

## Die Auswirkungen von Nutzwasserentzug auf das Macrozoobenthos dreier Gebirgsbäche in den Zentralalpen Tirols (Österreich) \*

von

Marta MARGREITER-KOWNACKA und Harald E. PEHOFFER \*\*)

(Abteilung für Limnologie des Instituts für Zoologie der Universität Innsbruck:  
Leiter: Univ.-Prof. Dr. R. Pechlaner)

### The effects of water diversion for an electric power plant on the macrozoobenthos of three central-alpine brooks in Tyrol (Austria)

**Synopsis:** From the glacier-dominated brooks Pitzbach and Taschachbach and the spring-fed Radurschbach, all situated in the Central Alps, water has been diverted at an altitude of roughly 1800 m a.s.l. into the reservoir of an electric power-plant for more than 15 years. The present study intends to evaluate the effects of this impact on the macrozoobenthos of the three brooks.

Even when the restwater below the water intake in all three brooks amounted to only a few percents (which in this case means absolute values around 10 l/s), compared to the discharge above, neither species diversity of the macrozoobenthos nor abundances per unit area were affected substantially as far as Taschachbach and Radurschbach are concerned. This suggests that in the case of high altitude water intakes in brooks with low bed load transport an impairment of the bottom fauna seems to occur only insofar, as the water-covered habitat of the fauna is reduced to a large extent.

On the other hand in the glacier-dominated Pitzbach which has no bed load trap – as Taschachbach has – and where an automatic flushing device is triggered very frequently during the summer months by the large amount of sediments carried in the water, the abundances per unit area and also the species diversity are reduced severely throughout the whole year.

#### Inhaltsverzeichnis:

1. Einleitung
2. Untersuchungstermine und Methoden
3. Untersuchungsergebnisse
  - 3.1. Abflußmessungen
  - 3.2. Geschiebe- und Schwebstofffrachten, Entsanderspülungen
  - 3.3. Ergebnisse der chemischen Untersuchungen
  - 3.4. Gütebeurteilung des Wassers nach dem Biochemischen Sauerstoffbedarf
  - 3.5. Ergebnisse der Bodenfauna-Untersuchungen
    - 3.5.1. Pitzbach
    - 3.5.2. Taschachbach
    - 3.5.3. Radurschbach
4. Zusammenfassung
5. Zitierte Literatur

\*) Studie finanziert durch einen Forschungsauftrag der Tiroler Wasserkraftwerke AG (TIWAG).

\*\*) Anschrift der Verfasser: Dr. M. Margreiter-Kownacka und Dr. E. Pehofer, Institut für Zoologie, Universitätsstraße 4, A-6020 Innsbruck, Österreich.

## 1. Einleitung:

Für die prognostische Beurteilung der Auswirkungen von Wasserableitungen aus Fließgewässern wären Beobachtungen an bestehenden Entnahmestrecken überaus wichtig, entsprechende Untersuchungen an Gebirgsbächen der Alpen fehlen jedoch bisher.

Soweit genauere Studien über das Artenspektrum und die Besiedlungsdichte kalter und rasch fließender Gebirgsbäche und -flüsse, wie sie für Westösterreich typisch sind, durchgeführt wurden, beschränkten sich diese auf die spezifische Struktur der Bodenfauna und ihre Veränderung im Jahresgang sowie unter dem Einfluß von Abwasserbelastung. Immerhin ist dank derartiger Untersuchungen (KOWNACKA und KOWNACKI, 1975; KOWNACKA und MARGREITER, 1978; MARGREITER-KOWNACKA, 1982a, 1982b) so viel Information über das Auftreten von Tierarten und über die relativen und absoluten Häufigkeiten dieser Arten innerhalb typischer Artengarnituren bekannt, daß damit günstige Voraussetzungen für ein näheres Studium der Effekte von Wasserableitungen auf solche Biozöosen gegeben waren.

Am Pitzbach, Taschachbach und Radurschlbach wird bereits seit mehr als 15 Jahren eine Wasserableitung durchgeführt, das Wasser wird zum Gepatsch-Speicher des Kauneratal-Kraftwerkes der Tiroler Wasserkraftwerke-AG (TIWAG) übergeleitet (siehe Abb. 1).

Der Pitzbach mit einem von der Wasserableitung erfaßten Einzugsgebiet von 26,8 km<sup>2</sup> und einem Gletscheranteil von 59,5 % samt seinem Zubringer, dem Taschachbach (erfaßtes Einzugsgebiet 60,6 km<sup>2</sup>, Gletscheranteil 29,3 %, siehe SOMMER, 1980) stellen Beispiele für Hochgebirgsbäche mit vergletschertem Einzugsgebiet dar, wobei vor allem im Fall des Pitzbaches mit seinem stärker vergletscherten Einzugsgebiet sehr häufige Entsander-Spülungen (s.u.) auf das Gewässer einwirken. Entlang der untersuchten Fließstrecke des Pitzbaches (s. Abb. 1) liegen außerdem mehrere Siedlungen.

Der Radurschlbach zeigt den Typus des Quellbaches mit praktisch unvergletschertem Einzugsgebiet: (erfaßtes Einzugsgebiet 24,5 km<sup>2</sup>, Gletscheranteil 2,4 %; SOMMER, 1980) ohne menschliche Siedlungen entlang der Fließstrecke.

Die Probenentnahmen in dem teils sehr unwegsamen Gelände wurden durch die Hilfsbereitschaft der TIWAG sehr erleichtert. Den betreffenden Herren der TIWAG sei für die Lösung von Transportproblemen, für die Abflußmessungen zum Zeitpunkt der Probenentnahmen und für die Überlassung von Daten an dieser Stelle gedankt.

## 2. Untersuchungstermine und Methoden:

Die Untersuchungen wurden im Zeitraum zwischen September 1979 und August 1980 an fünf Entnahmeterminen durchgeführt: 19./20. September 1979, 5./6. Dezember 1979, 4./5. März 1980, 28./29. Mai 1980, 28./29. August 1980. Es wurden dabei jeweils folgende Entnahmestellen besammelt (siehe auch Abb. 1):

Pitztal:

Taschachbach:

- Stelle 1: etwa 50 m oberhalb Wasserfassung
- Stelle 2: 20 - 30 m unterhalb Wasserfassung
- Stelle 3: etwa 150 m unterhalb Wasserfassung (unterhalb Brücke)
- Stelle 4: kurz oberhalb Zusammenfluß mit Pitze

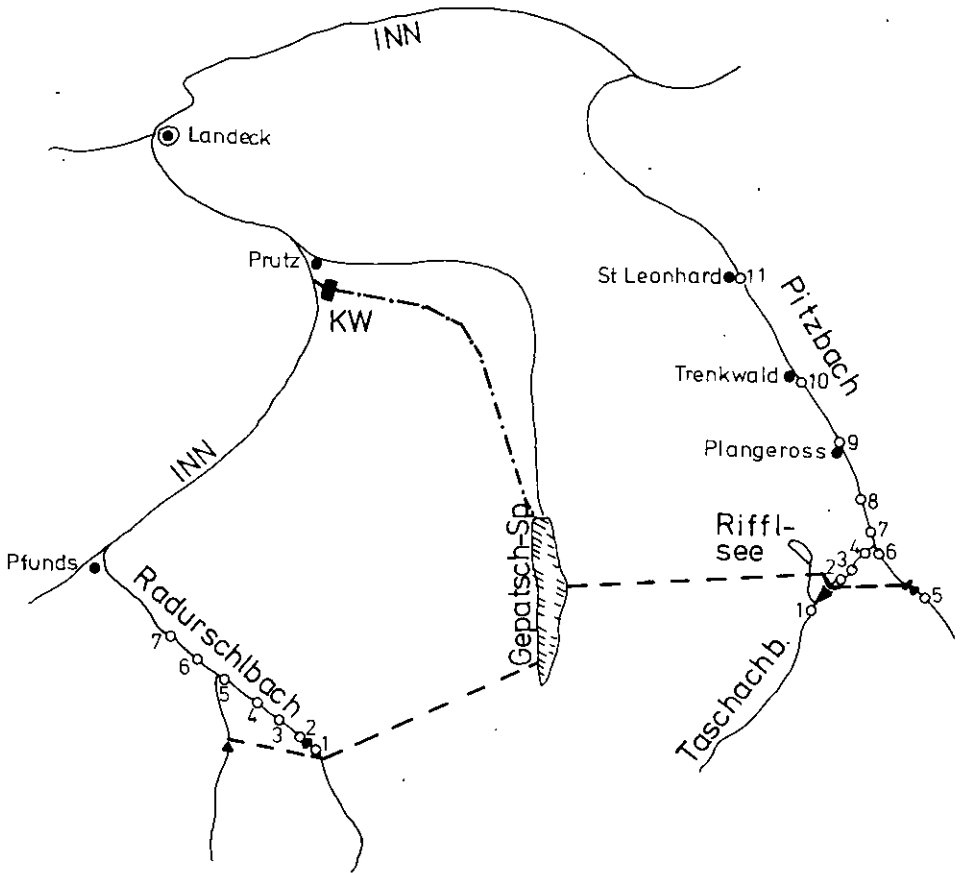


Abb. 1: Untersuchungsgebiet und Probenentnahme-Stellen (o: Entnahmestelle; - - - -: Bach-Überleitungen zum Gepatsch-Speicher; - . - . -: Druckstellen; KW: Kraftwerk Prutz der TIWAG)

### Pitzbach:

- Stelle 5: oberhalb Wasserfassung
- Stelle 6: oberhalb Zusammenfluß mit Taschachbach
- Stelle 7: unterhalb Zusammenfluß mit Taschachbach (oberhalb der Häuser)
- Stelle 8: unterhalb Mandarfen (Seilbahn)
- Stelle 9: unterhalb Pegel Plangeroß
- Stelle 10: oberhalb Trenkwald
- Stelle 11: in St. Leonhard (oberhalb Pegel bei Brücke)

### Radurschltal:

#### Radurschlbach:

- Stelle 1: oberhalb Wasserfassung
- Stelle 2: unterhalb Wasserfassung (10 - 20 m unterhalb Spülwasserzulauf)
- Stelle 3: bei Almbrücke

- Stelle 4: bei Balkenbrücke oberhalb Verjunswiese  
 Stelle 5: bei Brücke oberhalb Forsthaus  
 Stelle 6: bei Pegel Wildmoos  
 Stelle 7: vor Eintritt in die Schlucht

Die Wasserfassung am Taschachbach liegt in 1802 m Seehöhe und besitzt als einzige Bachfassung des Kaunertalkraftwerkes ein Straubecken, die Wasserfassungen am Pitzbach (1805 m Höhe) bzw. am Radurschbach (1784 m Höhe) sind als "Tirolerwehr" ausgebildet. In Abb. 2 und 3 sind die Seehöhen und die Entfernungen der Probenentnahmestellen von den Wasserfassungen schematisch dargestellt.

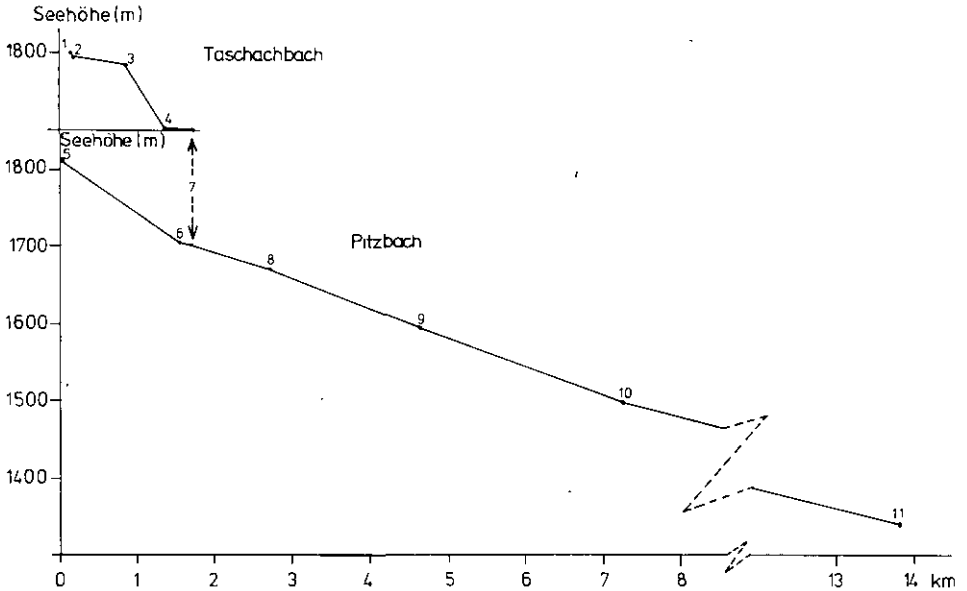


Abb. 2: Taschachbach und Pitzbach: Lage der Probenentnahmestellen (Seehöhe und Entfernung von der Wasserfassung, abgelesen aus der Österreich-Karte 1 : 50.000)

An jeder Entnahmestelle wurden sowohl Wasserproben aus der fließenden Welle als auch Proben der Lebewelt des Gewässerbodens entnommen.

Die Untersuchung der Wasserproben umfaßte folgende Parameter: Temperatur, pH, Alkaligehalt (Säurebindungsvermögen, SBV), Elektrolytische Leitfähigkeit, Sulfat, Chlorid, aktueller Sauerstoffgehalt und Sauerstoffsättigung. Außerdem wurde der Biochemische Sauerstoffbedarf (BSB<sub>5</sub>) bestimmt.

Temperatur und Sauerstoffgehalt wurden jeweils zu Anfang und am Ende der Besammlung jeder Entnahmestelle gemessen, die übrigen Parameter wurden aus einer Mischprobe (mehrere Schöpfproben werden in Abständen von etwa 5 Minuten entnommen und in einem Eimer vermischt) bestimmt. Durch die Verwendung von Mischproben zur chemischen Analyse und BSB-Bestimmung sollen zufällige Schwankungen in der Wasserbeschaffenheit der einzelnen Schöpfproben ausgeglichen werden.

Für die Bodenfauna-Untersuchung wurden jeweils 4 dm<sup>2</sup> Bachsediment (5 · 10 cm tief) entnommen, aus welchem alle Insektenlarven und sonstigen wirbellosen Tiere (soweit größer als ca. 0,1 mm) ausgelesen und hinsichtlich Artzugehörigkeit, Entwicklungsstadium und Häufigkeit bearbeitet wurden. Die Auswertung dieses Tiermaterials erlaubt einerseits eine Beurteilung des jeweiligen Gewässerzustandes an der Entnahmestelle – wobei Artenspektrum und relative Individuenhäufigkeit dieser langlebigen Gewässerfauna gewissermaßen integrierend auf die während vieler Wochen vor dem Entnahmetermin gegebene Gewässersituation reagieren – andererseits ermöglichen die auf den meist einjährigen Entwicklungszyklus der Fauna abgestimmten 5 Probenentnahmeterminen auch eine Analyse der Entwicklung bzw. Veränderung der Lebewelt dieser Bäche. Es wurden für die Bodenfauna-Untersuchun-

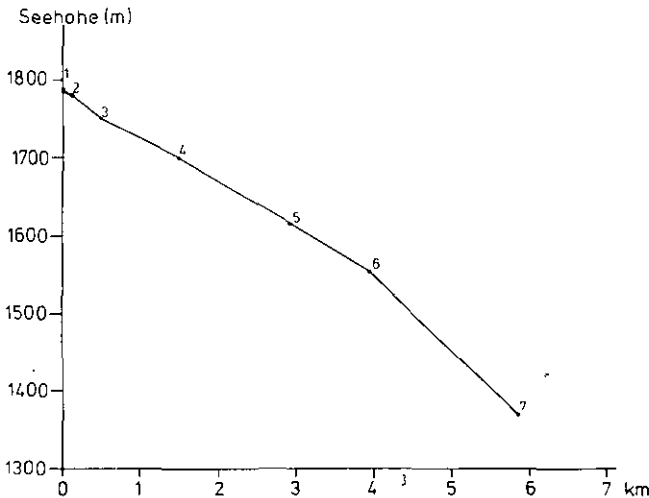


Abb. 3: Radurschlbach: Lage der Probenentnahmestellen (Seehöhe und Entfernung von der Wasserfassung, abgelesen aus der Österreich-Karte 1 : 50.000)

gen pro Entnahmestelle und -termin jeweils 3 Parallelproben entnommen, wobei getrachtet wurde, im Hinblick auf die sehr zeitraubende Sortier- und Determinationsarbeit mit der Analyse von jeweils 2 Parallelproben das Auslangen zu finden und die 3. Probe nur dann herauszuziehen, wenn die ersten beiden Proben bei der Auswertung erhebliche Unterschiede aufwiesen.

Bezüglich der Sammeleffizienz sowie der horizontalen und vertikalen Verteilung des Makrozoobenthos in Gebirgsbächen des Kristallin der Tiroler Zentralalpen liegen eingehende Untersuchungen an der Gurgler Ache (KOWNACKA und MARGREITER, 1978b; JOB, 1981) und am Piburger Bach (KOWNACKA und MARGREITER, 1978a; WEICHSELBAUMER, 1979) vor. Für den statistischen Vergleich zwischen den einzelnen Probenstellen wurden die Proben aller 5 Entnahmetermine zusammengenommen, sodaß pro Entnahmestelle 10 Einzelproben zur Verfügung standen.

Seitens der TIWAG wurden zu jedem Entnahmeterrn an den betreffenden Probenstellen Abflußmessungen durchgeführt. Außerdem wurde von der TIWAG die Spülhäufigkeit der Entsander im Untersuchungszeitraum erhoben.

### 3. Untersuchungsergebnisse:

#### 3.1. Abflußmessungen:

Die Ergebnisse der seitens der TIWAG zu den Entnahmezeitpunkten an den einzelnen Probenstellen durchgeführten Abflußmessungen sind in den Tabellen 1 und 2 zusammengestellt.

Taschach-, Pitz- und Radurschlbach werden an den Wasserfassungen total eingezogen, d.h. das an den Entnahmestellen unmittelbar unterhalb der Wasserfassungen fließende Wasser stammt zum Großteil aus dem Untergrund oder aus undichten Stellen der betreffenden Wasserfassung.

Tabelle 1: Pitztal: Abflußmessungen durch die TIWAG an Taschachbach und Pitzbach (l/s)

Stelle	1979		1980		-08-28
	-09-19	-12-05	-03-04	-05-28	
1 Taschach oberhalb Wasserfassung *)	2560	380	350	2960	5830
2 Taschach 50 m unterhalb Wasserfassung	—	10	—	15	5
3 Taschach bei Almbrücke	—	—	7	30	10
4 Taschach kurz oberhalb Pitze-Mündung	20	26	15	140	16
5 Pitze oberhalb Wasserfassung *)	1540	165	210	900	3260
6 Pitze kurz oberhalb Taschach-Mündung	35	30	10	150	55
7 Pitzbach kurz unterhalb Zusammenfluß mit Taschach <sup>1)</sup>	55	55	25	290	71
8 Pitze unterhalb Mandarfen	—	—	—	—	—
9 Pitze Pegel Plangeroß	280	200	90	1120	350
10 Pitze oberhalb Trenkwald	1400	—	—	3040	2270
11 Pitze Pegel St. Leonhard	2220	1000	540	4760	3200

\*) entspricht dem Wasserentzug im betreffenden Bachsystem

1) Abfluß von Stelle 4 und Stelle 6 kombiniert

Tabelle 2: Abflußmessungen durch die TIWAG an Taschachbach und Pitzbach (l/s)

Probenstelle	1979		1980		-08-29
	-09-19	-12-05	-03-04	-05-28	
1 Radurschl oberhalb Wasserfassung *)	490	130	55	1300	1870
2 Radurschl unterhalb Wasserfassung	30	25	15	30	30
3 Radurschl bei Almbrücke	40	30	20	50	50
4 Radurschl Balkenbrücke oberhalb Verjunswiese	85	65	40	245	200
5 Radurschl Brücke Forsthaus	140	130	95	310	240
6 Radurschl Pegel Wildmoos	250	220	130	620	310
7 Radurschl oberhalb Schluchtstrecke	490	400	250	1280	740

\*) entspricht dem Wasserentzug im Bach

In der Wintersituation (1979-12-05 bzw. 1980-03-04) ergab sich hiebei im Taschachbach bei einer Wasserführung von 380 bzw. 350 l/s an Stelle 1 (s. Tab. 1) und einem Abfluß unterhalb der Wasserfassung von 10 l/s (Stelle 2, Dezember 1979) bzw. 7 l/s (Stelle 3, März 1980) eine Reduktion der Wasserführung auf rund 2 - 3 %.

An Stelle 4, kurz oberhalb der Mündung der Taschach in die Pitze, rund 1200 m unterhalb der Wasserfassung, ergaben sich mit 25 l/s (Dezember 1979) und 15 l/s (März 1980) rund 7 bzw. 4 % der Wasserführung oberhalb der Ausleitung.

Am Pitzbach ergaben sich bei einer winterlichen Wasserführung von 165 l/s (1979-12-05) bzw. 210 l/s (1980-03-04) an Stelle 5 (oberhalb der Wasserfassung) Abflußmengen von 30 l/s bzw. 15 l/s an Stelle 6 (etwa 1550 m unterhalb der Wasserfassung), was 18 % bzw. 15 % des Ausgangswertes entspricht.

Die Wasserführung des Radurschlbaches oberhalb der Wasserfassung betrug am 1979-12-06 130 l/s, am 1980-03-05 55 l/s. An Stelle 2 (unterhalb der Ausleitung) wurden im

Dezember 1979 noch 25 l/s, im März 1980 15 l/s gemessen, das ist eine Reduktion auf 19 % bzw. 27 % des Ausgangswertes. An Stelle 3, etwa 500 m unterhalb der Ausleitung, waren es 30 l/s (23 %) bzw. 30 l/s (36 %), an Stelle 4 (rund 1500 m unterhalb der Wasserfassung) waren mit 65 l/s im Dezember und 40 l/s im März Abflußwerte von 50 % bzw. 73 % der Ausgangs-Wasserführungen des naturbelassenen Baches oberhalb der Wasserfassung erreicht (s. Tab. 2).

An allen drei Bächen lagen auf Grund des Volleinzuges des Wassers auch bei den wesentlich höheren Sommerabflüssen (s. Tab. 1 und 2) die Abflußwerte unterhalb der Wasserfassungen in der gleichen Größenordnung wie im Winter.

### 3.2. Geschiebe- und Schwebstofffrachten; Entsanderspülungen:

In Tabelle 3 (etwas abgeändert aus SOMMER, 1980) sind mittlere jährliche Geschiebe- und Schwebstofffrachten für die Jahre 1975 - 1978 (Taschach- und Pitzbach) bzw. 1976 (Radurschlbach) zusammengestellt.

Tabelle 3: Mittlere jährliche Geschiebe- (G) und Schwebstoff-Frachten (S) im Taschachbach, Pitzbach und Radurschlbach (aus SOMMER 1980, etwas abgeändert)

Meßstelle	E (km <sup>2</sup> )	Beobacht. zeitraum	Mittlere jährliche Spenden t/km <sup>2</sup> /Jahr			Gewichts- verhältnis G:S	Mittl. jährl. Fracht (G+S) total
			G	S	G + S		
Taschachbach							
Stauraum							
Entsander	60,6	1975 - 78	83	282	365	1:3,4	22100
Pitzbach							
Entsander	26,8	1975 - 78	90	385	475	1:4,3	12700
Radurschlbach							
Entsander	24,5	1976	1,3	2,4	3,7	1:2	91

Für den Taschachbach ergibt sich danach – berechnet für das gesamte Einzugsgebiet – eine mittlere jährliche Fracht von mehr als 22.000 t, für den Pitzbach 12.700 t und für den Radurschlbach nur 91 t. Die Spülhäufigkeit der Entsander (bzw. Staubeckenspülungen beim Taschachbach) ist nach Angaben der TIWAG in Tab. 4 angeführt. Das der Wasserfassung am Taschachbach vorgeschaltete Staubecken wurde danach im Untersuchungszeitraum nur zwei Mal, am 9. Juni und am 11. August gespült.

Der automatische Entsander am Pitzbach wurde während des Sommers sehr häufig ausgelöst, im September 1979 14 Mal, im Juni 1980 9 Mal, im Juli 1980 16 Mal und im August 1980 48 Mal; insgesamt ergaben sich damit während der Dauer der Untersuchung 87 Entsanderspülungen am Pitzbach. Die Spülungen beginnen mit einer Wassermenge von 9,5 m<sup>3</sup>/s im ersten Schwall, die sich innerhalb von 3 - 4 Minuten kontinuierlich auf 3,5 m<sup>3</sup>/s vermindert und mit diesem Wert dann bis zum Ende der Spülung konstant bleibt. Der gesamte Spülvorgang dauert 7 Minuten.

Am Radurschlbach wurden 9 Entsanderspülungen gezählt, sämtliche im Juni, Juli und August 1980 (s. Tab. 4). Der Ablauf des Spülvorganges ist ähnlich wie im Radurschlbach: Beginn mit 9 m<sup>3</sup>/s, kontinuierliche Verminderung binnen etwa 3 Minuten auf einen konstanten Wert von 4 m<sup>3</sup>/s (bzw. bei niedrigerer Wasserführung des Baches auf die betreffende Abflußmenge) bis zur Beendigung des Spülvorganges nach 7 Minuten (Angaben der TIWAG).

Tabelle 4: Spülhäufigkeit der Entsander (bzw. Staubeckenspülungen bei Taschach innerhalb des Untersuchungszeitraumes nach Angaben der TIWAG (WF = Wasserfassung)

	W F PITZBACH			Aug. 80	W F TASCHACH (Staubeckenspülungen)-	W F RADURSCHLBACH		
	Sept. 79	Juni 80	Juli 80			Juni 80	Juli 80	Aug. 80
1.				1				
2.				3.				
3.				6				
4.				9				
5.				9				
6.				6				
7.	1			3				
8.	1			2				1
9.	3				9.7.1980			
10.				1				
11.	3			1	11.8.1980			
12.	1							
13.	1	1						
14.	2	2		1			1	
15.		3					5	
16.		1					1	
17.				1				
18.		2						
19.	1			1				
20.								
21.	1			1				
22.								
23.								
24.								
25.								
26.			1	1				
27.			2					
28.			4					
29.			3	1				
30.			4	1				1
31.			2					
	14	9	16	48	2	7	1	1
	87					9		

### 3.3. Ergebnisse der chemischen Untersuchungen:

Die Ergebnisse der chemischen Analysen des Wassers der untersuchten Bäche sind in den Tabellen 5 und 6 zusammengestellt. Da die Meßwerte an den einzelnen Stellen den Untersuchungszeitraum hinweg keine wesentlichen Schwankungen zeigen und sich auch keine saisonalen Unterschiede (etwa Sommersituation gegenüber Wintersituation) feststellen ließen, sind in den Tabellen die Mittelwerte aus den 5 Entnahmeserien angegeben, wobei die Extremwerte (minimaler bzw. maximaler gemessener Wert) in Klammern angeführt sind.



Tabelle 5: Taschachbach und Pitzbach; Chemische Meßwerte: Mittelwerte aus allen Entnahmeserien; in Klammern sind die Extremwerte (Minimum - Maximum) angegeben

Stelle	pH	El. Leitfähigkeit ( $\mu\text{S}_{20}$ )	Alkalinität (mval/l)	Sulfat (mg/l)	Chlorid (mg/l)	O <sub>2</sub> -Sättigung (%)
1 Taschach	6,80(6,35-7,20)	44(33-59)	0,13(0,12-0,14)	13,3 (8,8-20,5)	0,6(0,3-0,8)	101(98-105)
2 Taschach	6,85(6,20-7,40)	91(65-106)	0,44(0,38-0,55)	24,8(20,0-28,0)	0,5(0,4-0,8)	89(87-90)
3 Taschach	6,85(6,25-7,30)	80(57-88)	0,24(0,19-0,29)	26,6(20,5-30,0)	0,3(0,2-0,4)	100(97-103)
4 Taschach	6,80(6,40-7,10)	72(65-88)	0,22(0,14-0,29)	23,5(15,5-30,5)	0,5(0,4-0,6)	100(97-104)
5 Pitzbach	6,70(6,35-6,95)	34(11-65)	0,06(0,05-0,09)	13,8 (6,5-24,3)	0,6(0,2-1,7)	100(97-104)
6 Pitzbach	6,75(6,40-7,10)	33(16-44)	0,09(0,08-0,11)	10,9 (5,5-15,0)	0,4(0,2-0,6)	100(97-105)
7 Pitzbach	6,75(6,30-7,10)	44(37-59)	0,13(0,10-0,16)	16,1 (7,5-22,5)	0,4(0,3-0,4)	101(97-104)
8 Pitzbach	6,65(6,25-7,10)	46(32-63)	0,12(0,08-0,15)	19,1(14,0-23,0)	0,7(0,4-1,4)	100(97-103)
9 Pitzbach	6,70(6,35-7,00)	49(41-60)	0,15(0,12-0,16)	12,5 (8,0-15,0)	0,6(0,3-1,0)	99(97-101)
10 Pitzbach	6,65(6,05-7,10)	31(23-42)	0,11(0,10-0,12)	7,3 (2,3-11,5)	0,8(0,3-1,7)	101(97-104)
11 Pitzbach	6,65(6,00-7,30)	33(25-45)	0,13(0,12-0,15)	7,9 (5,5-10,3)	0,5(0,3-0,8)	100(97-102)

Tabelle 6: Radurschlbach; Chemische Meßwerte: Mittelwerte aus allen Entnahmeserien. In Klammern sind die Extremwerte (Minimum - Maximum) angegeben

Stelle	pH	El. Leitfähigkeit ( $\mu\text{S}_{20}$ )	Alkalinität (mval/l)	Sulfat (mg/l)	Chlorid (mg/l)	O <sub>2</sub> -Sättigung (%)
1 Radurschl	6,85(6,35-7,20)	26(15-41)	0,17(0,15-0,18)	3,4 (1,5-4,5)	0,4(0,2-0,5)	99(96-102)
2 Radurschl	6,85(6,50-7,10)	26(14-34)	0,17(0,11-7,10)	3,2 (2,5-3,6)	0,3(0,2-0,4)	100(96-103)
3 Radurschl	6,95(6,45-7,30)	34(30-42)	0,21(0,16-0,26)	4,0 (2,8-5,8)	0,4(0,3-0,6)	103(99-105)
4 Radurschl	7,00(6,60-7,40)	38(23-46)	0,26(0,25-0,28)	6,0 (4,6-7,8)	0,4(0,3-0,7)	100(97-103)
5 Radurschl	6,95(6,60-7,50)	45(43-50)	0,27(0,21-0,35)	5,6 (2,5-6,8)	0,5(0,3-1,0)	99(96-102)
6 Radurschl	7,00(6,70-7,40)	41(34-49)	0,29(0,25-0,34)	6,0 (5,5-7,0)	0,4(0,3-0,5)	98(94-102)
7 Radurschl	7,40(7,10-7,80)	67(25-81)	0,55(0,27-0,75)	10,0 (7,8-15,8)	0,5(0,1-1,4)	99(96-102)

Der pH wies an allen Bächen Werte um den Neutralpunkt auf, die Mittelwerte lagen zumeist im leicht sauren Bereich, wie dies in Wässern aus dem Kristallin häufig gefunden wird. Lediglich an Stelle 7 im Radurschlbach lag der pH mit Werten zwischen 7,10 und 7,80 im leicht alkalischen Bereich.

Die elektrolytische Leitfähigkeit zeigte durchwegs die für Wässer aus Einzugsgebieten mit hohem Kristallin-Anteil üblichen niedrigen Werte, lediglich im Taschachbach an den Stellen 2, 3 und 4 ergaben sich mit Mittelwerten von 91,80 bis 72  $\mu\text{S}_{20}$  (= Mikrosiemens bezogen 20°C) etwas höhere Werte (s. Tab. 5). Diesen etwas höheren Leitfähigkeiten entsprechen auch eine erhöhte Alkalinität sowie etwas erhöhte Sulfat-Konzentrationen (Tab. 5), was auf Lösungsvorgänge beim unterirdischen Durchtritt des Wassers zur Entnahmestelle unterhalb der Wasserfassung hindeutet. Es sei allerdings hier gleich angefügt, daß diese geringen Änderungen des Chemismus biologisch sicher nicht relevant sind.

Die Alkalinität (als Maß der Konzentration gelöster Bikarbonate) ist durchwegs gering. Im Pitzbach liegen die Mittelwerte zwischen 0,06 und 0,15 mval/l, im Radurschlbach werden an Stelle 7 mit 0,55 mval/l die höchsten Werte (s. Tab. 6) erreicht.

Die Sulfatkonzentrationen liegen im Taschachbach (abgesehen von Stelle 2, 3 und 4, s.o.) und Pitzbach im Bereich zwischen 10 und 20 mg/l, im Radurschlachbach im Mittel etwas niedriger (um 5 mg/l).

Die Mittelwerte der Chlorid-Konzentrationen lagen an allen untersuchten Stellen (s. Tab. 5 und 6) unter 1 mg/l.

Was die aktuelle Sauerstoffkonzentration – einen der wichtigsten Parameter für die Biologie eines Gewässers – betrifft, so lagen die Werte zu allen Untersuchungsterminen und an allen Untersuchungsstellen – außer an Stelle 2 im Taschachbach – stets in einem engen Bereich um die 100 %-Sättigungskonzentration (97 - 105 %, s. Tab. 5 und 6), wie dies für turbulente Gebirgsbäche an sich zu erwarten ist. Die ständig niedrigere Sauerstoffkonzentration an Stelle 2 im Taschachbach knapp unterhalb der Wasserfassung von im Mittel 89 % Sättigung (Extremwerte 87 % bzw. 90 %, s. Tab. 5) ist mit hoher Wahrscheinlichkeit auf Zehrvorgänge während des unterirdischen Weges des Wassers (siehe auch Abschnitt "elektrolytische Leitfähigkeit") zurückzuführen.

### 3.4. Gütebeurteilung des Wassers nach dem Biochemischen Sauerstoffbedarf:

Die Höhe des biochemischen Sauerstoffbedarfes (BSB) ist häufig korreliert mit der Menge der von der fließenden Welle zum Entnahmezeitpunkt mitgeführten leicht abbaubaren organischen Substanzen, der BSB erlaubt daher Aussagen über die Belastung des Wassers durch häusliches Abwasser und/oder organische Substanz anderer Herkunft. Die in vorliegender Untersuchung durchgeführte Bestimmung des BSB<sub>5</sub> ergab für alle Bäche an sämtlichen Entnahmestellen eine Einstufung in Güteklasse I - II nach der vierstufigen Gewässergüte-Skala der "Münchener Methode". Die in der Wintersituation (Dezember 1979) an Stelle 1 im Taschachbach bzw. Stelle 5 in der Pitze – d.h. überhalb der betreffenden Wasserfassungen – gefundenen BSB-Werte von jeweils 2,2 mg O<sub>2</sub>/l liegen im Grenzbereich zwischen den Klassen I - II und II und sind sicherlich durch eine geringfügige "Autosaprobität" verursacht, d.h. die an sich geringen Mengen fäulnisfähiger Substanzen stammen mit hoher Wahrscheinlichkeit aus Algen, die durch die mitgeführten Feststoffe von ihrer Unterlage abgerieben wurden. An einigen Stellen wurde zu bestimmten Zeiten auch Güteklasse I erreicht, insgesamt war jedoch, wie oben erwähnt, durchwegs Güteklasse I - II gegeben. Im besiedelten Bereich der Pitze war an keinem Untersuchungstermin ein Anstieg des BSB feststellbar.

Zusammenfassend ist hinsichtlich der chemischen Beschaffenheit des Wassers und seiner über den biochemischen Sauerstoffbedarf abgeschätzten Belastung festzuhalten, daß die sehr geringe Streuung der untersuchten Parameter dem Ziel der vorliegenden Untersuchung insoweit sehr entgegenkommt, als die im folgenden Kapitel diskutierten Veränderungen der Tierwelt des Gewässerbodens sicherlich nicht durch chemische Ursachen bedingt oder eine Folge von Gewässerbelastungen sein können.

### 3.5. Ergebnisse der Bodenfauna-Untersuchungen:

Die in jeder Bodenprobe (s. Kap. 3) gefundenen Tiere wurden nach Anzahl und Artzugehörigkeit bzw. Zugehörigkeit zu höheren taxonomischen Einheiten möglichst genau bestimmt. In der statistischen Analyse wurden Mittelwerte, prozentuelle Anteile der einzelnen taxonomischen Gruppen, die dominierenden Arten, sowie Klumpungs- und Streuungsmaße berechnet. Bezüglich der statistischen Analyse siehe KOWNACKA und MARGREITER (1978b).

Die Bodenfauna aller 4 Bäche besteht vorwiegend aus Insekten, die 99 % (Taschach), 98 % (Pitzbach) und 97 % (Radurschlbach) der Gesamtzahl der mit der angewandten Methode erfaßten Tiere ausmachen. Den Rest bilden Oligochaeten, vereinzelt wurden Turbellarien, Nematoden und Hydracarinae gefunden.

Unter den Insekten, die sich überwiegend im Larvenstadium befanden, sind die Chironomiden vorherrschend. Sie machen 68 % (Taschachbach), 58 % (Pitzbach) bzw. 62 % (Radurschlbach) des gesamten Macrozoobenthos aus. Daneben kommen Ephemeropteren (22 % Taschach, 27 % Pitzbach und 18 % Radurschl), Plecopteren (7 % Taschach, 5 % Pitzbach und 11 % Radurschl) und Trichopteren (2 % Taschach, 8 % Pitzbach und 5 % Radurschl) vor.

Die mittlere Individuenzahl pro Probe beträgt 166 in der Taschach, 147 im Pitzbach und 253 im Radurschlbach, was 4150, 3675 und 6325 Ind/m<sup>2</sup> entspricht. Diese Übersicht gilt für alle Probenstellen, über die ganze Untersuchungszeit. Unterschiede zeigen sich deutlicher, wenn man die Probenstellen einzeln im Jahresdurchschnitt und in verschiedenen Monaten betrachtet.

In Abb. 4 sind die prozentuelle Zusammensetzung der Bodenfauna durch Säulendiagramme und die mittleren Individuenzahlen je Probe im Jahresdurchschnitt durch Kurven für alle untersuchten Bäche dargestellt. Abbildungen 5, 6 und 7 zeigen die prozentuelle Zusammensetzung der Fauna und die durchschnittliche Individuenzahl je Probe in verschiedenen Monaten für die einzelnen Stellen der untersuchten Bäche. Durch verschiedene Stricharten sind die mittleren Individuenzahlen je Probe für die einzelnen Monate gekennzeichnet.

#### 3.5.1. Pitzbach:

Die Unterschiede, vor allem die Individuenzahl betreffend, sind besonders im Pitzbach (Abb. 4 und 5) in den Abschnitten vor und nach der Wasserfassung, wo besonders oft durch den Betrieb des Entsanders starke Wasser- und Strömungsgeschwindigkeiten und zeitweise große Mengen von Schwebstoff (STROBL, 1980) auftreten (im Sommer häufig mehrmals täglich Entsanderspülungen, siehe Tab. 4), sehr groß.

Im Jahresdurchschnitt sind im ganzen Bereich zwei Insektengruppen besonders wichtig: Chironomidae machen 58 % und Ephemeroptera 27 % der Macrozoobenthos-Individuenzahl aus. Oberhalb der Wasserfassung (Stelle 5) liegt der Ephemeropteren-Anteil mit 46 % (Abb. 4) am höchsten und sinkt im weiteren Bachverlauf gleichförmig auf 10 % bis Trenkwald (Stelle 10). An Stelle 11 treten Ephemeroptera wieder zahlreicher auf (20 %). Der Chironomiden-Anteil liegt an den Stellen 5, 6 und 7 im Bereich von 50 % und ist an den Stellen 8 und 9, wo sich von Dezember bis Mai ein sehr starker Algenaufwuchs entwickelt, mit 77 bzw. 73 % besonders hoch. An Stelle 10 und 11 ist der prozentuelle Anteil der Chironomiden wieder niedriger (Stelle 11: 40,7 %, siehe Abb. 4). Der Anteil der Plecopteren ist unterhalb der Wasserfassung an den Stellen 6 und 7 höher (8 %) als an Stelle 5 (1 %) und an allen anderen Stellen. (Abb. 4). Der größere Anteil der Trichoptera an den Stellen 10 und 11 ist durch die höheren Durchflußmengen verursacht. Vor allem Limnephiliden-Larven in steinigen Gehäusen sammeln sich hier, wie dies auch im Unterlauf anderer Gletscherbäche (z.B. der Ötztaler Ache) an Plätzen mit langsamer Strömung gefunden wurde (MARGREITER, in Vorbereitung).

Die mittlere Individuenzahl pro 4 dm<sup>2</sup> beträgt an Stelle 5 193 Individuen und sinkt deutlich nach der Wasserfassung auf 40 Individuen (Stelle 6) und 76 Individuen (Stelle 7). An den Stellen 9 und 10 ist sie der Anzahl an der Stelle 5 wiederum sehr ähnlich (198 und 197 Ind.). Die etwas niedrigere Individuenzahl an Stelle 11 (140) ist durch hohe

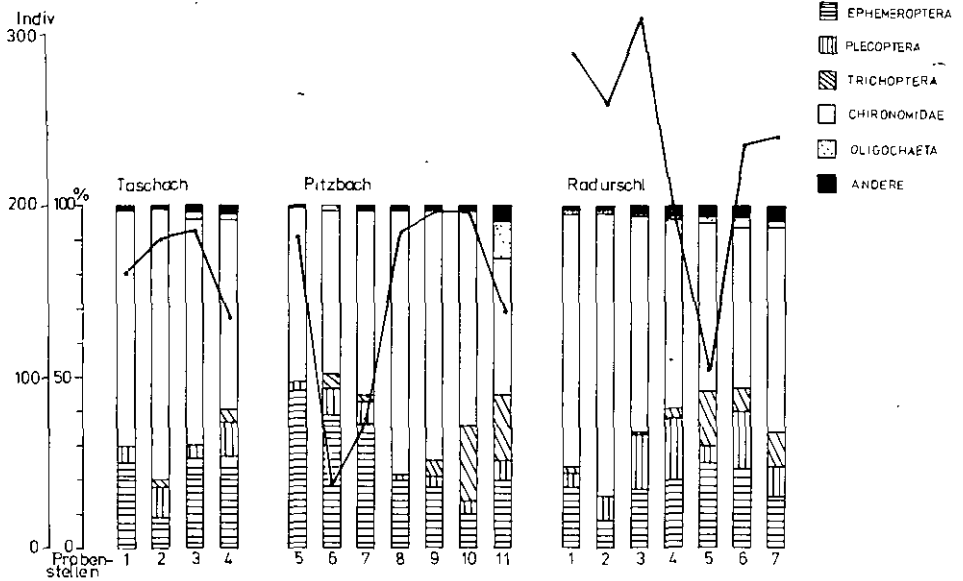


Abb. 4: Mittlere Individuenzahl (Indiv./Probe, gemittelt aus den Proben der 5 Entnahmetermine) an den einzelnen Probenstellen und Prozentanteile der einzelnen taxonomischen Gruppen am Mittelwert

Durchflußmengen und geringe Stabilität des Substrates (Bewegung der Steine) bei Hochwasser verursacht (Tab. 1). Niedrigere Individuenzahlen im Unterlauf sind auch in anderen Gletscherbächen – z.B. in der Ötztaler Ache – zu beobachten (MARGREITER, in Vorbereitung).

Im August, September, Dezember und März ist der Individuenzahlunterschied zwischen den Stellen vor (Stelle 5) und nach der Wasserfassung (Stellen 6 und 7) besonders deutlich (Abb. 5).

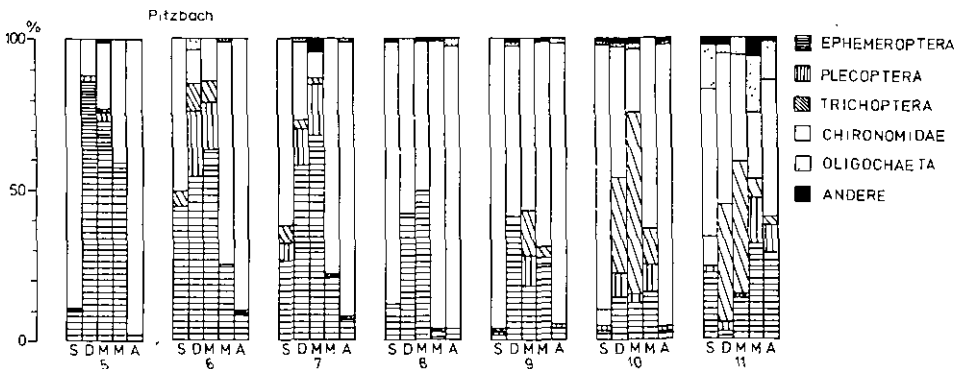


Abb. 5a: Pitzbach: Prozentanteile der einzelnen taxonomischen Gruppen an den Probenstellen im Jahresverlauf (Sept., Dez. 79; März, Mai und August 1980)

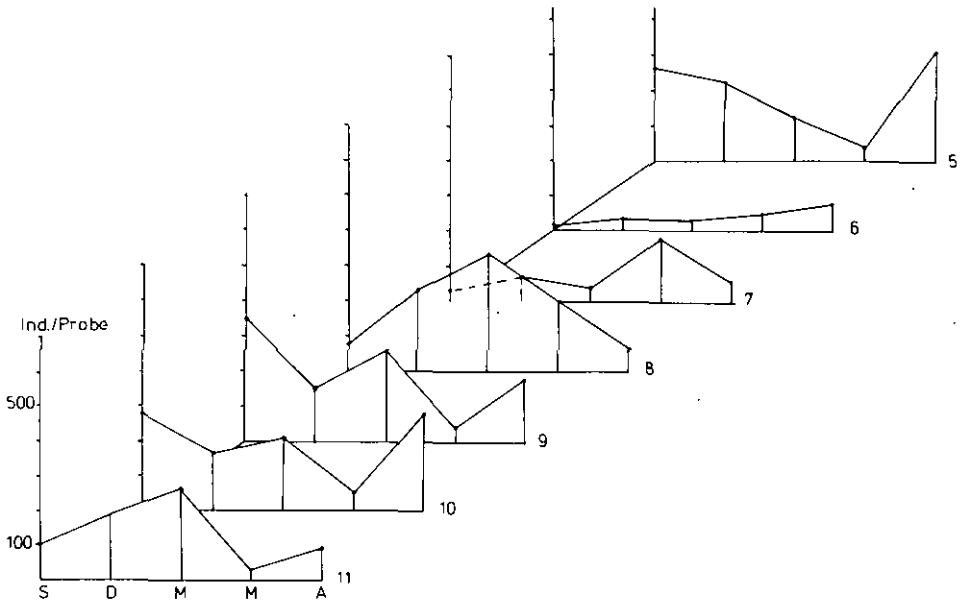


Abb. 5b: Pitzbach: Mittlere Individuenzahl an den einzelnen Probenstellen zu den Entnahmetermen (S = September, D = Dezember, M = März bzw. Mai, A = August)

Hohe Individuenzahlen (vor allem durch alle Stadien von *Diamesa gr. latitarsis* (Chironomidae) im August und September, und junge *Baetis alpinus* (Ephemeroptera) im Dezember und März verursacht) treten an Stelle 5 auf. Die Individuenzahl sinkt stark an den Stellen 6 und 7 und steigt wieder an den Stellen 8, 9 und 10. Niedrige Individuenzahlen an den Stellen nach der Wasserfassung (besonders Stelle 6) sind zu allen Beobachtungszeiten sichtbar. Im Mai sind die mittleren Individuenzahlen an allen Stellen niedrig (Ursache: beginnende Schlüpfzeit von *Baetis alpinus* sowie *Diamesa gr. latitarsis* und *D. gr. cinerella*, und hoher Wasserstand). Nur an den Stellen 7 und 8 treten im Algenaufwuchs mehr junge *Diamesa* auf.

Wenn man die prozentuelle Zusammensetzung der Fauna in verschiedenen Monaten betrachtet, werden die Abweichungen sichtbar, aber das allgemeine Bild bleibt unverändert, wie etwa der prozentuelle Anteil der Ephemeroptera, der nur im August und September an Stelle 5 niedriger ist als an den Stellen 6 und 7. Ihre Individuenzahl ist dort (Stelle 5) höher als im weiteren Bachverlauf, nur ist dies wegen der besonders hohen Zahl von *Diamesa gr. latitarsis* und der jungen *Diamesa* in der prozentuellen Aufteilung nicht sichtbar.

Zwischen den einzelnen Stellen sind Unterschiede in der Artenzusammensetzung nicht nachzuweisen. Manche Arten scheinen an den Stellen nach der Wasserfassung (6 und 7) in geringerer Menge vorzukommen (z.B. *Rbithrogena gr. loyolaea*, *Diamesa gr. latitarsis*), manche in höherer Anzahl (*Diamesa cinerella* und *D. thienemanni*) als an anderen Stellen. Dies ist aber auf Grund des verhältnismäßig geringen Materialumfanges (maximal 3 Proben pro Stelle und Termin) nicht beweisbar.

### 3.5.2. Taschachbach:

Ein ähnliches Bild wie im Pitzbach zeigt die Bodenfaunazusammensetzung in der Taschach. Auch hier haben 2 Insektengruppen entscheidende Bedeutung: Chironomidea machen 68 % und Ephemeroptera 22 % der Gesamtindividuenzahl des untersuchten Zoobenthos aus. Wie in Abb. 4 zu sehen ist, beträgt der Ephemeropteren-Anteil vor der Wasserfassung (Stelle 1) 25 %. Nach der Fassung (Stelle 2) ist er wesentlich niedriger (9 %). An den Stellen 3 und 4 steigt er wieder auf 26 und 27 %. Der Anteil der Chironomiden steigt von 69 % an Stelle 1 zu seinem Maximum (80 %) nach der Wasserfassung (Stelle 2), wo im Gegensatz zum Pitzbach starker Algenaufwuchs zu allen Untersuchungsterminen zu beobachten ist. Hier finden die Chironomiden-Larven günstige Lebensbedingungen. Der Anteil dieser Gruppe sinkt auch hier wie im Pitzbach im weiteren Bachverlauf ab. Der Plecopteren-Anteil ist auch in diesem Bach nach der Wasserfassung (Stelle 2) höher (9 %) als an Stelle 1 (5 %) (Abb. 6a).

Im Jahresdurchschnitt beträgt die Individuenzahl an Stelle 1 161, an Stelle 2 181 und an Stelle 3 186 pro 4 dm<sup>2</sup>. Im Dezember und März entwickeln sich an allen Stellen (auch an Stelle 1) Algen. In diesen Monaten sind niedrigere Gesamtindividuenzahlen an Stelle 2 (83 im Dezember, 240 im März) als an anderen Stellen (Stelle 1: 148 im Dezember, 363 im März; Stelle 3: 398 im Dezember, 257 im März) zu beobachten (Abb. 6b). Im Mai und September ist an Stelle 2 die Individuenzahl deutlich höher als an anderen Stellen, weil sich hier auch in diesen Monaten die Algen stark entwickeln. (In dieser Zeit tritt an anderen Stellen nur schwacher Algenaufwuchs auf.) Hohe Individuenzahlen sind hier durch junge *Diamesa* im September und *Baetis alpinis* (auch schlüpfreife Exemplare) verursacht. Unterschiede in der Artenzusammensetzung sind auch hier wie in der Pitze nicht sichtbar.

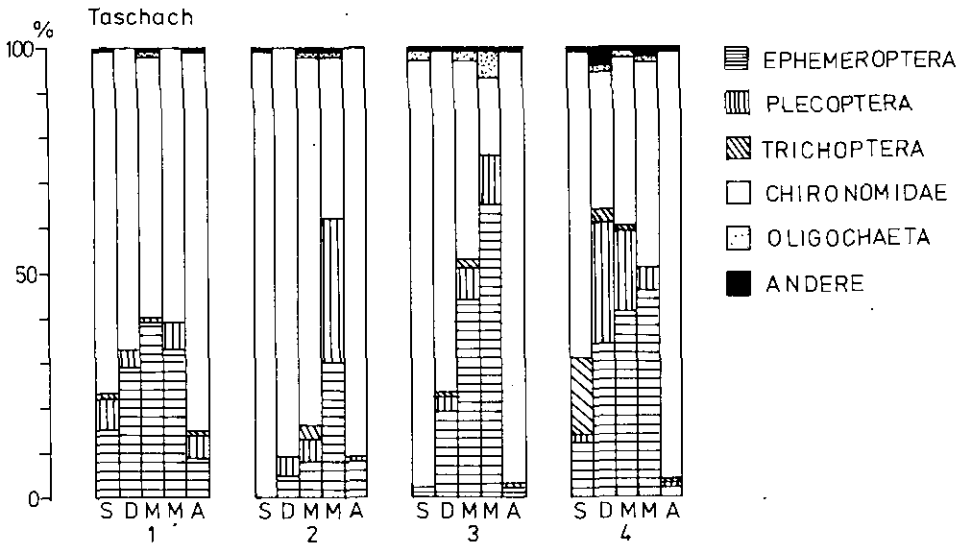


Abb. 6a: Taschachbach: Prozentanteile der einzelnen taxonomischen Gruppen an den Probenstellen im Jahresverlauf (Sept., Dez. 79; März, Mai und August 1980)

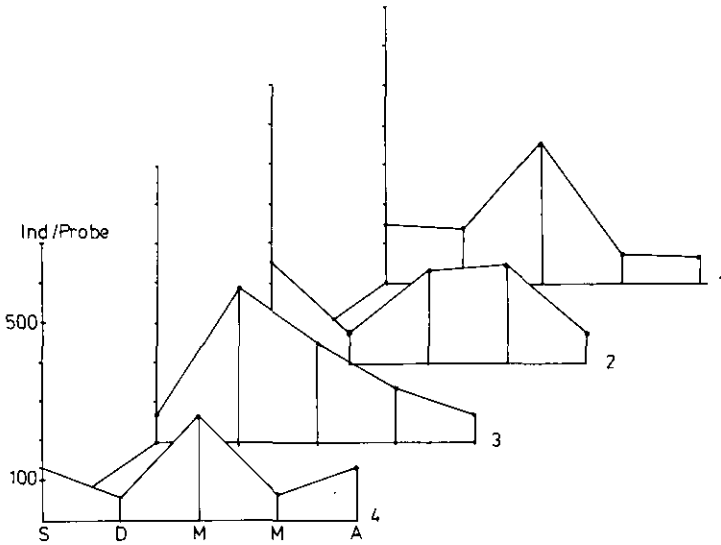


Abb. 6b: Taschachbach: Mittlere Individuenzahl an den einzelnen Probenstellen zu den Entnahmetermi- nen (S = September, D = Dezember, M = März bzw. Mai, A = August)

### 3.5.3. Radurschlbach:

Der Radurschlbach weist als Quellbach hohe Individuenzahlen auf (Abb. 4, besonders im Dezember und März). Diese setzen sich aus Chironomidae zusammen: *Diamesa gr. cinerella*, *D. g. thienemanni*, junge unbestimmbare Orthocladinae, *Eukiefferiella brevicar*, *E. minor*, *E. bavarica*, *Parorthocladius gr. nudipennis*, *Orthocladius frigidus*, sowie Ephemeroptera. *Baetis alpinus* kommt im reichen Algenaufwuchs sehr häufig vor. Die wichtigsten Gruppen sind wie in den beiden Gletscherbächen Chironomidae (62 %) und Ephemeroptera (18 %), aber auch Plecoptera haben hier einen höheren Anteil (11 %).

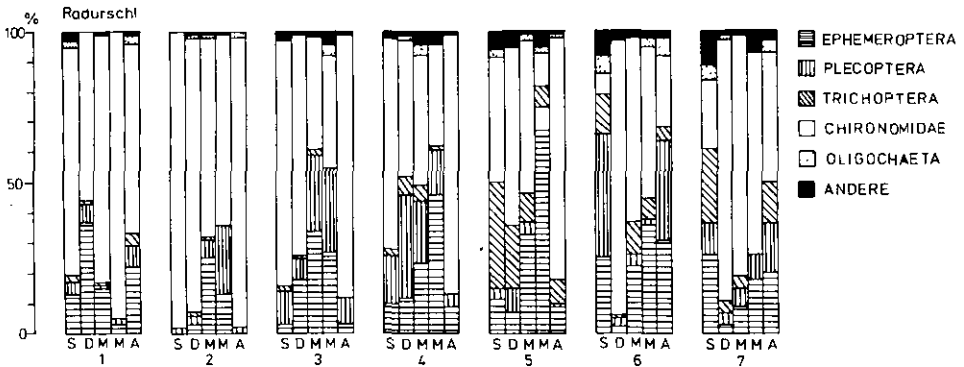
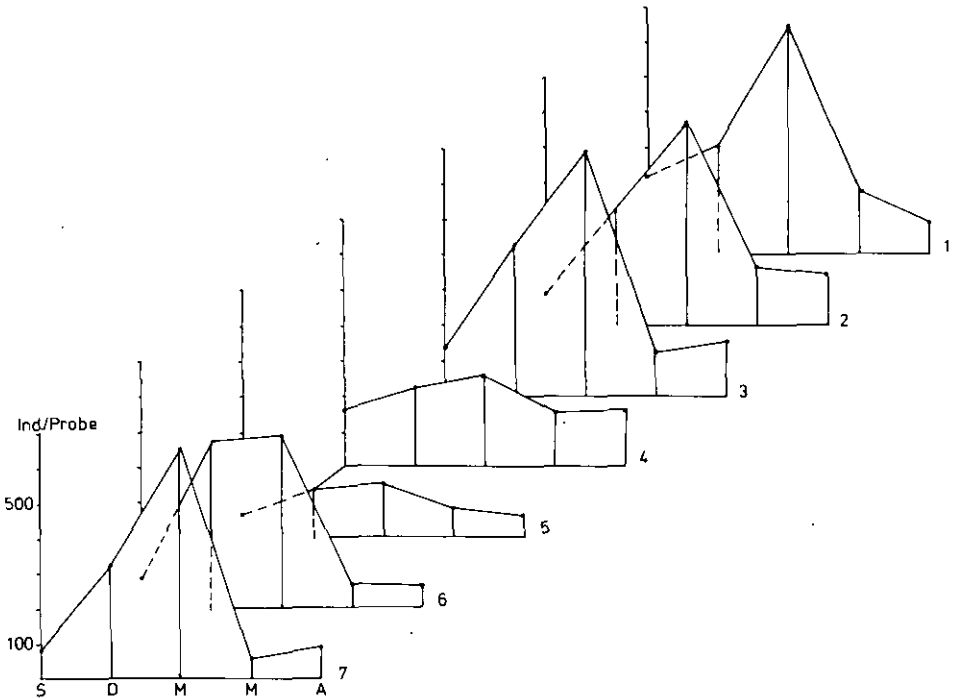


Abb. 7a: Radurschlbach: Prozentanteile der einzelnen taxonomischen Gruppen an den Probenstellen im Jahresverlauf (Sept., Dez., 1979; März, Mai und August 1980)



7b: Radurschbach: Mittlere Individuenzahl an den einzelnen Probenstellen zu den Entnahmetermi­nen (S = September, D = Dezember, M = März bzw. Mai, A = August)

Die Senkung der Individuenzahlen unterhalb der Wasserfassung ist im September besonders auffallend (Stelle 1: 215, Stelle 2: 93), im März (Stelle 1: 650, Stelle 2: 572) und im Mai (Stelle 1: 175, Stelle 2: 162) hingegen viel weniger sichtbar. Der Anteil von Ephemeroptera wird auch hier unterhalb der Wasserfassung niedriger (8 %, gegenüber 18 % an Stelle 1 – siehe Abb. 4). Die an allen Beobachtungsterminen niedrigeren Individuenzahlen an Stelle 5 können aus der unterschiedlichen Charakteristik dieser Stelle erklärt werden. Der Bach fließt hier durch dichten Wald. Daher herrschen ungünstige Lichtverhältnisse, die den Algenaufwuchs hemmen. Auch in diesem Bach sind wie im Pitzbach und Taschachbach Unterschiede in der Artenzusammensetzung vor und nach der Wasserfassung nicht feststellbar.

#### 4. Diskussion und Zusammenfassung der Ergebnisse:

Alle 3 untersuchten Bäche sind sowohl nach dem biochemischen Sauerstoffbedarf des Wassers (Kap. 3.4.) als auch nach der biologischen Gewässergüte-Beurteilung aufgrund der Bodenfauna an allen Stellen (außer Stelle 11 in der Pitze) in Güteklasse I - II einzustufen. Die Stelle 11 (Pitze in St. Leonhard) wies an 4 von 5 Untersuchungsterminen (September 1979, März, Mai und August 1980) mit Güteklasse II (mäßig belastet) eine etwas schlechtere Einstufung auf. Die Grenze zu Klasse II wurde auch einmal in der Taschach (Mai 1980, Stelle 3) überschritten, in der Gesamtbeurteilung ergab sich aber Klasse I - II.



Die chemische Analyse des Wassers zeigte zwischen den einzelnen Entnahmestellen der Bäche keine wesentlichen Unterschiede (siehe Kap. 3.3.). Es sind auch keine bedeutenden geologischen Unterschiede und nur relativ geringe Höhenunterschiede zwischen den Probenstellen gegeben. Alle Stellen der untersuchten Bäche sind vom Lebensraum her ähnlich und liegen in der gleichen Bachverlaufszone.

Aus den oben genannten Gründen sind die Unterschiede in Menge und Zusammensetzung des Zoobenthos zwischen den Entnahmestellen oberhalb und unterhalb der Wasserfassungen nur durch Unterschiede im Wasserstand bzw. dem Wasserdurchfluß, durch die raschen Änderungen der Strömungsverhältnisse zur Zeit von Entsanderspülungen und durch die dabei stoßartig in das Bachbett entlassenen hohen Geschiebe- und Schwebstoffmengen erklärbar.

Statistisch signifikante Unterschiede zwischen den Artenspektren an den einzelnen Entnahmestellen sind anhand der quantitativ ausgewerteten Proben (2 pro Entnahmestelle und -datum, d.h. insgesamt 10 Proben pro Stelle) nicht nachzuweisen, wohl aber für die Individuenhäufigkeit einzelner Tiergruppen innerhalb der Bodenfauna.

Tabelle 7: Mittelwerte der dominanten Bodenfauna-Gruppen (Chironomidae und Ephemeroptera *Baetis alpinus* auch separat dargestellt) aus den Proben aller 5 Entnahmeterminen, umgerechnet auf Individuen/m<sup>2</sup>. In Klammern sind 95 % Vertrauensgrenzen (Cfl<sub>95</sub>) angegeben. Signifikante Unterschiede zwischen den Mittelwerten sind durch Sternchen gekennzeichnet, und zwar: \* = P < 0,05, \*\* = P < 0,01, N.S. = nicht signifikant

	Baetis alpinus			Ephemeroptera gesamt			Chironomidae gesamt		
	Ind/m <sup>2</sup>	Cfl <sub>95</sub>	t-Test	Ind/m <sup>2</sup>	Cfl <sub>95</sub>	t-Test	Ind/m <sup>2</sup>	Cfl <sub>95</sub>	t-Test
Taschachbach	1	1060 (451-2336)		1243 (518-2618)			2660 (1680-4120)		
	2	452 (112-1468)	N.S.	507 (125-1690)	N.S.		3380 (1220-5070)		N.S.
	3	1218 (285-4761)	N.S.	1503 (344-6094)	N.S.		2800 (1460-5200)		N.S.
	4	865 (318-2157)	N.S.	985 (372-2418)	N.S.		2010 (1150-3380)		N.S.
Pitzbach	5	1698 (679-4067)		1700 (693-4075)			3050 (1130-8000)		
	6	297 (152-475)	*P<0,05	310 (165-480)	*P<0,05		3050 ( 210-1370)		*P<0,05
	7	520 (222-1068)	N.S.	540 (248-1043)	N.S.		1220 ( 460-3010)		N.S.
	8	1352 (387-4410)	N.S.	1367 (931-4290)	N.S.		3210 (2090-4850)		**P<0,01
	9	650 (300-1275)	N.S.	673 (330-1249)	N.S.		3790 (1990-7110)		N.S.
	10	333 (180-516)	N.S.	395 (214-628)	N.S.		3270 ( 165-6350)		N.S.
	11	403 (167-821)	N.S.	510 (270-858)	N.S.		1450 ( 670-3030)		N.S.
Radurschl	1	1073 (396-2709)		1255 (521-2560)			5540 (3100-9810)		
	2	835 (166-3620)	N.S.	880 (185-3662)	N.S.		5110 (3170-8130)		N.S.
	3	1637 (392-6419)	N.S.	1768 (514-5772)	N.S.		4400 (2590-7380)		N.S.
	4	873 (457-1556)	N.S.	935 (553-1488)	N.S.		2620 (1850-4380)		*P<0,05
	5	490 (178-1155)	N.S.	653 (298-1293)	N.S.		1290 ( 660-2380)		**P<0,01
	6	720 (305-1547)	N.S.	898 (472-1596)	N.S.		3940 (1130-13420)		N.S.
	7	420 (192-787)	N.S.	573 (311-963)	N.S.		4560 (1670-12270)		N.S.

Für die beiden zahlenmäßig dominierenden taxonomischen Gruppen Chironomidae und Ephemeroptera wurde ein Vergleich der Besiedlungsdichten an den einzelnen Entnahmestellen anhand der Mittelwerte der Proben aus allen Entnahmeserien (10 Proben

pro Stelle) durchgeführt, wobei es bei den Ephemeropteren aufgrund der hohen Dominanz von *Baetis alpinus* möglich war, für die genannte Spezies einen solchen Vergleich auch auf Artniveau durchzuführen (siehe Tab. 7 und Abb. 8 bis 10):

In der Pitze ergibt sich sowohl bei den Ephemeropteren (bzw. *B. alpinus* – die Kurve für diese Art zeigt praktisch denselben Verlauf wie jene für die Gesamt-Ephemeropteren) – als auch bei den Chironomiden eine statistisch signifikante Abnahme der Populationsdichte (Tab. 7) zwischen Stelle 5 (oberhalb der Wasserfassung) und Stelle 6 (unterhalb). Bei beiden Gruppen nimmt dann die Abundanz bis zu Stelle 8 wieder zu, wobei die Zunahme bei den Ephemeropteren aufgrund sehr weiter Vertrauensgrenzen (wahrscheinlich durch unregelmäßige Besiedlungsstruktur an Stelle 8 hervorgerufen) nicht signifikant, bei Chironomiden dagegen sehr signifikant ( $p < 0,01$ , siehe Tab. 7) ist. Die übrigen Stellen in der Pitze unterscheiden sich nicht (siehe auch Abb. 8a, 9a und 10a).

Im Taschachbach ist die Abnahme der Besiedlungsdichte bei den Ephemeropteren an Stelle 2 (unterhalb der Wasserfassung) nicht signifikant, an Stelle 3 ist wieder (wie bei Pitze 8) eine Abundanzzunahme, verbunden mit sehr weiten Vertrauensgrenzen festzustellen. Bei den Chironomiden ist in der Taschach keine solche Reaktion (siehe auch Raddurchschbach) – eher eine leichte Zunahme an Stelle 2 – zu bemerken, wobei festzuhalten ist, daß anhand des vorliegenden Materials für beide Tiergruppen an den 4 Probenstellen der Taschach keine statistisch gesicherten Unterschiede festzustellen waren.

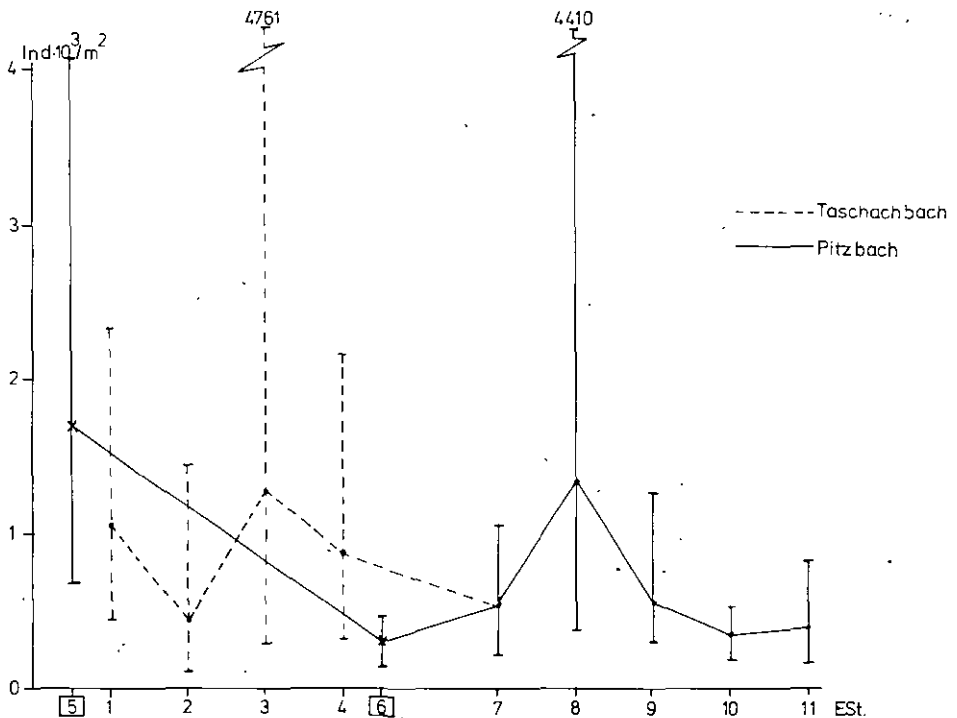


Abb. 8a: Taschachbach und Pitzbach: *Baetis alpinus*; Besiedlungsdichten (Individuen  $\cdot 10^2/m^2$ ), Jahresmittelwerte 1979/80 ( $n = 10$ ) mit 95 % Vertrauensgrenzen (ESt = Probenentnahmestellen).

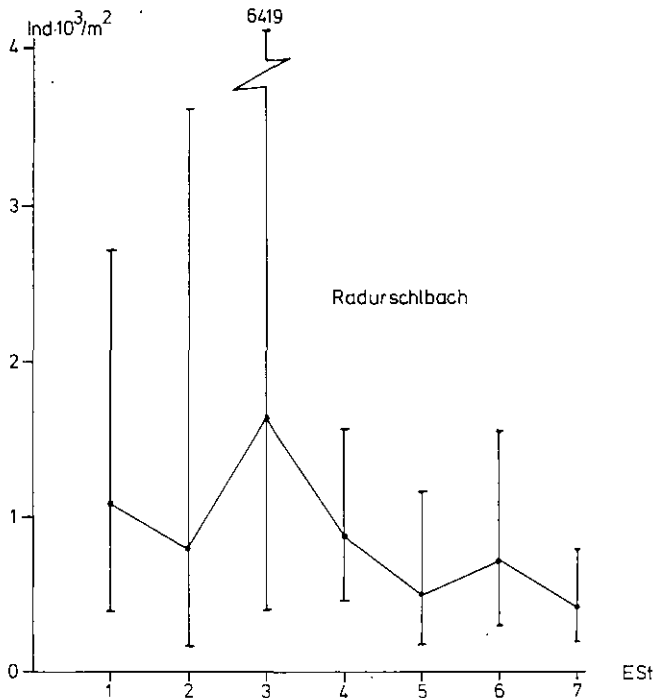


Abb. 8b: Radurschlachbach: *Baetis alpinus*; Besiedlungsdichten (Individuen  $10^3/m^2$ ), Jahresmittelwerte 1979/80 (n = 10) mit 95 % Vertrauensgrenzen (EST = Probenentnahmestellen)

Im Radurschlachbach ist für die Ephemeropteren wie bei den oben besprochenen Bächen eine Abnahme der Besiedlungsdichte unterhalb der Wasserfassung (Stelle 2) und wiederum eine Zunahme an Stelle 3 (verbunden mit einer starken Erhöhung des Vertrauensintervalls) zu sehen. Statistisch sind diese Änderungen allerdings nicht nachweisbar (siehe Tab. 7, Abb. 9b). Bei den Chironomiden ist im Radurschlachbach (wie im Taschachbach, s.o.) unterhalb der Wasserfassung keinerlei Abundanzabnahme festzustellen. Hingegen ist an Stelle 4 eine signifikante Abnahme von  $4400 \text{ Ind}/m^2$  auf  $2620 \text{ Ind}/m^2$  ( $p < 0,05$ ) und von Stelle 4 (Wildfütterung bei Balkenbrücke) auf Stelle 5 (Forsthaus) eine weitere sehr signifikante ( $p < 0,01$ ) Abnahme auf  $1290 \text{ Ind}/m^2$  sichtbar (Tab. 7, Abb. 10b). Mit hoher Wahrscheinlichkeit ist diese geringe Besiedlungsdichte, die nur bei den Chironomiden festzustellen war, auf die Lage der Probenstellen im Wald (Abschattung) und einer dadurch gegebenen Hemmung des Algenaufwuchses zurückzuführen: Der Algenaufwuchs dient den dominierenden Arten der Chironomiden (*Diamesa gr. latitarsis*, *Orthocladius rivicola*,<sup>1</sup> Orthocladinae) als Ernährungsbasis (siehe KAWECKA, KOWNACKI und KOWNACKA, 1978). In diesem Zusammenhang ist sicherlich auch der besonders hohe Populationsanteil der Chironomiden an Stelle 8 und 9 in der Pitze, verbunden mit einem sehr stark entwickelten Algenaufwuchs (siehe S. 39) zu sehen.

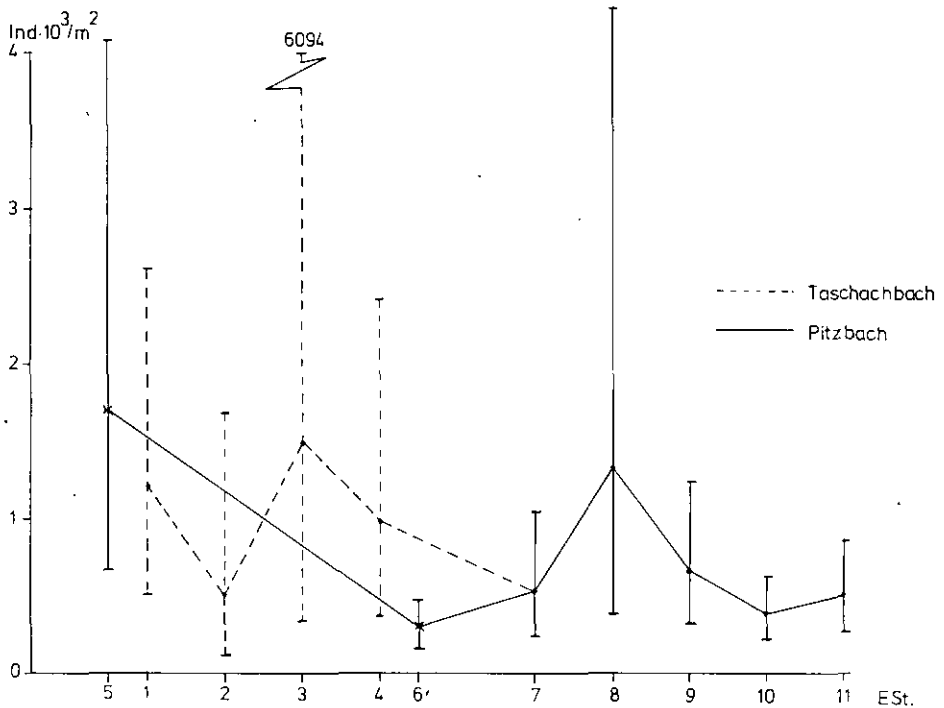


Abb. 9a: Taschachbach und Pitzbach: Ephemeroptera gesamt; Besiedlungsdichten (Individuen.  $10^3/m^2$ ), Jahresmittelwerte 1979/80 (n = 10) mit 95 % Vertrauensgrenzen (Est = Probenentnahmestellen)

Es ist festzuhalten: Die Wasserführung unterhalb der Wasserfassungen der 3 Bäche bewegt sich – verglichen mit den Stellen oberhalb – zum Teil im Bereich weniger Prozen- te (im Winter in der Taschach 2 - 3 %, in der Pitze 15 - 18 % und im Radurschlbach 19 % bzw. 27 %, siehe auch Kap. 3.1.). Dennoch ergaben sich für die Taschach und den Radurschlbach für die Chironomiden überhaupt keine, für die Ephemeroptera nur eine geringe Verringerung der Besiedlungsdichte pro  $m^2$ . Die gegenüber dem Radurschlbach etwas stärkere Abundanzabnahme der Ephemeropteren am Taschachbach an Stelle 2 könnte zudem noch durch die an dieser Stelle ständig herrschende geringe Sauerstoff-Untersättigung (siehe Kap. 3.3.) mitbeeinflusst sein.

Es scheint nach Auswertung der vorliegenden Bodenproben die Verminderung der Wassermenge unterhalb der Wasserfassungen im Taschach- und Radurschlbach auf rund 10 l/s keinen wesentlichen Einfluß auf das Artenspektrum und die durchschnittliche Besiedlungsdichte pro Flächeneinheit auszuüben. Genauere Untersuchungen mit größeren Parallelproben-Serien im Nahbereich von Wasserfassungen wären für eine Absicherung dieser Aussage sehr wünschenswert, nach den bisher erzielten Ergebnissen kann jedoch davon ausgegangen werden, daß bei geschiebearmen und hoch gelegenen Wasserfassungen

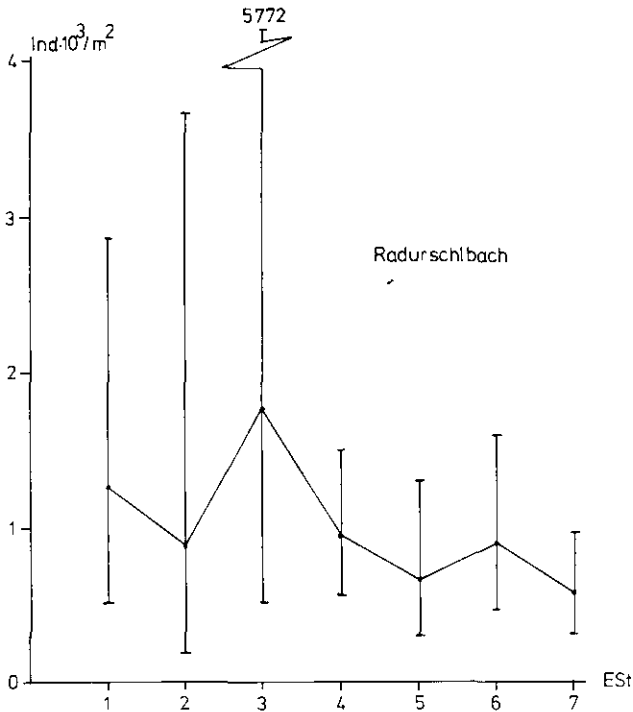


Abb. 9b: Radurschlbach: Ephemeropteren gesamt; Bedlungsdichten (Individuen  $10^3/m^2$ ), Jahresmittelwerte 1979/80 (n = 10) mit 95 % Vertrauensgrenzen (EST = Probenentnahmestellen)

vom Typ der Taschach- und Radurschlbachfassung eine wesentliche Beeinträchtigung der Bodenfauna in der Restwasserstrecke nur insofern gegeben ist, als sich der benetzte Querschnitt des Gewässerbettes im Vergleich zur natürlichen Abflußmenge verringert hat. Innerhalb des Restgewässerbettes verändern sich die Lebensbedingungen bei derartigen Gebirgsbächen trotz weitestgehender Wasserableitung offenbar so wenig, daß sich die Struktur der Zoozönose im Vergleich zu jener oberhalb der Wasserfassung nicht bzw. nur unwesentlich verändert. Die gleichen Arten und Tiergruppen sind vor und nach der Wasserfassung zu finden, nur mengenmäßige Unterschiede sind teilweise sichtbar. Hierin liegt ein deutlicher Unterschied zum Einfluß von Abwasser, wo empfindliche Arten und Gruppen nicht mehr leben können, durch andere ersetzt werden, und sich dadurch die Gruppen- und Artenzusammensetzung ändert. Am Pitzbach ist die Probenstelle unterhalb der Wasserfassung (Stelle 6) gekennzeichnet durch sehr häufige Betätigung des Entsandens während des Sommers (siehe Kap. 4.2.). Die Bodenfauna ist an dieser Stelle, wie oben erwähnt, schwer beeinträchtigt, und zwar ganzjährig. Vermutlich werden einerseits vor allem durch die feineren Sedimentpartikel die Lückenräume zwischen dem Geschiebe als Lebensraum für das Makrobenthos immer wieder verlegt, andererseits ist eine häufig wiederkehrende Erosion des Aufwuchses (Bakterienrasen und Aufwuchsalgen) anzunehmen, wodurch vielen Zoobenthosorganismen die Nahrungsbasis entzogen ist. Auch mit einer direkten Beeinflussung der Bodenfauna durch die stoßartigen Abflußschwankungen, die jeweils eine "Katastrophendrift" der von ihnen betroffenen Lebewelt auslösen, ist zu

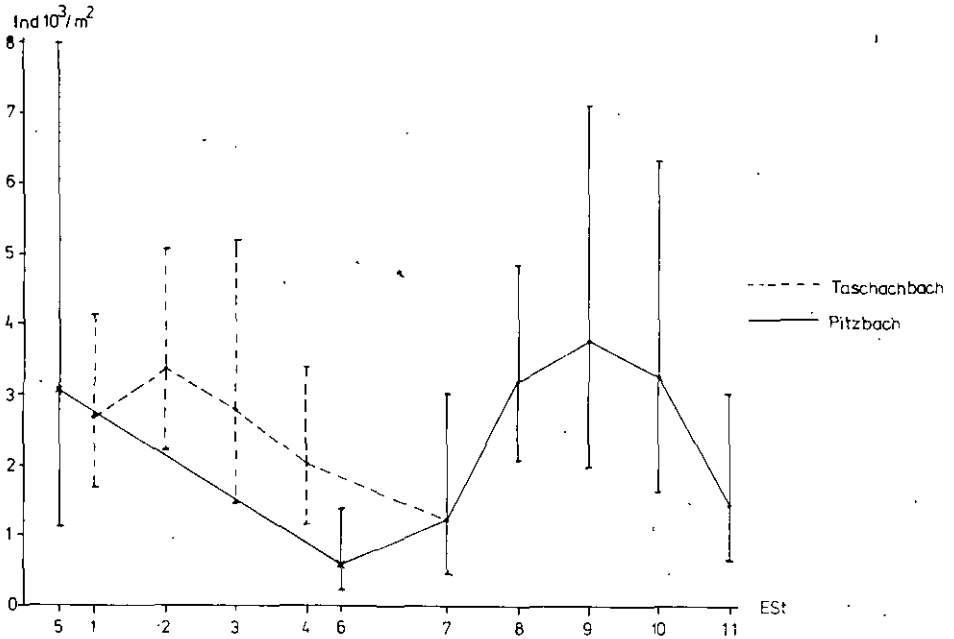


Abb. 10a: Taschachbach und Pitzbach: Chironomidae gesamt; Besiedlungsdichten (Individuen.  $10^3/\text{m}^2$ ), Jahresmittelwerte 1979/80 (n = 10) mit 95 % Vertrauensgrenzen (Est = Probenentnahmestellen)

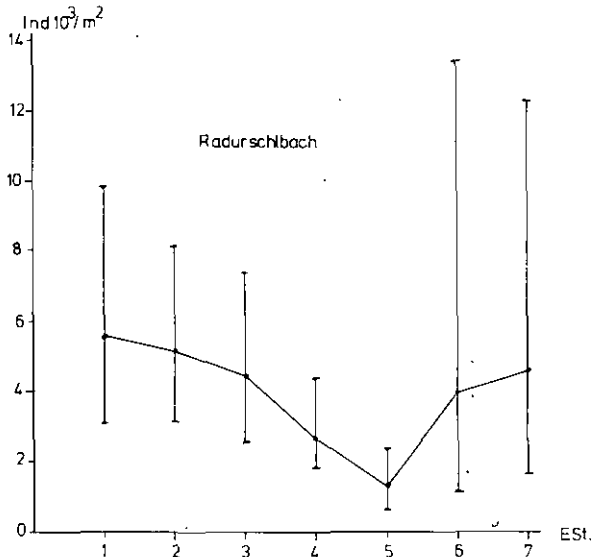


Abb. 10b: Radurschbach: Chironomidae gesamt; Besiedlungsdichten (Individuen.  $10^3/\text{m}^2$ ), Jahresmittelwerte 1979/80 (n = 10) mit 95 % Vertrauensgrenzen (Est = Probenentnahmestellen)

rechnen. Eine Ergänzung der Fauna durch Drift von oben her (wie dies in naturbelassenen Bächen die Regel ist) ist aufgrund der völligen Ableitung der Pitze an der Wasserfassung nicht möglich, und die bei den Entsanderspülungen abgedrifteten überlebenden Tiere werden sich zusammen mit den dabei von Stelle 6 ausgespülten erst weiter unten in ruhigeren Bachbereichen ansiedeln. Die Abundanzzunahme an Stelle 8 (Stelle 7 liegt nur 150 m unterhalb von Stelle 6 und ist daher ähnlich wie diese beeinträchtigt), etwa 1000 m unterhalb von Stelle 6 (Zunahme bei Ephemeropteren nicht signifikant, bei Chironomiden sehr signifikant, siehe Tab. 7) scheint diese Vermutung zu bestätigen.

In diesem Zusammenhang sei festgehalten, daß auch die bei Ephemeropteren im Taschach- und Radurschlbach jeweils an Stelle 3 zu bemerkenden erhöhten Besiedlungsdichten – verbunden mit sehr hohen Vertrauensgrenzen (stark unterschiedliche Zählwerte) – ein Ergebnis der Verdriftung von Organismen von den Stellen 2 zu Zeiten ungünstiger Lebensbedingungen darstellen könnten.

## 5. Zitierte Literatur:

- JOP, K. (1981): Report on the distribution of benthic fauna deep in the substratum of a glacial brook (Gurgler Ache; Ötztal, Tirol). – Jber. Abt. Limnol. Innsbruck, 7: 276 - 286.
- KAWECKA, B., A. KOWNACKI und M. KOWNACKA (1978): Food relations between algae and bottom fauna communities in glacial streams. – Verh. int. Ver. Limnol., 20: 1527 - 1530.
- KOWNACKA, M und G. MARGREITER (1978a): Die Zoobenthos-Gesellschaften des Piburger Baches (Ötztal, Tirol). – Int. Rev. ges. Hydrobiol., 63: 213 - 232.
- KOWNACKA, M. und G. MARGREITER (1978b): Überlegungen über die Ausgangsverteilung quantitativ entnommener Zoobenthos-Stichproben aus Fließgewässern. – Jber. Abt. Limnol. Innsbruck, 4: 190 - 196.
- MARGREITER-KOWNACKA, M. (in Vorbereitung): Die Zoobenthos-Gesellschaften unberührter und abwasserbelasteter Strecken von Gebirgsbächen mit vergletscherter Einzugsgebiet. –
- STROBL, M. (1980): Schwebstoff und Geschiebeführung in Gletscherbächen der zentralen Ötztaler Alpen (Tirol) und Untersuchung über den Gebirgsabtrag im Gebiet des Mittelbergferners. – Diss. Universität Innsbruck, . . . pp.
- WEICHSELBAUMER, P. (1979): Untersuchungen zu Vertikalverteilung von *Baetis alpinus* PICTET (*Baetidae*, *Ephemeroptera*) in *Sedimenten des Piburger Baches (Ötztal, Tirol)*. – Jber. Abt. Limnol. Innsbruck, 5: 89 - 95.