



Bayerisches Landesamt
für Wasserwirtschaft



Biologische Trophieindikation im Litoral von Seen

Materialien Nr.31 (Dezember 1993)

Biologische Trophieindikation im Litoral von Seen

- Herausgeber:** Bayerisches Landesamt für Wasserwirtschaft, Lazarettstr.67, 80636 München
- Gesamtredaktion:** Dipl.-Biol. M.Colling, Unterschleißheim
Dr. J. Schaumburg, Bayerisches Landesamt für Wasserwirtschaft
- Projektleitung:** Prof. Dr. E. J. Fittkau, Zoologische Staatssammlung, München
Dipl.-Biol. M. Colling, Unterschleißheim
- Bearbeitung:**
- Diatomeen: Dipl.-Biol. G. Hofmann, Hattersheim
 - Chironomiden:
 - Oberflächendrift: Dipl.-Biol. N. Reiff, München
 - Epiphytischer Aufwuchs: Dipl.-Biol. H. W. Riss, München
 - Benthos: Dipl.-Biol. C. Orendt, München
 - Turbellarien/Oligochaeten
 - Makrozoobenthos: Dipl.-Biol. M. Hess, München
 - Mollusken: Dipl.-Biol. M. Colling, Unterschleißheim
 - Sedimentanalysen: Dipl.-Biol. C. Orendt, München
 - Statistische Grundlagen: Dipl.-Biol. H. W. Riss, München
- Allgemeiner Berichtsteil: Dipl.-Biol. M. Colling, Unterschleißheim
- Druck:** Bartels & Wernitz, München
Für den Druck wurde Recycling-Papier aus 100% Altpapieranteilen verwendet.
- Bezug:** Bezug beim Herausgeber

Nachdruck und Wiedergabe – auch auszugsweise – nur mit Genehmigung des Herausgebers

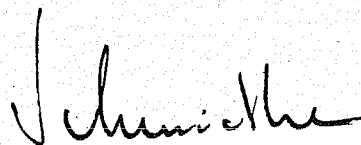
Vorwort

Vor kurzem erschien als Informationsbericht 7/92 des Bayerischen Landesamtes für Wasserwirtschaft die Publikation "Biologische Trophieindikation im Litoral von Seen". Sie enthält die wesentlichen praxisrelevanten Ergebnisse eines fast fünfjährigen Entwicklungsvorhabens zur Definition biologischer Trophieindikatoren im Litoral bayerischer Seen. Im Rahmen dieser Arbeiten wurden an neun oberbayerischen Seen sechs ausgewählte Organismengruppen, die verschiedene Substrate und Kleinlebensräume des Litorals besiedeln, untersucht, um Indikatoren zur Bewertung der trophischen Uferbelastung von Seen herauszufinden. Die Veröffentlichung befaßt sich überwiegend mit diesen Indikatorarten und der Erarbeitung eines trophischen Indexes.

Über die Trophieindikation hinaus wurden in diesem Projekt eine Fülle von Daten über Ökologie, Systematik, Physiologie und Vorkommen der bearbeiteten Gruppen erhoben. Diese Informationen werden mit dem vorliegenden Materialienband einem größeren Kreis von Fachinteressenten in aufbereiteter Form zugänglich gemacht. Einerseits handelt es sich dabei um nützliche Grundlagen für die Weiterentwicklung praxistauglicher ökologischer Methoden, andererseits ergänzen diese Daten aber auch die Zustandsbeschreibung der bayerischen Seen, dienen der Beweissicherung und sind damit eine weitere Entscheidungsgrundlage für den wasserwirtschaftlichen Vollzug.

Allen, die an dieser Ausarbeitung mitgewirkt haben, sei hier herzlich gedankt.

Bayerisches Landesamt für Wasserwirtschaft
Abteilung "Oberirdische Gewässer"
München, im Oktober 1993



Prof. Dr.-Ing. R. F. Schmidtke
Leitender Baudirektor



Inhaltsverzeichnis

	Seite
1	Einleitung 7
2	Aufwuchs-Diatomeen 9
2.1	Einleitung 9
2.2	Durchführung 10
2.3	Ergebnisse 12
2.3.1	Allgemeine Charakteristik der Diatomeenflora 12
2.3.2	Substrat 14
2.3.2.1	Natürliches Substrat 14
2.3.2.2	Künstliches Substrat 20
2.3.3	Saisonalität 23
2.4	Diskussion 27
3	Epiphytische Chironomidengemeinschaften 39
3.1	Einleitung 39
3.2	Durchführung 40
3.3	Ergebnisse 42
3.3.1	Epiphytische Chironomidenlarven 42
3.3.2	Periphytische Chironomiden aus Massenzuchten 45
3.4	Diskussion 54
3.4.1	Vollständigkeit der faunistischen Erfassung 54
3.4.2	Effektivität der Probenahmen 57
3.4.3	Erfassungsstand der Chiemseefauna 58
3.4.4	Vergleich der Besiedlungsdaten der Substrate 59
4	Chironomidenfauna der Oberflächendrift 63
4.1	Einleitung 63
4.2	Durchführung 63
4.3	Ergebnisse 64
4.3.1	Gesamtartenspektrum 64
4.3.2	Stenotope Arten 66
4.4	Diskussion 70
4.4.1	Profundalarten 70
4.4.2	Fließwasserarten 71
4.4.3	Stenotope Arten 71
4.4.4	Phänologie ausgewählter Indikatorarten 72

	Seite	
5	Benthische Chironomidengemeinschaften	89
5.1	Einleitung	89
5.2	Durchführung	90
5.3	Ergebnisse	91
5.3.1	Arteninventar und -verteilung	91
5.3.2	Ökologische Spezifizierung der Arten- gemeinschaften	97
5.4	Diskussion	101
5.4.1	Methoden	101
5.4.2	Artenbestand	101
5.4.3	Lokale Sonderformen	103
5.4.4	Typische Gemeinschaften	104
6	Benthische und epiphytische Makroinvertebraten-Gemeinschaften	113
6.1	Einleitung	113
6.2	Durchführung	113
6.3	Ergebnisse	117
6.4	Diskussion	124
6.4.1	Artenspektrum	124
6.4.2	Biotop- und Habitatbindung	128
6.4.3	Charakterisierung der Siedlungsgemeinschaften auf Basis der ökologischen Ansprüche der dominanten Arten	130
7	Mollusken	141
7.1	Einleitung	141
7.2	Durchführung	141
7.2.1	Untersuchungszeitraum, Probestellen und Methodik	141
7.2.2	Auswertung	142
7.3	Ergebnisse und Diskussion	142
7.3.1	Allgemeine Bestandsdaten, Gesamtbetrachtung	142
7.3.2	Seespezifische Besonderheiten	149
8	Literatur	159

1 Einleitung

Von 1987 bis 1991 wurde von der Zoologischen Staatssammlung (Prof. Dr. E.-J. Fittkau und Mitarbeiter), im Auftrag des Bayerischen Landesamtes für Wasserwirtschaft an insgesamt neun oberbayerischen Seen das Entwicklungsvorhaben "Erhebung trophieindikativer Biozönosen, mit besonderer Berücksichtigung kleinräumiger Auflösung der Indikation im Litoralbereich" durchgeführt. In diesem Entwicklungsvorhaben wurde die Eignung von Aufwuchsdiatomeen und verschiedenen wirbellosen Tiergruppen als Indikatoren für den trophischen Zustand von Seen überprüft. Die hinsichtlich einer Trophieindikation relevanten Ergebnisse des Entwicklungsvorhabens wurden bereits in den Informationsberichten des Bayerischen Landesamtes für Wasserwirtschaft veröffentlicht (FITTKAU et al. 1992).

In dem vorliegenden Materialienband sollen nun ergänzende demographische, ökologische, phänologische und faunistische Ergebnisse aus dem oben genannten Projekt vorgestellt werden, die als Hintergrundinformation dienen mögen. Neben den Aufwuchsdiatomeen wurden vor allem die Zuckmücken (*Chironomidae*), die Wenigborster (*Oligochaeta*) und die Weichtiere (*Mollusca*) berücksichtigt.

1987 und 1988 erfolgten die Untersuchungen ausschließlich am Chiemsee, im weiteren Projektverlauf wurden dann der Tegernsee, der Waginger See östlich Traunstein, der Pelhamer See in der Eggstätt-Hemhofer Seenplatte, der Brunnsee in der Seener-Seenplatte, der Lustsee im Gebiet der Osterseen, der Weßlinger See westlich von München und zwei Baggerseen in der Münchner Schotterebene, der Lerchenauer See und der Langwieder See miteinbezogen. Die Lage der Probestellen an den einzelnen Seen ist Abb. 1.1, eine Auflistung der in den Kapiteln 2 bis 7 verwandten Kurzbenennungen dieser Probestellen Tab. 1.1 zu entnehmen. Bezüglich der Auswahl der Untersuchungsstellen und deren Charakterisierung sowie der Durchführung des Gesamtprojektes sei weitgehend auf FITTKAU et al. (1992) verwiesen. Nähere methodische Angaben finden sich auch in den nachfolgenden Fachkapiteln.

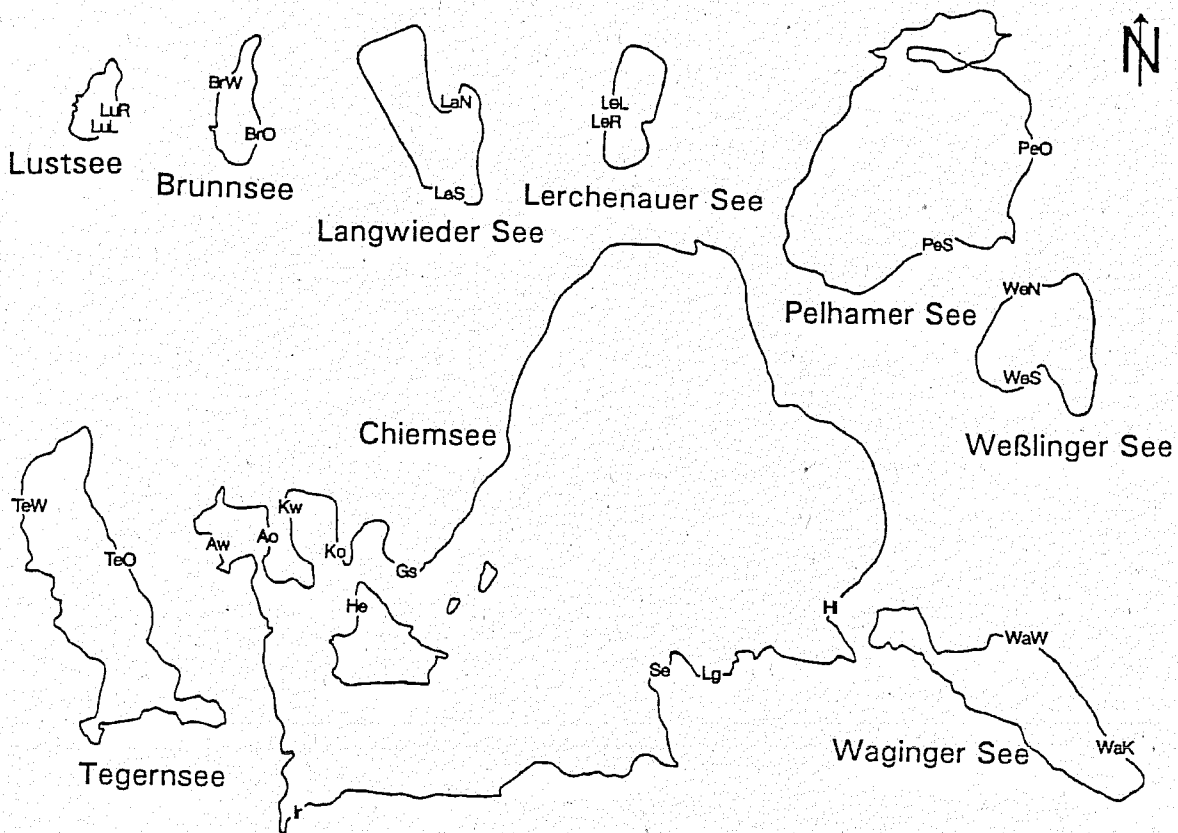


Abb. 1.1 Untersuchte Seen mit Lage der Probestellen (Chiemsee, Tegernsee und Waginger See ca. 1:150.000, übrige Seen ca. 1:85.000; Abkürzungen s. Tab. 1.1)

Tab. 1.1 Übersicht der Probestellen

	Kurzbe- nennung	Seebereich		Kurzbe- nennung	Seebereich
Chiemsee	Gs	südlich Gstadt		Pelhamer See	PeO Ostufer
	He	Herreninsel			PeS Südufer
	KO	Kailbacher Winkel, SO-Ufer			
	KW	Kailbacher Winkel, NW-Ufer	Brunnssee	BrW Westufer	
	Se	Nördlich Seethal		BrO	
	AO	Aiterbacher Winkel, O-Ufer			
	AW	Aiterbacher Winkel, SW-Ufer	Lustsee	LuL Südufer	
	Hi	Hirschauer Bucht, westlich Hagenau		LuR Ostufer	
	Lg	bei Lachsgang			
	Ir	Irschener Winkel	Langwieder See	LaN Nordufer	
				LaS Südufer	
Tegernsee	TeW	NW-Ufer, bei Bayersäge	Lerchenauer See	Le	Westufer
	TeO	Ostufer, bei St. Quirin			
Waginger See	WaK	bei Kühnhausen	Weßlinger See	WeN Nordufer	

2 Aufwuchs-Diatomeen

2.1 Einleitung

Als Bestandteil der Periphyton-Gesellschaften spielen Kieselalgen in litoralen Habitaten eine wesentliche Rolle. Sie bilden die Basis einer Vielzahl von Nahrungsketten und repräsentieren in Uferzonen und flachen Gewässern oft den wichtigsten Faktor der Primärproduktion (MILLIE & LOWE 1983).

Während vergleichsweise viele Studien zum Diatomeenplankton der oberbayerischen Seen vorliegen (LENHART 1987; LENHART & STEINBERG 1982; STEINBERG et al. 1982), sind ihre Aufwuchs-Gesellschaften mit wenigen Ausnahmen bislang weitgehend unbekannt geblieben (MAYER 1919, 1929, 1931; REICHARDT 1989). So müssen die meisten Seen hinsichtlich ihrer litoralen Diatomeenflora noch als "terra incognita" gelten. Von den hier ausgewählten Gewässern liegen Daten beispielsweise nur für den Brunnsee (HUSTEDT 1953) sowie für das Gebiet der Osterseen (MAYER 1933) vor. Die Gesellschaften des Chiemsees, Bayerns flächengrößtem See, wurden bis dato nicht bearbeitet. Angaben zum Phytoplankton beschränken sich auf Arbeiten aus dem ersten Viertel des Jahrhunderts (KAISER 1916-1926, KAISER & SCHEFFELT 1925). Im Jahre 1914 äußert KAISER: "Es ist immerhin auffallend, daß der Chiemsee noch so wenig in Bezug auf Algen, auch Planktonalgen, die ja sonst so sehr in Mode sind, untersucht wurde.". Eine Aussage, die bis heute wenig an Aktualität eingebüßt hat.

In Abhängigkeit von der trophischen Situation sind typische Gesellschaften etabliert - verschieden in Artenzusammensetzung und deren Häufigkeiten. Die Kenntnis der artspezifischen Toleranzen und Präferenzen ermöglicht eine Indikation verschiedener Grade der Nährstoffbelastung, wobei dem Phosphat als Korrelationsgröße größte Bedeutung zukommt (siehe HOFMANN 1992).

Neben der Nährstoffversorgung und Alkalinität des Milieus gelten im wesentlichen die Lichtbedingungen, die Strömung sowie Einflüsse seitens herbivorer Organismen (grazing), des Pelagials (Plankton-Periphyton-Interaktionen) und des Sediments als bestimmende Faktoren der Gesellschaftsstruktur. Aber auch der Beschaffenheit und der Verfügbarkeit des besiedelten Substrats wird allgemein ein hoher Stellenwert zugemessen. So werden Gesellschaften auf pflanzlichen Substraten von denen des "Boden-Aufwuchses" (Epilithon, Epipelon, Epipsammon) unterschieden. Jedoch bestehen hinsichtlich des jeweiligen Arteninventars und der Ausprägung arteigener Substratpräferenzen mangels vergleichender Untersuchungen noch erhebliche Kenntnislücken.

Daher ist neben der systematisch orientierten Charakterisierung der Diatomeenflora der Alpenrandseen vor allem die Erfassung des Substrateinflusses sowie der saisonalen Ausprägungen der Gesellschaftsstrukturen Ziel der vorliegenden Studie.

2.2 Durchführung

Von April 1987 bis Mai 1989 wurden an zehn ausgewählten Stellen des Chiemsees (s. Kap. 1) insgesamt 387 Diatomeenproben entnommen. Die Probennahme erfolgte in monatlichen Abständen, lediglich unterbrochen von Phasen der Eisbedeckung. In den beiden Folgejahren wurden acht weitere Seen - repräsentiert durch je zwei Probestellen - im Zwei-Monats-Rhythmus bearbeitet: Brunensee (10 Proben), Langwieder See (14), Lerchenauer See (14), Lustsee (21), Pelhamer See (16), Tegernsee (30), Waginger See (18) und Weßlinger See (16).

Zur vergleichenden Untersuchung der litoralen Diatomeen-Gesellschaften, insbesondere zur Erfassung des Substrateinflusses, wurden abhängig von den jeweiligen Gegebenheiten an jeder Stelle verschiedene natürliche Substrate entnommen. Dies waren vor allem Schilfhalm als pflanzliche Träger, zur Erfassung des Epilithons große "stationäre" Steine und (in den Baggerseen und im Weßlinger See) Grobkies mit einem Mindestdurchmesser von 2 cm. Die Phragmiteshalme entstammten dem aufgelockerten Bestand am seeseitigen Schilfrand. Nur ältere, in mindestens 20 cm Tiefe und bis 10 cm über dem Grund befindliche Halm-Abschnitte wurden berücksichtigt und in Segmenten von etwa 5 cm Länge transportiert. Die Steine wurden ausschließlich im Tiefenbereich von 30 bis 60 cm ausgewählt, in ursprünglicher Lage vorsichtig entnommen und mit einem Teelöffel abgekratzt. Zur Charakterisierung der Gesellschaften verschiedener pflanzlicher Substrate wurden im Chiemsee zusätzlich Characeen aus vergleichbarer Tiefe, *Fontinalis antipyretica* aus dem Bereich des Eulitorals sowie stichprobenhaft Blätter von *Nuphar lutea* und submersen Makrophyten entnommen. Nachfolgend ein Überblick der in den Seen entnommenen natürlichen Substrattypen:

Chiemsee	Phragmites - Stein - Characeen - Makrophyten - Fontinalis
Brunensee	Phragmites
Langwieder See	Stein - Makrophyten
Lerchenauer See	Stein - Makrophyten
Lustsee	Phragmites - Stein
Pelhamer See	Phragmites - Stein
Tegernsee	Phragmites - Stein
Waginger See	Phragmites - Stein
Weßlinger See	Stein - Makrophyten

Zur Klärung der Frage, inwieweit sich künstliche Substrate zur Bio-Indikation eignen, wurden an den zehn Stellen des Chiemsees metabolisch neutrale Substrate ausgebracht. Es waren dies 1987 zunächst horizontal exponierte PVC-Platten (LUBINI-FERLIN 1986). Im Folgejahr wurde das in der Periphyton-Forschung populärste Kunstsubstrat, der Glas-Objektträger, eingesetzt. Die von Züricher Limnologen entwickelte (HÜRLIMANN 1985, NIEDERBERGER 1987) und im Nachbau entstandene Trägerkonstruktion (siehe Abb. 2.1) war an einem im Seegrund verankerten Vertikalrohr fixiert und ließ sich zur Kompensation von Wasserstandsschwankungen in ihrer Eintauchtiefe verstellen. Um den Einfluß der Sedimentation möglichst gering zu halten, erfolgte die Exposition der Objektträger vertikal in einer Wassertiefe von 30-40 cm. Die Objektträger wurden erstmals im Mai 1988 ausgebracht und bis November des gleichen Jahres nach ein, zwei und drei Monaten sukzessive entnommen und durch neue ersetzt. Die Fixierung der Diatomeen erfolgte durch Zugabe von Formalin (35%).

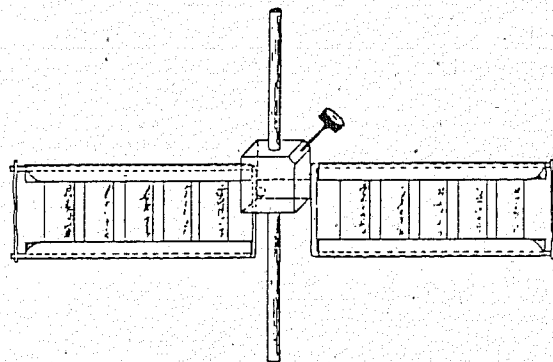


Abb. 2.1 Trägerkonstruktion (aus MARTI et al. 1989)

Präparation und Auszählung

Die Aufbereitung der Proben erfolgte durch die "heiße Methode" der Säureoxidation (KRAMMER & LANGE-BERTALOT 1986-1991). Die pflanzlichen Substrate wurden dabei bis zur Ablösung des Epiphytons in Salzsäure gekocht und ihre Reste vor der sich anschließenden Schwefelsäurebehandlung durch Aussieben entfernt. Von den Objektträgern wurde der Aufwuchs bereits vor dem Kochvorgang mittels einer Rasierklinge vollständig abgeschabt. Die zur Artbestimmung erforderlichen Streupräparate entstanden im gängigen Verfahren (KRAMMER & LANGE-BERTALOT 1986-1991) durch Verdünnen der homogenen Suspension, Auftropfen, Eintrocknen und Einbetten. Als Einschlußmittel diente Naphrax. Um repräsentative Verteilungen zu erhalten, wurden in jedem Präparat 400 bis 500 Schalen bzw. Gürtelbänder bestimmt - ebenso weitere, in der Probe präsent, jedoch durch die Auszählung nicht erfaßte Taxa ("+"-Arten). Als Bestimmungsliteratur diente das Werk von KRAMMER & LANGE-BERTALOT (1986-1991).

Statistische Verfahren und Kenngrößen der Gesellschaftstruktur

Gesellschaftsähnlichkeiten wurden anhand der Minimalvarianz-Clusteranalyse (WILDI & ORLOCI 1983) ermittelt. Zur statistischen Sicherung von Substratpräferenzen wurde der Wilcoxon-Test für Paardifferenzen verwandt. Überprüft wurden hierbei die Einzel- wie auch die Mittelwerte. Als Kenngröße der Diversität diente der Index nach SHANNON & WEAVER (1949), zusätzlich wurde der Similaritätsindex nach STANDER (1970) berechnet.

2.3 Ergebnisse

2.3.1 Allgemeine Charakteristik der Diatomeenflora

Mit 30 Gattungen sowie 408 Arten und Varietäten beherbergen die untersuchten Seen eine vielfältige Diatomeenflora. Der alkalischen Natur der Gewässer entsprechend handelt es sich dabei überwiegend um alkalibionte und alkaliphile Taxa. Circumneutrale Arten treten stark zurück. Acidophile Vertreter wurden nur in Einzelfunden registriert; ob autochthoner Herkunft, bleibt fraglich.

Die Gesellschaftsstrukturen - Artenzusammensetzung und Arthäufigkeiten - sind in hohem Maße bestimmt von der trophischen Situation des Gewässers. Höchste Bedeutung kommt dabei dem Phosphat zu. Es erweist sich für die Mehrzahl der Arten als die Korrelationsgröße. So sind denn auch die Gewässer vergleichbaren Trophiegrades durch höchste strukturelle Ähnlichkeit ausgezeichnet - etwa die oligotrophen Habitats des Lustsees und Brunnsees bzw. Tegernsee und Langwieder See als schwach mesotrophe Gewässer (siehe HOFMANN 1992).

Insgesamt sind die Assoziationen geprägt durch hohe Dominanzen von *Achnanthes minutissima* und *Cymbella microcephala*. Subdominant treten - insbesondere im Epilithon - *Amphora pediculus*, *Denticula tenuis* und die kleinschaligen Vertreter der *Fragilaria pinnata*- und *construens*-Gruppe hinzu. Als kleine Auswahl steter Begleitarten seien *Navicula cryptotenella* und *subalpina*, *Nitzschia lacuum*, *Anomoeoneis vitrea* und *Cocconeis neothumensis* genannt. Charakteristisch sind die frühjährlichen und herbstlichen *Fragilaria*-Blüten von verschiedenen Vertretern des *capucina*- und *delicatissima*-Sippenkomplexes, die in Abhängigkeit von der trophischen Situation konkurrieren und saisonal die Gesellschaften dominieren (s. Kap. 2.3.3).

Die Dokumentation aller erfaßten Arten, ihre Verbreitung und Häufigkeit in den untersuchten Seen sind Tab. 2.3 zu entnehmen. Bezüglich der Chiemsee-Flora sei auf FITTKAU et al. (1990) verwiesen.

Den Taxa sind nach ihren maximalen Häufigkeiten folgende Kennwerte zugeordnet:

- 1 = Einzelindividuum (vereinzelt)
- 2 = unter 1% (individuenarm)
- 3 = 1 bis 5% (mäßig individuenreich)
- 4 = 5 bis 10% (individuenreich)
- 5 = über 10% (massenhaft)

Der Chiemsee ist mit 343 Taxa der mit Abstand artenreichste der untersuchten Alpenrandseen, was jedoch auch auf die im Vergleich höchste Probenzahl zurückzuführen ist. Von den insgesamt 408 erfassten Arten wurden allein 84 nur im Chiemsee registriert. Unabhängig von der Gesamtartenzahl wurde die mittlere Zahl der an jeder Probestelle prozentual erfassten Taxa (epiphytisch und epilithisch) sowie die Diversität (in Form des Shannon-Weaver-Index) ermittelt.

Tab. 2.1 Gesamtartenzahl (GZ), Zahl der Arten mit über 1% Gesellschaftsanteil (GZ')¹, mittlere Artenzahl (MZ) und Diversität (H')

See	GZ	GZ'	MZ	H'
Chiemsee	343	101	24-34	1.6-2.6
Tegernsee	173	41	33-35	2.3-2.4
Pelhamer See	158	39	35-38	2.3-2.5
Langwieder See	158	38	33/40	2.1/2.3
Lustsee	156	45	32-41	2.5-2.7
Brunnsee	145	26	30/34	2.0-2.1
Waginger See	138	36	27-33	2.1-2.5
Lerchenauer See	122	19	21	1.9
Weßlinger See	101	25	15/23	1.2/2.0

¹: mindestens einmal im Untersuchungszeitraum

Auffällig ist die Artenarmut und geringe Diversität der Gesellschaften des Lerchenauer- und Weßlinger Sees. Ursachen dürften Beschaffenheit und mangelnde Vielfalt des Substrats sein, die beide Seen auszeichnet: Der Untergrund besteht aus Grobkies, der aufgrund seiner Größe häufig umgelagert wird und somit keine konstanten Siedlungsbedingungen bietet. Röhrlichzonen und submerse Makrophytenbestände als pflanzliche Substrate fehlen weitgehend.

Zudem unterliegen die Gewässer einer starken sommerlichen Nutzung als Badeseen (Trittbelastung). Artenarme Gesellschaften sind die Folge, mit hohen Dominanzen weniger Taxa und damit geringer Diversität. Insbesondere die Assoziationen des Weßlinger Sees wurden dominiert von adnaten Pionierarten (*Achnanthes minutissima* und *Achnanthes minuscula*) und entwickelten keine, den Gesellschaften der übrigen Seen vergleichbare dreidimensionale Architektur, die späte Stadien der Mikrosukzession auszeichnet.

2.3.2 Substrat

2.3.2.1 Natürliches Substrat

Substratpräferenzen

Die Frage, ob Diatomeen bestimmte Substrate bevorzugt besiedeln, wird in der Literatur seit langer Zeit kontrovers diskutiert. So belegen verschiedene Studien Substratspezifitäten ("host specificities") für bestimmte Kieselalgen des Epiphytons (EMINSON & MOSS 1980, PROWSE 1959, RAUTIAINEN & RAVANKO 1972, SALDEN 1978) und führen diese auf Interaktionen zwischen Trägerpflanze und der ihr anhaftenden Zönose zurück. Andere Autoren messen diesen nur geringe Bedeutung zu und machen externe Faktoren wie Turbulenz, Licht, "grazing" und trophischen Status für die Gesellschaftsstrukturen verantwortlich (CATTANEO & KALFF 1979, FONTAINE & NIGH 1983, MILLIE & LOWE 1983). Auch CHOLNOKY (1968) lehnt die Existenz substratspezifischer Assoziationen ab und schreibt die Unterschiede ausschließlich den chemisch-physikalischen Eigenschaften des umgebenden Milieus zu.

Die Vielzahl verschiedener Auffassungen macht deutlich, daß es eine monokausale These zur "host specificity" nicht geben kann, sondern eine differenzierte, multifaktorielle Betrachtungsweise notwendig ist. So besteht kein Zweifel daran, daß submerse Pflanzen Substanzen wie Kieselsäure und Phosphate abgeben, die von Epiphyten genutzt werden können (ALLEN 1971, HARLIN 1973, JOERGENSEN 1957). Der Stellenwert, der diesem Nährstoff-Transfer zukommt, ist jedoch abhängig von der Milieuoferre (EMINSON & MOSS 1980). So erlangt er etwa im oligotrophen Bereich größere Wichtigkeit und weist auch einen saisonalen Aspekt auf: In der Periode der Makrophyten-Seneszenz gewinnt die Metabolitenabgabe für die Epiphytengemeinschaft an Bedeutung (FONTAINE & NIGH 1983). Unverkennbar wird der Substrateinfluß, wenn die Pflanze darüberhinaus in der Lage ist, ein Mikromilieu zu produzieren, daß die Epiphyten dem Außenmedium entzieht oder dieses sogar aktiv verändert, wie es in Moospolstern und manchen Algenrasen der Fall ist (SALDEN 1978).

Angesichts der Fülle von Untersuchungen über epiphytische Substratspezifitäten ist es erstaunlich, daß nur wenige vergleichende Studien über die Diatomeen-Gesellschaften des Epi-

phytons und Epilithons vorliegen (MAIN & MCINTIRE 1974). Da es im Sinne einer Trophie-Indikation notwendig erscheint, den Einfluß des Substrats auf die Assoziationsstrukturen abschätzen zu können, wurden die in den Alpenrandseen häufigsten Arten (78) auf potentielle Präferenzen hin überprüft (s. Kap. 2.2).

Die Diatomeen-Gesellschaften der untersuchten pflanzlichen Substrate (*Phragmites*, Vertreter der *Characeen*, *Fontinalis antipyretica*) sowie die epilithischen Assoziationen wiesen keine bemerkenswerte Differenzen in ihrer Artenzusammensetzung auf. Erhebliche Unterschiede wurden jedoch bezüglich der Arthäufigkeiten festgestellt. Im Vergleich der Assoziationen auf Schilf und Stein erreichte eine Reihe von Taxa regelmäßig signifikant höhere relative Anteile in den epilithischen Gemeinschaften, während eine kleinere Gruppe bevorzugt auf *Phragmites* siedelte ($\alpha < 1\%$; Anzahl Vergleichspaare in Klammern):

Präferenz:

Epilithon

Achnanthes clevei (109)
 Achnanthes conspicua (126)
 Achnanthes holsatica (56)
 Achnanthes lanceolata (108)
 Achnanthes zieglerei (102)
 Amphora libyca (104)
 Amphora ovalis (48)
 Amphora pediculus (129)
 Amphora thumensis (75)

Caloneis amphisbaena (27)
 Caloneis silicula (35)
 Cocconeis neothumensis (85)
 Cymbella microcephala (128)
 Cymbella reichardtii (20)
 Cymbella sinuata (96)
 Cymbella subaequalis (43)
 Denticula kuetzingii (29)
 Denticula tenuis (127)

Diplooneis elliptica (64)
 Fragilaria brevistriata (129)
 Fragilaria construens (114)
 Fragilaria pinnata (124)

Navicula bacillum (29)
 Navicula bryophila (111)
 Navicula constans (33)
 Navicula pseudanglica (44)
 Navicula schoenfeldii (43)
 Navicula utermoehlii (101)
 Navicula vitabunda (26)

Epiphyton

Achnanthes minutissima (128)

Anomoeoneis vitrea (Chara; 21)

Cocconeis placentula (99)
 Cymbella affinis (126)
 Cymbella caespitosa (122)
 Cymbella silesiaca (127)

Diatoma ehrenbergii (80)

Fragilaria capucina-Sippen (127)
 Fragilaria delicatissima (24)
 Fragilaria incognita (32)
 Fragilaria ulna-Sippen (106)
 Gomphonema augur/pseudoaugur (33)
 Gomphonema gracile (75)
 Gomphonema lateripunctatum (125)
 Gomphonema minutum (44)
 Gomphonema parvulum (96)
 Gomphonema truncatum (61)
 Navicula tripunctata (68)

Tabellaria flocculosa (98)

Abbildung 2.2 illustriert an ausgewählten Beispielen die differierenden Gesellschaftsanteile auf beiden Substrattypen. Bei den bevorzugt epilithisch siedelnden Arten handelt es sich überwiegend um kleinschalige, adnate Wuchsformen. Demgegenüber sind die großen, gestielten Vertreter der Gattung *Cymbella* und *Gomphonema* sowie die langgestreckten *Fragilaria*-Arten deutlich häufiger in den epiphytischen Gesellschaften anzutreffen. Während die höchsten quantitativen Differenzen im Vergleich der epilithischen und epiphytischen Gemeinschaften registriert wurden, wiesen die Assoziationen auf *Phragmites* und in Characeenrasen eine hohe Dominanzidentität auf. Lediglich die höheren Anteile von *Anomoeoneis vitrea* dokumentieren die für diese Art günstigeren Wachstumsbedingungen auf dem Algensubstrat.

Die ausgeprägtesten Substratpräferenzen waren bei *Cocconeis placentula* zu erkennen (s. Tab. 2.2). Dieses Taxon kann als ausgesprochener Epiphyt charakterisiert werden. So wies es in den epilithischen Assoziationen nur unbedeutende Anteile auf, dominierte jedoch die Gesellschaften der *Fontinalis*-Polster und *Nuphar lutea*-Blätter (s. a. Kap. 2.3.3).

Tab. 2.2 Mittlere relative Häufigkeiten von *C. placentula* in Abhängigkeit vom besiedelten Substrat an ausgewählten Probestellen (%)

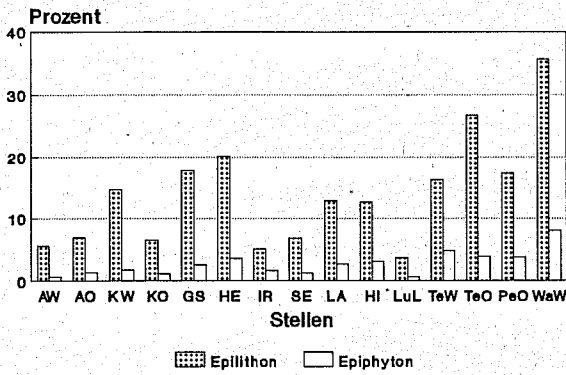
	AW	KW	IR
Fontinalis	8.1	18.7	-
Phragmites	1.1	0.8	1.2
Nuphar	-	-	26.7
Stein	0.2	0.2	0.6

Die Ergebnisse machen deutlich, daß der Begriff der Substratspezifität auf die Gesellschaften der Alpenrandseen nicht zutrifft. Vielmehr erscheint es angebracht, von einer Substratpräferenz zu sprechen, da die Arten - potentiell auf allen Substrattypen vertreten - durch die spezifischen Einflüsse in ihrer Konkurrenzfähigkeit gefördert oder gehemmt werden. Ob die Ursache hierfür allein in Interaktionen zwischen Substrat und Periphyton zu suchen ist, oder ob es sich um externe Sekundärfolgen wie etwa expositionsbedingte Faktoren (Sedimentationsrate, Turbulenz, Lichtgradient) handelt, bleibt zu klären.

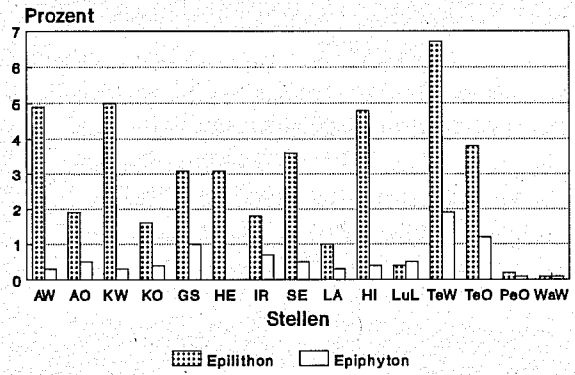
Diversität

Eine von der Artenkomposition unabhängige Kenngröße ist die Organisationshöhe der Gesellschaften. Sie wird determiniert von den Dominanzstrukturen und der Artenzahl. An den Alpenrandseen wurde versucht, die epiphytischen und epilithischen Assoziationen hinsichtlich ihrer Diversität zu charakterisieren. Als geeignetes Maß dient hierbei der Shannon-Weaver-Index (KOHMANN & SCHMEDTJE 1986).

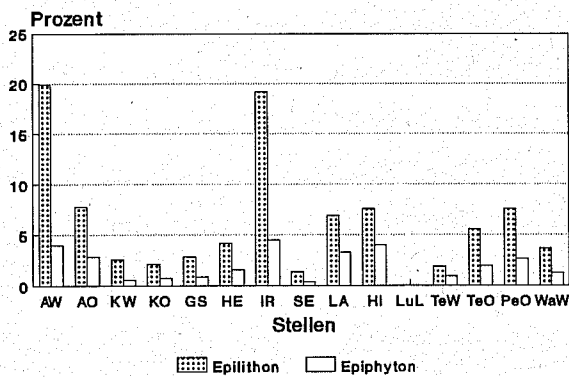
Amphora pediculus



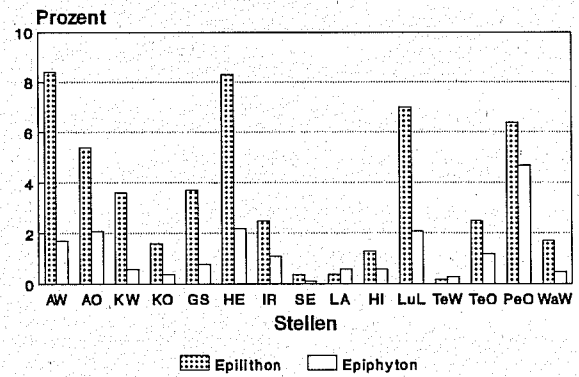
Denticula tenuis



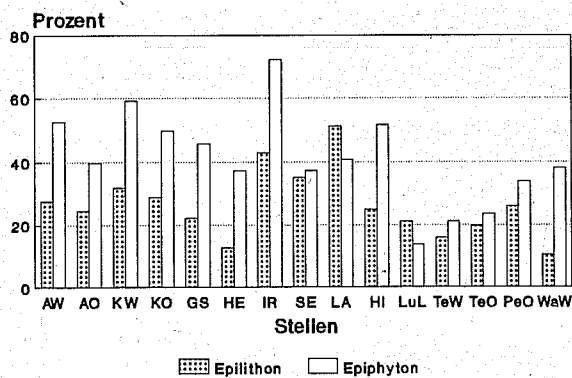
Fragilaria pinnata



Fragilaria brevistriata



Achnanthes minutissima



Gomphonema lateripunctatum

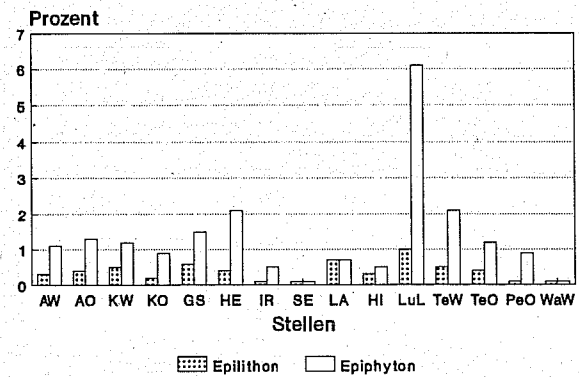


Abb. 2.2 Mittlere Häufigkeiten ausgewählter Arten im Vergleich des Epiphytons und Epilithons (1990/91, Chiemsee 1987/88)

Der Vergleich der Gesellschaften auf *Phragmites* und Stein erbrachte keine signifikanten Unterschiede in der Anzahl der prozentual erfaßten Arten. Jedoch wurden im Epilithon deutlich mehr Taxa mit einer Häufigkeit "unter 0.2 %" ("+"-Arten) registriert.

Dagegen erreichten die Shannon-Weaver-Indizes der Parallelproben zum überwiegenden Teil - etwa im Chiemsee in 86 Prozent der Fälle (n=97) - in den epilithischen Gesellschaften die höheren Werte und differierten zum Teil erheblich (s. Abb. 2.3). Ein jahreszeitlicher Aspekt wurde nicht beobachtet.

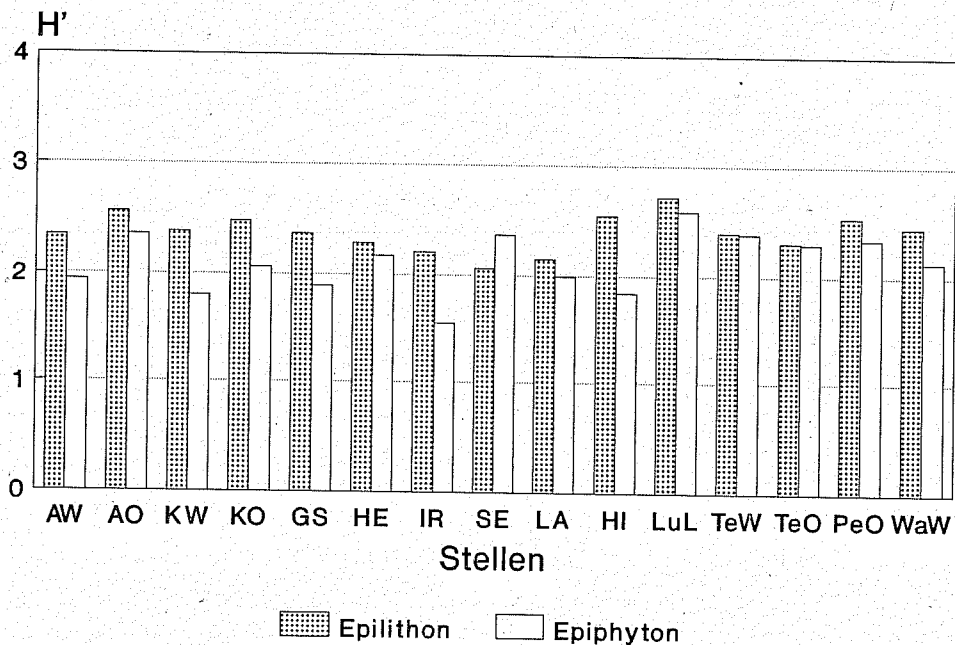


Abb. 2.3 Mittlere Diversitäten der epiphytischen und epilithischen Gesellschaften im Vergleich (1990/91, Chiemsee 1988)

Die Diversitäten der Assoziationen auf *Chara* lagen im Mittel höher als auf *Phragmites*, erreichten aber nicht die Werte der Gesellschaften auf Stein. Der geringe Stichprobenumfang erlaubt keine vergleichenden Aussagen für *Fontinalis*; von den anderen pflanzlichen Substraten extrem abweichende Werte wurden jedoch nicht beobachtet.

Zu klären bleibt die Frage, welche Faktoren die höhere Diversität auf anorganischem Substrat bedingen. Neben der substratabhängigen Beeinflussung durch Turbulenzen, Sedimentation und Mikrotopographie wird der Expositionszeit, d. h. dem Alter des Substrats, wesentliche Bedeutung zugeschrieben. So bietet ein "stationärer" Stein hinsichtlich seiner spezifischen Eigenschaften ganzjährig konstante Bedingungen für eine Besiedlung, während die Gesellschaften auf *Phragmites*halmen in hohem Maße von der Phänologie ihrer Trägerpflanze abhängig sind. Dies als ursächlichen Faktor zu bewerten, widerspricht aber der Befund, daß die

PVC-Platten bereits nach einmonatiger Exposition den epilithischen Assoziationen vergleichbare, hohe Indizes aufwiesen. Neben den substratbedingten Faktoren dürften daher die chemischen Vorgänge in der Sediment-Wasser-Kontaktzone Einfluß haben, denen das Epilithon in verstärktem Maß ausgesetzt ist.

Similarität

Zum Ähnlichkeitsvergleich der Substrate wurden der Stander Similarity Index (STANDER 1970) und die Minimalvarianz-Clusteranalyse eingesetzt (s. FITTKAU et. al. 1992). Als künstliche Substrate wurden PVC-Platten in die Betrachtung miteinbezogen.

Die Mittelwerte der Indizes erstrecken sich über ein Spektrum von 0.52 (geringe Ähnlichkeit) bis 0.85 (Ähnlichkeit). Die höchste Similarität wurde innerhalb der Gruppe der bodennah exponierten Substrate (*Chara*, Stein und PVC) beobachtet, was den Einfluß von Mikrotopographie, Turbulenz und Sediment auf die Strukturen der Diatomeen-Gesellschaften bestätigt. Auch die Assoziationen der pflanzlichen Substrate *Chara* und *Phragmites* waren durch eine vergleichsweise große Ähnlichkeit charakterisiert. Als am wenigsten ähnlich erwiesen sich die Gesellschaften auf Stein und *Phragmites*; die Diatomeengemeinschaften der Fontinalispolster nahmen eine völlig isolierte Stellung ein. Das ermittelte Ähnlichkeitsmuster wird durch die Clusteranalyse weitestgehend bestätigt. Nachfolgend sind die Indizes nach abnehmender Similarität aufgeführt (Mittelwerte von 6/87 bis 12/87):

Chara - Stein	.852	Phragmites - Fontinalis	.676
PVC - Stein	.808	Chara - Fontinalis	.631
Phragmites - Chara	.773	PVC - Fontinalis	.618
PVC - Chara	.755	Phragmites - Stein	.597
Phragmites - PVC	.737	Stein - Fontinalis	.524

(Beurteilungskriterien nach ROHR (1977): 0.00-0.19 = keine Ähnlichkeit; 0.20-0.49 = geringe Ähnlichkeit; 0.50-0.69 = mittlere Ähnlichkeit; 0.70-0.89 = Ähnlichkeit; 0.90-0.99 = große Ähnlichkeit).

2.3.2.2 Künstliches Substrat

Seit seinem ersten Einsatz durch NAUMANN (1915) ist der Glas-Objektträger das in der Periphyton-Forschung am häufigsten verwendete künstliche Substrat. Er bietet den Vorteil einer standardisierten Fläche, definierter Expositionsdauer und -tiefe, bekannter Oberflächenstruktur und ist im Gegensatz zur lebenden Pflanze ein metabolisch neutrales Substrat. Seine Tauglichkeit zur Charakterisierung der Periphyton-Gemeinschaften wird durch zahlreiche Untersuchungen bestätigt. So berichten eine Reihe von Autoren von einer hohen Übereinstimmung mit den Gesellschaften natürlicher Substrate (BROWN & AUSTIN 1973, CATTANEO & KALFF 1979, ELORANTA 1982, MILLIE & LOWE 1983). Dagegen belegen Studien von BROWN (1976), SIVER (1977), TIPPETT (1970) und TUCHMANN & BLINN (1979) große strukturelle Differenzen zwischen den Kieselalgen-Gesellschaften künstlicher und natürlicher Substrate und führen diese auf selektierende Einflüsse seitens des Glas-Objektträgers zurück. Auf eine Darstellung dieser Faktoren wird an dieser Stelle verzichtet; sie sind bei BLINN (1984) hervorragend dokumentiert.

Durch den Vergleich von Diatomeen-Assoziationen auf Glas und dem entsprechenden, vertikal exponierten pflanzlichem Substrat (*Phragmites*) wurde überprüft, ob und in welchem Ausmaß Objektträger als adäquates Substrat für die Bio-Indikation gelten dürfen.

Diversität

Die Diatomeen-Gesellschaften der Objektträger (2-Monats-Exponate) zeichneten sich generell durch eine deutlich geringere Diversität aus (s. Abb. 2.4 und 2.5). Während die dominanten Taxa auf beiden Substrattypen übereinstimmten, ergaben sich bedeutende qualitative Unterschiede durch das Fehlen vieler, auf *Phragmites* vertretener Begleitarten und seltener Taxa. Planktische Arten wurden, im Gegensatz zu SIVER (1977), nicht in erhöhtem Maß registriert. Abb. 2.4 dokumentiert die Artenarmut der Gesellschaften auf Glas.

Auch hinsichtlich der Arthäufigkeiten wurden beträchtliche Differenzen festgestellt. So förderten die Objektträger die Akkumulation von *Achnanthes minutissima*, die - auf *Phragmites* zwar ebenfalls dominant (ca. 50%) - hier jedoch mit Anteilen bis zu 90% die Gesellschaften eindeutig beherrschte. Neben ihr konnte lediglich *Anomoeoneis vitrea* ebenfalls höhere Populationsanteile verzeichnen. Alle anderen Arten waren durch eine größere Vitalität auf *Phragmites* charakterisiert. Die extremen Dominanzverhältnisse der Assoziationen des künstlichen Substrates kommen in geringeren Shannon-Weaver-Indizes ($\alpha = 0.01\%$; $n = 26$) deutlich zum Ausdruck (s. Abb. 2.5).

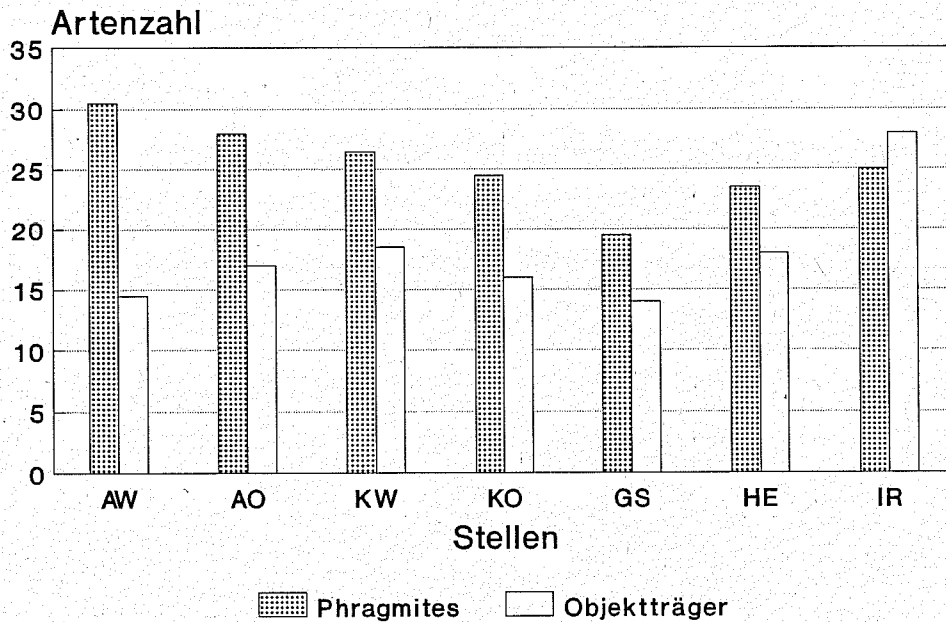


Abb. 2.4 Mittlere Anzahl der prozentual erfassten Arten auf *Phragmites* und Objektträgern

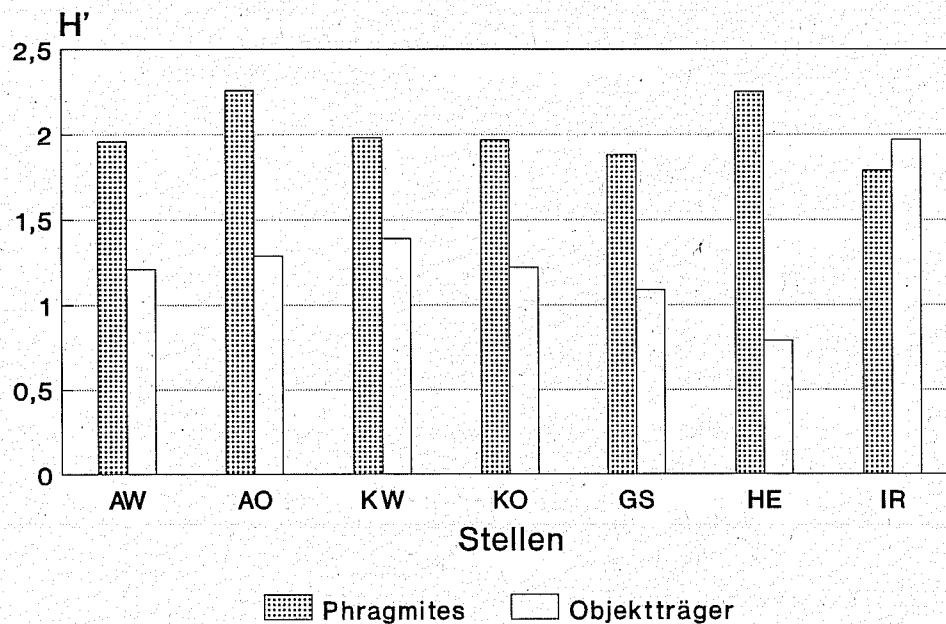


Abb. 2.5 Mittlere Diversitäten (Shannon-Weaver-Indizes) der Gesellschaften auf *Phragmites* und Glas-Objektträgern

Sukzession

Zur Beurteilung des Sukzessionsstadiums, in dem sich eine Diatomeen-Gesellschaft befindet, ist die Kenntnis der Kolonisationsfrequenz unabdingbar. Nach HOAGLAND et al. (1982) ist sie der Sukzession höherer Pflanzen durchaus vergleichbar. Die erste Phase beginnt mit der Ausbildung eines organischen Films durch flottierende Mikrofibrillen und schließt mit der Besiedlung durch eine Bakterien-Pilz-Matrix ab. Die Folge sind modifizierte Substrateigenschaften, wie etwa veränderte Ladung und Mikrotopographie. Diatomeen folgen als Sekundärkolo-

nisten und entwickeln ihre Architektur analog zur klassischen Sequenz ("miniature complex forest"): Einer basalen Schicht aus fest anhaftenden und kurz gestielten Arten des Euperiphytons folgt eine intermediäre, die sich aus länger gestielten Taxa konstituiert. Die "Topschicht" besteht schließlich aus kettenbildenden sowie langstieligen Diatomeen und filamentösen Grünalgen (Metaphyton), die wiederum als Substrat dienen.

Die kontinuierlich starke Präsenz von *Achnanthes minutissima* und *Anomoeoneis vitrea*, als in der basalen Schicht angesiedelte Arten ("low-profile"-Diatomeen), läßt darauf schließen, daß die Gesellschaften der Objektträger in frühen Sukzessionsstadien verharren. Gleichzeitig machen die Ergebnisse deutlich, daß im Rahmen einer Indikation die Eignung von Objektträgern in hohem Maße von der Milieuofferte abhängig ist. Repräsentativ unter nährstoffreichen Bedingungen, sinkt ihre Effektivität entlang eines Gradienten zur Oligotrophie hin ab. Abb. 2.5 dokumentiert die höchsten strukturellen Gesellschaftsähnlichkeiten mit den epiphytischen Assoziationen im eutrophen Irschener Winkel (IR) und die größten Differenzen an der nährstoffarmen Stelle HE. So ist die Differenz der Indizes mit 1.46 an HE am grössten, minimale Abweichung (0,18) wird an IR angezeigt. Die Abhängigkeit vom Nährstoffangebot mag die in der Literatur vertretenen gegensätzlichen Auffassungen erklären, die den unterschiedlichen Chemismus der untersuchten Gewässer widerspiegeln.

Zur Untersuchung der Sukzessionsgeschwindigkeit wurden Objektträger im Mai 1988 ausgebracht und nach ein, zwei und drei Monaten entnommen. Auch hier zeigte sich ein starker Einfluß der Milieuofferte. Während im eutrophen Bereich die Gesellschaften bereits nach einem Monat eine hohe Diversität und strukturelle Ähnlichkeit mit den epiphytischen Kieselalgen-Gemeinschaften entwickelten, zeigten die Assoziationen der nährstoffärmeren Standorte auch nach Ablauf von drei Monaten keine dem Epiphyton vergleichbare Organisationshöhe. Bei konstant geringerer Artenzahl waren jedoch - verursacht durch Anteilsnäherungen der dominanten *Achnanthes minutissima* und *Cymbella microcephala* - die höchsten Diversitäten bei den 3-Monats-Exponaten festzustellen.

Fazit

Zusammenfassend erweisen sich Glas-Objektträger als nicht adäquates Substrat, um natürliche Kieselalgen-Gesellschaften zu charakterisieren. Ihre Eignung ist in hohem Maße von der Trophiesituation abhängig; ihre Repräsentativität nimmt mit sinkenden Nährstoffgehalten ab. Während im eutrophen Milieu eine hohe Sukzessionsgeschwindigkeit beobachtet wurde, traten bei ungünstigeren Verhältnissen auch nach dreimonatiger Exposition keine, den Gesellschaften auf natürlichen Substraten vergleichbare, Reifegrade auf. Dies bestätigt den großen Einfluß biochemischer Interaktionen zwischen pflanzlichem Substrat und Periphyton auf die Struktur der Gesellschaften unter moderaten bis nährstoffarmen Bedingungen.

2.3.3 Saisonalität

Im Gegensatz zur Periodizität planktischer Diatomeen liegen bislang vergleichsweise wenig Untersuchungen zur Saisonalität von Litoralalgen vor (CASTENHOLZ 1960, HOOPER-REID & ROBINSON 1978, HÜRLIMANN 1985, ROOS et al. 1981). Es ist zwar eine oft belegte Tatsache, daß periphytische Diatomeen Biomassemaxima im Frühjahr und Herbst erreichen (GODWARD 1937, JANSSON 1969, JOERGENSEN 1957, RIBER et al. 1984). Den jahreszeitlichen Veränderungen der Arthäufigkeiten ist jedoch nur geringe Beachtung geschenkt worden.

Eine ausgeprägte Periodizität konnte nur für wenige Diatomeenarten nachgewiesen werden. Es sind dies mit einer Ausnahme Taxa, die sowohl im Plankton als auch im Periphyton anzutreffen sind. Der Entwicklung des "standing crop" folgend wiesen sie Anteilsmaxima im Frühjahr und/oder Herbst auf und waren damit an der litoralen Kieselalgenblüte überproportional beteiligt. Die nachfolgend beschriebene Wachstumsperiodizität der Arten wurde gleichermaßen in den epiphytischen und epilithischen Gesellschaften registriert und ist somit unabhängig vom besiedelten Substrat.

Fragilaria capucina-Sippen (in KRAMMER & LANGE-BERTALOT 1986-1991)

Mit ihrem systematisch schwierigen Formenkreis ist *F. capucina*, gefolgt von der morphologisch ähnlichen *F. delicatissima*, eine der häufigsten und weitverbreitetsten Diatomeen der Alpenvorlandseen. Mit ausgeprägten Entwicklungsmaxima - die in Abhängigkeit von der trophischen Situation an allen Stellen in unterschiedlicher Amplitude zu beobachten waren - dominierte sie die Gesellschaften im Frühjahr und Spätsommer/Herbst (s. Abb. 2.6). Ein Entwicklungsgang, der auch bei *F. delicatissima*, *F. tenera* und *F. nanana* registriert wurde.

Fragilaria incognita Reichhardt

Vorkommen dieser erst vor kurzem als eigenständig erkannten Art sind bislang lediglich aus Alpen- und Alpenvorlandseen (Schliersee, Königsee) bekannt (REICHARDT 1988). In den untersuchten Seen wurde sie allein im Chiemsee und Tegernsee registriert, erreichte dort aber hohe Populationsdichten mit Anteilen bis zu 40%. Im Vergleich der erfaßten Arten weist sie die deutlichste Saisonalität auf und kann als reine Frühjahrsform charakterisiert werden (s. Abb. 2.7).

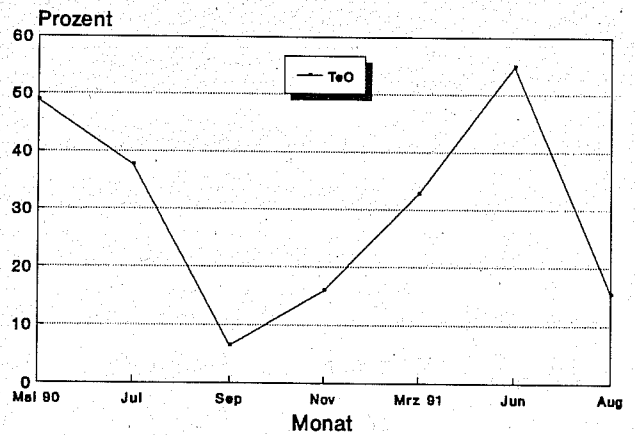
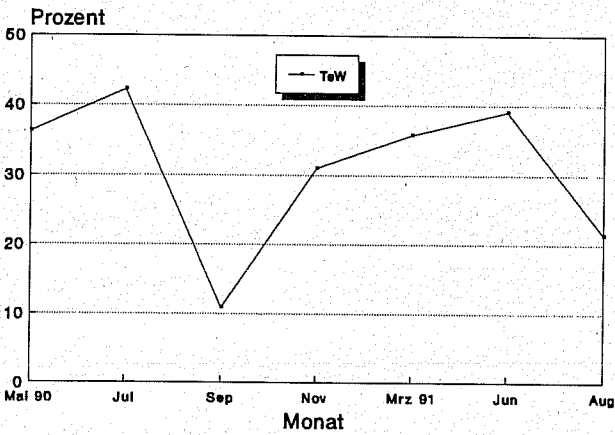
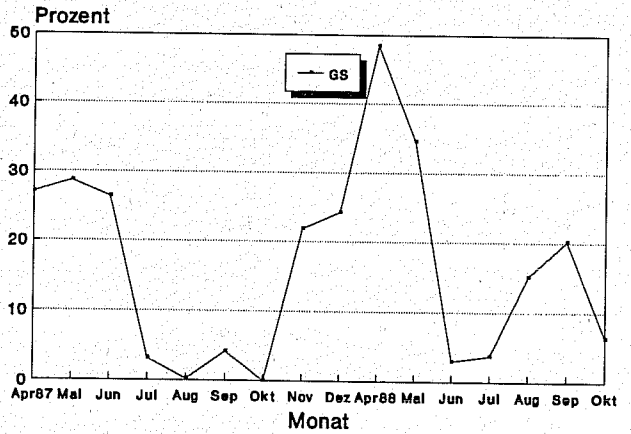
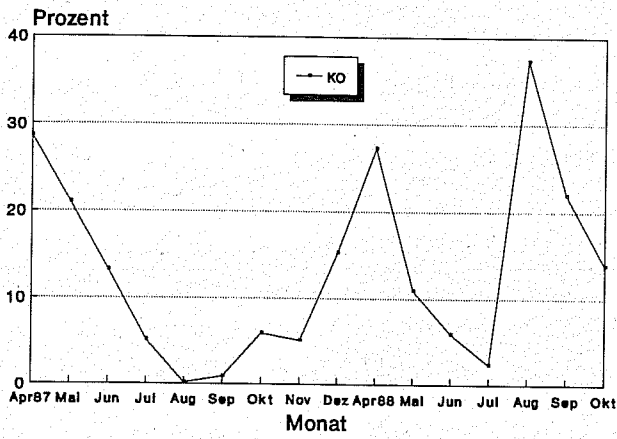


Abb. 2.6 Relative Häufigkeiten des Formenkreises um *Fragilaria capucina* an ausgewählten Stellen des Chiemsees und Tegernsees (epiphytisch)

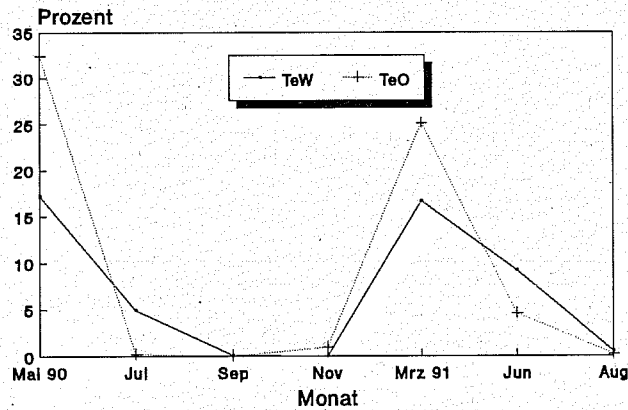
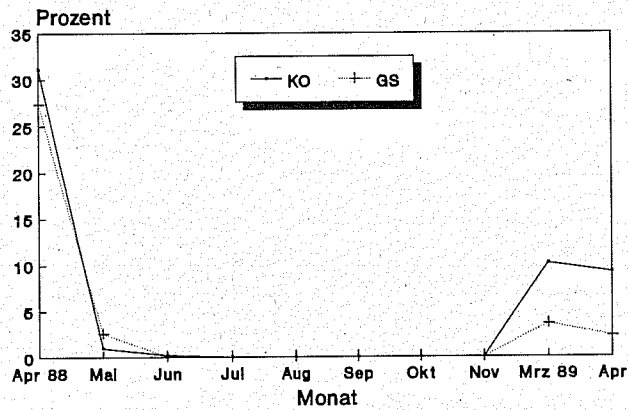


Abb. 2.7 Relative Häufigkeiten von *Fragilaria incognita* in den epiphytischen Gesellschaften des Chiemsees und Tegernsees

Fragilaria cyclopus (Brutschy) Lange-Bertalot

Fragilaria ulna var. *acus* (Kützing) Lange-Bertalot

Beide Taxa zählen zu den seltenen Arten und waren in nennenswerter Zahl nur im Frühjahr sowie vereinzelt im Herbst anzutreffen.

Diatoma vulgare Bory

Diatoma ehrenbergii Kützing

Auch diese Taxa wiesen maximale Anteile im Frühjahr und Herbst auf. Die gleiche Saisonalität wurde bei der, jedoch seltener auftretenden, *D. tenuis* beobachtet.

Tabellaria flocculosa (Roth) Kützing

Hohe prozentuale Anteile dieser Art wurden nur im Herbst 1987 in den Chiemsee-Gesellschaften registriert (s. Abb. 2.8). Ein Phänomen, das sich im Folgejahr nicht wiederholte. Auch in den übrigen Seen wurde während des gesamten Untersuchungszeitraumes die 1%-Grenze nicht überschritten.

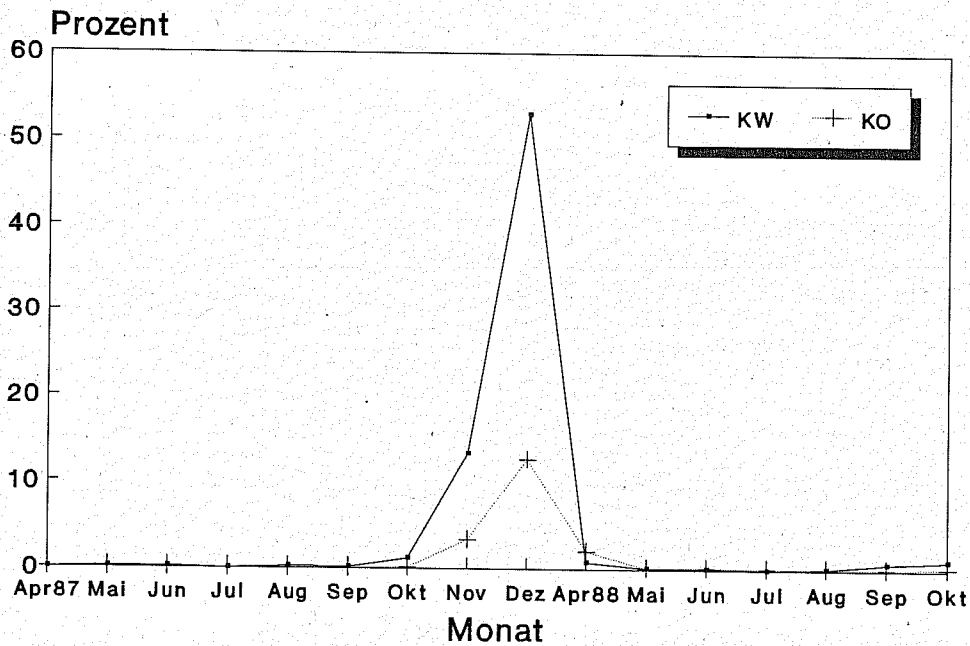


Abb. 2.8 Relative Häufigkeiten von *Tabellaria flocculosa* an ausgewählten Stellen des Chiemsees (epiphytisch)

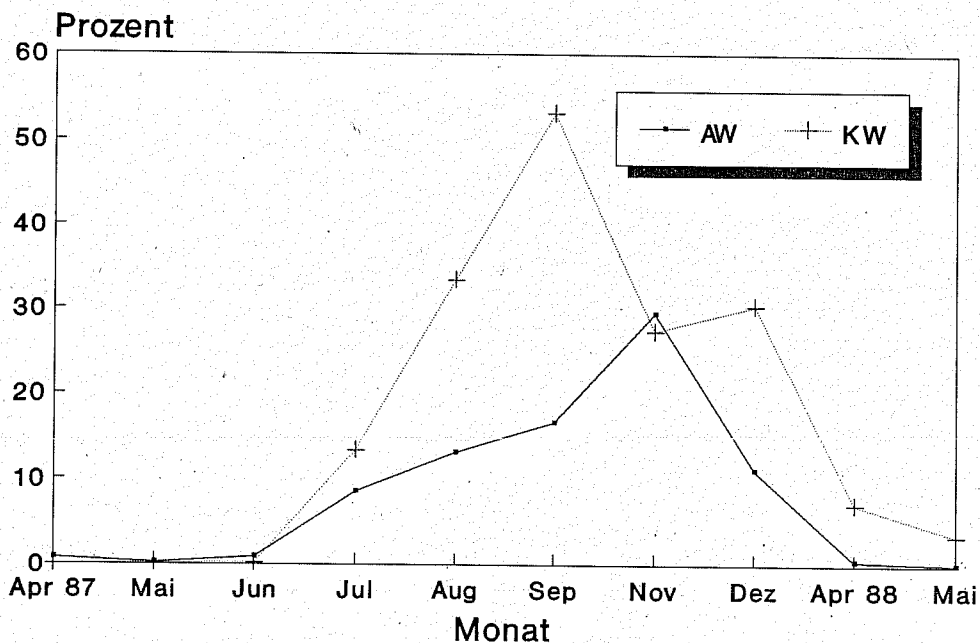


Abb. 2.9 Relative Häufigkeiten von *Cocconeis placentula* in den Gesellschaften auf *Fontinalis antipyretica*

Cocconeis placentula Ehrenberg

C. placentula weist deutliche Substratpräferenzen auf (s. Kap. 2.3.2, Tab. 2.2) und nimmt als ausgesprochener Epiphyt innerhalb der beschriebenen Arten eine Sonderstellung ein. Sowohl auf *Fontinalis* als auch abgeschwächt auf *Phragmites* erreichte die Art, von Frühjahrshäufigkeiten unter 1 % ausgehend, die höchsten Werte in den Sommer- und Herbstmonaten (s. Abb.

2.9). Eine derartige Periodizität dokumentiert die starke Abhängigkeit von der Phänologie ihres pflanzlichen Substrates und ist in der Literatur schon mehrfach beschrieben worden (HORNUNG 1959, KEMPE 1988, SCHIEFELE 1987, SCHROEDER 1939).

Zusammenfassend ergibt sich das Bild eines deutlichen jahreszeitlichen Aspektwechsels, verursacht durch eine starke Saisonalität bestimmter Arten, die jedoch nur wenigen Gattungen angehören (*Fragilaria*, *Diatoma* und *Tabellaria*). Insbesondere den *Fragilaria*-Arten kommt ein hoher Stellenwert zu. Ihr saisonal hohes Aufkommen berechtigt zur Differenzierung eines Frühjahrs- und eines Herbstaspektes, wobei letzterer weniger deutlich ausgeprägt ist. Demgegenüber sind die Sommermonate durch eine hohe Stabilität der Gesellschaftsstrukturen charakterisiert.

2.4 Diskussion

Im Vergleich der Gesellschaften verschiedener natürlicher Substrate konnten keine substratspezifischen Arten ermittelt werden. Es handelte sich ausschließlich um quantitativ modifizierte Assoziationen. Es liegt daher nahe den Begriff der Spezifität durch den der Präferenz zu ersetzen, der - zumindest in den alkalischen Alpenrandseen - den Substrateinfluß treffender charakterisiert. Mit Ausnahme von *Fontinalis* (s. Kap. 2.3.2) erweisen sich sowohl die pflanzlichen (*Phragmites* und *Chara*) als auch das anorganische Substrat für vergleichende ökologische Studien als geeignet - Voraussetzung ist jedoch ihre Einheitlichkeit (siehe auch HOFMANN 1992). Substratspezifische Eigenschaften wie Sediment-Wasser-Interaktionen und Nährstoff-Transfer können nicht ausgeschlossen werden.

EMINSON & MOSS (1980) betonen die unterschiedliche Bedeutung derartiger Vorgänge in Abhängigkeit von der trophischen Situation. "The periphyton of infertile lakes is likely therefore well adapted to uptake of nutrients at low concentrations and to have low growth rates adjusted to the rate of supply of nutrients (MOSS 1973). Where high external loading is present this is likely to favour faster growing periphyton species which may compete effectively with the slower growing species and result in a periphyton community chemically independent on the open water and specific to the extent only that particular host surface topographies may favour certain species." Somit ist die Nährstoffabgabe pflanzlicher Substrate im oligotrophen Milieu unverzichtbarer, charakteristischer Teil eines Gefüges, dessen Struktur die Nährstoffarmut widerspiegelt. Kunstsubstrate weisen aufgrund ihrer metabolischen Neutralität den vermeintlichen Nachteil biochemischer Einflüsse nicht auf. Unter oligotrophen Bedingungen ist jedoch das Verharren in frühen Sukzessionsstadien bzw. eine ungleich langsamere Sukzessionsgeschwindigkeit, als auf natürlichen Substraten, die Folge (s. Kap. 2.3.2). Erst unter eutrophen Bedingungen war ein deutlicher Anstieg der Diversität der Gesellschaften und eine

Angleichung an die Verhältnisse auf natürlichen Substraten zu beobachten. Für zukünftige Studien im Rahmen der Trophie-Indikation wird daher empfohlen, auf den Einsatz von Kunstsubstraten zu verzichten.

Die Ursachen der Saisonalität sind in der Literatur vielfach diskutiert worden. Die Frage, ob diese klimatischer Natur oder durch spezielle Ansprüche der Taxa an die Milieuoferre bedingt sind - so gilt Kieselsäuremangel im Spätfrühjahr als limitierender Faktor (JOERGENSEN 1957, MÜLLER 1977) -, stand dabei im Mittelpunkt des Interesses. Während eine Reihe von Autoren die Lichtintensität als auslösenden Faktor verantwortlich macht (FRIEDRICH 1973, MOORE 1976 und 1977, RIBER et al. 1984), kommt nach BUDDE (1942), EICHENBERGER (1967) und ENGELBERG (1987) der Temperatur ursächliche Bedeutung zu. Der Einfluß synökologischer Wechselbeziehungen wurde dagegen bislang wenig diskutiert. Ihre Konstellationen sind jahreszeitlich verschieden und damit (über die Phänologie der Organismengruppen) wiederum abhängig von klimatischen Konstellationen.

Der geringe Fraßdruck durch herbivore Weidegänger in den Wintermonaten begünstigt die Ausbildung einer dreidimensionalen Gesellschaftsarchitektur: Die Kolonisationsphase wird durch eine basale und eine intermediäre Schicht repräsentiert. Zum Jahresbeginn bildet sich eine dritte, oberste "Etag", die ihre maximale Entwicklung im Spätfrühjahr erreicht. Die beschriebenen Arten der Gattungen *Fragilaria*, *Diatoma* und *Tabellaria* sind in dieser Topsschicht angesiedelt. Ihr Auftreten korreliert mit einem späten Stadium der Mikrosukzession und steht in zeitlicher Übereinstimmung mit den beobachteten Wachstums-Optima. Sie sind aufgrund ihrer Exposition dem im Frühjahr verstärkt einsetzenden "grazing" in besonderem Maße ausgesetzt. "Grazing was associated with a reduction in the relative abundance of mostly the large, overstory species and an increase in the proportion of small, closely adherent species." (SUMNER & MCINTIRE 1982). Der große Einfluß von Weidegängern auf Biomasse und Komposition der Diatomeen-Gesellschaften wird durch eine Reihe neuerer Studien belegt. So scheint die saisonale Aktivität insbesondere von Chironomidenlarven und Gastropoden in hohem Grade zur sommerlichen Depression der Biomasse beizutragen (BROOK 1975, CATTANEO 1983, DOREMUS & HARMAN 1977, HIGASHI et al. 1981, HUNTER 1980, MASON & BRYANT 1975).

Von wesentlicher Bedeutung erweist sich zudem der Zusammenbruch der Gesellschaftsarchitektur im späten Frühjahr. Das Lichtangebot der basalen Zellen wird durch "Selbstbeschattung" der oberen Etagen drastisch vermindert, was zu reduzierter Photosynthese-Aktivität führt, gefolgt von Sauerstoffdefiziten, und in der Bildung von chlorotischen Zellen und Pilzinfektionen gipfelt (KEMPE 1988, MEULEMANS & ROOS 1985). Die Periphyton-Gesellschaft löst sich vom Substrat; eine Neukolonisation setzt ein. Die hohen Fraßraten während

der Sommermonate verhindern wiederum die optimale Entwicklung einer Topschicht, die sich erst im Herbst - mit abnehmender Biomasse der Herbivoren - wieder etablieren kann. So erklärt sich der zu dieser Zeit beobachtete, abgeschwächte "peak" der Vertreter der Gattung *Fragilaria*.

Neben der substratbedingten Periodizität bestimmter Arten (Gattung *Cocconeis*) kommt den synökologischen Wechselbeziehungen - deren saisonale Konstellation wiederum von klimatischen Faktoren bedingt bzw. modifiziert wird - vermutlich ein grosser Einfluß auf die Ausformung des Aspektwechsels zu. Synökologischen Betrachtungen sollte im Rahmen zukünftiger Studien ein größerer Stellenwert eingeräumt werden. Auch ist das Wissen über Lebensformen und -strategien der Diatomeen sowie ihre Gesellschaftsarchitektur trotz jahrzehntelanger ökologischer Studien noch unzulänglich. In der Soziologie höherer Pflanzen wesentlicher Bestandteil, sind diese Aspekte in der Diatomeenforschung meist zugunsten der Betrachtung von "Gemeinschaften" reiner Silikatskelette vernachlässigt worden. Jedoch läßt erst ein solides Grundlagenwissen auf diesem Sektor auf ein tieferes Verständnis sowohl der Saisonalität der Diatomeen als auch der Substratpräferenzen hoffen.

Eine Reihe von Studien lassen den Schluß zu, daß die Periodizität der genannten Arten durchaus als repräsentativ auch für andere Seetypen gelten darf und auf Fließgewässer übertragbar ist (CASTENHOLZ 1960, EICHENBERGER 1967, ROOS et al. 1981). Dies mag aufgrund der Allgemeingültigkeit der beschriebenen Phänomene nicht verwundern. Die Ausprägung des Aspektwechsels (Amplitude und Zusammensetzung der beteiligten Arten) variiert dabei in Abhängigkeit von der Nährstoffsituation und anderen ökologisch relevanten Parametern. So sind unter nährstoffarmen Bedingungen andere Vertreter des *Fragilaria capucina*-Sippenkomplexes als im eutrophen Milieu an den saisonalen *Fragilaria*-Blüten beteiligt (siehe HOFMANN 1992). Ein Phänomen, das auch bei planktischen Diatomeen beobachtet wurde (HÖHNE & KLOSE 1966).

Tab. 2.3 Die Diatomeenflora der Seen

Br = Brunensee; La = Langwieder See; Le = Lerchenauer See; Lu = Lustsee; Pe = Pelhamer See; Te = Tegernsee; Wa = Waginger See; We = Weßlinger See

1 = Einzelindividuum

2 = unter 1%

3 = 1 bis 5%

4 = 5 bis 10%

5 = über 10%

	Br	La	Le	Lu	Pe	Te	Wa	We
Achnanthes								
- biasolettiana Grunow	1	3		2		2		1
- bioretii Germain						1		
- clevei Grunow	1	2	1		3	2	3	
- conspicua A. Mayer	2	3	3	2	3	5	3	2
- exigua Grunow				1	2			
- exilis Kützing		1			1	3		
- flexella Brun	1	2	1	3		2		
- flexella var. alpestris Brun	1			1				
- holsatica Hustedt					2	4	3	
- joursacense Héribaud					1			
- laevis Oestrup	2	3	2	3	2	3		1
- lanceolata Grunow	2	2	1		3	3	5	4
- minuscula Hustedt							2	5
- minutissima Kützing	5	5	5	5	5	5	5	5
- minutissima var. affinis Lange-Bertalot					4		4	
- minutissima var. gracillima Lange-Bertalot		3		4				
- minutissima var. scotica Lange-Bertalot	4	4		4		3		1
- petersenii Hustedt	2			2	1	2		
- pusilla De Toni		1						
- rosenstockii Lange-Bertalot	1	2		2	2	3	1	
- species (cf. daonensis) Lange-Bertalot				3				
- trinodis Grunow	1	1		2		1		
- ziegleri Lange-Bertalot	1		1		3	2	2	
Amphipieura								
- pellucida Kützing	1	2			2	1		2
- rutilans Cleve						1		
Amphora								
- aequalis Krammer	1	1			2			
- holsatica Hustedt		1						
- libyca Ehrenberg	2	2	2	2	2	2	2	1
- montana Krasske		1						1
- normannii Rabenhorst		1						
- ovalis Kützing	1	1	1	1	1			
- pediculus Grunow	3	5	5	4	5	5	5	5
- thumensis Cleve-Euler	2	3	2	3	2	2	1	
- veneta var. capitata Haworth	2	2		2		2		
Anomoeoneis								
- brachysira Grunow	2			2				
- brachysira var. zellensis Krammer				3				
- styriaca Hustedt	1			3				1
- vitrea Ross	5	3	3	5	4	3	1	2

Tab. 2.3 Fortsetzung

	Br	La	Le	Lu	Pe	Te	Wa	We
Caloneis								
- alpestris Cleve	1	2		2		1		
- amphisbaena Cleve							1	
- bacillum Cleve		2			1	1	2	1
- latiuscula Cleve	1			1				
- obtusa Cleve				1				
- silicula Cleve	1	2	1	1		2		
- tenuis Krammer	1	1		2				
Cocconeis								
- neothumensis Krammer		1			4	3	3	1
- pediculus Ehrenberg	1		1			2	3	
- placentula Ehrenberg	2	3	3	2	2	3	2	5
- pseudothumensis Reichardt				2				
- scutellum Ehrenberg							1	
Cymatopleura								
- elliptica W. Smith			1				1	
- solea W. Smith	1			1	1	1	1	
Cymbella								
- affinis Kützing	1		1	2	2	4	1	
- affinis 2 Kützing			1		3	1	4	1
- amphicephala Naegeli	2	2	2	2	1	2	1	
- ancyli Cleve		1	2		1	1		
- aspera Cleve		1		1		1		
- austriaca Grunow	3	1		3				
- cf. budayana Pantocsek						1		
- caespitosa Brun	1	1	1	1	3	3	3	3
- cesatii Grunow	3	3	1	4	2	3		
- cistula Kirchner	1	1	1	2	2	1	2	
- cuspidata Kützing					1	1	1	
- cymbiformis Agardh	2	1	1	3	1	1		
- delicatula Kützing	5	3		5	1	3		1
- descripta Krammer & Lange-Bertalot	1			2				
- ehrenbergii Kützing			1	1				
- falaisensis Krammer & Lange-Bertalot	3	3		4	3	3		1
- helmckeii Krammer						1		
- helvetica Kützing	3	3	1	4	2	2	1	
- helvetica var. compacta Hustédt						1		
- hustedtii Krasske	1							
- hybrida Grunow	1			3				
- incerta Cleve	1		1	2				
- lacustris Cleve						1		
- laevis Naegeli	2	3		3		2		1
- lanceolata Kirchner					1	1	1	
- lapponica Grunow	2	1		1				
- lata Grunow					1			
- leptoceros Kützing	1	2	1		1	2	2	
- mesiana Cholnoky				1				
- microcephala Grunow	5	5	5	5	5	5	5	5

Tab. 2.3 Fortsetzung

	Br	La	Le	Lu	Pe	Te	Wa	We
- naviculiformis Auerswald						2		
- prostrata Cleve							2	
- proxima Reimer					1	2	1	
- reichhardtii Krammer						1		
- silesiaca Bleisch	2	2	2	2	5	3	3	2
- sinuata Gregory		1		2	1	2	1	
- species	3			3				
- subaequalis Grunow	2	2	1	3		1	1	
- tumidula Grunow	2	2	2	3		1	1	
Denticula								
- kuetzingii Grunow	3	3	2	3			1	
- tenuis Kützing	5	2	4	3	3	5	1	1
Diatoma								
- ehrenbergii Kützing	1	1		1	1	2	4	
- mesodon Kützing						1		
- moniliformis Kützing		2	2			1	1	
- tenuis Agardh		2	3	1	2	1		1
- vulgaris Bory			1			2	4	
Diploneis								
- elliptica Cleve	2	3	1	2	1	1		
- cf. modica Hustedt				1				
- oblongella Cleve-Euler	2	4		2	1	1		1
- oculata Cleve	1	3		1	2	1		1
- ovalis Cleve	2	1		1				
- petersenii Hustedt		2			1	1		
Epithemia								
- adnata Brébisson				1	1	1		
- sorex Kützing								1
Eunotia								
- arcus Ehrenberg	2	3	2	3	1	2		1
- bilunaris Mills				2		1		
- flexuosa Kützing	1							
Fragilaria								
- brevistriata Grunow	3	5	5	5	5	4	3	1
- capucina var. amphicephala Lange-Bertalot	2	2	2	2		2		
- capucina var. austriaca Lange-Bertalot	2		1			5		1
- capucina capitellata-Sippen Krammer & Lange-B.		2	2	2		2		
- capucina var. capucina Desmazières	1		1		3	1	5	1
- capucina distans-Sippen Krammer & Lange-B.	3	2	2		3	3	1	
- capucina var. gracilis Hustedt		2	2		3	3	2	1
- capucina var. mesolepta Rabenhorst				1	4	2	3	
- capucina perminuta-Sippe Krammer & Lange-B.	2		1		3	2	5	
- capucina radians-Sippen Krammer & Lange-B.		2	1		3	3	5	
- capucina var. rumpens Lange-Bertalot		1			4			1
- capucina var. vaucheriae Lange-Bertalot	2	3	1		3	3	5	3

Tab. 2.3 Fortsetzung

	Br	La	Le	Lu	Pe	Te	Wa	We
- <i>construens</i> Grunow	1	3	3	1	4	2	3	3
- <i>crotonensis</i> Kitton					2	2	2	1
- <i>cyclosum</i> Lange-Bertalot						1	1	
- <i>delicatissima</i> Lange-Bertalot	3	5	3	3	5	5	1	1
- <i>dilatata</i> Lange-Bertalot	1			1				
- <i>elliptica</i> Schumann	1	3	3	3	2	2	1	
- <i>incognita</i> Reichardt						5		1
- <i>lapponica</i> Grunow	2			2	2	2	1	
- <i>leptostauron</i> Hustedt	1	3		1	2	2	2	1
- <i>montana</i> Lange-Bertalot						2		
- <i>nanana</i> Lange-Bertalot	2	2	2	2	2	3		
- <i>parasitica</i> Grunow	1	1	1	1	1	1		
- <i>pinnata</i> Ehrenberg	3	3	3	2	5	5	4	4
- <i>pseudoconstruens</i> Marciniak		2						
- <i>robusta</i> Manguin	2	4	2	1	2			
- <i>tenera</i> Lange-Bertalot	3	4	5	3	1	3		
- <i>ulna sensu lato</i> Lange-Bertalot	2	2	1	2	1	3	2	
- <i>ulna</i> var. <i>acus</i> Lange-Bertalot	1	2	1	2	1			
- <i>ulna angustissima</i> -Sippen in Krammer & Lange-B.								2
Frustulia								
- <i>spicula</i> Amossé		1						
- <i>vulgaris</i> De Toni		2						1
Gomphonema								
- <i>acuminatum</i> Ehrenberg	1						2	
- <i>acutiusculum</i> Cleve-Euler						1		
- <i>angustatum</i> Rabenhorst					1	1	1	
- <i>augur</i> Ehrenberg						1	1	
- <i>auritum</i> A. Braun	3	2	1	2	2	2		
- <i>bavaricum</i> Reichardt & Lange-Bertalot				3				
- <i>clavatum</i> Ehrenberg						1	2	
- <i>gracile</i> Ehrenberg					2		1	2
- <i>hebridense</i> Gregory	2			3			2	
- <i>helveticum</i> Brun	2	1		3				
- <i>lateripunctatum</i> Reichardt & Lange-Bertalot	5	3	2	5	3	4	1	1
- <i>minutum</i> Agardh	1				1		3	2
- <i>occultum</i> Reichardt & Lange-Bertalot	3			3	2	4		
- <i>olivaceum</i> var. <i>olivaceum</i> Brébisson			1		1	1	2	
- <i>olivaceum</i> var. <i>olivaceoides</i> Lange-Bertalot			1		2		2	
- <i>olivaceum</i> var. <i>olivaceolacuum</i> Lange-B. & Reichardt	1	2				1	2	
- <i>parvulum</i> Kützing		1	1		2	1	3	2
- <i>procerum</i> Reichardt & Lange-Bertalot	2	1			2	2	1	
- <i>pumilum</i> Reichardt & Lange-Bertalot		1			2	1	4	3
- <i>stauroneiforme</i> Grunow		1				1		
- <i>subtile</i> Ehrenberg	1			1	2		1	
- <i>tenuis</i> Fricke	2			2				
- <i>tergestinum</i> Fricke	1		2		2			
- <i>truncatum</i> Ehrenberg	1				1	1	2	2
- <i>vibrio</i> Ehrenberg	1	2		3	1	2		

Tab. 2.3 Fortsetzung

	Br	La	Le	Lu	Pe	Te	Wa	We
Gyrosigma								
- acuminatum Rabenhorst		1			1	1		
Hantzschia								
- amphioxys sensu lato Grunow				1				
Mastogloia								
- smithii var. smithii Thwaites							1	
- smithii var. lacustris Grunow	3	2		3				
Meridion								
- circulare Agardh				1	1	1	1	
Navicula								
- abiskoensis Hustedt				2				
- absoluta Hustedt				1	2			
- cf. aquaedurae Lange-Bertalot		1	1					
- atomus var. permitis Lange-Bertalot			2					2
- bacillum Ehrenberg			1	1	1			
- bryophila Petersen	2	3	2	2	1	3	2	3
- capitata Ehrenberg			1				1	
- capitatoradiata Germain					1	1	2	3
- cari Ehrenberg					2	1	2	2
- catalanogermanica Lange-Bertalot & Hofmann							1	
- cincta Ralfs					2	1	1	1
- concentrica Carter	1	1		1		1		
- constans Hustedt			2			2		
- contenta Grunow		2	1					
- cryptocephala Kützing			1		2	1	1	2
- cryptotenella Lange-Bertalot	3	4	3	3	4	3	4	5
- decussis Oestrup		2			1	1	1	1
- densilineolata Lange-Bertalot	1	2	1	2		1		
- diluviana Krasske	2			2	2	1	1	
- elginensis Ralfs			1	1				1
- erifuga Lange-Bertalot		1						
- exigua sensu Hustedt			1				2	
- exigua var. signata Hustedt								2
- explanata Hustedt				1				
- gastrum Kützing								1
- goeppertiana H.L. Smith				1				
- gottlandica Grunow	2	2		2	1	2		
- graciloides Mayer sensu Hustedt							2	
- gregaria Donkin					1	1	1	2
- halophila Cleve		2						
- cf. helensis Schulz				1				
- hofmanniaea Lange-Bertalot			1					
- ignota Krasske					1		2	
- jaagii Meister				2				
- kotschyi Grunow		1						
- laevissima Kützing	1			2				
- lanceolata Ehrenberg							1	

Tab. 2.3 Fortsetzung

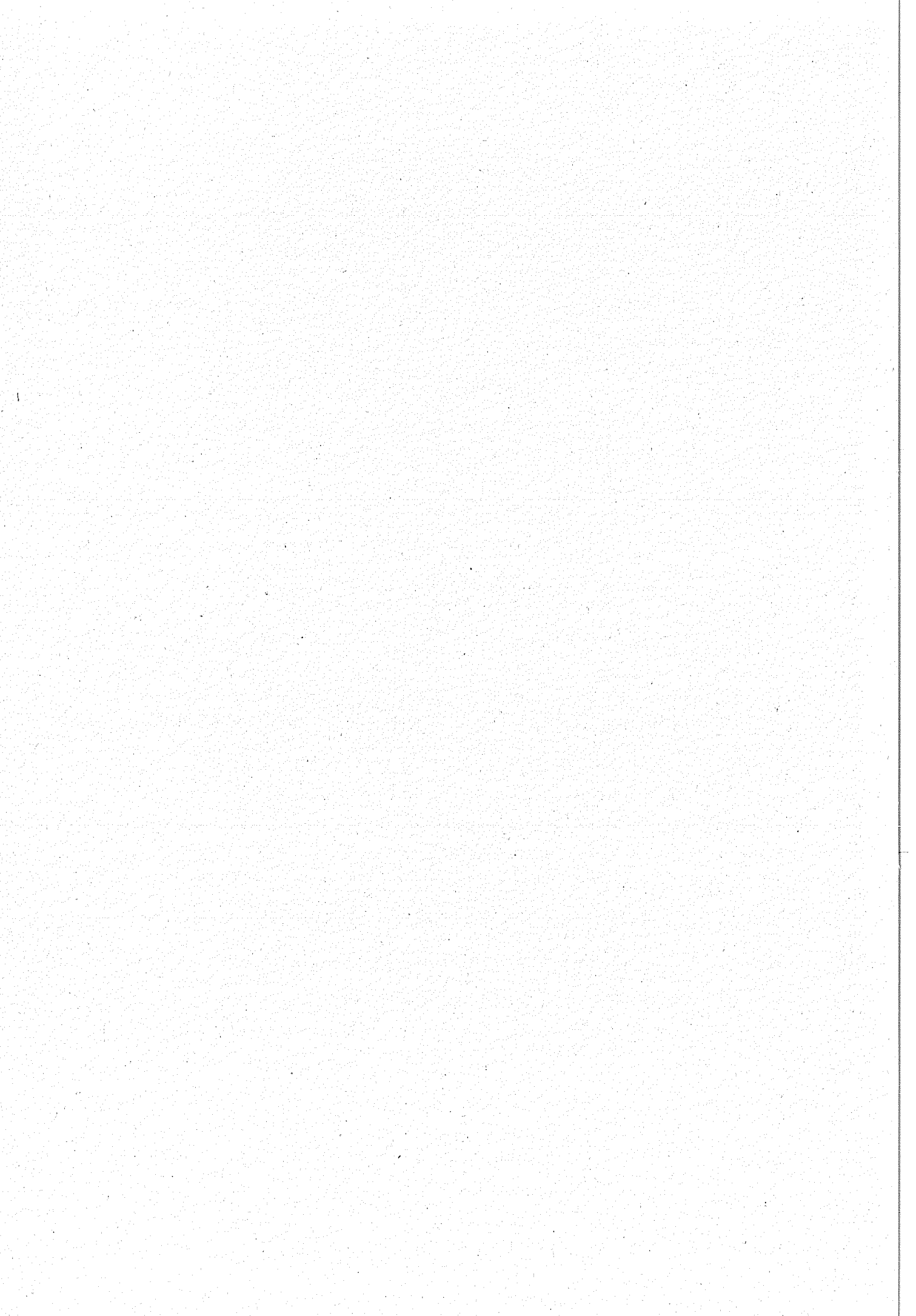
	Br	La	Le	Lu	Pe	Te	Wa	We
- lenzii Hustedt	2	2		2	1	2		
- menisculus Schumann		2	2	1	2	2	3	2
- minima Grunow	1	1	2	3	2	2	2	3
- minuscula Grunow			1					
- molestiformis Hustedt								2
- monoculata Hustedt		1	1					
- mutica Kützing								1
- naumannii Hustedt				2				
- oblonga Kützing	1	1		1		1		
- oppugnata Hustedt							1	
- placentula Grunow	1		1	1			1	1
- praeterita Hustedt	1	2	1	2		1		
- protracta Cleve	1	1				1	1	
- pseudanglica Lange-Bertalot			1		1		1	1
- pseudolanceolata Lange-Bertalot			1		1			
- pseudotuscula Hustedt	1	1		2	2	1		
- pseudoventralis Hustedt					2		1	1
- pupula sensu lato Kützing	1	1	1	2	1	1	2	
- pupula var. mutata Hustedt							1	
- pygmaea Kützing					1			
- radiosa Kützing	2	2	2	3	2	2		2
- reichardtiana var. reichardtiana Lange-Bertalot		2	2		3	2	4	3
- reichardtiana var. crassa Lange-B. & Hofmann					1	1	1	2
- reinhardtii Grunow		1				1	1	
- rhyngocephala Kützing			1					
- rotunda Hustedt					1		1	1
- shadei Krasske					1			
- schoenfeldii Hustedt					3		4	3
- scutelloides W. Smith					1		2	
- seminulum Grunow					1			1
- species	1	1		3				
- striolata Lange-Bertalot							2	
- stroemii Hustedt	3	2	2	3	2	2		
- subalpina Reichardt	4	3	3	4	3	3	2	2
- subhamulata Grunow	1	2		1		1	1	
- subrotundata syn. utermoehlii Hustedt	1	1			3	2	3	3
- tenelloides Hustedt		1	1					
- tridentula Krasske				2				
- tripunctata Bory		1	1		1	2	2	
- trivialis var. trivialis Lange-Bertalot		1	1		2	1	1	
- trivialis var. oligotraphenta Lange-B. & Hofmann		1	1		2			
- tuscula Grunow	1	2		2		1		
- tuscula f. minor in Krammer & Lange-Bertalot					2	1	2	
- veneta Kützing		2	2		1		1	2
- viridula Ehrenberg	1	1		1		1	2	
- vitabunda Hustedt					2		1	1
- vulpina Kützing	1							
- wildii Lange-Bertalot	2	1	1	3				

Tab. 2.3 Fortsetzung

	Br	La	Le	Lu	Pe	Te	Wa	We
Neidium								
- ampliatum Hustedt	1				1			
- bisulcatum Cleve				1				
- dubium Cleve	1	1	1		1	1		1
- iridis Cleve	1							
Nitzschia								
- acicularis W. Smith	2		1		2		2	1
- acidoclinata Lange-Bertalot				2				3
- alpina Hustedt	1			1				
- amphibia Grunow					1		1	2
- angustata Grunow	2	2	2	2	2	2	1	1
- archibaldii Lange-Bertalot		1				2		1
- bacilliformis Hustedt	1			1				
- bacillum Hustedt			2	2	2	2	1	
- capitellata Hustedt					1			
- dealpina Lange-Bertalot & Hofmann			2		2	2		
- dissipata var. dissipata Grunow		1			2	1	3	4
- dissipata var. media Grunow	2	3	2	2	3	3	3	4
- diversa Hustedt	3	2		2		2		
- draveillensis Coste&Ricard		1						
- fibulafissa Lange-Bertalot	1	1		2		1		
- fonticola Grunow			2		2	2	5	
- fossilis Grunow			2		1		1	
- frustulum Grunow			2				1	
- gessneri Hustedt	2	2	2	2		2		
- gisela Lange-Bertalot	2	1		2				
- graciliformis Lange-Bertalot & Simonsen		2	1	2	2	2		2
- gracilis Hantzsch		1		1	1			2
- hantzschiana Rabenhorst						1		1
- heufleriana Grunow					2	1	2	
- inconspicua Grunow		1	2					3
- intermedia Hantzsch						1		
- lacuum Lange-Bertalot	2	3	3	2	3	3	3	4
- linearis var. linearis W. Smith		1			2	1	1	1
- linearis var. tenuis Grunow		1						
- microcephala Grunow			3					
- palea var. palea W. Smith							1	3
- palea var. debilis Grunow	2	3	3	3	2	3		3
- paleacea Grunow			1				1	2
- pumila Hustedt		1	2					
- pura Hustedt	2	2	1	2	3	2	1	2
- pusilla Grunow				1	1			
- radícula Hustedt	2	1		1	3			
- recta Hantzsch	2	2	2	1	2	2	1	1
- regula Hustedt	1			2				
- sigmoidea W. Smith					1			
- sinuata var. sinuata Grunow				1				
- sinuata var. delognei Lange-Bertalot			2				1	2
- sinuata var. tabellaria Grunow			2	1				
- sociabilis Hustedt	2	3				2	3	1
- subacicularis Hustedt					2			
- sublinearis Hustedt	2	2			1	1		1

Tab. 2.3 Fortsetzung

	Br	La	Le	Lu	Pe	Te	Wa	We
Pinnularia								
- appendiculata Cleve		2	1					
- gibba Ehrenberg					2			
- interrupta W. Smith					1			
- maior Rabenhorst	1							
- viridis Ehrenberg					2			
Rhoicosphenia								
- abbreviata Lange-Bertalot						1	2	1
Rhopalodia								
- gibba var. gibba O. Müller					1			
- gibba var. parallela H. & M. Peragallo	2	1		2				
Stauroneis								
- anceps Ehrenberg				1		1		
- kriegeri Patrick					1			
- smithii Grunow		1				1		
- thermicola Lund		1						
Surirella								
- angusta Kützing								1
- minuta Brébisson								1
- subsalsa W. Smith						1		
Tabellaria								
- flocculosa Kützing	1	2		2	3	2		
(ohne Stamm IV sensu Koppen)								



3 Epiphytische Chironomidengemeinschaften

3.1 Einleitung

Das Litoral von Seen kennzeichnet im Vergleich zum Pelagial und Profundal eine hohe spezifische, d.h. auf die Fläche bezogene, Primärproduktion. Makrophyten und ihr Algenbewuchs können in flachen Seen mehr als die Hälfte zur Gesamtproduktion beitragen. Die Produktivität des Periphytons kann sogar die des Phytoplanktons übertreffen (WETZEL 1964). Allein der epilithische Algenbewuchs trägt in oligotrophen Gewässern über 60 % zur litoralen Biomasseproduktion bei (LOEB et al. 1983). Im pflanzenbestandenen Ufer erreicht das Periphyton eine Produktivität, die über 50 % der Makrophytenproduktion selbst ausmachen kann (CATTANEO & KALFF 1980; HIGASHI et al. 1981; GONS & VAN KEULEN 1983). Diese bedeutende Rolle des Periphytons im Biomasseaufbau gilt es zu berücksichtigen, wenn von der Seentrophie, im Sinne von Primärproduktion, gesprochen wird.

Der Lebensraum Litoral ist von stark heterogener Beschaffenheit. Durch das komplexe Zusammenwirken ökologischer Faktoren bildet sich ein Mosaik unterschiedlicher Kleinlebensräume (EMINSON & MOSS 1980). Amphibische Zonen des obersten Ufers weisen eine eigene Charakteristik auf, die die Verhältnisse im See nur entfernt widerspiegeln. Das Benthos des Pflanzengürtels ist meist durch einen unsteten Wasseraustausch und kleinräumige Zehrungsprozesse charakterisiert. Allein der exponiert gelegene Teil des Eulitorals ist stärker vom Wasserkörper des Sees beeinflusst. Das gilt in besonderem Maße für das Periphyton seeseitig exponierter Substratflächen, dessen Wuchs in hohem Maße in Wechselwirkung mit dem Chemismus und dem Phytoplankton des umgebenden Wassers steht (EMINSON & PHILLIPS 1978; KURATA 1983; RIBER et al. 1983).

Unter den Primärkonsumenten im Periphyton treten Chironomiden mit der weitaus höchsten Biomasse und Artenzahl auf (KAJAK 1988; KORNIJOW 1989). Daher wurde nach extensiven Vor- und Begleituntersuchungen der Schwerpunkt auf diese Tiergruppe gelegt.

Als natürliche Träger des Periphytons wurden Phragmiteshalme und flache Steine gewählt, da sie methodisch wie ökologisch günstige Voraussetzungen boten. Darüber hinaus kamen künstliche Substrate zum Einsatz, von denen zwei unterschiedliche Typen getestet wurden. Vergleichende Erhebungen konnten daher auch über eine größere Anzahl von Seen durchgeführt werden, die kein vergleichbares natürliches Aufwuchssubstrat bieten. Die Verwendung von Kunstsubstraten für ökologische Untersuchungen ist mit Vor- und Nachteilen behaftet und wird dementsprechend kritisch diskutiert (VOSHELL & SIMMONS 1977; ROSENBERGH & RESH 1982; FAIRCHILD & LOWE 1984).

Ziel dieser Untersuchung war, numerisch-taxonomische und funktionale Beziehungen zwischen der Trophie im Seenlitoral und der Artenzusammensetzung von Chironomidengemeinschaften verschiedener Periphytonhabitats herauszustellen. Die Ergebnisse hierzu und eine Diskussion der ökologischen Zusammenhänge finden sich in RISS (1992).

Die vorliegende Arbeit stellt nur den faunistischen Aspekt dieser Untersuchung vor. Dabei werden die Artengruppen der verschiedenen als Substrattypen vorgegebenen Kleinlebensräume verglichen und die Erhebungsverfahren kritisch beleuchtet.

3.2 Durchführung

Die Untersuchungen basieren auf Probennahmen, die vom Frühling 1987 bis Herbst 1990 durchgeführt wurden. Vier verschiedene Kleinlebensräume wurden ausgewählt: epiphytisches und epilithisches Periphyton und der Aufwuchs zweier Kunstsubstrattypen. Bearbeitet wurden 26 Uferstellen an neun Seen im Voralpengebiet (s. Kap. 1). Aus praktischer Notwendigkeit mußten die Artenspektren der Substratzönosen über standardisierte Massenzuchten festgestellt werden (s. RISS 1992).

Phragmiteshalme

An jeder Untersuchungsstelle wurden drei Parallelproben, jeweils im Abstand von ca. 30 m voneinander, entnommen. Die Proben wurden während der Vegetationsperiode 1987 an sechs, 1988 an zehn Uferstellen am Chiemsee und 1989 zusätzlich an je zwei Stellen am Tegernsee und am Waginger See erhoben. Die Vorgehensweise bei der Auswahl und Entnahme der Halme ist in RISS 1992 (s. Kap. 4.2.1) geschildert. Die Proben wurden im Labor halbiert, die eine Hälfte - die Parallelproben noch getrennt - sofort bearbeitet und die andere Hälfte für die Massenanzucht vorbereitet, wobei hierfür die drei Parallelproben zusammengefaßt wurden. Nur im Untersuchungsjahr 1987 wurde eine Bearbeitung, bei der die Larvalfauna direkt erfaßt wurde, durchgeführt. Hierbei wurde alle pflanzliche und tierische Besiedlung dreier Schilfhalme sorgsam in eine Schale gebürstet, Chironomiden und andere Makroinvertebraten anschließend unter einem Stereomikroskop ausgelesen und in 70 %igem Alkohol fixiert. Chironomidenlarven konnten, methodisch bedingt, nur auf Gattungsniveau bestimmt werden. Von allen gesammelten Exemplaren wurden vor der Präparation Kopfkapseldurchmesser und Körperlänge gemessen, so daß sie nach der Determination je einem der vier Larvenstadien zugeordnet werden konnten. Um die Larvenzählungen untereinander und mit den Massenzuchten sinnvoll vergleichen zu können, wurden nur dritte und vierte Larvenstadien gezählt. Aus den Körperlängen konnten die Lebendgewichte anhand bekannter (KOHMANN 1982; GERSTMEIER 1985) bzw. selbst ermittelter Regressionsfunktionen näherungsweise dargestellt werden (RISS 1989). Um Abundanzen und Biomassen auf die Substratfläche beziehen zu können,

wurden alle gesammelten Phragmiteshalme vermessen und ihre Oberfläche unter Annahme einer idealen zylindrischen Halmform berechnet.

Flottierende Kunstsubstrate

Als künstliche Aufwuchssubstrate kamen 16x16 cm große PE-Gewebematten zum Einsatz (s. Abb. 3.1). Diese waren in 1 m tiefem Wasser, ca. 30 cm unter der Oberfläche beweglich an Metallstangen befestigt und hatten keinen direkten Kontakt zum Untergrund. Die Kunstsubstrate wurden bereits zwei Monate vor der Erstentnahme im See exponiert. Die Probenentnahme erfolgte dann während der Vegetationsperiode 1988 monatlich an acht Stellen des Chiemsees und 1990 in Zweimonatsintervallen an jeweils zwei Stellen in insgesamt acht weiteren Seen im Voralpengebiet (s. FITTKAU 1992). Weitere Angaben zur Beschaffenheit der Substrate, Entnahme und Verwendung für die Massenanzucht finden sich in RISS 1992.

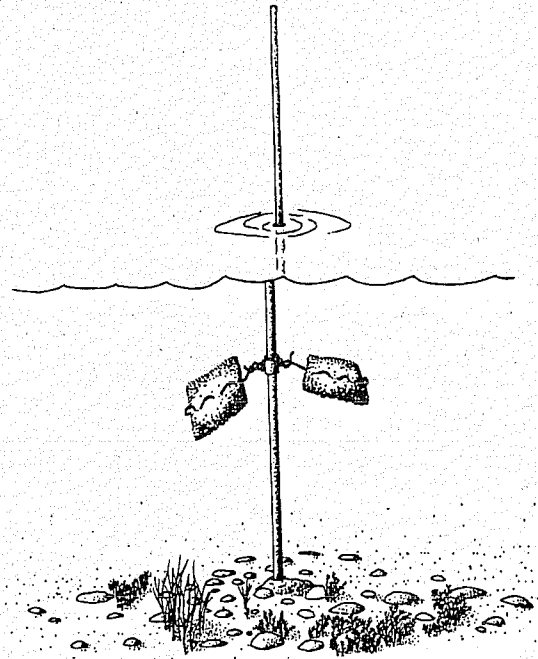


Abb. 3.1 Kunstsubstrate, im Litoral exponiert

Steine

Natürliche Benthossubstrate waren flache Steine von ca. drei bis acht Zentimeter Durchmesser aus der unteren Brandungszone. Dieser Lebensraum ist permanent überflutet und mäßiger Wasserbewegung ausgesetzt. Entnahme und Transport der Steine fanden in derselben Weise statt, wie mit den Phragmitenproben verfahren wurde. Die Chironomidenfauna des epilithischen Aufwuchses wurde über Massenzüchtungen erfasst. Die Größe einer Probe entsprach 200 bis 250 cm² einseitiger Steinoberfläche. Das Epilithon wurde während der Vegetationsperiode 1987 an sechs Stellen im Chiemsee beprobt.

Benthische Kunstsubstrate

Als künstliche benthische Substrate dienten zwei PE-Gitter der Größe 16x16 cm und einer Maschenweite von 4 mm, die ineinander gerollt wurden. Das so entstandene zylinderförmige Gebilde beschrieb einen Hohlraum mit einem Durchmesser von ca. zwei Zentimetern, in dem sich Weichsediment ansammeln konnte, und einer schwach gegliederten Oberfläche, auf der sich Aufwuchs etablierte. Mit einem 30 cm langen verzinkten Drahtstift wurden diese

Kunstsubstrate in ca. einem halben Meter Wassertiefe so im Sediment verankert, daß sie dem Untergrund flach auflagen. Wie bei allen anderen Substraten, wurde auch hier die Fauna der Benthossubstrate durch Zuchtansätze ermittelt. Die benthischen Kunstsubstrate wurden während der Vegetationsperiode 1988 an drei Stellen im Chiemsee exponiert und entnommen.

3.3 Ergebnisse

3.3.1 Epiphytische Chironomidenlarven

Die Daten stammen aus der direkten Bearbeitung des Periphytons und finden sich in vorausgegangenen Arbeiten des Autors (RISS, 1989 und 1990) wiedergegeben. Da bei der Determination von Larven das Artniveau nur in den seltensten Fällen erreicht wird, basiert die Analyse nur auf Zahlenwerten für Gattungen, die im Schnitt jeweils drei Arten in sich vereinigen. Die folgende Darstellung kann also nur ein unzureichendes Bild von der hohen Diversität geben, die die Chironomiden in diesem Kleinlebensraum erreichen. Eine Differenzierung der Autökologie, speziell der Valenz im Trophiespektrum, erscheint aus diesem Grund nicht sinnvoll. Biomasseangaben für die Larven aller Gattungen bereichern die Betrachtung um eine ökologisch sinnvolle Größe.

Abundanz und Biomasse:

Der Untersuchung liegen 29 Probenahmen an sechs Stellen im Chiemsee zugrunde. Durchschnittliche Abundanz bzw. Biomasse pro Flächeneinheit sollen als Kenngrößen für die Gemeinschaft als Ganzes sowie für jede Gattung dienen. Die Werte ergeben sich durch Mittelung der Daten aus allen 29 Proben, d.h. von sechs Stellen aus vier Monaten und fünf Stellen aus einem Monat (s. Tab. 3.1).

Die durchschnittliche Besiedlungsdichte betrug 15.3 ± 8.9 Larven pro Quadratdezimeter Halmoberfläche (I/dm^2) für dritte und vierte Larvenstadien. Im Verlauf der Untersuchungszeit wurde ein steter Anstieg der Abundanz von ca. $12 \text{ I}/\text{dm}^2$ auf $22 \text{ I}/\text{dm}^2$ beobachtet. Zu den Gattungen mit der höchsten mittleren Abundanz zählten: *Cricotopus* spp. ($9.3 \text{ I}/\text{dm}^2$), *Endochironomus* spp. ($2.5 \text{ I}/\text{dm}^2$), *Paratanytarsus* spp. ($1.7 \text{ I}/\text{dm}^2$) und *Corynoneura* spp. ($1.2 \text{ I}/\text{dm}^2$). Maximale Dichten wurden lokal von *Cricotopus* spp. ($24 \text{ I}/\text{dm}^2$, alle Larvenstadien eingeschlossen $110 \text{ I}/\text{dm}^2$) und *Corynoneura* spp. ($4.5 \text{ I}/\text{dm}^2$, bzw. $42 \text{ I}/\text{dm}^2$) erreicht.

Die Werte für die Biomassen der dritten und vierten Larvenstadien vermitteln ein etwas anderes Bild von den Dominanzverhältnissen als die Abundanzen. Phragmiteshalme waren durchschnittlich mit ca. $9.8 \pm 10.9 \text{ mg}/\text{dm}^2$ besetzt. Allerdings bestreiten die drei dominanten Gattungen *Endochironomus* spp. ($6.6 \text{ mg}/\text{dm}^2$), *Cricotopus* spp. ($1.7 \text{ mg}/\text{dm}^2$) und *Paratany-*

tarsus spp. (0.9 mg/dm²) bereits mehr als 90 % der Biomasse. Allein die Larven von *Endochironomus* machen gewichtsmäßig zwei Drittel der gesamten epiphytischen Chironomidenbesiedlung aus.

Tab. 3.1 Besiedlungsdaten der Larven auf Phragmiteshalmen: durchschnittliche Abundanz in Individuen pro m² (I/m²), durchschnittliche Biomasse in mg pro m² (mg/m²), Artenfrequenz in den 29 Einzelproben (f 29), Frequenz an den 6 Probestellen (f 6)

Gattung	Unterfamilie/Tribus	I/m ²	mg/m ²	f29	f6
<i>Cricotopus</i> spp.	Orthoclaadiinae	927	165	29	6
<i>Endochironomus</i> spp.	Chironominae/Chironomini	253	658	23	5
<i>Paratanytarsus</i> spp.	Chironominae/Tanytarsini	166	91	24	6
<i>Corynoneura</i> spp.	Orthoclaadiinae	119	7	26	6
<i>Psectrocladius</i> spp.	Orthoclaadiinae	14	9	13	5
<i>Orthocladus</i> spp.	Orthoclaadiinae	12	4	10	5
<i>Polypedilum</i> spp.	Chironominae/Chironomini	12	16	6	5
<i>Arctopelopia</i> spp.	Tanypodinae	11	11	9	3
<i>Glyptotendipes</i> spp.	Chironominae/Chironomini	8.1	9.7	9	5
<i>Tanytarsus</i> spp.	Chironominae/Tanytarsini	4.4	1.4	4	2
<i>Dicrotendipes</i> spp.	Chironominae/Chironomini	1.4	2.2	3	2
<i>Ablabesmyia</i> spp.	Tanypodinae	0.7	0.6	1	1
<i>Microtendipes</i> spp.	Chironominae/Chironomini	0.4	0.7	1	1
<i>Brillia</i> spp.	Orthoclaadiinae	0.4	0.3	1	1

Ein Vergleich der Individuenabundanz mit der Biomasse zeigt, daß die Dominanzverhältnisse innerhalb der epiphytischen Larvenzönose durch die zahlenmäßige Erfassung bereits hinreichend gut charakterisiert wird ($r = 0.86$, $\alpha < 0.02$). Abb. 3.2 gibt die Dominanzstrukturen in graphischer Form wieder. Entlang der Abszisse sind alle Gattungen (erster Buchstabe des Gattungsnamen) nach abfallender numerischer Dominanz aufgetragen. Die Abfolge stimmt mit der Liste in Tab. 3.1 überein.

Zwei Gattungen fügen sich nicht in die Reihung. Der Anteil der großen *Endochironomus*-Larven an der Gesamtbioasse des Periphytons ist höher, als die Abundanzangaben vermitteln, umgekehrt wurden die Larven der Gattung *Corynoneura* zwar in relativ großer Anzahl gefunden, sie machen aber weniger als ein Prozent der Chironomidenbiomasse aus. Über Produktivität oder Beitrag zum Stoffumsatz wird anhand dieser Zahlen keine Aussage gemacht.

Variation der Abundanzangaben:

Die Abundanzangaben für Gattungen der Chironomidenlarven repräsentieren jeweils Mittelwerte aus drei Parallelfängen an den sechs Probestellen. Die Variationskoeffizienten dieser

Mittelwerte zeigen in der funktionalen Darstellung die typische reziproke Abhängigkeit von der Abundanz (DOWNING 1984; DOWNING & CYR 1985; Abb. 3.3). Mit Hilfe folgender Regressionsfunktion läßt sich der relative Fehler für die Abundanzangaben abschätzen:

$$\text{Variation} = 0.802 * \text{Abundanz} - 0.297$$

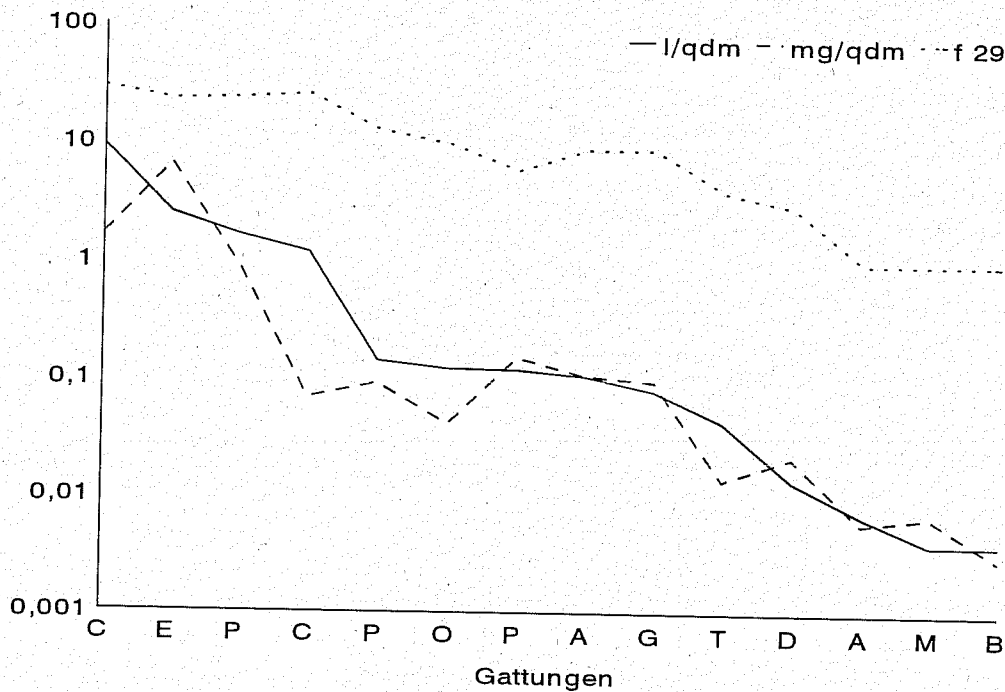


Abb. 3.2 Dominanzstruktur innerhalb der Gemeinschaft epiphytischer Larven, mittlere Abundanz (I/dm^2), Biomasse (mg/dm^2), Artenfrequenz in 29 Einzelproben (f 29), weitere Erläuterungen S.43

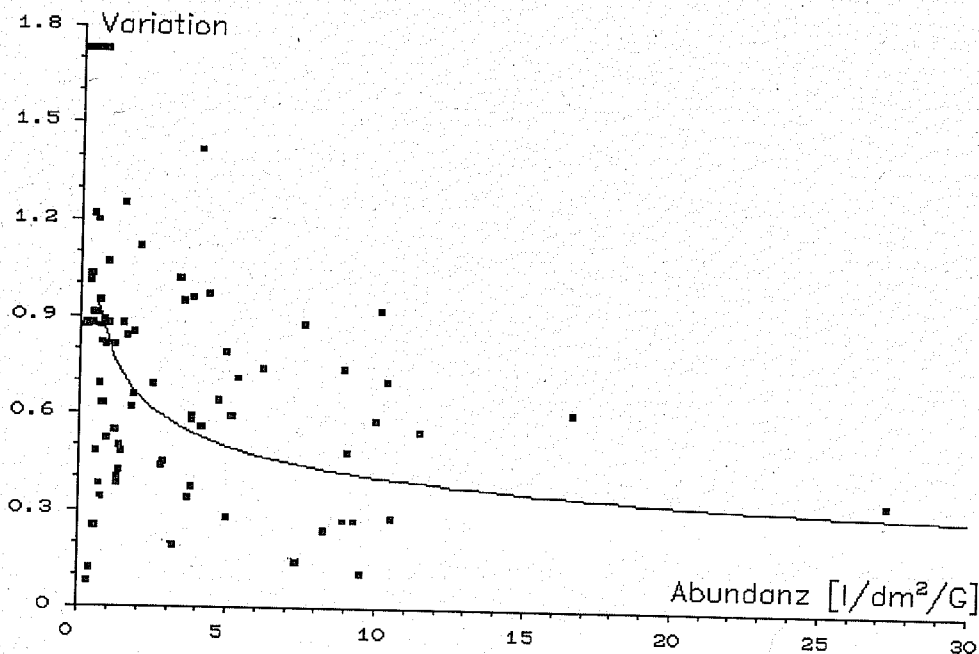


Abb. 3.3 Variation der Abundanzangaben für epiphytische Larven in Abhängigkeit von der Besatzdichte ($I/\text{dm}^2/\text{Gattung}$)

Die nicht-lineare Regressionskurve beschreibt die Abundanz-Variations-Beziehung ausreichend genau ($r = -0.66$, $p < 0.001$). Die durchschnittliche Dichteangabe von 2.37 Individuen pro Quadratdezimeter und Gattung ($I/dm^2/G$) ist demzufolge mit einem Fehler von 62 % behaftet. Doppelte Genauigkeit ließe sich, bei gleichem Probenumfang, nur bei Gattungen erzielen, die theoretisch zehnmal häufiger, in einer nie erreichten Abundanz von 24.6 $I/dm^2/G$, vorkämen. Ob diese Ungenauigkeit durch eine unrealistische zehnfache Ausweitung des Probenumfangs ausgeglichen werden könnte, oder als naturgegebene »patchiness« unvermeidbar ist, läßt sich anhand der vorliegenden Information nicht bestimmen. Der Einsatz von Chironomiden als Indikatororganismen wird durch diese Unsicherheit nicht beeinträchtigt, da sich selbst nach einer Transformation der Abundanzwerte in »presence-absence«-Daten nur geringe Abweichungen im Indikationsergebnis ergeben.

Begleitfauna

Parallel zu den Untersuchungen der Chironomidenlarven wurde auch die epiphytische Begleitfauna extensiv mitbearbeitet. Die Liste umfaßt 79 Taxa (Tab. 3.2). Während Makroinvertebraten gut erfaßt sind, ist die Oligochaetenfauna in der Aufstellung unterrepräsentiert, die Meio- und Microfauna ganz ausgespart. Ein recht vollständiges Bild vermitteln allerdings die Milben mit 11 und Kleinkrebse mit 19 festgestellten Arten. Obwohl diese mobilen Lebensformen nicht direkt an ein bestimmtes Substrat gebunden sind, werden sie regelmäßig in den Pflanzenbeständen des oberen Litorals und speziell im und am Periphyton gefunden.

3.3.2 Periphytische Chironomiden aus Massenzuchten

Die faunistischen Daten basieren auf 68 Probenahmen an 14 Stellen. Qualitative wie quantitative Angaben sind Emergenzdaten aus Massenzuchten. Inwieweit diese, auf indirektem Wege gewonnenen, Besiedlungsdaten mit direkten Larvenzählungen vergleichbar sind, soll kritisch beleuchtet werden. Wie oben geschildert, wurde bei beiden Verfahren Material aus gleichen Probenahmen verwendet.

Nach der direkten Absammlung von Larven wurden 14 Gattungen, in den Zuchten deren 20 gezählt. 12 Gattungen kamen in beiden Teilproben gemeinsam vor, die 10 übrigen waren seltene Vertreter oder Einzelfunde und wurden mehrheitlich (8) in den Zuchten entdeckt. Die aus Emergenzen errechneten Abundanzwerte entsprechen im Mittel zwischen 40 und 50 Prozent der tatsächlichen Besiedlungsdichte der Larven des dritten und vierten Entwicklungsstadiums (RISS 1989). Wenn berücksichtigt wird, daß bei den Emergenzzählungen nur männliche Adulttiere erfaßt wurden, besteht hier offensichtlich eine gute Übereinstimmung zwischen beiden Verfahren. Ein Vergleich der Einzelabundanzen zeigt, daß die Werte für die 12 gemeinsamen Gattungen beider Verfahren allerdings unterschiedlich ausfallen (s. Abb. 3.4).

Tab. 3.2 Taxaliste der epiphytischen Begleitfauna auf Phragmiteshalmen
(qualitative Erhebung im Sommer 1987)

Untersuchungsabschnitt	Aw	Ao	Kw	Ko	Gs	Ir
Hydra sp.	+	+	+	+	+	+
Dugesia polychroa		+				
Mermithidae gen.sp.			+			
Acroloxus lacustris	+					
Bithynia tentaculata			+			+
Gyraulus acronicus						
Gyraulus sp.	+	+				
Dreissena polymorpha	+		+			
Chaetogaster diastrophus	+					
Nais simplex			+			
Nais variabilis	+	+	+	+	+	+
Stylaria lacustris	+					
Erpobdella octoculata			+			
Glossophonia complanata		+		+		+
Helobdella stagnalis	+	+		+		+
Piscicola geometra	+	+	+	+		
Arrenurus crassicaudatus		+	+		+	
Arrenurus tubulator	+					
Brachipoda versicolor			+			
Hydrozetes lacustris	+	+				
Limnesia koenikei					+	
Limnesia maculata	+	+		+		
Limnesia undulata	+					
Limnesia sp. (juv.)	+	+	+			
Mideopsis orbicularis					+	
Piona sp. (juv.)			+			
Trimalaconothrus glaber		+				
Asellus aquaticus	+					+
Gammarus roeselii				+		
Acanthocyclops sp.				+		
Ectocyclops phaleratus			+	+		
Eucyclops serrulatus	+		+	+	+	
Macrocyclops albidus	+	+	+			
Paracyclops affinis		+			+	
Paracyclops fimbriatus	+					
Bryocamptus minutus		+	+			
Bryocamptus vej dovskyi			+			
Canthocamptus staphylinus		+	+			+
Moraria mrazeki		+				
Acroperus harpae			+	+	+	
Alona affinis	+		+			
Alona costata	+	+	+	+	+	
Alona rectangula	+					
Alonella rostrata						+
Peracantha truncata	+		+		+	
Cypridopsis newtoni					+	+
Cypridopsis cf. obesa						+
Cypridopsis vidua	+		+	+	+	+
Caenis luctuosa			+			+
Caenis sp. (juv.)	+	+		+	+	
Cloeon sp. (juv.)				+		
Leptophlebia vespertina			+			
Nemoura cf. cinerea (juv.)					+	
Platynemis pennipes	+					+
Micronecta sp. (juv.)	+					
Agraylea multipunctata						
Agraylea sexmaculata						
Cynrus flavidus						
Hydroptila cf. pulchricornis						
Hydroptilidae gen.sp. (juv.)				+	+	
Polycentropus flavomaculatus						
Polycentropidae gen.sp. (juv.)			+	+	+	+
Orthotrichia cf. costalis	+					
Enochrus sp. (juv.)	+					
Haliphus sp. (juv.)	+	+				+
Laccobius minutus			+			
Laccophilus sp. (juv.)		+				
Cecidomyiidae gen.sp.	+	+	+	+		+
Dasyhelea cf. inclusa			+	+		
Probezzia sp.	+		+			
Sphaeromias sp.	+	+	+		+	
Stilobezzia sp.	+					
Ceratopogonidae gen.sp.		+			+	+
Pilaria gr. nemoralis	+					
Simuliidae gen.sp. (juv.)					+	
Oplodontha gr. viridula	+					
Cristatella mucedo	+	+			+	
Plumatella fruticosa			+	+	+	
Plumatella repens		+				

Für die vier Gattungen *Ablabesmyia*, *Corynoneura*, *Microtendipes* und *Tanytarsus* werden die Abundanzen aus der Zucht im Mittel um den Faktor 5.8 höher angegeben; die stärkste Abweichung weist *Tanytarsus* auf, dessen Emergenz die Dichte im Mittel fast 13 mal größer einschätzen läßt, als die Larvenzählungen. Für *Orthocladius* stimmen die Angaben gut überein. Niedrigere Dichtewerte der Emergenzen ergeben sich für die sieben restlichen Gattungen. Ihre durchschnittliche Abweichung liegt bei einem Faktor von 0.28, extrem niedrig sind die Emergenzwerte von *Endochironomus* (0.18) und *Glyptotendipes* (0.15).

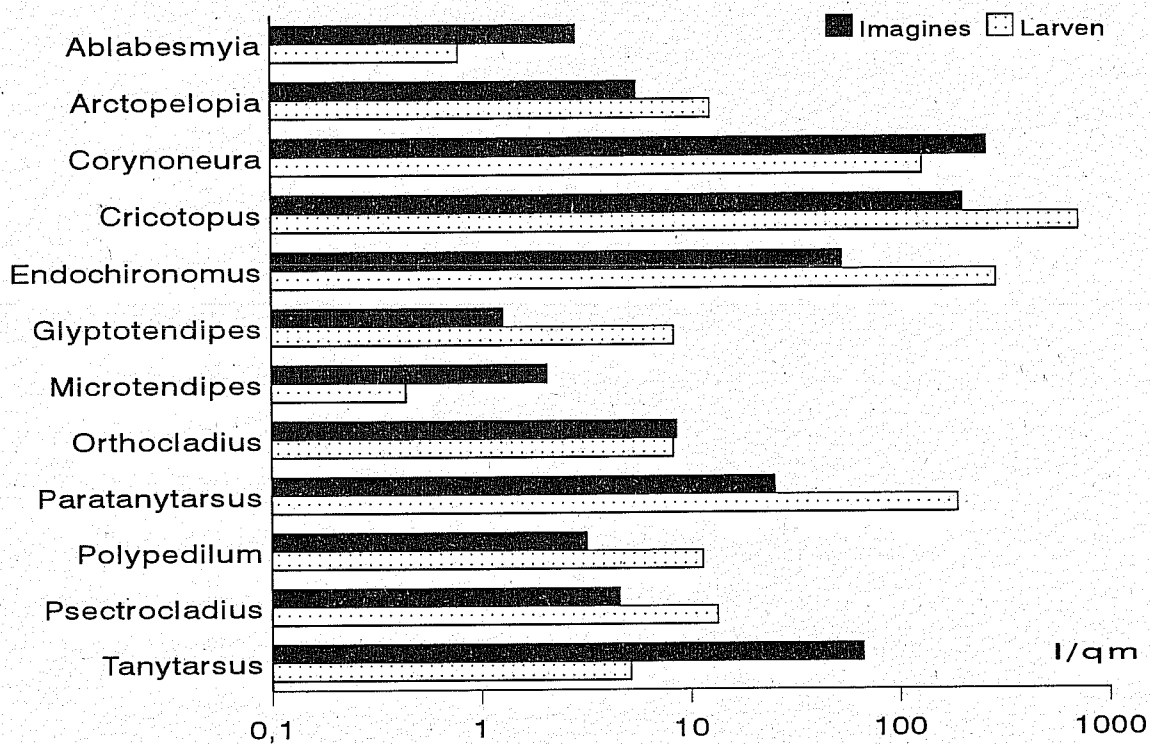


Abb. 3.4 Vergleich der Abundanzwerte für zwölf Gattungen aus Massenzuchten (Imagines) und direkter Zählung (Larven)

Das Bild von der Dominanzstruktur innerhalb der Gemeinschaft wird, auf der Basis von Mittelwerten über alle Probenstermine und -orte, in beiden Verfahren ähnlich wiedergegeben ($r = 0.62$, $\alpha < 0.05$). Unter Einbeziehung aller Einzelproben in die Bewertung läßt sich für die 12 Gattungen ein differenzierteres Bild gewinnen (s. Abb. 3.5). Danach wird die räumliche und zeitliche Verteilung der Gattungen *Ablabesmyia*, *Arctopelopia*, *Endochironomus*, *Orthocladius*, *Paratanytarsus*, *Polypedilum* und *Psectrocladius* durch beide Techniken vergleichbar gut erfaßt. Sie ergeben in diesen sieben Fällen eine signifikante Übereinstimmung ($r = 0.39$ bis 0.75 , $\alpha < 0.05$). Bei den fünf übrigen Gattungen führen die beiden Verfahren zu unterschiedlichen Darstellungen. Hierbei errechnet sich ein mittlerer Korrelationsindex von 0.02, wobei für die Gattung *Tanytarsus* die schlechteste Übereinstimmung der Abundanzangaben erzielt wurde ($r = -0.24$).

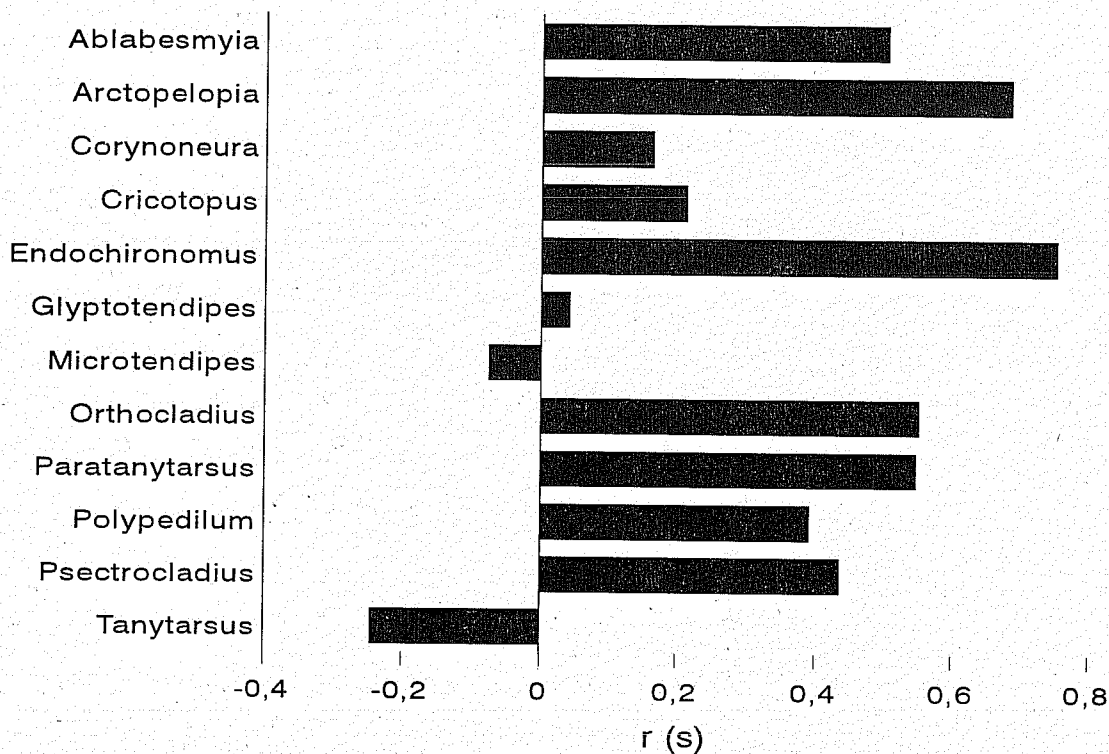


Abb. 3.5 Korrelation der räumlichen und zeitlichen Abundanzwerte für zwölf Gattungen

Wie die Ergebnisse u.a. zeigen, ermöglichen die Massenzuchten am gleichen Probenmaterial teilweise eine differenziertere Datenausbeute, demzufolge auch die, anscheinend verlässlicheren Larvenabundanzen kritisch zu betrachten sind. Die Abundanzangaben beider Verfahren sind mit vorwiegend verfahrensspezifischen, systematischen Fehlern behaftet, die sich zwar nicht vordergründig auf die Reproduzierbarkeit der faunistischen Angaben auswirken, die Übertragbarkeit auf natürliche Systeme jedoch einschränken.

Die Liste der Trophieindikatoren basiert auf den Emergenzen der Massenzuchten. Da sich die Berechnung nicht der Dominanzstruktur der Gemeinschaft bedient, sondern der artspezifischen Verteilung über das Trophiespektrum, wirken sich systematische, arttypische Abundanzfehler nicht auf die indikative Einstufung aus. Die folgenden Artenlisten aus den Zuchten epiphytischer Chironomiden und solcher von Kunstsubstraten liefern über faunistische Angaben hinaus, Daten zur Verbreitung der Indikatoren im Untersuchungsgebiet.

Chironomiden des epiphytischen Periphytons

Bei summarischer Betrachtung zeichnet sich die Chironomidenfauna des epiphytischen Periphytons, besonders im Vergleich mit anderen Substrattypen, durch ihre große Vielfalt bei gleichzeitig hoher durchschnittlicher Besiedlungsdichte aus. Die Emergenzen der Massenzuchten lassen auf eine mittlere Abundanz von 7.7 ± 5.6 männliche Individuen pro dm^2 und Ein-

zelprobe schließen. 66 Arten wurden bei 68 Probenahmen an 14 Stellen in drei Seen gefunden (s. Tab. 3.3). Wie in der Liste der Larvenabundanzen (s. Tab. 3.1) schon erkennbar war, stellt die Unterfamilie *Orthoclaadiinae* (31 Arten, entsprechend 47 % der Gesamtartenzahl), vor den *Chironominae* (27 Arten bzw. 41 % der Gesamtartenzahl) die dominante taxonomische Einheit. Aufgegliedert nach den zwei Tribus zeigt sich, daß die *Chironomini* durch 15 Arten, die *Tanytarsini* durch 11 Arten vertreten sind (s. Tab. 3.3). Die Unterfamilien der *Tanypodinae* (7 Arten) und *Diamesinae* (1 Art) sind rezident.

Noch deutlicher treten die taxonomischen Verhältnisse auf der Basis der Abundanzen hervor. Die Dominanzstruktur der Arten drückt sich in einer durchschnittlichen Evenness von 0.70 aus. *Orthoclaadiinae* machen mit durchschnittlich 554 Individuen pro m² und Probe bereits 72 % der Gesamtindividuenzahl aus. Die Siedlungsdichte der *Chironominae* erreicht nicht die Hälfte dieses Wertes (204 I/m²), wobei, im Gegensatz zu oben, *Tanytarsini* knapp doppelt so häufig vorkommen (132 I/m²) wie *Chironomini* (71 I/m²). *Tanypodinae* und *Diamesinae* haben mit 12.4 I/m² bzw. 0.1 I/m² zahlenmäßig nur einen geringen Anteil an der epiphytischen Zönose. Die Gattung *Cricotopus* ist hier in der höchsten Diversität vertreten. Sie vereint in sich acht Arten und kommt allein schon in einer Dichte von über 330 I/m² vor, womit sie bereits 43 % der Gesamtindividuenzahl bestreitet.

Der Stetigkeitswert kann als Maß für die Wahrscheinlichkeit interpretiert werden, mit der eine betreffende Art bei jeder Probenahme in derselben Abundanz angetroffen werden kann. Hohe Werte erhalten häufige, ubiquistische Arten mit wenig ausgeprägter Phänologie. Für die Berechnung wurden die Artabundanzen aus allen 68 Probenahmen mit einer hypothetischen »dummy«-Art mit maximaler Konstanz verglichen (RISS 1989). Als Ähnlichkeitsmaß diente der Index nach OCHIAI (WILDI & ORLOCI 1983). Die Tab. 3.3 zeigt, daß die häufigeren Arten i.d.R. auch mit der größten Konstanz gefunden wurden. Als typische Vertreter seien hier *Cricotopus sylvestris* und *C. intersectus*, sowie *Endochironomus albipennis* und *Paratanytarsus bituberculatus* zu nennen.

Chironomiden auf flottierenden Kunstsubstraten

Die Verfahrenstechnik der Entnahme, Anzucht von Imagines sowie die Auswertung ist im Prinzip dieselbe wie bei den epiphytischen Proben. Unter der Annahme gleicher systematisch bedingter Abweichungen von der tatsächlichen Faunenstruktur ist ein direkter Vergleich aller im folgenden vorgestellten, auf Zuchtbasis ermittelten Daten miteinander möglich.

Die Dichte der Besiedlung auf Kunstsubstraten betrug im Mittel etwa 60 % derjenigen im epiphytischen Periphyton auf Phragmiteshalmen, entsprechend 4.8 ± 4.1 Arten. Bei den 100 Probenahmen an 26 Stellen wurden 59 Arten gezählt (s. Tab. 3.4). Diese verteilen sich nach ab-

Tab. 3.3 Besiedlungsdaten aller Arten auf Phragmiteshalmen: durchschnittliche Abundanz in Individuen pro m² (I/m²), Summe gezählter Individuen (Σ), Artenfrequenz in den 68 Einzelproben (f68), Frequenz an den 14 Probestellen (f14), Stetigkeit (S)

	Unterfamilie/Tribus	I/m ²	Σ	f68	f14	S
<i>Cricotopus sylvestris</i>	Orthoclaadiinae	129	750.5	59	12	.57
<i>Corynoneura scutellata</i>	Orthoclaadiinae	129	771.5	49	11	.51
<i>Cricotopus intersectus</i>	Orthoclaadiinae	88	504.5	51	12	.49
<i>Cricotopus festivellus</i>	Orthoclaadiinae	58	264	27	13	.23
<i>Endochironomus albipennis</i>	Chiron./Chironomini	37	234	44	12	.49
<i>Paratanytarsus bituberculatus</i>	Chiron./Tanytarsini	37	208	33	11	.43
<i>Corynoneura edwardsi</i>	Orthoclaadiinae	36	169	22	8	.30
<i>Tanytarsus brundini</i>	Chiron./Tanytarsini	35	220.5	21	10	.36
<i>Cricotopus bicinctus</i>	Orthoclaadiinae	34	199.5	31	10	.39
<i>Cricotopus reversus</i>	Orthoclaadiinae	17	91.5	13	6	.22
<i>Paratanytarsus inquilinus</i>	Chiron./Tanytarsini	17	76.5	3	3	.12
<i>Paratrachocladus rufiventris</i>	Orthoclaadiinae	15	78	7	5	.23
<i>Phaenopsectra flavipes</i>	Chiron./Chironomini	11	62.5	22	11	.34
<i>Dicotendipes nervosus</i>	Chiron./Chironomini	11	84.5	11	7	.22
<i>Paratanytarsus tenuis</i>	Chiron./Tanytarsini	9.9	52.5	22	9	.35
<i>Orthocladus oblidens.(Walk.)</i>	Orthoclaadiinae	9.3	54.5	13	8	.32
<i>Nanocladius bicolor</i>	Orthoclaadiinae	7.4	45.5	19	10	.40
<i>Virgatanytarsus arduenensis</i>	Chiron./Tanytarsini	7.2	44	3	2	.18
<i>Tanytarsus usmaensis</i>	Chiron./Tanytarsini	7.2	46	15	8	.27
<i>Tanytarsus verralli</i>	Chiron./Tanytarsini	6.5	37.5	8	5	.18
<i>Conchapelopia melanops</i>	Tanypodinae	6.5	37	6	4	.23
<i>Paratanytarsus inopertus</i>	Chiron./Tanytarsini	6.4	32	13	10	.27
<i>Parakiefferiella bathophila</i>	Orthoclaadiinae	5.6	44.5	4	2	.19
<i>Tanytarsus pallidicornis</i>	Chiron./Tanytarsini	5.4	27	9	6	.19
<i>Psectrocladius psilopterus</i>	Orthoclaadiinae	4.3	23	15	10	.40
<i>Polypedilum nubeculosum</i>	Chiron./Chironomini	4.0	22	5	5	.15
<i>Cricotopus obnixus</i>	Orthoclaadiinae	3.9	20.5	7	5	.24
<i>Arctopelopia griseipennis</i>	Tanypodinae	3.5	19.5	12	4	.34
<i>Cricotopus fuscus</i>	Orthoclaadiinae	3.3	15.5	7	4	.21
<i>Orthocladus consobrinus</i>	Orthoclaadiinae	3.1	17.5	10	6	.31
<i>Psectrocladius sordidellus</i>	Orthoclaadiinae	2.5	15.5	10	5	.29
<i>Glyptotendipes pallens</i>	Chiron./Chironomini	2.2	13	9	4	.30
<i>Eukiefferiella coerulescens</i>	Orthoclaadiinae	1.7	7.5	4	4	.17
<i>Psectrocladius oxyura</i>	Orthoclaadiinae	1.6	11	3	2	.16
<i>Polypedilum sordens</i>	Chiron./Chironomini	1.4	6.5	6	4	.27
<i>Potthastia longimana</i>	Diamesinae	1.0	6.5	5	4	.26
<i>Microtendipes pedellus</i>	Chiron./Chironomini	1.0	6	4	4	.19
<i>Glyptotendipes gripekoveni</i>	Chiron./Chironomini	1.0	5.5	4	4	.17
<i>Acricotopus lucens</i>	Orthoclaadiinae	1.0	3	1	1	.12
<i>Ablabesmyia monilis</i>	Tanypodinae	1.0	5	4	3	.17
<i>Rheocricotopus dispar</i>	Orthoclaadiinae	0.9	6	4	2	.23
<i>Microtendipes confinis</i>	Chiron./Chironomini	0.9	6	2	2	.15
<i>Tanytarsus glabrescens</i>	Chiron./Tanytarsini	0.8	4	4	3	.23
<i>Parachironomus arcuatus</i>	Chiron./Chironomini	0.8	5	3	3	.20
<i>Orthocladus oblidens.Br.</i>	Orthoclaadiinae	0.7	4	3	3	.19
<i>Ablabesmyia longistyla</i>	Tanypodinae	0.7	5	3	3	.21
<i>Brillia modesta</i>	Orthoclaadiinae	0.6	4	3	2	.21
<i>Synorthocladus semivirens</i>	Orthoclaadiinae	0.5	3	3	3	.21
<i>Thienemannimyia carnea</i>	Tanypodinae	0.4	2	2	2	.17
<i>Psectrocladius limbatellus</i>	Orthoclaadiinae	0.4	2	2	2	.17
<i>Parachironomus vitiosus</i>	Chiron./Chironomini	0.3	2	2	2	.17
<i>Parachironomus tenuicaudatus</i>	Chiron./Chironomini	0.3	2	2	2	.17
<i>Kiefferellus tendipediformis</i>	Chiron./Chironomini	0.3	1	1	1	.12
<i>Tvetenia calvescens</i>	Orthoclaadiinae	0.2	1	1	1	.12
<i>Stempellina sp.A</i>	Chiron./Tanytarsini	0.2	1	1	1	.12
<i>Sergentia coracina</i>	Chiron./Chironomini	0.2	1	1	1	.12
<i>Orthocladus rubicundus</i>	Orthoclaadiinae	0.2	1	1	1	.12
<i>Metricnemus picipes</i>	Orthoclaadiinae	0.2	1	1	1	.12
<i>Limnophyes globifer</i>	Orthoclaadiinae	0.2	1	1	1	.12
<i>Limnophyes exiguus</i>	Orthoclaadiinae	0.2	1	1	1	.12
<i>Cricotopus cylindraceus</i>	Orthoclaadiinae	0.2	1	1	1	.12
<i>Ablabesmyia phatta</i>	Tanypodinae	0.2	1	1	1	.12
<i>Thienemannimyia fuscipes</i>	Tanypodinae	0.1	0.5	1	1	.12
<i>Thienemanniella vittata</i>	Orthoclaadiinae	0.1	1	1	1	.12
<i>Harnischia PE1.Langt.</i>	Chiron./Chironomini	0.1	0.5	1	1	.12
<i>Chironomus sp.</i>	Chiron./Chironomini	0.1	0.5	1	1	.12

steigender Artdominanz auf die Unterfamilien wie folgt: *Chironominae* 29, *Orthoclaadiinae* 22, *Tanypodinae* 7 Arten und *Diamesinae* 1 Art. Die Vertreter der *Chironominae* tragen somit fast 50% zur Gesamtartenzahl bei. Die zwei Tribus *Chironomini* und *Tanytarsini* sind mit 14 bzw. 15 Arten etwa gleich stark repräsentiert.

Der mittlere Index der Evenness von 0.68 zeigt eine ähnliche Dominanzstruktur an, wie für die epiphytische Gemeinschaft. Bei Betrachtung der durchschnittlichen Abundanzen tritt die Überzahl der *Chironominae* sogar noch ausgeprägter hervor. An der Gesamtbesiedlung haben sie mit 248 I/m² im Mittel allein einen Anteil von ca. 52 %. Beide Tribus der *Chironominae* kennzeichnet eine ähnlich weite Verbreitung. Von *Chironomini* wurden 180, von *Tanytarsini* 168 I/m² gefunden. *Endochironomus albipennis*, die mit Abstand dominante Art, stellt gut ein Viertel der Besiedlung und ist somit häufiger als alle *Orthoclaadiinae* zusammengenommen. Im Gegensatz zur epiphytischen Zönose tritt letztgenannte Gruppe zahlenmäßig deutlich zurück. Ihre mittlere Häufigkeit von 85 I/m² macht unter 20 % der Gesamtzönose aus. *Tanypodinae* und *Diamesinae* gehören zu den selteneren Formen und besiedeln Kunstsubstrate fast in gleicher Dichte wie Phragmiteshalme (11.6 bzw. 0.1 I/m²). Hier zeigt sich, deutlicher als bei den epiphytischen Formen, daß häufige Arten nicht zwangsläufig ein stetiges Vorkommen aufweisen. So finden sich in der Reihe der zahlenmäßig Dominanten einige Arten, deren niedriger Stetigkeitswert eine lokal und zeitlich spezifische Verbreitung anzeigt. Im Gegensatz hierzu und wie für das Epiphyton sind *Endochironomus albipennis* und *Paratanytarsus bituberculatus* als typische Vertreter der ubiquitären Formen hervorzuheben.

Chironomiden des epilithischen Periphytons

Diese Untersuchung wurde an fünf Uferstellen des Chiemsees durchgeführt. Bei 25 Probenahmen wurden 32 Arten gefunden (s. Tab. 3.5). Die Besiedlungsdichte lag im Mittel bei 3.4 ± 3.0 I/dm², also bei ca. 44 % der Abundanz epiphytischer Chironomiden. Die taxonomisch dominante Gruppe ist die Unterfamilie der *Chironominae*, die mit 17 Arten über die Hälfte der epilithischen Formen beiträgt. Hierin sind die *Tanytarsini* mit 11, die *Chironomini* mit 6 Arten vertreten. Im Gegensatz zu den Chironomiden des epiphytischen Periphytons liefern die *Orthoclaadiinae* mit 9 Arten hier nur einen zweitrangigen Beitrag zur taxonomischen Vielfalt. *Tanypodinae* stellen 5, *Diamesinae* 1 Art.

Eine andere Dominanzfolge der Gruppen ergibt sich, wenn der Betrachtung die mittleren Abundanzen zugrunde gelegt werden. In diesem Fall erweisen sich die *Orthoclaadiinae* mit Abstand als stärkste Gruppe. Ihre durchschnittliche Anzahl von 185 I/m² entspricht 54 % der Gesamtbesiedlung. Die *Chironominae* kamen hingegen nur in einer Dichte von 127 I/m² vor und machen zahlenmäßig nur 37 % aller epilithischen Chironomiden aus. *Chironomini* und

Tab. 3.4 Besiedlungsdaten aller Arten auf flottierenden Kunstsubstraten: durchschnittliche Abundanz in Individuen pro m² (I/m²), Summe gezählter Individuen (Σ), Artenfrequenz in den 100 Einzelproben (f100), Frequenz an den 26 Probestellen (f26), Stetigkeit (S)

	Unterfamilie/Tribus	I/m ²	Σ	f100	f26	S
<i>Endochironomus albipennis</i>	Chiron./Chironomini	115	572.5	63	21	.45
<i>Tanytarsus brundini</i>	Chiron./Tanytarsini	44	221.5	25	9	.30
<i>Polypedilum sordens</i>	Chiron./Chironomini	42	208.5	15	8	.19
<i>Paratanytarsus bituberculatus</i>	Chiron./Tanytarsini	39	196	37	16	.41
<i>Cricotopus intersectus</i>	Orthocladiinae	25	123.5	19	10	.26
<i>Tanytarsus lactescens</i>	Chiron./Chironomini	24	119	4	2	.14
<i>Paratanytarsus inopertus</i>	Chiron./Tanytarsini	21	105.5	30	16	.39
<i>Paratanytarsus tenuis</i>	Chiron./Tanytarsini	19	92.5	24	13	.29
<i>Cricotopus sylvestris</i>	Orthocladiinae	17	83	24	14	.31
<i>Corynoneura scutellata</i>	Orthocladiinae	13	64.5	24	15	.35
<i>Psectrocladius sordidellus</i>	Orthocladiinae	9.9	49.5	16	10	.26
<i>Tanytarsus glabrescens</i>	Chiron./Tanytarsini	7.8	39	9	7	.14
<i>Parachironomus arcuatus</i>	Chiron./Chironomini	7.0	35	13	7	.28
<i>Glyptotendipes pallens</i>	Chiron./Chironomini	6.8	34	15	8	.29
<i>Dicrotendipes nervosus</i>	Chiron./Chironomini	5.9	29.5	13	10	.24
<i>Paratanytarsus laetipes</i>	Chiron./Tanytarsini	5.4	27	5	3	.17
<i>Ablabesmyia monilis</i>	Tanypodinae	4.7	23.5	17	12	.29
<i>Cricotopus festivellus</i>	Orthocladiinae	4.3	21.5	8	5	.17
<i>Nanocladius bicolor</i>	Orthocladiinae	3.6	18	8	8	.18
<i>Tanytarsus verralli</i>	Chiron./Tanytarsini	3.3	16.5	7	7	.20
<i>Psectrocladius psilopterus</i>	Orthocladiinae	3.0	15	8	7	.19
<i>Arctopelopia griseipennis</i>	Tanypodinae	2.9	14.5	5	5	.17
<i>Corynoneura edwardsi</i>	Orthocladiinae	2.1	10.5	7	5	.21
<i>Cricotopus bicinctus</i>	Orthocladiinae	2.0	10	8	5	.24
<i>Parachironomus tenuicaudatus</i>	Chiron./Chironimini	1.8	9	3	3	.13
<i>Conchapelopia melanops</i>	Tanypodinae	1.2	6	4	4	.19
<i>Ablabesmyia longistyla</i>	Tanypodinae	1.0	5	5	5	.22
<i>Tanytarsus usmaensis</i>	Chiron./Tanytarsini	0.8	4	3	3	.16
<i>Virgatanytarsus arduennensis</i>	Chiron./Tanytarsini	1.0	5	3	2	.17
<i>Tanytarsus palettaris</i>	Chiron./Tanytarsini	1.0	5	2	2	.14
<i>Cricotopus fuscus</i>	Orthocladiinae	1.0	5	2	1	.14
<i>Ablabesmyia phatta</i>	Tanypodinae	0.6	3	2	2	.13
<i>Parakiefferiella bathophila</i>	Orthocladiinae	0.6	3	2	2	.13
<i>Tanytarsus fimbriatus</i>	Chiron./Tanytarsini	0.6	3	2	2	.13
<i>Thienemannimyia carnea</i>	Tanypodinae	0.6	3	2	2	.13
<i>Polypedilum nubeculosum</i>	Chiron./Chironimini	0.6	3	2	1	.13
<i>Rheopelopia maculipennis</i>	Tanypodinae	0.6	3	1	1	.10
<i>Synorthocladius semivirens</i>	Orthocladiinae	0.4	2	2	2	.14
<i>Cricotopus polaris</i>	Orthocladiinae	0.4	2	2	1	.14
<i>Micropsectra atrofasciata</i>	Chiron./Tanytarsini	0.4	2	1	1	.10
<i>Orthocladius consobrinus</i>	Orthocladiinae	0.4	2	1	1	.10
<i>Psectrocladius oxyura</i>	Orthocladiinae	0.4	2	1	1	.10
<i>Corynoneura gratias</i>	Orthocladiinae	0.3	1.5	2	2	.13
<i>Orthocladius oblidens.Br.</i>	Orthocladiinae	0.3	1.5	2	2	.13
<i>Psectrocladius limbatellus</i>	Orthocladiinae	0.3	1.5	2	2	.13
<i>Cladotanytarsus nigrovittatus</i>	Chiron./Tanytarsini	0.2	1	1	1	.10
<i>Cricotopus cylindraceus</i>	Orthocladiinae	0.2	1	1	1	.10
<i>Dicrotendipes lobiger</i>	Chiron./Chironomini	0.2	1	1	1	.10
<i>Dicrotendipes pulsus</i>	Chiron./Chironomini	0.2	1	1	1	.10
<i>Parachironomus varus</i>	Chiron./Chironomini	0.2	1	1	1	.10
<i>Polypedilum pedestre</i>	Chiron./Chironomini	0.2	1	1	1	.10
<i>Pseudochironomus prasinus</i>	Chiron./Pseudochironomini	0.2	1	1	1	.10
<i>Sergentia coracina</i>	Chiron./Chironomini	0.2	1	1	1	.10
<i>Tanytarsus lestagei</i>	Chiron./Tanytarsini	0.2	1	1	1	.10
<i>Cricotopus reversus</i>	Orthocladiinae	0.1	0.5	1	1	.10
<i>Eukiefferiella gracei</i>	Orthocladiinae	0.1	0.5	1	1	.10
<i>Glyptotendipes gripekoveni</i>	Chiron./Chironomini	0.1	0.5	1	1	.10
<i>Potthastia longimana</i>	Diamesinae	0.1	0.5	1	1	.10
<i>Thienemanniella sp.</i>	Orthocladiinae	0.1	0.5	1	1	.10

Tab. 3.5 Besiedlungsdaten aller Arten des epilithischen Periphytons: durchschnittliche Abundanz in Individuen pro m² (I/m²), Summe gezählter Individuen (Σ), Artenfrequenz in den 25 Einzelproben (f25)

	Unterfamilie/Tribus	I/m ²	Σ	f25
<i>Cricotopus reversus</i>	Orthoclaadiinae	64	40	16
<i>Cricotopus intersectus</i>	Orthoclaadiinae	54	33.5	10
<i>Corynoneura scutellata</i>	Orthoclaadiinae	50	31.5	9
<i>Microtendipes pedellus</i>	Chiron./Chironimini	37	23	12
<i>Endochironomus albipennis</i>	Chiron./Chironomini	21	13	6
<i>Tanytarsus brundini</i>	Chiron./Tanytarsini	14	8.5	6
<i>Tanytarsus verralli</i>	Chiron./Tanytarsini	13	8	7
<i>Arctopelopia griseipennis</i>	Tanypodinae	8.0	5	4
<i>Cladotanytarsus nigroventatus</i>	Chiron./Tanytarsini	8.0	5	3
<i>Ablabesmyia monilis</i>	Tanypodinae	7.2	4.5	7
<i>Cricotopus festivellus</i>	Orthoclaadiinae	7.2	4.5	3
<i>Paratanytarsus bituberculatus</i>	Chiron./Tanytarsini	6.4	4	2
<i>Cricotopus sylvestris</i>	Orthoclaadiinae	4.8	3	1
<i>Polypedilum nubeculosum</i>	Chiron./Chironomini	4.0	2.5	3
<i>Paratanytarsus tenuis</i>	Chiron./Tanytarsini	4.0	2.5	2
<i>Tanytarsus usmaensis</i>	Chiron./Tanytarsini	4.0	2.5	2
<i>Paratanytarsus inopertus</i>	Chiron./Tanytarsini	3.2	2	2
<i>Tanytarsus pallidicornis</i>	Chiron./Tanytarsini	3.2	2	2
<i>Acricotopus lucens</i>	Orthoclaadiinae	1.6	1	1
<i>Chironomus</i> sp.	Chiron./Chironomini	1.6	1	1
<i>Paratendipes albimanus</i>	Chiron./Chironomini	1.6	1	1
<i>Potthastia longimana</i>	Diamesinae	1.6	1	1
<i>Psectrocladius</i> sp.	Orthoclaadiinae	1.6	1	1
<i>Tanytarsus ejuncidus</i>	Chiron./Tanytarsini	1.6	1	1
<i>Tanytarsus fimbriatus</i>	Chiron./Tanytarsini	1.6	1	1
<i>Ablabesmyia phatta</i>	Tanypodinae	0.8	0.5	1
<i>Cricotopus</i> sp.	Orthoclaadiinae	0.8	0.5	1
<i>Paramerina cingulata</i>	Tanypodinae	0.8	0.5	1
<i>Polypedilum sordens</i>	Chiron./Chironomini	0.8	0.5	1
<i>Psectrocladius psilopterus</i>	Orthoclaadiinae	0.8	0.5	1
<i>Tanytarsus striatulus</i>	Chiron./Tanytarsini	0.8	0.5	1
<i>Thienemannimyia carnea</i>	Tanypodinae	0.8	0.5	1

Tanytarsini teilen sich hiervon ungefähr gleiche Anteile. Die Abundanz der *Tanypodinae* liegt bei 17 %, die der *Diamesinae* bei 1 %. Sie liegen somit in der gleichen Größenordnung wie bei im epiphytischen Periphyton und auf Kunstsubstraten.

Chironomiden auf benthischen Kunstsubstraten

Die hier vorgestellten Daten stammen aus einer kurzen Testreihe von 6 Proben an zwei Standorten (s. Tab. 3.6). Sie sollen nur einen ungefähren Eindruck von der Struktur der Artengemeinschaft auf benthischen Substraten vermitteln. Aufgrund der durchwegs niedrigen Individuenzahlen war zu erwarten, daß durch die 6 Probenahmen allein nur ein relativ geringer Informationsgewinn erzielt werden konnte. *Chironominae* und *Orthoclaadiinae* stellen jeweils 7 Arten bzw. über 40 % des Bestandes von 16 Arten. Die *Tanytarsini* sind dabei in deutlich höherer Vielfalt (5) vertreten, als die *Chironomini* (2). *Tanypodinae* kommen mit nur 2 Arten vor. Bezüglich der Abundanz dominieren die *Orthoclaadiinae* mit durchschnittlich 15 I/m², über die *Chironominae* mit 11.9 I/m² und die *Tanypodinae*, die eine Dichte von 1.9 I/m² erreichen.

Tab. 3.6 Besiedlungsdaten aller Arten auf benthischen Kunstsubstraten: durchschnittliche Abundanz in Individuen pro m² (I/m²), Summe gezählter Individuen (Σ I), Artenfrequenz in den 6 Einzelproben (f6)

	Unterfamilie/Tribus	I/m ²	Σ I	f6
<i>Corynoneura scutellata</i>	Orthocladiinae	10	8	2
<i>Microtendipes pedellus</i>	Chiron./Chironomini	5.0	4	2
<i>Endochironomus albipennis</i>	Chiron./Chironomini	2.5	2	2
<i>Tanytarsus brundini</i>	Chiron./Tanytarsini	1.3	1	2
<i>Ablabesmyia monilis</i>	Tanypodinae	1.3	1	1
<i>Cricotopus reversus</i>	Orthocladiinae	1.3	1	1
<i>Orthocladius oblidens</i> .Br.	Orthocladiinae	1.3	1	1
<i>Tanytarsus pallidicornis</i>	Chiron./Tanytarsini	1.3	1	1
<i>Arctopelopia griseipennis</i>	Tanypodinae	0.6	0.5	1
<i>Cricotopus fuscus</i>	Orthocladiinae	0.6	0.5	1
<i>Cricotopus intersectus</i>	Orthocladiinae	0.6	0.5	1
<i>Cricotopus sylvestris</i>	Orthocladiinae	0.6	0.5	1
<i>Psectrocladius</i> sp.	Orthocladiinae	0.6	0.5	1
<i>Tanytarsus</i> PE8	Chiron./Tanytarsini	0.6	0.5	1
<i>Tanytarsus</i> PE9	Chiron./Tanytarsini	0.6	0.5	1
<i>Tanytarsus</i> sp.	Chiron./Tanytarsini	0.6	0.5	1

3.4 Diskussion

3.4.1 Vollständigkeit der faunistischen Erfassung

Anhand einer chronologisch-kumulativen Auftragung des Artenbestandes über die Probenfolge kann die theoretisch zu erwartende Gesamtartenzahl abgeschätzt und der Erfassungsstand der durchgeführten Erhebung näherungsweise angegeben werden.

Die Untersuchungen an epiphytischen Chironomiden fanden in drei aufeinanderfolgenden Vegetationsperioden statt. Im Jahr 1987 wurden an sechs Stellen im Chiemsee insgesamt 29 Proben genommen. Der hierbei ermittelte Bestand von 40 Arten scheint dem tatsächlichen Spektrum an den Stellen in diesem Jahr sehr nahe zu kommen. Die kumulative Darstellung zeigt am Ende des Zeitraums einen asymptotischen Verlauf (s. Abb. 3.6). Mit der Hinzunahme von vier weiteren Probestellen bzw. 20 weiteren Proben in der Untersuchungsperiode 1988 erhöhte sich die Artenzahl um 10 auf 50. Auch in diesem Zeitabschnitt scheint sich die Kurve einem Grenzwert zu nähern. 1989 schließlich wurden zusätzlich jeweils zwei Stellen am Tegernsee und am Waginger See erfaßt (19 weitere Proben), was einen beinahe sprunghaften Anstieg der Artenzahl um 16 auf 66 Arten bewirkte.

Die asymptotische Tendenz, die die kumulative Auftragung anfänglich aufweist, zeigt, daß die Chironomidenfauna des epiphytischen Periphytons an Schilfhalmen für die Jahre 1987 und 1988 relativ vollständig erfaßt wurde. Im Gesamtbild verläuft die Kurve jedoch eher linear, als asymptotisch, woraus geschlossen werden kann, daß Untersuchungen an zusätzlichen Seen einen weiteren deutlichen Anstieg der Artenzahl erbringen würden.

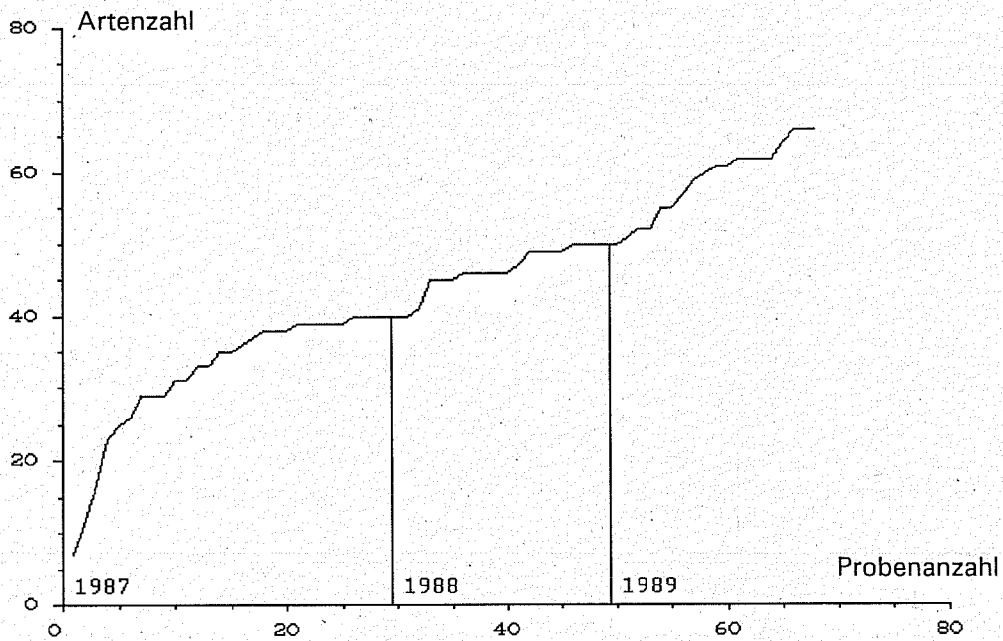


Abb. 3.6 Artengewinn innerhalb des Beprobungszeitraums - Chironomidenzucht aus dem epiphytischen Periphyton

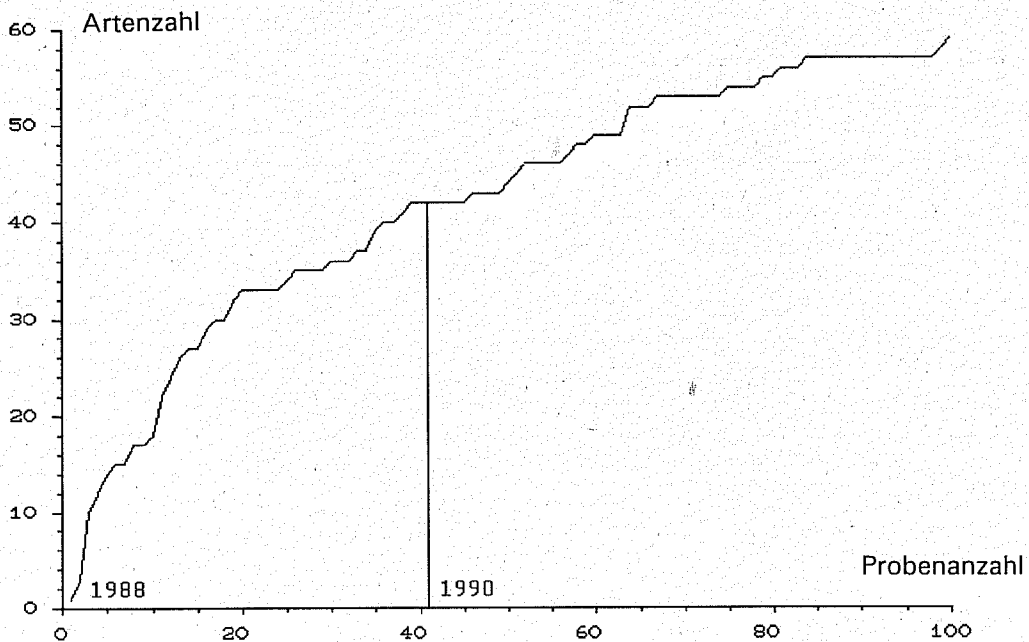


Abb. 3.7 Artengewinn innerhalb des Beprobungszeitraums - Chironomidenzucht von flottierenden Kunstsubstraten

Flottierende Kunstsubstrate wurden über zwei Erhebungsperioden eingesetzt. Im Vergleich mit der epiphytischen Fauna zeigt sich im Kurvenverlauf jedoch kein Einbruch zwischen den zwei Untersuchungsabschnitten (s. Abb. 3.7). Die Daten von 1988 stammen allein aus dem Chiemsee. 40 durchgeführte Probenahmen erbrachten eine Ausbeute von 42 Arten, die, erkennbar am durchwegs steilen Anstieg der Kurve, sicherlich noch nicht den theoretischen Gesamtartenbestand markieren. 1990 erhöhte sich die Artenzahl nach der Ausweitung der Untersuchungsprogramms auf acht zusätzliche Seen (60 weitere Proben) um 17 auf 59 Arten. Nach insgesamt 100 Probenahmen an neun Seen scheint der Zugewinn neuer Arten gering zu sein. Die Kurve nähert sich einem theoretischen Grenzwert, der zwischen 70 und 80 Arten liegen dürfte. In dieser Größenordnung liegt wahrscheinlich die Zahl der potentieller Besiedler derartiger Substrate in den Seen des Voralpenlandes.

Im Gegensatz zu den beiden oben vorgestellten Substraten wurde die Chironomidenfauna des epilithischen Periphytons und benthischer Kunstsubstrate an einer weitaus geringeren Auswahl an Probestellen untersucht. Hier zeigt die Zunahme der Artenzahl über die Probenzahl an, daß zumindest an den fünf ausgewählten Stellen die jahrestypische Artendiversität mit sechs über die Vegetationsperiode verteilten Entnahmen repräsentativ erfaßt wurde (s. Abb. 3.8). Die Kurve der kumulativen Darstellung nimmt eine glatte asymptotische Bahn. Der theoretische Maximalwert dürfte bei ungefähr 35 Arten liegen.

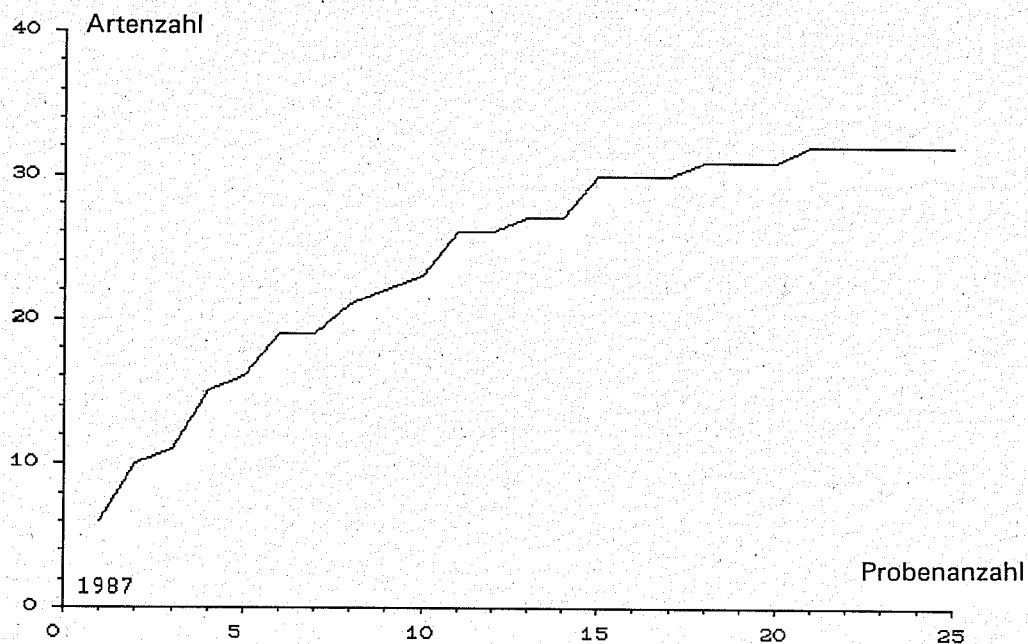


Abb. 3.8 Artengewinn innerhalb des Beprobungszeitraums - Chironomidenzucht aus dem epilithischen Periphyton

Der provisorische Charakter der Benthosuntersuchungen mit Hilfe von Kunstsubstraten zeigt sich deutlich am steilen Kurvenverlauf der chronologischen Artenzunahme. Eine Neigung zum Grenzwert ist nicht angedeutet (s. Abb. 3.9). Die 16 Arten, die bei sechs Probenahmen gefunden wurden, stellen nur einen Teil der zu erwartenden Artenvielfalt dar, die eine ähnliche Größenordnung erreichen dürfte, wie bei den epilithischen Proben.

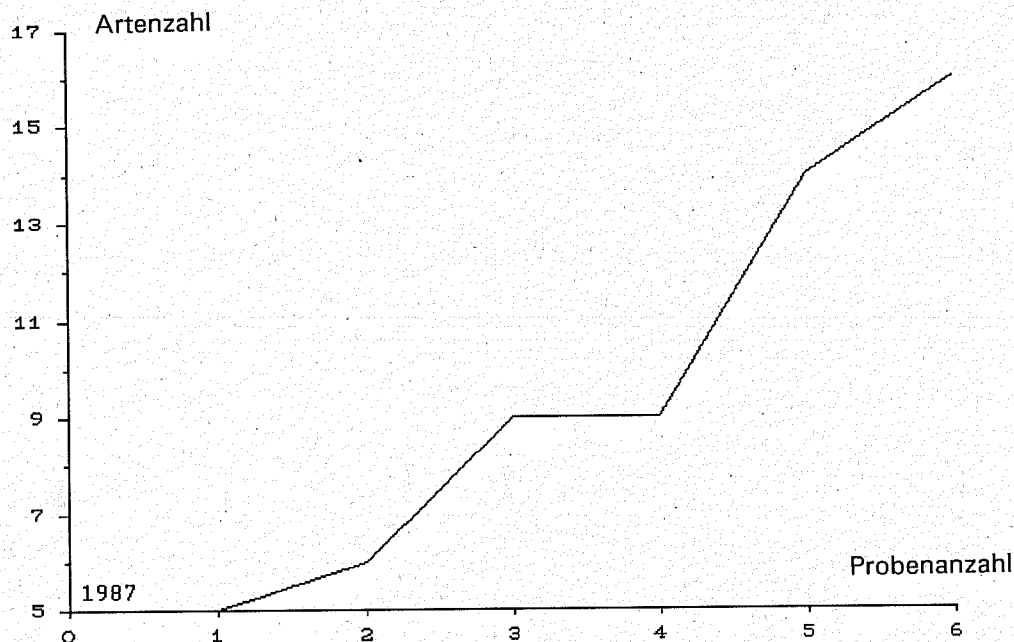


Abb. 3.9 Artengewinn innerhalb des Beprobungszeitraums - Chironomidenzucht von benthischen Kunstsubstraten

3.4.2 Effektivität der Probenahmen

Werden diese Befunde für eine Abschätzung der Effektivität der Probenahmen herangezogen, zeigt sich durchwegs, daß eine mehrmalige Erhebung pro Vegetationsperiode angezeigt ist, um den jahrestypischen Artenbestand eines Gewässers repräsentativ zu erfassen. So boten Begehungen zu Beginn der Untersuchungszeit, meist im Frühjahr, einen besseren Einblick in das Artengefüge. Im Durchschnitt wurden hierbei zwischen 40 % und 60 % der Gesamtartenzahl der beprobten Stellen gezählt. Bei Entnahmen, die später im Jahresverlauf durchgeführt wurden, sank der Erfassungsgrad auf Werte zwischen 20 % und 50 % aller Arten. Die Chironomidenbesiedlung der Phragmiteshalme und die der flottierenden Kunstsubstrate stellt sich im Vergleich mit der benthischen Fauna als zeitlich beständig heraus. Das Arteninventar der epiphytischen Fauna konnte durch einmalige Beprobungen im Mittel zu $55 \pm 8 \%$ erfaßt wer-

den, die Besiedlung der flottierenden Substrate zu $48 \pm 16 \%$. Demgegenüber erbrachten Einzelbeprobungen des Epilithons durchschnittlich nur $39 \pm 16 \%$ der ermittelten Gesamtartenzahl. Die Datenbasis von benthischen Substraten ist für diese Betrachtung nicht ausreichend.

3.4.3 Erfassungsstand der Chiemseefauna

Von den neun in dieser Arbeit untersuchten Seen ist die periphytische Fauna des Chiemsees am besten dokumentiert. An zehn Uferstellen wurden in drei Jahren 126 Proben von vier Substraten zur Zucht von Imagines entnommen. Im Überblick weist die Kurve der kumulativen Auftragung des Artengewinns einen relativ gleichmäßigen Anstieg über die Probenzahl auf. Die Erfassung endet mit 78 Arten. Bis zuletzt steigt die Kurve steil an und zeigt nur eine schwache Abflachung in Richtung eines Grenzwertes. Der Stand von 78 Arten scheint demnach noch von der theoretisch zu erwartenden Artenzahl entfernt zu liegen (s. Abb. 3.10). Diese dürfte, auf die untersuchten Substrattypen bezogen, um einen Wert von 90 liegen.

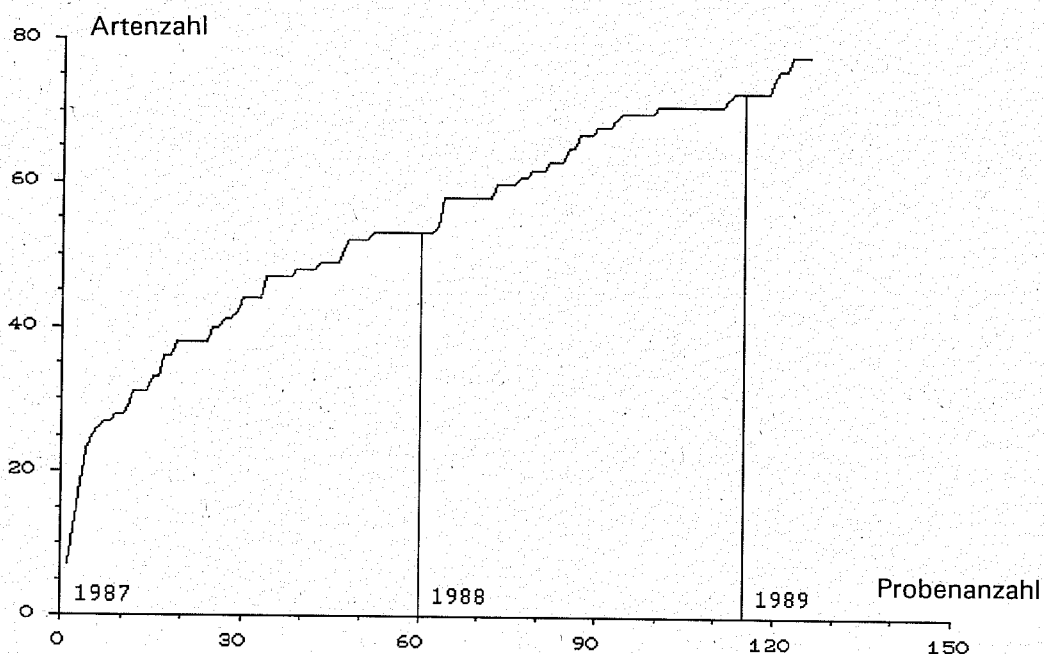


Abb. 3.10 Artengewinn innerhalb des Probenahmezeitraums - Chiemsee (Chironomidenzucht von allen untersuchten Substrattypen)

3.4.4 Vergleich der Besiedlungsdaten der Substrate

Die oben genannten Daten sind nicht direkt miteinander vergleichbar, da sie meist zu verschiedenen Zeiten an unterschiedlichen Stellen in ungleicher Probenzahl erhoben wurden. Die folgenden vorgestellten Parameter basieren auf Proben, die von gleichen Stellen herrühren und wenigstens zur selben Jahreszeit genommen wurden. Für die epiphytische, die epilithische Chironomidenfauna bzw. die der Kunstsubstrate sind dies die drei Uferabschnitten AO, Kw, Gs des Chiemsees in den Monaten Juni und August des Jahres 1987, für die flottierenden Kunstsubstrate die selben Stellen im gleichen Zeitraum des darauffolgenden Jahres.

Als Kriterien für den faunistischen Vergleich dienen Gesamtartenzahl, durchschnittliche Besiedlungsdichte, Diversitätsindex (nach SHANNON & WEAVER 1949) und Eveness der jeweils über sechs Einzelproben integrierten Besiedlungsdaten. Alle Parameter wurden für die graphische Darstellung über die vier Substrattypen arithmetrisch normiert, um sie optisch zueinander in Relation setzen zu können (s. Abb. 3.11).

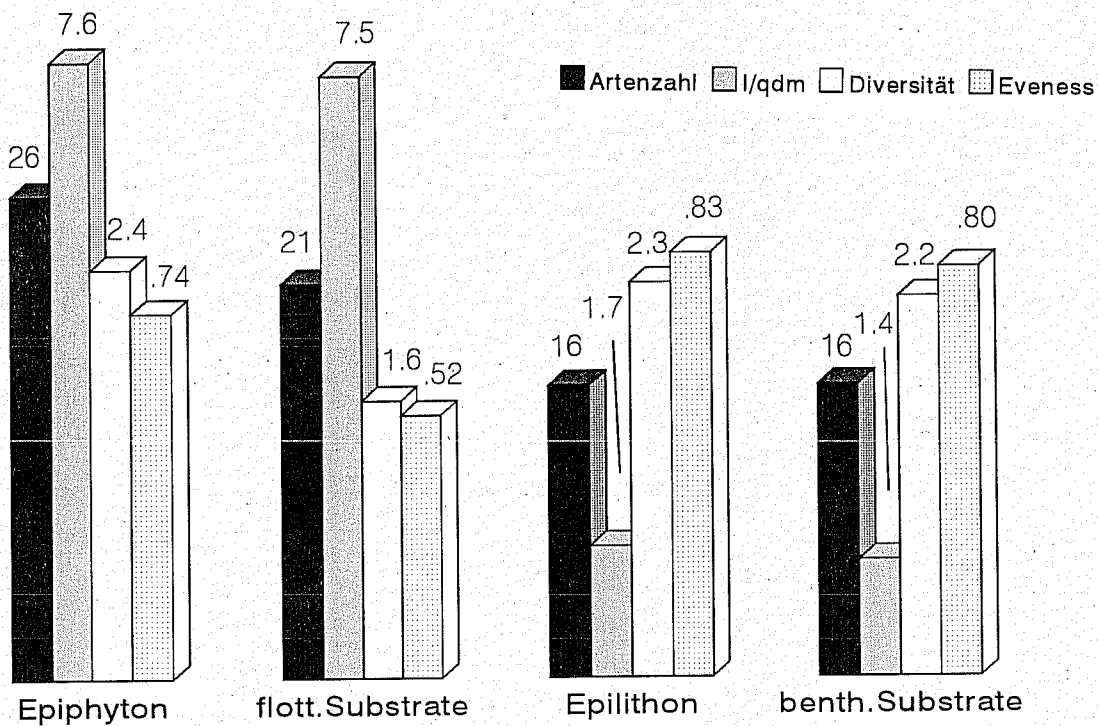


Abb. 3.11 Vergleichende Darstellung demographischer Parameter aller vier Substrattypen (Balkenhöhe arithmetrisch normiert; näheres s. Text)

Im Überblick ist bereits erkennbar, daß einerseits die epiphytische Fauna und die der Kunstsubstrate, andererseits die epilithische Fauna und die der benthischen Kunstsubstrate sehr ähnliche Parameterverhältnisse aufweisen. Die ersten beiden Substrattypen unterscheiden sich

von den benthischen primär durch ihre ca. 5 mal höhere hohe Besiedlungsdichte (Individuen pro Quadratdezimeter). Ihre Artenzahl ist jedoch nur um die Hälfte höher. Umgekehrt liegen Diversitätsindizes und Evenesswerte der Fauna benthischer Habitate im Mittel um 30 % höher, ein Anzeichen für ausgeprägte Dominanz einiger Arten im epiphytischen Periphyton und auf den flottierenden Kunstsubstraten.

In dieser Darstellung ist die taxonomische Identität nicht berücksichtigt. Ihre Gemeinschaftsstrukturen sind hier lediglich anhand der demographischen Daten charakterisiert. Die Dominanzidentität allerdings kann als einfaches Clusterdendrogramm graphisch dargestellt werden. Als Maß für die Ähnlichkeit zweier Zönosen wurde der Index nach OCHIAI (WILDI & ORLOCI 1983) verwendet und die Gruppierungen nach der Methode der minimalen Varianzen vorgenommen (PIELOU 1984). Die Dominanzidentitäten führen zu einer gänzlich anderen Bewertung der Substratzönosen als die demographischen Parameter. Demnach besteht die größte faunistische Ähnlichkeit zwischen der epiphytischen Besiedlung und den benthischen Substraten. Die Zönosen der flottierende Kunstsubstrate unterscheiden sich in ihrem Artenspektrum deutlich von denen aller anderen Substratypen (s. Abb. 3.12).

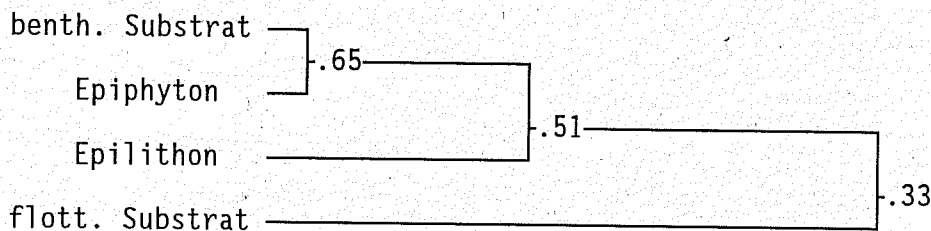


Abb. 3.12 Dominanzidentität der Chironomidenzönosen auf den vier Substratypen (Zahlenwerte: durchschnittlicher Ähnlichkeitsindex der Gruppen)

Anhand einer Diskriminanzrechnung konnten die für diese Einteilung »verantwortlichen« Arten ermittelt werden. Die Berechnung bedient sich sogenannter »dummy«-Variablen (RISS 1989), die als Diskriminatoren maximaler Stärke fungieren. Demnach weisen besonders einige häufige und ubiquistische Arten deutliche Substratpräferenzen auf. *Cricotopus sylvestris*, *Corynoneura edwardsi* und *Cricotopus intersectus* wurden als die charakteristischen Bewohner des Periphytons auf Phragmiteshalmen und der benthischen Kunstsubstraten ausgezeichnet. Für die flottierenden Kunstsubstrate sind die Arten *Polypedilum sordens* und *Endochironomus albipennis* typische Vertreter. Bei dieser Betrachtung ist allerdings zu berücksichtigen, daß die Besiedlungsdaten nur auf vier mal sechs Einzelproben basieren und die Untersuchungen an flottierenden Kunstsubstraten im Gegensatz zu den anderen Probenahmen ein Jahr später stattfanden.

Chironomiden sind ausgesprochen effektive Neubesiedler (KHALAF & TACHET 1977). Dennoch bestehen ausgeprägte artspezifische Substratpräferenzen. Vieles spricht dafür, daß die unterschiedliche Exposition der vier Substrattypen gegenüber dem Untergrund und dem Freiwasser für ihre spezifische Besiedlung ausschlaggebend ist. Die Sukzession der Chironomidenlarven findet i.d.R. aus dem Sediment statt (MASON & BRYANT 1975). Substrate, die in direktem Kontakt zum Untergrund stehen - also alle außer den flottierenden - können von Larven kriechend besiedelt werden. Frei exponierte Kunstsubstrate werden hingegen nur durch aktiv schwimmende Formen effektiv kolonisiert. Besonders relativ große Larven (GRZYBKOWSKA 1989), in diesem Fall die Gattungen *Polypedilum* und *Endochironomus*, vermögen derartig neue Habitate schnell zu erschließen (REISS mündl.). Zwar sind auch Larven der Gattung *Cricotopus* typische Kolonisatoren oberflächennahen Periphytons, auch an künstlichen Substraten (MARKOSOVA 1978). Da sie jedoch vornehmlich Weidegänger von Algenbewuchs sind (MARKOSOVA 1978; MEISL 1992), stellt dessen Zusammensetzung ein wesentliches Kriterium für die Besiedlung durch *Cricotopus* dar. Die flottierenden Substrate boten zumindest an den ausgewählten Stellen hierfür anscheinend nicht die geeignete Nahrungsgrundlage.

Die Larven von *Endochironomus* und *Polypedilum* hingegen ernähren sich im Periphyton überwiegend als Filtrierer (WALSHE 1951; MOORE 1979; MEISL 1992) und sind daher nicht direkt auf die Beschaffenheit des Aufwuchses angewiesen (MARKOSOVA 1974). Bei großem Phytoplanktonangebot bewohnen sie in recht einfachen Gespinsten auch ausgesprochen schwach bewachsene Substratoberflächen (eigene Beobachtung im Weßlinger See). Beide Vertreter sind aus diesem Grund nicht nur charakteristisch für die Chironomidenfauna der Kunstsubstrate, sondern zählen dort auch zu den zahlenmäßig dominanten Formen.



4 Chironomidenfauna der Oberflächendrift

4.1 Einleitung

Chironomiden zeichnen sich durch eine außergewöhnlich hohe Artenvielfalt aus. Allein in Bayern dürften derzeit über 500 Arten bekannt sein (REISS, mündl.). Die Larven sind nahezu in allen aquatischen Biotopen anzutreffen, und viele Chironomiden-Arten weisen eine enge Bindung an ihre Lebensräumen auf.

Diese Eigenschaften prädestinieren die Chironomiden geradezu als Bioindikatoren. Nach gewisser Einarbeitungszeit in die große Artenmannigfaltigkeit sind zudem Chironomiden-Puppenexuvien (im folgenden der Einfachheit halber nur kurz Exuvien genannt) sehr bequem und schnell zu erfassen und zu bearbeiten. Ihre Eignung als Trophieindikatoren wird in REIFF (1992) belegt.

Leider ist immer noch sehr wenig über die Autökologie der einzelnen Arten bekannt. Um die Chironomiden als Indikatoren gezielt einsetzen zu können wäre es von Vorteil, nähere Einzelheiten über ihre oft starke Biotopbindung zu wissen. Im vorliegenden Materialienband soll daher anhand von Exuvien der Bezug der Arten zu ihren Habitaten weiter aufgeklärt werden. Dies ist nur mit Einschränkung möglich, da der genaue Herkunftsort der Exuvien nicht sicher lokalisiert werden kann. Es wird jedoch versucht, das Areal, in dem die Larven geschlüpft sind, soweit wie möglich einzugrenzen. Sinnvoller wäre es, die Larven in ihren Lebensräumen zu beobachten. Sie können jedoch meist nicht bis zur Art bestimmt werden. Ökologieangaben auf Gattungsniveau sind aber nur äußerst bedingt hilfreich (s. FITTKAU et al. 1992). Auf die Dauer dürften hier nur relativ aufwendige Einzelaufzuchten weiterführen.

Für die Aufsammlung von Puppenexuvien spielt auch die Phänologie eine nicht unerhebliche Rolle. Einige Arten schlüpfen nur während eines kurzen Zeitraumes im Jahr. Kennt man die Schlupfzeiten der Indikatorarten, kann man die Zahl der Probennahmen auf ein notwendiges Maß einschränken. Im folgenden werden dementsprechende Angaben gemacht.

4.2 Durchführung

An 13 der ausgewählten Probestellen (s. REIFF 1992) wurde während des Jahres 1990 in ca. 14-täglichem Abstand die Oberflächendrift abgesammelt. Während eines möglichst konstant gehaltenen Zeitraumes (ca. 8 Minuten) wurde eine gleichbleibende Strecke in Ufernähe abgegangen und der Spülsaum sowie optisch auffallende Drift-"Cluster" mit Hilfe eines THIENE-MANN-Keschers (Maschenweite 200 μ m) abgeschöpft. An den Stellen Brunnsee Ost und

Lustsee R. war eine ausreichend lange Begehung aufgrund des extrem weichen Untergrunds nicht möglich, diese beiden Stellen wurden daher nicht beprobt. Am Lerchenauer See erschien es aufgrund seiner geringen Größe und seines exponierten Ufers (höhere Wahrscheinlichkeit der Verdriftung von Exuvien) nicht sinnvoll, mehr als eine Probestelle zu bearbeiten.

Der Inhalt des Keschers wurde in 95%igem Alkohol fixiert. Zu umfangreiche Proben wurden im Labor mit Hilfe eines Subsamplers bis auf Fraktionen von ca. 200 Exuvien pro Probe heruntergeteilt. Diese "Individuen"zahl hat sich als gut zu bearbeiten und als statistisch repräsentativ erwiesen (s. WILSON & BRIGHT 1973). Unter der Stereolupe eindeutig erkennbare Arten wurden ausgezählt und in 75%igem Alkohol aufbewahrt. Die restlichen Exuvien wurden in 95%igen Alkohol überführt. Anschließend wurde eine größere Anzahl von ihnen auf einen Objektträger übertragen, auf dem mit Hilfe einer Pipette ein Streifen Glycerin aufgetragen worden war. Die Exuvien wurden in dem Glycerinstreifen parallel ausgerichtet und mit einem großen Deckglas (24 x 50 mm) bedeckt. Die Bestimmung erfolgte unter einem Phasenkontrast-Mikroskop. Unbekannte bzw. mit dieser Methode unbestimmbare Arten wurden nochmals in 95%igen Alkohol überführt und als Dauerpräparate in Euparal eingebettet. Daraufhin wurden sie, wo es nötig war, nach WIEDERHOLM (1983) auf Unterfamilie, Gattung bzw. Artgruppe hin untersucht und dann nach LANGTON (1991) bis zur Art bestimmt. Insgesamt wurden 202 Proben mit 32622 Exuvien durchbestimmt.

4.3 Ergebnisse

4.3.1 Gesamtartenspektrum

Anhand der Driftfänge konnten für die 1990/91 bearbeiteten acht Seen 244 Chironomidenarten ermittelt werden (s. Tab. 4.1, S.76 ff.). Einschließlich der Chiemseeproben, die 202 Arten enthielten (vgl. FITTKAU et al. 1990), wurden insgesamt 287 Arten nachgewiesen (s. Tab. 4.2, S.81 ff.). Die Abundanzangaben beziehen sich im folgenden immer auf die auf achtmündige Beprobung hochgerechneten Werte (s. Kap. 4.2).

Anhand von Literaturangaben (s. Tab. 4.2, S.81 ff.) wurden die Anteile von Profundal- und Litoralarten respektive von Fließwasser-, Stillwasser- und terrestrischen Arten am Gesamtartenspektrum und an den einzelnen Probestellen errechnet.

Tabelle 4.3 zeigt Absolutwerte und Anteile in bezug auf die "Individuen"zahl, also auf die Abundanz, während Tabelle 4.4 sich auf die Anzahl der Species bezieht.

Tab. 4.3 Biotop- und Habitatpräferenzen unter Berücksichtigung der Abundanz
(Anteile an Gesamtindividuenzahl in %)

	Probestellen													
	Gesamt	TeW	TeO	WaW	WaK	Ler	LaS	LaN	WeN	WeS	LUL	BrW	PeO	PeS
Profundalarten														
absolut	774	600	147	0	0	0	0	0	4	1	0	7	0	0
Anteil an Gesamtind.zahl	0.3	6.2	2.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.1	0	0
Litoralarten														
absolut	117595	2541	2906	15642	5886	36983	7947	14690	8722	4317	1239	6376	3539	685
Anteil an Gesamtind.zahl	38.4	26.1	39.1	70.2	60.6	22.7	65.8	37.4	66.4	62.2	43.7	56.9	56.5	57.3
Sonstige														
absolut	187943	6579	4383	6648	3833	125868	4135	24615	4414	2623	1595	4826	2726	510
Anteil an Gesamtind.zahl	61.4	67.7	58.9	29.8	39.4	77.3	34.2	62.6	33.6	37.8	56.3	43.1	43.5	42.7
Fließwasserarten														
absolut	74	23	44	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Anteil an Gesamtind.zahl	0	0.2	0.6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Stillwasserarten														
absolut	217728	3780	3056	7366	4500	140101	9660	25798	5485	2934	2313	9029	2778	498
Anteil an Gesamtind.zahl	71	39	41	33	46	86	80	66	42	42	82	81	44	42
terrestrische Arten														
absolut	9	0	8	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Anteil an Gesamtind.zahl	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sonstige														
absolut	88179	5917	4328	14924	5217	22750	2422	13507	7655	3937	521	2180	3487	697
Anteil an Gesamtind.zahl	28.8	60.9	58.2	66.9	53.7	14.0	20.0	34.4	58.3	56.7	18.4	19.5	55.7	58.3

Zur Berechnung wurden nur Arten herangezogen, die als ausschließliche Besiedler eines der genannten Habitats gemeldet sind (also z.B. reine Fließwasserarten). Species, die an mehreren Standorten anzutreffen sind, sind unter der Bezeichnung "Sonstige" geführt. Hier wurden z.B. auch Arten aufgelistet, die zwar strömungsliebend sind, aber auch in der lotischen Brandungszone größerer Seen auftreten. Solche Arten sind in den untersuchten Seen (v.a. Chiemsee und Tegernsee) nicht selten. Die gesammelten Exuvien dieser Arten dürften also autochthon sein und werden mithin zur Seenfauna gezählt. Im übrigen kann es durchaus sein, daß auch Vertreter der hier genannten "reinen Fließwasserarten" zu Bewohnern der Brandungszone zählen.

Tab. 4.4 Biotop- und Habitatpräferenzen im Hinblick auf die Artenzahl
(Anteile an Gesamtartenzahl in %)

	Probestellen													
	Gesamt	TeW	TeO	MaW	MaK	Ler	LaS	LaN	WeN	WeS	LüL	BrW	PeO	PeS
Profundalarten														
absolut	4	4	4	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0
Anteil an Gesamtartenzahl	1,6	4,9	3,6	0	0	0	0	0	1,4	1,4	0	1,7	0	0
Litoralarten														
absolut	93	30	33	45	38	34	21	30	44	41	28	28	40	32
Anteil an Gesamtartenzahl	36,6	36,6	29,7	54,2	46,3	51,5	52,5	55,6	59,5	59,4	40,6	46,7	51,3	50,0
Sonstige														
absolut	157	48	74	38	44	32	19	24	29	27	41	31	38	32
Anteil an Gesamtartenzahl	61,8	58,5	66,7	45,8	53,7	48,5	47,5	44,4	39,2	39,1	59,4	51,7	48,7	50,0
Fließwasserarten														
absolut	13	5	9	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Anteil an Gesamtartenzahl	5,1	6,1	8,1	0	1,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Stillwasserarten														
absolut	95	24	32	29	29	31	17	28	36	35	40	29	36	27
Anteil an Gesamtartenzahl	37,4	29,3	28,8	34,9	35,4	47,0	42,5	51,9	48,6	50,7	58,0	48,3	46,2	42,2
terrestrische Arten														
absolut	3	0	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Anteil an Gesamtartenzahl	1,2	0	1,8	0	1,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sonstige														
absolut	142	53	68	54	51	35	23	26	38	33	29	31	42	37
Anteil an Gesamtartenzahl	55,9	64,6	61,3	65,1	62,2	53,0	57,5	48,1	51,4	47,8	42,0	51,7	53,8	57,8

Aus den Tab. 4.3 und 4.4 geht hervor, daß der Anteil von allochthonen Profundal-, Fließwasser- und terrestrischen Arten (hinsichtlich "Individuen"- und Artenzahl) am Gesamtartenspektrum sehr gering ist (maximaler Anteil von 5,1% der Fließwasserarten an der Gesamtartenzahl; vgl. Bemerkung bezüglich Arten der Brandungszone). Daraus läßt sich schließen, daß die Exuvienaufsammlungen vornehmlich das Bild der beprobten Litoralzönose widerspiegeln und nicht auf willkürlich zusammengeschwemmten Arten beruhen.

4.3.2. Stenotope Arten

Mit Hilfe von "dummy"-Variablen (s. FITTKAU et al. 1990) wurden über eine Spearman-Korrelation die stenotopen Arten für die einzelnen Seen ermittelt (Tab. 4.5; die jeweiligen Anteile beziehen sich auf die Anzahl stenotoper Arten/See).

Tab. 4.5 Stenotope Arten

	Probestellen							
	Te	We	La	Wa	BrW	LuL	Pe	Ler
Anzahl stenotoper Arten	36	16	15	14	14	10	8	6
Anzahl Kaltstenothermer Arten	10	0	0	0	1	1	0	1
Anteil Kaltstenothermer Arten (%)	27.8	0	0	0	7.1	10.0	0	16.7
MWmp. [m ü. NN]	725.5	590.1	501.1	442.1	-532	587.8	529.9	494.5
Anzahl montaner/alpiner/boreoalpiner Arten	16	5	1	2	6	5	3	2
Anteil montaner/alpiner/boreoalpiner Arten (%)	44.4	31.3	5.9	14.3	42.9	50.0	37.5	33.3

Stenotope Arten des Tegernsees:

Der Tegernsee besitzt mit 36 Species die größte Anzahl stenotoper, d.h. mit den Stellen TeW und TeO signifikant ($\alpha < 0.05$) positiv korrelierter Arten. Hier spiegelt sich die Sonderstellung dieses Sees wider, die bereits anhand der Minimum-Variance-Clusteranalyse (s. REIFF 1992) deutlich wurde.

Folgende Arten sind "typisch" für den Tegernsee:

<i>Conchapelopia aagardi</i>	<i>Pseudosmittia ruttneri</i>
<i>Macropelopia fehlmanni</i>	<i>Rheocricotopus effusus</i>
<i>Procladius crassinervis</i>	<i>Synorthocladius semivirens</i>
<i>Procladius signatus</i>	<i>Demicryptochironomus vulneratus</i>
<i>Procladius Pel</i>	<i>Harnischia curtilamellata</i>
<i>Thienemannimyia pseudocarnea</i>	<i>Microtendipes britteni</i>
<i>Cricotopus curtus</i>	<i>Paracladopelma camptolabis</i>
<i>Cricotopus cylindraceus</i>	<i>Paracladopelma nigrigula</i>
<i>Eukiefferiella coerulescens</i>	<i>Polypedilum pullum</i>
<i>Heterotrissocladius marcidus</i>	<i>Sergentia coracina</i>
<i>Limnophyes edwardsi</i>	<i>Stictochironomus pictulus</i>
<i>Orthocladius frigidus</i>	<i>Micropsectra contracta</i>
<i>Orthocladius oblidens</i>	<i>Micropsectra Pel</i>
<i>Orthocladius obumbratus</i>	<i>Neozavrelia longappendiculata</i>
<i>Orthocladius rivulorum</i>	<i>Neozavrelia Pel</i>
<i>Paracladius conversus</i>	<i>Tanytarsus brundini</i>
<i>Paralimnophyes hydrophilus</i>	<i>Tanytarsus norvegicus</i>
<i>Psectrocladius psilopterus</i>	<i>Virgatanytarsus Pel</i>

C. cylindraceus, *E. coerulescens*, *O. oblidens*, *S. semivirens*, *T. brundini* und *V. arduennensis* wurden bereits von RISS (s. FITTKAU et al. 1990) als stenotop für den Tegernsee genannt, des weiteren *Conchapelopia melanops*. Bei den Exuvienaufsammlungen handelt es sich

nach LANGTON (mündl.) um *Conchapelopia aagardi*; diese Art ist jedoch von *C. melanops* nur schwer zu unterscheiden.

Stenotope Arten des Waginger Sees

Als "typische" Arten des Waginger Sees sind im folgenden zu nennen:

Procladius lugens
Procladius rufovittatus
Cricotopus festivellus
Cricotopus intersectus
Chironomus plumosus-gr.
Cryptochironomus supplicans
Microtendipes chloris
Phaenopsectra flavipes
Polypedilum nubeculosum
Stictochironomus maculipennis
Cladotanytarsus lepidocalcar
Cladotanytarsus mancus
Micropsectra atrofasciata
Tanytarsus sylvaticus

C. festivellus und *Ph. flavipes* wurden bereits von RISS (s. FITTKAU et al. 1990) als stenotop für den Waginger See beschrieben.

Stenotope Arten des Weßlinger Sees

Cricotopus sylvestris
Nanocladius bicolor
Psectrocladius cf. brehmi
Chironomus annularius
Chironomus lacunarius
Einfeldia dissidens
Glyptotendipes pallens
Glyptotendipes paripes
Polypedilum sordens
Stenochironomus gibbus
Zavreliella marmorata
Paratanytarsus laetipes
Tanytarsus pseudolestagei
Tanytarsus smolandicus
Tanytarsus usmaensis
Tanytarsus Pe15

Stenotope Arten des Langwieder Sees

Ablabesmyia monilis
Ablabesmyia phatta
Zavreliomyia hirtimana
Corynoneura scutellata
Cricotopus albiforceps
Cricotopus fuscus
Cricotopus Pe2
Psectrocladius sordidellus
Chironomus pseudothummi
Nilothauma brayi
Parachironomus vitiosus
Paratanytarsus bituberculatus
Tanytarsus inaequalis
Tanytarsus lactescens
Tanytarsus signatus

Stenotope Arten des Brunnsees

Arctopelopia griseipennis
Corynoneura edwardsi
Cricotopus algarum
Parakiefferiella coronata
Endochironomus tendens
Lauterborniella agrayloides
Pagastiella orophila
Parachironomus parilis
Polypedilum bicrenatum
Cladotanytarsus pallidus
Tanytarsus gibbosiceps
Tanytarsus cf. occultus
Tanytarsus quadridentatus
Tanytarsus recurvatus

Stenotope Arten des Lustsees

Arctopelopia griseipennis
Corynoneura edwardsi
Cricotopus algarum
Parakiefferiella coronata
Einfeldia pagana
Parachironomus parilis
Parachironomus Pe2
Polypedilum bicrenatum
Tanytarsus gibbosiceps
Tanytarsus recurvatus

Stenotope Arten des Pelhamer Sees

Tanypus punctipennis
Tanypus vilipennis
Corynoneura gratias
Limnophyes punctipennis
Cryptochironomus psittacinus
Pseudochironomus prasinatus
Stempellina subglabripennis
Tanytarsus glabrescens

Stenotope Arten des Lerchenauer Sees

Macropelopia nebulosa
Orthocladius consobrinus
Microtendipes confinis
Parachironomus tenuicaudatus
Tanytarsus longitarsis
Tanytarsus pallidicornis

4.4 Diskussion

4.4.1 Profundalarten

Lediglich der Tegernsee weist einen relativ hohen Anteil an Profundalarten auf (s. Tab. 4.3 und 4.4). Mit einer Maximaltiefe von 72.6 m ist er der tiefste der untersuchten Seen (an zweiter Stelle folgt der Waginger See mit 27.0 m). Obwohl es sich beim Tegernsee um einen generell relativ klaren Alpensee handelt, befindet sich an der Probestelle TeO die Vegetationsgrenze bereits in 12 m Tiefe, am Fundort TeW eher noch oberhalb davon (MELZER & HÜNERFELD 1990). Hinsichtlich der Verbreitung der Makrophyten beginnt das Profundal demnach an der Probestelle TeW in maximal 100 m Abstand vom Ufer, an der Stelle TeO in einer Entfernung von ca. 230 m. So finden sich an der Probestelle TeW deutlich mehr Exuvien profundaler Arten als an der Stelle TeO mit der breiteren Uferbank. Über eine Strecke von 100 bis 250 m freier Wasserfläche können die Exuvien der Profundalarten anscheinend herangetrieben werden, vorausgesetzt, daß es sich bei den festgestellten vier Arten wirklich um reine Profundalbewohner handelt.

Lediglich am Weßlinger und am Brunnsee traten noch je eine Profundalart mit jeweils geringer Abundanz auf. Der Weßlinger See hat eine maximale Tiefe von 11.95 m, der Brunnsee reicht bis auf 18.60 m hinab. Nach MELZER et al. (1988) schwankt die Vegetationsgrenze am Weßlinger See im allgemeinen zwischen 2 und 3 m, wobei sich teilweise schon unterhalb 1.5 m Verödungstendenzen zeigen. An der Stelle WeN findet sich die 3 m-Tiefenlinie in ca.

20 m Entfernung vom Ufer, bei WeO in ca. 13 m. Die Brunnsee-Probestelle BrW weist, anschließend an eine Uferbank von wenigen Metern Breite, eine steilabfallende Uferbank bis zur größten Tiefe von 18.6 m auf (MELZER et al. 1987). Die Exuvien der Profundalarten müssen demnach nur wenige Meter verdriftet worden sein, um an die genannten Probestellen zu gelangen.

4.4.2 Fließwasserarten

Auch in Bezug auf das Auftreten reiner Fließwasserarten in den Driftfängen dominiert der Tegernsee sehr stark. In ca. 500 m Entfernung von der Probestelle TeW, an der fünf Fließwasserarten festgestellt wurden, mündet ein Bach sowie in der näheren Umgebung mehrere kleine quellgespeiste Hangbäche. Ungefähr 350 m vom Fundort TeO mündet der Grambach. An dieser Probestelle fanden sich 9 reine Fließwasserarten. Die Puppenexuvien müssen nicht notwendigerweise aus den genannten Bächen stammen. Die Brandungszone am Tegernseeufer ist infolge ziemlich hoher Wellen bei Wind recht gut durchmischt. Hier könnten vermutlich auch eingeschwemmte Larven reiner Fließwasserarten leben. Die Herkunft der Fließwasserarten aus der 1325 (TeW) bzw. 1825 m (TeO) entfernten Mangfall wird als relativ unwahrscheinlich erachtet.

Abgesehen vom Tegernsee wurde nur am Waginger See (WaK) noch eine "Fließwasser-Exuvie" gefunden, die vermutlich aus einem direkt an der Probestelle einmündenden Bach stammt.

4.4.3 Stenotope Arten

Geht man näher auf die Autökologie der für den Tegernsee als stenotop genannten Arten ein (s. Kap. 4.3.2 und Tab. 4.2, S.82 ff.), so fällt auf, daß es sich bei diesen "Tegernsee-Arten" hauptsächlich um kaltstenotherme (10 Arten, d.h. 27.8% der Tegernsee-Stenotopen) und montane/alpine/boreoalpine Arten (16 Species, 44.4%) handelt (vgl. Tab. 4.5). Die anderen untersuchten Seen weisen maximal 16 stenotope Arten (Weßlinger See), nicht mehr als eine kaltstenotherme und maximal 6 "Berg-Arten" (Brunnsee) auf.

Der hohe Anteil kaltstenothermer Arten am Tegernsee ist in dessen vergleichsweise niedrigen Wassertemperaturen begründet (Abb. 4.1). Während alle übrigen Seen einen ähnlichen Verlauf der Temperaturkurve zeigen, liegt die Kurve für den Tegernsee deutlich unter dem Niveau der anderen Seen, d.h. das Oberflächenwasser ist an den Probestellen TeW und TeO stets deutlich kälter als an den anderen Fundorten.

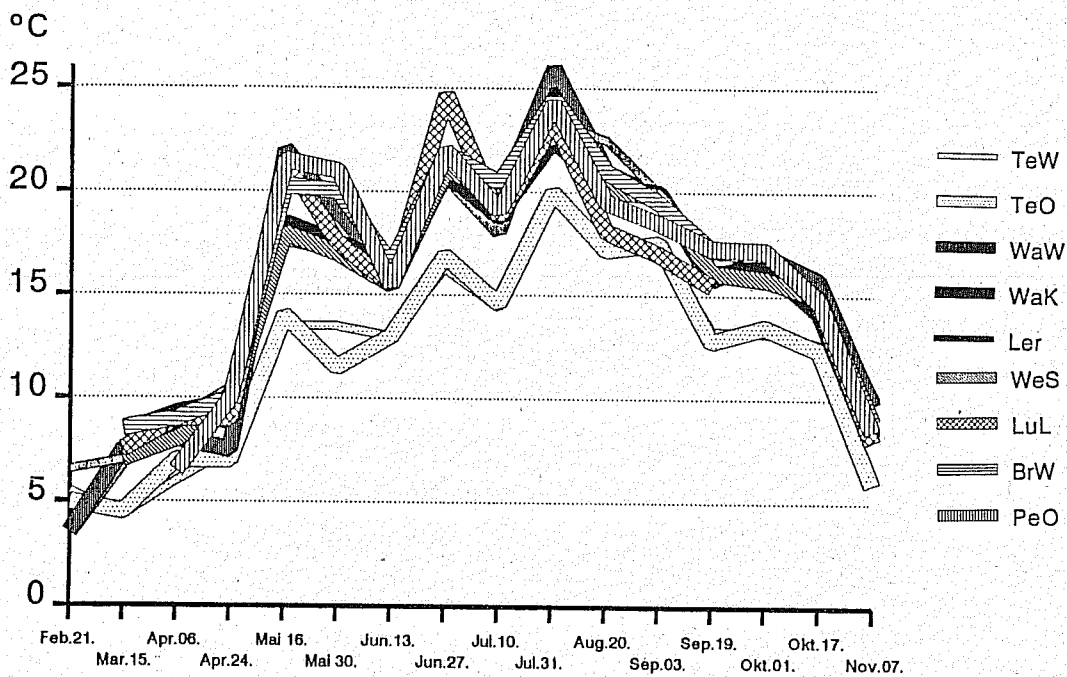


Abb. 4.1 Oberflächentemperaturen [°C] an den einzelnen Probestellen

Die Verteilung der montanen/alpinen/boreoalpinen Arten folgt in etwa der Höhenlage der Seen (s. Tab. 4.5: Mittlerer Wasserspiegel, MWsp.). Interessant ist weiterhin die Übereinstimmung der stenotopen Arten von Brunnsee und Lustsee, die sich auch schon in der Clusteranalyse (s. REIFF 1992) manifestierte: acht der 10 "typischen" Lustsee-Arten sind auch stenotop für den Brunnsee.

4.4.4 Phänologie ausgewählter Indikatorarten (vgl. auch REIFF 1992)

Arctopelopia griseipennis (v.d.W.)

A. griseipennis-Exuvien wurden 1988 und 1990 vereinzelt von Ende April bis Mitte September gesammelt (s. Abb. 4.2).

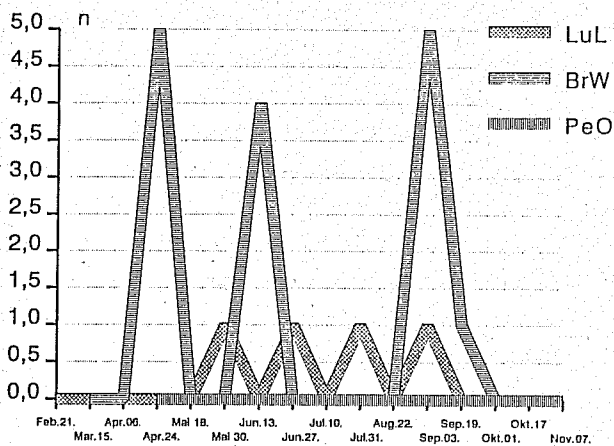


Abb. 4.2 Phänologie von *A. griseipennis* (1990)

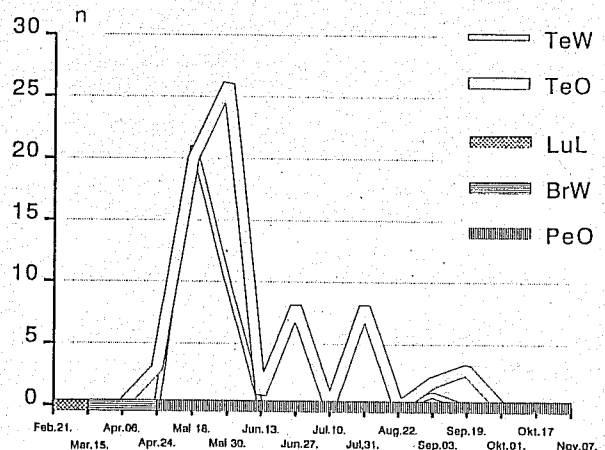


Abb. 4.3 Phänologie von *M. fehlmanni*

***Macropelopia fehlmanni* K.**

Am Bodensee wurden vereinzelte Puppenexuvien von *M. fehlmanni* kontinuierlich von Mitte April bis Mitte Oktober gesammelt. Für den Monat Juni deutete sich ein Schlüpfmaximum an (REISS 1968a,b). Auch am Tegernsee, wo die Art im Rahmen der vorliegenden Untersuchung ausschließlich gefunden wurde, schlüpfte sie 1990 sporadisch von Ende April bis Anfang Oktober mit einem Maximum Mitte/Ende Mai (s. Abb. 4.3).

***Procladius (Holotanypus) crassinervis* (ZETT.)**

CARTER (1976) fand die Art im Lough Neagh (British Isles) im tieferen Seebereich (unterhalb 6 m). Er vermutet, daß *P. crassinervis* sowohl einen ein- als auch einen zweijährigen Jahreszyklus hat. MUNDIE (1957) beobachtete zwei Schlüpfmaxima, im Juni und im späten August, und schloß daraus auf zwei Generationen pro Jahr. Auch die Exuvienfänge aus Tegernsee (s. Abb. 4.4) und Chiemsee (s. Abb. 4.5) deuten auf zwei Schlüpfmaxima hin: Im Chiemsee Ende April/Anfang Mai sowie Mitte Juli 1988 und am Tegernsee Ende April/Ende Mai und Ende Juli 1990. Die Emergenzpeaks Ende Juni 1988 an den meso- bis eutrophen Probestellen Lachsgang und Hirschauer Bucht (Chiemsee) sind jedoch nicht zu erklären.

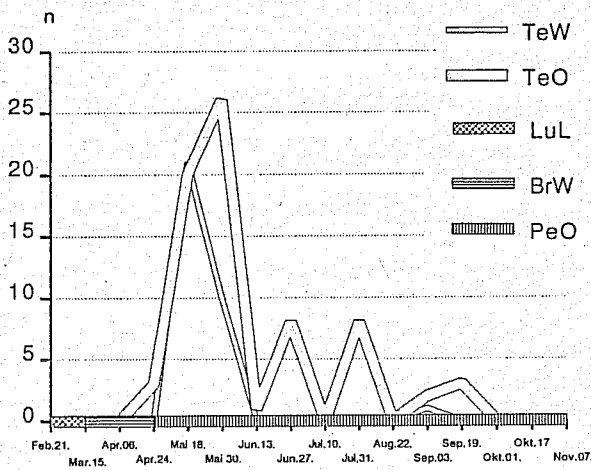


Abb. 4.4 Phänologie von *P. crassinervis* - Tegernsee - 1990

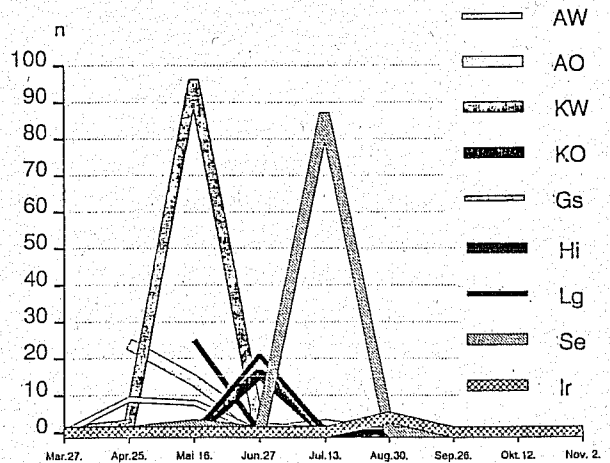


Abb. 4.5 Phänologie von *P. crassinervis* - Chiemsee - 1988

***Tanypus punctipennis* MG.**

Die Angabe von REISS (1968a,b) wonach die Art eine Sommerform ist, kann nach den Ergebnissen von 1990 bestätigt werden (s. Abb. 4.6)

***Tanypus vilipennis* (K.)**

Nach HUMPHRIES (1938) eine Sommerform, die von Anfang Juni bis Mitte August im Großen Plöner See als Puppenexuvie häufig angetroffen wurde. Die zitierte Phänologie stimmt gut mit den eigenen Beobachtungen aus dem Jahr 1990 überein (s. Abb. 4.7).

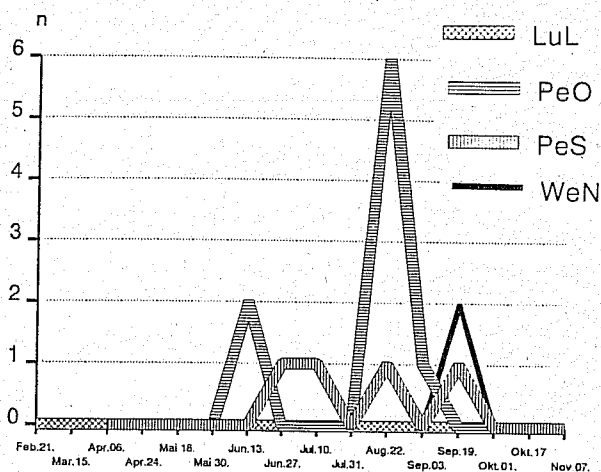


Abb. 4.6 Phänologie von *T. punctipennis*

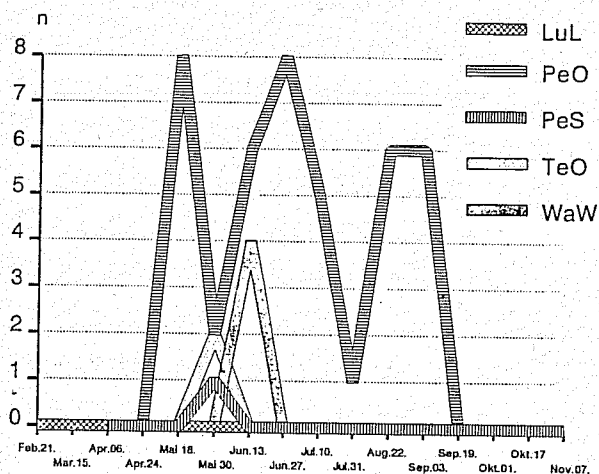


Abb. 4.7 Phänologie von *T. vilipennis*

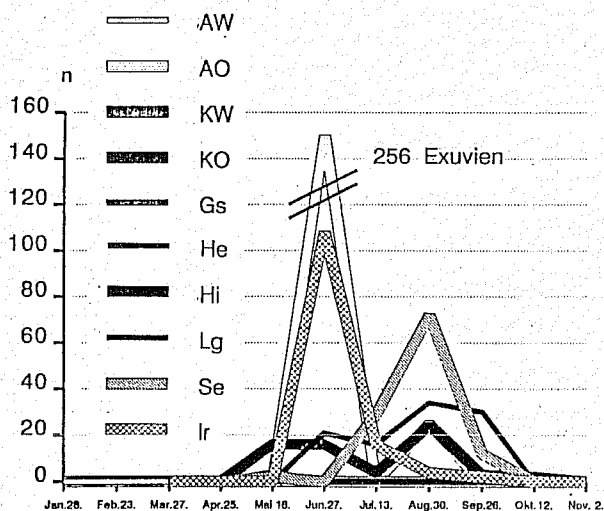


Abb. 4.8 Phänologie von *C. intersectus* - 1988

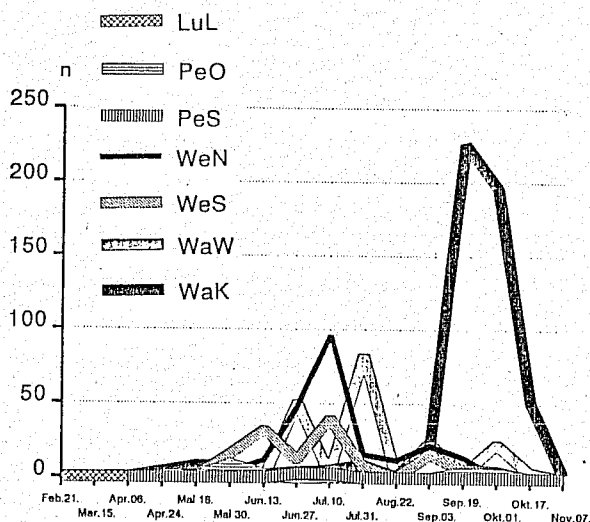


Abb. 4.9 Phänologie von *C. intersectus* - 1990

***Cricotopus (Isocladius) intersectus* (STAEG.)**

Über die Anzahl der Generationen pro Jahr herrscht noch Unklarheit. MUNDIE (1957; sub *dizonias*) nimmt an, daß diese Art im Kempton Park East Reservoir in England drei Generationen jährlich hat. REISS (1968a,b) vermutet, daß schon das Frühjahrsmaximum mehrere Generationen besitzt und gibt als Hauptflugzeiten Mai bis Juni und September bis Anfang November an. Die eigenen Emergenzkurven unterstützen diese Beobachtung (s. Abb. 4.8 und 4.9).

***Dicrotendipes (Limnochironomus) nervosus* (STAEG.)**

Die polyvoltine Species hat nach MUNDIE (1957) Schlüpfmaxima im Juni, Anfang August und Anfang September, am Bodensee ist sie vor allem im Juni zahlreich (REISS 1968). Die eigenen Funde 1990 bestätigen ebenfalls ein dreigipfliges Erscheinungsbild (s. Abb. 4.10).

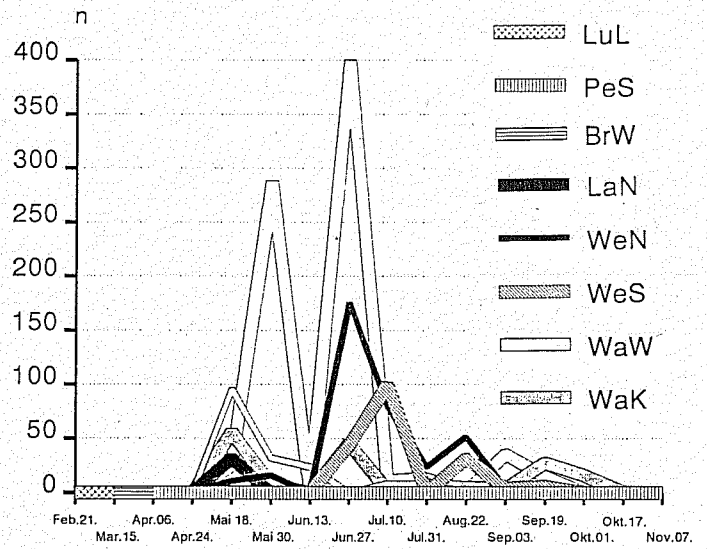


Abb. 4.10 Phänologie von *D. nervosus*

***Polypedilum (Tripodura) pullum* (ZETT.)**

Polypedilum pullum trat am Chiemsee an den Stellen Gstadt und Kailbach Ost 1987 und 1988 nur Mitte Juli auf (14.7.87 bzw. 13.7.88). Am Tegernsee (1990) schlüpfen die Imagines von Mitte Juni (Tegernsee West) bis Ende August mit Maximum Mitte/Ende Juli. Im Brunensee (1990) fand sich nur eine Exuvie Anfang September (s. Abb. 4.11). LEHMANN (1971) gibt für den Fluß Fulda als Flugzeit Juli bis August/September, REISS (1968a,b) für den Bodensee Mitte Juli bis Anfang September an. Es handelt sich demnach eindeutig um eine Sommerform.

***Polypedilum (s.str.) nubeculosum* (MG.)**

Die polyvoltine Art hatte am Bodensee 3 Generationen pro Jahr: die erste in der zweiten Maihälfte, die zweite Mitte Juli bis Anfang August, die dritte im September (REISS, 1968a,b). Die Phänologie an den 1990 untersuchten Seen zeigte ebenfalls meist drei Emergenzmaxima, die in ähnliche Zeiträume fallen (s. Abb. 4.12).

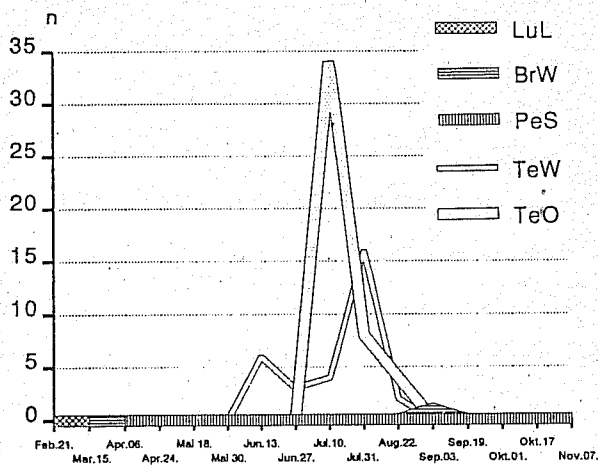


Abb. 4.11 Phänologie von *P. pullum*

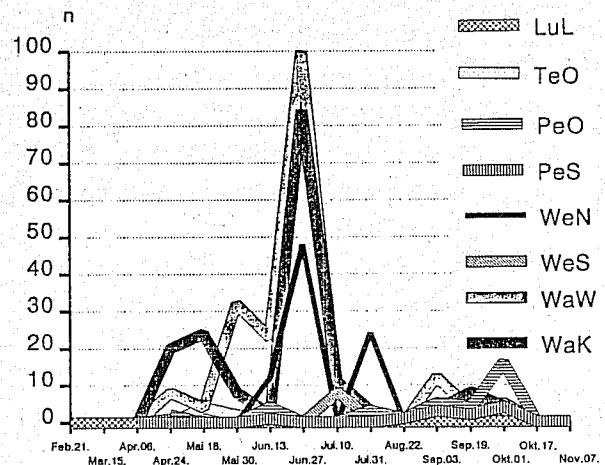


Abb. 4.12 Phänologie von *P. nubeculosum*

Tab. 4.1 Artenliste der 1990 beprobten acht oberbayerischen Seen, mit Angabe der Individuenzahlen

	Probestellen												
	TeW	TeO	WaW	WaK	Ler	LaS	LaN	WeN	WeS	LuL	BrW	PeO	PeS
<i>Ablabesmyia longistyla</i>	3	.	64	39	1344	45	1075	147	124	17	36	4	4
<i>Ablabesmyia monilis</i>	18	35	72	123	389	220	1478	52	19	5	.	.	5
<i>Ablabesmyia phatta</i>	.	.	.	.	.	130	16	.	.	.	.	.	.
<i>Apsectrotanypus trifascipennis</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1
<i>Arctopelopia griseipennis</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	4	15	.	.
<i>Clinotanypus nervosus</i>	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.
<i>Conchapelopia aagardi MURRAY</i>	8	45	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Conchapelopia pallidula</i>	.	10	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Krenopelopia nigropunctata</i>	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Macropelopia fehlmanni</i>	32	71	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Macropelopia nebulosa</i>	.	.	.	4	4	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Paramerina cingulata</i>	.	.	.	.	.	.	.	24	.	.	5	.	1
<i>Procladius choreus</i>	34	27	39	80	302	456	365	103	572	102	426	13	2
<i>Procladius crassinervis</i>	541	43	.	.	.	.	.	.	.	.	7	.	.
<i>Procladius lugens</i>	.	.	11	489	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Procladius rufovittatus</i>	.	.	390	261	8	.	.	.	.	8	.	69	10
<i>Procladius sagittalis</i>	3	3	3	442	48	.	1	185	22	1	.	72	.
<i>Procladius signatus</i>	19	12	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Procladius Pe1</i>	69	54	.	52	8	.	8	.	.	.	.	.	.
<i>Procladius Pe4a</i>	.	.	.	74	.	.	.	8	.	.	.	4	.
<i>Schineriella schineri</i>	.	.	.	.	.	.	.	38	.	.	.	.	.
<i>Tanypus punctipennis</i>	.	.	.	.	.	.	.	2	.	.	.	9	4
<i>Tanypus vilipennis</i>	.	2	4	.	.	.	.	.	.	.	.	42	1
<i>Thienemannimyia carnea</i>	11	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Thienemannimyia geijskesi</i>	11	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Thienemannimyia pseudocarnea</i>	123	49	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Trissopelopia longimanus</i>	.	.	.	4	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Zavrelimyia hirtimana</i>	.	.	.	.	.	194	363	.	.	.	.	.	.
<i>Diamesa insignipes</i>	.	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Diamesa tonsa</i>	.	19	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Potthastia longimanus</i>	4	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Pseudodiamesa branickii</i>	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Prodiamesa olivacea</i>	12	15	3	12	16	1	.	1	.	.	.	.	4
<i>Acricotopus lucens</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	4	.
<i>Brillia modesta</i>	.	4	.	7	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Bryophaenocladus muscicola</i>	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Bryophaenocladus nidorum</i>	.	4	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Bryophaenocladus furcatus</i>	.	4	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Bryophaenocladus sp.</i>	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.
<i>Chaetocladus melaleucus</i>	.	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Chaetocladus perennis</i>	.	1	.	9	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Corynoneura edwardsi</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	8	.	.
<i>Corynoneura gratias</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	4	13
<i>Corynoneura scutellata</i>	83	125	10	183	780	2113	3277	1211	704	91	19	3	3
<i>Cricotopus albiforceps</i>	28	47	32	.	12	266	1666	4	.	1	.	.	1
<i>Cricotopus algarum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	11	.	.

Tab. 4.1 Fortsetzung

	TeW	TeO	WaW	WaK	Ler	LaS	LaN	WeN	WeS	LuL	BrW	PeO	PeS
<i>Cricotopus annulator</i>	27	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Cricotopus bicinctus</i>	4	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2
<i>Cricotopus curtus</i>	244	10	.	8	.	.	.	.	.	.	.	2	1
<i>Cricotopus cylindraceus</i>	586	223	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Cricotopus festivellus</i>	.	.	95	94	.	2	.	36	.	.	.	.	.
<i>Cricotopus fuscus</i>	.	.	.	.	.	6	374	.	.	.	3	1	4
<i>Cricotopus intersectus</i>	.	.	195	535	.	.	.	226	137	.	.	23	6
<i>Cricotopus reversus</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.
<i>Cricotopus speciosus</i>	.	.	.	.	32	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Cricotopus sylvestris</i>	.	.	13	18	.	.	.	45	34	1	11	.	11
<i>Cricotopus tibialis</i>	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Cricotopus tremulus</i>	.	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Cricotopus trifasciatus</i>	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Cricotopus Pe2</i>	.	.	.	.	.	10	15	.	.	.	.	.	.
<i>Diplocladius cultriger</i>	.	.	.	19	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Epoicocladius flavens</i>	3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Eukiefferiella coeruleascens</i>	70	26	.	.	.	.	.	.	2	.	.	.	.
<i>Eukiefferiella cf. minor</i>	.	3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Eukiefferiella tirolensis</i>	.	4	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Heleniella serratosioi</i>	.	12	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Heterotrissocladius marcidus</i>	2052	977	1	2	.	.	.	.	.	1	.	.	.
<i>Limnophyes edwardsi</i>	35	17	2	1	.	.	4	8	8	2	.	.	.
<i>Limnophyes ninae</i>	.	4	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Limnophyes pumilio</i>	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Limnophyes punctipennis</i>	4	.	.	8	.	.	.	.	.	3	4	32	9
<i>Metriocnemus obscuripes</i>	.	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Nanocladius balticus</i>	.	2	3	.	13	4	.	21	4	11	42	11	.
<i>Nanocladius bicolor</i>	.	.	1	.	.	1	.	786	227	.	4	.	.
<i>Orthocladius consobrinus</i>	.	.	.	.	5	1	.	.	.	.	.	.	.
<i>Orthocladius dentifer</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.
<i>Orthocladius frigidus</i>	1	21	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Orthocladius glabripennis</i>	.	3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Orthocladius holsatus</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.
<i>Orthocladius cf. majus</i>	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Orthocladius oblidens</i>	204	340	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	5
<i>Orthocladius obumbratus</i>	28	26	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Orthocladius rivicola</i>	.	4	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Orthocladius rivulorum</i>	1	11	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Orthocladius rubicundus</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	.
<i>Orthocladius wetterensis</i>	.	3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Paracladius conversus</i>	572	567	.	.	121	.	4	.	.	.	.	.	.
<i>Paracricotopus niger</i>	.	8	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Parakiefferiella bathophila</i>	.	11	1780	998	248	845	5664	119	137	7	.	84	28
<i>Parakiefferiella coronata</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	747	5868	.	.
<i>Parakiefferiella smolandica</i>	30	218	4	1	.	.	.	.	.	.	1367	.	4
<i>Parakiefferiella Pe1</i>	39	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Paralimnophyes hydrophilus</i>	2	4	.	9	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Parametriocnemus boreoalpinus</i>	.	4	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Paraphaenocladius penerasus</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	3	.	.	.	.
<i>Paratrichocladius skirwithensis</i>	.	8	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Paratrissocladius excerptus</i>	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Psectrocladius barbatipes</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	142	.	.	.
<i>Psectrocladius cf. brehmi</i>	.	.	.	4	.	.	51	308	376	1	.	.	1

Tab. 4.1 Fortsetzung

	TeW	TeO	WaW	WaK	Ler	LaS	LaN	WeN	WeS	LuL	BrW	PeO	PeS
<i>Psectrocladius octomaculatus</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	7	.	.	.
<i>Psectrocladius oligosetus</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	30	.	.	.
<i>Psectrocladius oxyura</i>	.	3	543	153	4	98	835	.	.	.	.	2	.
<i>Psectrocladius psilopterus</i>	30	17	.	.	.	.	21	1	.	3	.	15	3
<i>Psectrocladius sordidellus</i>	16	.	34	116	207	236	730	413	88	.	1	2	.
<i>Pseudorthocladus filiformis</i>	1	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.
<i>Pseudosmittia recta</i>	3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1
<i>Pseudosmittia ruttneri</i>	32	4	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Rheocricotopus effusus</i>	1	8	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Rheocricotopus fuscipes</i>	.	.	.	21	.	.	.	.	.	.	.	6	.
<i>Rheorthocladus sp. A THIEN.</i>	.	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Smittia sp.</i>	.	.	.	8	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Synorthocladus semivirens</i>	38	36	2	.	.	.	.	.	1	.	.	2	.
<i>Thienemanniella Pe2b</i>	.	4	.	6	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Tvetenia bavarica</i>	.	3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Tvetenia calvescens</i>	1	4	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Chironomus annularius</i>	.	.	.	.	12	.	.	13	3	.	.	.	.
<i>Chironomus cf. anthracinus</i>	8	21	15	.	.	.	.	4	1	.	.	.	.
<i>Chironomus cingulatus</i>	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Chironomus lacunarius</i>	.	.	2	3	.	.	.	186	68	.	.	.	.
<i>Chironomus cf. luridus</i>	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Chironomus nuditarsis</i>	.	.	.	4	64	.	4	17	4	.	.	8	1
<i>Chironomus plumosus-gr.</i>	.	2	616	625	92	.	.	.	.	.	.	4	1
<i>Chironomus pseudothummi</i>	.	.	.	.	.	97	421	32	.	.	.	.	.
<i>Chironomus tentans</i>	.	.	.	.	.	.	.	2	.	.	.	.	.
<i>Chironomus Pe4</i>	1	42	20	158	4	.	.	37	.	.	13	.	.
<i>Chironomus Pe7a</i>	.	.	.	4	.	.	.	.	.	.	.	2	.
<i>Chironomus Pe18</i>	.	.	102	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Cladopelma lateralis</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	14	.	.	.
<i>Cladopelma virescens</i>	.	12	58	4	1696	.	.	.	.	.	.	33	12
<i>Cladopelma viridula</i>	.	4	.	4	2123	40	1121	143	21	2	10	170	26
<i>Cryptochironomus psittacinus</i>	.	4	1	.	.	.	.	.	.	.	.	4	3
<i>Cryptochironomus redekei</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	7	.
<i>Cryptochironomus supplicans</i>	4	27	178	122	504	.	.	.	.	.	11	32	.
<i>Cryptochironomus Pe1</i>	8	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Cryptotendipes holsatus</i>	.	.	.	.	752	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Demicryptochironomus vulneratus</i>	15	8	.	.	.	.	.	.	.	1	7	5	.
<i>Dicrotendipes lobiger</i>	.	.	.	.	42	.	194	.	11	9	.	1	.
<i>Dicrotendipes modestus</i>	.	.	466	1	548	24	213	.	.	49	.	158	8
<i>Dicrotendipes nervosus</i>	.	2	1056	173	172	.	32	369	187	.	.	.	.
<i>Dicrotendipes notatus</i>	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Einfeldia dissidens</i>	.	.	.	.	.	.	.	352	24	.	.	.	.
<i>Einfeldia pagana</i>	.	.	.	.	.	.	16	.	.	3	.	.	.
<i>Endochironomus albipennis</i>	.	1	466	389	93	.	.	474	29	.	1	37	9
<i>Endochironomus tendens</i>	.	.	.	.	.	.	.	16	.	.	7	.	.
<i>Glyptotendipes gripekoveni</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	5	.
<i>Glyptotendipes pallens</i>	.	.	47	24	.	.	.	466	148	.	.	4	2
<i>Glyptotendipes paripes</i>	.	.	35	13	.	.	.	187	92	.	.	1	6
<i>Harnischia curtilamellata</i>	3	10	1	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Kiefferulus tendipediformis</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.
<i>Lauterborniella agrayloides</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	24	81	14	9
<i>Microchironomus tener</i>	.	.	.	.	2058	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Microtendipes britteni</i>	80	41	1	4	12	.	.	.	.	.	.	.	.

Tab. 4.1 Fortsetzung

	TeW	TeO	WaW	Wak	Ler	LaS	LaN	WeN	WeS	LuL	BrW	PeO	PeS
<i>Microtendipes chloris</i>	375	282	337	793	324	7	67	183	27	8	6	34	12
<i>Microtendipes confinis</i>	48	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Nilothauma brayi</i>	.	.	.	.	.	8	53	.	.	.	.	.	.
<i>Pagastiella orophila</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	1	384	413	.	.
<i>Parachironomus arcuatus</i>	19	4	66	31	536	.	.	52	33	.	.	1	.
<i>Parachironomus biannulatus</i>	.	.	6	.	.	.	.	.	.	.	.	2	.
<i>Parachironomus frequens</i>	.	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Parachironomus parilis</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	4	3	.	.
<i>Parachironomus tenuicaudatus</i>	.	6	.	.	32	.	.	.	.	.	.	2	.
<i>Parachironomus vitiosus</i>	.	.	.	2	8	1	24	.	.	.	.	.	.
<i>Parachironomus</i> Pe2	.	.	.	.	.	.	.	.	5	1	.	.	.
<i>Parachironomus</i> Pe2a	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	8	.	.
<i>Parachironomus</i> Pe3	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.
<i>Parachironomus</i> Pe4	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.
<i>Parachironomus</i> sp.Pe (LANGTON)	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Paracladopelma camptolabis</i>	81	73	1	.	.	.	15	8	1	.	17	12	4
<i>Paracladopelma laminata</i>	27	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Paracladopelma nigrifula</i>	118	449	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Paratendipes albimanus</i>	9	31	5	.	.	2	.	.	.	.	7	33	6
<i>Phaenopsectra</i> Pe1	2	1	61	55	.	.	.	.	4	.	.	.	1
<i>Polypedilum bicrenatum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	26	15	.	.
<i>Polypedilum convictum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	4	.	.
<i>Polypedilum nubeculosum</i>	.	6	2090	168	.	.	2	85	18	.	.	35	11
<i>Polypedilum pullum</i>	31	46	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.
<i>Polypedilum sordens</i>	.	.	4	6	.	.	.	3188	1351	3	2	1	.
<i>Polypedilum</i> Pe8	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.
<i>Polypedilum</i> cf. Pe9	.	.	.	.	.	.	.	.	.	12	.	.	.
<i>Polypedilum</i> Pe11	.	.	.	.	.	.	.	.	.	6	.	.	.
<i>Pseudochironomus prasinatus</i>	.	4	70	.	.	.	.	.	.	5	1	72	6
<i>Sergentia coracina</i> (ZETT.)	657	96	.	.	.	.	.	.	.	72	.	.	.
<i>Stenochironomus gibbus</i>	.	.	.	.	.	.	.	4	16	.	.	.	1
<i>Stictochironomus maculipennis</i>	.	.	3	3	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Stictochironomus pictulus</i>	52	17	32	9	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Tribelos intextus</i>	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Zavreliella marmorata</i>	.	.	.	.	.	.	.	8	12	.	.	.	.
<i>Cladotanytarsus atridorsum</i>	27	93	7098	909	1047	.	.	37	3	74	40	1142	304
<i>Cladotanytarsus iucundus</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	4	.	.	.
<i>Cladotanytarsus lepidocalcar</i>	11	6	2533	1157	64	.	.	115	22	.	.	147	12
<i>Cladotanytarsus mancus</i>	373	470	1796	448	356	.	.	66	25	3	11	175	9
<i>Cladotanytarsus nigrovittatus</i>	16	172	12	30	504	6	.	.	2	32	4	450	51
<i>Cladotanytarsus pallidus</i>	.	.	.	.	8	.	.	.	.	1	15	.	.
<i>Micropsectra atrofasciata</i>	.	10	3	22	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Micropsectra bidentata</i>	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Micropsectra</i> cf. <i>contracta</i>	834	1250	1	.	.	.	.	.	.	1	.	.	2
<i>Micropsectra radialis</i>	.	22	1	.	20	.	16	11	11	.	.	.	.
<i>Micropsectra</i> Pe1	91	54	32	29	.	.	.	1	.	.	.	18	1
<i>Neozavreliella longappendiculata</i>	.	4	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.
<i>Neozavreliella</i> Pe1	69	2	.	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Paratanytarsus bituberculatus</i>	1	4	19	42	820	575	5206	.	.	.	44	13	.
<i>Paratanytarsus dimorphis</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.
<i>Paratanytarsus inopertus</i>	1	1	517	279	504	.	.	386	218	.	.	.	.
<i>Paratanytarsus laetipes</i>	.	.	.	.	8	.	.	141	275	.	4	.	.
<i>Paratanytarsus penicillatus</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	29	.	.	.

Tab. 4.1 Fortsetzung

	TeW	TeO	WaW	Wak	Ler	LaS	LaN	WeN	WeS	LuL	BrW	PeO	PeS
Paratanytarsus tenellulus	.	.	.	.	.	.	.	.	8	.	.	.	.
Paratanytarsus tenuis	.	.	14	22	821	32	429	4	8	51	23	233	21
Rheotanytarsus nigricauda	.	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Stempellina bausei	218	245	10	.	.	.	.	.	6	48	894	1	.
Stempellina subglabripennis	.	.	.	.	.	.	.	16	.	.	.	519	36
Stempellinella minor	75	323	200	284	10	32	16	7	20	4	79	1228	159
Tanytarsus aberrans	8	14	.	.	23246	9	40	146	122	.	.	.	.
Tanytarsus bathophilus	371	122	2	12	2984	8	409	43	91	34	105	4	1
Tanytarsus brundini	336	335	51	.	40	9	180	21	5	9	.	1	.
Tanytarsus chinyensis	557	25	284	46	17521	1304	283	54	348	14	26	751	234
Tanytarsus debilis	.	.	6	.	20564	.	.	9	.	45	.	16	2
Tanytarsus ejuncidus	15	4	3	.	.	2	.	20	4	3	.	.	1
Tanytarsus gibbosiceps	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	5	.	.
Tanytarsus glabrescens	.	.	.	.	.	.	320	.	.	.	.	61	9
Tanytarsus inaequalis	.	.	.	.	.	1	59	.	.	37	.	.	.
Tanytarsus lactescens	.	.	112	1	94	4179	5771	16	4	8	.	9	14
Tanytarsus longitarsis	26	.	.	.	66576	.	.	.	.	.	.	.	.
Tanytarsus lugens	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3	.	.	.
Tanytarsus medius	11	.	23	5	2699	.	32	754	195	.	.	4	1
Tanytarsus mendax	.	.	3	8	7897	19	164	235	179	34	43	285	53
Tanytarsus nemorosus	.	1	2	25	224	.	16	2	4	20	7	13	11
Tanytarsus niger	.	.	27	15	76	4	1	1	.	4	418	2	.
Tanytarsus norvegicus	11	20	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Tanytarsus cf. occultus	.	.	.	.	.	.	.	.	4	.	4	.	.
Tanytarsus pallidicornis	.	.	3	.	62	.	.	.	.	.	.	.	.
Tanytarsus palmeni	.	.	3	32	224	.	16	4	.	.	.	24	3
Tanytarsus cf. pseudolestagei	.	.	2	.	.	.	.	460	140	4	.	.	.
Tanytarsus quadridentatus	.	.	.	.	.	.	.	.	.	74	399	1	.
Tanytarsus recurvatus	.	.	.	.	.	.	.	.	.	445	280	.	.
Tanytarsus signatus	.	.	.	.	2481	1094	7977	24	159	6	256	1	5
Tanytarsus smolandicus	13	91	37	24	654	.	9	723	337	37	60	35	2
Tanytarsus striatulus	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.
Tanytarsus sylvaticus	.	2	364	128	210	1	73	17	77	.	48	.	.
Tanytarsus usmaensis	.	.	.	.	.	.	4	1	25	.	.	.	1
Tanytarsus verralli	.	.	966	21	2	.	24	.	12	.	.	50	12
Tanytarsus Pe15	.	.	.	.	.	.	.	252	70	.	.	.	.
Tanytarsus Pe21	.	.	.	.	512	.	.	.	.	.	.	.	.
Virgatanytarsus Pe1	183	30	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.

Tab. 4.2 Kommentierte Artenliste der 1987-1990 in neun oberbayerischen Seen nachgewiesenen Chironomidenexuvien

1. Spalte: Still- (S), Fließwasser- (F) und terrestrische (T) sowie eurytope (E) Arten,
2. Spalte: Litoral- (L) und Profundalarten (P),
3. Spalte: Trophieindikation: eutraphente (E), mesotraphente (M) und oligotraphente (O) bzw. indifferente (I) Arten,
4. Spalte: Temperaturpräferenz: kaltstenotherme (k), "mesostenotherme" (m), warmstenotherme (w) und eurytherme (e) Arten,
5. Spalte: Verbreitung alpine, boreoalpine bzw. montane (A) bzw. eurytope (E) Arten

x: keine Literaturangabe
 *: vermutlich neu für Bayern (31 der insgesamt 287 Arten)
 ?: Einstufung unklar
 /: alternatives Vorkommen
 (): geringer ausgeprägte Präferenz

S/F	L	x	e	A	Ablabesmyia longistyla FITTK.
S(F)	L(P)	I	e	E	Ablabesmyia monilis (L.)
S(F)	L	O	(e)	E	Ablabesmyia phatta (EGG.)
(S)F	L	x	(k)	E	Apsectrotanypus trifascipennis (ZETT.)
S	L	O	k	A	Arctopelopia griseipennis (v.d.W.)
S/F	x	E	e	x	Clinotanypus nervosus (MG.)
S/F	x	x	x	x	Conchapelopia aagardi MURRAY
(S)F	L	x	(k)	E	Conchapelopia pallidula (MG.)
x	x	x	x	x	Conchapelopia viator KIEFF.
(T)				x	Krenopelopia nigropunctata (STAEG.)
S	P	O	k	A	Macropelopia fehlmanni (K.)
(S)F	L(P)	E	(k)	(A)	Macropelopia nebulosa (MG.)
S(F)	L	x	e	(A)	Paramerina cingulata (WALK.)
E	x	I	x	E	Procladius choreus (MG.)
S	P	O	x	x	Procladius crassinervis (ZETT.)
S	L	E	x	x	Procladius lugens (K.)
S(F)	x	E	x	x	Procladius rufovittatus (LANGTON)
S	L	E	x	(E)	Procladius sagittalis (K.)
S	P	x	x	x	Procladius signatus ZETT.
S	x	x	x	A	Procladius Pe1 (LANGTON)
S	L	x	x	x	Procladius Pe4a (LANGTON)
S	L	E?	x	x	Schineriella schineri (STROBL)
S(F)	L	E	e	A	Tanypus punctipennis (MG.)
S(F)	L?	E	x	x	Tanypus vilipennis (K.)
(S)F	L	O	(k)	A	Thienemannimyia carnea (FABR.)
F			k	(A)	Thienemannimyia geijskesi (G.)
S/F	x	x	k	A?	Thienemannimyia pseudocarnea MURRAY

Tab. 4.2 Fortsetzung

S/F	x	x	x	A	<i>Trissopelopia longimanus</i> (STAEG.)
S	L	x	x	x	<i>Zavreliomyia hirtimana</i> (K.)
(S)F		x	k	A	<i>Diamesa insignipes</i> K.
(S)F		x	(k)	A	<i>Diamesa tonsa</i> PAG.
(S)F	L	x	e	(A)	<i>Potthastia longimanus</i> K.
S	L/P	0	k	A	<i>Protanypus morio</i> (ZETT.)
(S)F	x	x	k	A	<i>Pseudodiamesa branickii</i> (NOW.)
F			k	A	<i>Pseudokiefferiella cf. parva</i> (EDW.)
(S)F	L	M	k	E	<i>Odontomesa fulva</i> (K.)
S/F	x	x	x	x	<i>Prodiamesa Pe1</i> (LANGTON)
S/F	L/P	X	e	E	<i>Prodiamesa olivacea</i> (MG.)
S	L	x	e	E	<i>Acricotopus lucens</i> (ZETT.)
(S)F	L	x	x	E	<i>Brillia flavifrons</i> JOH. (syn. <i>longifurca</i> K.)
(S)F	x	x	(k)	x	<i>Brillia modesta</i> (MG.)
* T					<i>Bryophaenocladus muscicola</i> (K.)
* T					<i>Bryophaenocladus nidorum</i> (EDW.)
(T)F			x	x	<i>Bryophaenocladus subvernalis</i> (EDW.)
* T					<i>Bryophaenocladus furcatus</i> (K.) (syn. <i>virgo</i> TH.)
					<i>Bryophaenocladus</i> sp.
* S/F	x	x	x	A	<i>Chaetocladus melaleucus</i> (MG.)
S/F	x	x	x	x	<i>Chaetocladus perennis</i> (MG.)
S/F	x	e	x	x	<i>Corynoneura edwardsi</i> BR.
S/F	x	x	x	x	<i>Corynoneura gratias</i> SCHLEE
S/F	x	x	x	x	<i>Corynoneura lobata</i> EDW.
S	L	x	x	x	<i>Corynoneura scutellata</i> WINN.
S(F)	L	x	x	x	<i>Cricotopus albiforceps</i> (K.)
S	L	0?	x	x	<i>Cricotopus algarum</i> (K.)
(S)F	x	E?	e	x	<i>Cricotopus annulator</i> G.
(S)F	L	M/E	e	E	<i>Cricotopus bicinctus</i> (MG.)
(S)F	x	E?	x	x	<i>Cricotopus curtus</i> HIRV.
S(F)	x	x	x	x	<i>Cricotopus cylindraceus</i> (K.)
S(F)	L	x	x	x	<i>Cricotopus festivellus</i> (K.)
S(F)	L	x	e	E	<i>Cricotopus fuscus</i> (K.)
S(F)	L	E	x	x	<i>Cricotopus intersectus</i> (STAEG.)
S/F	x	x	x	A	<i>Cricotopus pallidipes</i> EDW.
* S	L	x	x	x	<i>Cricotopus reversus</i> HIRV.
(S)F	x	x	x	x	<i>Cricotopus speciosus</i> G.
S/F	L	M/E	m	A	<i>Cricotopus sylvestris</i> (FABR.)
S/F	L	x	x	x	<i>Cricotopus tibialis</i> (MG.)
(S)F	x	x	k?	A	<i>Cricotopus tremulus</i> (L.)
(S)F	x	x	x	x	<i>Cricotopus trifascia</i> EDW.

Tab. 4.2 Fortsetzung

S/F	x	x	x	x	Cricotopus trifasciatus (PANZER)
S/F	x	x	x	x	Cricotopus Pe2 (LANGTON)
S	x	x	x	x	Cricotopus (?Isocladius) Pe (LANGTON)
S/F	x	x	x	x	Diplocladius cultriger K.
(S)F	x	M	k	x	Epoicocladius flavens (MALL.)
(S)F	L	x	e	E	Eukiefferiella claripennis (LUNDB.)
(S)F	L	O/M	k	A	Eukiefferiella coeruleascens (K.)
(S)F	x	x	k?	A	Eukiefferiella devonica EDW.
(S)F	x	x	x	x	Eukiefferiella gracei (EDW.) (syn. potthasti (LEHM.))
F		x	k?	x	Eukiefferiella ilkleyensis (EDW.)
F		x	x	A	Eukiefferiella lobifera G.
(S)F	x	x	x	A	Eukiefferiella cf. minor EDW.
(S)F	x	x	x	A	Eukiefferiella tirolensis G.
* S?	x	x	x	A?	Euryhopsis Pe2a (LANGTON)
F		x	k	A	Heleniella 'serratosioi RINGE
S(F)	L(P)	O	(k)	A	Heterotrissocladus marcidus (WALK.)
(T)				x	Limnophyes edwardsi SAETH.
* S/F	x	x	x	x	Limnophyes ninae SAETH.
S	x	x	x	x	Limnophyes pumilio (HOLMGR.)
* S?	x	x	x	x	Limnophyes punctipennis (G.)
(T)			x	x	Metriocnemus obscuripes (HOLMGR.)
S(F)	L	I	x	A	Nanocladius balticus PAL.
S(F)	L/P	I	x	A	Nanocladius bicolor (ZETT.)
F			x	x	Orthocladius ashei SOPONIS
S	L	X	x	A	Orthocladius consobrinus (HOLMGR.)
S/F	x	x	x	A	Orthocladius dentifer BR.
(S)F	P?	O?	k	A	Orthocladius frigidus (ZETT.)
(S)F	x	x	x	A?	Orthocladius fuscimanus K.
S/F	x	x	x	x	Orthocladius glabripennis G.
S/F	x	x	x	x	Orthocladius holsatus G.
S/F	x	x	x	x	Orthocladius cf. majus G.
S(F)	L	x	x	x	Orthocladius oblidens (WALK.)
S/F	x	x	x	x	Orthocladius obumbratus (JOH.)
F			e	x	Orthocladius rivicola K.
S/F	x	x	x	x	Orthocladius rivinus K.
F			k?	(A)	Orthocladius rivulorum (K.)
S/F	x	x	x	x	Orthocladius rubicundus (MG.)
S/F	x	x	x	x	Orthocladius wetterensis BR.
S/F	L	x	x	x	Paracladius conversus (WALK.)
F			x	x	Paracricotopus niger (K.)

Tab. 4.2 Fortsetzung

S(F)	L(P)	I(E)	x	x	Parakiefferiella bathophila (K.)
S	L	O	x	A	Parakiefferiella coronata (EDW.)
S	x	x	x	x	Parakiefferiella scandica BR.
S	x	O/M	x	x	Parakiefferiella smolandica (BR.)
S/F	x	x	x	x	Parakiefferiella Pe1 (LANGTON)
S	(L)	x	x	x	Paralimnophyes hydrophilus (G.)
* F			x	A	Parametricnemus boreoalpinus GOWIN
(T)			x	x	Paraphaenocladus impensus (WALK.)
* (T)			x	x	Paraphaenocladus penerasus (EDW.)
S/F	x	x	k	A	Paratrichocladius skirwithensis (EDW.)
F			x	x	Paratrissocladius excerptus (WALK.)
S	x	x	x	x	Psectrocladius barbatipes K.
S	L	x	x	A	Psectrocladius barbimanus EDW.
S	L	E?	x	x	Psectrocladius cf. brehmi K.
S/F	x	M/E	x	x	Psectrocladius obivius (WALK.)
S	(L)	x	k?	A	Psectrocladius octomaculatus WÜLK.
S	L	x	x	A	Psectrocladius oligosetus WÜLK.
* S(F)	x	E?	x	x	Psectrocladius oxyura LANGTON
S(F)	L/P	I	e	A	Psectrocladius psilopterus K.
S(F)	L	x	x	x	Psectrocladius sordidellus (ZETT.)
(T)			x	A	Pseudorthocladus filiformis (K.)
* S/F	(L)	x	x	A	Pseudosmittia oxoniana EDW.
S/F	x	x	x	x	Pseudosmittia recta (EDW.)
S	L	x	x	A	Pseudosmittia ruttneri STR.
(S)F	x	x	k	x	Rheocricotopus effusus (WALK.)
(S)F	x	E	e	x	Rheocricotopus fuscipes (K.)
F			x	x	Rheorthocladus sp. A THIEN. 1944
F			x	x	Rheosmittia spinicornis BR.
F			x	A	Rheosmittia sp. A CRANST. & SAETH. (syn. Parakiefferiella sp.C THIEN.)
*					Smittia sp.
(S)F	L	x	e	A	Synorthocladus semivirens (K.)
* F			x	x	Thienemanniella Pe1b (LANGTON)
* F			x	x	Thienemanniella Pe2b (LANGTON)
F			x	A	Tvetenia bavarica (G.)
F			e	x	Tvetenia calvescens (EDW.)
F			e	x	Tvetenia verralli (EDW.)

Tab. 4.2 Fortsetzung

S	L	E	e	x	Chironomus annularius (DEG.)
S	P	M/E	x	x	Chironomus cf. anthracinus ZETT.
S	x	x	x	x	Chironomus cingulatus MG.
S	L	x	x	A	Chironomus lacunarius WÜLK.
S	L	x	x	x	Chironomus cf. luridus STR.
* S	L	E	x	x	Chironomus nuditarsis KEYL
S/F	L/P	E	e	A	Chironomus plumosus-gr. L.
* S	L	x	x	x	Chironomus pseudothummi STR.
S	L	E	e	A	Chironomus tentans (FAB.)
					Chironomus Pe4 (LANGTON)
					Chironomus cf. Pe4 (LANGTON)
					Chironomus Pe7a (LANGTON)
					Chironomus Pe18 (LANGTON)
S	x	x	x	x	Cladopelma lateralis (G.)
S(F)	x	x	x	x	Cladopelma virescens (MG.)
S	L(P)	I	x	A	Cladopelma viridula (FABR.)
S	L(P)	x	x	E	Cryptochironomus psittacinus (MG.)
S	x	x	x	x	Cryptochironomus redekei (KRUSEMANN)
* S/F	L	x	x	x	Cryptochironomus supplicans (MG.)
* F			x	x	Cryptochironomus Pe1 (LANGTON)
S/F	x	x	x	x	Cryptotendipes holsatus LENZ
S/F	L	x	x	x	Cryptotendipes usmaensis (PAG.)
S	x	x	x	x	Cyphomella cornea SAETH.
S(F)	L(P)	I	x	A	Demicryptochironomus vulneratus (ZETT.)
S	L	x	x	x	Dicrotendipes lobiger K.
S	L(P)	E?	x	x	Dicrotendipes modestus (SAY)
S(F)	L	E	e	A	Dicrotendipes nervosus (STAEG.)
S(F)	x	E	x	x	Dicrotendipes notatus (MG.)
S	x	x	x	x	Einfeldia carbonaria (MG.)
S	x	E	x	x	Einfeldia dissidens (WALK.)
S	L	x	x	x	Einfeldia pagana (MG.)
S	L	E/I	x	A	Endochironomus albipennis (MG.)
S	L	x	x	E	Endochironomus tendens (FABR.)
S(F)	L	E?	x	E	Glyptotendipes gripekoveni K.
S	L	E	x	E	Glyptotendipes pallens (MG.)
S	L	E	e	E	Glyptotendipes paripes EDW.
S	L	M/E	x	A	Harnischia curtilamellata (MALL.)
S	x	x	x	x	Kiefferulus tendipediformis (G.)
* S	x	x	x	x	Lauterborniella agrayloides (K.)
S(F)	(L)	E?	x	x	Microchironomus tener (K.)

Tab. 4.2 Fortsetzung

S(F)	L	X	x	x	Microtendipes britteni (EDW.)
S	L	E	x	x	Microtendipes chloris (MG.)
S/F	x	x	x	x	Microtendipes confinis (MG.)
S	x	x	x	x	Nilothauma brayi (G.)
S	x	M/E	e	A	Pagastiella orophila (EDW.)
S(F)	L	E	x	x	Parachironomus arcuatus G.
S(F)	L	x	x	E	Parachironomus biannulatus (STAEG.)
S/F	x	x	x	E	Parachironomus frequens (JOH.)
S(F)	L	x	x	E	Parachironomus parilis (WALK.)
S(F)	L	I	e	E	Parachironomus tenuicaudatus (MALL.)
S(F)	L	x	x	E	Parachironomus vitiosus G.
S?	x	x	x	x	Parachironomus Pe2 (LANGTON)
S(F)	x	x	x	x	Parachironomus Pe2a (LANGTON)
* S	x	x	x	x	Parachironomus Pe3 (LANGTON)
(F)			x	x	Parachironomus Pe4 (LANGTON)
					?Parachironomus sp. Pe (LANGTON)
S	L	x	x	x	Paracladopelma camptolabis K.
S(F)	L	x	x	A	Paracladopelma laminata K.
S(F)	L/P	O	k	A	Paracladopelma nigritula G.
S/F	L	M	e	x	Paratendipes albimanus (MG.)
					Paratendipes nigrimanus LANGTON?
S/F	L?	x	e?	x	Phaenopsectra Pe1 (LANGTON)
S	L	X	x	A	Polypedilum bicrenatum K.
(S)F	x	M	e	x	Polypedilum convictum (WALK.)
(S)F	L	I	x	E	Polypedilum laetum (MG.)
S(F)	L	E	e	A	Polypedilum nubeculosum (MG.)
S/F	L/P	O	x	A	Polypedilum pullum (ZETT.)
S(F)	L	E	x	A	Polypedilum sordens (v. d. W.)
S	L	x	x	A	Polypedilum uncinatum G.
S	x	x	x	x	Polypedilum Pe8
					Polypedilum cf. Pe9 (LANGTON)
S	x	O?	k?	A?	Polypedilum Pe11 (LANGTON)
S(F)	L(P)	O/M	x	A	Pseudochironomus prasinatus (STAEG.)
S	x	O	k	x	Sergentia coracina (ZETT.)
S/F	L	E	x	x	Stenochironomus gibbus (FAB.)
S	L	O?	x	x	Stictochironomus crassiforceps (K.)
*(S)F	x	x	x	x	Stictochironomus maculipennis (MG.)
S(F)	L	x	x	x	Stictochironomus pictulus (MG.)
S	L	x	x	x	Tribelos intextus (WALK.)
S	L	E	w	E	Zavreliella marmorata (v.d.W.)

Tab. 4.2 Fortsetzung

S(F)	L	E?	x	x	Cladotanytarsus atridorsum (K.)
* S	x	x	x	x	Cladotanytarsus iucundus HIRV.
S	x	E	x	x	Cladotanytarsus lepidocalcar KRÜGER
S	L	E?	x	x	Cladotanytarsus mancus (WALK.)
S	x	x	x	x	Cladotanytarsus nigrovittatus (G.)
S	x	x	x	x	Cladotanytarsus pallidus K.
S	L	x	k	A	Corynocera ambigua ZETT.
(S)F	x	E?	e	E	Micropsectra atrofasciata K.
F			x	A	Micropsectra bidentata (G.)
S	(L)P	O	k	A	Micropsectra cf. contracta REISS
S	L/P	O/M	k	A	Micropsectra radialis G. (syn. coracina (K.))
S?	x	x	x	x	Micropsectra Pe1 (LANGTON)
S/F	x	x	x	x	Micropsectra cf. notescens var.
S	x	O?	x	x	Neozavrelia longappendiculata ALBU
S/F?	x	x	x	x	Neozavrelia Pe 1 (LANGTON)
S/F	L	x	e	x	Paratanytarsus austriacus K.
S	L	O	x	x	Paratanytarsus bituberculatus EDW.
S	x	x	x	x	Paratanytarsus dimorphis REISS
S/F	L	(E)	e	x	Paratanytarsus inopertus (WALK.)
S	L	x	x	E	Paratanytarsus laetipes (ZETT.)
S	L	O	e	x	Paratanytarsus penicillatus G.
S	L	E	x	x	Paratanytarsus tenellulus (G.)
S(F)	L	x	e	x	Paratanytarsus tenuis (MG.)
F			k	x	Rheotanytarsus nigricauda FITTK.
(S)F	x	x	k	x	Rheotanytarsus pentapoda K.
S(F)	L/P	O	e	A	Stempellina bausei (K.)
S	x	E	x	A?	Stempellina subglabripennis (BR.)
S(F)	L	O/M?	x	A	Stempellinella minor EDW.
* S	x	x	x	x	Tanytarsus aberrans LIND.
S(F)	L/P	O	k	A	Tanytarsus bathophilus (K.)
S/F	L	O	x	x	Tanytarsus brundini LIND.
S	L(P)	I?	x	x	Tanytarsus chinyensis G.
S	L	x	x	x	Tanytarsus curticornis K.
S	L	x	x	x	Tanytarsus debilis (MG.)
S/F	L	x	x	x	Tanytarsus ejuncidus (WALK.)
S	L/P	O	x	A	Tanytarsus gibbosiceps K.
S	L	x	x	x	Tanytarsus glabrescens EDW.
S(F)	(L)P	O?	x	A	Tanytarsus inaequalis G.
S	L	x	x	x	Tanytarsus lactescens EDW.
* S	x	x	x	x	Tanytarsus longitarsis K.
S	(L)P	x	k	x	Tanytarsus lugens K.
S	x	M/E?	x	x	Tanytarsus medius REISS & FITTK.
S(F)	L	x	x	x	Tanytarsus mendax K.
S	L	O?	x	x	Tanytarsus nemorosus EDW.
S	L/P	O	k	A	Tanytarsus niger ANDERS.

Tab. 4.2 Fortsetzung

* S	L	O	k	A	Tanytarsus norvegicus K.
S	L	x	x	x	Tanytarsus cf. occultus BR.
(S)F	L	x	x	E	Tanytarsus pallidicornis (WALK.)
* S	x	E?	x	x	Tanytarsus palmeni LIND.
* S	x	x	x	x	Tanytarsus cf. pseudolestagei SHILOVA
S	x	O?	x	x	Tanytarsus quadridentatus BR.
S	x	O	x	A	Tanytarsus recurvatus BR.
S	x	x	x	x	Tanytarsus signatus v. d. W.
(T)	x	x	x	A	Tanytarsus sinuatus G.
* S/F	x	x	x	A	Tanytarsus smolandicus BR.
* S/F	x	x	x	x	Tanytarsus striatulus LIND.
S	L	x	x	E	Tanytarsus sylvaticus v. d. W.
S/F	L	E	x	A	Tanytarsus usmaensis PAG.
S	L	E	x	x	Tanytarsus verralli G.
S	L?	x	x	x	Tanytarsus Pe12 (LANGTON)
X	x	x	x	x	Tanytarsus Pe15 (LANGTON)
* S?	x	x	x	A?	Tanytarsus Pe21 (LANGTON)
S/F	x	x	x	x	Virgatanytarsus Pe1 (LANGTON)

Angaben zu Autökologie, Trophieindikation und Verbreitung nach ASHE (1982), BEATTIE, GOLTERMAN & VIJVERBERG (1978), BECK (1977), CARTER (1976), CASPERS (1983), CASPERS & REISS (1987), CONTRERAS-LICHTENBERG (1986), CRANSTON (1982), CURE (1985), v. DANWITZ et al. (1985), FISCHER & INEICHEN (1988), FITTKAU (1954), FITTKAU (1962), FITTKAU & LEHMANN (1970), GERSTMEIER & REISS (1989), HIRVENOJA (1973), HUMPHRIES (1938), JOHNSON (1984), JONASSON & KRISTIENSEN (1967), KOWNACKI (1987), KRÜGER (1945), LANGTON (1991), LEHMANN (1971), LEHMANN (1972), MURRAY (1976), MURRAY & FITTKAU (1988), REISS (1965), REISS (1968a,b), REISS (1990), REISS & FITTKAU (1971), REISS & GERSTMEIER (1984), REISS & SÄWEDAL (1981), RINGE (1976), SAETHER (1975), SAETHER (1979), SÄWEDAL (1976), SÄWEDAL (1982), SCHMIDT (1976), SERRA-TOSIO (1971), SOPONIS (1990), THIENEMANN (1937), THIENEMANN & STRENZKE (1941), TUISKUNEN (1986), WÜLKER (1956).

5 Benthische Chironomidengemeinschaften

5.1 Einleitung

Unter den Choriotopen im Litoral stellt das makrophytenfreie Sediment einen besonderen Lebensraumkomplex dar, der sich deutlich vom Fels und anderen Hartsubstraten unterscheidet. Im Uferschlamm und Sand können Arten siedeln, die zusätzlich zu Aufwuchsalgen noch sedimentierte und zusammengeschwemmte Stoffe als Lebensraum und Ressource nutzen. Die Wellenbewegung kann gerade Sandsubstrate durch ständige Umlagerung der Körner zu einem extremen Habitat machen. Andererseits sorgen Zehrungsprozesse in organischen Schlammablagerungen stellenweise für minimale Sauerstoffkonzentrationen, die aber zum Großteil von den Bodenorganismen selbst durch Bioturbation erhöht werden können (FRENZEL 1990). Um die hier lebenden Arten zu erfassen, wurde ganz gezielt nur die pflanzen- und hartsubstratfreie Fläche im Bereich des Eulitorals beprobt. In der Untersuchungszeit 1990/91 wurde im Vergleich zur vorhergehenden Periode die Fangmethode verändert, um den Ansprüchen, die Artengemeinschaften auf Artebene quantitativ aufzunehmen, besser gerecht zu werden.

Früheste Angaben zur Tierbesiedlung der Voralpenseen finden sich bei GEISTBECK (1885) und IMHOF (1885). Danach wurde die Chironomidenfauna letztmals von LUNDBECK (1936) ausführlich und vergleichend untersucht. Er wollte damit die Übertragbarkeit der Seentypenlehre auf die Alpenregion überprüfen. Da er dabei nur wenige Proben aus einer Vielzahl von Seen nahm, meist aus Profundalregionen, vermittelt diese Arbeit einen ersten Überblick. In den vergangenen Jahren wurde mehrfach die Chironomidenfauna eines einzelnen Sees eingehend bearbeitet (REISS 1968c, GERSTMEIER 1985, BLANK et al. 1985, FITTKAU et al. 1990, RAU 1991). Erstmals wurde mit der vorliegenden Untersuchung die Litoralfauna von acht weit voneinander gelegenen, oberbayerischen Alpenrandseen intensiv und vergleichend aufgenommen.

Ermittelt werden sollten die Lebensgemeinschaften von Chironomiden über makrophytenfreiem, sandigem bis schlammigem Boden innerhalb eines Schlüpfjahres vergleichend an verschiedenen Uferstellen unterschiedlichen trophischen Milieus. Im Gegensatz zu der rein anwendungsbezogenen Fragestellung Trophieindikation, die in ORENDR (1992) dargestellt ist, sollen im folgenden die allgemeinen ökologischen Charakteristika der Arten und Zönosen an den Litoralbereichen der Seen betrachtet werden.

5.2 Durchführung

Die bodenbewohnenden Chironomiden wurden in den Jahren 1990 und 1991 mit Emergenzfängen durch submers exponierte Trichterfallen an Ort und Stelle erfaßt (s. Abb. 5.1). Gründe der Wahl und entscheidende Vorteile gegenüber der 1987-89 angewendeten Methode (Auszählung und Bestimmung von Larven, Larvenaufzucht) sind in ORENDT 1992 bereits besprochen worden.

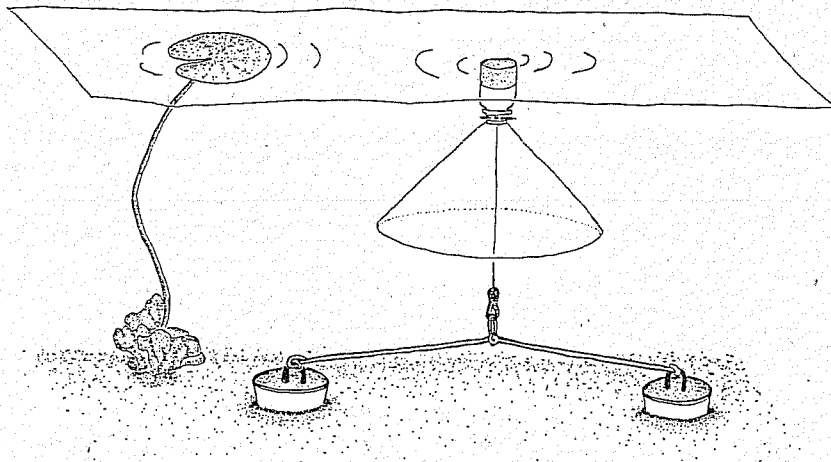


Abb. 5.1 Trichterfalle zum Fang von Chironomidenimagines und deren Puppenhäuten

Das Auffanggefäß (250 ml Polyethylen-Weithals-Flasche) für die geschlüpften Insekten und ihre Exuvien war ungefähr zur Hälfte mit Luft gefüllt, erstens, um das ganze Gerät durch Zug nach oben zu stabilisieren, und zweitens, um den vom Substrat aufgestiegenen, schlüpfreifen Insektenpuppen eine Wasseroberfläche zu bieten, an der sie dann ihre Verwandlung zur Imago vollführen können. Das Auffanggefäß konnte dann nach der Expositionszeit mitsamt den gefangenen Insekten einfach vom Trichter abgeschraubt und mit absolutem Alkohol zur Konservierung aufgefüllt werden. Das Material des Trichters war glasklare, stabile Plexiglasfolie (Astralon 0.5 mm). Die sehr hohe Lichtdurchlässigkeit des Trichters ist von größter Wichtigkeit für den Fang der Tiere (DANIEL et al. 1985). Bei den früher verwendeten Metallgaze-Trichtern ist bereits durch das Material selbst und später durch Algenaufwuchs, Sedimentation und besiedelnde Organismen die Lichteinstrahlung soweit abgeschirmt, daß die Puppen beim Aufstieg zur Wasseroberfläche Ausweichbewegungen am Trichter vorbei machen (REISS mündl.).

ROSENBERG et al.(1980) fanden, daß es günstiger für Ausbeute und Arbeitstechnik wäre, öfters kurze Zeit mit mehreren kleinen Fallen Proben zu nehmen als kontinuierlich mit einer großen Falle. Zur Erfassung phänologischer Daten erachteten sie die Ausbringung von mindestens vier Fallen als unerlässlich. Pro Probenstelle wurden daher jeweils vier Fallen 14-täglich für 48 h exponiert (Basisfläche des Trichters = 0.1 m²). Angesichts des großen Untersuchungsgebietes war dieser Aufwand praktikabel.

Die Fangtrichter wurden in möglichst gerader Linie parallel zum Ufer im Abstand von ca. 1.5 m beweglich so zwischen Betongewichten gespannt, daß die hydrodynamischen Kräfte möglichst wenig zur Wirkung kamen. Die Halteschnur für die Falle wurde an einem quer durch den Trichterhals gelegten Metallstift befestigt, dort wo das Auffanggefäß angeschraubt wurde. Tatsächlich blieben die Geräte auch bei relativ starkem Wellengang fast senkrecht ausgerichtet und wurden so gut wie nicht beschädigt. Das Auffanggefäß befand sich knapp unter der Wasseroberfläche. Mit dieser Anordnung blieb der Boden unter der Falle unberührt. Manchmal mußte vereinzelt auftretende Vegetation (*Chara* sp., *Myriophyllum* sp.) oder Treibholz vorsichtig entfernt werden, um nicht aufwuchsliebende Arten mitzufangen. Die Wassertiefe betrug ca. 0.7 - 1.2 m.

Die mit diesen Geräten gefangenen Imagines und Puppenexuvien wurden nach Parallelproben getrennt, in 70%igem Ethanol konserviert, nach SCHLEE (1966) in Euparal präpariert, mit der üblichen Bestimmungsliteratur anhand eines Phasenkontrastmikroskopes bestimmt und ausgezählt. In die Auswertung gingen zunächst die Individuenzahl aller vier Parallelproben zusammengenommen ein. Mit den vorhandenen Daten kann noch die Schwankung zwischen den Parallelproben berechnet werden.

5.3 Ergebnisse

5.3.1 Arteninventar und -verteilung

Spezifität der Fangmethode

Vergleich Fangtrichter - Driftnetz:

Im Jahr 1990 konnten an allen Probestellen zusammengenommen mit Trichterfallen und Driftnetz 264 Arten festgestellt werden (s. a. REIFF 1992). Mit Trichterfallen allein konnten insgesamt 139 Chironomidenarten nachgewiesen werden. 21 der insgesamt festgestellten Arten (8%) wurden nicht mit Driftfängen erfaßt, 115 Arten (42%) wurden mit beiden Methoden gefunden. Umgekehrt wurden mit Driftfängen 131 Arten mehr (ca. 50%, s. Abb. 5.2), also knapp doppelt soviel, wie mit Trichterfallen gefangen.

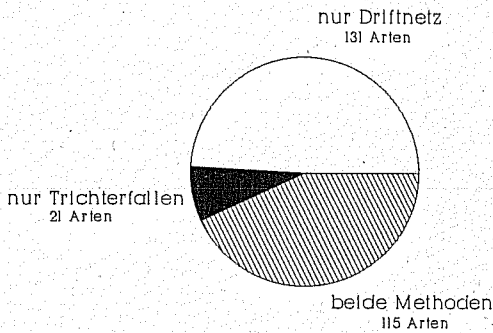


Abb. 5.2 Vergleich der Fangmethoden

Die 21 Arten, die mit Driftproben nicht nachgewiesen wurden, gehören einerseits z.T. taxonomisch schwierigen Gruppen an (*Corynoneura*, *Thienemannimyia*, *Tanytarsus*), für deren Arten die Bestimmungsliteratur fallweise keine eindeutigen Diagnosen geben. Andererseits sind es Arten, deren Larven z.B. nach BRUNDIN (1949) und REISS (1968c) offenbar hauptsächlich auf Sedimentböden leben (z.B. *Corynoneura celeripes*, *Tanytarsus*

excavatus, *T. holochlorus*, *T. gregarius*). Die restlichen Arten traten alle in geringen Abundanz oder als Einzelfunde auf, so daß hier schlicht statistische Gründe für das Fehlen in den Driftfängen in Betracht gezogen werden müssen.

Artenreichtum:

Die Artenzahlen der aus dem litoral, vegetationsfreien Sediment emergierenden Großgruppen sind als Übersicht in Tab. 5.1 aufgeführt. Von den 139 festgestellten Chironomidenarten (s. Tab. 5.2, S.107 ff.) waren die meisten Arten am Weßlinger und Waginger See zu finden, die wenigsten an den Probestellen im Lustsee und Brunensee (s. Abb. 5.3).

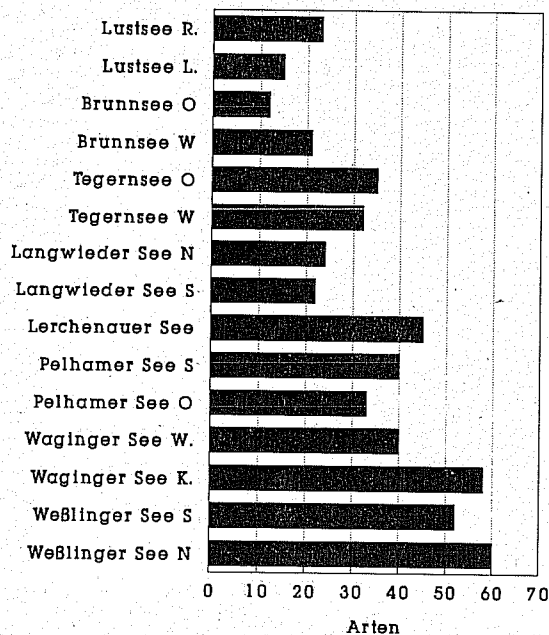


Abb. 5.3 Artenbestand

Tab. 5.1 Arten- und Individuenzahlen der emergierenden Insekten 1990
(alle Probestellen)

	Arten	Individuen
Chironomidae gesamt	139	
Tanypodinae	14	1486
Prodiamesinae	1	1
Orthocladiinae	31	2770
Chironominae gesamt	93	10447
Chironomini	41	
Pseudochironomini	1	
Tanytarsini	51	
Ceratopogonidae	7	876
Chaoboridae	1	662
Ephemeroptera	8	464
Trichoptera	mind. 5	319

An Probestellen mit höherem Trophie-Grad war generell die Zahl der Arten höher als an solchen mit niedrigerem ($r = 0.902$, $p < 0.01$, s. Abb. 5.3). Ob diese Verteilung nicht aber eher mit dem Substratangebot als mit der Trophie in Beziehung steht (Trophieeinstufung - Korngrößenmedian der Uferbereiche: $r = 0.558$, $p < 0.05$), wurde mit derselben Vorgehensweise geprüft, die auch schon in ORENDR 1992 (s. Kap. 6.3) angewendet worden war. Um den rechnerischen Einfluß des groben Substrates im eutrophen Bereich abzumildern, wurden wiederum die kiesigen Uferstellen am eutrophen Weßlinger See (WeS, WeN) aus der Analyse herausgenommen. Es zeigte sich nun, daß die Artenzahl immer noch an denjenigen Stellen hochsignifikant höher war, die nährstoffreicheres Milieu aufwiesen ($r = 0.886$, $p < 0.01$), während die gemessene Raumstruktur offenbar eine geringere Rolle spielte (Artenzahl - Kornmedian: $r = 0.467$, n.s.; Artenzahl - Sortierung: $r = 0.167$, n.s.). Dieses Ergebnis wurde auch schon für die Trophie-indizierenden Arten gefunden (ORENDR 1992).

Vollständigkeit der Arterfassung

Die Arten-Areal-Kurve (Artensummenkurve, bezogen auf die Anzahl der Proben) stellt ein Hilfsmittel dar, mit dem man erkennen kann, ob mit der gewählten Anzahl Proben der Artbestand einigermaßen erfaßt ist (SCHWERDTFEGER 1975). Wenn die Kurve sich einer Sättigung nähert, bedeutet dies, daß mit einer wesentlichen Zunahme der Artenzahl im Untersuchungsgebiet nicht mehr zu rechnen ist. Neigt sich die Kurve nicht oder nur schwach der Waagrechten, so ist die Probenzahl zur Erfassung eines repräsentativen Artbestandes nicht ausreichend.

klus sehr früh im Jahr abschließen (z.B. *Parakiefferiella bathophila*, *Tanytarsus chinyensis*), schlüpften. Die Emergenz der Sommerarten setzt nur zögerlich ein. Später im Jahr sorgten dann nicht so temperaturspezialisierte Formen für eine rasche Zunahme der Artenzahl. Ab Hochsommer kamen dann kaum noch neue Arten dazu.

Am Langwieder See wurden an beiden Stellen 1991 nicht so viele Arten wie 1990 nachgewiesen. 17 Arten wurden wiedergefunden, zwölf nicht, von diesen waren vier Arten Einzelfunde. Fünf Arten kamen für diese Gewässer neu hinzu, davon drei als Einzelfunde. Auf die große Bedeutung der Fangmethoden für die Bestandsermittlung wurde bereits eingegangen (ORENDT 1992). Insgesamt betrachtet konnte das Arteninventar der mit der verwendeten Fangmethode erfaßten benthischen Chironomidengemeinschaften repräsentativ dokumentiert werden. Die geringen Schlüpfraten im März und Anfang April zeigen, daß der Probenbeginn rechtzeitig gewählt war.

Individuenzahlen

Ein ähnliches Bild wie bei den Artenzahlen zeichnet sich bei den Individuenzahlen der Chironomiden ab (s. Abb. 5.5). Für die Gesamtindividuenzahl war bei dieser Untersuchung ebenfalls eher die Trophie verantwortlich zu machen ($r = 0.542$, $p < 0.05$) und nicht die Verteilung der Korngrößen im Sediment ($r = 0.165$, n.s.), wenn man denselben Rechengang wie oben anwendet.

Für die einzelnen Unterfamilien waren die Ergebnisse jedoch verschieden. Die *Chironominae* folgten signifikant dem obigen Verteilungsmuster, auch deswegen, weil sie als weitaus dominante Gruppe (>70% der Chironomidenindividuen) insgesamt einen bestimmenden Einfluß ausübten (Individuenzahl der *Chironominae* - Gesamtartzahl: $r = 0.799$, $p < 0.01$). Die Verteilung der *Orthoclaadiinae* stand weder mit Trophie noch mit Substratmeßgrößen im Zusammenhang. Die mit Abstand meisten Individuen dieser Unterfamilie wurden am Brunnsee mit *Parakiefferiella coronata* gefunden. Für die *Tanypodinae* konnte dagegen gezeigt werden, daß ihre Gesamtindividuenzahl im gegebenen Rahmen eher mit gröberen Sedimenten zusammenhing ($r = 0.654$, $p < 0.05$) als mit Trophie ($r = 0.396$, n.s.).

Diversität

Die Indizes der Artenvielfalt nach SHANNON & WEAVER (1949) waren im allgemeinen an den produktionsreichen Probestellen höher als an den oligotrophen ($r = 0.584$, $p < 0.05$; s. Abb. 5.6). Eine Beziehung der Vielfältigkeit der Zönose zu Substratparametern war nicht zu erkennen, selbst wenn man wie oben den Weßlinger See außer Betracht läßt. Niedrige Artenzahlen und die mächtige Entwicklung von *Tanytarsus chinyensis* und *T. signatus* im Langwieder See hielten den Index hier niedrig. Ähnliche Erscheinungen waren am Brunnsee mit *Para-*

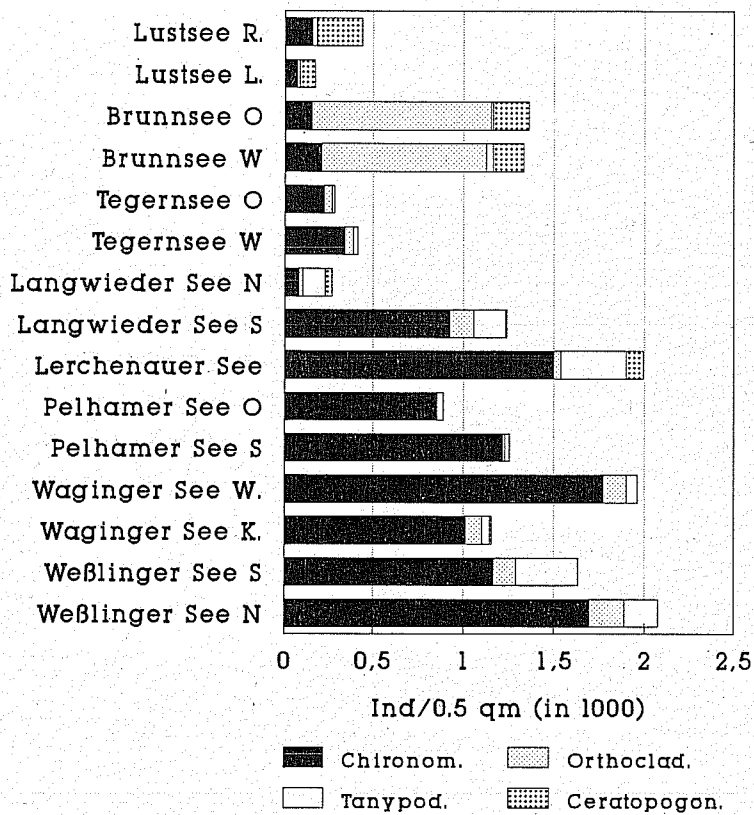


Abb. 5.5 Individuenzahlen der wichtigsten Unterfamilien

kiefferiella coronata zu beobachten. Am Lerchenauer See trat *T. chinensis* zwar ebenfalls eu-dominant auf, jedoch zusammen mit weit mehr Arten als am Langwieder See. Am Waginger See-Kühnhausen drückten trotz zweithöchster Artenzahl im Untersuchungsgebiet Massenent-wicklungen von *Cladotanytarsus lepidocalcar* und *C. mancus* den Index.

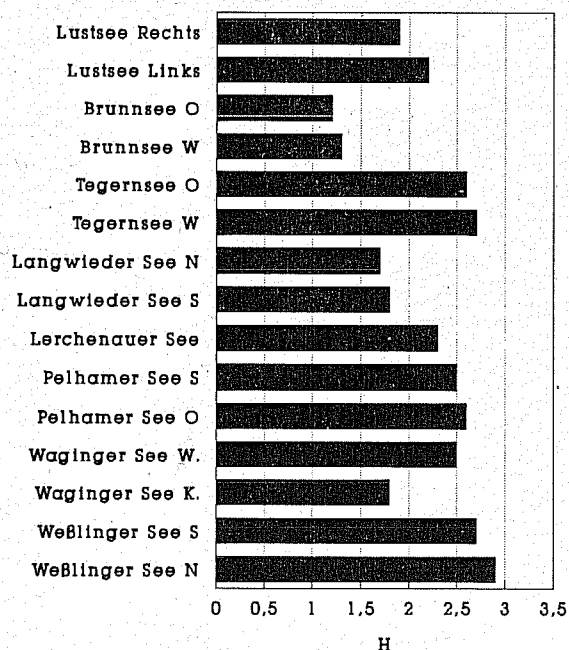


Abb. 5.6 Diversitätsindizes

5.3.2 Ökologische Spezifizierung der Artengemeinschaften

Ökologische Valenz der Arten

Die Trophie wird im folgenden als eine Meßgröße aufgefaßt, die einen sehr wichtigen Ökofaktor darstellt, wichtiger jedenfalls als Sedimentstruktur und organischer Gehalt des Sediments, und einen Standort charakterisieren kann. Natürlich ist dabei nicht ganz auszuschließen, daß andere Faktoren, die im Rahmen der vorliegenden Untersuchung nicht gemessen wurden, auch eine entscheidende Rolle spielen. Immerhin ist aber eine orientierende Aussage der Ergebnisse nicht zu verkennen.

Die jeweiligen Zönosen setzten sich aus Arten zusammen, die unterschiedliche Ansprüche an den Standort stellten. Im Falle der Trennarten gab es Formen, die ein Vorkommen in einem anderen Milieubereich als dem besiedelten ausschlossen (z.B. *Tanytarsus mendax*, *Parakiefferiella coronata*). Ebenso gab es Arten, die an allen Standorten zu finden waren (z.B. *Procladius choreus*, *Tanytarsus chinensis*). Um einen ersten Überblick zu gewinnen, wie die Arten verschiedener Trophie-Valenz verteilt sind, wurden die Probestellen in drei grobe Trophie-Bereiche eingeteilt (oligotroph: Lustsee, Brunnsee; mesotroph: Tegernsee, Langwieder See, Lerchenauer See; eutroph: Pelhamer See, Waginger See, Weßlinger See) und die Chironomidenarten nach ihrem Vorkommen in diesen Bereichen geordnet (s. Tab. 5.4, S. 111 ff.). Dabei wurde zunächst nicht darauf Rücksicht genommen, ob die Artnachweise nur als Einzelfunde vorlagen oder in repräsentativen Abundanzen. Probestellen gleicher Trophie-Stufe wurden aufaddiert und durch ihre Anzahl geteilt (Bruchzahlen wurden gerundet). Damit wird vermieden, daß manche Arten aufgrund einer somit höheren Probenanzahl auch scheinbar höhere Abundanzen in einem Bereich aufweisen würden als in einem anderen, in dem u.U. weniger Probestellen zur Verfügung standen.

Im oligotrophen Bereich bestand die Gemeinschaft allgemein aus stenotopen Arten oligotropher Probestellen, weiter aus solchen, die zusätzlich auch mesotrophe Seengebiete besiedeln, und solchen, die eurytop auftraten. Die eurytopen Vertreter können mit ihrer Populationsgröße durchaus unterschiedlich auf die jeweiligen Standortbedingungen reagieren und als Indikatoren fungieren (s. ORENDT 1992). Entsprechende Verteilungen waren in den anderen Trophie-Bereichen zu entdecken (s. Tab. 5.4, S. 111 ff.). Neben nur knapp 20% ökologisch flexiblen Formen waren nicht wenige Arten ausschließlich auf Litoralbereiche beschränkt, die einen bestimmten der drei Trophie-Grade aufwiesen. Etwas tolerantere Arten dehnten ihren Siedlungsraum in den nächsten Milieubereich aus (oligo-mesotrophente, meso-eutrophente). Die Arten einiger Gattungen waren auf mehrere Ökogruppen verteilt (z.B. *Cricoptopus*, *Tanytarsus*, *Psectrocladius*, *Microtendipes*). Mit steigendem Trophie-Grad wurde die absolute Artenzahl höher, allerdings bei veränderter Zusammensetzung der Artengemeinschaften.

Zusammenfassend kann man vereinfachend sagen, daß es im Untersuchungsgebiet folgende Ökotypen unter den benthischen Chironomiden gab:

tolerante euryöke mit entsprechend eurytoper Verbreitung, z.B. *Procladius chorus*,
Tanytarsus chinyensis

sensible euryöke mit Verbreitung nur in zwei benachbarten Trophie-Bereichen, z.B.
Thienemannimyia vitellina, *Psilotanytus rufovittatus*

stenök eutraphente, z.B. *Cricotopus intersectus*, *Glyptotendipes pallens*, *G. paripes*

stenök mesotraphente, z.B. *Microtendipes confinis*, *Tanytarsus glabrescens*

stenök oligotraphente, z.B. *Parakiefferiella coronata*

Charakteristische Gemeinschaften

Es konnte oben gezeigt werden, daß offenbar die Verteilung nur weniger Arten an den untersuchten Seen mit der Substratstruktur zusammenhängt, sondern eher mit den Auswirkungen des Trophie-Grades an den einzelnen Uferstellen. Mit einer Clusteranalyse (minimum variance clustering), die die Korrelation der Arten untereinander als Matrix benutzt, konnten nun Artengruppen gefunden werden, die in einem der Trophie-Bereiche eine deutliche Schwerpunktverteilung hatten oder ausschließlich vertreten waren. Tab. 5.3 (S. 109 ff.) zeigt Häufigungen der Arten schon optisch, wobei lokale Sonderformen ebenso beachtet werden müssen. Für jeden See konnten charakteristische Gemeinschaften beschrieben werden. Sie sind im folgenden anhand von Charakter- und Trennarten (SCHWERDTFEGER 1975) zusammengestellt (zu Trennarten s.a. ORENDT 1992, Tab. 6.4). Als Charakterarten gelten hier Formen, deren Dominanzgrad bei 5% und höher lag und die nicht schon als Trennart betrachtet worden sind. Einzelnachweise werden nicht berücksichtigt.

Eine relativ isolierte Gruppe von Arten waren für die Probestellen an Lustsee und Brunensee charakteristisch. Ceratopogonidenarten spielten dabei allem Anschein nach allgemein für die Trophie-Indikation eine nicht zu unterschätzende Rolle. Oligotraphente Trennarten gegen die mesotrophen Uferstellen der anderen Untersuchungsgewässer waren *Pagastiella orophila*, *Tanytarsus quadridentatus*, *Parakiefferiella coronata*, *Arctopelopia griseipennis* und eine Ceratopogonidenart. Als oligotraphente Charakterformen traten *Stempellina bausei* und weitere Ceratopogonidenarten auf, als eurytope Charakterformen *Tanytarsus signatus* und *Procladius choreus*.

Eine weitere isolierte Gruppe von Arten, die nur hier vorkamen und die entsprechend Tab. 5.3 als lokale Charakterformen anzusehen sind, wurde am mesotrophen Tegernsee gefunden: mesotraphente Trennarten gegen Oligotrophie und Eutrophie: *Cricotopus albiforceps*, *Microtendipes confinis*, *Orthocladius oblidens*, *Tanytarsus bathophilus*, *Heterotrissocladius marcidus*, *Polypedilum scalaenum*, *Virgatanytarsus arduennensis*;

eurypote Charakterformen: *Cladotanytarsus* spp., *Paracladopelma laminata*, *Microtendipes confinis*, *Tanytarsus brundini*, *Tanytarsus chinyensis*.

Der Tegernsee nimmt aufgrund seiner relativ hohen Anzahl eigener Faunenelemente gegenüber den anderen untersuchten Seen eine Sonderstellung ein.

Am ebenfalls mesotrophen Langwieder See traten innerhalb der charakteristischen Formen Trennarten auf:

mesotraphente Trennarten gegen Oligotrophie und Mesotrophie: *Cricotopus fuscus*, *Tanytarsus bathophilus*, *Zavreliomyia hirtimana*;

Trennarten gegen Oligotrophie: *Chironomus plumosus*, *Polypedilum nubeculosum*;

eurypote Charakterformen: *Tanytarsus chinyensis*, *Tanytarsus signatus*, *Procladius choreus*, *Parakiefferiella bathophila*, *Ablabesmyia longistyla*.

Am stark mesotrophen Lerchenauer See kamen bereits zahlreiche Arten hinzu, deren Verbreitungsschwerpunkt im eutrophen Trophiebereich liegt, vorwiegend aber noch in niedrigen Dominanzgraden (s. ORENDR 1992, Tab. 6.6):

mesotraphente Trennarten gegen Oligotrophie und Eutrophie: *Microtendipes confinis*, *Tanytarsus bathophilus*;

Trennarten gegen Oligotrophie: *Dicrotendipes nervosus*, *Endochironomus albipennis*, *Polypedilum nubeculosum*, *Psilotanytarsus rufovittatus*;

eutraphente Charakterart: *Tanytarsus occultus*;

eurypote Charakterarten: *Tanytarsus chinyensis*, *Tanytarsus signatus*, *Procladius choreus*.

Die Chironomidenfauna des leicht eutrophen Pelhamer Sees nahm ebenfalls eine vermittelnde Stellung zwischen Mesotrophie und Eutrophie ein. Es wurden bereits mehrere eutraphente Trennarten gegen Mesotrophie gefunden:

eutraphente Trennarten gegen Mesotrophie: *Glyptotendipes pallens*, *G. paripes*, *Polypedilum sordens*, *Tanytarsus holochlorus*, *Stempellina subglabripennis*;

Trennarten gegen Oligotrophie: *Dicrotendipes nervosus*, *Polypedilum nubeculosum*, *Psilotanytarsus rufovittatus*;

eutraphente Charakterarten: *Tanytarsus occultus*, *Stempellinella minor*;

eurypote Charakterarten: *Cladotanytarsus* spp., *Tanytarsus chinyensis*.

An den Uferbereichen des Waginger Sees herrschte deutlich eine Gruppe vor, die den eutrophen Charakter des Gewässers unterstreicht:

eutraphente Trennarten gegen Mesotrophie: *Chironomus plumosus*, *Cricotopus intersectus*, *Glyptotendipes pallens*, *G. paripes*, *Polypedilum sordens*, *Paratanytarsus inopertus*, *Tanytar-*

sus holochlorus, *Stempellina subglabripennis*;

Trennarten gegen Oligotrophie: *Dicrotendipes nervosus*, *Endochironomus albipennis*, *Poly-pedilum nubeculosum*, *Psilotanytus rufovittatus*;

eutraphente Charakterarten: *Cladotanytarsus* spp., *Microtendipes pedellus*.

Beim eutrophen Weßlinger See sah das Bild bezüglich der Trennarten genauso wie am Waginger See aus. Es kommen noch *Paratanytarsus laetipes* und *Tanytarsus mendax* hinzu. Weitere eurytope Charakterarten stellten *Ablabesmyia longistyla* und *Tanytarsus medius* dar. Trotz zahlreicher eigener Faunenelemente, die die hohe Artenzahl an den beiden letztgenannten Seen ausmachten, stimmten ihre Zönosen im wesentlichen überein.

Zusammenfassend zeigt die genaue Betrachtung der Tab. 5.3 (S. 109 ff.) also, daß trotz lokaler Besonderheiten für die Trophie-Stufen charakteristische, nicht örtlich begrenzte Zönosen an den einzelnen Seen gefunden werden konnten. Eine für oligotrophe Verhältnisse charakteristische Zönose wurde am Lustsee und Brunensee angetroffen. Eine mesotraphente Artengemeinschaft war am Tegernsee, Langwieder See und - bereits mit beträchtlichem Anteil eutraphenter Taxa - am Lerchenauer See zu beobachten. Die eutraphenten Formen konnten am Pelhamer See (jedoch mit hohen Anteilen des im mesotrophen Milieu am stärksten auftretenden *Tanytarsus chinyensis*), am Waginger See und Weßlinger See gefunden werden. Daß die Einstufung der Artengruppen prinzipiell Allgemeingültigkeit besitzt und nicht nur im Untersuchungsgebiet gilt, wurde bereits gezeigt (s. ORENDR 1992, Kap. 6.4.3).

Andere Insektengruppen

Allgemein waren Ceratopogonidenarten, wie bereits erwähnt, für die Trophie-Indikation höchst beachtenswert. Besonders in oligotrophen Bereichen traten sie als Trenn- und Charakterarten hervor (s.o.). Alle mit den Trichterfallen gefangenen Individuen hatten allerdings beim Einsammeln ihre Imaginalentwicklung noch nicht abgeschlossen, so daß zur Auswertung ausschließlich Puppen zur Verfügung standen.

Die Verteilung der Büschelmücke *Chaoborus flavicans* stand weder im Zusammenhang mit der Trophie noch mit dem Substratangebot. Sie ist eurytop verbreitet. Nicht nur die Puppen, sondern auch ihre Larven sind bekanntermaßen äußerst mobil. Sie können aus tieferen Gewässerbereichen zugewandert sein und geben damit immer ein sehr zufälliges Bild über ihr Auftreten im Litoral ab.

5.4 Diskussion

5.4.1 Methoden

Die Fangmethode war augenscheinlich zur repräsentativen Erfassung des Arteninventars litoraler benthischer Chironomidengemeinschaften und ihrer Abundanzen vorzüglich geeignet. Der entscheidende Vorteil gegenüber den anderen Methoden besteht darin, daß die Zuckmückenlarven ungestört von Transport und Anzuchtbedingungen auf Artebene zu dokumentieren sind (s. ORENDR 1992, Kap. 6.4). ROSENBERG et al. (1980) fanden, daß bessere Fangergebnisse mit der häufigen Exposition mehrerer kleiner Fallen als mit der Dauerexposition einer großen zu erzielen sei. Diese Versuchsanordnung wurde gerade den heterogenen Verhältnissen der Substrate und Mikrohabitate im Litoral gerecht. Weiter empfehlen ROSENBERG et al., mindestens vier Fallen aufzustellen, um die Beschreibung einer Phänologie möglich machen zu können. Diese Zahl erwies sich als gerade praktikabel sowohl beim 14-täglichen Auf- und Abbau der Fallen als auch vom Aufwand beim Auszählen der Proben her, die bereits nach zwei Tagen z.T. sehr reichhaltig waren (die Beschreibung der Phänologie war im Rahmen der vorliegenden Auswertung jedoch nicht möglich).

Die Erarbeitung einer Liste von Trophie-Indikatoren muß allgemein als erster Versuch betrachtet werden. Die Einstufung der einen oder anderen Art ist sicher umstritten oder zu korrigieren (z.B. *Stempellinella minor*, *Nanocladius* spp.), wenn mehr Daten vorliegen. Nicht wenige Arten wurden nur in geringen Abundanzen gefunden, so daß ihre Verteilung im Untersuchungsgebiet trotz positiver Korrelation mit der Trophie nicht ganz klar wird. Literaturvergleiche zeigten jedoch für die allermeisten Formen durchaus zutreffende Einstufungen. Zunächst wurde die Berechnung des Index nur auf die untersuchten Gewässerbereiche angewendet und diese bewertet. Ein Ringschluß wurde durch die Anwendung des Index auf hier nicht untersuchte Seen, deren Daten über Chironomiden aus Publikationen entnommen wurden, überwunden.

Die Nahrungsgrundlagen der litoralen Bodenchironomiden sind mit der vorliegenden Glühverlustbestimmung noch ungenügend beschrieben. Es müßten hier eingehendere Untersuchungen gemacht werden, um auch die widersprüchlichen Literaturangaben zur Ernährungs- und Lebensweise der einzelnen Chironomidenarten abschätzen zu können.

5.4.2 Artenbestand

Die Artenzahl war an solchen Probestellen höher, die einen höheren Trophie-Grad aufwiesen. Gleichzeitig veränderte sich aber auch das Artenspektrum. In produktionsreichen Gewässern

können Arten existieren, die filtrierend auch aus dem Freiwasser direkt ihre Nahrung beziehen (*Endochironomus albipennis*, *Glyptotendipes* spp.). Versiegt diese Nahrungsquelle, werden von diesen Arten auch andere Ressourcen genützt, z.B. Aas, kleine Wirbellose und Detritus (WESENBERG-LUND 1943, ITZEKOVA 1971). Eine filtrierende Ernährungsweise dürfte in oligotrophen Seen weniger zu einer ausreichenden Versorgung beitragen können. Darauf spezialisierte Formen dürften u.a. deshalb dort fehlen.

Der dominierende Einfluß des Bodensubstrates auf die Verteilung der Arten konnte nur für wenige Arten statistisch nicht ausgeschlossen werden. Scheinbar überdeckt vielmehr der Faktor Trophie den Umstand, daß einige Arten bestimmte Sedimenttypen bevorzugen. Zum Beispiel gelten *Cladotanytarsus*-Arten allgemein als sandliebend (PINDER & REISS 1983 in WIEDERHOLM 1983), wurden aber auch am kiesigen Ufer des eutrophen Weßlinger Sees gefunden. Für andere Arten sind die beschriebenen Habitate offenbar noch nicht genügend bekannt. *Tanytarsus usmaensis* (Langwieder See, Weßlinger See, Pelhamer See) ist z.B. nach REISS & FITTKAU (1971) eine Leitform sandiger Litoralsedimente produktionsreicher Stehendgewässer. MEUCHE (1939) fand die Art jedoch auch im Aufwuchs und STABEL (1976) konnte sie von Totholz züchten. Der o.a. *Endochironomus* ist nach MEUCHE (1939) eine typische Aufwuchschironomide, wurde aber am Chiemsee und vielen anderen untersuchten Seen auch im Sediment nachgewiesen. Es scheint also, daß sich der Großteil der Arten in ihrer Habitatwahl opportunistisch verhält und sich die Nahrung dort sucht, wo sie gerade verfügbar ist, ohne Rücksicht auf die Raumstruktur. Im oligotrophen Milieu ist es offenbar ähnlich. *Parakiefferiella coronata*, eine Charakterart des Brunnseesediments, ist von REISS (1968c) auch in Pflanzenbeständen nachgewiesen worden.

Es kann anhand der Arten-Areal-Kurven (s. Abb. 5.4) davon ausgegangen werden, daß der Bestand der wesentlichen Arten einer Probenstelle wohl erfaßt ist. ROSENBERG et al. (1980) fand zwar mit längerer Beprobungszeit nur langsam eine Sättigung der Kurve, aber alle Arten mit > 1% Dominanzgrad waren sehr schnell bekannt.

Daß 1991 am Langwieder See im allgemeinen etwas weniger Arten wie 1990 gefunden wurden, mag einerseits auf die etwas geringere Probenzahl im Sommer zurückzuführen sein, andererseits auf die natürliche Schwankung im Arten- und Populationsbestand. Bezeichnend für letzteres ist die Tatsache, daß 1991 im Vergleich zum Vorjahr sehr geringe Abundanzen von *Tanytarsus chinyensis* zu beobachten waren. Es ist nicht damit zu rechnen, daß der Abstand der Probenahmen zu groß war, da im Vorjahr die Emergenz von *T. chinyensis* über mehrere Wochen immer wieder gut erkennbar war.

Von den Vertretern der anderen Insektengruppen spielten nur die Ceratopogoniden, die übrigens nie als erwachsene Mücken gefangen wurden, eine Rolle als Indikatoren. Leider ist bis heute die systematische Bearbeitung der subadulten Entwicklungsstadien noch sehr lückenhaft. Deshalb muß man sich mit der Dokumentation der Typen begnügen. Bei allen künftigen Untersuchungen dieser Art sollte auf die Erfassung dieser Dipteregruppe hohes Augenmerk verwendet werden, da ihre Bedeutung als Zeigerarten nicht zu unterschätzen ist.

5.4.3 Lokale Sonderformen

Die benthischen Litoralzönosen aus Seen gleichen Trophie-Grades setzten sich einerseits aus allen Probestellen gemeinsamen Elementen zusammen, andererseits kam an den untersuchten Litoralstellen jeweils auch eine spezifische Lokalfauna vor, die z.T. nicht einmal anhand der Oberflächendriftfänge erfaßt werden konnte (s. Kap. 5.3.1). In den allermeisten Fällen sind dies Einzelfunde, die damit nicht ökologisch angesprochen und weiter diskutiert werden sollen. Es scheint aber auch einige Formen zu geben, die offenbar vornehmlich auf sandigem Boden siedeln (BRUNDIN 1949, REISS 1968c) und in den Driftfängen damit nicht vorkamen (*Corynoneura celeripes*, *Tanytarsus excavatus*, *T. holochlorus*, *T. gregarius*).

Am deutlichsten wurde die Bedeutung der nur lokal gefundenen Formen am mesotrophen Tegernsee. Dort fanden sich u.a. mit *Heterotrissocladius marcidus*, *Thienemannimyia vitellina*, *Synorthocladius semivirens*, *Microtendipes chloris* und *Tanytarsus bathophilus* viele Formen, die allgemein als kaltstenotherm betrachtet werden (ERTLOVA 1987, FITTKAU 1962, REISS 1968c, REISS & FITTKAU 1971, PALOMÄKI 1989), weiter solche, die zumindest ihre erste Generation sehr früh im Jahr unter kalten Temperaturbedingungen hervorbringen (z.B. *Parakiefferiella bathophila*). Die Temperaturkurve zeigt auch tatsächlich, daß die Litoralmeßstellen des Tegernsees von einer sehr niedrigen Ausgangstemperatur (2°C) eine viel langsamere Erwärmung im Jahresverlauf und auch im Sommer niedrigere Höchsttemperaturen als die anderen Untersuchungsgewässer zeigten.

Einige der nur am Tegernsee gefundenen Arten wurden auch als Trophie-Indikatoren angesprochen (*Heterotrissocladius marcidus*, *Cricopopus albiforceps*, *Polypedilum scalaenum*). Da ihr Vorkommen im Rahmen der Untersuchung jedoch nur auf den Tegernsee beschränkt ist, erscheint diese Einstufung zunächst unsicher, da z.B. die Temperatur ebenso eine entscheidende Rolle spielen könnte. Jedoch auch die Befunde von BRUNDIN (1949) und ERTLOVA (1987) belegen für *H. marcidus* eher ein Vorkommen in belastungsärmeren Gewässern. PALOMÄKI (1989) dagegen fand diese Art in Finnland auch in eutrophen Seen, ohne jedoch Angaben über Abundanzen zu geben.

Die im Brunnsee dominant und im Lustsee gering abundant nachgewiesene *Parakiefferiella coronata* wird von ERTLOVA (1987) als psychrophil angesehen. BRUNDIN (1949) beschreibt sie als weit verbreitete Sommerform aus oligotrophen Seen und Moorkolken. Die Art ist also offenbar an Mangelstandorte ohne Temperaturabhängigkeit angepaßt und scheint somit in das vorliegende Konzept als oligotrophente Indikatorart zu passen.

Unklar sind die ökologischen Ansprüche von *Polypedilum scalaenum*, einer Art, die nur am mesotrophen Tegernsee nachgewiesen wurde. Diese Art besiedelt nach BECK (1977), THIE-NEMANN (1954) und CHERNOVSKIJ (1949) vorwiegend sandiges, schlammiges Substrat oligo- und mesotropher, lenitischer Still- und Fließgewässerbereiche. Dieser Befund steht im Einklang mit den vorliegenden Untersuchungsergebnissen. Auch am Chiemsee (ORENDT 1990) wurde sie 1988/89 aus sandigen, mesotrophen Uferbereichen nachgewiesen. ROBACK (1957) fand sie jedoch ebenso auf Pflanzen und Holzteilen, und WINNELL & WHITE (1985) sehen sie darüber hinaus als einen Indikator für eutrophe Bedingungen an.

Größere Einigkeit besteht dagegen bei sehr vielen Arten, die mit zunehmender Nährstoffbelastung auftraten. Sie können auch in der Literatur meist als Besiedler ebensolcher Standorte gefunden werden (zusätzlich zu den bei ORENDT 1992 zitierten Autoren sind hier beispielsweise noch ALI 1989, v.DANWITZ et al. 1985, DEVAI 1988, FRANK 1984, FRANK 1986, FRANK 1987, PALOMÄKI 1989 u. a. zu nennen). Die lokalen Sonderformen brauchen also trotz ihrer isolierten Nachweise im Untersuchungsgebiet zunächst als Trophie-Zeiger nicht ausgeschlossen werden. Das Problem der genauen Einordnung der Arten in ihre Milieupräferenz tritt natürlich nicht nur bei Arten die während der Untersuchung gefangen wurden auf, sondern allgemein. Es wird immer auch sich widersprechende Aussagen in Untersuchungen und Literatur geben, die sich nur bei ausreichendem Wissensstand abschätzen lassen werden. Die Einstufungen der Trophie-Indikatoren und ihre Gewichtung sind deshalb nicht als unveränderlich anzusehen. Sie können immer nur so gut sein, wie es dem jeweiligen Kenntnisstand entspricht. Es muß daher versucht werden, möglichst viele Erkenntnisse in der Zusammenschau zu berücksichtigen und Schlüsse nicht nur aufgrund einzelner Untersuchungen zu ziehen.

5.4.4 Typische Gemeinschaften

Beim Vergleich der litoralen Artengemeinschaften der Voralpenseen mit denen aus publizierten Untersuchungen ist auffällig, daß die Charakterarten der eutrophen Standorte i. a. durchgehend die gleichen sind. Bei den oligotrophenten Arten ist das Bild unklarer, weil die Vergleichsmöglichkeiten weitestgehend fehlen. Von den Seen im Voralpengebiet, die zumindest halbquantitativ untersucht sind, haben wohl nur mehr wenige einen oligotrophen Status. Man

kann aber aus z.T. relativ alten, aber deshalb nicht unbrauchbaren Listen aus BRUNDIN (1949) und THIENEMANN (1954) ersehen, daß auch viele vorwiegend in oligotrophen Litoralbereichen siedelnden, charakteristischen Arten im großen und ganzen durchgehend und nicht nur lokal verbreitet sind. Beispielsweise ist *Pagastiella orophila* in arktischen oligotrophen Seen (PALOMÄKI 1989), im damals oligotrophen, südschwedischen See Innären und in humosen Seen zu finden (BRUNDIN 1949), also an Mangelstandorten. ERTLOVA (1987) und BRUNDIN (1949) geben für *Parakiefferiella coronata* ähnliche ökologische Verbreitungen an. Beide Arten kommen im Brunnsee und Lustsee vor, im letzteren spielt *P. coronata* aber nur eine untergeordnete Rolle, während sie im Brunnsee als eudominante Charakterart in Erscheinung tritt. Durch die geringere Artenzahl fällt das Fehlen einer einzigen Art in einer artenärmeren Gemeinschaft (oligotrophe Seen) weit weniger ins Gewicht als bei einer formenreichen (eutrophe Seen).

Im folgenden soll nun versucht werden, Grundtypen von Zönosen zu beschreiben, die mehr oder weniger abgewandelt an den einzelnen Probestellen zu finden waren. Die Grundlage bilden die Gruppen der Trennarten (s. ORENDR 1992, Tab. 6.4).

Die Zönose der eher oligotraphenten Trennarten setzt sich aus *Parakiefferiella coronata*, *Pagastiella orophila*, *Tanytarsus quadridentatus* und drei Ceratopogonidenarten zusammen. Diese Gemeinschaft wurde nur am Lustsee und Brunnsee gefunden.

Die Gruppe der mesotraphenten Trennarten spaltet sich auf. Allen mesotrophen Standorten gemeinsame Trennarten stellten *Cricotopus fuscus*, *Microtendipes confinis* und *Tanytarsus bathophilus* dar. Die eurytopen Arten *Tanytarsus chinyensis* und *T. signatus* haben an diesen mesotrophen Probestellen ihr Abundanzmaximum. Am Tegernsee sind noch *Cricotopus albiforceps*, *Heterotrissocladius marcidus*, *Orthocladius oblidens*, *Virgatanytarsus arduennensis* und *Polypedilum scalaenum* charakteristisch. Die letzte Art wurde auch an mesotrophen Stellen des Chiemsees gefunden (ORENDR 1990). Für den Langwieder See war noch *Zavrelimyia hirtimana* als Trennart auffallend, die auch in Quellgräben nachgewiesen wurde (WAGENSÖNNER 1992) und also offenbar keine eutrophen Standorte bevorzugt. Am Langwieder und Lerchenauer See traten bereits zusätzlich gegen Oligotrophie trennende Arten der nächsten Gruppe auf, deren Vetreter im Pelhamer See schon beträchtliche Anteile aufwiesen. Es ist fraglich, ob die Formen, die an nur einem See vorkamen, auch als Trennarten angesehen werden dürfen. Sie könnten ebenso lokale Besonderheiten darstellen. Wenn es so wäre, ist es aber immer noch eine Tatsache, daß diese Chironomiden an eutrophen und oligotrophen Probestellen gar nicht gefunden werden konnten, und somit zunächst als Charakterarten zumindest nicht abgelehnt werden können. Ihre Einordnung im Spektrum der Trophie-Zeiger ist, wie im vorigen Abschnitt behandelt, anhand der Literatur durchaus begründet.

Die dritte Gruppe wird durch eutraphente Trennarten gegen Oligotraphie und Mestrophie repräsentiert. Herausragende Vertreter waren *Cricotopus intersectus*, beide *Glyptotendipes*-Arten, *Dicrotendipes nervosus*, *Polypedilum nubeculosum*, *Tanytarsus holochlorus* u.a., alles Formen, die für ihr Habitat im eutrophen Milieu bekannt sind (ALI 1989, BRUNDIN 1949, DANWITZ et al. 1985, DEVAI 1988, FRANK 1984, SAETHER 1979, SÄWEDAL 1978 u.a.). Diese Zönose war mit anderen Charakterarten wie *Cladotanytarsus lepidocalcar*, *C. atridorsum*, *C. nigrovittatus* am Weßlinger See, Waginger See und - abgeschwächt - am Pelhamer See zu finden.

Es waren also Grundtypen von Gemeinschaften erkennbar. Für eine Litoraltypologie ist die vorliegende Untersuchung aber noch nicht ausreichend. Es ist nicht auszuschließen, daß es mehrere spezielle Artengemeinschaften in einem Trophie-Bereich gibt (s. Tegernsee).

Tab. 5.2 Artenliste 1990 (Gesamt-Individuenzahl auf 0.5 m² Fangfläche)

	Lustsee		Brunnsee		Tegernsee		Langwieder See		Lerchen. See	Pelhamer See		Waginger See		Weßlinger See	
	L	R	O	W	O	W	N	S		S	O	Wo.	KÜ.	N	S
Chironomidae															
Tanypodinae															
Ablabesmyia longistyla	3	1	2	1			28	39	40	1		8	1	108	105
Ablabesmyia monilis					3		4	6	22			14	1	14	11
Ablabesmyia phatta												2			
Arctopelopia griseipennis				1											
Conchapelopia melanops										1			1		
Paramerina cingulata					3									1	
Procladius Pel										1					
Procladius choreus	15	23	9	34	2	12	116	122	273	10	11	21	30	66	203
Procladius crassinervis		1			1										
Procladius sagittalis	1	1				1									
Procladius signatus					1										
Procladius sp.							3								7
Psilotanyptus rufovittatus									1	17	28	3	13	2	4
Thienemannimyia vitellina	1				3	8									
Zavrelimyia hirtimana							28	31							
Prodiamesinae															
Prodiamesa olivacea					1										
Orthocladinae															
Camptocladius stercorarius													1		
Corynoneura celeripes						1									
Corynoneura edwardsii							4	8	3					25	
Corynoneura lacustris						1									
Corynoneura scutellata	2	1			1	1			3			1	13	8	
Corynoneura sp.					1	1				1				15	
Cricotopus albiforceps					18	15									
Cricotopus algarum														1	
Cricotopus bicinctus					1							1	1	1	
Cricotopus festivellus					1						5	5			
Cricotopus fuscus					4		2	6							1
Cricotopus intersectus											1	8	25	28	
Cricotopus pirifer							3	3							
Cricotopus sylvestris				1								1	5	4	1
Cricotopus trifasciatus									1						
Heterotrissocladius marcidus					3	5									
Nanocladius balticus	1	1		1			1	2	4	1					
Nanocladius bicolor									1					12	27
Orthocladius oblidens					4	2									
Orthocladius consobrinus													1		
Parakiefferiella bathophila					1	7	19	106	1	2	7	94	19	8	24
Parakiefferiella coronata		6	788	764											
Paracladius conversus									20						
Psectrocladius barbatipes		1													
Psectrocladius brehmi														74	13
Psectrocladius limbatellus							1	1						4	1
Psectrocladius oligosetus												1			
Psectrocladius oxyura												7			
Psectrocladius platypus	1								1						
Psectrocladius psilopterus		1				1			1				1		
Psectrocladius sordidellus							8	8	2	4			7	26	6
Synorthocladius semivirens					1	1									
Chironominae															
Chironomini															
Chironomus Pe7															1
Chironomus athracinus														1	1
Chironomus cingulatus														27	46
Chironomus luridus														1	
Chironomus nuditarsis															1
Chironomus plumosus								1			4	5	5	3	
Chironomus salinarius															1
Cladopelma viridula						3			2	19	23			1	1
Cryptochironomus albofasciatus													1		
Cryptochironomus obreptans				1					3		1	4	1		
Cryptochironomus psittacinus										11	1				
Cryptochironomus supplicans						2			41	1	11	17	9		
Cryptochironomus sp.			1												
Demicryptochironomus vulneratus	3	1			2					1					
Dicrotendipes nervosus									7	5	3	251	2	80	94
Dicrotendipes pulsus										12	3				
Dicrotendipes tritonus											1				
Einfeldia dissidens															1
Endochironomus albipennis		1							14	2	2	51	34	120	35
Endochironomus impar														2	
Glyptotendipes pallens											15	3	40	35	
Glyptotendipes paripes									2	1	37	1	83	92	
Harnischia curtilamellata												1			
Lauterbornia agrayloides	1		13	2						14					

Tab. 5.2 Fortsetzung

	Lustsee		Brunnsee		Tegernsee		Langwieder See		Lerchenau.S.	Pelhamer See		Waginger See		Weßlinger See	
	L	R	O	W	O	W	N	S	S	O	Wo.	Kü.	N	S	
Microtendipes chloris					1				2			3	1	61	10
Microtendipes confinis					4	13			1						
Microtendipes pedellus					2	3		1	1	8		104	8	44	16
Pagastiella orophila	30	80	72	18											
Parachironomus arcuatus						1			1	3		3	1	1	11
Parachironomus tenuicaudatus									1						
Paracladopelma laminata					10	25					3				
Phaenopsectra flavipes								4							
Polypedilum bicrenatum				4									1		
Polypedilum nubeculosum							2	4	1	4	4	85	28	7	9
Polypedilum pedestre														1	
Polypedilum pullum					3								1		
Polypedilum scalaenum					9	7									
Polypedilum sordens										1		2	5	573	565
Paratendipes albimanus					1					10	1	3		1	
Sergentia Pel		1													
Sergentia coracina					3										
Stenochironomus gibbus												1			1
Stictochironomus pictulus					2	4						16		1	
Pseudochironomini															
Pseudochironomus prasinatus									2	40	15	97			
Tanytarsini															
Cladotanytarsus atridorsum		2		1					42	132	67	5	29	3	
Cladotanytarsus lepidocalcar					3	1			2	11	39	662	651	24	
Cladotanytarsus mancus		1		1	91	45			16	42	25	221	141	10	1
Cladotanytarsus nigrovittatus					42	3			49	194	27	62	4	1	
Cladotanytarsus sp.		1													
Micropsectra atrofasciata														2	
Micropsectra contracta					6	5								6	
Paratanytarsus bituberculatus			5	4		1	8	9	20	1	2	14	5		
Paratanytarsus inopertus											1	21	11	149	47
Paratanytarsus intricatus									1					3	
Paratanytarsus laetipes														29	3
Paratanytarsus tenuis									3	3	2	3			
Stempellina hausei	16	24	66	110	3							9	2	1	
Stempellina subglabripennis										19	42		2		
Stempellinella minor					2	2				94	61	1	1		
Tanytarsus aculeatus										2					
Tanytarsus sinuatus			1												
Tanytarsus bathophilus					6		1	17							
Tanytarsus brundini	1				27	12		3						2	
Tanytarsus buchonius														1	
Tanytarsus chinyensis	8	3		1	3	61	361	418	678	255	220	78	16	8	44
Tanytarsus cf. cretensis															1
Tanytarsus debilis		1		3			1		2	17	3	6			
Tanytarsus ejuncidus						11			1		1				1
Tanytarsus eminulus															1
Tanytarsus excavatus														14	6
Tanytarsus gibbosiceps			1												
Tanytarsus glabrescens							1		2						
Tanytarsus gregarius									7						
Tanytarsus heusdensis						2									
Tanytarsus holochlorus										1	2			5	6
Tanytarsus lactescens							7	7		1				1	
Tanytarsus lestagei agg.		4							57	12	13	2	1	171	85
Tanytarsus lugens									1						
Tanytarsus medius		1					1	1	33			11	1	121	60
Tanytarsus mendax													1	33	38
Tanytarsus nemorosus				1										1	2
Tanytarsus occultus				1											
Tanytarsus pallidicornis									203	38	39	2		15	17
Tanytarsus Pe15									1					2	
Tanytarsus Pe16														1	
Tanytarsus Pe5a														1	
Tanytarsus quadridentatus	2	10	3	26										3	1
Tanytarsus recurvatus			1												
Tanytarsus signatus	9	3	3	6			74	210	327					2	21
Tanytarsus smolandicus		1		7	1						12				
Tanytarsus sylvaticus									1					1	
Tanytarsus usmaensis									1			1		7	8
Tanytarsus verralli											26	70			
Virgatanytarsus arduennensis					10	9									
Ceratopogonidae															
sp. I	39	63	137	117			10	7						1	1
sp. II	42	180	35	47					1						
sp. III			2	5			3		42		1	1			
sp. IV	4	5	1	2											
sp. V	1	1					6	4	51		2	5			1

Tab. 5.3 Verteilung der Arten und Artengruppen nach der Clusteranalyse
(Ähnl.maß: Korrelationskoeffizient; minimum variance clustering)

	Lustsee		Brunnsee		Tegernsee		Langwieder See		Lerchen. See	Pelhamer See		Waginger See		Weßlinger See	
	L	R	O	W	O	W	N	S	See	S	O	Wo.	Kü.	N	S
Sergentia Pel		1													
Psectrocladius barbatipes		1													
Cladotanytarsus sp.		1													
Psectrocladius platypus	1									1					
Demicryptochironomus vulneratus	3	1			2					1					
Procladius sagittalis	1	1				1									
Ceratopogonidae sp. II	42	180	35	47						1					
Ceratopogonidae sp. IV	4	5	1	2											
Pagastiella orophila	30	80	72	18											
Stempellina bausei	16	24	66	110	3						9	2	1		
Parakiefferiella coronata		6	788	764											
Ceratopogonidae sp. I	39	63	137	117			10	7						1	1
Tanytarsus quadridentatus	2	10	3	26											
Lauterbornia agrayloides	1		13	2						14					
Tanytarsus recurvatus			1												
Tanytarsus gibbosiceps			1												
Tanytarsus sinuatus			1												
Cryptochironomus sp.			1												
Polypedilum bicrenatum				4											
Arctopelopia griseipennis				1											
<hr/>															
Tanytarsus heusdensis						2									
Corynoneura lacustris						1									
Corynoneura celeripes						1									
Tanytarsus ejuncidus						11			1		1				1
Thienemannimyia vitellina	1				3	8									
Microtendipes confinis					4	13			1						
Paracladopelma laminata					10	25					3				
Heterotrissocladius marcidus					3	5									
Tanytarsus brundini	1				27	12			3						2
Orthocladus oblidens					4	2									
Polypedilum scalaenum					9	7									
Cricotopus albiforceps					18	15									
Synorthocladus semivirens					1	1									
Virgatanytarsus triangularis					10	9									
Micropsectra contracta					6	5							6		
Sergentia coracina					3										
Prodiamesa olivacea					1										
Procladius signatus					1										
Paramerina cingulata					3										1
Polypedilum pullum					3								1		
Procladius crassinervis		1			1										
<hr/>															
Phaenopsectra flavipes								4							
Cricotopus fuscus					4		2	6							1
Zavrelimyia hirtimana							28	31							
Cricotopus pirifer							3	3							
Tanytarsus lactescens							7	7		1					1
Parakiefferiella bathophila			1	7	19	106	1	2	7	94	19		8	24	
<hr/>															
Tanytarsus signatus	9	3	3	6			74	210	327					2	21
Tanytarsus bathophilus					6			1	17						
Nanocladius balticus	1	1		1			1	2	4	1					
Tanytarsus chinyensis	8	3		1	3	61	361	418	678	255	220	78	16	8	44
Procladius choreus	15	23	9	34	2	12	116	122	273	10	11	21	30	66	203
Paratanytarsus bituberculatus			5	4			1	8	9	20	1	2	14	5	
Ceratopogonidae sp. III			2	5				3	42				1	1	
Ceratopogonidae sp. V	1	1					6	4	51			2	5		1
Tanytarsus glabrescens							1		2						
Tanytarsus lugens									1						
Tanytarsus gregarius									7						
Paracladius conversus									20						
Parachironomus tenuicaudatus									1						
Cricotopus trifasciatus									1						
Cryptochironomus supplicans						2			41	1	11	17	9		
Cryptochironomus obreptans			1						3		1	4	1		
Paratanytarsus tenuis									3	3	2	3			
Tanytarsus occultus			1						203	38	39	2		15	17
<hr/>															
Stempellinella minor					2	2				94	61	1	1		
Cladotanytarsus atridorsum		2		1					42	132	67	5	29	3	
Tanytarsus aculeatus										2					
Procladius Pel										1					
Cryptochironomus psittacinus										11	1				
Dicrotendipes pulsus										12	3				
Tanytarsus debilis	1		3				1		2	17	3	6			
Paratendipes albimanus					1					10	1	3		1	
Cladotanytarsus nigrovittatus					42	3			49	194	27	62	4	1	
Stempellina subglabripennis										19	42		2		
Cladopelma viridula						3			2	19	23			1	1
Psilotanyptus rufovittatus									1	17	28	3	13	2	4
Tanytarsus smolandicus	1		7	1							12				
Dicrotendipes tritonus											1				

Tab. 5.3 Fortsetzung

	Lustsee		Brunnsee		Tegernsee		Langwieder See		Lerchen. See	Pelhamer See		Waginger See		Weßlinger See	
	L	R	O	W	O	W	N	S	See	S	O	Wo.	Kü.	N	S
<i>Cricotopus festivellus</i>					1							5	5		
<i>Cladotanytarsus lepidocalcar</i>					3	1			2	11	39	662	651	24	
<i>Cladotanytarsus mancus</i>		1		1	91	45			16	42	25	221	141	10	1
<i>Microtendipes pedellus</i>					2	3		1	1	8		104	8	44	16
<i>Dicrotendipes nervosus</i>									7	5	3	251	2	80	94
<i>Tanytarsus verralli</i>											26	70			
<i>Pseudochironomus prasinatus</i>									2	40	15	97			
<i>Stiochironomus pictulus</i>					2	4						16		1	
<i>Ablabesmyia phatta</i>												2			
<i>Polypedilum nubeculosum</i>							2	4	1	4	4	85	28	7	9
<i>Stenochironomus gibbus</i>												1			1
<i>Cricotopus sylvestris</i>				1								1	5	4	1
<i>Chironomus plumosus</i>								1				4	5	5	3
<i>Cricotopus bicinctus</i>						1							1	1	1
<i>Psectrocladius oxyura</i>													7		
<i>Psectrocladius oligosetus</i>													1		
<i>Orthocladius consobrinus</i>													1		
<i>Micropsectra atrofasciata</i>													2		
<i>Harnischia curtilamellata</i>													1		
<i>Cryptochironomus albofasciatus</i>													1		
<i>Camptocladius stercorarius</i>													1		
<i>Psectrocladius psilopterus</i>		1				1				1			1		
<i>Conchapelopia melanops</i>										1			1		
<i>Tanytarsus Pe5a</i>														3	1
<i>Tanytarsus excavatus</i>														14	6
<i>Tanytarsus Pe16</i>														1	
<i>Tanytarsus Pe15</i>														1	
<i>Tanytarsus eminulus</i>														1	
<i>Tanytarsus buchonius</i>														1	
<i>Polypedilum pedestre</i>														1	
<i>Endochironomus impar</i>														2	
<i>Cricotopus algarum</i>														1	
<i>Chironomus luridus</i>														1	
<i>Psectrocladius limbatellus</i>							1	1						4	1
<i>Psectrocladius sordidellus</i>							8	8	2	4			7	26	6
<i>Corynoneura edwardsii</i>							4	8	3					25	
<i>Ablabesmyia monilis</i>					3		4	6	22			14	1	14	11
<i>Tanytarsus pallidicornis</i>									1					2	
<i>Paratanytarsus intricatus</i>									1					3	
<i>Tanytarsus sylvaticus</i>									1					1	
<i>Paratanytarsus inopertus</i>										1	21	11	149	47	
<i>Tanytarsus medius</i>								1	1	33		11	1	121	60
<i>Tanytarsus lestagei</i> agg.		4							57	12	13	2	1	171	85
<i>Corynoneura scutellata</i>		2	1		1	1			3				1	13	8
<i>Endochironomus albipennis</i>			1						14	2	2	51	34	120	35
<i>Microtendipes chloris</i>									2			3	1	61	10
<i>Psectrocladius brehmi</i>					1									74	13
<i>Paratanytarsus laetipes</i>														29	3
<i>Ablabesmyia longistyla</i>	3	1	2	1			28	39	40	1		8	1	108	105
<i>Parachironomus arcuatus</i>						1			1	3		3	1	1	11
<i>Procladius</i> sp.						3									7
<i>Glyptotendipes paripes</i>										2	1	37	1	83	92
<i>Glyptotendipes pallens</i>												15	3	40	35
<i>Nanocladius bicolor</i>									1					12	27
<i>Chironomus cingulatus</i>														27	46
<i>Polypedilum sordens</i>										1		2	5	573	565
<i>Chironomus athracinus</i>														1	1
<i>Tanytarsus mendax</i>													1	33	38
<i>Tanytarsus usmaensis</i>								1			1			7	8
<i>Cricotopus intersectus</i>											1	8	25	28	
<i>Tanytarsus holochlorus</i>										1	2			5	6
<i>Tanytarsus nemorosus</i>														1	2
<i>Corynoneura</i> sp.				1											15
<i>Tanytarsus</i> cf. <i>cretensis</i>					1	1				1					1
<i>Einfeldia dissidens</i>															1
<i>Chironomus salinarius</i>															1
<i>Chironomus nuditarsis</i>															1
<i>Chironomus</i> Pe7															1

Tab. 5.4 Ökologische Valenz der Arten, Verteilung der Arten in den verschiedenen Trophie-Bereichen (gerundete Durchschnittswerte von Artabundanz an Standorten mit gleichem Trophiegrad, Min.wert 1)

Art	Trophiegrad		2.5		4		4.5		5	
	1	2	oligo-	3	meso-	4	4.5	eu-	5	troph
<i>Arctopelopia griseipennis</i>	1	1								
<i>Procladius crassinervis</i>	1									
<i>Procladius sagittalis</i>	1									
<i>Parakiefferiella coronata</i>	3	776								
<i>Psectrocladius barbatipes</i>	1									
<i>Psectrocladius platypus</i>	1									
<i>Cryptochironomus sp.</i>		1								
<i>Pagastiella orophila</i>	55	45								
<i>Polypedilum bicrenatum</i>		2								
<i>Sergentia Pel</i>	1									
<i>Cladotanytarsus sp.</i>	1									
<i>Tanytarsus quadridentatus</i>	6	15								
<i>Tanytarsus sinuatus</i>		1								
<i>Tanytarsus gibbosiceps</i>		1								
<i>Tanytarsus recurvatus</i>		1								
<i>Ceratopogonidae sp. IV</i>	5	2								
<i>Ceratopogonidae sp. II</i>	111	41								
<i>Thienemannimyia vitellina</i>	1			3						
<i>Nanocladius balticus</i>	1	1		1	4					
<i>Demicryptochironomus vulneratus</i>	2			1						
<i>Procladius signatus</i>				1						
<i>Zavrelimyia hirtimana</i>				15						
<i>Prodiamesa olivacea</i>				1						
<i>Corynoneura celeripes</i>				1						
<i>Corynoneura lacustris</i>				1						
<i>Cricotopus albiforceps</i>				8						
<i>Cricotopus pirifer</i>				2						
<i>Cricotopus trifasciatus</i>					1					
<i>Heterotrissocladius marcidus</i>				2						
<i>Orthocladius oblidens</i>				2						
<i>Paracladius conversus</i>					20					
<i>Synorthocladius semivirens</i>				1						
<i>Microtendipes confinis</i>				4	1					
<i>Parachironomus tenuicaudatus</i>					1					
<i>Phaenopsectra flavipes</i>				1						
<i>Polypedilum scalaenum</i>				4						
<i>Sergentia coracina</i>				1						
<i>Tanytarsus bathophilus</i>				2	17					
<i>Tanytarsus glabrescens</i>					2					
<i>Tanytarsus gregarius</i>					7					
<i>Tanytarsus heusdensis</i>				1						
<i>Tanytarsus lugens</i>					1					
<i>Virgatanytarsus triangularis</i>				5						
<i>Ablabesmyia monilis</i>				3	22		5	1	13	
<i>Paramerina cingulata</i>				1					1	
<i>Procladius sp.</i>				1					4	
<i>Psilotanytus rufovittatus</i>					1		16	13	3	
<i>Corynoneura sp.</i>				1					8	
<i>Corynoneura edwardsii</i>				3	3				13	
<i>Cricotopus festivellus</i>							2	5		
<i>Cricotopus fuscus</i>				3					1	
<i>Parakiefferiella bathophila</i>				33	1		34	19	16	
<i>Psectrocladius limbatellus</i>				1					3	
<i>Psectrocladius sordidellus</i>				4	2		1	7	16	
<i>Chironomus plumosus</i>							1	5	4	
<i>Cladopelma viridula</i>				1	2		14		1	
<i>Cryptochironomus supplicans</i>				1	41		10	9		
<i>Dicrotendipes nervosus</i>					7		86	2	87	
<i>Glyptotendipes pallens</i>							5	3	38	
<i>Glyptotendipes paripes</i>							13	1	88	
<i>Microtendipes chloris</i>					2		1	1	36	
<i>Microtendipes pedellus</i>				2	1		37	8	30	
<i>Nanocladius bicolor</i>					1				20	
<i>Parachironomus arcuatus</i>					1		2	1	6	
<i>Paracladopelma laminata</i>				9			1			
<i>Paratendipes albimanus</i>							5		1	
<i>Polypedilum nubeculosum</i>				2	1		31	28	8	
<i>Polypedilum pullum</i>				1				1		
<i>Polypedilum sordens</i>							1	5	569	
<i>Pseudochironomus prasinatus</i>					2		51			
<i>Stictochironomus pictulus</i>				2			5		1	
<i>Cladotanytarsus lepidocalcar</i>				1	2		237	651	12	
<i>Cladotanytarsus nigrovittatus</i>				11	49		94	4	1	
<i>Micropectra contracta</i>				3				6		

Tab. 5.4 Fortsetzung

Trophiegrad	1	2	2.5	3	4	4.5	5
Art	oligo-troph		meso-troph		eu-troph		
Paratanytarsus inopertus					7	11	98
Paratanytarsus intricatus				1			2
Paratanytarsus tenuis				3	3		
Stempellinella minor			1		52	1	
Tanytarsus ejuncidus			3	1			1
Tanytarsus holochlorus					1		6
Tanytarsus lactescens			4				1
Tanytarsus pallidicornis				1			1
Tanytarsus sylvaticus				1			1
Ablabesmyia phatta					1		
Conchapelopia melanops						1	
Camptocladius stercorarius						1	
Cricotopus algarum							1
Cricotopus bicinctus						1	1
Cricotopus intersectus						8	27
Orthocladius consobrinus						1	
Psectrocladius brehmi							44
Psectrocladius oligosetus						1	
Psectrocladius oxyura						7	
Chironomus Pe7							1
Chironomus athracinus							1
Chironomus cingulatus							37
Chironomus luridus							1
Chironomus nuditarsis							1
Chironomus salinaris							1
Cryptochironomus albofasciatus						1	
Cryptochironomus psittacinus					4		
Dicretendipes pulsus					5		
Dicretendipes tritomus						1	
Einfeldia dissidens							1
Endochironomus impar							1
Harnischia curtilamellata						1	
Polypedilum pedestre							1
Stenochironomus gibbus							1
Micropsectra atrofasciata						2	
Paratanytarsus laetipes							16
Stempellina subglabripennis					20	2	
Tanytarsus aculeatus					1		
Tanytarsus buchonius							1
Tanytarsus cf. cretensis							1
Tanytarsus eminulus							1
Tanytarsus excavatus							10
Tanytarsus mendax						1	36
Tanytarsus Pe15							1
Tanytarsus Pe16							1
Tanytarsus Pe5a							2
Tanytarsus usmaensis							8
Tanytarsus verralli					32		
Ceratopogonidae sp. I	51	127		4			1
Ceratopogonidae sp. V	1			3	51	1	5
Ceratopogonidae sp. IIII		4		1	42		1
Ablabesmyia longistyla	2	2		17	40	3	1
Procladius choreus	19	22		63	273	14	30
Corynoneura scutellata	2			1	3		1
Cricotopus sylvestris		1					5
Psectrocladius psilopterus	1						1
Cryptochironomus obreptans		1		3		2	1
Endochironomus albipennis	1			14		18	34
Lauterbornia agrayloides	1	8				5	
Cladotanytarsus atridorsum	1	1			42	68	29
Cladotanytarsus mancus	1	1		34	16	96	141
Paratanytarsus bituberculatus		5		5	20	6	5
Stempellina bausei	20	88		1		3	2
Tanytarsus debilis	1	2			2		9
Tanytarsus emolandicus	1	4				4	
Tanytarsus nemorosus		1					2
Tanytarsus brundini	1			10	3		1
Tanytarsus chinyensis	6	1		211	678	184	16
Tanytarsus medius	1			1	33	4	1
Tanytarsus lestagei agg.	2				57	9	1
Tanytarsus occultus		1			203	26	16
Tanytarsus signatus	6	5		71	327		12

6 Benthische und epiphytische Makroinvertebraten-Gemeinschaften

6.1 Einleitung

Ziel der Erhebungen an benthischen Makroinvertebraten im Seenlitoral war die Überprüfung der Eignung der bearbeiteten Tiergruppen und -arten als Trophie-Indikatoren. Bedingt durch die Fragestellung waren nur Nachweise von Arten relevant, deren Vorkommen in Abhängigkeit von definierten trophischen Verhältnissen steht. Andere Faktoren wie z.B. Substratangebot, Strömung, Ufermorphologie und Beschattung wurden nicht berücksichtigt. Taxa, die nicht auf Artniveau zu bestimmen sind, eurytopen Arten und Einzelfunden kam keine Bedeutung zu (s. HESS 1992).

In die vergleichende faunistische Analyse der Makrozoobenthos-Gemeinschaften der Untersuchungsgewässer werden dagegen sowohl nicht auf Artniveau bestimmbare Taxa einbezogen wie auch Arten, deren Vorkommen nicht bzw. nicht überwiegend durch die Trophie gesteuert ist. Die Artenspektren werden in Abhängigkeit potentiell wirksamer Faktoren diskutiert und verglichen. Für die Charakterisierung der Siedlungsgemeinschaften ergeben sich folgende Auswertungs-Schwerpunkte:

- Gesamtartenspektrum unter Berücksichtigung der Anteile der erfaßten Tiergruppen
- Biotop- und Habitatbindung der nachgewiesenen Tierarten
- Dominanzstruktur der Siedlungsgemeinschaften
- Ökologische Ansprüche der dominanten Tierarten

6.2 Durchführung

Im Jahr 1990 wurde unter der oben erläuterten Zielsetzung zusätzlich zu den Untersuchungen der Diatomeen, der Zuckmücken und der wasserlebenden Weichtiere die begleitende Bearbeitung weiterer Makroinvertebraten-Gruppen begonnen.

Zur quantitativen Erfassung eines breiten Artenspektrums unter möglichst einheitlichen Bedingungen wurde nach ersten Versuchen während der Erhebungen am Chiemsee die Exposition von Kunstsubstraten nach LUBINI-FERLIN (1986) gewählt. Pro Untersuchungsstelle wurden je drei PVC-Labyrinth (s. a. Abb. 6.1) in ca. 1 m Wassertiefe ausgebracht. Die Expositionsdauer betrug jeweils ca. acht Wochen. Dieser Zeitraum ist nach Angaben von LUBINI (schriftl.) sowie nach eigenen Erfahrungswerten ausreichend, um einen repräsentativen Überblick über das Arteninventar der Siedlungsgemeinschaft zu erhalten. Eine längere Exposition erhöht die Arten- und Individuenzahl in der Regel nicht.

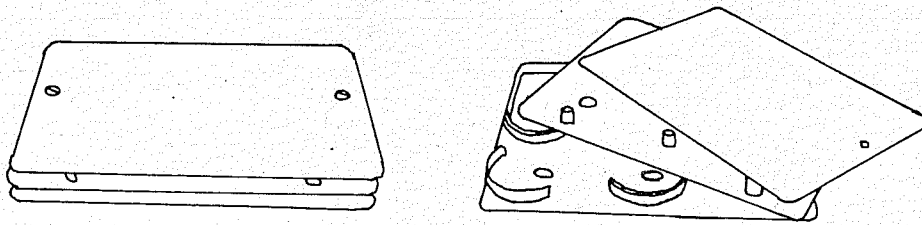


Abb. 6.1 PVC-Labyrinth nach LUBINI-FERLIN

Die Geländebegehungen, bei denen die Substrate jeweils aus dem See entnommen und gegen neue ausgetauscht wurden, fanden zu folgenden Terminen statt: 02.-04. Mai 1990, 09.-11. Juli 1990, 03.-05. September 1990, 05.-07. November 1990. Die Entnahme der im November ausgebrachten Kunstsubstrate erfolgte am 29./30. März 1991.

Die Proben wurden bereits im Gelände in 70%igem Ethanol fixiert und anschließend im Labor durch eine Siebkaskade mit einer minimalen Maschenweite von 500 μm ausgewaschen. Die auf den Kunstsubstraten siedelnden Tiere wurden unter dem Binokular vorsortiert und ausgezählt. Folgende Tiergruppen wurden berücksichtigt:

Hohltiere (<i>Coelenterata</i>)	Flohkrebse (<i>Amphipoda</i>)
Strudelwürmer (<i>Turbellaria</i>)	Wasserasseln (<i>Isopoda</i>)
Wasserschnecken (<i>Gastropoda</i>)	Eintagsfliegen (<i>Ephemeroptera</i>)
Muscheln (<i>Bivalvia</i>)	Libellen (<i>Odonata</i>)
Wenigborster (<i>Oligochaeta</i>)	Steinfliegen (<i>Plecoptera</i>)
Egel (<i>Hirudinea</i>)	Schlammfliegen (<i>Megaloptera</i>)
Wassermilben (<i>Hydracarina</i>)	Wasserwanzen (<i>Heteroptera</i>)
Blattfußkrebse (<i>Cladocera</i>)	Wasserkäfer (<i>Coleoptera</i>)
Muschelkrebse (<i>Ostracoda</i>)	Köcherfliegen (<i>Trichoptera</i>)
Ruderfußkrebse (<i>Copepoda</i>)	Zweiflügler (<i>Diptera</i>)

Die Determination erfolgte anhand der gängigen Bestimmungsliteratur soweit möglich auf Artniveau. Für viele Tiergruppen ist hierfür die Anfertigung mikroskopischer Präparate erforderlich. Die Larven der Zuckmücken sowie die Wassermilben werden nach Mazeration in 10%iger Kalilauge in Euparal eingebettet. Die Kleinkrebse können aus 96%igem Ethanol (Entwässerung) direkt in das Einschlußmittel Euparal überführt werden. Die Präparation der

Wenigborster erfolgt in Polyvinylactophenol. Die Muschelkrebse (*Ostracoda*) und die Larven der Gnitzen (*Diptera, Ceratopogonidae*) wurden ausgezählt, aber nicht bestimmt. Die Larven der Zuckmücken (*Chironomidae*) sind größtenteils nur auf Gattungsniveau zu determinieren. Auf Basis der Ergebnisse der Chironomiden-Driftfänge und der Aufzucht von Imagines werden Gattungen, von denen in allen Untersuchungsgewässern nur eine Art nachgewiesen werden konnte und die zur gleichen Zeit an der gleichen Probestelle in den Driftfängen und auf den Kunstsubstraten gefunden wurden, im Folgenden als Art geführt. Detailliertere Angaben sind den einzelnen Fachberichten zu dieser Tiergruppe zu entnehmen (s. Kap. 3-5). Auf eine Determination der Kleinmuscheln wurde verzichtet, da auch diese in gesonderten Erhebungen (s. Kap. 7) gezielt bearbeitet wurden.

Bei der Berechnung von Taxazahlen (Arten und Gattungen) finden nicht auf Artniveau bestimmbare Gattungen (vgl. Wasserkäfer-Larven, z.B. *Riolus sp.*) keine Berücksichtigung, sofern zur gleichen Zeit an der gleichen Probestelle eine determinierbare Art der Gattung gefunden wurde (vgl. Wasserkäfer-Imagines, z.B. *Riolus subviolaceus*).

Untersuchungsgewässer

In der Regel wurden in jedem der acht Untersuchungsgewässer jeweils zwei Probestellen bearbeitet. Lediglich am Lustsee und am Lerchenauer See wurden die Kunstsubstrate an nur einer Stelle exponiert. Der Lerchenauer See weist in seinem gesamten Uferbereich eine äußerst homogene Struktur auf. Die nachgewiesenen Siedlungsgemeinschaften dürften für das Litoral des Untersuchungsgewässers repräsentativ sein. Am Lustsee konnte nur eine Fläche gefunden werden, an der das instabile, feinkörnige Sediment die bleibeschwerten Labyrinth trug. An allen übrigen getesteten Bereichen sanken die Kunstsubstrate bis in die anoxische Zone ab und wurden nicht mehr besiedelt.

Die 14 ausgewählten Expositionsstellen lassen sich wie folgt charakterisieren:

Lustsee - LuL

Morphologie: Litoralzone flach;

Sediment: Feinsand mit Kalkschlamm, tiefgründig;

Vegetation: mäßiger Schilfbewuchs im Uferbereich, vereinzelt *Myriophyllum*- und *Menyanthes*-Bestände;

Brandung: keine; Beschattung: keine.

Brunnsee Ost - BrO

Morphologie: steiler Uferabbruch (ca. 40 cm), Litoralzone flach;

Sediment: Feinsand mit Kalkschlamm, tiefgründig;

Vegetation: relativ dichter Schilfbewuchs am Ufer, submerse Pflanzenbestände mäßig dicht;

Brandung: keine; Beschattung: keine.

Brunnsee West - BrW

Morphologie: Litoralzone in Ufernähe zunächst flach, in ca. 1-2 m Entfernung steiler Abbruch;

Sediment: Feinsand mit Kalkschlamm, tiefgründig;

Vegetation: relativ dichter Schilfbewuchs im Uferbereich, submerse Pflanzenbestände mäßig dicht;

Brandung: keine; Beschattung: keine.

Tegernsee Ost - TeO

Morphologie: Litoralzone auch in weiterer Entfernung vom Ufer flach;

Sediment: Sand und Kies, z.T. mit dichtem Aufwuchs, darunter Faulschlamm;

Vegetation: sehr dichter Schilfgürtel, in größerer Entfernung vom Ufer weder Schilf noch submerse Pflanzen;

Brandung: relativ stark; Beschattung: keine.

Tegernsee West - TeW

Morphologie: Litoralzone auch in weiterer Entfernung vom Ufer flach;

Sediment: Sand, im unmittelbaren Uferbereich auch Kies, z.T. mit dichtem Aufwuchs, darunter Faulschlamm;

Vegetation: schmaler, mäßig dichter Schilfgürtel im Uferbereich, in 2-3 m Entfernung vom Ufer weder Schilf noch submerse Pflanzen;

Brandung: stark; Beschattung: direkt am Ufer stark beschattet, Expositionsstelle offen.

Langwieder See Nord - LaN

Morphologie: Litoralzone in 1-2 m Entfernung vom Ufer steiler Abbruch;

Sediment: im unmittelbaren Uferbereich Kies, ansonsten Sand/Schlamm, tiefgründig; Vegetation: dichte *Chara*- und *Myriophyllum*-Rasen;

Brandung: keine; Beschattung: am Ufer mäßig beschattet.

Langwieder See Süd - LaS

Morphologie: Uferabbruch (ca. 30-40 cm), Litoralzone in 1-2 m Entfernung vom Ufer steiler Abbruch;

Sediment: im unmittelbaren Uferbereich schmaler Kiesstreifen, ansonsten Schlamm mit mächtiger Fallaub-Auflage, tiefgründig;

Vegetation: vereinzelt *Chara*-Bestände, dichte *Myriophyllum*-Bestände;

Brandung: keine; Beschattung: stark.

Lerchenauer See - Le

Morphologie: Litoralzone flach;

Sediment: Kies, schlammüberzogen, z.T. mit dichtem Aufwuchs;

Vegetation: vereinzelt *Myriophyllum*-Bestände;

Brandung: mäßig; Beschattung: keine.

Pelhamer See Ost - PeO

Morphologie: Uferabbruch (ca. 20-30 cm), Litoralzone flach;

Sediment: Schlamm;

Vegetation: dichter Schilfgürtel, z.T. mit dichtem Aufwuchs, submerse Pflanzenbestände mäßig dicht;

Brandung: gering; Beschattung: direkt am Ufer beschattet, Expositionsstelle unbeschattet.

Pelhamer See Süd - PeS

Morphologie: Uferabbruch (ca. 20-30 cm), Litoralzone flach;
Sediment: Schlamm, Treibholz;
Vegetation: dichter Schilfgürtel, submerse Pflanzenbestände mäßig dicht;
Brandung: gering; Beschattung: keine.

Waginger See Wolkersdorf - WaW

Morphologie: Litoralzone flach;
Sediment: Schlamm, Fallaub, Treibholz, vereinzelt Steine;
Vegetation: dichter, relativ breiter Schilfgürtel, vereinzelt submerse Pflanzenbestände; Brandung: mäßig; Beschattung: direkt am Ufer beschattet, an Expositionsstelle keine Beschattung.

Waginger See Kühnhausen - WaK

Morphologie: Litoralzone flach, in 3-4 m Entfernung vom Ufer relativ steiler Abbruch; Sediment: Schlamm, Rhizomreste Schilf, einzelne Steine;
Vegetation: dichter schmaler Schilfgürtel, vorgelagert vereinzelt submerse Pflanzenbestände;
Brandung: mäßig, Zufluß; Beschattung: keine.

Wesslinger See Nord - WeN

Morphologie: befestigte Uferkante (ca. 40-50 cm), in ca. 1-2 m Entfernung vom Ufer relativ steiler Abbruch;
Sediment: Kies, schlammüberzogen; Vegetation: verschiedenste semiaquatische Pflanzen im Uferbereich gepflanzt, wenig submerse Vegetation;
Brandung: keine; Beschattung: keine.

Wesslinger See Süd - WeS

Morphologie: befestigtes Ufer (ca. 50 cm), in ca. 1-2 m Entfernung vom Ufer steiler Abbruch
Sediment: im unmittelbaren Uferbereich Kies, in ca. 1 m Entfernung vom Ufer mit Schlamm und teilweise mächtiger Fallaub-Auflage, Holz (Äste, Zweige);
Vegetation: kaum submerse Pflanzenbestände;
Brandung: keine; Beschattung: keine.

6.3 Ergebnisse

In den acht Untersuchungsgewässern konnten insgesamt 157 Taxa in 37.296 Individuen nachgewiesen werden. Eine Übersicht der bei fünf Begehungen ermittelten Artenspektren sowie der jeweiligen Individuendichten gibt Tab. 6.1. Die Angaben zur Biotop- und Habitatbindung der Arten basieren auf folgenden Arbeiten: BECK (1977), BELLMANN (1987), BRAUKMANN (1987), BRINKHURST (1965), BURMEISTER & REISS (1983), FECHTER & FALKNER (1990), FITTKAU (1962), FLÖSSNER (1972), FRENZEL (1983), GIANI (1976), GLÖER et al. (1987), HOFFMANN (1968/69), KOCH (1989), LAFONT (1984), LANG & LANG-DOBLER (1979, 1980), LANGTON (1991), MALZACHER (1984), MEYER & SCHWOERBEL (1981), MILBRINK (1980), SCHOENEMUND (1930), TOBIAS & TOBIAS (1981) sowie auf mündlichen Angaben von BURMEISTER und eigenen Erfahrungswerten.

Tab. 6.1 Übersicht der Ergebnisse der Makrozoobenthos-Untersuchungen
Artenliste, Individuenzahlen, Biotop- (B) und Habitatbindung (H)

B	H	LUL	BRO	BRW	TEO	TEW	LAN	LAS	LER
	Hydrozoa								
E	li/ph								
	Hydra sp.	1	7	37	38	26	30	10	31
	Turbellaria								
S	li/ph								
	Dendrocoelum lacteum	8	-	-	1	-	-	-	5
E	li/ph								
	Dugesia lugubris/polychroa	4	6	-	-	1	67	84	280
X	li/ph								
	Polycelis sp.	2	-	-	-	-	-	-	-
	Gastropoda								
E	x								
	Bithynia tentaculata	-	15	22	17	-	18	25	-
S	ph								
	Gyraulus albus	-	-	1	-	-	-	-	1
S	x								
	Gyraulus cf. parvus	-	-	-	-	-	17	-	-
X	x								
	Gyraulus sp.	-	-	-	-	-	-	12	-
E	ph/il								
	Physella acuta	-	-	-	-	-	11	-	-
E	ps								
	Potamopyrgus antipodarum	-	-	-	-	2	-	-	-
E	x								
	Radix ovata	-	-	-	-	4	-	-	-
E	il								
	Valvata cristata	-	-	-	-	-	-	-	2
E	il								
	Valvata piscinalis	-	29	29	-	-	-	-	-
	Bivalvia								
E	li								
	Dreissena polymorpha	-	-	1	3	12	-	-	633
X	x								
	Pisidium sp.	1	7	2	27	2	13	10	-
	Oligochaeta								
E	x								
	Branchiura sowerbyi	1	-	-	-	-	3	8	-
X	x								
	Cernosvitoviella sp.	1	-	-	-	-	2	-	10
(E)	ph								
	Chaetogaster cristallinus	2	1	7	5	1	-	-	-
E	ph/aw								
	Chaetogaster diastrophus	-	-	6	10	10	-	-	-
X	x								
	Enchytraeidae gen.sp.	-	1	-	-	-	-	-	14
E	ps/il								
	Limnodrilus hoffmeisteri	-	-	-	-	2	-	-	-
E	il/ps								
	Lumbriculus variegatus	1	-	-	3	-	-	-	-
F	aw/ph								
	Nais bretscheri	-	-	-	29	99	-	-	-
E	aw/ph								
	Nais communis/variabilis	-	-	1	32	84	-	-	1
E	aw/ph								
	Nais elinguis	-	-	5	4	20	1	4	67
F/E	ps/il								
	Nais pardalis	-	-	-	-	-	-	-	53
(E)	ph								
	Nais pseudobtusa	-	-	-	9	5	-	-	40
(E)	ph								
	Nais simplex	1	11	-	-	-	-	-	-
E	ps/il								
	Peloscolex ferox	33	-	-	-	-	-	-	-
F	ps								
	Psammoryctides barbatus	-	-	-	4	-	-	-	1
(E)	ph								
	Slavina appendiculata	-	7	2	-	-	-	-	32
E	ph								
	Stylaria lacustris	-	-	40	24	3	-	3	73
F	li								
	Stylodrilus heringianus	8	-	-	-	-	-	-	-
F	ps								
	Tubifex ignotus	13	4	3	5	14	5	4	37
X	x								
	Tubificidae gen.sp. (juv.)	-	-	-	7	5	3	2	22
(E)	x								
	Vejdovskyella comata	-	-	-	-	-	-	-	42
	Hirudinea								
E	x								
	Erpobdella octoculata	-	6	3	1	3	4	8	3
E	x								
	Helobdella stagnalis	-	-	76	8	15	-	-	21
	Hydracarina								
X	x								
	Arrenurus sp.	-	-	1	-	-	3	4	26
S	x								
	Brachypoda versicolor	-	-	-	-	-	-	1	-
S	x								
	Forelia liliacea	-	-	-	-	-	1	3	29
E	x								
	Hygrobates longipalpis	-	-	-	8	2	-	-	16
X	x								
	Lebertia sp.	-	2	-	13	9	1	-	-
S	x								
	Limnesia maculata	-	-	1	-	-	-	3	-
S	x								
	Limnocharis aquaticus	1	-	1	1	-	-	-	-
E	x								
	Mideopsis orbicularis	1	1	-	20	27	5	-	53
S	x								
	Piona coccinea	-	-	-	-	-	-	-	16
X	x								
	Piona sp. (NY)	-	1	1	2	3	2	-	88
	Cladocera								
S	li/ph								
	Alona affinis	11	1	4	195	43	5	2	125
S	li/ph								
	Acroperus elongatus	-	-	-	19	25	-	-	-
E	ph								
	Eurycercus lamellatus	-	-	-	56	-	-	-	10
E	ph/li								
	Sida cristallina	2	1	2	-	12	2	-	4
X	x								
	Ostracoda	49	1	3	34	1	6	4	67

Tab. 6.1 Fortsetzung

B	H		LUL	BRO	BRW	TEO	TEW	LAN	LAS	LER
		Copepoda								
(S)	x	Attheyella dentata	-	-	-	1	12	-	-	-
E	x	Canthocamptus staphylinus	2	3	4	5	-	3	2	95
(E)	x	Macrocyclus albidus	-	1	1	-	-	3	5	17
E	x	Megacyclus viridis	-	-	-	11	-	-	-	1
E	x	Paracyclus fimbriatus	27	-	-	14	69	1	-	34
		Amphipoda								
F	li/ps	Gammarus fossarum	50	-	-	-	40	-	-	-
F	li/ps	Gammarus pulex	-	-	-	-	3	-	-	-
		Isopoda								
E	x	Asellus aquaticus	6	-	-	7	-	-	-	-
		Ephemeroptera								
S	ps	Caenis horaria	15	-	-	27	1	-	-	-
E	ps	Caenis luctuosa	10	18	25	-	13	-	-	535
F	li/aw	Choroterpes picteti	-	-	-	-	-	-	-	7
(E)	x	Cloeon dipterum	-	-	1	-	-	-	-	2
F	li/ph	Centroptilum luteolum	-	-	-	58	39	-	-	-
F	ps/il	Ephemera danica	-	-	-	-	5	-	-	-
X	x	Ephemera sp. (juv)	-	-	-	4	27	-	-	-
F	ph	Leptophlebia vespertina	-	-	-	5	5	-	-	-
		Odonata								
S	li/ps	Anax cf. parthenope	-	1	-	-	-	-	-	-
E	ph	Platycnemis pennipes	-	4	8	-	-	-	-	-
		Plecoptera								
X	x	Chloroperla sp.	-	-	-	-	1	-	-	5
F	li	Isoperla grammatica	-	-	-	2	8	-	-	-
X	x	Nemoura sp.	-	-	-	-	9	-	-	-
X	x	Plecoptera gen.sp. (juv)	-	-	-	2	-	1	-	-
		Megaloptera								
E	il/ps	Sialis lutaria	-	-	-	-	1	-	-	-
		Heteroptera								
E	ph	Mesovelgia furcata	-	1	-	-	-	-	-	-
		Coleoptera								
F	ph	Haliplus cf. fluviatilis (IM w)	-	-	-	1	-	-	-	-
X	x	Hydrophilus sp. (L)	-	-	1	-	-	-	-	-
F	li/ph	Orectochilus villosus (L)	-	-	-	6	18	-	-	-
F	x	Oulimnius sp. (L)	-	-	-	6	4	-	1	-
F	x	Riolus sp. (L)	-	-	-	5	1	-	-	-
F	li/ph	Riolus subviolaceus (IM)	-	-	-	1	-	-	-	-
		Trichoptera								
E	x	Athripsodes cinereus	4	2	2	11	19	-	-	69
E	ps	Cyrnus flavidus	-	-	-	-	5	-	-	-
E	ps	Cyrnus trimaculatus	-	-	-	2	9	-	-	-
E	x	Ecnomus tenellus	1	-	-	5	-	-	-	2
X	x	Hydroptila sp.	-	-	-	3	2	-	-	-
E	li	Lype phaeopa	-	-	-	-	6	-	-	-
E	li	Metalype fragilis	-	-	-	1	4	-	-	-
E	x	Mystacides azurea	1	1	11	-	1	-	-	18
E	x	Mystacides longicornis	-	-	3	-	-	-	-	-
S	x	Oecetis cf. ochracea	-	-	-	3	-	-	-	-
S	x	Orthotrichia costalis	-	-	-	16	3	-	-	37
X	x	Polycentropidae gen.sp. (juv)	-	-	-	-	12	-	-	-
F	li	Polycentropus flavomaculatus	-	-	-	57	1	-	-	-
E	li	Potamophylax latipennis	-	-	-	-	1	-	-	-
E	li	Tinodes waeneri	-	-	1	73	21	-	-	1
		Diptera								
X	x	Atherix sp.	2	-	-	3	6	-	-	-
X	x	Ceratopogonidae gen.sp.	99	12	22	4	6	21	-	128
X	x	Ablabesmyia sp.	-	2	3	-	-	82	36	249
S	li/ps	Arctopelopia cf. griseipennis	11	-	-	-	-	-	-	-
X	x	Chaetocladius sp.	2	-	-	-	36	-	-	-
X	x	Cladopelma lateralis gr.	-	-	-	-	-	-	-	4

Tab. 6.1 Fortsetzung

B	H		LUL	BRO	BRW	TEO	TEW	LAN	LAS	LER
		Diptera								
X	x	Cladotanytarsus sp.	-	-	-	14	-	-	-	55
X	x	Corynoneura sp.	-	-	3	139	100	6	3	72
X	x	Cricotopus (Isocladius) sp.	-	-	-	-	11	4	-	-
X	x	Cricotopus (s.str.) sp.	-	58	58	63	240	7	3	-
X	x	Cryptochironomus sp.	-	-	-	-	-	-	-	13
X	x	Dicrotendipes sp.	-	-	-	-	-	-	-	42
X	x	Endochironomus sp.	6	-	-	1	-	1	-	122
X	x	Glyptotendipes sp.	6	-	-	-	-	-	-	-
X	x	Microtendipes pedellus gr.	-	1	-	345	314	4	-	17
X	x	Orthocladius (s.str.) sp.	8	-	-	142	71	1	-	-
S	x	Pagastiella cf.orphila	5	-	-	-	-	-	-	-
F	ps	Paracladopelma camptolabis gr.	-	-	-	55	22	-	-	-
X	x	Parachironomus arcuatus gr.	-	-	-	16	-	-	-	-
X	x	Paratanytarsus sp.	-	5	18	5	-	-	1	247
X	x	Polypedilum sp.	3	-	-	6	-	1	1	-
X	x	Procladius (Holotanypus) sp.	22	-	4	-	5	54	114	131
E	ps/il	Prodiamesa olivacea	-	-	-	-	2	-	-	-
X	x	Psectrocladius (s.str.) sp.	-	18	24	23	-	1	6	25
S	li/ps	Pseudochironomus cf.prasinatus	-	1	-	-	-	-	-	-
F	li/aw	Rheopelopia cf.maculipennis	-	-	-	362	125	-	-	-
X	x	Stempellina sp.	3	-	6	-	-	-	-	-
F	x	Synorthocladius cf.semivirens	-	-	-	8	23	-	-	-
X	x	Tanytarsus sp.	22	6	32	92	46	32	10	1109
Individuenzahl			444	225	486	2179	1777	421	369	4839
Taxazahl			38	33	42	65	67	36	28	55

Tab. 6.1 Fortsetzung

B	H	PEO	PES	WAW	WAK	WEN	WES
	Hydrozoa						
E	li/ph Hydra sp.	73	128	111	67	23	107
	Turbellaria						
E	li/ph Dugesia lugubris/polychroa	280	322	132	47	83	100
	Gastropoda						
E	ph Acroloxus lacustris	-	18	2	3	-	-
E	x Bithynia tentaculata	53	33	403	75	16	125
S	ph Gyraulus albus	1	-	-	-	-	-
S	ph Gyraulus crista	2	1	8	-	-	-
S	x Gyraulus cf. parvus	-	-	-	-	83	74
S	il/ph Hippeutis complanata	-	-	1	-	-	-
E	ps Potamopyrgus antipodarum	10	-	-	-	-	-
E	x Radix ovata	-	-	9	-	-	-
E	il Valvata piscinalis	9	13	-	5	-	-
	Bivalvia						
E	li Dreissena polymorpha	55	13	52	22	-	-
X	x Pisidium sp.	11	10	5	9	-	5
	Oligochaeta						
E	x Branchiura sowerbyi	-	-	-	20	-	-
(E)	ph Chaetogaster cristallinus	40	14	39	97	-	-
(F)	ph/aw Chaetogaster diaphanus	-	-	2	6	-	-
E	ph/aw Chaetogaster diastrophus	5	9	1	5	3	15
X	x Enchytraeidae gen.sp.	5	2	-	-	-	2
E	ps/il Limnodrilus hoffmeisteri	11	-	5	-	-	-
E	il/ps Lumbriculus variegatus	-	-	13	-	9	-
F	ph Nais barbata	15	29	3	-	-	-
F	aw/ph Nais bretscheri	10	45	53	224	-	-
E	aw/ph Nais communis/variabilis	29	96	-	-	46	23
E	aw/ph Nais elinguis	75	32	268	220	1	49
F/E	ps/il Nais pardalis	238	165	120	589	9	7
(E)	ph Nais pseudobtusa	41	10	68	241	-	6
E	ps/il Peloscolex ferox	8	-	-	-	-	-
X	x Pristina sp.	-	-	-	-	-	2
F	ps Psammoryctides barbatus	-	-	221	101	-	-
S	ps/il Specaria josinae	6	-	-	-	-	-
E	ph Stylaria lacustris	140	215	363	182	24	32
F	ps Tubifex ignotus	54	27	86	7	6	-
X	x Tubificidae gen.sp. (juv)	189	106	31	425	11	-
	Hirudinea						
E	x Erpobdella octoculata	-	-	11	-	10	2
E	li Glossiphonia complanata	-	-	-	1	-	-
E	x Helobdella stagnalis	-	-	3	7	-	-
E	ph Piscicola geometra	-	-	-	1	-	-
	Hydracarina						
S	x Arrenurus sinuator	3	1	-	-	-	-
X	x Arrenurus sp.	-	1	-	2	4	4
S	x Hydrodroma despiciens	-	-	4	13	-	-
S	x Forelia liliacea	7	7	5	8	-	-
E	x Hygrobates longipalpis	-	-	-	2	-	4
X	x Hygrobates sp. (NY)	-	-	-	-	-	2
S	x Limnesia maculata	2	5	-	-	-	-
S	x Limnochara aquaticus	-	1	-	-	-	-
S	x Midea orbiculata	-	1	-	-	-	-
E	x Mideopsis orbicularis	36	8	5	21	4	3
S	x Neumania vernalis	-	-	1	11	-	6
S	x Piona coccinea	-	-	1	36	-	-
X	x Piona sp. (NY)	11	-	-	-	-	-
	Cladocera						
S	li/ph Alona affinis	7	11	96	429	-	-
E	ph/il Cladocercus rectirostris	1	-	17	37	-	-
E	ph Eurycercus lamellatus	-	-	1	-	-	-
E	ph/li Sida cristallina	4	-	-	10	-	-
X	x Ostracoda	17	16	73	23	1	6

Tab. 6.1 Fortsetzung

B	H	PEO	PES	WAW	WAK	WEN	WES
	Copepoda						
(S)	x					25	16
E	x	23	113	92	59	11	62
E	x	-	-	1	-	-	2
(E)	x	30	5	12	11	1	4
E	x	4	17	-	7	-	-
E	x	6	-	25	46	4	-
	Amphipoda						
F	li/ps	-	-	-	5	-	-
E	li/ps	-	-	3	15	-	-
	Isopoda						
E	x	-	-	5	8	-	-
	Ephemeroptera						
F	x	-	-	-	1	-	-
S	ps	52	15	94	71	24	-
E	ps	-	1	10	-	125	75
X	x	-	-	5	-	-	-
E	x	-	-	3	-	4	2
X	x	-	1	-	-	-	-
F	li	-	-	-	3	-	-
F	ph	-	-	-	5	-	-
	Odonata						
E	ph	5	28	10	3	46	4
	Megaloptera						
E	il/ps	-	-	-	1	-	-
	Heteroptera						
X	x	-	-	-	2	1	-
	Coleoptera						
X	x	-	-	-	-	1	4
F	ph	1	-	-	3	-	-
F	x	-	7	1	5	-	-
	Trichoptera						
S	ph	-	1	2	-	-	-
E	x	1	2	32	10	-	-
E	ps	11	6	82	42	-	3
E	ps	12	-	55	5	1	2
E	x	160	-	-	3	50	-
E	li	-	-	-	1	-	-
X	x	-	-	2	2	-	-
E	ph	-	6	-	-	7	1
E	li	-	-	-	-	1	1
S	ps	-	-	-	3	-	-
E	x	1	-	5	3	7	16
E	x	2	3	-	-	-	-
S	x	-	-	-	-	12	9
X	x	-	-	2	2	-	-
S	x	13	11	44	12	47	48
X	x	2	-	12	-	-	-
F	li	-	-	-	-	4	-
E	li	24	3	34	17	69	17
	Diptera						
X	x	25	28	42	129	36	14
X	x	5	8	94	140	208	519
X	x	-	14	-	-	-	-
X	x	244	292	310	127	17	-
X	x	11	-	10	6	46	83
X	x	-	-	15	97	8	-
X	x	-	-	-	-	115	-
X	x	17	8	71	110	-	-
X	x	44	28	420	349	399	867
X	x	23	-	632	204	273	201
X	x	6	25	104	36	354	650

Tab. 6.1 Fortsetzung

B	H		PEO	PES	WAW	WAK	WEN	WES
		Diptera						
X	x	Micropsectra sp.	-	-	-	70	31	-
X	x	Microtendipes pedellus gr.	18	7	89	156	94	-
X	x	Orthoclaadiinae gen.sp.	-	-	-	-	120	235
X	x	Orthocladius (s.str.) sp.	-	-	-	-	6	-
X	x	Parachironomus arcuatus gr.	7	-	40	9	31	357
X	x	Paracladopelma sp.	-	-	-	2	-	-
X	x	Paratanytarsus sp.	254	66	263	207	199	150
X	x	Paratendipes sp.	-	-	-	4	-	-
X	x	Phaenopsectra sp.	-	-	-	1	-	-
X	x	Polypedilum sp.	-	3	76	77	1005	2174
X	x	Procladius (Holotanypus) sp.	6	56	30	11	102	-
E	ps/il	Prodiamesa olivacea	-	-	-	2	-	-
X	x	Psectrocladius (s.str.) sp.	32	6	10	38	-	30
S	li/ps	Pseudochironomus cf. prasinatus	43	31	83	-	-	-
X	x	Stempellina sp.	-	-	-	-	-	10
X	x	Tanytarsus sp.	273	246	311	284	475	261
Individuenzahl			2803	2376	5344	5350	4292	6391
Taxazahl			63	57	71	81	51	48

Erläuterungen

L : Larve juv : juvenil
 NY : Nymphe w : weiblich
 IM : Imago

B : Biotopbindung

- F : Fließwasserarten, Arten mit Verbreitungsschwerpunkt im Fließwasser bzw. im Seenlitoral
- S : Stillwasserarten, Arten mit Verbreitungsschwerpunkt in Stillgewässern
- E : Eurytope Arten, Arten mit wenig ausgeprägter Biotopbindung
- X : Sonstige, Biotopbindung unbekannt

H : Habitatbindung

- li : lithophil, Präferenz für Steinsubstrat (Kies, große Steine) bzw. andere Festsubstrate
- ps : psammophil, Präferenz für Sandsubstrat
- il : iliophil, Präferenz für Schlammsubstrat
- ph : phytophil, bevorzugt auf bzw. zwischen Pflanzen
- aw : Aufwuchs, bevorzugt in bzw. auf Aufwuchs
- x : Arten mit wenig ausgeprägter bzw. ungeklärter Habitatbindung

Individuenzahlen: Summe der bei fünf Begehungen festgestellten Individuen

Nicht als Art gezählt werden Taxa, die nur bis zur Gattung bestimmt werden konnten, wenn eine Art derselben Gattung bei der gleichen Begehung gefunden wurde; eine Ausnahme stellen Artnachweise dar, die der Gattung oder Familie eindeutig nicht zuzuordnen sind (z.B. juvenile Tubificidae mit und ohne Haarborsten).

Folgende Zuckmücken-Taxa wurden auf Basis der Nachweise von Imagines bzw. Puppen-Exuvien den entsprechenden Arten zugeordnet (Zuordnung erfolgt nur, wenn von der Gattung nur eine Art als Imago bzw. Puppen-Exuvie aus den anderen Untersuchungen vorlag):

- Arctopelopia cf. griseipennis - Pagastiella cf. orophila
- Rheopelopia cf. maculipennis - Pseudochironomus cf. prasinatus
- Synorthocladius cf. semivirens

6.4 Diskussion

6.4.1 Artenspektrum

Die höchsten Artenzahlen wurden im Tegernsee, im Pelhamer See und im Waginger See festgestellt. Besonders hohe Besiedlungsdichten sind auf den Kunstsubstraten im Lerchenauer See, im Waginger See und im Wesslinger See zu verzeichnen (s. Abb. 6.3). Die Siedlungsgemeinschaften im Lustsee, im Brunensee und im Langwieder See sind deutlich arten- und individuenärmer als die der übrigen Untersuchungsgewässer. Dies dürfte überwiegend auf methodische Probleme zurückzuführen sein. Wie bereits erwähnt konnte im Lustsee aufgrund der Instabilität des Sediments ohnehin nur eine Probestelle bearbeitet werden. Ähnliche Schwierigkeiten bereitete die Exposition und Entnahme der Kunstsubstrate am Brunensee und am Langwieder See. Die Labyrinth sanken hier ebenfalls tief in das teils schlammig-sandige, teils detritusreiche Substrat ab. Bei der Entnahme wurde ein Großteil des zwischen den Platten abgelagerten Sediments mit den darin siedelnden Tieren ausgeschwemmt. Der vergleichsweise hohe Anteil der Einzelfunde an den drei Seen kann als weiterer Hinweis auf die äußerst unvollständige Erfassung der tatsächlichen Artenspektren gewertet werden (LUL - 31.6 %, BRO - 48.5 %, BRW - 28.6 %, LAN - 30.6 %, LAS - 21.4 % im Vergleich zu unter 20 % an den restlichen Probestellen). Insbesondere der Vergleich der Gemeinschaften mit denen der übrigen Untersuchungsgewässer kann nur unter diesem Vorbehalt erfolgen (s. Abb. 6.2).

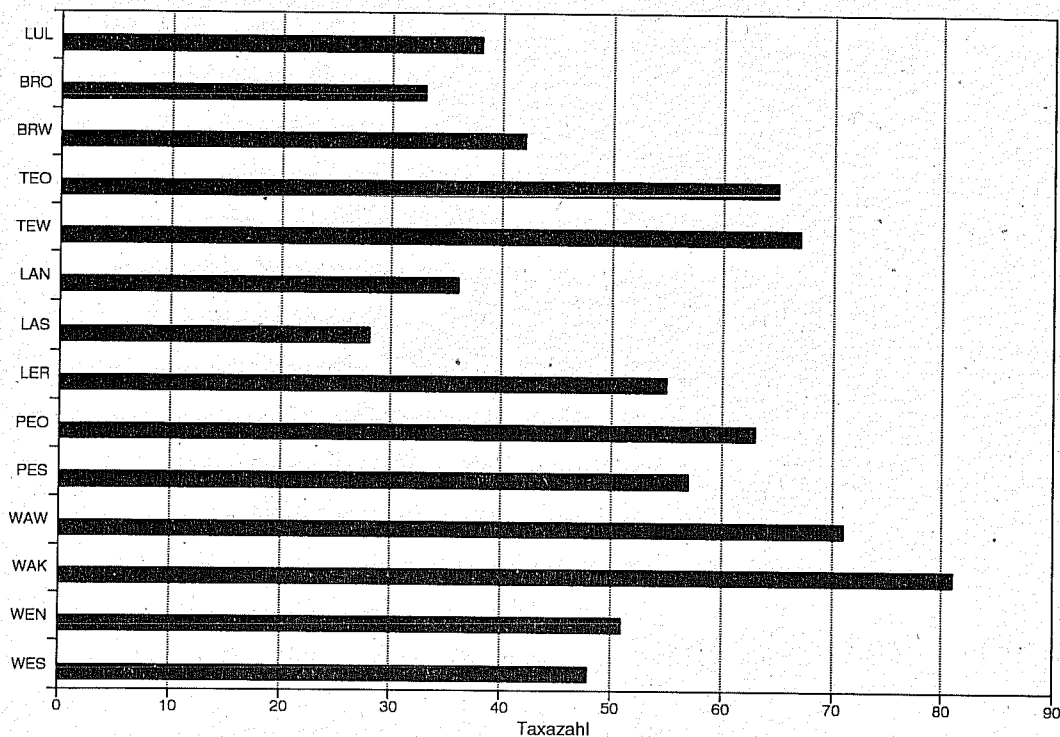


Abb. 6.2 Artenzahlen der Makrozoobenthos-Zönosen auf Kunstsubstraten

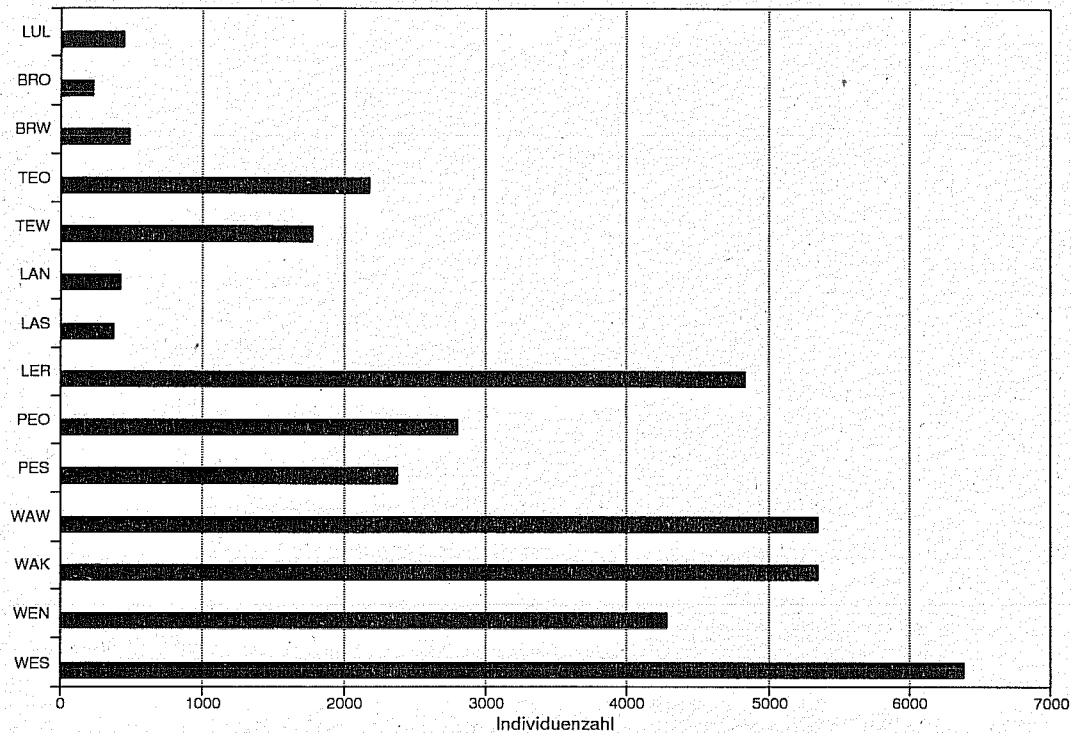


Abb. 6.3 Individuenzahlen der Makrozoobenthos-Zönosen auf Kunstsubstraten

Wie aus Abb. 6.4 ersichtlich stellen die Gruppen der Oligochaeten und der Dipteren in allen Siedlungsgemeinschaften einen hohen Anteil der Arten. Hohe Individuendichten erreichen die Oligochaeten vor allem im Pelhamer See und im Waginger See (s. Abb. 6.4). Die Dipteren sind in allen Untersuchungsgewässern in individuenstarken Populationen vertreten. Extreme Dichten von über 50 % der Gesamtindividuenzahl erreichen sie im Tegernsee, im Langwieder See (Probestelle LAN) und im Wesslinger See. Die Siedlungsgemeinschaften des letzteren bestehen zu 82.0 % (Probestelle WEN) bzw. zu 86.9 % (Probestelle WES) aus Zweiflüglern (s. Abb. 6.5).

Die Krebstiere (*Cladocera*, *Ostracoda*, *Copepoda*, *Amphipoda*) erreichen ebenfalls in allen Untersuchungsgewässern hohe Artenzahlen. Individuenstarke Populationen konnten jedoch ausschließlich im Lustsee, im Tegernsee und im Waginger See (Probestelle WAK) nachgewiesen werden. Die Interpretation der Bestandssituation ist schwierig, da eine quantitative Erfassung der größtenteils sehr mobilen Taxa mit der angewandten Methode kaum möglich ist.

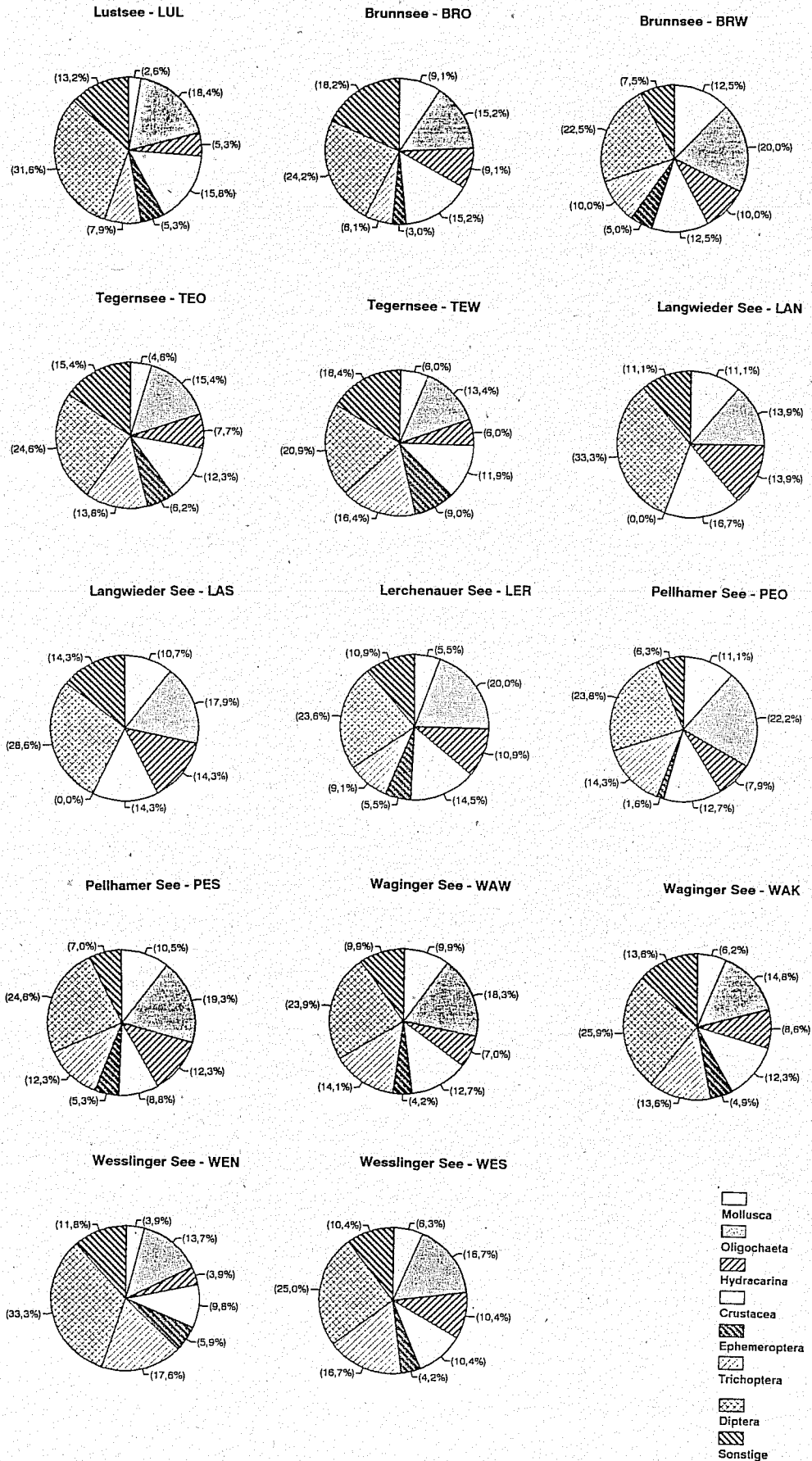


Abb. 6.4 Relative Anteile der verschiedenen Tiergruppen an den Gesamttaxazahlen der Probestellen

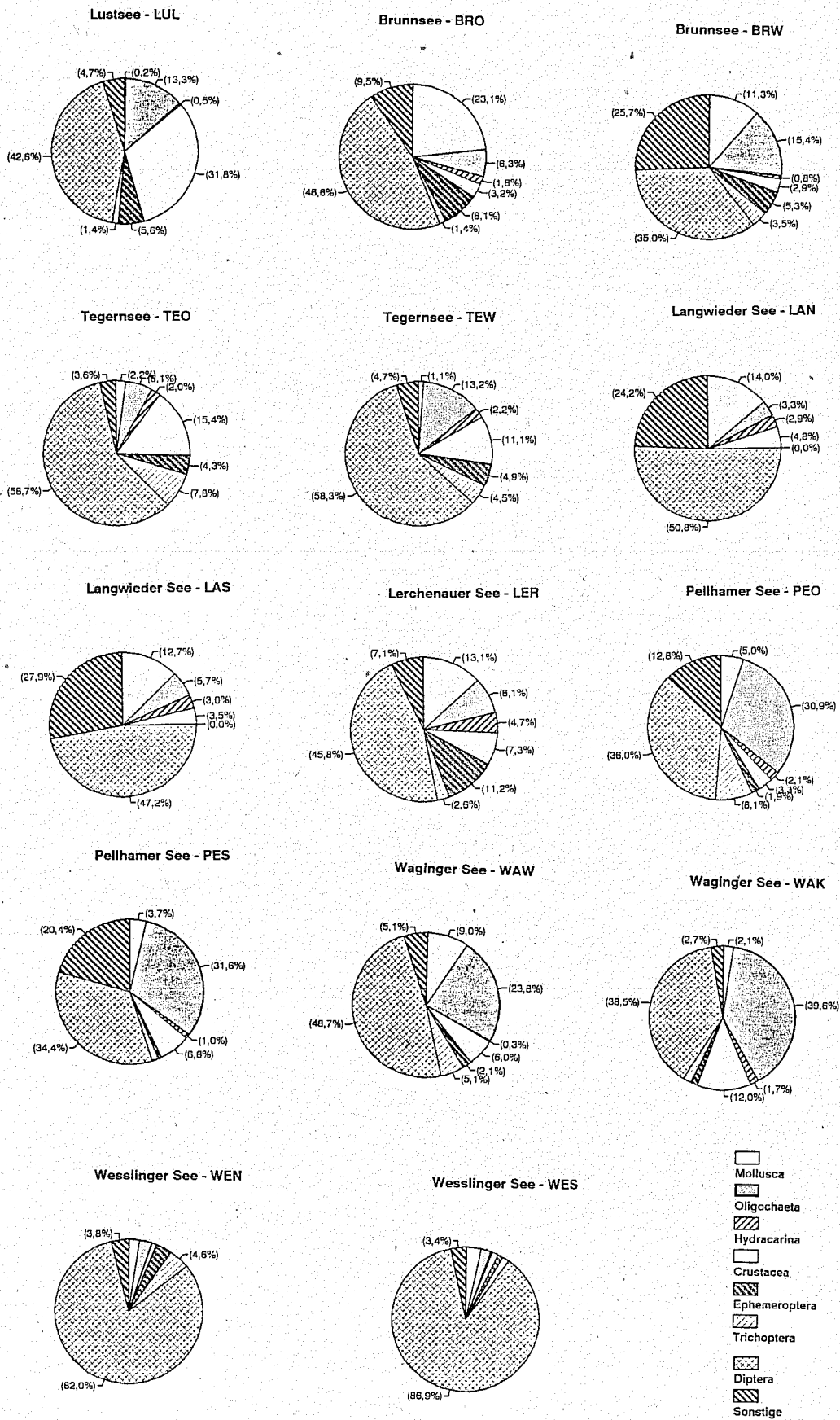


Abb. 6.5 Relative Anteile der verschiedenen Tiergruppen an den Gesamtindividuenzahlen der Probestellen

Die Weichtiere konnten an mehreren Untersuchungsgewässern in vergleichsweise hohen Artenzahlen gefunden werden, vor allem im Brunnsee (Probestelle BRW), im Langwieder See und im Pellhamer See. Die hohen Anteile der Mollusken an der Gesamtindividuenzahl im Brunnsee und im Langwieder See dürften unter anderem darauf zurückzuführen sein, daß die erwähnten methodischen Probleme bei der Erfassung dieser wenig vagilen Tiergruppe nicht so stark zum Tragen kommen. Im Lerchenauer See liegt die hohe Individuendichte der Weichtiere überwiegend in relativ großen Populationen der Wandermuschel *Dreissena polymorpha* begründet.

Teilweise hohe Artenzahlen, jedoch grundsätzlich geringe Individuendichten weisen die Gruppen der Wassermilben und der Köcherfliegen auf. Während bei den ersteren vermutlich die hohe Mobilität mitverantwortlich für die niedrigen Individuenzahlen ist, spielt bei den Köcherfliegen möglicherweise auch die relativ hohe Körpermasse (im Vergleich zu Kleinkrebsen, Milben etc.) eine Rolle. Ausschließlich im Tegernsee (Probestelle TEW) konnten aus der Gruppe der Eintagsfliegen vergleichsweise hohe Artenzahlen festgestellt werden. Individuenstarke Populationen wurden nur im Lerchenauer See gefunden.

6.4.2 Biotop- und Habitatbindung

Die Angaben zur Biotop- und Habitatbindung der erfaßten Zönosen sind unter dem Vorbehalt zu werten, daß eine Einstufung der dominanten Gruppe der Chironomiden bedingt durch die weitgehend fehlende Artdetermination nur bei einzelnen Taxa möglich ist. Hinsichtlich der Habitatpräferenzen ist ein Vergleich der Siedlungsgemeinschaften nur annäherungsweise möglich, da für einen hohen Anteil der nachgewiesenen Taxa die Präferenzen noch weitgehend ungeklärt sind (s. a. Tab. 6.1).

Wie aus Abbildung 6.6 ersichtlich, werden alle erfaßten Zönosen von Arten mit gering ausgeprägter Biotopbindung dominiert. Ein hoher Anteil fließwassertypischer Taxa läßt sich im Tegernsee und bedingt auch im Waginger See (Probestelle WAK) feststellen. Dieses Ergebnis dürfte überwiegend auf die starke Brandung im Litoral des Tegernsees zurückzuführen sein. Der relativ hohe Anteil rheophiler Arten an der Probestelle WAK steht möglicherweise mit der Einmündung eines kleinen Fließgewässers im Bereich der Expositionsstelle in Zusammenhang. Diese Vermutung wird auch durch die Tatsache bestätigt, daß die strömungsliebenden Taxa nur in geringer Abundanz vorkommen und nicht zu den charakteristischen Arten der Makrozoobenthos-Zönose des Waginger Sees zählen. Dagegen sind die vergleichsweise wenigen, sehr anspruchsvollen Fließwasserarten im Lustsee (7.9 %) größtenteils als dominant einzustufen (s. Kap. 6.4.3).

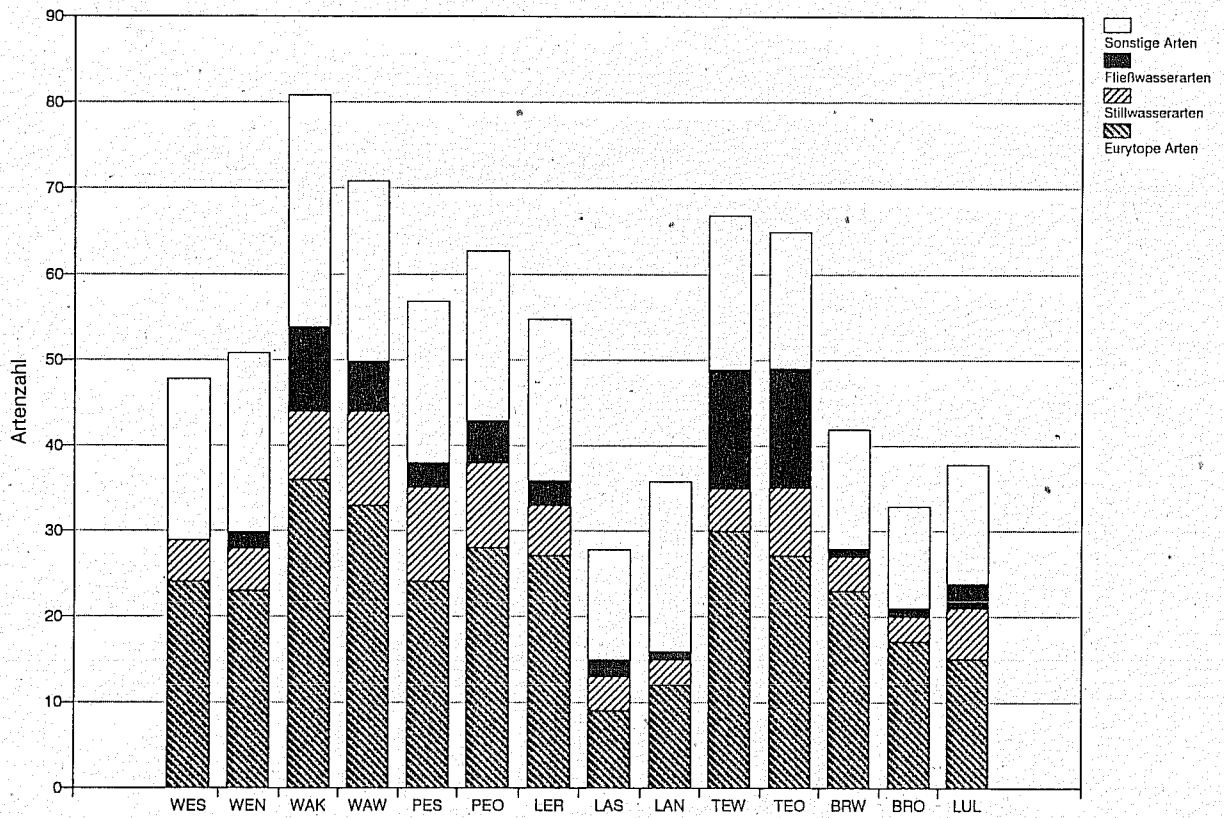


Abb. 6.6 Übersicht der Biotopansprüche der nachgewiesenen Arten

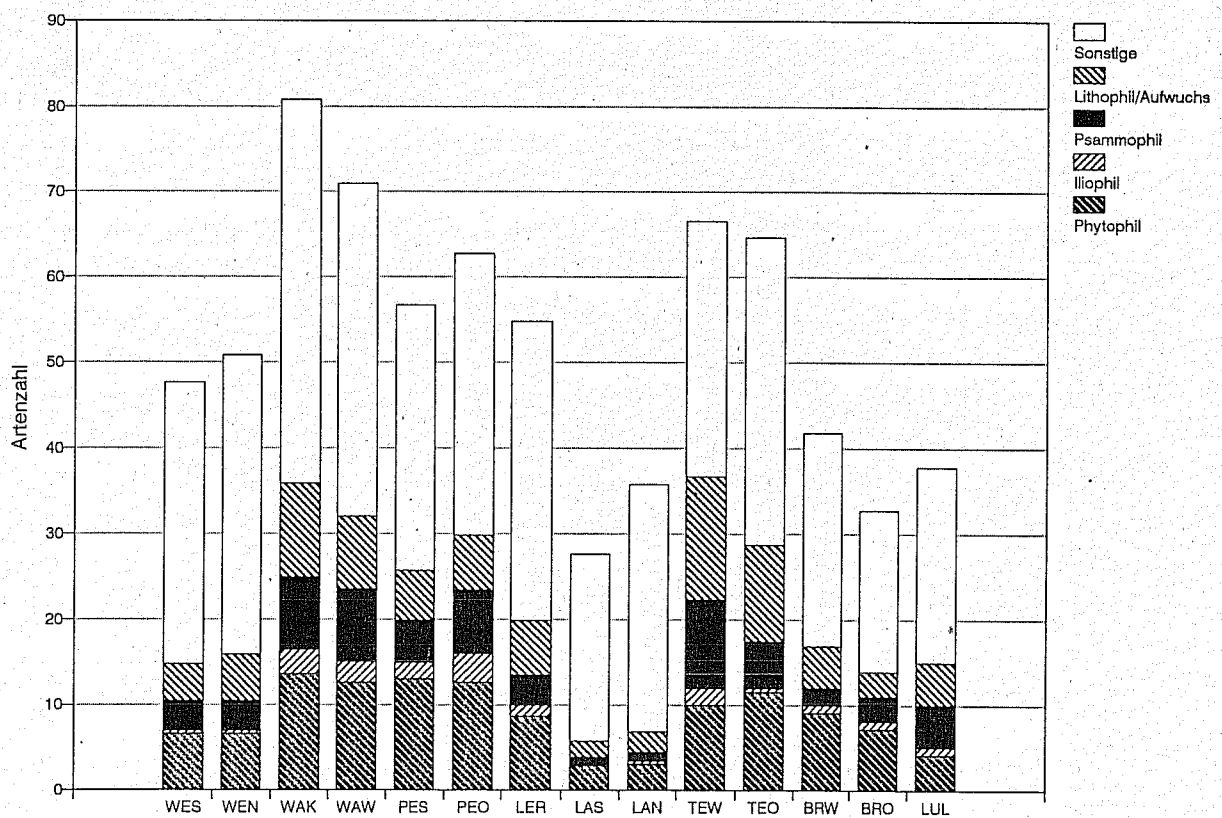


Abb. 6.7 Übersicht der Habitatansprüche der nachgewiesenen Arten

Bei der Auswertung der Daten auf Basis der Habitatpräferenzen der Arten zeigt sich eine deutlich Dominanz der Taxa mit wenig ausgeprägter Bindung an bestimmte Substrate (s. a. Abb. 6.7). Grundsätzlich geringe Anteile am Gesamtartenspektrum der untersuchten Zönosen nehmen die iliophilen Arten ein, die zumeist grabend in schlammigem Substrat leben und demzufolge auf den Labyrinthten nur suboptimale Bedingungen vorfinden. Dagegen konnten insbesondere am Lustsee, am Tegernsee und am Waginger See (Probestelle WAK) - teilweise hohe Anteile von lithophilen, aufwuchsabweidenden Taxa festgestellt werden. Die während der zweimonatigen Expositionszeit dicht mit Algen bewachsenen Kunstsubstrate bieten den Arten Anheftungsmöglichkeiten und eine gute Nahrungsgrundlage. Dies gilt auch für die erfaßten phytophilten Taxa, die sich ebenfalls größtenteils von Aufwuchsalgen ernähren. Sie finden zwischen den Substratplatten, ähnlich wie in submersen Pflanzenbeständen, Schutz vor Strömung und Versteckmöglichkeiten. Durch besonders hohe Anteile phytophiler Arten (> 20 %) zeichnen sich die Siedlungsgemeinschaften am Brunnsee und am Pellhamer See aus. Entsprechend dem natürlich vorherrschenden Substrat konnte ausschließlich am Tegernsee (Probestelle TEW) und am Lustsee eine vergleichsweise hohe Anzahl psammophiler Taxa festgestellt werden, die jedoch nur am Lustsee auch für die Siedlungsgemeinschaft charakteristisch sind (dominante Arten, s. a. Kap. 6.4.3).

6.5.3 Charakterisierung der Siedlungsgemeinschaften auf der Basis der ökologischen Ansprüche der dominanten Arten

Als Charakterarten der Untersuchungsgewässer werden nach TISCHLER (in SCHWERDT-FEGER 1975) ermittelt:

eudominante Arten : Abundanz > 10 %

dominante Arten : Abundanz 5-10 %

subdominante Arten: Abundanz 2- 5 % .

Angaben zu den ökologischen Ansprüchen der Taxa sind zumeist nur auf Artniveau möglich. Für detailliertere Aussagen zu den Gruppen der Chironomiden und der Wasserschnecken wird auf die entsprechenden Fachberichte (s. Kap. 3, 4, 5, 7) verwiesen.

Lustsee (Probestelle LUL)

Eudominante Arten

Ceratopogonidae gen.sp.

Gammarus fossarum

Dominante Arten

Peloscolex ferox

Paracyclops fimbriatus

Subdominante Arten

Procladius (Holotanypus) sp.

Tanytarsus sp.

Caenis horaria

Tubifex ignotus

Alona affinis

Arctopelopia cf. *griseipennis*

Caenis luctuosa

Unter den dominanten Arten läßt sich ein hoher Anteil rheophiler, oxybionter Taxa (27.3 %) feststellen; 40.9 % der Arten besiedeln bevorzugt Sandsubstrat (s.u.). Die Siedlungsgemeinschaft wird von Gnitzen (*Diptera*, *Ceratopogonidae*; 22.3 %) und dem strömungsliebenden, sauerstoffbedürftigen Flohkrebs *Gammarus fossarum* (11.3 %; vgl. auch BRAUKMANN 1987) dominiert. Der Anteil der Gnitzen an der Gesamtindividuenzahl der Zweiflügler liegt mit 52.4 % im Vergleich zu den übrigen Untersuchungsgewässern überdurchschnittlich hoch. In hoher Abundanz tritt darüberhinaus auch der Wenigborster *Peloscolex ferox* (7.4 %) auf, der nach Angaben vieler Autoren bevorzugt im oligotrophen Milieu zu finden ist. Nach MILBRINK (1980) kommt die Art in den verschiedensten Gewässern vor; vergleichsweise geringe Individuendichten in eutrophen Gewässern werden vermutlich über biotische Faktoren (Konkurrenz) gesteuert. In dem vorherrschenden sandigen Substrat findet auch der oxybionte, fließwassertypische Wenigborster *Tubifex ignotus* (2.9 %) geeignete Lebensbedingungen, der oft in Gemeinschaft mit der eng an oligotrophe Verhältnisse gebundenen, exklusiv im Lustsee erfaßten Art *Stylodrilus heringianus* auftritt. Unter den Zuckmücken ist die alpine, kaltsteno-therme (s. FITTKAU 1962), ausschließlich im Lustsee nachgewiesene Art *Arctopelopia cf. griseipennis* hervorzuheben (2,5 %). Sie ernährt sich überwiegend von Kleinkrebsen, die an dieser Probestelle in hoher Dichte festgestellt werden konnten (31.8 % der Gesamtindividuenzahl, s. Abb. 6.5).

Brunnsee Ost (Probestelle BRO)

Eudominante Arten

Cricotopus (C.) sp.
Valvata piscinalis

Dominante Arten

Caenis luctuosa
Psectrocladius (P.) sp.
Bithynia tentaculata
Ceratopogonidae gen.sp.

Subdominante Arten

Hydra sp.
Pisidium sp.
Dugesia lugubris/polychroa
Erpobdella octoculata
Tanytarsus sp.
Paratanytarsus sp.

Unter den dominanten Arten der Siedlungsgemeinschaft finden sich ausschließlich solche mit gering ausgeprägter Biotop- und Habitatbindung, bzw. Taxa, deren Einstufung aufgrund fehlender Artbestimmung nicht möglich ist. Charakter-Arten der Makrozoobenthos-Zönose im Brunnsee (Probestelle BRO) sind die Zuckmücken der Gattung *Cricotopus* (25.8 %) und die sauerstoffbedürftige Wasserschnecke *Valvata piscinalis* (12.9 %), die bevorzugt in Feinsediment siedelt. Die Bestandssituation der prinzipiell häufigen Art ist stellenweise durch Gewässerverschmutzung rückläufig (FECHTER & FALKNER 1990). Auch im Brunnsee nehmen die Gnitzen (5.3 %) mit 11.7 % einen relativ hohen Anteil an der Gesamtindividuenzahl der

Dipteren ein. Im Gegensatz zu der Zönose des Lustsees treten unter den häufigen Chironomiden-Taxa nur Vertreter der *Orthocladinae* und der *Tanytarsini*, nicht jedoch die überwiegend carnivoren Arten aus der Unterfamilie der *Tanypodinae* auf. Günstige Lebensbedingungen finden zwischen bzw. auf semiaquatischen und submersen Pflanzen Süßwasserpolyphen der Gattung *Hydra* (3.1 %) und das Artenpaar *Dugesia lugubris/polychroa* (2.7 %) auf, welches auf Basis fixierten Materials nicht eindeutig zu trennen ist. Beide Arten sind jedoch hinsichtlich ihrer Habitatansprüche an Festsubstrat (vorwiegend Steine) oder aber an Wasserpflanzen gebunden.

Brunnsee West (Probestelle BRW)

Eudominante Arten

Helobdella stagnalis

Cricotopus (C.) sp.

Dominante Arten

Stylaria lacustris

Hydra sp.

Tanytarsus sp.

Valvata piscinalis

Caenis luctuosa

Subdominante Arten

Psectrocladius (P.) sp.

Bithynia tentaculata

Ceratopogonidae gen.sp.

Paratanytarsus sp.

Nais simplex

Mystacides azurea

Mit wenigen Ausnahmen wird die Makrozoobenthos-Zönose am Brunnsee West von den gleichen Arten dominiert wie die Gemeinschaft am Brunnsee Ost. Zusätzlich zu den Charakterarten der Probestelle BRO treten der weit verbreitete Süßwassergel *Helobdella stagnalis* (15.6 %) sowie die phytophilene Wenigborster *Stylaria lacustris* (8.2 %) und *Nais simplex* (2.3 %) relativ häufig auf. Die ausgedehnten Pflanzenbestände bieten auch der Köcherfliege *Mystacides azurea* (2.3 %) geeignete Lebensbedingungen (TOBIAS & TOBIAS 1981).

Tegernsee Ost (Probestelle TEO)

Eudominante Arten

Rheopelopia cf. *maculipennis*

Microtendipes pedellus gr.

Dominante Arten

Alona affinis

Orthocladus (O.) sp.

Corynoneura sp.

Subdominante Arten

Tanytarsus sp.

Tinodes waeneri

Cricotopus (C.) sp.

Centroptilum luteolum

Eurycercus lamellatus

Polycentropus flavomaculatus

Paracladopelma camptolabis gr.

Die Siedlungsgemeinschaft der Probestelle TEO zeichnet sich durch einen hohen Anteil dominanter Fließwasserarten (33.3 % der dominanten Arten) und eine vergleichsweise geringe Anzahl eurytoper Taxa aus (3 Arten = 25.0 %). Hervorzuheben ist der hohe Anteil dominanter lithophiler Arten (33.3 %). Mehr als die Hälfte der Charakterarten sind Zuckmücken. Unter ihnen ist vor allem die Fließwasserart *Rheopelopia cf. maculipennis* (16.6 %) hervorzuheben. Die hohe Abundanz der Art im Vergleich zu den festgestellten Individuendichten auf den Kunstsubstraten dürfte überwiegend auf die benthische Lebensweise zurückzuführen sein (Habitatpräferenz für algenbewachsene Steine, vgl. FITTKAU 1962). Ein charakteristisches Element der Zönose ist darüberhinaus die rheophile Eintagsfliegen-Art *Centroptilum luteolum* (2.7 %). Die Art besiedelt bevorzugt Sand und flutende Vegetation, ist aber auch unter Steinen weit verbreitet.

Tegernsee West (Probestelle TEW)

Eudominante Arten

Microtendipes pedellus gr.

Cricotopus (C.) sp.

Dominante Arten

Rheopelopia cf. maculipennis

Nais bretscheri

Corynoneura sp.

Subdominante Arten

Nais communis/variabilis

Orthocladus (O.) sp.

Paracyclops fimbriatus

Tanytarsus sp.

Alona affinis

Gammarus fossarum

Centroptilum luteolum

Chaetocladus sp.

Auch die Makrozoobenthos-Zönose im Tegernsee West ist durch einen hohen Anteil an Fließwasserarten unter den dominanten Taxa gekennzeichnet (30.8 %). Hervorzuheben ist hier unter anderem die hohe Individuendichte des anspruchsvollen Flohkrebsses *Gammarus fossarum* (2.3 %). Die Art ist gegen hohe Temperaturen und niedrige Sauerstoff-Konzentrationen relativ empfindlich. In deutlich höherer Abundanz als im Tegernsee Ost treten die phytophilien Wenigborster *Nais bretscheri* (5.6 %) und *Nais communis/variabilis* (4.7 %). Eine ausreichende Sauerstoffversorgung der polyrheophilen Art *Nais bretscheri* dürfte unter anderem durch die starke Brandung im Litoral der Probestelle gewährleistet sein.

Langwieder See Nord (Probestelle LAN)

Eudominante Arten

Ablabesmyia sp.

Dugesia lugubris/polychroa

Procladius (*Holotanypus*) sp.

Subdominante Arten

Bithynia tentaculata

Gyraulus cf. parvus

Pisidium sp.

Physella acuta

Dominante Arten

Tanytarsus sp.

Hydra sp.

Ceratopogonidae gen.sp.

Die Zönose des Langwieder Sees Nord wird, vermutlich auch bedingt durch die erwähnten methodischen Probleme (Ausschwemmen der Tiere bei Entnahme der Substrate) von wenig vagilen, größtenteils eurytopen Taxa wie dem Strudelwurm *Dugesia lugubris/polychroa* (15.9 %), dem Süßwasserpolypen *Hydra* sp. (7.1 %), sowie den drei Schnecken-Arten *Bithynia tentaculata* (4.2 %), *Gyraulus* cf. *parvus* (4.0 %) und *Physella acuta* (2.6 %) dominiert. Darüberhinaus konnten lediglich vier Dipteren-Arten sowie Vertreter der Kleinmuschel-Gattung *Pisidium* in hohen Individuendichten erfaßt werden.

Langwieder See Süd (Probestelle LAS)

Eudominante Arten

Procladius (H.) sp.

Dugesia lugubris/polychroa

Subdominante Arten

Gyraulus sp.

Hydra sp.

Pisidium sp.

Dominante Arten

Ablabesmyia sp.

Bithynia tentaculata

Tanytarsus sp.

Branchiura sowerbyi

Erpobdella octoculata

Die Siedlungsgemeinschaft des Langwieder Sees Süd ist der des Langwieder Sees Nord hinsichtlich des Spektrums der dominanten Arten sehr ähnlich. Als subdominante Arten treten hier der eurytope Wenigborster *Branchiura sowerbyi* (2.2 %) und der weit verbreitete Süßwasseregler *Erpobdella octoculata* (2.2 %) hinzu.

Lerchenauer See (Probestelle LER)

Eudominante Arten

Tanytarsus sp.

Dreissena polymorpha

Caenis luctuosa

Subdominante Arten

Procladius (H.) sp.

Alona affinis

Ceratopogonidae gen.sp.

Microtendipes pedellus gr.

Dominante Arten

Dugesia lugubris/polychroa

Ablabesmyia sp.

Paratanytarsus sp.

Unter den dominanten Arten der Makrozoobenthos-Zönose des Lerchenauer Sees finden sich hinsichtlich der Biotop- und Habitatbindung ausschließlich eurytope Arten bzw. Taxa, deren Einstufung ungeklärt ist. Die Gemeinschaft wird zu 60 % von Dipteren dominiert. Daneben treten nur die Wandermuschel *Dreissena polymorpha* (13.1 %), die Eintagsfliege *Caenis luctuosa* (11.1 %), der Strudelwurm *Dugesia lugubris/polychroa* (5.8 %) und der Blattfußkrebs *Alona affinis* (2.6 %) in hohen Individuendichten auf. *Dreissena polymorpha*, die sich mit ihren Byssus-Fäden an Festsubstrat anheftet, findet auf dem Kiessediment im Litoral des Untersuchungsgewässers günstige Lebensbedingungen. Gleiches gilt für das Artenpaar *Dugesia lugubris/polychroa*. Die räuberisch lebenden Turbellarien besiedeln ebenfalls überwiegend Steine und submerse Makrophyten. Auch die anspruchslose Art *Alona affinis* ist hinsichtlich der Habitatbindung als lithophil einzustufen (FLÖSSNER 1972).

Pelhamer See Ost (Probestelle PEO)

Eudominante Arten

Dugesia lugubris/polychroa

Subdominante Arten

Nais elinguis

Hydra sp.

Dominante Arten

Tanytarsus sp.

Paratanytarsus sp.

Cladotanytarsus sp.

Nais pardalis

Ecnomus tenellus

Stylaria lacustris

Die Makrozoobenthos-Zönose wird von Arten mit gering ausgeprägter bzw. ungeklärter Biotopbindung wie z.B. *Dugesia lugubris/polychroa* bzw. den Chironomiden der Gattung *Tanytarsus*, *Paratanytarsus* und *Cladotanytarsus* dominiert. In hohen Individuendichten kommen darüberhinaus die überwiegend Aufwuchs abweidenden Naididen *Nais pardalis* (8.5 %), *Stylaria lacustris* (5.0 %) und *Nais elinguis* (2.7 %) vor. Die Arten sind mehr oder weniger verschmutzungstolerant und haben ihren Verbreitungsschwerpunkt im Aufwuchs und in Pflanzenbeständen. Die eurytope Köcherfliege *Ecnomus tenellus*, die bei ausreichendem Sauerstoffangebot auch organisch stark verschmutzte Gewässer besiedelt, konnte ebenfalls in hoher Abundanz nachgewiesen werden (5.7 %).

Pelhamer See Süd (Probestelle PES)

Eudominante Arten

Dugesia lugubris/polychroa

Cladotanytarsus sp.

Tanytarsus sp.

Subdominante Arten

Canthocamptus staphylinus

Nais communis/variabilis

Paratanytarsus sp.

Procladius (H.) sp.

Dominante Arten

Stylaria lacustris

Nais pardalis

Hydra sp.

Die Makrozoobenthos-Zönose am Pelhamer See Süd weist hinsichtlich des Spektrums der Charakterarten eine hohe Ähnlichkeit mit der Gemeinschaft am Pelhamer See Ost auf. Unter den Wenigborstern kommt anstelle der ubiquitären Art *Nais elinguis* die ebenfalls weit verbreitete Art *Nais communis/variabilis* (4.0 %) vor.

Waginger See Wolkersdorf (Probestelle WAW)

Eudominante Arten

Endochironomus sp.

Dominante Arten

Dicrotendipes sp.

Bithynia tentaculata

Stylaria lacustris

Cladotanytarsus sp.

Tanytarsus sp.

Nais elinguis

Subdominante Arten

Paratanytarsus sp.

Psammoryctides barbatus

Dugesia lugubris/polychroa

Nais pardalis

Hydra sp.

Auch die Siedlungsgemeinschaft des Waginger Sees bei Wolkersdorf wird überwiegend durch eurytope Taxa charakterisiert. Dabei nehmen die Chironomiden (5 Taxa) und die Oligochaeten (4 Taxa) den höchsten Anteil ein. In hoher Dichte konnte die fließwassertypische Tubificiden-Art *Psammoryctides barbatus* (4.1 %) festgestellt werden, zu deren ökologischen Ansprüchen die Fachliteratur sehr gegensätzliche Angaben liefert. Nach BRINKHURST (1965), DUMNICKA (1978) und MILBRINK (1980) ist die Art sensibel gegenüber organischer Verschmutzung, während sie nach LANG (1978) auch häufig in stark belasteten Gewässern gefunden wird. *Psammoryctides barbatus* scheint bevorzugt Sandsediment zu besiedeln (GRIMM 1979).

Waginger See Kühnhausen (Probestelle WAK)

Eudominante Arten

Nais pardalis

Dominante Arten

Alona affinis

Dicrotendipes sp.

Tanytarsus sp.

Subdominante Arten

Nais pseudobtusa

Nais bretscheri

Nais elinguis

Paratanytarsus sp.

Endochironomus sp.

Stylaria lacustris

Ablabesmyia sp.

Ceratopogonidae gen.sp.

Cladotanytarsus sp.

Cryptochironomus sp.

Auch die Zönose der Probestelle WAK wird nahezu ausschließlich von eurytopen Taxa dominiert. Charakteristische Vertreter der Gemeinschaft sind die Chironomiden (57 %) und die Oligochaeten (36 %). Neben den bereits für die Probestelle WAW als dominant ermittelten Naididen *Nais pardalis*, *Nais elinguis* und *Stylaria lacustris* treten hier noch die phytophilien, aufwuchsbesiedelnden Arten *Nais bretscheri* und *Nais pseudobtusa* in hoher Dichte auf. Die polyrheophile Art *Nais bretscheri* scheint ihren hohen Sauerstoffbedarf trotz der erheblichen Belastung des Gewässers in dem stark bewegten Litoralbereich decken zu können (DUMNICKA 1978).

Wesslinger See Nord (Probestelle WEN)

Eudominante Arten

Polypedilum sp.

Tanytarsus sp.

Dominante Arten

Dicrotendipes sp.

Glyptotendipes sp.

Endochironomus sp.

Subdominante Arten

Ablabesmyia sp.

Paratanytarsus sp.

Caenis luctuosa

Cricotopus (C.) sp.

Procladius (H.) sp.

Am Wesslinger See Nord zeigt die Gruppe der Chironomiden eine noch ausgeprägtere Dominanz als am Waginger See. Mit Ausnahme der eurytopen Eintagsfliege *Caenis luctuosa* wird die Gemeinschaft ausschließlich von Zuckmücken-Taxa dominiert. Insbesondere die Vertreter der Unterfamilie *Chironominae* treten fast ganzjährig auf (Frequenz 80 bis 100 %).

Wesslinger See Süd (Probestelle WES)

Eudominante Arten

Polypedilum sp.

Dicrotendipes sp.

Glyptotendipes sp.

Subdominante Arten

Tanytarsus sp.

Endochironomus sp.

Paratanytarsus sp.

Dominante Arten

Ablabesmyia sp.

Parachironomus sp.

Die Siedlungsgemeinschaft am Wesslinger See Süd wird ausschließlich von Zuckmücken dominiert, die mit Ausnahme der Gattung *Glyptotendipes* (Frequenz 80 %) bei allen fünf Begehungen in hoher Abundanz nachgewiesen werden konnten.

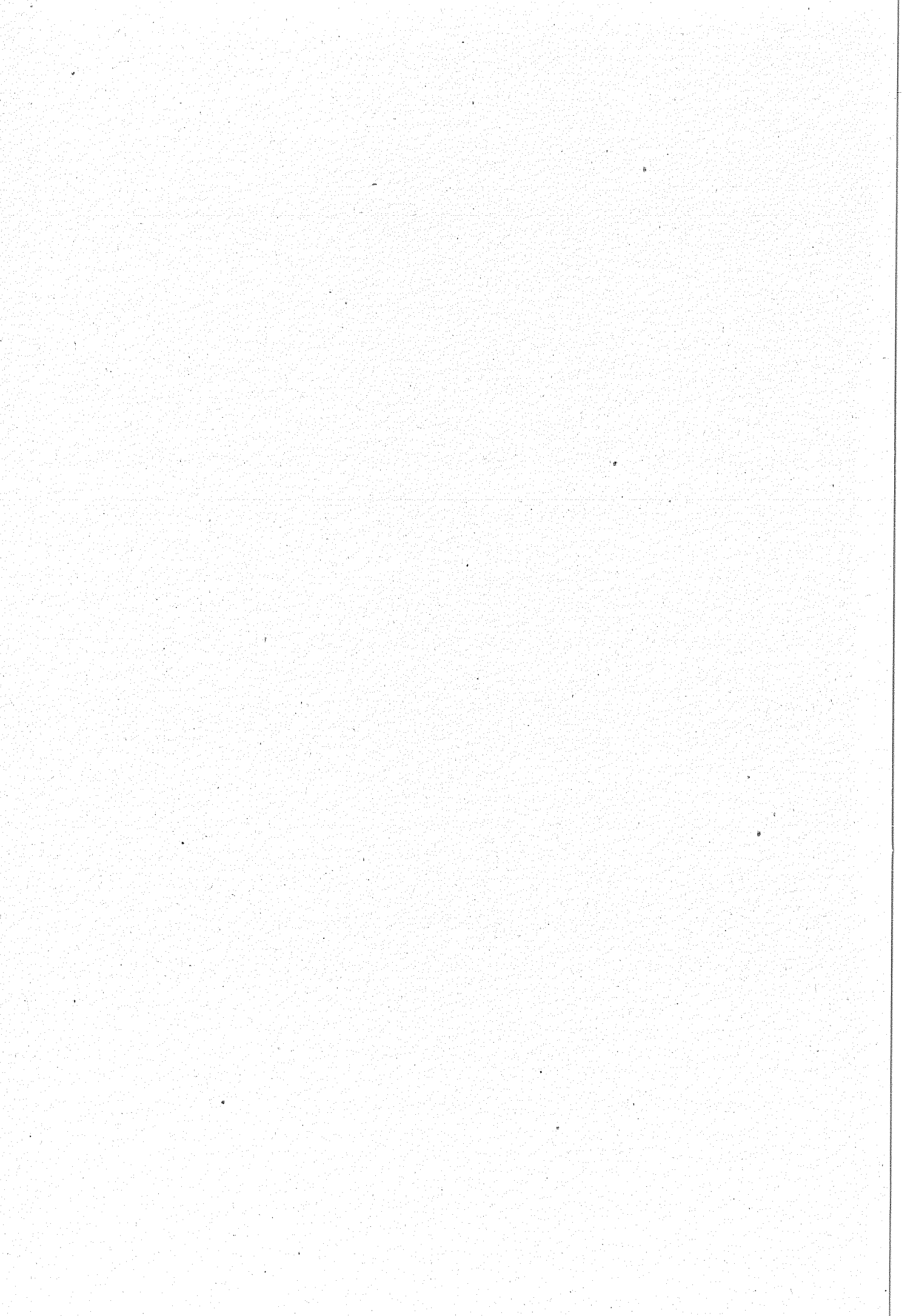
Aus der faunistischen Analyse der Makrozoobenthos-Zönosen auf Basis der Artenspektren, der Dominanzstruktur und der ökologischen Ansprüche der Arten ergeben sich zusammenfassend folgende Resultate:

- Die höchsten Artenzahlen weisen die Zönosen im Tegernsee, im Pelhamer See und im Waginger See auf. Besonders hohe Besiedlungsdichten wurden im Lerchenauer See, im Waginger See und im Wesslinger See festgestellt.
- Die Siedlungsgemeinschaften aller Untersuchungsgewässer werden von Oligochaeten- und Chironomiden-Arten dominiert. Die höchsten Individuenzahlen sind bei den Oligochaeten im Pelhamer See und im Waginger See zu verzeichnen, bei den Chironomiden im Tegernsee, im Langwieder See und vor allem im Wesslinger See. Die Zönosen des Waginger Sees bzw. insbesondere des Wesslinger Sees werden überwiegend bzw. nahezu ausschließlich von Chironomiden dominiert. Auch die Krebstiere sind in allen untersuchten Zönosen in hoher Artenzahl vertreten. Sie bilden jedoch lediglich im Lustsee, im Tegernsee und im Waginger See individuenstarke Populationen aus. Aufgrund der hohen Mobilität der Vertreter der Tiergruppe ist eine Interpretation dieses Ergebnisses kaum möglich. Gleiches gilt für die Wassermilben, die neben den Mollusken und den Köcherfliegen in einzelnen Untersuchungsgewässern ebenfalls für die Gemeinschaften charakteristisch sind.
- Die erfaßten Makrozoobenthos-Zönosen setzen sich überwiegend aus eurytopen Taxa zusammen. Ein vergleichsweise hoher Anteil fließwassertypischer Taxa konnte im Tegernsee und im Waginger See (Probestelle WAK) festgestellt werden. Im Tegernsee dürfte dies auf die starke Brandung zurückzuführen sein, während im Waginger See vermutlich die Einmündung eines Fließgewässers nahe der Probestelle WAK verantwortlich ist. In diesem Zusammenhang ist auch die hohe Zahl rheophiler, oxybionter Arten unter den dominanten Taxa im Lustsee hervorzuheben.

- Hinsichtlich der Habitatpräferenzen der Arten unterscheiden sich die Siedlungsgemeinschaften nur wenig. Sie werden von Arten mit geringer bzw. ungeklärter Substratbindung dominiert. Daneben bieten die algenbewachsenen Kunstsubstrate vor allem lithophilen und phytophilien, Aufwuchs abweidenden Arten günstige Lebensbedingungen, die hier neben einem guten Nahrungsangebot Anheftungs- und Versteckmöglichkeiten sowie Schutz vor Strömung finden. Taxa, die bevorzugt in Schlammersediment leben sind auf den Labyrinthen generell nur in äußerst geringen Arten- und Individuenzahlen vertreten. Psammophile Arten konnten, entsprechend dem natürlich vorherrschenden Sediment, ausschließlich im Lustsee und im Tegernsee in vergleichsweise hoher Anzahl erfaßt werden. Nur im Lustsee zählen sie zu den charakteristischen Arten der Makrozoobenthos-Zönose.

- Auch bei den dominanten Arten der untersuchten Gemeinschaften handelt es sich hauptsächlich um eurytope Arten mit gering ausgeprägter Habitatbindung. Deutliche Substratpräferenzen der dominanten Taxa sind nur im Lustsee (LUL 40.9 % psammophile Arten) sowie bedingt im Pellhamer See und im Waginger See (PEO 22.2 %, PES 20.0 %, WAK 32.1 % phytophile Arten) festzustellen.

- Die Untersuchungsergebnisse legen die Vermutung nahe, daß das verwendete Kunstsubstrat der übergeordnete Faktor für die Zusammensetzung der Siedlungsgemeinschaften ist. Hinsichtlich der Biotop- und Habitatbindung der erfaßten Arten unterscheiden sich die untersuchten Zönosen mit wenigen Ausnahmen nur geringfügig. Jedoch scheinen die Faktoren Strömung bzw. Brandung und natürliches Sediment (vgl. Lustsee bzw. Tegernsee) darüberhinaus wirksam zu sein. Die hohen Arten- und Individuenzahlen der Oligochaeten und insbesondere der Chironomiden im Waginger See und im Wesslinger See können als Hinweis darauf gewertet werden, daß die Dominanz dieser Tiergruppen durch Eutrophierung verstärkt wird.



7 Mollusken

7.1 Einleitung

Im Rahmen der vorliegenden Untersuchung konnten Zusammenhänge zwischen Weichtiergemeinschaften und den trophischen Verhältnissen der Gewässer aufgezeigt werden (s. COLLING 1992). Innerhalb dieser Untersuchung ergaben sich auch - über den Gesichtspunkt der Trophie-Indikation hinaus - demographische Populationsdaten und eine Reihe faunistisch-ökologischer Aspekte die nachfolgend dokumentiert werden sollen.

Über die Weichtierfauna der bearbeiteten Seen liegen, bedenkt man den Bekanntheitsgrad der Mehrzahl dieser Seen, nur vergleichsweise wenige Untersuchungen vor. Aktuelle Erhebungen, vor allem umfangreiche, ortsbezogene Aufsammlungen, fehlen fast vollkommen. Die meisten Veröffentlichungen sind bereits vor langer Zeit erschienen (CLESSIN 1873, HAAS 1923, MODELL 1928).

Bezüglich näherer Angaben zu den untersuchten Seen beziehungsweise den einzelnen Untersuchungsstellen sei auf FITTKAU et al. 1992 verwiesen.

7.2 Durchführung

7.2.1 Untersuchungszeitraum, Probestellen und Methodik

In der ersten Untersuchungsphase von 1987 bis 1989 lag der Schwerpunkt auf der Bearbeitung verschiedener Uferabschnitte des Chiemsees. An den einzelnen Untersuchungsstellen wurden mit Hilfe eines Stechrohrs aus PVC Sedimentkerne entnommen und die darin enthaltenen Mollusken ausgesiebt (s. COLLING 1992). Die Stechrohrproben wurden in einer Wassertiefe von ca. 100 cm genommen, bezogen jeweils auf mittleren Sommerwasserstand. Der Abstand vom Ufer wurde in etwa konstant gehalten.

In der zweiten Untersuchungsphase, ab 1990, wurde an den acht bearbeiteten Seen (s. Kap.1) beim ersten Durchgang ebenfalls mit der Stechrohr-Methode gearbeitet, aufgrund zu geringer Individuenzahlen in diesen Proben dann aber zu normierten Käscherfängen übergegangen. Die Anwendung der Netzkäscher-Methode ergab meist erheblich höhere Individuenzahlen wie bei den Stechrohrproben und dementsprechend günstigere Bedingungen für eine statistische Analyse. Die Wassertiefe der Probenahmestellen betrug, wie am Chiemsee, etwa 100 cm, bezogen auf mittleren Sommerwasserstand. Auch der Abstand vom Ufer wurde wiederum weitgehend konstant gehalten.

Neben den Erhebungen die eine quantitative Erfassung zum Ziel hatten, wurden, vor allem in der ersten Untersuchungsphase, auch ergänzend Übersichtsuntersuchungen durchgeführt. Dazu wurden das vorhandene Sediment und gegebenenfalls die Wasserpflanzenbestände durchgekäscht (Siebkäscher, ca. 1mm Maschenweite) sowie ergänzend Hartsubstrat wie Steine, Treibholz etc. auf dort siedelnde Wassermollusken hin untersucht. Neben den gezielten Weichtieruntersuchungen wurden auch Beifänge aus den im Profundal bzw. Litoral genommenen Bodengreiferproben (ORENDT 1990) ausgewertet, sowie die auf den Platten-Kunstsubstraten (HESS, s. Kap. 6) gefundenen Weichtiere berücksichtigt.

7.2.2 Auswertung

Zur Klärung der Frage, ob und in welchem Ausmaß sich die Mollusken-Gesellschaften bestimmter Untersuchungsstellen in ihrer qualitativen und quantitativen Zusammensetzung ähneln wurden Minimumvarianz-Clusteranalysen durchgeführt.

Leerschalen (Muscheln) bzw. Leergehäuse (Wasserschnecken) wurden nur dann berücksichtigt, wenn die jeweiligen Arten lebend nicht nachgewiesen wurden. In die statistischen Auswertungen gehen sie nicht ein. Dies trifft auch für die Muschelart *Dreissena polymorpha* zu (s. COLLING 1990). Diese Art tritt sehr ungleichmäßig und geklumpt auf, beispielsweise können auf einem in die Probe gelangten Stein 50 und mehr Individuen sitzen, während rings um die Entnahmestelle die Art völlig fehlt. Bei einer Einbeziehung in die statistische Auswertung würde dadurch einerseits die Analyse sämtlicher anderer Arten überlagert, andererseits entsteht unter Umständen zufällig ein völlig falsches Bestandsbild von dieser Art an einer bestimmten Probestelle. Die Nomenklatur und systematische Reihung richten sich nach FALKNER (1990).

7.3 Ergebnisse und Diskussion

7.3.1 Allgemeine Bestandsdaten, Gesamtbetrachtung

In den bearbeiteten neun Seen konnten 30 Wasserschnecken- und 18 Muschelarten nachgewiesen werden, wobei drei Arten (*Planorbarius corneus*, *Unio crassus*, *Anodonta anatina*) ausschließlich bei qualitativen Übersichtsuntersuchungen festgestellt wurden (s. Tab. 7.1, S. 152). 30 Arten traten in einer für quantitative Analysen ausreichenden Dichte auf (s. Tab. 7.5 und 7.6, S. 157/158).

Die mit Abstand höchste Artenzahl (42) und der höchste Anteil von in Bayern gefährdeten Arten (28) konnte im Chiemsee registriert werden (s. Tab. 7.2, S. 154 und Abb. 7.1). Selbst

unter Berücksichtigung der Tatsache, daß das dortige Bestandsspektrum durch die vergleichsweise umfangreichen Übersichtsuntersuchungen am besten erfasst sein dürfte, spiegelt sich darin sicherlich auch die Vielseitigkeit des Chiemsees wider. Ein Beleg hierfür ist, daß bei den quantitativen Erhebungen am Chiemsee ebenfalls deutlich mehr Arten festgestellt wurden (27) als an den 1990/91 beprobten acht übrigen Seen (max. 19 Arten).

Mit 25 Arten weist der Brunnsee nach dem Chiemsee die nächsthöhere Gesamtartenzahl auf, es folgen Waginger See, Pelhamer See, Lustsee und Langwieder See (s. Tab. 7.2 und Abb. 7.1). Auffallend artenarm sind der Lerchenauer See und der Weßlinger See, in denen jeweils nur vier bzw. drei Weichtierarten lebend nachgewiesen wurden.

Die qualitative Artenverteilung an den Probestellen ist generell bei den Wasserschnecken weniger homogen als bei den Muscheln (s. Tab. 7.3 und 7.4, S. 155/156). Dies liegt u.a. daran, daß die Wasserschnecken im Litoral eine Vielfalt ökologischer Nischen besetzen und abiotischen Faktoren wie Wellengang, Temperatur etc. allgemein stärker ausgesetzt sind, als die benthischen Muscheln. Damit ergibt sich eine stärkere Differenzierung der Wasserschneckenbestände an den Untersuchungsstellen, was sich auch an der generell niedrigeren Frequenz der Wasserschnecken gegenüber den Muscheln zeigt (s. Abb. 7.2 und 7.3).

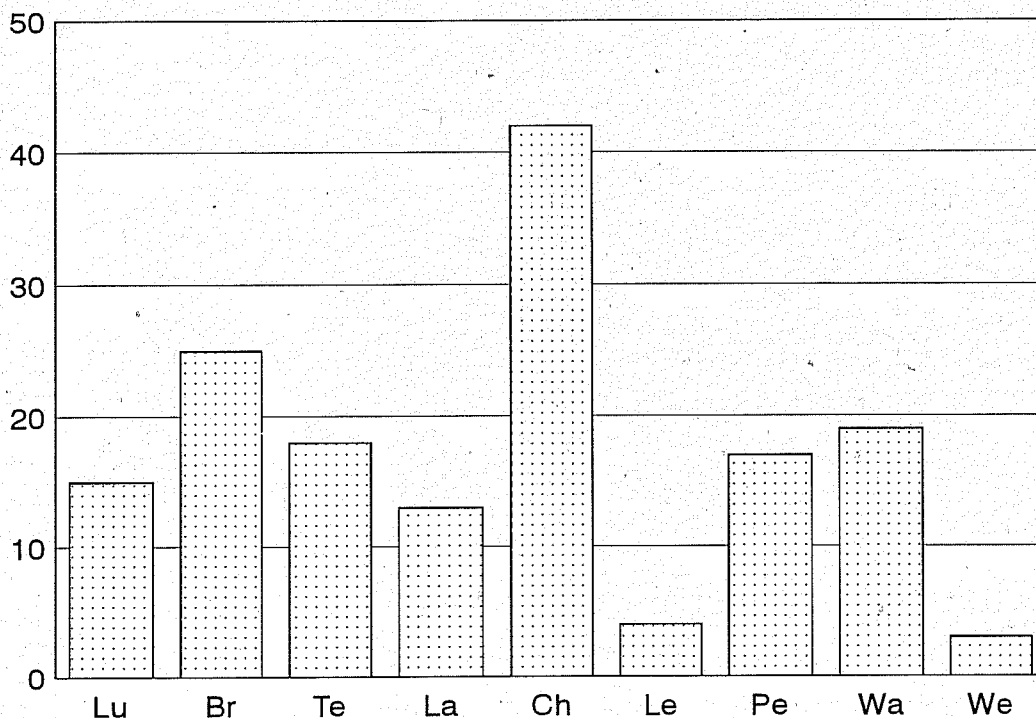


Abb. 7.1 Übersicht der an den einzelnen Probestellen nachgewiesenen Artenzahlen

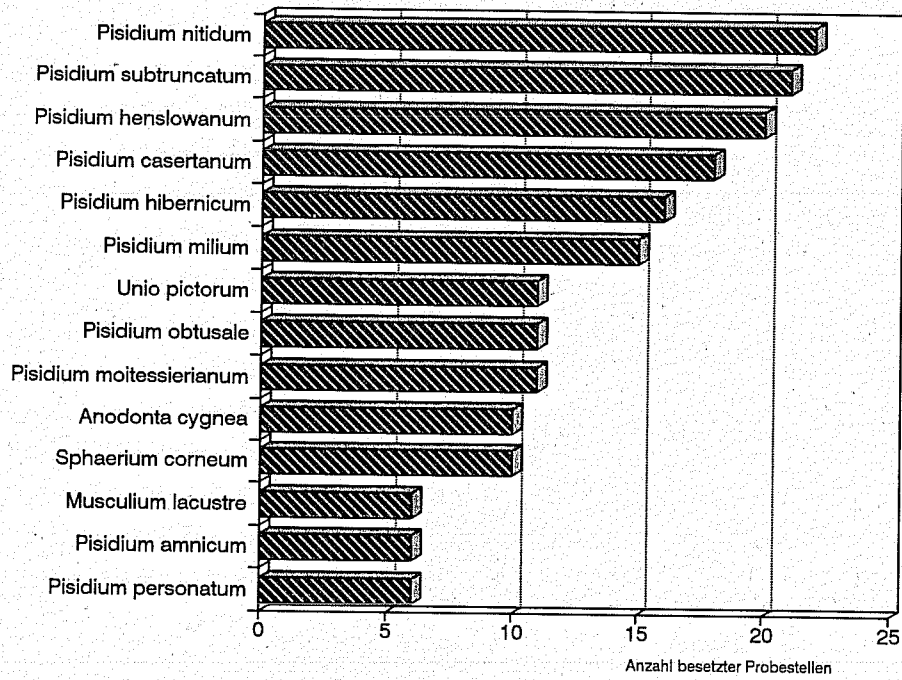


Abb. 7.2 Frequenz der nachgewiesenen Muschelarten (n=25)

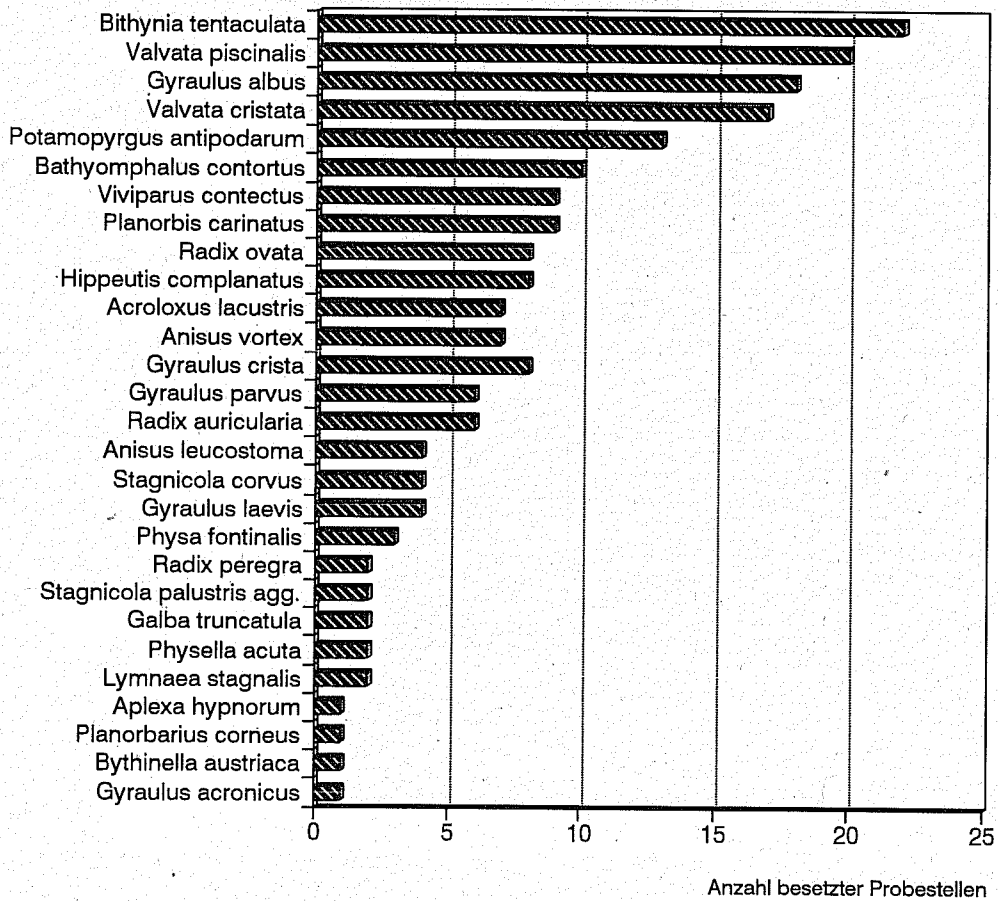


Abb. 7.3 Frequenz der nachgewiesenen Wasserschneckenarten (n=25)

So treten über 80% der Muschelarten an mindestens 10 der 25 untersuchten Probestellen lebend auf, während dies nur für ca. 20% der Wasserschnecken zutrifft. Für das inhomogene Verteilungsbild der Wasserschnecken ist in begrenztem Maß auch die bevorzugt angewandte Methode der Erfassung benthischer Weichtiere (Stechrohruntersuchung, Rechteckkäscher) verantwortlich. Nur ein Teil der Wasserschneckenarten zählt zu den typischen Benthosbewohnern, manche Arten werden daher mit den Stechrohruntersuchungen nur selten erfasst. Nachdem jedoch an allen Untersuchungsstellen auch mehrfach qualitative Käscherfänge, auch im Pflanzengürtel, durchgeführt wurden, dürfte das Artenspektrum der einzelnen Untersuchungsstellen weitestgehend erfasst sein. Der prozentuale Anteil der Wasserschnecken an der Gesamtartenzahl schwankt an den einzelnen Untersuchungsstellen zwischen 17 und 100%.

Insgesamt wurden mit quantitativen Methoden (Stechrohr, Bodengreifer, Kunstsubstrat, Rechteckkäscher) etwa 14000 Individuen, mit den qualitativen Käscherfängen ca. weitere 3500 Individuen erfasst. Zu den genannten Zahlen kommen noch mehrere Tausend Individuen von *Dreissena polymorpha* hinzu, die jedoch nicht in die statistische Auswertung eingehen (s. Kap. 7.2.2). Einen Vergleich der pro m² an den einzelnen Untersuchungsstellen mit dem Stechrohr bzw. dem Rechteckkäscher nachgewiesenen Gesamtindividuenzahlen geben die Abbildungen 7.4 und 7.5.

Pro Untersuchungstermin und -stelle wurde bei den Stechrohrproben 1987/88 (a' 140 cm²; 1 m Wassertiefe) am Chiemsee eine Gesamtdichte von durchschnittlich ca. 24 Individuen pro Probe festgestellt, was einer Dichte von ca. 1700 Indiv./m² entspricht. Etwa 1300 Indiv./m² sind dabei Kleinmuscheln (v.a. Gattung *Pisidium*). Innerhalb der verschiedenen Probestellen des Chiemsees wies diejenige südlich Gstadt (Gs) die mit Abstand höchste Gesamtindividuen-dichte auf, wobei die Kleinmuscheln über 90% ausmachen (s. Tab. 7.5 und Abb. 7.4). Relativ hohe Dichten werden auch im Irschener Winkel erreicht. Sehr individuenarme Bestände, weitgehend von Wasserschnecken, weist dagegen die Untersuchungsstelle Lachsgang auf, gefolgt von KW und AO. Die Untersuchungsstellen AW, KO, SE und HE nehmen bezüglich der Gesamtindividuenzahl (1988) eine Mittelstellung ein. Damit liegen durchschnittlich die Individuendichten an den gering nährstoffbelasteten Untersuchungsstellen höher als an den stark belasteten. Die auffallend hohe Gesamtindividuenzahl beim Irschener Winkel dürfte dadurch zustande kommen, daß hier die ungünstige Belastungssituation durch das dortige Optimalangebot an Weichsubstrat (bevorzugter Substrattypus der meisten Pisidien) kompensiert wird, zumindest was einzelne Arten, wie *Pisidium nitidum* oder *P. subtruncatum* angeht. Diese Hypothese wird auch durch die Individuendichte der bevorzugt schlammbewohnenden *Valvata cristata* unterstützt, die im Irschener Winkel um ein Vielfaches höher liegt als an allen anderen Probestellen.

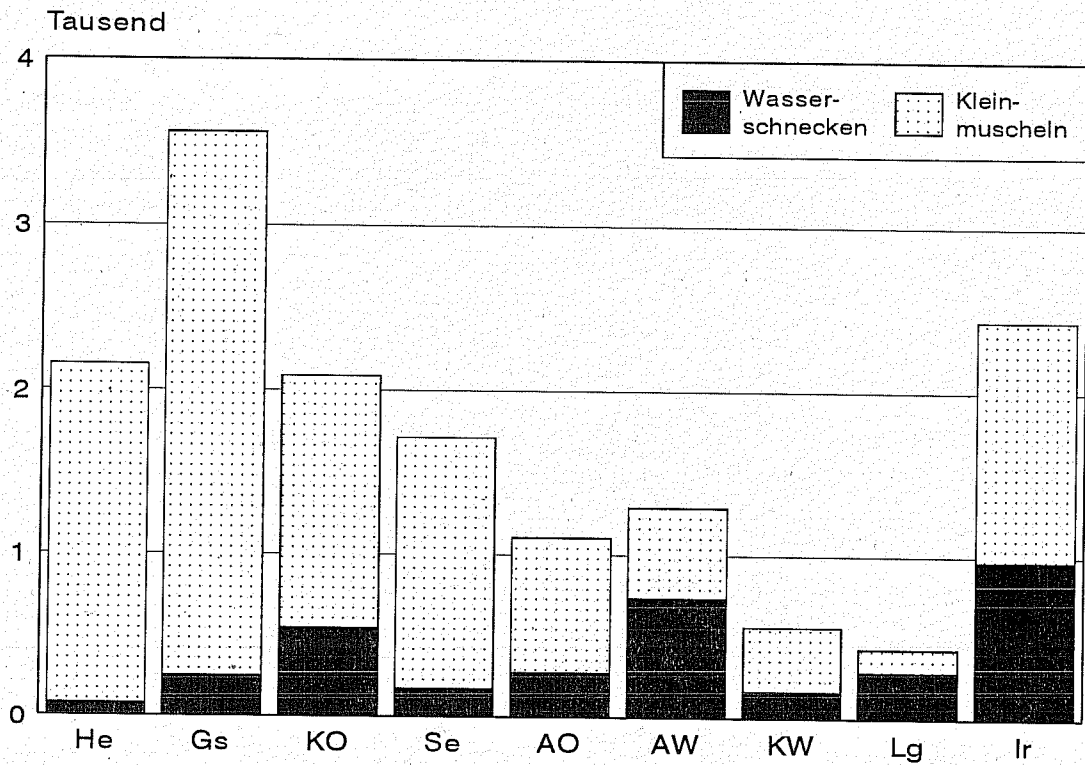


Abb. 7.4 Gesamtindividuenzahlen der einzelnen Probestellen - Chiemsee (ca. 1m Wassertiefe; Stechrohr)

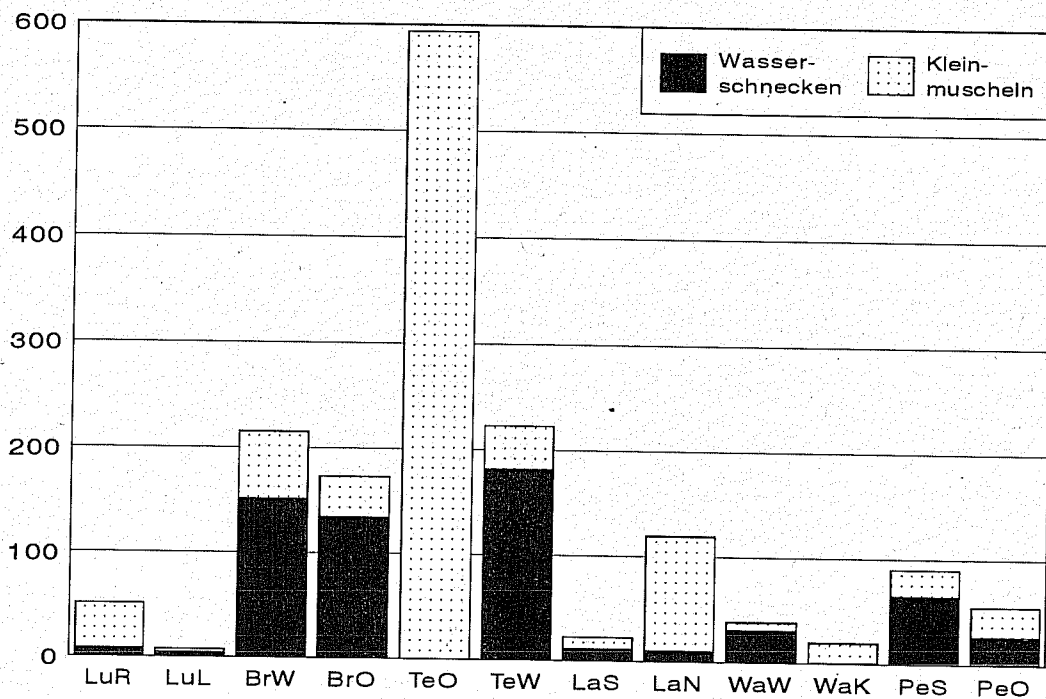


Abb. 7.5 Gesamtindividuenzahlen der einzelnen Probestellen - 1990/91 bearbeitete Seen (ca. 1m Wassertiefe; Rechteckkäsher)

Die 1989/90 anhand von Stechrohrproben in den acht übrigen Seen festgestellten Individuendichten (bezogen auf 1 m²) liegen erheblich unter denjenigen des Chiemsees (s. Tab. 7.6 und Abb. 7.5). So wurden meist um den Faktor 10-100 niedrigere Abundanzen festgestellt. Eine Ausnahme bildet lediglich die Probestelle Tegernsee Ost (TeO), deren Massenvorkommen von *Pisidium moitessierianum* zu einer herausragenden Gesamtdichte führt.

Die Mehrzahl der festgestellten Arten sind der Gruppe der rezedenten Arten (relativer Anteil 1-5%) zuzuordnen, dominante und subdominante Arten sind nur relativ wenige vertreten (s. Tab. 7.5 und 7.6). Insgesamt gesehen sind unter den Wasserschnecken *Valvata piscinalis*, *Potamopyrgus antipodarum* und *Bithynia tentaculata*, unter den Muscheln (excl. *Dreissena polymorpha*) *Pisidium nitidum*, *Pisidium subtruncatum*, *Pisidium hibernicum* und *Pisidium henslowianum* die häufigsten Arten (s. Abb. 7.6).

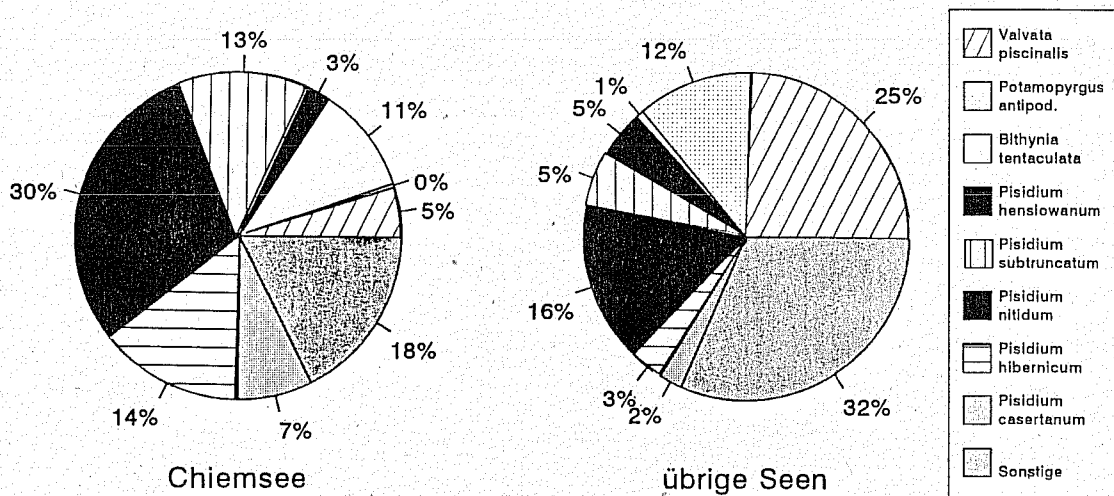


Abb. 7.6 Relative Anteile der verschiedenen Arten an der Gesamtindividuenzahl

Sowohl innerhalb eines Jahres wie auch zwischen den verschiedenen Untersuchungsjahren ergeben sich erwartungsgemäß Schwankungen, die z.T. beträchtlich sind. In Abb. 7.7 und 7.8 sind beispielhaft Dichteschwankungen einiger häufiger Kleinmuschel- und Wasserschneckenarten für den Chiemsee, für den längere Probenserien vorliegen, aufgetragen. Erkennbar ist, daß einzelne Arten vergleichsweise starken Schwankungen unterworfen sind, wie z.B. *Bithynia tentaculata*, während andere Arten (z.B. der Gattung *Valvata*), nur geringfügig variieren. Bei den Kleinmuscheln zeigen die Dichtekurven der verschiedenen Arten z.T. ähnliche Trends, so die Dichtepicks von *Pisidium casertanum* und *P. nitidum* im Frühsommer und Herbst 1987, z.T. differieren die Bestandsentwicklungen erheblich. Generelle phänologisch-ökologische Aussagen lassen die gewonnenen Daten allerdings nicht zu, hierfür wären langjährige Vergleichsmessungen nötig.

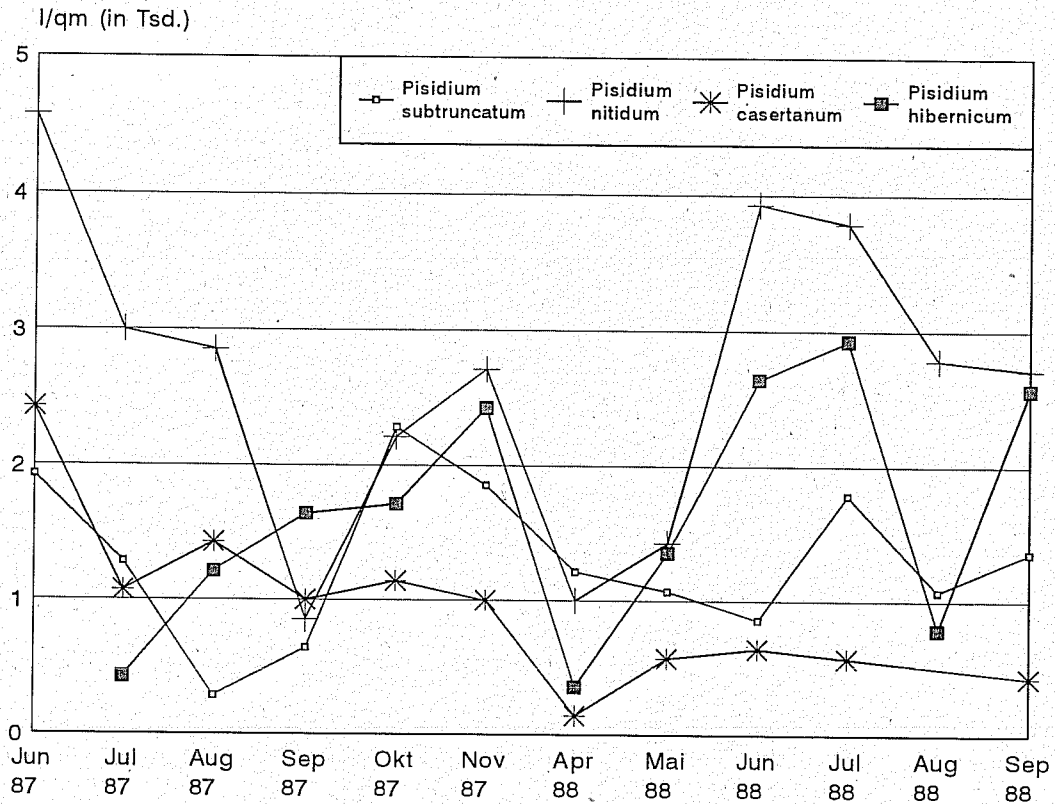


Abb. 7.7 Dichteschwankungen häufigerer Kleinmuschelarten des Chiemsees (1987/88; durchschnittliche Individuenzahl/m²)

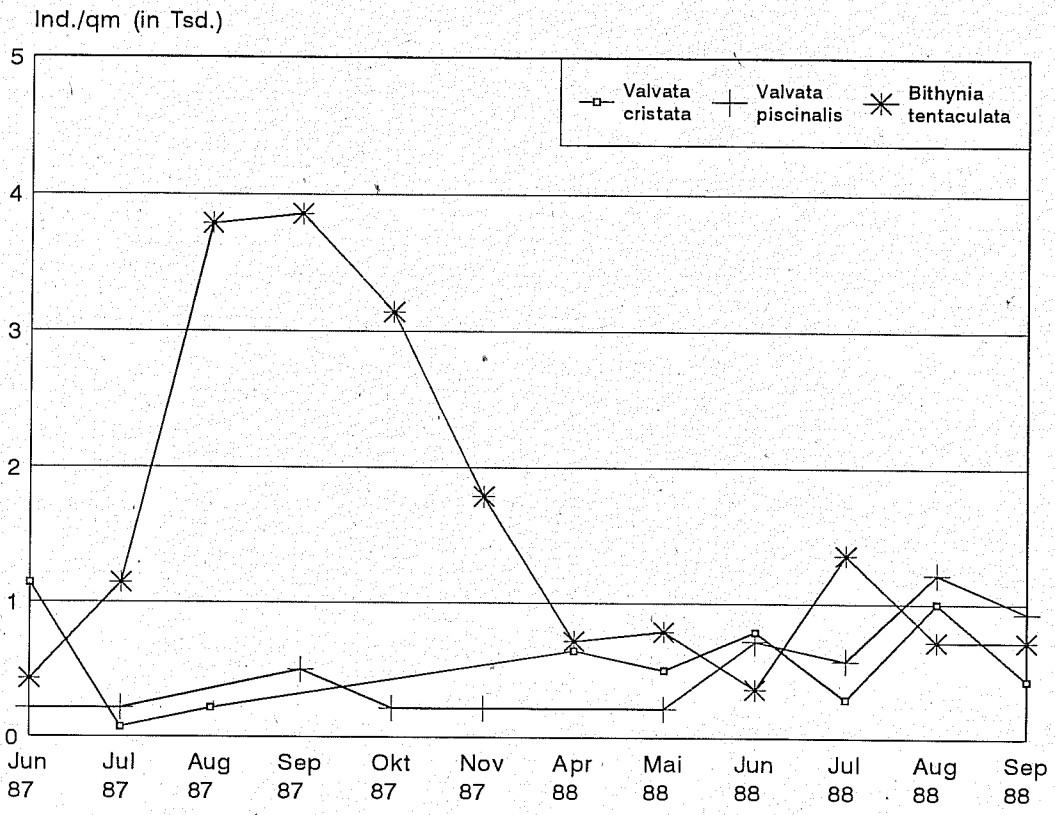


Abb. 7.8 Dichteschwankungen häufigerer Wasserschneckenarten des Chiemsees (1987/88; durchschnittliche Individuenzahl/m²)

7.3.2 Seespezifische Besonderheiten

Chiemsee

Der Aiterbacher Winkel mit seinem starken Buchtcharakter bietet v.a. für Wasserschnecken besonders günstige Verhältnisse (Präferenz vieler Arten für ruhige Gewässer), die Gesamtartenzahl ist daher an beiden Untersuchungsstellen dieser Bucht auffallend hoch (s.o.). Bei der Untersuchungsstelle Lachsgang dürfte sich die hohe Sedimentationsrate, bedingt durch die Lage im Mündungsgebiet der Tiroler Ache, negativ auf die Bestände auswirken, während an der Untersuchungsstelle Seethal (Se) der besonders stark ausgeprägte Wellenschlag im Uferbereich als limitierender Faktor in Frage kommt. So werden dort selbst lebende Großmuscheln (*Unio pictorum*) häufig ans Ufer gespült. Ein weiterer Grund ist vermutlich das weitgehende Fehlen von schlammigem Grund an Se, ein Negativfaktor z.B. für einige Kleinmuschelarten. Bei der Hirschauer Bucht (Hi) letztlich dürften die extrem geringe Wassertiefe mit den damit verbundenen Folgen (hohe Wassertemperatur, relativ unkonstante Lebensbedingungen, etc.) und die Sedimentbeschaffenheit auf verschiedene Arten limitierend wirken. Vermutlich durch die speziellen Verhältnisse bezüglich Strömung und Wellenschlag kommt es in dieser Bucht zu einem an den Untersuchungsstellen sonst nicht vertretenen Sedimenttypus. Er besteht aus oberflächlich sehr feinkörnigem, nach unten zunehmend zu größeren "Kieseln" bzw. Klumpen verbackenem, lehmigen Material. Die an Hi recht zahlreich vertretenen Großmuscheln (*Anodonta cygnea* und *Unio pictorum*) können aufgrund ihrer kräftigen Fußmuskulatur diesen recht zähen Sedimenttypus als Lebensraum nutzen. Dagegen scheinen hier nur wenige Kleinmuschelarten Lebensmöglichkeiten zu finden. Höhere Individuendichten an Kleinmuscheln werden nicht erreicht. Charakteristischerweise finden sich in der nur wenige Zentimeter tiefen, stark erwärmten Uferzone typische Formen kleinerer Stillgewässer (*Lymnaea stagnalis*, *Planorbarius corneus*). Diese Uferzonengemeinschaft tritt sonst an keiner Untersuchungsstelle auf.

Das Artenspektrum des Chiemsees beherbergt eine ganze Reihe faunistischer Besonderheiten, wie etwa die Vorkommen von *Bithynia leachii*, *Gyraulus acronicus* oder *Gyraulus laevis*. Bemerkenswert ist auch der Einzelnachweis einer Quellschnecke (*Bythinella austriaca*) im Flachwasserbereich (ca. 1m Wassertiefe) des Ostufers des Kailbacher Winkels. An der Nachweisstelle tritt wohl Quellwassers aus dem Seeschotter aus.

Tegernsee

Der Tegernsee besitzt offensichtlich aufgrund seiner Lage (alpiner See) und Entwicklungsgeschichte eine arme Molluskenfauna, wie bereits die Sammelergebnisse von CLESSIN (1873) bestätigen. Damals wurden nur fünf Arten lebend nachgewiesen, was CLESSIN auch auf die für die meisten Weichtierarten eher ungünstige Sedimentbeschaffenheit des Tegernsees zu-

rückführt (weitgehend fehlende Bodenvegetation, damit geringer organischer Anteil im Substrat). Die Tatsache, daß in der vorliegenden Untersuchung erheblich mehr Arten wie 1873 nachgewiesen wurden (13), könnte auf Veränderungen der Lebensbedingungen zurückzuführen sein. Die zwischenzeitliche Eutrophierung des ursprünglich sehr nährstoffarmen und damit nur für wenige Weichtierarten optimalen Alpensees (Abwasserfernhaltung seit 1965) ist hierbei ein durchaus plausibler Faktor. Möglicherweise haben sich in der Phase des verstärkten Nährstoffangebots verschiedene Arten etabliert, die sich auch unter den aktuell wieder relativ nährstoffarmen Verhältnissen halten konnten. Auffallend sind die Massenvorkommen von *Pisidium moitessieranum* am Ostufer (TeO) und *Potamopyrgus antipodarum* am Westufer (TeW) (s. Tab. 7.6). Die Abundanz von *Pisidium moitessieranum* ist, entsprechend den ökologischen Präferenzen dieser Art, ein Indiz für den hohen anorganischen Anteil im feinkörnigen Sediment bzw. eine hohe Sedimentationsrate. Das Massenvorkommen von *Potamopyrgus antipodarum* ist vermutlich ein Folge nährstoffreicher Zuflüsse. In diesem Untersuchungsabschnitt fließen eine ganze Reihe von kleinen Hangbächen in den Tegernsee, die aus oberhalb liegenden landwirtschaftlichen Nutzflächen und Siedlungen nährstoffreiches Wasser mitbringen dürften.

Lustsee/Brunnsee

Beide Seen zeichnen sich durch ihre nährstoffarmen Verhältnisse und das Vorkommen der oligotraphenten Kleinmuschel *Pisidium lilljeborgii* aus. Diese Art konnte ansonsten in keinem der untersuchten Seen nachgewiesen werden. Sie bewohnt typischerweise das litorale Feinsediment natürlicher Seen des Vereisungsgebietes Nord- und Süddeutschlands. Weitere Besonderheiten beider Seen sind die Nachweise der beiden in Bayern vom Aussterben bedrohten Arten *Anisus vorticulus* und *Gyraulus acronicus*. Während von *Anisus vorticulus* am Brunnsee Lebendnachweise gelangen, konnte ein Lebendvorkommen dieser Art im Lustsee nicht sicher bestätigt werden. Der frische Zustand einzelner Leergehäuse macht aber auch dort ein aktuelles Vorkommen wahrscheinlich. Demgegenüber ist das Lebendvorkommen von *Gyraulus acronicus* in beiden Seen fraglich, da jeweils nur stark verwitterte Gehäuse aufgefunden wurden. Da bedingt durch die spezielle Fragestellung des Projektes und die darauf abgestellte Methodik nur vergleichsweise begrenzte Uferbereiche beprobt wurden, läßt sich aber die Frage nach einem aktuellen Lebendvorkommen dieser Art nicht abschließend beantworten.

Waginger See

Für den Waginger See charakteristisch ist der hohe qualitative und quantitative Anteil von Arten, die nur in Form von Leergehäusen bzw. Leerschalen festgestellt wurden. Lediglich 70 % der Arten wurden lebend nachgewiesen. Dies deutet darauf hin, daß sich in jüngerer Zeit die Lebensverhältnisse für Weichtiere im Waginger See deutlich verschlechtert haben, vermutlich mitbedingt durch die erhebliche Nährstoffbelastung (s. FITTKAU et al. 1992). Nach-

dem gerade einzelne gegen Nährstoffeintrag empfindliche Arten nur in Form von Leergehäusen bzw. Leerschalen, oder aber nur vereinzelt lebend nachgewiesen wurden (z.B. *Pisidium amnicum*), ist ein Zusammenhang mit der trophischen Situation im See durchaus plausibel. Bemerkenswert ist das Auftreten der nach Westeuropa eingeschleppten Wasserschneckenart *Gyraulus parvus* (s.u.).

Weßlinger See

Beim Weßlinger See ist die frühere und aktuelle Nährstoffbelastung ein möglicher Grund für die geringen Weichtierbestände. Die aus Nordamerika stammende und mit Wasserpflanzen oder auch Fischbesatz in Westeuropa eingeschleppte Wasserschneckenart *Gyraulus parvus* ist auch in den Weßlinger See sicherlich künstlich verschleppt worden. Dies wird dadurch bestätigt, daß die Art lediglich im engeren Umgriff von Wasserpflanzen, die im Rahmen von "Biotoppflegemaßnahmen" eingesetzt wurden, (erkennbar an noch vorhandenen Kunststoffpflanzkübeln) in größerer Dichte nachzuweisen war.

Lerchenauer See

Der Lerchenauer See weist überhaupt keine statistisch verwertbaren Weichtierbestände auf. Hierfür dürften der sehr hohe Wasservogelbesatz, das relativ geringe Alter des Sees und der Erholungsdruck (Trittbelastung im litoralen Benthos) mitverantwortlich sein. Ein weiterer Grund ist vermutlich die in den letzten Jahren zeitweise schlechte Wasserqualität, die u.U. zu einer nachhaltigen Schädigung der Benthosorganismen geführt hat. In geringer Dichte kommt *Gyraulus parvus* vor.

Langwieder See

Bemerkenswert ist das relativ individuenreiche Vorkommen von *Gyraulus parvus*.

Tab. 7.1 Übersicht der nachgewiesenen Weichtierarten

		RL- Status	ökolog. Angaben
<u>Wasserschnecken</u>			
Spitze Sumpfdeckelschnecke	<i>Viviparus contectus</i>	3	L,P
Flache Federkiemenschnecke	<i>Valvata cristata</i>	-	P,(Pp)
Gemeine Federkiemenschnecke	<i>Valvata piscinalis</i>	4R	L,F
Österreichische Quellschnecke	<i>Bythinella austriaca</i>	3	Q
Neuseeland-Zwergdeckelschnecke	<i>Potamopyrgus antipodarum</i>	-	F,L
Gemeine Schnauzenschnecke	<i>Bithynia tentaculata</i>	-	L,F,(P)
Bauchige Schnauzenschnecke	<i>Bithynia leachii</i>	1	L,(P)
Teichnapfschnecke	<i>Acroloxus lacustris</i>	3	L
Moos-Blasenschnecke	<i>Aplexa hypnorum</i>	2	P,(Pp)
Quell-Blasenschnecke	<i>Physa fontinalis</i>	3	L,(F)
Spitze Blasenschnecke	<i>Physella acuta</i>	-	L,(F)
Posthornschnecke	<i>Planorbarius corneus</i>	-	L,(P)
Gekielte Tellerschnecke	<i>Planorbis carinatus</i>	4R	L,P
Weißmündige Tellerschnecke	<i>Anisus leucostoma</i>	3	Pp
Scharfe Tellerschnecke	<i>Anisus vortex</i>	4R	L,P
Zierliche Tellerschnecke	<i>Anisus vorticulus</i>	1	L,P
Riemen-Tellerschnecke	<i>Bathymphalus contortus</i>	3	L,P
Weißes Posthörnchen	<i>Gyraulus albus</i>	4R	L,(F)
Verbogenes Posthörnchen	<i>Gyraulus acronicus</i>	1	L,P
Glatte Posthörnchen	<i>Gyraulus laevis</i>	1	L
Kleines Posthörnchen	<i>Gyraulus parvus</i>	-	L,(P)
Zwergposthörnchen	<i>Gyraulus crista</i>	3	L
Linsenförmige Tellerschnecke	<i>Hippeutis complanatus</i>	3	L,(P)
Kleine Sumpfschnecke	<i>Galba truncatula</i>	-	P,Pp,(L)
Gemeine Sumpfschnecke	<i>Stagnicola palustris</i> agg.	4R	L,P
Raben-Schlamm- schnecke	<i>Stagnicola corvus</i>	3	L,P
Ohrschlamm- schnecke	<i>Radix auricularia</i>	-	L
Eiförmige Schlamm- schnecke	<i>Radix ovata</i>	-	F,L
Gemeine Schlamm- schnecke	<i>Radix peregra</i>	-	L,F,(P)
Spitzhornschnecke	<i>Lymnaea stagnalis</i>	4R	L,(P)
<u>Muscheln</u>			
Malermuschel	<i>Unio pictorum</i>	4R	F,L
Gemeine Fluß- muschel	<i>Unio crassus</i>	1 +	F,L
Große Teich- muschel	<i>Anodonta cygnea</i>	2	L,(F)
Gemeine Teich- muschel	<i>Anodonta anatina</i>	4R	F,(L)
Gemeine Kugel- muschel	<i>Sphaerium corneum</i>	-	L,(F)
Häubchen- muschel	<i>Musculium lacustre</i>	4R	P,L
Große Erbsen- muschel	<i>Pisidium amnicum</i>	2	F,(L)
Falten-Erbsen- muschel	<i>Pisidium henslowanum</i>	3	F,L
Eckige Erbsen- muschel	<i>Pisidium milium</i>	3	L,F
Schiefe Erbsen- muschel	<i>Pisidium subtruncatum</i>	-	L,F
Glänzende Erbsen- muschel	<i>Pisidium nitidum</i>	3	F,(L)
Kreisrunde Erbsen- muschel	<i>Pisidium lilljeborgii</i>	2	L
Glatte Erbsen- muschel	<i>Pisidium hibernicum</i>	2	L
Stumpfe Erbsen- muschel	<i>Pisidium obtusale</i>	-	P,(Pp)
Quell-Erbsen- muschel	<i>Pisidium personatum</i>	-	Q,I,F,(L)
Gemeine Erbsen- muschel	<i>Pisidium casertanum</i>	-	F,L,Pp,Q
Winzige Falten- Erbsenmuschel	<i>Pisidium moitessierianum</i>	3	L,F
Wandermuschel	<i>Dreissena polymorpha</i>	-	F,L

Tab. 7.1 Fortsetzung

Erläuterungen:

Status nach RL Bayern (FALKNER 1992):

Kategorien:

- 1: Vom Aussterben bedroht
- 2: Stark gefährdet
- 3: Gefährdet
- 4R: Rückläufig

+: die Art wurde nur als Leergehäuse nachgewiesen

Ökologische Angaben (FALKNER 1992):

Die Auflistung entspricht in der Regel der Reihenfolge der jeweiligen Biotoppräferenzen, wobei die Übergänge aber fließend sein können bzw. regionale Unterschiede auftreten. Biotope, die zumindest gelegentlich genutzt werden, sind in Klammern gesetzt. Es bedeuten:

- P: Sümpfe, nasse Wiesen, Auwälder, Ufer; Arten, die sich an stark feuchten bis ausgesprochen nassen Biotopen, meist in engster Nachbarschaft des Wassers aufhalten
 - Pp: Periodische Sümpfe
 - L: Stehende Gewässer; kleine Lachen und Gräben bis große Teiche und Seen
 - F: Fließgewässer; Bäche bis Ströme
 - Q: Quellen
-

Tab. 7.2 Übersicht der an den einzelnen Seen nachgewiesenen Weichtierarten -
Quantitative und qualitative Erhebungen 1987-1991

	Lu	Br	Te	La	Ch	Le	Pe	Wa	We
<u>Wasserschnecken</u>									
Viviparus contectus	-	X	-	-	X	-	-	-	-
Valvata cristata	-	X	-	X	X	X	X	X	X
Valvata piscinalis	X	X	X	-	X	-	X	X	-
Bythinella austriaca	-	-	-	-	X	-	-	-	-
Potamopyrgus antipodarum	-	-	X	X	X	-	X	-	-
Bithynia tentaculata	X	X	X	X	X	-	X	X	X
Bithynia leachii	-	-	-	-	X	-	-	-	-
Acroloxus lacustris	-	X	-	-	X	-	X	X	-
Aplexa hypnorum	-	-	-	-	X	-	-	L	-
Physa fontinalis	-	-	-	-	X	-	-	L	-
Physella acuta	-	-	-	X	-	-	-	-	-
Planorbarius corneus	-	-	-	-	X	-	-	-	-
Planorbis carinatus	X	X	X	-	X	-	-	-	-
Anisus leucostoma	X	-	-	-	X	-	-	-	-
Anisus vortex	-	-	-	-	X	-	-	-	-
Anisus vorticulus	L	X	-	-	-	-	-	-	-
Bathyomphalus contortus	X	X	-	-	X	-	-	-	-
Gyraulus albus	X	X	X	-	X	X	X	X	-
Gyraulus acronicus	L	L	-	-	X	-	-	-	-
Gyraulus laevis	-	-	-	-	X	-	-	-	-
Gyraulus parvus	-	-	-	X	-	X	-	X	X
Gyraulus crista	X	X	L	-	X	-	X	X	-
Hippeutis complanatus	-	X	-	X	X	-	X	X	-
Galba truncatula	-	X	-	-	X	-	-	L	-
Stagnicola palustris agg.	X	X	-	-	X	-	-	-	-
Stagnicola corvus	-	-	-	-	X	-	-	L	-
Radix auricularia	-	X	-	X	X	L	-	X	-
Radix ovata	X	-	X	X	X	-	-	X	-
Radix peregra	-	-	-	-	X	-	-	X	-
Lymnaea stagnalis	-	X	-	-	X	-	-	-	-
<u>Muscheln</u>									
Unio pictorum	-	-	X	-	X	-	X	L	-
Unio crassus	-	-	-	-	-	-	-	L	-
Anodonta cygnea	-	L	L	L	X	-	X	X	-
Anodonta anatina	-	-	-	-	-	-	-	L	-
Sphaerium corneum	-	X	X	-	X	-	-	-	-
Musculium lacustre	-	-	-	-	X	-	-	-	-
Pisidium amnicum	L	-	X	-	X	-	-	L	-
Pisidium henslowianum	-	X	X	X	X	-	X	X	-
Pisidium milium	X	X	X	X	X	-	X	L	-
Pisidium subtruncatum	X	X	X	X	X	-	X	X	-
Pisidium nitidum	X	X	X	X	X	-	X	X	-
Pisidium lilljeborgii	X	X	-	-	-	-	-	-	-
Pisidium hibernicum	X	X	X	-	X	-	-	-	-
Pisidium obtusale	-	X	X	-	X	-	-	X	-
Pisidium personatum	X	X	-	-	X	-	-	-	-
Pisidium casertanum	-	X	X	X	X	-	X	X	-
Pisidium moitessierianum	-	-	X	-	X	-	X	X	-
Dreissena polymorpha	-	-	X	-	X	X	X	X	L
Artenzahl - Lebendnachweise	15	25	18	13	42	4	17	19	3
Gesamtartenzahl	18	27	20	14	42	5	17	28	4
RL-Arten - Lebendnachweise	11	16	10	4	28	1	11	9	0

Tab. 7.3 Übersicht der an den 1990/91 bearbeiteten Probestellen nachgewiesenen Weichtierarten - Quantitative und qualitative Erhebungen

	LuR	LuL	Brw	BrO	TeO	TeW	LaS	LaN	Le	PeS	PeO	WaW	WaK	WeS	WeN
<u>Wasserschnecken</u>															
Viviparus contectus	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Valvata cristata	-	-	X	X	-	-	X	-	X	X	X	X	X	-	X
Valvata piscinalis	X	X	X	X	X	X	-	-	-	X	X	X	X	-	-
Potamopyrgus antipodarum	-	-	-	-	X	X	-	X	-	-	X	-	-	-	-
Bithynia tentaculata	X	-	X	X	-	X	X	X	-	X	X	X	X	X	X
Acroloxus lacustris	-	-	X	-	-	-	-	-	-	X	-	-	X	-	-
Aplexa hypnorum	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	L	-	-	-
Physa fontinalis	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	L	L	-	-
Physella acuta	-	-	-	-	-	-	X	X	-	-	-	-	-	-	-
Planorbis carinatus	-	X	X	-	L	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Anisus leucostoma	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Anisus vorticulus	L	L	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Bathyomphalus contortus	X	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X
Gyraulus albus	X	X	X	X	X	-	-	-	X	X	X	X	L	-	-
Gyraulus acronicus	L	-	L	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Gyraulus parvus	-	-	-	-	-	-	X	X	X	-	-	X	-	X	X
Gyraulus crista	X	-	X	X	L	-	-	-	-	X	X	X	X	-	-
Hippeutis complanatus	-	-	X	X	-	-	X	-	-	-	X	X	-	-	-
Galba truncatula	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	L	-	-	-
Stagnicola palustris agg.	-	X	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Stagnicola corvus	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	L	-	-	-
Radix auricularia	-	-	X	-	-	-	-	X	L	-	-	-	X	-	-
Radix ovata	-	X	-	-	-	X	-	X	-	-	-	X	-	-	-
Radix peregra	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-
Lymnaea stagnalis	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<u>Muscheln</u>															
Unio pictorum	-	-	-	-	X	-	-	-	-	X	X	L	-	-	-
Unio crassus	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	L	-	-	-
Anodonta cygnea	-	-	L	-	-	L	L	-	-	X	X	L	X	-	-
Anodonta anatina	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	L	-	-
Sphaerium corneum	-	-	X	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pisidium amnicum	L	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-	L	L	-	-
Pisidium henslowanum	-	-	X	X	X	X	X	X	-	X	X	X	X	-	-
Pisidium milium	X	X	-	X	X	X	X	X	-	X	X	-	L	-	-
Pisidium subtruncatum	X	X	X	-	X	X	X	X	-	X	X	X	X	-	-
Pisidium nitidum	X	X	X	X	X	X	X	X	-	X	X	X	X	-	-
Pisidium lilljeborgii	X	X	X	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pisidium hibernicum	X	X	X	X	X	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pisidium obtusale	-	-	X	X	X	-	-	-	-	-	-	L	X	-	-
Pisidium personatum	-	X	X	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pisidium casertanum	-	-	X	X	X	-	X	X	-	X	X	X	X	-	-
Pisidium moitessierianum	-	-	-	-	-	X	-	-	-	X	X	-	X	-	-
Dreissena polymorpha	-	-	-	-	X	X	-	-	X	X	X	X	X	L	L
Artenzahl - Lebendnachw.	11	11	21	17	14	11	10	10	4	14	16	13	15	2	4
Gesamtartenzahl	14	12	23	17	16	12	11	10	5	14	16	22	20	3	5

Tab. 7.4 Übersicht der an den einzelnen Probestellen des Chiemsees nachgewiesenen Weichtierarten - Quantitative und qualitative Erhebungen 1987-1990

	He	Gs	KO	Se	AO	AW	KW	Lg	HI	Iw
<u>Wasserschnecken</u>										
Viviparus contectus	X	X	X	-	X	X	X	L	X	X
Valvata cristata	X	X	X	X	X	X	X	L	-	X
Valvata piscinalis	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Bythinella austriaca	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-
Potamopyrgus antipodarum	X	X	X	X	X	X	X	X	-	X
Bithynia tentaculata	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Bithynia leachii	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-
Acroloxus lacustris	-	-	-	-	X	X	X	L	-	X
Aplexa hypnorum	X	L	-	-	-	-	L	L	-	L
Physa fontinalis	-	-	-	-	X	-	X	-	-	X
Planorbarius corneus	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-
Planorbis carinatus	X	X	X	-	X	-	X	-	X	-
Anisus leucostoma	X	X	-	-	-	-	X	-	-	-
Anisus vortex	X	X	X	-	X	X	X	-	-	X
Bathymorphus contortus	X	X	X	-	X	X	X	-	-	X
Gyraulus albus	X	X	X	X	X	X	X	X	L	X
Gyraulus acronicus	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-
Gyraulus laevis	-	-	L	-	X	X	-	-	X	X
Gyraulus crista	-	-	-	-	-	X	-	-	-	L
Hippeutis complanatus	-	L	-	-	X	X	-	-	-	X
Galba truncatula	X	-	-	-	-	-	-	-	-	L
Stagnicola palustris agg.	-	X	-	-	X	-	-	-	-	-
Stagnicola corvus	X	X	X	-	X	-	-	-	-	-
Radix auricularia	-	-	L	-	X	-	L	-	X	X
Radix ovata	L	-	-	X	X	-	-	-	X	X
Radix peregra	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-
Lymnaea stagnalis	L	-	-	-	L	-	L	-	X	-
<u>Muscheln</u>										
Unio pictorum	X	X	X	X	X	X	X	L	X	-
Anodonta cygnea	X	X	X	X	X	X	L	-	X	-
Sphaerium corneum	X	X	X	X	X	X	X	-	-	X
Musculium lacustre	-	X	X	-	X	X	X	-	-	X
Pisidium amnicum	X	-	X	X	-	X	-	X	-	-
Pisidium henslowanum	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Pisidium milium	X	X	X	X	X	X	X	X	-	X
Pisidium subtruncatum	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Pisidium nitidum	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Pisidium hibernicum	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Pisidium obtusale	X	X	X	-	X	X	-	X	-	X
Pisidium personatum	-	X	X	-	X	-	-	-	-	-
Pisidium casertanum	X	X	X	X	X	X	X	X	X	-
Pisidium conventus	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pisidium moitessierianum	X	X	-	X	X	X	-	X	X	-
Dreissena polymorpha	X	X	X	X	X	X	X	X	X	-
Artenzahl - Lebendnachweis	26	26	25	18	32	27	23	14	18	22
Gesamtartenzahl	28	28	27	18	33	27	27	19	19	25

Erläuterungen:

X = Nachweis nur in Form von Leergehäusen bzw. Leerschalen

Tab. 7.5 Übersicht der 1987/88 am Chiemsee nachgewiesenen Arten- und Individuenzahlen
(Stechrohrproben, ca. 1 m Wassertiefe, durchschnittl. Individuenzahl/m²)

	He	Gs	KO	Se	AO	AW	KW	Lg	Iw	Σ
<i>Viviparus contectus</i>									11	11
<i>Valvata cristata</i>				10	84	88			297	479
<i>Valvata piscinalis</i>	24	6		10	104	264	48	225	66	745
<i>Potamopyrgus antipodarum</i>							12	41		53
<i>Bithynia tentaculata</i>	24	236	522	153	58	209	83	10	313	1609
<i>Acroloxus lacustris</i>					7	39			6	51
<i>Physa fontinalis</i>									44	44
<i>Planorbis carinatus</i>	36	6	22		7					70
<i>Anisus vortex</i>					13				6	19
<i>Bathymphalus contortus</i>						22			11	33
<i>Gyraulus albus</i>						88	24	10	55	177
<i>Gyraulus laevis</i>						6			6	11
<i>Hippeutis complanatus</i>						17			143	159
<i>Radix auricularia</i>									11	11
<i>Sphaerium corneum</i>	83	33	77	41	58	44	24		39	399
<i>Musculium lacustre</i>			17		13				11	41
<i>Pisidium amnicum</i>	155		6	51		6				217
<i>Pisidium henslowanum</i>	83	77	55	71	26	22	18	31	6	389
<i>Pisidium milium</i>	24	88	99	112	71	77		10	88	569
<i>Pisidium subtruncatum</i>	274	286	275	194	195	154	24		550	1950
<i>Pisidium nitidum</i>	798	984	555	908	312	154	244	10	621	4585
<i>Pisidium hibernicum</i>	500	1104	187	31	110	22	71	10	121	2157
<i>Pisidium obtusale</i>	12	258	17		20	17			33	356
<i>Pisidium personatum</i>			22							22
<i>Pisidium casertanum</i>	143	484	236	133	20	60	12	51		1138
<i>Pisidium moitessierianum</i>					7	6		31		43
Σ Ind./qm	2155	3560	2088	1714	1104	1291	560	429	2434	15335
Artenzahl	12	11	13	11	16	18	10	10	20	

Tab. 7.6 Übersicht der an den 1990/91 bearbeiteten Seen nachgewiesenen Arten- und Individuenzahlen (Netzkäscherfänge; ca. 1 m Wassertiefe; durchschnittl. Individuenzahl/m²)

	LuR	LuL	BrW	BrO	TeO	LaS	TeW	LaN	WaW	PeS	PeO	WaK	Σ	N
Wasserschnellen														
<i>Valvata cristata</i>	.	.	.	.	.	0.8	.	.	0.2	1.6	0.4	.	3.0	4
<i>Valvata piscinalis</i>	5.0	4.2	147.4	132.2	.	.	.	.	25.4	51.2	21.2	.	386.6	7
<i>Potamopyrgus antipodarum</i>	.	.	.	.	.	.	181.2	1.0	.	.	1.0	.	183.2	3
<i>Bithynia tentaculata</i>	2.8	.	1.2	1.2	.	1.0	0.4	2.8	2.4	0.8	0.2	0.6	13.4	10
<i>Acroloxus lacustris</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2.8	.	.	2.8	1
<i>Physella acuta</i>	.	.	.	.	.	0.4	.	0.4	.	.	.	.	0.8	2
<i>Bathymphalus contortus</i>	.	.	.	0.4	.	.	.	.	.	.	.	.	0.4	1
<i>Gyraulus albus</i>	.	.	2.6	0.4	0.2	.	.	.	0.4	0.4	1.0	.	5.0	6
<i>Gyraulus parvus</i>	.	.	.	.	.	8.6	.	5.6	.	.	.	.	14.2	2
<i>Gyraulus crista</i>	.	.	0.2	0.4	.	.	.	.	2.0	8.2	2.8	.	13.6	5
<i>Hipppeutis complanatus</i>	.	.	.	.	.	0.4	.	.	.	.	0.2	.	0.6	2
<i>Radix ovata</i>	.	.	.	.	.	.	.	0.6	0.2	.	.	.	0.8	2
Muscheln														
<i>Sphaerium corneum</i>	.	.	.	.	0.2	.	.	.	.	.	.	.	0.2	1
<i>Pisidium henslowianum</i>	.	.	.	1.2	30.8	4.6	.	20.4	1.4	5.6	1.4	4.4	69.8	8
<i>Pisidium milium</i>	0.4	0.2	.	.	.	0.2	.	.	.	.	0.2	.	1.0	4
<i>Pisidium subtruncatum</i>	.	0.2	.	.	31.0	0.8	40.6	0.4	0.2	4.4	0.8	.	78.4	8
<i>Pisidium nitidum</i>	33.6	1.8	60.4	19.0	23.2	4.2	0.8	85.2	1.2	6.6	8.6	2.8	247.4	12
<i>Pisidium lilljeborgii</i>	3.4	0.4	0.6	2.8	.	.	.	.	.	.	.	.	7.2	4
<i>Pisidium hibernicum</i>	5.8	.	1.8	13.2	26.2	.	.	.	.	.	.	.	47.0	4
<i>Pisidium obtusale</i>	.	.	0.6	0.4	.	.	.	.	.	.	.	2.4	3.4	3
<i>Pisidium personatum</i>	.	0.4	0.6	2.0	.	.	.	.	.	.	.	.	3.0	3
<i>Pisidium casertanum</i>	.	.	.	.	8.4	1.4	.	3.2	5.0	5.4	6.4	9.4	39.2	7
<i>Pisidium moitessierianum</i>	.	.	.	.	473.8	.	.	.	.	3.4	11.0	0.2	488.4	4
E Ind./qm	51.0	7.2	215.4	173.2	593.8	22.4	223.0	119.6	38.4	90.4	55.2	19.8	1609.4	
Artenzahl	6.0	6.0	9.0	11.0	8.0	10.0	4.0	9.0	10.0	11.0	13.0	6.0		

8 Literatur

- ALI, A. (1989): Chironomids, algae and chemical nutrients in a lentic system in Central Florida, USA.-- *Acta Biol. Debrecen Oecol. Hung.* 3:15-27.
- ALLEN, H. L. (1971): Primary productivity, chemo-organotrophy, and nutritional interactions of epiphytic algae and bacteria on macrophytes in the littoral of a lake.-- *Ecol. Monogr.* 41: 97-127.
- ASHE, P. (1982): Ecological and taxonomic studies on the Chironomidae of the river Flesk, SW Ireland.-- Ph. D. Thesis. Univ. Dublin: 158 pp.
- BAGGE, P., ILUS, E. & PAASIVIRTA, L. (1980): Emergence of insects (esp. Diptera, Chironomidae) at different depths in the archipelago of Lovisa (Gulf of Finland) in 1971.-- *Ann. Ent. Fenn.* 46(4): 89-100.
- BAILEY, R. C. (1988): Correlations between species richness and exposure: freshwater molluscs and macrophytes.-- *Hydrobiologia* 162: 183-191.
- BEATTIE, D. M., GOLTERMAN, H.L. & VIJVERBERG, J. (1978): An introduction to the limnology of the Frisian lakes.-- *Hydrobiologia* 58(1): 49-64.
- BECK, W. M. Jr. (1977): Environmental requirements and pollution tolerance of common freshwater Chironomidae.-- Environmental Monitoring Series, EPA-600/4-77-024: 1-261. Cincinnati, Ohio.
- BELLMANN, H. (1987): Libellen.-- Neumann-Neudamm Verlag, Melsungen, 272 pp.
- BLANK, K., HUBER, P. & KOLBINGER, W. (1985): Zur Kenntnis der litoralen Fauna des Königsees unter besonderer Berücksichtigung der Insekten.-- Dipl.arb. Ludwig-Maximilians-Univ. München.
- BLINN, D. W. (1984): Pros and cons of artificial versus natural substrata.-- *Proceed. of the eighth Internat. Diatom Symposium*: 776-781.
- BRAUKMANN, U. (1987): Zooökologische und saprobiologische Beiträge zu einer allgemeinen regionalen Bachtypologie.-- *Arch. Hydrobiol., Beih. Ergebn. Limnol.* 26: 1-355. Stuttgart.
- BRINKHURST, R. O. (1965): Observations on the recovery of a british river from gross organic pollution.-- *Hydrobiologia* 25: 9-51. The Hague.
- BROOK, A. J. (1975): Aquatic animals aren't hungry in winter, or why *Cymbella* blooms beneath the ice.-- *J. Phycol.* 11: 235.
- BROWN, H. D. (1976): A comparison of the attached algal communities of a natural and an artificial substrate.-- *J. Phycol.* 12: 301-306.
- BROWN, S. D. (1973): Species diversity of periphyton communities in the littoral of a temperate lake.-- *Int. Rev. ges. Hydrobiol.* 58(6): 787-800.
- BROWN, S. D. & AUSTIN, A. P. (1973): Spatial and temporal variation in periphyton and physico-chemical conditions in the littoral of a lake.-- *Arch. Hydrobiol.* 71(2): 183-231.

- BRUNDIN, L. (1949): Chironomiden und andere Bodentiere der südschwedischen Urgebirgsseen. Ein Beitrag zur Kenntnis der bodenfaunistischen Charakterzüge schwedischer oligotropher Seen.-- Rep. Inst. Freshw. Res. Drottningholm Rep. 30: 1-914.
- BUDDE, H. (1942): Die Algenflora Westfalens und der angrenzenden Gebiete.-- Decheniana 101 AB: 131-214.
- BURMEISTER, E.- G. & REISS, F. (1983): Die faunistische Erfassung ausgewählter Wasserinsektengruppen in Bayern.-- Informationsber. Bayer. Landesamt f. Wasserwirtschaft 7/83: 1-193. München.
- CARTER, C. E. (1976): A population study of the Chironomidae (Diptera) of Loch Neagh.-- Oikos, 27: 346-354.
- CASPERS, N. (1983): Sukzessionsanalyse des Makrozoobenthos eines neu angelegten stehenden Gewässers.-- Arch. Hydrobiol., Suppl. 65(2/3): 300-370.
- CASPERS, N. & REISS, F. (1987): Chironomidae des Lunzer Seengebietes in Niederösterreich (Insecta, Diptera, Nematocera).-- Spixiana 10(1): 13-35.
- CASTENHOLZ, R. W. (1960): Seasonal changes in the attached algae of freshwater and saline lakes in the lower Grand Coulee, Washington.-- Limnol. Oceanogr. 5(1): 1-28.
- CATTANEO, A. (1983): Grazing on epiphytes.-- Limnol. Oceanogr. 28(1): 124-132.
- CATTANEO, A. & KALFF, J. C. (1979): Primary production of algae growing on natural and artificial aquatic plants: A study of interactions between epiphytes and their substrate.- Limnol. Oceanogr. 24(6): 1031-1037.
- CATTANEO, A. & KALFF, J. C. (1980): The relative contribution of aquatic macrophytes and their epiphytes to the production of macrophyte beds.-- Limnol. Oceanogr. 25: 280-289.
- CHERNOVSKIJ, A. A. (1949): Identification of larvae of the midge family Tendipedidae. In: PAWLOWSKIJ E.N. (ed.) (1949): Identification of USSR fauna 31.-- USSR Acad. Sci. Press Moscow. Engl. edition: LEES, E. & MARSHALL, K.E. (ed.), National Lending Lib. Sci. Tech., Boston Spa, Yorkshire, England.
- CHOLNOKY, B. J. (1968): Die Ökologie der Diatomeen in Binnengewässern, 699 S.; Lehre (Cramer).
- CLESSIN, S. (1873): Beiträge zur Molluskenfauna der oberbayerischen Seen; Der Chiemsee.-- Corr.-Bl. zoolog.-mineral. Ver. Regensburg 27. Jhrg., Nr.1: 72-92.
- COLLING, M. (1990): 5. Mollusken. In: FITTKAU, E. J., COLLING, M., HESS, M., HOFMANN, G., ORENDT, C., REIFF, N. & REISS, H. W.: Erhebung trophieindikativer Biozönosen, mit besonderer Berücksichtigung kleinräumiger Auflösung der Indikation im Litoralbereich. Abschlußbericht 1990: 209-237.-- unveröff. Projektbericht im Auftrag des Bayer. Landesamts f. Wasserwirtschaft, München.
- COLLING, M. (1992): 8 Mollusken. In: FITTKAU, E.-J., COLLING, M., HESS, M., HOFMANN, G., ORENDT, C., REIFF, N. & REISS, W.: Biologische Trophieindikation im Litoral von Seen.-- Informationsber. Bayer. Landesamt f. Wasserwirtschaft 7: 139-155, München.

- CONTRERAS-LICHTENBERG, R. (1986): Revision der in der Westpaläarktis verbreiteten Arten des Genus *Dicrotendipes* KIEFFER, 1913 (Diptera, Nematocera, Chironomidae).-- Ann. Naturhist. Mus. Wien, 88/89 B: 663-726.
- CUMMINS, K. W. (1973): Trophic relations of aquatic insects.-- Ann. Rev. Entom. 18: 183-206.
- CRANSTON, P. S. (1982): A key to the larvae of British Orthocladiinae.-- Freshw. Biol. Ass. Sc. Publ. 45: 1-152.
- CURE, V. (1985): Chironomidae (Diptera, Nematocera) aus Rumänien unter besonderer Berücksichtigung jener aus dem hydrographischen Einzugsgebiet der Donau.-- Arch. Hydrobiol., Suppl., 68(2): 163-217.
- DANIEL, P. M., LYNK, K. & BOESEL, M. W. (1985): A comparison of clear and opaque funnel traps for emerging insects in a southwestern Ohio pond.-- Ohio J. Sci. 85(4): 199-202.
- DANWITZ, B. von, KURECK, A. & NEUMANN, D. (1985): Chironomiden und andere Benthosorganismen eines hochbelasteten Flachsees (Poelvenn, Nettet).-- Decheniana 138: 157-168.
- DEVAI, G. (1988): Emergence patterns of chironomids in Keszthely-basin of Lake Balaton (Hungary).-- Spixiana (München) Suppl. 14:201-211.
- DOREMUS, C. M. & HARMAN, W. N. (1977): The effects of grazing by physid and planorbid freshwater snails on periphyton.-- The Nautilus 91(3): 92-96.
- DOWNING, J. A. (1984): Sampling the benthos of standing waters. In: DOWNING, J. A. (Hrsg.): A manual on methods for the assessment of secondary productivity in fresh waters. Blackwell Scientific Publications, 501 pp., Oxford.
- DOWNING, J. A. & CYR, H. (1985): Quantitative estimation of epiphytic invertebrate populations.-- Can. J. Fish. Aquat. Sci. 42: 1570-1575.
- DUMNICKA, E. (1978): Communities of Oligochaetes (Oligochaeta) of the River Nida and its Tributaries.-- Acta Hydrobiol. 20, 117-141, Krakau.
- EICHENBERGER, E. (1967): Ökologische Untersuchungen an Modellfließgewässern. I. Die jahreszeitliche Verteilung der bestandesbildenden pflanzlichen Organismen bei verschiedener Abwasserbelastung.-- Schweiz. Z. f. Hydrol. 29: 1-31.
- ELORANTA, P. V. (1982): Periphyton growth and diatom community structure in a cooling water pond.-- Hydrobiologia 96: 253-265.
- EMINSON, D. & MOSS, B. (1980): The composition and ecology of periphyton communities in freshwaters. 1. The influence of host type and external environment on community composition.-- Br. Phycol. J. 15: 429-446.
- EMINSON, D. & PHILLIPS, G. (1978): A laboratory experiment to examine the effects of nutrient enrichment on macrophyte and epiphyte growth.-- Verh. Internat. Verein. Limnol. 20: 82-87.
- ENGELBERG, K. (1987): Die Diatomeen-Zönose in einem Mittelgebirgsbach und die Abgrenzung jahreszeitlicher Aspekte mit Hilfe der Dominanz-Identität.-- Arch. Hydrobiol. 110(2): 217-236.

- ERTLOVA, E. (1987): Chironomids (Chironomidae, Diptera) of the littoral of the selected lakes in the High Tatras.-- Acta Fak. Rerum Nat. Univ. Comenianae (Bratislava) - Zoologia 29:53-66.
- FAIRCHILD, G. W. & LOWE, R. L. (1984): Artificial substrates which release nutrients: Effects on periphyton and invertebrate succession.-- Hydrobiologia 114: 29-37.
- FALKNER, G. (1990): Vorschlag für eine Neufassung der Roten Liste der in Bayern vorkommenden Mollusken (Weichtiere).-- Schriftenreihe Bayer. Landesamt für Umweltschutz 97: 61-112. München.
- FALKNER, G. (1992): Rote Liste gefährdeter Schnecken und Muscheln (Mollusca) Bayerns.- Schriftenreihe Bayer. Landesamt für Umweltschutz 111: 47-55; München.
- FECHTER, R. & FALKNER G. (1990): Weichtiere. 287 pp. Mosaik Verlag, München.
- FISCHER, J. & INEICHEN, H. (1988): The diurnal eclosion activity of *Chironomus nuditaris* (Diptera) in the course of the seasons.-- Zool. Jb. Syst., 115: 93-115.
- FITTKAU, E. J. (1954): *Trichocladius nivalis* GOETHG. Chironomidenstudien III.-- Ber. limnol. Flußstation Freudenthal, 6: 17-27.
- FITTKAU, E. J. (1962): Die Tanypodinae (Diptera, Chironomidae) Tribus Anatopyniini, Macropelopiini, Pentaneurini.-- Abh. zur Larvalsyst. d. Insekten 6: 1-453. Akademie-Verlag, Berlin.
- FITTKAU, E. J., COLLING, M., HESS, M., HOFMANN, G., ORENDT, C., REIFF, N. & RISS, H. W. (1990): Erhebung trophieindikativer Biozönosen, mit besonderer Berücksichtigung kleinräumiger Auflösung der Indikation im Litoralbereich. Abschlußbericht 1990.-- unveröff. Projektbericht im Auftrag des Bayer. Landesamts f. Wasserwirtschaft. 254 pp. München.
- FITTKAU, E. J., COLLING, M., HESS, M., HOFMANN, G., ORENDT, C., REIFF, N. & RISS, H. W. (1992): Biologische Trophieindikation im Litoral von Seen.-- Informationsber. Bayer. Landesamt f. Wasserwirtschaft 7: 1-184, München.
- FITTKAU, E. J. & LEHMANN, J. (1970): Revision der Gattung *Microcricotopus* THIEN. und HARN. (Dipt., Chironomidae).-- Int. Rev. ges. Hydrobiol., 55: 391-402.
- FLÖSSNER, D. (1972): Krebstiere, Crustacea. Kiemen- und Blattfüßer, Branchiopoda, Fischläuse, Branchiura. In: DAHL, F.: Die Tierwelt Deutschlands, 60. Teil. 501 pp. Gustav Fischer Verlag, Jena.
- FONTAINE, T. D. & NIGH, D. G. (1983): Characteristics of epiphyte communities on natural and artificial submersed lotic plants: Substrate effects.-- Arch. Hydrobiol. 96(3): 293-301.
- FRANK, C. (1984): Die rezente Chironomidenfauna eines abwasserbelasteten Sees (Tegeler See) in Berlin.-- Verh. Ges. f. Ökol. (Bern) Bd. XII:367-373.
- FRANK, C. (1986): Vergleichende Untersuchungen zur Chironomidenfauna Berliner Gewässer.-- Landschaftsentwicklung und Umweltforschung, Schr.reihe d. Fachber. Landschaftsentwicklung der TU Berlin, Beiträge zur Limnologie 40: 267-279. Berlin.
- FRANK, C. (1987): A comparative study of chironomid (Diptera) emergence data from 14 lakes in the urban region of West Berlin.-- Ent. scand. Suppl. 29:211-216.

- FRENZEL, P. (1983): Untersuchungen zur Ökologie der Naididae des Bodensees. Die Coenosen des eutrophierten Sees. Eutrophierung und Faunenwechsel.-- Arch. Hydrobiol. Suppl. 65(1): 106-133, Stuttgart.
- FRENZEL, P. (1990): The influence of chironomid larvae on sediment oxygen microprofiles.-- Arch. Hydrobiol. 119(4):427-437.
- FRIEDRICH, G. (1973): Ökologische Untersuchungen an einem thermisch anomalen Fließgewässer (Erft/Niederrhein).-- Schriftenr. d. Landesanst. f. Gewässerk. des Landes NRW, Heft 33.
- GEISTBECK, A. (1885): Die Seen der deutschen Alpen. Leipzig.
- GERSTMEIER, R. (1985): Die Quantitative Erfassung der Profundalen Benthosfauna des Starnberger Sees, unter besonderer Berücksichtigung der Chironomiden. Diss. Ludwig-Maximilians-Univ. München, 131 pp.
- GERSTMEIER, R. & REISS, F. (1989): Die Chironomidenfauna des Königssees (Diptera, Chironomidae).-- Nachr. Bl. bayern. Ent. 38(3): 65-69.
- GIANI, N. (1976): Les Oligochètes Aquatiques du Sud-Ouest de la France.-- Anns. Limnol. 12: 107-125.
- GLÖER, P., MEIER-BROOK, C. & OSTERMANN O. (1987): Süßwassermollusken.-- DJN, Hamburg, 86 pp.
- GODWARD, M. (1937): An ecological and taxonomic investigation of the littoral algal flora of Lake Windermere.-- J. Ecol. 25: 496-568.
- GONS, H. J. & VAN KEULEN, R. (1983): Seasonal changes in organic matter and dark oxygen uptake of epiphyton and epipelon in relation to seston deposition in Lake Vechten (The Netherlands). In: WETZEL, R.G. (ed.): Periphyton of freshwater ecosystems. Dr W.Junk Publishers, The Hague, Boston, Lancaster, 175-183.
- GRIMM, R. (1979): Die Entwicklung der litoralen Fauna in der Elbe; Ökologische Indikatorfunktion des Makro- und Meiobenthos im Bereich einer "verbauten" Elbestrecke unter besonderer Berücksichtigung der Naididae (Oligochaeta).-- Arch. Hydrobiol. Suppl. 43: 236-264, Stuttgart.
- GRIMMINGER, H. (1982): Verzeichnis der Seen in Bayern. Teil 1: Text (566 pp.), Teil 2: Karten (o.S.).-- Bayer. Landesamt f. Wasserwirtschaft. München. [Ergänzungslieferung 1987].
- GRZYSBKOWSKA, M. (1989): Diversity and number of bottom macroinvertebrates and size of larvae of three species of Chironomidae collected from the bottom and from artificial substrata in the River Widawka (central Poland).-- Acta Hydrobiol. 31(1/2): 75-88.
- HAAS, F. (1923): Mollusken von Nordufer des Chiemsees.-- Arch. Moll. 55: 42-47. Frankfurt a. Main
- HARLIN, M. M. (1973): Transfer of products between epiphytic marine algae and host plants.-- J. Phycol. 9: 243-248.

- HESS, M. (1992): 7 Benthische und epiphytische Makroinvertebraten-Gemeinschaften. In: FITTKAU, E. J., COLLING, M., HESS, M., HOFMANN, G., ORENDR, C., REIFF, N. & RISS, H. W.: Biologische Trophieindikation im Litoral von Seen.-- Informationsber. Bayer. Landesamt f. Wasserwirtschaft 7: 123-137, München.
- HIGASHI, M., MIURA, T., TANIMIZU, K. & IWASA, Y. (1981): Effect of the feeding activity of snails on the biomass and productivity of an algal community attached on a reed stem.-- Verh. Internat. Verein. Limnol. 21: 590-595.
- HIRVENOJA, M. (1973): Revision der Gattung *Cricotopus* VAN DER WULP und ihrer Verwandten.-- Ann. Zool. Fennici 10: 1-363.
- HOAGLAND, K. D.; ROEMER, S. C. & ROSOWSKI, J. R. (1982): Colonization and community structure of two periphyton assemblages, with emphasis on the diatoms (Bacillariophyceae).-- Amer. J. Bot. 69(2): 188-213.
- HÖHNE, E. & KLOSE, H. (1966): Soziologische Methoden zur Erfassung des Trophiegrades.-- Limnologica 4(2): 201-214.
- HOFFMANN, J. (1968/69): Les Oligochètes du Grand-Duché de Luxembourg.-- Arch. Inst. G.- Duc. Luxbg. Sect. Sc. XXXIV: 53-90.
- HOFMANN, G. (1989): Diatomeengesellschaften saurer Gewässer des Odenwaldes und ihre Veränderungen durch anthropogene Faktoren.-- Schriftenr. Hess. Landesanstalt f. Umwelt 80: 1-249.
- HOFMANN, G. (1992): 3 Aufwuchs-Diatomeen. In: FITTKAU, E.-J., COLLING, M., HESS, M., HOFMANN, G., ORENDR, C., REIFF, N. & RISS, W.: Biologische Trophieindikation im Litoral von Seen.-- Informationsber. Bayer. Landesamt f. Wasserwirtschaft 7: 25-50, München.
- HOOPER-REID, N. M. & ROBINSON, G. G. C. (1978): Seasonal dynamics of epiphytic algal growth in a marsh pond: production, standing crop, and community composition.-- Can. J. Bot. 56: 2434-2440.
- HOOPER-REID, N. M. & ROBINSON, G. G. C. (1978): Seasonal dynamics of epiphytic algal growth in a marsh pond: composition, metabolism, and nutrient availability.-- Can. J. Bot. 56: 2441-2448.
- HORNUNG, H. (1959): Floristisch-ökologische Untersuchungen an der Echaz unter besonderer Berücksichtigung der Verunreinigung durch Abwässer.-- Arch. Hydrobiol. 55: 52-126.
- HÜRLIMANN, J. (1985): Aspektfolge benthischer Kieselalgenesellschaften in drei Kleinseen im Pfywald (Kanton Wallis).-- Diplomarbeit Univ. Zürich: 112pp.
- HUMPHRIES, C. F. (1938): The chironomid fauna of the Großer Plöner See, the relative density of its members and their emergence period.-- Sonderabdruck aus dem Arch. Hydrobiol. 33: 535-584.
- HUNTER, R. D. (1980): Effects of grazing on the quantity and quality of freshwater Aufwuchs.-- Hydrobiologia 69(3): 251-259.
- HUSTEDT, F. (1953): Diatomeen aus dem Naturschutzgebiet Seon.-- Arch. Hydrobiol. 47(4): 625-635.

- IMHOF, O. E. (1885): Über Pelagial und Tiefseefauna einer größeren Anzahl oberbayerischer Seen.-- Tageblatt der Vers. Deutsch. Naturforsch. u. Ärzte, Straßburg, S. 393-403.
- ITZEKOVA, E. I. (1971): On the feeding habits of Chironomid larvae.-- *Limnologica* (Berlin) 8(1):201-202.
- JANSSON, A. M. (1969): Competition within an algal community.-- *Limnologica* 7(1): 113-117.
- JOERGENSEN, E. G. (1957): Diatom periodicity and silicon assimilation.-- *Dansk Bot. Ark.* 18(1): 1-54.
- JÖRGENSEN, E. G. (1948): Diatom communities in some Danish lakes and ponds.-- *D. kong. Danske Vidensk. Sels.* 5(2): 1-73.
- JOHNSON, R. K. (1984): Distribution of *Chironomus plumosus* and *C. anthracinus* with respect to sediment parameters in mesotrophic Lake Erken.-- *Verh. Internat. Verein. Limnol.*, 22: 750-758.
- JONASSON, P. M. (1954): An improved funnel trap for capturing emerging aquatic insects, with some preliminary results.-- *Oikos* 5: 179-189.
- JONASSON, P. M. & KRISTIENSEN, J. (1967): Primary and secondary production in Lake Esrom. Growth of *Chironomus anthracinus* in relation to seasonal cycles of phytoplankton and dissolved oxygen.-- *Int. Rev. ges. Hydrobiol.*, 52(2): 163-217.
- KAISER, P. E. (1914): Beiträge zur Kenntnis der Algenflora von Traunstein und dem Chiemgau.-- *Ber. Bayer. Bot. Ges.* 14: 145-155.
- KAISER, P. E. (1916-1926): Beiträge zur Kenntnis der Algenflora von Traunstein und dem Chiemgau.-- *Kryptogam. Forsch.* 3(1): 30-38; 4(1): 130-148; 5(1): 428-444.
- KAISER, P. E. & SCHEFFELT, E. (1925): Das Phytoplankton des Chiemsees nebst Algenfunden aus anderen Seen des Chiemgaus.-- *Arch. Hydrobiol.* 15: 141-177.
- KAJAK, Z. (1988): Considerations on benthos abundance in freshwaters, its factors and mechanisms.-- *Int. Rev. ges. Hydrobiol.* 73(1): 5-19.
- KEMPE, K. (1988): Quantitative, saisonale und ökologische Aspekte der epiphytischen Diatomeenflora eines Altarmes der Havel - Fauler See - unter besonderer Berücksichtigung der Architektur des Epiphytons.-- *Diplomarbeit FU Berlin*: 170 pp.
- KHALAF, G. & TACHET, H. (1977): La dynamique de colonisation des substrats artificiels par les macroinvertébrés d'un cours d'eau.-- *Annl. Limnol.* 13(2): 169-190.
- KOCH, K. (1989): Die Käfer Mitteleuropas - Ökologie 1 und 2. 1022 pp. Goecke & Evers, Krefeld.
- KOHMANN, F. (1982): Struktur, Dynamik und Diversität der benthischen Invertebratengesellschaften des Unteren Inn.-- *Diss. Ludwig-Maximilians-Universität München*, 214 pp. München.
- KOHMANN, F. & SCHMEDITJE, U. (1986): Diversität und Diversitäts-Indizes.- *Münchener Beitr. z. Abw.-, Fisch.- und Flußbiol.* 40: 135-166.

- KORNIJOW, R. (1989): Macrofauna of elodeids of two lakes of different trophy. I. Relationships between plants and structure of fauna colonizing them.-- *Ekol. pol.* 37(1/2): 31-48.
- KOTAK, B. G. & ROBINSON, G. G. C. (1991): Artificially-induced water turbulence and the physical and biological features within small enclosures.-- *Arch. Hydrobiol.* 122(3): 335-349.
- KOWNACKI, A. (1987): Ecology and biogeography of Diamesinae (Chironomidae, Diptera) in Poland.-- *Acta Univ. Lodz., Folia limnol.*, 2: 3-25.
- KRAMMER, K. & LANGE-BERTALOT, H. (1985): Naviculaceae.- *Bibliotheca Diatomologica* 9: 1-230.
- KRAMMER, K. & LANGE-BERTALOT, H. (1986-1991): Süßwasserflora von Mitteleuropa, Bacillariophyceae. 1. Teil: Naviculaceae, 876 S.; 2. Teil: Bacillariaceae, Epithemiaceae, Surirellaceae, 596 S.; 3. Teil: Centrales, Fragilariaceae, Eunotiaceae, 576 S.; 4. Teil: Achnantheaceae, 437 S. Verlag G. Fischer, Stuttgart, New York.
- KRÜGER, F. (1945): Eutanytarsariae der gregarius-Gruppe (Diptera, Chironomidae) aus Schleswig-Holstein. (Tanytarsariestudien IV).-- *Arch. Hydrobiol.* 40: 1084-1115.
- KURATA, A. (1983): Nutrient removal by epiphytic microorganisms of *Phragmites communis*. In: WETZEL, R. G. (ed.): *Periphyton of freshwater ecosystems*: 305-310. Dr. W. Junk Publishers, The Hague, Boston, Lancaster.
- LANGE-BERTALOT, H. & KRAMMER, K. (1987): Bacillariaceae, Epithemiaceae, Surirellaceae.-- *Bibliotheca Diatomologica* 15: 1-289.
- LANGE-BERTALOT, H. & KRAMMER, K. (1989): *Achnanthes* - eine Monographie der Gattung.-- *Bibliotheca Diatomologica* 18: 1-393.
- LAFONT, M. (1984): Oligochaete communities as biological descriptors of pollution in the fine sediments of rivers.-- *Hydrobiologia* 115: 127-129. The Hague.
- LANG, C. (1978): Factorial correspondence analysis of Oligochaeta communities according to eutrophication level.-- *Hydrobiologia* 57: 241-247. The Hague.
- LANG, C. & LANG-DOBLER, B. (1979): The chemical environment of Tubificid and Lumbriculid worms according to the pollution level of the sediment.-- *Hydrobiologia* 65: 273-282. The Hague.
- LANG, C. & LANG-DOBLER, B. (1980): Structure of Tubificid and Lumbriculid worm communities and three indices of trophic level based upon these communities as descriptors of eutrophication level of Lake Geneva (Switzerland). In: BRINKHURST, R.O. & COOK D. G.: *Aquatic Oligochaete Biology*: 434-457. Plenum Press, New York.
- LANGTON, P. H. (1980): The genus *Psectrocladius* KIEFFER (Diptera: Chironomidae) in Britain.-- *Ent. Gazette*, 31: 75-88.
- LANGTON, P. H. (1991): A key to pupal exuviae of West Palaearctic Chironomidae. 386 pp. Cambridgeshire.
- LEHMANN, J. (1971): Die Chironomiden der Fulda (Systematische, ökologische und faunistische Untersuchungen). *Arch. Hydrobiol. Suppl.*, 37: 466-555.

- LEHMANN, J. (1972): Revision der europäischen Arten (Puppen und Imagines) der Gattung Eukiefferiella THIENEMANN (Diptera: Chironomidae).-- Beitr. Ent., 22: 347-405.
- LENHART, B. (1987): Limnologische Studien am Ammersee 1984-1986.-- Informationsber. Bayer. Landesamt f. Wasserwirtschaft 2/87: 1-112.
- LENHART, B. & STEINBERG, C. (1982): Zur Limnologie des Starnberger Sees.- Informationsber. Bayer. Landesamt f. Wasserwirtschaft 3/82: 1-284.
- LOEB, S. L., REUTER, J. E. & GOLDMAN, C. R. (1983): Littoral zone production of oligotrophic lakes. In: WETZEL, R.G. (ed.): Periphyton of freshwater ecosystems. Dr W.Junk Publishers, The Hague, Boston, Lancaster, 161-167.
- LUBINI-FERLIN, V. (1986): Der Einfluß von Kläranlagenabwässern auf benthische Wirbellose im Zürichsee.-- Schweiz. Z. Hydrol. 48: 53-63. Basel.
- LUNDBECK, J. (1936): Untersuchungen über die Bodenbesiedlung der Alpenrandseen.-- Arch. Hydrobiol. Suppl. 10: 207-358.
- MAIN, S. P. & MCINTIRE, C. D. (1974): The distribution of epiphytic diatoms in Yaquina Estuary, Oregon (U.S.A.).-- Bot. Marina 17: 88-99.
- MALZACHER, P. (1984): Die europäischen Arten der Gattung Caenis STEPHENS (Insecta, Ephemeroptera).-- Stuttg. Beitr. Naturk. Serie A 373, 48 pp. Stuttgart.
- MARKOSOVA, R. (1974): Seasonal dynamics of the periphytic macrofauna in carp ponds in south-west Bohemia.-- Vestn. Cesk. Spol. Zool. 38(4): 251-270.
- MARKOSOVA, R. (1978): Colonization of new substrates by periphyton.-- Verh. Internat. Verein. Limnol. 20: 2195-2195.
- MARTI, K., ELBER, F. & NIEDERBERGER, K. (1989): Pflanzenökologische und limnologische Untersuchung des Reussdeltagebietes (Kanton Uri) - Aufnahme des Ist-Zustandes von 1987/88.-- Projektbericht im Auftrag des Kanton Uri, Projektleitung: Prof. Dr. KLÖTZLI: 253 pp.
- MASON, C. F. & BRYANT, R. J. (1975): Periphyton production and grazing by chironomids in Alderfen Broad, Norfolk.-- Freshwat. Biol. 5: 271-277.
- MAUCH, E. (1976): Leitformen der Saprobität für die biologische Gewässeranalyse. Teil 1 bis 5.-- Cour. Forsch.-Inst. Senckenberg (Frankfurt) 21(1): 797 pp. Frankfurt.
- MAYER, A. (1919): Bacillariales von Reichenhall und Umgebung.-- Kryptogam. Forsch. 4: 191-214.
- MAYER, A. (1929): Bacillariales aus dem Ammersee.-- Kryptogam. Forsch. 2(1): 6-17.
- MAYER, A. (1931): Bacillariales aus dem Wörthsee und seiner Umgebung.-- Kryptogam. Forsch. 2(2): 129-155.
- MAYER, A. (1933): Diatomeen der bayerischen Hochebene und aus den Alpen.-- Denkschr. Bayer. Bot. Ges. Regensburg 3: 97-160.
- MEISL, A. (1992): Zur Ernährung litoraler Chironomiden - Untersuchungen über die Ernährungsweise anhand von Aufwuchsdiatomeen.-- Diplomarbeit, Ludwig-Maximilians-Univ. München. 76 pp. München.

- MELZER, A., HARLACHER, R., HELD, K. & VOGT, E. (1988): Die Makrophytenvegetation des Ammer- Wörth- und Pilsensees sowie des Weßlinger Sees.-- Informationsber. Bayer. Landesamt f. Wasserwirtschaft 1/88: 1-266. München.
- MELZER, A., HARLACHER, R. & VOGT, E. (1987): Verbreitung und Ökologie makrophytischer Wasserpflanzen in 50 bayerischen Seen.-- Beiheft 6 zu den Berichten der Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege (ANL): 5-144. Laufen.
- MELZER, A. & HÜNERFELD, G. (1990): Die Makrophytenvegetation des Tegern-, Schlier- und Riegsees.-- Informationsber. Bayer. Landesamt f. Wasserwirtschaft 2/90: 1-180. München.
- MEUCHE, A. (1939): Die Fauna im Algenbewuchs. Nach Untersuchungen im Litoral ostholsteinischer Seen.-- Arch. Hydrobiol. 34: 349-520.
- MEULEMANS, J. T. & ROOS, P. J. (1985): Structure and architecture of the periphytic community on dead reed stems in Lake Maarsseveen.- Arch. Hydrobiol. 102(4): 487-502.
- MEYER, E. & SCHWOERBEL, J. (1981): Untersuchungen zur Phänologie der Wassermilben (Hydracarina) des Mindelsees.-- Arch. Hydrobiol., Suppl. 59: 192-251. Stuttgart.
- MILBRINK, G. (1980): Oligochaete communities in pollution biology. The European situation with special reference to lakes in Scandinavia. In: BRINKHURST, R. O. & COOK D. G.: Aquatic Oligochaete Biology: 412-433. Plenum Press, New York.
- MILLIE, D. F. & LOWE, R. L. (1983): Studies on Lake Erie's littoral algae; Host specificity and temporal periodicity of epiphytic diatoms.-- Hydrobiol. 99: 7-18.
- MODELL, H. (1928): Die Najaden und Viviparen des Chiemsees.-- Arch. Hydrobiol. 19: 124-150.
- MOORE, J. W. (1976): Seasonal succession of algae in rivers. I. Examples from the Avon, a large slow-flowing river.-- J. Phycol. 12: 342-349.
- MOORE, J. W. (1977): Seasonal succession of algae in rivers. II. Examples from Highland Water, a small woodland stream.-- Arch. Hydrobiol. 80(2): 160-171.
- MOORE, J. W. (1979): Factors influencing algal consumption and feeding rate in *Heterotrissocladius changi* Saether and *Polypedilum nubeculosum* (Meigen) (Chironomidae: Diptera).-- Oecologia 40: 219-227.
- MOSS, E. (1973): The influence of environmental factors on the distribution of freshwater algae: II. The role of pH and the carbon dioxid-bicarbonate system.-- J. Ecology 61: 157-177.
- MÜLLER, U. (1977): Stoffhaushalt, Phytoplankton und Primärproduktion in drei ostholsteinischen Seen unterschiedlichen Trophiegrades.-- Dissertation Uni Kiel.
- MUNDIE, J. H. (1957): The ecology of Chironomidae in storage reservoirs.-- Trans. R. E. Soc. London 109: 149-232.
- MURRAY, D. A. (1976): *Thienemannimyia pseudocarnea* n.sp., a palaeartic species of the Tanypodinae (Diptera: Chironomidae).-- Ent. scand., 7. 191-194.

- MURRAY, D. A. & FITTKAU, E.J. (1988): *Schineriella schineri* gen. nov., comb. nov., placement of *Tanypus schineri* STROBL 1880 (Diptera: Chironomidae).-- *Spixiana*, Suppl., 14: 247-252.
- NAUMANN, E. (1915): *Skrifter utg. av. S. Sveriges Fisheriförening.*
- NIEDERBERGER, K. (1987): Untersuchungen über die jahreszeitlichen Veränderungen der Populationsstrukturen von Aufwuchs-Diatomeen auf künstlichem und natürlichem Substrat in sechs Kleinseen des Pfynwaldes (Kanton Wallis).-- Diplomarbeit Univ. Zürich: 207pp.
- ORENDT, C. (1990): Benthische Chironomidengemeinschaften/Profundale Wirbellosenfauna. In: FITTKAU, E. J., COLLING, M., HESS, M., HOFMANN, G., ORENDT, C., REIFF, N. & RISS, H. W. (1990): Erhebung trophieindikativer Biozönosen, mit besonderer Berücksichtigung kleinräumiger Auflösung der Indikation im Litoralbereich. Abschlußbericht 1990: 139-176.-- unveröff. Projektbericht im Auftrag des Bayer. Landesamts f. Wasserwirtschaft, München.
- ORENDT, C. (1992): 6 Benthische Chironomiden. In: FITTKAU, E.-J., COLLING, M., HESS, M., HOFMANN, G., ORENDT, C., REIFF, N. & RISS, W.: Biologische Trophieindikation im Litoral von Seen.-- Informationsber. Bayer. Landesamt f. Wasserwirtschaft 7: 101-122, München.
- PALOMÄKI, R. (1989): The chironomid larvae in the different depth zones of the littoral in some Finnish lakes.-- *Acta Biol. Debr. Oecol. Hung.* 3: 257-266.
- PIELOU, E. C. (1984): *The interpretation of ecological data.* John Wiley & Sons, New York, 254 pp.
- PROWSE, G. A. (1959): Relationship between epiphytic algal species and their macrophytic hosts.-- *Nature* 183: 1204-1205.
- RAU, M. (1991): Limnologische Untersuchungen der Benthosfauna des künstlich belüfteten, dimiktischen Argensees (Wangen/Allgäu).-- Diplomarbeit Univ. Stuttgart-Hohenheim, Inst. f. Zoologie: 96 pp.
- RAUTIAINEN, H. & RAVANKO, O. (1972): The epiphytic diatom flora of the benthic macrophyte communities on rocky shores in the southwestern Archipelago of Finland, Seili Islands.-- *Nova Hedwigia* 23: 827-842.
- REICHARDT, E. (1988): Neue Diatomeen aus bayerischen und Nordtiroler Alpenseen.-- *Diatom Research* 3(2): 237-244.
- REICHARDT, E. (1989): Diatomeen aus oberbayerischen und nordtiroler Alpenseen.-- *Ber. Bayer. Bot. Ges.* 60: 21-57.
- REIFF, N. (1992): 5 Chironomidenfauna der Oberflächendrift. In: FITTKAU, E.-J., COLLING, M., HESS, M., HOFMANN, G., ORENDT, C., REIFF, N. & RISS, W.: Biologische Trophieindikation im Litoral von Seen.-- Informationsber. Bayer. Landesamt f. Wasserwirtschaft 7: 81-99, München.
- REISS, F. (1965): *Micropsectra praecox* MEIG. und *Micropsectra contracta* n. sp. (Diptera: Chironomidae). *Chironomidenstudien* III.-- *Arch. Hydrobiol.*, 61(2): 228-241.
- REISS, F. (1968a): Ökologische und systematische Untersuchungen an Chironomiden (Diptera) des Bodensees. Ein Beitrag zur lacustrischen Chironomidenfauna des nördlichen Alpenvorlandes. Teil I.-- *Arch. Hydrobiol.* 64(2/3): 176-323.

- REISS, F. (1968b): Ökologische und systematische Untersuchungen an Chironomiden (Diptera) des Bodensees. Ein Beitrag zur lakustrischen Chironomidenfauna des nördlichen Alpenvorlandes. Teil II und Schluß.-- Arch. Hydrobiol., 64(3): 247-323.
- REISS, F. (1968c): Ökologische und systematische Untersuchungen an Chironomiden (Diptera) des Bodensees. Ein Beitrag zur lakustrischen Chironomidenfauna des nördlichen Alpenvorlandes.-- Arch. Hydrobiol. Suppl. 40: 45-200.
- REISS, F. (1990): Revision der Gattung *Zavreliella* KIEFFER, 1920 (Diptera, Chironomidae).-- Spixiana 13(1): 83-115.
- REISS, F. & FITTKAU, E. J. (1971): Taxonomie und Ökologie europäisch verbreiteter Tanytarsus-Arten (Chironomidae, Diptera).-- Arch. Hydrobiol., Suppl. 40(1/2): 75-200.
- REISS, F. & GERSTMEIER, R. (1984): *Corynocera ambigua* ZETTERSTEDT als Glazialrelikt im Starnberger See, Oberbayern (Diptera, Chironomidae).-- Nachr.-Bl. Bayer. Entomol., 33: 58-61.
- REISS, F. & SÄWEDAL, L. (1981): Keys to males and pupae of the Palaearctic (excl. Japan) Paratanytarsus THIENEMANN & BAUSE, 1913, n. comb., with descriptions of three new species (Diptera: Chironomidae).-- Ent. scand. Suppl. 15: 73-104.
- RIBER, H. H., SORENSEN, J. P. & KOWALCZEWSKI, A. (1983): Exchange of phosphorus between water, macrophytes and epiphytic periphyton in the littoral of Mikolajskie Lake, Poland. In: WETZEL, R. G. (ed.): Periphyton of Freshwater Ecosystems. Dr W. Junck Publishers, The Hague, 235-243.
- RIBER, H. H., SORENSEN, J. P. & SCHIERUP, H. H. (1984): Primary productivity and biomass of epiphytes on *Phragmites australis* in a eutrophic Danish lake.-- Holarctic Ecol. 7: 202-210.
- RINGE, F. (1976): *Heleniella serratosioi* n. sp., eine neue Orthoclaidiine (Dipt., Chir.) aus der Emergenz von Rohrwiesenbach und Kalkbach.-- Schlitzer Produktionsbiologische Studien (13); Arch. Hydrobiol., 77(2): 254-266.
- RISS, H. W. (1989): Zur Eignung litoraler Gemeinschaften von Chironomiden (Diptera) als Bioindikatoren für die Gewässergüte - Untersuchungen am Chiemsee.-- Diplomarbeit Ludwig-Maximilians-Universität München, 119 pp, München
- RISS, H. W. (1990): 3.2. Epiphytische und epilithische Chironomidengemeinschaften. In: FITTKAU, E. J., COLLING, M., HESS, M., HOFMANN, G., ORENDR, C., REIFF, N. & RISS, H. W.: Erhebung trophieindikativer Biozönosen, mit besonderer Berücksichtigung kleinräumiger Auflösung der Indikation im Litoralbereich. Abschlußbericht 1990: 108-138.-- unveröff. Projektbericht im Auftrag des Bayer. Landesamts f. Wasserwirtschaft, München.
- RISS, H. W. (1992): 4 Epiphytische Chironomiden-Gemeinschaften. In: FITTKAU, E.-J., COLLING, M., HESS, M., HOFMANN, G., ORENDR, C., REIFF, N. & RISS, H. W.: Biologische Trophieindikation im Litoral von Seen.-- Informationsber. Bayer. Landesamt f. Wasserwirtschaft 7: 51-79, München.
- ROBACK, S. S. (1957): The immature Tendipedids of the Philadelphia area (Diptera, Tendipedidae).-- Acad. Nat. Sci. Philadelphia 9, 152 pp., 28 Tafeln.

- ROHR, J. L. (1977): Changes in diatom community structure due to environmental stress.-- M.S. thesis, Bowling Green State Univ., Ohio: 1-157.
- ROOS, P. J., POST, A. F. & REVIER, J. M. (1981): Dynamics and architecture of reed periphyton.-- Verh. Internat. Verein. Limnol. 21: 948-953.
- ROSENBERGH, D. M. & RESH, V. H. (1982): The use of artificial substrates in the study of freshwater benthic invertebrates. In: CAIRNS, J. Jr. (ed.): Artificial substrates.-- Ann. Arbor. Sci. Pubs. Inc., Michigan: 175-235.
- ROSENBERG, D.M., WIENS, A.P. & BILYI, B. (1980): Sampling emerging Chironomidae (Diptera) with submerged funnel traps in a northern Canadian reservoir, Southern Indian Lake, Manitoba.-- Can.J. Fish. Aquat.Sci. 37:927-936.
- SAETHER, O. A. (1975): Nearctic and Palaearctic Heterotrissocladius (Diptera: Chironomidae).-- Bull. Fish. Res. Board Canada, 193: 1-67.
- SAETHER, O. A. (1979): Chironomid communities as water quality indicators.-- Holarctic Ecology 2: 65-74.
- SÄWEDAL, L. (1976): Revision of the notescens-group of the genus Micropsectra KIEFFER, 1909 (Diptera: Chironomidae).-- Ent. scand., 7: 109-144.
- SÄWEDAL, L. (1978): The non-biting midges (Diptera: Chironomidae) of the Abisko area.-- Fauna Norrlandica Vol. 1, Umea University, Dpt. of Zoology, 174 pp.
- SÄWEDAL, L. (1982): Taxonomy, morphology, phylogenetic relationships and distribution of Micropsectra KIEFFER, 1909 (Diptera: Chironomidae).-- Ent. scand., 13: 371-400.
- SALDEN, N. (1978): Beiträge zur Ökologie der Diatomeen (Bacillariophyceae) des Süßwassers.-- Decheniana, Beih. 22: 1-238.
- SCHIEFELE, S. (1987): Indikationswert benthischer Diatomeen in der Isar zwischen Mittenwald und Landshut.-- Diplomarbeit Ludwig-Maximilians-Universität München: 207pp.
- SCHLEE, D. (1966): Präparation und Ermittlung von Meßwerten an Chironomidae (Diptera).-- Gewässer und Abwasser 41/42: 168-191.
- SCHMIDT, H.- H. (1976): Ein Beitrag zur Fauna und Ökologie holsteinischer Quellchironomiden.-- Diplomarbeit Univ. Kiel. 88 pp. Kiel.
- SCHOENEMUND, E. (1930): Eintagsfliegen. In: DAHL, F.: Die Tierwelt Deutschlands 19: 1-107. Gustav Fischer Verlag, Jena.
- SCHROEDER, H. (1939): Die Algenflora der Mulde.-- R. Kolkwitz Pflanzenforschung 21: 1-88.
- SCHWERDTFEGER, F. (1975): Ökologie der Tiere. Bd. III. Synökologie. 450 pp. Verlag Paul Parey, Hamburg, Berlin.
- SERRA-TOSIO, B. (1971): Contribution à l'étude taxonomique, phylogénétique, biogéographique et écologique des Diamesini (Diptera, Chironomidae) d'Europe. Tome I.: 1-303, Tome II.: 304-462. Thèse, à l'Université Scientifique et Medicale de Grenoble.

- SHANNON, C. E. & WEAVER, W. (1949): The mathematical theory of communication.-- Urbana Ill. Univ. Illinois Press: 1-117.
- SIVER, P. A. (1977): Comparison of attached diatom communities on natural and artificial substrates.-- J. Phycol. 13: 402-406.
- SOPONIS, A. R. (1990): A revision of the Holarctic species of Orthocladius (Euorthocladius) (Diptera: Chironomidae).-- Spixiana Suppl., 13: 3-68.
- STABEL, J. (1976): Zur Kenntnis der Chironomiden im Litoral eines ostholsteinischen Sees. -- Wiss. Hausarb. f. d. Lehramt an Gymnasien beim Kultusminist. Schleswig-Holstein. 100 pp. Kiel.
- STANDER, J. M. (1970): Diversity and similarity of benthic fauna of Oregon.- M.S. thesis, Oregon state Univ. Corallis: 72 S.
- STEINBERG, C., SCHRIMPF, A. & ARZET, K. (1982): Limnologische Freiwasseruntersuchungen von Weßlinger und Obinger See.-- Informationsber. Bayer. Landesamt f. Wasserwirtschaft 1/82: 55-97.
- SUMNER, W. T. & MCINTIRE, C. D. (1982): Grazer-periphyton interactions in laboratory streams.-- Arch. Hydrobiol. 93(2): 135-157.
- THIENEMANN, A. (1937): Arktische Chironomidenlarven und -puppen aus dem Zoologischen Museum Oslo.-- Norsk Ent. Tidsskrift, 5(1): 1-7.
- THIENEMANN, A. (1954): Chironomus. Leben, Verbreitung und wirtschaftliche Bedeutung der Chironomiden. 834 pp. A.- E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart.
- THIENEMANN, A. & STRENZKE, K. (1941): Terrestrische Chironomiden. VII. Die Gattung Paraphaenocladus TH.-- Sonderabdruck aus Zool. Anz., 133(7/8): 137-146.
- TIPPETT, R. (1970): Artificial surfaces as a method of studying populations of benthic micro-algae in fresh-water.-- Br. phycol. J. 5(2): 187-199.
- TOBIAS, W. & TOBIAS, D. (1981): Trichoptera Germanica, Teil I: Imagines.-- Cour. Forsch.-Inst. Senckenberg (Frankfurt) 49: 871 pp. Frankfurt a. M.
- TÜMPLING, W. v. (1990): Statistische Probleme der biologischen Gewässerüberwachung.-- Wasserwirtschaft-Wassertechnik 12: 353-357.
- TUISKUNEN, J. (1986): The Fennoscandian species of Parakiefferiella THIENEMANN (Diptera, Chironomidae, Orthoclaadiinae).-- Ann. Zool. Fennici, 23: 175-196.
- TUCHMAN, M. & BLINN, D. W. (1979): Comparison of attached algal communities on natural and artificial substrata along a thermal gradient.-- Br. phycol. J. 14: 243-254.
- UZUNOV, J., KOSEL, V. & SLADECEK, V. (1988): Indicator Value of Freshwater Oligochaeta.-- Acta hydrochim. hydrobiol. 16: 173-186.
- VOSHELL, R. J. & SIMMONS jr., G. M. (1977): An evaluation of artificial substrates for sampling macrobenthos in reservoirs.-- Hydrobiologia 53: 257-269.

- WAGENSONNER, I. (1992): Faunistische Untersuchungen (Makroinvertebraten) des Herbst- und Winteraspekts eines Quelltümpels in der nördlichen Pupplinger Au.-- Diplomarbeit Ludwig-Maximilians-Univ. München: 122 pp. München.
- WALSHE, B. M. (1951): The feeding habits of certain chironomid larvae (sub-family Tendipedinae).-- Proc. zool. Soc. Lond. 121: 63-79.
- WESENBERG-LUND, C. (1943): Biologie der Süßwasserinsekten. 682 pp. Verlag J. Springer, Berlin, Wien.
- WETZEL, R. G. (1964): A comparative study of of the primary productivity of higher aquatic plants, periphyton, and phytoplankton in a large, shallow lake.-- Int. Revue ges. Hydrobiol. 49(1): 1-61.
- WETZEL, R. G. (1975): Limnology. W.B. Saunders, Philadelphia, 743 pp.
- WIEDERHOLM, T. (Sci.Ed.)(1983): Chironomidae of the Holarctic region. Keys and diagnoses. Part 2 - Pupae. Borgstroems Tryckery AB, Motala.
- WILDI, O. & ORLOCI, L. (1983): Management and multivariate analysis of vegetation data.-- Ber. d. Eidgenöss. Anst. f. d. forstl. Versuchswesen Birmensdorf 215: 1-139. Birmensdorf.
- WILSON, R. S. & BRIGHT, P. L. (1973): The use of chironomid pupal exuviae for characterizing streams.-- Freshwat. Biol. 3: 283-302.
- WINNELL, M. H. & WHITE, D. S. (1985): Ecology of some Chironomidae (Diptera) from southeastern Lake Michigan, USA.-- Trans. Am. Entomol. Soc. 111:279-359.
- WÜLKER, W. (1956): Zur Kenntnis der Gattung Psectrocladius KIEFF. (Dipt., Chironom.).- Arch. Hydrobiol. Suppl., 24: 1-66.

