



# Biologische Untersuchungen an der Aare zwischen Thunersee und Bielersee

Fachbericht:  
Makroinvertebraten

Untersuchungen 2008

**Fotos der Titelseite** (von oben nach unten)

Aare bei Hunzigenau, Februar 2008 (UM)

Restwasserstrecke der Aare bei Bern-Steinibach, November 2007 (PR)

gestaute Aare bei Radelfingen, November 2007 (PR)

Aaremündung in den Bielersee bei KW Hagneck, Februar 2008 (UM)

Fotos U. Mürle (UM), Peter Rey (PR)

Amt für Gewässerschutz und Abfallwirtschaft  
des Kantons Bern

# **Biologische Untersuchungen an der Aare zwischen Thunersee und Bielersee**

Fachbericht: Makroinvertebraten

Untersuchungen 2008

Uta Mürle, Johannes Ortlepp, Peter Rey (Büros Hydra)  
mit einem Beitrag von R. Ryser (GBL, Bern)

**Auftraggeber:**

Amt für Gewässerschutz und Abfallwirtschaft des Kantons Bern

Bau-, Verkehrs- und Energiedirektion des Kantons Bern  
Amt für Gewässerschutz und Abfallwirtschaft (GSA)  
Gewässer- und Bodenschutzlabor (GBL)  
Schermenweg 11, CH - 3014 Bern  
Tel. 031 634 23 80 / Fax 031 634 23 96 / info.gsa@bve.be.ch  
<http://www.gsa.bve.be.ch>

**Durchführung:**

Peter Rey	Hydra AG Lukasstrasse 29 CH 9008 St. Gallen Tel: 0041 71 244 22 80 Tel. (0049) 7531 924 00 0 / Fax: (0049) 7531 924 00 22 email: p.rey@hydra-institute.com	Beauftragter, Probenahme
Johannes Ortlepp Uta Mürle	Hydra Büro für Gewässerökologie Mürle u. Ortlepp Mühlweg 17, D-75223 Öschelbronn Tel./Fax: (0049) 7233 81495 email: jo.ortlepp@t-online.de	Probenahme, Probenbearbeitung, Auswertung und Bericht
Boris Unger Andrea Werner	Hydra Elba	Taucharbeiten
Birgit Weber	D-76356 Weingarten	Probenbearbeitung und Auswertung
Angela von Känel	Gewässer- und Bodenschutzlabor des Kanton Bern Schermenweg 11, CH - 3014 Bern Tel: 031 634 23 95 angela.vonkaenel@bve.be.ch	fachliche Begleitung; Benthosalgen, Makrophyten

**Bericht:**

Uta Mürle Johannes Ortlepp Peter Rey	Hydra	
R. Ryser	Gewässer- und Bodenschutzlabor (GBL)	Chemie
A. von Känel	Gewässer- und Bodenschutzlabor (GBL)	Kap. 1.2 (z.T.)

**Zitiervorschlag:**

Mürle U., Ortlepp J., Rey P. (2008): Biologische Untersuchungen an der Aare zwischen Thunersee und Bielersee. Fachbericht: Makroinvertebraten, Untersuchungen 2008.- Bericht im Auftrag des Gewässer- und Bodenschutzlabors, Kanton Bern mit einem Beitrag von R. Ryser (GBL, Bern)

# INHALT

## Zusammenfassung

1	Einleitung	1
1.1	Auftrag und Ziel der Untersuchungen	1
1.2	Das Untersuchungsgebiet	2
1.3	Bisheriger Kenntnisstand	4
2	Die Untersuchungen	7
2.1	Untersuchungsgegenstand	7
2.2	Untersuchungsperimeter und Probenahmestellen	7
2.3	Methoden	9
2.4	Abfluss- und Temperaturverlauf	11
3	Ergebnisse und Beurteilung	15
3.1	Morphologie und Substrat	15
3.2	Das Zoobenthos der Aare: Besiedlungsdichten und Artenbestand Besiedlungsdichten, Taxazahl, taxonomische Zusammensetzung, Charakterarten, Rote Liste Arten, Neozoen	18
3.3	Die Benthosbesiedlung als Indikator des Gewässerzustandes Diversität, Biozönotische Region, Ernährungstypen, Strömungspräferenzen, Saprobienindex	33
3.4	Benthosbiologische Charakterisierung typischer Flussabschnitte der Aare	38
4	Ausblick und weiteres Vorgehen	43
4.1	Referenzzustand und Zielarten	43
4.2	Bewertung der Methodik	44
4.3	Vorschläge zum weiteren Vorgehen	44
4.4	Integration von Einzeluntersuchungen in ein Monitoringprogramm	44
4.5	Ziele für eine naturnahe Entwicklung der Aare und ihrer Benthosbesiedlung	45
4.6	Publikation der Ergebnisse, Zugänglichkeit der Daten, Archivierung der Benthosproben	45
	Literatur	47
	Anhang	50



## Zusammenfassung

Im Auftrag des Gewässer- und Bodenschutzlabors des Kantons Bern wurde im Februar/März 2008 das Benthos der Aare zwischen Thuner- und Bielersee durch Taucher und Kicksampling an 9 Flusstransekten untersucht. Parallel wurden Diatomeen- und Algenfauna dokumentiert, welche in gesonderten Berichten vorgestellt werden (von Känel 2008, Aquaplus 2008).

### Typische Gewässerstrecken der Aare

Die Benthosbesiedlung der Aare zwischen Thuner- und Bielersee lässt sich drei Abschnitten zuordnen:

- Abschnitt zwischen Thunersee und Bern mit freiem Abfluss und mässiger Verbauung: Die Benthoszönose ist gekennzeichnet durch einen hohen Anteil an Eintags- und Steinfliegen. Auch der Thunerseeabfluss mit seinem Reichtum an filtrierenden Organismen (Köcherfliegen und Kriebelmücken) gehört zu diesem Abschnitt.
- Restwasserstrecken der Stadt Bern bis zum Wohlensee: Die Biozönose ist vor allem mengenmässig verarmt, enthält aber noch die typischen Benthostaxa der Eintags- und Steinfliegen.
- Wohlensee bis Mündung bei Hagneck: Der Fluss ist durch Stauhaltungen und Schwall-Sunk stark beeinträchtigt. Die typischen Aareorganismen sind selten oder fehlen ganz.

### Wasserqualität

Die Aare zwischen Thuner- und Bielersee ist überwiegend als mässig belastet (II) einzustufen. Eine geringe Belastung (I-II) wird im revitalisierten Abschnitt der Hunzigenau und an den Ufern der Restwasserstrecken angezeigt. Dagegen zeigen die Proben vom Uferbereich bei Radelfingen bereits eine kritische Belastung (II-III) an. Beeinträchtigungen durch ARA-Einleitungen sind nirgends zu erkennen.

### Besonderheiten der Benthosfauna der Aare

Der Reichtum an Stein- und Eintagsfliegenarten ist typisch für die Aare als grossen Gebirgsfluss. Besonders bedeutend ist das Vorkommen von *Besdolus imhoffi*, einer seltenen Steinfliegenart, die in der Schweiz aktuell nur noch im Doubs nachgewiesen ist. Die Art kommt im gesamten Fluss vom Thunersee bis in die Restwasserstrecken von Bern vor.

Anders als in der Aare unterhalb Bielersee ist die Biozönose noch nicht durch neu eingewanderte Arten verändert. Die wenigen neuen Arten haben sich etabliert, ohne die bestehende Biozönose zu zerstören.

### Defizite

Beeinträchtigt ist die typische Aare-Biozönose in den Restwasserstrecken der Stadt Bern, diese Beeinträchtigung ist allerdings eher quantitativ als qualitativ.

Verbauungen, Stauhaltungen und Schwall-Sunk-Strecken vom Wohlensee flussabwärts haben die ursprünglichen Biozönosen nahezu ausgelöscht. Diese neu geschaffenen Gewässertypen sind von Aare-untypischen Arten in meist nur geringer Dichte besiedelt.

### Vorschläge für eine nachhaltige Entwicklung der Aare

Die typische Aarebiozönose zwischen Thunersee und Bern soll durch Sicherstellung eines ausreichenden Geschiebehalt und Verbesserung der Habitatvielfalt (Revitalisierung) geschützt und gefördert werden.

Die Biozönosen der Restwasserstrecken sind durch ausreichende Abflüsse - besonders bei hohen Wassertemperaturen - zu erhalten.



# 1 Einleitung

## 1.1 Auftrag und Ziel der Untersuchungen

### Ausgangslage

In den Jahren 2001/2002 wurde der biologische Zustand (Benthosbesiedlung und Aufwuchs) der Aare zwischen Bielersee und Mündung in den Rhein im Auftrag der Gewässerschutzfachstellen der Kantone Bern, Solothurn und Aargau erfasst (ORTLEPP & REY 2003). Vergleichbare Untersuchungen sollten nun in der Aare zwischen Thunersee und Bielersee erfolgen.

Mit dem Auftrag vom 16.01.2008 betraute das Gewässer- und Bodenschutzlabor des Kantons Bern das Büro Hydra mit der Durchführung der Arbeiten. Die Bestimmung und Bewertung der Kieselalgenbesiedlung führte das Büro Aquaplus durch (AQUAPLUS 2008).

### Zielsetzung

Anhand der Benthosfauna und der Algenbesiedlung sollte der biologische Zustand der Aare im Winter 2007/2008 beschrieben werden. Der hiermit erfasste Zustand soll als Referenz zur Beurteilung künftiger Veränderungen des Gewässerzustandes (Gewässerstruktur, Wasserqualität oder ähnlicher Umgebungsfaktoren) dienen.

Schwerpunkte der Untersuchung waren:

- eine möglichst umfassende Dokumentation des benthischen Organismenbestands des gesamten Aareabschnittes zwischen Thunersee und Bielersee;
- eine Abschätzung des Einflusses von Nutzungen, wie Ein- oder Ausleitungen, Stauhaltungen oder Gewässerverbau auf die Benthosfauna;
- eine Kontrolle möglicher Einflüsse verschiedener Einleitungen;
- eine Charakterisierung und Beurteilung unterschiedlicher Gewässerstrecken, insbesondere der wenigen morphologisch und hydrologisch naturnahen Bereiche anhand ihrer Benthosbesiedlung (Vollzug Gewässerschutzverordnung Anhang 1 und 2).

### Untersuchungen

Wie bereits in der Aare unterhalb Bielersee orientierten sich auch die vorliegenden Untersuchungen am Grundkonzept des Aktionsprogrammes „Rhein“ am Hochrhein (MÜRLE ET AL. 2008). Damit leisten sie einen Beitrag zu den biologischen Bestandsaufnahmen entlang des gesamten Flussgebiets Rhein und Aare im Rahmen des Aktionsprogrammes „Rhein 2020“.

Zeitgleich mit den Untersuchungen des Makrozoobenthos wurde durch Frau Dr. von Känel (GBL Bern) die Besiedlung des Gewässergrundes durch benthische Algen und Makrophyten erfasst. Die Belastung durch Einleitungen wurde anhand der Diatomeenbesiedlung durch das Büro Aquaplus bestimmt.

An den untersuchten Transekten wurden durch Mitarbeitende des GBL oder durch Taucher Feinsedimente aus dem Gewässergrund entnommen, um Informationen über allfällige Belastungen des Flusssediments durch Schwermetalle zu gewinnen.

## 1.2 Das Untersuchungsgebiet

Die Aare überwindet auf ihrem ca. 78 km langen Lauf zwischen Thunersee (558 m ü. M.) und Bielersee (429 m ü. M.) einen Höhenunterschied von 130 m. Dieses Gefälle wird mehrfach zur Energiegewinnung genutzt, zunächst beim Thunerseeausfluss und dann ab Bern durch insgesamt 6 weitere Kraftwerke (Matte/Bern, Enghalde/Bern, Mühleberg, Niederried/Kallnach, Aarberg und Hagneck). Hierbei wird der Fluss teils aufgestaut (Wohlensee, Niederried-Stausee), teils auch ein Teil des Abflusses ausgeleitet (Felsenau, Niederried).

Der Verlauf der Aare zwischen Thuner- und Bielersee wurde in den beiden letzten Jahrhunderten durch den Menschen weitgehend verändert (HÜGLI 2007). Die Aare wurde aus Gründen des Hochwasserschutzes korrigiert (Thun-Bern) oder ganz verlegt (Aarberg-Bielersee), zur Energiegewinnung aufgestaut (Wohlensee, Niederriedstau) oder ihr Abfluss ausgeleitet (Bern, Niederried). Heute sind mehr als 1/3 des Flusslaufes staubeeinflusst, 1/5 sind Restwasser- oder Ausleitungsstrecken aber immerhin etwas über die Hälfte der Strecke sind freifliessende Abschnitte mit vollständiger Wasserführung. Der grösste zusammenhängende freifliessende Abschnitt ist die Aarestrecke zwischen Thun und Bern. Allerdings ist der Fluss auch in diesen Abschnitten überwiegend hart verbaut und begradigt (SIGMAPLAN 2006).

Zwischen Thun und Bielersee besitzt die Aare nur wenige grössere Zuflüsse. Zu Beginn des 18. Jahrhunderts wurde der bedeutendste Zufluss, die Kander, in den Thunersee umgeleitet. Damit verlor die Aare ihren wichtigsten Geschiebelieferanten und weist seither unterhalb des Thunersees ein Geschiebedefizit auf (SCHÄLCHLI et al. 2007). Die Geschiebefracht der Zulg, die heute als erster Zufluss unterhalb etwa 4,5 km unterhalb des Thunersees in die Aare mündet reicht nicht aus, die Erosion der Flusssohle auszugleichen. Die weiteren grösseren Zuflüsse bis Bern (Rotache, Chise, Gürbe und Worble) besitzen deutlich kleinere Einzugsgebiete oder nur geringes Gefälle in ihren Unter- und Mittelläufen. Sie führen der Aare nur bei besonderen Abflussereignissen bedeutendere Wassermengen zu. Erst unterhalb des Wohlensees mündet dann mit der Saane der grösste Zufluss des betrachteten Aareabschnittes. Die Saane führt im Mittel (Jahresmittel ca. 55 m<sup>3</sup>/s) etwa die Hälfte des Aareabflusses, bei Hochwassern jedoch mehr Wasser als die Aare (Maximum fast 1000 m<sup>3</sup>/s). Durch das Kraftwerk Schiffenen weist die Saane ausgeprägte Schwall-Sunk-Abflüsse auf, die Auswirkungen bis zur Mündung in den Bielersee haben. Durch den Stau des Kraftwerks Niederried können diese Schwankungen in der Aare etwas gepuffert werden.

### **Morphologisch-hydraulisch unterscheidbare Aareabschnitte (verfasst von A. von Känel, Gewässer- und Bodenschutzlabor Kt. Bern)**

#### A) Abschnitt Thun bis Bern

Vom regulierten Thunersee-Abfluss (mit Kraftwerk Thun) bis zur Stadt Bern durchfliesst die Aare auf einer Länge von 28 km das glazial ausgeweitete Tal und nimmt verschiedene Seitengewässer auf. In diesem Abschnitt hat die Aare den vollen Abfluss. Die Kläranlage Thun entwässert gut 4 km oberhalb der ersten Probestelle Uttigenfluh in die Aare. Alle vier grossen Kläranlagen des gesamten Untersuchungsgebietes wurden in den letzten Jahren umfassend ausgebaut. Oberhalb von Bern mündet die nährstoffreiche Gürbe linksufrig in die Aare (unterhalb der Probestelle Märchligenau) und führt gereinigtes Abwasser von zwei mittelgrossen Kläranlagen mit.

Der Aarelauf zwischen Thun und Bern wurde 1825-1841 begradigt und als Trapezprofil angelegt. Im Bereich der linksufrigen zwischeneiszeitlichen Schotterwand bei Uttigen blieb der Lauf recht naturnah. Ansonst wurde die vielfältige Laufstruktur der Aareauen mit breiten Verzweigungen durch einen gleichförmigen Kanal ersetzt. Die heutigen Waldbereiche entlang der Aare lassen eher einen naturnahen Lauf erleben. Drei bedeutende Auengebiete

(Kleinhöchstettenau, Märchligenau, Selhofenzopfen) sind übrig geblieben. Seit der Einleitung der Kander in den Thunersee 1714 gelangt nur noch das Geschiebe der Seitengewässer in die Aare, insbesondere aus der Zulg. Wie an vielen kanalisiertem Flüssen hat sich auch die Aare in das Flussbett eingetieft. Mit dem Hochwasserschutzprojekt „Aare Thun-Bern“ soll ein neuzeitlicher flusskonformer Hochwasserschutz realisiert werden unter Berücksichtigung der zivilisatorischen Rahmenbedingungen. Zwei Projekte wurden bereits ausgeführt, die Schaffung von je einem rechten Seitenarm in der Raintalaue (Flühli 1998) und im Jahr 2006 in der Hunzigenau. In der letzteren Strecke befindet sich die zweite Probestelle Hunzigenau mit dem Hauptgerinne und dem unteren Seitenarm. In den oberliegenden kleineren ebenfalls neu geschaffenen Seitenarm mündet die ARA Münsingen.

## B) Restwasserstrecke Bern

Der Aare-Abschnitt von Bern wird durch drei Wasserkraftwerke genutzt (Laufkraftwerke Matte und Felsenau, Dotierkraftwerk Engehalde). Beim Wehr Engehalde wird Wasser abgeleitet und beim KW Felsenau wieder zurückgegeben. Die strukturmässig naturnahe Aare-Schleife dazwischen ist somit eine Restwasserstrecke, welche minimal  $12\text{m}^3/\text{s}$  Abfluss erhält (bis ausnahmsweise  $10\text{m}^3/\text{s}$ ). In diesen Abschnitt entwässert auch die fertig ausgebauten ARA Worblental. Die Worble fliesst rechtsufrig etwas oberhalb in die Aare. In den gesamten Lauf münden viele Entlastungen aus der Siedlungsentwässerung (HE, RÜB, Strassenentwässerungen inkl. Autobahn). Die Überläufe aus den Kanalisationen bewirken sichtbare Verschmutzungen des Aarelaufes mit Feststoffen (WC-Papiere u.a.). Die beiden Probestellen Bern-Tiefenau (ob ARA) und Bern-Steinibach (unter ARA) sind repräsentativ für diese Restwasserstrecke. Frühere Untersuchungen (1994 und folgende Jahre) zeigten unterhalb der ARA Worblental deutliche Belastungen betreffend sichtbarer Abwasserorganismen und starker Verschlammung.

## C) Staubeinflusster Abschnitt unterhalb von Bern bis zur Mündung in den Bielersee

Vom Ende des Stadtgebietes von Bern bis zur Mündung in den Bielersee ist der Lauf geprägt durch die Wasserkraftwerke Mühleberg, Niederried, Aarberg und Hagneck. Die Wasserkraftnutzung begann 1910 mit der Erstellung eines Wehres beim Hasenholz ob Niederried, welches Wasser für das neue Kraftwerk Kallnach ableitete. Aare und Saane wurden dadurch gestaut, es entstand ein See. 1920 erfolgte der Aufstau für das KW Mühleberg, der einen strömenden Aareabschnitt von 14 km in einen Stausee veränderte (Wohlensee). Diese vollständig veränderten Flusslebensräume sind charakterisiert durch hohe Feinsedimentanteile und träge fließendes Wasser, mit teilweise beträchtlichen Wassertiefen. Ein grundlegender markanter Eingriff war die erste Juragewässerkorrektur (1868-78) mit der Erstellung des Hagneck-Kanales, welche die Aare von Aarberg aus in den Bielersee einleitete. Der ursprünglich grosse auenreiche Aarelauf zwischen Aarberg und Meienried wurde zu einer kümmerlichen Restwasserstrecke degradiert. Das heutige KW Aarberg gibt zur Zeit  $3.5\text{m}^3/\text{s}$  in die Alte Aare ab. Untersuchungen zu einem variablen Abflussregime mit etwas erhöhter Dotation sind im Gange. Mit der Saane, welche oberhalb des Niederriedstaus in die Aare mündet, wirken sich die grossen Abflussschwankungen des KW Schiffenen (Kt. FR) noch im Hagneck-Kanal aus.

Unterhalb von Bern wird das gereinigte Abwasser der ARA Bern in die kurze Fließstrecke mit vollem Abfluss eingeleitet (Probestelle Bern-Halenbrücke), welche bereits durch den Wohlensee-Stau beeinflusst wird. Die Stelle Rewag befindet sich unterhalb des Kernkraftwerkes Mühleberg, welches erwärmtes Kühlwasser einleitet. Die beiden untersten Untersuchungsstellen befinden sich in der staubeinflussten Restwasserstrecke Radelfingen und im Hagneck-Kanal.

### 1.3 Bisheriger Kenntnisstand

#### Wasserqualität der Aare zwischen Thunersee und Bielersee

##### Chemische Untersuchungen (von R. Ryser, GBL Kt. Bern)

Die Aare und ihre Seitengewässer zwischen Thun und Bielersee wurden 2007 und 2008 monatlich durch das Gewässer- und Bodenschutzlabor des Kantons Bern auf chemische Parameter untersucht. Insgesamt sind über diese Strecke fünf Probenamnestellen verteilt. Die Wasserqualität wird gemäss Modul-Stufen-Konzept Chemie beurteilt. Daten von 2007 bis Mitte 2008 wurden für die Beurteilung herangezogen. Zusätzlich wurden im Jahr 2007 über die gesamte Fliessstrecke, an den Messstellen, wo auch die biologischen Untersuchungen durchgeführt wurden, die Sedimente untersucht. Als Grundlage für die Beurteilung der Sedimente werden die Zielvorgaben der IKS (Internationale Kommission zum Schutz des Rheins) herangezogen.

##### Nährstoffe

Der Ausbau der Kläranlagen Worblental und Bern führte in den letzten Jahren zu einer wesentlichen Verbesserung der Wasserqualität unterhalb der Stadt Bern. Bis vor wenigen Jahren musste die Wasserqualität bezogen auf die Parameter Ammonium, Nitrit und Gesamtphosphor unterhalb der Stadt Bern als unbefriedigend bis schlecht beurteilt werden.

In der Überwachungsperiode seit 2007 werden praktisch alle Anforderungen gemäss Gewässerschutzverordnung erfüllt. Als kritischer Parameter bleibt das Nitrit. Bereits an der Probestelle Bern Felsenaubücke können die Anforderungen nur ganz knapp erfüllt werden. Hauptquelle für das Nitrit ist die Siedlungsentwässerung (v.a. Kläranlagen und Entlastungen).

Nährstoffe	Ammonium	Nitrit	Nitrat	Phosphat	Gesamt-P	DOC
Schadau, Auslauf Thunersee	erfüllt	erfüllt	erfüllt	erfüllt	erfüllt	erfüllt
Bern, Dalmazibrücke	erfüllt	erfüllt	erfüllt	erfüllt	erfüllt	erfüllt
Bern, Felsenaubücke	erfüllt	erfüllt	erfüllt	erfüllt	erfüllt	erfüllt
Eymatt, neuer Steg, ob Wohlensee	erfüllt	erfüllt	erfüllt	erfüllt	erfüllt	erfüllt
Hagneck, Oberwasserkanal	erfüllt	nicht erfüllt	erfüllt	erfüllt	erfüllt	erfüllt

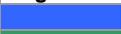
<b>Legende:</b>	Anforderungen und Zielvorgaben GSchV
 sehr gut	erfüllt
 gut	
 mässig	nicht erfüllt
 unbefriedigend	
 schlecht	

Abb. 1.3-1: Nährstoffbelastung der Aare zwischen Thuner- und Bielersee (2007-2008)

##### Schwermetalleuntersuchungen der Sedimente und des Wassers

Die Belastung durch Schwermetalle wurde zum ersten Mal detailliert untersucht. Im Allgemeinen sind die Werte sehr erfreulich und die Zielvorgaben können praktisch auf der gesamten Fliessstrecke eingehalten werden.

Einen möglichen Grund für den lokal erhöhten Kupfergehalt bei der Probenamestelle Tiefenau könnten Einleitungen von Siedlungsabwasser (ev. Dachabwasser) in diesem Gebiet sein.

Schwermetalle	Cu	Cd	Cr	Pb	Ni	Zn	Hg
Schadau, Auslauf Thunersee	○	○	○	○	○	○	○
Uttigenfluh <sup>1)</sup>							
Hunzigenau Hauptgerinne <sup>1)</sup>							
Hunzigenau Nebengerinne <sup>1)</sup>							
Märchligenau <sup>1)</sup>							
Tiefenau <sup>1)</sup>							
Steinibach <sup>1)</sup>							
Halenbrücke <sup>1)</sup>							
Eymatt, neuer Steg, ob Wohlensee	●	●	●	●	●	●	●
Rewag <sup>1)</sup>							
Radelfingen <sup>1)</sup>							
Hagneck <sup>1)</sup>							

1) Stellen analog biologischer Untersuchungen

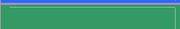
Legende:			
Sedimente	Wasser		Anforderungen und Zielvorgaben GSchV bzw. IKSR
		sehr gut	erfüllt
		gut	
		mässig	nicht erfüllt
		unbefriedigend	
		schlecht	

Abb. 1.3-2: Schwermetalle in Sediment und Wasser der Aare zwischen Thuner- und Bielersee (2007-2008)

## Zoobenthos

Ausser einer einzigen Arbeit vom Beginn des 20. Jahrh. (STEINMANN & SURBECK 1918) liegen kaum historische Referenzen für den Faunenbestandes der Aare zwischen Thuner- und Bielersee vor, sieht man von vereinzelt Sammlungsbelegen einzelner Spezialisten ab. Benthosbiologische Untersuchungen wurden erst wieder Mitte der 1990er Jahre durchgeführt. Diese Arbeiten erfolgten meist nur lokal bzw. in einzelnen Abschnitten im Rahmen von GEPs oder UVPs für ARAs, Kraftwerke oder Kühlwassernutzung. Ein Vergleich der Ergebnisse der einzelnen Untersuchungen wird durch die unterschiedlichen Untersuchungszeitpunkte und -methoden und vor allem durch die sehr unterschiedliche taxonomische Bestimmungstiefe erschwert.

Das Ausmass der Organismeneinträge aus den Zuflüssen sowie deren Funktion als Regenerationspotential für die Aarefauna ist bislang ungeklärt. Da sich der gewässerökologische Charakter der grösseren Zuflüsse - zumindestens zwischen Thun und Bern - nur wenig von dem der Aareabschnitte, in den sie münden unterscheidet, dürfte die Aarefauna wesentlich von diesen Zuflüssen mit geprägt werden.

**Tabelle 1.3-1:** Arbeiten zum Benthos der Aare zwischen Thunersee und Bielersee

<b>Aare Thun - Bern</b>				
<b>Jahr</b>	<b>Bearbeitung</b>	<b>Projekt/Bezug</b>	<b>Ort</b>	<b>Thema</b>
1982-87/96	A. von Känel (GBL Bern)		Aare zw. Thun und Bern (4 Probestellen)	MZB, Bewuchs
2003/2005	V. Lubini	Gutachten KVA Thun	ARA Thun (3 Probestellen)	MZB
2007	Aquaplus	Zuflüsse zur Aare	Zuflüsse zur Aare zw. Thun und Bern	MZB
<b>Aare Bern</b>				
<b>Jahr</b>	<b>Bearbeitung</b>	<b>Projekt/Bezug</b>	<b>Ort</b>	<b>Thema</b>
1994	A. von Känel (GBL Bern)	Restwasserstrecke ARA Worblental	ARA Worblental (Bern; 2 Probestellen)	MZB, Bewuchs
2000	Hydra & Aquatica (V. Maurer, K. Guthruf)	UVB ARA Worblental	ARA Worblental (Bern, 4 Probestellen)	MZB, Bewuchs
2000	Hydra & Aquatica (V. Maurer, K. Guthruf)	Regionaler GEP ARA Bern	ARA Bern-Neubrück (2 Probestellen)	MZB, Bewuchs
2001	WFN (A. Kirchhofer)	Erweiterung Biologie ARA Worblental	ARA Worblental (Bern)	Bachforellenlaichgruben, Jungfische, Artenspektrum
2002	Aquaplus	GEP ARA Region Bern	Restwasserstrecke unterhalb Stauwehr Stadt Bern (4 Probestellen)	MZB, Bewuchs ausserdem im Bericht: Beurteilung Einleitstellen
<b>Aare unterhalb Wohlensee</b>				
<b>Jahr</b>	<b>Bearbeitung</b>	<b>Projekt/Bezug</b>	<b>Ort</b>	<b>Thema</b>
1991/92	Aquarius	Kühlwassernutzung KKW Mühleberg	Aare/Saane Raum Mühleberg	Temperatur, Abfluss, Bewuchs, MZB, Fische
2000	Aquarius	Kühlwassernutzung KKW Mühleberg	Aare/Saane Raum Mühleberg	

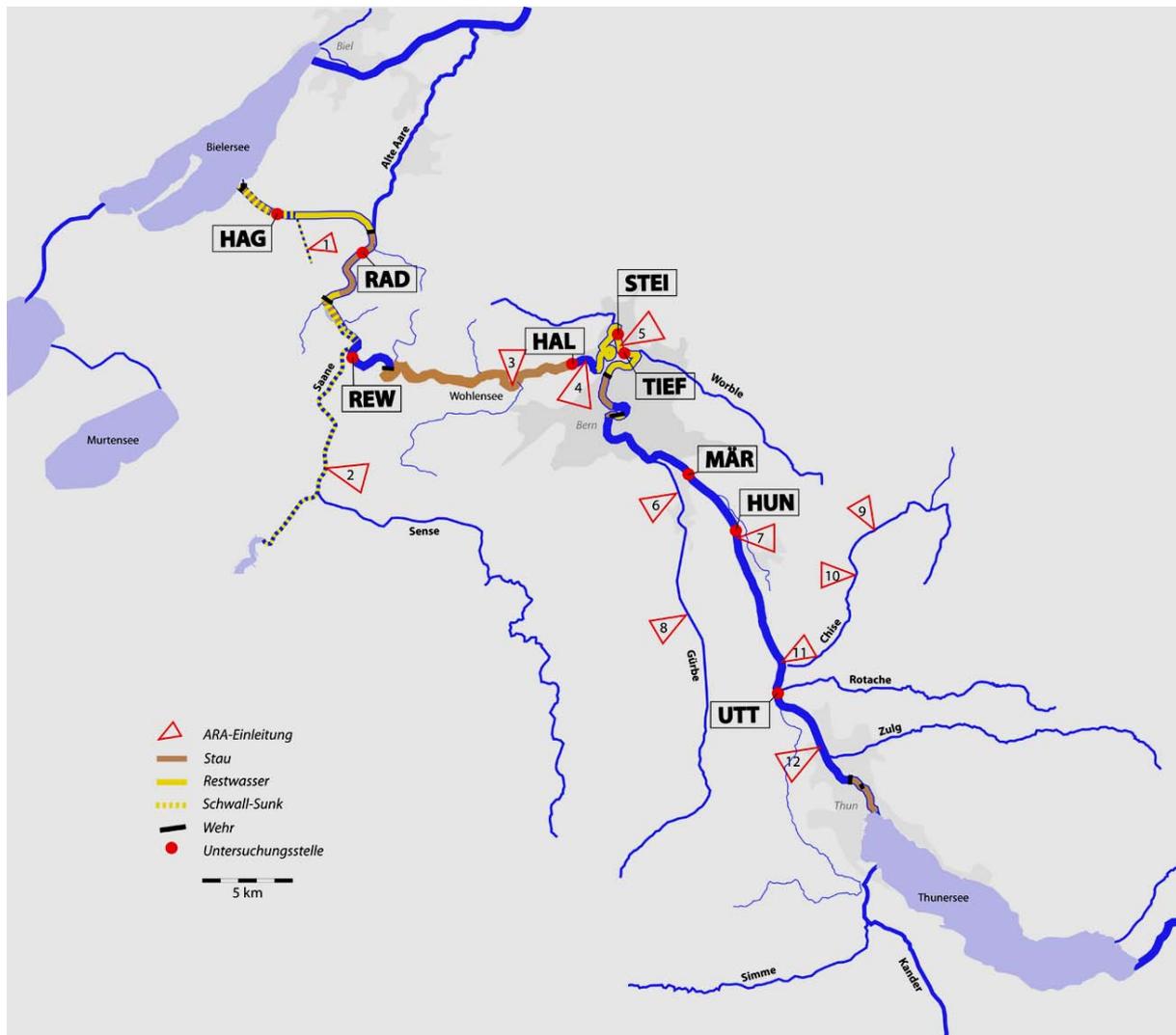
## 2 Die Untersuchungen

### 2.1 Untersuchungsgegenstand

Gegenstand der vorliegenden Untersuchungen war eine möglichst umfassende Charakterisierung der Aare bezüglich ihrer Makroinvertebratenbesiedlung. Zur Interpretation und Beurteilung der Ergebnisse wurden die Substrat- und Strömungsverhältnisse sowie die Gewässermorphologie beschrieben. Für die Probenahme wurden möglichst typische (repräsentative) Substratbereiche ausgewählt. Zusätzlich wurden aber auch Substratflächen beprobt, die besondere Teillebensräume (Choriotope) darstellten. Die meisten Flächen wurden, meist auch unter Wasser, fotografisch dokumentiert.

Anhand der Ausprägung der Benthosbesiedlung sollten die Effekte unterschiedlicher Flussmorphologie, die Auswirkungen von Eingriffen in das Abflussgeschehen (Stau, Ausleitungen), von Uferverbauungen und von Einleitungen gereinigter Abwässer abgeschätzt werden.

### 2.2 Untersuchungsperimeter und Probenahmestellen



**Abb. 2.2-1:** Untersuchungsperimeter mit Lage der Untersuchungsstellen (Abkürzungen s. Tab. 2.2-1)

Die 9 Untersuchungsstellen befinden sich entlang des Aarelaufs zwischen Thunersee und Bielersee. Sie waren in Abstimmung mit dem kantonalen Gewässer- und Bodenschutzlabor

so gewählt, dass sie möglichst alle wichtigen Ausprägungen des Flusslaufes repräsentierten: Seeabfluss, naturnaher Vollabfluss, verbauter und revitalisierter Flusslauf, Restwasserstrecken und Staubereiche. Nicht untersucht wurden seeartige Staubereiche wie der Wohlensee (s. Tab. 2.2.-1).

Besonders berücksichtigt wurden bei der Auswahl der Untersuchungsstellen auch die ARA-Einleitungen der Kläranlagen Münsingen, Bern und Worblental (Tab. 2.2-2).

**Tabelle 2.2-1** Zusammenstellung der Untersuchungstransecte in der Aare zwischen Thunersee und Bielersee

Nr	Ort	km*	Charakter	Bereich	Methode	Bemerkung
1	Uttigenfluh UTT	9,4	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ naturnaher freifliessender Abschnitt mit natürlicher Schotter-Steilwand am linken Ufer</li> <li>▪ Abfluss geregelt</li> </ul>	ca. 9,4 km unterhalb Thunersee; oberhalb Mündung Rotache	T; ks	ca. 4 km unterhalb ARA Region Thunersee
2	Hunzigenau HUN	18,8	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ freifliessender Abschnitt</li> <li>▪ in 2006 Massnahme zur Revitalisierung durch Erstellen eines rechten Seitenarmes</li> </ul>		T; ks	unterhalb ARA Münsingen
3	Märchligenau MAR	22,9	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ kanalisierter Abschnitt mit Buhnen links und rechts</li> </ul>		T; ks	
4	Bern-Tiefenau TIEF	37,2	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Restwasserstrecke (KW Felsenau)</li> <li>▪ grösstenteils unbegradigt</li> </ul>	ca. 500 m unterhalb Mündung Worble	ks	zahlreiche Mischwasserentlastungen von Bern; oberhalb ARA Worblental
5	Bern-Steinibach STEI	38,5	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Restwasserstrecke (KW Felsenau)</li> <li>▪ unbegradigt</li> <li>▪ wechselseitig Kiesbänke</li> </ul>		T ; ks	ca. 700 m unterhalb ARA Worblental
6	Bern-Halenbrügg HAL	45,0	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Übergang Fliesstrecke - Stau KW Mühleberg (Wohlensee)</li> <li>▪ Vollabfluss</li> </ul>		T; ks	ca. 700 m unterhalb ARA Region Bern
7	Rewag REW	60,2	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ unterhalb Wasserkraftwerk und KKM Mühleberg</li> <li>▪ oberhalb Saanemündung</li> <li>▪ Vollabfluss</li> </ul>		T; ks	kurz unterhalb Kühlwasser-einleitung des Kernkraftwerk Mühleberg (Wärmeeinleitung)
8	Radelfingen RAD	68,5	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Restwasserstrecke KW Niederried, überlagert von Stau KW Aarberg</li> </ul>		T; ks	Schwall-Sunk (Saane-KW Schiffenen) und Niederried
9	Hagneck-Kanal HAG	75,3	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Kanal</li> <li>▪ kurze Fliesstrecke zwischen Restwasserstrecke KW Aarberg und Stau KW Hagneck</li> <li>▪ Schwall-Sunk</li> </ul>	ca. 3 km oberhalb Mündung in Bielersee	T; ks	ca. 1 km unterhalb Mdg. Kallnach-Kanal (Rückleitung KW Kallnach); Schwall-Sunk

\* Kilometer ab Thunersee  
T = Taucher (landgestützt); ks = kick sampling (Uferproben)

**Tabelle 2.2-2** Abwasserreinigungsanlagen im Einzugsbereich der Aare zwischen Thuner- und Bielersee

Nr. in Karte	Nr.	Kläranlagen im Bereich Aare Thunersee bis Bielersee	EW Einwohnerwerte Stand: 2007
1	30400	Kallnach	1 700
2	66700	Sensetal (über Saane)	75 000
3	36000	Wohlen	19 000
4	35100	Bern AG	370 000
5	36200	Worbental	120 000
6	86100	Belp	20 000
7	61600	Münsingen	32 000
8	86900	Gürbetal	18 000
9	60800	Grosshöchstetten	10 200
10	60700	Kiesental oberes	13 000
11	61100	Kiesental unteres	11 100
12	94400	Thunersee	170 000

Angaben GSA Abt. AE Dr. D. Dominguez Sept. 2008

## 2.3 Methoden

### Proben mit Flächenbezug

Innerhalb der Flussquerschnitte wurden in der Regel fünf Probenareale – meist drei Areale an der Flusssohle und zwei Uferproben – beprobt. Da die Proben die typischen Lebensräume eines Flussabschnittes repräsentieren sollten, wurden die Stellen nicht streng auf einem engen Transekt gewählt. Vielmehr wurde darauf geachtet, dass die Probenareale in Bezug auf Wassertiefe, Fliessgeschwindigkeit und Substratzusammensetzung möglichst unterschiedlich ausgeprägte Standorte erfassten. Von jedem Probenareal (je ca. 25 m<sup>2</sup>) wurden 3-4 Teilflächen von je 0,1 m<sup>2</sup> beprobt - entsprechend der prozentualen Verteilung dominanter Substrate. Je nach Heterogenität des Sohlsubstrates wurde so Probenmaterial einer Fläche von 0,3 bis 0,4 m<sup>2</sup> entnommen. Das Material dieser Teilflächen wurde als Mischprobe weiterverarbeitet.

Die Probenahmen am Gewässergrund fanden an 8 der 9 ausgewählten Transekte mittels eines landgestützten Tauchereinsatzes statt. Nur am Transekt Nr. 4 (Bern-Tiefenau) wurden die Beprobungen über den gesamten Flussquerschnitt watend durchgeführt (Kicksampling). Bei der Taucherprobenahme wurde der Sampler (Beprobungsfläche: 0,07 m<sup>2</sup>; Maschenweite Netz: 250 µm) mittels einer Tarierrweste gehoben und am Leitseil (Sicherungsleine) entlang zur Probestelle und wieder zurück an Land geführt. Die befüllten Probennetze wurden von dem am Seil gesicherten Taucher jeweils an Land gebracht.

Für die „Uferproben“ wurden auf beiden Flussseiten ständig wasserbenetzte ufernahe Bereiche mittels flächenbezogenem Kicksampling mit dem Surber Sampler oder langstieligem Netzkescher besammelt.

Alle Probestellen wurden nach Substrat- und Strömungsverhältnissen charakterisiert und die Ausprägung von Flussbett und Ufer dokumentiert (Protokoll, Fotos).

### Auswertung der Proben

Das Probenmaterial wurde vor Ort so weit wie möglich von Steinen, Holz, Algen etc. befreit und in 70-prozentigem Alkohol fixiert. Organismen, die später im fixierten Material nur schwer bestimmbar sind, wurden separat erfasst. Im Labor wurden die konservierten Proben quantitativ ausgelesen und, soweit ohne grossen präparativen Aufwand möglich, bestimmt. Bei

hohen Individuenzahlen (z. B. Gammariden, Chironomiden) wurde nur eine Teilprobe genauer bestimmt und die Ergebnisse hochgerechnet.

Für jede Probenahmestelle wurde eine Liste der gefundenen Taxa erstellt. Das taxonomische Niveau orientierte sich an der im Rahmen der Expertengruppe „Makroinvertebraten“ der IKSR vereinbarten Taxa-Liste. Die Proben wurden jeweils auf Besiedlungsdichten pro 1 m<sup>2</sup> Untersuchungsfläche umgerechnet. Daraus lassen sich Angaben über die Gesamt-Besiedlungsdichte und über die Besiedlungsdichte einzelner Taxa oder Gruppen von Taxa ermitteln. Neben der Angabe der Besiedlungszahlen pro m<sup>2</sup> erfolgte - für eine vereinfachende Darstellung - eine Zuordnung der absoluten Zahlen zu einer 7-stufigen Häufigkeitsskala nach DIN 38410 T1.

## Bewertung

Zur Charakterisierung der Probestellen und Gewässerabschnitte wurden verschiedene Indices berechnet bzw. die Anteile verschiedener funktioneller Gruppen an der Benthosbesiedlung der Transekte bestimmt.

- Bestimmung der Saprobie mit der Software „ecoprof Schweiz 2.6“
- Bestimmung der Anteile der Ernährungstypen mit der Software „ecoprof Schweiz 2.6“
- Bestimmung der Anteile der biozönotischen Regionen mit der Software „ecoprof Schweiz 2.6“
- Bestimmung der Strömungspräferenzen (nach "Bayernliste")
- Taxazusammensetzung

(Anmerkung: Die Anwendbarkeit der Bestimmung des Makroindex und IBGN (Indice biologique globale normalisé) auf Fliessgewässer von der Grösse der Aare wird von Fachexperten einhellig abgelehnt. )

## Zeitpunkt der Probenahmen (Tab. 2.3-1)

Da die benthische Besiedlung eines Gewässers meist deutliche jahreszeitliche Unterschiede aufweist, müssen zur Erfassung des gesamten Artenspektrums mindestens 2 - besser 4 - Probenahmen zu unterschiedlichen Jahreszeiten durchgeführt werden (siehe Modul-Stufen-Konzept).

Für die vorliegende Untersuchung war gemäss Auftrag eine einmalige Probenahme durchzuführen. Um trotzdem ein möglichst breites Artenspektrum erfassen zu können, musste die Probenahme zu einer Zeit stattfinden, in der möglichst viele der erwarteten Benthosinsekten ausgewachsen und schlupfreif - und damit gut bestimmbar – sind und andererseits günstige Abflussbedingungen (Niedrigwasser) vorliegen. Niedrigwasserbedingungen waren insbesondere für die Kicksampling-Proben eine wichtige Voraussetzung, um die ständig benetzten Uferbereiche mit dieser Methode (bis max. 1 m Tiefe) erfassen zu können. Probenahmen vor, während und nach Hochwasserabflüssen sollten vermieden werden, da Umlagerungen des Substrates und Verdriftung von Organismen (bzw. durch deren Ausweichen in das Interstitial) die Benthosbesiedlung kurzfristig verändern. In der Aare treten ungestörte Niedrigwasserperioden am wahrscheinlichsten zwischen Oktober und März auf. Ab April/Mai ist mit einem starken dauerhaften Anstieg der Wasserführung zu rechnen (Schneeschnmelze). Deshalb wurden die Probenahmen Ende Februar/Anfang März durchgeführt. Insektenarten, die ihr Entwicklungsmaximum im späteren Frühling oder im Sommer haben, konnten somit nicht erfasst werden.

**Tabelle 2.3-1** Zeitpunkt der Probenahmen

<b>Makrozoobenthos</b>			
9 Probenahmequerschnitte mit flächenbezogener Probenahme (Taucherproben oder Kicksampling und Uferproben)			
<b>Profil-Nr.</b>	<b>Profil</b>	<b>Beprobung Flusssohle</b>	<b>Datum Probenahme</b>
1	Uttigenfluh	Taucher	25.02.2008
2	Hunzigenau	Taucher, z.T. watend (Kicksampling)	26.02.2008
3	Märchligenau	Taucher	27.02.2008
4	Bern-Tiefenau	watend (Kicksampling)	03.03.2008
5	Bern-Steinbach	Taucher	02.03.2008
6	Bern-Halenbrügg	Taucher	28.02.2008
7	Rewag	Taucher	29.02.2008
8	Radelfingen	Taucher	01.03.2008
9	Hagneck-Kanal	Taucher	24.02.2008
<b>Weitere Untersuchungen (Durchführung GBL)</b>			
<b>Bewuchs</b> an 9 Probenahmequerschnitten und ergänzenden Uferstellen		Probenahme jeweils bei Entnahme der Makrozoobenthosproben (Nr. 4 am 19.02., Nr. 5 am 23.02.)	
<b>Feinsedimente</b> an 9 Probenahmequerschnitten (Entnahmen am Ufer, ufernah (watend), am Flussgrund (Taucher))		Probenahme jeweils bei Entnahme der Makrozoobenthosproben	

## 2.4 Abfluss- und Temperaturverlauf

### Abflusssituation 2007/2008 (Abb. 2.4-1 bis 2.4-4)

In den Jahren 2007 und 2008 lagen die mittleren monatlichen Abflüsse an allen drei Pegeln des untersuchten Aareabschnitts meist im Bereich der langjährigen Mittel (Abb.2.4.1). Deutlich erhöht waren die Abflüsse im Juli und August 2007, vor allem in Hagneck. Der Abflussverlauf war bei Thun und Bern nahezu gleich und war bei Bern infolge mehrerer Zuflüsse etwas erhöht.

Vor den Untersuchungen im Februar/März 2008 herrschten über 3-4 Wochen stabile Abflussverhältnisse. Die Abflüsse lagen dabei meist deutlich unter dem jeweiligen langjährigen Monatsmittel. Die Probenahmen erfolgten vor (Uttigenfluh, Hunzigenau, Märchligenau, Halenbrügg) bzw. während eines leichten Abflussanstiegs (Rewag, Radelfingen). Der nächstgelegene Pegel Bern-Schönau verzeichnet für den 29.02.08/01.03.08 (Probenahme bei Rewag und Radelfingen) einen Wasserspiegelanstieg um rund 10-12 cm gegenüber der Vorwoche. Dieser Anstieg dürfte sich jedoch selbst in den Uferproben kaum bemerkbar machen, da diese ganz überwiegend in Tiefenbereichen über 20 cm genommen wurden.

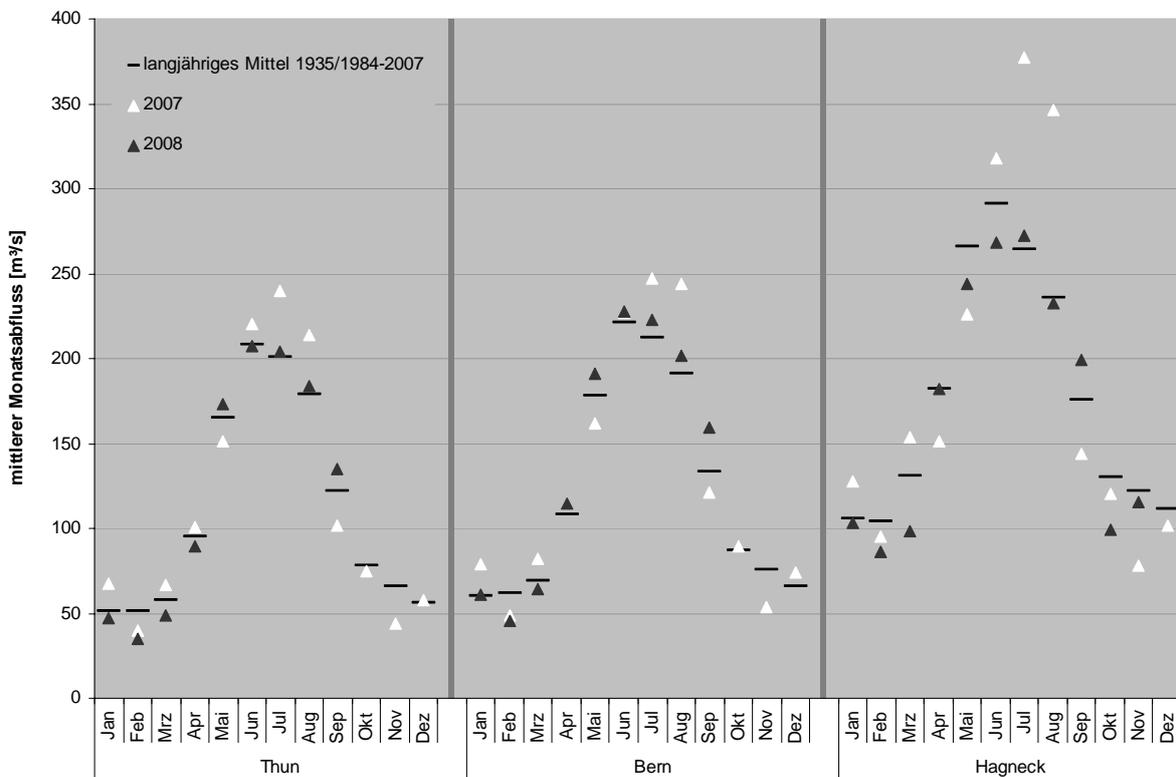
Von besonderen Abflussverhältnissen betroffen waren die beiden Berner Untersuchungsstellen (Tiefenau und Steinibach), die im Restwasser des Kraftwerks Felsenau liegen und die Stelle Hagneckkanal, die durch den Betrieb des Kraftwerks Kallnach täglichen Schwall-Sunk-Abflüssen (ca. 20-180 m³/s) ausgesetzt ist, welche (bei Winterniedrigwasser) Wasserspiegelschwankungen von 20 cm und Fliessgeschwindigkeitsunterschiede von 0,6 m/s (0,25-0,85 m/s) bewirken.

### Temperaturverlauf bis zum Zeitpunkt der Probenahme (Abb. 2.4-5)

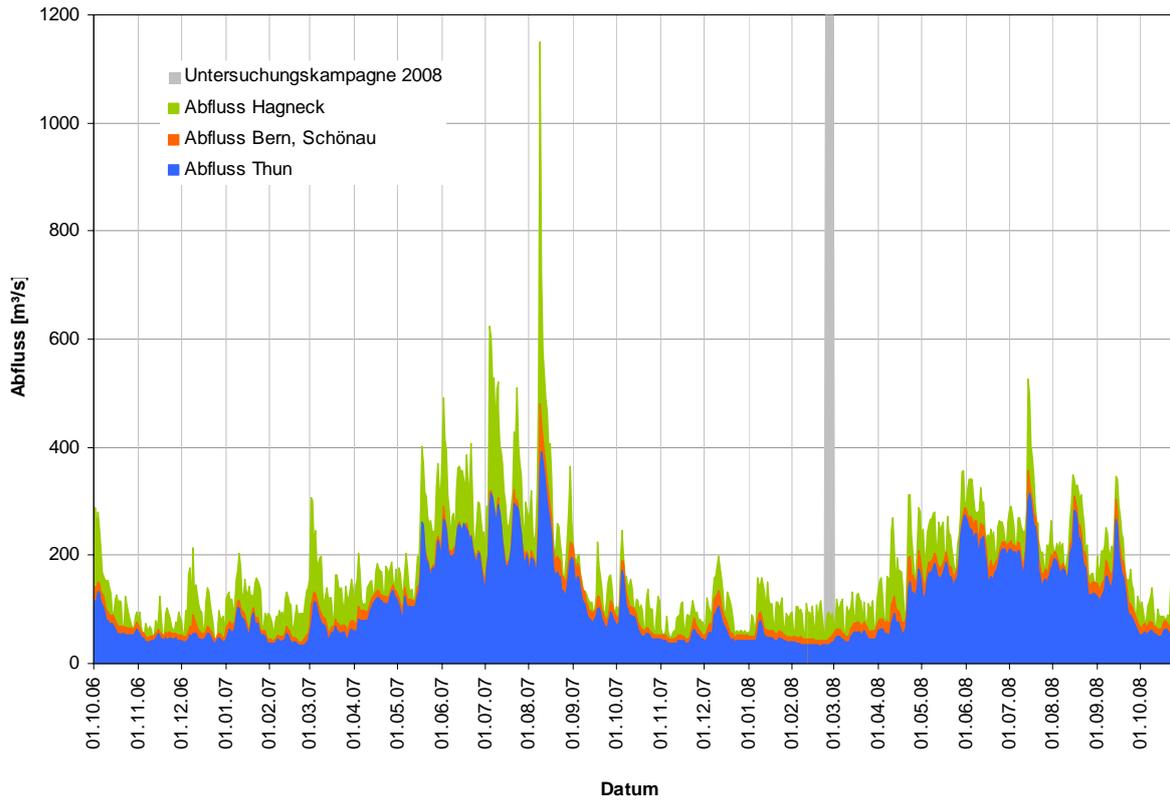
Der Verlauf der Wassertemperaturen am Seeabfluss bei Thun war ausgeglichener als weiter flussab bei Bern-Schönau und Hagneck. In den Wintermonaten (November – Februar 2007) lagen die Temperaturen bei Thun um rund 1°C höher als bei der nächstgelegenen Station Bern-Schönau. An der Station Hagneck, 3 km oberhalb der Mündung der Aare in den Bieler-

see, werden insbesondere im Herbst und Frühjahr deutlich höhere Wassertemperaturen gemessen als an den weiter flussauf gelegenen Stationen. Insgesamt weisen hier die Wassertemperaturen starke Schwankungen auf, was wohl auf den Schwall-Sunk-Betrieb der Kraftwerke (KW Schiffenen/Saane, KW Kallnach) zurückzuführen ist.

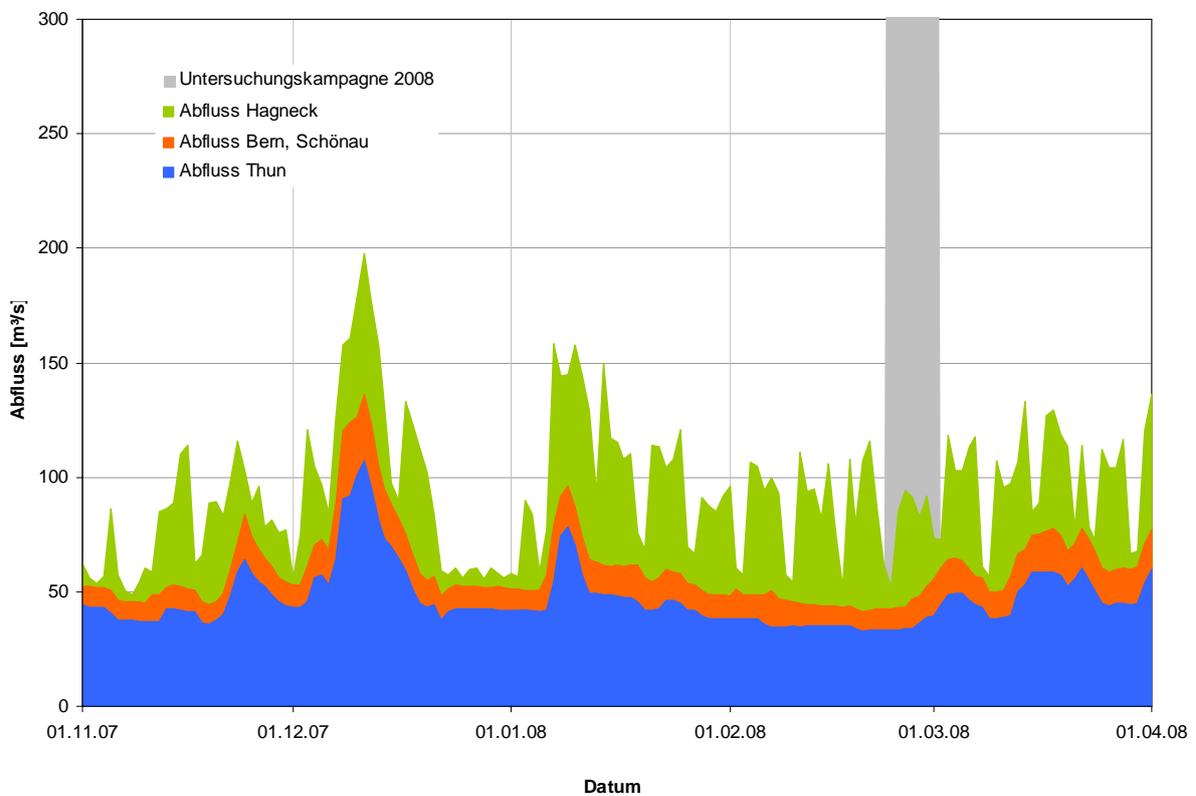
Die Probenahmen Ende Februar/Anfang März erfolgten in einem Zeitraum allmählich steigender Wassertemperaturen. Bei Thun lagen die Tagesmittel bei 6,2-6,9°C, bei Bern-Schönau bei 6,4-7,1°C und bei Hagneck bei 7,4-9,5°C.



**Abb. 2.4-1:** Mittlere Monatsabflüsse der Aare an den Pegeln Thun, Bern-Schönau und Hagneck (Quelle: BAFU, <http://www.hydrodaten.admin.ch/d/> )



**Abb. 2.4-2:** Abflüsse der Aare Oktober 2006 bis Oktober 2008 an den Pegel Thur, Berrn-Schönau und Hagneck (Quelle: BAFU, <http://www.hydrodaten.admin.ch/d/> )



**Abb. 2.4-3:** Abflüsse der Aare drei Monate vor bis einen Monat nach den Untersuchungen (November 2007 bis April 2008) an den Pegel Thur, Berrn-Schönau und Hagneck (Quelle: BAFU, <http://www.hydrodaten.admin.ch/d/> )

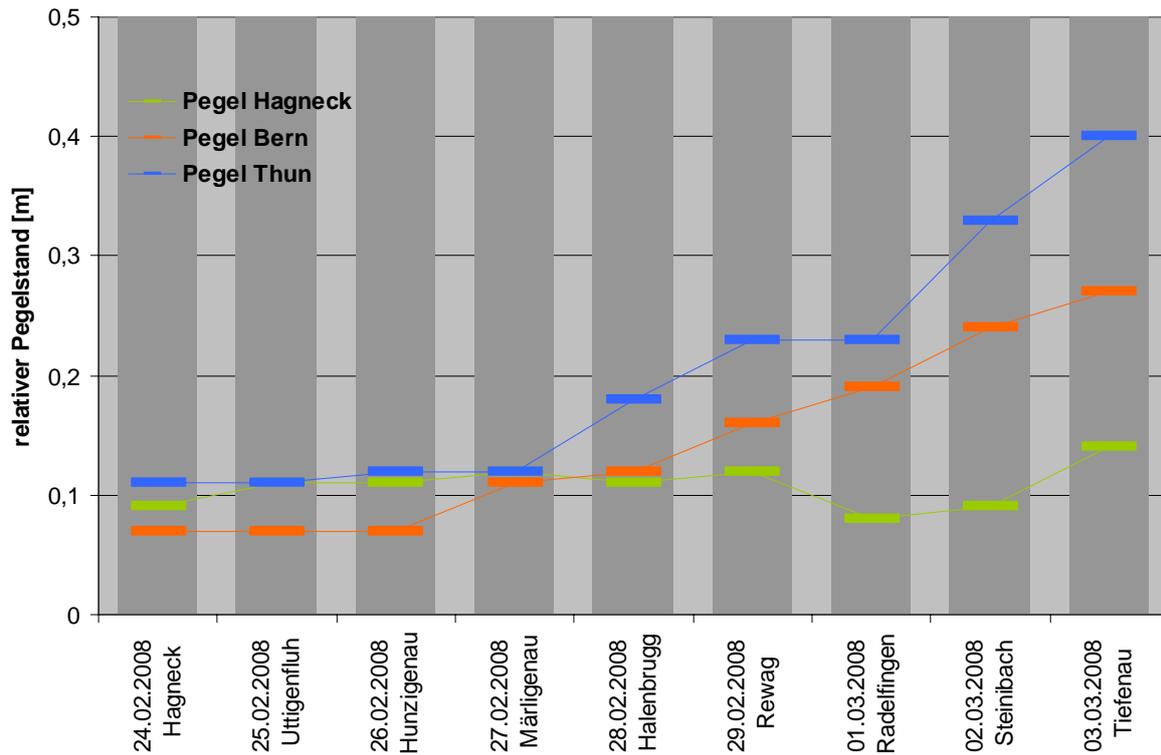


Abb. 2.4-4: Mittlere relative Pegelstände während der Untersuchungskampagne (Quelle: BAFU, <http://www.hydrodaten.admin.ch/d/>)

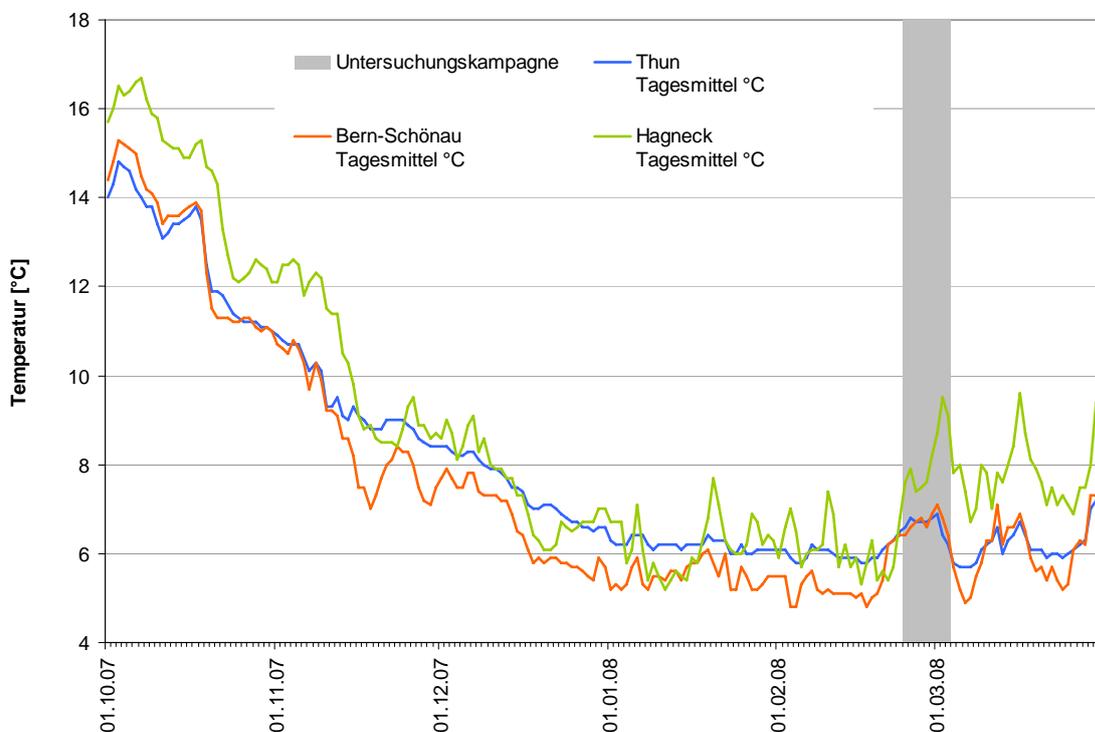


Abb. 2.4-5: Verlauf der mittleren Tagestemperaturen an den Pegeln Thun, Bern und Hagneck (Quelle: BAFU, <http://www.hydrodaten.admin.ch/d/>)

## 3 Ergebnisse und Beurteilung

### 3.1 Morphologie und Substrat

**Transekt 1 "Uttigenfluh (UTT)"** liegt rund 9,5 km unterhalb des Thunersees und rund 5 km unterhalb der Mündung der Zulg - des ersten grösseren Zuflusses im Abschnitt zwischen Thunersee und Bielersee. Temperatur- und Abflussverlauf, Substrat, Nahrungsbedingungen etc. werden hier noch - wenn auch bereits abgeschwächt - durch den Abfluss des Thunersees beeinflusst. Dieser Abfluss wird direkt am Auslauf des Thunersees durch Wehre geregelt.

Der Transekt liegt in einem naturnahen, freifliessenden Abschnitt der Aare mit natürlicher Schotter-Steilwand auf der linken Flusseite. Flussabwärts der Steilwand sind wie auch am rechten Ufer wechselnd breite Kiesuferbänke ausgebildet. Das nähere Umland ist beidseits von Mischwald bestanden.

Das Gerinne ist rund 70 m breit und erreicht auf der linken Flusseite eine Tiefe von maximal 3,6 m. Die Strömung ist auf der linken Flusseite am stärksten. Die Flusssohle wird von Grobsubstraten (Grobkies, Steine) dominiert, die stellenweise in Feinkies/Sand eingebettet sind. Das Substrat ist teilweise gering kolmatiert.

**Transekt 2 "Hunzigenau (HUN)"** liegt rund 19 km unterhalb des Thunersees in einem bis vor kurzem noch begradigten Abschnitt mit Regelprofil direkt neben der Autobahn A6 bei Rubigen. Im Jahr 2006 wurden hier gleichzeitig mit dem Bau eines Hochwasserschutzdammes zwischen Aare und Autobahn umfangreiche Massnahmen zur Revitalisierung von Flussbett und Aue durchgeführt. Auf der rechten Flusseite wurde ein neuer Seitenarm geschaffen. Die Uferverbauungen wurden – mit Ausnahme von Buhnen - weitgehend entfernt.

Das Hauptgerinne (links) ist rund 60 m breit und über die Hälfte der Gewässerbreite mit max. 0,6 m nur recht flach überströmt. Der bis zu 2 m tiefe Hauptstromstrich ist auf der linken Seite ausgebildet. Nur in Kolken an den Buhnen werden Wassertiefen über 2 m erreicht. Die Flusssohle ist recht einheitlich aus gering bis mittelstark kolmatiertem Grob- und Mittelkies aufgebaut. Hauptgerinne und neuer Seitenarm werden durch eine Insel mit lichtem Auenwald getrennt. Der neue Seitenarm (rechts) ist 20-35 m breit und erreicht Tiefen bis fast 4 m. Das Gerinne zeigt eine Vielfalt unterschiedlicher Strukturen (Riffles, Pools, Uferabbrüche, Bänke, Totholz) und Substrate bei hoher Tiefen- und Strömungsvarianz. Die Untersuchungsstellen liegen rund 500 m unterhalb der Einleitung der ARA Münsingen.

**Transekt 3 "Märchligenau (MÄR)"** liegt rund 4 km flussabwärts vom Transekt Hunzigenau zwischen bewaldeten Ufern auf Höhe des Flugplatzes Bern-Belp. Der Abschnitt ist kanalisiert und wird beidseitig von Buhnen, die jeweils im Abstand von rund 60 m errichtet sind und ca. 10 m ins Gerinne reichen, begleitet. Zwischen den Buhnen ist der Uferverbau (Blocksatz, alter Holzverbau) zum Teil verfallen. Ufer und Ufergehölze sind zum Teil unterspült, lokal sind dem Ufer Schilfbestände vorgelagert (rechtes Ufer). Die Aare ist hier rund 70 m breit. Das Substrat wird von Grobkies und Steinen dominiert, im ufernahen Bereich zwischen den Buhnen ist der Anteil feinerer Kies- und Sandfraktionen höher.

**Transekt 4 "Bern-Tiefenau (TIEF)"** liegt im Restwasserabschnitt von Bern, ca. 3 km unterhalb des Stauwehrs Engehalde (Wasserausleitung KW Felsenau) und ca. 500 m unterhalb der Worble-Mündung. Das Transekt repräsentiert die Verhältnisse oberhalb der Einleitung der ARA Worblental und dient als Vergleich zum Transekt „Steinibach“ (unterhalb ARA-Einleitung).

Die Ufer sind in diesem Abschnitt – mit Ausnahme des durch Blockwurf gesicherten Bereichs bei der Bahnbrücke - überwiegend naturnah erhalten. Beiden Ufern sind flache Kiesbänke vorgelagert. Das linke Ufer wird von einer verfallenen Ufermauer begrenzt und von Hangwald begleitet, das rechte von Gehölzen und Wiesland.

Das Sohlsubstrat besteht überwiegend aus Grobkies und Steinen und scheint mit Ausnahme eines Umlagerungsbereichs in der Flussmitte recht stabil zu sein, worauf auch der besonders auf der rechten Flusseite starke Bewuchs mit fädigen Grünalgen hinweist (niedriges Winter-Restwasser). Die Gewässerbite beträgt rund 55 m. Das Transekt konnte über die gesamte Breite watend beprobt werden, da die maximale Wassertiefe bei ca. 60 cm lag.

Das Dotierwasser des KW Felsenau ist auf 12 m<sup>3</sup>/s festgelegt, das Restwasser steigt durch Überlauf im Sommer bis über 100 m<sup>3</sup>/s, der Zufluss der Worble bleibt demgegenüber gering.

**Transekt 5 "Bern-Steinibach (STEI)"** liegt ebenfalls in der Restwasserstrecke des Kraftwerks Felsenau, rund 1,2 km flussabwärts des Transekts „Tiefenau“ und ca. 700 m unterhalb der Einleitung der ARA Worblental. Es handelt sich um einen naturnahen Abschnitt der Aare mit wechselseitigen Kiesbänken und unbefestigten Ufern. Links wechseln flache Uferbänke mit unterspülten Felsbändern ab, daran schliesst ein bewaldeter Steilhang an. Das rechte Ufer (Gleithang) ist als flach einfallendes Ufer ausgebildet und wird von Wald und Wiesland begleitet.

Die Gewässersohle setzt sich auch hier überwiegend aus Steinen und Grobkies, mit kleineren Anteilen von Mittel-Feinkies zusammen. Ebenso wie in Tiefenau ist ein starker Bewuchs (bis zu 100% Deckung) mit fädigen Grünalgen vorhanden, was auf eine längere Phase stabiler Substratverhältnisse schliessen lässt (niedriges Winter-Restwasser). Im untersuchten Bereich ist das Gerinne 70 m breit, die maximale Wassertiefe zum Zeitpunkt der Beprobung lag unter 1 m. Mit über 2 m/s war die Strömung auf der linken Flusseite am stärksten.

**Transekt 6 "Bern-Halenbrücke (HAL)"** liegt im Übergangsbereich zwischen einer kurzen freifliessenden Strecke mit Vollabfluss und der Staustrecke des KW Mühlbergs (Wohlensee), ca. 700 m unterhalb der Einleitung der ARA Region Bern. Die steilen Ufer sind wenig verbaut. Links schliesst sich an das durch Totholz, verfallenen Blockwurf und Erosionskanten geprägte Ufer ein bewaldeter Steilhang an. Am rechten Ufer wechseln Kiesbänke mit kleineren Buchten mit Feinmaterial (Sand, Schluff) und Totholz ab. Hinter dem Gehölzstreifen schliesst sich ein steiler Hang mit Acker- bzw. Brachland an. Die Aare ist hier rund 70 m breit und erreicht auf der linken Flusseite Wassertiefen von knapp 3 m.

Die Gewässersohle besteht überwiegend aus Grobkies und Steinen, welche meist in feinerem Substraten (Sand, Schluff/Ton) stecken. Die Sohle ist über die gesamte Gewässerbite von einer Feinmaterialauflage überzogen. Geringe Strömung und Feinmaterialablagerungen führen zu zeitweise anoxischen Bedingungen im Sediment – erkennbar an den häufigen Eisensulfid-Belägen auf den Unterseiten von fest eingebetteten Steinen.

**Transekt 7 "Rewag (REW)"** liegt in einem gleichmässig strömenden Abschnitt der Aare unterhalb des Wohlensees. Ein bedeutender thermischer Einfluss auf die Biozönosen dieses Abschnitts ergibt sich durch die Kühlwassereinleitung des oberhalb gelegenen Kernkraftwerks Mühleberg. Die Einleitung erfolgt in Flussmitte und auf der linken Flusseite und führt zu entsprechend erhöhten Temperaturen des Flusswassers (Aquarius 2000).

Der Transekt liegt oberhalb einer Rechtskurve des Flusses. Auf dem linken Ufer sind Boots- liegeplätze und Steganlagen, weiter flussaufwärts (Bereich der Uferprobe links) stehen Ufergehölze, lokal Schilf und stellenweise besteht noch eine alte Ufersicherung aus Holzpählen. Auf der rechten, bewaldeten Flusseite ist ein flach einfallendes Kiesufer mit überhängenden Bäumen ausgebildet.

Die Aare ist hier rund 75 m breit und erreicht eine Tiefe von 4,2 m. Das Sohlsubstrat wird von Grobkies dominiert, mit höheren Anteilen auch an Mittel- und Feinkies auf der rechten Flusseite.

**Transekt 8 "Radelfingen (RAD)"** liegt in der Restwasserstrecke des Kraftwerks Niederried, welche hier bereits von der Staustrecke des Kraftwerks Aarberg überlagert wird.

Die Aare fliesst hier in einem begradigten, 100 m breiten und bis 7 m tiefen Gerinne, das beidseits von Dämmen begleitet wird. Am linken Ufer vor dem Damm wechseln Kiesschüttungen (geschüttet 2005) mit Schilfbereichen und weiter flussabwärts Buhnen ab. Auf der rechten Seite sind vor dem Damm nur schmale, meist schlammige, stellenweise mit Schilf bewachsene Uferstreifen ausgebildet, die steil ins Gerinne einfallen.

Die Gewässersohle wird auf beiden Flussseiten von Grobkies und Steinen dominiert, die flächig mit Feinmaterial überdeckt sind. In Flussmitte, im tiefsten Bereich des Gerinnes, finden sich grosse Flächen mit Sand und Schluff/Ton.

**Transekt 9 "Hagneckkanal (HAG)"** befindet sich im Kanal der in den 1870er-Jahren im Rahmen der Juragewässerkorrektion zwischen Aarberg und Bielersee erstellt wurde. Bei Aarberg wird der grösste Teil des Aareabflusses durch diesen Kanal in den Bielersee geleitet, während in der Alten Aare nur noch ein geregelter Restabfluss verbleibt. Transekt 9 liegt rund 2,5 km oberhalb der Mündung in den Bielersee.

900 m oberhalb Transekt 9 mündet der Kallnach-Kanal (Wasserrückgabe des beim KW Niederried zum KW Kallnach ausgeleiteten Wassers). Transekt 9 repräsentiert also die Verhältnisse eines knapp 1 km langen freifliessenden Abschnitts mit Vollabfluss zwischen der Restwasserstrecke des KW Aarberg und der Staustrecke des KW Hagneck. Durch den Kraftwerksbetrieb bedingt, treten starke kurzfristige Abflussschwankungen auf.

Der beidseits von Hochwasserschutzdämmen begleitete Kanal ist an der Untersuchungsstelle rund 70 m breit. Die Ufer sind sehr stark verbaut. Das linke Ufer wird durch – stellenweise unterbrochenen - Blockwurf gesichert und von Ufergehölzen begleitet. Auf dem flacher einfallenden rechten Ufer geht der Blocksatz in einen bis ins Gerinne reichenden Sohlenverbau aus Steinpflaster über. Die Flusssohle besteht überwiegend aus Grobkies und Steinen in Sand, welche stellenweise fast gänzlich von Feinmaterial überdeckt werden.

**Tabelle 3.1-1** Übersicht über die untersuchten Transekte und ihre Merkmale

Transekt	km*	Probenahme-Datum	Charakter
1 Uttigenfluh	9,4	25.02.2008	naturnah, freifliessend
2 Hunzigenau	18,8	26.02.2008	mit neuem Seitenarm, freifliessend
3 Märchligenau	22,9	27.02.2008	kanalisiert, Buhnen
4 Bern-Tiefenau	37,2	03.03.2008	Restwasserstrecke, naturnah; oberhalb ARA
5 Bern-Steinbach	38,5	02.03.2008	Restwasserstrecke, naturnah; unterhalb ARA
6 Bern-Halenbrücke	45,0	28.02.2008	Übergang freifliessend - Stau
7 Rewag	60,2	29.02.2008	gleichmässige Strömung, Feinsedimente; thermischer Einfluss KKW
8 Radelfingen	68,5	01.03.2008	von Stau überlagert Restwasserstrecke
9 Hagneckkanal	75,3	24.02.2008	Kanal, Schwall-Sunk
* Kilometer ab Thunersee			

## 3.2 Das Zoobenthos der Aare: Besiedlungsdichten und Artenbestand

### Besiedlungsdichten (Abb. 3.2-1)

Das Zoobenthos ist an den Untersuchungsstellen meist sehr ungleichmässig verteilt, worauf die grossen Unterschiede zwischen minimaler und maximaler Individuendichte innerhalb eines Transekts hinweisen. Mit bis zu 23 300 Ind./m<sup>2</sup> wurden die höchsten Besiedlungsdichten am Transekt Uttigenfluh – rund 9 km unterhalb Thunersee – aufgefunden. Die vom See beeinflussten Lebensbedingungen begünstigen hier lokale Massenentwicklungen bestimmter Organismengruppen (s.u.). Die freifliessenden Strecken oberhalb Bern (HUN, MÄR) und die Restwasserstrecke (TIEF, STEI) waren im Mittel mit 11 000-12 000 Ind./m<sup>2</sup> vergleichbar dicht besiedelt. Deutlich geringere Besiedlungsdichten wurden in den staubeinflussten Abschnitten (HAL, RAD) und im Hagneckkanal (Schwall-Sunk-Abfluss) festgestellt. Auffällig war die sehr geringe Individuendichte (Mittel und Maximum) im freifliessenden Abschnitt bei Rewag.

### Benthoszusammensetzung (3.2-2)

Die benthische Lebensgemeinschaft wird an nahezu allen Untersuchungsstellen von den Larven der Zweiflügler (Diptera) dominiert. Larven der Eintagsfliegen (Ephemeroptera) und der Steinfliegen (Plecoptera) sind vor allem in den freifliessenden Abschnitten oberhalb Bern und in der Restwasserstrecke bei Bern von Bedeutung. Abschnitte mit erhöhten Anteilen von Feinsedimenten (HAL, REW, RAD) werden verstärkt von Nicht-Insekten wie Oligochaeta (Würmer; RAD) besiedelt, stabiler Uferverbau von Schnecken und Muscheln (HAL, REW, HAG), welche im freifliessenden Abschnitt - bis auf die Flussnapfschnecke *Ancylus fluviatilis* - weitgehend fehlen.

### Taxazahlen (Abb. 3.2-3, 3.2-4)

Bei der Bestimmung der Benthosarten der Aare wurden nicht alle Tiergruppen gleich intensiv bearbeitet. Besonders eine genaue Bestimmung der Dipterenlarven würde die Artenzahlen noch weiter erhöhen, erforderte aber einen bedeutend höheren präparativen Aufwand. Alle untersuchten Proben wurden jedoch auf dem gleichen Niveau bearbeitet, wodurch die einzelnen Proben gut miteinander vergleichbar sind. Im gesamten Untersuchungsmaterial wurden 143 Taxa nachgewiesen, an den einzelnen Untersuchungsstellen zwischen 57 (STEI) und 77 Taxa (RAD; meist Einzelfunde!). Die hohen Taxazahlen bei den drei unteren Untersuchungsstellen (REW, RAD, HAG) werden durch die sehr unterschiedliche Besiedlung des Ufers und der Flusssohle erreicht (Abb. 3.2-3).

An den Untersuchungsstellen zwischen Thun und Bern zeigen Köcher-, Stein-, Eintagsfliegen und echte Fliegen und Mücken die höchsten Taxazahlen. An den Untersuchungsstellen unterhalb Bern nimmt die Vielfalt der Köcherfliegen zu, die Zahl der Eintags- und Steinfliegenarten geht zurück, dafür gewinnen hier Nichtinsekten wie Strudelwürmer, Schnecken, Egel aber auch Schwämme und Moostierchen stark an Bedeutung (Abb. 3.2-4).

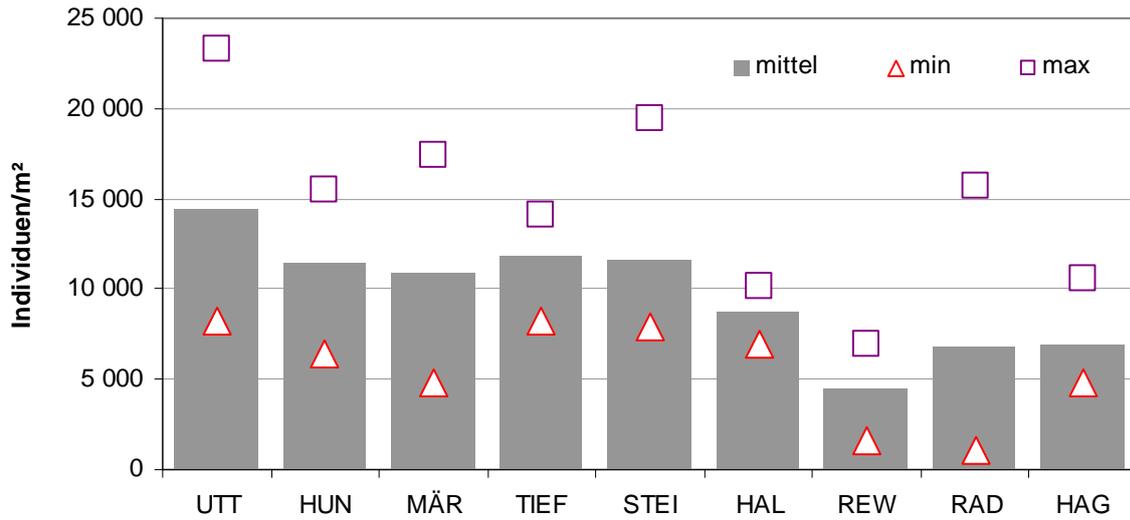


Abb. 3.2-1: Mittlere, minimale und maximale **Besiedlungsdichte** [Individuen/m²] an den Transekten; Basis: alle Ufer- und Taucherproben des Transekts (Abkürzungen s. Tab.2.3-1)

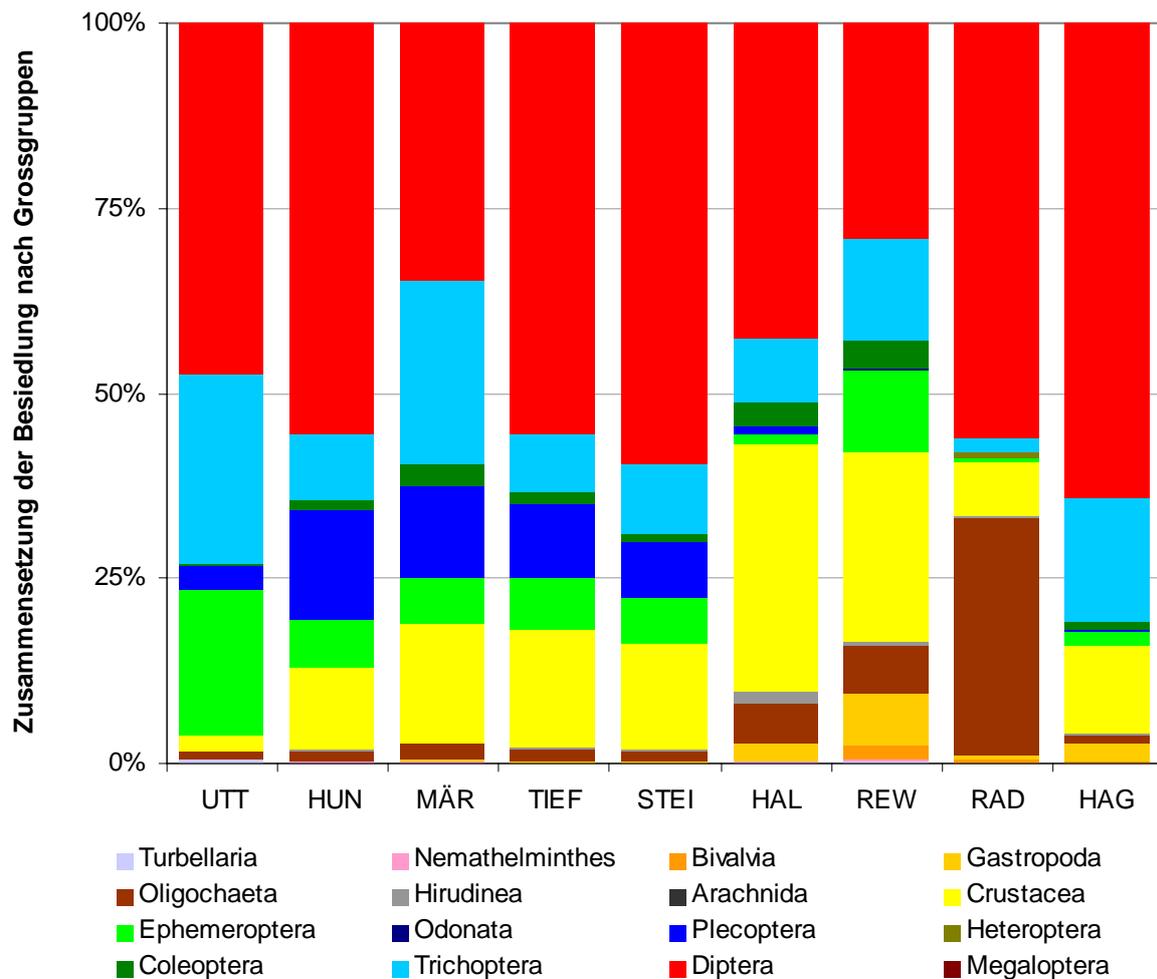


Abb. 3.2-2: Zusammensetzung der **Benthosbesiedlung** (Gesamt-Individuenzahl) nach Organismengruppen; (Abkürzungen s. Tab. 2.3-1)

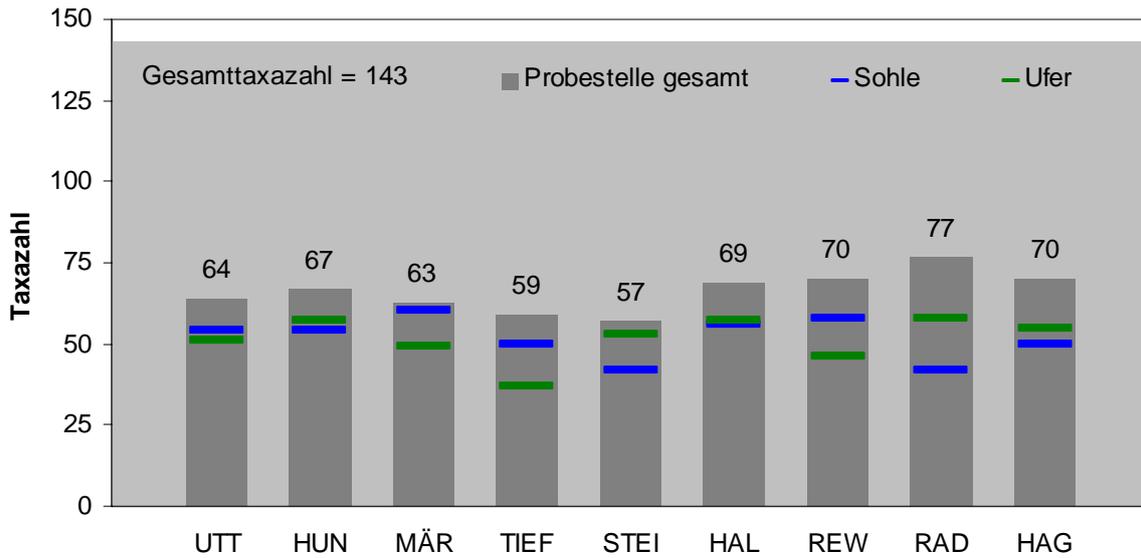


Abb. 3.2-3: Taxazahlen an den Aaretransekten Februar/März 2008; Gesamtzahl nachgewiesener Taxa: 143; (Taucherproben, Uferproben und Gesamtzahl; Abkürzungen s. Tab.2.2-1)

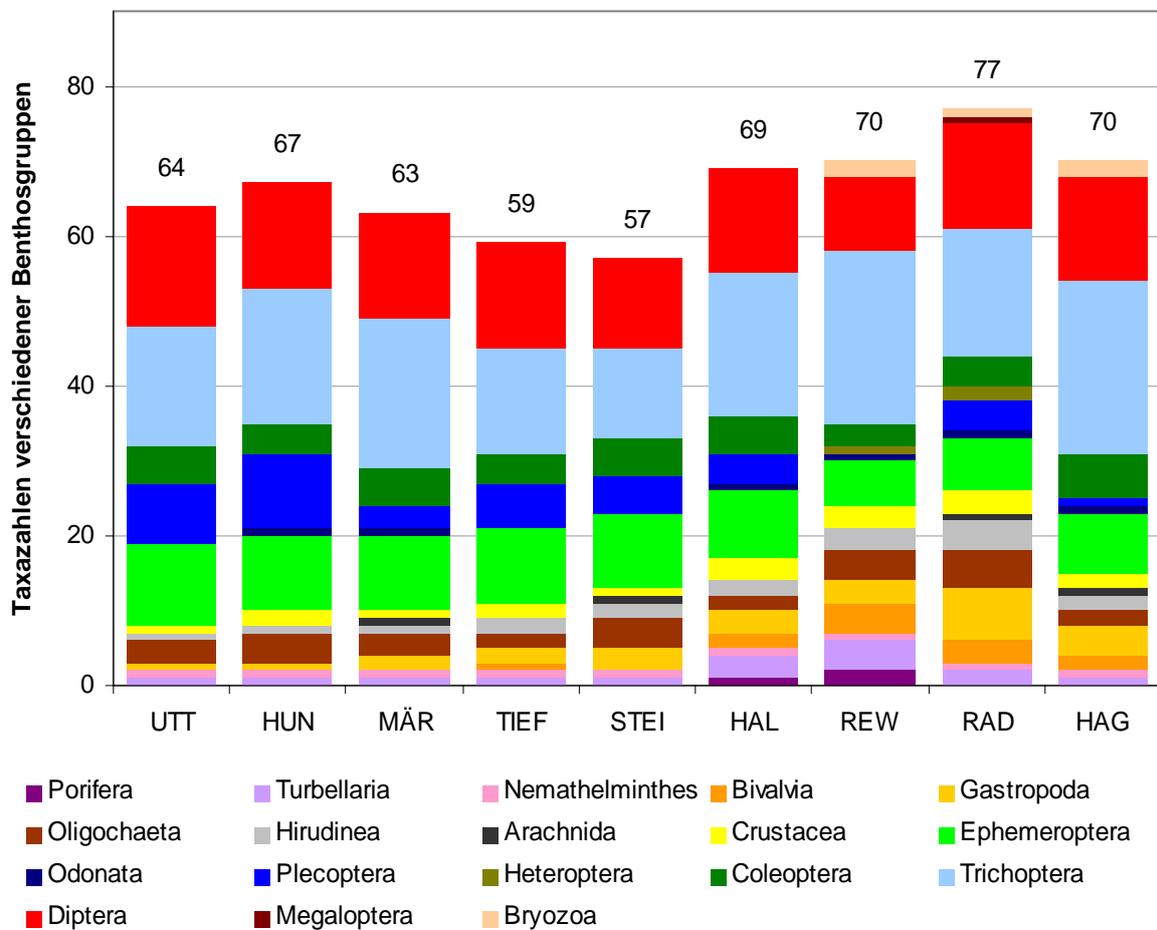


Abb. 3.2-4: Zusammensetzung der Taxazahl an den Transekten nach Organismengruppen; (Abkürzungen s. Tab.2.3-1)

**Verbreitung wichtiger und typischer Taxa**

Die Verbreitung der Makrozoobenthosarten in der Aare spiegelt vorrangig die Substrat- und Strömungsverhältnisse wieder. Eventuelle stoffliche und thermische Belastungen werden durch diese Faktoren überdeckt. Im Folgenden werden die aussagekräftigsten Taxa besprochen und hinsichtlich ihres Vorkommens und ihrer Häufigkeit bewertet. Zur besseren Übersicht wurden die Individuendichten [Individuen/m<sup>2</sup>] der einzelnen Taxa Häufigkeitsklassen zugeordnet. Die Zuordnung erfolgte für die mittleren Individuendichten eines Transekts (alle Proben des Transekts).

mittlere Individuendichte [Individuen / m <sup>2</sup> ]	Häufigkeitsklasse	Untersuchungsstellen:
1 bis 10	I	UTT = Uttigenfluh, HUN = Hunzigenau, MÄR = Märchligenau, TIEF = Bern-Tiefenau, STEI = Bern-Steinibach, HAL = Bern-Halenbrücke, REW = Rewag, RAD = Radelfingen, HAG = Hagneckkanal
11 bis 20	II	
21 bis 50	III	
51 bis 200	IV	
201 bis 500	V	
501 bis 1000	VI	
> 1000	VII	
> 10 000	VII+	
Vorkommen qualitativ	X	

Abb. 3.2-5: Legende zu den Verbreitungstabellen

**Porifera (Schwämme)**

Schwämme kommen in ständig wasserbenetzten Bereichen mit umlagerungsstabilem Substrat vor. Bei der vorliegenden Untersuchung fanden wir Schwämme nur an den Transekten Halenbrücke und Rewag. Es handelt sich um die in Europa verbreiteten Arten *Ephydatia fluviatilis* und *Eunapius fragilis*, die stehende und langsam fließende Gewässer besiedeln. *Ephydatia fluviatilis* bevorzugt Flachwasserbereiche und wurde auch in der Aare nur in den ufernahen Proben in Tiefen von 0,3 – 0,8 m festgestellt. *Eunapius fragilis* wurde dagegen nur in den betauchten, tieferen Bereichen bei Rewag gefunden. Das Vorkommen der Schwämme in diesem Abschnitt dürfte durch die Erwärmung des Flusswassers als Folge der Kühlwassereinleitung des KKW Mühleberg begünstigt werden. Der starke Bewuchs der Gewässersohle mit Schwämmen und Moostierchen direkt unterhalb der Kühlwassereinleitung wurde bereits in früheren Untersuchungen dokumentiert (Aquarius 1992, 2000).

Die Seltenheit der Nachweise von Schwämmen in der vorliegenden Untersuchung dürften jahreszeitlich bedingt sein.

Porifera	UTT	HUN	MÄR	TIEF	STEI	HAL	REW	RAD	HAG
Porifera indet.							X		
<i>Ephydatia fluviatilis</i>						X	X		
<i>Eunapius fragilis</i>							X		

Vorkommen der Porifera in der Aare zwischen Thunersee und Bielersee (Legende s. Abb. 3.2-5)

**Turbellaria-Tricladida (Strudelwürmer)**

<i>Dugesia</i> sp.*	<i>Dugesia lugubris/polychroa</i>	<i>Dugesia tigrina</i>
<i>Dendrocoelum lacteum</i>	<i>Polycelis tenuis/nigra</i>	

\*Am fixierten Material war eine Artbestimmung häufig nicht mehr möglich.

Der Strudelwurm *Dendrocoelum lacteum* kommt in ruhigen Bereichen stehender und fließender Gewässer vor. In der Aare wurde die Art am staubeeinflussten Transekt Halenbrücke und an ufernahen Bereichen geringer Strömung am Transekt Rewag gefunden. Von den *Dugesia*-Arten wurde nur *Dugesia tigrina*, ein Neozoon, über die gesamte Unter-

suchungsstrecke gefunden. Am häufigsten war die Art mit bis zu 150 Individuen/m<sup>2</sup> bei Uttigenfluh. *Dugesia lugubris/polychroa* und auch *Polycelis tenuis/nigra* wurden nur in den mündungsnäheren Transekten in geringer Anzahl gefunden.

Turbellaria	UTT	HUN	MÄR	TIEF	STEI	HAL	REW	RAD	HAG
<i>Dendrocoelum lacteum</i>						I	I		
<i>Dugesia</i> sp.						I	I		I
<i>Dugesia lugubris/polychroa</i>						I		I	
<i>Dugesia tigrina</i>	IV	I	I	I	I	I	I		I
<i>Polycelis tenuis/nigra</i>							I	I	

Vorkommen der Turbellaria in der Aare zwischen Thunersee und Bielersee (Legende s. Abb. 3.2-5)

### Nemathelminthes (Schnurwürmer)

Vertreter der parasitisch lebenden Nemathelminthen wurden im gesamten untersuchten Abschnitt gefunden, wurden jedoch nicht gezielt bearbeitet, da ihr Vorkommen meist an bestimmte Wirte gebunden ist und eine Artbestimmung sehr aufwendig ist.

Nematoda	UTT	HUN	MÄR	TIEF	STEI	HAL	REW	RAD	HAG
Nematoda indet.	I	II	II	I	I	I	I	I	I

Vorkommen der Nemathelminthes in der Aare zwischen Thunersee und Bielersee (Legende s. Abb. 3.2-5)

### Bivalvia (Muscheln)

<i>Dreissena polymorpha</i>									
<i>Pisidium</i> sp.									
<i>Pisidium amnicum</i>									
<i>Pisidium</i> cf. <i>henslowanum</i>									
<i>Pisidium</i> cf. <i>supinum</i>									

Die Dreikant- oder Zebromuschel *Dreissena polymorpha* – ein Neozoon aus dem Schwarzmeerraum – ist seit den 1960er-Jahren in viele Schweizer Seen gelangt und besiedelt seit über 30 Jahren die Aare vom Bielersee abwärts. Insbesondere im Bielerseeabfluss kommt die Art in dichten Beständen auf den Blöcken des Uferverbau vor. Aus der Aare oberhalb Bielersee war die Dreikantmuschel bislang nicht bekannt. 2008 sind jedoch erste Bestände im Thunersee gefunden worden [mündl. Mitt. M. Zeh, GBL]. In der vorliegenden Untersuchung beschränkten sich die Funde von *Dreissena polymorpha* auf die Transekte unterhalb Wohlensee, was eher auf eine Einschleppung vom Bielersee als auf Verdriftung vom Thunersee her schliessen lässt. Die Besiedlung dieses Aareabschnitts dürfte zudem bereits 1-2 Jahre zurückliegen, da die gefundenen Muscheln bis zu 2,7 cm gross waren. Bei den Untersuchungen der Aare unterhalb des Wohlensees aus dem Jahr 2000 ist *Dreissena polymorpha* noch nicht gefunden worden (AQUARIUS 2000).

Die Funde von Sphaeriidae (Gattung *Pisidium*) beschränkten sich mit wenigen Ausnahmen auf den Abschnitt unterhalb Wohlensee, wo sie zwischen Grobkies und Steinen eingelagerte Feinsedimente besiedeln. In grösserer Dichte wurde die Gruppe nur am Transekt Rewag (bis zu 300 Individuen/m<sup>2</sup>) festgestellt. Eine Artbestimmung wurde in den meisten Fällen nicht durchgeführt, die Proben sind allerdings für eine weitere Bearbeitung konserviert.

Grossmuscheln (Unionidae) wurden nicht beobachtet. Aus dem Flussabschnitt zwischen Thunersee und Bielersee sind jedoch Vorkommen von *Unio tumidus* und *Anodonta cygnea* bekannt (Turner et al. 1998).

Bivalvia	UTT	HUN	MÄR	TIEF	STEI	HAL	REW	RAD	HAG
<i>Dreissena polymorpha</i>							I	II	I
<i>Pisidium</i> sp.				I		I	IV	I	I
<i>Pisidium amnicum</i>						I		I	
<i>Pisidium</i> cf. <i>henslowanum</i>							I		
<i>Pisidium</i> cf. <i>supinum</i>							I		

Vorkommen ausgewählter Bivalvia in der Aare zwischen Thunersee und Bielersee (Legende s. Abb. 3.2-5)

**Gastropoda (Schnecken)**

<i>Ancylus fluviatilis</i>	<i>Bithynia tentaculata</i>	<i>Potamopyrgus antipodarum</i>
<i>Radix balthica</i>	<i>Physella acuta/heterostropha</i>	<i>Gyraulus albus</i>
<i>Oxyloma elegans</i> (Landschnecke, aber an Wasser gebunden)		

Der Schwerpunkt des Vorkommens der meisten Schnecken liegt in Bereichen mit stabilem, hartem Ufersubstrat. Häufigste Art im untersuchten Aare-Abschnitt ist die Flussnapfschnecke *Ancylus fluviatilis*. Die strömungsliebende Schnecke wurde an allen Transekten gefunden - maximale Besiedlungsdichten erreichte sie jeweils in den ufernahen Proben (bis zu 650 Ind./m<sup>2</sup>). Nur am Transekt Rewag war *Ancylus fluviatilis* auch in den Taucherproben in grosser Dichte (max. 850 Ind./m<sup>2</sup>) vorhanden. In deutlich geringerer Dichte besiedelte die Art die naturnahen, von häufigeren Umlagerungen betroffenen Kiesufer bei Uttigenfluh und Hunzigenau und den durch Feinmaterialablagerungen geprägten Abschnitt bei Radelfingen. Bei Radelfingen tritt dafür die Schnecke *Potamopyrgus antipodarum* häufiger auf, die als Sedimentfresser eher feineres Substrat bevorzugt. Die ursprünglich aus Neuseeland stammende Art wird seit den 1970/80er-Jahren in verschiedenen Seen in der Schweiz gefunden und hat sich seither über viele Gewässer vor allem des Mittellandes ausgebreitet.

Die eher strömungsmeidende Schnecke *Radix balthica* (früher: *R. ovata*) wurde in grösserer Dichte nur in den Uferproben von Halenbrücke und des Hagneckkanals gefunden.

Gastropoda	UTT	HUN	MÄR	TIEF	STEI	HAL	REW	RAD	HAG
<i>Ancylus fluviatilis</i>	II	I	III	III	III	IV	V	I	IV
<i>Bithynia tentaculata</i>							II	I	I
<i>Potamopyrgus antipodarum</i>					I			III	I
<i>Radix balthica</i>			I	I	I	IV	I	I	IV

Vorkommen ausgewählter Gastropoda in der Aare zwischen Thunersee und Bielersee (Legende s. Abb. 3.2-5)

**Oligochaeta (Würmer, Wenigborster)**

<u>Lumbriculidae:</u>	<i>Stylodrilus heringianus</i>	
<u>Lumbricidae:</u>	<i>Eiseniella tetraedra</i>	
<u>Tubificidae:</u>	<i>Pelosclex (Spirosperma) ferox</i>	weitere, nicht bestimmte Arten*
<u>Naididae</u>	<i>Stylaria lacustris</i>	weitere, nicht bestimmte Arten*

\* Tubificidae und Naididae wurden nur in Einzelfällen bis auf die Art bestimmt, da hierfür meist eine mikroskopische Präparation erforderlich ist. Die Proben sind für eine weitere Bearbeitung konserviert.

*Stylodrilus heringianus* ist der häufigste Wurm der Aare. Er wurde mit Ausnahme von Hagneckkanal an allen Transekten nachgewiesen und besiedelt vor allem die tiefen Gewässerbereiche mit kräftiger Strömung und kiesigem Substrat. In den Uferproben war er seltener zu finden.

*Eiseniella tetraedra* wird als amphibische Art, die bevorzugt im Uferbereich von Fließgewässern vorkommt, beschrieben. In der Aare wurde *Eiseniella tetraedra* jedoch vorwiegend in tieferen Bereichen gefunden. Ihre grösste Dichte (170 Ind./m<sup>2</sup>) erreichte die Art am Transekt Rewag in 2 m Tiefe.

Oligochaeta	UTT	HUN	MÄR	TIEF	STEI	HAL	REW	RAD	HAG
Oligochaeta gesamt	IV	IV	V	IV	IV	V	V	VII	IV
<i>Stylodrilus heringianus</i>	IV	IV	IV	IV	IV	III	IV	III	
<i>Eiseniella tetraedra</i>	I	I	III				IV	I	I
Tubificidae/Naididae indet.		I	I	III	I	V		VII	III
<i>Pelosclex ferox</i>							IV	I	
<i>Stylaria lacustris</i>					I		III	I	III

Vorkommen der Oligochaeta in der Aare zwischen Thunersee und Bielersee (Legende s. Abb. 3.2-5)

Tubificidae und Naididae erreichten in den sandig-schlammigen Uferbereichen der Transekte Halenbrücke und Radelfingen ihre maximale Siedlungsdichte. Die näher bestimmten limnophilen Arten *Peloscoclex ferox* (Tubificidae) und *Stylaria lacustris* (Naididae) traten dagegen besonders in einem tieferen Bereich bei Rewag auf, wo vermehrt Feinsedimente zwischen das Grobsubstrat eingelagert sind.

**Hirudinea (Egel)**

---

<u>Erpobdellidae:</u>	<i>Dina punctata</i>	<i>Erpobdella octoculata</i>
<u>Glossiphoniidae:</u>	<i>Glossiphonia complanata</i>	<i>Helobdella stagnalis</i>

---

Der häufigste Egel des Untersuchungsgebietes war *Dina punctata*. Diese Art trat an allen Transekten regelmässig in den Uferbereichen und an der Flusssohle auf. Andere Egelarten wurden meist nur vereinzelt gefunden.

Hirudinea	UTT	HUN	MÄR	TIEF	STEI	HAL	REW	RAD	HAG
<i>Dina punctata</i>	I	I	I	III	III	IV	III	II	I
<i>Erpobdella octoculata</i>							I	I	
<i>Glossiphonia complanata</i>				I	I	IV	I	I	
<i>Helobdella stagnalis</i>								I	

Vorkommen der Hirudinea in der Aare zwischen Thunersee und Bielersee (Legende s. Abb. 3.2-5)

**Acari (Wassermilben)**

Wassermilben wurden bei der Probenahme nur selten erfasst und nicht tiefer bearbeitet. Die Proben sind für eine weitere Bestimmung konserviert.

**Crustacea: Isopoda (Wasserasseln)**

einzig nachgewiesene Art: *Asellus aquaticus*

---

Alle genauer bestimmten Wasserasseln gehörten zur Art *Asellus aquaticus*. *Proasellus coxalis*, die aus dem Hochrhein bekannt ist, wurde bislang nicht gefunden. Die Wasserassel *Asellus aquaticus* kommt in Bereichen mit geringer Strömung und organischen Ablagerungen vor. Die Art wurde nur in den Uferproben von Rewag und Radelfingen häufiger nachgewiesen.

Isopoda	UTT	HUN	MÄR	TIEF	STEI	HAL	REW	RAD	HAG
<i>Asellus aquaticus</i>						I	IV	IV	I

Vorkommen von *Asellus aquaticus* in der Aare zwischen Thunersee und Bielersee (Legende s. Abb. 3.2-5)

**Crustacea: Amphipoda (Flohkrebse)**

Gammaridae: *Gammarus fossarum*, *Gammarus pulex*

---

Die Flohkrebse *Gammarus fossarum* und *Gammarus pulex* sind an allen Transekten in meist grosser Dichte zu finden. Viele Exemplare konnten dabei öfter nicht mit Sicherheit bestimmt werden, da die Abgrenzung des *G. fossarum* gegenüber juvenilen *G. pulex* schwierig ist. Die Flohkrebsfauna wird jedoch deutlich von *G. fossarum* dominiert. Beide Arten wurden bevorzugt im Algen- oder Moosbewuchs gefunden, aber auch sehr zahlreich unter Steinen oder Blöcken.

Amphipoda	UTT	HUN	MÄR	TIEF	STEI	HAL	REW	RAD	HAG
<i>Gammarus fossarum/pulex</i>	IV	VI	VII	VII	VII	VII	VI	V	V
<i>Gammarus fossarum</i>	IV	V	V	V	VI	VI	V	IV	V
<i>Gammarus pulex</i>		I		I	I	I	I	I	

Vorkommen der Amphipoda in der Aare zwischen Thunersee und Bielersee (Legende s. Abb. 3.2-5)

Nicht nachgewiesen wurde im untersuchten Abschnitt der Grosse Höckerflohkrebs *Dikergammarus villosus*. Der bis zu 2,1 cm grosse, räuberisch lebende Flohkrebs aus dem Schwarzmeerraum gelangte über die Donau und den Main-Donau-Kanal 1995 in das Rheinsystem, wo er sich in der Folge invasiv ausbreitete. In der Schweiz besiedelt *Dikergammarus villosus* bereits verschiedene Seen und Fliessgewässer, darunter seit 2006 den Bielersee und die Aare von Biel bis zum Hochrhein. Die Einschleppung bzw. Einwanderung in die Aare oberhalb Bielersee dürfte nur eine Frage der Zeit sein.

**Ephemeroptera ( Eintagsfliegen )**

*Baetis lutheri*, *Baetis vardarensis*, *Baetis rhodani*, *Heptagenia sulphurea* und *Ecdyonurus venosus* sind die bei weitem häufigsten Eintagsfliegenarten der Aare. Deutlich seltener waren die Ephemeropteren im staubeinflussten Abschnitt bei Halenbrücke und an den Transekten unterhalb Wohlensee. Dies kann sowohl auf die ungünstige Gewässerstruktur, als auch die fehlende Eindrift aus geeigneteren Gewässerabschnitten zurückgeführt werden. Besonders reich an Ephemeropteren waren dagegen die freifliessenden, naturnahen Strecken und Restwasserstrecken.

**Baetidae** Das Vorkommen der Gattung *Baetis* beschränkte sich weitgehend auf die Transekte zwischen Thunersee und Bern. Die strömungsliebende, kaltstenotherme „Bergbachart“ *Baetis alpinus* wurde vor allem am Transekt Uttigenfluh gefunden. Hier ist jedoch auch *Baetis rhodani*, die strömungsärmere, pflanzen- bzw. moosreiche Bereiche bevorzugt, besonders häufig vertreten. *B. rhodani* besiedelt die Übergangszonen vom Rhithral bis Epipotamal und war als einzige *Baetis*-Art vereinzelt auch in den mündungsnahen Abschnitten zu finden. *Baetis lutheri* hat ähnliche ökologische Ansprüche wie *B. alpinus*. Sie bevorzugt schnellfliessende Bäche des Metarhithrals. *B. vardarensis* ist als hyporhithral-epipotamale Art eher in grösseren Flüssen der Ebenen anzutreffen. In der Aare dominiert *B. lutheri* in den oberen Transekten, im weiteren Flussverlauf bzw. in den Restwasserstrecken ist *B. vardarensis* dann in ähnlich hoher Dichte vertreten. Das gemeinsame Vorkommen dieser beiden Arten in den oberen Transekten zeigt deutlich deren Übergangscharakter. Die Arten *Centroptilum luteolum* (RL 4) und *Cloeon dipterum* wurden nur in Uferbereichen mit geringer Strömung im unteren Aare-Abschnitt gefunden.

Baetidae	UTT	HUN	MÄR	TIEF	STEI	HAL	REW	RAD	HAG
<i>Baetis alpinus</i>	V	III		II	II				
<i>Baetis lutheri/vardarensis</i> *	IV	III	III	III	III				I
<i>Baetis lutheri</i>	V	IV	IV	IV	IV				
<i>Baetis vardarensis</i>	III	II	III	V	IV				
<i>Baetis rhodani</i>	VII	II	II	IV	IV	I		I	I
<i>Centroptilum luteolum</i> (RL 4)						I			I
<i>Cloeon dipterum</i>							I	I	

Vorkommen der Baetidae in der Aare zwischen Thunersee und Bielersee (Legende s. Abb. 3.2-5);

\* keine Artbestimmung, da meist juvenile Exemplare

**Ephemerellidae** Ephemerelliden als "Sommerarten" des Phytals und Lithals waren in den Transektproben nur in geringer Abundanz vertreten. Auffallend ist die vergleichsweise hohe Besiedlungsdichte von *Serratella ignita* am Transekt Rewag (bis 730 Ind./m<sup>2</sup>). Möglicherweise steht dies im Zusammenhang mit der Erhöhung der Wassertemperatur durch die Kühlwasserrückleitung des Kernkraftwerks Mühlberg (Anh. A2b). Die eurytherme Art *Serratella ignita* könnte hier von einem Konkurrenzvorteil gegenüber temperatursensibleren Arten profitieren.

Ephemerellidae	UTT	HUN	MÄR	TIEF	STEI	HAL	REW	RAD	HAG
<i>Serratella ignita</i>				I			V	I	I
<i>Ephemerella mucronata</i>	I								
<i>Torleya major</i> (RL 3)	II	II	II		I	I			

Vorkommen der Ephemerellidae in der Aare zwischen Thunersee und Bielersee (Legende s. Abb. 3.2-5)

**Ephemeridae** *Ephemera danica* war an wenigen sandigen Stellen bei starker Strömung sowohl im freifliessenden Fluss als auch im Staubereich in geringer Zahl zu finden.

Ephemeridae	UTT	HUN	MÄR	TIEF	STEI	HAL	REW	RAD	HAG
<i>Ephemera danica</i> (RL 4)	I		I			I	I	III	I

Vorkommen von *Ephemera danica* in der Aare zwischen Thunersee und Bielersee (Legende s. Abb. 3.2-5)

**Heptageniidae** Die Heptageniidae *Heptagenia sulphurea* und *Ecdyonurus venosus* sind – neben den Baetis-Arten - die häufigsten Eintagsfliegen des untersuchten Aareabschnittes. Die rhithrale *E. venosus* und die eher potamale *H. sulphurea* kommen in vergleichbaren Dichten und ähnlich verteilt vor, was den rhithral-potamalen Übergangscharakter dieses Aare-Abschnitts betont. Beide Arten erreichen ihre maximalen Dichten in den Transekten oberhalb Bern (*Ecdyonurus spec.* bei Hunzigenau, *H. sulphurea* bei Märchligenau) – unterhalb Wohlensee sind beide Arten meist seltener.

*Rhithrogena gratianopolitana* (RL 4) und *R. cf. semicolorata* sind Arten des Meta- bis Hyporhithrals und vor allem im Mittelland weit verbreitet. In der Aare beschränkte sich das Vorkommen dieser rheobionten Arten weitgehend auf die freifliessenden Abschnitte oberhalb Wohlensee. Ihre grössten Dichten (*R. cf. semicolorata*: über 550 Ind./m<sup>2</sup>) erreichten beide Arten am Transekt Tiefenau in Flussmitte, bei Strömungsgeschwindigkeiten bis zu 1,5 m/s.

Heptageniidae	UTT	HUN	MÄR	TIEF	STEI	HAL	REW	RAD	HAG
<i>Ecdyonurus sp. juvenil</i>	II	V	IV	III	IV	III	II	I	III
<i>Ecdyonurus venosus</i>	II	IV	IV	IV	IV	III	III	I	III
<i>Heptagenia sulphurea</i>	IV	IV	IV	III	III	III	IV	I	III
<i>Rhithrogena gratianopolitana</i> (RL 4)	I	I	I	I					
<i>Rhithrogena cf. semicolorata</i>	III	IV	II	IV	II	I			

Vorkommen der Heptageniidae in der Aare zwischen Thunersee und Bielersee (Legende s. Abb. 3.2-5)

**Leptophlebiidae, Potamanthidae, Siphonuridae** *Paraleptophlebia submarginata* (Leptophlebiidae) war nur in Uferproben von Steinibach, Halenbrück und Hagneckkanal in Einzel-exemplaren vertreten.

*Potamanthus luteus* (Potamanthidae; RL 3) ist eine hyporhithral-epipotamale Eintagsfliegenlarve, die vor allem im Unterlauf der grösseren Fließgewässer der Schweiz (z.B. Aare, Limmat, Hochrhein) anzutreffen ist. Im untersuchten Aare-Abschnitt fand sich die Art in den Ufer- und Taucherproben regelmässig, in meist geringer Anzahl. *P. luteus* dürfte jedoch im Sommer mit einer grösseren Häufigkeit auftreten.

*Siphonurus lacustris* (Siphonuridae; RL 4) besiedelt lenitische Bereiche von Fließgewässern und Seen. In der Aare wurde die Art vereinzelt im Schilf am Ufer bei Radel-fingen gefunden.

Leptophlebiidae	UTT	HUN	MÄR	TIEF	STEI	HAL	REW	RAD	HAG
<i>Paraleptophlebia submarginata</i>					I	I			I
<i>Potamanthus luteus</i> (RL3)		II	I	I	I	III	II		
<i>Siphonurus cf. lacustris</i> (RL 4)								I	

Vorkommen der Leptophlebiidae in der Aare zwischen Thunersee und Bielersee (Legende s. Abb. 3.2-5)

**Odonata (Libellen)**

- Calopteryx splendens*
- Coenagrionidae indet.
- Onychogomphus forcipatus* (RL 2)

Libellenlarven waren nur in Einzelexemplaren in den Proben vertreten. Erwähnenswert ist das Vorkommen von Larven der Kleinen Zangenlibelle *Onychogomphus forcipatus* im 2006 revitalisierten Abschnitt bei Hunzigenau.

**Plecoptera (Steinfliegen)**

---

<u>Taeniopterygidae:</u>	<i>Brachyptera risi</i>		
<u>Capniidae:</u>	<i>Capnioneura nemuroides</i>		
<u>Leuctridae:</u>	<i>Leuctra sp.</i> ( <i>Leuctra prima-hippopus-inermis</i> -Gruppe)		
<u>Nemouridae:</u>	<i>Amphinemura sp.</i>	<i>Nemoura sp.</i>	<i>Nemoura mortoni</i>
	<i>Protonemura sp.</i>		
<u>Chloroperlidae:</u>	<i>Chloroperla sp.</i>		
<u>Perlodidae:</u>	<i>Besdolus imhoffi</i>	<i>Isoperla grammatica</i>	<i>Perlodes cf. microcephalus</i>
<u>Perlidae:</u>	<i>Perla sp./cf. grandis</i>		

---

Mit den meisten Arten waren die Steinfliegen in den naturnahen, freifliessenden Abschnitten oberhalb Bern vertreten (Uttigenfluh und Hunzigenau). Flussabwärts nahmen sowohl Artenzahl als auch Individuendichte deutlich ab. Im Abschnitt unterhalb Wohlensee treten Steinfliegen nur noch vereinzelt auf oder fehlen ganz (Transekt Rewag).

Häufigste Steinfliegenlarve und an nahezu allen Transekten vorkommend ist *Isoperla grammatica*. Die Art ist im gesamten Mittelland und Tessin verbreitet, wo sie bevorzugt die Mittel- und Unterläufe der Flüsse besiedelt. In sehr grossen Dichten wurde *I. grammatica* in den Proben von Hunzigenau (bis zu 2700 Ind./m<sup>2</sup>) und im Restwasserabschnitt bei Tiefenau (bis zu 2200 Ind./m<sup>2</sup>) und Steinibach gefunden. Im staubeeinflussten Halenbrücke beschränkte sich das Vorkommen weitgehend auf die noch stärker durchströmten Bereiche in Flussmitte.

Nur am Transekt Hunzigenau nachgewiesen werden konnten *Capnioneura nemuroides*, eine eher epirhithrale, in den nördlichen Voralpen weit verbreitete Art, *Amphinemura sp.* und *Nemoura mortoni*, eine Art der Mittelgebirge, Voralpen und Alpen.

Die vereinzelt am Transekt Uttigenfluh gefundenen Larven von *Perla grandis* – einer alpinen, grossen Steinfliegenart - dürften aus der Zulg eingedrftet sein.

Bemerkenswert sind die Funde der epipotamalen Art *Besdolus imhoffi* an vier Transekten. Die Art wurde aktuell in der Schweiz nur noch am Doubs und in der Aare bei Bern und bei Thun (Lubini 2003) gefunden. Die vorliegende Untersuchung lässt nun eine Verbreitung von *B. imhoffi* über den gesamten Aare-Abschnitt zwischen Thunersee und Bern vermuten. Nur im kanalisiertem Abschnitt bei Märchligenau fehlte die Art.

Plecoptera	UTT	HUN	MÄR	TIEF	STEI	HAL	REW	RAD	HAG
<i>Capnioneura nemuroides</i>		I							
<i>Chloroperla sp.</i>	I	II		I					
<i>Leuctra sp.</i>	IV	IV	III	II	I	I		I	
<i>Amphinemura sp.</i>		I							
<i>Nemoura sp.</i>	I					I			
<i>Nemoura mortoni</i>		I							
<i>Protonemura sp.</i>		I			I				
<i>Perla cf. grandis</i>	I								
<i>Besdolus imhoffi</i>	I	I		I	I				
<i>Isoperla grammatica</i>	V	VII	VII	VII	VI	IV		I	II
<i>Perlodes cf. microcephalus</i>	I	III	I	I	I	II			
<i>Brachyptera risi</i>	I	I		I				I	

Vorkommen der Plecoptera in der Aare zwischen Thunersee und Bielersee (Legende s. Abb. 3.2-5)

**Heteroptera (Wasserwanzen)**

---

<i>Corixinae</i>	<i>Micronecta sp.</i>
------------------	-----------------------

---

Die Heteropteren sind in den Proben meist unterrepräsentiert, da viele von ihnen dem Pleuston (Lebewelt der Wasseroberfläche) zugehören, das nicht gezielt besammelt wurde. Die Funde beschränkten sich auf Uferbereiche bei Rewag und Radelfingen.

### Coleoptera (Wasserkäfer)

---

<u>Dytiscidae:</u>	<i>Platambus maculatus</i>		
	Hydroporinae indet.		
<u>Elmidae:</u>	<i>Elmis maugetii</i>	<i>Limnius volckmari/muelleri</i>	
	<i>Elmis aenea</i> (?)	<i>Limnius cf. perrisi</i>	
	<i>Riolus cf. cupreus</i>	<i>Stenelmis canaliculata</i>	<i>Esolus sp.</i>
<u>Gyrinidae:</u>	<i>Orectochilus villosus</i> (RL 2)		

---

Die Hakenkäfer der Gattungen *Elmis* und *Limnius* waren in allen Proben die häufigste Käferart. Ihre grössten Dichten (bis 780 Ind./m<sup>2</sup>) erreichten sie in den Uferproben von Hunzigenau, Märchligenau und der Restwasserstrecke bei Tiefenau (bis 530 Ind./m<sup>2</sup>).

Dytiscidae wurden ausschliesslich in den Uferproben von Halenbrücke abwärts gefunden.

*Orectochilus villosus* kommt in den Uferproben fast aller Transekte in geringer Zahl vor. Nur bei Märchligenau ist die Art mit bis zu 60 Ind./m<sup>2</sup> etwas häufiger.

Coleoptera	UTT	HUN	MÄR	TIEF	STEI	HAL	REW	RAD	HAG
<i>Platambus maculatus</i> La						I		I	II
Hydroporinae indet.								I	
<i>Elmis</i> sp.	II	III	IV	IV	III	IV	I	I	III
<i>Esolus</i> sp.					I				
<i>Limnius</i> sp.	III	IV	V	IV	III	IV	IV	I	III
<i>Riolus</i> sp.	I		I	I	I	I			I
<i>Orectochilus villosus</i> (RL 2)	I	I	III	I	I	I	I		I

Vorkommen der Coleoptera in der Aare zwischen Thunersee und Bielersee (Legende s. Abb. 3.2-5)

### Trichoptera (Köcherfliegen)

---

<u>Brachycentridae:</u>	<i>Brachycentrus (Oligoplectrum) maculatus</i>		
<u>Glossosomatidae:</u>	<i>Agapetus nimbulus</i>	<i>Agapetus ochripes</i>	
	<i>Glossosoma sp.</i>	<i>Glossosoma boltoni</i>	
<u>Goeridae:</u>	<i>Goera pilosa</i>	<i>Silo nigricornis</i>	<i>Silo piceus</i>
<u>Hydroptilidae:</u>	<i>Agraylea sexmaculata</i>	<i>Hydroptila sp.</i>	<i>Stactobia sp.</i>
<u>Hydropsychidae:</u>	<i>Cheumatopsyche lepida</i>	<i>Hydropsyche cf. angustipennis</i>	
	<i>Hydropsyche contubernalis</i>	<i>Hydropsyche pellucidula / incognita</i>	
	<i>Hydropsyche siltalai</i>		
<u>Lepidostomatidae:</u>	<i>Lepidostoma hirtum</i>		
<u>Leptoceridae:</u>	<i>Athripsodes albifrons</i>	<i>Ceraclea nigronevosa</i>	<i>Oecetis notata</i>
	<i>Mystacides azurea</i>	<i>Setodes punctatus</i>	
<u>Limnephilidae:</u>	<i>Allogamus auricollis</i>	<i>Anabolia nervosa</i>	
	<i>Chaetopteryx villosa / fusca</i>	<i>Halesus radiatus</i>	
	<i>Potamophylax sp.</i>	<i>Limnephilus germanus/lunatus</i>	
<u>Odontoceridae:</u>	<i>Odontocerum albicorne</i>		
<u>Polycentropodidae:</u>	<i>Cyrnus trimaculatus</i>	<i>Neureclipsis bimaculata</i>	
	<i>Polycentropus cf. irroratus</i>	<i>Polycentropus flavomaculatus</i>	
<u>Psychomyiidae:</u>	<i>Lype reducta</i>	<i>Psychomyia pusilla</i>	
	<i>Tinodes sp.</i>	<i>Tinodes waeneri</i>	
<u>Rhyacophilidae:</u>	<i>Rhyacophila cf. dorsalis</i>		
<u>Sericostomatidae:</u>	<i>Sericostoma sp.</i>		

---

Die häufigsten Köcherfliegen des untersuchten Aareabschnitts sind *Hydropsyche spec.*, *Cheumatopsyche lepida* (Hydropsychidae), *Psychomyia pusilla* (Psychomyidae) und die kleinen Larven von *Agapetus ochripes* (Glossosomatidae).

Die netzbauenden Hydropsychidae kommen vor allem in den freifliessenden Strecken (und Restwasserstrecken) im oberen Aare-Abschnitt vor. Maximale Dichten erreichen sie bei Uttigenfluh: *Cheumatopsyche lepida* bis 3 770 Ind./m<sup>2</sup>, *Hydropsyche* spp. bis 2 340 Ind./m<sup>2</sup>. Hydropsychidae-Larven ernähren sich als Filtrierer und dürften hier im Seeabfluss von der Ausschwemmung von planktischen Nährtieren aus dem Thunersee profitieren.

Das Vorkommen von *Psychomyia pusilla* fällt zunächst durch die zahlreichen mit Sand verkleideten Gespinstströhen auf Steinen auf, in denen die Larven leben. *P. pusilla* bevorzugt ruhigere Strömungen als die Hydropsychearten. Als epipotamale Art besiedelt *P. pusilla* vor allem grössere Flüsse und Seen. In der Aare kommt *Psychomyia pusilla* über den gesamten untersuchten Abschnitt recht gleichmässig verteilt und häufig vor.

Die wenige Millimeter grossen Larven von *Agapetus ochripes* besiedeln bevorzugt saubere, sommerkalte und steinreiche Gewässerabschnitte in grösseren Bächen und Flüssen. In der Aare kommt *Agapetus ochripes* in den Ufer- und Taucherproben regelmässig in mittlerer Häufigkeit vor – in den kanalisierten Abschnitten bei Radelfingen und Hagneck sind die Larven jedoch deutlich seltener oder fehlen ganz.

*Brachycentrus maculatus* (früher: *Oligoptectrum maculatum*) konnte in der Aare einzig am Transekt im Hagneckkanal gefunden werden. Hier ist die rhithral-potamale Art sowohl in den Ufer- als auch in den Taucherproben mit durchschnittlich 600 Ind./m<sup>2</sup> (max. 2 240 Ind./m<sup>2</sup>) stark vertreten. Weshalb *Brachycentrus maculatus* nur in diesem Abschnitt zu finden war, kann bislang nicht erklärt werden.

*Allogamus auricollis* ist die häufigste Art aus der Familie der Limnephilidae und im gesamten Fluss zu finden. Schwerpunkt des Vorkommens waren die ufernahen Bereiche im kanalisierten Abschnitt bei Märchligenau und im Restwasserabschnitt bei Tiefenau und Steinibach. *Allogamus auricollis* besiedelt Steinsubstrat, benötigt jedoch für den Bau seines Köchers auch sandiges Material. Weniger strömungstolerante Arten der Limnephilidae wurden in geringer Dichte in ufernahen, strömungsberuhigten Bereichen bei Halenbrücke, Radelfingen und Hagneckkanal gefunden, wo Moosbewuchs oder Laubablagerungen als Nahrung für die sich hauptsächlich als Zerkleinerer ernährenden Arten vorhanden ist.

Die strömungsliebenden *Rhyacophila*-Larven sind vor allem in den freifliessenden Strecken oberhalb Bern und in den Restwasserstrecken zu finden. In den staubeinflussten oder kanalisierten Strecken flussabwärts fehlen sie weitgehend.

Trichoptera	UTT	HUN	MÄR	TIEF	STEI	HAL	REW	RAD	HAG
<i>Brachycentrus maculatus</i>									VI
<i>Agapetus ochripes</i>	III	IV	IV	III	IV	IV	IV		II
Glossosoma sp.	I	IV	I	II	IV	I			I
Goeridae		I	II	I		I	II		I
Hydroptila sp.	II	I	III	IV	III	I	II	I	II
<i>Cheumatopsyche lepida</i>	VII	V	VI	IV	IV	III	III		II
Hydropsyche spp.	VII	IV	V	IV	IV	III	IV	I	IV
<i>Lepidostoma hirtum</i>			I	I		I	III	I	III
Leptoceridae		I					I	I	I
<i>Allogamus auricollis</i>	I	IV	V	V	V	IV	I	I	I
andere Limnephilidae	I	I	I	I	I	III	I	IV	IV
<i>Odontocerum albicorne</i>	I	I	I	I	I	III	III		I
Polycentropodidae	I	I	I				II	III	III
<i>Psychomyia pusilla</i>	V	V	VI	IV	V	V	V	I	V
andere Psychomyidae	I						I	II	I
<i>Rhyacophila</i> sp.	IV	IV	IV	IV	IV	I			I
<i>Sericostoma</i> sp.		I	I	I		I	I		

Vorkommen ausgewählter Trichoptera in der Aare zwischen Thunersee und Bielersee (Legende s. Abb. 3.2-5)

**Diptera (Fliegen und Mücken)**

<u>Athericidae:</u>	<i>Atherix ibis</i>	<i>Ibisia marginata</i>		
<u>Ceratopogonidae:</u>	<i>Ceratopogoninae</i>			
<u>Chironomidae:</u>	Chironomini indet. <i>Chironomus obtusidens</i> -Gr. <i>Microtendipes</i> sp. Tanytarsini indet. Tanypodinae indet Orthoclaadiinae indet. Diamesinae indet. <i>Prodiamesa olivacea</i>	<i>Chironomus thummi</i> -Gr.		
<u>Empididae:</u>	<i>Clinocera</i> sp.	<i>Chelifera</i> sp.	<i>Hemerodromia</i> sp.	
<u>Limoniidae:</u>	<i>Antocha</i> sp.	<i>Dicranota</i> sp.	<i>Eloeophila</i> sp.	Eriopterini
<u>Simuliidae:</u>	<i>Simulium</i> sp.	<i>Prosimulium</i> sp.		
<u>Tabanidae:</u>	Tabanidae indet			
<u>Tipulidae:</u>	<i>Tipula</i> sp. – <i>Yamatipula</i> sp.			

Zuckmückenlarven (Chironomidae) sind die mit Abstand häufigsten Vertreter der Diptera in der Aare. In den mündungsnahen Abschnitten stellen Chironomidae bis zu 100 % aller Diptera. Im Abschnitt oberhalb Wohlensee sind dagegen auch Larven von Kriebelmücken (Simuliidae), Tanzfliegen (Empididae) und Stelzmücken (Limoniidae) häufiger zu finden. So erreichen die rheophilen Larven der Simuliidae an den Transekten Uttigenfluh und Hunzigenau ähnlich hohe Besiedlungsdichten wie die Chironomidae. Auf stark überströmten Steinen zeigt *Simulium* sp. hier Massenentwicklungen mit Dichten bis über 7 000 Ind./m<sup>2</sup>. Als Filtrierer finden Simuliidae ideale Bedingungen in leicht verschmutzten Gewässern mit algenfreien Steinen und Blöcken zum Anheften. An den seeausflussnahen Transekten dürfte *Simulium* auch von den aus dem Thunersee ausgeschwemmten Organismen als zusätzliche Nahrungsquelle profitieren.

Diptera	UTT	HUN	MÄR	TIEF	STEI	HAL	REW	RAD	HAG
<i>Atherix ibis</i>	I								
<i>Ibisia marginata</i>	I					I			
Ceratopogoninae				I		I	I	I	
Chironomus sp.						I		IV	I
sonstige Chironomini	II	I	IV	V	IV	VII	IV	VI	V
Diamesinae	IV	VI	V	IV	IV	I	III	III	IV
Orthoclaadiinae	VII	VII	VII	VII	VII	VII	VII	VII	VII
<i>Prodiamesa olivacea</i>						IV	I	IV	II
Tanypodinae	V	IV	III	I	IV	IV	IV	V	III
Tanytarsini	IV	III	III	IV	V	IV	IV	VII	V
Empididae	IV	IV	IV	IV	III	III	I	I	I
Limoniidae	III	II	III	II	I	I	I	I	III
Simuliidae	VII	VII	III	IV	IV	I	I		I
Tabanidae indet.								I	
Tipula sp.		I	I	I					

Vorkommen ausgewählter Diptera in der Aare zwischen Thunersee und Bielersee (Legende s. Abb. 3.2-5)

Die Verteilung der Chironomidae-Unterfamilien ist in den einzelnen Flussabschnitten deutlich unterschiedlich. In den staubeeinflussten Abschnitten bei Halenbrücke und Radelfingen übertrifft die Abundanz der Chironominae (Tanytarsini, Chironomini) und Tanypodinae die der rheophileren Orthoclaadiinae und Diamesinae meist deutlich (Abb.3.2-1). In allen anderen, stärker durchströmten Abschnitten hingegen dominieren Orthoclaadiinae und Diamesinae mit 82-98 % eindeutig die Chironomidae-Abundanz.

Arten der Gattung *Chironomus*, welche Indikatoren für unzureichende Sauerstoffverhältnisse im Substrat sind, waren nur in den Uferproben von Radelfingen häufiger zu finden.

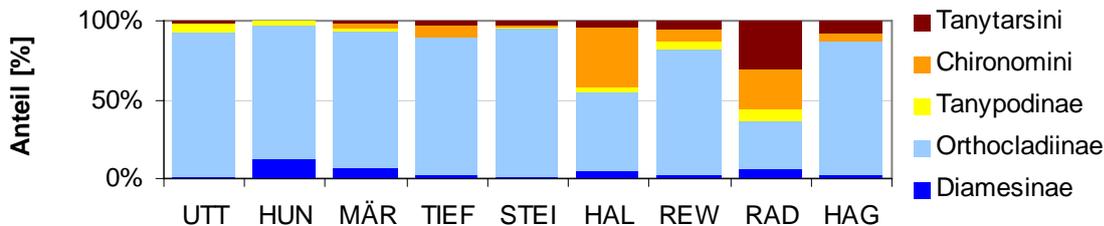


Abb. 3.2-1: Anteil der Orthoclaadiinae und Diamesinae an der Gesamt-Chironomidenabundanz

### Megaloptera (Schlammfliegen)

Als Bewohner des Stillwassers waren Schlammfliegen (*Sialis lutaria*) nur in den Proben aus den ruhigen, schilfbestandenen Uferbereichen bei Radelfingen enthalten.

### Bryozoa (Moostierchen)

Die Kolonien von Moostierchen sind in stehenden oder langsam fließenden Abschnitten vor allem in grösserer Tiefe (ähnlich wie Schwämme) zu erwarten. In der Aare konnten nur im Abschnitt unterhalb Wohlensee Moostierchen nachgewiesen werden. Bei *Cristatella mucedo* hatte die Koloniebildung noch nicht begonnen, weshalb von dieser Art nur Statoblasten – im Herbst zur Überwinterung und Ausbreitung gebildete Dauerstadien – gefunden wurden (Rewag, Radelfingen, Hagneckkanal).

Bei *Fredericella sultana* beginnt die Keimung der Statoblasten bereits ab 4°C. So waren die geweihartigen Kolonien von *Fredericella sultana* in den tieferen – betauchten – Bereichen bei Rewag bereits weit verbreitet. Der starke Bewuchs der Gewässersohle bei Rewag mit Moostierchen und Schwämmen wurde bereits in früheren Untersuchungen dokumentiert und auf die Kühlwassereinleitung des Kernkraftwerks Mühleberge zurückgeführt (z.B. Aquarius 1992, 2000).

Die übrigen Taxa des Benthos waren in den Proben aus der Aare in sehr geringer Zahl vertreten und erlauben keine wesentlichen Aussagen zum betreffenden Flussabschnitt. Teilweise kann man bei diesen Taxa ein stärkeres Vorkommen in den Sommermonaten erwarten.

### Rote Liste-Arten

Rote Liste Arten	UTT	HUN	MÄR	TIEF	STEI	HAL	REW	RAD	HAG
<i>Centroptilum luteolum</i> (RL 4)						I			I
<i>Torleya major</i> (RL 3)	II	II	II		I	I			
<i>Ephemera danica</i> (RL 4)	I		I			I	I	III	I
<i>Rhithrogena gratianopolitana</i> (RL 4)	I	I	I	I					
<i>Potamanthus luteus</i> (RL3)		II	I	I	I	III	II		
<i>Siphonurus cf. lacustris</i> (RL 4)								I	
<i>Onychogomphus forcipatus</i> (RL 2)									
<i>Orectochilus villosus</i> (RL 2)	I	I	III	I	I	I	I		I
<i>Capnioneura nemuroides</i> *		I							
<i>Besdolus imhoffi</i> *	I	I		I	I				

Vorkommen von Rote-Liste-Arten in der Aare zwischen Thunersee und Bielersee (Legende s. Abb. 3.2-5)

Einige der gefundenen Arten sind in der Schweizer Roten Liste bedrohter Tierarten aufgeführt. Im Untersuchungsabschnitt unterhalb Wohlensee sind dies vor allem die Stillwasserart *Centroptilum luteolum*, *Siphonurus lacustris* und die im Sand grabende *Ephemera danica*, beides Eintagsfliegen. Im freifliessenden Abschnitt zwischen Thun und Bern kommen wesentlich mehr Rote-Listen Arten vor, welche zudem Charakterarten der grossen (Vor-) Gebirgsflüsse sind.

\* In diese Liste möchten wir auch zwei Steinfliegenarten einbeziehen, für die bislang noch keine Rote Liste erstellt ist. Es sind dies die rein alpine Art *Capnioneura nemuroides*, die allerdings eher kleine Gewässer besiedelt und vor allem *Besdolus imhoffi*, die Charakterart dieses Aareabschnittes, die ansonsten aktuell nur noch am Doubs gefunden wurde und von der auch früher nicht viele Nachweise vorliegen.

### Neozoen

Neozoa	UTT	HUN	MÄR	TIEF	STEI	HAL	REW	RAD	HAG
<i>Dugesia tigrina</i>	IV	I	I	I	I	I	I		I
<i>Dreissena polymorpha</i>							I	II	I
<i>Potamopyrgus antipodarum</i>					I			III	I

Der untersuchte Aareabschnitt ist anders als die Aare unterhalb des Bielersees bislang nur wenig von Neozoen besiedelt. Der Strudelwurm *Dugesia tigrina* scheint die Aare vom Thunersee aus zu besiedeln und ist unterhalb des Sees am häufigsten. *Potamopyrgus antipodarum* ist als Schnecke auf stabile Substrate angewiesen und kommt daher vor allem an den gestauten oder hart verbauten Stellen im unterlauf vor. Die Dreikantmuschel *Dreissena polymorpha* ist bislang auf die Aare unterhalb des Wohlensees beschränkt, über ein Vorkommen im Wohlensee ist bislang nichts bekannt, im Thunersee wurden 2008 erste Bestände nachgewiesen. Die in viele der grossen Schweizer Flüsse eingewanderten - und dort inzwischen häufigen - Flohkrebsarten *Gammarus roeselii* und *Dikerogammarus villosus* sind im untersuchten Aareabschnitt noch nicht anzutreffen.

### 3.3 Die Benthosbesiedlung als Indikator des Gewässerzustands

Um den Gewässerzustand der Aare anhand ihrer Benthosbesiedlung charakterisieren und beurteilen zu können, wurden auf der Basis der gefundenen Taxa und ihren Häufigkeiten verschiedene Indices berechnet und die Anteile verschiedener funktioneller Gruppen bestimmt.

#### Diversitätsindex (Shannon-Index)

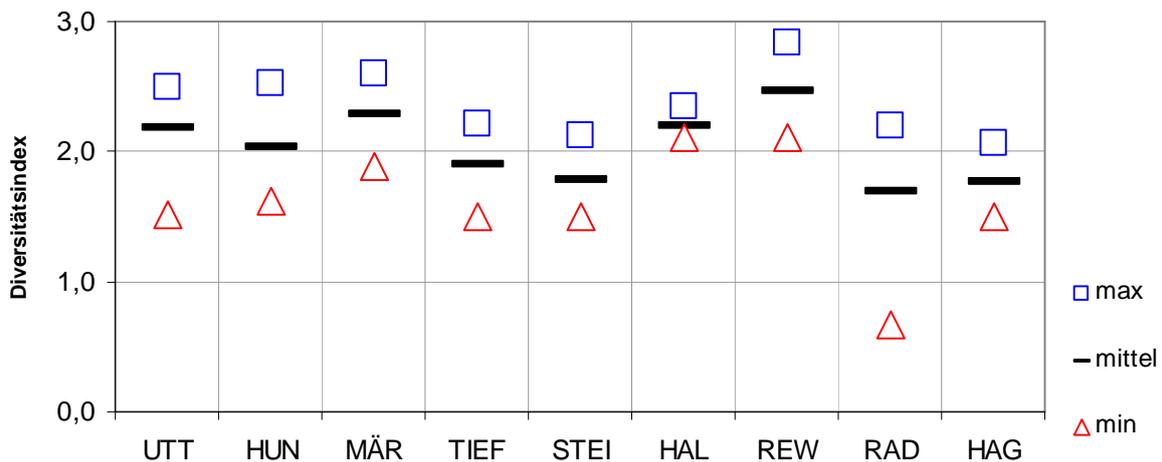


Abb. 3.3-1: Shannon-Diversitätsindices an den Aaretransekten; Februar/März 2008 (Abkürzungen s. Tab.2.2-1)

Der Diversitätsindex ist ein Mass, das mit der Vielfalt der vorkommenden Taxa und mit der Ausgewogenheit ihrer Besiedlungsdichte ansteigt. Die höchsten Werte erreichen hier die Stellen Halenbrücke und Rewag, beide mit vollem Abfluss, beide mit turbulenten, aber auch mit ruhigen Bereichen. Besonders gering ist die Diversität im Staubereich Radelfingen, im Schwall-Sunk-geprägten Hagneckkanal, aber auch in den Restwasserstrecken bei Bern.

#### Biozönotische Region (Abb. 3.3-2)

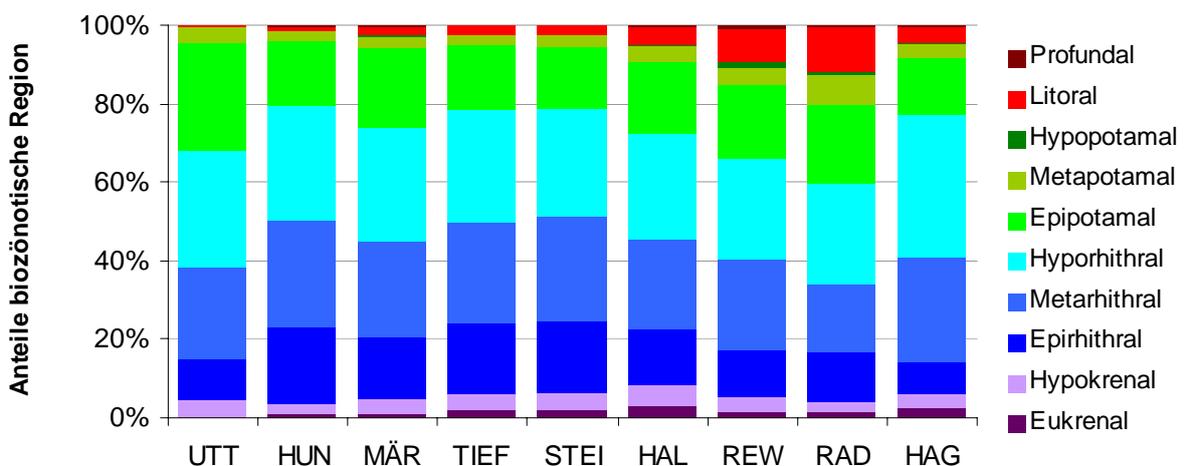


Abb. 3.3-2: Benthoszusammensetzung nach Zugehörigkeit zu einer biozönotischen Region; Februar/März 2008 (Abkürzungen s. Tab.2.2-1)

Im Längsverlauf eines Fließgewässers ändern sich typischerweise Gewässerbite und -tiefe, Gefälle, Abfluss- und Temperaturverhältnisse und weitere physikalische und biologische Größen. Mit diesen Größen ändert sich auch die Besiedlung eines Gewässerab-

schnittes. Dies hat zur Definition bestimmter meist regelmässig aufeinander folgender biozönotischer Regionen geführt. Die übliche Abfolge der biozönotischen Zonen kann durch den Durchfluss durch einen See, Gefällestufen u. ä. abgewandelt werden. Eingriffe wie Begradigungen, Ausleitungen und Schwallenfluss führen zu einer Rhithralisierung der Biozönose, Aufstauungen, organische Belastungen oder fehlende Geschiebedynamik führen zu einer Potamalisierung - in beiden Fällen meist mit einer verarmten Ausprägung der Gewässerbiozönosen. Abbildung 3.3-2 zeigt die Zusammensetzung der Biozönosen der Flusssohle der Aare nach ihrer Zugehörigkeit zu den biozönotischen Regionen.

Bei Betrachtung der Transekte (alle Proben gemittelt) zeigen sich keine allzu grossen Unterschiede in der Zusammensetzung der Lebensgemeinschaft bezüglich ihrer Zugehörigkeit zu den biozönotischen Regionen. Die Biozönosen zeigen einen deutlich rhithralen Charakter des untersuchten Aare-Abschnitts an. Direkt unterhalb des Thunersees ist eine azonale Seeabfluss-Biozönose zu finden, die auch von potamalen Arten mitbestimmt wird. Im weiteren Verlauf wird die Aare vorwiegend von meta- und hyporhithralen Arten besiedelt. Dabei nimmt der Anteil epirhithraler Elemente etwas ab und der Anteil potamaler Elemente auf bis über 30 % (Radelfingen) zu. Im kanalisiertem und schwallenbeeinflussten Abschnitt oberhalb Mündung (Hagneckkanal) treten die potamalen Arten dann wieder deutlich zurück.

### Ernährungstypen (Abb.3.3-3)

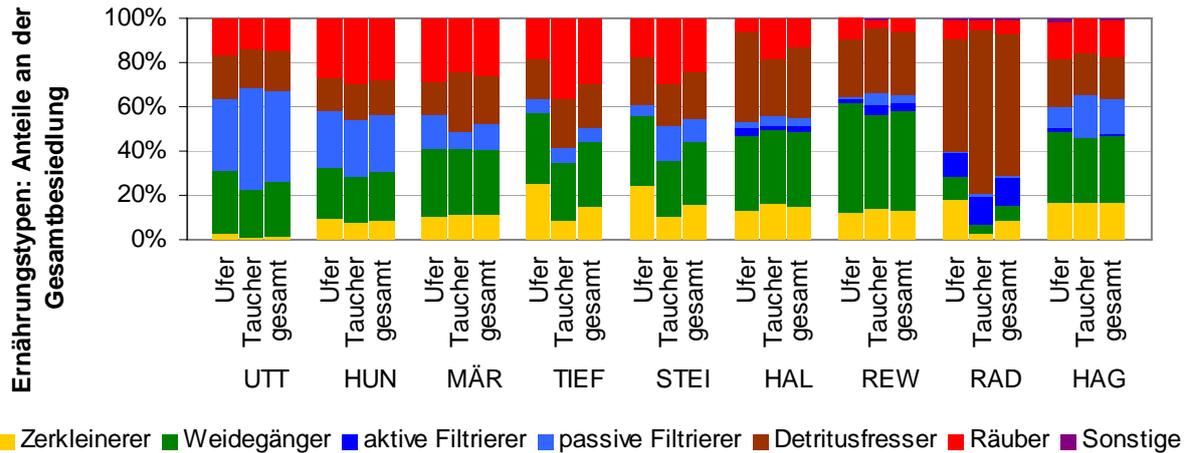
Die in der Benthosbiozönose vertretenen Ernährungstypen lassen Schlüsse auf die im Gewässer herrschenden ökologischen Bedingungen zu. Die für das Rhithral typischen **Weidegänger**, zu denen zahlreiche Eintagsfliegenarten, aber auch Schnecken gehören, ernähren sich vom dünnen Algenaufwuchs auf Steinen. Ihr Anteil geht zurück, wenn die Algenrasen durch fädige Algen verdrängt werden oder durch Sand und Feinmaterial überdeckt werden. Beides tritt bei mangelhafter Durchströmung und ungenügender Umlagerung rasch ein. Zahlreiche Arten dieses Ernährungstyps halten sich bevorzugt im Lückensystem der Flusssohle oder zwischen Steinen auf, wo sie der starken Strömung weniger ausgesetzt sind, aber eine ausreichende Sauerstoffversorgung gewährleistet ist.

Auch die **Filtrierer**, die mittels Filterapparaten oder Netzen ihre Nahrung aus der fliessenden Welle sieben, sind auf Strömung angewiesen. Die filtrierenden Arten sind auf stabiles, vorzugsweise festes Substrat angewiesen. Anders als die Weidegänger sind die Filtrierer auf eine direkte Exposition in der Strömung eingestellt. Zumindest die aktiven Filtrierer brauchen ein nicht bewachsenes und nicht zusedimentiertes Substrat, auf dem sie sich längerfristig festsetzen können. Zu dieser Gruppe gehören die Kriebelmücken (Simuliiden), die in extrem starker Strömung anzutreffen sind, und die Dreikantmuschel, *Dreissena polymorpha*. Netzbauende Köcherfliegen wie z. B. *Hydropsyche*-Arten können als sogenannte passive Filtrierer mit ihren Netzen ein weites Spektrum von Fliessgeschwindigkeiten nutzen. Filtrierer sind besonders häufig in Seeabflüssen, wo sie sich von aus dem See verdrifteten organischen Material ernähren.

Die **Zerkleinerer**, die am Boden abgelagertes organisches Material wie Falllaub und seine Abbauprodukte als Nahrung nutzen, kommen - wie ihre Nahrungsquelle - in Bereichen mit erhöhter organischer Sedimentation z. B. im Stillwasser, aber auch in strömungsarmen Bereichen schnellfliessender Gewässer vor. Zu den Zerkleinerern in der Aare gehören einige kleine Plecoptera (Nemouridae), aber vor allem die Flohkrebse (Gammaridae).

**Detritusfresser** sind vorzugsweise im Stillwasser zu finden, aber auch in den stabilen, sandigen Bereichen der Flusssohle. In diese Gruppe gehören die Würmer, grabende Eintagsfliegen wie *Ephemera sp.*, aber auch zahlreiche Mückenlarven, insbesondere Chironomidae-Arten.

**Räuberische Arten** sind weniger an bestimmte Habitate gebunden. Sie sind meist dort zu finden, wo ihre Beuteorganismen vorkommen.



**Abb. 3.3-3:** Benthoszusammensetzung nach Ernährungstypen; Februar/März 2008 (Abkürzungen s. Tab.2.2-1)

Die Auswertung der Benthosbesiedlung der Aare hinsichtlich der Ernährungstypen (Abb. 3.3-3) zeigte für das seeabflussnahe Transekt Uttigenfluh einen hohen Anteil an passiven Filtrierern. Der Einfluss des Sees scheint bis in das rund 18 km unterhalb des Thunersee gelegene Transekt „Hunzigenau“ zu reichen: Die Filtrierer sind auch hier stark vertreten – es treten jedoch nun vermehrt auch Zerkleinerer und auch Räuber auf. Weiter flussabwärts nimmt der Anteil der Weidegänger und der Zerkleinerer weiter zu. Hohe Besiedlungsdichten von Zuckmückenlarven (Diptera: Chironomidae: Orthocladiinae) führen an fast allen Transekten einem bedeutenden Anteil der Detritusfresser. Im staubeeinflussten, feinsedimentreichen Abschnitt bei Radelfingen tragen zusätzlich Würmer zur Dominanz dieses Ernährungstyps bei.

Die Zusammensetzung der Ernährungstypen war in den Ufer- und Taucherproben meist recht ähnlich. Deutliche Unterschiede zeigen sich jedoch bei den Zerkleinerern an den Transekten im Restwasserabschnitt: Am Ufer ist der Anteil der Zerkleinerer – hier vor allem von *Gammarus fossarum* – an der Lebensgemeinschaft mehr als doppelt so hoch als in Flussmitte.

Am staubeeinflussten Halenbrücke und im Abschnitt unterhalb Wohlensee sind auch aktive Filtrierer – wie die kleine Erbsenmuschel *Pisidium* sp. – vertreten. Auffällig ist der recht hohe Anteil der Filtrierer in den Proben vom Hagneckkanal. Dieser wird vor allem durch *Brachycentrus maculatus* hervorgerufen. Inwieweit sich diese Köcherfliegenlarve hier tatsächlich filtrierend ernährt, ist unklar, da sich die Art auch als Räuber oder Weidegänger ernähren kann.

### Strömungspräferenz, Rheoindex (Abb. 3.3-4)

Zur Charakterisierung einer Biozönose hinsichtlich ihrer Strömungspräferenzen dient der Rheoindex (RI). Er gibt das Verhältnis strömungsliebender zu strömungsmeidenden Organismen an, d.h. ein hoher RI zeigt das Vorherrschen strömungsliebender Arten an.

In der Aare herrschen eindeutig strömungsliebende Organismen vor. In den freifliessenden Strecken und Restwasserstrecken wurde meist ein Rheoindex von knapp 1 berechnet. Im bereits staubeeinflussten Halenbrücke und bei Rewag lagen die Werte nur geringfügig niedriger. Der deutlich niedrigere Rheoindex bei Radelfingen zeigt den Stau einfluss an, während im freifliessenden Abschnitt des Hagneckkanals wieder höhere Werte bestimmt wurden. An den Transekten unterhalb Wohlensee sind deutliche Unterschiede zwischen den Ufer- und Taucherproben festzustellen. In den strömungsgeschützten, schilfbestandenen Uferbereichen bei Radelfingen und zwischen den Blöcken der Ufersicherung im Hagneckkanal können sich auch weniger strömungstolerante Organismen halten.

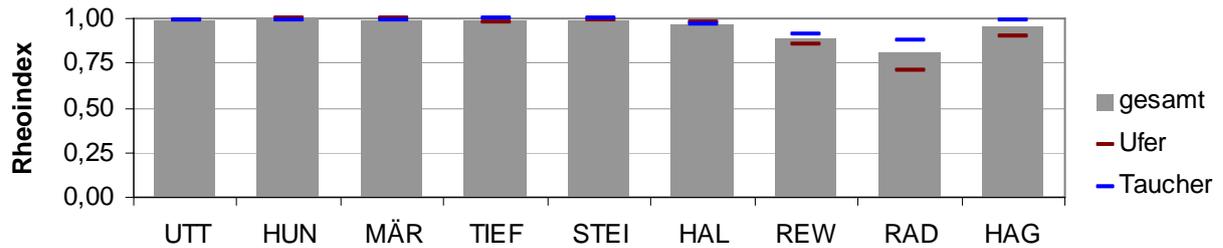


Abb. 3.3-4: Rheoindex an den Aaretransekten; Februar/März 2008 (Abkürzungen s. Tab.2.2-1)

Ein detaillierteres Bild der durch die Benthosorganismen angezeigten Strömungsverhältnisse ergibt sich, wenn die Anteile der einzelnen Strömungspräferenzen an der Gesamtbesiedlung betrachtet werden (Abb. 3.3-5). Hier zeigt sich ein hoher Anteil rheophiler bis rheobionter Organismen an der Besiedlung der freifliessenden Strecken und der gut durchströmten Restwasserstrecken. Deutlich ist der recht hohe Anteil indifferenten Organismen im gestauten Abschnitt bei Radelfingen. Das Vorkommen von Organismen, die Habitate mit geringer Strömung oder Stillwasser bevorzugen, beschränkt sich weitgehend auf die Uferbereiche an den Transekten unterhalb Wohlensee.

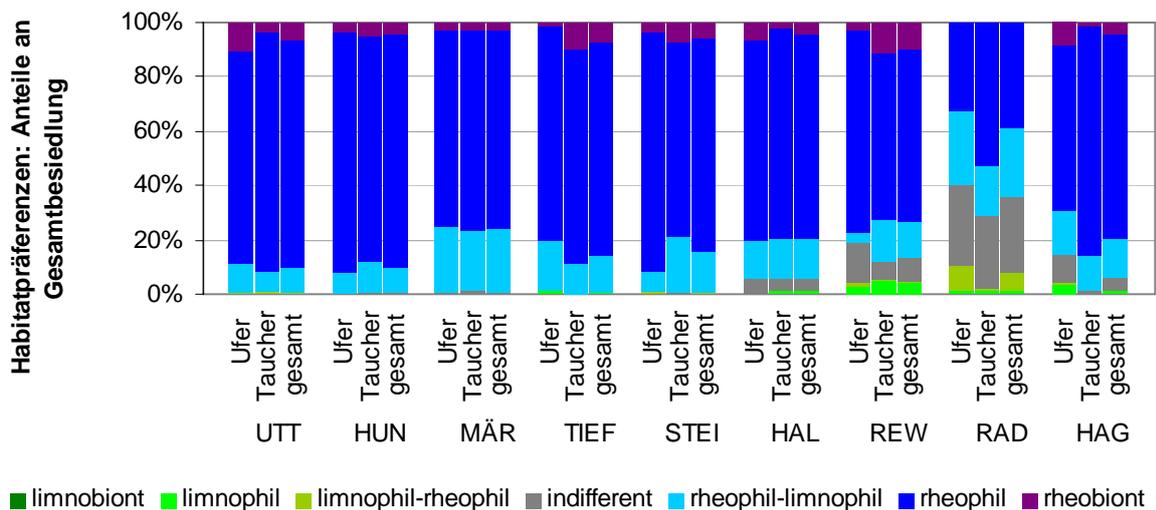


Abb. 3.3-5: Habitatpräferenzen an den Aaretransekten Februar/März 2008 (Abkürzungen s. Tab.2.2-1)

### Saprobienindex (Abb. 3.3-6)

Der Saprobienindex soll anhand der Benthosbesiedlung die Belastung eines Gewässers mit organischen Stoffen angeben. Er ist allerdings für die Beurteilung kleiner Flüsse eingerichtet und wird bei überlagernden Nutzungen, die ins Abflussgeschehen oder die Substratverhältnisse eingreifen, unscharf. Dies gilt insbesondere bei geringer Gewässerbelastung, wenn anspruchsvolle Arten durch ungeeignetes Substrat, unregelmässige Wasserführung oder mangelnde Strömung an einer Besiedlung gehindert werden. Diese Einschränkungen treffen auch auf weite Bereiche des untersuchten Aareabschnittes zu.

Gemäss den berechneten Saprobienindices ist die Aare zwischen Thuner- und Bielersee überwiegend als mässig belastet (II) einzustufen. Eine nur geringe Belastung (I-II) wird im revitalisierten Abschnitt der Hunzigenau und an den Ufern der Restwasserstrecke angezeigt. Dagegen zeigen die Proben vom Uferbereich bei Radelfingen bereits eine kritische Belastung (II-III) an. Die vergleichsweise hohen Indices am Transekt Uttigenfluh dürften eher auf die unterhalb des Seeabflusses guten Nahrungsbedingungen für Filtrierer wie z.B. netz-

bauende Köcherfliegenlarven zurückzuführen sein als auf eine erhöhte organische Belastung durch die rund 4 km oberhalb einleitende ARA Thun. Auch LUBINI (2005) fand keine Beeinträchtigung der Gewässergüte durch die ARA-Einleitung.

Die höheren Saprobienwerte bei Rewag und Radelfingen entsprechen den bereits oben dargestellten Ergebnissen: Mit zunehmender organischer Belastung verschiebt sich die Lebensgemeinschaft zu Taxa, die Sauerstoffdefizite tolerieren können. Diese Taxa gehören meist den ökologischen Gruppen Detritusfresser, Feinsediment- und Potamalbewohner an, der Anteil rheophiler Taxa nimmt dagegen ab.

Eine weitergehende - von den morphologischen Verhältnissen weniger abhängige - Beurteilung der Belastungssituation der Aare wird durch die Untersuchung der Kieselalgenbesiedlung ermöglicht (AQUAPLUS 2008).

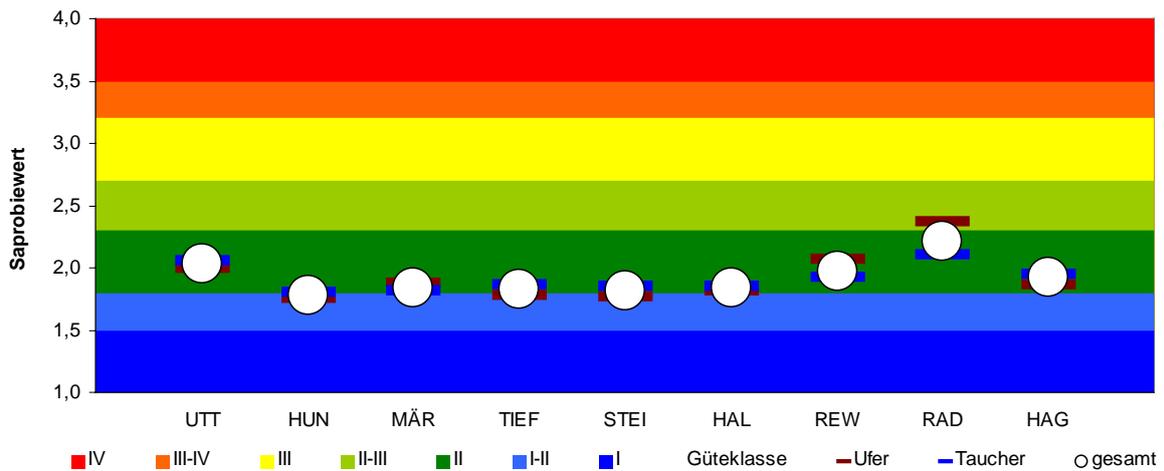


Abb. 3.3-6: Saprobienindices an den Aaretransekten Februar/März 2008 (Abkürzungen s. Tab.2.2-1)

### 3.4 Benthosbiologische Charakterisierung typischer Flussabschnitte der Aare

Aufgrund der gemeinsamen Taxa (Tab. 3.4-1) und der aus der Benthosbesiedlung ermittelten Indices (Kap. 3.3) lassen sich deutliche Gemeinsamkeiten, aber auch Unterschiede der Besiedlung an den untersuchten Transekten feststellen. **Es muss allerdings hier nochmals betont werden, dass die Verbreitung der einzelnen Arten mittels einer einzigen Untersuchungskampagne nur sehr unzureichend und vorläufig beschrieben werden kann.**

#### Die Untersuchungsstellen

Der **Transekt Uttigenfluh (UTT)** ist noch deutlich als Seeabfluss geprägt, was durch die hohe Zahl filtrierender Benthosorganismen zum Ausdruck kommt (bis über 40%). Besonders häufig sind hier die netzbauenden Köcherfliegenlarven vertreten (bis ca. 5 000 Ind/m<sup>2</sup>). Mit den Untersuchungsstellen bis Bern (HUN, MÄR, TIEF, STEI) hat Uttigenfluh etwa 60% der Taxa gemeinsam, von den übrigen Stellen unterscheidet sich die Besiedlung aber deutlich. Als Besonderheiten kommen an dieser Stelle eine Reihe rheophiler Fliegenlarven *Atherix ibis*, *Ibisia marginata*, *Eloeophila* sp. u.a. vor. Diese sind typisch für Bergbäche und kleinere Flüsse des Berglandes. Desweiteren wurden nur hier die Larven der netzbauenden Köcherfliege *Neureclipsis bimaculata*, der Eintagsfliege *Ephemerella mucronata* und der Steinfliege *Perla grandis* nachgewiesen.

Der **Transekt Hunzigenau (HUN)** teilt mit den Untersuchungsstellen bis unterhalb Bern (UTT, MÄR, TIEF, STEI) 60-70% seiner Taxa. Der Anteil der Filtrierer liegt noch deutlich über dem der flussab liegenden Transekte, erreicht aber nicht mehr den hohen Anteil von Uttigen (Abb. 3.3-3). Als Besonderheiten kommen an dieser Stelle einige Steinfliegenlarven vor, insbesondere *Capnioneura nemuroides* und *Nemoura mortoni* vor. Auch die Kleine Zangenlibelle *Onychogomphus forcipatus* (RL 2) eine Flusslibelle wurde nur hier und bei MÄR nachgewiesen. Neugeschaffener Seitenarm und Hauptarm sind sehr ähnlich besiedelt, sowohl was die Artenzusammensetzung angeht, als auch hinsichtlich der Besiedlungsdichte (Anh. A2a).

Der **Transekt Märchligenau (MÄR)** teilt mit den Untersuchungsstellen bis unterhalb Bern (UTT, HUN, TIEF, STEI, HAL) jeweils etwa 60% seiner Taxa. Eine Beeinflussung durch den Thunerseeabfluss ist hier nicht mehr zu erkennen, der Anteil der Filtrierer bleibt zwischen 10 und 20%. Die Stelle hat nur wenige und nicht besonders typische Taxa als Besonderheiten (z.B. die Köcherfliege *Stactobia* sp.) allenfalls kann man hier die Kleine Zangenlibelle nennen, die sie mit HUN teilt. Auf der anderen Seite konnten ein paar für die Aare von Thun bis Bern sonst typische Arten nicht nachgewiesen werden, wie die Steinfliegen *Besdolus imhoffi*, *Chloroperla* sp., *Brachyptera risi*, die Eintagsfliege *Baetis alpinus* und die Köcherfliege *Hydropsyche angustipennis*. Es ist allerdings zu erwarten, dass diese Arten bei intensiverer Nachsuche sich auch in diesem Flussabschnitt finden lassen. Der Transekt Märchligenau kann ansonsten als Repräsentant der Aare oberhalb Bern angesehen werden, da hier der Einfluss des Thunersees nur noch marginal ist und die Aare hier ganzjährig den vollen Abfluss führt, anders als die folgenden Transekte im Gebiet um Bern.

Der **Transekt Tiefenau (TIEF)** teilt mit den Untersuchungsstellen HUN, MÄR und STEI ca. 65% der Taxa, mit UTT und HAL noch jeweils fast 60%. Die typischen Arten des oberen Aareabschnittes sind fast alle vertreten, es sind allerdings keine zusätzlichen eigenen Arten zu finden. Die Besiedlung mit (epi)potamalen Arten ist im Vergleich zu MÄR (oberhalb der Restwasserstrecke) und zu HAL (unterhalb der Restwasserstrecke) dürftiger ausgeprägt, als Folge des reduzierten Abflusses.

Der **Transekt Steinibach (STEI)** ist weitgehend wie der Transekt TIEF zu charakterisieren. Eine Beeinflussung der Benthosbesiedlung durch die dazwischenliegende ARA-Einleitung und den Zufluss der Worble ist nicht festzustellen (s. auch Saprobienindex Abb. 3.3-6).

Der **Transect Halenbrücke (HAL)** liegt bereits im Staubereich des Kraftwerks Mühleberg. Die Besiedlungsdichte ist hier geringer als an den flussauf liegenden Stellen, allerdings finden sich hier dafür mehr Taxa oft aber nur als Einzelfunde. Dies dürfte am zusätzlichen Auftreten limnophiler (stillwasserliebender) Typen liegen, wobei einige rheophile Arten nur durch Verdriftung in diesen Abschnitt gelangen. Eintags- und Steinfliegen treten nur noch in geringer Zahl auf, dafür sind die Bachflohkrebse (*Gammarus fossarum*) in grosser Zahl vertreten. HAL teilt mit den flussauf liegenden Transekten MÄR, TIEF und STEI aber auch mit HAG, der untersten Untersuchungsstelle, 50-60% seiner Taxa. In der vorliegenden Kampagne selten nachgewiesene Arten teilt HAL überwiegend mit einem der flussab liegenden Transekte, den Schwamm *Ephydatia fluviatilis*, den weissen Strudelwurm *Dendrocoelum lacteum*, rote Zuckmücken der *Chironomus thummi*-Gruppe, die Erbsenmuschel *Pisidium amnicum*, die Libelle *Calopteryx splendens* und die Eintagsfliege *Centroptilum luteolum* - fast alle Arten, die ruhige Gewässerbereiche mit Feinsedimenten bevorzugen. Eine Beeinträchtigung der Besiedlung durch die Einleitung der ARA Region Bern und den Zufluss der Worble ist nicht festzustellen.

Der **Transect Rewag (REW)** mit vollem ungestauten Abfluss liegt kurz unterhalb des Kraftwerks Mühleberg. Die Strömung ist hier sehr gleichmässig und das Substrat ist über weite Bereiche mit Feinsedimenten bedeckt. REW ist hinsichtlich der Besiedlung deutlich von den übrigen Transekten unterschieden. Mit dem nachfolgenden Transect, dem Stau RAD teilt er 50% seiner Taxa, mit den übrigen Transekten teilweise deutlich weniger. Die Besiedlungsdichte ist mit weniger als 5 000 Ind/m<sup>2</sup> sehr gering, allerdings wird mit 70 Taxa (oft nur Einzelfunde) eine hohe Diversität erreicht. 17 Arten wurden nur in REW oder nur noch einer anderen Stelle gefunden, fast alle Arten die ruhige Strömung, stabile Substrate oder Feinsubstrate bevorzugen (u.a. Schwämme, Moostierchen, Strudelwürmer, Erbsenmuscheln, Würmer und einige Köcherfliegen). Die hohe Taxazahl wird hier durch das Nebeneinander von stark strömenden Bereichen und Stillwasserbereichen ermöglicht. Hinzu kommt der Einfluss des kurz oberhalb liegenden Stausees (Wohlensee) und eine Erwärmung durch das Kühlwasser des Kernkraftwerks Mühleberg. Möglicherweise ist auch die dichtere Besiedlung der linken Flussseite und Flussmitte (Anh. A2b) auf den Temperaturfaktor zurückzuführen (vergl. Aquarius 2000)

Eine ebenfalls recht isolierte Position nimmt auch der **Transect Radelfingen (RAD)** im Staubereich des Kraftwerks Aarberg ein. Mit dem Transect REW teilt er 50% seiner Taxa. Die Besiedlungsdichte ist gering und kleinräumlich sehr unterschiedlich. An der (oft sandigen) Stromsohle finden sich völlig andere Taxa als in den Uferbereichen. So wurde an diesem Transect mit 77 Taxa die höchste Taxazahl festgestellt, allerdings die meisten Taxa nur in geringer Anzahl oder als Einzelfund. Larven von Fliegen und Mücken sowie Würmer machen den grössten Teil der Besiedlung aus. Die Besiedlung besitzt zu einem grossen Teil (bis 40%) einen strömungsmeidenden oder indifferenten Charakter. Seltener nachgewiesene Arten teilt RAD oft mit REW, 11 Arten wurden aber nur in RAD nachgewiesen, darunter die Flusslibelle *Gomphus vulgatissimus*, die Eintagsfliege *Siphonurus lacustris* und die Schlammfliege *Sialis lutaria*.

Der **Transect Hagneckkanal (HAG)** teilt mit MÄR und HAL jeweils knapp über 50% seiner Taxa, mit TIEF, REW und RAD fast 50%. Mit den einen hat er die räumliche Nachbarschaft, stabile Sohle und verbauten Ufer gemeinsam, mit den anderen den Stress durch unbeständige Strömung, hier durch extreme Schwall-Sunk-Verhältnisse hervorgerufen. Aufgrund dieser Bedingungen ist die Besiedlungsdichte recht gering, allerdings ist auch hier die Taxazahl mit 70 Taxa recht hoch. Den Hauptteil der Besiedlung stellen die Mückenlarven, neben Köcherfliegen und Bachflohkrebsen. Einige Köcherfliegenlarven wurden nur bei HAG gefunden: *Oecetis notata* und *Polycentropus irroratus* als Einzelfunde und *Brachycentrus maculatus* in sehr grosser Zahl.

n	UTT	HUN	MÄR	TIEF	STEI	HAL	REW	RAD	HAG	%	UTT	HUN	MÄR	TIEF	STEI	HAL	REW	RAD	HAG	
UTT	63									UTT	100									
HUN	52	67								HUN	66	100								
MÄR	48	50	63							MÄR	61	63	100							
TIEF	45	51	47	59						TIEF	58	68	63	100						
STEI	44	47	44	46	57					STEI	57	61	58	66	100					
HAL	43	42	49	46	43	69				HAL	48	45	59	56	52	100				
REW	31	35	36	37	31	44	70			REW	30	34	37	40	32	46	100			
RAD	31	31	33	35	31	43	49	77		RAD	28	27	31	35	30	42	50	100		
HAG	40	39	45	41	38	49	45	47	70	HAG	43	40	51	47	43	54	47	47	100	

Gemeinsame Taxa von je 2 Untersuchungsstellen (Anzahl und Anteil)

n	UTT	HUN	MÄR	TIEF	STEI	HAL	REW	RAD	HAG
UTT	63								
HUN	79	67							
MÄR	79	80	63						
TIEF	78	75	75	59					
STEI	77	77	76	70	57				
HAL	90	94	83	82	83	69			
REW	103	102	97	92	96	95	70		
RAD	110	113	107	101	103	103	98	77	
HAG	94	98	88	88	89	90	95	100	70

Gesamtzahl festgestellter Arten von je 2 Untersuchungsstellen

Tab. 3.4-1 Gemeinsame Taxa der einzelnen Untersuchungsstelle

**Flussabschnitte zwischen Thuner- und Bielersee**

Die Aare zwischen Thunersee und Bielersee weist einige Faunenelemente auf, die für diesen gesamten Aareabschnitt charakteristisch sind. Daneben lassen sich aber auch Strecken unterscheiden, die sich voneinander durch Vorkommen oder Fehlen bestimmter Benthosarten unterscheiden (Abb. 3.2-2 und Tab. 3.4-1).

Strudelwürmer (Turbellaria)	<i>Dugesia tigrina</i>		
Schnecken (Gastropoda)	<i>Ancylus fluviatilis,</i>	<i>Radix balthica</i>	
Egel und Würmer (Hirudinea, Oligochaeta):	<i>Dina punctata,</i>	<i>Stylodrilus heringianus</i>	
Flohkrebse (Gammaridae):	<i>Gammarus fossarum</i>		
Eintagsfliegen (Ephemeroptera):	<i>Baetis rhodani,</i>	<i>Ecdyonurus venosus,</i>	<i>Heptagenia sulphurea</i>
Steinfliegen (Plecoptera):	<i>Isoperla grammatica,</i> <i>Leuctra prima-hippopus-inermis-Gruppe</i> [nach Zwick]	<i>Perlodes microcephalus,</i>	
Käfer (Coleoptera):	<i>Elmis spec.,</i>	<i>Limnius volckmari/muelleri,</i>	<i>Orectochilus villosus</i>
Fliegen und Mücken (Diptera):	<i>Antocha sp.,</i> <i>Simulium sp</i>	<i>Clinocera sp.,</i>	<i>Hemerodromia sp.,</i>
Köcherfliegen (Trichoptera):	<i>Agapetus ochripes,</i> <i>Glossosoma boltoni,</i> <i>Hydropsyche incognita/pellucidula,</i> <i>Hydroptila sp.,</i>	<i>Allogamus auricollis,</i> <i>Halesus radiatus,</i> <i>Odontocerum albicorne,</i>	<i>Cheumatopsyche lepida,</i> <i>Rhyacophila cf. dorsalis</i> <i>Hydropsyche siltalai,</i> <i>Psychomyia pusilla,</i>

Arten, die an mindestens 7 Untersuchungsstellen und in allen 3 Aareabschnitten vorkommen

## Abschnitt vom Thunersee bis Bern (UTT, HUN, MÄR, TIEF, STEI)

Die Untersuchungsstellen des Aareabschnittes zwischen Thunersee und Wohlensee haben eine grosse Zahl von Arten gemeinsam (Tab. 3.4-1) und sind durch eine Reihe von Arten ausgezeichnet, die im staubeeinflussten Aareabschnitt fehlen. Auch die Zusammensetzung der Besiedlung nach Organismengruppen ist an diesen Stellen sehr ähnlich (Abb. 3.2-2). Die Stelle Halenbrücke (HAL) hat zwar noch eine grosse Zahl Arten mit den flussauf liegenden Stellen gemeinsam (Tab. 3.4-1), unterscheidet sich aber bei Berücksichtigung der Häufigkeiten der einzelnen Arten deutlich von diesen Stellen und weist mehr Gemeinsamkeiten mit den weiter flussab liegenden Stellen (RAD, HAG) auf. Es finden sich hier nur noch wenige Stein- und Eintagsfliegen, dafür treten Flohkrebse in grosser Zahl auf und auch andere Nicht-Insektengruppen sind zahlreich vertreten (Abb. 3.2-2).

Eintagsfliegen (Ephemeroptera):	<i>Baetis alpinus</i> ,	<i>Rhithrogena gratianopolitana</i> ,	<i>Torleya major</i>
Steinfliegen (Plecoptera):	<i>Brachyptera risi</i> ,	<i>Besdolus imhoffi</i> ,	<i>Chloroperla</i> sp.
Käfer (Coleoptera):	<i>Limnius perrisi</i>		
Köcherfliegen (Trichoptera):	<i>Hydropsyche angustipennis</i>		

Arten, die vor allem an den Untersuchungsstellen oberhalb des Wohlensees vorkommen

## Restwasserstrecke bei Bern (TIE, STEI)

Die Besiedlung der Restwasserstrecken bei Bern unterscheidet sich nicht deutlich von den Stellen mit vollem Abfluss, dafür aber von den folgenden Stellen die in Staubereichen oder Schwall-Sunk-Strecken liegen. Auffällig sind die geringen Besiedlungsdichten im Vergleich zu den Stellen mit vollem Abfluss.

## Staubeeinflusster Abschnitt unterhalb Bern bis Mündung in den Bielersee (HAL, REW, RAD, HAG)

Die Untersuchungsstellen unterhalb Bern sind durch einen grossen Anteil stillwasserliebender Arten gekennzeichnet. Steinfliegen fehlen hier weitgehend und auch die Eintagsfliegen sind selten, mit Ausnahme der Stelle Rewag. Auch wenn sich diese Untersuchungsstellen untereinander in ihrem Artenbestand deutlich unterscheiden, setzen sie sich doch in ihrer Gesamtheit sowohl im Artenbestand als auch in der mengenmässigen Zusammensetzung ihrer Besiedlung noch deutlicher von den Stellen des oberen Aareabschnittes ab. Die Besiedlung dieser Aarestrecke ist als deutlich anthropogen beeinflusst und degradiert anzusehen.

Schwämme und Moostierchen (Porifera, Bryozoa):	<i>Ephydatia fluviatilis</i> ,	<i>Cristatella mucedo</i>	
Strudelwürmer (Turbellaria):	<i>Dendrocoelum lacteum</i> ,	<i>Dugesia lugubris/polychroa</i>	
Schnecken & Muscheln (Gastropoda & Bivalvia):	<i>Bithynia tentaculata</i> ,	<i>Dreissena polymorpha</i> ,	<i>Pisidium amnicum</i>
Asseln (Isopoda):	<i>Asellus aquaticus</i>		
Eintagsfliegen (Ephemeroptera):	<i>Centroptilum luteolum</i>		
Libellen (Odonata):	<i>Calopteryx splendens</i>		
Käfer (Coleoptera):	<i>Platambus maculatus</i>		
Fliegen und Mücken (Diptera):	<i>Prodiamesa olivacea</i> ,	<i>Chironomus thummi</i> -Gruppe	
Köcherfliegen (Trichoptera):	<i>Cyrnus trimaculatus</i> ,	<i>Lype reducta</i>	

Arten, die vor allem an den Untersuchungsstellen unterhalb Berns vorkommen

Stelle	Typ	Besiedlungs- dichten [Ind/m <sup>2</sup> ]	Taxa- zahl	Schnecken, Muscheln	Würmer	Flohkrebse	Eintagsfliegen	Steinfliegen	Köcherfliegen	Fliegen-Mücken	Besonderheiten, Bewertung	
Häufigkeit												
UTT	freifliessend, naturnah	> 10 000	64	+	X	X	X X X	X X	X X	X X	gewässertypische Besiedlung; Seeabfluss: viele Filtrierer	azonal (Seeab- fluss)
HUN	freifliessend, naturnah	> 10 000	67	+	X	X X	X X	X X X	X X	X X X	gewässertypische Besiedlung	rhithral
MÄR	freifliessend, Ufer stärker verbaut	> 10 000	63	+	X	X X	X X	X X X	X X	X X	gewässertypische Besiedlung	rhithral- potamal
TIEF	Restwasser, naturnah	> 10 000	59	+	X	X X	X X	X X X	X X	X X X	nahezu gewässertypische Besiedlung; potamale Elemente zu selten (vergl. MÄR); durch Restwassersituation rhithralisiert; kein ARA-Einfluss erkennbar	rhithral
STEI	Restwasser, naturnah	> 10 000	57	+	X	X X	X X	X X X	X X	X X X		rhithral
HAL	eingestaut; Vollabfluss	5 000 - 10 000	69	X	X X	X X X	X	X	X X	X X	gestörte Besiedlung; rheophile Besiedlung reduziert	rhithral - potamal
REW	Vollabfluss unterhalb Stausee	< 5 000	70	X X	X X	X X X	X X		X X	X X	gestörte Besiedlung; Referenzzustand ungeklärt	potamal
RAD	Stau	5 000 - 10 000	77	X	X X X	X X	X	+	X	X X X	gestörte Besiedlung; hoher Anteil Feinsediment- bewohner; hohe Taxazahl durch Eindrift (geringe Diversität)	azonal (Stau)
HAG	Schwall-Sunk; verbaut	5 000 - 10 000	70	X	X	X X	X	X	X X	X X X	gestörte Besiedlung; durch Schwall-Sunk-Stress rhithralisiert; hohe Taxazahl durch Eindrift (geringe Diversität)	azonal (Schwall - Sunk)
Legende Häufigkeiten:												
selten oder in geringer Zahl					+				x		regelmässig	
häufig					X X				X X X		sehr häufig	
Legende Bewertung:												
gewässertypische Besiedlung											gestörte Besiedlung	
nahezu gewässertypische Besiedlung											deutlich gestörte Besiedlung	
wenig gestörte Besiedlung												

Tab. 3.4-2: Benthosbiologische Bewertung der einzelnen Untersuchungsstellen

## 4 Ausblick und weiteres Vorgehen

### 4.1 Referenzzustand und Zielarten

Der ursprüngliche Zustand der Aare unterhalb des Thunersees ist in Kapitel 1.2 grob beschrieben. Danach und nach der Benthosbesiedlung lassen sich folgende typische Aareabschnitte unterscheiden

- Seeabfluss des Thunersees von Thun bis oberhalb Hunzigenau
- ehemaliger von Altwässern und Auen begleiteter Flusslauf zwischen Kiesen und Bern (Talmäander) mit vollem Abfluss
- tief eingeschnittene Gefällestrecke von Bern bis Saanemündung; oberer Abschnitt heute Restwasserstrecke bei Bern
- tief eingeschnittene Gefällestrecke von Bern bis Saanemündung; im unterer Abschnitt heute Stausee (Wohlensee)
- Stau- und Restwasserstrecke incl. Hagneckkanal mit Schwall- und Sunk zwischen Wohlensee und Bielersee

Wesentlich für den Charakter des ursprünglichen Flusses war ein deutlicher Geschiebetrieb vom Zufluss der Kander an. Den Flusslauf begleiteten ausgedehnte Auebereiche, die regelmässig überschwemmt wurden. Abflussschwankungen und Geschiebehalt ermöglichten bei einem Fluss von der Grösse der Aare eine immense, dynamische Gestaltung des Flussbettes und seiner Ufer.

Die ursprüngliche Benthosfauna des Hauptgerinnes war wohl zum grössten Teil der hyporhithralen Flussregion zuzurechnen. Die Seitenarme und Auegewässer dürften vorrangig von Stillwasserarten und Arten temporärer Gewässer besiedelt worden sein.

Für die Aare ist heute ein Zustand anzustreben, bei dem der noch existierenden Benthosfauna der freifliessenden Strecken eine weitere Verbreitung und verschollenen ursprünglichen Arten eine erneute Besiedlung ermöglicht werden. Im Folgenden ist eine Auswahl von **Zielarten** angeführt, die in der Aare bei einem einigermaßen natürlichen Zustand des Flusses vorkommen sollten.

#### Zielarten:

Muscheln und Schnecken:

Grossmuscheln (Unionidae: *Unio crassus*, *U. tumidus*, *Anodonta cygnea*, *A. anatina*) können langsam fliessende Bereiche der Aueabschnitte und Stecken mit geringem Gefälle besiedeln. Die Napfmützenschnecke *Ancylus fluviatilis* ist typischer Besiedler des betrachteten Aareabschnittes.

Kleinkrebse (Gammaridae): *Gammarus fossarum* besiedelt vor allem Bereiche mit pflanzlichen Detritusablagerungen und Wassermoospolster.

Eintagsfliegen:

*Baetis lutheri* und *B. vardarensis* sind die typische Baetis-Art des Hyporhithrals der Aare. *Heptagenia sulphurea* und *Potamanthus luteus* sind typische Arten des Hyporhithrals und Epipotamals grösserer Flüsse. Auch *Oligoneuriella rhenana* wäre hier zu erwarten. *Rhithrogena gratianopolitana*, *Ecdyonurus sp.* und *Epeorus sp.* sind Arten flacher turbulenter Gewässer. Sie sind in Strecken mit ausgedehnten Flachufern zu erwarten.

Libellen:

Typische Arten grosser Flüsse sind die Gomphiden (*Onychogomphus forcipatus*, *Gomphus vulgatissimus*). Sie stellen hohe Ansprüche an das Substrat und die Morphologie des Uferbereichs.

Steinfliegen:

*Besdolus imhoffi*, *Isoperla grammatica*, *Perlodes microcephalus* und *Brachyptera risi* sind typische Bewohner der Voralpenflüsse.

Käfer:

Die wichtigste Käfergruppe im Hyporhithal grosser Flüsse sind neben dem Taumelkäfer *Orectochilus villosus* die Elmiden, insbesondere *Limnius volkmari* und *Elmis aenea* und *E. maugeti*. Wo diese typischen Arten fehlen oder selten sind, kann von einer Störung der Flussbiozönose ausgegangen werden.

Köcherfliegen:

Die Trichopteren des natürlichen Flusslaufs sind durch regelmässiges bis häufiges Auftreten von Glossosomatiden (*Agapetus ochripes*, *Glossosoma boltoni*) und *Rhyacophila* sp. gekennzeichnet. Durch zusätzliche Habitate wie Altwasser, Buchten etc. kann die Zahl der Köcherfliegenarten deutlich zunehmen.

Fliegen und Mücken:

Typische Flussarten sind die Zuckmückengruppe der Diamesinae, Orthoclaadiinae und Arten der Gattung *Rheotanytarsus*. In besonders kräftiger Strömung kommen die Larven der Kriebelmücken vor. Als weitere typische Flussart ist die Limoniide *Antocha vitripennis* einzustufen.

## 4.2 Bewertung der Methodik

Zeitliches und räumliches Untersuchungsrastrer

Für thematisch begrenzte Fragestellungen wie z. B. die Bewertung der Einleitung gereinigter Abwässer reichen oft einmalige Untersuchungen sofern der Untersuchungszeitpunkt günstig gewählt wird (geringer Einfluss weiterer Störfaktoren) und ausreichend ähnliche Referenzhabitate einbezogen werden. Soll jedoch der Gewässerzustand gesamthaft beurteilt werden oder sollen komplexe Massnahmen wie Revitalisierungen, thermische Beeinflussung oder Eingriffe ins Abflussregime beurteilt werden, so sind die betreffenden Gewässerabschnitte zu verschiedenen Jahreszeiten und bei verschiedenen hydraulischen Situationen zu untersuchen. Zudem sind natürlicherweise starke jährliche Schwankungen bei der Benthosbesiedlung zu erwarten, so dass erst eine Beobachtung dieser Schwankungen über mehrere „durchschnittlich“ verlaufende Jahre ein ausreichend differenziertes Bild der Benthosbesiedlung ergibt.

Die untersuchten Aarestellen dürften ein repräsentatives Bild der Benthosbesiedlung der Aare wiedergeben. Das Regenerationspotential für die Aarefauna aus den Zuflüssen lässt sich anhand der Befunde von (AquaPlus 2008) abschätzen.

## 4.3 Vorschläge zum weiteren Vorgehen

Mit der ersten Übersichtsaufnahme der Benthosbesiedlung der Aare konnte deren typische Besiedlung im Winter beschrieben werden.

Weitergehende Untersuchungen sollten ein jahreszeitlich differenzierteres Bild ermöglichen und auch Sommer/Herbst-Arten, sowie natürliche Schwankungen der Besiedlung erfassen.

Der Zustand und der Einfluss der Zuflüsse auf die Besiedlung der Aare sollte besonders für die freifliessenden Bereiche und für die Restwasserstrecken intensiver untersucht werden.

## 4.4 Integration von Einzeluntersuchungen in ein Monitoringprogramm

Bei allfälligen weiteren Untersuchungen der Aare zwischen Thuner- und Bielersee sollten folgende Fragen mitberücksichtigt werden:

- Verbesserung des Geschiebehaushaltes
- Nutzung des Regenerationspotentials der Zuflüsse

- Aufwertung der Uferregion der Staubereiche
- Anbindung an noch bestehende Altwässer
- Aufwertung der Uferregion des Hagneckkanals unter Berücksichtigung der Schwall-Sunk-Bedingungen

Die Ergebnisse der zur Bearbeitung dieser Themen erforderlichen Untersuchungen lassen sich - wie auch punktuelle Untersuchungen im Rahmen von UVPs etc. - ohne Einschränkungen als Grundlage bzw. Teil eines Langzeitmonitorings verwenden. Hierzu ist allerdings eine - möglichst zentrale - Archivierung und Betreuung des Probenmaterials unumgänglich.

Eine Zusammenfassung des Standes und der Ergebnisse der Untersuchungen sollte möglichst jährlich erfolgen, eine vertiefte Auswertung, die auch neue Perspektiven eröffnen könnte und Kenntnislücken aufzeigt, alle 3 bis 5 Jahre. Das erarbeitete Material sollte möglichst umgehend als Basis oder Zusatzinformation für laufende oder geplante Untersuchungen zugänglich gemacht werden.

Anhand der Ergebnisse der 3-5jährigen Auswertung der Einzeluntersuchungen lässt sich auch die Notwendigkeit einer Wiederholung der Gesamtuntersuchungskampagne für die gesamte Aare beurteilen.

#### **4.5 Ziele für eine naturnahe Entwicklung der Aare und ihrer Benthosbesiedlung**

Die Aare ist heute in einem strukturell und biologisch weitgehend defizitären Zustand. Ihre ursprüngliche Besiedlung ist nur noch teilweise in wenigen kurzen Abschnitten erhalten. Einige Aarestrecken besitzen jedoch noch das Potenzial zu einer naturnahen Entwicklung durch geeignete Revitalisierungsmassnahmen.

Aus dem heutigen Zustand der Aare ergeben sich nach Flussabschnitten differenzierte Zielvorstellungen.

1. Vorrangige Massnahme für alle Aareabschnitte ist eine Verbesserung des Geschiebehaushalts ohne die weiteren Verbesserungen kaum realisierbar sind.
2. Eine Auflösung des harten Uferverbau ist in vielen Aareabschnitten, vor allem in den Staubereichen, anzustreben.
3. Im Bereich des Hagneckkanals ist nach Möglichkeiten für eine Abmilderung der Schwall-Sunk-Einflüsse zu suchen.

#### **4.6 Zugänglichkeit der Daten, Archivierung der Benthosproben**

Zugänglichkeit der Daten:

- Die Taxalisten und andere Detailangaben können auf Anfrage durch die kantonalen Gewässerschutzfachstellen abgegeben werden.

Archivierung der Proben:

- Die Proben werden vorläufig beim Büro Hydra archiviert.
- Langfristig ist eine Archivierung beim Kanton Bern anzustreben, wenn möglich bei einem Naturkundlichen Museum.
- Die Proben stehen (nach Abschluss der Bearbeitung) anderen Bearbeitern zur Verfügung. Anfragen gehen über die Fachstelle des Kantons Bern.



## Literatur

### Zoologische faunistische und taxonomische Literatur

- MOOG O. (Herausg.), 1995: Fauna aquatica Austriaca. - Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Wien
- COLLING M. & SCHMEDITJE U., 1996: Ökologische Typisierung der aquatischen Makrofauna. - Informationsberichte des Bayerischen Landesamtes für Wasserwirtschaft, Heft 4/96, 543 S.
- SCHMIDT-KLOIBER A., VOGL R. (2006): Ecoprof Schweiz 2.6. Programm und Handbuch (kann gratis beim BAFU bezogen werden)

### Ökologische Literatur und Gewässerschutz

- MÜRLE U., ORTLEPP J., REY P. (HYDRA; 2008): Koordinierte biologische Untersuchungen im Hochrhein 2006/07.- BAFU Reihe Umwelt Wissen 822, BAFU, Bern, 106 S.

### Aare Thun-Biel

- STEINMANN P., SURBECK, G. (1918): Die Wirkung organischer Verunreinigungen auf die Fauna schweizerischer fliessender Gewässer. Schweiz. Dep. des Innern, Inspektion für Forstwesen, Jagd und Fischerei
- NEF W., ZSCHALER H. (1962): Vorbericht über die chem.-biol. Untersuchung der Aare vom Brienersee bis Brügg (Dez. 1958-Jan.1961), Gewässerschutzlabor Kt. Bern.
- VON KÄNEL A. (1996) : Die Benthos-Biozönose der Aare zwischen Thun und Bern.- Mitteilungen der naturforschenden Gesellschaft in Bern, N.F. 52: 095-122 [1982-87/96; 4 Probestellen zw. Thun und Bern; MZB, Bewuchs]
- AMT FÜR GEWÄSSERSCHUTZ UND ABFALLWIRTSCHAFT, 2003: Gewässerbericht 1997 - 2000.- Bau-, Verkehrs- und Energiedirektion des Kantons Bern, Bern, April 2003.
- SIGMAPLAN (2006) : Ökomorphologische Kartierung Aare in den Kantonen Bern und Solothurn.-
- SCHÄLCHLI, ABEGG + HUNZINGER, HUNZIKER, ZARN & PARTNER (2007): Reaktivierung des Geschiebehaushalts in Schweizer Fliessgewässern. Massnahmen und Kosten. Bericht.- Schälchli, Abegg + Hunzinger, Hunziker, Zarn & Partner, Zürich, den 23. April 2007
- HÜGLI A. (2007): Aarewasser. 500 Jahre Hochwasserschutz zwischen Thun und Bern.- Ott Verlag, Bern
- AQUAPLUS (2008): Biologische Untersuchungen in Seitengewässern der Aare zwischen Thun und Bern. Untersuchungen vom Frühjahr, Oktober und Dezember 2007 und Vergleich mit früheren Untersuchungen.- Bericht im Auftrag GSA-GBL Kt. Bern
- HÜRLIMANN J. (AQUAPLUS, 2008) : Kieselalgen der Aare. Biologisch indizierte Wasserqualität zwischen Thunersee und Bielersee.- Bericht im Auftrag GSA-GBL Kt. Bern
- VON KÄNEL A. (2008) : Beitrag zur Algenflora der Aare zwischen Thuner- und Bielersee Frühjahr 2008. Biologische Untersuchungen der Aare 2008 - Teil Algen.- Gewässer- und Bodenschutzlabor Kanton Bern

### Uttigenfluh

- LUBINI V. (2003) : Istzustand Makrobenthos in der Aare bei Thun.- Fachgutachten - Biomonitoring, AVAG KVA AG, Jaberg und AGA Kt. [3 Probestellen ober- und unterhalb ARA Thun; MZB] [Artenliste]
- LUBINI V. (2005) : Istzustand Makrobenthos in der Aare bei Thun.- Fachgutachten - Biomonitoring, AVAG KVA AG, Jaberg und AGA Kt. [3 Probestellen ober- und unterhalb ARA Thun; MZB] [Artenliste]

## Hunzigenau

Hunzigenau. Auf zu neuen Ufern.- Faltblatt, TBA Kanton Bern u. a., Mai 2007 [Projekt: "aarewasser"]

## Tiefenau

VON KÄNEL A. (1994) : Die Benthos-Biozönose der Aarerestwasserstrecke Bern ober- und unterhalb der ARA Worblental. Untersuchungen 1994.-

[2 Probestellen ober- und unterhalb ARA Worblental; MZB, Bewuchs] (Auszug Wirbellose), GBL Biologie Fließgewässer ; [Artenliste]

MARRER H. (1994) : Teil Gewässerökologie.- Sigmoplan, UVB Kraftwerk Felsenau, Gesuch zur Neukonzessionierung.

SIGMAPLAN (1994): Kraftwerk Felsenau. Erhöhung der Ausbauwassermenge von 80 auf 100 m<sup>3</sup>/s bzw. auf 112 m<sup>3</sup>/s mit Dotierkraftwerk.

Umweltverträglichkeitsbericht (UVB) zur Neukonzessionierung.

AQUAPLUS (2002): Feldbeurteilung von Einleitstellen in die Aare sowie gewässerökologische Untersuchung von 4 Aarestellen.-

Auszug aus GEP ARA Region Bern; TBA Stadt Bern und Gemeindem Muri und Köniz [4 Probestellen in der Restwasserstrecke unterhalb Stauwehr Stadt Bern; MZB, Bewuchs; ausserdem im Bericht: Beurteilung Einleitstellen] [ca. 3 km ob. Tiefenau]

## Steinibach

VON KÄNEL A. (1994) : Die Benthos-Biozönose der Aarerestwasserstrecke Bern ober- und unterhalb der ARA Worblental. Untersuchungen 1994.-

Bau-, Verkehrs- und Energiedirektion des Kantons Bern.

[2 Probestellen ober- und unterhalb ARA Worblental; MZB, Bewuchs] (Auszug Wirbellose), GBL Biologie Fließgewässer ; [Artenliste]

MAURER V. (HYDRA), GUTHRUF K. (AQUATICA) (2000): Bewuchs und Wirbellose in der Aare. Ist-Zustand Frühling 2000.-

Ryser Ingenieure AG & CSD AG, UVB ARA Worblental.-

[4 Probestellen ober- und unterhalb ARA Worblental ^Steinibach; MZB, Bewuchs] [Artenliste]

RYSER & CSD (2000): Umweltverträglichkeitsbericht ARA Worblental, Erweiterung Biologie, Ingenieurgesellschaft Ryser Ingenieure AG, Bern & CSD Ingenieure und Geologen AG, Bern.

BREITENSTEIN M., KIRCHHOFER A. (WFN) (2001): ARA Worblental - Erweiterung Biologie 2001 - Erfolgskontrolle Gewässerökologie. Ausgangszustand vor Inbetriebnahme.-

Bericht im Auftrag des Gemeindeverbandes ARA Worblental

[Restwasserstrecke des KW Felsenau/Bern ober- und unterhalb ARA Worblental; Bachforellenlaichgruben, Jungfische, Artenspektrum] [Steinibach]

VOGEL U., KIRCHHOFER A., BREITENSTEIN M. (2004): Restwassermengen – Was nützen sie dem Fließgewässer?.- BUWAL, Schriftenreihe Umwelt Nr. 358.

## Halenbrücke

MAURER V. (HYDRA), GUTHRUF K. (AQUATICA) (2000): Bewuchs und Wirbellose in der Aare. Ist-Zustand Frühling 2000.-

BG Bonnard & Gardel AG, Regionaler GEP ARA Bern.-

[2 Probestellen ober- und unterhalb ARA Bern-Neubrücke^Halenbrugg; MZB, Bewuchs] [Artenliste]

## Rewag

AQUARIUS (1991/92): Biologische Untersuchungen der Aare im Hinblick auf die Flusserwärmung infolge Kühlwassernutzung.-

[Aare/Saane Raum Mühleberg; Temperatur, Abfluss, Bewuchs, MZB, Fische]

MEIER WK (1996) : Veränderungen des Temperaturhaushaltes der Aare durch das Kernkraftwerk Mühleberg.- Diploma thesis, ETH Zürich, Switzerland.

AQUARIUS (2000): Biologische Untersuchungen der Aare im Hinblick auf die Flusserwärmung infolge Kühlwassernutzung sowie der Leistungserhöhung um 10%.  
[Aare/Saane Raum Mühleberg; Temperatur, Abfluss, Bewuchs, MZB, Fische]

#### Hochwasserschutz - Projekt "Aarewasser"

Nachhaltiger Hochwasserschutz Aare Thun-Bern.- Faltblatt, TBA Kanton Bern, Mai 2006  
[Projekt: "aarewasser"]

Nachhaltiger Hochwasserschutz Aare Thun-Bern.- Faltblatt, TBA Kanton Bern, Mai 2007  
[Projekt: "aarewasser"]

<http://www.aarewasser.ch/> .- link

#### Aare unterhalb Bielersee

ORTLEPP J. & GERSTER S., 1998: Literaturstudie über biologische Untersuchungen an der Aare zwischen Bielersee und Rhein. - Bericht im Auftrag der Gewässerschutzfachstellen der Kantone Bern, Solothurn und Aargau, 60 S. + Anhang.

Koordinierte Untersuchungen der Aare zwischen Bielersee und Rhein im Auftrag der Gewässerschutzfachstellen Kantone BE, SO, AG:

HÜRLIMANN, J. (AquaPlus 2003): Kieselalgen der Aare, biologisch indizierte Wasserqualität zwischen Bielersee und Mündung in den Rhein, Untersuchungen 2001/2002

ORTLEPP J. & P. REY ET AL. (Hydra 2003): Biologische Untersuchungen in der Aare zwischen Bielersee und Rhein, Fachbericht Makroinvertebraten, Untersuchungen 2001/2002

VON KÄNEL A. (2003): Beitrag zur Algenflora der Aare zwischen Bielersee und Rhein, Untersuchungen Herbst 2001, Ber. Biol. Fliessgew. Gewässer- und Bodenschutzlabor GSA Kt. Bern

## Anhang

A1	Liste der in der Aare zwischen Thunersee- und Bielersee nachgewiesenen Taxa und ihre Häufigkeit an den einzelnen Untersuchungsstellen	51
A2a	Liste der im Aare-Haupt- und Seitenarm bei Hunzigenau nachgewiesenen Taxa und ihre Häufigkeit	57
A2b	Liste der in der Aare bei Rewag nachgewiesenen Taxa und ihre Häufigkeit	59
A3	Liste der Abwasserreinigungsanlagen im Einzugsgebiet der Aare zwischen Thunersee- und Bielersee	61
A4	Tafel: Untersuchungsstellen	62
A5	Tafel: Benthosorganismen der Aare	63
A6	Übersichtskarte des Untersuchungsperimeters	65

**A1**

**Liste der in der  
Aare zwischen Thunersee- und Bielersee  
nachgewiesenen Taxa und ihre  
Häufigkeit an den einzelnen Untersuchungsstellen**

**Legende:**

mittlere Individuendichte [Individuen / m <sup>2</sup> ]	Häufigkeitsklasse	Untersuchungsstellen:
1 bis 10	I	UTT = Uttigenfluh, HUN = Hunzigenau, MÄR = Märchligenau, TIEF = Bern-Tiefenau, STEI = Bern-Steinibach, HAL = Bern-Halenbrücke, REW = Rewag, RAD = Radelfingen, HAG = Hagneckkanal
11 bis 20	II	
21 bis 50	III	
51 bis 200	IV	
201 bis 500	V	
501 bis 1000	VI	
> 1000	VII	
> 10 000	VII+	
Vorkommen qualitativ	X	

Zoobenthos der Aare : mittlere und maximale Häufigkeiten (Individuen/m <sup>2</sup> )	UTT	HUN	MÄR	TIEF	STEI	HAL	REW	RAD	HAG	UTT	HUN	MÄR	TIEF	STEI	HAL	REW	RAD	HAG
	Mittelwert									Maximum								
<b>Porifera</b>																		
Porifera indet.							X									X		
cf. <i>Ephydatia fluviatilis</i>						X	X									X		
cf. <i>Eunapius fragilis</i>							X									X		
<b>Turbellaria</b>																		
Turbellaria indet.		I									I							
<i>Dendrocoelum lacteum</i>						I	I								I	I		
<i>Dugesia</i> sp.						I	I		I						I	I		I
<i>Dugesia lugubris/polychroa</i>						I			I						II		II	
<i>Dugesia tigrina</i>	IV	I	I	I	I	I	I		I	IV	II	I	II	III	I	III		II
<i>Polycelis tenuis/nigra</i>							I	I								I	I	
<b>Nemathelminthes</b>																		
Nematoda indet.	I	II	II	I	I	I	I	I	I	I	III	IV	II	I	II	II	II	I
<b>Bivalvia</b>																		
<b>Dreisseniidae</b>																		
<i>Dreissena polymorpha</i>							I	II	I							II	IV	I
<b>Sphaeriidae</b>																		
<i>Pisidium</i> sp.				I		I	IV	I	I				I		II	IV	III	I
<i>Pisidium amnicum</i>						I		I							I		I	
<i>Pisidium</i> cf. <i>henslowanum</i>							I									IV		
<i>Pisidium</i> cf. <i>supinum</i>							I									IV		
<b>Gastropoda</b>																		
<b>Ancylidae</b>																		
<i>Ancylus fluviatilis</i>	II	I	III	III	III	IV	V	I	IV	III	I	IV	III	IV	VI	VI	I	V
<b>Bithyniidae</b>																		
<i>Bithynia tentaculata</i>							II	I	I							IV	I	I
<b>Hydrobiidae</b>																		
<i>Potamopyrgus antipodarum</i>					I			III	I					I			IV	II
<i>P. antipodarum</i> f. <i>carinata</i>								I									I	
<b>Lymnaeidae</b>																		
<i>Radix</i> sp.					I		I							II		I		
<i>Radix</i> cf. <i>balthica</i>			I	I		IV	I	I	IV		II	I			V	I	III	V
<b>Physidae</b>																		
<i>Physa acuta/heterostropha</i>								I									II	
<b>Planorbidae</b>																		
<i>Gyraulus albus</i>								I									I	
<b>Succineidae</b>																		
cf. <i>Oxyloma elegans</i>								I									I	
<b>Oligochaeta</b>																		
Oligochaeta indet.	I	III	III	I	I	II	II	IV	I	I	IV	IV	III	III	IV	IV	V	III
Tubificidae/Naididae indet.						V		V	III						VI		VII	IV
<b>Lumbricidae</b>																		
Lumbricidae indet.			I									I						
<i>Eiseniella tetraedra</i>	I	I	III				IV	I	I	I	I	IV				IV	III	I
<b>Lumbriculidae</b>																		
Lumbriculidae indet.	IV	IV	II	IV	IV	II	II	II		V	IV	IV	IV	IV	IV	IV	IV	
<i>Stylogdrilus heringianus</i>	IV	IV	IV	IV	IV	III	IV	III		IV	IV	VI	V	IV	IV	IV	IV	
<b>Naididae</b>																		
Naididae indet.		I		III	I			VII			I		IV	III			VII	
<i>Stylaria lacustris</i>					I		III	I	III					I		V	I	IV
<b>Tubificidae</b>																		
Tubificidae indet.			I			I						III			III			
<i>Pelosclex ferox</i>							IV	I								V	I	
<b>Hirudinea</b>																		
<b>Erpobdellidae</b>																		
Erpobdellidae indet.	I	I	I		II	I			I	I	II	I		IV	III			I
<i>Dina</i> sp.		I									II							
<i>Dina punctata</i>	I	I	I	III	II	IV	III	II	I	I	II	I	IV	III	IV	IV	III	I
<i>Erpobdella octoculata</i>							I	I								I	II	
<b>Glossiphoniidae</b>																		
<i>Glossiphonia</i> sp.						I			I						III			I
<i>Glossiphonia complanata</i>				I	I	IV	I	I					I	I	V	II	I	
<i>Helobdella stagnalis</i>								I									I	

Zoobenthos der Aare : mittlere und maximale Häufigkeiten (Individuen/m²)	UTT	HUN	MÄR	TIEF	STEI	HAL	REW	RAD	HAG	UTT	HUN	MÄR	TIEF	STEI	HAL	REW	RAD	HAG
	Mittelwert									Maximum								
<b>Arachnida</b>																		
Hydracarinae indet.					I			I	I					I			II	I
<b>CRUSTACEA</b>																		
<b>Gammaridae</b>																		
Gammarus sp. juv.	I	I	III	V	IV	V	V	IV	IV	I	IV	IV	VI	V	VII	VII	VI	VI
Gammarus fossarum/pulex	IV	VI	VII	VII	VI	VII	V	V	IV	VI	VII	VII	VII	VII	VII	VII	VI	V
<i>Gammarus cf. fossarum</i>	IV	V	V	V	VI	VI	V	IV	V	VI	VI	VI	VI	VII	VI	VII	V	VII
<i>Gammarus cf. pulex</i>		I		I	I	I	I	I		III		III	III	I	III	III		
<b>Asellidae</b>																		
<i>Asellus aquaticus</i>						I	IV	IV	I						III	V	V	I
<b>INSECTA</b>																		
<b>Ephemeroptera</b>																		
<b>Baetidae</b>																		
Baetis sp. juv.	V	I		IV	IV					VII	III		V	V				
<i>Baetis alpinus</i>	V	III		II	II					VI	IV		IV	III				
Baetis lutheri/vardarensis	IV	III	III	III	III			I		V	V	IV	IV	IV				I
<i>Baetis cf. lutheri</i>	V	IV	IV	IV	IV					VII	IV	V	V	IV				
<i>Baetis cf. vardarensis</i>	III	II	III	V	IV					IV	III	IV	VI	V				
<i>Baetis rhodani</i>	VII	II	II	IV	IV	I		I	I	VII	III	III	IV	V	I		II	I
<i>Centroptilum luteolum</i>						I			I						II			II
<i>Cloeon dipterum</i>							I	I								III	I	
<b>Ephemerellidae</b>																		
<i>Serratella ignita</i>				I			V	I	I				II			VI	I	III
<i>Ephemerella mucronata</i>	I									I								
<i>Torleya major</i>	II	II	II		I	I				III	IV	III		I	I			
<b>Ephemeridae</b>																		
Ephemera sp.						I			I						I			I
<i>Ephemera danica</i>	I		I				I	III	I	I		I				I	IV	I
<b>Heptageniidae</b>																		
Ecdyonurus sp.	II	V	IV	III	IV	III	II	I	III	III	V	V	IV	IV	IV	III	I	IV
Ecdyonurus venosus-Gr.				IV									IV					
<i>Ecdyonurus venosus</i>	II	IV	IV	III	IV	III	III	I	III	III	V	IV	IV	V	IV	IV	II	IV
<i>Heptagenia sulphurea</i>	IV	IV	IV	III	III	III	IV	I	III	IV	V	V	IV	IV	V	I	IV	
<i>Rhithrogena sp.</i>		I			I						I		III					
<i>Rhithrogena hercynia-Gr.</i>		I									I							
<i>Rhithrogena gratianopolitana</i>	I	I	I	I						II	I	I	III					
<i>Rhithrogena cf. semicolorata</i>	III	IV	II	IV	II	I				IV	V	III	VI	IV	I			
<b>Leptophlebiidae</b>																		
<i>Paraleptophlebia submarginata</i>					I	I			I					I	I			I
<b>Potamanthidae</b>																		
<i>Potamanthus luteus</i>		II	I	I	I	III	II			IV	III	I	II	IV	III			
<b>Siphonuridae</b>																		
<i>Siphonurus cf. lacustris</i>								I										I
<b>Odonata</b>																		
<b>Calopterygidae</b>																		
<i>Calopteryx splendens</i>									I									I
<b>Coenagrionidae</b>																		
Coenagrionidae indet.							I									I		
<b>Gomphidae</b>																		
Gomphidae indet.			I									I						
<i>Gomphus vulgatissimus</i>																		
<i>Onychogomphus forcipatus</i>		I									I							
<b>Plecoptera</b>																		
<b>Capniidae</b>																		
<i>Capnioneura nemuroides</i>		I									I							
<b>Chloroperlidae</b>																		
Chloroperla sp.	I	II		I						III	IV		I					
<b>Leuctridae</b>																		
Leuctra sp.	III	III	I	II	I				I	IV	IV	III	III	II				I
Leuctra prima-hippopus-inermis-Gr. [Zwick]	IV	IV	III	I	I	I				IV	IV	IV	II	II	I			

Zoobenthos der Aare : mittlere und maximale Häufigkeiten (Individuen/m <sup>2</sup> )	UTT	HUN	MÄR	TIEF	STEI	HAL	REW	RAD	HAG	UTT	HUN	MÄR	TIEF	STEI	HAL	REW	RAD	HAG	
	Mittelwert									Maximum									
<b>Nemouridae</b>																			
Amphinemura sp.		I									I								
Nemoura sp.	I					I				I					I				
<i>Nemoura mortoni</i>		I									I								
Protonemura sp.		I			I						II			II					
<b>Perlidae</b>																			
Perla sp.	I									I									
<i>Perla cf. grandis</i>	I									I									
<b>Perlodidae</b>																			
Perlodidae indet.				I									I						
<i>Besdolus imhoffi</i>	I	I		I	I					I	I		II	II					
<i>Isoperla grammatica</i>	V	VII	VII	VII	VI	IV		I	II	VI	VII	VII	VII	VII	V		I	III	
<i>Perlodes cf. microcephalus</i>	I	III	I	I	I	II				I	IV	II	I	II	III				
<b>Taeniopterygidae</b>																			
Brachyptera sp.		I									I								
<i>Brachyptera risi</i>	I	I		I				I		I	I		I					I	
<b>Heteroptera</b>																			
<b>Corixidae</b>																			
Corixinae							I	I									II	I	
Micronecta sp.								III										IV	
<b>Coleoptera</b>																			
<b>Dytiscidae</b>																			
<b>Colymbetinae</b>																			
<i>Platambus maculatus</i> A186						I		I	II						II		II	III	
<b>Hydroporinae</b>																			
Hydroporinae La								I										I	
<b>Elmidae</b>																			
Elmis sp. La	I	I	I	II	II	III	I	I	II	III	I	II	III	III	IV	I	I	II	
Elmis sp. Im		I	I	I	II				I		II	I	II	III					II
<i>Elmis cf. maugetii</i> La	II	III	IV	III	III	III			I	IV	IV	V	IV	III	IV			III	
Esolus spec. La					I									I					
Limnius sp. La				I									I						
Limnius sp. Im	I	I	I	II		I	II		I	I	II	I	IV		I	IV		I	
<i>Limnius cf. perrisi</i> La	I	I	I						I	I	I	I							I
<i>Limnius volckmari/muelleri</i> La	III	IV	V	IV	III	IV	IV	I	III	IV	VI	V	V	IV	V	V	II	IV	
<i>Limnius cf. volckmari</i> Im			I	I	I	I						I	I	III	II				
Riolus sp. La			I	I	I	I			I			I	I	I	II				I
Riolus sp. Im				I	I								I	I					
<i>Riolus cf. cupreus</i> La	I				I					I				II					
<b>Gyrinidae</b>																			
<i>Orectochilus villosus</i> La	I	I	III	I	I	I	I		I	I	III	IV	I	II	III	I		III	
<b>Trichoptera</b>																			
<b>Brachycentridae</b>																			
<i>Brachycentrus maculatus</i>									VI										VII
<b>Glossosomatidae</b>																			
Glossosomatidae Pu			III	IV	IV	II						IV	IV	V	IV				
Agapetinae Pu					I	I	I							I	I	I			
<i>Agapetus nimbulus</i>			I			I	I					I			I	I			
<i>Agapetus ochripes/delicatulus</i>	I									I									
<i>Agapetus ochripes</i>	III	IV	IV	III	IV	IV	IV		II	IV	V	V	IV	V	V	V		IV	
Glossosoma sp.	I	I		II	II					I	II		IV	IV					
Glossosoma sp. Pu		I	I								III	II							
<i>Glossosoma boltoni</i>	I	II	I		III	I				II	IV	I		IV	III				
<i>Glossosoma boltoni</i> Pu		III		I					I		V		I						I
<b>Goeridae</b>																			
<i>Goera pilosa</i>							II		I								III		I
<i>Silo cf. nigricornis</i>			I			I						I			I				
<i>Silo cf. piceus</i>		I	II	I		I	I		I		I	III	II		II	II			II
<b>Hydroptilidae</b>																			
<i>Agraylea sexmaculata</i>									I										I
Hydroptila sp.	II	I	III	IV	III	I	II	I	II	III	III	IV	V	IV	I	IV	I		III
Stactobia sp.			I									I							

Zoobenthos der Aare : mittlere und maximale Häufigkeiten (Individuen/m²)	UTT	HUN	MÄR	TIEF	STEI	HAL	REW	RAD	HAG	UTT	HUN	MÄR	TIEF	STEI	HAL	REW	RAD	HAG	
	Mittelwert									Maximum									
<b>Hydropsychidae</b>																			
<i>Cheumatopsyche lepida</i>	VII	V	VI	IV	IV	III	III		II	VII	VI	VII	V	IV	IV	IV		III	
<i>Hydropsyche</i> sp. juv.	VI	IV	IV	II	III		IV	I	II	VII	IV	V	III	IV		V	I	IV	
<i>Hydropsyche</i> cf. <i>angustipennis</i>	I	I			I					II	II			II					
<i>Hydropsyche contubernalis</i>			I			I		I	III			I			I		II	IV	
<i>H. incognita/pellucidula</i>	V	III	IV	II	IV	III	IV	I	IV	VI	IV	V	III	V	III	IV	II	V	
<i>Hydropsyche siltalai</i>	I	I	II	III	III	I	I			I	II	III	III	IV	I	I			
<b>Lepidostomatidae</b>																			
<i>Lepidostoma hirtum</i>			I	I		I	III	I	III			I	I		I	IV	II	IV	
<b>Leptoceridae</b>																			
<i>Athripsodes</i> sp.							I										I		
<i>Athripsodes</i> cf. <i>albifrons</i>		I					I				II						I		
<i>Ceraclea nigronervosa</i>							I										I		
<i>Mystacides</i> sp.							I	I									I	I	
<i>Mystacides azurea</i>							I										I		
<i>Oecetis notata</i>									I									I	
<i>Setodes punctatus</i>								I	I								I	II	
<b>Limnephilidae</b>																			
Limnephilidae indet.	I			I		I	I	III	I	I			I		I	II	IV	III	
Chaetopterygini/Stenophylacini									I									I	
<i>Allogamus auricollis</i>	I	IV	V	V	V	IV	I	I	I	II	VI	VII	VI	VI	V	I	I	I	
<i>Chaetopteryx fusca/villosa</i>			I			I		I	II			I			II		I	IV	
<i>Halesus</i> sp.									I									I	
<i>Halesus radiatus</i>	I	I		I		I	I	I	I	III	I		I		I	II	II	III	
<i>Potamophylax</i> sp.		I			I	I					I			I	II				
<i>Potamophylax</i> cf. <i>cingulatus</i>	I	I	I		I	II			III	I	III	I		II	IV			IV	
<i>Anabolia nervosa</i>							I	I									I	I	
<i>Limnophilus lunatus/germanus</i>							I	II								I	IV		
<b>Odontoceridae</b>																			
<i>Odontocerum albicorne</i>	I	I	I	I	I	III	III		I	I	III	III	I	I	IV	IV		I	
<b>Polycentropodidae</b>																			
<i>Cyrnus trimaculatus</i>							I	II	I								I	IV	I
<i>Neureclipsis bimaculata</i>	I									I									
<i>Polycentropus</i> cf. <i>irroratus</i>									I									II	
<i>Polycentropus flavomaculatus</i>	I	I	I				II	I	III	II	I	I				IV	I	IV	
<b>Psychomyiidae</b>																			
<i>Lype reducta</i>							I	I	I								I	I	II
<i>Psychomyia pusilla</i>	V	V	VI	IV	V	V	V	I	V	VI	VI	VII	V	V	VI	VI	III	VI	
<i>Tinodes</i> sp.	I									I									
<i>Tinodes waeneri</i>							I	II									I	III	
<b>Rhyacophilidae</b>																			
<i>Rhyacophila</i> sp.	III	II	III	II	I	I				IV	IV	IV	III	III	I				
<i>Rhyacophila</i> sp. Pu	I	I	I	III	III					II	II	II	IV	IV					
<i>Rhyacophila</i> cf. <i>dorsalis</i>	IV	III	IV	IV	IV	I			I	V	IV	IV	V	IV	I			II	
<i>Rhyacophila</i> cf. <i>dorsalis</i> Pu		I	I							II	I								
<b>Sericostomatidae</b>																			
<i>Sericostoma</i> sp.		I	I	I		I	I			I	I	I			I	I			
<b>Diptera</b>																			
<b>Athericidae</b>																			
<i>Atherix ibis</i>	I									I									
<i>Ibisia marginata</i>	I					I				I					I				
<b>Ceratopogonidae</b>																			
Ceratopogoninae				I		I	I	I					I		I	I	I		
<b>Chironomidae</b>																			
Chironomidae Pu		I								III									
Chironomini	II	I	IV	V	IV	VII	IV	VI	IV	III	III	VI	VII	V	VII	V	VI	VI	
<i>Chironomus thummi</i> -Gr.						I		III							II		IV		
<i>Chironomus obtusidens</i> -Gr.								I	I								III	II	
<i>Microtendipes</i> sp.	I					IV		V	II	IV					IV		VI	III	
Diamesinae	IV	VI	V	IV	IV	I	III	III	IV	V	VII	VI	V	IV	II	IV	IV	V	
Orthocladinae	VII	VII	VII	VII	VII	VII	VII	VII	VII	VII	VII	VII	VII	VII+	VII	VII	VII	VII	
<i>Corynoneura</i> sp.				II	II								IV	IV					
<i>Prodiamesa olivacea</i>						IV	I	IV	II						V	I	VI	IV	
Tanytopodinae	V	IV	III	I	IV	IV	IV	V	III	VI	V	IV	III	V	V	V	VI	IV	
Tanytarsini	IV	III	III	IV	V	IV	IV	VII	V	IV	IV	IV	V	VI	V	IV	VII	VI	

Zoobenthos der Aare : mittlere und maximale Häufigkeiten (Individuen/m <sup>2</sup> )	UTT	HUN	MÄR	TIEF	STEI	HAL	REW	RAD	HAG	UTT	HUN	MÄR	TIEF	STEI	HAL	REW	RAD	HAG
	Mittelwert									Maximum								
<b>Empididae</b>																		
cf. Clinocera sp.	IV	IV	III	IV	III	I		I	I	IV	IV	IV	IV	IV	III		I	I
Chelifera sp.		I	I	I	I				I		I	III	II	II				I
Hemerodromia sp.	I	III	III	II	I	III	I	I	I	II	IV	IV	III	I	IV	II	I	II
<b>Limoniidae</b>																		
Limoniidae indet.	I		I							I		I						
Antocha sp.	I	I	III	I	I	I	I	I	III	I	I	IV	II	II	II	III	I	IV
Dicranota sp.	II	II	I	I				I		III	III	I	III					I
Eloeophila sp.	I	I								I	I							
Eriopterini	I		I		I					I		I		I				
<b>Simuliidae</b>																		
Simuliidae Pu	I	I			III				I	I	III			IV				I
Simulium sp.	VII	VII	III	IV	IV	I	I		I	VII	VII	III	V	VI	I	I		I
Prosimulium sp.		I								I								
<b>Tabanidae</b>																		
Tabanidae indet.								I									I	
<b>Tipulidae</b>																		
Tipula spec.		I								II								
Tipula - Yamatipula			I	I							II	I						
<b>Megaloptera</b>																		
<i>Sialis cf. lutaria</i>								I									I	
<b>Bryozoa</b>																		
Bryozoa indet.									X									X
<i>Fredericella sultana</i>							X									X		
<i>Cristatella mucedo</i>							X	X	X							X	X	X

## **A2a**

**Liste der im Aare-Haupt- und Seitenarm bei Hunzigenau nachgewiesenen Taxa und ihre Häufigkeit**

Transekt	02 Hunzigenau	02 Hunzigenau	Transekt	02 Hunzigenau	02 Hunzigenau
Lage im Transekt	Hauptarm	Seitenarm	Lage im Transekt	Hauptarm	Seitenarm
Taxon	Ind/m <sup>2</sup>	Ind/m <sup>2</sup>	Taxon	Ind/m <sup>2</sup>	Ind/m <sup>2</sup>
<b>Turbellaria</b>	<b>7</b>	<b>7</b>	<b>Coleoptera</b>	<b>221</b>	<b>32</b>
Turbellaria indet.	0	1	Elmis sp.	5	3
Dugesia tigrina	7	5	Elmis cf. maugetii	50	8
<b>Nemathelminthes</b>	<b>14</b>	<b>9</b>	Limnius sp.	4	0
Nematoda indet.	14	9	Limnius cf. perrisi	1	2
<b>Gastropoda</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	Limnius volckmari/muelleri	150	15
Ancylus fluviatilis	1	0	Orectochilus villosus	12	4
<b>Oligochaeta</b>	<b>223</b>	<b>128</b>	<b>Trichoptera</b>	<b>1416</b>	<b>619</b>
Oligochaeta indet.	48	9	Agapetus ochripes	112	44
Eiseniella tetraedra	3	1	Glossosoma sp.	12	6
Lumbriculidae indet.	104	70	Glossosoma boltoni	105	4
Stylogdrilus heringianus	68	47	Silo cf. piceus	1	0
Naididae indet.	0	1	Hydroptila sp.	4	14
<b>Hirudinea</b>	<b>6</b>	<b>9</b>	Cheumatopsyche lepida	454	143
Erpobdellidae indet.	4	1	Hydropsyche sp. juv.	119	17
Dina sp.	0	3	Hydropsyche cf. angustipennis	0	4
Dina punctata	2	5	Hydropsyche incognita/pellucidula	48	34
<b>Gammaridae</b>	<b>971</b>	<b>1581</b>	Hydropsyche siltalai	5	0
Gammarus fossarum/pulex	783	1030	Athripsodes cf. albifrons	1	4
Gammarus cf. fossarum	180	551	Allogamus auricollis	222	36
Gammarus cf. pulex	7	0	Halesus radiatus	2	0
<b>Ephemeroptera</b>	<b>922</b>	<b>551</b>	Potamophylax sp.	0	1
<b>Baetidae</b>	<b>169</b>	<b>130</b>	Potamophylax sp. (cf. cingulatus)	8	1
Baetis sp. juv.	0	6	Odontocerum albicorne	7	1
Baetis alpinus	20	25	Polycentropus flavomaculatus	2	3
Baetis lutheri/wardarensis	65	5	Psychomyia pusilla	259	222
Baetis cf. lutheri	57	62	Rhyacophila sp.	25	23
Baetis cf. wardarensis	8	15	Rhyacophila cf. dorsalis	30	61
Baetis rhodani	20	17	Sericostoma sp.	0	1
<b>Ephemerellidae</b>	<b>9</b>	<b>20</b>	<b>Diptera</b>	<b>5718</b>	<b>6978</b>
Torleya major	9	20	Chironomidae Pu	0	8
<b>Heptageniidae</b>	<b>726</b>	<b>382</b>	Chironomini	0	8
Ecdyonurus sp.	295	128	Diamesinae	141	1091
Ecdyonurus venosus	157	117	Orthocladiinae	3887	4290
Heptagenia sulphurea	78	108	Tanytopodinae	147	49
Rhithrogena sp.	2	0	Tanytarsini	8	32
Rhithrogena hercynia-Gr.	0	1	Clinocerinae: cf. Clinocera sp.	49	68
Rhithrogena gratianopolitana	0	2	Chelifera sp.	0	1
Rhithrogena semicolorata-Gr.	195	27	Hemerodromia sp.	17	28
<b>Potamanthidae</b>	<b>17</b>	<b>19</b>	Antocha sp.	1	1
Potamanthus luteus	17	19	Dicranota sp.	11	12
<b>Odonata</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	Eloeophila sp.	4	2
Onychogomphus forcipatus	1	1	Simuliidae Pu	2	12
<b>Plecoptera</b>	<b>1842</b>	<b>1566</b>	Simulium sp.	1451	1371
Capnioneura nemuroides	0	2	Prosimulium sp.	1	0
Chloroperla sp.	21	2	Tipula spec.	0	5
Leuctra sp.	6	40			
Leuctra prima-hippopus-inermis-Gr.	96	51			
Amphinemura sp.	1	0			
Nemoura mortoni	0	2			
Protonemura sp.	5	4			
Besdolus imhoffi	2	0			
Isoperla grammatica	1672	1447			
Perlodes cf. microcephalus	37	15			
Brachyptera sp.	0	2			
Brachyptera risi	2	2			
			<b>Individuen / m<sup>2</sup> gesamt</b>	<b>11343</b>	<b>11481</b>

**A2b**

**Liste der in der Aare bei REWAG nachgewiesenen Taxa und ihre Häufigkeit**

Transekt	07 Rewag			Transekt	07 Rewag		
	links	mitte	rechts		links	mitte	rechts
Lage im Transekt	links	mitte	rechts	Lage im Transekt	links	mitte	rechts
Taxon	Ind/m <sup>2</sup>	Ind/m <sup>2</sup>	Ind/m <sup>2</sup>	Taxon	Ind/m <sup>2</sup>	Ind/m <sup>2</sup>	Ind/m <sup>2</sup>
<b>Porifera</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>Trichoptera</b>	<b>850</b>	<b>457</b>	<b>339</b>
Porifera indet.	X	X	X	Agapetinae Pu			5
<b>Turbellaria</b>	<b>8</b>	<b>33</b>	<b>19</b>	Agapetus nimbulus	2		
Dendrocoelum lacteum	3	10	3	Agapetus ochripes	116	133	138
Dugesia sp.			6	Goera pilosa	24		2
Dugesia tigrina	3	24	10	Silo cf. piceus	7		11
Polycelis tenuis/nigra	3			Hydroptila sp.	24		
<b>Nemathelminthes</b>	<b>6</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	Cheumatopsyche lepida	29	52	14
Nematoda indet.	6		2	Hydropsyche sp. juv.	133		
<b>Bivalvia</b>	<b>131</b>	<b>29</b>	<b>76</b>	Hydropsyche incognita/pellucidula	40	157	38
Dreissena polymorpha			10	Hydropsyche siltalai			2
Pisidium sp.	93	29	67	Lepidostoma hirtum	13	24	43
Pisidium cf. henslowanum	19			Athripsodes sp.			2
Pisidium cf. supinum	19			Athripsodes cf. albifrons	2		
<b>Gastropoda</b>	<b>130</b>	<b>857</b>	<b>304</b>	Ceraclea nigronevosa		5	5
Ancylus fluviatilis	106	857	295	Mystacides sp.	3		
Bithynia tentaculata	20		10	Mystacides azurea	2		
Radix sp.	4			Limnephilidae indet.	5		
<b>Oligochaeta</b>	<b>350</b>	<b>319</b>	<b>189</b>	Allogamus auricollis	2		2
Oligochaeta indet.	18		12	Halesus radiatus			7
Eiseniella tetraedra	71	57	35	Anabolia nervosa	1		
Lumbriculidae indet.		86		Limnophilus lunatus/germanus	1		
Stylodrilus heringianus	63	176	101	Odontocerum albicorne	40		10
Stylaria lacustris	81		2	Cyrnus trimaculatus	3		
Pelosclex ferox	117		38	Polycentropus flavomaculatus	21	10	2
<b>Hirudinea</b>	<b>34</b>	<b>0</b>	<b>32</b>	Lype reducta	2		
Dina punctata	27		23	Psychomyia pusilla	381	76	56
Erpobdella octoculata	2			Tinodes waeneri	2		
Glossiphonia complanata	6		8	Sericostoma sp.			2
<b>Crustacea</b>	<b>1216</b>	<b>2562</b>	<b>371</b>	<b>Diptera</b>	<b>1232</b>	<b>2000</b>	<b>1122</b>
Gammarus fossarum/pulex	428	2214	105	Ceratopogoninae	3		
Gammarus cf. fossarum	657	348	165	Chironomini	119		86
Gammarus cf. pulex	13		3	Diamesinae	42		12
Asellus aquaticus	118		97	Orthoclaadiinae	905	1833	862
<b>Ephemeroptera</b>	<b>601</b>	<b>581</b>	<b>334</b>	Prodiamesa olivacea			3
Cloeon dipterum	14		2	Tanypodinae	34	133	114
Serratella ignita	489	257	191	Tanytarsini	103	33	45
Ephemera danica	2		2	Hemerodromia sp.	5		
Ecdyonurus sp.		43	21	Antocha sp.	20		
Ecdyonurus venosus	11	38	26	Simulium sp.	2		
Heptagenia sulphurea	66	219	80	<b>Bryozoa</b>	<b>X</b>		<b>X</b>
Potamanthus luteus	19	24	12	Fredericella sultana	X		X
<b>Odonata</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	Cristatella mucedo	X		X
Coenagrionidae indet.			2				
<b>Heteroptera</b>	<b>5</b>	<b>0</b>	<b>0</b>				
Corixinae	5						
<b>Coleoptera</b>	<b>253</b>	<b>67</b>	<b>121</b>				
Elmis sp.			3				
Limnius sp.	24		13				
Limnius volckmari/muelleri	226	67	104				
Orectochilus villosus	3						
				<b>Individuen / m<sup>2</sup> gesamt</b>	<b>4819</b>	<b>6905</b>	<b>2910</b>

**A3****Liste der Abwasserreinigungsanlagen im Einzugsgebiet der  
Aare zwischen Thunersee- und Bielersee**

Nr in Karte	ARA-Nr.	ARA	Standort ARA		Standort Einleitung		EW
			Koordinaten		Koordinaten		Einwohnerwerte
			X	Y	X	Y	(2007)
12	94400	<b>Thunersee</b>	612 200	181 060	612 370	180 820	170 000
11	61100	<b>Kiesental unteres</b>	610 250	185 550	610 160	185 590	11 100
08	86900	<b>Gürbetal</b>	604 925	188 085	605 000	188 140	18 000
10	60700	<b>Kiesental oberes</b>	614 295	190 460	614 310	190 420	13 000
07	61600	<b>Münsingen</b>	608 060	192 100	607 700	192 460	32 000
09	60800	<b>Grosshöchstetten</b>	615 190	194 320	615 340	192 950	10 200
06	86100	<b>Belp</b>	604 400	194 960	604 460	194 985	20 000
02	66700	<b>Sensetal (über Saane)</b>	584 940	196 270	584 880	196 420	75 000
03	36000	<b>Wohlen</b>	595 200	201 160	595 140	201 050	19 000
04	35100	<b>Bern AG</b>	599 548	202 169	599 330	202 480	370 000
05	36200	<b>Worbental</b>	601 200	203 300	601 180	203 250	120 000
01	30400	<b>Kallnach</b>	583 820	208 600	583 790	208 640	1 700

**A2: Abwasserreinigungsanlagen im Bereich Aare Thunersee bis Bielersee**

Angaben GSA Abt. AE Dr. D. Dominguez Sept. 2008



Uttigen



Hunzigenau



Märchligenau



Tiefenau



Steinibach



Halenbrücke



Rewag



Radelfingen



Hagneck

**A4 Tafel: Untersuchungsstellen**

**A5 Tafel Benthosorganismen der Aare**

(nächste Seite)



Porifera (Süsswasserschwamm)



Bryozoa (Moostierchen)



*Torleya major* (Eintagsfliege)



*Baetis lutheri* (Eintagsfliege)



*Heptagenia sulfurea* (Eintagsfliege)



*Gomphus vulgatissimus* (Libelle)



*Leuctra spec.* (Steinfliege)



*Perla grandis* (Steinfliege)



*Allogamus auricollis* (Köcherfliege)



*Tinodes waeneri* (Köcherfliege)

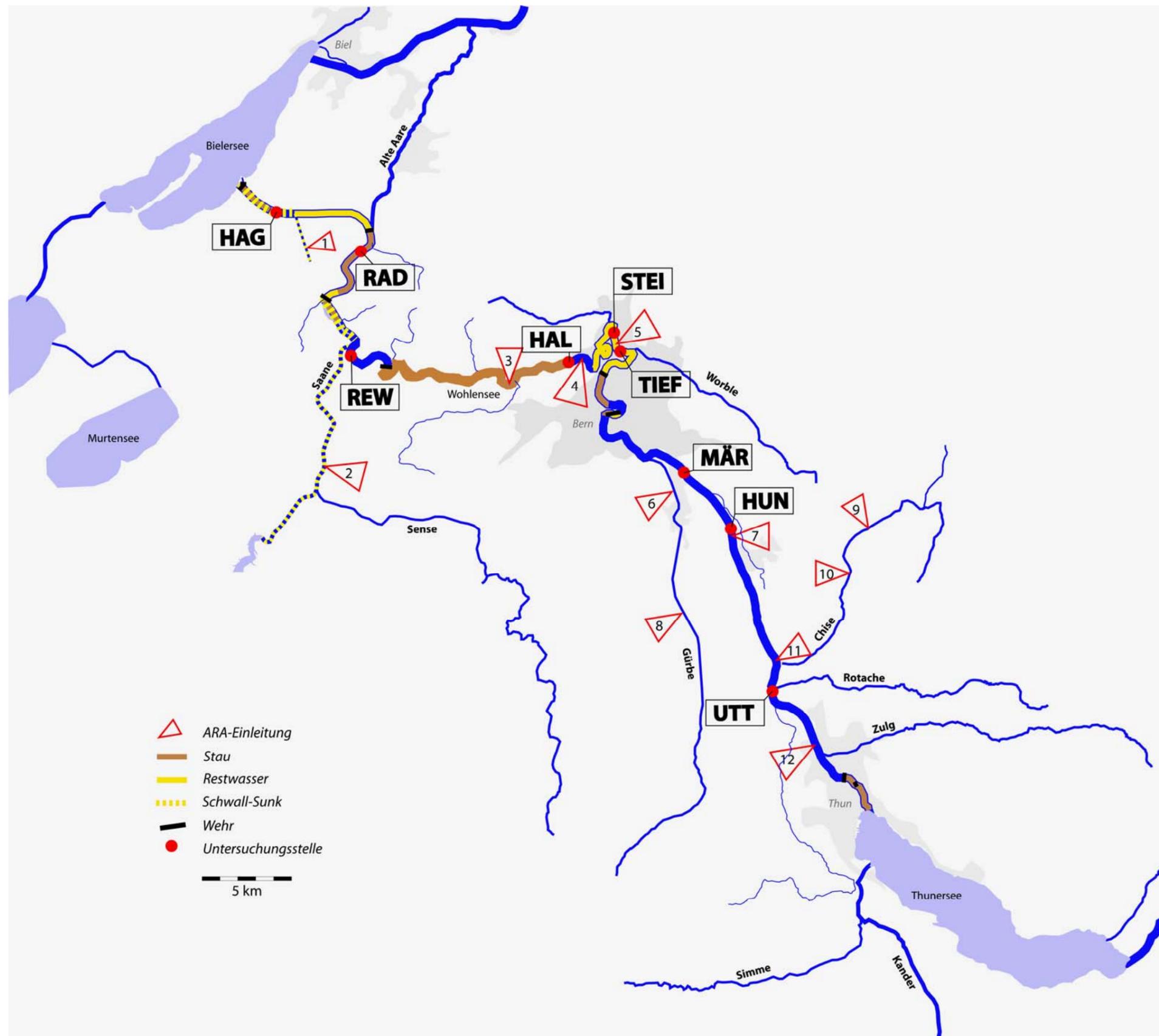


*Silo piceus* (Köcherfliege)



*Limnius spec.* (Käfer)





A6 Übersichtskarte zum Untersuchungsperimeter