Limnologische Studie "Hinterer Rettenbach"

Zur ökologischen Stabilität von Reinwasserreserven: Konzeption und Ausarbeitung einer interdisziplinären Langzeitstudie zur Dokumentation und Prognose ausgewählter Umweltparameter im Ökosystem "Hinterer Rettenbach"

Klement TOCKNER (Leitung)
Christian FESL
Herbert WEILGUNI

Wien, März 1992

5.6.	MAKROZOOBENTHOS	96
5.6.1.	Statistische Absicherung	96
5.6.2.	Faunenzusammensetzung	97
5.6.3.	Horizontale Muster	105
5.6.4.	Diversität und Aggregationsgrad	110
5.6.5.	Funktionelle Ernährungstypen	118
5.6.6.	Zeitliche Dynamik	120
5.6.6.1.	Gesamtabundanzen	120
5.6.6.2.	Relative Abundanzen	127
5.6.6.3.	Diversität und funktionelle Gruppen	129
5.6.7.	Abundanzen und abiotische Parameter	133
5.6.8.	Vertikalverteilung	136
5.6.8.1.	Abundanzen	137
5.6.8.2.	Großgruppenzusammensetzung	138
5.6.8.3.	Tiefenverteilung	145
5.6.8.4.	Statistische Analysen	153
5.6.8.5.	Ephemeroptera	159
5.6.9.	Intermittierende Bereiche	162
5.6.9.1.	Abundanzen	162
5.6.9.2.	Tiefenverteilung	166
6.	ZUSAMMENFASSENDE DISKUSSION	168
7.	DURCHFÜHRUNG DER LANGZEITSTUDIE	175
7.1.	BEWERTUNG DES TESTAREALS	175
7.2.	AUSWAHL DER PROBENPUNKTE	176
7.3.	AUSWAHL DER PARAMETER	177
7.4.	KARSTDYNAMIKPROGRAMM	179
8.	LITERATUR	180
APPENDIX		188

VORBEMERKUNG:

Die hier vorliegende Arbeit ist in ihrer Konzeption so aufgebaut, daß sie in eine längerfristige Untersuchungsreihe und in ein interdisziplinäres Programm, wie es das Forschungsprogramm "Karstdynamik" darstellen soll, eingebaut werden kann. Die Zielsetzung und der Umfang der Arbeit benötigen jedoch einen hohen organisatorischen und infrastrukturellen Aufwand, der nur über ein gut funktionierendes Team zu erreichen ist. Zum Gelingen dieser Arbeit haben mehrere Personen beziehungsweise Institutionen beigetragen, wofür an dieser Stelle besonders gedankt sei.

BEARBEITER MIT EIGENEM BEITRAG:

Christian FESL: Hydrographie, Chemisch-physikalische Parameter, Makrozoobenthos (Abundanzverteilungen, zeitliche und räumliche Dynamik)
Herbert WEILGUNI: Einzugsgebiet, Bachbettmorphologie, Sedimentstruktur, räumliche Verteilung des Makrozoobenthos
Klement TOCKNER: Schriftleitung (Einleitung, Diskussion), Sedimentstruktur (POM), Intermittierende Abschnitte

PROBENNAHME: Erich Lanzenberger, Mag. Barbara Köfler, Mag. Peter Zauner, Franz Streißl, Mag. Siegfried Angerer, Erich Weigand, die Biologische Station Lunz ("Freezing-Core"-Ausrüstung, Statzner-Kugeln), Norbert Tockner (Bau des Surber-Samplers und des Heterogenitätsmeßgerätes), Limnologische Abteilung des Instituts für Zoologie der Universität Wien (Ott-Flügel).
SEDIMENTANALYTIK: Susheel Dixit (Granulometrie), Dipl.Ing. Walpurger Fahrner (Biol. Station Lunz; TOC-TN-Analyse)
PROBENAUFBEREITUNG und DETERMINATIONSARBEITEN: Gabi Weiglhofer, Werner Weißmair, Kornelia Steiner, Dr.Peter-Eric Schmid, Dr.Jenny Araya-Schmid, Franz Streißl, Erich Weigand.
CHEMISCHE ANALYTIK: Nationalpark-Forschungstation Molln (Mag.Siegfried Angerer), Mag. Christian Schwarz.
HYDROGRAPHIE und METEOROLOGIE: Hydrographischer Dienst des Landes Oberösterreich (Ing.Max Wimmer), Mag. Günter Mahringer, Herbert Hafner (Orthophotos, Folien).
INFRASTRUKTUR: Nationalpark-Forschungstation in Molln; Abt.für Limnologie des Instituts für Zoologie, Universität Wien; Biologische Station Lunz.
DISKUSSIONSANREGUNGEN: Univ.Doz.Dr.Johann Waringer

1. EINLEITUNG

Natürliche und naturnahe Systeme beeinhalten einerseits ein wesentliches genetisches Potential (Arten- und Populationsvielfalt) andererseits eröffnen sich, aus der genauen Kenntnis der Wechselwirkungen in anthropogen noch wenig degradierten Systemen, Möglichkeiten für die Planung von regulierenden Schutzstrategien beziehungsweise von zukünftigen Renaturierungs- und Manipulationsmaßnahmen. Daher ist eines der Hauptargumente für die Erhaltung eines naturnahen Areals sein Potential für die wissenschaftliche Forschung. Diese Forderung steht in den Statuten der IUCN (International Union for Conservation of Nature and Natural Resources) auch an vorrangiger Stelle.

Die Forschungsziele im geplanten Nationalparkgebiet "Nördliche Kalkalpen" orientieren sich an den typisierenden topographischen, geologischen und klimatologischen Gegebenheiten. Neben der allgemeinen deskriptiven Dokumentation der Naturraumpotentiale (z.B. Erfassung des Arteninventars und der charakteristischen Pflanzen- und Tiergesellschaften) werden für das Nationalparkgebiet repräsentative und gleichzeitig aktuelle Forschungsschwerpunkte gesetzt. Bereits angelaufen ist das Projekt "Karstdynamik" (vgl. HASEKE, 1990), ein interdisziplinäres und langzeitliches Forschungsprogramm, das sich mit dem Phänomen "Karst" und dessen dynamischen, interdependenten Prozeßabläufen beschäftigt. Der wissenschaftliche Anspruch der Prognostizierbarkeit, bei gleichzeitiger Umlegung auf großräumigere Areale, kann nur über eine quantitative Analyse der wichtigsten, apriori definierten Parameter und die Durchführung über einen längeren Zeitraum, befriedigt werden (ELLIOTT, 1990; JONES, 1990). Für die erfolgreiche Durchführung dieses Projektes ist eine sorgfältige Auswahl der Testareale und eine genaue Definition der Zielvariablen nötig. Daher wurden in den Jahren 1990/1991, zur Präzisierung der Fragestellungen und zur Auswahl von repräsentativen Testflächen, von den beteiligten Arbeitsgruppen Vor- bzw. Pilotstudien durchgeführt (siehe: NATIONALPARKPLANUNGSTELLE: FORSCHUNGSBERICHT, 1992). Die infrastrukturelle und personelle Ausrüstung der Nationalpark-Forschungsstelle in Molln ist ein weiterer, erfolgversprechender Schritt für das Gelingen dieses Forschungsvorhabens.

Aus den Ergebnissen der einzelnen Pilotstudien (z.B. TOCKNER, 1990; HASEKE, 1990; SCHWARZ, 1990) hat sich der Transekt "Hinterer Rettenbach"-"Hohe Nock"-"Feichtau"-"Hopfing" (Sengsengebirge) für das Projektprogramm "Karstdynamik" als geeignet erwiesen. Aus der Sicht der Fließgewässerökologie wird das Entsorgungssystem "Hinterer Rettenbach" (siehe unten) genau bearbeitet. Die Präsenz unterschiedlichster, für Karstsysteme charakteristische Bachabschnitte (perennierende,

intermittierende und episodische Oberflächengewässer), die gute Erreichbarkeit, das beinahe vollständige Fehlen unmittelbarer anthropogener Einflüsse und die möglichen Vergleiche mit bereits bestehenden Forschungsprogrammen ("RITRODAT-Projekt" der Biologischen Station Lunz, z.B. BRETSCHKO, 1983) gaben hierzu den Ausschlag. Im allgemeinen und im konkreten geht es um die Dokumentation der "Stabilität" von Ökosystemen, das heißt um die derzeit hochaktuellen Fragen nach Belastbarkeit und möglicher Gefährdung, beziehungsweise Schutz von Naturraumressourcen (z.B.: Reinwasserreserven).

Das Ökosystem "Bach" stellt in diesem interdisziplinären Forschungskonzept gleichsam den Endpunkt einer Kette dar, in dem sich die Vorgänge des Gesamteinzugsgebietes widerspiegeln (FRISSELL et al., 1986). Für das Verständnis der ökologischen Gegebenheiten ist somit die genaue Kenntnis von Kenngrößen des Einzugsgebietes notwendig.

2. PROBLEMSTELLUNG

Fließgewässer können nicht als diskrete Landschaftselemente betrachtet werden. Sie sind räumlich in drei Dimensionen mit ihrer Umgebung vernetzt: longitudinal entlang ihres Bachverlaufs, vertikal mit dem Grundwasserkörper und transversal mit dem terrestrischen Umland (WARD und STANFORD, 1988). In natürlichen Systemen sind diese Übergänge graduell und unstetig, sodaß diese hoch dynamischen Transgressionszonen zweifellos als Ökotone bezeichnet werden können (NAIMANN et al., 1988). Diese enge räumliche Vernetzung mit den umgebenden Systemen ergibt, gemeinsam mit einer großen Dynamik in der zeitlichen Dimension, die hohe beobachtbare Artenvielfalt in natürlichen lotischen Systemen.
Energetisch sind die bettsedimentbesiedelnden (benthischen) Biozönosen wesentlich vom allochthonen Input aus dem terrestrischen Umland bestimmt (Laubeintrag, Uferablauf, Drift, BRETSCHKO et al., 1987; MOSER, 1991). Die Effizienz der Um- und Abbauprozesse der organischen Substanzen (Selbstreinigungskapazität!) hängt prinzipiell von der Transportleistung, beziehungsweise der Retentionskapazität des Vorfluters und vom Organisationsgrad der benthischen Biozönosen ab. Die Bettsedimente, die das wesentliche Habitat für die epigäische Fauna darstellen, sind in ihrer Abbau- und Umbauleistung einem, in der Abwasserreinigung verwendeten Tropfkörper ähnlich. Der interstitiale Raum mit seinen großen Oberflächen bietet für die mikrobiellen Aktivitäten beste Bedingungen (z.B. LEICHTFRIED, 1986). Generell wird die Struktur und die Funktionsfähigkeit der benthischen Biozönosen durch folgende abiotische Faktorenkomplexe bestimmt: Abflußregime, Energieressource, Habitatvielfalt und Wasserqualität (KARR und DUDLEY, 1980; GORE, 1985; vgl. Abb.1). Neben diesen abiotischen Einflußgrößen, die sich auf unterschiedlichen hierarchischen Ebenen andersartig auswirken, kommen noch intra- und interspezifische Konkurrenzphänomene biotischer Natur hinzu. Diese komplexen Zusammenhänge gilt es in wesentliche Faktorengruppen aufzutrennen. Denn Zweck dieser Arbeit soll nicht sein, Ergebnisse zu produzieren, die allein die unterschiedliche Strukturierung der Biozönosen in Abhängigkeit von Substratbeschaffenheit und Strömungsverhältnissen beschreiben.

Die derzeitigen, nicht nur in der Gewässerökologie, hochinteressanten und aktuellen Fragestellungen nach der Stabilität von Systemen, oder anders ausgedrückt, nach den Auswirkungen von Extremereignissen ("disturbances") auf die Resistenz beziehungsweise Elastizität ("resilience") eines Systems, sollen besonders berücksichtigt werden (REICE et al., 1990). Die in diesem Zusammenhang entwickelten Modelle, wie die Theorie der durchschnittlichen Störung ("intermediate disturbance theory",

CONNELL, 1978) oder die Theorie des "dynamischen Equilibriuums" (HUSTON, 1979) dienen als theoretische Grundlagen. Dabei geht es im Prinzip um die Frage, wie gravierend Extremereignisse (zum Beispiel: Hochwässer) sein dürfen, um von einem systemimmanenten zu einer Störgröße zu werden, beziehungsweise, wie lange die "Erholung" des Systems nach Auftreten eines extremen Ereignisses dauert. Daraus ergibt sich die Frage nach dem "optimalen" biozönotischen und strukturellen Organisationsgrad eines Systems. Diese Arbeit wird sich somit in Folge auf zwei Themenschwerpunkte konzentrieren: die Auswirkungen von Hochwässer auf unterschiedlich struktrurierte benthische Systeme und die Bedeutung von intermittierenden Gewässerarealen (vgl. die aktuelle Diskussion über die Restwasserdotation). Beide Fragestellungen sind bisher noch wenig bearbeitet worden (BOULTON und SUTER, 1986; MARMONIER et al., 1991; REICE et al., 1990)). Gerade Karstgewässer bieten in dieser Hinsicht gute Vorausetzungen. Erstens sind für sie aperiodisch trockenfallende Bachareale charkteristisch, zweitens sind sie als sogenannte "flashy streams", mit stochastisch und kurzfristig auftretenden Abflußspitzen, zu bezeichnen.

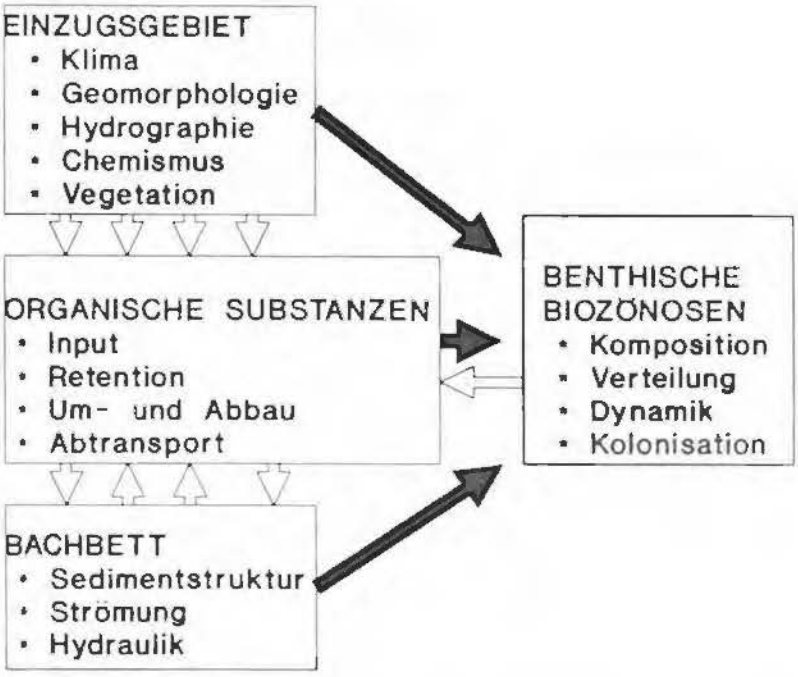


Abbildung 1: Schematische Darstellung der wesentlichen Einflußgrößen, die die benthischen Biozönosen strukturieren.

Aus dem oben Dargestellten ergibt sich die vorrangige Notwendigkeit einer genauen Charakterisierung der Hydrographie, der Bachbettmorphologie, der Sedimentstruktur, des hydrophysikalisch- chemischen Faktorenkomplexes und der partikulären organischen Substanzen (POM, particulate organic matter). Bevor eine eingehende Untersuchung der biotischen Prozesse vorgenommen wird, muß eine bestmögliche Kenntnis des Biotops "Hinterer Rettenbach" vorliegen. Das erste Untersuchungsjahr dient daher der Installierung einer grundlegenden Infrastruktur und dem Beginn der routinemäßigen Datenerfassung, sowohl im Freiland als auch im Labor.

Zur Determination der Hydrographie wurden vom Hydrographischen Dienst des Landes Oberösterreich vier Pegellatten und eine automatische Pegelaufzeichnung installiert. Der meteorologische Dienst des Landes stellt die meteorologisch relevanten Daten (Meßpositionen: Feuerkogel und Windischgarsten) zur Verfügung. Das Forschungszentrum in Molln führt die Analysen wesentlicher chemischer Parameter durch. Eine eingehende Kartierung der Bachbettmorphologie und eine Erfassung des topographischen Einzugsgebietes wurden ebenfalls durchgeführt. In einer einmaligen Aufnahme sind die Sedimente an fünf der sechs ausgewiesenen Testprofile innerhalb des Untersuchungsareals (siehe unten) hinsichtlich ihrer Korngrößenverteilungen, ihrer Porenvolumina und ihrer wesentlichen organischen Bestandteile (TOC, total organic carbon, und TN, total nitrogen, POM, particulate organic matter) untersucht worden.

Neben der allgemeinen Charakterisierung des Untersuchungsareals ist bereits mit der quantitativen Beprobung der makrozoobenthischen Organismen begonnen worden. An sechs ausgesuchten Probenprofilen (siehe unten), davon zwei im intermittierenden Bachabschnitt, werden seit Mai des Jahres 1991 die Aufsammlungen durchgeführt. Zur Dokumentation von kurzfristigen Fluktuationen werden die Probenintervalle eng gehalten (vierzehntägig bzw. monatlich in den Wintermonaten). Um zwischen den punktuellen, den arealspezifischen und den bachcharakteristischen Einflußgrößen unterscheiden zu können, ist die simultane Erfassung möglichst vieler Begleitparameter nötig (Wassertiefe, Strömung, hydraulischer Stress, Oberflächenheterogenität, Anteil an CPOM, coarse particulate organic matter >1 mm). Neben der routinemäßigen benthischen Aufsammlung wurden mittels der "Freezing-Core-Methodik" in einer einmaligen Intensivuntersuchung (16-18.11.1991) die vertikalen Stratifizierungsmuster der Bettsedimentfauna und der Sedimentparameter untersucht.

Einen Schwerpunkt dieser Arbeit bildet auch die Erfassung der Dynamik des organischen Materials (POM), die Abschätzung der Retention, des Abtransports und des Umbaus der organischen Substanzen. Die organischen, allochthon eingebrachten und abgelagerten Substanzen stellen die haupsächliche energetische Grundlage und

gleichzeitig ein wesentliches Habitat für die benthischen Biozönosen dar (SPEAKER et al., 1984; CUMMINS et al. 1983). Die benthischen, organischen Substanzen können als ein grundlegendes Verbindungselement zwischen terrestrischen und aquatischen Systemen verstanden werden (GURTZ et al., 1988).

Im ersten Untersuchungsjahr sind die organischen Substanzen (>0.1 mm, CPOM- und Anteil der FPOM-Fraktion) in ihrer Quantität erfaßt, in Zukunft hingegen soll eine genauere Aufgliederung in Einzelfraktionen und die intensivere Erfassung der Qualität der einzelnen Komponenten (als Glühverlust) vorgenommen werden.

3. UNTERSUCHUNGSAREAL

3.1. OROGRAPHIE

Das Untersuchungsareal wird topographisch im Norden durch die Erhebungen des Sengsengebirges mit einer Generalstreichrichtung WNW-ESE und im Süden durch die Steinwand mit Richtung W-E begrenzt (Abb.2). Großtektonisch sind beide Bergzüge dem Tirolikum zugeordnet, genauer der Staufen-Höllengebirgs-Decke. Zum besseren Verständnis späterer Details sei hier ein kurzer Abriß der Dynamik, welche die gegebenen Reliefverhältnisse hervorbrachte, wiedergegeben.

Im Zuge der jungtertiären Faltung der Kalkalpen wurde die Staufen-Höllengebirgs-Decke der Reichraminger Decke ,einem Element des Hochbajuvarikums, aufgepreßt - es bildete sich an der Stirnfront des Tirolikums die Sengsengebirgs-Antiklinale aus, die nach NNE überkippte, wodurch es zu einer Invertierung der Sedimentschichtfolge am Liegendschenkel kam (Abb.3). Der Sattel ist bei der Auffaltung etwas zerbrochen, z.B. Hohe Nock, blieb aber im östlichen Teil von größeren Abtragungen verschont und präsentiert sich heute gut erhalten (LAHNER, 1938). Eine Verwerfung an der südlichen Steinwand- oder Hahnbaum-Antiklinale bewirkte eine Überschiebung einzelner Schichtfolgen (LAHNER, op.cit.).

3.2. GEOLOGIE UND STRATIGRAPHIE

Das Sengsengebirge überlagert nördlich als mächtige Wettersteinkalk-Front die jüngeren obertriadischen Schichten der Reichraminger-Decke: Lunzer Schichten, Opponitzer Kalke, Opponitzer Gips (Tab.1). Die gleiche stratigraphische Situation bietet sich auch bei Betrachtung der Hahnbaum-Antiklinalen .

Tabelle 1: Stratigraphische Reihung der hydrogeologisch relevanten Schichten des Einzugsgebietes "Hinterer Rettenbach - Fischbach" (aus THENIUS, 1972).

Periode	Stufe	Schichtglied
OBERTRIAS	Nor	Hauptdolomit
	Karn	Opponitzer Gips
		Opponitzer Kalk
		Lunzer Schichten
MITTELTRIAS	Ladin	Wettersteinkalk

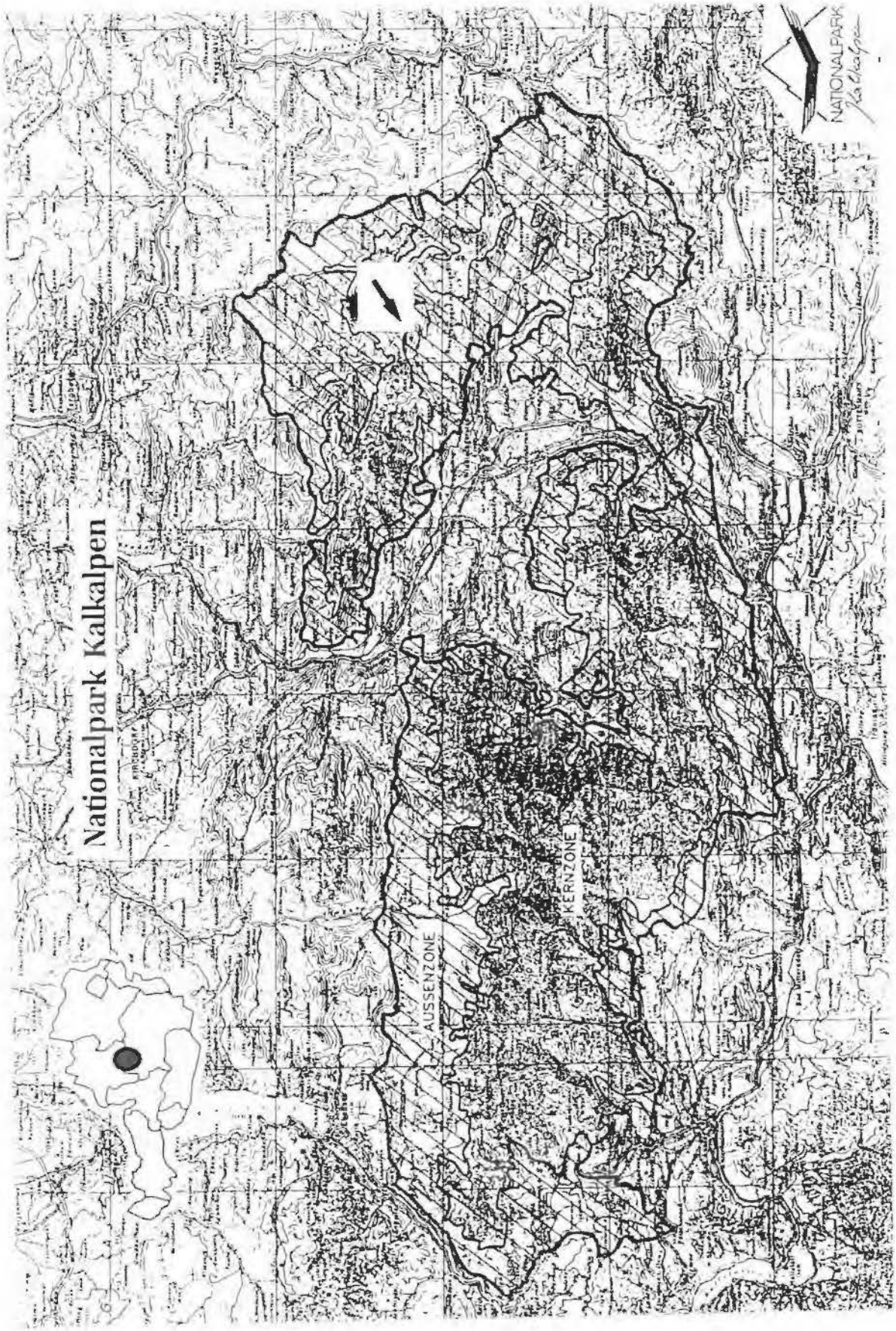


Abbildung 2: Lage des Testareals (Pfeil) im projektierten Nationalparkgebiet

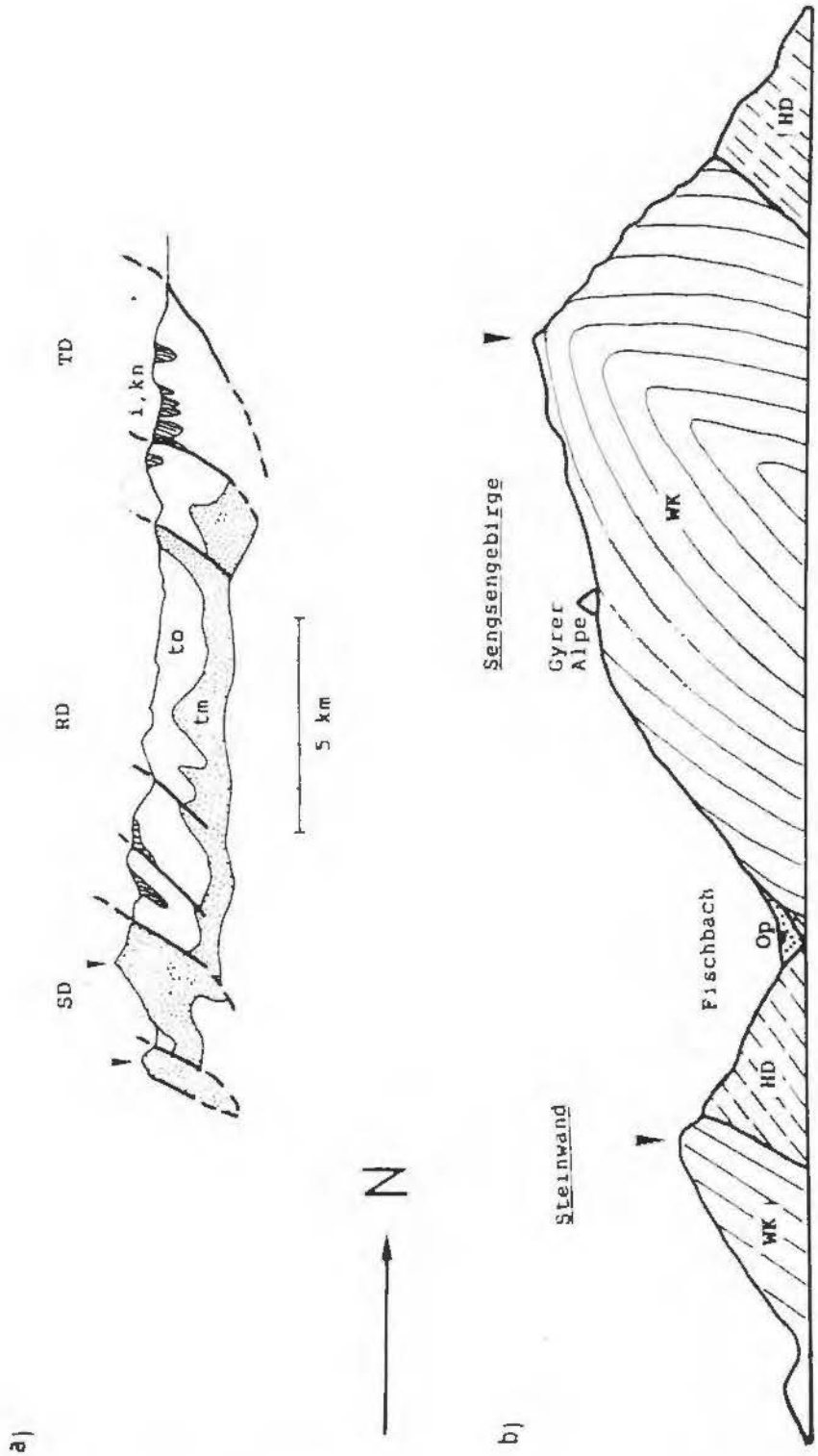


Abbildung 3: **a) Großtektonisches Profil durch die Gamsplan bis Schweinsegg** (aus TOLLMANN, 1985, leicht verändert). SD Staufen-Höllengebirgs-Decke, RD Reichraminger Decke, TD Ternberger Decke. Zur zeitlichen Zuordnung der Schichtpakete: tm/to Mittel-/Obertrias, j Jura, kn Kreide.
b) Geologisches Profil durch das Untersuchungsareal (nach LAHNER, 1938). WK Wettersteinkalk, HD Hauptdolomit, Op Opponitzer Schichten.
Die Pfeilspitzen kennzeichnen die orographischen Grenzen des Einzugsgebietes für das System Hinterer Rettenbach/Fischbach.

Eine kurze Charakterisierung der einzelnen Schichtglieder: Als älteste der angeführten Schichten bietet sich der Wettersteinkalk s.str. (WK) als weißlichgrau und massig dar, er ist meist geschichtet oder gebankt. Durch sekundäre ionische Verdrängung liegen alle Übergangsformen vom ladinischen WK bis zum reinen Wetterstein- oder "Ramsau"-Dolomit vor (vgl. THENIUS, 1974). Im Untersuchungsgebiet ist diese Schicht dominant, an ihr zeigen sich vielfältige Formen von Karsterscheinungen

Die Lunzer Schichten sind eher gering entwickelt, zum Teil erodiert und treten als Wasserstauer in Erscheinung. Sie enthalten vornehmlich Tonschiefer und Sandstein. Auch die Opponitzer Schichten sind im Untersuchungsareal nicht sehr mächtig, beinhalten im Liegenden Kalk und Dolomit, im Hangenden auch Rauhwacken (Gips).

Hauptdolomit dürfte in stark halinen Lagunen primär entstanden, d.h. spontan ausgefallen sein, weist hell- bis dunkelgraue Färbung auf und ist gebankt, bituminös und fossilarm (s.a. THENIUS, op.cit.). Basal, im Übergang zu den Opponitzer Schichten, sind Hohlräume spärlich, während es zum Hangenden hin durch die Spröde des Gesteines zu einer besonders starken Klüftung bzw. zur Bildung von Breccien und Mylonit (Kalkspat als Bindemittel) kommt. Nach HÄUSLER (1976) weist der Hauptdolomit des Areales zum Teil starke Karsterscheinungen auf.

3.3. HYDROGEOLOGIE

Um einer Irritation aufgrund kursierender Homo- bzw. Synonymen zu begegnen, soll eingangs eine Begriffsklärung erfolgen:
Die Kennziffern aus dem Österreichischen Flußverzeichnis bezeichnen mit der Nummer 36 die Teichl, 36-12 steht für das System Hinterer Rettenbach/Fischbach. Der Abschnitt Mehlboden bis Budergraben, 36-12-01, wird in der Folge Fischbach (FB), der Abschnitt im Budergraben bis zur Einmündung des Fischbachs, 36-12-02, Hinterer Rettenbach (HR) genannt.

Bei der Entwässerung des untersuchten Einzugsgebietes Hinterer Rettenbach/Fischbach dominieren zwei Quellen: die Hangschuttquelle Mehlboden-Rettenbachreith (Q1) auf einer Seehöhe von 820 m mit der Kennzeichnung 36-12-01-B (GIS-ID# 200 im Forschungszentrum Molln) und die Karstquelle im Budergraben (Q2) auf einer Seehöhe von 635 m, 36-12-02-B (ID# 51; C2).

HASEKE (1990) stimmt im wesentlichen mit F.BAUER überein, der für die Entwässerung des Gebietes das Modell des "Seichten Karstes" angibt, fügt aber hinzu,

daß der Kern der Sengsengebirgs-Antiklinale auch als Karstwasserscheide zu betrachten ist. Es gilt nun diese Aussage, nach der die Grenzen des orographischen und unterirdischen Einzugsgebietes in der Horizontalprojektion mehr oder weniger deckungsgleich wären, in den nächsten Jahren mittels Trift- oder Tracerversuchen zu verifizieren.

Der Aquifer für Q1 besteht aus Hauptdolomit und hat mehrere Austrittsstellen im Schuttfeld des Mehlbodens. Der Fischbach überwindet anschließend bis zum Zusammenrinn eine Höhendifferenz von 200 m und zeichnet sich bei Niedrigwasser durch einen Wechsel intermittierender und perennierender Teilabschnitte aus.

Für den Karstwasserausbruch der Q2 gibt HASEKE (op.cit.) Stauverhältnisse an der Dirnpalten-Rettenbach-Störung (Großstörung, "Langes Lineament") aus der "Gruppe 4", also Lineamente mit N-S- Vergenz (4C) und parallel dazu verlaufenden Kluftscharen an; als Aquifere werden hier Wettersteinkalk und Hauptdolomit angeführt.

3.4. PROBENSTELLEN

Im Untersuchungszeitraum werden fünf Probenstellen im Fischbach, die Quelle (Q1), zwei permanent überströmte Stellen (P1, P2), zwei trockenfallende Stellen (P3, P4), und drei im Hinteren Rettenbach, die Quelle (Q2), der ebenfalls trockenfallende Zusammenrinn (P5) und die permanent überströmte Fläche bei der Brücke (P6) in der Nähe des Jagdhauses, beprobt.

Die Quellen werden ausschließlich auf ihre hydrochemischen und physikalischen Parameter untersucht. An den sechs übrigen Probenstellen werden zusätzlich genaue quantitative Aufsammlungen des Makrozoobenthos durchgeführt. Aufgrund des hohen Arbeitsaufwandes sind die Probenstellen 2 bis 4 nur von Mai bis Juli 1991 (fünf Probentermine) beprobt worden, die Hauptprobenareale 1, 5 und 6 dagegen werden seit Anfang Mai 1991 permanent besammelt (13 Untersuchungsreihen bis Dezember 1991). Die Untersuchungen werden derzeit weitergeführt, um kontinuierliche Datenreihen zu erhalten.

Das Probenareal 1 befindet sich etwa 1200 m unterhalb der Quelle des Fischbaches und erstreckt sich über eine Länge von 20 m, bei neun vermessenen Transekten. Die Probenstellen 2, 3, 4 mit einer Länge von jeweils fünf Metern und je drei Querprofilen liegen 2000 m, 2350 m bzw. 2630 m unterhalb Q1. Beim Einrinn des Fischbaches in den Hinteren Rettenbach (P5) und bei der Brücke (P6) ist ein Transekt gekennzeichnet

(genaue Charakterisierung der Probenstellen: siehe Punkt 5.1. und 5.2.; Abb.4). Die einzelnen Probenareale sind hinsichtlich ihrer unterschiedlichen hydrographischen Situation gut definierbar.

Die notwendige Reproduzierbarkeit der Einzelproben erfordert eine genaue Vermessung anhand von Referenzpunkten. An den beiden Ufern der jeweiligen Probenstellen sind Pfähle eingeschlagen worden, die als konstante Vermessungspunkte dienen.

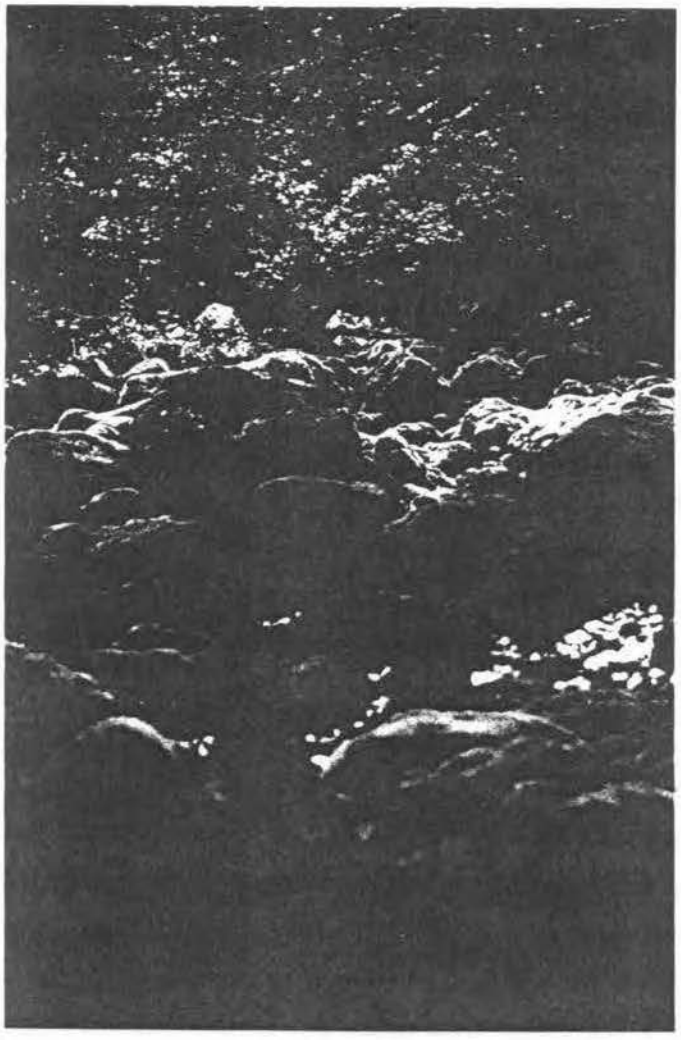


Abbildung 4a: Quellbereich des Hinteren Rettenbaches (bei Niederwassersituation).

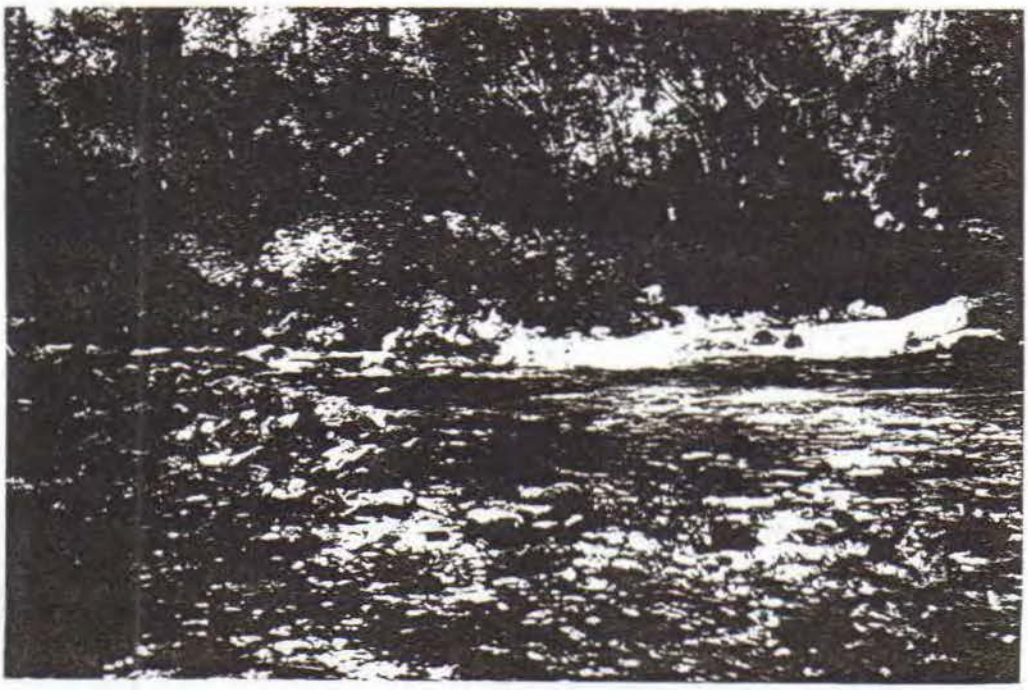


Abbildung 4b: Einmündung des Fischbaches in den Rettenbach.

Abbildung 4c: Probenstelle 5, unterhalb der Einmündung des Fischbaches in den Rettenbach (Niederwassersituation).

Abbildung 4d: Bachaufwärts von der Probenstelle 6 (bei der Bachbettkartierung).

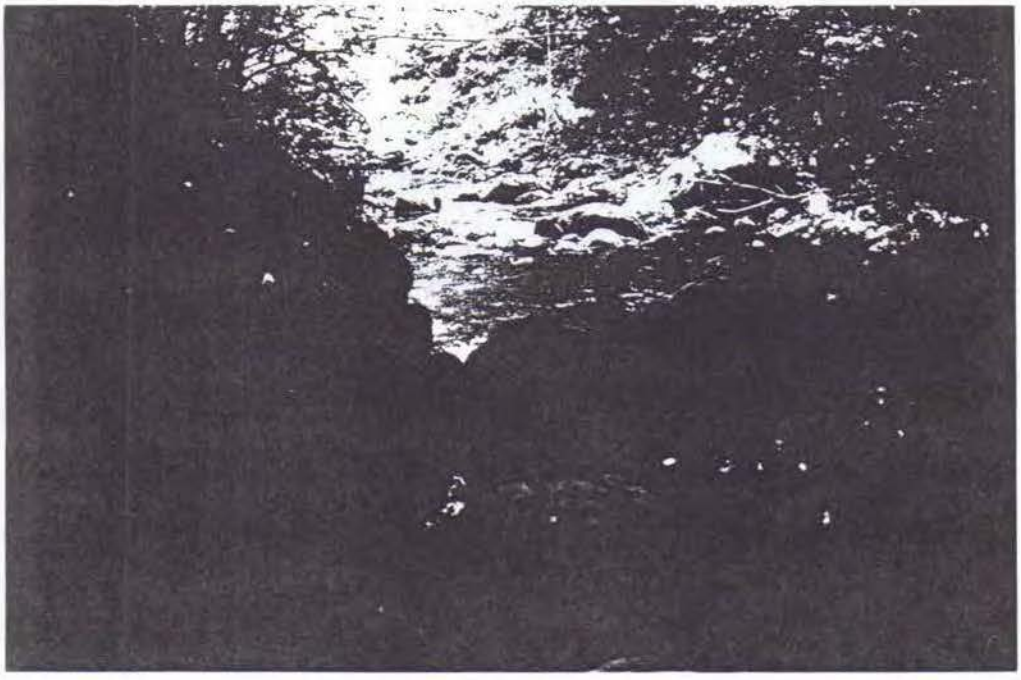


Abbildung 4e: Karstquelle des Hinteren Rettenbaches.

4. METHODIK

4.1. EINZUGSGEBIET

Als Grundlage für die Ermittlung des orographischen Einzugsgebietes (A_{E0}) werden die ÖK 50 und Orthophotos im Maßstab 1:10000 herangezogen. Längenparameter werden mittels eines Curvimeters ermittelt, Flächenparameter werden ausplanimetriert.

Folgende formbeschreibende Parameter wurden verwendet:

Gebietsformfaktor (f_{Et}) = A_{Eo}/l_E^2
Kreisförmigkeitsverhältnis (f_{Ek})= A_{Eo}/A_{Uk}
Streckungsverhältnis (f_{St})= d_{Uk}/l_E
Umfangentwicklung (U_{Et}) = $l_W/[2*(\Pi*A_{Eo})^{0.5}]$,

wobei l_E Länge des Einzugsgebietes, A_{Uk} bzw. d_{Uk} Fläche bzw. Durchmesser eines Kreises mit gleichem Umfang, l_W Wasserscheidenlinie.

Geomorphologische Kennzahlen als Beschreibung für die Entwässerungsfähigkeit des Gebietes:

Flußhäufigkeit (h_F) = $S(OZ1)/A_{E0}$
Flußdichte (d_F) = $S(l_{Fi})/A_{E0}$,

mit S(OZ1) Gesamtzahl der Gesmtlänge aller Bachabschnitte.

mit S(OZ1) Gesamtzahl der Bäche mit Ordnungszahl 1 (

4.2. BACHBETTMORPHOLOGIE

Ergänzend zu den Auswertungen aus den Orthophotos und der ÖK 50 wurde das Bachsystem im Zeitraum vom 03. bis 06.September 1991 vermessen. Bei der Kartierung wird das Bachbett in gerade Längsprofile eingeteilt, deren Anfangs- bzw. Endpunkte in den Mittelpunkten der begrenzenden Querprofile liegen. Dabei werden die Streckenlängen vermessen und die Ausrichtungen der Längs- und Querprofile mit einem Kompaß erfaßt. Als zusätzliche Parameter werden im Querprofil der benetzte Bereich und die Wassertiefe in regelmäßigen Abständen erhoben, im Längsprofil die Substratverhältnisse und der Beschattungsgrad abgeschätzt. Charakteristische Strukturen wie Uferverbauungen, Muren etc., die Begleitvegetation - vornehmlich Phanerophyten - und die Hauptstömungsrichtung werden ebenfalls berücksichtigt.

Die Ergebnisse werden in Karten der Maßstäbe 1:1000 und 1:250 umgesetzt, wobei die Karten 1:250 auf Folien in dreifacher Ausfertigung gezeichnet werden: einmal das Bachbett mit morphologischen Strukturen, weiters ein Teil mit der Ufervergetation und der dritte Teil mit Benetzung und Hauptströmungsrichtung.

4.3. HYDROGRAPHIE

Als Grundlage für die Durchflußbestimmungen dienen die vom Hydrographischen Dienst des Amtes der O.Ö. Landesregierung montierten vier Lattenpegel und ein automatischer Pegelschreiber. Die bereits aufbereiteten Abflußdaten werden am Ende eines jeweiligen Quartals vom Hydrographischen Dienst zur Verfügung gestellt.

Der Pegel 1 (Pe1) befindet sich beim Straßendurchlaß oberhalb der Probenstelle P1 im Fischbach, der Pegel 2 (Pe2) unter der Forststraßenbrücke im Bereich der Probenstelle P4, der Pegel 3 (Pe3) bei der Brücke an der Stelle 6 im Hinteren Rettenbach und der Pegel 4 (Pe4), mit der automatischen Pegelaufzeichnung, liegt im Hinteren Rettenbach bei Roßleithen (Klammstein, ca. 500 m flußab der Probenstelle 6, vgl. Abb.7).

Für die Datenauswertung wird der provisorische Pegelschlüssel Nr. 001 "Roßleithen (Klammstein) / Hinterer Rettenbach" Nr. 8460 (206821) verwendet. Die Schüttungsberechnungen wurden anhand der Durchflußfunktion:

$$Q = A * (W - C)^{B},$$

wobei Q = Schüttung, W = Pegelstand in cm und A, B und C = Konstanten sind, durchgeführt; die entsprechende Schlüsselkurve ist in Abbildung 14 dargestellt. Am 3.9.1991 sind vom Hydrographischen Dienst vergleichende Durchflußmessungen an den einzelnen Pegelstellen durchgeführt worden. Die hydrographische Terminologie orientiert sich im wesentlichen an der ÖNORM B2400. Die mittlere Abflußspende (Mq) läßt sich mit folgender Gleichung berechnen:

$$Mq = MQ / EG$$

die Abflußhöhe (h_A):

$$h_A = V_A / EG,$$

wobei MQ = tägliches Mittelwasser, V_A = Abflußfracht (über den gesamten Untersuchungszeitraum summierter Abfluß) und EG = Einzugsgebiet.

Die Niederschlagsdaten sind den meteorologischen Stationen Windischgarsten und Feuerkogel entnommen (vom Meteorologischen Dienst des Landes Oberösterreich zur Verfügung gestellt).

4.4. SEDIMENTPARAMETER

Bis vor wenigen Jahren war die quantitative Beprobung von Hartsedimenten im wesentlichen ein methodologisches Problem. Erst mit der Entwicklung und Modifizierung der sogenannten "Freezing-Core-Methodik" mit Elektrostationierung (PUGSLEY und HYNES, 1983; BRETSCHKO und KLEMENS, 1986; KLEMENS, 1991) können auch Schottersedimente quantitativ zufriedenstellend beprobt werden (Abb.5). Bis zu einer Wassertiefe von 1.0 m und Strömungsgeschwindigkeiten kleiner als 1.5 m/sec liefert diese Methodik ausgezeichnete Ergebnisse. Neben einer Beschreibung der sedimenttypischen Parameter (ohne Elektrostationierung) kann mit dieser Methodik auch die vertikale Verteilungsstruktur der benthischen Organismen quantitativ erfaßt werden (siehe unten).

Im Prinzip verwendet diese Methode unten geschlossene Stahlrohre, die mittels eines Vorschlaghammers drei Tage vor Probennahme (empirischer Wert) bis zur gewünschten Sedimenttiefe (50-70 cm) ins Sediment geschlagen werden. Gleichzeitig werden Stabelektroden in einer Entfernung von 0.5m eingeschlagen. Bei der Probennahme wird, um Fluchtreaktionen der Fauna zu unterbinden, ein Wechselstromfeld (650 V) über eine Dauer von zehn Minuten errichtet. Anschließend wird flüssiger Stickstoff (-196°C) in das Corerrohr eingebracht und mit einem Schöpfer gleichmässig verteilt. Durch den Wärmeentzug friert das Sediment-Wasser-Gemisch mitsamt den darin enthaltenen Organismen an der Coreraußenwand fest und kann anschließend über eine Hebeeinrichtung (Flaschenzug) gezogen werden. Noch im gefrorenen Zustand wird der Sedimentkörper in einzelne Tiefenschichten aufgetrennt (0-10, 10-20, 20-30 und 30-50 cm).Die weitere Behandlung der Proben richtet sich nach ihrer Verwendung (Sediment-, beziehungsweise Biocores, siehe 4.6.5).

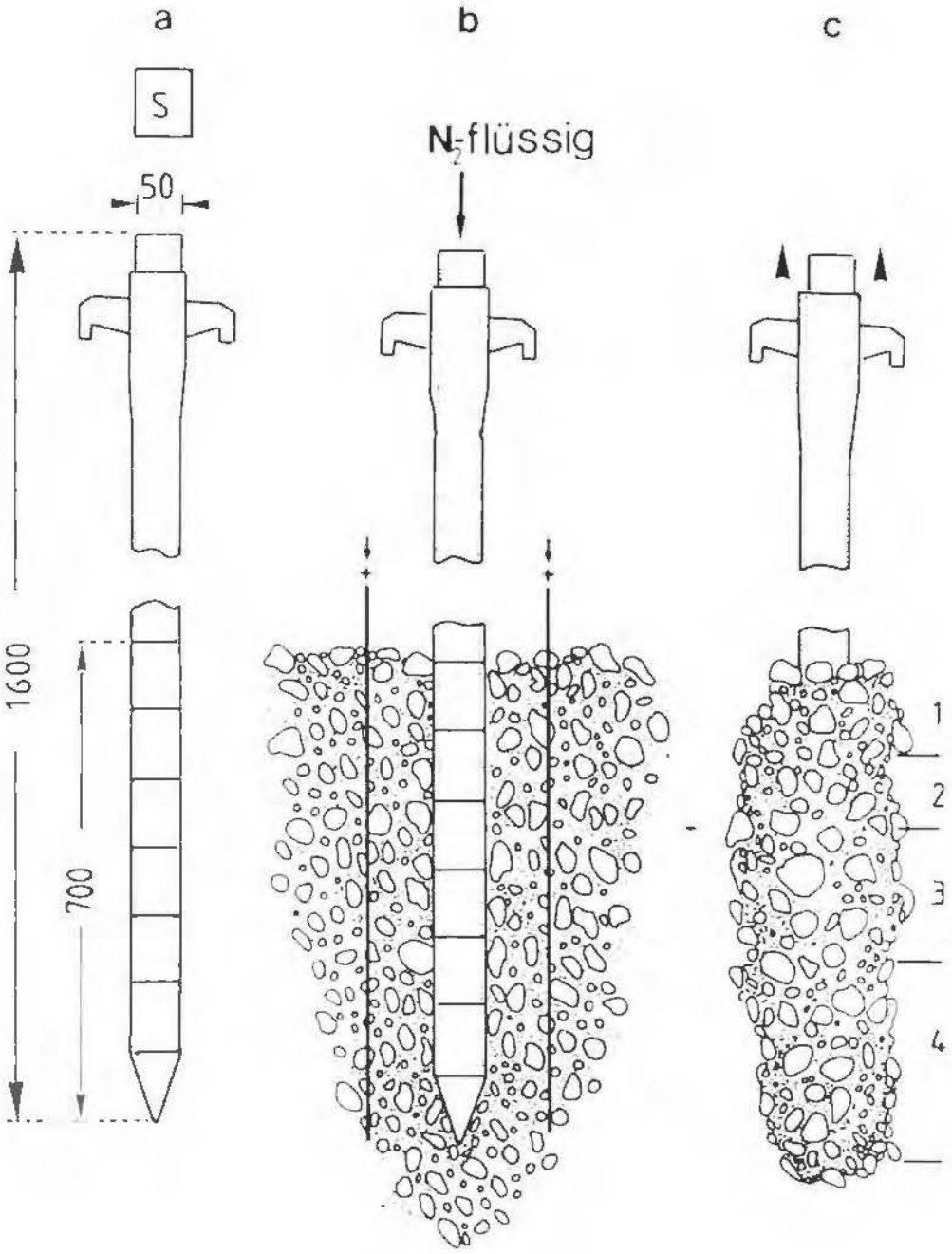


Abbildung 5: Freezing-Core-Methodik (modifiziert nach KLEMENS, 1985). a) Stahlcore und Schutzkappe (Maßangaben in mm); b) Positionierung der Cores und der Stabelektroden; c) gefrorener Sediment-Wasser-Komplex (Beschreibung im Text).

4.4.1. Korngrößenverteilung

Die mittels der "Freezing-Core-Methodik" gezogenen und in einzelne Tiefenschichten aufgetrennten Proben werden ins Labor gebracht, gewogen, bei 90°C getrocknet, und zur Bestimmung des Wassergehaltes (Angabe in Gewichtsprozenten) und des Porenvolumens nochmals gewogen. Anschließend wird die Probe über eine elektromagnetische Siebanlage in ihre Einzelfraktionen aufgetrennt. Die Darstellung der Ergebnisse folgt MÜLLER (1964). Ermittelt werden einerseits die drei Lageparameter der Korngrößengewichtsverteilung (Q1, Md, Q3; in mm), anderseits der Schiefekoeffizient (S_k) und der Sortierungskoeffizient (S_o) als Maß der Verteilungheterogenität.

Die Korngrößenklasse <1.0 mm, als Maßzahl für den Anteil an Feinsedimenten, wird über eine Interpolierung erhalten

$$S_o = (Q_3/Q_1)^{0.5}$$

$$S_k = (Q_1 \cdot Q_3)/ (Md)^2$$

Q_1, Md (Q_2), Q_3: 1.Quartil, Median (2.Quartil) und 3.Quartil

Die einzelnen Quartile lassen sich nach folgender Formel berechnen (ZÖFEL, 1988):

$$Q_i = (X_{Um} + b/fm) \cdot ((i \cdot n/4) - F_{m-1}))$$

X_{Um}: untere Grenze der Klasse, in der das Quartil $_i$ liegt
m: Klasse, in der Q_i liegt
fm: absolute Häufigkeit in der Klasse m
F_{m-1}: kumulative Häufigkeit in der Klasse m-1
b: Klassenbreite (Gewicht)

4.2.2. Wassergehalt und Porenvolumen

Das Porenvolumen gilt als Maß für die Ausdehnung der Bettsedimentlückenräume (hyporheisches Interstitial). Von der Ausdehnung des Interstitials hängt die mögliche vertikale Penetration der epigäischen Organismen, das Ausmaß der Austauschvorgänge mit den Oberflächenwässern und die Kapazität der Ab- und Umbauprozesse ab (WILLIAMS, 1983).

Der Wassergehalt ergibt sich aus der gravimetrischen Differenz zwischen Naß- und Trockengewicht der Einzelproben, die Angaben erfolgen somit als Gewichtsprozente. Das Porenvolumen wird in Volumsprozenten angegeben.

4.2.3. Organischer Kohlenstoff und Gesamtstickstoff

Es wird versucht, die sehr unterschiedlichen organischen Substanzen vergleichbar zu quantifizieren. Einerseits wird der organische Kohlenstoff (TOC, total organic carbon), der allen organischen Elementen gemein ist, bestimmt, anderseits der Gesamtstickstoff (TN, total nitrogen), der organische Moleküle charakterisiert, die einen hohen potentiellen Energiegehalt besitzen (vgl. LEICHTFRIED, 1986). Das Verhältnis von TOC zu TN (C/N-ratio) gibt einen Hinweis auf die Qualität der verwertbaren Nahrungsressource, wobei ein Verhältnis von 15 die Grenze zwischen gut und schlecht verwertbarem Material darstellt (HYNE, 1978).

Von ausgewählten Bio-Cores werden Subsamples gezogen (insgesamt 36 Einzelproben, Appendix), bei 95°C getrocknet, durch einen Siebvorgang in die für die Biozönosen relevante Fraktion <1.0 mm aufgetrennt und auf Analysengröße vermahlen (0.063 mm). Zur Bestimmung des organischen Kohlenstoffs (TOC) wird die Sedimentprobe mit einer 1:10 verdünnten Salzsäure angesäuert, mit durchgeblasener Luft von CO_2 befreit und in einem Induktionsofen bei 1800°C verbrannt. Das so entstandene CO_2, das dem TOC entspricht, wird über ein Wärmeleitfähigkeitsmessgerät bestimmt. Der Gesamtstickstoff (TN) wird nach dem Aufschlußverfahren von RAVEH und AVNIMELECH (1979) erfaßt. Dabei werden die N-Verbindungen unter Druck mit Kaliumpersulfat im Autoklaven freigesetzt. Die unterschiedlich vorliegenden Stickstoffverbindungen werden anschließend mit Devarda-Legierung quantitativ zu Ammonium reduziert, in Indophenolblau überführt und kolorimetrisch bei 690 nm bestimmt. Die genauen Analyseschritte sind bei BRETSCKO und LEICHTFRIED (1987) beschrieben.

4.5. CHEMISCH-PHYSIKALISCHE PARAMETER

In jeder ökologischen Fragestellung kommt der möglichst umfassenden Kenntnis der Umweltbedingungen fundamentale Bedeutung zu (RUTTNER, 1962). Die physikalischen und chemischen Faktoren von Fließgewässern bilden somit neben den hydrographischen Verhältnissen Rahmenbedingungen, innerhalb derer alle biologischen Prozesse ablaufen (z.B. MEYER et al., 1990). Das Temperaturregime, der Chemismus und das Abflußverhalten bedingen aber nicht nur Artenvorkommen und

Zusammensetzung der Biozönosen und deren zeitliche Veränderungen, sie lassen auch Rückschlüsse auf das jeweilige Einzugsgebiet zu. Chemische Untersuchungen stellen zusätzlich einen wesentlichen Bestandteil für die Gütebestimmung von Fließgewässern dar.

4.5.1. Probennahme

An den einzelnen Probenpunkten und den beiden Quellen werden die Luft- und Wassertemperatur, die elektrische Leitfähigkeit als Maß für den Gesamtionengehalt und der pH-Wert gemessen. Für die Messung der Wassertemperatur wird ein Schöpfthermometer verwendet, die Leitfähigkeit und der pH werden mittels WTW-Meßgeräten bestimmt.

Für die chemischen Analysen wird pro Probenstelle ein Liter Wasser luftblasenfrei entnommen. Ein weiterer Liter Bachwasser dient der Ermittlung der Schwebstoffkonzentrationen.

4.5.2. Probenaufbereitung und Probenanalyse

Der Gehalt an Calcium sowie die Gesamthärte werden titrimetrisch nach der ÖNORM M 6261 bzw. der ÖNORM M 6268 bestimmt, die Magnesiummenge läßt sich rechnerisch ermitteln. Bei der Erfassung der Säurekapazität kommt die Methode nach MERCK mit dem Mischindikator 4,5 nach MORTIMA zur Anwendung. Aus diesem Wert wird die Carbonathärte errechnet. Während der Gehalt an Gesamteisen, Ammonium und Nitrit spektrophotometrisch (ÖNORM M 6260, ISO-Norm 7150 T 1 und ÖNORM M 6282) erfaßt wird, wird Nitrat mit 2,6-Dimethylphenol (ÖNORM M 6238 T 1), Ortho-Phosphat mit Phosphormolibdänsäure-Gemisch (ÖNORM M 6237) bestimmt. Für die Sulfat-Bestimmung verwendet man die photometrische Methode nach LANGE mit Barium-Chlor-Anelat.

Die Schwebstoffproben werden über gemuffelte WHATMAN-Filter filtriert (Porenweite: 0,45 mm), bei 45°C getrocknet und die Konzentrationen gravimetrisch bestimmt.

Es wird versucht, Beziehungen zwischen den physikalisch-chemischen Faktoren herauszuarbeiten und sie in Verbindung mit dem Wasserstand zu bringen. Außerdem

wird zur Charakterisierung der Probenstellen eine Diskriminanzanalyse hinsichtlich dieser Parameter angewandt.

Die Analyse der Einzelproben kann nur annähernd den Mittelwert der Werteverteilung angeben und gibt keine Auskunft über die Schwankungsbreite der Parameter. Eine Entnahme mehrer Parallelproben ergäbe allerdings bei längeren Untersuchungsreihen einen zu hohen Aufwand. Für die chemische Charakterisierung der Probenstellen reicht aber die Genauigkeit einer Einzelprobe meist aus (JANAUER, 1988), da die aus simultan gezogenen Proben sowie durch die chemische Analyse ermittelte Variabilität - wie auch bei den hier vorliegenden Untersuchungen nachgewiesen werden konnte - äußerst gering ist. Will man jedoch die Beziehungen zu den Organismen am Standort erfassen, müßte man die maximalen und minimalen Werte der Einflußgrößen kennen.

4.6. MAKROZOOBENTHOS

4.6.1. Probennahme

Für eine routinemäßige Beprobung ist die "Freezing-Core-Methodik" mit Elektrostationierung arbeitstechnisch zu aufwendig. Zur permanenten Beprobung der makrozoobenthischen Organismen wird daher ein modifizierter "Neill-Sampler" (Abb.6a) verwendet (SCHWOERBEL, 1966). Die Besammlungsfläche beträgt 500 cm^2, die Maschenweite des Auffangnetzes 0.1 mm. Der Sampler wird auf die Sedimentoberfläche aufgesetzt, das eingeschlossene Sediment aufgewühlt und die Steine vorsichtig abgebürstet. Mit der Strömung driften die Organismen in ein Auffanggefäß. Vertikale Verteilungsmuster der Organismen können mit dieser Methodik nicht erfaßt werden. An jeder Sammelposition werden die aktuelle Wassertiefe, die Entfernung vom orographisch rechten Ufer, die Heterogenität der Sedimentoberfläche (siehe: unten) und so weit wie möglich auch die Strömungsgeschwindigkeit und der sedimentnahe hydraulische Stress (siehe: 4.6.2) bestimmt. Somit ist jede Probenposition über ihre abiotischen Parameter ausreichend definiert. An jedem Probenprofil werden bei den einzelnen Aufsammlungsterminen drei bis fünf Parallelproben gezogen.

4.6.2. Strömung und hydraulischer Stress

Die sedimentnahen Strömungsverhältnisse stellen, gemeinsam mit dem Angebot an organischen Substanzen und den Substratbedingungen, einen wesentlichen Faktor für die kleinräumigen Verteilungsmuster und den Organisationsgrad der benthischen Organismen dar (z.B. MINSHALL 1984).

Die mittlere Strömungsgeschwindigkeit wird an den einzelnen Probenpunkten mit einem Ott-Flügel (Flügeldurchmesser: 3 cm) gemessen (Messdauer: 30 sec). Die sedimentnahen hydraulischen Parameter werden integrativ über die Abdriftung der spezifisch schwersten Halbkugel (Halbkugeln gleicher Größe und Oberflächenbeschaffenheit, doch unterschiedlichen spezifischen Gewichtes, STATZNER und MÜLLER 1989, Abb.6b) erfasst.

4.6.3. Oberflächenheterogenität

Die Oberflächenheterogenität dient als Maß für die kleinräumige Habitatstruktur der Sedimentoberfläche. Das verwendete Heterogenitätsmeßgerät stellt eine Modifikation des bei GORE (1978) beschriebenen Gerätes dar. Eine Kunstoffplatte, mit fünfzehn gleichlangen, zufällig verteilten Metallstäben versehen, wird dem Probensampler aufgesetzt (Abb.6a). Die unterschiedlich weit verschobenen Stäbe geben das Sedimentoberflächenrelief angenähert wieder. Die Varianz der Stablängen wird als Maßzahl für die Heterogenität verwendet.

4.6.4. POM (particulate organic matter)

Grobes organisches Material (CPOM) stellt die primäre Energiebasis für Gebirgsbäche, wie den Hinteren Rettenbach, dar (z.B. MOSER, 1991). Die über die äolische Drift und über den Uferablauf in den Bach eingebrachten Substanzen (Blätter, Nadeln, ...) werden auf ihrem weiteren Transportweg mechanisch und biologisch um- und abgebaut (VANNOTE et al., 1980). Die Erfassung dieser organischen Komponenten im longitudinalen und saisonalen Verlauf ist Voraussetzung für das integrative Verständnis der trophischen Beziehungen in einem Bachökosystem.

Das Trockengewicht der organischen Substanzen (>0.1 mm, Maschenweite!) ist gravimetrisch von jeder Einzelprobe (Freezing-Core-Proben und Neill-Sampler-Proben) bestimmt worden. Die über einen Schlämmvorgang durch ein Netz (Maschenweite:

<0.1 mm) eingeengten biologischen Proben werden zuerst von den Organismen getrennt, anschließend wird der organische Anteil von den anorganischen Bestandteilen abdekantiert, getrocknet und gewogen. Das organische Material setzt sich sowohl aus Bestandteilen der groben organischen Fraktion (CPOM: >1.0 mm, Blätter, Nadeln, Holzbestandteile) als auch aus feineren Fraktionen (FPOM-Anteil: 0.1-1.0 mm) zusammen. Zukünftig wird das CPOM getrennt bestimmt.

4.5.5. Vertikale Verteilungsmuster

In ihrer dreidimensionalen Ausdehnung stellen die Bettsedimente den Aufenthaltsort für die benthischen Biozönosen und den Ort für die Ab- und Umbauprozesse dar (z.B. COLEMAN und HYNES, 1970; McELRAVY und RESH, 1991).

Die vertikalen Verteilungsmuster der epigäischen Faunenelemente in den Bettsedimenten sind in einer einmaligen Aufnahme mittels "Freezing-Core-Methodik" mit Elektrostationierung (siehe oben) ermittelt worden. Die gezogenen und in definierte Tiefenschichten aufgetrennten Einzelproben werden volumetrisch bestimmt, in ein vorbereitetes Gefäß überführt, mit 4% Formaldehyd fixiert und ins Labor transportiert. Die Abundanzangaben erfolgen standardisiert für ein definiertes Sedimentvolumen (Sedimentsäule unter einer Sedimentfläche von einem Quadratdezimeter). An insgesamt fünf Probenstellen sind drei bis fünf Parallelcores gezogen worden. Von ausgewählten Einzelcores (und den jeweiligen Tiefenstrata) sind Subsamples zur TOC- und TN-Bestimmung entnommen worden.

4.5.6. Probenaufbereitung

Im Labor wird die Probengröße der biologischen Proben über einen Schlämmvorgang (Maschenweite: 0.1 mm) eingeengt. Die benthischen Organismen werden unter einer Stereolupe (Vergrößerung 12- bis 25-fach) gezählt, determiniert und taxaspezifisch konserviert. Für die genaue Artdetermination werden Vergleichspräparate angefertig. Aufgrund der großen Probenanzahl und des hohen Arbeitsaufwandes bleiben die meiobenthischen Gruppen (Kleincrustacaea, Nematoda) unberücksichtigt.

Abbildung 6a: Probennahme mit dem modifizierten Neillsampler (mit aufgesetztem Heterogenitätsmeßgerät).

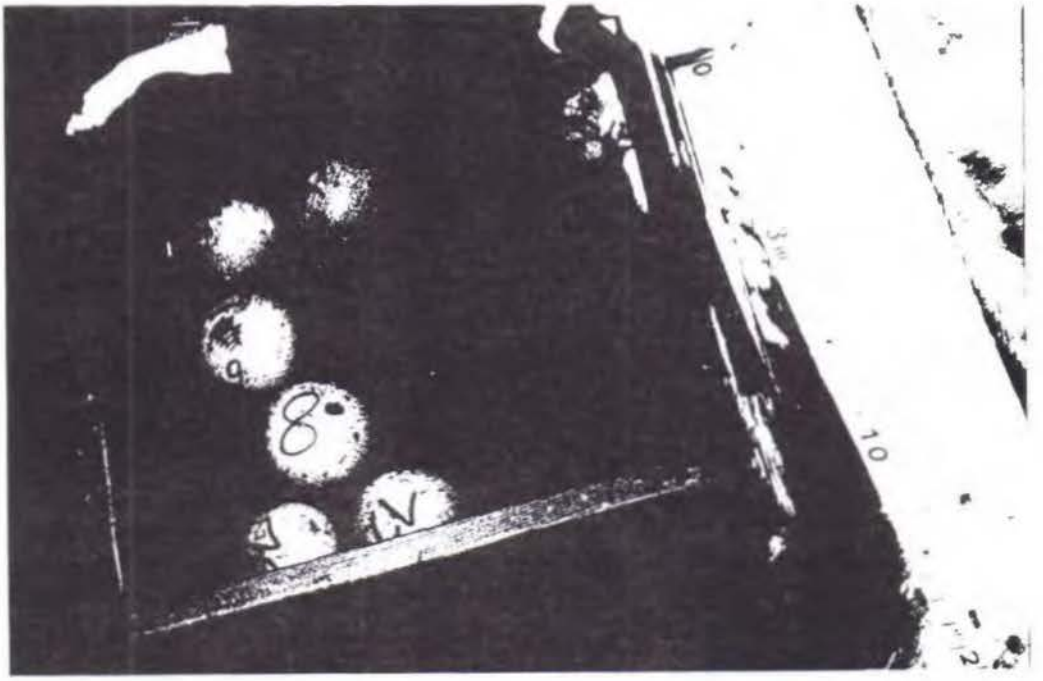


Abbildung 6b: "Statzner-hemispheres" zur Bestimmung hydraulischer Komponenten an der Sedimentoberfläche.

4.6. DATENANALYSE

Neben einer allgemeinen deskriptiven Datenauswertung werden unterschiedliche Testverfahren angewandt, wobei die Auswahl von der Art der Daten (nominale, ordinale oder metrische Werte) und der jeweiligen Verteilungsfunktion abhängt. Prinzipiell richten sich die Analysen nach den Standardvorgaben der einschlägigen Literatur (u.a. SACHS, 1972; ELLIOTT, 1977; ZAR, 1984; ZÖFEL, 1988; KREBS, 1989). Regressionsanalysen dienen der Feststellung von Beziehungen zwischen einzelnen biotischen und abiotischen Parametern. Als Ordinationsverfahren wird eine Diskriminanzanalyse angewandt. Die Datenanalysen werden mit dem SPSS^{X}-Statistical-Package (NIE et al., 1975) bzw. Statgraphics-Statistical-Package durchgeführt. Die verwendeten Methoden werden bei der Darstellung der Ergebnisse angeführt.

5. ERGEBNISSE UND DISKUSSION

5.1. EINZUGSGEBIET

5.1.1. Morphologie

Die Fläche des oberirdischen Einzugsgebietes beträgt für das Bachsystem Hinterer Rettenbach / Fischbach von der Quelle im Mehlboden bis zur Probenstelle 6 beim Jagdhaus 14,55 km^2 und die Wasserscheidenlinie - also der Umfang - 15,85 km. Nach Angaben des Hydrographischen Dienstes des Landes Oberösterreich ergibt sich für den Pegelschreiber Roßleithen eine Einzugsfläche von 15,4 km^2.

Das Einzugsgebiet hat die Form eines Ellipsoides, dessen Hauptachse 4,77 km und die Breite 4,38 km ausmachen (Abb.7). Rechnerisch schlägt sich diese Form sowohl im Streckungsverhältnis von 0,90 als auch in dem Kreisförmigkeitsverhältnis von 0,73 nieder. Die Umfangentwicklung, das Verhältnis der Länge der Wasserscheidenlinie zum Umfang eines flächengleichen Kreises (Umfangminimierung), liegt mit 1,08 noch relativ nahe bei eins. Der Gebietsformfaktor, die Relation Einzugsgebietsfläche zum Quadrat der Länge des Einzugsgebietes, beträgt 0,64; das Verhältnis eines Kreises zum umschreibenden Quadrat liegt bei 0,785. Sämtliche formbeschreibende Parameter weisen somit die ellipsoide Gestalt aus.

Die relative Häufigkeit der Bäche mit der Ordnungszahl 1 - inklusive der intermittierenden - liegt bei 2,54 km^{-2}. Die Flußdichte, wieder einschließlich intermittierender Abschnitte, beträgt 1,2 km^{-1}.

Abbildung 8 zeigt ein Höhenprofil, dem die einzelnen Probenareale zugeordnet sind. Von der Quelle des Fischbaches bis zur Probenstelle 6 beträgt die Höhendifferenz 200 Meter, wobei das stärkste Gefälle in dem Abschnitt Q1P1 zu finden ist, zum Teil mehr als 20° (vergleiche dazu auch Abschnitt 5.2).

Die angesprochene These des "Seichten Karstes" (Abschnitt 3.3) impliziert eine kurze Verweildauer von Niederschlagswasser im Karstkörper. Aus der Form des Einzugsgebietes mit dem teilweise sehr starken Gefälle läßt sich zudem ein rascher Oberflächenabfluß ableiten, was im Verein mit dem dichten Bachnetz - 37 Abschnitte der Ordnungszahl 1 - und der darin begründeten Additivität der fast gleichzeitig eintreffenden Teilwellen zu einem raschen und vor allem sehr starken Ansprechen auf Regenereignisse führen muß (vgl. Abschnitt 5.3).

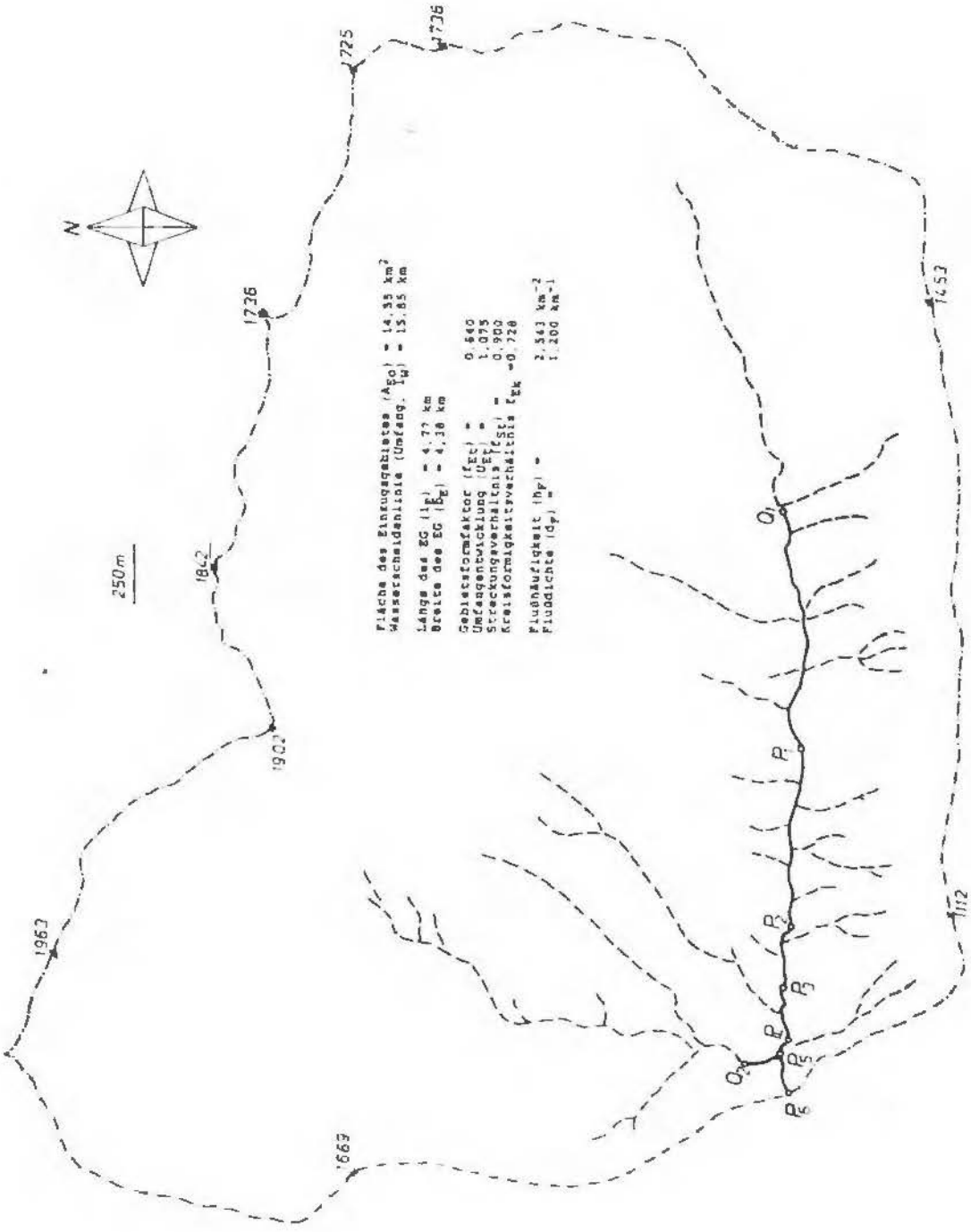


Abbildung 7: Das topographische Einzugsgebiet für den Hinteren Rettenbach/Fischbach bis zum Jagdhaus. Ausgewiesen sind neben den charakteristischen Anhöhen die Probenstellen (Px) und Quellen (Qx) im Untersuchungsgebiet.

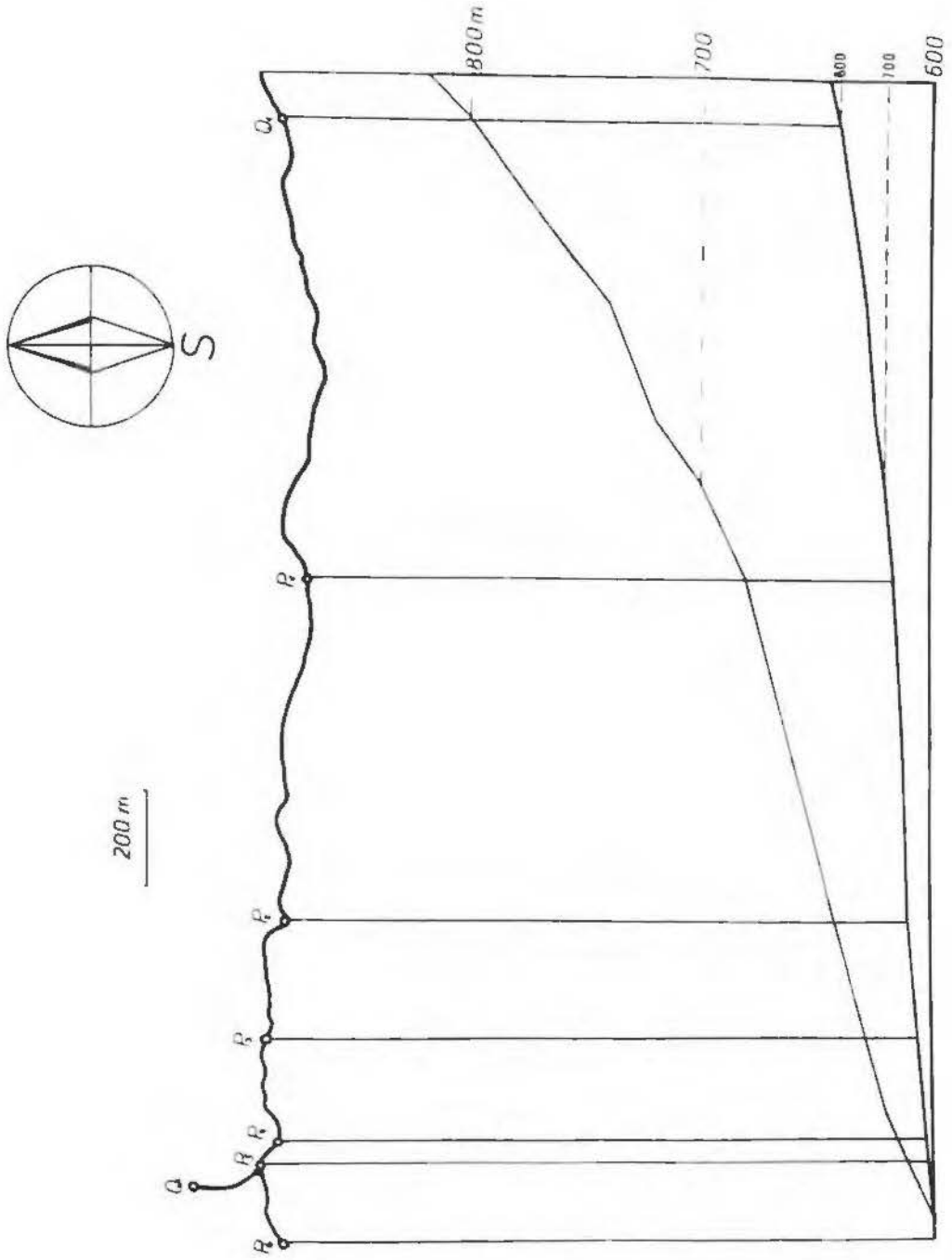


Abbildung 8: Fischbach/Hinterer Rettenbach in Aufsicht kombiniert mit den Höhenprofilen 1:1 bzw. fünffach überhöht. Px bezeichnet Probenareal x, Qx steht für Quelle x.

5.1.2. Vegetation

Die Vegetationsbedeckung im Einzugsareal macht mehr als 90% aus. Als Begleitvegetation findet man direkt an den Bächen vornehmlich Salix-Arten und *Alnus glutinosa*, untersetzt mit *Petasites sp.*. Der flachgründige, nährstoffarme und trockenere Anteil des Sengsengebirgsrückens, der am Fischbach angrenzt, wird vor allem von *Pinus sylvestris* besiedelt, in höheren Lagen dominiert *Pinus mugo* (SCHWARZ, 1990). Mischwaldausbildungen (v.a. *Fraxinus excelsior*, *Acer pseudoplatanus*, *Picea abies* auf den Steinwandhängen) finden sich an Stellen mit stark aktiver Oberflächenentwässerung. Im Graben des Hinteren Rettenbaches kommen wegen häufiger Lawinenabgänge fast ausschließlich Gebüsche und Hochstauden auf (SCHWARZ, op.cit.).

KUPFER-WESELY (1990) weist das Gebiet aufgrund der vorkommenden Flechtensozietäten als unbelastete Zone beziehungsweise Reinluftgebiet aus - im relevanten Bereich waren morphologische Schäden nur an Flechten in unmittelbarer Nähe des bewohnten Jagdhauses festzustellen.

5.2. BACHBETTMORPHOLOGIE

5.2.1. Beschreibung

Bei der Kartierung des Bachareals im September wurden insgesamt 146 Querprofile und 144 Längsprofile vermessen, deren Benetzungsgrad, die Hauptströmungsrichtung, Substrattyp, die Vegetation, der Beschattungsgrad durch überdachende Gehölze, Uferstrukturen festgehalten. Das Datenmaterial findet sich gesammelt im Appendix bzw. komprimiert in der Tabelle 2 (vgl. auch Abb.10 a-e).

Die Gesamtlänge der vermessenen Bachstrecke beträgt 3290,91 m, auf die Strecke Q1P6 entfallen 2870,2 m, auf die Strecke Q2P5 156,61 m. In der Abbildung 9 ist die Längsentwicklung des Bachsystemes anhand der Zunahme der durchschnittlichen Breite und deren Varianz (Heterogenität) gut erkennbar. Der Beschattungsgrad des Hinteren Rettenbaches liegt mit 35% deutlich unter dem des Fischbaches (58%), was auf anthropogene Einflüsse (Privatgrundstücke, Brücke) zurückzuführen ist. Zur Zeit der Kartierung waren etwa 23% des Fischbaches nicht überströmt (Pegel Roßleithen: 136 - 137).

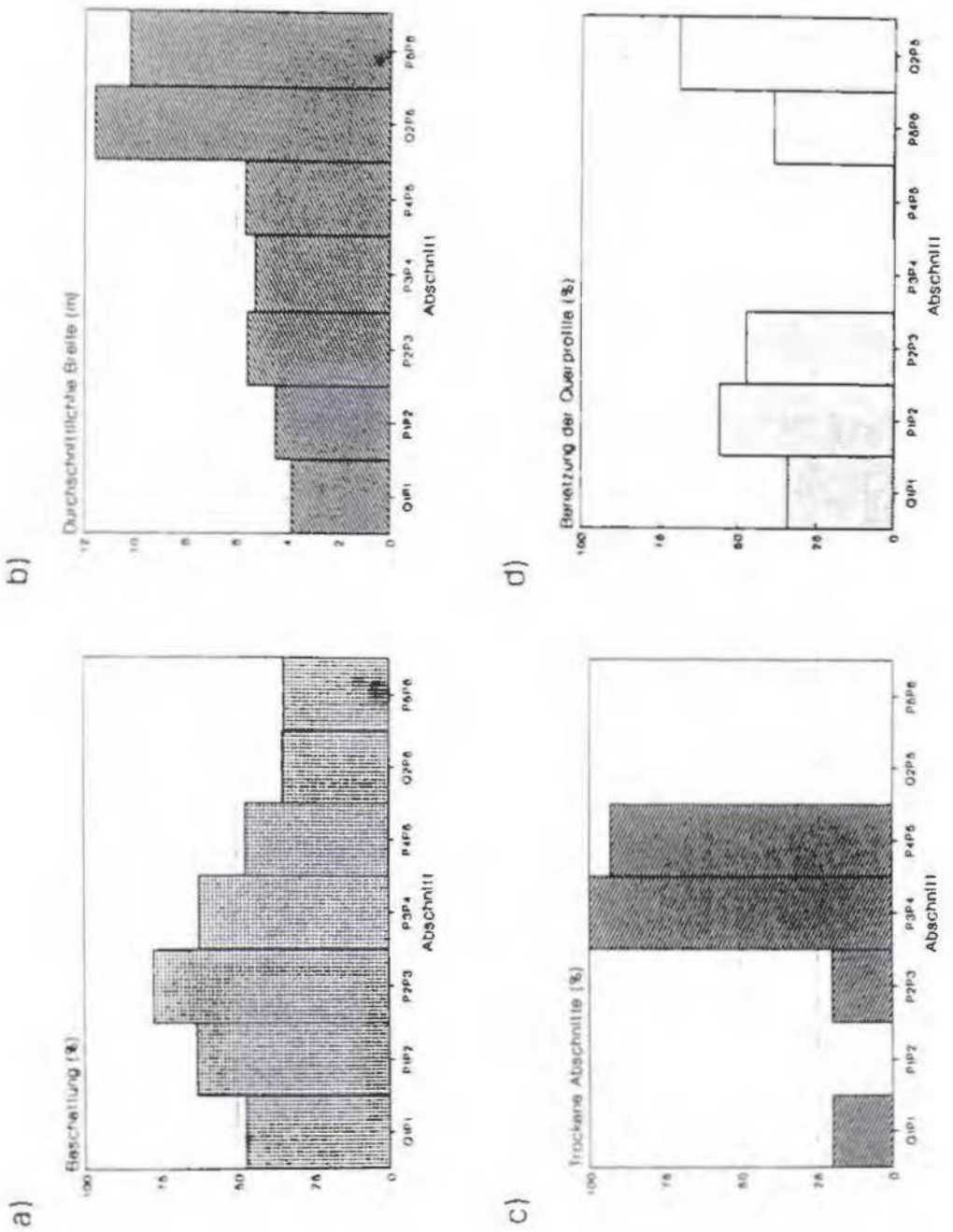


Abbildung 9: Längsentwicklung im Bachsystem.
a) Beschattungsgrad b) Mittlere Querprofilbreite c) Trok-kene Längsabschnitte
d) Mittlere Benetzung der Querprofile.

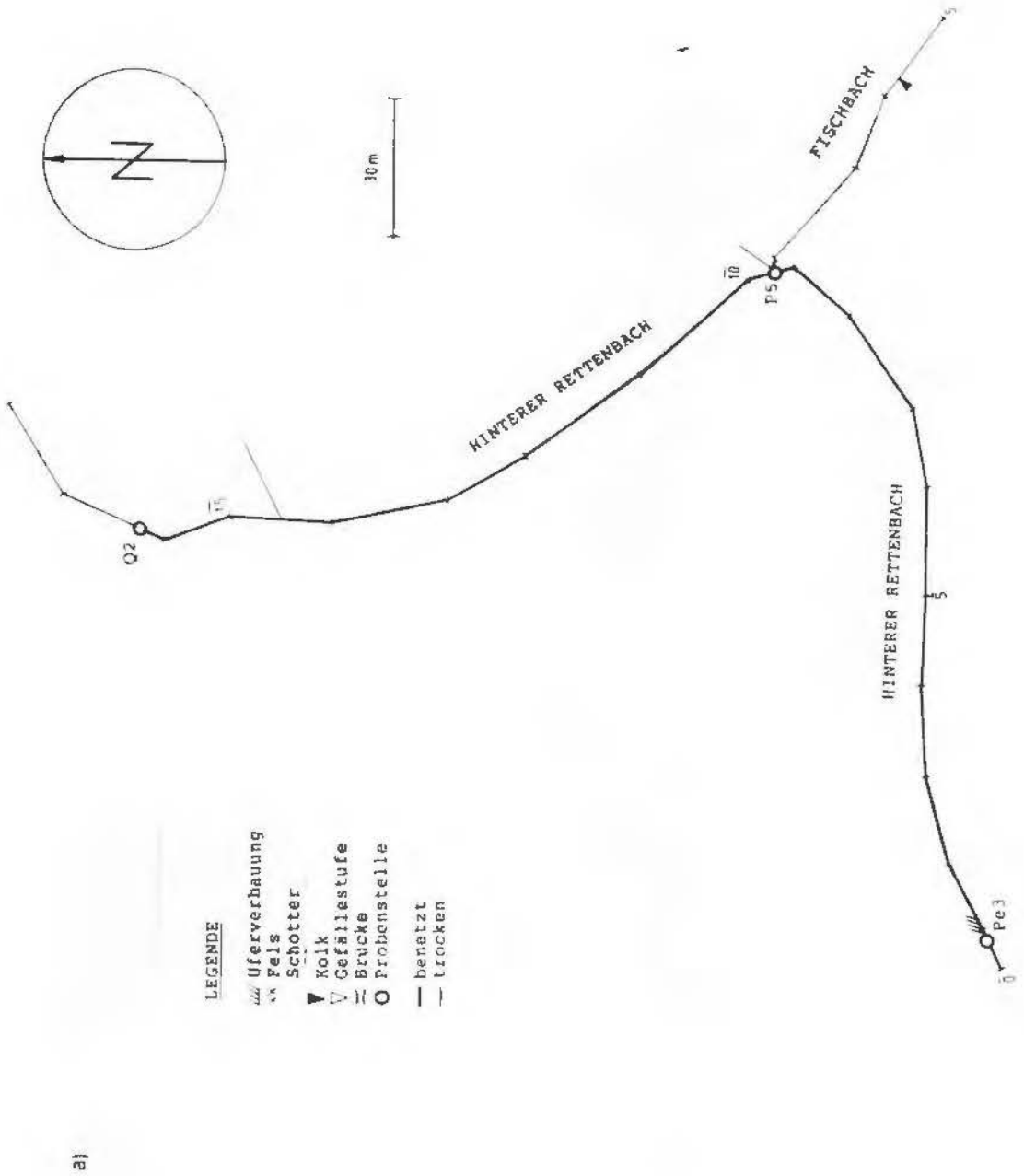


Abbildung 10 a-e: Übersichtsdarstellung des Bachsystemes Hinterer Rettenbach / Fischbach im Maßstab 1:1000. Px bezeichnet Probenareal x, Qx steht für Quelle x, Pex für Hilfspegel x. Dimensionslose Zahlen geben die jeweiligen Querprofilnummern an.

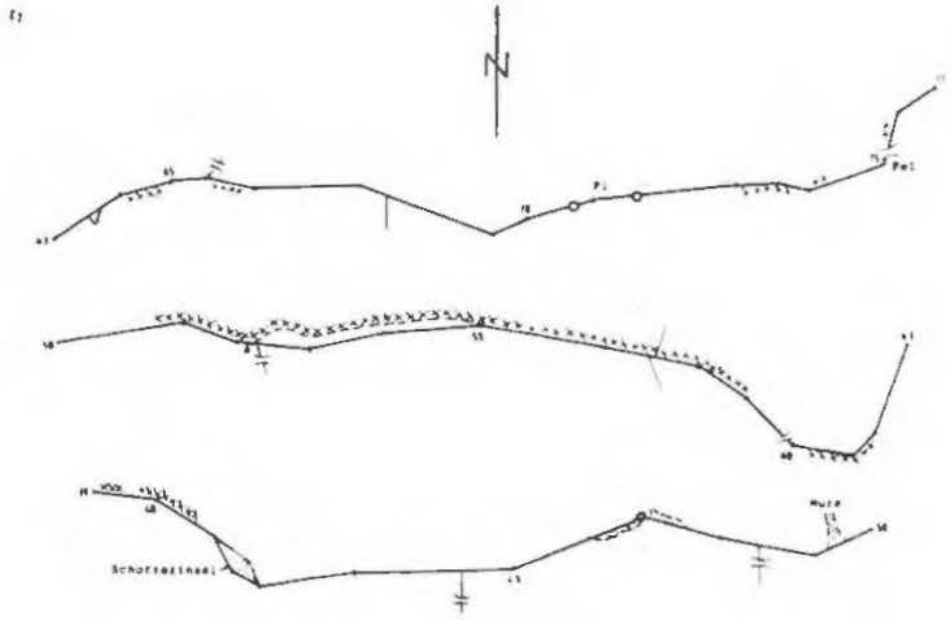


Abbildung 10b

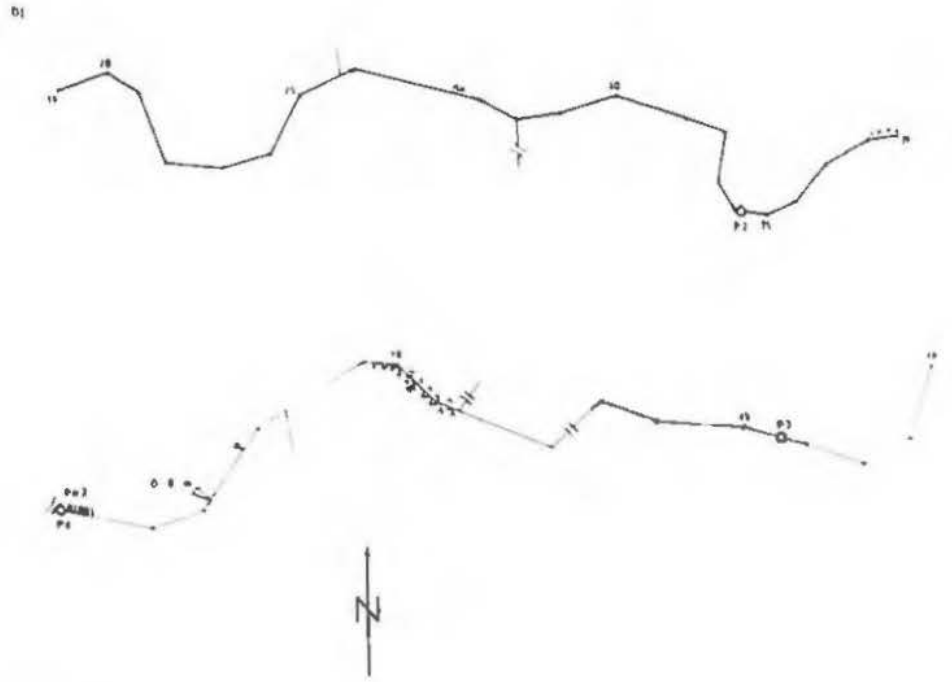


Abbildung 10c

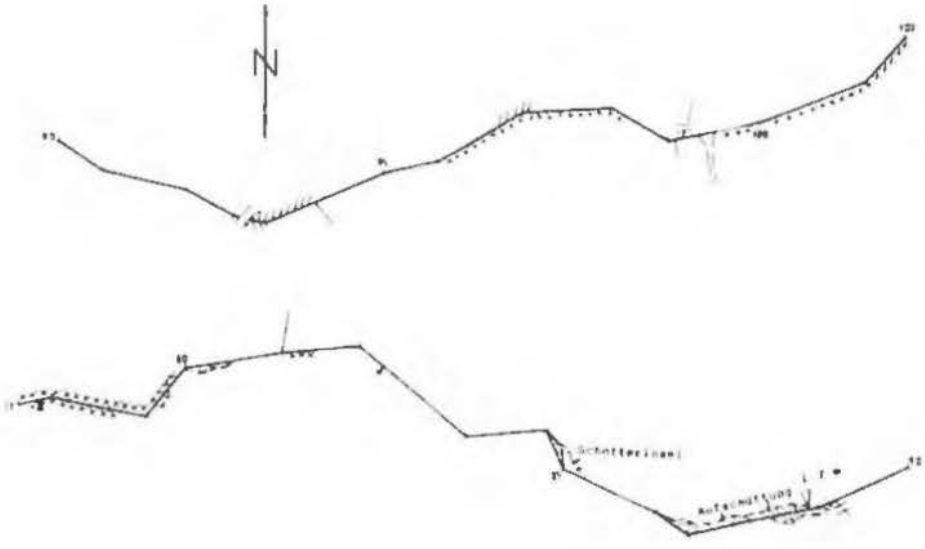


Abbildung 10d

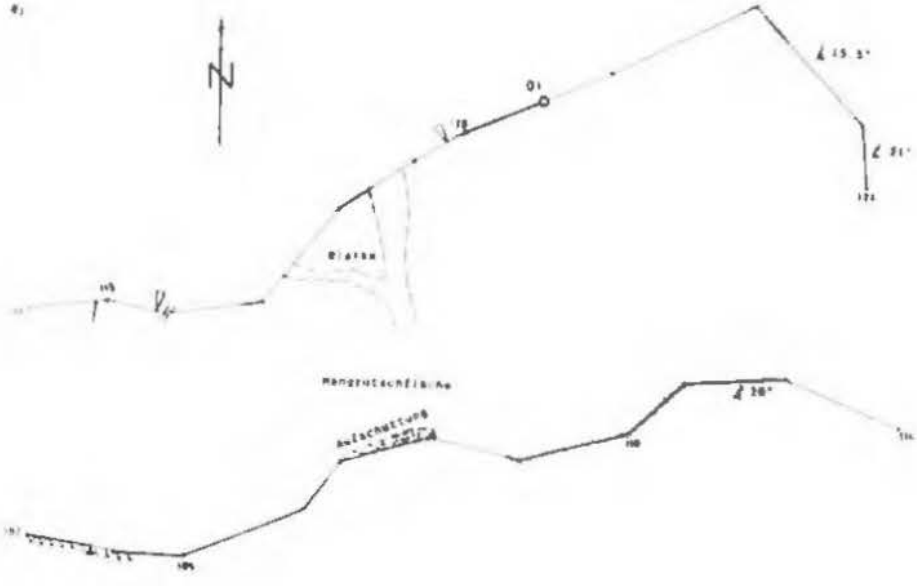


Abbildung 10e

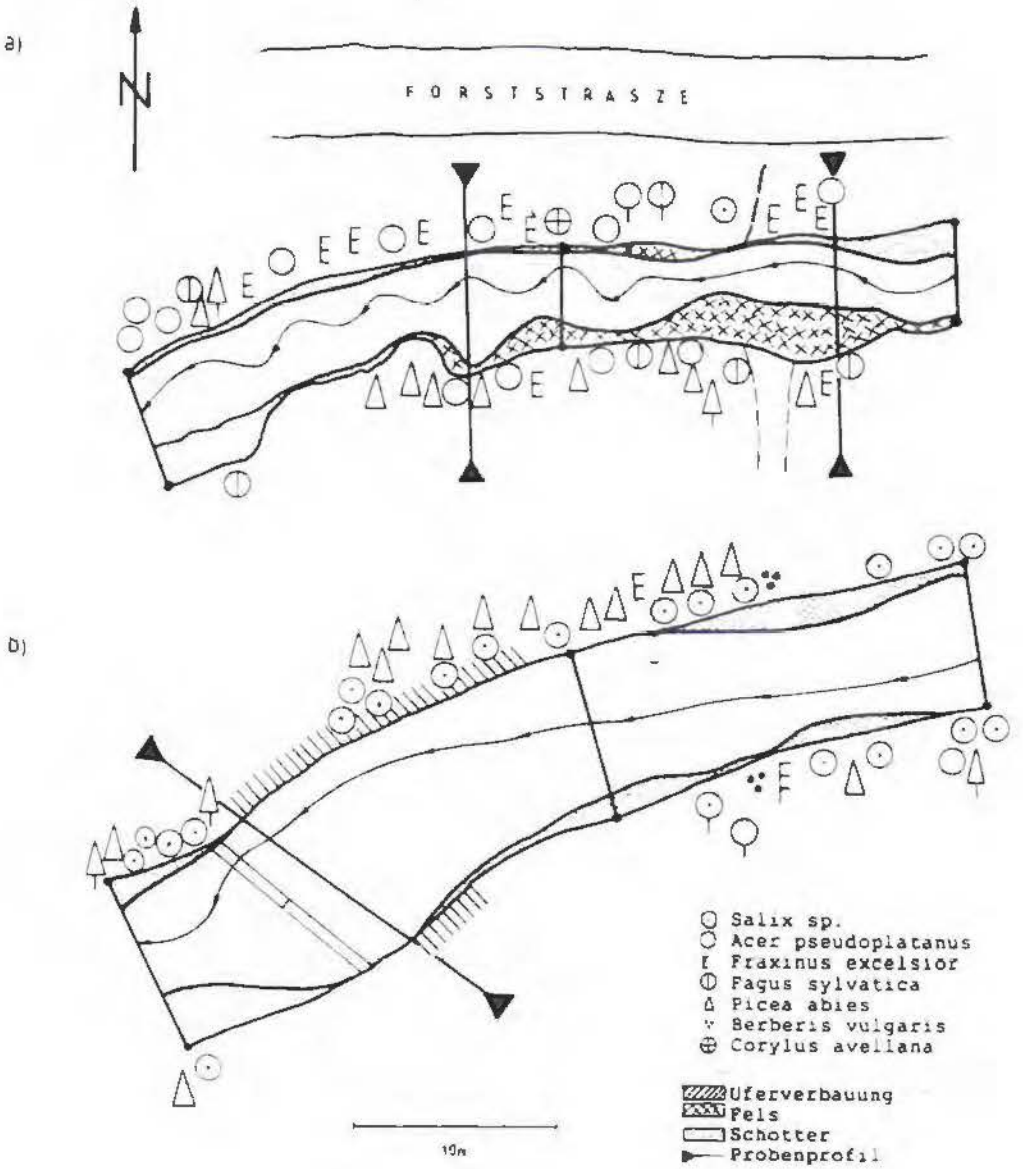


Abbildung 11: Auszug aus der erstellten Detailkarte 1:250 für das Bachsystem Hinterer Rettenbach/Fischbach. Neben Bachbettstrukturen, Benetzung und Hauptströmungsrichtung wurden auch Phanerophyten (getrennt in zwei Altersklassen) aufgenommen.

Tabelle 2: Auswertung der Kartierung des Hinteren Rettenbach (RB) / Fischbach (FB) - Systemes. A Abschnitt, l Länge, mb durchschnittliche Breite (m), t trockener Anteil (%), mB mittlere Benetzung der Querprofile (%), H Breitenheterogenität (m^2), mS mittlerer Beschattungsgrad (%), Px Probenstelle x, Qx Quelle x. Für das Areal P1 gilt nur ein Profil, demzufolge fällt eine Varianz der Breite aus.

A	l	mb	t	mB	H	mS
Q1P1	1201	3,8	20,7	34	1,96	47
P1	20	4,1	00,0	80		58
P1P2	811	4,5	00,0	56	2,00	63
P2P3	341	5,6	20,4	48	1,18	77
P3P4	261	5,4	100,0	0	1,23	62
P4P5	69	5,6	100,0	1	2,43	47
P5P6	167	10,2	00,0	69	5,75	35
Q2P5	157	11,6	00,0	39	6,85	35
FB	2703	4,5	23,3	39	2,19	58
HR	323	10,7	00,0	53	6,18	35

Die Abbildungen 10 a) bis e) geben das Ergebnis der Kartierung in Form einer Karte im Maßstab 1:1000 wieder. Der Längsverlauf wird stilisiert durch eine Linie dargestellt, die Breiten der Bachabschnitte bleiben somit unberücksichtigt. Die Probenareale 1 und 6 in Abbildung 11 stehen als Beispiele für die Foliendarstellung im Maßstab 1:250. Ein Beispiel für die heterogene Topographie des Bachbettes ist in der Abbildung 12 dargestellt.

5.2.2. Zeitliche Veränderung

Das Postulat eines dynamischen Gleichgewichtszustandes (Quasi-Aequilibrium) impliziert in einem äußerst dynamischen System, wie es ein Karstgewässer per se darstellt (flashy stream), große morphologische Variabilität aufgrund stark wechselnder Energieeinträge. Periodische und episodische Hochwasserereignisse bewirken in dem noch gering entwickelten Bachsystem der Ordnungszahl 1 oft beträchtliche Umlagerungen und daraus resultierende Veränderungen von Parametern wie etwa Breite, Tiefe des Bachbettes und Fließgeschwindigkeit. Zoozönotische Auswirkungen und Reaktionen werden später abgehandelt.

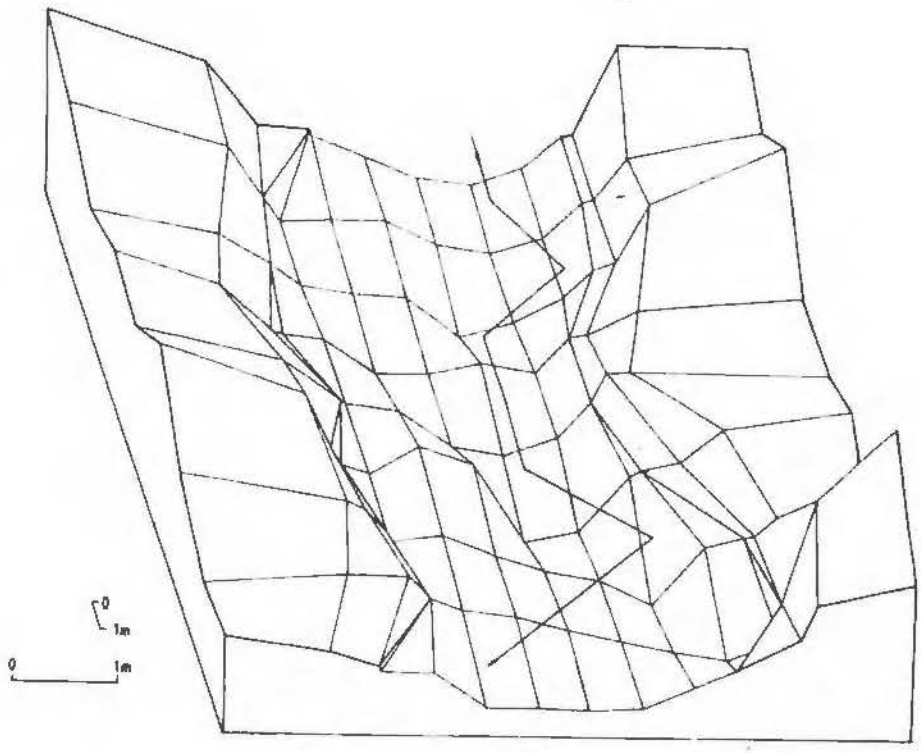


Abbildung 12: Probenstelle 1: dreidimensionale Darstellung der Bachbettmorphologie, Kennzeichnung der Hauptströmungs-rinne (dreifach überhöht).

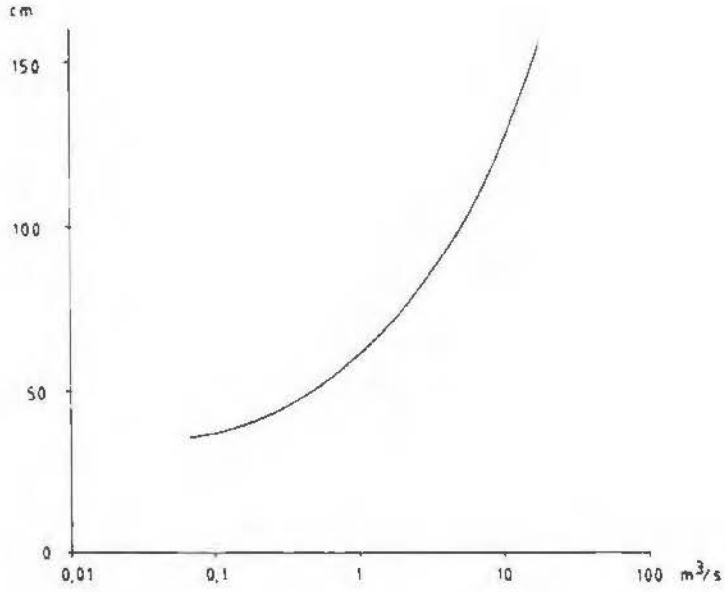


Abbildung 14: Pegelschlüsselkurve (Pegelschreiber Roßleithen, flußab der Probenstelle 6); x-Achse: Durchfluß (m^3/sec); y-Achse: Pegelstand (cm).

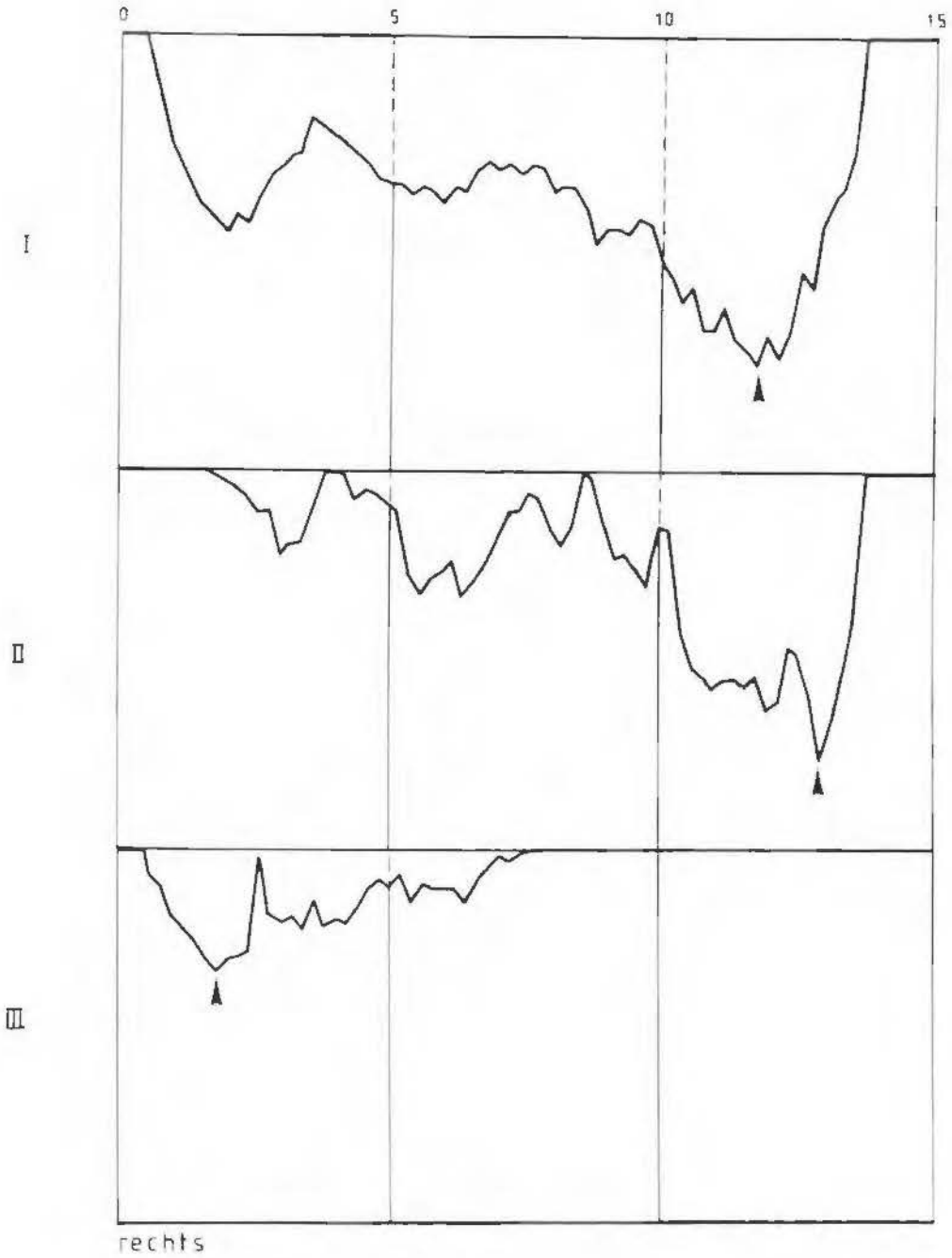


Abbildung 13: Dynamik eines Gebirgsbaches am Beispiel von Umlagerungen nach Hochwasserereignissen. Das Querprofil an der Probenstelle 5 vor (I) und nach dem Juli-Hochwasser (II) und nach dem Dezember-Hochwasser (III) bei unterschiedlichen Durchflußwerten. Die Zahlen geben die Entfernung vom orographisch rechten Ufer an, die Pfeilspitzen zeigen die jeweils tiefste gemessene Stelle.

Starke Regenfälle Ende Juli/Anfang August und ein Föhnwettereinbruch Ende Dezember ergaben Schüttungsspitzen des Hinteren Rettenbaches von mehr als 16000 l/s bzw. Tagesfrachten von mehr als 1000000 m^3/d (Pegelstelle Roßleithen). Die Abbildung 13 zeigt die Veränderungen des Querprofiles der Probenstelle 5 (Zusammenrinn) vor bzw. nach dem Durchgang einer Hochwasserwelle. Das erste Hochwasser führte zu einer Eintiefung des Bachbettes an der linken Bachseite, dem Prallhang des Hinteren Rettenbaches, während seit dem 23.Dezember die Hauptströmungsrichtung deutlich nach rechts verlagert ist, was auf eine Dominanz des Fischbaches während dieses Ereignisses schließen läßt. Beobachtungen von Anrainern bestätigen dies. Bedeutende Umstrukturierungen des Bachbettes ergaben sich aus diesen "scouring flows" (vgl. CARLING, 1987):

- Depositionen (z.B. neu entstandene Schotterinseln)
- Erosion von Uferbereichen, daraus resultierend:
- entwurzelte Gehölze als neue "debris dams",
- Freilegen des felsigen Untergrundes (Probenareal 1),
- Umlagerungen der obersten Sedimentschicht (siehe 5.4),
- Bachbreiten- und Bachtiefenänderungen u.v.m..

Auswirkungen hatten die Hochwasserereignisse auch auf die Standorte der Hilfspegel: Das erste Hochwasser bewirkte eine Eintiefung des Bachbettes bei der Pegellatte 2, seit Dezember ist Hilfspegel 1 verschüttet, während es beim dritten Pegel durch das Ausbrechen der Schwellen zu einer Verlagerung der Hauptströmungsrichtung gekommen ist; die registrierten Pegelstände vor dem jeweiligen Ereignis sind mit den Werten nach der Veränderung nur mehr indirekt vergleichbar.

5.3. HYDROGRAPHIE

5.3.1. Niederschläge

Die mittlere Niederschlagsintensität, ermittelt aus den bekannten Daten von Mai bis September der Wetterstation Windischgarsten, beträgt 5,47 mm/d. Die höchste Niederschlagsmenge ist Anfang August mit 84,4 mm/d (2.8.1991) zu verzeichnen. An 58 der 153 Tage innerhalb des oben angegebenen Zeitraumes fiel kein Regen, und zu 78% lagen die Niederschlagsmengen pro Tag unter dem errechneten Durchschnitt. Tabelle 3 beinhaltet die wesentlichen Daten zwischen den einzelnen Probenterminen. Daraus ist zu entnehmen, daß bereits Mitte Mai (18.5.1991) und Mitte Juli (17.7.1991) Spitzen um 50 mm/d erreicht wurden (vgl. Abb.16).

Tabelle 3: Niederste, mittlere und maximale Niederschlagsmengen zwischen den Probenterminen vom 1.Mai bis 30.9.1991.

	Min	Mittel	Max
1.5.-2.5.	0,10	0,40	0,70
3.5.-17.5.	0,00	3,87	22,90
18.5.-3.6.	0,00	4,77	49,90
4.6.-18.6.	0,00	2,32	12,20
19.6.-4.7.	0,00	3,75	14,40
5.7.-22.7.	0,00	6,82	48,20
23.7.-6.8.	0,00	23,69	84,40
7.8.-21.8.	0,00	2,47	19,40
22.8.-5.9.	0,00	0,58	8,70
6.9.-19.9.	0,00	2,62	24,40
20.9.-30.9.	0,00	3,85	19,80

5.3.2. Abflußverhältnisse

Der vom Hydrographischen Dienst bei Roßleithen installierte Pegelschreiber registrierte in dem Zeitintervall vom 10.6. bis 31.12.1991 am 3.8.1991 ein höchstes Tageshochwasser (HQ_T, HW_T) von 24,8 m^3/s (auch höchster Pegelstand: 179 cm), also einen Tag nach der größten Niederschlagsintensität. Die über diesen Zeitraum errechnete mittlere Wasserführung (MQ) beträgt 1,1 m^3/s, das niederste Tagesniederwasser (NW_T, NQ_T) konnte am 16.9.1991 mit 34,8 cm Pegelstand (0,06 m^3/s) verzeichnet werden (Tab.4). Die Abflußfracht (V_A) beträgt 19,45 ± 0,87 Mio. m^3 (höchste Fracht im Monat Juli: 6,62 Mio. m^3), die mittlere Abflußspende (Mq) des zugehörigen Einzugsgebietes (15,4 km^2) 0,071 $m^3/(s*km^2)$. Letztere reicht von 0,004 bis 1,61 $m^3/(s*km^2)$. Die gemittelte Abflußhöhe (h_A) liegt bei 1,26 m. Die höchsten gemessen Schüttungswerte gleichen somit dem maximalen Abfluß des Lunzer Seebaches mit 24 m^3/s (BRETSCHKO, 1991), die Tagesmittelwerte, sowie die niedersten Tagesniederwasser liegen jedoch weit unter den Vergleichswerten (Lunzer Seebach: MQ = 7,2 m^3/s, NQ_T = 3,2 m^3/s).

An nur 33 der betrachteten 205 Tage stiegen die Schüttungswerte über den ermittelten Durchschnitt. Die Schwankungen im Abflußgeschehen können vor allem bei Hochwasser im Tagesverlauf beträchtliche Ausmaße erreichen (Abb.16a). So ergibt sich am 2.8.1991 eine maximale Differenz zwischen Nieder- und Hochwasser von 20,06 m^3/s.

Die Beziehungen zwischen Niederschlags- und Abflußverhältnissen sind der Abbildung 16b zu entnehmen. Das stärkste Regenereignis am 2.8.1991 ließ den Bach sofort auf eine mittlere Schüttung von 13,5 m^3/s ansteigen, die Abflußspitze folgte den Tag darauf. Am 27. und 28.7.1991 erreichte der Niederschlag 53,3 bzw. 49,6 mm/d. Auch

hier betrug der HQ_T bereits am selben Tag 15,7 m^3/s und kletterte am darauffolgenden noch weiter auf 16,5 m^3/s, wobei der Niederschlag auf 49,6 mm/d abfiel. Doch nicht immer sind die Verhältnisse so einfach: Die hohe Regenmenge am 9.7. (42,7 mm/d) führte zu keinem Anschwellen des Baches (HQ_T = 3,71 m^3/s). Eine relativ starke Schüttung konnte jedoch am 15.7. beobachtet werden (HQ_T = 13,1 m^3/s), obwohl die maximale Niederschlagshöhe - am Vortag erreicht - lediglich 17,4 mm/d betrug. Dies deutet einerseits tatsächlich auf das Vorliegen von - wie in der Einleitung erwähnt - flashy streams, andererseits auf ein kompliziertes Lückensystem innerhalb des verkarsteten Einzugsgebietes hin. Die Vermutung liegt nahe, daß auch der erhöhte Niederschlag vom 18.5. (wie auch aus den zu diesem Zeitpunkt vorgefundenen Individuenabundanzen hervorgeht, siehe unten) - eine vermehrte Schüttung der Bäche zur Folge hatte.

Die monatlichen Schüttungsverhältnisse sowie die charakteristischen Abflußdaten zwischen zwei aufeinanderfolgenden Probenterminen sind der Tabelle 4 zu entnehmen. Bereits Ende Juni fielen einige Bereiche im Fischbach eine Woche lang trocken. Darunter befanden sich allerdings noch keine der ausgewählten Probenareale. Von diesen führten erst ab Mitte August P3 und P4 kein Wasser. Nicht überflutet waren während des folgenden Probentermines auch Bereiche zwischen Q1 und P1, zwischen P1 und P2, sowie die Strecke von P4 bis zur Mündung in den Hinteren Rettenbach. Anfang September waren nur wenige Stellen im Fischbach trockengefallen, darunter aber auch der Abschnitt von P3 bis zum Zusammenrinn. Allgemein führte der FB nur wenig Wasser. Auch der Hintere Rettenbach führte an der Stelle 5 bis auf einen kleinen Bereich kein Wasser, und nur die kleine Hangquelle am linken Ufer schüttete. Diese Verhältnisse blieben bis zur Probennahme im Oktober ungfähr gleich, P6 war jedoch etwas mehr überströmt. An der Stelle 5 befand sich nur eine Wasseransammlung in einer größeren Auskolkung. Während der Freezing-Core-Aktion im November waren alle Probenareale überflutet, allerdings nur in geringem Ausmaß.

In Abbildung 17 sind die einzelnen Pegelstände zum Zeitpunkt der Probennahme in ihrem Verlauf über den gesamten Untersuchungszeitraum dargestellt und zusätzlich die Kurve des Pegelschreibers eingetragen. Eine typische spätsommerliche Abflußsituation mit den zu den Pegeln gehörenden Einzugsgebieten zeigt Abbildung 15 (Messungen des Hydrographischen Dienstes vom 3.9.1991).

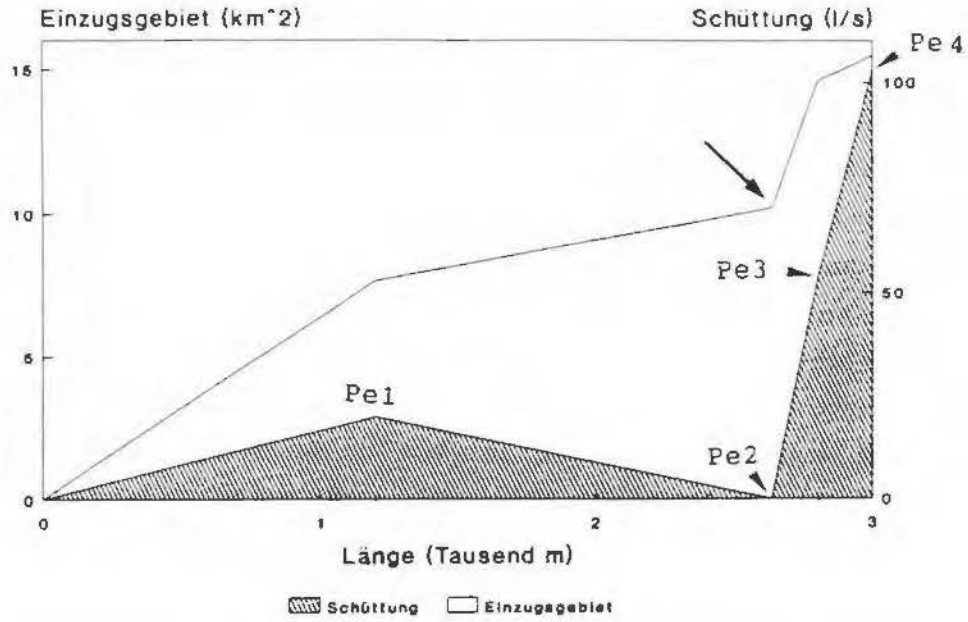


Abbildung 15: Durchflußmessungen vom 3.9.1991 kombiniert mit der Größe des Einzugsgebietes für den Hinteren Rettenbach / Fischbach. Der Pfeil zeigt die Stelle des Zusammenrinnes, Pex = Pegel x (siehe Text).

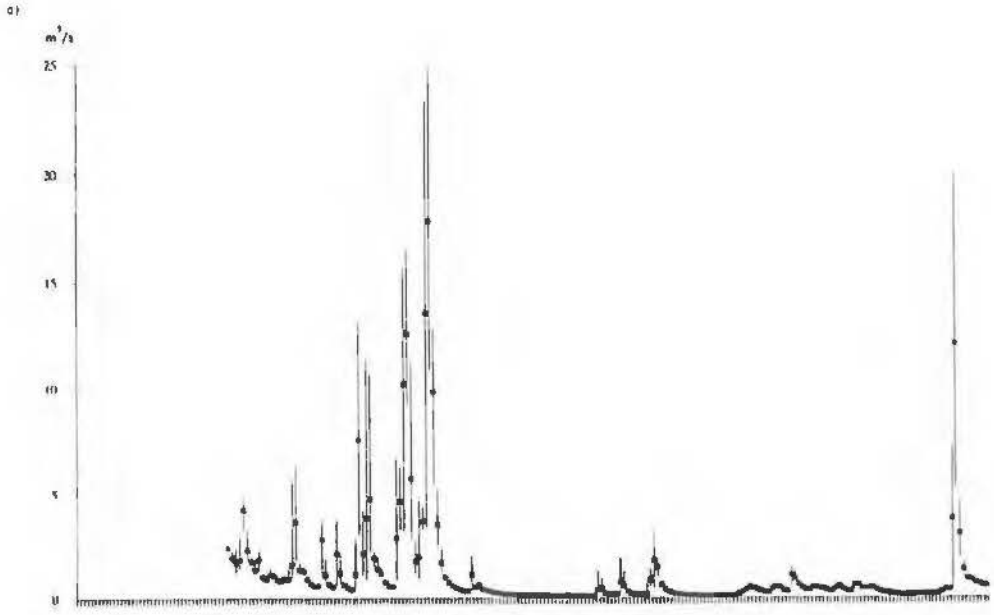


Abbildung 16: Hydrographische Situation im Beobachtungs-zeitraum Mai-Dezember 1991 (Pegel: Roßleithen).
a) Tägliche mittlere, minimale und maximale Abflußraten (m^3/sec);
b) tägliche Niederschlagsraten (mm/d, Position: Windischgarsten) und korrespondierende mittlere Abflußmengen (m^3/sec); die permanenten Pegelaufzeichnungen beginnen mit 10.6.1991 (Daten: Hydrographischer und Meteorologischer Dienst Oberösterreich).

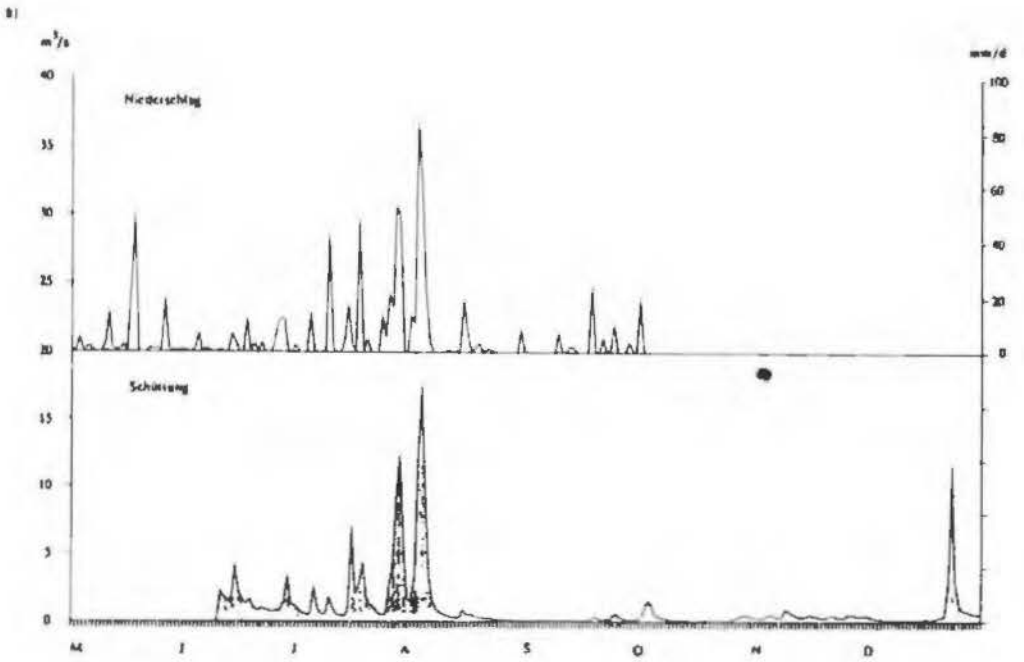


Abbildung 16 b)

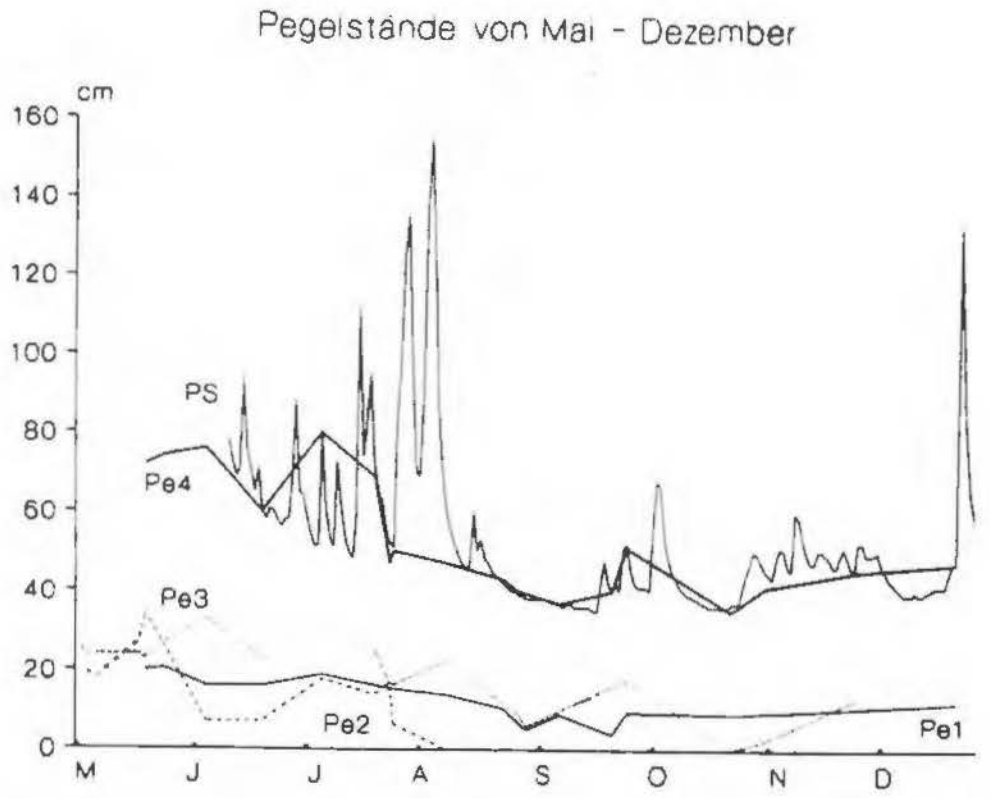


Abbildung 17: Kontinuierliche Pegelwerte (cm) des Pegels "Roßleithen" (PS), sowie die Pegelwerte der restlichen Lattenpegel (Pe), abgelesen zum Zeitpunkt der jeweiligen Beprobung (Pe1: Pegellatte bei P1; Pe2: bei P4; Pe3: bei P6; Pe4:=PS).

Tabelle 5: Charakteristische Werte der Schüttungsverhältnisse pro Monat (m^3/sec), sowie zwischen zwei aufeinanderfolgenden Probenterminen, gemessen vom 10.6. bis 31.12.1991 an der Meßstation beim Pegel Roßleithen (Klammstein). MNQ_T, MHQ_T mittleres Tagesnieder- bzw. -hochwasser, NQ_T, HQ_T niederstes Tagesniederwasser bzw. höchstes Tageshochwasser, MQ Mittelwasser (= Mittel aller Tagesmittelwässer), * Messungen erst ab 10.6.1991.

	MNQ_T	NQ_T	MHQ_T	HQ_T	MQ
Jun *	1,22	0,62	2,32	6,34	1,60
Jul	1,29	0,33	4,24	16,50	2,48
Aug	1,07	0,10	2,69	24,80	1,88
Sep	0,13	0,06	0,33	1,91	0,18
Okt	0,20	0,07	0,44	3,11	0,31
Nov	0,37	0,20	0,56	1,47	0,45
Dez	0,50	0,12	1,39	20,00	0,91
bis 18.6. *	1,64	1,07	2,70	4,99	2,09
19.6.-4.7.	0,82	0,47	1,85	6,34	1,18
5.7.-22.7.	0,91	0,33	3,59	13,10	1,88
23.7.-6.8.	3,17	0,44	9,20	24,80	6,00
7.8.-21.8.	0,39	0,21	0,61	2,02	0,48
22.8.-5.9.	0,12	0,09	0,14	0,21	0,13
6.9.-19.9.	0,10	0,06	0,24	1,28	0,13
20.9.-20.10.	0,20	0,07	0,51	3,11	0,31
21.10.-13.11.	0,29	0,08	0,50	1,47	0,37
14.11.-20.12.	0,26	0,12	0,35	0,75	0,30

Ein Vergleich zwischen den Pegeln (FB über P1 = Pegel 1, HR beim Forsthaus = Pegel 3, HR bei Pegelschreiber Roßleithen = Pegel 4) zeigt schwache Beziehungen zwischen diesen auf (Abb.18a-c). Der Pegel 2 bleibt unberücksichtigt, da, nachdem der Bach in diesem Bereich trockenfiel, zuwenig Werte für durchführbare Korrelationen vorhanden sind.

Pegel 1 - Pegel 3:

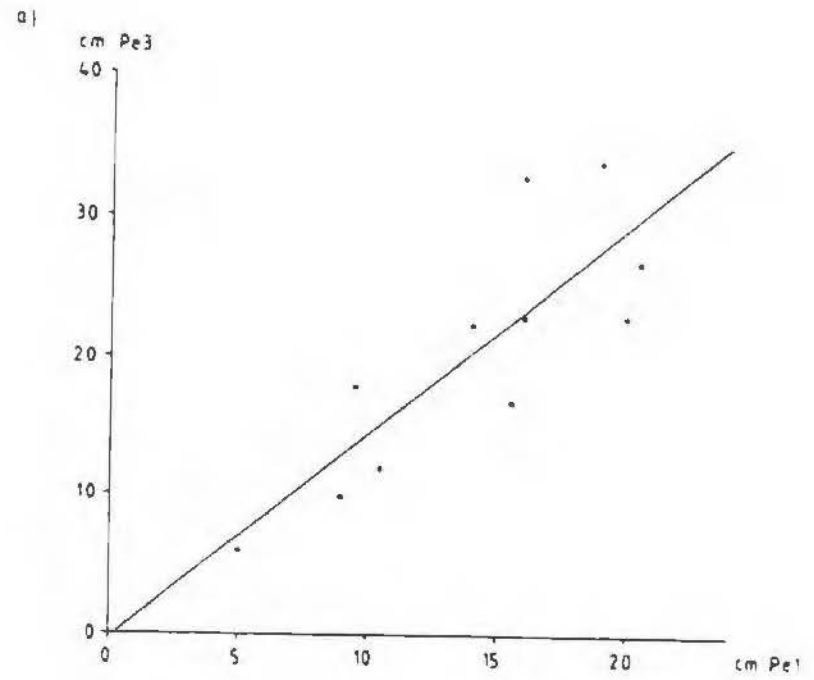
Pegel 3 = 1,48 (±0,34) * Pegel 1 - 0,39 (±4,99)
$r^2 = 0{,}68$, $p < 0{,}0001$, $n = 11$

Pegel 1 - Pegel 4:

Pegel 4 = 2,43 (±0,49) * Pegel 1 + 23,21 (±7,04)
$r^2 = 0{,}71$, $p < 0{,}0001$, $n = 12$

Pegel 3 - Pegel 4:

Pegel 4 = 1,04 (±0,17) * Pegel 3 + 29,08 (±3,7)
$r^2 = 0{,}82$, $p < 0{,}0001$, $n = 16$.



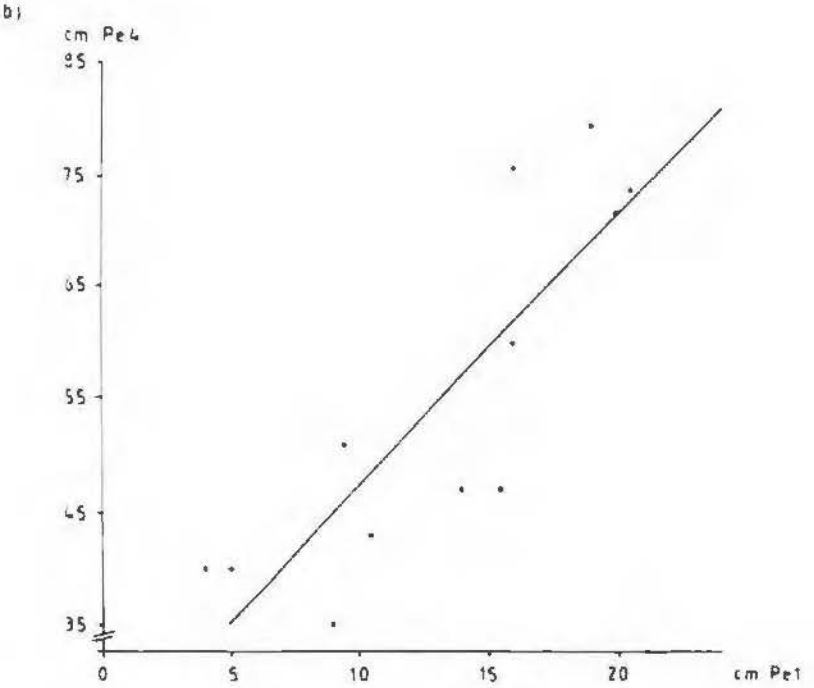
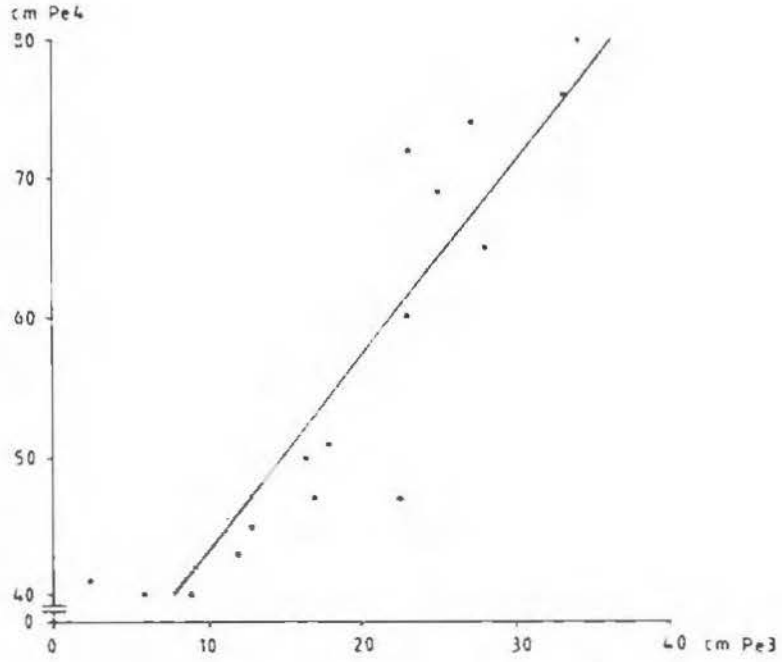


Abbildung 18a-c: Korrelationen der **Pegelwerte (cm), abgelesen an den einzelnen** Probenterminen, zueinander (Codierung: siehe Abb.17). (Korrelationsdaten: siehe Text).

c)



5.4. SEDIMENTSTRUKTUR

5.4.1. Korngrößenverteilung

Das Freezing-Core- Datenmaterial für alle Tiefenstufen der einzelnen Cores befindet sich in den Appendices. In Abb.19 werden beispielhaft die Positionen der Sediment- und Biocores im Transekt beim Einrinn des Fischbaches in den Hinteren Rettenbach dargestellt, für die Sedimentkerne werden zusätzlich die prozentuellen Anteile der Korngrößenfraktionen bzw. deren Summenkurve angegeben. Die Tabelle 5 gibt die arithmetischen Mittelwerte der Lageparameter aller Tiefenstufen wieder. In Tabelle 7 werden die drei Korngrößenklassen <1 mm, 1-10 mm und >10 mm für die Probenstellen und Tiefenstufen zusammengefaßt.

Tabelle 5: Mittlere Lageparameter für die Korngrößenverteilungen der einzelnen Probenstellen über alle Tiefenstufen. Qx Quartile in mm (Q2 = Median), So Sortierungskoeffizient, Sk Skewness (Schiefe), Px Probenstelle x, S Summe.

Px	Q1	Q2	Q3	So	Sk
P1	10,3	36,4	76,5	3,12	0,61
P2	24,0	59,4	94,3	2,31	0,59
P4	20,2	41,0	64,5	2,15	0,69
P5	21,0	48,6	81,4	2,22	0,72
P6	11,4	32,2	58,4	2,44	0,65
S	17,6	44,1	75,5	2,43	0,65

Die Bettsedimente (sensu BRETSCHKO und KLEMENS, 1986) der einzelnen Probenareale sind nahezu uniform: Bei den Medianwerten gibt es keine signifikanten Unterschiede mit Ausnahme von der Stelle P2, deren Median signifikant größer ($p<0,05$) als jener von P6 ist.

Bezüglich der Sortierung hebt sich nur die Stelle P1 mit ihrem hohen Sortierungskoeffizienten signifikant von den Probenstellen 2 und 5 ab ($p<0,05$), ist somit schlechter sortiert, d.h. es gibt eine größere Heterogenität bezüglich der Korngrößen. Sonst weist auch dieser Koeffizient keinerlei Unterschiede auf.

Eine Tendenz der Sortierung und Lageparameter der Bettsedimente im Längsverlauf kann somit nicht ausgemacht werden, was wohl in der relativ geringen Distanz zwischen P1 und P6 begründet liegt.

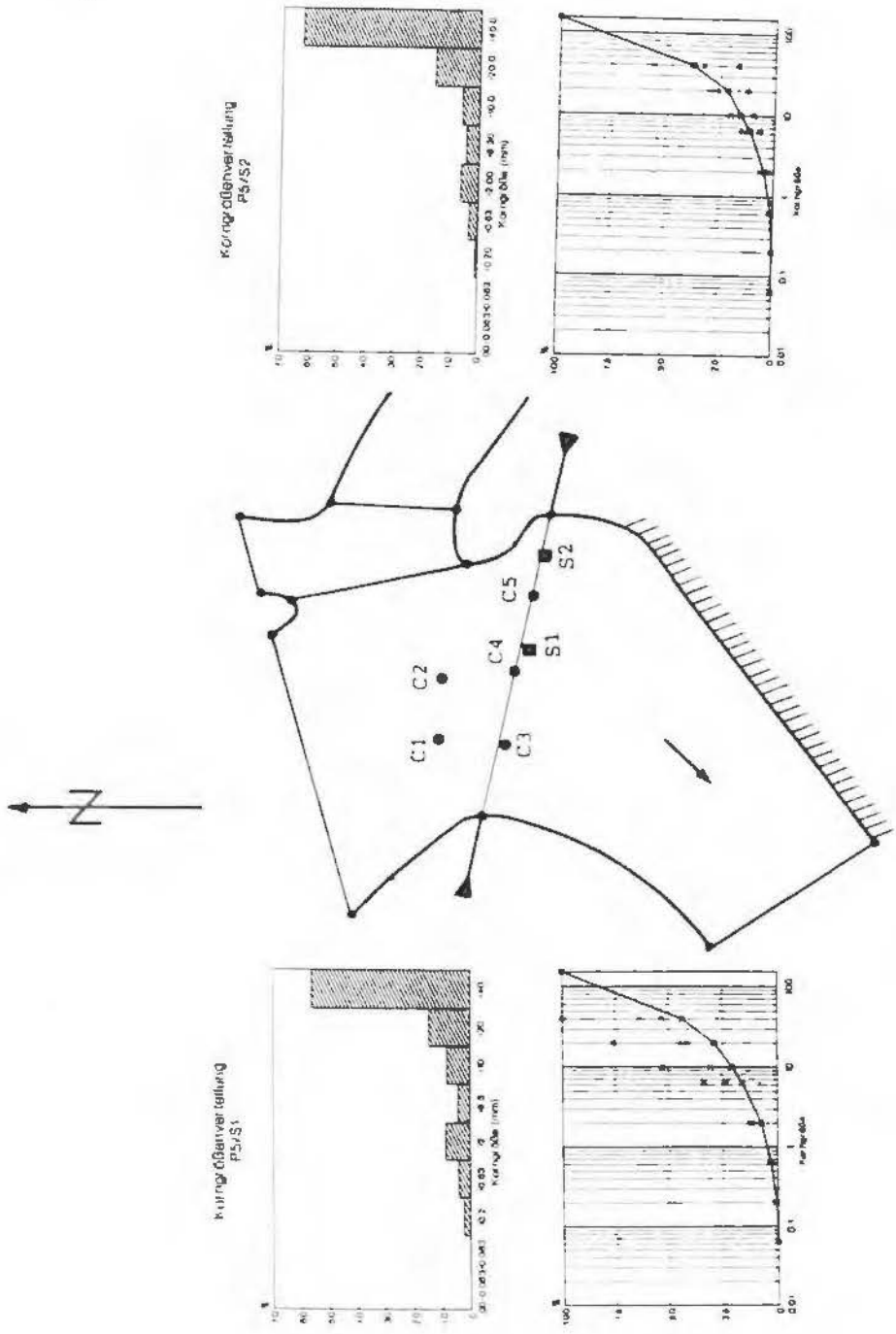


Abbildung 19: Positionen der Cores im Probenareal 5 und granulometrische Ergebnisse der Analyse der beiden Sedimentcores S1 und S2: Korngrößenklassen für den Gesamtcore, kumulative Darstellung für den Gesamtcore und die einzelnen Tiefenstufen. Cx = Biocore x.

Tabelle 6: Korngrößenverteilungen (Gewichtsprozent) an den Probenstellen und in den Tiefenstufen (arithmetische Mittel und Standardabweichungen). Px Probenstelle x, d Tiefenstufe in Zentimeter, n Stichprobenanzahl, S Summe.

Px/d	<1 mm	1 mm - 10 mm	>10 mm	n
P1	5,6 ± 3,3	24,8 ± 8,0	69,7 ± 11,2	6
P2	4,8 ± 4,8	15,8 ± 11,5	79,8 ± 16,0	8
P4	4,5 ± 5,9	17,2 ± 13,9	78,3 ± 17,4	6
P5	3,5 ± 2,2	19,6 ± 13,1	76,9 ± 14,8	8
P6	3,7 ± 1,9	25,4 ± 10,6	71,0 ± 12,2	8
00-10	1,8 ± 2,6	10,5 ± 10,6	87,7 ± 12,9	10
10-20	4,5 ± 2,6	26,0 ± 7,8	69,4 ± 9,1	9
20-30	6,1 ± 4,3	25,7 ± 13,1	69,0 ± 16,1	9
30-40	6,3 ± 4,1	20,9 ± 7,2	72,8 ± 8,9	8
S	4,4 ± 3,7	20,5 ± 11,6	75,1 ± 12,2	36

Die Mittelwerte der Korngröße <1 mm nehmen im Längsverlauf ab, signifikante Unterschiede lassen sich aber durch die großen Schwankungsbreiten, wie auch bei den anderen beiden Korngrößenklassen im Probenstellenvergleich, nicht nachweisen. Dies unterstreicht die Gleichartigkeit der Sedimentstrukturen an den Probenstellen (siehe dazu auch Abb.20).

Bei der Beurteilung der Tiefenstufen zueinander zeigt sich nach Anwendung des t-Testes nach STUDENT, daß sich in allen drei Größenklassen jeweils die Stufe 0 bis 10 cm signifikant bis hoch signifikant von den anderen abhebt (Tab.7). Diese Diskontinuität kann als sichtbares Zeichen der Dynamik des Bachsystemes gewertet werden, die sich vor allem in Umlagerungen der obersten Sedimentschichten äußert.

Obwohl der Gewichtsanteil äußerst gering ist (nie mehr als 6,3% in den einzelnen Tiefenstufen), stellt die Korngrößenklasse <1 mm, auch Lückenraumsedimente genannt (z.B. LEICHTFRIED, 1991), für die benthische Lebensgemeinschaft einen besonders wichtigen Parameter dar. Ihre Bedeutung liegt vor allem in der für das Mikrobenthos (Pilze, Bakterien und Protozoa) besiedelbaren großen Oberfläche, wo organisches Material für die Meio- und Makrofauna aufbereitet wird. Das arithmetische Mittel des Gewichtsanteils der Korngrößenklasse <1 mm nimmt mit der Tiefe allmählich zu - so auch im Oberen Seebach, einem Voralpenbach zweiter Ordnung in Lunz (Niederösterreich) - mit relativen Maxima etwa in den Sedimentbereichen ab 40 cm, zu finden sind (LEICHTFRIED, 1986).

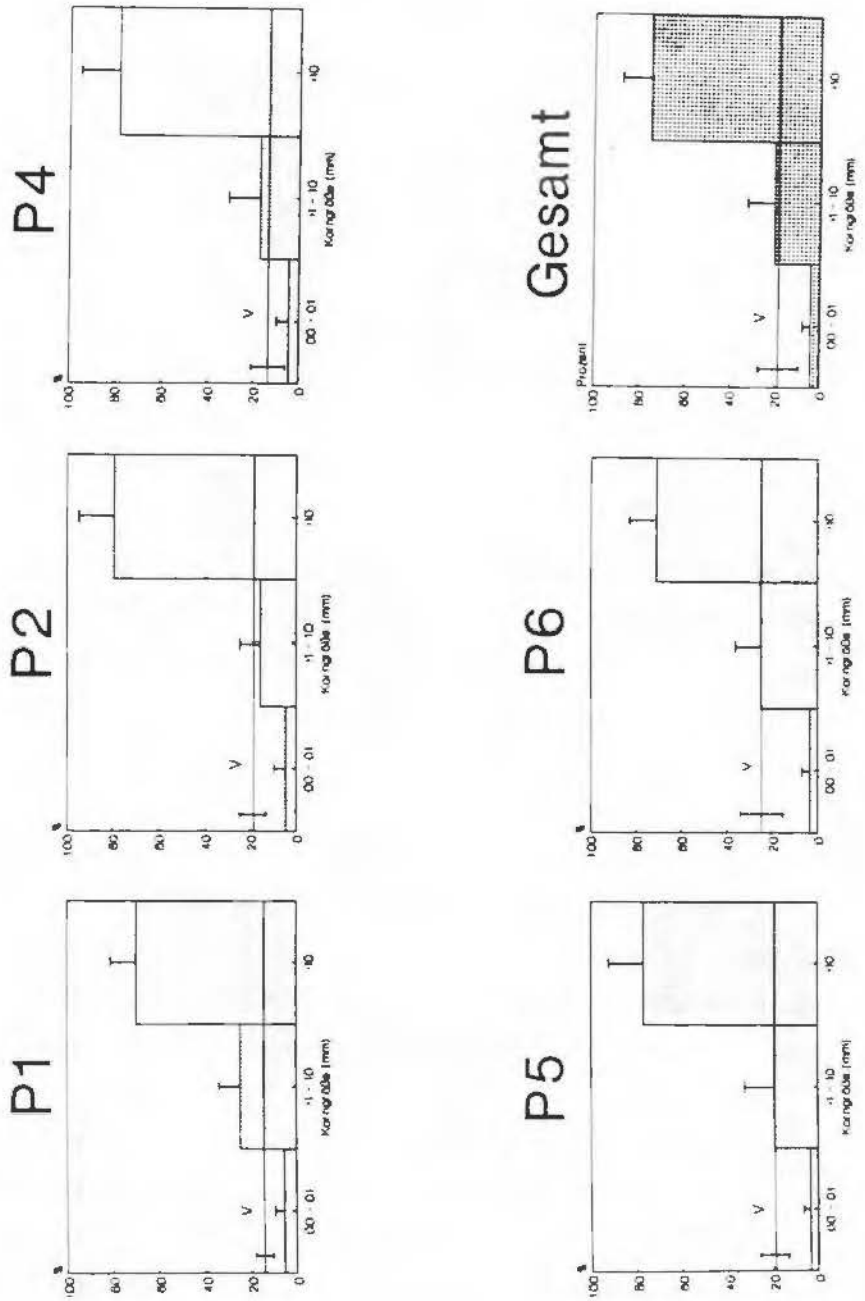


Abbildung 20: **Relativer Anteil der Korngrößenklassen und Porenvolumina** (durchgehende Linien) für die einzelnen Probenstellen und für alle Areale zusammen. Zusammenfassung der Korngrößen in Klassen mit positiver Standardabweichung. Px = Probenstelle x.

Tabelle 7: Analyse der Korngrößenklassen <1 mm (1), 1-10 mm (2) und >10 mm (3) hinsichtlich signifikanter Unterschiede der einzelnen Tiefenstufen (0-10 cm, 10-20 cm, 20-30 cm, 30-40 cm) zueinander mit dem U-Test von MANN und WHITNEY. o p>0,05, * p<0,05, ** p<0,01.

10-20	20-30	30-40		
*	*	**	1	
**	*	*	2	00-10
**	*	*	3	
	o	o	1	
	o	o	2	10-20
	o	o	3	
		o	1	
		o	2	20-30
		o	3	

In der Tabelle 8 wird dem Bachsystem Hinterer Rettenbach/Fischbach (1.Ordnung; HR/FB) der Obere Seebach gegenübergestellt (Werte aus BRETSCHKO, 1991). Die Korngrößenquartile liegen im HR/FB deutlich über denen des Seebaches, was auf die geringere Längsentwicklung zurückzuführen ist, wobei gut in das Bild paßt, daß der relative Gehalt der Korngröße <1 mm (vgl. 5.4.3) deutlich unter dem Wert des Oberen Seebaches liegt.

Tabelle 8: Vergleich des Gesamtareales Hinterer Rettenbach/Fischbach (HR/FB) mit dem Lunzer Seebach (Werte aus BRETSCHKO, 1991) bezüglich ihrer Lageparameter (Qx Quartile) und der Korngrößenklassen. Angabe als arithmetische Mittelwerte mit 95% - Vertrauensbereichen (untere/obere Vertrauensgrenze), Einheiten in Millimeter bzw. Prozent.

	Seebach	HR/FB
Q1	10,6 ± 1,2	17,6 ± 5,1
Q2	23,1 ± 2,0	44,1 ± 8,4
Q3	47,6 ± 1,6	75,5 ± 11,9
00-01	7,4 (4,4/ 9,3)	4,4 ± 1,2
01-10	14,5 (10,6/17,0)	20,5 ± 3,9
>10	78,0 (74,3/81,3)	75,1 ± 4,1

5.4.2. Wassergehalt und Porenvolumen

Wesentlich für eine Charakterisierung des Lebensraumes Bettsedimente ist auch der Wassergehalt, ausdrückbar als prozentueller Gewichtsanteil vom Sedimentkern und als Porenvolumen, dem relativen Volumsanteil des Wassers. Im Appendix befinden sich sämtliche Werte; in der Tabelle 9 sind die arithmetischen Mittelwerte und deren

Standardabweichungen des Gewichtsanteiles und des Porenvolumens aufgelistet. Bei beiden Prozentangaben unterscheidet sich nur die Probenstelle 6 von den Stellen P1 und P4 signifikant ($p<0,05$). Dieser Unterschied dürfte weniger in tatsächlicher Heterogenität als in der zum Teil an P6 vorzufindenden hohen Strömungsgeschwindigkeit im Sediment begründet liegen, wodurch der Freezing-Core-Methode in ihrer Effektivität Beschränkungen auferlegt sind (siehe: 4.4.). Das Gesamtmittel des Porenvolumens liegt mit 18,6% deutlich unter dem Mittelwert 24% für den Oberen Seebach in Lunz (BRETSCHKO, 1991).

Tabelle 9: Relativer Wassergehalt und relatives Porenvolumen der Probenstellen: Arithmetisches Mittel und Standardabweichung. Px Probenstelle x, n Stichprobenanzahl, S Summe.

Px	Wassergehalt	Porenvolumen	n
P1	5,96 ± 1,94	14,05 ± 4,18	6
P2	8,26 ± 2,99	18,74 ± 5,91	8
P4	5,76 ± 3,77	13,36 ± 7,79	6
P5	8,47 ± 3,38	19,12 ± 6,61	8
P6	11,63 ± 5,04	24,93 ± 9,39	8
S	8,26 ± 4,04	18,57 ± 7,88	36

5.4.3. TOC- und TN- Konzentrationen

Die Konzentrationen an TOC (total organic carbon) und TN (total nitrogen) sind einmalig erhoben worden, wobei nur die Sedimentfraktion <1.0 mm aufgrund ihrer großen äußeren Oberflächen und ihrer nahrungsökologisch prominenten Bedeutung berücksichtigt wird. An den mittels der "Freezing-Core-Methodik" beprobten Arealen sind von jeweils zwei Cores Subsamples aus den einzelnen Tiefenschichten für die Analyse herangezogen worden (Gesamtprobenanzahl: 36).

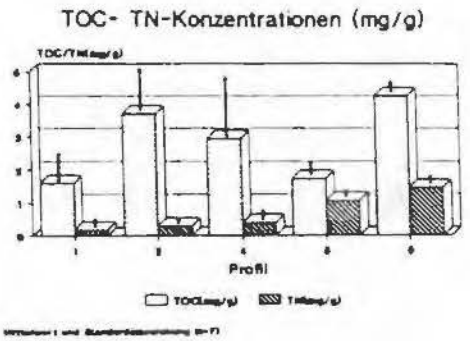
Die TOC-Konzentrationen liegen in einer Größenordnung zwischen 0.65 mg und 7.0 mg/g Sediment, die TN-Konzentrationen bewegen sich teils unter der Nachweisgrenze von 0.1 mg und erreichen Höchstwerte von 2.05 mg/g (Tab.10, Abb.21). Um die Ergebnisse statistisch ausreichend verwerten zu können, werden TN-Konzentrationen, die unter der Nachweisgrenze von 0.1 mg/g liegen, in Konzentrationen von 0.05 mg/g angegeben.

Tabelle 10: Nährstoffe und deren Qualität für die Probenstellen. Arithmetisches Mittel ± Standardabweichung für TOC,TN (Einheit jeweils mg/g Sediment<1 mm) und C/N; Px Probenstelle x, n Stichprobenanzahl, S Summe.

Px	TOC	TN	C/N	n
P1	1,56 ± 0,84	0,17 ± 0,15	19,09 ± 15,27	8
P2	3,69 ± 1,32	0,30 ± 0,14	16,29 ± 13,59	7
P4	2,93 ± 1,67	0,40 ± 0,29	15,33 ± 15,66	8
P5	1,73 ± 0,37	1,06 ± 0,28	1,75 ± 0,71	8
P6	4,26 ± 2,16	1,46 ± 0,30	3,01 ± 1,69	7
S	2,77 ± 1,69	0,67 ± 0,55	11,17 ± 13,23	38

Im Gehalt an organischem Kohlenstoff unterscheidet sich die Stelle P2 hoch signifikant (höhere TOC-Konzentration) von den Stellen P1 und P5, P6 ist ebenfalls hoch signifikant größer als die Probenstellen P1 und P5, P4 zeigt keinerlei signifikante Unterschiede zu den anderen Probenstellen (Tab.11, Abb.21 und 22).

Der Gehalt an organischem Stickstoff weist die Stellen P1, P2 und P4 als Einheit ohne signifikante Unterschiede untereinander aus, die sich klar von P5 bzw. P6 abgrenzt (jeweils p<0,001). P5 und P6 unterscheiden sich auf dem 95%-Niveau voneinander.



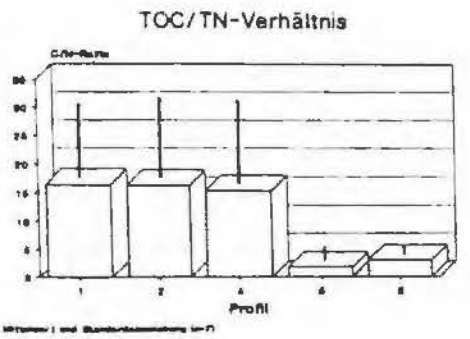


Abbildung 21: TOC- und TN-Konzentrationen (mg/g; Kornfraktion <1.0 mm) und TOC/TN-Verhältnisse an den untersuchten Probenstellen (Profil). Angegeben sind die arithmetischen Mittel und die Standardabweichungen, gemittelt über alle Tiefenstrata (n=7 je Profil).

Ähnlich wie bei der TN- Konzentration, nur in abgeschwächter Form, verhalten sich die Signifikanzen für das C/N-Verhältnis. Auch hier bilden die Stellen P1, P2 und P4 eine voneinander nicht signifikant zu trennende Einheit.

Tabelle 11: Signifikanztabelle für die Parameter TOC, TN und C/N (lg-transformiert). Px Probenstelle x; Einheiten in mg/g Sediment (<1 mm). o p > 0,05, * p<0,05, ** p<0,01, *** p<0,001.

P2	P4	P5	P6	Px	
**	o	o	**	TOC	
o	o	***	***	TN	P1
o	o	***	*	lg(C/N)	
	o	**	o	TOC	
	o	***	***	TN	P2
	o	***	***	lg(C/N)	
		o	o	TOC	
		***	***	TN	P4
		*	*	lg(C/N)	
			**	TOC	
			*	TN	P5
			o	lg(C/N)	

Zur Verdeutlichung der oben bereits angesprochenen Möglichkeit der Differenzierung wurden die Probenstellen zu zwei Gruppen - einerseits P1, P2 und P4, andererseits P5 und P6 - zusammengefaßt und analysiert. Diese beiden Gruppen unterscheiden sich voneinander höchst signifikant (p<0,001) in bezug auf TN und C/N- Verhältnis, was auch in Abbildung 22 graphisch aufbereitet ist: Die Gruppe P1 bis P4 besitzt einen geringeren Stickstoffanteil in dem Nahrungsangebot, was hier das höhere C/N-Verhältnis und die größere Spannweite bedingt.

Durchgeführte Korrelationsrechnungen für die Beziehung zwischen Nährstoffparameter und Sedimentstruktur ergeben im besten Fall eine mittlere Korrelation (0,5 < r < 0,7) bei TN zu Porenvolumen r = 0,59 (Konfidenzintervall: UL= 0,8 und LL= 0,34) mit der Signifikanzstufe 0,002. Geringe (r < 0,5) bis sehr geringe (r < 0,2) Beziehungen gibt es zwischen den Nährstoffparametern und den Lageparametern der Korngrößen.

Die Probenstelle 4, ein intermittierender Bachabschnitt mit einem gänzlich unterschiedlichen hydrologischen Regime , weist ähnliche Konzentrationen wie die permanent überströmten Areale (P1,P2) auf.

Die deutlich erhöhten TN-Konzentrationen in den Sedimenten des Hinteren Rettenbaches spiegeln sich in der ausgezeichneten Futterqualität wider (Abb.21), die C/N-Verhältnisse liegen weit unter dem Grenzwert von 15, und korrespondieren nicht mit den gegebenen Korngrößenverteilungen. Die vorgefundene energetische Situation (C/N-Verhältnis) ist eindeutig über die TN-Konzentrationen erklärbar (Abb.23). Gleichzeitig ist die räumliche Dynamik (horizontale und vertikale C/N-Verhältnisse) im Hinteren Rettenbach weit geringer als in den Sedimenten des Fischbaches (Abb.22). Einheitliche Trends in der vertikalen Verteilung der organischen Substanzen (TOC- und TN-Konzentrationen) lassen sich nicht erkennen.

Die hier vorgefundenen Konzentrationen unterscheiden sich teils deutlich von den Ergebnissen vergleichbarer Bäche ähnlicher Ordnungszahl, wobei besonders die Unterschiede in den TOC-Konzentrationen auffällig sind (LEICHTFRIED, 1986; SCHMID und TOCKNER, 1990). In der Großen Erlauf und im Lunzer Seebach finden sich bedeutend höhere TOC-Konzentrationen. Im Seebach bewegen sich die TOC-Konzentrationen in einer Größenordnung zwischen 10-50 mg/g; in der Erlauf sind durchschnittliche TOC-Konzentrationen von 18 mg/g gefunden worden. Dagegen liegen die TN-Konzentrationen in einer ähnlichen Größenordnung. Die hier gefundenen vergleichbar niedrigeren TOC-Konzentrationen, bei gleichzeitig hohen TN-Werten, führen zu einer qualitativ verbesserten energetischen Situation, wobei die Probenstellen 5 und 6 mit durchschnittlichen C/N-Verhältnissen von 1.75 beziehungsweise 3.01 besonders niedrige Werte zeigen (Abb.22, 23; Tab.11). Die hier gefundenen Konzentrationen liegen vielmehr in einer Größenordnung, wie wir sie von unkonsolidierten Schottersedimenten der Donau kennen (z.B. BRETSCHKO und TOCKNER, 1990).

Auffällig ist die deutliche Zunahme der Stickstoffkonzentrationen nach der Einmündung des Fischbaches in den Hinteren Rettenbach. Durch den Zusammenfluß zweier, in ihrer Hydrographie und ihrer chemisch-physikalischen Komposition unterscheidbarer Vorfluter (siehe 5.3 und 5.5) entstehen veränderte Systembedingungen. Diese veränderte Situation wird jedoch wesentlich durch den Rettenbach bestimmt. Dagegen zeigt der intermittierende Bereich des Fischbaches (P4) hinsichtlich der organischen Komponenten keine Unterschiede zu den perennierenden Abschnitten. Daraus läßt sich die Vermutung ableiten, daß die mikrobenthischen Aktivitäten im Sedimentkörper oberflächig nicht überströmter Bereiche ähnlich denen sind, die in permanent gefluteten Transekten gefunden werden.

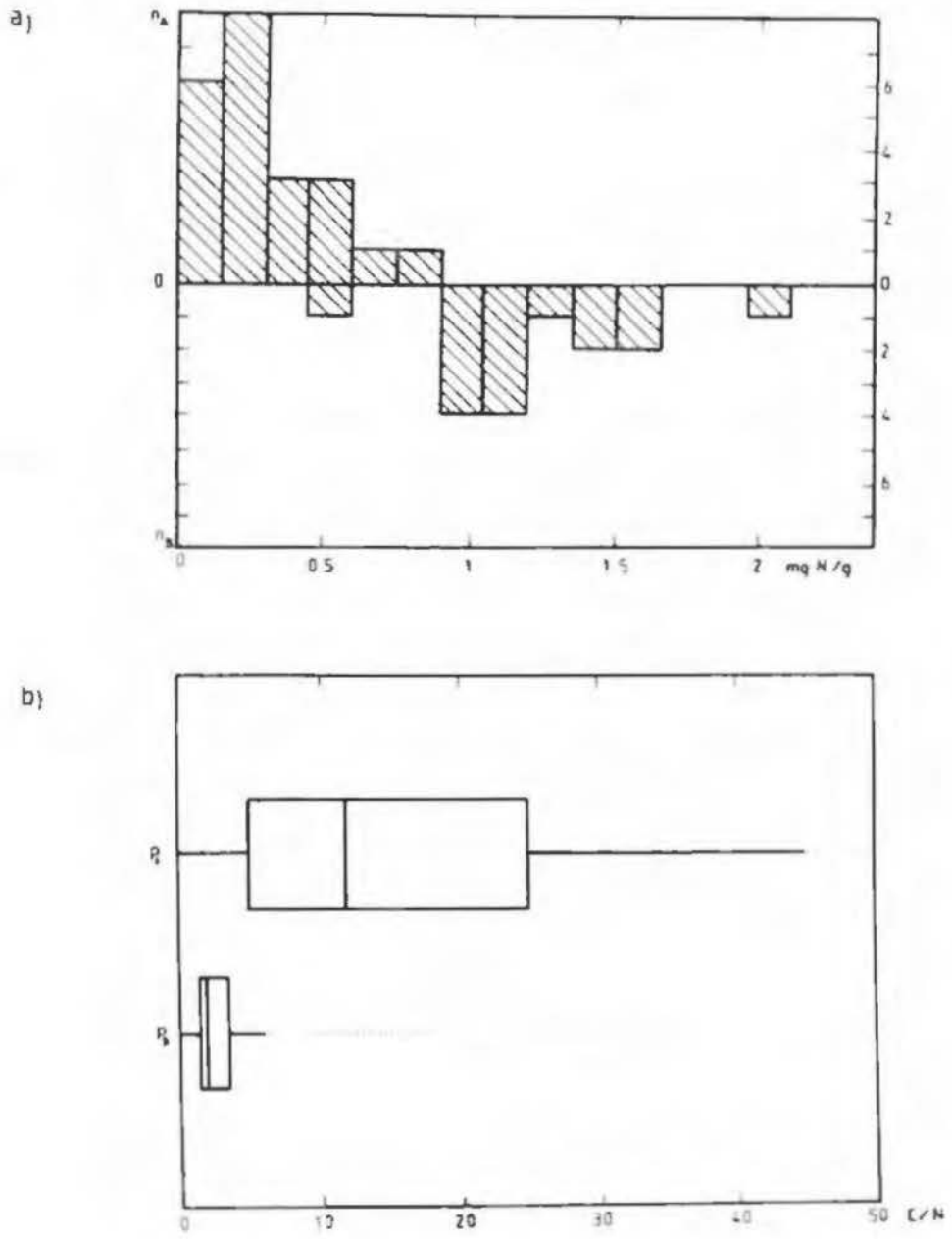


Abbildung 22: Nahrungsqualität im Vergleich. Die Gruppe P_A umfaßt die Probenareale P1, P2 und P4, P_B die Areale P5 und P6.
a) Häufigkeitsverteilung für TN. n_X = Anzahl für P_X.
b) Box und Whisker – Darstellung für das Verhältnis C/N. Eingezeichnet sind Minimum, Maximum und die drei Quartile für die jeweilige Ausprägung.

Um eine ausreichende Erklärung für die gegebenen Verteilungsmuster zu erhalten, müssen die Um- und Abbauprozesse während des Transportweges genauer betrachtet werden. Die hauptsächliche Energiebasis für die Sedimentfauna sind die allochthon eingebrachten organischen Substanzen (z.B. CUMMINS, 1974), wobei zwischen äolischem Eintrag und dem Uferablauf deutlich unterschieden werden muß (BOLING et al., 1975, MOSER, 1991). In den temperierten Klimazonen ist der herbstliche Laubfall (CPOM, coarse particulate organic matter) die Haupteintragsquelle (BRETSCHKO, 1990). Die Mikrobiozönosen nutzen die gelösten organischen Substanzen (DOM, dissolved organic matter), die über einen ersten Auswaschvorgang ("leaching") frei werden. Das Blattmaterial wird über spezifische funktionelle makrozoobenthische Ernährungstypen (Zerkleinerer, "shredders") und über die mechanische Beanspruchung zerkleinert und bietet in Folge den mikrobenthischen Biozönosen (Pilze, Bakterien) verbesserte Besiedlungs- und Aufschlußmöglichkeiten (KAUSHIK und HYNES, 1971). Die Mikrobiozönosen sowie die adhaesiv gebundenen Ausscheidungsprodukte und organischen Makromoleküle werden als "Biofilm" bezeichnet, der die Hauptenergieressource für die benthischen Makroorganismen darstellt. Die Retentionskapazität des Vorfluters, die Temperaturverhältnisse, die Struktur der Bettsedimente und der Organisationsgrad der benthischen Meio- und Makroorganismen bestimmen die Effizienz der Ab- und Umbauvorgänge. Im longitudinalen Verlauf eines Vorfluters verändern sich die relative Zusammensetzung und die Qualität der einzelnen organischen Bestandteile (VANNOTE et al., 1980). Das ursprünglich als CPOM eingebrachte organische Material wird in kleinere Fraktionen aufgetrennt und zunehmend besser für die benthischen Organismen verwertbar (KAUSHIK und HYNES, 1971).

Durch den Zusammenrinn zweier Vorfluter, die unterschiedliche Einzugsgebiete entsorgen (Fischbach und Hinterer Rettenbach), kommt es zu einer sprunghaften Veränderung der bachbettmorphologischen Charakterstika (Bachbreite, Beschattungsgrad), zu einem veränderten Abflußregime und zu einer deutlichen Vergrößerung des Einzugsgebietes (siehe: oben). Diese sprunghaften Veränderungen spiegeln sich in einer signifikant erhöhten TN-Konzentration wieder. Dagegen sind die TOC-Konzentrationen und die Menge an groben organischen Substanzen (>0.1mm, siehe: unten) davon nicht beeinflußt.

5.4.4. Partikuläres organisches Material (POM)

Die groben Fraktionen der partikulären Substanzen, die das gesamte CPOM (>1.0 mm) und den Anteil an FPOM >0.1 mm (fine particulate organic matter) umschreiben, werden bei jeder Aufsammlung des Makrobenthos quantitativ mitbestimmt. Zusätzlich sind in einer einmaligen Aufnahme die vertikalen Verteilungsmuster erhoben worden (Freezing-Core-Methodik, siehe: oben). Die partikulären organischen Substanzen werden jedoch nur in ihrer Quantität (Trockengewichtsbestimmung), und nicht in ihrer Qualität bestimmt. Zukünftig wird das CPOM getrennt analysiert und über Bestimmung des Glühverlustes soll ein Hinweis über die Qualität erhalten werden.

Es liegen Datenreihen zur Beschreibung der räumlichen (longitudinal, horizontal und vertikal) und zeitlichen Dynamik der organischen Fraktionen vor. Auffällig ist die kleinräumige Verteilungsheterogenität innerhalb der einzelnen Probenareale (Abb.24, Standardabweichungen). Zwischen den Probenarealen gibt es zwar Unterschiedlichkeiten, ein genereller Trend im longitudinalen Verlauf ist jedoch nicht festzustellen. Dagegen wirken sich die erhöhten Abflußmengen auf die POM-Mengen deutlich aus (Abb.24).

Die höchsten durchschnittlichen Werte liegen bei 7g TG (Trockengewicht, arithmetrisches Mittel) je Beprobungsfläche (=140 g/m^2, Probenstelle 6, 19.5.). Punktuell können jedoch Werte bis zu 480 g/m^2 erreicht werden. Obwohl hier neben den CPOM-Anteilen auch kleinere Fraktionen miterfasst worden sind, können die vorgefundenen Werte als sehr hoch bezeichnet werden (vgl. BRETSCHKO, 1990). Der allochthone Eintrag an POM wird durch die dichte Ufervegetation begünstigt, zusätzlich führen die geringen Bachbreiten und die komplexe Bachbettmorphologie zu einer Erhöhung der Retentionskapazität und zu den beobachtbaren heterogenen Verteilungsmustern.

Eine signifikante Beziehung zwischen der Menge an abgelagertem POM und den Oberflächenheterogenitäten, den vorherrschenden Strömungsgeschwindigkeiten bzw. aktuellen Wassertiefen kann nicht nachgewiesen werden (Abb.26). Der Großteil des organischen Materials ist nicht mehr an der Sedimentoberfläche abgelagert, sondern bereits in die Bettsedimente eingebracht. Der Eintrag der organischen Fraktionen hängt prinzipiell von den unterschiedlichen hydraulischen Gegebenheiten ab, die zeitlich stark variieren. Die flächigen Austauschvorgänge zwischen der Sedimentoberfläche und dem Interstitial sind nur anhand aufwendigerer Verfahrensmethoden (Temperaturdifferenzen) dokumentierbar (BRETSCHKO, 1983). Normalerweise wird das allochthone organische Material in trockenfallenden Arealen (z.B. intermittierenden

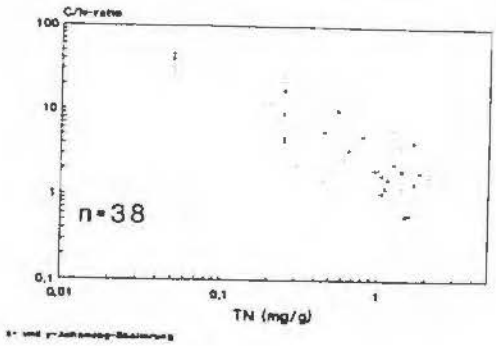
Bachabschnitten und aperiodisch überströmten Arealen) an der Sedimentoberfläche akkumuliert. Diese Bereiche dienen als energetisches Reservoir für das Gesamtsystem (BRETSCHKO, 1990; KING et al., 1987). Bei erhöhten Durchflußmengen wird das abgelagerte Material abtransportiert, beziehungsweise ins Sediment eingebracht und somit für die flußabwärts liegenden benthischen Biozönosen verfügbar (vgl. CUSHING, 1988). Da die durchgeführten Aufsammlungen nur in überströmten Arealen möglich sind, können die zu erwartetenden höheren Mengen an CPOM in trockenen Bereichen nicht erfaßt werden. Daher zeigen die intermittierenden Bachabschnitte (P3 und P4) im Vergleich zu den perennierenden Abschnitten keine erhöhten POM-Raten (Abb.24).

Mit Hilfe der Freezing-Core-Methodik sind die vertikalen Verteilungsmuster des partikulären organischen Materials untersucht worden. Die erhaltenen Werte zeigen keine generellen Stratifizierungsmuster. Das POM ist über die gesamte Sedimentsäule in einer ähnlichen Größenordnung verteilt (Abb.25). Beobachtet wird jedoch ein deutlich höherer Anteil der groben Fraktionen (Blätter, Nadeln) im oberflächennahen Stratum (0-10cm), genaue Daten liegen jedoch nicht vor. Die vertikalen Verteilungsmuster stehen in keiner Beziehung zur gegebenen Korngrößenverteilung, gleichzeitig lassen sich keine signifikanten Beziehungen zu den TOC- und TN-Konzentrationen feststellen. Die Qualität der organischen Substanzen soll im weiteren Untersuchungszeitraum verstärkt berücksichtigt werden.

Erhöhte Durchflußraten führen zu einer Steigerung der Transportkapazität, das organische Material wird verstärkt ausgewaschen. Die kritische Durchflußmenge ist an den einzelnen Probenstellen unterschiedlich. Während ein extremes Hochwasser, wie es Ende Juli aufgetreten ist, im Gesamtbachsystem zu einer Reduktion der organischen Substanzen führt, können bereits geringere Durchflußraten an einzelnen Probenstellen zu einer signifikanten Änderung der POM-Menge führen (Probenstelle 6, Abb.24).

Inwieweit die Menge an organischen Substanzen die Verteilungsmuster der benthischen Makroinvertebraten beeinflußt, wird weiter unten beschrieben und diskutiert.

Korrelation: C/N-ratio / TN-Konzentration



Korrelation: TN- / TOC-Konzentration

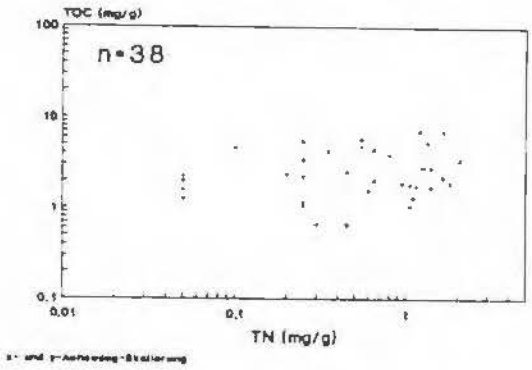
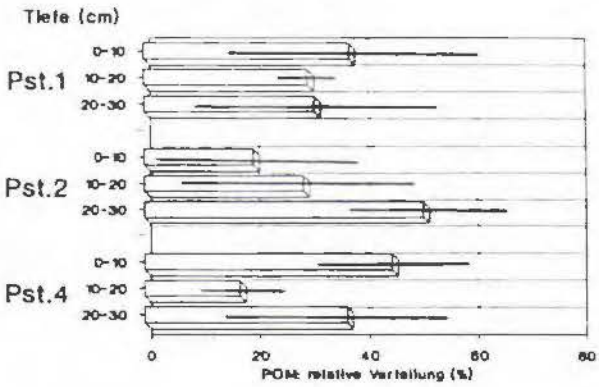


Abbildung 23: Plot 1: Beziehung der C/N-ratio zur TN-Konzentration; Plot 2: Beziehung der TN- zur TOC-Konzentration (log-Skalierungen).



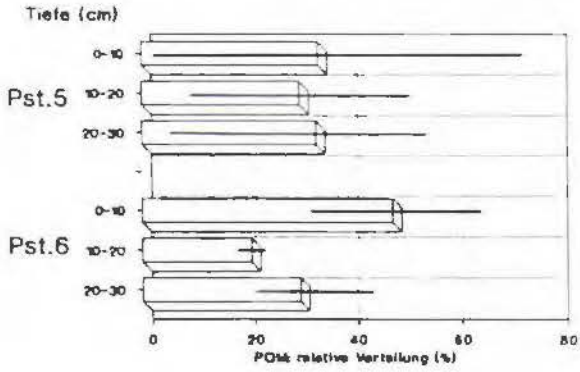


Abbildung 25: Relative Tiefenverteilung (in Prozent, %) des parikulären organischen Materials (POM, >0.1 mm) an den Probenstellen P1, P2, P4, P5 und P6. (Probentermin: 21.11.1991, Freezing-Core-Methodik). Berücksichtigt sind die Werte bis zu einer Sedimenttiefe von 30 cm. Angegeben sind das jeweilige arithmetische Mittel und die Standardabweichung (P1 und P6: n=4; P2 und P4: n=3; P5: n=5).

5.4.5. Multivariater Vergleich der Probenstellen

Aus der Zuordnung der abiotischen Parameter Median (Q2), relativer Korngrößenanteil <1 mm, Porenvolumen und Sortierungskoeffizient zu den einzelnen Probenstellen können mittels der Diskriminanzanalyse keine klaren Abgrenzungen gewonnen werden (Abb.27a). Während die Probenstellen P1, P2 und P4 noch relativ gut abzutrennen sind, ist eine Vorhersage für die Stellen P5 und P6 kaum noch möglich (Tab.12).

Die beiden wichtigeren der vier Diskriminanzfunktionen, die zu einer höchst (Funktion 1, Eigenwert $g_1 = 1{,}18$ und kanonischer Korrelationkoeffizient $C_1 = 0{,}74$) bzw. hoch signifikanten Trennung beitragen (F2, $g_2 = 0{,}64$ und $C_2 = 0{,}62$), machen 87% der Trennkraft aus:

F1: $0{,}07 \cdot Q2 - 0{,}04 \cdot KG1 + 0{,}24 \cdot V\% + 1{,}22 \cdot so - 10{,}17$
F2: $-0{,}02 \cdot Q2 - 0{,}38 \cdot KG1 + 0{,}003 \cdot V\% + 2{,}44 \cdot so - 3{,}57$

wobei Q2 (Median), KG1 (Korngröße <1 mm), V% (Porenvolumen) und so (Sortierungskoeffizient) bezeichnen.

Aus den vier standardisierten Diskriminanzfunktionen läßt sich ableiten, daß die Variable Q2 (Median) die größte und KG1 die geringste diskriminatorische Bedeutung besitzen (nach BACKHAUS et al., 1990).

Tabelle 12: Confusionsmatrix der Diskriminanzanalyse für die abiotischen Parameter Median, relativer Korngrößenanteil <1 mm, Porenvolumen und Sortierungskoeffizient. Px Probenstelle x, PPx Zuordnung (Vorhersagbarkeit) zur Probenstelle x in Prozent, in Klammer Stichprobenanzahl.

Px\PPx	P1	P2	P4	P5	P6	Gesamt
P1	67 (4)	00 (0)	17 (1)	17 (1)	00 (0)	100 (6)
P2	00 (0)	71 (5)	00 (0)	14 (1)	14 (1)	100 (7)
P4	17 (1)	00 (0)	67 (4)	17 (1)	00 (0)	100 (6)
P5	25 (2)	38 (3)	00 (0)	13 (1)	25 (2)	100 (8)
P6	14 (1)	14 (1)	00 (0)	14 (1)	57 (4)	100 (7)

Die multivariate Betrachtung der Nährstoffparameter ergibt ein völlig anderes Bild, die Zuordnungen sind in einem höheren Maße möglich, bei der Probenstelle 1 gar zu 100% (Tab.13). Die einzige Ausnahme stellt P4 dar, deren Werte sich auf die anderen Probenareale verteilen.

Diskriminanzfunktion 1 (g_1 = 5,08 und C_1 = 0,92; höchst signifikant) und Funktion 2 (g_2 = 0,66 und C_2 = 0,63; signifikant) erklären hier fast 99% der Varianz bei insgesamt drei Funktionen - ausgewiesen sind nur die signifikanten Funktionen:

F1: -0,08 • TOC + 4,55 • TN + 0,02 • lg(C/N) - 3,21
F2: 0,73 • TOC - 0,58 • TN - 0,005• lg(C/N) - 1,60

Aus den standardisierten drei Funktionen ergeben sich TN als Variable mit größter und TOC als Variable mit geringster diskriminatorischer Wirkung.

Tabelle 13: Confusionsmatrix der Diskriminanzanalyse für die Nährstoffparameter TOC, TN und C/N. Px Probenstelle x, PPx Zuordnung (Vorhersagbarkeit) zur Probenstelle x in Prozent, in Klammer Stichprobenanzahl.

Px\PPx	P1	P2	P4	P5	P6	Gesamt
P1	100(6)	00 (0)	00 (0)	00 (0)	00 (0)	100 (6)
P2	00 (0)	86 (6)	14 (1)	00 (0)	00 (0)	100 (7)
P4	50 (3)	17 (1)	33 (2)	00 (0)	00 (0)	100 (6)
P5	00 (0)	00 (0)	13 (1)	75 (6)	13 (1)	100 (8)
P6	00 (0)	00 (0)	00 (0)	29 (2)	71 (5)	100 (7)

Eine Verbesserung der Spezifizierung der Probenstellen wird durch eine Analyse der abiotischen und nutritiven Parameter gemeinsam erreicht. Da sich pro Probenstelle maximal ein abweichender Wert ergibt, sind die Zuordnungsmöglichkeiten größer als 83% (Tab.14). Interessanterweise ist erst in dieser Merkmalskombination eine gute Abgrenzbarkeit für die Stelle 4 gegeben (100%). Die zweidimensionale Darstellung des Diskriminanzraumes weist deutlich die beiden, bereits in 5.4.3 festgestellten, heteromorphen Gruppen P1, P2 und P4 bzw. P5 und P6 aus; sie befinden sich auf der jeweils anderen Seite der Ordinate (Abb.27b).

Von den vier errechneten Diskriminanzfunktionen (g_1 = 6,10 und C_1 = 0,93; g_2 = 1,20 und C_2 = 0,74; g_3 =0,95 und C_3 = 0,70) trennen die drei ersten höchst signifikant und die vierte (g_4 = 0,60 und C_4 = 0,61) immer noch signifikant auf:

F1: 0,02 • Q2 + 0,10 • KG1 - 0,01 • V% - 0,16 • TOC + 5,09 • TN + 0,29 • lg(C/N) - 0,37 • so - 3,63

F2: 0,06 • Q2 - 0,20 • KG1 + 0,22 • V% - 0,46 • TOC + 1,31 • TN + 2,33 • lg(C/N) + 2,64 • so - 13,63

F3: 0,03 • Q2 + 0,10 • KG1 + 0,11 • V% + 0,55 • TOC - 0,99 • TN + 0,15 • lg(C/N) - 0,62 • so - 3,09

F4: -0,05 • Q2 - 0,27 • KG1 - 0,08 • V% + 0,25 • TOC + 1,17 • TN + 1,69 • lg(C/N) + 0,47 • so + 0,93

Der Gehalt an organischem Stickstoff hat auch in dieser Gesamtbetrachtung wieder die größte diskriminatorische Bedeutung, die logarithmierten C/N- Werte hingegen die geringste.

Tabelle 14: Confusionsmatrix der Diskriminanzanalyse für die abiotischen (Median, relativer Korngrößenanteil <1 mm, Porenvolumen und Sortierungskoeffizient) und nutritiven Parameter (TOC, TN und C/N). Px Probenstelle x, PPx Zuordnung (Vorhersagbarkeit) zur Probenstelle x in Prozent, in Klammer Stichprobenanzahl.

Px\PPx	P1	P2	P4	P5	P6	Gesamt
P1	83 (5)	17 (1)	00 (0)	00 (0)	00 (0)	100 (6)
P2	00 (0)	100(7)	00 (0)	00 (0)	00 (0)	100 (7)
P4	00 (0)	00 (0)	100(6)	00 (0)	00 (0)	100 (6)
P5	00 (0)	00 (0)	00 (0)	88 (7)	13 (1)	100 (8)
P6	00 (0)	00 (0)	00 (0)	14 (1)	86 (6)	100 (7)

Profil 1

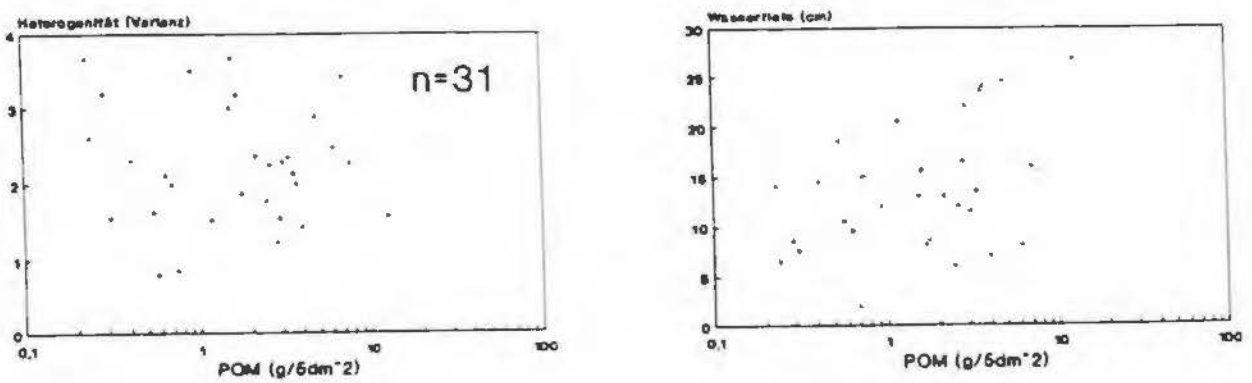
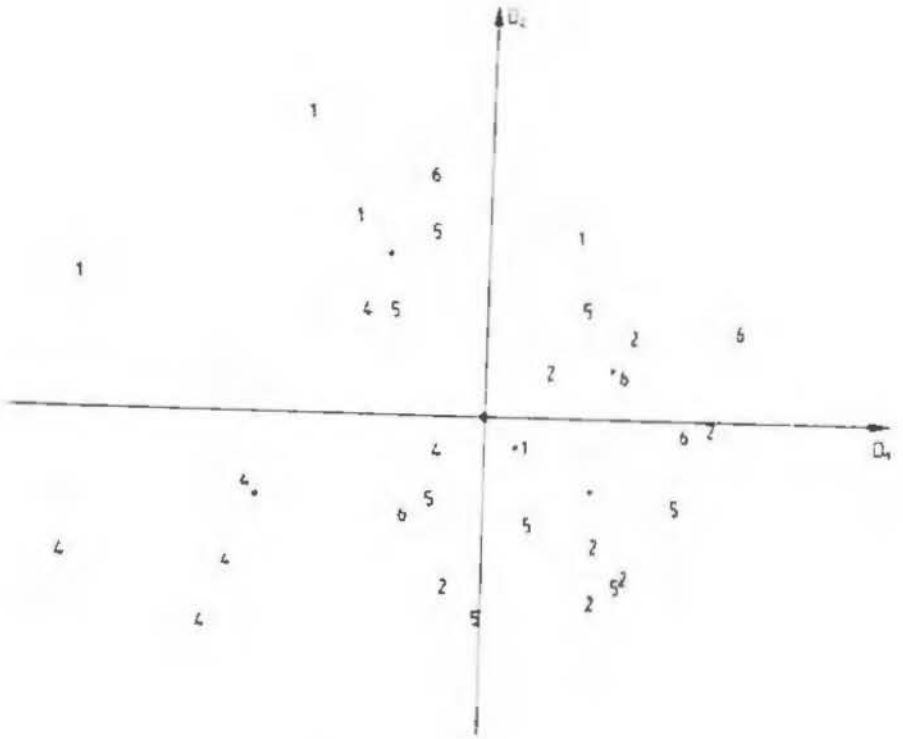


Abbildung 26: Beziehung des partikulären organischen Materials (gTG, log-Skalierung) zur Oberflächenhetero-genität (s) und zur jeweiligen aktuellen Wassertiefe (cm).

a)



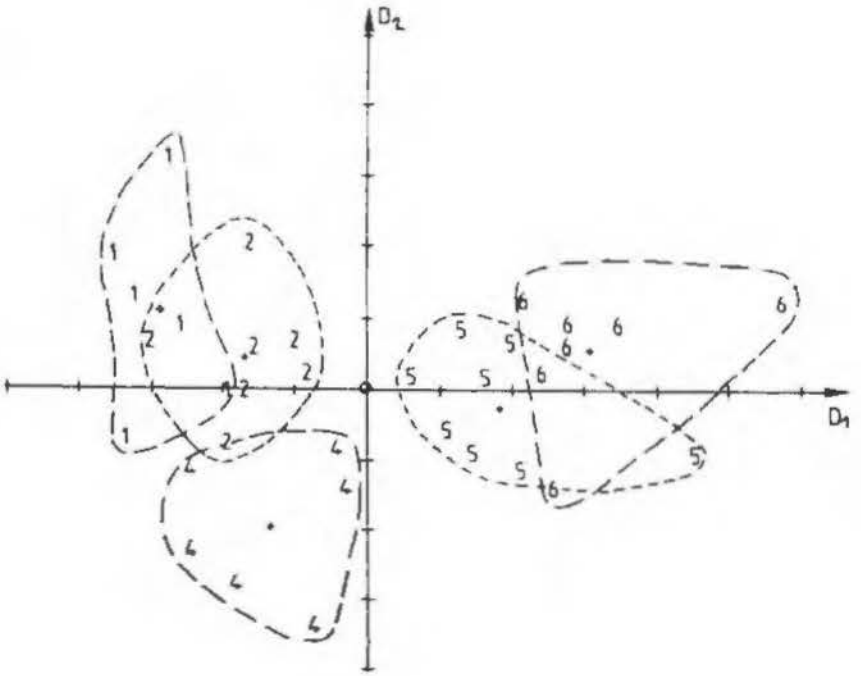


Abbildung 27: Darstellung der Ergebnisse der Diskriminanzanalysen. a) Abiotische Variable Korngröße < 1 mm, Median, Porenvolumen und Sortierungskoeffizient; b) Abiotische Variablen und Nahrungsparameter. Die Abgrenzungen der Areale erfolgten nicht rechnerisch und dienen nur zur Verdeutlichung.
Dx = Diskriminanzfunktion x, die Zahlen stehen für die betreffenden Probenstellen, + = Centroide.

5.5. CHEMISCH-PHYSIKALISCHE PARAMETER

Im Appendix sind die an den jeweiligen Probenterminen gemessenen Werte tabelliert. Die Lage- und Streuungsmaße der einzelnen Faktoren über den Untersuchungszeitraum von Mai bis Dezember an den einzelnen Probenstellen sind in Tabelle.15 aufgelistet.

Tabelle 15: Chemisch-physikalische Parameter (Par.) an den acht Probenstellen (Px) über den Untersuchungszeitraum (Mai - Dezember) gemittelt. n= Stichprobenanzahl, x= Mittelwert, s= Standardabweichung, L.L. und U.L.= unteres und oberes Konfidenzintervall (95%), C.V.= Variationskoeffizient. Temp Temperatur (°C), LF Leitfähigkeit (µS/cm), Ca Calcium (mg/l), Mg Magnesium (mg/l), GH Gesamthärte (mmol/l), NO_3 Nitrat (mg/l).

Px	Par.	n	x	s	L.L.	U.L.	C.V.(%)
P1	Temp	15	7,70	1,82	6,69	8,71	23,64
P1	LF	14	266,6	20,98	254,45	278,69	7,87
P1	pH	15	8,3	0,11	8,29	8,41	1,32
P1	Ca	10	45,11	2,48	43,33	46,88	5,50
P1	Mg	10	9,99	1,64	8,81	11,16	16,42
P1	GH	10	1,54	0,08	1,48	1,59	5,19
P1	NO_3	10	0,94	0,25	0,76	1,12	26,60
P2	Temp	8	7,47	1,69	6,05	8,88	22,62
P2	LF	7	253,71	9,88	244,58	262,85	3,89
P2	pH	8	8,4	0,10	8,32	8,49	1,19
P2	Ca	3	45,02	1,51	41,26	48,79	3,35
P2	Mg	3	10,95	1,35	7,59	14,30	12,33
P2	GH	3	1,57	0,03	1,50	1,65	1,91
P2	NO_3	3	0,70	0,10	0,45	0,95	14,29
P3	Temp	7	7,84	1,64	6,33	9,36	20,92
P3	LF	6	246,00	10,92	234,54	257,46	4,44
P3	pH	7	8,4	0,08	8,39	8,53	0,95
P3	Ca	3	44,89	1,06	42,26	47,52	2,36
P3	Mg	3	11,60	2,02	6,58	16,61	1,74
P3	GH	3	1,60	0,06	1,45	1,75	3,75
P3	NO_3	3	0,63	0,12	0,35	0,92	19,05
P4	Temp	8	7,07	1,74	5,61	8,53	24,61
P4	LF	7	247,00	10,92	236,89	257,11	4,42
P4	pH	7	8,2	0,17	8,01	8,33	2,08
P4	Ca	3	45,02	1,01	42,52	47,52	2,24
P4	Mg	3	10,87	0,78	8,94	12,80	7,18
P4	GH	3	1,57	0,06	1,43	1,71	3,82
P4	NO_3	3	0,63	0,12	0,35	0,92	19,05
P5	Temp	15	6,59	0,64	6,24	6,95	9,71
P5	LF	14	197,36	32,92	178,34	216,37	16,68
P5	pH	14	8,1	0,14	8,04	8,20	1,72
P5	Ca	10	35,63	3,65	33,01	38,24	10,24
P5	Mg	10	7,06	2,50	5,26	8,85	35,41
P5	GH	10	1,18	0,15	1,07	1,29	12,71
P5	NO_3	10	0,80	0,31	0,58	1,03	38,75

Tabelle 15, Fortsetzung:

Px	Par.	n	x	s	L.L.	U.L.	C.V.(%)
P6	Temp	15	6,85	1,07	6,26	7,44	15,62
P6	LF	14	217,21	34,89	197,07	237,36	16,06
P6	pH	14	8,2	0,19	8,12	8,34	2,31
P6	Ca	10	37,44	3,08	35,24	39,64	8,23
P6	Mg	10	8,21	2,88	6,14	10,27	35,08
P6	GH	10	1,29	0,17	1,17	1,41	13,18
P6	NO_3	10	0,71	0,21	0,56	0,86	29,58
Q1	Temp	10	6,96	0,78	6,40	7,52	11,21
Q1	LF	10	268,40	28,32	248,13	288,67	10,55
Q1	pH	10	7,9	0,21	7,73	8,03	2,66
Q1	Ca	9	46,40	3,50	43,71	49,09	7,54
Q1	Mg	9	8,94	3,94	5,91	11,97	44,07
Q1	GH	9	1,52	0,12	1,43	1,62	7,89
Q1	NO_3	8	0,92	0,28	0,68	1,16	30,43
Q2	Temp	8	6,29	0,29	6,05	5,53	4,61
Q2	LF	8	193,75	18,62	178,18	209,32	9,61
Q2	pH	8	7	0,27	7,73	8,18	3,39
Q2	Ca	7	35,30	2,64	32,86	37,75	7,48
Q2	Mg	7	5,47	1,56	4,03	6,91	28,52
Q2	GH	7	1,11	0,07	1,04	1,17	6,31
Q2	NO_3	7	0,66	0,23	0,45	0,87	34,85

5.5.1. Temperatur und Leitfähigkeit

In Abbildung 28 sind die Temperaturverläufe an den Probenstellen P1, P5 und P6 beziehungsweise an beiden Quellen von Mai bis Dezember dargestellt. Die Stelle 1 erwärmt sich ab Ende Mai kontinuierlich und verbleibt dann von Juli bis September über 9°C, wobei sie Ende August einen Maximalwert von 10,1°C verzeichnet. Die mittlere Temperatur der Quelle 1 liegt mit etwa 7°C doch deutlich unter der von P1 (7,7°C). Auch ist nur ein geringer Anstieg der Temperatur an Q1 während der Sommermonate festzustellen. Der höchste Wert Ende September dürfte auf den geringen Abfluß und die erhöhte Einstrahlung in das sich im Quellbecken sammelnde Wasser zurückzuführen sein, jedoch nicht die tatsächliche Quelltemperatur repräsentieren.

Die Temperatur von Quelle 2 liegt im Schnitt etwas unter jener der Fischbachquelle und bleibt weitgehend konstant. Die auf die Quelle folgenden Probenpunkte P5 und P6 verhalten sich hier weitgehend wie Q2 und dürften nur schwach vom einmündenden Fischbach beeinflußt werden. Beide Bäche frieren im Winter nicht zu, auch Eisbildungen an den Ufern konnten nicht beobachtet werden. Gemäß ihrem Temperaturregime können sie als typische sommerkalte Gebirgsbäche klassifiziert werden.

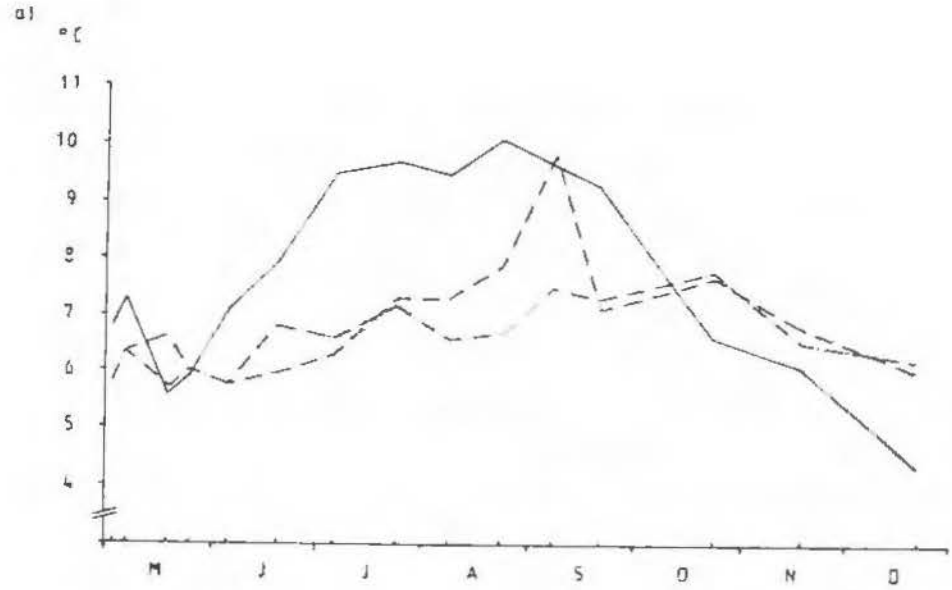
Abbildung 29 zeigt die mittleren Temperaturen und deren Schwankungsbreiten an den Probenstellen während des Untersuchungszeitraumes. Im Längsverlauf des Fischbaches ist auch hier eine mittlere Temperaturzunahme von der Quelle bis zur ersten Probenstelle erkennbar, die durchschnittlichen Werte bleiben dann flußabwärts nahezu gleich. Es ist jedoch zu beachten, daß P2 seltener beprobt wurde und es sich bei P3 und P4 um intermittierende Bachabschnitte handelt - mit einer daraus resultierenden geringeren Anzahl an Meßwerten.

Von der Quelle 2, die charakteristischerweise äußerst geringe Schwankungen im Temperaturregime aufweist, bis zur Probenstelle 6 ist ebenfalls eine deutliche Erhöhung der mittleren Temperatur, sowie eine Zunahme der Variationsbreite zu erkennen.

In einer Gegenüberstellung zeigt sich, daß sich die Quellen hinsichtlich der Temperaturverhältnisse signifikant ($p<0,05$) unterscheiden. Demgegenüber liegen zwischen Q1 und P1 sowie den Stellen 1 bis 4 keine signifikanten Unterschiede vor. Das gleiche gilt zwischen den Punkten Q2, P5 und P6. Während die Probenareale im Fischbach von der Stelle 6 nicht verschieden sind, bestehen zwischen P5 einerseits und den Stellen 1 und 3 andererseits signifikante Unterschiede ($p<0,05$).

An Punkt P1 erkennt man eine schwache Beziehung zwischen der Luft- und der Wassertemperatur ($r^2=0,8$) (Abb.30). Sie ist jedoch aufgrund der geringen Zahl an Messungen wenig repräsentativ. Die Quelltemperaturen werden von denen der Luft, wie zu erwarten, in sehr geringem Maße beeinflußt. Die Stellen 5 und 6 liegen zu nahe an der Quelle 2, um bereits merkliche Erwärmung durch Einstrahlung erkennen zu lassen. Nur während der sommerlichen Trockenperiode erwärmt sich die Stelle 6 stärker. Die Anzahl der Messungen an P2 bis P4 ist wiederum zu gering bzw. fallen unter die zeitweilig austrocknenden Areale, sodaß hier keine Korrelationsrechnungen durchgeführt werden können.

Hinsichtlich der spezifischen Leitfähigkeit bestehen zwischen den Quellen Hinterer Rettenbach und Fischbach höchst signifikante Unterschiede ($p<0,001$). Dies erhärtet die Annahme, daß sie unterschiedliche hydrographische Einzugsgebiete entwässern (vgl. auch Calcium und Gesamthärte). Die Probenpunkte 2, 3 und 4 sind bezüglich ihres Gesamtionengehaltes recht ähnlich, ebenso die Punkte Q2, P5 und P6. Alle Probenstellen im Fischbach unterscheiden sich von der Stelle 5 zumindest hoch signifikant ($p<0,01$), von der Stelle 6 wenigstens signifikant (ausgenommen P3), sind aber nicht von Q1 verschieden. Punkt 1 hebt sich außerdem noch von den intermittierenden Abschnitten P3 und P4 ab.



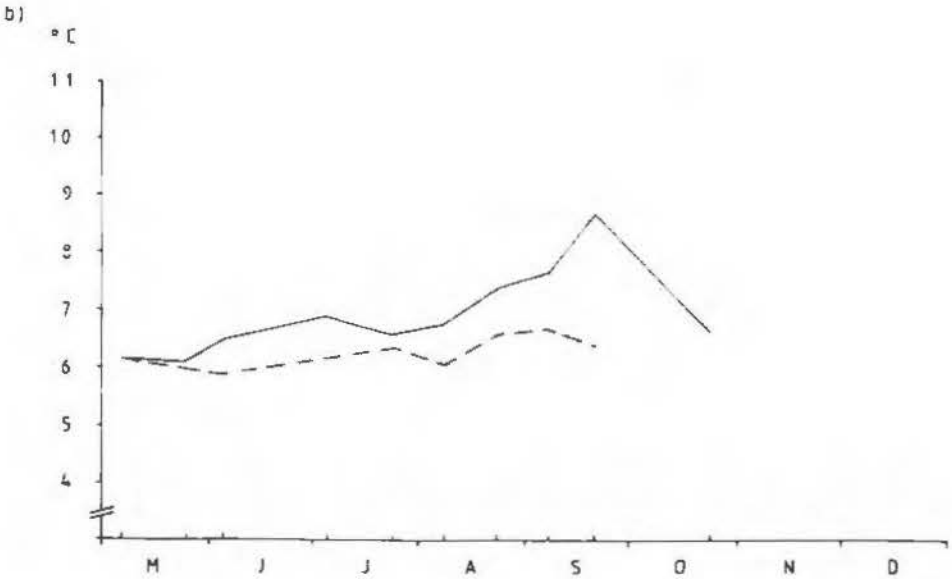


Abbildung 28: Temperaturverlauf während des Untersuchungs-zeitraumes vom 2.5. bis 21.12.1991.
a) --- Stelle 1, -·- Stelle 5, - - - Stelle 6.
b) --- Quelle 1 (FB), - - - Quelle 2 (HR).

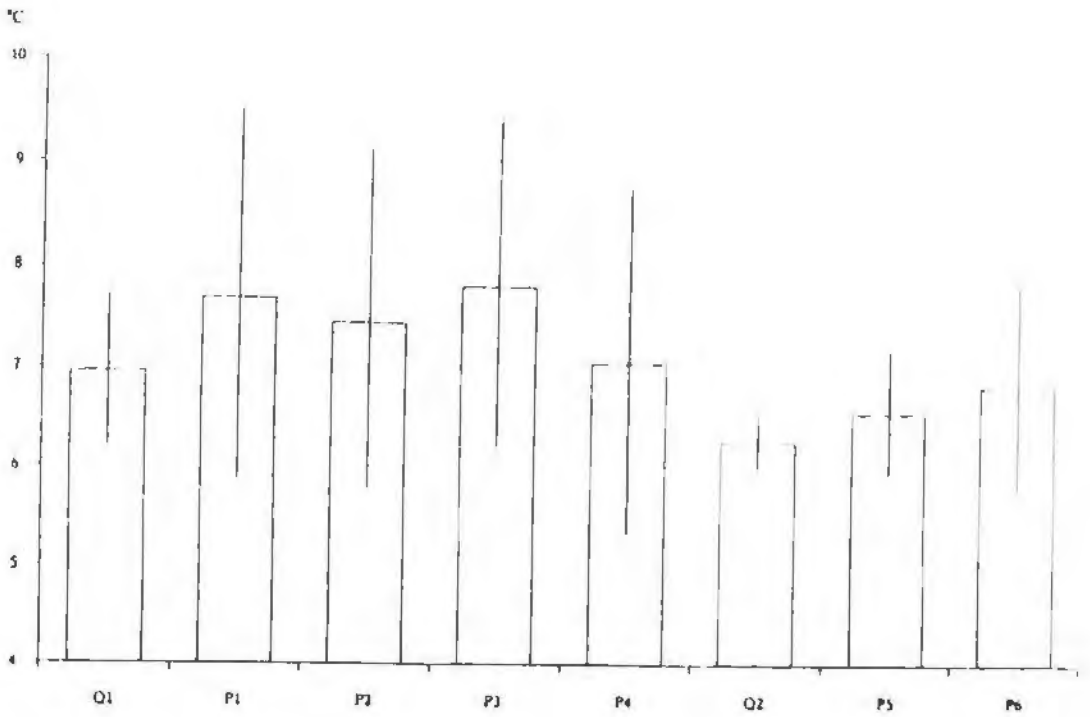


Abbildung 29: Mittlere Temperaturen und deren Schwankungsbreiten an den einzelnen Probenstellen innerhalb des untersuchten Zeitraumes vom 2.5. bis 21.12.1991. Q1 Fischbachquelle, P1-P4 Probenstellen 1 bis 4 im Fischbach, Q2 Quelle des Hinteren Rettenbaches, P5 und P6 Probenstellen 5 und 6 im Hinteren Rettenbach. Stichprobenzahl (n): P1, P5, P6 = 15, Q1 = 10, P2, P4, Q2 = 8, P3 = 7.

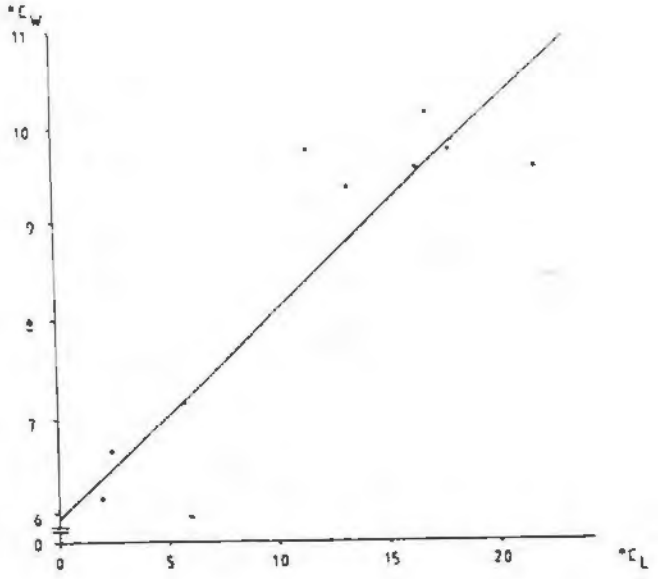


Abbildung 30: Beziehung zwischen Luft- und Wasser-temperatur. $r^2 = 0{,}8$; n = 10.

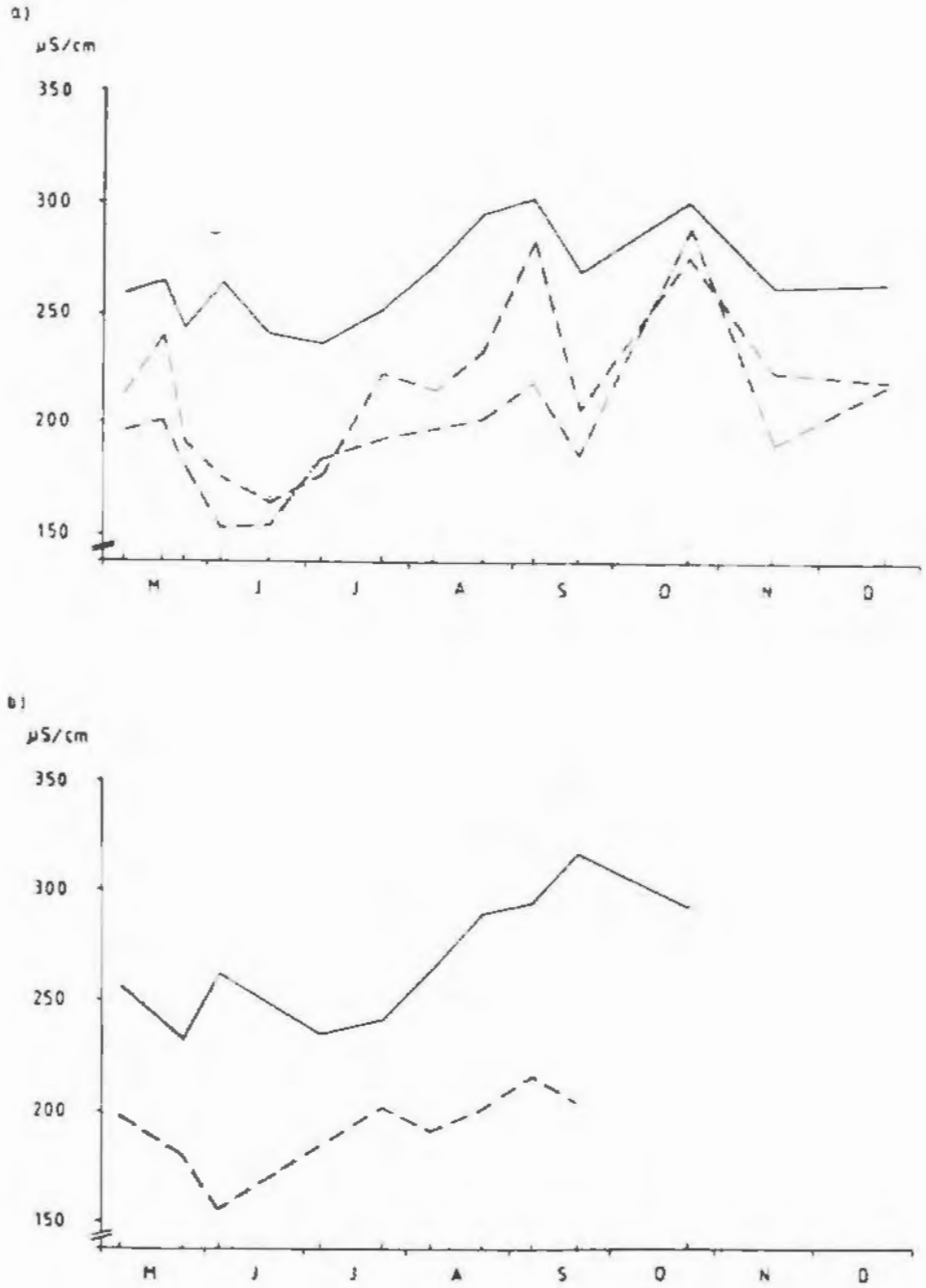


Abbildung 31: Verlauf der elektrischen Leitfähigkeit während des Untersuchungszeitraumes vom 2.5. bis 21.12.1991.
a) --- Stelle 1, -·- Stelle 5, - - - Stelle 6.
b) --- Quelle 1 (FB), - - - Quelle 2 (HR).

5.5.2. Chemische Parameter

Nach BREHM und MEIJERING (1990) weisen Quellen im Mittel schwach saure pH-Werte auf, die aber mit zunehmendem Kalkgehalt des Gesteins in den Einzugsgebieten ansteigen. Die durchschnittlichen pH-Werte der Quellen liegen daher auch etwas höher - im neutralen bis schwach alkalischen Bereich (7,9 an Q1, 7 an Q2). An den Probenstellen im Bachverlauf nimmt der pH noch höhere Werte an, da das oberirdisch weiterfließende Wasser die überschüssige Kohlensäure an die Luft abgibt. Der über den gesamten Untersuchungszeitraum gemittelte pH beträgt im FB 8,2 (±0,04), im HR 8,1 (±0,2). Die Bäche können somit den Hydrogenkarbonat-Fließgewässern zugerechnet werden, für die pH-Werte zwischen 6 und 10 typisch sind.

Obgleich die pH-Werte in einem sehr engen Bereich liegen und jene der beiden Quellen einander doch sehr ähneln (Abb.33 und 34), fällt sofort der hoch signifikante Unterschied zwischen P1, P2, P3 einerseits und P5 andererseits auf. Auch die Stelle 6 ist von den Stellen im Fischbach mit Ausnahme von P4 als signifikant verschieden anzusehen. Wie bei den Leitfähigkeitswerten liegt auch der pH im Hinteren Rettenbach niedriger als in der Pilotstudie von 1990 (8,8) (TOCKNER et al., op. cit.).

Da fast das gesamte gelöste Calcium und Magnesium in Fließgewässern allochthonen Ursprungs ist, aber nur zu einem geringen Teil aus Niederschlägen stammt, eignen sich beide Erdalkalimetalle als Zeiger für Kalk- und Dolomitgestein in den Einzugsgebieten, sofern anthropogene Einflüsse ausgeschlossen werden können.

Über alle beprobten Stellen und den gesamten Untersuchungszeitraum gemittelt beträgt die Calcium-Konzentration im FB 45,48 mg/l (±0,48), im HR 36,21 mg/l (±0,62), die der Magnesium-Ionen 10,02 mg/l (±0,49) bzw. 7,29 mg/l (±0,52). Die Gesamthärte liegt im FB bei 1,55 mmol/l (,02),das entspricht 8,68°dH (±0,09), im HR bei 1,2 mmol/l (±0,03), das sind 6,74°dH (±0,17). Der FB führt demnach "mittelhartes" Wasser, der Hintere Rettenbach sogar "weiches" (nach BREHM und MEIJERING, 1990). Im zeitlichen Verlauf sind keine krassen Veränderungen feststellbar (Abb.35). Ebenso bleibt der Anteil des Calciums an den Erdalkali-Elementen mit ca. 75% an allen Probenstellen konstant (Abb.36).

Wie bei der Leitfähigkeit läßt sich das Bachsystem auch nach dem Ca-Gehalt, der Gesamthärte und etwas unschärfer auch nach den Mg-Konzentrationen auftrennen (Abb.37). In Bezug auf den Ca-Gehalt sind die Stellen des FB höchst signifikant von jenen des HR verschieden. Innerhalb der Bäche existieren zwischen den Stellen keine

Feinmaterial, wie zum Beispiel Höhlenlehm, vermehrt aus den unterirdischen Hohlräumen ausgeschwemmt wird. Am geringsten sind die Konzentrationen an P1 (0,7 mg/l ±0,12) und P6 (0,66 mg/l ±0,15).

Tabelle 16: Mittlere Schwebstoffgehalte in mg/l an den acht Probenstellen. n Stichprobenanzahl, x Mittelwert, s Standardabweichung, L.L. und U.L. unteres und oberses Konfidenzintervall (95%), C.V. Variationskoeffizient (%).

Stelle	n	x	s	L.L.	U.L.	C.V.
Q1	6	2,11	2,40	0,00	4,62	113,54
P1	10	0,70	0,37	0,44	0,96	52,44
P2	6	1,30	2,28	0,00	3,69	175,44
P3	4	1,80	1,17	0,00	3,66	65,05
P4	5	1,76	1,53	0,00	3,65	87,04
Q2	6	1,84	2,55	0,00	4,52	138,57
P5	8	0,95	1,15	0,00	1,91	120,46
P6	7	0,66	0,39	0,30	1,02	59,63

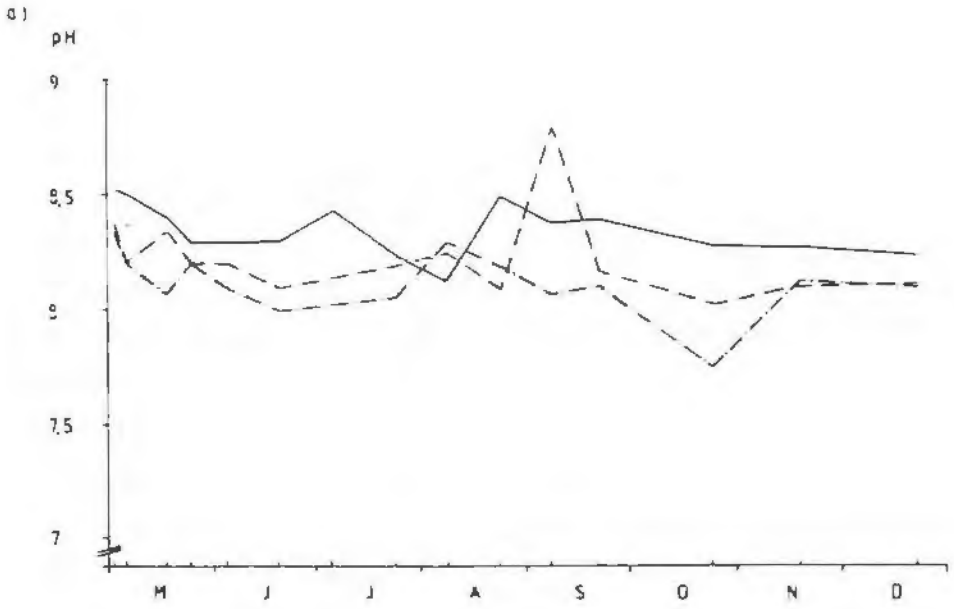


Abbildung 33: Verlauf des pH während des Untersuchungszeitraumes vom 2.5. bis 21.12.1991.
a) --- Stelle 1, -·- Stelle 5, - - - Stelle 6.
b) --- Quelle 1 (FB), - - - Quelle 2 (HR).

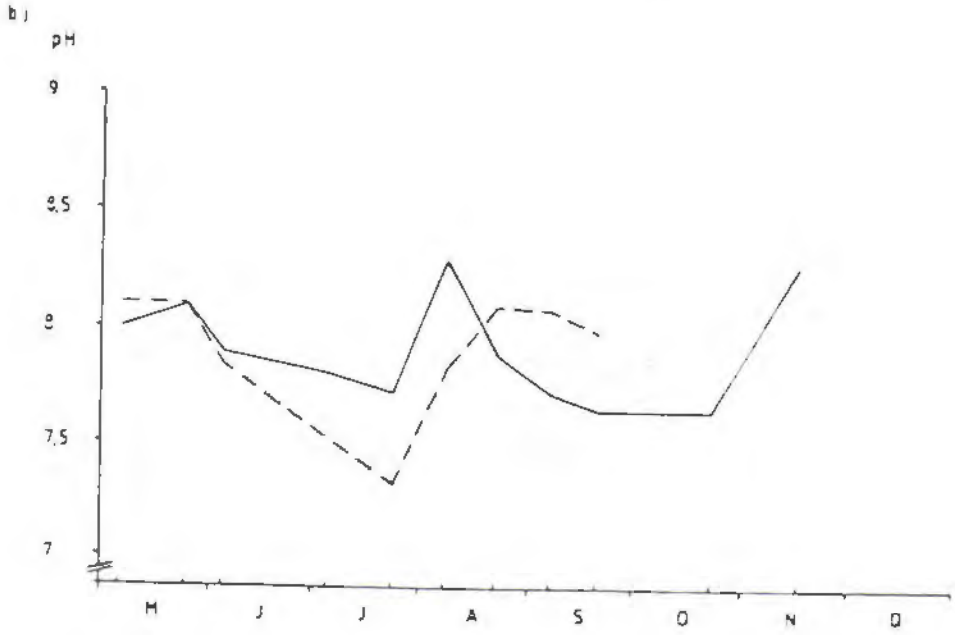


Abbildung 33 b)

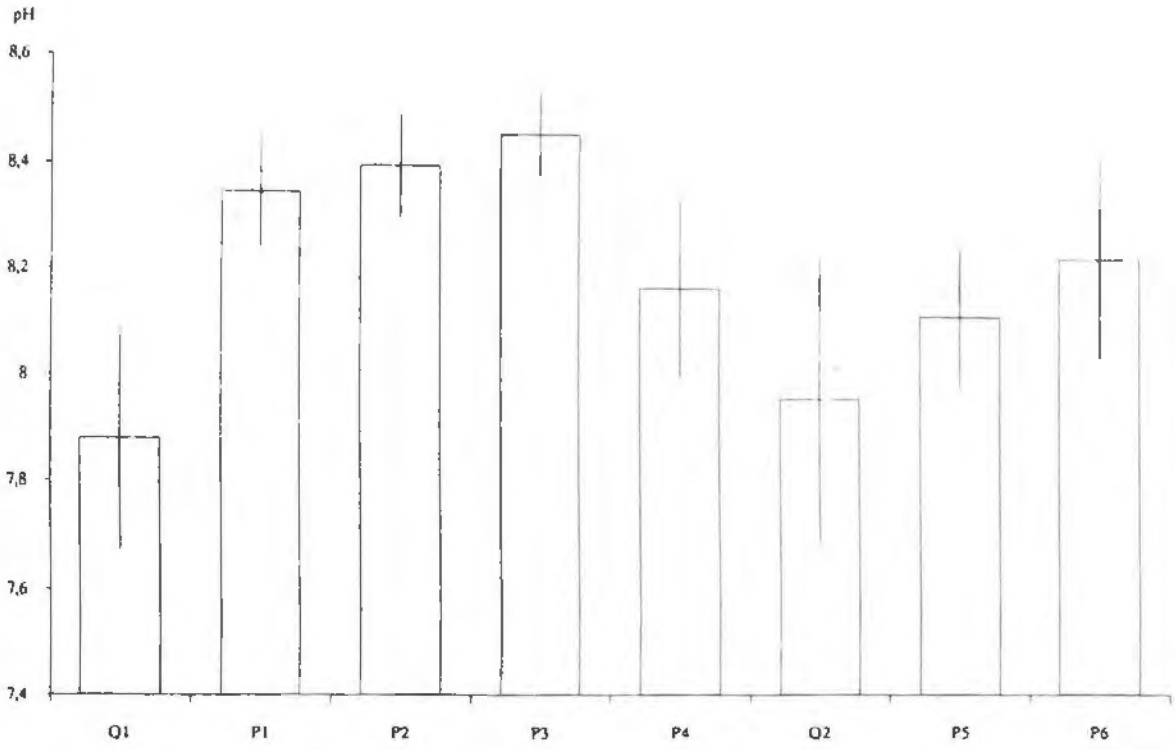
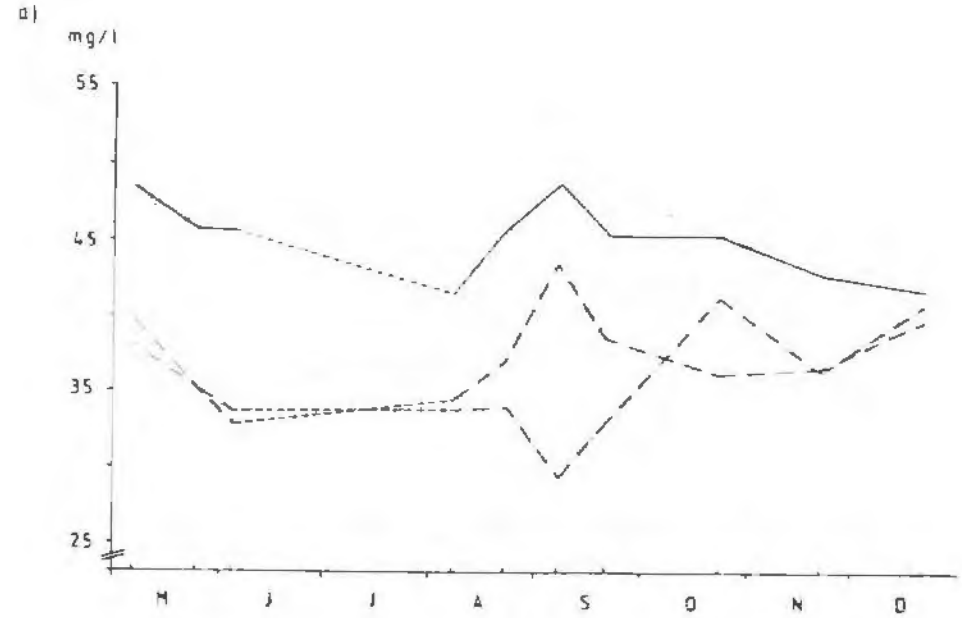


Abbildung 34: Durchschnittliche pH-Werte und ihre Schwankungsbreiten an den einzelnen Probenstellen vom 2.5. bis 21.12.1991.
Q1 Fischbachquelle, P1-P4 Probenstellen 1 bis 4 im Fischbach, Q2 Quelle des Hinteren Rettenbaches, P5 und P6 Probenstellen 5 und 6 im Hinteren Rettenbach. Stichprobenzahl: Stichprobenzahl (n): P1, P5 = 15, P6 = 14, Q1 = 10, P2, Q2 = 8, P3, P4 = 7.



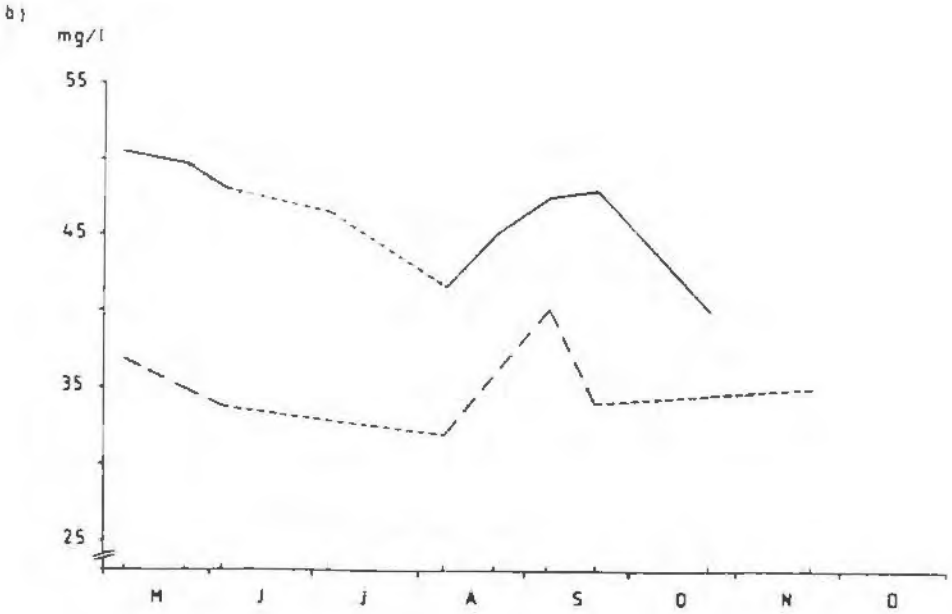
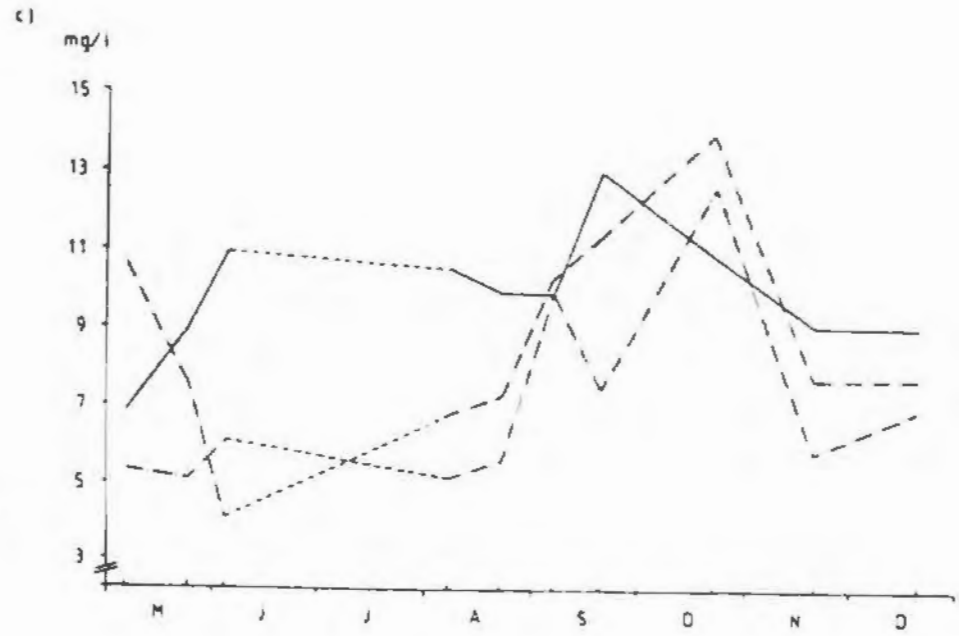


Abbildung 35: Calcium- (a,b) und Magnesiumkonzentrationen (c,d) sowie die Gesamthärte (e,f) in der Zeit vom 2.5. bis 21.12.1991.
a,c,e) ---- Stelle 1, -·- Stelle 5, - - - Stelle 6.
b,d,f) ---- Quelle 1 (FB), - - - Quelle 2 (HR).



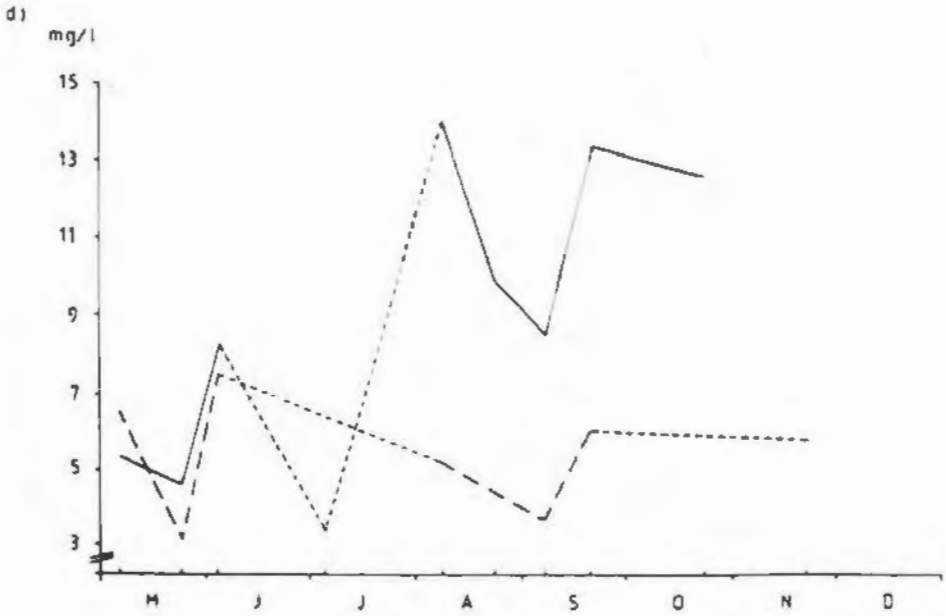
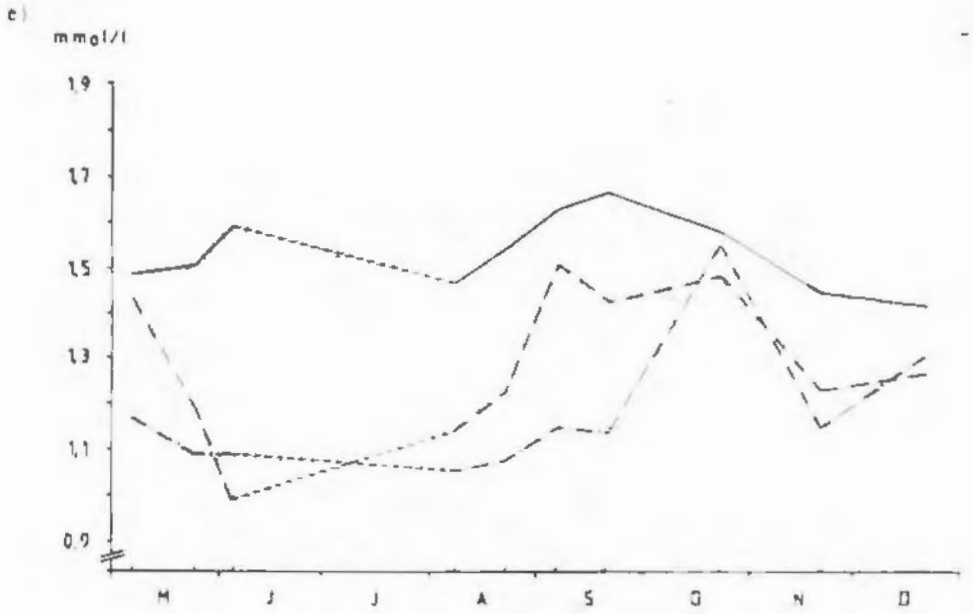


Abbildung 35 c,d)



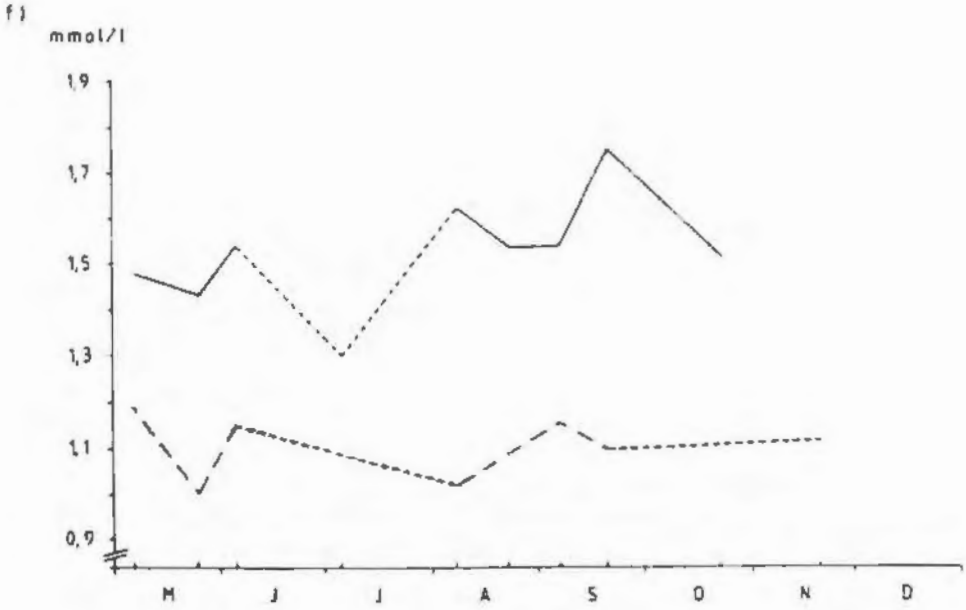


Abbildung 35 e,f)

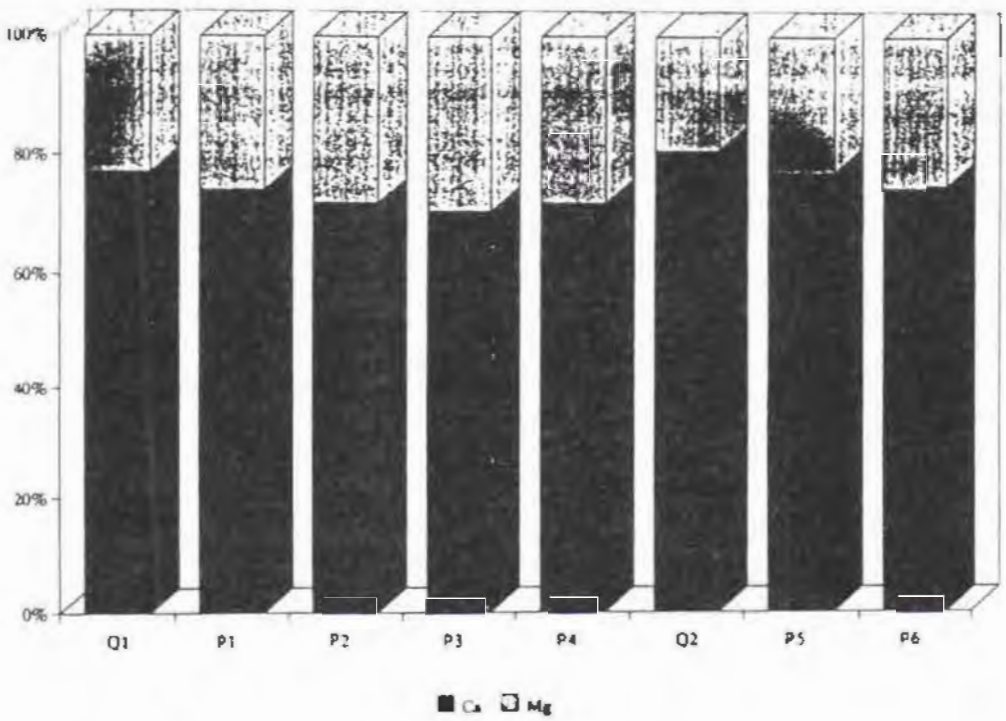


Abbildung 36: Relative Calcium- und Magnesium-konzentrationen an den beprobten Stellen.
Q1 Fischbachquelle, P1-P4 Probenstellen 1 bis 4 im Fischbach, Q2 Quelle des Hinteren Rettenbaches, P5 und P6 Probenstellen 5 und 6 im Hinteren Rettenbach.

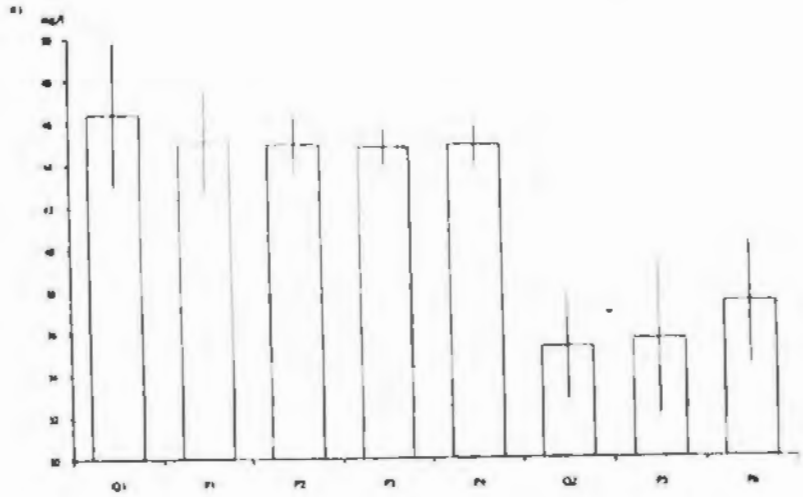
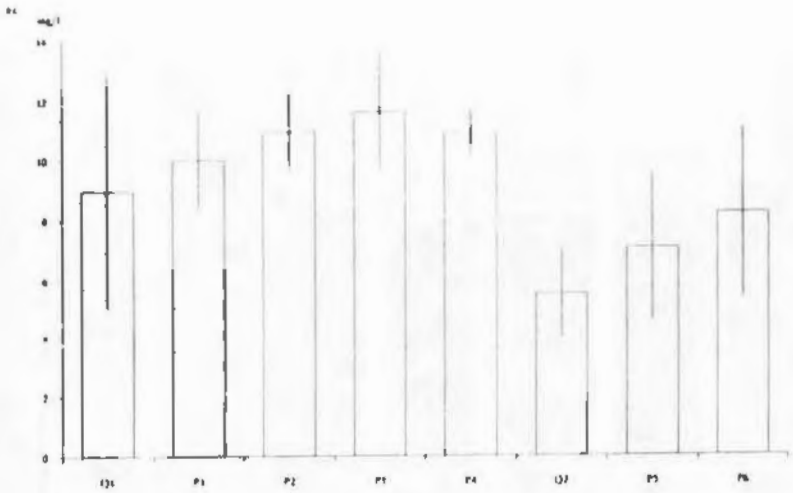


Abbildung 37: Charakterisierung der beprobten Stellen anhand ihrer mittleren Calcium- (a) und Magnesiumkonzentrationen (b), sowie der durchschnittlichen Gesamthärte (c) (Untersuchungszeitraum: 2.5. bis 21.12.1991. Q1 Fischbachquelle, P1-P4 Probenstellen 1 bis 4 im Fischbach, Q2 Quelle des Hinteren Rettenbaches, P5 und P6 Probenstellen 5 und 6 im Hinteren Rettenbach. Stichprobenzahl: Stichprobenzahl (n): P1, P5, P6 = 10, Q1 = 9, Q2 = 7, P2, P3, P4 = 3.



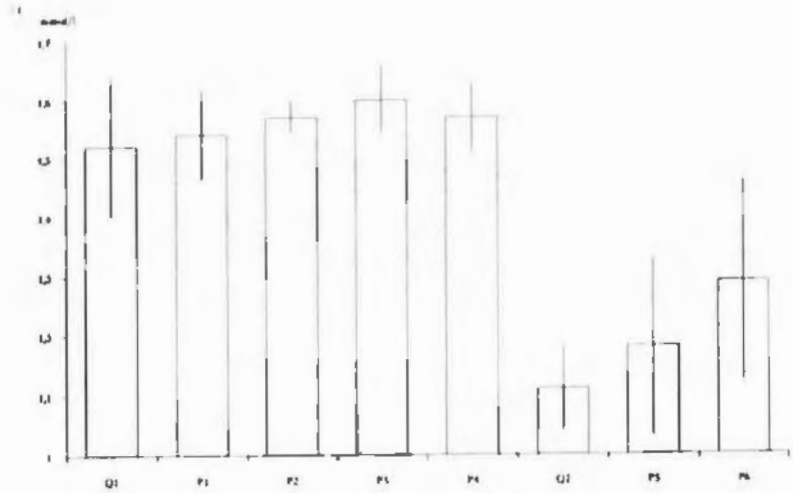


Abbildung 37 b,c)

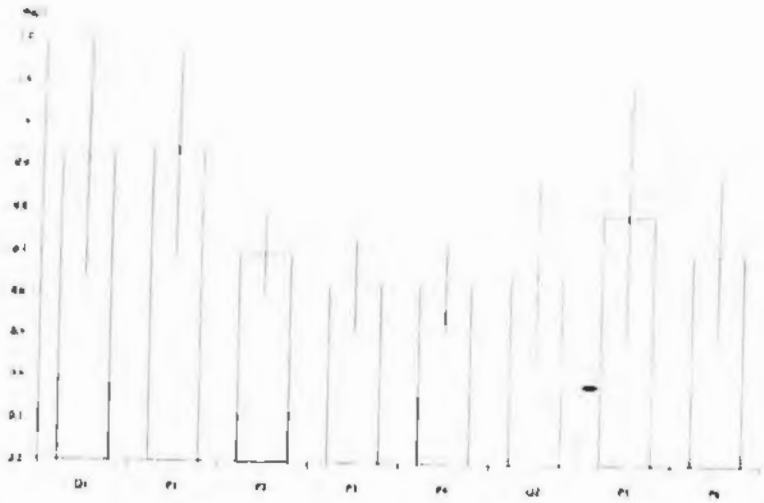


Abbildung 38: Mittlere Nitratgehalte vom 2.5. bis 21.12.1991. Q1 Fischbachquelle, P1-P4 Probenstellen 1 bis 4 im Fischbach, Q2 Quelle des Hinteren Rettenbaches, P5 und P6 Probenstellen 5 und 6 im Hinteren Rettenbach. Stichprobenzahl (n): P1, P5, P6 = 10, Q1 = 8, Q2 = 7, P2, P3, P4 = 3.

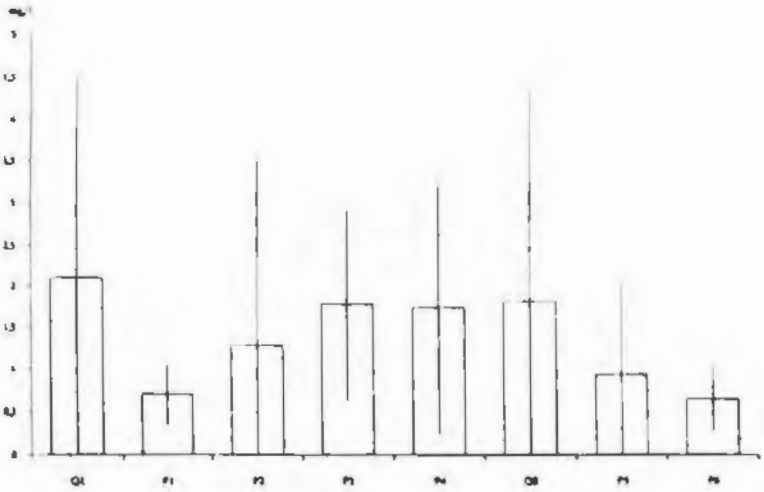


Abbildung 39: Mittlere Schwebstoffgehalte innerhalb des Untersuchungszeitraumes (2.5. bis 21.12.1991).
Q1 Fischbachquelle, P1-P4 Probenstellen 1 bis 4 im Fischbach, Q2 Quelle des Hinteren Rettenbaches, P5 und P6 Probenstellen 5 und 6 im Hinteren Rettenbach.

5.5.3. Vergleich der chemisch-physikalischen Parameter

Es ist nicht möglich, die Parameter über alle Probenstellen in einen Zusammenhang zu stellen, da sich die Verhältnisse in den beiden Bächen zu stark voneinander unterscheiden. Korrelationen zwischen den Punkten innerhalb der Bäche liefern keine positiven Ergebnisse, da auch hier die Verschiedenheiten der einzelnen Abschnitte zu tragen kommen.

Daher wird versucht, Beziehungen zwischen den Faktoren innerhalb der Probenstellen herauszuarbeiten (Tab.18). Diese sind jedoch nur schwach ausgeprägt und möglicherweise auf die oft sehr geringe Zahl an Meßwerten zurückzuführen. Daher sind sie lediglich als eventuelle Zusammenhänge zu interpretieren, die in weiterführenden Untersuchungsreihen zu verifizieren sind.

Tabelle 17: Korrelationen zwischen den chemisch-physikalischen Parametern und den Pegelständen an den Probenstellen 1, 5 und 6. px und py verglichene Parameter, r Korrelationskoeffizient, sign Signifikanzniveau, n Stichprobenanzahl.

px	py	r	sign	n
Probenstelle 1				
Pegel 1	LF	0,6921	0,0000	12
Pegel 1	pH	-0,1671	0,1563	11
Pegel 1	Ca^{++}	-0,1715	0,3298	8
Pegel 1	Mg^{++}	-0,6678	0,0003	8
Pegel 1	GH	0,5871	0,0001	10
Pegel 1	NO_3^-	-0,0536	0,6786	10
Temp	LF	0,1839	0,0413	14
Temp	pH	0,1277	0,1154	15
Temp	Ca^{++}	0,2634	0,0880	9
Temp	GH	0,5322	0,0012	9
Temp	NO_3^-	0,3616	0,0226	9
LF	pH	0,0966	0,2648	14
LF	Ca^{++}	0,1978	0,1927	9
LF	GH	0,4213	0,0089	9
LF	NO_3^-	0,3235	0,0393	9
pH	Ca^{++}	0,7486	0,0000	9
pH	GH	0,3517	0,0262	9
pH	NO_3^-	0,2305	0,1321	9
Ca^{++}	GH	0,5871	0,0001	10
Ca^{++}	NO_3^-	-0,0536	0,6786	10
Mg^{++}	GH	-0,6678	0,0000	10
GH	NO_3^-	0,4051	0,0047	10

Fortsetzung, Tabelle 17:

px	py	r	sign	n
Probenstelle 5				
Pegel 3	LF	-0,6709	0,0000	10
Pegel 3	pH	0,1226	0,3485	10
Pegel 3	Ca^{++}	0,5266	0,0435	6
Pegel 3	Mg^{++}	-0,5789	0,0000	6
Pegel 3	GH	-0,2178	0,4122	6
Pegel 3	NO_3^-	-0,8034	0,0008	6
Temp	LF	0,5552	0,0000	14
Temp	pH	0,1226	0,3485	10
Temp	Ca^{++}	-0,0487	0,7424	9
Temp	GH	0,5395	0,0011	9
Temp	NO_3^-	0,6854	0,0000	9
LF	pH	-0,5442	0,0000	13
LF	Ca^{++}	0,5323	0,0013	9
LF	GH	0,8798	0,0000	9
LF	NO_3^-	0,3883	0,0151	9
pH	Ca^{++}	-0,4272	0,0081	9
pH	GH	-0,8833	0,0000	9
pH	NO_3^-	-0,5041	0,0021	9
Ca^{++}	GH	0,7336	0,0000	10
Ca^{++}	NO_3^-	0,1177	0,3676	10
Mg^{++}	GH	0,8088	0,0000	10
GH	NO_3^-	0,4207	0,0035	10
Probenstelle 6				
Pegel 3	LF	-0,8029	0,0000	10
Pegel 3	pH	-0,4339	0,0027	10
Pegel 3	Ca^{++}	-0,7551	0,0022	6
Pegel 3	Mg^{++}	-0,7867	0,0012	6
Pegel 3	GH	-0,6811	0,0071	6
Pegel 3	NO_3^-	-0,9504	0,0000	6
Temp	LF	0,8052	0,0000	14
Temp	pH	0,5472	0,0000	14
Temp	Ca^{++}	0,5603	0,0007	9
Temp	GH	0,5690	0,0006	9
Temp	NO_3^-	0,2790	0,0720	9
LF	pH	0,4437	0,0001	13
LF	Ca^{++}	0,6022	0,0003	9
LF	GH	0,7484	0,0000	9
LF	NO_3^-	0,6617	0,0001	9
pH	Ca^{++}	0,6008	0,0003	9
pH	GH	0,2925	0,0602	9
pH	NO_3^-	-0,2089	0,1702	9
Ca^{++}	GH	0,7700	0,0000	10
Ca^{++}	NO_3^-	0,3729	0,0085	10
Mg^{++}	GH	0,9302	0,0000	10
GH	NO_3^-	0,4506	0,0019	10

So ist die Leitfähigkeit gemäß folgender Gleichungen an den Stellen 1, 5 und 6 mit den Pegelständen schwach negativ korreliert (Abb.40).

P1: Leitfähigkeit (LF) zu Pegel 1 (Pe1):

$$LF = -3{,}116\ (\pm 1{,}028) * Pe1 + 310{,}386\ (\pm 15{,}014)$$

$r^2 = 0{,}48$, $p<0{,}001$, $n = 12$

P5: LF zu Pe3:

$$LF = -1{,}79\ (\pm 0{,}7) * Pe3 + 228{,}267\ (\pm 16{,}625)$$

$r^2 = 0{,}45$, $p<0{,}001$, $n = 10$

P6: LF zu Pe3:

$$LF = -3{,}668\ (\pm 0{,}963) * Pe3 + 294{,}112\ (\pm 22{,}877)$$

$r^2 = 0{,}64$, $p<0{,}001$, $n = 10$

Mangels genügender Meßwerte konnten an den Stellen 2 bis 4 keine brauchbaren Regressionen durchgeführt werden. Am Probenpunkt 5 sind folgende Korrelationen von Interesse (Abb.41 a-d):

Beziehung zwischen Leitfähigkeit (LF) und Gesamthärte (GH):

$$LF = 208{,}48\ (\pm 42{,}58) * GH - 42{,}15\ (\pm 50{,}79)$$

$r^2 = 0{,}77$, $p<0{,}001$, $n = 9$

Beziehung zwischen pH und Gesamthärte (GH):

$$pH = -0{,}84\ (\pm 0{,}17) * GH + 9{,}11\ (\pm 0{,}2)$$

$r^2 = 0{,}78$, $p<0{,}001$, $n = 9$

Beziehung zwischen Calcium (Ca) und Gesamthärte (GH):

$$GH = 0{,}03\ (\pm 0{,}009) * Ca + 0{,}1\ (\pm 0{,}36)$$

$r^2 = 0{,}54$, $p<0{,}001$, $n = 10$

Beziehung zwischen Magnesium (Mg) und Gesamthärte (GH):

$$GH = 0{,}05\ (\pm 0{,}01) \cdot Mg + 0{,}84\ (\pm 0{,}09)$$

$r^2 = 0{,}65,\ p<0{,}001,\ n = 10$

Die Probenstelle 6 zeigt mögliche Zusammenhänge zwischen Faktoren, wie sie auch bei P5 auftraten (Abb.42 a-e):

Beziehung zwischen Leitfähigkeit (LF) und Wassertemperatur (T):

$$LF = 26{,}26\ (\pm 5{,}58) \cdot T + 35{,}35\ (\pm 39{,}1)$$

$r^2 = 0{,}65,\ p<0{,}001,\ n = 14$

Beziehung zwischen Pegel (Pe3) und Nitrat (NO_3):

$$NO_3 = -0{,}01\ (\pm 0{,}02) \cdot Pe3 + 0{,}9\ (\pm 0{,}05)$$

$r^2 = 0{,}90,\ p<0{,}001,\ n = 6$

Beziehung zwischen Leitfähigkeit (LF) und Gesamthärte (GH):

$$LF = 151{,}578\ (\pm 50{,}78) \cdot GH + 26{,}95\ (\pm 66{,}45)$$

$r^2 = 0{,}56,\ p<0{,}001,\ n = 9$

Beziehung zwischen Calcium (Ca) und Gesamthärte (GH):

$$GH = 0{,}04\ (\pm 0{,}01) \cdot Ca - 0{,}29\ (\pm 0{,}47).$$

$r^2 = 0{,}59,\ p<0{,}001,\ n = 10$

Beziehung zwischen Magnesium (Mg) und Gesamthärte (GH):

$$GH = 0{,}06\ (\pm 0{,}007) \cdot Mg + 0{,}8\ (\pm 0{,}07)$$

$r^2 = 0{,}87,\ p<0{,}001,\ n = 10$

Zu erwarten ist demnach, daß bei stärkerer Schüttung infolge der "Verdünnung" die Gesamtionenkonzentration relativ sinkt. Gleiches gilt auch für den Gehalt an Nitrat. Demgegenüber dürfte die Leitfähigkeit im wesentlichen durch die Gesamthärte bedingt sein.

Calcium und Magnesium üben somit, da sich beide in großem Maße in der Gesamthärte niederschlagen, den stärksten Einfluß auf die Ionenfracht aus, andere Ionen treten ihnen gegenüber zurück. An der Stelle 6 ist darüberhinaus eine Temperaturabhängigkeit der Leitfähigkeit gegeben.

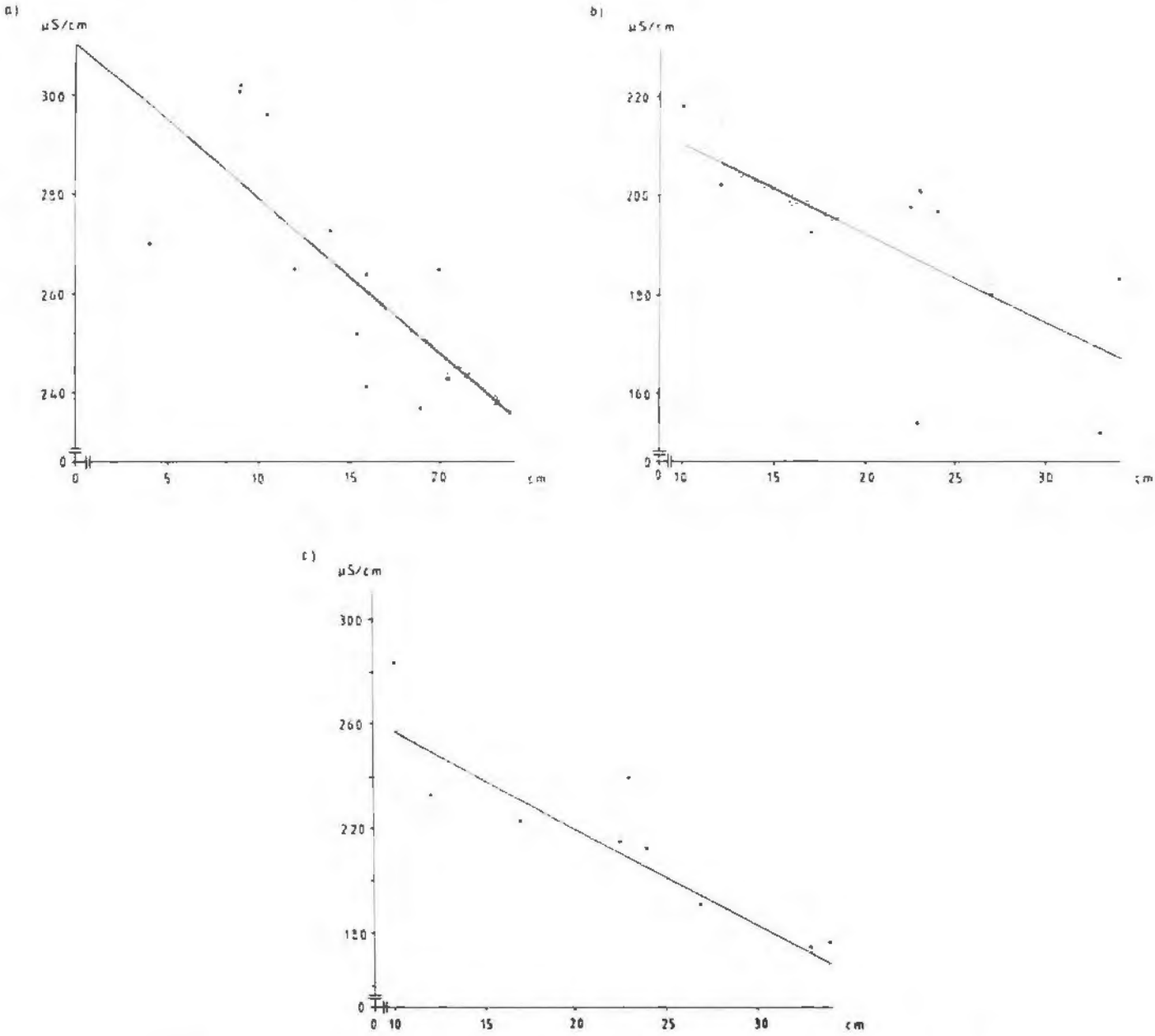


Abbildung 40: Regressionen zwischen den Pegelständen und den Leitfähigkeiten an den Probenarealen P1, P5 und P6.
a) Stelle 1, $r^2 = 0{,}48$, $n = 12$, b) Stelle 5, $r^2 = 0{,}45$, $n = 10$, c) Stelle 3, $r^2 = 0{,}64$, $n = 10$.

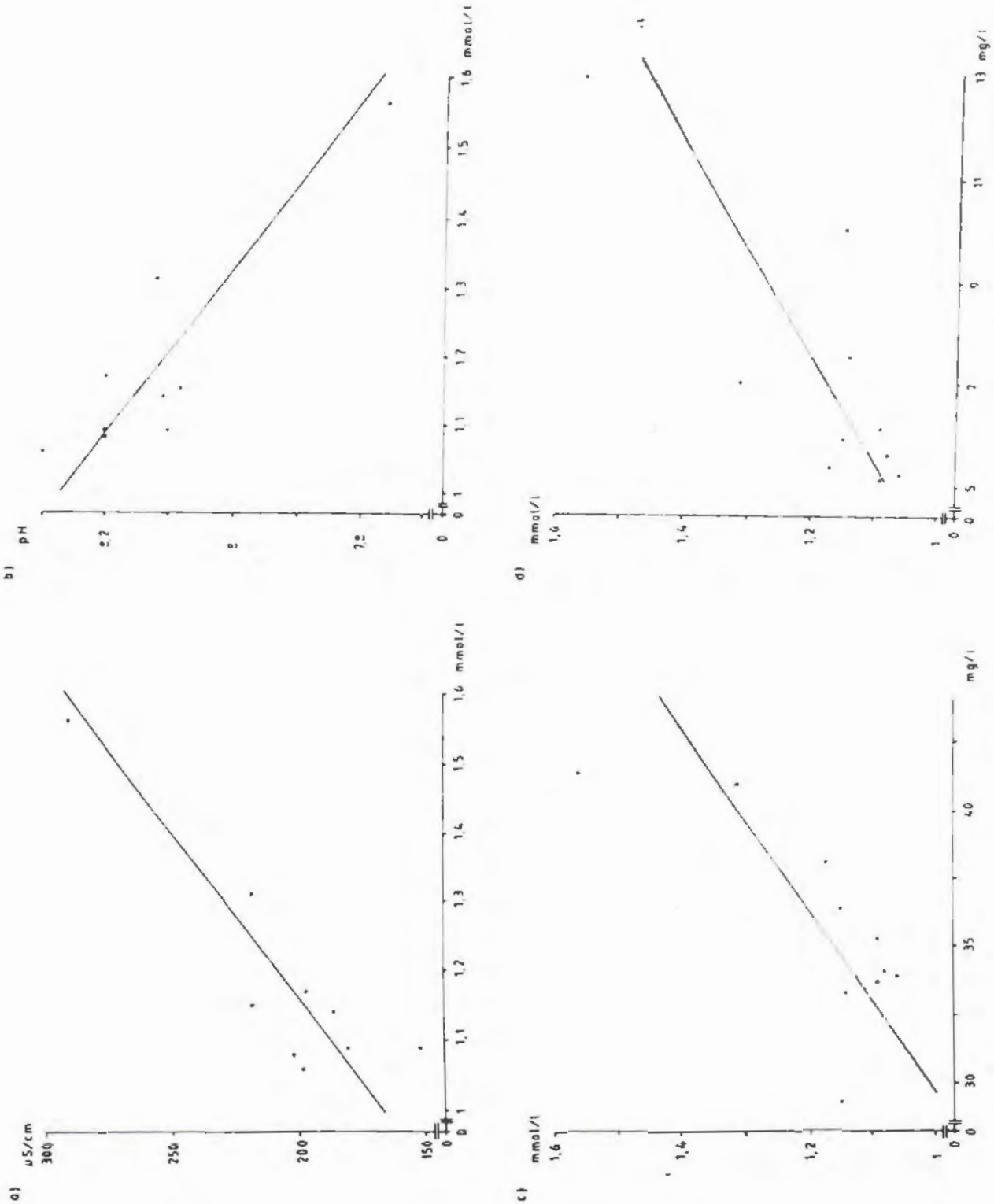


Abbildung 41: Beziehungen zwischen einzelnen chemisch-physikalischen Parametern an der Probenstelle 5. Regression zwischen
a) Gesamthärte und Leitfähigkeit: $r^2 = 0{,}77$, n = 9,
b) Gesamthärte und pH: r2 = 0,78, n = 9,
c) Calciumkonzentration und Gesamthärte: $r^2 = 0{,}54$, n = 10,
d) Magnesiumgehalt und Gesamthärte: $r^2 = 0{,}65$, n = 10.

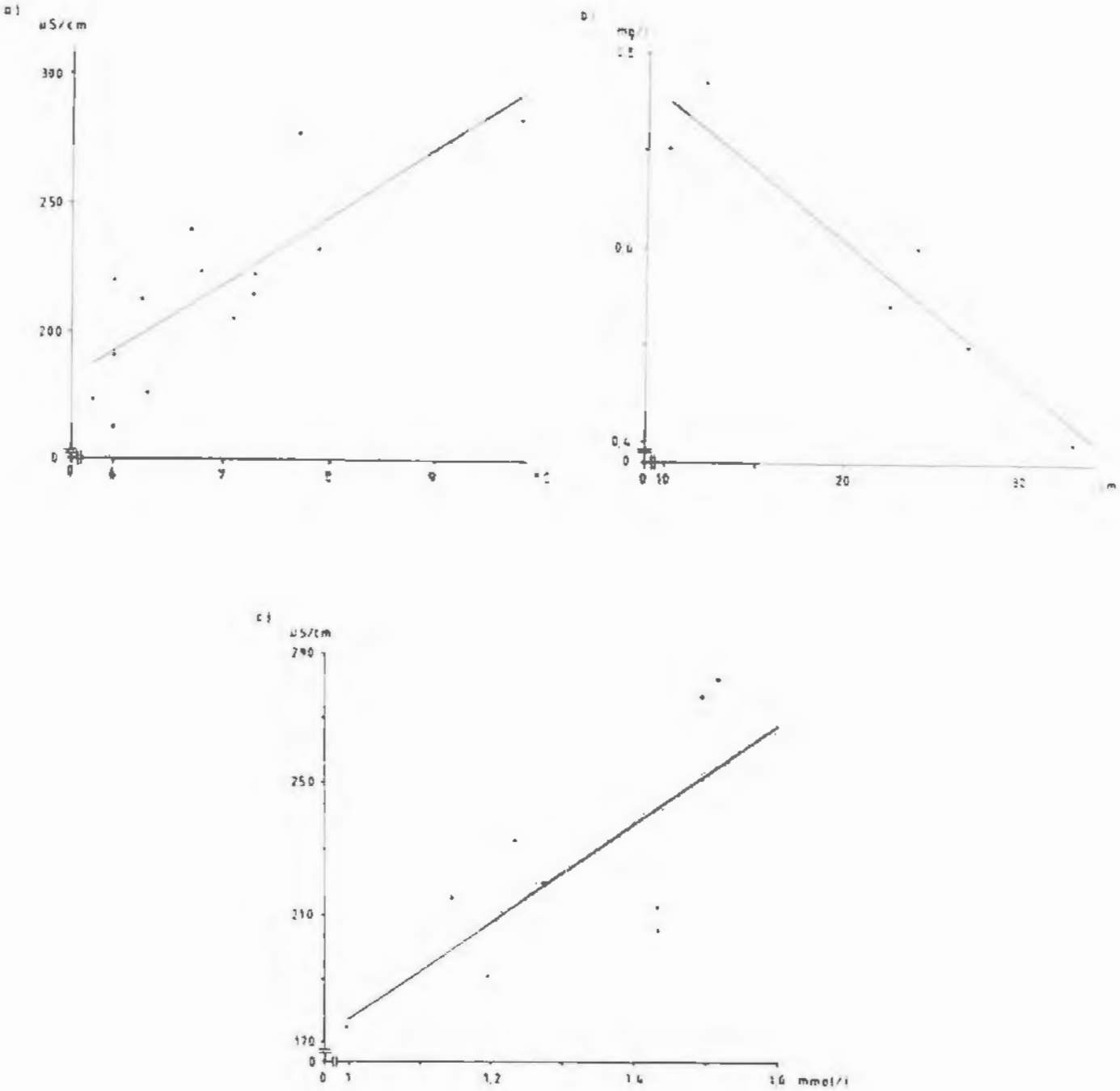
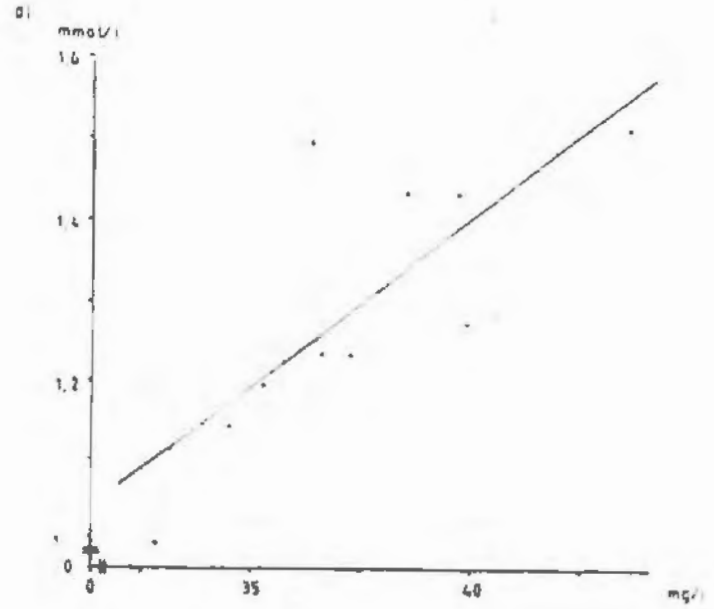


Abbildung 42: Chemisch-physikalische Zusammenhänge an der Stelle 6. Beziehung zwischen:
a) Temperatur und Leitfähigkeit, $r^2 = 0{,}65$, n = 14,
b) Pegelstand und Nitratgehalt, $r^2 = 0{,}9$, n = 6,
c) Leitfähigkeit und Gesamthärte, $r^2 = 0{,}56$, n = 9,
d) Calciumkonzentration und Gesamthärte, $r^2 = 0{,}59$, n = 10,
e) Magnesiummenge und Gesamthärte, $r^2 = 0{,}87$, n = 10.



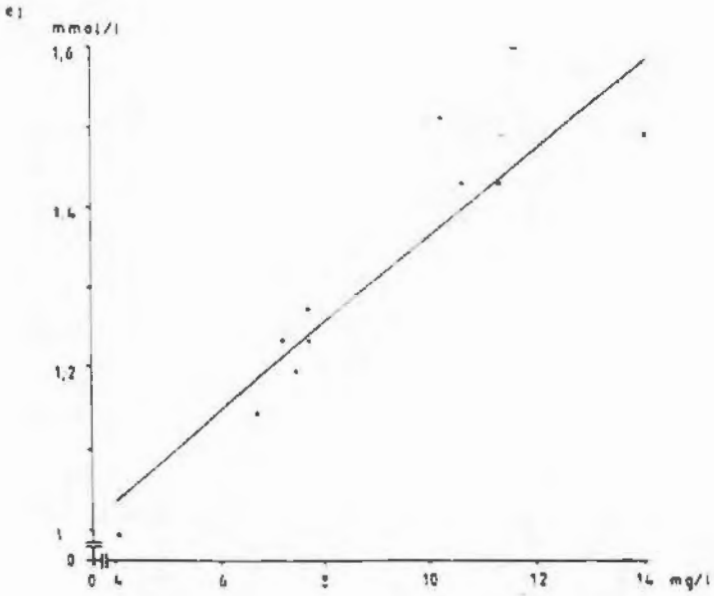


Abbildung 42 d,e)

5.5.4. Multivariater Vergleich der Probenstellen

Eine Diskriminanzanalyse über alle Probenpunkte basiernd auf den Faktoren Temperatur (T), Leitfähigkeit (LF), pH, Calcium- (Ca) und Magnesiumgehalt (Mg), Gesamthärte (GH) und Nitrat-Konzentration (NO_3) ergab eine geringe Abgrenzung der Stellen im Fischbach von denen im Hinteren Rettenbach. Die ersten beiden der erhaltenen sieben Funktionen erklären über 99% der Gesamtvarianz und trennen die Gruppen höchst signifikant, wobei die Gesamthärte die höchste diskriminatorische Bedeutung erlangt:

$F1 = -0{,}255 * T + 0{,}008 * LF + 1{,}201 * pH + 0{,}313 * Ca + 0{,}297 * Mg - 1{,}306 * GH - 0{,}738 * NO_3 - 23{,}035$

Kanonische Korrelation: 0,9, Eigenwert: 4,281, $p<0{,}001$

$F2 = -0{,}016 * T - 0{,}005 * LF + 5{,}997 * pH - 0{,}226 * Ca - 0{,}014 * Mg + 5{,}005 * GH - 0{,}112 * NO_3 - 45{,}234$

Kanonische Korrelation: 0,77, Eigenwert: 1,461, $p<0{,}01$

Die Stellen 1, 2, 3, 4, und 5 können mit einer Wahrscheinlichkeit von 66,67% als vorhersagbare Gruppen klassifiziert werden, die Stelle 6 nur auf einem Wahrscheinlichkeitsniveau von 44,44%. Interessant ist, daß sich die beiden Quellen als homogenste Gruppen darstellen lassen: Q1 mit 87,5% und Q2 mit 83,33% (Abb.43).

Zusätzlich wurde die Diskriminanzanalyse angewandt, um die Probenstellen innerhalb der einzelnen Bäche voneinander abzugrenzen. Hierbei traten im Fischbach P3 und P4, also die intermittierenden Bachabschnitte, mit 100% als eigenständigste Gruppen hervor. Die Stellen 1 und 2 sind auch hier mit Wahrscheinlichkeiten von 66,67% voraussagbar (Abb.44). Die Trennung ist jedoch nur bei der ersten Funktion signifikant. Unter den Probenpunkten im Hinteren Rettenbach sind keine homogenen Gruppen zu erkennen.

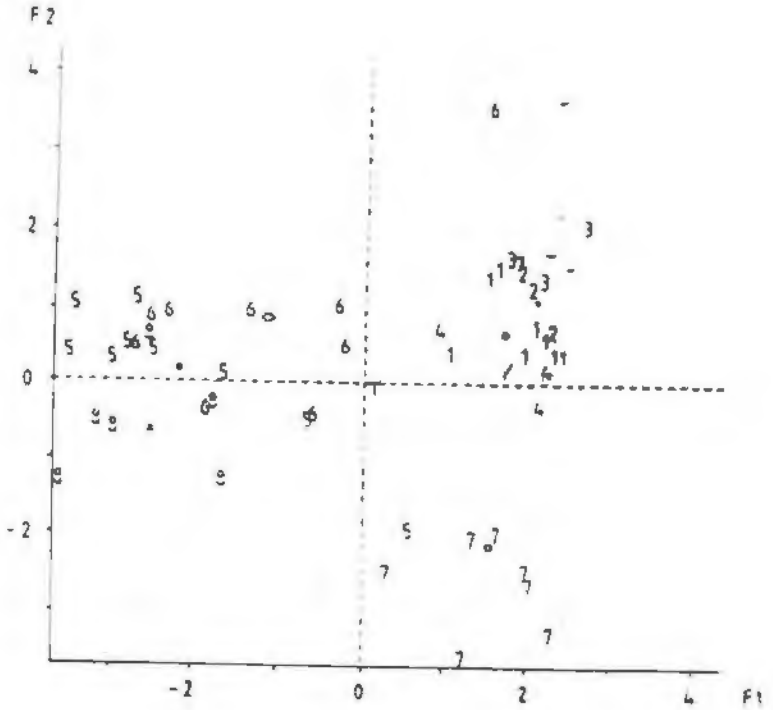


Abbildung 43: Streudiagramm zur Veranschaulichung der Auftrennung der Probenstellen mittels Diskriminanzanalyse. 1-6 Stellen 1-6, 7 Quelle 1, 8 Quelle 2. Centroide der Gruppen in der Reihenfolge 1-8: o , + , - , / , Raute, Punkt, Rechteck, x. F1, F2 Diskriminanzfunktionen 1 und 2.

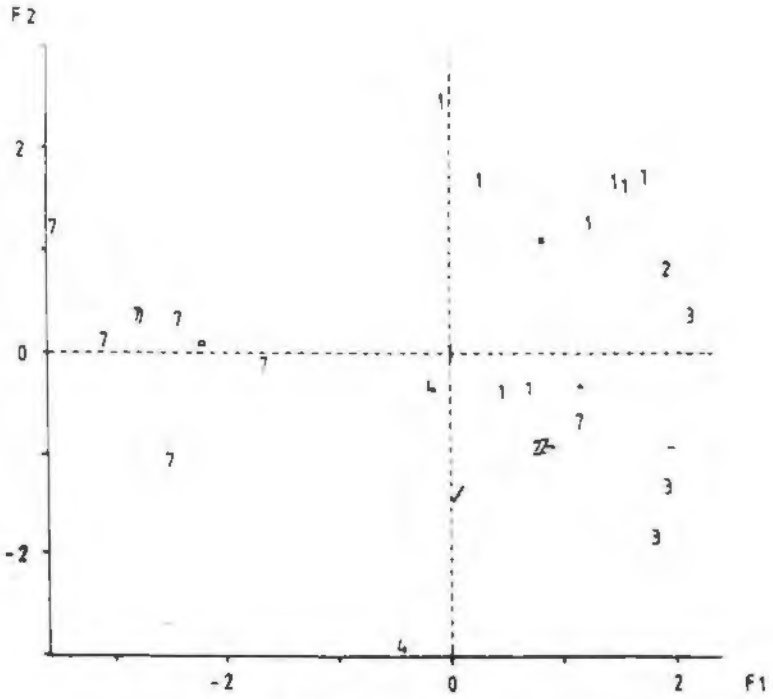


Abbildung 44: Streudiagramm zur Veranschaulichung der Auftrennung der Probenstellen innerhalb des Fischbaches mittels Diskriminanzanalyse. 1-4 Stellen 1-4, 7 Quelle 1. Centroide der Gruppen in der Folge 1, 2, 3, 4, 7: o, +, -, /, x. F1, F2 Diskriminanzfunktionen 1 und 2.

Diskriminanz-Funktionen für die Probenstellen im Fischbach:

$F1 = 0{,}055 \cdot T + 0{,}002 \cdot LF + 7{,}155 \cdot pH + 11{,}101 \cdot Ca + 18{,}478 \cdot Mg - 444{,}962 \cdot GH - 0{,}378 \cdot NO_3 - 61{,}24$

Kanonische Korrelation: 0,86, Eigenwert: 2,906, $p>0{,}05$

$F2 = -0{,}071 \cdot T + 0{,}002 \cdot LF + 2{,}362 \cdot pH + 10{,}876 \cdot Ca + 17{,}672 \cdot Mg - 437{,}95 \cdot GH + 4{,}978 \cdot NO_3 - 17{,}893$

Kanonische Korrelation: 0,66, Eigenwert: 0,775, $p>0{,}05$

Diskriminanz-Funktionen für die Probenstellen im Hinteren Rettenbach:

$F1 = -1{,}062 \cdot T + 0{,}015 \cdot LF + 6{,}873 \cdot pH - 0{,}208 \cdot Ca + 0{,}14 \cdot Mg + 6{,}511 \cdot GH + 0{,}635 \cdot NO_3 - 53{,}584$

Kanonische Korrelation: 0,74, Eigenwert: 1,199, $p>0{,}05$

$F2 = -0{,}578 \cdot T + 0{,}007 \cdot LF + 1{,}907 \cdot pH - 0{,}102 \cdot Ca + 0{,}09 \cdot Mg - 3{,}51 \cdot GH + 4{,}249 \cdot NO_3 - 8{,}738$

Kanonische Korrelation: 0,38, Eigenwert: 0,168, $p>0{,}05$

5.5.5. Vergleich mit Bächen ähnlicher bzw. unterschiedlicher Natur

Bezüglich des Chemismus weist das Bachsystem starke Parallelen mit dem Lunzer Seebach in den niederösterreichischen Ostalpen (BRETSCHKO, 1990) auf, der ein ebenfalls verkarstetes (Hauptdolomit, Dachsteinkalk), praktisch unbewohntes Einzugsgebiet entwässert (Tab.18). Bei einer Gegenüberstellung mit einem Mittelgebirgsbach auf kristallinem Urgestein, der Steina im Südschwarzwald (MEYER et al., 1990), ergeben sich deutliche Unterschiede hinsichtlich Ionenfracht und somit Leitfähigkeit sowie dem pH, deren Werte deutlich unter denen der Karstgewässer liegen (Tab.19). Eine Langzeitstudie über die Limnologie der Mur zeigte je nach

durchflossener Landschaft sehr unterschiedliche Werte in bezug auf die hydrochemischen Parameter (RIEDL und FRIEHS, 1988). Für einen Vergleich sind vor allem die Quellregion sowie eventuelle Einflüsse von Kalk- oder Dolomitarealen am wesentlichsten. In ihrem Ursprungsgebiet in den Niederen Tauern (Wölzer Tauern) dominieren Glimmerschiefer und Gneise. Hier und weiter flußabwärts in der Quarzitschieferserie der Seckauer Alpen entspricht die Leitfähigkeit zwar den Verhältnissen im Hinteren Rettenbach, die Gesamthärte ist jedoch sichtlich geringer. In weiterer Folge macht sich der Einfluß der Triaskalke und -dolomite des Hochschwabgebiets und die kalkige Fazies des Grazers Paläozoikums bemerkbar. In diesem Bereich steigen Leitfähigkeit und Gesamthärte kontinuierlich an und erreichen Werte, die denen im Hinteren Rettenbach gleichen. Eine weitere Zunahme des Gesamtionengehaltes ist vor allem durch Abwassereinleitungen bedingt. Der pH liegt im Oberlauf um 8 und sinkt im Flußlängsverlauf. In den kalkigen Gebieten beträgt er ungefähr 7,7. Die Fischa, im Westen des Wiener Beckens entspringend, weist ebenfalls schwach alkalisches Milieu auf (JANAUER, 1988). Die Leitfähigkeitswerte befinden sich im Bereich von 300 µS/cm bis knapp über 500 µS/cm, wobei die höchsten Werte jedoch wahrscheinlich anthropogen verursacht sind. Doch auch die Gesamthärte erreicht mit 15°dH bis 21°dH viel höhere Werte als im Bachsystem HR-FB. Die beiden Quellen der Fischa am Fuße der Schotterablagerungen des Piesting-Schwemmfächers werden aus dem Grundwasser gespeist. Die weiter flußabwärts einmündende Piesting selbst entwässert einen nicht unbeachtlichen Teil im Osten der niederösterreichen Kalkalpen mit den wichtigsten Gesteinen Hauptdolomit und Dachsteinkalk und muß daher bei der Beurteilung der Hydrochemie der Fischa berücksichtigt werden.

Tabelle 18: Vergleich des Hinteren Rettenbach und des Fischbaches mit anderen Bächen bzw. Flüssen anhand einiger hydrochemischer Parameter (mg/l).
LF Leitfähigkeit (µS/cm), GH Gesamthärte, HR Hinterer Rettenbach, FB Fischbach, LS Lunzer Seebach, OL Oberlauf, KG Kalkgebiet, S.E. Standardfehler des Mittelwertes, C.L. Konfidenzbereich.

Gewässer	T (°C)	LF	pH	Ca^{++}	Mg^{++}	GH (°dH)
HR (±S.E.)	6,7	204,3	8,1	36,21	7,29	6,74
	±0,16	±5,36	±0,04	±0,62	±0,52	±0,17
FB (±S.E.)	7,5	259,1	8,3	45,48	10,02	8,68
	±0,28	±3,15	±0,04	±0,48	±0,49	±0,09
LS (±C.L.)	6,8	216	8,1	40,9	6,32	
		±6	±0,1	±1,2	- ±0,49	
Steina	0,0	47	6,8	8,0	0,9	
	-19,4	-116	-7,1	-14,0	-1,4	
Mur (OL)	0,0	168	8,0			4,9
	-10,0	-197	-8,2			-5,9
Mur (KG)	-23	207	7,3			5,7
		-284	-7,7			-8,4
Fischa	6,0	300	leicht			15
	-13,0	-500	alkal.			-21

5.6. MAKROZOOBENTHOS

5.6.1. Statistische Absicherung der erhobenen Probenzahlen

Bevor näher auf das Makrozoobenthos eingegangen wird, sei vorangestellt, mit welcher Sicherheit und Genauigkeit die erhobenen Individuenzahlen als Stichproben der tatsächlichen Abundanzen an den untersuchten Probenstellen zu bewerten sind. Den Berechnungen liegen die Daten des ersten Probentermins vom 2.5.1991 zugrunde. Die Ermittlung der erforderlichen Stichproben erfolgte nach der Formel:

$$n = (t \cdot s)^2 / (G \cdot x)^2,$$

wobei n = Stichprobenzahl, G = vorgegebene Genauigkeit, s = Standardabweichung, x = Mittelwert und n = t-Wert bei bestimmter Sicherheit und Probenzahl.

Bei der gewählten Methode von fünf Stichproben pro Probenpunkt konnte, ausgenommen der Stelle 3, mit einer 70%-igen Sicherheit eine Genauigkeit von 30% erreicht werden. Höhere vorausgesetzte Sicherheiten und/oder Genauigkeiten hätten an einigen Stellen enorm gesteigerte Probenzahlen erfordert und somit die methodischen und finanziellen Möglichkeiten weit überschritten (Tab.19).

Tabelle 19: Benötigte Stichprobenanzahlen bei jeweils zwei vorgegebenen Sicherheiten und Genauigkeiten, errechnet anhand der Individuenzahlen des ersten Probentermins vom 2.5.1991.

		Genauigkeit	
	Sicherheit	10%	30%
Stelle 1	70%	9	3
	95%	30	6
Stelle 2	70%	5	2
	95%	16	4
Stelle 3	70%	41	6
	95%	>50	19
Stelle 4	70%	3	1
	95%	8	3
Stelle 5	70%	24	4
	95%	>50	12
Stelle 6	70%	23	4
	95%	>50	12

5.6.2. Faunenzusammensetzung

Die, in der Tabelle 20 aufgelisteten Taxa geben derzeit einen groben Einblick über der Artenzusammensetzung im Untersuchungsareal. Bei eingehender Bearbeitung des Makrozoobenthos ist mit einer deutlichen Erhöhung der Anzahl der Taxa zu rechnen. Die Artenverteilung gilt als repräsentativ für Karstgewässer in dieser Höhenlage (vgl. SCHMID, 1987). Die Arten sind durchwegs Vertreter sauberer Abschnitte in sommerkalten Gewässern. Neben einigen eurytopen Arten, wie *Synorthocladius semivirens*, *Allogamus auricollis*, *Baetis rhodani* und *Nais bretscheri* treten in Quellnähe, aber auch bei Austritt nach den intermittierenden Abschnitten, Grundwasserorganismen der Gattung *Niphargus* auf.

In Folge werden Vertreter unterschiedlicher funktioneller Gruppen genau analysiert. Dazu zählen die Trichoptern (Köcherfliegen) mit räuberischen Vertretern (Rhyacophila s.str.) und mit "Zerkleinerer" (Allogamus spp.), weiters Ephemeropteren (Eintagsfliegen, hps. Gattung Baetis spp.) und Simuliiden (Kriebelmücken, "Filtrierer"). Anhand der Verteilungsmuster und der Populationsdynamik dieser ausgewählten Gruppen sollen die Auswirkungen der Fluktuationen der abiotischen Kenngrößen ausgetestet werden. Die Daten aus dem ersten Untersuchungsjahr können problemlos in die weiteren Untersuchungsreihen eingenbracht werden.

Tabelle 20: Bisher eindeutig nachgewiesene Taxa für das Untersuchungsareal (Fischbach/Hinterer Rettenbach, aus TOCKNER et al., 1990)

OLIGOCHAETA
- *Stylodrilus heringianus*
- *Trichodrilus sp.*
- *Rhynchelmis limosella*
- *Lumbriculidae Gen.sp.juv.*
- *Nais bretscheri*
- *Chernosvitoviella atrata*
- *Mesenchytraeus armatus*
- *Marionina cf.argentea*
- *Enchytraeidae Gen.sp.*

CRUSTACEA
- *Niphargus sp.*

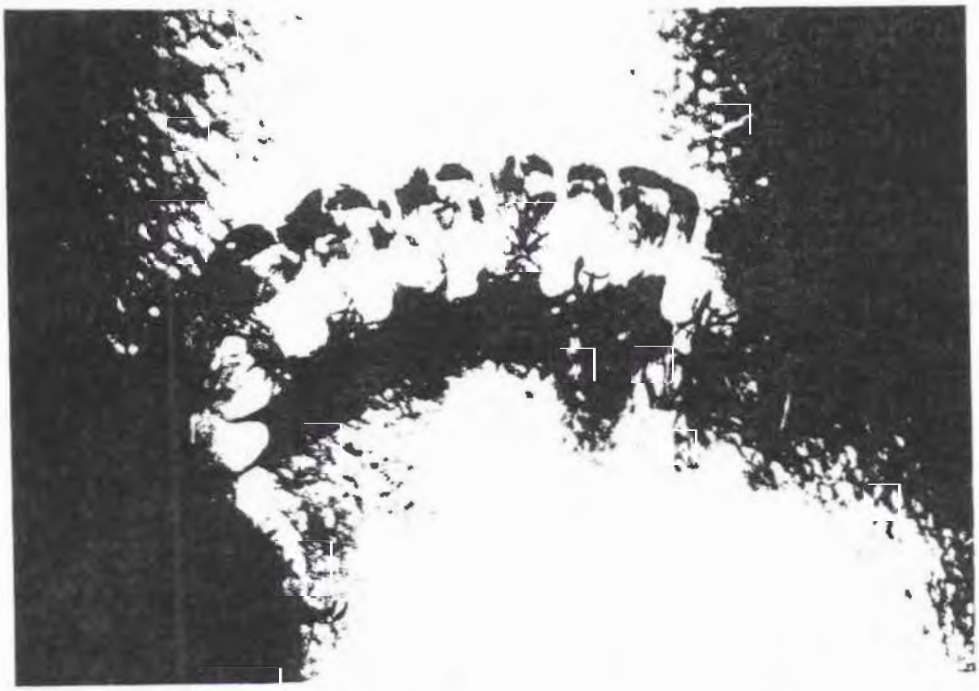
Fortsetzung, Tabelle 20:

EPHEMEROPTERA
Ecdyonurus sp.1
Ecdyonurus picteti
Ecdyonurus sp.juv.
Rhitrogena cf.hybrida
Rh.loyolaea
Rhitrogena sp.juv.
Baetis alpinus
B.rhodani
B.melanonyx
Baetis sp. 1
Baetis sp.juv.

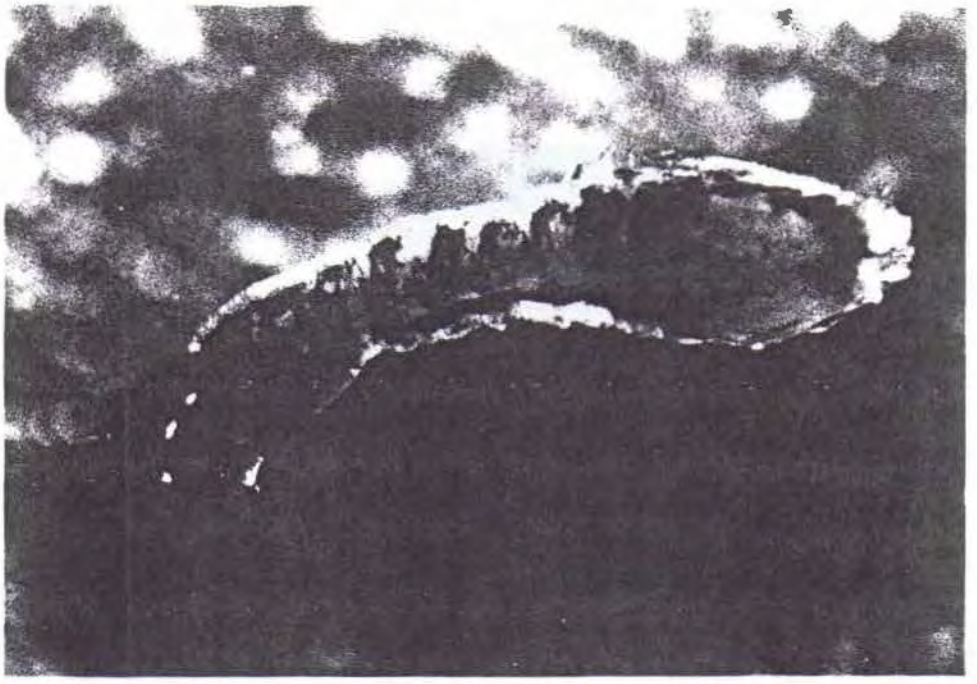
TRICHOPTERA
Rhyacophila (Hyperrhyacophila) sp.
Rh.laevis
Rhyacophilidae Gen.sp.juv.
Wormaldia sp.
Tinodes dives
Metanea rhaetica
Allogamus auricollis
A.uncatus
Limnephilidae Gen.sp.

CHIRONOMIDAE
Nilotanypus dubius
Thinemannimyia sp.
Diamesa cf.thinemanni
Diamesa cf.latitarsus
Brillia modesta
Corynoneura sp.
Corynoneura lobata
Chaetocladius piger
Eukiefferiella tirolensis
E.ikleyensis
E.minor
E.claripennis agg.
Eukiefferiella brevicalcar
Heleniella ornata
Krenosmittia boreoalpina
Limnophyes sp.
Metriocnemus fuscipes
Orthocladius frigidus
Orthocladius lutcipes
Parametriocnemus sp.
Parametriocnemus cf.stylatus
Parorthocladius nudipennis
Smittia sp.
Rheocricotopus effusus
Synorthocladius semivirens
Tvetenia calvescens
Thinemanniella sp.1
Thinemanniella sp.2
Paratrichocladius skirwithensis
Micropsectra sp.
Krenopsectra sp.

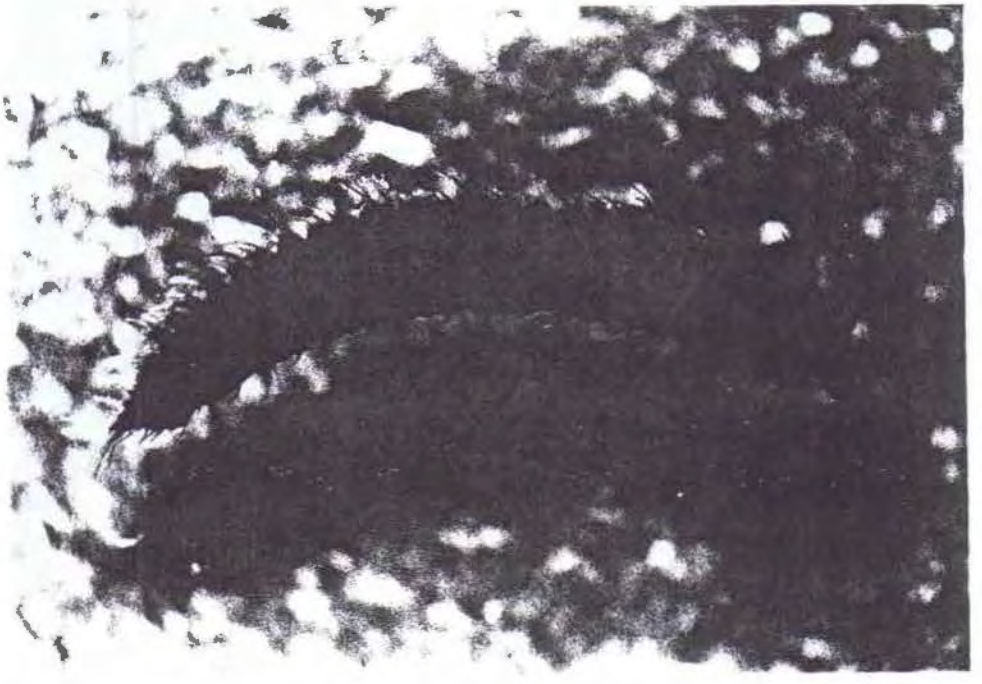
Dorsalansicht von *Rhithrogena sp.* Typischer Bewohner schnellfließender, kleiner Fließgewässer.



Rhyacophila sp. (Trichoptera). Räuberische Köcherfliege, nicht gehäusebauend.



Simuliidae (Diptera, Kriebelmücke). Filtrierer.



Rhagionidae (Diptera, Schnepfenfliege).

Wie bereits für die Ephemeropteren nachgewiesen (TOCKNER et al., 1991), zeigen auch die Chironomiden ein deutlich unterschiedliches Verteilungsbild nach Einmündung des Fischbaches in den Hinteren Rettenbach (Pst.6). Im Hinteren Rettenbach, oberhalb der Zumündung des Fischbaches, dominieren drei Arten, *Eukiefferiella coerulescens*, *Orthocladius frigidus* und *Diamesa cf.thinemanni*, die Chironomidenfauna. Der relative Anteil liegt dabei deutlich über 90%. Nach Zumündung des Fischbaches ändert sich zwar die Artenzusammensetzung kaum, dagegen ist die Verteilungsstruktur deutlich homogener. Die mittlere Artenanzahl ist ähnlich (8 Arten je Einzelprobe, n=4). Im Fischbach, bei der Probenstelle 1, hingegen ist die Artenanzahl mit 17 Arten doppelt so hoch. Der Vergleich der beiden Quellen (Fischbach und Hinterer Rettenbach) zeigt eine Ähnlichkeit von 55%.

Die Hauptmasse des Makrozoobenthos bilden die Larvenstadien einiger heterotoper Insektengruppen (Abb.45). Unter ihnen dominieren an allen Probenarealen die Chironomiden (Diptera) mit 28 bis 58%. Hohe Abundanzen werden auch von den Ordnungen Ephemeroptera, Plecoptera und Coleoptera erreicht. Daneben treten Trichoptera und Simuliidae, sowie verschiedene andere Dipteren-Familien auf, darunter häufiger Limnobiidae und vereinzelt Blepharoceridae, Rhagionidae sowie Ceratopoginidae.

Genauere Bestimmungen der einzelnen Insekten-Gruppen liegen noch nicht vor. Daher soll an dieser Stelle nur ein Überblick bereits determinierter Taxa erfolgen, sowie auf die in der Pilotstudie angeführten Artenliste verwiesen werden (TOCKNER et al., 1990). Unter den Ephemeropteren wurden die Familien Heptageniidae, Baëtidae und Leptophlebiidae sowie die Arten *Rithrogena loyolaea*, *Baëtis alpinus*, *B. rhodani* und *Habroleptoides confusa* nachgewiesen. Bestimmt wurden weiters *Ecdyonurus austriacus*, *Rithrogena austriaca* und *Baëtis muticus*, wobei die Heptageniidae noch durch Adultfänge zu verifizieren sind. Die Plecoptera sind mit den Familien Nemouridae und Leuctridae, die Trichopteren mit *Rhyacophila spp.* (Rhyacophilidae) und *Allogamus spp.* (Limnephilidae) und die Coleoptera mit *Elmis sp.* (Dryopidae) vertreten.

Bei den Crustacea ist vor allem unter den Gammariden der Höhlenkrebs *Niphargus tatrensis* erwähnenswert, der möglicherweise aus der Rettenbach-Quelle oder aus dem Grundwasser in das Sediment gelangt. Ebenfalls aus dem Grundwasser dürften die bei den Freezing-Core-Proben aufgefundenen Isopoden entstammen. In zeitweilig großen Mengen treten Harpacticoidea auf, in geringerer Zahl Ostracoda.

Etliche leere Molluskenschalen sowie ein weiblicher Weichkörper lassen auf das Vorkommen von *Bythinella sp.* schließen. Weitere aufgesammelte Evertebratengruppen stellen Nematoden, Oligochaeten und Turbellarien dar. Letztere sind durch *Crenobia alpina* (Plannariidae) vertreten sein. Im allgemeinen entspricht die großtaxonomische Faunenzusammensetzung der eines relativ unbeeinflußten, sommerkalten Gebirgsbach und ähnelt stark jener des Untersuchungsareals im Lunzer Seebach.

Die prozentuelle großtaxonomische Zusammensetzung, über den untersuchten Zeitraum gemittelt, variiert stark mit der betrachteten Probenstelle (Tab.21, vgl. Abb.45). Wie oben bereits erwähnt, stellen an allen Probenarealen die Chironomiden die höchsten Anteile, wobei sie an P2 und P3 die größten Prozentsätze erreichen. Am geringsten sind sie mit 28% an der Stelle 5 vertreten, wo sich vor allem die Ephemeroptera und die Plecoptera mit jeweils 23% den relativen Gesamtabundanzen der Chironomiden nähern. Die Ephemeroptera selbst sind am ersten Probenareal im Fischbach mit beinahe 29% verhältnismäßig am stärksten vertreten. Wie die Plecopteren verzeichnen auch sie nach den Chironomiden die höchsten absoluten und prozentuellen Dichten. Trichopteren (0,2 bis 2,6%) und die Simuliiden (0,1 bis 2%) sowie die weiteren Dipteren-Familien (insgesamt bis maximal 2%) treten gegenüber den übrigen Insektengruppen in ihren relativen Häufigkeiten weit zurück. Hingegen können die Coleoptera recht hohe Anteile für sich verbuchen, wie zum Beispiel an dem zeitweilig trockenfallenden Probenpunkt 4, wo sie mit 10% die Ephemeroptera und Plecoptera übertreffen. Generell wird dieses Areal von einer im Vergleich mit den übrigen Stellen andersgestalteten Faunenzusammensetzung geprägt. So rücken hier Oligochaeten (21%!) und vor allem Collembolen (12%), die ansonsten kaum aufscheinen, in den Vordergrund. Auch die Höhlenkrebse (*Niphargus sp.*), die in den bachaufwärts gelegenen Probenarealen nicht aufscheinen, treten an dieser Stelle, im Längsverlauf betrachtet, zum ersten Mal zutage. Die leeren Schneckenschalen weisen ebenfalls an P4 ihre größten relativen Dichten auf. Die Turbellarien wiederum sind hier sowie an der zweiten trockenfallenden Stelle P3 gar nicht vertreten. Ihren höchsten Anteil an der Gesamtabundanz verzeichnen sie an der Stelle 5, wo auch die Hydracarina bzw. Oribateidae von allen Stellen am häufigsten anzutreffen sind. Harpacticoidea, Ostracoda, sowie Nematoda besitzen ihre höchsten relativen Häufigkeiten am Probenpunkt 6.

Tabelle 21: Mittelwerte und Standardfehler der relativen Abundanzen in % an den sechs Probenstellen (P1 bis P6 für den Untersuchungszeitraum vom 2.5. bis 14.11.1991. Turb Turbellaria, Nem Nematoda, Oli Oligochaeta, Moll Mollusca, Hydr Hydracarina mit Oribateidae, Os Ostracoda, Harp Harpacticoidea, Gam Gammaridae (*Niphargus sp.*), Coll Collembola, Eph Ephemeroptera, Plec Plecoptera, Trich Trichoptera, Sim Simuliidae, Ch Chironomidae, Dipt restliche Diptera.

Taxon	P1	P2	P3	P4	P5	P6
Turb	0,18 ±0,05	0,07 ±0,02	0	0	1,33 ±0,26	0,18 ±0,07
Nem	0,24 ±0,08	0,3 ±0,20	0,32 ±0,32	0,4 ±0,40	0,21 ±0,07	1,88 ±1,09
Oli	1,48 ±0,26	2,01 ±0,31	9,49 ±3,11	21,6 ±4,98	3,94 ±0,79	3,9 ±0,74
Moll	0,01 ±0,01	0,09 ±0,04	0,35 ±0,17	0,75 ±0,46	0,19 ±0,12	0,06 ±0,04
Hydr	1,27 ±0,29	1 ±0,28	1,94 ±1,23	1,75 ±1,01	5,66 ±0,97	2,92 ±0,60
Os	0,31 ±0,12	0	0,63 ±0,63	0	0,4 ±0,10	0,85 ±0,23
Harp	1,02 ±0,32	1,21 ±1,02	0	0,91 ±0,81	0,93 ±0,57	4,63 ±1,69
Gam	0	0	0	2,15 ±2,15	1,64 ±0,64	0,01 ±0,01
Coll	0,43 ±0,20	0,42 ±0,27	6,41 ±2,09	11,9 ±3,49	1,56 ±1,15	0,29 ±0,13
Eph	28,6 ±1,78	21,8 ±1,88	7,41 ±1,78	4,19 ±1,34	23,2 ±2,11	25,6 ±2,12
Plec	22,9 ±1,44	14,6 ±1,01	8,18 ±1,40	8,95 ±1,68	23,4 ±2,00	15,2 ±1,48
Hem	0	0	0,02 ±0,02	0,14 ±0,11	0,02 ±0,11	0,01 ±0,01
Col	3,02 ±0,52	9,4 ±1,37	4,65 ±1,56	10,2 ±3,51	4,4 ±0,61	1,88 ±0,53
Trich	1,27 ±0,48	0,84 ±0,18	0,24 ±0,12	0,17 ±0,11	1,31 ±0,24	2,64 ±0,49
Sim	0,29 ±0,08	0,24 ±0,08	0,52 ±0,30	0,02 ±0,02	1,97 ±0,79	0,13 ±0,07
Ch	37,2 ±2,16	46,4 ±1,93	58 ±4,34	35,4 ±7,17	28,4 ±3,09	37,4 ±2,96
Dipt	1,71 ±0,31	1,5 ±0,43	1,7 ±0,78	1,15 ±0,55	1,37 ±0,18	2,29 ±0,47
Rest	0,05 ±0,04	0,01 ±0,01	0,13 ±0,08	0,22 ±0,15	0,06 ±0,04	0,18 ±0,08
Summe	100	100	100	100	100	100

Um Unterschiede zwischen den ausgwählten Probenarealen hinsichtlich der relativen Abundanzen statistisch abzusichern, werden an ausgewählten Gruppen Varianzanalysen durchgeführt und mittels SCHEFFE-Test auf homogene Gruppen geprüft. Anhand der prozentuellen Anteile der Ephemeroptera, Plecoptera, Coleoptera und Chironomiden an den gesamten Individuendichten können die sechs Stellen als höchst signifikant

unterschiedlich ausgewiesen werden ($p<0,001$). Die Gruppe der Trichoptera ergibt noch eine hoch signifikante Auftrennung ($p<0,01$), die der restlichen Dipteren zeigt kein signifikantes Ergebnis. Ein Vergleich mittels Simuliiden kann nicht durchgeführt werden, da hier keine Homogenität der Varianzen vorliegt. Ephemeroptera und Plecoptera grenzen nach diesen Verfahren die intermittierenden Abschnitte P3 und P4 von den permanent gefluteten ab. In bezug auf die Ephemeroptera bilden die Stellen 2, 5 und 6, sowie 1 und 6 eigenständige Bereiche, bei den Plecopteren 2 und 6, sowie 1 und 5. Die relativen Abundanzen der Chironomiden ähneln einander an den Punkten 1, 4 und 6, sowie 4 und 5. P2 und P3 gehen als isolierte Gruppen aus diesem Vergleich hervor. Die Verhältnisse um die Ordnung der Coleoptera lassen die Stellen 2 und 4 von den übrigen abgrenzen.

Die bereits oben betonten hohen Prozentsätze der Collembolen und Oligochaeten an der Probenstelle 4, lassen eine Abgliederung dieses Areals von den anderen in bezug auf diese Gruppen vermuten. Tatsächlich wird dieser Bereich nach jeweils höchst signifikanten Testergebnissen als eigenständig bestätigt. Auch der zweite intermittierende Bereich, P3, kann hier als isoliert betrachtet werden. Möglicherweise stellen semiterrestrische Formen in solchen trockenfallenden Abschnitten ein wesentliches Merkmal dar. Zuletzt sei noch erwähnt, daß die Stelle 6 in bezug auf die zeitweilig extrem hohen Dichten der Harpacticoidea als signifikant von den übrigen abzutrennen ist.

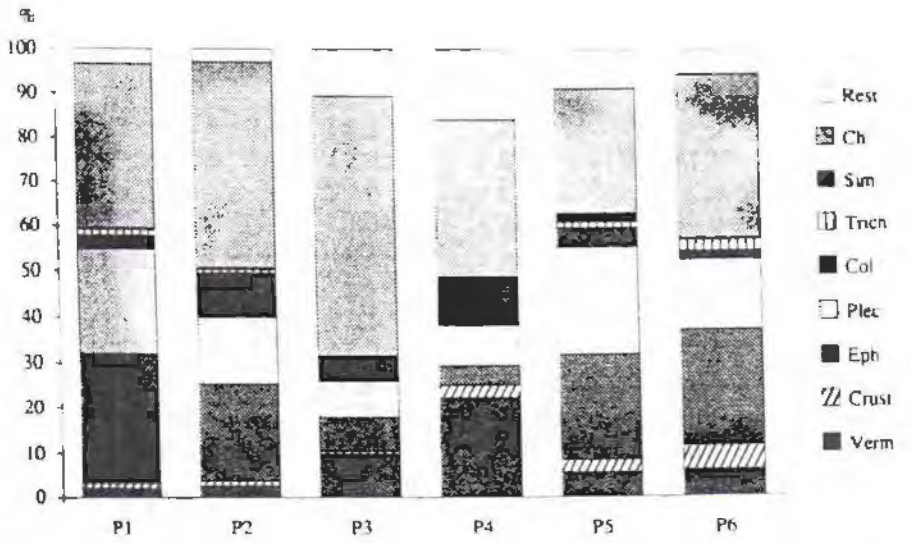


Abbildung 45: Relative Abundanzen an den sechs Probenarealen (P1 bis P6) über den Untersuchungszeitraum gemittelt. Verm Turbellaria, Nematoda, Oligochaeta, Crust Crustacea, Eph Ephemeroptera, Plec Plecoptera, Col Coleoptera, Trich Trichoptera, Sim Simuliidae (Diptera), Ch Chironomidae (Diptera). Probenanzahlen: P1 n = 53, P2 n = 24, P3 n = 15, P4 n = 19, P5 n = 49, P6 n = 55.

5.6.3 Horizontale Verteilungsmuster

Die vorgefundenen Individuendichten sind nicht nur zeitlich, sondern auch im Längsverlauf an den einzelnen Probenarealen sehr unterschiedlich (Abb.46). Über den gesamten Untersuchungszeitraum gemittelt und auf einen Quadratmeter bezogen, betragen die Gesamtabundanzen an den beiden ständig überströmten Stellen im Fischbach um die 20000 Individuen, an den Probenpunkten 5 und 6 im Hinteren Rettenbach etwa 14000 Individuen. Demgegenüber weisen die intermittierenden Abschnitte im FB, P3 und P4, mit über 4000 bzw. 2000 Individuen pro m^2 deutlich geringere Individuendichten auf (Tab.22).

Tabelle 22: Über den gesamten Untersuchungszeitraum (2.5. bis 14.11.1991) gemittelte Gesamtabundanzen an den sechs Probenpunkten (P1 bis P6). S.E.M Standardfehler des Mittelwertes, n Probenanzahl.

Stelle	Mittel	S.E.M.	n
P1	17.804	2.171	53
P2	22.217	1.991	24
P3	4.390	1.023	15
P4	1.932	499	19
P5	13.500	1.782	49
P6	13.933	2.206	55

Wie die relativen variieren auch die absoluten Abundanzen der verschiedenen Taxa je nach Probenstelle. Die über den Untersuchungszeitraum gemittelten Individuendichten sind der Tabelle 23 zu entnehmen. Natürlich sind die Chironomiden mit mittleren Dichten bis zu 10431 Individuen pro Quadratmeter (P2) am weitaus häufigsten vertreten (Abb.47a-f). Ephemeroptera und Plecoptera verzeichnen an den Stellen 1 und 2 mit 4500 Eintagsfliegen bzw. 3500 Steinfliegen die höchsten Individuenzahlen, sind an P5 und P6 etwas weniger abundant und verzeichnen an den intermittierenden Arealen P3 und P4 weitaus geringere Werte. Ihnen gegenüber treten vor allem die Simuliiden, aber auch die Trichopteren weit zurück. Letztere sind ebenfalls an den trockenfallenden Abschnitten P3 und P4 gegenüber den anderen Stellen in deutlich geringerem Ausmaße vorhanden. Die Coleoptera besitzen mit ca. 2000 Individuen ihre höchsten Abundanzen an P2, wobei diese Zahl in keiner Relation zu den übrigen Punkten steht. Dies ist jedoch möglicherweise methodisch bedingt, da dieser Ort wesentlich weniger häufig beprobt wurde. Unter den übrigen Evertebratengruppen zeigen auch die Nematoden, Oligochaeten, Hydracarina und Harpacticoidea ihre geringsten Abundanzen an den intermittierenden Bereichen P3 und P4, ja die Turbellarien fehlen hier sogar völlig.

Lediglich die Collembolen erreichen hier, aber auch an der Stelle 5 ihre höchsten Dichten. Die Gammariden kommen im Bachverlauf ab dem Probenpunkt 4 vor, sind aber erst an P5 in nennenswerten Zahlen vorhanden.

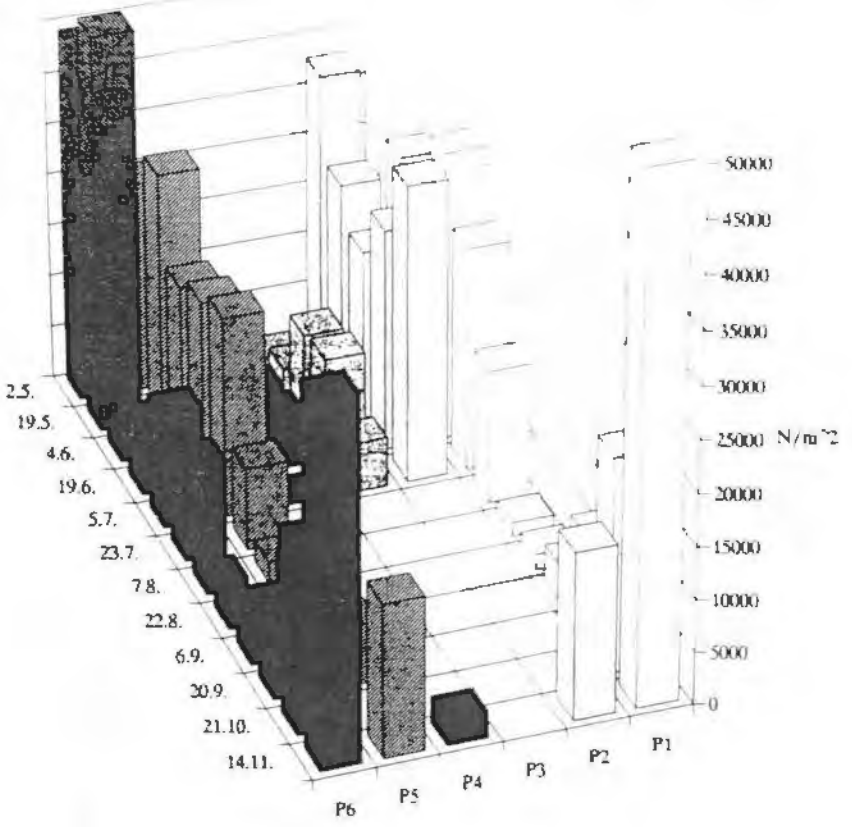


Abbildung 46: Mittlere absolute Abundanzen an den sechs Probenstellen (P1 bis P6) vom 2.5. bis 14.11.1991. P2, P3 und P4 wurden nur bis 5.7.1991 besammelt, im November aber mit Ausnahme von P4 in die Freezing-Core-Beprobung inkludiert. Die Stellen 3 und 4 waren von Mitte August bis kurz vor der Probennahme im November nicht überströmt, P5 an den Terminen 6.9. und 21.10.1991. Die mittlere Individuenzahl an der Stelle 6 vom 14.11.1991 beträgt 57.695.

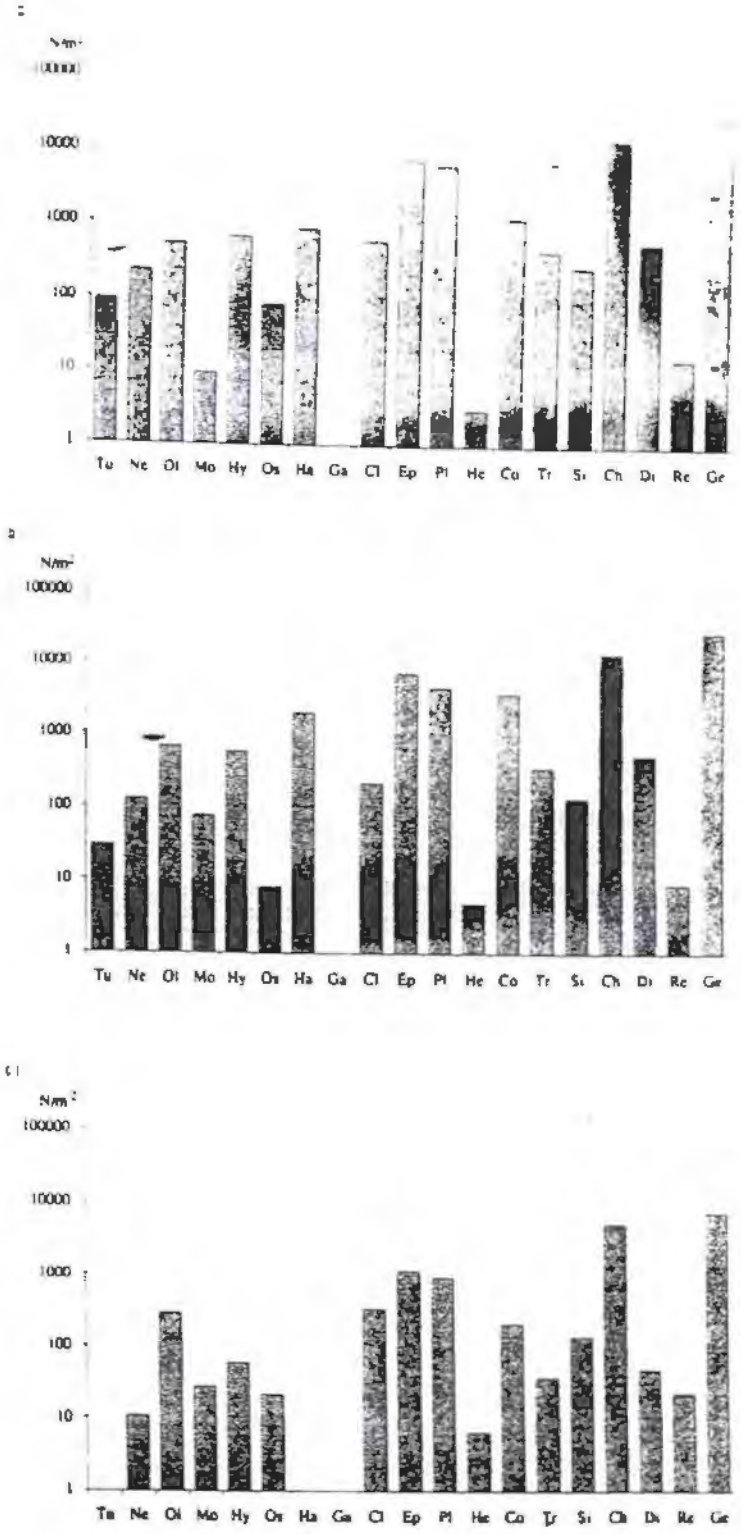
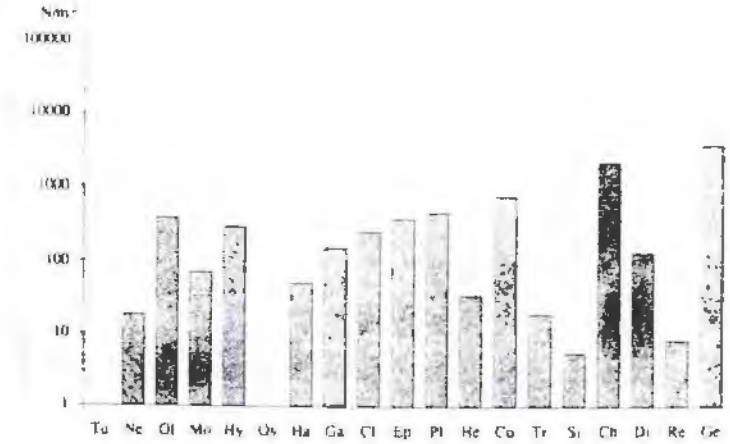
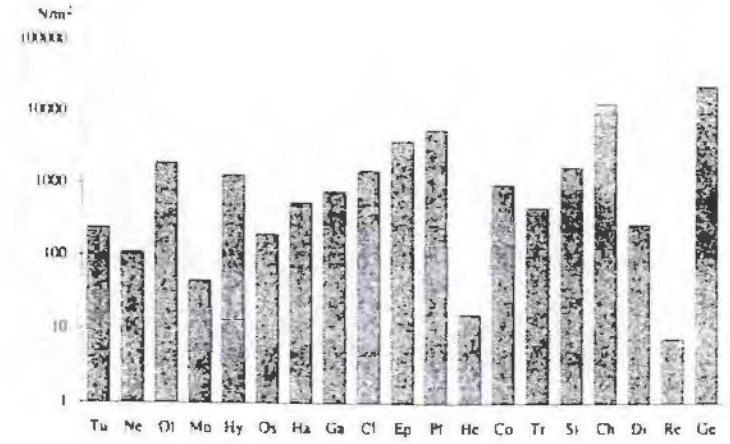


Abbildung 47: Mittlere Individuenzahlen der Großtaxa an den sechs Probenstellen für den gesamten Untersuchungszeitraum. a) bis f) Probenstellen 1 bis 6.
Tu Turbellarien, Ne Nematoda, Ol Oligochaeta, Mo Mollusca (leere Schalen), Hy Hydracarina, Os Ostracoda, Ha Harpacticoidea, Ga Gammaridae (*Niphargus sp.*), Cl Collembola, Ep Ephemeroptera, Pl Plecoptera, He Hemiptera, Co Coleoptera, Tr Trichoptera, Si Simuliidae, Ch Chironomidae, Di Diptera, Re Rest, Ge Gesamtabundanz. Probenanzahlen: P1 n = 53, P2 n = 24, P3 n = 15, P4 n = 19, P5 n = 49, P6 n = 55.





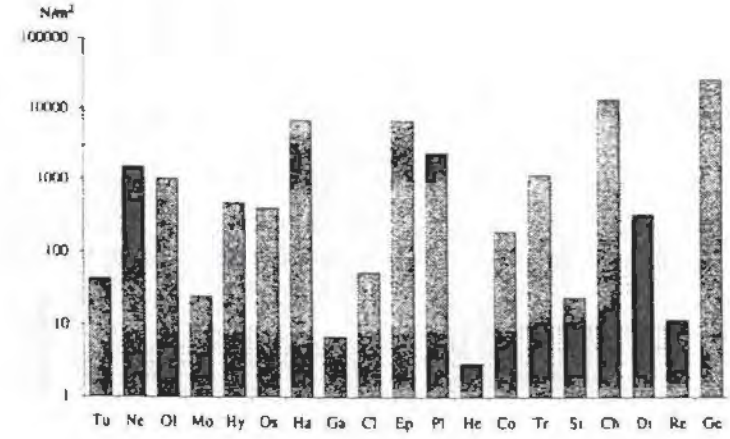


Abbildung 47 d,e,f)

Tabelle 23: Absolute Abundanzen pro m^2 an den sechs Stellen (P1 bis P6), gemittelt über den untersuchten Zeitraum. Mittelwert (± Standardabweichung). Turb Turbellaria, Nem Nematoda, Oli Oligochaeta, Moll Mollusca, Hydr Hydracarina mit Oribateidae, Os Ostracoda, Harp Harpacticoidea, Gam Gammaridae (*Niphargus sp.*), Coll Collembola, Eph Ephemeroptera, Plec Plecoptera, Trich Trichoptera, Sim Simuliidae, Ch Chironomidae, Dipt restliche Diptera.

Taxon	P1	P2	P3	P4	P5	P6
Turb	31	14	0	0	113	13
	±9	±3			±18	±4
Nem	68	33	2	4	34	332
	±23	±20	±2	±4	±11	±163
Oli	232	395	164	199	627	399
	±43	±58	±32	±45	±187	±899
Moll	1	20	11	15	9	4
	±1	±12	±4	±13	±5	±3
Hydr	243	236	28	65	593	209
	±61	±71	±8	±55	±107	±37
Os	29	1	4	0	70	125
	±8	±1	±4		±19	±39
Harp	276	384	0	13	112	1918
	±84	±348		±9	±63	±738
Gam	0	0	0	30	204	1
				±30	±86	±1
Coll	88	64	145	116	228	17
	±75	±34	±52	±35	±194	±5
Eph	4524	4853	496	134	2201	3066
	±484	±595	±187	±62	±276	±585
Plec	3630	3201	457	190	2801	1216
	±452	±332	±136	±69	±448	±134
Hem	<1	1	1	8	3	<1
		±1	±1	±7	±2	
Col	523	2079	114	215	411	100
	±115	±399	±26	±141	±89	±14
Trich	156	169	13	5	202	443
	±47	±43	±6	±3	±41	±112
Sim	84	56	37	1	380	8
	±30	±18	±27	±1	±206	±2
Ch	7681	10432	2881	899	5377	5907
	±1213	±1067	±718	±349	±1270	±1271
Dip	235	276	29	35	133	171
	±58	±58	±5	±25	±22	±26
Rest	3	3	7	2	1	3
	±2	±1	±4	±1	±1	±1

Zum Vergleich der Probenstellen untereinander anhand der absoluten Abundanzen wurden ebenfalls die Varianzanalyse herangezogen. Für die gesamten Individuendichten ergibt sich eine höchst signifikante Trennung der beprobten Areale. Dabei werden sowohl die Stellen 3 und 4 als auch P2 als isolierte Gruppen ausgewiesen. Ähnlichkeiten bestehen zwischen P1 und P5 einerseits sowie P5 und P6 andererseits. Die beiden trockenfallenden Bereiche im Fischbach können auch anhand der Ephemeroptera und

Plecoptera von den übrigen abgegliedert werden, P4 auch anhand der Chironomidenzahlen. Letztere weisen auch die Stellen 1 und 2 als eigenständige Gruppen aus, wobei die Gruppenunterschiede hinsichtlich aller drei Taxa höchst signifikant sind. Auch die Trennungen nach den Ordnungen Coleoptera und Diptera erreichen dieses Signifikanzniveau, obgleich die Diptera aufgrund ihrer relativen Abundanzen keine Unterschiede der Probenstellen untereinander erkennen lassen. Demgegenüber liegen die Verhältnisse in bezug auf die Oligochaeten umgekehrt. Waren die Areale hinsichtlich deren Prozentanteile mit $p<0,001$ deutlich voneinander verschieden, so sind sie doch in ihren absoluten Individuendichten sehr ähnlich. Es sei noch erwähnt, daß die Gammariden lediglich an der Stelle 5 mit höheren Individuenzahlen aufwarten und somit P5 von den übrigen Stellen als höchst signifikant verschieden ausweisen.

5.6.4. Diversität und Aggregationsgrad

Die Diversität, vor allem jene auf Artniveau, kann unter zwei Gesichtspunkten betrachtet werden. Zum ersten ist sie die Manifestation adaptiver Radiation eines genetischen Stammes in einer sich kaum verändernden Umwelt, und somit ist das Artenspektrum die Konsequenz von biogeographischen Mustern und natürlicher Selektion (ILLIES, 1969). Auf der anderen Seite - für die vorliegende Untersuchung der wesentliche Aspekt - beeinflussen kurzfristige unvorhersehbare Störungen ("disturbances"), die die durchschnittlichen Umweltverhältnisse überlagern, die Struktur der Artenzusammensetzung (HUSTON, 1979).

Die hier verwendeten Indices basieren auf den relativen Anteilen der Taxa an der Gesamtzahl der Untersuchungseinheiten, wobei in alle sowohl die species richness (Artenzahl) als auch die equitability (auch: Evenness; "Gleichheit" der Abundanzen der Taxa) miteingehen (MAGURRAN, 1988).

Der Diversitätsindex nach SHANNON & WIENER (SHANNON & WEAVER, 1963) H' wurde nach der Formel

$$H' = S\ p_i * \ln p_i$$

ermittelt, wobei p_i für die Proportionen der taxonomischen Einheiten steht. Die Berechnungen erfolgten in diesem Fall auf der Basis der taxonomischen Großgruppen. Die Werte an den einzelnen Probenstellen liegen im Bereich zwischen 0,5 und 2 und daher tiefer als jene Daten, die auf Artniveau berechnet werden. Sie können jedoch für

einen Vergleich der Probenareale innerhalb des untersuchten Bachsystems herangezogen werden. Die Mittelwerte der Indices an den Stellen sind der Tab zu entnehmen (vgl. Abb.48a–c). Die höchsten nachgewiesenen Diversitäten findet man mit 2,06 und 1,9 an P5 und P6. Im Fischbach bewegen sich die Maximalwerte zwischen 1,7 und 1,8. Lediglich P4 liegt mit 1,67 leicht darunter. An den intermittierenden Bereichen P3 und P4 ist die Diversität im Mittel am niedrigsten, jedoch die Variation am höchsten (1,22 ± 0,07 bzw. 1,17 ± 0,08). Aufgrund der Normalverteilung des SHANNON-Index konnten die Werte mittels ANOVA miteinander verglichen werden. Danach unterscheiden sich die Stellen höchst signifikant voneinander ($p<0,001$). Der Test nach TUKEY weist die Stellen 1, 2 und 6 einerseits und die Stellen 1, 3 und 4 andererseits als homogene Gruppen aus. P5 läßt sich hier als das Areal mit der größten Diversität von den anderen abgrenzen. Da dieser Index jedoch stark von der Anzahl der taxonomischen Einheiten abhängt, wird er durch die Evenness nach PIELOU (1969) ergänzt, wobei der errechnete Index durch die maximal mögliche Diversität dividiert wird:

$$E = H'/ H_{max} = H'/ \ln S.$$

Mit S wird hier die Gesamtzahl der taxonomischen Einheiten bezeichnet. Im Gegensatz zum SHANNON-Index ist demnach P4 mit 0,7 ± 0,05 am diversesten (Abb.48b). Ein Vergleich der Areale hinsichtlich dieses "Besetzungsgrades" ergibt keine signifikanten Unterschiede zwischen den Probenstellen, doch ist auch hier die Diversität am Probenpunkt 5 im Mittel am größten (Tab.24).

Tabelle 24: Mittelwerte und Standardfehler (S.E.M.) des Diversitätsindex nach SHANNON & WIENER und der Evenness nach PIELOU, berechnet über den Untersuchungszeitraum. n Probenanzahl.

	SHANNON-Index		Evenness		
Stelle	Mittel	S.E.M.	Mittel	S.E.M.	n
P1	1,34	0,03	0,66	0,01	52
P2	1,36	0,04	0,62	0,01	23
P3	1,21	0,07	0,63	0,05	15
P4	1,17	0,08	0,74	0,05	17
P5	1,52	0,05	0,66	0,02	48
P6	1,36	0,05	0,67	0,02	55

Um den Dominanzindex nach SIMPSON (1949) (D) mit den Diversitätsindices besser vergleichen zu können, wird in der Folge der Kehrwert dieses Index angegeben (vgl. MAGURRAN, 1988). Die genaue Formel dieses Verteilungsmaßes lautet:

$$D = S * \{ (n_i * (n_i - 1)) / (N * (N - 1)) \}.$$

Hiebei steht n_i für die Individuenanteile in der i-ten Einheit und N für die Gesamtzahl an Individuen. Ein Vergleich der Mittelwerte läßt an den trockenfallenden Bereichen eine deutlich geringere Diversität erkennen (Tab.25, Abb.48c). Mittels ANOVA wird eine hoch signifikante Trennung der Probenstellen erreicht. Der TUKEY-Test weist ebenfalls die Stellen 3 und 4 als homogene Gruppen aus und trennt vor allem P3 von den übrigen Arealen. P4 läßt sich hierbei auch den Stellen 1, 2 und 6 zuteilen. Wie beim SHANNON-Index wird der Probenpunkt 5 mit der höchsten Diversität von den anderen abgegliedert.

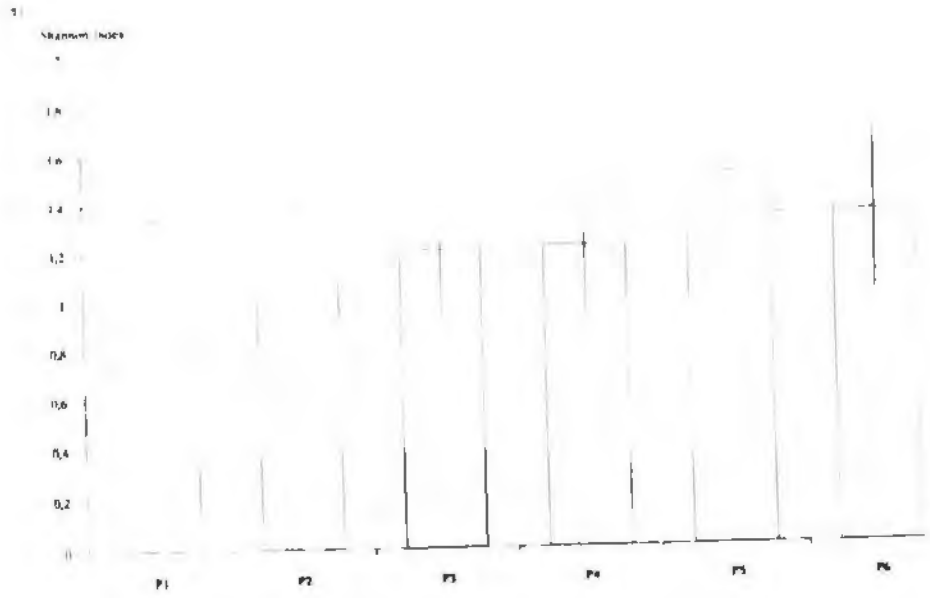
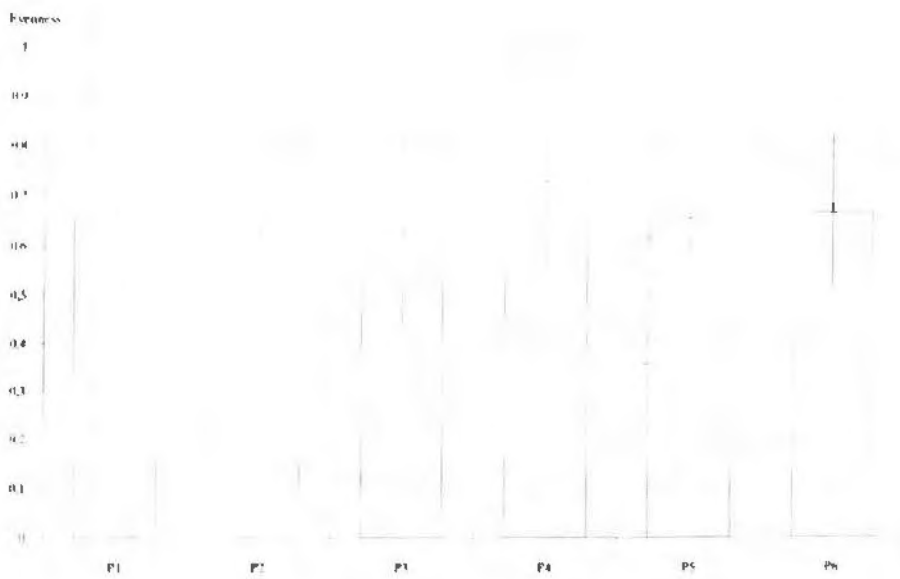


Abbildung 48: Mittelwerte und Standardabweichungen der errechneten Diversitätsindices. a) SHANNON-Index, b) Evenness nach PIELOU, c) SIMPSON-Index. P1-P6 Probenstellen 1 bis 6. Probenanzahlen: P1 n = 53, P2 n = 24, P3 n = 15, P4 n = 19, P5 n = 49, P6 n = 55.



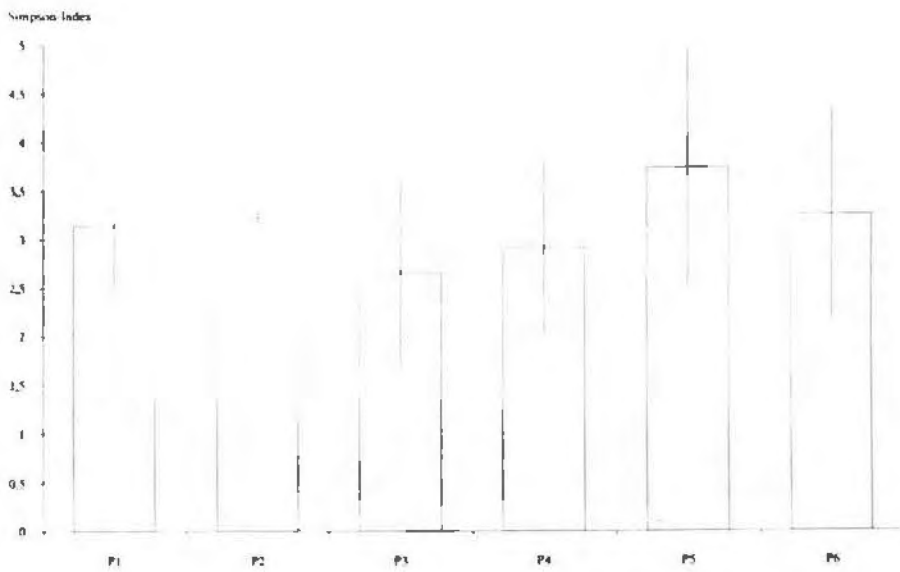


Abbildung 48 b,c)

Tabelle 25: Über den Untersuchungszeitraum gemittelte Dominanzindices nach SIMPSON an den sechs Probenstellen, angegeben durch den Kehrwert des Index. S.E.M. Standardfehler, n Probenzahl.

Stelle	Mittel	S.E.M.	n
P1	3,15	0,09	52
P2	3,15	0,12	23
P3	2,67	0,28	15
P4	2,87	0,22	17
P5	3,86	0,19	48
P6	3,27	0,15	55

Zu einem Großteil sind die geringen Diversitäten, wie bereits erwähnt, auf die Berechnung anhand der Großgruppen zurückzuführen. Es lassen sich daher auf Artniveau sicherlich höhere Werte erwarten. Thienemann stellte bereits 1954 fest, daß die Artenzahl in jenen Bereichen am höchsten ist, die längere Zeit in weitgehend unverändertem Zustand verharrten und durch eine hohe Diversität hinsichtlich der Umweltparameter geprägt sind. Im Mittel- und teilweise auch im Oberlauf vieler Fließgewässer wird diese Annahme durch das Auftreten einer Vielzahl von koexistierenden Arten bestätigt (HYNES, 1970; ILLIES, 1969). In Folge der stark schwankenden hydrologischen Situation alpiner Karstgewässer mit den abrupt auftretenden Schüttungsspitzen sowie dem längerfristigen Trockenfallen weiter Areale müßte demnach die Artendiversität geringer anzusetzen sein. Möglicherweise bewirken jedoch disturbances mittleren Ausmaßes gerade jene optimale Umweltvariabilität, die das Zusammenleben einer größeren Zahl von Arten erlauben (STANFORD & WARD, 1983).

Unter den Verteilungsmustern benthischer Evertebraten werden grundsätzlich drei Formen unterschieden: reguläre Verteilungen, die nur kleinräumig und aufgrund territorialen Verhaltens einiger Insektengruppen (netzspinnende Trichoptera, Simuliidae, Röhren-bewohnende Chironomiden) auftreten; zufällige Verteilungen, die in Folge von sehr geringen Individuendichten entstehen, und die vorherrschenden geklumpten Verteilungen (ELLIOTT, 1977).

Mittels Chi-Quadrat-Test (X^2) wurden die Einzelproben auf die Verteilunsmuster der Großtaxa hin geprüft:

$$X^2 = (s^2 \cdot (n - 1)) / x,$$

wobwei s^2 = Varianz, x = Mittelwert und n = Probenanzahl. In nahezu allen Fällen war demnach eine geklumpte Verteilung nachzuweisen (vgl. MINSHALL & MINSHALL, 1977). Als Maß für den Aggregationsgrad der Großtaxa an den sechs Probenstellen gilt der Streuungsindex nach GREEN (I_G). Er beruht auf dem Verhältnis der Varianz zum Mittelwert und ist von den Schwankungen in der Stichprobenanzahl, dem Mittelwert und der Wertesumme unabhängig (ELLIOTT, op. cit.):

$$I_G = ((s^2 / x) - 1) / (S\, x_i - 1)$$

x_i = Individuenzahl in der i-ten Einheit, x = Mittelwert und s^2 = Varianz. Dabei liegt bei 0 eine rein zufällige Verteilung vor; der Wert 1 steht für die gößte mögliche Aggregation. Vor allem die häufigsten Taxa, wie Ephemeroptera, Plecoptera, Coleoptera und Chironomiden, sowie die Gesamtabundanzen an den einzelnen Stellen sind nach diesem Index außerordentlich gleichmäßig verteilt (Abb.49). Unter den Insekten zeigen die Trichoptera und Simuliiden, aber auch die Coleoptera die höchsten mittleren Ballungen, variieren jedoch in der Zeit und mit der Probenstelle stark. Ebenso lassen die übrigen Evertebratengruppen höhere Indexwerte und weitere Schwankungsbreiten erkennen, erreichen aber im Mittel nie 0,5. Für eine genauere Untersuchung der kleinräumigen Muster wären jedoch Sampler mit geringerer Fläche sowie höhere Stichprobenanzahlen notwendig. Außerdem treten unter den Großtaxa sicherlich Arten mit recht unterschiedlichen Ansprüchen hinsichtlich ihrer chemischen, physikalischen und biotischen Umwelt (Nahrung, Sedimentstruktur, Konkurrenz, Strömung, etc.) auf, sodaß eine genauere Analyse der kleinräumigen Verteilungen erst mit Kenntnis der aufgefundenen Arten und ihrer Individuenzahlen erfolgen kann.

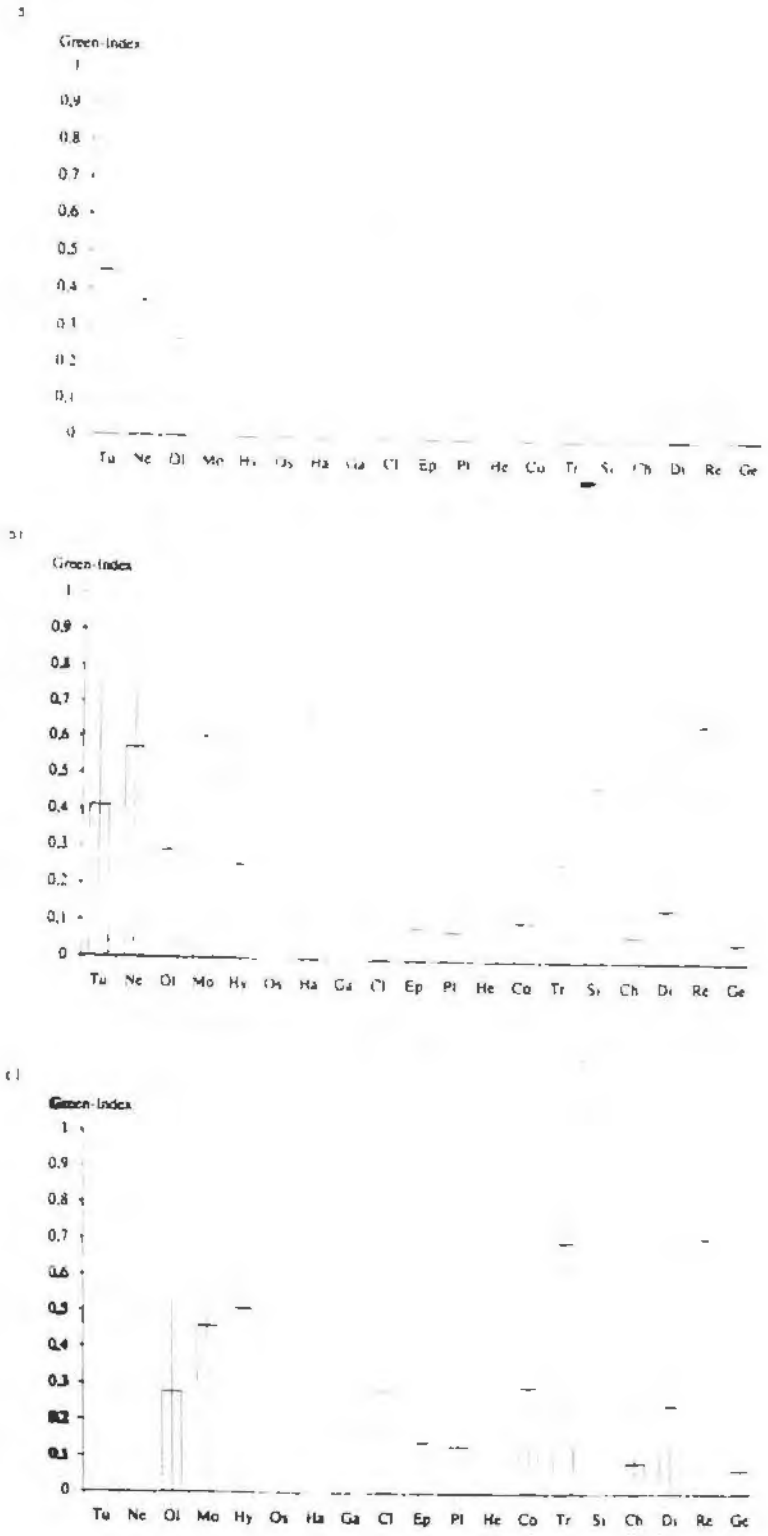
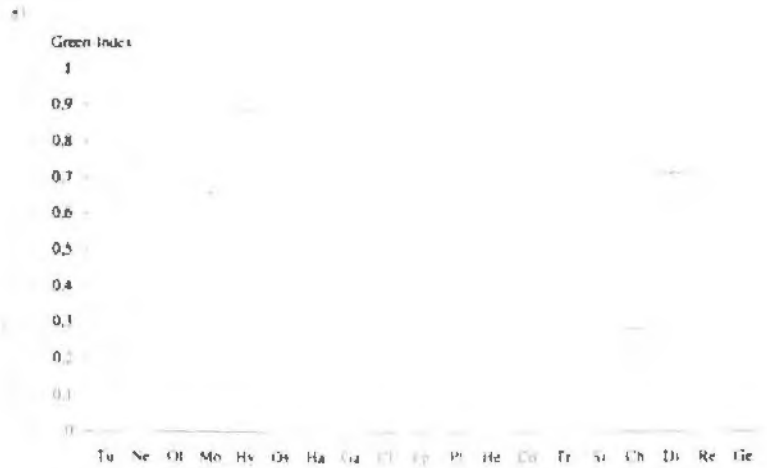
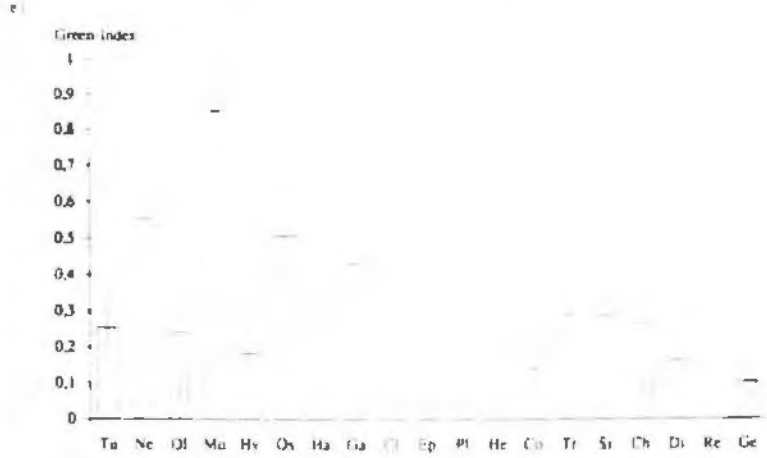


Abbildung 49: GREEN-Indices der Großgruppen als Maß ihrer Aggregation. Jene Individuen die lediglich einmal an der jeweiligen Stelle vorgefunden wurden, wurden nicht berücksichtigt. a) bis f) Probenstellen 1 bis 6. Probenanzahlen: P1 n = 53, P2 n = 24, P3 n = 15, P4 n = 19, P5 n = 49, P6 n = 55.





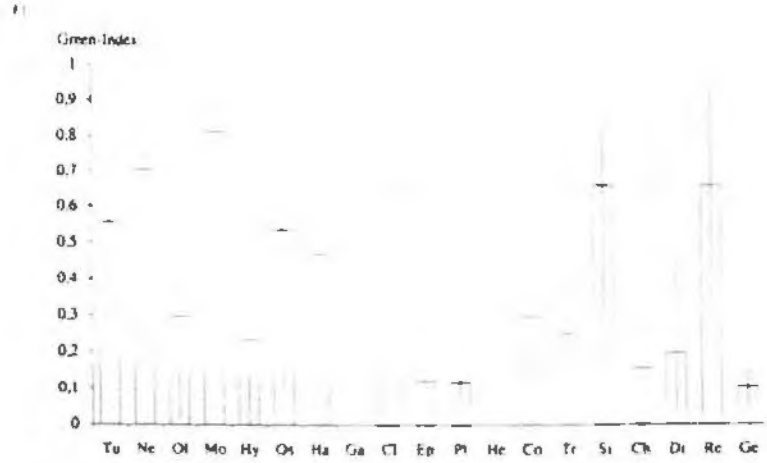


Abbildung 49 d,e,f)

5.6.5. Fuktionelle Ernährungstypen

Da bis zu diesem Zeitpunkt noch kaum Artbestimmungen vorliegen, wird versucht, auf hohem taxonomischen Niveau ein ungefähres Bild von den vorherrschenden Ernährungstypen zu erstellen. Hiebei wird zwischen Collectors, Shredders, Grazers und Predators unterschieden. Die Klassifizierung erfolgt in Anlehnung an die Einteilung von CUMMINS (1984). Da die einzelnen Insektentaxa häufig mehreren dieser Gruppen angehören, wurden in solchen Fällen prozentuelle Zuordnungen getroffen. Ausgenommen von P4 überwiegen an allen Probenstellen die Collectors mit etwa 45% bis 53% (Abb.50a,b). Die Shredders nehmen an den Arealen 1, 2, 5 und 6 mit 32% bis 36% den zweitgrößten Anteil ein. Interessant ist, daß an den beiden intermittierenden Bachabschnitten im Fischbach der Prozentsatz an Shredders am höchsten ist und an P4 den der Collectors weit übertrifft. Die Predators schwanken nach dieser Berechnung zwischen 10% und beinahe 20%. Die geringsten Anteile nehmen die Grazers ein. Über alle Probenstellen betrachtet kann die Hälfte der vorgefundenen Insekten den Collectors zugeordnet werden, gefolgt von den Shredders mit 36%, den Predators (12%) und einem geringen Anteil von Grazers. Dies entspricht den Verhältnissen, die von VANNOTE et al. (1980) in ihrem river-continuum-concept postuliert wurden (vgl. auch Abb.74): eine Abhängigkeit der Zusammensetzung der Lebensgemeinschaften von der Verfügbarkeit an Nahrung in Zusammenhang mit der Bachmorphologie, der Fließgeschwindigkeit, den Substratverhältnissen der Temperatur sowie dem allochthonen oder autochthonen Energieeintrag. Dies schlägt sich in einem longitudinalen Gradienten hinsichtlich den physikalischen und trophischen Verhältnissen nieder (HAWKINS & SEDELL, 1981). Die Shredders, also jene funktionelle Gruppe, die das grobe organische Material (CPOM = coarse particulate organic matter, >1 mm) zerkleinert und sich in Abhängigkeit von der damit verbundendenen mikrobiellen Biomasse ernährt, stellt lediglich in den Oberläufen der Bäche einen hohen Prozentsatz und nimmt flußabwärts kontinuierlich ab. Demgegenüber steigt der Anteil der Collectors longitudinal bis auf 90% im Unterlauf an. Für diesen Typ bildet FPOM (fine particulate organic matter, 50 mm bis 1 mm) und UPOM (ultrafine particulate organic matter, 0,5 bis 50 mm), das sie entweder aus der Strömung filtern, oder vom Sediment aufsammeln, die Ernährungsgrundlage. Die Grazers, die "Weidegänger", sind im Mittellauf der Bäche am stärksten vertreten. Die Predators, die räuberischen Arten, sind in allen Bereichen ungefähr in gleichem Ausmaß vorhanden.

Obwohl die vorliegenden Ergebnisse recht gut diesen theoretischen Verhältnissen in den Oberläufen der Bäche entsprechen, ist es notwendig, sie in der Folge auf Artniveau zu verifizieren und können daher nur als grober Überblick verstanden werden.

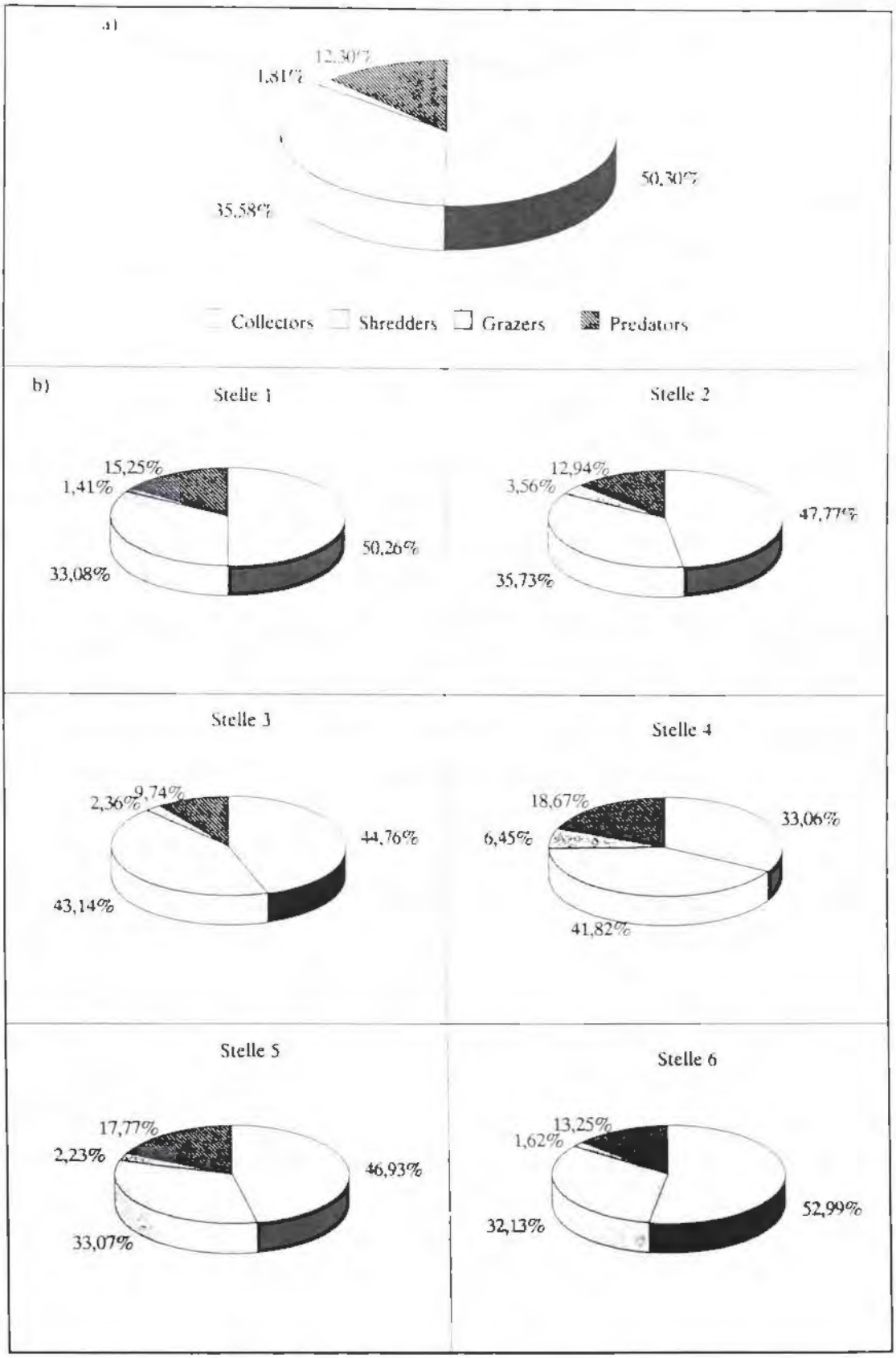


Abbildung 50: Prozentuelle Anteile der verschiedenen Ernährunstypen. **a) über alle** Probenstellen gemittelt, b) Mittelwerte an den einzelnen Probenstellen. Probenanzahlen: Stelle 1 n = 53, Stelle 2 n = 24, Stelle 3 n = 15, Stelle 4 n = 19, Stelle 5 n = 49, Stelle 6 n = 55.

5.6.6. Zeitliche Dynamik

5.6.6.1. Gesamtabundanzen im Zusammenhang mit den hydrographischen Schwankungen

Es sei an dieser Stelle noch einmal erwähnt, daß die Stellen 2 bis 4 nur vom 2.5. bis 5.7.1991 beprobt wurden, die Punkte 2 und 4 jedoch in die Freezing-Core-Aktion im November miteinbezogen wurden. Der zeitliche Verlauf der gesamten Individuendichten ist in Abbildung 51 dargestellt. Daraus wird ersichtlich, daß zu Beginn der routinemäßigen Probennahmen im späten Frühjahr die Individuendichten an den Stelle 1, 2, 5 und 6 sehr hohe Abundanzen aufweisen, die intermittierenden Abschnitte im Fischbach jedoch nur mit geringen Individuenzahlen aufwarten. Nach einem Einbruch an den perennierenden Bereichen Ende Mai - Anfang Juni kommt es Anfang August zu einer starken Reduktion der Fauna. Die geringen Werte bleiben dann den restlichen Sommer lang sowie im September erhalten. Die ursprünglichen Abundanzen werden erst in der Mitte des Herbstes, spätestens im November erreicht. Im Gegensatz zu diesen Probenstellen steigen die Dichten an den intermittierenden Stelle P3 und P4 Anfang Juni an, bleiben bis zum Ende dieses Monats erhöht, um im Juli wieder zu sinken.

Diese zeitlichen Variationen sind sicherlich zum Großteil auf die hydrographischen Bedingungen zurückzuführen (Abb.52). Die hohen Inividuenzahlen an den ständig überströmten Probenpunkten im Mai dürften in Beziehung zu einer recht durchschnittlichen Schüttung stehen, wie aus den Niederschlagsdaten dieser Zeit hervorgeht. Bedingt durch stärkere Regenfälle um den zweiten Probentermin vom 19.5. kommt es zu einer ersten Reduktion, wobei unter den Insekten die Chironomiden am stärksten betroffen waren (Tab.26). Der Unterschied um 42% von der ersten zur zweiten Probennahme ist nur an der Stelle 1 signifikant und alle Stellen erholen sich bis spätestens (P1) 19. Juni. Jedoch ist an P6 die Verringerung der Individuenzahlen um 91% vom 19.5. zum 4.6. höchst signifikant und ähnliche Dichten werden erst im Oktober wieder erreicht. Die Regenereignisse im Juli, die in etwa die Ausmaße jener im Mai erlangen und eine bereits stark erhöhte Schüttung zur Folge hatten, bewirken wieder an P1 ein Absinken der Zahlen um 40% (signifikanter Unterschied). Doch erst die Niederschlagsspitze Anfang August hat eine höchst signifikante Reduktion um 90% zur Folge. Während die Abundanzen im September wieder Werte annehmen, die mit jenen nach der ersten dieser sommerlichen Abnahmen verglichen werden können, sind erst im November solche wie am Anfang der Probennahmen erreicht, das heißt erst nach fast vier Monaten. Die Verhältnisse an der Stelle 5 sind nicht so kraß. Hier kommt es nur während der höchsten

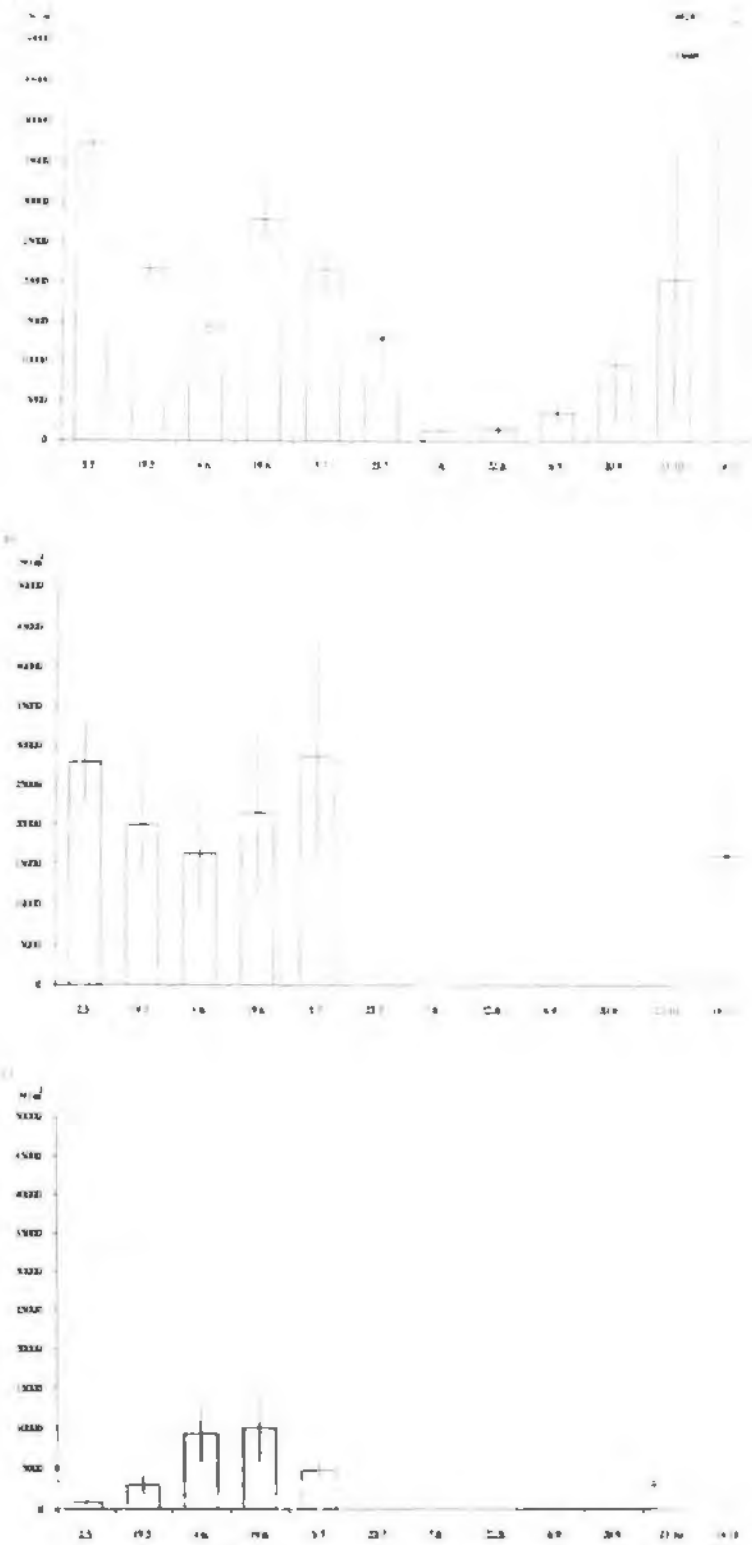


Abbildung 51: Mittelwerte und Standardabweichungen der pro Probentermin aufgefundenen Gesamtabundanzen. P2, P3 und P4 wurden nur bis 5.7.1991 besammelt, im November aber mit Ausnahme von P4 in die Freezing-Core-Beprobung inkludiert. Die Stellen 3 und 4 waren von Mitte August bis kurz vor der Probennahme im November nicht überströmt, P5 an den Terminen 6.9. und 21.10.1991. a) bis f) Probenstellen 1 bis 6.

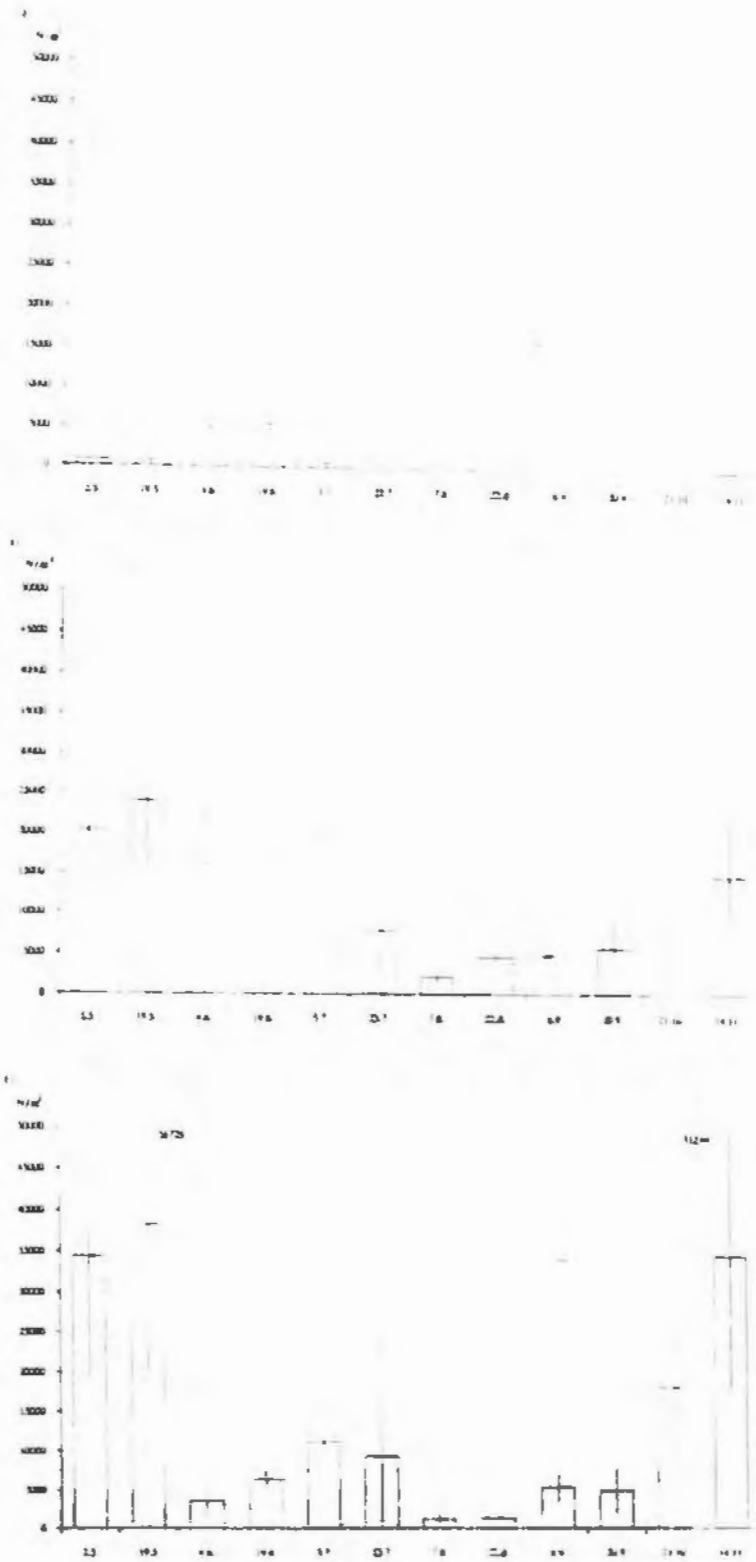


Abbildung 51 d,e,f)

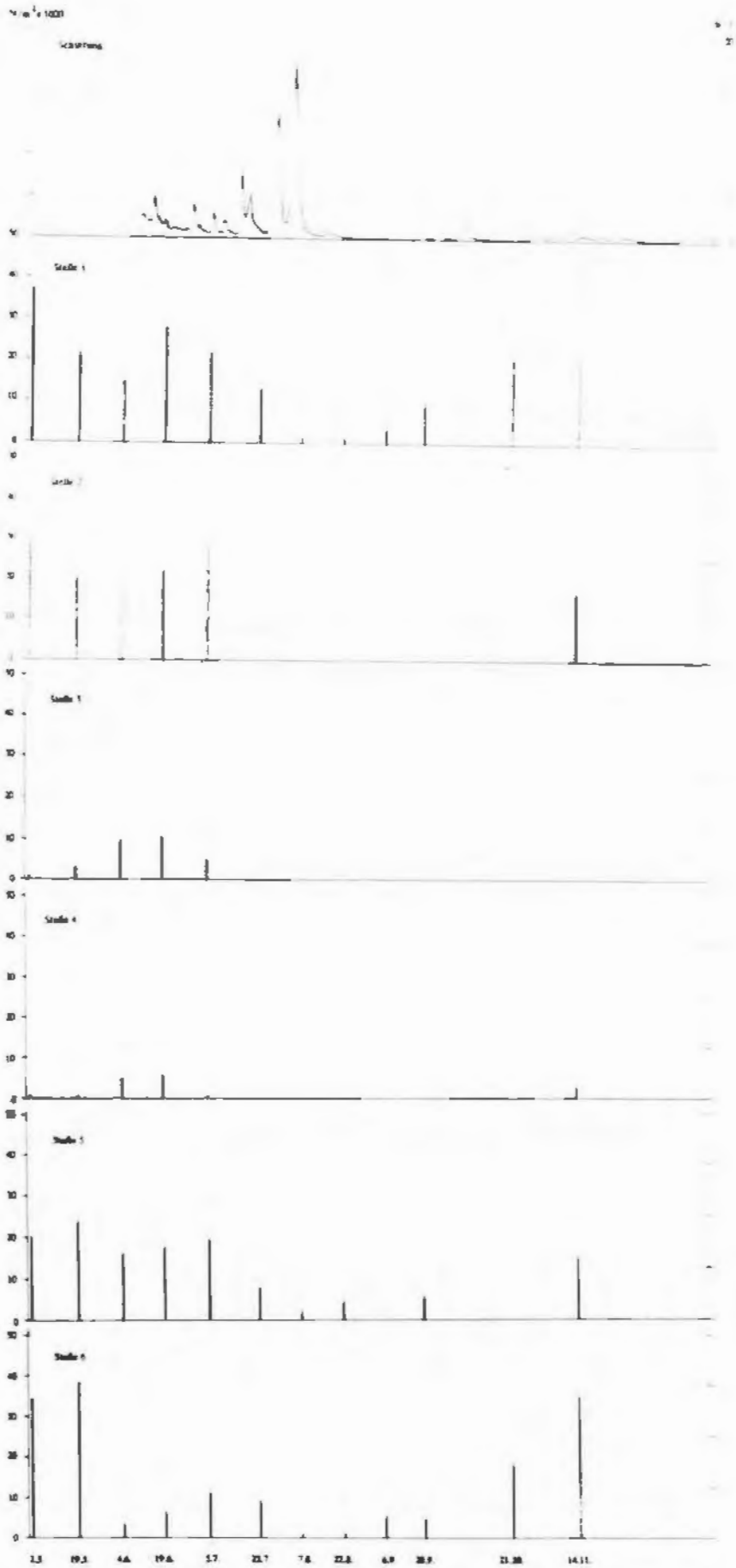


Abbildung 52: Gemittelte Gesamtabundanzen an den sechs Probenstellen im Hinblick auf die hydrologischen Verhältnisse.

Schüttungsmengen zu einer Reduktion: der Unterschied ist lediglich signifikant, aber die Abundanzen sind im Vergleich zum vorangegangen Probentermin um 73% herabgesetzt. Eine Erholung ist bereits nach einem Monat erkennbar. Es ist jedoch zu bedenken, daß während dieser Zeit die Stelle weitgehend austrocknete. Nach der enormen Verminderung von ca. 38000 auf 3500 Individuen pro m^2 an P6 durch das Mai-Hochwasser, steigen die Abundanzen in nur geringem Maße an. Das heftige Abflußgeschehen im Juli führt dann noch zu keiner signifikanten Abnahme, die Schwankungsbreite der Individuendichten sind aber außerordentlich hoch. Infolge der Hochwässer Anfang August reduziert sich die Biozönose wiederum um 80% (auf dem 95%-Signifikanzniveau unterscheidbar).

Die intermittierenden Bachabschnitte im Fischbach zeigen während der Hochwässer im späten Frühling ein gänzlich anderes Verhalten. Sie nehmen mit der steigenden Schüttung an Individuenzahlen zu, während sich die Abundanzen an den perennierenden Bereichen verringern. Dies ist möglicherweise darauf zurückzuführen, daß diese Stellen (P3 und P4) vor der ersten Beprobung zu Beginn Mai trocken lagen und sich die Biozönose an der Sedimentoberfläche erst mit der Flutung dieser Areale aufbaute. Doch die Regenfälle im Juli bewirken dann auch hier eine Dezimierung der benthischen Lebensgemeinschaften, die aber aufgrund der ohnehin geringen Abundanzen nicht signifikant ausfällt.

An P1 ziehen sich die Individuenabnahmen nach der Hochwasserspitze im August durch alle vorherrschenden Großgruppen (Abb.53). So verzeichnen die Ephemeroptera einen Verlust von 95%, die Plecoptera von 80% und die Chironomiden von 87%, wobei sich die nachfolgenden geringen Individuendichten höchst signifikant (Ephemeroptera) bzw. hoch signifikant (Plecoptera und Chironomiden) von den vorangegangenen unterscheiden. Doch auch die Abundanzen der Coleoptera und Trichoptera verringern sich um 98% bzw. 84%, die der Dipteren um 71% (Coleoptera höchst sign., Trichoptera und Diptera nicht sign.). Die Verminderung der Oligochaeten-Zahlen um 91% ist ebenfalls signifikant. Die Simuliiden scheinen bereits am 23.7. nicht mehr in den Proben auf.

An der Stelle 5 sind die Reduktionen nach dem August-Hochwasser in bezug auf die Ephemeroptera, Plecoptera und Chironomiden nicht signifikant, obwohl die zuletzt genannte Gruppe eine Abnahme von 90% verzeichnet. Signifikanzen treten nur bei den Oligochaeten (93% Reduktion; **) und den Gammariden (völlige Reduktion; *) auf.

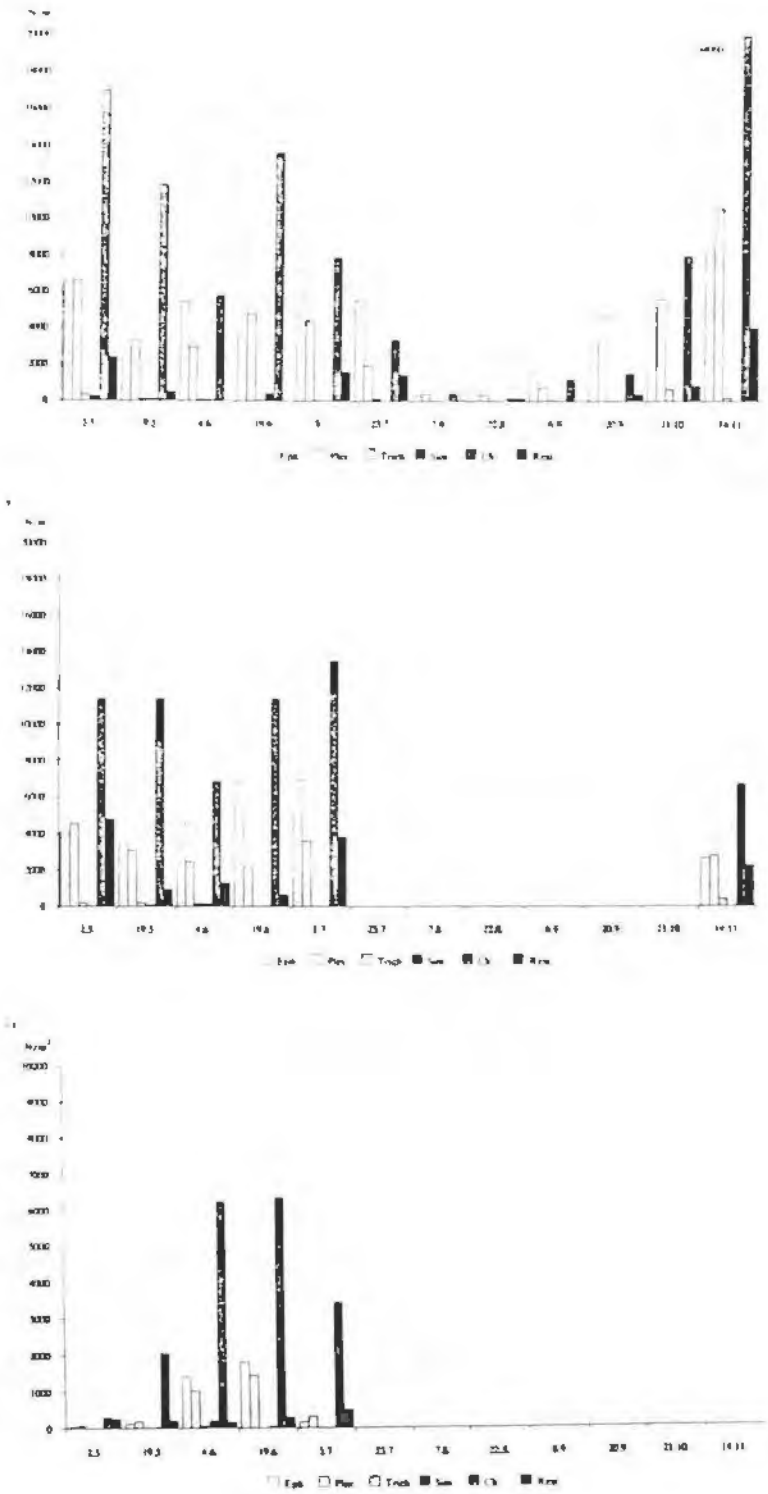
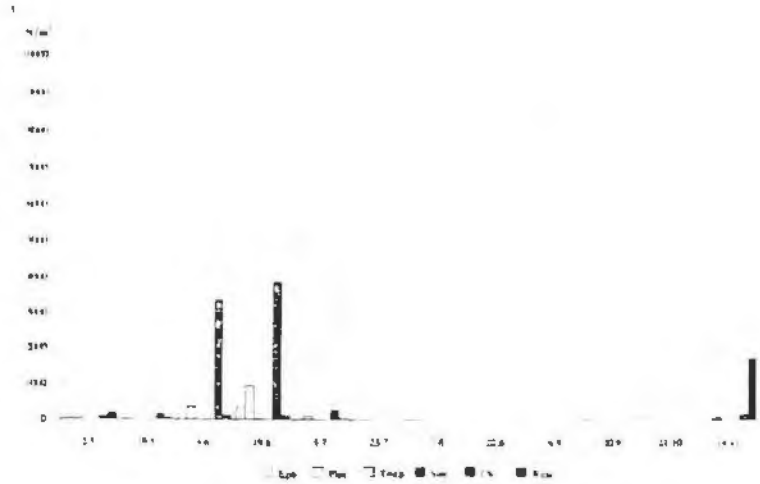
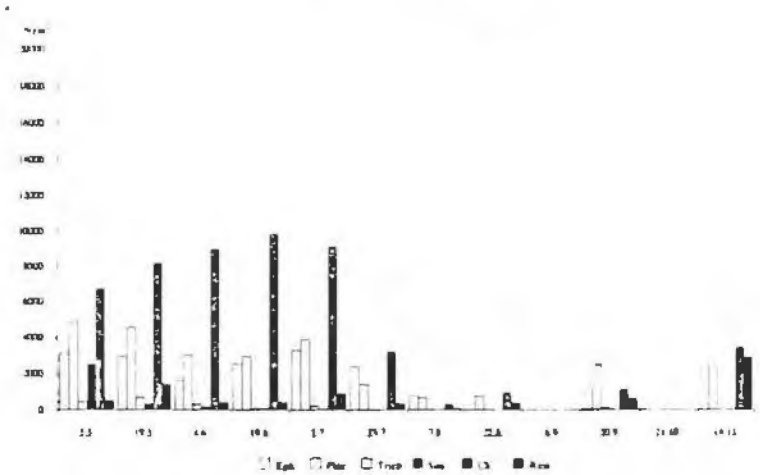


Abbildung 53: Zeitliche Veränderungen der mittleren Individuenzahlen einiger ausgewählter Insektengruppen an den sechs Probenstellen (P1 bis P6).
Eph Ephemeroptera, Plec Plecoptera, Trich Trichoptera, Sim Simuliidae (Diptera), Ch Chironomidae (Diptera), Rest restliche Insektengruppen.





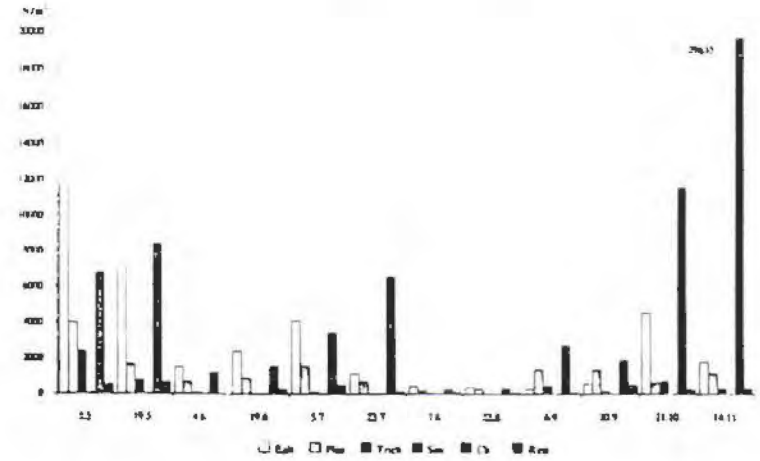


Abbildung 53 d,e,f)

Bereits die hohen Schüttungen im Mai bewirken am Probenpunkt 6 bei den drei häufigsten Taxa signifikant (Ephemeroptera und Plecoptera) bzw. hoch signifikant geringere Zahlen (Chironomiden) im Vergleich zum vorangegangenen Probentermin. Nach den Abflußspitzen im August zeigen nur die Chironomiden und die Oligochaeten signifikante Abnahmen.

Tabelle 26: Prozentuelle Abnahmen der Individuendichten einiger Taxa und signifikante Unterschiede zu dem vorangegangenen Probentermin nach dem Hochwasser Anfang August an den Stellen 1, 5 und 6 (P1, P5, P6). Für P6 werden zusätzlich die Abnahmen nach den Mai-Hochwässern angeführt. Oli Oligochaeta, Eph Ephemeroptera, Plec Plecoptera, Col Coleoptera, Trich Trichoptera, Ch Chironomidae.

Taxon	P1	P5	P6	P6 (Mai)
Oli	91%	93%	97%	fehlt
	*	**	**	
Eph	95%	67%	65%	79%
	***	ns	ns	*
Plec	90%	53%	76%	59%
	**	ns	ns	*
Col	98%	86%	11%	fehlt
	***	*	ns	
Trich	84%	67%	25%	88%
	ns	ns	*	ns
Ch	87%	90%	96%	85%
	**	ns	*	**
Gesamt	90%	73%	88%	91%
	***	*	*	***

5.6.6.2. Veränderungen hinsichtlich der relativen Abundanzen einiger Insektentaxa

Die prozentuelle Zusammensetzung ändert sich ebenso wie die Gesamtabundanzen über den untersuchten Zeitraum (Abb.54). An der Stelle 1 steigen die Anteile an Ephemeroptera bis in die Sommermitte von ca. 20% im Mai bis fast 50% im Juli und Ende August an, lediglich nach der Hochwasserspitze Anfang August verzeichnen sie einen Einbruch. Im Laufe des Herbstes sinken sie dann wieder bis auf etwa 15% im November. Gegenläufig nehmen die Chironomiden von 50% im Mai bis zur Jahresmitte in der Relation zu den übrigen Insektengruppen auf die Hälfte ab, sind nach der Schüttung noch recht stark vertreten, erreichen dann im August und September aber Mindestwerte von etwas über 15%. Im Oktober und November sind die relativen Dichten wieder auf 40% bzw. 60% gestiegen. Die Plecoptera sind im Durchschnitt konstant mit 20% vertreten. Nur bedingt durch die Ephemeropteren-

Abnahme im August werden 30%, infolge der geringen Chironomidenabundanzen Ende September sogar 60% erreicht. Die Simuliiden sind verhältnismäßig am stärksten im Juni, die Trichoptera im Oktober vertreten.

An der Stelle 2 wurden zu wenige Proben genommen, um deutliche Veränderungen in der Zeit zu erkennen, ebenso an P3. Hier ist jedoch eine offensichtliche Dominanz der Chironomiden festzustellen. Auch am zweiten intermittierenden Probenareal im Fischbach stellen die Chironomiden im Verhältnis die stärkste Gruppe. Überraschend ist jedoch die abweichende Faunenzusammensetzung, die anhand der Freezing-Core-Proben erhalten wurde, nachdem das Areal über drei Monate trocken lag. Hier überwiegen mit 90% die restlichen Insektengruppen, was fast zur Gänze das Verdienst der Collembola und Coleoptera ist.

Die Verhältnisse an P5 entsprechen ungefähr denen am Probenpunkt 1. Auch hier nehmen die Anteile der Ephemeroptera bis Ende August von minimal 10% auf 45% zu, während jene der Chironomiden abnehmen. Auch die Plecopteren sind durchgehend in nahezu gleichen Prozentzahlen und wieder Ende September mit 50% überdurchschnittlich stark vertreten. Auffällig sind die hohen Werte des ersten Probentermins an Simuliiden. P6 wartet bis Ende August mit hohen Ephemeropteren-Anteilen auf, nur in der zweiten Juli-Hälfte sind diese sehr gering. Im Herbst dominieren dann wieder die Chironomiden über die Ephemeroptera. Die Trichopteren zeigen hier im zeitlichen Verlauf wohl ihre höchste Variabilität in ihren Anteilen an den Insekten. Die höchsten Werte verzeichnen sie im Mai und September. Im allgemeinen läßt sich also ein Wechselspiel zwischen den relativen Häufigkeiten von Ephemeroptera und Chironomiden ausmachen, während die Plecopteren-Anteile relativ konstant bleiben.

5.6.6.3. Zeitliche Variationen hinsichtlich Diversität und der Ernährungstypen

Im allgemeinen bleiben die Prozentsätze der einzelnen Ernährungstypen über den Untersuchungszeitraum konstant. Saisonale Abweichungen in der Höhe ihrer Anteile, wie sie bei HAWKINS & SEDELL (1981) unterschieden werden, sind nach dieser kurzen Untersuchungszeit und auf großtaxonomischen Niveau kaum nachzuvollziehen. Nach jener Studie verzeichnen im Oberlauf die Shredders ihr Maximum im Herbst, die geringsten Relativwerte im Sommer. Im Gegensatz dazu besitzen die Collectors die höchsten Prozentsätze im Frühjahr, die niedrigsten aber ebenfalls im Sommer. Die Verhältnisse um die Grazers entspricht jenen der Shredders, und die Predators

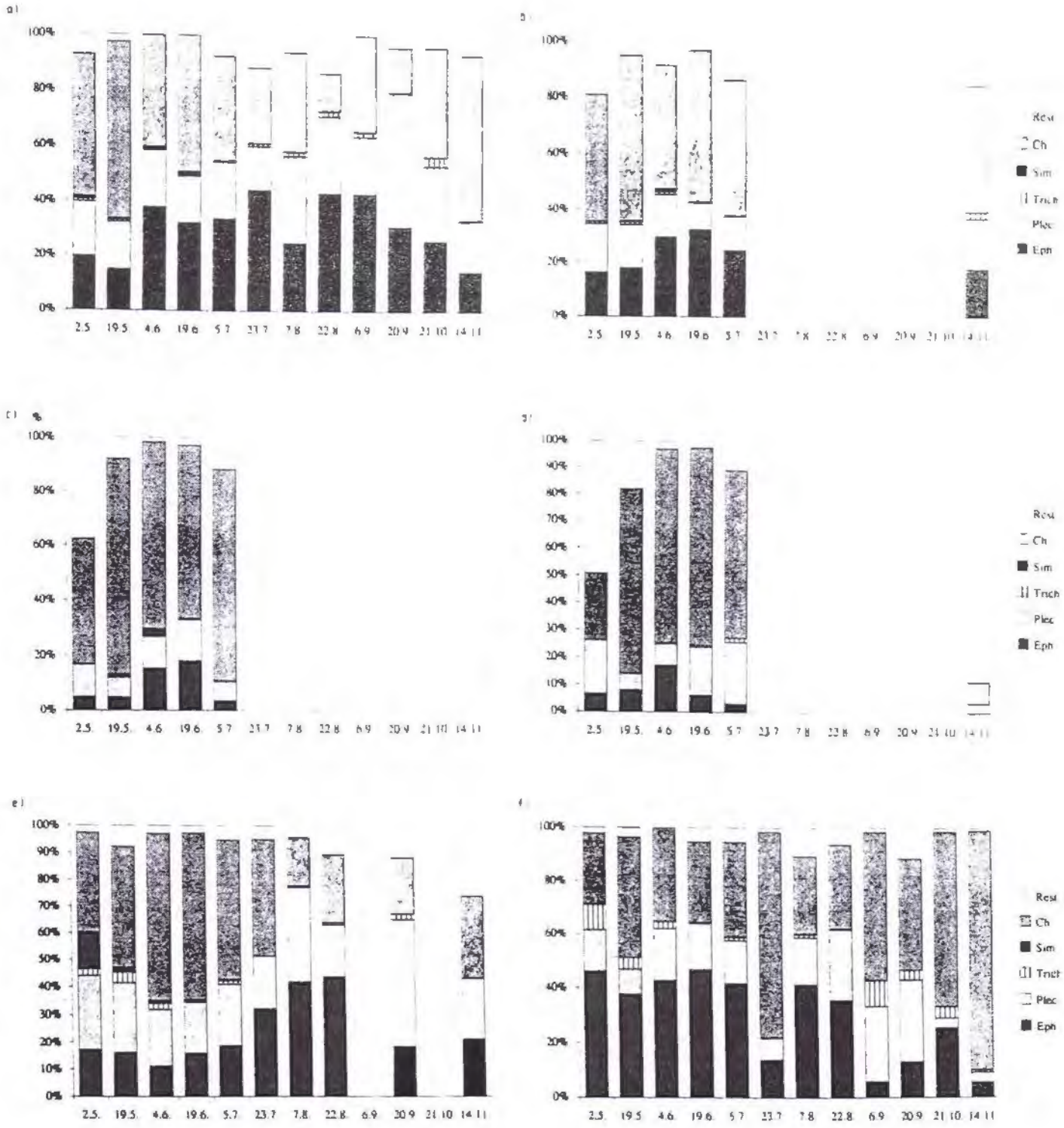


Abbildung 54: Zeitliche Variationen der Prozentsätze einiger ausgewählter Insektentaxa an der Gesamtzahl an Insekten. a) bis f) Probenstellen 1 bis 6.

erreichen als einzige ihren Höchstwert im Sommer. Zwar sind die Werte der Shredders an den Stellen 5 und 6 im Herbst nicht bzw. nicht wesentlich höher als zu den anderen Jahreszeiten, doch übernimmt diese Gruppe hier für kurze Zeit den dominierenden Anteil (Abb.55). Auch an P1 nähern sich die Zahlen der Shredders jenen der Collectors. Es bleibt anzumerken, daß diese Ergebnisse jeglicher statistisicher Absicherung entbehren und - wie bereits oben erwähnt - nur einen Anhaltspunkt bieten.

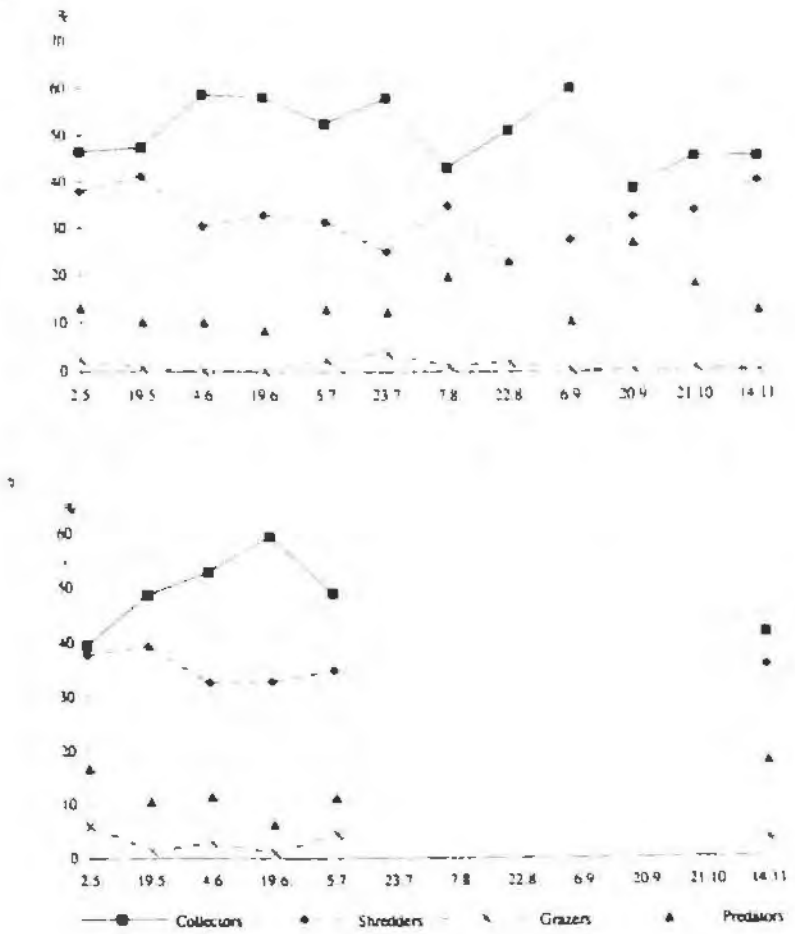


Abbildung 55: **Prozentsätze der functional feeding groups in der Zeit. a) bis** f) Probenstellen 1 bis 6.

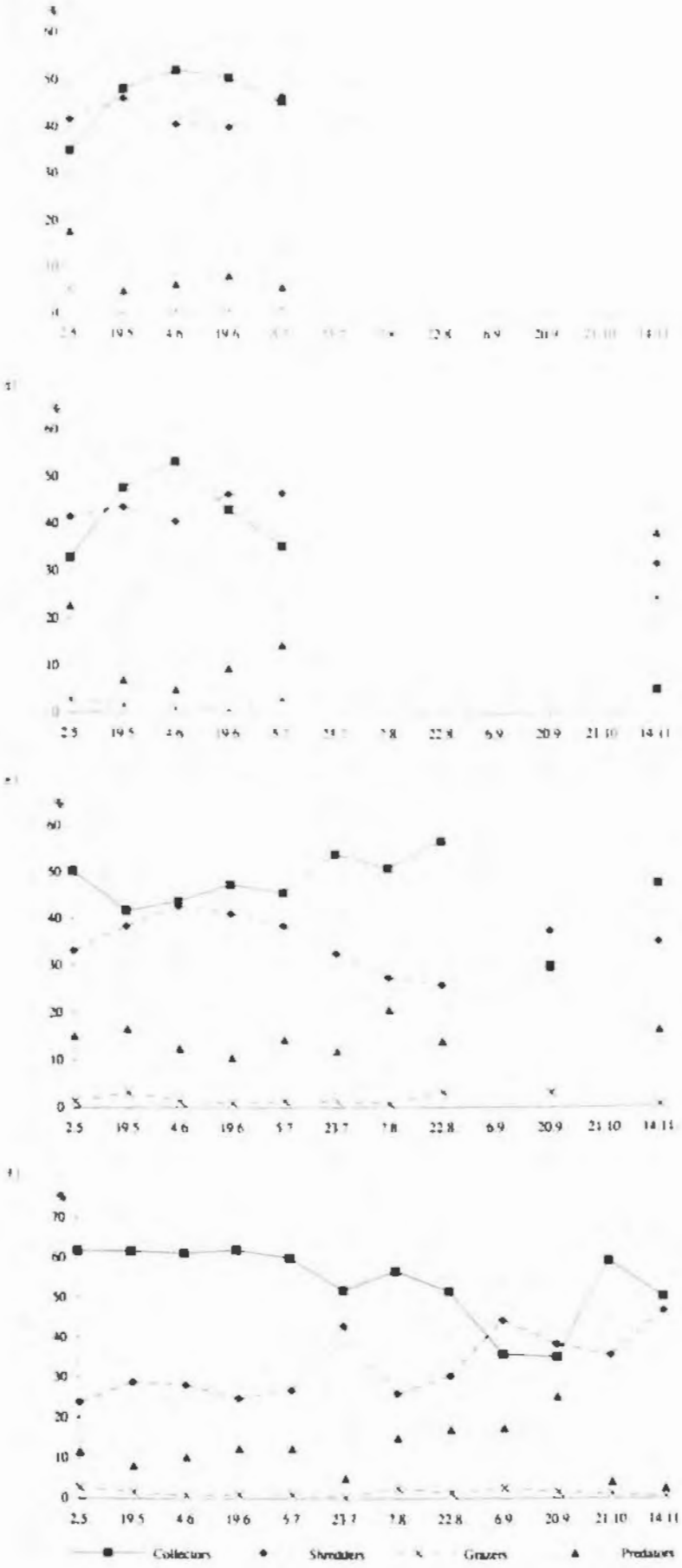
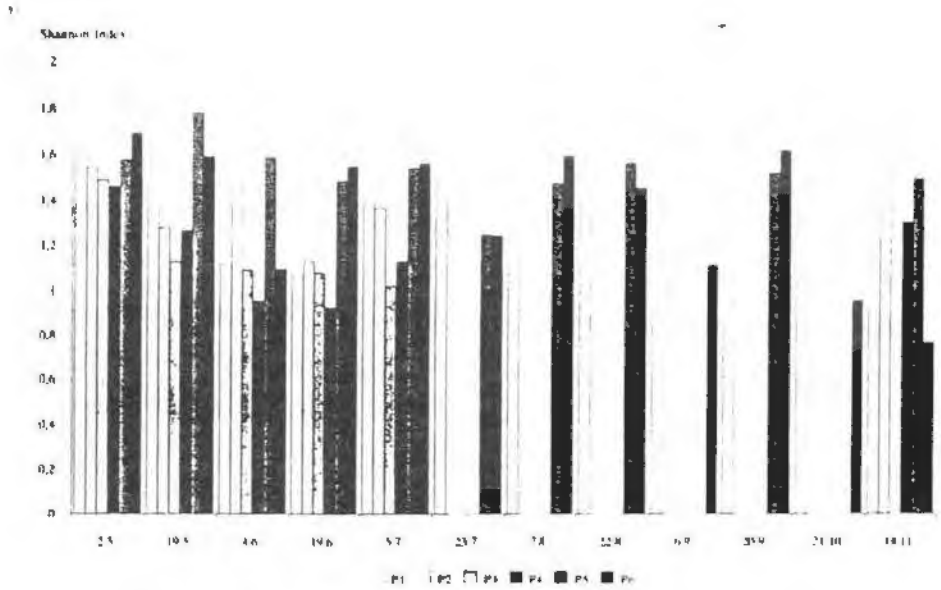


Abbildung 55 c,d,e,f)



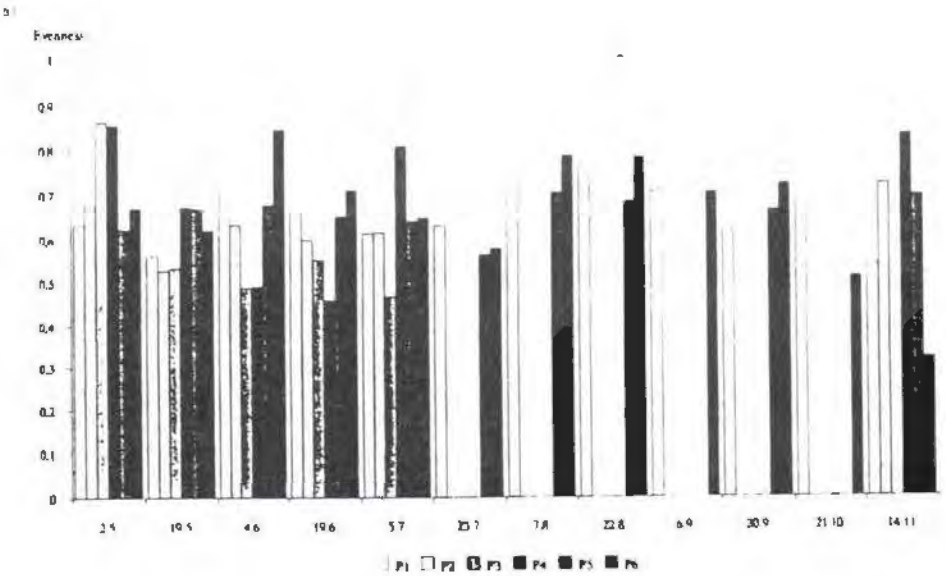


Abbildung 56: Zeitliche Veränderung der Diversitätsindices an den einzelnen Probenstellen. P1–P6 Probenstellen 1 bis 6. a) SHANNON-Index, b) Evenness nach PIELOU.

Ebenso sind die Ergebnisse hinsichtlich der zeitlichen Variation der Diversitätsindices zu bewerten. Mit Ausnahme des Probenpunktes 5 zeigen alle Stellen im Juni eine vergleichsweise geringe Diversität nach dem SHANNON-Index (Abb.56). Möglicherweise ist dies durch die ersten hohen Schüttungen im Mai bedingt. Die Hochwässer vom August lassen jedoch die Indices nicht absinken. Markante Zusammenhänge zur hydrologischen Situation sind nicht nachzuweisen. An einigen Stellen sind auch nach der Evenness Abnahmen der Diversität zu verzeichnen, doch spielen sich Veränderungen nach diesem Index nur in sehr engem Rahmen ab. Theoretische Ableitungen aus diesen geringen Variationen wären sicher übereilt. Wahrscheinlich ist, daß sie nicht nur von hydrographischen Bedingungen abhängen, sondern auch von den gegeben Substratverhältnissen, zeitlichen Konkurrenzphänomenen, Nahrungsverfügbarkeit, life-cycles und anderen Komponenten überlagert werden.

5.6.7. Zusammenhang zwischen Individuendichten und ausgewählten Parametern

Für einen Vergleich der Individuendichten mit dem Gehalt an partikulärer organischer Substanz wurden pro Probenstelle nur jene Termine vor dem extremen Hochwasser im August in die Korrelations- bzw. Regressionsrechnungen miteinbezogen, die sich hinsichtlich ihrer Abundanzen nicht signifikant voneinander unterscheiden. Nach RABENI & MINSHALL (1977) kolonisieren aquatische Insekten die verschiedenen Areale in Abhängigkeit von der Menge an verfügbaren Detritus. Signifikante Korrelationen zwischen POM (P) und den Gesamtindividuenzahlen (N) treten an P1 ($r = 0,39$; $p<0,01$; $n = 19$), P5 ($r = 0,86$; $p<0,001$; $n = 25$) und P6 ($r = 0,43$; $p<0,01$; $n = 17$) auf (Tab.27). Regressionsrechnungen ergaben keine signifikanten Abhängigkeiten (vgl. Abb.57):

Stelle 1:

$P = 0,23 \cdot N + 3,90 (r^2 = 14,91\%;\ p>0,05;\ n = 19)$,

Stelle 5:

$P = 0,66 \cdot N + 3,04 (r^2 = 74,45\%;\ p>0,05;\ n = 25)$,

Stelle 6:

$P = 0,31 \cdot N + 3,39 (r^2 = 18,60\%;\ p>0,05;\ n = 17)$.

An der Stelle 5 sind es vor allem Chironomiden, die diese hohe Korrelation bedingen ($r = 0{,}83$; $p<0{,}001$; $n = 25$), doch auch die Plecoptera ($r = 0{,}57$; $p<0{,}001$; $n = 25$) und die Trichoptera ($r = 0{,}66$; $p<0{,}001$; $n = 25$) stellen einen hohen Anteil. Etwas geringer ist hier die Beziehung zwischen POM und den Ephemeroptera ($r = 0{,}40$; $p<0{,}001$; $n = 25$).

Etwaige Zusammenhänge zwischen den Individuendichten und den Strömungsgeschwindigkeiten bzw. dem hydraulischen Stress direkt an der Sedimentoberfläche konnten nicht nachgewiesen werden.

Zur Wassertiefe zeigen an der Stelle 1 die Plecoptera, Coleoptera, Simuliiden und Chironomiden, sowie die Gesamtindividuen eine hohe positive Korrelation (Tab.27). Die Oligochaeten sind nur schwach korreliert. Keine derartige Beziehung weisen die Ephemeroptera auf. An P5 und P6 ist ein positiver Zusammenhang zwischen Individuenzahl und Tiefe nur bei den Simuliiden vorhanden. Jedoch sind die Ephemeroptera und die Oligochaeta an der Stelle 5 negativ zur Wassertiefe korreliert.

Tabelle 27: Korrelationstabelle zur Veranschaulichung der Beziehungen einiger ausgewählter Taxa zur Wassertiefe, Sedimentheterogenität (Sed.) und des POM–Gehaltes (partikuläres organisches Material) an den Stellen 1, 5 und 6 (P1, P5 und P6). n Probenanzahl, Oli Oligochaeta, Eph Ephemeroptera, Plec Plecoptera, Col Coleoptera, Tri Trichoptera, Sim Simuliidae, Ch Chironomidae, Ges Gesamt. ns nicht signifikant, * signifikant, ** hoch signifikant, *** höchst signifikant.

	P1 (n = 19)			P5 (n = 25)			P6 (n = 17)		
Taxa	Tiefe	Sed.	POM	Tiefe	Sed.	POM	Tiefe	Sed.	POM
Oli	0,35 *	-0,34 *	0,38 *	-0,27 *	0,20 ns	0,51 ***	0,02 ns	0,64 ***	0,54 ***
Eph	0,22 ns	0,58 ***	-0,02 ns	-0,30 *	0,35 **	0,40 ***	0,06 ns	0,06 ns	0,40 *
Plec	0,48 ***	0,11 ns	0,42 **	-0,05 ns	0,22 ns	0,57 ***	0,14 ns	-0,32 ns	0,02 ns
Col	0,52 ***	-0,21 ns	0,68 ***	0,01 ns	-0,13 ns	-0,11 ns	0,18 ns	0,44 *	0,48 ***
Tri	0,27 ns	-0,23 ns	0,03 ns	-0,24 ns	0,08 ns	0,66 ***	0,16 ns	0,13 ns	0,12 ns
Sim	0,46 ***	-0,01 ns	-0,22 ns	0,44 ***	-0,16 ns	0,17 ns	0,38 *	0,22 ns	0,19 ns
Ch	0,40 **	-0,25 ns	0,41 **	-0,11 ns	0,37 ***	0,83 ***	-0,26 ns	0,18 ns	0,35 ns
Ges	0,54 ***	0,05 ns	0,39 **	-0,26 ns	0,42 ***	0,86 ***	-0,12 ns	0,24 ns	0,43 **

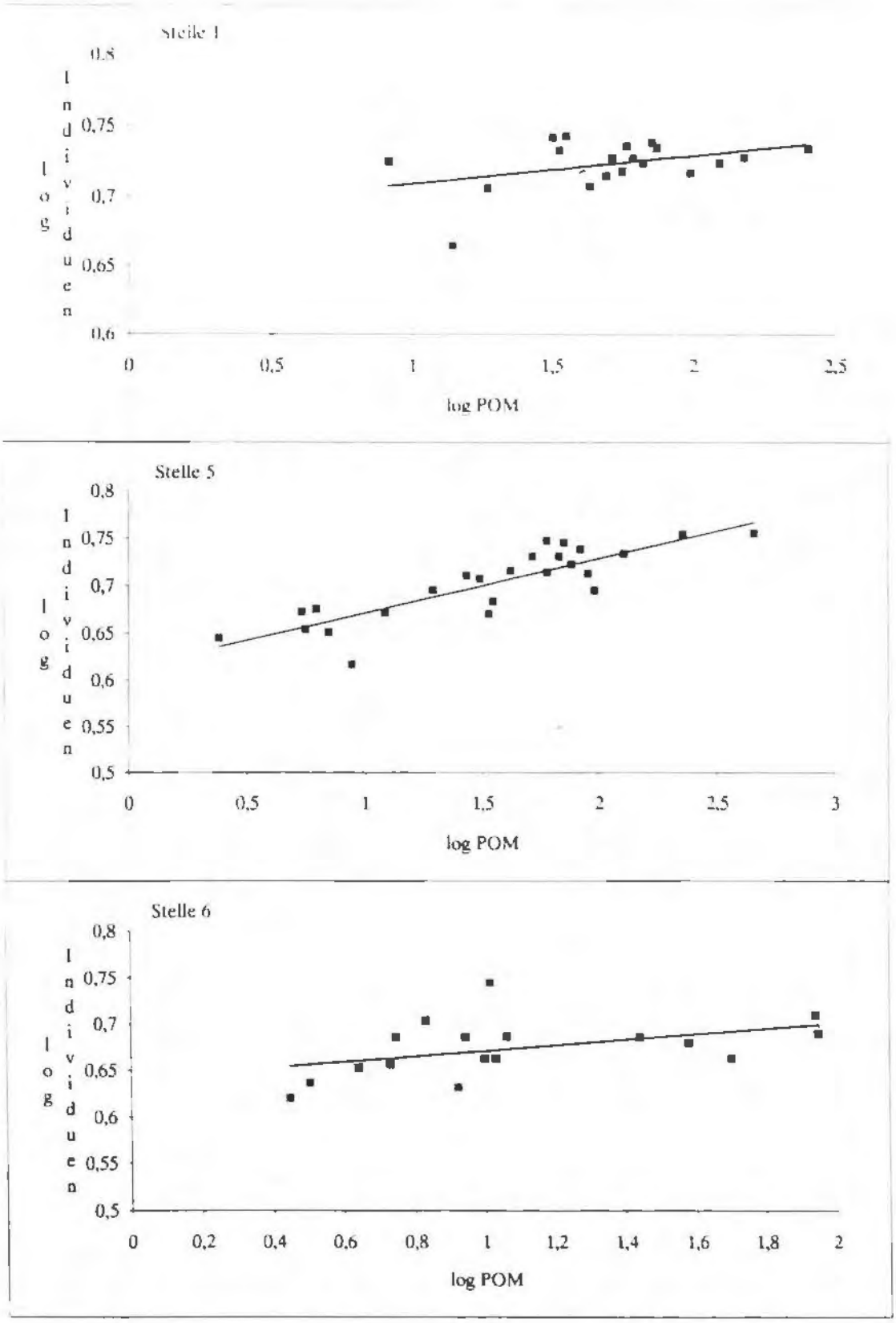


Abbildung 57: Regressionen zwischen partikulärem organischen Material und den Gesamtindividuendichten. a) Stelle 1: $r^2 = 0{,}14$; $p = 0{,}20$; $n = 19$, b) Stelle 5: $r^2 = 0{,}74$; $p = 0{,}22$; $n = 25$, c) Stelle 6: $r^2 = 0{,}43$; $p = 0{,}32$; $n = 17$. Regressionsformeln: siehe Text.

Eine Beziehung zur Heterogenität der Sedimentoberfläche weisen die Ephemeroptera an den Arealen 1 und 5 auf, an P5 auch die Chironomiden und durch ihren hohen relativen Anteil auch die Gesamtindividuenzahl. Erwähnenswert sind noch positive Korrelationen zwischen POM einerseits und der Tiefe an den Stellen 1 und 6 bzw. der Sedimentheterogenität an P5 und P6 andererseits. Durchgeführte Regressionsberechnungen ergaben jedoch keinerlei lineare Abhängigkeiten zwischen den Abundanzen und den verschiedenen Parametern.

5.6.8. Vertikalverteilung

Eine bedeutende Rolle in der Betrachtung der Reaktionen der tierischen Lebensgemeinschaften auf bereits oben ausgewiesene systemeigene Extremereignisse kommt der hyporheischen Zone zu. Es gilt Thesen zu prüfen, wie etwa die Bedeutung des Lückenraumes als Refugialbereich bei Systemstörungen (z.B. TOWNSEND, 1989) oder als Lebensraum für das Wiederbesiedelungspotential (NAIMANN et al., 1988).

Von den insgesamt 29 in das Bachsediment geschlagenen Corer werden 19 für die Erfassung einer Vertikalverteilung der benthischen Organismen verwendet. Die restlichen zehn dienen der Beschreibung der Sedimenttextur (siehe 5.4). Die Anzahl der Corer pro Probenstelle variiert - die Aufteilung auf die einzelnen Areale sowie weitere interessierende Parameter können der Tabelle 28 entnommen werden.

Tabelle 28: Überblick über die entnommenen Biocores. Px Probenstelle, n Core-Anzahl, naß = Anzahl der überströmten Cores (Wassertiefe > 0), dmax maximale Eindringtiefe (cm), d durchschnittliche Eindringtiefe (cm), Individuenzahl pro dm^3 mit Standardabweichung.

Px	n	naß	dmax	d
1	4	1	50	39
2	3	2	50	47
4	3	3	45	40
5	5	3	70	56
6	4	5	50	46
S	19	14	70	46

Niederschlag vor dem Probennahmetermin bewirkte, daß viele der lange Zeit trockengefallenen Bereiche, wie z.B. P4, am Tage der Entnahme wieder überströmt waren, dies wird in den Analysen berücksichtigt. Bei den einzelnen Verfahren wird im Text auf die Vorgangsweise in bezug auf den Stichprobenumfang eingegangen.

5.6.8.1. Abundanzen

Die Individuendichten an den einzelnen Probenstellen liegen mit Ausnahme der Stelle 6 weit unter bereits bekannten Werten, so errechneten z.B. WILLIAMS & HYNES (1974) für einen Kubikmeter 135000 bis 800000 Individuen. Die geringste Individuendichte weist Stelle 4 auf, die, wie bereits erwähnt, vor dem Probentermin über einen langen Zeitraum oberflächig trocken gefallen war. P6 ist die einzige Probenstelle, bei der während des gesamten Zeitraumes Mai bis November alle Probenpunkte permanent überströmt waren; hier sind auch die größten Individuendichten zu finden. Für die arithmetischen Mittelwerte der Tabelle 29 werden alle Cores - inclusive der nicht überströmten - bis zu einer Tiefe von 40 cm herangezogen.

Tabelle 29: Durchschnittliche Individuendichten mit Standardabweichungen. Px Probenstelle, n Anzahl der Tiefenstufen, S gesamt gemittelt.

Px	Individuen / dm^3	n
1	73,62 ± 71,61	14
2	42,76 ± 24,32	12
4	8,69 ± 10,04	11
5	42,54 ± 14,04	21
6	576,10 ± 608,72	16
S	155,83 ± 335,95	74

Eine Standardisierung der Biocores auf eine Tiefe von dreißig Zentimeter wird für die folgenden Vergleiche und Tests verwendet, da, wie noch ausgeführt werden wird, die Abundanzen der einzelnen Tiefenstufen einander ähneln, das heißt keine ausgeprägten Vertikalmuster aufweist. In den Abbildungen 58 bis 61 sind absolute und relative Faunenzusammensetzungen der einzelnen Probenareale sowohl über den gesamten Tiefenbereich bis 30 cm als auch für die einzelnen Tiefenstufen 0-10 cm, 10-20 cm und 20-30 cm dargestellt. Ausgewiesen sind in diesen Diagrammen nur Großgruppen mit einem Anteil von zumindest einem Prozent an der Gesamtabundanz (11449 Individuen in 57 dm^3): Classis Crustacea, Classis Insecta mit Ordines Collembola, Ephemeroptera, Plecoptera, Diptera ohne Chironomidae,

Familia Chironomidae. Unter 'Rest' sind die übrigen Gruppen zusammengefaßt, die lokal einen erheblichen Anteil bilden können (so etwa O.Coleoptera an P4), aber selbst zusammen an den Stellen P1, P2, P5 und P6 weit unter 10% liegen (vgl. Tab.30). Eine ausführlichere Diskussion zu den Abbildungen folgt im Punkt Gruppenzusammensetzung.

Tabelle 30: Relative Anteile der Großtaxa an der Gesamtindividuenzahl der Freezing-Core-Probennahme. Taxon: Cl Klasse, O Ordnung, F Familie. Chironomidae sind aus der Gruppe Diptera ausgegliedert.

Taxon	%
Cl.Nematoda	0,31
Cl.Oligochaeta	0,79
O. Acari	0,79
Cl.Crustacea	2,07
O. Collembola	2,38
O. Ephemeroptera	8,51
O. Plecoptera	9,17
O. Coleoptera	0,78
O. Trichoptera	0,31
O. Diptera	1,42
F. Chironomidae	73,28

Einen wesentlichen Anteil an den Probenpunkten - bis zu 82% der Individuen - bildet die Gruppe der Chironomiden, deren Abundanzverteilung die Schwankungen der Gesamtindividuenzahl erheblich beeinflußt, ja bedingt, was sich in den Ergebnissen der statistischen Auswertung deutlich niederschlägt.

5.6.8.2. Gruppenzusammensetzung

Die Tabelle 31 gibt die Individuendichten für sämtliche Biocores über alle Tiefenstufen wieder, und zusätzlich ist noch der Parameter Wassertiefe angegeben.

An der ersten Probenstelle ist nur ein Core oberflächig überströmt - dieser weist auch die höchste Anzahl der verglichenen großtaxonomischen Einheiten auf - dennoch sind in diesem Probenareal sowohl insgesamt als auch durchschnittlich höhere Abundanzen als an den Stellen P2, P4 und P5 zu finden. Die beiden Cores, bei denen die oberen fünf bzw. zehn Zentimeter trocken sind, weisen hoch signifikant geringere Individuendichten im Vergleich mit den beiden anderen ($p<0.01$, t-Test über gepoolte Tiefenstufen) auf; dieser Unterschied ist bereits bei der Gegenüberstellung aller

entsprechenden Tiefenstufen erkennbar. Interessant ist die Tatsache, daß selbst im trockenen Bereich eine nicht unerhebliche Anzahl an Tieren zu finden ist, vornehmlich Chironomiden. Dominante Großgruppen stellen an dieser Stelle die Chironomiden (58%), Plecoptera (17%) und Ephemeroptera (13,15%) dar. Crustacea sind nur durch Copepoda vertreten.

Tabelle 31: Durchschnittliche Individuenzahl pro Kubikdezimeter für die einzelnen Tiefenstufen aller Biocores. Px Probenstelle x, Cx Core x, d Wassertiefe, Tiefenabstufungen in cm, S Summe.

PxCx	d	00-10	10-20	20-30	30-40	S
1 1	- 5	51	30	1	5	85
1 2	-10	5	8	18	6	36
1 3	12	237	54	19	-	311
1 4	0	267	48	111	56	482
2 1	12	63	160	46	12	281
2 2	0	52	20	51	14	138
2 3	7	47	21	22	5	95
4 1	18	5	9	47	-	61
4 2	8	11	1	2	0	14
4 3	8	3	3	3	1	9
5 1	3	23	30	116	13	182
5 2	48	30	25	25	102	182
5 3	14	7	47	39	7	102
5 4	0	51	48	15	21	135
5 5	32	219	18	11	2	251
6 1	18	141	467	687	33	1328
6 2	16	528	3376	1973	23	5899
6 3	40	420	688	158	221	1487
6 4	8	298	66	130	10	504

An der Probenstelle 2 ist ein höherer Anteil von 'Rest'-Organismen als an P1 zu bemerken, es treten nun vermehrt Nematoda (1,8%), Oligochaeta (0,7%), Hydracarina (2,8%), Coleoptera (7,4%) und Trichoptera (2,6%) hinzu. Die dominanten Gruppen bleiben weiterhin die Taxa Chironomidae (42%), Plecoptera (20%) und Ephemeroptera (17%).

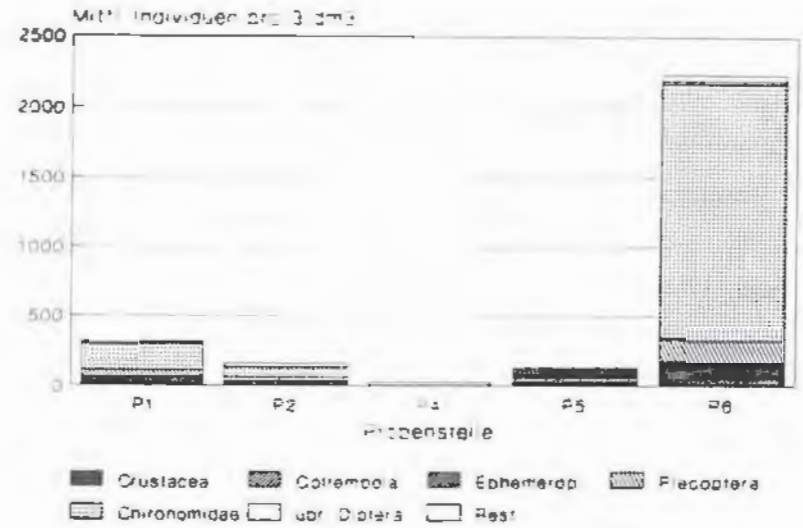
P4 zeichnet sich sowohl durch geringe Anzahl taxonomischer Einheiten als auch durch geringe Individuendichten aus (siehe Abb.58), die in etwa mit den oberflächig trockenen Cores C1 und C2 (Wassertiefe < 0) von P1 vergleichbar sind. Augenfällig ist der starke Ausfall der im Oberlauf ausgewiesenen individuenreichen Gruppen: Chironomidae machen 5,9% der Individuen aus, Plecoptera nur noch 2,5% und von den Ephemeroptera sind gar keine Larvenstadien vertreten! Dies kann, unter dem Blickpunkt, daß Eintagsfliegenlarven an dieser Stelle sehr wohl geeignete Bedingungen

vorfinden (vgl. Längszonierung bzw. Nährstoff-parameter), als deutlicher Hinweis gewertet werden, daß diese Corepunkte erst seit kurzer Zeit überströmt sind. Da zudem die Distanz zwischen P3 und P4 länger oberflächig trocken bleibt als das Probenareal, bleibt eine Wiederbesiedelung über driftende Organismen noch aus (siehe Tiefenverteilung). Statt der bisher dominierenden Tiergruppen nutzen nun Coleoptera (43%) und Collembola (14%) als semiterrestrische Organismen diesen Lebensraum verstärkt. Die Restorganismen machen insgesamt 64% aus, davon Oligochaeta 1,6% und Hydracarina 13%, während Trichoptera, welche bereits bei den beiden oberflächig trockenen Cores (Wassertiefe < 0) von P1 fehlen, auch hier wieder ausfallen. Grundwasserisopoden treten erstmals auf und erhöhen den Crustaceen-Anteil auf 8,5%.

Ähnliche Abundanzen wie P2 liefert Probenareal 5, wenn P5 auch eine ausgeglichenere Gruppenkomposition aufweist. Größte Individuenanteile haben Collembola (26%), Crustacea (21%) mit einem großen Niphargenanteil, Chironomidae (16%), Plecoptera (14%) und Ephemeroptera (13%). Käfer und restliche Dipteren finden sich in den Proben nur vereinzelt. Trichopterenlarven sind nur mit zwei Individuen in ungewöhnlicher Tiefe (30-50 cm) vertreten.

Die beiden nur gering überströmten Biocores C1 und C4 erbringen den ungewöhnlich hohen Collembolen- bzw. Crustaceenanteil, während Ephemeroptera nicht, Chironomidae und Plecoptera nur in geringem Maße vorhanden sind. Außerdem weisen diese beiden Cores eine geringere Zahl an taxonomischen Großgruppen auf, nämlich sechs bzw. vier, während in den restlichen drei Cores acht und zweimal elf Gruppen gefunden wurden. Da dieses Probenareal ab September nahezu völlig trockenfiel, nimmt es nicht wunder, daß dieser Faunenaspekt vergleichbar ist mit Stelle 4 bzw. ähnlich wie bei den Cores C1 und C2 von P1.

Seit Mitte August kaum gestört, finden sich im Probenareal 6 hohe Individuenzahlen, wobei die Chironomidae eine herausragende Position innehaben: auf 0,3 m^3 (Oberfläche 1 m^2, Tiefe 30 cm) kommen hochgerechnet 181 373 Individuen. Die Chironomidenzahlen ergeben einen Anteil von 82% für die ersten drei Kubikzentimeter, wodurch sich die Präsenz der Plecoptera und Ephemeroptera, obwohl stärker, in relativen Maßzahlen bescheiden ausnehmen muß - 7,3% bzw. 7,1%. Aus demselben Grund fallen die deutlich größeren Individuenzahlen der Nematoden, Oligochaeten, Hydracarina und restlichen Dipteren unter die 1%-Marke.



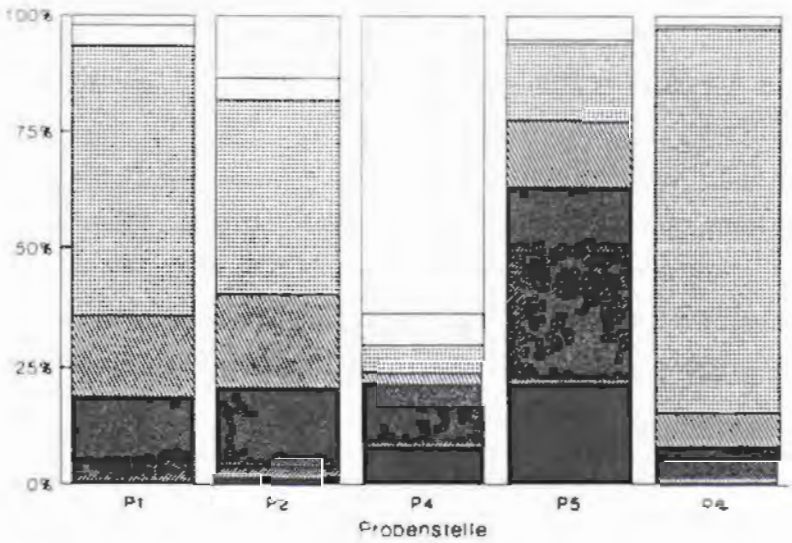


Abbildung 58: Absolute und relative Faunenzusammensetzung von 0-30 cm Tiefe. Extra ausgewiesen sind jene Tiergruppen, die mehr als 1% der Gesamtabundanz ausmachen.

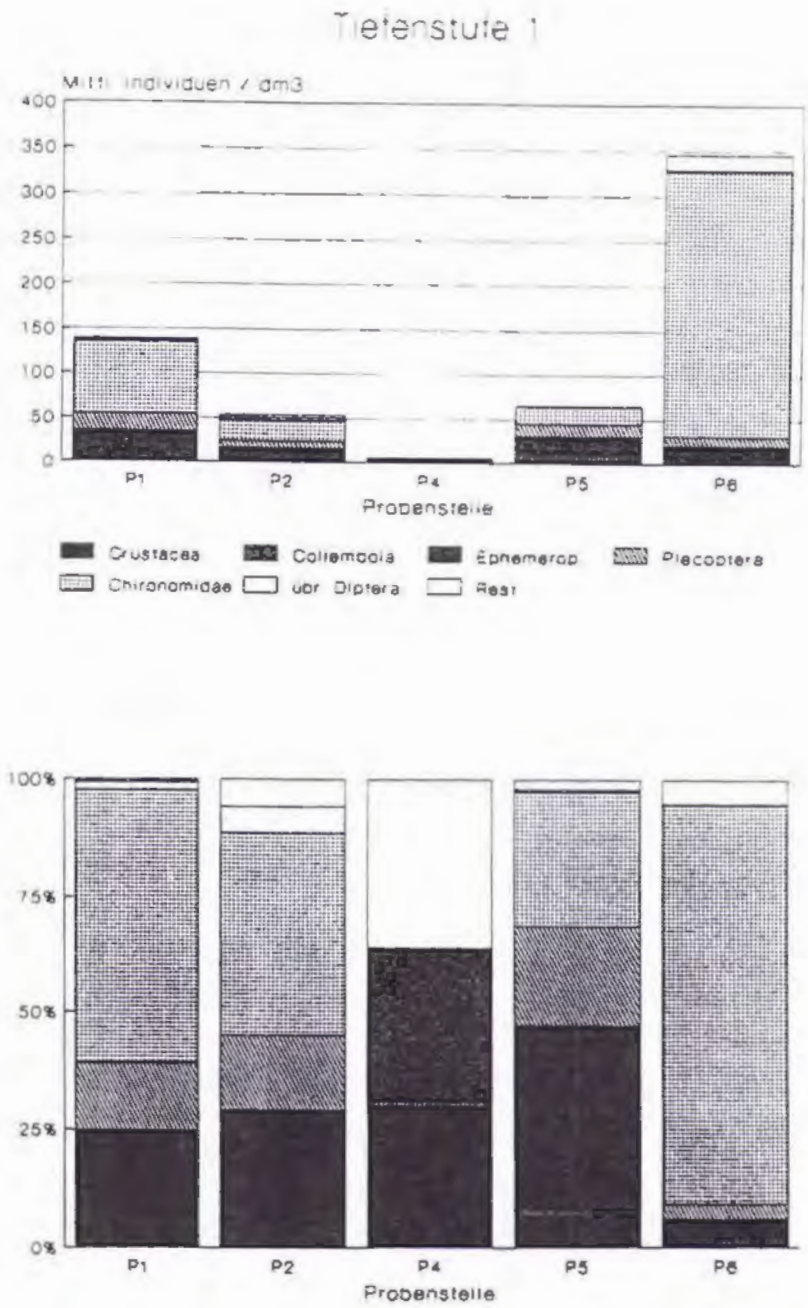
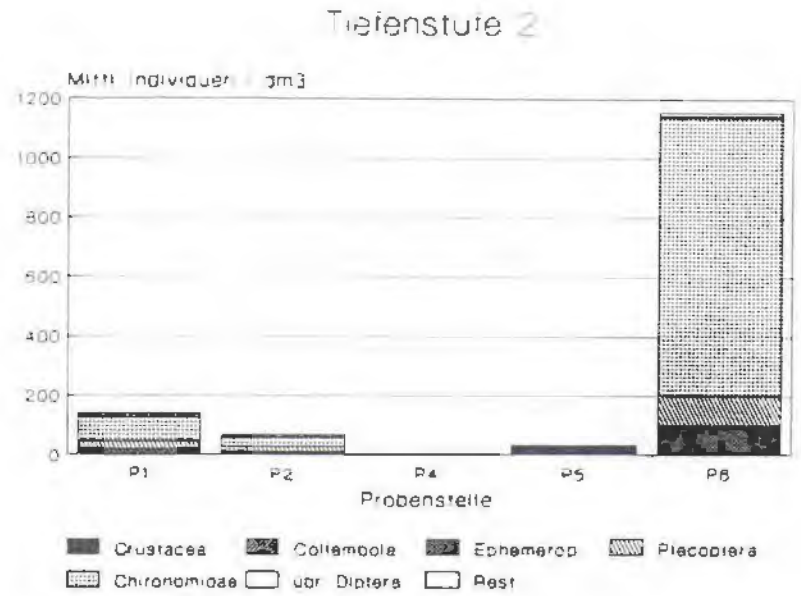


Abbildung 59: Absolute und relative Faunenzusammensetzung von 0-10 cm Tiefe. Extra ausgewiesen sind jene Tiergruppen, die mehr als 1% der Gesamtabundanz ausmachen.



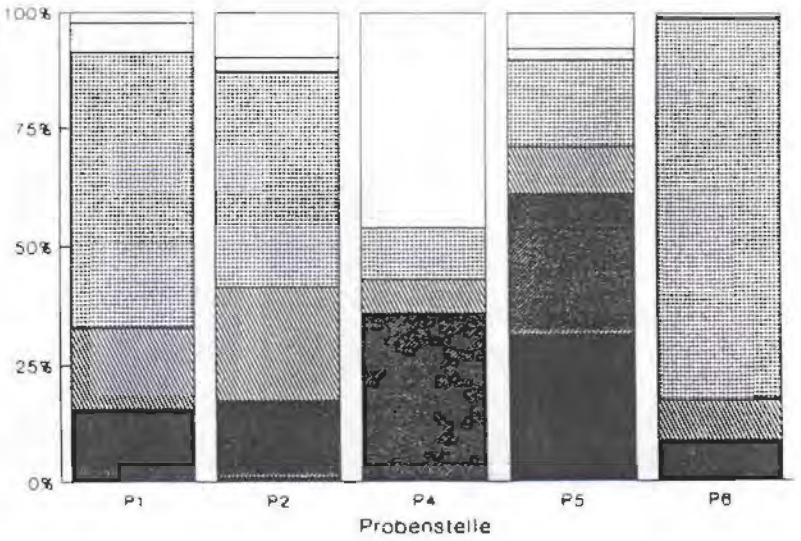


Abbildung 60: Absolute und relative Faunenzusammensetzung von 10-20 cm. Extra ausgewiesen sind jene Tiergruppen, die mehr als 1% der Gesamtabundanz ausmachen.

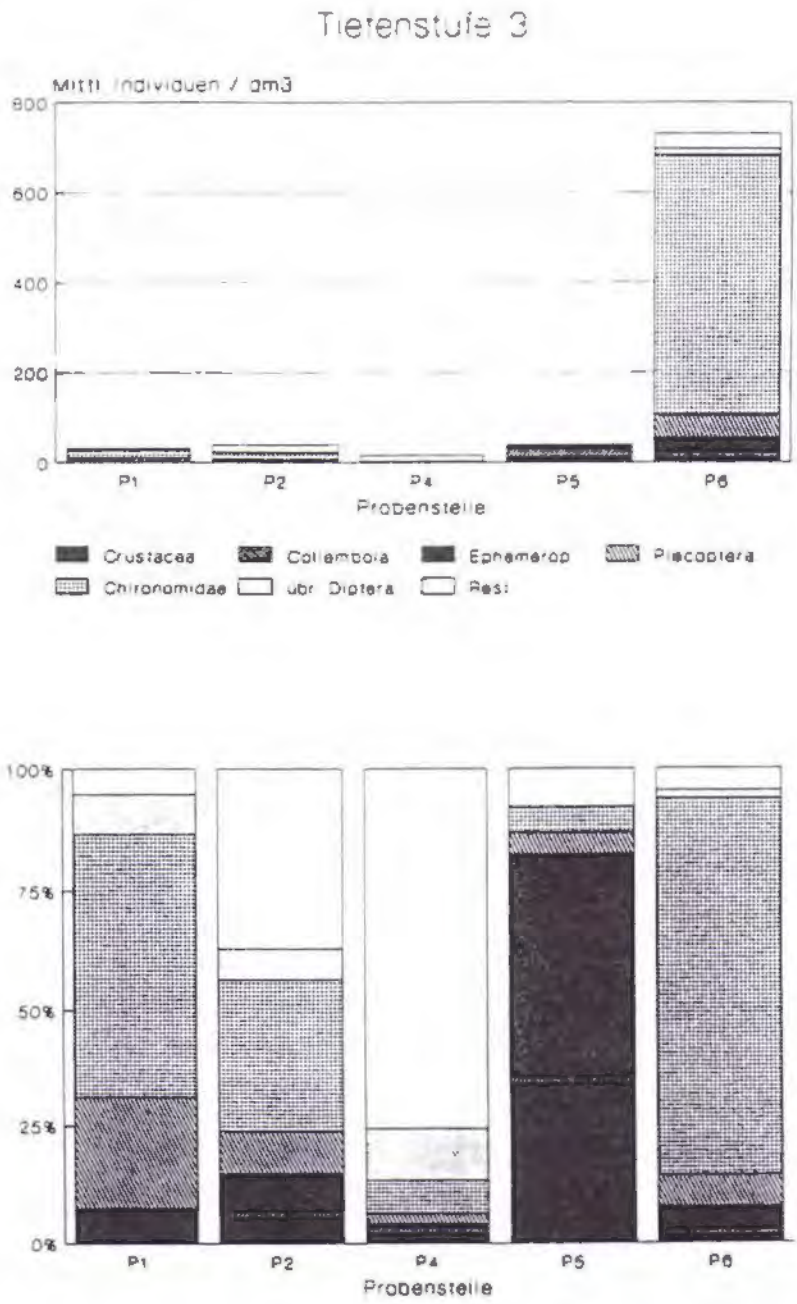


Abbildung 61: Absolute und relative Faunenzusammensetzung von 20-30 cm. Extra ausgewiesen sind jene Tiergruppen, die mehr als 1% der Gesamtabundanz ausmachen.

5.6.8.3. Tiefenverteilung an den Probenarealen

Die Betrachtungen der vertikalen Verteilung werden im folgenden zumeist auf die ersten vierzig Zentimeter beschränkt, da sich nach BRETSCHKO (1990) im Lunzer Seebach an permanent überströmten Stellen in diesem Interstitialbereich, über das Jahr gemittelt, ca. 95% der Fauna > 0,1 mm befindet.

Die Individuendichten der einzelnen Gefrierkerne lassen keine Regelmäßigkeit erkennen, das heißt, daß Maxima in allen Tiefenstufen zu finden sind, unabhängig auch vom Grad der oberflächigen Überströmung. BRETSCHKO (op.cit.) begründet dies mit der 'patchiness' der Fauna, also mit kleinräumigen Verteilungsmustern des Zoobenthos. Diese Heterogenität ist aus den Abbildungen 62 bis 66, wo die Verteilungen der Gesamtindividuen pro Biocore für die einzelnen Probenareale aufgetragen sind, deutlich ersichtlich. Erst bei der Bildung arithmetischer Mittel für die Probenstellen zeigt sich, daß, mit Ausnahme von P4, die größten Individuendichten in den ersten zwanzig Zentimetern - mit zumindest 60% der Gesamtfauna - zu finden sind (Abb.67).

Die Probenstellen lassen sich in zwei Gruppen auftrennen, die erste Gruppe beinhaltet die Stellen P1, P2 und P6, die nicht großflächig trockenfallen und die intermittierenden Bereiche P4 und P5, die auch aufgrund ihrer jeweiligen Faunenkomposition eine Sonderstellung einnehmen.

Die Zusammensetzungen der benthischen Organismen an den Probenstellen P1, P2 und P6 ähneln einander in den ersten drei Tiefenstufen sehr, an P6 ist die Chironomidendominanz - in jeder der ersten vier Tiefenstufen etwa 80% - noch stärker ausgeprägt (siehe oben). Selbst die drei Tiefenstufen zeigen, miteinander verglichen, von der Zusammensetzung der Tiergruppen her keine nennenswerte Unterschiede. Die individuenmäßig stark vertretenen Gruppen Ephemeroptera, Plecoptera und Chironomidae besiedeln die ersten beiden Tiefenstufen von P1 bzw. P2 etwa gleichwertig, d.h. das Dichtemaximum ist in einer der beiden Stufen zu finden. An der vor der Probennahme relativ ungestörten Stelle 6 haben diese Insektentaxa ihre größten Abundanzen - was zumindest 50% ihrer Gesamtabundanz an dieser Stelle ausmacht - im Interstitialbereich zwischen 10 und 20 cm. Crustaceen sind an den Stellen P1 und P2 kaum vertreten, während an P6 zwischen 20 und 30 cm eine beträchtliche Anzahl, vor allem Copepoda, zu finden sind. Gleiches gilt auch für Wassermilben, die zahlenmäßig erst an P6 stärker auftreten.

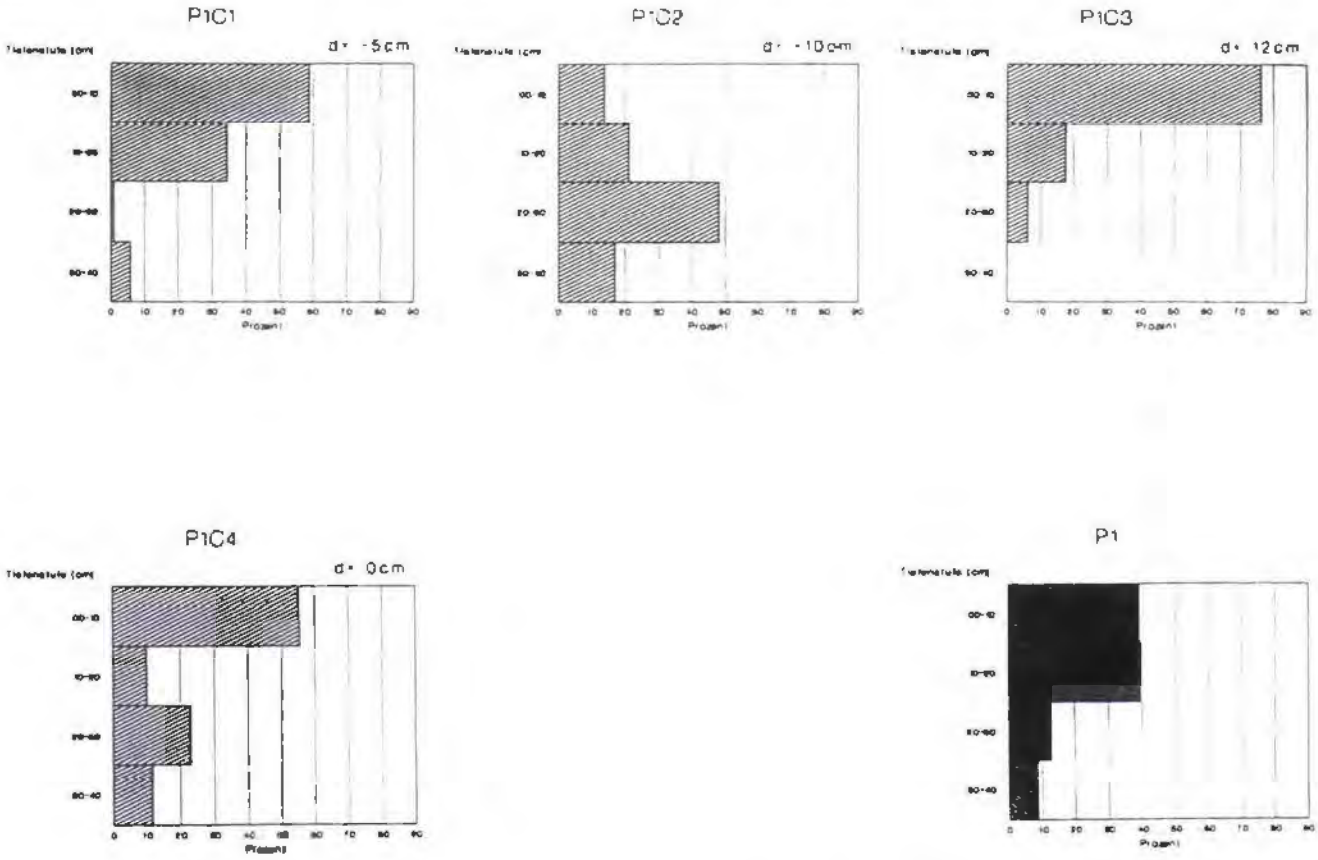


Abbildung 62: Relative Individuendichten (%) der einzelnen Biocores der Probenstelle 1 und gemittelt.
d Wasserbedeckung.

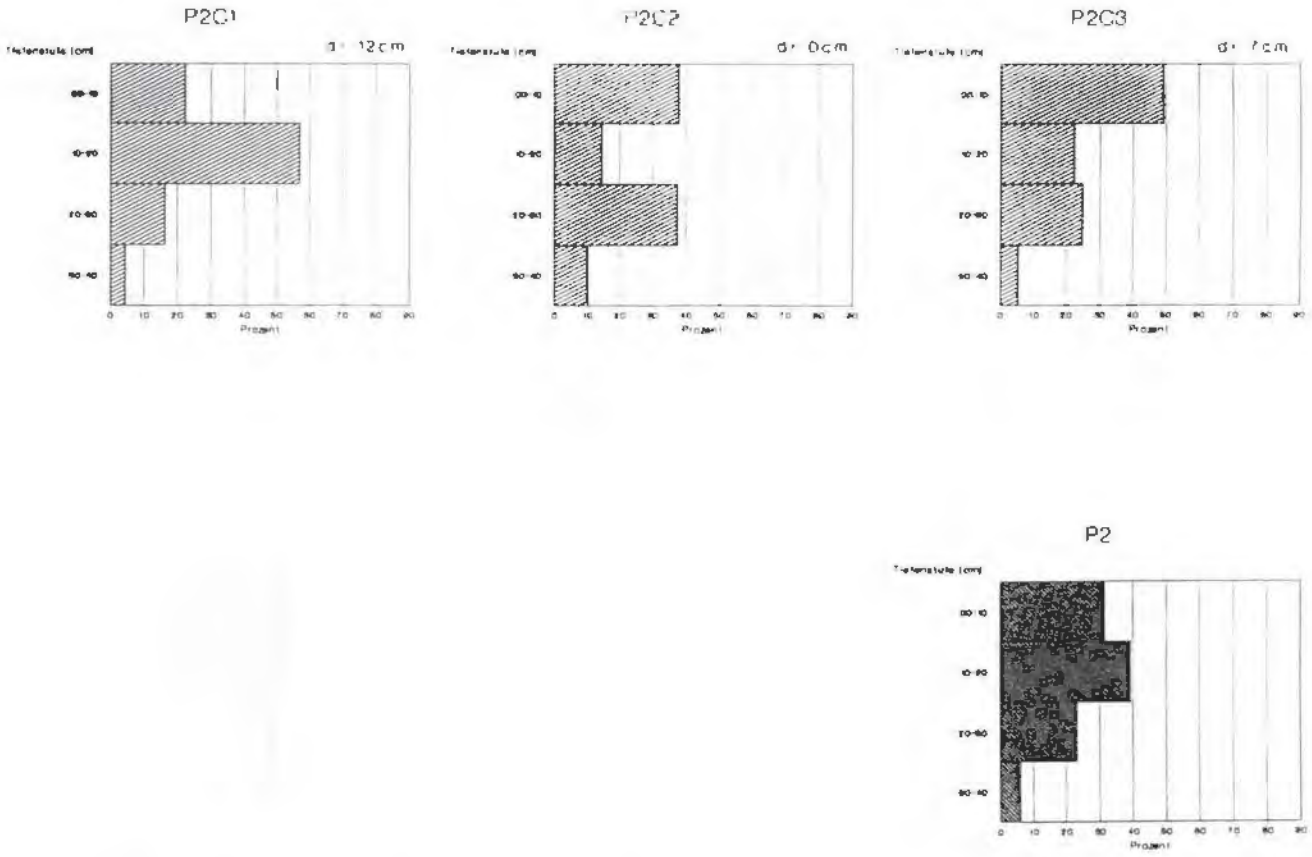


Abbildung 63: Relative Individuendichten (%) der einzelnen Biocores der Probenstelle 2 und gemittelt.
d Wasserbedeckung.

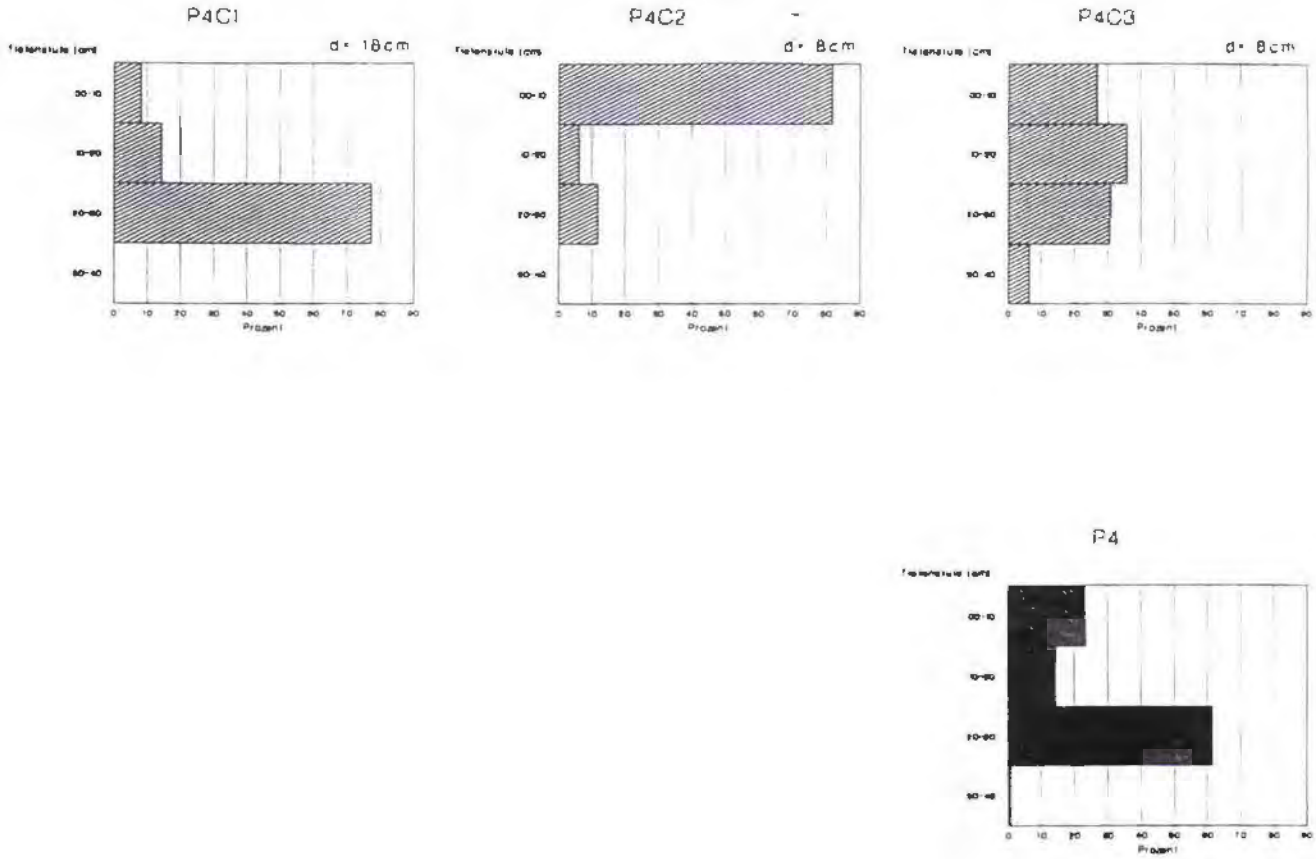


Abbildung 64: Relative Individuendichten (%) der einzelnen Biocores der Probenstelle 4 und gemittelt.
d Wasserbedeckung.

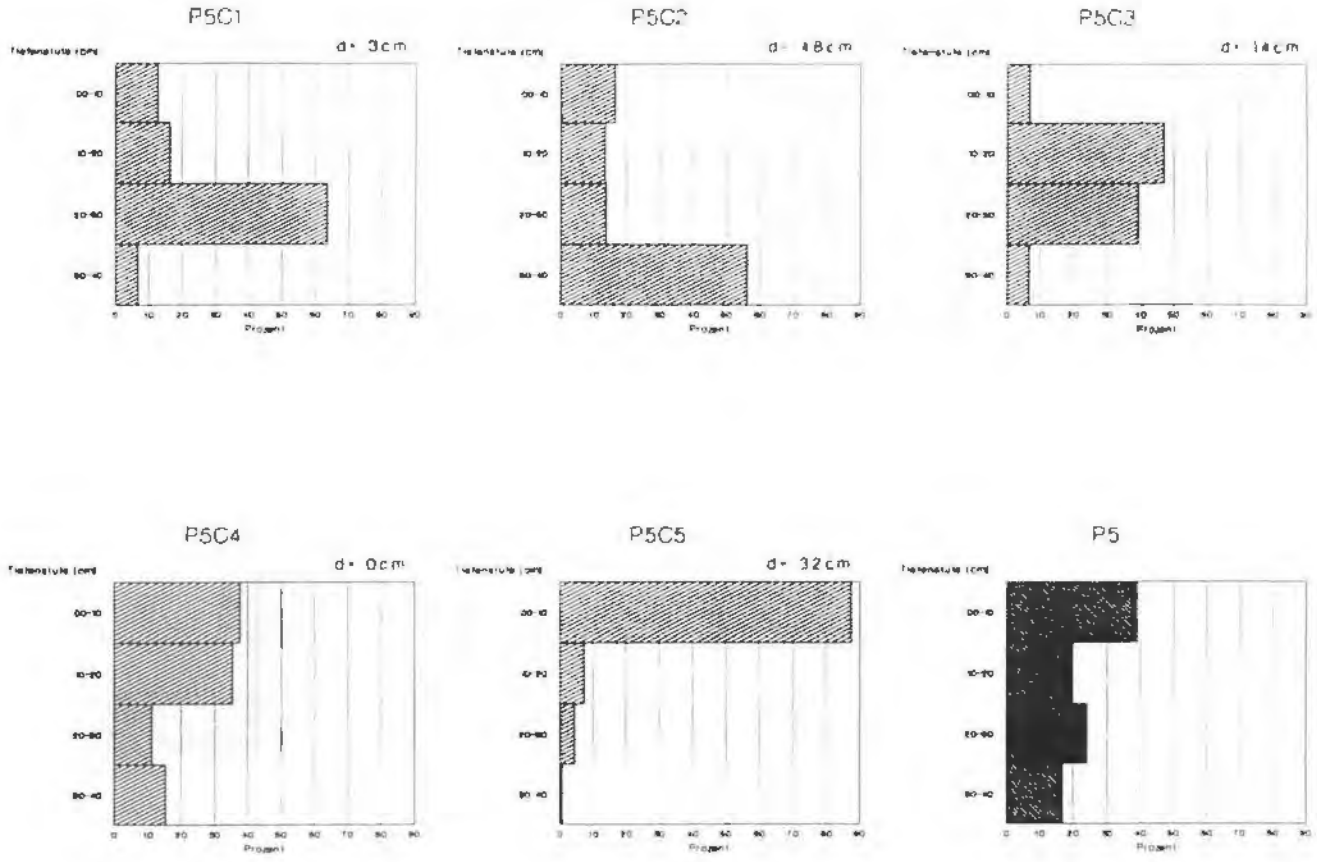


Abbildung 65: Relative Individuendichten (%) der einzelnen Biocores der Probenstelle 5 und gemittelt.
d Wasserbedeckung.

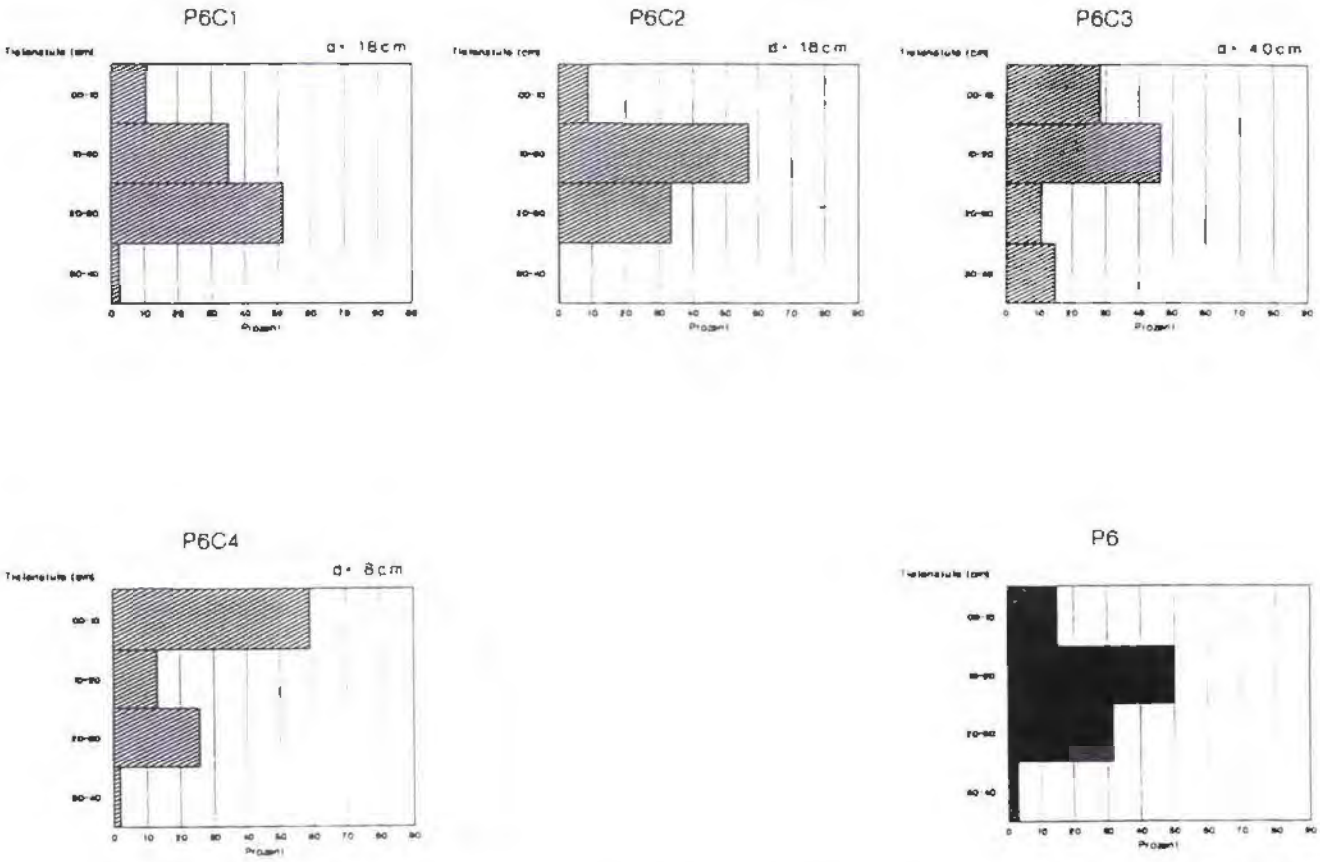


Abbildung 66: Relative Individuendichten (%) der einzelnen Biocores der Probenstelle 6 und gemittelt.
d Wasserbedeckung.

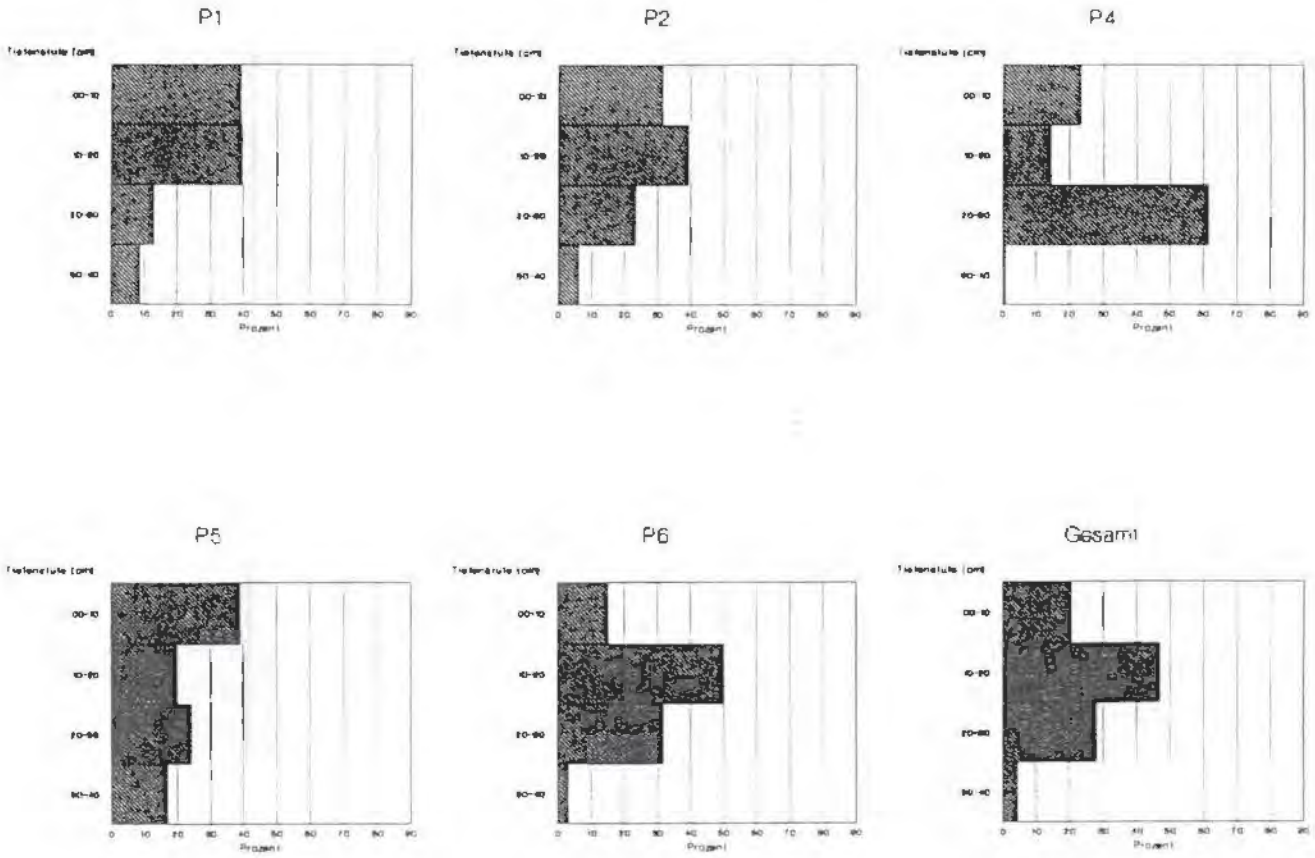


Abbildung 67: Gemittelte relative Individuendichten (%) der Probenstellen und gemittelt über das Gesamtareal.
d Wasserbedeckung.

Neben der bereits erwähnten Eigenheit der geringen Taxa- und Individuenzahlen an P4 zeichnet sich diese Stelle zudem noch durch eine stark abweichende zoozönotische Besetzung aus, die vor allem durch die Präsenz semiterrestrischer Tiere und das vollständige Fehlen von Ephemeroptera, Trichoptera und Nematoda geprägt ist. In dem Bereich 0 bis 10 cm sind nur Crustaceen, Collembolen und Coleoptera (maximal vier Individuen pro Core und Taxon) zu finden. Die zweite Tiefenstufe wird diverser, die Individuendichte hingegen nimmt sogar noch ab. Dominierend - wie auch in der ersten Tiefenstufe - Collembolen und Käfer, vereinzelt finden sich auch Oligochaeta, Plecoptera und Chironomidae; Crustaceen fallen aus. Durch eine verhältnismäßig starke Präsenz der Käfer und Wassermilben ergibt sich für die dritte Stufe ein Dichtemaximum (durchschnittlich etwa 17 Individuen je Core-Einheit). In 30 bis 45 cm Tiefe hingegen findet sich in den Cores gar nur mehr ein einziges Individuum - ein Käfer. Die Probenstelle, die über den gesamten Beprobungszeitraum Mai bis Dezember geringere Individuendichten aufweist, vermittelt das Bild eines Restbestandes. Bedingt durch ein geringes Potential an Tieren im Areal und eine Isolation von den Bacharealen unterhalb (Geländeabbruch, längerfristiges Trockenfallen) bzw. oberhalb der Stelle (natürliche Kaskaden, längerfristiges Trockenfallen lokal vor der Stelle P4) wird zwangsläufig eine Wiederbesiedelung sowohl über bachaufwärtsgerichtete Migration als auch über Drift stark eingeschränkt. Für eine Rekolonisation bleibt unter diesen Bedingungen als einzige Möglichkeit die aeolische Drift, ein Mechanismus, der bei einer gezielten Untersuchung von WILLIAMS & HYNES (1976) stark von Käfern genutzt wurde.

Die Variabilität der Verteilungsmuster äußert sich besonders stark im Probenprofil der Stelle 5, wo jeder Core ein eigenes Bild vermittelt: die Dichtemaxima liegen bei Core 1 (C1) mit einem zwischen 20 und 30 cm (64% der Individuen aller Tiefenstufen), bei C2 gar zwischen 30 und 40 cm (56%), bei C3 zwischen 10 und 20 cm (48%), und bei C5 zwischen 0 und 10 cm (87%); siehe auch Abbildung 65. Die sehr hohen Anteile der Chironomiden aus der ersten Probenstellengruppe (P1, P2 und P6) sind hier nicht vorhanden, sie nehmen mit der Tiefe noch ab. In der ersten Tiefenstufe sind die Anteile der Großgruppen gleichmäßiger verteilt. Es dominieren wieder die Insektengruppen Ephemeroptera (24%), Plecoptera (22%) und Chironomidae (29%), erreichen aber die Abundanzen der ersten beiden Probenstellen nicht, geschweige denn jene Häufigkeiten von P6. Einen bedeutenden Anteil bilden zudem Collembola (16%) und Crustacea (7%). Zwischen 10 und 20 cm verschieben sich die Anteile, da die Insektengruppen etwas zurück- und Crustacea verstärkt auftreten, letztere machen einen Anteil von 31% aus. Im nächsten Tiefenabschnitt nimmt die

Häufigkeit der drei großen Insektengruppen weiter ab, jene von Collembolen (47%) und Crustacea (35%) zu. In der Tiefenstufe 30 bis 50 cm sind die Individuendichten noch geringer, Crustacea (34%), Ephemeroptera (26%) und Chironomidae (19%) bilden die größten Anteile; Collembola kommen hier weniger häufig vor.

Die Crustaceen setzen sich an den Stellen P5 und P6 aus Copepoden, Gammaridae (*Niphargus tatrensis* Wrzes.1888, eventuell weitere Niphargusarten) und Grundwasserisopoden zusammen, in einem Core im Areal P6 treten zudem Ostracoden auf. Dies ist ein deutlicher Hinweis auf starke Grundwassereinflüsse, vor allem an P5, der die komplexen und komplizierten hydrologischen Bedingungen verdeutlicht.

5.6.8.4. Statistische Analysen

Obwohl auch Prüf- und Trennverfahren für die Tiergruppen aller Probenstellen und Biocores mit verschiedensten Gruppenbildungen durchgeführt wurden, sollen hier nur die Ergebnisse der am meisten plausiblen Einteilung präsentiert werden. Für diese Analyse wurden die Biocores in die Gruppen 'trocken' und 'naß' getrennt, wobei ein Kern ab einer Wassertiefe > 0 cm als naß eingestuft wurde; die Proben des Areales P4 jedoch fanden, obwohl überströmt, aufgrund der besonderen Verhältnisse (siehe oben) nicht Eingang in diese Gruppe und wurden von den Gesamtbetrachtungen ausgenommen. Die ersten drei Tiefenstufen 0-10 cm, 10-20 cm und 20-30 cm wurden gepoolt, da einerseits die Sedimentverhältnisse (mit Ausnahme des TN-Gehaltes und demzufolge der C/N- Ratio) sehr homogen sind, andererseits die Individuen vergleichbare Abundanzen in diesen Tiefen aufweisen (siehe oben). Die Abundanzen einer Tiefenstufe wurden auf einen Kubikdezimeter umgerechnet, die resultierenden Dichtewerte mit dem dekadischen Logarithmus transformiert (x+1) und somit Verfahren, deren Voraussetzung Normalverteilung ist, zugänglich gemacht (z.B. Elliott, 1977).

Die Ergebnisse der beiden Sedimentcores (vgl. 5.4) wurden für jede Tiefenstufe gemittelt, da aufgrund der starken Variabilität der einzelnen Cores eine eindeutige Zuordnung zu einzelnen Biocores kaum möglich ist. Der 'Ausreißer' im Datenmaterial der Nährstoffparameter (Probenstelle 6, 10-20 cm) wurde nicht berücksichtigt und daher in dieser Tiefe nur die Werte des anderen Sedimentcores für die statistischen Analyse verwendet.

Allgemein gilt, daß zur besseren Beschreibung des Systemes, das heißt, vor allem für eine Verbesserung der Aussagekraft der statistischen Verfahren, eine größere Strichprobenanzahl nicht nur wünschenswert, sondern unerläßlich ist. Trotz der Kosten- bzw. Arbeitsintensität sollten weitere Freezing-Core- Probennahmen durchgeführt werden, da die Aufnahmen an diesem Karstbach um eine wichtige Dimension bereichert werden.

Abundanzen

Zuerst wurde versucht, mit dem t-Test nach STUDENT Unterschiede zwischen den Individuendichten der beiden Core-Gruppen 'naß' ohne P4 und 'trocken' herauszuarbeiten. Mittelwertssymbole mit Irrtumswahrscheinlichkeiten und dazugehörigen Signifikanzniveaus sind in Tabelle 32 dargestellt.

Tabelle 32: Signifikante Unterschiede (t-Test) in den Individuendichten zwischen überströmten (n; Wassertiefe >0 cm, ohne P4, n = 33) und trockenen Cores (t; n = 15). Symbole für Mittelwertsvergleich: > (<;0) Mittelwert im Vergleich größer (kleiner;0) als andere Coregruppe. ** p<0,01, * p<0,05 und o 0,05<p<0,1.

Gruppe	n	t	Ws	
Hydracarina	>	0	0,2%	(**)
Ephemeroptera	>	<	2,8%	(*)
Plecoptera	>	<	7,1%	(o)
Chironomidae	>	<	4,9%	(*)
Collembola	<	>	0,3%	(**)
Gesamtindividuen	>	<	3,0%	(*)

Im allgemeinen ergibt sich das Bild von signifikant und hoch signifikant unterschiedlichen Individuenzahlen - bei geringeren Mittelwerten - für die Cores der trockengefallenen Bereiche; sehr auffällig bei den Wassermilben, die in den oberflächig trockenen Cores überhaupt nicht zu finden sind. Einzig bei den Collembolen zeigt sich die hoch signifikante Umkehrung dieses Trends, eine Indiz für die Funktion als Erstbesiedeler.

Beziehungen zu einzelnen Parametern

Für die abiotischen Parameter kamen einerseits die Rangkorrelation nach SPEARMAN, so bei den beiden ordinal skalierten Merkmalen Sammelgebiet (SAA) und Tiefenstufe (DEP), und für die restlichen Parameter - Korngröße >1 mm (KG1), Median (Q2), Sortierungskoeffizient (So) und Volumsprozente Wasser (V%) - das Maßkorrelationsverfahren nach PEARSON zur Anwendung. In der Folge wird verbal eine Irrtumswahrscheinlichkeit $p<0,001$ als höchst signifikant, $p<0,01$ als hochsignifikant und $p<0,5$ als signifikant beschrieben. Für lineare Korrelationszusammenhänge gilt wie bereits bei der Sedimentbeschreibung die Diktion nach Zöfel (1988): ein Korrelationsfaktor r zwischen 0,2 und 0,5 wird als gering, zwischen 0,5 und 0,7 als mittel korreliert bezeichnet.

Eine hoch signifikante Beziehung zu SAA, positiv mittel korreliert (siehe Tabelle 33) lassen nur Chironomidae und daher auch die Zahl der Gesamtindividuen, deren bedeutendsten Anteil eben diese Gruppe ausmacht, erkennen.

Signifikant zur Tiefe hin nehmen Trichoptera-Larven ab und hoch signifikant Oligochaeta zu, allerdings jeweils gering korreliert. Für *Niphargus sp.* und die Grundwasserisopoden gemeinsam beträgt der Korrelationsfaktor 0,34 mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von 5,5%. Diese mit der Tiefe in Beziehung stehenden Gruppen sind für weitere Korrelationen mit der nötigen Skepsis zu betrachten, da sie zudem nur in geringem Ausmaße vertreten sind, daher sind in den Tabellen weitere Beziehungen nur in Klammer ausgewiesen.

Höchst signifikant verhalten sich Coleoptera (vor allem Elmidae, siehe oben) zum prozentuellen Gehalt an der Sedimentfraktion < 1 mm ($r = 0,44$).

Alle abundanteren Formen mit Ausnahme der Ephemeroptera sind mit dem Median - zumindest signifikant - gering negativ korreliert, das heißt, diese Gruppen lassen eine Tendenz zu größeren Anteilen kleinerer Korngrößen erkennen. Käfer und Diptera ohne Chironomidae scheinen eine größere Bandbreite an Korngrößen zu bevorzugen, allerdings ist auch hier Vorsicht wegen geringer Abundanzen geboten.

Der Volumsanteil von Wasser dürfte für die individuenreicheren Gruppen, mit Ausnahme der Plecoptera, ebenfalls eine nicht zu unterschätzende Rolle spielen. Für Hydracarina, Ephemeroptera, Chironomidae und, daraus resultierend, für die Gesamtindividuenzahlen ergeben sich höchst signifikante geringe bis mittlere Korrelationen.

Tabelle 33: Korrelationen der Großgruppen zu den Sedimentparametern. SAA Probenareal, DEP Tiefenstufe, KG1 Korngröße <1 mm, Q2 Median, So Sortierungskoeffizient, V% Porenvolumen. Gruppenabundanzen wurden log(x+1) - transformiert. Die ersten drei Tiefenstufen sind gepoolt, nur Cores mit Wassertiefe >0 cm, ohne P4; Stichprobenzahl n = 33. *** p<0,001, ** p<0,01, * p<0,05; Korrelationsfaktor nicht signifikant von 0 verschieden: o p<0,1 oder nicht aufgelistet p>0,1.

Gruppe	SAA	DEP	KG1	Q2	So	V%
Oligochaet		0,50 **		(-0,32) ***		(0,32) ***
Hydracarina				-0,31 ***		0,42 ***
Stygobionte		0,34 o				
Ephemeroptera						0,36 ***
Plecoptera				-0,25 *	0,22 o	
Coleoptera			0,44 ***	-0,23 *	0,26 *	
Trichoptera		-0,41 *	(-0,26) *			
Chironomidae	0,55 **			-0,38 ***		0,57 ***
restl.Diptera				-0,32 ***	0,38 ***	
Gesamt	0,56 **			-0,40 ***		0,58 ***

Bei den abundanten Tiergruppen bzw. bei der Gesamtindividuenzahl zeigen sich zum Teil höchst signifikante Beziehungen zu den TOC- und TN- Konzentrationen, während das Verhältnis C/N, ein als Indikator der Futterqualität geführter Parameter (z.B. Leichtfried, 1991), anscheinend nur für Collembolen etwas relevant ist (Tab.34). Eine Gegenüberstellung der Gesamtabundanzen mit den Nährstoffparametern ist in Abbildung 68 zu finden. Aus dieser Abbildung kann man ersehen, daß die Gesamtabundanzen nicht den erwarteten gegenläufigen Trend zum C/N-Verhältnis zeigen.

Interessant ist der Bezug der tierischen Organismen zu dem Nährstoffparameter CPOM, vor allem aus dem Grund, da dieser Faktor direkt den Tiefenstufen der Biocores entnommen ist. Hier ergeben sich nur geringe Korrelationswerte, allerdings hoch bzw. höchst signifikant von 0 verschieden. Am ausgeprägtesten ist der Korrelationswert für Käfer.

Tabelle 34: Korrelationen der Großgruppen zu den Nährstoffparametern. C/N und CPOM wie auch die Individuendichten wurden log(x+1) - transformiert. Die ersten drei Tiefenstufen sind gepoolt, nur Cores mit Wassertiefe >0 cm; Stichprobenzahl n = 33. *** p<0,001, ** p<0,01, * p<0,05; Korrelationsfaktor nicht signifikant von 0 verschieden: o p<0,1 oder nicht aufgelistet p>0,1.

Gruppe	TOC	TN	C/N	CPOM
Oligochaeta	(0,31) ***	(-0,32) ***		
Hydracarina	0,33 ***	0,29 ***		
Stygobionte	(-0,24) *			
Collembola	-0,25 *		-0,26 *	
Ephemeroptera	0,42 ***	0,37 ***	0,23 o	0,25 **
Plecoptera	0,28 **	0,22 o	0,22 o	0,29 **
Coleoptera		-0,22 o	0,24 *	0,40 ***
Trichoptera			(0,26) *	
Chironomidae	0,50 ***	0,54 ***		0,27 **
restl.Diptera				0,26 **
Gesamt	0,48 ***	0,55 ***		0,25 **

Basierend auf diesen Korrelationswerten wurden anschließend einfache und multiple Regressionen durchgeführt, um Dependenzen der Individuendichten von den einzelnen Parametern aufzuzeigen. Die Betrachtungen beziehen sich wieder auf die Core-Gruppe 'naß' und die ersten drei Tiefenstufen.

Kurz kann gesagt werden, daß die Regressoren der meisten aufgestellten linearen Modelle die meisten Abundanzen in nur geringem Ausmaße bedingen. Nur für die Familie Chironomidae ergeben sich, wie aus den Korrelationstabellen bereits zu erahnen ist, gute Erklärungswerte - die Streuung der Individuendichten läßt sich mit den Parametern TOC, TN, CPOM und Median zu 52% (p<0,001) erklären (vgl. Tabelle 35). Beim Miteinbeziehen des Porenvolumens steigt der Anteil der erklärten Streuung auf 61%, allerdings kann hier Autokorrelation (Median) nicht ausgeschlossen werden. In Abbildung 69 sind die Beobachtungswerte gegen die errechneten Werte aufgetragen.

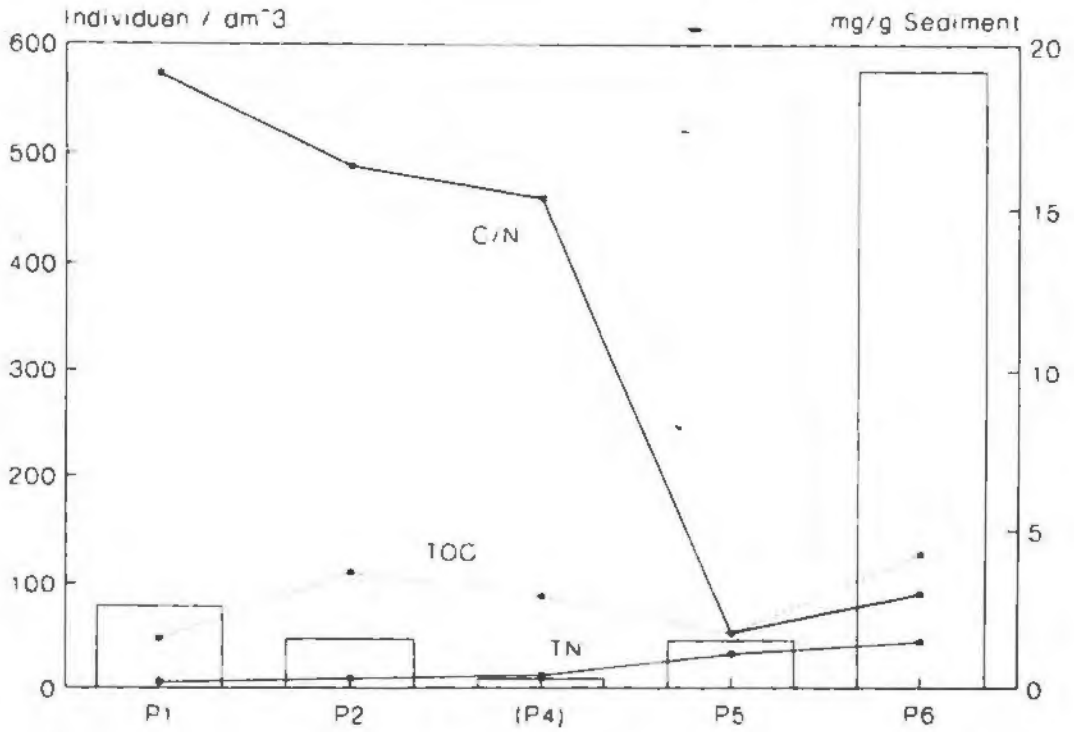


Abbildung 68: Individuendichten, dem Nahrungsangebot (TOC, TN und C/N) gegenübergestellt. C/N der Y2-Achse zugeordnet, dimensionslos.

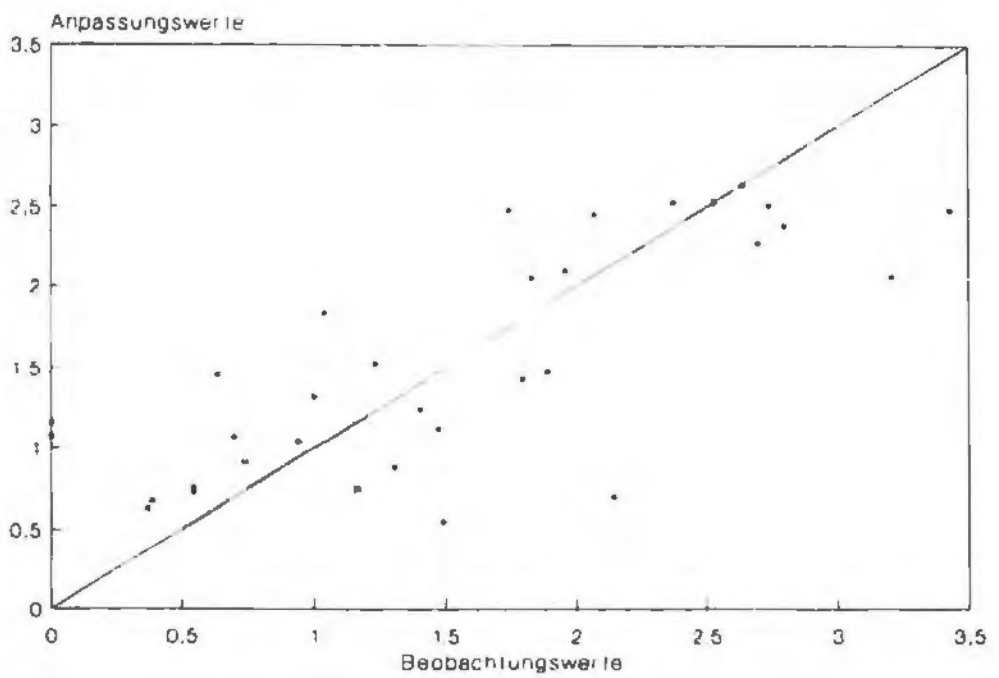


Abbildung 69: Scatterplot für die multiple Regression Chironomidae zu Sedimentfaktoren. Gegeneinander aufgetragen sind Beobachtungs- und Rechenwerte.

Tabelle 35: Die Koeffizienten der multiplen Regression mit den Chironomidae (Regressand) in Abhängigkeit von TOC, TN, CPOM und Median (Q2) mit Standardfehler (S.E.) und Signifikanzniveau (p) für Nullhypothese: Koeffizient = 0.

Variable	Koeffizient	S.E.	p
Konstante	0,879	0,471	0,073
TOC	0,323	0,081	0,000
TN	0,474	0,260	0,079
CPOM	0,513	0,307	0,106
Q2	-0,012	-0,006	0,072

5.6.8.5. Tiefenverteilung der Ephemeroptera

Die Ephemeroptera im Hinteren Rettenbach/Fischbach beschränken sich zum Zeitpunkt der Freezing-Core - Aktion auf wenige Gattungen: Baetis, Habroleptoides, Ecdyonurus und Rhithrogena. Die beiden letzteren werden in der Folge gemeinsam unter dem Familiennamen Heptageniidae betrachtet, da sich die Eilarven (ohne Abdominalkiemen - Larvulae) dieser Gruppen äußerst schwer voneinander trennen lassen. Bei Habroleptoides handelt es sich um die Art *H.confusa*, bei den Baetidae dominiert *Baetis alpinus*, untersezt mit *B.rhodani*, eine Trennung wird aufgrund sehr ähnlicher ökologischer Ansprüche nicht vorgenommen.

Alle bei der Freezing-Core gefundenen Ephemeroptera bilden überwinternde Formen aus (z.B. CLIFFORD, 1982; ELLIOTT, HUMPESCH & MACAN, 1988). Emergenz wird Ende November nur mehr von Nachzüglern vollzogen, was den geringen Anteil der älteren Larvenformen erklärt. So treten in dem Probenmaterial bei *Habroleptoides confusa* als älteste Formen nur junge Nymphen (sensu PLESKOT, 1958) auf, das gleiche gilt für die Heptageniidae. Von *Baetis alpinus* sind zwei halberwachsene Nymphen, d.h. die mesothoracalen Flügelscheiden erreichen das Ende des zweiten Abdominalsegmentes nicht (HUMPESCH, 1979), in den Proben vorhanden. Sonst dominiert auch bei den Baetidae die Gruppe Larvulae.

Augenfällig ist die völlige Absenz der Eintagsfliegenlarven an den Corepunkten, die zum Zeitpunkt der Probennahme trocken oder erst kurzzeitig überströmt waren. Dies unterstreicht noch die Sinnhaftigkeit einer Trennung der Cores in 'naß'und 'trocken' nach obigem Muster. Betrachtet werden in der Folge die vier Tiefenstufen 0-10 cm, 10-20 cm, 20-30 cm und 30-40 cm.

Aus der Tabelle 36 mit den gemittelten Individuendichten ist eine Abnahme für die Baetidae erkennbar (vgl. auch Abb.70), der Rangkorrelationsfaktor (nach SPEARMAN) für Tiefenstufe und Baetidae beträgt 0,40 ($p<0,01$). Bei den Heptageniidae bzw. bei *Habroleptoides confusa* zeigt sich kein sicherer Zusammenhang mit der Tiefe.

Tabelle 36: Geometrisch gemittelte Individuendichten der Ephmeropterengruppen für die Core-Einheit 'naß' mit 95% - Vertrauensbereichen. DEP Tiefenstufe, LL Lower limit, UL Upper limit, M Mittelwert.

Taxon	DEP	M	LL	UL
Baetidae	1	5,48	2,51	11,99
	2	3,20	1,46	7,01
	3	2,01	0,92	4,40
	4	1,20	0,55	2,64
H. confusa	1	1,16	0,87	1,55
	2	1,76	1,32	2,35
	3	1,05	0,78	1,40
	4	0		
Heptageniidae	1	1,65	1,52	2,62
	2	1,43	0,91	2,27
	3	1,08	0,68	1,70
	4	1,38	0,87	2,19

Bei Betrachtung der einzelnen Cores zeigen sich auch bei den Ephemeropteren starke Schwankungen, was Trends erst im Mittel ausweist (Tabelle 36). Für die Taxa dieses Probenganges gibt es im Vergleich der einzelnen Tiefenstufen keine signifikanten Unterschiede (Tests mit ANOVA).

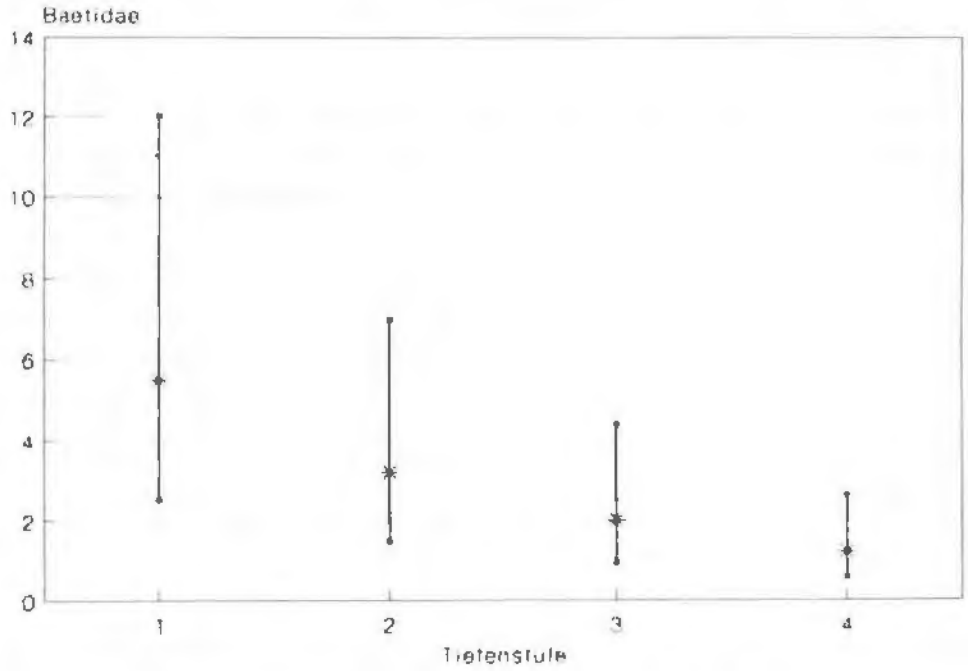


Abbildung 70: Abnahme der Baetidae in die Tiefe. Tiefenstufe 00-10 cm (1), 10-20 cm (2), 20-30 cm (3) und 30-40 cm (4).Geometrisches Mittel mit 95%-Vertrauens-intervall.

5.6.9. Intermittierende Bereiche

Im Fischbach fällt ein ca. 500 m langer Bachabschnitt perodisch oberflächig trocken. In diesem Bachabschnitt sind zwei Probenstellen, P3 und P4, vom 3.5. bis zum 6.7. und am 21.11. (P4, Freezing-Core-Entnahmemethode) besammelt worden. Als Referenzstelle dient die Probenstelle 2, die in diesem Zeitraum permanent geflutet ist und als möglicher "Pool" für die Wiederbesiedelung der intermittierenden Bereiche zu betrachten ist. Die kritische Durchflußmenge, die zu einer oberflächigen Dotation der Probenstellen 3 und 4 führt, kann bisher nicht bestimmt werden. Es dürfte sich jedoch, aufgrund der eigenen Beobachtungen, um äußerst komplexe Vorgänge handeln, da teils nur die Probenstelle 3, dann wieder nur die Probenstelle 4 überströmt werden. Die Probenstelle 3 liegt 350 Meter unterhalb der Referenzprobenstelle 2. Die Probenstelle 4 befindet sich 630 Meter flußab der Probenstelle 2. Die granulometrische Zusammensetzung und die trophische Situation (TOC-, TN-Konzentrationen) zeigen keine bedeutenden Unterschiede zwischen den Probenstellen 2 und 4, womit die hydrographische Charakteristik als dominierender unabhängiger Parameter betrachtet werden kann.

Ende April beginnt die oberflächige Dotation der intermittierenden Bereiche, sodaß der Beginn unserer Probennahme mit dem Beginn der Rekolonisationsphase übereinstimmt. Desgleichen ist bei der Beprobung am 21.11. die Probenstelle 4, nach einer längeren herbstlichen Niederwassersituation, erst seit wenigen Tagen überströmt.

5.6.9.1. Abundanzen

Am ersten Probentermin, kurz nach Beginn der oberflächigen Flutung, sind die Gesamtabundanzen der makrozoobenthischen Organismen an beiden Probenstellen (P3 und P4) gering, sie bewegen sich im Mittel bei 39 Individuen je Probenfläche (5 dm^2). An der Referenzstelle (P2) sind die Abundanzwerte durchschnittlich um einen Faktor 36 höher (Abb.71). Die fortschreitende Kolonisation der beiden Probenstellen verläuft getrennt. An der Probenstelle 3 ist die Kolonisationsrate deutlich höher als an der Probenstelle 4. Während an der Probenstelle 3 nach vier Wochen zum Teil ähnliche hohe Abundanzen wie an der Probenstelle 2 erreicht werden, sind die Werte für die Probenstelle 4 noch deutlich niedriger. Die Probenstelle 4 ist durch ein zeitlich verzögertes Besiedelungsmuster gekennzeichnet (Abb.71). Es muß jedoch hinzugefügt werden, daß die Ergebnisse als Trendabschätzungen zu betrachten sind, da sie statistisch, aufgrund einer zu geringen Probenanzahl, nicht abgesichert sind. Im Zeitraum vom 19.6. bis zum 6.7. kommt es an beiden Probenstellen zu einer Reduktion

der Biozönose, an der Probenstelle 3 um rund 50%, an der Probenstelle 4 dagegen auf eine Größenordnung, wie wir sie am Beginn der Kolonisationsphase beobachtet haben (Reduktion um 90%). Die Referenzprobenstelle 2 zeigt keine Reduktion der Individuendichten. Aufgrund der Schüttungsverhältnisse (Pegelschreiber, NNQ: 470 l/sec) wird ein kurzfristiges Trockenfallen in diesem Zeitraum angenommen, wobei die Probenstelle 4 vom Absinken des Wasserspiegels stärker betroffen sein dürfte (längerfristiges Trockenfallen).

Bei genauerer Betrachtung der relativen Verteilung der einzelnen taxonomischen Gruppen ergibt sich ein differenzierteres Bild der Ergebnisse. Die Referenzprobenstelle 2 zeigt über alle fünf Probentermine eine ähnliche taxonomische Zusammensetzung. Die Chironomiden dominieren mit einem durchschnittlichen Anteil am Makrozoobenthos von 47% (40.5 - 57.3%), die Ephemeropteren stellen 22% (14.5 - 27.3%), die Plecopteren 14% (10.3 - 16.1%) und die Oligochaeten 2.1% (1.6 - 3.3%). Die verbliebenen Gruppen liegen jeweils unter 1% (Kleincrustacea und Nematoden wurden nicht quantifiziert, Abb.71). Dagegen prägen in den intermittierenden Probenarealen am Beginn der Kolonisation semiterrestrische Gruppen, wie die Collembolen und Oligochaeten (hpts. Enchytraeidae) die benthische Biozönose. Gemeinsam erreichen sie einen relativen Anteil von bis zu 61%. Mit zunehmender Dauer der Kolonisationsperiode nehmen die zu erwartenden Gruppen (Chironomidae, Plecoptera und Ephemeroptera) jedoch in ihrer relativen Bedeutung zu, wobei die Besiedelung durch die Chironomiden rascher erfolgt als durch die Plecopteren und Ephemeropteren (Abb.71). Durch die Ende Juni auftretende Niederwassersituation (oberflächiges Trockenfallen) verschiebt sich die Verteilung jedoch wieder, wenn auch in geringerem Ausmaß als zum Beginn der Besiedelungsphase, in Richtung zu einer verstärkten Dominanz der Enchytraeiden (Oligochaeten) und Collembolen (Abb.71). Das erhobene Datenmaterial ist im Anhang angeführt.

Der organische Anteil (>0.1 mm, gTG) ist an der Probenstelle 4 deutlich niedriger als an der Referenzstelle 2 (Abb.72). Eine generelle Beziehung zu den Abundanzverhältnissen ist aufgrund der geringen Probenanzahl nicht herzustellen.

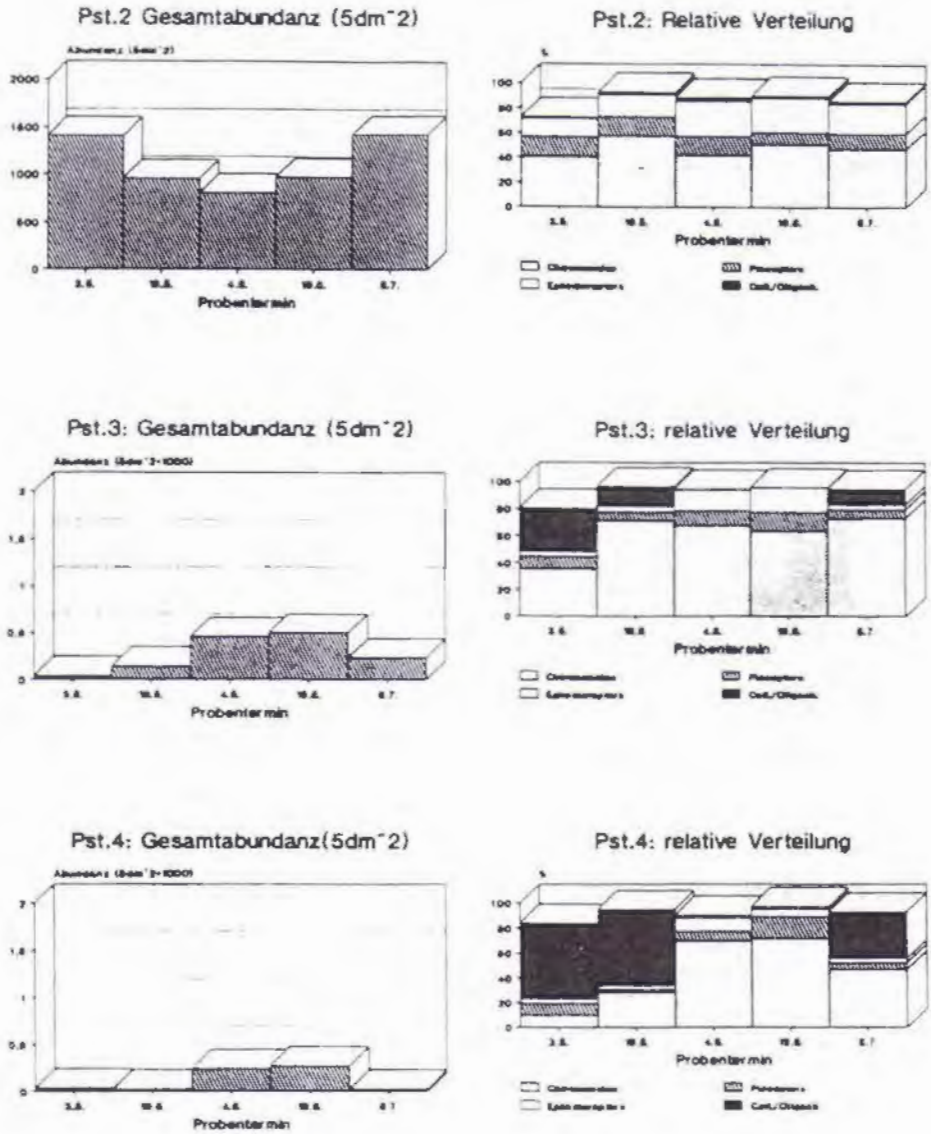


Abbildung 71: Gesamtabundanzen des Makrozoobenthos an den Probenstellen 2 (Referenzstelle), 3 und 4 (arithmetische Mittel, n=2-4), sowie die relative Verteilung der wichtigsten Gruppen. Daten: 3.5.-6.7.1991.

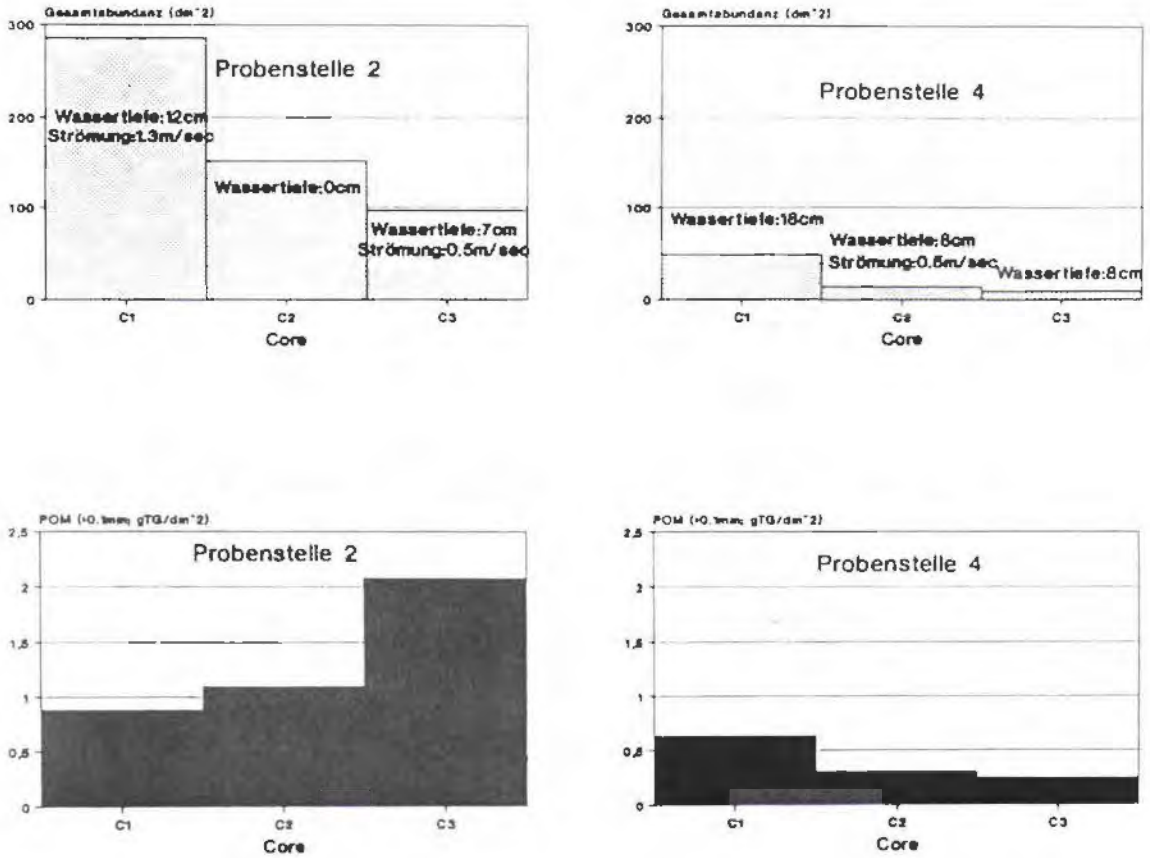


Abbildung 72: Freezing-Core-Beprobungsdaten (21.11.1991). Angegeben sind die Gesamtabundanzen der Einzelcores (0-30cm Sedimenttiefe, Probenfläche $1dm^2$) an den Probenstellen 2 und 4 und die Menge an POM (>0.1mm, gTG).

5.6.9.2. Tiefenverteilung

Wie bereits oben erwähnt ist am 21.11.1991 eine einmailge Aufnahme der Sedimente und der vertikalen Verteilungsmuster der benthischen Organismen mittels der Freezing-Core-Methodik durchgeführt worden. Dabei sind die Probenstellen 2 und 4 mitbeprobt worden. Die Sedimentcharakteristik ist in 5.4.5. zusammengefaßt. Die Ergebnisse ergeben keine gravierenden Unterschiede zwischen den beiden Probenstellen.

Die makrozoobenthischen Abundanzen hingegen sind an der Probenstelle 2 signifikant ($p<0.001$) höher als an der Probenstelle 4 (Abb.72). Die Gesamtwerte liegen an der Probenstelle 2 bei einem durchschnittlichem Wert von 892 Individuen (Probenfläche: 5 dm^2, n = 3, gemittelte Werte über eine Sedimentsäule von 45 cm), an der Probenstelle 4 dagegen bei 120 Individuen (n = 3). Wie bereits oben angedeutet, ist die Probenstelle 4 erst wenige Tage oberflächig an die stromaufgelegenen Bachbereiche angebunden. Die jeweiligen Einzelcores an den beiden Probenstellen zeigen jedoch sowohl in ihrem Abundanzmuster als auch in ihren Tiefenverteilungen zueinander große Unterschiedlichkeiten (Abb.72, siehe oben). Das gleiche gilt für die Menge an organischem Material (Abb.72). Die unterschiedlichen Abundanzwerte und Tiefenverteilungsmuster lassen sich nicht anhand der Sedimentzusammensetzung, der Strömungsverhältnisse oder aufgrund der aktuellen Wassertiefen erklären (Abb.72, siehe oben). Die jeweiligen Stratifizierungsmuster sind als Ausdruck einer habituellen Heterogenität zu sehen, wobei diese Variabilität Folge eines multidimensionalen Faktorengefüges zu sein scheint, deren Einzelkomponenten schwer zu trennen sind.

Aus den vorliegenden Ergebnissen lassen sich mehrere Diskussionsansatzpunkte ableiten. Die wenigen Untersuchungen, die in vergleichbaren Biotopen durchgeführt worden sind, beziehen sich einerseits, verständlicherweise, hauptsächlich auf aride und semiaride Regionen, anderseits auf extraordinäre Niederwassersituationen. Dagegen fehlen beinahe vollständig Referenzdaten aus Regionen, in denen intermittierende Abschnitte zu einem limnologischen Charakteristikum zählen (siehe BOULTON und SUTER, 1986).

Grundsätzlich ist ein periodisch trockenfallender Abschnitt als ein Extrembiotop einzustufen, die Amplituden hydrochemischer und physikalischer Parmeter sind höher als in perennierenden Gewässern (WILLIAMS und HYNES, 1976, 1977). Die Organismen reagieren auf diese extreme Situation zum Beispiel durch die Entwicklung variabler Entwicklungszyklen (WILLIAMS und HYNES, 1976). Durch den Abfall des Wasserspiegel unter die Sedimentoberfläche wird das Flußkontinuum unterbrochen, die Austauschvorgänge mit benachbarten Bacharealen eingeschränkt und der Faktor

Strömung fällt zumindest an der Oberfläche weg. Wie auch unsere Untersuchungen zeigen, führt dies zu einer drastischen Reduktion der benthischen Biozönosen, die Reaktion auf den Abfall des Wasserspiegels ist unmittelbar (vgl. CANTON et al., 1984). Soweit unsere Untersuchungen zeigen, dürfte sich die Hypothese, daß die Organismen sich in tiefere Bettsedimentareale zurückziehen, nicht bestätigen (CLIFFORD, 1966; WILLIAMS und HYNES, op.cit.). Somit ist in intermittierenden Abschnitten die Bedeutung der Bettsedimente als Refugialraum und als "Quelle" für eine Rekolonisation nicht von dieser Bedeutung, wie sie bisher postuliert worden ist. Die Ergebnisse der Freezing-Core-Beprobung bestätigen diese Annahme. Die Besiedelung der intermittierenden Abschnitte nach oberflächigem Anschluß an die flußaufwärts gelegenen Areale dürfte zu einem hohen Anteil über die Drift erfolgen. TOWNSEND und HILDREW (1976) geben den Anteil der Drift an der Besiedelung von offenen Habitaten mit 82% an, wobei diese Ergebnisse für kleinräumige Besiedelungsareale erhalten worden sind. WILLIAMS (1977) dagegen sieht in der Aufwärtswanderung der Organismen den wesentlichen Mechanismus für eine Wiederbesiedelung. Dagegen spricht im konkreten Falle die topographische Situation. Direkt unterhalb der Probenstelle 2 ist ein natürlicher Absturz vorhanden, der eine Barriere darstellt. Die Ergebnisse dieser Studie bestärken die Hypothese, daß die Besiedelung der intermittierenden Abschnitte hauptsächlich über die Oberflächendrift erfolgt. Die verzögerte Kolonisation der Probenstelle 4 läßt sich aus einer longitudinal stufenweisen Besiedelungsstrategie erklären (abhängig von den jeweiligen zurückgelegten Driftdistanzen; vgl. BRITTAIN und EIKELAND, 1988). Die Besiedelung erfolgt rasch, nach vier Wochen sind die Gesamtabundanzen und die relative Verteilung der taxonomischen Großgruppen der Referenzstelle bereits ähnlich (zumindest für die Probenstelle 3). LEGIN und TALIN (1976) beschreiben die Rekolonisationsrate mit einer Power-Funktion.

Die Bachareale hingegen werden bei oberflächigem Trockenfallen von semiterrestrischen Gruppen dominiert (Collembola, Enchytraeiden). Die Mengen an abgelagertem partikulären Material sind teils niedriger als in den permanent überströmten Abschnitten (vgl. KIRBY et al, 1983). Zusätzlich dürften die Abbauraten der groben organischen Substanzen (CPOM) bedeutend geringer sein, da Makroorganismen, wie die "Zerkleinerer" (shredders), in viel geringeren Dichten auftreten (HERBST & REICE,1982). Die autotrophe Produktion ist ebenfalls eingeschränkt, da durch das Abfallen des Wasserspiegels die epilithische Algenentwicklung gestört wird. Prinzipiell kommt es, wie bereits oben erwähnt, zu Akkumulationen an CPOM und DOM (dissolved organic matter) während der Niederwassersituationen, besonders den herbstlichen, und zu einem momentanen verstärkten Austrag bei oberflächiger Dotation (vgl. TOWNES, 1985). Die

intermittierenden Areale tragen damit zu einer erhöhten Retention im Bachsystems bei und die abgelagerten organischen Substanzen werden zeitverzögert für die Biozönosen verfügbar. Die genauen Abläufe sind jedoch unbekannt.

Die Untersuchung intermittierender Bereiche birgt noch ein hohes Potential für das Verständnis der Dynamik in einem "pulsed ecosystem", direkt in Relation zu periodischen Phänomenen, wie Trockenheit und Hochwasser. Weitere Untersuchungen könnten einen wesentlichen Beitrag dazu liefern.

6. ZUSAMMENFASSENDE DISKUSSION

Betrachtungen zu ökologischen Zusammenhängen in einem übergeordneten Kontext sind, wie die Abbildung 73 schematisch zeigt, für das Verständnis der "Funktionsfähigkeit" des Ökosystems "Bach" (Vorfluter) von vorrangiger Bedeutung (vgl. HYNES, 1975; FRISSELL et al., 1986). Fließgewässer werden als die Entsorgungssysteme ihres Einzugsgebietes angesehen. Die grundlegende Eigenschaft eines Fließgewässers ist der gerichtete Transport (Wasser, organische Substanzen, Organismen, etc.). Die bachabwärts gelegenen Areale sind in ihren Ausformungen und Eigenschaften von den aufwärts vorherrschenden Zuständen abhängig (vgl. Abb. 74). Das Verständnis ihrer Ökologie hängt folglich vor allem von der Kenntnis der wichtigsten Parameter des Einzugsareals ab (HYNES, 1975).

Daher konzentriert sich die vorliegende Pilotstudie auf eine umfassende Dokumentation des Einzugsgebietes, der hydrographischen Situation sowie der wichtigsten chemisch-physikalischen Eigenschaften des Testareals "Hinterer Rettenbach-Fischbach". Eine genaue Aufnahme der Bachbettmorphologie, der Sedimentstruktur, der organischen Substanzen und der Verteilungsmuster der makrozoobenthischen Organismen wurden ebenfalls durchgeführt.

Die sechs Untersuchungsstellen sind anhand der abiotischen und biotischen Parameter in drei Areale aufzugliedern. Die Gewässersysteme "Fischbach" (P1-P4) und "Hinterer Rettenbach" (P5,P6) weisen deutlich andersartige hydrographische Verhältnisse mit einer signifikant unterschiedlichen Jonenbilanz und Sedimentstruktur auf. Im Fischbach grenzt sich der aperiodisch überströmte Abschnitt (P3-P4) von den permanent überfluteten Arealen (P1,P2) zusätzlich ab. Diesem Schema folgt die Verteilung der benthischen Organismen, sowohl in ihrer relativen Zusammensetzung als auch in ihren Dichten.

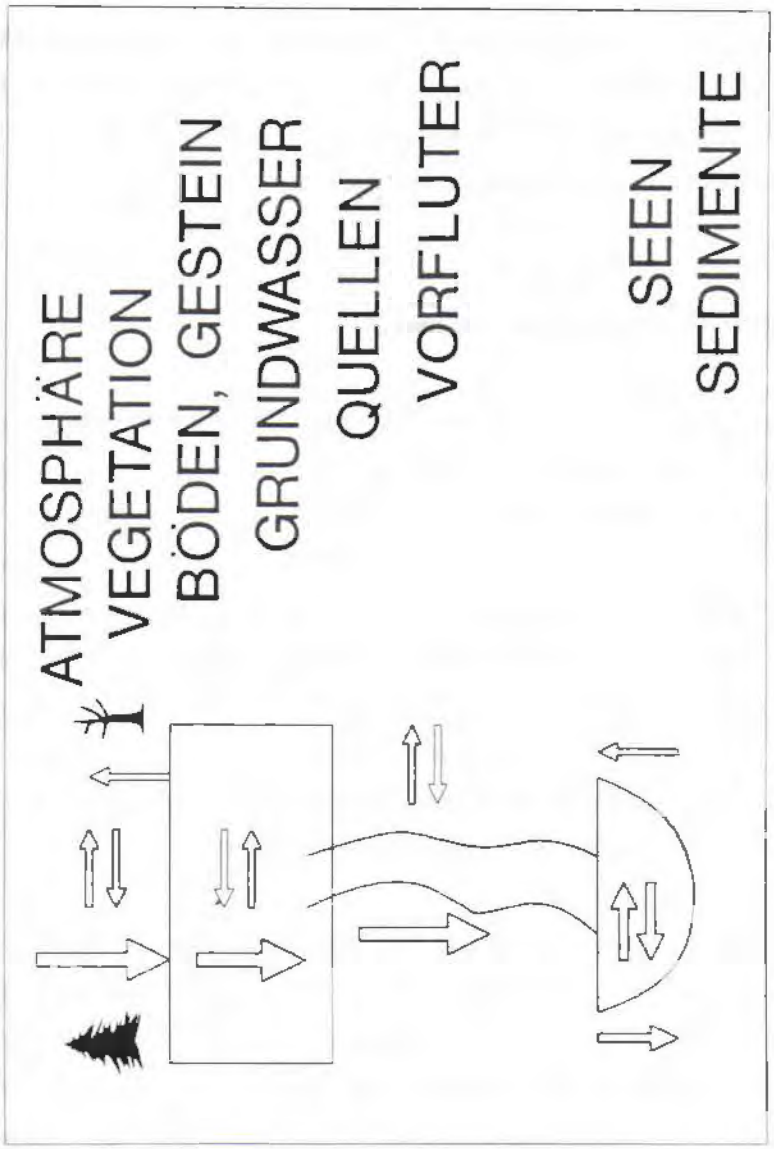


Abbildung 73: Schematische und vereinfachte Darstellung der Zusammenhänge in einem Karstökosystem.

Eine wesentliche Einflußgröße sind die großen Schwankungen in den Abflußmengen. Im Untersuchungszeitraum ist die höchst gemessene Abflußmenge um das 250fache höher als der niedrigste Wert. Die Abflußspitzen führen zu gravierenden Umformungen und Umlagerungen der Sedimente. An der Probenstelle 1 ist durch das Hochwasser im August stellenweise das gesamte Bettsedimentmaterial abgetragen und weiter abwärts angelagert. Der felsige Untergrund ist teilweise freigelegt. An der Probenstelle 5 verschwenkte die Hauptströmungsrinne vom linkem zum rechten Uferbereich. Gerade die Probenstelle 5, der flächenhafte Einrinn des Fischbaches in den Hinteren Rettenbach, zeigt eine äußerst komplexe und heterogene Dynamik. Die Erosions- und Ablationsprozeße schaffen permanent neue, "offene" Habitate und unterschiedliche Suksessionsniveaus treten räumlich eng nebeneinander auf. Während üblicherweise eine enge Beziehung zwischen den kleinräumigen Ablagerungen der organischen Substanzen und den Organismengruppen besteht, kann in intermittierenden Bereichen und nach Hochwasserereignissen keine diesbezügliche Beziehung festgestellt werden (vgl. CULP et al., 1983, CULP und DAVIES, 1984). Die Verteilung ist verstärkt zufälligen Mustern unterworfen. Durch häufige Sedimentumlagerungen wird die Etablierung einer, von wenigen Arten dominierten, Biozönose verhindert. Interspezifische Konkurrenzphänomene werden unterdrückt, eine hohe Arten- und Populationsvielfalt sind die Folge (vgl. HUSTON, 1979).

Gravierende Hochwassereinwirkungen ("Augusthochwasser" des Jahres 1991) führen an allen Probenstellen zu einer signifikanten Reduktion der Volksdichten. Die Regeneration dauert zwischen einem und vier Monaten. Am kürzesten ist die Erholungsphase an der Probenstelle 5, die, wie oben dargestellt, die höchste Dynamik aufweist. Demgegenüber zeigt die Probenstelle 6, ein modifizierter und homogenerer Bachabschnitt oberhalb einer Sohlschwelle, größere "Empfindlichkeit" gegenüber den hydrographischen Fluktuationen und einer länger andauernden Beeinträchtigung der Biozönose. Während extreme Starkregenereignisse alle Probenareale betreffen, führen bereits geringere Abflußspitzen zu stellenweisen Reduktionen: Die Probenstelle 1 reagiert prompt mit einer Abnahme der Individuendichten, die Erholung erfolgt ebenso rasch. Natürliche Fließsysteme sind durch eine geringe Resistenz bei gleichzeitig hoher Elastizität ("resilience") gekennzeichnet (siehe YOUNT und NIEMI, 1990). Diese Prämisse kann auch für das Gewässersystem "Hinterer Rettenbach-Fischbach" postuliert werden. In uniformen und degradierten Gewässerabschnitten würde die fehlende Pufferkapazität zu einer lang andauernden Beeinträchtigung der Funktionsfähigkeit führen (vgl. "Umkippen" eines Sees). Eine zukünftige Analyse auf niederer taxonomischen Ebene wird zur Präzisierung der Ergebnisse beitragen.

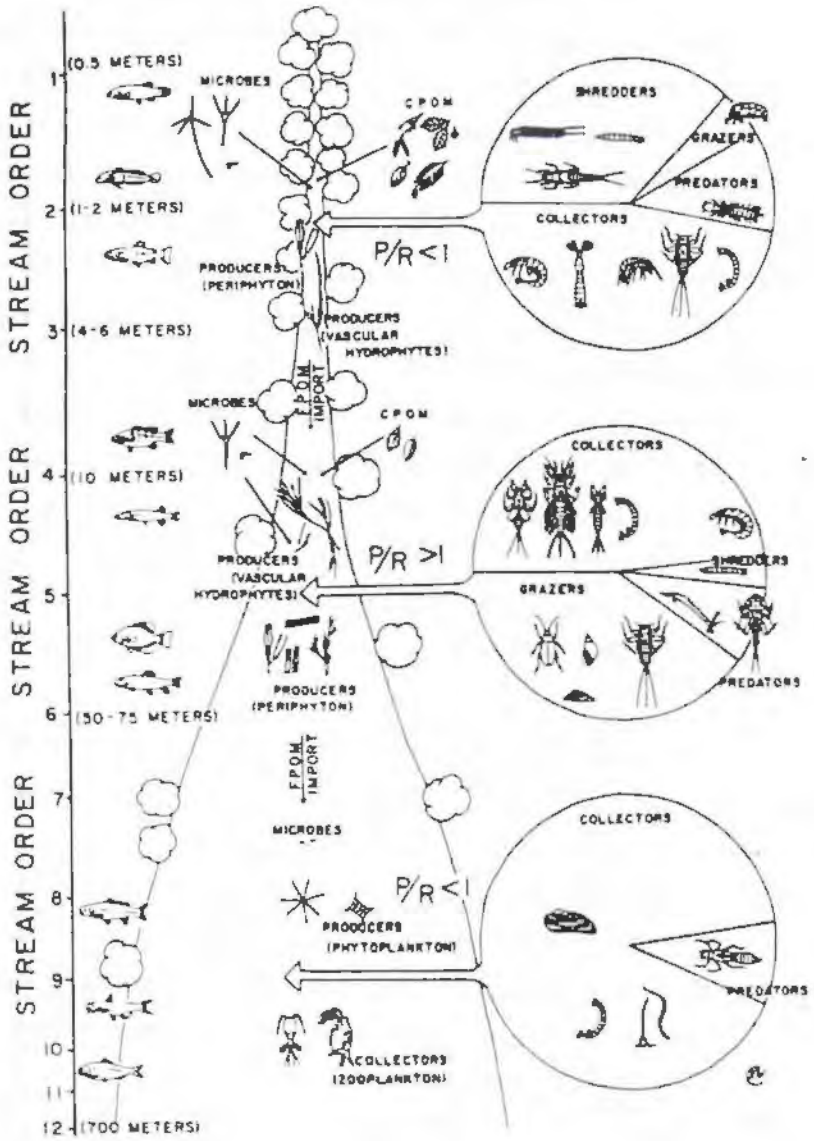


Abbildung 74: Schematische Darstellung des Fließgewässerkontinuums (CUMMINS, 1979).

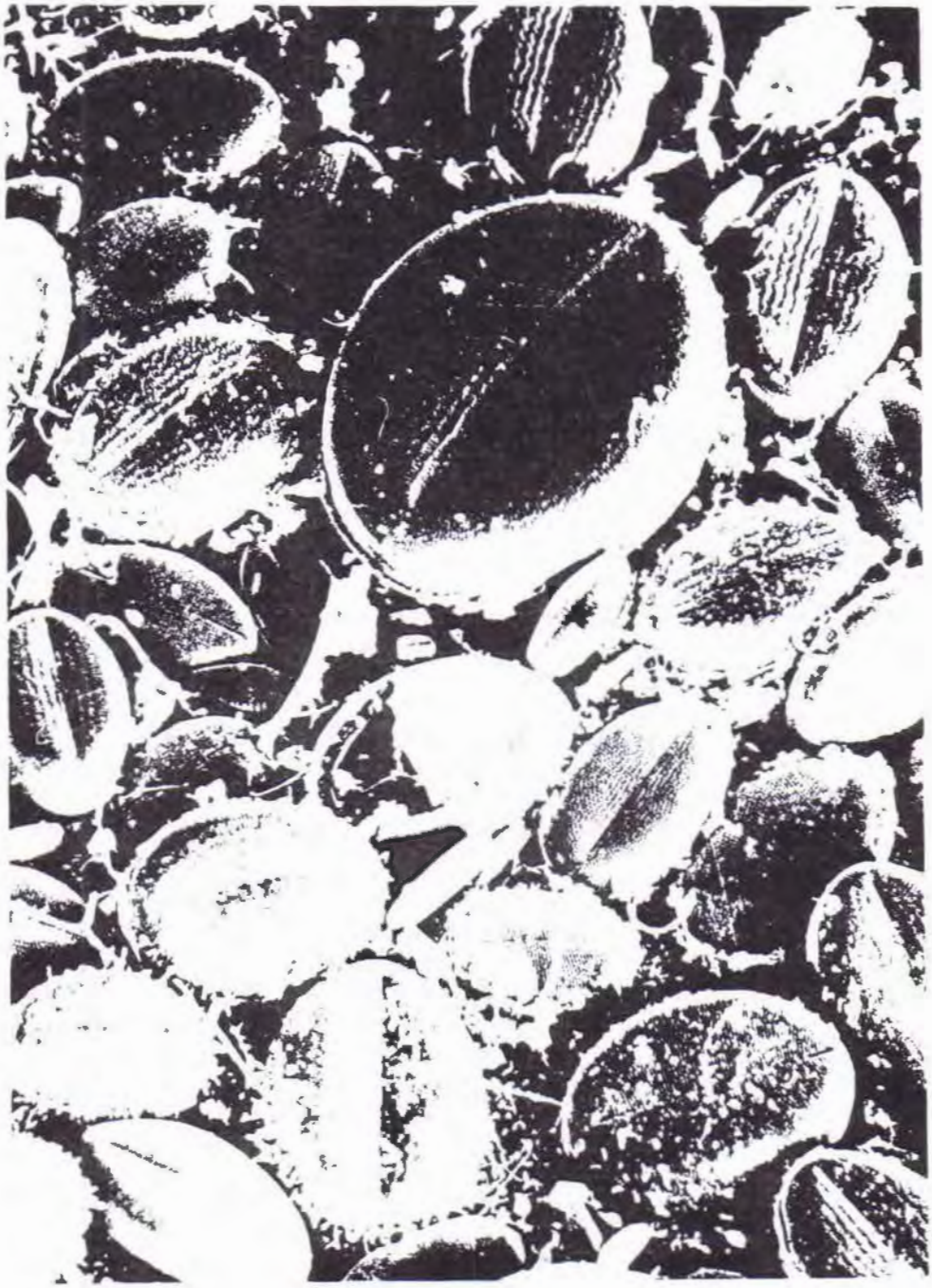


Abbildung 75: "Biofilm" auf Moosblättern (*Fontinalis sp.*): Diatomeen (Kieselalgen), Bakterien- und Pilzaufwuchs (Hyphomyceten). 2000fache Vergrößerung, REM-Aufnahme (Photo: Steiner).

Im Untersuchungsjahr 1991 sind zwei gravierende Hochwasserereignisse zu verzeichnen, eines im August und eines im Dezember. Die Zeitspanne zwischen den beiden Ereignissen ist zur Erholung für das Systems groß genug. Problematisch wird es, wenn sich die Frequenz der Hochwasserereignisse erhöht. Durch falsche boden- und forstliche Nutzungen im Einzugsgebiet können, da es zu einer Erhöhung des Oberflächenabflußes kommt, verstärkt Abflußspitzen auftreten. Ebenso ist zu beachten, daß zusätzliche Belastungen, wie erhöhte Erosionen, kummulative Auswirkungen zur Folge haben (vgl. YOUNT und NIEMI, 1990).

Ein weiterer bedeutender ökologischer Faktor ist neben den hydrographischen Verhältnissen die Nährstoffsituation. Hier ist besonders das Angebot an partikulären organischen Substanzen (POM) von emminenter Bedeutung. Fließgewässer sind "unvollkommene" Systeme, die energetisch vom Eintrag aus dem terrestrischen Umland abhängig sind (vgl. VANNOTE et al., 1980; WALLACE et al., 1986; MINSHALL et al., 1985). Der herbstliche Laubfall bringt den Großteil dieser organischen Substanzen (Blätter, Nadeln) in das aquatische System (MOSER, 1991). Die Retentionskapazität (Rückhaltevermögen) des Vorfluters bestimmt die Nutzungseffizienz der organischen Ressource durch die benthischen Biozönosen. Die heterogene Bachbettmorphologie (z.B. Fließhindernisse) sowie die Präsenz intermittierender und aperiodisch trockenfallender Uferzonen erhöhen die Aufenthaltswahrscheinlichkeit innerhalb des Systems Das POM wird zeitverzögert und infrequent für die Biozönosen verfügbar (SEDELL und FROGATT, 1984, VANNOTE et al., 1980; CUMMINS et al., 1984).

Die relative Zusammensetzung der Faunenelemente hängt in hohem Maße von der Qualität und Quantität der vorhandenen organischen Substanzen ab und zeigt charakterstische longitudinale Muster (VANNOTE et al., 1980; CUMMINS et al.,1984, vgl. Abb.74). Im Untersuchungsareal dominieren die "Shredders" (Zerkleinerer), die das eingebrachte grobe organische Material (CPOM) nutzen. Zu dieser funktionellen Gruppe zählen zum Beipiel Vertreter der Köcherfliegen (*Allogamus spp.*), der Tipuliden (Schnacken) sowie Steinfliegen (*Protonemoura spp.*). Diese Organismengruppen ernähren sich vom "Biofilm" (Bakterien, Pilzaufwuchs und adhesiv gebundene Ausscheidungsprodukte, siehe Abb.75), der die Blattoberflächen überzieht. In einer ähnlichen Größenordnung kommen "Collectors" (Feinpartikelfresser) vor, die, die bereits in die Sedimente eingebrachten feinen organischen Substanzen (Lückenraumsedimente) ingestiern.

Im Ökosystem "Hinterer Rettenbach" sind die Konzentrationen der wichtigsten organischen Kenngrößen (organischer Kohlenstoff und Gesamtstickstoff) zwar vergleichsweise gering (Pst.5:TOC: 1.4-2.1mg/g; TN:0.8-1.3mg/g), ihre energetische Qualität jedoch ausgezeichnet (z.B. Probenstelle 5: Verhältnis von TOC zu TN: 1.0-2.5). Die energetische Qualität ist an der Probenstelle 5, Einmündungsbereich des Fischbaches in den Hinteren Rettenbach, besonders günstig. Das Zusammentreffen zweier unterschiedlicher Bachsysteme dürfte eine positive syneristische Wirkung besitzen (Ökoton).

Das große Porenvolumen der Bettsedimente, das besonders in den Schottersedimenten von Gewässern in Kalkeinzugsgebieten groß ist (Hinterer Rettenbach: 12-27%), bewirkt eine gute Mobilität und Sauerstoffversorgung der Lückenraumsedimente bis in größere Sedimenttiefen (vgl. BRETSCHKO, 1983). Dies ermöglicht erst die vertikale Ausdehnung der bettsedimentbewohnenden Organismen bis zu einer Sedimentiefe von circa 70cm. Gerade die tieferen Sedimentschichten sind somit ein wesentlicher Entwicklungsort für viele Arten (vgl. SCHMID, 1991, KOWARC, 1991). In oberflächig trockengefallenen Bachabschnitten kommt es, wie die Ergebnisse dieser Arbeit auch zeigen, zu einer zusätzlichen Verschiebung des Verteilungsschwerpunktes in größere Sedimenttiefen.

Die organischen Substanzen stellen eine Mittlerfunktion zwischen Einzugsgebiet und benthischer Biozönose dar (GURTZ et al., 1988). Die Erfassung des Eintrags, der Akkumulation (Speicherung), des Um- und Abbaus in den Bettsedimenten und der periodische Austrag und Abtransport werden in Zukunft verstärkt berücksichtigt. Mögliche Vergleiche mit ähnlichen Bachsystemen, die bereits eingehend untersucht worden sind (Oberer Seebach, RITRODAT-LUNZ-Untersuchungsgebiet), sind von großem Vorteil (BRETSCHKO, 1983; 1991a,b).

Zur großen Biotopvielfalt in Karstfließgewässern tragen auch die intermittierenden Gewässerabschnitte bei. Von aktueller Bedeutung sind die Untersuchungen periodisch oberflächig trockenfallender Bereiche besonders hinsichtlich der Diskussion von Restwasserdotationsmengen in Ausleitungsstrecken. Die wissenschaftliche Bewertung der Bedeutung von intermittierenden Gewässerabschnitten und die Darstellung der Vorgänge in diesen Arealen ist teils noch äußerst widersprüchlich. Ausreichende Untersuchungen fehlen noch (siehe oben).

Die Erfassung der Rekolonisationsmuster in den intermittierenden Abschnitten ist in dieser Pilotstudie ansatzweise untersucht worden. Die oberirdische Vernetzung der intermittierenden Areale (P3 und P4) mit den benachbarten Arealen ist bei

Niederwasser vollständig unterbunden. Bei Anstieg des Wasserspiegels tritt zusätzlich Grundwasser aus den Hanglagen zutage. So sind an der Probenstelle 4 neben epigäischen Faunenelementen typische Grundwasserorganismen zu finden. Während den Niederwasserperioden sind die Individuendichten äußerst gering. Verstärkt wandern semiterrestrische Organismen ein (Collembolen, Coleopteren). Die typischen Fließgewässerorganismen ziehen sich dagegen in größere Sedimenttiefen zurück. Für eine Wiederbesiedelung, nach oberflächiger Anbindung an die periodisch fließenden Bereiche, sind die Dichten jedoch zu gering. Den Hauptanteil an der Rekolonisation stellen eindriftende Organismen von bachaufwärts gelegenen Bachabschnitten. Die Bedeutung der Bettsedimente als Refugialräume (während der Niederwasserperioden) darf daher nicht überbewertet werden. Die Besiedelung erfolgt nach der oberflächigen Dotation jedoch rasch, die Geschwindigkeit hängt aber von der Entfernung zur Kolonisationsquelle ab (Probenstellen 3 und 4, Referenzstelle 2). Hinsichtlich der Nährstoff- und Sedimentparameter unterscheiden sich die intermittierenden Bereiche von den benachbarten, permanent fließenden Gewässerabschnitten jedoch nicht. Während der Trockenperioden akkumulieren die organischen Substanzen an der Sedimentoberfläche. Beim Anstieg des Pegels werden sie austransportiert und so zeitversetzt für die unterliegenden Biozönosen verfügbar. Den intermittierenden Abschnitten kommt somit eine Speicherfunktion zu. Die genaue Erfassung der Vorgänge in den intermittierenden Abschnitten wird in den zukünftigen Untersuchungen von vorrangiger Bedeutung sein.

Die Ergebnisse der Studie zeigen, daß das untersuchte Bachökosystem durch eine hohe naturnahe Dynamik, räumlich wie zeitlich, mit den für Karstgewässer typischen Charakteristika, zu beschreiben ist.

7. DURCHFÜHRUNG DER LANGZEITSTUDIE

7.1. BEWERTUNG DES TESTARAELS

Die Ergebnisse der Pilotstudie zeigen, daß, aus limnologischer Sicht, das Testareal "Hinterer Rettenbach-Fischbach" grundsätzlich für die Durchführung einer Langzeitstudie geeignet und für Karstgebiete repräsentativ ist. Derzeit mangelt es noch an einer genauen Erfassung der komplexen hydrographischen Situation im Untersuchungsgebiet. Zwar wurde vom Hydrographischem Dienst eine automatische Pegelaufzeichnung installiert, aber für die Abschätzung der unterschiedlichen Abflußcharakteristika in den beiden Gewässersystemen sind diese Ergebnisse nicht ausreichend. Die beiden zusätzlichen Pegellatten im "Fischbach" liefern nicht die

benötigte Zusatzinformation. Einerseits erfolgt keine kontinuierliche Ablesung, anderseits kam es durch die Hochwasserereignisse zu einer Verschiebung des Profilquerschnittes. Die Pegelwerte vor und nach den jeweiligen Hochwasserereignissen sind nicht kompatibel. Aus eigenen Beobachtungen wissen wir, daß die Schüttungsverhältnisse in beiden Bachsystemen aufgrund der unterschiedlichen Einzugsgebiete (Höhenlage, Vegetation, Topographie) deutlich verschieden sind. In den intermittierenden Abschnitten sind die Vorgänge komplexer, da diffus Grundwasser eintritt. Eine genaue und kontinuierliche hydrographische Dokumentation, die Schätzung des Grund-, Mittel- und Oberflächenabflusses, und die Aufenthaltsdauer im Karstkörper sind wesentliche Basis für die Durchführung einer limnologischen Langzeitstudie. Da sich diese Problematik unabhängig von der ausgewählten Testfläche ergibt, wird Ausbau und verstärkte Betreuung der Pegelmeßpunkte gefordert.

Die Kleinräumigkeit und die gute Definitionsmöglichkeit des Einzugsareals, in Kombination mit der Präsenz unterschiedlicher Karstgewässerabschnitte, befürworten die Beibehaltung der Testfläche "Hinterer Rettenbach-Fischbach" für die weiteren Untersuchungsreihen.

7.2. AUSWAHL DER PROBENPUNKTE

In der vorliegenden Studie wurden acht ausgewählte Probenpunkte untersucht. Die Dokumentation chemisch- physikalischer Parameter der Quellaustritte (Fischbach, Hinterer Rettenbach) wird weitergeführt. Im Fischbach wird die Probenstelle 1 (Bachkm. 1.2) weiterhin beprobt, die Probenstelle 2 (Bachkm. 2.0) jedoch wird, wegen großer Ähnlichkeit mit der ersten Probenstelle, eingespart. Im intermittierenden Bachabschnitt hat sich die Probenstelle 3 (Bachkm. 2.35) als besser definierbar erwiesen. Die Probenstelle 4 wird aufgrund der komplexen hydrographischen Gegebenheiten nicht weiter untersucht (mit Ausnahme weniger Vergleichsaufnahmen). Die Probenstelle 5 (Bachkm. 2.7, Einmündungsbereich des Fischbaches in den Hinteren Rettenbach) wird beibehalten. Dagegen wird die Probenstelle 6, die anthropogen durch eine Sohlschwelle verformt ist, etwa 30 Meter bachab verlegt. Eine zusätzliche Probenstelle wird bei Bachkilometer 3.7-4.0 eingerichtet. Diese Probenstelle wird nicht kontinuierlich beprobt, da sie im wesentlichen als Referenzstelle dienen soll.

7.3. AUSWAHL DER PARAMETER

Die fortlaufenden Untersuchungen werden sich auf drei thematische Schwerpunkte konzentrieren:

- *Dynamik der organischen Substanzen (Eintrag, Speicherung, Umbau, Abtransport)*

- *Auswirkungen von Hochwasserereignissen auf die benthalen Lebensgemeinschaften (ausgewählte Arten, Störung, Erholung)*

- *Dynamik im intermittierenden Bachabschnitt ("pulsed ecosystem", Kolonisationsmuster)*

Die "routinemässigen" Aufsammlungen an den ausgewählten Probenstellen im Untersuchungsareal werden weitergeführt. Die Probenintervalle von 14 Tagen (Mai-September) und monatlich (Oktober-April) haben sich als zielführend für die Fragestellungen erwiesen. Die Auswahl der Parameter ist in der Abbildung 76 dargestellt. Die Daten zur Hydrographie und die chemisch- physikalischen Werte müssen vom Forschungslabor in Molln und vom Hydrographischen Dienst zur Verfügung gestellt werden. Pegelaufzeichnungen sind kontinuierlich notwendig, die chemischen Parameter müssen zum Zeitpunkt unserer Beprobungen miterhoben werden.

Ergänzend zu den bisher durchgeführten Aufsammlungen werden von uns Luftfallen im Freiland installiert, um den Eintrag der organischen Substanzen aus dem terrestrischen Umland bestimmen zu können. Je drei Fallen werden an den Probenstellen 1 und 6 installiert. Die Entnahmeintervalle orientieren sich an den Benthosbesammlungen. Im Herbst werden zusätzliche Entnahmetermine eingeschoben (Laubfall!).

Die Bestimmung des Glühverlustes (Verbrennung bei 550°C, Determination des organischen Anteils) sollte ebenfalls von der Forschungsstation in Molln übernommen werden.

Driftmessungen zur Bestimmung der organismischen und partikulären Drift werden mehrmals, bei unterschiedlichen Abflußverhältnissen, durchgeführt.

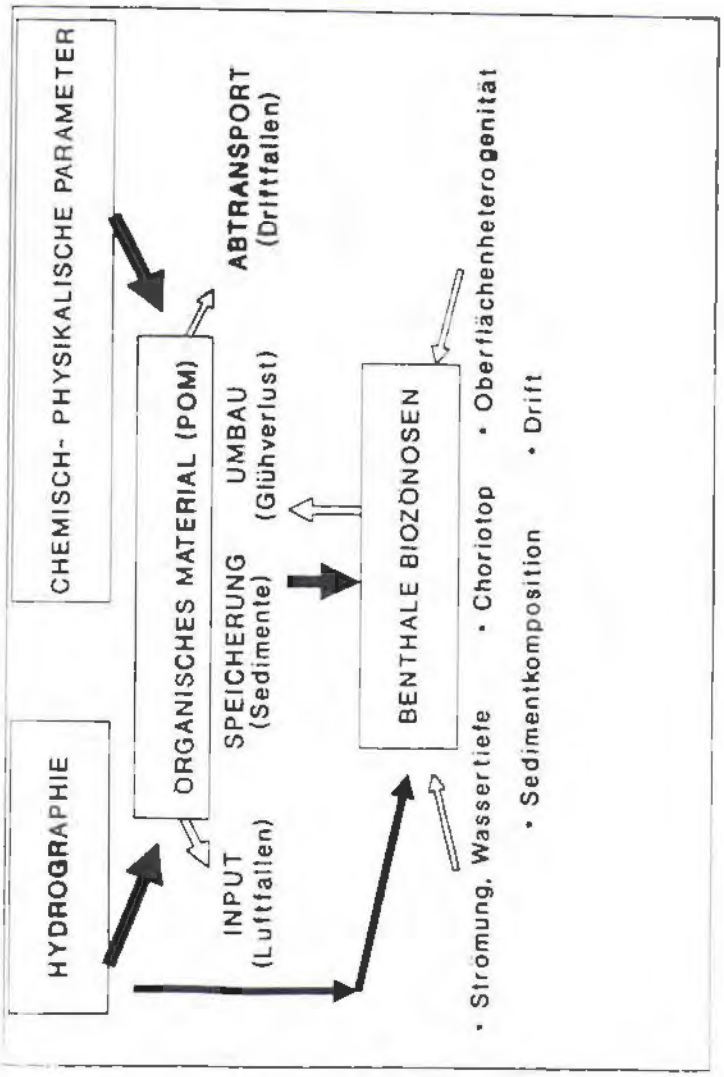


Abbildung 76: Schematische und vereinfachte Darstellung der wesentlichen abiotischen Paramter, die zur biozönotischen Charakterisierung des Bachökosystems erhoben werden. Die Pfeile kennzeichnen die hauptsächlichen Zusammenhänge zwischen den Faktorenkomplexen.

7.4. KARSTDYNAMIKPROGRAMM

Bereits mehrmals ist auf die Notwendigkeit einer exakten und kontinuierlichen Messung der wichtigsten abiotischen Parameter, wie Schüttungsbilanzen, Eintrag organischer Substanzen, chemisch-physikalische Kenngrößen, hingewiesen worden. Die erfolgreiche Durchführung der fließgewässerökologischen Untersuchungen ist davon besonders betroffen, da die Zusammenhänge im Ökosystem "Bach" von den Vorgängen im Einzugsgebiet abhängen und nicht umgekehrt. Die Position der limnologischen Untersuchung innerhalb des Gesamtmonitoringprojektes kann als die beispielhafte Darstellung der Dynamik und der Stabilität eines ausgesuchten, abgrenzbaren Ökosystems beschrieben werden.

8. LITERATUR

BACKHAUS, K., ERICHSON, B., PLINKE, W. und WEIBER, R. (1990): Multivariate Analysenmethoden. - Springer Verlag, Berlin, 416 pp.

BEGON, M., HARPER, J.L. und TOWNSEND, C.R. (1990): Ecology.- Blackwell Sci.Publ. (sec.ed.), 943pp.

BOLING, R.H., GOODMANN, E.D., VAN SICKLE, J.A., ZIMMER, J.O., CUMMINS, K.W., PETERSEN, R. und REICE, S.R. (1976): Toward a model of detritus processing in a woodland stream.- Ecology 56: 141-151.

BOULTON, A.J. und SUTER, P.J. (1986): Ecolgy of temporary streams-an Australian perspective. in: P. DE DECKER und W.D. WILLIAMS (eds.): pp.313-327. - W.Junk.Publ., Dordrecht.

BREHM, J. und MEIJERING, M. P. D. (1990): Fließgewässerkunde - Einführung in die Limnologie der Quellen, Bäche und Flüsse. Quelle und Meyer, Heidelberg - Wiesbaden, 295 pp.

BRETSCHKO, G. (1983): Die Biozönosen von Bettsedimenten von Fließgewässer - ein Beitrag der Limnologie zur naturnahen Gewässerregulierung.- BMf.Land- und Forstwirtschaft, Wien, 161pp.

BRETSCHKO, G. (1990): The dynamic aspect of coarse particulate organic matter (CPOM) on the sediment surfache of a second order stream free of debris dams (RITRODAT-LUNZ study area).- Hydrobiologia 203:15-28.

BRETSCHKO G. (1991): Bedsediments, groundwater and stream limnology.- Verh.Internat. Verein.Limnol. 24.

BRETSCHKO, G. (1991): The limnology of a low order alpine gravel stream (Ritrodat-Lunz study area,Austria).- Verh.Internat.Verein. Limnol. 24: 1908-1912.

BRETSCHKO, G. und KLEMENS, W.E. (1986): Quantitative methods and aspects in the study of the interstitial fauna of running waters.- Stygologia 2: 297-316.

BRETSCHKO, G. und LEICHTFRIED, M. (1987): The determination of organic matter in stream sediments.- Arch.Hydrobiol.Suppl. 68: 403-417.

BRETSCHKO, G.; LEICHTFRIED, M.; und MOSER,H. (1987): Eintrag und Transport partikulärer organischer Substanz (POM) in alpinen Bächen unter besonderer Berücksichtigung der Hydrographie von Ausleitungsstrecken.- Abschlußbericht MAB-Projekt 4/14: 82pp.

BRETSCHKO, G., TOCKNER, K. (1990): Endbericht Fachgruppe Limnologie-Core. Sedimentuntersuchung in Donauufer- und Augewässern bei Hainburg.- in:Interdisziplinäre Studie Donau, Österr. Wasserwirtschaftsverband, 233-260.

CARLING, P.A. (1987): Bed Stability in Gravel Streams, with Reference to Stream Regulation and Ecology, pp 321-347. In: K.S. RICHARDS (ed.): River Channels - Environment and Process. - Basil Blackwell.

CLIFFORD, H.F.(1982): Life cycles of mayflies (Ephemeroptera), with special reference to voltinism. Quaestiones Entomologicae 18: 15-90.

COLEMAN,M.J. und HYNES,H.B.N. (1970): The vertical distribution of the invertebrate fauna in the bed of a stream.- Limnol.Oceanogr. 15: 31-40.

CONNELL, J.H. (1978): Diversity in tropical rainforests and coral reefs.- Science 199: 1302-1310.

CULP, J.M. und DAVIES, R.W. (1985): Responses of benthic macroinvertebrate species to manipulation of interstitial detritus in Carnation Creek, British Columbia.- Can.J.Fish.Aquat.Sci. 42: 139-146.

CULP,J.M.; WALDE,S.J. und DAVIES,R.W. (1983): Relative importance of substrate particle size and detritus to stream benthic macroinvertebrate microdistribution.- Can.J.Fish.Aquat.Sci. 40: 1568-1574

CUMMINS,K.W. (1974): Structure and function of stream ecosystems.- BioScience 24: 631-641.

CUMMINS, K. W. (1984): Ecology and distribution of aquatic insects. 29 - 31. In: R. W. MERRITT & K. W. CUMMINS (eds.): An introduction to the aquatic insects of North America. Kendall / Hunt. Dubuque.

CUMMINS, K.W., MINSHALL, G.W., SEDELL, J.R., CUSHING, C.E. und PETERSON, R.C. (1984): Stream ecosystem theory.- Verh.Internat. Verein.Limnol. 22: 1818-1827.

CUMMINS, K.W., SEDELL, J.R., SWANSON, F.J., MINSHALL, J.R., FISHER, S.G.; CUSHING, C.E., PETERSON, R.C. & VANNOTE, R.L. (1983): Organic matter budgets for stream ecosystems: problems of their evaluation, p.299-353. In: J.R.BARNES und G.W.MINSHALL (eds.): Stream ecology: application and testing of general ecological theory. Plenum Press, New York.

CUSHING, C.E. (1988): Allochthonous detritus input to a small, cold desert spring-stream.- Verh.Internat. Verein. Limnol. 23: 1107-1113.

ELLIOTT, J.M. (1977): Some methods for the statistical analysis of samples of benthic invertebrates.- FBA-Publications No.25: 159pp.

ELLIOTT, J.M. (1990): The need for long-term investigations in ecology and the contribution of the Freshwater Biological Association.- Freshwater Biology 23: 1-5.

ELLIOTT, J.M., U.H.HUMPESCH & T.T.MACAN (1988): Larvae of the British Ephemeroptera. Freshw.Biol.Ass., Sc.Publ.No.49: 145 pp.

FRISSELL, CH.A., LISS, W.J., WARREN, C.E. & HURLEY, M.D. (1986): A hierachical framework forstream habitat classification:vewing streams in a watershed context.-Environmental Managment 10: 199-214.

GORE, J.A. (1978): A technique for predicting in-stream flow requirements of benthic macroinvertebrates. Freshwater Biology 8: 141-151.

GORE, J.A. (1985, ed.): The restauration of rivers and streams.- Butterworth Publ., Boston, 280pp.

GURTZ, M.E., MARZOLF, R.G., KILLINGBECK, K.T., SMITH, D.L. & McARTHUR, J.V. (1988): Hydrologic and riparian influences on the import and storage of coarse particulate organic matter in a Prairie Stream.- Can.J.Fish.Aquat.Sci. 45: 655-665.

HASEKE, H. (1990): Hydrologie und Karstmorphologie des Sengsengebirges. - Jahresberichte 1990. - Verein Nationalpark Kalkalpen. Eigenverlag, Kirchdorf.

HÄUSLER, H. (1976): Gutachten über die geologischen Grundlagen für das geplante Pumpspeicherwerk Molln der Ennskraftwerke A.G., als geologischer Schlußbericht. - Unveröffentlichtes Gutachten, Linz.

HAWKINS, C. P. & J. R. SEDELL (1981): Longitudinal and seasonal changes in functional organization of macroinvertebrate communities in four Oregon streams. Ecology 62: 387 - 397.

HILDREW, A.G. und TOWNSEND, C.R. (1987): Organization in freshwater benthic communities. pp.347-372. in: J.H.R.GILLER und P.S.GILLER (eds.). Organization of communities: 27th Symposium of The British Ecological Society, Aberystwyth 1986.- Blackwell Scientific Publ., Oxford.

HUMPESCH, U.H.(1979): Autökologische Untersuchungen zum Entwicklungszyklus von *Baetis alpinus* (PICT.). Proceedings of the Second International Conference on Ephemeroptera, 159-173.

HUSTON, M. (1979): A general hypothesis of species diversity.- American Naturalist 113: 81-101.

HYNE, N.J. (1978): The distribution and source of organic matter in resevoir sediments.- Environm.Geol. 2: 297-285.

HYNES, H.B.N. (1970): The Ecology of Running Water.- Univ.Toronto Press, 555 pp.

HYNES, H. B. N. (1970): The ecology of stream insects. Ann. Rev. Entomol. 15: 25 - 42.

HYNES, H.B.N. (1975): The stream and its valley.- Verh.Internat. Verein.Limnol. 19: 1-15.

ILLIES, J. (1969): Biogeography and ecology of neotropical freshwater insects, especially those from running waters. 685 - 708. In: E. J. FITTKAU et al. (eds.): Biogeography and ecology in South America. Dr. W. Junk. The Hague.

JANAUER, G. A. (1988): Die Limnologie der Fischa. BM f. Land- und Forstwirtschaft, Wien, 91-142.

JONES, J.G. (1990): Long-term research and the future: Resume.- Freshwater Biology 23: 161-164.

KARR, J.R. und DUDLEY, D.R. (1981): Ecological perspective on water quality goals Environmental Managment 5: 55-68.

KAUSHIK, N.K. und HYNES, H.B.N. (1971): The fate of the dead leaves that fall into the streams.- Arch.Hydrobiol.68: 465-515.

KING, J.M., HENSHALL-HOWARD, M.-P., DAY, J.A. & DAVIES,B.R. (1987): Leaf-pack dynamics in a southern African mountain stream. - Freshwater Biology 18:325-340.

KLEMENS, W.E. (1991): Quantitative sampling of bed sediments (Ritrodat-Lunz study area,Austria).-Verh.Internat.Verein.Limnol. 24:1926-1929.

KOWARC, V.A. (1991): Distribution of harpacticoids in a second order mountain stream.- Verh.Internat. Verein.Limnol. 24.

KREBS, CH.J. (1989): Ecological Methodology.- Harper und Row, New York. 654 pp.

KUPFER-WESELY, E. (1990): Floristische und immissionsökologische Flechtenkartierung in ausgewählten Gebieten. - Jahresberichte 1990. - Verein Nationalpark Kalkalpen. Eigenverlag, Kirchdorf.

LAHNER, G. (1938): Geologische Studie des Sengsengebirges. - Fachzeitschrift für Heimatgeologie, Morphologie, Karst- und Höhlenkunde der Gesellschaft der Erdkunde 11/12, Jg.7.

LEICHTFRIED, M. (1986): Räumliche und zeitliche Verteilung der partikulären organischen Substanz (POM - particulate organic matter) in einem Gebirgsbach als Energiebasis der Biozönose.- Dissertation, Univ.Wien, 360 pp.
LEICHTFRIED, M. (1991): Organische Substanz in Bettsedimenten des Oberen Seebaches in Lunz/See, Niederösterreich. - Mitt. österr. geol. Ges. 83: 229-241. Wien.

LEICHTFRIED, M.(1991): POM in bed sediments of a gravel stream (RITRODAT-Lunz study area,Austria. -Verh.Internat.Verein. Limnol. 24: 1921-1925.

MAGURRAN, A. E. (1988): Ecological diversity and its measurement. University Press, Cambridge, 179 pp.

MARMONIER, P. und CREUZE des CHATELLIERS, M. (1991): Effects of spates on interstitial assemblages of the Rhone River. Importance of spatial heterogeneity.- Hydrobiologia 210: 243-251.

McELRAVY, E.P. und RESH, V.H. (1991): Distribution and seasonal occurence of the hyporheic fauna in a northern Californian stream.- Hydrobiologia 220: 233-246.

MEYER, E.; SCHWOERBEL, J. und TILLMANNS, G. C. (1990): Physikalische, chemische und hydrographische Untersuchungen eines Mittelgebirgsbaches: Ein Beitrag zur Typisierung kleiner Fließgewässer. Aquatic Sciences 52/3: 236 - 255.

MILLER, TH.E. (1982): Community diversity and interactions between the size and frequency of disturbance.-American Naturalist 120: 533-336.

MINSHALL, G.W.(1984): Aquatic insect- substratum relationships.- in: The Ecolgy of Aquatic Insects, (Eds., RESH,V.H; ROSENBERG,D.M.), Praeger Publ., New York.

MINSHALL, G.W., CUMMINS, K.W., PETERSON, R.C., CUSHING, C.E., BRUNS, D.A., SEDELL, J.R. und VANNOTE, R.L. (1985): Developments in stream ecosystem theory.- Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 42: 1045-1055.

MINSHALL, G. W. & J. N. MINSHALL (1977): Microdistribution of benthic invertebrates in a Rocky Mountain (U.S.A.) stream. Hydrobiologia 55: 231 - 249.

MOSER, H. (1991): Input of organic matter (OM) in a low order stream (Ritrodat-Lunz study area, Austria).- Verh.Internat.Verein.Limnol. 23: 1325-1332.

MÜLLER, G. (1964): Methoden der Sedimentuntersuchung. Schweitzerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Frankfurt.

NAIMANN, J.R., DECAMPS, H., PASTOR, J., und JOHNSTON, C.A. (1988): The potential importance of boundaries to fluvial ecosystems. Journal of the North American Benthological Society 7:289-306.

NIE,N.H., HULL,C.H., ENKINS, J.G., STEINBRENNER, K., BENT, D.H. (1975): SPSS-statistical package for the social siences. New York.

PATRICK, R. (1988): Importance of diversity in the function and structure of riverine communities.- Limnol.Oceanogr. 33: 1304-1307.

PIELOU, E. C. (1969): An introduction to mathematical ecology. Wiley, New York.

PLESKOT, G.(1958): Die Periodizität einiger Ephemeropteren der Schwechat. Wasser und Abwasser 1958: 188-219.

PUGSLEY, C.W. und HYNES, H.B.N. (1983): A freeze-core technique to quantify the three dimensional distribution of fauna und substrate in stony streambeds.- Can.J.Fish.Aquat.Sci. 43: 637-643.

RABENI, C. F. & G. W. MINSHALL (1977): Factors affecting microdistribution of stream benthic insects. OIKOS 29: 33 - 43.

RAVEH, A., AVNIMELECH, Y. (1979): Total nitrogen analysis in Water, Soil and Plant material with persulphate oxidation. -Water Research 13: 911-912.

REICE, S.R.; WISSMAR, R.C., und NAIMAN, R.J. (1990): Disturbance regimes, resilience, and recovery of animal communities and habitats in lotic ecosystems.- Environmental Managment 14: 647-659.

RIEDL, H.E. und FRIEHS, B. (1988): Die Limnologie der Mur. BM f. Land- und Forstwirtschaft, Wien, 1-89.

RUTTNER, F. (1962): Grundriß der Limnologie. Berlin, 333 pp.

SACHS, L. (1972): Statistische Auswertungsmethoden. (3.Auflage).- Spriger,Berlin.

SCHMID, P.-E. (1991): Spatial and temporal population dynamics of larval Chironomids in a mountain brook. Verh.Internat. Verein.Limnol. 24.

SCHMID, P.-E.; TOCKNER, K. (1990): Biologisch-ökologische Begutachtung der Erlauf im Hinblick auf einen geplanten Aufstau bei Str.km. 38.860 ("KK Bruckwirt").- unveröff. Gutachten, 51 pp.

SCHWARZ, C. (1990): Einfluß von Vegetations- und Bodenzustand auf das Karstwasser und seine Nutzung im Sengsengebirge. - Jahresberichte 1990. - Verein Nationalpark Kalkalpen. Eigenverlag, Kirchdorf.

SCHWOERBEL, J. (1966): Methoden der Hydrobiologie.- Fischer Verlag.

SEDELL, R.J. und FROGATT, J.L. (1984): Importance of streamside forests to large rivers: The isolation of the Willamete River, Oregon, U.S.A., from its floodplain by snagging and streamside forest removal. Verh.Internat. Verein.Limnol. 22: 1828-1834.

SHANNON, C. E. & W. WEAVER (1963): The mathematical theory of communication. Univ. Ill. Press, Urbana.

SIMPSON, E. H. (1949): Measurement of diversity. Nature 163, 688.

SPEAKER,R., MOORE,K. & GREGORY,S. (1984):- Analyses of the process of retention of organic matter in stream ecosystems.- Verh.Int.Ver.Limnol. 22: 1835-1841.

STANFORD, J. A. & J. V. WARD (1983): Insect species diversity as a function of environmental variability and disturbance in stream systems. 265 - 277. In: J. R. BARNES & G. W. MINSHALL (eds.): Stream ecology - application and testing of general ecological theory. Plenum Press, New York.

STATZNER, B. und MÜLLER, R. (1989): Standard hemispheres as indicators of flow charakteristics in lotic benthos research.- Freshwater Biology 21: 445-459.

STRAHLER, A.N. (1957): Quantitative analysis of watershed geomorphology. - Am. Geophys. Union Trans. 38: 913-920.

THENIUS, E. (1974): Geologie der österreichischen Bundesländer in kurzgefaßten Einzeldarstellungen; Niederösterreich. Geologische Bundesanstalt Wien, 2.Auflage.

THIENEMANN, A. (1954): Ein drittes biozönotisches Grundprinzip. Arch. Hydrobiol. 49: 421 - 422.

TOCKNER, K., STEINER, K., SCHMID-ARAYA, J. & SCHMID, P.-E. (1990): Faunistisch-ökologische Untersuchung ausgewählter Fließgewässer des Sengsengebirges. Verein Nationalpark Kalkalpen, Molln, 35 pp.

TOLLMANN, A. (1985): Geologie von Österreich. Band 2. - Franz Deuticke, Wien.

TOWNSEND, C.R. (1988): The patch dynamics concept of stream community ecology. J.N.Am.Benthol.Soc.8: 36-50.

WALLACE, J.B., WEBSTER, J.R. & CUFFNEY, T.F. (1986): Stream detritus dynamics: regulation by invertebrate consummers.- Oecologia 53: 197-200.

WARD, J.V. und STANFORD, J.A. (1988): The ecology of regulated streams: past accomplishments and directions for future research.- in: J.F.CRAIG und J.B.KEMPER (eds.): Regulated streams. Advances in ecology. Plenum Press, New York: 391-409.

APPENDIX

Bachbettvermessung. QPr Querprofil, R Ausrichtung, b Breite, md mittlere Tiefe. LPr Längsprofil, L Länge des Abschnittes, Sch Beschattungsgrad.

QPr #	R (°)	b (m)	Benetzung m (%)	md (cm)
00	65	9,5	4,50 (47)	9,1 (2,6)
01	307	9,3	8,10 (87)	19,6 (17,6)
02	342	8,6	6,90 (80)	9,7 (8,7)
03	352	7,9	5,55 (70)	8,1 (6,2)
04	0	8,7	5,80 (67)	9,0 (6,9)
05	21	10,2	6,15 (60)	5,9 (3,3)
06	0	13,7	9,20 (67)	7,5 (5,5)
07	351	10,8	5,50 (51)	8,2 (4,5)
08	327	8,0	5,60 (70)	12,1 (9,2)
09	282	14,4	4,00 (28)	7,0 (2,7)
10	48	13,3	5,30 (40)	2,0 (0,9)
11	57	8,5	4,60 (54)	5,2 (3,2)
12	72	10,6	4,97 (47)	3,7 (1,9)
13	72	10,1	5,70 (56)	5,3 (3,2)
14	86	9,4	5,45 (58)	7,5 (4,6)
15	82	10,6	1,95 (18)	1,6 (0,4)
16	90	15,9	6,05 (38)	1,9 (0,9)
17	132	10,1	1,21 (12)	1,4 (0,3)
18	150	9,2	0,00 (00)	0,0 (0,0)
19	172	16,5	0,00 (00)	0,0 (0,0)
20	127	9,1	0,00 (00)	0,0 (0,0)
21		10,0	0,00 (00)	0,0 (0,0)

LPr #	R (°)	L (m)	Sch (%)
0-1	65	10	10
01-02	62	15,5	20
02-03	75	20	35
03-04	88	20	60
04-05	92	20	50
05-06	90	24	50
06-07	80	18	50
07-08	56	25	40
08-09	42	16,25	20
09-10	344	10,35	10
10-11	318	31,6	30
11-12	323	31,16	45
12-13	330	20	45
13-14	348	25	15
14-15	2	23	30
15-16	340	15,5	55
16-17	24	23,5	50
17-18	59	26	60
18-19	72	21,5	90
19-20	46	22,1	90
20-21	20	25	95

QPr #	R (°)	b (m)	Benetzung m	(%)	md (cm)	
01	350	6,9	1,96	(28)	1,6	(0,7)
02	7	5,4	1,28	(24)	<1,0	(<1)
03	131	5,6	0,00	(00)	0,0	(0,0)
04	111	7,1	0,00	(00)	0,0	(0,0)
05	127	3,2	0,00	(00)	0,0	(0,0)
06	112	6,3	0,00	(00)	0,0	(0,0)
07	322	5,3	0,00	(00)	0,0	(0,0)
08	308	3,6	0,00	(00)	0,0	(0,0)
09	358	7,3	0,00	(00)	0,0	(0,0)
10	28	5,1	0,00	(00)	0,0	(0,0)
11	44	4,5	0,00	(00)	0,0	(0,0)
12	342	6,3	0,00	(00)	0,0	(0,0)
13	340	5,1	0,00	(00)	0,0	(0,0)
14	15	4,7	0,00	(00)	0,0	(0,0)
15	5	4,25	0,00	(00)	0,0	(0,0)
16	35	6,2	0,00	(00)	0,0	(0,0)
17	348	8,4	0,00	(00)	0,0	(0,0)
18	288	4,3	0,00	(00)	0,0	(0,0)
19	310	6,0	0,00	(00)	0,0	(0,0)
20	28	6,6	2,48	(38)	1,4	(0,8)
21	76	4,9	1,76	(36)	1,5	(0,7)
22	35	5,9	3,56	(60)	1,0	(0,8)
23	353	5,0	1,08	(22)	0,8	(0,2)
24	344	4,1	1,89	(46)	1,9	(1,2)
25	313	5,9	1,85	(31)	1,5	(0,7)
26	3	4,6	3,41	(74)	4,6	(3,3)
27	26	5,15	3,05	(59)	4,4	(2,9)
28	13	6,8	2,62	(39)	2,3	(1,1)
29	335	5,0	2,55	(51)	2,4	(1,5)
30	8	3,9	1,27	(33)	2,6	(1,1)
31	11	5,8	1,62	(28)	3,8	(1,5)
32	84	5,1	2,70	(53)	4,1	(2,1)
33	75	6,5	4,90	(75)	5,4	(4,2)
34	28	5,5	3,70	(67)	4,3	(3,3)
35	346	5,1	3,20	(63)	4,1	(3,0)
36	318	4,7	2,90	(62)	5,4	(3,4)
37	315	4,1	3,45	(84)	4,8	(4,8)
38	338	3,5	2,75	(79)	5,6	(4,9)
39	7	3,4	2,35	(69)	9,6	(7,2)
40	10	3	2,35	(78)	3,4	(2,9)
41	42	4,5	2,65	(59)	4,1	(2,9)
42	44	9,1	3,35	(44)	8,9	(5,5)
43	24	5,9	3,15	(53)	7,3	(4,5)
44	354	4,75	2,75	(58)	5,1	(3,2)
45	354	4,85	2,25	(46)	10,6	(5,8)
46	345	7,15	2,30	(32)	2,4	(1,1)
47	18	4,0	3,05	(76)	5,4	(4,8)
48	16	4,75	2,50	(53)	5,7	(3,6)
49	2	7,1	4,35	(61)	2,4	(1,6)
50	58	4,8	2,25	(47)	5,3	(2,9)
51	8	5,2	1,35	(26)	<1,0	(<1)
52	14	4,0	2,45	(61)	5,2	(4,1)
53	2	4,0	1,10	(28)	2,2	(1,2)
54	352	4,8	3,50	(73)	7,4	(6,1)
55	6	3,7	2,45	(66)	4,4	(2,9)
56	4	1,7	1,55	(91)	5,7	(5,7)

QPr #	R (°)	b (m)	Benetzung m	(%)	md (cm)	
57	12	2,0	0,90	(45)	5,3	(3,2)
58	20	3,2	0,58	(18)	10,4	(3,1)
59	55	4,45	2,06	(46)	12,3	(9,8)
60	40	2,9	1,61	(56)	11,0	(6,0)
61	338	3,55	1,27	(36)	10,6	(8,0)
62	305	4,4	2,93	(67)	5,1	(4,1)
63	302	4,1	2,74	(67)	10,3	(6,9)
64	335	3,7	1,66	(45)	4,1	(2,1)
65	333	4,6	3,32	(72)	5,9	(4,8)
66	1	3,7	2,46	(66)	7,5	(6,7)
67	13	4,7	1,31	(28)	4,6	(1,7)
68	12	5,0	1,98	(40)	7,5	(5,2)
69	6	4,0	2,95	(74)	1,7	(1,1)
70	340	6,6	2,80	(42)	5,2	(1,7)
71	0	5,15	4,11	(80)	1,1	(1,0)
72	346	4,0	2,25	(56)	10,6	(7,1)
73	8	3,8	2,54	(67)	4,5	(3,9)
74	357	3,9	2,07	(53)	5,4	(3,2)
75	316	3,75	2,05	(55)	5,3	(2,9)
76	287	4,3	2,50	(58)	5,2	(3,1)
77	354	5,1	2,05	(40)	6,1	(2,5)
78	19	3,2	1,10	(34)	3,1	(1,3)
79	342	2,7	2,45	(91)	1,1	(0,9)
80	348	4,6	2,16	(47)	3,4	(1,7)
81	340	3,5	3,09	(88)	2,5	(2,2)
82	356	5,3	2,20	(42)	2,1	(1,2)
83	24	5,7	0,69	(12)	5,4	(1,0)
84	30	3,2	2,52	(79)	3,9	(3,4)
85	24	3,1	1,84	(59)	5,5	(3,2)
86	20	4,2	1,93	(46)	3,6	(1,8)
87	355	3,1	2,01	(65)	1,9	(1,2)
88	353	7,4	4,93	(67)	1,8	(1,2)
89	356	5,5	2,52	(46)	2,5	(1,2)
90	353	3,8	1,02	(27)	4,0	(1,2)
91	18	2,6	0,49	(19)	3,0	(0,9)
92	11	3,8	1,57	(41)	3,3	(1,6)
93	15	2,6	1,70	(65)	4,4	(3,1)
94	330	3,0	1,30	(43)	6,3	(3,1)
95	342	3,1	0,84	(27)	1,1	(0,3)
96	334	3,1	1,84	(59)	1,8	(1,1)
97	339	2,9	0,65	(22)	1,4	(0,4)
98	10	2,8	1,02	(36)	3,1	(1,5)
99	358	3,4	0,27	(08)	3,5	(0,6)
100	338	2,4	1,22	(51)	0,6	(0,4)
101	316	3,9	2,07	(53)	0,7	(0,4)
102	332	3,05	1,21	(40)	3,6	(1,8)
103	29	2,9	2,27	(78)	13,8	(13,8)
104	346	3,5	0,77	(22)	3,8	(1,2)
105	347	4,4	0,75	(17)	3,7	(1,0)
106	305	4,1	1,42	(35)	1,4	(0,6)
107	332	3,8	0,00	(00)	0,0	(0,0)
108	349	2,4	0,00	(00)	0,0	(0,0)
109	355	4,7	0,00	(00)	0,0	(0,0)
110	348	3,8	0,00	(00)	0,0	(0,0)
111	330	3,3	0,00	(00)	0,0	(0,0)
112	352	3,3	0,00	(00)	0,0	(0,0)

QPr #	R (°)	b (m)	Benetzung m (%)	md (cm)
113	20	5,5	0,00 (00)	0,0 (0,0)
114	19	3,15	0,00 (00)	0,0 (0,0)
115	356	2,9	0,00 (00)	0,0 (0,0)
116	2	10,3	0,00 (00)	0,0 (0,0)
117	352	4,5	0,00 (00)	0,0 (0,0)
118	299	1,7	0,00 (00)	0,0 (0,0)
119	323	4,3	0,00 (00)	0,0 (0,0)
120	341	2,5	0,96 (38)	2,0 (0,9)
121	351	2,3	0,00 (00)	0,0 (0,0)
122	352	4,1	0,00 (00)	0,0 (0,0)
123	40	3,2	0,00 (00)	0,0 (0,0)
124	87	3,3	0,00 (00)	0,0 (0,0)

LPr #	R (°)	L (m)	Sch (%)	Fels	Block	Schotter	Kies
01-02	95	03,7	25				
02-03	131	26	55				
03-04	111	17,1	45				
04-05	127	21	50				
05-06	112	31	60		40	40	20
06-07	72	17,1	40		40	40	20
07-08	35	30	65		40	50	10
08-09	58	39,5	55		50	35	15
09-10	95	10	45		60	25	15
10-11	134	17,5	35	80	15	5	
11-12	112	39	75		40	40	20
12-13	47	21,3	80		40	35	25
13-14	110	18,5	70		45	35	20
14-15	94	27,7	95		50	30	20
15-16	105	20,5	65		35	50	15
16-17	109	19	45		30	60	10
17-18	63	16,5	65		35	45	20
18-19	17	24	75		50	35	15
19-20	71	16,5	30		35	45	20
20-21	121	12	90		25	55	20
21-22	159	24	90		35	55	10
22-23	94	17	95		45	40	15
23-24	75	16	70		20	55	25
24-25	27	20	85		35	50	15
25-26	64	19	45		60	30	10
26-27	104	41	90		40	45	15
27-28	129	12,15	90				
28-29	84	13,5	90		40	40	20
29-30	73	18,5	90		30	50	20
30-31	108	20,3	95		30	50	20
31-32	109	13,6	100		35	40	25
32-33	190	15,3	80		35	55	10
33-34	150	10	70		40	50	10
34-35	100	10	85		40	45	15
35-36	66	10	60		40	40	20
36-37	40	15	30		35	45	20
37-38	60	15	80		30	45	25
38-39	82	10	70				
39-40	96	20	60		30	50	20

LPr #	R (°)	L (m)	Sch (%)	Fels	Block	Schotter	Kies
40-41	120	21	60		30	45	25
41-42a	150	13	60		40	45	15
41-42b	124	14	70				
42-43	118	10	75				
43-44	80	30	85		40	45	15
44-45	88	50	85		40	40	20
45-46	68	25	45		40	40	20
46-47	68	20	50		30	50	20
47-48	104	25	70		25	50	25
48-49	100	30	60		50	35	15
49-50	65	20	60		45	30	20
50-51	80	40	80		45	40	15
51-52	110	18	60		40	40	20
52-53	94	22	60		35	50	15
53-54	78	25	80		35		
54-55	86	30	65		30	55	15
55-56	99	40	25	65	20	10	5
56-57	100	30	70	70	10	15	5
57-58	110	01	70				
58-59	122	17,2	70	25	35	30	10
59-60	145	20,5	80		50	35	15
60-61	99	20	35	25	40	25	10
61-62	57	20	35	35	30	30	5
62-63	20	29	40	10	50	25	15
63-64	56	25	65	30	30	25	15
64-65	75	16,5	15	40	30	20	10
65-66	83	11	40	10	40	30	20
66-67	102	15	75	25	50	15	10
67-68	87	32	90	20	45	25	20
68-69	109	44,5	70		45	50	5
69-70	67	10,5	80	75	10	15	
70-71	72	22	85	20	40	25	15
71-72	84	45	30	35	25	20	20
72-73	86	13	70	65	25	5	5
73-74	103	9,5	75	65	20	10	5
74-75	71	25	30	35	40	15	10
75-76	16	15,5	90	60	25	10	5
76-77	58	14	55	85	5	10	
77-78	80	10,5	50	85	5	10	
78-79	102	29,5	55	65	10	20	5
79-80	50	19,5	50	30	35	25	10
80-81	81	30,5	45	30	20	35	15
81-82	85	24	65	25	20	40	15
82-83	136	47	75	20	30	40	10
83-84	86	24,8	70	15	30	35	20
84-85	153	13,3	60	10	30	35	25
85-86	115	32	70	5	35	40	20
86-87	126	12	45	5	40	40	15
87-88	78	19,5	65	10	30	40	20
88-89	80	22	60	5	40	40	15
89-90	67	30,7	60	5	30	50	15
90-91	124	16,6	50	20	25	35	20
91-92	103	26,5	40	10	25	40	25
92-93	117	17	30		25	55	20
93-94	95	10	85		20	60	20
94-95	69	40	25	30	30	20	20

Sedimentfraktionen der Cores (S1, S2) der einzelnen Tiefenstufen (1 mm interpoliert). Zusätzlich die Mittelwerte und Standardabweichungen der Prozentzahlen für die einzelnen Probenstellen; S Summenmittel.

Core	Tiefe (cm)	µ1 mm %	(g)	>1 - 10 mm %	(g)	>10 mm %	(g)
P1S1	0-10	8,30	(155,62)	32,34	(606,34)	59,36	(1112,94)
	10-20	10,10	(173,67)	33,31	(572,77)	56,59	(930,07)
	20-30	3,00	(100,19)	21,28	(710,71)	75,72	(2528,9)
	30-40	4,90	(120,83)	20,81	(513,17)	74,29	(1831,99)
P1S2	0-10	1,30	(26,71)	12,55	(257,84)	86,15	(1769,95)
	10-20	5,80	(67,58)	28,37	(330,54)	65,83	(766,99)
P2S1	0-10	0,27	(8,36)	1,70	(52,62)	98,03	(3034,03)
	10-20	1,43	(18,10)	18,83	(238,29)	79,73	(1008,98)
	20-30	5,20	(101,84)	17,80	(348,61)	77,00	(1508,05)
	30-40	6,67	(166,42)	16,50	(411,68)	76,83	(1916,91)
P2S2	0-10	0,30	(3,80)	2,47	(31,27)	97,23	(1231,04)
	10-20	5,80	(95,05)	15,24	(249,75)	78,16	(1280,89)
	20-30	15,00	(143,22)	38,92	(371,61)	46,08	(439,97)
	30-40	4,05	(151,90)	14,71	(551,73)	81,24	(3047,07)
P4S1	0-10	0,02	(0,19)	0,22	(2,14)	99,76	(969,99)
	10-20	4,50	(32,57)	40,37	(292,20)	55,23	(399,75)
	20-30	4,60	(97,29)	19,28	(407,79)	76,12	(1610,01)
	30-45	16,00	(402,62)	22,72	(571,73)	61,28	(1542,05)
P4S2	0-10	0,60	(6,01)	8,21	(82,2)	91,19	(912,99)
	20-30	1,43	(15,16)	12,27	(130,1)	86,30	(915,04)
P5S1	0-10	3,09	(139,10)	6,75	(303,86)	90,16	(4058,73)
	10-20	4,40	(60,46)	27,19	(373,62)	68,41	(940,02)
	20-30	6,10	(31,02)	46,51	(236,5)	47,39	(240,98)
	30-55	6,67	(140,79)	23,69	(500,05)	69,64	(1469,96)
P5S2	0-10	0,63	(8,89)	9,90	(139,75)	89,47	(1262,96)
	10-20	2,40	(55,16)	18,67	(429,09)	78,93	(1814,05)
	20-30	1,05	(15,75)	8,14	(122,09)	90,81	(1362,06)
	30-45	3,70	(48,94)	16,17	(213,9)	80,13	(1059,96)
P6S1	0-20	3,45	(48,51)	25,86	(263,62)	70,79	(995,38)
	20-55	5,00	(15,12)	36,47	(110,29)	58,53	(176,99)
P6S2	0-10	0,23	(2,78)	5,16	(62,34)	94,61	(1142,98)
	10-20	2,40	(30,42)	26,28	(333,10)	71,32	(903,98)
	20-30	6,40	(75,87)	30,93	(366,68)	62,67	(742,95)
	30-50	3,45	(103,59)	15,77	(930,6)	80,78	(4766,91)
P1(n=6)		5,567	±3,265	24,777	±8,005	69,657	±11,151
P2(n=8)		4,840	±4,801	15,771	±11,503	79,788	±16,002
P4(n=6)		4,525	±5,949	17,178	±13,893	78,313	±17,420
P5(n=8)		3,505	±2,180	19,628	±13,102	76,868	±14,820
P6(n=8)		3,673	±1,874	25,355	±10,551	71,003	±12,152
S(n=36)		4,353	±3,664	20,492	±11,639	75,145	±12,1518

Abkürzungen (in alphabetischer Reihenfolge):

Ca	Calcium
Fe	Eisen
GH	Gesamthärte
LF	Leitfähigkeit
Mg	Magnesium
NH4	Ammonium
NO2	Nitrit
NO3	Nitrat
PO4	Phosphat
SK	Säurekapazität
t H2O	Wassertemperatur
t Luft	Lufttemperatur

LPr #	R (°)	L (m)	Sch (%)	Fels	Block	Schotter	Kies
95-96	78	18	60	25	20	40	15
96-97	61	30	35	15	30	40	15
97-98	91	28	15	15	30	40	15
98-99	119	20,5	10	55	15	15	15
99-100	80	29,5	10	10	25	35	30
100-101	76	35	70	10	20	45	25
101-102	43	19	70	5	35	40	20
102-103	99	20,3	45	10	40	35	15
103-104	105	7	65	75	15	10	
104-105	93	21,5	10	5	40	40	15
105-106	69	40	20	10	30	40	20
106-107	39	18,3	5		25	50	25
107-108	75	29	5		20	60	20
108-109	94	28,5	10	20	30	35	15
109-110	77	36	40	30	20	35	15
110-111	50	23	80	20	35	35	10
111-112	87	16,8	85	75	15	10	
112-113	88	15	65	10	50	30	10
113-114	113	39	60	10	35	30	25
114-115	85	24	25	10	25	50	15
115-116	103	19	65	5	25	50	20
116-117	84	30	50	5	35	35	25
117-118	41	37	20	10	50	25	15
118-119	59	28	20				
119-120	61	18,7	10		20	55	25
120-121	69	50	85		50	30	20
121-122	66	50	75	10	40	30	20
122-123	139	50	65	10	45	40	15
123-124	177	20	25	10	40	30	20

Datum: 2./3.5.91

1

Stelle	t Luft °C	t H2O °C	LF uS/cm	pH
P1	-	6,8	-	8,52
P2	-	7,2	-	8,53
P3	-	7,3	-	8,59
P4	-	5,7	-	8,35
P5	-	5,8	-	8,34
P6	-	5,8	-	8,37

Datum: 6.5.91

Stelle	t Luft °C	t H2O °C	LF uS/cm	pH	Ca mg/l	Mg mg/l	GH mmol	SK mmol	NO2 mg/l	NO3 mg/l	NH4 mg/l	PO4 mg/l	Fe mg/l
Q1	-	6,2	257	8	50,5	5,361	1,48	2,71	0	7	0,03	0,1	-
P1	-	7,3	260	8,5	48,5	6,819	1,49	2,77	0	8	0,02	0,2	-
P2	-	8,2	265	8,5	46,09	9,491	1,54	2,82	0	8	0,02	0,1	-
P3	-	8,5	265	8,5	45,29	9,977	1,54	2,85	0	7	0,03	0,1	-
P4	-	6,2	268	8,2	44,89	11,19	1,58	2,84	0	7	0,02	0,1	-
P5	-	6,3	197	8,2	38,08	5,358	1,17	2,16	0	6	0,03	0,1	-
P6	-	6,25	213	8,2	39,68	10,7	1,43	2,34	0	6	0,02	0,1	-
Q2	-	6,2	198	8,1	36,87	6,572	1,19	2,06	0	6	0,02	0,1	-

Datum: 17./19.5.91

2

Stelle	t Luft °C	t H2O °C	LF uS/cm	pH
P1	-	5,6	265	8,4
P2	-	5,9	256	8,42
P3	-	6,4	249	8,41
P4	-	5,3	247	8,32
P5	-	5,7	201	8,07
P6	-	6,7	240	8,34

Datum: 24.5.91

Stelle	t Luft °C	t H2O °C	LF uS/cm	pH	Ca mg/l	Mg mg/l	GH mmol	SK mmol	NO2 mg/l	NO3 mg/l	NH4 mg/l	PO4 mg/l	Fe mg/l
Q1	4,5	6,1	233	8,1	49,7	4,632	1,43	2,53	0	6	0	-	-
P1	6	5,9	243	8,3	45,69	9,005	1,51	2,58	0	6	0	-	-
P2	5	5,75	245	8,3	43,29	12,16	1,58	2,63	0	7	0	0,07	-
P3	4	5,9	245	8,4	43,69	13,86	1,66	2,63	0,01	7	0	0	-
P4	4	5,85	244	8,3	44,09	9,976	1,51	2,66	0	7	0	0,25	-
P5	7	6	180	8,2	35,27	5,114	1,09	1,86	0	5	0	0,06	-
P6	4,5	6	191	8,2	35,27	7,544	1,19	2	0	5	0	0,03	-
Q2	4,5	6	180	8,1	34,87	3,17	1	1,87	0	5	0	0,03	-

Datum: 4.6.91 3

Stelle	t Luft °C	t H2O °C	LF uS/cm	pH	Ca mg/l	Mg mg/l	GH mmol	SK mmol	NO2 mg/l	NO3 mg/l	NH4 mg/l	PO4 mg/l	Fe mg/l
Q1	5,9	6,5	261	7,9	48,1	8,277	1,54	-	0	6	0	0,25	-
P1	5,8	7,1	264	8,3	45,69	10,95	1,59	-	0	7	0	0	-
P2	7,3	7,3	261	8,3	45,69	11,19	1,6	-	0	6	0	0,02	-
P3	6,5	7,4	232	8,4	45,69	10,95	1,59	-	0	5	0	0,04	-
P4	7	7	232	8,1	46,09	11,43	1,62	-	0,006	5	0	0	-
P5	6,2	5,8	152	8,1	33,67	6,085	1,09	-	0	5	0	0	-
P6	6,8	5,8	175	8,2	32,87	4,141	0,99	-	0	4	0	0	-
Q2	6,1	5,9	156	8,1	33,67	7,543	1,15	-	0	4	0	2,3	-

Datum: 19.6.91 4

Stelle	t Luft °C	t H2O °C	LF uS/cm	pH	Ca mg/l	Mg mg/l	GH mmol	SK mmol	NO2 mg/l	NO3 mg/l	NH4 mg/l	PO4 mg/l	Fe mg/l
Q1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
P1	-	7,9	241	8,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
P2	-	8,5	245	8,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-
P3	-	8,6	244	8,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-
P4	-	7,8	244	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-
P5	-	6,8	154	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-
P6	-	6	164	8,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Q2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Datum: 5.7.91 5

Stelle	t Luft °C	t H2O °C	LF uS/cm	pH	Ca mg/l	Mg mg/l	GH mmol	SK mmol	NO2 mg/l	NO3 mg/l	NH4 mg/l	PO4 mg/l	Fe mg/l
Q1	20	6,9	235	7,82	46,49	3,416	1,3	-	-	-	-	-	-
P1	21,8	9,5	237	8,44	-	-	-	-	-	-	-	-	-
P2	19,8	10,8	241	8,49	-	-	-	-	-	-	-	-	-
P3	18,5	10,8	241	8,52	-	-	-	-	-	-	-	-	-
P4	20	10,6	243	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
P5	13	6,6	184	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
P6	19	6,3	177	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Q2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Datum: 23.7.91 6

Stelle	t Luft °C	t H2O °C	LF uS/cm	pH	Ca mg/l	Mg mg/l	GH mmol	SK mmol	NO2 mg/l	NO3 mg/l	NH4 mg/l	PO4 mg/l	Fe mg/l
Q1	21,5	6,6	242	7,74	-	-	-	-	-	-	-	-	-
P1	18	9,7	252	8,24	-	-	-	-	-	-	-	-	-
P5	20	7,2	193	8,06	-	-	-	-	-	-	-	-	-
P6	21,5	7,3	223	8,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Q2	20	6,4	202	7,33	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Datum: 7.8.91 7

Stelle	t Luft °C	t H2O °C	LF uS/cm	pH	Ca mg/l	Mg mg/l	GH mmol	SK mmol	NO2 mg/l	NO3 mg/l	NH4 mg/l	PO4 mg/l	Fe mg/l
Q1	19	6,8	264	8,3	41,70	14,10	1,62	-	<,005	0,83	<0,01	0,006	-
P1	16,5	9,5	273	8,14	41,50	10,60	1,47	-	<,005	0,83	<0,01	0,007	-
P5	20	6,6	198	8,3	33,90	5,20	1,06	-	<,005	0,45	<0,01	0,012	-
P6	-	7,3	215	8,25	34,50	6,80	1,14	-	<,005	0,54	<0,01	0,016	-
Q2	-	6,1	191	7,84	32,10	5,30	1,02	-	<,005	0,45	<0,01	0,009	-

Datum: 22.8.91 8

Stelle	t Luft °C	t H2O °C	LF uS/cm	pH	Ca mg/l	Mg mg/l	GH mmol	SK mmol	NO2 mg/l	NO3 mg/l	NH4 mg/l	PO4 mg/l	Fe mg/l
Q1	20	7,4	289	7,9	45,29	9,97	1,54	3,2	-	0,95	0,02	0,16	0,001
P1	17	10,1	296	8,5	45,69	9,97	1,55	3,41	-	0,95	0	0,17	0
P5	15	6,7	202	8,2	34,07	5,592	1,08	2,3	-	0,66	0,4	0,34	0,001
P6	13	7,9	233	8,1	37,27	7,294	1,23	2,78	-	0,77	0	0,01	0,001
Q2	15	6,6	201	8,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Datum: 6.9.91 9

Stelle	t Luft °C	t H2O °C	LF uS/cm	pH	Ca mg/l	Mg mg/l	GH mmol	SK mmol	NO2 mg/l	NO3 mg/l	NH4 mg/l	PO4 mg/l	Fe mg/l
Q1	13	7,7	294	7,73	47,6	8,6	1,54	3,1	<,005	1,2	<0,01	0,014	-
P1	11,5	9,7	302	8,38	48,8	10	1,63	3,1	<,005	1,1	0,02	0,022	-
P5	13	7,5	218	8,08	29,4	10	1,15	2,3	<,005	0,9	<0,01	0,011	-
P6	13	9,8	283	8,8	43,5	10,3	1,51	2,8	<,005	0,7	<0,01	0,006	-
Q2	13	6,7	217	8,08	40,3	3,7	1,16	2,3	<,005	0,8	0,14	0,014	-

Datum: 20.9.91 10

Stelle	t Luft °C	t H2O °C	LF uS/cm	pH	Ca mg/l	Mg mg/l	GH mmol	SK mmol	NO2 mg/l	NO3 mg/l	NH4 mg/l	PO4 mg/l	Fe mg/l
Q1	14,1	8,7	316	7,66	48,10	13,40	1,75	-	<,005	1,34	0,1	0,011	<0,01
P1	13,3	9,3	270	8,4	45,30	13,10	1,67	-	<,005	1,49	0,17	0,012	<0,01
P5	15,4	7,3	186	8,11	33,30	7,50	1,14	-	<,005	1,41	0,32	0,013	<0,01
P6	11,8	7,1	206	8,18	38,50	11,40	1,43	-	<,005	0,67	0,01	<,005	<0,01
Q2	14,4	6,4	205	8	34,10	6,10	1,1	-	<,005	0,87	0,01	0,028	<0,01

Datum: 21.10.91 11

Stelle	t Luft °C	t H2O °C	LF uS/cm	pH	Ca mg/l	Mg mg/l	GH mmol	SK mmol	NO2 mg/l	NO3 mg/l	NH4 mg/l	PO4 mg/l	Fe mg/l
Q1	1	6,7	293	7,66	40,10	12,70	1,52	2,95	<,005	1,13	<0,01	<,005	-
P1	2,5	6,6	301	8,28	45,30	11,00	1,58	3,16	<,005	0,85	<0,01	<,005	-
P5	3	7,8	290	7,76	41,30	12,80	1,56	3	<,005	1,01	<0,01	0,006	-
P6	4	7,7	277	8,03	36,30	14,10	1,49	2,84	<,005	0,97	<0,01	<,005	-

Datum: 16./17.11.91

Stelle	t Luft °C	t H2O °C	LF uS/cm	pH
P1	2	6,1	263	8,29
P2	2	5,6	266	8,28
P4	3,5	8,1	251	7,92
P5	3,8	6,5	190	8,14
P6	2	6,8	224	8,12
Q2	-	-	-	-

Datum: 20.11.91

Stelle	t Luft °C	t H2O °C	LF uS/cm	pH	Ca mg/l	Mg mg/l	GH mmol	SK mmol	NO2 mg/l	NO3 mg/l	NH4 mg/l	PO4 mg/l	Fe mg/l
P1	-	-	-	-	42,8	9,2	1,45	2,68	<,005	1	-	<,005	-
P2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
P4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
P5	-	-	-	-	36,4	5,9	1,15	2,15	<,005	1,04	-	<,005	-
P6	-	-	-	-	36,6	7,8	1,23	2,32	<,005	0,97	-	<,005	-
Q2	-	-	-	-	35,2	5,9	1,12	2,11	<,005	1	-	<,005	-

Abkürzungen (in alphabetischer Reihenfolge):

Areal	Probenstelle
Code	Nummer der Benthosprobe
Entf.	ohne weitere Angabe: Entfernung vom rechten Ufer in m
Het. s	Substratheterogenität
nm	nicht meßbar
nü	nicht überströmt
o	oberhalb
Ott: v	Strömungsgeschwindigkeit, gemessen mit Ott-Flügel in cm/s
Pegel	Pegelstand an den Pegellatten in cm
POM	POM-Gehalt pro Quadratmeter in g
Profil	Querprofil der Probenstelle
St.: v	Strömungsgeschwindigkeit, aus den 'Statzner'-hemispheres berechnet, in cm/s
Tiefe	Wassertiefe in cm
u	unterhalb
vl	Entfernung vom linken Ufer in m

Abkürzungen (in alphabetischer Reihenfolge):

Areal	Probenstelle
Code	Nummer der Benthosprobe
Entf.	ohne weitere Angabe: Entfernung vom rechten Ufer in m
Het. s	Substratheterogenität
nm	nicht meßbar
nü	nicht überströmt
o	oberhalb
Ott: v	Strömungsgeschwindigkeit, gemessen mit Ott-Flügel in cm/s
Pegel	Pegelstand an den Pegellatten in cm
POM	POM-Gehalt pro Quadratmeter in g
Profil	Querprofil der Probenstelle
St.: v	Strömungsgeschwindigkeit, aus den 'Statzner'-hemispheres berechnet, in cm/s
Tiefe	Wassertiefe in cm
u	unterhalb
vl	Entfernung vom linken Ufer in m

Datum: 4.6.91

Areal	Profil	Code	Pegel	Entf.	Tiefe	Het. s	Ou: v	St.: v	POM
1	2	61	16	0,8	6	1,77	2,59	fehlt	49
	2	62		1,5	12	3,488	0,71	fehlt	18,4
	2	63		3,3	11,5	2,283	1,37	fehlt	61,2
	1	64		0,5	2	1,878	0,5	fehlt	13,8
	1	65		1,6	14,5	2,302	1,59	fehlt	8,2
2	1	66		0,43	8,5	2,422	2,69	fehlt	54
	1	67		1,35	7	3,496	2,36	fehlt	112,2
	1	68		2,4	8,5	3,868	1,75	fehlt	113,2
	1	69		3,25	5	3,016	<=0,0:	fehlt	70,4
3	1	72		0,7	6,5	1,925	0,93	fehlt	38
	1	73		1,6	11,5	2,194	1,37	fehlt	39,2
4	1	70	7	0,95	8	1,827	0,69	fehlt	62,4
	1	71		0,65	13	1,914	0,41	fehlt	16,32
5	1	79		10	43	0,68	3,61	fehlt	8,8
	1	80		8,5	29,5	1,704	3,12	fehlt	7
	1	81		5,5	26	1,619	3,08	fehlt	19,4
	1	82		4,5	27	1,484	2,36	fehlt	76,4
	1	83		3	23,5	5,184	2,04	fehlt	227,2
6	1	74	32	8	17	1,388	2,69	fehlt	8,8
	1	75		6,5	18,5	0,642	2,36	fehlt	10
	1	76		5,5	26	0,571	2,45	fehlt	5,4
	1	77		4,5	27,5	0,46	2,93	fehlt	
	1	78		3,5	33,5	1,23	2,61	fehlt	3,2

Datum: 19.5.91

Areal	Profil	Code	Pegel	Entf.	Tiefe	Het. s	Ou: v	St.: v	POM
1	2	32	20	1,15	16,5	1,226	3,03	0,796	56
	2	33		2	22	1,535	4,37	0,911	58
	2	34		2,55	24	1,991	6,01	0,693	74
	1	35		1,1	13	2,36	3,08	0,521	43
	1	36		2,5	26,7	1,571	5,89	0,693	252
2	1	37		0,7	20	3,208	4,25	0,693	83,2
	1	38		1,4	25	4,242	5,97	0,602	fehlt
	1	39		1,95	14	2,094	2,95	0,521	38,6
	1	40		2,6	23	2,402	4,28	0,45	487,2
	1	41		3,35	21	3,208	3,46	0,602	167,4
3	1	42		0,45	15,5	0,991	2,98	0,521	111,2
	1	43		1,3	29,5	2,896	5,32	0,693	106,6
	1	44		1,85	24	1,903	5,68	0,602	fehlt
	1	45		2,7	17	1,932	3,56	0,521	87,2
4	1	47	34	0,6	12,5	2,537	3,25	0,693	114,2
	1	48		1,35	17,5	2,393	2,69	0,602	79
	1	49		1,75	16	2,615	2,98	0,521	113,2
	1	50		2,25	15,5	1,882	2,31	0,521	63,6
5	1	51		1,06	10,6	2,42	3,29	0,386	128
	1	52		8,15	14	1,838	3,82	0,602	52
	1	53		6,3	21	1,386	4,21	0,693	42
	1	54		4,8	24,5	3,948	1,58	0,318	60
	1	55		1,5	15	1,448	0,78	0,287	90
6	1	56	23	8,5	18	0,983	1,39	0,358	70
	1	57		6	21,5	1,229	1,53	0,358	92,4
	1	58		5,5	25,5	3,57	1,41	0,358	80,4
	1	59		3	37	1,343	3,17	0,45	106,6
	1	60		2,5	45	1,536	2,76	0,386	285

Datum: 19.6.91

Areal	Profil	Code	Pegel	Entf.	Tiefe	Het. s	Ou: v	St.: v	POM
1	2	91	16	2,5	8,5	1,864	0,55	0,386	35,2
	2	92		3,65	15,5	3,673	0,64	0,45	31,6
	2	93		4,4	13,5	2,337	0,68	0,45	66,2
	1	94		2,9	18	3,171	0,2	0,386	33,4
2	1	95		0,95	10	1,049	0,61	0,386	40,4
	1	96		1,55	7	1,844	0,8	0,521	22,8
	1	97		2,7	10,5	2,599	0,59	0,386	17,8
	1	98		3,8	6	1,497	0,2	0,287	320,2
3	1	99		1,75	10	2,155	0,54	0,358	33
	1	100		2,6	11,5	1,653	0,56	0,521	12,8
4	1	101	7	1,05	10	3,057	0,16	0,287	45,2
	1	102		0,65	12	1,412	0,13	0,287	31,4
5	1	103		9,5	12,5	1,108	fehlt	0,521	5,6
	1	104		8,4	9	2,368	fehlt	0,45	12,2
	1	105		6,4	16,5	2,3	fehlt	0,45	35,2
	1	106		5,1	19	2,538	fehlt	0,521	67,8
	1	107		2,5	16	3,655	fehlt	0,305	457
6	1	108	23	7,5	9	2,383	fehlt	0,358	38
	1	109		6,5	12	1,193	fehlt	0,358	50,4
	1	110		5,5	19,5	3,023	fehlt	0,318	27,8
	1	111		3,5	30	0,746	fehlt	0,521	5,6
	1	112		2,7	34	1,978	fehlt	0,45	89

Datum: 5.7.91

Areal	Profil	Code	Pegel	Entf.	Tiefe	Het. s	Ott. v	St. v	POM
1	2	113	19	2,65	13	2,243	fehlt	fehlt	51,4
	2	114		3,35	15,5	2,615	fehlt	fehlt	149,8
	2	115		3,85	23,5	2,119	fehlt	fehlt	71,2
	1	116		2,85	8	2,465	fehlt	fehlt	122,4
	1	117		3,95	24,5	2,878	fehlt	fehlt	97
2	1	118		0,7	16,5	3,066	fehlt	fehlt	22,8
	1	119		1,65	10	2,337	fehlt	fehlt	106
	1	120		2,3	13	2,166	fehlt	fehlt	
	1	121		3,05	13	3,078	fehlt	fehlt	280,4
3	1	122		1,2	9,5	2,231	fehlt	fehlt	111,6
	1	123		2,2	17,5	2,883	fehlt	fehlt	61,6
	1	124		3	9,5	2,016	fehlt	fehlt	65
4	1	125	18	1,15	22	2,198	fehlt	fehlt	84,6
	1	126		1,8	11	1,945	fehlt	fehlt	32,2
	1	127		2,55	5	1,96	fehlt	fehlt	68,2
5	1	128		8,9	34	2,949	fehlt	fehlt	60,2
	1	129		8,2	27,5	1,707	fehlt	fehlt	5,4
	1	130		6,9	26	2,432	fehlt	fehlt	95,8
	1	131		4,7	19,5	1,547	fehlt	fehlt	71,2
	1	132		3,7	18,5	2,57	fehlt	fehlt	83,8
6	1	133	34	7,7	18,5	1,018	fehlt	fehlt	
	1	134		6,5	20	1,979	fehlt	fehlt	87,4
	1	135		5,25	30	2,618	fehlt	fehlt	11,6
	1	136		3,9	38	1,859	fehlt	fehlt	6,8
	P4		80						

Datum: 23.7.91

Areal	Profil	Code	Pegel	Entf.	Tiefe	Het. s	Ou: v	St.: v	POM
1	2	137	15,5	2,75	7	1,431	fehlt	fehlt	77,4
	2	138		3,4	13	3,004	fehlt	fehlt	30,6
	2	139		3,9	7,5	1,563	fehlt	fehlt	6,2
	1	140		3,5	16	3,408	fehlt	fehlt	140
	1	141		4,25	20,5	1,519	fehlt	fehlt	23,6
4			17						
5	1	142		9,9	25,5	7,818	fehlt	fehlt	33,8
	1	143		8,7	19	2,228	fehlt	fehlt	2,4
	1	144		6,2	9	1,697	fehlt	fehlt	6,2
	1	145		5,4	12	2,896	fehlt	fehlt	27
	1	146		2,4	12,5	3,771	fehlt	fehlt	30,8
6	1	147	17	6,8	7	2,618	fehlt	fehlt	8,4
	1	148		5,3	16	2,094	fehlt	fehlt	10,4
	1	149		4,1	26,5	0,909	fehlt	fehlt	4,4
	1	150		2,6	40,5	1,015	fehlt	fehlt	10,8
	1	151		3,3	37	2,238	fehlt	fehlt	2,8
	P4		47						

Datum: 7.8.91

Areal	Profil	Code	Pegel	Entf.	Tiefe	Het. s	Ott. v	St. v	POM
1	2	152	14	2	15	0,841	fehlt	fehlt	14,8
	2	153		2,35	18,5	1,631	fehlt	fehlt	10,8
	1	154		2,2	10,5	0,779	fehlt	fehlt	12
	1	155		2,65	23	0,82	fehlt	fehlt	
5	1	156		9,35	14,5	1,448	fehlt	fehlt	5,6
	1	157		8,15	19,5	1,987	fehlt	fehlt	26,6
	1	158		6,6	15,5	1,751	fehlt	fehlt	19,6
	1	159		5,5	22,5	1,317	fehlt	fehlt	9,8
	1	160		3,5	21,5	1,084	fehlt	fehlt	9,8
6	1	161	22,5	8	19	1,998	fehlt	fehlt	8,2
	1	162		6,9	21	1,197	fehlt	fehlt	13,2
	1	163		4,9	29	1,893	fehlt	fehlt	10,4
	1	164		3,9	30	2,991	fehlt	fehlt	8,2
	1	165		5,4	26	2,353	fehlt	fehlt	6,6
P4			47						

Datum: 22.8.91

Areal	Profil	Code	Pegel	Entf.	Tiefe	Hct. s	Ott. v	St. v	POM
1	2	166	10,5	2,45	9,5	2,095	fehlt	fehlt	12,8
	8	167		2	8,5	3,194	fehlt	fehlt	6
	8	168		2,9	6,5	2,614	fehlt	fehlt	4,8
	8	169		4,1	14	3,655	fehlt	fehlt	4,6
4			fehlt						
5	1	170		4	14	4,143	fehlt	fehlt	29,2
	1	171		9,6	10,5	3,765	fehlt	fehlt	6,4
	1	172		10,7	14	3,191	fehlt	fehlt	24,2
	1	173		10	14	2,265	fehlt	fehlt	8,4
6	1	174	12	6,75	13,5	3,412	fehlt	fehlt	10,8
	1	175		5,2	21	2,239	fehlt	fehlt	12,4
	1	176		3,7	18,5	5,173	fehlt	fehlt	3,4
	1	177a		6,5	12	3,607	fehlt	fehlt	12
	1	177		2,6	33	2,469	fehlt	fehlt	4,6
P4			43						

Datum: 6.9.91

Areal	Profil	Code	Pegel	Entf.	Tiefe	Het. s	Ott. v	St.: v	POM
1	1	182	9	2,9	7	3,554	nm.	0	156,6
	1	183		4,3	20	1,728	0,363	0	6,2
	8	184		1,7	7	2,764	0,62	0,287	15
	9	185		1,25	5	2,251	0,688	0,331	12,4
4			fehlt						
6	1	178	10	2,65	24	4,554	0	0	9,4
	1	179		1	31,5	1,545	0	0	8,8
	1	180		1,7	34,5	4,154	0	0	8,2
	1	181		1,2	27	1,051	0	0	2,8
P4			fehlt						

Datum: 20.9.91

Areal	Profil	Code	Pegel	Entf.	Tiefe	Het. s	Ou: v	St.: v	POM
1	1	186	4	4,2	18	1,108	fehlt	fehlt	4,6
	2	187		1,3	15	2,418	fehlt	fehlt	15,2
	2	188		1,6	7,2	1,55	fehlt	fehlt	9
	2	189		3	7,4	1,069	fehlt	fehlt	8,8
	2	190		3,5	11,9	0,916	fehlt	fehlt	2,8
4									
5	1m h	191		10,5	14	2,239	fehlt	fehlt	3,8
	4m h	192		10,5	22	2,622	fehlt	fehlt	10,2
	10m h	193		10,5	12,1	1,581	fehlt	fehlt	3,8
	5m h	194		10,5	10,3	1,077	fehlt	fehlt	21
	1,5m h	195		10,5	13	1,755	fehlt	fehlt	3,2
6	1	196	28	8,55	17,5	2,215	fehlt	fehlt	17
	1	197		8	22,5	1,668	fehlt	fehlt	11,4
	1	198		5,6	31,5	2,194	fehlt	fehlt	75
	1	199		4,8	35	1,502	fehlt	fehlt	25,8
	1	200		3,8	37,5	2,523	fehlt	fehlt	11,6
	P4		40						

Datum: 20.9.91

Areal	Profil	Code	Pegel	Entf.	Tiefe	Hel. s	Ott. v	St. v	POM
1	1	186	4	4,2	18	1,108	fehlt	fehlt	4,6
	2	187		1,3	15	2,418	fehlt	fehlt	15,2
	2	188		1,6	7,2	1,55	fehlt	fehlt	9
	2	189		3	7,4	1,069	fehlt	fehlt	8,8
	2	190		3,5	11,9	0,916	fehlt	fehlt	2,8
4									
5	1m h	191		10,5	14	2,239	fehlt	fehlt	3,8
	4m h	192		10,5	22	2,622	fehlt	fehlt	10,2
	10m h	193		10,5	12,1	1,581	fehlt	fehlt	3,8
	5m h	194		10,5	10,3	1,077	fehlt	fehlt	21
	1,5m h	195		10,5	13	1,755	fehlt	fehlt	3,2
6	1	196	28	8,55	17,5	2,215	fehlt	fehlt	17
	1	197		8	22,5	1,668	fehlt	fehlt	11,4
	1	198		5,6	31,5	2,194	fehlt	fehlt	75
	1	199		4,8	35	1,502	fehlt	fehlt	25,8
	1	200		3,8	37,5	2,523	fehlt	fehlt	11,6
	P4		40						

Areal	Profil	Code	Pegel	Entf.	Tiefe	Het. s	Ou: v	St.: v	POM m^2
1	5	C1	fehlt	2,4	nü	fehlt	nm	nm	129,2
	5	C2		1	nü	fehlt	nm	nm	89,6
	8	C3		1,6	12	fehlt	0,859	0,521	134
	9m u 9	C4		2,7	0	fehlt	nm	nm	127,8
	5	S1		1,6	12	fehlt	fehlt	fehlt	
	8	S2		1,6	fehlt	fehlt	0,859	0,521	
2	1m u3	C1		4,1	12	fehlt	1,321	0,911	88,7
	1m u3	C2		2,5	0	fehlt	nm	nm	109,8
	1m u3	C3		0,5	7	fehlt	0,483	0,331	208,2
	1m u3	S1		0,5	fehlt	fehlt	fehlt	fehlt	
	1m u3	S2		3,75	fehlt	fehlt	fehlt	fehlt	
4	1m o1	C1	fehlt	2,3 vl	18	fehlt	0	0	63,3
	4m o1	C2		2,4 vl	8	fehlt	0,517	0,305	26,9
	9m o1	C3		2,3 vl	8	fehlt	0	0	24,6
	5m o1	S1		2,4 vl	17	fehlt	fehlt	fehlt	
	9m o1	S2		3,1 vl	11	fehlt	0,203	nm	
5	1	C1		7,7 vl	0	fehlt	0,114	0	50,2
	1	C2		5,6 vl	48	fehlt	0,114	0	20,5
	1	C3		3,3	14	fehlt	0	0	37,3
	1	C4		7,7	nü	fehlt	nm	nm	40,5
	1	C5		10,9	32	fehlt	3,321	0,45	292,4
	1	S1		8	nü	fehlt	nm	nm	
	1	S2		10,5	fehlt	fehlt	1,321	nm	
6	1	C1	fehlt	7,7	17,6	fehlt	0	0	42,1
	1	C2		6,3	16	fehlt	0	0	18,9
	1	C3		2	40	fehlt	0,842	0	59,4
	8m o1	C4		5,6	8	fehlt	0	0	58,8
	1	S1		3,3	35	fehlt	0,654	nm	
	1	S2		6,1	18	fehlt	0	0	
	P4		fehlt			fehlt			

Abkürzungen (in alphabetischer Reihenfolge):

Ch	Chironomidae
Code	Nummer der Benthosprobe
Col	Coleoptera
Coll	Collembola
Dipt	restliche Dipteren-Gruppen
Eph	Ephemeroptera
Gam	Gammaridae
Ges	Gesamtindividuen
Harp	Harpacticoidaea
Hem	Hemiptera
Hydr	Hydracarina
Moll	Mollusca
Nem	Nematoda
Oli	Oligochaeta
Os	Ostracoda
Plec	Plecoptera
Restl	restliche Gruppen
Sim	Simuliidae
Trich	Trichoptera
Turb	Turbellaria

Datum: 2.5.91

Stelle	Code	Turb	Nem	Oli	Moll	Hydr	Os	Harp	Gam	Coll	Eph	Plec	Hem	Col	Trich	Sim	Ch	Dipt	Restl	Ges
1	1	67	733	1333	0	300	133	2000	0	0	3600	5900	0	1433	300	100	11400	233	0	27533
	2	100	667	400	0	267	33	2300	0	0	4800	5067	0	567	333	167	13700	167	0	28567
	3	33	367	467	0	1100	167	1233	0	0	6367	5533	0	1833	633	67	16967	433	0	35200
	4	333	400	533	0	1967	200	1533	0	0	10000	10200	0	3667	400	1100	19167	300	0	49800
	5	100	333	100	0	1333	233	1267	0	0	8000	6367	0	2933	167	33	23800	333	0	45000
2	6	0	0	500	0	567	0	0	0	100	5500	3200	0	7667	233	33	12200	367	0	30367
	7	0	0	233	0	100	0	0	0	0	3667	5300	0	5467	233	0	8967	300	0	24267
	8	0	0	567	0	333	0	0	0	0	4133	5533	0	2567	33	0	15800	567	0	29533
	9	33	33	400	0	900	33	8367	0	67	5367	4200	0	3200	233	100	10600	500	0	34033
	10	33	0	567	0	1133	0	0	0	0	1833	4567	0	2700	267	100	9633	533	0	21367
3	11	0	0	167	0	0	0	0	0	433	100	300	0	200	0	0	533	33	0	1767
	12	0	0	300	0	0	0	0	0	133	0	67	0	33	0	0	333	0	0	867
	13	0	0	167	0	33	0	0	0	0	0	0	0	33	0	0	200	0	0	433
	14	0	33	0	0	0	67	0	0	133	67	33	0	33	0	0	300	33	0	700
	15	0	0	100	0	100	0	0	0	0	0	0	0	133	0	0	167	67	0	567
4	16	0	0	267	0	0	0	0	0	100	0	133	0	33	0	0	67	33	0	633
	17	0	0	300	0	0	0	0	0	300	0	100	0	0	0	0	33	0	0	733
	18	0	0	367	0	0	0	0	0	233	0	67	0	67	0	0	100	0	0	833
	19	0	67	333	0	33	0	133	0	0	100	33	0	0	0	0	167	0	0	867
	20	0	0	233	0	67	0	0	0	233	33	67	0	0	0	0	133	0	0	767
5	21	67	133	1200	0	300	333	133	0	0	3600	1000	0	500	867	500	1633	100	0	10367
	22	33	0	267	0	167	0	33	0	0	2533	2967	0	300	333	5267	5500	33	33	17467
	23	167	33	1933	0	633	367	133	600	0	7300	9233	0	1100	700	8800	6433	100	0	37533
	24	133	0	200	0	433	133	0	0	0	1567	9167	0	167	200	333	9500	100	0	21933
	24a	300	0	400	0	667	400	0	67	0	3600	5700	0	267	433	167	3133	133	0	15267
	25	33	33	2100	0	667	0	0	33	33	200	1033	0	100	67	200	14200	100	0	18800
6	26	0	4667	500	0	33	67	67	0	33	1400	1733	0	67	833	33	2867	267	0	12567
	27	0	467	500	0	300	400	16433	0	0	20433	7367	0	233	1300	67	4567	267	0	52333
	28	0	33	167	0	400	100	6900	0	33	6067	2833	0	233	2800	0	7067	267	0	26900
	29	0	33	300	0	367	367	3733	0	0	17600	5900	0	200	4033	67	10900	200	0	43700
	30	200	933	1567	0	267	1267	4167	0	0	13100	2200	0	433	3233	33	8567	600	0	36567

Datum: 19.5.91

Stelle	Code	Turb	Nem	Oli	Moll	Hydr	Os	Harp	Gam	Coll	Eph	Plec	Hem	Col	Trich	Sim	Ch	Dipt	Restl	Ges
1	32	40	260	700	0	80	60	760	0	0	2240	2220	0	140	100	180	9660	140	0	16580
	33	40	440	660	0	500	180	1560	0	60	2760	2580	0	120	80	100	18040	360	0	27480
	34	120	160	1400	0	1000	100	2000	0	20	4740	4740	0	660	160	140	10820	180	0	26240
	35	40	60	280	0	180	40	1080	0	20	1800	1940	0	280	20	80	6540	80	0	12440
	36	0	160	280	0	2020	120	580	0	20	2360	4940	0	360	260	80	14380	80	0	25640
2	37	20	0	200	0	120	0	0	0	80	3800	2400	0	400	60	60	10820	120	20	18100
	39	20	0	80	0	20	0	0	0	20	3020	2440	0	680	240	60	6200	60	0	12840
	40	0	0	580	280	120	0	0	0	0	4480	4920	0	940	440	160	14680	420	20	27040
	41	40	0	1000	0	80	0	0	0	180	2620	2600	0	660	100	40	14060	280	0	21660
3	42	0	0	400	20	40	0	0	0	300	40	240	0	40	0	0	3240	20	0	4340
	43	0	0	140	60	0	0	0	0	120	180	160	0	0	40	0	1680	40	0	2420
	45	0	0	200	20	0	0	0	0	80	160	160	0	0	0	60	1260	20	0	1960
4	47	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	0	0	20
	48	0	0	500	20	0	0	0	0	40	20	0	0	20	0	0	260	0	20	880
	49	0	0	740	0	20	0	0	0	20	40	20	0	0	0	0	400	20	0	1260
	50	0	0	100	20	0	0	0	0	60	20	40	0	20	0	0	0	0	0	260
5	51	100	100	8100	0	3800	420	300	40	0	4320	940	40	4260	800	40	2960	220	0	26440
	52	360	160	3900	0	980	60	0	40	20	2900	4880	60	480	960	660	8440	240	0	24140
	53	360	160	720	0	1720	160	80	200	0	4140	2720	60	400	680	820	3460	80	0	15760
	54	280	200	1200	0	2060	520	40	20	0	2660	12240	0	540	640	180	18240	220	0	39040
	55	0	340	1300	0	1020	220	20	100	0	660	2000	0	340	360	0	7940	140	0	14440
6	56	0	7540	980	0	160	60	880	0	60	1480	840	0	20	80	0	3820	0	0	15920
	57	20	1040	1720	0	480	320	22500	0	100	8660	2020	0	360	940	0	7020	340	0	45520
	58	20	240	1000	0	140	760	8460	0	60	5280	740	0	280	1000	0	7400	300	0	25680
	59	20	420	820	0	500	880	24080	0	0	5820	1880	0	200	660	20	5340	460	0	41100
	60	60	1720	3560	0	920	1280	17680	20	20	13960	2900	0	300	1420	40	18680	900	0	63460

Datum: 4.6.91

Stelle	Code	Turb	Nem	Oli	Moll	Hydr	Os	Harp	Gam	Coll	Eph	Plec	Hem	Col	Trich	Sim	Ch	Dipt	Restl	Ges
1	61	0	0	760	0	0	0	0	0	0	4120	3180	0	0	60	0	7100	0	0	15220
	62	0	0	380	0	0	0	0	0	0	5300	2180	0	0	40	60	4040	0	0	12000
	63	0	0	300	0	0	0	0	0	0	6700	5360	0	0	260	0	8680	0	0	21300
	64	0	0	0	0	0	0	0	0	0	780	600	0	0	0	0	2800	0	0	4180
	65	0	0	60	0	0	0	0	0	0	10160	3260	0	0	100	340	6180	0	0	20100
2	66	20	0	960	40	280	0	0	0	0	7440	2900	0	1580	160	400	9700	200	0	23680
	67	40	0	280	40	140	0	0	0	0	5480	3720	0	1300	220	80	7180	160	0	18640
	68	40	0	540	20	160	0	0	0	0	4420	2020	0	1480	160	100	7040	60	0	16040
	69	0	0	360	20	0	0	0	0	0	1240	1320	0	420	120	0	3460	20	0	6960
3	72	0	0	80	0	60	0	0	0	0	1680	1260	0	80	80	400	8260	0	0	11900
	73	0	0	120	20	60	0	0	0	0	1120	800	20	160	40	0	4220	60	20	6640
4	70	0	0	220	0	20	0	0	0	0	640	460	0	160	20	0	3560	20	0	5100
	71	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1000	280	0	80	0	20	3220	20	0	4620
5	79	0	0	20	0	200	0	0	0	20	220	280	0	100	0	140	380	20	0	1380
	80	0	0	0	0	920	0	0	0	20	600	620	0	140	40	100	540	20	0	3000
	81	80	0	220	0	1700	0	0	40	20	1920	2460	0	520	260	40	1740	120	0	9120
	82	440	0	180	0	1800	120	0	60	0	1800	7440	0	540	1040	120	5100	300	0	18940
	83	160	0	240	0	960	0	0	80	0	3520	4400	0	240	240	480	37360	160	0	47840
6	74	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3100	1100	0	0	220	0	2640	0	0	7060
	75	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1720	660	0	0	20	20	1520	0	0	3940
	76	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1140	740	0	0	0	0	1560	0	0	3440
	77	0	0	0	0	0	0	0	0	0	540	260	0	0	0	0	300	0	0	1100
	78	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1040	660	0	0	240	0	180	0	0	2120

Datum: 19.6.91

Stelle	Code	Turb	Nem	Oli	Moll	Hydr	Os	Harp	Gam	Coll	Eph	Plec	Hem	Col	Trich	Sim	Ch	Dipt	Restl	Ges
1	91	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8200	6180	0	0	60	1000	18560	0	0	34000
	92	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13640	5400	0	0	60	580	13440	0	0	33120
	93	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4580	4560	0	0	60	100	10240	0	0	19540
	94	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9740	2840	0	0	80	100	12380	0	0	25140
2	95	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10480	2300	0	0	40	140	14020	0	0	26980
	96	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10800	3640	0	0	20	20	18940	0	0	33420
	97	0	0	460	20	40	0	0	0	0	4220	960	0	1160	0	0	5400	80	0	12340
	98	20	0	220	0	20	0	0	0	0	2120	1820	0	1260	60	0	7340	160	0	13020
3	99	0	0	80	0	60	0	0	0	0	2140	1520	0	340	0	0	8880	20	0	13040
	100	0	0	0	0	40	0	0	0	0	1480	1380	0	200	0	100	3820	20	0	7040
	101	0	0	20	0	40	0	0	0	40	280	700	20	60	0	0	2800	0	0	3960
	102	0	0	160	0	0	0	0	0	0	380	1200	0	100	60	0	5020	20	0	6940
5	103	0	0	120	0	320	0	0	0	0	1160	600	0	520	60	0	320	100	0	3200
	104	200	0	160	0	1120	0	0	0	0	1060	1260	0	360	20	160	520	80	0	4940
	105	20	0	100	0	1420	0	0	380	0	2320	1520	0	360	40	20	360	60	0	6600
	106	320	0	160	80	2000	0	0	320	0	5520	9680	0	560	240	160	5120	0	0	24160
	107	80	0	80	0	1280	0	0	0	0	2640	1760	0	0	80	0	43200	160	0	49280
6	108	0	0	300	0	400	40	0	0	0	2740	980	0	140	40	0	1220	120	0	5980
	109	0	0	100	0	460	0	0	0	0	1420	760	0	80	0	0	1000	140	0	3960
	110	20	0	800	0	1140	20	0	0	0	1940	0	0	180	0	0	2620	220	0	6940
	111	20	0	160	0	620	20	0	0	0	3620	1080	20	80	0	0	1320	140	0	7080
	112	20	0	700	0	720	60	0	0	0	2400	1720	0	140	40	20	1660	120	0	7600

Datum: 5.7.91

Stelle	Code	Turb	Nem	Oli	Moll	Hydr	Os	Harp	Gam	Coll	Eph	Plec	Hem	Col	Trich	Sim	Ch	Dipt	Restl	Ges
1	113	260	0	560	0	180	0	0	0	0	7180	4400	0	1060	0	0	7840	120	0	21600
	114	40	0	200	0	140	0	0	0	20	8300	3740	0	1500	0	0	7660	100	0	21700
	115	60	0	440	0	400	0	0	0	40	8900	7520	0	1960	240	180	9520	160	80	29500
	116	80	0	160	0	200	80	0	0	20	4640	2540	0	2160	40	0	9540	20	0	19480
	117	20	0	160	0	200	0	0	0	0	6480	3440	0	820	0	20	4860	20	0	16020
2	118	40	0	800	20	80	0	0	0	0	7360	1780	0	2820	20	0	6300	140	0	19360
	119	0	0	460	40	60	0	0	0	0	7420	4800	0	3500	0	0	18820	100	20	35220
	120	0	0	600	0	80	0	0	0	0	10720	6660	20	5880	160	40	22920	80	0	47160
	121	20	0	320	0	160	0	0	0	0	2300	1240	0	2620	0	0	6080	220	0	12960
3	122	0	0	360	20	0	0	0	0	720	260	260	0	240	0	0	3040	40	0	4940
	123	0	0	280	0	20	0	0	0	80	60	500	0	180	40	0	4620	40	60	5880
	124	0	0	60	20	0	0	0	0	180	160	180	0	40	0	0	2660	40	20	3360
4	125	0	0	220	0	0	0	0	0	20	40	200	0	20	20	0	500	0	20	1040
	126	0	0	200	0	0	0	0	0	20	0	100	0	60	0	0	280	0	0	660
	127	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	0	0	40	0	0	60
5	128	0	0	1600	0	560	0	0	80	80	4400	2320	0	1200	0	240	3840	880	0	15200
	129	140	0	180	0	120	0	0	0	0	2160	1200	0	160	0	40	1020	40	20	5080
	130	40	0	900	0	640	60	0	300	20	1260	2400	0	840	220	100	2060	180	0	9020
	131	380	0	840	200	560	260	0	0	20	7000	10800	0	300	400	20	15800	300	0	36880
	132	80	0	1120	0	80	0	0	0	0	1680	2800	0	240	480	0	23200	400	0	30080
6	133	0	0	120	0	120	0	0	0	40	4760	1820	0	160	160	60	5580	240	0	13060
	134	0	0	1440	0	500	540	0	40	0	4060	1620	0	140	120	20	4120	460	0	13060
	135	20	0	1340	100	240	20	0	0	0	1760	1320	0	220	120	20	1540	440	20	7160
	136	0	0	340	20	200	0	0	0	0	5860	1600	0	160	60	20	2740	260	0	11260

Datum: 23.7.91

Stelle	Code	Turb	Nem	Oli	Moll	Hydr	Os	Harp	Gam	Coll	Eph	Plec	Hem	Col	Trich	Sim	Ch	Dipt	Restl	Ges
1	137	40	0	440	0	120	20	0	0	0	2700	1060	0	900	120	0	2780	160	0	8340
	138	0	0	360	60	300	20	0	0	0	6540	1840	0	2060	20	0	3500	160	40	14900
	139	20	0	100	0	160	0	0	0	20	3100	1100	0	820	20	0	800	20	0	6160
	140	80	0	420	0	360	40	0	0	40	7700	3020	20	1440	400	0	7240	120	0	20880
	141	100	0	140	0	220	0	0	0	40	7480	2640	0	1300	80	0	2500	140	0	14640
5	142	0	0	340	0	220	0	0	0	0	1960	1160	0	400	20	0	600	80	0	4780
	143	20	0	80	0	20	0	0	20	0	1500	540	0	180	0	0	180	40	0	2580
	144	20	0	160	0	0	20	0	40	0	2900	1200	0	420	0	0	600	60	0	5420
	145	140	0	80	0	160	100	0	20	0	5000	3740	0	380	20	0	3960	100	0	13700
	146	0	0	220	0	20	160	0	0	0	620	420	0	20	20	0	10900	200	0	12580
6	147	0	0	60	0	60	0	0	0	0	760	120	0	0	0	0	840	20	40	1900
	148	80	0	880	0	1100	140	0	0	60	1600	2140	0	200	40	0	29400	140	20	35800
	149	20	0	60	0	100	0	0	0	0	1320	620	0	60	20	0	920	0	0	3120
	150	20	0	140	0	180	0	0	0	0	1340	580	0	80	20	0	1520	40	20	3940
	151	0	0	40	0	80	0	0	0	0	760	140	0	20	0	20	400	20	0	1480

Datum: 7.8.91

Stelle	Code	Turb	Nem	Oli	Moll	Hydr	Os	Harp	Gam	Coll	Eph	Plec	Hem	Col	Trich	Sim	Ch	Dipt	Restl	Ges
1	152	0	0	40	0	0	0	0	0	0	380	300	0	20	20	0	380	40	0	1180
	153	0	0	20	0	20	60	0	0	0	260	620	0	20	40	0	360	40	0	1440
	154	40	0	40	0	20	20	0	0	40	400	420	0	60	20	0	540	40	0	1640
	155	0	0	0	0	0	0	0	0	0	180	220	0	20	0	0	480	20	0	920
5	156	20	0	0	40	20	0	0	0	0	200	260	0	40	20	20	260	40	20	940
	157	180	0	0	0	460	0	0	0	0	920	460	0	20	0	0	460	20	0	2520
	158	40	0	0	140	0	20	0	0	0	1360	920	0	60	0	20	500	120	0	3180
	159	20	0	60	0	80	0	0	0	0	960	620	0	60	0	0	180	40	0	2020
	160	40	20	0	0	0	0	0	0	0	460	1060	0	20	0	0	260	0	0	1860
6	161	40	0	20	0	80	0	0	0	0	1120	200	0	200	20	0	820	60	0	2560
	162	0	0	0	0	40	40	0	0	20	420	220	0	40	20	0	100	40	20	960
	163	0	0	0	0	60	20	0	0	0	0	0	0	60	0	0	100	0	0	240
	164	40	0	0	0	60	20	0	0	0	360	280	0	20	20	0	260	20	40	1120
	165	0	0	20	0	40	40	0	0	0	120	160	0	0	0	20	140	60	0	600

Datum: 22.8.91

Stelle	Code	Turb	Nem	Oli	Moll	Hydr	Os	Harp	Gam	Coll	Eph	Plec	Hem	Col	Trich	Sim	Ch	Dipt	Restl	Ges
1	166	0	0	40	0	240	20	0	0	0	720	260	0	60	0	0	460	60	40	1900
	167	0	0	220	0	40	0	0	0	0	1040	780	0	60	80	0	40	120	0	2380
	168	0	0	0	0	0	0	0	0	100	400	200	0	120	20	0	180	160	0	1180
	169	0	0	0	0	0	20	0	0	20	120	220	0	0	0	0	20	20	0	420
5	170	240	20	800	0	460	20	0	200	0	2840	300	0	160	0	0	900	40	0	5980
	171	0	0	140	0	100	40	0	0	20	1320	520	0	640	20	0	760	20	0	3580
	172	220	0	100	0	140	0	0	0	40	2000	2120	0	580	80	0	1420	100	0	6800
	173	80	0	0	0	80	0	0	0	0	640	100	0	20	20	0	900	20	0	1860
6	174	0	0	120	0	60	20	0	0	20	1240	260	0	60	0	0	800	60	0	2640
	175	0	0	60	0	0	0	0	0	0	340	360	0	0	0	0	580	20	0	1360
	176	0	0	140	0	60	20	0	0	0	220	500	0	0	0	0	80	40	0	1060
	177a	0	0	160	0	20	0	0	0	0	40	200	0	60	0	0	260	0	0	740
	177	0	0	120	0	0	0	0	0	0	100	120	0	60	20	0	0	20	0	440

Datum: 6.9.91

Stelle	Code	Turb	Nem	Oli	Moll	Hydr	Os	Harp	Gam	Coll	Eph	Plec	Hem	Col	Trich	Sim	Ch	Dipt	Restl	Ges
1	182	0	0	0	0	0	0	0	0	0	80	680	0	0	80	0	1640	0	0	2480
	183	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1020	500	0	0	40	0	460	0	0	2020
	184	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2700	880	0	0	40	0	1280	0	0	4900
	185	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2260	840	0	0	80	20	1460	0	0	4660
6	178	0	0	0	0	0	0	0	0	0	260	620	0	0	0	0	1960	0	0	2840
	179	0	0	0	0	0	0	0	0	0	260	2740	0	0	900	0	2440	0	0	6340
	180	0	0	0	0	0	0	0	0	0	120	740	0	0	440	0	2920	0	0	4220
	181	40	40	420	120	120	100	60	0	0	480	1500	0	120	580	0	3920	180	0	7680

Datum: 20.9.91

Stelle	Code	Turb	Nem	Oli	Moll	Hydr	Os	Harp	Gam	Coll	Eph	Plec	Hem	Col	Trich	Sim	Ch	Dipt	Restl	Ges
1	186	0	0	20	0	0	0	0	0	0	540	720	0	80	0	0	740	60	0	2160
	187	0	0	280	0	60	0	0	0	0	5040	7580	0	200	20	0	1640	620	0	15440
	188	0	0	400	0	240	0	0	0	80	7440	10320	0	160	0	0	1840	240	0	20720
	189	20	0	0	0	20	0	0	0	0	1440	1780	0	160	40	0	1540	180	0	5180
	190	0	0	20	0	60	0	0	0	0	140	2580	0	20	0	0	1920	180	0	4920
5	191	140	0	40	0	140	0	0	0	80	1480	2400	0	240	20	0	920	0	0	5460
	192	80	0	20	0	180	0	0	20	160	760	5560	0	920	280	0	3660	500	0	12140
	193	440	0	40	0	240	0	0	0	60	1100	1940	0	400	200	0	520	140	0	5080
	194	80	0	60	0	160	0	0	60	40	1320	1580	0	400	0	0	280	60	0	4040
	195	20	0	0	0	20	0	0	0	20	280	1060	0	40	20	0	300	60	0	1820
6	196	0	0	60	0	20	0	0	0	80	200	600	0	40	20	0	460	280	20	1780
	197	0	0	60	0	180	0	0	0	180	260	740	0	60	360	0	800	580	0	3220
	199	20	0	260	0	40	0	0	0	0	660	880	0	80	80	0	2600	340	0	4960
	200	40	0	100	0	140	0	0	0	0	1180	3300	0	140	180	0	3800	300	0	9180

Datum: 21.10.91

Stelle	Code	Turb	Nem	Oli	Moll	Hydr	Os	Harp	Gam	Coll	Eph	Plec	Hem	Col	Trich	Sim	Ch	Dipt	Restl	Ges
1	201	0	0	0	0	160	0	0	0	0	6800	5520	0	80	80	0	5280	880	0	18800
	202	0	0	20	0	160	0	0	0	0	2540	1300	0	40	2300	0	2240	340	0	8940
	203	0	0	0	0	320	0	0	0	0	9840	14160	0	80	800	0	20560	1760	0	47520
	204	0	0	0	0	20	0	0	0	0	1320	1500	0	100	100	0	1860	60	0	4960
	205	0	0	0	0	80	0	0	0	0	5680	5520	0	0	80	0	9920	880	0	22160
6	206	0	0	80	0	0	0	0	0	0	6880	1040	0	0	1920	0	15440	240	0	25600
	207	0	0	0	0	80	0	0	0	0	4720	240	0	0	560	0	13040	80	0	18720
	208	0	0	120	0	60	0	0	0	0	5640	1000	0	60	320	0	15240	460	0	22900
	209	0	0	60	0	0	0	0	0	0	1080	240	0	0	160	0	3260	160	0	4960

Datum: 16.11.91 Cores

Stelle	Code	Tiefe	Turb	Nem	Oli	Moll	Hydr	Os	Harp	Gam	Coll	Eph	Plec	Hem	Col	Trich	Ch	Dipt	Restl	Ges
1	C1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1143	143	571	0	0	0	3143	143	0	5143
		2	0	333	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1000	1665	0	2998
		3	0	0	0	0	0	0	0	0	83,3	0	0	0	0	0	0	0	0	83,3
1	C2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	125	0	0	0	0	0	375	125	0	625
		2	0	0	0	0	0	0	308	0	308	0	0	0	0	0	154	0	0	770
		3	0	0	250	0	0	0	0	0	500	0	250	0	0	0	500	250	0	1750
1	C3	1	0	33	0	0	95	0	0	0	0	4228	5133	0	0	67	13714	286	0	23556
		2	0	0	0	0	333	0	0	0	111	333	2222	0	0	111	1889	444	0	5443
		3	0	0	300	0	0	0	0	0	0	0	450	0	150	0	1350	600	0	2850
1	C4	1	0	0	0	0	0	0	333	0	4000	3833	2333	0	0	167	15667	333	0	26666
		2	0	0	250	0	0	0	0	0	0	7750	8500	0	250	0	30000	1500	0	48250
		3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	375	2500	0	0	0	5500	250	0	8625
2	C1	1	0	71	0	0	71	0	0	0	0	1838	1148	0	0	171	2857	104	0	6260
		2	0	0	0	0	500	0	167	0	0	2833	3333	0	333	833	7676	333	0	16008
		3	0	0	0	0	600	0	400	0	200	400	800	0	400	0	1600	200	0	4600
2	C2	1	0	143	0	0	0	0	0	0	500	143	214	0	143	71	3357	643	0	5214
		2	0	0	62,5	0	0	0	0	0	0	187,5	500	0	0	0	1188	62,5	0	2000
		3	0	143	286	0	0	0	286	0	286	0	286	0	2000	0	1286	571	0	5144
2	C3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	95	2129	1229	0	0	190	904	129	0	4676
		2	0	0	0	0	111	0	0	0	0	333	1000	0	111	0	333	222	0	2110
		3	0	400	0	0	0	0	0	0	0	200	0	0	600	0	1000	0	0	2200
4	C1	1	0	0	0	250	0	0	0	0	250	0	0	0	0	0	0	0	0	500
		2	0	0	125	0	0	0	0	0	250	0	0	125	125	0	125	0	0	750
		3	0	0	0	0	1059	0	118	0	0	0	118	0	2588	0	353	471	0	4707
4	C2	1	0	0	0	0	0	0	0	571	143	0	0	0	429	0	0	0	0	1143
		2	0	0	0	0	0	0	0	0	87	0	0	0	0	0	0	0	0	87
		3	0	0	0	0	0	0	0	0	83	0	0	0	0	0	0	83	0	166
4	C3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	250	0	0	0	0	0	0	0	0	250
		2	0	0	0	0	0	0	0	0	83	0	83	0	167	0	0	0	0	333
		3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	143	0	0	0	0	143

Fortsetzung
Datum: 16.11.91 Cores

Stelle	Code	Tiefe	Turb	Nem	Oli	Moll	Hydr	Os	Harp	Gam	Coll	Eph	Plec	Hem	Col	Trich	Ch	Dipt	Restl	Ges
5	C1	1	0	0	111	0	0	0	611	1056	367	0	0	0	0	0	133	56	0	2334
		2	0	0	143	0	0	0	1143	1429	143	0	143	0	0	0	0	0	0	3001
		3	0	200	400	0	0	0	200	1200	9000	0	200	0	0	0	400	0	0	11600
5	C2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3000	0	0	3000
		2	0	0	154	0	0	0	0	0	154	923	308	0	154	0	769	0	0	2462
		3	0	0	0	0	0	0	375	1000	125	250	500	0	0	0	250	0	0	2500
5	C3	1	0	0	143	0	0	0	286	0	143	0	0	0	0	0	143	0	0	715
		2	0	0	400	0	0	0	400	400	400	0	400	0	0	0	2400	400	0	4800
		3	0	0	0	0	250	0	1750	1500	0	0	0	0	250	0	250	0	0	4000
5	C4	1	0	0	91	0	0	0	0	273	4727	0	0	0	0	0	0	0	0	5091
		2	0	100	200	0	0	0	200	1400	2900	0	0	0	0	0	0	0	0	4800
		3	0	0	276	0	0	0	0	828	414	0	0	0	0	0	0	0	0	1518
5	C5	1	0	33	0	0	176	0	0	143	0	7971	7257	0	33	0	6143	143	0	21899
		2	0	0	0	0	0	0	0	333	167	333	833	0	167	0	0	0	0	1833
		3	0	222	0	0	0	0	0	222	0	0	222	0	0	0	444	0	0	1110
6	C1	1	0	1100	500	0	100	0	100	0	100	100	0	0	200	0	11600	300	0	14100
		2	0	0	667	0	333	0	0	0	0	1333	1000	0	0	0	43333	0	0	46666
		3	0	286	143	0	0	0	0	0	0	2286	2286	0	143	0	62857	714	0	68715
6	C2	1	0	0	0	0	154	0	0	0	0	1879	615	0	0	615	49497	0	0	52760
		2	0	0	0	0	888	0	111	0	0	30222	35556	0	111	0	#####	1778	0	#####
		3	0	0	143	0	2857	0	0	0	0	13571	16429	0	0	0	#####	3571	0	#####
6	C3	1	0	33	33	0	433	0	0	0	0	4233	2767	0	0	433	34000	67	0	41999
		2	0	125	625	0	625	0	0	125	0	7250	4375	0	0	375	55000	250	0	68750
		3	0	100	1400	0	0	0	2100	900	0	800	1000	0	0	100	9000	400	0	15800
6	C4	1	0	0	2000	0	286	286	429	0	143	1019	1233	0	286	319	23443	143	0	29587
		2	0	67	0	0	0	67	467	0	0	400	67	0	0	67	5467	0	0	6602
		3	0	133	333	0	133	600	1000	600	67	333	267	0	200	0	6667	0	0	10333