grosse Wasser- und Geschiebemassen führten Kander und Zulg, welche im Mündungsbereich in die Aare abgelagert wurden. Die Aare wurde dadurch seewärts gestaut, es gab grosse Überschwemmungen, auch im unteren Teil des Aaretals. 1711–1714 wurde der Kanderdurchstich im Hügelzug bei Strättligen erstellt und danach die Kander in den Thunersee geleitet. Im 18. Jahrhundert wurde verschiedentlich versucht, die Aare stellenweise einzudämmen, so 1787–1792 bei Belp. Die grosse Begradigung

Darstellung 1: Karte des vielfältigen Aarelaufes zwischen Steffisburg und Uttigen vor der Kanalisierung 1871 (aus HOFMANN 1956).





Darstellung 2: Querprofil des Aare-Kanals bei Uttigen, aus Schweiz. Oberbauinspektorat 1916.

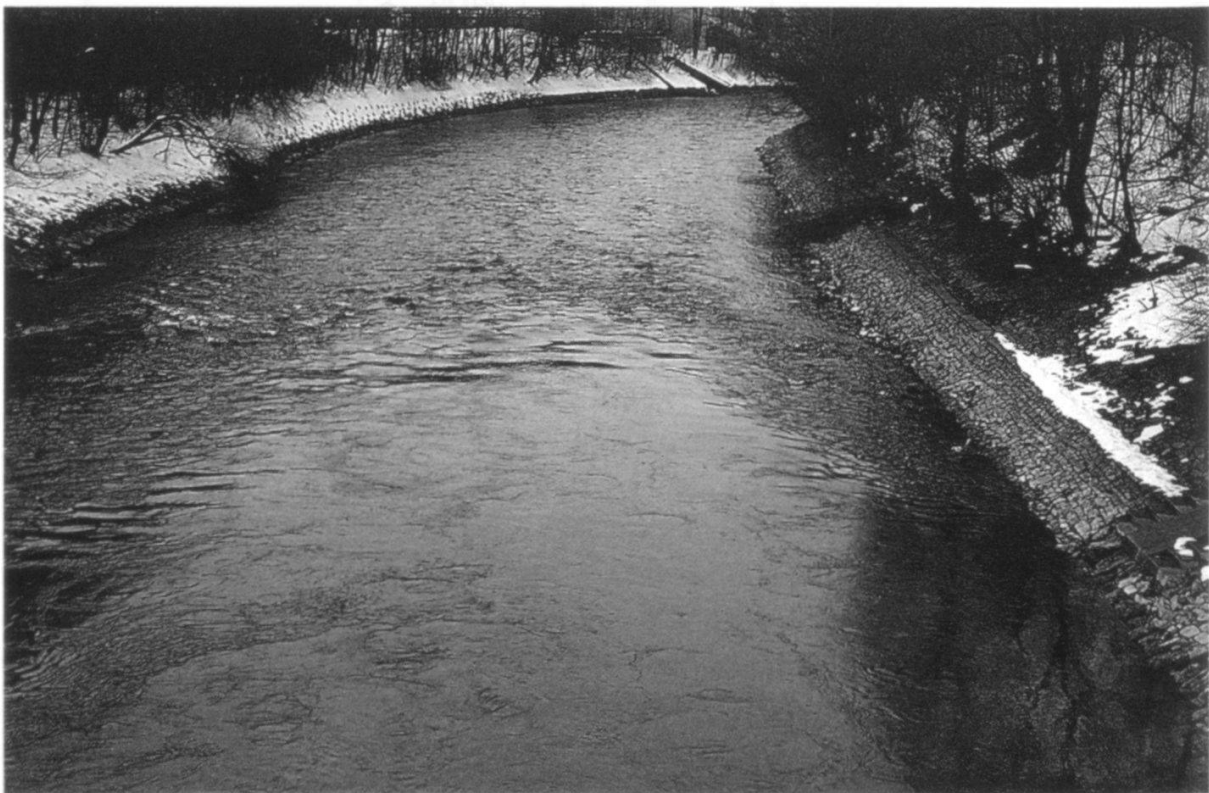


Abbildung 1: Kanalisierter Aare-Lauf im Schwäbis bei Thun, Sicht abwärts. Die Probestelle befindet sich rechtsufrig.



Abbildung 2: Heutige Aare bei der Uttigenfluh, linksufrig zwischeneiszeitliche Schotter umfließend, Sicht abwärts.

erfolgte dann 1825–1841 von der Schützenfahr bis Bern, während die Aare bei Uttigen noch frei floss. 1871–1878 wurde die Kanalisierung zwischen Thun und Uttigen mit der Verlegung der Zulg-Mündung durchgeführt, bis 1880 wurde der Abschnitt Uttigen–Kiesen begradigt, nach 1885 derjenige bis zur Jabergbrücke. Der Kanal wurde, wie damals üblich, geradlinig als Trapezprofil ausgebaut mit gleichförmigen Böschungen, welche mehr oder weniger stark gefestigt wurden mit Pflasterung, Steinwurf oder Betonverkleidung. Die Kanalbreite betrug unterhalb Thun 34 m, unterhalb der Zulg bis 42 m. Die Erosionskräfte der Aare wirkten auch im begradigten Flussbett. So mussten weitere Massnahmen gegen Sohlenvertiefung, Kolkbildung und zur Stabilisierung der Böschungen eingeleitet werden. Von 1871 bis 1945 wurden insgesamt vierzehn Projekte ausgeführt. Mit der Kanalisierung der Aare wurde die einst wilde, gewässerbezogen sehr vielfältige Auenlandschaft in eine nutzbare Kulturlandschaft umgewandelt. Reste der Naturlandschaft sind entlang des heutigen Laufes als kantonales Naturschutzgebiet von nationaler Bedeutung ausgeschieden.

Hydrologie

Der Abfluss der Aare wird wesentlich durch die Regulierung des Thunersees bestimmt. Nach Hydrologischem Atlas der Schweiz (1992) beträgt der verbleibende Anteil des mittleren natürlichen Jahresabflusses >80% bei einer Erhöhung im Winterhalbjahr um mindestens 20%. Das Abflussregime entspricht in gedämpfter Form dem ursprüngli-

chen mit Sommerhochwasser und Winterniederwasser. Nach MÜLLER und LUGINBÜHL (1975) und KELLERHALS et al. (1981) entfällt der grösste Anteil des Abflusses auf den Thunersee-Auslauf, Seitenbäche liefern ausser bei Starkregen nur 10% des Abflusses, Grundwasser aus Giessen und unterirdischen Wasserläufen fliesst ebenfalls der Aare zu, direkte Niederschläge sind der kleinste Anteil.

Aare-Abflüsse in m³/s 1935–1994 (aus Landeshydrologie):

Messstation	Thun	Bern-Schönau
Höhe m ü.M.	548	502
mittlerer Jahresabfluss	111	121
Monatsmittel Dezember-März	50.8–57.1	59.5–65.2
Monatsmittel Juni/Juli	208/201	221/213
grösster mittlerer Jahresabfluss	133 (1981)	145 (1970)
kleinster mittlerer Jahresabfluss	80 (1876)	90 (1976)
Abflussspitze	400 (1970)	440 (1973)

Wasserbeschaffenheit

Langjährige Messreihen des kantonalen Gewässerschutzlabors von physikalischen und chemischen Parametern (Hydrographisches Jb. Kt. Bern) lassen den Aare-Abschnitt zwischen Thun und Bern wie folgt charakterisieren: Die Wassertemperaturen bewegten sich in den Untersuchungsjahren 1982–1987 zwischen 4,0 °C und 18,6 °C (Einzelhöchstwert 21,1 °C). Das als mittelhart zu bezeichnende Aarewasser (Gesamthärte 2,0–2,8mVal/l) ist schwach mineralisiert (Leitfähigkeit 180–250 µS/cm, im Flusslauf zunehmend). Der Auslauf des Thunersees weist nur geringe Nährstoffkonzentrationen auf und darf als unbelastet definiert werden (NO₃-N < 1 mg/l, NH₄-N < 0,05 mg/l, o-PO₄-P < 0,005 mg/l). Der gelöste organische Kohlenstoff DOC liegt mit 1 mg C/l ebenfalls im unbelasteten Bereich. Einige Kläranlagen entwässern direkt oder über Seitenbäche in die Aare. Die grösste Anlage ARA Thun-Uetendorf ist seit 1972 in Betrieb. Der Eintrag von gereinigtem Abwasser bewirkt einen Anstieg des Ammonium-Stickstoffes bis 0,2 mg NH₄-N/l, was diesbezüglich eine deutliche Belastung anzeigt. Die Oxidation zu Nitrat reduziert die Ammoniumkonzentration im Flusslauf. Mit Ausnahme des Phosphors nehmen die Nährstoffparameter und der gelöste organische Kohlenstoff bis Bern leicht zu, das Aarewasser ist immer noch als gering belastet zu bezeichnen.

Ich will leben inmitten von Leben, das leben will.

Albert Schweitzer

2. Probestellen

Bei Niederwasserabflüssen untersuchte ich die Sohlenbiozönose an drei Stellen von 1982 bis 1987 jeweils im Herbst und Ende Winter (Frühjahr):

November 1982, Februar 1983

November 1983, Februar 1984

November 1984, Februar 1985

Oktober und Dezember 1985, März 1986

November 1986, März 1987

Dezember 1987

Im Januar 1996 führte ich eine Vergleichsbeprobung durch mit einer zusätzlichen Stelle bei der Uttigenfluh, oberhalb der Rotachen-Mündung.

Transektuntersuchungen grösserer Fliessgewässer sind sehr aufwendig (BLOESCH 1977). Ich musste mich deshalb auf die begeharen Ufer- und Seitenbereiche beschränken, an allen Stellen wurde das rechte Aare-Ufer beprobt. Entlang des Aare-Laufes wachsen beidseitig Laub-Nadelgehölzstreifen. Da die periodischen Überflutungen als Folge der Kanalisierung fehlen, sind Auenwaldgesellschaften wie die Weichholzaue (Baumweiden, Erlen enthaltend) nur teilweise ausgebildet. Die Aare-Sohle ist nicht voll beschattet.

Aare Thun-Schwäbis Koordinaten 613 675 / 178 990

75 m unterhalb der Strassenbrücke Schwäbis

Das Trapezprofil des kanalisierten Laufes ist gut erkennbar, die Böschung ist mit Pflasterung hart verbaut. Die Korngrössenzusammensetzung des beprobten Sohlenbereiches verteilte sich auf 40% Grobgeröll, 50% Kies und 10% Feinsediment (Schätzung). An zehn Untersuchungstagen 1983–1987 bewegte sich die Fliessgeschwindigkeit 5 cm über der Sohle im Uferbereich zwischen 10–70 cm/s (Mittelwert 38,5 cm/s, Wassertiefe bis 44 cm), auf der Seite 40–115 cm/s (Mittelwert 61,7 cm/s, Wassertiefe bis 95 cm). Oberhalb der Probestellen münden rechtsufrig drei Regentlastungen in die Aare.

Aare Uttigenfluh Koordinaten 609 995 / 183 900

Einzelprobe vom 13.1.96 oberhalb der Rotachen-Mündung

Das linke Ufer wird durch die in Kapitel 1 beschriebene, markante Schottersteilwand gebildet. Rechtsufrig schüttet die Rotache ihr Mündungsdelta in die Aare, gerade oberhalb befindet sich eine flache Geröllbank (Probestelle). Diese Aare-Stelle ist eine der naturnahsten zwischen Thun und Bern. Die Korngrössengruppen setzten sich zusammen aus 45% Grobgeröll, 40% Kies und 15% Feinsediment. Die Wassertiefe betrug im Uferbereich 22 cm, an der Seite 36 cm.



Abbildungen 3 und 4: Aare von der Thalgutbrücke aus. – Bild oben: Sicht aufwärts bei winterlichem Niederwasser. – Bild unten: Sicht abwärts bei Sommerhochwasser.



Aare Jaberg Koordinaten 610 175 / 185 050

100 m oberhalb der Jabergbrücke

Der Lauf wirkt hier recht naturnah und weniger stark kanalisiert. Linksufrig sind als Steilwand die zwischeneiszeitlichen Schotter sichtbar, rechts bildet eine flache Geröll-Kiesbank bei Niederwasser einen sanften Übergang vom bewaldeten Ufer zum benetzten Sohlenteil. Die Korngrössenzusammensetzung beinhaltetete 40% Grobgeröll, 45% Kies und 15% Feinsediment. Die Fliessgeschwindigkeit über der Sohle lag im Uferbereich zwischen 15 und 52 cm/s (Mittelwert 30,4 cm/s, Wassertiefe bis 40 cm), auf der Seite zwischen 30 und 90 cm/s (Mittelwert 55,3 cm/s, Wassertiefe bis 77 cm). Zwischen der Stelle Schwäbis und Jaberg münden rechtsufrig Zulg und Rotache in die Aare, linksufrig entwässert etwa 3 km oberhalb der Probestelle die ARA Thun-Uetendorf.

Aare Münsingen Koordinaten 608 300 / 190 600

100 m oberhalb der Schützenfahrbrücke

Das rechte Ufer ist mit Buhnen gesichert, dazwischen sind Geröll-Kies-Bänke abgelagert. Die Schätzung der Korngrössenzusammensetzung ergab 45% Grobgeröll, 50% Kies und 5% Feinsediment. An dieser Stelle wurden die höchsten Fliessgeschwindigkeiten über der Sohle gemessen: Im Uferbereich 24–90 cm/s (Mittelwert 58 cm/s, Wassertiefe bis 37 cm), auf der Seite 70–130 cm/s (Mittelwert 102,2 cm/s, Wassertiefe bis 55 cm). Gut 5,5 km oberhalb mündet die Chise rechtsufrig in die Aare.

3. Methoden und Ergebnisse

3.1 Bewuchs

Methode

Von 1982 bis 1987 wurde von 7 Brücken (Schwäbis bis Hunzigenbrücke) der prozentuale Anteil der mit Wassermoosen und fädigen Grünalgen bedeckten Sohle im Flussquerschnitt geschätzt (*Grafik 1*). An den Probestellen wurde der Anteil der von Auge erkennbaren Algengruppen registriert, Lebendproben wurden davon entnommen zur mikroskopischen Bestimmung der Arten und Schätzung der Häufigkeit (*Tabelle 1b*).

Verwendete Häufigkeitsgruppen:

1 = spärlich 2 = verbreitet 3 = häufig 4 = massenhaft

Ergebnisse und Diskussion

Der Bewuchs der Aare zwischen Thun und Bern besteht aus Algen und Wassermoosen. Die Algen setzen sich zusammen aus fädigen Algen, dominiert von der Grünalge *Cladophora glomerata*, sowie aus lagerbildenden Algen von Kiesel-, Blau-, Rot- und Grünalgen.

Angaben aus früheren Jahren sind nur spärlich vorhanden. Im Bericht des Hygienisch-Bakteriologischen Institutes der ETH (1935) ist ein Hinweis einer Begutachtung vom März 1934 zu finden: Beim Jägerheim Belp bestand die Aare-Sohle aus grobem Geröll und war teilweise mit einem rostbraunen Belag überzogen, es dürfte sich um Kieselalgen gehandelt haben. NEF fand 1958–1961 neben dichtem Kieselalgenbewuchs auch fädige Grünalgen (*Stigeoclonium*, *Cladophora*, *Ulothrix*) besonders unterhalb der Mündung des Glättimühlbaches bis Bern. Belastungsanzeiger kamen in diesem Aare-Abschnitt ebenfalls noch vor, das Fadenbakterium *Sphaerotilus natans* bildete steinunterseits schleimige Beläge.

Die Verteilung der fädigen Grünalgen und Wassermoose im Flussquerschnitt und -lauf geht aus *Grafik 1* hervor. Es konnten 13 Erhebungen (1982–1987) einbezogen werden. Die ganze Gewässersohle wird besiedelt, wobei im stark kanalisierten Bereich vom Schwäbis bis Glättimühli die Mitte mit 40–50% Bedeckung stärker bewachsen ist als im Abschnitt Jaberg bis Münsingen (bis 20%). Die grösste Bedeckung (bis 80%) weisen die Seiten im ganzen Flusslauf auf. Dort sind in bezug auf die Lichteinstrahlung, die Fließgeschwindigkeit und die Wassertemperatur die besten Wachstumsverhältnisse. Im Uferbereich geht der Anteil etwas zurück. Wasserstandsschwankungen, Temperaturabkühlungen und schwächere Strömung können lagerbildende Kiesel- und Blaualgen besser ertragen.

Biomassenbestimmungen des fädigen Bewuchses (1983–1987) ergaben pro m² Gewässersohle folgende Werte (Mittelwerte von 9 Erhebungen pro Stelle mit je 5 Proben, Trocknung 24h bei 105 °C):

		Ufer	Seite
Schwäbis	g TG/m ²	360	705
Jaberg		230	1410
Münsingen		210	780

Die Uferbereiche weisen deutlich weniger Biomasse von fädigen Grünalgen und Wassermooseen auf als die Seiten, was den visuellen Eindruck bestätigt.

Die Schätzung der **Bewuchsanteile** im Gewässer (*Tabelle 1a*) zeigt einen deutlichen Unterschied zwischen der Stelle Schwäbis und den übrigen Stellen, diese Tendenz wurde auch in den früheren Jahren festgestellt: Im Schwäbis ist stets ein beträchtlicher Anteil an Wassermooseen vorhanden, sowohl im Uferbereich als auf der Seite (Maximum 60% im Dezember 1987). Es konnten bestimmt werden: *Cinclidotus fontinaloides*, *Fontinalis antipyretica*, *Hygrohypnum cf. ochraceum*, *Rhynchostegium riparioides*. Die Stellen Uttigenfluh bis Münsingen werden von Algen dominiert, wobei die Ufer stets einen grösseren Anteil an lagerbildenden Algen enthalten, während auf den Seiten der Anteil fädiger Algen meistens grösser ist (Ausnahme: Münsingen Januar 1996).

Grafik 1: %-Bedeckung der Aaresohle im Flusslauf mit fädigen Grünalgen und Wassermoosen 1982–1987, Herbst-Winter-Frühjahreserhebungen (Mittelwerte, n = 13).

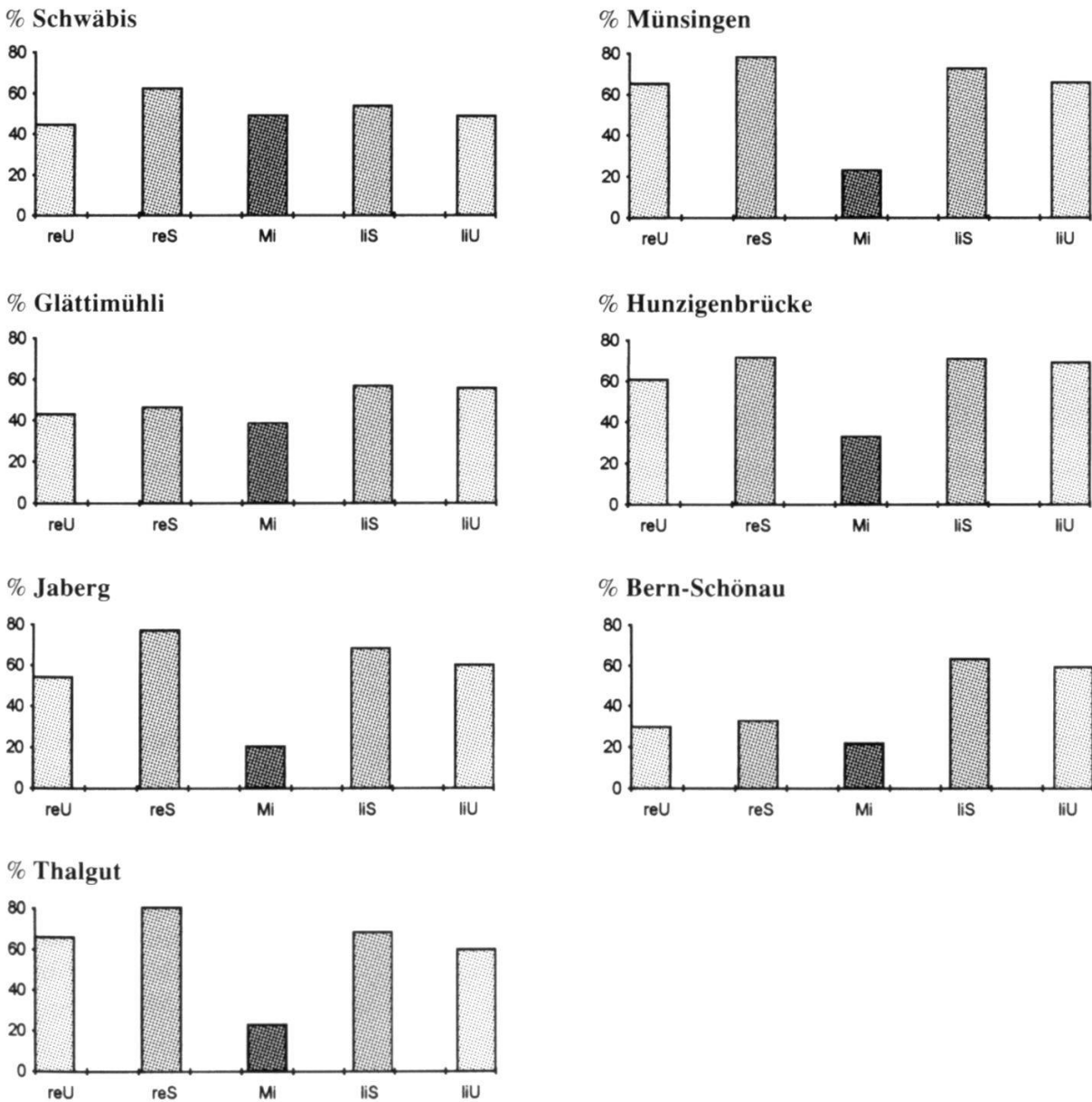


Tabelle 1a: %-Zusammensetzung des Bewuchses in der Aare vom 13. Januar 1996. Schätzung der Bedeckung und Bewuchsdichte (2 = verbreitet, 3 = häufig).

	Schwäbis		Uttigenfluh		Jaberg		Münsingen	
	Ufer	Seite	Ufer	Seite	Ufer	Seite	Ufer	Seite
gesamt	80	85	80	90	70	90	80	90
Dichte	2-3	3	2-3	3	2	3	2-3	3
Moose	35	28	4	5	4			
Algen fädige	26	38	30	57	28	72	20	23
Algen Lager	19	19	46	28	38	18	60	67

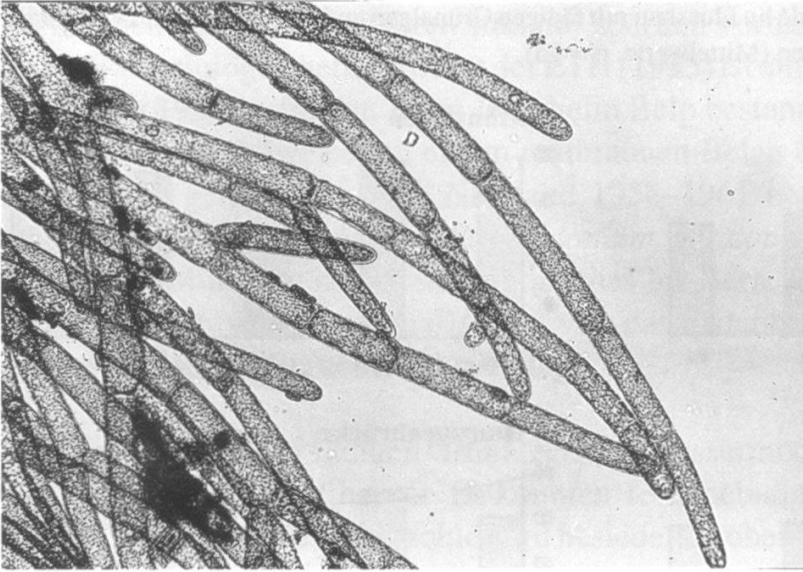


Abbildung 5: Die häufigste fädige Alge in der Aare ist die Grünalge *Cladophora glomerata*, mikroskopische Aufnahme, Fadendurchmesser bis 0,1 mm, Obj. 10x, Ok. 10x.

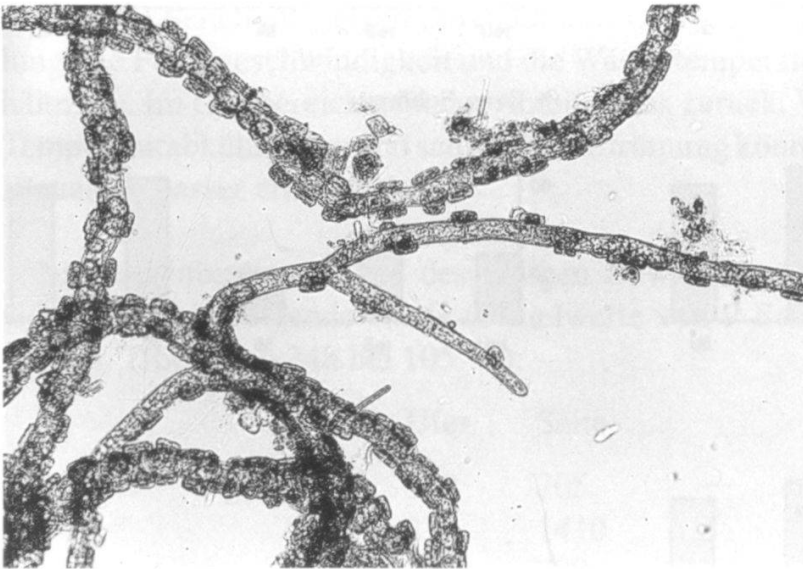


Abbildung 6: Eine verwandte Art, *Cladophora globulina* bildet kompakte Knäuel aus gekrümmten Zellfäden, welche oft mit Kieselalgen (*Cocconeis* spp.) bewachsen sind, Fadendurchmesser bis 0,04 mm, Obj. 10x, Ok. 10x.

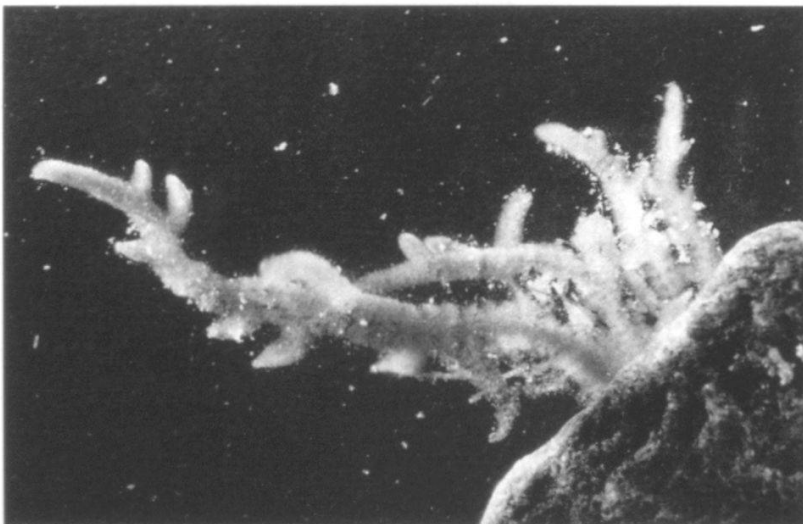


Abbildung 7: *Batrachospermum* sp. ist die zweithäufigste Rotalge in der Aare. Wirteilige Kurztriebe umgeben büschelartig die bis 3 cm langen Hauptstränge, makroskopische Aufnahme.

Die **Artenzusammensetzung** geht aus *Tabelle 1b* hervor. Die am häufigsten vorkommende fädige Alge ist die Grünalge *Cladophora glomerata*. Sie besiedelt den ganzen Aare-Lauf zwischen Thun und Bern. Die Grünalge bildet Zellfäden (*Abb. 5*), welche zu verzweigten, bis 30 cm langen Büscheln wachsen. Mit Rhizoiden heftet sich die Alge auf Sohlensteinen fest und kann so Strömungsbereiche gut besiedeln (gemessene Höchstwerte über der Sohle bis 130 cm/s). Weltweit ist *Cladophora glomerata* die häufigste fädige Fliessgewässer-alge (BLUM 1956). Sie bewohnt sommerwarme Bäche und Flüsse der Niederungen (KANN 1978, PIPP und ROTT 1993). Sie benötigt sauerstoffreiches, klares, gut strömendes Wasser, kommt in nährstoffarmen Gewässern vor wie im Aareabschnitt unterhalb Thun, weist jedoch eine hohe Toleranz gegen Abwassereinflüsse auf (BACKHAUS 1968). Sie ist die Charakterart des *Cladophoretum glomeratae* (MÖLLER und PANKOW 1981). Im Bernbiet kommt diese Alge im Mittelland und Jura in Bächen und Flüssen vor, in welchen kein starker Geschiebetrieb vorhanden ist. Die geröllführenden Fliessgewässer wie Sense, Schwarzwasser und Emme werden nicht oder nur kurzfristig von der Alge besiedelt. In der Aare zwischen Thun und Bern findet zwar noch eine Tiefenerosion statt, jedoch keine markante Geröllumlagerung. Dies scheint der Hauptgrund zu sein, dass diese fädige Grünalge recht üppige Bestände bilden kann. Davon abgerissene, treibende Büschel fallen bei Sommerhochwasserständen besonders auf. Zu bemerken ist, dass fädige Algen Mikrohabitate bilden, welche von einer reichhaltigen Wasserwirbellosenfauna besiedelt werden.

Eine zweite Art der selben Gattung *Cladophora globulina* konnte in bemerkenswerter Dichte im Schwäbis festgestellt werden. Im Kanton Bern fand ich bisher nur Einzelvorkommen in geringer Dichte in der Aare Bern oberhalb der Tiefenaubrücke, im Nidau-Büren-Kanal und in der Urtenen. Von Auge unterscheidet sich diese Art von *Cl. glomerata* durch die Ausbildung von knäueligen, bis 10 cm langen Büscheln, vergesellschaftet mit weiteren fädigen Grünalgen (*Ulothrix zonata*, *Spirogyra sp.*, *Oedogonium sp.*) und Jochalgen (*Mougeotia sp.*, *Zygnema sp.*). Es scheint, dass gefestigte Sohlen und Böschungen von kanalisierten Gewässern als Standorte dienen. Mikroskopisch sind die gekrümmten Zellfäden erkennbar (*Abb. 6*). Der *Cladophora*-Spezialist C. VAN DEN HOEK hat anhand von Aare-Algenmaterial meine Artbestimmung bestätigt. In seinem Werk von 1963 beschreibt er, dass *Cl. globulina* auch stehende, nährstoffreiche Gewässer besiedelt. Ob der lokale Eintrag von Abwasserstoffen durch die rechtsufrigen Entlastungen im Schwäbis das Vorkommen begünstigt, kann nicht beurteilt werden, da relativ wenig über die Verbreitung und die ökologischen Ansprüche bekannt ist. Nur an dieser Stelle tritt vereinzelt die belastungstolerante Gelbgrünalge *Vaucheria sp.* auf. Das Fehlen dieser Alge im übrigen Abschnitt bis Bern bestätigt die generell gute Wasserbeschaffenheit. Vergleichsweise sei erwähnt, dass in der Aare oberhalb der Tiefenaubrücke (Wasser aus der Gürbe und der Worblen enthaltend) die Nährstoffanzeigerin *Vaucheria sp.* häufig vorkommt.

Die Goldalge *Hydrurus foetidus*, eine kälteliebende Winterart, tritt im ganzen Aare-Abschnitt auf. Sie bildet gallertige Schläuche und besiedelt die gleichen Bereiche wie

Cladophora glomerata. Das geringe Vorkommen der Goldalge lässt sich mit der Konkurrenz durch den dichten Grünalgenbewuchs erklären.

Als makroskopisch sichtbare Höcker und Büschel treten die Rotalgengattungen *Chantransia* und *Batrachospermum* (Abb. 7) an allen Stellen verbreitet bis häufig auf. Beide Rotalgen haben eine grosse ökologische Spannweite und besiedeln Fließgewässer mit guter Strömung. Die fädige Rotalge *Bangia atropurpurea* wurde im Abschnitt Schwäbis bis Münsingen festgestellt, am letzteren Standort noch die lagerbildende *Hildenbrandia rivularis*. **Kiesel-, Blau- und Grünalgen** bilden lager- und krustenartige Steinüberzüge. Der grösste Anteil wird in der Aare durch Kieselalgen gebildet. Details zu deren Artenzusammensetzung sind in ELBER et al. (1991) enthalten. Als häufigste Blaualgen wurden *Homoeothrix* sp. und *Phormidium autumnale* gefunden. Zusammen mit *Oscillatoria limosa* überziehen sie als dunkelgrün-schwarze Häute die Sohlensteine. Als Einzelvorkommen wurden die Grünalgen *Gongrosira* sp. und *Protoderma* sp. bestimmt. Die Bearbeitung der lagerbildenden Bewuchsalgen müsste noch vertieft werden.

Der Vergleich der Jahre 1982–1987 mit der Aufnahme 1996 zeigt eine grundsätzliche Übereinstimmung in der Verbreitung der Hauptformen. So besiedelt die dominante *Cladophora glomerata* auch nach zehn Jahren die Aare in grosser Dichte. Im Schwäbis ist die Zusammensetzung ebenfalls ähnlich unterschiedlich zum übrigen Lauf, lediglich die Häufigkeit variiert (1996 Abnahme von *Cladophora globulina*, Zunahme von *Oedogonium* sp.), was bei einer vergleichenden Einzelprobe noch nicht als Unterschied gewertet werden darf. Es bleibt noch anzufügen, dass sich die sichtbare Belastung durch die Siedlungsentwässerung seit der Aufnahme von 1958-61 deutlich verbessert hat. Abwasserstoffe abbauende Fadenbakterien und -pilze traten von Auge sichtbar nicht mehr auf. Die Stelle Schwäbis ist durch Einträge von Hygienepapieren der Entlastungen bezüglich des äusseren Aspektes noch beeinträchtigt.

3.2 Makroinvertebraten

Methode

Die Beprobungen erfolgten nach der Kicksample-Methode. An je zwei Stellen im Ufer- und Seitenbereich wurden je 15 s gekickt und die vier Fänge als eine Gesamtprobe vollständig bearbeitet (Konservierung in Alkohol). Diese semiquantitative Methode zeigt die Zusammensetzung der Wasserwirbellosen-Gemeinschaft im obersten Sohlenbereich auf, eine flächenbezogene Angabe ist jedoch nicht möglich.

Tabelle 1b: Mikroskopische Bewuchszusammensetzung in der Aare zwischen Thun und Münsingen, 1982–1987 und 1996. 1 = vereinzelt, 2 = verbreitet, 3 = häufig, 4 = massenhaft

	Schwäbis		Uttigenfluh 96	Jaberg		Münsingen	
	82–87	96		82–87	96	82–87	96
Fadenbildende Algen							
Chlorophyceae							
Cladophora glomerata	3–4	3–4	3–4	3–4	3–4	3–4	3–4
globulina	3–4	1	1	1–2		1	
Ulothrix zonata	2–3	1–2	2	2	1	1	
tenuissima			2				1
sp.				1		2	
Microspora floccosa	1			1			
sp.	1			1–2		1	1
Chaetophora elegans						1	
Stigeolonium tenue							1
Spirogyra sp.	2–3	2–3		1–2		1	
Oedogonium sp.	2	3–4		1		1	
Conjugatophyceae							
Mougeotia sp.		1–2					
Zygnema sp.		1					
Xanthophyceae							
Tribonema sp.				1		1	
Vaucheria sp.	1						
Chrysophyceae							
Hydrurus foetidus	1		1	1–2	1	1–2	1
Tetrasporopsis perforata						1	
Rhodophyceae							
Batrachospermum sp.		1–2	2	1	2–3	1	
Bangia atropurpurea	1					1	2
Chantransia sp.	1	2–3	3	1–2	3	2	3
Hildenbrandia rivularis							1–2
Lagerbildende Algen							
Cyanophyceae							
Chamaesiphon sp.	2–3			2–3		2–3	
Chroococcopsis sp.					1–2		
Dermocarpa sp.					2–3		2–3
Homoeothrix sp.		3–4	1–2		2–3		3
Lyngbya sp.				1–2		1	
Microcoleus sp.	2	1–2		2		2	
Oscillatoria limosa				1		1	
tenuis	1	2		1		2–3	
rubescens		1–2					
Phormidium autumnale		1	2–3	2–3	2–3	2–3	2–3
incrustatum		2–3					
sp.		2				1	
cf. Schizothrix sp.		2–3			1		
Diatomeae gesamt	3–4	3–4	3–4	3–4	3–4	3–4	3
Chlorophyceae							
Gongrosira sp.		2					2–3
Protoderma sp.							2–3
unbestimmt					1		

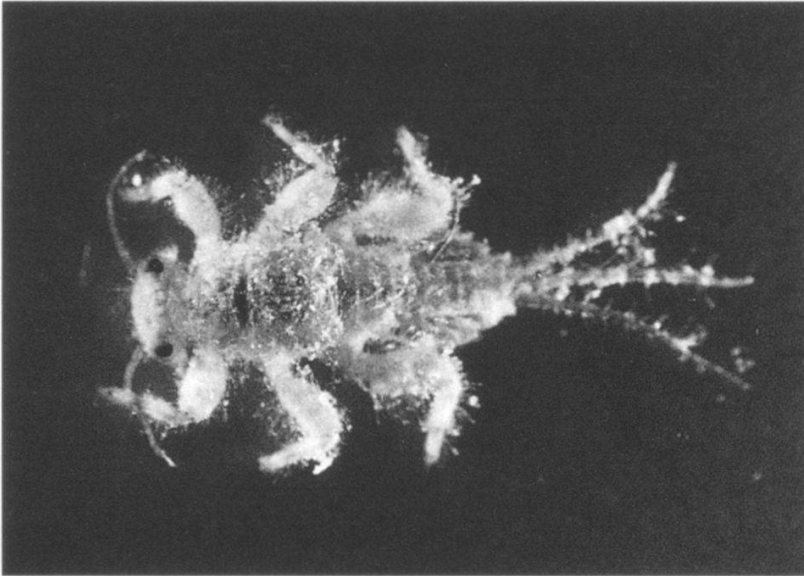


Abbildung 8: Die bis 7 mm lange Eintagsfliegenlarve *Ephemera major* wird gesamtschweizerisch als gefährdete Art eingestuft. Verbreitet bis häufig kommt sie unterhalb Thun vor.

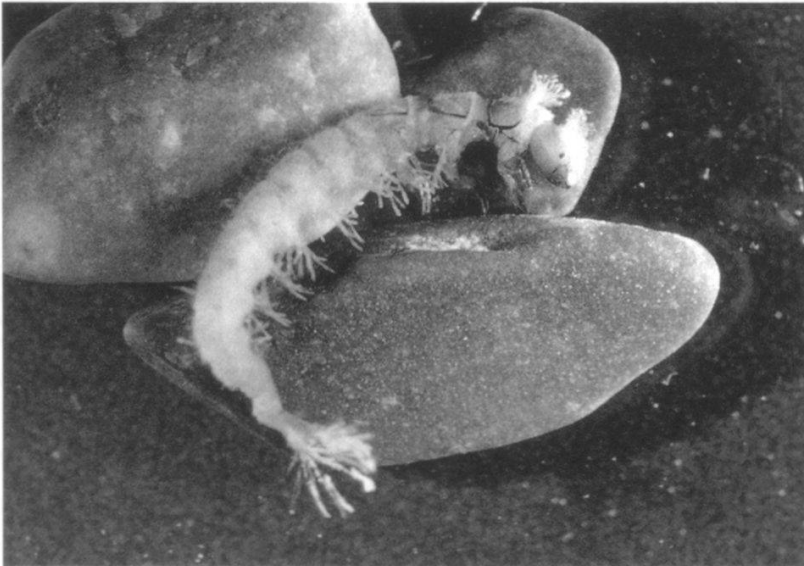


Abbildung 9: Von der köcherlosen Gattung *Hydropsyche* unterscheidet sich die dargestellte Köcherfliegenlarve *Cheumatopsyche lepida* (Länge 1 cm) durch Borsten am Kopf und ersten Brustsegment. Sie bewohnt die ganze Aare zwischen Thun und Bern.

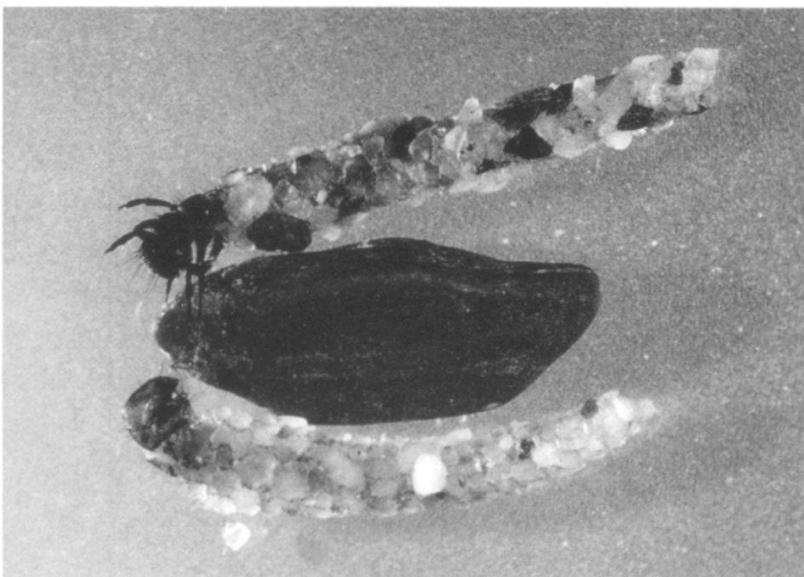


Abbildung 10: Häufig besiedelt die Köcherfliege *Allogamus auricollis* die Aare bei Jaberg (obere Larve, Länge 8 mm). Die Art *Odontocerum albicorne* ist spärlich vertreten (untere Larve, kleines Exemplar), grosse Larven werden bis 18 mm lang.

Ergebnisse und Diskussion

Vergleiche mit anderen Erhebungen in der Aare (oberhalb der Mündung in den Rhein) und im Hochrhein sind folgenden Werken entnommen: BLOESCH 1977, BUWAL 1992, KÜRY 1994, ORTLEPP et al. 1991; zur Bachtypologie BRAUKMANN 1987.

Das bearbeitete Material umfasst eine Probenserie von 1982–1987 mit einer Nachprüfung vom Januar 1996. Die *Grafik 2* zeigt die Entwicklung der wichtigsten Organismengruppen, *Grafik 3* enthält den Vergleich der Zusammensetzung der vier Januar 1996-Probestellen. Aus *Tabelle 2* ist die Liste der Makroinvertebraten und deren Häufigkeit ersichtlich. Die Hauptgruppen der Aare-Biozönose setzen sich zusammen aus den Wasserinsekten Köcherfliegen (Mittelwerte um 30%), Eintagsfliegen (Mittelwerte 22–28%) und Zweiflügler (Mittelwerte 19–34%). Steinfliegen kommen nur in geringem Anteil vor (Mittelwerte 1–5%). Bachflohkrebse haben ihren Verbreitungsschwerpunkt an der Stelle Münsingen (Mittelwert 16%). Die Untersuchungsserie der Jahre 1982–1987 zeigt im Flusslauf folgende Tendenz: Im Schwäbis sind Zweiflügler, Köcherfliegen und Eintagsfliegen dominant, die übrigen Insekten, Bachflohkrebse und Nichtinsekten sind nur in sehr kleinem Anteil vertreten. An der Stelle Jaberg bleibt die Dominanz der Hauptgruppen, angeführt von den Köcherfliegen. Bereits nehmen hier Steinfliegen (5%) und Bachflohkrebse (7%) leicht zu, letztere bilden bei Münsingen die viertgrösste Gruppe neben der sonst gleichbleibenden Insektenverteilung.

Entwicklung der wichtigsten Gruppen

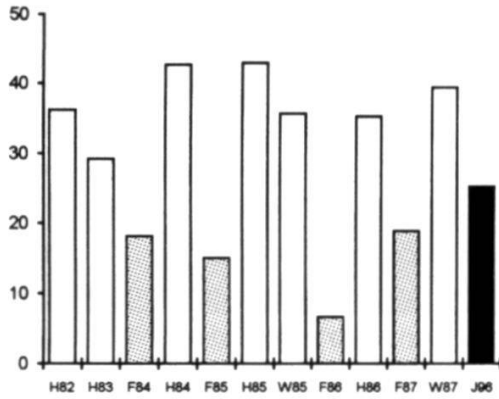
Trichoptera (Köcherfliegen): Im Schwäbis sind die Herbstbestände aller Jahre deutlich höher als diejenigen im Frühjahr. Dieser Trend gilt nicht durchwegs für die Stellen Jaberg und Münsingen, dort sind die Frühjahresbestände 1984 und 1985 ebenfalls hoch. Etwa ein Drittel der Biozönose aller Stellen besteht im Durchschnitt aus Köcherfliegen. Die Frühjahresproben 86 und 87 weisen mit Anteilen <10% Tiefstwerte auf bei zugleich höheren Dipteren-Beständen. Die Vergleichsproben im Januar 1996 liegen mit 25% im Schwäbis und 35% bei Jaberg im mittleren Bereich der Jahre 1982–1987, während der tiefste Wert (6%) bei Münsingen ein Extremwert darstellt, gleichzeitig tritt dort ein hoher Bachflohkrebs-Bestand auf.

Von den 17 ermittelten Taxa entfällt organismenmässig der grösste Anteil auf die Familie *Hydropsychidae* mit *Hydropsyche pellucidula* und *Cheumatopsyche lepida* als häufigste Arten. Sie besiedeln alle Probestellen in guten Dichten (verbreitet bis häufig). Die grössten Bestände junger Larven traten im Schwäbis auf (1982–1987). Im Hochrhein zwischen dem Bodensee und Basel kommen diese Arten in ähnlicher Dichte vor. Sie wurden auch in grossen Flüssen wie der Donau festgestellt (MALICKY 1981). Die für kleine Flüsse typische *Hydropsyche siltalai* (MALICKY 1991) konnte nur vereinzelt gefunden werden, regelmässiger an der Stelle Münsingen. Trichopteren, welche Netze zum Driftfang bauen, sind charakteristisch für grössere Flüsse. Bloesch fand in der Aare oberhalb der Limmatmündung sehr dichte Bestände von *Hydropsyche* sp.

Grafik 2: Verlauf der Invertebraten-Populationen an drei Aarestellen 1982–1987 und 1996 (Vergleich), H = Herbst, W = Winter, F = Frühling

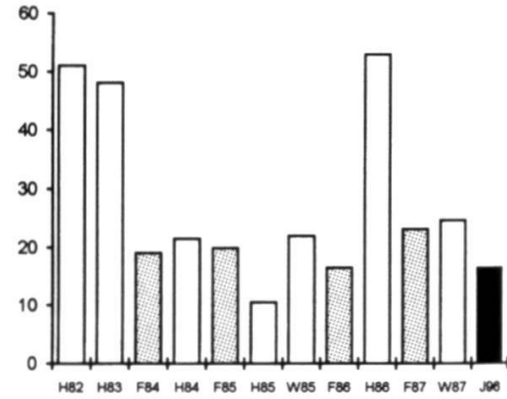
Trichoptera - Köcherfliegen

% Schwäbis

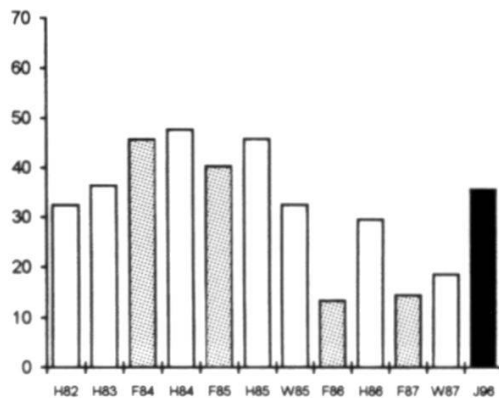


Ephemeroptera - Eintagsfliegen

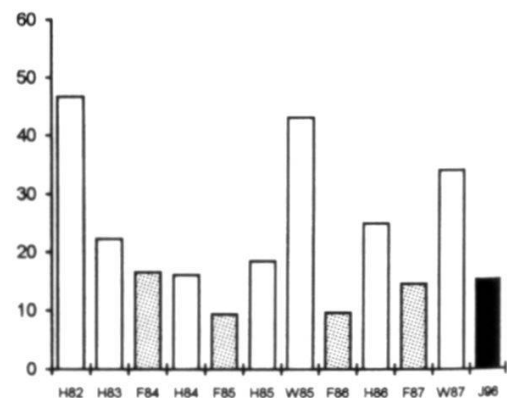
% Schwäbis



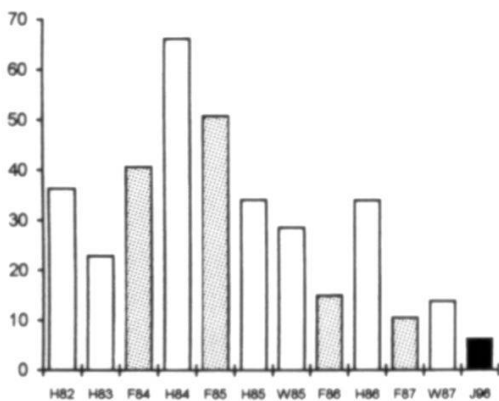
% Jaberg



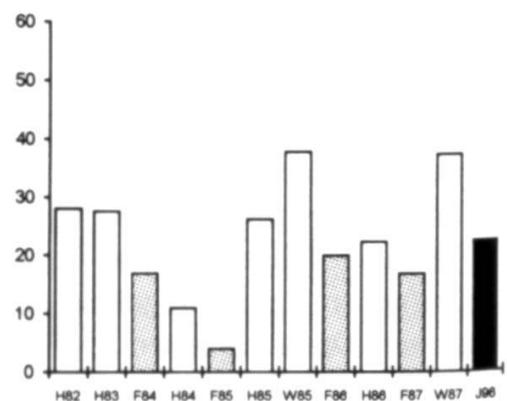
% Jaberg



% Münsingen



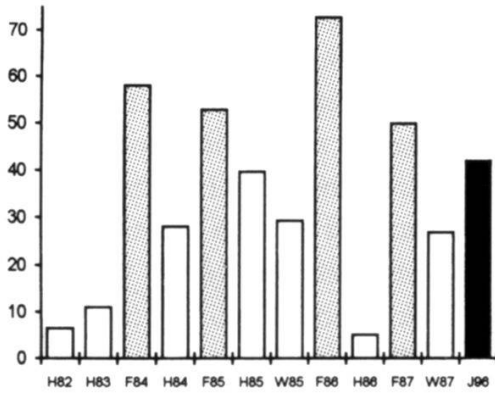
% Münsingen



Grafik 2: Fortsetzung

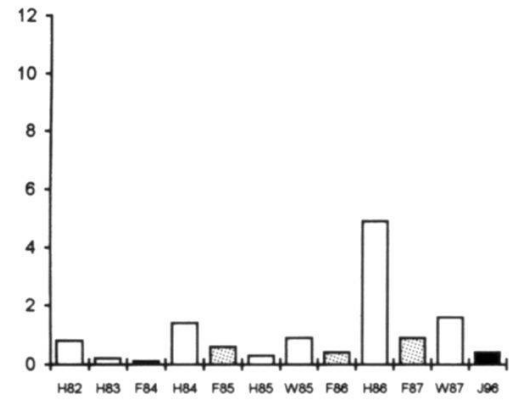
Diptera - Zweiflügler

% Schwäbis

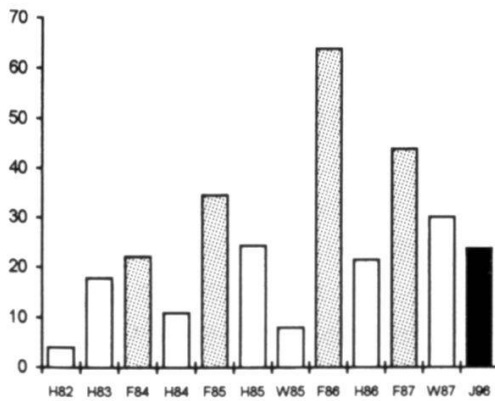


Plecoptera - Steinfliegen

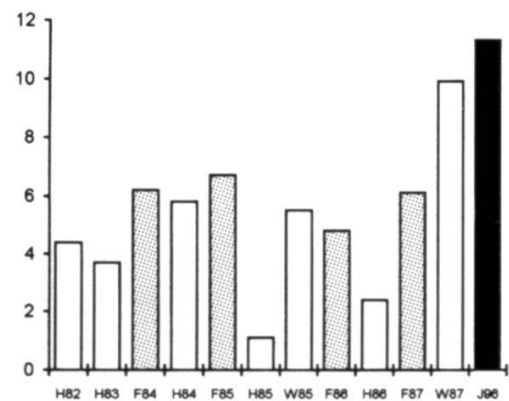
% Schwäbis



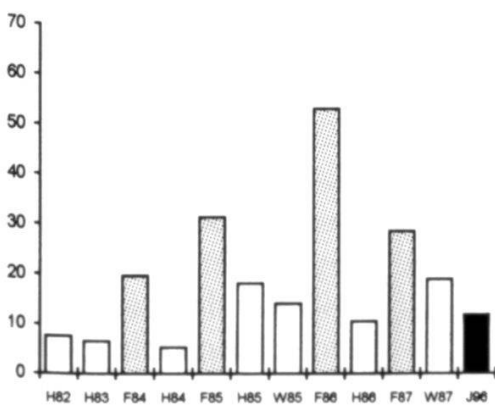
% Jaberg



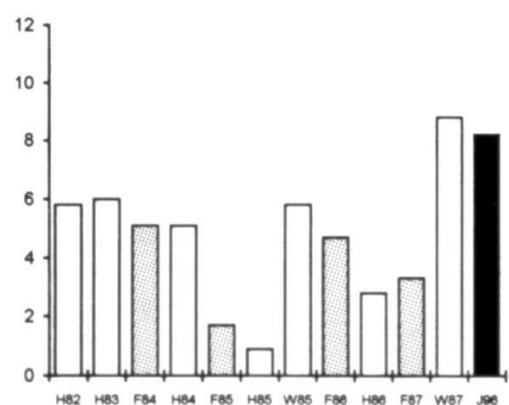
% Jaberg



% Münsingen



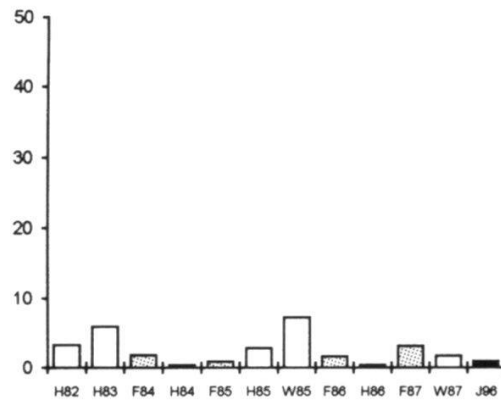
% Münsingen



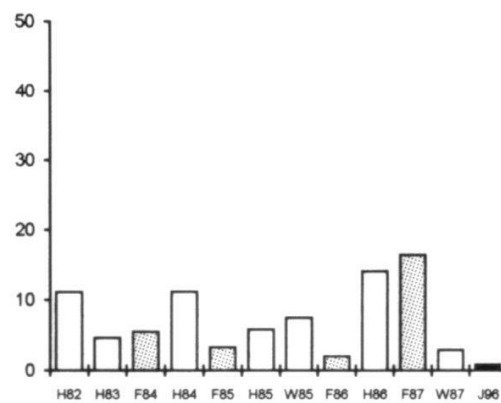
Grafik 2: Fortsetzung

Gammaridae - Bachflohkrebse

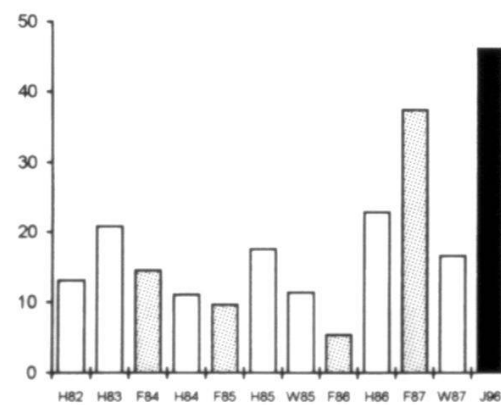
% Schwäbis



% Jaberg



% Münsingen



Die im Rhein lebende, weniger anspruchsvolle *H. contubernalis* trat in der Aare nicht auf. Die kleinste Larve der Familie *Hydropsychidae*, *Cheumatopsyche lepida* (Länge bis 1 cm) ist am Kopf und Prothorax auffällig beborstet (Abb. 9). Nach englischen Untersuchungen hat diese Art einen Entwicklungszyklus pro Jahr mit der larvalen Hauptwachstumszeit im Winterhalbjahr, was mit dem guten Vorkommen in der Aare übereinstimmt. Strömungsliebende *Rhyacophila*-Arten sind in Fliessgewässern weit verbreitet, als räuberisch lebende Insektenlarven eher in kleinen Dichten, so auch in der Aare. Die Arten *Rh. dorsalis* und *Rh. fasciata* kommen vergesellschaftet vor, wie ebenfalls im Rhein und seinen Zuflüssen. *Psychomyia pusilla* besiedelt die Aare und den Rhein spärlich bis verbreitet. Diese Art ist ebenfalls typisch für grosse Flüsse, so wurden in der Donau sehr hohe Dichten ermittelt (MALICKY 1981). Die Familie *Glossosomatidae* ist mit der Flussart *Agapetus delicatulus* spärlich bis verbreitet vertreten, während die Mittelgebirgsart *Glossosoma boltoni* nur spärlich gefunden wurde. Als häufigste Art der Familie *Limnephilidae* ist an den Stellen Jaberg und Münsingen *Allogamus auricollis* zu erwähnen. Diese Art besiedelt Mittelgebirgsbäche und bevorzugt kalkhaltige Gewässer.

Ephemeroptera (Eintagsfliegen): Die Winterwerte der drei Probestellen sind leicht bis deutlich höher als die Frühjahreswerte. Etwa ein Viertel der Biozönose besteht aus Eintagsfliegen, ebenfalls an der Stelle Uttigenfluh. Die Anteile der Januar 1996-Aufnahme liegen im Schwäbis und bei Jaberg etwas unterhalb des Durchschnittes, während die Stelle Münsingen damit übereinstimmt.

Die Verteilung der 18 Taxa zeigt den Unterschied der Stelle Schwäbis zum übrigen Lauf. Die rheophilen Aare-Arten der Familie *Heptageniidae* wurden im Schwäbis nicht gefunden, dies betrifft *Ecdyonurus venosus*, *Rhithrogena semicolorata*, *hybrida* und *gratianopolitana* sowie *Epeorus sylvicola*. *Heptagenia sulphurea* kam dort nur spärlich bis verbreitet vor. Ausser *Rh. hybrida* und *gratianopolitana* kommen alle *Heptageniidae*-Arten ebenfalls im Hochrhein vor. Die Schwäbis-Stelle ist hingegen der Standort einer bemerkenswerten Art der Familie *Ephemerellidae*, *Ephemerella major* (Abb. 8), welche gesamtschweizerisch als gefährdete Art gilt (SARTORI et al. 1994). Im Schwäbis tritt sie verbreitet bis häufig auf, die übrigen Stellen werden nur spärlich (bis verbreitet) besiedelt, ähnlich wie im Hochrhein. Diese kleine Eintagsfliegenlarve lebt nach Wesenberg-Lund (1943) als kriechender Larventyp vorzugsweise auf Steinen, welche mit Schlamm und Detritus überzogen sind. Ihr Körper ist stark behaart und abgeplattet. Sie kommt in Fliessgewässern des Mittellandes, Jura und der Voralpen vor, von 400–1000 m ü.M., die Fundorte in der Schweiz sind eher selten (STUDEMANN et al. 1992). Es stellt sich die Frage, ob der Eintrag von Schlamm durch die Entlastungen im Schwäbis zu einem für die Art günstigen Standort mitverholfen hat, konnte doch *Ephemerella major* sowohl 1982–1987 als auch im Januar 1996 in gleicher Dichte dort gefunden werden. Die Familie *Baetidae* besiedelt den ganzen Aare-Lauf mit der Gebirgsbachart *Baetis alpinus* (spärlich bis verbreitet), welche schwerpunktmässig im Alpen- und Voralpengebiet des Kantons Bern auftritt. Die wenig anspruchsvolle Art *B. rhodani* kommt in der Aare in gleicher Dichte vor; ver-

Table 2: Liste der Makroinvertebraten in der Aare zwischen Thun und Münsingen, 1982–1987 und 1996
 1 = vereinzelt, 2 = verbreitet, 3 = häufig, 4 = massenhaft, ■ = vorhanden ohne Anteilangabe, □ = durch Probenentnahme nicht vollständig erfasst, L = Larve, P = Puppe, I = Imago.

	Schwäbis		Uttigenfluh	Jaberg		Münsingen	
	82–87	96	96	82–87	96	82–87	96
Trichoptera							
Hydropsyche pellucidula	2–3	2	2	2	1	2	1
siltalai	1			1		1–2	1–2
spp.	3–4	2–3	2–3	2–3	2	2–3	2
Cheumatopsyche lepida	■	3	3	■	3	■	2
Rhyacophila dorsalis L+P	1		1–2	1	1	1	1
fasciata		1		1			
spp.	1–2	2	2	1–2	2	1–2	1
Psychomyia pusilla	1–2	2	2	2	1	1	1
Agapetus delicatulus	1			2		1	
sp.	1			1	1–2	1	1
Glossosoma boltoni						1	
sp.				1			
Hydroptila femoralis	1	1	1–2	1	1	1	1
Odontocerum albicorne	1		1		1	1	
Sericostoma sp.				1			
Atripsodes albifrons	1		1	2–3		1–2	
sp.	1			2	1	1	
cf Triadenodes sp.	1			1		1	
Leptoceridae	1		1	1–2		1	1
Allogamus auricollis	1	1		3	3	2–3	1
sp.			2				
Limnephilidae				1			
Plectrocnemia sp.	1						
Plecoptera							
Isoperla grammatica	2	1	3	2–3	3	2–3	3
Leuctra spp.			2	2–3	2	1	2
Amphinemura sp.	1		1	1–2	1	1–2	
Nemoura cinerea				1			
flexuosa				1			
cf fulvipes				1			
mortoni						1	
spp.				1		1	
Protonemura sp.			1	1	1	1	
Brachyptera cf risi			1	1	1	1	
Dinocras cephalotes			1	1	1	1–2	1
Perla sp.				1		1	
Perlodes microcephala						1	
Dictyogenus fontium						1	
Coleoptera L+I							
Elmis sp.	1	2	2	1–2	2–3	1	1–2
Limnius sp.	2–3	2	2–3	2	2	1–2	1–2
Riolus sp.		1–2	1		1	1	1
Normandia sp.				1–2		1	1
Esolus sp.				1			
Gyrinidae							1
Dytiscidae	1			1		1	
Ephemeroptera							
Baetis alpinus	■	1–2	1–2	■	1	■	
rhodani	■		1–2	■	1–2	■	1
lutheri	■	1–2	2–3	■	2	■	2
vernus	1			1	1		
spp.	3	2	3	2–3	2	2	2
Ecdyonurus venosus			1	1–2	1–2	1–2	1–2
Heptagenia sulphurea	1–2	1	1	2–3	1–2	2–3	1–2
Heptageniidae		1	2	2	2	1	2

Tabelle 2: Fortsetzung

	Schwäbis		Uttigenfluh 96	Jaberg		Münsingen	
	82-87	96		82-87	96	82-87	96
Ephemeroptera							
<i>Rhithrogena semicolorata</i>			1	1	1	2	2-3
<i>hybrida</i>						1	1
<i>gratianopolitana</i>			1		1	1	1
spp.			1	2	2	2-3	3
<i>Epeorus sylvicola</i>			1	1		1	
<i>Ephemerella major</i>	2-3	2-3	1	1-2	1	1	
<i>ignita</i>	1			1		1-2	
<i>Caenis</i> sp.	1			1		1	
<i>Ephemera danica</i>	1			1		1	
<i>Paraleptophlebia tumida</i>				1		1	
<i>Habroleptoides confusa</i>					1		
<i>Habrophlebia fusca</i>				1	1		
<i>Potamanthus luteus</i>			1	1			
Gammaridae	1-2	1	2	2-3	1-2	3	3-4
<i>Asellus aquaticus</i>	1						
Diptera							
Orthoclaadiinae	3-4	3-4	3-4	3-4	3-4	3	3
<i>Chironomini</i>	1		1	1-2	1	1	
<i>Tanypodinae</i>	2-3	1-2	1-2	2	2	1-2	1
<i>Tanytarsini</i>						1	
<i>Chironomidae</i> L+P	2-3			1-2		1-2	1
<i>Ceratopogonidae</i>				1			
<i>Atalantinae</i>	1-2	1-2	1	1-2	1	1	1
<i>Hemerodrominae</i>	2	1-2	1-2	1-2	1-2	1	2
<i>Simuliidae</i>	1	1	2	1-2	1	2	2
<i>Wilhelmia equina</i>		1	1-2			2-3	2
<i>Boophthora erythrocephala</i>			1				
<i>Psychodidae</i>	1			1			
<i>Tipula gigantea</i>	1	1	1	1			
<i>Antocha</i> sp.	1						
<i>Dicranota</i> sp.					1		
<i>Atherix</i> sp.				1			
<i>Stratiomyidae</i>						1	
Oligochaeta	1	1	2-3	1	2	1	1
<i>Eiseniella tetraedra</i>	1		1				
<i>Lumbriculidae</i>	1		1	1-2	1-2	1	2
<i>Naididae</i>	1-2						
<i>Tubificidae</i>		1	2	2	1	1-2	
Gordius aquaticus	1-2	1	1-2	1	2	1	1
Turbellaria							
<i>Polycelis nigra</i>	1			1		1	
<i>Dugesia lugubris</i>	1-2	2-3	2	1	1	2	2
<i>gonocephala</i>						1	
<i>Dendrocoelum lacteum</i>				1	1		
Hirudinea							
<i>Erpobdella octoculata</i>	1			1		1	1
Mollusca							
<i>Ancylus fluviatilis</i> □	1-2□	1□	1□	1-2□	1□	1-2□	1-2□
<i>Radix ovata</i>	1			1			
<i>Radix peregra</i>	1			1		1	
<i>Physa</i> sp.	1			1			
<i>Sphaerium</i> sp.						1	
Hydra sp.	3			2		1-2	

breitet bis häufig wurde *B. lutheri* gefunden, eine mittelländische, rheophile Art des Epi-Metarhithrals. Weitere Einzelfunde sind der *Tabelle 2* zu entnehmen. Die als gefährdet bezeichnete Art *Potamanthus luteus*, welche im Hochrhein den ganzen Abschnitt besiedelt und beispielsweise in der Aare oberhalb der Tiefenaubrücke Bern (1994) verbreitet vorkommt, konnte nur spärlich bei der Uttigenfluh und an der Jabergstelle entdeckt werden.

Diptera (Zweiflügler): Die dritte Hauptgruppe weist im Schwäbis mit durchschnittlich 34% (1982–1987) den grössten Anteil an Dipteren auf, die Vergleichsprobe vom Januar 1996 sogar 42%, der Höchstwert von 72% wurde im Frühjahr 1986 ermittelt. Das Zweiflügler-Vorkommen nimmt im Flusslauf ab, bis durchschnittlich 19% an der Stelle Münsingen. Die Anteile im Januar 1996 liegen in der Grössenordnung der Jahre 1982–1987. Auffallend ist im Vergleich zu der Entwicklung der Eintagsfliegenbestände die umgekehrte Tendenz bei den Dipteren: Die Frühjahresbestände sind bei allen drei Stellen stets höher als die Herbst-Winter-Vorkommen. Trotz unvollständiger Bestimmung ergab die Bearbeitung 16 Taxa. Artbestimmungen sind nur von Dipteren spezialisten möglich. Die im ganzen Lauf eindeutig häufigste Gruppe stellen die *Orthocladinae* dar. Die Kriebelmücke *Wilhelmia equina* wurde an drei Standorten festgestellt, sie ist eine Art, welche grössere Bäche und Flüsse bewohnt. *Empididae*-Larven wurden an allen Stellen gefunden, die übrigen Taxa unregelmässig und in geringer Dichte.

Plecoptera (Steinfliegen): Die erfreulich hohe Taxa-Zahl von 13 täuscht nicht darüber hinweg, dass in der Aare zwischen Thun und Bern der Anteil an Steinfliegen gering ist. Im Schwäbis sind mit Ausnahme der Herbst-1986-Probe alle Werte um 1–2% oder kleiner, dort wurden nur zwei Gattungen gefunden. Der sehr geringe Anteil dürfte auf die Wirkung der Entlastungen zurückzuführen sein, sind doch an den übrigen Stellen durchschnittlich 4–5% Plecoptera vorhanden, mit besseren Einzelwerten im Winter 1987 (um 9%) und im Januar 1996 (8–11%). Die Entwicklung der Bestände 1982–1987 ist unregelmässig und an den Probestellen nicht generell übereinstimmend. Im Hochrhein wurden ähnliche systematische Einheiten (16 Taxa) in spärlicher Dichte festgestellt. In beiden Flüssen kam die Gattung *Leuctra* verbreitet vor, während die häufigste Aare-Art *Isoperla grammatica* im Rhein nur vereinzelt auftrat. Sie bewohnt Flachlandbäche.

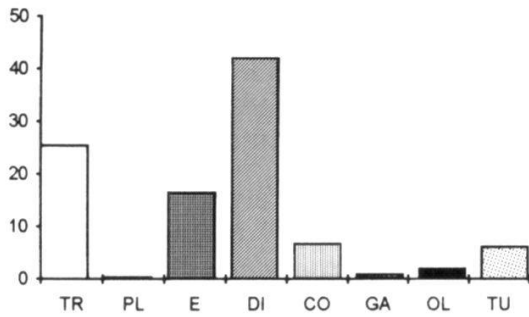
Gammaridae (Bachflohkrebse): Nach Braukmann (1987) sind in kalkhaltigen Mittelgebirgs- und Flachlandbächen um 30% Bachflohkrebse zu erwarten. Der Bestand in der Aare entspricht dieser Vorstellung nicht, mit der Ausnahme von zwei Höchstwerten an der Stelle Münsingen mit 37% im Frühjahr 1987 und 46% im Januar 1996. Der Anteil an Bachflohkrebsen ist im Schwäbis durchwegs sehr gering (Durchschnitt 2,6% der Jahre 1982–1987, Höchstwert im Winter 1985 mit 11%). Die Einzelerfassung bei der Uttigenfluh liegt im selben tiefen Bereich. Eine leichte Zunahme auf durchschnittlich 7,6% (1982–1987) verzeichnet die Stelle Jaberg mit dem kleinsten Anteil im

Grafik 3: %-Zusammensetzung der Invertebraten-Biozönose der Aare im Januar 1996 (eine Probe) und 1982–1987 (Mittelwerte, n = 11)

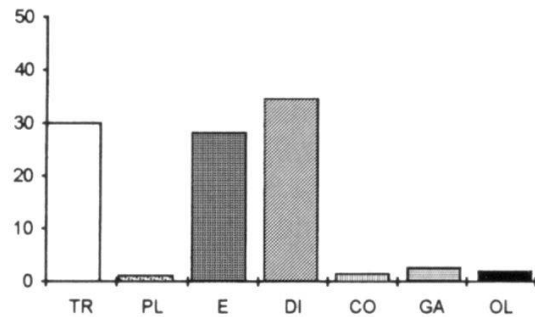
1996: Schwäbis (n = 1026 Ex.), Uttigenfluh (n = 2088), Jaberg (n = 1499), Münsingen (n = 1579)

TR = Trichoptera (Köcherfliegen), PL = Plecoptera (Steinfliegen), E = Ephemeroptera (Eintagsfliegen), DI = Diptera (Zweiflügler), CO = Coleoptera (Käfer), GA = Gammaridae (Bachflohkrebse), OL = Oligochaeta (Wenigborster), TU = Turbellaria (Strudelwürmer)

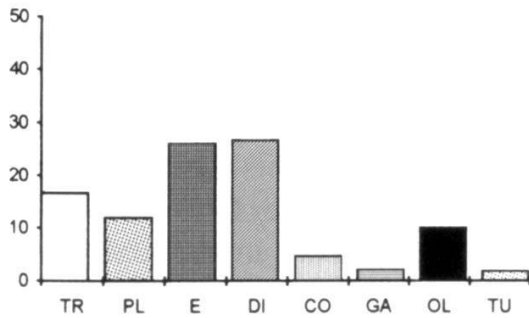
% Aare Schwäbis 1996



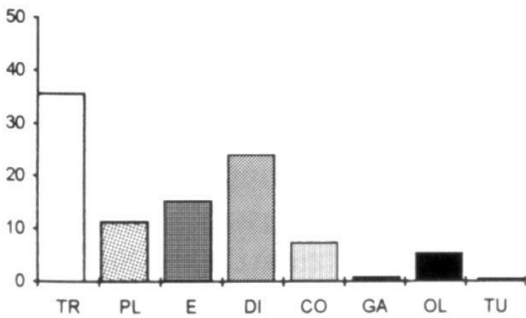
% Aare Schwäbis 1982–1987 (Mittelwerte)



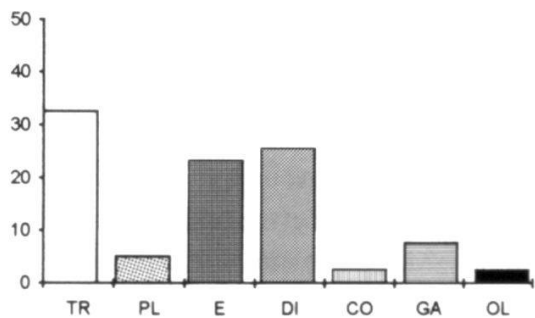
% Aare Uttigenfluh 1996



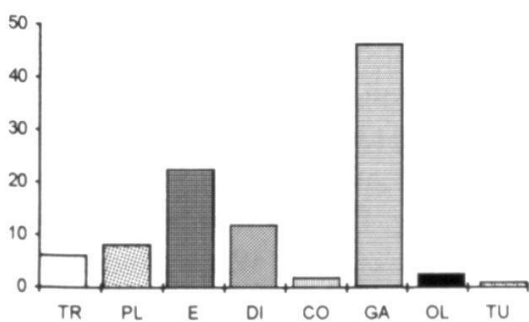
% Aare Jaberg 1996



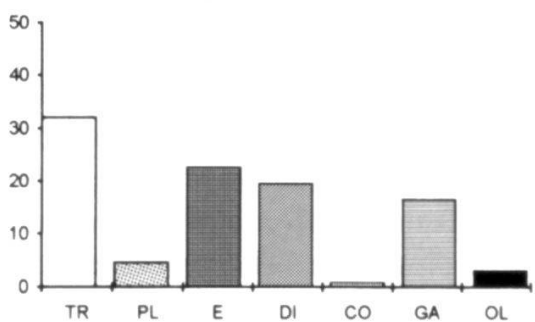
% Aare Jaberg 1982–1987



% Aare Münsingen 1996



% Aare Münsingen 1982–1987



Januar 1996 von nur 0,8%. Erst die Stelle Münsingen scheint für Gammaridae geeigneter zu sein, der mittlere Anteil der Jahre 1982–1987 beträgt 16,4%. Im Verlauf der Jahre kommen unregelmässige Schwankungen vor, die an den drei Stellen nicht übereinstimmen. Eine Interpretation dieses offenbar über mehrere Jahre andauernden Befundes bedarf vertiefter Analysen und liegt zurzeit nicht vor. In der Aare oberhalb der Mündung in den Rhein und im Hochrhein kommen Bachflohkrebse häufig vor.

Weitere Organismen-Vorkommen: Von den 7 *Coleoptera*-Taxa sind die Gattungen *Elmis* und *Limnius* die häufigsten und an allen Stellen anzutreffen. *Oligochaeta* kommen im Durchschnitt nur mit 2–3% vor, mit einzelnen Höchstwerten um 10% (maximaler Wert mit 14,5% im Herbst 1983 bei Münsingen). *Turbellaria* konnten mit 4 Arten in bis zu 3% gefunden werden. Im Schwäbis (Januar 1996) lag der Anteil sogar bis 6%, bestehend aus einer Art *Dugesia lugubris*. Zusammen mit *Polycelis nigra* und *Dendrocoelum lacteum* sind diese Arten typisch für Flachlandfliessgewässer. Die selben Arten kommen ebenfalls im Hochrhein vor. *Hirudinea* sind nur mit *Erpobdella octoculata* in geringer Dichte vertreten. *Mollusca* werden an allen Stellen durch die strömungsliebende Flussnapfschnecke *Ancylus fluviatilis* charakterisiert. Das Vorkommen ist höher einzuschätzen, da die festsitzenden Schnecken mit der Kicksample-Methode zu wenig erfasst werden. Die übrigen Weichtier-Taxa sind spärliche Vorkommen. Die im Rhein sehr häufige und auch den Nidau-Büren-Kanal bewohnende *Dreissena polymorpha* kommt in der Aare zwischen Thun und Bern nicht vor. Abschliessend sei noch das Auftreten von *Hydra sp.* erwähnt, welche am häufigsten die Schwäbis-Stelle besiedelt.

Insgesamt wurden in der Aare 87 Taxa bestimmt. Dies liegt in der Grössenordnung derjenigen der gutströmenden Hochrheinstrecken (79–88 Taxa). In der Aare leben einerseits Arten, welche für Mittelgebirgsbäche typisch sind, andererseits Arten von Tieflandflüssen. Der Aare-Abschnitt ist also auch betreffend der Besiedlung durch Makroinvertebraten ein Bindeglied zwischen Alpen und Mittelland.

4. Zusammenfassung

- An drei Probestellen – Thun-Schwäbis, Jaberg, Münsingen – wurde der Aare-Abschnitt Thun-Bern von 1982–1987 untersucht, an 11 Beprobungstagen im Winterhalbjahr, sowie eine Überprüfung im Januar 1996 mit einer zusätzlichen Stelle bei der Uttigenfluh durchgeführt. Algen und Wasserwirbellose als Teile der Sohlenbiozönose wurden im Ufer- und Seitenbereich der Aare bearbeitet.
- Die Aare durchfliesst auf einer Länge von 28 km und mit einem Gefälle von 0,19% das glazial ausgeweitete Tal. Sie nimmt verschiedene Seitenbäche auf. Vor der Kanalisierung (ausgeführt 1825–1885) floss die Aare breit in vielen Windungen, die Kander lagerte bis zur Umleitung in den Thunersee viel Geschiebe unterhalb Thun ab, Überschwemmungen waren häufig. Der künstliche Lauf wurde als gleichförmiges Trapezprofil ausgebaut mit gerader Linienführung. Der Abfluss ist durch die Regulierung des Thunersees bestimmt, Sommerhochwasser und Winterniederwasser charakterisieren den Jahresverlauf.

- Bewuchs: Die häufigste fädige Grünalge *Cladophora glomerata* bildet im ganzen Abschnitt üppige Bestände, welche als flutende Büschel die Sohle überwachsen. Die stark kanalisierte Stelle im Schwäbis unterscheidet sich durch einen hohen Anteil an Wassermoosen und dem Vorkommen von *Cladophora globulina*, welche mit weiteren Grün- und Jochalgen vergesellschaftet ist. Im Uferbereich ist der Anteil an lagerbildenden Kiesel-, Blau- und Grünalgen höher. Seitenbereiche enthalten mehr fädige Algen.
- Makroinvertebraten: Die Wasserwirbellosen setzen sich hauptsächlich zusammen aus Köcherfliegen, Eintagsfliegen und Zweiflüglern. Steinfliegen besiedeln den Aare-Abschnitt nur in geringem Anteil. Bachflohkrebse bilden erst an der Stelle Münsingen gute Bestände. Insgesamt wurden 87 Taxa bestimmt. Bemerkenswert ist das Vorkommen von *Hydropsyche pellucidula*, *Cheumatopsyche lepida* und *Allogamus auricollis* (Trichoptera), der gefährdeten Eintagsfliegenart *Ephemerella major*, Arten der Familie *Heptageniidae* sowie *Baetis lutheri* (Ephemeroptera) und als häufigste Steinfliege *Isoperla grammatica*. Die Aare zwischen Thun und Bern wird von Makroinvertebraten besiedelt, welche einerseits typisch für Mittelgebirgsbäche sind, andererseits Tieflandarten darstellen.

5. Literatur

Allgemeiner Teil

- BECK, P. und R. RUTSCH (1958): Erläuterungen zum Geologischen Atlas der Schweiz, Blatt Münsingen.
- GEISER, K. (1914): Brienersee und Thunersee, Historisches und Rechtliches. Schweiz. Wasserwirtschaftsverband Publ. Nr. 2.
- HOFMANN, H. (1956): Die Aare- und Zulg-Korrektion. Graph. Atelier Mäder, Bern.
- Hygienisch-Bakteriologisches Institut ETH Zürich (1935): Biochemische Untersuchung der Aare bei Bern, Bericht.
- KELLERHALS, P. et al. (1981): Hydrogeologie Aaretal zwischen Thun und Bern, Bericht im Auftrag WEA Kt. Bern.
- Landeshydrologie und -geologie (1992): Hydrologischer Atlas der Schweiz.
- Landeshydrologie und -geologie (1994): Hydrologisches Jb. der Schweiz.
- MÜLLER, K. und R. LUGINBÜHL (1975): Beiträge zur Hydrologie des Aaretals zwischen Thun und Bern. Diss. Univ. Bern.
- NEF, W. und H. ZSCHALER (1962): Vorbericht über die chem.-biol. Untersuchung der Aare vom Brienersee bis Brügg (Dez. 1958 – Jan. 1961), Gewässerschutzlabor Kt. Bern.
- Schweiz. Oberbauinspektorat (1916): Flusskorrekturen der Schweiz, Aare zwischen Thunersee und Bielersee, EDI.
- STEINMANN, P. und G. SURBECK (1918): Die Wirkung organischer Verunreinigungen auf die Fauna schweiz. Fliessgewässer. Bericht EDI in Schrift Schweiz. Zool. Ges.
- WEA-GSA (ab 1986): Hydrographisches Jb. des Kantons Bern.

Bewuchs

- BACKHAUS, D. (1968): Ökologische Untersuchungen an den Aufwuchsalgen der obersten Donau und ihrer Quellflüsse. Arch. Hydrobiol./Suppl. 34:251–320.

- BLUM, J. (1956): The ecology of river algae. *Bot. Rev.* 22:291–341.
- ELBER, F., HÜRLIMANN, J. und K. NIEDERBERGER (1991): *Biolog. Untersuchungen der Aare zwischen Thun und Bern. Ber. im Auftrag GSA Kt. Bern.*
- VAN DEN HOEK, C. (1963): *Revision of the European Species of Cladophora. Koeltz Science Publ. Koenigstein.*
- KANN, E. (1978): Systematik und Ökologie der Algen österr. Bergbäche. *Arch. Hydrobiol./Suppl.* 53: 405–643.
- MÖLLER, B. und H. PANKOW (1981): Algensoziologische und saprobiologische Untersuchungen an Vorflutern der Elbe. *Limnologica* 13:291–350.
- PIPP, E. und E. ROTT (1993): *Ökologische Wertigkeit österr. Fließgewässer nach dem Algenaufwuchs. Bundesministerium f. Umwelt, Jugend und Familie, Wien.*

Makroinvertebraten

- BLOESCH, J. (1977): Bodenfaunistische Untersuchungen in Aare und Rhein. Schweiz. *Z. Hydrol.* 39: 46–68.
- BRAUKMANN, U. (1987): Beiträge zu einer allgemeinen Bachtypologie. *Arch. Hydrobiol. Beiheft* 26.
- BUWAL (1992): *Koordinierte biolog. Untersuchungen im Hochrhein 1990, Teil I, Makroinvertebraten. Schr.R. Umwelt Nr. 190.*
- ELLIOTT, J. (1986): Life cycle and growth of Cheumatopsyche lepida in the river Leven. *Entomologist's Gazette* 37:45–52.
- KÜRY, D. (1994): Die Wirbellosenfauna der Fließgewässer in der Region Basel. *Verh. Nat.forsch. Ges. Basel* 104: 19–44.
- MALICKY, H. (1981): Der Indikatorwert von Köcherfliegen in grossen Flüssen. *Mitt. dtsh. Ges. allg. angew. Ent.* 3: 135–137.
- NEUMANN, D. (1990): Makrozoobenthos-Arten als Bioindikatoren im Rhein und seinen angrenzenden Baggerseen. *Limnologie Aktuell Bd.1:* 87–105.
- ORTLEPP, J. et al. (1991): The longitudinal zonation of macroinvertebrates of the Upper River Rhine. *Verh. Int. Ver. Limnol.* 24: 1804–1811.
- SARTORI, M. et al. (1994) in DUELLI, P.: Rote Liste der gefährdeten Tierarten der Schweiz. BUWAL.
- STUEDEMANN, D. et al. (1992): *Ephemeroptera. Insecta Helvetica Bd. 9.*
- WESENBERG-LUND, C. (1943): *Biologie der Süßwasserinsekten. Springer Verlag. Berlin-Wien.*

Früher schützte sich der Mensch vor der Natur,
heute muss die Natur vor dem Menschen geschützt werden.

Ellen Meyrat-Schlee