

Vergleichende Untersuchungen an einem regulierten und einem restrukturierten Bachabschnitt der Schwarzach (Vorarlberg, Österreich)

von Beat Grabherr

Zum Autor

Geboren 1976, ab 1994 Studium der Ökologie sowie der Biologie und Erdwissenschaften an der Universität Salzburg. Abschluss des Studiums im Juli 2000 (Biologie und Erdwissenschaften) bzw. im September 2000 (Ökologie).

Abstract

In former times lots of rivers had been heavily regulated. They were degraded to straight-lined, unnatural watercourses with greatest possible sectional area. The numerous negative consequences led to a rethinking process. Today the public demands more and more to lead the heavily regulated waters back to their natural state. The results of this study, which compares a heavily regulated and a restructured part of the river Schwarzach, show the importance of – also comparative slight – restructuring actions not only for the aquatic organism, but also for the whole water and its environment.

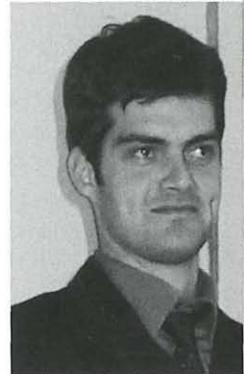
Key words: Fließgewässer, Restrukturierung, Renaturierung, Gewässermorphologie, chemische und physikalische Gewässerparameter, Makrozoobenthos, Fischbestand, Strömer, *Leuciscus souffia*, Vorarlberg, Österreich.

Zusammenfassung

Die harte Verbauung von Fließgewässern degradierte zahlreiche Flüsse und Bäche zu geradlinigen, unnatürlichen Gerinnen mit größtmöglichem Querschnitt. Die zahlreichen negativen Folgen dieser Maßnahmen führten zu einem Umdenkprozeß, sodaß heute von verschiedenen Seiten immer vehementer ein naturbetonter Ausbau bzw. die Restrukturierung von hart verbauten Gewässerabschnitten gefordert werden.

Die Ergebnisse der vorliegenden Untersuchungen an einem regulierten und einem restrukturierten Bachabschnitt der Schwarzach zeigen, daß auch verhältnismäßig geringfügige und auf kurze Distanzen beschränkte Restrukturierungsmaßnahmen eine Vielzahl an positiven Auswirkungen nach sich ziehen. Die ökologische Funktionsfähigkeit – sie basiert nach MOOG & CHOVANEC (1998) im wesentlichen darauf, daß die natürlich an und in einem Gewässer vorkommenden Tier- und Pflanzenarten autochthone Bestände ausbilden können – wird durch eine Erhöhung der Strukturdiversität erheblich verbessert, was aus dieser Studie insbesondere am Beispiel des Strömers (*Leuciscus souffia*) ersichtlich wird.

VORARLBERGER
NATURSCHAU
11
SEITE 73–94
Dornbirn 2002



Dank

Mein besonderer Dank gilt Ao. Univ. Prof. Dr. Robert PATZNER für die Betreuung der vorliegenden Studie. Für die Hilfe bei der Probenentnahme möchte ich mich bei Pia Vera NAGL, für die Hilfe bei der Fischbestandsaufnahme bei Alban LUNARDON und Peter MAYERHOFER recht herzlich bedanken.

1. Einleitung

Zahlreiche Flußkilometer wurden bis in die Siebziger Jahre des zwanzigsten Jahrhunderts hart verbaut. Abgesehen von einigen kritischen Stimmen – wie beispielsweise ENGELHARDT (1962, zitiert in HOHMANN & KONOLD 1995), der auf die schweren Landschaftsschäden durch den technischen Wasserbau verwies – geschah dies nahezu bedenkenlos. Die Folgen dieser Entwicklungen waren vielschichtig. Eintiefungen der Flüsse und damit verbundene Absenkung des Grundwasserspiegels, extremere Hochwasser-Situationen im Unterlauf der Flüsse und der Verlust zahlreicher Biotope und damit auch zahlreicher Pflanzen- und Tierarten sind nur einige davon (SCHÖNBORN 1992, BAUMGARTNER & LIEBSCHER 1996). Diese negativen Auswirkungen führten dazu, daß im Wasserbau zahlreiche neue Wege beschritten wurden, die zu einem naturnahen Ausbau bzw. zu einer Restrukturierung von hart verbauten Gewässer-Abschnitten führten. Im Zuge der modernen wasserwirtschaftlichen Planung, Erfolgskontrolle und Beweissicherung kommt dabei ökologischen Untersuchungen eine wichtige Rolle zu (MOOG 1993).

Um zukünftige Restrukturierungsmaßnahmen sinnvoll zu planen und effizient ausführen zu können, ist es vonnöten, bisher getätigte Maßnahmen zu erfassen und zu bewerten (TENT 1997, GUNKEL 1997).

Ziel dieser Arbeit ist es, am Beispiel der Schwarzach, einen Teilbeitrag zur Erfassung von Restrukturierungsmaßnahmen zu leisten. Die Schwarzach wurde zu Beginn des zwanzigsten Jahrhunderts in ihrem Unterlauf hart verbaut. Grundlage für die vorliegende Arbeit stellen Restrukturierungsmaßnahmen dar, die im Jahre 1990 durchgeführt wurden.

2. Material und Methoden

2.1 Das Untersuchungsgebiet

Die Schwarzach entspringt einem Hochmoor der submontanen Stufe im Gemeindegebiet von Alberschwende (*Abb. 1*). Sie ist ein Teil des Entwässerungssystems der Dornbirnerach, welche das Hauptentwässerungssystem des Vorarlberger Rheintals darstellt.

Die Schwarzach, deren mittlerer jährlicher Abfluss (MQ) $0,76\text{m}^3/\text{s}$ beträgt, weist eine Lauflänge von 11,5 Kilometern auf.

Der Oberlauf und dessen Umland sind naturnah bis naturbetont ausgeprägt (AG FLIEßGEWÄSSERINVENTAR VORARLBERG 1993).

Der Mittellauf der Schwarzach setzt mit dem Eintritt des Baches in das Orts-

gebiet der Gemeinde Schwarzach ein. In diesem Abschnitt ist der Verlauf als künstlich zu bezeichnen (KLOBASSA 1992, AG FLIEßGEWÄSSERINVENTAR VORARLBERG 1993).

Im Unterlauf, der mit der Einmündung des Rickenbachs einsetzt und mit der Mündung der Schwarzach in die Dornbirnerach endet, entspricht die Schwarzach einem Bergbach 5. Ordnung. Auch hier ist der Verlauf vorwiegend als künstlich zu bezeichnen.

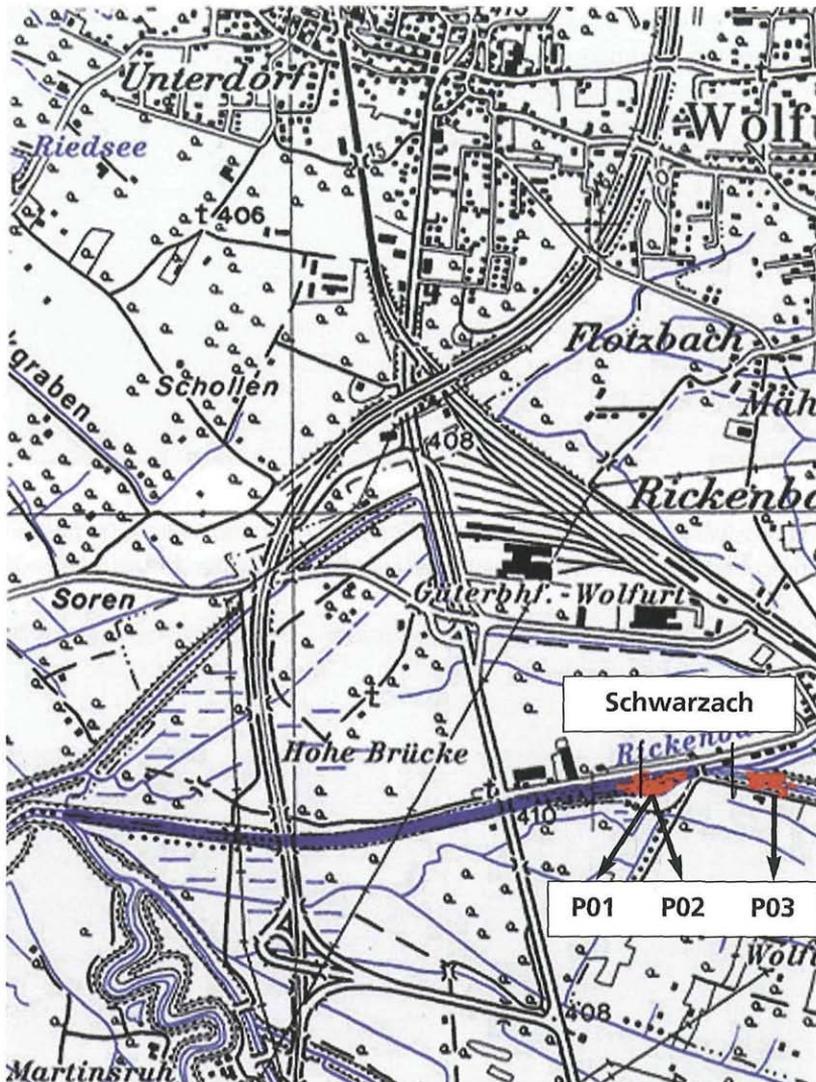


Abb. 1: Die geographische Lage des Untersuchungsgebietes. Als Orientierung dient der Güterbahnhof der Gemeinde Wolfurt im Norden des Untersuchungsgebietes.

2.2 Wasserbauliche Maßnahmen im Untersuchungsgebiet

Der Mittel- und der Unterlauf der Schwarzach wurden in den Jahren von 1910 bis 1920 im Interesse der Hochwassersicherheit reguliert. Resultat war ein trapezförmiges Gerinne mit beidseitig gepflasterten Dammböschungen und

durchwegs gleichbleibender Sohlbreite, abgesehen von zwei, je etwa 200 m langen, als Schotterfänge gewidmeten Aufweitungen (LANDESWASSERBAUAMT BREGENZ 1990). Durch die regulierungsbedingte Tiefenerosion wurden Sohl-schwellen und unmittelbar vor diesen Sohlpflasterungen zur Befestigung der Gewässersohle erforderlich.

Im Jahre 1990 wurden im Bereich des unteren Schotterfanges, zwischen Flusskilometer 1,8 und 2,3, Restrukturierungsmaßnahmen durchgeführt. Diese umfaßten folgende wasserbaulichen Tätigkeiten:

- Reaktivierung eines Altarmes zwischen km 1,85 und 2,05 innerhalb eines bestehenden Auwaldrestes
- Entfernung von Sohlpflasterungen bei km 2,25
- Ufersicherungen in Form von Lebendbauweisen wie Weidensteckhölzern und Rundhölzern
- Einbau von Buhnen
- Errichtung eines Bypasses bei km 1,9
- Einsatz von aufgelösten Sohlrampen zur Überwindung des Gefälles

Ziel dieser Maßnahmen war eine ökologische Aufwertung des Gewässers in diesem Abschnitt und eine Vergrößerung des Wasserrückhalts (LANDESWASSERBAUAMT BREGENZ 1990).

2.3 Die Probenentnahmestellen

Die Auswahl der Probenentnahmestellen – P01, P02 und P03 – erfolgte – entsprechend dem Ziel dieser Arbeit – nach strukturbedingten Unterschieden der Gewässermorphologie.

P01 (*Abb. 2*) befindet sich im Eingangsbereich des reaktivierten Altarms zwischen km 2,0 und 2,1. Aus der *Abbildung 2* wird die gut ausgebildete Strukturvarianz dieses Abschnitts ersichtlich.

Abb. 2: Probenentnahmestelle P01 In Fließrichtung



P02 (Abb. 3) befindet sich im Hauptgerinne des restrukturierten Abschnitts, etwa auf gleicher Höhe wie P01. Die Strukturvielfalt dieses Gewässerabschnitts ist nicht so reichhaltig wie jene von P01, jedoch auch nicht so verarmt wie jene von P03.



Abb. 3: Probenentnahmestelle P02 in Fließrichtung

P03 (Abb. 4) befindet sich zwischen Flusskilometer 2,3 und 2,4 und liegt im hart verbauten Abschnitt oberhalb der beiden anderen Probenentnahmestellen.



Abb. 4: Probenentnahmestelle P03 entgegen die Fließrichtung

2.4 Die durchgeführten Untersuchungen

Unmittelbar vor Beginn dieser Studie, im Mai 1999, wurde Vorarlberg von einem Jahrhundert-Hochwasser heimgesucht. Auch das Untersuchungsgebiet wurde dabei arg in Mitleidenschaft gezogen. Es kam zu massiven Gesteinsumlagerungen im Gewässer sowie zur Ablagerung einer stellenweise 1 m mächtigen Sedimentschicht im Bereich des reaktivierten Altarms (Abb. 5). Eine Beprobung des Makrozoobenthos bei P01 beim ersten Termin im Juli 1999 war deshalb nicht möglich.

Im Altarm war bei Niedrigwasser keine Wasserführung mehr gegeben, weshalb der Eingangsbereich im August 1999 ausgebaggert wurde.

Um die Probenentnahmestellen miteinander zu vergleichen, wurden im Zeitraum von Juli 1999 bis April 2000 chemische und physikalische Parameter, die Gewässermorphologie, das Makrozoobenthos sowie der Fischbestand untersucht.

Die Untersuchungen der chemischen und physikalischen Parameter sowie die Beprobung des Makrozoobenthos erfolgten für jede Probenentnahmestelle zu vier verschiedenen Terminen, wobei versucht wurde, den jahreszeitlichen Aspekt zu berücksichtigen.

Die erste Probenentnahme erfolgte vom 26.-28. Juli 1999, die zweite vom 22.-24. September 1999, die dritte vom 21.-23. Februar 2000 und die vierte vom 15.-17. April 2000. Die Gewässermorphologie sowie der Fischbestand wurden im Oktober 1999 einmalig erhoben.

Abb. 5: Die Sedimentschicht, welche infolge des Hochwassers bei P01 – im Bereich des reaktivierten Altarmes – abgelagert wurde.



Die Methoden zur Erfassung der chemischen und physikalischen Parameter sind in **Tabelle 1** dargestellt.

| Parameter | Methode |
|--------------------------------|---|
| Wassertemperatur | Temperatursensor – integriert im Oximeter „OXI 196“ der Fa. WTW |
| Elektrische Leitfähigkeit | Conductivity Meter „LF 196“ der Fa. WTW |
| Fließgeschwindigkeit | Driftkörpermethode nach SCHWOERBEL (1986) |
| pH-Wert | PH-Meter „pH 323“ der Fa. Merck |
| Sauerstoffgehalt | Oximeter „OXI 196“ der Fa. WTW |
| Sauerstoffsättigung | Oximeter „OXI 196“ der Fa. WTW |
| Biochemischer Sauerstoffbedarf | BSB ₅ Messung nach SCHWOERBEL (1986) |
| Gesamthärte | Titration gegen Mischindikatoren mittels „Aquamerck 8039“ der Fa Merk |
| Carbonathärte | Titration gegen Mischindikatoren mittels „Aquamerck 8048“ der Fa Merk |
| Säurebindungsvermögen | Aus der Carbonathärte ermittelt nach SCHWOERBEL (1986) |

Um eine Charakterisierung der Gewässermorphologie zu ermöglichen, wurden die Breiten- bzw. Tiefenvarianzen von P01, P02 und P03 auf einer Länge von 50 m ermittelt. Die benetzte Breite wurde in Abständen von 5 m erhoben. Im gleichen Arbeitsgang wurden die Tiefen in Abständen von 0,5 m orthogonal zur Fließrichtung eruiert. Ermittelt wurden die mittleren benetzten Breiten und die mittleren Wassertiefen jeder Probenentnahmestelle sowie die jeweilige Breiten- und Tiefenvarianz.

Die Fischbestandsaufnahme erfolgte mittels einer Elektrofischung, der Standardmethode zur Erfassung von Beständen in Fließgewässern. Da P02 im restrukturierten Bachabschnitt besser zugänglich war als P01 und aufgrund der natürlichen Gegebenheiten keine Absperrungen vorgenommen werden mussten, wurde dieser Abschnitt für die Fischbestandsaufnahme im restrukturierten Bereich herangezogen. Untersucht wurden die Bestände bei P02 auf einer Strecke von 105 m und im regulierten Abschnitt bei P03 auf einer Länge von 87 m. Die Bestände wurden auf Individuen/100 m bzw. pro Hektar hochgerechnet. Bei jeder Entnahmestelle wurden zwei Befischungen durchgeführt und die Ergebnisse nach der Methode von MORAN-ZIPPIN analysiert. Als Fanggerät wurde ein Rückentrage-Aggregat eingesetzt. Durch Galvanotaxie werden die Fische vom Fangpol angezogen. Von den erfassten Individuen wurde die Artzugehörigkeit, das Gewicht sowie die Totallänge ermittelt. Während der Datenerhebung wurden die Fische unter permanenter Sauerstoffzufuhr gehalten.

Beim ersten Termin der Makrozoobenthos-Beprobung, im Juli 1999, konnten bei P01 aufgrund der Sedimentschicht, die infolge des extremen Hochwassers in diesem Bereich abgelagert wurde, keine Proben genommen werden. Es war keine nennenswerte Wasserführung mehr gegeben. Beim Betreten des Altarmes sank man stellenweise bis über die Knie in noch lockeres Sediment ein. Der Eingangsbereich von P01 wurde im August 1999 ausgebaggert, um eine permanente Wasserführung im Altarm zu gewährleisten, sodass beim zweiten Termin

Tab. 1: Die erhobenen chemischen und physikalischen Parameter und die verwendeten Methoden

im September Proben genommen werden konnten. Abgesehen davon wurden bei jeder Probenentnahmestelle zu jedem Termin drei Parallelproben genommen. Die Beprobung erfolgte stets bachaufwärts vom orografisch linken Ufer über die Bachmitte zum orografisch rechtes Ufer.

Die Beprobung des Makrozoobenthos erfolgte quantitativ mit Hilfe eines modifizierten Heß-Samplers (Zylindersampler) mit einer Besammlungsfläche von 433,7 cm². Nach dem Aufsetzen des Samplers auf die ausgewählte Stelle wurde das Substrat von Hand bis in eine Tiefe von etwa 10 cm mehrmals aufgewühlt. Durch die Strömung wurden die Benthosorganismen zusammen mit feinen Sedimentanteilen in das vorhandene Netz mit einer Maschenweite von 100 µm gespült. Größere Steine innerhalb der Besammlungsfläche wurden abgeburstet und falls nötig wurden Organismen mittels einem kleinen Spachtel vom Substrat gelöst. Der Netzinhalt wurde anschließend mit 70-prozentigem Isopropanol konserviert. Die weitere Bearbeitung der Proben erfolgte im Labor. Hierbei mußten in einem ersten Arbeitsgang die fixierten Makrozoobenthos-Organismen vom noch vorhandenen Sediment getrennt werden. Dies geschah mit Hilfe der Methode der dichteren Medien. Das Prinzip dieser Methode beruht darauf, daß die Dichte der Flüssigkeit, in welcher sich die Organismen befinden, erhöht wird, wodurch diese an die Oberfläche getrieben werden (SCHWOERBEL 1986). Als dichteres Medium wurde eine Rohrzuckerlösung verwendet. Im zweiten Arbeitsgang wurden die vom Sediment getrennten Organismen unter dem Binokular bei 15- bzw. 30-facher Vergrößerung systematischen Großgruppen zugeordnet. Diese Zuordnung – in der Regel zu Ordnungen – erfolgte nach ENGELHARDT (1983) und LUDWIG (1993). Im Anschluß daran wurde das bei der Methode der dichteren Medien übriggebliebene Sediment in eßlöffelgroße Portionen aufgeteilt und portionsweise auf noch vorhandene Organismen untersucht.

Für die weitere Bearbeitung wurden die Organismen in Glasröhrchen gegeben und abermals in 70-prozentigem Isopropanol aufbewahrt.

Nach der Bestimmung der Organismen auf Familienniveau wurden die Individuen gezählt und mittels einer Analysenwaage die Biomassen erhoben.

Die gezählten Individuen und deren Biomassen wurden für jede einzelne Probe in Individuen pro Quadratmeter bzw. Gramm pro Quadratmeter umgerechnet.

Für die Darstellung der Ergebnisse wurden – sofern nicht anders angegeben – die Mittelwerte der drei Parallelproben ermittelt und weiterverwendet.

3. Ergebnisse

3.1 Chemische und physikalische Parameter

Die Ergebnisse der chemischen und physikalischen Untersuchungen sind in den *Tabellen 2 bis 5* zusammengefaßt. Die Gewässerabschnitte unterscheiden sich hinsichtlich der chemischen und physikalischen Verhältnisse erwartungsgemäß nur unwesentlich. Dies ist in erster Linie auf die geringe Distanz zwischen den Probestellen zurückzuführen.

Die während des Untersuchungszeitraumes erhobenen Werte für die elektrische Leitfähigkeit, das Säurebindungsvermögen, die Gesamthärte sowie die Carbonathärte sind typisch für Gewässer mit kalkreichem Einzugsgebiet und belegen der Schwarzach eine hohe Pufferkapazität gegenüber von Säureeinträgen (SCHÖNBORN 1992, GUNKEL 1996).

Der Sauerstoffhaushalt der Schwarzach ist durchwegs positiv zu bewerten. Die von der IMMISSIONSVERORDNUNG FLIEBGEWÄSSER (1995) festgelegten Mindestgehalte bzw. Mindestsättigungen werden bei keinem Probenentnahmetermin unterschritten. Dies gilt auch für die Wasserstoffionenkonzentration (pH-Wert).

Der Biochemische Sauerstoffbedarf ist mit Werten zwischen 0,9 und 1,5 mg/l sehr gering und läßt auf geringe sauerstoffzehrende Prozesse und somit auf eine geringe Belastung des Wassers mit organischer Substanz schließen. Nach KLEE (1991) sind Werte von 0,7 bis 1,9 mg/l sogar charakteristisch für oligosaprobe Verhältnisse.

| Parameter: | P01 | P02 | P03 |
|---|------------|------------|------------|
| Wassertemperatur [°C] | 20,2 | 20,4 | 21,5 |
| Leitfähigkeit [$\mu\text{S}/\text{cm}$] | 372 | 351 | 352 |
| Fließgeschwindigkeit [m/s] | 0,06 | 0,31 | 0,22 |
| pH-Wert | 8,0 | 8,4 | 8,5 |
| Sauerstoffgehalt [mg/l] | 8,2 | 8,4 | 7,9 |
| Sauerstoffsättigung [%] | 89 | 91 | 87 |
| BSB ₅ [mg/l] | 1,5 | 1,1 | 1,6 |
| Gesamthärte [°dH] | 12,0 | 12,0 | 12,5 |
| Carbonathärte [°dH] | 10,0 | 10,5 | 10,0 |
| Säurebindungsvermögen [mmol/l] | 3,6 | 3,8 | 3,6 |

Tab. 2: Chemische und physikalische Daten vom Juli 1999

| Parameter: | P01 | P02 | P03 |
|---|------------|------------|------------|
| Wassertemperatur [°C] | 16,2 | 16,4 | 16,4 |
| Leitfähigkeit [$\mu\text{S}/\text{cm}$] | 398 | 378 | 370 |
| Fließgeschwindigkeit [m/s] | 0,16 | 0,11 | 0,10 |
| pH-Wert | 8,0 | 8,0 | 8,2 |
| Sauerstoffgehalt [mg/l] | 10,2 | 10,0 | 9,9 |
| Sauerstoffsättigung [%] | 102 | 101 | 99 |
| BSB ₅ [mg/l] | 1,5 | 1,7 | 1,4 |
| Gesamthärte [°dH] | 2,0 | 12,5 | 13,0 |
| Carbonathärte [°dH] | 11,5 | 11,5 | 12,0 |
| Säurebindungsvermögen [mmol/l] | 4,1 | 4,1 | 4,3 |

Tab. 3: Chemische und physikalische Daten vom September 1999

Tab. 4: Chemische und physikalische Daten vom Februar 2000

| Parameter: | P01 | P02 | P03 |
|---|------|------|------|
| Wassertemperatur [°C] | 1,7 | 2,2 | 2,0 |
| Leitfähigkeit [$\mu\text{S}/\text{cm}$] | 402 | 396 | 399 |
| Fließgeschwindigkeit [m/s] | 1,4 | 1,1 | 0,7 |
| pH-Wert | 8,3 | 8,3 | 8,3 |
| Sauerstoffgehalt [mg/l] | 15,1 | 13,1 | 12,5 |
| Sauerstoffsättigung [%] | 106 | 94 | 88 |
| BSB ₅ [mg/l] | 1,0 | 1,3 | 1,3 |
| Gesamthärte [°dH] | 12,5 | 12,5 | 12,0 |
| Carbonathärte [°dH] | 11,0 | 10,5 | 10,5 |
| Säurebindungsvermögen [mmol/l] | 3,9 | 3,8 | 3,8 |

Tab. 5: Chemische und physikalische Daten vom April 2000

| Parameter: | P01 | P02 | P03 |
|---|------|------|------|
| Wassertemperatur [°C] | 6,9 | 7,0 | 7,0 |
| Leitfähigkeit [$\mu\text{S}/\text{cm}$] | 344 | 354 | 339 |
| Fließgeschwindigkeit [m/s] | 1,0 | 0,7 | 0,5 |
| pH-Wert | 8,4 | 8,6 | 8,6 |
| Sauerstoffgehalt [mg/l] | 14,8 | 13,9 | 13,9 |
| Sauerstoffsättigung [%] | 120 | 112 | 112 |
| BSB ₅ [mg/l] | 0,9 | 1,2 | 0,9 |
| Gesamthärte [°dH] | 21,0 | 11,5 | 12,0 |
| Carbonathärte [°dH] | 11,0 | 10,5 | 11,5 |
| Säurebindungsvermögen [mmol/l] | 3,9 | 3,8 | 4,1 |

Kritisch zu bewerten sind die erhobenen Wassertemperaturen. Der Vergleich der Werte vom Juli 1999 und jener vom Februar 2000 lassen auf große Jahresamplituden schließen. Hinzu kommt, daß den hohen Werten vom Juli 1999 keineswegs eine lange Schönwetterperiode vorausging, sondern lediglich drei niederschlagsfreie Tage mit Lufttemperaturen zwischen 25 und 30°.

Es ist demnach zu erwarten, daß die Spitzenwerte der Wassertemperaturen noch einiges höher liegen.

Für die meisten aquatischen Organismen haben zu hohe Temperaturen äußerst negative Auswirkungen, da bei steigender Temperatur die individuelle Stoffwechselaktivität und somit der Sauerstoffbedarf zunehmen, bei gleichzeitigem Sinken der Sauerstoffsättigungskonzentration des Wassers (ENGELHARDT 1983, KLEE 1991, LAMPERT & SOMMER 1993, GUNKEL 1996). Auch die Selbstreinigungskapazität des Gewässers wird durch die Erwärmung des Wassers vermindert, da die sauerstoffabhängigen Abbauprozesse durch den geringeren Sauerstoffgehalt des warmen Wassers gehemmt werden (SCHWOERBEL 1999). Hauptursache für die hohen Wassertemperaturen im Unterlauf der Schwarzach sind die nur spärlich vorhandenen Ufergehölze des hart verbauten Mittel- und Unterlaufs. Hinzu kommen die zahlreichen künstlichen Sohlrampen, welche gerade bei geringer Wasserführung die Fließgeschwindigkeit erheblich verringern.

3.2 Gewässermorphologie

Hinsichtlich der Gewässermorphologie bestehen gravierende Unterschiede zwischen den Probenentnahmestellen. Dies kommt auch in den erhobenen Daten, welche in *Tabelle 6* dargestellt sind, zum Ausdruck.

| Parameter: | P01 | P02 | P03 |
|------------------------------|------------|------------|------------|
| Mittlere benetzte Breite [m] | 5,25 | 6,04 | 5,37 |
| Breitenvarianz [m] | 3,02 | 3,09 | 0,01 |
| Mittlere Wassertiefe [m] | 0,12 | 0,13 | 0,29 |
| Tiefenvarianz [m] | 0,47 | 0,4 4 | 0,36 |

Tab. 6: Gewässermorphologische Daten der Probenentnahmestellen

P01 verfügt über die größte Strukturvarianz. Die Breiten und die Tiefen variieren stark. Es sind Prall- und Gleithänge sowie Riffles und Pools vorhanden. Die Linieneinführung ist abwechslungsreich und das Strömungsbild heterogen, mitbedingt durch das im Gewässer vorhandene Totholz. Die Uferausbildung ist naturnah, Steilufer sowie flache Uferzonen sind anzutreffen. Durch die reich strukturierte Vegetation ist eine intensive Beschattung dieses Gewässerabschnittes gewährleistet. Das Substrat der Gewässersohle ist vielfältig strukturiert und nach der Klassifikation von MOOG (1994) dem Mesolithal zuzuordnen; aber auch sandige und kiesige Substrate sind reichlich vorhanden. Die Strukturvielfalt führte zur Ausbildung zahlreicher unterschiedlicher Kleinlebensräume, was sich positiv auf das Fließgewässerökosystem auswirkt. So konnte beispielsweise OTTO (1991) eine signifikante Abhängigkeit des Makrozoobenthos von der Strukturvarianz eines Baches nachweisen.

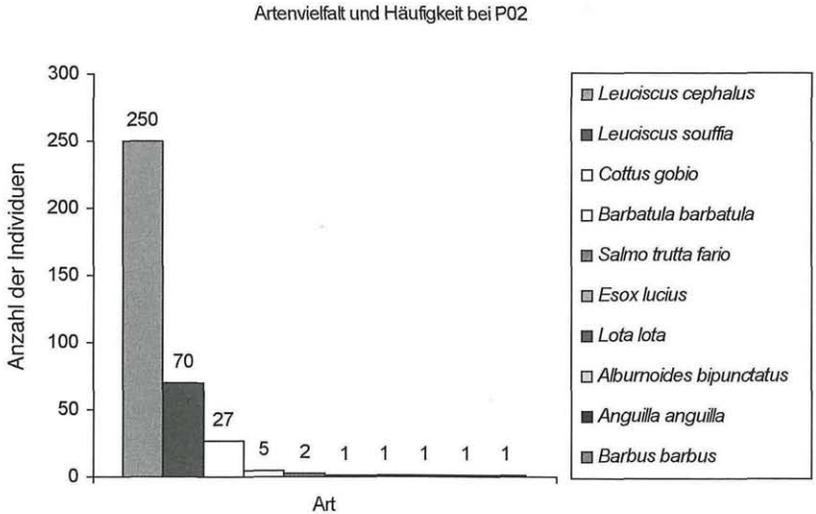
P02 ist nicht so reichhaltig strukturiert wie P01. Durch den Einbau von Buhnen kam es jedoch zur Ausbildung von prall- und gleithangähnlichen Strukturen und zu einem – zumindest teilweise – variierenden Strömungsbild. Das orografisch rechte Ufer verfügt nach wie vor über einen gepflasterten Böschungsfuß, eine strukturierte Ufervegetation fehlt. Das orografisch linke Ufer ist naturnah ausgebildet und verfügt über eine reichhaltig strukturierte Ufervegetation, welche für eine teilweise Beschattung des Gewässers in diesem Bereich sorgt. Das Substrat der Gewässersohle ist auch in diesem Abschnitt dem Mesolithal zuzuordnen, jedoch ist die Substratvielfalt nicht in jenem Ausmaß wie bei P01 gegeben.

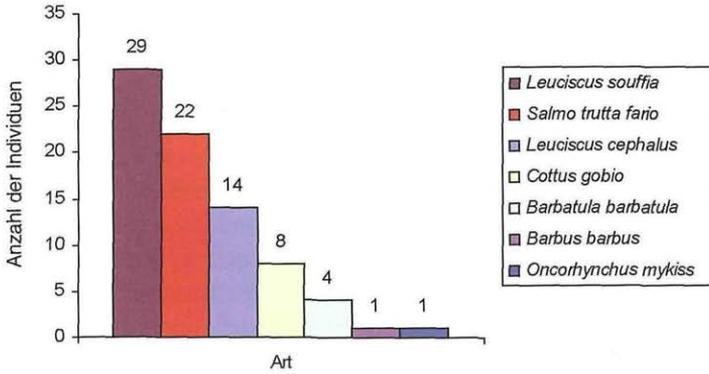
P03 ist durch Strukturarmut gekennzeichnet. Es liegt ein geradlinig ausgebautes Trapezprofil vor. Das Strömungsbild ist ausgesprochen monoton. Die Sohle ist teilweise mit Flussbausteinen gepflastert, in regelmäßigen Abständen wird das Flusskontinuum durch Holz-Sohlschwellen unterbrochen. Der Böschungsfuß ist durch geschichtete Wasserbausteine befestigt. Das Substrat der Gewässersohle ist – sofern keine Sohlpflasterung vorliegt – dem Mesolithal zuzuordnen. Sandige und kiesige Substrate fehlen. Die steil abfallenden Ufer sind mit Gräsern und Stauden bewachsen. Es ist keine direkte Beschattung des Gewässers gegeben. Sowohl die Breiten- als auch die Tiefenvarianz sind gering.

3.3 Fischbestand

Im restrukturierten Bachabschnitt bei P02 konnten 10 verschiedene Arten im Adultstadium nachgewiesen werden. Insgesamt wurden hier 359 Individuen gezählt, im regulierten Bachabschnitt bei P03 konnten lediglich 79 Individuen und 7 verschiedene Arten nachgewiesen werden. Die erfaßten Fischarten sind aus den *Abb. 6* und *7* ersichtlich. Die auf Hektar hochgerechneten Abundanzen bzw. Biomassen der wichtigsten Arten gehen aus den *Abb. 8* bzw. *9* hervor.

Abb. 6: Erfasste Fische im restrukturierten Abschnitt (P02)





Individuenanzahl pro Hektar

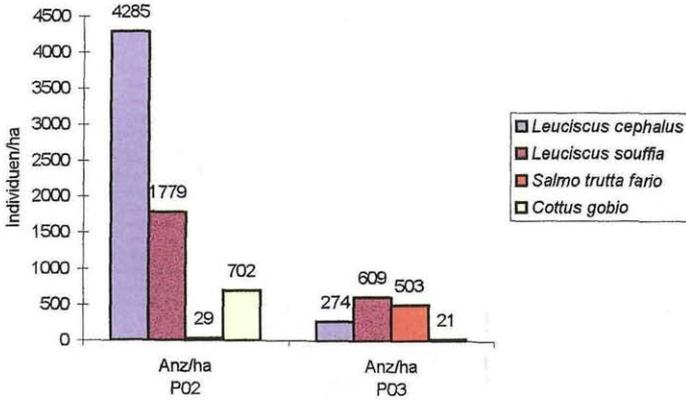


Abb. 8: Vergleich der Probenentnahmestellen bezüglich der errechneten Individuenanzahl pro Flächeneinheit

Fischbiomassen in Kilogramm/Hektar

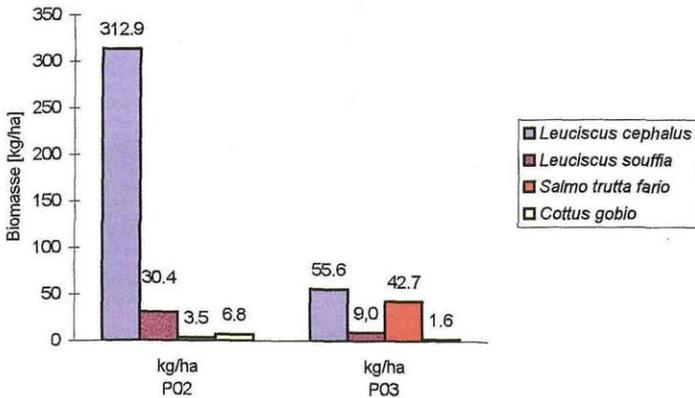
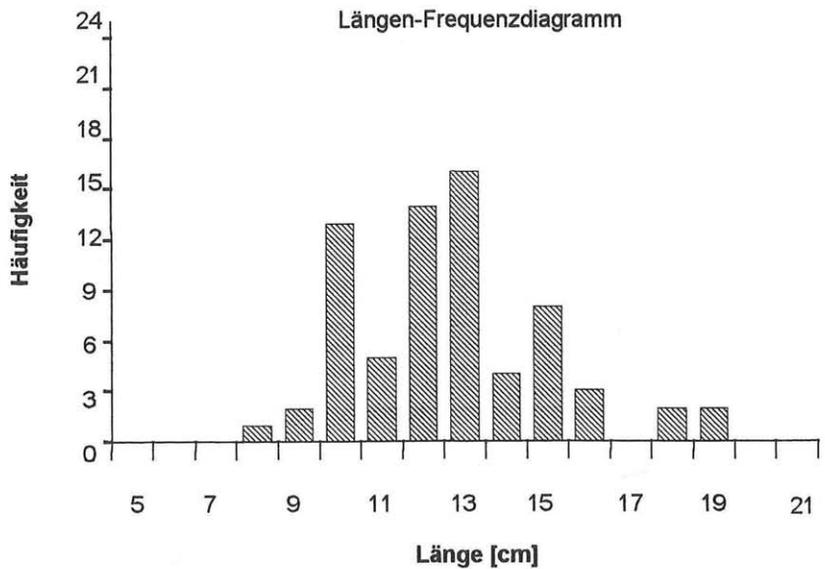


Abb. 9: Vergleich der Probenentnahmestellen bezüglich der Biomassen pro Flächeneinheit

Als besonders erfreulich aus fischereibiologischer Sicht sind die Nachweise des Strömers (*Leuciscus souffia*) und der Koppe (*Cottus gobio*) zu bewerten. Beide Arten sind stark gefährdet (Strömer) bzw. gefährdet (Koppe) und scheinen im Anhang II der Fauna-Flora Habitatrichtlinie der Europäischen Union auf als „Tierarten von gemeinschaftlichem Interesse, für deren Erhaltung besondere Schutzgebiete ausgewiesen werden müssen“ (EUROPÄISCHE KOMMISSION FÜR UMWELT UND NATURSCHUTZ 1992).

Gerade für die Strömer, welche insbesondere an die Strukturdiversität in einem Gewässer hohe Ansprüche stellen – sie leben fast ausschließlich in Bereichen mit großer Tiefenvarianz, da Jungfische Flachwasserbereiche mit sandigem Substrat benötigen und adulte Tiere tiefere, beschattete Bereiche aufsuchen MUUS & DAHLSTRÖM (1993) – waren die Restrukturierungsmaßnahmen von enormer Wichtigkeit. Dieser Eindruck wird dadurch verstärkt, daß bei Befischungen unmittelbar vor der Durchführung der Restrukturierungsmaßnahmen diese Art im Unterlauf der Schwarzach noch nicht nachgewiesen werden konnte (AG FLIEBGWÄSSERINVENTAR VORARLBERG 1993). Aus dem Längen-Frequenzdiagramm (Abb. 10) der Strömerpopulation bei P02 wird ersichtlich, daß verschiedenste Altersstufen vertreten sind, was auf eine natürliche Reproduktion schließen läßt.

Abb. 10: Aufbau der Strömer Population bei P02



3.4 Makrozoobenthos

Insgesamt konnten im Untersuchungsgebiet über den gesamten Untersuchungszeitraum gesehen 19 Familien der Evertebraten aus 8 taxonomischen Großgruppen erfasst werden. Die jeweiligen Abundanzen der verschiedenen Taxa, hochgerechnet auf Individuen/m², sind dem *Anhang* zu entnehmen (Tab. 7-10).

An der Lebensgemeinschaft des Makrozoobenthos sind die Auswirkungen des extremen Hochwassers vom Mai 1999 besonders deutlich abzuleiten. Im Juli 1999 betrug die Biomasse bei P02 und bei P03 nur ca. 2 g/m² (Abb. 11). Die Lebensgemeinschaft bestand fast ausschließlich aus den zu den Diptera (Zweiflügler) gehörenden Chironomiden (Zuckmückenlarven) (Abb. 11, Abb. 12, bzw. Anhang, Tab. 7). Die Probenentnahmestelle P01 im reaktivierten Altarm konnte im Juli 1999 aufgrund der extremen Sedimentablagerungen (vgl. Abb. 5) nicht beprobt werden. Aus den Daten der nachfolgenden Entnahmetermine wird die Regeneration der Biozönose ersichtlich. Die Gesamtbiomassen (Abb. 16) nehmen kontinuierlich zu und die Dominanz der Chironomiden wird nach und nach durch das verstärkte Auftreten von Evertebraten anderer Taxa zurückgedrängt (Anhang, Tab. 7-10, bzw. Abb. 13 bis 15). Gegenüber dem Entnahmeterrn im Juli 1999 gehen die Abundanzen der Chironomiden im weiteren Untersuchungszeitraum auf etwa 1/3 zurück. Hingegen nehmen die Vertreter der ebenfalls zur Ordnung der Diptera gehörenden Familie der Simuliiden (Kriebelmücken), welche in vielerlei Hinsicht weit anspruchsvoller sind als die Chironomiden, im Jahresverlauf stark zu – dies insbesondere im restrukturierten Bachabschnitt – und kristallisieren sich als dominantes Taxon heraus.

Großgruppenverteilung - P02

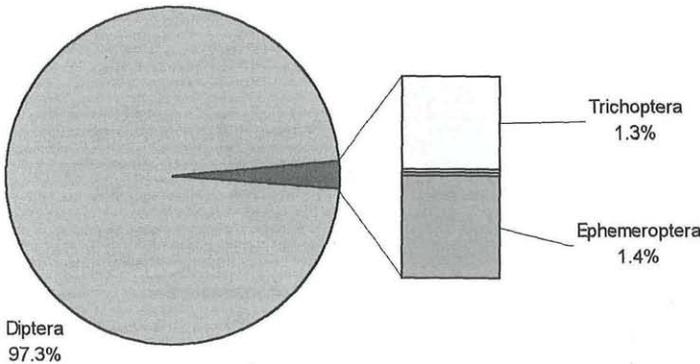


Abb. 11: Zusammensetzung des Makrozoobenthos bei P02 im Juli 1999

Großgruppenverteilung - P03

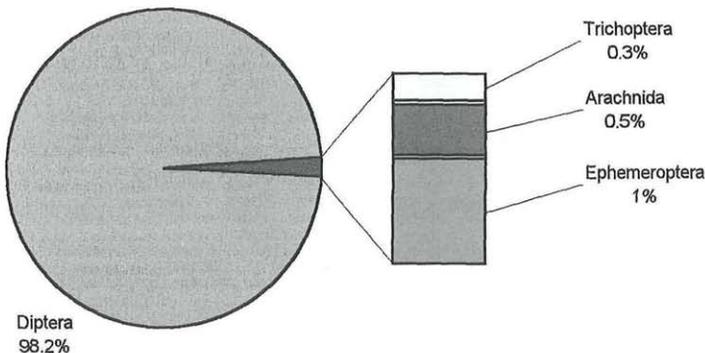


Abb. 12: Zusammensetzung des Makrozoobenthos bei P03 im Juli 1999

Abb. 13: Zusammensetzung des Makrozoobenthos bei P01 im September 1999

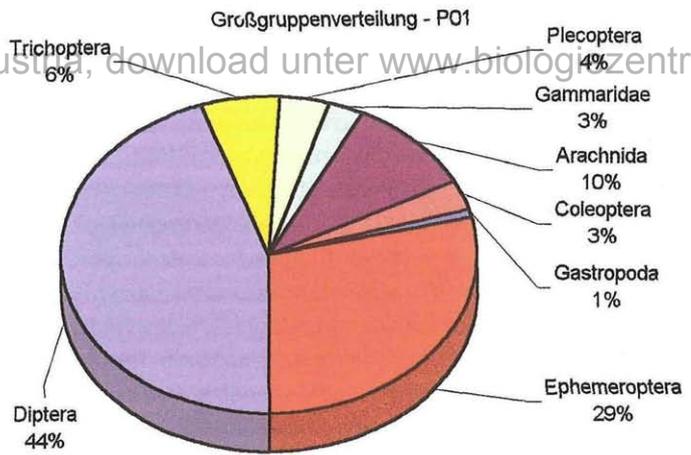


Abb. 14: Zusammensetzung des Makrozoobenthos bei P02 im September 1999

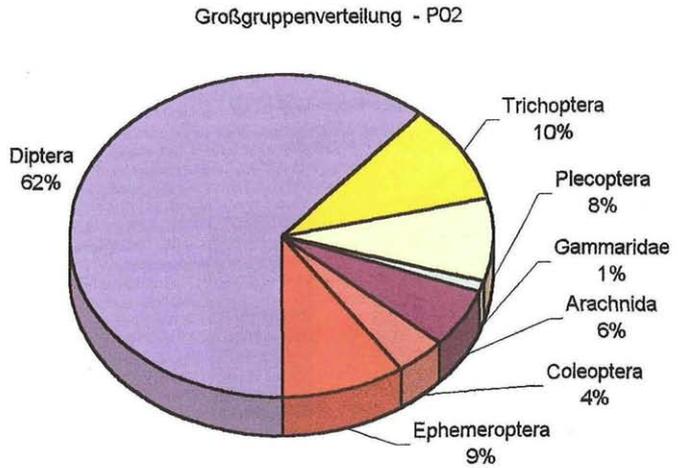
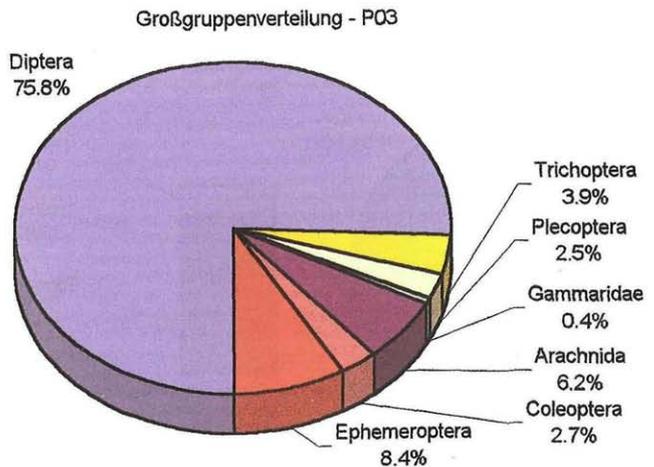


Abb. 15: Zusammensetzung des Makrozoobenthos bei P03 im September 1999



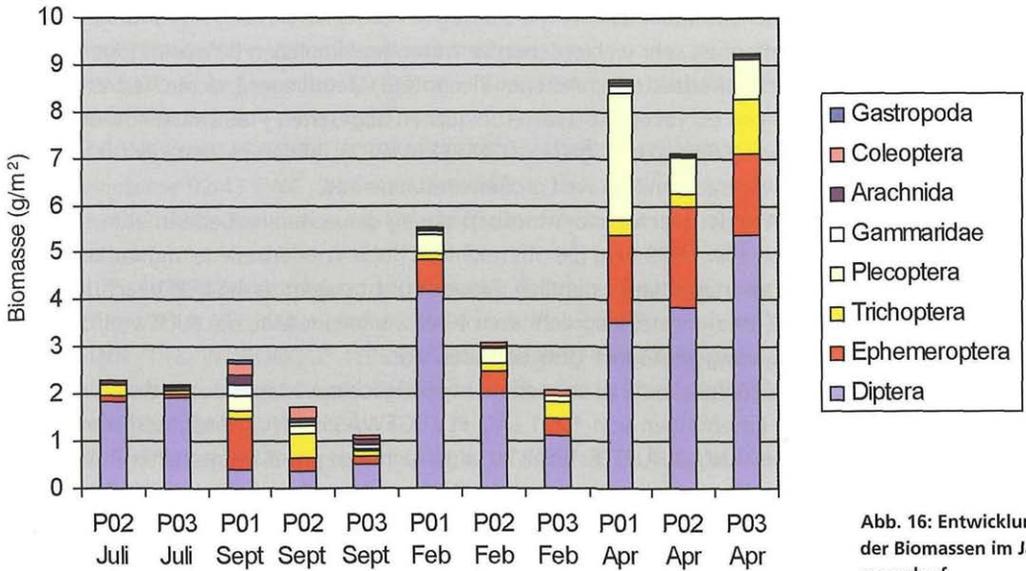


Abb. 16: Entwicklung der Biomassen im Jahresverlauf

4. Diskussion

Die positiven Auswirkungen der im Jahre 1990 durchgeführten Restrukturierungsmaßnahmen am Unterlauf der Schwarzach auf das Ökosystem des betreffenden Gewässerabschnitts gehen insbesondere aus den Ergebnissen der Fischbestandsaufnahme hervor. Obwohl sich die erhobenen chemischen und physikalischen Verhältnisse im Gewässer zwischen dem regulierten und dem restrukturierten Bachabschnitt nur unwesentlich unterscheiden, weist der restrukturierte Bachabschnitt weit höhere Abundanzen auf. Dies ist in erster Linie auf die durch die Restrukturierungsmaßnahmen hervorgerufenen Unterschiede in der Gewässermorphologie zurückzuführen. Folgt man den Ausführungen von BEGON et al. (1991) und vergleicht die Fischfauna der beiden Standorte miteinander, so ist jene vom restrukturierten Abschnitt dem Idealzustand sehr nahe, weil eine eudominante, eine dominante, eine subdominante und mehrere rezedente bis sporadisch auftretende Arten vorhanden sind. Eine derartige, natürlich ausgeprägte Dominanzstruktur ist bei P03 nicht erkennbar.

Bezüglich der Makrozoobenthosbeprobungen bestehen zwischen den Probenentnahmestellen zumindest hinsichtlich der Gesamtbiomassen und Abundanzen keine gravierenden Unterschiede. In den Monaten September 1999 und Februar 2000 zeichnet sich zwar ein Trend ab, wonach die Evertebraten die restrukturierten Bachabschnitte bevorzugen und auch die Biozönose vielfältiger zusammengesetzt ist, doch setzt sich dieser Trend im April 2000 nicht fort. Bei detaillierter Betrachtung fällt jedoch auf, dass Vertreter von Taxa mit hohen Umweltansprüchen die restrukturierten Bachabschnitte bevorzugen. Vor allem die zur Ordnung der Ephemeroptera (Eintagsfliegen) gehörende Familie der Heptageniidae, deren Vertreter durchwegs als stenöke und polyoxibionte Orga-

nismen gelten, welche gegenüber thermischen und toxischen Einflüssen sehr empfindlich reagieren (BRAUKMANN 1987), präferieren die restrukturierten Bachabschnitte. Aber auch die bezüglich Sauerstoffversorgung und Substratbeschaffenheit sehr wählerischen Vertreter der Simuliiden (Kriebelmücken), sowie sämtliche erfasste Familien der Plecoptera (Steinfliegen), deren Vertreter – von wenigen euryöken Süßwasserubiquisten abgesehen – als kaltstenotherme und polyoxibionte Arten gelten (CASPER 1982), bilden in den restrukturierten Gewässerabschnitten weit größere Bestände aus.

Aus der Makrozoobenthosbeprobung der ersten Probenentnahmestelle im September 1999 wird die offensichtlich hohe Wiederbesiedelungskapazität des reaktivierten Altarms deutlich. Diese ist nicht zuletzt deshalb so beachtlich, weil die Entnahmestelle sowohl vom Hochwasser im Mai, als auch von der Ausbaggerung im August 1999 betroffen war.

Generell positiv zu vermerken ist bezüglich des Makrozoobenthos, daß die in den Erhebungen von 1991 (AG FLIEBGEWÄSSERINVENTAR 1993) und 1998 (BUHMANN & HUTTER 1998) im Untersuchungsgebiet festgestellten Tubificiden, deren Vertreter durchwegs als Indikatoren für polysaprobe Verhältnisse gelten (MEYER 1990), während des gesamten Untersuchungszeitraumes nicht mehr nachgewiesen werden konnten.

Anhand der Sedimentmassen, welche infolge des Hochwassers vom Mai 1999 im restrukturierten Bachabschnitt abgelagert wurden, wird deutlich, welche Retentionskapazitäten restrukturierte Fließgewässer besitzen und daß große Sedimentfrachten, die z.B. am Bodensee Jahr für Jahr erhebliche Probleme bereiten und hohe Kosten nach sich ziehen, durch sinnvolle Restrukturierungsmaßnahmen an den Zubringer-Flüssen gezielt verringert werden könnten.

5. Literatur

ARBEITSGEMEINSCHAFT FLIESSGEWÄSSERINVENTAR VORARLBERG (1993): Pilotprojekt Dornbirnerach. 416 Seiten. Amt der Vorarlberger Landesregierung, Bregenz.

BEGON, M., J.C. HARPER & R. TOWNSEND (1991): Ökologie: Individuen, Populationen und Lebensgemeinschaften. 1024 Seiten. 2. Auflage Birkhäuser, Basel, Boston, Berlin.

BAUMGARTNER, A. & H. J. LIEBSCHER, (1996): Lehrbuch der Hydrologie – Band II. 693 Seiten. 2. Auflage. Bornträger, Berlin, Stuttgart.

BOHLE, H. W. (1995): Spezielle Ökologie – Limnische Systeme. 267 Seiten. Springer, Berlin.

BRAUKMANN, U. (1987): Zooökologische und saprobiologische Beiträge zu einer allgemeinen, regionalen Bachtypologie. Arch.f. Hydrobiologie 26: 1-355.

BUHMANN, D. & G. HUTTER (1998): Fließgewässer in Vorarlberg – Gewässergüte und Wasserbeschaffenheit. Schriftenreihe Lebensraum Vorarlberg, Band 44, 67 Seiten. Umweltinstitut des Landes Vorarlberg, Bregenz.

BUNDESMINISTERIUM FÜR LAND- UND FORSTWIRTSCHAFT (HRSG.) (1995): Allgemeine Immissionsverordnung Fließgewässer. Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Wien. Entwurf vom 18.8.1995.

- CASPERS, N. (1982): Steinfliegen, Eintagsfliegen und Zweiflügler als Indikatoren der Gewässergüte. *Decheniana Beiheft* 26: 114-119, Bonn.
- ENGELHARDT, W. (1983): Was lebt in Tümpel, Bach und Weiher? 257 Seiten. 10. Auflage. Franck'sche Verlagshandlung, Stuttgart.
- ERPELDING, A. & A. SCHWARZER (1997): Zur Bedeutung von Altgewässern in Auen. *Mitt. Auezentrum Hessen*, 1/97: 44-61.
- EUROPÄISCHE KOMMISSION FÜR UMWELT UND NATURSCHUTZ (1992): Richtlinie Lebensräume 92/43 EWG. 20 Seiten. Brüssel
- GUNKEL, G. (1996): Renaturierung kleiner Fließgewässer. 471 Seiten. Fischer, Jena, Stuttgart.
- GUNKEL, G. (1997): Renaturierung anthropogen genutzter Gewässer – ein Zielkonflikt? In: VSÖ-Publikationen. Band 2. Ad fontes, Hamburg.
- HOHMANN, J. & W. KONOLD (1995): Renaturierung von Fließgewässern – Untersuchungen zur Vegetationsentwicklung an der Enz in Pforzheim. 152 Seiten. Ecomed, Landsberg.
- KLEE, O. (1991): Angewandte Hydrobiologie. 272 Seiten. 2. Auflage. Thieme, Stuttgart.
- KLOBASSA, T. (1992): Der Landwirtschaftliche Wasserbau im Bereich der Talsohle des Vorarlberger Rheintals. 121 Seiten. Diplomarbeit am Institut für Geografie der Universität Innsbruck.
- LAMPERT, W. & U. SOMMER (1993): Limnoökologie. 440 Seiten. Thieme, Stuttgart.
- LANDESWASSERBAUAMT BREGENZ (1990): Planvorlagen zum Projekt: „Schwarzach in Schwarzach und Wolfurt – Reaktivierung eines Altarmes und naturnahe Gestaltung eines 200 m langen Gerinneabschnitts“. Landeswasserbauamt, Bregenz.
- LUDWIG, H. W. (1993): Tiere in Bach, Fluß, Tümpel, See: Merkmale, Biologie, Lebensraum, Gefährdung; München; Wien, Zürich
- MEYER, D. (1990): Makroskopisch –biologische Feldmethoden zur Wassergütebeurteilung von Fließgewässern. 4. Auflage. 156 Seiten. Arbeitsgemeinschaft Limnologie und Gewässerschutz, Hannover.
- MOOG, O. (1993): Makrozoobenthos als Indikator bei ökologischen Fragestellungen Landschaftswasserbau 15: 103-143, Wien.
- MOOG, O. (1994): Ökologische Funktionsfähigkeit des aquatischen Lebensraumes. In: Wiener Mitteilungen, Band 120: Gewässerbetreuungskonzepte – Stand und Perspektiven, pp.15-59.
- MOOG, O. & A. CHOVANEC (1998): Die ökologische Funktionsfähigkeit – ein Ansatz zur integrierten Gewässerbewertung in Österreich. In: Integrierte ökologische Gewässerbewertung – Inhalte und Möglichkeiten. Bayerisches Landesamt für Wasserwirtschaft. Oldenbourg, München, Wien, pp. 57-119.
- MUUS, B. J. & P. DAHLSTROM (1993): Süßwasserfische Europas. 7. Auflage. 225 Seiten. BLV, München.
- OTTO, A. (1991): Grundlagen einer morphologischen Typologie der Bäche. In: PELIKAN, B. (1986): Revitalisierung von Fließgewässern – ökologische Funktionsfähigkeit wieder gefragt. In: Sonderdruck der Österr. Wasserwirtschaft 38, pp. 61-88.

SCHÖNBORN, W. (1992): Fließgewässerbiologie. 504 Seiten. Fischer, Jena, Stuttgart.

©inatura Dornbirn, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

SCHWOERBEL, J. (1986): Methoden der Hydrobiologie. 301 Seiten. 3. Auflage. Fischer, Stuttgart.

SCHWOERBEL, J. (1999): Einführung in die Limnologie. 465 Seiten. 8. Auflage. Fischer, Stuttgart.

TENT, L. (1997): Konzepte zur Renaturierung von Fließgewässern und Auen. In: VSÖ-Publikationen. Band 2. Ad fontes, Hamburg.

Anschrift des Autors:

Mag. Beat Grabherr

Im Schlatt 24

A-6973 Höchst

Anhang

Tab. 7: Abundanzen in Individuen/m² vom Juli 1999

| Probestelle: Taxon: | P02 | | | P03 | | |
|------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | a | b | c | a | b | c |
| DIPTERA | | | | | | |
| Chironomidae | 13281 | 17155 | 14757 | 18999 | 15310 | 21766 |
| Simuliidae | 0 | 46 | 0 | 23 | 0 | 0 |
| Limoniidae | 254 | 208 | 208 | 184 | 208 | 46 |
| TRICHOPTERA | | | | | | |
| Hydroptilidae | 254 | 184 | 208 | 23 | 69 | 69 |
| AMPHIPODA | | | | | | |
| Gammaridae | 0 | 0 | 23 | 0 | 0 | 23 |
| ARACHNIDA | | | | | | |
| Hydrocarina | 69 | 46 | 69 | 92 | 46 | 138 |
| COLEOPTERA | | | | | | |
| Dryopidae | 23 | 0 | 0 | 23 | 0 | 0 |
| EPHEMEROPTERA | | | | | | |
| Baetidae | 254 | 369 | 69 | 184 | 231 | 161 |

Tab. 8: Abundanzen in Individuen/m² vom September 1999

©inatura Dornbirn, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

| Probestelle: Taxon | P01 | | | P02 | | | P03 | | |
|----------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | a | b | c | a | b | c | a | b | c |
| DIPTERA | | | | | | | | | |
| Chironomidae | 2029 | 1660 | 2951 | 5349 | 2398 | 2951 | 3320 | 4796 | 5349 |
| Simuliidae | 738 | 715 | 507 | 115 | 646 | 254 | 46 | 23 | 23 |
| Ceratopogonidae | 46 | 0 | 0 | 46 | 0 | 0 | 0 | 23 | 0 |
| Limoniidae | 0 | 46 | 0 | 92 | 161 | 115 | 92 | 23 | 46 |
| Tipulidae | 0 | 0 | 0 | 23 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| TRICHOPTERA | | | | | | | | | |
| Hydroptilidae | 46 | 0 | 23 | 138 | 208 | 184 | 161 | 69 | 92 |
| Hydropsychidae | 208 | 461 | 92 | 415 | 484 | 346 | 161 | 115 | 115 |
| Rhyacophilidae | 161 | 69 | 115 | 92 | 46 | 46 | 0 | 0 | 0 |
| PLECOPTERA | | | | | | | | | |
| Nemouridae | 46 | 0 | 46 | 69 | 69 | 23 | 0 | 0 | 0 |
| Perlodidae | 92 | 23 | 69 | 92 | 254 | 115 | 46 | 92 | 138 |
| Capniidae | 138 | 92 | 231 | 369 | 392 | 254 | 69 | 46 | 69 |
| AMPHIPODA | | | | | | | | | |
| Gammaridae | 161 | 115 | 254 | 46 | 115 | 69 | 69 | 0 | 0 |
| ARACHNIDA | | | | | | | | | |
| Hydrocarina | 623 | 530 | 830 | 576 | 277 | 323 | 553 | 277 | 300 |
| COLEOPTERA | | | | | | | | | |
| Dryopidae | 184 | 184 | 184 | 346 | 208 | 184 | 254 | 138 | 92 |
| GASTROPODA | | | | | | | | | |
| <i>Valvata cristata</i> | 46 | 69 | 46 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Bythinella bavarica</i> | 0 | 0 | 0 | 23 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| EPHEMEROPTERA | | | | | | | | | |
| Baetidae | 1407 | 1914 | 2167 | 507 | 784 | 415 | 715 | 369 | 438 |
| Heptageniidae | 92 | 0 | 0 | 69 | 92 | 0 | 0 | 0 | 0 |

Tab.9: Abundanzen in Individuen/m² vom Februar 2000

| Probestelle: Taxon: | P01 | | | P02 | | | P03 | | |
|------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | a | b | c | a | b | c | a | b | c |
| DIPTERA | | | | | | | | | |
| Chironomidae | 5349 | 9592 | 3136 | 4427 | 5349 | 4980 | 2029 | 2398 | 4427 |
| Simuliidae | 3021 | 1683 | 9407 | 8301 | 5557 | 415 | 231 | 208 | 138 |
| Ceratopogonidae | 0 | 23 | 0 | 92 | 23 | 0 | 138 | 46 | 69 |
| Limoniidae | 115 | 254 | 46 | 231 | 208 | 161 | 184 | 254 | 576 |
| Tipulidae | 46 | 69 | 23 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| TRICHOPTERA | | | | | | | | | |
| Hydroptilidae | 92 | 69 | 46 | 23 | 69 | 92 | 115 | 115 | 92 |
| Hydropsychidae | 0 | 23 | 0 | 23 | 23 | 0 | 23 | 46 | 23 |
| Rhyacophilidae | 0 | 0 | 0 | 69 | 69 | 23 | 0 | 0 | 0 |

| Probestelle: Taxon: | P01 | | | P02 | | | P03 | | |
|-------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | a | b | c | a | b | c | a | b | c |
| PLECOPTERA | | | | | | | | | |
| Nemouridae | 92 | 92 | 46 | 138 | 46 | 23 | 23 | 0 | 23 |
| Perlodidae | 161 | 138 | 69 | 138 | 46 | 69 | 23 | 92 | 69 |
| Capniidae | 46 | 115 | 46 | 92 | 115 | 254 | 46 | 0 | 69 |
| AMPHIPODA | | | | | | | | | |
| Gammaridae | 46 | 23 | 46 | 46 | 0 | 0 | 0 | 0 | 23 |
| ARACHNIDA | | | | | | | | | |
| Hydrocarina | 92 | 23 | 46 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 23 |
| COLEOPTERA | | | | | | | | | |
| Dryopidae | 0 | 0 | 23 | 161 | 92 | 23 | 115 | 138 | 92 |
| GASTROPODA | | | | | | | | | |
| <i>Valvata cristata</i> | 23 | 23 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| EPHEMEROPTERA | | | | | | | | | |
| Baetidae | 254 | 208 | 300 | 323 | 231 | 254 | 254 | 323 | 300 |
| Heptageniidae | 184 | 254 | 277 | 46 | 69 | 46 | 23 | 0 | 0 |

Tab. 10: Abundanzen in Individuen/m² vom April 2000

| Probestelle: Taxon: | P01 | | | P02 | | | P03 | | |
|------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | a | b | c | a | b | c | a | b | c |
| DIPTERA | | | | | | | | | |
| Chironomidae | 2398 | 2029 | 5349 | 2398 | 3320 | 3136 | 6456 | 3136 | 5349 |
| Simuliidae | 4243 | 2029 | 9776 | 8301 | 6456 | 5349 | 1107 | 369 | 922 |
| Ceratopogonidae | 92 | 115 | 23 | 0 | 23 | 23 | 231 | 346 | 277 |
| Limoniidae | 300 | 254 | 254 | 115 | 184 | 138 | 138 | 553 | 277 |
| Tipulidae | 0 | 0 | 69 | 0 | 0 | 0 | 0 | 161 | 0 |
| TRICHOPTERA | | | | | | | | | |
| Hydroptilidae | 0 | 0 | 0 | 0 | 46 | 0 | 0 | 115 | 0 |
| Hydropsychidae | 369 | 323 | 830 | 208 | 92 | 115 | 23 | 138 | 46 |
| Rhyacophilidae | 0 | 23 | 23 | 23 | 0 | 0 | 0 | 69 | 23 |
| PLECOPTERA | | | | | | | | | |
| Nemouridae | 599 | 715 | 576 | 300 | 161 | 208 | 231 | 208 | 254 |
| Perlodidae | 323 | 138 | 484 | 23 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Capniidae | 853 | 692 | 945 | 323 | 161 | 254 | 184 | 461 | 231 |
| AMPHIPODA | | | | | | | | | |
| Gammaridae | 46 | 69 | 69 | 0 | 23 | 0 | 0 | 46 | 0 |
| ARACHNIDA | | | | | | | | | |
| Hydrocarina | 161 | 184 | 92 | 92 | 23 | 23 | 92 | 138 | 161 |
| COLEOPTERA | | | | | | | | | |
| Dryopidae | 0 | 46 | 46 | 46 | 0 | 23 | 46 | 46 | 92 |
| EPHEMEROPTERA | | | | | | | | | |
| Baetidae | 830 | 1199 | 346 | 784 | 599 | 830 | 1153 | 853 | 646 |
| Heptageniidae | 138 | 115 | 208 | 69 | 92 | 115 | 46 | 69 | 23 |
| Leptophlebiidae | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 23 | 0 | 0 |

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Vorarlberger Naturschau - Forschen und Entdecken](#)

Jahr/Year: 2002

Band/Volume: [11](#)

Autor(en)/Author(s): Grabherr Beat

Artikel/Article: [Vergleichende Untersuchungen an einem regulierten und einem nichtregulierten Bachabschnitt der Schwarzach \(Vorarlberg, Österreich\). 73-94](#)