

# UFZ-Bericht

UFZ-Bericht • UFZ-Bericht • UFZ-Bericht • UFZ-Bericht

UFZ - Umweltforschungszentrum Leipzig-Halle GmbH

Nr. 2/1996

---

## **Biologische Indikation in Kleinfließgewässern der Dübener und Dahleener Heide**

---

Claus Orendt

Projektbereich Naturnahe Landschaften  
UFZ-Umweltforschungszentrum  
Leipzig-Halle GmbH

Fördernummer des SMWK Dresden:  
7541.83-UFZ/301

ISSN 0948-9452

# **Biologische Indikation in Kleinfließgewässern der Dübener und Dahleener Heide**

**Claus Orendt**

**UFZ-Umweltforschungszentrum Leipzig-Halle GmbH**

**Projektbereich Naturnahe Landschaften**

**Januar 1996**

## **Inhalt**

### **Zusammenfassung**

- 1. Einleitung 5**
- 2. Methoden 10**
  - 2.1. Probennahme 10
  - 2.1.1. Makroinvertebraten 10
  - 2.1.2. Epilithische Diatomeen 13
  - 2.1.3. Auswertung 13
- 3. Beschreibung der Probestellen - Untersuchungsgebiet 16**
- 4. Ergebnisse 21**
  - 4.1. Allgemeine Ergebnisse 21
    - 4.1.1. Makroinvertebraten 21
      - 4.1.1.1. Artenbestand, Erfassungsgrad 21
      - 4.1.1.2. Merkmale der Gemeinschaften 25
      - 4.1.1.3. Besiedlungsmuster im Untersuchungsgebiet 27
      - 4.1.1.4. Habitattypische Besiedlung 36
    - 4.1.2. Epilithische Diatomeen 39
  - 4.2. Ökologische Charakterisierung 43
    - 4.2.1. Allgemeiner Zustand der Gewässer 43
      - 4.2.1.1. Grad der strukturellen Naturnähe 43
      - 4.2.1.2. Grad der organischen Belastung 44
    - 4.2.2. Zustandsbeschreibung und Charakterisierung der einzelnen untersuchten Bachabschnitte (unter besonderer Berücksichtigung der für die Säureproblematik relevanten Aspekte) 44
    - 4.2.3. Ökologische Gradienten im Untersuchungsgebiet 55
      - 4.2.3.1. Verschiebung des charakteristischen Artenspektrums 55
      - 4.2.3.2. Ernährungstypen der Makroinvertebraten 56
  - 4.3. Zusammenhang mit den chemischen Untersuchungen 58
  - 4.4. Detailstudie Quellsystem Heidemühle: Verteilung der Säureindikatoren 63

|               |                                                                                      |           |
|---------------|--------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>5.</b>     | <b>Diskussion</b>                                                                    | <b>66</b> |
| 5.1.          | Methoden                                                                             | 66        |
| 5.2.          | Ökologische Zustandsbeschreibung der Gewässer                                        | 68        |
| 5.3.          | Säurezustandsbewertung in der Praxis                                                 | 69        |
| 5.3.1.        | Probleme in der Bewertungspraxis                                                     | 69        |
| 5.3.2.        | Bemerkungen zu gültigen und möglichen Indikatoren                                    | 74        |
| 5.3.3.        | Detailstudie Quellsystem Heidemühle: kleinräumige Auflösung von Säurezuständen       | 77        |
| 5.3.4.        | Biomonitoring - Bewertungssystem                                                     | 78        |
| 5.4.          | Unterschiede und Gemeinsamkeiten zwischen biologischen und chemischen Untersuchungen | 79        |
| <b>6.</b>     | <b>Naturschutzfachliche Bewertung</b>                                                | <b>81</b> |
| <b>7.</b>     | <b>Schlußbemerkung - Ausblick</b>                                                    | <b>84</b> |
| <b>8.</b>     | <b>Literatur</b>                                                                     | <b>85</b> |
| <b>Anhang</b> | Tabellen                                                                             |           |
|               | Abbildungen                                                                          |           |

Abkürzung:

Gew. = Gewässer

Die Tabellen und Abbildungen, die mit **römischen Ziffern** numeriert sind, finden sich im Anhang.

Diese Studie wurde vom Sächsischen Staatsministerium für Wissenschaft und Kunst gefördert (Förderkennzeichen 7541.83-UFZ/301).



## **Zusammenfassung**

Im Naturraum Dübener und Dahleener Heide wurden an sechs quellnahen Waldbächen die benthischen Makroinvertebraten und epilithischen Diatomeen von Herbst 1993 bis Herbst 1994 erfaßt. Darüber hinaus wurden die Vorkommen säuresensibler Taxa und ihre Verbreitung im Einzugsgebiet eines dieser Bäche näher untersucht. Es konnten insgesamt 125 Makroinvertebraten-Taxa nachgewiesen werden, wobei die Dipterenfamilie der Zuckmücken die Hälfte des Arteninventars ausmachte. Bei der Diatomeenaufsammlung wurden 120 Arten und Varietäten festgestellt. Bezüglich des Säurezustandes der einzelnen Bachabschnitte konnte der vermutete Säurezustandsgradient im Untersuchungsgebiet von Nordwest (Säurezustand "permanent nicht sauer") nach Südost ("permanent sauer") festgestellt werden. Dieser hängt mit einer Verschiebung der jeweiligen Arteninventare der Gewässer von säuresensiblen zugunsten säuretoleranter und acidophiler Reinwasserformen entlang steigendem Säuregrad zusammen.

Mit Makroinvertebraten und Diatomeen wurden im Einzelfall unterschiedliche Ergebnisse der Säuresituation in den Waldbächen indiziert, die methodenbedingt waren, jedoch in der Tendenz übereinstimmten. Die Grenzen der exakten Indikation der Säureklassen traten gerade bei Gewässern im Übergangsbereich zwischen den Säurezuständen auf. Durch die Detailuntersuchung eines Bachsystems im Übergangszustand wurde deutlich, daß die Bewertung unsicher wird, wenn nicht klar ist, ob die Indikatoren von Zuflüssen eingeschwemmt sind oder wirklich im Untersuchungsabschnitt leben und sich dort auch fortpflanzen. Die Auswertungsergebnisse wurden verglichen und die Unterschiede ausführlich diskutiert. Einige gültige und weiter mögliche Indikatorarten wurden kritisch besprochen. Die Lebensgemeinschaft der sauren Bäche würden sich bei weiterer Versauerung auch in den jetzt circumneutralen bis schwach sauren Bächen des Nordwestens einstellen. Die wirksamste Maßnahme dagegen wäre die drastische Reduktion der aerogen eingetragenen anthropogenen Säure.

Der Anteil von wirbellosen Quellarten am Gesamtarteninventar lag bei knapp 20 % und wies damit die Quellen zu einem speziellen und charakteristischen Biotoptyp der bewaldeten Dübener Heide aus, der dringend in eine umsetzungsorientierte Naturschutzkonzeption einbezogen werden sollte.

## 1. Einleitung

Die Dübener und Dahleener Heide galt als eines der größten Rauchschadensgebiete der DDR (LUX & STEIN, 1977). Vor der Wiedervereinigung wurden im Ballungsraum Leipzig-Halle-Bitterfeld beim Betrieb der Großfeuerungsanlagen beträchtliche Mengen Schwefeldioxid und kalkhaltige Stäube weitgehend ungefiltert in die Luft abgegeben und verschieden weit transportiert (NEUMEISTER et al., 1991). Dort, wo die Säure zusammen mit der Flugasche eingetragen wurde, wurde sie neutralisiert (z.B. im Nordwesten der Dübener Heide). Dort, wo sie jedoch weiter transportiert wurde als die Flugasche, versauerte sie den Boden und damit auch die Gewässer dieser Gebiete (z.B. im Südosten der Dübener Heide und Dahleener Heide). Nach der Wiedervereinigung fielen im Zuge des wirtschaftlichen Umbruchs in den Neuen Bundesländern einerseits durch Einbau von Filtern (zunächst vorwiegend für Staub, jedoch nur in geringerem Ausmaß für  $\text{SO}_2$ ), andererseits durch Abschaltung von Betrieben die bisherigen Staubbelastungen weitgehend weg. Damit fehlten bei der Emission aber auch die neutralisierenden Komponenten. Zusätzlich stieg und steigt in beträchtlichem Maße der Stickstoffausstoß des Kraftfahrzeugverkehrs, der sich als Salpetersäure im Gebiet niederschlägt und heute einen hohen Anteil der Säurebelastung ausmacht. Da in der nächsten Zeit mit einer bestenfalls nur langsamen Abnahme der Säurefracht zu rechnen ist, vermutet man, daß die bisher neutralen Gewässer im Nordwesten der Dübener und Dahleener Heide (im Westen Sachsen-Anhalts gelegen) weiter versauern werden. Die mit den Flugstäuben eingetragenen Schadstoffe (Schwermetalle, Aluminium etc.) im Boden könnten remobilisiert werden und ins Wasser abgeschwemmt werden. Darüber hinaus könnte sich der Säuregrad in den sauren Gewässern im Südosten (in der Dahleener Heide gelegen) weiter erhöhen. Besonders gefährdet sind hierbei die leichten sauren Sandböden (vgl. NEUMEISTER et al., 1991: 27). Es ist also im Untersuchungsgebiet ein Säurezustandsgradient von Nordwesten nach Südosten zu vermuten.

Die **Biozöosen** der Waldgewässer bleiben von Veränderungen des wasserchemischen Milieus nicht unbeeinflusst. Die Arten des Makrozoobenthos stellen in den aquatischen Lebensgemeinschaften der Waldbäche quantitativ den bedeutendsten Anteil dar, wobei viele von ihnen als Indikatoren für Wasser- und Gewässerqualität dienen. Fische und zahlreiche wirbellose

Formen, besonders die kiementragenden (z.B. Eintagsfliegenlarven) und solche mit Kalkschalen (z.B. Krebse, Schnecken, Muscheln), reagieren bekanntermaßen empfindlich auf eine Erniedrigung des pH, die in Bachsystemen meist mit einer Erhöhung der gelösten Aluminiumkonzentration einhergeht, dessen toxische Wirkung ebenfalls bekannt ist (Übersichtliche Darstellungen bei BÖHMER & RAHMANN, 1992: 6 ff. und GUNKEL, 1994: 127 ff.). Jedoch ist der toxische Effekt von hohen Aluminiumkonzentrationen, die oft in versauerten Gewässern auftreten, offenbar nicht immer klar, denn HERRMANN et al. (1993) berichten, daß in Laborversuchen höhere Aluminiumgehalte einen physiologischen Stress aufgrund geringen pH-Wertes in Wasser bei Evertebraten zumindest etwas kompensieren konnte. Andere Arten sind tolerant und recht resistent gegenüber solchen Stressfaktoren (z.B. Larven der Steinfliegen, mancher Köcherfliegen). Die Schädigungen der Gemeinschaftsmitglieder, die durch Säureeinträge verursacht werden, sind in mehreren Arbeiten untersucht worden. Es ist bekannt, daß die Artendiversität, die Dichte der Individuen und die Biomasse mit sinkendem pH zurückgeht (z.B. RADDUM & SAETHER, 1981, HERRMANN et al., 1993). Hinsichtlich der Säurebelastung sind kurzfristige Säureschübe während der Schneeschmelze oder bei Starkregenereignissen die kritischsten Phasen (LEHMANN & HAMM, 1989) für das Vorkommen einer Art im Gewässer. Dabei können verschiedene Faktoren zusammenspielen: Bei hohen Abflaumengen steigt in versauerten oder versauerungsgefährdeten Fließgewässern die Säurekonzentration an, wodurch die Vitalität der Individuen von sensiblen Arten nachläßt, und die Organismen während eines Hochwasserereignisses stärker als in unbeeinträchtigten Gewässern passiv bachabwärts driften (WASSMANN, 1987).

Die heute praktizierte, zoologische Indikation von Gewässergütezuständen anhand von wirbellosen Wassertieren (Makroinvertebraten) basiert auf dem Vorkommen oder Fehlen von Zeigerarten, die entsprechend ihrer Säuretoleranz klassifiziert wurden (z.B. RADDUM et al., 1988). Der Vorteil, den diese Organismengruppe bietet, liegt darin, daß sie über eine Mehrzahl von Einwirkungen integrieren müssen, also die Umweltfaktoren und ihre Schwankungen **langfristig** ertragen müssen, um in einem bestimmten Ökotoz zu leben. Aufwuchs-Kieselalgen (Diatomeen) werden dagegen zur **mittelfristigen** Indikation von saisonalen Belastungen bereits in der Gewässerüberwachung untersucht. Sie zeichnen sich durch ein differenziertes Verhalten

einzelner Spezies bzw. ganzer Artengruppen gegenüber Säuren aus (SCHREINER, 1989). Erst in neuester Zeit wurde die Eignung von Diatomeen als Bioindikatoren zur Bestimmung des Säurezustandes auch in Fließgewässern erkannt (ARZET, 1987, HOFMANN, 1993, CORING, 1993). Dagegen geben chemische Untersuchungen ein sehr detailliertes, jedoch sehr **kurzfristiges** Bild der Milieusituation ab.

Während vor nicht allzulanger Zeit zwar schon Einigkeit darüber bestand, daß es generell Makroinvertebratenarten gibt, die allgemein sensibel oder tolerant auf Säurestress reagieren, konnte doch erst in den letzten Jahren eine stufenweise Einordnung in eine Sensitivitätsskala erzielt werden. Das führte dazu, daß frühere Untersuchungen (z.B. SCHIMMER & FRIEDRICH, 1990) noch mit relativ groben allgemeinen Einteilungen Gewässer bewerteten. BRAUCKMANN (1992) teilte dann Gewässer zunächst entsprechend ihres jahreszeitlichen pH-Regimes in vier Säurezustandstypen ein: "permanent nicht sauer", "episodisch schwach sauer", "periodisch sauer", "permanent sauer". Entsprechend ihrem Vorkommen in diesen Typen wies er verschiedenen Makroinvertebraten vier Säureempfindlichkeitsklassen zu: "säureempfindlich", "mäßig säureempfindlich", "säuretolerant", "säureresistent". Anhand dieser Bioindikatoren wurde ein Bewertungssystem entwickelt.

Seit einigen Jahren beobachten Verwaltungs- und Forschungsstellen den Verlauf der Entwicklung in versauerungsgefährdeten und versauerten Gebieten (z.B. Landesamt für Umweltschutz Baden-Württemberg, Bayerische Landesanstalt für Wasserforschung, ECE-Versauerungsprojekt, s. ZAHN, 1990) und entwickelten seither ein weitgehend einheitliches Bewertungssystem für den süddeutschen Raum. Die Tätigkeiten stellen wesentliche Bezugspunkte zu den vorliegenden Studien dar, insbesondere was die Toleranzeinstufung von Indikatorarten betrifft.

Die Erkenntnisse über die Wirkung von natürlicher Versauerung oder von anthropogen verursachten Säureeinträgen auf Lebensgemeinschaften sind nach Aussage von Spezialisten (z.B. Dr. G. Hofmann, Frankfurt) vorwiegend an Stand- und Fließgewässern in kalkarmer Umgebung mit schwacher Pufferungskapazität gewonnen worden, z.B. in skandinavischen Seen (RADDUM & SAETHER, 1981, BRODIN & GRANSBERG, 1993), nordschwarzwälder (GEBHARDT & NESS, 1992) und nordbayerischen (BAUER et al., 1987) Bächen, im Harz (HEITKAMP & LESSMANN, 1990) oder in den Niederlanden (LEUVEN et al., 1987). Die Waldbäche der

Dübener und Dahleener Heide liegen in glazial geprägtem, hügeligen Tiefland und zeichnen sich dagegen durch überwiegend mittlere Wasserhärten aus (ORENDT & WEISSFLOG, 1994a). Für sie liegen bisher fast keine Kenntnisse bezüglich ökologischer Auswirkungen anthropogen verursachter Einträge vor.

Die nächstliegende **Frage** war nun, ob dieser Säuregradient im Gebiet der Dübener und Dahleener Heide so ausgeprägt ist, daß sich in vergleichbaren, repräsentativen und nicht organisch belasteten Gewässern (quellnahen Waldbächen) auch verschiedene Lebensgemeinschaften ausgebildet haben. Bei der sich anschließenden zweiten Frage ging es um die Suche nach Artengemeinschaften, die im zu erwartenden Versauerungsprozeß als Indikatoren wirken können. Es ist dabei zu vermuten, daß die Gemeinschaft der jetzt neutralen Bäche allmählich einer solchen weicht, die wir bereits in den versauerten Gewässern finden.

**Bisherige Arbeiten** wurden in der Dübener Heide in der Vergangenheit gruppenspezifisch faunistisch erstmals von MEY (1978) über Köcherfliegen, danach von BROCKHAUS (1986) über Libellen durchgeführt. Sie beschäftigten sich auch mit den Wirkungen anthropogener Einflüsse auf die Zönosen, jedoch nicht schwerpunktmäßig in Fließgewässerhabitaten. Mit der vorliegenden Untersuchung werden vergleichend die Biozönosen quellnaher Waldbäche in der Dübener und Dahleener Heide erstmalig vergleichend aufgenommen. Z.Z. wird in einem sauren Bach der Dahleener Heide (Heidelsbach) im Rahmen des "International Cooperative Programme on Assessment and Monitoring of Acidification of Rivers and Lakes", das vom Norwegischen Institut für Wasserforschung (NIVA) in Oslo geleitet wird, ein Langzeitmonitoring mit aquatischen Makroinvertebraten durchgeführt.

Die **Ziele** der vorliegenden Arbeit waren

- eine umfassende, repräsentative Bestandsaufnahme der Biozönosen von ausgewählten, nicht direkt beeinträchtigten, quellnahen Waldbächen der Dübener und Dahleener Heide, die parallel Gegenstand einer wasserchemischen Untersuchung waren (s. REINHART, in Vorb.), deren Ergebnisse für die vorliegende Studie unentbehrlich waren
- die ökologische Charakterisierung und Bewertung unter besonderer



Berücksichtigung des Säurezustandes der Gewässer in Bezug zu ihrer Lage innerhalb des erwähnten Depositionsgradienten (s. Abb. 1a)

- die beispielhafte Darstellung des säurebedingten Besiedlungsmusters im Einzugsgebiet eines Waldbaches des Dübener Heide
- die Ausarbeitung der prognostischen und naturschutzfachlich relevanten Aspekte der Untersuchung.

In erster Linie wurden **aquatische Wasserwirbellose** erfaßt. Die Nachbestimmung taxonomisch schwieriger Taxa wurde von Dr. Jürgen Deckert, Museum für Naturkunde Berlin (Wanzen, Heteroptera), Dr. Jochen Gerber, Zoologische Staatssammlung München (Weichtiere, Mollusca), Dr. Reinhard Gerecke, Tübingen (Milben, Acari) und Dr. Gerhard Seitz, Wasserwirtschaftsamt Landshut/Bay. (Kriebelmücken, Simuliidae) übernommen.

Darüberhinaus war die Untersuchung der **Aufwuchs-Kieselalgen** (epilithische Diatomeen) Gegenstand der Studie. Die Bestimmung der Arten und die Bewertung der einzelnen Untersuchungsbäche anhand dieser Organismengruppe übernahm Dr. Gabriele Hofmann, Universität Frankfurt (s. HOFMANN, 1994).



## 2. Methoden

### 2.1. Probenahme

#### 2.1.1. Makroinvertebraten

An vier Waldbächen der Dübener Heide und an zweien der Dahleener Heide (s. Abschnitt 3.) wurden Makrozoobenthonten gesammelt (Abb. 1a). An vier Terminblöcken (4.-6.10.1993, 28.-30.3.1993, 1.-3.6.1994, 16.-17.9.1994) wurden Probenahmen durchgeführt, desweiteren Voruntersuchungen an Probestelle Nr. 4 (Ausreißer) und Nr. 5 (Taura) am 13.9.1993. Letztere wurden in die Auswertung miteinbezogen. Am Gewässer Nr. 3 (Heidemühle) wurden am 8.8.1995 und 11.10.1995 das Vorkommen ausgewählter sensibler und toleranter Taxa (u.a. *Gammarus pulex*, *Asellus aquaticus*, *Pisidium* sp.) am Hauptbach und an zwei zufließenden Quellbachsystemen (M1-M10, s. Abb. 1b) im Detail untersucht (die pH-Messungen erfolgten an M1, M2, M7-10 am 8.8., 21.9., 29.9., 5.10. und 11.10.1995, an M3-M6 nur am 8.8. und 11.10.1995). Die Erfassung war substratspezifisch angelegt, d.h. die verschiedenen Substrate (Steine, Totholz, Wasserpflanzen, Fallaub, Schlamm, Sand, Wasseroberfläche) wurden mit verschiedenen Sammelmethoden, die sich gegenseitig ergänzen, auf Wasserwirbellose abgesucht. Die beprobte Gewässerstrecke betrug ca. 50 m.

Die Hartsubstrate (Steine, Hölzer, Pflanzenstengel) wurden zunächst abgestreift, abgewaschen oder direkt mit der Federstahl-Pinzette besammelt. Für die Oberflächendrift wurde ein Thienemann-Kescher (Maschenweite 250  $\mu\text{m}$ , s. SCHWOERBEL, 1986), für Weichsubstrate und Grobdetritus ein Handkescher mit 500  $\mu\text{m}$  Maschenweite und ein Küchensieb mit ca. 1500  $\mu\text{m}$  Maschenweite verwendet. Der Kescherinhalt wurde noch im Gelände in eine Schale überführt, die Tiere ausgelesen, bestimmt (soweit makroskopisch möglich) und ihre Abundanz in sieben Klassen geschätzt (s. Abschnitt 2.2). Von den ohne optische Hilfsmittel nicht zu bestimmenden Taxa wurde eine repräsentative Anzahl in 75%igem Isopropanol abgetötet, konserviert und zur exakten Artbestimmung mitgenommen. Präparationen wurden in Euparal durchgeführt.

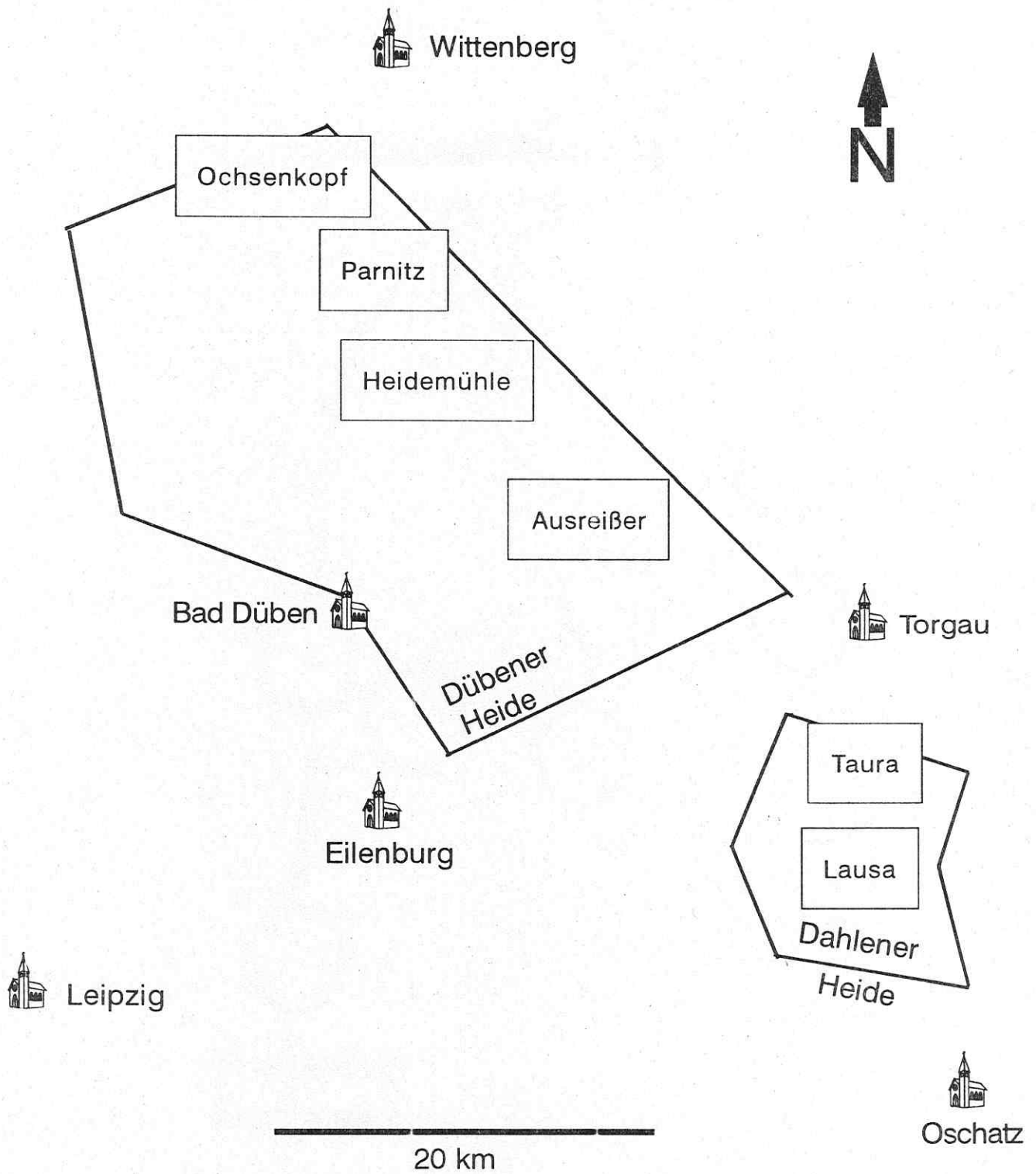


Abb. 1a:  
Lage der Probestellen im Untersuchungsgebiet

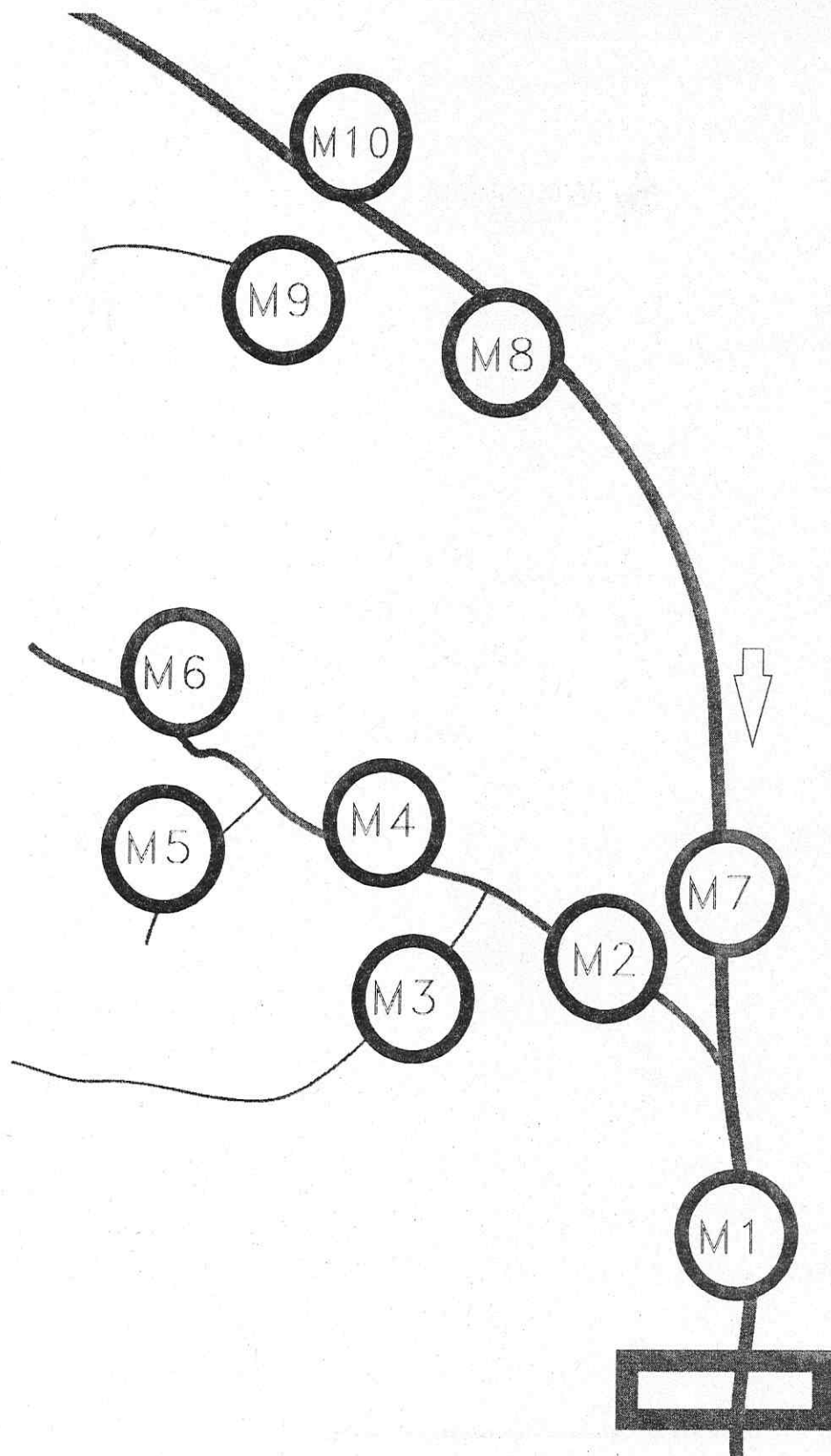


Abb. 1b:  
 Lage der Probestellen (Meßpunkte) der Zuflüsse von Gewässerabschnitt Nr. 3 (Heidemühle);  
 rechts unten die Einrichtung zur Abflußmessung (Maßstab ca. 1:1000)

### 2.1.2. Epilithische Diatomeen

Zu drei Terminen (4.-5.10.1993, 1.-3.6.1994 und 16.-17.9.1994) wurden an den o.e. Untersuchungsstellen Proben des Diatomeenaufwuchses entnommen. Die Kieselalgen wurden mit einer harten Zahnbürste von jeweils zehn gleich großen Steinen abgebürstet, in Rollrandflaschen überführt und mit ca. 10 %igem Formol konserviert. An Probenstelle 6 (Lausa) konnte am ersten Termin keine Probenahme erfolgen, da kein geeignetes Substrat aufzufinden war.

Zur Aufbereitung der Proben wurde die "heiße" Methode der Säureoxidation (Kochen in Salz- und Schwefelsäure) angewandt. Die zur Artbestimmung erforderlichen Streupräparate entstanden im gängigen Verfahren durch Verdünnen der homogenen Suspension, Auftropfen, Trocknen und Einbetten. Als Einschlußmittel diente Naphrax.

Um repräsentative Verteilungen zu erhalten, wurden in jedem Präparat 400 bis 500 Schalen bzw. Gürtelbänder bestimmt und die relativen Häufigkeiten der Arten in Prozent errechnet.

Die taxonomische Zuordnung erfolgte nach den Werken von KRAMMER & LANGE-BERTALOT (1986-1991).

### 2.2. Auswertung

Nach der Bestimmung der Arten anhand der einschlägigen und speziellen Bestimmungsliteratur erfolgte die Auswertung nach ökologischen und faunistischen Gesichtspunkten unter besonderer Berücksichtigung der ökotoxikologisch relevanten Fragen unter Einbeziehung der in der wasserwirtschaftlichen Praxis bewährten Indikationssysteme (s. Kap. 4.2.2).

Eine für alle Probestellen vergleichbare Zählung exakter, tatsächlicher Abundanzen von aquatischen Evertebraten ist in dem untersuchten, äußerst heterogen strukturierten Ökotox undurchführbar. Daher wurde eine Schätzung der Abundanzen in den Klassen 1 bis 7 vorgenommen (MAUCH et al., 1985). Als unspezifische Vergleichsparameter wurden Artenzahl, Evenness (MÜHLENBERG, 1989) und Diversitätsindex (SHANNON & WEAVER, 1949) angewendet. Diese Parameter können jedoch nicht mit den Abundanzklassen berechnet werden,

die bei der Erfassung der zoologischen Artengemeinschaften verwendet wurde. Daher mußte vor der Berechnung eine Transformation der Abundanzdaten vorgenommen werden, die dem relativen Vorkommen der einzelnen Arten Rechnung trug. Die Umrechnung erfolgt anhand einer exponentiellen Reihe ( $y = 2^{2(x-1)}$ ), wobei x für die Abundanzklasse 1 bis 7 steht; die Klasse 1 steht für Einzelnachweis, d.h. diese Art war auch tatsächlich in nur 1 Exemplar vertreten; s. Tab. I). MAUCH & WITTLING (1994) schlagen einen Transformationsfaktor vor, der den Abstand der Individuen für eine Umrechnung in Dichtewerte zur Grundlage hat. Bei der vorliegenden Untersuchung hat sich der hier verwendete Faktor praktikabler erwiesen. Die empirisch gefundene Transformation wird damit den mathematischen Anforderungen einer Indexberechnung gerecht.

Die Clusteranalyse zur Untersuchung der Verteilung der Gemeinschaften im Untersuchungsgebiet wurde unter Anwendung der Minimal-Varianz-Cluster-Methode durchgeführt, die Matrix wurde anhand der Sehnendistanz als Ähnlichkeits- bzw. Distanzmaß (WILDI & ORLOCI, 1983) erstellt. Die Clusteranalyse dient als Hilfsmittel beim Ordnen einer Tabelle, die die gefundenen Arten und ihr Vorkommen enthält.

Der Saprobienindex zur Bestimmung der Wasserqualität ließ sich direkt aus den Abundanzklassen berechnen (PANTLE & BUCK, 1955).

Ebenso kann die Bewertung des Säurezustandes direkt anhand untransformierter Abundanzen vorgenommen werden. Sie ist detailliert bei BRAUCKMANN (1992) beschrieben. Für die Makroinvertebraten wurde die Säurezustandsbewertung sowohl anhand der Ganzjahreszönose (über das Jahr aufaddierte Vorkommen) als auch anhand der Zönosen, die an den einzelnen Terminen gefunden wurden, durchgeführt.

In der behördlichen Praxis werden an einem zu bewertenden Gewässer die Proben jedes einzelnen Termins separat bewertet und dann der "schlechteste", d.h. höchste Säurezustand als Endergebnis festgestellt, auch wenn an anderen Terminen niedrigere Zustände indiziert wurden. Für die Makroinvertebraten wurden in der vorliegenden Untersuchung beide Verfahrensweisen angewendet und verglichen. Die ausführliche Diskussion der methodenbedingten Unterschiede in den Ergebnissen findet sich in Abschnitt 5.3. Die Abundanzklassen für die



Gesamtjahreszönose wurden anhand der Vorkommen an den Einzelterminen geschätzt.

Im Gegensatz zu den Makroinvertebraten können bei den epilithischen Diatomeen die relativen Arthäufigkeiten bei der Mikroskopauszählung in Prozent errechnet und ohne Transformation für die Bewertung verwendet werden. Die pH-Indikation erfolgte durch die Methode der gewichteten Mittel (siehe in HOFMANN, 1993). Aussagen zur organischen Belastung der Gewässer erlaubte das Differentialartensystem nach LANGE-BERTALOT (1978), ergänzt durch das System der Trophiegruppen (HOFMANN, 1992). Zur Indikation des Salzgehaltes wurde das Halobiensystem (SIMONSEN, 1962, ZIEMANN, 1971) angewendet. Bei den Aufwuchs-Kieselalgen wurde nur die in der Praxis übliche Bewertungsweise (Bewertung der einzelnen Termine mit Feststellung des höchsten Säurezustandes als Endergebnis) angewendet.

Die Tests auf Signifikanz der pH-Unterschiede am Bachsystem Heidemühle wurde anhand des U-Tests (MANN-WHITNEY) durchgeführt.

### 3. Beschreibung der Probestellen - Untersuchungsgebiet

Die Untersuchungen wurden in der Dübener und Dahlemer Heide durchgeführt, einem glazial geprägtem Gebiet (Stauchendmoräne). Die Untersuchungsstellen liegen von Nordwest nach Südost verteilt (Abb. 1a), entlang eines Schadstoffgradienten. Die Gewässerabschnitte liegen im Forst, sind halb bis total beschattet und durch den Menschen nicht genutzt, jedoch auch nicht völlig unbeeinflusst. Sie dienen jedoch in unterschiedlichem Ausmaß als Tränke für Schwarz- und Rotwild. Eine genaue Darstellung des Gebietes bringt REINHART (in Vorb.), wo sich auch die Analyse der physikalischen und chemischen Messungen findet. Wichtige, für die vorliegende biologische Untersuchung erwähnenswerte abiotische Parameter, die die einzelnen Probestellen charakterisieren (Temperatur, Leitfähigkeit, pH, Redoxpotential, Abfluß, Aluminiumgehalte) sind im Überblick in Abb. VIII bzw. Tab. IX dargestellt).

Die folgende Beschreibung der Probestellen wurde in Anlehnung an die Kriterien des Erfassungsbogens "Physiographie/Biologie" für Fließgewässer des Bayerischen Landesamtes für Wasserwirtschaft durchgeführt (z.B. in MAUCH et al., 1985). Die Abflußmenge, pH-Wert, Leitfähigkeit, Redoxpotential, Härtegrade, Metallgehalte, Temperatur im Jahresverlauf werden ausführlich im chemisch-physikalischen Projektteil besprochen (REINHART, in Vorb.).

Die Abflußmenge änderte sich im Verlauf des Jahres. Ihre saisonale Dynamik hat zur Folge, daß die Substrate an der Gewässersohle bei Hochwasser eine Umgestaltung erfuhren. Z.B. war an der Probestelle Nr. 6 (Lausa) im Herbst 1993 ausschließlich Feindetritus anzutreffen, während nach dem Hochwasserabfluß im Frühjahr große Bereiche davon freigeräumt waren und Steine, Sand und Tone dominierten. Die folgende Probestellenbeschreibung ist daher eine Sammeldarstellung verschiedener Zustände, die hier auf die saisonalen Unterschiede nicht eingehen kann.

#### **Gewässer Nr. 1: Ochsenkopf**

HW: 5734,025 RW: 4538,525 (TK 25, Blatt 4241 Kemberg, Normalausgabe, 1993)

Laufentwicklung: gewunden

Bodenbedeckung im Umkreis: Laubwald

Uferneigung: links flach, rechts flach

Uferhöhe: links 30 cm, rechts 30 cm

Gewässerbreite: wechselnd, 50 - 100 cm  
 Gewässertiefe: wechselnd 10 - 30 cm  
 Substratart: vorwiegend Sand; Grob-, Feinkies, Schlamm, Detritus; Eisenocker  
 Lage des Gewässers im Querschnitt: mittig  
 Mineralisierung der Feinsedimente: vollständig  
 Tiefe der Oxidationszone: > 5 cm  
 Steinunterseiten: nicht schwarz  
 Uferbewuchs: weitgehend unbewachsen; Bäume  
 Beschattung: stark durch Gehölze  
 Verkrautung: keine

### **Gewässer Nr. 2: Parnitz**

HW: 5730,850 RW: 4540,750 (TK 25, Blatt 4241 Kemberg, Normalausgabe, 1993)  
 Laufentwicklung: gewunden  
 Bodenbedeckung im Umkreis: Mischwald  
 Uferneigung: links mäßig steil, rechts mäßig steil  
 Uferhöhe: links 40 cm, rechts 40 cm  
 Gewässerbreite: wechselnd 30 - 70 cm  
 Gewässertiefe: wechselnd 10 - 20 cm  
 Substratart: vorwiegend Schlamm, Detritus; Grobkies, Feinkies, Sand, Totholz  
 Lage des Gewässers im Querschnitt: mittig  
 Mineralisierung der Feinsedimente: vollständig  
 Tiefe der Oxidationszone: > 5 cm  
 Steinunterseiten: nicht schwarz  
 Uferbewuchs: Bäume, Kräuter, Gras  
 Beschattung: stark durch Bäume  
 Verkrautung: keine

### **Gewässer Nr. 3: Heidemühle**

HW: 5729,575 RW: 4544,150 (TK 25, Blatt 4241 Kemberg, Normalausgabe, 1993)  
 Laufentwicklung: vorwiegend gestreckt  
 Bodenbedeckung im Umkreis: Mischwald  
 Uferneigung: links senkrecht, rechts senkrecht  
 Uferhöhe: links 40 cm, rechts 40 cm  
 Gewässerbreite: wechselnd 40 - 100 cm  
 Gewässertiefe: wechselnd 10 - 50 cm  
 Substratart: Vorwiegend Detritus; Sand, Schlamm, Feinkies  
 Lage des Gewässers im Querschnitt: mittig  
 Mineralisierung der Feinsedimente: vollständig  
 Tiefe der Oxidationszone: > 5 cm  
 Steinunterseite 1: nicht schwarz  
 Uferbewuchs: Bäume, Sträucher, Gras

Beschattung: stark durch Bäume

Verkrautung: mäßig stark mit *Glyceria fluitans*

#### **Gewässer Nr. 4: Ausreißer**

HW: 5725,900 RW: 4555,050 (TK 25, Blatt 4342 Bad Schmiedeberg, Normalausgabe, 1992)

Laufentwicklung: gewunden

Bodenbedeckung im Umkreis: Nadelwald

Uferneigung: beiderseits steil bis senkrecht

Uferhöhe: links und rechts 50 - 60 cm

Gewässerbite: wechselnd 100 - 200 cm

Gewässertiefe: wechselnd 10 - 20 cm

Substratart: Grob- und Feinkies, Sand, Schlamm, Ton, Detritus, Wurzeln

Lage des Gewässers im Querschnitt: mittig

Mineralisierung der Feinsedimente: vollständig

Tiefe der Oxidationszone: > 5 cm

Steinunterseiten: nicht schwarz

Uferbewuchs: Bäume, Gras

Beschattung: Stark durch Kiefern

Verkrautung: keine

#### **Gewässer Nr. 5: Taura**

HW: 5705,900 RW: 4572,950 (TK 25, Blatt 4544 Belgern, Normalausgabe, 1992)

Laufentwicklung: vorwiegend gestreckt

Bodenbedeckung im Umkreis: überwiegend Nadelwald

Uferneigung: beidseitig senkrecht

Uferhöhe: links und rechts 60 cm

Gewässerbite: wechselnd 60 - 100 cm

Gewässertiefe: wechselnd 10 - 20 cm

Substratart: vorwiegend Detritus, Tone; Feinkies, Sand, Schlamm; Eisenocker

Lage des Gewässers im Querschnitt: mittig

Mineralisierung der Feinsedimente: vollständig

Tiefe der Oxidationszone: > 5 cm

Steinunterseiten: nicht schwarz

Uferbewuchs: Bäume

Beschattung: stark durch Bäume

Verkrautung: stellenweise stark durch *Glyceria fluitans*

#### **Gewässer Nr. 6: Lausa**

HW: 5701,100 RW: 4572,300 (TK 25, Blatt 4544 Belgern, Normalausgabe, 1992)

Laufentwicklung: gewunden

Bodenbedeckung im Umkreis: Mischwald

Uferneigung: beidseitig steil bis senkrecht  
 Uferhöhe: links und rechts 80 cm  
 Gewässerbreite: wechselnd 50 - 100 cm  
 Gewässertiefe: wechselnd 10 - 20 cm  
 Substratart: Detritus, Sand, Schlamm, Ton, Steine, Wurzeln  
 Lage des Gewässers im Querschnitt: mittig  
 Mineralisierung der Feinsedimente: vollständig  
 Tiefe der Oxidationszone: > 5 cm  
 Steinunterseiten: nicht schwarz  
 Uferbewuchs: vorwiegend Gras; Bäume  
 Beschattung: keine oder stark durch Bäume  
 Verkrautung: teilweise stark durch *Glyceria fluitans*

Das Substratangebot, das in Waldbächen der Tiefebene zu erwarten ist, war weitgehend anzutreffen, so daß in den Untersuchungsabschnitten eine hohe Strukturvielfalt zu beobachten war (Abb. 2), die von den Vertretern aller trophischer Ebenen genutzt werden kann. Gleichwohl wurden die Gewässer zumindest teilweise in dieser Natürlichkeit gestört. Eine geringe morphologische Störung brachte einerseits sicherlich die Staueinrichtung zur Abflußmengenmessung (s. REINHART, in Vorb.), andererseits konnten z.B. am Ochsenkopf "Aufräumarbeiten" beobachtet werden, während derer das Bachbett von sämtlichem Falllaub und Ästen, die den schnellen Abfluß gewährleisten sollten, befreit. Dieses Vorgehen kann hier als mögliche Ursache für eine vergleichsweise geringe Artenzahl und Abundanz bei den Makroinvertebraten gelten. Andeutungen für ähnliche Ereignisse waren auch bei Gewässer Nr. 6 (Taura, Dahlemer Heide) zu finden. Bei Gew.Nr.3 (Heidemühle) befand sich ca. 200 m oberhalb des Untersuchungsabschnittes eine ca. 0,5 m hohe Stauwand, an der Wasser für einen Teich abgelenkt wurde, der Untersuchungsabschnitt selbst war unbeeinflusst. Alle Probestellen waren in Absprache mit den Kollegen, die die physikalisch-chemische Zustandserfassung durchführten, festgelegt worden.

Die zufließenden Quellbachsysteme an Gew.Nr. 3 (Heidemühle) wiesen sich durch überwiegend organische Schlammsubstrate, geringe bis sehr geringe Abflüsse, Gewässerbreiten um 20-30 cm, -tiefen um 1-5 cm und reichen Uferbewuchs durch Gräser aus. Die Lage der Untersuchungsstellen zeigt Abb. 1b.

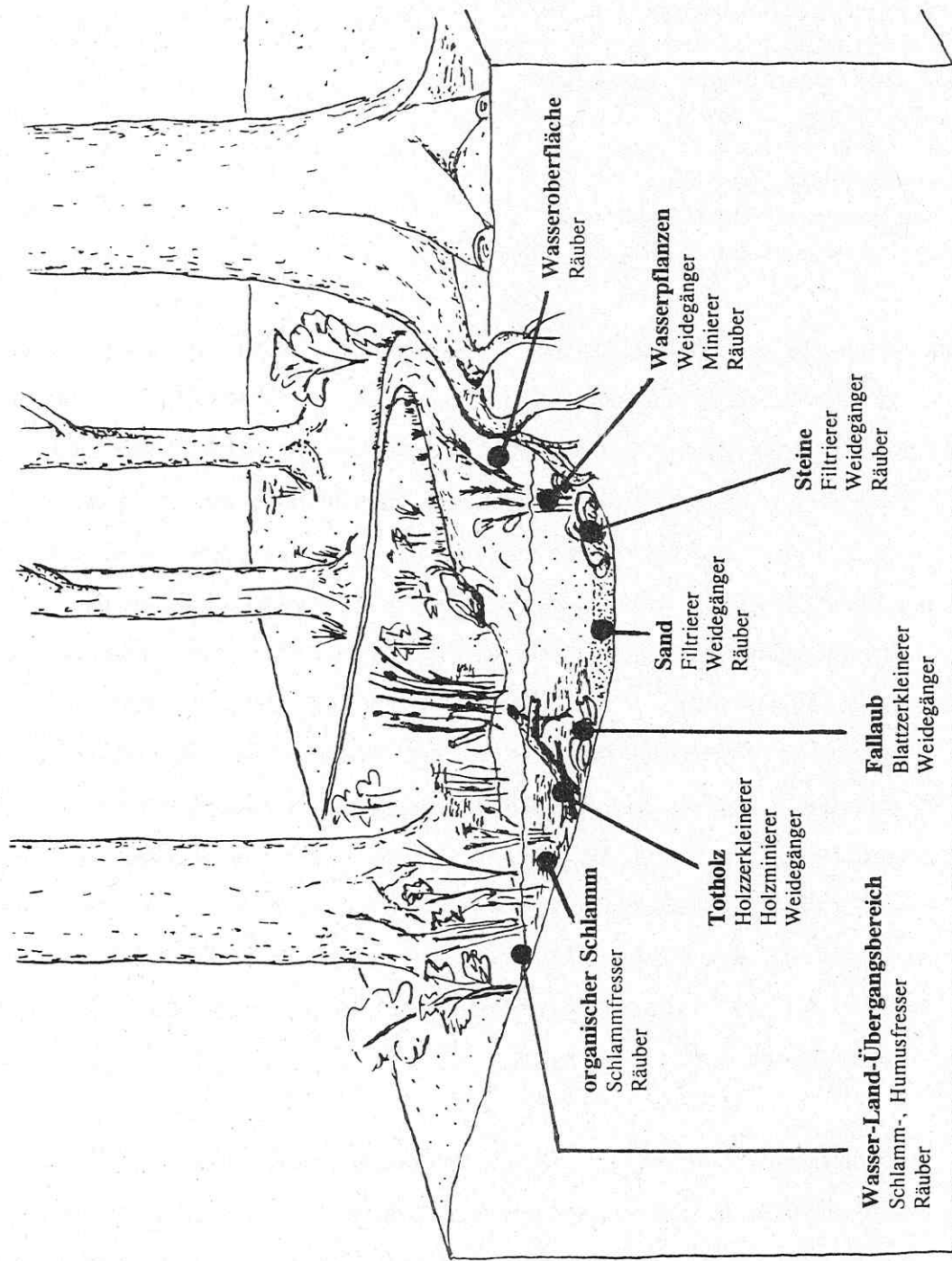


Abb. 2:

Idealisierte Darstellung der Substrate und der Besiedlung der Ernährungstypen in den Bächen des Untersuchungsgebietes



## 4. Ergebnisse

### 4.1. Allgemeine Ergebnisse

#### 4.1.1. Makroinvertebraten

##### 4.1.1.1. Artenbestand, Erfassungsgrad

Im Probenzeitraum wurden im gesamten Untersuchungsgebiet 125 aquatische und semiaquatische Taxa nachgewiesen (Tab. II). Den weitaus größten Teil der Arten stellten die Insekten mit insgesamt 114 Arten (entspricht 91,2 % der Gesamtartenzahl). Die Dipteren wiesen mit 88 Taxa 70,4 % aus, von ihnen die Zuckmücken (*Chironomidae*) mit 60 Taxa 48,0 % (Tab. 1a,b, Abb. 3a,b). Alle anderen Wirbellosengruppen hatten mit 9,6 % einen geringen Anteil am gesamten Artenspektrum des Untersuchungsgebietes. Besonders auffallend ist, daß während der gesamten Untersuchung nur eine einzige Wassermilbenart (*Atractides spinipes*) als Einzelfund nachgewiesen wurde.

Ferner wurden an der Probestelle Nr. 6 (Lausa, Dahleener Heide) am 1.6.1994 noch zwei terrestrische Hornmilbenarten (Oribatei) gefunden, die offenbar von Landpflanzen in das Gewässer gefallen waren. Es handelt sich um *Pergamasus* sp. und *Cymbaeremaesus cymbaer* (NICOLET 1895), wobei letzterer eine typisch arboricole Art darstellt (det. H. Schatz, Innsbruck). Da es sich bei beiden Formen um Irrgäste aus anderen Teilökosystemen handelt, wurden sie nicht weiter berücksichtigt.

Jeder Probentermin brachte sowohl für das Gesamtgebiet als auch an den einzelnen Probeflächen eine erhebliche Steigerung der Artnachweise (Abb. 4a,b). Im Gesamtgebiet konnte am zweiten und dritten Termin die Zahl nachgewiesener Taxa jeweils um 22 % gesteigert werden. Im einzelnen betrug die Steigerungsrate von Okt. 93 zu März 94 durchschnittlich 52 % (Variation unter den Probestellen 63 %), von März 94 zu Juni 94 26 % (Variation 71 %) und von Juni 94 zu Sep. 94 14,5 % (Variation 59 %) (Tab. III). Erwartungsgemäß wurden also allgemein weniger neue Arten mit steigender Probenzahl gefunden. Allerdings kann davon ausgegangen werden, daß mit weiteren Probenahmen die Artnachweise erheblich gesteigert werden können. Dieses Ergebnis gilt jedoch nur, wenn alle

Tab. 1a:

Verteilung der nachgewiesenen Makroinvertebraten-Taxazahl auf die Großgruppen

| Taxon                           | Anzahl |
|---------------------------------|--------|
| Plathelminthes<br>Plattwürmer   | 1      |
| Annelida<br>Ringelwürmer        | 2      |
| Mollusca<br>Weichtiere          | 5      |
| Hydracarina<br>Wassermilben     | 1      |
| Crustacea<br>Krebstiere         | 3      |
| Ephemeroptera<br>Eintagsfliegen | 1      |
| Plecoptera<br>Steinfliegen      | 8      |
| Odonata<br>Libellen             | 7      |
| Heteroptera<br>Wanzen           | 4      |
| Coleoptera<br>Käfer             | 5      |
| Megaloptera<br>Schlammfliegen   | 3      |
| Trichoptera<br>Köcherfliegen    | 6      |
| Diptera<br>Zweiflügler          | 88     |

Tab. 1b:

Verteilung der nachgewiesenen Zweiflügler-Taxazahlen auf die Familien

| Familie                                 | Anzahl |
|-----------------------------------------|--------|
| <b>Tipulidae</b><br>Schnaken            | 1      |
| <b>Limoniidae</b><br>Schlamm-Mücken     | 3      |
| <b>Ptychopteridae</b><br>Faltenschnaken | 1      |
| <b>Dixidae</b><br>Tastermücken          | 1      |
| <b>Culicidae</b><br>Stechmücken         | 1      |
| <b>Simuliidae</b><br>Kriebelmücken      | 7      |
| <b>Chironomidae</b><br>Zuckmücken       | 60     |
| <b>Ceratopogonidae</b><br>Gnitzen       | 2      |
| <b>Tabanidae</b><br>Bremsen             | 3      |

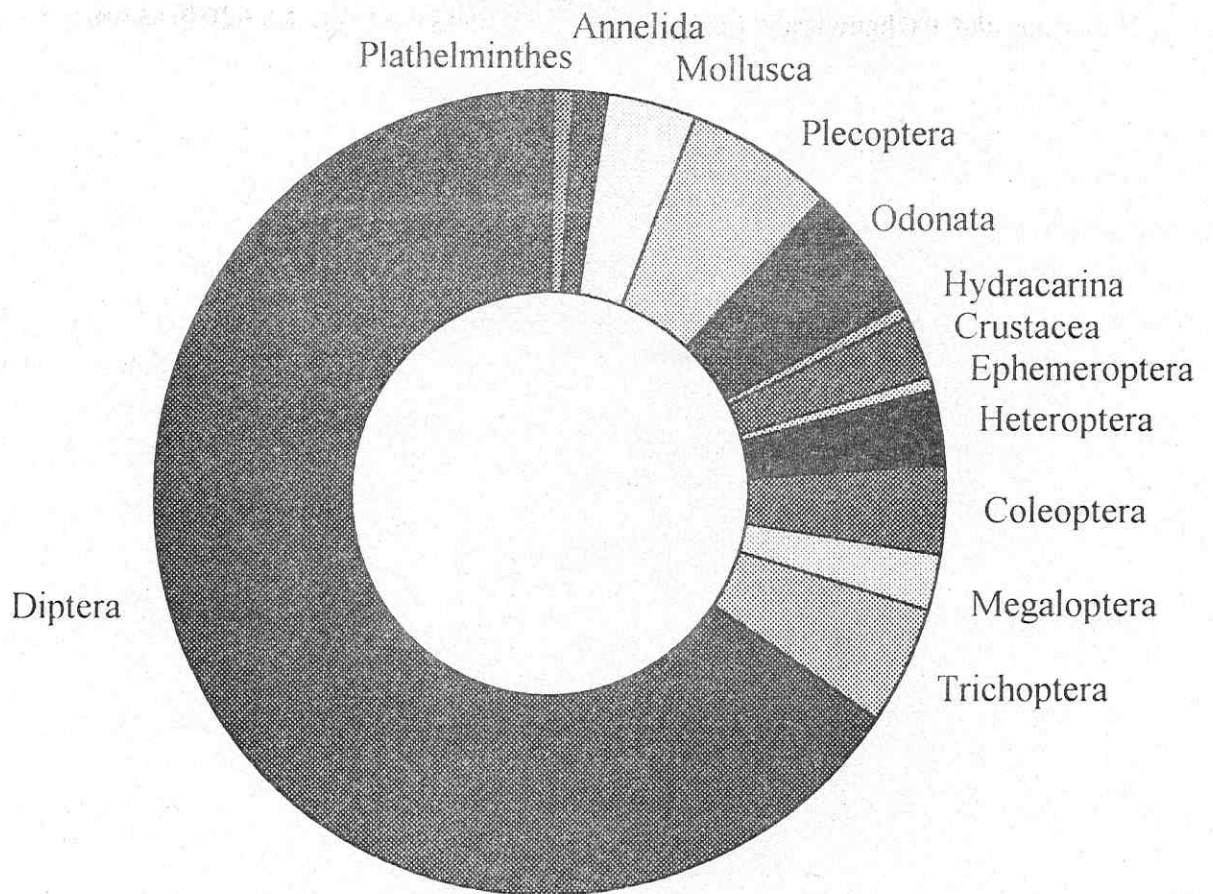


Abb. 3a:

Anteilmäßige Verteilung der Makroinvertebraten-Großgruppen in allen untersuchten Gewässern zusammen (125 Arten)

Taxa, einschließlich genau determinierte *Chironomidae* und Einzelfunde, gezählt werden. Werden letztere beiden von der Auswertung ausgenommen, ist die Steigerungsrate zwischen den Terminen weitaus geringer (Tab. III) und es kann angenommen werden, daß die repräsentativen Arten für die Probestellen erfaßt wurden.

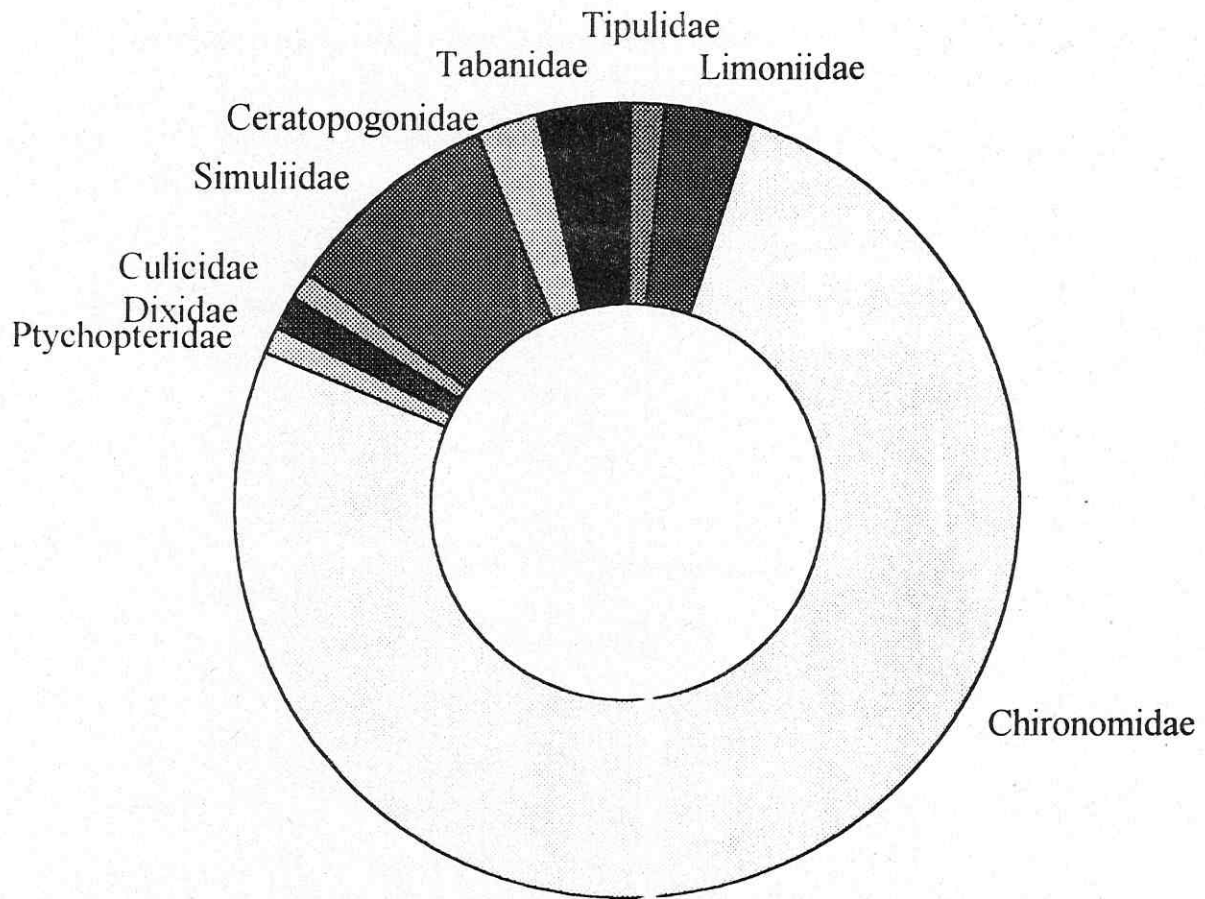


Abb. 3b:  
Anteilmäßige Verteilung der Zweiflügler-Familien in allen untersuchten Gewässern zusammen (88 Arten)

#### 4.1.1.2. Merkmale der Gemeinschaften

Die Artzahl schwankte unter den einzelnen Probengewässern (Tab. 2). Die höchste wurde an der Untersuchungsstelle 4 (Ausreißer) mit 50 Taxa gefunden, die niedrigste bei Lausa (Nr. 6) mit 13 Taxa.

Tab. 2:

Transformierte Abundanzen  $n$  (s. Tab. I), Evenness  $E$ , Diversitätsindex  $H$  und Artzahl  $N$  der Makroinvertebraten-Gemeinschaften an den Untersuchungsbächen

|                                                           | $n$  | $E$  | $H$  | $N$ |
|-----------------------------------------------------------|------|------|------|-----|
| <b>insgesamt</b> (=Abundanzen über alle Termine addiert): |      |      |      |     |
| Ochsenkopf                                                | 1070 | 0.27 | 1.06 | 46  |
| Parnitz                                                   | 237  | 0.62 | 2.1  | 29  |
| Heidemühle                                                | 519  | 0.6  | 2.32 | 47  |
| Ausreißer                                                 | 311  | 0.85 | 3.35 | 50  |
| Taura                                                     | 1151 | 0.48 | 1.86 | 45  |
| Lausa                                                     | 112  | 0.7  | 1.8  | 13  |
| <b>an den einzelnen Terminen:</b>                         |      |      |      |     |
| Ochsenkopf                                                |      |      |      |     |
| 04.10.93                                                  | 216  | 0.4  | 1.29 | 24  |
| 14./28.03.94                                              | 705  | 0.18 | 0.58 | 24  |
| 03.06.94                                                  | 67   | 0.61 | 1.58 | 13  |
| 06./16.09.94                                              | 83   | 0.68 | 1.94 | 17  |
| Parnitz                                                   |      |      |      |     |
| 04.10.93                                                  | 57   | 0.51 | 1.14 | 9   |
| 14./28.03.94                                              | 85   | 0.7  | 1.79 | 13  |
| 02.06.94                                                  | 67   | 0.61 | 1.58 | 13  |
| 06./16.09.94                                              | 28   | 0.95 | 2.5  | 14  |
| Heidemühle                                                |      |      |      |     |
| 05.10.93                                                  | 389  | 0.46 | 1.49 | 25  |
| 14./30.03.94                                              | 40   | 0.88 | 2.45 | 16  |
| 02.06.94                                                  | 34   | 0.89 | 2.07 | 10  |
| 06./16.09.94                                              | 56   | 0.88 | 2.55 | 18  |
| Ausreißer                                                 |      |      |      |     |
| 13.09.93                                                  | 119  | 0.79 | 2.33 | 19  |
| 05.10.93                                                  | 95   | 0.89 | 2.95 | 27  |
| 17./29.03.94                                              | 49   | 0.92 | 2.61 | 17  |
| 02.06.94                                                  | 25   | 0.95 | 2.29 | 11  |
| 06./16.09.94                                              | 28   | 0.95 | 2.5  | 14  |
| Taura                                                     |      |      |      |     |
| 13.09.93                                                  | 57   | 0.84 | 2.01 | 11  |
| 05.10.93                                                  | 76   | 0.88 | 2.55 | 18  |
| 29.03.94                                                  | 194  | 0.35 | 0.72 | 8   |
| 01.06.94                                                  | 736  | 0.22 | 0.68 | 21  |
| 06./17.09.94                                              | 88   | 0.73 | 1.69 | 10  |
| Lausa                                                     |      |      |      |     |
| 06.10.93                                                  | 13   | 0.96 | 1.55 | 5   |
| 29.03.94                                                  | 56   | 0.56 | 1.01 | 6   |
| 01.06.94                                                  | 30   | 0.79 | 1.42 | 6   |
| 06./17.09.94                                              | 13   | 0.96 | 1.55 | 5   |



Die Evenness war besonders am Ochsenkopf wegen großer Populationen des Gemeinen Flohkrebsses *Gammarus pulex* gering, trotz eines relativ großen Arteninventars. Dagegen zeigte die Probenstelle Lausa in der Dahleener Heide die zweithöchste Ebenmäßigkeit im Untersuchungsgebiet bei einer relativ sehr geringen Artenzahl. Dieser Sachverhalt wird besonders in Abb. Ia-c deutlich. Die höchsten Werte von Artenzahl, Evenness und Diversitätsindex waren am Gew.Nr. 4 (Ausreißer) zu finden.

Eine einheitliche saisonale Tendenz der Artenzahlen, der Evenness und des Diversitätsindex war im Vergleich der Untersuchungsstellen nicht zu erkennen (Abb. Ia-c). Bei Lausa wurden bei jeder Probenahme weit unter zehn Taxa gefunden, während bei allen anderen Probestellen die Zahl höher war, jedoch sehr schwankte. Die Evenness war am Ausreißer, bei der Heidemühle und bei Lausa fast durchgehend hoch, wobei erwähnt werden muß, daß an ersterem die höchste, an letzterem die niedrigste Taxazahl nachzuweisen war.

#### 4.1.1.3. Besiedlungsmuster im Untersuchungsgebiet

Besiedlungsmuster oder -gradienten im Untersuchungsgebiet wurden anhand einer Clusteranalyse herausgearbeitet.

Zunächst wurden alle einzelnen Termine an allen Probestellen in die Analyse miteinbezogen (insgesamt 27 Aufnahmen), wobei die Abundanzklassen und keine transformierten Werte in der Ausgangsmatrix verwendet wurden. Die Einzelfunde und solche Taxa, die nur an einer einzigen Probestelle gefunden wurden, wurden hierbei weggelassen, da sie die Eindeutigkeit der Analyse beeinträchtigen und wegen ihres geringen Vorkommens im Untersuchungsgebiet in der rechnerischen Analyse nicht als repräsentativ betrachtet werden können.

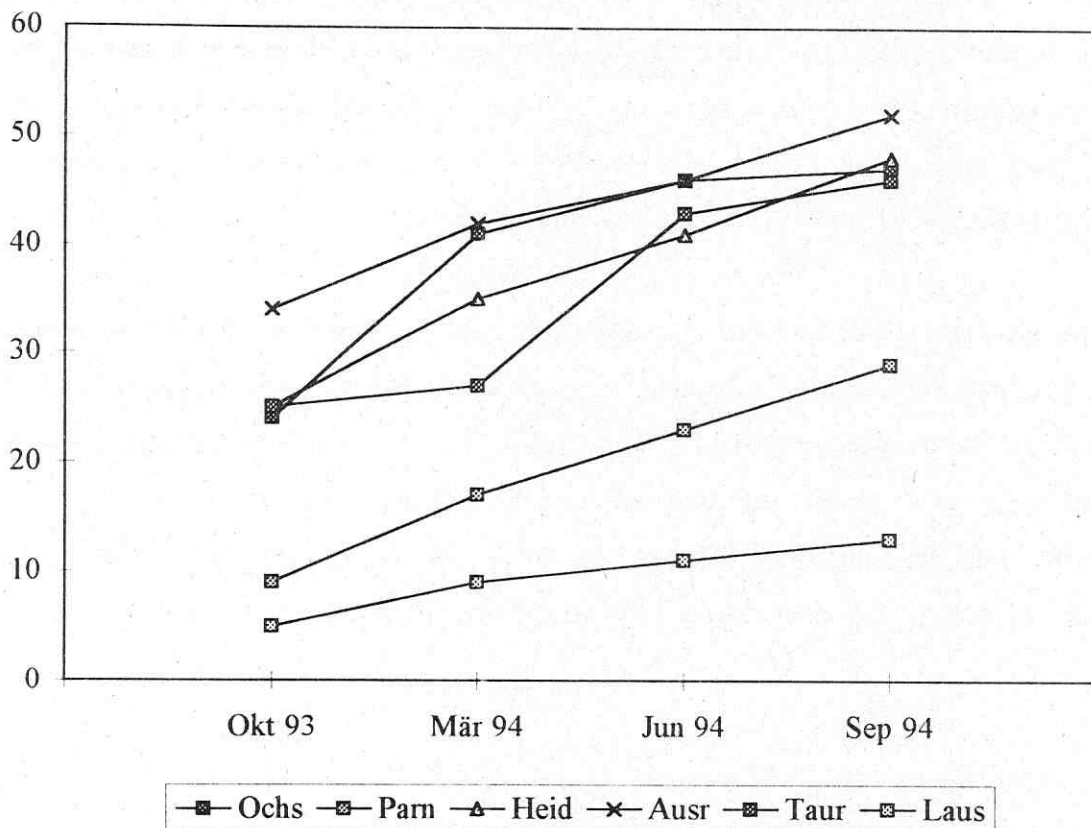


Abb. 4a:

Zunahme der Artnachweise (Makroinvertebraten) zu den einzelnen Untersuchungsstellen an den Probeterminen (einschließlich Einzelfunde und Zuckmücken), summarisch dargestellt

Danach konnten zunächst vier Aufnahmegruppen und drei Taxagruppen voneinander unterschieden werden (Abb. 5a,b). In der ersten Aufnahmegruppe traten ausschließlich Aufnahmen der Gewässer auf, deren Wasser durchweg neutralen pH-Wert zeigte (s. Tab. 3, Aufnahme Nr. 1-8 [Ochsenkopf, Parnitz]). In den folgenden Gruppen überwogen jeweils zwar die Aufnahmen der periodisch sauren bzw. permanent sauren Gewässer, es fanden sich ausnahmsweise jedoch auch Aufnahmen der jeweils anderen Gewässertypen darunter.

Beim folgenden Nachordnen der Clustertabelle wurden nur diejenigen Taxa beibehalten, die an mindestens drei Aufnahmen nachzuweisen waren.

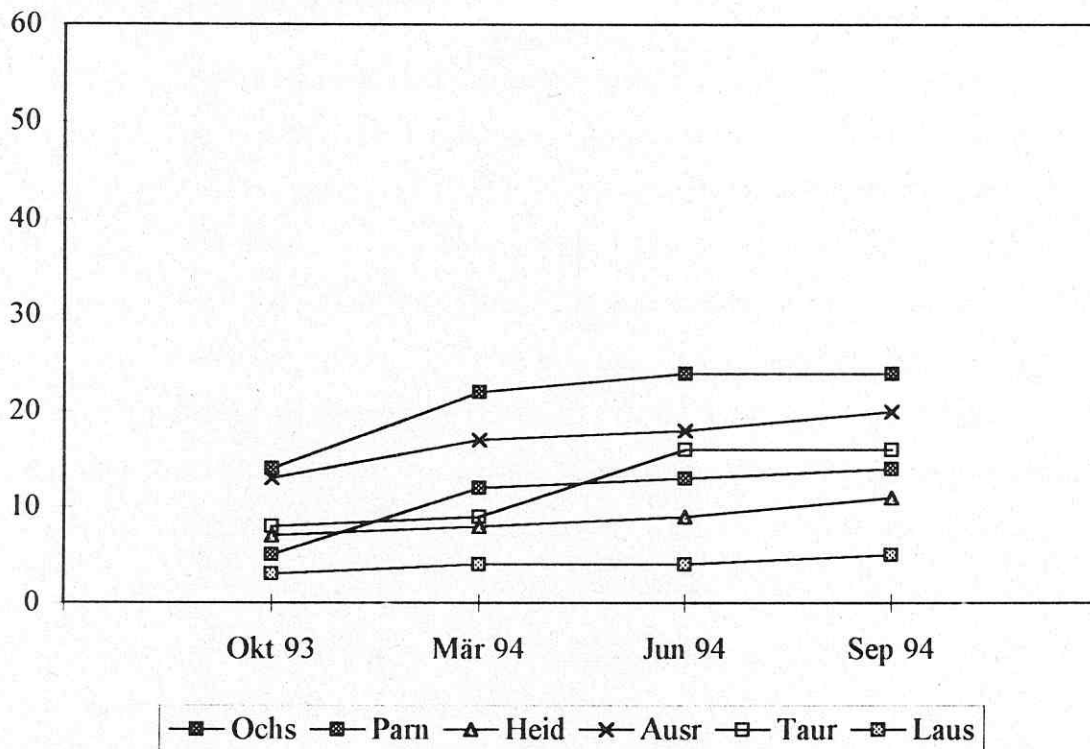


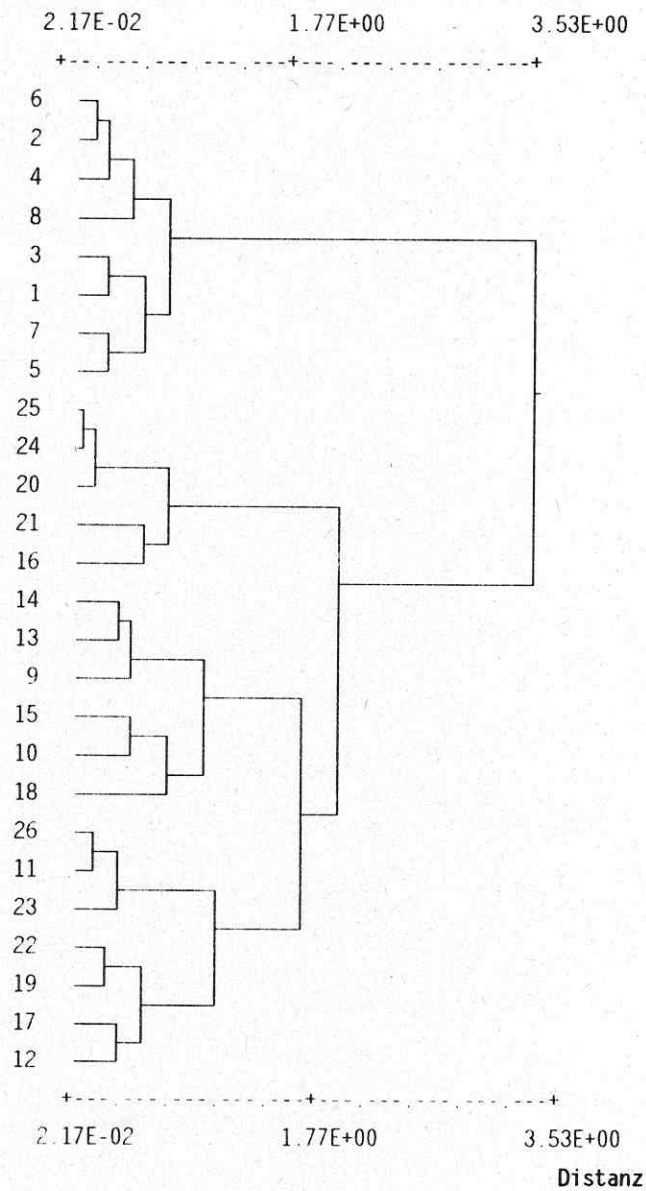
Abb. 4b:

Zunahme der Artnachweise (Makroinvertebraten) zu den einzelnen Untersuchungsstellen an den Probeterminen (ohne Einzelfunde und Zuckmücken), summarisch dargestellt

Dabei fiel der Gradient im Datensatz deutlicher aus (Tab. 3). Es war also ein klares Verteilungsmuster der Taxa im Untersuchungsgebiet: es gab eine bestimmte Taxagruppe, die sich ausschließlich oder überwiegend in den neutralen Gewässern fand, die Vertreter einer anderen traten überwiegend in den periodisch sauren auf, eine dritte sowohl im letzteren Gewässertyp als auch in den permanent sauren Gewässern und eine letzte siedelte überall gleichmäßig verteilt. Der Übergang zwischen den Gruppen gestaltete sich dabei sukzessive.

In einer zweiten Clusteranalyse wurden die Einzeltermine nicht berücksichtigt, sondern die Jahresbiozönosen an den Probestellen betrachtet. Die transformierten Abundanzen an den

Einzelterminen wurden dazu aufaddiert und wieder die Einzelfunde und solche Taxa, die nur an einer Probestelle gefunden wurden, weggelassen. Wieder ist der Verteilungsgradient im Untersuchungsgebiet (Tab. IV) deutlich. Zusätzlich trat einer Artengruppe auf, die keine spezielle Besiedlungspräferenz zeigte. Um dieses Ergebnis klarere herauszustellen, wurden in einer weiteren, nachgeordneten Tabelle nur solche Taxa belassen, die in zwei benachbarten Probestellengruppen vorkamen und mindestens einmal die Abundanz 3 aufwiesen. Der Kontingenzkoeffizient von 0.370 zeigt einen relativ hohen Ordnungsgrad der Tabelle an (vgl. WILDI & ORLOCI, 1983; s. Tab. 4), wobei der sukzessive Übergang in der Clusteranalyse mit den einzelnen Probestellen, wie in Tab. 3 dargestellt, deutlicher wird. Es kann also wie bei der vorhergehenden Analyse geschlossen werden, daß eine bestimmte Taxagruppe auch nur periodisch saure Gewässer mied, eine andere ist lediglich für permanent saure sensibel, eine dritte trat nur in den periodisch sauren auf und eine vierte scheint acide Untersuchungsgewässer nicht nur zu tolerieren, sondern auch zu bevorzugen.



**Abb. 5a:**

Dendrogramm der Clusteranalyse der Aufnahmen (entsprechen den Probestellen) an den einzelnen Terminen (ohne Einzelfunde und solche Taxa, die nur an einer Probestelle gefunden wurden); die Zahlen entsprechen der Numerierung der Aufnahmen aus Tab. 3.

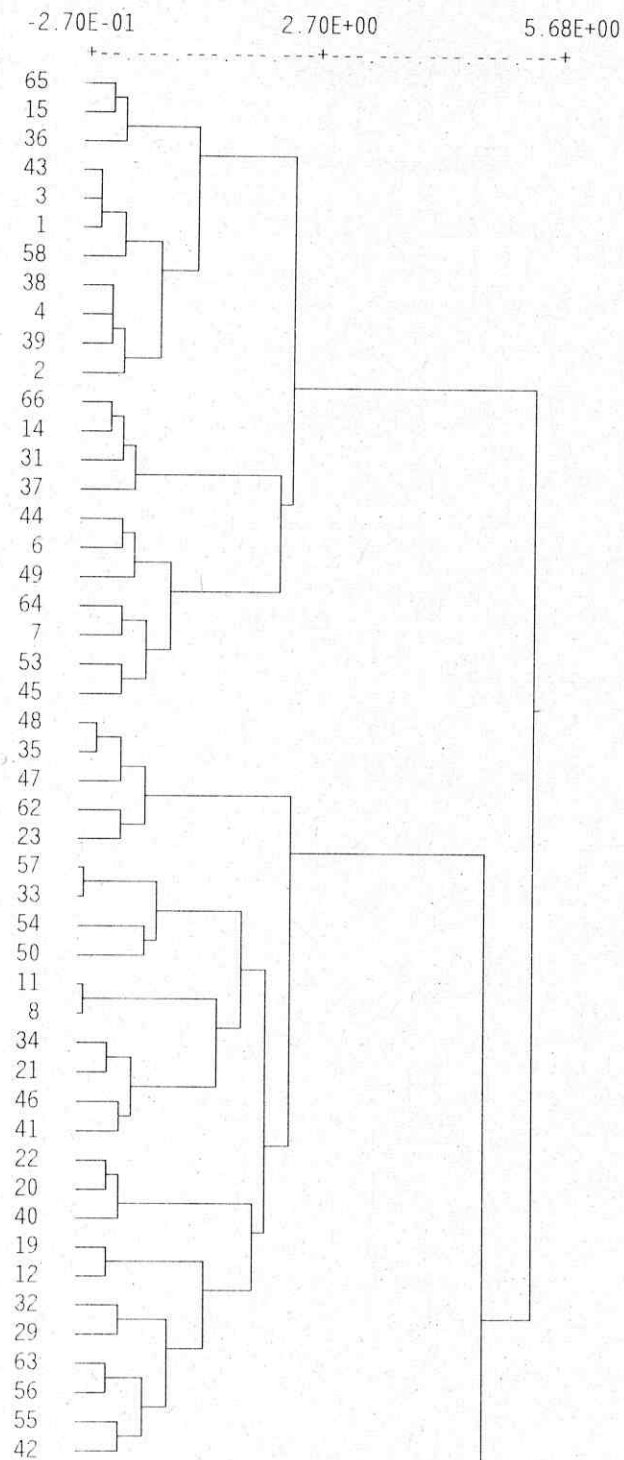


Abb. 5b:

Dendrogramm der Clusteranalyse der Arten (ohne Einzelfunde und solche Taxa, die nur an einer Probestelle gefunden wurden); die Zahlen entsprechen der Numerierung der Arten aus Tab. 3.



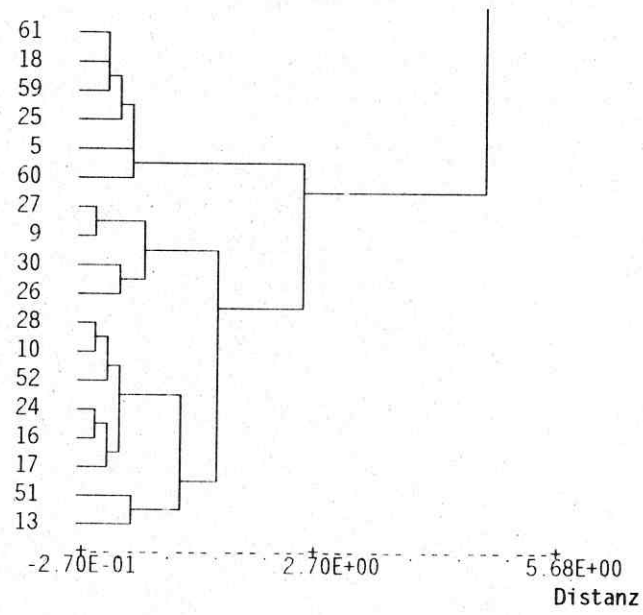


Abb. 5b: (Forts.)

Tab. 3:

Clusteranalyse der Arten und aller Aufnahmen, nachgeordnet (Abundanzklassen 1-7; ohne Einzelfunde und solche, die an mindestens 3 Aufnahmen auftraten wurden; Distanzmaß Sehnendistanz); O = Ochsenkopf (Gew. Nr. 1), P = Parnitz; H = Heidemühle; A = Ausreißer, T = Taura; L = Lausa (Gew. Nr. 6)

| Probestellennummer               |                  | 1    | 2 | 3 | 4 | 5 | 6    | 7 | 8 | 9 | 1    | 1 | 1 | 1 | 1    | 1 | 1 | 1 | 2    | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
|----------------------------------|------------------|------|---|---|---|---|------|---|---|---|------|---|---|---|------|---|---|---|------|---|---|---|---|---|---|
| pH-Mittelwert                    |                  | 6.34 |   |   |   |   | 6.49 |   |   |   | 5.36 |   |   |   | 5.11 |   |   |   | 3.79 |   |   |   |   |   |   |
| Probestelle                      |                  | O    | O | O | O | P | P    | P | P | H | H    | H | H | A | A    | A | A | A | T    | T | T | T | L | L | L |
| Datum                            |                  | 0    | 1 | 0 | 0 | 0 | 1    | 0 | 0 | 0 | 1    | 0 | 0 | 1 | 0    | 1 | 0 | 0 | 1    | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
|                                  |                  | 4    | 4 | 3 | 6 | 4 | 4    | 2 | 6 | 5 | 4    | 2 | 6 | 3 | 5    | 7 | 2 | 6 | 1    | 0 | 3 | 5 | 9 | 1 | 6 |
|                                  |                  | 1    | - | 0 | - | 1 | -    | 0 | - | 1 | -    | 0 | - | 0 | 1    | - | 0 | - | 0    | 1 | 0 | 0 | 0 | 6 | 9 |
|                                  |                  | 0    | 2 | 6 | 1 | 0 | 2    | 6 | 1 | 0 | 3    | 6 | 1 | 9 | 0    | 1 | 2 | 6 | 1    | 9 | 0 | 3 | 6 | 6 | 1 |
|                                  |                  | 9    | 8 | 9 | 6 | 9 | 8    | 9 | 6 | 9 | 0    | 9 | 6 | 9 | 9    | 9 | 9 | 9 | 9    | 9 | 9 | 9 | 7 | 9 | 9 |
|                                  |                  | 3    | 0 | 4 | 0 | 3 | 0    | 4 | 0 | 3 | 0    | 4 | 0 | 3 | 0    | 4 | 0 | 3 | 0    | 4 | 0 | 3 | 4 | 4 | 4 |
|                                  |                  | 3    | 9 | 9 | 9 | 9 | 9    | 9 | 9 | 9 | 9    | 9 | 9 | 9 | 9    | 9 | 9 | 9 | 9    | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 |
|                                  |                  | 4    | 4 | 4 | 4 | 4 | 4    | 4 | 4 | 4 | 4    | 4 | 4 | 4 | 4    | 4 | 4 | 4 | 4    | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| Art                              | Arten-<br>gruppe |      |   |   |   |   |      |   |   |   |      |   |   |   |      |   |   |   |      |   |   |   |   |   |   |
| 65 Potamophylax cingulatus       | 1                |      | 2 | 1 |   |   | 1    | 2 |   |   |      |   |   |   |      |   |   |   |      |   |   |   |   |   |   |
| 43 Dicranota sp.                 | 1                |      | 1 | 2 |   |   | 1    | 2 |   |   |      |   |   |   |      |   |   |   |      |   |   |   |   |   |   |
| 3 Pisidium personatum            | 1                |      | 1 | 2 |   |   | 2    | 2 |   |   |      |   |   |   |      |   |   |   |      |   |   |   |   |   |   |
| 1 Pisidium casertanum            | 1                |      | 1 | 2 |   |   | 2    | 2 |   |   |      |   |   |   |      |   |   |   |      |   |   |   |   |   |   |
| 38 Gammarus pulex                | 1                |      | 5 | 6 | 4 | 4 | 4    | 4 | 4 | 2 |      | 1 | 1 | 1 |      |   |   |   |      |   |   |   |   |   |   |
| 4 Pisidium sp.                   | 1                |      | 3 | 2 | 2 | 2 | 2    | 2 |   | 2 | 1    | 1 | 1 |   |      |   |   |   |      |   |   |   |   |   |   |
| 39 Dixia maculata-Gr.            | 1                |      | 2 | 2 | 2 | 2 |      |   |   | 1 |      |   |   |   |      |   |   |   |      |   |   |   |   |   |   |
| 2 Pisidium obtusale              | 1                |      | 2 |   |   |   | 3    |   |   | 1 |      |   |   |   | 2    |   |   |   | 1    |   |   |   |   |   |   |
| 66 Sericostoma cf. personatum    | 1                |      | 2 |   |   |   |      |   |   | 1 |      |   |   |   |      |   |   |   |      |   |   |   |   |   |   |
| 37 Helodes sp.                   | 1                |      | 2 |   |   |   |      |   |   | 1 |      |   |   |   |      |   |   |   |      |   |   |   |   |   |   |
| 44 Elaeophila sp.                | 1                |      | 2 |   |   |   |      |   |   | 1 |      |   |   |   |      |   |   |   |      |   |   |   |   |   |   |
| 6 Brilliella modesta             | 1                |      | 2 | 1 |   |   | 1    | 1 | 1 | 2 |      |   |   | 1 | 2    | 2 |   |   |      |   |   |   |   |   |   |
| 49 Cordulegaster boltoni         | 1                |      | 1 | 1 | 1 | 1 | 1    | 1 | 2 | 1 | 2    |   |   | 3 | 2    | 2 | 1 |   |      |   |   |   |   |   |   |
| 53 Leuctra nigra                 | 1                |      | 2 |   | 2 | 2 | 2    | 1 | 2 |   |      |   |   | 2 | 1    |   |   |   |      |   | 2 |   |   |   |   |
| 54 Leuctra sp.                   | 2                |      | 3 |   |   |   | 3    |   |   | 2 |      |   |   | 3 |      |   |   |   |      |   |   |   |   |   |   |
| 45 Pilaria discicollis-Gr.       | 1                |      | 1 |   | 2 | 1 |      |   | 2 |   |      |   | 1 |   |      |   | 2 |   |      |   |   |   |   |   |   |
| 29 Polypedilum albicorne         | 2                |      | 1 |   |   |   |      |   |   |   |      |   | 1 | 1 |      |   | 2 |   |      |   |   |   |   |   |   |
| 61 Tabanus sp.                   | 3                |      |   |   |   |   |      |   |   | 2 | 3    |   |   |   |      |   | 2 |   |      |   |   |   |   |   |   |
| 59 Simulium (Nevermannia) sp.    | 3                |      |   |   |   |   |      |   |   |   |      |   | 1 | 2 |      |   | 1 |   |      |   |   |   |   |   |   |
| 25 Micropsectra bidentata        | 3                |      | 1 |   | 1 |   |      |   |   | 1 |      |   |   | 2 |      |   |   |   | 2    |   |   |   |   |   |   |
| 5 Apsectrotanytus trifascipennis | 3                |      |   |   |   |   |      | 1 |   |   |      |   |   | 3 |      |   |   |   |      |   |   |   |   |   |   |
| 26 Micropsectra fusca            | 3                |      |   |   |   |   |      |   |   | 2 |      | 2 | 3 | 1 |      |   |   | 1 | 2    | 2 |   |   |   |   |   |
| 28 Parametrioctenemus sp.        | 3                |      |   |   |   |   |      |   |   | 2 |      |   | 2 | 1 |      |   |   |   |      |   |   |   |   |   |   |
| 52 Leuctra braueri               | 3                |      | 2 |   |   |   |      |   |   | 3 |      |   | 2 | 2 |      |   |   |   |      |   |   |   |   |   |   |
| 24 Micropsectra atrofasciata     | 3                |      |   |   |   |   |      |   |   | 3 |      |   | 2 | 3 | 3    |   |   |   | 1    |   |   |   |   |   |   |
| 16 Heterotanytarsus apicalis     | 3                |      | 1 |   |   |   |      |   |   | 1 |      |   | 1 | 2 | 2    | 1 |   |   |      |   |   |   |   |   |   |
| 17 Heterotrissocladius marcidus  | 3                |      |   |   |   |   |      |   |   | 5 | 2    |   | 1 | 3 | 3    | 2 |   | 2 | 2    | 2 |   |   |   |   |   |
| 35 Tanytarsus sp.                | 2                |      |   |   |   |   |      |   |   |   |      |   | 1 |   |      |   |   | 3 | 2    | 2 |   |   |   |   |   |
| 47 Sialis lutaria                | 2                |      |   |   |   |   |      |   |   |   |      |   | 1 |   |      |   |   | 3 | 2    | 2 |   |   | 2 |   |   |
| 62 Micropterna nycterobia/sequax | 2                |      | 2 |   |   |   |      |   |   | 1 |      |   |   | 1 |      |   |   | 3 |      |   |   |   |   |   |   |
| 23 Macropelopia sp.              | 2                |      |   |   |   |   |      |   |   | 1 | 1    |   | 2 |   | 2    | 2 |   | 3 |      | 1 | 2 |   |   | 1 |   |
| 34 Tanytarsus buchonius          | 2                |      |   |   |   |   |      |   |   | 2 |      |   | 3 |   |      |   |   | 2 |      |   |   |   |   | 1 |   |
| 21 Macropelopia adaucta          | 2                |      |   |   |   |   |      |   |   | 2 |      |   | 2 | 2 | 1    |   |   | 2 |      |   |   |   | 4 |   | 2 |
| 46 Sialis fuliginosa             | 2                |      |   |   |   |   |      |   |   |   |      |   | 2 |   | 2    |   |   | 2 |      |   |   | 3 | 2 |   | 1 |
| 13 Corynoneura sp.               | 3                |      |   |   |   |   |      |   |   | 2 |      |   |   |   |      |   |   |   |      |   |   | 2 |   |   |   |
| 41 Hydrometra stagnorum          | 2                |      |   |   |   |   |      |   |   |   |      |   |   |   |      |   |   |   |      |   |   | 2 |   |   |   |
| 12 Corynoneura fittkaui          | 2                |      |   |   |   |   |      |   |   |   |      |   |   |   |      |   |   |   | 2    | 5 | 3 | 2 |   | 2 | 3 |
| 63 Plectrocnemia conspersa       | 2                |      | 2 |   | 2 | 1 | 2    | 2 | 1 | 2 | 2    | 2 | 2 | 2 | 2    | 2 | 2 | 2 | 1    |   | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| 56 Nemurella picteti             | 2                |      | 2 |   |   | 1 | 2    |   |   | 2 | 2    | 3 | 3 | 2 | 2    |   |   | 2 | 2    | 1 |   |   |   |   | 2 |
| 55 Nemoura sp.                   | 2                |      | 2 |   | 2 |   | 3    | 2 | 1 |   |      |   |   |   | 2    | 2 | 2 |   | 1    |   | 3 | 2 |   | 4 | 3 |
| 42 Velia caprai                  | 2                |      | 2 | 2 | 2 | 1 |      | 2 |   | 2 |      |   |   |   | 2    | 2 | 1 |   |      |   | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |

Tab. 4:

Clusteranalyse der Arten und der Probestellen (transformierte Abundanzen der Probestermine summiert), nachgeordnet; nur Taxa, die in zwei benachbarten Gruppen mit Abundanz = 3 und höher gefunden wurden ( $\chi^2 = 69.509$ ;  $C = 0.370$ ); O = Ochsenkopf (Gew. Nr. 1), P = Parnitz; H = Heidemühle; A = Ausreißer, T = Taura; L = Lausa (Gew. Nr. 6)

| Aufnahmegruppe                      |        | 1     | 1    | 2    | 2    | 3    | 3    |
|-------------------------------------|--------|-------|------|------|------|------|------|
| Aufnahmenr. (=Gewässernr.)          |        | 2     | 1    | 4    | 3    | 6    | 5    |
| Probestellenname                    |        | P     | O    | A    | H    | L    | T    |
| pH-Mittelwert                       |        | 6.34  | 6.49 | 5.36 | 5.11 | 3.79 | 3.76 |
| Art                                 | gruppe | Arten |      |      |      |      |      |
| 56 Potamophylax cingulatus          | 2      | 4     | 4    |      |      |      |      |
| 33 Helodes sp.                      | 2      | 5     | 4    |      |      |      |      |
| 2 Pisidium obtusale                 | 2      | 1     | 14   |      |      |      |      |
| 38 Dicranota sp.                    | 2      | 3     | 5    |      |      |      |      |
| 3 Pisidium personatum               | 2      | 3     | 6    |      |      |      |      |
| 34 Gammarus pulex                   | 2      | 126   | 883  |      | 2    |      |      |
| 4 Pisidium sp.                      | 2      | 6     | 20   |      | 3    |      |      |
| 1 Pisidium casertanum               | 2      | 4     | 7    |      | 2    |      |      |
| 52 Simulium (Nevermannia) verum-Gr. | 4      | 1     |      | 3    | 3    |      |      |
| 47 Leuctra sp.                      | 4      | 3     | 4    | 3    | 1    |      |      |
| 46 Leuctra nigra                    | 4      | 11    | 11   | 11   | 3    |      |      |
| 39 Eloephila sp.                    | 4      | 4     | 4    | 7    |      |      |      |
| 14 Heterotanytarsus apicalis        | 4      |       | 1    | 7    | 2    |      |      |
| 6 Brillia modesta                   | 4      | 5     | 2    | 18   | 4    |      |      |
| 25 Micropsectra sp.                 | 4      |       | 3    | 52   |      |      |      |
| 45 Leuctra braueri                  | 3      |       | 3    | 6    | 11   |      |      |
| 29 Pseudorthocladus virgatus-Gr.    | 3      | 3     |      |      | 3    |      |      |
| 27 Polypedilum albicorne            | 3      | 3     |      | 3    | 14   |      |      |
| 9 Corynoneura Pe2a                  | 3      |       |      | 3    | 11   |      |      |
| 26 Parametriocnemus sp.             | 4      |       |      | 4    | 3    |      |      |
| 50 Simulium (Eusimulium) sp.        | 4      |       |      | 3    | 3    |      |      |
| 15 Heterotrissocladius marcidus     | 3      |       |      | 28   | 165  |      | 6    |
| 23 Micropsectra bidentata           | 4      |       |      | 11   | 1    |      | 3    |
| 22 Micropsectra atrofasciata        | 4      |       |      | 22   | 14   |      | 1    |
| 24 Micropsectra fusca               | 4      |       |      | 11   | 6    |      | 7    |
| 10 Corynoneura cf. lobata           | 1      |       |      |      | 3    |      | 3    |
| 12 Corynoneura sp.                  | 1      |       |      |      | 3    | 3    | 3    |
| 55 Plectrocnemia sp.                | 1      |       |      | 3    |      |      | 3    |
| 41 Sialis fuliginosa                | 1      |       |      | 9    |      | 1    | 14   |
| 21 Macropelopia sp.                 | 1      |       |      | 6    | 5    | 1    | 15   |
| 42 Sialis lutaria                   | 1      |       |      | 2    |      | 3    | 17   |
| 31 Tanytarsus sp.                   | 1      |       |      |      | 1    |      | 17   |
| 30 Tanytarsus buchonius             | 1      |       |      |      | 14   | 1    | 52   |
| 11 Corynoneura fittkaui             | 1      |       |      |      |      | 14   | 186  |
| 17 Limnophyes Pela                  | 1      |       |      |      |      | 3    | 11   |

#### 4.1.1.4. Habitattypische Besiedlung

Entsprechend dem Angebot an Substraten in den Untersuchungsbächen waren unter den Besiedlern die verschiedensten Ernährungstypen zu finden. Die Arten nutzten diese Substrate entweder direkt oder indirekt als Nahrungsquelle. Eine idealisierte Übersicht über das Vorkommen der Ernährungstypen auf den unterschiedlichen vorgefundenen Substraten gibt Abb. 2. Filtrierer wurden beispielsweise durch die Erbsenmuscheln *Pisidium subtruncatum*, *P. casertanum*, *Plectrocnemia conspersa* und mehrere Arten der Kriebelmückengattung *Eusimulium* vertreten, Weidegänger z.B. durch die Steinfliegen *Leuctra nigra*, *L. braueri*, *Nemoura cinerea*, *N. sciurus*, *Nemurella picteti*, die Köcherfliege *Potamophylax cingulatus*, die Zuckmücken *Corynoneura* spp., *Micropsectra* spp., *Tanytarsus buchonius*, Schlammfresser z.B. durch die Steinfliege *Nemoura* sp., verschiedene Arten der Zuckmücken (*Chironomidae*), Totholzfresser z.B. durch den Sumpfkäfer *Helodes* sp., Blattzerkleinerer z.B. durch *Gammarus pulex*, Räuber z.B. durch *Chironomidae*-Arten (*Tanypodinae*), Libellenlarven, den Strudelwurm *Dugesia* cf. *gonocephala*, Schlammfliegen aus der Gattung *Sialis* spp., Teichwasserläufer (*Gerris* spp.), den Großen Flußläufer *Velia caprai*, Arten der Zuckmücken-Gattung *Macropelopia* und Schlamm- und Humusfresser im Wasser-Land-Übergangsbereich z.B. durch zweiflügelige Insekten wie *Ptychoptera lacustris*, *Eloeophila* sp., *Chrysops* sp., *Limnophyes* spp., *Smittia* cf. *leucopogon*, *Pseudosmittia curticosta* und der Gemeine Stelzfuß *Hydrometra stagnorum*. Viele dieser und noch weiterer Arten ernähren sich opportunistisch oder sind Allesfresser und können nicht exakt einem Ernährungstyp zugeordnet werden.

In den Bächen fand sich also insgesamt eine diverse Fauna, die die Nahrungsressourcen spezifisch nutzt, eine für quellnahe Waldbäche typische Zoozönose, in der krenophile, kaltstenotherme und euryöke, rheophile, verschmutzungssensible Faunenelemente dominieren (Abb. II; eine Zusammenstellung der Verbreitungstypen findet sich in Tab. Va). Stillwasserformen traten außer bei Gew.Nr. 6 (Taura) erwartungsgemäß stark zurück, da allgemein keine ausgedehnten strömungsberuhigten (lenitischen) Zonen an den Untersuchungsstellen ausreichend lange Zeiträume vorhanden waren. An dem genannten Standort waren stellenweise ganzjährig starke Verkräutungen mit dem Manna-Schwaden *Glyceria fluitans* zu beobachten, wo sich besonders der Gemeine Stelzfuß *Hydrometra*

*stagnorum* und Kleinkrebse (*Scapholeberis mucronata*, *Chydorus thienemanni*) aufhielten. Letztere und die ebenfalls nur hier gefundene, für Teiche typische Zuckmücke *Chironomus luridus* sind wahrscheinlich aus dem vorgeschalteten Feuerlöschteich, also einem Stillgewässer, ausgespült worden. Hier kam also als Besonderheit im Untersuchungsgebiet eine spezielle Lebensgemeinschaft vor, die stärker von stagnophilen Elementen geprägt war als bei den anderen Bächen. Für alle Probestellen war allgemein ein hoher Anteil an Quellarten charakteristisch, der im gesamten Untersuchungsgebiet insgesamt fast ein Fünftel (18%) der gefundenen Taxazahl ausmachte (Abb. 6). Jedoch fielen in den Gewässern mit höherem Säurefrachten wichtige Mitglieder der Dekomposition aus. In diesen fehlte beispielsweise der Gemeine Flohkrebs *Gammarus pulex*, der als zerkleinernder Allesfresser in neutralen Bächen mit großen Populationen einen sehr wichtigen Anteil des Fallaubabbaus ausmacht. Ebenso fehlten Eintagsfliegen (Ephemeroptera) praktisch vollständig in allen Bächen, die in nicht sauren Gewässern oft mit hohen Populationsstärken einen wichtigen Weidegängeranteil stellen. Viele nachgewiesene Arten (besonders der Steinfliegen) sind empfindlich gegenüber organischen Verschmutzungen und deren Folgen. Sie sind entsprechend dem Saprobiensystem (s. MAUCH et al., 1985, und Tab. II) Indikatoren für reines Wasser und weisen die untersuchten Gewässer als wenig organisch belastet aus (zur Situation der organischen Belastung siehe auch Abschnitt 4.2.1.2.). Abb. III zeigt die Belastungszustände der Bäche an den einzelnen Terminen.



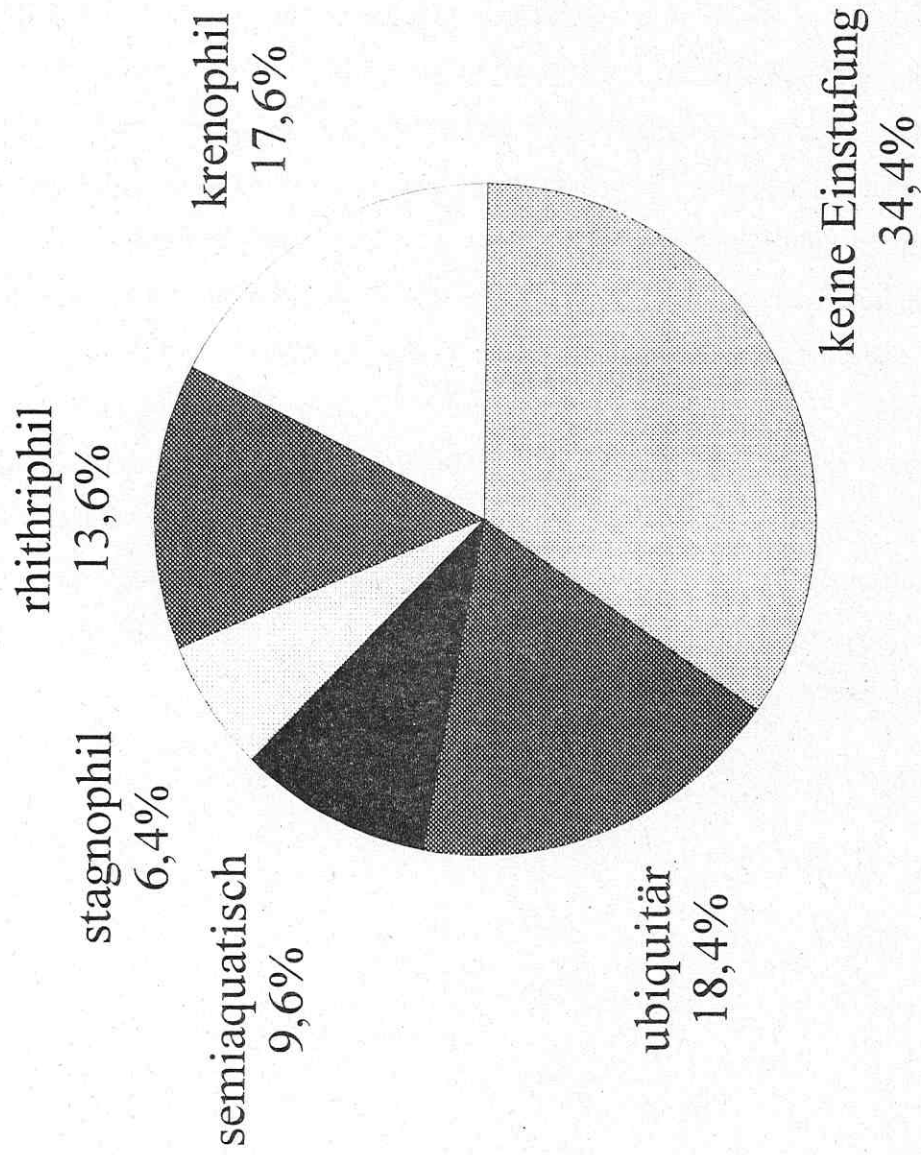


Abb. 6:

Verteilung der Verteilungstypen im den untersuchten Gewässern (125 Arten); semiaquatisch = im Land-Wasser-Übergangsbereich lebend, stagnophil = bevorzugt in Stillwasserzonen, rhithriphil = bevorzugt in fließendem Wasser, krenophil = bevorzugt in Quellen oder Quellnähe, ubiquitär = keine besondere Spezialisierung



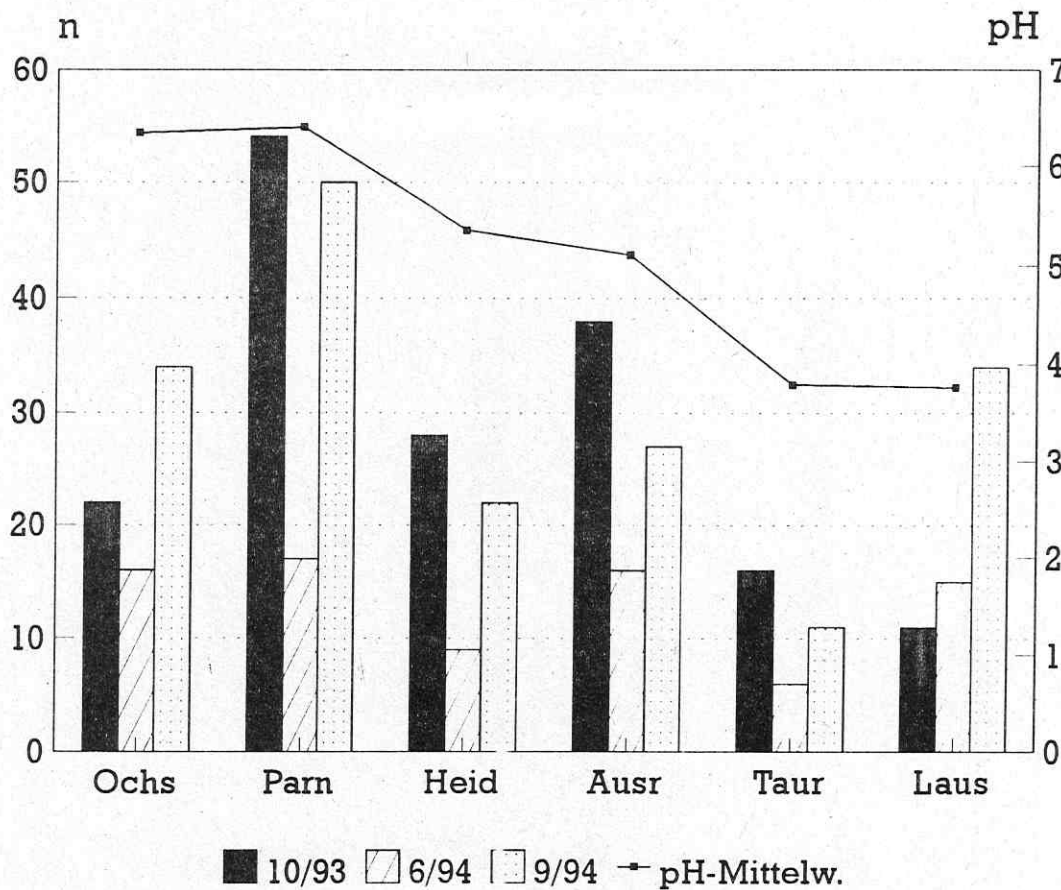


Abb. 7:  
Artenzahl (Aufwuchs-Kieselalgen) an den einzelnen Untersuchungsstellen zu den Probeterminen

#### 4.1.2. Epilithische Diatomeen

In den Probengewässern wurden an den drei untersuchten Terminen insgesamt 120 Arten bzw. Varietäten taxonomisch erfaßt (HOFMANN, 1994). Die höchsten Artenzahlen wurden fast durchgehend im Oktober 1993 festgestellt, wobei an der Probestelle Nr. 2 (Parnitz) die höchsten Werte erzielt wurden (Abb. 7). Die niedrigsten Artenzahlen wurden allgemein im Juni 1994 gefunden. Insgesamt nahm der Artenreichtum im Untersuchungsgebiet mit fallendem pH-Wert tendenziell ab. Ein analoger Verlauf konnte für die Evenness

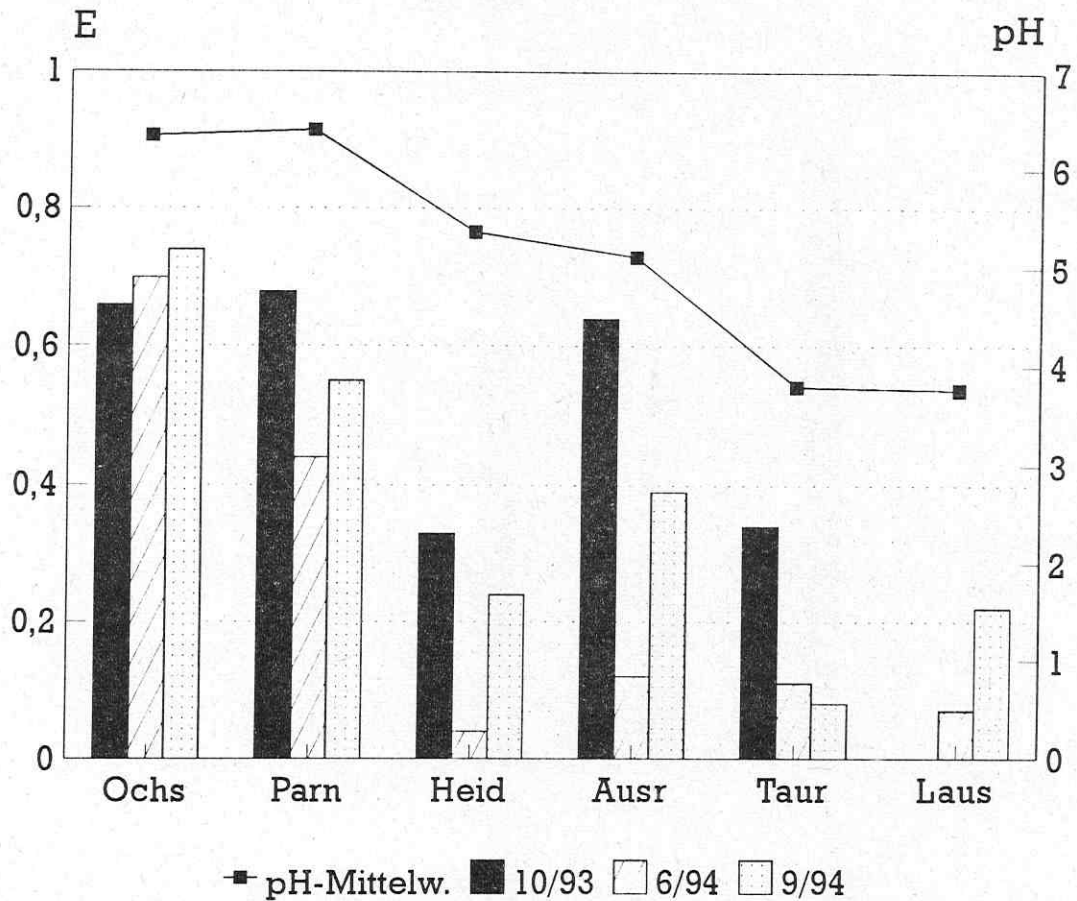


Abb. 8a:  
Evenness (Aufwuchs-Kieselalgen) an den einzelnen Untersuchungsstellen zu den Probeterminen

und den Diversitätsindex beobachtet werden (Abb. 8a,b). Auffallend sind dabei die niedrigen Werte an der Probenstelle Nr. 3 (Heidemühle). Dieser Sachverhalt kann im Zusammenhang mit dem offenbar sauren Milieu des Gewässers gesehen werden, der hiermit durch die Diatomeengesellschaft angezeigt wird (s. Abschnitt 5.3.). Dieser Befund steht auch im Einklang mit den pH-Messungen.

Ausgehend von hohen Artenzahlen und Diversitätsindizes im Oktober 1993 sinkt die Gesellschaftsvielfalt im Juni 1994 auf sehr geringe Werte ab. Diese Entwicklung war in allen untersuchten Gewässern in unterschiedlich starker Ausprägung zu beobachten. Im September

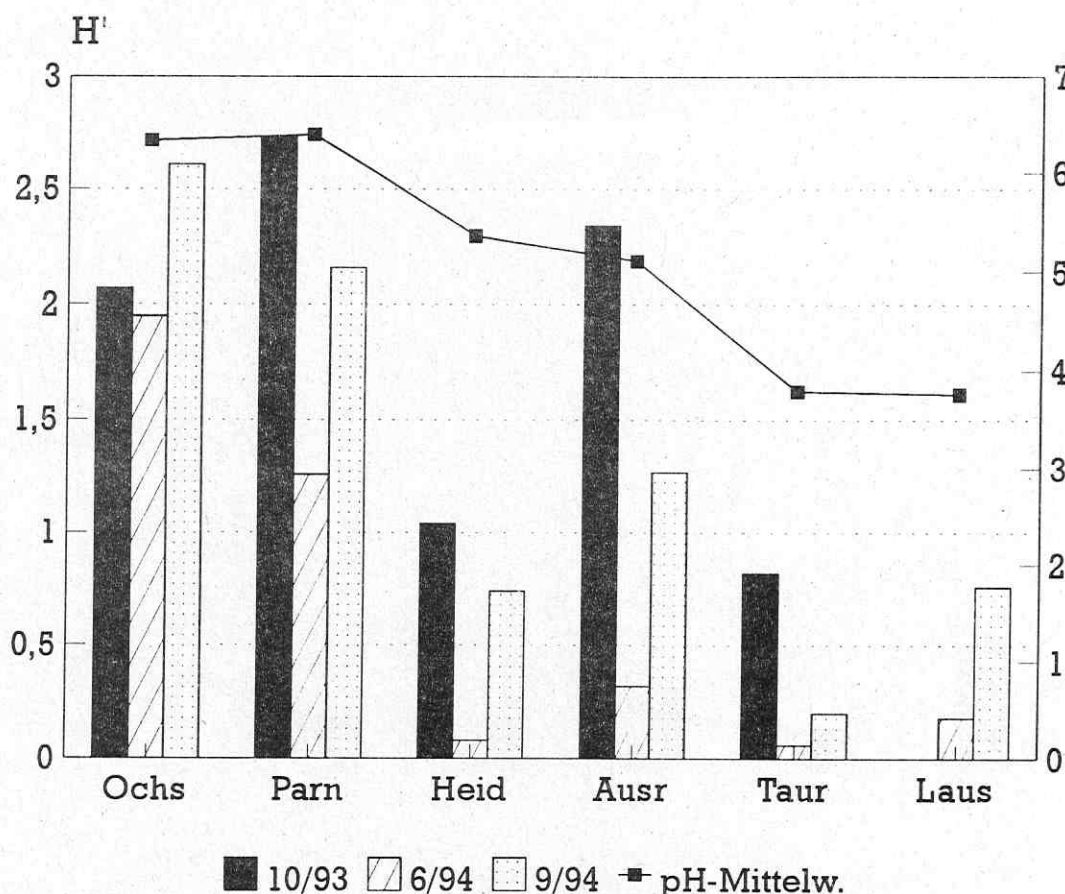


Abb. 8b:

Diversitätsindex (SHANNON-WEAVER) an den einzelnen Untersuchungsstellen zu den Probeterminen (Aufwuchs-Kieselalgen)

1994 wurden gegenüber dem Juni 1994 erhöhte Artenzahlen und Diversitätsindices registriert, die die Werte vom Oktober 1993 jedoch nicht wieder erreichen (s. Abb. 7 und 8a,b). Die nachgewiesenen Arten und ihr Vorkommen an den Probestellen finden sich in Tab. VIIa.

Mit der dreimaligen Probenahme ist eine annähernd vollständige Arterfassung nicht zu erwarten. Die Steigerungsraten zwischen den Probeterminen waren hoch (Abb. 9). Ebenso kann die jahreszeitliche Entwicklung der Gesellschaften nicht befriedigend aufgezeigt werden. Dennoch sind Tendenzen erkennbar, die durch die hohe Zahl nachgewiesener Zeigerarten (Tab. VII und VIIb) erkennbar sind und die im folgenden kurz dargestellt werden sollen:

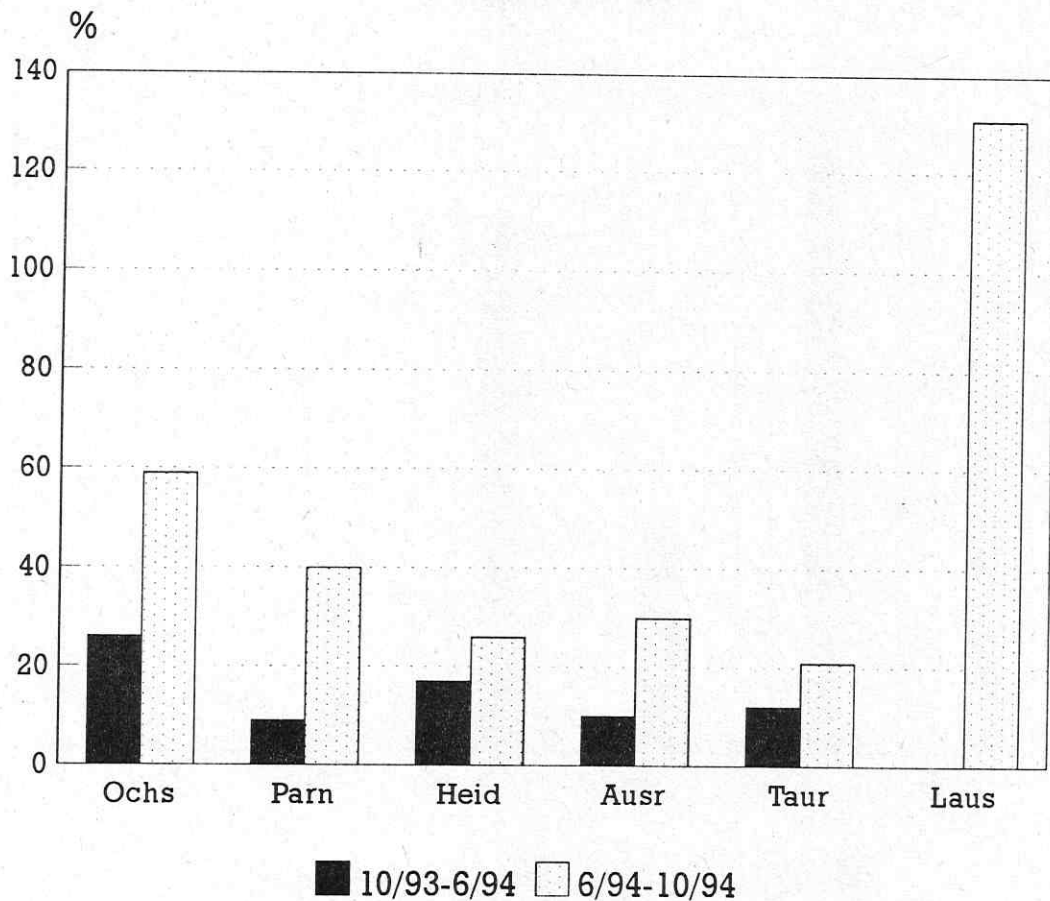


Abb. 9:  
Zunahme der Artnachweise (Aufwuchs-Kieselalgen) zwischen den einzelnen Probeterminen an den Untersuchungsstellen

Während in Juni und September 1994 bei Gewässer Nr. 2 (Parnitz), Gew.Nr. 4 (Ausreißer), Gew.Nr. 3 (Heidemühlteich) und bei Gew.Nr. 6 (Lausa) für elektrolyt- und nährstoffarme Bedingungen typische Gesellschaften etabliert waren, wurde im Oktober des Vorjahres ein erhöhter Trophiestatus angezeigt. Mit einer Summenhäufigkeit der eutraphenten Arten von rund 40% (21 Taxa) ist diese Eutrophieindikation bei Parnitz am ausgeprägtesten. Bei der Heidemühle (Gew. Nr. 3) wurde ein Anteil von 9% (5 Taxa), beim Ausreißer (Gew. Nr. 4) von 3% (8 Arten) registriert. Eine Ausnahme in der Reihe der genannten Gewässer bildet die Probestelle Nr. 6 (Lausa), die im Oktober 1993 nicht beprobt wurde. Hier waren

Eutrophierungstendenzen im September 1994 zu beobachten. Mit einer Summenhäufigkeit der eutraphenten Arten von rund 1% sind diese allerdings als ausgesprochen schwach zu bewerten.

Ebenfalls im Oktober 1993 waren bei Gew.Nr. 6 (Lausa) sowie bei Gew.Nr. 2 (Parnitz) vereinzelt halophile und halobionte Diatomeen zu beobachten, deren Vorkommen auf einen erhöhten Elektrolytgehalt im Wasser hindeutet. Tatsächlich zeigen die Leitfähigkeitsmessungen ein ständig hohes Wertenniveau bei Parnitz (Abb. VIII, Tab. IXb).

Der stark erniedrigte Diversitätsindex der Gesellschaften im Juni 1994 wird durch das starke Aufkommen der acidophilen *Eunotia exigua* sowie dem Ausfall zahlreicher säuresensibler Arten verursacht. Für die erste Jahreshälfte ergibt sich daraus für alle Gewässer - unabhängig von deren Gesamtklassifikation - die Indikation höchster Säurebelastung, die mit verstärkten, sauren Abflüssen herangeführt wurden (vgl. Abb. VIII a, b).

## 4.2. Ökologische Charakterisierung der Gewässer

### 4.2.1. Allgemeiner Zustand

#### 4.2.1.1. Grad der strukturellen Naturnähe

Die untersuchten Bäche befanden sich weitgehend in einem Zustand, der durch den Menschen selten oder wenig in direkter Weise gestört wurde. Der Lauf war nicht reguliert, verbaut oder verändert. Ausschließlich an Untersuchungsgewässer Nr. 1 (Ochsenkopf) wurde eine Bachausräumung direkt beobachtet. Eine solche Maßnahme muß jedoch allem Anschein nach auch für andere Untersuchungsgewässer angenommen werden. Hinweise dafür (wallförmige Uferform, am Ufer liegende Äste und Zweige aus dem Bach, die Eisenocker angesetzt hatten) fanden sich an der Probestelle Nr. 5 (Taura). Eine Massenentwicklung einer bestimmten Art aufgrund einer Störung der Biozönose (z.B. Einförmigkeit des Lebensraumes durch Bachbettverbauung oder Einfluß von Schadstoffen) wurde nicht gefunden.



#### 4.2.1.2. Grad der organischen Belastung

Der Saprobienindex (errechnet anhand von Makroinvertebraten) als ein Gradmesser für die organische Belastung des Gewässers liegt für alle Probenstellen im Bereich zwischen Güteklasse I-II ("gering belastet") und Güteklasse II ("mäßig belastet") (Abb. III). Das Vorkommen saprophiler und eutrphenter Diatomeen mit einem Anteil von 40% deutete besonders bei Untersuchungsgewässer Nr. 2 (Parnitz) auf zumindest zeitweilige organische Belastungen hin (Güteklasse I-II/II; s. Abschnitt 4.1.2.). Sehr schwache Gemeinschaftsanteile (1%) von eutrphenten Kieselalgenarten konnten am Untersuchungsgewässer Lausa festgestellt werden. Diese Zustände liegen jedoch nach (MAUCH et al., 1985: 17) noch im Bereich der natürlichen Schwankung und sind für Gewässeroberläufe charakteristisch.

#### 4.2.2. Zustandsbeschreibung und Charakterisierung der einzelnen untersuchten Bachabschnitte (unter besonderer Berücksichtigung der Säurezustandsbewertung)

Als "säuresensibel" sind der Übersichtlichkeit halber im folgenden zunächst diejenigen Makroinvertebratentaxa zusammengefaßt, denen in der wasserbehördlichen Praxis (BRAUCKMANN, 1992, BAYER. LANDESAMT F. WASSERWIRTSCHAFT, 1993) die Sensitivitätsstufen 1 und 2 zugeordnet werden, als "säuretolerant" solche, denen die Sensitivitätsstufen 3 und 4 zugeordnet sind. Tab. VIb zeigt die Liste der nachgewiesenen eingestufenen Säureindikatoren. Ihre gradientenhafte Verteilung im Untersuchungsgebiet veranschaulicht Abb. 10a. Die Säurezustandsberechnung (Werte: I = "permanent nicht sauer"; II = "episodisch sauer"; III = "periodisch sauer"; IV = "permanent sauer"; s. BRAUCKMANN, 1992) wurde jedoch mit den exakten Indices berechnet.



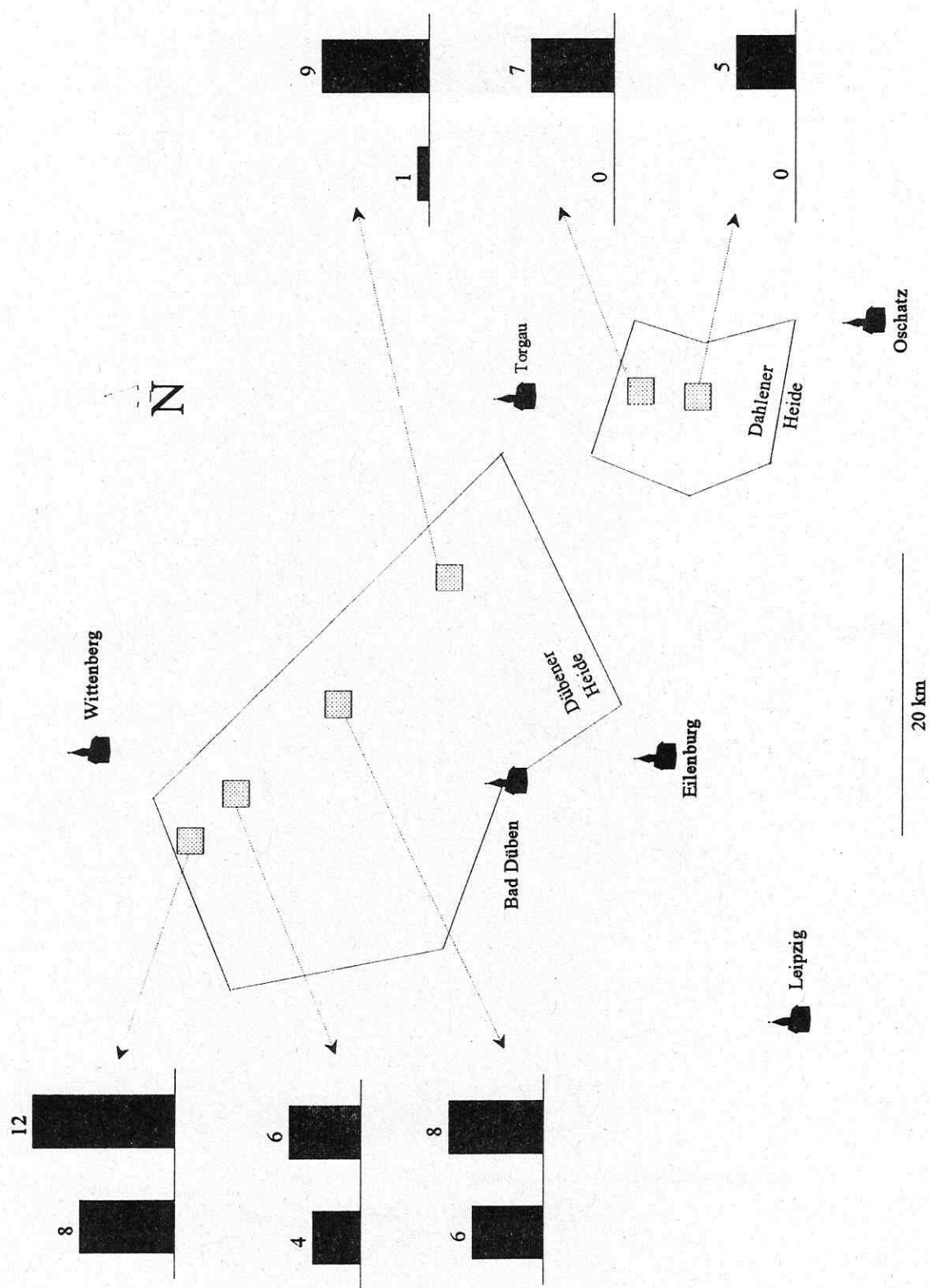


Abb. 10a:  
Anzahl der eingestufteten säuresensiblen Makroinvertebraten-Taxa (linke Säule) und der säuretoleranten Taxa (rechte Säule) im Untersuchungsgebiet; säuresensibel: Taxa der Sensibilitätsstufe 1 und 2; säuretolerant: Taxa der Sensibilitätsstufe 3 und 4 (entspr. BAYER. LANDESAMT F. WASSERWIRTSCHAFT, 1993)

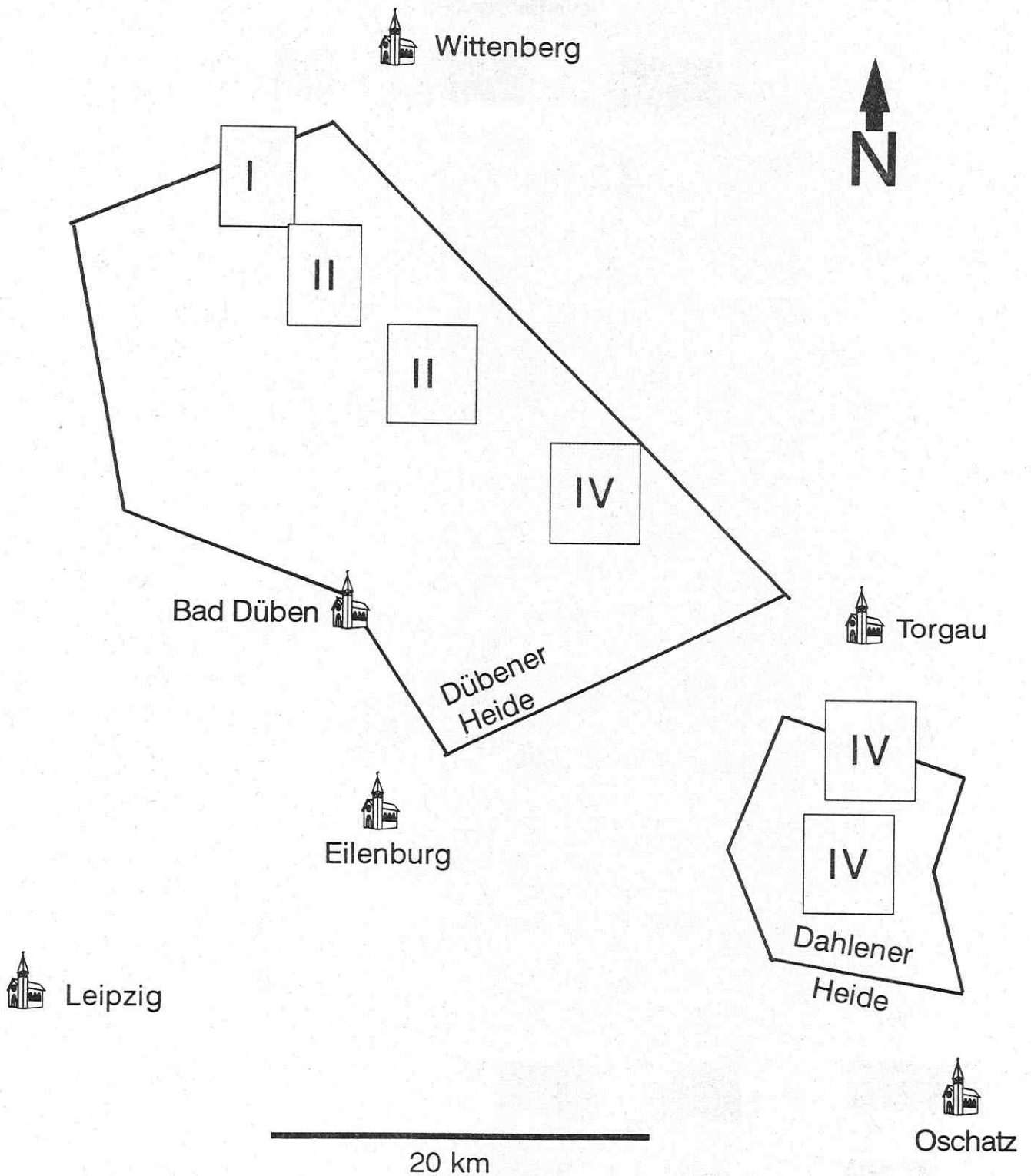


Abb. 10b:

Bewertung des Säurezustandes der Gewässer in der Dübener und Dahleener Heide durch Makroinvertebraten (Ganzjahreszönose)

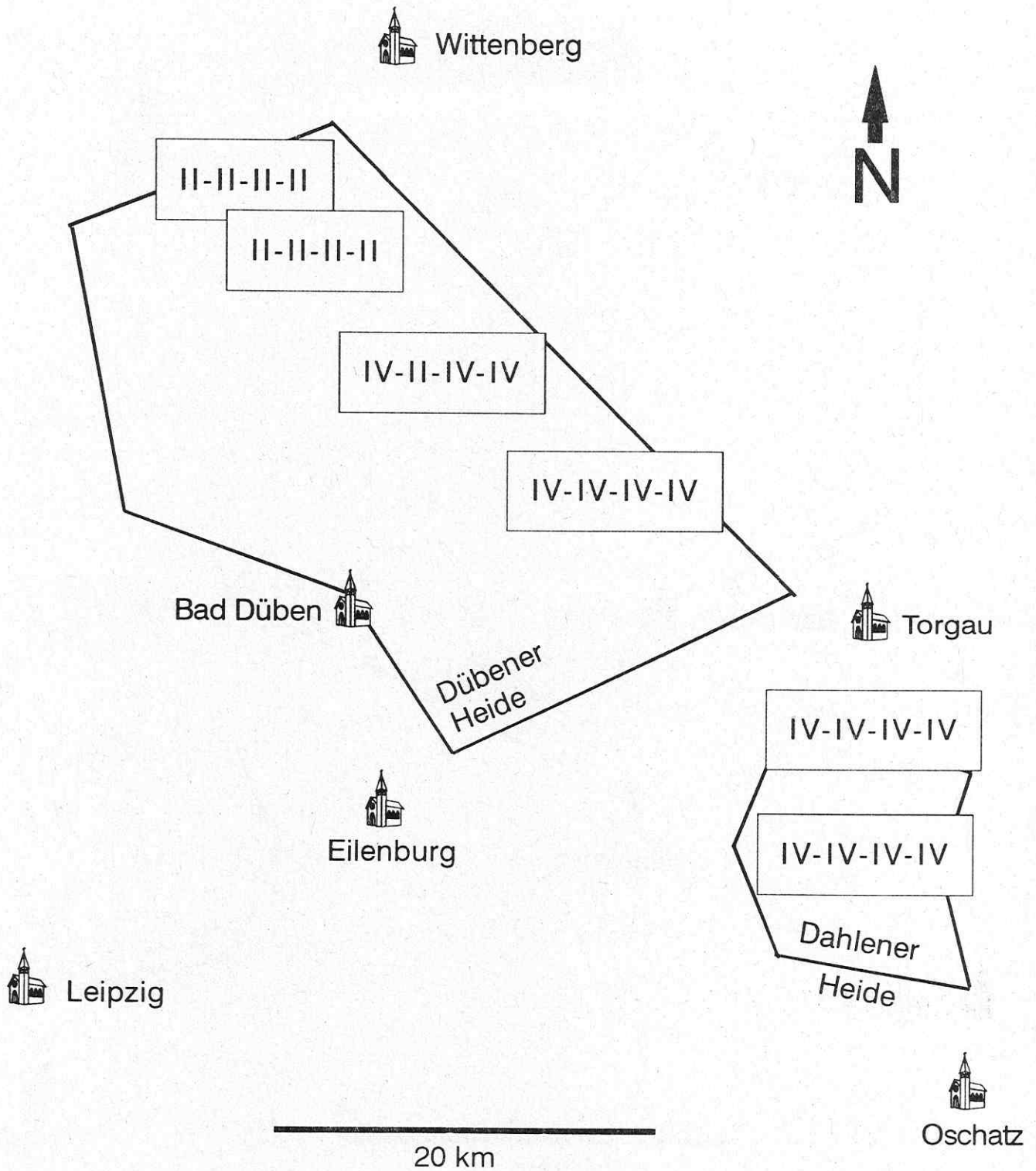


Abb. 10c:

Bewertung des Säurezustandes der Gewässer in der Dübener und Dahleener Heide durch Makroinvertebraten (Bewertungen der einzelnen Probestermine)

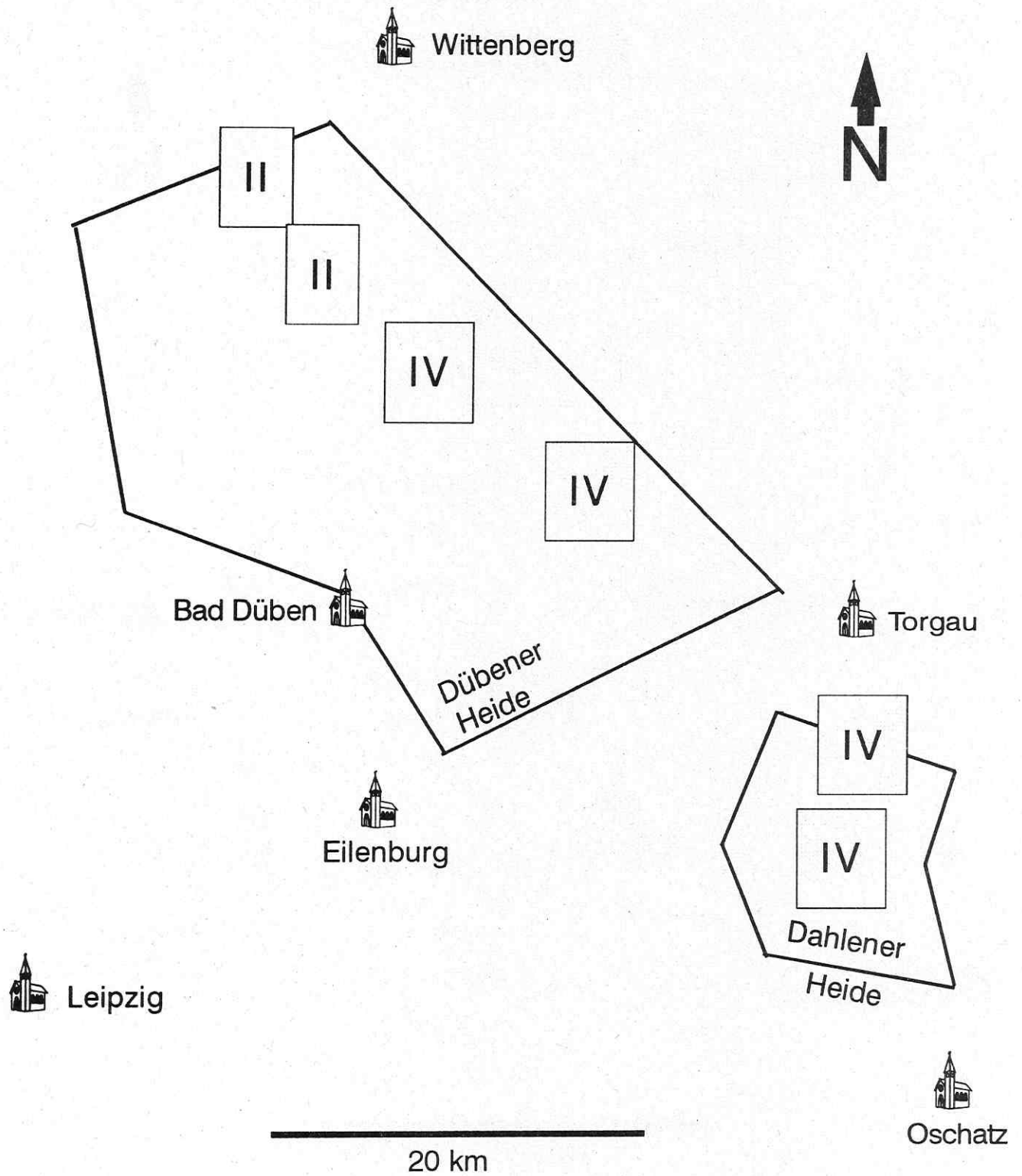
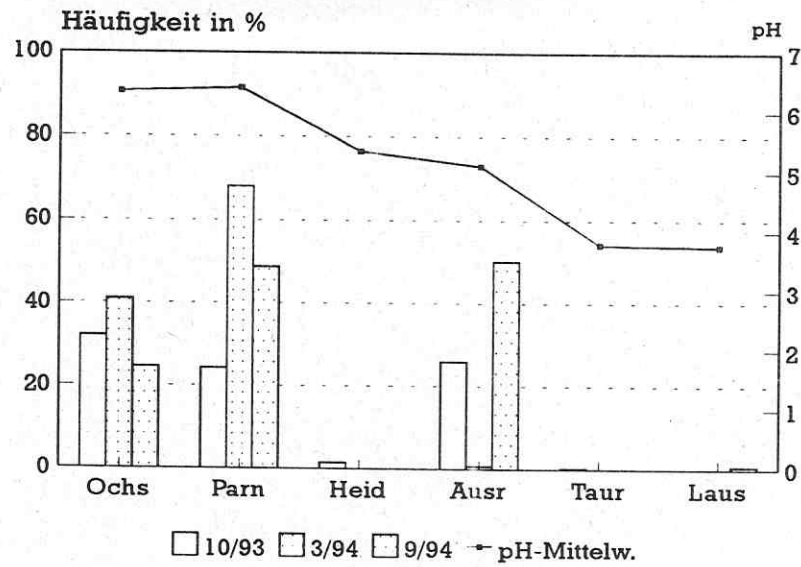


Abb. 10d:  
Bewertung des Säurezustandes der Gewässer in der Dübener Heide und Dahleener Heide durch Makroinvertebraten (Gesamtbewertung aus den einzelnen Probestermen)

### *Achnanthes minutissima*



### *Eunotia exigua*

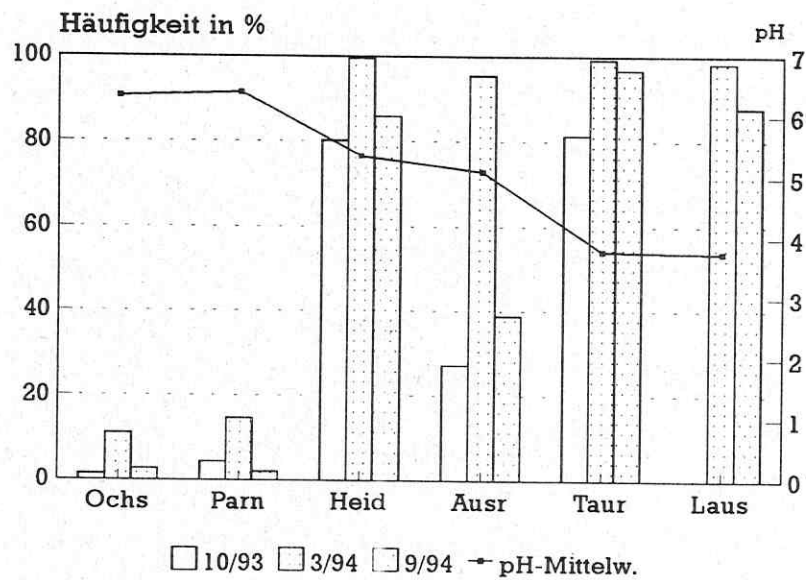


Abb. 11:  
Verteilung von säuresensiblen und säuretoleranten Aufwuchs-Kieselalgen entlang des Säure-Gradienten

Die Auswertung mit den Makroinvertebraten wurden sowohl anhand der Artvorkommen des Gesamtjahres als auch mit den Artenlisten jedes einzelnen Probesters durchgeföhrt (Tab. VIa). Daraus ergaben sich im Einzelfall unterschiedliche Säurezustandsbewertungen (Abb. 10b-d). Die ausführliche Diskussion dieser methodenbedingten Unterschiede findet sich am Beispiel der Makroinvertebraten in Abschnitt 5.3.

Allgemein muß noch erwähnt werden, daß die Zweigestreifte Quelljungfer (*Cordulegaster boltoni*), die einerseits als sensibel gilt (BAYER. LANDESAMT F. WASSERWIRTSCHAFT, 1993), andererseits jedoch in der vorliegenden Untersuchung offenbar als säuretolerant in Erscheinung trat, nicht in die Säurezustandsbewertung miteinbezogen wurde (Diskussion s. Abschnitt 5.3.2.). Für die Diatomeen sind in Tab. VIIIb die verschiedenen Zeigerarten an den einzelnen Probestellen in Dominanzklassen übersichtlich zusammengestellt.

#### **Gewässer Nr. 1: Ochsenkopf**

Hier fanden sich unter den Makroinvertebraten der säuresensible Gemeine Flohkrebs *Gammarus pulex* (als eudominante Art), Erbsenmuscheln der Gattung *Pisidium*, der Strudelwurm *Dugesia* cf. *gonocephala*, die Kriebelmücke *Eusimulium costatum* und das in den Untersuchungsgewässern einzige nachgewiesene Larvenexemplar der Eintagsfliegen (Ephemeroptera). Es konnte nicht weiter bestimmt werden, da es stark beschädigt war. Die dominierende Rolle von *G. pulex* veranschaulichen die zu allen Terminen relativ niedrigen Werte der Evenness und des Diversitätsindex (Abb. Ib,c), obwohl bis auf März 1994 relativ hohe Artenzahlen (Abb. Ia) zu verzeichnen waren. Das Vorkommen der hier genannten Arten ergibt den Säurezustand I ("permanent nicht sauer") für das Gewässer, wenn die Zönose des ganzen Jahres zusammengenommen betrachtet wird. Jedoch kann das praktisch vollständige Fehlen der Eintagsfliegen und die nur geringen Abundanzen extrem säuresensibler Taxa (*Dugesia* cf. *gonocephala*, *Eusimulium costatum*) als Hinweis für zumindest schwache, zeitweilige Säureschübe betrachtet werden, so daß eine Tendenz zu Säurezustand II ("episodisch leicht sauer") interpretiert werden kann. Die Bewertung der Zönose jedes einzelnen Probesters ergab allerdings zu jedem Zeitpunkt den Säurezustand II. Nach BRAUCKMANNs (1992) Einteilung der Säurezustände nach pH-Regime (Abb. VIIIa) erhält dieser Bach ebenfalls Klasse II (zur Diskussion dieser Bewertungsunterschiede s. Abschnitt



5.3.).

Mit den epilithischen Diatomeen wurde hier ein episodisch schwach saurer Bachcharakter der Säurezustandsklasse II ("schwach sauer") indiziert. Die Gesellschaften sind als relativ artenreich und ausgesprochen divers zu charakterisieren und zeichnen sich durch eine im Untersuchungszeitraum hohe strukturelle Stabilität aus. Gesellschaftsanteile von 50% werden von keiner Art überschritten. Mit einem maximalen Anteil von 11% tritt die Säurezeigerin *Eunotia exigua* stark zurück und wird durch die säuresensiblen *Achnanthes minutissima* und *Cymbella sinuata* als Aspektbildner verdrängt. Die ausgeglichenen Dominanzverhältnisse werden durch das Vorkommen einer Reihe häufiger Begleitarten gestützt (*Achnanthes minutissima* mit 32%, *Cymbella sinuata* mit 4%), die auch nur moderat saure Bedingungen nicht mehr tolerieren.

#### **Gewässer Nr. 2: Parnitz**

Bei einem mittlerem pH von 6.40 und einer Schwankungsbreite von 5.95 bis 6.89 werden unter dem chemisch-physikalischen Aspekt dem Ochsenkopf vergleichbare Verhältnisse angezeigt. An diesem Untersuchungsgewässer konnte ebenfalls *Gammarus pulex* als eudominante Makroinvertebratenart nachgewiesen werden, jedoch zu allen Zeitpunkten in geringeren Abundanzen als im vorherigen. Der Wert der Evenness lag dadurch im Durchschnitt höher trotz geringerer Artzahlen. Die extrem säuresensiblen Taxa fehlten, dafür kamen zwei Arten der acidophilen Zuckmückengattung *Macropelopia* vor. Die Auswertung nach Säurezustand ergab sowohl anhand der Gesamtjahreszönose als auch anhand der Zönosen der Einzeltermine die Klasse II ("episodisch leicht sauer").

Übereinstimmend wird auch durch die Indikation anhand der Aufwuchs-Kieselalgen die Säurezustandsklasse II ("schwach sauer") ausgewiesen. Das Arteninventar und die relativen Häufigkeiten ähneln denen der Gesellschaften des Ochsenkopfes in hohem Maße. Abweichende Verhältnisse wurden allerdings im Oktober 1993 angetroffen. Das Vorkommen säuretoleranter Arten zeigt den ursprünglich oder temporär sauren Charakter des Gewässers noch deutlich an, der zu diesem Zeitpunkt jedoch durch eine starke Eutrophierung oder gar eine organische Verunreinigung überlagert wurde. Die Gruppen der eutraphenten und saprobietoleranten Arten, unter ihnen etwa *Navicula gregaria*, *Navicula capitatoradiata* und *Navicula lanceolata*, erreichen den als sehr hoch einzustufenden Gesellschaftsanteil von 39%. Eine Besonderheit ist ferner das vereinzelte Vorkommen halobionter Diatomeen

(*Anomoeoneis sphaerophora*, *Navicula perminuta* und *Nitzschia frustulum*).

### Gewässer Nr. 3: Heidemühle

Die säuresensiblen Makroinvertebratentaxa *Gammarus pulex*, *Pisidium casertanum* und *Pisidium* sp. traten an den jeweiligen Terminen nur als Einzelfunde auf, wobei unter den Muscheln auch Totfunde gezählt wurden. Die Ebenmäßigkeit der Artenverteilung ist dadurch wesentlich höher als in den vorigen Bächen, außer im Okt. 1993, als eine starke Entwicklung der Zuckmücke *Heterotrissocladius marcidus* zu beobachten war. Säuretolerante Taxa wie die Steinfliege *Nemurella picteti*, die Köcherfliege *Plectrocnemia conspersa* und *Heterotrissocladius marcidus* waren im Populationsbestand konstant vertreten. Regelmäßig konnten Larven der acidophilen *Macropelopia adaucta* nachgewiesen werden. Die Zustandsbewertung der Gesamtjahreszönose ergab Säurestufe II ("episodisch leicht sauer"). Die nur schwachen Populationen von *G. pulex* und *Pisidium* spp. deuteten jedoch auf eine Tendenz in Richtung einer geringeren Säurestufe. Da die oben genannten Formen in kleinen Rinnsalen, die in den untersuchten Bachabschnitt münden, dort z.T. in hohen Abundanzen vorkommen, ist es möglich, daß diese wenigen Exemplare dieser säuresensiblen Arten nur eingespült wurden (s. Abschnitt 5.3.). Sollte dies der Fall sein, müßten dementsprechend diese Taxa für eine Bewertung ausscheiden. Die Folge wäre, daß an diesen Probestellen nach neuerlicher Bewertung dann der Säurezustand IV ("permanent sauer") indiziert würde (diese Bewertung stimmt auch mit der Indikation durch Diatomeen überein; s.u.). Werden die Zönosen an den einzelnen Untersuchungsterminen bewertet, ergibt sich einmal die Zustandsklasse II und dreimal die Zustandsklasse IV, was nach wasserbehördlicher Praxis bisher zur Gesamtbewertung IV führt (Abb. 10c,d). Diese Differenzen sind methodenbedingt und werden in Abschnitt 5.3. diskutiert.

Weiterhin deutet das abundante Auftreten von *H. marcidus* deutet auch auf vorwiegend saures Milieu. Die Art scheint in sauren Biotopen günstige Lebensbedingungen zu finden (ROMMELMANN & HEITKAMP, 1989).

Die Diatomeengesellschaft indizierte stark saures Milieu. Obgleich mit einem mittleren pH von 5.10 ein deutlich geringerer durchschnittlicher Säuregrad als mit 3.79 in Gewässer Nr. 5 (Taura) und mit 3.76 Gewässer Nr. 6 (Lausa) gemessen wurde, ergab die biologische Klassifikation anhand der Diatomeen auch für dieses Gewässer einen "permanent sauren" Charakter (Säurezustandsklasse IV). Nach pH-Regime rangiert das Gewässer entsprechend

der BRAUCKMANNschen (1992) Klassifizierung auch in Klasse IV. Mit Anteilen, die im Bereich von 88 bis 100% schwankten, dominierte auch hier die acidobionte *Eunotia exigua* die Gesellschaften. Häufige Begleitarten waren die indifferenten Formen *Craticula riparia* und *Eunotia implicata*. Der ökologische Schwerpunkt der beiden letztgenannten Taxa liegt in elektrolytarmen, schwach sauren bis circumneutralen Gewässern, was darauf schließen läßt, daß in diesen Gewässer zumindest zeitweise ein geringerer Säuregrad als in Gewässer Nr. 5 (Taura) und Nr. 6 (Lausa) vorherrschte. Dies kommt auch durch die im Vergleich höhere Artenzahl und die höheren Diversitätsindices der Gesellschaften zum Ausdruck (s. Abb. 7, 8a und 11). Auch an der Heidemühle (Nr. 3) ist der Spätsommeraspekt - hier allerdings des Jahres 1993 - dem Gewässer Nr. 6 (Lausa) vergleichbar und durch das Vorkommen einer Reihe eutraphenter Vertreter der Gattung *Navicula* gekennzeichnet. Im einzelnen handelt es sich um *N. goeppertiana*, *N. gregaria*, *N. lanceolata*, *N. menisculus* und *N. viridula* var. *rostellata*, die eine Summenhäufigkeit von 3% erreichten. Halobionte Diatomeen wurden nicht registriert.

#### **Gewässer Nr. 4: Ausreißer**

Am Zufluß des Ausreißerteichs wurde die höchste Gesamtartenzahl von Makroinvertebraten angetroffen. Trotzdem das Quellgebiet ca. 300-400 m oberhalb des Untersuchungsabschnitts befand, waren dennoch einige krenophile Faunenelemente anzutreffen, z.B. der Wasserkäfer *Agabus guttatus*, die Charakterart der "krenophilen Quellflurgesellschaft" (nach HEBAUER, 1995). Es ist hier mit diffusen Quellwassereinflüssen zu rechnen. An den einzelnen Probestermen waren die Werte der Evenness (Abb. 1b) durchweg die höchsten, weil auch keine Art angetroffen werden konnte, die eine vergleichbar eudominante Rolle wie *Gammarus pulex* in Untersuchungsgewässer Nr. 1 (Ochsenkopf) und Nr. 2 (Parnitz) spielte. Einzig die *Micropsectra*-Arten traten in nennenswerten Abundanzen auf. Die eindeutig säuresensiblen Arten fehlten hier vollständig. Das regelmäßige Vorkommen der Zweigestreiften Quelljungfer *Cordulegaster boltoni* würde das Gewässer entsprechend der Sensibilitätseinstufung des Bayer. Landesamtes f. Wasserwirtschaft in den Säurezustand II ("episodisch leicht sauer") weisen. Anderen Einstufungen der Art (BRAUCKMANN, 1992) und eigenen Beobachtungen zufolge besteht jedoch Grund, sie als säuretoleranter anzusehen als sie z.Z. in der Praxis eingeschätzt wird (s. Abschnitt 5.3.2.). Unter Berücksichtigung der hohen Säuretoleranz von *Cordulegaster boltoni* ergibt sich sowohl anhand der

Ganzjahreszönose (Abb. 10d) als auch der saisonalen Einzelbewertung (Abb. 10d) die Säurestufe IV ("permanent sauer"), die durch die anderen vorkommenden Indikatorarten angezeigt wird.

Durch die Aufwuchs-Kieselalgen wurden deutlich "periodisch saure" Milieubedingungen (Säurezustandsklasse III) angezeigt. Die im Jahresverlauf stark schwankenden pH-Verhältnisse kamen in der vikariierenden Dominanz der acidophilen *Eunotia exigua* und der säuresensiblen *Achnanthes minutissima* zum Ausdruck (siehe Tab. VIIIb). Auch hier war ein Eutrophierungseffekt zu erkennen, der - dem Gewässer Nr. 3 (Heidemühle) vergleichbar - auf den Oktober 1993 beschränkt ist. Mit einer Summenhäufigkeit von rund 9% lag der Anteil der eutraphenten Arten deutlich über dem an der Heidemühle registrierten. Wie bei Gewässer Nr. 2 (Parnitz) war auch hier ein Salzeinfluß nachzuweisen.

#### **Gewässer Nr. 5: Taura**

An diesem Bach konnte zweimal das eudominate Auftreten einer Makroinvertebratenart beobachtet werden (29.3.1994 mit der Zuckmücke *Corynoneura fittkaui*, 1.6.1994 mit dem Kleinkrebs *Chydorus thienemanni*), was beidemale die Evennesswerte niedrig hielt (Abb. Ib). Die Gemeinschaft setzt sich jedoch nur aus säuretoleranten und euryöken Taxa wie den oben erwähnten zusammen. Verglichen mit derjenigen vom ebenfalls sauren Gewässer Nr. 6 (Lausa) war die Zönose insgesamt relativ divers. Häufiger als bei der vorigen Untersuchungsstelle Nr. 4 war hier regelmäßig die acidophile Zuckmücke *Macropelopia adaucta* zu finden. Die Säurezustandsbewertung ergab Stufe IV ("permanent sauer") (auch wenn *Cordulegaster boltoni* als säuresensibel betrachtet würde).

Nach dem Gesellschaftstypensystem der Diatomeen wurde die Säurezustandsklasse IV indiziert, ("permanent stark sauer") Gewässer. Die Gesellschaften waren an den Untersuchungsterminen extrem artenarm und divers. Sie wurden von der säureliebenden Art *Eunotia exigua* dominiert (Abb. 11; s. Tab. VIIIb), die als Zeiger anthropogener Versauerung gilt (ALLES et al. 1991). Mit steten Anteilen von über 80% stellte sie die einzige aspektbildende Art der Diatomeenzönosen in diesem Untersuchungsgewässer dar. Als häufige Begleitarten sind lediglich *Caloneis aerophila*, *Nitzschia adamata* und *Pinnularia schoenfelderi* zu nennen.



### Gewässer Nr. 6: Lausa

Hier wurde die abundanz- und artenärmste Makroinvertebratengemeinschaft aller untersuchten Waldbäche mit nur mehr säuretoleranten, euryöken, anspruchslosen Arten wie der Köcherfliege *Plectrocnemia conspersa*, die Schlammfliege *Sialis lutaria*, dem Großen Bachläufer *Velia caprai* und die acidophile Zuckmücke *Macropelopia adaucta* gefunden. Gleichwohl charakterisierte diese Gemeinschaft trotz niedriger Artenzahl die zweithöchste Ebenmäßigkeit (Abb. 1b) im Untersuchungsgebiet, ein Merkmal, das der Wert des Diversitätsindex nicht ausdrücken konnte. Das Vorhandensein von ausschließlich säuretoleranten und acidophilen Taxa wies dieses Gewässer als "permanent sauer" (Säurestufe IV) aus.

Auch mit den Aufwuchs-Kieselalgen wurde anhand der Gesellschaftsstrukturen ein "permanent stark saurer" Gewässercharakter angezeigt. Arteninventar und Arthäufigkeiten ähnelten in hohem Grade dem vorigen Untersuchungsgewässer (Taura). Im Juni 1994 prägte *Eunotia exigua* mit einem Anteil von 98% das Bild einer artenarmen, acidobionten Gesellschaft (Abb. 11). Auch im September 1994 dominierte die Art mit 88% die Zönose; es traten allerdings eine Reihe vorwiegend circumneutraler und alkaliphiler Taxa hinzu. Auffällig war neben der Präsenz eutraphenter Formen (*Navicula capitata*, *Rhoicosphenia abbreviata*) insbesondere das Vorkommen der halobionten (salzliebenden) *Navicula schroeteri*. Diese, wenn auch hauptsächlich auf den qualitativen Aspekt beschränkte Veränderung der Gesellschaftsstruktur im September 1994 - die Summenhäufigkeit der eutraphenten Arten beträgt nur rund 1% - läßt auf eine Erhöhung des Nährstoff- bzw. des Elektrolytgehaltes schließen. Die Aufwuchs-Kieselalgen-Gesellschaften konnten an dieser Untersuchungsstelle im Herbst 1993 nicht erfaßt werden, weil das entsprechende Substrat (Steine) zum Probenentnommen von Schlamm überdeckt war und sich damit keine epilithische Diatomeenflora ausbilden konnte.

#### 4.2.3. Ökologische Gradienten im Untersuchungsgebiet

##### 4.2.3.1. Verschiebung des charakteristischen Artenspektrums

Wenn auch die Anzahl der Untersuchungsgewässer für eine statistische Auswertung gering ist, ließ sich doch anhand der Clusteranalyse zeigen, daß sich das Artenspektrum entlang des

Säuregradienten von säuresensiblen zugunsten säuretoleranter und acidophiler Makroinvertebraten-Arten verschob. Die sensiblen Arten (*Gammarus pulex*, *Simulium costatum*, *Pisidium* spp.) besiedelten in nennenswerten Abundanzen nur die circumneutralen oder wenig sauren Gewässer Nr. 1 (Ochsenkopf) und 2 (Parnitz). In Gew.Nr. 3 (Heidemühle) konnten bereits nur mehr Reste von Populationen dieser Arten gefunden werden. In den tendenziell sauren Gewässern mit unklarer Säurestufe (Heidemühle, Ausreißer) trat eine Übergangsfaua auf. Bestimmte Formen siedelten einerseits sowohl hier als auch in den geringer sauren Bächen, andere hier und in den "permanent sauren" Bächen siedelte. In den "permanent sauren" Gewässern fanden sich Arten, von denen bekannt ist oder angenommen wird, daß sie bevorzugt in sauren Habitaten vorkommen (Zuckmücken *Macropelopia adaucta*, *Corynoneura fittkaui*).

Bei den Aufwuchs-Diatomeen bildete die säuretolerante *Eunotia exigua* die Charakterart von Gew.Nr. 3, 5 und 6 (Heidemühle, Taura, Lausa). Sie dominierte die Gesellschaften mit Anteilen von über 80%. Beim Ausreißer und insbesondere bei Ochsenkopf und Parnitz wird diese als Zeiger anthropogener Versauerung geltende Art durch Indikatoren des leicht sauren und circumneutralen Bereichs verdrängt. Häufige und charakteristische Vertreter sind hier beispielsweise *Achnanthes minutissima*, *Achnanthes subatomoides*, *Cymbella sinuata*, *Eunotia botuliformis* und *Eunotia minor*.

Sowohl bei Makroinvertebraten als auch bei Diatomeen war also entsprechend dem Säurezustand der Gewässerabschnitte die sukzessive Veränderung des Artenspektrums und der Dominanzverhältnisse zu beobachten.

#### 4.2.3.2. Ernährungstypen der Makroinvertebraten

Obwohl bei den Makroinvertebraten der stets relativ gleichbleibende Anteil der Weidegänger und Räuber dominant ist, dienen die relativ geringen Artanteile der übrigen Ernährungstypen als weitere Indikatoren für einen Gradienten im Untersuchungsgebiet. Die Zuordnung der einzelnen Taxa zu Ernährungstypen ist aus Tab. Vb zu ersehen. Eine Auswertung nach Ernährungstypen zeigt, daß der Anteil derjenigen Taxa, die Sedimentfresser/Allesfresser, Filtrierer und Zerkleinerer sind, mit steigendem Säurezustand abnahm (Abb. 12).



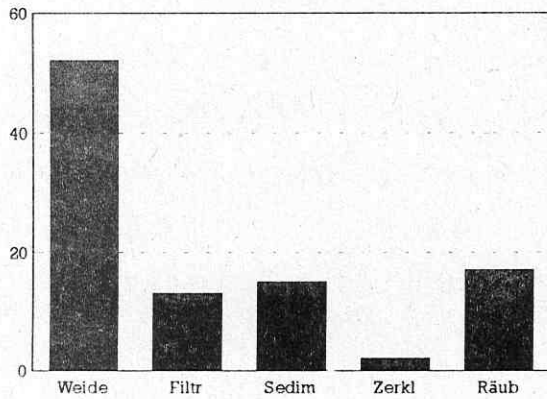
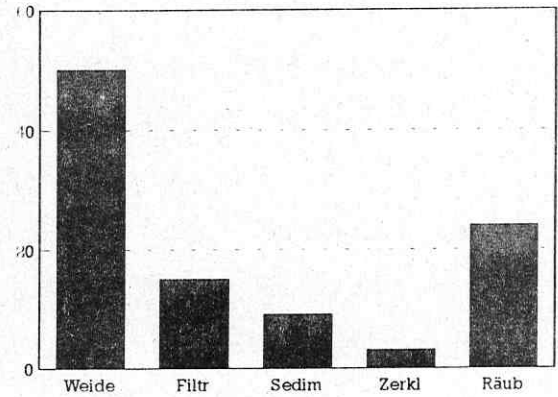
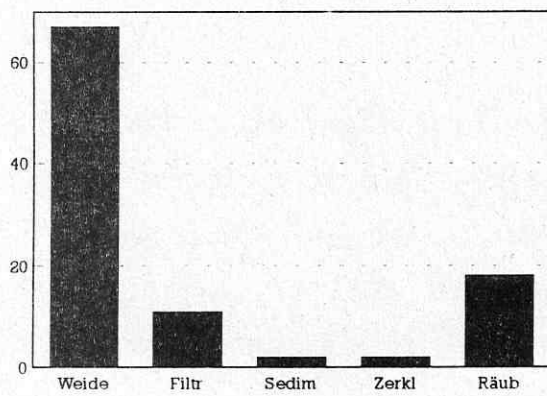
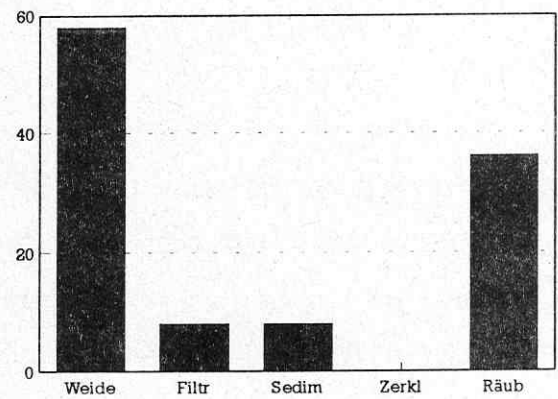
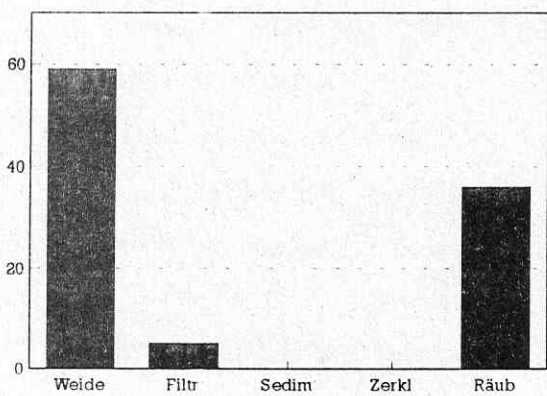
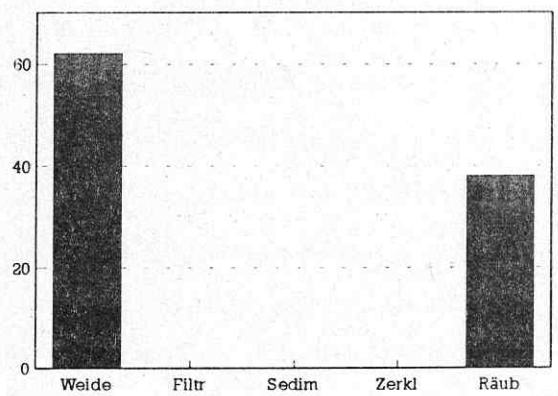
**Ochsenkopf****Parnitz****Heidemühle****Ausreißer****Taura****Lausa**

Abb. 12:  
Verteilung der Makroinvertebraten-Ernährungstypen (Artanteile)

Beim permanent sauren Gew.Nr. 6 (Lausa) waren schließlich nur mehr Weidegänger und Räuber zu beobachten, obwohl Substrate für eine Besiedlung der anderen Freßtypen vorhanden wären. Die Filtrierer bei Gew.Nr. 5 (Taura) werden durch die Kleinkrebse *Scapholeberis mucronata* und *Chydorus thienemanni* repräsentiert, die für die derartigen Bäche an sich untypisch sind und wohl eher der sogenannten Seeausflußbiozönose zugerechnet werden müssen. Letztere ist durch ins Fließwasser eingeschwemmte Stillwasserarten charakterisiert. Es ist anzunehmen, daß diese Arten ihr Hauptvorkommen im Löschwasserteich haben, der diesem Probengewässer vorgeschaltet ist. *Scapholeberis mucronata* ist nach HERBST (1962) sowohl gegenüber alkalischem als auch acidem Milieu tolerant.

#### 4.3. Zusammenhang mit chemischen Untersuchungen

Der Gradient, der im Untersuchungsgebiet anhand der physiko-chemischen Analysen des Wassers festgestellt wurde (REINHART, in Vorb.), war auch anhand der Evertbratenzönosen zu beobachten. Die Ergebnisse korrespondierten also. Dagegen konnte kein Bezug zwischen biologisch relevanten abiotischen Parametern (pH-Wert, Al) und unspezifischen synökologischen Meßgrößen wie Artenzahl, Evenness und Diversitätsindex signifikant nachgewiesen werden (Abb. 14).

Die Klassifizierung des Säurezustandes nach pH-Regime (entspr. BRAUCKMANN, 1992) ergab für Gew.Nr. 1 (Ochsenkopf) Klasse II ("episodisch sauer"), für Gew.Nr. 2 (Parnitz) I ("permanent nicht sauer") und für alle anderen Gewässer Klasse IV ("permanent sauer"). Dabei wurden am Gew.Nr. 2 (Parnitz) die zwei Termine, zu denen der pH um 0,03 bzw. 0,05 Einheiten unter 5 sank, optimistischerweise als Ausreißerwert behandelt. Würde die Klassifizierungsregel ganz streng angewendet, müßte auch dieser Bachabschnitt mit Klasse II bewertet werden.

Diese Klassifizierung stimmt mit der biologischen Indikation weitgehend überein (Tab. 5, Abb. 13) und hilft die Ergebnisunterschiede bei den biologischen Bewertungsmethoden zu diskutieren (s. Abschnitte 4.2.2. und 5.3.).

Tab. 5:

Vergleich der Einstufungen der Untersuchungsgewässer durch die verschiedenen Organismengruppen (bei Makroinvertebraten: Gesamtjahreszönose<sup>\*)</sup>, Gesamt-Bewertung der Einzeltermine<sup>\*\*)</sup>) und pH-Regime

|              | Wasserwirbellose <sup>*)</sup> | Wasserwirbellose <sup>**)</sup> | Kieselalgen                                                                                             | pH-Regime             |
|--------------|--------------------------------|---------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| 1 Ochsenkopf | permanent nicht sauer          | episodisch sauer                | episodisch schwach sauer                                                                                | episodisch sauer      |
| 2 Parnitz    | episodisch sauer               | episodisch sauer                | episodisch schwach sauer<br>(ursprünglich sauer, durch<br>organische Belastung<br>zeitweise überlagert) | permanent nicht sauer |
| 3 Heidemühle | periodisch sauer               | permanent sauer                 | permanent stark sauer                                                                                   | permanent sauer       |
| 4 Ausreißer  | permanent sauer                | permanent sauer                 | periodisch deutlich sauer                                                                               | permanent sauer       |
| 5 Taura      | permanent sauer                | permanent sauer                 | permanent stark sauer                                                                                   | permanent sauer       |
| 6 Lausa      | permanent sauer                | permanent sauer                 | permanent stark sauer                                                                                   | permanent sauer       |

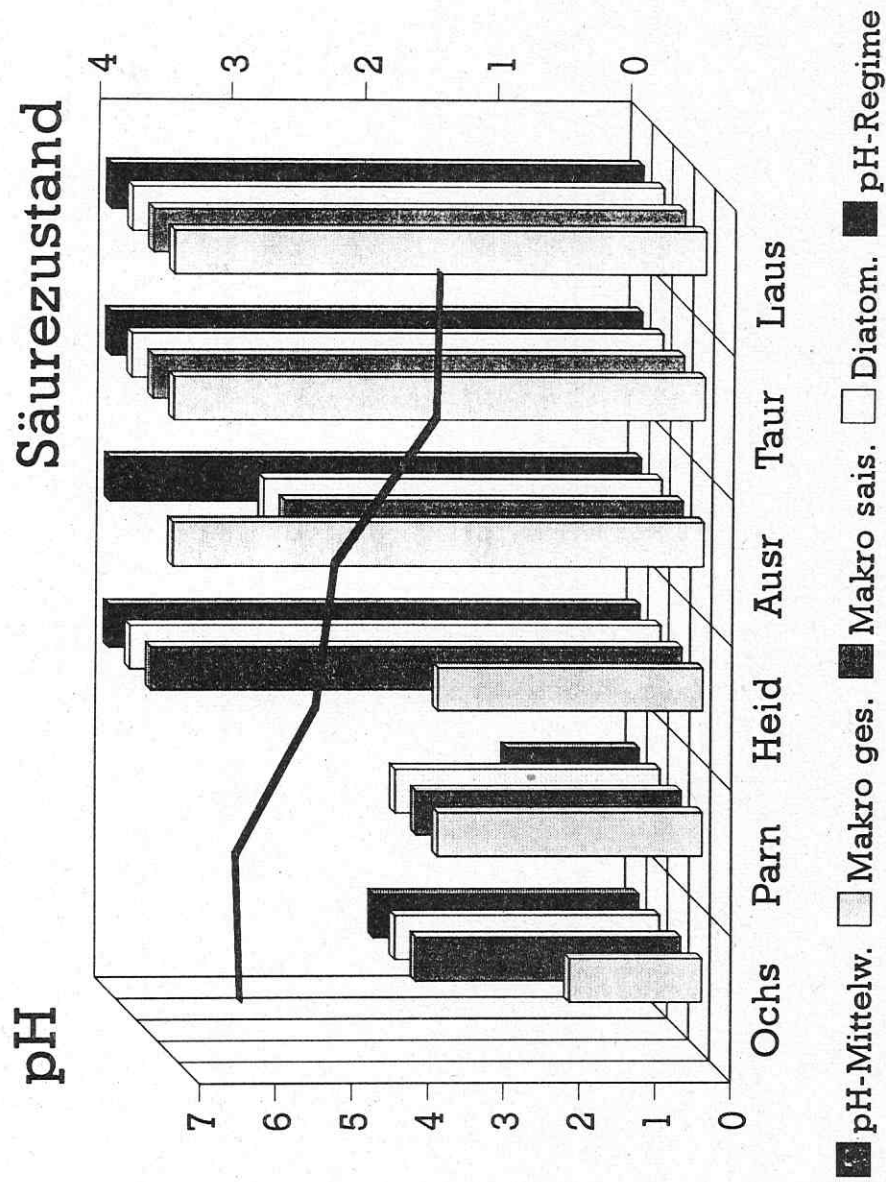


Abb. 13:  
Vergleich der Säurezustands-Bewertung durch Makroinvertebraten (Ganzjahreszönose, einzelne Termine), Kieselalgen und pH-Regime

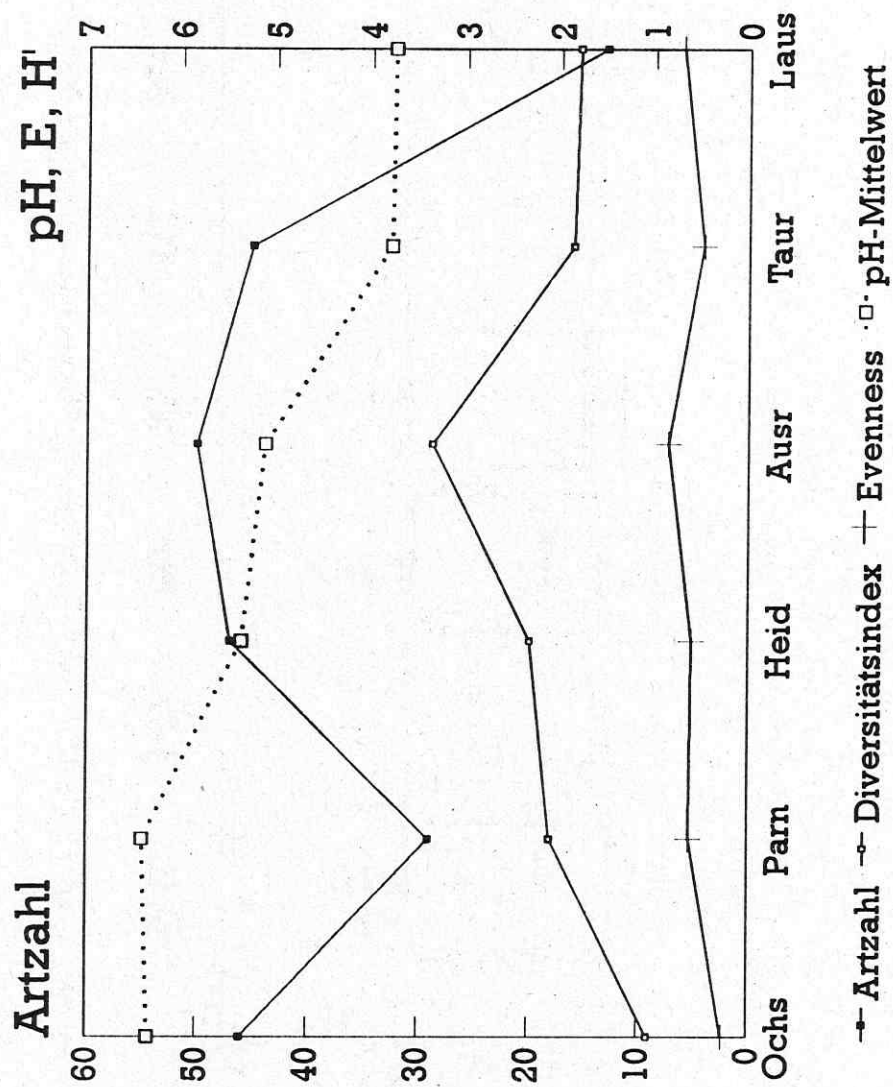


Abb. 14:  
Artzahl, Evenness und Diversitätsindex (Makroinvertebraten) im gesamten Jahr und pH-Mittelwert



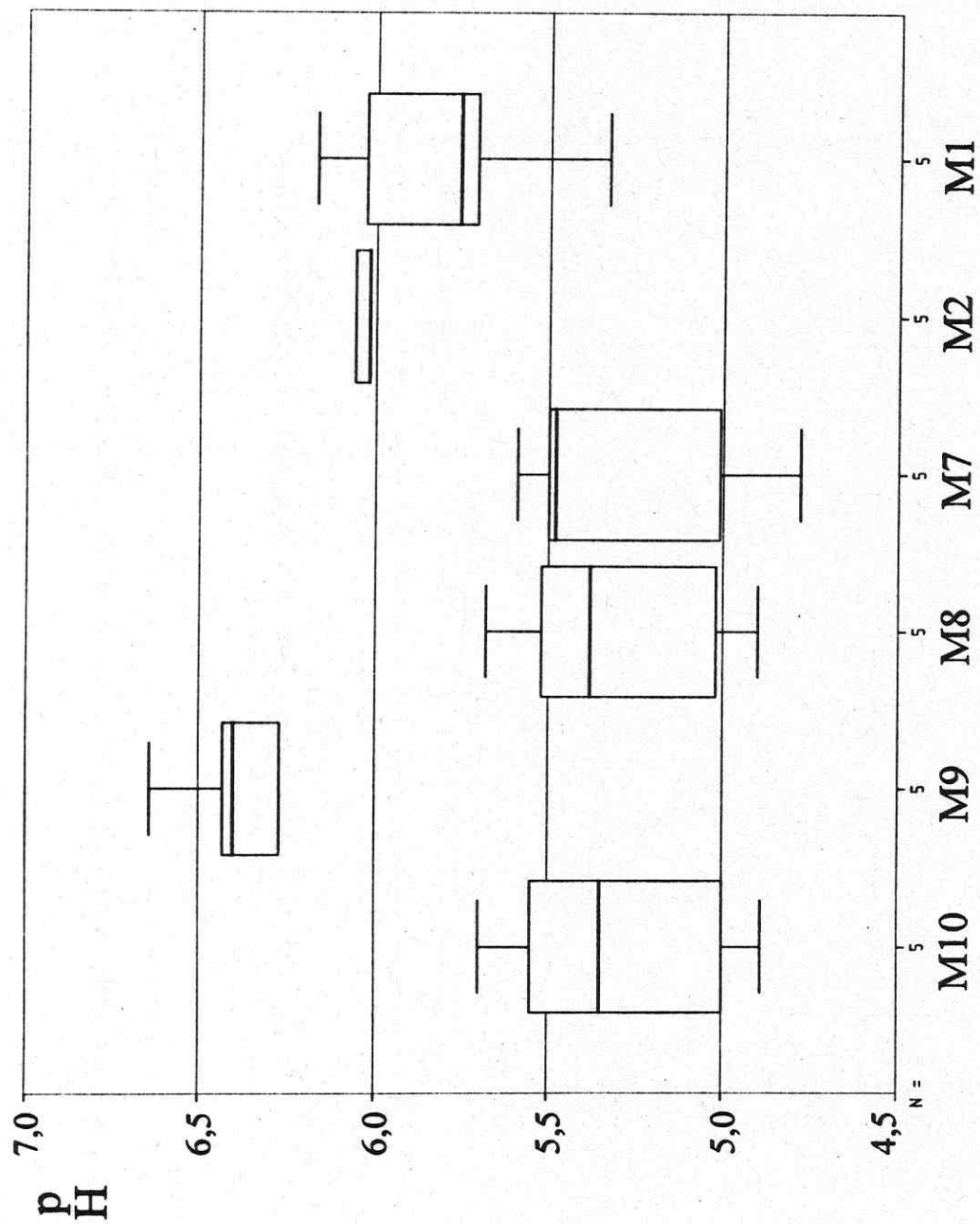


Abb. 15:

pH-Werte an Meßstellen des Bachsystems an der Heidemühle (50%-Perzentile mit Mittelwert und Maxima/Minima [M3-M6 nicht dargestellt]);  
Lage s. Abb. 1b



#### 4.4. Detailstudie Quellsystem Heidemühle: Verteilung der Säureindikatoren

Dieser Untersuchungsteil kann selbstverständlich nur orientierender Natur sein. Dennoch zeigte die Messung der physikalisch-chemischen Parameter in dem relativ kurzen Untersuchungszeitraum signifikante Unterschiede: Die Meßpunkte im Hauptbach (Abb. 1b) wiesen bis auf den untersten Zufluß signifikant niedrigere pH-Werte (durchschnittlich zwischen 5,0 und 5,5) als die zuführenden Seitengerinne auf (Abb. 15, Tab. VIId); nach Einfluß des letzten, neutralen Quellbaches (M2) unterschied sich der pH-Wert des Hauptbaches (an M1) nicht mehr signifikant von dem des letzten Zuflusses. Die pH-Werte in den Gerinnen des Seitensystems lagen dabei alle im circumneutralen Bereich.

Es bietet sich also folgendes Bild: Der Hauptbach führt in seinem oberen Teil saures Wasser (detaillierte Charakterisierung bei REINHART, in Vorb.). Die Zuflüsse des Quellgebietes (M2-M6, M9) bringen ihm neutrales Wasser zu (Abb. 15), jedoch reichen offenbar erst die Abflußmengen des letzten Zuflusses (M2) aus, um das pH in den circumneutralen Bereich zu heben. Die Erhebungen säuresensibler Taxa belegen, daß das obige Säurebelastungsmuster wohl auch längerfristig besteht. Abb. 16 und 17 zeigen deutliche Vorkommen (Abundanzklasse 4) der Erbsenmuschel *Pisidium* sp. in den circumneutralen Seitengerinnen (M2-M6, M9, s. Abb. 1b) und nur geringe (Abundanzklasse 2) oder gar keine im sauren Hauptgerinne (M1, M7, M8, M10) bis der neutralisierend wirkende Einfluß des unteren Seitengerinnes (M2; s. Abb. 15) ein stärkeres Vorkommen des Taxons ermöglicht.

Dieser Effekt ist nicht so deutlich wie beim Gemeinen Flohkrebis *Gammarus pulex*. Möglicherweise sind die Muscheln toleranter als bisher angenommen oder sie nutzen ihre Fähigkeit, sich bei Säureschüben im schützenden Sediment eingraben zu können. *Gammarus pulex* wurde lediglich im unteren Seitengerinne (M2) in hohen Abundanzen und unterhalb der Einmündung (M1) in geringeren Abundanzen nachgewiesen (Abb. 16). Das fehlende Vorkommen im oberen Zufluß (M9) ist möglicherweise auf zu geringe Fließgeschwindigkeit und weniger auf Säureeinwirkung zurückzuführen. Die Habitatstrukturen des Hauptgerinnes ließen jedoch auch hier eine Besiedlung erwarten.

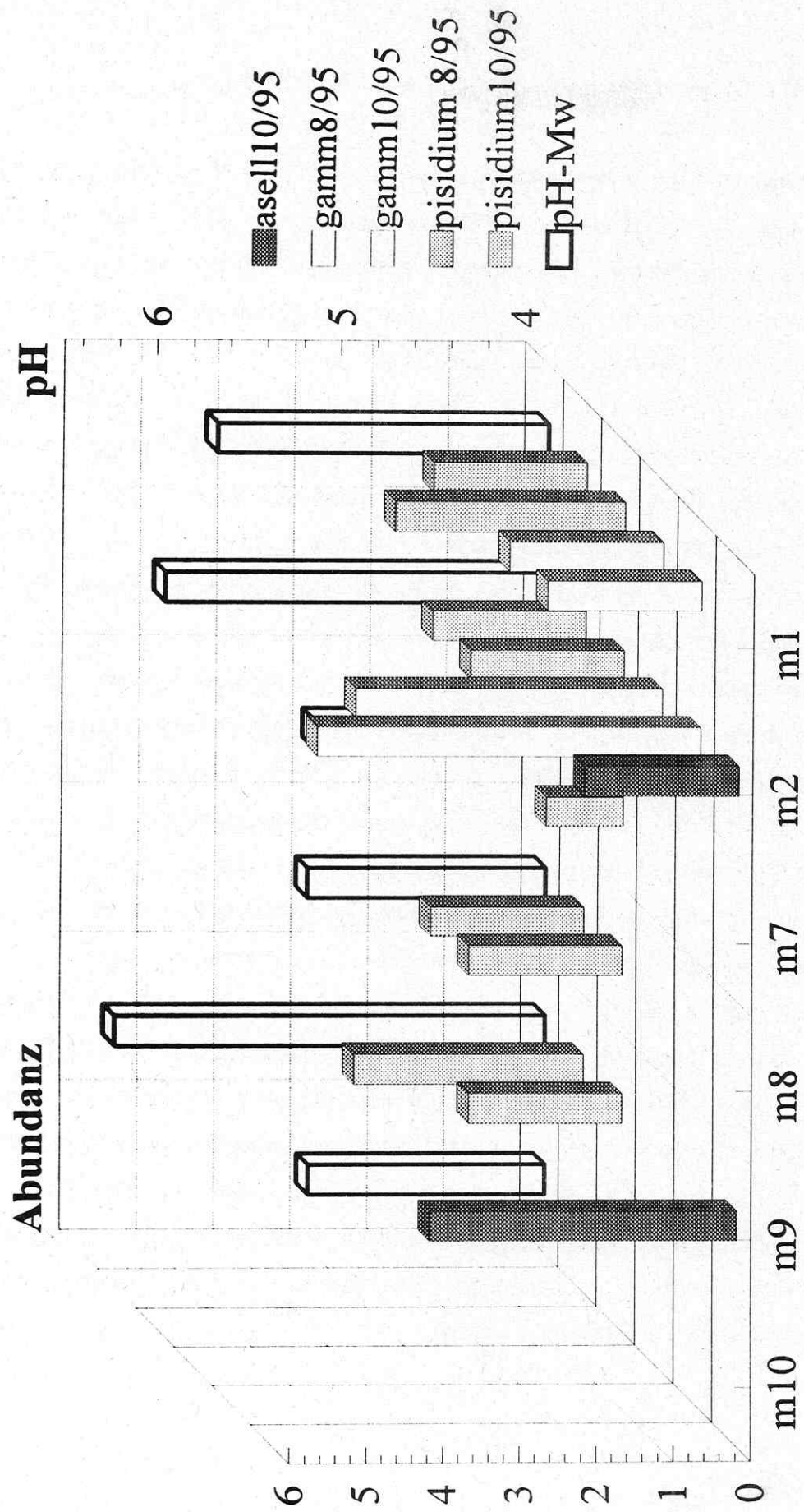


Abb. 16:

Vorkommen von *Asellus aquaticus*, *Gammarus pulex* und *Pisidium* sp. zu den Probeterminen an den Meßstellen M1, M2, M7-M10 des Bachsystems (Lage s. Abb. 1b) an der Heidemühle (in Abundanzklassen) und pH-Mittelwert

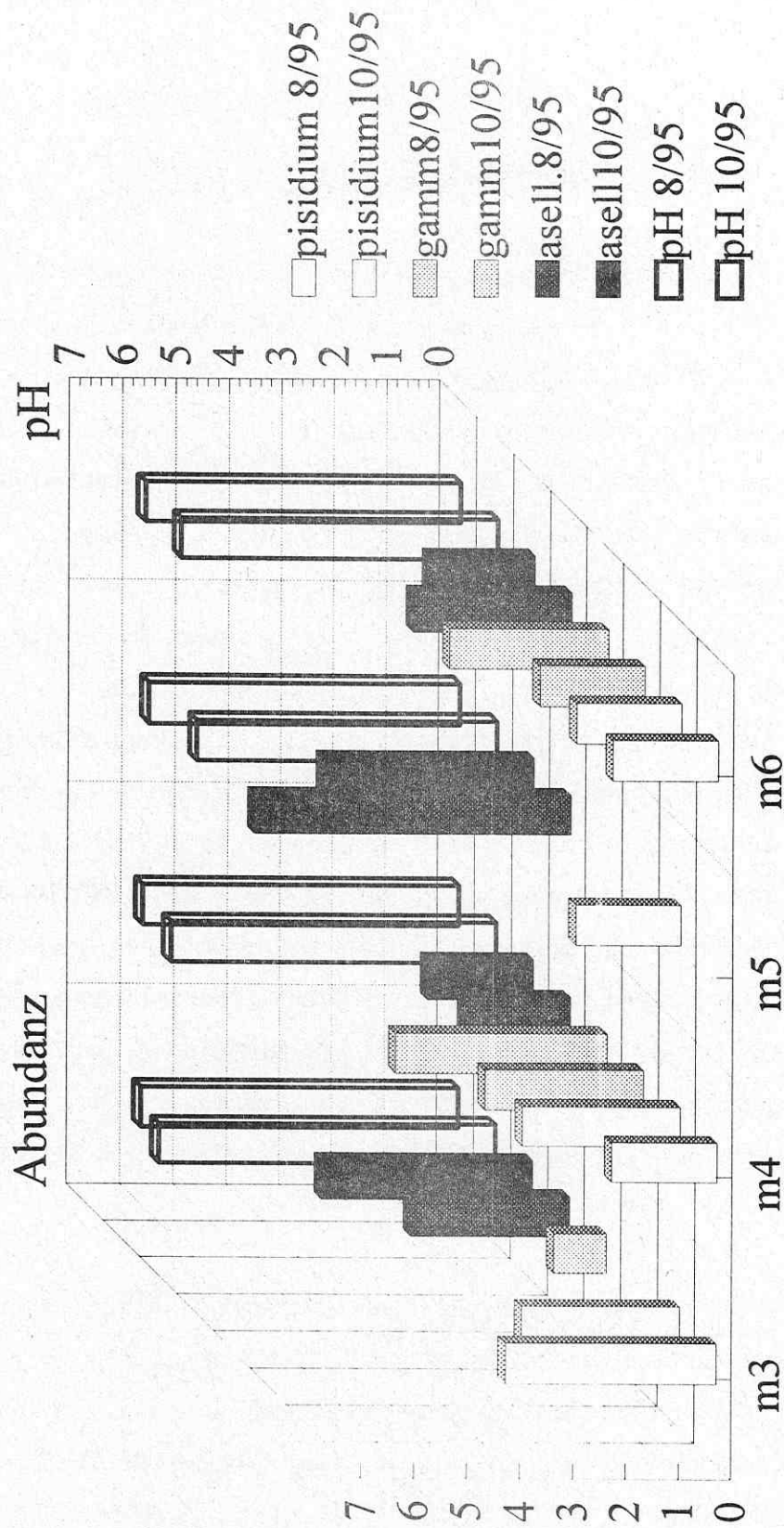


Abb. 17:

Vorkommen von *Asellus aquaticus*, *Gammarus pulex* und *Pisidium* sp. zu den Probeterminen an den Meßstellen M3-M6 des Bachsystems (Lage s. Abb. 1b) an der Heidemühle (in Abundanzklassen) und pH-Werte

## 5. Diskussion

### 5.1. Methoden

Die heterogene Physiographie der Gewässer ermöglicht nicht, standardisierte Flächen zu beproben und damit zahlenmäßig exakte Vergleiche von Tierpopulationen ausgewählter Taxa durchzuführen. Dafür wurde in der vorliegenden Untersuchung mehr Wert auf eine genaue Artdetermination, möglichst repräsentative Erfassung der Arteninventare und einer Abundanzschätzung gelegt. Letzteres ist für die Beschreibung der Dominanzstruktur der Gemeinschaften ausreichend. Die verschiedenen Sammelmethoden (s. Abschnitt 2.1.1.) ergänzen sich in dieser Hinsicht. Damit jedoch die Berechnung des Diversitätsindex und der Evenness durchgeführt werden konnte, mußte eine Transformation der Abundanzdaten vorgenommen werden. Die transformierten Abundanzen sind dabei nur ein Hilfsmittel, die den mathematischen Anforderungen einer Berechnung genügen. Da die Umrechnungsfunktion für die einzelnen Abundanzklassen empirisch gewonnen ist, entsprechen die transformierten Werte nur dem verhältnismäßigen Vorkommen der einzelnen Taxa, dürfen aber nicht mit tatsächlichen Abundanzen gleichgesetzt werden. Wollte man eine Gemeinschaftsanalyse über die Dominanzstruktur durchführen, müßte man die bereits transformierten Abundanzdaten noch einmal in relative Abundanzen umrechnen. Durch diese weitere Transformation würde die Grenze der Überinterpretation erreicht. Deswegen erschien es angebracht, die Auswertung über die relative Dominanzstruktur zu unterlassen. Die Ausbildung charakteristischer Biozönosen kann durch die Clusteranalyse zufriedenstellend untersucht werden.

Der Nachteil von Indexberechnungen zur Beschreibung der Artenvielfalt besteht darin, daß nicht ausgesagt werden kann, wie viele Arten sich in der Probe befunden haben und auch nicht, welche zwischen zwei verglichenen Probestellen gemeinsam waren. Es können sich dabei für zwei vom Arteninventar und Struktur her völlig verschiedene Gemeinschaften gleichwertige Diversitätsindices errechnen. Nach MÜHLENBERG (1989: 302) ist die Unterscheidungsfähigkeit zwischen zwei Artengemeinschaften mit dem üblichen SHANNON-WEAVER-Index ohnehin nur "mäßig". Die ökologisch begründeten Unterschiede dieser verglichenen Biozönosen können somit mit dem Diversitätsindex ohne der Gefahr von



Fehlinterpretationen nicht beschrieben werden. Ein aussagekräftigeres Maß ist die Artzahl, die in der Regel mit steigendem Säuregrad abnimmt und die Zusammenhänge mit der Versauerung deutlicher zeigt (DILLS & ROGERS, 1974). Eine Voraussetzung für die Anwendung von Diversitätsindices ist eine standardisierte Probenfläche, die bei der Erfassung von Makroinvertebratengemeinschaften im hier vorgefundenen Gelände nicht zu gewährleisten war. Bei der Erfassung der Diatomeenassoziationen ist eine Indexberechnung eher sinnvoll, da die Auszählung auf dem Objektträger unter dem Mikroskop erfolgt. Dabei werden relative Abundanzen (keine Abundanzklassen) gemessen und direkt bei Indexberechnungen verwendet.

Ein hilfreicherer Maß als der Diversitätsindex ist die Evenness, die erkennen läßt, ob in einer Gemeinschaft wenige Arten bei einem reichen Arteninventar dominieren oder viele Arten ähnlich dominant sind. Jedoch muß berücksichtigt werden, daß die untersuchten Bäche in ihrer Morphologie heterogen sind. Damit ist die Aussagekraft von mittelmäßigen Werten (wie dem Diversitätsindex oder der Evenness) von vornherein beschränkt. Das engeräumige Neben- und Ineinander der Habitate kann am besten durch das Vorkommen bestimmter Arten und eine genaue faunistische und floristische Analyse beschrieben werden.

Die zeitlich punktuelle Aufsammlung der Organismen kann kaum eine Ahnung von den tatsächlichen phänologischen Ereignissen einzelner Arten abgeben. Es muß damit gerechnet werden, daß einige Arten zwischen den Probeterminen auftraten und damit nicht erfaßt wurden. Erfahrungsgemäß reichen jedoch vier ausgewählte Beprobungen über das Jahr verteilt aus, um einen repräsentativen Überblick über das Arteninventar einer Untersuchungsstelle zu vermitteln. Bislang konnte an jedem Termin eine erhebliche Steigerung der Artnachweise verzeichnet werden, was nicht auf eine unzureichende Sammelweise, sondern der unterschiedlichen Phänologie der einzelnen Arten zurückzuführen ist. Beispielsweise zeigte *Scapholeberis mucronata* bei Probestelle 5 (Taura) im Juni 1994 eine Massenentwicklung, während die Art an den anderen Probeterminen fehlte. Läßt man bei den Makroinvertebraten die Chironomidae (Zuckmücken) bei den Artzuwachsbalancen weg, ist die Steigerung der Artnachweise vom einen Probetermin zum anderen nur sehr gering (vgl. Abb. 4a und b). Es kann somit davon ausgegangen werden, daß die regelmäßig aufgetretenen Arten repräsentativ erfaßt wurden. Die Tatsache jedoch, daß die Chironomidae die Hälfte sämtlicher nachgewiesenen Arten ausmachte, zeigt, daß in dieser Tiergruppe noch

ein erhebliches nutzbares Potential zur Charakterisierung des untersuchten Lebensraumes steckt.

## 5.2. Ökologische Zustandsbeschreibung der Gewässer

Die Gewässer waren nicht unbeeinflusst. Sowohl direkte Maßnahmen (Ausräumung) als auch indirekte (ehemalige Düngung der Waldgebiete) können die Lebensgemeinschaft nicht unbeeinträchtigt lassen. Durch Bachräumung werden wertvolle Hartsubstrate wie Tothölzer entfernt. Weiter müssen langsam diffundierende Stoffeinträge aus den Zeiten der Walddüngung vermutet werden. Ob die erhöhte organische Belastung, die anhand der Diatomeenflora stellenweise aufgespürt wurde, allerdings eine Spätfolge dieser Düngung darstellte oder ob sie ihre Ursache in der Aktivität von Schwarz- oder Rotwild (Wühl- und Suhlsuren, besonders bei Probestelle Nr. 2, Parnitz) hatte, ist nicht zu entscheiden. In dieser Frage könnte durch Untersuchungen der aquatischen Mikroflora, wie sie z.B. von SCHMIDT (1995) in Quellen der Kalkalpen durchgeführt werden (z.B. Auftreten oder Fehlen von fäkalcoliformen Bakterien) Klarheit geschaffen werden. Die Werte des Saprobienindex an den sauren Untersuchungsflüssen Nr. 5 (Taura) und Nr. 6 (Lausa) waren bis jetzt nicht dramatisch höher als an den anderen Probestellen. In Gewässern mit diesen Saprobienstufen spiegeln sich nach MAUCH et al. (1985) "natürliche" Zustände wider. Wegen der geringen Zahl der dort gefundenen Indikatorarten könnten hierfür sicherlich auch statistische Gründe eine Rolle für leicht erhöhte Werte spielen.

Der ökologische Gradient im Untersuchungsgebiet wird durch die Verschiebung des charakteristischen Artenspektrums von einer säuresensiblen Reinwasser-Biozönose in den Flüssen des nordwestlichen Gebietsteils zu einer säuretoleranten in den Gewässern des südöstlichen Teils deutlich. Dieser Gradient drückt sich tendenziell auch in der Verteilung der Ernährungstypen aus, wo Sedimentfresser und Zerkleinerer mit steigendem Säurezustand abnehmen. Letzterer Ernährungstyp soll dagegen nach MAUDEN (1994) mit höherem Säurezustand zunehmen. Da unter sauren Bedingungen die Zersetzung des Fallaubes durch Mikroben wesentlich langsamer abläuft, wäre aber gerade dann die Aufbereitung durch die Zerkleinerer besonders wichtig. Ebenso geht der Anteil an Weidegängern an der Biozönose



nach Ansicht desselben Autors mit sinkendem pH zurück. In dieser Untersuchung wurden jedoch immer gleichbleibende Anteile gefunden. Möglicherweise ist dieser Unterschied darin begründet, daß einerseits bestimmten Arten vom Autor ein anderer Ernährungstyp zugeordnet wurde, andererseits, daß in der vorliegenden Untersuchung auch oft vernachlässigte taxonomische Gruppen (z.B. *Chironomidae*) in Ernährungstypen klassifiziert wurden, die unter Umständen dann das Bild der Struktur verändern könnten. (Die Ansprache und Kenntnis der Ernährungstypen ist zur Zeit nur aus zahlreich verstreuter Einzelliteratur zu erfahren und ist manchmal widersprüchlich. Es fehlt in mitteleuropäischen, besonders im deutschen Raum an einer wissenschaftlich fundierten Liste, in der autökologische Charakteristika - soweit bekannt - einheitlich und übersichtlich dargestellt sind. Einen ersten Schritt zur Schließung dieser Lücke stellt hier die "Fauna Aquatica Austriaca" dar, ein Katalog zur autökologischen Einstufung aquatischer Organismen Österreichs (MOOG, 1995). Ein solches Werk ist auch bei uns dringend zu fordern.).

Die heutige, im Gegensatz zu früher veränderte Situation der Schadstoffdeposition läßt für die Zukunft keine gleichzeitige Abpufferung der immer noch niedergehenden Säurebestandteile im Nordwesten (wo Untersuchungsgewässer Nr. 1 bis 4 liegen) mehr annehmen, da die Emission der basischen Flugstäube im Raum Bitterfeld-Wolfen praktisch nicht mehr stattfindet. Somit ist damit zu rechnen, daß die hier liegenden "permanent nicht sauren" oder nur "episodisch sauren" Gewässer versauern bzw. noch weiter versauern. Die Biozönosen, die charakteristischerweise säuresensible Arten wie *Gammarus pulex* und *Pisidium* spp. enthalten, werden sich daher langfristig denjenigen, säuretoleranten angleichen, die bereits jetzt in den permanent sauren Bächen des südöstlichen Untersuchungsgebietes anzutreffen sind.

### 5.3. Säurezustandsbewertung in der Praxis

#### 5.3.1. Probleme in der Bewertungspraxis

Die Güte der Indikation ist von der Güte der Indikatoren abhängig. Die Sensitivitäten der Evertibraten sind empirisch gefunden und in einer Liste klassifiziert (BRAUCKMANN,

1992, BAYER. LANDESAMT F. WASSERWIRTSCHAFT, 1993). Einige der Arten werden von den Autoren jedoch uneinheitlich beurteilt. In der vorliegenden Untersuchung trifft dies auf die Zweigestreifte Quelljungfer *Cordulegaster boltoni* zu, die nach Einschätzung des Bayerischen Landesamtes für Wasserwirtschaft "mäßig säureempfindlich" (Empfindlichkeitsklasse 2) ist, während BRAUCKMANN (1992) sie als "säuretolerant" (Empfindlichkeitsklasse 3) einstuft. In der Dübener und Dahleener Heide wurde sie dagegen bei allen gefundenen Säuregraden angetroffen, regelmäßig auch im "permanent sauren" Gewässer Nr.5 (Taura). Diese Beobachtung deutet auf eine wahrscheinlich weitgehende Resistenz gegenüber Säureeinwirkung hin. Die bisherige Einstufung muß also relativiert werden. Aufgrund der Nachweise wurde die Art in der vorliegenden Untersuchung jedoch nicht als Säureindikator verwendet.

Bei der Auswertung muß ein Abundanzklassenschwellenwert aller eingestuften Arten einer Empfindlichkeitsklasse erreicht werden, damit für eine Probestelle ein Säurezustand bestimmt werden kann. Doch verwenden verschiedene Autoren unterschiedliche Schwellenwerte. RADDUM et al., 1988) genügen die bloße Anwesenheit einer sensiblen Art (also auch als Einzelfund), um den Säurezustand eines Gewässers anzugeben. Das macht diese Methode bei sporadischen Probenahmen anfällig für Fehleinschätzungen, da dieser Einzelfund zufällig auftreten kann.

Das Bayerische Landesamt für Wasserwirtschaft und die Landesanstalt für Umweltschutz (Baden-Württemberg) verwenden als Abundanzschwellenwert 3, wobei sie Einzelfunde von vornherein ausschließen. Bei der vorliegenden Untersuchung wurde ebenfalls der Wert 3 verwendet. Bei RADDUM et al. (1988) wird die Abundanz als Vitalitätsmeßgröße einer Population m.E. zu wenig berücksichtigt. Jedoch wurden Einzelfunde von Arten auch miteinbezogen, da sie an einem Gewässer nicht selten in mehreren Proben vorkamen, wenn auch als Einzelnachweise von verschiedenen Arten. Die Anwesenheit solcher Arten kann in ihrer Gesamtheit nicht übersehen werden - insbesondere, wenn sie Indikatoren darstellen. Im Unterschied zu RADDUM et al. (1988) werden in der vorliegende Studie ggf. mehrere Einzelfunde (falls sie Indikatoren sind) herangezogen, was eine Bewertung weniger unsicher macht. Aus diesem Grund wurden sie hier aus der Auswertung nicht ausgeschlossen. Im März 1994 wurde dies für die Bewertung des Säurezustandes an Gew.Nr. 3 (Heidemühle) entscheidend. Es trat dabei ein weiteres Problem des Säureklassen-Bewertungssystems zutage:

Dieses Gewässer befindet sich in einem Übergangsstadium der Versauerung. Hier ergaben sich unterschiedliche Bewertungen, wenn einerseits die Zönosen der Einzeltermine oder andererseits die Gesamtjahreszönose zugrunde gelegt werden. Diese Unterschiede waren beim "periodisch" bis "permanent" sauren Gewässer Nr. 3 (Heidemühle) am auffälligsten. Deshalb sollen sie im folgenden näher diskutiert werden.

In den einzelnen, saisonal genommenen Proben werden oft zu wenige säuresensible Arten in zu geringen Abundanzen gefunden, um den Schwellenwert für einen entsprechenden Säurezustand zu überschreiten, der durch sie angezeigt würde. Dadurch wird ein höherer Säurezustand bewertet.

In den einzelnen Proben finden sich jedoch nicht immer dieselben Indikatorarten (z.B. kann dies mit der unterschiedlichen Phänologie bei merolimnischen Fluginsekten zusammenhängen). Faßt man dann die verschiedenen Artenlisten eines Untersuchungsjahres zusammen, ist das Artenspektrum und die Abundanz der säuresensiblen Arten wieder ausreichend, um den Schwellenwert zu überschreiten und den entsprechenden Säurezustand anzuzeigen. In der wasserwirtschaftlichen Praxis hat man sich der Praktikabilität halber geeinigt, jede einzelne Probenahme zu bewerten, auch wenn jeweils immer andere Indikatorarten und möglicherweise in geringen Abundanzen gefunden werden (G. Schnellbögl, Bayer. Landesamt f. Wasserwirtschaft, A. Weinzierl, Wasserwirtschaftsamt Landshut, U. Brauckmann, Landesanstalt f. Umweltschutz Karlsruhe, persönl. Mitt.). Es bleibt die Frage, welchen tatsächlichen Indikationswert die abundanzschwachen Arten haben und wie die Indikation in den Übergangsstadien differenzieren kann.

Beim Gewässer Heidemühle ist die Bewertungssituation somit sehr heterogen:

- chemische Untersuchungen (nach der Klassifikation BRAUCKMANNs, 1992):  
Säurestufe 3 ("periodisch sauer")
- Kieselagen: Säurestufe 4 ("permanent sauer")
- Makroinvertebraten: zusammengefaßte Artenliste des Untersuchungszeitraums:  
Säurestufe 2 ("episodisch sauer"); einzelne Termine: dreimal Säurestufe 4 ("permanent sauer"), einmal Säurestufe 2 ("episodisch sauer")

An diesem Standort werden also von vier möglichen Säurezuständen drei verschiedene

indiziert. Außer an den eindeutig sauren Bächen (Gew.Nr. 5, Taura, Gew.Nr. 6, Lausa) sind auch die Bewertungen der anderen Probestellen nicht einheitlich, wobei jedoch bei weitem keine so unübersichtliche Situation hinsichtlich des Index besteht. Beim Gew.Nr.3 (Heidemühle) entscheidet das pH-Regime (Tab. IXc, Abb. VIIIa), daß die Zustandsbewertung mit der Gesamtjahreszönose und dem Abundanzschwellenwert 3 für säuresensible Arten zu nicht plausiblen Ergebnissen kommt und eher die Bewertung durch die einzelnen Termine ein richtigeres Bild ergibt (in Übereinstimmung mit der Bewertung durch die Kieselagen). Andererseits kann die regelmäßige Präsenz säuresensibler Arten nicht übersehen werden, die nur bei einer Betrachtung der Gesamtjahreszönose deutlich in Erscheinung tritt.

Aus diesen Ergebnissen ist zu folgern, daß die Bewertung des Säurezustandes mit dem verwendeten biologischen Index in Bächen, die sich in einem Übergangsstadium befinden, undeutlich ist, wenn man die verschiedenen Bewertungsmethoden miteinander vergleicht. Besonders deutlich wurde dies am Bach an der Heidemühle. Diese Übergangsfauna innerhalb der Verschiebung des Artenspektrums ist in Tab. 3 oder Tab. 4 auch optisch dargestellt. Diese Zustände können zum gegenwärtigen Zeitpunkt also nur verbal und synoptisch treffend beschrieben werden. Das Klassifizierungssystem führt in diesen Fällen zu unklaren und unbefriedigenden Ergebnissen. Daraus ergibt sich folgender Forschungsbedarf:

Beim bestehenden Bewertungssystem ist das Problem des Abundanz-Schwellenwertes und der Bewertungsmatrix (zusammengefaßte oder einzelne Artenlisten) zu untersuchen. Es fehlen Grundlagen über Kriterien für Schwellenwertfestsetzungen. Möglicherweise kann eine Abänderung dieses Wertes für Ganzjahreszönosen die Lücke zwischen den verglichenen Methoden enger machen. Es ist wichtig, diese Frage für Abundanzklassen (nicht für Individuendichten) zu untersuchen, damit auch solche Gewässer bewertet werden können, die so klein sind (wie hier), daß keine Individuenzahlen auf einer standardisierten Probefläche aufgenommen werden können.

Es ist zu prüfen, ob ökologisch ausdifferenzierte Tiergruppen für die Zustandsbewertung nicht geeigneter wären oder die Indikatorenliste sinnvoll ergänzen können. Z.B. ist die ökologische Spezialisierung und der Zeigerwert



vieler Zuckmückenarten (Chironomidae) bereits weitgehend bekannt (z.B. PINDER, 1986). Es wurde jedoch nur selten versucht, ein Bewertungssystem auszuarbeiten (BAYER. LANDESAMT F. WASSERWIRTSCHAFT, 1992, MOOG, 1995).

Hohes Augenmerk sollte in der künftigen Säurezustands-Bewertung auf der Beobachtung der Populationsentwicklung der säuresensiblen Arten fallen (die im Untersuchungsgebiet in den nördlichen drei Gewässern vorkamen; sie dienen vornehmlich als Indikatoren des Untersuchungsgebietes). Diese Arten (z.B. *Gammarus pulex*) sollten für die Bioindikation bevorzugt untersucht werden und die Populationsentwicklung und -struktur als tatsächliche Indikation verwendet werden.

Desweiteren wurde bei Gew.Nr. 3 (Heidemühle) durch die nähere Untersuchung des Einzugsgebietes (s. Abschnitt 4.4.) deutlich, daß der Säurezustand des bewerteten Gewässers durchaus nicht mit dem der Gewässer des umliegenden Gebietes übereinstimmte. Dies wird weiter unten (Abschnitt 5.3.3.) ausführlich diskutiert.

Dagegen kann anhand der epilithischen Diatomeen unter bestimmten Voraussetzungen (v.a. keine organischen Verunreinigungen) der durchschnittliche pH-Wert des umgebenden Milieus errechnet werden, allerdings nur dann, wenn der Anteil der Zeiger für organische Belastungen in der Gesellschaft gering ist. In der vorliegenden Untersuchung ist aufgrund dieser Tatsache die Berechnung nur an Untersuchungsgewässer Nr. 3 (Heidemühle) und Nr. 5 (Taura) möglich. Das zeigt die hohe Selbstkontrolle bei dieser Bewertungsmethode und weist auf die Vielseitigkeit von Diatomeen bei einer Bioindikation hin. Allerdings werden durch diese Organismen nur Zeiträume von Wochen erfaßt, während Makroinvertebraten als Langzeitindikatoren für Milieubedingungen angesehen werden können.

Makroinvertebraten und Diatomeen kamen also bei der vorliegenden Studie im Einzelfall zu unterschiedlichen Ergebnissen der Säuresituation in den Waldbächen, die in der Tendenz übereinstimmten, jedoch treten die Grenzen des Säureklassen-Indikationssystems bei Makroinvertebraten gerade bei Gewässern im Übergangsbereich der Versauerung auf (Abb.



10b-d, Tab. 5). Im Prinzip funktionieren die beide Indikationssysteme nach SCHNELLBÖGL (1994) aber gut und stimmen in ihren Ergebnissen überein.

### 5.3.2. Bemerkungen zu gültigen und möglichen Indikatoren

Um als Bioindikatoren fungieren zu können, müssen die Biologie und Faunistik der in Betracht kommenden Arten gut bekannt sein. Im folgenden soll in aller Kürze auf die Rolle ausgewählter Indikatorarten in dieser Untersuchung eingegangen werden. Diese Aspekte stellen wertvolle Detail- und Allgemeininformationen bei folgenden Untersuchungen dar.

#### *Gammarus pulex*:

Der Gemeine Flohkrebs ist bei BRAUCKMANN (1992) in der höchsten Sensitivitätsstufe gegenüber Säure klassifiziert worden. Die Wasserstoffionensensitivität der Flohkrebse ist bekannt (z.B. OKLAND & OKLAND, 1980, BORGSTROM & HENDREY, 1976, zit. in MATTHIAS, 1983). Sein Auftreten im Untersuchungsgebiet steht daher im engen Zusammenhang mit dem Säurezustand der Gewässer (Abb. IV) und war dementsprechend nur in neutralen Bächen des Nordwestens (Gew.Nr. 1, Ochsenkopf, Gew.Nr. 2, Parnitz) in hohen Dominanzen zu finden. Die Einzelfunde an Gewässer Nr. 3 (Heidemühle, pH-Mittelwert 5.36) bezeichnen die Existenzschwelle der Art, die in den anderen Bächen unterschritten wurde, obwohl das Substrat vorhanden war. *G. pulex* spielt im Ökosystem eine wichtige Rolle als Zerkleinerer bei der Dekomposition von Pflanzenmaterial und tritt meist in hohen Abundanzen auf. Fällt die Art aus, entsteht eine Lücke im Stoffkreislauf des Systems, da z.B. Fallaub im Wald einen entscheidenden Anteil an der allochthonen Materialzufuhr stellt, die besonders von *G. pulex* umgesetzt werden kann.

#### *Pisidium* spp.:

Im Untersuchungsgebiet wurden drei Erbsenmuschelarten gefunden (*P. personatum*, *P. casertanum*, *P. obtusale*). Von ihnen kann nur *P. personatum* als krenophil und stenök angesehen werden. *P. obtusale* und *P. casertanum* sind eurytop und euryök (GLOER & MEIER-BROOK, 1994). In den Sensitivitätsklassifizierungen der Landesämter ist das Sammeltaxon *Pisidium* spp., also alle Arten, die gefunden wurden, mit der zweithöchsten

Säuresensitivitätsstufe ausgewiesen. *P. casertanum* gilt nach GLOER & MEIER-BROOK (1994) als extrem tolerant, sogar gegenüber schwankenden pH-Werten. Die letztere kam tatsächlich auch noch vereinzelt im Gewässer Nr. 3 (Heidemühle) vor, während die beiden anderen dort fehlten und nur in den schwächer sauren Bächen Nr. 1 und 2 nachgewiesen werden konnten (die diffuse Bewertungssituation in Gew. Nr. 3 (Heidemühle) wurde weiter oben beschrieben). Dennoch wurden alle Arten in Übereinstimmung mit der Liste der Landesämter als säuresensible Indikatoren behandelt werden (Abb. V). Es wird auch diskutiert, Pisidien als Indikatoren nicht mehr zu verwenden, da sie die Fähigkeit besitzen, sich vor starken Säureschüben durch Eingraben in das Sediment zu schützen (Dr. G. Schnellbögl, Bayer. Landesamt f. Wasserwirtschaft, persönl. Mitteilung).

*Macropelopia adaucta:*

BRAUCKMANN (1987) erkannte bei *Macropelopia*-Arten keine erkennbare Bachtypenpräferenz. Diese Zuckmückenart (*Chironomidae*, Diptera) gilt jedoch bei FITTKAU (1962: 127) und FITTKAU & REISS (1974) als typischer Bewohner von moorig-sauren Habitaten und Quellbiotopen, was in Übereinstimmung mit ihrem regelmäßigen Auftreten in den sauren Bächen steht (Abb. VI). Sie kann damit nicht nur als säuretolerant, sondern vielmehr als acidophil angesprochen werden, die höhere Säurezustände anzeigt.

*Corynoneura fittkaui:*

Diese kleine Dipterenart gehört ebenfalls zu den Zuckmücken. FITTKAU & REISS (1978) weisen sie als Quellart aus. Ihre Verbreitung gab LANGTON (1991) bisher nur im Alpengebiet und im hohen Norden an. Ihr Nachweis stellt somit eine faunistische Neuheit im untersuchten Naturraum dar. Im Gebiet ist sie nur in den sauren Bächen der Dählener Heide nachgewiesen worden. Ob sie damit jedoch - wie *Macropelopia adaucta* - als acidophil gelten kann oder nur zufällig im Untersuchungsgebiet so verteilt ist, können nur weitere und ausführlichere Untersuchungen in einem Naturraum mit zahlreichen, im Säurezustand unterschiedlichen Quellen klären. Das Gebiet der Dübener und Dählener Heide bieten dazu ein ideales Untersuchungsareal.

*Cordulegaster boltoni:*

Die Larve der Zweigestreiften Quelljungfer (Libellen, Odonata) gilt als typischer Bewohner

kleiner Fließgewässer, nicht unbedingt nur auf den Quellbereich beschränkt (BELLMANN, 1987). Im Bundesgebiet (alte Bundesländer) gilt sie nach KUHN (1992) als "gefährdet" (Gefährdungsstufe 3), nach BROCKHAUS (1993) im gesamten Bundesgebiet als "stark gefährdet" (Gefährdungsstufe 2), in Sachsen-Anhalt als "vom Aussterben bedroht" (MÜLLER, 1993 bzw. BROCKHAUS, 1993).

In den Listen der Landesämter wird sie als säuresensibel (Sensibilitätsstufe 2; s. BRAUCKMANN, 1992, BAYER. LANDESAMT F. WASSERWIRTSCHAFT, 1993) eingestuft. BROCKHAUS (1993) nennt die Gewässerversauerung als eine der Ursachen für die Gefährdung der Art. Während der vorliegenden Untersuchung wurde sie aber nicht nur in den neutralen und leicht sauren Gewässern der Dübener Heide, sondern auch im "permanent sauren" Bach bei Taura (Dahlener Heide) mit der Abundanzklasse 2 nachgewiesen (Abb. VII). Sie wäre damit also wesentlich säuretolanter als bisher angenommen, was aufgrund der vorliegenden Untersuchung in den Bewertungssystemen zum Säurezustand berücksichtigt werden muß. Entweder sollte sie aus der Liste der Indikatoren ganz herausgenommen werden oder zumindest mit Sensitivitätsstufe 4 (extrem säuretolerant) geführt werden.

#### *Atractides spinipes:*

Es konnte nur ein Exemplar dieser Tiergruppe (Hydracarina, Wassermilben) nachgewiesen werden. Das ist umso verwunderlicher als in dem untersuchten Biotoptyp viele quelltypische und epirhithrale Arten zu erwarten gewesen wären. Über eine besondere Säureempfindlichkeit dieser Tiergruppe ist wenig bekannt. MATTHIAS (1983) beobachtete einen Rückgang und eine Verarmung der Wassermilbenzönose mit zunehmender Säurekonzentration in Mittelgebirgsbachbiozöten. Ferner gibt es Hinweise auf Sensibilitäten gegenüber Schwermetallen (R. Gerecke, pers. Mitt.) und Belege für eine Sensibilität gegenüber organischen Belastungen. *A. spinipes* selbst ist eine euryöke Fließwasserart (VIETS, 1936, VIETS, 1974) ohne spezifische Zeigereigenschaften. Es ist daher nicht auszuschließen, daß die auftretenden Schwermetallkonzentrationen oder auch die temporär begrenzten pH-Absenkungen während eines starken Abflusses auf diese Taxozönose eine quasiletale Wirkung hat. Methodenbedingte Fehler (z.B. zu große Maschenweite) beim Sammeln kann ausgeschlossen werden, da wenigstens durch den Rückstau im Netz und beim Durchsuchen von Sediment mehr Individuen hätten zu finden sein müssen. Die Rolle von

Wassermilben als Bioindikatoren in die Gewässerbewertung einfließen zu lassen, ist bisher stark vernachlässigt worden, obwohl z.T. starke Empfindlichkeiten gegenüber Umweltveränderungen und -schwankungen bestehen (GERECKE, 1994).

### 5.3.3. Detailstudie Quellsystem Heidemühle: kleinräumige Auflösung von Säurezuständen

Die orientierende Untersuchung am Standort Heidemühle (Gew.Nr. 3), einer nach der Säurezustandsbewertung anhand von Makroinvertebraten "episodisch sauren" Probestelle, und ihrem Einzugsgebiet konnte belegen, daß nicht die Gewässer des ganzen Gebietes flächendeckend versauert sind, sondern daß der untersuchte Abschnitt zwar von weiter oben mit saurem Wasser versorgt wird, jedoch durch Gebiete, die neutrales Wasser führen, fließt und von diesen (vielleicht auch noch vom Untergrund) beeinflusst wird.

Weiter oben wurde das Gewässer Heidemühle als im Übergangsstadium befindlich bezüglich des Säurezustands angesprochen. Nun stellte sich durch die Untersuchung der Seitenzuflüsse heraus, daß das Hauptvorkommen der sensiblen Arten dort zu finden war und nicht im Hauptgerinne (Abb. 16). Es ist anzunehmen, daß die Wasserwirbellosen von diesen säuregeschützten Abschnitten das Hauptgerinne immer wieder besiedeln oder bei hohen Abflüssen immer wieder aus den Seitegerinnen dorthin abdriften. Die Quellrinnsale würden somit als Reproduktions- und Rückzugsgebiet für sensible Arten fungieren, die voneinander weitgehend abgeschnitten wären. Die hierin liegende Dynamik kann jedoch mit der vorliegenden, orientierenden Untersuchung nicht angesprochen werden.

Dennoch ist die Klärung der Frage, ob die Organismen eingespült werden oder tatsächlich im episodisch sauren überleben können von grundlegender Bedeutung für die Bewertungspraxis. Wenn nämlich eingespülte, sensible Organismen als Indikatoren herangezogen werden, wird der tatsächliche Säurezustand durch diese gar nicht dargestellt, sondern nur ein Artefakt.

Wenn aus den Ergebnissen gefolgert wird, daß die nachgewiesenen sensiblen Organismen im Untersuchungsbach nur eingespült sind oder daß sie nicht repräsentative Vertreter der Biozönose darstellen, muß dies konsequenterweise zu einer höheren Säurezustandsbewertung führen. Ein solches Ergebnis würde dann auch mit den erhaltenen Einstufungen durch



Kieselalgen und pH-Regime (Abb. 13) korrespondieren. Anhand dieser wurde Säurezustandsklasse 4 ("permanent sauer") statt 2 ("episodisch sauer") diagnostiziert, ebenso, wenn die Bewertung anhand der Makroinvertebraten saisonal und nicht ganzjährig erfolgt (s. ausführliche Diskussion im Abschnitt 5.3.1.).

Durch die detaillierte Untersuchung des Bachsystems an der Heidemühle wurde also deutlich, daß bei einer Bewertung des Säurezustandes mit dem in der Praxis der Gewässerüberwachung üblichen Verfahren Kenntnisse über das Einzugsgebiet vorliegen müssen, damit es auch auf kleiner Fläche nicht zu einer Fehlbewertung kommt. Dies hätte auch Folgen für eine richtige großflächige Bewertung.

#### 5.3.4. Biomonitoring - Bewertungssystem

Die Entwicklung der Biozönosen im Untersuchungsgebiet kann mit den gefundenen Organismen und den angewendeten Bewertungssystemen zunächst weiter beobachtet werden. Die verwendeten Organismengruppen und Gewässer eigneten sich dafür. Dies wurde durch den vergleichenden Charakter dieser Studie deutlich. Die Beobachtung der Bestandsentwicklung der nachgewiesenen säuresensiblen und -liebenden Arten ist zweckdienlich, mittelfristig und langfristig die Dynamik, das Ausmaß und das Muster der zu erwartenden Versauerung aufzuzeichnen. Die Detailuntersuchung am Quellsystem Heidemühle (Gew. Nr. 3) zeigte jedoch die Grenzen des angewendeten Säurezustandsbewertungssystems. Hier sollte eine weiterführende Diskussion und möglicherweise eine Reformierung ansetzen.

Es ergab sich jedoch bei dieser Untersuchung, daß - möglicherweise aufgrund der geologischen Gegebenheiten und der unterschiedlichen Schadstoffdeposition - die Milieubedingungen kleinräumig wechseln und daher eine viel größere Anzahl von naturnahen Gewässern im Waldgebiet aufgenommen werden müßte, um ein vollständiges Bild der Ausgangsposition für ein regionales Monitoring zu erhalten. Außerdem könnten dann noch nicht allgemein eingestufte Arten als regionale Indikatoren fungieren. Die Säuresituation in den Bächen des Untersuchungsgebietes wäre dann übersichtlicher und die ökologische Dimension der Schadstoffbelastung könnte dann besser abgeschätzt und prognostiziert



werden.

Anschließend könnten Modellgewässer für eine Langzeitbeobachtung ausgewählt werden. Bereits jetzt wird vom Landesamt für Umweltschutz in Sachsen in einem sauren Bach der Dahleener Heide (Heidelsbach) im Rahmen des "International Cooperative Programme on Assessment and Monitoring of Acidification of Rivers and Lakes", das vom Norwegischen Institut für Wasserforschung (NIVA) in Oslo geleitet wird, ein Langzeitmonitoring betreut. Gerade in den empfindlichen circumneutralen, schwach und periodisch sauren Bächen sollte eine biologische Untersuchung mit Makroinvertebraten und Diatomeen in regelmäßigen, ein- bis zweijährlichen Abstand durchgeführt werden, um eine eventuelle Erhöhung der Säurezustände aufzuspüren.

#### 5.4. Unterschiede und Gemeinsamkeiten zwischen biologischen und chemischen Untersuchungen

Hinsichtlich der Beschreibung eines Gradienten im Untersuchungsgebiet ist die Übereinstimmung der Ergebnisse der biologischen und der chemischen Untersuchungen hoch. Der mit chemischen Untersuchungen nachgewiesene Gradient in gemessenen ökologisch relevanten Parametern (besonders pH-Wert, Al- Konzentration) konnte auch mit Makroinvertebraten und epilithischen Diatomeen entdeckt werden. Unspezifische Biozönoseparameter wie Artenzahl, Evenness oder Diversitätsindex hatten in dieser Untersuchung keinen signifikanten Zusammenhang mit den gemessenen Schadstoffen, obwohl es als ein allgemeines Phänomen betrachtet werden kann, daß mit steigendem Säuregrad die Makroinvertebratengemeinschaften verarmen (JOHNSON et al., 1993, BÖHMER & RAHMANN, 1992). Sehr wohl war dagegen eine Verschiebung der Artenzusammensetzung zu beobachten: mit steigendem Säuregrad des Wassers verschwanden die säuresensiblen Formen wie *Gammarus pulex* oder *Pisidium* spp., acidophile Formen traten bei niedrigerem pH auf. Leichte, möglicherweise punktuelle organische Belastungen konnten anhand der Kieselalgen lokal aufgezeigt, wo die chemischen Analysen keine erhöhten Nährstoffwerte fanden. Vergleichsweise ständig erhöhte Elektrolytgehalte wurden bei Gew.Nr. 4 (Ausreißer), Gew. Nr. 2 (Parnitz) und Gew.Nr. 6 (Lausa) durch das Vorkommen halophiler und halobionter Diatomeen angezeigt (z.B. *Anomoeoneis sphaerophora*, *Navicula perminuta*,

*Nitzschia frustulum*). Dies Ergebnis korrespondierte mit den wöchentlichen Leitfähigkeitsmessungen. Die regelmäßigen chemischen Messungen zeigten die saisonalen Schwankungen von Schadstoffgehalten, mit denen das Auftreten oder Fehlen einer bestimmten Art erklärt werden kann, in Ausmaß und Dynamik. Da pH-Wert und Aluminiumkonzentration miteinander korreliert sind (REINHART, in Vorb.), zeigt Aluminium natürlich auch einen Zusammenhang mit der Verschiebung des Artenspektrums. Jedoch ist der toxische Effekt von hohen Aluminiumkonzentrationen offenbar nicht immer klar, denn HERRMANN et al. (1993) berichten, daß in Laborversuchen höhere Aluminiumgehalte einen physiologischen Stress aufgrund geringen pH-Wertes in Wasser bei bestimmten Evertibratenarten zumindest zeitweilig kompensieren kann.

## 6. Naturschutzfachliche Bewertung

Die untersuchten quellnahen Waldbäche beherbergen ein reichhaltiges Arteninventar, sowohl an benthischen Makroinvertebraten als auch an epilithischen Diatomeen. Die Bestandsaufnahme der Aufwuchs-Kieselalgen weist anhand mehrerer speziell halophiler und acidophiler bzw. -sensitiver Zeigerarten zusammen mit den chemischen Untersuchungen auf das geologische und pedologische Mosaik dieser Landschaft hin, das schon mit den relativ wenigen Probestellen dieser Untersuchung erkannt werden konnte.

Die unterschiedlichen Folgen menschlicher Tätigkeit ist mit dem vorliegenden Projekt durch das Auftreten verschiedener Zeigergemeinschaften in den Gewässern des Waldgebietes dokumentiert und kann anhand von Bioindikatoren (z.B. Säurezeigern) weiter beobachtet werden. Dadurch ist eine effektive Kontrolle der ökologischen Auswirkungen von Maßnahmen im Naturschutzkonzept der Region möglich.

Der ökologische Wert der untersuchten Kleinfließgewässer in Quellnähe (Hypokrenal/Epirhithral) liegt einmal im Habitatangebot für faunistische Besonderheiten: knapp ein Fünftel der gefundenen Wibellosenarten konnten als typische Quellarten angesprochen werden. Diese Arten sind stenök und auf diese vergleichsweise konstanten Lebensräume spezialisiert (z.B. *Pisidium personatum*). Außerdem bietet das Bachprofil mit größerer Nähe zur Quelle einen relativ ausgedehnten semiaquatischen, sumpfigen Bereich, wo viele speziell angepaßte Arten (v.a. Larven von Dipteren) leben. Zum weiteren stellen die mäßig sommerkühlen Kleinfließgewässer neben den künstlich angelegten Teichen wichtige, wenig belastete Tränken für die Säugetiere des Waldes dar, die weitverzweigt über das Areal verteilt sind und somit als lebensnotwendige Adern in diesem Naturraum fungieren.

Da außerhalb der Waldgebiete praktisch keine Quellbiotope mehr existieren, weil sie entweder gefaßt, durch Grundwasserabsenkung trockengelegt oder durch landwirtschaftliche Düngung schwer beeinträchtigt sind, stellen die noch vorhandenen ein höchstes Schutzgut mit hohem Schutzbedarf dar, das in eine regionale Naturschutzkonzeption einbezogen werden muß. Außerdem repräsentieren die sumpfigen Quellgebiete im Untersuchungsgebiet eine Art des Grundwasseraustritts (Helokrene), die im Tiefland besonders charakteristisch ist und im Gegensatz zur Sturz- und Tümpelquelle am häufigsten auftritt (BLAB, 1989). Diese Kleinökosysteme und ihre Besonderheiten sind bei Bestandserfassungen häufig völlig

vernachlässigt. Nur eine gründliche biologische Untersuchung kann ein sicheres Bild davon abgeben, wie wertvoll ein Habitatkomplex tatsächlich ist und macht naturschutzfachlich wertvolle, seltene Artnachweise weniger zufällig (z.B. ORENDT, 1995a). Die Quellbiotope können auch als Frühwarnsystem für Umweltveränderungen (z.B. Wasserhaushalt, Veränderung der Grundwasserzusammensetzung und -belastung) fungieren.

Die untersuchten Gewässer bilden also von ihrem Ursprung an einen Teil des Waldökosystems im Naturraum Dübener und Dahleener Heide, das eng mit den terrestrischen Kompartimenten verflochten ist und in einer Gesamtkonzeption nicht minder betrachtet werden darf.

Die Art der Landnutzung (z.B. Kiefernmonokultur) leistet neben dem aerogenen Säureeintrag einen erheblichen Beitrag zur anthropogenen Versauerung der Böden und damit der Gewässer in den bewaldeten Gebieten der Dübener und Dahleener Heide. Deshalb muß bei Entwicklungsmaßnahmen auch hier angesetzt werden. Im Sinne einer nachhaltigen Landnutzung sollte daraufhingewirkt werden, daß die Bodenversauerung nicht durch die forstliche Wirtschaftsweise beschleunigt wird. Im Harz wurde festgestellt, daß in Nadelwaldbeständen (dort Fichte) eine mehrfach höhere Deposition von Aluminium (im toxischen mg-Bereich) als in unbewaldeten Bereichen stattfand (MATSCHULLAT et al., 1990), was dort wahrscheinlich auf den ganzjährigen Auskämmeffekt zurückzuführen ist.

Als wichtigste **überregionale** Maßnahme ist die Reduzierung der Schadstoffmengen in der Luft zu nennen. Da der Säureeintrag in den Naturraum heute nicht mehr hauptsächlich aus  $\text{SO}_2$ , sondern zu einem ständig steigenden, bereits meßbaren Anteil aus  $\text{NO}_x$  überwiegend durch Kraftfahrzeugemissionen und punktuell durch landwirtschaftliche Betriebe stattfindet (SCHULZ, 1994), muß ein regionales Verkehrskonzept für die drastische Verringerung des Säureeintrags sorgen.

Eine **regionale** Maßnahme kann demnach eine zügige Umwandlung von Nadelwald in Laubwald sein. Damit können außerdem naturnahe Landschaftselemente, die sich in einer diversen Bach-Lebewelt widerspiegeln, erhalten werden. Die Regeneration der sauren Bachökosysteme könnte nur durch ständige Pflegemaßnahmen erfolgen, da die Versauerung ein an sich natürlicher Prozeß ist, der jedoch sehr viel langsamer als durch die menschliche Einwirkung verursacht ablaufen würde und der in der Regel nicht umzukehren ist. Oft werden Oberflächenkalkungen des Waldbodens gefordert, um nicht nur die Säurebelastung,



sondern auch ökologisch bedenkliche Aluminiumbelastung in den aquatischen Systemen herabzusetzen (z.B. FIEDLER et al., 1995). Wie jedoch bereits LEHMANN & HAMM (1989) in ihrer Untersuchung nordbayerischer versauerter Fließgewässer folgern, kann auch im vorliegenden Untersuchungsraum die Bekämpfung der Versauerung nachhaltig nicht in Kalkungen oder Düngungen des Waldes oder der Gewässer selbst liegen, sondern nur in der Verminderung der versauernd wirkenden Emissionen.

Bei unvermindertem Säureeintrag ist zu vermuten, daß die hohen, anthropogenen Aufkalkungen der Dübener Heide in der Vergangenheit möglicherweise schon in wenigen Jahren keine wesentliche Bedeutung mehr für die Kleinfließgewässer haben werden.

Nach Studien von ERIKSSON et al. (1983) können erloschene sensible Organismen in versauerte aquatische Ökosysteme nach dem Einbringen von Kalk das Gewässer wiederbesiedeln, einige Taxa, die bodengebunden sind (Weichtiere und benthische Krebstiere), hatten damit jedoch Schwierigkeiten. Die Voraussetzung für eine schnelle Wiederbesiedlung des säurereduzierten Gewässers - wie sie GRIFFITHS (1992) in Experimenten beschreiben konnte - ist jedoch, daß sich in den Seitengewässern noch Populationen zur Kolonisation befinden. Bei Gewässer Nr. 3 (Heidemühle) besitzen die säureempfindlichen Formen noch ein Rückzugsgebiet. Diese Areale haben somit höchste Schutzpriorität, weil aus ihnen die Regeneration landschaftstypischer Elemente ihren Anfang nimmt. Ebenfalls auf **regionaler** Ebene können Verunreinigungen durch hohe Wilddichte (Fäkalien) auftreten, deren Einfluß z.Z. die Saprobität eines untersuchten Gewässers nicht gravierend erhöhen, jedoch deutlich meßbar sind. Gegebenenfalls muß die hohe Wilddichte im Wald herabgesetzt werden, damit nicht die ökotoypischen Reinwasserformen von saprobie- und eutrophietoleranten Arten verdrängt werden.

Die wichtigste **lokale** Maßnahme bliebe, die bestehenden, äußerst wertvollen Bäche und Quellen zu erhalten und vor weiterer Beeinträchtigung - sei es durch Verbau, Grundwasserabsenkung, Verunreinigung oder anderem - zu schützen. Zu häufige Bachausräumungen (z.B. am Ochsenkopf) sollten vermieden werden, da dadurch lebensnotwendige Substrate aus dem Ökosystem entfernt werden und darauf angewiesenen Arten die Lebensgrundlage entzogen wird. Beispielsweise sind im Bachabschnitt am Ochsenkopf oberhalb der Straßenquerung kaum Individuen von dem dort zu erwartenden Gemeinen Flohkrebis *Gammarus pulex* zu finden, weil möglicherweise der für diese Art wichtige Grobdetritus fehlt. Dieser wurde bei der beobachteten Ausräumungsaktion entfernt.



## 7. Schlußbemerkungen - Ausblick

In der vorliegenden Untersuchung wurde ein Organismenbesiedlungsmuster im Untersuchungsgebiet festgestellt, das mit der uneinheitlichen Säurebelastung sowohl der Region als auch im kleinen Maßstab korrespondierte. Aus diesen Beobachtungen läßt sich folgern, daß es in der Dübener und Dahleener Heide auch auf kleiner Fläche offenbar ein Mosaik von Gewässern verschiedenen Säurezustandes gibt. Es wäre die Aufgabe eines weiterführenden Projektes, soviel Kleingewässer des Waldes wie möglich zu beproben, um ein vollständigeres und detaillierteres Bild vom Umfang der Gewässerversauerung im Naturraum zu gewinnen.

Erstmalig wurde in der Region eine vergleichende Bestandsaufnahme von wirbellosen Wassertieren und Aufwuchs-Kieselalgen in Waldbächen durchgeführt. Die Artenlisten wiesen im relativ kurzen Untersuchungszeitraum 125 aquatische Wirbellosen- und 120 Kieselalgenarten und -varietäten auf. Es zeigte sich, daß sich mit einer Erfassung der Zuckmücken (Chironomidae) die Zahl der Artnachweise bei Wirbellosen auf fast das doppelte erhöhte. Es ist also naheliegend, diese ökologisch reich ausdifferenzierte Artengruppe bei aquafaunistischen Untersuchungen so oft wie möglich miteinzubeziehen.

Ein weiteres Ergebnis war, daß die untersuchten Bäche durch Arten charakterisiert sind, die ausschließlich oder bevorzugt in Quellbereichen vorkommen. Da unbeeinträchtigte Quellen im Naturraum Dübener und Dahleener Heide wahrscheinlich nur mehr im bewaldeten Gebiet vorkommen, finden die stenöken Biozönosemitglieder des Krenon im Tiefland nur hier mehr eine Zufluchtstätte. Häufig stellen sie Eiszeitrelikte dar und finden sich außer im Quellbereich nur noch im Hochgebirge und im hohen Norden. Damit werden diese Kleinökosysteme zu einem wertvollen Schutzgut. Andererseits ist die Forschung über Quellen als Ökosysteme bis heute sehr vernachlässigt worden. Vereinzelt gibt es zwar Ansätze, diesem Mißstand entgegenzuwirken, meist jedoch im Rahmen von Biotopkartierungen und nicht in umfassenden vergleichenden und detaillierten Studien. Diese können in der Naturschutzpraxis als ökologisch begründete, allgemeine Entscheidungsorientierungen dienen. Daher ist eine weitere Konsequenz dieser Ergebnisse, einen Arbeitsschwerpunkt auf eine Quellforschung zu richten, die den Fragestellungen der Bioindikation besondere Aufmerksamkeit widmet.

## 8. Literatur

ALLES E., NÖRPEL-SCHEMPP M. & LANGE-BERTALOT H. (1991): Zur Systematik und Ökologie charakteristischer Eunotia-Arten (Bacillariophyceae) in elektrolytarmen Bachoberläufen. - Nova Hedwigia 53 (1-2): 171-213.

ARZET K. (1987): Diatomeen als pH-Indikatoren in subrezedenten Sedimenten von Weichwasserseen. - Diss. Abt. Limnol. Innsbruck 24: 1-266.

BAUER J., SCHMITT P., LEHMANN R. & FISCHER-SCHERL TH. (1987): Untersuchungen zur Gewässerversauerung im Modellgebiet Obere Waldnaab (Oberpfälzer Wald, Nord-Ostbayern). - Ber. Akad. f. Nat.sch. u. Landsch.pfl. (ANL) 11: 139-170 (Laufen).

BAYERISCHES LANDESAMT FÜR WASSERWIRTSCHAFT (Hrsg.)(1992): Biologische Trophie-Indikation im Litoral von Seen.- Informationsber. Bayer. Landesamt f. Wasserwirtschaft 7/92: 25-50 (München).

BAYERISCHES LANDESAMT FÜR WASSERWIRTSCHAFT (Hrsg.)(1993): Einstufung der Versauerungsindikatoren (Makroinvertebraten). Vergleich der Einstufungen Bayerns mit der Baden-Württembergs. Stand August 1993. - unveröffentlicht, 5 S. (München).

BELLMANN H. (1987): Libellen. Beobachten - bestimmen. - Verlag J. Neumann, Melsungen, 272 S.

BÖHMER J. & RAHMANN H. (1992): 3. Auswirkungen von Säure- und Aluminiumbelastungen auf aquatische Organismen. In: BÖHMER J. & RAHMANN H. (Hrsg.): Bioindikationsverfahren zur Gewässerversauerung. - Landesanstalt f. Umweltschutz Baden-Württemberg, Veröffentlichungen Projekt "Angewandte Ökologie" Bd. 3: 6-11 (Karlsruhe).

BRAUCKMANN U. (1992): Biological indication of stream acidity in Baden-Württemberg. In: BÖHMER J. & RAHMANN H. (Hrsg.): Bioindikationsverfahren zur Gewässerversauerung. - Landesanstalt f. Umweltschutz Baden-Württemberg Veröffentlichungen Projekt "Angewandte Ökologie" Bd. 3: 58-71.

BRODIN Y.W. & GRANSBERG M. (1993): Responses of insects, especially Chironomidae (Diptera), and mites to 130 years of acidification in a Scottish lake. - Hydrobiologia 250: 201-212.

BROCKHAUS TH. (1986): Übersicht über die in der Dübener Heide nachgewiesenen Libellen (Odonata). - Entomol. Nachr. u. Ber. 30(3): 107-113.

BROCKHAUS TH. (1993): Fließwasserlibellenarten im Regierungsbezirk Chemnitz. In: STAATL. UMWELTFACHAMT CHEMNITZ (Hrsg.): Ökologische Beurteilung von Fließgewässern im Regierungsbezirk Chemnitz. S. 70-76.

- CORING E. (1993): Zum Indikationswert benthischer Diatomeengesellschaften in basenarmen Fließgewässern. - Diss. Georg-August-Univ. Göttingen, Shaker Verlag (Reihe Biologie), 165 S. (Aachen).
- DILLS G. & ROGERS D.T. (1974): Macroinvertebrate community structure as an indicator of acid mine pollution. - Environ. Pollut. 6: 239-262.
- ERIKSSON F., HÖRNSTRÖM E., MOSSBERG P. & NYBERG P. (1983): Ecological effects of lime treatment of acidified lakes and rivers in Sweden. - Hydrobiologia 101: 145-164.
- FIEDLER H.J., KATSCHNER W. & MITSCHIK G. (1995): Gehalt und Austrag des Wernersbaches an sauren Kationen. - Chem. Erde 55: 17-29 (Jena).
- FITTKAU E.J. (1962): Die Tanypodinae (Diptera: Chironomidae). Die Tribus Anatopyniini, Macropelopiini und Pentaneurini. - Abh. z. Larvalsystematik d. Insekten 6: 1-435 (Berlin).
- FITTKAU E.J. & REISS F. (1978): Chironomidae. - in: ILLIES J. (Hrsg.), Limnofauna Europaea, 2., überarbeitete und ergänzte Auflage, pp. 404-440. - Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, New York 1978, 532 pp.
- GEBHARD H. & NESS A. (1992): Fische als Bioindikatoren für den Säurezustand fließender Gewässer in Deutschland. In: BÖHMER J. & RAHMANN H. (Hrsg.): Bioindikationsverfahren zur Gewässerversauerung. - Landesanstalt f. Umweltschutz Baden-Württemberg Veröffentlichungen Projekt "Angewandte Ökologie" Bd. 3: 36-48.
- GERECKE R. (1994): Süßwassermilben (Hydrachnellae). Ein Bestimmungsschlüssel für die aus der Westpaläarktis bekannten Gattungen der Hydrachnellae mit einer einführenden Übersicht über die im Wasser vorkommenden Milben. - Lauterbornia 18: 1-84 (Dinkelscherben).
- GLOER P. & MEIER-BROOK C. (1994): Süßwassermollusken. Ein Bestimmungsschlüssel für die Bundesrepublik Deutschland. 11. erweiterte Auflage. - Dt. Jugendbund für Naturbeobachtung, Hamburg, 136 S.
- GRIFFITHS R.W. (1992): Effects of pH on community dynamics of Chironomidae in a large river near Sudbury, Ontario. - Can. J. of fish. and Aquat. Sc. 49 Suppl. 1: 76-86.
- GUNKEL G. (Hrsg.) (1994): Bioindikation in aquatischen Ökosystemen. - G. Fischer, Jena, Stuttgart, 540 S.
- HEITKAMP U. & LESSMANN D. (1990): Auswirkungen der Gewässerversauerung auf Bergbach- und Seebiozönosen. - Ber. d. Forschungszentrums Waldökosysteme, Göttingen, Reihe B, Bd. 19, 253 S.
- HEBAUER F. (1995): Entwurf einer Entomosozioologie aquatischer Coleoptera in Mitteleuropa. - Lauterbornia 19: 43-57 (Dinkelscherben).

HERBST H.V. (1962): Blattfußkrebse (Phyllopoden: Echte Blattfüßer und Wasserflöhe). - Franckh'sche Verlagshandlung, Stuttgart, 130 S.

HERRMANN J., DEGERMANN E., GERHARDT A., JOHANSSON C., LINGDELL P.-E. & MUNIZ I.P. (1993): Acid-stress effects on stream biology. - *Ambio* Vol. 22(5): 298-307.

HOFMANN G. (1992): Aufwuchs-Diatomeen. In: FITTKAU E.J., COLLING M., HESS M., HOFMANN G., ORENDT C., REIFF N. & RISS W. (1992): Biologische Trophie-Indikation im Litoral von Seen.- Informationsber. Bayer. Landesamt f. Wasserwirtschaft 7/92: 25- 50 (München).

HOFMANN G. (1993): Diatomeen als Indikatoren der Gewässerversauerung - ein kritischer Methodenvergleich.- Unveröff. Bericht für das Bayerische Landesamt für Wasserwirtschaft (München), 45 S.

HOFMANN G. (1994): Untersuchung der Diatomeengesellschaften des Aufwuchses in ausgewählten Gewässern der Dübener und Dahleener Heide. - Unveröff. Bericht f. d. Umweltforschungszentrum Leipzig-Halle, Projektbereich Naturnahe Landschaften, Dez. 1994, 16 S., Tabellen, Abbildungen (Leipzig).

JOHNSON R.K., WIEDERHOLM T. & ROSENBERG D.M. (1993): Freshwater biomonitoring using individual organisms, populations and species assemblages of benthic macroinvertebrates. In: ROSENBERG D.H. & RESH V.H. (Hrsg.): Freshwater biomonitoring and benthic macroinvertebrates. - Chapman and Hall, New York, London, S. 40-158.

KRAMMER K. & LANGE-BERTALOT H. (1986-1991): Süßwasserflora von Mitteleuropa, Bacillariophyceae.- 2/1: Naviculaceae, 876 S.; 2/2: Bacillariaceae, Epithemiaceae; Surirellaceae, 596 S.; 2/3: Centrales, Fragilariaceae, Eunotiacea, 576 S.; 2/4: Achnanthaceaea, 437 S.; Gustav Fischer Verlag (Stuttgart).

LANGE-BERTHALOT H. (1978): Diatomeen-Differentialarten anstelle von Leitformen: ein geeigneteres Kriterium der Gewässerbelastung. - *Arch. Hydrobiol. Suppl.* 51: 393-427 (Stuttgart).

LANGTON P.H. (1991): A key to Pupal Exuviae of West Palaearctic Chironomidae. - P.H. Langton, Cambridgeshire, 386 pp.

LEHMANN R. & HAMM A. (1989): Räumliche und zeitliche Dynamik der Fließgewässerversauerung. Dargestellt an zwei Einzugsgebieten in Nordostbayern. - *Geographische Rundschau* 41(6): 340-350 (Braunschweig).

LEUVEN R.S.E., VAN DER VELDEN J.A., VANHEMELRIJK J.A.M. & VAN DER VELDE G. (1987): Impact of acidification on chironomid communities in poorly buffered waters in the Netherlands. - *Ent. scand. Suppl.* 29: 269-280 (Lund).

LUX H. & STEIN G. (1977): Die forstlichen Immissionsschadgebiete im Lee des Ballungsraumes Halle und Leipzig. - *Hercynia N.F.* 14: 413-421 (Leipzig).



MATTHIAS U. (1983): Der Einfluß der Versauerung auf die Zusammensetzung von Bergbachbiozönosen. - Arch. Hydrobiol. Suppl. 65 (Monographische Beiträge) (4): 407-483 (Stuttgart).

MATSCHULLAT J., HEINRICHS H., SCHNEIDER J. & SIEWERS U. (1990): Schwermetalle und Gewässerversauerung - Untersuchungen zum Verhalten von Schadstoffen in bewaldeten Ökosystemen im Harz. - Z. dt. geol. Ges. 141: 139-150 (Hannover).

MAUCH E., KOHMANN F. & SANZIN W. (1985): Biologische Gewässeranalyse in Bayern. - Informationsber. Bayer. Landesamt f. Wasserwirtschaft 1/85: 1-254 (München).

MAUCH E. & WITTLING TH. (1994): Abundanzschätzung bei der biologischen Gewässeranalyse - Möglichkeiten und Grenzen. - Limnologica 24(2): 147-151 (Berlin).

MAUDEN R. (1994): Der Einfluß der Gewässerversauerung auf die Quellbachbiozönose. - LÖBF-Mitteilungen 1/94: 24-28 (Recklinghausen).

MEY W. (1978): Untersuchungen an Insekten aquatischer und terrestrischer Biotope im Rauchsadensgebiet Dübener Heide unter Berücksichtigung von Trichopterazönosen. - Dipl.arb. Martin-Luther-Univ. Halle-Wittenberg Skt. Biowiss., 69 S. (Halle/S.).

MOOG O. (1995)(Ed.): Fauna Aquatica Austriaca. Katalog zur autökologischen Einstufung aquatischer Organismen Österreichs. Lieferung Mai/1995, Wasserwirtschaftskataster, Bundesministerium f. Land- und Forstwirtschaft, Wien.

MÜHLENBERG M. (1989): Freilandökologie. 2. Auflage. - UTB Quelle & Meyer Wiesbaden, 430 S.

MÜLLER J. (1993): Rote Liste der Libellen des Landes Sachsen-Anhalt. In: LANDESAMT FÜR UMWELTSCHUTZ (Hrsg.): Rote Listen. Sachsen-Anhalt. Teil II. - Ber. Landesamt f. Umweltschutz Sachsen-Anh. 9: 13-16 (Halle/S.).

NEUMEISTER H., FRANKE CH., NAGEL CH., PEKLO G., ZIERATH R. & PEKLO P. (1991): Immissionsbedingte Stoffeinträge aus der Luft als geomorphologischer Faktor. 100 Jahre atmosphärische Deposition im Raum Bitterfeld (Sachsen-Anhalt). - Geoökogdynamik 12: 1-40 (Bensheim).

ORENDT C. (1995): Die Evertbratenfauna eines Seitengewässer-Systems der Alz/Inn bei Altenmarkt/Oberbayern mit Nachweis von *Setodes argentipuctellus* (McLACHLAN), einer "ausgestorbenen" Köcherfliegenart. - Lauterbornia 20: 55-63 (Dinkelscherben).

ORENDT C. & WEISSFLOG L. (1994a): Einfluß des hydrochemischen Milieus auf Biozönosen in Kleinfließgewässern der Dübener und Dahleener Heide. In: GUHR H., PRANGE A., PUNCOCHAR P., WILKEN R.-D. & BÜTTNER B. (Hrsg.): Die Elbe im Spannungsfeld zwischen Ökologie und Ökonomie. - B.G. Teubner Verlagsgesellschaft Stuttgart, Leipzig, pp. 485-488.



- PANTLE K. & BUCK H. (1955): Die biologische Überwachung der Gewässer und die Darstellung der Ergebnisse. - Gas und Wasserfach 96: 609-620.
- PINDER L.C.V. (1986): Biology of Freshwater Chironomidae. - Ann. Rev. Entomol. 31: 1-23.
- RADDUM G.R. & SAETHER O.A. (1981): Chironomid communities in Norwegian lakes with different degrees of acidification. - Verh. Int. Verein. Limnol. 21: 399-405 (Stuttgart).
- RADDUM G.R., FJELLHEIM A. & HESTHAGEN T. (1988): Monitoring of acidification by the use of aquatic organisms. - Verh. Int. Verein. Limnol. 23: 2291-2297 (Stuttgart).
- ROMMELMANN J. & HEITKAMP U. (1989): Auswirkungen der Gewässerversauerung auf die Chironomidenbesiedlung (Diptera: Chironomidae) in Quellbächen der Senne, Ostwestfalen. - Göttinger Naturk. Schr. 1: 131-143.
- SCHIMMER H. & FRIEDRICH G. (1990): Die Auswirkungen der Gewässerversauerung auf das Makrozoobenthon ausgewählter Mittelgebirgsbäche im Sauer- und Siegerland. - Lauterbornia 5: 49-66 (Dinkelscherben).
- SCHMIDT S. (1995): Bericht Mikrobielle Untersuchungen. In: HASEKE H. (Ed.): Karstdynamik Teilprojekt 7.1. Karstquellen-Monitoring 1994 im Nationalpark Kalkalpen. Amt der Oö. Landesregierung (Nationalparkplanung im Verein Nationalpark Kalkalpen) A-4592 Leonstein. Jahresberichte 1994, Anhang B.
- SCHNELLBÖGL G. (1994): Langzeituntersuchungen an versauerten Gewässern in Deutschland. Anwendung verschiedener Methoden der Bioindikation. - Dt. Ges. f. Limnologie, Jahrestag. Hamburg, Erweiterte Zusammenfassungen, S. 713-717.
- SCHREINER C. (1989): Untersuchung benthischer Diatomeenassoziationen in versauerten Fließgewässern des Fichtelgebirges und Frankenwaldes. - Dipl.arb. Ludwig-Maximilians-Univ. München, 130 S.
- SCHULZ H. (1994): Ökotoxikologische Untersuchungen zur Belastung und Vitalität von Kiefernforsten in der Dübener Heide. In: HENLE K. & HEBEL A. (Hrsg.): Forschungsprojekt REGNAL "Regeneration hochbelasteter Ökosysteme (Landschaften) für eine Landnutzung - der Ballungsraum Leipzig-Halle-Bitterfeld als Modellregion" - Statusbericht Januar 1993 bis November 1994, Umweltforschungszentrum Leipzig-Halle, Projektbereich Naturnahe Landschaften, S. 165-171.
- SCHWOERBEL J. (1986): Methoden der Hydrobiologie - Süßwasserbiologie. 3. Auflage. - UTB Gustav Fischer Verlag Stuttgart, 306 S.
- SHANNON C.E. & WEAVER W. (1949): The mathematical theory of communication. - Urbana Ill. Univ. Illinois Press, 117 S.
- SIMONSEN R. (1962): Untersuchungen zur Systematik und Ökologie der Bodendiatomeen der westlichen Ostsee. - Int. Rev. Ges. Hydrobiologie Syst. Beih. 1: 1-144 (Berlin).

WASSMANN R. (1987): Untersuchungen zur organismischen Drift in Fließgewässern Südniedersachsens. - Diss. Georg-Aug.-Univ. Göttingen, 141 S. + Anhang.

REINHART U. (in Vorb.): Untersuchung der Mobilisierung sedimentierter Schwermetalle durch die Reduktion der kalkhaltigen Staubemission in der Dübener Heide. - Abschlußbericht, Umweltforschungszentrum Leipzig-Halle GmbH, Sektion Chemische Ökotoxikologie.

WILDI O. & ORLOCI L. (1983): Management and multivariate analysis of vegetation data. 2nd revised edition. - Eidgenöss. Anst. f. forstl. Versuchswesen CH-8903 Birmensdorf Berichte Nr. 215: 1-139.

ZIEMANN H. (1971): Die Wirkung des Salzgehaltes auf die Diatomeenflora als Grundlage für eine biologische Analyse und Klassifikation der Binnengewässer.- *Limnologica* 8(2): 505-525.

ZAHN H. (1990): Monitoringprogramm für versauerte Gewässer durch Luftschadstoffe in der Bundesrepublik Deutschland im Rahmen der ECE. Forschungsbericht Nr. 10204362 im Rahmen des Umweltforschungsplans des Bundesministers für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit. Umweltbundesamt Berlin, 284 pp.

## Anhang: Tabellen

Tab. 1:

Transformationstabelle für Abundanzklassen zur Berechnung unspezifischer Parameter  
 ( $y = 2^{2(x-1)}$ )

| Klasse<br>(x) | transformierter<br>Klassenwert (y) | Spanne    | Mittelwert der Spanne<br>(gerundeter, verwendeter<br>Wert für die Berechnung) |
|---------------|------------------------------------|-----------|-------------------------------------------------------------------------------|
| 1             | 1                                  | 1         | 1                                                                             |
| 2             | 4                                  | 2-4       | 3                                                                             |
| 3             | 16                                 | 5-16      | 11                                                                            |
| 4             | 64                                 | 17-64     | 41                                                                            |
| 5             | 256                                | 65-256    | 161                                                                           |
| 6             | 1024                               | 257-1024  | 640                                                                           |
| 7             | 4096                               | 1025-4096 | 2560                                                                          |

Tab. II:

Vorkommen und Abundanz der nachgewiesenen Makroinvertebraten-Arten an den Probestellen (addierte transformierte Abundanzen; Funde von Sept. 93 - Sept. 94); O = Ochsenkopf, P = Parnitz; H = Heidemühle; A = Ausreißer, T = Taura; L = Lausa.

\*) Saprobienindex (MAUCH et al., 1985)

\*\*) Gefährdungsgrad nach der Roten Liste der BRD

|                         | GG <sup>**) S<sub>i</sub><sup>*)</sup></sup> | O   | P   | H  | A  | T   | L |
|-------------------------|----------------------------------------------|-----|-----|----|----|-----|---|
| <b>Plathelminthes</b>   |                                              |     |     |    |    |     |   |
| Dugesia cf. gonocephala | 1.5                                          | 1   |     |    |    |     |   |
| <b>Annelida</b>         |                                              |     |     |    |    |     |   |
| Naididae gen. sp.       |                                              |     |     |    |    | 1   |   |
| Oligochaeta gen. sp.    |                                              |     | 1   | 1  |    |     |   |
| <b>Mollusca</b>         |                                              |     |     |    |    |     |   |
| Galba truncatula        | 2.0                                          |     |     |    |    |     |   |
| Pisidium casertanum     |                                              | 7   | 4   | 2  |    |     |   |
| Pisidium obtusale       | 4                                            | 14  | 1   |    |    |     |   |
| Pisidium personatum     |                                              | 6   | 3   |    |    |     |   |
| Pisidium sp.            |                                              | 20  | 6   | 3  |    |     |   |
| <b>Hydracarina</b>      |                                              |     |     |    |    |     |   |
| Atractides spinipes     |                                              |     |     | 1  |    |     |   |
| <b>Crustacea</b>        |                                              |     |     |    |    |     |   |
| Gammarus pulex          | 2.0                                          | 883 | 126 | 2  |    |     |   |
| Chydorus thienemanni    |                                              |     |     |    |    | 640 |   |
| Scapholeberis mucronata |                                              |     |     |    |    | 41  |   |
| <b>Insecta</b>          |                                              |     |     |    |    |     |   |
| <b>Ephemeroptera</b>    |                                              |     |     |    |    |     |   |
| Baetidae gen. sp.       |                                              | 1   |     |    |    |     |   |
| <b>Plecoptera</b>       |                                              |     |     |    |    |     |   |
| Leuctra braueri         | 1.0                                          | 3   |     | 11 | 6  |     |   |
| Leuctra nigra           | 1.0                                          | 11  | 11  | 3  | 11 |     |   |
| Leuctra sp.             | 1.0                                          | 4   | 3   | 1  | 3  |     |   |



Tab. II: (Forts.).

|                                      | GG <sup>**) S<sub>i</sub>*)</sup> | O  | P  | H  | A  | T  | L  |
|--------------------------------------|-----------------------------------|----|----|----|----|----|----|
| Nemoura cinerea                      | 2.0                               |    |    |    |    | 3  |    |
| Nemoura sciurus                      |                                   | 1  |    |    |    |    |    |
| Nemoura sp.                          | 1.5                               | 6  | 15 |    | 9  | 15 | 52 |
| Nemurella picteti                    | 1.5                               | 4  | 6  | 28 | 10 | 3  | 3  |
| Amphinemura sulcicollis/triangularis |                                   | 3  |    |    |    |    |    |
| <b>Odonata</b>                       |                                   |    |    |    |    |    |    |
| Aeschna cyanea                       | 2.0                               |    |    |    |    | 2  |    |
| Cordulegaster boltoni                | 1.5                               | 6  | 10 |    | 4  | 3  |    |
| Cordulegaster sp. (juv.)             |                                   |    |    |    | 2  |    |    |
| Libellula quadrimaculata             |                                   |    |    |    |    | 1  |    |
| Lestes viridis                       | 2.0                               |    |    |    |    | 3  |    |
| Platycnemis pennipes                 | 2.0                               |    |    |    |    | 1  |    |
| Pyrrhosoma nymphula (Imago)          | 2.0                               |    |    |    |    | 3  |    |
| <b>Heteroptera</b>                   |                                   |    |    |    |    |    |    |
| Gerris gibbifer                      |                                   |    |    |    |    | 1  |    |
| Gerris lacustris                     |                                   |    | 1  |    |    | 1  |    |
| Hydrometra stagnorum                 |                                   |    |    |    |    | 9  |    |
| Velia caprai                         |                                   | 10 | 3  | 6  | 7  | 6  | 12 |
| <b>Coleoptera</b>                    |                                   |    |    |    |    |    |    |
| Agabus guttatus                      |                                   |    |    |    | 1  |    |    |
| Colymbetinae gen.sp. (juv.)          |                                   |    |    |    | 1  |    |    |
| Deronectes latus                     | 2 2.0                             |    |    | 1  |    |    |    |
| Gyrinus substriatus                  |                                   |    |    | 1  |    |    |    |
| Helodes sp.                          | 1.5                               | 4  | 5  |    |    |    |    |
| <b>Megaloptera</b>                   |                                   |    |    |    |    |    |    |
| Sialis fuliginosa                    | 2 2.5                             |    |    |    | 9  | 14 | 1  |
| Sialis lutaria                       | 2.5                               |    |    |    | 2  | 17 | 3  |
| Sialis sp.                           | 2.5                               | 1  |    |    |    |    |    |
| <b>Trichoptera</b>                   |                                   |    |    |    |    |    |    |
| Halesus sp.                          | 2.0                               | 1  |    |    |    |    |    |
| Micropterna nycterobia/sequax        |                                   | 3  |    | 1  | 1  | 11 |    |
| Plectrocnemia conspersa              | 2.0                               | 6  | 8  | 12 | 12 | 7  | 12 |
| Plectrocnemia sp.                    |                                   |    |    |    | 3  | 3  |    |
| Potamophylax cingulatus              | 2.0                               | 4  | 4  |    |    |    |    |
| Sericostoma cf. personatum           |                                   | 4  |    | 1  |    |    |    |
| <b>Diptera</b>                       |                                   |    |    |    |    |    |    |
| <b>Tipulidae</b>                     |                                   |    |    |    |    |    |    |
| Tipula (Yamatotipula) sp.            |                                   | 3  |    |    |    |    |    |
| <b>Limoniidae</b>                    |                                   |    |    |    |    |    |    |
| Dicranota sp.                        | 2.0                               | 5  | 3  |    |    |    |    |
| Eloeophila sp.                       |                                   | 4  | 4  |    | 7  |    |    |
| Pilaria discicollis-Gr.              |                                   | 1  |    |    | 2  |    |    |
| <b>Ptychopteridae</b>                |                                   |    |    |    |    |    |    |
| Ptychoptera lacustris                | 3.0                               | 1  |    |    |    |    |    |

Tab. II: (Forts.)

|                                                           | GG**) | S <sub>i</sub> *) | O  | P | H   | A  | T   | L  |
|-----------------------------------------------------------|-------|-------------------|----|---|-----|----|-----|----|
| <b>Dixidae</b>                                            |       |                   |    |   |     |    |     |    |
| <i>Dixa maculata</i> -Gr.                                 |       |                   | 12 | 1 |     | 3  | 1   |    |
| <b>Culicidae</b>                                          |       |                   |    |   |     |    |     |    |
| <i>Culex</i> ( <i>Neoculex</i> ) <i>territans</i>         |       |                   |    |   |     |    | 1   |    |
| <b>Simuliidae</b>                                         |       |                   |    |   |     |    |     |    |
| <i>Simulium</i> ( <i>Eusimulium</i> ) <i>petricolum</i>   |       |                   |    |   | 3   |    |     |    |
| <i>Simulium</i> ( <i>Eusimulium</i> ) sp.                 |       |                   |    |   | 3   | 3  |     |    |
| <i>Simulium</i> ( <i>Nevermannia</i> ) <i>aureum</i> -Gr. |       |                   |    |   | 3   |    |     |    |
| <i>Simulium</i> ( <i>Nevermannia</i> ) <i>costatum</i>    | 1.5   | 6                 |    |   |     |    |     |    |
| <i>Simulium</i> ( <i>Nevermannia</i> ) sp.                |       | 2                 |    |   |     | 3  |     |    |
| <i>Simulium</i> ( <i>Nevermannia</i> ) <i>vernum</i>      | 1.5   |                   |    |   |     | 3  |     |    |
| <i>Simulium</i> ( <i>Nevermannia</i> ) <i>vernum</i> -Gr. |       |                   |    | 1 | 3   | 3  |     |    |
| <b>Chironomidae</b>                                       |       |                   |    |   |     |    |     |    |
| <i>Apsectrotanypus trifascipennis</i>                     |       |                   |    | 1 |     | 1  |     |    |
| <i>Brillia modesta</i>                                    |       |                   | 2  | 5 | 4   | 18 |     |    |
| <i>Chaetocladius perennis</i>                             |       |                   | 1  |   |     | 3  |     |    |
| <i>Chaetocladius piger</i>                                |       |                   |    |   | 1   |    | 1   |    |
| <i>Chironomini</i> gen. sp.                               |       |                   |    | 3 |     |    |     |    |
| <i>Chironomus luridus</i>                                 |       |                   |    |   |     |    | 11  |    |
| <i>Conchapelopia</i> sp.                                  |       |                   |    |   |     | 4  |     |    |
| <i>Corynoneura</i> Pe2a                                   |       |                   |    |   | 11  | 3  |     |    |
| <i>Corynoneura</i> cf. <i>lobata</i>                      |       |                   |    |   | 3   |    | 3   |    |
| <i>Corynoneura</i> cf. <i>scutellata</i>                  |       |                   |    |   |     |    | 11  |    |
| <i>Corynoneura fittkaui</i>                               |       |                   |    |   |     |    | 186 | 14 |
| <i>Corynoneura</i> sp.                                    |       |                   |    |   | 3   |    | 3   | 3  |
| <i>Corynoneura</i> sp. A (CRANSTON 1982)                  |       |                   |    |   |     | 3  |     |    |
| <i>Eukiefferiella brevicar</i>                            |       |                   | 3  |   |     | 1  |     |    |
| <i>Eukiefferiella claripennis</i> -Gr.                    |       | 6                 |    |   |     |    |     |    |
| <i>Eukiefferiella coerulescens</i> -Gr.                   |       |                   |    |   | 1   |    |     |    |
| <i>Eukiefferiella gracei</i>                              |       |                   |    |   | 1   |    |     |    |
| <i>Eukiefferiella gracei</i> -Gr.                         |       |                   |    |   |     | 3  |     |    |
| <i>Eukiefferiella</i> sp.                                 |       |                   | 3  |   |     |    |     |    |
| <i>Heterotanytarsus apicalis</i>                          |       |                   | 1  |   | 2   | 7  |     |    |
| <i>Heterotanytarsus</i> sp.                               |       |                   |    |   |     | 1  |     |    |
| <i>Heterotrissocladius marcidus</i>                       |       |                   |    |   | 165 | 28 | 6   |    |
| <i>Heterotrissocladius marcidus</i> -Gr.                  |       |                   |    | 1 |     | 3  |     |    |
| <i>Limnophyes</i> <i>Pela</i>                             |       |                   |    |   |     |    | 11  | 3  |
| <i>Limnophyes minimus</i>                                 |       |                   |    |   |     |    | 1   |    |
| <i>Limnophyes punctipennis</i>                            |       |                   |    |   |     |    | 3   |    |
| <i>Limnophyes</i> sp.                                     |       |                   |    |   |     | 1  | 3   |    |
| <i>Macropelopia adaucta</i>                               | 2.5   |                   |    | 3 | 6   | 7  | 22  | 6  |
| <i>Macropelopia notata</i>                                | 2.5   |                   |    | 1 |     |    | 3   |    |
| <i>Macropelopia notata</i> -Gr.                           | 2.5   |                   |    |   |     | 1  |     |    |
| <i>Macropelopia</i> sp.                                   | 2.5   |                   |    |   |     | 6  | 15  | 1  |
| <i>Micropsectra</i> <i>Pel/notescens</i>                  |       |                   |    |   | 161 |    |     |    |
| <i>Micropsectra atrofasciata</i>                          |       |                   |    |   | 14  | 22 | 1   |    |
| <i>Micropsectra bidentata</i>                             |       |                   |    |   | 1   | 11 | 3   |    |
| <i>Micropsectra contracta/apposita</i>                    |       |                   |    |   |     | 1  |     |    |
| <i>Micropsectra fusca</i>                                 |       |                   |    |   | 6   | 11 | 7   |    |
| <i>Micropsectra notescens</i>                             |       |                   |    |   | 1   |    |     |    |
| <i>Micropsectra</i> sp.                                   |       |                   | 3  |   |     | 52 |     |    |
| <i>Parametriocnemus</i> sp.                               |       |                   |    |   | 3   | 4  |     |    |
| <i>Parapsectra uliginosa</i>                              |       |                   |    |   | 1   |    |     |    |
| <i>Pentaneurini</i> gen. sp.                              |       |                   |    |   |     | 3  |     |    |
| <i>Polypedilum albicorne</i>                              |       |                   |    | 3 | 14  | 3  |     |    |

Tab. II: (Forts.)

|                                  | GG <sup>**</sup> ) S <sub>i</sub> <sup>*)</sup> | O | P | H  | A | T  | L |
|----------------------------------|-------------------------------------------------|---|---|----|---|----|---|
| Polypedilum pedestre             |                                                 |   |   | 1  |   |    |   |
| Polypedilum pullum               |                                                 | 3 |   |    |   |    |   |
| Polypedilum sp.                  |                                                 | 3 |   |    |   |    |   |
| Polypedilum tritum               |                                                 |   |   |    | 3 | 3  |   |
| Prodiamesa olivacea              | 2,0                                             | 1 |   | 1  |   |    |   |
| Pseudorthocladus cf. filiformis  |                                                 |   | 3 | 3  |   |    |   |
| Pseudosmittia curtica            |                                                 |   |   | 3  |   |    |   |
| Rheocricotopus (R.) fuscipes     |                                                 | 1 |   |    |   |    |   |
| Rheocricotopus (R.) glabricollis |                                                 |   |   |    |   | 1  |   |
| Smittia cf. leucopogon           |                                                 |   |   |    |   | 1  |   |
| Stempellinella flavidula         |                                                 |   |   |    | 1 |    |   |
| Tanytarsini gen. sp.             |                                                 |   |   |    |   |    | 1 |
| Tanytarsus Pel5 (LANGTON)        |                                                 |   |   | 3  |   |    |   |
| Tanytarsus buchonius             |                                                 |   |   | 14 |   | 52 | 1 |
| Tanytarsus sp.                   |                                                 |   |   | 1  |   | 17 |   |
| Trissopelopia longimana          |                                                 |   | 1 |    |   |    |   |
| Trissopelopia sp.                |                                                 |   |   | 3  |   |    |   |
| Zavrelimyia sp.                  |                                                 | 3 |   | 1  |   |    |   |
| <b>Ceratopogonidae</b>           |                                                 |   |   |    |   |    |   |
| Bezzia cf. annulipes             |                                                 |   |   |    |   | 1  |   |
| Ceratopogonidae gen. sp.         |                                                 | 1 |   |    |   |    |   |
| <b>Tabanidae</b>                 |                                                 |   |   |    |   |    |   |
| Chrysops sp.                     |                                                 | 1 |   |    |   |    |   |
| Tabanus sp.                      |                                                 |   |   |    | 4 |    |   |
| Dolichozepe sp.                  |                                                 | 1 |   |    |   |    |   |

Tab. III:  
Steigerung der Artnachweise (kumulativ) an den Probestellen

| Datum                                            | 10/93 | 3/94 | 6/94 | 9/94 |
|--------------------------------------------------|-------|------|------|------|
| <b>alle Funde</b>                                |       |      |      |      |
| Ochsenkopf                                       | 24    | 41   | 46   | 47   |
| Parnitz                                          | 9     | 17   | 23   | 29   |
| Heidemühle                                       | 25    | 35   | 41   | 48   |
| Ausreißer                                        | 34    | 42   | 46   | 52   |
| Taura                                            | 25    | 27   | 43   | 46   |
| Lausa                                            | 5     | 9    | 11   | 13   |
| <b>ohne Einzelfunde, jedoch mit Chironomiden</b> |       |      |      |      |
| Ochsenkopf                                       | 16    | 28   | 32   | 33   |
| Parnitz                                          | 7     | 14   | 17   | 19   |
| Heidemühle                                       | 17    | 22   | 27   | 30   |
| Ausreißer                                        | 28    | 35   | 36   | 39   |
| Taura                                            | 20    | 22   | 32   | 33   |
| Lausa                                            | 4     | 8    | 8    | 8    |
| <b>mit Einzelfunden, jedoch mit Chironomiden</b> |       |      |      |      |
| Ochsenkopf                                       | 18    | 31   | 34   | 35   |
| Parnitz                                          | 7     | 15   | 16   | 20   |
| Heidemühle                                       | 10    | 13   | 15   | 19   |
| Ausreißer                                        | 14    | 19   | 21   | 24   |
| Taura                                            | 10    | 11   | 21   | 23   |
| Lausa                                            | 3     | 4    | 4    | 6    |
| <b>ohne Einzelfunde und Chironomiden</b>         |       |      |      |      |
| Ochsenkopf                                       | 14    | 22   | 24   | 24   |
| Parnitz                                          | 5     | 12   | 13   | 14   |
| Heidemühle                                       | 7     | 8    | 9    | 11   |
| Ausreißer                                        | 13    | 17   | 18   | 20   |
| Taura                                            | 8     | 9    | 16   | 16   |
| Lausa                                            | 3     | 4    | 4    | 5    |

Tab. IV:

Clusteranalyse der Arten und der Probestellen (transformierte Abundanzen der Probestermine summiert), nachgeordnet, ohne Einzelfunde und ohne Arten, die nur an einer Stelle gefunden wurden ( $\chi^2 = 52,902$ ;  $C = 0.163$ ); O = Ochsenkopf, P = Parnitz; H = Heidemühle; A = Ausreißer, T = Taura; L = Lausa

| Aufnahmegruppe                      |                  | 1   | 1   | 2  | 2  | 3  | 3  |
|-------------------------------------|------------------|-----|-----|----|----|----|----|
| Probestellennr.                     |                  | 2   | 1   | 4  | 3  | 6  | 5  |
| Probestelle                         |                  | P   | O   | A  | H  | L  | T  |
| Art                                 | Arten-<br>gruppe |     |     |    |    |    |    |
| 54 Plectrocnemia conspersa          | 4                | 8   | 6   | 12 | 12 | 12 | 7  |
| 37 Velia caprai                     | 4                | 3   | 10  | 7  | 6  | 12 | 6  |
| 48 Nemoura sp.                      | 4                | 15  | 6   | 9  |    | 52 | 15 |
| 56 Potamophylax cingulatus          | 2                | 4   | 4   |    |    |    |    |
| 33 Helodes sp.                      | 2                | 5   | 4   |    |    |    |    |
| 2 Pisidium obtusale                 | 2                | 1   | 14  |    |    |    |    |
| 38 Dicranota sp.                    | 2                | 3   | 5   |    |    |    |    |
| 3 Pisidium personatum               | 2                | 3   | 6   |    |    |    |    |
| 57 Sericostoma cf. personatum       | 2                |     | 4   |    | 1  |    |    |
| 32 Zavrelimyia sp.                  | 2                |     | 3   |    | 1  |    |    |
| 34 Gammarus pulex                   | 2                | 126 | 883 |    | 2  |    |    |
| 35 Dixia maculata Gr.               | 2                | 1   | 12  | 3  |    |    | 1  |
| 13 Eukiefferiella brevicar          | 2                |     | 3   | 1  |    |    |    |
| 4 Pisidium sp.                      | 2                | 6   | 20  |    | 3  |    |    |
| 1 Pisidium casertanum               | 2                | 4   | 7   |    | 2  |    |    |
| 43 Cordulegaster boltoni            | 2                | 10  | 6   | 4  |    |    | 3  |
| <hr/>                               |                  |     |     |    |    |    |    |
| 52 Simulium (Nevermannia) verum Gr. | 4                | 1   |     | 3  | 3  |    |    |
| 47 Leuctra sp.                      | 4                | 3   | 4   | 3  | 1  |    |    |
| 46 Leuctra nigra                    | 4                | 11  | 11  | 11 | 3  |    |    |
| 39 Eloephila sp.                    | 4                | 4   | 4   | 7  |    |    |    |
| 5 Apsectrotanytus trifascipennis    | 4                | 1   |     | 1  |    |    |    |
| 14 Heterotanytus apicalis           | 4                |     | 1   | 7  | 2  |    |    |
| 51 Simulium (Nevermannia) sp.       | 4                |     | 2   | 3  |    |    |    |
| 40 Palaria discicollis Gr.          | 4                |     | 1   | 2  |    |    |    |
| 7 Chaetocladius perennis            | 4                |     | 1   | 3  |    |    |    |
| 16 Heterotrissocladius marcidus Gr. | 4                | 1   |     | 3  |    |    |    |
| 6 Brilia modesta                    | 4                | 5   | 2   | 18 | 4  |    |    |
| 25 Micropsectra sp.                 | 4                |     | 3   | 52 |    |    |    |
| 26 Parametriocnemus sp.             | 4                |     |     | 4  | 3  |    |    |
| 50 Simulium (Eusimulium) sp.        | 4                |     |     | 3  | 3  |    |    |
| 23 Micropsectra bidentata           | 4                |     |     | 11 | 1  |    | 3  |
| 22 Micropsectra atrofasciata        | 4                |     |     | 22 | 14 |    | 1  |
| 24 Micropsectra fusca               | 4                |     |     | 11 | 6  |    |    |



Tab. IV: (Forts.)

| Aufnahmegruppe                    |                  | 1 | 1 | 2  | 2   | 3  | 3   |
|-----------------------------------|------------------|---|---|----|-----|----|-----|
| Probestellennr.                   |                  | 2 | 1 | 4  | 3   | 6  | 5   |
| Probestelle                       |                  | P | 0 | A  | H   | L  | T   |
| Art                               | Arten-<br>gruppe |   |   |    |     |    |     |
| 28 Prodiamesa olivacea            | 3                |   | 1 |    | 1   |    |     |
| 45 Leuctra braueri                | 3                |   | 3 | 6  | 11  |    |     |
| 9 Corynoneura Pe2a                | 3                |   |   | 3  | 11  |    |     |
| 44 Oligochaeta gen. sp.           | 3                | 1 |   |    | 1   |    |     |
| 29 Pseudorthocladius virgatus Gr. | 3                | 3 |   |    | 3   |    |     |
| 15 Heterotrissocladius marcidus   | 3                |   |   | 28 | 165 |    | 6   |
| 49 Nemurella picteti              | 3                | 6 | 4 | 10 | 28  | 3  | 3   |
| 27 Polypedilum albicorne          | 3                | 3 |   | 3  | 14  |    |     |
| 53 Micropterna nycterobia sequax  | 1                |   | 3 | 1  | 1   |    | 11  |
| 10 Corynoneura cf. lobata         | 1                |   |   |    | 3   |    | 3   |
| 8 Chaetocladius piger             | 1                |   |   |    | 1   |    | 1   |
| 12 Corynoneura sp.                | 1                |   |   |    | 3   | 3  | 3   |
| 55 Plectrocnemia sp.              | 1                |   |   | 3  |     |    | 3   |
| 41 Sialis fuliginosa              | 1                |   |   | 9  |     | 1  | 14  |
| 21 Macropelopia sp.               | 1                |   |   | 6  | 5   | 1  | 15  |
| 19 Macropelopia adaucta           | 1                | 3 |   | 7  | 6   | 6  | 22  |
| 18 Limnophyes sp.                 | 1                |   |   | 1  |     |    | 3   |
| 42 Sialis lutaria                 | 1                |   |   | 2  |     | 3  | 17  |
| 17 Limnophyes Pela                | 1                |   |   |    |     | 3  | 11  |
| 31 Tanytarsus sp.                 | 1                |   |   |    | 1   |    | 17  |
| 11 Corynoneura fittkaui           | 1                |   |   |    |     | 14 | 186 |
| 30 Tanytarsus buchonius           | 1                |   |   |    | 14  | 1  | 52  |
| 20 Macropelopia notata            | 1                | 1 |   |    |     |    | 3   |
| 36 Gerris lacustris               | 1                | 1 |   |    |     |    | 1   |

**Tab. Va:**

**Verbreitungstypen unter den nachgewiesenen Arten (Makroinvertebraten)**

---

**Semiaquatisch**

Chrysops sp.  
Dicranota sp.  
Dolichopeza sp.  
Eloeophila sp.  
Galba truncatula  
Limnophyes minimus  
Limnophyes punctipennis  
Pilaria discicollis-Gr.  
Pseudosmittia curtica  
Smittia cf. leucopogon  
Tabanus sp.  
Tipula (Yamatotipula) sp.

**eurytop**

Aeschna cyanea  
Amphinemura sulcicollis/triangularis  
Chaetocladius perennis  
Gyrinus substriatus  
Heterotrissocladius marcidus  
Lestes viridis  
Leuctra braueri  
Leuctra sp.  
Leuctra nigra  
Libellula quadrimaculata  
Micropsectra atrofasciata  
Micropsectra notescens  
Nemoura sp.  
Nemoura cinerea  
Nemoura sciurus  
Nemurella picteti  
Psidium casertanum  
Psidium obtusale  
Polypedilum pedestre  
Polypedilum tritum  
Prodiamesa olivacea  
Sialis lutaria  
Sialis fuliginosa

**stagnophil**

Chironomus luridus  
Chydorus thienemanni  
Gerris lacustris  
Gerris gibbifer  
Hydrometra stagnorum  
Platycnemis pennipes  
Scapholeberis mucronata  
Velia caprai

Tab. Va: (Forts.)

**rhitriphil**

Atractides spinipes  
Brillia modesta  
Deronectes latus  
Dugesia cf. gonocephala  
Eukiefferiella brevicar  
Eukiefferiella graciei  
Gammarus pulex  
Heterotanytarsus apicalis  
Micropsectra bidentata  
Micropterna nycterobia/sequax  
Plectrocnemia sp.  
Plectrocnemia conspersa  
Polypedilum pullum  
Potamophylax cingulatus  
Rheocricotopus (Rheocricotopus) fuscipes  
Sericostoma cf. personatum  
Simulium (Nevermannia) vernum

**krenophil**

Agabus guttatus  
Apsectrotanytus trifascipennis  
Chaetocladius piger  
Conchapelopia sp.  
Cordulegaster boltoni  
Corynoneura fittkaui  
Culex (Neoculex) territans  
Dixa maculata-Gr.  
Macropelopia notata  
Macropelopia adaucta  
Parametriocnemus sp.  
Parapsectra uliginosa  
Pisidium personatum  
Pseudorthocladius cf. filiformis  
Ptychoptera lacustris  
Rheocricotopus (Rheocricotopus) glabricollis  
Simulium (Nevermannia) costatum  
Simulium (Eusimulium) petricolum  
Stempellinella flavidula  
Tanytarsus buchonius  
Trissopelopia longimana  
Zavrelimyia sp.

Tab. Va: (Forts.)

**keine Einstufung**

Baetidae gen. sp.  
Bezzia cf. annulipes  
Ceratopogonidae gen. sp.  
Chironomini gen. sp.  
Colymbetinae gen.sp. (juv.)  
Cordulegaster sp. (juv.)  
Corynoneura cf. scutellata  
Corynoneura cf. lobata  
Corynoneura Pe2a  
Corynoneura sp. A (CRANSTON 1982)  
Corynoneura sp.  
Eukiefferiella claripennis-Gr.  
Eukiefferiella gracei-Gr.  
Eukiefferiella sp.  
Eukiefferiella coerulescens-Gr.  
Halesus sp.  
Helodes sp.  
Heterotanytarsus sp.  
Heterotrissocladius marcidus-Gr.  
Limnophyes Pela  
Limnophyes sp.  
Macropelopia sp.  
Macropelopia notata-Gr.  
Micropsectra sp.  
Micropsectra contracta/apposita  
Micropsectra fusca  
Micropsectra Pel/notescens  
Naididae gen. sp.  
Oligochaeta gen. sp.  
Pentaneurini gen. sp.  
Pisidium sp.  
Polypedilum albicorne  
Polypedilum sp.  
Pyrrhosoma nymphula (Imago)  
Sialis sp.  
Simulium (Nevermannia) sp.  
Simulium (Nevermannia) aureum-Gr.  
Simulium (Eusimulium) sp.  
Simulium (Nevermannia) vernum-Gr.  
Tanytarsini gen. sp.  
Tanytarsus sp.  
Tanytarsus Pel5 (LANGTON)  
Trissopelopia sp.

---

Tab. Vb :

Zuordnung der Ernährungstypen zu den nachgewiesenen Arten

|                                |                  |
|--------------------------------|------------------|
| Atractides spinipes            | Räuber           |
| Bezzia cf. annulipes           | Räuber           |
| Ceratopogonidae gen. sp.       | Räuber           |
| Apsectrotanypus trifascipennis | Räuber           |
| Conchapelopia sp.              | Räuber           |
| Macropelopia adaucta           | Räuber           |
| Macropelopia notata            | Räuber           |
| Macropelopia notata-Gr.        | Räuber           |
| Macropelopia sp.               | Räuber           |
| Pentaneurini gen. sp.          | Räuber           |
| Prodiamesa olivacea            | Räuber           |
| Trissopelopia longimana        | Räuber           |
| Trissopelopia sp.              | Räuber           |
| Zavrelimyia sp.                | Räuber           |
| Agabus guttatus                | Räuber           |
| Colymbetinae gen.sp. (juv.)    | Räuber           |
| Deronectes latus               | Räuber           |
| Gyrinus substriatus            | Räuber           |
| Helodes sp.                    | Räuber           |
| Culex (Neoculex) territans     | Räuber           |
| Gerris gibbifer                | Räuber           |
| Gerris lacustris               | Räuber           |
| Hydrometra stagnorum           | Räuber           |
| Velia caprai                   | Räuber           |
| Sialis fuliginosa              | Räuber           |
| Sialis lutaria                 | Räuber           |
| Sialis sp.                     | Räuber           |
| Aeschna cyanea                 | Räuber           |
| Cordulegaster boltoni          | Räuber           |
| Cordulegaster sp. (juv.)       | Räuber           |
| Libellula quadrimaculata       | Räuber           |
| Dugesia cf. gonocephala        | Räuber           |
| Lestes viridis                 | Räuber           |
| Platycnemis pennipes           | Räuber           |
| Pyrrhosoma nymphula (Imago)    | Räuber           |
| <br>Gammarus pulex             | <br>Zerkleinerer |
| <br>Ptychoptera lacustris      | <br>Allesfresser |
| Eloeophila sp.                 | Allesfresser     |
| Chrysops sp.                   | Allesfresser     |
| Tabanus sp.                    | Allesfresser     |
| Dolichopeza sp.                | Allesfresser     |
| Tipula (Yamatotipula) sp.      | Allesfresser     |
| Pilaria discicollis-Gr.        | Allesfresser     |
| Dicranota sp.                  | Allesfresser     |
| Naididae gen. sp.              | Allesfresser     |
| Oligochaeta gen. sp.           | Allesfresser     |
| <br>Chydorus thienemanni       | <br>Filtrierer   |
| Pisidium personatum            | Filtrierer       |
| Scapholeberis mucronata        | Filtrierer       |
| Pisidium sp.                   | Filtrierer       |
| Pisidium casertanum            | Filtrierer       |



Tab. Vb: (Forts.)

|                                                           |             |
|-----------------------------------------------------------|-------------|
| <i>Pisidium obtusale</i>                                  | Filtrierer  |
| <i>Simulium</i> ( <i>Eusimulium</i> ) <i>petricolum</i>   | Filtrierer  |
| <i>Simulium</i> ( <i>Eusimulium</i> ) sp.                 | Filtrierer  |
| <i>Simulium</i> ( <i>Nevermannia</i> ) <i>aureum</i> -Gr. | Filtrierer  |
| <i>Simulium</i> ( <i>Nevermannia</i> ) <i>costatum</i>    | Filtrierer  |
| <i>Simulium</i> ( <i>Nevermannia</i> ) sp.                | Filtrierer  |
| <i>Simulium</i> ( <i>Nevermannia</i> ) <i>vernum</i>      | Filtrierer  |
| <i>Simulium</i> ( <i>Nevermannia</i> ) <i>vernum</i> -Gr. | Filtrierer  |
| <i>Tanytarsini</i> gen. sp.                               | Weidegänger |
| <i>Tanytarsus</i> Pe15 (LANGTON)                          | Weidegänger |
| <i>Tanytarsus buchonius</i>                               | Weidegänger |
| <i>Tanytarsus</i> sp.                                     | Weidegänger |
| <i>Corynoneura</i> cf. <i>scutellata</i>                  | Weidegänger |
| <i>Corynoneura fittkaui</i>                               | Weidegänger |
| <i>Corynoneura</i> sp.                                    | Weidegänger |
| <i>Corynoneura</i> sp. A (CRANSTON 1982)                  | Weidegänger |
| <i>Eukiefferiella brevicalcar</i>                         | Weidegänger |
| <i>Eukiefferiella claripennis</i> -Gr.                    | Weidegänger |
| <i>Eukiefferiella coerulescens</i> -Gr.                   | Weidegänger |
| <i>Eukiefferiella gracei</i>                              | Weidegänger |
| <i>Eukiefferiella gracei</i> -Gr.                         | Weidegänger |
| <i>Eukiefferiella</i> sp.                                 | Weidegänger |
| <i>Heterotanytarsus apicalis</i>                          | Weidegänger |
| <i>Heterotanytarsus</i> sp.                               | Weidegänger |
| <i>Dixa maculata</i> -Gr.                                 | Weidegänger |
| Baetidae gen. sp.                                         | Weidegänger |
| <i>Galba truncatula</i>                                   | Weidegänger |
| <i>Heterotrissocladius marcidus</i>                       | Weidegänger |
| <i>Heterotrissocladius marcidus</i> -Gr.                  | Weidegänger |
| <i>Limnophyes</i> <i>Pela</i>                             | Weidegänger |
| <i>Limnophyes minimus</i>                                 | Weidegänger |
| <i>Limnophyes punctipennis</i>                            | Weidegänger |
| <i>Limnophyes</i> sp.                                     | Weidegänger |
| <i>Chaetocladius perennis</i>                             | Weidegänger |
| <i>Chaetocladius piger</i>                                | Weidegänger |
| <i>Chironomus luridus</i>                                 | Weidegänger |
| <i>Brillia modesta</i>                                    | Weidegänger |
| <i>Micropsectra</i> Pe1/notescens                         | Weidegänger |
| <i>Micropsectra atrofasciata</i>                          | Weidegänger |
| <i>Micropsectra bidentata</i>                             | Weidegänger |
| <i>Micropsectra contacta/apposita</i>                     | Weidegänger |
| <i>Micropsectra fusca</i>                                 | Weidegänger |
| <i>Micropsectra notescens</i>                             | Weidegänger |
| <i>Amphinemura sulcicollis/triangularis</i>               | Weidegänger |
| <i>Leuctra braueri</i>                                    | Weidegänger |
| <i>Leuctra nigra</i>                                      | Weidegänger |
| <i>Leuctra</i> sp.                                        | Weidegänger |
| <i>Nemoura cinerea</i>                                    | Weidegänger |
| <i>Nemoura sciurus</i>                                    | Weidegänger |
| <i>Nemoura</i> sp.                                        | Weidegänger |
| <i>Nemurella picteti</i>                                  | Weidegänger |
| <i>Micropsectra</i> sp.                                   | Weidegänger |
| <i>Parametriocnemus</i> sp.                               | Weidegänger |
| <i>Parapsectra uliginosa</i>                              | Weidegänger |
| <i>Corynoneura</i> Pe2a                                   | Weidegänger |
| <i>Polypedilum albicorne</i>                              | Weidegänger |
| <i>Polypedilum pedestre</i>                               | Weidegänger |
| <i>Polypedilum pullum</i>                                 | Weidegänger |

Tab. Vb: (Forts.)

|                                  |             |
|----------------------------------|-------------|
| Polypedilum sp.                  | Weidegänger |
| Polypedilum tritum               | Weidegänger |
| Corynoneura cf. lobata           | Weidegänger |
| Pseudorthocladus virgatus-Gr.    | Weidegänger |
| Pseudosmittia curtica            | Weidegänger |
| Halesus sp.                      | Weidegänger |
| Micropterna nycterobia/sequax    | Weidegänger |
| Plectrocnemia conspersa          | Weidegänger |
| Plectrocnemia sp.                | Weidegänger |
| Potamophylax cingulatus          | Weidegänger |
| Sericostoma cf. personatum       | Weidegänger |
| Rheocricotopus (R.) fuscipes     | Weidegänger |
| Rheocricotopus (R.) glabricollis | Weidegänger |
| Smittia cf. leucopogon           | Weidegänger |
| Stempellinella flavidula         | Weidegänger |
| Chironomini gen. sp.             | -           |

---

Tab. VIa:

Vorkommen der Makroinvertebraten-Arten an den einzelnen Probestellen und Terminen (in Abundanzklassen von 1-7; s. Mauch et al., 1985; \*)GG = Gefährdungsgrad nach den "Roten Listen"; \*\*)S<sub>i</sub> = Saprobienindex nach MAUCH et al., 1985)

| Art                     | Probestelle<br>Datum (Monat) | Ochsenkopf<br>10 3 6 9<br>93 94 94 94 | Parnitz<br>10 3 6 9<br>93 94 94 94 | Heidemühle<br>10 3 6 9<br>93 94 94 94 | Ausreißer<br>9 10 3 6 9<br>93 93 94 94 94 | Taura<br>9 10 3 6 9<br>93 93 94 94 94 | Lausa<br>10 3 6 9<br>93 94 94 94 |
|-------------------------|------------------------------|---------------------------------------|------------------------------------|---------------------------------------|-------------------------------------------|---------------------------------------|----------------------------------|
|                         | GG*) S <sub>i</sub> **)      |                                       |                                    |                                       |                                           |                                       |                                  |
| <b>Plathelminthes</b>   |                              |                                       |                                    |                                       |                                           |                                       |                                  |
| Dugesia cf. gonocephala | 1.5                          | 1                                     |                                    |                                       |                                           |                                       |                                  |
| <b>Annelida</b>         |                              |                                       |                                    |                                       |                                           |                                       |                                  |
| Naididae gen. sp.       |                              |                                       |                                    |                                       | 1                                         |                                       |                                  |
| Oligochaeta gen. sp.    |                              |                                       | 1                                  | 1                                     |                                           |                                       |                                  |
| <b>Mollusca</b>         |                              |                                       |                                    |                                       |                                           |                                       |                                  |
| Galba truncatula        | 2.0                          | 1                                     |                                    |                                       |                                           |                                       |                                  |
| Pisidium casertanum     |                              | 2                                     | 2                                  | 1                                     | 1                                         |                                       |                                  |
| Pisidium obtusale       | 4                            | 2                                     | 1                                  | 1                                     |                                           |                                       |                                  |
| Pisidium personatum     |                              | 2                                     | 2                                  |                                       |                                           |                                       |                                  |
| Pisidium sp.            |                              | 3                                     | 2                                  | 2                                     | 1                                         | 1                                     | 1                                |
| <b>Hydracarina</b>      |                              |                                       |                                    |                                       |                                           |                                       |                                  |
| Atractides spinipes     |                              |                                       |                                    | 1                                     |                                           |                                       |                                  |
| <b>Crustacea</b>        |                              |                                       |                                    |                                       |                                           |                                       |                                  |
| Gammarus pulex          | 2.0                          | 5                                     | 6                                  | 4                                     | 4                                         | 4                                     | 2                                |
| Chydorus thienemanni    |                              |                                       |                                    |                                       |                                           | 1                                     | 1                                |
| Scapholeberis mucronata |                              |                                       |                                    |                                       |                                           |                                       | 6                                |
|                         |                              |                                       |                                    |                                       |                                           |                                       | 4                                |

Tab. VIa: (Forts.)

|                                      | Ochsenkopf              | Parnitz                 | Heidemühle              | Ausreißer                    | Taura                        | Lausa                        |
|--------------------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|
|                                      | 10 3 6 9<br>93 94 94 94 | 10 3 6 9<br>93 94 94 94 | 10 3 6 9<br>93 94 94 94 | 9 10 3 6 9<br>93 93 94 94 94 | 9 10 3 6 9<br>93 93 94 94 94 | 9 10 3 6 9<br>93 94 94 94 94 |
| Insecta                              |                         |                         |                         |                              |                              |                              |
| Ephemeroptera                        |                         |                         |                         |                              |                              |                              |
| Baetidae gen. sp.                    | 1                       |                         |                         |                              |                              |                              |
| Plecoptera                           |                         |                         |                         |                              |                              |                              |
| Amphinemura sulcicollis/triangularis |                         |                         |                         |                              |                              |                              |
| Leuctra braueri                      | 2                       |                         | 3                       | 2 2                          |                              |                              |
| Leuctra nigra                        | 3                       | 3                       | 2                       | 3                            |                              |                              |
| Leuctra sp.                          | 2                       | 1                       |                         |                              |                              |                              |
| Nemoura cinerea                      |                         |                         |                         |                              | 2                            |                              |
| Nemoura sciurus                      | 1                       |                         |                         |                              |                              |                              |
| Nemoura sp.                          | 2                       | 2 1                     |                         | 2 2 2 1                      | 1 3 2                        | 4 3 2                        |
| Nemurella picteti                    | 2                       | 2                       | 2 3 3 2                 | 2 2 2 1                      | 1 2                          |                              |
| Odonata                              |                         |                         |                         |                              |                              |                              |
| Aeschna cyanea                       |                         |                         |                         |                              | 1 1                          |                              |
| Cordulegaster boltoni                | 2                       | 2 2 1 2                 |                         | 2 1                          | 2                            |                              |
| Cordulegaster sp. (juv.)             |                         |                         |                         | 1 1                          |                              |                              |
| Libellula quadrimaculata             |                         |                         |                         |                              | 1                            |                              |
| Lestes viridis                       |                         |                         |                         |                              | 2                            |                              |
| Platycnemis pennipes                 |                         |                         |                         |                              |                              | 1                            |
| Pyrhosoma nymphula (Imago)           |                         |                         |                         |                              | 2                            |                              |
| Heteroptera                          |                         |                         |                         |                              |                              |                              |
| Gerris gibbifer                      |                         |                         |                         |                              |                              | 1                            |
| Gerris lacustris                     |                         | 1                       |                         |                              |                              | 1                            |
| Hydrometra stagnorum                 |                         |                         |                         |                              | 2                            | 2 2                          |
| Velia caprai                         | 2 2 2 1                 | 2                       | 2 2                     | 2 2 1                        | 2 2 2                        | 2 2 2 2                      |
| Coleoptera                           |                         |                         |                         |                              |                              |                              |
| Agabus guttatus                      |                         |                         |                         |                              |                              |                              |
| Colymbetinae gen. sp. (juv.)         |                         |                         |                         | 1                            |                              |                              |
| Deronectes latus                     | 2                       | 2.0                     | 1                       |                              |                              |                              |
| Gyrinus substriatus                  |                         |                         |                         |                              |                              |                              |
| Helodes sp.                          | 2                       | 1                       |                         |                              |                              |                              |

Tab. VIa: (Forts.)

|                                                           | GG*) S <sup>mm</sup> | Ochsenkopf<br>10 3 6 9<br>93 94 94 94 | Parnitz<br>10 3 6 9<br>93 94 94 94 | Heidemühle<br>10 3 6 9<br>93 94 94 94 | Ausreißer<br>9 10 3 6 9<br>93 93 94 94 94 | Taura<br>9 10 3 6 9<br>93 93 94 94 94 | Lausa<br>10 3 6 9<br>93 94 94 94 |
|-----------------------------------------------------------|----------------------|---------------------------------------|------------------------------------|---------------------------------------|-------------------------------------------|---------------------------------------|----------------------------------|
| <b>Megaloptera</b>                                        |                      |                                       |                                    |                                       |                                           |                                       |                                  |
| <i>Sialis fuliginosa</i>                                  | 2 2.5                |                                       |                                    |                                       |                                           |                                       |                                  |
| <i>Sialis lutaria</i>                                     | 2.5                  |                                       |                                    |                                       |                                           |                                       |                                  |
| <i>Sialis</i> sp.                                         | 2.5                  | 1                                     |                                    |                                       | 1 2 2 2                                   | 3 2 2 2                               | 2                                |
| <b>Trichoptera</b>                                        |                      |                                       |                                    |                                       |                                           |                                       |                                  |
| <i>Halesus</i> sp.                                        | 2.0                  | 1                                     |                                    |                                       |                                           |                                       |                                  |
| <i>Micropterna nycterobia/sequax</i>                      |                      | 2                                     |                                    | 1                                     |                                           | 3                                     |                                  |
| <i>Plectrocnemia conspersa</i>                            | 2.0                  | 2                                     | 1 2 2 1                            | 2 2 2 2                               | 1 2 2 2                                   | 2 1 2                                 | 2 2 2 2                          |
| <i>Plectrocnemia</i> sp.                                  |                      | 2                                     | 1 2                                |                                       | 2                                         |                                       |                                  |
| <i>Potamophylax cingulatus</i>                            | 2.0                  | 2 1 1                                 |                                    | 1                                     |                                           |                                       |                                  |
| <i>Sericostoma</i> cf. <i>personatum</i>                  |                      | 2                                     |                                    |                                       |                                           |                                       |                                  |
| <b>Diptera</b>                                            |                      |                                       |                                    |                                       |                                           |                                       |                                  |
| <b>Tipulidae</b>                                          |                      |                                       |                                    |                                       |                                           |                                       |                                  |
| <i>Tipula</i> ( <i>Yamatotipula</i> ) sp.                 |                      | 2                                     |                                    |                                       |                                           |                                       |                                  |
| <b>Limoniidae</b>                                         |                      |                                       |                                    |                                       |                                           |                                       |                                  |
| <i>Dicranota</i> sp.                                      | 2.0                  | 1 2 1                                 | 2                                  |                                       |                                           |                                       |                                  |
| <i>Eloeophila</i> sp.                                     |                      | 2 1 1                                 | 1                                  |                                       | 1 2 2 1                                   |                                       |                                  |
| <i>Pilaria discicollis</i> -Gr.                           |                      |                                       |                                    |                                       |                                           |                                       |                                  |
| <b>Ptychopteridae</b>                                     |                      |                                       |                                    |                                       |                                           |                                       |                                  |
| <i>Ptychoptera lacustris</i>                              | 3.0                  | 1                                     |                                    |                                       |                                           |                                       |                                  |
| <b>Dixidae</b>                                            |                      |                                       |                                    |                                       |                                           |                                       |                                  |
| <i>Dixa maculata</i> -Gr.                                 |                      | 2 2 2 2                               | 1                                  |                                       | 2                                         | 1                                     |                                  |
| <b>Culicidae</b>                                          |                      |                                       |                                    |                                       |                                           |                                       |                                  |
| <i>Culex</i> ( <i>Neoculex</i> ) <i>terrilians</i>        |                      |                                       |                                    |                                       |                                           |                                       | 1                                |
| <b>Simuliidae</b>                                         |                      |                                       |                                    |                                       |                                           |                                       |                                  |
| <i>Simulium</i> ( <i>Eusimulium</i> ) <i>petricolium</i>  |                      |                                       |                                    |                                       |                                           |                                       |                                  |
| <i>Simulium</i> ( <i>Eusimulium</i> ) sp.                 |                      |                                       |                                    | 2                                     |                                           |                                       |                                  |
| <i>Simulium</i> ( <i>Nevermannia</i> ) <i>aureum</i> -Gr. |                      |                                       |                                    | 3                                     |                                           |                                       | 2                                |
| <i>Simulium</i> ( <i>Nevermannia</i> ) <i>costatum</i>    | 1.5                  | 2 2 1                                 |                                    | 2                                     |                                           |                                       |                                  |
| <i>Simulium</i> ( <i>Nevermannia</i> ) sp.                |                      | 1                                     |                                    |                                       |                                           |                                       |                                  |
| <i>Simulium</i> ( <i>Nevermannia</i> ) <i>vernum</i>      | 1.5                  |                                       |                                    |                                       | 2 2 2                                     |                                       |                                  |
| <i>Simulium</i> ( <i>Nevermannia</i> ) <i>vernum</i> -Gr. |                      |                                       | 1                                  | 2                                     |                                           |                                       |                                  |



Tab. VIa: (Forts.)

|                                          | GG <sup>1)</sup> S <sub>1</sub> | Ochsenkopf<br>10 3 6 9<br>93 94 94 94 | Parnitz<br>10 3 6 9<br>93 94 94 94 | Heidemühle<br>10 3 6 9<br>93 94 94 94 | Ausreißer<br>9 10 3 6 9<br>93 93 94 94 94 | Taura<br>9 10 3 6 9<br>93 93 94 94 94 | Lausa<br>10 3 6 9<br>93 94 94 94 |
|------------------------------------------|---------------------------------|---------------------------------------|------------------------------------|---------------------------------------|-------------------------------------------|---------------------------------------|----------------------------------|
| <b>Chironomidae</b>                      |                                 |                                       |                                    |                                       |                                           |                                       |                                  |
| <i>Apsectrotanytus trifascipennis</i>    |                                 | 1                                     | 1                                  | 1                                     | 1                                         |                                       |                                  |
| <i>Brillia modesta</i>                   |                                 |                                       | 1                                  | 1                                     | 2                                         |                                       |                                  |
| <i>Chaetocladius perennis</i>            |                                 |                                       | 1                                  | 1                                     | 2                                         |                                       |                                  |
| <i>Chaetocladius piger</i>               |                                 |                                       |                                    | 1                                     |                                           |                                       |                                  |
| <i>Chironomini</i> gen. sp.              |                                 |                                       | 2                                  |                                       |                                           | 1                                     |                                  |
| <i>Chironomus luridus</i>                |                                 |                                       |                                    |                                       |                                           |                                       |                                  |
| <i>Conchapelopia</i> sp.                 |                                 |                                       |                                    | 3                                     | 2                                         |                                       | 3                                |
| <i>Corynoneura</i> Pe2a                  |                                 |                                       |                                    |                                       | 2                                         |                                       |                                  |
| <i>Corynoneura</i> cf. <i>lobata</i>     |                                 |                                       |                                    |                                       | 2                                         |                                       |                                  |
| <i>Corynoneura</i> cf. <i>scutellata</i> |                                 |                                       |                                    |                                       |                                           | 2                                     |                                  |
| <i>Corynoneura fittkaui</i>              |                                 |                                       |                                    |                                       | 3                                         | 5                                     | 2                                |
| <i>Corynoneura</i> sp.                   |                                 |                                       |                                    | 2                                     |                                           | 2                                     | 2                                |
| <i>Corynoneura</i> sp. A (CRANSTON 1982) |                                 | 2                                     |                                    |                                       |                                           |                                       |                                  |
| <i>Eukiefferiella brevicar</i>           |                                 | 2                                     |                                    |                                       | 2                                         |                                       |                                  |
| <i>Eukiefferiella claripennis</i> -Gr.   |                                 |                                       |                                    | 1                                     |                                           |                                       |                                  |
| <i>Eukiefferiella coerulescens</i> -Gr.  |                                 |                                       |                                    | 1                                     |                                           |                                       |                                  |
| <i>Eukiefferiella gracei</i>             |                                 |                                       |                                    |                                       |                                           |                                       |                                  |
| <i>Eukiefferiella gracei</i> -Gr.        |                                 |                                       |                                    |                                       |                                           |                                       |                                  |
| <i>Eukiefferiella</i> sp.                |                                 | 2                                     |                                    |                                       | 2                                         |                                       |                                  |
| <i>Heterotanytarsus apicalis</i>         |                                 | 1                                     |                                    | 1                                     | 2                                         |                                       |                                  |
| <i>Heterotanytarsus</i> sp.              |                                 |                                       |                                    |                                       | 1                                         |                                       |                                  |
| <i>Heterotrissocladius marcidus</i>      |                                 |                                       |                                    | 5                                     | 2                                         | 2                                     |                                  |
| <i>Heterotrissocladius marcidus</i> -Gr. |                                 |                                       | 1                                  |                                       |                                           |                                       |                                  |
| <i>Limnophyes</i> Pe1a                   |                                 |                                       |                                    |                                       | 3                                         |                                       | 2                                |
| <i>Limnophyes minimus</i>                |                                 |                                       |                                    |                                       |                                           | 1                                     |                                  |
| <i>Limnophyes punctipennis</i>           |                                 |                                       |                                    |                                       | 2                                         |                                       |                                  |
| <i>Limnophyes</i> sp.                    |                                 |                                       |                                    |                                       |                                           |                                       |                                  |
| <i>Macropelopia adaucta</i>              | 2.5                             |                                       | 2                                  | 2                                     | 2                                         | 2                                     | 2                                |
| <i>Macropelopia notata</i>               | 2.5                             |                                       | 1                                  |                                       | 1                                         | 2                                     |                                  |
| <i>Macropelopia notata</i> -Gr.          | 2.5                             |                                       |                                    |                                       |                                           |                                       |                                  |
| <i>Macropelopia</i> sp.                  | 2.5                             |                                       |                                    | 1                                     | 2                                         | 3                                     | 1                                |
| <i>Micropsectra</i> Pe1/notescens        |                                 |                                       |                                    | 1                                     | 2                                         | 1                                     |                                  |
| <i>Micropsectra atrofasciata</i>         |                                 |                                       |                                    | 5                                     |                                           |                                       |                                  |
| <i>Micropsectra bidentata</i>            |                                 |                                       |                                    | 3                                     | 3                                         | 1                                     |                                  |
| <i>Micropsectra contracta/apposita</i>   |                                 |                                       |                                    | 1                                     |                                           | 2                                     |                                  |
| <i>Micropsectra fusca</i>                |                                 |                                       |                                    | 2                                     | 3                                         | 1                                     | 2                                |
| <i>Micropsectra notescens</i>            |                                 | 2                                     |                                    | 1                                     |                                           |                                       |                                  |
| <i>Micropsectra</i> sp.                  |                                 |                                       |                                    |                                       | 4                                         | 3                                     |                                  |
| <i>Parametriocnemus</i> sp.              |                                 |                                       |                                    | 2                                     | 2                                         |                                       |                                  |
| <i>Parapsectra uliginosa</i>             |                                 |                                       |                                    | 1                                     |                                           |                                       |                                  |
| <i>Pentaneurini</i> gen. sp.             |                                 |                                       |                                    |                                       |                                           |                                       |                                  |
| <i>Polypedilum albicorne</i>             |                                 |                                       | 2                                  |                                       | 2                                         | 2                                     |                                  |

Tab. VIa: (Forts.)

|                                         | GG S <sup>mm</sup> | Ochsenkopf<br>10 3 6 9<br>93 94 94 94 | Parnitz<br>10 3 6 9<br>93 94 94 94 | Heidemühle<br>10 3 6 9<br>93 94 94 94 | Ausreißer<br>9 10 3 6 9<br>93 93 94 94 94 | Taura<br>9 10 3 6 9<br>93 93 94 94 94 | Lausa<br>10 3 6 9<br>93 94 94 94 |
|-----------------------------------------|--------------------|---------------------------------------|------------------------------------|---------------------------------------|-------------------------------------------|---------------------------------------|----------------------------------|
| <i>Polypedium pedestre</i>              |                    |                                       |                                    | 1                                     |                                           |                                       |                                  |
| <i>Polypedium pullum</i>                |                    | 2                                     |                                    |                                       |                                           |                                       |                                  |
| <i>Polypedium sp.</i>                   |                    | 2                                     |                                    |                                       |                                           |                                       |                                  |
| <i>Polypedium tritum</i>                | 2.0                |                                       |                                    |                                       | 2                                         |                                       |                                  |
| <i>Prodiamesa olivacea</i>              |                    | 1                                     |                                    | 1                                     |                                           |                                       |                                  |
| <i>Pseudorthocladus virgatus-Gr.</i>    |                    |                                       | 2                                  | 2                                     |                                           |                                       |                                  |
| <i>Pseudosmittia curtica</i>            |                    |                                       |                                    | 2                                     |                                           |                                       |                                  |
| <i>Rheocricotopus (R.) fuscipes</i>     |                    | 1                                     |                                    |                                       |                                           |                                       |                                  |
| <i>Rheocricotopus (R.) glabricollis</i> |                    |                                       |                                    |                                       |                                           |                                       |                                  |
| <i>Smittia cf. leucopogon</i>           |                    |                                       |                                    |                                       | 1                                         | 1                                     |                                  |
| <i>Stempellinella flavidula</i>         |                    |                                       |                                    |                                       |                                           |                                       | 1                                |
| <i>Tanytarsini</i> gen. sp.             |                    |                                       |                                    |                                       |                                           |                                       |                                  |
| <i>Tanytarsus</i> Pe15 (LANGTON)        |                    |                                       |                                    | 2                                     | 2                                         | 3                                     | 4                                |
| <i>Tanytarsus buchomtus</i>             |                    |                                       | 1                                  |                                       | 3                                         | 2                                     | 1                                |
| <i>Tanytarsus</i> sp.                   |                    |                                       |                                    |                                       |                                           |                                       |                                  |
| <i>Trissopelopia longimana</i>          |                    |                                       |                                    |                                       |                                           |                                       |                                  |
| <i>Trissopelopia</i> sp.                |                    | 2                                     |                                    | 2                                     | 1                                         |                                       |                                  |
| <i>Zavrelimyia</i> sp.                  |                    |                                       |                                    |                                       |                                           |                                       |                                  |
| <b>Ceratopogonidae</b>                  |                    |                                       |                                    |                                       |                                           |                                       |                                  |
| <i>Bezzia cf. annulipes</i>             |                    | 1                                     |                                    |                                       |                                           | 1                                     |                                  |
| <i>Ceratopogonidae</i> gen. sp.         |                    |                                       |                                    |                                       |                                           |                                       |                                  |
| <b>Tabanidae</b>                        |                    |                                       |                                    |                                       |                                           |                                       |                                  |
| <i>Chrysops</i> sp.                     |                    | 1                                     |                                    |                                       |                                           |                                       |                                  |
| <i>Tabanus</i> sp.                      |                    |                                       |                                    |                                       | 1                                         | 2                                     | 1                                |
| <i>Dolichocheza</i> sp.                 |                    | 1                                     |                                    |                                       |                                           |                                       |                                  |

Tab. VIb:

Einstufung der nachgewiesenen Versauerungsindikatoren (entsprechend LANDESAMT F. WASSERWIRTSCHAFT, 1993) in die Sensibilitätsstufen 1 (= säuresensibel) bis 4 (= säuretolerant)

---

|                                                |   |
|------------------------------------------------|---|
| <i>Dugesia</i> cf. <i>gonocephala</i>          | 1 |
| <i>Simulium</i> (Nevermannia) <i>costatum</i>  | 1 |
| <i>Cordulegaster</i> <i>boltoni</i>            | 2 |
| <i>Gammarus</i> <i>pulex</i>                   | 2 |
| <i>Cordulegaster</i> sp. (juv.)                | 2 |
| <i>Pisidium</i> <i>casertanum</i>              | 2 |
| <i>Pisidium</i> <i>obtusale</i>                | 2 |
| <i>Pisidium</i> <i>personatum</i>              | 2 |
| <i>Pisidium</i> sp.                            | 2 |
| Baetidae gen. sp.                              | 2 |
| <i>Sericostoma</i> cf. <i>personatum</i>       | 3 |
| <i>Halesus</i> sp.                             | 3 |
| <i>Amphinemura</i> <i>sulcic./triangularis</i> | 3 |
| <i>Leuctra</i> <i>nigra</i>                    | 4 |
| <i>Leuctra</i> sp.                             | 4 |
| <i>Agabus</i> <i>gutttatus</i>                 | 4 |
| <i>Dicranota</i> sp.                           | 4 |
| <i>Helodes</i> sp.                             | 4 |
| <i>Leuctra</i> <i>braueri</i>                  | 4 |
| <i>Nemoura</i> <i>cinerea</i>                  | 4 |
| <i>Nemoura</i> <i>sciurus</i>                  | 4 |
| <i>Nemoura</i> sp.                             | 4 |
| <i>Nemurella</i> <i>picteti</i>                | 4 |
| <i>Plectrocnemia</i> <i>conspersa</i>          | 4 |
| <i>Plectrocnemia</i> sp.                       | 4 |
| <i>Potamophylax</i> <i>cingulatus</i>          | 4 |
| <i>Sialis</i> <i>fuliginosa</i>                | 4 |
| <i>Sialis</i> <i>lutaria</i>                   | 4 |
| <i>Sialis</i> sp.                              | 4 |
| <i>Simulium</i> (Nevermannia) <i>vernum</i>    | 4 |
| <i>Velia</i> <i>caprai</i>                     | 4 |

---

nicht eingestuft, aber nach FITTKAU (1962) und FITTKAU & REISS (1978) acidophil:

*Corynoneura* *fittkaui*  
*Macropelopia* *adaucta*  
*Macropelopia* *notata*  
*Macropelopia* *notata*-Gruppe  
*Macropelopia* sp.

---

Tab. VIc:

Vorkommen von *Pisidium* sp., *Gammarus pulex* und *Asellus aquaticus* an den Probestellen des Bachsystems am Heidemühlteich (in Abundanzklassen) und pH-Werte (Mittelwerte aus fünf Terminen, an den die Probestellen M3-6 wurde nur zweimal gemessen; s. Abschnitt 2.1.1)

|     | pH   |       | Mittelw. | Pisidium sp. |       | G. pulex |       | A. aquaticus |       |
|-----|------|-------|----------|--------------|-------|----------|-------|--------------|-------|
|     | 8/95 | 10/95 |          | 8/95         | 10/95 | 8/95     | 10/95 | 8/95         | 10/95 |
| M3  | 6.38 | 6.02  |          | 4            | 3     |          | 1     | 3            | 4     |
| M4  | 6.17 | 6.00  |          | 2            | 3     | 3        | 4     | 2            | 2     |
| M5  | 5.70 | 5.91  |          |              | 2     |          |       | 6            | 4     |
| M6  | 6.09 | 5.98  |          | 2            | 2     | 2        | 3     | 3            | 2     |
| M10 |      |       | 5.29     |              |       |          |       |              |       |
| M9  |      |       | 6.34     | 2            | 3     |          |       | 4            |       |
| M8  |      |       | 5.30     | 2            | 2     |          |       |              |       |
| M7  |      |       | 5.27     | 1            |       |          |       |              |       |
| M2  |      |       | 6.08     | 2            | 2     | 5        | 4     |              | 2     |
| M1  |      |       | 5.80     | 3            |       | 2        | 2     |              |       |

Tab. VI d:

Bachsystem Heidemühle (Gew.Nr. 3). pH-Mittelwerte ( $n = 5$ ) an einzelnen Meßpunkten M1-M10 (s. Abb. 1b) und die Irrtumswahrscheinlichkeit signifikanter Unterschiede zwischen den Mittelwerten (U-Test, signifikante Unterschiede **fett gedruckt**)

|     | Mw.  | M10         | M9          | M8          | M7          | M2   |
|-----|------|-------------|-------------|-------------|-------------|------|
| M1  | 5.80 | <b>.047</b> | <b>.028</b> | <b>.047</b> | <b>.047</b> | .245 |
| M2  | 6.08 | <b>.008</b> | .169        | <b>.008</b> | <b>.008</b> |      |
| M7  | 5.27 | .917        | <b>.009</b> | .754        |             |      |
| M8  | 5.30 | .917        | <b>.009</b> |             |             |      |
| M9  | 6.34 | <b>.009</b> |             |             |             |      |
| M10 | 5.29 |             |             |             |             |      |
|     |      | 8.8.95      | 11.10.95    |             |             |      |
| M3  | 6.38 |             | 6.02        |             |             |      |
| M4  | 6.17 |             | 6.00        |             |             |      |
| M5  | 5.70 |             | 5.91        |             |             |      |
| M6  | 6.01 |             | 5.98        |             |             |      |



Tab. VII:

Indikator- und Differentialarten der Aufwuchs-Kieselalgen im Überblick

---

Indikatoren von Säurezuständen

- Acidophile und acidobionte Arten -

Achnanthes helvetica (anthropog. Versauerung)  
Achnanthes oblongella  
Caloneis aerophila  
Cymbella perpusilla  
Eunotia bilunaris (Dystrophie)  
Eunotia botuliformis  
Eunotia exigua (anthropogene Versauerung)  
Eunotia incisa (anthropogene Versauerung)  
Eunotia minor  
Eunotia paludosa (Dystrophie)  
Eunotia rhomboidea (Dystrophie)  
Eunotia tenella (anthropogene Versauerung)  
Frustulia rhomboides var. saxonica  
Navicula mediocris (Dystrophie)  
Pinnularia irrorata (Dystrophie)  
Pinnularia schoenfelderi  
Pinnularia subcapitata  
Pinnularia subcapitata var. hilseana  
Pinnularia viridis

---

Indikatoren des Salzgehalts

- Halophile und halobionte Arten -

Halophil:  
Anomoeoneis sphaerophora  
Cyclotella meneghiniana  
Diatoma moniliformis  
Navicula capitatoradiata  
Nitzschia frustulum  
Nitzschia levidensis

Halobiont:  
Navicula perminuta  
Navicula schroeteri

---

Tab. VII: (Forts.)

---

**Indikatoren der Trophie**

**- Eutraphente und Meso-eutraphente Arten -**

(reicht die saprobielle Valenz über die Güteklasse II hinaus, ist dies in Klammern angegeben)

Achnanthes hungarica  
Navicula capitata (bis in Güteklasse III)  
Navicula capitatoradiata  
Navicula cari  
Navicula cryptocephala (bis in Güteklasse III)  
Navicula goeppertiana (bis in Güteklasse IV)  
Navicula gregaria (bis in Güteklasse III)  
Navicula lanceolata  
Navicula menisculus (bis in Güteklasse III)  
Navicula reichardtiana  
Navicula seminulum (bis in Güteklasse IV)  
Navicula tripunctata  
Navicula veneta (bis in Güteklasse IV)  
Navicula viridula var. rostellata  
Nitzschia amphibia (bis in Güteklasse III)  
Nitzschia dissipata  
Nitzschia frustulum  
Nitzschia levidensis (bis in Güteklasse III)  
Nitzschia linearis  
Nitzschia palea (bis in Güteklasse IV)  
Nitzschia supralitorea (bis in Güteklasse III)  
Rhoicosphenia abbreviata

---

Vorkommen der Aufwuchs-Kieselalgen an den einzelnen Terminen (relative Häufigkeiten in %).

[illegible]

Tab. VIIIa: (Forts.)

| Art                               | Probestelle<br>Monat<br>Jahr | Ochsenkopf |         |         | Parnitz  |         |         | Heidemühle |         |         | Ausreißer |         |         | Taura    |         |         | Lausa    |         |         |
|-----------------------------------|------------------------------|------------|---------|---------|----------|---------|---------|------------|---------|---------|-----------|---------|---------|----------|---------|---------|----------|---------|---------|
|                                   |                              | 10<br>93   | 6<br>94 | 9<br>94 | 10<br>93 | 6<br>94 | 9<br>94 | 10<br>93   | 6<br>94 | 9<br>94 | 10<br>93  | 6<br>94 | 9<br>94 | 10<br>93 | 6<br>94 | 9<br>94 | 10<br>93 | 6<br>94 | 9<br>94 |
| Gomphonema sarcophagus            |                              | 1.5        |         | .3      | 1.2      |         |         |            |         |         |           |         |         |          |         |         |          |         |         |
| Gomphonema spec.                  |                              |            |         |         |          |         |         |            |         |         |           |         |         |          |         |         |          |         |         |
| Hantzschia amphioxys              |                              |            |         |         | .7       |         |         |            |         |         |           |         |         |          |         |         |          |         |         |
| Meridion circulare                |                              |            |         |         |          |         | .2      | .5         |         |         | .1        |         |         |          |         | .2      | .2       |         |         |
| Navicula bryophila                |                              |            |         |         | .2       |         | .1      |            |         |         |           |         | .1      |          |         |         |          |         |         |
| Navicula capitata                 |                              |            |         |         | .5       |         | .1      |            |         |         |           |         |         |          |         |         |          |         |         |
| Navicula capitatoradiata          |                              |            |         |         | 2.9      |         |         |            |         |         | .2        |         |         |          |         |         |          |         | .2      |
| Navicula cari                     |                              |            |         |         | .2       |         |         |            |         |         | .5        |         |         |          |         |         |          |         |         |
| Navicula cf. lapidosa             |                              |            |         | 1.0     |          |         |         |            |         |         |           |         |         |          |         |         |          |         |         |
| Navicula cohnii                   |                              | .7         |         | 1.3     | .7       |         | .1      | .2         |         |         |           |         |         | .2       |         |         |          |         |         |
| Navicula contenta                 |                              |            |         |         |          |         |         |            |         |         |           |         |         |          |         |         |          |         |         |
| Navicula cryptocephala            |                              |            |         |         | .2       |         |         |            |         |         |           |         |         |          |         |         | 1.2      |         |         |
| Navicula elginensis var. cuneata  |                              |            |         |         |          |         |         |            |         |         |           |         |         |          |         |         |          |         |         |
| Navicula exilis                   |                              |            |         |         |          |         | .2      |            |         |         |           |         |         | .2       |         |         | .1       |         |         |
| Navicula festiva                  |                              |            |         |         | .7       |         | .2      |            |         |         |           |         |         |          |         |         | 1.0      |         |         |
| Navicula goeppertiana             |                              |            |         |         | .5       |         |         |            |         |         | .2        |         |         |          |         |         |          |         |         |
| Navicula gregaria                 |                              |            |         |         | 22.9     |         | .3      | 1.7        |         |         |           |         |         | .1       |         |         |          |         |         |
| Navicula lanceolata               |                              |            |         |         | 6.9      |         |         | 1.7        |         |         |           |         |         | .1       |         |         |          |         |         |
| Navicula mediocris                |                              |            |         |         |          |         |         | 1.0        |         |         | .5        |         |         | .7       |         | .5      | .1       |         | 1.0     |
| Navicula menisculus               |                              |            |         | .3      |          |         |         | .2         |         |         | .2        |         |         |          |         |         |          |         |         |
| Navicula microcari                |                              |            |         |         | .2       |         |         |            |         |         |           |         |         |          |         |         |          |         |         |
| Navicula minima                   |                              |            |         |         |          |         |         |            |         |         |           |         |         |          |         |         |          |         | .2      |
| Navicula minuscula                |                              |            |         |         |          |         | .5      | .2         |         |         |           |         |         |          |         |         |          |         |         |
| Navicula perminuta                |                              |            |         |         | .2       |         |         |            |         |         |           |         |         |          |         |         |          |         |         |
| Navicula reichardtiana            |                              |            |         |         | 1.0      |         |         |            |         |         |           |         |         |          |         |         |          |         |         |
| Navicula rhynchocephala           |                              | .2         |         |         |          |         |         |            |         |         |           |         |         |          |         |         |          |         |         |
| Navicula schroeteri               |                              |            |         | .1      |          |         |         |            |         |         | .2        |         |         |          |         |         |          |         | .5      |
| Navicula seminulum                |                              |            |         |         |          |         |         |            |         |         |           |         |         |          |         |         |          |         |         |
| Navicula soehrensii               |                              |            |         | .3      | .7       |         | .2      |            |         |         | .2        |         |         |          |         |         |          |         |         |
| Navicula tenelloides              |                              |            |         |         |          |         |         |            |         |         |           |         |         |          |         |         |          |         |         |
| Navicula tripunctata              |                              |            |         | 1.0     |          |         |         |            |         |         | .2        |         |         |          |         |         |          |         |         |
| Navicula veneta                   |                              |            |         |         | .5       |         |         |            |         |         |           |         |         |          |         |         |          |         |         |
| Navicula viridula var. rostellata |                              |            |         |         | .2       |         |         | .2         |         |         |           |         |         |          |         |         | .2       |         |         |
| Neidium alpinum                   |                              |            |         | .1      |          |         |         |            |         |         |           |         |         |          |         |         |          |         |         |
| Neidium ampliolum                 |                              |            |         |         | .2       |         |         |            |         |         |           |         |         |          |         |         |          |         |         |
| Nitzschia acidoclinata            |                              | .3         |         |         | .7       |         | .1      | 1.7        |         |         |           |         |         | .1       |         |         |          |         |         |
| Nitzschia adamata                 |                              |            |         |         |          |         | .1      |            |         |         | 1.7       |         |         | 4.2      |         | .2      | .1       |         | .2      |

Tab. VIIIa: (Forts.)

| Art                                  | Probestelle<br>Monat<br>Jahr | Ochsenkopf |         |         |  | Parnitz  |         |         |  | Heidenhöhle |         |         |  | Ausreißer |         |         |  | Taura    |         |         |  | Lausa    |         |         |  |
|--------------------------------------|------------------------------|------------|---------|---------|--|----------|---------|---------|--|-------------|---------|---------|--|-----------|---------|---------|--|----------|---------|---------|--|----------|---------|---------|--|
|                                      |                              | 10<br>93   | 6<br>94 | 9<br>94 |  | 10<br>93 | 6<br>94 | 9<br>94 |  | 10<br>93    | 6<br>94 | 9<br>94 |  | 10<br>93  | 6<br>94 | 9<br>94 |  | 10<br>93 | 6<br>94 | 9<br>94 |  | 10<br>93 | 6<br>94 | 9<br>94 |  |
| Diatoma ehrenbergii                  |                              |            |         |         |  |          |         |         |  |             |         |         |  |           |         |         |  |          |         |         |  |          |         |         |  |
| Diatoma moniliformis                 |                              |            |         |         |  |          |         |         |  |             |         |         |  |           |         |         |  |          |         |         |  |          |         |         |  |
| Diploneis oblongella                 |                              |            |         |         |  |          |         |         |  |             |         |         |  |           |         |         |  |          |         |         |  |          |         |         |  |
| Diploneis spec.                      |                              |            |         |         |  |          |         |         |  |             |         |         |  |           |         |         |  |          |         |         |  |          |         |         |  |
| Eunotia arcus                        |                              |            |         |         |  |          |         |         |  |             |         |         |  |           |         |         |  |          |         |         |  |          |         |         |  |
| Eunotia bilunaris                    |                              |            |         |         |  |          |         |         |  |             |         |         |  |           |         |         |  |          |         |         |  |          |         |         |  |
| Eunotia botuliformis                 |                              |            |         |         |  |          |         |         |  |             |         |         |  |           |         |         |  |          |         |         |  |          |         |         |  |
| Eunotia cf. circumborealis           |                              |            |         |         |  |          |         |         |  |             |         |         |  |           |         |         |  |          |         |         |  |          |         |         |  |
| Eunotia cf. intermedia               |                              |            |         |         |  |          |         |         |  |             |         |         |  |           |         |         |  |          |         |         |  |          |         |         |  |
| Eunotia exigua                       |                              |            |         |         |  |          |         |         |  |             |         |         |  |           |         |         |  |          |         |         |  |          |         |         |  |
| Eunotia implicata                    |                              |            |         |         |  |          |         |         |  |             |         |         |  |           |         |         |  |          |         |         |  |          |         |         |  |
| Eunotia incisa                       |                              |            |         |         |  |          |         |         |  |             |         |         |  |           |         |         |  |          |         |         |  |          |         |         |  |
| Eunotia meisteri                     |                              |            |         |         |  |          |         |         |  |             |         |         |  |           |         |         |  |          |         |         |  |          |         |         |  |
| Eunotia minor                        |                              |            |         |         |  |          |         |         |  |             |         |         |  |           |         |         |  |          |         |         |  |          |         |         |  |
| Eunotia nymniana                     |                              |            |         |         |  |          |         |         |  |             |         |         |  |           |         |         |  |          |         |         |  |          |         |         |  |
| Eunotia paludosa                     |                              |            |         |         |  |          |         |         |  |             |         |         |  |           |         |         |  |          |         |         |  |          |         |         |  |
| Eunotia pectinalis var. undulata     |                              |            |         |         |  |          |         |         |  |             |         |         |  |           |         |         |  |          |         |         |  |          |         |         |  |
| Eunotia rhomboidea                   |                              |            |         |         |  |          |         |         |  |             |         |         |  |           |         |         |  |          |         |         |  |          |         |         |  |
| Eunotia tenella                      |                              |            |         |         |  |          |         |         |  |             |         |         |  |           |         |         |  |          |         |         |  |          |         |         |  |
| Fragillaria acidoclinata             |                              |            |         |         |  |          |         |         |  |             |         |         |  |           |         |         |  |          |         |         |  |          |         |         |  |
| Fragillaria arcus                    |                              |            |         |         |  |          |         |         |  |             |         |         |  |           |         |         |  |          |         |         |  |          |         |         |  |
| Fragillaria capucina var. gracilis   |                              |            |         |         |  |          |         |         |  |             |         |         |  |           |         |         |  |          |         |         |  |          |         |         |  |
| Fragillaria construens               |                              |            |         |         |  |          |         |         |  |             |         |         |  |           |         |         |  |          |         |         |  |          |         |         |  |
| Fragillaria construens f. construens |                              |            |         |         |  |          |         |         |  |             |         |         |  |           |         |         |  |          |         |         |  |          |         |         |  |
| Fragillaria parasitica               |                              |            |         |         |  |          |         |         |  |             |         |         |  |           |         |         |  |          |         |         |  |          |         |         |  |
| Fragillaria pinnata                  |                              |            |         |         |  |          |         |         |  |             |         |         |  |           |         |         |  |          |         |         |  |          |         |         |  |
| Fragillaria spec.                    |                              |            |         |         |  |          |         |         |  |             |         |         |  |           |         |         |  |          |         |         |  |          |         |         |  |
| Fragillaria tenera                   |                              |            |         |         |  |          |         |         |  |             |         |         |  |           |         |         |  |          |         |         |  |          |         |         |  |
| Fragillaria ulna                     |                              |            |         |         |  |          |         |         |  |             |         |         |  |           |         |         |  |          |         |         |  |          |         |         |  |
| Fragillaria virescens                |                              |            |         |         |  |          |         |         |  |             |         |         |  |           |         |         |  |          |         |         |  |          |         |         |  |
| Frustulia rhomboides var. saxonica   |                              |            |         |         |  |          |         |         |  |             |         |         |  |           |         |         |  |          |         |         |  |          |         |         |  |
| Gomphonema bohemicum                 |                              |            |         |         |  |          |         |         |  |             |         |         |  |           |         |         |  |          |         |         |  |          |         |         |  |
| Gomphonema gracile                   |                              |            |         |         |  |          |         |         |  |             |         |         |  |           |         |         |  |          |         |         |  |          |         |         |  |
| Gomphonema micropus                  |                              |            |         |         |  |          |         |         |  |             |         |         |  |           |         |         |  |          |         |         |  |          |         |         |  |
| Gomphonema parvulum                  |                              |            |         |         |  |          |         |         |  |             |         |         |  |           |         |         |  |          |         |         |  |          |         |         |  |
| Gomphonema parvulum var. exilissimum |                              |            |         |         |  |          |         |         |  |             |         |         |  |           |         |         |  |          |         |         |  |          |         |         |  |
| Gomphonema productum                 |                              |            |         |         |  |          |         |         |  |             |         |         |  |           |         |         |  |          |         |         |  |          |         |         |  |





Tab. VIIIb:  
Charakteristische Arten der Aufwuchsalgen-Gesellschaften

Ochsenkopf

| Maximale Häufigkeit | Arten                                                                              | Bemerkungen zur Ökologie                                                     |
|---------------------|------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|
| über 50%            |                                                                                    |                                                                              |
| 25 bis 50%          | <i>Achnanthes minutissima</i>                                                      | sensibel gegenüber mäßiger bis starker Versauerung                           |
| 10 bis 25%          | <i>Cymbella sinuata</i><br><i>Eunotia bilunaris</i><br><i>Eunotia botuliformis</i> | circumneutrale Art<br>Säurezeiger<br>Schwerpunkt in schwach sauren Gewässern |
|                     | <i>Eunotia exigua</i>                                                              | Indikator anthropogener Versauerung                                          |
| 2.5 bis 10%         | <i>Achnanthes subatomoides</i><br><i>Eunotia minor</i>                             | circumneutrale Art<br>Schwerpunkt in schwach sauren Gewässern                |
|                     | <i>Fragilaria pinnata</i><br><i>Gomphonema parvulum</i> v. e.                      | alkaliphile Art<br>sensibel gegenüber starker Versauerung                    |
|                     | <i>Pinnularia irrorata</i>                                                         | Säurezeiger                                                                  |

Parnitz

| Maximale Häufigkeit | Arten                                                                                                                                                                                        | Bemerkungen zur Ökologie                                                                                                                   |
|---------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| über 50%            | <i>Achnanthes minutissima</i>                                                                                                                                                                | sensibel gegenüber mäßiger bis starker Versauerung                                                                                         |
| 25 bis 50%          |                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                            |
| 10 bis 25%          | <i>Eunotia exigua</i>                                                                                                                                                                        | Indikator anthropogener Versauerung                                                                                                        |
|                     | <i>Eunotia implicata</i><br><i>Fragilaria acidoclinata</i><br><i>Navicula gregaria</i>                                                                                                       | Indikatoren für schwach bis mäßig saures Milieu                                                                                            |
| 2.5 bis 10%         | <i>Eunotia botuliformis</i><br><i>Eunotia cf. circumborealis</i><br><i>Fragilaria pinnata</i><br><i>Navicula capitatoradiata</i><br><i>Navicula lanceolata</i><br><i>Pinnularia irrorata</i> | eutraphente Art<br>Indikatoren für schwach bis mäßig saures Milieu<br>alkaliphile Art<br>eutraphente Art<br>eutraphente Art<br>Säurezeiger |

# Tab. VIIIb: (Forts.)

## Heidemühle

| Maximale Häufigkeit | Arten                                                | Bemerkungen zur Ökologie                                                     |
|---------------------|------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|
| über 50%            | <i>Eunotia exigua</i>                                | Indikator anthropogener Versauerung                                          |
| 25 bis 50%          |                                                      |                                                                              |
| 10 bis 25%          |                                                      |                                                                              |
| 2.5 bis 10%         | <i>Craticula riparia</i><br><i>Eunotia implicata</i> | Schwerpunkt in elektrolytarmen, schwach sauren bis circumneutralen Gewässern |

## Ausreißer

| Maximale Häufigkeit | Arten                                                                               | Bemerkungen zur Ökologie                           |
|---------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|
| über 50%            | <i>Eunotia exigua</i>                                                               | Indikator anthropogener Versauerung                |
|                     | <i>Achnanthes minutissima</i>                                                       | sensibel gegenüber mäßiger bis starker Versauerung |
| 25 bis 50%          |                                                                                     |                                                    |
| 10 bis 25%          | <i>Eunotia minor</i>                                                                | Indikator für schwach bis mäßig saures Milieu      |
| 2.5 bis 10%         | <i>Navicula gregaria</i><br><i>Navicula lanceolata</i><br><i>Navicula mediocris</i> | eutraphente Art<br>eutraphente Art<br>Säurezeiger  |

## Taura

| Maximale Häufigkeit | Arten                                                                                    | Bemerkungen zur Ökologie            |
|---------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|
| über 50%            | <i>Eunotia exigua</i>                                                                    | Indikator anthropogener Versauerung |
| 25 bis 50%          |                                                                                          |                                     |
| 10 bis 25%          |                                                                                          |                                     |
| 2.5 bis 10%         | <i>Caloneis aerophila</i><br><i>Nitzschia adamata</i><br><i>Pinnularia schoenfelderi</i> | aerophil<br>Säurezeiger             |

## Lausa

| Maximale Häufigkeit | Arten                 | Bemerkungen zur Ökologie            |
|---------------------|-----------------------|-------------------------------------|
| über 50%            | <i>Eunotia exigua</i> | Indikator anthropogener Versauerung |
| 25 bis 50%          |                       |                                     |
| 10 bis 25%          |                       |                                     |
| 2.5 bis 10%         |                       |                                     |

Tab. IXa:

Hydrophysikalische und -chemische Meßwerte von **Ochsenkopf** (Vers. = Versauerungskoeffizient; LF = Leitfähigkeit; Daten aus REINHART, in Vorb.)

| Datum      | pH   | Al<br>mg/l | LF<br>µS/cm | Abfluß<br>l/min | Vers.<br>V | Redox<br>°C | Temp. |
|------------|------|------------|-------------|-----------------|------------|-------------|-------|
| 26.10.1993 | 6.62 | 0.183      | 270         | 130.15          | 1.11       | 125         | 08.4  |
| 02.11.1993 | 6.61 | 0.189      | 239         | 129.59          | 1.04       | 239         | 07.1  |
| 09.11.1993 | 6.65 | 0.045      | 246         | 150             | 2.06       | 122         | 08.1  |
| 16.11.1993 | 6.53 | 0.043      | 259         | 156.30          | 0.51       | 156         | 06.5  |
| 23.11.1993 | 6.51 | 0.035      | 245         | 156.30          | 0.93       | 145         | 03.5  |
| 30.11.1993 | 6.50 | 0.039      | 271         | 143.50          | 1.05       | 166         | 04.3  |
| 07.12.1993 | 6.54 | 0.042      | 253         | 168.10          | 0.84       | 157         | 05.5  |
| 14.12.1993 | 6.54 | 0.054      | 280         | 157.90          | 0.78       | 165         | 05.8  |
| 04.01.1994 | 6.36 | 0.074      | 275         | 190.50          | 0.77       | 170         | 06.4  |
| 11.01.1994 | 6.54 | 0.062      | 258         | 184             | 0.84       | 156         | 07.1  |
| 18.01.1994 | 6.67 | 0.053      | 259         | 161.30          | 0.81       | 163         | 05.6  |
| 25.01.1994 | 6.35 | 0.116      | 280         | 215.10          | 0.77       | 185         | 05.6  |
| 01.02.1994 | 6.55 | 0.076      | 160         | 172.90          | 0.92       | 239         | 04.6  |
| 01.03.1994 | 6.37 | 0.078      | 265         | 195.40          | 0.90       | 164         | 06.5  |
| 08.03.1994 | 6.44 | 0.076      | 257         | 171.40          | 0.97       | 171         | 10.5  |
| 15.03.1994 | 6.26 | 0.108      | 277         | 242.90          | 0.91       | 172         | 07.3  |
| 22.03.1994 | 6.63 | 0.095      | 265         | 193.50          | 0.92       | 262         | 08.6  |
| 29.03.1994 | 6.54 | 0.080      | 291         | 191.10          | 0.79       | 243         | 10    |
| 05.04.1994 | 6.65 | 0.067      | 291         | 159.60          | 0.87       | 191         | 08.5  |
| 19.04.1994 | 6.45 | 0.065      | 288         | 171.40          | 1.09       | 250         | 10    |
| 26.04.1994 | 6.55 | 0.066      | 290         | 166.70          | 1.08       | 267         | 12.2  |
| 03.05.1994 | 6.52 | 0.062      | 288         | 176.50          | 1.09       | 208         | 09.8  |
| 10.05.1994 | 6.38 | 0.060      | 284         | 162.20          | 0.98       | 190         | 12.3  |
| 17.05.1994 | 6.44 | 0.088      | 283         | 147.80          | 0.45       | 210         | 11.8  |
| 24.05.1994 | 5.91 | 0.123      | 292         | 188.70          | 0.89       | 200         | 11.2  |
| 31.05.1994 | 6.25 | 0.058      | 280         | 162.20          | 0.83       | 180         | 12.2  |
| 07.06.1994 | 6.32 | 0.058      | 279         | 164.40          | 0.80       | 187         | 11.7  |
| 14.06.1994 | 6.26 | 0.049      | 247         | 160             | 0.84       | 253         | 12.3  |
| 21.06.1994 | 6.27 | 0.044      | 244         | 136.40          | 0.70       | 226         | 13.1  |
| 05.07.1994 | 6.33 | 0.036      | 236         | 100.70          | 0.81       | 138         | 15.4  |
| 12.07.1994 | 6.31 | 0.043      | 236         | 104.70          | 0.73       | 132         | 15    |
| 09.08.1994 | 5.89 | 0.020      | 263         | 93.20           | 0.73       | 140         | 14.7  |
| 16.08.1994 | 6.16 | 0.043      | 264         | 118.80          | 0.83       | 202         | 13.2  |
| 23.08.1994 | 6.50 | 0.037      | 270         | 135.10          | 1.16       | 239         | 12.8  |
| 30.08.1994 | 6.45 | 0.036      | 258         | 123.50          | 0.76       | 257         | 12.5  |
| 06.09.1994 | 5.99 | 0.076      | 293         | 156.30          | 0.84       | 253         | 12.2  |
| 13.09.1994 | 5.92 | 0.053      | 270         | 141.20          | 0.85       | 274         | 12.8  |
| 20.09.1994 | 5.96 | 0.054      | 274         | 138.20          | 0.72       | 227         | 11.6  |
| 27.09.1994 | 5.77 | 0.061      | 269         | 138.60          | 0.80       | 207         | 12.5  |
| 04.10.1994 | 5.51 | 0.042      | 280         | 144.90          | 1.00       | 202         | 09.4  |
| 11.10.1994 | 5.96 | 0.043      | 274         | 138.60          | 0.78       | 272         | 09.5  |

Tab. IXb:

Hydrophysikalische und -chemische Meßwerte von **Parnitz** (Vers. =  
Versauerungskoeffizient; LF = Leitfähigkeit; Daten aus REINHART, in Vorb.)

| Datum      | pH   | Al<br>mg/l | LF<br>$\mu\text{S/cm}$ | Abfluß<br>l/min | Vers.<br>V | Redox<br>°C | Temp. |
|------------|------|------------|------------------------|-----------------|------------|-------------|-------|
| 26.10.1993 | 6.44 | 0.25       | 520                    | 48.12           | 1.29       | 171         | 7.3   |
| 02.11.1993 | 6.52 | 0.19       | 466                    | 47.36           | 1.12       | 466         | 5.1   |
| 09.11.1993 | 6.54 | 0.18       | 464                    | 47.4            | 1.27       | 170         | 6.8   |
| 16.11.1993 | 6.52 | 0.24       | 457                    | 63.3            | 0.6        | 154         | 4.5   |
| 23.11.1993 | 6.5  | 0.21       | 513                    | 47.2            | 1.32       | 191         | 2.1   |
| 30.11.1993 | 6.52 | 0.28       | 513                    | 48.9            | 0.23       | 176         | 1.9   |
| 07.12.1993 | 6.44 | 0.11       | 454                    | 62              | 0.21       | 209         | 3.2   |
| 14.12.1993 | 6.4  | 0.18       | 506                    | 55              | 0.77       | 259         | 3.8   |
| 04.01.1994 | 6.29 | 0.17       | 423                    | 80.9            | 0.8        | 182         | 4.4   |
| 11.01.1994 | 6.44 | 0.14       | 445                    | 67.5            | 1.02       | 170         | 5.4   |
| 18.01.1994 | 6.43 | 0.11       | 448                    | 63.5            | 0.62       | 169         | 2.9   |
| 25.01.1994 | 6.37 | 0.17       | 406                    | 110.1           | 0.9        | 180         | 4.3   |
| 01.02.1994 | 6.46 | 0.14       | 448                    | 63              | 1.16       | 164         | 2.5   |
| 01.03.1994 | 6.42 | 0.09       | 423                    | 82.5            | 1.05       | 171         | 3.6   |
| 08.03.1994 | 6.39 | 0.13       | 428                    | 75.1            | 1.02       | 179         | 8.8   |
| 15.03.1994 | 6.23 | 0.28       | 369                    | 145.5           | 0.91       | 196         | 5.5   |
| 22.03.1994 | 6.89 | 0.14       | 410                    | 109.1           | 2.2        | 206         | 8.1   |
| 29.03.1994 | 6.48 | 0.13       | 478                    | 90.4            | 0.85       | 242         | 8.8   |
| 05.04.1994 | 6.55 | 0.13       | 492                    | 82.3            | 1.09       | 195         | 6.3   |
| 19.04.1994 | 6.53 | 0.14       | 480                    | 103.4           | 1.23       | 201         | 6.7   |
| 26.04.1994 | 6.6  | 0.11       | 489                    | 96              | 1.55       | 189         | 9.8   |
| 03.05.1994 | 6.35 | 0.16       | 445                    | 428.6           | 1.15       | 158         | 9.1   |
| 10.05.1994 | 6.52 | 0.13       | 469                    | 187.6           | 1.89       | 156         | 10.5  |
| 17.05.1994 | 6.33 | 0.29       | 508                    | 101.2           | 1.07       | 165         | 12.1  |
| 24.05.1994 | 5.95 | 0.3        | 482                    | 114.5           | 0.89       | 187         | 11.4  |
| 31.05.1994 | 6.38 | 0.18       | 499                    | 93.3            | 0.86       | 185         | 12.8  |
| 07.06.1994 | 6.44 | 0.23       | 501                    | 99              | 0.86       | 176         | 12.4  |
| 14.06.1994 | 6.43 | 0.13       | 456                    | 95.2            | 0.88       | 192         | 13.5  |
| 21.06.1994 | 6.47 | 0.18       | 464                    | 90.9            | 0.81       | 171         | 14.6  |
| 05.07.1994 | 6.62 | 0.17       | 450                    | 68.6            | 0.7        | 143         | 18.7  |
| 12.07.1994 | 6.55 | 0.16       | 466                    | 72.6            | 0.75       | 143         | 17.6  |
| 09.08.1994 | 6.17 | 0.12       | 534                    | 61              | 0.8        | 143         | 15.9  |
| 16.08.1994 | 6.18 | 0.12       | 527                    | 75.3            | 0.94       | 156         | 13.7  |
| 23.08.1994 | 6.52 | 0.34       | 516                    | 93              | 1.21       | 193         | 13.7  |
| 30.08.1994 | 6.59 | 0.16       | 516                    | 86.9            | 0.78       | 180         | 13    |
| 06.09.1994 | 6.03 | 0.4        | 485                    | 123.2           | 0.8        | 199         | 12.8  |
| 13.09.1994 | 6.35 | 0.25       | 500                    | 87.3            | 0.84       | 200         | 13.1  |
| 20.09.1994 | 6.4  | 0.14       | 502                    | 82.9            | 0.94       | 170         | 11.2  |
| 27.09.1994 | 5.97 | 0.3        | 508                    | 88.8            | 0.78       | 177         | 12.4  |
| 04.10.1994 | 6.02 | 0.26       | 491                    | 95.2            | 0.9        | 188         | 8.9   |
| 11.10.1994 | 6.12 | 0.16       | 470                    | 84.9            | 0.74       | 205         | 9     |



Tab. IXc:

Hydrophysikalische und -chemische Meßwerte von **Heidemühle** (Vers. = Versauerungskoeffizient; LF = Leitfähigkeit; Daten aus REINHART, in Vorb.)

| Datum      | pH   | Al<br>mg/l | LF<br>µS/cm | Abfluß<br>l/min | Vers.<br>V | Redox<br>°C | Temp. |
|------------|------|------------|-------------|-----------------|------------|-------------|-------|
| 26.10.1993 | 6.12 | 0.085      | 185         | 79.2            | 1.33       | 231         | 8.2   |
| 02.11.1993 | 6.11 | 0.098      | 164         | 80              | 1.28       | 164         | 6.5   |
| 09.11.1993 | 6.01 | 0.173      | 195         | 115.6           | 1.24       | 199         | 8.8   |
| 16.11.1993 | 5.33 | 0.042      | 291         | 239             | 0.48       | 291         | 6.5   |
| 23.11.1993 | 5.98 | 0.245      | 198         | 123.2           | 1.18       | 276         | 3.3   |
| 30.11.1993 | 5.98 | 0.305      | 211         | 102.2           | 0.25       | 250         | 3.2   |
| 07.12.1993 | 5.36 | 0.694      | 248         | 158.7           | 0.75       | 232         | 5.3   |
| 14.12.1993 | 5    | 1.64       | 335         | 241             | 0.7        | 293         | 5.4   |
| 04.01.1994 | 4.37 | 3.86       | 346         | 82.2            | 0.63       | 232         | 5.4   |
| 11.01.1994 | 4.9  | 1.92       | 288         | 265.5           | 0.77       | 233         | 6.2   |
| 18.01.1994 | 5.09 | 1.33       | 273         | 241.9           | 0.73       | 208         | 4.7   |
| 25.01.1994 | 4.41 | 3.25       | 335         |                 | 0.72       | 253         | 4.7   |
| 01.02.1994 | 4.82 | 2.15       | 283         | 276.5           | 0.81       | 227         | 3.9   |
| 01.03.1994 | 4.52 | 3.14       | 311         | 361.4           | 0.75       | 234         | 4.8   |
| 08.03.1994 | 4.58 | 2.46       | 288         | 300             | 0.82       | 239         | 9.4   |
| 15.03.1994 | 3.87 | 4.02       | 332         |                 | 0.65       | 281         | 5.9   |
| 22.03.1994 | 4.54 | 3.3        | 307         |                 | 0.68       | 226         | 7.8   |
| 29.03.1994 | 4.7  | 2.51       | 321         | 416.7           | 1.59       | 285         | 9     |
| 05.04.1994 | 4.92 | 2.23       | 311         | 355             | 0.95       | 242         | 7.2   |
| 19.04.1994 | 4.68 | 3.15       | 324         | 500             | 0.48       | 252         | 9.4   |
| 26.04.1994 | 4.98 | 1.28       | 284         | 285.7           | 0.90       | 280         | 12.7  |
| 03.05.1994 | 4.87 | 1.48       | 301         | 352.9           | 0.90       | 224         | 9.6   |
| 10.05.1994 | 5.24 | 1.13       | 280         | 176.5           | 0.55       | 222         | 11.8  |
| 17.05.1994 | 5.01 | 1.67       | 322         | 600             | 1.01       | 242         | 15.9  |
| 24.05.1994 | 4.89 | 1.93       | 300         | 526.3           | 0.70       | 256         | 13.4  |
| 31.05.1994 | 5.22 | 1.07       | 273         | 227.3           | 0.78       | 243         | 14.9  |
| 07.06.1994 | 5.35 | 0.834      | 238         | 211.3           | 0.52       | 236         | 13.8  |
| 14.06.1994 | 5.61 | 0.423      | 225         | 174.4           | 0.83       | 235         | 15.5  |
| 21.06.1994 | 5.87 | 0.237      | 216         | 157.1           | 0.73       | 203         | 16    |
| 05.07.1994 | 6.35 | 0.133      | 183         | 73.7            | 0.73       | 175         | 19.2  |
| 12.07.1994 | 6.32 | 0.132      | 212         | 89              | 0.75       | 173         | 19.2  |
| 09.08.1994 | 6.12 | 0.036      | 145         | 35.1            | 1.22       | 160         | 15.7  |
| 16.08.1994 | 5.91 | 0.094      | 207         | 102.2           | 0.89       | 174         | 15.2  |
| 23.08.1994 | 6.41 | 0.112      | 224         | 140.8           | 1.06       | 210         | 15.6  |
| 30.08.1994 | 6.2  | 0.142      | 239         | 154.2           | 0.75       | 205         | 14.6  |
| 06.09.1994 | 5.7  | 0.422      | 225         | 212             | 0.72       | 225         | 13.9  |
| 13.09.1994 | 5.67 | 0.771      | 276         | 240             | 0.86       | 242         | 14    |
| 20.09.1994 | 5.63 | 0.581      | 267         | 195.4           | 1.09       | 214         | 12.6  |
| 27.09.1994 | 5.65 | 0.295      | 282         | 151.1           | 0.67       | 211         | 12.9  |
| 04.10.1994 | 5.62 | 0.409      | 260         | 195.4           | 0.7        | 216         | 10.2  |
| 11.10.1994 | 5.92 | 0.341      | 242         | 136.4           | 0.69       | 230         | 9.5   |

Tab. IXd:

Hydrophysikalische und -chemische Meßwerte von **Ausreißer** (Vers. = Versauerungskoeffizient; LF = Leitfähigkeit; Daten aus REINHART, in Vorb.)

| Datum      | pH   | Al<br>mg/l | LF<br>µS/cm | Abfluß<br>l/min | Vers.<br>V | Redox<br>°C | Temp. |
|------------|------|------------|-------------|-----------------|------------|-------------|-------|
| 26.10.1993 | 6.27 | 0.094      | 427         | 34.8            | 1.11       | 321         | 9.3   |
| 02.11.1993 | 6.39 | 0.097      | 421         | 39.8            | 1.10       | 421         | 5.1   |
| 09.11.1993 | 6.05 | 0.146      | 389         | 46.8            | 1.13       | 273         | 8.1   |
| 16.11.1993 | 4.94 | 0.053      | 445         | 150             | 0.64       | 284         | 5.9   |
| 23.11.1993 | 5.59 | 0.315      | 396         | 49.7            | 0.94       | 329         | 0.3   |
| 30.11.1993 | 5.66 | 0.433      | 432         | 51              | 0.22       | 305         | 0.3   |
| 07.12.1993 | 4.80 | 1.130      | 418         | 62.4            | 0.69       | 206         | 4.4   |
| 14.12.1993 | 4.46 | 3.330      | 453         | 102.7           | 0.39       | 308         | 4.8   |
| 04.01.1994 | 4.10 | 6.280      | 476         | 185.9           | 0.64       | 243         | 4.8   |
| 11.01.1994 | 4.49 | 3.900      | 440         | 107.3           | 0.82       | 224         | 5.8   |
| 18.01.1994 | 4.59 | 2.950      | 431         | 80.4            | 0.73       | 226         | 3.4   |
| 25.01.1994 | 4.15 | 4.920      | 431         | 215.8           | 0.56       | 262         | 4.7   |
| 01.02.1994 | 4.38 | 4.490      | 442         | 111.1           | 0.77       | 254         | 5     |
| 01.03.1994 | 4.30 | 5.030      | 429         | 143.2           | 0.72       | 253         | 4.6   |
| 08.03.1994 | 4.20 | 4.250      | 428         | 109.4           | 0.71       | 261         | 9.5   |
| 15.03.1994 | 3.80 | 5.880      | 420         | 342.9           | 0.59       | 298         | 6.2   |
| 22.03.1994 | 4.37 | 5.620      | 431         | 206.9           | 0.63       | 274         | 7.5   |
| 29.03.1994 | 4.49 | 5.260      | 477         | 129.9           | 0.67       | 296         | 9.5   |
| 05.04.1994 | 4.60 | 4.230      | 473         | 126.8           | 0.77       | 261         | 6.9   |
| 19.04.1994 | 4.51 | 4.520      | 459         | 150             | 0.98       | 272         | 8.1   |
| 26.04.1994 | 4.62 | 3.490      | 447         | 108.1           | 0.94       | 268         | 10.4  |
| 03.05.1994 | 4.74 | 2.300      | 434         | 98.4            | 0.86       | 300         | 11.7  |
| 10.05.1994 | 4.78 | 1.400      | 426         | 90.4            | 0.78       | 277         | 11    |
| 17.05.1994 | 5.05 | 0.559      | 413         | 70              | 0.74       | 261         | 14.3  |
| 24.05.1994 | 4.46 | 3.640      | 440         | 215.1           | 0.64       | 288         | 11.9  |
| 31.05.1994 | 4.83 | 1.660      | 428         | 75.9            | 0.65       | 265         | 13.7  |
| 07.06.1994 | 5.05 | 1.210      | 425         | 77.9            | 0.65       | 246         | 12.2  |
| 14.06.1994 | 5.87 | 0.160      | 365         | 60.4            | 0.72       | 227         | 13.3  |
| 21.06.1994 | 6.10 | 0.084      | 359         | 40.3            | 0.65       | 198         | 15.7  |
| 05.07.1994 | 6.25 | 0.049      | 358         | 23.8            | 0.67       | 160         | 18.7  |
| 12.07.1994 | 6.24 | 0.053      | 361         | 26.4            | 0.63       | 166         | 18.2  |
| 09.08.1994 | 6.14 | 0.042      | 408         | 11              | 0.66       | 159         | 17.6  |
| 16.08.1994 | 5.42 | 0.066      | 434         | 25.9            | 0.64       | 182         | 14.5  |
| 23.08.1994 | 6.29 | 0.063      | 418         | 41.1            | 0.97       | 184         | 14.7  |
| 30.08.1994 | 6.17 | 0.055      | 439         | 31.9            | 0.61       | 199         | 13.9  |
| 06.09.1994 | 4.69 | 3.200      | 206         | 142.5           | 0.69       | 206         | 13.5  |
| 13.09.1994 | 5.25 | 1.180      | 457         | 69.7            | 0.72       | 254         | 14.1  |
| 20.09.1994 | 5.23 | 0.923      | 452         | 67.6            | 0.69       | 235         | 11.7  |
| 27.09.1994 | 5.44 | 0.257      | 435         | 55.4            | 0.57       | 205         | 13.2  |
| 04.10.1994 | 5.05 | 1.250      | 464         | 94.3            | 0.48       | 192         | 9.7   |
| 11.10.1994 | 5.63 | 0.404      | 434         | 61.5            | 0.56       | 239         | 8.5   |

Tab. IXe:

Hydrophysikalische und -chemische Meßwerte von **Taura** (Vers. =  
Versauerungskoeffizient; LF = Leitfähigkeit; Daten aus REINHART, in Vorb.)

| Datum      | pH   | Al<br>mg/l | LF<br>µS/cm | Abfluß<br>l/min | Vers.<br>V | Redox<br>°C | Temp. |
|------------|------|------------|-------------|-----------------|------------|-------------|-------|
| 26.10.1993 | 3.83 | 5.21       | 615         | 62.7            | 1.02       | 336         | 8.1   |
| 02.11.1993 | 3.82 | 4.5        | 536         | 37.7            | 0.94       | 536         | 4.4   |
| 09.11.1993 | 3.73 | 5.35       | 527         | 53.6            | 1.05       | 438         | 7.5   |
| 16.11.1993 | 3.65 | 5.82       | 577         | 204.8           | 0.69       | 420         | 6.7   |
| 23.11.1993 | 3.68 | 4.82       | 527         | 51.4            | 0.86       | 356         | 0.2   |
| 30.11.1993 | 3.76 | 7.58       | 544         | 51.4            | 0.21       | 312         | 0.4   |
| 07.12.1993 | 3.5  | 5.95       | 644         | 76.5            | 0.77       | 328         | 4.4   |
| 14.12.1993 | 3.48 | 7.51       | 618         | 125.8           | 0.66       | 317         | 5.3   |
| 04.01.1994 | 3.47 | 8.25       | 695         | 186.9           | 0.64       | 289         | 4.8   |
| 11.01.1994 | 3.62 | 6.8        | 530         | 87.5            | 0.64       | 328         | 5.3   |
| 18.01.1994 | 3.67 | 5.48       | 512         | 75.6            | 0.72       | 274         | 2.5   |
| 25.01.1994 | 3.5  | 5.88       | 528         | 118.3           | 0.65       | 302         | 5.6   |
| 01.02.1994 | 3.49 | 5.96       | 515         | 92.9            | 0.7        | 293         | 5.2   |
| 01.03.1994 | 3.48 | 7.19       | 500         | 206.2           | 0.56       | 284         | 3.4   |
| 08.03.1994 | 3.39 | 5.73       | 497         | 102.7           | 0.66       | 293         | 7.5   |
| 15.03.1994 | 3.25 | 7.19       | 546         |                 | 0.56       | 351         | 6.1   |
| 22.03.1994 | 3.91 | 5.97       | 495         | 107.1           | 0.73       | 447         | 4.3   |
| 29.03.1994 | 3.92 | 5.03       | 526         | 93.6            | 0.31       | 327         | 7.8   |
| 05.04.1994 | 3.97 | 4.47       | 508         | 66.2            | 0.78       | 306         | 4.7   |
| 19.04.1994 | 3.9  | 4.71       | 501         | 92.3            | 0.78       | 377         | 4.4   |
| 26.04.1994 | 3.83 | 4.04       | 454         | 51.7            | 0.67       | 361         | 9.8   |
| 03.05.1994 | 3.93 | 3.11       | 408         | 40.8            | 0.82       | 346         | 8.6   |
| 10.05.1994 | 3.98 | 2.21       | 356         | 29.4            | 0.75       | 344         | 10.6  |
| 17.05.1994 | 4.05 | 1.29       | 259         | 15              | 0.76       | 323         | 13    |
| 24.05.1994 | 3.74 | 4.49       | 469         | 219             | 0.66       | 340         | 12    |
| 31.05.1994 | 3.93 | 2.65       | 588         | 33.8            | 0.63       | 315         | 10.7  |
| 07.06.1994 | 3.88 | 2.27       | 370         | 33.1            | 0.63       | 307         | 11.7  |
| 14.06.1994 | 3.94 | 1.35       | 242         | 17.1            | 0.71       | 300         | 13.1  |
| 21.06.1994 | 4.04 | 0.58       | 190         | 5.82            | 0.63       | 274         | 14.9  |
| 05.07.1994 | 3.95 | 0.47       | 172         | 11.1            | 0.66       | 267         | 15.4  |
| 12.07.1994 | 3.89 | 0.61       | 190         | 10.9            | 0.55       | 258         | 16    |
| 09.08.1994 | 4.2  | 0.27       | 179         | 7.15            | 0.73       | 241         | 16.2  |
| 16.08.1994 | 4.14 | 0.65       | 205         | 10.7            | 0.67       | 258         | 12.8  |
| 23.08.1994 | 4.13 | 0.8        | 230         | 14.9            | 0.89       | 265         | 15.2  |
| 30.08.1994 | 3.84 | 5.26       | 535         | 56.8            | 0.54       | 291         | 13.2  |
| 06.09.1994 | 3.8  | 4.36       | 286         | 77.5            | 0.33       | 286         | 13.2  |
| 13.09.1994 | 3.72 | 6.26       | 486         | 102.9           | 0.73       | 365         | 14.4  |
| 20.09.1994 | 3.79 | 4.3        | 481         | 63              | 0.7        | 297         | 9.9   |
| 27.09.1994 | 3.83 | 3.05       | 419         | 53.3            | 0.6        | 287         | 13.8  |
| 04.10.1994 | 3.85 | 4.21       | 503         | 97.4            | 0.66       | 283         | 9.3   |
| 11.10.1994 | 3.87 | 3.56       | 470         | 59              | 0.64       | 302         | 5.9   |

Tab. IXf:

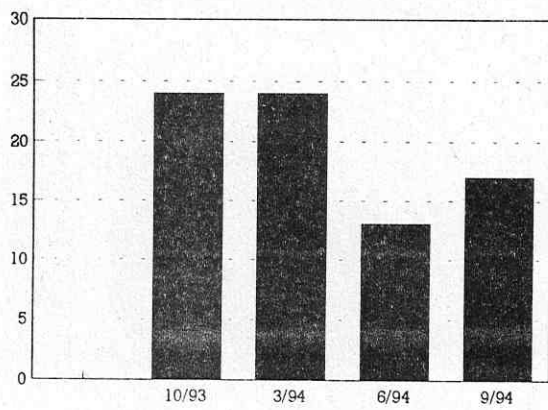
Hydrophysikalische und -chemische Meßwerte von **Lausa** (Vers. =  
Versauerungskoeffizient; LF = Leitfähigkeit; Abfluß nicht gemessen; Daten aus  
REINHART, in Vorb.)

| Datum      | pH   | Al<br>mg/l | LF<br>$\mu\text{S}/\text{cm}$ | Abfluß<br>l/min | Vers.<br>V | Redox<br>$^{\circ}\text{C}$ | Temp. |
|------------|------|------------|-------------------------------|-----------------|------------|-----------------------------|-------|
| 26.10.1993 |      | 0.23       | 276                           |                 | 1.61       | 148                         |       |
| 09.11.1993 | 5.58 | 0.31       | 286                           |                 |            | 155                         |       |
| 16.11.1993 | 3.93 | 2.09       | 320                           |                 | 0.73       | 420                         | 5.3   |
| 23.11.1993 | 3.86 | 2.24       | 343                           |                 | 0.79       | 345                         | 0.2   |
| 30.11.1993 | 3.93 | 3.6        | 376                           |                 | 0.21       | 328                         | 0.2   |
| 07.12.1993 | 3.63 | 4.36       | 394                           |                 | 0.57       | 315                         | 3.7   |
| 14.12.1993 | 3.61 | 5.99       | 422                           |                 | 0.66       | 326                         | 4.1   |
| 04.01.1994 | 3.59 | 6.75       | 458                           |                 | 0.68       | 299                         | 3.9   |
| 11.01.1994 | 3.66 | 6.08       | 404                           |                 | 0.36       | 339                         | 4.5   |
| 18.01.1994 | 3.71 | 4.99       | 389                           |                 | 0.65       | 302                         | 1.8   |
| 25.01.1994 | 3.54 | 5.12       | 397                           |                 | 0.54       | 310                         | 4.7   |
| 01.02.1994 | 3.56 | 5.17       | 390                           |                 | 0.7        | 299                         | 4.1   |
| 01.03.1994 | 3.56 | 5.5        | 363                           |                 | 0.82       | 315                         | 1.8   |
| 08.03.1994 | 3.42 | 4.99       | 380                           |                 | 0.63       | 313                         | 7.1   |
| 15.03.1994 | 3.36 | 5.02       | 338                           |                 | 0.57       | 379                         | 5.7   |
| 22.03.1994 | 3.95 | 5.19       | 372                           |                 | 0.66       | 454                         | 3.8   |
| 29.03.1994 | 3.95 | 4.68       | 415                           |                 | 0.57       | 336                         | 6.5   |
| 05.04.1994 | 3.93 | 4.02       | 410                           |                 | 0.72       | 326                         | 4     |
| 19.04.1994 | 3.93 | 5.31       | 399                           |                 | 1.05       | 412                         | 5     |
| 26.04.1994 | 3.76 | 3.86       | 403                           |                 | 0.55       | 408                         | 9.7   |
| 03.05.1994 | 3.78 | 3.57       | 396                           |                 | 0.74       | 364                         | 9.1   |
| 10.05.1994 | 3.78 | 3.01       | 397                           |                 | 0.78       | 390                         | 10.7  |
| 17.05.1994 | 3.78 | 2.22       | 385                           |                 | 0.66       | 389                         | 13.6  |
| 24.05.1994 | 3.73 | 3.43       | 375                           |                 | 0.62       | 376                         | 11.5  |
| 31.05.1994 | 3.8  | 3.08       | 392                           |                 | 0.67       | 332                         | 11.1  |
| 07.06.1994 | 3.71 | 2.58       | 395                           |                 | 0.57       | 330                         | 11.2  |
| 14.06.1994 | 3.71 | 2.09       | 341                           |                 | 0.64       | 324                         | 12.5  |
| 21.06.1994 | 3.71 | 1.44       | 336                           |                 | 0.55       | 322                         | 14.8  |
| 05.07.1994 | 3.55 | 0.98       | 316                           |                 | 0.53       | 302                         | 17.8  |
| 12.07.1994 | 3.56 | 0.99       | 327                           |                 | 0.49       | 316                         | 17.6  |
| 09.08.1994 | 3.52 | 0.62       | 324                           |                 | 0.54       | 291                         | 17.6  |
| 16.08.1994 | 3.86 | 1.28       | 366                           |                 | 0.57       | 283                         | 13.5  |
| 23.08.1994 | 3.83 | 1.16       | 350                           |                 | 0.85       | 285                         | 15.8  |
| 30.08.1994 | 3.82 | 4.2        | 407                           |                 | 0.46       | 316                         | 13.8  |
| 06.09.1994 | 3.73 | 3.99       | 296                           |                 | 0.6        | 296                         | 13.2  |
| 13.09.1994 | 3.65 | 4.3        | 415                           |                 | 0.62       | 364                         | 14.5  |
| 20.09.1994 | 3.65 | 3.25       | 413                           |                 | 0.55       | 316                         | 10.5  |
| 27.09.1994 | 3.67 | 2.47       | 403                           |                 | 0.43       | 309                         | 13.8  |
| 04.10.1994 | 3.7  | 3.37       | 427                           |                 | 0.6        | 311                         | 9.6   |
| 11.10.1994 | 3.7  | 2.79       | 398                           |                 | 0.59       | 316                         | 6.8   |

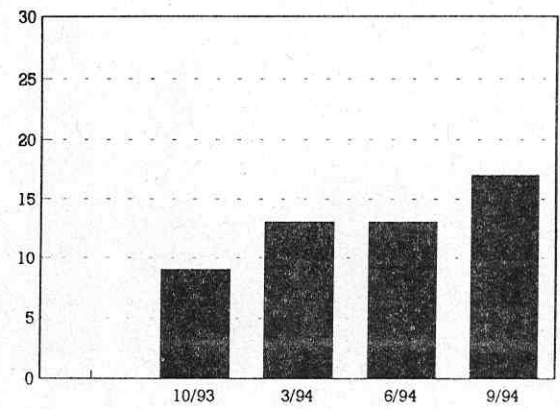
## Anhang: Abbildungen



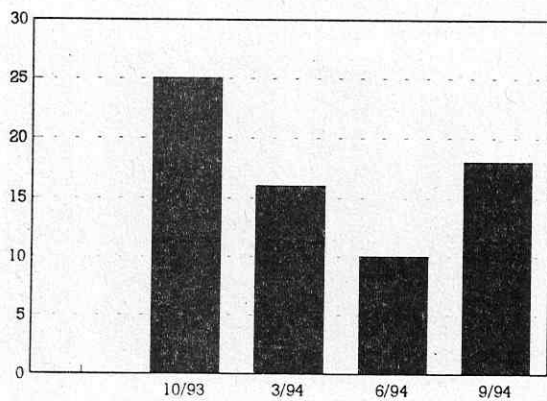
### Ochsenkopf



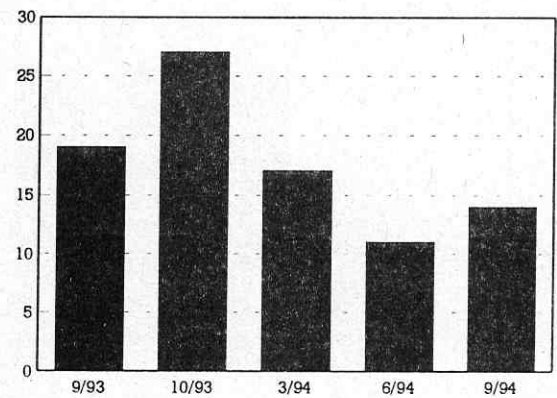
### Parnitz



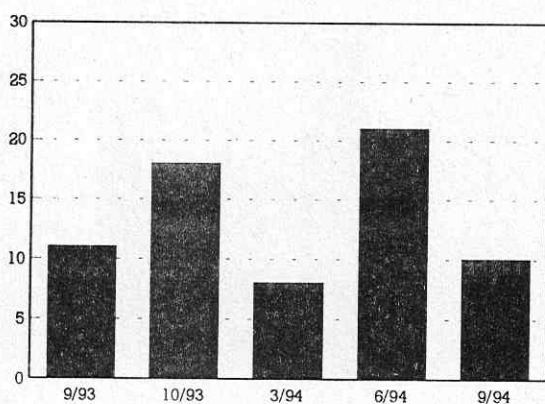
### Heidemühle



### Ausreißer



### Taura



### Lausa

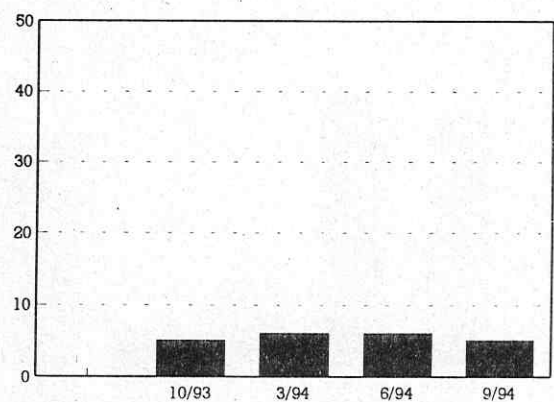
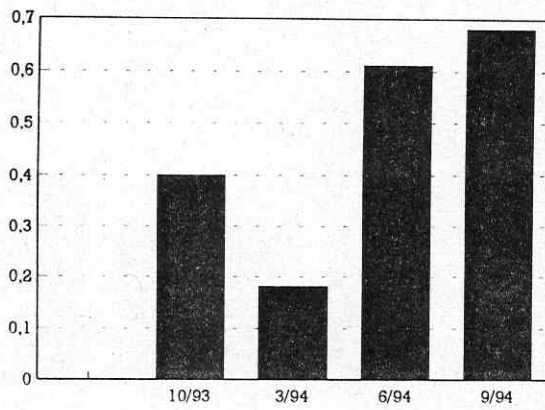
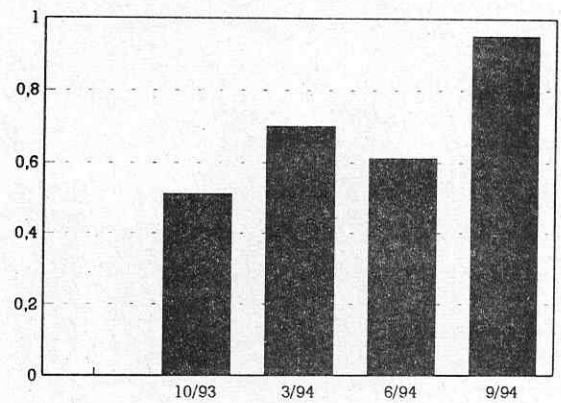


Abb. Ia:  
Artenzahl (Makroinvertebraten) an den einzelnen Untersuchungsstellen zu den Probeterminen

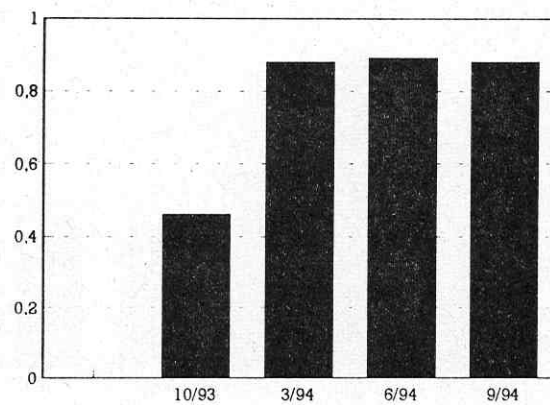
Ochsenkopf



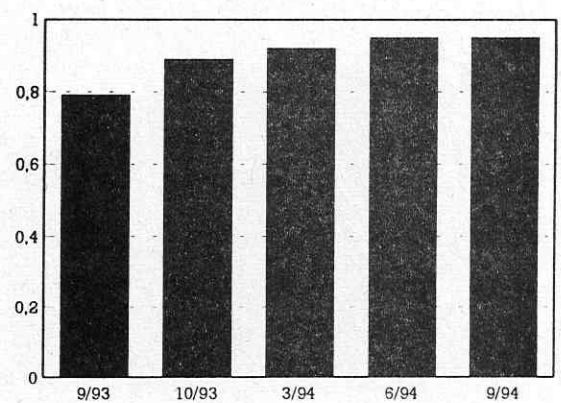
Parnitz



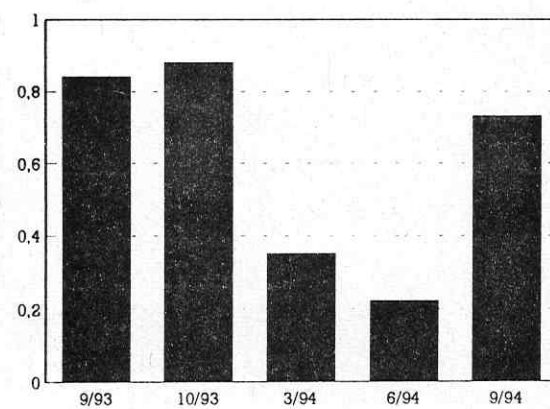
Heidemühle



Ausreißer



Taura



Lausa

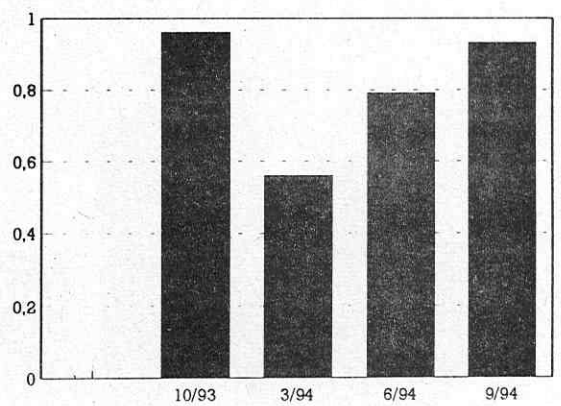
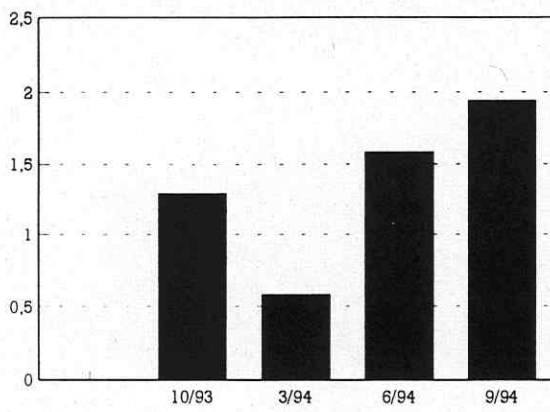
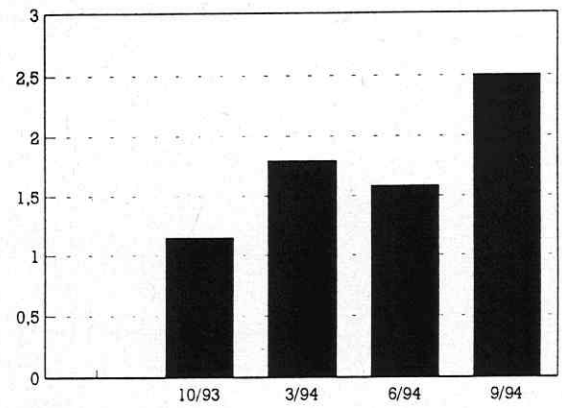


Abb. Ib:  
Evenness (Makroinvertebraten) an den einzelnen Untersuchungsstellen zu den Probeterminen

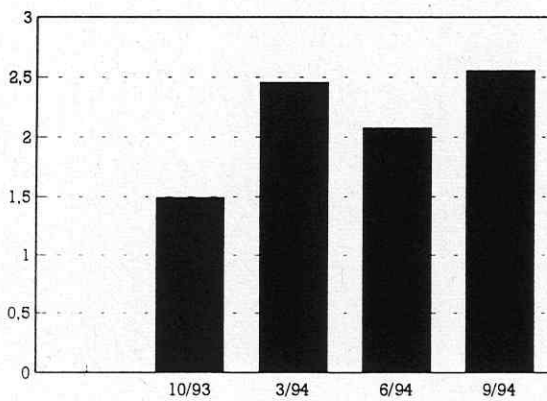
### Ochsenkopf



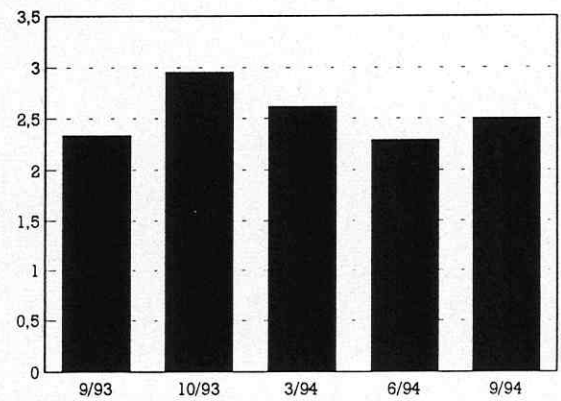
### Parnitz



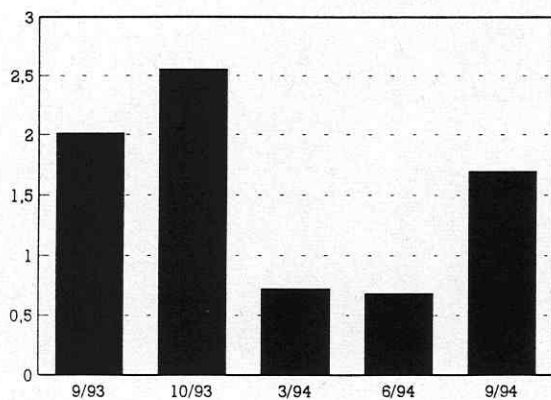
### Heidemühle



### Ausreißer



### Taura



### Lausa

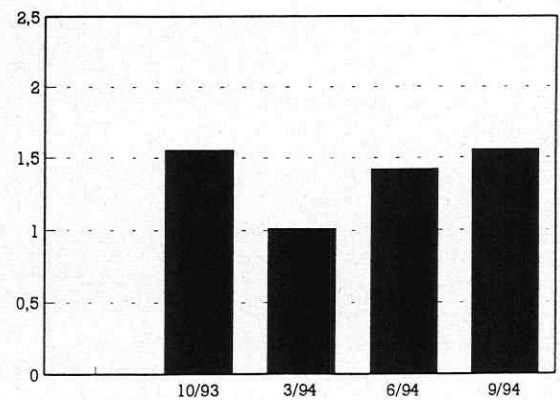


Abb. 1c:

Diversitätsindex (SHANNON-WEAVER) an den einzelnen Untersuchungsstellen zu den Probeterminen (Makroinvertebraten)

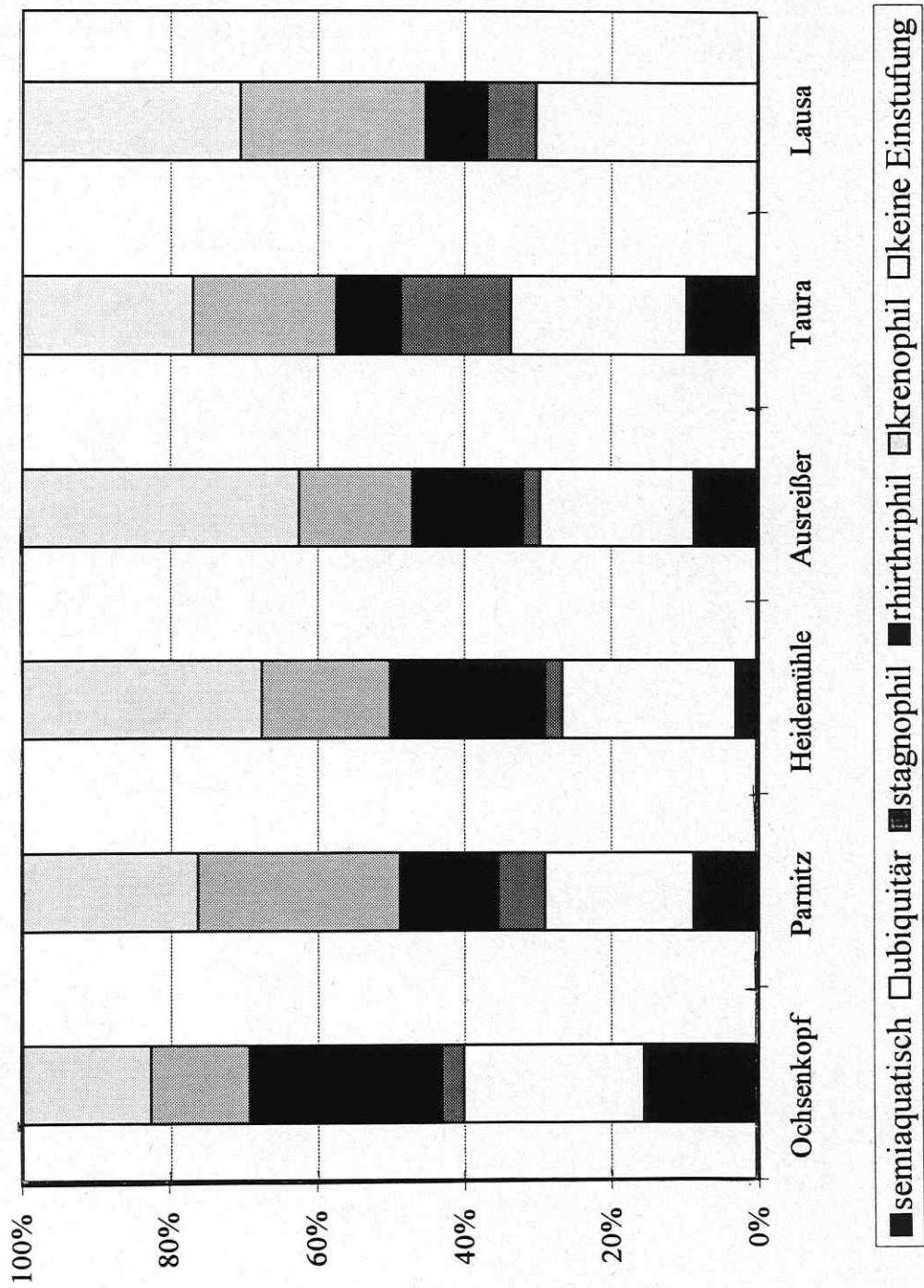


Abb. II:  
Choriotypen (Makroinvertebraten) an den einzelnen Untersuchungsstellen

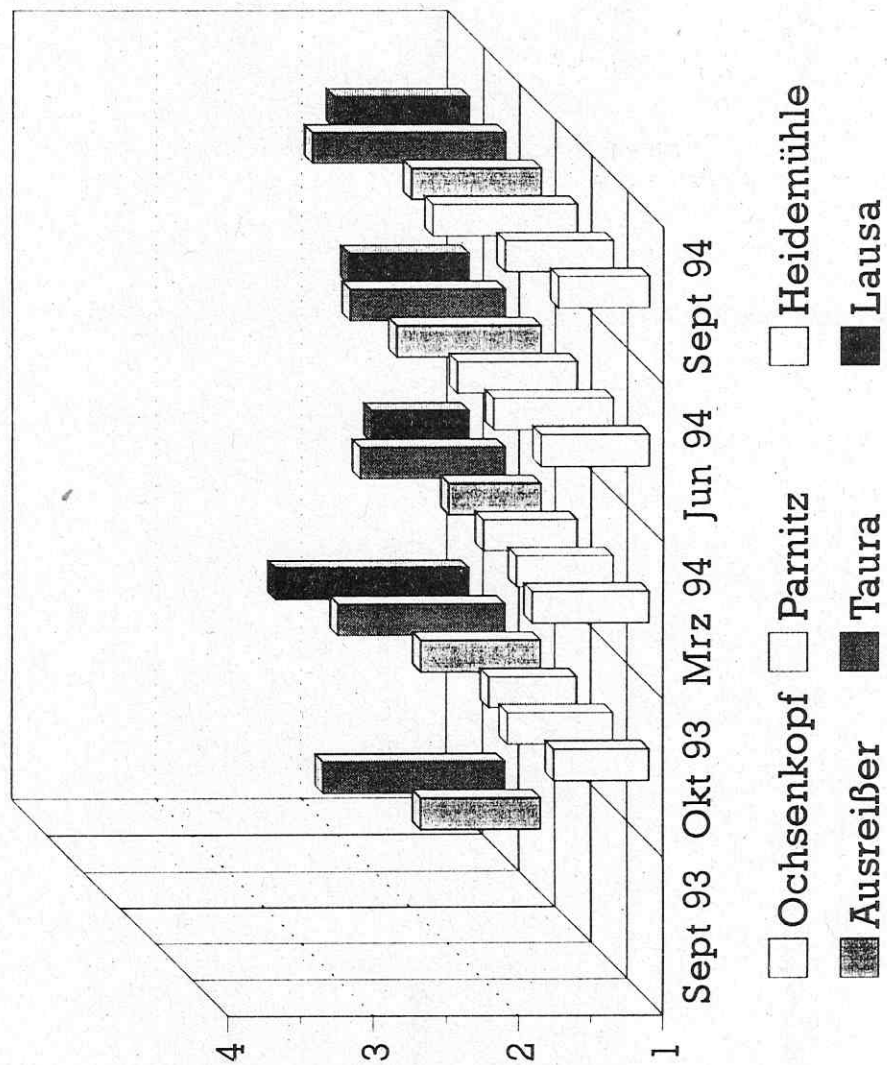


Abb. III:  
Saprobienindex (Makroinvertebraten) an den einzelnen Untersuchungsstellen zu den Probeterminen



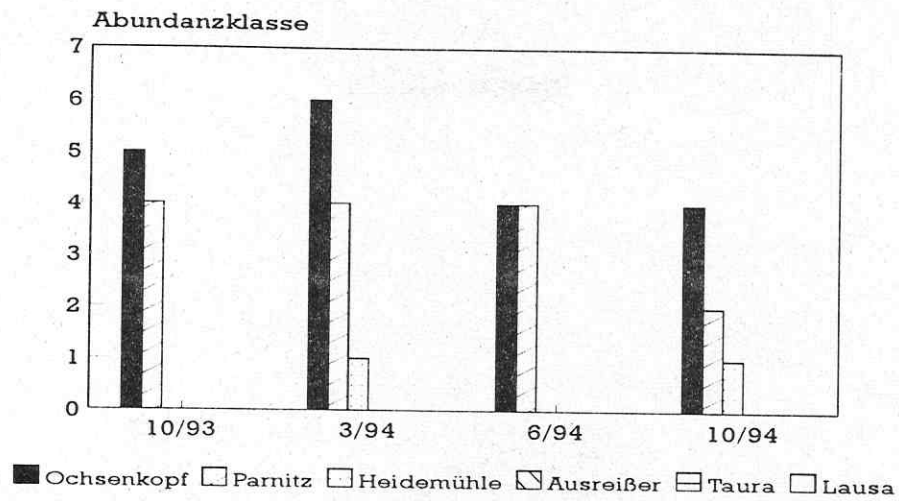


Abb. IV:  
Vorkommen des säuresensiblen Gemeinen Flohkrebse *Gammarus pulex* an den einzelnen Probestermeninen

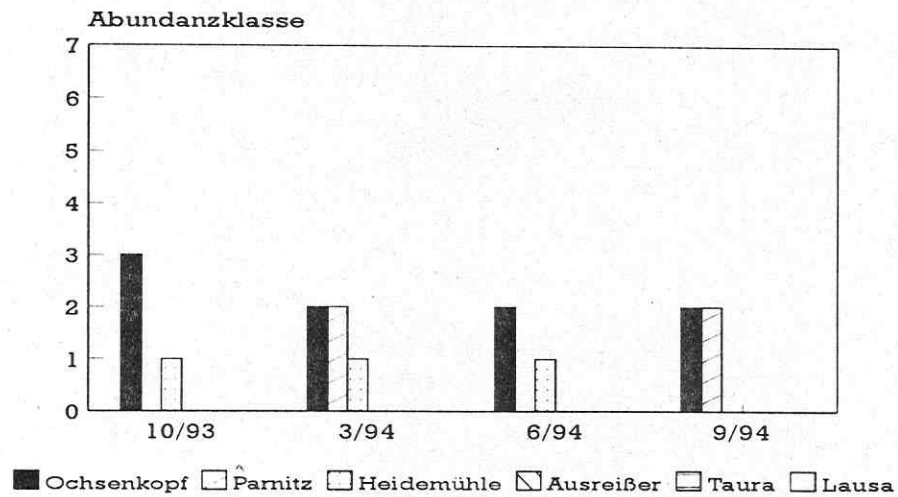


Abb. V:  
Vorkommen der säuresensiblen Erbsenmuschel *Pisidium sp.* an den einzelnen Probestermeninen

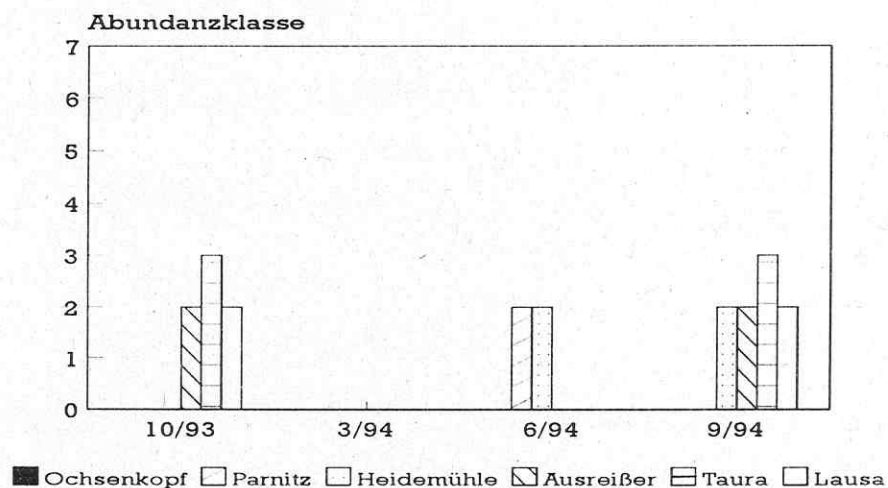


Abb. VI:  
Vorkommen der acidophilen Zuckmücke *Macropelopia adauca* an den einzelnen Probenterminen

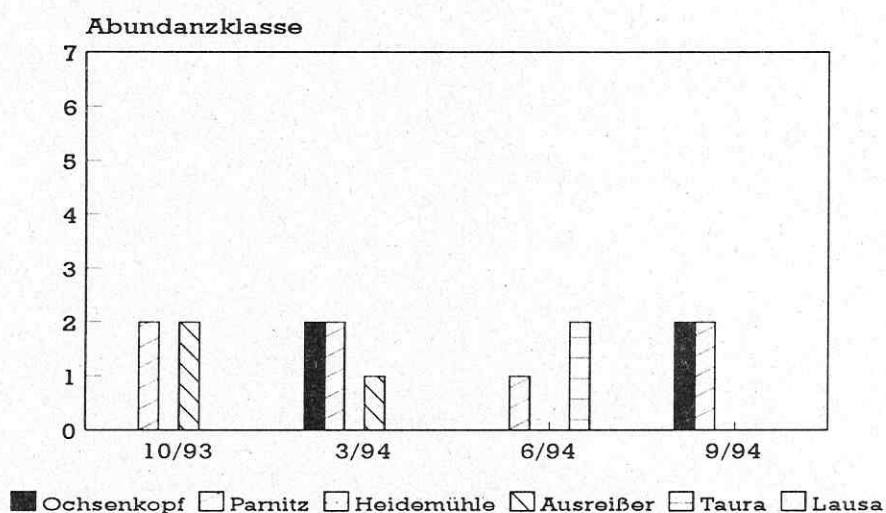
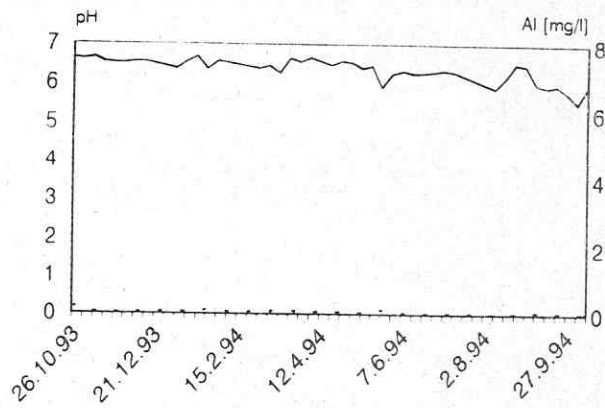
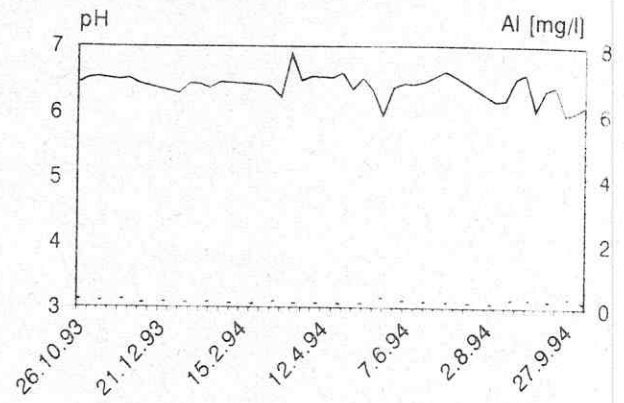


Abb. VII:  
Vorkommen der säuretoleranten Zweigestreiften Quelljungfer *Cordulegaster boltoni* an den einzelnen Probenterminen

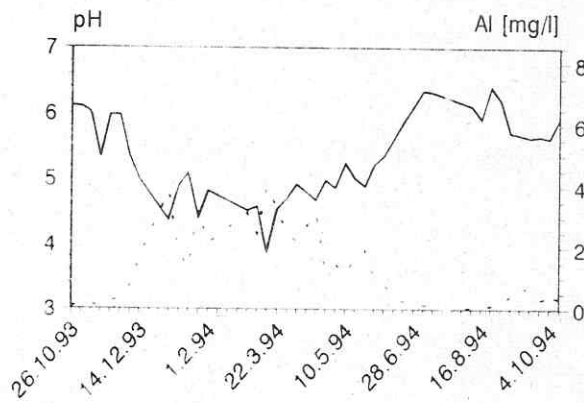
## Ochsenkopf



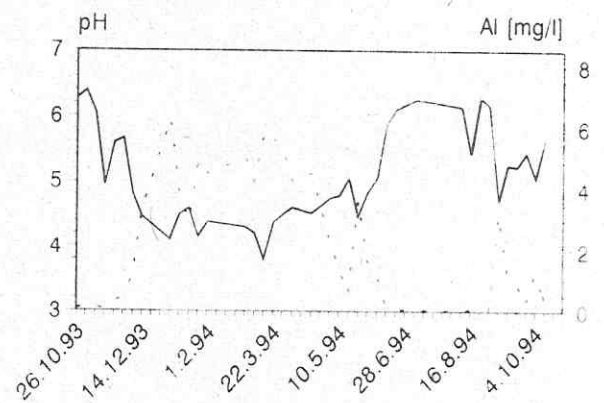
## Parnitz



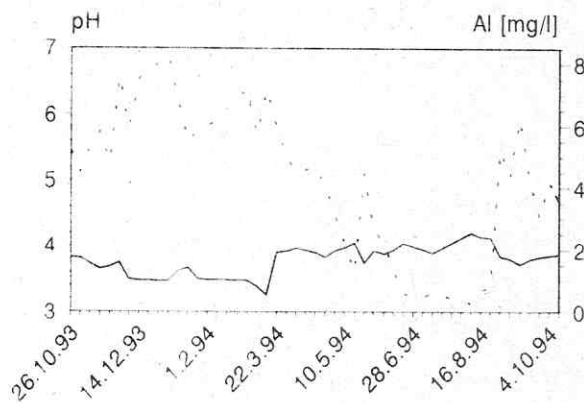
## Heidemühle



## Ausreißer



## Taura



## Lausa

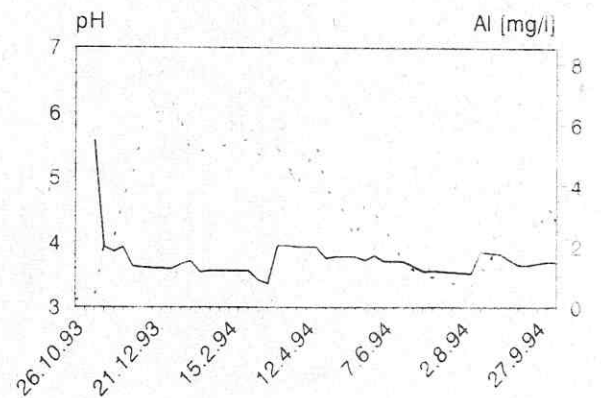
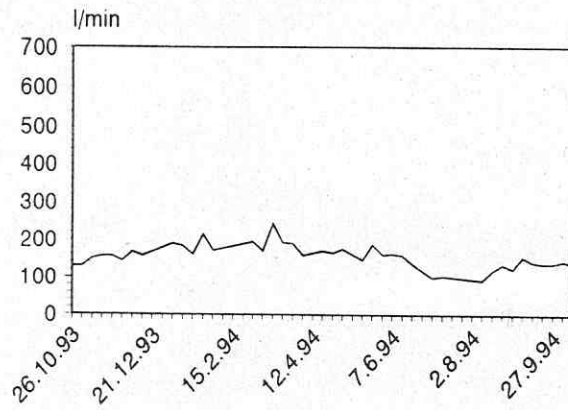
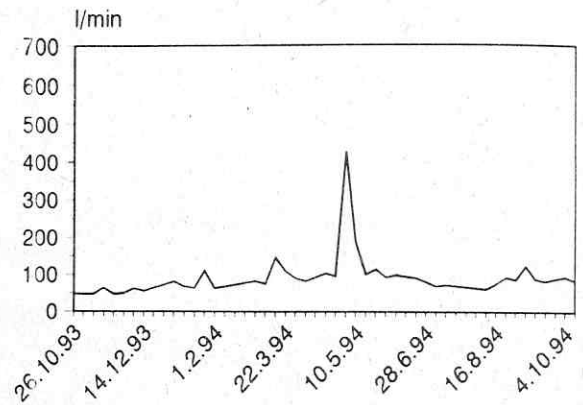


Abb. VIIIa:  
Jahresverlauf von pH-Wert und Aluminiumgehalt (aus REINHART, in Vorb.)

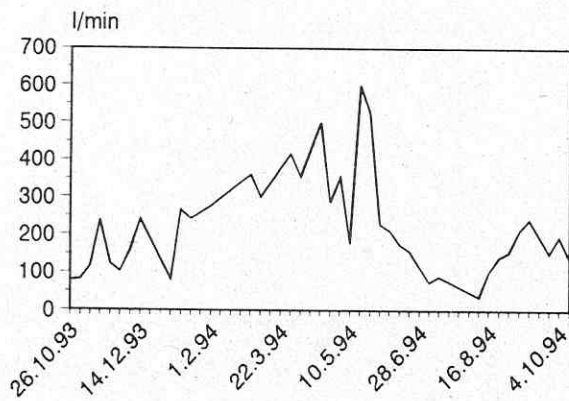
## Ochsenkopf



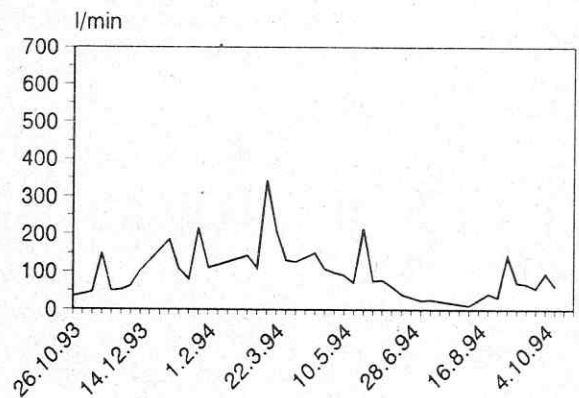
## Parnitz



## Heidemühle



## Ausreißer



## Taura

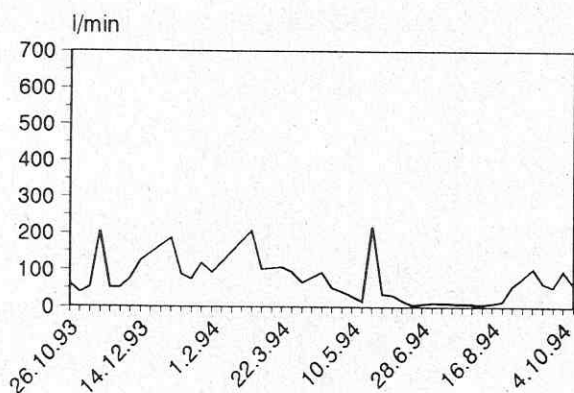
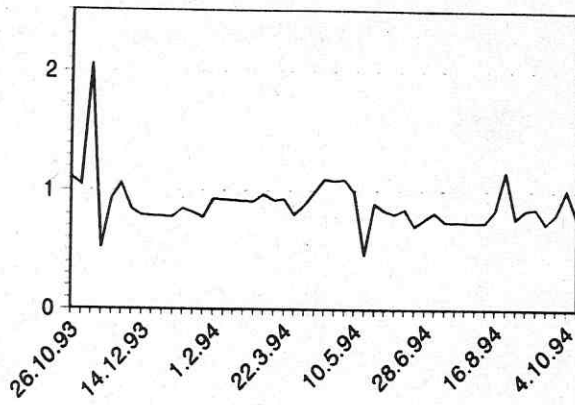
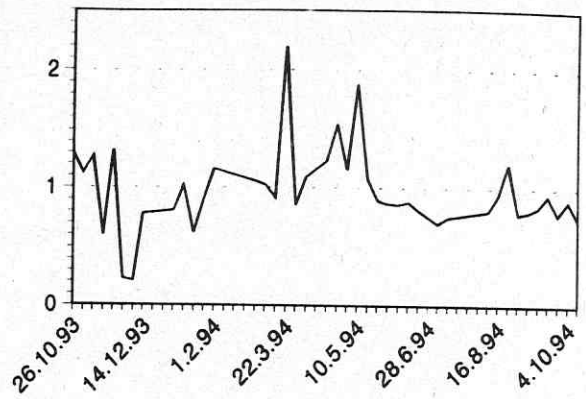


Abb. VIIIb:  
Jahresverlauf der Abflußwerte (aus REINHART, in Vorb.)

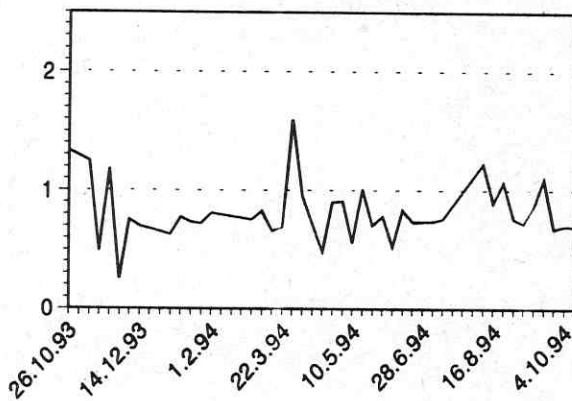
Ochsenkopf



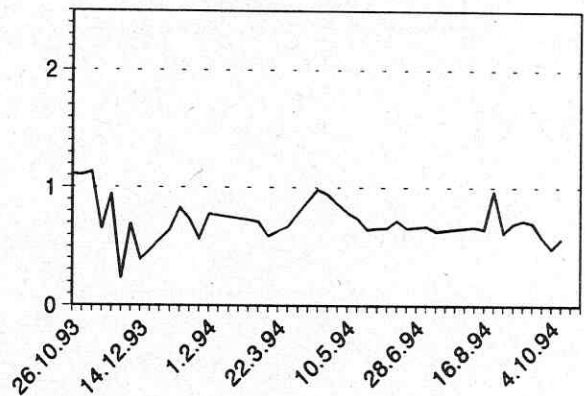
Parnitz



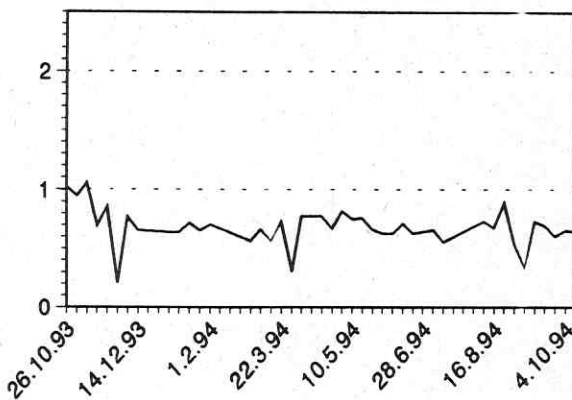
Heidemühle



Ausreißer



Taura



Lausa

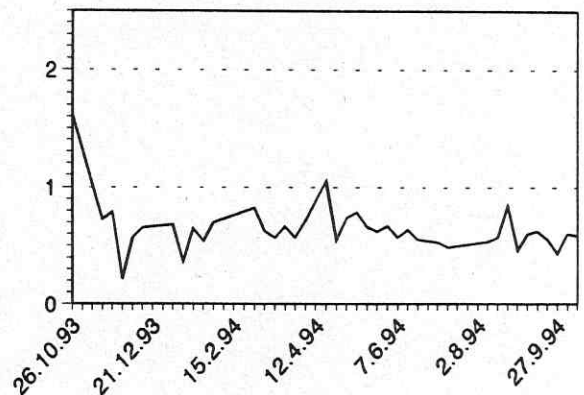
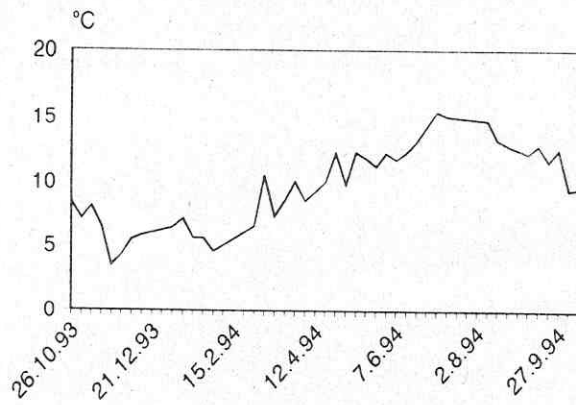


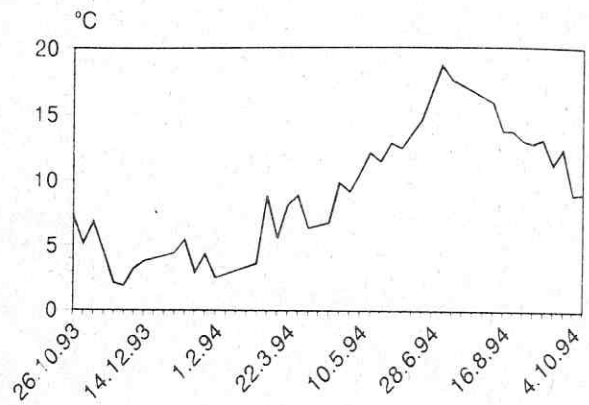
Abb. VIIIc:  
Jahresverlauf des Versauerungskoeffizienten (aus REINHART, in Vorb.)



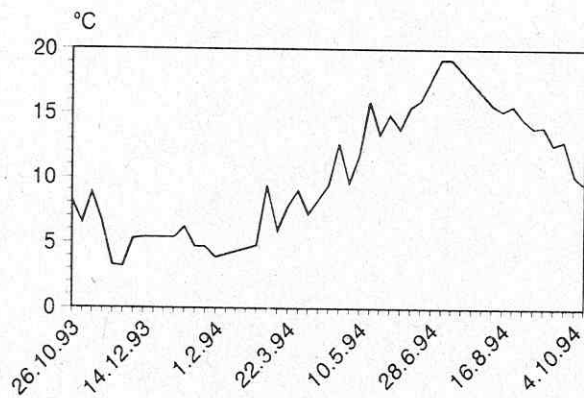
## Ochsenkopf



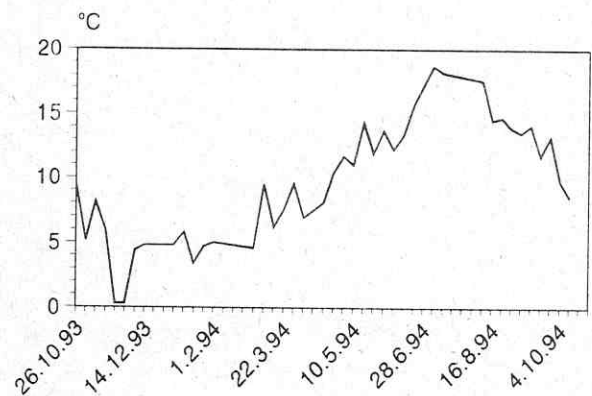
## Parnitz



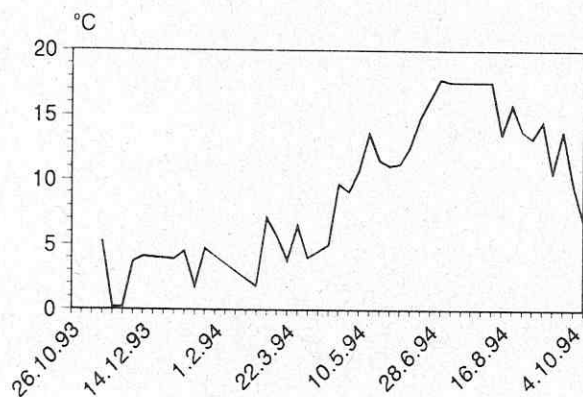
## Heidemühle



## Ausreißer



## Lausa



## Taura

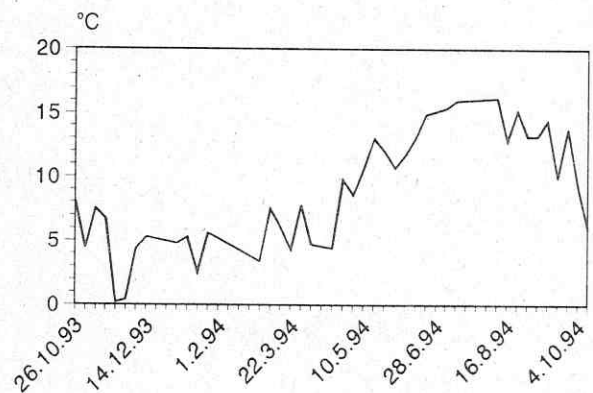
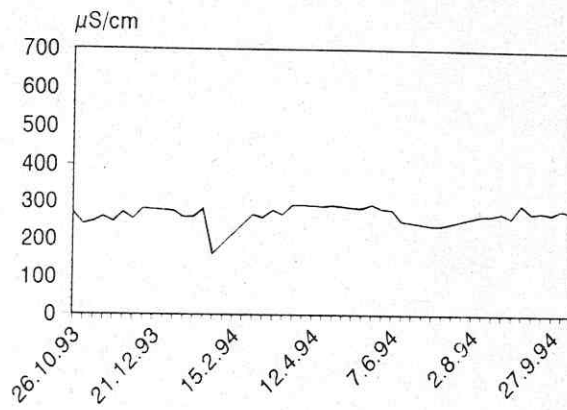
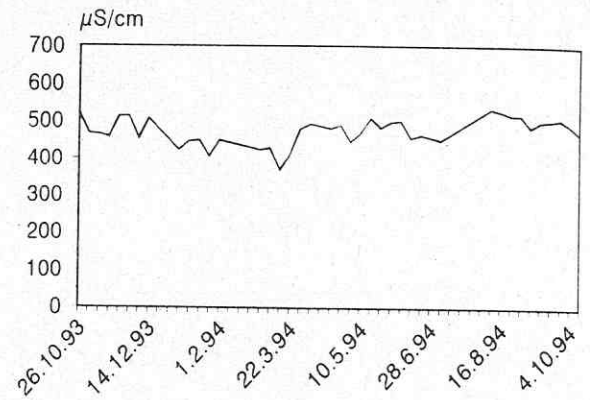


Abb. VIIIId:  
Jahresverlauf der Wassertemperatur (aus REINHART, in Vorb.)

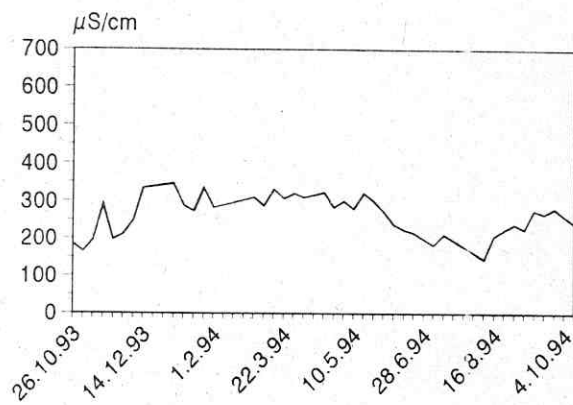
## Ochsenkopf



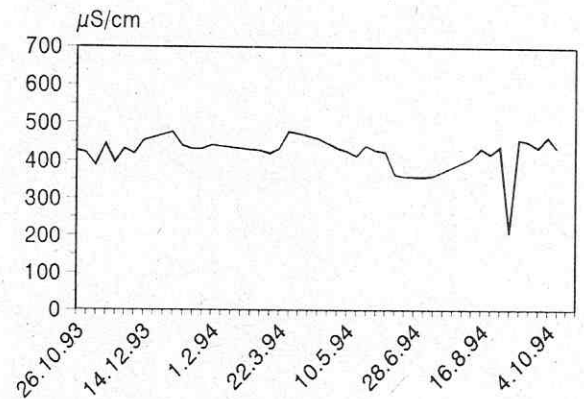
## Parnitz



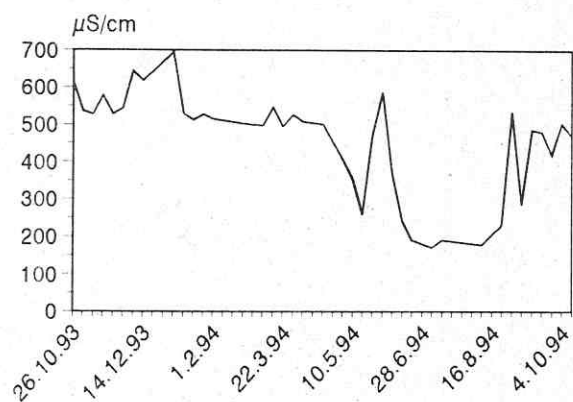
## Heidemühle



## Ausreißer



## Taura



## Lausa

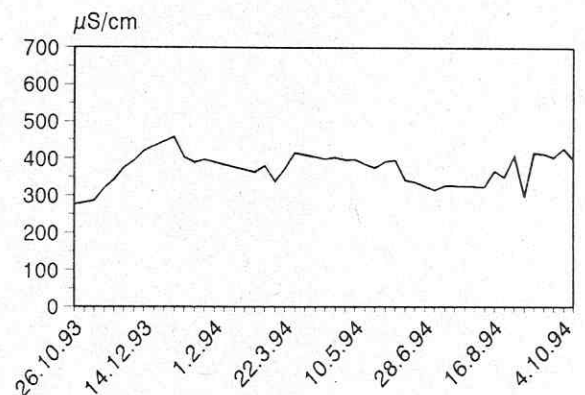


Abb. VIIIe:  
Jahresverlauf der Leitfähigkeiten (aus REINHART, in Vorb.)