

KARTEN SIEHE  
ORIGINALBERICHT

**Die ökologische Bedeutung des  
hydrologischen Regimes auf die  
Biozönose intermittierender  
Karstgewässer**

**"Limnologisches Monitoring  
Hinterer Rettenbach"**

**Mag. Gabriele Weigelhofer**

**Jahresbericht 1997**



Abb. 1c: Probenpunkt MÜN, Sommer 1997



Abb. 1d: Probenpunkt HRB, Sommer 1997

### **3. Hydrologie**

#### **3.1. Pegelwerte HR und FB**

##### **3.1.1. Methodik**

Zusätzlich zu dem schon vorhandenen Pegel Rossleithen (Klammstein) am HR wurde Mitte April 1997 ein weiterer Pegelschreiber direkt am FB bei der Brücke oberhalb der Mündung (im Bereich des P4, siehe Karte im Anhang) in Betrieb genommen. Trotz der hohen Austrocknungsfrequenz dieses Bereiches erwies sich der Pegel als sehr wertvoll für die Erfassung der Hydrologie dieses Baches, da der Rossleithen-Pegel aufgrund der komplizierten Vernetzung der unterschiedlichen ober- und unterirdischen Wasserkörper im Mündungsbereich FB/HR für den FB nur begrenzt aussagekräftig ist.

##### **3.1.2. Ergebnisse**

Abb. 2 zeigt die täglichen mittleren Wasserstände am Pegelschreiber Rossleithen (Klammstein) und am FB-Pegel (Daten vom Hydrographischen Dienst des Landes OÖ). Die Pegelganglinien beider Bäche weisen ein stark fluktuierendes Abflußregime auf, wie es für Karstbäche typisch ist. Bei mittlerer Wasserführung schwankt der Wasserstand des FB um einen Pegelwert von ca. 70 cm. Innerhalb des Untersuchungszeitraumes wurde am FB ein großes Hochwasser Anfang Juli beobachtet (bis 120 cm Wasserstand), das große Umformungen des Bachbetts zur Folge hatte und sämtliche Piezometerrohre zerstörte. An 67 von insgesamt 177 Untersuchungstagen war der FB an der Pegelstelle völlig ausgetrocknet. Die Grafik zeigt, daß sowohl der Vorgang der Austrocknung als auch der neuerlichen Flutung sehr plötzlich und meist innerhalb von 24 Stunden erfolgen kann.

Obwohl die Pegelganglinien der beiden Bäche ein ähnliches Muster aufweisen, können sie nicht miteinander in Beziehung gesetzt werden (Abb. 3). So kann der FB bei Pegelwerten zwischen 150 cm und 170 cm am Pegelschreiber Rossleithen/Klammstein noch eine Wasserführung von 70 cm aufweisen, aber auch bereits vollkommen ausgetrocknet sein. Erst unter einem Wert von 150 cm am Pegelschreiber Rossleithen konnte am FB-Pegel an keinem Termin mehr Wasser nachgewiesen werden. Auch bei Mittelwasser kann keine Zunahme des FB-Pegels mit dem HR-Pegel festgestellt werden. So weist der FB innerhalb eines relativ großen Bereichs von 150 bis 210 cm am Pegelschreiber Rossleithen unabhängig von der Wasserführung des HR meist Pegelwerte um 70 cm auf.

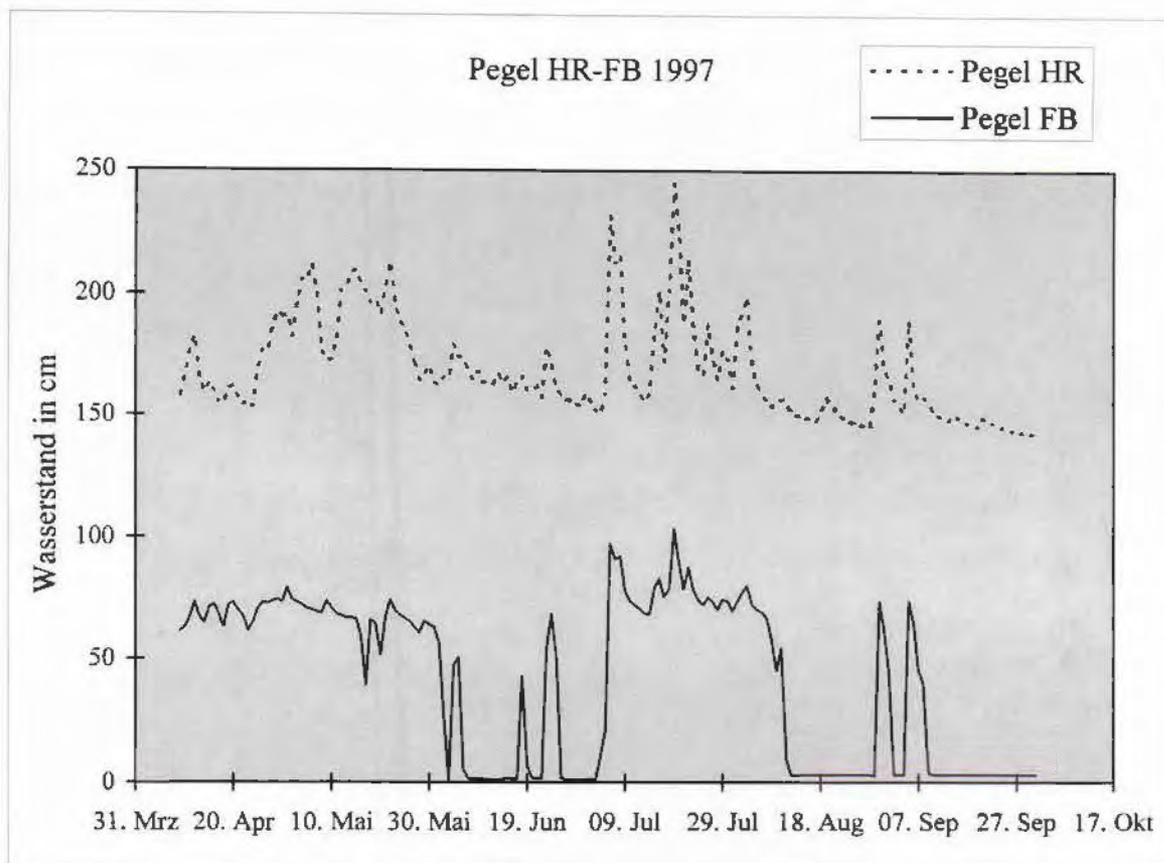


Abb. 2: Mittlere Pegelwerte am HR (Pegel Klammstein, HR) und FB

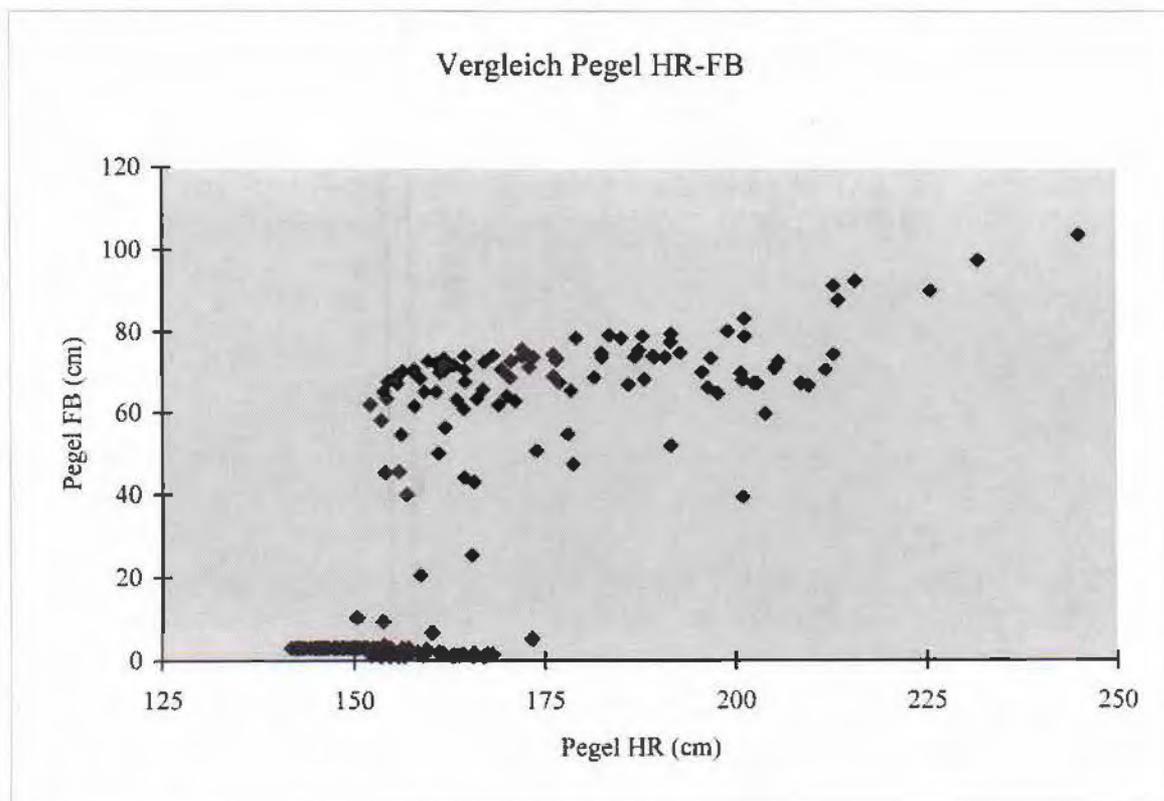


Abb. 3: Korrelation der Pegel am HR und FB

## 3.2. Vertikaler Hydraulischer Gradient (VHG)

### 3.2.1. Methodik

Wie im Vorjahr wurden die VHG-Werte als Maß für die Richtung und Quantität des Wasseraustausches zwischen Bach und unterirdischem Wasserkörper mittels stark vereinfachter Piezometer gemessen (Gordon et al. 1992; Brassington 1993; Henry et al. 1994; Weigelhofer 1996). Ein Kunststoffrohr ( $D=4,5$  cm,  $L=70$  cm) wurde auf eine Tiefe von 40 cm in das Sediment des Baches geschlagen. Über das untere offene Ende kommt es zum Ausgleich zwischen dem Wasserdruck im Sediment und dem im Rohr. Ist der Druck negativ (Wasser strömt in das Sediment, „Downwelling“), liegt der Wasserspiegel im Rohr unter dem des umgebenden Baches. Bei einem positiven, „aufwärtsgerichteten“ Druck („Upwelling“) gelangt Grundwasser in den Bach; im Rohr wird ein höherer Wasserstand gemessen (Stanley & Valett 1992). Um eine bessere Vergleichbarkeit der Daten zu gewährleisten, wird statt der Absolutwerte (= „Hydraulic Head“) das Verhältnis der Differenz zur jeweiligen Sedimenttiefe nach folgender Formel angegeben (= „VHG“):

$$\text{Hydraulic Head } H = W_{Sa} - W_{Si}$$

$$\text{Vertikaler hydraulischer Gradient VHG} = H / t$$

$W_{Sa}$  = Abstand zwischen Rohroberkante und Wasseranschlagslinie an der Rohraußenseite

$W_{Si}$  = Abstand zwischen Rohroberkante und Wasseranschlagslinie im Rohr

$t$  = Eindringtiefe des Rohres

Die Wasseranschlagslinie im Rohr kann mit Hilfe eines elektronischen Meßgeräts, das beim Eintauchen in das Wasser ein Signal von sich gibt, gemessen werden (Brassington 1993). Um eine künstliche Erhöhung des Wasserstandes im Rohr durch Niederschlag zu vermeiden, müssen die Rohre am oberen Ende verschlossen werden. Je 3 Piezometer wurden an den Probenpunkten P2, P3, P4, P5 und P6 eingeschlagen und in ca. 2 wöchigem Intervall abgelesen.

### 3.2.2. Ergebnisse

Die Abb. 4 zeigt die mittleren VHG-Werte an den einzelnen Probenpunkten im Vergleich zum Pegel am P4. Wie im Jahr 1996 weist der perennierende Bereich am P2 vorwiegend positive VHG-Werte auf, was auf einen deutlichen Wassereinstrom aus dem

Sediment- und Grundwasserkörper in den Bach schließen läßt. Die Ablesedaten zeigen allerdings auch, daß es sogar in diesem Bereich bei einer Änderung des hydrologischen Regimes zu einem kurzfristigen Wasserverlust kommen kann.

Die intermittierenden Probenstellen P3, P5, P6 und P4 weisen durchwegs negative VHG-Werte auf. In diesem Bachabschnitt kommt es permanent während des gesamten hydrologischen Jahres zu einem Wasserverlust in das Sediment, was in weiterer Folge bei Niedrigwasserbedingungen zur Austrocknung dieser Bereiche führt. In den meisten Fällen schwanken die VHG-Daten um einen für den Probenpunkt charakteristischen Wert und gehen auch nach Austrocknung und neuerlicher Flutung wieder auf diesen zurück. Während der Trockenphase kann auch in den Piezometern in 40 cm Tiefe kein Wasser mehr nachgewiesen werden. Das stärkste „downwelling“ kann in den Randbereichen der intermittierenden Zone am P3 und P4 festgestellt werden.

Innerhalb der Parallelproben kann eine hohe Variabilität festgestellt werden (Tab.1), was auf die Heterogenität der Sedimentoberfläche und die dadurch verursachten Unterschiede in den hydraulischen Widerständen zurückzuführen ist.

Tab.1: VHG-Werte am P2 bis P6 zu unterschiedlichen Probenterminen. Angegeben sind Mittelwert (Mw) und Standardabweichung (Std.). ng= nicht gemessen.

Termin	P2:Mw	Std.	P3:Mw	Std.	P5:Mw	Std.	P6:Mw	Std.	P4:Mw	Std.
8.4.	-0,11	0,07	-0,67	0,39	-0,09	0,09	-0,06	0,10	-0,65	0,44
15.4.	-0,13	0,01	-0,45	0,30	-0,07	0,11	-0,07	0,10	-0,64	0,26
18.4.	0,17	0,08	-0,84	0,35	-0,63	0,46	-0,14	0,18	-0,78	0,39
25.4.	0,21	0,06	-0,84	0,34	-0,61	0,43	-0,15	0,20	-0,78	0,38
3.5.	0,24	0,05	-0,84	0,38	-0,41	0,36	0	0,15	-0,61	0,26
9.5.	0,21	0,02	-0,97	0,38	-0,50	0,38	-0,07	0,16	-0,83	0,48
23.5.	0,21	0,05	-0,90	0,26	-0,52	0,42	-0,07	0,14	-0,53	0
28.5.	0,18	0,02	-0,85	0,36	-0,55	0,45	-0,21	0,14	-0,84	0
12.6.	-0,09	0,04	-1,00	0	-1,00		-1,00	0	-1,00	0
24.6.	0,22	0,03	-0,49	0	-0,62	0,46	-0,13	0,21	-0,53	0
28.6.	0,12	0,01	-1,00	0,35	-1,00	0	-1,00	0	-1,00	0
1.7.	0,07	0,19	-0,85	0	-0,65	0,48	-0,39	0,12	-1,00	0
2.7.	0,11	0,01	-1,00	0	-1,00	0	-1,00	0	-1,00	0
24.7.	0,18	0,34	-0,82	0	-0,86	0	ng		ng	
29.7.	0,09	0,12	-0,58	0,59	ng		ng		ng	

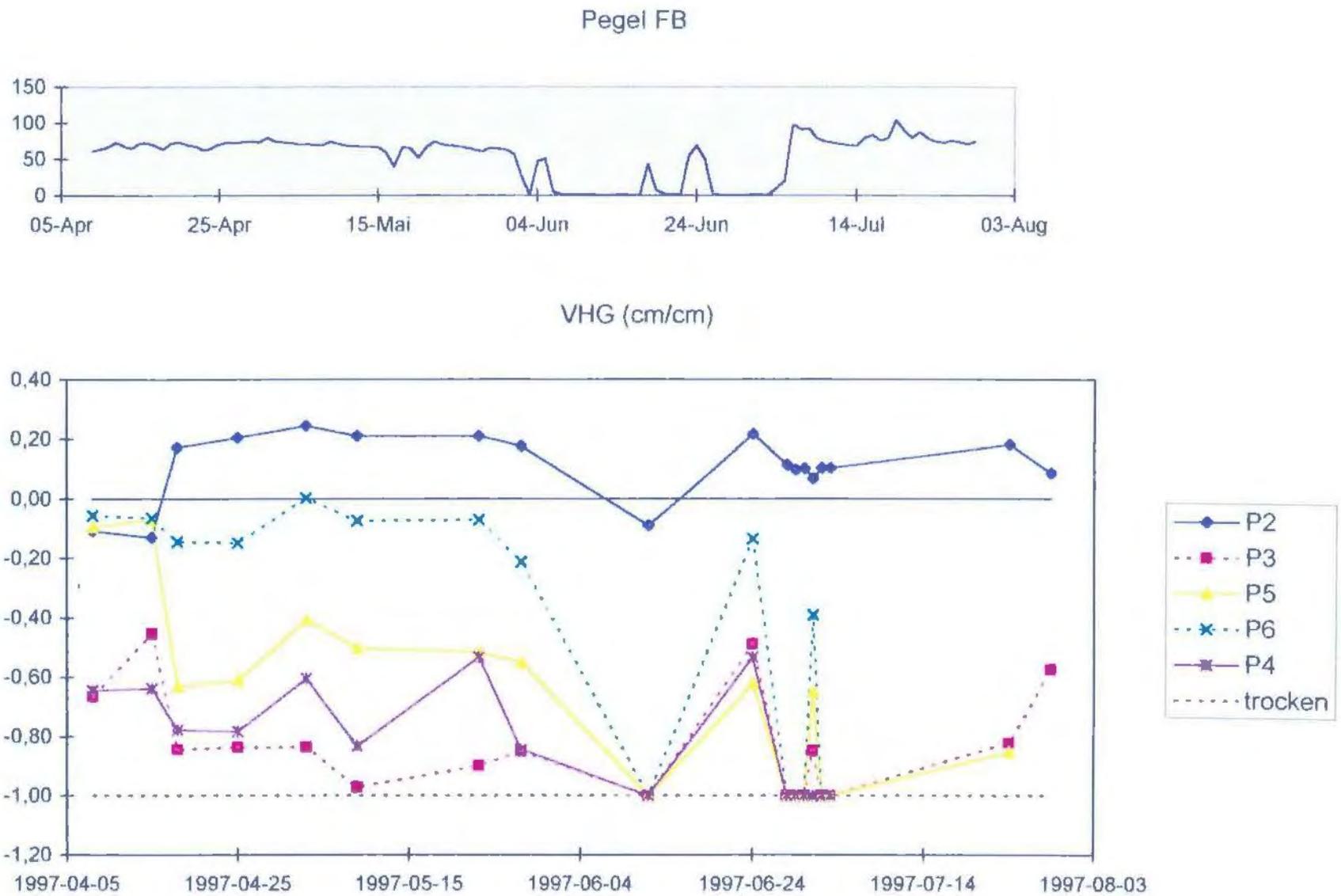


Abb. 4: Vertikale hydraulische Gradienten (VHG) am P2-P6 im Vergleich zum jeweiligen Wasserstand. Ein VHG von -1 bedeutet völlige Austrocknung der Piezometerrohre.

### 3.3. Markierungsversuch Hinterer Rettenbach - Fischbach vom 27.8. - 2.9.1997

#### Daten und Text von Dr. Harald Haseke

Der Klein-Markierungsversuch wurde im Rahmen des Teilprojektes 9 des Nationalpark-Karstprogrammes 1997: „*Limnologisches Monitoring Hinterer Rettenbach - Die ökologische Bedeutung des hydrologischen Regimes auf die Biozönose intermittierender Karstgewässer*“ unternommen. Die Fragestellung war, bei Niederwasser zu ermitteln, wo das zwischen den Beobachtungspunkten P2 und P3 des obengenannten Projektes bei 628m Seehöhe schwindende Wasser im weiteren Verlauf der Bachstrecken wieder zum Vorschein kommt.

Das zumeist grobblockige Bachbett (Kalkblöcke, Dolomitschutt, wenig Lunzer Sandstein) weist zwei klammartige Felsschwellen im Hauptdolomit südlich der Schichtgrenze zum Wettersteinkalk auf. Bei Flutung des Gerinnes wurde zuweilen beobachtet, daß das Wasser in einem Pool unterhalb des P6 auftaucht, bevor die gesamte Strecke von oben überronnen wird. Dies und die ziemlich konzentrierte Versickerung legen den Schluß nahe, daß es sich bei diesen intermittierenden Passagen nicht um bloße Umläufigkeiten im Sediment, sondern um echte Kluft- bzw. Karstwasserwege mit beträchtlichen Kapazitäten handelt.

#### 3.3.1. Einspeisungspunkt und Beobachtungsstellen

Als Ort der Einspeisung wurde die aktuelle Versickerung zwischen den Beobachtungs-Pegelfeldern P2 und P3, am Punkt VP28 der Polygonvermessung, gewählt. An Beobachtungspunkten wurde festgelegt (siehe Karte im Anhang):

<b>GU1</b>	Fischbach, Pool unter 2. Schwelle bei P6, 614.5m
<b>RETT4</b>	Pegel Fischbach, unter Brücke, 613.5m
<b>GU2</b>	Pool Rettenbach Quellbach, an Mündung Fischbach, 611m
<b>HRQ6</b>	Rettenbachquelle HRQ6 = Fischteich/DKM, 611m
<b>GU3</b>	Rettenbach unterhalb Mündung Quellstrang HRQ6, 608m
<b>GU4</b>	Rettenbach Pegel Klammstein, 594m

Die beiden obersten Punkte wurden erst nach Regenfällen geflutet und waren meistens trocken, die anderen Stellen befanden sich bereits im Gerinnebett des Hinteren Rettenbaches nach Zufluß des Quellbaches. Im Bereich des Probenpunktes GU2 fließt der Rettenbach in einem Bogen durch die (post)glazialen Mündungskegel von Budergraben und Fischbach, die z.T. schöne Terrassenflächen bei 612-618m üA. aufweisen. Das Material ist durchwegs hochdurchlässiger Kalkschotter und Blockwerk. Erst beim Pegel Klammstein ist diese von Lockersediment erfüllte Weitung zu Ende und der anstehende Dolomit formt die Bachsohle.

Die Quelle HRQ6 wurde als Referenz sporadisch mitbeprobte, um sicher zu gehen, daß vom Markierungsversuch Rettenbachhöhle 27.6.97 kein Farbstoff mehr zutreten konnte.

### **3.3.2. Ausführung des Markierungsversuches**

In die aktuelle Schwinde bei VP28 sollten 250g des Farbstoffes DUASYN-SÄURERHODAMIN B01 zur Versickerung gebracht und die Probenstellen anschließend in dreistündigen Intervallen auf Wiederaustritt beprobt werden. Der Farbstoff war am 27.6. in der Rettenbachhöhle verwendet worden, nach einem äußerst raschen Durchtritt aber seit 13.7.97 nicht mehr nachweisbar gewesen.

### **Farbstoffaustritte: Verbale Beschreibung unter Einbeziehung von Wetterentwicklung und Schüttungsverlauf**

Die Nullbeprobung wurde am 27.8. um 9:45 und die Einspeisung von 10:00 bis 10:30 bei sonnigem, windstillem Wetter und Niederwasser durchgeführt. Bei einem Pegelstand von Rettenbach-Klammstein von nur 144,5cm = 0,130 m<sup>3</sup>/sec. war der Pegel Fischbach trocken und an der Schwinde war das Restwasser von ca. 20 l/sec. abströmig der „Fischbachquelle“ FIQ (700m) rasch auf weniger als 0,5 l/sec. gefallen. Bis auf 2 Pools mit temporärem Restwasser war die gesamte Bachstrecke trocken. Der vor Ort mit dem Bachwasser angerührte Farbstoff versickerte bei einer Strömungsgeschwindigkeit von rund 0,4 cm/sec. nur sehr langsam. Nach Beendigung der Eingabe wurde das kontaminierte Material direkt an der Schwinde belassen und mit Steinen überbaut, dann das Gelände mit den üblichen Vorsichtsmaßnahmen verlassen. Bei ansonsten unveränderten Verhältnissen mußte ab 19:00 festgestellt werden, daß sich das Wasser vom Versickerungspunkt

stromauf zurückzuziehen begann; de facto war zu dieser Zeit keine unmittelbare Nachspülung in der Schwinde mehr gegeben.

Am **28.8.97** war der Pegel Klammstein auf  $144\text{cm} = 0,119\text{ m}^3/\text{sec.}$  gefallen und die Schwinde völlig trocken. Um 15:00 wurde das Wasser daher mit PVC-Schläuchen aus der nun 20m stromauf gelegenen Versickerung zugeleitet, die Schwinde bis zur völligen optischen Verdünnung mit bis zu  $0,1\text{ l/sec.}$  gespült und der Schlauch zur Weiterspülung in dieser belassen. Um 21:00 wurde es stark windig, es kündigte sich eine Kaltfront an, mit der am

**29.8.** um 04:15 Niederschlag einsetzte. Trotz ständigen Regens dauerte es bis 21:00, ehe der Fischbach mit ca.  $10\text{ l/sec.}$  am obersten Probenpunkt (PG 155), jedoch nur mit ca.  $1\text{ l/s}$  an der Mündung geflutet war. Der Pegel Rettenbach/Klammstein zeigte zu diesem Zeitpunkt  $188\text{cm} = 2,99\text{ m}^3/\text{sec.}$  an. Schon um **15:00** waren erste schwache Nachweise von DUASYN am Pegel Rettenbach/Klammstein vorhanden, die um 18:00 aussetzten und um 21:00 wieder auftraten. Trotz nunmehr kräftiger Flutung trat der Farbstoff im Fischbach nicht nachweisbar in Erscheinung!

Erst am **30.8. um 12:00**, bei fortgesetztem Regenwetter, war das DUASYN mit der Flutung auch an den oberen Fischbachpunkten meßbar, am Pegel Brücke rund dreifach stärker als beim Pool GU1, an der Mündung in den Quellbach überhaupt nicht (Verdünnung durch das zuschießende Quellwasser), beim Zulauf der Quelle HRQ6 relativ schwach und beim Pegel Klammstein wiederum fast siebenfach höher konzentriert. Zu diesem Zeitpunkt wie auch zu den folgenden war in der Quelle HRQ6 keine Spur des Farbstoffes meßbar. Die Schwinde war mit über  $100\text{ l/sec.}$  überspült (Pegel Brücke:  $173\text{cm}$ ), der Pegel Klammstein zeigte  $189\text{cm} = 3,11\text{ m}^3/\text{sec.}$

Am **31.8.** klarte es zunehmend auf. Bei der Probennahme um **17:30** entsprang der Fischbach unten nur mehr mit ca.  $1\text{ l/sec.}$  aus dem Pool bei GU1 und war oberhalb schon wieder trocken. Bei Pegel  $160\text{cm}$  wurde die Schüttung am Wehr auf  $3\text{-}5\text{ l/sec.}$  geschätzt, der Rettenbach führte noch  $180\text{cm} = 2,13\text{ m}^3/\text{sec.}$  Die Tracerverteilung: Kein Farbstoff im Pool GU1, deutlich an der Mündung, sehr wenig im Rettenbach bei HRQ6 (Quelle: Null) und dreißigfach höher am Pegel Klammstein.

Am **1.9. um 15:00**, das Wetter war wolkenlos und warm, war GU1 noch mit kaum  $1\text{ l/sec.}$  aktiv, der Pegel wieder trocken, aber umläufig am Wehr trauten noch ca.  $1\text{ l/sec.}$  hinab und der Bach erreichte eben noch die Mündung. Pegel Klammstein  $160\text{cm} = 0,676\text{ m}^3/\text{sec.}$  Die wiederum einmalig auftretende Spitze von DUASYN im Pool GU1 ist nur

erklärbar, wenn man Mischwasseranteile von kontaminiertem und unkontaminiertem Aquifer annimmt. Ansonsten zeigen die Positionen im Retten-Quellbach recht kontinuierliche Werte, wobei am Pegel Klammstein wieder vierfach höhere Werte als nahe der Mündung auftreten.

Recht ähnliche Werte schließlich auch am **2.9. um 15:45**. Der Fischbach versinkt bei fortgesetzt schönem Wetter etwa bei VP 24 (Furt) und ist abwärts trocken, der Pegel Klammstein auf 154cm = 0,414 m<sup>3</sup>/sec. gesunken. Im Restpool GU1 kein DUASYN (!), die Verteilung Rettenbach abwärts wie am 1.9., wobei ein leichtes Ansteigen der Tracerkonzentration zu bemerken ist. Es zeichnet sich insgesamt ein gut interpretierbarer Durchgang ab (Tab. 2).

Tab. 2: Die nachgewiesenen Tracerkonzentrationen (DUASYN in I.E.). tr. = Probenstelle trocken, RSP = Rückstellprobe (Archiv), NB = Nicht beprobt

Datum:	27.8.	28.8.	28.8.	29.8.	29.8.	29.8.	29.8.	29.8.	30.8.	31.8.	01.9.	02.9.
Uhrzeit:	18:00	09:00	18:00	06:00	12:00	15:00	18:00	21:00	12:00	18:00	15:00	15:00
GU 1	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	0	<b>481</b>	0	<b>2.570</b>	0
RETT	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	RSP	<b>1.523</b>	RSP	tr	tr
GU 2	0	0	0	0	RSP	0	RSP	0	0	<b>163</b>	<b>49</b>	<b>48</b>
GU 3	RSP	RSP	RSP	0	RSP	0	RSP	0	<b>13</b>	<b>2</b>	<b>54</b>	<b>67</b>
GU 4	0	RSP	0	0	0	<b>6</b>	0	<b>6</b>	<b>89</b>	<b>65</b>	<b>201</b>	<b>223</b>
HRQ 6	0	NB	NB	NB	RSP	NB	NB	NB	0	0	0	NB

### 3.3.3. Interpretation

Aufgrund der Tatsache, daß die intermittierende Mündungsstrecke des „Fischbaches“ zwei gut entwickelte Dolomitschwellen unterdükert, ohne bis zur Mündung nochmals ans Tageslicht zu treten, war zu vermuten, daß der 20-40 l/s starke Grundwasseranteil des Baches

- a) unterirdisch in die Weitung beim Forsthaus Rettenbach-Budergraben eintritt
- b) möglicherweise quer durch den Hahnbaumkamm zum Veichtlital abfließt

Bezüglich des temporären Wiederaustrittes GU1 oberhalb des Pegels bei P6 sind zwei Hypothesen denkbar:

- c) Ein Teil des oberhalb geschwundenen Wassers kommt hier zum Vorschein
- d) Pool GU1 wird hauptsächlich vom Merkensteingraben, der oberhalb versickert, dotiert.

Im Lichte der Ergebnisse des Tracerversuches dürfte ziemlich klar sein, daß der „Fischbach“ tatsächlich unterirdisch in die Weitung am FH Rettenbach eintritt und erst an den Felsschwellen beim Pegel Klammstein verdeckt in den Hauptbach gedrückt wird. Es spricht also alles für die **Variante a)**.

Die zweite Frage ist etwas komplizierter zu lösen. Betrachtet man aber GU1, dann deutet kaum etwas darauf hin, daß hier wirklich das Grundwasser aus der Versenkung zutage tritt. Nach den Konzentrationssprüngen ist hier ein Wechselspiel von restfarbenverseuchtem Überwasser und farbstofffreiem Seitenwasser (aus dem Merkensteingraben) anzunehmen.

Insgesamt bedeutet das: Der Fischbach verliert ständig einen Grundwasseranteil bis zu 40 l/s an die Beckenfüllung talauswärts FH Rettenbach, wobei bei Unterschreitung des kritischen Durchflusses die Strecke ab VP28 trocken fällt. Aus den Wildbachschottern und Blöcken des Fischbachs dringt das Wasser anscheinend recht konzentriert in Klüfte des Dolomites ein. Dieses Wasser wird bei beginnender Flutung nicht (auch nicht teilweise) am P6 nach oben gedrückt, sondern hier springt wahrscheinlich der nicht allzu weit oberhalb in Grobblöcken versiegende Merkensteingraben an - wir geben also der **Variante d)** den Vorzug. Es paßt dies auch weit besser mit der Schüttungskategorie zusammen. Von oberstrom wird die Position Pool GU1 erst dotiert, wenn das Überwasser ausreichend stark ist, um den Schwindenbereich und die Spaltlücken der Trockenstrecke zu überwinden.

## **4. Biotik**

### **4.1. Methodik**

An jedem Probenpunkt des FB wurden 4-5 Benthosproben in unmittelbarer Nähe der Rohrgruppen mit einem modifizierten Hess-Sampler (Maschenweite 100 µm, Probenfläche 0,049 m<sup>2</sup>) entnommen und für die weitere Bearbeitung in 95 % Ethanol fixiert. Zusätzlich wurde das Benthos verschiedener perennierender (Pool P3 und Pool P4) und intermittierender Pools (Pool P6, siehe Karte im Anhang) mit Hilfe eines 100 µm Netzes semiquantitativ beprobt.

Für den Vergleich FB-HRB sowie für eine biozönotische Längsgliederung der quellnahen und quellfernen Bereiche des HR wurden je 3-4 Hessproben an möglichst morphologisch unterschiedlichen Stellen der jeweiligen Probenpunkte entnommen.

## **4.2. Vergleich intermittierender und perennierender Bachabschnitte**

### **4.2.1. Gesamtabundanzen am FB und HR**

Sowohl im FB (besonders am perennierenden P2) als auch im HR ist eine hohe Variabilität innerhalb der einzelnen Parallelproben zu erkennen, die auf eine extreme Heterogenität der Lebensräume schließen läßt (Abb. 5).

Im FB zeigte der P2 an den einzelnen Terminen relativ ähnliche Abundanzwerte von 5000-6000 Individuen/m<sup>2</sup>. Da der P2 perennierend ist und daher von Trockenperioden nur sehr gering beeinflusst wird, waren starke Abundanzeinbrüche, wie sie an diesem Punkt in der Folge von Hochwässern auftreten können, nicht zu erwarten. Die Probenstellen P3 und P4 im Randbereich der intermittierenden Zone zeigten bei Wasserführung teilweise sogar höhere Individuendichten als der P2 (8000-12000 Ind./m<sup>2</sup>), im Zuge der Austrocknung konnte jedoch ein deutliches Sinken der Individuenzahlen beobachtet werden. Im Jahresverlauf können vor allem im Herbst und Frühjahr an diesen Stellen hohe Individuendichten gemessen werden (Abb. 6). Die Probenpunkte P5 und P6 in der Kernzone wiesen auch bei Wasserführung nur geringe Individuenzahlen (um die 2000 Ind./m<sup>2</sup>) auf, was auf den hohen Grad der Austrocknung einerseits und auf die große Distanz zur nächsten perennierenden Stelle andererseits zurückzuführen ist.

Da die Probennahme in den Pools nur semiquantitativ erfolgte, mußten die Abundanzwerte geschätzt werden. Die Daten zeigen zwar eine Zunahme der Individuendichten im Zuge der Austrocknung der Umgebung. Die geschätzten Individuendichten sind aber noch immer so gering, daß die Pools nur für einen sehr kleinen Teil der Bachorganismen (wenn überhaupt) als Rückziehraum während der Trockenphasen dienen können.

Im HR konnten im Durchschnitt ähnlich hohe Abundanzwerte wie am P2 im FB festgestellt werden, wobei von der Quelle HRQ bis zum untersten Probenpunkt HRB keine Änderungen in den Individuendichten zu beobachten waren. Als homogenster Bereich mit der geringsten zeitlichen Variation stellte sich der QUB heraus, der auch von der Bachmorphologie und vom Strömungsmuster her das einheitlichste Bild zeigte. Die größte

zeitliche Variation konnte am HRQ gemessen werden mit Individuendichten von ca. 1000 bis über 30000 Individuen/m<sup>2</sup>. Der extrem hohe Wert im April ist darauf zurückzuführen, daß 1 Probennahme in einem Moospolster auf einem stark überströmten Stein durchgeführt wurde. Durch den dreidimensionalen Aufbau der bis zu 5 cm dicken Moospolster steht eine große Oberfläche für eine Besiedlung zur Verfügung, die zu dieser Zeit vor allem von filtrierenden Simuliidenlarven intensiv genützt wird.

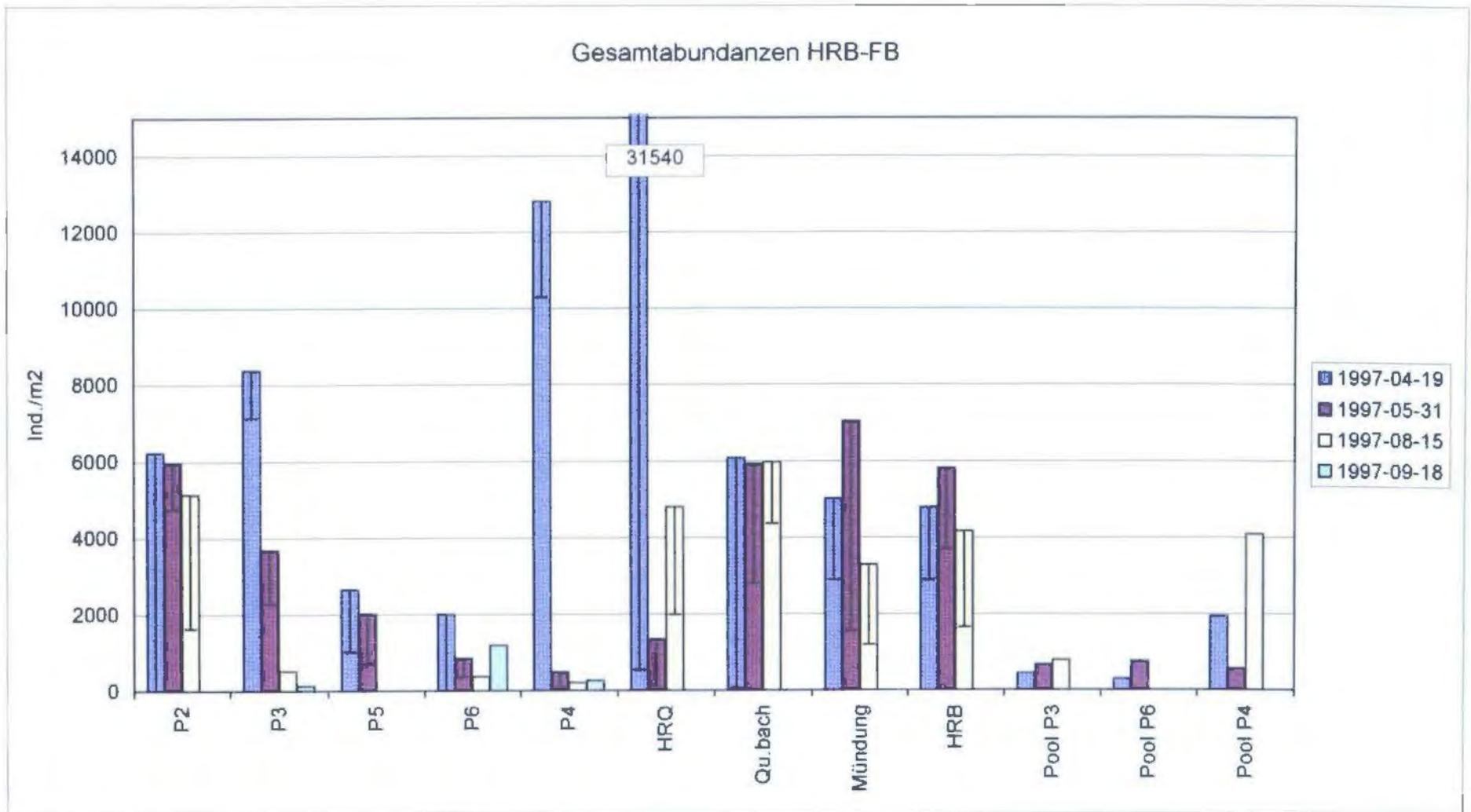


Abb. 5: Mittlere Benthosdichten (in Ind./m<sup>2</sup>) am FB und HR (Mittelwerte und Standardabweichung).

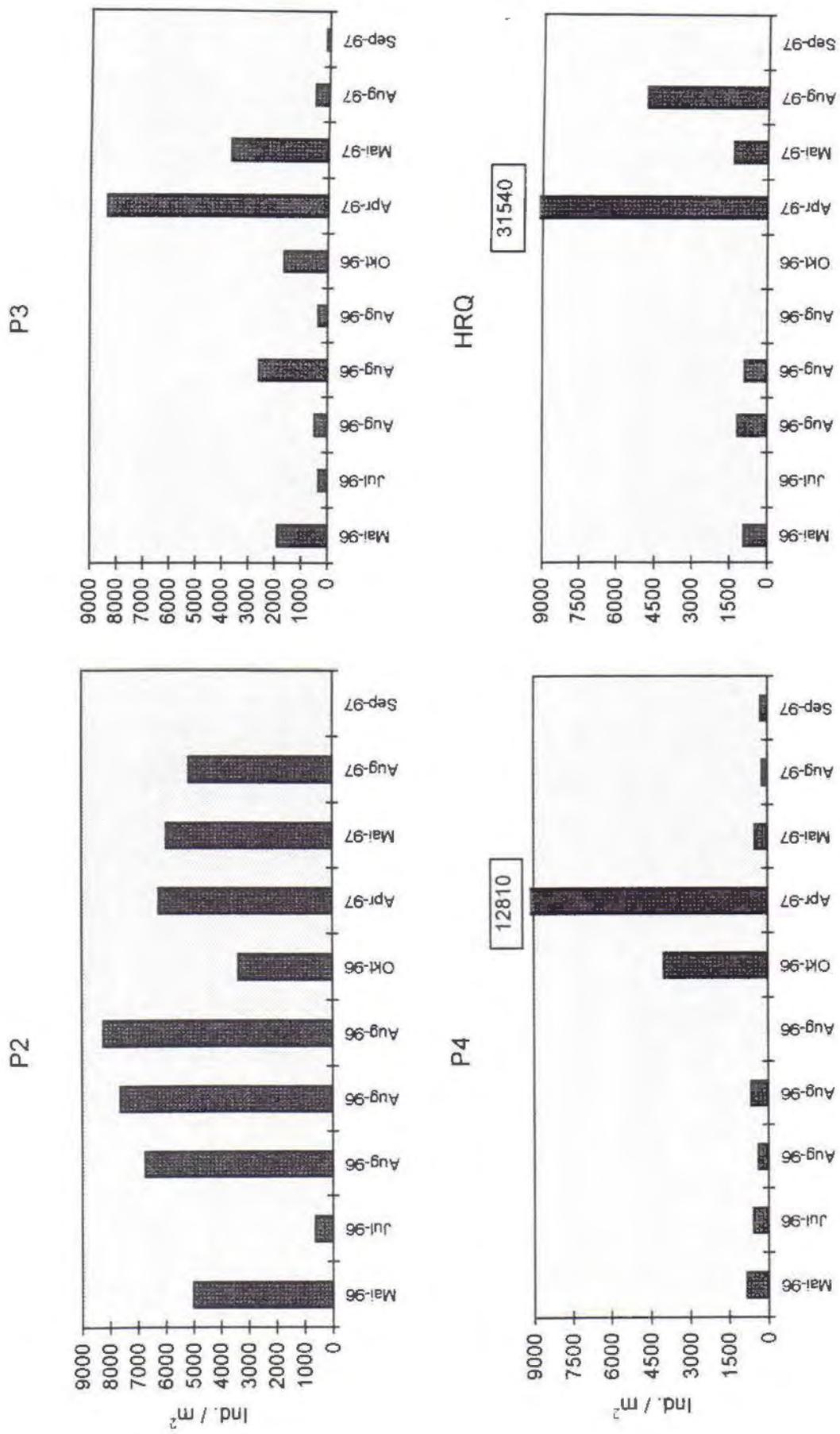


Abb. 6: Mittlere Benthosdichten am P2, P3, P4 und HRQ 1996 und 1997 (in Ind./m²).

#### 4.2.2. Grotaxonomische Biozöosenstruktur am FB und HR

Für die einzelnen Taxa werden in der weiteren Arbeit folgende Abkürzungen für Tabellen und Grafiken verwendet: Eph = Ephemeroptera, Plec = Plecoptera, Trich = Trichoptera, Cole = Coleoptera, Dip = Diptera, Chir = Chironomiden, Oligo = Oligochaeta, Coll = Collembola, Harpac = Harpacticiden, Sonst = sonstige Taxa.

Auch im zeitlichen Verlauf der Biozöosenstruktur auf Großgruppenniveau weist der **P2** das einheitlichste Bild auf. Dominierend sind hier die Insektenlarven, mit der Gruppe der Ephemeropteren an der Spitze (30-60%), gefolgt von Chironomiden (10-30%), Plecopteren (10-20%) und aquatischen Coleopteren (5-20%) (Abb. 7).

Am **P3** und **P4** ist eine deutliche Veränderung der Biozöosenzusammensetzung im Zuge der Austrocknung zu beobachten. Während bei Mittelwasser eindeutig die Ephemeropteren dominieren (30-60 %), erleiden diese einen starken Abundanzeinbruch zugunsten der Chironomiden und verschiedener anderer, meist semiterrestrischer oder terrestrischer Organismen während der Trockenphasen. Unter diesen, bei Mittelwasserbedingungen meist nur in geringen Zahlen vorhandenen Tiergruppen dominieren die Collembolen. Weitere Organismengruppen, die das Sediment der trockenen Bachabschnitte besiedeln, sind Oligochaeten, Nematoden und Hydracarinen, sowie terrestrische Milben, Spinnen und Käfer (Curculioniden, Staphylliniden und Carabiden). Außerdem konnten am **P4** vereinzelt auch aquatische Insektenlarven, hier in erster Linie Plecopteren und Coleopteren (adulte und larvale Elmiden), sowie Einzelexemplare von juvenilen Ephemeropteren und Trichopteren, in den oberen Schichten des trockenen Bachbetts gefunden werden.

Der **P5** in der Kernzone der intermittierenden Bachstrecke zeigt bei beiden Mittelwasserbeprobungen im April und Mai ähnliche Verteilungsmuster wie der **P3** und **P4**. Im Gegensatz dazu ist am **P6** bereits im Mai trotz Wasserführung bei der Probennahme eine Veränderung der Fauna hin zur typischen „Trockenfauna“ mit einem hohen Anteil an Chironomiden (80%) und sonstigen Organismen zu bemerken. Da der **P6** meist vor den anderen Probenpunkten austrocknet, könnte diese frühzeitige Veränderung ein Hinweis auf eine zwischenzeitliche Austrocknung an dieser Stelle sein. Eine weitere Abweichung von den anderen intermittierenden Stellen zeigt sich bei der Abnahme des relativen Anteils der Chironomiden, die am **P3** und **P4** erst mit zunehmender Dauer der Austrocknung im September, am **P6** jedoch bereits im August zu beobachten ist. Beide Phänomene können

durch die hohe Austrocknungsfrequenz des P6 und die große Entfernung zu den perennierenden Bachabschnitten erklärt werden.

Während der **Pool P6** bereits im August ausgetrocknet war, führten der **Pool P4** und der **Pool P3** bei allen Probestermen Wasser. Vergleicht man die Benthoszusammensetzungen dieser beiden Pools während einer Flutungs- und einer Trockenphase miteinander, zeigt sich ein annähernd gleiches Bild bezüglich der relativen Anteile der einzelnen Großtaxa (Abb. 7). Eine deutliche Zunahme bestimmter Individuengruppen durch Zuwanderung aus den umgebenden ausgetrockneten Bachbereichen kann, mit Ausnahme der Trichopteren am Pool P3, nicht festgestellt werden. Auch diese Daten sprechen gegen die Annahme, daß die Pools während der Trockenphasen von der Bachfauna als Zufluchtsort aufgesucht werden.

Am HR weist der Quellbach (**QUB**) auch bezüglich der relativen Anteile der einzelnen Großtaxa die homogenste Benthosbesiedelung auf (Abb. 7). Neben einem sehr einheitlichen Strömungsmuster und einer relativ geringen mittleren Strömungsgeschwindigkeit ist dieser Probenpunkt durch einen hohen Anteil an Grob- und Feindetritus geprägt. Dementsprechend setzt sich die Fauna zu einem Großteil aus detritivoren Organismengruppen, vor allem aus Chironomiden (60-80%), Plecopteren aus der Familie der Nemouriden (10-20%; siehe auch Abb. 11) und limnephiliden Trichopteren (ca. 5%; siehe auch Abb. 9) zusammen.

Der **HRQ** zeigt von Probestertem zu Probestertem ein sehr unterschiedliches Bild in der Organismenstruktur. Der hohe Anteil der Dipteren im April ist, wie schon erwähnt, auf die dichte Besiedlung von Simuliidenlarven in den besammelten Moospolstern zurückzuführen. Im Frühsommer kommt es zu einem explosionsartigen Anwachsen der Planariendichte (Zunahme der Kategorie „Sonstige“ im Mai und August). Zu dieser Zeit fängt die Eiablage verschiedener Plecopteren, Ephemeropteren und Trichopteren aus der Umgebung an. Während des ganzen Sommers können vor allem in den strömungsberuhigten Randzonen räuberische Planarien beobachtet werden, wie sie sich in Massen von den sterbenden Insektenkörpern (und wahrscheinlich teilweise auch deren Eigelegen) ernähren. Die Augustbeprobung zeigt einen hohen Prozentsatz an Ephemeropteren, der sich hauptsächlich aus letzten Larvenstadien der Familie der Heptageniiden zusammensetzt. Während sich diese Tiere als Junglarven hauptsächlich im schützenden Lückenraumsystem der Bachsedimente aufhalten, kommen sie für die

Emergenz an die Sedimentoberfläche und können nun vermehrt unter großen Steinen gefunden werden.

Die Probenstellen **MÜN** und **HRB** zeigen aufgrund der homogenen Strömungs- und Sedimentverhältnisse auch ein relativ einheitliches Bild. Dominierend sind am **MÜN** die Plecopteren mit 40-60%, am HRB die Ephemeropteren (30-60%).

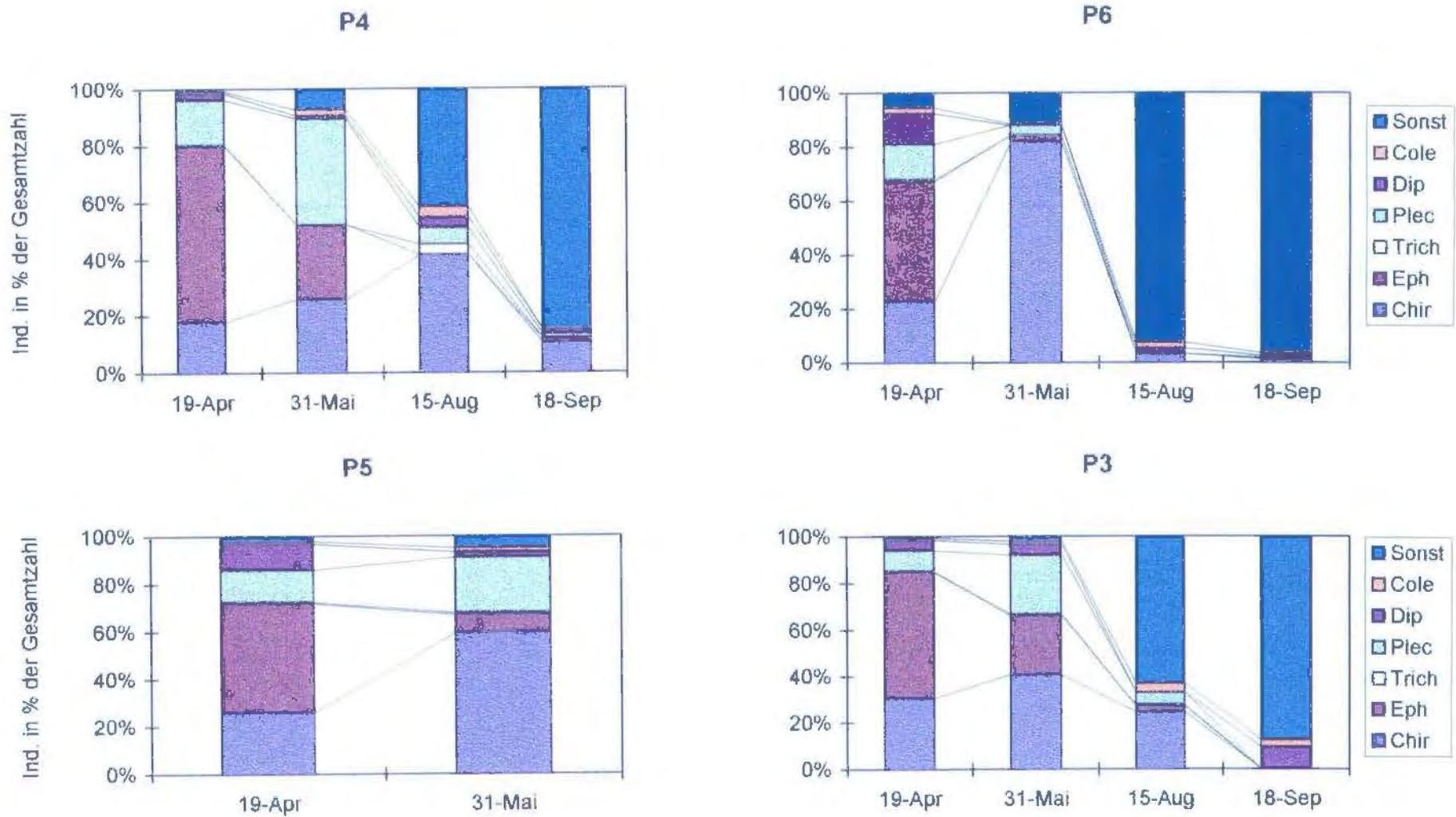
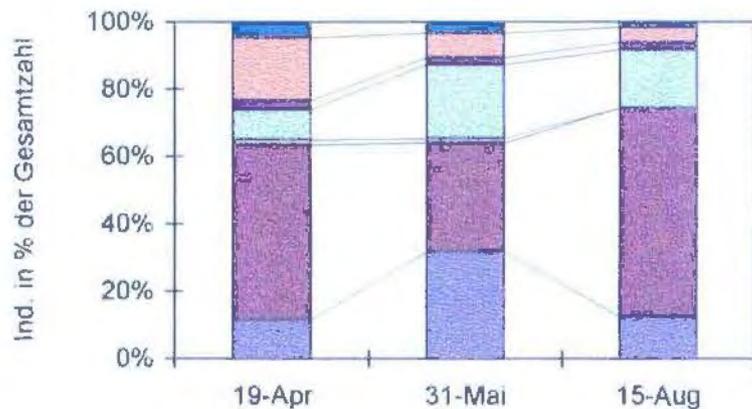
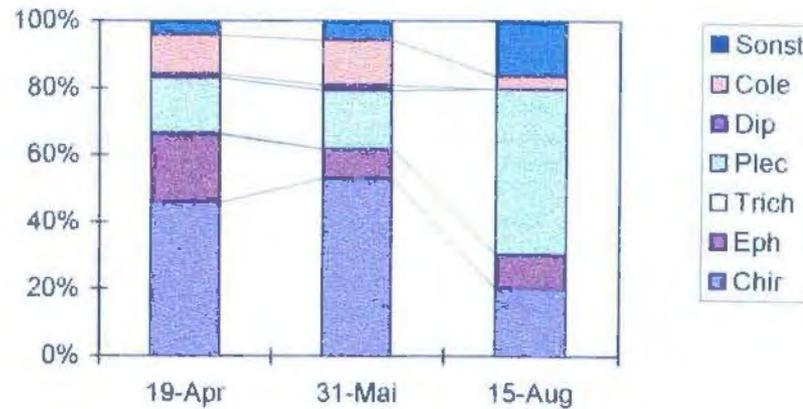


Abb. 7: Anteil der Taxa an der Gesamtindividuenzahl (in %). Am 15.8. und 18.9. waren der P3, P5, P6, P4 und der Pool P6 ausgetrocknet.

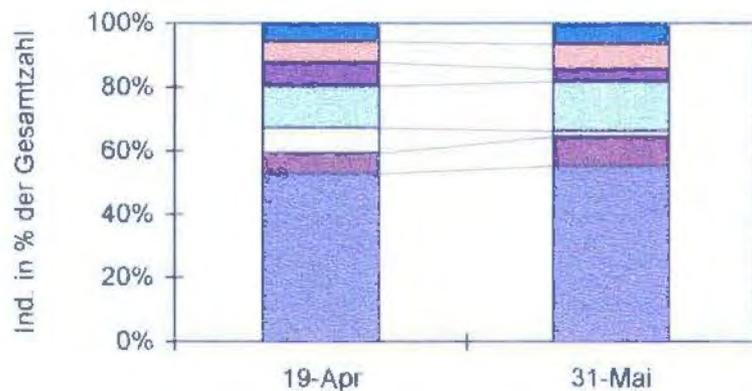
P2



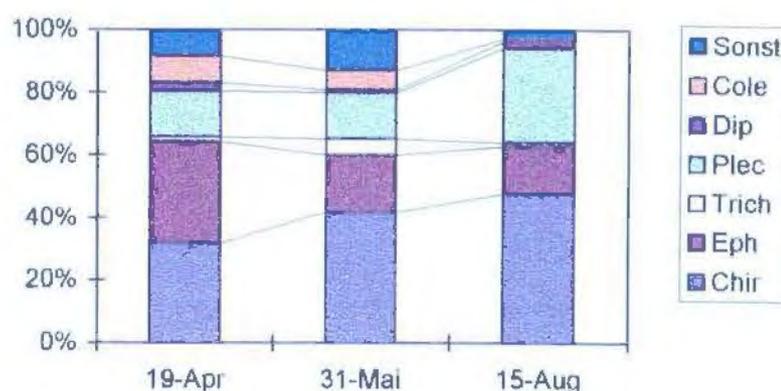
Pool P3



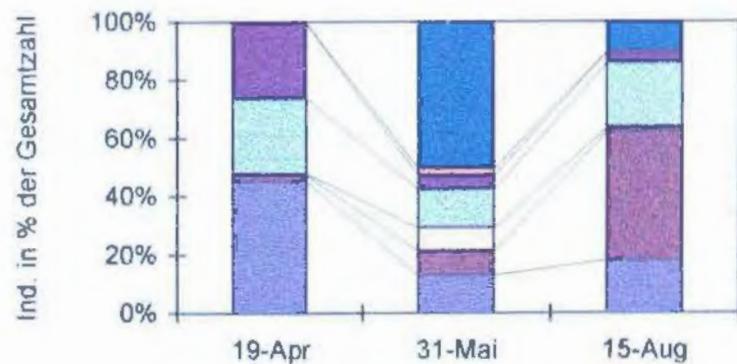
Pool P6



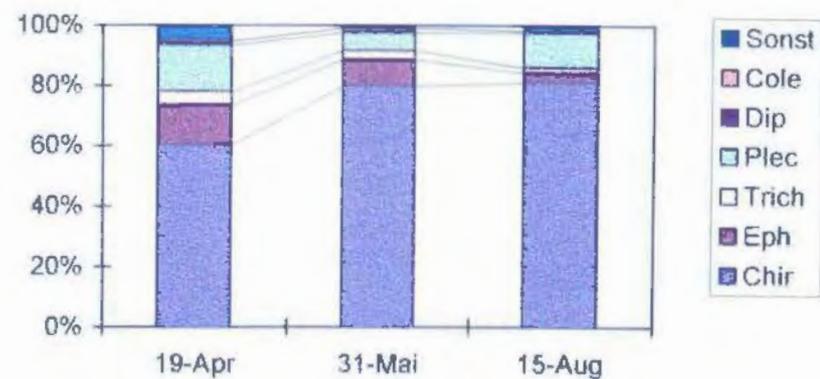
Pool P4



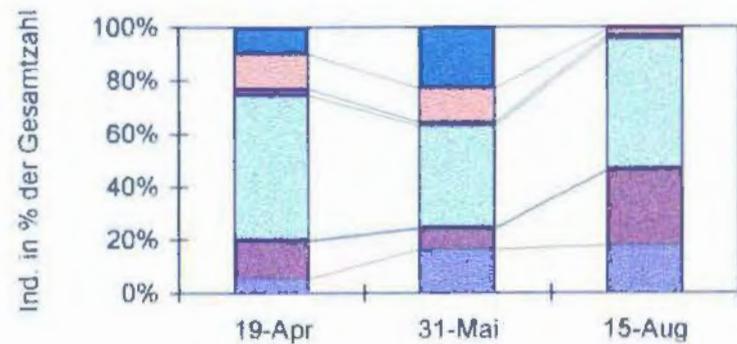
HRQ



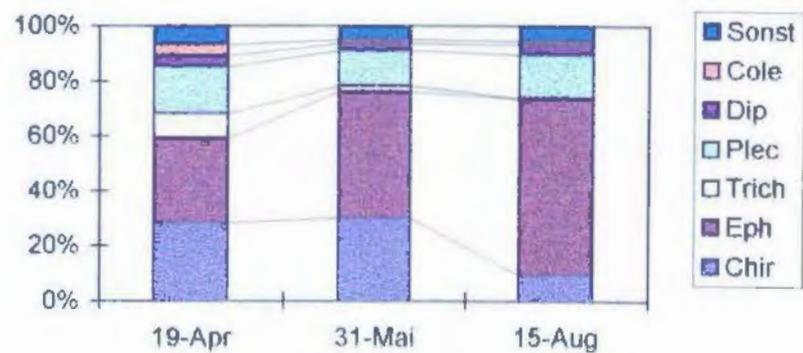
QUB



MÜN



HRB



### 4.2.3. Diversität am FB-HR

Zur Feststellung der benthischen Diversität an den einzelnen Probenstellen wurde der Diversitätsindex nach SHANNON & WIENER (Shannon & Weaver 1963) verwendet:

$$H = \text{Summe } (p_i * \ln p_i)$$

$p_i$  = relativer Anteil des jeweiligen Taxons an der Gesamtzahl

Die Eveness wurde nach folgender Formel berechnet (Pielou 1969):

$$E = H / \ln S$$

S = Summe der taxonomischen Einheiten

Während der Diversitätsindex nach SHANNON & WIENER vor allem ein Maß für die „species richness“ (Artenzahl, -vielfalt) ist, berücksichtigt die Eveness die „Gleichheit“ der Abundanzen der Taxa. Beide Indices wurden anhand des relativen Anteils der Insektenfamilien an der Gesamtzahl der aquatischen Insekten (larval und adult) berechnet. Vertreter terrestrischer Insekten oder Insektenlarven (z.B. Carabiden, Curculioniden,...) wurden nicht berücksichtigt. Die Indices wurden zunächst für jede Parallelprobe einzeln berechnet, erst danach wurden der Mittelwert und die Standardabweichung aller Parallelproben zu einem Probentermin ermittelt.

Die Diversitäts- und Eveness-Werte sind der Abb. 8 und der Tabelle 3 zu entnehmen. Am FB zeigt der perennierende P2, wie zu erwarten, die höchste Diversität (Werte zwischen 1,6 und 2). Die intermittierenden Probenstellen weisen bei Wasserführung eine nur etwas geringere Diversität als der P2 auf (im Mittel um 1,4), zeigen jedoch einen drastischen Rückgang der Diversität bei Austrocknung. Auch hier ist im Kernbereich der intermittierenden Zone bereits im Mai am P5 eine leichte (von 1,5 auf 1), am P6 jedoch eine sehr deutliche Abnahme der Diversität (von 1,6 auf 0,5) zu beobachten. Bezüglich der Eveness zeigen die einzelnen Probenstellen ein sehr unterschiedliches Bild. Während der P2 relativ einheitliche Werte über den gesamten Untersuchungszeitraum aufweist, schwanken die Eveness-Werte der intermittierenden Stellen sehr stark und können bei Austrocknung sowohl gleich bleiben (z.B. P3) als auch sinken (P6 Mai) oder steigen (P6 September). Der Grund der extremen Abweichungen bei Austrocknung liegt voraussichtlich in der geringen Zahl an aquatischen Insektenlarven, wodurch auch Einzelindividuen relativ hohe Anteile an der Gesamtzahl aufweisen können.

Tab.3: Diversität und Eveness an den einzelnen Probenstellen des FB und HRB (Mittelwert und Standardabweichung). Am 15.8. und 18.9.97 waren der P3, P5, P6 und P4 ausgetrocknet.

Datum	Stelle	Taxazahl	Div.Mw	Div.Std.	Ev.Mw	Ev.Std
19.4.97	P2	12	1,79	0,20	0,72	0,05
	P3	12	1,30	0,07	0,55	0,04
	P5	8	1,52	0,09	0,74	0,04
	P6	8	1,66	0,15	0,79	0,03
	P4	10	1,32	0,19	0,55	0,09
	HRQ	9	1,15	0,40	0,54	0,16
	QUB	7	1,13	0	0,58	0
	MÜN	14	1,97	0,08	0,77	0,01
	HRB	10	1,84	0,24	0,76	0,06
31.5.97	P2	14	1,99	0,18	0,73	0,08
	P3	13	1,00	0,44	0,63	0,16
	P5	6	1,00	0,44	0,51	0,22
	P6	2	0,50	0,37	0,42	0,23
	P4	3	1,34	0,44	0,83	0,14
	HRQ	4	1,51	0,26	0,86	0,02
	QUB	6	0,62	0,40	0,30	0,16
	MÜN	13	1,81	0,07	0,74	0,01
	HRB	11	1,58	0,27	0,69	0,08
15.8.97	P2	8	1,58	0,40	0,74	0,22
	P3	5	1,02		0,63	
	P6	2	0,63		0,97	
	P4	4	0,66		0,47	
	HRQ	5	1,54	0,39	0,77	0,02
	QUB	6	0,69	0,40	0,38	0,23
	MÜN	8	1,70	0,18	0,75	0,03
	HRB	10	1,66	0,05	0,80	0,11
18.9.97	P6	3	0,82		0,92	
	P4	3	0,68		0,62	

Die höchste Diversität am HR zeigen die Probenstellen MÜN und HRB. Da der QUB aufgrund der allgemein geringen Wassertiefe, der niedrigen Strömungsgeschwindigkeit und des hohen Detrituspools über seine gesamte Bachoberfläche ein recht einheitliches Biotop für detritivore Organismen mit einer gewissen Toleranz gegenüber niedrigen Strömungsgeschwindigkeiten und Verschmutzung

(hoher Anteil an Feinsediment) bietet, ist eine geringe Diversität an dieser Stelle nicht erstaunlich. Anders verhält es sich mit dem **HRQ**, der von allen Probenstellen am HR die höchste Anzahl an unterschiedlichen Kleinbiotopen (stark und schwach strömende Stellen, Moospolster, Detritusansammlungen,...) besitzt. Die gegenüber dem HRB und MÜN geringere Diversität ist wahrscheinlich dadurch begründet, daß bei einer derartig heterogenen Sedimentoberfläche eine größere Probenzahl für eine Gesamterfassung der Fauna notwendig wäre.

Auch die Evenness ist an allen Terminen am HRB und MÜN hoch, während der QUB meist die niedrigsten Werte aufweist und der HRQ starke Schwankungen zeigt.

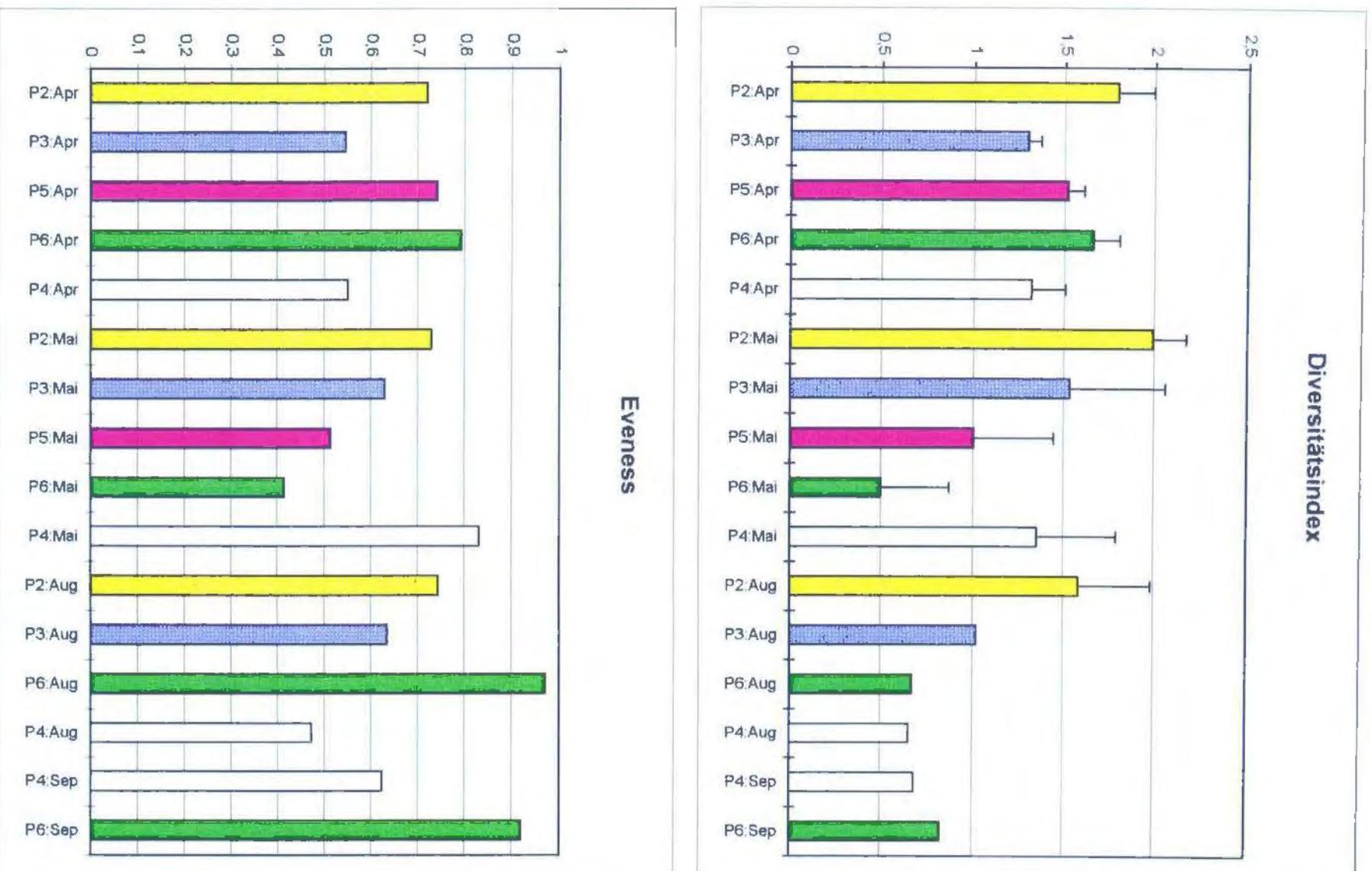


Abb. 8: Diversitätsindex und Evenness für alle Probenpunkte (Mittelwerte und Standardabweichung).

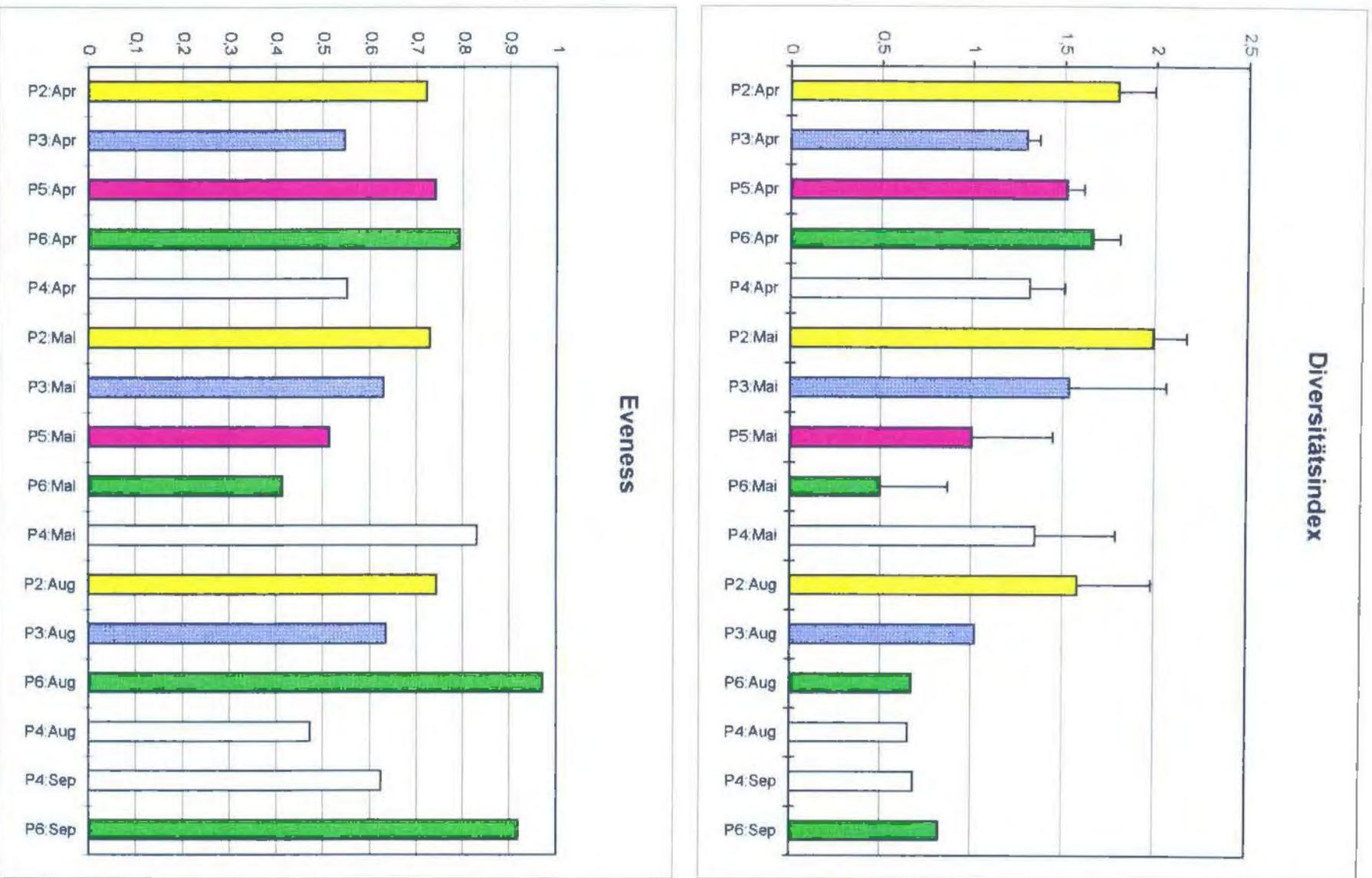


Abb. 8. Diversitätsindex und Evenness für alle Probenpunkte (Mittelwerte und Standardabweichung).

### 4.3. Verteilung ausgewählter Organismengruppen entlang des Längsverlauf am FB und HR

#### 4.3.1. Trichoptera

Im HR und FB wurden folgende Trichopterenarten anhand von Larvalfunden bestimmt (Tab.4):

Tab.4: Trichopterenarten im FB und HR. Vorkommen und Ernährungstypen richten sich nach der „Fauna Aquatica Austriaca“ von Moog (1995). Die in Klammer gesetzten Arten wurden ausschließlich von Weigand im Quellbereich des HR gefunden (Weigand, pers. Komm.), während das Zeichen (QU) jene Arten kennzeichnet, die sowohl von Weigand als auch in der vorliegenden Arbeit gefunden wurden.

Familie	Art	Vorkommen	Ernährungstyp
Limnephilidae	<i>Metanoea rhaetica</i> SCHMID	HYK-MR	Weid,Zkl,Det
	<i>Allogamus uncatatus</i> BRAUER (QU)	EUK-MR	Zkl,Weid,Räu
	<i>Chaetopteryx fusca</i> BRAUER	ER-HR	Zkl,(Weid,Räu)
	<i>Micropterna sequax</i> MCLACHLAN (QU)	EUK-MR	Weid,Zkl,(Räu)
	<i>Potamophylax cingulatus</i> STEPHENS	EUK-MR	Zkl,Weid,Räu
	<i>Allogamus auricollis</i> PICTET	HYK-MR	Zkl,Weid,Räu
	( <i>Drusus monticola</i> MCLACHLAN)	EUK-ER	Weid,(Zkl,Räu)
	( <i>Potamophylax nigricornis</i> PICTET)	EUK-HYK	Zkl,Weid,Räu
	( <i>Stenophylax permistus</i> MCLACHLAN)	HYK-HR	
	( <i>Potamophylax luctuosus</i> PILLER & MITTERBACHER)	EUK-MR	Zkl,Weid,Räu
Goeridae	( <i>Lithax niger</i> HAGEN)	EUK-ER	Weid,Det
Hydropsychidae	<i>Hydropsyche</i> sp.		Pfil,(Weid,Räu)
Rhyacophilidae	<i>Rh. sensu stricto</i>		Räu
Glossosomatidae	<i>Glossosoma boltoni</i> CURTIS	MR-EP	Weid,Det
Sericostomatidae	<i>Sericostoma flavicorne</i> SCHNEIDER	ER-HR	Zkl,(Räu)
Philopotamidae	<i>Wormaldia copiosa</i> MCLACHLAN	HYK-MR	Pfil
Brachycentridae	<i>Micrasema morosum</i> MCLACHLAN	HYK-MR	Weid,Zkl

Vorkommen: EUK= Eukrenal, Quellbereich; HYK= Hypokrenal, Quellbach; ER= Epirhithral, obere Forellenregion; MR= Metarhithral, untere Forellenregion; HR= Hyporhithral, Äschenregion; EP= Epipotamal, Barbenregion;  
Ernährungstypen: Weid =Weidegänger (epilithische Algen, Biofilm); Zkl= Zerkleinerer (Fallaub, CPOM); Det= Detritusfresser (sedimentiertes FPOM); Pfil= passive Filtrierer (suspendiertes FPOM); Räu= Räuber;

Aufgrund der Unsicherheit bei der Bestimmung der Larven und der fehlenden Adultnachweise wurden die Rhyacophiliden nur bis zur Gruppe *Rh. sensu stricto* bestimmt. Bei den Hydropsychiden zeigten sich bei den gefundenen Larven Unstimmigkeiten bei den Merkmalen: aufgrund der Beschaffenheit der Kopfkapsel könnte es sich bei den Tieren entweder um *H. saxonica* MCLACHLAN (aber fehlender Borstenbesatz über dem Auge) oder wahrscheinlich eher um Exemplare der Art *H. fulvipes* CURTIS (Färbung etwas atypisch) handeln.

Nach dem Längszonierungskonzept kann der QUB als HYK, die restlichen Probenpunkte als ER-MR bezeichnet werden. Die Abb. 9 und 10 zeigen die Längsverteilung der gefundenen Arten. Von den bei Weigand aufgelisteten Arten sind die meisten typisch für das Eukrenal bis Epirhithral und wurden mit Ausnahme von *Allogamus uncatus* und *Micropterna sequax* in der vorliegenden Arbeit nicht gefunden. Obwohl diese beiden Arten eine ähnliche Längsverteilung laut Literatur haben, wurde *M. sequax* ausschließlich im QUB gefunden, während *A. uncatus* auch noch bis zur MÜN, allerdings in abnehmenden Zahlen, vorhanden war (Abb.9). Weitere Arten, die ausschließlich im QUB vertreten sind, obwohl sie nach ihrem Verbreitungsmuster auch weiter bachabwärts (bis ins Hyporhithral) zu finden sein müßten, sind *A. auricollis* und *C. fusca*. Im Gegensatz dazu wurde *M. rhaetica*, die bis ins Hypokrenal hinauf vorrücken kann, nur im HRB gefunden. Während die räuberischen Rhyacophiliden vom QUB bis zur MÜN relativ gleich vertreten sind, haben die filtrierenden Hydropsychiden mit ihren ortsfesten Netzen offensichtlich sowohl vom Nahrungsangebot als auch von den Strömungsverhältnissen am Zusammenfluß der beiden Bäche (MÜN) die besten Bedingungen.

Die Trichopterenfauna des FB ist geprägt von Glossosomatiden, die normalerweise für das Hyporhithral und Epipotamal typisch sind (Abb.10). Daneben kommen Hydropsychiden, Rhyacophiliden und Limnephiliden vor. Ein extremes Verteilungsmuster zeigt *S. flavicorne*, die neben dem HRB nur noch im perennierenden Bereich des FB (P2) vorkommt.

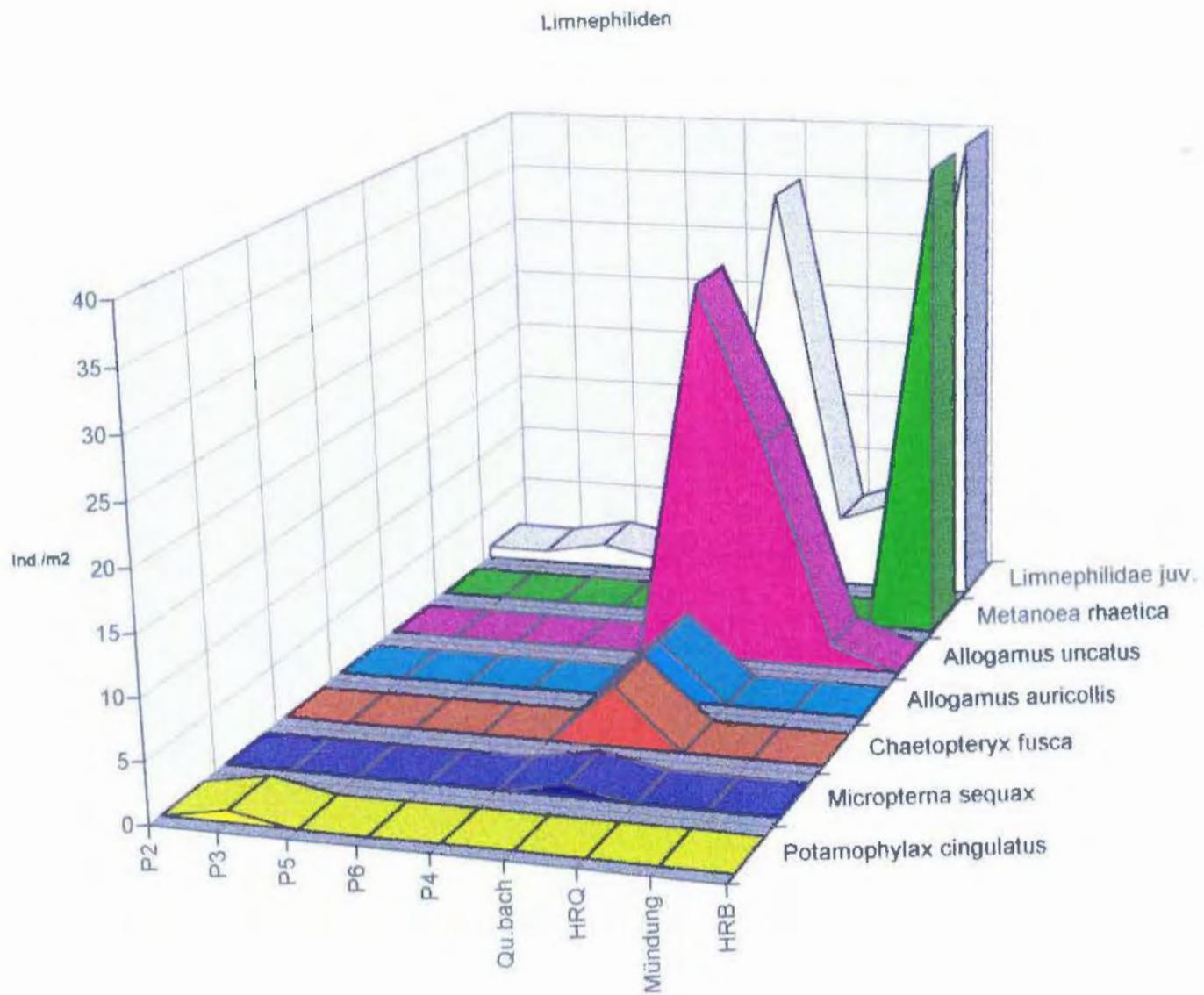


Abb. 9. Gesamtanzahl der Limnephiliden in Individuen/m<sup>2</sup> pro Art und Termin.

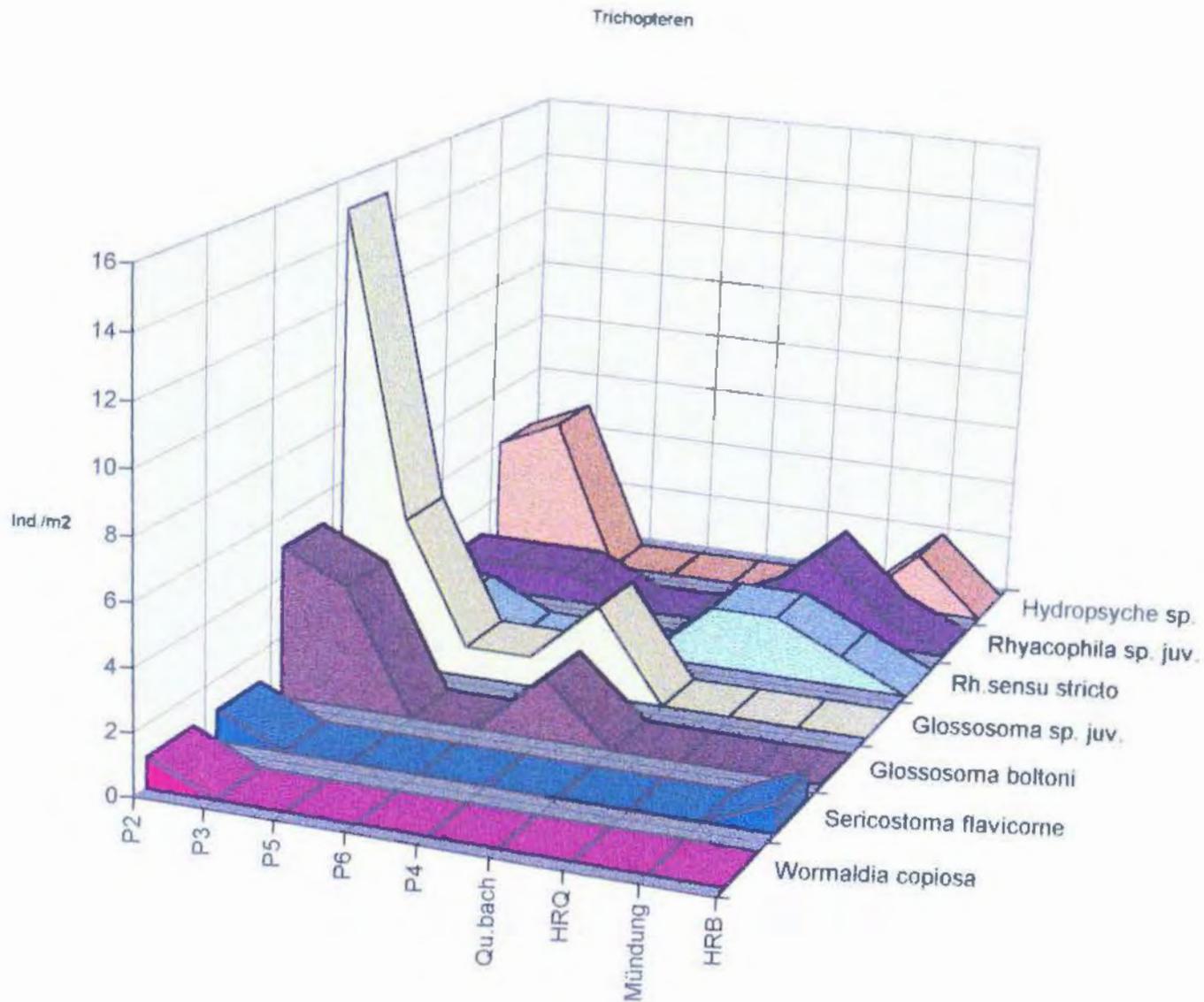


Abb. 10: Gesamtanzahl der Trichopteren pro Art und Termin (in Ind./m<sup>2</sup>) mit Ausnahme der Limnephiliden.

#### 4.3.2. Plecoptera

Aufgrund der meist sehr frühen Larvenstadien und der schwierigen Larvalbestimmung wurden die Plecopteren, ebenso wie die Ephemeropteren, nur bis zum Gattungs- oder Familienniveau bestimmt. Da die Unterscheidung zwischen Perlodiden und Perliden nur aufgrund des Vorhandenseins von Kiemenbüscheln erfolgt, wurden erste Larvenstadien zur Sicherheit zu den „Plecoptera indet.“ gezählt. Das gilt vor allem für die Probenstellen des HR. Am FB wird die Gruppe der nicht identifizierten Plecopteren vorwiegend aus frühen Larvenstadien der Gattung Nemouridae gebildet.

Die Abb. 11 zeigt die Längsverteilung der Plecopterenlarven im FB und HR. Während der QUB fast ausschließlich von *Protonemura sp.* (Fam. Nemouridae) besiedelt wird, dominieren am HRQ, MÜN und HRB die Setipalpier, allen voran Perlodiden, gefolgt von Cloroperliden und einigen wenigen Perliden. Auch am FB dominieren die Nemouriden mit *Protonemura sp.* und wenigen Exemplaren der Gattung *Nemoura sp.*. Des Weiteren kommen Vertreter der Familie der Leuctriden, sowie ausschließlich am P3 und P4 *Brachyptera sp.* (Fam. Taeniopterygidae) vor.

#### 4.3.3. Ephemeroptera

Bei den Heptageniiden handelt es sich um die Gattungen *Rhithrogena sp.* und *Ecdyonurus sp.* (Abb.12). Sie sind im Rhithralbereich des HR (HRQ, MÜN, HRB) vorhanden, wobei ihre Abundanz bachabwärts zunimmt. Am FB können Heptageniiden vor allem im perennierenden Bereich am P2 sowie auch noch in den intermittierenden Randbereichen P3 und P4 gefunden werden, nicht aber in der Kernzone P5 und P6. Auffällig ist die hohe Abundanz an Baetiden am P3 und P4 des FB. Von der Familie der Leptophlebiiden wurde nur die Art *Habroleptoides confusa* SARTORI & JACOB am P2 gefunden.

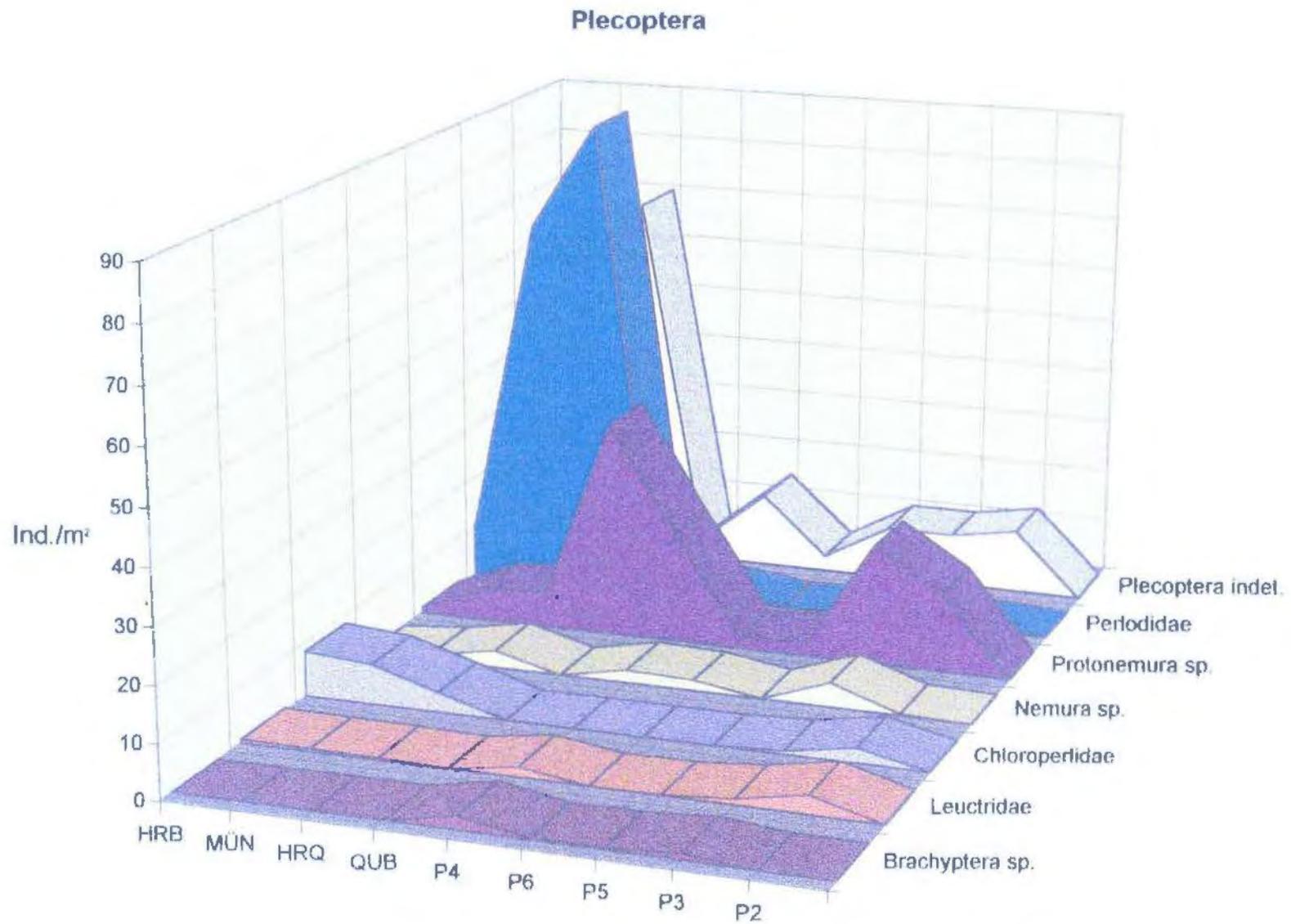


Abb.11: Durchschnittliche Individuenzahl pro Taxon (in Ind./m<sup>2</sup>). Angegeben sind die Mittelwerte über alle Termine und Parallelproben für jeden Probenpunkt. 42

## Ephemeroptera

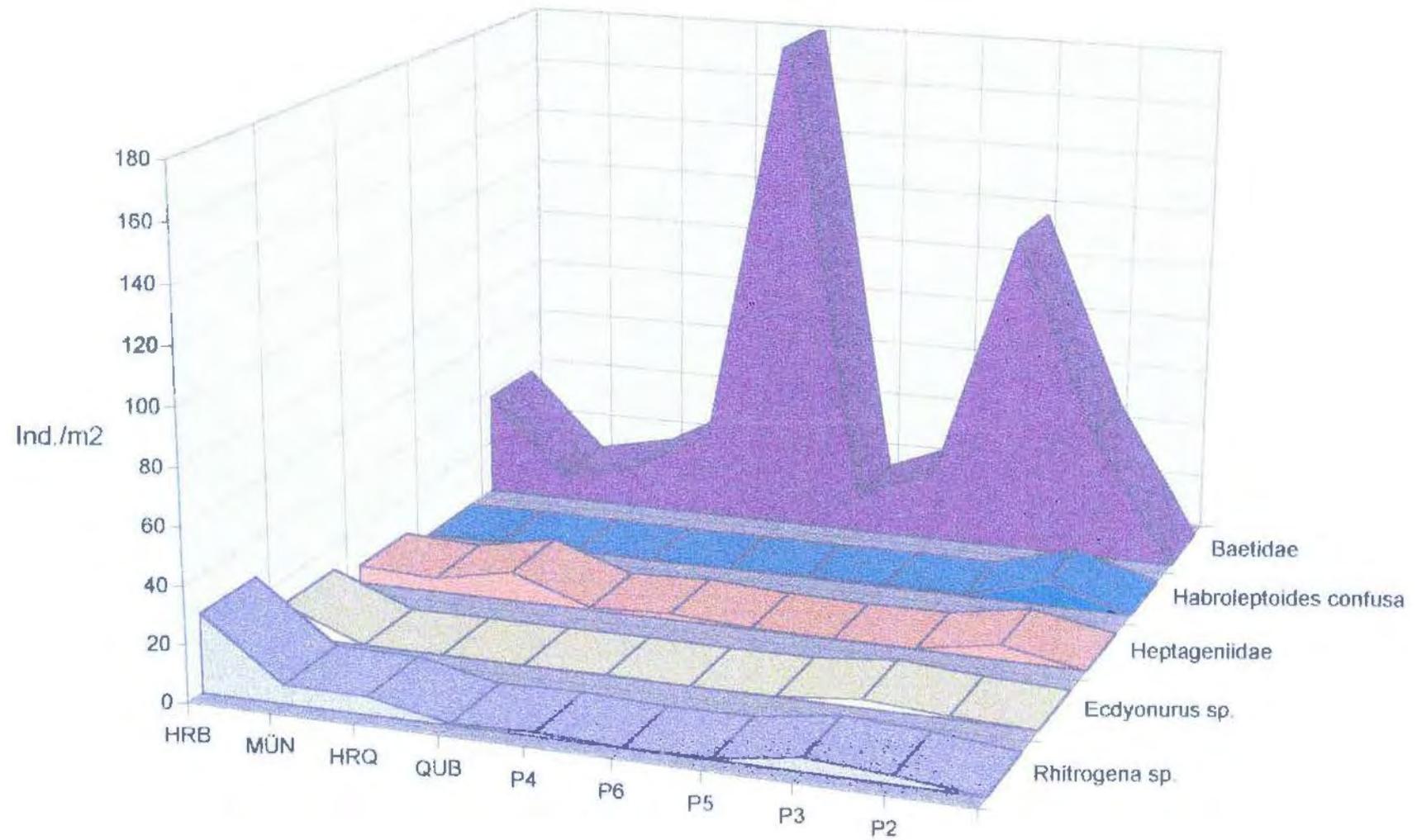


Abb. 12: Durchschnittliche Individuenzahl des jeweiligen Taxons (in Ind./m<sup>2</sup>). Angegeben sind die Mittelwerte über alle Termine und Parallelproben für jeden Probenpunkt.

### Diptera und Coleoptera

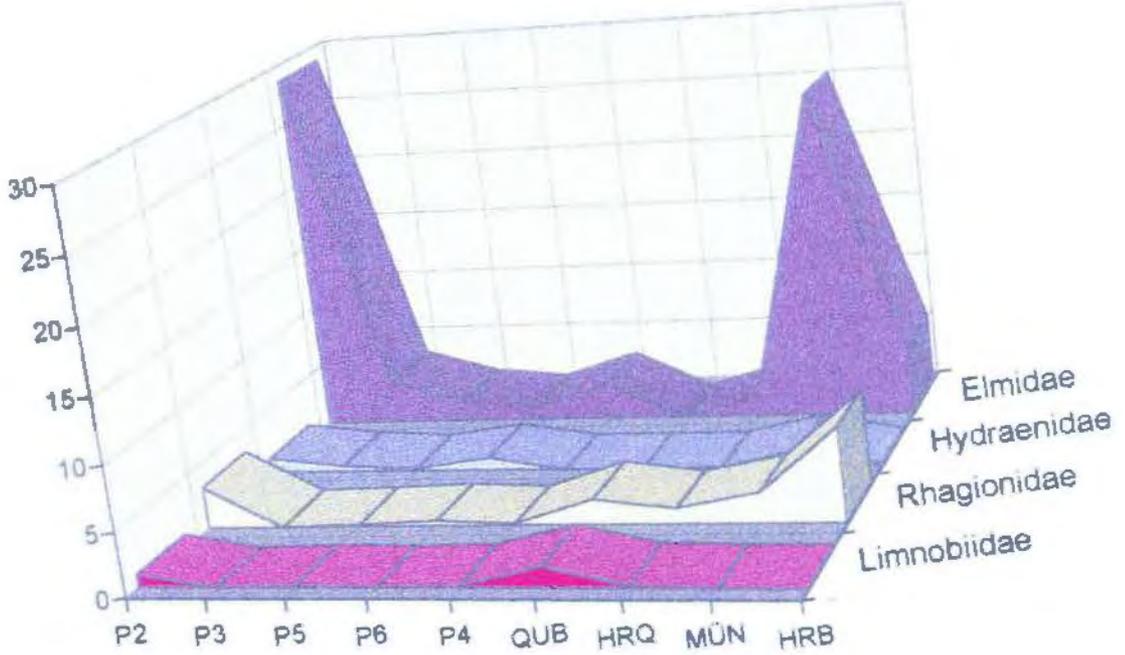
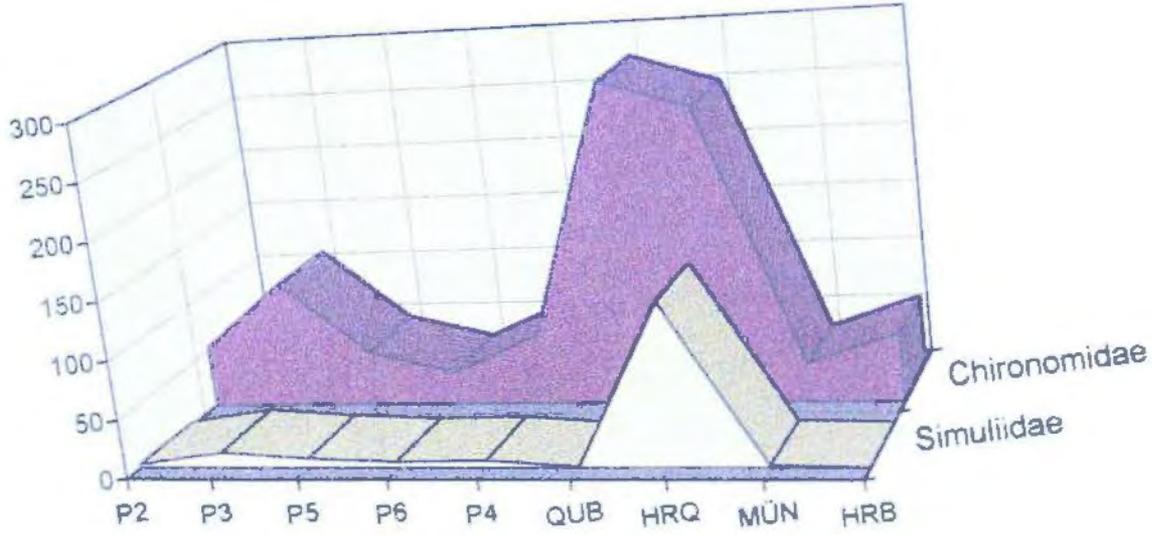


Abb. 13: Durchschnittliche Individuenzahl der Dipteren- und Coleopterenfamilien (in Ind./m²). Angegeben sind die Mittelwerte über alle Termine und Parallelproben pro Probenpunkt.

#### 4.3.4. Coleoptera und Diptera

Die Abb. 13 zeigt für die Simuliiden und Chironomiden ein deutlich anderes Verteilungsmuster als für die übrigen Dipteren und Coleopteren-Familien. So zeigen die Chironomiden Spitzenwerte am QUB und am HRQ, die Simuliiden haben ihre höchste Dichte am HRQ. Im Gegensatz dazu weisen die restlichen Dipteren und Coleopteren ein relativ einheitliches Verteilungsmuster auf mit einer deutlichen Bevorzugung der perennierenden Bereiche und eher geringen Abundanzen in den intermittierenden Bachabschnitten.

Unter den aquatischen Coleopteren waren Adulttiere und Larven der Familie der Dryopidae (vor allem *Esolus sp.*, selten *Elmis sp.*) und der Hydraenidae (Gattung *Hydraena sp.*) zu finden, sowie Einzelexemplare der Familie der Hydroporinae in den Pools.

## 5. Schlußfolgerungen

### 5.1. Interaktion perennierender und intermittierender Gewässerabschnitte

#### 5.1.1. Hydrologische Situation

\* Im Unterlauf des Fischbachs bis zu einer Entfernung von ca. 500 m oberhalb der Einmündung in den Hinteren Rettenbach verliert der Fischbach permanent Bachwasser an den Untergrund. Bei einem Sinken des Wasserspiegels infolge zunehmender Wasserverknappung (längere Schönwetterperioden im Sommer, Bindung des Wassers als Schnee im Winter) fällt dieser Bereich völlig trocken. Die Austrocknung geht von einem mittleren Kernstück, ca. 300 m von der Mündung entfernt, aus und verläuft von dort sowohl bachab- und als auch bachaufwärts. Sowohl das Trockenfallen als auch die neuerliche Flutung infolge von Regenfällen erfolgt plötzlich und innerhalb eines relativ kurzen Zeitraums von meist nur 24 Stunden.

\* Ein Markierungsversuch läßt erkennen, daß das Bachwasser unterirdisch durch die Klüfte und Spalten des Dolomits verschwindet und erst wieder am Hinteren Rettenbach weit unterhalb der Mündung des Fischbachs zutage tritt. Das bedeutet, daß das Bachwasser über eine Strecke von mehreren 100 m in den Grundwasserkörper eingeht und eine hyporheische Verbindung der ausgetrockneten Stellen mit den wasserführenden Bereichen fehlt.

\* Die intermittierende Strecke des Fischbachs wird von drei markanten Pools unterbrochen, von denen zwei, der Pool P3 und der Pool P4, meist das ganze Jahr über Wasser führen. Der Pool P6 trocknet mit einer kleinen zeitlichen Verzögerung aus und kann bei Flutung oft schon vor der restlichen Umgebung wieder Wasser führen. Aufgrund der Daten des Markierungsversuchs kann darauf geschlossen werden, daß der Pool P6 seitlich aus einer Quelle des Merkensteingrabens gespeist wird. Das und die zuvor genannte fehlende hyporheische Verbindung lassen vermuten, daß auch die perennierenden Pools P3 und P4 ihr Wasser in Trockenzeiten vorwiegend aus seitlichen Quellen beziehen und keine direkte Verbindung mit den bachaufwärts liegenden wasserführenden Bachabschnitten besitzen.

### 5.1.2. Biologische Interaktionen

\* Intermittierende Bachabschnitte zeichnen sich auch bei Mittelwasser häufig durch geringere Abundanzen und eine niedrigere Biodiversität aus. Die Beeinflussung des Benthos hängt von der Häufigkeit und Dauer der Austrocknung sowie von der Entfernung zur nächsten wasserführenden Stelle ab. So zeigt sich am Fischbach sowohl für das Gesamtbenthos als auch für einzelne Insektenfamilien (z.B. Glossosomatidae, Leuctridae, Baetidae, *Protonemura sp.*) immer wieder eine Abnahme vom perennierenden Bereich (P2) über die obere Randzone (P3) bis hin zur Kernzone (P5 und P6) und danach eine neuerliche Zunahme in der unteren Randzone (P4) des intermittierenden Bereichs.

\* Obwohl die meisten Familien in den intermittierenden Bachabschnitten in geringeren Abundanzen vorkommen, kann nicht festgestellt werden, daß es bei irgendeiner Gruppe zu einer völligen Meidung der austrocknenden Bachabschnitte kommt. Ebenso kann bei durchgehender Wasserführung der intermittierenden Teilstrecken auch keine speziell an Trockenperioden angepasste Fauna beobachtet werden. Faunenverschiebungen finden erst im Laufe von mehreren und/oder längeren Austrocknungsphasen statt.

\* Während die Fauna der intermittierenden Bachabschnitte bei Wasserführung jener von perennierenden Abschnitten ähnelt und von der Dominanz aquatischer Insektenlarven geprägt ist, übernehmen Vertreter semiterrestrischer und terrestrischer Insekten und Nicht-Insekten die Besiedelung der ausgetrockneten Bachbette (u.a. Collembolen, Spinnen, Milben, Laufkäfer, etc.). Von der aquatischen Fauna sind in Trockenzeiten vor allem

Oligochaeten und Chironomiden, aber auch Einzelexemplare von Plecopteren, Ephemeropteren und Trichopteren in den intermittierenden Bereichen zu finden.

\* Folgende Überdauerungsstrategien für die aquatische Fauna während der Trockenperioden stehen zur Diskussion:

a) *Abwanderung in bachaufwärts gelegene Bachbereiche und Rekolonisation durch Drift:*

Pro:

-> Erhöhte Driftraten in den intermittierenden Bereichen (IB) bei neuerlicher Flutung nach Trockenperioden (siehe Tockner .1993)

-> Dominanz von typischen „Drifttieren“ wie z.B. der Familie der Baetiden in den IB

Kontra:

-> Im Gegensatz zu 1996 konnte 1997 keine Abundanzsteigerungen bei zunehmender Austrocknung in den perennierenden Bereichen festgestellt werden

-> Die Austrocknung erfolgt relativ schnell und setzt sich sowohl bachauf- als auch bachabwärts fort. Die ausgetrocknete Stelle umfaßt bis zu 500 m Bachlänge.

-> In der Literatur konnten noch keine zuverlässigen Beweise für eine Aufwärtswanderung von Bachorganismen bei Austrocknung gefunden werden.

b) *Die Tiere wandern nicht, sondern sind bereits in erhöhten Abundanzen im perennierenden Oberlauf vorhanden und werden immer wieder von oben „nachgeliefert“.*

Pro:

-> Bedenkt man, daß eine im Vergleich zur Austrocknungsstelle relativ große Strecke (ca. 3 km) für den „Nachschub“ zur Verfügung steht, müssen die Abundanzverschiebungen nicht extrem sein. So kann 1997 eine leichte „Ausdünnung“ der Fauna am P2 im Jahresverlauf durchaus festgestellt werden. Ein weiterer Hinweis dafür sind die erhöhten Driftraten bei Flutung sowie die Ähnlichkeit der Fauna in den perennierenden und intermittierenden Bereichen.

Kontra:

-> Zu den Erstbesiedlern der IB nach Flutung zählen vor allem die Oligochaeten und Chironomiden, die in der Drift nahezu nicht vorhanden sind.

c) *Überdauerung der Bachorganismen im Hyporheal*

-> Kontra:

Nach den Ergebnissen des Markierungsversuchs ist eine Verbindung der perennierenden Stellen über das Hyporheal unwahrscheinlich. Das würde bedeuten, daß die Bachorganismen bis in den Grundwasserkörper vordringen müßten. Aufgrund der für

Bachorganismen eher ungünstigen Bedingungen im Grundwasser sowie der Länge der Austrocknungsperioden scheint diese Lösung nicht sehr überzeugend. Allerdings können junge Larvenstadien fast aller aquatischer Insekten sowie vor allem auch aquatische Nicht-Insekten (Oligochaeten, Hydracarina,...) durchaus im feuchten Sediment der ausgetrockneten Bachstellen (im Ruhezustand oder auch aktiv) überdauern.

d) *Perennierende Pools als Refugialräume bei Austrocknung*

Kontra:

-> Perennierende Pools zeigen meist keine großen Abundanzverschiebungen oder Veränderungen der Bachfauna im Zuge der Austrocknung und neuerlichen Flutung.

Zusammenfassend kann gesagt werden, daß für aquatische Insektenlarven die Wiederbesiedelung von bachaufwärts gelegenen Bereichen nach der Austrocknung am wahrscheinlichsten scheint, wobei zu untersuchen wäre, ob die Variante a) oder b) (oder beide) während der Trockenphasen zum Tragen kommt. Während ein kleiner Teil der Insektenlarven auch das Haftwasser der feuchten Bachsedimente (sowie wahrscheinlich auch die wenigen Restwasserstellen in den Pools) nützen kann, dient dieser Bereich vor allem aquatischen Nicht-Insekten zur Überdauerung.

## 5.2. Längszonierung

\* Obwohl es sich bei den meisten Trichopteren laut Literatur um Arten handelt, die vom Krenal bis zum Rhithral, also über den gesamten Bereich der besammelten Zone, vorkommen, kann am Hinteren Rettenbach eine deutlich unterschiedliche Besiedelung der einzelnen Probenstellen beobachtet werden. Neben dem längszonalen Aspekt spielt vor allem die unterschiedliche Morphologie und Hydrologie der einzelnen Bachabschnitte eine große Rolle bei der Verteilung der Organismen. Im besonderen sticht hier der Quellbach hervor, der durch seine spezielle Struktur und seinen hohen Detrituspool durch eine vw. detritivore und sowohl strömungs- als auch verschmutzungstolerante Gesellschaft charakterisiert wird.

\* Trotz der örtlichen Nähe der beiden Bäche weist der Fischbach teilweise eine vollkommen andere Faunenzusammensetzung als der HR auf. So können z.B. die im FB zahlreichen Glossosomatiden am HR überhaupt nicht gefunden werden. Auffällig ist auch das Vorkommen von *Glossosoma boltoni*, die laut Literatur eigentlich erst ab dem

Hyporhithral vertreten sein sollte. Möglicherweise wirkt sich hier der Aspekt der Austrocknung (wie z.B. auch bei Aufstau, Aufheizung, organischer Belastung oder Geschiebesperre, siehe Moog 1995), in einer Potamalisierung des Gewässers aus.

## 6. Zusammenfassung

Das Fließgewässersystem „Hinterer Rettenbach-Fischbach“ im Nationalpark Kalkalpen ist seit 1991 Ziel limnologischer Untersuchungen, die sich mit der Ökologie und Dynamik von natürlichen intermittierenden Karstgewässern beschäftigen. Das vorliegende Projekt beschäftigt sich mit der Frage der Wechselwirkungen zwischen perennierenden (ständig wasserführenden) und intermittierenden (zeitweise trockenfallenden) Bachabschnitten in Bezug auf die Abundanz und Diversität benthischer Organismen.

Das Gewässersystem Hinterer Rettenbach-Fischbach liegt im Grenzbereich zwischen Wettersteinkalk und Hauptdolomit und zeichnet sich durch ein stark fluktuierendes Abflußregime und den raschen Wechsel von stochastischen, kurzfristigen Hochwässern und längeren Trockenperioden aus. Beim Sinken des Wasserspiegels infolge zunehmender Wasserverknappung (längere Schönwetterperioden im Sommer, Bindung des Wassers als Schnee im Winter) fällt im Fischbach ein Bereich von ca. 500 m Bachlänge knapp oberhalb seiner Einmündung in den Hinteren Rettenbach völlig trocken. Ein Markierungsversuch läßt erkennen, daß das Bachwasser unterirdisch durch die Klüfte und Spalten des Dolomits verschwindet und erst wieder am Hinteren Rettenbach ca. 300 m unterhalb der Mündung des Fischbachs zutage tritt. Das bedeutet, daß das Bachwasser über eine Strecke von mehreren 100 m in den Grundwasserkörper eingeht und eine hyporheische Verbindung der ausgetrockneten Stellen mit den wasserführenden Bereichen fehlt. Sowohl der Prozeß des Trockenfallens als auch die neuerliche Flutung infolge von Regenfällen erfolgt plötzlich und innerhalb eines relativ kurzen Zeitraums von meist nur 24 Stunden.

Während sich perennierende Abschnitte im Fischbach bei Mittel- und Niedrigwasserbedingungen stets durch eine meist dichte Benthosbesiedelung und eine hohe Diversität auszeichnen, können in den intermittierenden Bachabschnitten je nach hydrologischer Situation und Austrocknungsfrequenz des betroffenen Bereichs stark unterschiedliche Abundanzen und Diversitäten beobachtet werden. Randbereiche der intermittierenden Zone weisen bei längerer Flutung (Frühjahr, Herbst) ähnliche oder sogar

höhere Besiedelungsdichten wie die perennierenden Abschnitte auf, während die Kernzone des Austrocknungsbereichs durch permanent niedrige Individuenzahlen und eine geringe Diversität geprägt ist. Im Zuge der allmählichen Austrocknung kommt es allgemein in der gesamten Austrocknungszone zu einem Sinken der Individuendichten und Diversitäten.

Bei Mittelwasser wird das Benthos von pereunierenden und intermittierenden Bachabschnitten von aquatischen Insektenlarven, insbesondere von Dipteren (vor allem Chironomiden), Ephemeropteren und Plecopteren, dominiert, wo bei sämtliche Taxa sowohl in perennierenden als auch in intermittierenden Bereichen gefunden werden können. Erst im Laufe von mehreren und/oder längeren Austrocknungsphasen findet eine Faunenverschiebung in den intermittierenden Bereichen hin zu einer Dominanz von semiterrestrischen und terrestrischen Insekten und Nicht-Insekten (u.a. Collembolen, Spinnen, Milben, Laufkäfer, etc.) statt. Von der aquatischen Fauna sind in Trockenzeiten vor allem Oligochaeten und Chironomiden, aber auch Einzelexemplare von Plecopteren, Ephemeropteren und Trichopteren im feuchten Sediment der intermittierenden Bereiche zu finden.

## 7. Forschungsbedarf

Im Zuge der weltweiten Wasser- und Energieverknappung wird die Problematik der Umwandlung natürlicher Gewässer zu sogenannten Restwasserstrecken immer mehr in den Mittelpunkt rücken. Studien über die Berechnung von Dotierwassermengen bei Wasserentzug berücksichtigen meist nicht die Ansprüche der Bachbiozönose an natürliche und dynamische Wasserführungen in Abhängigkeit vom jeweiligen Gewässertyp. Vor allem die Frage der Möglichkeit zur Störungsmeidung (durch Flucht, Überdauerungsstadien, etc.) bzw. Rekolonisation durch die verschiedenen Bachorganismen wird in den meisten Studien völlig vernachlässigt.

Auch im Nationalpark Kalkalpen existieren neben den natürlich intermittierenden Karstgewässern eine nicht unbeträchtliche Zahl an Bachsystemen im Dolomitbereich, bei denen es erst durch den Bau von Forststraßen in unmittelbarer Gewässernähe und der damit verbundene Verschüttung größerer Gewässerabschnitte zur wiederholten Austrocknung derselben kommt. Der menschliche Eingriff in das jeweilige Bachökosystem wirkt sich mehrfach auf das betroffene Gewässer aus:

1. Umwandlung von ehemals ganzjährig wasserführenden (perennierenden) Teilbereichen zu periodisch trockenfallenden (intermittierenden) Restwasserstrecken mit geändertem hydrologischen Jahreszyklus
2. Unterbrechung des natürlichen Kontinuums durch die lokale Abfolge von perennierenden und intermittierenden Teilstrecken
3. Schaffung eines Extrembiotops mit stark variierenden Umweltparametern (z.B. Schüttung, Temperatur,...)

Da sich die intermittierenden Bachabschnitte in natürlichen Karstgewässern, wie dem FB-HR-System, allmählich und über große Zeiträume hinweg entwickelten, können in derartigen Systemen durchaus auch positive Synergieeffekte zwischen wasserführenden und trockenfallenden Bereichen entstehen (z.B. intermittierenden Bereiche als Refugialräume bei Hochwässern). Im Gegensatz dazu mußte sich die Biozönose der obengenannten Dolomitgewässer innerhalb kürzester Zeit plötzlich umstellen, der Zeitraum zur Rekreation bzw. Adaptation war dementsprechend kurz. Damit stellen derartige Gewässer den typischen Fall von anthropogen verursachten Restwasserstrecken dar. Da sie außerdem von übrigen anthropogenen Einflüssen (Verbauung, Verschmutzung,...) relativ unbeeinträchtigt sind, erweisen sie sich als ideale Referenzsysteme für stark gestörte Fließgewässer. Eine mehrjährige, interdisziplinäre Studie, die sich mit den kurz- und mittelfristigen Auswirkungen des Wasserentzugs auf die Biozönose und den Metabolismus der betroffenen Gewässerabschnitte, sowie des gesamten Fließgewässers befaßt, wird daher unbedingt empfohlen.

Einen zusätzlichen Ansatzpunkt für die weitere Forschung stellen die Überdauerungsstrategien der Bachorganismen dar. Hier bietet sich im Nationalpark Kalkalpen die Möglichkeit, innerhalb eines geographisch sehr eingegrenzten Gebietes die unterschiedlichsten Strategien zur Überdauerung in natürlichen (FB-HR-System) wie auch in anthropogen verursachten intermittierenden Gewässern experimentell zu untersuchen. Der Vergleich der unterschiedlichen Gewässertypen ermöglicht eine Abgrenzung von verursacherabhängigen (unterschiedliche Strategien je nach Gewässertyp) oder verursacherunabhängigen (gleiches Verhalten bei unterschiedlichen Gewässertypen) Verhaltensmustern innerhalb der einzelnen Tiergruppen.

## 8. Literatur

### Zitierte Literatur:

- Boulton, A.J., Stibbe, S.E., Grimm, N.B. & Fisher, S.G. (1991)** Invertebrate recolonization of small patches of defaunated hyporheic sediments in a Sonoran desert stream. *Freshwater Biology* 26:267-277.
- Boulton, A.J. & Lake, P.S. (1992)** Benthic organic matter and detritivorous macroinvertebrates in two intermittent streams in south-eastern Australia. *Hydrobiologia* 241: 107-118.
- Brassington, R. (1993)** Field Hydrogeology. Geol. Society of London Prof. Handbook. John Wiley & Sons, 175 pp.
- Fiedler, A. & Bohle, H.W. (1994)** Ephemeroptera sommertrockener Bäche in Oberhessen. Entwicklungszyklen und Populationsstruktur. *Lauterbornia* 17: 97-110.
- Gibert, J. (1988)** Functional sub-units of an exurgance karstic system, and exchanges with the surface environment. Reflections on the characterization of natural aquatic groundwater ecosystems. *Verh. Internat. Verein. Limnol.* 23: 1090-96.
- Gordon, N.D., Finlayson, B.L. & Mc Mahon, T.A. (1992)** Stream hydrology. An Introduction for Ecologists. John Wiley + Sons, Chichester, 526 pp.
- Grimm, N.B., Valett, H.M., Stanley, E.H. & Fisher, S.G. (1991)** Contribution of the hyporheic zone to stability of an arid-land stream. *Verh. Internat. Verein. Limnol.* 24: 1595-1599.
- Heger, H. & Moog, O. (1986)** Der Einfluß von Wasserableitungen auf das Benthos des Landeckbaches in Osttirol (Österreich). *Ber. nat.-med. Verein. Innsbruck* 73: 199-214.
- Henry, K.S., Valett, H.M., Morrice, J.A., Dahm, C.N., Wroblicky, G.J., Santistevan, M.A. & Campana, M.E. (1994)** Ground water-surface water exchange in two headwater streams. *Sec. Int. Congr. on Ground Water Ecology, Am. Wat. Res. Ass.*, 319-327.
- Malicky, H & Winkler, G. (1974)** Untersuchungen über die Höhlenimmigration *Micropterna nycterobia* (Trichoptera) bei Lichtfallen. *Jber. Biol. Station Lunz* 10:140-157.
- Moog, O. (1995)** Fauna aquatica austriaca. Wasserwirtschaftskataster, BMLF, Wien.
- Pielou, E.C. (1969)** An introduction to mathematical ecology. Wiley, New York.
- Shannon, C.E. & Weaver, W. (1949)** The mathematical theory of communication. University of Illinois Press, Urbana.
- Stanley, E.H. & Valett, H.M. (1992)** Interactions between drying and the hyporheic zone of a desert stream. In: P. Firth & S.G. Fisher (eds) *Global climate change and freshwater ecosystems*, Springer Verlag, N.Y.
- Tockner, K. (1993)** Limnologische Studie "Hinterer Rettenbach" (Nationalpark Kalkalpen, Sengsengebirge, Oberösterreich). Ein Beitrag zur Limnologie eines Karstfließgewässers unter besonderer Berücksichtigung der ökologischen Relevanz hydrographischer Extremereignisse. Verein Nationalpark Kalkalpen Eigenverlag, Krichdorf, 197 pp.
- Tockner, K., Steiner, K., Schmid-Araya, J. & Schmid, P.E. (1990)** Faunistisch ökologische Untersuchung ausgewählter Fließgewässer des Sengsenberg. Verein Nationalpark Kalkalpen Eigenverlag, Kirchdorf, 35 pp.
- Weigelhofer, G., Tockner, K. & Weigand, E. (1995)** Dekomposition von *Fagus sylvatica* L. in intermittierenden und perennierenden Bachabschnitten des Fischbachs (Sengsengebirge, OÖ). *Jber. Biol. Stn. Lunz* 15: 55-60.

- Weigelhofer, G.** (1996) Die ökologische Funktion der Bachbettsedimente in intermittierenden und perennierenden Karstgewässern. Endbericht 1996, TP. 1603-9./96. Hrsg. Verein Nationalpark Kalkalpen, Molln, 61 S.
- White, P.S. & Pickett, S.T.A.** (1985) Natural disturbance and patch dynamics: an introduction. In: S.T.A. Pickett & P.S. White (eds.) Natural disturbance and patch dynamics. Academic Press, San Diego, 472 pp.
- Wiggins, G.B., Mackay, R.J. & Smith I.M.** (1980) Evolutionary and ecological strategies of animals in annual temporary pools. Arch. Hydrobiol. 58: 98-206.
- Williams, D.D.** (1987) The ecology of temporary waters. Timber Press, Portland, Oregon, pp. 205.

**Bestimmungsliteratur:**

- Bauernfeind, E.** (1994) Bestimmungsschlüssel für die österreichischen Eintagsfliegen, Teil 1 + 2. In: Wasser und Abwasser, Suppl. 4. ÖNIAD, Wien.
- Klausnitzer, B.** (1984) Käfer im und am Wasser. A.Ziemsen Verlag, Wittenberg Lutherstadt.
- Waringer, J. & Graf, W.** (1997) Atlas der österreichischen Köcherfliegen: unter Einschluß der angrenzenden Gebiete. Facultas-Univ.-Verl., Wien, 286 S.

Datum	Probe	Ephemeroptera				Plecoptera							Diptera					
		Heptageniidae	Leptophlebiidae	Baetidae	Eph. indet.	Plecoptera indet.	Nemouridae	Leuctridae	Taeniopterygidae	Chloroperidae	Perlidae	Perlidae	Chironomidae	Simuliidae	Rhagionidae	Limnobiidae	Ceratopogonidae	
19.04.97	P2	4	2,25	76,75	50,25	18,75	5,25	1,25	0	1,5	0,75	0	35	5,25	0	3	0	
	P3	2,2	0,2	205,6	12,8	17,6	13,2	1,8	2	0,6	1	0	126,6	17,6	0	0	0	
	P5	0	0,75	47,25	11	9	4,75	0	0,5	0	1,25	0	34,25	14	0	0	0	
	P6	1	0,75	27	16,5	5,75	6,75	0	0,5	0	0	0	22,5	10,25	0,75	0	0	
	P4	6,25	0	370	6,25	69,5	28	1,25	2,75	0	1,5	0	113,5	12,5	0,25	0,25	0	
	Pool P3	0	4	54	0	18	0	5	0	0	0	0	55	1	0	0	0	
	Pool P6	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	14	2	0	0	0	
	Pool P4	1	0	28,5	12	1	15,5	0	0	0	0,5	0	30,5	2	0	1,5	0	
	HRQ	6	0	0,3333	27	390,67	17,667	1	0	10	49	0	699,33	394,67	0	0	0	
	QUB	3	0	64	14	89	0	0	0	0	0	0	359	2	6	0	0	
	MÜN	10,333	0	21	2,3333	69,667	14	0,6667	0	9,3333	41	0	13,667	5,3333	1	0	0	
	HRB	39	0	2,6667	30,333	10	1	2	0	15,333	1,6667	0	67	0	9	0	0	
	31.05.97	P2	18,75	3,75	58	13,75	24,5	23,5	8	0	6,25	1	0	92,5	3	4,25	0	0,25
P3		14	0,5	27,75	14,25	15	40,25	0,25	0,25	0,75	0,75	0	92,5	9,5	0	0	0	
P5		1,25	0,5	4,5	1,25	22,25	0,5	0	0	0	0	0	59	1,75	0,25	0,25	0	
P6		0	0	0,5	0,5	0,25	1,25	0	0	0	0	0	34,25	0	0	0	0	
P4		1,25	0,25	3,75	1	4,5	6,25	0,25	0	0	0,25	0	6,25	0,25	0	0	0	
Pool P3		1	0	3	2	0	2	8	0	0	1	0	36	0	0	0	0	
Pool P6		0	0,5	0	6,5	11	0,5	0	0	0	0,5	0	42,5	0	0	0	0	
Pool P4		10	0,5	1	0,5	8,5	0	0	0	0	0	0	24	0	0	0	0	
QUB		0,25	0	24,5	0,25	1,75	14,5	0	0	0	0,25	0	231,75	1,5	0	3	0	
HRQ		5,6667	0	0	0	2	0,6667	0	0	0,3333	5,6667	0	8,6667	2,6667	0	0	0	
MÜN		7	0	4,6667	13,667	65,667	3,6667	0,3333	0	10	50,333	0	57	0,3333	3,6667	0	0	
HRB		51,333	0	26,333	50,333	22	2,3333	0	0	5	6,3333	0	85,667	0	6	0	0	

Anhang 1: Durchschnittliche Individuenzahl pro Taxa und Probenstelle (Mittelwerte)

Datum	Probe	Ephemeroptera				Plecoptera							Diptera				
		Heptageniidae	Leptophlebiae	Baetidae	Eph. indet.	Plecoptera indet.	Nemouridae	Leuctridae	Taeniopterygidae	Chloroperidae	Perlidae	Perlidae	Chironomidae	Simuliidae	Rhagionidae	Limnobiidae	Ceratopogonidae
15.08.97	P2	5,3333	20	6,3333	124	40	1	0,6667	0	0,6667	0,3333	0,6667	31,333	0	5,3333	0	0
	P3: trocken	0	0	0	3	6	1	0	0	0	0	0	32	0	0	0	0
	P6: trocken	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0
	P4 trocken	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	22	0	0	0	0
	Pool P3	1	4	1	2	0	2	0	0	0	37	0	16	0	0	0	0
	Pool P4	24	19	0	18	111	4	5	0	2	1	0	195	0	0	0	0
	QUB	1,3333	0	5,6667	2,6667	8	22,667	0	0	0	2	0	237	0	0	1,6667	0
	HRQ	39,5	0	46	18	0	9,5	0	0	0,5	35,5	0	43	5	3,5	0,5	0
	MÜN	18	1,3333	2,6667	24,333	23	3,6667	0,3333	0	2,6667	64	0	28,667	0	2,3333	0	0
	HRB	26,667	0	76,667	30,667	7,6667	0	0	0	4,6667	19,333	0	19,667	0,6667	6,6667	0	0
18. Sep	P4 trocken	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0
	P6 trocken	0	0	0	0	1,5	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0
	P3 trocken	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Anhang 1: Durchschnittliche Individuenzahl pro Taxa und Probenstelle (Mittelwerte)

Datum	Probe	Diptera		Coleoptera		Hydrophoridae	Collembolen	Hydracarina	Turbellaria	Nematoda	Terrestrisch
		Blepharoceridae	Elmidae	Hydraenidae							
19.04.97	P2	0	56,25	1	0	0,5	1	0	0	0	0
	P3	0	4,2	0,2	0	0	0	0,2	0	0	0
	P5	0	2,25	0	0	0	0,5	0,25	0	0	0
	P6	0	2	0	0	1,5	0	0	0	0	0
	P4	0	5,25	0	0	2	1,25	0	0	0	0
	Pool P3	0	13	0	1	0	0	0	0	0	0
	Pool P6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Pool P4	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0
	HRQ	0	3	0	0	0,6667	0	6	0	0	0
	QUB	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	MÜN	0	29,667	2	0	0,3333	0,3333	1,3333	0	0	0
	HRB	0	9,6667	0	0	0	1,3333	0	0	0	0
	31.05.97	P2	0	18,5	2,5	0	0,5	5,25	0	0	0
P3		0,25	2,75	0,75	0	1,75	0	0	0	0	0
P5		0	1,25	0,25	0	1,25	0	0	0	0	0
P6		0	0,25	2	0	2	0	0	0	0	0
P4		0	0,5	0	0	0	0	0,5	0	0	0
Pool P3		0	9	0	0	0	0	0	0	0	0
Pool P6		0	5	1	0	2	0	0	0	0	0
Pool P4		0	3,5	0	0	0	1,5	0	0	0	0
QUB		0	0	0	0	0,75	0,25	0	0	0	0
HRQ		0	2	0	0	0,3333	0	58,333	0	0	0
MÜN		0	42,667	2	0	0	75,667	0,3333	0	0	0
HRB		0	4	0	0	0	2,3333	0	0	0	0

Anhang 1: Durchschnittliche Individuenzahl pro Taxa und Probenstelle (Mittelwerte)

Datum	Probe	Diptera	Coleoptera				Collembolen	Hydracarina	Turbellaria	Nematoda	Terrestrisch
		Blepharoceridae	Elmidae	Hydraenidae	Hydroponidae						
15.08.97	P2	0	11,333	0	0	0	2,6667	0	0	0	
	P3:trocken	0	5	0	0	80	0	0	0	0	
	P6:trocken	0	2	0	0	87	0	0	0	0	
	P4 trocken	0	1	1	0	19	0	0	0	0	
	Pool P3	0	3	0	0	3	7	0	0	0	
	Pool P4	0	3	0	0	3	7	0	0	0	
	QUB	0	0	0	0	0	0	2,3333	0	0	
	HRQ	0	0	0	0	0	0	24	0	0	
	MÜN	0	3,6667	0	0	0	0	1	0	0	
	HRB'	0	2,3333	0,3333	0	1	3	1,3333	0	0	
18. Sep	P4 trocken	0	0	0	0	4	0	0	34	6	
	P6 trocken	0	3	0	0	300	0,5	0	0,5	7	
	P3 trocken	0	1	0	0	25	0	0	0	0	

Anhang 1: Durchschnittliche Individuenzahl pro Taxa und Probenstelle (Mittelwerte)

		Allogamus auricollis	Potamophylax cingulatus	Allogamus uncatulus	Metancea rhaetica	Micropterna sequax	Chaetopteryx fusca	Limnephilidae juv.		Micrasema morosum	Glossosoma boltoni	Glossosoma sp. juv.	Rh. sensu stricto	Rhyacophila sp. juv.	Hydropsyche sp.	Sericostoma flavicorne	Wormaldia copiosa	Trichoptera indet.
<b>Summe</b>	P2	0	0	0	0	0	0	1	P2	0	5	15	1	1	4	1	1	1
	P3	0	1	0	0	0	0	1	P3	0	4	5	1	1	5	0	0	0
	P5	0	0	0	0	0	0	2	P5	0	0	1	0	1	0	0	0	1
	P6	0	0	0	0	0	0	1	P6	0	0	1	0	0	0	0	0	0
	P4	0	0	0	0	0	0	0	P4	0	2	3	0	0	0	0	0	0
	Qu.bach	5	0	32	0	1	5	35	Qu.bach	0	0	0	2	1	0	0	0	0
	HRQ	0	0	19	0	0	0	6	HRQ	0	0	0	2	3	0	0	0	1
	Mündung	0	0	2	0	0	0	8	Mündung	0	0	0	1	1	2	0	0	1
	HRB	0	0	0	40	0	0	40	HRB	0	0	0	0	0	0	1	0	0
<b>29.05.96</b>	HRQ			4				2				0			0			
<b>19.04.97</b>	P2										5	12			0	1		1
	P3		1								4	4			3			
	P5											0		1	0			1
	P6							1				1			0			
	P4										2	3			0			
	Qu.bach			3				24				0			0			
	HRQ			3				4				0		1	0			
	Mündung							2				0			2			1
	HRB				31			31				0			0	1		
	Pool P6		1							1	1	0			0			4
	Pool P3							3				0			0			
<b>31.05.97</b>	P2							1				3	1	1	4			1
	P3							1				1	1	1	2			
	P5							2				1		0				

Anhang 2: Zahl der Trichopteren pro Art und Termin.

	P6								0			0			
	P4								0			0			
	Qu.bach	4	27		1		11		0	2	1	0			
	HRQ		11				2		0			0			1
	Mündung		2				6		0		1	0			
	HRB				9		9		0			0			
	Pool P4		4				3		0			0			
	Pool P6		2				2		0			0			
<b>15.08.97</b>	P2								0			0			
	P3								0			0			
	P5								0			0			
	P6								0			0			
	P4								0			0			
	Qu.bach	1	2				5		0			0			
	HRQ		5						0	2	2	0			
	Mündung								0	1		0			
	HRB								0			0			
	Pool P6								0			0			
<b>18.9.</b>	P6 trocken						1		0			0			

Anhang 2: Zahl der Trichopteren pro Art und Termin.