

Ber. nat.-med. Verein Innsbruck	Band 81	S. 255 – 284	Innsbruck, Okt. 1994
---------------------------------	---------	--------------	----------------------

## **Biotopeigenschaften und Lebensgemeinschaften in zwei naturnahen Gebirgsbächen Tirols (Gschnitzbach und obere Isar)**

von

Peter PFISTER \*)

(Institut für Botanik der Universität Innsbruck)

### **Characterization of the Biotope and the Biota of the Surface Sediments in two Nature-near Mountain Streams in Tyrol (Gschnitzbach and obere Isar)**

**Synopsis:** Isar and Gschnitzbach, within the investigated reaches typical fast flowing mountain streams of the Eastern Alps have been studied particularly with regard to important environmental conditions (physical and chemical variables) as well as phytobenthos- and macrozoobenthos-communities. In the upper segments both streams are pristine, without major human influences such as waste water pollution or regulation. They represent summer-cold streams (temperatures never exceed 13° C) with a hydrography typical for alpine mountain streams without major glacier-influence (distinct discharge maximum in June and July and minimum in January and February). Because of the different geological conditions within the catchment areas (Isar calcareous, Gschnitzbach / site 1 crystalline, site 2 both calcareous and crystalline), most chemical features show clear differences between the study sites. However the riverine life on and in the sediments, here mainly represented by periphyton and macrozoobenthos communities can not be ranked in a clear gradient of buffering capacity. The lower reach of Gschnitzbach shows the highest species diversity of both algae and aquatic insects. When only the large macro-algae (> 1 cm) are considered, the carbonate gravel stream segment of River Isar shows the highest species richness. For the aquatic insects the differentiation is not so clear since mathematical grouping shows a clear link between Isar and Gschnitzbach site II.

From the synchronous investigations of the 3 reaches it becomes evident, that spatio-temporal variations – especially of phytobenthos – are on a seasonal scale regulated by the annual variations of runoff but modified by the specific situation of the segment (e.g. ice cover formation at Gschnitz I, ground water influence at Gschnitz II). Also catastrophic floods showed different effects within the different sampling areas.

#### **1. Einleitung:**

Die im Rahmen dieser Arbeit präsentierten Ergebnisse sind Bestandteil einer umfassenden Fließgewässerstudie von Bergbächen mit dem Schwerpunkt Differenzierung der Lebensgemeinschaften am und im Oberflächensediment, wobei die Suche nach den Ursachen für die Verteilungsmuster des Algenaufwuchses einen wesentlichen Ausgangspunkt darstellte (PFISTER 1992a, b, 1993; ROTT 1994).

Innerhalb der für die Lebewelt wesentlichen Umweltfaktoren, im Gebirgsbach insbesondere Strömungsverhältnisse und Substratstabilität (RIDER & WAGNER 1972, TRAEN & LIND-

---

\*) Anschrift des Verfassers: Mag. Dr. P. Pfister, Institut für Botanik der Universität Innsbruck, AG Limnologie, Hunoldstraße 14, A-6020 Innsbruck, Österreich.

STROEM 1983), Abflußdynamik und periodische Ereignisse (MOORE 1977), Geologie des Untergrundes (BACKHAUS 1973, KANN 1978), Chemismus der fließenden Welle (KANN 1978, HORNER et al. 1990), Temperatur und Licht (z. B. HOWARD-WILLIAMS et al. 1986, DUNCAN & BLINN 1989), sollten insbesondere diejenigen herausgearbeitet werden, die für die räumlich-zeitliche Entwicklung des pflanzlichen Aufwuchses wesentlich sind. Die Struktur und Variabilität des Milieus wurden daher über einen Zeitraum von 16 Monaten an 3 ausgewählten Fließgewässerabschnitten untersucht.

Die Auswahl zweier hinsichtlich Höhenlage, Wasserführung und Nährstoffangebot ähnlicher, bezüglich der Geologie allerdings unterschiedlicher Fließgewässer (obere Isar und Gschnitzbach) sollte den Einfluß speziell dieses Faktors auf die Zusammensetzung der Biozöosen dokumentieren (nicht zuletzt aufgrund der Tatsache, daß die Geologie des Einzugsgebietes die Artenzusammensetzung des Phytobenthos ganz entscheidend mitbestimmt – z. B. GEITLER 1927, KANN 1978). Ob dieselbe Differenzierung auch für die Artenzusammensetzung des Makrozoobenthos zutrifft (GASTEIGER 1993), war eine weitere Fragestellung dieser Arbeit.

Die mehr oder weniger synchronen Aufnahmen der Lebewelt bzw. der wichtigsten Biotopcharakteristika in 3 Fließgewässersegmenten über 16 Monate stellt hier eine wesentliche Grundlage für die Bewertung von Ursachen der zeitlich-räumlichen Musterbildung dar. Diese Arbeit soll aber auch als fundierte Grundlage für weiterführende Untersuchungen hinsichtlich der Vernetzungen bzw. gegenseitigen Beeinflussungen der Lebensgemeinschaften des Algenaufwuchses und des Makrozoobenthos innerhalb der oberflächennahen Mikrohabitate dieser Gewässer dienen.

## 2. Methodik:

Die im Rahmen dieser Studie durchgeführten Feldarbeiten erstreckten sich vom Januar 1989 bis April 1990. Die Abflußmessungen an den Probenstellen erfolgten in Form von Querprofil-Messungen der Tiefen und mittleren vertikalen Fließgeschwindigkeiten (pro Termin 5 Transekte mit Meßpunktabstand 20 cm). Für die Geschwindigkeitsmessungen wurde ein Flügel der Marke SCHILTKNECHT (Model Mini-Air, Flügeldurchmesser 2 cm) verwendet. Die Berechnung des Abflusses erfolgte anhand der Geschwindigkeits-Flächen-Methode. Die Jahresabflußganglinien in Abb. 3 stellen die Abflußverhältnisse der beiden Gewässer für den Untersuchungszeitraum 1989 an den jeweils nächstgelegenen Pegelmeßstellen des Hydrographischen Dienstes dar (Isar: Scharnitz, Gschnitzbach: Steinach). Bei den abgebildeten Werten handelt es sich jeweils um Tagesmittelwerte (berechnet als Durchschnitt der Schüttungen um 6, 12 und 18 Uhr).

An allen 3 Probenstellen wurde die Wassertemperatur kontinuierlich mittels Temperaturschreiber aufgezeichnet (GOERTZ Thermoskript, Genauigkeit 1° C). Die in Abb. 4 A - C abgebildeten Temperaturganglinien stellen jeweils Tagesmittelwerte dar (berechnet als Durchschnitt der Temperaturen um 6, 12 und 18 Uhr). Die Messung des Gefälles an den Probenstellen wurde mittels Schlauchwaage durchgeführt. Die Proben für die chemischen Analysen des Freiwassers wurden in monatlichen Abständen entnommen. Sie wurden jeweils in 1 l-Flaschen direkt aus der fließenden Welle abgefüllt. Gleichzeitig wurden 8 Winkler-Fläschchen (50 ml, Doppelproben) für die Bestimmung des aktuellen Sauerstoffgehaltes bzw. des Biochemischen Sauerstoffbedarfes (BSB<sub>2</sub>, BSB<sub>5</sub>) gefüllt. Die Sauerstoffproben wurden an Ort und Stelle fixiert. Die chemischen Parameter in Tab. 1 wurden nach folgenden Methoden analysiert:

Sauerstoffkonzentrationen: WINKLER-Methode (titrimetrisch),

pH und Elektr. Leitfähigkeit: elektronische Methode mit Laborgeräten der Firma WTW,

Alkalinität: titrimetrisch nach BERGER (unpubl.),

Sulfat: nach ADAMSKI & VILLARD (1975),

Chlorid: nach KAHN (1967),

Kalzium, Magnesium: Messung auf Atomabsorptions-Spektrometer (Perkin Elmer 360),

gelöstes reaktives Silizium: nach GOLTERMANN et al. (1978),

Nitrit-Stickstoff: nach GOLTERMANN et al. (1978),

Nitrat-Stickstoff: nach BREWER & RILEY (1965) für Autoanalyser adaptiert durch STANTON et al. (1974),

Ammonium-Stickstoff: nach WAGNER (1969),

Phosphor-Fraktionen: nach VÖGLER (1965), modifiziert nach BRUGGER (1979).

Die Artenliste des Phytobenthos (Tab. 3) basiert auf Feldentnahmen an den 3 Untersuchungsstellen innerhalb eines jeweils etwa 50 m langen Bachabschnitts, die Probenentnahmen erfolgten in etwa monatlichen Abständen. Die Häufigkeitsangaben in der Artenliste (Tab. 3) basieren auf makroskopischen und mikroskopischen Befunden. Die Aufarbeitung der Proben, die Präparationsmethoden sowie die taxonomische Bearbeitung der Algen sind in PFISTER (1992a, b) beschrieben. Die Aufnahme der zeitlich-räumlichen Verteilung der makroskopischen Phytobenthos-Organismen erfolgte anhand einer Kartierungs-Methode. Dabei wurde ein konstanter, 1 m breiter Quertransekt mit Hilfe eines 1 x 1 m Rahmens (unterteilt in 25 Teilflächen á 20 x 20 cm) in monatlichen Abständen kartiert. Für die genaue Beschreibung der Methodik (Aufnahme und Berechnung der Deckungsgrade, Umrechnung der Deckungen in Algenfrischgewichte) wird auf PFISTER (1993) verwiesen.

Die Artenliste des Makrozoobenthos (Tab. 3) basiert auf (1) quantitativen Entnahmen mittels HESS-Sampler (modifiziert nach RITTER (1985), SAXL (1986)), (2) qualitativen Aufsammlungen, (3) Abkäschern der Ufervegetation, (4) Driftfängen und (5) Emergenzfängen mittels Schlüpftrichter. Die quantitativen Entnahmen erfolgten im April '89, August '89, Oktober '89 und Januar '90, wobei jeweils 3 Parallelproben ausgewertet wurden (Häufigkeitsangaben im Text stellen jeweils Mittelwerte dar). Für weitere methodische Details wird auf GA-STEIGER (1993) verwiesen.

Für eine erste mathematische Auswertung der Aufnahmen zu Zeitpunkten, an denen alle Organismengruppen gleichzeitig untersucht wurden, wurden die unterschiedlichen Dominanzangaben und relativen Häufigkeiten für Makrozoobenthos bzw. Kieselalgen zu 5 Häufigkeitsklassen (Klassengrenzen analog zu TISCHLER 1949) zusammengefaßt. Die in Abb. 10 dargestellte Vegetationstabelle und die dazugehörigen Dendrogramme basieren auf einer Klassifikation dieser Aufnahmen-Arten-Matrix mit Hilfe des Programmpaketes MULVA 4 (WILDI & ORLOCI 1990), wobei der Van der Maarel's Koeffizient als Ähnlichkeitsmaß und die Minimierung der Streuung innerhalb der jeweiligen Clusters als Gruppenbildungsalgorithmus verwendet wurden.

### 3. Das Untersuchungsgebiet:

#### 3.1. Geographische Lage, Geomorphologie:

Isar und Gschnitzbach stellen in den untersuchten Abschnitten typische Gebirgsbäche der montanen Höhenstufe dar. Abb. 1 zeigt die geographische Lage der beiden Bäche innerhalb Tirols.

Die Isar auf Tiroler Gebiet liegt im projektierten Naturschutzgebiet Karwendel in den Nördlichen Kalkalpen. Sie entspringt im Hinterautal auf etwa 1180 m Seehöhe aus 2 großen Quellen und vereinigt sich nach etwa 250 m Fließstrecke mit dem Lafatscher Bach. 8.5 km unterhalb der Quelle (etwa 1,5 km oberhalb der Gleirschbach-Einmündung) liegt die Untersuchungsstelle auf etwa 1020 m Höhe (Abb. 1, 2). Von hier bis zur Einmündung des Karwendelbaches (nach insgesamt etwa 12.5 km) durchfließt die Isar eine enge Schluchtstrecke. Nach etwa 17 km Fließstrecke unterhalb der Ortschaft Scharnitz verläßt die Isar österreichisches Staatsgebiet. Das durchschnittliche Gefälle der Isar zwischen der Quelle und der Pegelstelle in Scharnitz beträgt 1.45 %. Das Einzugsgebiet – bezogen auf den Pegel Scharnitz – beträgt 203.6 km<sup>2</sup> und ist damit dreimal so groß wie das Einzugsgebiet bezogen auf die Probenstelle (67 km<sup>2</sup> oder 32 %). Der höchstgelegene Punkt des Einzugsgebietes ist die Birkkarspitze mit 2749 m, es gibt keinerlei Vergletscherung im Einzugsgebiet. Die Isar zeigt in ihrem Verlauf zwischen Quelle und dem Ortsbeginn von Scharnitz mit Ausnahme einer Schotterentnahme unmittelbar unterhalb der Karwendelbacheinmündung keine wesentlichen anthropogenen Beeinflussungen (v.a. was Abwasserbelastungen oder wasserbauliche Maßnahmen betrifft – mit Ausnahme der Wildfütterungen und einiger Brücken).

Der Gschnitzbach als Hauptabfluß des Gschnitztales, eines orographisch linken Seitentales des Wipptales, liegt in den Stubaier Alpen innerhalb der Zentralalpen und durchfließt zumindest teilweise das Landschaftsschutzgebiet Nöblachjoch – Obernberger Tribulaun (Ruhegebiet Wipptal). Er entspringt über 2000 m Seehöhe und nimmt nach kurzer Fließstrecke den Simmingbach unmittelbar unterhalb des kleinen Simssees auf. Die ersten 3 km seines Laufes (bis etwa zur Laponessalm) stürzt der Gschnitzbach über mehrere kleine Wasserfälle steil ab. In weiterer Folge verflacht sich der Lauf des Baches deutlich. Etwa 5.5 km unterhalb der Quelle, zwischen Laponessalm und dem Weiler Feuerstein, der höchstgelegenen Dauersiedlung im Untersuchungsgebiet, liegt die Probenstelle I auf 1340 m Seehöhe (Abb. 1, 2). Probenstelle II befindet sich etwa auf halber Strecke

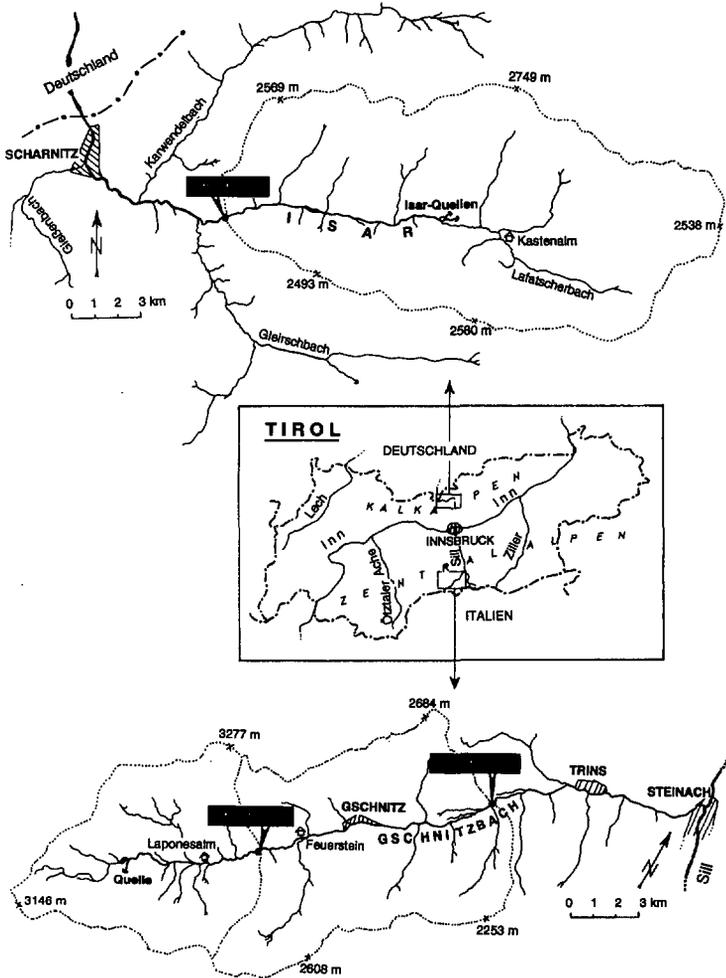


Abb. 1: Geographische Lage der Untersuchungsgebiete.

zwischen den beiden größten Ortschaften des Gschnitztales Trins und Gschnitz, unmittelbar unterhalb der Trunabach-Einmündung, etwa 13.5 km vom Ursprung entfernt auf 1210 m Seehöhe (Abb. 1, 2). Nach insgesamt etwa 22 km Fließstrecke mündet der Gschnitzbach bei Steinach in die Sill, den Hauptfluß des Wipptales. Das Gefälle des Gschnitzbaches unterscheidet sich sehr deutlich in seinem Ober- und Unterlauf. Zwischen Quelle und Laponessalm beträgt die Steigung 18.6 %, während der Abschnitt zwischen Laponessalm und der Mündung bei Steinach eine Steigung von durchschnittlich 2.3 % aufweist (Abb. 2). Das durchschnittliche Gefälle zwischen Quelle und Mündung beträgt 4.4 % und ist damit deutlich höher als das der Isar (1.45 %). Das Gesamteinzugsgebiet des Gschnitzbaches beläuft sich auf 111.4 km<sup>2</sup> (Bezugspunkt Pegel Steinach), die Teileinzugsgebiete der beiden Probenstellen betragen etwa 33 km<sup>2</sup> an Stelle I (= 30 % des Gesamteinzugsgebietes) bzw. 76 km<sup>2</sup> an Stelle II (= 68 %). Höchste Erhebung im Einzugsgebiet ist der Habicht mit 3277 m (Abb. 1). Im Gegensatz zur Isar weist der Gschnitzbach Vergletscherung im Einzugsgebiet auf; ins-

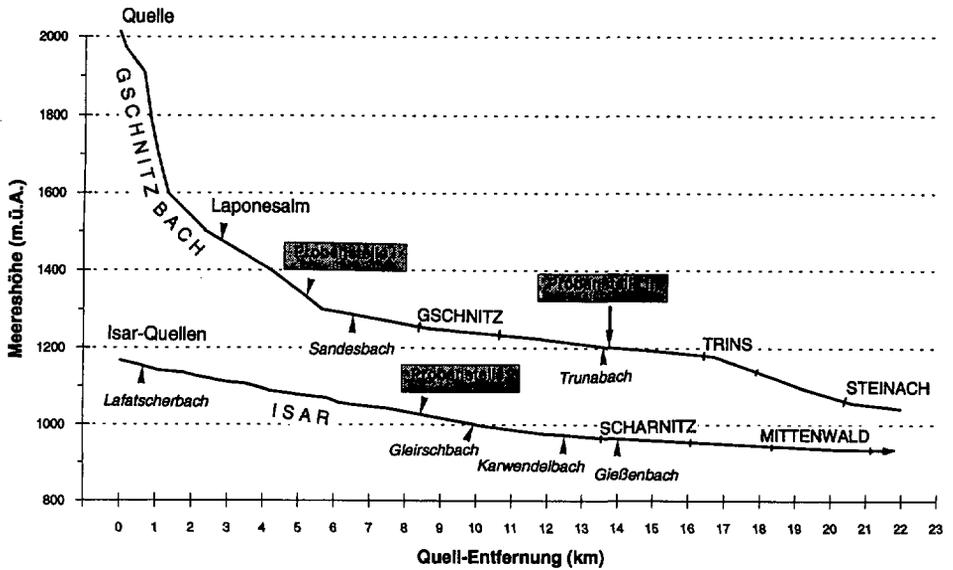


Abb. 2: Höhenprofile von oberer Isar und Gschnitzbach.

gesamt 8 kleine Gletscher erreichen zusammen eine Fläche von 2.11 km<sup>2</sup> (Stand 1969), was einem Anteil von 6.4 % des Einzugsgebietes von Probenstelle I, 2.8 % von Stelle II und 1.9 % des Gesamteinzugsgebietes entspricht. Bezüglich anthropogener Einflüsse auf das Gewässer zeichnet sich Probenstelle I durch weitgehende Natürlichkeit aus, während Probenstelle II doch ein gewisses Maß an menschlicher Beeinflussung erkennen läßt (Uferverbauungen, Abwasserbelastung durch die 1000 Einwohner zählende Gemeinde Gschnitz).

### 3.2. Geologie:

Das Einzugsgebiet der Oberen Isar auf Tiroler Gebiet liegt in seiner Gesamtheit innerhalb der geologisch recht einheitlichen Inntaldecke, deren charakteristisches Gestein neben dem Hauptdolomit (Obertrias) v.a. der Wettersteinkalk (Mitteltrias) ist. Vereinzelt finden sich auch Raiblerschichten mit Sandsteinen und hohem Tonschieferanteil, im Talgrund des Hinterautales außerdem quartäres Bergsturz- bzw. Grund- und Blockmoränenmaterial (HEISSEL 1977). Damit ist die Isar ein typischer Vertreter eines kalkreichen Baches der Nördlichen Kalkalpen. Die Isar besitzt aufgrund der tiefgründigen Sedimentdecke einen hohen Grundwasserbegleitstrom, den auch die zahlreichen Hangquellen und Quelltümpel entlang des Isar-Oberlaufes belegen.

Weit uneinheitlicher stellt sich die geologische Situation des Gschnitzbach-Einzugsgebietes dar, das in seiner Gesamtheit innerhalb der Ötztaler Masse liegt, die sich im Bereich des Gschnitztales zum Großteil aus altkristallinen Granit- und Paragneisen zusammensetzt. Auf der Ötztalmasse liegen in diesem Bereich verfaltet allerdings noch weitere Decken bzw. Fazies auf, wie das Steirer Karbon, das Brennermesozoikum und die Schollen der Trias- und Jurakalke, die hauptsächlich aus Quarzphylliten, Amphiboliten bzw. Dolomitgestein aufgebaut sind. Aufgrund einer Störzone, die entlang des Talgrundes verläuft, kann man eine hohe Sedimentmächtigkeit annehmen, die den Grundwasserstrom parallel zum Bachbett begünstigt. Da im Bereich der Probenstelle II das Dolomitgestein gegen das Quartär drückt und somit das Mesozoikum direkt ins Tal entwässert, kommt es zu starken Grundwasseraustritten in diesem Bereich (HEISSEL, mündl. Mitt.).

Während Probenstelle I im Gschnitzbach ein fast rein kristallines Einzugsgebiet aufweist und kalkarmes Gestein damit auch die Bachsedimente weitgehend dominiert (v.a. Gneise und Glimmerschiefer), stellt Probenstelle II einen geologischen Mischtyp dar (sowohl kalkarme als auch kalkreiche Gesteine kommen im Einzugsgebiet vor, das Bachbett wird überwiegend von Kalkgestein gebildet).

### 3.3. Klima:

Bezüglich der klimatischen Bedingungen, insbesondere der Niederschlagsituation, weisen die beiden Untersuchungsgebiete einige Unterschiede auf. Das am Alpen-Nordrand gelegene Einzugsgebiet der Isar zeichnet sich durch deutlich höhere Niederschlagsmengen aus als das inneralpine Gschnitztal. Der durchschnittliche jährliche Niederschlag an der meteorologischen Station Roßloch/Scharnitz beträgt 1423 mm (unvollständige Jahresreihe 1931 - 1961), während in Trins nur durchschnittlich 1003 mm Niederschlag im Jahr fallen (FLIRI 1975). Der niederschlagsstärkste Monat ist jeweils der Juli (durchschnittlich 198 mm in Roßloch/Scharnitz, 152 mm in Trins), die geringsten Werte treten im Spätherbst bzw. Winter auf (67 mm im November in Roßloch/Scharnitz, 49 mm im Januar und März in Trins). Die mittleren Lufttemperaturen liegen bei 7.2° C (Scharnitz) bzw. 6.6° C (Trins), die durchschnittliche Bewölkung beträgt 59 % in Scharnitz bzw. 63 % in Trins. Aufgrund der Tatsache, daß in alpinen Tälern meist sehr heterogene klimatische Verhältnisse herrschen (im Talschluß meist deutlich höhere Niederschlagsmengen und höhenabhängig geringere Temperaturen – Tirol-Atlas Karte D Nr. 6), kann davon ausgegangen werden, daß die oben angeführten meteorologischen Daten – speziell im Gschnitzbach – nicht genau mit den Verhältnissen an den Probenstellen übereinstimmen.

Aufgrund der starken Horizontüberhöhung an den Untersuchungsstellen Isar und Gschnitzbach/Stelle I gibt es keine direkte Sonneneinstrahlung in diesen Bereichen zwischen etwa Anfang Dezember und Ende Jänner. Die sich daraus ergebenden kleinklimatischen Bedingungen an den Probenstellen zeichnen sich v.a. durch – gegenüber der Umgebung – deutlich niedrigere Lufttemperaturen aus, die wiederum zu einer starken Eisbildung in den Uferbereichen dieser Bachabschnitte führen. Aus diesem Grund konnte sich auch im Gschnitzbach an Stelle I im Winter 1989/90 zwischen Dezember und Jänner eine bis zu 35 cm starke Eisdecke bilden, die nahezu den gesamten Bachquerschnitt einnahm, ein Phänomen, das im weiteren Verlauf des Gschnitzbaches zu diesem Zeitpunkt nicht mehr beobachtet werden konnte.

### 3.4. Vegetation im Einzugsgebiet:

Wichtige Vegetationstypen im Einzugsgebiet der Isar sind der Rotföhren-Spirkenwald im unteren Hinterautal sowie der Buchen-Tannenwald und in geringerem Ausmaß der Lärchen-Zirbenwald im oberen Hinterautal (nach Tirol-Atlas, Karte Nr. E 2). Die hochalpinen Zonen des Einzugsgebiets werden von Zwergstrauchheiden und Pioniervegetation bestimmt. Besonders erwähnenswert neben den mehr oder weniger großen Vegetationseinheiten ist hier v.a. auch die im unmittelbaren Einflußbereich der Isar auftretende Vegetation. Durch das fast völlige Fehlen von uferbaulichen Maßnahmen entlang der gesamten oberen Isar zeigt das Flußbett einen hohen Grad an Natürlichkeit. Dazu gehört in hohem Maße auch die Ausweitung der Ufer und die Ausbildung von zum Teil großflächigen Alluvionen (Schotter- und Kiesbänken). Diese Flächen zeichnen sich durch eine besonders an diesen Lebensraum angepaßte Vegetation, die Schotter- und Kiesbettfluren, aus. Entlang der oberen Isar handelt es sich dabei pflanzensoziologisch v.a. um die Assoziationen *Petasitetum paradoxum* (Klasse *Thlaspietea rotundifolia*) bzw. *Salicion eleagni* (Klasse *Salicetea purpureae*) (KATHREIN 1993). Charakteristische und in diesem Bereich häufige Arten sind neben den dominanten Weidenarten *Salix purpurea* L. und *S. eleagnos* SCOP die Alpenschwemmlinge *Petasites paradoxus* (RETZ.) BAUMG., *Hutchinsia alpina* R. BR. und *Arabis alpina* L. sowie weitere

Pionierpflanzen wie *Equisetum variegatum* SCHLEICH., *Agrostis stolonifera* L., *Tussilago farfara* L. und *Dryas octopetala* L..

In diesem Zusammenhang muß noch ein weiterer Vegetationstyp erwähnt werden, der entlang des gesamten Isar-Oberlaufes beobachtet und als typisch für dieses Gebiet bezeichnet werden kann. In zahlreichen, in unmittelbarer Nähe des Flusses liegenden Quelltümpeln, Quellsümpfen und Quellaustritten finden sich charakteristische Quellfluren, die pflanzensoziologisch der Klasse *Montio-Cardaminetea* zuzuordnen sind (KATHREIN 1993). Sie zeichnen sich großteils durch ausgesprochenen Moosreichtum aus (im Gebiet dominiert die für Kalkquellfluren charakteristische Art *Cratoneuron commutatum* (HEDW.) ROTH), daneben treten aber auch einige typische Blütenpflanzen und Farne in Erscheinung, die charakteristisch für Quellflur- bzw. quellbegleitende Krautflurgesellschaften sind, wie z.B. *Poa alpina* L., *Saxifraga stellaris* L., *Tofieldia calyculata* (L.) WAHL und der Bergblasenfarn *Cystopteris montana* (LAM.) DESV. (KATHREIN 1993).

Das Gesamteinzugsgebiet des Gschnitzbaches wird – abgesehen von den hochalpinen Zwergstrauchheiden und Pioniergesellschaften – von subalpinen und montanen Fichtenwäldern bestimmt. Daneben treten in geringerem Ausmaß auch Tannen-Fichtenwälder sowie Rotföhrenwälder auf. Im Talgrund und damit im unmittelbaren Einzugsbereich des Gschnitzbaches dominieren Kulturlächen in Form von regelmäßig gedüngten Fettwiesen. Die uferbegleitende Vegetation des Gschnitzbaches wird – abgesehen von einzelnen Weidengebüschen – von der Grauerle (*Alnus incana* (L.) MOENCH) bestimmt, die aber nur noch stellenweise größere Bestände ausbildet. Unterhalb von Gschnitz reduziert sich – hauptsächlich bedingt durch die ausgedehnten Kulturlächen bzw. die in diesem Bereich weit fortgeschrittene Uferverbauung – die uferbegleitende Vegetation oft auf einen mehr oder weniger einzeiligen Ufersaum.

#### 4. Ergebnisse:

##### 4.1. Physikalisch-chemische Charakterisierung der untersuchten Bäche:

###### 4.1.1. Hydrographie:

Die Abflußganglinien der beiden Bäche, dargestellt als Tagesmittel in Abb. 3, zeigen in ihrer Charakteristik keine nennenswerten Unterschiede. Beide Gewässer entsprechen mit ihren Abflußmaxima im Juni (Gschnitzbach) bzw. Juli (Isar), den Abflußminima jeweils im Februar und einem Verhältnis zwischen höchstem und niedrigstem Monatsmittel von jeweils etwa 1 : 7 bezüglich des Abflußregimes dem Typ des Gebirgsflusses ohne Gletschereinfluß nach KRESSER (1961). Die für diesen Abflußtyp relativ spät im Sommer auftretenden Monatsmaxima (normalerweise eher im Mai) sind auf die hohe Lage der Einzugsgebiete und speziell im Gschnitzbach auf die – wenn auch nur geringe – Vergletscherung zurückzuführen.

Das jährliche Mittelwasser (MQ) schwankt in der Isar an der Pegelstelle Scharnitz zwischen etwa  $5.5$  und  $9.5 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ , im langjährigen Schnitt liegt es bei  $7.5 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ . Im Gschnitzbach an der Pegelstelle Steinach beträgt das Mittelwasser im langjährigen Schnitt  $4.2 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ .

Die im Untersuchungszeitraum 1989/90 gegebenen Abflußverhältnisse entsprechen in beiden Gewässern etwa dem langjährigen Durchschnitt. Abweichungen waren in der Isar v.a. die überdurchschnittlich hohen Schüttungswerte im April 1989 und als herausragendes Ereignis ein sehr starkes Hochwasser im Februar 1990 (hervorgerufen durch einen Warmwettereinbruch mit starker Schneeschmelze und gleichzeitigen starken Regenfällen). Im Gschnitzbach fiel neben dem hier nicht so stark ausgeprägten Februarhochwasser ein zweites Winterhochwasser im Dezember 1989 auf, der sommerliche Abfluß zeichnete sich durch überdurchschnittlich hohe Juli-Werte aus, die v.a. auf die hohen Niederschlagsmengen während dieses Zeitraums zurückzuführen sind.

Die an den einzelnen Untersuchungsterminen gemessenen Abflußwerte an den Probenstellen korrelieren gut mit den jeweiligen Werten an den Pegelmeßstellen. In der Isar erreichte die Schüttung an der Untersuchungsstelle durchschnittlich 35 % der Werte am Pegel Scharnitz ( $r^2 = 0.96$  bei

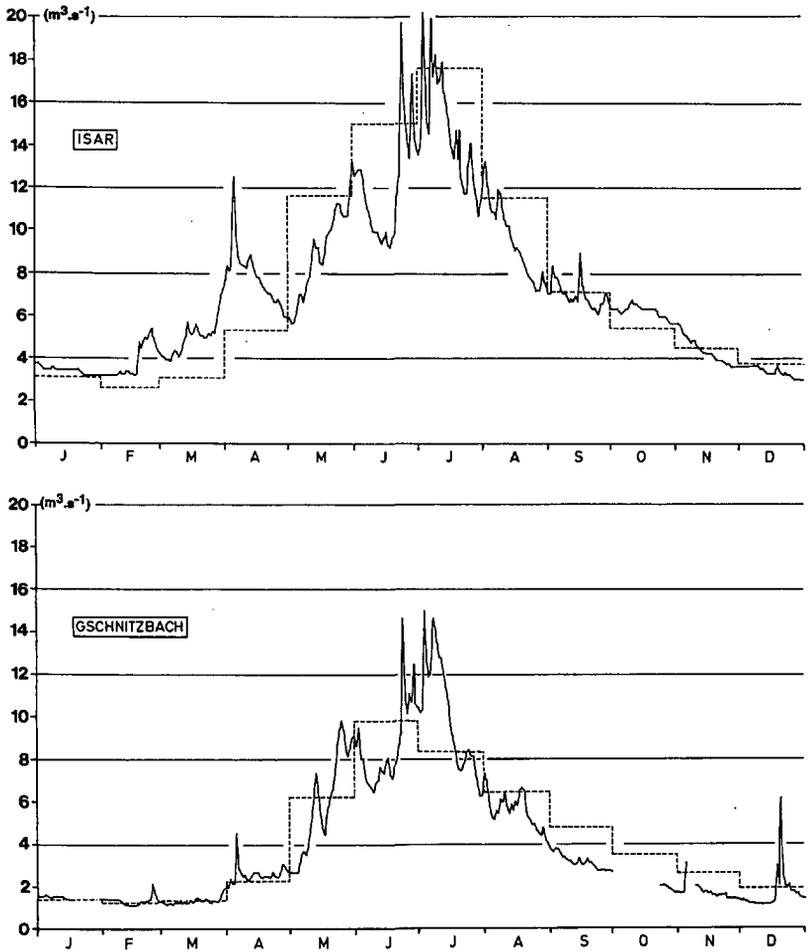


Abb. 3: Abflußganglinien des Jahres 1989 an den Pegelstellen Scharnitz (Isar) und Steinach (Gschnitzbach) – dargestellt jeweils als Tagesmittelwerte. Strichlierte Linien: Mittlere Monatsmittel der Jahresreihe 1981 - 1985 (Isar) bzw. 1951 - 1982 (Gschnitzbach).

$n = 13$ ), im Gschnitzbach betrug der Abfluß an Stelle I im Durchschnitt 26 % ( $r^2 = 0.78$  bei  $n = 10$ ) bzw. an Stelle II 59 % ( $r^2 = 0.71$  bei  $n = 12$ ) der Werte am Pegel Steinach. Das Verhältnis der Abflußwerte an den Probenstellen zu denjenigen an den Pegelmeßstellen ist damit in etwa gleich groß wie das Verhältnis der Größen der Teileinzugsgebiete der einzelnen Probenstellen zu denjenigen der Pegelmeßstellen (Isar: 32 %; Gschnitzbach I: 30 %, Gschnitzbach II: 68 %). Die dadurch scheinbar indizierte gleichmäßige Abflußentwicklung im Längsverlauf der Bäche kann allerdings nicht bestätigt werden, ganz im Gegenteil zeichnen sich beide Gewässer durch kleinräumig sehr heterogene hydrographische Verhältnisse aus. So nimmt zum Beispiel der Abfluß in der Isar im Bereich unterhalb des Zusammenflusses der Isar-Quellen mit dem Lafatscher Bach (vgl. Abb. 1) im Verhältnis zu tieferliegenden Abschnitten überproportional stark zu. Abflußmessungen am 5. Oktober 1989 haben ergeben, daß die Schüttung in diesem Bereich auf einer Strecke von nicht ganz 2 km Länge (bis zum ersten größeren orographisch rechts einmündenden Seitenbach) durch diffus

einsickerndes Hang- und Quellwasser um etwa das 6-fache zunimmt (von etwa 330 auf 1870 l/s), während auf der weiteren Strecke bis zur Probenstelle (etwa 7 km Länge) nur mehr eine Abflüßerhöhung um etwa 30 % (auf 2385 l/s) festzustellen ist. Weitaus komplizierter sind die hydrogeologischen Verhältnisse im Gschnitzbach, wo anhand von Abflüßmessungen am 3.10.89 sowohl Abschnitte mit überdurchschnittlich hohen Abflüßzuwächsen als auch Versickerungsstrecken festgestellt werden konnten. Obwohl anhand der nur einmal durchgeführten Messungen die im Gschnitzbach vorherrschenden hydrographischen Verhältnisse sicher nicht ausreichend beschrieben werden können, kann davon ausgegangen werden, daß es sich beim Bereich zwischen Laponessalm und der Probenstelle I (vgl. Abb. 1) um eine Versickerungsstrecke handelt, während Probenstelle II einen Abschnitt mit starkem Grundwasserzustrom darstellt, wie auch die Temperaturverhältnisse belegen (vgl. Ausführungen im nachfolgenden Kapitel). Ein weiterer Hinweis auf die diesbezügliche Sonderstellung des Gschnitzbaches sind Aussagen ansässiger Bauern, die übereinstimmend bestätigten, daß der Gschnitzbach im oberen Ortsbereich von Gschnitz in mehr oder weniger regelmäßigen Abständen (v. a. jeweils nach extremen Hochwässern, wenn die kolmatrierte Deckschicht des Bachbettes umgelagert wird) zur Gänze in den Untergrund infiltriert und bis zur neuerlichen Anhebung des Grundwasserleiters ein über längere Strecken trockenes Bachbett hinterläßt (ein Phänomen, das im Untersuchungszeitraum allerdings nicht beobachtet werden konnte).

#### 4.1.2. Temperatur:

Obwohl es sich bei beiden Bächen erwartungsgemäß um sommerkalte Gebirgsbäche (Temperaturen immer unter 15° C) mit dem für unsere Breiten charakteristischen Temperaturregime handelt (Maxima im August und Minima im Dezember/Januar), läßt ein genauerer Vergleich der Temperaturganglinien (Abb. 4 A-C) doch markante Unterschiede zwischen den 3 Untersuchungsstellen erkennen. Insbesondere Probenstelle II im Gschnitzbach weicht vom gewohnten Bild ab, sie zeichnet sich durch Verhältnisse aus, die denjenigen eines stark quell- bzw. grundwasserbeeinflussten Baches entsprechen: die mittlere Wassertemperatur entspricht hier in etwa dem Jahresmittel der Lufttemperatur und die Amplitude zwischen sommerlicher Maximal- und winterlicher Minimaltemperatur ist – v. a. bedingt durch die hohen winterlichen Temperaturen – mit 8,6° C vergleichsweise gering (Isar: 10,9° C, Gschnitzbach/Stelle I: 13,7° C).

Auch die in Abb. 4 D-F dargestellten Tagesganglinien der Wassertemperatur zeigen die besondere Situation im Gschnitzbach an Stelle II auf. Die hier beobachteten Tagestemperaturamplituden sind immer auffällig niedriger als an den beiden anderen Untersuchungsstellen (im gesamten Untersuchungszeitraum hier höchstens 4,6° C – gegenüber max. 6,0° C im Gschnitzbach an Stelle I bzw. max. 6,5° C in der Isar). Schließlich zeigt sich das ausgeglichene Temperaturregime des Gschnitzbaches an Stelle II auch eindrucksvoll bei Betrachtung der Tagesganglinien vom 18. Jänner und 28. Juni 1989 in Abb. 4 F: die Tagesdurchschnittstemperatur an diesem Frühlommertermin war mit 4,2° C genau gleich hoch wie am 18. Januar, und auch die beobachteten Tagesminimumtemperaturen unterscheiden sich nur unwesentlich (3,6° C am 28. Juni gegenüber 3,4° C am 18. Januar). Im Vergleich dazu lagen die Temperaturen im Gschnitzbach an Stelle I am 18. Januar ganzjährig unter 1° C und zeigten am 28. Juni einen ausgeprägten Tagesgang mit Schwankungen zwischen 5,0 und 9,0° C.

#### 4.1.3. Chemismus der fließenden Welle:

Aufgrund der unterschiedlichen geologischen Verhältnisse in den Einzugsgebieten ergeben sich bezüglich des Chemismus ganz wesentliche Unterschiede zwischen den 3 Untersuchungsstellen. Der pH-Wert lag an allen 3 Abschnitten immer über dem Neutralpunkt, im kalkfreien Bereich des Gschnitzbaches (Stelle I) traten die niedrigsten Werte auf (im Durchschnitt etwa eine Einheit unter den etwa gleich hohen Werten von Isar und Gschnitz II – Abb. 5 A). Den unterschiedlichen Kalkeinfluß an den 3 Probenstellen dokumentieren v. a. die Alkalinität und die Leitfähigkeit. Beide

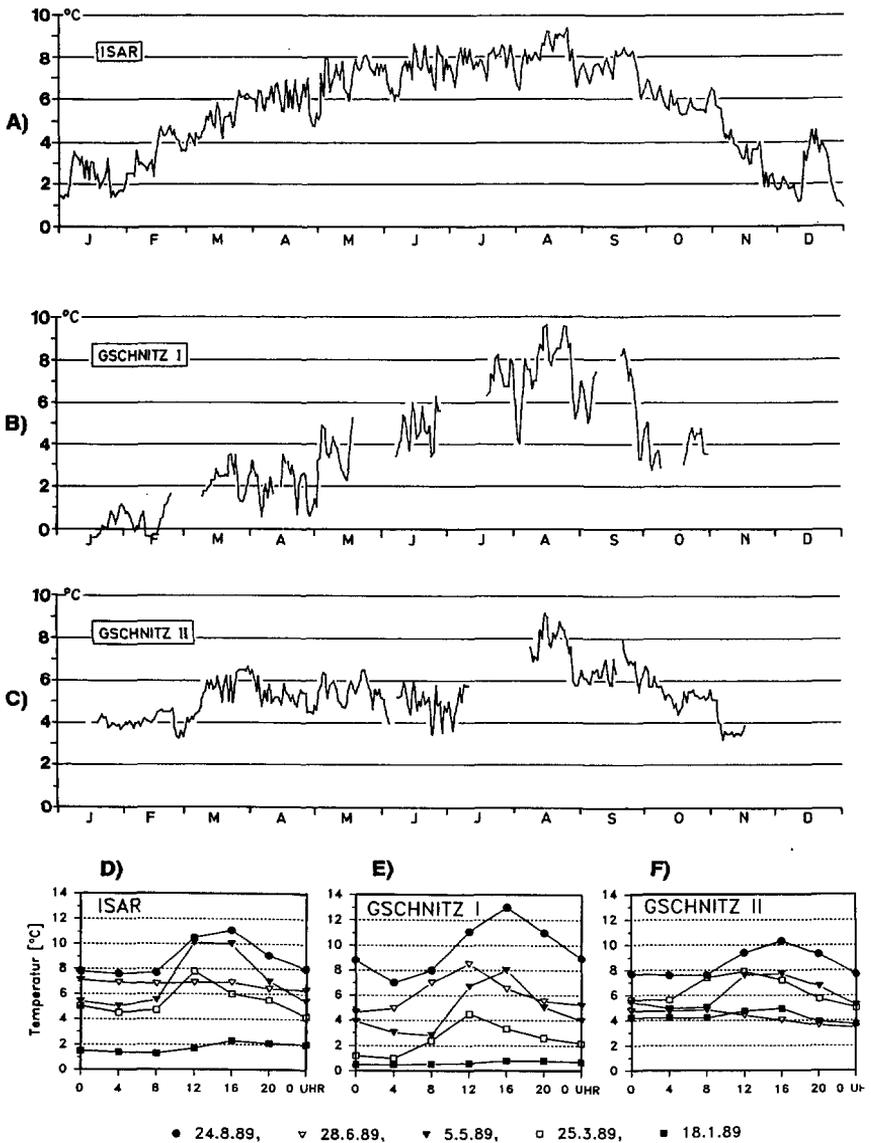


Abb. 4: A - C: Temperatur-Jahresganglinien an den 3 Untersuchungsstellen im Jahr 1989 (dargestellt jeweils als Tagesmittelwerte); D - F: Charakteristische Tagesganglinien im Untersuchungszeitraum.

Variablen erreichen in der kalkreichen Isar erwartungsgemäß die höchsten Werte, während die nahezu kalkfreie Stelle Gschnitz I mit Abstand die geringsten Werte aufwies (Alkalinität und Leitfähigkeit der kalkbeeinflussten Stelle Gschnitz II liegen genau dazwischen – Abb. 5 B, C). Wie schon aus der elektrolytischen Leitfähigkeit ersichtlich, zeigen auch die Konzentrationen der wichtigsten Ionen (insbesondere Calcium, aber auch Magnesium und Silizium sowie in geringerem Ausmaß Chlorid und Sulfat) markante Unterschiede zwischen den Untersuchungsstellen (Tab. 1).

Tab. 1: Schwankungsbreiten wichtiger chemischer Variablen der fließenden Welle in Isar und Gschnitzbach an den 3 Untersuchungsstellen im Untersuchungszeitraum Januar bis Dezember 1989.

	Gschnitz I	Gschnitz II	Isar
O <sub>2</sub> -Konzentration [mg.l <sup>-1</sup> ]	9.7 - 12.7	9.5 - 12.0	9.7 - 12.5
O <sub>2</sub> -Sättigung [%]	93.4 - 107.1	93.5 - 106.1	93.9 - 101.4
pH-Wert	7.08 - 7.42	7.83 - 8.31	7.98 - 8.28
Alkalinität [mval.l <sup>-1</sup> ]	0.14 - 0.33	0.9 - 1.6	1.4 - 2.1
El.Leitfähigkeit [μS.cm <sup>-1</sup> ]	33 - 63	100 - 172	201 - 236
Restleitfähigkeit [μS.cm <sup>-1</sup> ]	22 - 28	20 - 24	20 - 36
BSB <sub>2</sub> [mg.l <sup>-1</sup> ]	0.13 - 0.81	0.17 - 1.03	0.20 - 0.45
BSB <sub>5</sub> [mg.l <sup>-1</sup> ]	0.70 - 1.47	0.72 - 1.20	0.63 - 1.08
Chlorid [mg.l <sup>-1</sup> ]	0.14 - 0.25	0.20 - 0.42	0.20 - 1.60
Sulfat [mg.l <sup>-1</sup> ]	5.1 - 8.7	5.9 - 10.9	7.3 - 12.2
Calcium [mg.l <sup>-1</sup> ]	6.2 - 8.2	16.9 - 20.7	35.5 - 37.3
Magnesium [mg.l <sup>-1</sup> ]	1.3 - 1.7	2.0 - 6.9	7.1 - 8.3
Kalium [mg.l <sup>-1</sup> ]	0.6 - 0.8	0.7 - 1.1	0.1 - 0.2
Reaktives Silizium [μg.l <sup>-1</sup> ]	1108 - 2299	1183 - 1643	276 - 338
NO <sub>3</sub> -Stickstoff [μg.l <sup>-1</sup> ]	260 - 505	360 - 520	390 - 580
NO <sub>2</sub> -Stickstoff [μg.l <sup>-1</sup> ]	0.5	0.4 - 0.7	0.2 - 0.5
NH <sub>4</sub> -Stickstoff [μg.l <sup>-1</sup> ]	1.0 - 7.0	2.0 - 6.0	1.0 - 20.0
Gel.Gesamtstickstoff [μg.l <sup>-1</sup> ]	325 - 610	440 - 740	480 - 800
Phosphor gel. [μg.l <sup>-1</sup> ]	0.6 - 2.1	2.1 - 4.3	0.4 - 2.8
Phosphor part. [μg.l <sup>-1</sup> ]	0.2 - 3.8	0.2 - 10.0	n.n. - 1.2
Gesamt-Phosphor [μg.l <sup>-1</sup> ]	1.3 - 5.0	3.1 - 13.2	0.4 - 3.1

Mit Ausnahme des Siliziums, das an der zur Gänze im silikatischen Urgestein liegenden Stelle Gschnitz I im Durchschnitt etwa 6 mal höhere Konzentrationen erreicht als in der Isar, weisen alle übrigen Ionen im Durchschnitt die geringsten Werte an der kalkfreien Stelle Gschnitz I auf, während die höchsten Konzentrationen jeweils in der kalkreichen Isar beobachtet werden können. Die deutlichsten Unterschiede zeigen sich erwartungsgemäß bei den Calcium-Konzentrationen, die in der Isar etwa 5 mal so hoch sind wie an der Stelle Gschnitz I (bzw. etwa doppelt so hoch wie an der Stelle Gschnitz II).

Bezüglich der trophischen bzw. saprobiologischen Situation dokumentieren in diesem Zusammenhang sowohl die Nährstoffkonzentrationen (z. B. Gesamtphosphorwerte mit einer Ausnahme immer unter 6 μg.l<sup>-1</sup> – Abb. 5 F, Ammonium-Stickstoff mit einer Ausnahme immer unter 10 μg.l<sup>-1</sup> – Tab. 1) als auch die Sauerstoffverhältnisse (Sättigungen zwischen 95 und 105 % – Tab. 1) und die BSB-Werte (BSB<sub>2</sub>-Werte mit wenigen Ausnahmen immer unter 0.5, BSB<sub>5</sub>-Werte meist unter 1 – Tab. 1) den oligotrophen bzw. oligosaprobien Charakter aller 3 Untersuchungsstellen, wobei allerdings auf die leicht erhöhten Gesamtphosphorwerte an Stelle II im Gschnitzbach hingewiesen werden muß, die auf eine – wenn auch geringe – Nährstoffbelastung (v. a. aus der landwirtschaftlichen Nutzung des Umlandes) hindeuten könnte.

Jahresgänge mit ausgeprägten Maxima bzw. Minima konnten bei keinem der analysierten Parameter festgestellt werden, insbesondere die Isar zeichnet sich im untersuchten Abschnitt bezüglich des Chemismus durch ganzjährig konstante Verhältnisse aus (Abb. 5). Im Gschnitzbach lassen einige chemische Variablen gewisse Schwankungen im Jahresverlauf erkennen (mit meist niedrigeren Sommer-Werten, insbesondere Alkalinität und Leitfähigkeit an Stelle II bzw. Silizium-Konzentration an Stelle I – Abb. 5 B, C, D), die allerdings hauptsächlich auf Verdünnungseffekte –

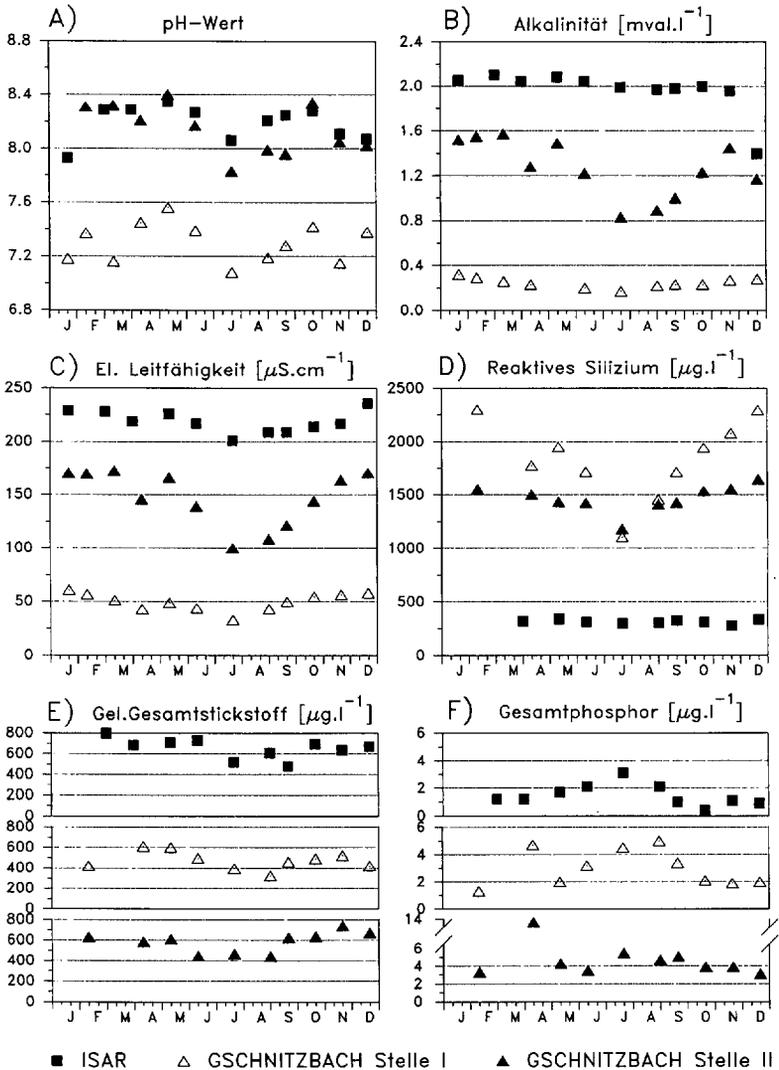


Abb. 5: Wichtige chemische Parameter der fließenden Welle an den 3 Untersuchungsstellen und deren Veränderungen im Jahresverlauf (1989); A - D: Gemeinsame Darstellung des Verlaufes für die 3 Probenstellen; E, F: Gesonderte Darstellung des Verlaufes für die 3 Probenstellen (beachte Skalenwechsel in F unten).

hervorgerufen durch die während des Sommers deutlich höheren Abfluß- bzw. Niederschlagsmengen – zurückzuführen sind.

#### 4.1.4. Morphologie der Untersuchungsstellen:

Morphologisch unterscheiden sich die 3 jeweils etwa 60 m langen Untersuchungsabschnitte recht deutlich (vgl. Abb. 6). In der Isar liegt der Untersuchungsabschnitt innerhalb einer leichten Flußbiegung und zeigt deshalb im oberen Bereich die Ausbildung eines Prallufers orographisch links bzw. einer Schotterband im Gleituferbereich (orographisch rechts). Im unteren Abschnitt

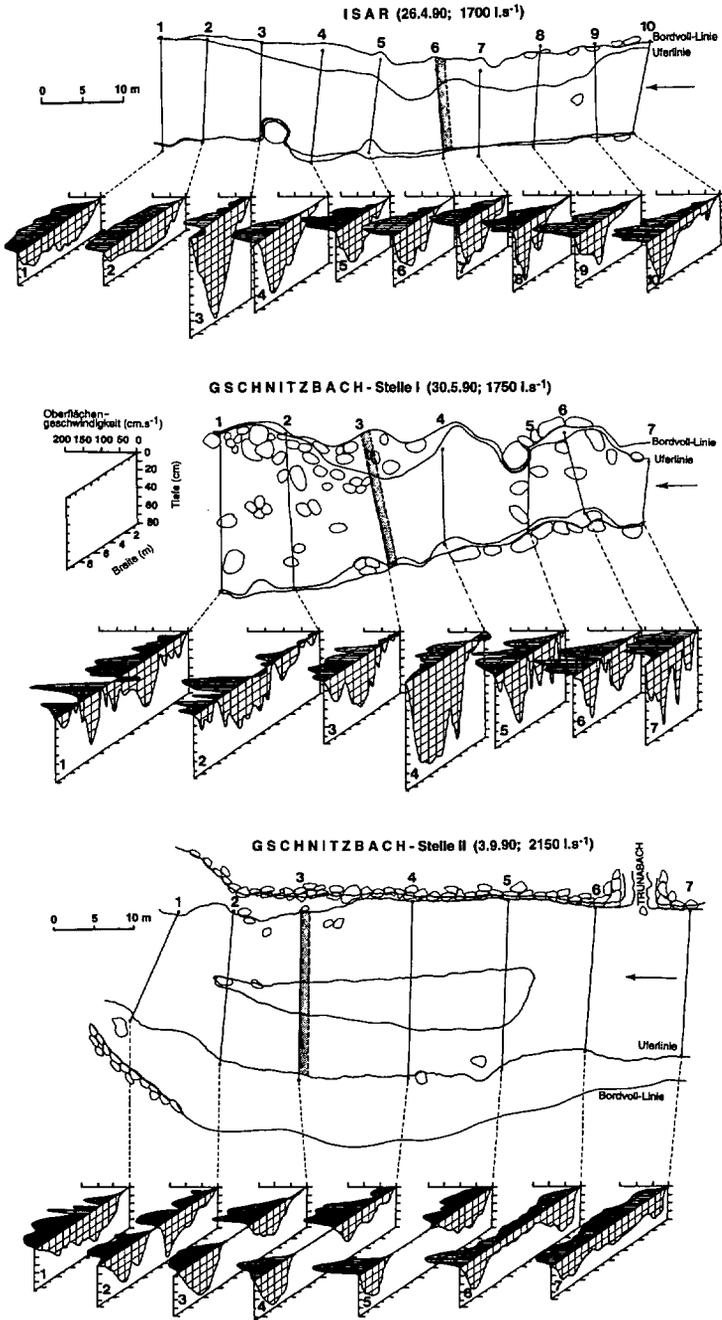


Abb. 6: Karten der 3 untersuchten Nahbereiche mit Tiefenverteilung und Verteilung der mittleren Strömungsgeschwindigkeiten in den einzelnen Transekten bei jeweils mittlerem Wasserstand.

(im Bereich der Transekte 3 und 4 in Abb. 6) ist ein großer Kolk mit Wassertiefen bis 120 cm (bei mittlerem Pegelstand) ausgebildet. Bezüglich Linienführung, Sohle und Uferböschungen kann der Untersuchungsabschnitt als weitgehend natürlich bezeichnet werden. Stelle I im Gschnitzbach zeigt einen geraden, ebenfalls weitgehend natürlichen Verlauf. Bezüglich Tiefen- und Breitenvarianz, Strömungsgeschwindigkeiten und Sohlstruktur zeigt sich hier ein sehr heterogenes Bild. Besonders erwähnenswert ist der ausgeprägte "riffle"-Bereich unterhalb Transekt Nr. 5 und der daran anschließende tiefe "pool" im Bereich Transekt Nr. 4 (bis 140 cm – Abb. 6). Stelle II im Gschnitzbach ist v.a. gekennzeichnet durch die orographisch rechtsufrige Blockwurf-Verbauung der Uferböschung, die Ausbildung einer Schotterinsel bzw. eines Nebengerinnes im Verlauf des Untersuchungsabschnittes 1989 und die Mündung des Trunabaches im oberen Bereich des Untersuchungsabschnittes. Bezüglich Tiefen- und Breitenvarianz, Strömungsgeschwindigkeiten und Sohlstruktur zeigt sich hier das gleichförmigste Bild aller 3 Probenstellenbereiche (Abb. 6).

Das durchschnittliche Gefälle der Untersuchungsabschnitte liegt in der Isar bei etwa 1,7 % und im Gschnitzbach an Stelle I bei 4,8 bzw. an Stelle II bei ca. 0,7 %. Diese unterschiedlichen Steilheiten und die dadurch bedingten unterschiedlichen Strömungsverhältnisse (bzw. Schubspannungen und Schleppkräfte – speziell während Hochwasserereignissen) drücken sich auch deutlich im unterschiedlichen Aufbau der jeweiligen Deckschichten aus. Insbesondere bezüglich der groben Fraktionen (Steine > 15 cm, also Makro- und Megalithal) zeigen sich auffällige Unterschiede: während an der Stelle Gschnitz II (geringstes Gefälle) nur etwa 10 % der Projektionsfläche des Bachbettes mit Steinen > 15 cm Durchmesser bedeckt sind (durchschnittlich 1,8 Steine pro m<sup>2</sup>), ist der Deckungsgrad an Stelle I (stärkstes Gefälle) mit ca. 30 % dreimal so hoch (4,2 Steine pro m<sup>2</sup>) bzw. in der Isar – bei mittlerem Gefälle – mit etwa 20 % genau doppelt so hoch (3,3 Steine pro m<sup>2</sup>) (Tab. 2, Abb. 8).

Tab. 2: Unterschiede in der Substratbeschaffenheit bzw. Substratstabilität der Steine > 15 cm in der Deckschicht zwischen den 3 untersuchten Bachabschnitten (vgl. auch Abb. 8).

	Gschnitz I	Gschnitz II	Isar
Fläche des kartierten Transekts [m <sup>2</sup> ]	27	24	24
Zahl der Steine > 15 cm im Transekt (Feb. 1989)	113	42	79
Zahl der Steine > 15 cm pro m <sup>2</sup>	4.2	1.8	3.3
Projektionsfläche der Steine > 15 cm [m <sup>2</sup> ]	8.7	2.9	5.1
Zahl der ausdriftenden Steine zw. Feb. und Nov. '89 (= %)	25 (= 22%)	24 (= 57%)	15 (= 19%)
Zahl der eindriftenden Steine zw. Feb. und Nov. '89	11	10	10
Flächenanteil der Steine vor/nach Sommer '89 [%]	32.2/30.1	12.0/8.7	21.4/19.7

#### 4.1.5. Strömungsverhältnisse und Substratstabilität:

Aufgrund der unterschiedlichen Bachbett-Morphologie ergeben sich auch unterschiedliche Strömungsmuster bzw. Strömungsverteilungen an den einzelnen Untersuchungsstellen. Im beobachteten Abschnitt der Isar treten die höchsten Oberflächengeschwindigkeiten erwartungsgemäß im linksufrigen Pralluferbereich auf (bis zu 2 m·s<sup>-1</sup> bei Mittelwasser) und nehmen zum Gleitufer hin mehr oder weniger kontinuierlich ab (Abb. 6). Im Kolkbereich (Transekt Nr. 3, 4 in Abb. 6) nehmen die Fließgeschwindigkeiten stark ab, es kommt hier außerdem zur Ausbildung von Kehrwässern. Unterhalb des Kolks (Transekt Nr. 1, 2) zeigt sich eine homogene Geschwindigkeitsverteilung über den gesamten Bachquerschnitt. Im Gschnitzbach an Stelle I zeigt sich bezüglich der Strömungsverhältnisse ein sehr heterogenes Bild, das v.a. geprägt wird durch den hohen Anteil großer Steine und Felsblöcke (Megalithal) im Bachbett, die einerseits zur Ausbildung von zahlreichen Totwasserräumen und Kehrwässern und andererseits – bedingt durch Verengungen und Abstürze zwi-

schen Steinen – zur Ausbildung von "schießenden" Bereichen mit Oberflächengeschwindigkeiten über  $2.5 \text{ m.s}^{-1}$  führen (Abb. 6). Auch hier zeichnet sich der Kolk (im Bereich Transekt Nr. 4 in Abb. 6) durch deutlich verringerte Fließgeschwindigkeiten aus. Im Gschnitzbach an Stelle II zeigt sich im gesamten Abschnitt eine relativ einförmige Geschwindigkeitsverteilung über den Bachquerschnitt mit jeweils höchsten Werten in der Bachmitte (sowohl im Haupt- als auch im Nebengerinne) bei gleichmäßiger Abnahme zu den Ufern hin (maximale Oberflächengeschwindigkeiten bei Mittelwasser  $1.5 \text{ m.s}^{-1}$ ) (Abb. 6).

Die unterschiedlichen Strömungsverhältnisse an den einzelnen Probenstellen dokumentiert auch der Vergleich der vertikalen Durchschnittsgeschwindigkeiten im Bachquerschnitt in Abb. 7 (die Daten von Gschnitz I sind in diesem Zusammenhang nicht repräsentativ, da von dieser Stelle hauptsächlich winterliche Meßserien aus der Niedrigwasserperiode vorliegen). Im Vergleich der Gesamtdatensätze (alle Aufnahmetermine, pro Termin je 5 Transekte mit Meßpunktabstand 20 cm – Abb. 7 A) zeigt sich zwar eine gute Übereinstimmung in den jeweiligen Anteilen der geringen

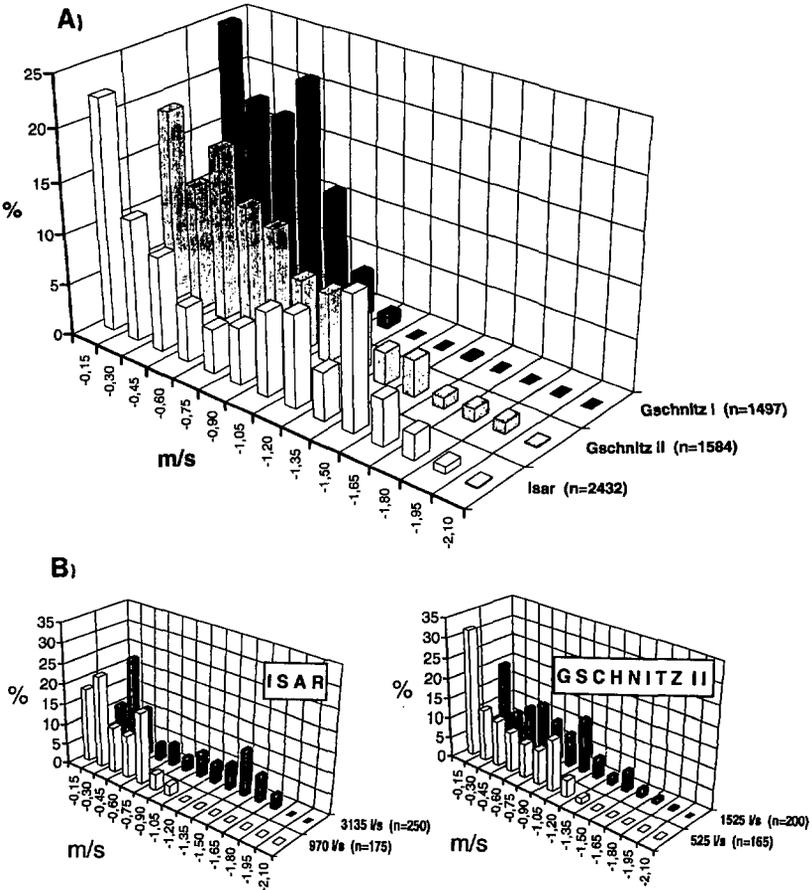


Abb. 7: Verteilung der vertikalen Durchschnittsgeschwindigkeiten in den kartierten Transekten: (A) jeweils gesamter Datensatz aller Aufnahmetermine (pro Termin jeweils 5 Transekte mit Meßpunktabstand 20 cm); (B) Unterschiede in den Strömungsverteilungen von Isar und Gschnitzbach/Stelle II bei unterschiedlichem Abfluß (je 5 Transekte, Messungen in 20 cm-Abständen).

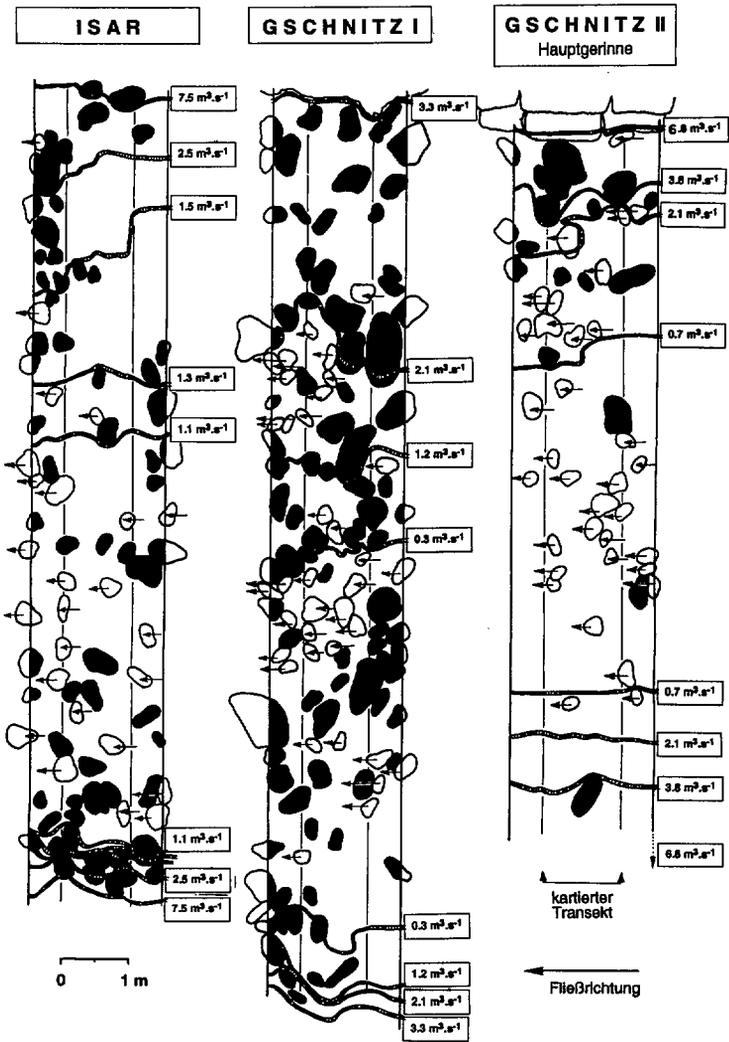


Abb. 8: Verteilung und Verschiebung von Steinen > 15 - 20 cm (Makro- und Megalithal) in der Deckschicht an den drei untersuchten Gewässerabschnitten. Schwarze Markierung: stabil während der gesamten Untersuchungsperiode; weiße Markierung: durch Hochwässer transportierte Steine (Pfeilspitze im Stein: während des Sommers in den Transekt eingedrifft, Pfeilspitze außerhalb des Steines: während des Sommers aus dem Transekt ausgedriftet – vgl. auch Tab. 2). Außerdem dargestellt: Veränderungen der benetzten Bachquerschnitte bei unterschiedlichen Abflussmengen.

Strömungsgeschwindigkeiten (34 % aller Messungen in der Isar bzw. 31 % im Gschnitzbach II liegen unter  $30 \text{ cm} \cdot \text{s}^{-1}$ ), bei mittleren und v. a. hohen Geschwindigkeiten ergibt sich allerdings ein deutlich abweichendes Bild zwischen den Stellen. Während in der Isar 34 % der Messungen in Bereichen >  $105 \text{ cm} \cdot \text{s}^{-1}$  liegen, sind es an Stelle II im Gschnitzbach lediglich 16 % (Gschnitz I aus oben erwähnten Gründen nur 0.3 %). Ein Vergleich der Strömungsverteilungen bei unterschiedlichen Abflussmengen zeigt in der Isar eine weitaus deutlichere Zunahme der höheren Strömungsklassen bei

steigendem Abfluß als im Gschnitzbach II. So erhöht sich der Anteil der Strömungsgeschwindigkeiten  $> 105 \text{ cm}\cdot\text{s}^{-1}$  bei einer Verdreifachung des Abflusses im untersuchten Bachquerschnitt der Isar von 0 auf 34 %, während im Gschnitzbach II (bei etwa gleicher Abflußzunahme – Verhältnis 1:3) lediglich eine Erhöhung von 6 auf 17 % beobachtet werden kann (Abb. 7 B).

Die unterschiedlichen Abfluß- und Strömungsverhältnisse sowie die zumindest hinsichtlich der groben Korngrößen unterschiedlich zusammengesetzten Deckschichten bewirken erwartungsgemäß auch unterschiedliche Substratstabilität bzw. Umlagerungs-Intensität. So konnten während der sommerlichen Hochwasserperiode 1989 (die sich durch keine überdurchschnittlichen Hochwasserspitzen auszeichnete) die größten Sedimentumlagerungen im Gschnitzbach an Stelle II beobachtet werden (57 % der Steine  $> 15 \text{ cm}$  wurden in diesem Zeitraum aus der Untersuchungsfläche transportiert), während in der Isar und an Stelle I im Gschnitzbach mit 19 bzw. 22 % ausgedrifteten Steinen etwa gleich hohe, aber deutlich geringere Umlagerungsraten als im Gschnitzbach/ Stelle II erreicht wurden (Tab. 2, Abb. 8).

## 4.2. Lebewelt der untersuchten Bäche:

### 4.2.1. Phytobenthos:

Insgesamt konnten im Rahmen dieser Studie 205 Phytobenthos-Taxa nachgewiesen werden (Tab. 3), die zum Großteil als charakteristisch für die hier untersuchten Fließgewässertypen bezeichnet werden können (für eingehende Kommentare zum Artenspektrum und dessen Besonderheiten bzw. für taxonomische Notizen sei auf PFISTER 1992a, b verwiesen). Neben den Algen als artenreichste Gruppe (199 Taxa) konnten 4 amphibische Moose sowie 2 aquatische Flechten beobachtet werden. Innerhalb der Algen dominieren – bezüglich der Artenzahlen – Diatomophyceae mit insgesamt 163 Taxa, gefolgt von Cyanophyceae (29 Taxa), Rhodophyceae (3 Taxa), sowie Chloro- und Chrysophyceae mit je 2 Taxa. Die artenreichsten Gattungen sind aus den Kieselalgen *Cymbella* (23 Species), *Navicula* (20), *Nitzschia* (17), *Achnanthes* (13), sowie aus den Blaualgen *Chamaesiphon* (10) (Tab. 3). Artenreichste Probenstelle ist die Isar mit 141 nachgewiesenen Phytobenthos-Taxa, gefolgt von Gschnitz II mit 133 Species und Gschnitz I mit 110 Taxa. An beiden Gschnitzbachstellen zusammen konnten 173 Arten nachgewiesen werden, wobei interessant ist, daß 27 Arten, die an Stelle I auftraten, an Stelle II nicht beobachtet werden konnten und 50 Arten von Stelle II an Stelle I fehlten.

Häufigste Arten in der Isar sind die Blaualgen *Chamaesiphon polonicus*, *Chamaesiphon geitleri*, *Homoeothrix varians* und *Schizothrix fasciculata* var. *semiglobosa*, die Goldalge *Hydrurus foetidus* sowie die Kieselalgen *Achnanthes biasoletiana* und *Cymbella delicatula* (vgl. Tab. 3). Im Gschnitzbach dominieren die Goldalgen *Hydrurus foetidus* und *Phaeodermatium rivulare* deutlich, aber auch die Blaualgen *Homoeothrix janthina*, *Phormidium autumnale* und *Chamaesiphon starmachii*, die Rotalge *Lemanea fluviatilis* (v.a. an Stelle I) sowie die Kieselalgen *Achnanthes minutissima*, *Diatoma ehrenbergii*, *Diatoma hyemalis*, *Fragilaria arcus* und *Gomphonema angustum* treten nennenswert in Erscheinung (Tab. 3).

Die dominanten Arten in der kalkreichen Isar (v.a. die Blaualgen *Ch. polonicus*, *Ch. geitleri*, *H. varians* und *Sch. fasciculata* var. *semiglobosa* sowie die Kieselalgen *A. biasoletiana* und *C. delicatula*) zählen allesamt zu den Leitformen sommerkalter, kalkreicher, nährstoffarmer Bergbäche der Nördlichen Kalkalpen (KANN 1978, PIPP & ROTT 1993), während die häufigsten im Gschnitzbach beobachteten Formen als Charakterarten sommerkalter, kalkarmer, nährstoffarmer Bergbäche gelten (z. B. die Rotalge *L. fluviatilis*, die Kieselalge *Gomphonema olivaceum* var. *minutissimum* sowie die Blaualgen *H. janthina*, *P. autumnale* und *Ch. starmachii* (KANN 1978, PIPP & ROTT 1993)). Im unteren Abschnitt des Gschnitzbaches treten zusätzlich vermehrt kalkliebende Arten und eutraphente Formen auf (z. B. *Achnanthes biasoletiana*, *Ulothrix zonata*, *D. ehrenbergii*, *G. olivaceum* var. *olivaceum*).



	G I	G II	Isar		G I	G II	Isar
<i>Cymbella helvetica</i> KÜTZ.	s	s	s	<i>G. ventricosum</i> GREG.	s	s	s
<i>C. hybrida</i> GRUN.	-	-	s	<i>Gomphonema</i> sp.	-	-	s
<i>C. microcephala</i> GRUN.	s	s	s	<i>Gyrosigma attenuatum</i> (KÜTZ.) RABH.	-	-	s
<i>C. minuta</i> HILSE	+	+	+	<i>Hantzschia amphioxys</i> (EHR.) GRUN.	-	s	s
<i>C. naviculiformis</i> (AUERSW.) CL.	s	s	-	<i>Meridion circulare</i> (GREV.) AG.	-	s	s
<i>C. norvegica</i> GRUN.	s	-	-	<i>Navicula angusta</i> GRUN.	-	s	-
<i>C. perpusilla</i> A. CL.	-	-	s	<i>N. bacillum</i> EHR.	-	s	-
<i>C. silesiaca</i> BLEISCH	+	+	+	<i>N. cocconeiformis</i> GREG.	-	s	s
<i>C. simonsenii</i> KRAMMER	-	-	s	<i>N. cryptocephala</i> KÜTZ.	s	s	-
<i>C. sinuata</i> GREG.	s	s	s	<i>N. cryptotenella</i> L.-BERT.	s	s	s
<i>C. subaequalis</i> GRUN.	s	s	s	<i>N. gallica</i> var. <i>perpusilla</i>	s	-	-
<i>C. tumidula</i> var. <i>lancettula</i> KRAMMER	-	s	-	(GRUN.) L.-BERT.			
<i>Cymbella</i> sp.	-	-	s	<i>N. goeppertiana</i> (BLEISCH) H.L. SMITH	s	-	-
<i>Denticula tenuis</i> KÜTZ.	s	s	s	<i>N. lanceolata</i> (AG.) EHR.	-	-	s
<i>Diatoma ehrenbergii</i> KÜTZ.	s	++	s	<i>N. nivalis</i> EHR.	-	-	s
<i>D. hyemalis</i> (ROTH) HEIBERG	+	++	+	<i>N. pelliculosa</i> (BREB.) HILSE	-	s	-
<i>D. mesodon</i> (EHR.) KÜTZ.	s	s	s	<i>N. pseudolanceolata</i> L.-BERT.	-	s	-
<i>D. vulgaris</i> BORY	-	-	s	<i>N. pseudotuscula</i> HUST.	-	s	-
<i>Diploneis elliptica</i> (KÜTZ.) CL.	-	s	-	<i>N. pupula</i> KÜTZ.	-	s	s
<i>D. oblongella</i> (NÄG.) CL.-EULER	-	s	s	<i>N. radiosa</i> KÜTZ.	s	s	s
<i>D. ovalis</i> (HILSE) CL.	-	-	s	<i>N. splendida</i> VANLINDINGHAM	-	s	s
<i>Ephithemia frickei</i> KRAMMER	-	s	-	<i>N. striolata</i> (GRUN.) L.-BERT.	-	s	-
<i>E. goeppertiana</i> HILSE	-	s	s	<i>N. subhamulata</i> GRUN.	-	-	s
<i>Eunotia arcus</i> EHR.	s	-	s	<i>N. tripunctata</i> (O.F. MÜLLER) BORY	s	s	s
<i>E. bilunaris</i> (EHR.) MILLS	s	s	-	<i>N. viridula</i> (KÜTZ.) EHR.	-	-	s
<i>E. pectinalis</i> (KÜTZ.) RABH.	s	-	-	<i>Navicula</i> spp.	s	s	s
<i>E. praeurupta</i> EHR.	s	-	-	<i>Neidium ampliatum</i> (EHR.) KRAMMER	s	s	-
<i>E. suecica</i> A. CLEVE	s	-	-	<i>N. binodeforme</i> KRAMMER	-	s	s
<i>Eunotia</i> spp.	s	s	s	<i>N. dubium</i> (EHR.) CL.	-	s	s
<i>Fragilaria arcus</i> (EHR.) CL.	++	++	+	<i>Nitzschia alpina</i> HUST.	-	s	-
<i>F. capucina</i> DESM.	+	+	+	<i>N. amphibia</i> GRUN.	-	-	s
<i>F. capucina</i> var. <i>vaucheriae</i> (KÜTZ.) L.-BERT.	s	s	s	<i>N. angustata</i> GRUN.	s	s	s
<i>F. famelica</i> (KÜTZ.) L.-BERT.	s	s	-	<i>N. dissipata</i> (KÜTZ.) GRUN.	s	s	s
<i>F. leptostauron</i> (EHR.) HUST.	s	s	-	<i>N. dissipata</i> var. <i>media</i> (HANTZSCH) GRUN.	s	s	s
<i>F. pinnata</i> EHR.	s	s	s	<i>N. fonticola</i> GRUN.	-	s	s
<i>F. pseudoconstruens</i> var. <i>bigibba</i> MARCINIAK	-	s	-	<i>N. hantzschiana</i> RABH.	s	s	-
<i>F. ulna</i> (NITZSCH) L.-BERT.	s	s	s	<i>N. heufferiana</i> GRUN.	-	s	s
<i>Fragilaria</i> sp.	s	s	s	<i>N. intermedia</i> HANTZSCH	-	-	s
<i>Frustulia rhomboides</i> var. <i>crassinerva</i> (BREB.) ROSS	s	-	-	<i>N. linearis</i> (AG.) W. SMITH	-	s	s
<i>F. vulgaris</i> (THWAITES) DE TONI	s	s	-	<i>N. pura</i> HUST.	s	s	s
<i>Gomphonema acuminatum</i> EHR.	s	s	s	<i>N. pusilla</i> GRUN.	-	s	-
<i>G. angustatum</i> (KÜTZ.) RABH.	s	s	s	<i>N. recta</i> HANTZSCH	s	s	s
<i>G. angustum</i> AG.	++	++	++	<i>N. sigmoidea</i> (NITZSCH) W. SMITH	-	s	s
<i>G. clavatum</i> EHR.	s	-	s	<i>N. sinuata</i> (THWAITES?) GRUN.	s	-	s
<i>G. gracile</i> EHR.	s	s	-	<i>N. sinuata</i> var. <i>delognei</i> (GRUN.) L.-BERT.	-	-	s
<i>G. olivaceum</i> var. <i>calcareum</i> (CL.) CL.	-	-	s	<i>N. sublinearis</i> HUST.	-	s	-
<i>G. olivaceum</i> var. <i>minutissimum</i> HUST.	++	s	-	<i>Nitzschia</i> spp.	s	s	s
<i>G. olivaceum</i> var. <i>olivaceoides</i> (HUST.) L.-BERT.	s	s	s	<i>Pinnularia borealis</i> EHR.	s	-	-
<i>G. olivaceum</i> var. <i>olivaceum</i> (HORN.) BREB.	-	+	-	<i>P. intermedia</i> (LAGERST.) CL.	-	-	s
<i>G. tergustinum</i> FRICKE	-	s	s	<i>P. microstauron</i> (EHR.) CL.	s	s	s
				<i>P. nodosa</i> EHR.	-	s	-
				<i>P. stomatophora</i> (GRUN.) CL.	s	-	-
				<i>P. subcapitata</i> GREG.	s	-	-

	G I	G II	Isar		G I	G II	Isar
<i>Pinnularia viridis</i> (NITZSCH) EHR.	s	s	s	<b>Plecoptera:</b>			
<i>Pinnularia</i> sp.	—	s	—	<b>Taeniopterygidae:</b>			
<i>Rhoicosphenia abbreviata</i> (AG.) L.-BERT.	—	—	s	<i>Rhabdiopteryx alpina</i> KÜHTREIBER	s	s	—
<i>Stauroneis agrestis</i> PETERSEN	—	s	s	<i>Rhabdiopteryx</i> sp.	+	++	—
<i>St. phoenicenteron</i> (NITZSCH) EHR.	—	—	s	<i>Taeniopteryx kühtreiberi</i> AUBERT	—	—	s
<i>St. prominula</i> (GRUN.) HUST.	—	—	s	<b>Nemouridae:</b>			
<i>Surirella angusta</i> KÜTZ.	—	—	s	<i>Nemoura mortoni</i> RIS	+	s	+
<i>S. linearis</i> S. SMITH	s	s	s	<i>Nemoura</i> sp.	s	s	s
<i>S. linearis</i> var. <i>helvetica</i> (BRUN) MEISTER	—	s	s	<i>Protonemura algovia</i> MENDEL	s	—	—
<i>S. minuta</i> BREB.	—	s	—	<i>P. brevistyla</i> RIS	s	s	—
<i>Tabellaria flocculosa</i> (ROTH) KÜTZ.	s	s	s	<i>P. lateralis</i> PICTET	—	s	—
				<i>P. nimborum</i> RIS	s	—	—
<b>Bryophyta:</b>				<i>P. nitida</i> PICTET	s	s	s
<i>Drepanocladus lycopodioides</i> (BRID.-BRID.) WAR.	—	—	++	<i>Protonemura</i> sp.	s	s	s
<i>Hygrohypnum luridum</i> (HEDW.) JENN.	+	—	—	<b>Leuctridae:</b>			
<i>Hylocomium splendens</i> (HEDW.) BRID. & SCHIMP.	s	—	—	<i>Leuctra inermis</i> KEMPNY	s	s	s
<i>Schistidium rivulare</i> (BRID.-BRID.) PODPERA	s	—	—	<i>L. major</i> BRINCK	—	s	—
				<i>L. moselyi</i> MORTON	—	s	—
<b>Lichenes:</b>				<i>L. rauscheri</i> AUBERT	s	s	s
<i>Thelidium cataractarum</i> (HEPP) LÖNNR.	—	—	+	<i>L. rosinae</i> KEMPNY	s	s	—
<i>Th. incavatum</i> MUDD	—	—	s	<i>Leuctra</i> sp.	s	s	s
				<b>Capniidae:</b>			
<b>MAKROZOOBENTHOS</b>				<i>Capnia nigra</i> PICTET	—	—	s
<b>Ephemeroptera:</b>				<i>C. vidua</i> KLAPÁLEK	s	—	—
<b>Baetidae:</b>				<i>Capnia</i> sp.	—	s	—
<i>Baetis alpinus</i> PICTET	++	+	++	<b>Perlotidae:</b>			
<i>B. melanonyx</i> PICTET	s	+	—	<i>Dictyogenus alpinus</i> PICTET	+	+	+
<i>B. rhodani</i> PICTET	s	+	s	<i>Isoperla</i> cf. <i>rivulorum</i> PICTET	+	+	+
<i>Baetis</i> sp.	s	s	s	<i>Perloides</i> cf. <i>intricata</i> PICTET	—	s	—
<b>Heptageniidae:</b>				<b>Chloroperlidae:</b>			
<i>Ecdyonurus helveticus</i> EATON	+	+	s	<i>Chloroperla susemicheli</i> ZWICK	++	+	s
<i>E. picteti</i> MEYER-DÜR	s	s	s	<i>Siphonoperla montana</i> PICTET	s	—	—
<i>E. venosus</i> FABR.	+	s	s	<b>Chloroperlidae</b> juv.	++	+	+
<i>E. zelleri</i> EATON	—	s	—				
<i>Ecdyonurus</i> sp.	s	s	s	<b>Trichoptera:</b>			
<i>Epeorus alpicola</i> EATON	s	s	s	<b>Limnephilidae:</b>			
<i>Rhithrogena alpestris</i> EATON	+	++	+	<i>Allogamus auricollis</i> PICTET	—	s	s
<i>Rh. austriaca</i> SOWA & WEICHSELB.	—	—	s	<i>Drusus biguttatus</i> PICTET	+	+	+
<i>Rh. carpatalpina</i> KLONOWSKA, OLECHOWSKA, SART. & WEICHSELB.	—	s	—	<i>D. discolor</i> RAMBUR	—	—	s
<i>Rh. degrangei</i> SOWA	s	s	s	<i>Drusinae</i> juv.	++	++	+
<i>Rh. endenensis</i> METZ., TOMKA, ZURW.	s	s	s	<i>Metanoea rhaetica</i> SCHMID	—	—	s
<i>Rhithrogena</i> Gr. <i>hybrida</i>	++	++	++	<i>Potamophylax</i> sp. WALLENGREN	s	—	—
<i>Rh. loyolae</i> NAWAS	s	s	—	<b>Rhyacophilidae:</b>			
<i>Rh. nivata</i> EATON	s	—	—	<i>Rhyacophila</i> Gr. <i>dorsalis</i>	s	+	—
<i>Rhithrogena</i> spp.	s	s	s	<i>Rh. torrentium</i> PICTET	—	+	+
<i>Heptageniidae</i> sp.	s	s	s	<i>Rh. tristis</i> PICTET	s	—	—
				<i>Rh. vulgaris</i> PICTET	—	—	s
				<i>Rhyacophila</i> sp.	s	s	s
				<b>Philopotamidae:</b>			
				<i>Philopotamus ludificatus</i> McLACHLAN	s	—	—
				<b>Psychomyiidae:</b>			
				<i>Tinodes dives</i> PICTET	—	s	—

	G I	G II	Isar		G I	G II	Isar
Diptera:				Orthocladius cf. thienemanni	-	s	-
Athericidae:				KIEFFER			
<i>Atherix ibis</i> FABR.	+	s	s	<i>Orthocladius</i> sp.	s	s	s
Blephariceridae:				<i>Parakiefferiella coronata</i> EDWARDS	-	s	-
<i>Hapalothrix lugubris</i> LOEW	-	-	s	<i>Parakiefferiella</i> sp. THIENEMANN	s	s	s
<i>Liponeura cinerascens minor</i> BISCHOFF	-	-	+	<i>Parametricnemus stylatus</i> KIEFFER	++	+	++
<i>L. cordata</i> VIMMER	-	s	-	<i>Paratrithocladius nivalis</i>	-	s	-
<i>L. decipiens</i> BEZZI	-	-	s	GOETGHEBUER			
Ceratopogonidae:				<i>P. rufiventris</i> MEIGEN	-	s	s
<i>Bezzia</i> sp.	-	-	s	<i>Parorthocladius nudipennis</i> KIEFFER	-	++	+
Chironomidae:				<i>Pseudosmittia</i> sp. GOETGHEBUER	-	-	s
Tanypodinae:				<i>Rheocricotopus effusus</i> WALKER	-	+	+
<i>Pentaneurini</i> Gen. sp.	s	-	-	<i>Rh. fuscipes</i> KIEFFER	-	s	-
Prodiamesinae:				<i>Rheocricotopus</i> sp.	-	+	+
<i>Odontomesa fulva</i> KIEFFER	-	s	-	<i>Stilocladius montanus</i> ROSSARO	s	s	s
Diamesinae:				<i>Synorthocladius semivirens</i> KIEFFER	+	+	+
<i>Diamesa bertrami</i> EDWARDS	-	+	s	<i>Thienemaniella</i> sp.	s	-	-
<i>Diamesa</i> Gr. <i>cinerella/zernyi</i>	s	s	s	<i>Tvetenia bavaria</i> GOETGHEBUER	-	s	-
<i>Diamesa</i> Gr. <i>dampfi</i>	s	-	-	<i>T. calvescens</i> EDWARDS	-	s	s
<i>D. insignipes</i> KIEFFER	-	s	-	Orthoclaudiinae Gen. sp.	s	s	s
<i>D. latitarsis</i> GOETGHEBUER	s	s	-	Chironominae (Tanytarsini):			
<i>D. tonsa</i> WALKER	-	s	-	<i>Micropsectra bidentata</i>	-	s	s
<i>D. starmachi</i> KOWNACKI & KOWNACKA	-	+	-	GOETGHEBUER			
<i>Diamesa</i> sp.	-	s	-	<i>Micropsectra</i> sp.	s	s	s
<i>Pseudodiamesa branickii</i> NOWICKI	s	-	-	Empididae:			
Orthoclaudiinae:				Empididae indet.	+	+	+
<i>Brillia modesta</i> MEIGEN	s	-	-	Limoniidae:			
<i>Chaetocladus</i> Gr. <i>dentiforceps</i>	+	s	-	<i>Dicranota</i> sp. ZETTERSTEDT	++	++	+
<i>Chaetocladus</i> Gr. <i>piger</i>	s	-	-	<i>Elaeophila</i> sp.	-	s	s
<i>Chaetocladus</i> sp.	s	s	s	<i>Erioptera gemina</i> MEIGEN	+	+	+
<i>Corynoneura</i> sp.	+	+	++	<i>Taphrophila</i> sp.	-	-	+
<i>Cricotopus annulator</i> GOETGHEBUER	s	s	s	<i>Rypholophus</i> sp.	+	+	s
<i>C. tremulus</i> LINNAEUS	s	s	-	Psychodidae:			
<i>Cricotopus</i> sp.	-	s	s	<i>Berdeniella freyi</i> VAILL.	-	+	-
<i>Eukiefferiella brevicornis/tirolensis</i>	+	+	+	Psychodidae sp.	-	+	+
<i>E. claripennis</i> LUNDBECK	-	-	s	Scatopsidae:			
<i>E. coeruleascens</i> KIEFFER in ZAVREL	-	+	s	Scatopsidae indet.	-	s	-
<i>E. cyanea</i> THIENEMANN	-	s	-	Simuliidae:			
<i>Eukiefferiella</i> Gr. <i>devonica</i>	-	s	-	Simuliidae indet.	+	+	+
<i>Eukiefferiella</i> cf. <i>fuldensis</i> LEHMANN	+	+	+	Tipulidae:			
<i>E. lobifera</i> GOETGHEBUER	s	-	s	<i>Prinocera</i> sp. LOEW	s	s	-
<i>E. minor</i> EDWARDS	-	s	-	Diverse Taxa:			
<i>E. minor/fitkaui</i>	-	s	+	Acarina:			
<i>E. tirolensis</i> GOETGHEBUER	s	s	s	Hydracarina indet.	+	+	s
<i>Eukiefferiella</i> sp.	s	s	s	Oribatei indet.	-	s	-
<i>Heleniella</i> sp.	++	++	+	Gammaridae:			
<i>Heterotanytarsus apicalis</i> KIEFFER	s	-	-	<i>Gammarus fossarum</i> KOCH	-	s	-
<i>Krenosmittia borealpina</i> GOETGHEBUER	-	s	-	Nemertini:			
<i>Metriocnemus obscuripes</i> HOLMGREN	s	-	-	Nemertini indet.	-	-	s
<i>Orthocladius frigidus</i> ZETTERSTEDT	+	++	+	Turbellaria:			
<i>O. luteipes</i> GOETGHEBUER	+	+	+	<i>Crenobia alpina</i> DANA	-	-	s
<i>O. rivulorum</i> KIEFFER	s	+	-	<i>Planaria torva</i> O.F.M.	-	-	s
<i>O. saxosus</i> TOKUNAGA	-	++	s	Oligochaeta:			
				Oligochaeta indet.	+	++	+

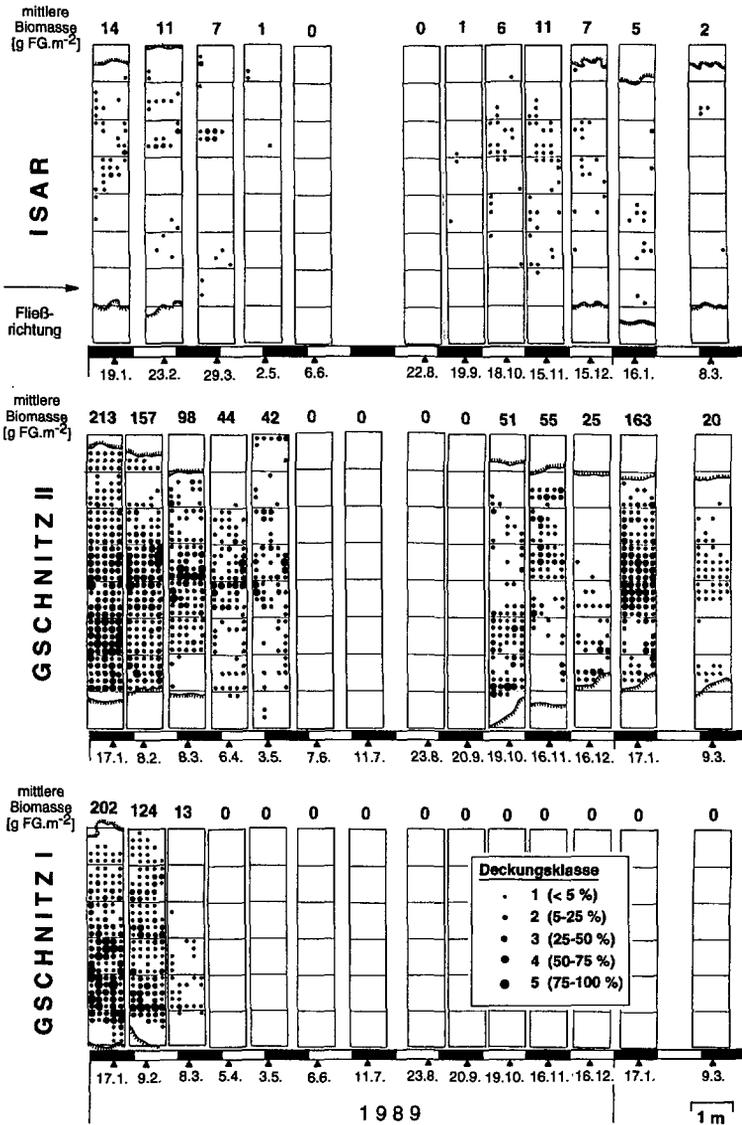


Abb. 9: Zeitlich-räumliche Verteilung von *Hydrurus foetidus* innerhalb der 1 m breiten kartierten Transekte an den drei Untersuchungsstellen (dargestellt in Transekt-Aufsicht als Deckungsklassen der 20 x 20 cm Flächen).

Als Beispiel für die festgestellten zeitlich-räumlich unterschiedlichen Entwicklungen einer Makro-Algenart, die an allen 3 Untersuchungsstellen auftrat (PFISTER 1993, siehe auch Diskussion) ist in Abb. 9 die Verteilung von *H. foetidus* dargestellt. Abgesehen von der deutlich geringeren quantitativen Entwicklung in der Isar fällt v.a. das an Stelle I im Gschnitzbach abweichende zeitliche Auftreten dieser Art auf. Während *H. foetidus* in der Isar und im Gschnitzbach II zumindest

bis Anfang Mai beobachtet werden kann, verschwindet er an Stelle I bereits im Laufe des März völlig. Interessant ist auch das völlige Fehlen von *H. foetidus* im Winter 89/90 im Gschnitzbach an Stelle I, was wohl darauf zurückzuführen ist, daß dieser Abschnitt während fast des gesamten Winters von einer dicken Eis- und Schneeschicht bedeckt war, die für eine komplette Abschattung des Bachbettes sorgte. Bezüglich der räumlichen und zeitlichen Verteilung dieser Art gibt es gute Übereinstimmungen zwischen den einzelnen Stellen: ein Fehlen während des Sommers und eine Bevorzugung der schnellströmenden, tieferen Bereiche (Abb. 9).

Bezüglich der quantitativen Entwicklung unterscheiden sich die 3 Probenstellen ebenfalls recht deutlich. In der Isar treten im Durchschnitt die geringsten Algenbiomassen (mit relativ geringer Schwankungsbreite im Jahresverlauf – durchschnittlich 10 - 45 g FG.m<sup>-2</sup>) auf, während im Gschnitzbach deutlich höhere Werte erreicht werden (an beiden Stellen jeweils bis zu über 200 g FG.m<sup>-2</sup>). Allerdings werden letztere mehr oder weniger ausschließlich von der Goldalge *H. foetidus* gebildet und sind aufgrund der Saisonalität dieser Art ausschließlich im Herbst und Winter zu beobachten (im Sommer, speziell an Stelle I ist die Biomasse meist verschwindend gering) (Abb. 9). Die Biomassen der Isar entsprechen damit etwa denjenigen anderer oligotropher Bergbäche (z.B. WILHM et al. 1978, TRISKA et al. 1983), während die winterlichen Werte des Gschnitzbaches eher mit denjenigen eutropherer mitteleuropäischer Fließgewässer zu vergleichen sind (z.B. BACKHAUS 1969, RUHRMANN 1990, UEHLINGER 1991).

#### 4.2.2. Makrozoobenthos:

Im Rahmen der Makrozoobenthosuntersuchungen (wobei unter Makrozoobenthos jene Arten der Bodenfauna verstanden werden, deren adulte Stadien mindestens eine Größe von 1 mm erreichen) konnten (unter Berücksichtigung aller Sammelmethode) insgesamt 141 Taxa nachgewiesen werden (Tab. 3, für eingehende Kommentare zum Artenspektrum und dessen Besonderheiten bzw. für taxonomische Notizen sei auf GASTEIGER 1993 verwiesen). Die Chironomiden stellen mit 56 nachgewiesenen Taxa die artenreichste Gruppe dar, gefolgt von Plecopteren mit 26, Ephemeropteren mit 20 und Trichopteren mit 13 Taxa. Artenreichste Probenstelle ist Gschnitz II mit insgesamt 107 nachgewiesenen Taxa; die Isar mit 87 bzw. Gschnitz I mit 83 Spezies weisen geringere Artenzahlen auf. An beiden Gschnitzbachstellen zusammen treten insgesamt 124 Taxa auf. Die relative Zusammensetzung der quantitativen Proben (unter Berücksichtigung aller Stellen und aller Termine) ergibt dieselbe Reihenfolge wie bei den Taxa-Zahlen: 49 % der ausgewerteten und bestimmten Gesamtindividuen (n = 62.309) sind Chironomiden, gefolgt von Plecopteren (23 %), Ephemeropteren (14 %), Oligochaeten (7 %), Trichopteren (3 %) sowie restlichen Taxa (3 %).

Die beobachteten Artenspektren und Dominanzverhältnisse innerhalb der Makrozoobenthos-Zönosen können insgesamt als typisch für nährstoffarme, schnellfließende Gebirgsbäche des Alpenraumes bezeichnet werden. Insbesondere die zumindest an einer Probenstelle häufigen Arten *Rhithrogena alpestris*, *Rhithrogena* Gr. *hybrida*, *Dictyogenus alpinus*, *Baetis alpinus* (Ephemeroptera), *Chloroperla susemicheli*, *Isoperla rivulorum* (Plecoptera), *Drusus biguttatus* (Trichoptera), sowie *Eukiefferiella fuldensis*, *E. trolensis*, *E. fittkaui*, *Orthocladius frigidus*, *O. saxosus* (kaltstenotherm), *Parorthocladius nudipennis*, *Diamesa bertrami*, *D. starmachi* (Chironomidae) zählen zu den typischen Vertretern alpiner bzw. subalpiner, kalter, nährstoffarmer Gebirgsbäche (KÜH-TREIBER 1934, THIENEMANN 1954, MARGREITER-KOWNACKA & PEHOFFER 1982, RITTER 1985, SAXL 1986 und pers. Mitt., BRAUKMANN 1987).

Dominante Taxa in der Isar sind die Eintagsfliegen *B. alpinus*, *Rh. alpestris* und *Rh. Gr. hybrida*, die Steinfliege *Nemoura mortoni*, die Zuckmücken *Corynoneura* sp., *E. fuldensis*, *Heleniella* sp., *O. frigidus* und *Parametriocnemus stylatus* sowie die Limoniide *Dicranota* sp. Desweiteren sind nicht näher bestimmte Oligochaeten ein fester Bestandteil der Bodenfauna im untersuchten Abschnitt der Isar (Tab. 3). Im Gschnitzbach beherrschen zum Teil andere Formen das Bild, wobei hier besonders auffällt, daß sich die beiden Entnahmestellen in ihrer Besiedlung recht deutlich un-

terscheiden. In beiden Untersuchungsabschnitten häufig sind die Ephemeropteren *Rhithrogena hybrida*, *Rh. alpestris* und *B. alpinus*, die Plecopteren *Rhabdiopteryx* sp. und *Ch. susemicheli*, die Trichopteren *D. biguttatus* und *Allogamus auriciollis*, die Chironomiden *Corynoneura* sp., *Hele-niella* sp., *O. frigidus* und *Parametricnemus stylatus* sowie die Limoniide *Dicranota* sp. Daneben gibt es allerdings eine ganze Reihe von Formen, die nur an Stelle II häufig auftreten und an Stelle I völlig fehlen bzw. nur vereinzelt zu finden sind. Dazu zählen v. a. die Chironomiden *D. bertrami*, *D. starmachii*, *Eukiefferiella coerulescens*, *O. saxosus*, *P. nudipennis* und *Rheocotopus* sp. sowie die Psychodide *Berdeniella freyi* (Tab. 3). Da die meisten der letztgenannten Arten auch in der Isar zu finden sind, erklären sich auch die bezüglich Makrozoobenthosbesiedlung mathematisch nachgewiesenen größeren Ähnlichkeiten zwischen den Probenpunkten Isar und Gschnitz II (GASTEIGER 1993 – siehe auch Kap. 4.2.3.).

Bezüglich der Abundanzen des Makrozoobenthos zeigen sich ebenfalls Unterschiede zwischen den Probenstellen. In der Isar sind die geringsten Individuendichten festzustellen (Mittelwerte von jeweils 3 Parallelproben zwischen etwa 9.000 und 31.000 Ind.m<sup>-2</sup>), gefolgt vom Gschnitzbach I mit Werten zwischen 15.000 und 75.000 Ind.m<sup>-2</sup> und der am dichtesten besiedelten Stelle Gschnitzbach II mit 37.000 bis 75.000 Ind.m<sup>-2</sup>. Die geringsten Abundanzen treten jeweils im August auf (im Gschnitzbach I Minimum im April), während die höchsten Werte an allen Stellen im Oktober bzw. Jänner zu beobachten sind. Populationsdynamik und Entwicklungszyklen einzelner Arten sind aufgrund der geringen Probenzahlen und Entnahmetermine nicht im Detail zu verfolgen.

Bezüglich der Ernährungstypen innerhalb der Makrozoobenthos-Organismen dominieren – soweit autökologisch bekannt – in allen Proben Weidegänger (schaben, kratzen oder bürsten Aufwuchs von mehr oder weniger festen Substraten; hier insbesondere Diamesinae und fast alle Ephemeroptera) und Sedimentfresser (leben von organischem Material im Sediment; hier v. a. Gattungen innerhalb der Orthocladinae sowie Chloroperlidae und Limnephilidae), während Zerkleinerer (fressen größere Pflanzenteile, v. a. Fallaub, hier v. a. Limnephilidae und *Gammarus*), Filtrierer (fangen im Wasser suspendierte Partikel, hier v. a. vertreten durch Simuliidae – SCHEIBER 1992) und Räuber (erbeuten andere Tiere; hier insbesondere verschiedene Plecoptera und Rhyacophilidae) quantitativ eine untergeordnete Rolle spielen (GASTEIGER 1993).

Quantitative Unterschiede hinsichtlich herbivorer Grazing-Effekte zwischen den einzelnen Proben bzw. Terminen und Entnahmestellen sind schwer zu belegen, nicht zuletzt auch deshalb, da es sich bei vielen der vorkommenden Arten um fakultative Algenfresser handelt, die unterschiedlichste Nahrung aufnehmen (detrivor/herbivore bzw. omnivore Arten), oder die im Laufe ihrer ontogenetischen Entwicklung, im Wechsel der Jahreszeiten oder sogar in einer diurnalen Rhythmik unterschiedliche Nahrung bevorzugen. Trotzdem kann aufgrund der Abundanzen davon ausgegangen werden, daß wohl die stärksten derartigen Effekte im Gschnitzbach an Stelle II bzw. die geringsten in der Isar auftreten.

#### 4.2.3. Vergleich der Probenstellen nach dem Phyto- und Zoobenthos:

Beide Lebensgemeinschaften zeigen die höchsten Artenzahlen sowie die höchsten Biomassen (Phytobenthos) bzw. die höchsten Individuendichten (Makrozoobenthos) im Gschnitzbach an Stelle II. Die mathematische Gruppierung des Algenaufwuchses zeigt eine klare Gruppierung der Algen (insbesondere der Kieselalgen) nach steigendem Kalkgehalt (Gschnitz I – Gschnitz II – Isar; PIPP, pers. Mitt.), während für das Makrozoobenthos die Aufnahmegruppen aus Gschnitz II und Isar zumindest ebenso hohe Ähnlichkeiten aufweisen wie die beiden Gschnitzbachstellen (GASTEIGER 1993). Die Gesamtartenanalyse (beide Lebensgemeinschaften zusammen) ergab zwar eine deutliche Trennung der beiden Bäche und der beiden Probenstellen, es zeigte sich aber auch eine deutlich größere Ähnlichkeit zwischen Isar und Gschnitzbach II als zwischen Isar und Gschnitzbach I. Dies ist insbesondere darin begründet, daß an Gschnitzbach II Arten hinzutreten,

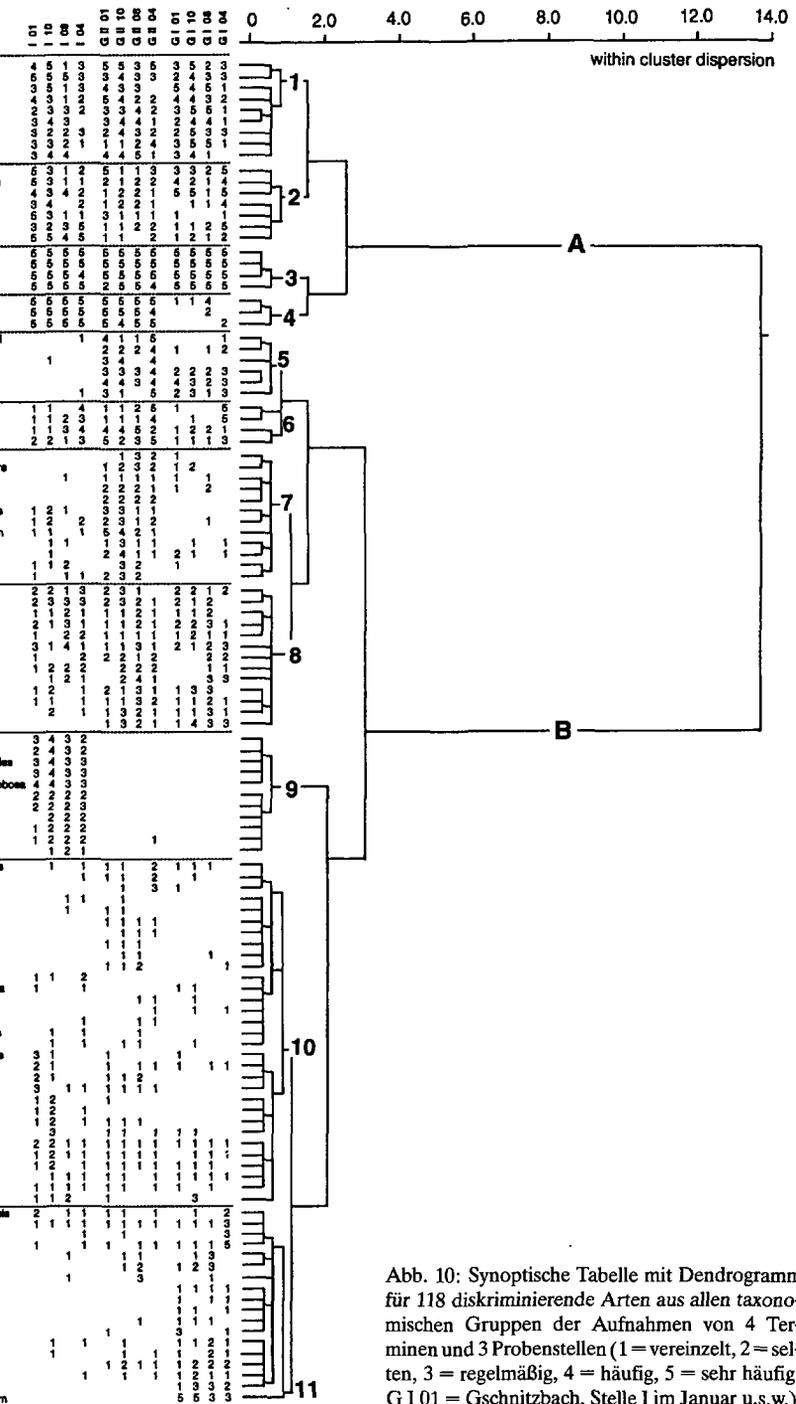


Abb. 10: Synoptische Tabelle mit Dendrogramm für 118 diskriminierende Arten aus allen taxonomischen Gruppen der Aufnahmen von 4 Terminen und 3 Probenstellen (1 = vereinzelt, 2 = selten, 3 = regelmäßig, 4 = häufig, 5 = sehr häufig; G 101 = Gschnitzbach, Stelle 1 im Januar u.s.w.).

die auch in der Isar vorkommen aber an Gschnitzbach I fehlen, andererseits aber einige Makroalgen nur in der Isar zu finden waren.

Die Artengruppierung in Abb. 10 zeigt zunächst die Abtrennung in eine Hauptgruppe A mit Phyto- und Zoobenthosarten, die an allen 3 Stellen häufig sind, und eine Hauptgruppe B mit Arten, die entweder nur an einer Stelle häufig sind (bzw. ausschließlich dort vorkommen) oder subdominant sind. Die ersten beiden Artengruppen innerhalb der Hauptgruppe A weisen eine hohe zöologische Affinität auf und bestehen insbesondere aus rheobionten Pflanzen und Tieren, die größtenteils Leitformen von Gebirgsbächen sind, wie zum Beispiel *Rhithrogena* Gr. *hybrida*, *Baetis alpinus* und *Fragilaria arcus*. Gruppe 3 umfaßt ökologisch oder taxonomisch nicht klar gefaßte Taxa, Gruppe 4 Oligochaeten aus lenitischen Bereichen und zwei Kieselalgenarten mit einem Schwerpunkt in kalkreichen Abschnitten. Die Hauptgruppe B besteht aus 7 Artengruppen, die sich einerseits aus Taxa von mittlerer Häufigkeit an allen Stellen (Gruppe 8) bzw. mit Schwerpunkt in einem der Fließgewässerabschnitte (Gruppen 7, 9, 11) und andererseits aus seltenen, undifferenzierten Arten (Gruppe 10) zusammensetzen. Gruppe 5 umfaßt Arten mit Vorkommensschwerpunkt im Gschnitzbach, insbesondere unter den Algen Charakterarten der kalkarmen Bergbäche (z. B. *Chamaesiphon starmachii*, *Homoeothrix janthina*). Gruppe 6 besteht überwiegend aus rheobionten Phyto- und Zoobenthosorganismen. Innerhalb der Gruppe 7 sind mehrere Arten der Algen zu erkennen, die durch erhöhtes Nährstoffangebot gefördert werden (z. B. *Ulothrix zonata*, *Paratrichocladus rufiventris*, *Gomphonema olivaceum* var. *olivaceum*). Mit Ausnahme von *Lemanea fluvialtilis* sind in Gruppe 8 subdominante Arten zusammengefaßt, die an allen 3 Stellen vorkommen. Innerhalb von Gruppe 9 sind ausschließlich Pflanzenarten aus der Isar erkennbar mit einem hohen Anteil an Makro-Formen. In Gruppe 11 überwiegen seltene, hauptsächlich an Stelle Gschnitzbach I vorkommende Tier- und Pflanzenarten. Gruppe 10 stellt die Gruppe der restlichen seltenen, nicht zuordenbaren Arten dar.

## 5. Diskussion:

Die 3 untersuchten Bachabschnitte liegen im Epirhithral in den Nord- bzw. Zentralalpen und können nach dem Kalkgehalt entlang eines Gradienten angeordnet werden (höchster Wert Isar, dann Gschnitz II und Gschnitz I). Ob und wie sich dieser Gradient auf die Zusammensetzung der benthischen Lebewelt auswirkt bzw. ob auch andere Biotopcharakteristika von ebenso großer bzw. größerer Bedeutung sind, waren wesentliche Fragestellungen dieser Arbeit. Die reine Auftrennung nach dem Kalkgehalt ist an Stelle Gschnitzbach II insoferne modifiziert, als dort erhöhte Nährstoffgehalte (insbesondere Gesamtphosphor) sowie starke Grundwasserzutritte festzustellen waren und darüberhinaus eine Modifizierung der Bettsedimente (durch eine wenige Monate vor der Untersuchung erfolgte Uferstabilisierung durch einen Blockwurf) erfolgte. Abflußcharakteristika und Umlagerungsprozesse sind in allen 3 Abschnitten ähnlich (mit Maximalabflüssen im Sommer und etwa gleichen Anteilen an pro Fläche transportierten bzw. erneuerten Steinen im Bachbett im Jahresverlauf).

Die Lebewelt der von Schotter und Steinen dominierten Oberflächensedimente weist einen hohen Anteil an Arten auf, die in allen 3 Abschnitten vorkommen (> 30 % der Phyto- und Zoobenthos taxa). Es handelt sich dabei großteils um rheophile bzw. rheobionte Formen schnell fließender Bergbäche, die unabhängig von den geologischen Bedingungen auftreten (z. B. die an allen Stellen häufigen *Baetis alpinus*, *Rhithrogena* Gr. *hybrida*, *R. alpestris*, *Eukiefferiella fuldensis*, *Fragilaria arcus*, *Hydrurus foetidus* oder *Phormidium autumnale*). Die höchsten Artenzahlen wurden sowohl beim Phyto- als auch beim Zoobenthos an der Stelle Gschnitzbach II (mit mittlerem Kalkgehalt – Kalksediment über kristallinem Grundwasserleiter) festgestellt. Der Grund dafür liegt einerseits darin, daß es an dieser Stelle zu einer Vermischung von Faunen- und Florenelementen aus Zubringern geologisch unterschiedlicher Einzugsgebiete kommt und daß andererseits eine geringfügig erhöhte Nährstoffzufuhr zu beobachten ist, die eine Erhöhung der Zahl der Algenarten be-

dingt (zusätzliches Auftreten einiger eutraphenter Formen wie *Ulothrix zonata*, *Diatoma ehrenbergii*, *Gomphonema olivaceum* var. *olivaceum*). Trotzdem handelt es sich bei allen 3 Untersuchungsstellen um wenig belastete (oligosaprobe) Abschnitte (vgl. auch GASTEIGER 1993).

Trotz des hohen Anteils an gemeinsamen Arten erlaubt v. a. das Phyto-benthos eine klare Differenzierung der Stellen anhand der Zusammensetzung der Phytozönosen. Dies betrifft insbesondere die Makro-Formen, die eine Unterscheidung in Kalk- und Silikatgemeinschaften ermöglicht. Die dominanten Arten in der kalkreichen Isar (v. a. die Blaualgen *Chamaesiphon polonicus*, *Chamaesiphon geitleri*, *Homoeothrix varians* und *Schizothrix fasciculata* var. *semiglobosa* sowie die Kieselalgen *Achnanthes biasoletiana* und *Cymbella delicatula*) zählen allesamt zu den Leitformen sommerkalter, kalkreicher, nährstoffarmer Bergbäche der Nördlichen Kalkalpen (KANN 1978, PIPP & ROTT 1993), während die häufigsten im Gschnitzbach beobachteten Formen als Charakterarten sommerkalter, kalkarmer, nährstoffarmer Bergbäche gelten (z. B. die Rotalge *Lemanea fluviatilis*, die Kieselalge *Gomphonema olivaceum* var. *minutissimum* sowie die Blaualgen *Homoeothrix janthina*, *Phormidium autumnale* und *Chamaesiphon starmachii* (KANN 1978, PIPP & ROTT 1993)).

Während also der Kalkgehalt einen wesentlichen Einfluß auf das Artenspektrum des Phyto-benthos hat, wird die zeitlich-räumliche Entwicklung sowie die quantitative Ausbildung des Algenaufwuchses in den untersuchten Gewässerabschnitten vor allem von anderen Faktoren bestimmt. Die an allen Untersuchungsstellen beobachtete räumlich heterogene Verteilung der makroskopischen Algen im Bachquerschnitt wird vor allem von den Strömungsverhältnissen im Bachbett und der Abflußdynamik im Jahresverlauf (insbesondere periodische Hochwasserereignisse) geprägt (PFISTER 1993, ROTT, in Druck). V. a. in Abhängigkeit von den Toleranzen der einzelnen Arten gegenüber diesen Faktoren ergeben sich bei den meisten der auftretenden Formen unterschiedliche kleinräumige Verteilungsmuster im Bachquerschnitt, was besonders gut ausgeprägt in der Isar zu beobachten ist (PFISTER 1993).

Die sich jahreszeitlich laufend verändernden Milieubedingungen (insbesondere Wasserführung, aber auch Temperatur- und Lichtverhältnisse) bewirken auch zeitlich unterschiedliche Entwicklungen bei vielen Aufwuchsarten. An den 3 Probenstellen zeigen deutliche Unterschiede in der saisonalen Entwicklung des Periphytons. Während im Gschnitzbach an beiden Stellen überwiegend Formen anzutreffen sind, die sich durch eine ausgeprägte Saisonalität in ihrer Entwicklung auszeichnen (sogenannte Varianten (BUTCHER 1949), hier v. a. *Hydrurus foetidus*, *Phormidium autumnale* und *Lemanea fluviatilis* – alle mit deutlichem Entwicklungsschwerpunkt im Herbst und Winter bei weitgehendem Fehlen im Frühjahr und Sommer) und die demzufolge an beiden Stellen ein jahreszeitlich sehr differenziertes Erscheinungsbild abgeben, dominieren in der Isar auch Arten ohne ausgeprägtes Entwicklungsmaximum (sogenannte Konstanten (BUTCHER 1949), z. B. *Schizothrix fasciculata*, *Chamaesiphon polonicus*, *Chamaesiphon geitleri*, *Siphononema polonicum*), die an dieser Stelle ein weit einheitlicheres, wenn auch mosaikartiges Erscheinungsbild zeigen (PFISTER 1993).

Die quantitative Entwicklung der Aufwuchsalgen kann in den nährstoffarmen Lebensräumen natürlicher Gebirgsbäche mit der Verfügbarkeit von Nährstoffen in Zusammenhang gebracht werden. Die 3 Probenstellen unterscheiden sich auch in dieser Hinsicht recht deutlich. In der Isar (die sich durch die geringsten mittleren Gesamtphosphorwerte auszeichnet) treten im Durchschnitt die geringsten Gesamt-Algenbiomassen auf (durchschnittlich max. 45 g FG.m<sup>-2</sup>), die sich hier auch immer aus mehreren Arten zusammensetzen (v. a. *Schizothrix fasciculata*, *Phormidium autumnale* und *Hydrurus foetidus* sowie dem Wassermoos *Drepanocladus lycopodioides*) und relativ geringen Schwankungen im Jahresverlauf unterworfen sind (PFISTER 1993). Der Gschnitzbach weist deutlich höhere maximale Algenbiomassen auf (an beiden Stellen jeweils über durchschnittlich 200 g FG.m<sup>-2</sup> – an der nährstoffreicheren Stelle II an allen Terminen höhere Werte), aber diese werden mehr oder weniger ausschließlich von der Goldalge *Hydrurus foetidus* gebildet und sind aufgrund

der Saisonalität dieser Art ausschließlich im Herbst und Winter zu beobachten (im Sommer, speziell an Stelle I ist die Biomasse meist verschwindend gering) (Abb. 9).

Bei der Untersuchung des Makrozoobenthos wurden die Schwerpunkte in einer ersten Phase eher auf das genaue Erfassen des gesamten Arteninventars gelegt, deshalb sind Aussagen über Abhängigkeiten der Artenzusammensetzungen oder der Populationsdynamik einzelner Arten von Umweltfaktoren weitaus schwieriger als beim Phytobenthos. Trotzdem kann davon ausgegangen werden, daß die festgestellten Unterschiede in den Artenspektren, aber auch die stark schwankenden Individuendichten im Jahresgang – neben den artspezifischen Entwicklungszyklen der einzelnen Arten – ebenfalls entscheidend mit den Milieubedingungen an den Probenstellen im Untersuchungs-jahr (insbesondere Abfluß- und Temperaturregime) in Zusammenhang stehen (GASTEIGER 1993). Bedingt durch den methodischen Ansatz umfaßt das Makrozoobenthos insbesondere die Charakterarten lotischer Gemeinschaften hochmontaner bis subalpiner Gebirgsbäche nach BRAUKMANN 1987 (*Baetis alpinus* - *Rhithrogena hybrida* Gruppe), daneben aber auch – in Übereinstimmung mit Untersuchungen aus den Nördlichen Kalkalpen – viele assoziierte Leitformen. Der Umstand, daß die vorgefundenen Leitformen in allen 3 Bachabschnitten (also auch an der kristallinen Stelle Gschnitzbach I) vorhanden waren, widerlegt die von Braukmann angegebene Klassifizierung aller Stellen als "Karbonat-Gebirgsbachtyp". Die Unterscheidung der hier vorgefundenen Artengruppierung liegt wohl eher auf dem Niveau der subdominanten bis rezedenten Arten.

Da viele der dominanten Insektenlarven zumindest fakultative Algenfresser sind, dürften sich die beiden Lebensgemeinschaften in den untersuchten Fließgewässerabschnitten auch gegenseitig mehr oder weniger stark beeinflussen. Allerdings lassen sich kausale Zusammenhänge zwischen dem gemeinsamen Auftreten bestimmter Algen- und Makrozoobenthosarten bzw. zwischen Algenbiomassen und Makrozoobenthosabundanzen anhand der im Rahmen dieser Untersuchung gewonnenen Daten nur in Ansätzen feststellen. Für schlüssige Aussagen wären weit detailliertere Aufnahmen notwendig.

## 6. Zusammenfassung:

Isar und Gschnitzbach stellen in den untersuchten Abschnitten (1020 - 1340 m Seehöhe) typische Gebirgsbäche der montanen Höhenstufe dar, mit charakteristischem Temperaturregime (sommerkalte Bergbäche mit Temperaturen stets unter 13° C – an Probenstelle Gschnitz II grundwasserbeeinflußt) sowie weitgehend ähnlichem Abflußregime (im Prinzip Typ des Gebirgsflusses ohne Gletschereinfluß). Insbesondere die Untersuchungsstellen Isar und Gschnitzbach/Stelle I zeichnen sich bezüglich wasserbaulichen Maßnahmen und Abwasserbelastung durch ihre weitgehende Naturbelassenheit aus.

Die unterschiedlichen geologischen Verhältnisse der Einzugsgebiete (Isar: Nördliche Kalkalpen, Gschnitzbach: Zentralalpen – Stelle I: Silikat, Stelle II: geologischer Mischtyp) prägen sowohl die abiotische als auch biotische Umwelt in beiden Gewässern entscheidend mit und sind auch für die weitgehend unterschiedlichen – v.a. chemischen Milieubedingungen (insbesondere pH, El-Leitfähigkeit, Alkalinität und Ionen-Konzentrationen) – verantwortlich.

Innerhalb des Phytobenthos (zusammen 199 Algen-, 4 Moos- und 2 Flechtentaxa) kommen an allen 3 Stellen typische Rheobionten kalter Gebirgsbäche vor (z.B. *Fragilaria arcus*, *Hydrurus foetidus*). In der Isar dominieren andererseits Leitarten kalkreicher, sommerkalter Gebirgsbäche wie die Blaualgen *Chamaesiphon geitleri*, *Homoeothrix varians* und *Schizothrix fasciculata* var. *semiglobosa* und die Kieselalgen *Achnanthes biasoletiana* und *Cymbella delicatula*. Im Gschnitzbach an Stelle I bestimmen Leitarten sommerkalter, kalkarmer Bergbäche das Bild, insbesondere die Rotalge *Lemanea fluviatilis* sowie die Blaualgen *Homoeothrix janthina* und *Chamaesiphon starmachii*. Bezüglich der quantitativen Verhältnisse dominiert im Gschnitzbach die saisonal im Winterhalbjahr auftretende Goldalge *Hydrurus foetidus* deutlich, während in der Isar (bei allge-

mein geringeren Gesamtbiomassen) neben *Hydrurus* v.a. die Blaualgen *Schizothrix fasciculata* und *Phormidium autumnale* vorherrschen.

Innerhalb des Makrozoobenthos (insg. 141 Taxa, darunter 56 Chironomiden-, 26 Plecopteren-, 20 Ephemeropteren- und 13 Trichopteren-Taxa) zählen zu den an allen 3 Stellen häufig auftretenden Arten die Leitformen von submontanen Gebirgsbächen (die Eintagsfliegen *Baetis alpinus* und *Rhitrogena* Gr. *hybrida* sowie die Köcherfliege *Drusus biguttatus*, die Zuckmücken *Corynoneura* sp., *Heleniella* sp., *Orthocladius frigidus* und *Parametriocnemus stylatus* und die Limoniide *Dicranota* sp.). Eine große Zahl von Arten, die nur an einer oder zwei Probenstellen häufig beobachtet werden können, dokumentieren allerdings auch innerhalb des Makrozoobenthos deutliche Unterschiede in der Besiedlung zwischen den einzelnen Untersuchungsabschnitten, wobei besonders erwähnenswert erscheint, daß sich bezüglich der Makrozoobenthosbesiedlung statistisch größere Ähnlichkeiten zwischen den Probenpunkten Isar und Gschnitz II ergeben als zwischen Gschnitz I und Gschnitz II.

D a n k : Herrn Mag. M. Pattiss möchte ich für die Mithilfe bei sämtlichen Feldarbeiten und – zusammen mit Herrn J. Franzoi – für die Analyse chemischer Proben danken. Herrn Ass. Prof. Dr. E. Rott danke ich für die wertvolle Diskussion des Manuskriptes, Frau Dr. E. Pipp für die statistischen Berechnungen. Herrn Dipl.-Ing. Webhofer vom Hydrographischen Dienst des Landes Tirol danke ich für die Überlassung der Pegeldaten. Für die Bestimmungsarbeiten betreffend Auvegetation bzw. Makrozoobenthos sei v.a. Frau Mag. E. Kathrein und den Herrn Mag. E. Gasteiger und Dr. P. Weichselbaumer gedankt. Der Österreichische Fonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung hat das Projekt unter Nr. P 6802 finanziell unterstützt.

Das Projekt wurde an der Arbeitsgruppe Hydrobotanik, Inst. f. Botanik der Universität Innsbruck (Leiter Ass. Prof. Dr. E. Rott) in den Jahren 1989 - 1990 durchgeführt.

## 7. Literatur:

- ADAMSKI, J.M. & S.P. VILLARD (1975): Application of the methylthymol blue sulfate method to water and waste water analysis. — *Analyt. Chem.* **47**: 1191 - 1194.
- BACKHAUS, D. (1969): Ökologische Untersuchungen an den Aufwuchsalgen der obersten Donau und ihrer Quellflüsse. V. Biomassebestimmungen und Driftmessungen. — *Arch. Hydrobiol., Suppl.* **36**: 1 - 26.
- (1973): Fließgewässeralgen und ihre Verwendbarkeit als Bioindikatoren. — *Verh. Ges. Ökol. Saarbrücken*, 149 - 163.
- BRAUKMANN, U. (1987): Zoozöologische und saprobiologische Beiträge zu einer allgemeinen regionalen Bachtypologie. — *Arch. Hydrobiol. Beih., Ergebn. Limnol.* **26**: 1 - 355.
- BREWER, P.G. & J.P. RILEY (1965): The automatic determination of nitrate in sea water. — *Deep Sea Res.* **12**: 765 - 772.
- BRUGGER, A. (1979): Phosphor, seine Bedeutung in Gewässern, und ein modifiziertes Verfahren zu seiner analytischen Bestimmung. — *Jber. Abt. Limnol. Innsbruck* **5**: 144 - 177.
- BUTCHER, R.W. (1949): Problems of distribution of sessile algae in running water. — *Verh. Int. Verein. Limnol.* **10**: 98 - 103.
- DUNCAN, S.W. & D.W. BLINN (1989): Importance of physical variables on the seasonal dynamics of epilithic algae in a highly shaded canyon stream. — *J. Phycol.* **25**: 455 - 461.
- FLIRI, F. (1975): Das Klima der Alpen im Raume von Tirol. — *Monogr. zur Landeskunde Tirols*, Folge 1, 454 pp.
- GASTEIGER, E. (1993): Das Makrozoobenthos in zwei naturnahen Bächen Tirols (Isar und Gschnitzbach). — *Dipl.Arbeit Inst. f. Zoologie Univ. Innsbruck*, 103 pp.
- GEITLER, L. (1927): Über Vegetationsfärbungen in Bächen. — *Biol. generalis* **3**: 791 - 814.
- GOLTERMANN, H.L., R.S. CLYMO. & M.A. OHNSTAD (1978): Methods for physical and chemical analysis of fresh waters. — *IBP Handbook Nr. 8*, Blackwell Sci. Publ., second edition, 213 pp.
- HEISSEL, G. (1977): Die geologische Neuaufnahme des Karwendelgebirges und seine tektonische Ausdeutung. — *Diss. Inst. Geologie, Univ. Innsbruck*, 372 pp.
- HORNER, R.R., E.B. WELCH, M.R. SEELEY & J.M. JACOBY (1990): Response of periphyton to changes in current velocity, suspended sediment and phosphorus concentration. — *Freshw. Biol.* **24**: 215 - 232.
- HOWARD-WILLIAMS, C., C.L. VINCENT, P.A. BROADY & W.F. VINCENT (1986): Antarctic stream ecosystems: Variability in environmental properties and algal community structure. — *Int. Rev. ges. Hydrobiol.* **71**: 511 - 544.
- KAHN, L. (1967): Automatic determination of chloride in fresh water and estuarine environments. — *Automation*

- in *Analytical Chemistry* **1**, 369 pp.
- KANN, E. (1978): Systematik und Ökologie der Algen österreichischer Bergbäche. — *Arch. Hydrobiol.*, Suppl. **53**: 405 - 643.
- KATHREIN, E. (1993): Die Auvegetation der oberen Isar im Hinteraul. — *Dipl.Arbeit Inst. f. Botanik Univ. Innsbruck*, 37 pp.
- KRESSER, W. (1961): Hydrographische Betrachtungen der österreichischen Gewässer. — *Verh. Int. Verein. Limnol.* **14**: 417 - 421.
- KÜHTREIBER, J. (1934): Die Plekopterenfauna Nordtirols. — *Ber. nat.-med. Verein Innsbruck* **43/44**: 1 - 324.
- MARGREITER-KOWNACKA, M. & H. PEHOFER (1982): Die Auswirkungen von Nutzwasserentzug auf das Makrozoobenthos dreier Gebirgsbäche in den Zentralalpen Tirols (Österreich). — *Ber. nat.-med. Verein Innsbruck* **69**: 29 - 51.
- MOORE, J.W. (1977): Seasonal succession of algae in rivers II. Examples from Highland Water, a small woodland stream. — *Arch. Hydrobiol.* **80**: 160 - 171.
- PFISTER, P. (1992a): Artenspektrum des Algenaufwuchses in 2 Tiroler Bergbächen — Teil 1: Cyanophyceae, Chrysophyceae, Chlorophyceae, Rhodophyceae. — *Arch. Hydrobiol., Algol. Stud.* **65**: 43 - 61.
- (1992b): Artenspektrum des Algenaufwuchses in 2 Tiroler Bergbächen — Teil 2: Diatomophyceae. — *Arch. Hydrobiol., Algol. Stud.* **66**: 35 - 72.
- (1993): Seasonality of macroalgal distribution patterns within the reach of a gravel stream (Isar, Tyrol, Austria). — *Arch. Hydrobiol.* **129**: 89 - 107.
- PIPP, E. & E. ROTT (1993): Bestimmung der ökologischen Wertigkeit von Fließgewässern in Österreich nach dem Algenaufwuchs. — *Bl. R. d. BM f. Umwelt, Jug. u. Fam. (Gewässer als Lebensraum)* **2**: 1 - 142.
- RIDER, D.E. & R. WAGNER (1972): The relationship of light, temperature and current to the seasonal distribution of *Batrachospermum* (Rhodophyta). — *J. Phycol.* **8**: 323 - 331.
- RITTER, H. (1985): Die Ephemeropteren des Stocktalbaches (Kühtai, Tirol). — *Diss. Abt. Limnol. Univ. Innsbruck* **20**, 203 pp.
- ROTT, E. & P. PFISTER (1988): Natural epilithic algal communities in fast-flowing mountain streams and rivers and some man-induced changes. — *Verh. Internat. Verein. Limnol.* **23**: 1320 - 1324
- ROTT, E. (in Druck): Population biology of macroalgae and near-bed flow regime in a mountain stream. — *Freshw. Biol.*
- RUHRMANN, P. (1990): Biomasse und Produktivität phototropher epilithischer Aufwuchsorganismen in einem Mittelgebirgsbach (Steina, Südschwarzwald). — *Konstanzer Dissertationen Nr. 326*: 1 - 254.
- SAXL, R. (1986): Die Chironomiden des Stocktalbaches (Kühtai, Tirol). — *Diss. Abt. Limnol. Univ. Innsbruck* **22**, 183 pp.
- SCHEIBER, T. (1992): Die Simuliidenfauna (Diptera) an ausgewählten Bächen Tirols sowie die Larvalentwicklung von *Prosimulium rufipes* (MEIGEN) in der Isar. — *Dipl.Arb. Inst. Zool. Univ. Ibk.*, 103 pp.
- STANTON, M.P., M.J. CAPEL & F.A. ARMSTRONG (1974): The chemical analysis of fresh water. — *Fish. Res. Bd. Can., Misc. Spec. Pbl.* **25**: 1 - 125.
- THIENEMANN, A. (1954): *Chironomus*: Leben, Verbreitung und wirtschaftliche Bedeutung der Chironomiden. — *Die Binnengewässer* **20**: 1 - 834.
- TISCHLER, W. (1949): Grundzüge der terrestrischen Tierökologie. — *Vieweg & Sohn, Braunschweig*, 220 pp.
- TRAEIN, T.S. & E.A. LINDSTROEM (1983): Influence of current velocity on periphyton distribution. — *WETZEL, R.G. (ed.): Periphyton of Freshwater Ecosystems. Junk Publ., Den Haag*: 97 - 99.
- TRISKAF, J., V.C. KENNEDY, R.J. AVANZINO & B.N. REILLY (1983): Effect of simulated canopy cover on regulation nitrate uptake and primary production by natural periphyton assemblages. — *In: FONTAINE, T.D. & S.M. BARTELL (eds.): The dynamics of lotic ecosystems. — Ann. Arbor Science Publ., Michigan*: 129 - 159.
- UEHLINGER, U. (1991): Spatial and temporal variability of the periphyton biomass in a prealpine river (Neckar, Switzerland). — *Arch. Hydrobiol.* **123**: 219 - 237.
- VOGLER, P. (1965): Probleme der Phosphoranalytik in der Limnologie und ein neues Verfahren zur Bestimmung von gelöstem Orthophosphat neben kondensierten Phosphaten und organischen Phosphorsäureestern. — *Int. Rev.ges. Hydrobiol.* **50**: 33 - 48.
- WAGNER, R. (1969): Neue Aspekte zur Stickstoffanalytik in der Wasserchemie. — *Vom Wasser* **36**: 263 - 318.
- WILDI, O. & L. ORLOCI (1990): Numerical exploration of community patterns. — *SPB Academic Publishing, Den Haag*, 124 pp.
- WILHM, J., J. COOPER & H. NAMMINGA (1978): Species composition, diversity, biomass and chlorophyll of periphyton in Greasy Creek, Red Rock Creek and the Arkansas River, Oklahoma. — *Hydrobiologia* **57**: 17 - 23.

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Berichte des naturwissenschaftlichen-medizinischen Verein Innsbruck](#)

Jahr/Year: 1994

Band/Volume: [81](#)

Autor(en)/Author(s): Pfister Peter

Artikel/Article: [Biotopeigenschaften und Lebensgemeinschaften in zwei naturnahen Gebirgsbächen Tirols \(Gschnitzbach und obere Isar\). 255-284](#)