

**Die Parasitengemeinschaften in der Flensburger Förde
und die Populationsdynamik ihrer Wirte**

Dissertation

Zur Erlangung des Doktorgrades
des Fachbereichs Biologie
der Universität Hamburg

Vorgelegt von

Neri Josten

aus Usquil

(La Libertad, Peru)

Hamburg 2004

Genehmigt vom
Fachbereich Biologie der
Universität Hamburg
auf Antrag von Professor Dr. C. Dieter Zander
Weitere Gutachter der Dissertation:
Professor Dr. Heinz Mehlhorn
Tag der Disputation: 07. Januar 2005

Hamburg, den 21. Dezember 2004



Professor Dr. Arno Frühwald
Dekan

1 Einleitung.....	1
1.1 Parasiten und Parasitengemeinschaften.....	1
1.2 Das Untersuchungsgebiet	5
1.3 Fragestellung und Zielsetzung.....	8
2 Material und Methodik	10
2.1 Messung der abiotischen Parameter	10
2.2 Fang des Probenmaterials.....	10
2.3 Materialbearbeitung.....	11
2.4 Ökoparasitologische und statistische Untersuchungsparameter.....	14
2.5 Untersuchungsobjekte	18
2.5.1 Wirte.....	18
2.5.1.1 Copepoda	18
2.5.1.2 Gastropoda	20
2.5.1.3 Pisces.....	22
2.5.2 Parasiten: Kurze Beschreibung und systematische Übersicht.....	27
2.5.2.1 Protozoa	27
2.5.2.2 Metazoa.....	29
2.5.2.2.1 Plathelminthes	29
2.5.2.2.2 Nematelminthes	42
2.5.2.2.3 Acanthocephala	47
2.5.2.2.4 Copepoda	48
3 Ergebnisse.....	49
3.1 Abiotische Parameter.....	49
3.1.1 Temperatur	49
3.1.2 Salinität.....	50
3.1.3 Sauerstoff.....	50
3.1.4 pH-Wert.....	52
3.2 Untersuchung der planktischen Copepoda	53
3.2.1 Artenspektrum und Populationsdynamik	53
3.2.2 Parasitenbefall: Parasitenspektrum und Saisonalität des Befalls	58
3.3 Untersuchung an Zwischenwirten: Gastropoda.....	61
3.3.1 Artenspektrum und Individuenzahlen	61
3.3.2 Populationsdynamik	61

<u>Inhaltsverzeichnis</u>	<u>Seite</u>
3.3.2.1 Saisonalität der Taxazahlen und Abundanzen	61
3.3.2.2 Dominanzstufen	63
3.3.2.3 Individuendichte	64
3.3.2.4 Größenverteilung	65
3.3.3 Parasitenbefall bei Gastropoda	68
3.3.3.1 Parasitenspektrum	68
3.3.3.2 Befalldynamik	69
3.3.3.2.1 Saisonalität des Befalls	69
3.3.3.2.2 Befall in Abhängigkeit der Wirtsgröße	75
3.3.3.2.3 Mehrfachbefall	76
3.3.3.3 Mikro- und Makrohabitate der Parasiten	77
3.3.3.4 Mittlere Prävalenzen	77
3.3.3.5 Ökologische und statistische Parameter	79
3.3.3.6 Abundanz der Wirte und Gesamtprävalenzen	80
3.4 Untersuchung der Fische	82
3.4.1 Artenspektrum und Anzahl	82
3.4.2 Größen- und Geschlechtsverteilung	82
3.4.3 Nahrungsanalyse	84
3.4.3.1 Ökologische und statistische Analyse der Nahrung	89
3.4.4 Längen-Gewichtsbeziehungen	91
3.4.5 Beziehung des Konditionsfaktors zur Totallänge	92
3.4.6 Parasitenbefall bei Fischen	93
3.4.6.1 Parasitenspektrum	93
3.4.6.2 Befalldynamik	94
3.4.6.2.1 Saisonalität des Befalls	94
3.4.6.2.2 Parasitenbefall in Abhängigkeit der Wirtsgröße	105
3.4.6.2.3 Parasitenbefall in Abhängigkeit des Geschlechts	111
3.4.6.2.4 Parasitenintensität in Abhängigkeit des Konditions- faktors	113
3.4.6.2.5 Mehrfachbefall	114
3.4.6.3 Mikrohabitate der Parasiten	119
3.4.6.4 Makrohabitate der Parasiten	120
3.4.6.5 Mittlere Intensitäten und Prävalenzen	121
3.4.6.6 Korrelation von Prävalenz und Zahl der Wirte	120

3.4.6.7 Saisonale Fluktuation der Parasitentaxazahlen, allogener/auto- gener Parasitentaxa sowie Parasiten planktischer/benthischer Herkunft	124
3.4.6.8 Ökologische Parameter der Parasitierung.....	125
3.4.6.9 Analyse der Parasitengemeinschaften.....	126
3.5 Untersuchung an sonstigen epi- und suprabenthischen Organismen.....	128
3.5.1 Artenliste	128
3.5.2 Populationsdynamik	131
3.5.2.1 Saisonale Fluktuation der Taxazahlen	131
3.5.2.2 Saisonale Fluktuation der Dichte und Biomasse	132
3.5.2.3 Probenzusammensetzung	133
3.5.2.4 Populationsdynamik einzelner Gruppen	136
3.5.2.4.1 Crustacea	136
3.5.2.4.2 Bivalvia	140
3.5.2.4.3 Gastropoda	143
3.5.2.4.4 Annelida	146
3.5.2.4.5 „Sonstige Organismen“	148
3.5.3 Ökologische und statistische Parameter	151
3.5.3.1 Diversität und Äquität der Abundanzen und Biomasse.....	151
3.5.3.2 Dominanzstufen	151
3.5.4 Parasitenbefall weiterer epi- und suprabenthischen Taxa	154
4 Diskussion	156
4.1 Abiotische Parameter.....	156
4.2 Vorkommen und Populationsdynamik der Wirte.....	161
4.2.1 Planktische Copepoda	161
4.2.2 Gastropoda	162
4.2.3 Fische	165
4.2.4 Weitere epi- und suprabenthische Organismen.....	167
4.2.4.1 Crustacea	170
4.2.4.2 Bivalvia	170
4.2.4.3 Annelida	171
4.2.4.4 „Sonstige Wirbellose“	172
4.3 Parasiten und Parasitengemeinschaften	173
4.3.1 Supragemeinschaft	173

<u>Inhaltsverzeichnis</u>	<u>Seite</u>
4.3.2 Gildengemeinschaften	179
4.3.3 Komponentengemeinschaften	183
4.3.4 Infragemeinschaften	186
4.3.5 Suprapopulationen.....	191
4.3.6 Gildenpopulationen	195
4.3.7 Komponentenpopulationen	198
4.3.8 Infrapopulationen	201
5 Zusammenfassung	206
6 Literaturverzeichnis	210
Parasiten-Taffeln: Plate I - V	
Anhang Tab. I-XIII	

1 Einleitung

1.1 Parasiten und Parasitengemeinschaften

Parasiten sind Organismen, die auf Kosten anderer Organismen (Wirte) ihre Ernährung, Entwicklung und Vermehrung sichern. Sie bringen dem Wirt keinen Vorteil und benutzen ihn als Habitat, auf das sie zugleich angewiesen sind. Der Parasit tötet seinen Wirt nicht und überlässt ihm die Regulierung der Wechselbeziehungen mit der Umwelt (hierbei bilden die frei lebenden Stadien des Parasiten die Ausnahme).

Parasitengemeinschaften werden durch das Zusammenfinden von mehreren Parasiten gebildet. Diese verfügen über eine Struktur und Dynamik, welche durch verschiedene Parameter charakterisiert werden können.

Parasiten bzw. Parasitengemeinschaften sind natürliche Bestandteile jeder Biozönose eines Ökosystems. Sie spielen eine wichtige Rolle als Regulatoren der Populationen ihrer Wirte und sind umso effektiver, je kleiner sie sind und je kürzer ihre Generationsfolge ist (ZANDER 1997).

Die Parasitozönosen verändern sich in Abhängigkeit von den wechselnden Umweltbedingungen, die den Wirt begleiten, und in Abhängigkeit vom physiologischen Zustand des Wirtes selbst. Der physiologische Zustand des Wirtes wiederum korreliert mit den Bedingungen im Ökosystem. Ein direkter Effekt der Umwelt wirkt allerdings auf die freilebenden Larvalstadien der Parasiten.

Parasitologische Untersuchungen ermöglichen Rückschlüsse auf die Qualität eines Biotops (ESCH et. al 1975). Artenreichtum und Artendiversität können wichtige Hinweise auf die Gemeinschaftsstruktur (insbesondere auch Parasiten) geben - hohe Werte dieser Parameter deuten auf günstige Umweltverhältnisse hin (ZANDER 1997).

Nach REIMER (1995) reagieren Parasiten in Abhängigkeit von ihren jeweiligen Lebenszyklen und der Anzahl ihrer Zwischenwirte unterschiedlich auf Belastungen jeder Art und aus diesem Grund können sie als Bioindikatoren von gestressten Ökosystemen dienen. Parasiten, die sich nach einem langen koevolutiven Prozess speziell an ihre Wirte angepasst haben, können als taxonomische Anzeiger für die systematische Einordnung der Wirtsart herangezogen werden (s. ZANDER 1997).

Die Bedeutung der Parasitengemeinschaften liegt auch darin, dass sie über die kleinsten Unterschiede der Lebensweise ihrer Wirte (Habitat, Nahrungspräferenz, Wanderung u.s.w.) eine Aussage machen. Darüber hinaus sind Untersuchungen der Parasitengemeinschaften als wichtige Glieder des Ökosystems von großer Bedeutung, da ihre relativ unbekanntem Entwicklungszyklen wichtiges Material für die Forschung und ein besseres Verständnis der ökologischen Wechselbeziehungen in einer Biozönose liefern.

Die Art des Lebensraums und die in ihm vorkommende Biozönose ist dabei entscheidend für die Entstehung der Parasit-Wirt-Verhältnisse.

Die Ostsee ist heute eines der größten Brackwassergebiete der Erde. Ihre Biozönose steht nicht nur unter dem Einfluss von natürlichen Stressoren - wie die sich ständig rasch verändernde Salinität, die durch ihre besondere Topographie und Hydrographie (siehe Punkt 1.3) bedingt ist - sondern auch unter von Menschen hervorgerufenem Stress: dem Stressfaktor „Eutrophierung“. Während in den 1980' er Jahren die Ostsee als ein sehr eutrophiertes und gestresstes Milieu bezeichnet wurde, wird nach letzten Angaben der „Helsinki Commission, Baltic Marine Environment Protection Commission“ (HELCOM, 1996-1998) eine Erholung dieser Zustände beobachtet.

Parasitologische Untersuchungen im Ostseeraum werden seit den 1930' er Jahren durchgeführt. MARKOWSKI (1933, 1936), BELOPOLSKAJA (1957), REIMER (1962, 1975), KØIE (1981) u.a. veröffentlichten wichtige taxonomische Arbeiten aus diesem Gebiet; in späteren Jahren erweiterten REIMER (1970, 1989, 1995), GOLLASCH (1992), ZANDER (1979, 1991, 1993-2002), KESTING et. al (1992, 1996), REIMER et al. (1996), BARZ (1997), BUCHER (1998), KOÇOĞLU (1998) und STROHBACH (1991, 1999) u. a. die Forschungen auf die Wechselbeziehungen zwischen Parasiten, ihren Wirten und der Umwelt. Vorbild für ökoparasitologische Arbeiten waren die Werke vom KENNEDY (1975), ESCH et al. (1975), MARGOLIS et. al (1982), ROHDE (1982, 1993), HOLMES & PRICE (1986) u.a., die die Ökoparasitologie als Wissenschaft propagierten. Als Begründer der Ökoparasitologie gilt DOGIEL (1964).

Die im Ostseeraum vorangegangenen ökoparasitologischen Untersuchungen fanden südöstlich der Kieler Bucht statt. In der Flensburger Förde wurden bis dato nur auf der dänischen Seite von KØIE (1983) und HECHLER (1997) parasitologische Studien durchgeführt. DETLOFF (2000) untersuchte parallel zur vorliegenden Arbeit den Parasitenbe-

fall von Gammariden und Idotheiden des Phythals vom Untersuchungsort bei Bockholmwik.

Die Flensburger Förde erlangte erst in den 1970'er Jahren aufgrund zunehmender Eutrophierung wissenschaftliche Interesse. RHEINHEIMER (1970) führte mikro-biologische und chemische Untersuchungen in der Innenförde durch. Das 1972 gegründete „Gemeinsame Komitee Flensburger Förde“ (GFKK, 1974) und sein Nachfolger „Kommission Flensburger Förde“ (KFF, 1978, 1982b) untersuchten ökologische, chemische und toxikologische Parameter und stellten eine starke organische Belastung der Flensburger Förde fest. UEBEL (1989, 2000) sowie BLUHM (1990) analysierten Wiederbesiedlungsvorgänge anhand von Makrobenthosgemeinschaften. Die jüngste Arbeit im Gebiet der Förde ist die Untersuchung der Besiedlung von *Fucus vesiculosus* von BRIX (2001).

Die vorliegende Arbeit kann daher als Erweiterung einer Reihe ökoparasitologischer Untersuchungen im Brackwasser-Milieu Ostsee, betrachtet werden. Die Erforschung der Parasitengemeinschaften der Flensburger Förde soll die Kenntnis über Parasiten-Wirt-Beziehungen in der Ostsee erweitern und durch die Analyse der örtlich vorkommenden Parasitengemeinschaften eine aktuelle Charakterisierung der Qualität und Stabilität des Lebensraumes Flensburger Förde erlauben.

Als Wirtsgruppen wurden planktische Copepoden, Gastropoden, kleine Fische sowie weitere epi- und suprabenthische Wirbellose ausgewählt, welche in der Literatur als Zwischenwirte und Wirte verschiedener Parasitenarten wiederholt beschrieben werden (z.B. REIMER 1970, KØIE 1981, ZANDER 1993-2002).

Eine detaillierte Bestandsaufnahme der Wirt- und Parasitenarten soll die Entwicklungswege der Parasiten darlegen sowie einzelne Parasit-Wirt-Beziehungen bzw. mögliche Abweichungen der Entwicklungswege in Abhängigkeit vom ausgewählten geografischen Gebiet nachweisen.

Nach GINEZINSKAJA (1968) determinieren neben biotischen auch abiotische Faktoren einen Parasitenbefall der verschiedenen Wirten. Aus diesem Grund wurden die Umweltfaktoren Temperatur, Salzgehalt, pH-Wert, Sauerstoffkonzentration und BSB₅ analysiert und ihre Bedeutung für die Strukturierung der Parasitozöosen vor Ort verdeutlicht.

Die Wirtspopulationen wurden qualitativ und quantitativ analysiert, um die Wirtsverfügbarkeit sowie eine Abhängigkeit der Befallsdynamik von der Populationsdynamik

der Wirte aufzuzeigen. Nahrungsanalysen bei Kleinfischen sollten Rückschlüsse auf mögliche Infestationen von Parasiten durch die Nahrungskette zulassen.

Besondere Beachtung findet in der vorliegenden Arbeit eine Quantifizierung des Befalls anhand der Bestimmung von Prävalenzen und Intensitäten (MARGOLIS et al. 1982, BUSH et al. 1997). Hierbei wurden die Saisonalität dieser Parameter und ihre Ursachen analysiert sowie ggf. bestehende Abhängigkeiten zwischen Befall und Wirtsgröße geprüft; bei Fischen wurden hier zugleich die Konditionsfaktoren und das Geschlecht einbezogen. Weiterhin wurde nach sichtbaren pathogenen Wirkungen der Parasiten auf ihre Wirte gesucht.

Für eine detaillierte Analyse der Wechselbeziehungen zwischen Parasit und Wirt sowohl auf Ebene der Populationen als auch einzelner Individuen wurde das Stufenkonzept von ESCH et al. (1975), HOLMES & PRICE (1986), DIETEL (1997) und ZANDER (1997) angewandt. Diese Analyse sollte zugleich die determinierenden Faktoren der Strukturierung der Parasitozönosen belegen.

Weiterhin wurde die Parasitierung der verschiedenen Wirte verglichen und nach Gründen für deren unterschiedlichen Befall gesucht. Die Analyse der Dominanz-Strukturen einzelner Arten bei den verschiedenen Wirten ermöglicht das Konzept der „Kern- und Satellitenarten“ von HOLMES & PRICE (1986) bzw. HOLMES (1991) sowie das klassische Konzept (nach MÜHLENBERG 1989).

Die Parasiten wurden in monotopisch oder polytopisch (ZANDER & KESTING 1996) eingeteilt sowie die Anwesenheit von „Generalisten“ gegenüber „Spezialisten“ beurteilt. Zudem wurden die Parasiten je nach Herkunft ihres Zwischenwirtes in „benthische“ oder „planktische“ (ZANDER & KESTING 1996) und je nach Charakter ihrer Entwicklung in „allogene“ oder „autogene“ Spezies (ESCH et al. 1988) eingeordnet. Das Verhältnis der vorkommenden Parasitenarten zueinander in diesen einzelnen Konzepten erlaubte Rückschlüsse auf die herrschende ökologische Bedingungen im Lebensraum Flensburger Förde und die Charakterisierung desselben sowie die auf Struktur und Dynamik der Parasitengemeinschaften wirkenden Mechanismen darzulegen.

Letztendlich soll ein Vergleich der Ergebnisse von Bockholmwik mit jenen anderer Untersuchungsgebiete der Ostsee erstellt werden. Durch die Unterschiede im Vorkommen

und der Zusammensetzung der Gemeinschaften im ausgewählten Lebensraum lassen sich weitere Rückschlüsse auf die Lebensbedingungen vor Ort ziehen.

1.2 Das Untersuchungsgebiet

Das Untersuchungsgebiet befindet sich in der Flensburger Förde, Ostsee (Abb. 1). Die Flensburger Förde liegt in der Kieler Bucht, direkt angrenzend an der Beltsee. Die Gesamtfläche der Förde beträgt ca. 220 km², mit einem Wasservolumen von ca. 3,4 km³ (KFF 2001). Die Flensburger Förde wird in eine Innen- und Außenförde unterteilt.

Die Innenförde erstreckt sich vom Flensburger Hafen bis zur Halbinsel Holnis. Dort beginnt die Außenförde, die sich nach Osten bis zur Mündung der Schlei bzw. bis zur Mündung des kleinen Beltes in der Beltsee ausdehnt. Die Wassertiefe der Förde nimmt von Flensburg nach Gelting kontinuierlich zu und wird nur durch eine 10 m flache Schwelle bei Holnis (UEBEL 2000) unterbrochen; ihre maximale Tiefe erreicht sie in der Sønderborger Bucht (Dänemark) bei 38 m (BLUHM 1990).

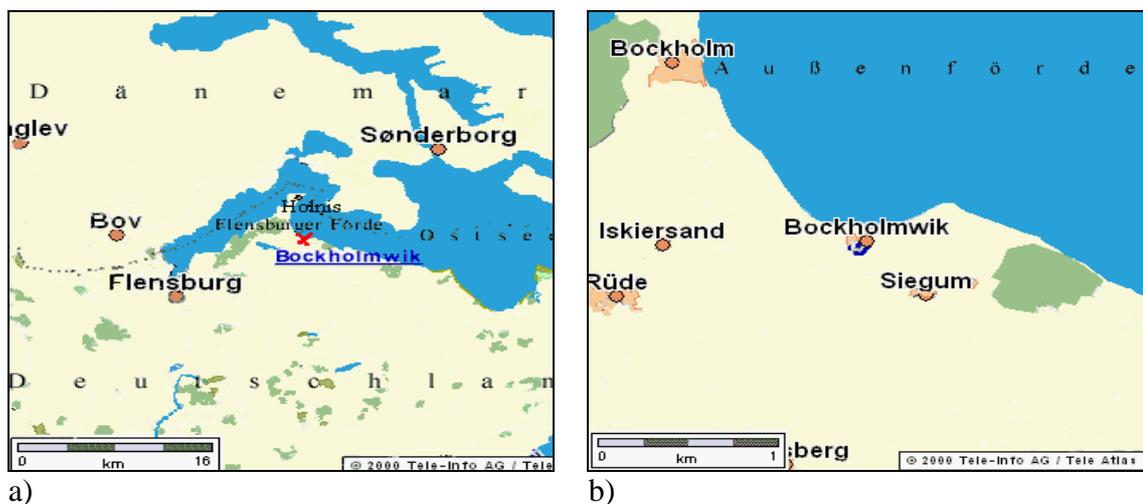


Abb. 1: Lage des Untersuchungsgebietes a) in der Flensburger Förde, b) in der Außenförde der Flensburger Förde (Quelle: Teleatlas 2000, verändert)

Der Wasserhaushalt der Flensburger Förde wird hauptsächlich von den hydrographisch vorherrschenden Verhältnissen in der Beltsee bzw. Kieler Bucht bestimmt. Hier vermischt sich das salzarme, leichte Ostseewasser mit dem schweren, salzreicheren Wasser aus dem Kattegat. Durch den Dichteunterschied der verschiedenen Wassermassen kommt es zu einer vertikalen Schichtung (Haline-Schichtung). Es bilden sich zwei Dichteströmungen: Einstrom von Tiefenwasser in die Ostsee und Ausstrom von Oberflächenwasser aus der Ostsee.

Die Richtung und Ausprägung der Strömungen werden durch physikalische Kräfte und meteorologische Verhältnisse bestimmt. Das Tiefenwasser, das durch den großen Belt in die Kieler Bucht einströmt, wird unter dem Einfluss der Corioliskraft nach Osten abgelenkt und gelangt über die Vejsnäsrinne zur Flensburger Förde (BLUHM 1990).

Windrichtung und -stärke wirken auf die Richtung und Geschwindigkeit der Oberflächenströmung (UEBEL 2000). Die geographische Lage der Flensburger Förde führt dazu, dass starker Westwind das Oberflächenwasser aus der Förde treibt (BLUHM 1990).

Diese Ausströmung wird durch eine entgegengesetzte Einströmung des Tiefenwassers kompensiert. Vor allem für die Außenförde sind diese Verhältnisse charakteristisch; in der Innenförde wird dieser horizontale Wasseraustausch durch die Schwelle bei Holnis verhindert und bei starken Winden findet hauptsächlich eine vertikale Vermischung der Wassermassen statt. Es hängt von der Dauer und Stärke des Westwindes ab, ob es zum Wasseraustausch zwischen der Außenförde und der Flensburger Innenförde kommt (BLUHM 1990).

Starke Nordwestwinde führen zu einer Erhöhung des Wasserstandes im Skagerrak und Kattegat, da gleichzeitig das Oberflächenwasser ostwärts in die Ostsee transportiert wird, führen nördliche und westliche Winde zu einem Einstrom nicht nur von Oberflächen- sondern auch von Tiefenwasser in die westliche Ostsee (BLUHM 1990). Dementsprechend füllt sich, bei diesen Bedingungen, die Flensburger Förde mit salzreicherem und sauerstoffhaltigerem Wasser.

Bei starken Ostwinden wird das oberflächige, brackige Ostseewasser in die Flensburger Förde getrieben. Es kommt zum Wasseranstieg, die einwärts gerichtete Oberflächenströmung wird wiederum durch eine entgegengesetzte Tiefenwasserströmung kompensiert. Bei diesen Verhältnissen kommt es vor, dass Bodenwasser der Innenförde über die Schwelle bei Holnis in die Außenförde gelangt.

Der Salzgehalt in der Förde kann in den Wintermonaten bis 24‰ ansteigen. Die Wassertemperatur folgt dem Jahresgang der Luft-Temperatur, Grund dafür ist ihre geringe Wassertiefe (GKFF 1974).

Die Flensburger Förde kann als ein kleines Modell der Ostsee betrachtet werden: Sie besteht wie diese aus einer Reihe von tieferen Becken, die durch Schwellen getrennt sind (LUTZ 1986). Diese Topographie erschwert eine vollständige Wassererneuerung

am Boden und verstärkt die vorhandene haline Schichtung. Im Sommer wird diese Schichtung durch eine zusätzliche Temperaturschichtung intensiviert. Es bildet sich eine thermo-haline Barriere, die einen Austausch der Wassermassen und damit die Sauerstoffversorgung des Tiefenwassers verhindert. Durch die hinzukommenden intensivierten mikrobiellen Abbauvorgänge, kommt es in den tieferen Bereichen zur starken Sauerstoffzehrung bis hin zur Anoxie und nachfolgend zum Absterben der Benthosorganismen. Die Sauerstoffknappheit zeigt sich stärker in der Innenförde als in der Außenförde, da der Wasseraustausch in der Außenförde deutlich höher liegt (GKFF 1974).

Das Anoxie-Phänomen wird durch Herbststürme aufgelöst. Diese bewirken eine Wasserzirkulation und damit die Aufhebung der thermo-halinen Schichtung und des Sauerstoffdefizits. Die Stürme des Winterhalbjahres vermischen darüber hinaus das gesamte Fördenwasser, so dass Sauerstoff in jeder Tiefe vorhanden ist.

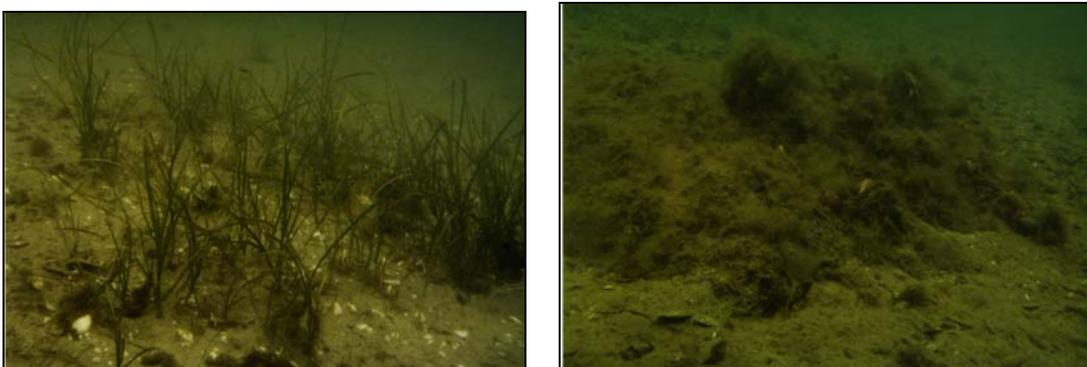
Messungen des „Cooperation Commitee of the Flensburg Fjord“, das von deutschen und dänischen an der Küste der Förde liegende Gemeinden gebildet wird, zeigten bis Ende der 80er Jahre eine starke Sauerstoffknappheit, einen hohen Gehalt von Schwermetallen im Sediment und eine geringe Biodiversität vor allem im Innenfördenbereich (KFF 2001). Dieser Zustand ist primär auf anthropogene Einträge zurückzuführen. Grund dafür sind die Einleitungen von Abwässern großer Städte wie Flensburg und Sønderburg, sowie der Einstrom von Flüssen und Auen, die mit Düngemitteln aus der Landwirtschaft belastet sind. Nach Angaben von LUTZ (1986) dokumentierte VALENTIN (von 1978 bis 1984) bei der Halbinsel Holnis eine rapide Verschlechterung des Bodenlebensraumes und eine aufwärts vertikale Verlagerung der sauerstofffreien „Todeszone“ in jedem Sommer. Die Belastung der Ostsee insgesamt ist zwar sehr hoch, nimmt aber derzeit beständig ab (HELCOM 1998).

Der Probenort Bockholmwik liegt im Bereich der Außenförde und befindet sich östlich der Halbinsel Holnis. Der kleine Ort grenzt mit seinem Campingplatz direkt an einen Strand mit einem kleinen Bootshafen (Abb. 2). Der Strand umschließt eine ungefähr 2000 m lange und ca. 500 m breite Bucht, die eine maximale Wassertiefe von 4 m aufweist. In ca. 20 m Entfernung der Uferlinie ist eine Tiefe von 1 m erreicht. Der Wasserkörper ist von stärkeren Strömungen relativ isoliert und primär von klimatischen Faktoren bestimmt. In diesem Flachwasserbereich liegt die Probenstelle zwischen zwei vom Ufer seewärts laufenden ca. 10 m langen Steinmolen, die mit Blasentang (*Fucus vesiculosus*) bewachsen sind.



a) b)
Abb. 2: Die Probennahmestelle in Bockholmwik a) Strand im Hintergrund der Campingplatz, b) Ufer mit einer der Steinmolen

Die Unterwasservegetation ist durch das Seegras (*Zostera* sp.), die Hornalge (*Ceramium rubrum*) und den Darmtang (*Enteromorpha* sp.) vertreten (Abb. 3). Diese Wasserflora bietet Lebensraum und Laichplatz für eine Vielzahl von wirbellosen Tieren und kleinen Fischen, aber sie kommt nur fleckenweise vor. Dieses fleckenhafte Auftreten der Wasserflora ist bedingt durch den zum großen Teil verschlickten Sandboden, der eine Vegetationsausbreitung erschwert. In einer Tiefe von ca. 2 m dienen Kolonien von *Mytilus edulis* oder Schillreste als Ersatz für das fehlende Hartsubstrat (DETLOFF 2000).



a) b)
Abb. 3: Das Sublitoral in 3 m Tiefe im Untersuchungsgebiet von Bockholmwik
a) *Zostera*-Bewuchs, b) Schillreste und verschlammter Boden

1.3 Fragestellung und Zielsetzung

Im Rahmen dieser Arbeit wurden folgende Fragestellungen und Zielsetzungen verfolgt:

- Welche Struktur und Dynamik weisen die Parasitengemeinschaften in der Flensburger Förde auf? Eine taxonomische Erfassung der Parasitenarten, ihre

Befallsrate und Intensität bei den verschiedenen Wirten soll durchgeführt werden.

- Wie setzen sich die Wirtsgemeinschaften zusammen? Eine taxonomische Erfassung und parasitologische Untersuchung an planktischen Copepoden, Wirbelloser des Epi- und Suprabenthos, sowie besonders Gastropoden und Kleinfischen soll durchgeführt werden.
- Welche Faktoren determinieren einen Befall und die Befalldynamik? Die Populationsdynamik der Wirte soll verfolgt und eine Parasitierung in Abhängigkeit der Wirtsgröße (für alle Wirtsgruppen), des Geschlechts und Konditionsfaktors (für die Fischwirte) analysiert werden.
- Welche abiotischen Umweltfaktoren haben eine besondere Wirkung auf die Struktur der Parasitozönosen? Temperatur, Sauerstoff- und Salzgehalt sowie pH- und der BSB₅-Wert soll im Wasserkörper ermittelt werden.
- Ebenfalls soll eine Aufklärung der Entwicklungswege der Parasiten statt finden. Dafür wird die Wirtsspezifität, die Anpassungsmechanismen, die Bedeutung der Nahrungskette als Infestationsweg analysiert.
- Sind deutlich erkennbare pathogene Wirkungen der Parasiten auf ihre Wirte vorhanden?
- Es sollte eine Beurteilung der Biodiversität der Wirts- und Parasitengemeinschaften erfolgen. Nach ökoparasitologischen Parametern wird der Zustand des Lebensraumes vor Ort charakterisiert (öko-epizootische Bedingungen in der Flensburger Förde).
- Existieren deutliche standortspezifische Differenzen in der Struktur der Parasitengemeinschaften der Ostsee? Welche Faktoren determinieren diese Unterschiede? Dafür wird ein Vergleich der Daten von Bockholmwik mit Studien aus anderen Regionen der westlichen Ostsee durchgeführt.

2 Material und Methodik

Das Material wurde östlich von Flensburg, bei Bockholmwik entnommen (Abb. 1). Die Probennahme fand in der Zeit von August 1998 bis Juni 2000 statt. Die Proben wurden regelmäßig im Abstand von vier Wochen, bis auf die Wintermonate (Dezember bis einschließlich Februar), gesammelt.

2.1 Messung der abiotischen Parameter

Die einzelnen abiotischen Umweltfaktoren wurden bei jeder Probennahme und an jeder einzelnen Probennahmenstelle gemessen.

Der Gehalt bzw. die Sättigung des Wassers mit Sauerstoff wurde vor Ort mit Hilfe eines Oximeters WTW Oxi 92, in mg/l bzw. prozentual ermittelt. Mit dieser Sonde wurde auch die Wassertemperatur sowohl vom Uferbereich als auch in der Tiefe analysiert. Der pH-Wert wurde sowohl mit einem pH-Meter (Stift WTW) als auch mit Hilfe einer tragbaren Glaselektrode (WTW Portames 902) vor Ort ermittelt. Die Salinität der verschiedenen Wassertiefen wurde im Labor mit einem Conductometer WTW LF 191 gemessen. Ebenso wurde dort die Zehrung, d.h. der biochemische Sauerstoffbedarf (BSB₅) nach 5 Tagen, mit Hilfe der oben genannten Sonde bestimmt. Dafür wurden zwei Wasserproben mit braunen Glasflaschen (je 100 ml) entnommen, fest verschlossen und fünf Tagen im Dunkeln bei Zimmertemperatur aufbewahrt (SCHWOERBEL 1993). Der BSB₅-Wert ergab sich aus der Differenz des Sauerstoffgehaltes nach fünf Tagen zu dem Sauerstoffgehalt des Wassers zum Zeitpunkt der jeweiligen Probennahme

2.2 Fang des Probenmaterials (biotische Parameter)

Es wurden verschiedene Geräte eingesetzt: Für den Fang von Fischen am Uferbereich wurde ein Fischkescher mit feiner Maschenweite, mit hoher Geschwindigkeit über den Grund gezogen. Weiterhin wurden Fische beim Tauchen in Tiefen von 2,5-3,0 m mit Hilfe eines Handkeschers gefangen. Nach dem Fang wurden alle Fische vor Ort in PVC Gefäße überführt und in 10%igem Kohrsolin fixiert.

Die Planktonproben wurden in einer Entfernung von ca. 10 m vom Ufer, mit einem 10 l Eimer geschöpft. Es wurden jeweils 100 l durch ein 150 µm Planktonsieb gesiebt und anschließend das aufkonzentrierte Plankton in 10%igem Kohrsolin fixiert.

Die Gastropoden wurden quantitativ sowohl am Uferbereich als auch im Sublitoral (bei 2,5 – 3,0 m Wassertiefe) beprobt. Die Probe vom Uferbereich wurde mit Hilfe eines Keschers von 35 cm Kantenlänge und ca. 5 mm Maschenweite gewonnen, der über eine Fläche von jeweils 50 cm Länge flach über dem Boden gezogen wurde. Die Probe vom Sublitoral wurde ebenfalls über einer Fläche von jeweils 50 cm Länge gezogen, wobei die Kantenlänge des Handkeschers 30 cm und seine Maschenweite ca. 1 mm betrug. Diese Proben wurden noch an der Probenahmestelle in Plastiktüten gefüllt, an Land von größerem Schlamm befreit, dann in PVC-Gefäße überführt und durch eine Batteriepumpe mit Luft versorgt. Die Proben wurden im weiteren Verlauf bis zu 2 Wochen im Kühlschrank bei 7° C mit Luftzufuhr aufbewahrt. Die Beprobungen im Sublitoral fanden erst ab Mai 1999 statt. Zur Darstellung der Größenverteilung der Hydrobien wurden alle Exemplaren aus beiden Untersuchungsbereiche Zusammengefasst.

Ab Oktober 1999 wurden, aufgrund des geringen Vorkommens der Hydrobien in den quantitativen Proben, im Uferbereich Littorinen per Hand aufgesammelt. Die gesammelten Littorinna-Proben wurden bei den quantitativen Analysen nicht berücksichtigt und nur mit dem Ziel der Artenerfassung der Parasiten durchgeführt worden.

Die Sedimentproben der epi- und suprabenthischen Organismen wurden ebenfalls mit einem Kescher, dessen untere Kante dafür verstärkt wurde, durchgeführt. Die Verstärkung des Keschers gewährleistete eine Sammlung der Organismen und ein Fernhalten des Sediments. Die Kantenlänge des Keschers betrug 35 cm, die Maschenweite ca. 5 mm. Der Kescher wurde zwei mal über eine Fläche von jeweils 50 cm Länge über dem Boden gezogen. Die Probe wurde vorsichtig in ein PVC Gefäß überführt und mit 10%igem Kohrsolin fixiert.

2.3 Materialbearbeitung

Die Untersuchungen an dem gewonnenen Material wurden tierartspezifisch im Labor durchgeführt.

Das Plankton wurde im Labor mit einem Planktonteiler in Unterproben aufgeteilt. Je nach Organismenreichtum wurde entweder eine gesamte Probe quantitativ bearbeitet, oder nur ein Viertel bis zur Hälfte der Probe ausgewertet und hochgerechnet. Eine qualitative Bearbeitung der gesamten Probe wurde nur mit dem Ziel der Artenerfassung - vor allem der Parasiten - durchgeführt.

Unter einem Stereoskop wurden bei 50 bis 320-fach Vergrößerung die planktischen Copepoden aussortiert, tropfenweise gezählt und bis zur Art bestimmt. Die Bestimmung der Copepoden erfolgte nach SARS (1903), PESTA (1928), HAYWARD & RYLAND (1998). Oft wurde für diesen Zweck ein Mikroskop der Firma Zeiss (maximale Vergrößerung 1250-fach) benutzt. Für die parasitologische Untersuchung wurden zur Aufhellung jeweils ca. 10 Individuen auf einem Objektträger in Milchsäure gelegt. Unter dem Mikroskop und mit Hilfe eines Deckgläschens wurde der Cephalothorax vorsichtig abgeflacht und auf vorhandene Parasitenstadien untersucht: Es wurden Vergrößerungen von 12,5 x 6,3 bis 12,5 x 100 verwendet. Die Parasitenbestimmung erfolgte nach: YAMAGUTI (1959, 1961, 1975), BYCHOWSKII (1964), BAUER (1987), MÖLLER & ANDERS (1986). Die präzise Artbestimmung der Cestoden-Larven gestaltete sich teilweise sehr schwierig, sie wurden dann lediglich als Oncosphaera, Procercoide bzw. Plerocercoide protokolliert.

Die Gastropoda: Die **Hydrobien** wurden in Gruppen von je 5 bis 10 Individuen unter dem Binokular lebendig mit Millimeterpapier vermessen, in Größenklassen eingeteilt und nach JAGNOW & GOSSELCK (1987) bestimmt. Anschließend wurden die Gehäuse zwischen zwei Objektträgern vorsichtig zerbrochen und mit Stationswasser befeuchtet. Jedes Exemplar wurde dann einzeln bearbeitet. Die Eingeweide wurden freigelegt, mit einer feinen Pinzette und einer Spritznadel zerzupft und gründlich nach Parasiten durchsucht. Anschließend wurden die vorhandenen Parasitenstadien herauspräpariert, unter dem Mikroskop bestimmt bzw. in 70%igem Alkohol für spätere Bestimmungen fixiert, etikettiert und protokolliert. Da sich das Zählen der Parasiten als sehr schwierig erwies, wurde eine Skala wie folgt erstellt: A = 1 bis 10 Parasiten; B = 11 bis 100; C = 101 bis 500; D = über 500. Die **Littorinen** wurden in Gegensatz zu den Hydrobien einzeln untersucht. Jedes Tier wurde mit Hilfe einer Zange aus seinem Gehäuse freipräpariert und in einem Blockschälchen auf Parasiten untersucht. Im weiteren wurde wie bei den Hydrobien verfahren. Die Artbestimmung der Parasitenstadien erfolgte u.a. nach REIMER (1962, 1972), LOOS-FRANK (1967), DEBLOCK (1980)

Das Epi- und Suprabenthos aus den Sedimentproben wurde durch Stahlsiebe in der Maschenweitenfolge von 1 mm über 500 µm bis zu 250 µm gesiebt. Diese Maschenweite erlaubte die Erfassung von kleinen Copepoden (Harpacticoida), die als wichtige Zwischenwirte verschiedener Parasitenarten in Frage kommen.

Die in den Sedimentproben vorkommenden Organismen wurden in Gruppen eingeteilt und gezählt, anschließend wurden sie nach Möglichkeit bis zur Art bestimmt und nach Parasitenvorkommen analysiert. Für die parasitologische Untersuchung wurde oft 100% Lactat verwendet. Die epi- und suprabenthischen Organismen wurden nach KÖHN & GOSSELCK (1989), BICK & GOSSELCK (1985), JAGNOW & GOSSELCK (1987), HAYWARD & RYLAND (1998) bestimmt, die Parasiten nach REIMER (1963, 1972), LOOS-FRANK (1967) und BAUER (1987).

Die Fische wurden zunächst einzeln in einer Petrischale und unter einem Binokular bei einer Vergrößerung von 10x25 bis 50x25 auf Ektoparasiten untersucht. Die Artbestimmung der Fische erfolgte nach EDLUND et al. (1980), HAYWARD & RYLAND (1998) und MUUS & NIELSEN (1998). Die Bestimmung der Fischparasiten erfolgte unter dem Binokular bzw. Mikroskop nach BYCHOWSKII (1964); YAMAGUTI (1959, 1961, 1963a, 1975), BAUER (1987); MÖLLER & ANDERS (1986); MORAVEC (1994).

Nach der Bestimmung wurden die Fische mit Hilfe von Millimeterpapier auf Standard- (SL) und Totallänge (TL) (auf den unteren mm abgerundet) vermessen. Auf einer Analysenwaage des Typs „Sauter 404“ mit 0.01mg Genauigkeit wurde das Feuchtgewicht ermittelt, nachdem die Tiere mit Fließpapier abgetupft wurden. Anschließend wurde jeder Fisch einzeln auf einer mit Wachs gefüllten Petrischale befestigt und mit Hilfe feiner Pinzetten, Skalpell und chirurgischen Scheren die Augen und die Kiemen entfernt. Letztere wurden in einem Wassertropfen vorsichtig zerpupft und getrennt von einander nach Parasiten untersucht. Die vorhandenen Parasiten wurden entnommen und in 70%igem Alkohol zur späteren Bestimmung aufbewahrt. Beim Vorkommen von protozoischen Kiemenparasiten wurden einige Exemplare zur Bestimmung herausgenommen und ihre Anzahl wie bei der für die Parasitenstadien der Gastropoda angegebene Skala, abgeschätzt.

Im Anschluss wurde die Leibeshöhle geöffnet, die inneren Organe zunächst äußerlich untersucht, danach herauspräpariert und getrennt bearbeitet. Alle Organe wurden nach der Analyse bzw. Entnahme der Parasiten wieder in die Leibeshöhle eingefüllt. Die Leibeshöhle und die Bauchmuskulatur wurden ebenfalls nach Parasiten abgesucht.

Für die Nahrungsanalyse wurde der Magen-Darm-Trakt zunächst mit dem Inhalt gewogen und danach der Länge nach geöffnet. Der Mageninhalt wurde in einer Petrischale deponiert und die vorhandenen Nahrungskomponenten bis zum kleinsten möglichen

Taxon bestimmt und gezählt. Danach wurde das Leergewicht des Magen-Darm-Traktes ermittelt. Die vorhandenen Parasiten wurden herausgenommen, wobei ihr jeweiliges Microhabitat (Magen, Vorderdarm, Enddarm) protokolliert wurde.

Anschließend wurden die untersuchten Fische in einem Trockenschrank „Memmert“ bei 60°C für mindestens 48 Stunden getrocknet und das Trockengewicht mittels einer Analysenwaage „Sartorius BP 310 P“ mit 0.001 mg Genauigkeit gewogen.

Die Parasiten wurden mit Hilfe von 100%iger Milchsäure (HARTWICH 1975) aufgehellt, wodurch teilweise eine bessere Bestimmung der Arten ermöglicht wurde. Auch wurden Gesamt-Färbungen (ROMEIS 1989) und rasterelektronenmikroskopische Aufnahmen durchgeführt.

Mit Hilfe eines Zeichenspiegels „Zeiss“ wurden Zeichnungen einiger Arten angefertigt. Die Abmessungen erfolgten mit Hilfe eines mikroskopischen Messokulars. Das Fotomaterial wurde mit einem „Zeiss“ Fotomikroskop dokumentiert.

Mit Hilfe von Glyceringelatine (ROMEIS 1989) wurden Dauerpräparate auf Objektträgern angefertigt. Eine Umschichtung des Deckgläschens mit Nagellack ermöglichte eine dauerhafte Abdichtung des Präparates.

Für die Öffnung von encystierten Metacercarien-Stadien der Digenea wurden an Spritznadelöffnungen eingefasste feine Insektennadeln benutzt. Die Bestimmung einiger Exemplare wurde auf alle gleich aussehende ungeöffneten Cysten übertragen.

2.4 Ökoparasitologische und statistische Untersuchungsparameter

Mikrohabitat: ROHDE (1982) definierte das Mikrohabitat als den Aufenthaltsort des Parasiten im Wirt z.B. Kiemen, Leibeshöhle, Darmtrakt.

Makrohabitat: es handelt sich um das Habitat des Wirtes eines Parasiten. In Abhängigkeit von dem im Entwicklungszyklus genutzten Lebensraum differenzieren ESCH et al. (1988) **autogene** und **allogene** Parasitenarten. Die autogenen Arten durchlaufen ihren Entwicklungszyklus in demselben Lebensraum (aquatischer bzw. terrestrischer), allogene Arten dagegen wechseln den Lebensraum in verschiedenen Entwicklungsstadien. ZANDER & KESTING (1996) charakterisieren außerdem **planktische** und **benthische** Parasitenarten. Diese kleinskalige Einteilung des Makrohabitats erfolgt anhand des benthischen bzw. planktischen Vorkommens des genutzten Zwischenwirtes.

Organismisches Stufenkonzept: Dieses Konzept charakterisiert die ökologischen Parasit-Wirt-Beziehungen und wurde von ESCH et al. (1975) eingeführt, von HOLMES & PRICE (1986) modifiziert, von BUSH et al. (1997) modernisiert und von DIETEL (1997) und ZANDER (1997) erweitert. Hierfür werden für den Parasit zwei Ebenen (die Population und die Gemeinschaft) und für den Wirt vier Ebenen (das Individuum, die Population, die Gilde und die Gemeinschaft) unterschieden: Die „Infrapopulation“ – alle Individuen einer Parasitenart in einem Wirtsindividuum; die „Komponentenpopulation“ – alle Individuen einer Parasitenart auf einer Wirtspopulation; die „Gildenpopulation“ – alle Individuen einer Parasitenart einer Wirtsgilde; die „Suprapopulation“ – alle Wirtspopulationen, bei denen eine Parasitenart in ihren verschiedenen Entwicklungsstadien vorkommt; die „Infragemeinschaft“ – alle Parasitenpopulationen eines Wirtsindividuums; die „Komponentengemeinschaft“ – alle Parasitenarten einer Wirtspopulation; die „Gildengemeinschaft“ – alle Parasitenarten, die in einer Wirtsgilde auftreten; als letzte Ebene die „Supragemeinschaft“ – alle Parasitenpopulationen aller Wirtspopulationen eines Ökosystems.

Prävalenz: ist die Anzahl der Wirte, die durch ein oder mehr Individuen einer Parasitenart infestiert ist, geteilt durch die Anzahl der untersuchten Wirtsindividuen (MARGOLIS et al. 1982), d.h. die Häufigkeit des Befalls einer Wirtspopulation durch eine Parasitenart (ZANDER 1997). Dieser Parameter wird prozentual angegeben.

Intensität: ist die Individuenanzahl einer Parasitenart in einem Wirtsindividuum.

Mittlere Intensität: errechnet sich aus dem Mittelwert der Intensitäten einer Wirtspopulation, d.h. die Gesamtindividuenzahl einer Parasitenart geteilt durch die Anzahl der, durch diese Parasitenart, infestierten Wirte, wobei nicht befallene Wirte unberücksichtigt bleiben.

Abundanz: berücksichtigt die gesamte Wirtspopulation und nicht nur die befallenen Wirte, d.h. die Gesamtindividuenzahl einer bestimmten Parasitenart geteilt durch die Anzahl der untersuchten Wirte.

Befallsdichte: ist die Anzahl infestierter Wirte pro Flächen- oder Volumeneinheit. Nach ZANDER (1997) stellt die Befallsdichte ein Maß der Häufigkeit einer Parasitenart dar und ein Maß der Wahrscheinlichkeit, mit der ein Wirt durch einen Parasiten infestiert werden kann.

Dominanz: zeigt die Bedeutung einer Art in der Zusammensetzung einer Biozönose. Die Dominanz wird durch die Individuenzahl bzw. Biomasse der Arten festgestellt. Nach MÜHLENBERG (1989) kann die Dominanz einer Art in den folgenden Stufen charakterisiert werden:

subrezedente Arten < 1%
rezedente Arten 1 – 3,1%
subdominant 3,2 – 9,9%
dominant 10 – 31,9%
eudominant 32 – 100%

Für die Wirte wird die Dominanz anhand der relativen Dichte errechnet, für die Parasiten dagegen anhand der mittleren Prävalenzen.

Konzept der Kern- und Satellitenarten: nach diesem Konzept (HOLMES & PRICE 1986) lässt sich anhand der mittleren Prävalenzen die ökologische Bedeutung der Parasitenarten feststellen. Hierfür teilt HOLMES (1991) die Prävalenzen wie folgt ein:

Seltene Art < 5%
Satellitenart 5 – 39,9%
Sekundärart 40 – 60%
Kernart > 60%

Dabei soll eine positive Korrelation zwischen Prävalenzen und Intensitäten vorhanden sein. Nach ZANDER et al. (2000) wird bei feststellbaren Intensitäten eine Einteilung nach der Abundanz (Produkt aus Prävalenz und mittlerer Intensität) vorgenommen:

seltene Art < 0,2
Satellitenart 0,2 – 0,6
Sekundärart 0,6 - 2
Kernart > 2

Längen-Gewichtsbeziehungen: zeigt die Relation zwischen Längenwachstum und Gewichtswachstum in einer Fischpopulation und wird nach der empirischen Formel (z.B. WOOTON 1990) berechnet:

$$G = a \times L^b$$

Mit: G = Gewicht, a – „Konstante“, L – Totallänge, b – Längenexponent

Bei isometrischem Wachstum liegt der Längenexponent bei 3,0. Ist der Wert für „b“ größer oder kleiner als 3,0, weist dies auf ein positiv bzw. negativ allometrisches Wachstum hin.

Konditionsfaktor: zeigt den Zustand der Fische und wird nach der FULTONischer Formel berechnet:

$$K = (W / L^3) \times 100$$

Mit: W – Gewicht [g], L – Totallänge [cm]

Sörensen-Index: zeigt die Übereinstimmung der Artenzusammensetzung zweier Lebensräume. Die relative Häufigkeit der einzelnen Arten wird dabei nicht berücksichtigt. Er berechnet sich wie folgt:

$$S_i = 2N_{ab} / (N_a + N_b)$$

Mit: S_i = Sörensen Index, N_{ab} = Anzahl der gemeinsam vorkommenden Arten im Lebensraum a und b, N_a = Anzahl der Arten im Lebensraum a, N_b = Anzahl der Arten im Lebensraum b

Der Wert schwankt zwischen 0 und 1 und je höher er ist, desto größer ist die Ähnlichkeit der Artenzusammensetzung. Mit diesem Index wird die qualitative Ähnlichkeit der Nahrungskomponenten sowie die Artenzusammensetzung der Parasitengemeinschaften der Fischwirte berechnet.

Renkonen-Zahl: vergleicht die Übereinstimmung der Dominanzverhältnisse zweier Artengemeinschaften. Sie wird aus der Summe der niedrigeren relativen Häufigkeiten (Dominanzgrade) der gemeinsamen Arten berechnet. Bei einer absoluten Übereinstimmung der Dominanzverhältnisse entspricht die R-Zahl 100% bzw. 1.

$$R_i = \sum (P_{1\min} + P_{2\min} + \dots + P_{i\min})$$

Diversitätsindex (Shannon-Wiener-Index): zeigt die Artendiversität eines Lebensraums an.

$$H_s = - \sum (p_i \times \ln p_i) \quad p_i = n_i / N$$

$$H_{s\max} = \ln S$$

Mit: H_s = Diversitätsindex der s Arten, p_i = relative Häufigkeit der Art i, n_i = Individuenzahl der Art i, N = Individuenzahl der gesamten Probe, $H_{s\max}$ = maximal mögliche Diversität, S = Anzahl der Arten

Je mehr Arten vorkommen und je gleichmäßiger sie verteilt sind desto höher ist der H_s -Wert. In Lebensräumen mit Dominanzverhältnissen ist der H_s -Wert niedrig.

Äquität (Evenness): beschreibt die Dominanzstruktur (LOZAN & KAUSCH 1998). Sie setzt den Diversitätsindex (H_s) in Relation zur maximal möglichen Diversität und eliminiert damit die Auswirkungen unterschiedlicher Gesamtartenzahlen (STREIT 1980).

Der Index kann zwischen 0 und 1 liegen und je höher er ist desto gleichmäßiger sind die Arten verteilt. Nach MÜHLENBERG (1989) zeugt ein Wert ab 0,6 für einer zunehmend ausgewogenen Lebensgemeinschaft an. Berechnet wird der Index nach der Formel:

$$E = H_s / H_{smax} = H_s / \ln S$$

Mit: H_s = Diversitätsindex nach Shanon-Wiener, H_{smax} = maximal mögliche Diversität, S = Artenzahl

Der Spearman-Rang-Test: beurteilt die Zusammenhänge zwischen nicht normalverteilten Reihen. Mit diesem Test wird die Abhängigkeit der Prävalenzen und Intensitäten von der Wirtsgröße geprüft. Eine Größenklasse und die zugehörige Prävalenz bzw. Intensität bilden ein Rangpaar.

$$r = 1 - (6 \sum D^2) / (n(n^2 - 1))$$

Mit: r = Spearman-Rang-Korrelations-Koeffizient, n = Anzahl der Rangpaare, D = Differenzen der Rangplätze

Um den Lebensraum Flensburger Förde zu charakterisieren, wurden verschiedene Berichte von früheren parasitologischen Untersuchungen und statistische Erhebungen an anderen Orten der Ostsee herangezogen (siehe Literaturangaben)

2.5 Untersuchungsobjekte

In diesem Kapitel wird die Morphologie und Ökologie der untersuchten Wirte und Parasiten vorgestellt, wobei die vorgefundenen Parasiten stärker hervorgehoben werden.

2.5.1 Wirte

2.5.1.1 Copepoda

Die Mehrheit dieser artenreichen Gruppe der Crustacea lebt planktisch, und als Mikroherbivore – vor allem in marinen Biotopen - stellen sie ein wichtiges Bindeglied in der Nahrungskette dar. Sie durchlaufen während ihrer Entwicklung Nauplius- sowie mehrere Metanauplius- und Copepoditstadien.

Für die Systematik wird primär der Bau der zweiten Antenne, des Cephalothorax in Bezug zum Abdomen und des 5. Beinpaares herangezogen. Nachfolgend werden die im Plankton vorgefundenen und als Wirte identifizierten Copepoda näher behandelt. Die Beschreibung und Ökologie der Arten folgen PESTA (1928) und SARS (1921).

Calanoida

Acartia bifilosa (GIESBRECHT 1881)

A. bifilosa differenziert sich von anderen *Acartia*-Arten vor allem durch die Behaarung des hinteren Randes des letzten Thorakalsegments und der langen, sehr dichten fiederartigen Behaarung des letzten Abdominalsegments.

A. bifilosa ist typisch neritisch für alle polyhalinen Brackwassergebiete, deren Salinität über 10‰ liegt. Ihre Verbreitung erstreckt sich von den Shetland- Inseln bis in den Ärmelkanal, über die Mündungen größerer Flüsse in die Nordsee (Jadebusen, Cuxhaven, Helgoland) und im gesamten Ostseebereich.

Acartia discaudata (GIESBRECHT 1881)

Das letzte Thorakalsegment ist nackt oder mit winzigen Spitzen versehen. Das Abdomen ist nackt; das letzte abdominale Segment ist breit aufgefächert. Diese Art findet ihre optimalen Lebensbedingungen in mesohalinen Brackwassergebieten der Küstenzonen und ist daher - gegenüber den anderen *Acartia*-Spezies - eingeschränkter verbreitet. Sie ist an den Küsten der Britischen Inseln und Skandinaviens, in den Brackwasserzonen der Nordsee und in der Beltsee verbreitet.

Acartia tonsa (Dana)

Das letzte Thorakalsegment ist seitlich abgerundet, das Abdomen relativ kurz und ohne Stacheln; das Analsegment ist seitlich behaart. Diese Art ist in Brackgewässern des Pazifischen Ozeans heimisch, kommt aber auch im Atlantischen und Indischen Ozean vor. Sie wurde in die Ostsee eingeschleppt und bis zu einer Salinitätsgrenze von 3‰ (KESTING 1996) nachgewiesen.

Centropages hamatus (Lilljeborg 1853)

C. hamatus ist durch das letzte, seitlich ausgezogene Thorakalsegment gekennzeichnet; die erste Antenne reicht bis zum Furkaende. Das Weibchen besitzt einen Stachel vor der Genitalöffnung, das 5. Thoraxbein des Männchens ist zur Greifzange umgebildet. Diese Art lebt pelagisch - bevorzugt an der Oberfläche. Ihre Verbreitung erstreckt sich von der Adria über das Mittelmeer und den Nordatlantik bis in den südlichen Bereich der Ostsee.

Pseudocalanus elongatus BOECK 1872

Diese Art zeigt dorsal ein weiches und stromlinienförmiges Profil (TODD & LAVERACK 1991). Weitere Merkmale stellen das schmale Abdomen und die feine Bewimperung der

Innenränder der männlichen Furkaläste dar. Die ersten Antennen des Weibchens reichen bis knapp zum 2. Abdominalsegment.

P. elongatus hat eine diskontinuierliche Verbreitung: Schwarzes Meer, Adria, Atlantik, Nördliches Eismeer, Nordsee und südwestlicher Ostseebereich.

***Temora longicornis* (Müller 1792)**

Der Thorax ist auffällig eiförmig, die Furka linear und mindestens 7 mal so lang wie breit. Das 5. Beinpaar der Männchen ist asymmetrisch und endet rechts in einem Haken und links in einer Zange. *T. longicornis* ist omnivor, lebt küstennah pelagisch und kann ein bestimmendes Element der Zooplanktonzusammensetzung sein. Die Verbreitung der Art entspricht der von *Pseudocalanus elongatus*.

Cyclopoida

***Oithona atlantica* FARRAN 1908**

Diese Art ist vor allem durch das vorspringende Rostrum gekennzeichnet. Die Weibchen tragen nahezu senkrecht vom Körper abstehende, langgestreckte Eisäcke. *O. atlantica* ernährt sich räuberisch und ist ein typischer Hochseebewohner, der durch die Strömung zeitweilig in Küstenbereiche gelangt. Sie ist im Nord- und Südatlantik sowie im Indischen Ozean verbreitet. In der Nordsee entfällt ihre Hauptverbreitung in den nördlichen Teil. In der Ostsee wurde sie in der Kieler- und Neustädter Bucht nachgewiesen.

***Oithona similis* CLAUS 1863**

Diese Art unterscheidet sich von *O. atlantica* durch das ventral gebogene Rostrum. Die Weibchen tragen ihre Eisäcke langgestreckt, parallel zum Abdomen verlaufend. Diese Art gilt als eurytherm und euryhalin und lebt sowohl im Pelagial als auch in tieferen Wasserschichten. Nach OTTEN (1913) kann diese Spezies das dominierende Element des Zooplanktons darstellen, unterliegt aber starken saisonalen Fluktuationen. *O. similis* kommt weltweit vor, in der Ostsee endet ihre Verbreitung in der Danziger Bucht.

2.5.1.2 Gastropoda

Hydrobiidae

Diese Prosobranchia beinhalten neben ovipare auch parthenogenetische, vivipare Arten. Sie sind Substratfresser und bewohnen die oberen Sedimentschichten und das Phytal von Flachwasserbereichen und Ästuaren, wo sie können in hohen Dichten vorkommen. Für die Artenunterscheidung wird die Gehäuseform, die Rüssel- und Tentakelpigmentierung und der Bau des Kopulationsorgans herangezogen (JAGNOW & GOSSELCK 1987).

Hydrobia ulvae (PENANNANT 1777)

Diese Art ist getrenntgeschlechtlich, ihre Eikapseln werden auf dem Gehäuse abgelegt. Sie hat ein kurzes pelagisches Larvenstadium (MUUS 1967). *H. ulvae* besiedelt alle Sedimente bis auf Faulschlamm; im Gegensatz zu den anderen *Hydrobia*-Arten tritt sie auch in mäßig exponierten Gebieten auf (MUUS 1967). Ihre höchste Aktivität wird bei einer Kombination von hohem Salzgehalt (30‰) und hohen Temperaturen (30°C) erreicht (HYLLERBERG 1975). Die Fortpflanzungsperiode dauert von April bis September, ein Lebenszyklus umfasst 1½ bis 2 Jahre. Im Labor kann ein Alter von bis zu 6 Jahren erreicht werden. Die Tiere wachsen während ihrer gesamten Lebenszeit und können eine Höhe von 10 mm erreichen (HYLLERBERG 1986).

In der Ostsee reicht ihre Verbreitung von der Kieler Bucht bis in den Finnischen und Bottnischen Meerbusen (JAGNOW & GOSSELCK 1987). Diese Art bevorzugt Flachwasser, wird aber auch im Sublitoral bei einer Tiefe von 20 m (HAYWARD & RYLAND 1998) gefunden.

Hydrobia neglecta MUUS 1963

H. neglecta ist getrenntgeschlechtlich. Im Gegensatz zu *H. ulvae* hat sie kein pelagisches Larvenstadium. Diese Art wurde bei einer Salinitätsspanne von 10 – 30‰ (MUUS 1967, FENCHEL 1975) nachgewiesen. Ihre höchste Aktivität (ausgedrückt durch die Faecesproduktion) besitzt sie bei einer Kombination von 25‰ und 25°C (HYLLERBERG 1975). Fällt der Salzgehalt unter 8–10‰ kann sich *H. neglecta* nicht fortpflanzen (LASSEN & CLARK 1979). Die Reproduktion findet im Sommer statt (JAGNOW & GOSSELCK 1987).

H. neglecta besiedelt bevorzugt Habitate mit Pflanzenbewuchs (HAYWARD & RYLAND 1998). In der Ostsee kommt die Art in der Kieler Bucht vor, in der westlichen Mecklenburger Bucht selten (JAGNOW & GOSSELCK 1987).

Hydrobia ventrosa (MONTAGU 1803)

H. ventrosa ist wie die vorher beschriebenen Arten getrenntgeschlechtlich, legt ihre Eikapseln auf Steinen oder Artgenossen ab und hat kein pelagisches Larvenstadium (JAGNOW & GOSSELCK 1987). Die höchste Aktivität besitzt sie bei einer Kombination von 20‰ und 30°C, wobei - im Gegensatz zu den beiden anderen *Hydrobia*-Arten - die hohe Aktivität über eine große Temperatur- und Salinitätsspanne aufrechterhalten wird (HYLLERBERG 1975). *H. ventrosa* besiedelt trotz ihrer Sauerstoffmangelresistenz und ihrer geringen Ansprüche an das Sediment keine Faulschlammböden (ZIEGELMEIER

1966). Die Reproduktion findet von Mai bis August statt (JAGNOW & GOSSELCK 1987). In der Ostsee deckt sich die Verbreitung dieser Art weitgehend mit der von *H. ulvae*.

Potamopyrgus jenkinsi (SMITH 1889).

Diese Art ist im Gegensatz zu den anderen Hydrobiidae parthenogen und vivipar. Sie pflanzt sich das ganze Jahr hindurch fort, wobei sie einen niedrigen Salinitätstoleranzbereich zeigt: Die Salinitätspräferenz liegt bei 8‰, die Verbreitungsgrenze wird bei 24‰ erreicht (MUUS 1967). Die Art besiedelt alle Sedimente außer Faulschlamm; ihre Verbreitung in der Ostsee entspricht der von *H. ulvae* (JAGNOW & GOSSELCK 1987).

Littorinidae

Die Littorinidae zählen ebenfalls zu den Prosobranchia, sind getrenntgeschlechtlich und enthalten vivipare und ovipare Arten. Eine wichtige Rolle für die Artenunterscheidung spielen die Form und Farbe des Gehäuses, sowie dessen Mündungsform (JAGNOW & GOSSELCK 1987). Die Littorinidae sind weit verbreitet und spielen eine sehr bedeutende Rolle im Entwicklungszyklus vieler Parasiten aus verschiedenen Lebensräumen.

Littorina saxatilis (OLIVI 1792)

Diese Art ist vivipar und pflanzt sich von Mai bis Oktober fort. Ihre Embryonen werden allerdings das ganze Jahr über im Brutraum gefunden (JAGNOW & GOSSELCK 1987). In der Ostsee sind zwei Unterarten verbreitet: *L. saxatilis f. tenebrosa* (MONTAGU) und *L. saxatilis f. rudis* (DONOVAN). Im Untersuchungsgebiet wurde ausschließlich *L. saxatilis f. tenebrosa* gefunden. Sie unterscheidet sich vor allem durch die dunkelbraune Farbe der Schale von der anderen Unterart (MUUS 1967). *L. saxatilis f. tenebrosa* hat ihre untere Verbreitungsgrenze bei einem Salzgehalt von 7‰ (WENDLAND 1985). Diese Form ist sehr widerstandsfähig und verträgt über große Zeiträume Trockenheit und Nahrungsmangel (WENDLAND 1985). *L. saxatilis* ernährt sich von Kleinalgen und *Fucus*-Thalli, sie bewohnt bevorzugt das Phytal und steinige Böden. In der Ostsee erstreckt sich ihre Verbreitung vom Kattegatt bis Borholm (JAGNOW & GOSSELCK 1987).

2.5.1.3 Pisces

Gobiidae

Die Grundeln (Gobiidae) sind kleine Teleostier, die vor allem durch die Bauchflossen, die zu einer Art Saugnapf verwachsen sind, gekennzeichnet werden. Sie sind vorwiegend bodenlebende Fische des Flachwassers und unternehmen nur geringe Ortsveränderungen (MUUS & NIELSEN 1998). Bei vielen Arten findet sich ein Geschlechtsdimorphismus. Sie betreiben Brutpflege und ernähren sich von Benthosorganismen, Zoo-

plankton und manchmal von kleineren Fischen. Sie spielen oft eine wesentliche Rolle in der Nahrungskette der Biotope, vor allem wenn sie sich massenhaft vermehren.

***Pomatoschistus microps* (KRØYER 1838)**

Nach EDLUND et al. (1980) charakterisieren die Strandgrundel folgende Merkmale: am Ende der 1. Rückenflosse ist ein schwarzer Fleck zu erkennen, auf der Brustflossenbasis kommt ein winkliger Fleck vor, in der Regel ist im Unterkiefer keine Pigmentierung vorhanden, die Milz ist mit dunklen Melanophoren versehen. Die Fische verfügen über 42 – 52 Seitenlinienschuppen.

P. microps kann in der Ostsee eine Körperlänge von 50 mm erreichen und hat eine Lebensdauer von ca. 1,5 Jahren (ZANDER et al. 1993). Das Laichen erfolgt im Sommer unter leeren Muschelschalen; die Larven leben pelagisch und gehen bei einer Körperlänge von 12 mm zum Bodenleben über (MUUS & NIELSEN 1998). Die Nahrung besteht aus benthischen Organismen, hauptsächlich aus Würmern (Oligochaeta, Polychaeta) und Krebsen (Copepoda, Amphipoda, Isopoda).

Die Strandgrundel ist extrem euryhalin (HENNIG & ZANDER 1981) und toleriert sowohl reines Süßwasser als auch einen Salzgehalt bis zu 35 - 40‰ (TOTZKE 1976, MÖLLER-BUCHNER 1981). Nach TISCHLER (1979) ist diese echte Brackwasserart auch in der Lage eine große Temperaturschwankungen (5 - 30°C) zu ertragen. Es werden weichsandige bis schlammige Böden bevorzugt (KESTING 1996).

Nach HEALEY (1972) sucht *P. microps* im April den Flachwasserbereich auf und wandert im Winter - bei einer Wassertemperatur unter 5°C - in tieferes, wärmeres Wasser ab. Sie tritt überwiegend in Brackwassergebieten auf. In der Ostsee tritt sie bis in den finnischen Meerbusen hinein auf (MUUS & NIELSEN 1998).

***Pomatoschistus minutus* (PALLAS 1770)**

P. minutus unterscheidet sich von *P. microps* durch die ungeordnete und schwache Pigmentierung des Brustflossenansatzes. Am ventralen Bereich des Unterkiefers sind strichförmige und gut geordnete Pigmentzellen vorhanden. Die Milz ist nicht pigmentiert. Am hinteren Ansatz der ersten Dorsalen kommt ein rundlicher schwarzer Fleck vor. Auf der Seitenlinie sind 61 – 73 Schuppen vorhanden (EDLUND et al. 1980).

P. minutus wird größer als die zuvor beschriebene Art, sie wächst in der Ostsee in weniger als einem Jahr auf 6 cm (ZANDER 1998). Das Laichen erfolgt zwischen April und

August (EHRENBAUM 1905) in Flachwassergebieten unter leeren Muschelschalen. Sie führt eine lange suprabenthische Phase durch und geht später als *P. microps* - bei einer Körperlänge von 3 bis 4 cm - zum Bodenleben über (ARNDT 1964, ZANDER et al. 1993).

P. minutus bevorzugt sandige Böden und dringt im Gegensatz zu *P. microps* nicht weit in den limnischen Bereich vor (ARNDT 1964). Die Nahrungszusammensetzung und das Brutpflegeverhalten beider Arten ähneln sich. In der Ostsee reicht ihre Verbreitung weit in den Bottnischen Meerbusen hinein.

***Pomatoschistus pictus* (MALM 1865)**

P. pictus differenziert sich von den anderen Vertretern derselben Gattung durch paarige Pigmentflecken entlang der Körperseiten. An der dorsalen Seite der Brustflossenbasis befindet sich ein schwarzer Pigmentfleck. Der ventrale Bereich des Unterkiefers ist stärker pigmentiert. Die Milz weist kein Pigment auf und auf der Seitenlinie sind 35 – 41 Schuppen vorhanden (EDLUND et al. 1980).

Sie ist stenothermisch und bevorzugt harten, steinigen oder kiesigen Boden (EDLUND et al. 1980). Sie kommt im Flachwasser und auch in Bereichen bis 50 m Tiefe vor. Ihre Fortpflanzungsbiologie entspricht der von *P. minutus* (MUUS & NIELSEN 1998).

P. pictus ernährt sich hauptsächlich von Meiobenthos und Zooplankton (ZANDER 1997). Ihre Verbreitung erstreckt sich von Südnorwegen bis in den Küstenbereich des Ärmelkanals und der Britischen Inseln (MUUS & NIELSEN 1998). In der Ostsee wurde sie bis in die Lübecker Bucht nachgewiesen, ihre östliche Grenze ist ungeklärt (ZANDER 1997).

***Gobiusculus flavescens* (FABRICIUS 1779)**

G. flavescens wird durch große schwarze Pigmentflecken auf der Seite des Schwanzstiels gekennzeichnet, die Männchen besitzen zusätzlich einen Pigmentfleck hinter den Brustflossen (MUUS & NIELSEN 1999).

Die Schwimmgrundel lebt suprabenthisch - vorzugsweise im Algengürtel (ZANDER 1997). Oft sind große Schwärme nahe der Oberfläche zu beobachten (MUUS & NIELSEN 1998). Die bevorzugte Nahrung von *G. flavescens* ist Zooplankton (ZANDER 1997). Sie nimmt wie die anderen hier beschriebenen Gobiidae auch benthische Organismen auf.

Die Art tritt um Norwegen, um den Britischen Inseln, an der Atlantikküste Portugals und Spaniens auf. Sie fehlt an der Südostseite der Nordsee (MUUS & NIELSEN 1998). In der Ostsee kommt sie nur im bottnischen und finnischen Meerbusen nicht vor.

***Gobius niger* (LINNEAUS 1758)**

Die Schwarzgrundel ist durch den kurzen und hohen Schwanzstiel, den beschuppten Nacken, den schwarzen Pigmentfleck am Beginn der beiden Rückenflossen und durch die Neuromasten, die dem Kopf ein Muster verleihen, charakterisiert.

Wie die anderen Gobiidae bewohnt *G. niger* seichte Küstengewässer und Ästuare. Das Laichen erfolgt von Mai bis August auf Steinen oder im Pflanzenbewuchs; das Männchen betreibt Brutpflege. Die Nahrung besteht hauptsächlich aus Makrobenthos (ZANDER 1997).

Die Larven leben pelagisch und gehen bei einer Körperlänge von ca. 9 mm zum Bodenleben über (MUUS & NIELSEN 1998). Diese Art kann im Gegensatz zu den zuvor beschriebenen Arten mehr als eine Fortpflanzungsperiode überleben, während die anderen vier Arten nach der Fortpflanzung vor dem 2. Herbst sterben (ZANDER 1997).

MUUS & NIELSEN (1998) beschreiben eine Lebensdauer von mindestens 4 Jahren für diese Art; diesbezüglich kann sie größer werden als die anderen und eine Körperlänge von 18 cm erreichen. *G. niger* ist euryhalin. In der Ostsee erreicht ihre Verbreitung bis auf die Bottnischen Meerbusen (MUUS & NIELSEN 1998).

Syngnathidae

Diese Teleostier sind durch den fadenförmigen, mit Knochenringen bedeckten Körper, das Fehlen der Bauchflossen und die pipettenförmige Schnauze zu charakterisieren. Die Fortpflanzung vollzieht sich im Frühjahr und Sommer (NIKOLSKI 1957). Die Eier werden, mittels einer Legeröhre des Weibchens in die Bruttasche des Männchens abgelegt; die Eier können von verschiedenen Weibchen stammen (MUUS & NIELSEN 1998). Sie bewohnen vor allem Gebiete mit reichem Pflanzenbewuchs (NIKOLSKI 1957).

***Syngnathus typhle* (LINNAEUS 1758)**

S. typhle besitzt eine seitlich gedrückte Schnauze, deren Höhe beinahe der der postorbitalen Kopfreion entspricht und größer als der Augendurchmesser ist (EHRENBAUM 1905, HAYWARD & RYLAND 1998).

Eine Längsgrube an der Bauchseite der Männchen stellt die Bruttasche dar. Sie liegt unter zwei Hautfalten und kann bis 100 Eier aufnehmen (MUUS & NIELSEN 1998). Die Jungfische benutzen die Bruttasche als Unterschlupf bis sie eine Körperlänge von 2,5 cm erreicht haben (MUUS & NIELSEN 1998).

S. typhle lebt in küstennahen und brackigen Gewässern wie in der Ostsee (REMANE 1958). Die Art ernährt sich von planktischen Copepoden, Fischbrut und verschiedenen epibenthischen Organismen. Sie ist an den europäischen Küsten weit verbreitet. In der Ostsee fehlt sie im Bottnischen Meerbusen, während sie in der westlichen Ostsee die häufigste Art der Familie Syngnathidae darstellt (REMANE 1958).

Gasterosteidae

Diese kleinen Fische sind schuppenlos und besitzen Knochenplatten an den Körperseiten, deren Ausprägung für die Systematik der Unterarten herangezogen wird. Die vorderen Rückenflossenstrahlen stehen frei und sind zu Stacheln ausgebildet; ihre Anzahl ist für die Bestimmung entscheidend. Die Stichlinge (Gasterosteidae) kommen im Salz-, Brack- und Süßwasser der Nordhalbkugel vor (MUUS & NIELSEN 1998).

Gasterosteus aculeatus (LINNAEUS 1758)

G. aculeatus ist hochrückig und besitzt meist drei (selten zwei oder vier) Dorsalstacheln: die vorderen sind groß und kräftig, der letzte ist sehr klein und steht dicht vor der 2. Rückenflosse. Die Bauchflossen sind zu kräftigen langen Stacheln umgebildet.

Die Lateralbeschildung ist variabel. MÜNZIG (1959) bestimmt danach drei Formen: Forma *trachurus* (Lateralbeschildung besteht aus einer lückenlosen Reihe), Forma *semiarmatus* (Beschildung mit einer Lücke zwischen der vorderen Plattenreihe und dem Kaudalkiel) und Forma *leirus* (laterale Knochenplattenreihe kurz, bestehend aus vier bis zehn Platten in der pectoralen Körperregion). Die Ostseepopulation wird vorwiegend von der *f. trachurus* gebildet (MÜNZIG 1959).

Nach REMANE (1958) ist der Dreistachelige Stichling eine typisch euryhaline Art und in der Lage einen Salzgehalt von 40‰ zu tolerieren. *G. aculeatus* bildet Schwärme, zeigt einen Sexualdimorphismus und betreibt Brutpflege. Die Eier werden in ein aus Wasserpflanzen geformtes Nest abgelegt. Außerhalb der Paarungszeit werden Schwärme gebildet (MUUS & NIELSEN 1998).

Als Nahrung bevorzugt der Dreistachelige Stichling kleine Crustacea, Oligochaeta und Chironomidae (ZANDER et al. 1984b). Die Geschlechtsreife wird nach dem ersten Lebensjahr erreicht. Die Lebenserwartung beträgt maximal 3 Jahre (MUUS & NIELSEN 1998). Der Dreistachelige Stichling ist in Europa, Nordasien und Nordamerika weit verbreitet (NIKOLSKI 1957). Die Art tritt in der gesamten Ostsee auf.

Pleuronectidae

Die Pleuronectidae besitzen einen asymmetrischen, seitlich abgeflachten Körper. Die Anal- und Dorsalflossen sind sehr lang, letztere beginnt über dem oberen Auge. Die Augen liegen in der Regel auf der rechten Seite (ANISIMOVA 1983), eine Ausnahme bildet die Flunder mit ca. einem Drittel linksäugiger Exemplare (MUUS & NIELSEN 1999).

Die Plattfische sind bedeutende Vertreter der benthischen Fischgemeinschaft, die meisten haben eine wichtige wirtschaftliche Bedeutung. Die Eier sind pelagisch, die Vorlarven verfügen über einen symmetrischen Körper, leben ebenfalls pelagisch und gehen nach der Metamorphose zum Bodenleben über (ANISIMOVA & LAVAROWSKII 1983).

***Pleuronectes flesus* (LINNAEUS 1758) – Flunder**

P. flesus unterscheidet sich von anderen Pleuronectidae durch die knöchernen Knötchen an der Basis der Strahlen der unpaarigen Flossen und durch den knöchernen Kamm hinter den Augen (NIKOLSKI 1957). Diese echte Brackwasserart (REMANE 1958) laicht in der Küstenzone, jedoch außerhalb des Einflusses von Süßwasser (NIKOLSKI 1957). Die Laichzeit ist je nach Region unterschiedlich. Im Untersuchungsgebiet der Ostsee findet sie mit großer Wahrscheinlichkeit von Ende März bis Ende Mai statt (nach der Längentrückberechnung). Das Bodenleben der jungen Flunder beginnt bei einer Körperlänge von 11 mm (NIKOLSKI 1957). Die körperliche Umwandlung ist in diesem Stadium noch nicht abgeschlossen (MUUS & NIELSEN 1998).

Die Hauptnahrung der Flunder besteht aus benthischen Crustacea, Polychaeta und Bivalvia. Sie wandert ins Süßwasser und schwimmt in den Flüssen aufwärts - vor allem während der Zeit der Nahrungssuche.

In ihrem Verbreitungsgebiet bildet *P. flesus* eine Reihe geographisch unterschiedlicher Rassen. In der Ostsee hat die Flunder eine wichtige wirtschaftliche Bedeutung und ist über die gesamte Ostsee verbreitet, ausgenommen die Bottenwiek und dem östlichsten Teil des Finnischen Meerbusens (RHEINHEIMER 1996).

2.5.2 Parasiten: Kurze Beschreibung und systematische Übersicht

2.5.2.1 Protozoa

Die Einzeller (Protozoa) besiedeln die unterschiedlichsten Feucht- und Wasserbiotope; eine Vielzahl von ihnen parasitiert an den im marinen und im Süßwassermilieu lebenden Organismen.

Nachfolgend wird auf drei parasitische Arten in zwei verschiedenen Stämmen näher eingegangen, die bei Schnecken und Fischen des Untersuchungsortes gefunden wurden. Die folgende Systematik wird in Anlehnung an AMLACHER (1992) durchgeführt.

Stamm: Ciliophora

Klasse: Ciliata

Ordnung: Peritricha

Trichodina domerguei

Dieser weit verbreitete Kiemen- und Hautparasit von Fischen besitzt einen glockenförmigen Körper, zwei parallele Wimpernkranze an der Unterseite (Haftseite) und einen Wimpernkranz im oberen Bereich des Körpers. Die Haftseite verfügt über einen Zahnkranz. Die Zähne sind breit, ihre beide Teile biegen sich in die gleiche Richtung, extern sind sie abgerundet (Fig. 1,2 Platte I).

Nach BYKHOWSKI (1964) wird nach der Körpergröße, Lage des Mikronukleus im Bezug zum Makronukleus, sowie die Anzahl der Zähne und der Stria pro Zahn verschiedene Formen unterschieden. Bei den gefundenen Objekten handelt es sich um Exemplare der Forma *gobii* und der Forma *latispina*. Während bei der Forma *gobii* meistens 21 Zähne mit je sechs Striae vorhanden sind, werden bei der Forma *latispina* 29 Zähne mit je vier Striae gezählt. Der Mikronukleus liegt bei der letzten parallel zum Ende des Makronukleus, bei der Forma *gobii* hingegen liegt er nur nah zum Ende des Makronukleus. Die Forma *latispina* ist größer.

Die Vermehrung erfolgt durch Querteilung (AMLACHER 1992). Das Eindringen in das Wirtsepithelium wird durch proteolytische Enzyme ermöglicht (FRANK 1962). In der Ostsee wurde die Gattung *Trichodina* bei Gasterosteidae und Syngnathidae festgestellt (BARZ 1997, ZANDER et al. 1998).

***Glossatella* sp.** BÜTSCHLI 1889

Diese Ciliaten verfügen über einen verlängerten, pokalförmigen Körper, der an der Fußsohle verengt ist. Sie besitzen Mundspiralcilien an der vorderen Körperregion und eine Haftscheibe am distalen Pol (Scopula). Der Makronukleus liegt in der Körpermitte, der Mikronukleus etwas seitlich über dem Makronukleus.

Glossatella sp. wurde auf der Haut und an den Kiemen verschiedener Meeres- und Süßwasserfische nachgewiesen (ROBERTS 1981). Nach SCHÄPERCLAUS (1954) sind die *Glossatella*-Arten reine Raumparasiten. Sie ernähren sich von Mikroorganismen und vom im Wasser gelösten Bestandteilen. Die schädigende Wirkung ist besonderes auf den

Haftmechanismus zurückzuführen, der eine Deformation und Zerstörung des Zellenepitheliums des Wirts bewirkt (WASILKOW et al. 1989). Diese festsitzenden Ciliaten können in großer Anzahl die Kiemen und die Haut von Fischen besiedeln (KOMAROWA 1982).

Stamm: Sporozoa

Klasse: Microsporea

Ordnung: Microsporidia

Glugea anomala (MONIEZ)

Die Gestalt dieser Microsporidien ist eiförmig; es sind Sporen mit Sporoplasma und einem aufgerollten Polfaden (ROBERTS 1981).

Eine Infektion erfolgt nach SCHÄPERCLAUS (1954) durch die Aufnahme der Sporen durch den Darmkanal. Die Sporen können nach MÖLLER & ANDERS (1983) mittels Stapelwirten, wie Copepoda, oder durch die Aufnahme von sporenhaltigem Gewebe in den Wirt gelangen. Ist die Wirtszelle erreicht, erfolgt die Ausstülpung des Polfadens. Durch dessen Hohlraum gelangt dann das gesamte Sporoplasma in die Wirtszelle. Im Cytoplasma der Wirtszelle wachsen die Parasitenkeime zu Meronten heran und durchlaufen dort mehrere Schizogonie-Stadien. Die befallenen Zellen hypertrophieren sehr stark und bilden weißliche Cysten, in denen aus jedem Trophozoiten zwei Sporen hervorgehen (MEHLHORN & PIEKARSKI 1998). In der perlenartigen Beule, die aus dem Bindegewebe des Wirtes gebildet wird, befindet sich die Eigenmembran von *G. anomala*. Das parasitäre Endoplasma enthält zahlreiche Kerne und Sporoblasten (DOFLEIN 1901).

G. anomala befällt hauptsächlich die Cornea, die Schwimmblasenwand sowie Darm und Hoden von Stichlingen; manchmal ist sie auch bei *Gobius minutus* (SCHÄPERCLAUS 1954) anzutreffen. In der Ostsee ist diese Protozoa-Art bei Stichlingen festgestellt worden (KESTING 1996, BARZ 1997, ZANDER et al. 1999).

2.5.2.2 Metazoa

Viele Metazoa (Vielzeller) leben parasitisch. Im Untersuchungsgebiet wurden Vertreter der Plathelminthes, Nematelminthes, Acanthocephala und Copepoda festgestellt.

2.5.2.2.1 Plathelminthes

Während Turbellaria überwiegend frei leben, sind die Mehrheit der Arten dieses Stammes Parasiten. Ihre Systematik ist sehr umstritten. In dieser Arbeit wird die Ansicht russischer Parasitologen - u.a. BYCHOWSKI (1957) und GINEZINSKAJA (1961) - geteilt, wel-

che die Monogenea, die Cestoda und die Digenea (Trematoda) als selbständige Klassen betrachten.

Monogenea

Diese Helminthen sind überwiegend Ektoparasiten. Sie verfügen über gut entwickelte Haftorgane, deren Morphologie und Anzahl wichtige taxonomische Merkmale darstellen. Die Monogenea sind Hermaphroditen. Ihre Ontogenese verläuft direkt. Sie parasitieren bei parasitischen Asseln, Tintenfischen, Knochenfischen, Rochen, Haien, Meeressäugern, Amphibien und Reptilien (BYCHOWSKI 1957).

Gyrodactylidae

Diese Familie beinhaltet viele Arten, die oft sehr wirtsspezifisch sind (MELHORN & PIEKARSKI 1998). Sie sind vivipar mit Polyembryonie: das erstgeborene Individuum enthält bereits einen Embryo, dieses ein Drittes und das dritte ein Viertes. Die Tochterindividuen sind vollständig entwickelt und gleichen den Elterntieren bereits bei der Geburt (BYCHOWSKI 1957). Die jungen Tiere verlassen das Elterntier mit vollständig ausgebildetem Genitalsystem bereit, ein neues Mikrohabitat auf dem selben Wirt zu besetzen oder einen anderen Wirt durch direkten Kontakt zu infestieren. Sie ernähren sich von Oberhautzellen verschiedener Fischarten, die von der gereizten und schleimenden Haut abgeschieden werden (SCHÄPERCLAUS 1954), parasitiert werden Haut, Flossen und Kiemen.

***Gyrodactylus* spp.** (NORDMAN 1832)

Diese Monogenen sind augenlos, ihr Körper besitzt zwei lappenähnliche Auswüchse an der Kopfseite und eine Haftscheibe an der Unterseite. Die Kopfauswüchse sind beweglich und enthalten jeweils ein Drüsenbündel; die Haftscheibe ist mit zwei Zentralhaken und 16 Randhaken bewaffnet. Die Zentralhaken sind durch breite Chitin-Plättchen verbunden (Fig. 3 und 4, Platte I).

ALVAREZ PELLITERO (1988) bezeichnet die Gattung als kosmopolitisch. In der Ostsee (Arkona Becken, Mecklenburger Bucht, Salzhaff) fand LÜTHEN (1988) *G. unicopula* bei Flundern. Bei Grundeln parasitiert *G. groenlandicus* (SCHÄPERCLAUS 1954).

Digenea

Die Digenea leben endoparasitisch, sind zwittrig und durchlaufen einen komplizierten Entwicklungszyklus mit Generations- und Wirtswechseln. Die Mehrheit der Digenea besitzt zwei Saugnäpfe, deren Bau und Anordnung neben der des Verdauungstraktes und der Fortpflanzungsorgane als systematische Merkmale herangezogen werden. Ihr

Entwicklungszyklus kann vollständig im terrestrischen bzw. aquatischen Lebensraum oder in beiden Lebensräumen ablaufen.

Das befruchtete Ei gibt eine bewimperte Larve (Miracidium) frei. Diese befällt innerhalb kürzester Zeit den ersten Zwischenwirt, in der Regel einen Mollusken (Gastropoda oder Bivalvia), und wandelt sich in die Sporocyste um. Die Sporocyste stellt die fortpflanzungsfähige Einheit der 1. Generation dar. Sie vermehrt sich asexuell und bildet die zweite Generation: die Redie. Die Redien vermehren sich ebenfalls asexuell und geben die dritte Generation (Cercarie) frei. Die Cercarien sind freischwimmend und suchen je nach Art aktiv oder passiv den zweiten Zwischenwirt (meistens Crustacea) auf. Im zweiten Zwischenwirt encystieren sie sich in der Regel und entwickeln sich zu Metacercarien weiter. Der befallene zweite Zwischenwirt wird vom Endwirt als Nahrung aufgenommen. Hier reifen die Parasiten im Verdauungstrakt heran und ihre Eier werden vom Wirt mit dem Kot in das Wasser ausgeschieden.

Innerhalb der Digenea existieren Arten, die diesen typischen Entwicklungszyklus abkürzen. Beispielsweise kann sich aus dem Miracidium direkt die Redien-Generation entwickeln oder aus der Sporocysten-Generation weitere Tochtorsporocysten, die dann ohne Redien-Generation direkt die Cercarien bilden. Auch die Anzahl der Wirte kann verringert werden. Dieses Phänomen ist vor allem bei Brackwasserindividuen zu beobachten. In der Regel fällt dann der zweite Zwischenwirt aus und im ersten Zwischenwirt erfolgt die Entwicklung bis zum Metacercarien-Stadium. Bei vielen Digeneaarten können aber auch weitere Wirte in Anspruch genommen werden, wenn nach dem zweiten Zwischenwirt ein Transport- oder Stapelwirt eingeschaltet wird.

Familie Acanthostomatidae

Acanthostomum balthicum REIMER 1996.

Als erste Zwischenwirte werden *Hydrobia ulvae* und *H. ventrosa* beschrieben (ZANDER et al. 2000). Die Metacercarien encystieren sich in Fischen, an der Mundhöhle, den Kiemen, der Muskulatur oder im Mesenterium. Die Cyste ist oval. Die Metacercarie verfügt um den Mundsaugnapf herum über einen Stachelkranz (Fig. 18, Platte III). Der Mundsaugnapf ist groß und trichterförmig. An den Seiten des kleinen Pharynx sind Ocellen vorhanden. Die Hoden liegen übereinander im hinteren Körperteil. Als zweite Zwischenwirte können Grundeln, Stichlinge und Seenadeln fungieren. Nach REIMER et al. (1996) ist *Syngnathus typhle* der Endwirt von *A. balthicum*, in dessen Hinterdarm die adulten Individuen leben. In der Ostsee wurde diese Art bei den Familien Gobiidae, Ga-

sterosteidae, Syngnathidae und Zoarcidae festgestellt (REIMER et al. 1996, ZANDER et al. 1999).

Familie Heterophyidae

Aphalloides timmi Reimer 1970

Der Körper ist oval, die Saugnäpfe sind klein. Auf der Höhe des Ösophagus sind zwei Pigmentflecken zu erkennen. Der Mundsaugnäpf ist kleiner als der Bauchsaugnäpf. Die Hoden liegen nebeneinander am Hinterende des Körpers; das Ovar ist gelappt.

REIMER (1970) beschreibt die Art als zweiwirtig. Als erster Zwischenwirt dient *Hydrobia ulvae*, in deren Mitteldarmdrüse sich die Cercarien aus den Redien entwickeln. Die Cercarien verfügen über zwei Ocellen, gut ausgebildete Saugnäpfe und einen Ruderschwanz ohne Flossensäume. Bohrdrüsen sind nicht vorhanden. Sie dringen aktiv in den Endwirt ein. Über den Kiemenstrom gelangen sie in die Mundhöhle, wandern in den Ösophagus und bohren sich zur Leibeshöhle durch, wo sie geschlechtsreif werden (REIMER 1970).

Diese Art wurde bisher nur bei Gobiidae der Ostsee festgestellt (REIMER 1970, 1995; JACOBSEN et al. 1971; KOÇOĞLU 1998; ZANDER et al. 1999).

Familie Monorchidae

Asymphylogora demeli Markowski 1935

Als erste Zwischenwirte fungieren Prosobranchia der Gattung *Hydrobia*, in denen sich die Redien und Cercarien entwickeln (STROHBACH 1999). Nach Angaben von REIMER (1970) und STROHBACH (1999) können die Hydrobiden auch als zweiter Zwischenwirt fungieren. Ob die Cercarien dann den ersten Zwischenwirt verlassen oder es sich um eine Abkürzung des Lebenszyklus (ohne Wirtswechsel) handelt, wurde nicht geklärt.

Als zweite Zwischenwirte können aber auch andere Mollusken und Polychaeten dienen. Hier encystieren sich die Metacercarien und gelangen als Nahrung in den Endwirt. Endwirte können verschiedene Gobiidae und Cyprinidae sein, in deren Darm die Adulti leben (BAUER 1987). Diese charakterisieren sich vor allem durch eine Körperbeschuppung, das Vorhandensein eines einzigen Hodens und die ausgedehnten, schmalen Dotterstöcke an den Körperseiten. Die Saugnäpfe sind fast gleichgroß, der Cirrus ist gestachelt. Die Art ist weit verbreitet; in der zentralen Ostsee stellt die Plötze (*Rutilus rutilus*) den Hauptwirt dar (REIMER 1970).

Familie Hemiuridae

Brachyphallus crenatus (RUDOLPHI 1802) ODHNER 1905

Dieser Hemiuridae ist durch einen länglichen Körper mit gut entwickeltem Ecsoma gekennzeichnet. Die Cuticula ist geringelt, und die Bauch- und Mundsaugnäpfe sind fast gleich groß (Fig. 19, Platte III). Die hermaphroditische Bursa fehlt. Als ersten Zwischenwirt beschreibt KØIE (1992) *Retusa obtusata*, als zweiter Zwischenwirt fungieren verschiedene Calanoida. KØIE (1992) fand Metacercarien in Chaetognathen und Ctenophoren, die als Transport-Zwischenwirt dienen können.

Als Endwirt dienen verschiedene Meeres- und Wanderfische, in deren Darmtrakt die adulten Individuen leben. In der Ostsee wurde *B. crenatus* bei Fischen der Familien Percidae, Gasterosteidae, Pleuronectidae, Clupeidae, Gobiidae u.a. nachgewiesen.

Bunocotyle cingulata ODHNER 1928

Der Körper von *B. cingulata* ist an der Ebene der Saugnäpfe von jeweils einer ringförmigen Cuticula umgeben. Der Bauchsaugnapf befindet sich in der vorderen Körperhälfte. Die Hoden liegen übereinander. Die Cuticula ist glatt.

Als erster Zwischenwirt dienen verschiedene *Hydrobia*-Arten, in deren Mitteldarmdrüsen sich die Redien und cystophoren Cercarien (Fig. 11, Platte II) entwickeln. Zweite Zwischenwirte sind Calanoida. Metacercarien wurden nach BAUER (1987) bei Mysidaceen (*Mysis microphthalma*) des Kaspischen Meeres gefunden. *B. cingulata* verfügt über progenetische Formen die entweder in Copepoden oder sogar in Hydrobien ausreifen können (REIMER 1961, REIMER et al. 1996). Die Adulti befallen Magen und Darm verschiedener Fische.

Dieser Parasit ist weit verbreitet. In der Ostsee wurde *B. cingulata* als typisch für *P. pungitius* beschrieben (JACOBSEN et al. 1971, ZANDER 2001). REIMER et al. (1996) fand die Art bei Percidae in der östlichen Ostsee. ZANDER et al. (1999) registrierte sie in *G. flavescens* der Wismarer Bucht.

Hemiurus communis ODHNER 1905

Der Körper von *H. communis* besitzt ebenfalls ein gut entwickeltes Ecsoma, das manchmal eingestülpt vorliegt (Fig. 14 und 15, Platte III). Die Cuticula ist fast bis zum Rumpfende geringelt, der Mundsaugnapf liegt subterminal und ist kleiner als der Bauchsaugnapf. Der Cirrusbeutel befindet sich am Hinterende des Bauchsaugnapfes. KØIE (1995) beschreibt als ersten Zwischenwirt die Schnecke *Retusa truncatula*, in der sich die Cercarien in einem sporocystenähnlichen Germinalsack entwickeln. Als zweite

Zwischenwirte dienen neben Copepoden auch Chaetognathen und Ctenophoren (KØIE (1995)). Die Endwirte stellen verschiedene Meeresfische dar.

In der Ostsee wurde *H. communis* u.a. bei Gadidae, Clupeidae, Gasterosteidae, Gobiidae, Pleuronectidae, Anguillidae, Esocidae festgestellt.

Hemiurus luehei (ODHNER 1905)

Im Unterschied zu *H. communis* besitzt *H. luehei* einen länglichen, dünnen Körper (Fig. 16, Platte III). Die Saugnäpfe liegen nahe beieinander und befinden sich im vorderen Körperbereich. Der Bauchsaugnapf ist größer als der Mundsaugnapf. Die Cuticula ist vom Mundsaugnapf bis zu den Hoden geringelt.

KØIE (1990) beschreibt als ersten Zwischenwirt die opisthobranche Schnecke *Philine denticulata*, als zweiter Zwischenwirt kommen verschiedene calanoide Copepoda in Frage. Metacercarien sind von KØIE (1990c) bei den Chaetognatha gefunden worden. *H. luehei* kommt als Adultus im Magen-Darmtrakt von Meeres- und Wanderfischen vor. In der Ostsee wurden u.a. Percidae, Clupeidae, Gadidae und Pleuronectidae als Endwirt festgestellt (PALM et al. 1999).

Familie Heterophyidae

Cryptocotyle concavum (CREPLIN 1825)

Nach REIMER (1970) werden die Eier mit der Nahrung vom ersten Zwischenwirt (prosobranche Gastropoda der Gattung *Hydrobia*) aufgenommen. Im Hepatopankreas des ersten Zwischenwirtes entwickeln sich die Sporocysten, Redien und Cercarien. Die Cercarien sind relativ klein, besitzen Pigmentflecken am Körper und einen Ruderschwanz, an den zwei laterale Flossensäume mit je zwei Flossenstrahlen angrenzen. Ein Bauchsaugnapf ist nicht vorhanden.

Die ausgebildeten Cercarien verlassen den ersten Zwischenwirt und suchen aktiv den zweiten auf, in welchem sie sich encystieren und zu Metacercarien heranwachsen. Die Cyste ist in der Regel rund und die Metacercarie oval geformt (Fig. 27-28, Platte IV). Die Ansätze der Hoden liegen in einer Horizontalen (BAUER 1987). Die Cysten findet man in der Haut, in den Kiemen, in den Nieren und in anderen Organen verschiedener Fische, wo sie von einer melaninhaltigen Pigmentkapsel umgeben werden.

Als zweite Zwischenwirte werden Gobiidae, Syngnathidae, Pleuronectidae und Gasterosteidae bevorzugt. Als Endwirte dienen fischfressende Vögel und Säugetiere. In der

Ostsee werden nach Angaben von REIMER (1970) Vögel der Anatidae, Gaviidae, Laridae, Phalacrocoracidae oder Podicipedidae als Endwirte bevorzugt.

Cryptocotyle lingua (CREPLIN 1825) FISCHOEDER 1903

Die Entwicklung verläuft ähnlich wie bei *C. concavum*. In der Ostsee werden neben Littorinen auch Hydrobien als erster Zwischenwirt genutzt (REIMER 1970). Die Redien sind größer als die von *C. concavum* und sind leicht gelblich pigmentiert. Diese Pigmentierung wird durch die Aufzehrung der Gonaden des Zwischenwirtes hervorgerufen. Der Cercarienkörper ist ebenfalls größer als der von *C. concavum* und besitzt einen Ruderschwanz mit dorsoventralen und lateralen Flossensäumen, Flossenstrahlen fehlen.

Als zweiter Zwischenwirt fungieren in der Ostsee Gadiidae und kleinere Fische der Gobiidae, Syngnathidae und Clupeidae. Im zweiten Zwischenwirt encystieren sich die Cercarien - vorwiegend in der Muskulatur und auf den Flossen – und werden zu Metacercarien. In diesem Metacercarien-Stadium sind sie durch die größere und ovale Form ihrer Cysten von *C. concavum* zu unterscheiden. Der Metacercarienkörper ist länglicher und die Ansätze der Hoden liegen leicht schräg übereinander. Die Adulten werden im Magen-Darmtrakt fischfressender Vögel und Säuger geschlechtsreif (BAUER 1987).

Familie Lecithasteridae

Lecithaster confusus (ODHNER 1905)

Die Cuticula ist glatt, der Bauchsaugnapf befindet sich in der ersten Körperhälfte (Fig. 17, Platte III). Die Hoden liegen leicht diagonal über dem gelappten, vierflügeligen Ovarium. Der unpaarig Dotterstock bestehet aus 7 - 8 Lappen und ist sternförmig. Die Samenblase reicht über die hintere Kante des Bauchsaugnapfes hinaus (BAUER 1987).

Als erster Zwischenwirt dient die Schnecke *Odostomia trifida* (HUNNINEN & CABLE 1943B, YAMAGUTI 1975, BAUER 1987), als zweiter Zwischenwirt werden die Copepoda *A. tonsa* und *C. hamatus* beschrieben. Die Adulti wurden in der Ostsee im Darm von *B. belone*, *C. harengus*, *G. aculeatus* und *G. flavescens* festgestellt (PALM et al. 1999).

Familie Derogenidae

Magnibursatus caudofilamentosa (REIMER 1971), GIBSON & KØIE 1991

Der Körper ist geringelt. Der Mundsaugnapf liegt ventral-subterminal und ist von Papillen umgeben. Der Bauchsaugnapf ist groß und kann bis zu einem Drittel der Körperlänge betragen. Ein Präpharynx ist nicht vorhanden. Die Hoden liegen im Hinterleib übereinander direkt über dem Dotterstock.

Als ersten Zwischenwirt beschreibt REIMER (1971) die prosobranche Schnecke *Rissoa membranacea*, in der sich die Cercarien entwickeln. Der zweite Zwischenwirt ist noch nicht vollständig identifiziert. Nach GIBSON & KØIE (1991) kommen verschiedene harpacticoide Copepoda in Frage, bei denen unter Laborbedingungen eine Infizierung mit bis zu 8 Metacercarien gelungen ist. Als Endwirte werden vorwiegend Gasterosteiden genutzt, bei denen der Parasit auf der Innenseite des Kiemendeckels, in der Kiemenhöhle und auf den Kiemen zu finden ist. In der Ostsee wurde dieser Parasit hauptsächlich bei *G. aculeatus*, aber auch bei *G. niger* festgestellt (REIMER et al. 1996).

Familie Diplostomidae

Tyloodelphys clavata (NORDMANN 1832)

Der Körper hat eine helle Färbung. Der Mundsaugnapf ist größer als der Bauchsaugnapf. Das brandessche Organ ist oval mit längs verlaufender, ventraler Spalte.

Der erste Zwischenwirt ist die Schnecke *Radix ovata* (YAMAGUTI 1975). Den zweiten Zwischenwirt stellen verschiedene Fische, bei denen sie als Metacercarien vorkommen. Im Metacercarien-Stadium bildet *T. clavata* keine Cyste und lebt frei im Glaskörper der Augen vieler Cypriniformes, Gobiidae, Coregonidae, Salmonidae, Clupeidae und Gasterosteidae (BAUER 1987). Als Endwirte dienen Vögel der Gattung *Podiceps* (YAMAGUTI 1975). In der Ostsee wurde diese Art mehrmals von verschiedenen Autoren, besonders bei Stichlingen, festgestellt.

Familie Opecoelidae

Podocotyle atomon (RUDOLPHI 1802), ODHNER 1905

Die Adulti dieser Digenea haben einen länglichen bis birnenförmigen Körper (Fig. 20-25, Platte IV). Der Bauchsaugnapf ist doppelt so groß wie der Mundsaugnapf; das Ovar liegt vor den übereinander liegenden Hoden und ist gelappt. Die Geschlechtsöffnung befindet sich nahe des Pharynx.

Mit dem Kot des Wirtes werden die Eier ins Wasser ausgeschieden. Die aus den Eier geschlüpften Miracidien dringen in den ersten Zwischenwirt ein. Als erster Zwischenwirt dienen hauptsächlich Schnecken der Gattung *Littorina*. In der Ostsee ist hauptsächlich *L. saxatilis* erster Zwischenwirt, in deren Mitteldarmdrüsen sich die Muttersporocysten bilden. Diese produzieren die Tochttersporocysten, in denen wiederum sich die cotylo-microcercen Cercarien (REIMER 1970) entwickeln. Diese Cercarien befallen aktiv den zweiten Zwischenwirt.

Wichtige zweite Zwischenwirte sind Amphipoda der Gattung *Gammarus*, es werden aber auch Isopoda und manchmal Mysidacea und Crangonidae genutzt (HUNNINEN & CABLE 1943a, REIMER 1970, KØIE 1981, GOLLASCH et al. 1996). Im Haemocoel des zweiten Zwischenwirtes encystiert sich *P. atomon* und bildet (bei *Gammarus*), nach Angaben von REIMER (1970) und KØIE (1981) eine jüngere, progenetische, und eine ältere, metagenetische, Metacercarie. Durch die Nahrungskette gelangt *P. atomon* in seinen Endwirt – einen Fisch, in dessen Verdauungstrakt er geschlechtsreif wird.

Diese Art ist weltweit verbreitet. In der Ostsee wurde die Art wiederholt bei den verschiedensten Fischarten festgestellt (PALM et al. 1999).

Microphallidae

Diese Digenea durchlaufen in der Regel einen 3-Wirte-Zyklus. Viele Microphallidae zeigen eine Verkürzung ihres Lebenszyklus auf zwei Wirte. Aus diesem Grund können Sporocysten mit Cercarien und encystierte Metacercarien gleichzeitig beim ersten Zwischenwirt vorkommen. Die Metacercarien weisen eine bestachelte Cuticula auf. Sie sind auf der Nordhalbkugel weit verbreitet (DEBLOCK & TRAN VAN KY 1966).

***Maritrema subdolum* JAEGERSKIÖLD 1909**

Den ersten Zwischenwirt stellen Hydrobien, in deren Hepatopankreas sich die Sporocysten mit den Cercarien entwickeln. Die Cercarien sind mit einem Stilet bewaffnet und besitzen acht Bohrdrüsen in der Nähe des Mundsaugnapfes. Beim Verlassen des ersten Zwischenwirtes suchen sie aktiv den zweiten Zwischenwirt auf.

Als zweiter Zwischenwirt dienen benthische Crustaceen der Gattungen *Gammarus*, *Idotea*, *Sphaeroma* und Cirripedia, in deren Thorax/Abdomen sich die Metacercarien encystieren (DEBLOCK & TRAN VAN KY 1966).

Die Cysten sind rund und verfügen über eine zweiwandige, dicke Hülle. Die Hoden liegen horizontal und werden zusammen mit der y-förmigen Exkretionsblase vom Dotterstock umrandet. Endwirte von *M. subdolum* sind Vögel (Charadriiformes, Anseriformes). REIMER (1963) wies im Darm von Fischen freie Metacercarien von *M. subdolum* nach. In diesem Fall kann von einem 4-Wirte-Zyklus, bei dem die Fische die Stapel- bzw. Transportwirte darstellen, gesprochen werden. Es bleibt die Frage offen, ob die Metacercarien in der Lage sind, die Zeit der Passage vom Fisch zum Vogel am Leben zu bleiben. Falls nicht, müsste der Fisch eher als Fehlwirt betrachtet werden.

Microphallus claviformis (BRANDES 1888)

Wie bei dem vorher beschriebenen Microphalliden kann *M. claviformis* einen 2 bis 4-Wirte-Zyklus durchlaufen. Im Entwicklungszyklus werden die gleichen Wirte befallen wie bei *M. subdolum*. Die Cercarien unterscheiden sich von der vorherigen Art durch die Körpergröße und die Form des Stilets. Die Cercarien von *M. claviformis* sind kleiner und besitzen ein keilförmiges Stilet; das von *M. subdolum* ist lanzettenförmig und ventral gebogen (DEBLOCK 1980). Die Cysten von *M. claviformis* sind oval und besitzen eine zweischichtige Hülle (Fig. 9, Platte II).

Individuen, die als zweiten Zwischenwirt einen Krebs genutzt haben, besitzen im Durchschnitt einen Durchmesser von 170µm und sind somit größer als jene, die den abgekürzten Zyklus durchlaufen und im Durchschnitt 140µm aufweisen (DEBLOCK 1980, REIMER 1963). Die Geschlechtsorgane sind schlecht sichtbar. Als Endwirte werden Watvögel, Alken und Möwen bevorzugt (REIMER 1963).

Microphallus papillorobustum (RANKIN 1940)

Die ersten Zwischenwirte dieser Microphallidae sind ebenfalls Gastropoda der Gattung *Hydrobia*. Die Cercarien sind größer und besitzen auch ein keilförmiges Stilet, dessen Profil jedoch im Gegensatz zu *M. claviformis* viereckig geformt ist (DEBLOCK, 1980). Der zweite Zwischenwirt kann sowohl von amphipoden als auch von decapoden Krebse gestellt werden (BELOPOLSKAJA 1957, DEBLOCK 1980).

Die Cysten sind groß und leicht oval (Fig. 10, Platte II). Im Gegensatz zu *M. subdolum* und *M. claviformis* ist die Hülle einfach und nicht zweischichtig. Die Metacercarien haben gut erkennbare Geschlechtsorgane.

Microphallus pygmeus LEVENSEN

Unter den Microphallidae zeigt *M. pygmeus* die stärkste Reduktion des Entwicklungszyklus: Die Sporocysten entwickeln sich im Hepatopankreas und den Gonaden des ersten Zwischenwirtes – Prosobranchia der Gattung *Littorina* (JAMES 1969, WERDING 1969, LAUCKNER 1984a). In der Sporocyste läuft die Entwicklung von Keimballen über eine undifferenzierte Cercarie bis hin zu einer unencystierten Metacercarie ab (WERDING 1969, LAUCKNER 1980). Die Metacercarien verbleiben unencystiert in den Sporocysten und gelangen mit dem Zwischenwirt als Nahrung in den Endwirt. Als Endwirt dienen Vögel der Anseriformes und Charadriiformes (DEBLOCK & TRAN VAN KY 1966, JAMES 1968, WERDING 1969).

***Cercaria microphallidarum* Nr. 2 nov. sp.** REIMER 1963

Diese Cercarie verfügt über ein keilförmiges Stilett und vier Bohrdrüsen. Die Form des Stilettts stimmt mit der von *M. claviformis* überein. Nach der Beschreibung von DEBLOCK (1980) ähnelt diese Spezies *Microphallus breviatus*. Die Sporocysten mit Cercarien treten bei *Hydrobia* spp. auf. REIMER (1963) fand dieses Spezies bei *H. stagnalis* vor Hiddensee und im Greifswalder Bodden.

***Cercaria microphallidarum* Nr. 4 nov. sp.** REIMER, 1963

Es handelt sich um eine Microcerca-Cercarie, wobei von der Schwanzanlage nur noch wenige Zellen vorhanden sind, die am Körperende der Cercarie ein Kügelchen bilden (REIMER, 1963). Diese Cercarien wurden bei Prosobranchia der Gattung *Hydrobia* festgestellt (Fig. 8, Platte II). Der Entwicklungszyklus konnte bis dato nicht geklärt werden.

REIMER (1963) vermutet ein aktives Aufsuchen des zweiten Zwischenwirtes, doch bleibt unklar, wer als zweiter Zwischenwirt fungiert. REIMER (1963) wies diese Cercarien bei *Hydrobia stagnalis* vor Hiddensee nach, KREFT (1984) und WENDLAND (1985) fanden sie bei *H. ulvae* aus der Schlei.

Notocotylidae LÜHE

Nach ODENING (1984) verläuft die Entwicklung diese Digenen über einen 2-Wirtes-Zyklus: in prosobranchen Schnecken entwickeln sich die Sporocysten oder Redien mit Cercarien. Die Cercarien verlassen bereits vor Abschluss ihrer Entwicklung den ersten Zwischenwirt und encystieren sich im Freien an Pflanzen oder am Substrat. Endwirte können Vögel oder Säugetiere sein (SPREHN, 1960).

In der Ostsee wurden Vertreter der Notocotylidae bei verschiedenen Hydrobien festgestellt (WENDLAND 1984, KREFT 1991, KESTING 1992, STROHBACH 1998).

Psilostomidae***Psilochasmus oxyurus*** (CREPLIN)

Die Sporocysten mit Cercarien entwickeln sich im Hepatopankreas des ersten Zwischenwirtes - Gastropoda der Gattung *Littorina*. Die Cercarien verfügen über gleichgroße Mund- und Bauchsaugnäpfe, einen relativ kleinen Pharynx und ein gut erkennbares y-förmiges Exkretionsorgan (Fig. 7, Platte II).

Nach WENDLAND (1985) dienen die Gastropoda gleichzeitig als zweiter Zwischenwirt, in deren Manteloberfläche sich die Cercarien zu Metacercarien encystieren. Diese Art ist weltweit verbreitet. In der Ostsee werden sowohl Hydrobien als auch Littorinen als

erste bzw. zweite Zwischenwirte genutzt (REIMER 1962, WENDLAND 1985). Endwirte sind ausnahmslos Anatidae - vor allem die Taxa, die sich im Brackwasser aufhalten (SZIDAT 1957).

Echinostomatidae

Aufgrund der hohen morphologischen und ökologischen Identität werden die folgenden dieser Familie gehörenden Arten zusammen beschrieben.

Himasthla interrupta*, *Himasthla continua (LOOS-FRANK 1967)

Diese zur Gattung der *Himasthla* gehörenden Arten durchlaufen einen 3-Wirte-Zyklus. Die Redien und Tochterredien mit Cercarien entwickeln sich im Hepatopankreas des ersten Zwischenwirtes: *Hydrobia* spp.

Die Cercarien sind groß und besitzen einen Kopfkragen, auf dem bis zu 29 Stacheln vorhanden sind. Nach LOOS-FRANK (1967) erfolgt eine morphologische Trennung der Arten aufgrund der Körpergrößenangaben, Anzahl der Wimperflammenzellen sowie Art und Anzahl der Abzweigungen des Exkretionssystems. Die Cercarien verlassen den ersten Zwischenwirt und suchen aktiv den zweiten Zwischenwirt auf, in dessen Fuß und Mantelrand sie sich niederlassen. Als zweiter Zwischenwirt dienen in der Regel Bivalvia der Gattung *Mytilus* und *Cardium*, in denen das Metacercarien-Stadium durchlaufen wird. Endwirte sind Vögel – vor allem Lariidae (LOOS-FRANK 1967, REIMER 1971a).

Vertreter der hier vorgestellten Parasitengattung wurden von REIMER (1971a) bei *Hydrobia* spp., verschiedenen Muscheln und *Nereis diversicolor* aus der mittleren Ostsee festgestellt.

Himasthla militaris

Diese Cercarien (Fig. 6, Platte II) besitzen große, gut erkennbare Stacheln am Kopf (YAMAGUTI 1975). Die Art benutzt *Hydrobia* spp. als erster Zwischenwirt. Nach TIMON-DAVID & REBECQ (1958) dient *Nereis diversicolor* als zweiten Zwischenwirt, als Hauptendwirt fungieren große Brachvögel (*Numeis arquata*). *H. militaris* wurde im Mittelmeerraum nachgewiesen (DEBLOCK 1970). LOOS-FRANK (1967) beschreibt sie als *Himasthla* spec. II.

Cestoda

Die Cestoda leben ausschließlich endoparasitisch. Die Mehrheit ist zwittrig. Ihnen fehlt ein Verdauungstrakt, sie ernähren sich parenteral. Diese Helminthen sind ovipar und scheiden ihre Eier mit dem Wirtskot aus. Eine Entwicklung vom Ei bis zum ge-

schlechtsreifen Individuum erfolgt über eine Metamorphose ohne Generationswechsel und bei einigen Ausnahmen mit einem Wirtswechsel.

Im marinen Lebensraum umfasst der Entwicklungszyklus der Cestoden meist drei Larvenstadien (MÖLLER & ANDERS 1983). Aus dem Ei schlüpft die Wimpernlarve – das Coracidium, das vom ersten Zwischenwirt mit der Nahrung aufgenommen wird. Im Darm des ersten Zwischenwirtes, meistens planktische Copepoden, durchbohrt die Larve die Darmwand und lässt sich in der Leibeshöhle nieder. Hier entwickelt sie sich bis zum sogenannten Procercoïd-Stadium weiter. Das Procercoïd wird mit der Nahrung vom zweiten Zwischenwirt (planktonfressende Fische) aufgenommen und wächst im Wirtsrachen, in der Muskulatur oder in der Leibeshöhle zur Plerocercoid-Larve weiter (ROBERTS 1981). In diesem Stadium verfügt der Cestode über einen vollständigen Scolex (Kopf), die Strobila (Körper) hingegen ist kurz und weitgehend unsegmentiert. Der Scolex ist mit unterschiedlichen Haftorganen ausgestattet, deren Bau und Anordnung neben den Fortpflanzungsorganen als systematische Charakteristika dienen.

Nach DÖNGES (1988) können verschiedene Fischprädatoren wie Raubfische, Vögel und Säugetiere als Endwirte der marinen Cestoden dienen. In ihnen wird der Parasit geschlechtsreif und mit dem Wirtskot gelangen die Cestodeneier ins Wasser. Die Fische können Zwischenwirt, Endwirt oder beides für eine bestimmte Cestodenart sein (MÖLLER & ANDERS 1983).

Proteocephalus gobiorum DOGIEL & BUCHOWSKY, 1939

P. gobiorum besitzt vier Saugnäpfe am Scolex, der fünfte Saugnapf ist - im Gegensatz zur folgenden Art - nicht vorhanden (Fig. 30, Platte V). Der Cirrusbeutel dehnt sich bis zu $1/6$ max. $1/4$ der Proglottidenbreite aus, bei reifen Individuen sind 20 – 50 Hodenbläschen vorhanden (PRIEMER 1982, BAUER 1987).

Es ist anzunehmen, dass diese *Proteocephalus*-Art einen obligatorischen 2-Wirtes-Zyklus durchläuft. Als erster Zwischenwirt kommen planktische Copepoden in Frage, in denen die Procercoide heranwachsen. Über die Nahrungskette gelangen sie in den zweiten Zwischenwirt, in dem sie zu Plerocercoiden heranreifen. Als zweiter Zwischenwirt dienen verschiedene Kleinfische. Wenn die Cestoden in den Kleinfischen in der Lage sind heranzureifen, werden die Fische gleichzeitig auch als Endwirte genutzt. Anderenfalls werden Fischprädatoren zu Endwirten.

Diese Art ist bei Gobiidae des Kaspischen-, Asowschen- und Schwarzen Meeres sowie der Meere Mitteleuropas festgestellt worden (BAUER 1987, PRIEMER 1982).

Bothriocephalus scorpii (MÜLLER 1776)

Der Scolex ist stark verlängert und rechteckig, die Apical-Scheibe ist kaum erkennbar, die Bothridien sind eng, flach und im vorderen Bereich erweitert (BAUER 1987).

Dieser Cestode durchläuft einen 3-Wirte-Zyklus, wobei der erste Zwischenwirt von planktischen Copepoden gestellt wird. Nach MARKOWSKI (1935), REIMER (1970) und STROHBACH (1991) entwickeln sich die Procercoide in der Leibeshöhle von *Acartia clausi* oder *Eurytemora hirundo*. Das Coracidium gelangt mittels Oral Aufnahme in deren Körper. Nach REIMER (1970) kommen verschiedene Kleinfische als zweiter Zwischenwirt in Frage: Gobiidae, Syngnathidae, Gasterosteidae u.a. Charakteristische Endwirte sind Cottidae (MÖLLER & ANDERS 1986).

2.5.2.2 Nematelminthes

Nematoda

Diese Helminthen umfassen auch viele hoch entwickelte Parasiten. Diese parasitischen Arten sind getrenntgeschlechtlich unter denen ovipare, ovovivipare und vivipare Formen existieren. Bei einigen Arten tritt Parthenogenese auf. Ein Generationswechsel kommt selten vor (ZANDER 1997, MELHORN & PIEKARSKI 1998). Im Folgenden werden nur aquatische und gleichzeitig parasitische Arten berücksichtigt. Diese unterscheiden sich von den freilebenden Arten vor allen durch das Fehlen von Sinnesborsten.

Die Entwicklung der Nematoden verläuft über 4 juvenile Stadien, zwischen denen jeweils eine Häutung steht. Diese Stadien werden in der Literatur als L₁ bis L₄ bezeichnet. Die L₁-L₂-Stadien leben im Freien oder in einem ersten Zwischenwirt. Als erster Zwischenwirt dienen vor allen Crustacea, in deren Leibeshöhle die Entwicklung bis zum L₃-Stadium stattfindet.

Der Fischwirt nimmt die juvenilen Nematoden mit der Nahrung auf. In seiner Leibeshöhle bzw. Muskulatur encystieren sie sich. Als Ergebnis der letzten Häutung des L₄-Stadiums entstehen die getrenntgeschlechtlichen erwachsenen Individuen, die über die Nahrungskette die geeigneten Endwirte erreichen. Als Endwirte können Fische, Vögel und Säugetiere dienen. Nach MÖLLER & ANDERS (1986) fungiert der erste Zwischenwirt oft nur als Transportwirt und der zweite Zwischenwirt als paratenischer Wirt, da hier keine Weiterentwicklung der Juvenilen stattfindet.

Anisakidae

Anisakis simplex (RUDOLPHI 1809) DUJARDIN, 1845

Der Körper ist fein geringelt, der Magen ist massiv, Blindsäcke fehlen. Die L₃-Larven besitzen einen Bohrzahn in einer dreieckigen Mundöffnung. Der Exkretionsporus liegt unterhalb des Bohrzahnes. Der Schwanz endet in einem Mucron. Bei den L₄-Larven ist der Mucron nicht mehr vorhanden und die drei Lippen sind bezahnt (LICK 1991).

Im Entwicklungszyklus dieser Nematoden sind Euphausiacea, Mysidacea, Decapoda, Amphipoda und Polychaeta als erster Zwischenwirt bzw. paratenischer Wirt beteiligt, in deren Haemocoel sich die L₂- zur L₃-Larve entwickelt (MÖLLER & ANDERS 1986, ALVAREZ PELLITERO 1988, LICK 1991). Ein direkter Infestationsweg ist durchaus möglich, Fische werden in diesem Fall Transport- oder paratenische Wirte (ROHDE 1984). Endwirte sind verschiedene Meeressäuger, in deren Magen sich *Anisakis* fortpflanzt.

A. simplex bevorzugt kältere und polare Gewässer, kommt aber weltweit vor (LICK 1991). In der Ostsee wurde er bei etwa 17 Fischarten festgestellt (PALM et al. 1999). *Anisakis* weist hohe Resistenz gegenüber wechselnden Salinitäten und Temperaturen auf (ROBERTS 1981). Diese Eigenschaft erhöht die Wahrscheinlichkeit einer Infestation vieler Wirte und kann die sogenannte Anisakiasis bei Menschen hervorrufen.

Contracaecum osculatum (RUDOLPHI 1802) BAYLIS 1920

Diese Spezies besitzt zwei entgegengerichtete Blindsäcke (Estomacal und Esophageal) und wurde aus diesem Grund sehr oft mit *Hysterothylacium* verwechselt. Eine Unterscheidungsmöglichkeit bietet die Lage des Exkretionsporus und die Morphologie des hinteren Körperendes: Der Exkretionsporus liegt bei *Contracaecum* am Kopfende gegenüber dem Bohrzahn, die Schwanzspitze der L₄-Larven ist konisch oder rund und besitzt keine Stacheln (MORAVEC 1994). Nach LICK (1991) zeichnen sich die L₄-Larven von *C. osculatum* außerdem durch den Besitz dreier Lippen mit seitlichen Fortsätzen aus. Das Verhältnis der Länge des Ösophagusvorsatzes zur Länge des Magenfortsatzes dient als Unterscheidungsmerkmal innerhalb der Arten, es zeigt sich bei *C. osculatum* in einem Verhältnis von 1,3:1 (BAUER 1987).

Als erster Zwischenwirt dienen harpacticoide Copepoden und Amphipoda (DAVEY 1969; BAUER 1987). Als zweiter Zwischenwirt dienen u.a. Heringe, Sprotte, Dorsche, Seebull und Dreistachelige Stichlinge (LICK 1991, BUCHER 1998). Die Endwirte sind verschiedene Meeressäuger und fischfressende Vögel.

Hysterothylacium aduncum (RUDOLPHI 1802)

Diese Art besitzt zwei entgegengerichtete Blindsäcke (Fig. 31, Platte V). Der Exkretionsporus liegt auf gleicher Höhe bzw. etwas unterhalb des Nervenringes, aber immer weit entfernt vom Kopfende. Die L₄-Larve von *Hysterothylacium* besitzt im Gegensatz zu *Contraecaecum* eine gestachelte Schwanzspitze, das sogenannte Kaktusende (MORAVEC 1994, LICK 1991). Für die Artunterscheidung wird die Lippenform herangezogen. Bei *H. aduncum* ist sie t-förmig (MORAVEC 1994).

Als erster Zwischenwirt dienen verschiedene Copepoda, Amphipoda, Isopoda oder Mysidacea. Die erste Häutung bis zum L₃-Stadium erfolgt im Ei. Im Darm des ersten Zwischenwirtes schlüpft die L₃-Larve (KØIE 1993a). Über die Nahrungskette gelangen diese in verschiedene Fische, die als Endwirte dienen und in denen sie geschlechtsreif werden. Innerhalb von Wirbellosen können sich diese Nematoden gelegentlich bis zu L₄-Larven entwickeln; viele dienen aber lediglich als Transportwirte.

H. aduncum ist weltweit verbreitet. In der Nord- und Ostsee wurde er bei 28 Fischarten gefunden (PALM et al. 1999).

Raphidascaris acus (BLOCH 1799)

Die Cuticula weist eine starke Ringelung auf und am Kopf bildet sie eine flügelähnliche Ausbuchtung. Der Mund ist von drei Lippen umgeben und der Ösophagus bildet am Hinterende einen Blindsack. Die Männchen haben zwei gleiche Spicula. Bei Weibchen ist die Geschlechtsöffnung an der vorderen Körperseite zu finden (WASILKOW et al. 1989). Als erster Zwischenwirt dienen Chironomidae, Oligochaeta und Isopoda, in denen die L₂-Larven zu finden sind (WASILKOW et al. 1989). Die L₂-Larven werden von verschiedenen Fischen aufgenommen, die wiederum als paratenische Wirte dienen.

Die Fischwirte infizieren sich durch direkte Aufnahme von Nematoden-Eiern oder beim Fressen infizierter Wirbelloser (KØIE 1988). Im Magen dieser Wirten können die Nematoden das Adultstadium erreichen, sind aber nicht in der Lage, Eier zu produzieren. Die Endwirte sind Raubfische (MORAVEC 1994). *R. acus* ist im Süßwasser weit verbreitet; in der Ostsee wurde die Art bei 13 Fischarten nachgewiesen (BYKOWSKI 1964, PALM et al. 1999).

Cystidicolidae

***Ascarophis arctica* POLJANSKY, 1957**

Es handelt sich um kleine bis mittelgroße Nematoden, deren Cuticula ab der Nervenringhöhe quer geringelt ist. Der Kopf besitzt zwei kleine Stacheln und der Mund zwei einfache Lippen. Der Ösophagus ist lang und in ein kürzeres, ungranuliertes Vorderteil und ein längeres körniges Hinterteil differenziert (YAMAGUTI 1975).

Als bevorzugter Zwischenwirt gilt *Gammarus oceanicus*. Es werden aber auch andere *Gammarus* Arten sowie andere Crustaceen wie Mysidacea und Isopoda (KØIE 1993b, DIETEL 1997) als Zwischenwirt genutzt. Als Endwirt dienen u.a. *Zoarces viviparus*, *Gasterosteus aculeatus* (KØIE 1993b) und Grundeln der Gattung *Pomatoschistus*, in deren Darmtrakt sie adult werden. Nach FAGERHOLM & BERLAND (1988) ist *A. arctica* die einzige Art dieser Gattung, die in Ostseefischen vorkommt, der Entwicklungsweg kann verkürzt werden und das Adultstadium schon im Gammariden erreicht werden.

Capillariidae***Capillaria* sp. ZEDER, 1800**

Dieser Nematode hat einen dünnen, fadenförmigen Körper, der sich am Hinterende ausbreitet. Die Mundkapsel besitzt ein Stilett. Im Stichosom (Hinterteil des Ösophagus) befinden sich bis zu 50 große Stichocyten (Drüsenzellen), deren Länge 2 bis 3 Mal ihre Breite übersteigt. Die Nuklei der Stichocyten sind im Stichosom in einer Reihe angeordnet. Der Genitalporus liegt bei oder hinter dem Ösophagusende (BAUER 1987). Die Form und Größe der Spicula sowie der Eier sind die wichtigsten Unterscheidungsmerkmale (ALVAREZ PELLITERO 1988).

Die Infestation kann direkt oder durch einen Zwischenwirt - Anneliden oder Crustacea - erfolgen (MORAVEC 1994). Nach KØIE (2001c) sind für Chironomidae, Oligochaeta und Sandgrundeln die Eier mit den Larven von *C. gracilis* direkt infektiös. Kleinfische sind zudem obligate Zwischenwirte, in deren Darm die Parasiten infektiös für den Endwirt (*Gadus morhua*) werden. KØIE (2001c) fand unreife Stadien in *Pomatoschistus minutus* und *Limanda limanda*. *Capillaria* parasitiert in der Leber und im Verdauungstrakt verschiedener mariner und Süßwasserfische und in allen Klassen der Vertebraten (BYCHOWSKI 1964, BAUER 1987, MORAVEC 1994, YAMAGUTI 1975). In der Ostsee wurde *C. gracilis* bei Dorschen gefunden (REIMER, 1995).

Cucullanidae

Cucullanellus minutus (RUDOLPHI 1819)

C. minutus verfügt über einen kurzen, gedrungenen Körper mit Intestinalvorsatz (Fig. 33, Platte V). Die Mundöffnung liegt senkrecht zur Körperachse und ist durch eine von innen gezahnte Cuticula umrandet (BAUER 1987).

Im Entwicklungszyklus dieses Nematoden spielt *Nereis diversicolor* als obligater Zwischenwirt KØIE (2001), bei dem sie sich bis zur L₃-Larve entwickelt. Ab dem L₃-Stadium befällt *C. minutus* die Schleimhaut des Darmes verschiedener Fische brackiger Gewässer, beim Eindringen in das Mesenterium encystiert er sich (BAUER 1987).

In der Ostsee wurde die Art bei *P. flesus* und *P. microps* festgestellt (MÖLLER 1974, LÜTHEN 1989, REIMER 1995, KØIE 2001).

Cucullanus cirratus (MÜLLER 1777)

Diese Art besitzt in Gegensatz zu der vorher genannten Art keinen Intestinalvorsatz. Die Mundöffnung liegt etwas dorsal zur Körperachse. Hinter der Kloake sind drei Papillen vorhanden (BAUER 1987).

Nach Angaben von BALOBA (1979, in BAUER 1987) erfolgt die Entwicklung dieser Art ohne Zwischenwirt; die L₁ und L₂-Stadien sind freilebend. Die L₂-Larven infestieren die Magenschleimhaut des Endwirtes und durchlaufen dort eine zweite Häutung. Die L₃ wandert in den Darm, wo die dritte und vierte Häutung stattfindet. Im Darm des Wirtes wird er geschlechtsreif. Als Wirte dienen vorwiegend marine Fischarten der Gadiformes (BAUER 1987). In der Ost- und Nordsee werden auch Pleuronectidae als Wirte genutzt.

Acuariidae***Cosmocephalus obvelatus*** (CREPLIN 1825)

Die Cuticula ist am Kopfende verbreitert, am Mund sind zwei dreieckige Pseudolippen vorhanden (Fig. 35, Platte V). Bei den Pseudolippen bildet die Cuticula zwei parallele Grübchen. Der Körper ist fein geringelt (MORAVEC 1994).

Als erster Zwischenwirt dienen verschiedene Amphipoda (ANDERSON 1992), als zweiter Zwischenwirt verschiedene Fische: u.a. *Gasterosteus aculeatus* und *Gobius niger*, bei denen er sich in der Leibeshöhle einkapselt (KESTING 1996). In der Ostsee wurde *C. obvelatus* bei zahlreichen Fischarten registriert (KØIE 1988, PALM et al. 1999). Als Endwirte werden verschiedene fischfressende Vögel wie Laridae, Anatidae, Gaviidae, Podicipedidae u.a. genutzt.

Rhabdochonidae***Rhabdochona* sp.** (RAILLIET 1916)

Die Mündöffnung ist trichterförmig und der Schlund länglich, schmal und röhrenförmig. Der Nervenring befindet sich im vorderen Drittel des Ösophagus. Die Pseudolippen sind reduziert. Die Cuticula ist glatt, das Hinterende konisch (BAUER 1987).

Im Laufe ihrer Entwicklungszyklen benutzen Arten dieser Gattung Arthropoda als Zwischenwirt (ALVAREZ PELLITERO 1988). Die reifen Weibchen geben die Eier mit den Embryonen ins Wasser ab, welche vom Zwischenwirt aufgenommen werden. Im Zwischenwirt wird das L₃-Stadium erreicht. Durch die Aufnahme von infestierten Zwischenwirten infestieren sich wiederum die Fischwirte, in deren Magendarmtrakt diese Nematoden geschlechtsreif werden. Als Endwirte dienen unzählige Süßwasser- und Meeresarten.

2.5.2.2.3 Acanthocephala

Die Acanthocephala sind endoparasitisch. Sie besitzen keinen Verdauungstrakt, sondern ernähren sich über das Tegument. Sie sind getrenntgeschlechtlich, besitzen Kopulationsorgane und innerere Befruchtung (MEYER 1933, MELHORN & PIEKARSKI 1998). Sie verfügen über einen hakentragenden Proboscis - Rüssel. Die Form, Anordnung und Anzahl sowie die Ausprägung der Haken am Rüssel dienen als Grundlage zur Artbestimmung (MÖLLER & ANDERS 1983).

Die Entwicklung kann über einen oder zwei Zwischenwirte erfolgen (ROBERTS 1981). Als erste Zwischenwirte dienen überwiegend Crustacea (Ostracoda, Copepoda, Amphipoda, Isopoda), in denen die aus dem Ei schlüpfende Larve (Acanthor) sich zu einem jungen Kratzer (Acanthella) entwickelt (MUSSELIUS 1983, BAUER 1987). Mit der Nahrung gelangt die Acanthella in den Endwirt, einen Fisch, in dessen Magen und Darmtrakt sie geschlechtsreif wird. Die Adulti der Acanthocephala zeigen eine Scheinsegmentierung des Körpers.

Nach BAUER (1987) werden die Fische von manchen Acanthocephala-Arten nur als Reservewirte genutzt. Hierbei kapseln sich die Acanthocephala in den inneren Organen des Wirtes ein und warten auf den Endwirt - fischfressende Vögel und Meeressäuger. Die Acanthocephala sind weltweit verbreitet.

Echinorhynchidae

***Echinorhynchus* sp.**

Dieser Gattung angehörende Arten sind durch einen langen und zylindrischen Proboscis, das Fehlen von einem Unterhalsbereich (BAUER 1987) und das Fehlen einer Hals- und Körperbestachelung charakterisiert. Diese Merkmale sind sowohl bei den adulten Tieren als auch bei den Acanthella-Stadien zu finden (WÜLKER & SCHUURMANS STEKHOVEN 1933).

Die Entwicklung verläuft über einen 2-Wirte-Zyklus. Als Zwischenwirt dienen Amphipoda; Endwirt können verschiedene Meeres- und Süßwasserfische sein, in deren Darm sie parasitieren und geschlechtsreif werden. Ein wichtiger Vertreter dieser Gattung in der Ostsee ist *E. gadi*. Arten wie *E. salmonis* und *E. rutili* wurden im Bereich der Schlei festgestellt (MÖLLER-BUCHNER 1987, KESTING 1996). Den Zwischenwirt von *E. gadi* stellen vor allem Gammaridae dar (KESTING 1996, DIETEL 1997). Hauptendwirt sind Gadidae und andere Meeresfische (BAUER 1987).

2.5.2.2.4 Copepoda

Bei den parasitischen Copepoda handelt es sich vorwiegend um Ektoparasiten, auch wenn bei den Meeresbewohnern Endoparasiten (Fam. Philichthyidae) zu finden sind. Die Körperform der parasitischen Copepoda ist sehr variabel. Während einige den freilebenden Arten ähneln, verlieren andere die Körpersegmentierung und die Extremitäten, so dass sie eher wurmartig aussehen (BAUER 1987). In diesem Fall können sie nur aufgrund ihrer larvalen Stadien als Copepoda identifiziert werden.

Familie Ergasilidae

***Thersitina gasterostei* PAGENSTECHE 1861**

Der Cephalothorax ist stark geschwollen - beinahe rund. Die Antennen sind kurz und enden an Krallen, mit deren Hilfe sie sich am Operculum, an Kiemen und Flossen bzw. an der Körperoberfläche des Wirtes festhalten.

T. gasterostei durchläuft 4 Naupliusstadien, gefolgt von 5 Copepodit-Stadien. Nach WALKEY et al. (1970) parasitieren ausschließlich befruchtete Weibchen. Diese werden während ihrer freischwimmenden Phase befruchtet und gehen dann zur parasitischen Lebensweise über. *T. gasterostei* ist im Brackwasser weit verbreitet; im Ostseeraum wurde sie bei Gobiidae (ZANDER & WESTPHAL 1991), Gasterosteidae (KESTING 1992, BARZ 1997) und Syngnathidae (ZANDER et al. 1999) festgestellt.

3 Ergebnisse

3.1 Abiotische Parameter

3.1.1 Temperatur

Im Untersuchungszeitraum variierten die Wasser- und Lufttemperaturen den Jahreszeiten entsprechend. Vom Frühling bis Sommer stiegen die Werte kontinuierlich an und vom Sommer bis Herbst nahmen sie stetig ab (Abb. 4). Ausnahmen hiervon waren in 1999 und 2000 jeweils die Monate Juni, als die Lufttemperatur (Juni 1999) und die Wassertemperatur (Juni 2000) einen leichten Rückgang verzeichneten.

Die Lufttemperatur erreichte einen Höchstwert von 25,6°C im Juli 1999; der niedrigste Wert von 7,8°C wurde im November des selben Jahres gemessen. Die Wasser- und Lufttemperatur lagen nahe bei einander, die größte Temperaturdifferenz zwischen Luft- und Wasserraum lag bei 5,4°C und wurde im März 1999 registriert. In diesem Monat wurde gleichzeitig die niedrigste Wassertemperatur von 5,6°C festgestellt; der höchste Wert von 23°C wurde im Juli des selben Jahres gemessen. Ab 1999 wurde eine zusätzliche Wassertemperaturmessung im Sublitoral (3 m Tiefe) vorgenommen, wobei nur im Juli ein nennenswerter Unterschied von 3°C zwischen Ufer- und Tiefenwasser festgestellt wurde.

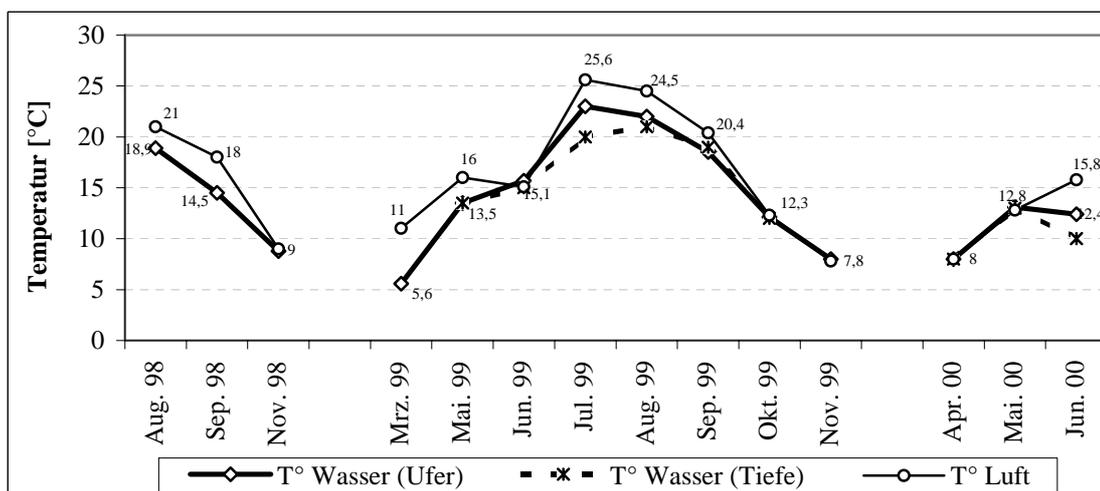


Abb. 4: Verlauf der Luft- und Wassertemperaturwerte [°C] im Untersuchungszeitraum. Für das Wasser sind sowohl die am Ufer als auch die in 3 m Tiefe gemessenen Werte angegeben.

Insgesamt lagen die Temperaturwerte im Jahr 1999 leicht über denen der gleichen Monate des Vorjahres. Während der Mai 2000 deutlich wärmer als der Mai des Vorjahres war, zeigte sich im Juni 2000 ein umgekehrtes Bild.

3.1.2 Salinität

Im Jahr 1998 wies die Salinität leichte Schwankungen auf, mit einem Maximalwert von 16,6‰ im August und einem Minimalwert von 14,4‰ im September. Im Verlauf des folgenden Jahres stieg die Salinität von Frühling (März mit 11,3‰) bis Herbst (November mit 19,6‰) tendenziell an, mit einer geringen Abnahme während der Sommermonate (Abb. 5). Im Frühling 2000 verringerten sich die Salinitätswerte von April auf Mai, danach war eine rasche Zunahme bis 17,9‰ im Juni zu erkennen.

Die Salinitäten im Sublitoral lagen 1999 leicht über den Salinitätswerten des Uferbereiches. Größere Unterschiede wurden lediglich im März und Oktober festgestellt. Ein Wert von über 19‰ wurde im November auch an der Wasseroberfläche verzeichnet. Im Frühling 2000 waren die Werte des Sublitorals denen der Wasseroberfläche ähnlich bzw. lagen lediglich 0,4‰ darüber (April) oder 0,1‰ darunter (Juni).

Bei einem Vergleich der Augustwerte des Jahres 1998 mit denen des August 1999 lässt sich eine Abnahme von 4,1‰ zum Vorjahr erkennen. In den anderen Monaten sind weitgehend gleichwertige Salinitäten zu verzeichnen. Ein Vergleich der Werte des Frühlings 1999 und 2000 ergab nur für den Monat Juni eine nennenswerte Differenz, hier lag die Salinität der Wasseroberfläche im Jahr 2000 um 5,2‰ über den Werten von 1999, die des Sublitorals waren um 4,8‰ höher als im Vorjahr.

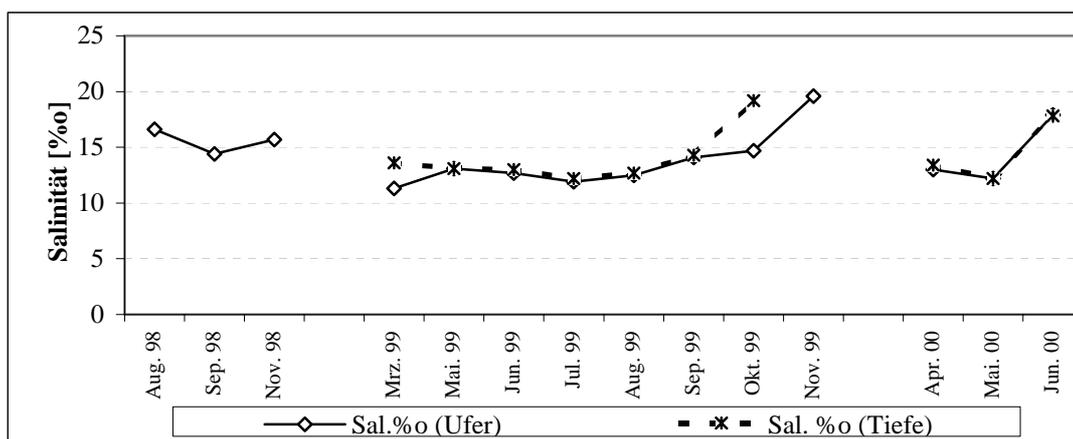


Abb. 5: Saisonale Fluktuation der Salinitätswerte [%o] zwischen 1998 – 2000, gemessen am Ufer und in 3 m Tiefe (Bockholmwik)

3.1.3 Sauerstoff

Die Sauerstoffsättigung (%) sowie der Sauerstoffgehalt (mg/l) des Wassers zeigten sowohl an der Oberfläche als auch im Sublitoral starke saisonale Fluktuationen während der Untersuchungszeit (Abb. 6). Im September 1998 wurde eine Übersättigung von

107% registriert. In diesem Monat wies auch der Sauerstoffgehalt den höchsten Jahreswert von 10,8 mg/l auf (Abb. 7). Im Jahr 1999 wurde im Mai die höchste Übersättigung sowohl an der Oberfläche (121%) als auch im Sublitoral (171%) gemessen, der Sauerstoffgehalt hingegen nahm im Oberflächenwasser im Vergleich zum März ab, während er im Sublitoral den maximalen Wert von 12,3 mg/l erreichte. Dabei wurden im Juli und Oktober im Sublitoral niedrigere Werte als im Uferbereich gemessen, in der übrigen Untersuchungszeit war der Sauerstoffgehalt und die Sauerstoffsättigung im Sublitoral höher. Im Oktober sanken dabei die Werte auf ein Minimum von 55% und 5,8 mg/l. Im Jahr 2000 zeigten die Sauerstoffsättigung und der Sauerstoffgehalt in beiden Zonen einen ähnlichen Verlauf. Nach einer geringen Abnahme im Mai wurde ein Anstieg zum Juni hin registriert. Dabei wurden im Vergleich zum Frühjahr 1999 geringere Werte dokumentiert.

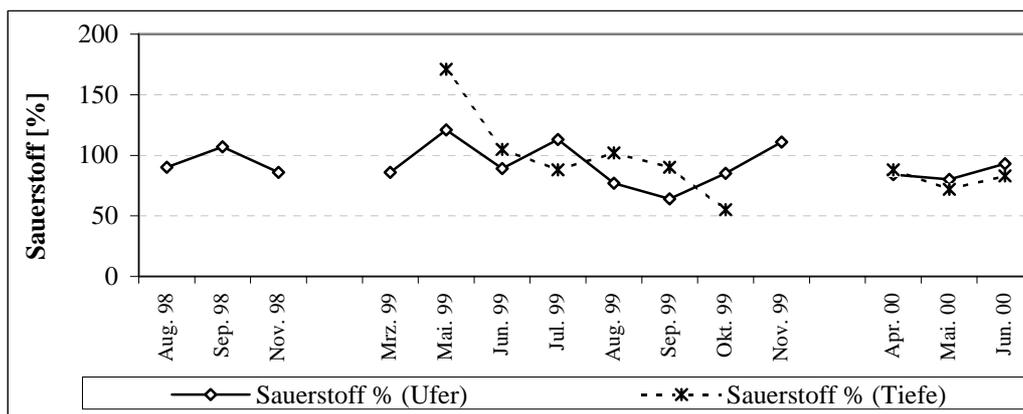


Abb. 6: Fluktuation der Sauerstoffsättigung an der Wasseroberfläche und im Sublitoral während der Untersuchungszeit.

Die Kurve des biochemischen Sauerstoffbedarfes in 5 Tagen (BSB_5) verlief, für das Oberflächenwasser, mit Ausnahme vom Sommer bis Herbst 1999, ähnlich wie die des Sublitorals (Abb. 7). Die BSB_5 -Werte des Sublitorals lagen in Mai und Juni sowie August und September über den Werten der Wasseroberfläche. In verschiedenen Jahren ist eine tendenzielle Zunahme vom Spätsommer zum Herbst zu verzeichnen.

Die BSB_5 -Werte der Oberfläche schwankten zwischen 6,9 mg/l im Juni 2000 und 0,8 mg/l im August 1999. Die entsprechenden Werte des Tiefenwassers fluktuieren zwischen 5,4 mg/l im April 2000 und 0,9 mg/l im Oktober 1999.

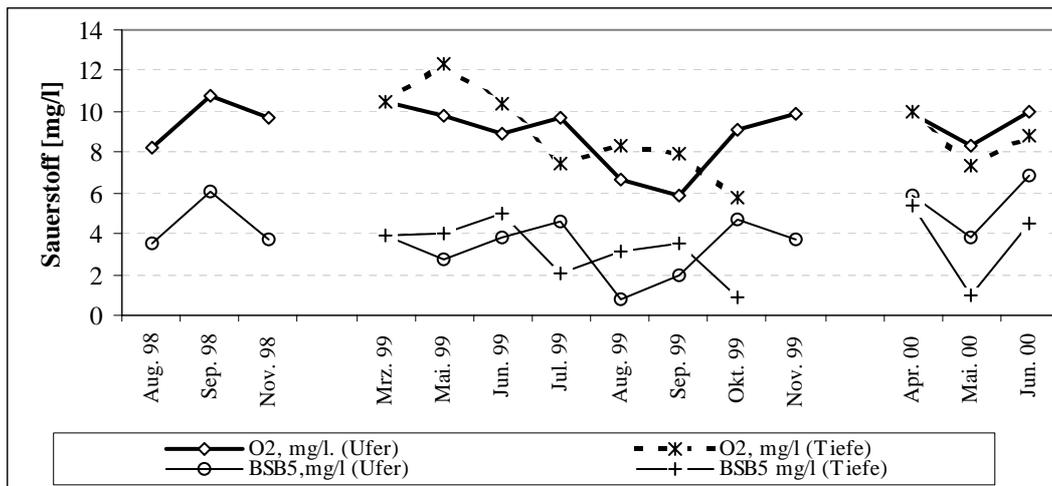


Abb. 7: Verlauf des Sauerstoffgehaltes [mg/l] und des biochemischen Sauerstoffbedarfes in 5 Tagen (BSB₅) während der Untersuchungszeit.

3.1.4 pH-Wert

Die gemessenen Werte schwankten im Oberflächenwasser meistens zwischen pH 8,0 und pH 8,5 (Abb. 8). Im Mai 2000 wurde ein maximaler pH-Wert von 8,7 erreicht. Im Sublitoral fluktuierte der Wert zwischen 8,8 im Mai 2000 und 7,5 im Oktober 1999.

Im Sublitoral zeigte sich vom Mai bis Juli 1999 ein niedrigerer pH-Wert (8,0) als im Oberflächenwasser. Im August hingegen stieg er auf 8,6 an und lag damit über dem Wert der Wasseroberfläche. Zum Oktober hin erfolgte eine Abnahme der Werte und die Wasseroberfläche erreichte wieder einen höheren Wert als das Sublitoral. Im Jahr 2000 wurden etwas höhere pH-Werte gemessen. Im Sublitoral wurden dabei höhere pH-Werte als an der Oberfläche registriert.

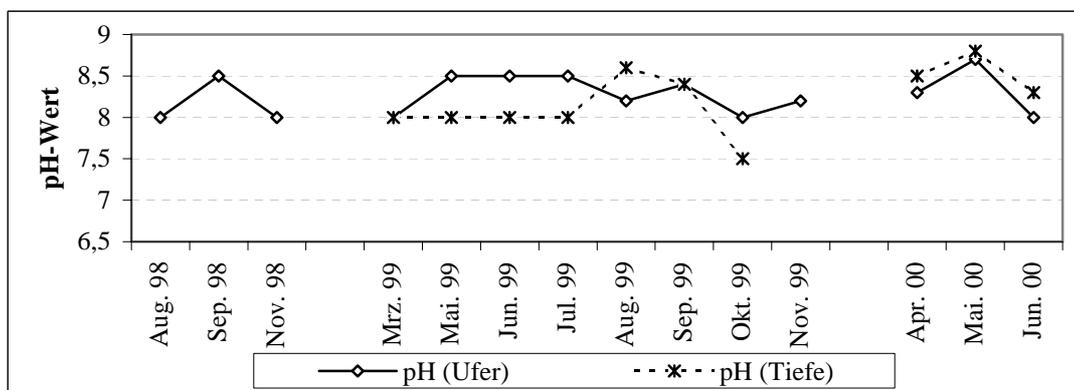


Abb. 8: Veränderungen der pH-Werte an der Wasseroberfläche und im Sublitoral (bei 3 m) während der Untersuchungszeit.

3.2 Untersuchung der planktischen Copepoden

3.2.1 Artenspektrum und Populationsdynamik

Im Untersuchungszeitraum wurden 7809 Individuen planktischer Copepoden untersucht. Es wurden 16 verschiedene Copepoda-Arten nachgewiesen, wobei 11 Arten den Calanoiden, 2 den Cyclopoiden und 3 den Harpacticoiden zuzuordnen waren (Tab. 1, siehe auch Beschreibung der Arten in Kap. 2). Aufgrund der schwierigen Artunterscheidung von Nauplius- und Copepodit-Stadium wurden solche Exemplare unter Nauplien bzw. Juvenile zusammengefasst.

Von 1998 bis 2000 wurde eine tendenzielle Abnahme sowohl des Artenspektrums als auch der Individuenzahlen festgestellt. Im Jahr 1998 wurden 16 verschiedene Taxa gefunden, im Jahr 1999 waren es 13 und im Jahr 2000 waren lediglich 7 Taxa vorhanden. Wie aus Tabelle 1 zu erkennen ist, waren August und September 1998 sowie Oktober 1999 am artenreichsten. Hingegen wurden von Juni bis September 1999 sowie im Juni 2000 die geringsten Taxazahlen festgestellt.

Bezüglich der Dominanzen der registrierten Taxa ist eine starke saisonale Fluktuation zu verzeichnen, wobei die juvenilen Copepoda in allen Jahreszeiten eine wichtige Rolle spielten. Ausnahmen gab es im Frühling 1999, in dem die Nauplien dominierten, und im September 1999, in dem keine Juvenile registriert wurden. Unter den adulten Individuen dominierte häufiger *Oithona similis*, gefolgt von *Pseudocalanus elongatus*.

Hervorzuheben ist das höhere Auftreten von Harpacticoida in den Sommermonaten des Jahres 1999, in denen sie nach den Juvenilen die zweit häufigste Taxa darstellten. Ab Herbst 1999 bis zum Frühling 2000 gewannen *Acartia bifilosa*, *Acartia discaudata* sowie *Oithona atlantica* an Bedeutung.

Jährlich betrachtet spielte *Oithona similis* für das Jahr 1998 die bestimmende Rolle, gefolgt von den Juvenilen und *Pseudocalanus elongatus*. Dieses Dominanzbild verschob sich in den folgenden Jahren: Im Jahr 1999 waren die Nauplien und die Juvenilen dominierend, die adulten Individuen waren vor allem durch *Acartia discaudata* und *Acartia bifilosa* vertreten. Im Jahr 2000 hatten die Juvenilen die höchste Dominanz und innerhalb der Adulten erreichten *Oithona atlantica* und *Acartia discaudata* die dominierenden Rollen.

Tab. 1: Artenspektrum, saisonale Dominanz [%] und Taxazahl untersuchter planktischer Copepoden

Untersuchungsjahr	1998			1999								2000		
	Aug	Sep	Nov	März	Mai	Juni	Juli	Aug	Sep	Okt	Nov	Apr	Mai	Jun
Calanoida														
Acartia bifilosa	2,5	1,8		0,3	12,5			15,0	80,0	25,1	2,5			
<i>Acartia longiremis</i>		0,1												
<i>Acartia tonsa</i>		1,1										3,5	1,3	
<i>Acartia discaudata</i>	2,5	1,5		0,9				20,0	20,0	36,6	7,5	24,1	7,2	7,9
<i>Centropages hamatus</i>		6,4		0,7						6,6				
<i>Centropages typicus</i>		0,1												
<i>Pseudocalanus elongatus</i>	17,6	15,1	4,7	2,3	8,3					9,1	5,9	0,7	3,8	
<i>Rhincalanus nasatus</i>	1,0													
<i>Temora longicornis</i>	1,0	0,6								0,8				
<i>Euchaeta norwegica</i>			0,4											
<i>Microcalanus pusillus</i>				0,1										
Cyclopoida														
Oithona atlantica	3,4	4,9	5,5	0,2	6,3					1,6	9,9	26,2	11,4	
<i>Oithona similis</i>	29,4	41,5	18,1		18,8					5,8	14,9	5,7	13,9	
Harpacticoida														
Tachidius brevicornis	2,0							30,0						
Harpacticoida sp.				2,0	10,4	43,8					16,5	0,7	1,7	7,9
<i>Harpacticus chelifera</i>	1,5						31,3							
Juvenile Copepoda	32,4	26,2	66,9	13,0	12,5	50,0	50,0	35,0		13,0	42,9	39,0	60,8	84,1
Nauplien	6,9	0,6	4,3	80,5	31,3	6,3	18,8			1,4				
Taxazahl	11	12	6	9	7	3	3	4	2	9	7	7	7	3

Die Individuendichte der gesamten Copepodenpopulation zeigte von August zum September 1998 einen explosionsartigen Anstieg. Im September wurden 16148 Indiv./100 l Wasser festgestellt. Während dieses Herbstmaximums wurde gleichzeitig ein enormes Vorkommen von Dinoflagellaten (*Ceratium* Arten) und Appendicularia-Larven (*Oikopleura* sp.) beobachtet. In der darauf folgenden Probe nahm die gesamte Copepodendichte rasch ab (Abb. 9).

Im Jahr 1999 wurde die höchste Dichte im März mit 2958 Indiv./100 l Wasser registriert; die minimale Dichte kam im September mit 40 Indiv./100 l vor. In diesem Jahr zeigte sich das Herbstmaximum im Oktober mit einer Dichte von 486 Indiv./100 l und war damit, im Gegensatz zum Vorjahr, etwas verschoben und mit einer deutlich niedrigeren Dichte. Starke Fluktuationen, wie in den selben Monaten des vorherigen Untersuchungsjahres, wurden nicht registriert. Im Jahr 2000 zeigten die Individuendichten eine tendenzielle Abnahme vom Frühling zum Sommer hin. Es wurden in diesem Jahr allerdings höhere Dichten als in den selben Monaten des Vorjahres erreicht.

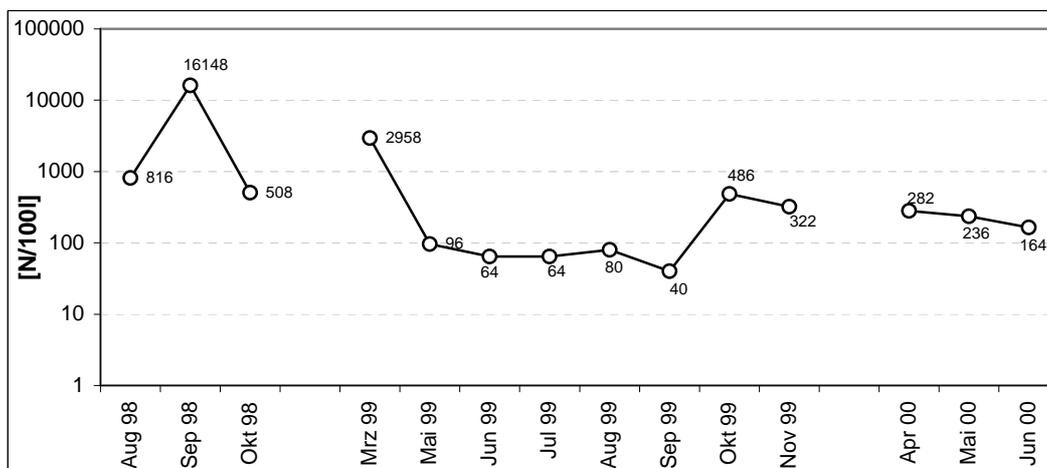


Abb. 9: Verlauf der Gesamtdichte [N/100l] der Copepoden bei Bockholmwik von 1998 bis 2000

Nach der Einteilung von MÜHLENBERG (1989) zeigt sich folgende Charakterisierung der Arten:

- dominante Arten: *Oithona similis*, Juvenile, Nauplien
- subdominante Arten: *Pseudocalanus elongatus*, *Acartia discaudata*, *Oithona atlantica*, *Centropages hamatus* und *Acartia bifilosa*
- subrezedente Arten: *Acartia tonsa*, *Temora longicornis*, *Centropages typicus* und alle anderen.

Zwei Dominanz-Stufen blieben unbesetzt, da sich keine der Arten als eudominant oder als rezedent zeigte.

Die Diversitätsanalyse der Copepodagemeinschaft mittels des Shanon-Wiener-Index (Hs) ergab einen Wert von 1,83. Die größtmögliche Diversität (Hsmax) lag bei 2,89 und die Äquität (E) bei 0,63.

Saisonale Vorkommensdichte einzelner Taxa

Die juvenilen Copepoda traten in regelmäßiger Frequenz auf und spielten in fast allen Jahreszeiten innerhalb der registrierten Taxa bezüglich der Dominanzen eine wichtige Rolle (siehe Tab. 1). Eine Ausnahme stellte der Frühling 1999 dar, in dem die Nauplien dominant waren. Im März erreichten diese eine Dichte von 2382 Indiv./100 l Wasser (Abb. 10).

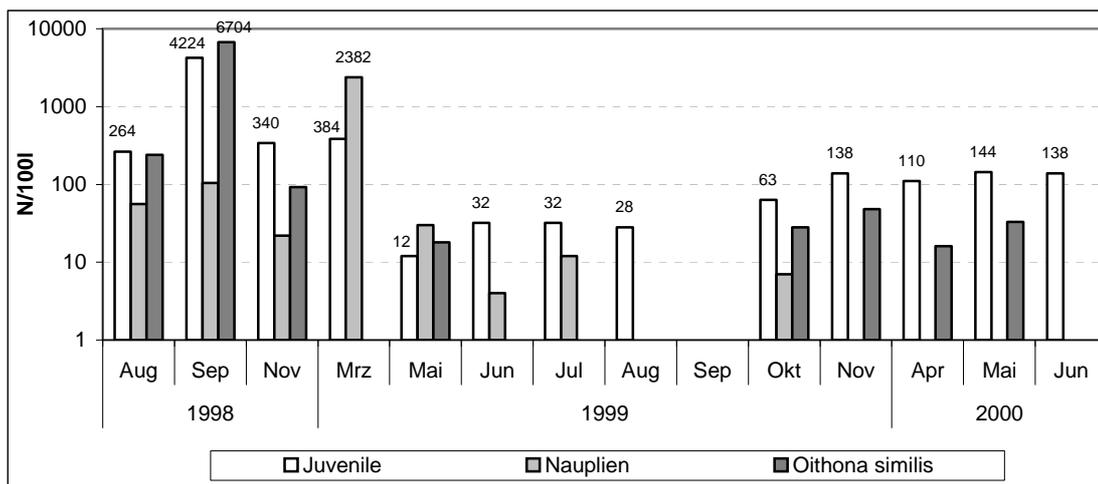


Abb. 10: Saisonale Vorkommensdichte [N/100 l] der dominierenden planktischen Taxa, in der Einteilung nach MÜHLENBERG (1989)

Ihre höchste Individuendichte erzielten die Juvenilen im September 1998 mit 4224 Indiv./100 l. Entgegen den Erwartungen wurden im September des folgenden Jahres keine Juvenilen registriert. Das selbe Bild fand sich bei den Nauplien, die seit November 1999 fehlten. Innerhalb der adulten Individuen trat *Oithona similis* sehr frequent auf und war im September 1999 die dominierende Art, deren Dichte bis zu 6704 Indiv./100 l erreichte.

Im Folgenden wird die Populationsdynamik der als subdominant definierten Arten näher analysiert (Abb. 11).

Acartia discaudata kam nach den Juvenilen am häufigsten vor. Ihre Dichten blieben dabei relativ niedrig und erreichten im Oktober 1999, dem Monat, in dem sie dominierten (Tab. 1), lediglich eine Dichte von 178 Indiv./100 l. *Pseudocalanus elongatus* und *Oithona atlantica* zeigten ein ähnliches saisonales Vorkommen und folgten *A. discaudata* in der Häufigkeit, wobei *P. elongatus* oft höhere Dichten erzielte und eine maximale Zahl von 2444 Indiv./100 l im September 1998 erreichte. *O. atlantica* hatte im April 2000 eine bestimmende Rolle in der Häufigkeit der adulten Tiere, ihre Dichte blieb aber mit 74 Indiv./100 l relativ niedrig.

Acartia bifilosa trat insgesamt in geringerem Maße auf, dominierte aber im September 1999. Die Individuendichte schwankte zwischen 288 Indiv./100 l im September 1998 und 8 Indiv./100 l im November 1999. *Centropages hamatus* erwies sich trotz ihres sporadischen Auftretens als subdominante Art und erreichte im September 1998 ihre maximale Dichte mit 1040 Indiv./100 l. Alle übrigen Arten traten in geringen Frequenzen auf. Als Ausnahme erwiesen sich die Harpacticoida, die häufiger präsent waren und in den Sommermonaten vom 1999 trotz niedriger Dichten nach den Juvenilen die zweit häufigsten Taxa darstellten.

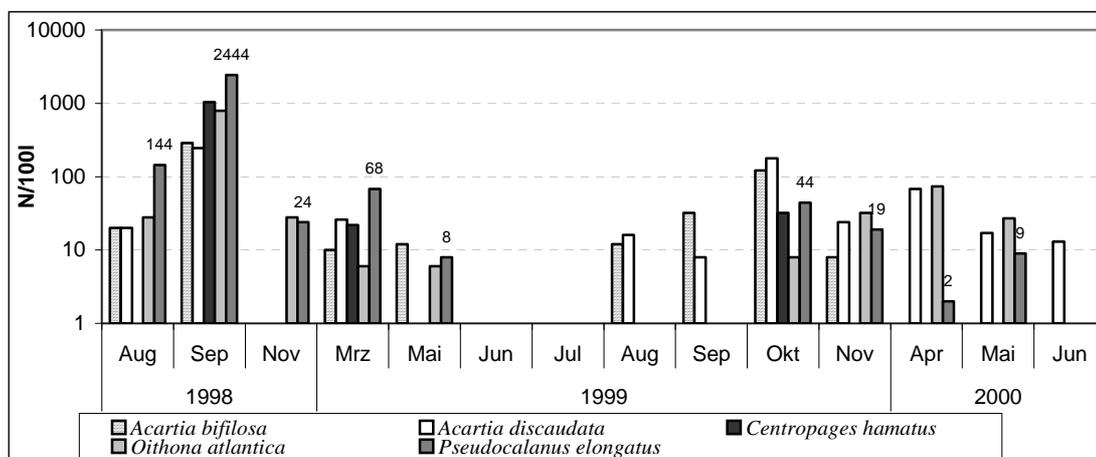


Abb. 11: Saisonale Vorkommensdichte [N/100 l] der subdominanten Arten, in der Einteilung nach MÜHLENBERG (1989)

Bei den Arten *Microcalanus pusillus*, *Euchaeta norvegica* und *Rhincalanus nasatus* handelt es sich um einzelne Funde. Diese Calanoida haben eine ausgeprägte bathymetrische Verbreitung, gelegentlich gelangen sie an die Oberfläche, sie wurden im Kattegat und in der Beltsee nachgewiesen (SARS 1921).

3.2.2 Parasitenbefall: Parasitenspektrum und Saisonalität des Befalls

Die Parasitierung der planktischen Copepoden war gering (Tab. 2). Das Parasitenspektrum setzte sich aus Cestoda, Digenea und Nematoda zusammen. Eine genauere Bestimmung der Arten, die nur als frühe Entwicklungsstadien vorlagen, war sehr schwierig.

Die Cestoden waren bei allen 8 Arten durch Plerocercoiden, Procercoide und durch eine Oncosphaera vertreten, die als Cestoda sp. zusammengefasst werden. Die Digenen waren bei vier Copepoda-Arten überwiegend durch Cercarien und junge Metacercarien der Familie der Hemiuridae vertreten. Bei reiferen Stadien konnte eine Bestimmung bis zur Art (*Hemiurus communis*) erfolgen, für eine bessere Befallsquantifizierung wurden sie allerdings auf der Familienebene gelassen. In einem Fall wurde eine unbekannte kleine Cyste bei *C. hamatus* gefunden, deren Merkmale einer Digene entsprachen. Nur *A. bifilosa* zeigte einen Befall durch Nematoda sp. (Tab. 2).

Tab. 2: Parasitenprävalenz der Copepoden aus Planktonproben von Bockholmwik im Untersuchungszeitraum

Wirtart	Parasitenart	1998		1999	2000	
		August	September	Oktober	April	Mai
<i>Acartia bifilosa</i>	Cestoda*		1,4			
	Nematoda **			2,4		
<i>Acartia tonsa</i>	Hemiuridae		2,3			
	Cestoda		2,3			
<i>Acartia discaudata</i>	Hemiuridae		1,6	1,1	2,9	
	<i>Proteocephalus</i>		3,3	1,7		
	Cestoda			1,1	2,9	5,9
<i>Centropages hamatus</i>	Hemiuridae		7,3			
	Digenea***			3,1		
	Cestoda		4,6			
<i>Oithona atlantica</i>	Cestoda	28,6				
<i>Oithona similis</i>	Cestoda	1,6	0,1			
<i>Pseudocalanus elongatus</i>	Hemiuridae	5,6	2,3			
	Cestoda	5,6	0,9			11
<i>Temora longicornis</i>	Cestoda		4,3			

* Oncosphaera, Procercoide und Plerocercoid Stadien ** L₂-Larve *** Cyste

Die Prävalenzen blieben unter 8% und die Intensitäten lagen bei 1. Die höchste Prävalenz von 28,6% wurde im August 1998 bei *O. atlantica* registriert. Sie ist bedingt durch eine geringe Wirtsanzahl. Ein Doppelbefall wurde nur einmal beobachtet: Eine junge

Metacercarie von *H. communis* und ein Cestoda sp. befanden sich zusammen im Haemocoel einer *A. discaudata* (Platte III, 13).

Im Untersuchungszeitraum zeigt die Parasitierung eine Verschiebung des Wirtsspektrums. Im August 1998 wurden *O. atlantica*, *O. similis* und *P. elongatus* als Wirte registriert; während alle drei Arten mit Cestoda befallen waren, trat *P. elongatus* als einziger Wirt der Hemiuridae auf. Im September waren alle 8 Copepoda-Arten parasitiert, wobei 7 einen Befall mit Cestoden und vier mit Digenen aufwiesen. Die höchste Prävalenz -sowohl der Cestoden- als auch der Digenen-Parasitierung - erreichte in diesem Monat *C. hamatus* mit 4,6% (Cestoda) und 7,3% (Digenea). 1999 waren *A. bifilosa*, *A. discaudata* und *C. hamatus* als Wirte vertreten, unter denen der einzige Nematodenbefall durch eine L2-Larve in *A. bifilosa* festgestellt wurde. Im April 2000 war *A. discaudata* der einzige Wirt. Im Mai war *P. elongatus* zusätzlich mit Cestoda befallen, hier wurde die höchste Prävalenz des Jahres 2000 mit 11% registriert. Generell wurden *A. discaudata* und *P. elongatus* von Cestoden am häufigsten befallen.

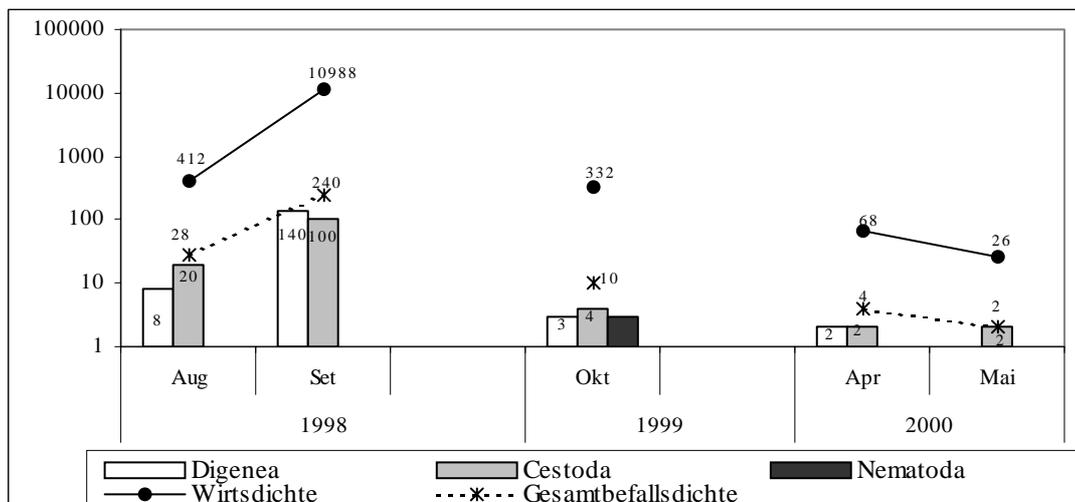


Abb. 12: Befallsdichten [N/100 l] von Digenen, Cestoden und Nematoden bei planktischen Copepoden vom Bockholmwick zwischen 1998-2000. Angegeben ist die Gesamtbefallsdichte und die Dichte der festgestellten Wirte.

Ein Befall wurde nur in den in Abb. 12 dargestellten Monaten registriert. Die höchste Befallsdichte wurde im September 1998 festgestellt. Generell lagen die Befallsdichten im Jahr 1998 höher als in den folgenden Jahren, in welchen die Digenen eine durchschnittlich höhere Befallsdichte als die Cestoden zeigten. Die Nematoden waren gering vertreten. Sowohl die Prävalenzen als auch die Befallsdichte lagen weitgehend in Korrelation zur Wirtsdichte, so sind bei höheren Wirtsdichten auch höhere Prävalenzen und Befallsdichten zu verzeichnen.

Ein Blick auf die Relation der Abundanzen der jeweiligen Wirte zu ihrer jeweiligen Prävalenz zeigt, dass *A. tonsa*, *C. hamatus* sowie *T. longicornis* höhere Prävalenzen bei niedrigeren prozentualen Abundanzen erreichten (Abb. 13).

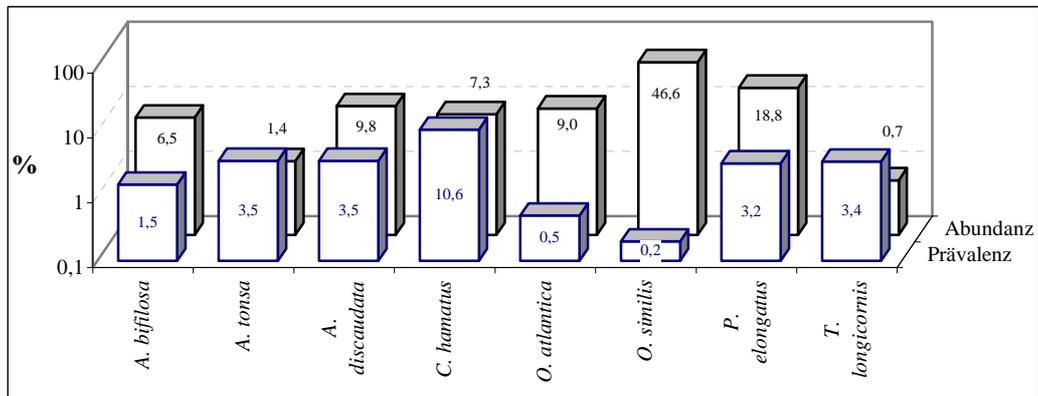


Abb. 13: Abundanz [%] und Gesamtprävalenz parasitierter Copepoden im Plankton von Bockholmwik zwischen 1998-2000

Der Verlauf der Kurven des Gesamtvorkommens aller planktischen Copepoda und der Gesamtbefallsdichte zeigen für das Jahr 1998 eine positive Korrelation. In Bezug auf die Gesamtprävalenzen hingegen wurde im September bei einer Zunahme der Gesamtdichte eine Abnahme der Gesamtprävalenz registriert (Abb. 14). 1999 wurde lediglich bei der Dichtezunahme im Oktober eine Parasitierung festgestellt. Im Jahr 2000 verliefen die Kurven der Gesamtdichte und der Gesamtprävalenz positiv korreliert, beide Kurven nahmen von April bis Mai ab. Die Kurve der Befallsdichte blieb jedoch von April bis Mai unverändert, im Juni wurde kein Befall registriert.

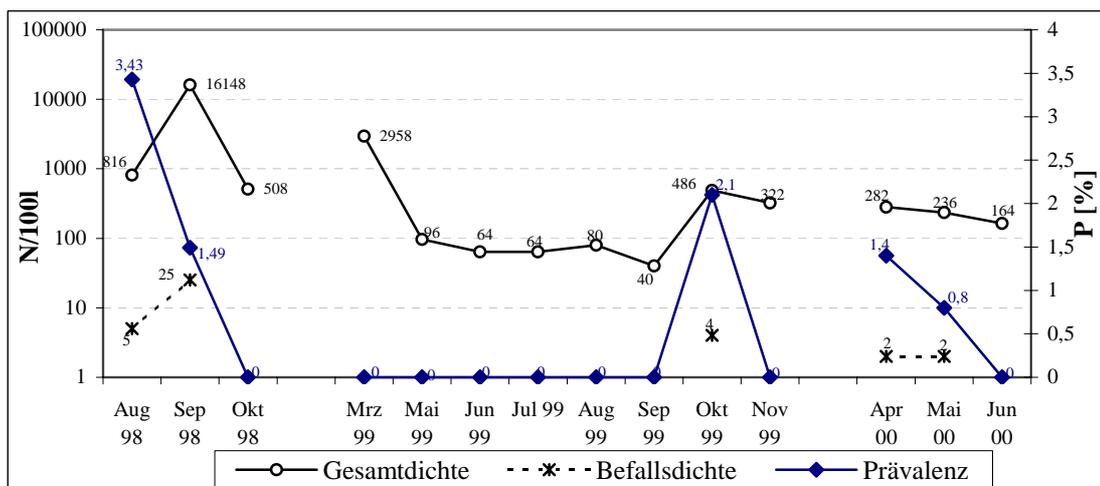


Abb. 14: Gesamtdichte [N/100 l], gesamte Befallsdichte [N/100 l] und Gesamtprävalenz [%] planktischer Copepoden

3.3 Untersuchung an Zwischenwirten: Gastropoda

3.3.1 Artenspektrum und Individuenzahlen

Insgesamt wurden 6872 Individuen parasitologisch untersucht. Es waren 10 verschiedene Taxa vorhanden, welche 4 verschiedenen Familien angehören (Tab. 3).

Tab. 3: Artenspektrum und Gesamtzahl untersuchter Individuen

Wirtart	Anzahl
Hydrobiidae	
<i>Hydrobia ventrosa</i>	375
<i>Hydrobia neglecta</i>	1391
<i>Hydrobia ulvae</i>	4612
<i>Potamopyrgus jenkinsi</i>	11
Littorinidae	
<i>Littorina saxatilis forma tenebrosa</i>	405
<i>Littorina littorea</i>	36
<i>Littorina obtusata</i>	5
Rissoidae	
<i>Turboella</i> spp.	18
<i>Rissoa membranacea</i>	15
Lacunidae	
<i>Lacuna</i> spp.	4
Total	6872

3.3.2 Populationsdynamik

3.3.2.1 Saisonalität der Taxazahlen und Abundanzen

In Tab. 4 sind die saisonalen Abundanzen [%] der Arten sowie die Zahl der Taxa aus dem Uferbereich angegeben. Die Zahl der Taxa schwankte zwischen eins und zehn. Von 1998 bis zum Jahr 2000 wurde eine Abnahme der Werte dokumentiert. Während im November 1998 alle 10 Taxa auftraten, kam im April 2000 eine einzige Art (*H. ulvae*) vor.

Im Uferbereich war *H. ulvae* als einzige Art während der gesamten Untersuchungszeit zu finden. Sehr häufig traten *H. ventrosa* und *H. neglecta* auf und mit Ausnahme von *L. saxatilis f. tenebrosa* zeigten die übrigen Arten ein sporadisches Vorkommen.

Tab. 4: Artenspektrum und saisonale Abundanz [%] der Gastropoda im Uferbereich. Die größeren Abundanzen sind grau unterlegt.

Wirtart	Aug 98	Sep 98	Nov 98	Mrz 99	Mai 99	Jun 99	Jul 99	Aug 99	Sep 99	Okt 99	Apr 00	Mai 00	Jun 00	Ge-samt
Hydrobiidae														
<i>Hydrobia ventrosa</i>	3,7	0,2	1,2	2,5	11,7	4,0	5,4	9,4	19	6,1		19,2		3,2
<i>Hydrobia neglecta</i>	15,5	41,8	34,3	23,3	31,4	7,4	25,4	9,4	11,9	18,2		11,5		29,5
<i>Hydrobia ulvae</i>	79,4	56,4	60,4	73,1	55,8	87	69	65,6	61,9	74,2	100	57,7	80	65,1
<i>Potamopyrgus jenkinsi</i>			0,4		0,5							11,5	20	0,3
Littorinidae														
<i>Littorina saxatilis</i> *	0,9	0,7	1,4	1,1		1,6	0,2	15,6	7,1					1
<i>Littorina littorea</i>		0,1	0,3											0,1
<i>Littorina obtusata</i>			0,3											0,1
Rissoidae														
<i>Turboella spp.</i>		0,8	0,7							1,5				0,4
<i>Rissoa membranacea</i>	0,5		0,5		0,5									0,2
Lacunidae														
<i>Lacuna spp.</i>			0,4											0,1
Taxa-Anzahl	5	6	10	4	5	4	4	4	4	4	1	4	2	10

* *Littorina saxatilis forma tenebrosa*

Die höchsten Abundanzen während der gesamten Untersuchungszeit wies im Uferbereich *H. ulvae* auf. An zweiter Stelle folgte *H. neglecta*, deren Abundanzen niedriger als die von *H. ulvae* waren.

Tab. 5: Artenspektrum und saisonale Abundanz [%] der Gastropoda in drei Metern Tiefe. Die größeren Abundanzen sind grau unterlegt.

Wirtart	Mai 99	Jun 99	Jul 99	Aug 99	Sep 99	Okt 99	Apr 00	Mai 00	Jun 00	Ge-samt
Hydrobiidae										
<i>Hydrobia ventrosa</i>	1,8	21,6	17,2		38,5	9,1	16,7	100		10,8
<i>Hydrobia neglecta</i>	1,0	10,3	2,9			36,4				4,6
<i>Hydrobia ulvae</i>	96,6	67,6	78,7		61,5	54,5	83,3			84,0
Littorinidae										
<i>Littorina saxatilis</i> *	0,5									0,3
Rissoidae										
<i>Rissoa membranacea</i>		0,4	1,2							0,3
Taxa-Anzahl	4	4	4	0	2	3	2	1	0	5

* *Littorina saxatilis forma tenebrosa*

Im Sublitoral kamen insgesamt fünf Arten vor (Tab. 5). Auch in dieser Tiefe wurde während der Untersuchungszeit eine Abnahme der Artenanzahl registriert. In den Proben von August 1999 und Juni 2000 waren dort keine Gastropoda vorhanden.

H. ulvae kam auch im Sublitoral mit höheren Abundanzen [%] als die anderen Arten vor. Öfter als *H. ulvae* trat hier allerdings *H. ventrosa* auf, obwohl ihre Abundanzen bei einem gleichzeitigen Vorkommen von *H. ulvae* niedriger lagen. Im Mai 2000 war sie allein vertreten. *L. saxatilis f. tenebrosa* und *R. membranacea* kamen nur in den ersten Probenahmen mit sehr niedrigen Abundanzen vor.

Abb. 15 zeigt eine Gegenüberstellung der Proben aus den verschiedenen Wassertiefen. Die Dominanzverhältnisse der Arten in verschiedenen Wassertiefen fluktuierten saisonal. Eine Präferenz einzelner Arten für tiefere Zonen lässt sich höchstens bei *H. ventrosa* erkennen.

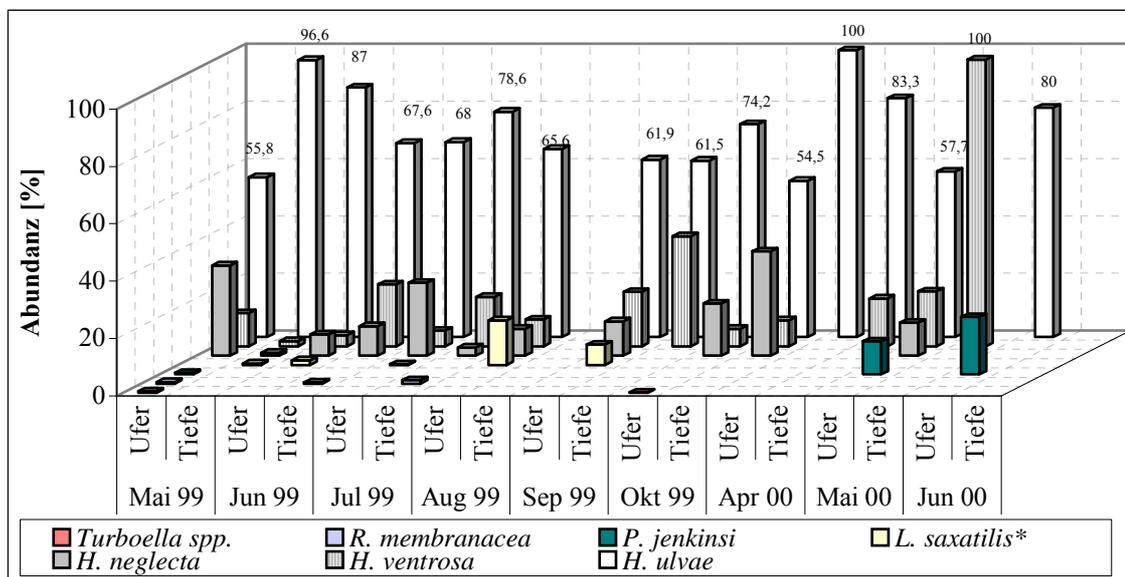


Abb. 15: Saisonale Abundanz [%] der Arten in verschiedenen Wassertiefen von Mai 1999 bis Juni 2000

3.3.2.2 Dominanzstufen

Die Zuordnung der Arten zum klassischen Dominanzstufenkonzept von MÜHLENBERG (1989) ergab:

- **eudominante** Art: *H. ulvae* sowohl im Uferbereich als auch in der Tiefe.
- **dominante** Arten: *H. neglecta* am Ufer, *H. ventrosa* in der Tiefe.
- **subdominante** Arten: *H. ventrosa* im Uferbereich, *H. neglecta* in der Tiefe.
- **rezedente** Art: *L. saxatilis f. tenebrosa* im Uferbereich.

- **subrezedente** Arten: *L. saxatilis f. tenebrosa* und *R. membranacea* in der Tiefe; *P. jenkinsi* und alle übrigen Arten im Uferbereich.

3.3.2.3 Individuendichte

In Abb. 16 sind die Individuendichten der Gastropoda des Uferbereiches dargestellt, die subrezedenten Arten wurden nicht berücksichtigt.

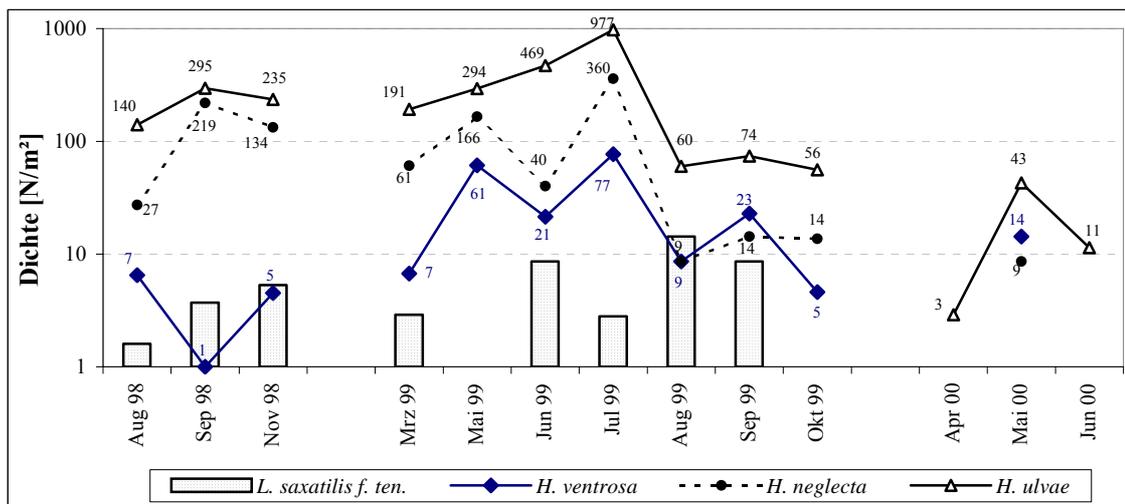


Abb. 16: Saisonale Dichten (N/m²) der Gastropoden im Uferbereich in den Jahren 1998 bis 2000.

Im September 1998 erzielten im Uferbereich *H. ulvae* und *H. neglecta* ein Maximum, *H. ventrosa* war dagegen nur mit 1 Indiv./m² vertreten. Bei *Littorina saxatilis f. tenebrosa* war bis November eine stetige Dichtezunahme zu beobachten.

Im Jahr 1999 nahm die Dichte von *H. ulvae* von März bis Juli kontinuierlich zu. *H. neglecta* und *H. ventrosa* zeigten hingegen eine Abnahme im Juni, alle drei *Hydrobia*-Arten erreichten aber danach ihre höchste Dichte im Juli dieses Jahres, um von August bis Oktober auf niedrige Dichten abzusinken. Die Werte von *Littorina saxatilis f. tenebrosa* fluktuierten im Jahr 1999 stark und erreichten im August einen Höchstwert.

Im Jahr 2000 wurde ein Populationszusammenbruch dokumentiert: Im April war nur *H. ulvae* mit einer minimalen Dichte präsent. Im Mai wurde eine leichte Zunahme verzeichnet, der eine Abnahme im Juni folgte, als wieder nur *H. ulvae* anwesend war.

Die Individuendichte der Gastropoden im Sublitoral werden in Abb. 17 dargestellt:

Die Gastropoda aus dem Sublitoral zeigten von Mai bis Juni 1999 deutlich höhere Dichtewerte als im Uferbereich. Im Mai wies *H. ulvae* ein Maximum auf; in den folgenden Monaten fiel ihre Dichte ab. Sowohl *H. neglecta* als auch *H. ventrosa* verzeichneten ihre Höchstwerte im Juni. Im August folgte ein Populationszusammenbruch - es waren lediglich leere Gehäuse vorhanden - erst in den folgenden Monaten trat eine leichte Erholung auf. Die Werte lagen zum Teil unter denen des Uferbereiches. Von April bis Mai 2000 wurden geringe Werte oder ein vollständiges Fehlen der Arten (im Juni) beobachtet.

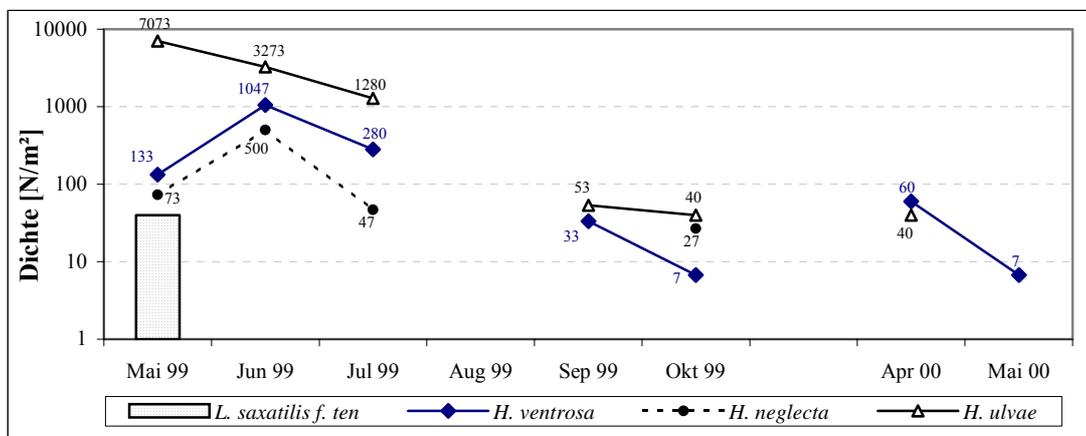


Abb. 17: Saisonale Dichte (N/m²) der Gastropoden im Sublitoral von 1999 bis 2000

3.3.2.4 Größenverteilung

Es wurden Hydrobien von 1 bis 7 mm Größe gefunden. Wie Abb. 18 zeigt, dominierten 3 mm große Individuen.

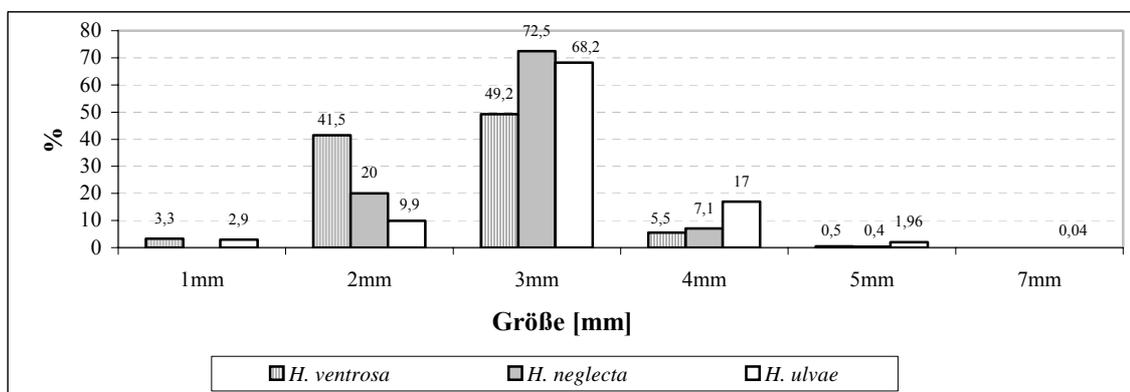


Abb. 18: Prozentuale Größenverteilung der Hydrobien 1998 – 2000

Während *H. ulvae* Exemplare bis 7 mm Größe hatte, trat *H. neglecta* in den Größen von 2 bis 5 mm auf. *H. ventrosa* war in Größenklassen von 1 bis 5 mm zu finden. Anders als bei den vorher genannten Arten war die Größenklasse von 2 mm fast so stark vertreten wie die Größenklasse von 3 mm.

H. ulvae erreichte eine höhere Durchschnittsgröße als die übrigen Hydrobien, gleichzeitig wuchsen die Arten im Uferbereich besser als im Sublitoral (Abb. 19)

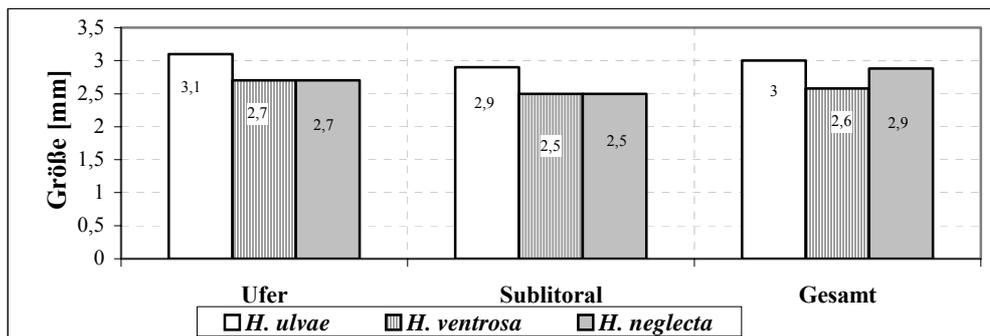


Abb. 19: Durchschnittsgrößen der *Hydrobia*-Arten im Zeitraum 1998 – 2000

Auch saisonal betrachtet (Abb. 20) dominierte bei *H. ulvae* hauptsächlich die Größenklasse 3mm. Eine Ausnahme stellte der August 1998 dar. Während die Größenklasse von 1 mm nur im Mai sowie von August bis Oktober 1999 vorkam, fehlte die Größenklasse von 2 mm sowohl im September 1998 als auch im Oktober 1999.

Den höchsten Anteil erreichte die Größenklasse von 3 mm im Juni 2000. Die Größenklasse von 2 mm hatte im Juni 1999 ihr höchstes Vorkommen. Die Gruppenklassen eins, fünf und sieben kamen nur gelegentlich vor und dann mit geringen Anteilen.

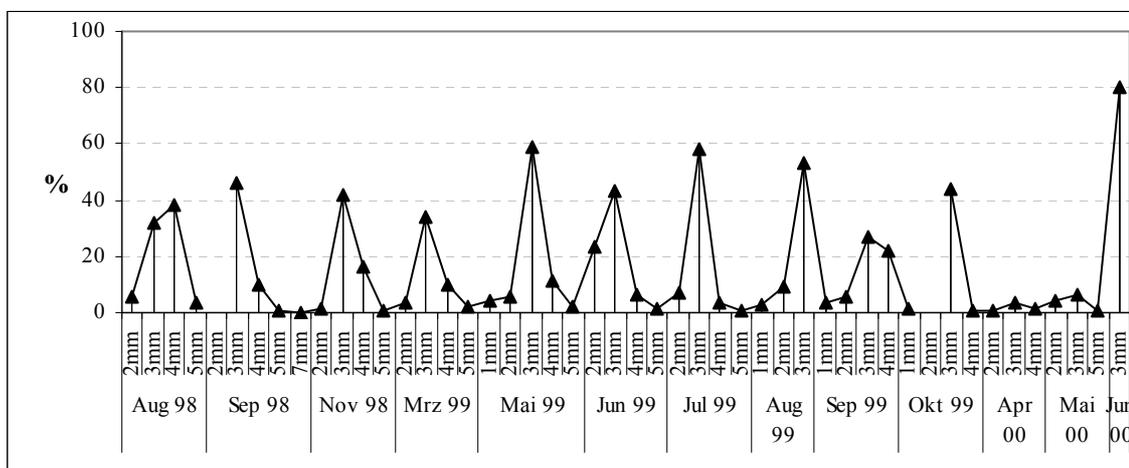


Abb. 20: Saisonales Größenvorkommen [%] von *H. ulvae*, 1998 - 2000.

Bei *H. neglecta* überwog die Größenklasse von 3 mm während der gesamten Untersuchungszeit (Abb. 21). Ihr höchster Wert lag im September 1998. Die Größenklasse von 2 mm war im März 1999 am stärksten vertreten. Die Größenklasse von 4 mm erreichte im August 1998 ihren höchsten Wert und war danach selten, ab Juli 1999 nicht mehr vertreten. Mit sehr wenigen Exemplaren kam die Größenklasse von 5 mm nur im September 1998 und Juli 1999 vor.

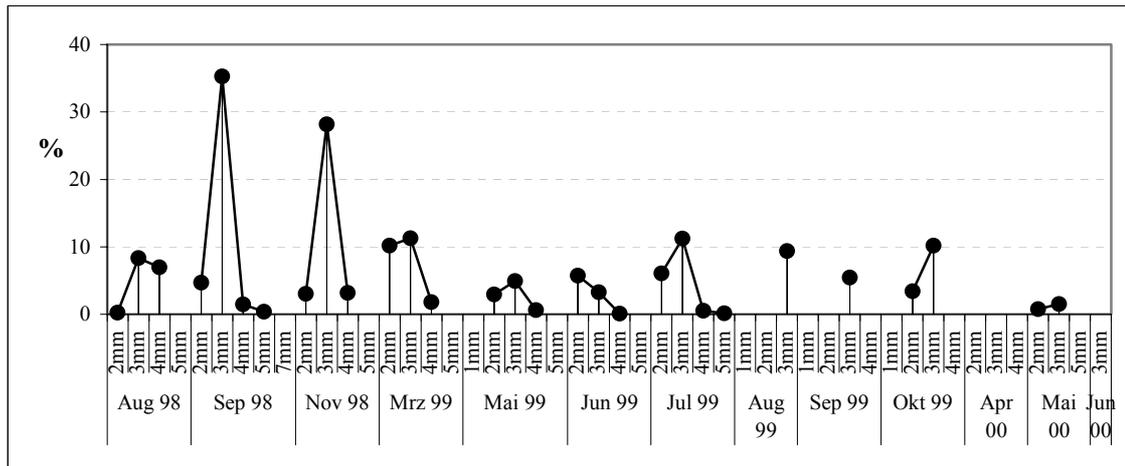


Abb. 21: Saisonales Größenvorkommen [%] von *H. neglecta*, 1998 – 2000

Bei *H. ventrosa* dominierte neben der Größenklasse von 3 mm gelegentlich auch die Größenklasse von 2 mm (Abb. 22). Den höchsten Anteil hatte die Größenklasse von 3 mm im September 1999, die Größenklasse von 2 mm im Juni desselben Jahres. Während die Größenklasse von 4 mm sporadisch und mit geringen Anteilen vorkam, trat die Gruppe von 5 mm lediglich im August und November 1998 auf. Die Größenklasse von 1 mm war nur im Mai und August 1999 vorhanden.

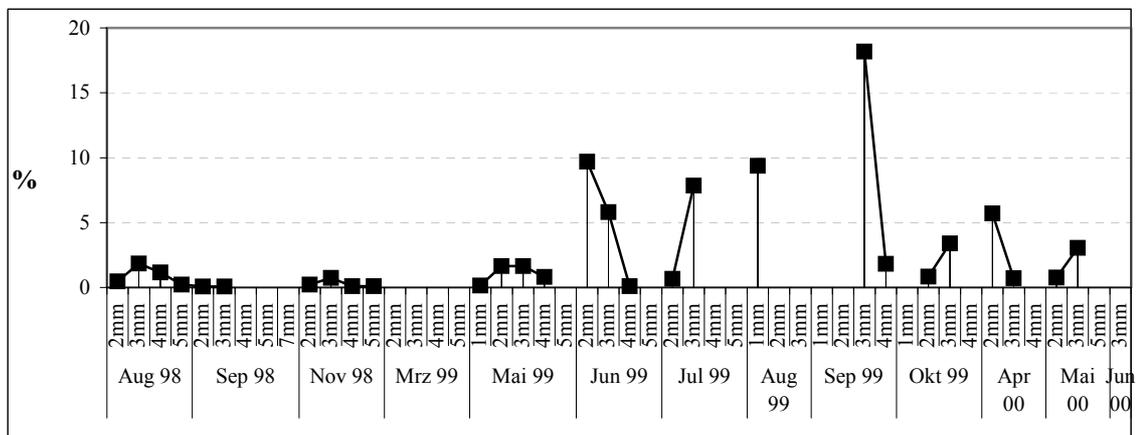


Abb. 22: Saisonales Größenvorkommen [%] von *H. ventrosa*, 1998 - 2000

3.3.3 Parasitenbefall bei Gastropoda

Fünf Gastropoda-Arten dienten als Wirte: alle vorkommenden Hydrobiidae sowie *Littorina saxatilis forma tenebrosa* aus der Familie der Littorinidae (Tab. 6).

3.3.3.1 Parasitenspektrum

Das Parasitenspektrum der Gastropoden setzte sich aus einem Protozoon und 19 Digenea zusammen (Tab. 6).

Tab. 6: Parasitenspektrum verschiedener Gastropoden in den Jahren 1998 – 2000.
P - Präsenz

Parasitenart	Wirt	<i>H. ul- vae</i>	<i>H. ne- glecta</i>	<i>H. ven- trosa</i>	<i>P. jen- kinsi</i>	<i>L. saxatilis f. tenebrosa</i>
Ciliophora						
<i>Glossatella</i> sp.		P	P	P		
Digenea						
Echinostomatidae						
<i>Himasthla continua</i>		P	P	P		
<i>Himasthla interrupta</i>		P	P			
<i>Himasthla</i> cf. <i>militaris</i>		P	P			
Hemiuridae						
<i>Bunocotyle cingulata</i>		P	P	P		
Heterophyidae						
<i>Cryptocotyle concavum</i>		P	P	P		P
<i>Cryptocotyle lingua</i>						P
Microphallidae						
<i>Atriophallophorus minutus</i> cf.		P				
<i>Cercaria microphallidarum</i> Nr. 2 nov.sp.		P		P		
<i>Cercaria microphallidarum</i> Nr. 4 nov.sp.		P	P	P		
<i>Maritrema subdolum</i>		P	P	P		
<i>Microphallus claviformis</i>		P	P	P		
<i>Microphallus papillorobustum</i>		P	P	P		
<i>Microphallus pygmaeus</i>						P
Microphallidae sp.		P	P	P	P	
Notocotylidae						
Notocotylidae sp.		P				
Opecoelidae						
<i>Podocotyle atomom</i>						P
Psilostomatidae						
<i>Psilochasmus oxyurus</i>		P				P
Metacercarie sp. I		P	P	P		
Metacercarie sp. II		P				
Taxa-Anzahl		17	12	11	1	5

Innerhalb der Digenea überwog die Familie der Microphallidae mit acht Arten, gefolgt von den Echinostomatidae der Gattung *Himasthla*. Zwei Digenea konnten nicht bestimmt werden und wurden als Metacercarie sp. und Metacercarie sp. I vermerkt.

Das breiteste Parasitenspektrum zeigte *H. ulvae* mit 17 Arten, es folgten *H. neglecta* mit 12 und *H. ventrosa* mit 11 Arten. Bei *L. saxatilis f. tenebrosa* war eine Infektion von insgesamt 5 Arten zu beobachten. *P. jenkinsi* wurde nur von einer Parasitenart befallen.

3.3.3.2 Befallsdynamik

3.3.3.2.1 Saisonalität des Befalls

Die Dynamik des Befalls der verschiedenen Gastropoda wird in den Tab. 7 bis 10 zusammengefasst.

Tab. 7: Saisonale Prävalenz der Hydrobiidae aus dem Uferbereich im Jahr 1998

Datum	Aug 98			Sep 98		Nov 98			
	N - untersucht	16	67	343	536	723	4	11	327
Parasitenart	H.vent.	H.negl.	H.ulv.	H.negl.	H.ulv.	P.jenk.	H.vent.	H.negl.	H.ulv.
<i>H. continua</i>					0,6			0,3	1,7
<i>H. interrupta</i>		3	2,3	0,4	0,4			0,3	
<i>H. cf. militaris</i>			0,6	0,4	0,3			2,1	1,7
<i>B. cingulata</i>	6,3	1,5	0,6		0,1		9,1		
<i>C. concavum</i>	6,3	5,9	1,7	1,2	0,8			0,6	
M. n° 4*									0,3
<i>M. subdolum</i>	6,3	3	0,3	1,3	1,1			0,3	0,3
<i>M. claviformis</i>			0,3	0,4	1,7			0,6	1
<i>M. papillorobustum</i>		4,5	5,8	2,8	2,3		18,2	0,9	0,9
Microphallidae sp.			3,5	0,2	0,3	25		1,2	0,2
Notocotilidae sp.					0,1				
Metacercarie sp. I			0,3	1,3	0,5				
Taxa-Anzahl	3	5	9	8	11	1	2	8	7

* *Cercaria microphallidarum* Nr. 4 nov. sp., H. vent – *H. ventrosa*, H.negl. – *H. neglecta*, H.ulv. – *H. ulvae*, P. jenk. – *P. jenkinsi*

H. ulvae zeigte fast während der gesamten Untersuchungszeit einen Befall. Im September 1998 wies sie mit 11 verschiedenen Taxa das höchste Parasitenspektrum auf. Im

Jahr 1999 zeigte sie, beim Vergleich von Uferbereich und Sublitoral, im Juni und Juli in der Tiefe höhere Parasitenspektren.

H. neglecta war vorwiegend 1998 infiziert. Ihr höchstes Parasitenspektrum erreichte sie im November dieses Jahres mit 8 verschiedenen Taxa. 1999 wies sie lediglich im Mai und Juli im Uferbereich einen Befall auf; im darauf folgenden Jahr fehlten Parasiten. Im Sublitoral zeigte sie keinen Befall.

H. ventrosa wurde hauptsächlich im Jahr 1999 parasitiert, mit fünf Parasitenarten zeigte sie im Juni - im Sublitoral - ihren höchsten Befall. Bei *P. jenkinsi* wurde lediglich im November des Jahres 1998 ein Befall festgestellt.

Im Folgenden wird die Parasitierung der einzelnen Parasitenarten vorgestellt.

Generell ist eine Abnahme der Prävalenzen vom Spätsommer zum Herbst zu verzeichnen. Eine Ausnahme bilden *Himasthla cf. militaris* und *H. continua*, deren Prävalenzen im November erhöht waren.

***Glossatella* sp.**

Glossatella sp. infestiert *H. ulvae* von Juni bis Oktober 1999. Dieses Protozoon befiel *H. neglecta* im Juli und *H. ventrosa* nur vereinzelt. Vorwiegend wurden Individuen aus dem Uferbereich befallen. Ihre höchste Prävalenz erreichte die Art bei *H. ulvae* im September 1999, der niedrigste Wert wurde im Juli registriert. Im Sublitoral wurde die höchste Intensität bei *H. ulvae* im Juli festgestellt, die niedrigste im Juni 1999.

***Himasthla*-Arten**

Die Sporocysten, Redien und Cercarien der *Himasthla*-Arten hatten als Wirte *Hydrobia ulvae* und *Hydrobia neglecta*. Ihre Intensitäten schwankten dabei in den Stufen von B und D (siehe Material und Methoden).

Himasthla continua wurde im Sommer und Herbst registriert. Die höchste Prävalenz wurde im November 1998 bei *H. ulvae* erreicht, die niedrigste bei *H. neglecta*.

Himasthla interrupta trat ausschließlich im Jahr 1998 auf. Ihre höchste Prävalenz erreichte sie im August bei *H. ulvae*, die niedrigste bei *H. neglecta* im November.

Himasthla cf. militaris trat sporadisch auf. Ihre höchste Prävalenz wurde bei *H. neglecta* im November 1998 erzielt, die niedrigste Prävalenz bei *H. ulvae* im September 1998 und März 1999.

Bunocotyle cingulata

B. cingulata wurde in Sporocysten- und Cercarien-Stadien (Fig. 11, Platte II) bei den drei häufigsten Hydrobien-Arten gefunden. *B. cingulata* kam nur 1998 vor. Ihre höchste Prävalenz erreichte sie im November bei *H. ventrosa*, die niedrigste bei *H. ulvae* im September. Die Intensität lag überwiegend auf der Stufe B.

Cryptocotyle concavum

Die Sporocysten, Redien und Cercarien dieser Digenea infestierten alle Gastropoda, von *P. jenkinsi* ausgenommen. Sie kam während der gesamten Untersuchungszeit vor. Die höchste Prävalenz erreichte *C. concavum* bei *H. ulvae* im Juni 2000, die niedrigsten Werte wurden bei *H. neglecta* im November 1998 und bei *H. ulvae* im März 1999 registriert. Die Intensität des Befalls schwankte zwischen den Stufen C und D.

Cryptocotyle lingua

Die Redien und Cercarien von *C. lingua* wurden bei *L. saxatilis f. tenebrosa* im Oktober 1999 und im April 2000 gefunden. Die höchste Prävalenz erreichte die Art im Oktober 1999. Die Intensitäten lagen bei der höchsten Stufe (D).

Atriophallophorus minutus

Die encystierten Metacercarien von *A. minutus* wurden nur im Juli 1999 bei *H. ulvae* aus dem Sublitoral mit niedriger Prävalenz und einer Intensität von C gefunden.

***Cercaria microphallidarum* Nr. 2 nov. sp.**

Die Sporocysten und Cercarien dieser Microphallidae befielen im Juni 1999 *H. ulvae* und *H. ventrosa* mit niedrigen Prävalenzen. Die Intensität lag dabei bei C bzw. D.

***Cercaria microphallidarum* Nr. 4 nov. sp.**

Diese Art trat ebenfalls als Sporocysten und Cercarien auf. Nach dem Freipräparieren aus den Sporocysten bewegen sich die Cercarien zuerst spannenartig fort und bilden danach Cysten. Die Cyste ist zunächst oval, besitzt eine einfache Hülle, das Stilett bleibt zunächst eingekapselt. Die encystierten Individuen blieben nur wenige Stunden am Leben. Während die Art von November 1998 bis Juni 1999 ausschließlich bei *H. ulvae* gefunden wurde, infestierte sie in der folgenden Zeit ebenfalls *H. neglecta* und *H. ventrosa*. Die höchsten Prävalenzen erreichte sie bei *H. ventrosa* Ende 1999. Die Intensitäten lagen alle zwischen den Stufen C und D.

Maritrema subdolum

M. subdolum trat als Cercarien und Metacercarien-Cysten auf. Sie befiel alle Hydrobien-Arten außer *P. jenkinsi*. 1998 war *M. subdolum* in allen Proben vorhanden, während

sie im darauf folgenden Jahr hauptsächlich im Juli zu finden war. Die höchste Prävalenz erzielte sie bei *H. ventrosa*. Die dabei erzielten Intensitäten schwankten sehr stark und erreichten alle Stufen der Skala (A bis D).

Tab. 8. Saisonale Prävalenz der Hydrobiidae im Uferbereich in den Jahren 1999 – 2000

Datum	Mrz 99	Mai 99			Jun 99	Jul 99		Sep 99		Okt 99	Mai 00	Jun 00
N- untersucht	201	206	116	43	328	342	126	26	8	49	15	8
Parasitenart	H. ulv.	H. ulv.	H.negl.	H.vent.	H. ulv.	H. ulv.	H.negl.	H. ulv.	H.vent.	H. ulv.	H.ulv.	H.ulv.
<i>Glossatella</i> sp.					4,3	1,2	2,4	7,7	12,5	2,0		
<i>C. concavum</i>	0,6	2,9	0,9		2,1	0,9	0,8			2,0	13,3	25
<i>H. cf. militaris</i>	0,5									2,0		
<i>H. continua</i>						1,5	0,8					
<i>M. subdolum</i>	0,3		0,9			1,2	0,8					
Microphallidae sp.	0,3	1,4										
<i>M.claviformis</i>		3,9		2,3			0,8			2,0		
<i>M. papillorobustum</i>	1,4	0,5				0,6						
Mi.sp.n°2					0,3							
M.n°4		0,9			0,3		1,6		12,5	2,0		
Metacercarie sp.I	0,3	2,9	0,9		0,3							
Metacercarie sp. II					1,2					2,0		
Taxa-Anzahl	6	6	3	1	6	5	6	1	2	6	1	1

H.ulv. - *Hydrobia ulvae*; H.vent. - *Hydrobia ventrosa*; H.negl. - *Hydrobia neglecta*

M.n°4 - *Cercarie microphallidarum* N° 4 nov. sp.; Mi.Sp.n°2 - *Cercarie microphallidarum* N° 2 nov. sp.

Microphallus claviformis

Diese Art infestiert ihre Hydrobien-Wirte ausschließlich als Metacercarien-Cysten. 1998 kam sie durchgehend vor, obgleich mit niedrigen Prävalenzen; im darauf folgenden Jahr trat sie zwar sporadisch auf, erreichte aber höhere Prävalenzwerte. Ihre höchste Prävalenz erreichte sie bei *H. ulvae*. *M. claviformis* kam bei ihren Wirten mit sehr hohen Intensitäten vor, hauptsächlich lagen sie bei den Stufen C und D, lediglich im Juni 1999 hatte die Art bei *H. ventrosa* Intensitäten von A und B.

Microphallus papillorobustum

M. papillorobustum kam als Cercarien und Metacercarien-Cysten vor. Sie befiel ihre Hydrobien-Wirte mit höheren Prävalenzen als die vorher beschriebenen Microphallidae, vor allem im November 1998. Ihren höchsten Wert erreichte sie bei *H. ventrosa*, ihren niedrigsten bei *H. ulvae*. Diese Art befiel überwiegend mit hohen Intensitäten der Stufe C und D, nur gelegentlich traten Wirte mit einem Befall der Stufe von A und B auf.

Microphallus pygmeus

Die Sporocysten mit Metacercarien von *M. pygmeus* kamen ausschließlich bei *L. saxatilis f. tenebrosa* in Proben des Jahres 2000 vor. Die höchste Prävalenz wurde im Juni erreicht, die Intensitäten lagen bei der Stufe D.

Microphallidae sp.

Diese Digenea lagen als Metacercarien vor, sie besaßen einen bestachelten Körper, die Cyste mit einfacher Hülle war rund, mit einem Durchmesser von 72-90 µm. Die Geschlechtsorgane waren nicht augenfällig, das Exkretionsorgan war Y-förmig. Die Merkmale einiger Exemplare deckten sich mit denen von *Levinsiniella minuta* – nach YAMAGUTI (1975). Allerdings folgten nicht alle Individuen den angegebenen Merkmalen. Bei einigen Exemplaren z.B. war das Rudiment eines Stilets erkennbar.

Microphallidae sp. infestierten alle Hydrobiidae-Arten. Sie trat im Jahr 1998 und von März bis Juni 1999 auf. Die höchsten Prävalenzen erreichte sie im August und November 1998 beim Befall von *H. ulvae* bzw. *P. jenkinsi*. Die dabei erreichten Intensitäten schwankten sehr stark und lagen bei allen Stufen (A bis D).

Tab. 9: Saisonale Prävalenz der Hydrobiidae aus dem Sublitoral im Jahr 1999

Datum	Mai 99	Jun 99		Jul 99		Okt 99
N- untersucht	1061	491	157	42	192	1
Parasitenart	<i>H. ulvae</i>	<i>H. ulvae</i>	<i>H. ventrosa</i>	<i>H. ventrosa</i>	<i>H. ulvae</i>	<i>H. ventrosa</i>
<i>Glossatella</i> sp.					0,5	
<i>A. minutus</i>					0,5	
<i>C. concavum</i>	0,8	4,7	3,1	9,5	4,7	
<i>H. cf. militaris</i>	0,3					
<i>H. continua</i>					1,0	
<i>M. subdolum</i>		0,6		4,8	1,6	
Microphallidae sp.	0,2	1,4	0,6			
<i>M. claviformis</i>	1,2	0,4	0,6			
<i>M. papillorobustum</i>				2,4	1,0	
Mi.sp.n°2			0,6			
M.n°4		0,2			3,1	(100)
Notocotylidae		0,2			0,5	
<i>P. oxyurus</i>		0,2				
Metacercarie sp. I	0,1		0,6			
Taxaanzahl	5	7	5	3	8	1

M.n°4 - *Cercarie microphallidarum* N° 4 nov. sp.; Mi.Sp.n°2 - *Cercarie microphallidarum* N° 2 nov. sp.

Notocotylidae spp.

Notocotylidae wurden ausschließlich als Cercarien gefunden. Sie traten sehr sporadisch und bei *H. ulvae* auf. Die Prävalenzen waren niedrig, während die Intensitäten 1998 bei der Stufe D und 1999 bei der Stufe B lagen.

Podocotyle atomon

Die Sporocysten Redien und Cercarien von *P. atomon* waren im *L. saxatilis f. tenebrosa* mit einer Intensität der Stufe D vertreten. Die höchste Prävalenz erzielte *P. atomon* im Juni 1999.

Psilochasmus oxyurus

P. oxyurus trat als Sporocyste und Cercarie bei *H. ulvae* und *L. saxatilis f. tenebrosa* auf. Im Juni 1999 wurde die Art bei *H. ulvae* gefunden, im Jahr 2000 kam sie ausschließlich bei *L. saxatilis f. tenebrosa* vor. Die höchste Prävalenz erreichte sie im Juni 2000. Die Intensität des Befalls schwankte zwischen den Stufen C und D.

Tab. 10: Saisonale Prävalenz bei *L. saxatilis f. tenebrosa* aus dem Uferbereich in den Jahren 1999 – 2000

Datum	Jun 99	Okt 99	Apr 00	Mai 00	Jun 00
N- untersucht	6	33	91	102	129
Wirt Parasitenart	<i>L.saxatilis f. tenebrosa</i>				
<i>C. concavum</i>		3,0			
<i>C. lingua</i>		6,1	1,1		
<i>M. pygmeus</i>			2,9	2	7,4
<i>P. oxyurus</i>			1,1	2,9	15,4
<i>P. atomom</i>	33,3			2,9	0,8
Taxaanzahl	1	2	3	3	3

Metacercarien sp. I

Diese Metacercarien hatten eine runde bis ovale Cyste mit einfacher Hülle, ihr Durchmesser betrug ca. 119 - 120 µm. Die Saugnäpfe waren deutlich erkennbar. Eine Körperbestachelung war nicht vorhanden. Die männlichen Geschlechtsorgane waren nicht augenfällig gelb. Ein Freipräparieren der Metacercarie aus der Cyste blieb ohne Erfolg, der Körper zerplatzte schnell. Diese Metacercarien befielen Hydrobien-Wirte mit niedrigen Prävalenzen. Den Höchstwert erreichten sie im Mai 1999 bei *H. ulvae* aus dem

Uferbereich. Im Sublitoral waren sie seltener und in geringen Prävalenzen vertreten. Die Intensitäten lagen dabei hauptsächlich in der Stufe C.

Metacercarien sp. II

Die Cysten dieser Metacercarien waren mit ca. 30 µm Durchmesser sehr klein. Sie befielen *H. ulvae* im Juni 1999 mit einer Intensität der Stufe D.

3.3.3.2.2 Befall in Abhängigkeit der Wirtsgröße

Für diese Analyse wurden alle im Untersuchungszeitraum vorkommenden Individuen von *H. ulvae*, *H. neglecta* und *H. ventrosa* herangezogen. Eine Infestation wurde bei allen Wirten ab 2 mm Größe festgestellt (Tab. 11).

H. ventrosa zeigte einen Befall zwischen den Größenklassen 2 und 5, *H. neglecta* zwischen 2 und 4 und *H. ulvae* zwischen 2 und 7 mm. Exemplare zwischen 2 und 4 mm waren am stärksten befallen. Während bei *H. ventrosa* die Größenklassen 2 und 3 eine stärkere Infestation zeigten, waren es bei *H. ulvae* und *H. neglecta* die Größenklassen 3 und 4.

Tab. 11: Prävalenz [%] in Abhängigkeit der Wirtsgröße. Grau - höhere Prävalenzen. In Klammern - niedrige Wirtsanzahl.

N	151	179	20	2	277	1006	98	454	3120	779	90	2
Wirtart	<i>H. ventrosa</i>				<i>H. neglecta</i>			<i>H. ulvae</i>				
Größenklasse	2mm	3mm	4mm	5mm	2mm	3mm	4mm	2mm	3mm	4mm	5mm	7mm
<i>Glossatella</i> sp.		1,12				0,30		0,20	0,42	0,90	1,11	
<i>H. continua</i>		0,56				0,10	1,02		0,35	1,16	1,11	
<i>H. interrupta</i>						0,50			0,10	1,03		
<i>H. cf. militaris</i>					0,72	0,50	2,04		0,10	2,05	1,11	
<i>B. cingulata</i>			5,00	(50)		0,10			0,03	0,26		
<i>C. concavum</i>	1,99	3,35		(50)		1,19	4,08	1,30	1,60	2,44	7,78	
<i>A. minutus</i>									0,03			
Mi.sp.n°2*	0,66								0,03			
M. n° 4**			5,00			0,20		0,20	0,29	0,39		
<i>M. subdolum</i>		1,12			0,72	0,80	2,04	0,20	0,45	0,77		
<i>M. claviformis</i>		1,12				0,50			0,61	1,93	10	(50)
<i>M. papillorobustum</i>	0,66	0,56	5,00			2,09	1,02		0,96	2,05	2,22	
Microphallidae sp.	0,66				0,36	0,20	2,04	0,40	0,32	1,80	1,11	
Notocotylidae spp.								0,20	0,06			
<i>P. oxyurus</i>								0,20				
Metacercarie sp.I	0,66				0,72	0,60		0,20	0,26	0,13	1,11	
Metacercarie sp.II										0,51	1,11	

* *Cercaria microphallidarum* Nr.2 nov. sp.** *Cercaria microphallidarum* Nr.4 nov. sp.

Die Prävalenzen zeigten generell einen Anstieg mit zunehmender Wirtsgröße. Die Ausnahmen bildeten folgende Kombinationen: *M. papillorobustum* /*H. ventrosa*, Microphallidae sp./*H. neglecta*; Microphallidae sp./*H. ulvae*. Die Prävalenzen dieser Kombinationen lagen bei den Wirten der Größenklasse 2 höher als bei Wirten der Größenklasse 3.

Die Abhängigkeit der Parasitenprävalenz von der Wirtsgröße wurde mittels des Spearman-Rang-Korrelationskoeffizienten geprüft. Aufgrund der Besetzung mit zu wenigen Größenklassen wurde dies auf Gattungsebene berechnet. Einzelfunde und zu wenig besetzte Größenklassen blieben unberücksichtigt.

Es wurden nur positive Korrelationen festgestellt. Ein echter Zusammenhang zwischen einer Größenzunahme der Hydrobien und der Zunahme der Prävalenzwerte ergab sich nur für fünf Parasitenarten, d. h. $r > \alpha$ (Tab. 12): *B. cingulata*, *C. concavum*, *H. continua*, *M. claviformis* und *Cercarie microphallidarum* Nr. 4 nov. sp.

Tab. 12: Spearmanrang-Korrelation Koeffizient für die Variablen Prävalenzen und Wirtsgröße der verschiedenen Parasiten mit ihren Wirten Hydrobien. r – Korrelationskoeffizient; α – Signifikanzschranken für eine Irrtumswahrscheinlichkeit von 5%. Signifikante Werte sind grau unterlegt

Parasitenart	r	α
<i>Glossatella</i> sp.	0,66	0,77
<i>H. continua</i>	0,84	0,77
<i>H. cf. militaris</i>	0,63	0,77
<i>B. cingulata</i>	0,95	0,80
<i>C. concavum</i>	0,80	0,58
<i>Cercarie microphallidarum</i> Nr. 4 nov. sp.	0,90	0,80
<i>M. subdolum</i>	0,67	0,68
<i>M. claviformis</i>	0,94	0,77
<i>M. papillorobustum</i>	0,31	0,60
Microphallidae sp.	0,52	0,60
Metacercarie sp. I	0,06	0,68

3.3.3.2.3 Mehrfachbefall

Ein Doppelbefall wurde im Herbst 1998 sowie im Herbst 1999 registriert (Tab. 13). Mit zwei Parasitenarten waren *H. ulvae* und *H. neglecta* infestiert. Ein Dreifachbefall wurde nur einmal, bei *H. ulvae* im Uferbereich im Juli 1999 beobachtet. Mehrfachbefall bilde-

ten vorwiegend Vertreter der Microphallidae als encystierte Metacercarien. Beim Dreifachbefall war außerdem *C. concavum* als Cercarie vertreten.

Die Prävalenzen waren sehr niedrig. Den höchsten Wert erzielten *M. claviformis* und Metacercarie sp. I im Oktober 1999 mit fast 2%. Die Intensitäten fielen unterschiedlich hoch aus. Während *C. concavum* eine Intensität von C erzielte, erreichte die größere *M. papillorobustum* nur eine Intensität von A. Die Wirtsindividuen mit einem Doppelbefall maßen 3 mm, der Wirt des Dreifachbefalls erreichte hingegen 4 mm.

Tab. 13: Mehrfachbefall bei verschiedenen Hydrobien. P – Prävalenz; I – Intensität.
A,B,C,D – angegebene Intensitätsskala

Parasitenbefall-Kombinationen	Datum	<i>H. ulvae</i>		<i>H. neglecta</i>	
		I	P [%]	I	P [%]
<i>M. subdolum</i> / <i>M. papillorobustum</i>	Nov 1998	C/A	0,17	C/A	0,31
<i>M. claviformis</i> / <i>M. papillorobustum</i>	Nov 1998	B/A	0,17		
<i>M. claviformis</i> /Microphallidae sp.	Nov 1998	B/B	0,17		
<i>C. concavum</i> / <i>M. subdolum</i> / <i>M. papillorobustum</i>	Juli 1999	C/C/A	0,18		
<i>M. claviformis</i> /Metacercarie sp. I	Okt 1999	D/A	1,82		
Gesamtprävalenz des Mehrfachbefalls	1998-2000		0,12		0,07

3.3.3.3 Mikro- und Makrohabitate der Parasiten

Die Protozoa *Glossatella* sp. bewohnte die Kopulationsorgane ihrer Wirte. Die bevorzugten Mikrohabitate der Digenea waren die Mitteldarmdrüsen und die Gonaden der Wirte.

Die Einteilung der Parasiten nach dem kleinskaligen Makrohabitat (ZANDER & KESTING 1996) zeigte lediglich *B. cingulata* als eine benthische/planktische Art, alle übrigen Parasitenarten haben eine benthische Herkunft.

Die Einteilung nach dem großskaligen Makrohabitat (ESCH et al. 1988) ergab:

- **autogene** Arten: *Glossatella* sp., *B. cingulata* und *P. atomon*
- **allogene** Arten: *C. concavum*, *C. lingua* und alle übrigen.

3.3.3.4. Mittlere Prävalenzen

Die durchschnittliche Prävalenz der verschiedenen Parasiten bei ihren Gastropoda-Wirten war niedrig (Tab. 14).

Die höchsten Werte erzielte „Microphallidae sp.“ bei *Potamopyrgus jenkinsi*. *Psilochasmus oxyurus* zeigte den zweithöchsten Wert bei *L. saxatilis f. tenebrosa*.

Bei *H. ulvae* und *H. ventrosa* erreichte *C. concavum* die höchste durchschnittliche Prävalenz, während bei *H. neglecta* *M. papillorobustum* die höchste mittlere Prävalenz aufwies.

Hinsichtlich der Gesamtprävalenzen zeigte *L. saxatilis f. tenebrosa* mit 13% den höchsten Wert; die Werte von *H. ventrosa* und *H. ulvae* lagen sehr nah beieinander; *H. neglecta* verzeichnete mit 6% den niedrigsten Wert.

Tab. 14: Durchschnittliche Prävalenz verschiedener Digenea bei ihren Gastropoda-
wirten in den Jahren 1998-2000. In grau sind die höchsten durchschnittlichen
Prävalenzen hervorgehoben.

N	375	4612	1391	11	405	6378
Parasitenart	<i>H. ventrosa</i>	<i>H. ulvae</i>	<i>H. neglecta</i>	<i>P. jenkinsi</i>	<i>L. sax. f. tenebrosa</i>	Gesamt
<i>Glossatella</i> sp.	0,53	0,47	0,21			0,42
<i>H. continua</i>	0,26	0,45	0,14			0,38
<i>H. interrupta</i>		0,24	0,35			0,25
<i>H. cf. militaris</i>		0,43	0,65			0,45
<i>B. cingulata</i>	0,53	0,06	0,07			0,09
<i>C. concavum</i>	2,67	1,78	1,15		0,2	1,69
<i>C. lingua</i>					0,7	
<i>A. minutus</i> cf.		0,02				0,01
Mi.sp.n°2*	0,07	0,02				0,02
M. n° 4**	0,53	0,28	0,07			0,25
<i>M. subdolum</i>	0,53	0,45	0,86			0,55
<i>M. claviformis</i>	0,53	0,95	0,36			0,8
<i>M. papillorobustum</i>	0,8	1,04	1,51			1,12
<i>M. pygmaeus</i>					3,5	
Microphallidae sp.	0,53	0,58	0,36	9,1		0,52
Notocotylidae spp.		0,06				0,05
<i>P. atomom</i>					2,2	
<i>P. oxyurus</i>		0,02			6,2	0,01
Metacercarie sp. I	0,26	0,23	0,57			0,31
Metacercarie sp.II		0,11				0,08
Gesamt	7,17	7,19	6,3	9,1	12,8	7,0

* *Cercaria microphallidarum* Nr.2 nov. sp. ** *Cercaria microphallidarum* Nr.4 nov. sp.

3.3.3.5 Ökologische und statistische Parameter

Dominanzstufen

Bei der Klassifizierung der Parasitenspezies nach dem „Kern- und Satellitenarten“-Konzept (HOLMES & PRICE, PRICE 1986, 1991) erreichte keine Art den Status einer **Kern- und Sekundärart**. Lediglich Microphallidae sp. bei *P. jenkinsi* und *P. oxyurus* bei *L. saxatilis f. tenebrosa* konnten als **Satellitenarten** eingestuft werden. Alle übrigen Arten hatten eine mittlere Prävalenz unter 5% bei ihren Wirten und erreichten damit lediglich den Status von **seltenen** Arten.

Nach dem klassischen Stufenkonzept von MÜHLENBERG (1989) verteilen sich die Parasitenarten wie folgt:

Bei *H. ventrosa*: *C. concavum* als **rezedente** Art, alle übrigen als **subrezedente** Arten.

Bei *H. ulvae* und *H. neglecta*: *C. concavum* und *M. papillorobustum* als **rezedente** Arten, alle übrigen als **subrezedente** Arten.

Bei *P. jenkinsi* wird „Microphallidae sp.“ zu einer **subdominanten** Art.

Bei *L. Saxatilis f. tenebrosa*: *M. pygmeus* und *P. oxyurus* als **subdominante** Arten, *P. atomon* als **rezedente** Art und *C. lingua* sowie *C. concavum* als **subrezedente** Arten.

Die Stufen der eudominanten und der dominanten Arten blieben unbesetzt.

Sörensen-Index und Renkonen-Zahl

In Tab. 15 sind die berechneten Sörensen-Indizes und Renkonen-Zahlen angegeben. Hierfür wurden nur die drei Hydrobia-Arten einbezogen. *P. jenkinsi* und *L. saxatilis f. tenebrosa* blieben aufgrund ihres geringen Vorkommens bei den quantitativen Proben unberücksichtigt.

Tab. 15: Sörensen-Index und Renkonen-Zahl

Wirtkombination	S	R
<i>H. ulvae</i> - <i>H. ventrosa</i>	0,79	0,05
<i>H. ulvae</i> - <i>H. neglecta</i>	0,83	0,05
<i>H. ventrosa</i> - <i>H. neglecta</i>	0,87	0,04

Die Berechnung des Sørensen-Indexes für das Parasitenvorkommen der drei verschiedenen Hydrobien ergab große Übereinstimmungen. Die deutlich niedrigen Renkonen-Zahlen hingegen weisen auf große Unterschiede der Dominanzverhältnisse der einzelnen Parasitenarten der drei Wirte hin.

3.3.3.6 Abundanz der Wirte und Gesamtprävalenzen

In Abb. 23 sind die prozentualen Abundanzen der Wirte aus dem Uferbereich im Vergleich zu den Prävalenzen dargestellt. Einen Parasitenbefall wiesen 7,9% aller untersuchten Schnecken aus dem Uferbereich auf.

L. saxatilis f. tenebrosa zeigte die höchste Prävalenz bei einer niedrigen Abundanz. *P. jenkinsi* erzielte ebenfalls eine relativ hohe Prävalenz, trotz niedrigerer Abundanz. *H. ventrosa* wies einen ähnlichen prozentuellen Befall wie *H. neglecta* auf, die Abundanzen waren aber deutlich niedriger.

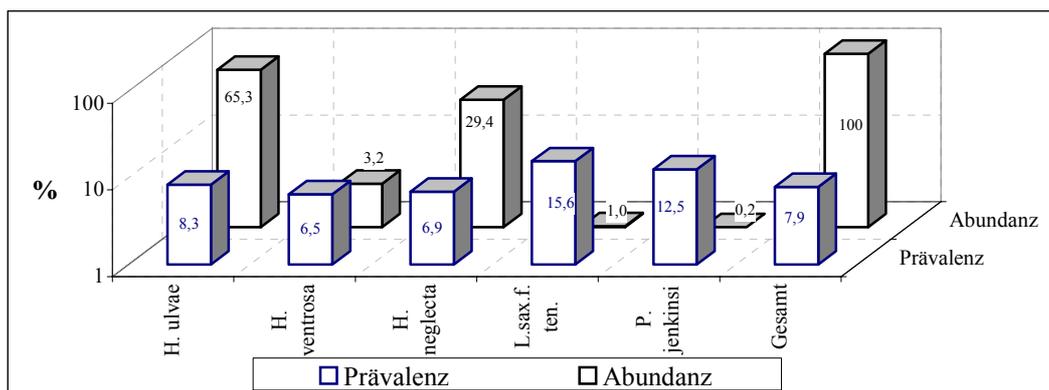


Abb. 23: Gesamtprävalenz und Abundanz [%] der Gastropoda des Uferbereiches

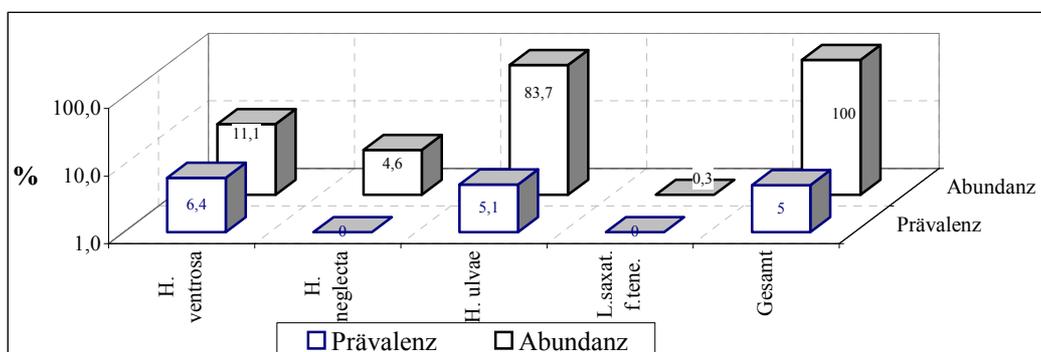


Abb. 24: Gesamtprävalenz und Abundanz [%] der Gastropoda aus dem Sublittoral

In Abb. 24 sind die Abundanzen [%] und Prävalenzen der Individuen aus dem Sublittoral dargestellt. 5% der Individuen aus dem Sublittoral waren befallen.

Hier präsentierte *H. ventrosa* die höchste Prävalenz bei einer mittleren Abundanz. *H. ulvae* zeigte eine ähnlich hohe Prävalenz, aber mit größerer Abundanz als *H. ventrosa*. Alle übrigen Wirtarten zeigten niedrige Abundanzen oder keinen Befall.

Die Entwicklung der Befalls- und Wirtsdichte sowie der Gesamtprävalenz aller Wirte zusammen zeigt saisonale und annuelle Veränderungen auf (Abb. 25).

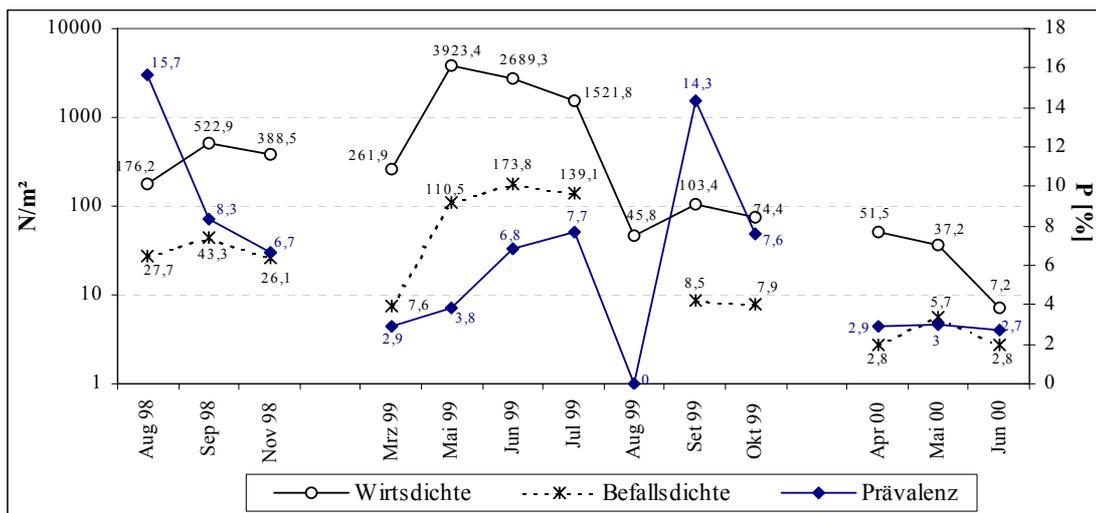


Abb. 25: Wirts-, Befallsdichte [N/m²] und Gesamtprävalenz [%] der Gastropoda

1998 beispielsweise nahm die Gesamtprävalenz kontinuierlich von August bis Oktober ab. Die Befalls- und Wirtsdichte verliefen hingegen positiv korreliert. Im Jahr 1999 bestand die positive Korrelation weitgehend fort, wobei eine höhere Differenz zwischen den beiden Werten im März und Mai vorkam; gleichzeitig wiesen sowohl die Wirtsdichte als auch die Befallsdichte in jenem Jahr niedrigere Werte als in den selben Monaten des Vorjahres auf. Die Gesamtprävalenz zeigte im Jahr 1999 eine stetige Zunahme von März bis Juli, nach einem Einbruch im August stieg sie im September stark an, im Oktober nahm sie wieder ab.

Auffällig war, dass im August 1998 die höchste Gesamtprävalenz registriert wurde, während im August 1999 kein Befall vorhanden war. Im September wurde allerdings beinahe der Befall des Augusts 1998 erreicht.

Im Jahr 2000 verliefen Befallsdichte und Wirtsdichte teilweise gegenläufig. Im Juni nahmen beide Werte ab. Die Prävalenz war im Jahr 2000 mit der Befallsdichte positiv korreliert. Alle Werte in jenem Jahr lagen bedeutend unter den Werten der entsprechenden Monate des Vorjahres.

3.4 Untersuchung der Fische

3.4.1 Artenspektrum und Anzahl

In Tab. 16 sind die Fischarten zusammengefasst, welche als Wirte identifiziert wurden. Es waren insgesamt 444 Individuen vorhanden, die neun Arten und vier Familien angehören.

Im Untersuchungsgebiet wurden während der Beprobung drei seltenere Arten nachgewiesen: Die eher im Süßwasser lebende Art *Pungitius pungitius* (L.) sowie die rein marine Art *Solea solea* (L.) und *Pholis gunellus* (L.). Diese Organismen kamen allerdings nur vereinzelt in den Proben vor und wiesen keinen Befall auf.

Tab. 16: Artenspektrum und Gesamtzahl der Fischwirte im Untersuchungszeitraum 1998 – 2000.

Art	Anzahl
Gobiidae	
<i>Pomatoschistus microps</i>	180
<i>Pomatoschistus minutus</i>	33
<i>Pomatoschistus pictus</i>	30
<i>Gobiusculus flavescens</i>	88
<i>Gobius niger</i>	35
Syngnathidae	
<i>Syngnathus typhle</i>	24
Pleuronectidae	
<i>Pleuronectes flesus</i>	40
Gasterosteidae	
<i>Gasterosteus aculeatus</i>	7
<i>Spinachia spinachia</i>	7
Total	444

3.4.2 Größen- und Geschlechtsverteilung

Die Größenklassen wurden in Stufen von jeweils 5 mm eingeteilt. Hierfür wurden alle im Zeitraum von 1998 bis 2000 untersuchten Fische zusammengefasst.

Die Mehrheit der Fischarten besetzte mehr als sechs Größenklassen.

Wie Tab. 17 zeigt, hatte *P. minutus* den größten Anteil der Individuen mit einer Totallänge von 46 - 50 mm. Die größten Exemplare dieser Art erreichten 66 - 70 mm, mit einem minimalen Individuenanteil.

Tab. 17: Größen- und Geschlechtsverteilung [%] der untersuchten Fische im Zeitraum 1998 – 2000. Höhere Werte sind grau unterlegt.

LT (mm)	<i>P. minutus</i>	<i>P. pictus</i>	<i>G. flavescens</i>	<i>G. niger</i>	<i>P. microps</i>	<i>S. typhle</i>	<i>P. flesus</i>	<i>S. spinachia</i>	<i>G. aculeatus</i>
15-20		10,0	1,1		2,2				14,3
21-25		23,3	3,4		8,9		15,0		
26-30		26,7	5,7	8,6	23,3		27,5		14,3
31-35	9,1	13,3	28,4	20,0	35,0		30,0		42,9
36-40	12,1	10,0	33,0	17,1	17,8	4,2	5,0		
41-45	21,2	13,3	25,0	2,9	9,4		10,0	14,3	
46-50	33,3	3,3	3,4	20,0	2,8		5,0		
51-55	15,2			14,3	0,6		2,5	28,6	28,6
56-60	6,1			5,7		4,2	2,5	14,3	
61-65				2,9		8,3			
66-70	3,0			8,6		4,2		14,3	
71-100						25,0		14,3	
>100						54,2	2,5	14,3	
Männchen	36,4	16,7	47,7	42,9	38,3	54,2		71,4	57,1
Weibchen	63,6	70,0	52,3	57,1	61,7	41,6	2,5	28,6	28,6
Juvenile		13,3				4,2	97,5		14,3

P. pictus und *G. flavescens* waren generell kleiner. Während die Mehrheit von *P. pictus* 26 - 30 mm erreichten, war der Großteil von *P. minutus* in der Größenklasse 36 - 40 mm vertreten.

Arten wie *P. microps*, *P. flesus* und *G. aculeatus* hatten ihren größten Anteil in der Größenklasse 31 - 35 mm. *G. niger* wies in der Größenklasse von 31 - 35 mm sowie 46 - 50 mm Maxima auf.

Die Art *S. typhle* erreichte überwiegend eine Totallänge von über 100 mm, während die Mehrheit der Exemplare von *S. spinachia* in die Größenklassen von 51 - 55 mm einzuordnen waren.

Bei der Geschlechtsverteilung (Tab. 17) überwog bei *S. typhle*, *S. spinachia* und *G. aculeatus* der männliche Anteil der Individuen. Während bei *P. flesus* die Mehrheit den Juvenilen angehörte, zeigte sich bei den Gobiidae eine deutliche Dominanz der Weibchen. Der weibliche Anteil von *P. pictus* entsprach fast dem Vierfachen der männlichen Individuen.

Die Verteilung der Durchschnittsgrößen zeigt Abb. 26. Hier stellte *P. pictus* die kleinste Art dar, während *P. minutus* die größte Durchschnittslänge innerhalb der Gobiidae erreichte. *S. typhle* und *S. spinachia* waren innerhalb der untersuchten Fischarten die größten.

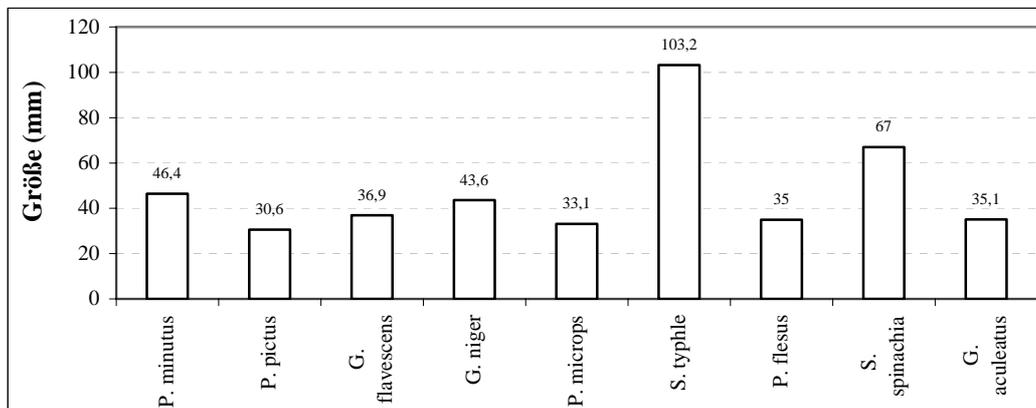


Abb. 26 Durchschnittsgrößen der untersuchten Fische, im Zeitraum 1998 – 2000

3.4.3 Nahrungsanalyse

Die Analyse der Nahrung wurde pro Fischart für den gesamten Untersuchungszeitraum durchgeführt.

Das Nahrungsspektrum der untersuchten Fische schwankte zwischen 6 Taxa bei *S. spinachia* und 15 Taxa bei *P. microps* und *G. flavescens*. Die überwiegende Mehrheit der Taxa gehörte zur Klasse der Crustacea, es wurden allerdings neben Polychaeta und Oligochaeta auch Bivalvia und Gastropoda aufgenommen.

Die Abundanz der Nahrungsverteilung (in %) sowie die Frequenz der Nahrungstaxa in der jeweilige Fischpopulation wurden in den Abbildungen 27 bis 35 dargestellt.

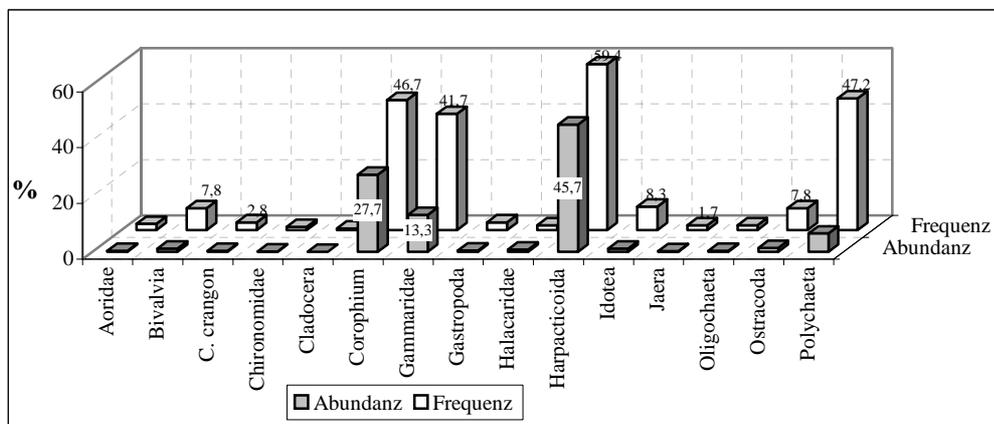


Abb. 27: Frequenz [%] und Abundanz [%] der von *P. microps* aufgenommenen Nahrung während der Untersuchungszeit 1998 – 2000

Bei *P. microps* erreichten die Harpacticoida die höchste Abundanz und die höchste Frequenz, gefolgt von den Corophiidae. Polychaeta wurden zwar mit hoher Frequenz, jedoch in kleinerer Abundanz aufgenommen (Abb. 27).

P. minutus nahm Gammaridae bevorzugt auf, in der Abundanz wurden sie allerdings von den Bivalvia übertroffen (Abb. 28).

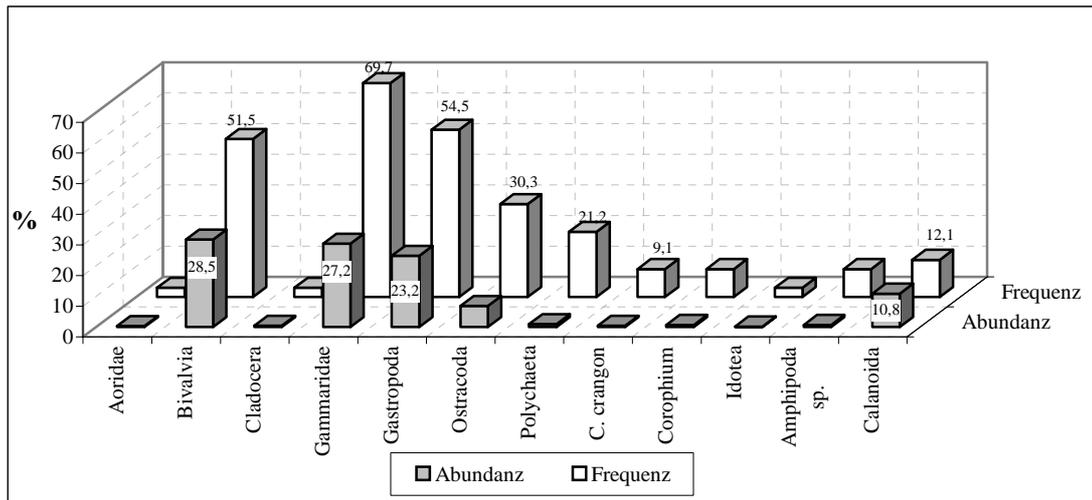


Abb. 28: Frequenz [%] und Abundanz [%] der von *P. minutus* aufgenommenen Nahrung während der Untersuchungszeit 1998 - 2000

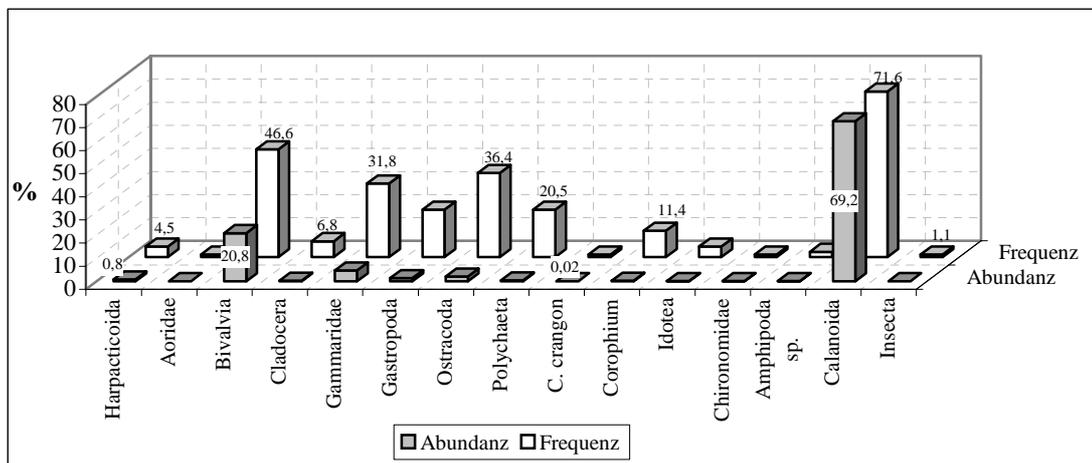


Abb. 29: Frequenz [%] und Abundanz [%] der von *G. flavescens* aufgenommenen Nahrung während der Untersuchungszeit 1998 - 2000.

G. flavescens nahm überwiegend Calanoida auf, deren Frequenz und Abundanz ähnlich hohe Werte aufwiesen. Die zweitwichtigste Rolle bei der Nahrungsaufnahme spielten die Bivalvia. Gammaridae und Ostracoda wurden zwar häufig aufgenommen, ihre Abundanzen entsprachen allerdings nicht ihrer erreichten Frequenz (Abb. 29).

G. niger seinerseits bevorzugte Gammaridae. Er nahm sie sehr frequent und mit hoher Abundanz auf. Polychaeta wiesen eine relativ hohe Frequenz aber deutlich niedrigere Abundanz auf (Abb. 30).

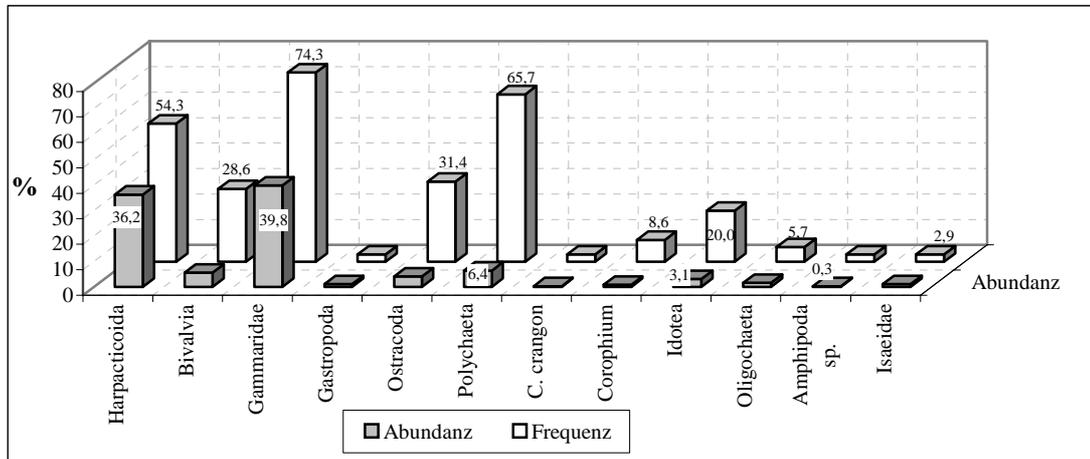


Abb. 30: Frequenz [%] und Abundanz [%] der von *G. niger* aufgenommenen Nahrung während der Untersuchungszeit 1998 – 2000

Bei *P. pictus* hatten Harpacticoida als Nahrungsquelle hohe Anteile. Sie wurden mit der höchsten Frequenz und Abundanz aufgenommen. Gammaridae und Polychaeta wurden ebenfalls sehr häufig gefressen, allerdings mit geringen Abundanz (Abb. 31).

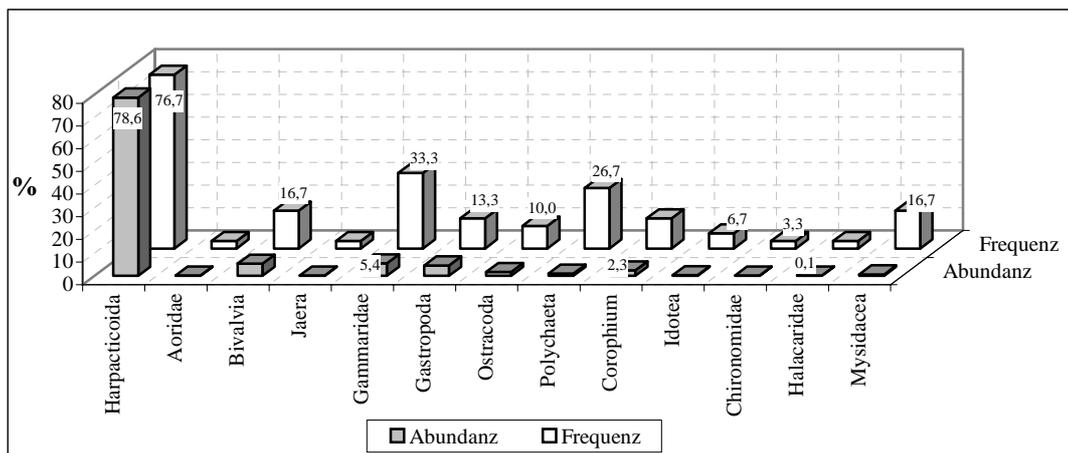


Abb. 31: Frequenz [%] und Abundanz [%] der von *P. pictus* aufgenommenen Nahrung während der Untersuchungszeit 1998 – 2000

Diese Vorliebe für Harpacticoida zeigte ebenfalls *P. flesus*. Sie nahm Harpacticoida mit noch höherer Frequenz und Abundanz auf als *P. pictus*. Gleichzeitig wurden Polychaeta und *Corophium* spp. häufig aufgenommen, aber nur in geringen Abundanz (Abb. 32). Bei *S. typhle* wurde eine Parallelität zu *G. flavescens* in der Bevorzugung von Calanoi-

da festgestellt. Hierbei jedoch waren die Werte der Frequenz und Abundanz niedriger als bei *G. flavescens* (Abb. 33).

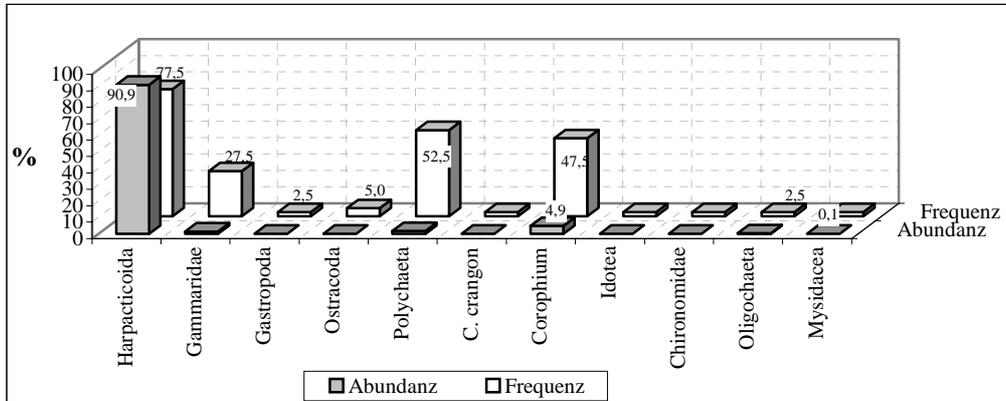


Abb. 32: Frequenz [%] und Abundanz [%] der von *P. flesus* aufgenommenen Nahrung während der Untersuchungszeit 1998 – 2000

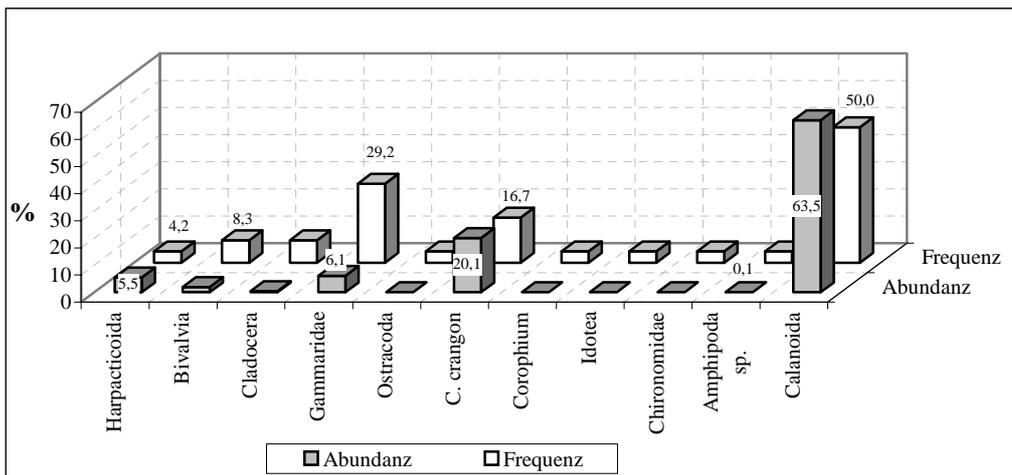


Abb. 33: Frequenz [%] und Abundanz [%] der von *S. typhle* aufgenommenen Nahrung während der Untersuchungszeit 1998 - 2000

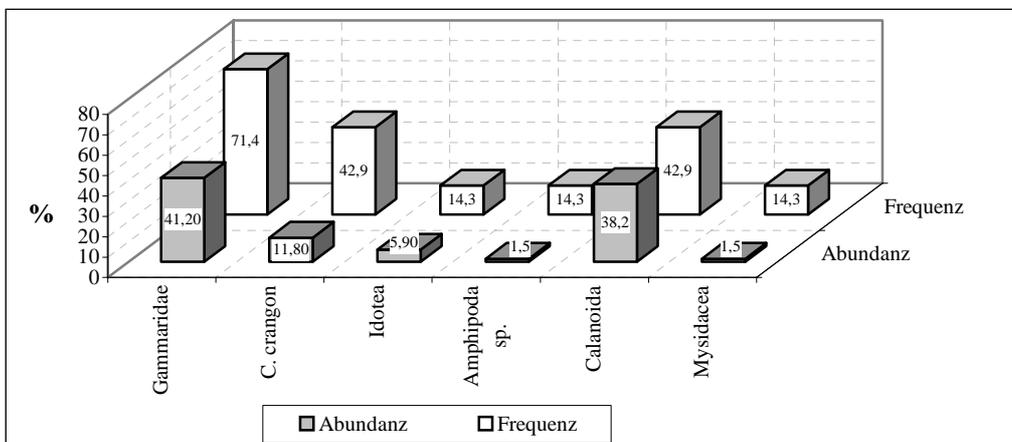


Abb. 34: Frequenz [%] und Abundanz [%] der von *S. spinachia* aufgenommenen Nahrung während der Untersuchungszeit 1998 – 2000

In der Nahrung von *S. spinachia* erreichten Gammaridae die höchste Frequenz und Abundanz, an zweiter Stelle lagen die Calanoida (Abb. 34).

Die Calanoida wurden ebenfalls mit einer hohen Frequenz von *G. aculeatus* aufgenommen, bei den Abundanzen waren die Werte der Polychaeta höher (Abb. 35).

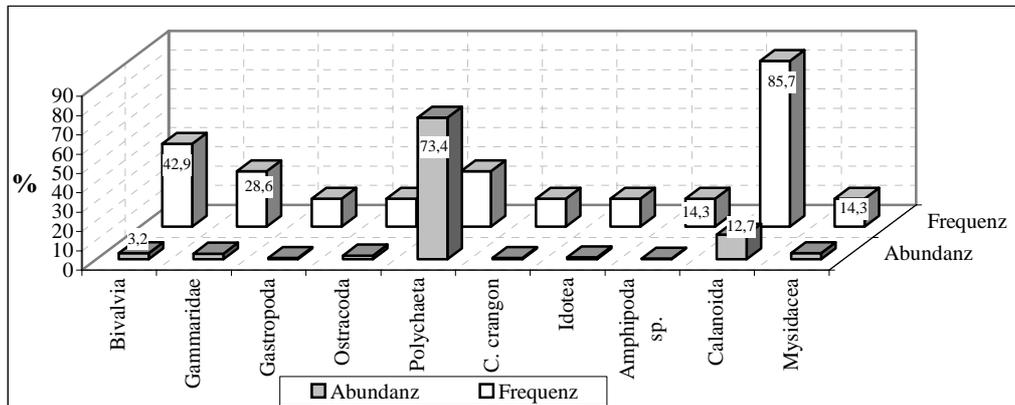


Abb. 35: Frequenz [%] und Abundanz [%] der von *G. aculeatus* aufgenommenen Nahrung während der Untersuchungszeit 1998 – 2000

Eine Analyse der saisonalen Nahrungsaufnahme von *P. microps* und *G. flavescens* während 1999 ist in den Abbildungen 36 – 39 dargestellt. *G. flavescens* ernährte sich im Mai hauptsächlich von Calanoida und Cladocera; im Juni und Juli nahm er vorwiegend Bivalvia, Gammaridae und Polychaeta auf. Ab August war die Hauptnahrungsquelle wieder Calanoida. Sehr häufige Beute waren auch andere epibenthische Organismen wie Ostracoda, Gastropoda und sogar Harpacticoida. *P. microps* nahm im Juni Gammaridae in großen Abundanzen auf. Ab August fraß er hauptsächlich Harpacticoida, *Corophium* und Polychaeta.

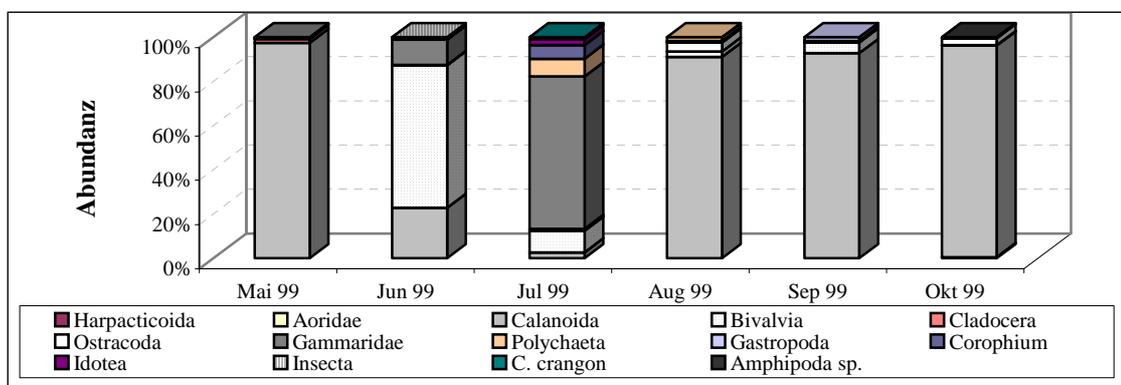


Abb. 36: Saisonale Abundanz verschiedener Nahrungstaxa bei *G. flavescens* im Jahr 1999

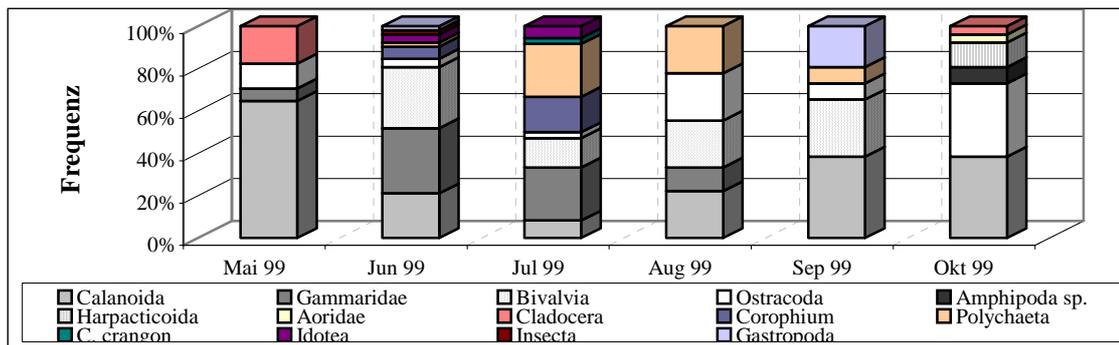


Abb. 37: Saisonale Frequenz verschiedener Nahrungstaxa bei *G. flavescens* im Jahr 1999

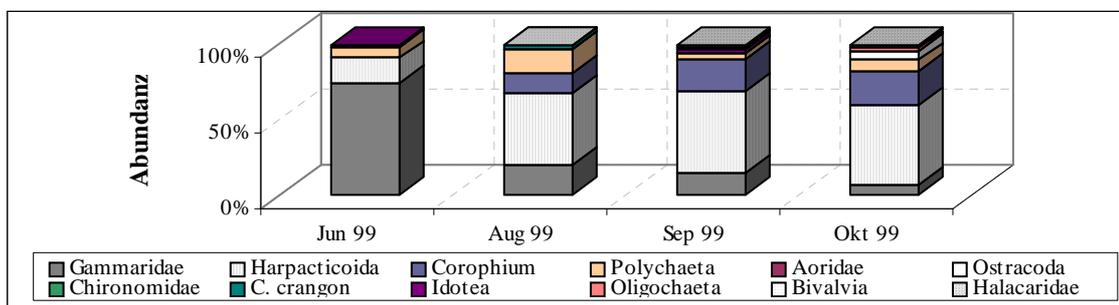


Abb. 38: Saisonale Abundanz verschiedener Nahrungstaxa bei *P. microps* im Jahr 1999

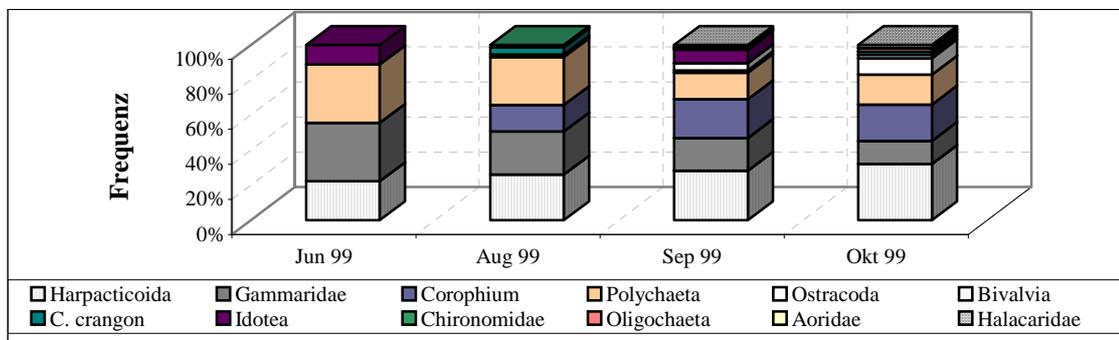


Abb. 39: Saisonale Frequenz verschiedener Nahrungstaxa bei *P. microps* im Jahr 1999

3.4.3.1 Ökologische und statistische Analyse der Nahrung

Sörensen und Renkonen-Index

Bei Vergleichen der Nahrung der Fischarten wurde bei 15 Kombinationen eine hohe Übereinstimmung ($S_i > 7$) festgestellt. Allerdings war nur zwischen *G. flavescens* und *S. typhle*, sowie zwischen *P. pictus* und *P. flesus* eine hohe Identität ($Re > 7$) der Nahrung vorhanden. Die Mehrheit der Fälle deutet jedoch durch niedrige Renkonen-Zahlen auf große Unterschiede in den Dominanzverhältnissen der Nahrungspartikel hin (Tab. 18).

Tab. 18: Vergleich der Taxazusammensetzung und Dominanzverhältnisse der Nahrung untersuchter Fische zwischen 1998 – 2000. S_i – Sörensen Index; Re – Renkoken-Index; hoch übereinstimmende Werte (über 0,7) sind grau hervorgehoben

Fischartenkombination	S_i	Re	Fischartenkombination	S_i	Re
<i>P. minutus</i> & <i>P. microps</i>	0,74	0,24	<i>G. flavescens</i> & <i>S. typhle</i>	0,78	0,70
<i>P. minutus</i> & <i>G. flavescens</i>	0,88	0,46	<i>G. flavescens</i> & <i>S. spinachia</i>	0,47	0,40
<i>P. minutus</i> & <i>G. niger</i>	0,75	0,40	<i>G. flavescens</i> & <i>G. aculeatus</i>	0,72	0,20
<i>P. minutus</i> & <i>P. pictus</i>	0,64	0,20	<i>G. niger</i> & <i>P. pictus</i>	0,64	0,50
<i>P. minutus</i> & <i>P. flesus</i>	0,61	0,04	<i>G. niger</i> & <i>P. flesus</i>	0,78	0,40
<i>P. minutus</i> & <i>S. typhle</i>	0,72	0,20	<i>G. niger</i> & <i>S. typhle</i>	0,64	0,14
<i>P. minutus</i> & <i>S. spinachia</i>	0,55	0,40	<i>G. niger</i> & <i>S. spinachia</i>	0,4	0,40
<i>P. minutus</i> & <i>G. aculeatus</i>	0,81	0,20	<i>G. niger</i> & <i>G. aculeatus</i>	0,72	0,20
<i>P. microps</i> & <i>G. flavescens</i>	0,80	0,10	<i>P. pictus</i> & <i>P. flesus</i>	0,75	0,80
<i>P. microps</i> & <i>G. niger</i>	0,74	0,60	<i>P. pictus</i> & <i>S. typhle</i>	0,61	0,14
<i>P. microps</i> & <i>P. pictus</i>	0,86	0,60	<i>P. pictus</i> & <i>S. spinachia</i>	0,31	0,06
<i>P. microps</i> & <i>P. flesus</i>	0,77	0,50	<i>P. pictus</i> & <i>G. aculeatus</i>	0,61	0,10
<i>P. microps</i> & <i>S. typhle</i>	0,64	0,10	<i>P. flesus</i> & <i>S. typhle</i>	0,66	0,07
<i>P. microps</i> & <i>S. spinachia</i>	0,28	0,10	<i>P. flesus</i> & <i>S. spinachia</i>	0,47	0,02
<i>P. microps</i> & <i>G. aculeatus</i>	0,56	0,10	<i>P. flesus</i> & <i>G. aculeatus</i>	0,66	0,04
<i>G. flavescens</i> & <i>G. niger</i>	0,74	0,10	<i>S. typhle</i> & <i>S. spinachia</i>	0,63	0,60
<i>G. flavescens</i> & <i>P. pictus</i>	0,71	0,10	<i>S. typhle</i> & <i>G. aculeatus</i>	0,69	0,20
<i>G. flavescens</i> & <i>P. flesus</i>	0,69	0,03	<i>S. spinachia</i> & <i>G. aculeatus</i>	0,75	0,20

Diversität und Äquität

Der größte Diversitätsindex (H_s) wurde für *P. minutus* ermittelt, der niedrigste für *P. flesus* (Tab. 19).

Die Äquitätswerte (E) zeigen eine große Unausgewogenheit in der Nahrungszusammensetzung, welche auf sehr homogene Nahrungsspektren hinweist. Lediglich *G. aculeatus* erreicht einen Äquitätswert über 0,7 und zeigt damit ein breites Nahrungsspektrum.

Tab. 19: Der Diversitätsindex nach Shanon-Wiener (H_s), die größtmögliche Diversität (H_{smax}) und die Äquität (E) der Nahrung verschiedener Fische. Grau steht für hohe Äquität.

Art	<i>P. minutus</i>	<i>P. pictus</i>	<i>G. flavescens</i>	<i>G. niger</i>	<i>P. microps</i>	<i>S. typhle</i>	<i>P. flesus</i>	<i>S. spinachia</i>	<i>G. aculeatus</i>
H_s	1,65	0,92	0,97	1,53	1,48	1,2	0,44	1,02	1,27
E	0,66	0,36	0,36	0,62	0,55	0,47	0,18	0,44	0,71

3.4.4 Längen-Gewichtsbeziehungen

Die Längen-Gewichtsbeziehungen der Fischwirte sind in Abb. 40a-i dargestellt. Für alle Arten verliefen die Kurven exponentiell. Die Konstante „a“ war bei allen Arten niedrig.

Ein isometrisches Gewichtswachstum (Längenexponent „b“ mit einem Wert von 3,0) wurde bei *P. microps* und *P. pictus* festgestellt. *S. spinachia* zeigte als einzige Art ein negativ allometrisches Gewichtswachstum. Alle übrigen Arten erreichten einen Wert größer als 3,0 und zeigten somit ein positives allometrisches Gewichtswachstum.

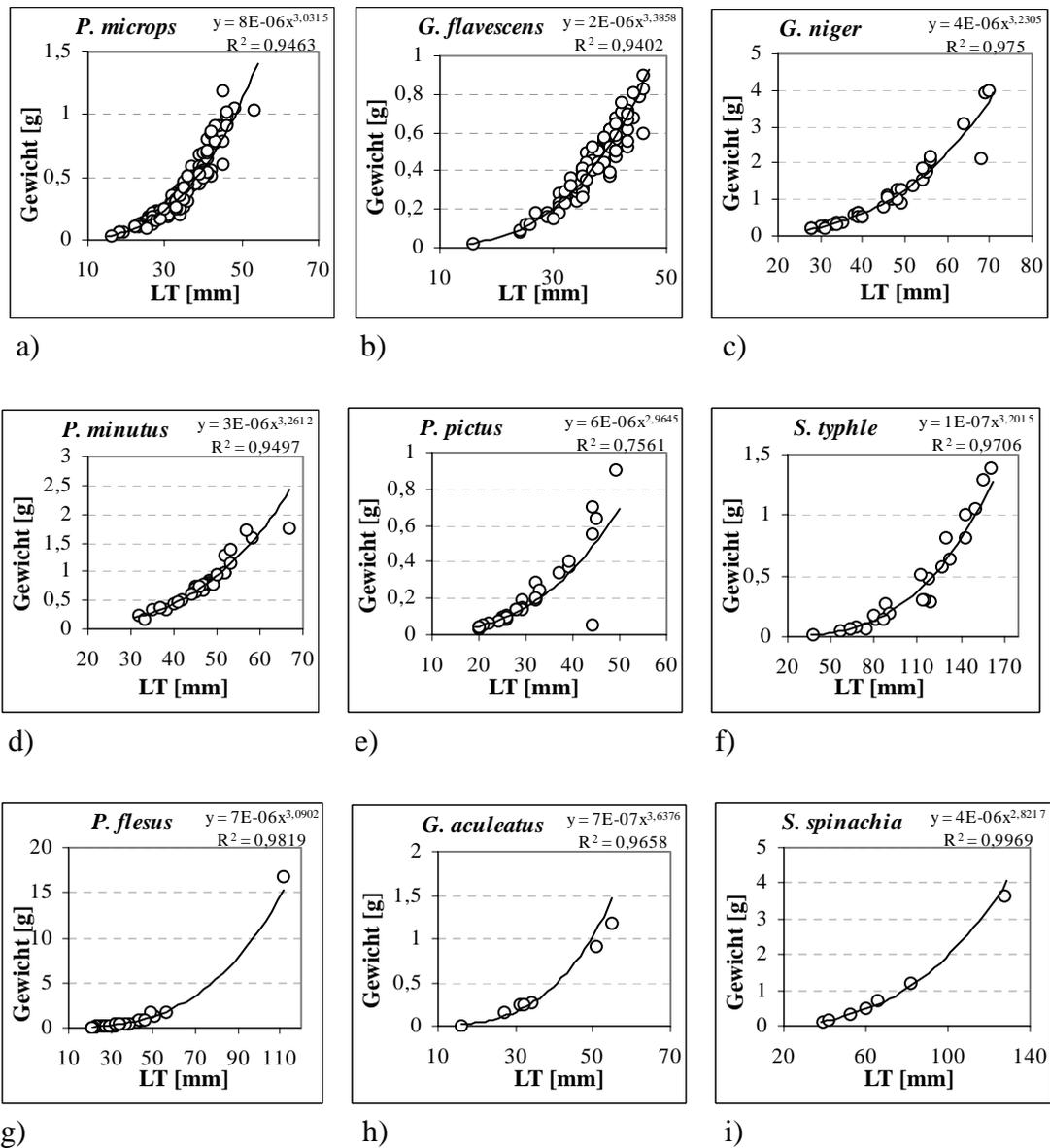


Abb. 40: Längen-Gewichtsbeziehung von: a) - *P. microps*; b) - *G. flavescens*; c) - *G. niger*; d) - *P. minutus*; e) - *P. pictus*; f) - *S. typhle*; g) - *P. flesus*; h) - *G. aculeatus*; i) - *S. spinachia*

3.4.5 Beziehung des Konditionsfaktors zur Totallänge

Die Beziehungen des Konditionsfaktors zur Totallänge sind in den Abb. 41a-i dargestellt. Die meisten Fischarten lassen eine leicht steigende Kondition bei zunehmender Länge erkennen. Eine Ausnahme stellte *S. spinachia* dar, welche eine negative lineare Funktion zeigte – kleinere Fische bewiesen hier eine bessere Kondition als Größere.

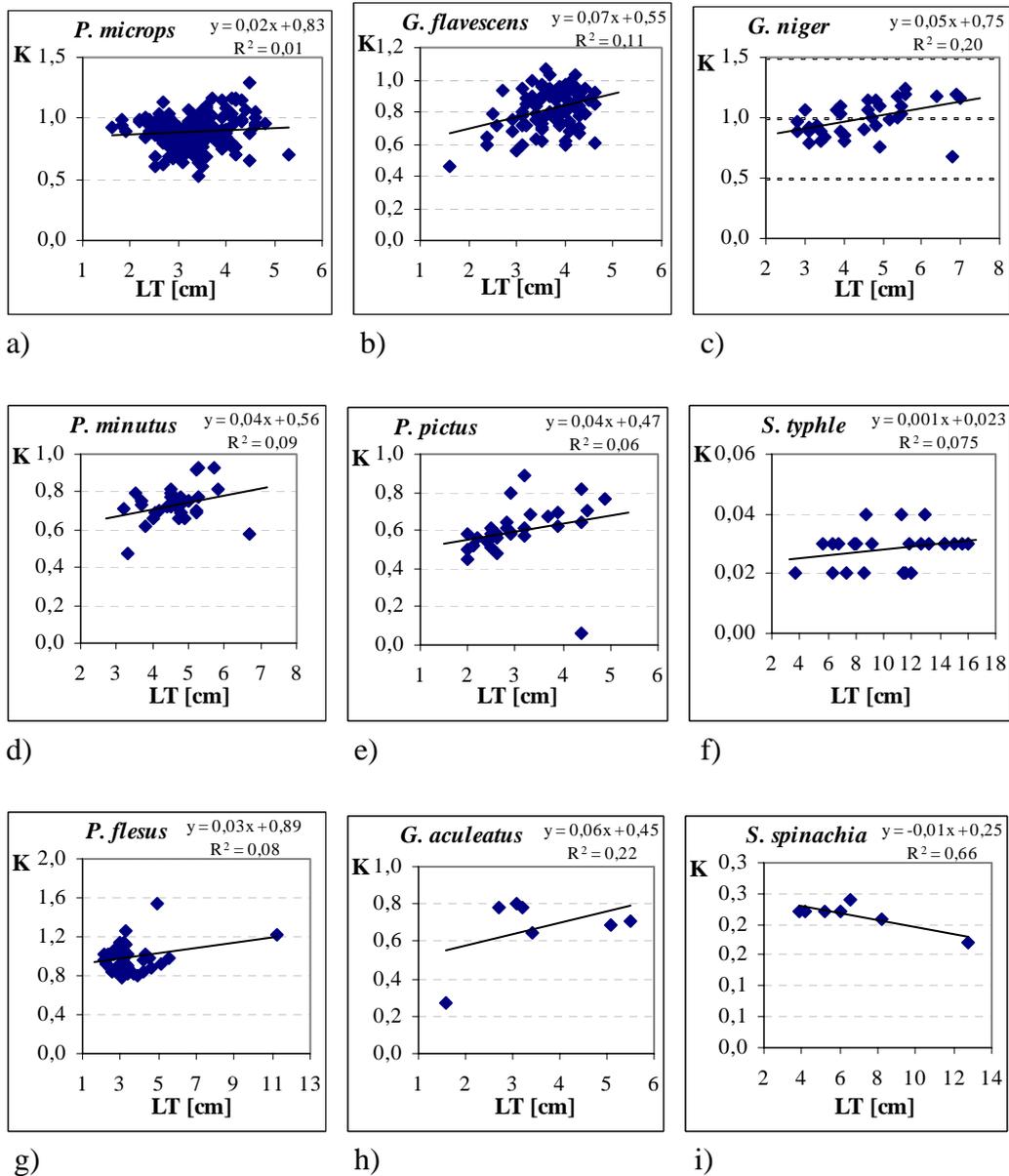


Abb. 41: Beziehung des Konditionsfaktors [K] zur Totallänge[LT] von: a) - *P. microps*; b) - *G. flavescens*; c) - *G. niger*; d) - *P. minutus*; e) - *P. pictus*; f) - *S. typhle*; g) - *P. flesus*; h) - *G. aculeatus*; i) - *S. spinachia*

3.4.6 Parasitenbefall bei Fischen

3.4.6.1 Parasitenspektrum

Das Parasitenspektrum der untersuchten Fische setzte sich aus 44 Taxa zusammen: 2 Vertretern der Protozoa, 2 der Monogenea, 16 der Digenea, 5 der Cestoda, 14 der Nematoda, 2 der Acanthocephala, 1 der Crustacea und zwei Cysten, die nicht zuverlässig als Digenea bestimmt werden konnten und als Cyste I und Cyste II vermerkt wurden (Tab. 20).

Tab. 20: Parasitenspektrum untersuchter Fische im Zeitraum 1998 – 2000. P – Präsenz; Pmn – *Pomatoschistus minutus*; Pmc – *Pomatoschistus microps*; Gf – *Gobiusculus flavescens*; Pp – *Pomatoschistus pictus*; Gn – *Gobius niger*; St – *Syngnathus typhle*; Pf – *Pleuronectes flesus*; Ga – *Gasterosteus aculeatus*; Ss – *Spinachia spinachia*.

Parasitenart	Pmn	Pmc	Gf	Pp	Gn	St	Pf	Ga	Ss
Microsporidia									
<i>Glugea anomala</i>								P	
Peritrichia									
<i>Trichodina domerguei</i>		P	P			P	P	P	
Monogenea									
<i>Dactylogyrus</i> sp.	P		P						
<i>Gyrodactylus</i> spp.	P	P	P		P			P	P
Digenea									
<i>Acanthostomum balthicum</i>		P							
<i>Asymphylodora demeli</i>		P			P		P		
<i>Aphalloides timmi</i>		P	P			P			
<i>Bunocotyle cingulata</i>			P						
<i>Brachyphallus crenatus</i>	P	P		P				P	
<i>Cryptocotyle lingua</i>		P	P		P	P	P		P
<i>Cryptocotyle concavum</i>	P	P	P		P	P	P		
<i>Hemiurus communis</i>	P	P	P	P	P	P	P	P	
<i>Hemiurus luehei</i>						P			
<i>Lecithaster confusus</i>			P	P					
<i>Magnibursatus caudofilamentosa</i>					P?			P	
Fellodistomatidae sp.						P			
<i>Microphallus pygmeus</i>		P							
<i>Podocotyle atomon</i>	P	P	P	P	P	P	P	P	P
Strigeidae sp.		P							
<i>Tylodelphys clavata</i>			P		P				
Cestoda									
<i>Proteocephalus gobiorum</i>		P	P		P				
<i>Proteocephalus</i> sp.		P	P						

Parasitenart	Pmn	Pmc	Gf	Pp	Gn	St	Pf	Ga	Ss
<i>Bothriocephalus scorpii</i>		P							
<i>Bothriocephalus</i> sp.		P					P		
<i>Caryophyllidea</i> sp.		P							
Nematoda									
<i>Anisakis simplex</i>	P	P					P		
<i>Anisakis</i> sp.					P				
<i>Ascarophis artica</i>	P	P			P				
<i>Capillaria</i> sp.					P				
<i>Contraecaecum osculatum</i>						P	P		
<i>Contraecaecum</i> sp.			P		P		P		
<i>Cosmocephalus obvelatus</i>		P			P				
<i>Cucullanellus minutus</i>	P				P				
<i>Cucullanus cirratus</i>							P		
<i>Hysterothylacium aduncum</i>	P	P			P		P	P	
<i>Rhabdochona</i> sp.				P					
<i>Raphidascaris acus</i>							P		
Nematoda sp. 1	P	P							
Nematoda sp. 2							P		
Acanthocephala									
Acanthella-Larve		P							
<i>Echinorhynchus</i> sp.		P							
Crustacea									
<i>Thersitina gasterostei</i>								P	
Unbestimmte									
Cyste I						P			
Cyste II						P			
Total Parasitentaxa	11	24	14	5	16	11	14	9	3

Wie Tab. 20 zu erkennen gibt, wies *P. microps* das breiteste Parasitenspektrum auf, gefolgt von *G. niger*. *P. pictus* zeigte mit fünf Taxa das engste Parasitenspektrum innerhalb der Gobiidae. *S. spinachia* hatte jedoch das geringste Parasitenspektrum innerhalb der untersuchten Fischarten.

3.4.6.2 Befallsdynamik

3.4.6.2.1 Saisonalität des Befalls

Die Dynamik des Befalls der Fische wird in den Tab. 21 bis 25 zusammengefasst. Angegeben sind hier ebenfalls die Anzahl der gefangenen Wirte (n - untersucht) sowie die Gesamtzahl der befallenen Wirte (n - befallen). Wirtarten, die keinen Parasitenbefall aufwiesen, sind nicht in den Tabellen berücksichtigt.

Zu beachten ist, dass ein Befall singulärer Wirte zu einer Prävalenz von 100% führt. Interessant bleibt allerdings, dass manche Wirte wie z. B. *G. aculeatus* trotz ihres geringen Vorkommens (in den Proben) immer einen Befall aufwiesen.

Im Folgenden wird die Parasitierung der einzelnen Parasitenarten vorgestellt.

Glugea anomala

G. anomala wurde nur in *G. aculeatus* mit einer Prävalenz von 14,3% gefunden. Es handelte sich um eine Beule, die über dem Mundbereich lokalisiert war.

Trichodina domerguei

T. domerguei trat in zwei Unterarten auf: *T. domerguei forma latispina* und *T. domerguei f. gobii*. Während die *forma latispina* bei *G. aculeatus* und *P. flesus* vorkam, handelte es sich bei den übrigen Wirten überwiegend um die *forma gobii*. Dieser Kiemenparasit wurde bei *P. microps*, *G. flavescens*, *S. typhle*, *G. aculeatus* und *P. flesus* festgestellt. Öfter befiel dieser *G. flavescens* im Jahr 1999 und erreichte im Juli dieses Jahres bei diesem Wirt seine höchste Prävalenz. Die minimale Befallsrate wurde bei *P. microps* im September 1999 registriert (Tab. 23).

Die höchste Intensität erreichte *T. domerguei* in *P. flesus*, die niedrigste in *P. microps* (Tab. 24).

Dactylogyrus sp.

Diese Monogenea wurde vereinzelt und mit niedriger Prävalenz in den Sommermonaten 1998 und 1999 bei *P. minutus* und bei *G. flavescens* registriert (Tab. 21-24).

Gyrodactylus spp.

Hier handelt es sich um mindestens zwei Arten, die höchst wahrscheinlich zu den Arten *gobii* und *rarus* gehören – nach BYCHOWSKII (1964). Während die etwas kleinere Art *gobii* bei den Grundeln vorkam, trat die Art *rarus* bei den Stichlingen auf. Allerdings ließen sich nicht alle Exemplare den Angaben von BYCHOWSKII (1964) zuordnen.

Gyrodactylus spp. befiel sechs verschiedene Fischarten (Tab. 20). Diese Monogenea erzielte höhere Befallsraten ab Juli 1999 und befiel häufiger *P. microps*. Bei diesem Wirt erreichte sie ihre höchste Prävalenz im Mai 2000. Die niedrigste Befallsrate hatte sie bei *G. flavescens* im Juni 1999 (Tab. 23).

Die höchste Intensität wurde bei *P. microps* im Juni 1999 erreicht (Tab. 24).

Acanthostomum balthicum

A. balthicum parasitierte ausschließlich in *P. microps*. Er kam vorwiegend in den Herbstmonaten vor. Die Prävalenzen und Intensitäten waren niedrig.

Die höchste Prävalenz wurde im Juni 2000 registriert, die höchste Intensität im Oktober 1999 (Tab. 24, 25).

Asymphylodora demeli

A. demeli wurde nur im Jahr 2000 nachgewiesen. Die Art hatte als Wirte *P. microps*, *G. niger* und *P. flesus*. Ihre höchsten Prävalenzen erreichte sie bei *G. niger* im Juni; die höchste Intensität allerdings wurde bei *P. microps* im Mai festgestellt (Tab. 25).

Aphalloides timmi

Diese Digenea trat ebenfalls nur im Jahr 2000 auf. *A. timmi* befiel *P. microps*, *G. flavescens* und *S. typhle*. Bei *S. typhle* erreichte die Art im Juni sowohl die höchste Prävalenz als auch die höchste Intensität (Tab. 25).

Bunocotyle cingulata

B. cingulata wurde im September 1998 und Juni 1999 nachgewiesen. Als einzigen Wirt befiel diese Art *G. flavescens*, bei dem sie vereinzelt und mit niedriger Prävalenz auftrat (Tab. 21-24).

Brachyphallus crenatus

Dieser Parasit kam vorwiegend im Jahr 1998 vor. Er befiel *P. minutus*, *P. microps*, *P. pictus* und *G. aculeatus*. Die höchste Prävalenz erzielte er bei *P. pictus* im September 1998, die höchste Intensität bei *P. minutus* im vorangegangenen Monat (Tab. 21).

Cryptocotyle concavum

C. concavum trat fast den gesamten Untersuchungszeitraum hindurch auf und außer *P. pictus*, *G. aculeatus* und *S. spinachia* infestierten er alle übrigen Fischarten. *C. concavum* kam mit hohen Prävalenzen und Intensitäten vor, vorwiegend bei *P. microps*. An zweiter Stelle infestierten er *G. niger*, bei allen anderen Wirte fielen die Werte niedriger aus.

Eine Prävalenz von 100% wurde im August 1999 sowie Juni 2000 erreicht (Tab. 23, 25). Die höchste Intensität jedoch wurde bereits im Juni 1999 erzielt (Tab. 24).

Tab. 21: Prävalenz [%] verschiedener Parasitenarten bei Fischen im Jahr 1998

Datum	Aug 98						Sep 98						Nov 98				
	n untersucht	23	9	1	1	2	2	8	4	17	3	1	7	23	1	1	2
n befallen	19	8	1	1	2	1	6	4	16	2	1	7	21	1	1	2	12
Parasitenart	Pmn	Gn	Gf	Pp	Ga	St	Pmn	Gn	Gf	Pp	Ga	St	Pmc	Pf	Gf	Pp	Pmc
<i>G. anomala</i>					50												
<i>T. domerguei</i>													100				
<i>Gyrodactylus</i> sp.											100						
<i>Dactylogyrus</i> sp.	4,3																
<i>A. balthicum</i>													4,3				8,3
<i>B. crenatus</i>	17,4						12,5			33,3			8,7				
<i>H. communis</i>	34,8		100	100	100	50	37,5	25	94,1	33,3	100	100	17,4			50	16,7
<i>B. cingulata</i>									5,9								
<i>P. atomom</i>	8,7	87,5							11,8				4,3		100		25
<i>L.confusus</i>									5,9	66,7							
<i>C. concavum</i>		77,8						50					14,3	78,3			91,7
<i>C. lingua</i>		88,9						100					14,3				
Nematoda sp. 1	4,3												8,7				
<i>A. simplex</i>	4,3																
<i>A. arctica</i>		11,1					25										
<i>Capillaria</i> sp.		11,1															
<i>Contracaecum</i> sp.		22,2															
<i>C. osculatum</i>														100			
<i>C. minutus</i>	13	11,1															
<i>C. cirratus</i>															100		
<i>H. aduncum</i>	4,3	22,2			50												
<i>Rhabdochona</i> sp.																	50
<i>Bothriocephalus</i> sp.													4,3	100			
<i>Proteocephalus</i> sp.			100														16,7
Acanthella-Larve													4,3				
<i>T. gasterostei</i>					50												

Pmc - *Pomatoschistus microps*; Pmn - *Pomatoschistus minutus*; Gn - *Gobius niger*; Gf - *Gobiusculus flavescens*; Pp - *Pomatoschistus pictus*; St - *Syngnathus thyphle*; Ga - *Gasterosteus aculeatus*; Pf - *Pleuronectes flesus*

Cryptocotyle lingua

Sechs Fischarten wurden von *C. lingua* befallen (Tab. 20). Die höchsten Prävalenzen erreichte die Art jedoch bei *G. niger*, *S. typhle* und *S. spinachia* in den Sommer- und Herbstmonaten. Die höchste Intensität wurde bei *G. niger* im August 1998 erreicht (Tab. 22).

Hemiurus communis

H. communis parasitierte bei allen Fischarten und fast das gesamte Jahr hindurch. Höhere Befallsraten wurden aber vorwiegend in den Sommermonaten festgestellt. Er befiel häufiger *G. flavescens* und *P. microps*; bei *G. flavescens* jedoch erzielte er die höchste Prävalenz im September 1998 und die höchste Intensität im vorangegangenen Monat (Tab. 21, 22).

Tab. 22: Mittlere Intensität verschiedener Parasitenarten bei Fischen im Jahr 1998

Datum	Aug 98						Sep 98						Nov 98				
	n untersucht	23	9	1	1	2	2	8	4	17	3	1	7	23	1	1	2
n befallen	19	8	1	1	2	1	6	4	16	2	1	7	21	1	1	2	12
Parasitenart	Pmn	Gn	Gf	Pp	Ga	St	Pmn	Gn	Gf	Pp	Ga	St	Pmc	Pf	Gf	Pp	Pmc
<i>G. anomala</i>					1												
<i>T. domerguei</i>														10			
<i>Gyrodactylus</i> sp.										1							
<i>Dactylogyru</i> sp.	4																
<i>A. balthicum</i>													1				1
<i>B. crenatus</i>	4,8						3			3			1				
<i>H. communis</i>	8		19	4	9	1	3,3	2	5,2	1	7	13,7	2,5			1	1,5
<i>B. cingulata</i>									1								
<i>P. atomom</i>	2,5								1				1		1		1,7
<i>L.confusus</i>									2	1							
<i>C. concavum</i>		25						5				1	29,5				51,7
<i>C. lingua</i>		35,5						9				1					
Nematoda sp. 1	1												1				
<i>A. simplex</i>	1																
<i>A. arctica</i>		2					1										
<i>Capillaria</i> sp.		1															
<i>Contracecum</i> sp.		1,5															
<i>C. osculatum</i>														1			
<i>C. minutus</i>	1	1															
<i>C. Cirratus</i>														1			
<i>H. aduncum</i>	1	1			4												
<i>Rhabdochona</i> sp.																	1
<i>Bothriocephalus</i> sp.													1	1			
<i>Proteocephalus</i> sp			1														1
Acanthella-Larve													1				
<i>T. gasterostei</i>					19												

Pmc - *Pomatoschistus microps*; Pmn - *Pomatoschistus minutus*; Gn - *Gobius niger*; Gf - *Gobiusculus flavescens*; Pp - *Pomatoschistus pictus*; St - *Syngnathus typhle*; Ga - *Gasterosteus aculeatus*; Pf - *Pleuronectes flesus*

Hemmiurus luehei

H. luehei befiel lediglich *S. typhle* im Juni 2000. Die Befallsrate lag bei 25% und die Intensität bei 2 (Tab. 25).

Lecithaster confusus

Zwei Fischarten zeigten im September 1998 einen Befall von *L. confusus*. Es handelte sich um *G. flavescens* und *P. pictus*. Die höchste Prävalenz erreichte *L. confusus* bei *P. pictus*, die höchste Intensität jedoch bei *G. flavescens* (Tab. 21, 22).

Magnibursatus caudofilamentosa

Dieser Parasit wurde vereinzelt bei *G. aculeatus* im Oktober 1999 festgestellt (Tab. 24).

Ein weiteres Exemplar von *M. caudofilamentosa* wurde frei in der Probe von August 1999 festgestellt.

Microphallus pygmeus

Es handelte sich um ein uncystiertes Exemplar von *M. pygmeus*, das im Magen von *P. microps* im September 1999 gefunden wurde. Da *M. pygmeus* eigentlich Vögel als Endwirte hat, handelte es sich hier um einen Irrwirt.

Podocotyle atomon

P. atomon parasitierte bei allen untersuchten Fischarten und kam ebenfalls das gesamte Jahr hindurch vor. Höhere Befallsraten und Intensitäten wurden von Mai bis August festgestellt. Häufiger befiel *P. atomon* den Wirt *P. microps*, hier erzielte dieser Parasit im Juni 1999 seine höchste Prävalenz. Die höchste Intensität allerdings wurde bei *P. microps* im Mai 2000 festgestellt.

P. atomon wurde im Magen auch als encystierte Metacercarien eines *G. flavescens* gefunden.

Strigeidae sp.

Diese Digene wurde im Gehirn von *P. microps* im Mai 2000 gefunden. Es handelte sich um ein Exemplar, das nicht genauer bestimmt werden konnte.

Fellodistomatidae sp.

Es handelte sich um zwei Exemplare, die ebenfalls nicht näher bestimmt werden konnten (Fig. 26, Platte IV). Sie befanden sich im Magen von *S. typhle* aus der Probe von Juni 2000.

Tylodelphys clavata

T. clavata wurde in *G. niger* und *G. flavescens* im August bzw. September 1999 registriert. Die Prävalenzen waren niedrig und die Intensität lag bei 1.

***Bothriocephalus* sp.**

Dieser Parasit wurde bei *P. microps* und *P. flesus* im Herbst 1998 und 1999 gefunden. Die Prävalenzen und Intensitäten waren niedrig.

Bothriocephalus scorpii

B. scorpii wurde nur im Jahr 2000 bei *P. microps* nachgewiesen. Etwas höhere Prävalenz und Intensität erzielte er im Monat Juni.

Caryophyllaeidae sp.

Dieser Cestode besaß einen flachen ungegliederten Körper mit undeutlichen Geschlechtsorganen. Er wurde vereinzelt und mit niedriger Prävalenz im August 1999 sowie im April 2000 registriert. Als Wirt diente *P. microps*.

Tab. 24: Mittlere Intensität verschiedener Parasitenarten bei Fischen im Jahr 1999

Datum	Mai 99			Jun 99			Jul 99			Aug 99			Sep 99				Okt 99							
n - untersucht	11	2	3	20	1	13	10	3	1	6	30	3	11	3	9	61	1	3	1	13	1	21	1	5
n - befallen	8	2	3	19	1	6	10	2	1	4	30	2	8	3	2	61	1	2	1	6	1	21	1	5
Parasitenart	Gf.	Pp	Pmc	Gf.	St	Pf	Gf.	Ss	Ga	Gn	Pmc	Gf.	Gf.	St	Gn	Pmc	Ga	Gn	Ga	Gf.	Pmn	Pmc	Ss	St
<i>T. domerguei</i>			m	m		v	v				w		m	m		1				w				
<i>Dactylogyrus</i> sp.							1																	
<i>Gyrodactylus</i> sp.			27	1			18	10			10					14	12			9		13	2,7	10
<i>A. balthicum</i>																							2	
<i>B. cingulata</i>				1																				
<i>B. crenatus</i>																			3					
<i>C. concavum</i>			89				1	1			18		1			42						6	23	3
<i>C. lingua</i>	1			2	10	2	1,3	5,5		23				2,5		1							4	1
<i>H. communis</i>				1,5			2,9		1				1	1,8		1				1,7			1	
<i>M. caudofilamentosa</i>																			1					
<i>M. pygmeus</i>																1								
<i>P. atomon</i>	3,1	4,5	4,7	5,1			1,7			2	1,5					1,1							2	1
<i>P. atomon</i> (Cysten)				25																				2
<i>T. clavata</i>										1			1											
<i>Bothriocephalus</i> sp.																2							2	
<i>Caryophyllidea</i> sp.											1													
<i>P. gobiorum</i>													1			2	1,7							
Nematoda sp. 2						1																		
<i>A. simplex</i>																1								
<i>Anisakis</i> sp.										1														
<i>A. arctica</i>																1								
<i>Contracaecum</i> sp.				1		1																		
<i>C. obvelatus</i>																			1					
<i>H. aduncum</i>										1						1	1		1					
<i>Echinorhynchus</i> sp.																1								
Cyste 1																								1
Cyste 2																								1

Gf - *Gobiusculus flavescens*; Pp - *Pomatoschistus pictus*; Pmc - *Pomatoschistus microps*; St - *Syngnathus typhle*; Pf - *Pleuronectes flesus*; Ss - *Spinachia spinachia*; Ga - *Gasterosteus aculeatus*; Gn - *Gobius niger*; Pmn - *Pomatoschistus minutus*

Proteocephalus gobiorum

P. gobiorum (Fig. 30, Platte 5) parasitierte *P. microps*, *G. niger* und *G. flavescens*. Diese Art wurde ausschließlich im September 1999 festgestellt. Sowohl die höchste Prävalenz als auch die höchsten Intensitäten wurden bei *G. niger* erreicht.

Proteocephalus sp.

Dieser Cestode besitzt vier Lateralsaugnäpfe und einen kleinen Apikalsaugnapf. Bei den gefundenen Exemplaren handelte es sich vorwiegend um Plerocercoiden. Die Ausdehnung des Cirrusbeutels und die Anzahl der Hoden konnte daher nicht festgestellt werden. *Proteocephalus sp.* trat vereinzelt im Jahr 1998 bei *P. microps* und *G. flavescens* auf. Die Prävalenzen waren niedrig, den höchsten Wert erzielte er bei *P. microps* im November (Tab. 21, 22).

Anisakis sp.

Dieser Nematode wurde bei *G. niger* im August 1999 festgestellt. Die Prävalenz war niedrig, die Intensität lag bei 1 (Tab. 23, 24).

Anisakis simplex

A. simplex infestiert vereinzelt, sehr sporadisch und mit niedriger Prävalenz drei Fischarten (Tab. 21-25). Die höchste Prävalenz erreichte er bei *G. niger* im August 1999.

Ascarophis arctica

A. arctica befiel *P. minutus*, *P. microps* und *G. niger*. Die Infestation wurde jeweils in den Monaten August und September registriert. Die höchste Prävalenz erzielte er bei *P. minutus* im September 1998, die höchste Intensität bei *G. niger* im Monat davor.

Capillaria sp.

Es handelt sich um einen Einzelfund von *Capillaria sp.* bei *G. niger* im August 1999.

Contracaecum sp.

Bei den Drittlarven ist es sehr schwierig eine feste Artbestimmung durchzuführen, deshalb wurden diese Exemplare als *Contracaecum sp.* erfasst.

Contracaecum sp. trat in den Sommermonaten bei *G. flavescens*, *G. niger* und bei *P. flesus* auf. Sowohl die höchste Prävalenz als auch die höchste Intensität wurde bei *G. niger* im August 1998 erzielt.

Cucullanus cirratus

Ein Exemplar von *C. cirratus* wurde im September 1998 bei *P. flesus* festgestellt.

Tab. 25: Prävalenz und mittlere Intensität verschiedener Parasitenarten bei Fischen im Jahr 2000

Datum	April 00				Mai 00								Juni 00															
n - untersucht	8		1		11		1		1		1		10		18		4		1		16		3		1			
n - befallen	8		1		11		1		1		1		10		2		4		1		13		1		1			
Wirtart	Pmc		Gn		Pmc		Gf		Pp		St		Pmc		Pp		St		Gn		Pf		Ss		Ga			
Parasitenart	P	I	P	I	P	I	P	I	P	I	P	I	P	I	P	I	P	I	P	I	P	I	P	I	P	I	P	I
<i>T. domerguei</i>							100	11													69	viel					100	20
<i>Gyrodactylus</i> sp.					54,5	21							30	7,3							100	9						
<i>A. demeli</i>					18,2	3,5							10	1							100	1	7,1	1				
<i>A. timmi</i>	37,5	1					100	1											50	2								
<i>A. balthicum</i>													10	2														
<i>C. concavum</i>	62,5	5,4	100	1	90,9	11					100	7	100	9,7					50	6	100	19	19	2				
<i>C. lingua</i>													20	7					100	33	100	17	29	3,2				
<i>H. communis</i>							100	1					10	1	11	1	25	1										
<i>H. luehei</i>																	25	2										
<i>P. atomom</i>	62,5	1	100	4	81,8	5,8			100	4			90	2,1			50	1			7,1	1	33	4	100	1		
Strigeidae sp.					9,1	1																						
Fellodistomatidae sp.																			25	2								
<i>A. simplex</i>													10	1							7,1	1						
<i>C. obvelatus</i>													10	1														
<i>C. osculatum</i>																			25	1			7,1	1				
<i>H. aduncum</i>													10	1									7,1	1				
<i>R. acus</i>																							29	1,2				
<i>B. scorpii</i>	25	1											30	2														
Caryophyllidea sp.	12,5	1																										

P – Prävalenz; I – mittlere Intensität; Gf - *Gobiusculus flavescens*; Pp - *Pomatoschistus pictus*; Pmc - *Pomatoschistus microps*; St - *Syngnathus typhle*; Pf - *Pleuronectes flesus*; Ss - *Spinachia spinachia*; Ga - *Gasterosteus aculeatus*; Gn - *Gobius niger*; Pmn - *Pomatoschistus minutus*

Contraecum osculatum

Während dieser Nematode im September 1998 lediglich bei *P. flesus* nachgewiesen wurde, parasitierte er im Juni 2000 zusätzlich *S. typhle*. Hier erreichte er seine höchste Prävalenz. Die Intensität blieb allerdings minimal.

Cucullanellus minutus

C. minutus befiel *P. minutus* und *G. niger* im August 1998. Während beide Wirte mit gleicher Intensität befallen wurden, lag die Prävalenz bei *P. minutus* etwas höher.

Cosmocephalus obvelatus

C. obvelatus kam im Oktober 1999 bei *G. niger* und im Juni 2000 bei *P. microps* vor. Die höchste Prävalenz erreichte er bei *G. niger*, die Intensitäten lagen bei 1.

Hysterothylacium aduncum

H. aduncum trat am häufigsten von allen Nematoda auf und hatte fünf Fischarten als Wirte. Vor allem befiel er *G. niger*, hier wurden auch die höchsten Prävalenzen erreicht. Die höchste Intensität erzielte *H. aduncum* jedoch bei *G. aculeatus* im August 1998.

Nematoda sp. 1

Nach YAMAGUTI (1975) fügt sich dieser Nematode in der Familie der Heterocheilidae (Ascaridida) ein, eine weitere Bestimmung war allerdings nicht möglich.

Nematoda sp. 1 zeigte einen niedrigen Befall im Jahr 1998 bei *P. minutus* und *P. microps*. Die höchste Prävalenz hatte die Art bei *P. microps* im September.

Nematoda sp. 2

Die Merkmale dieses Nematoden deckten sich mit denen der Camallanidae (Gatt. *Procamallanus*) – YAMAGUTI (1975), BAUER (1987). Allerdings gelten die Camallanidae als reine Süßwasserarten. Das Exemplar ist stark gelb pigmentiert, mit glatter Cuticula und verfügt über Chitin-Fortsätze im Mundbereich. Der Mund selbst ist schlecht entwickelt. Der Ösophagus verläuft durchgehend bis zur Mundöffnung. Auf Höhe des Nervenrings ist eine X-förmige Ausbildung erkennbar. Blindsäcke kommen nicht vor, am Hinterende ist eine Spicula vorhanden (Fig. 32, Platte V).

Dieser Parasit wurde mit niedriger Prävalenz und Intensität bei *P. flesus* im Juni 1999 registriert.

Raphidascaris acus

R. acus wurde mit einer relativ hohen Prävalenz im Juni 2000 bei *P. flesus* registriert. Die Intensität lag dabei bei 1,2.

***Rhabdochona* sp.**

Es handelte sich um ein Exemplar, das im November 1998 bei *P. pictus* vorkam.

Acanthella-Larve

Ein Exemplar einer Acanthella-Larve, wurde im September 1998 bei *P. microps* gefunden. Die Prävalenz war niedrig.

***Echynorhynchus* sp.**

Echynorhynchus sp. wurde ebenfalls vereinzelt und mit sehr niedriger Prävalenz bei *P. microps*, allerdings im September 1999, festgestellt.

Cyste 1 und Cyste 2

Diese beiden Cysten wurden im Oktober 1999 im Fettgewebe bzw. in der Schwimmblase einer *S. typhle* nachgewiesen.

Thersitina gasterostei

T. gasterostei befiel ausschließlich *G. aculeatus* im August 1998. Die Prävalenz war relativ hoch, die Intensität lag bei 19.

3.4.6.2.2 Parasitenbefall in Abhängigkeit der Wirtsgröße

Für diese Analyse wurden alle im Untersuchungsraum gefangenen Fische herangezogen.

In den Abbildungen 38 bis 47 ist die Prävalenz verschiedener Parasitenarten in Abhängigkeit der Wirtsgröße dargestellt. Anzumerken ist, dass nur Parasitenarten, deren Vorkommen bei mindestens vier Größenklassen erfolgte, dargestellt wurden. Alle übrigen sind den Tab. V-XII im Anhang zu entnehmen.

P. microps präsentierte einen Befall in allen Größenklassen, am stärksten jedoch wurden Individuen zwischen 31- 45 mm befallen; das breiteste Parasitenspektrum zeigten Individuen der Größenklassen 31-35 mm.

Bei diesem Wirt wies *T. domerguei* eine tendenzielle Abnahme der Prävalenzen mit zunehmender Wirtsgröße auf. Während *C. concavum* fast gleich hohe Prävalenzen bei den verschiedenen Größenklassen erreichte, zeigten die übrigen Arten einen tendenziellen Anstieg der Prävalenzen bei einer Zunahme der Wirtsgröße (Abb. 42).

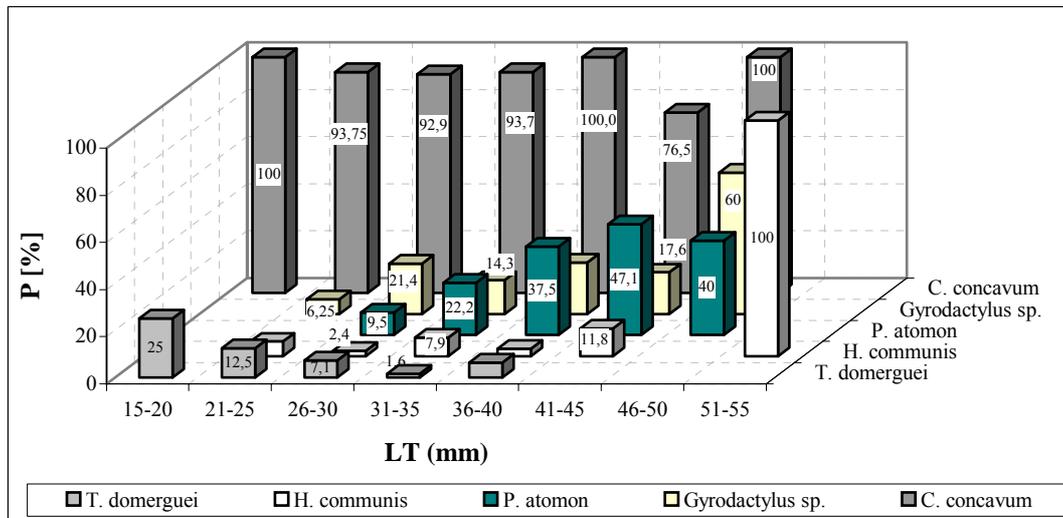


Abb. 42: Prävalenz [%] von 5 Parasitenarten in Abhängigkeit zur Größe von *P. microps*

Bezüglich der Intensitäten zeigte nur *C. concavum* eine tendenzielle Zunahme der Werte mit zunehmender Wirtsgröße (Abb. 43).

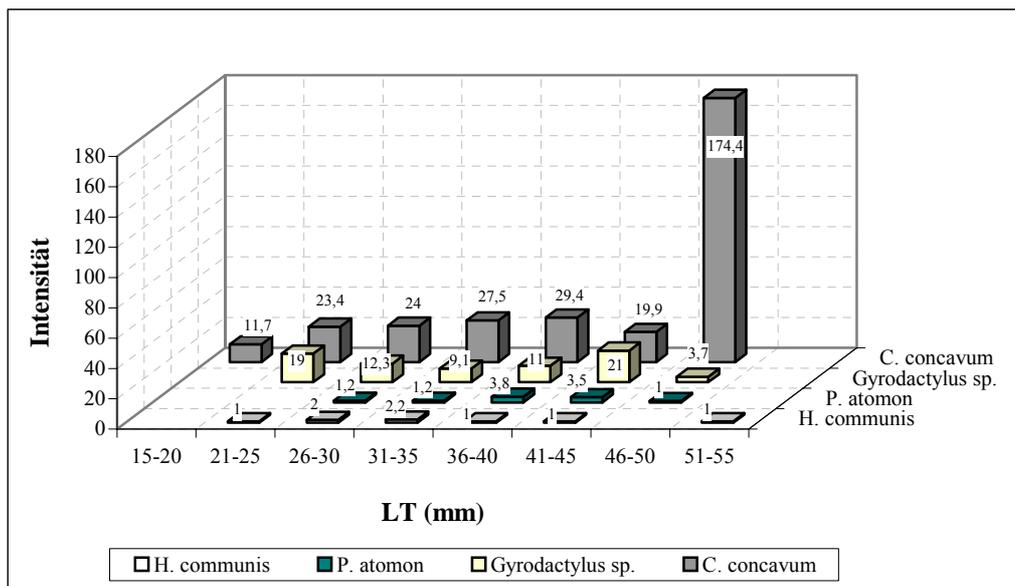


Abb. 43: Intensität von 4 Parasitenarten in Abhängigkeit zur Größe von *P. microps*

P. minutus wurde ebenfalls in allen Größenklassen befallen. Ein stärkerer Befall und breitere Parasitenspektren wurden bei Individuen zwischen 41 – 50 mm Länge festgestellt.

Bei diesem Wirt befielen lediglich *B. crenatus* und *H. communis* vier Größenklassen. *B. crenatus* zeigte dabei eine graduelle Abnahme der Prävalenz mit zunehmender Wirts-

größe; bei der Intensität allerdings ist keine Zunahme der Werte erkennbar (Abb. 44, 45).

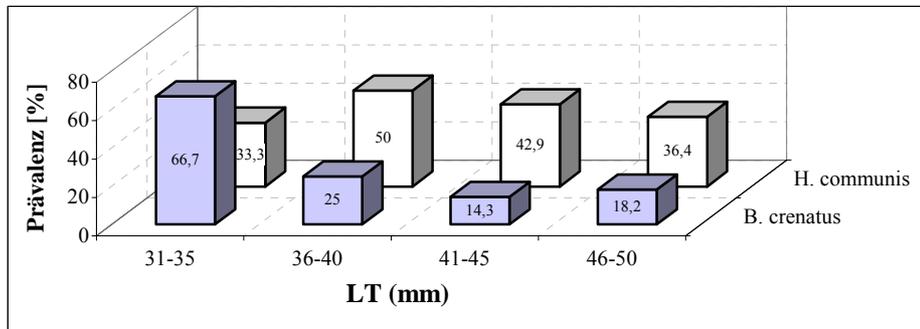


Abb. 44: Prävalenz [%] von 2 Parasitenarten in Abhängigkeit zur Größe von *P. minutus*

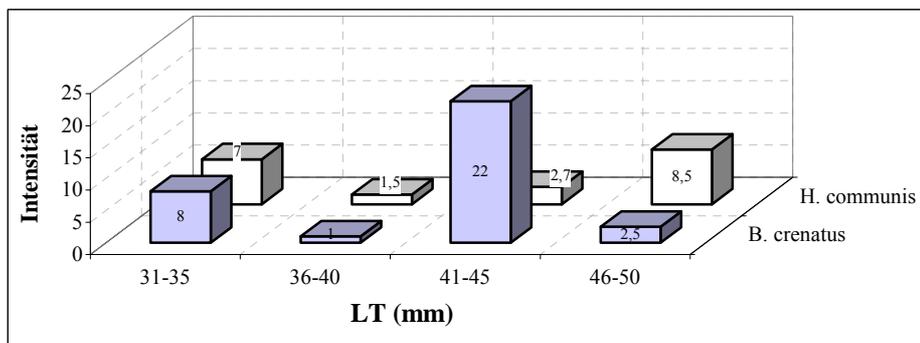


Abb. 45: Intensität von 2 Parasitenarten in Abhängigkeit zur Größe von *P. minutus*

G. flavescens wies einen Befall in allen Größenklassen auf, die umfangreicheren Parasitenspektren kamen bei einer Länge von 36 bis 45 mm vor. Bei diesem Wirt konnten *T. domerguei* und *P. atomon* ansteigende Prävalenzen mit zunehmender Wirtsgröße verzeichnen, *H. communis* zeigte eher ein umgekehrtes Bild (Abb. 46).

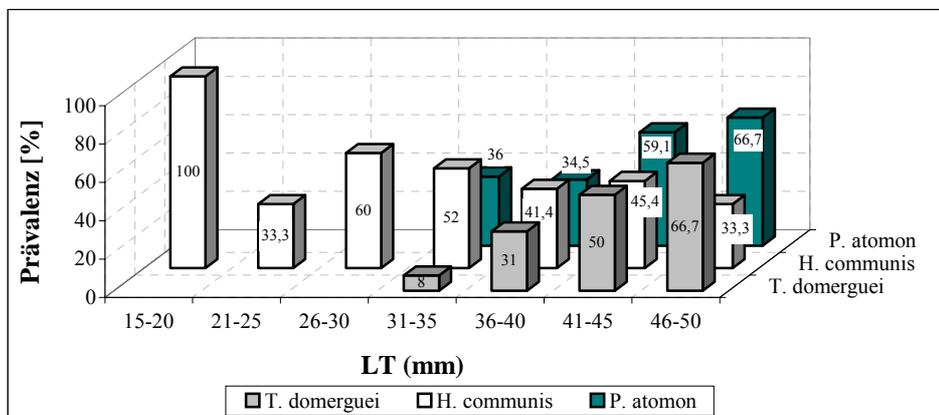


Abb. 46: Prävalenz [%] von 3 Parasitenarten in Abhängigkeit zur Größe von *G. flavescens*

Hinsichtlich der Intensitäten wies nur *P. atomon* einen Anstieg der Werte mit zunehmender Wirtsgröße auf (Abb. 47).

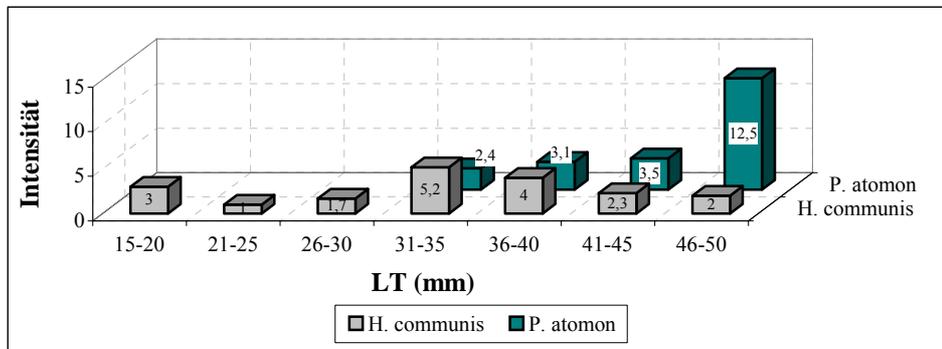


Abb. 47: Intensität von 2 Parasitenarten in Abhängigkeit zur Größe von *G. flavescens*

G. niger wies einen Befall ab der Größenklasse 31-35 mm auf. Während bei Individuen der Größenklasse 41-45 mm kein Befall festgestellt wurde, zeigten die Größenklassen 36-40, 51-55 und 66-70 mm die größeren Parasitenspektren (Abb.48).

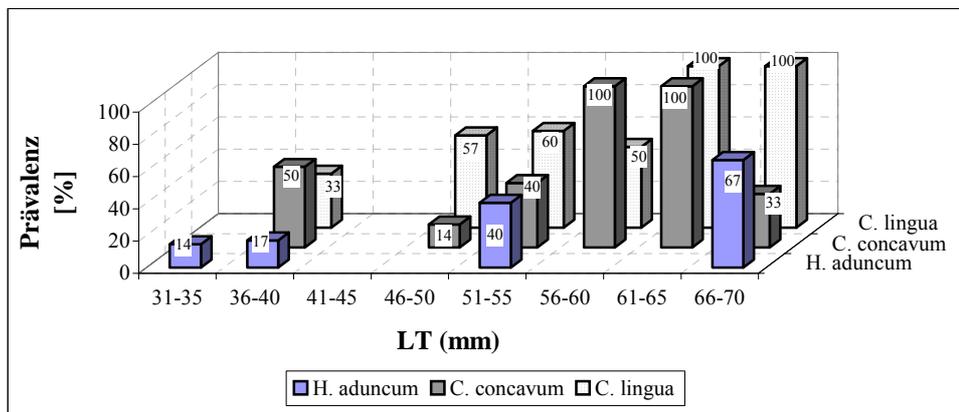


Abb. 48: Prävalenz [%] von 3 Parasitenarten in Abhängigkeit zur Größe von *G. niger*

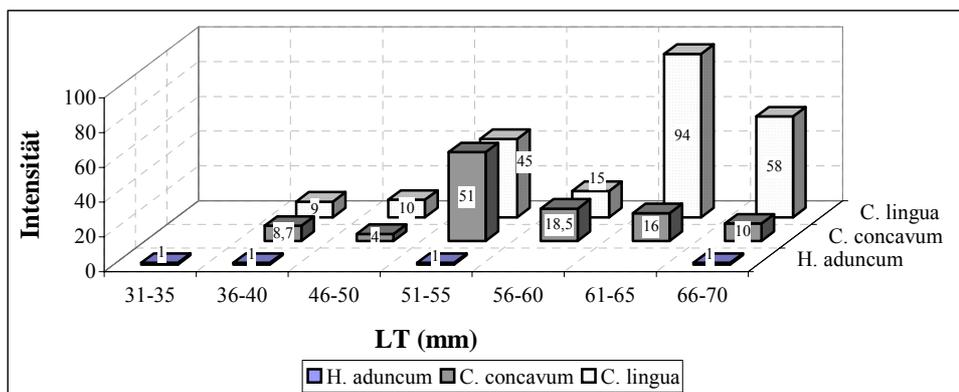


Abb. 49: Intensität von 3 Parasitenarten in Abhängigkeit zur Größe von *G. niger*

Einen deutlichen Anstieg der Prävalenzen bei zunehmender Wirtslänge wurde lediglich beim Befall von *H. aduncum* registriert (Abb. 48). Die Intensitäten dieses Parasiten hingegen blieben bei den verschiedenen Größenklassen gleich niedrig (Abb. 49).

Sowohl die Prävalenzen als auch die Intensitäten von *C. concavum* und *C. lingua* waren bei den verschiedenen Größenklassen unterschiedlich hoch und zeigten keine deutliche Zunahme der Werte mit zunehmender Wirtsgröße.

Bei *P. pictus* präsentierten die Größenklassen 26-30 mm sowie 46-50 mm keinen Befall. Die größeren Parasitenspektren zeigten Individuen zwischen 35-45 mm Länge.

Bei diesem Wirt befiel lediglich *H. communis* vier Größenklassen. Während die Prävalenz mit steigender Wirtsgröße deutlich zunahm, war dies bei der Intensität nicht der Fall (Abb.50).

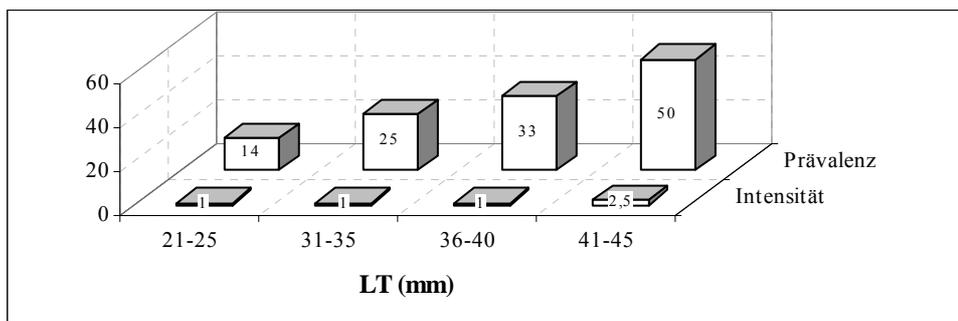


Abb. 50: Prävalenz [%] und Intensität von *H. communis* bei *P. pictus* verschiedener Größen

S. typhle hatte das größte Parasitenspektrum bei einer Länge von über 100 mm.

Bei diesem Wirt befiel ebenfalls lediglich *H. communis* vier Größenklassen (Abb. 51). Dabei zeigte die Prävalenz eine Abnahme bei zunehmender Wirtsgröße. Die Intensität hingegen erreichte ihren höchsten Wert bei Individuen der Größenklasse 56-60 mm.

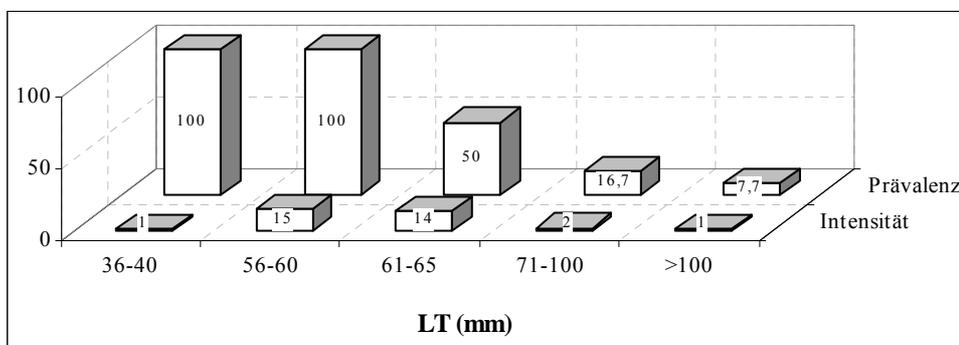


Abb. 51: Prävalenz [%] und Intensität von *H. communis* bei *S. typhle* verschiedener Größe

Bei *P. flesus* zeigten Individuen mit über 26 mm Körperlänge einen Befall. Umfangreichere Parasitenspektren zeigten die Größenklassen zwischen 31-55 mm. Bei diesem Wirt befiel lediglich *T. domerguei* mehrere Größenklassen, jedoch ohne Zunahme der Prävalenz und Intensität (siehe Tab. XI im Anhang).

Alle Größen von *G. aculeatus* wiesen einen Befall auf; das umfangreichste Parasitenspektrum zeigten jedoch Individuen der Größenklasse 51-55 mm.

S. spinachia zeigte einen Befall ab 51 mm Länge, etwas stärker waren Individuen mit über 70 mm Körperlänge befallen.

Sowohl bei *G. aculeatus* als auch bei *S. spinachia* wurden zu wenige Größenklassen befallen. Eine Zunahme der Prävalenz und Intensität mit ansteigender Wirtsgröße konnte aus diesem Grund nicht analysiert werden.

Eine bestehende Korrelation zwischen Parasitenbefall (anhand der Prävalenzen bzw. Intensitäten) und Wirtsgröße wurde mit Hilfe des Spearman-Rang-Korrelationskoeffizienten geprüft (Tab. 26). Diese statistische Überprüfung erfolgte nur bei Parasit-Wirt-Kombinationen, bei denen mindestens vier Größenklassen befallen waren.

Ein Zusammenhang ($r > \alpha$) zwischen Prävalenz und Wirtsgröße wurde bei fünf Kombinationen festgestellt, zwischen Intensität und Wirtsgröße erwiesen sich allerdings nur drei Kombinationen als abgesichert.

Eine gesicherte positive Korrelation wurde zwischen der Länge von *P. microps* und der Prävalenz von *P. atomon* festgestellt. Die Prävalenz von *T. domerguei* wies eine negative Korrelation bei diesem Wirt auf.

Bei *G. flavescens* war die Prävalenz von *T. domerguei* bzw. die Intensität von *P. atomon* ebenfalls gesichert positiv korreliert. Die Prävalenz von *P. atomon* verfehlte die Signifikanzgrenze nur knapp. Dies galt ebenfalls für die Prävalenz von *B. crenatus* bei *P. minutus*.

Auch bei *G. niger* nahmen Prävalenzen und Intensitäten von *C. lingua* mit der Körperlänge gesichert zu.

Eine positive Korrelation war auch für die Prävalenz bzw. Intensität von *H. communis* bei *P. pictus* signifikant. Die Prävalenz von *H. communis* war allerdings bei *S. typhle* gesichert negativ korreliert.

Tab. 26: Spearmann-Rang-Korrelationskoeffizienten (r) von Körpergröße und Prävalenz bzw. Intensität unterschiedlicher Parasit-Wirt-Kombinationen.
 α = Signifikanzschranken für eine Irrtumswahrscheinlichkeit von 5%.

Parasitenart	<i>P. microps</i>		<i>G. flavescens</i>		<i>G. niger</i>	
	Prävalenz	Intensität	Prävalenz	Intensität	Prävalenz	Intensität
<i>Trichodina</i> sp.	$r = -0,90$ $\alpha = 0,80$		$r = 1$ $\alpha = 0,80$			
<i>Gyrodactylus</i> sp.	$r = 0,71$ $\alpha = 0,77$	$r = -0,37$ $\alpha = 0,77$				
<i>C. lingua</i>					$r = 0,81$ $\alpha = 0,77$	$r = 0,89$ $\alpha = 0,77$
<i>C. concavum</i>	$r = -0,04$ $\alpha = 0,68$	$r = 0,64$ $\alpha = 0,68$			$r = 0,18$ $\alpha = 0,77$	$r = 0,37$ $\alpha = 0,77$
<i>H. communis</i>	$r = 0,71$ $\alpha = 0,77$	$r = -0,37$ $\alpha = 0,77$	$r = -0,51$ $\alpha = 0,68$	$r = 0,14$ $\alpha = 0,68$		
<i>P. atomon</i>	$r = 0,90$ $\alpha = 0,80$	$r = -0,12$ $\alpha = 0,80$	$r = 0,80$ $\alpha = 0,80$	$r = 1$ $\alpha = 0,80$		
	<i>P. minutus</i>		<i>P. pictus</i>		<i>S. typhle</i>	
	Prävalenz	Intensität	Prävalenz	Intensität	Prävalenz	Intensität
<i>H. communis</i>	$r = 0,20$ $\alpha = 0,80$	$r = 0,40$ $\alpha = 0,80$	$r = 1$ $\alpha = 0,80$	$r = 0,97$ $\alpha = 0,80$	$r = -0,92$ $\alpha = 0,80$	$r = -0,17$ $\alpha = 0,80$
<i>B. crenatus</i>	$r = -0,80$ $\alpha = 0,80$	$r = 0,50$ $\alpha = 0,80$				

3.4.6.2.3 Parasitenbefall in Abhängigkeit des Geschlechts

Wie Abb. 52 zeigt, wurden bei der Mehrheit der Fischarten höhere Prävalenzen bei den Weibchen festgestellt, mit Ausnahme von *P. pictus* und *S. spinachia*. Bei *G. aculeatus* wiesen Weibchen, Männchen und Juvenile gleiche Befallsstärken auf.

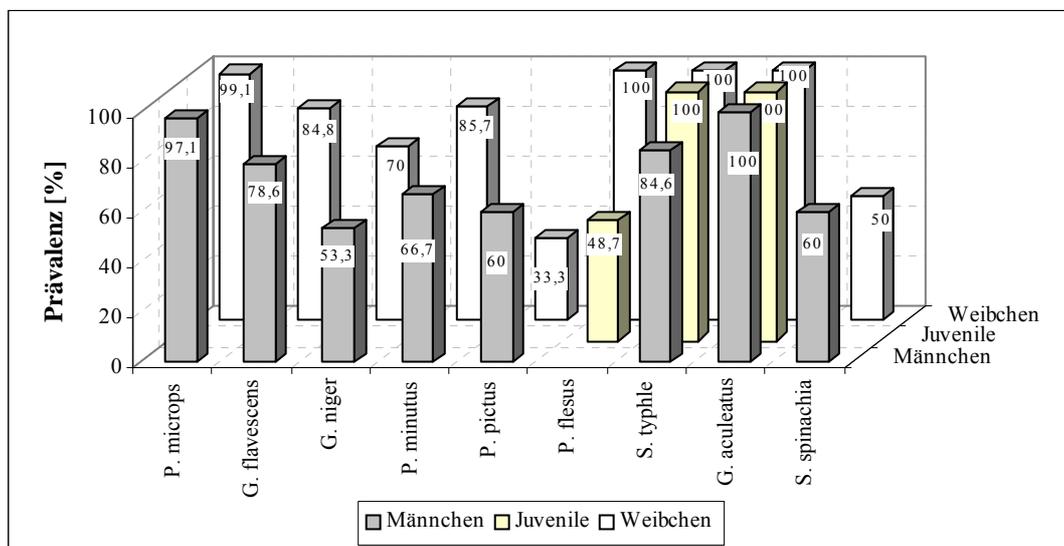


Abb. 52: Gesamtbefall [%] der Fischwirte in Abhängigkeit des Geschlechts

Eine Analyse des Befalls der drei häufigsten Parasitenarten - *C. concavum*, *H. communis* und *P. atomon* – wird in Tab. 27 zusammengefasst.

Tab. 27: Prävalenz [P] und Intensität [I] einiger häufiger Parasiten in Abhängigkeit des Geschlechts. In Klammern sind einzelne Exemplare gesetzt.

Art	Geschlecht	<i>C. concavum</i>		<i>H. communis</i>		<i>P. atomon</i>	
		P	I	P	I	P	I
<i>P. microps</i>	Männchen	91,5	38,1	4,2	1,3	14,1	1,9
	Weibchen	93,6	25,1	7,3	1,8	27,5	2,6
<i>G. flavescens</i>	Männchen			38,1	4,6	21,4	3,0
	Weibchen	4,4	1,0	54,3	3,0	54,3	4,2
<i>G. niger</i>	Männchen	33,3	25,2			13,3	3,5
	Weibchen	31,3	13,8	5,0	2,0	5,0	1,0
<i>P. minutus</i>	Männchen	8,3	6,0	33,3	2,3	8,3	2,0
	Weibchen			28,6	6,1	4,8	3,0
<i>P. pictus</i>	Männchen			20,0	1,0	20,0	7,0
	Weibchen			19,0	1,7	9,5	3,0
<i>P. flesus</i>	Juvenile	7,7	2,0			2,6	1,0
	Weibchen			(100)	1,0		
<i>S. typhle</i>	Juvenile			(100)	1,0		
	Weibchen	10,0	6,0	10,0	15,0	10,0	1,0
	Männchen	23,1	5,0	23,1	5,7	15,4	1,5
<i>G. aculeatus</i>	Juvenile			(100)	11,0		
	Weibchen			50,0	7,0		
	Männchen			25,0	1,0	14,3	1,0
<i>S. spinachia</i>	Weibchen						
	Männchen					40,0	2,5

C. concavum erreichte bei den Weibchen von *P. microps* eine höhere Prävalenz als bei den Männchen. Bei *G. flavescens* waren sogar ausschließlich Weibchen befallen. Bei *P. minutus* präsentierten hingegen ausschließlich Männchen einen Befall durch diesen Parasiten. Während bei *G. niger* Männchen und Weibchen fast gleich hoch parasitiert waren, wiesen die Männchen von *S. typhle* einen höheren Wert auf. Bei *P. flesus* waren nur Juvenile durch *C. concavum* parasitiert. Bezüglich der Intensitäten wurden hauptsächlich bei Männchen höhere Werte erreicht.

H. communis befiel einen größeren Anteil von *S. typhle* Männchen. Während bei *P. pictus* Männchen und Weibchen fast gleich hoch befallen waren, wiesen von den übrigen Wirten die Weibchen höhere Prävalenzen und meistens auch höhere Intensitäten auf.

Bei *G. niger* und *P. flesus* zeigten sogar ausschließlich Weibchen einen Befall durch *H. communis*.

P. atomon bevorzugte hingegen Männchen. Lediglich bei *P. microps* und *G. flavescens* wurden höchste Prävalenzen und Intensitäten bei Weibchen erreicht. Bei den übrigen Wirten waren Männchen bevorzugt.

3.4.6.2.4 Parasitenintensität in Abhängigkeit des Konditionsfaktors

Diese Analyse lohnte sich nur für die Kombination von *C. concavum* und *P. microps*.

Die Intensitäten von *C. concavum* bei *P. microps* wiesen keine echte Korrelation mit den Konditionsfaktoren auf. Der r-Wert lag weit unter der Signifikanzgrenze von 0,05. Wie Abb. 53 zeigt, wurden Individuen mit einem höheren Konditionsfaktor sowohl von einem einzigen Parasiten als auch von über 100 Individuen befallen. Die maximale Intensität von 657 Individuen wurde bei einem Wirt mit einem mittleren Konditionsfaktor von 0,96 registriert.

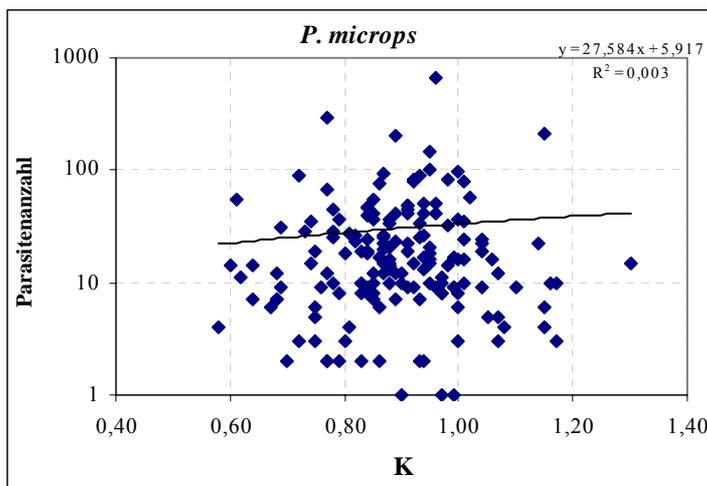


Abb. 53: Intensität von *C. concavum* bei *P. microps* in Abhängigkeit des Konditionsfaktors

Eine Korrelation zwischen Intensität von *C. concavum* und Konditionsfaktor der Weibchen bzw. Männchen zeigt für die Weibchen einen negativen Trend, das Gegenteil zeigen die Männchen. Ein echter Zusammenhang wurde allerdings nicht festgestellt. Die r-Werte liegen in beiden Fällen weit unter der Signifikanzgrenze von 0,05 (Abb. 54).

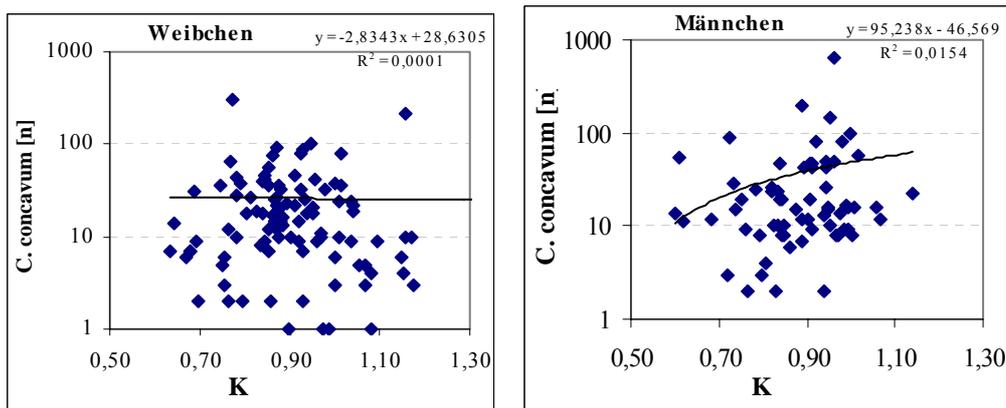


Abb. 54: Intensität von *C. concavum* bei *P. microps* - Weibchen bzw. Männchen in Bezug zum Konditionsfaktor.

3.4.6.2.5 Mehrfachbefall

Infragemeinschaften

Die Mehrheit der Wirtsindividuen wurde von einer einzigen Parasitenart befallen. Eine Ausnahme hiervon war *G. niger*, bei dem ca. 23% der Individuen einen Doppelbefall aufwiesen. Dieser Wert war damit höher als derjenige der Individuen mit einfachem Befall (Tab. 28).

Tab. 28: Prävalenzen [%] der Befallsstufen (Anzahl der gleichzeitig vorkommenden Parasitenarten) bei verschiedenen Fischarten. Angegeben sind ebenfalls die Gesamtprävalenz sowie die Prozentrate der unbefallenen Individuen.

	1fach	2fach	3fach	4fach	5fach	6fach	unbefallen	Gesamt Prävalenz
<i>P. microps</i>	48,3	29,4	18,9	1,1		0,6	1,7	98,3
<i>G. flavescens</i>	45,5	23,9	5,7	5,7	1,1		18,2	81,8
<i>G. niger</i>	20,0	22,9	11,4	8,6			37,1	62,9
<i>P. minutus</i>	69,7	9,1					21,2	78,8
<i>P. pictus</i>	26,7	6,7					66,7	33,3
<i>S. typhle</i>	62,5	16,7	4,2	4,2	4,2		8,3	91,7
<i>P. flesus</i>	27,5	10,0	7,5		5,0		50,0	50,0
<i>G. aculeatus</i>	42,9	28,6	14,3	14,3				100,0
<i>S. spinachia</i>	28,6	14,3	14,3				42,9	57,1

Die Prävalenzen nahmen mit Anstieg der Befallsstufe ab.

P. minutus und *P. pictus* erreichten maximal einen Doppelbefall, *S. spinachia* einen Dreifachbefall. Während *G. niger* und *G. aculeatus* bis zu vier Parasitenarten beherr-

bergten, gab es einen Fünffachbefall bei *G. flavescens*, *S. typhle* und *P. flesus*. Sogar sechs Parasitenarten in 1 Individuum wurden bei *P. microps* registriert.

Der Anteil der unbefallenen Individuen schwankte zwischen 1,7% bei *P. microps* und 66,7% bei *P. pictus*. Eine Prävalenz von 100% wurde lediglich bei *G. aculeatus* registriert.

Saisonalität des Mehrfachbefalls

Die Saisonalität des Mehrfachbefalls der Wirte wurde in Abb. 55 dargestellt.

Der Mehrfachbefall verzeichnete im Sommer und Herbstanfang seine höchsten Anteile. Während es im August 1998 bis zu einem Vierfachbefall kam, war im September des selben Jahres sogar ein Fünffachbefall zu verzeichnen. Dieses Bild wiederholte sich im Juni und Juli 1999. Im Juni 2000 wurde sogar ein Sechsfachbefall beobachtet.

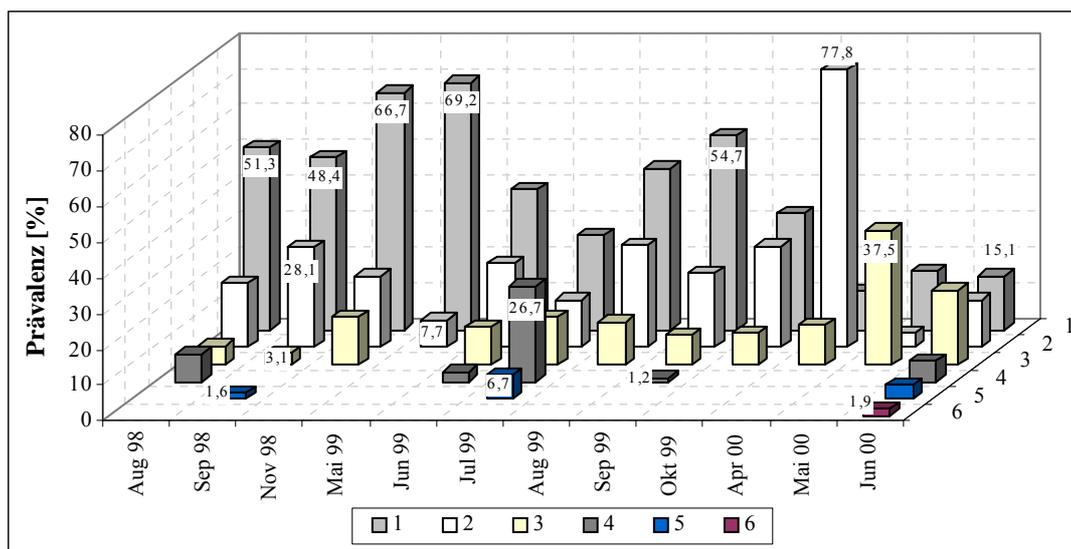


Abb. 55: Saisonalität des Mehrfachbefalls (1998 – 2000)

Mehrfachbefall in Abhängigkeit der Wirtsgröße

Die Anzahl der Parasitenarten stieg mit zunehmender Wirtsgröße (Totallänge in mm) bei allen Wirte an (Abb. 56a-i). Eine echte positive Korrelation mit einer Signifikanzgrenze von 0,01 wurde bei *G. flavescens*, *G. niger* und *P. pictus* festgestellt; bei *P. microps* und *P. flesus* befand sich die Signifikanzgrenze sogar bei 0,001. Während bei *S. typhle* und *S. spinachia* die Signifikanzgrenze bei 0,05 lag, erwiesen sich die Korrelationen nur bei *P. minutus* und *G. aculeatus* als nicht signifikant.

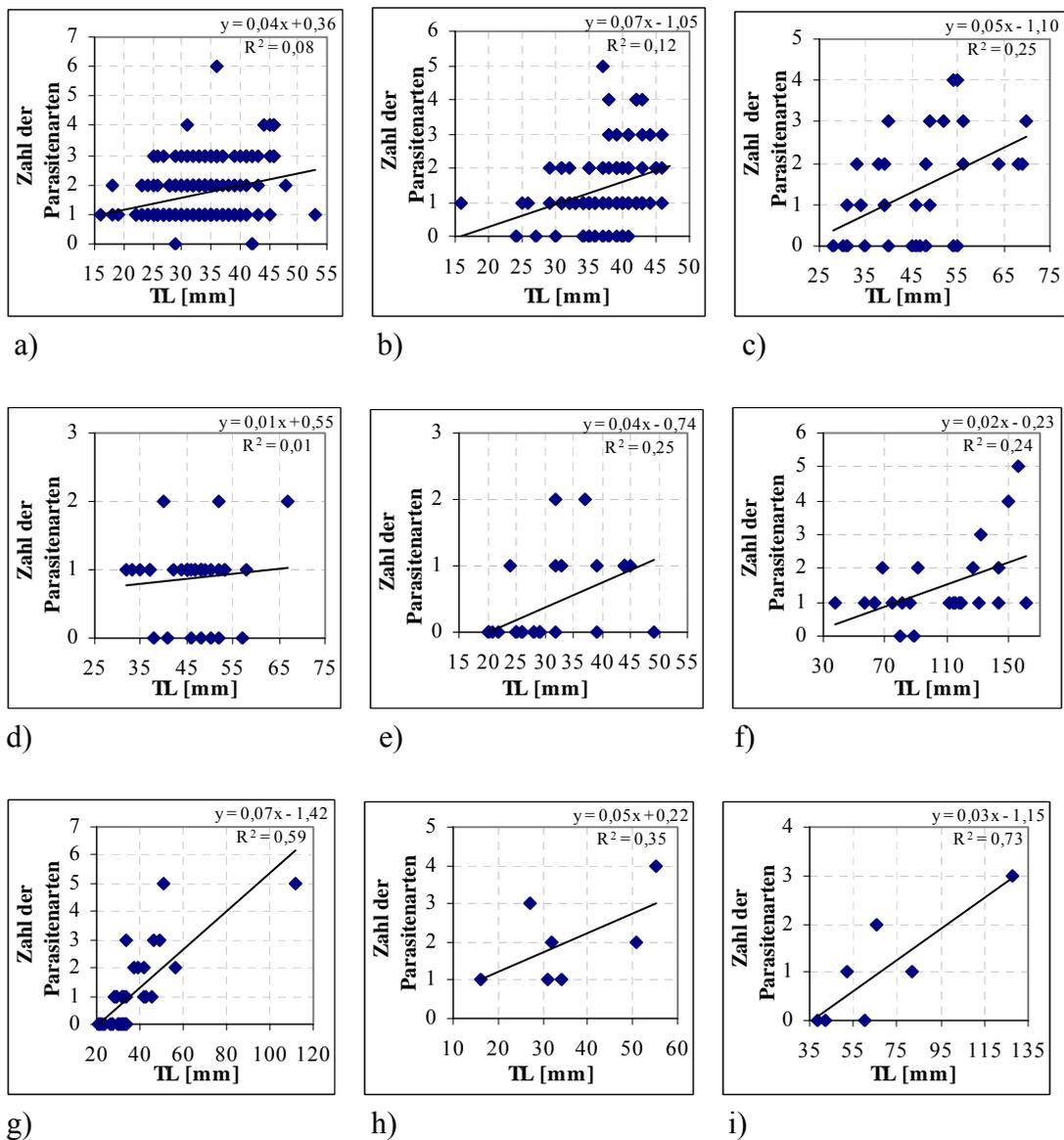


Abb. 56: Anzahl der Parasitenarten in Bezug zur Totallänge [mm] bei: a) – *P. microps*; b) – *G. flavescens*; c) – *G. niger*; d) – *P. minutus*; e) – *P. pictus*; f) – *S. typhle*; g) – *P. flesus*; h) – *G. aculeatus*; i) – *S. spinachia*

Mehrfachbefall in Abhängigkeit vom Konditionsfaktor

Die Anzahl der Parasitenarten wurde in Abb. 57a-i mit den jeweiligen Konditionsfaktoren der verschiedenen Fischwirte in Zusammenhang gesetzt.

Hier wiesen *P. minutus* und *S. spinachia* eine Abnahme des mehrfachen Befalls mit zunehmendem Konditionsfaktor auf, d. h. Individuen mit besserem Zustand wurden von weniger Parasitenarten befallen. Bei den übrigen Wirten ist ein gegensätzliches Bild erkennbar.

Nur bei *P. microps* und *G. flavescens* zeigten sich die positive Korrelationen als hoch signifikant (Signifikanzgrenze von 0,001). Alle übrigen Zusammenhänge verfehlten allerdings die Signifikanzgrenze.

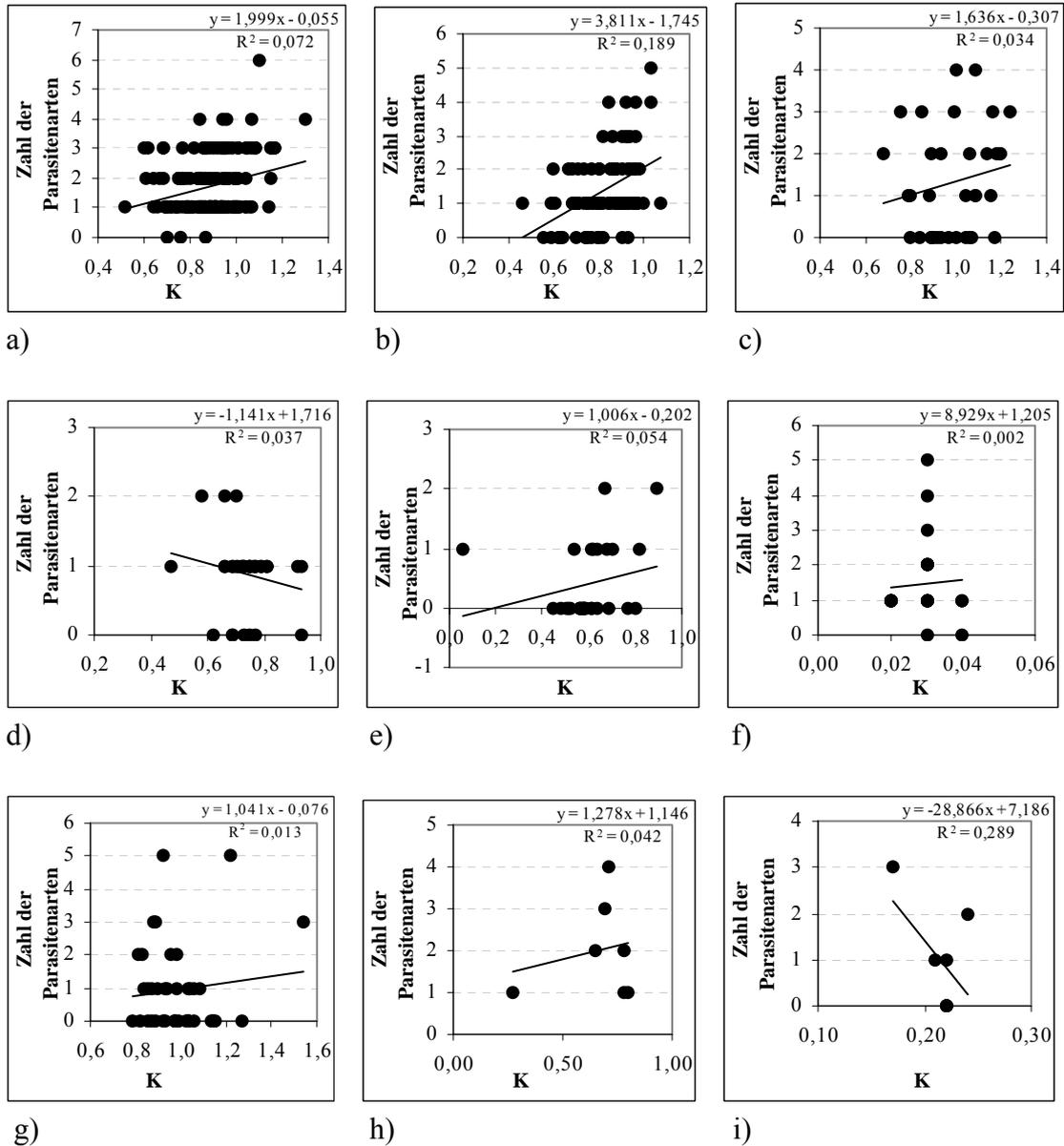


Abb. 57: Zahl der Parasitenarten in Abhängigkeit des Konditionsfaktors bei: a) – *P. microps*; b)- *G. flavescens*; c) – *G. niger*; d) – *P. minutus*; e) – *P. pictus* f) – *S. typhle*; g) - *P. flesus*; h) – *G. aculeatus*; i) – *S. spinachia*

Mehrfachbefall in Abhängigkeit des Geschlechts

Der Mehrfachbefall in Abhängigkeit vom Geschlecht wurde in Tab. 29 zusammengefasst.

Die Männchen von *P. microps*, *P. pictus* und *G. flavescens* zeigten eine höhere Befallsrate als die Weibchen mit einer einzigen Parasitenart. Bei den übrigen Wirten dominierten die Weibchen in dieser Stufe.

Männchen von *P. microps*, *G. niger* und *S. typhle* wiesen den stärkeren Doppelbefall auf, bei *S. spinachia* waren nur männliche Individuen von zwei Parasitenarten befallen. Bei den übrigen Wirten wiesen jedoch die Weibchen die höheren Werte auf.

Ab dem Dreifachbefall waren bei Weibchen häufiger höhere Prävalenzen zu finden. Ab der 5. Stufe wurden sogar ausschließlich Weibchen befallen.

Tab. 29: Mehrfachbefall in Abhängigkeit des Geschlechts. Angegeben ist ebenfalls die Prozenträte der unbefallenen Individuen. In Klammern sind einzelne Exemplare gesetzt.

		1fach	2fach	3fach	4fach	5fach	6fach	unbefallen
<i>P. microps</i>	Männchen	50,7	33,3	11,6	1,5			2,9
	Weibchen	46,9	27,0	23,4	0,9		0,9	0,9
<i>G. flavescens</i>	Männchen	57,1	19,1		2,4			21,4
	Weibchen	34,8	26,1	15,2	6,5	2,2		15,2
<i>G. niger</i>	Männchen	13,3	26,6	6,7	6,7			46,7
	Weibchen	25,0	20,0	20,0	5,0			30,0
<i>P. minutus</i>	Männchen	58,3	8,3					33,3
	Weibchen	76,2	9,5					14,3
<i>P. pictus</i>	Männchen	60,0						40,0
	Weibchen	23,8	9,5					66,7
<i>P. flesus</i>	Juvenile	28,2	10,2	7,7	2,6			51,3
	Weibchen					(100)		
<i>S. typhle</i>	Juvenile	(100)						
	Weibchen	70,0	10,0	10,0	10,0			
	Männchen	53,8	23,1	7,7				15,4
<i>G. aculeatus</i>	Juvenile	(100)						
	Weibchen		50,0		50,0			
	Männchen	50,0	25,0	25,0				
<i>S. spinachia</i>	Weibchen	50,0						50,0
	Männchen	20,0	20,0	20,0				40,0

3.4.6.3 Mikrohabitate der Parasiten

Wie Tab. 30 zeigt, parasitierte die Mehrheit der Arten in den inneren Organen ihrer Wirte. Die Anzahl der Endoparasiten war deutlich größer als die der Ektoparasiten.

Tab. 30: Mikrohabitate der einzelnen Parasiten in ihren Fischwirten.

Parasitenart	Mikrohabitate
<i>G. anomala</i>	Unterhautbindegewebe des Kopfbereiches, oberhalb der Oberlippe
<i>T. domerguei</i>	Kiemensblätter
<i>Dactylogyrus</i> sp.	Kiemensblätter
<i>Gyrodactylus</i> spp.	Kiemensblätter; Kiemensbogen, Flossen, Haut
<i>A. balthicum</i>	Muskulatur der Augenhöhle, Gehirn, Mesenterium
<i>A. demeli</i>	Magen, Darm
<i>A. timmi</i>	Leibeshöhle, Retina
<i>B. cingulata</i>	Magen
<i>B. crenatus</i>	Magen, Enddarm
<i>C. concavum</i>	Haut, Kiemen, Augapfel, Sehnerv, Nieren, Mesenterium, Magen
<i>C. lingua</i>	Flossen, Haut, Kiemendeckel, Lippen
<i>H. communis</i>	Magen, Enddarm
<i>H. luehei</i>	Magen
<i>L. confusus</i>	Magen
<i>M. caudofilamentosa</i>	Innenseite des Kiemendeckels
Fellodistomatidae sp.	Vorderdarm
<i>M. pygmeus</i>	Magen
<i>P. atomon</i>	Darm
Strigeidae sp.	Gehirn
<i>T. clavata</i>	Glaskörper des Auges
<i>Bothriocephalus</i> sp.	Magen, Vorderdarm
<i>B. scorpii</i>	Magen, Vorderdarm
<i>Caryophyllidea</i> sp.	Darm
<i>P. gobiorum</i>	Darm
<i>Proteocephalus</i> sp.	Magen, Darm
<i>Anisakis</i> sp.	Magen
<i>A. simplex</i>	Leibeshöhle, Mesenterium
<i>A. arctica</i>	Magen, Vorderdarm
<i>Capillaria</i> sp.	Schwimmblase
<i>Contracaecum</i> sp.	Magen
<i>C. osculatum</i>	Magen, Darm
<i>C. cirratus</i>	Darm
<i>C. minutus</i>	Darm
<i>C. obvelatus</i>	Leibeshöhle, Darmwand
<i>H. aduncum</i>	Magen, die Magenwand anbohrend
Nematoda sp.1	Magen
Nematoda sp. 2	Magen
<i>R. acus</i>	Magen
<i>Rhabdochona</i> sp.	Vorderdarm
Acanthella-Larve	Magen
<i>Echinorhynchus</i> sp.	Darm
Cyste 1	Fettgewebe
Cyste 2	Schwimmblase
<i>T. gasterostei</i>	Innenseite des Kiemendeckels

3.4.6.4 Makrohabitats der Parasiten

In Tab. 31 wurden nur Arten präsentiert, deren Lebensweise eindeutig zuzuordnen war.

Großräumig dominierten die autogenen über die allogenen Arten, eine Überlappung kam nur bei den Nematoden der Gattung *Capillaria*, *Contraecum* und *Cosmocephalus* vor. Diese nutzen sowohl aquatische als auch terrestrische Endwirte.

Tab. 31: Groß- und kleinskalige Einteilung des Makrohabitats der einzelnen Parasiten

autogen	allogen	planktisch	benthisch
<i>G. anomala</i>		<i>G. anomala</i>	
<i>T. domerguei</i>		<i>T. domerguei</i>	
<i>Dactylogyrus</i> sp.		<i>Dactylogyrus</i> sp.	
<i>Gyrodactylus</i> spp.		<i>Gyrodactylus</i> spp.	
<i>A. balthicum</i>			<i>A. balthicum</i>
<i>A. demeli</i>			<i>A. demeli</i>
<i>A. timmi</i>			<i>A. timmi</i>
<i>B. cingulata</i>			<i>B. cingulata</i>
<i>B. crenatus</i>			<i>B. crenatus</i>
	<i>C. concavum</i>		<i>C. concavum</i>
	<i>C. lingua</i>		<i>C. lingua</i>
<i>H. communis</i>			<i>H. communis</i>
<i>H. luehei</i>			<i>H. luehei</i>
<i>L. confusus</i>			<i>L. confusus</i>
<i>M. caudofilamentosa</i>			<i>M. caudofilamentosa</i>
Fellodistomatidae sp.			Fellodistomatidae sp.
	<i>M. pygmeus</i>		<i>M. pygmeus</i>
<i>P. atomon</i>			<i>P. atomon</i>
	Strigeidae sp.		Strigeidae sp.
	<i>T. clavata</i>		<i>T. clavata</i>
<i>Botriocephalus</i> sp.		<i>Botriocephalus</i> sp.	
<i>B. scorpii</i>		<i>B. scorpii</i>	
Caryophyllidea sp.			Caryophyllidea sp.
<i>P. gobiorum</i>		<i>P. gobiorum</i>	
<i>Proteocephalus</i> sp.		<i>Proteocephalus</i> sp.	
<i>Anisakis</i> sp			<i>Anisakis</i> sp
<i>A. simplex</i>			<i>A. simplex</i>
<i>A. arctica</i>			<i>A. arctica</i>
	<i>Capillaria</i> sp.		<i>Capillaria</i> sp.
	<i>Contraecum</i> sp.		<i>Contraecum</i> sp.
	<i>C. osculatum</i>		<i>C. osculatum</i>
<i>C. cirratus</i>			<i>C. cirratus</i>
<i>C. minutus</i>			<i>C. minutus</i>
	<i>C. obvelatus</i>		<i>C. obvelatus</i>
<i>H. aduncum</i>			<i>H. aduncum</i>
<i>R. acus</i>			<i>R. acus</i>
<i>Rhabdochona</i> sp.			unbekannt
<i>Echinorhynchus</i> sp.			<i>Echinorhynchus</i> sp.
<i>T. gasterostei</i>		<i>T. gasterostei</i>	

Kleinräumig überwogen die benthischen über die planktischen Spezies. Hier kam es häufiger zu einer Überschneidung zwischen planktischen und benthischen Entwicklungszyklen. Die Digenea wie *B. cingulata*, *B. crenatus*, *H. communis*, *H. luehei* und *L. confusus* nutzen als erste Zwischenwirte benthische Gastropoda und als zweite Zwischenwirte planktische Copepoda. Die Nematoden der Gattung *Anisakis*, *Hysterothylacium* und *Contraecaecum* können ebenfalls sowohl planktische als auch benthische Zwischenwirte in ihrem Entwicklungszyklus nutzen. Beim Nematoden *C. cirratus* sind die ersten Entwicklungsstadien freilebend.

3.4.6.5 Mittlere Intensitäten und Prävalenzen

Die durchschnittlichen Prävalenzen und Intensitäten der Parasiten in ihren Wirten, berechnet für den gesamten Untersuchungszeitraum von August 1998 bis Juni 2000, wurden in den Tab. 32 und 33 zusammengefasst.

Die höchste Prävalenz erzielte *C. concavum* bei *P. microps*. Die höchste Intensität wurde jedoch von *T. domerguei* bei *P. flesus* erreicht. *C. concavum* hatte bei *P. microps* seine höchste Intensität.

Bei *P. minutus*, *G. flavescens* und *G. aculeatus* erreichte *H. communis* die höchste Prävalenz. Die höchste Intensität erzielte jedoch *Gyrodactylus* sp. bei *P. minutus* und *G. flavescens*; bei *G. aculeatus* war es *T. gasterostei*. Ebenfalls bei *P. pictus* und *S. typhle* erzielte *H. communis* die höchste Prävalenz. Die höchste mittlere Intensität erreichte allerdings *C. lingua* bei *S. typhle*, bei *P. pictus* war es *P. atomon*.

Bei *G. niger* erreichte *C. lingua* sowohl die höchste Prävalenz als auch die höchste Intensität, gefolgt von *C. concavum*.

Bei *P. flesus* erzielte *T. domerguei* die höchste Prävalenz, gefolgt von *C. lingua*. Die höchste Intensität wurde von *C. lingua* erreicht.

S. spinachia wurde von *C. lingua* mit der höchsten Prävalenz befallen, dessen Intensität allerdings niedrig war. Hier wurde der höchste Wert durch *Gyrodactylus* sp. erzielt.

Tab. 32: Mittlere Prävalenzen [%] verschiedener Parasiten bei Fischen im Untersuchungsraum 1998 – 2000. Höhere Werte sind grau unterlegt

Art	Pmn	Pmc	Gf	Pp	Gn	St	Pf	Ga	Ss	Gesamt
<i>G. anomala</i>								14,3		0,2
<i>T. domerguei</i>		5,0	28,4			4,2	37,5	14,3		11,5
<i>Dactylogyrus</i> sp.	3,0		1,1							0,5
<i>Gyrodactylus</i> spp.	3,0	17,8	5,7		2,9			42,9	28,6	9,7
<i>A. balthicum</i>		2,2								0,9
<i>A. demeli</i>		1,7			2,9		2,5			1,1
<i>A. timmi</i>		1,7	1,1			8,3				1,4
<i>B. cingulata</i>			2,3							0,5
<i>B. crenatus</i>	15,2	1,1		3,3				14,3		2
<i>C. concavum</i>	3,0	92,8	2,3		31,4	25,0	7,5			42,8
<i>C. lingua</i>		2,2	6,8		42,9	33,3	12,5		42,9	9,2
<i>H. communis</i>	33,3	5,0	46,6	16,7	2,9	37,5	2,5	57,1		18,2
<i>H. luehei</i>						4,2				0,2
<i>L. confusus</i>			1,1	6,7						0,7
<i>M. caudofilamentosa</i>								14,3		0,2
Fellodistomatidae sp.						4,2				0,2
<i>M. pygmeus</i>		0,6								0,2
<i>P. atomon</i>	6,1	22,2	38,6	10,0	8,6	12,5	2,5	14,3	28,6	20
Strigeidae sp.		0,6								0,2
<i>T. clavata</i>			1,1		2,9					0,5
<i>Bothriocephalus</i> sp.		2,8					2,5			1,4
<i>B. scorpii</i>		2,8								1,1
<i>Caryophyllidea</i> sp.		1,1								0,5
<i>P. gobiorum</i>		3,3	1,1		2,9					1,8
<i>Proteocephalus</i> sp.		1,1	1,1							0,7
<i>Anisakis</i> sp.					2,9					0,2
<i>A. simplex</i>	3,0	1,7					2,5			1,1
<i>A. arctica</i>	6,1	0,6			2,9					0,9
<i>Capillaria</i> sp.					2,9					0,2
<i>Contracaecum</i> sp.			1,1		5,7		2,5			0,9
<i>C. osculatum</i>						4,2	5,0			0,7
<i>C. cirratus</i>							2,5			0,2
<i>C. minutus</i>	9,1				2,9					0,9
<i>C. obvelatus</i>		0,6			2,9					0,5
<i>H. aduncum</i>	3,0	1,1			17,1		2,5	14,3		2,5
Nematoda sp.1	3,0	1,1								0,7
Nematoda sp. 2							2,5			0,2
<i>R. acus</i>							10,0			0,9
<i>Rhabdochona</i> sp.				3,3						0,2
Acanthella-Larve		0,6								0,2
<i>Echinorhynchus</i> sp.		0,6								0,2
Cyste 1						4,2				0,2
Cyste 2						4,2				0,2
<i>T. gasterostei</i>								14,3		0,2

Tab. 33: Mittlere Intensität verschiedener Parasiten bei Fischen im Untersuchungsraum 1998 – 2000. Höhere Werte sind grau unterlegt

Art	Pmn	Pmc	Gf	Pp	Gn	St	Pf	Ga	Ss	Gesamt
<i>G. anomala</i>								1,0		1
<i>T. domerguei</i>		mäßig	mäßig			mäßig	viel	wenig		
<i>Dactylogyrus</i> sp.	4,0		1,0							2,5
<i>Gyrodactylus</i> spp.	13,0	11,3	14,2		9,0			10,5	10,0	11,3
<i>A. balthicum</i>		1,8								1,8
<i>A. demeli</i>		2,7			1,0		1,0			2
<i>A. timmi</i>		1,0	1,3			2,0				1,3
<i>B. cingulata</i>			1,0							1
<i>B. crenatus</i>	4,4	1,0		3,0				3,0		3,3
<i>C. concavum</i>	6,0	30,5	1,0		18,6	4,3	2,0			28,1
<i>C. lingua</i>		4,7	1,3		25,5	18,6	3,0		4,3	14,3
<i>H. communis</i>	6,7	1,7	3,6	1,6	2,0	6,9	1,0	6,5		4,2
<i>H. luehei</i>						2,0				2
<i>L. confusus</i>			2,0	1,0						1,3
<i>M. caudofilamentosa</i>								1,0		1
Felodistomatidae sp.						2,0				1
<i>M. pygmeus</i>		1,0								1
<i>P. atomon</i>	2,5	2,4	3,7	4,3	2,7	1,3	1,0	1,0	2,5	2,9
Strigeidae sp.		1,0								1
<i>T. clavata</i>			1,0		1,0					1
<i>Bothriocephalus</i> sp.		1,8					1,0			1,7
<i>B. scorpii</i>		1,6								1,6
<i>Caryophyllidea</i> sp.		1,0								1
<i>P. gobiorum</i>		1,7	1,0		2,0					1,6
<i>Proteocephalus</i> sp.		1,0	1,0							1
<i>Anisakis</i> sp.					1,0					1
<i>A. simplex</i>	1,0	1,0					1,0			1
<i>A. arctica</i>	1,0	1,0			2,0					1,3
<i>Capillaria</i> sp.					1,0					1
<i>Contracaecum</i> sp.			1,0		1,5		1,0			1,2
<i>C. osculatum</i>						1,0	1,0			1
<i>C. cirratus</i>							1,0			1
<i>C. minutus</i>	1,0				1,0					1
<i>C. obvelatus</i>		1,0			1,0					1
<i>H. aduncum</i>	1,0	1,0			1,0		1,0	4,0		1,3
Nematoda sp.1	1,0	1,0								1
Nematoda sp. 2							1,0			1
<i>R. acus</i>							1,3			1,3
<i>Rhabdochona</i> sp.				1,0						1
Acanthella-Larve		1,0								1
<i>Echinorhynchus</i> sp.		1,0								1
Cyste 1						1,0				1
Cyste 2						1,0				1
<i>T. gasterostei</i>								19,0		19

3.4.6.6 Korrelation von Prävalenz und Zahl der Wirte

Zunächst wurden alle Wirte mit Ausnahme von *G. aculeatus* und *S. spinachia* (aufgrund ihrer geringen Anzahl nicht einbezogen) in dieser Analyse berücksichtigt.

Die mittleren Prävalenzen befanden sich in einer positiven Korrelation zur Zahl der Wirtarten (Abb. 58a), mit einem Korrelationskoeffizienten von 0,76 bei einer Signifikanzgrenze von 0,001. Auch bei der Analyse der 5 Grundelwirte allein (Abb. 58b) befanden sich die Prävalenzen in einer positiven Korrelation zur Zahl der Wirte. Der Korrelationskoeffizient allerdings lag hier bei 0,67, bei einer Signifikanzgrenze von 0,01.

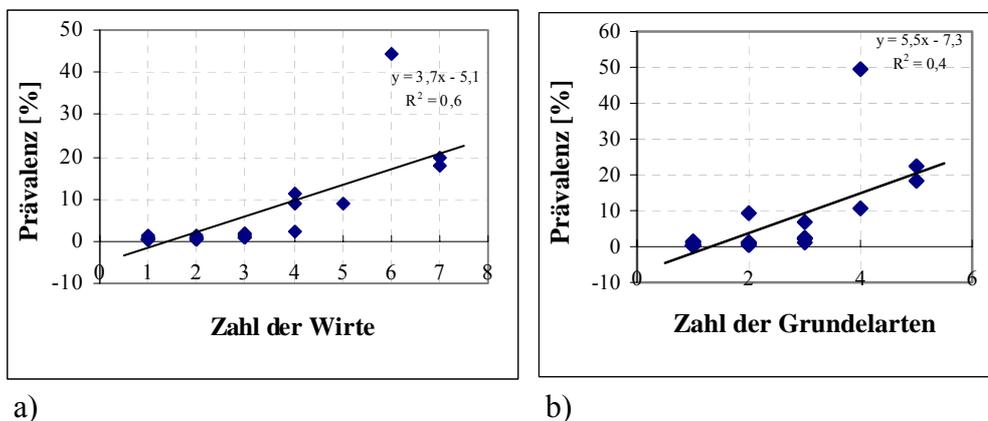


Abb. 58: Korrelation der mittleren Prävalenzen zur a) Zahl der Wirtarten bzw. b) Zahl der Grundelwirte

3.4.6.7 Saisonale Fluktuation der Parasitentaxazahlen, allogener/autogener Parasitentaxa sowie Parasiten planktischer/benthischer Herkunft

Höhere Parasitentaxazahlen wurden in Sommer und Herbst registriert. Während allogene und autogene Arten eine abwechselnde Dominanz in den verschiedenen Jahren zeigten, dominierten die Parasiten benthischer Herkunft durchgehend (Abb. 59).

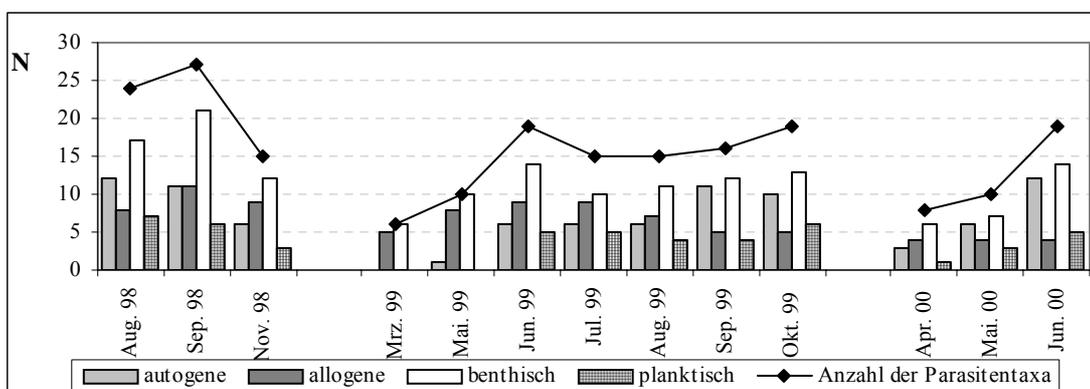


Abb. 59: Saisonales Vorkommen der allogenen, autogenen, planktischen und benthischen Parasitentaxa während der Untersuchungszeit

3.4.6.8 Ökologische Parameter der Parasitierung

Dominanzstufen

Nach dem von ZANDER et al. (2000) modifizierten „Kern-Satellitenarten-Konzept“ erreichten fünf Parasitenarten den Status einer Kernart (Tab. 34). Dabei wies *G. aculeatus* drei Kernarten auf, während bei *G. flavescens*, *P. pictus* und *P. flesus* diese Stufe unbesetzt blieb.

Tab. 34: Einteilung der einzelnen Parasitenarten in das Kern- und Satellitenarten-Konzept auf Basis der Abundanz (ZANDER et al. 2000)

	Kernart	Sekundärart	Satellitenart	seltene Art
<i>P. minutus</i>	<i>H. communis</i>	<i>B. crenatus</i>	<i>Gyrodactylus</i> sp., <i>C. concavum</i> , <i>P. atomon</i>	alle übrigen *
<i>P. microps</i>	<i>C. concavum</i>	<i>Gyrodactylus</i> sp.	<i>P. atomon</i>	alle übrigen
<i>G. flavescens</i>		<i>Gyrodactylus</i> sp., <i>H. communis</i> , <i>P. atomon</i>		alle übrigen
<i>P. pictus</i>			<i>H. communis</i> <i>P. atomon</i>	alle übrigen
<i>G. niger</i>	<i>C. concavum</i> , <i>C. lingua</i>		<i>Gyrodactylus</i> sp., <i>P. atomon</i>	alle übrigen
<i>S. typhle</i>	<i>C. lingua</i> , <i>H. communis</i>	<i>C. concavum</i>	<i>A. timmi</i> , <i>P. atomon</i>	alle übrigen
<i>P. flesus</i>		<i>C. lingua</i>	<i>C. concavum</i>	alle übrigen
<i>G. aculeatus</i>	<i>Gyrodactylus</i> sp., <i>H. communis</i> , <i>T. gasterostei</i>	<i>H. aduncum</i>	<i>B. crenatus</i>	alle übrigen
<i>S. spinachia</i>	<i>Gyrodactylus</i> sp.	<i>C. lingua</i> , <i>P. atomon</i>		

* siehe Tab. 24 Parasitenspektrum

Die Stufe der Sekundärarten erreichten sieben Parasitenarten. Bei *P. pictus* blieb diese Stufe unbesetzt. Während bei *S. spinachia* die Stufen der Satellitenarten und der seltenen Arten unbesetzt blieben, verteilte sich die Mehrheit der Parasitenarten bei den übrigen Wirten in eben diesen Stufen.

Auffällig war das häufige Vorkommen des Digenen *H. communis* als Kernart. Während die Monogene *Gyrodactylus* sp. in den oberen Stufen zu finden war, erreichte *H. aduncum* als einziger Nematode die Stufe der Sekundärart. Die Cestoda und Acanthocephala traten lediglich als seltene Arten auf.

Die Einteilung der einzelnen Parasiten nach dem klassischen Konzept (MÜHLENBERG 1989) ergab ein anderes Bild als das des Kern- und Satellitenarten-Konzeptes (Tab. 35).

Sechs Parasitenarten zeigten sich als eudominant. Bei *P. pictus* erreichte keine Parasitenart die eudominante Stufe. Am häufigsten trat *H. communis* als eudominant auf. Unter den dominanten Arten ist vor allem *P. atomon* zu nennen. Hier befanden sich alle übrigen Arten des Parasitenspektrums von *G. aculeatus* und *S. spinachia*. Während bei *S. typhle* die Mehrheit der Arten subdominant waren, verteilte sich die Mehrheit der Parasiten bei den übrigen Wirten auf die Stufen der subdominanten und rezedenten Arten. Lediglich bei *P. microps* kamen vier Arten subrezedent vor.

Tab. 35: Einteilung der einzelnen Parasitenarten nach dem klassischen Konzept nach MÜHLENBERG (1989)

	eudominant	dominant	subdominant	rezedent	subrezedent
<i>P. minutus</i>	<i>H. communis</i>	<i>B. crenatus</i>	<i>P. atomon</i> , <i>A. artica</i> , <i>C. minutus</i>	alle übrigen*	
<i>P. microps</i>	<i>C. concavum</i>	<i>Gyrodactylus</i> <i>sp.</i> , <i>P. atomon</i>	<i>T. domerguei</i> , <i>H. communis</i> , <i>P. gobiorum</i>	alle übrigen	<i>M. pygmeus</i> , <i>A. artica</i> , <i>Strigeidae sp.</i> , <i>C. obvelatus</i>
<i>G. flavescens</i>	<i>H. communis</i> , <i>P. atomon</i>	<i>T. domerguei</i>	<i>Gyrodactylus sp.</i> , <i>C. lingua</i>	alle übrigen	
<i>P. pictus</i>		<i>H. communis</i> , <i>P. atomon</i>	<i>B. crenatus</i> , <i>L. confusus</i> , <i>Rhabdochona sp.</i>		
<i>G. niger</i>	<i>C. lingua</i>	<i>C. concavum</i> , <i>H. aduncum</i>	<i>P. atomon</i> , <i>Contracaecum sp.</i>	alle übrigen	
<i>S. typhle</i>	<i>C. lingua</i> , <i>H. communis</i>	<i>C. concavum</i> , <i>P. atomon</i>	alle übrigen		
<i>P. flesus</i>	<i>T. domerguei</i>	<i>C. lingua</i> , <i>R. acus</i>	<i>C. concavum</i> , <i>C. osculatum</i>	alle übrigen	
<i>G. aculeatus</i>	<i>Gyrodactylus sp.</i> , <i>H. communis</i>	alle übrigen			
<i>S. spinachia</i>	<i>C. lingua</i>	alle übrigen			

3.4.6.9 Analyse der Parasitengemeinschaften

Sörensen und Renkonen-Index

Die Artenzusammensetzung von Parasitengemeinschaften verschiedener Wirte wird mit Hilfe des Sörensen-Index miteinander verglichen. Mit Hilfe des Renkonen-Index wird die Übereinstimmung in den Dominanzverhältnissen der Parasitengemeinschaften ermittelt.

Wie Tab. 36 zeigt, wurden zwischen den Wirten nur geringe Übereinstimmungen in der Artenzusammensetzung ihrer Parasitengemeinschaften festgestellt. Der höchste Wert (Sörensen-Index) wurde zwischen *G. flavescens* und *G. niger* mit 0,53 gemessen.

Der Renkonen-Index fiel bei der Mehrheit der Wirtkombinationen niedrig aus, was auf große Unterschiede in den Dominanzverhältnissen hinwies. Eine hohe Identität bei den Dominanzverhältnissen gab es lediglich zwischen *G. flavescens* und *G. aculeatus* sowie zwischen *G. flavescens* und *S. typhle*.

Tab. 36: Arten- und Dominanzidentität der Parasitengemeinschaften untersuchter Fischarten zwischen August 1998 und Juni 2000. S_i – Sörensen-Index; Re – Renkonen-Index

Fischartkombination	S_i	Re	Fischartkombination	S_i	Re
<i>P. minutus</i> & <i>P. microps</i>	0,51	0,24	<i>G. flavescens</i> & <i>S. typhle</i>	0,46	0,64
<i>P. minutus</i> & <i>G. flavescens</i>	0,38	0,46	<i>G. flavescens</i> & <i>S. spinachia</i>	0,33	0,41
<i>P. minutus</i> & <i>G. niger</i>	0,46	0,23	<i>G. flavescens</i> & <i>G. aculeatus</i>	0,33	0,77
<i>P. minutus</i> & <i>P. pictus</i>	0,37	0,26	<i>G. niger</i> & <i>P. pictus</i>	0,10	0,11
<i>P. minutus</i> & <i>P. flesus</i>	0,40	0,13	<i>G. niger</i> & <i>P. flesus</i>	0,48	0,29
<i>P. minutus</i> & <i>S. typhle</i>	0,27	0,42	<i>G. niger</i> & <i>S. typhle</i>	0,31	0,37
<i>P. minutus</i> & <i>S. spinachia</i>	0,29	0,09	<i>G. niger</i> & <i>S. spinachia</i>	0,33	0,20
<i>P. minutus</i> & <i>G. aculeatus</i>	0,50	0,56	<i>G. niger</i> & <i>G. aculeatus</i>	0,33	0,26
<i>P. microps</i> & <i>G. flavescens</i>	0,46	0,46	<i>P. pictus</i> & <i>P. flesus</i>	0,21	0,05
<i>P. microps</i> & <i>G. niger</i>	0,51	0,49	<i>P. pictus</i> & <i>S. typhle</i>	0,25	0,27
<i>P. microps</i> & <i>P. pictus</i>	0,21	0,16	<i>P. pictus</i> & <i>S. spinachia</i>	0,25	0,10
<i>P. microps</i> & <i>P. flesus</i>	0,47	0,26	<i>P. pictus</i> & <i>G. aculeatus</i>	0,43	0,30
<i>P. microps</i> & <i>S. typhle</i>	0,34	0,42	<i>P. flesus</i> & <i>S. typhle</i>	0,48	0,33
<i>P. microps</i> & <i>S. spinachia</i>	0,22	0,42	<i>P. flesus</i> & <i>S. spinachia</i>	0,23	0,15
<i>P. microps</i> & <i>G. aculeatus</i>	0,36	0,39	<i>P. flesus</i> & <i>G. aculeatus</i>	0,35	0,22
<i>G. flavescens</i> & <i>G. niger</i>	0,53	0,27	<i>S. typhle</i> & <i>S. spinachia</i>	0,29	0,54
<i>G. flavescens</i> & <i>P. pictus</i>	0,30	0,28	<i>S. typhle</i> & <i>G. aculeatus</i>	0,30	0,54
<i>G. flavescens</i> & <i>P. flesus</i>	0,41	0,44	<i>S. spinachia</i> & <i>G. aculeatus</i>	0,33	0,43

Shannon-Wiener-Index und Äquität

Die Diversität und die Ausgeglichenheit von Parasitengemeinschaften der einzelnen Wirte wird mittels des Shannon-Wiener-Index überprüft (Tab. 37). Die höchste Artendiversität präsentierte *P. flesus* mit 1,95, die niedrigste *P. microps* mit 0,46. *P. microps* besaß gleichzeitig den niedrigsten Äquitätswert von 0,14. Eine relativ ausgewogene Parasitengemeinschaft zeigten *P. pictus*, *P. minutus*, *P. flesus*, *G. aculeatus* und *S. spinachia* mit einem Äquitätswert von jeweils über 0,6.

Tab. 37: Diversitätsindex nach Shannon-Wiener (H_s) und die Äquität (E) der Parasitengemeinschaften von 9 Fischwirten

Art	<i>P. minutus</i>	<i>P. pictus</i>	<i>G. flavescens</i>	<i>G. niger</i>	<i>P. microps</i>	<i>S. typhle</i>	<i>P. flesus</i>	<i>S. spinachia</i>	<i>G. aculeatus</i>
H_s	1,47	1,27	1,45	0,98	0,46	1,07	1,95	1,74	0,97
E	0,61	0,79	0,54	0,36	0,14	0,45	0,74	0,88	0,79

3.5 Untersuchung an weiteren epi- und suprabenthischen Wirbellosen

3.5.1 Artenliste

In diesen Proben waren insgesamt 73 Taxa enthalten. Davon wurden 55 Taxa bis zur Art bestimmt. Juvenile Individuen wurden aufgrund der Schwierigkeiten bei der Artbestimmung als eigenes Taxon zusammengezählt.

Im Folgenden werden die im Untersuchungszeitraum gefundenen Taxa systematisch dargestellt:

Protozoa

Stamm: Rhizopoda

Ordnung: Foraminifera

Metazoa

Stamm: Cnidaria

Klasse: Hydrozoa

Familie: Campanulariidae

Stamm: Plathelminthes

Klasse: Turbellaria

Stamm: Nemathelminthes

Klasse: Nematoda

Stamm: Annelida

Klasse: Oligochaeta

Familie: Tubificidae

Klasse: Polychaeta

Familie: Capitellidae

Capitella capitata (FABRICIUS, 1780)

Familie: Nereidae

Hediste diversicolor (O.F. MÜLLER, 1776); synonym *Nereis diversicolor*

Nereidae spp. juv.

Familie: Sigalionidae

Pholoe minuta (FABRICIUS, 1780)

Familie: Phyllodocidae

Eteone longa (FABRICIUS, 1780)

Familie: Spionidae

Polydora ligni WEBSTER, 1879

Polydora ciliata (JONSTON, 1838)

Pygospio elegans CLAPAREDE, 1863

Spionidae spp. juv.

Stamm: Mollusca

Klasse: Gastropoda

Familie: Littorinidae

Littorina littorea (LINNAEUS, 1767)

Littorina saxatilis forma tenebrosa (MONTAGU)

Littorina obtusata (LINNAEUS, 1767)

Littorina spp. juv.

Familie: Rissoidae

Turboella inconspicua (ALDER, 1844)

Zippora membranacea (ADAMS, 1797); synonym: *Rissoa membranacea*

Turboella spp. juv.

Familie: Hydrobiidae

Hydrobia ulvae (PENNANT, 1777)

Hydrobia ventrosa (MONTAGU, 1803)

Hydrobia neglecta MUUS, 1963

Potamopyrgus jenkinsi (SMITH, 1889)

Hydrobia spp. juv.

Klasse: Bivalvia

Familie: Mytilidae

Mytilus edulis LINNAEUS, 1758

Familie: Cardiidae

Cerastoderma sp.

Familie: Myidae

Mya arenaria LINNAEUS, 1758

Familie: Tellinidae

Macoma balthica (LINNAEUS, 1758)

Macoma calcarea (GMELIN, 1790)

Familie: Scrobiculariidae

Abra alba (WOOD, 1802)

Stamm: Arthropoda

Unterstamm: Arachnata

Überklasse: Chelicerata

Klasse: Arachnida

Ordnung: Acari

Familie: Halacaridae

Unterstamm: Mandibulata

Überklasse: Branchiata

Klasse: Crustacea

Unterklasse: Ostracoda

Unterklasse: Copepoda

Ordnung: Calanoida

Pseudocalanus elongatus BOECK 1872

Acartia clausi GIESBRECHT 1889

Ordnung: Harpacticoida

Ectinosoma curticorne BOECK 1872

Stenhelia palustris (BRADY 1868)

Huntemannia jadensis POPPE 1884

Mesochra sp. BOECK 1865

Harpacticus chelifer (MÜLLER 1785)

Harpacticus comunis (MÜLLER 1785)

Tisbe furcata (LILLJEBORG)

Harpacticoida spp. juv.

Unterklasse: Cirripedia

- Familie: Balanidae
Balanus improvisus (DARWIN)
- Unterklasse: Malacostraca
- Ordnung: Isopoda
- Familie: Idoteidae
Idotea balthica (PALLAS, 1772)
Idotea chelipes (PALLAS, 1766)
Idotea granulosa (RATHKE, 1843)
Idotea neglecta (SARS, 1899)
Idotea linearis (LINNAEUS, 1767)
Idotea spp. Juv.
- Familie: Janiridae
Jaera albifrons LEACH, 1814
- Ordnung: Amphipoda
- Familie: Gammaridae
Gammarus duebeni LILLJEBORG, 1852
Gammarus locusta (LINNAEUS, 1758)
Gammarus oceanicus SEGERSTRÅLE, 1947
Gammarus salinus SPOONER, 1947
Gammarus zaddachi SEXTON, 1912
Gammarus spp. Juv.
- Familie: Corophiidae
Corophium insidiosum CRAWFORD, 1937
Corophium volutator (PALLAS, 1766)
Corophium spp. juv.
- Familie: Aoridae
Microdeutopus gryllotalpa DA COSTA, 1853
Aoridae juv.
- Familie: Isaeidae
Gammaropsis melanops (SARS, 1882)
- Familie: Ischyroceridae
Erichthonius sp.
Ischyrocerus anguipes KRØYER, 1838
Ischyroceridae spp. Juv.
- Crustacea-Eier
- Ordnung: Mysidacea
Praunus inermis (RATHKE, 1843)
Mesodopsis slabberi (VAN BENEDEN, 1861)
Neomysis integer (LEACH, 1814)
- Ordnung: Decapoda
- Unterordnung: Natantia
- Familie: Crangonidae
Crangon crangon (LINNAEUS, 1758)
- Familie: Palaemonidae
Palaemon squilla (RATHKE, 1843); Synonym: *P. adpersus fabricii*
- Unterordnung: Reptantia
- Familie: Portunidae
Carcinus maenas (LINNAEUS, 1758)

Unterstamm: Antennata

Überklasse: Tracheata

Klasse: Insecta

Ordnung: Diptera

Familie: Chironomidae

Stamm: Echinodermata

Klasse: Asteroidea

Familie: Asteriidae

Asterias rubens (LINNAEUS)

Stamm: Chordata

Unterstamm: Tunicata

Klasse Ascidiacea

3.5.2 Populationsdynamik

3.5.2.1 Saisonale Fluktuation der Taxazahlen

Die Anzahl der vorkommenden Taxa fluktuierte zwischen 41 Taxa im September 1998 und 14 Taxa im März 1999 (Abb. 60).

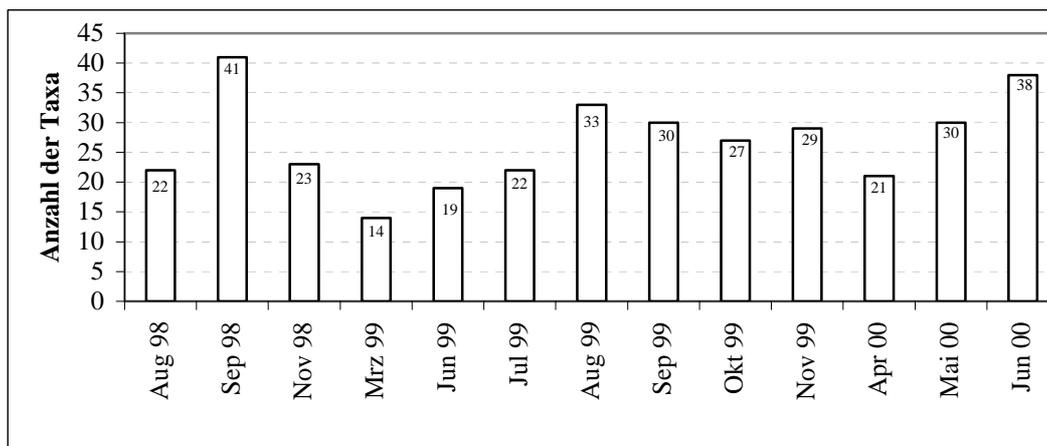


Abb. 60: Saisonale Fluktuation der Taxazahlen im Epi- und Suprabenthos während der Untersuchungszeit.

In 1998 wichen die Monate August und November deutlich vom Maximum im September ab. 1999 wurde von März bis August eine stetige Zunahme auf 34 Taxa registriert. Danach nahmen sie bis Oktober ab, im November konnte wieder eine leichte Zunahme beobachtet werden. Während des Jahres 2000 wurde ebenfalls eine stetige Zunahme der Taxazahlen von Frühling bis Sommer beobachtet. Auffallend ist, dass der Juni 2000 im Vergleich zum Juni des Vorjahres doppelt so viele Taxa aufwies.

3.5.2.2. Saisonale Fluktuation der Dichte und Biomasse

Hier handelt es sich um die Gesamtdichte und die Gesamtbiomasse der in diesen Proben vorkommenden epi- und suprabenthischen Organismen.

Die Dichte der epi- und suprabenthischen Organismen wies starke saisonale und jährliche Fluktuationen auf (Abb. 61). Die ermittelten Werte schwankten zwischen 1489 Individ./m² im August 1998 und 20414 Individ./m² im November 1999.

Der Kurvenverlauf ließ nur von Spätsommer bis Herbst des Jahres 1998 sowie von Frühling bis Sommer des Jahres 2000 eine Parallelentwicklung zu den Taxazahlen erkennen.

Im Jahr 1998 wurde im September eine Zunahme der Individuendichte registriert und etwa das Dreifache der im August und November des gleichen Jahres festgestellten Werte erreicht. Im Jahr 1999 stiegen die Werte von März bis Juli um das 6-fache, gefolgt von einer Abnahme im August. Im darauf folgenden Monat nahm die Dichte bis zu 19611 Individ./m² wieder zu. Im Oktober kam es zu einer extremen Abnahme, der aber im November der Maximalwert folgte. In diesem Jahr wurden deutlich höhere Dichten – das Vier- bis zu Zehnfache – als in den gleichen Monaten des Vorjahres erreicht. Von April bis Juni 2000 nahm die Individuendichte stetig zu. Der im Juni dieses Jahres registrierte Wert lag etwas höher als im Juni des Vorjahres.

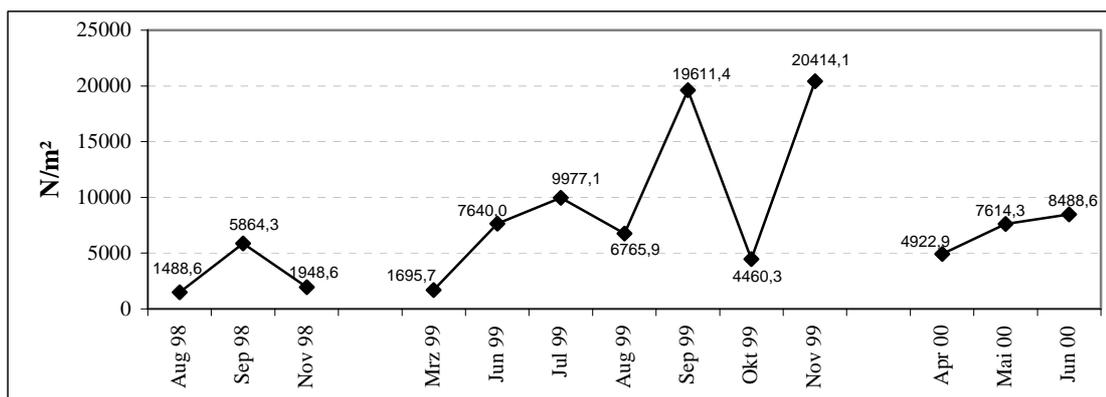


Abb. 61: Saisonale Fluktuation der Gesamtindividudichte des Epi- und Suprabenthos während der Untersuchungszeit.

Die Biomasse (TG/AFTG) der epi- und suprabenthischen Organismen zeigte ebenfalls saisonale und jährliche Fluktuationen (Abb. 62). Sie schwankte zwischen 0,4 g/m² im April 2000 und 16,4 g/m² im August 1999.

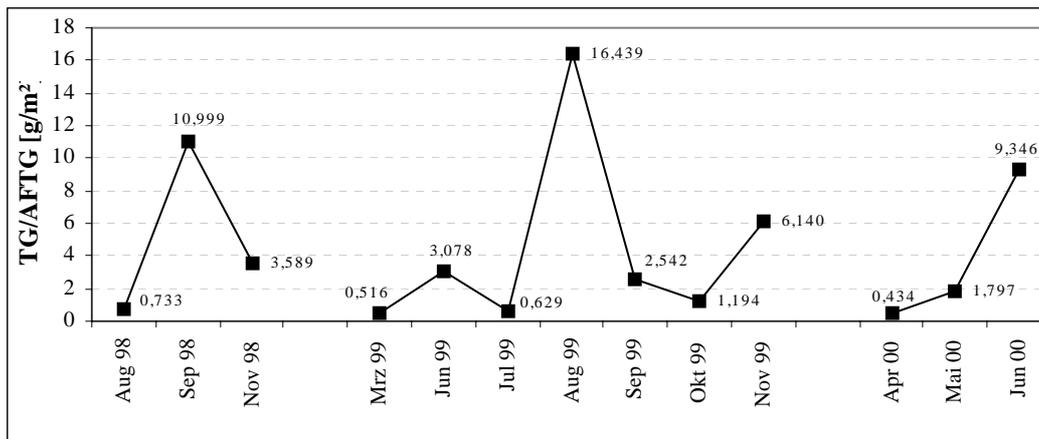


Abb. 62: Saisonale Fluktuation der Gesamtbiomasse des Epi- und Suprabenthos, während der Untersuchungszeit.

Im Jahr 1998 war eine rasche Zunahme von August bis September zu verzeichnen. Danach nahm der Wert wieder stark ab. Im Jahr 1999 wurde eine Zunahme von März bis Juni registriert. Im Juli sank die Biomasse fast auf den im März gemessenen Wert ab. Im August wurde dann der maximale Biomassewert ermittelt. Danach folgte eine starke Abnahme bis Oktober, mit einem Wiederanstieg im November. Im Jahr 2000 nahm die Biomasse von April bis Juni stark zu.

Während die Biomasse vom September 1999 weit unter dem Wert des gleichen Monats des Vorjahres lag, stieg die Biomasse im November 1999 im Vergleich zum November des Vorjahres auf etwa das Doppelte an.

3.5.2.3. Probenzusammensetzung

Die epi- und suprabenthischen Organismen wurden zunächst in folgende vier Klassen eingeteilt: Gastropoda, Bivalvia, Crustacea und Annelida. Aufgrund des geringen Biomasseanteils wurden alle übrigen Taxa als „Sonstige“ (siehe 3.5.2.4.5) zusammengefasst.

In den folgenden Diagrammen werden die saisonalen Dominanzen (Angaben in %) der Dichte (Abb. 63) und Biomasse (Abb. 64) der verschiedenen Gruppen während der Untersuchungszeit dargestellt.

Im Jahr 1998 waren die Gastropoda in den Individuenzahlen verhältnismäßig gut vertreten, ihr Biomassenanteil war dagegen gering. Die höchsten Werte erreichten sie im September mit 54% der Individuen und 12% der Biomasse. Im gleichen Zeitraum spielten

die Crustacea bei der Individuenzahl eine untergeordnete Rolle, in der Biomasse dagegen hatten sie mit Ausnahme des Septembers (hier dominierten die Bivalvia) eine bestimmende Rolle. Die sonstigen Organismen waren zwar in ihren Individuenzahlen sehr bedeutend bis dominant (November), spielten aber in der Biomasse kaum eine Rolle. Die Annelida hatten sowohl in den Individuenzahlen als auch in der Biomasse einen sehr geringen Anteil.

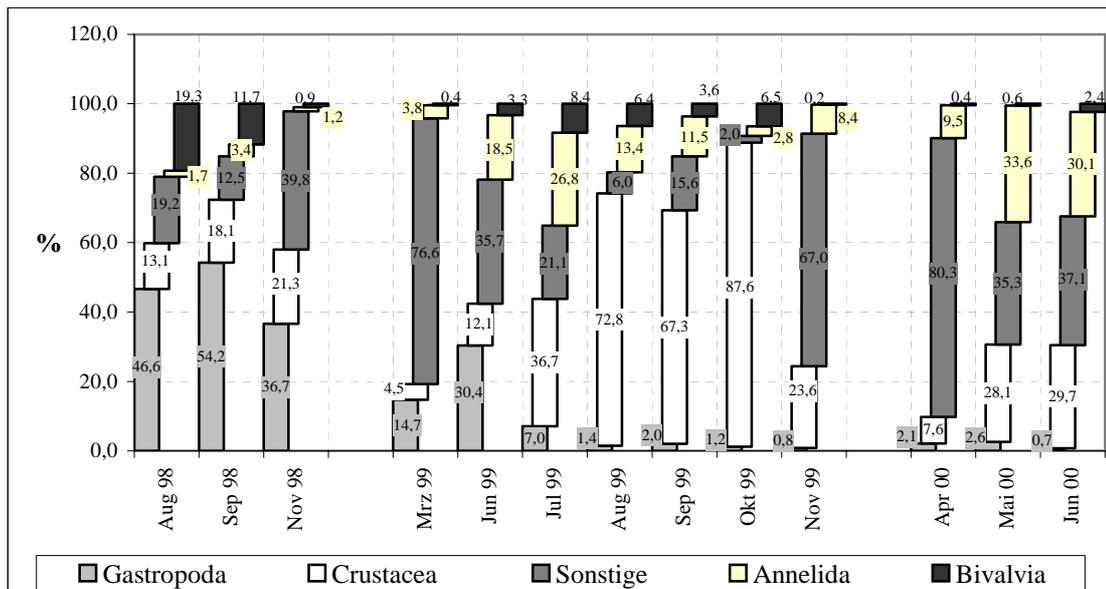


Abb. 63: Saisonale Dominanz [%] der Individuenzahlen epi- und suprabenthischer Organismen, geteilt in große Gruppen, die hier nicht näher aufgeführten Taxa sind als „Sonstige“ zusammengefasst.

1999 stieg die Individuenzahl der Gastropoda von März bis Juni, ihr Biomassenanteil von März bis Juli an. Danach - zum Herbst hin - verloren sie sowohl zahlenmäßig als auch in der Biomasse allmählich an Bedeutung. Für die Crustacea dagegen wurde ein stetiger Anstieg ihrer Individuenzahlen von März bis Oktober verzeichnet, als sie 88% erreichten, um im November stark abzufallen. In der Biomasse hatten die Crustacea in den meisten Proben den größten Anteil.

Die „Sonstigen“ Organismen ragten im März, Juni und November in den Individuenzahlen heraus, ihre Biomasse war allerdings stets gering. Die Annelida spielten, außer im Juli 1999, sowohl in den Individuenzahlen als auch in der Biomasse eine untergeordnete Rolle. Der Individuenanteil der Bivalvia war in allen Proben von 1999 sehr gering, in der Biomasse erreichten sie im März und Oktober den höchsten Anteil.

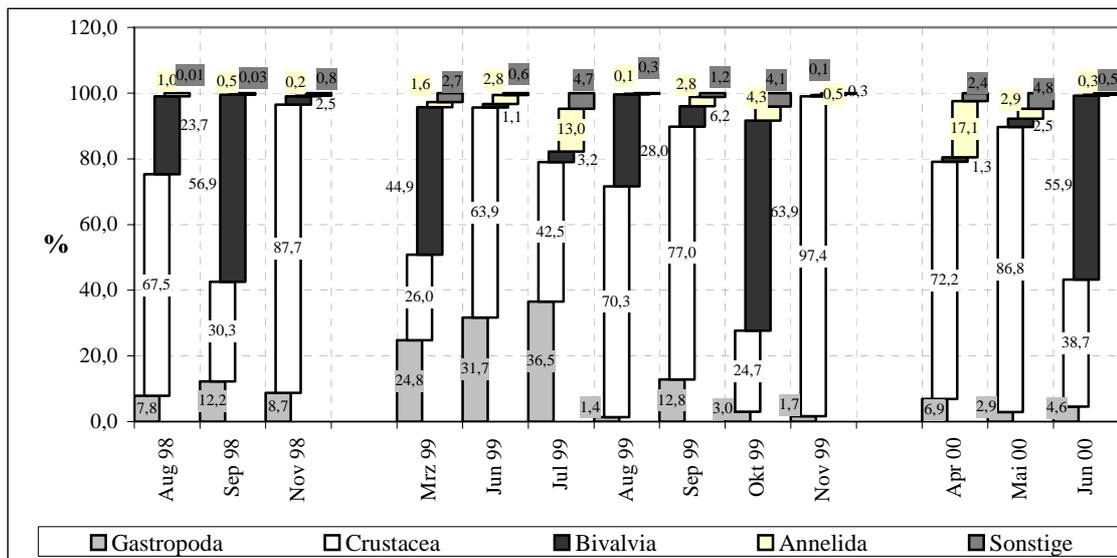


Abb. 64: Saisonale Dominanz (%) der Biomasse epi- und suprabenthischer Organismen, geteilt in große Gruppen; die hier nicht näher aufgeführten Taxa sind als „Sonstige“ zusammengefasst.

Im Jahr 2000 waren die Gastropoda sowohl in den Individuenzahlen als auch in der Biomasse unbedeutend. Bei den Crustacea wurde zwar ein Anstieg der Individuenzahlen von April bis Juni festgestellt, ihr Anteil blieb aber gering. In der Biomasse waren sie – außer im Juni – dominant. Die „Sonstigen“ Organismen dominierten zahlenmäßig in allen Proben, ihr Anteil in der Biomasse blieb aber auch in diesem Jahr ohne Bedeutung.

Die Individuenzahlen der Bivalvia stiegen zwar von April bis Juni an, ihr Anteil an der gesamten Individuenzahl blieb aber unbedeutend. In der Biomasse erreichten sie allerdings im Juni 56%. In diesem Jahr erzielten die Annelida höhere Individuenzahlen und wurden die zweit häufigste Gruppe, ihr Biomasseanteil blieb aber meistens gering, lediglich im April waren sie von einiger Bedeutung, als sie ihren höchsten Biomassenanteil der gesamten Untersuchungszeit erzielten.

Generell nahm der Anteil der „Sonstigen“ und der Annelida an der Individuenzahl von August 1998 bis Juni 2000 zu. Ein umgekehrtes Bild wurde für die Gastropoda, Crustacea und Bivalvia beobachtet. In der Biomasse setzte sich die bedeutende Rolle der Crustacea in allen Proben fort.

3.5.2.4 Populationsdynamik einzelner Gruppen

3.5.2.4.1 Crustacea

Innerhalb der epi- und suprabenthischen Crustacea wurden 40 Taxa festgestellt (siehe Artenliste), die in Familien und größeren Gruppen zusammengefasst wurden und im Folgenden als eigene Taxa behandelt werden.

Im Jahr 1998 wurden 13 Taxa registriert. Von August bis September wurde eine Zunahme sowohl der Anzahl der Taxa als auch der Individuendichte verzeichnet, gefolgt von einer anschließenden Abnahme (Abb. 65). Die höchste Individuendichte erzielten Gammaridae im September mit 299 Indiv./m², die niedrigste Dichte hatten abwechselnd Janiridae, Aoridae und Idoteidae mit 1 Indiv./m².

Die Gammaridae zeigten im August und September die höchsten Dichten, wurden aber im November von den Crangoniden übertroffen.

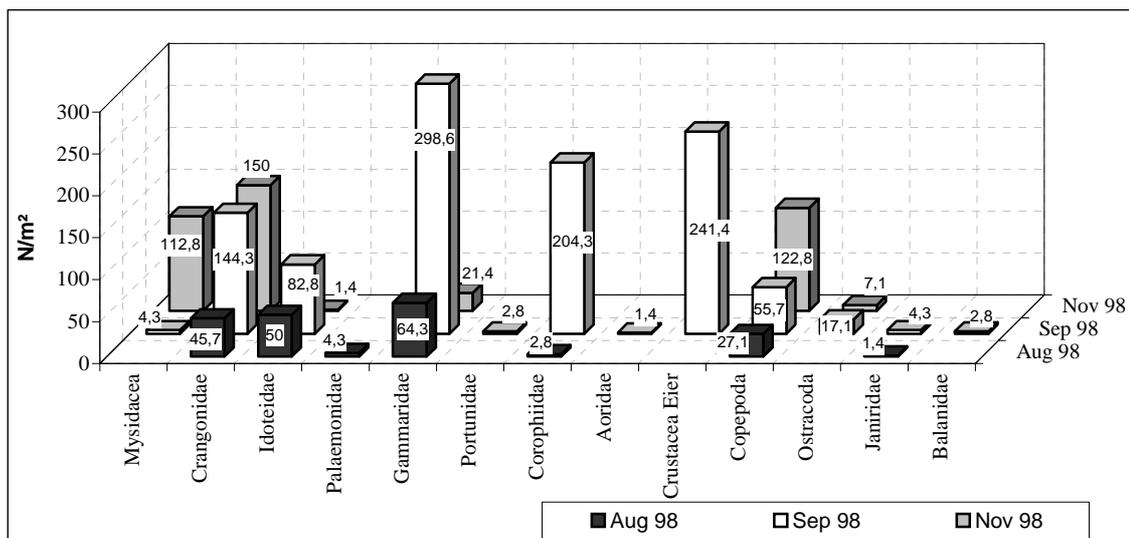


Abb. 65: Saisonale Individuendichte [N/m²] der epi- und suprabenthischen Crustacea im Jahr 1998

Die Biomasse der Crustaceen-Taxa wurde in den Proben des Jahres 1998 durch die Crangonidae beherrscht (Abb. 66), welche im September ihre höchste Biomasse erreichten. Die Gammaridae nahmen den zweiten Rang an den Biomasseanteilen ein, wurden aber im November von den Mysidaceen übertroffen. Die niedrigste Biomasse erreichten die Ostracoda im September.

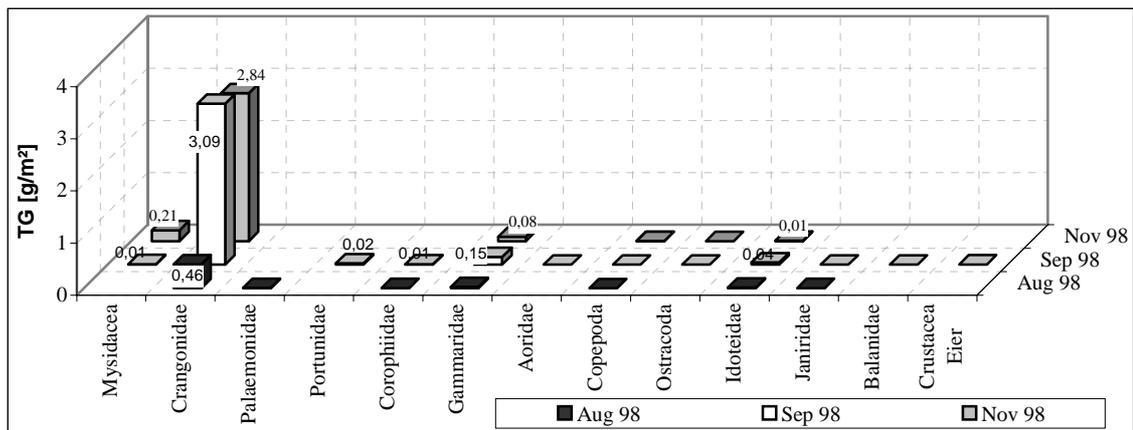


Abb. 66: Biomasse der epi- und suprabenthischen [TG, g/m²] Crustacea im Jahr 1998

Im Jahr 1999 wurden 14 Crustaceen-Taxa festgestellt. Am reichsten war der Monat August mit 11 Taxa. Im März wurden lediglich 4 Taxa registriert (Abb.67).

Bezüglich der Individuendichte dominierten die Copepoden von März bis Juli (Abb. 67). Im August erzielten die „Crustacea-Eier“ und die Gammariden die höheren Individuendichten. Während im darauf folgenden Monat die Gammariden dominierten, herrschten die Corophiidae im Oktober vor. Im November wurden wieder die Copepoden dominant und erreichten ihre maximale Dichte. Die niedrigste Dichte dieses Jahres hatten die Crangonidae im Oktober, sowie die Portunidae im November

Die genauen Angaben der Dichteveränderungen der einzelnen Taxa können der Tab. XIII im Anhang entnommen werden.

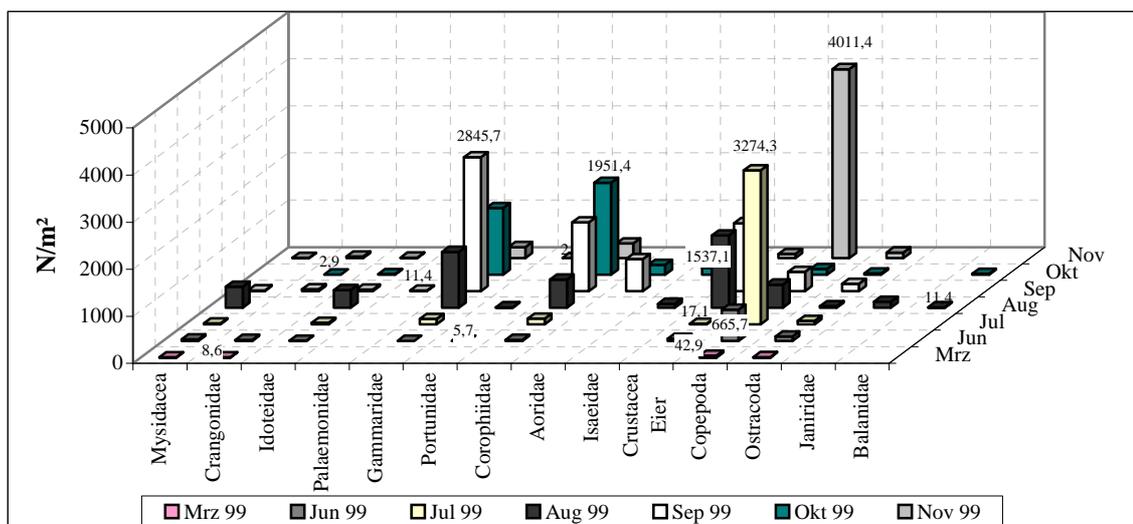


Abb. 67: Saisonale Individuendichte [N/m²] epi- und suprabenthischer Crustaceen 1999

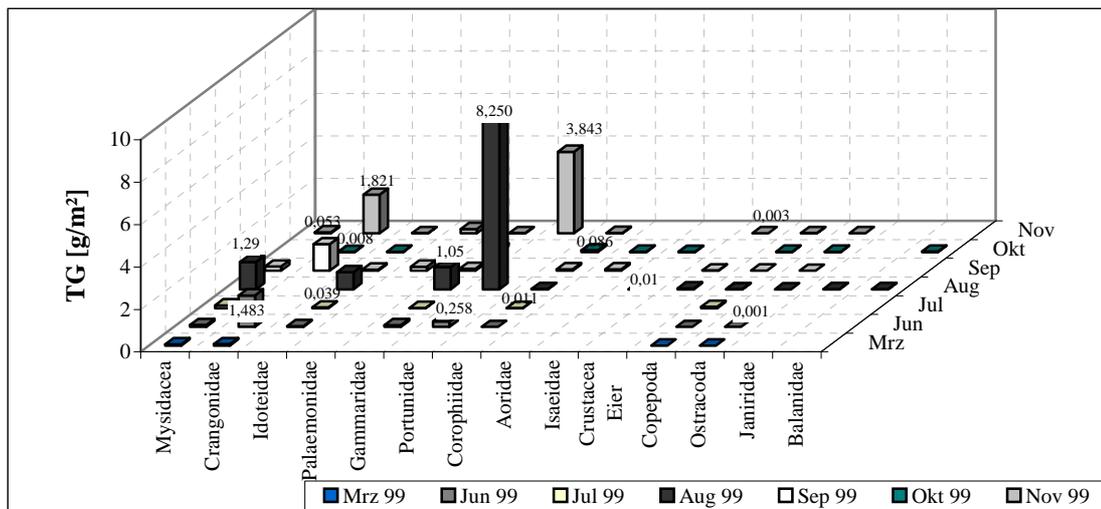


Abb. 68: Saisonale Biomasse [TG, g/m²] der epi- und suprabenthischen Crustaceen im Jahr 1999

Hinsichtlich der Biomasse wurde im Jahr 1999 zunächst eine Dominanz der Crangoniden festgestellt (Abb. 68). Sie dominierten im März und im Juni. Im Juli dagegen hatten die Mysidaceen mit nur 0,148 g/m² die beherrschende Rolle. Im August stieg die Biomasse kräftig an, wurde aber von den Portunidae verdrängt. Die Portunidae erzielten in diesem Monat die höchste gemessene Biomasse innerhalb der Crustaceen. Auch die Gammaridae und Idoteidae erreichten im August ihre höchsten Biomassewerte, anteilmäßig war ihre Biomasse jedoch nicht sehr bedeutend. Im September hatten wieder die Crangonidae die höchste Biomasse. Während im Oktober die Crustaceen-Biomasse einen starken Einbruch erlitt, wurden im November die Portunidae wieder dominant.

Im Jahr 2000 stieg die Zahl der Taxa von April bis Juni auf 11 Taxa an (Abb. 69), während vorher lediglich 7 Taxa gefunden wurden.

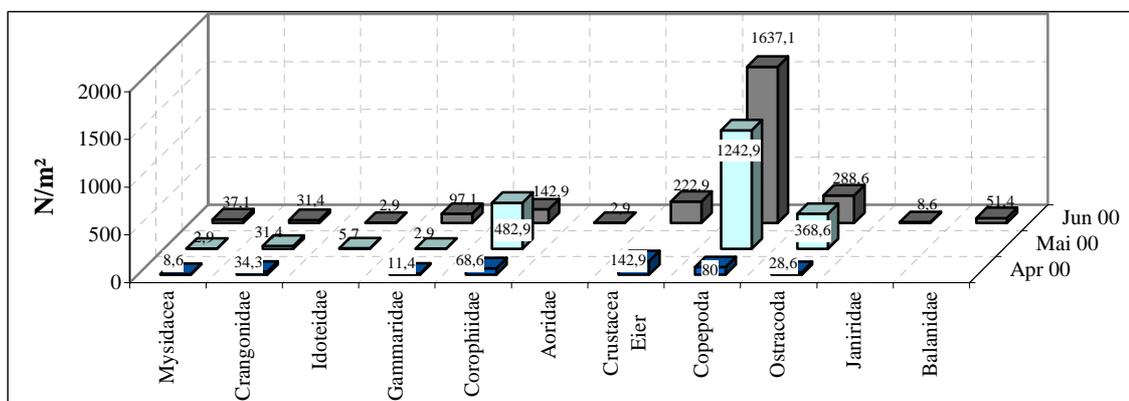


Abb. 69: Saisonale Individuendichte [N/m²] epi- und suprabenthischer Crustaceen im Jahr 2000

Hinsichtlich der Dichten zeigten die Copepoda, mit Ausnahme von April, eine deutliche Dominanz in ihren Individuenzahlen. Im April dominierten die „Crustacea-Eier“, es folgten die Copepoda. Deren Dichte stieg von April bis Juni stetig an und erreichte im Juni maximale Werte im Jahr. Die geringste Dichte wiesen im Mai Mysidacea und Gammaridae, im Juni Aoridae und Idoteidae auf (Abb. 69).

Betrachtet man die Darstellung der Biomasse während des Jahres 2000 (Abb. 70), so ist eine klare Dominanz der Crangonidae zu erkennen. Ihre Werte stiegen von April bis Juni ständig an. Die Biomasse der Copepoda war im Gegensatz zu ihrer Dominanz bei den Individuenzahlen sehr niedrig. Im April hatten sie die niedrigste Biomasse, welche im Mai zunahm; dadurch wurden die Copepoda die zweit wichtigste Gruppe. Im Juni allerdings wurden sie von den Balaniden übertroffen. Eine untergeordnete Rolle in 2000 spielten die Mysidacea und die Gammaridae.

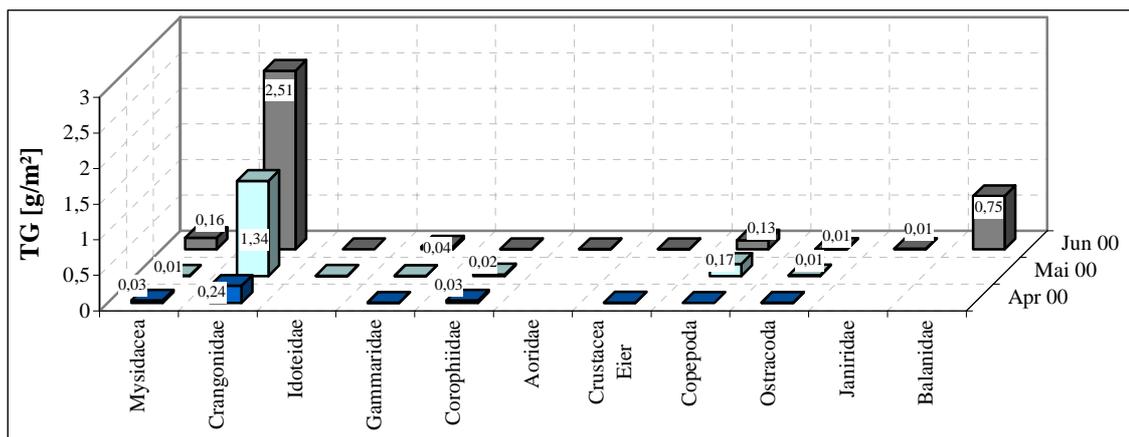


Abb. 70: Biomasse [TG, g/m²] bei epi-/suprabenthischen Crustaceen im Jahr 2000

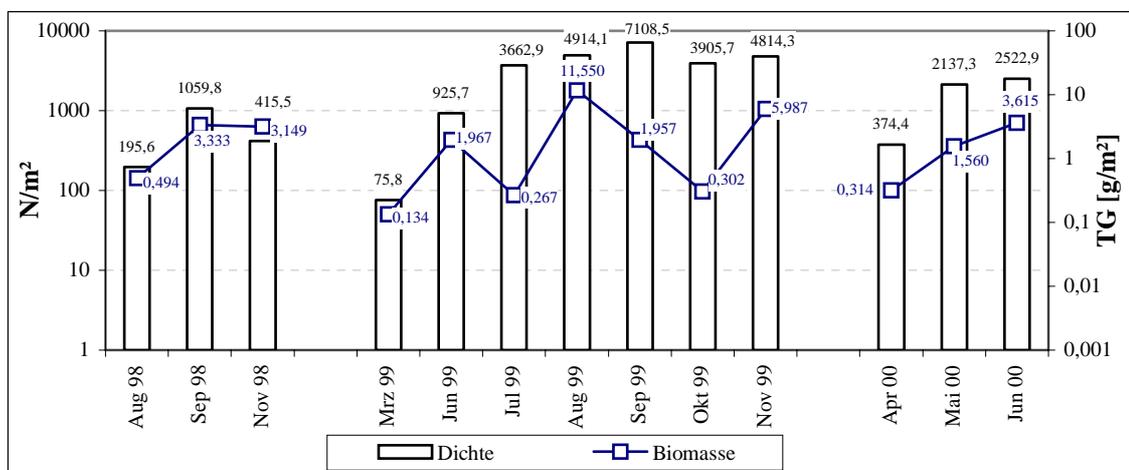


Abb. 71: Fluktuation der Gesamtdichte [N/m²] und Gesamtbiomasse [TG, g/m²] epi- und suprabenthischer Crustacea in den Jahren 1998 - 2000

Der Kurvenverlauf der Gesamtbiomasse im Verhältnis zur Gesamtdichte zeigt eine bestehende Korrelation zwischen den beiden Werten sowohl im Jahr 1998 als auch im Jahr 2000 (Abb. 71). Hingegen wurde für das Jahr 1999 sowohl im Juli als auch im September ein starker Rückgang der Biomasse bei gleichzeitiger Dichtezunahme verzeichnet.

1998 wurde eine Zunahme von August bis September registriert, gefolgt von einer Abnahme im November, dabei verzeichnete die Dichte eine stärkere Abnahme als die Biomasse. Im Jahr 1999 wurde zunächst ein Anstieg von März bis Juni beobachtet. Anschließend nahm die Biomasse wieder ab, die Dichte hingegen nahm bis September allmählich weiter zu und erreichte in diesem Monat ihren höchsten Wert, während die Biomasse ihren höchsten Wert im August (1999) erreichte.

Im Jahr 2000 wurde eine kontinuierliche Zunahme sowohl der Individuendichte als auch der Biomasse registriert. Ein Wertevergleich im Untersuchungszeitraum ergab für das Jahr 1999 höhere Dichten und höhere Biomassen als im Vorjahr. Die Biomasse vervielfachte sich im August 1999 im Gegensatz zu August 1998. Im November fiel der Unterschied noch größer aus, hier erreichte die Gesamtbiomasse der Crustacea mehr als das Zehnfache der Biomasse des Vorjahres. Im Jahr 2000 wurden vom April zum Juni hin sowohl größere Dichten als auch größere Biomassen als im Vorjahr registriert.

Für beide Parameter wurden im Sommer und Herbst höhere Werte festgestellt.

3.5.2.4.2 Bivalvia

Die Bivalvia des Epi- und Suprabenthos waren durch sechs verschiedene Arten vertreten (vgl. Artenliste). Sie gehören zu fünf verschiedenen Familien, die im Folgenden als eigene Taxa behandelt werden. Die juvenilen Individuen wurden mit den Adulten zusammengefasst (einzelne Werte, siehe Tab. XIII im Anhang).

Wie Abb. 72 zeigt, wurden nur im Jahr 1999 alle fünf Taxa erfasst, ohne dass diese jedoch gleichzeitig auftraten. Cardiidae und Mytilidae waren fast in allen Proben vorhanden. Mytilidae fehlten allerdings im März 1999, Cardidae im April und Juni 2000. Mytilidae und Scrobiculariidae kamen nur sporadisch vor.

Die Individuendichten der einzelnen Taxa wiesen im Jahr 1998 eine Zunahme von August bis September auf, gefolgt von einer Abnahme in der darauf folgenden Beprobung.

Während des gesamten Jahres dominierten die Mytilidae deutlich. Sie erreichten im September die maximale Dichte von 663 Indiv./m². Die niedrigste Dichte wiesen die Cardiidae mit 3 Indiv./m² im Monat November auf. Im Jahr 1999 stieg die Cardiidae-Dichte von März bis Juli an, nahm im August leicht ab und stieg im September wieder an. In diesem Monat wurde die höchste Cardiidae-Dichte von 171 Indiv./m² festgestellt. Zum Herbst hin wurde wieder eine Dichteabnahme der Cardiidae verzeichnet. Die Mytilidae dominierten, mit wenigen Ausnahmen, weiter in diesem Jahr durch ihre Individuenzahlen. Im Juli beispielsweise wurden sie von den Tellinidae gering übertroffen, die somit ihre höchste Dichte erreichten. Dieses Bild wiederholte sich im September, wobei die Dichte in diesem Monat niedriger ausfiel. Die niedrigsten Dichten hatten im März und Juni jeweils die Myidae und die Cardiidae. Im Jahr 2000 waren die Dichten der einzelnen Bivalvia-Taxa niedriger als in den vorherigen Untersuchungsjahren. Im April waren Myidae zwar dominant, ihre höchste Dichte aber erzielten sie im Juni. Während sich die Mytilidae im Mai als beherrschende Gruppe zeigten, übernahmen im Juni die Scrobiculariidae diese Rolle und erreichten ihre höchste gemessene Dichte von 163 Indiv./m².

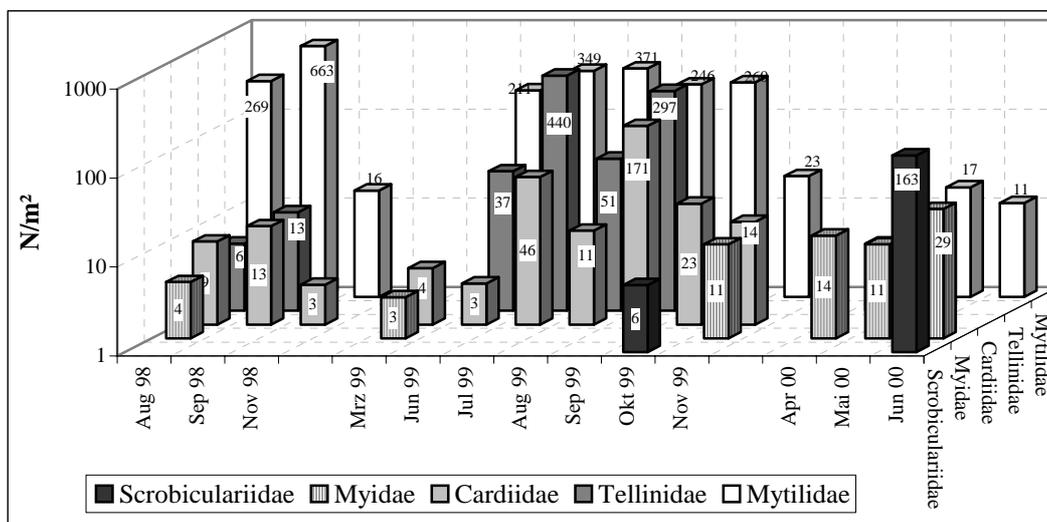


Abb. 72: Saisonale Fluktuation der Individuendichte [N/m²] der Bivalvia während der Untersuchungen von 1998 - 2000

Hinsichtlich der Biomasse (Abb. 73) wurden während 1998 im September die höchsten Biomassen gemessen mit einer Dominanz der Mytilidae. In diesem Monat erreichten sie die höchste Biomasse des Jahres von 26 g/m², TG. Cardiidae waren in der Biomasse bedeutender als in der Individuendichte. Myidae spielten hingegen auch in der Biomasse eine untergeordnete Rolle.

Generell korrelierten die Biomasseanteile der jeweiligen Familien von März bis August 1999 mit ihren Individuendichten. Ab September allerdings hatten Cardiidae die höchste Biomasse, trotz ihrer Subdominanz in den Individuenzahlen. Die niedrigste Biomasse wiesen die Tellinidae im Juni auf. Die höchste Biomasse erreichten Mytilidae im August und lagen damit höher als im vorherigen Sommer. Im Jahr 2000 konnte nur für April eine Korrelation zwischen dem Dichte- und Biomasseanteil festgestellt werden. Hingegen erzielten im Mai die Mytilidae, trotz ihrer Dichtendominanz, die niedrigste Biomasse. Im selben Monat hatten Cardiidae den höchsten Biomasseanteil. Im Juni wiederholte sich dieses Bild, als die Mytilidae trotz niedriger Individuendichte die höchste Biomasse von 37 AFTG g/m² in den drei Untersuchungs Jahren erreichten.

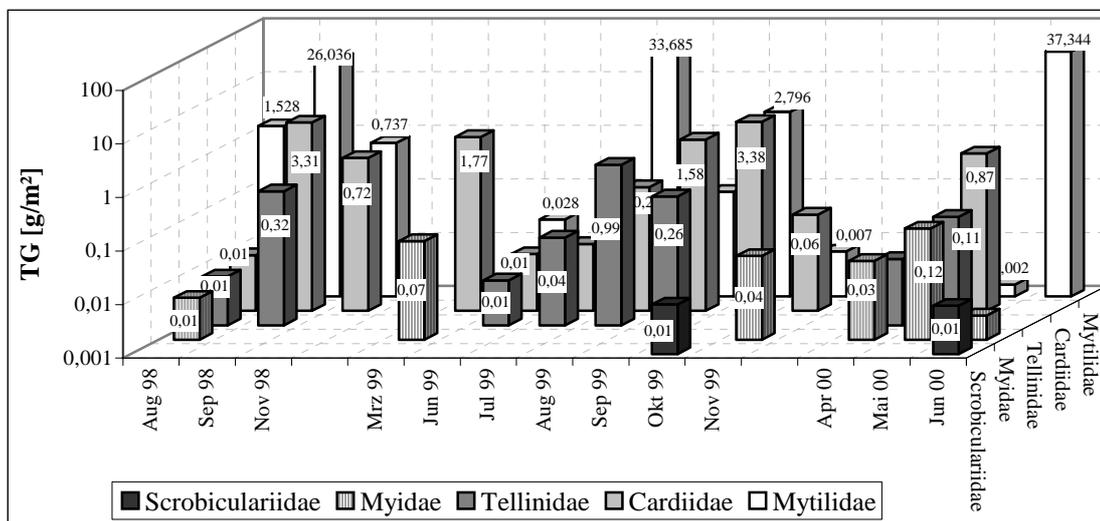


Abb. 73: Fluktuation der Biomasse [TG, g/m²] der Bivalvia während 1998 - 2000

Die Gesamtdichte der Bivalvia fluktuierte zwischen 834 Indiv./m² im Juli 1999 und 7 Indiv./m² im März des gleichen Jahres (Abb. 74). Die Gesamtbiomasse schwankte zwischen 6,3 AFTG g/m² (August 1998) und 0,006 AFTG g/m² (März 2000).

Eine Betrachtung der gesamten Bivalviabiomasse und eine Gegenüberstellung zur gesamten Bivalviadichte (Abb. 74) zeigte eine deutliche Korrelation der beiden Werte für 1998 und 2000, während 1999 eine Verschiebung des Kurvenverlaufes der Biomasse festgestellt wurde.

Im März 1999 wies die Biomassekurve trotz geringerer Individuendichte höhere Werte als im Juli auf, als die höchste Dichte erreicht wurde. Der höchste Biomassewert dieses Jahres hingegen wurde im folgenden Monat registriert. Diese Veränderung wurde er-

neut von September bis Oktober verzeichnet; während die Gesamtdichte abnahm, zeigte die Kurve der Gesamtbiomasse eine Steigerung.

Ein Vergleich der erreichten Werte zwischen den einzelnen Jahren zeigt, dass im Jahr 1999 höhere Individuenzahlen pro m^2 als im selben Zeitraum des Jahres 1998 erreicht wurden. Die Biomasse hingegen (mit Ausnahme August) fiel im Jahr 1999 geringer aus.

Für das Jahr 2000 konnte nur für Juni ein Vergleich gezogen werden, hier nahm die Dichte leicht ab, die Biomasse dagegen vervielfachte sich im Vergleich zum Juni des Vorjahres.

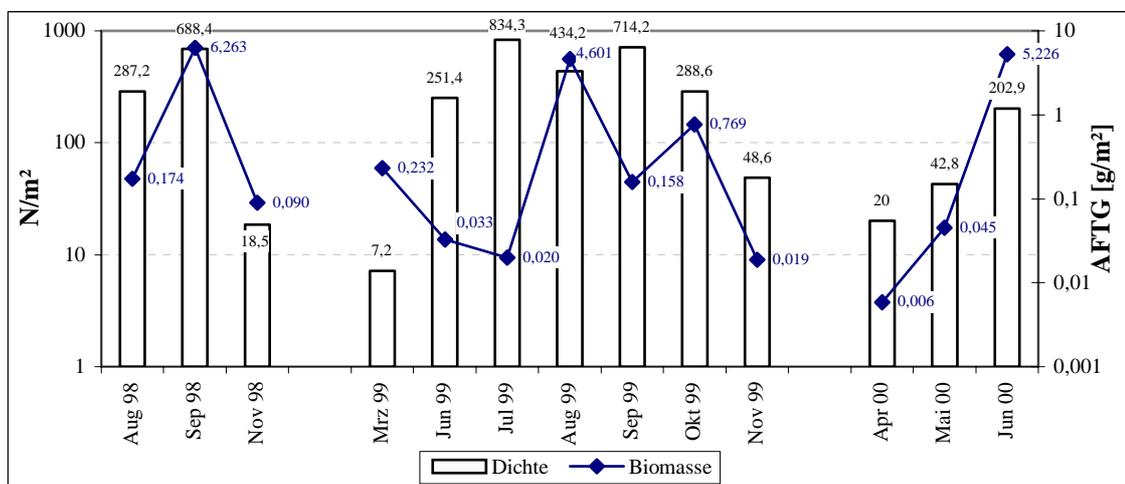


Abb. 74: Fluktuation der Gesamtbiomasse [AFTG g/m²] und Gesamtdichte [N/m²] der Bivalvia in den Jahren 1998 - 2000

3.5.2.4.3 Gastropoda

Bei den Gastropoda wurden 9 Arten festgestellt (siehe auch Artenliste), die 3 Familien angehören. Von diesen 3 Familien traten nur die Hydrobiidae während der gesamten Untersuchungszeit auf. Die Littorinidae waren weniger häufig vertreten, während die Rissoidae nur zeitweilig vorkamen.

Die Dichte-Messungen zeigten tendenziell eine Abnahme von 1998 zu 2000 und eine deutliche Dominanz der Hydrobiidae in der gesamten Untersuchungszeit (Abb. 75).

Im Jahr 1998 waren alle drei Familien in allen Proben vertreten. Die maximale Dichte erreichten die Hydrobiidae im September mit 3039 Indiv./m². Die niedrigste Dichte hatten die Rissoidae mit 17 Indiv./m² im November.

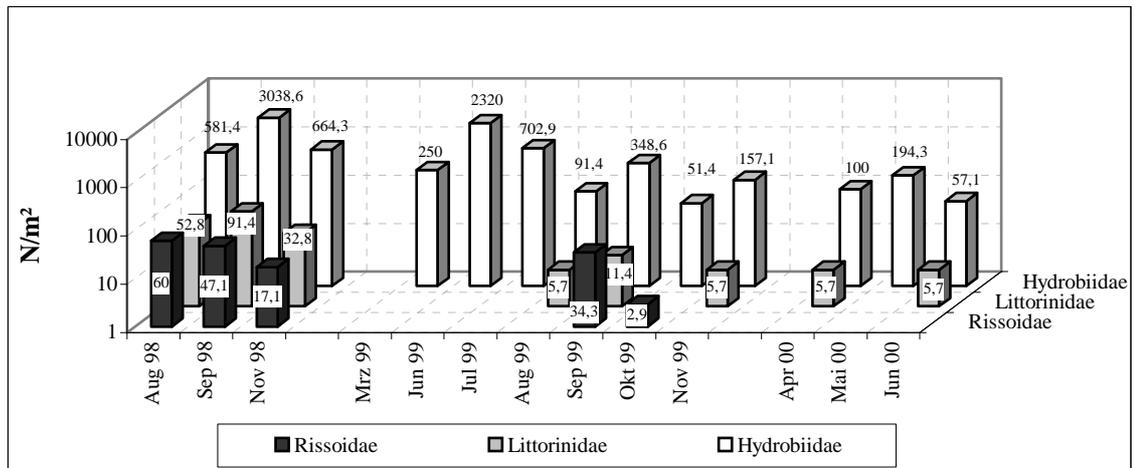


Abb. 75: Saisonaler Verlauf der Dichte [N/m^2] verschiedener Gastropoda 1998 - 2000

Im Juni 1999 wurde die höchste Hydrobiendichte festgestellt. Die Littorinidae und Rissoidae traten nur vom Spätsommer bis Herbst und mit niedriger Dichte auf. Die geringste Dichte in diesem Jahr wiesen die Rissoidae im Oktober auf. Im Jahr 2000 erzielten die Hydrobiden nur noch 194 Individ./ m^2 ; in diesem Jahr fehlten die Rissoidae.

Bezüglich der Biomasse dominierten im Jahr 1998 ebenfalls die Hydrobiidae (Abb. 76) und erzielten im September ihre maximale Biomasse während der Untersuchungszeit. Die niedrigste Biomasse des Jahres hatten die Rissoidae.

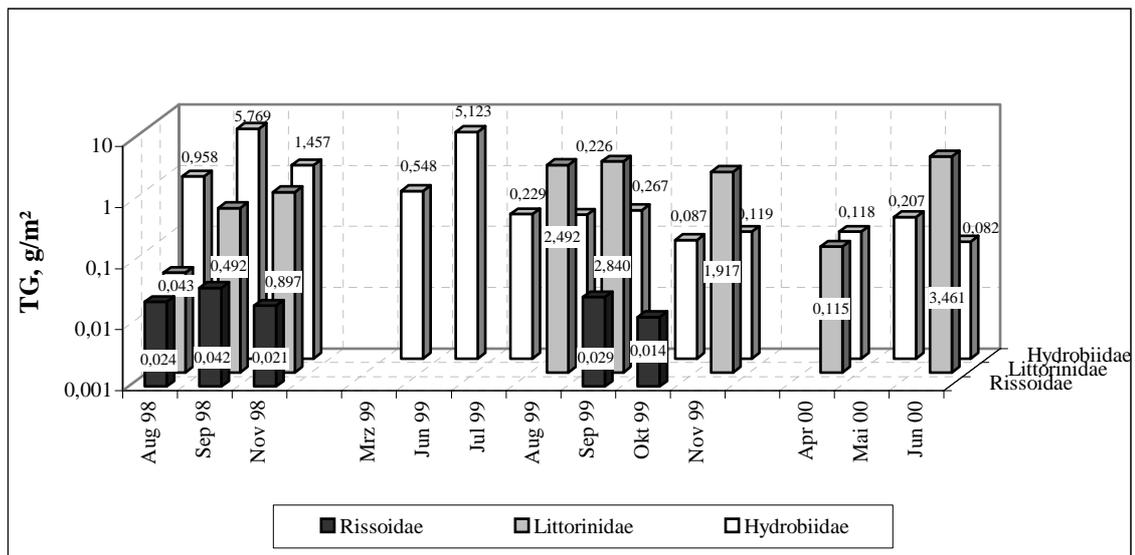


Abb. 76: Saisonale Fluktuation der Biomasse [$TG g/m^2$] verschiedener Gastropoda im Untersuchungszeitraum 1998 - 2000

Die Biomasseanteile korrelierten im Jahr 1998 mit den Dichteanteilen positiv. Eine Ausnahme hiervon waren die Rissoidae im August. In diesem Monat erzielten sie eine etwas höhere Dichte als die Littorinidae.

1999 erreichten die Hydrobii im Juni mit 5,1 TG g/m² die höchste Biomasse des Jahres. Danach nahm sie rasch ab, dafür zeigten sich in den nächsten Monaten die Littorinidae (trotz niedriger Dichte) in ihrer Biomasse dominant; und erreichten im September ihre höchste Biomasse des Jahres.

Im Jahr 2000 waren zunächst die Hydrobiidae dominant, wurden allerdings im Juni von den Littorinidae verdrängt, die in diesem Monat trotz ihrer geringeren Dichte ihre höchste Biomasse erreichten.

Während sowohl die Hydrobiidae als auch die Rissoidae im Allgemeinen eine Abnahme ihrer Biomasse von 1998 zu 2000 zeigten, konnten die Littorinidae eine Zunahme verzeichnen.

Eine Betrachtung der Gesamtdichte und der Gesamtbiomasse der Gastropoda lässt eine weitgehend positive Korrelation zwischen den beiden Parametern erkennen (Abb. 77). Ausnahmen bildeten Oktober 1999 und Juni 2000, als trotz einer Abnahme der Gesamtdichte eine Zunahme der Gesamtbiomasse registriert wurde.

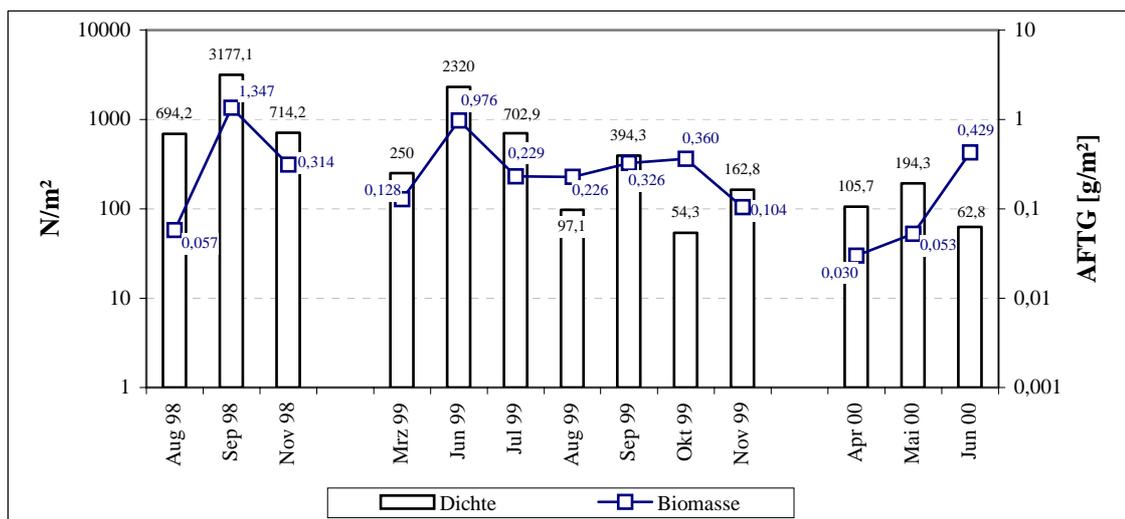


Abb. 77: Fluktuation der Gesamtdichte [N/m²] und Gesamtbiomasse [AFTG g/m²] der Gastropoda während der Untersuchungszeit

Die Gesamtdichte der Gastropoda schwankte zwischen 3177 Indiv./m² im September 1998 und dem niedrigsten Wert von 54 Indiv./m² im November 1999. Die maximale

Gesamtbiomasse wurde ebenfalls im September 1998 festgestellt, die niedrigste im April 2000. Generell wurde eine tendenzielle Abnahme sowohl der Gesamtdichte als auch der Gesamtbiomasse der Gastropoda von 1998 zu 2000 beobachtet.

3.5.2.4.4 Annelida

Innerhalb der Annelida wurden 10 Taxa aus den Klassen Oligochaeta und Polychaeta (siehe Artenliste) festgestellt:

In Abb. 78 ist die Entwicklung ihrer Dichte dargestellt. Im Allgemeinen wurde eine tendenzielle Dichtezunahme von August 1998 bis Juni 2000 registriert.

Die höchste Dichte des Jahres 1998 wurde im September registriert, wobei die Polychaeta über die Oligochaeta dominierten. Die niedrigsten Werte waren bei den Polychaeta mit 4 Indiv./m² im August festzustellen.

1999 erreichten beide Klassen höhere Dichten als im Vorjahr. Mit Ausnahmen im März und November dominierten die Polychaeta über die Oligochaeta.

Die Dichte beider Gruppen zeigte in diesem Jahr eine tendenzielle Zunahme von März bis Juli. Im August folgte eine Abnahme und im darauf folgenden Monat September stiegen sie wieder an. Hier erreichten die Polychaeta ihre maximale Dichte. Im Oktober folgte wieder eine Abnahme, hier erreichten die Oligochaeta ihre geringste Dichte. Die Polychaeta hingegen erzielten diese bereits im März. Im November stiegen die Werte wieder an, die Oligochaeta erreichten dann die höchste Dichte des Jahres.

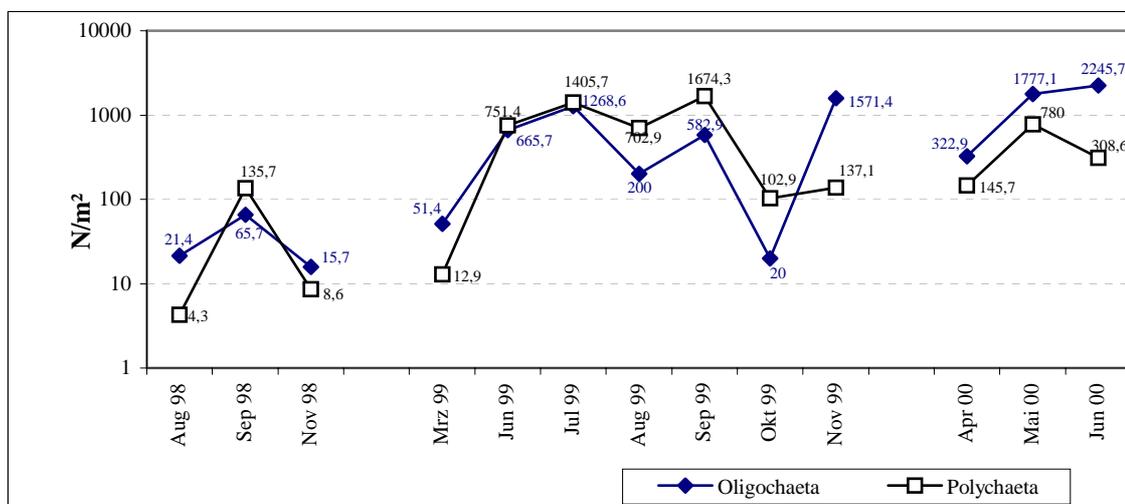


Abb. 78: Fluktuation der Dichte [N/m²] von Polychaeta und Oligochaeta im Untersuchungszeitraum 1998 - 2000

Im Jahr 2000 wiesen die Polychaeta eine etwas geringere Dichte als im Vorjahr auf; die Oligochaeta hingegen erzielten höhere Werte. Von April bis Juni stieg ihre Dichte kontinuierlich an mit dem höchsten Wert im Juni.

Die Dichte der Polychaeta stieg von April bis Mai an und nahm im Juni wieder ab.

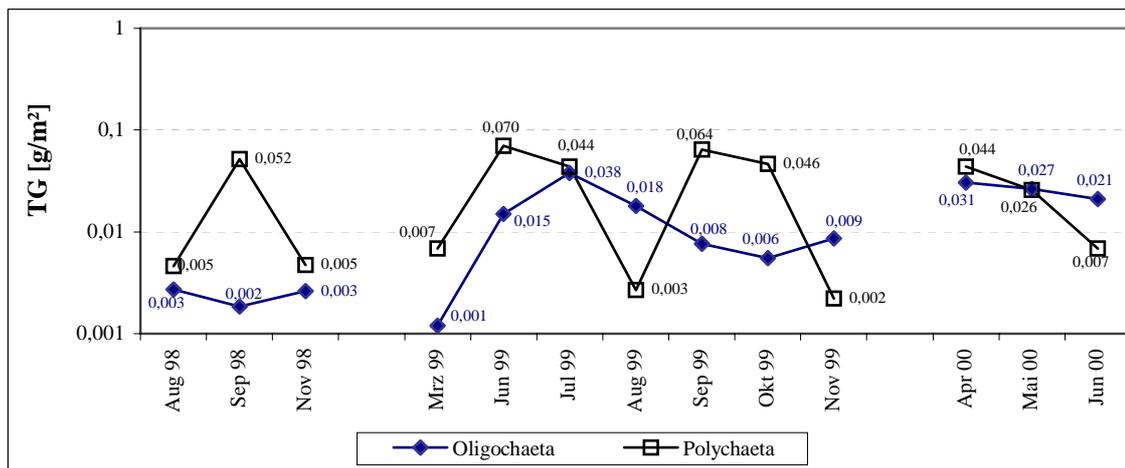


Abb. 79: Fluktuation der Biomasse [TG g/m²] der Annelida im Untersuchungszeitraum

Die Analyse der Biomasse ergab für das Jahr 1998 eine auffällige dauerhafte Dominanz der Polychaeta (Abb. 79). Sie erreichten den höchsten Biomassewert im September. In diesem Monat hatten die Oligochaeta hingegen ihre niedrigste Biomasse des Jahres.

Im Jahr 1999 wiesen ebenfalls die Polychaeta die höchste Biomasse auf. Ausnahmen bildeten die Monate August und November, in denen die Oligochaeta höhere Biomassewerte erzielten. Im November wurde gleichzeitig der niedrigste Biomassewert für die Polychaeta gemessen. Ihre maximale Biomasse erreichten sie bereits im Juni.

Die Oligochaeta hatten im März ihre geringste Biomasse. Zum Juli hin zeigten sie eine Biomassezunahme und erzielten hier ihren maximalen Wert. Danach nahm ihre Biomasse tendenziell ab und konnte sich im November wieder etwas erholen.

Im Jahr 2000 präsentierten sich die Polychaeta zunächst dominant, in den darauf folgenden Monaten übernahmen die Oligochaeta diese Rolle. In diesem Jahr wurde eine tendenzielle Abnahme der Biomasse von April bis Juni festgestellt.

Im April wurde die höchste Biomasse festgestellt; dieser Wert lag jedoch unter dem festgestellten höheren Wert des Vorjahres.

Eine Analyse der Gesamtbiomasse und der Gesamtdichte der Annelida (Abb. 80) ergab eine positive Korrelation zwischen den beiden Parametern für das Jahr 1998.

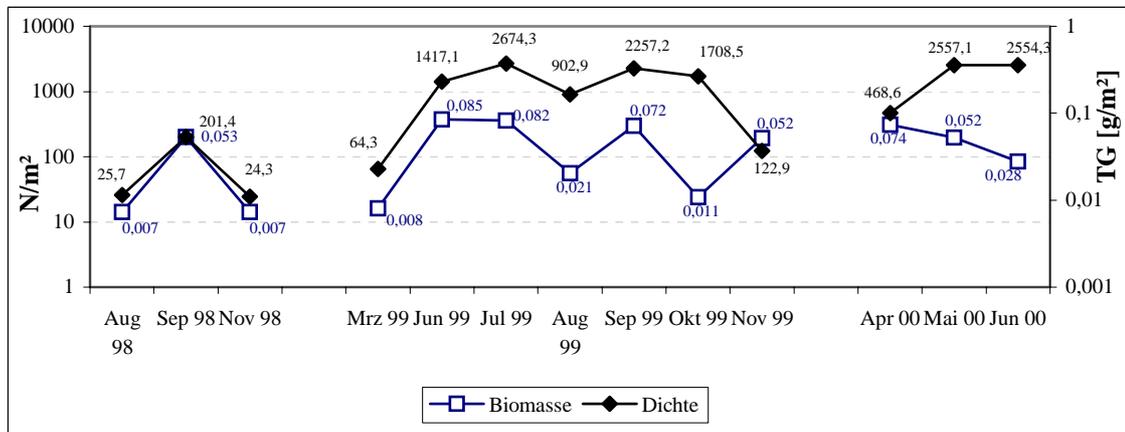


Abb. 80: Fluktuationen der Gesamtdichte [N/m²] und der Gesamtbiomasse [TG g/m²] der Annelida im Untersuchungszeitraum 1998 - 2000 bei Bockholmwik

1999 verliefen die Kurven zunächst positiv korreliert mit einer kleinen Abweichung im Juli. Von August bis Oktober verliefen beide Parameter noch mal positiv korreliert, wobei die Biomasse stärkeren Veränderungen unterlag. Im November wurde wieder eine negative Korrelation zwischen den beiden Parametern festgestellt – die Dichte nahm ab, während die Biomasse zunahm. Im Jahr 2000 setzte sich diese Tendenz der beiden Parameter fort.

Von August 1998 bis Juni 2000 wurde eine tendenzielle Zunahme der Gesamtdichte der Annelida festgestellt. Im August 1998 wurde ein minimaler Wert von 26 Indiv./m² ermittelt, im Juni 2000 ein maximaler Wert von 2554 Indiv./m².

Die Werte der Gesamtbiomasse dagegen verblieben im Schwankungsrahmen der Untersuchungszeit. Ihr maximaler Wert wurde im Juni 1999 mit 0,085 TG g/m² gemessen, der minimale Wert im August und November 1998 mit 0,007 TG g/m².

3.5.2.4.5 „Sonstige Organismen“

Die Individuendichte- und Biomassenanteile der 9 epi- und suprabenthischen Taxa, die als „Sonstige Organismen“ zusammengefasst wurden, sind in den Abb. 81 und 82 dargestellt. Die genauen Werte der einzelnen Taxa sind der Tab. XIII im Anhang zu entnehmen.

Wie Abb. 81 zeigt, dominierten die Nematoden bei der Individuendichte deutlich. Sie erreichten ihre maximale Dichte von 13434 Indiv./m² im November 1999. Das zweitbedeutendste Taxon waren Turbellaria, ihre Dichte lag dabei häufig um ein Vielfaches niedriger als die der Nematoden. Die höchste Turbellaria-Dichte wurde im April 2000 mit 551 Indiv./m² erzielt. Weniger bedeutend waren Foraminifera.

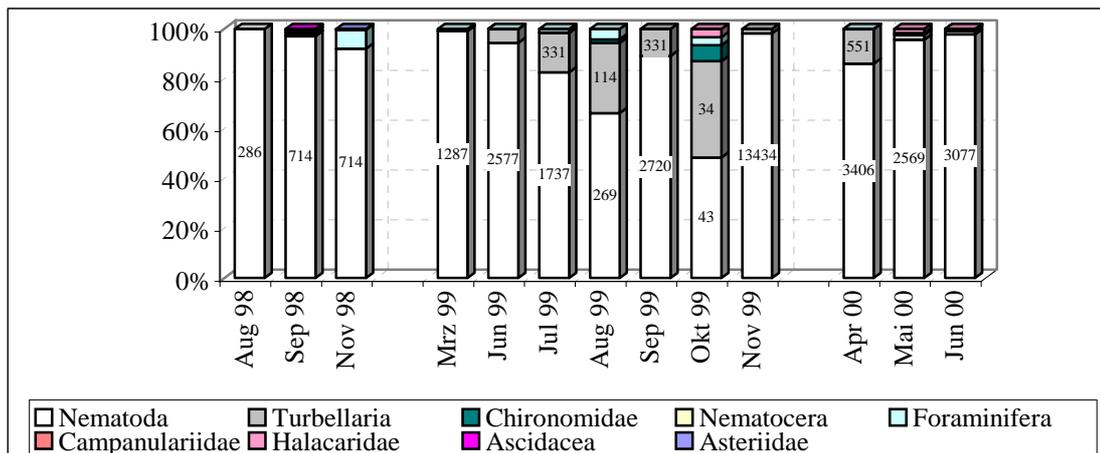


Abb. 81: Individuendichte [%] verschiedener epi- und suprabenthischer Organismen während 1998 - 2000. Angegeben sind auch die höhere Dichten [N/m²]

Hinsichtlich der Biomasse waren die Werte generell sehr niedrig (Abb. 82). Ein bedeutender Wert von 0,023 TG g/m² erreichten Asteriidae, trotz niedriger Dichte, im November 1998. Der Maximale Wert von 0,076 TG g/m² erzielten Nematoden im Mai 2000. Hohe Anteile in der Biomasse der „Sonstigen“ erreichten ebenfalls Turbellarien.

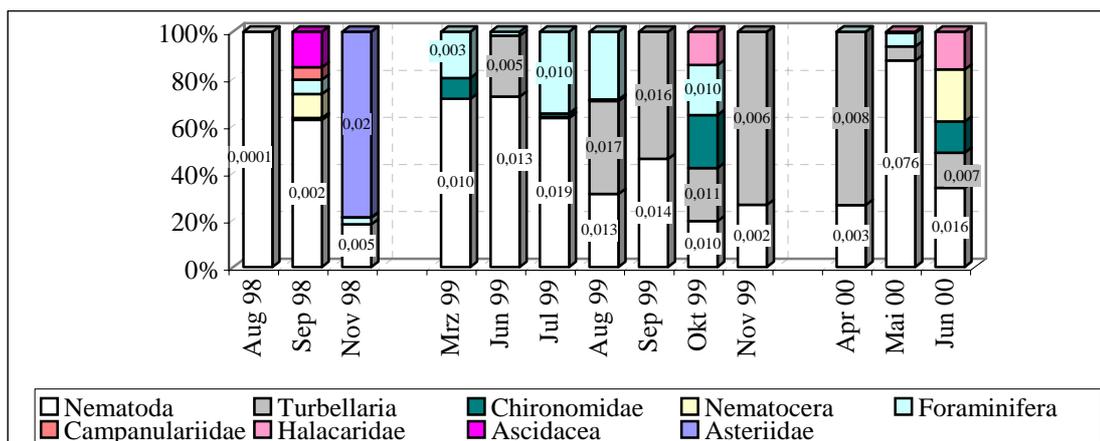


Abb. 82: Biomassenanteil [%] verschiedener epi- und suprabenthischer Organismen während 1998 - 2000. Angegeben sind auch einige Biomassenwerte [TG, g/m²]

Der Kurvenverlauf der Gesamtdichte und der Gesamtbiomasse der als „Sonstige“ Organismen zusammengefassten epi- und suprabenthischen Taxa während der Untersuchungszeit wird in Abb. 83 dargestellt.

Generell zeigten sowohl die Gesamtbiomasse als auch die Gesamtdichte eine Zunahme ihrer Werte im Untersuchungszeitraum.

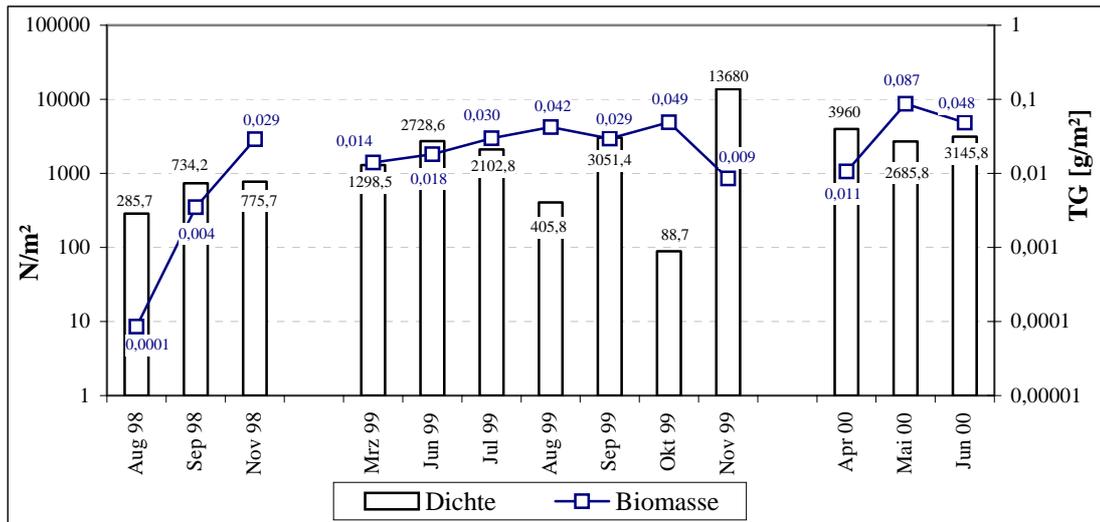


Abb. 83: Fluktuationen der Gesamtdichte [N/m²] und der Gesamtbiomasse [AFTG, g/m²] epi- und suprabenthischer Taxa („Sonstige“) in den Jahren 1998 - 2000

Für das Jahr 1998 zeigte sich eine positive Korrelation zwischen der Gesamtdichte und der Gesamtbiomasse. Beide Werte nahmen vom Spätsommer bis zum Herbst zu. Die Gesamtbiomasse wies dabei stärkere Zunahmen auf als die Gesamtdichte. In diesem Jahr wurde der niedrigste Gesamtbiomassewert von 0,0001 TG g/m² (der „Sonstigen“) gemessen.

Im Jahr 1999 zeigte die Gesamtbiomasse eine stetige Zunahme von März bis August. Im August war der maximale Wert zu verzeichnen. Die Gesamtdichte hingegen nahm von März bis Juni zu und von Juni bis August rasch ab. Im September wurde bei einer Zunahme der Dichte eine Abnahme der Biomasse registriert. Im Oktober wiederum ergab sich ein umgekehrtes Bild. Im darauf folgenden Monat nahm wieder die Dichte zu, während die Biomasse rasch abnahm.

Im Jahr 2000 waren Gesamtbiomasse und Gesamtdichte negativ korreliert. Während die Gesamtbiomasse vom April bis Mai zunahm und danach abnahm, war bei der Gesamtdichte ein gegensätzlicher Verlauf zu verzeichnen.

3.5.3 Ökologische und statistische Parameter

3.5.3.1 Diversität und Äquität der Abundanzen und Biomasse

Die berechneten Diversitätsindizes (H_s) sowohl für die Abundanzen (N/m^2) als auch für die Biomassen (TG, AFTG g/m^2) fielen relativ niedrig aus und lagen nah bei den maximal möglichen Werten (H_{smax}). Die Äquitätswerte schwankten bei der Abundanz zwischen 0,36 und 0,77 und bei der Biomasse zwischen 0,33 und 0,74. Die Äquitätswerte der Abundanz lagen meistens höher als die Werte der Biomasse.

Eine Ausgewogenheit bzw. hohe Diversität (Äquitätswerte über 0,7) der Lebensgemeinschaft wurde nur von Juli bis September 1999 festgestellt. In allen anderen Untersuchungsmonaten zeigten sowohl die Biomasse als auch die Abundanz Schwankungen zwischen einer leichten ($E = 0,4 - 0,69$) und einer starken ($E < 0,4$) Unausgewogenheit der Lebensgemeinschaft.

Tab. 38: Diversitätsindex nach Shannon-Wiener (H_s), größtmögliche Diversität (H_{smax}) und Äquität (E), berechnet für die Abundanz [N/m^2] und die Biomasse [TG, g/m^2] epibenthischer Organismen

Datum	Abundanz			Biomasse		
	H_s	H_{smax}	E	H_s	H_{smax}	E
August 98	1,85	2,83	0,65	1,08	2,48	0,44
September 98	1,79	3,33	0,54	1,08	3,09	0,35
November 98	1,68	2,83	0,59	0,83	2,48	0,33
März 99	0,89	2,48	0,36	1,45	2,40	0,60
Juni 99	1,76	2,89	0,61	1,40	2,71	0,52
Juli 99	2,00	2,83	0,70	1,91	2,56	0,74
August 99	2,40	3,14	0,77	1,37	2,99	0,45
September 99	2,30	3,00	0,77	1,81	2,77	0,65
Oktober 99	1,51	3,04	0,50	1,94	2,89	0,67
November 99	1,17	2,94	0,40	1,21	2,77	0,65
April 00	1,22	2,83	0,43	1,58	2,56	0,61
Mai 00	1,80	2,94	0,61	1,07	2,71	0,39
Juni 00	1,76	3,14	0,56	1,25	3,00	0,42

3.5.3.2 Dominanzstufen

Die Dominanzstufen für Dichte und Biomasse wurden in den Tab. 39 und 40 zusammengefasst. Für die Biomasse von Gastropoda und Bivalvia wurde das AFTG g/m^2 berechnet.

Wie Tab. 39 zeigt, wurde in den meisten Proben jeweils ein eudominantes Taxon festgestellt. Im Jahr 1998 zeigten sich die Hydrobiiidae in den Abundanzen als eudominant. Während sie in den darauf folgenden Jahren eine Abstufung bis hin zu subrezedenten Taxa erfuhren, übernahmen die Nematoden teilweise diese Rolle. Im Juni 1999 waren die Harpacticoida, im Oktober die Gammaridae und Corophiidae eudominant. Keine eudominanten Taxa waren im August und September 1999 vorhanden.

Tab. 39: Dominanzstufen, berechnet für die Dichte epi- und suprabenthischer Taxa

Datum	eudominant	dominant	subdominant	rezedent	subrezedent
Aug 98	Hydrobiidae	Mytilidae, Nematoda	Idoteidae, Gammaridae, Rissoidae, Littorinidae	Crangonidae, Harpacticoida, Oligochaeta	alle übrigen Taxa
Sep 98	Hydrobiidae	Mytilidae, Nematoda	Gammaridae, Corophiidae, Crustacea Eier	Crangonidae, Idoteidae, Littorinidae, Oligochaeta, Polychaeta	alle übrigen Taxa
Nov 98	Hydrobiidae	Mysidacea, Crangonidae, Harpacticoida		Gammaridae, Littorinidae, Foraminifera	alle übrigen Taxa
Mrz 99	Nematoda	Hydrobiidae	Oligochaeta	Harpacticoida	alle übrigen Taxa
Jun 99	Nematoda	Hydrobiidae	Oligochaeta, Polychaeta	Ostracoda, Mytilidae, Turbellaria	alle übrigen Taxa
Jul 99	Harpacticoida	Oligochaeta, Polychaeta, Nematoda	Mytilidae, Tellinidae, Hydrobiidae, Turbellaria	Gammaridae, Corophiidae	alle übrigen Taxa
Aug 99		Gammaridae, Crustacea Eier, Polychaeta	Mysidacea, Idoteidae, Corophiidae, Harpacticoida, Mytilidae, Nematoda	Isaidae, Janiridae, Hydrobiidae, Oligochaeta, Turbellaria	alle übrigen Taxa
Sep 99		Gammaridae, Corophiidae, Crustacea Eier, Polychaeta, Nematoda	Harpacticoida, Aoridae, Oligochaeta	Ostracoda, Mytilidae, Tellinidae, Cardiidae, Hydrobiidae, Turbellaria	alle übrigen Taxa,
Okt 99	Gammaridae, Corophiidae		Aoridae, Isaidae	Harpacticoida, Hydrobiidae, Polychaeta, Nematoda	alle übrigen Taxa
Nov 99	Nematoda	Harpacticoida	Oligochaeta	Gammaridae, Corophiidae, Mytilidae, Turbellaria	alle übrigen Taxa
Apr 00	Nematoda	Turbellaria	Oligochaeta	Corophiidae, Harpacticoida, Hydrobiidae, Polychaeta, Crustacea Eier	alle übrigen Taxa
Mai 00	Nematoda	Harpacticoida, Oligochaeta, Polychaeta	Corophiidae, Ostracoda	Hydrobiidae	alle übrigen Taxa
Jun 00	Nematoda	Harpacticoida, Oligochaeta	Ostracoda, Polychaeta	Gammaridae, Corophiidae, Scrobiculariidae, Crustacea Eier	alle übrigen Taxa

Als dominant zeigten sich bei den Abundanzen bis zu fünf Taxa, häufiger waren hier die Nematoda, Polychaeta und Harpacticoida präsent. In den Stufen der Subdominanten traten oft Oligochaeta auf. Gammaridae und Corophiidae waren häufiger rezedent. Die Mehrheit der Taxa war subrezedent. Eine Ausnahme hiervon war der September 1999, als die Anzahl der Rezedenten und der Subrezedenten mit jeweils sechs gleich war.

Bei der Biomasse (Tab. 40) erwies sich in allen Proben jeweils ein Taxon als eudominant, hier sind vor allem die Crangonidae zu nennen. Die Gastropoda und Bivalvia konnten von der eudominanten bis zur rezedenten Stufe gefunden werden. In der subdominanten Stufe waren häufig die Mysidacea vertreten, als rezedente Taxa kamen Idoteidae, Corophiidae und Polychaeta oft vor. Als „subrezedent“ wurde die Mehrheit der Taxa eingestuft, nur im Juli 1999 traten mehr rezedente als subrezedente Taxa auf.

Tab. 40: Dominanzstufen, berechnet für die Biomasse epi- und suprabenthischer Taxa

Datum	eudominant	dominant	subdominant	Rezedent	subrezedent
Aug 98	Crangonidae	Bivalvia	Gammaridae, Gastropoda	Idoteidae	alle übrigen Taxa
Sep 98	Bivalvia	Crangonidae, Gastropoda		Gammaridae	alle übrigen Taxa
Nov 98	Crangonidae		Mysidacea, Gastropoda	Bivalvia, Gammaridae	alle übrigen Taxa
Mrz 99	Bivalvia	Mysidacea, Crangonidae, Gastropoda		Polychaeta, Nematoda	alle übrigen Taxa
Jun 99	Crangonidae	Gastropoda	Portunidae	Mysidacea, Gammaridae, Idoteidae, Bivalvia, Polychaeta	alle übrigen Taxa
Jul 99	Gastropoda	Mysidacea, Harpacticoida	Idoteidae, Bivalvia, Oligochaeta, Polychaeta	alle übrigen Taxa	Chironomidae, Turbellaria
Aug 99	Portunidae	Bivalvia	Mysidacea, Gammaridae, Idoteidae,	Gastropoda	alle übrigen Taxa
Sep 99	Crangonidae	Gastropoda	Mysidacea, Palaemonidae, Gammaridae, Bivalvia,	Corophiidae, Aoridae, Idoteidae, Polychaeta	alle übrigen Taxa
Okt 99	Bivalvia	Gammaridae	Corophiidae, Polychaeta	Gastropoda, Aoridae, Balanidae, Idoteidae, Copepoda	alle übrigen Taxa
Nov 99	Portunidae	Crangonidae	Palaemonidae	Gastropoda	alle übrigen Taxa
Apr 00	Crangonidae	Polychaeta	Mysidacea, Corophiidae, Gastropoda, Oligochaeta	Crustacea Eier, Bivalvia, Turbellaria	alle übrigen Taxa
Mai 00	Crangonidae		Harpacticoida, Nematoda	Corophiidae, Bivalvia, Gastropoda, Oligochaeta, Polychaeta,	alle übrigen Taxa
Jun 00	Bivalvia	Crangonidae	Balanidae, Gastropoda	Mysidacea, Harpacticoida,	alle übrigen Taxa

3.5.4 Parasitenbefall weiterer epi- und suprabenthischen Taxa

Eine Parasitierung innerhalb des Epi- und Suprabenthos wurde bei Mytilidae, Hydrobiidae sowie Gammaridae und Idoteidae festgestellt.

Wie Tab. 41 zeigt, kam ein Befall nur sporadisch vor. Im August 1998 waren die Mytilidae durch Digenen der Gattung *Himasthla* und durch Nematoden befallen, wobei der Befall nur bei Individuen, die über 7 mm Körperlänge verfügten, registriert wurde. Innerhalb solcher Individuen (N=58) wurde bis zu 99% Befall festgestellt.

Am stärksten waren die Mytilidae durch Metacercarien von *Himasthla* sp. befallen, mit einer Prävalenz von 12,3% und einer geschätzten mittleren Intensität des Wertes „B“ (gem. der angegebenen Skala, siehe Material und Methoden). Der Befall der Nematoda dagegen zeigte eine sehr niedrige Prävalenz (0,86%), die mittlere Intensität lag bei 3.

Im Jahr 1999 wurde eine Parasitierung im August bei Hydrobiidae sowie Idoteidae und Gammaridae festgestellt. Befallen wurden sie hauptsächlich von Digenen, die bei den Gastropoda im Cercarienstadium und bei den Crustacea im Metacercarienstadium auftraten. Die Prävalenzen blieben weiterhin niedrig, am höchsten noch (11,1%) bei Gammaridae mit Metacercarien von *Podocotyle atomon*. Die mittleren Intensitäten lagen bei den Gastropoda mit einem Skalenwert von „C“ (gem. der angegebenen Skala, siehe Material und Methoden) hoch. Bei den Crustacea jedoch waren sie niedrig und schwankten zwischen 1 und 3,9.

Tab. 41: Parasitierung epi- und suprabenthischer Taxa (1998 – 2000). In Klammern sind Prävalenz und Zahl der Wirte über 7 mm Körperlänge angegeben.

Datum	Wirt	Parasit	Prävalenz [%]	mittl. Intensität	Stadium	N
Sep 98	<i>Mytilus edulis</i>	<i>Himasthla</i> sp.	12,3 (99)	B	Metacercarien	464 (58)
		Nematoda sp.	0,86	3	L ₃	
Aug 99	<i>Hydrobia ulvae</i>	<i>Himasthla continua</i>	6,2	C	Cercarien	16
		<i>Microphallidarum</i> sp. Nr 4	6,2	C	Cercarien	
	<i>Idotea balthica</i>	<i>Podocotyle atomon</i>	1,5	1	Metacercarien	66
	<i>Gammarus</i> spp.	<i>P. atomon</i>	11,1	3,9	Metacercarien	208
		<i>Levinsiniella</i> sp.	0,5	1	Metacercarien	
		<i>M. papillorobustum</i>	0,5	2	Metacercarien	
		<i>Contraecum</i> sp.	0,5	1	L ₃	

Als Mikrohabitat besiedelte *Himasthla* die mittlere Mantelfalte, den Fuß und das Herz der Mytilidae. Die Nematoda waren im Kiemenbereich lokalisiert. Bei der Hydrobiidae war der Hepatopankreas befallen, bei den Idoteiidae und Gammaridae das Haemocoel. Ein doppelter Befall wurde nicht registriert.

Ein Vergleich der Befallsdichte gegenüber der Wirtsdichte zeigt große Unterschiede innerhalb der jeweiligen Taxa (Abb. 84). Gammaridae und Mytilidae zeigen jeweils eine höhere Befallsdichte bei höherer Wirtsdichte. Ihre Wirtsdichte betrug etwa das 8-fache der Befallsdichte. Idoteidae und Hydrobiidae zeigen trotz unterschiedlicher Wirtsdichte jeweils eine gleich niedrige Befallsdichte, dabei lag die Idoteidae-Dichte etwa 66-fach höher als ihre Befallsdichte.

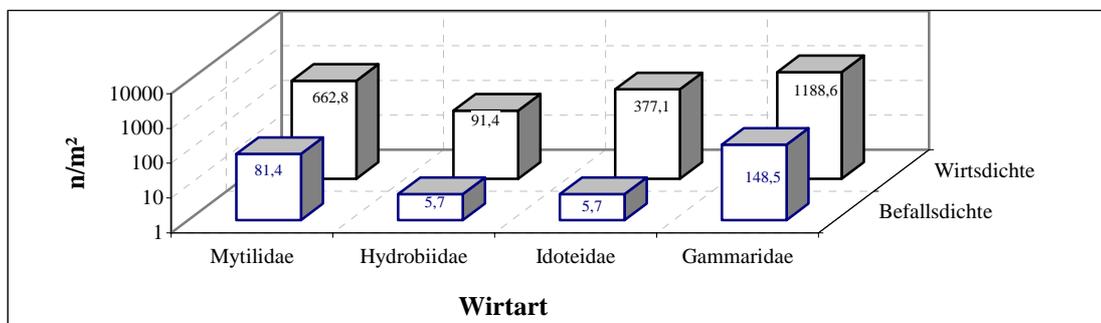


Abb. 84: Wirts- und Befallsdichte [n/m²] parasitierter Taxa, in den Monaten mit Befall.

Die Wirtsdichte zeigte ein erstes Maximum im September 1998, als sie etwa das 60-fache der gesamten Befallsdichte betrug (Abb. 85). Im Jahr 1999 lag das Maximum der Wirtsdichte ebenfalls im September, ein Befall wurde jedoch alleine im Vormonat August registriert. In diesem Monat war die Befallsdichte doppelt so hoch wie im Vorjahr und verringerte daher die Unterschiede. Die Gesamtprävalenz zeigte ebenfalls eine Verdoppelung (von 13,1% auf 26,5%) im Vergleich zum September des Vorjahres.

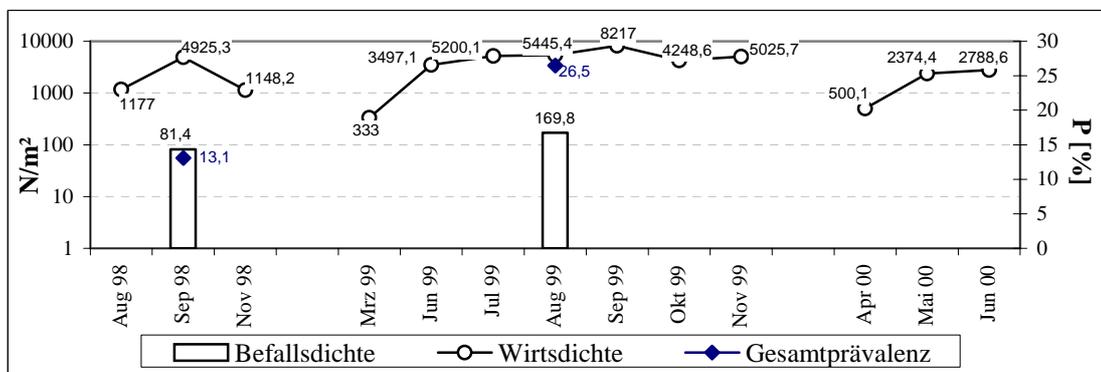


Abb. 85: Wirtsdichte, Befallsdichte [N/m²] und Gesamtprävalenz [%] im Epi- und Suprabenthos

4 Diskussion

4.1. Abiotische Parameter

Die Umweltfaktoren beeinflussen eine Biozönose qualitativ und quantitativ. Nach THIENEMANN (1939) wird die Struktur und Zusammensetzung einer Biozönose von dem Umweltfaktor bestimmt, der sich am meisten dem Pessimum nähert. Faktoren wie Salinität, Sauerstoffgehalt und Temperatur spielen in Brackwassergebieten - wie der Ostsee - eine entscheidende Rolle, da diese starken Schwankungen unterliegen und somit Stressoren für alle Lebewesen darstellen (REMANE 1958).

Die Parasitozönosen verändern sich in erster Linie in Abhängigkeit vom physiologischen Zustand des Wirtes. Der physiologische Zustand des Wirtes wiederum korreliert mit den Umweltbedingungen im Ökosystem. Die Parasiten selbst unterliegen vor allem in der Zeit als freilebende Stadien der direkten Wirkung der Umweltfaktoren. Nach SCHLIEPER (1958) kann sich kein wasserlebender Organismus der Einwirkung seines Außenmediums vollständig entziehen.

Temperatur

Nach REMANE (1958) bestimmt die Temperatur - stärker als die Salinität - die Verbreitungsgrenze der Arten. Sie verhindert beispielsweise das Eindringen von arktisch borealen Tieren in die südliche Ostsee. Auch auf die Parasitozönosen haben die Temperaturveränderungen im Wasserkörper einen direkten Einfluss. Nach GINEZINSKAJA (1968) bedingen höhere Temperaturen eine schnellere Entwicklung der Parasiteneier im Wasser; sie steigern zudem bei Digenen die Aktivität der ausgeschlüpften Miracidien und beschleunigen die Entwicklung der Partaeniten in ihren Zwischenwirten, den Mollusken. Nach MÖLLER (1975) setzen niedrige Temperaturwerte die Aktivitäten der Parasiten herab, wodurch die Infestationsrate reduziert wird.

Indirekt beeinflusst die Wassertemperatur die Parasiten durch die Auswirkungen auf die Populationsdynamik und Aktivität der Wirte. Bei höheren Temperaturen steigt die Fortpflanzungsrate der Zwischenwirte (GINEZINSKAJA 1968) und entsprechend erhöht sich die Populationsdichte, welche dadurch eine höhere Befallsrate ermöglicht. Jedoch verfügt jede Art über ein Temperaturoptimum, bei dem sie am günstigsten wachsen und sich vermehren kann.

Im Untersuchungsgebiet variierten die Wassertemperaturen den Jahreszeiten und der Lufttemperatur entsprechend. Jährliche Abweichungen stehen immer im Zusammen-

hang mit den herrschenden klimatischen und hydrographischen Bedingungen der Region. Die höchste Wassertemperatur von 23°C wurde im Juli 1999 festgestellt. Nach Angaben der BLMP (2002) erreichte die Wasseroberfläche der Flensburger Außenförde bereits im August 1997 den Wert von 23°C. Auch die niedrigste Wassertemperatur von 5,6°C lag im Rahmen der bereits von der GKFF und BMLP ermittelten Werte.

Während der Untersuchungen wurde lediglich im Juli 1999 eine maximale Differenz von 3°C zwischen oberflächen- und bodennahem Wasser ermittelt. Bei den meisten Messungen zeigten beide Zonen ähnliche Werte. Dies wird auf die geringe Wassertiefe des Untersuchungsgebietes zurückgeführt, da in flachen Bereichen mögliche Schichtungen schnell aufgehoben werden.

Salinität

Die Salinität kann ebenfalls ein limitierender Faktor für die Verbreitung der Arten sein, wobei die Verbreitung der Parasiten stark an die ihrer Wirte gebunden ist. Einen direkten Einfluss des Salzgehaltes erfahren vor allem die freien Stadien und die Ektoparasiten; stärker exponiert sind auch Endoparasiten in poikiloosmotischen Wirten. Dort können sie nur innerhalb jener Salinitätsbereiche des Außenmediums existieren, welche sie zu tolerieren vermögen (KESTING 1996). Mit homoioosmotischen, euryhalinen Wirten können Parasiten auch über ihre Toleranzgrenze hinaus existieren (REIMER 1989). Daher werden zeitweilig, wie hier gefunden, Süßwasserparasiten in Brackgewässern der Ostsee nachgewiesen.

Brackgewässer weisen eine enorme Variabilität bezüglich des Salzgehaltes auf. Die im Untersuchungszeitraum gemessenen Werte schwankten sehr stark und erreichten mit einem maximalen Wert von über 19‰ - der Einteilung des „Venedig-Systems“ (CASPER 1959) folgend - den polymixohalinen Bereich (18 - 30‰). Hauptsächlich allerdings lagen die Werte im mesomixohalinen (5 - 18‰) Bereich. In der Beltsee ist nach REMANE (1958) die Salzgehaltschichtung zeitweise stark ausgeprägt, aber wechselnd. In der Flensburger Förde werden in den Wintermonaten (Januar - März) die höchsten Salinitäten registriert, in den Sommermonaten sinken die Werte ab (GKFF (1974). BLUHM (1990) ermittelte in der Flensburger Förde Salinitäten bis 27,7‰ und Schwankungen bis 5‰ innerhalb eines Monats in 15 m Tiefe in den Frühjahrs- und Sommermonaten.

Nennenswerte Unterschiede zwischen Oberfläche und Sublitoral wurden am Untersuchungsort lediglich im März und Oktober (4,5‰) 1999 festgestellt. Meistens wiesen

aber die Werte eine geringe Differenz auf. Dies deutet auf eine relativ homogene Verteilung der Wassermassen bezüglich der Salinität im Untersuchungsgebiet hin. Die Unterschiede könnten allerdings auf eine vorübergehende leichte Schichtung hinweisen.

Auffällig erscheint der hohe Sprung von Mai zum Juni 2000, was auf eine regionale Veränderung der hydrodynamischen und meteorologischen Verhältnisse (siehe auch 1.2) im Untersuchungsgebiet schließen lässt. Zum August des selben Jahres ermittelte BRIX (2001) eine Abnahme der Salinität bis 16,6‰, womit derselbe Wert von August 1998 erreicht wurde. Auch diese jährlichen Variationen liegen für Brackwassergebiete, wie bei Bockholmwik, in der Norm. Die höchste Differenz von 6,3‰ wurde während eines Jahres am Untersuchungsort 1999 festgestellt.

Die Salinitätstoleranz der Organismen kann von der Temperatur abhängen. MÖLLER (1978) stellte fest, dass sowohl die Salinitätstoleranz der larvalen Stadien als auch der adulten Parasiten mit abnehmender Temperatur ansteigt.

Sauerstoff

Die Sauerstoffkonzentration im Wasser wirkt sich als weiterer limitierender Faktor aus, vor allem durch den arttypischen Sauerstoffbedarf der Organismen. Dabei können sich die Toleranzgrenzen in Abhängigkeit anderer Faktoren, wie beispielsweise dem Ionengehalt des Wassers, verändern.

Nach REICHENBACH-KLINKE (1975) werden bei Sauerstoffmangel die Lebensfunktionen und die Abwehrmechanismen der Wirte gehemmt und somit ein Parasitenbefall erleichtert. Nach VON WEBER & GOSSELCK (1997) wirken Sauerstoffkonzentrationen von $< 4 \text{ mg O}_2/\text{l}$ lebensbedrohlich. Mehreren Autoren zufolge stellt eine Sauerstoffkonzentration von unter $2 \text{ mg O}_2/\text{l}$ die kritische Grenze dar und verursacht deutliche Veränderungen der faunistischen Parameter (BLUHM 1990).

Parasitierende Organismen sind meist fakultativ anaerob und werden durch Sauerstoffanomalien kaum direkt beeinflusst. Nach VON BRAND (1972) überstehen sogar die Eier der Helminthen einen längeren Sauerstoffentzug unbeschadet. Indirekt wirkt sich jedoch ein Sauerstoffmangel im Wasser auf die Parasiten durch dessen Einfluss auf den physiologischen Zustand der Wirte aus. Nach KESTING (1996) wird das Parasitenvorkommen durch Sauerstoffmangel eingeschränkt, weil häufige, drastische Untersättigungen zur Abnahme des Spektrums potenzieller Wirtarten führen.

Nach Angaben der GKFF (1975) und BLUHM (1990) werden an der Wasseroberfläche der Flensburger Förde Übersättigungen von über 160% in den Frühjahrs- und Sommer-

monaten gemessen; in den Spätsommermonaten beginnt jedoch der Sauerstoffmangel. In weiten Gebieten der Förde sind dann in Bodenbereichen ein Massensterben der Bodenfauna zu beobachten. Die Dauer der Sauerstoffanomalien wird durch die meteorologischen Verhältnisse und die damit verbundenen Austauschvorgänge bestimmt. Maximale Sauerstoffwerte werden in den Wintermonaten gemessen (BLUHM 1990).

Im Untersuchungszeitraum wiesen die Sauerstoffgehalts- und Sauerstoffsättigungswerte starke jahreszeitliche Fluktuationen auf. Die jährlichen Schwankungen sind für ein flaches Gewässer wie die Flensburger Förde typisch. Die Werte verändern sich je nach Witterungslage und nach zeitlichem Auftreten einer Planktonblüte. Die niedrigsten Werte wurden im Herbst 1999 festgestellt. In diesem Jahr lagen die Werte des Sauerstoffgehaltes und der Sauerstoffsättigung im Sublitoral höher als im Uferbereich, was auf eine höhere autotrophe Aktivität im Sublitoral schließen lässt. Nur im Juli und Oktober 1999 waren die Werte im Sublitoral deutlich niedriger. Während der Wert vom Juli durch höhere Wassertemperatur an der Oberfläche verursacht wurde, resultiert der Wert von Oktober aus der höheren Salinität im Sublitoral.

Zwar decken sich die ermittelten Werte mit den Messungen von der GKFF (1975) und BLUHM (1990); BLUHM (1990) stellte aber im Vergleich größere Schwankungen fest und in einer Tiefe von 15 m maß er sogar Sauerstoffkonzentrationen unter 2 mg O₂/l. Solche niedrigen, kritischen Werte wurden hier nicht festgestellt. Der minimale Wert lag bei 5,9 mg/l im Uferbereich und 5,8 mg/l im Sublitoral.

Die **BSB₅**-Werte am Untersuchungsort präsentieren ebenfalls starke jährliche Schwankungen (zwischen 6,9 mg/l und 0,8 mg/l im Uferbereich und 5,4 mg/l und 0,9 mg/l im Sublitoral). Die ermittelten BSB₅-Werte zeigten im Jahresverlauf eine stärkere Sauerstoffzehrung für den Uferbereich als im Sublitoral. Die Ausnahme bildeten Mai und Juni sowie August und September 1999, als die Sauerstoffzehrung an der Oberfläche niedriger war.

Die höchste mikrobielle Aktivität für das Oberflächenwasser wurde im Juni 2000, für das Sublitoral im April 2000 registriert. Niedrige BSB₅-Werte wurden zusammen mit einer niedrigen Sauerstoffversorgung festgestellt. Im Juni 2000 trat gleichzeitig eine salzreiche Wasserzufuhr auf, darauf deuten die höheren Salinitäten und Sauerstoffkonzentrationen, welche den Abbau des abgestorbenen Materials bedingten.

Eine starke mikrobielle Aktivität wird vorwiegend in stark eutrophierten Gebieten beobachtet, wodurch anoxische Bedingungen entstehen können. Nach NEHRING (1996)

führen Eutrophierung und Flusswassereinträge in den Flachwasserbereich der Ostseeküsten zur Ablagerung organischen Materials, welches eine Verschlickung des Sediments fördert. Die Folgen sind Sauerstoffmangel und sogar Bildung von Schwefelwasserstoff direkt über dem Sediment. Am Untersuchungsort konnte im Laufe der Probenahme eine Zunahme der schwarzgefärbten Zone im Sediment beobachtet werden. Ebenfalls wurde ein Zuwachs von *Ectocarpus* sp. und *Enteromorpha* sp. beobachtet, diese verdrängten teilweise *Ceramium rubrum* im Sublitoral. Nach REISE et. al (1994) kommt es als Folge angestiegener Nährstoffkonzentrationen und starker organischer Verschmutzung zur Dominanz von *Enteromorpha* sp.

pH-Wert

Literaturangaben zufolge kann der pH-Wert nur in Verbindung mit anderen Stressfaktoren als limitierender Faktor auf marine Organismen wirken. Das Seewasser liegt im leicht alkalischen Bereich und verfügt über eine hohe Pufferkapazität. Der pH-Wert zeigt in diesem Medium eine hohe Konstanz und ändert sich nur sehr langsam (TARDENT 1993, OTT 1996). Ein Grund für die Veränderung des pH-Wertes eines Meeresabschnitts kann neben einem Anstieg der Photosyntheserate auch der Eintrag von Süßwasser (Niederschläge, Landabflüsse, Flüsse) sein. So können eine geringe Sauerstoffkonzentration und ein geringer pH-Wert stagnierende Wassermassen charakterisieren, die viel zersetzendes Material enthalten (RILEY & SKIRROW 1965).

Es ist zu vermuten, dass viele Endoparasiten ein pH-Wert-Optimum besitzen und demzufolge bestimmte Mikrohabitate in ihren Wirten bevorzugen, beispielsweise den Magen-Darm Trakt von Wirbeltieren, welcher starke pH-Gradienten aufweist (MACKENZIE & GIBSON 1970). Für freilebende Stadien und Ektoparasiten ist anzunehmen, dass sie ihren pH-Toleranzbereich dem ihrer Wirte angepasst haben.

Nach BLUHM (1990) sinkt der pH-Wert in der Flensburger Förde in den Herbst- und Wintermonaten auf einen Wert von unter 8 und erreicht zum Frühjahr/Sommer hin Maximalwerte. Die selbst ermittelten pH-Werte fügten sich in die von BLUHM (1990) ermittelten ein. Die maximalen Werte beider Proben wurden im Mai 2000 gemessen. Die Werte schwankten an der Oberfläche kaum, etwas stärker im Sublitoral. Der niedrigste pH-Wert wurde im Oktober 1999 im Sublitoral registriert. In diesem Monat wurde nicht nur der größte Salinitätsdifferenz zwischen Oberflächen- und Sublitoral (mit höheren Werten für das Sublitoral) gemessen, sondern auch der geringste Sauerstoffgehalt in der Tiefe festgestellt. Dies deutet auf die bereits erwähnte Schichtung hin, die sich durchaus auch in flachen Gewässern wie vor Bockholmwik ausbilden kann.

4.2 Vorkommen und Populationsdynamik der Wirte

4.2.1 Planktische Copepoda

Am Untersuchungsort wurden 16 Copepoda-Arten festgestellt, mit Dominanz des Cyclopiden *Oithona similis*. Die Mehrheit der festgestellten Arten gilt als euryhalin; es fehlten allerdings typische Brackwasser-Arten wie *Eurytemora affinis* und *Paracalanus parvus*. Letztere zusammen mit *Pseudocalanus elongatus*, *Acartia longiremis* und *O. similis* stellen die Leit-Arten der Deutschen Beltsee dar (ARNDT 1996). *E. affinis*, *Acartia bifilosa* und *A. tonsa* dominieren beinahe in der gesamten Ostsee (POSTEL 1996). Aus tieferen Wasserbereichen kamen während der Untersuchung *Rhincalanus nasatus*, *Euchaeta norvegica* und *Microcalanus pusillus* vereinzelt vor. Diversitäts- und Äquitätsindizes deuten auf eine eher unausgewogene Gemeinschaft hin. Copepoden gehören zum Mesozooplankton und sind wie alle im Wasser treibenden Lebensgemeinschaften stark dem vorherrschenden Strömungsregime unterworfen.

Die höchste Dichte erreichten die Copepoden des Untersuchungsgebietes im September (1998) und März (1999). 1999 verschob sich das Maximum in den Oktober, wobei eine deutlich niedrigere Individuendichte als im Frühjahr auftrat. Nach der BLMP (2002) treten die Copepoden-Maxima in der offenen See der Kieler Bucht, welche einen großen Einfluss auf die Flensburger Außenförde hat, in Mai und September mit jahreszeitlichen Verschiebungen auf. Die Maximalwerte lagen in Bockholmwik z.T. deutlich niedriger, als die von der BLMP (2002) festgestellten. Auch im Vergleich zu den Angaben von KREY et al. (1978), ZANDER & HAGEMANN (1986) sowie STROHBACH (1991, 1999) aus anderen Bereichen der südwestlichen Ostsee (Kieler- und Lübecker Bucht) wurden im Untersuchungsgebiet deutlich niedrigere Dichten erreicht. Als Gründe dafür können die Dominanzverhältnisse der Arten, die relative Geschlossenheit des Untersuchungsgebietes sowie die jeweils herrschenden biotischen und abiotischen Faktoren gelten. In der Regel kommt es im Frühling, auf eine Phytoplanktonblüte folgend, zu einer Steigerung der Populationsdichte des Zooplanktons. Bis zum Sommer führen Nährstoffmangel, Fraßdruck, erhöhte Temperaturen und geringe Sauerstoffkonzentrationen zu einem Zusammenbruch der Zooplanktonpopulationen. Im Herbst wiederum kommt es durch den Nährstoffnachschub erneut zu dieser Abfolge der Populationsdichten. Auffällig war hier die Korrelation von Sauerstoffgehalt und Copepodadichte, deren Signifikanz mit 0,05 gegeben war.

Frühjahr und Sommer an der Wasseroberfläche der südwestlichen Ostsee meist *Acartia* sp., im Herbst *T. longicornis* und *O. similis*. Im Bockholmwik dominierte im Herbst 1998 *O. similis*, die *Acartia*-Arten zeigten im Spätsommer und Anfang des Herbst 1999 abwechselnd Dominanz, zum Herbstende konnte sich *O. similis* wieder behaupten. *T. longicornis* spielte im Untersuchungszeitraum kaum eine Rolle; bedeutender war *P. elongatus*. Nach BEHREND (1996) nimmt die Häufigkeit von *P. elongatus* in den letzten Jahren in der gesamten Ostsee ab und wird von *Acartia*-Arten sowie *Centropages hamatus* abgelöst. Als Ursachen gelten nicht nur der Räuber-Druck der Sprotten und Quallen - vor allem in der westlichen Ostsee - sondern auch der sinkende Salzgehalt und die steigenden Temperaturen, die für *P. elongatus* als kälte- und salzliebende Art ungünstig sind. Weiterhin wird Konkurrenz zwischen *T. longicornis* und *O. similis* vermutet. Beide ernähren sich räuberisch und verteilen sich eher in den tieferen Schichten (PESTA 1928). *P. elongatus* hingegen gilt als Algenfresser und Deckschichtbewohner. Die Mehrheit der *Acartia*-Arten ist euryhalin und gilt generell als robuster gegenüber anderen Copepoda-Arten. *A. bifilosa* und *A. discaudata* traten häufiger auf, seltener und mit sehr niedrigen Abundanzen *A. longiremis* und *A. tonsa*. Mehrmals machten Juvenile und Nauplien den größten Anteil der Probe aus. Nach MARTENS (1981) korreliert das Vorkommen der Nauplius-Larven der Gattung *Acartia* mit dem Auftreten bestimmter Phytoplankter. Sicherlich gilt das auch für die Nauplien und Juvenilen aller Copepoda-Arten. Ihre Dominanz sowie der von kleinen Arten wie *O. similis* lässt weiterhin einen hohen Räuber-Druck auf adulte Individuen größerer Arten vermuten.

4.2.2 Gastropoda

Es wurden insgesamt 10 Gastropoda-Arten festgestellt, welche bereits von anderen Autoren für das Gebiet der Flensburger Förde beschrieben wurden. Hydrobien erreichten dabei in allen Proben die höchsten Abundanzen. Mit Ausnahme von *Littorina saxatilis f. tenebrosa* spielten alle übrigen Arten eine eher untergeordnete Rolle. Dies beruht auf unterschiedlichen Ansprüchen der jeweiligen Arten an die Umweltfaktoren und das Substrat. *Hydrobia*-Arten sind euryhalin und besiedeln alle Sedimente bis auf Faulschlamm (JAGNOW & GOSSELCK 1987). *Pomatopyrgus jenkinsi* hat ihr Optimum bei einer Salinität von 8‰ und ihr Auftreten im Untersuchungsbereich ist eher untypisch. Bis 24‰ ist sie in der Ostsee nur noch sporadisch anzutreffen (JAGNOW & GOSSELCK 1987). Rissoidae sowie *Littorina obtusata* und *L. saxatilis f. tenebrosa* bevorzugen eher das Phytal, *L. littorea* zieht steinige Böden vor (JAGNOW & GOSSELCK 1987). Bemer-

kenswert ist, dass beim Aufsammeln von Littorinen aus der Steinmole *L. saxatilis f. tenebrosa* gegenüber *L. littorea* dominierte.

In den Sedimentproben erreichten die Gastropoden bei Untersuchungsbeginn 54% der Individuenzahlen, danach verloren sie allerdings an Bedeutung (<1%). Ihre Biomasse blieb stets niedrig, mit Ausnahme des Juli 1999 als sie 37% der Biomasse erreichten. DETLOFF (2000) und BRIX (2001) stellten im Phythal meistens weniger als 1% der Gastropoda in den Individuenzahlen fest. Mit max. 3177 Indiv./m² lag die Gastropodadichte in den Sedimentproben allerdings deutlich niedriger als das von DETLOFF (2000) registrierte Dichtemaximum von 8625 Indiv./m² in *Zostera marina*. Dort rangierten ebenfalls Hydrobiidae innerhalb der Gastropoda. Ähnliche Ergebnisse zu DETLOFF (2000) wurden in den ausgewählten Gastropoda-Proben aus dem Sublitoral registriert, wo eine maximale Dichte von 7319 Indiv./m² erreicht wurde. Dies hängt wahrscheinlich mit den etwas dichteren Bewuchs von *Z. marina* im Sublitoral zusammen. BRIX (2001) stellte hingegen sehr geringe Zahlen in *Fucus vesiculosus* fest, mit Littorinidae als Hauptanteil. Nach GOSSELCK & VON WEBER (1997b) halten sich Hydrobiidae an Pflanzen hauptsächlich in Bodennähe an der Basis auf und ernähren sich von Pflanzenresten. Nach FENCHEL (1977) besiedeln Hydrobiidae vor allem lenitische Flachwassergebiete, in denen sie eine beträchtliche Dichte von bis zu 50000 Indiv./m² erreichen. Diese enormen Werte wurden hier aber nicht erreicht, weder im Sublitoral und noch weniger im Uferbereich.

Von 1998 bis 2000 wurde sowohl eine Abnahme der Arten als auch der Individuendichte beobachtet. Dies lässt auf eine zunehmende Verschlechterung des Bodenlebensraumes im Laufe der Untersuchung schließen. So wurden in den Proben aus dem Sublitoral mit hohem Anteil an Faulschlamm keine Gastropoden festgestellt. Eine starke Verschlickung des Substrates kann den Gastropoden die Nahrungsgrundlage entziehen. Die Gastropoden des Benthals werden als Weidegänger, Omnivore und Suspensionsfresser besonders von Algenwachstum, Diatomeenvermehrung und Sedimentationsvorgängen reguliert. Im Sediment des Untersuchungsortes wurde eine zunehmende Verschlickung und eine stärkere Bildung von H₂S während der Untersuchungszeit beobachtet. In solchen Böden wird nicht nur eine Vegetationsbildung, welche einen besseren Schutz vor Prädatoren und ein höheres Nahrungsangebot bietet, sondern auch ein erfolgreicher Larvenfall (bei merobenthischen Arten) erschwert. Sauerstoffknappheit und höhere H₂S-Bildung im Sediment können sogar letalen Einfluss auf die Larvalstadien haben.

Die negative Korrelationen zwischen Gastropodadichte und -biomasse wurden durch die verschiedenen Anteile der Hydrobien und Littorinen in den Proben verursacht. Die Präsenz von Littorinen, die über dicke Gehäuse verfügen, bedingt trotz niedrigerer Dichte eine hohe Biomasse.

Im Vergleich mit anderen Bereichen der westlichen Ostsee erreichten die Hydrobien in Bockholmwik, wie auch DETLOFF (2000) und BRIX (2001) im Phythal feststellten, ihre Dichtemaxima im Frühling und Sommer. In der Kieler- und Mecklenburger Bucht hingegen erreichen sie maximale Dichten vom Spätsommer bis zum Frühherbst (STROHBACH 1999). Zudem erreichten die Hydrobien in Bockholmwik zwar eine höhere maximale Dichte als in der Kieler- und Mecklenburger Bucht (max. 5493 Indiv./m² in Westerbergen - STROHBACH 1999), dort zeigten sie allerdings geringere Dichteschwankungen. Diese Unterschiede hängen mit den unterschiedlichen herrschenden Umweltbedingungen und dem Substratangebot in den jeweiligen Regionen und den Ansprüchen der Hydrobien an diese zusammen.

Innerhalb der Hydrobien dominierte in Bockholmwik *H. ulvae*. Die Art erzielte sowohl im Uferbereich als auch im Sublitoral eine höhere Individuendichte als die übrigen Arten. Ausnahme waren April und Mai 2000, als *H. ventrosa* im Sublitoral häufiger war. Nach HYLLEBERG (1986) und MUUS (1967) verfügt *H. ulvae* im Vergleich mit den anderen *Hydrobia*-Arten über die höchsten Toleranzen gegenüber Salinität, Temperatur, Sauerstoffmangel und H₂S-Einwirkung. ANGER (1975) fand eine erhöhte Abundanz von *H. ulvae* in organisch verschmutzten Bereichen. Unter extremen Bedingungen ist diese Art daher im Vorteil und erklärt somit ihre Dominanz. Außerdem ist *H. ulvae* die einzige *Hydrobia*-Art mit pelagischem Larvenstadium - so dass eine schnelle Rekrutierung zustande kommen kann. *H. ventrosa* verfügt über eine hohe Sauerstoffmangelresistenz, beansprucht aber höhere Salinitäten als *H. neglecta* (JAGNOW & GOSSELCK 1987). Diese Eigenschaften bevorteilen *H. ventrosa* bei den Bedingungen im Sublitoral gegenüber *H. neglecta*.

Nach FENCHEL (1975a) ist eine Hydrobien-Gemeinschaft, in der alle drei Arten gemeinsam existieren, aufgrund von Nahrungskonkurrenz selten über einen längeren Zeitraum beständig und Oszillationen unterworfen. Diese Verhältnisse erklären daher in Verbindung mit verschlechterten Sauerstoffbedingungen den Populationszusammenbruch zum Untersuchungsende. Nach dem von FENCHEL (1975b) beschriebenen „character displacement“ steht die Größe der aufgenommenen Nahrungspartikel in positiver Korrelation zur Körpergröße der Hydrobien. Daher erweisen sich gleich große Arten

als Nahrungskonkurrenten. Demzufolge konkurrierten die Hydrobien vom Untersuchungsort sehr stark, da bei allen Arten Individuen der Größenklasse von 3mm am stärksten vertreten waren. Nur *H. ventrosa* zeigte mehrmals einen höheren Anteil bei der Größenklasse von 2 mm und wich auf diese Weise eine Konkurrenz aus.

4.2.3 Fische

Am Untersuchungsort wurden neun Fischarten aus vier verschiedenen Familien gefangen. Die Mehrheit der Arten ist euryhalin. Sie sind zugleich typische Vertreter der litoralen Fischpopulationen in der Ostsee. In der westlichen Ostsee herrschen marine Fischarten vor, wobei die Mehrheit am Boden im flachen Wasser lebt (NELLEN & THIEL 1996). Während das Auftreten von *Solea solea* während der Untersuchung durch Verdriften der Larven mit der Strömung aus dem Kattegat zu erklären ist, beruht das Vorkommen von *Pungitius pungitius* auf ihrer Salinitätstoleranz. Nach MUUS & NIELSEN (1998) lebt die Art hauptsächlich im Süßwasser, geht aber auch ins Brackwasser. Laut MCDOWALL (1988) existieren sogar marine Formen dieser Art. Nach THIEL et al. (1996) leben viele Fischarten der Ostsee an der Grenze ihres Verbreitungsgebietes. Ihre Bestandsdichten und ihr Wachstum werden vor allem durch Salzgehalt und Temperaturbedingungen reguliert.

Sowohl der Fang durch Taucher als auch mit Keschern lässt eine quantitative Auswertung der Fischpopulationen zur Analyse der Populationsdynamik schwer zu, die Fangdauer und die abgefischte Strecke variierten je nach Häufigkeit des Fischeauftretens sehr stark. Es wurden überwiegend Vertreter der Gobiidae gefangen, Fische, die generell eine geringe Wanderungsbereitschaft zeigen. Am häufigsten und mit höheren Individuenzahlen kamen *Pomatoschistus microps* und *Gobiusculus flavescens* vor. In höheren Zahlen wurden die Fische im Sommer und Herbst gefangen. Die Mehrheit der gefangenen Fische bestand aus adulten Individuen; nur bei *Pleuronectes flesus* handelte sich meistens um juvenile Formen. Für *P. flesus* spielt das Litoral besonders als Laichgebiet und Kinderstube eine wichtige Rolle.

Abweichende Geschlechtsverteilungen sind darauf zurückzuführen, dass beispielsweise die Weibchen von *Spinachia spinachia* kurz nach dem Ablachen sterben, während die Männchen die Nester bewachen. *Syngnathus typhle*-Männchen, welche den Nachwuchs in einer Hautfalte austragen, sind wahrscheinlich während der Fortpflanzungsperiode leichter zu fangen als die Weibchen. Auch das unterschiedliche Verhalten der Gobiidae-Weibchen und -Männchen während der Fortpflanzungsperiode führt zu räumlichen Trennung von Männchen und Weibchen. ZANDER (1990) stellte in Dahmeshöved eine

Dominanz von *P. minutus*-Weibchen vor allem in Stellen mit dichteren Nahrungselementen und führte diese Verteilung auf die erhöhte Nahrungsaufnahme der Weibchen und die Territoriensuche der Männchen während der Fortpflanzungsperiode. Letztere suchen leere Muschelschale am Boden unter denen die Gelege von diesen beschützt und mit sauerstoffreichem Wasser versorgt werden. Womöglich bestehen aber auch die Populationen dieser Fische vorwiegend aus Weibchen, wie für Gobiidae limnischer Gewässern festgestellt wurde (STEPANOVA 1987).

Nach ZANDER (1997) stellen die fünf Arten der Gobiidae, *P. microps*, *P. minutus*, *P. pictus*, *G. flavescens* und *Gobius niger* eine Gilde dar, eine ökologische Einheit in Hinsicht auf Lebensweise, Ressourcennutzung und Verbreitung. Die Konkurrenz wird vor allem durch die Präferenz einzelner Nahrungstaxa, durch unterschiedliche Habitatsvorteile und durch eigene physiologische Anpassungen vermieden. *P. microps* ist extrem euryhalin, eurytherm und ernährt sich hauptsächlich von Meiobenthos, *G. flavescens* bevorzugt Zooplankton als Nahrung *P. minutus* nimmt vorzugsweise Makrobenthos auf. Während *P. pictus* sich hauptsächlich von Meiobenthos und Zooplankton ernährt, nimmt *G. niger* überwiegend Makrobenthos auf. *G. niger* überlebt mehrere Fortpflanzungsperioden, während die anderen vier Arten nach der Fortpflanzung vor dem 2. Herbst sterben (ARNDT 1964, TOTZKE 1976, TISCHLER 1979, MÖLLER-BUCHNER 1981, KESTING 1996, ZANDER 1997).

Nach GAUSE (1934) können nicht zwei oder mehrere Arten mit identischen Lebensansprüchen in einem Ökosystem existieren. Dazu erbeuten die Gobiidae ihre Nahrung opportunistisch (ZANDER 1994). Dieses Fressverhalten zeigten auch die Gobiidae in Bockholmwik. *G. flavescens* beispielsweise nahm im Mai hauptsächlich Calanoida und Cladocera auf; im Juni und Juli, wenn das Plankton minimale Dichte hatte, ernährte er sich vorwiegend von Bivalvia, Gammaridae und Polychaeta. Ab August bestand die Hauptnahrungsquelle wieder aus Calanoida. Sehr häufige Beute waren auch andere epibenthische Wirbellosen wie Ostracoda, Gastropoda und sogar Harpacticoida. *P. microps* nahm im Juni Gammaridae in großer Anzahl auf. Ab August fraß er hauptsächlich Harpacticoida, *Corophium* und Polychaeta (Abb. 36-39). Zwar zeigen die Fische eine hohe Übereinstimmung in der Nahrungszusammensetzung, große Unterschiede bestehen aber in den Dominanzen. Eine hohe Identität hierzu zeigten lediglich *G. flavescens* und *S. typhle* sowie *P. pictus* und die juvenilen *P. flesus*. Einer Konkurrenz wird hier nicht nur durch opportunistisches Fressverhalten, sondern auch durch unterschiedliches saisonales Vorkommen und unterschiedlichen Größen ausgewichen. Das

führt dazu, dass sie unterschiedlich große Nahrungspartikel aufnehmen. Während beispielsweise im Juni 2000 *P. flesus* eine Durchschnittslänge von 40,4 mm aufwies, erreichte *P. pictus* lediglich 21,5 mm im Durchschnitt. Auch *S. typhle* nimmt größere Nahrungspartikel als *G. flavescens* auf. Dabei deuten die Ergebnisse lediglich bei *Gasterosteus aculeatus* auf ein diverses, ausgewogenes Nahrungsspektrum hin (Äquitätswert >0.7). Relativ breite Nahrungsspektren zeigten außerdem *P. minutus* und *G. niger*, alle übrigen Arten wiesen eine große Unausgewogenheit auf.

Das Wachstum der Fische erfolgte meistens positiv allometrisch. Nur *P. microps* und *P. pictus* zeigten eine isometrische Gewichtszunahme. *S. spinachia* zeigte eine negativ allometrische Gewichtszunahme. Kleinere Exemplare von *S. spinachia* zeigten zugleich höhere Konditionsfaktoren gegenüber größeren Individuen. Für die Mehrheit der Spezies lässt sich jedoch eine leicht steigende Kondition beim Längenwachstum erkennen. Dies könnte bedeuten, dass bei kleineren Fische Nahrungskonkurrenz existiert, der aber mit zunehmender Größe durch die Nutzung anderer Nahrungselemente allmählich ausgewichen wird. Innerhalb der Gobiidae ragt *G. niger* heraus, der gegenüber den anderen Arten höhere Konditionswerte bei gleichen Körperlängen aufwies. Im Allgemeinen aber waren die K-Werte aller Arten niedrig. Dies deutet darauf hin, dass die untersuchten Fische im Verhältnis zu ihrer Länge ein geringes Gewicht aufweisen. Dies wurde vor allem bei *S. typhle* deutlich, was auf seine Morphologie zurückzuführen ist. Nach ANISIMOWA & LAWROWSKII (1983) nehmen parasitierte Individuen gegenüber nicht befallenen sogar in der Anfangsphase eines Befalls weniger Nahrung und hauptsächlich kleinere Nahrungspartikel auf.

4.2.4 Weitere epi- und suprabenthische Wirbellose

In den Sedimentproben wurden weitere 74 Taxa epi- und suprabenthischer Wirbelloser festgestellt. Die Mehrheit sind typische Bewohner des Litorals und wurden bereits von mehreren Autoren (z.B. BLUHM 1990, UEBEL 2000, DETLOFF 2000, BRIX 2001) für die Flensburger Förde beschrieben. Die Zusammensetzung der Benthosgemeinschaften der Flensburger Förde unterliegen jährlichen und saisonalen Schwankungen. Sauerstoffmangel kann im Spätsommer zum Zusammenbruch der Makrofaunapopulationen führen. Bei wieder zunehmendem Sauerstoffgehalt erfolgt sukzessiv eine Wiederbesiedlung. Hauptsächlich durch erhöhte Migrationsaktivitäten im Winterhalbjahr werden Anstiege in der Populationsdichte verursacht (BLUHM 1990).

Nach den Angaben der BLMP (2000) wurde in den flacheren Zonen der Ostsee von Mitte der 1980er bis Mitte der 1990er Jahre ein Wechsel von relativ konstanten - durch

langlebige Muscheln geprägten - zu instabilen Verhältnissen (biomassenreiche, starken Fluktuationen unterworfenen, von Kleinmuscheln und Kleinpolychaeten dominierten Gemeinschaften) in der Besiedlungsstruktur des Benthos beobachtet. In den Jahren 1997 - 1998 wurde jedoch eine Rekolonisierung verarmter Böden und eine verstärkte Einwanderung mariner Arten auffällig, was auf eine Verbesserung der Lebensbedingungen für die Bodenlebensgemeinschaften hinweist (BLMP 2002).

Dabei präsentierte sich das Makrozoobenthos der südwestlichen Ostsee zwischen 1994 und 1998 in den Herbstmonaten am taxareichsten (über 60 Taxa - BLMP 2002). Die höchste Dichte lag bei etwa 100 Indiv./m². BLUHM (1990) wies bis zu 71 makrobenthische Taxa in 15 m Tiefe der Flensburger Förde nach. Die höchsten Werte ermittelte er im Winter und im Frühjahr, die niedrigsten in den Sommermonaten. Die maximale Dichte lag dabei bei 1628 Indiv./m². Seinen Angaben zufolge steigt die Anzahl der Arten von der Innen- zur Außenförde hin an. Entsprechende Ergebnisse aus dem Flachwasser fehlen. Bessere Vergleichsdaten liefern die Untersuchungen von DETLOFF (2000) und BRIX (2001) zur Phytalfauna am Probennahmenort. Die Steinmolen sind mit *Fucus vesiculosus* bewachsen, auf dem Sediment befindet sich ein spärlicher Bewuchs von *Zostera marina*. Die Struktur des Epi- und Suprabenthos eines geographischen Bereiches wird vor allem durch die Beschaffenheit des Substrates bestimmt. Dieses wiederum steht nicht nur mit den Sedimentationsvorgängen und Nährstoffeinträgen im Bodenlebensraum, sondern auch mit weiteren Faktoren wie den Strömungsverhältnissen, Sauerstoffbedingungen, Salinität und Temperatur des Wasserkörpers in direkter Verbindung. Nach RUMOHR (1996) hat die jeweilige Ontogenese der Arten einen großen Einfluss auf die Zusammensetzung einer Benthosgemeinschaft, sie bestimmt aber auch die jahreszeitlichen und mehrjährigen Schwankungen innerhalb dieser Gemeinschaft. Beispielsweise sind merobenthische Arten den hydrographischen Verhältnissen des Wasserkörpers stärker ausgesetzt als holobenthische Arten.

Höhere Taxazahlen wurden in Bockholmwik im Sommer und Herbst registriert (bis 41 Taxa im Sediment, im September 1998), im Frühling war die Zahl der Taxa am geringsten. Auffällig war, dass der Juni 2000 fast doppelt so viele Taxa wie der Juni des Vorjahres aufwies. Vermutlich spielte hier die größere Anzahl adulter Individuen eine wichtige Rolle, welche sich besser bestimmen lassen und somit höhere Taxazahlen ergeben. Ein Einstrom von salzhaltigerem Wasser mit Larven von Merobenthos-Organismen, die an höhere Salinität angepasst sind, kann weiterhin als Ursache für die Zunahme der Taxazahlen gesehen werden. Die Wassertemperatur zeigte dabei keine

auffälligen Unterschiede in den verschiedenen Jahren. In der Phytalfauna aber stellte DETLOFF (2000) höhere Taxawerte im Frühling (39 Taxa für *Fucus vesiculosus* und 35 Taxa für *Zostera marina*) fest. Damit lagen diese Werte zwar unter den selbst ermittelten Maxima, allerdings deutlich höher als die Werte der hier ermittelten Vergleichsmo-nate. BRIX (2001) konnte im August noch höhere Werte (49 Taxa für *Fucus*-Bestände) als im Sediment nachweisen.

Nach BLUHM (1990) sind die in der Flensburger Förde vorkommenden Spezies typisch für Meeresgebiete mit hohen Einträgen von organischen Substanzen. Er stellte eine Dominanz von Polychaeten und Mollusken fest. Während in der Phytalfauna von Bockholmwik vorwiegend die Bivalvia dominierten (DETLOFF 2000, BRIX 2001), spielten in den Sedimentproben vor allem die Crustacea die bestimmende Rolle. Auch bei Ermittlung der Dichte und Biomasse sind große Unterschiede erkennbar. Die Dichte in den Sedimentproben schwankte zwischen 20414 Indiv./m² und 1489 Indiv./m² und lag damit deutlich niedriger als die Ergebnisse aus dem Phytal, wo DETLOFF (2000) eine maximale Dichte von 277225 Indiv./m² in *Z. marina* und 40262 Indiv./m² in *F. vesiculosus* feststellte. BRIX (2001) registrierte auf *Fucus*-Beständen sogar >56000 Indiv./m². Hohe Dichtewerte wurden im Sediment vor allem im Herbst erreicht, ein ähnliches Bild bot die Biomasse, mit Ausnahme von 1999 als der Peak bereits im August erreicht wurde. 1999 war die Biomasse in den Sommermonaten negativ zur Dichte korreliert. Diese Erscheinung ist vor allem auf die unterschiedlichen Anteile juveniler und adulter Tiere in den Proben zurückzuführen. Hohe Dichten mit niedrigen Biomassen ergeben sich nicht nur aus großen Individuenzahlen von Juvenilen, sondern ebenfalls bei großen Anteilen kleiner Tiere, wie etwa Nematoden. Der Wechsel von Proben mit vorwiegend adulten oder juvenilen Individuen sorgt ebenfalls für negative Korrelationen von Dichte und Taxazahlen, was an der schwierigen Artbestimmung der Jungtiere lag. Die Biomassenkurve verlief meistens zu den Taxazahlen positiv korreliert.

Auch die Entwicklung der Diversität im Sediment wurde durch den starken Einfluss von Nematoden geprägt. Nur von Juli bis September 1999, als ihr Anteil gering war, wies die Benthosgemeinschaft Ausgewogenheit bzw. hohe Diversität auf. Bezüglich der Biomasse konnte die Diversitätswerte durch große eudominante Krebse wie *Crangon crangon* und *Carcinus maenas* sowie durch große *Mytilus edulis* beeinflusst werden. Ausgewogenheit in der Biomasse trat somit nur bei Abwesenheit von größeren Krebsen und Muscheln (z.B. im Juli 1999) auf. Die Aussage von SANDERS (1968) und GRAY (1984), wonach die Benthosgemeinschaften in flacheren Gebieten extremeren

Umweltfaktoren ausgesetzt sind und demzufolge von eher niedrigen Diversitäten geprägt werden, gilt auch für das Untersuchungsgebiet, wobei diese Gemeinschaften auch kurzfristig ausgeglichen sein können. Nach RUMOHR (1996) verfügt die Benthosfauna der Beltsee über eine ausgeprägte Fähigkeit zur raschen Erholung nach Störungen und sogar nach Auslöschungen.

4.2.4.1 Benthische Crustaceen

Benthische Crustaceen dominierten in den Taxazahlen (40) der Sedimentproben. Obwohl sie in der Dichte von den Gastropoden und den „Sonstigen“ übertroffen wurden, waren sie in der Biomasse häufig dominant. Bedeutende Dichteanteile erzielten sie von Sommer bis Herbst 1999, ihren höchsten Biomassenanteil im November desselben Jahres. In der Phytalfauna stellten DETLOFF (2000) und BRIX (2001) nur 19 bzw. 20 Crustacea-Taxa fest. Die Gemeinsamkeit vieler Taxa wird vor allem auf die hohe Vagilität der Crustacea zurückgeführt. Die Unterschiede ergeben sich überwiegend in dem Vorkommen und der Bestimmung von Harpacticoida, Ischyroceridae und einigen Mysidacea in den selbst ermittelten Proben.

Hohe Dichtezahlen im Sediment wurden häufig durch Harpacticoida (Juli), Gammaridae und Corophiidae (September) bestimmt, in der Biomasse dominierten *Crangon crangon* und *Carcinus maenas*; diese Unterschiede sorgten für negative Korrelationen zwischen Crustaceen-Biomasse und -Dichte. In der Phytalfauna (DETLOFF 2000) erreichten Harpacticoida wie auch Gammaridae und Corophiidae deutlich höhere Dichten als im Sediment. Im letzteren Habitat war zwar die Zahl der Taxa relativ hoch, dafür Dichte und Biomasse niedrig. Dies hängt mit der Biologie der Crustaceenarten zusammen. Epi-/suprabenthische Räuber, wie etwa *C. maenas*, *C. crangon* und *Palaemon squilla* sind nur gelegentlich im Phytal, auf Nahrungssuche, zu finden. Gammaridae besiedeln zwar die unterschiedlichsten Lebensräume, einige Arten, wie etwa *G. locusta*, sind allerdings stärker an pflanzliches Substrat gebunden, *G. duebeni* wiederum kommt häufiger im Sediment zwischen Steinen vor (KÖHN & GOSELLCK 1989). Es ist anzunehmen, dass sich regional verändernde Verhältnisse bei den Crustaceen, welche über eine höhere Mobilität verfügen, schwächer auswirken als beispielsweise bei den Gastropoden. Vagile Arten sind in Extremsituationen gegenüber weniger mobilen Tieren im Vorteil. Dies gilt nicht nur bei der Nahrungssuche, sondern auch beim Ausweichen von Stresssituationen und dem Suchen nach neuen Lebensräumen.

4.2.4.2 Bivalvia

Die Bivalvia waren mit fünf verschiedenen Familien vertreten, welche im Sinne von PETERSEN-THORSON (1924, 1957; in GRAY 1984) eine Macoma-Gemeinschaft (*Mytilus edulis*, *Macoma* spp., *Cerastoderma* sp., *Abra alba*, *Mya arenaria*) charakterisieren. Bivalvia spielten in den Sedimentproben zahlenmäßig eine untergeordnete Rolle (max. Dichteanteil von 19% im August 1998). In der Biomasse hingegen waren sie mehrmals eudominant (max. Biomasseanteil von 64% im Oktober 1999). Im Gegensatz zur Phytalfauna, wo DETLOFF (2000) und BRIX (2001) eine deutliche Dominanz von *Mytilus* bei den Individuenzahlen feststellten, trat in den vorliegenden Untersuchungen eine wechselnde Dominanz von *M. edulis* und *Macoma* spp. auf, während in der Biomasse *Cerastoderma* sp. neben *M. edulis* an bedeutendsten waren. *M. arenaria* und *A. alba* kamen sporadisch vor und waren lediglich im Jahr 2000 von Bedeutung.

Die höchste Bivalviadichte wurde im Sommer registriert, als in der Phytalfauna die Werte deutlich höher als im Sediment waren, wie DETLOFF (2000) und BRIX (2001) ermittelten. An Biomasse erreichte *Mytilus* gelegentlich deutlich höhere Werte als im Phytal, was auf den Anteil der Adulten in den Proben zurückzuführen ist. Die höhere *Mytilus*-Dichte im Phytal beruht darauf, dass dort den Postlarven Schutz und Haftgelegenheit geboten wird, nach weiteren Wachstum müssen sie diesen Lebensraum allerdings verlassen und ein geeigneteres Substrat suchen. So kommen auf dem Boden größere Exemplare als im Phytal vor, und somit wird eine höhere Biomasse erreicht. Das sorgt wiederum für negative Korrelationen zwischen Dichte und Biomasse, wie es auch bei höheren Anzahl von *Macoma*-Arten beobachtet wurde.

4.2.4.3 Annelida

Die Individuenzahlen der Anneliden in den Sedimentproben blieben meistens gering (max. 34% im Mai 2000). Ihr Biomasseanteil lag oft unter 4%, lediglich im Juli 1999 und im April 2000 erreichten sie mit jeweils 13% und 17% bedeutendere Werte. Adulte Tiere traten nur sporadisch auf. Die zehn gefundenen Taxa umfassen Oligochaeta und Polychaeta. Deren abwechselnde Dominanz bei den Individuenzahlen führte zur negativen Korrelation zwischen Annelidendichte und -biomasse. Bei Dichtedominanz der Oligochaeta ergab sich eine geringere Biomasse als bei einer Dominanz von Polychaeta, welche ein höheres Gewicht aufweisen. Die Zunahme der Annelidendichte im Untersuchungszeitraum ergab sich dabei aus dem steigenden Anteil an Oligochaeta zum Ende der Probennahme (16 Individ./m² im November 1998 bis maximal 2246 Individ./m² im Juni 2000), was mit der Verschlechterung des Bodenlebensraumes zusammenhängen kann. Besonders Tubificidae zeigen bei anaeroben Verhältnissen eine hohe Überle-

bensdauer. Nach ANGER (1977) und BICK & GOSSELCK (1985) zeigen nicht nur Tubificidae sondern auch Polychaeta wie *Polydora ciliata*, *Capitella capitata*, *Pygospio elegans*, *Pholoe minuta* und *Eteone longa* eine hohe Resistenz gegenüber H₂S und Sauerstoffmangel im Sediment. Diese Polychaeta-Arten spielen eine wichtige ökologische Rolle bei der Rekolonisierung vorübergehend azoischer Gebiete (KÖLMEL 1979).

Das in Rahmen dieser Arbeit registrierte Maximum der Polychaeten lag lediglich bei 1674 Indiv./m². Sie erreichten hier z.T. deutlich niedrigere Werte als von DETLOFF (2000) und BRIX (2001) im Phythal registriert; dort kamen höhere Taxazahlen (15 bzw. 13) sowie maximale Dichtewerte von 9625 Indiv./m² in *Zostera marina* (DETLOFF 2000) und 2380 Indiv./m² in *Fucus*-Beständen (BRIX 2001) vor. Solche Differenzen resultieren vor allem aus den hohen Individuenzahlen von *Polydora*-Arten im Phythal. Eine entscheidende Rolle spielen aber die autökologischen Eigenschaften der Arten. Während *Nereis diversicolor* sowohl im Mesolithion als auch im Phythal und in Sandböden vorkommt, bevorzugt *P. minuta* schlickige Substrate; *Polydora*-Arten vermehren sich auch im Phythal massenhaft (BICK & GOSSELCK 1985). Darüber hinaus wechseln wahrscheinlich adulte Nereidae, bei einer Verschlechterung der Lebensbedingungen im Benthos ins Phythal. Auf dem Boden kommen dann hauptsächlich juvenile Exemplare nach der planktischen larvalen Phase vor, was gleichzeitig ihren großen Anteil im Bodenbereich erklärt. Im *Fucus*-Gürtel machten die juvenilen Nereidae mehr als zwei Drittel der Polychaeta-Individuen aus (DETLOFF 2000). Noch höhere Nereidae-Zahlen fand BRIX (2001) im *Fucus*-Gürtel des Untersuchungsgebietes.

4.2.4.4 „Sonstige Wirbellose“

In den Sedimentproben waren 10 weitere Taxa enthalten, die bei den Individuenzahlen oft dominant waren, vor allem im Spätherbst und zu Beginn des Frühlings (April 2000 mit über 80%). Ihr Biomasseanteil war allerdings unbedeutend und erreichte höchstens ca. 5% im Mai 2000. Hohe Dichten wurden hauptsächlich durch Nematoden und evtl. noch durch Turbellarien verursacht. Literaturangaben zufolge sind Nematoden die häufigste und individuenreichste Metazoengruppe der Meeresböden; sie erreichen große Dichten in organisch angereicherten Sedimenten, zeigen sich besonders resistent und überleben sogar akuten Sauerstoffmangel (RIEMANN 1986, BLUHM 1990). In Bockholmwick erreichten sie maximal 13434 Indiv./m² (November 1999) und verursachten Fluktuationen von Dichte und Biomasse des gesamten Epi- und Suprabenthos. Alle übrigen Taxa wurden nur in geringer Individuendichte angetroffen. Hohe Biomassewerte wurden durch andere Taxa wie etwa *Asteria rubens* erhalten.

4.3 Parasiten und Parasitengemeinschaften

Der Parasitenbefall wird nach dem organismischen Stufenkonzept von ESCH et. al (1975), HOLMES & PRICE (1986), DIETEL (1997) und ZANDER (1997) diskutiert.

4.3.1 Supragemeinschaft

Die Supragemeinschaft ist die höchste Stufe des organismischen Stufenkonzeptes (ESCH et al. 1975, HOLMES & PRICE 1986) und umfasst alle Parasitenpopulationen aller Wirtspopulationen eines Ökosystems. Hier handelt es sich um die Supragemeinschaft des Ökosystems Flensburger Förde. Eine Supragemeinschaft im echten Sinne ist praktisch nur beschränkt zu analysieren, da es kaum möglich ist alle Parasit-Wirt-Verhältnisse des Lebensraumes zu erfassen.

Es wurden insgesamt 61 Parasitentaxa registriert. 3 Vertreter der Protozoa, 2 der Monogenea, 32 der Digenea, 5 der Cestoda, 14 der Nematoda, 2 der Acantocephala, 1 der Crustacea und zwei Cysten, die nicht sicher als Digene bestimmt werden konnten. Die Mehrheit der hier nachgewiesenen Parasitenarten wurden für den Ostseeraum bereits beschrieben, einige wurden hier in neuen Wirten gefunden, andere jedoch wurden zum ersten Mal in der westlichen Ostsee oder im Ostseebereich festgestellt. *Proteocephalus gobiorum* beispielsweise trat in Bockholmwik bei *Pomatoschistus microps* und *Gobius niger* auf. Der Parasit wurde von SOLTYSKA (1964) in *Gobius niger* in der Bucht von Puck (Polen) registriert. In *P. microps* fand ANDERSEN (1979) die Art im Oslofjord. Über einen Befall von Vertretern der Fellodistomatidae bei Syngnathidae wie in Bockholmwik festgestellt, wurde bisher nicht berichtet. Sie könnten nach den Angaben von BAUER (1987) der Gattung *Bacciger* oder *Pseudopentagramma* angehören. Ein wichtiges Merkmal stellt nach seinen Angaben die Länge der Darmschenkel dar; diese waren allerdings sehr dünn und kaum erkennbar. *B. bacciger* und *P. symmetricum* kommen bei Syngnathidae des Schwarzen und Asowschen Meeres vor. Als erste Zwischenwirte dieser Familie fungieren verschiedene Bivalvia, zweite Zwischenwirte sind Amphipoda und andere benthische Organismen. Die Endwirte können Syngnathidae, Clupeidae und Engraulidae sein (YAMAGUTI 1975, BAUER 1987). In der Ostsee wurde die Gattung *Bacciger* nur in den Arbeiten von SPREHN (1934 in SCHÄPERCLAUS 1954) erwähnt. Die nicht sicher als Digenen bestimmten Cysten (Tab.20) waren in der Schwimmblase und im Fettgewebe von *Syngnathus typhle* vorhanden; über einen solchen Befall ist ebenfalls nichts bekannt.

Berichte über Funde von *Rhabdochona* sp. in der Ostsee lagen bisher ebenfalls nicht vor. Er trat am Untersuchungsort bei *Pomatoschistus pictus* auf. *Rhabdochona* kommt vorwiegend in Süßwasserfischen vor, ist aber bei marinen Arten ebenfalls bekannt (BAUER 1987). *Rhabdochona* ist weltweit verbreitet und Literaturangaben zufolge auch in Gobiidae zu finden (z.B. MUZZALL et al. 1995). Der Nematode *Cucullanus cirratus* wurde bei Flundern in der Pommerschen Bucht gefunden (PLASESKI et al., pers. Mitt.), nutzt aber hauptsächlich Gadiformes als Endwirte (BAUER 1987). Bemerkenswert war hier weiterhin das Auftreten der Nematoda sp.2, welche alle Merkmale einer Camallanidae enthielt. Camallanidae gelten jedoch als reine Süßwasserarten. Auch das Vorkommen von Cestoden der Caryophyllidea bei *P. microps* in den letzten Untersuchungsjahren ist in dieser Hinsicht auffällig, da Caryophyllidea sonst bei Cypriniformes im Süßwasser beschrieben werden. Dabei kann nach BAUER (1987) die Entwicklung einiger Caryophylliden wie *Caryophyllaeus*, *Archigetes*, *Biacetabulum* und *Glaridacris* bis zu einer progenetischen Form innerhalb von Oligochaeten (erste Zwischenwirte) stattfinden. Ob eine solche Infektion auch im Brackwasser auftritt und von Oligochaeta zu *P. microps* übertragen wird, ist nicht bekannt; evtl. handelt es sich hier um die Infektion nach einer Wanderung von *P. microps* ins Süßwasser. In der mittleren Ostsee wurden von den Caryophyllidea nur *C. laticeps* bei Plötze und Blei festgestellt (PALM et al. 1999). Auch *Tylodelphys clavata* wird vor allem bei Süßwasserfischen beschrieben. Sie wurde hier vereinzelt in den wärmeren Monaten bei *G. flavescens* und *G. niger* gefunden. In der Ostsee wurde die Art bei Stichlingen festgestellt (BARZ 1997, ZANDER et al. 1999, ZANDER et al. 2002). BARZ (1997) stellte im Salzhaff *T. clavata* bei *G. aculeatus* mit Prävalenzen von 50% und Intensitäten von 5 fest. Dort wurde auch der Zwischenwirt *Limnaea truncatula* nachgewiesen, welcher in Bockholmwik allerdings fehlte. Dieses Vorkommen von Süßwasserarten weist auf einen Einfluss des Süßwassers auf die Struktur der Parasitozönosen des Untersuchungsgebietes hin.

Im Untersuchungsverlauf wurde eine Artenabnahme der Parasiten sowie starke Fluktuation und Verschiebung des Artenspektrums registriert, was auf einen instabilen Lebensraum hindeutet. Nur 9 Arten wurden in allen Untersuchungsjahren registriert, von denen sich 6 als eudominant zeigten. Während Arten wie *Glugea anomala*, *Lecithaster confusus*, *Capillaria* sp. u.a. nur 1998 vorkamen, traten andere wie z.B. *Magnibursatus caudofilamentosa*, *Tylodelphys clavata* und Nematoda sp. 2 nur 1999 auf. Im Jahr 2000 kamen wiederum 6 neue Arten (u.a. *Asymphylogora demeli*, *Aphalloides timmi*, *Hemiuirus luehei*) vor.

Nach HOLMES (1990) wirken auf die Ausbildung der Supragemeinschaft Filter, die eine Infektion hemmen. Als Filter fungieren beispielsweise die herrschenden abiotischen und zoogeographischen Faktoren eines Gebietes sowie die Wirtsgemeinschaft selbst. Menschenbedingte Störfaktoren wie Eutrophierung wirken besonders unvorhergesehen und plötzlich, so dass die Organismen zunächst keine Gelegenheit haben, sich den drastischen Veränderungen anzupassen (ZANDER 1997).

Salinität und zoogeographische Faktoren

Ein Vergleich dieser Studie mit den Angaben anderer Untersuchungen aus der westlichen Ostsee zeigt für Bockholmwik ein höheres Parasitenspektrum mit niedrigeren mittleren Prävalenzen und Intensitäten. Dies steht in Einklang mit der Brackwasserregel von REMANE (1958), wonach eine Artenzunahme mit zunehmendem Salzgehalt stattfindet. Eine höhere Anzahl potenzieller Wirtsarten bietet zugleich eine höhere Anzahl potenziell realisierbarer Nischen bzw. bedingt ein höheres Parasitenspektrum. Die Differenzen in den verschiedenen Lokalitäten resultieren aber auch aus deren unterschiedlichen topo- und hydrografischen Gegebenheiten, welche differierende Biotope und Biozönosen bedingen. Im Gegensatz zum Salzhaff (ZANDER et al. 1999) steht Bockholmwik unter stärkerem Einfluss des offenen Meeres (Zuströmung verändert das ökologische Milieu), die Zwischenwirtspopulationen weisen niedrigere Dichten auf und dementsprechend kommen niedrigere Befallsraten zustande. Auch der spärlichere *Zostera*-Bewuchs in Bockholmwik schafft schlechtere Bedingungen für die Entwicklung der Lebensgemeinschaften als beispielsweise das dichtere *Phythal* im Salzhaff. In der Orther Bucht wurde ebenfalls ein geringeres Parasitenspektrum mit höheren Prävalenzen bei größeren Dichten der Zwischenwirtspopulationen (KOÇOĞLU 1998, SKROBLIES 1998, STROHBACH 1999) als in der vorliegenden Arbeit registriert. Der in Bockholmwik festgestellte geringe Befall innerhalb der Crustacea, Anelida und Bivalvia wird auch auf die Wachstumsdynamik dieser Populationen zurückgeführt. In Bereichen, in denen diese Lebensgemeinschaften hauptsächlich von Rekruten und weniger von adulten, langlebigen Tieren dominiert werden, können sich die Parasiten schwer etablieren. Bei geringer Dichte adulter Wirte wird die Übertragungswahrscheinlichkeit der freien Stadien herabgesetzt und die unbefallenen juvenilen Tiere treiben die Prävalenzen und Befalldichten nach unten. Sicherlich spielt auch die Methodik der Probenahme eine wichtige Rolle. Bei lebenden Organismen können Parasitenstadien nicht übersehen werden; dies erlaubte allerdings nicht immer am Ort fixierte Wirtsorganismen. Das beste Beispiel dafür bieten die Polychaeta, welche beispielsweise als Zwischenwirte von *Asymphylogora demeli*

dienen. Letztere wurden innerhalb vorhandener Polychaeta in Fischmägen gefunden. Im fixierten Material verlieren sie sich allerdings innerhalb des verhärteten Polychaeta-Gewebes. Die Exemplare von *A. demeli* waren sehr klein und es kann nicht ausgeschlossen werden, dass sie in den anderen Proben übersehen wurden.

Organismen, die unter besonderen Stressfaktoren stehen, werden für einen Befall anfälliger wie beispielsweise der während dieser Arbeit festgestellte Befall von Microphallidae-Metacercarien bei *Potamopyrgus jenkinsi*. Dies wird als zufällige Infektion unter Stress angesehen, denn das Vorkommen von *P. jenkinsi* bei diesen hohen Salinitäten ist eher untypisch. Dieser in der Ostsee vorkommende Neozoe weist generell kaum einen Befall auf (ZANDER & REIMER 2002). In seinen heimischen Süßgewässern in Neuseeland wird *P. jenkinsi* allerdings von Microphalliden mit Prävalenzen von über 50% (JOKELA & LIVELY 1995) befallen. Die Ostsee ist aber ein gestresster Lebensraum, in dem sich abiotische Bedingungen fortwährend verändern und engere Beziehungen zwischen Parasit und Wirt schwer aufgebaut werden können.

Abwehrsystem der Wirte

Ein regulierender Filter, der eine Infektion hemmt, kann die Immunabwehr der Wirte sein. *P. minutus* und *S. spinachia* beispielsweise verfügen vermutlich über ein stärkeres Abwehrsystem als die übrigen Wirte. *P. minutus* wies einen geringeren Mehrfachbefall als die übrigen Fischwirte auf; Exemplare mit besserem Konditionsfaktor wurden zudem von weniger Parasitenarten befallen. ZANDER (1998) stellte bei *P. minutus* aus Dahmeshöved zwar das größte Parasitenspektrum fest, er wies allerdings die geringsten Prävalenzen auf. ZANDER (1998) vermutet ein unspezifisches aber wirksames Abwehrsystem von *P. minutus* im Vergleich zu den übrigen Gobiidae. In diesem Zusammenhang ist auch der fehlende Befall von *Hemiurus communis* bei *S. spinachia* auffällig, obwohl Calanoiden wichtige Nahrungskomponenten sind und diese *H. communis* bis zum Metacercarien-Stadium enthalten. Nach DOGIEL (1962) ist die artliche Immunität der Wirte solider als die individuelle, welche vom physiologischen Zustand (Hunger, Erschöpfung u. a.) der einzelnen Wirtsindividuen abhängt und eine Infektion erleichtern.

Eutrophierung

Die Supragemeinschaft am Untersuchungsort enthielt etwa 52% Digenea-Taxa. Digene dominierten während der gesamten Untersuchungszeit. Nach HOLMES & BARTOLI (1993) ist ein Überhang von Digenea in einem Lebensraum wegen der komplizierteren

Lebenszyklen mit zwei freilebenden Stadien und vorwiegend zwei Zwischenwirten als Indikator einer günstigen Gewässergüte anzusehen. Außerdem zeigte sich eine Dominanz autogener Arten gegenüber allogenen. 56% der Arten werden hier zu den Autogenen gezählt und nur 36% der Arten sind allogene Spezies. Nach ESCH (1971) weist Fehlen oder geringes Vorkommen von allogenen Parasitenarten in einem Lebensraum auf Oligotrophie hin, da in solchen Lebensräumen wenig Nährstoffe für die Zwischenwirte vorhanden sind. Die geringe Präsenz von Zwischenwirten zieht wiederum weniger Vögel als Endwirte an, wodurch den allogenen Parasiten die Existenzgrundlage entzogen wird. In eutrophierten Gewässern wurde hingegen ein Überwiegen von allogenen Arten festgestellt (WISNIEWSKI 1958, ESCH 1971). Autogene Arten sind ein Indiz für eine höhere Stabilität eines Lebensraumes (ESCH et. al 1988). Entsprechend könnten sowohl die Dominanz der Digenea als auch die der autogenen Arten zunächst auf gute vorherrschende Bedingungen und auf eine relative Stabilität des Lebensraumes hindeuten. Eine detailliertere Analyse der Verteilung der allogenen und autogenen Arten im Untersuchungszeitraum offenbart jedoch zeitliche Fluktuationen dieser Kategorien (Abb. 59). Die Dominanz autogener Arten ging einher mit einer hohen Salinität, was auf einen Zufluss befallener Wirte (vor allem vom Fischen) aus dem offenen Meer hindeuten könnte. Zudem überwogen die autogenen Arten bei geringer Hydrobien-Dichte und niedrigem Sauerstoffgehalt (z.B. September und Oktober 1999) bzw. hoher Sauerstoffzehrung im Wasser (Juni 2000). Nach ZANDER & REIMER (2002) nimmt in extrem eutrophierten Gewässern ebenfalls die Anzahl der allogenen Arten ab. Eutrophierte Gewässer zeichnen sich durch eine reiche Entwicklung von Wirbellosen aus, wohingegen diese in extrem eutrophierten Gewässern ggf. unter Sauerstoffmangel leiden und somit zu Populationszusammenbrüchen führen können. Demzufolge wechselte während der Untersuchungszeit bei Bockholmwik der eutrophierte Zustand zu einer extrem eutrophierten Situation. Der Bodenlebensraum verschlechterte sich, das Substrat verschlammte zunehmend, die H₂S-Bildung erhöhte sich und die *Hydrobia*-Populationen nahmen ab bzw. brachen zusammen. Dabei stellen die Gastropoda am Untersuchungsort wichtige Glieder in den Entwicklungswegen vor allem allogener Parasiten dar (Gastropoda wurden hier vorwiegend von Parasitenarten befallen, deren Endwirte Vögel darstellen). Auch die hohe mikrobielle Aktivität und der Zuwachs von *Ectocarpus* sp. und *Enteromorpha* sp. im Sublitoral zum Untersuchungsende weisen auf angestiegene Nährstoffkonzentrationen und starke organische Verschmutzung hin. Das Vorkommen von Ektoparasiten, welche keinen Wirtswechsel durchführen und deren Existenz überwiegend in eutrophierten Gewässern beschrieben wird (z.B. *Glossatella* sp., *Gyrodactylus* spp.), lässt

auch die Annahme zu, dass die Flensburger Förde ein eutrophiertes instabiles Gewässer mit Phasen von extremer Eutrophierung darstellt.

Die Einteilung der Arten in Parasiten benthischer oder planktischer Herkunft (je nach dem Vorkommen der genutzten Zwischenwirte - ZANDER & KESTING 1996) zeigt hier eine stete Dominanz von benthischen Parasitenarten (Abb. 59). Im Bereich der Schlei konnten KESTING & ZANDER (2000) anhand dieser Trennung und durch die beobachtete Dominanz planktischer Arten den schlechten Zustand des benthischen Lebensraumes nachweisen. Eine deutliche Dominanz planktischer Arten beschreibt einen hohen Eutrophierungsgrad eines Gewässers, in dem das Benthos praktisch azoisch wird. Zunächst erzeugt eine starke Algenvermehrung dichte Populationen von Weidegängern (Gastropoda und benthische Krebse). Diese werden dann leichter als Wirte infiziert und rufen demzufolge eine zeitliche Dominanz benthischer Parasitenarten hervor (ZANDER 2002). Insgesamt waren in Bockholmwik 59% der Arten benthischer Herkunft. 18% der Arten zeigten hinsichtlich ihrer Herkunft eine Überschneidung und nur 15% der Parasitenarten waren planktisch. Die Herkunft von 8% der Arten ist unbekannt. Auffällig erscheint hier die tendenzielle Abnahme der benthischen Arten während der Untersuchungszeit, was auch als eine zunehmende Verschlechterung des Bodenlebensraumes interpretiert wird. In Gebieten wie Bockholmwik, in denen ein leichter Zugang zum offenen Meer vorhanden ist, kommt aber wahrscheinlich eine schnellere Erholung des Bodenlebensraumes zustande als in geschlosseneren Gewässern. Dadurch kommt eine lange Dominanz planktischer Arten nicht zustande, weil auch ein Zustrom infizierter Wirte oder infizierfähiger Stadien möglich ist.

Für die Strukturierung einer Parasitozönose sind nach WISNIEWSKI (1958) der Gewässercharakter und vor allem der Eutrophierungsgrad die am stärksten beeinflussenden Faktoren. Nach CHUBB (1970) ist die Anwesenheit geeigneter Zwischenwirte determinierend. ESCH (1971) sah die Art der Räuber-Beute-Beziehung als den entscheidenden Faktor für die Artenzusammensetzung an. WOOTTON (1973) wiederum betrachtet die vorkommenden Fischarten als die hauptsächliche Determinante. Als Grund nannte er die ähnlichen Parasitozönosen, die die Fische unabhängig vom Eutrophierungsgrad eines Gewässers enthalten würden. Offenbar sind alle dargestellten Theorien für dieses Gewässer gültig und die Strukturierung der Supragemeinschaft wird nicht von einem oder wenigen Faktoren, sondern von mehreren Bedingungen zusammen bestimmt. Als Folge fortschreitender Eutrophierung stellt der benthische Lebensraum kein optimales Medium für potenzielle Zwischenwirte dar, dies gilt vor allem für Gastropoda und

benthische Crustaceen. Durch die Topografie und Hydrographie des Gewässers kommt es zu einer steten Einwanderung weiterer Wirte und Parasiten, und auch durch Vögel wird ein Eintrag neuer Parasiten möglich. Die Räuber-Beute-Beziehung spielt eine sehr bedeutende Rolle, da durch die Nahrungskette etwa 50% der vorkommenden Arten übertragen werden. Die Struktur einer Supragemeinschaft ist dann nicht stabil und ist den biotischen und abiotischen Veränderungen im Ökosystem unterworfen.

4.3.2. Gildengemeinschaften

Die Gildengemeinschaft umfasst alle Parasitenpopulationen einer Wirtsgilde (ZANDER 1997). In dieser Stufe werden die Dominanzen der einzelnen Parasitenarten bei verschiedenen Wirtsarten verglichen. Erkennbar wird hier u.a., welche Parasiten „Generalisten“ oder „Spezialisten“ sind. Als Gilde bezeichnete ROOT (1967) eine funktionelle Artengruppe mit ähnlichen Nischenansprüchen. Sie sind häufig phylogenetisch nicht miteinander verwandt. Wenn sie im gleichen Ökosystem auftreten, können sie sich als lokale Gilde Konkurrenz machen (FAUTH et. al 1996). Nach dieser Definition werden die planktischen Copepoden, die benthischen Crustaceen, die Hydrobien und alle untersuchten Fische jeweils als eigene lokale Gilde betrachtet.

Die Copepodengilde in Bockholmwik wurde vorwiegend von Digenen und Cestoden, weniger von Nematoden befallen. Im Vergleich stellte STROHBACH (1999) in Blank Eck und Dahmeshöved keinen Digenenbefall bei Copepoden fest, dort traten vorwiegend Cestoden und Nematoden auf. Solche geografischen Unterschiede werden auf die lokale Dominanz der Wirtsarten zurückgeführt. STROHBACH (1999) stellte eine Dominanz der *Acartia*-Arten fest, in Bockholmwik dominierte hingegen *Oithona similis* über die *Acartia*-Arten. Wahrscheinlich nehmen größer werdende Wirte öfter Oncosphaeren- und Nematoda-Larven auf und auch Cercarien verschiedener Digenen finden diese Wirte leichter. Darauf deuten die höheren Prävalenzen größerer Arten wie *A. tonsa*, *Centropages hamatus* und *Temora longicornis* trotz niedriger Abundanzen (Abb. 13) hin. Die Struktur der Gildengemeinschaft hängt dann von der Struktur der Wirtsgilde (Alter, Dominanzen und Dichte) und der Dichte der Infektionsstadien (höhere Dichte bedingt einen höheren Infektionserfolg) ab. Auffällig erscheint in Bockholmwik der Befall von Cestoden bei *Oithona*-Arten zum Probenbeginn. Nach STROHBACH (1991, 1999) weisen cyclopoide Copepoda in der Ostsee aufgrund ihrer geringeren Größe keinen Befall mit Cestoden auf. Offenbar sind sie durchaus in der Lage, kleinere Korazidien (z.B. von *Proteocephalus gobiorum*, deren Oncosphaera-Größe 13-14 µm beträgt - BAUER 1987) oral aufzunehmen, denn auch GOLLASCH (1992) registrierte bei *Oithona* aus der Ostsee-

förde Schlei einen Befall von Cestoden und stellte bei *O. similis* sogar den höchsten Cestodenbefall innerhalb planktischer Copepoden fest.

Innerhalb der Hydrobiengilde zeigten die Hydrobien aus dem Uferbereich ein höheres Parasitenspektrum (20 Taxa) als im Sublitoral (14 Parasitentaxa). Dies hängt wahrscheinlich mit der stärkeren Ansammlung der Vogel-Endwirte zusammen, welche eine höhere parasitische Eidichte mit größerem Infektionserfolg als im Sublitoral ermöglicht. Zudem wurden die Hydrobien im Uferbereich etwas größer als im Sublitoral (Abb.19). Ein Vergleich mit den Daten von STROHBACH (1999) zeigt für die Hydrobiengilden von Dahmeshöved und Westerbergen ein niedrigeres Parasitenspektrum, wengleich in Bockholmwik fünf Digene (*Asymphylogora demeli*, *Aphalloides timmi*, *Cercaria oensis*, *Cercaria microphallidarum* und *Cercaria himasthlinarum*) bei den Hydrobien nicht festgestellt wurden. Auch die Littorinen enthielten in Bockholmwik ein größeres Parasitenspektrum als die von Blank Eck und Westerbergen. Dort fehlten *Psilochasmus oxyurus* und *Cryptocotyle concavum*. Die Analyse der Dominanzstrukturen in den Gastropoden im Untersuchungsbereich zeigt ein Überwiegen ökologisch unbedeutender Arten (seltene bzw. subrezedente), keine Art erreichte den Status einer Kernart.

Das Verhältnis von Generalisten zu Spezialisten in Parasitenzönosen kann Rückschlüsse auf koevolutive Prozesse und somit auf das Alter eines Lebensraumes liefern (PRICE 1980, ESCH et al. 1990, ZANDER 1997). Nach GINEZINSKAJA (1968) weisen Digene eine hohe Spezifität gegenüber ihren ersten Zwischenwirten Gastropoda auf. Cestoden und Nematoden zeigen eher eine Endwirtsspezifität und Acanthocephalen gelten allgemein als unspezialisiert. Die Mehrheit der gefundenen Parasitenarten innerhalb der Gastropoden in Bockholmwik gilt als Generalist. Eine Parasitenart oder -familie kann sich dabei spezifisch an einer Familie, Ordnung oder Gattung von Wirten zeigen (GINEZINSKAJA 1968). Eine Spezifität zeigten hier die Notocotylidae spp. und Metacercarie sp. I bei *H. ulvae*. Die *Hismathla*-Arten zeigen nur eine Gattungsspezifität zu *Hydrobia*; *Hismathla*-Arten befallen in der Nordsee allerdings ebenfalls Littorinen. *Microphallus pygmeus*, *Cryptocotyle lingua* und *Podocotyle atomon* gelten allgemein als Spezialisten von Littorinen (USPENSKAJA 1965, YAMAGUTI 1975); hier wurden sie bei *L. saxatilis f. tenebrosa* festgestellt. *P. atomon* befällt in der Nordsee vorwiegend *L. saxatilis*, in der Ostsee wird sie auch bei *L. littorea* gefunden (ZANDER & REIMER 2002). *C. concavum* weist in Bockholmwik eine Aufhebung seiner Gattungsspezifität bei *Hydrobia*-Arten auf, er befiel auch *L. saxatilis f. tenebrosa*. Nach GINEZINSKAJA (1968) nutzen einige Digene in Ökosystemen, in denen ihre spezifischen ersten Zwischenwirte fehlen, auch andere

Wirtsarten. So können sich regionale und nach BUSH et al. (2001) sogar lokale Wirtsspezifitäten bilden. Innerhalb benthischer Crustaceen wurde zwar ein höherer Befall bei *Gammarus salinus* bzw. bei *Idothea balthica* beobachtet, die Parasiten dieser Wirtsgilde zeigen sich dennoch als Generalisten. Auch in anderen Gebieten der westlichen Ostsee beschreiben DIETEL (1997), SKROBLIES (1998), STROHBACH (1999) u.a. die Parasiten benthischer Crustaceen als Generalisten. Alle im Phythal der Flensburger Förde angetroffenen Parasiten können bezüglich ihrer 2. Zwischenwirte als Generalisten bezeichnet werden (DETLOFF 2000).

So ist die Spezifitätsbeziehung zwischen Parasit und Wirt nicht stabil, hierbei spielen auch geografische Bedingungen eine wichtige Rolle. HOLMES & PRICE (1986) stellten einen Zusammenhang zwischen der Art der Parasitenübertragung und dem Grad der Spezifität her: „Aktive Kolonisten“ (suchen den Wirt aktiv auf) können nach ihrer genetischen Grundinformation wählen und somit einen hohen Grad an Spezifität ausbilden, ohne ihren Fortbestand zu riskieren. „Passive Kolonisten“ (werden zufällig als freie Stadien oder mit der Nahrung aufgenommen) jedoch besitzen nicht diese Wahlmöglichkeit und beim Befall ungeeigneter Wirte müssten sie eine Unterbrechung ihres Entwicklungszyklus hinnehmen. Aus diesem Grund sind „passive Kolonisten“ häufig „Generalisten“, um die Chance einer Weiterentwicklung zu erhöhen. Nach KESTING (1996) kommen passive Kolonisten, die gleichzeitig Spezialisten sind, in gestörten, instabilen Ökosystemen selten vor, da unter diesen Umständen die Aufrechterhaltung ihrer Art zu schwierig ist.

Die Fischgilde in Bockholmwik war von 44 Parasitentaxa befallen. Hier erreichten fünf Parasitenarten den Status von Kernarten. Insbesondere *Hemiurus communis* erreichte häufig den Status einer Kernart, was mit der Plankton-Ernährung seiner Wirte (*Pomatoschistus minutus*, *Syngnathus typhle* und *Gasterosteus aculeatus*) zu begründen ist. Der Kernarten-Status von *C. concavum* und *C. lingua* ist auf die Lebensweise ihrer Wirte (*Gobius niger* und *Pomatoschistus microps*) zurückzuführen. Mit der planktischen Lebensweise von *G. aculeatus* und *Spinachia spinachia* ist ebenfalls die Stellung von *Gyrodactylus* sp. als Kernart dieser Fische zu erklären. Wie wichtig der Befallsgrad der Zwischenwirte ist, zeigt *P. atomon*, der bei *Gobiusculus flavescens* und *S. spinachia* lediglich einen Status als Sekundärart erreichte. Generell konzentriert sich die Mehrheit der Parasitenarten auch in dieser Gilde auf die ökologisch weniger relevanten Stufen. Zudem war innerhalb der Fischgilde eine Dominanz der Generalisten über die Spezialisten festzustellen. Nach ZANDER (1996) ist der hohe Anteil an Generalisten für die Ost-

see typisch und Anzeige eines verhältnismäßig jungen Lebensraumes, in dem wenige Spezialisierungen bzw. koevolutive Prozesse erfolgen konnten.

Als Spezialisten gelten bei *Gasterosteus aculeatus* *Glugea anomala*, *Magnibursatus caudofilamentosa* und *Thersitina gasterostei*, bei *P. microps* *Aphalloides timmi*. *A. timmi* gilt zudem als echte Brackwasserart (REIMER 1995, ZANDER & REIMER 2002). Nach REIMER (1995) gehört er zu den Parasiten, die durch die Eutrophierung im Flachwasserbereich begünstigt werden. Adulte *A. timmi* wurden nur in der Leibeshöhle von *P. microps* gefunden, meistens trat er encystiert im Augenbereich seiner Wirte auf. Vermutlich ist *A. timmi* nur in seinem Hauptwirt und Hauptmikrohabitat in der Lage, zum adulten Tier heranzureifen; KOÇOĞLU (1998) fand Cysten in den Nieren von *P. microps*, dabei fand sie den Parasit mit deutlich höheren Prävalenzen und Intensitäten als am Untersuchungsort. Dies stellten REIMER et al. (1996), ZANDER & KESTING (1996), ZANDER et al. (1999) auch in anderen Gebieten der westlichen Ostsee fest.

Bunocotyle cingulata wiederum gilt als Spezialist von *Pungitius pungitius*, in Bockholmwick befiel die Art *G. flavescens* vereinzelt und mit geringer Prävalenz. Der in der Ostsee endemische *Acanthostomum balthicum* wird von Gobiidae auf seinen spezifischen Endwirt *S. typhle* übertragen (ZANDER & REIMER 2002); im Untersuchungsgebiet befiel er ausschließlich *P. microps*. Familien-spezifisch war in der Fischgilde *Proteocephalus gobiorum* für Gobiidae. Dabei erreichte *P. gobiorum* in *P. microps* seine höchste Prävalenz, seine höchste Intensität jedoch bei *G. niger*, was durch dessen längere Lebensdauer und die damit verbundenen höheren Akkumulationsmöglichkeiten zu erklären ist.

Innerhalb von Kleinfischen aus sechs unterschiedlichen Lokalitäten der westlichen Ostsee wies ZANDER (2002) anhand der Korrelation von Prävalenz und Zahl der Wirte Übereinstimmungen mit dem Grad der Eutrophierung nach. Demnach erwiesen sich besonders Salzhaff und Bockholmwick als extrem eutrophiert. Dies wird in dieser Arbeit bestätigt. Während eine negative Korrelation auf ein häufigeres Vorkommen von Spezialisten gegenüber Generalisten hinweist, deutet eine positive Korrelation auf eine Eutrophierung hin (ZANDER 2002). Auffällig ist in Bockholmwick der etwas größere Abstand des Nullpunktes zur x-Achse (1,4) als im Salzhaff (1,1), was auf eine höhere Polyxenie der Parasitenarten in Bockholmwick hinweist. Nach ZANDER & REIMER (2002) haben Parasiten in extremen Umwelten wie Brackwasser bessere Existenzmöglichkeiten, wenn sie alternative Wege in ihrer ontogenetischen Entwicklung einschlagen.

4.3.3 Komponentengemeinschaften

Die Komponentengemeinschaft umfasst alle Parasitenpopulationen einer Wirtspopulation (ESCH et al. 1975, HOLMES & PRICE 1986). Aus diesem Grund ist sie meistens artreicher als die Infragemeinschaften selbst (ESCH et al. 1990). Hier kann das Parasitenspektrum, die Parasitendiversität einer Wirtsart und die Saisonalität deutlich werden.

Die Copepodapopulationen wiesen ein geringes Parasitenspektrum auf, was auch an der fehlenden Artenbestimmung innerhalb solcher frühen Entwicklungsstadien der Parasiten liegen kann. Eine Saisonalität der Komponentengemeinschaft ist bei diesen Wirten auf Grund der geringen Prävalenzen nicht feststellbar. Die Prävalenzen blieben unter 8% mit Ausnahme von *Oithona atlantica*, die durch ihre geringen Abundanz einen hohen Wert von 29% erreichte. Im Vergleich stellte STROHBACH (1999) in den Copepoden der Lübecker und Orther Bucht, bei höheren Dichten, Prävalenzen bis 25% fest.

Tab. 45: Umfang der Komponentengemeinschaften einiger Gastropoden in der südwestlichen Ostsee

Autor, Ort \ Wirt	<i>H. ulvae</i>	<i>H. neglecta</i>	<i>H. ventrosa</i>	<i>L. saxatilis f. tenebrosa</i>
KESTING (1992) Schlei	2	3	6	2
KESTING (1996) Schlei	0		1	
STROHBACH (1999) Lübecker Bucht, Orther Bucht	5 11	- 3	3 11	3 2
REIMER (1995) Wismar Bucht, Strelasund			10 8	
ZANDER et al. (2000) Mecklenburger Bucht	11		11	3
Flensburger Förde; diese Arbeit	17	12	11	5

Innerhalb der Hydrobien-Populationen wies *Hydrobia ulvae* einen stärkeren Befall mit großem Parasitenspektrum auf (mit 17 Taxa). Dies wird auf ihre höhere Dichte und ihr größeres Wachstum gegenüber dem übrigen Arten zurückgeführt. Dabei erreichten Hydrobien im Uferbereich eine höhere Prävalenz (8%) als im Sublitoral (5%). *H. ventrosa* wies im Uferbereich eine ähnliche Befallsrate wie *H. neglecta* auf, die Abundanzen waren aber deutlich niedriger und auch im Sublitoral zeigte *H. ventrosa* eine höhere Prävalenz als die anderen Hydrobien, was an einem schwächeren Abwehrsystem liegen könnte. Der fehlende Befall bei *H. neglecta* im Sublitoral wird auf ihre dort bestehende niedrigere Dichte und geringeres Wachstum zurückgeführt. Die Komponentengemeinschaften aller Gastropodapopulationen zeigen sich am Untersuchungsort artreicher gegenüber den von anderen Autoren in anderen Gebieten der südwestlichen Ostsee festgestellten (Tab. 45). Dies wird vor allem durch die höhere Anzahl von Microphallidae-

und *Hismasthla*-Arten am Untersuchungsort verursacht. Ein Vergleich mit den Daten von STROHBACH (1999) zeigt für die Lübecker und Orther Bucht zudem einen deutlich stärkeren Befall der Hydrobien mit hohen Prävalenzen (bis über 30%), was mit der dortigen höheren Wirtsdichte zu erklären ist. Nach REIMER (1982) nimmt die Parasitenartenzahl von Littorinen mit steigender Salinität zu. LAUCKNER (1986) konnte diese Tendenz in der Lübecker Bucht für *L. littorea* bestätigen.

Die größte Komponentengemeinschaft innerhalb der Fische zeigte *P. microps* mit 24 Taxa. Dies hängt mit seinem breiteren Nahrungsspektrum im Vergleich zu den übrigen Wirtsarten zusammen; zudem wurde er in höherer Individuenzahl gefangen. Seine benthische Lebensweise und Vorliebe für benthische Crustaceen bedingt einen Befall durch vorwiegend benthische Parasitenarten. *G. flavescens* lebt hingegen vorwiegend suprabenthisch (ZANDER 1997) und ernährt sich überwiegend von Calanoida. Aus diesem Grund wird er, wie hier festgestellt, hauptsächlich von Hemiuridae und Cestoda befallen. Parasiten, die aktiv in den Wirt eindringen, erreichen diesen Wirt seltener. *P. pictus* wird wahrscheinlich wegen seiner geringeren Größe im Vergleich zu den übrigen Wirtsarten und somit durch Aufnahme kleinerer, unbefallener Nahrung weniger befallen. *G. niger* enthielt 16 Parasitentaxa, inklusive *Magnibursatus caudofilamentosa*, der eigentlich Spezialist bei *G. aculeatus* ist. Solche seltenen Ausnahmen fanden bereits REIMER et al. (1996). Bei *G. niger* ist weiterhin ein höherer Nematodenbefall als bei den übrigen Fischwirten auffällig, der wie auch bei *P. flesus*, durch die benthische Ernährung und längere Lebensdauer dieser Wirte zu erklären ist. Eine längere Lebensdauer ermöglicht eine höhere Akkumulation und zugleich eine artenreichere Parasitenfauna.

Die Saisonalität des Befalls hängt mit der Altersstruktur und dem opportunistischen Nahrungserwerb der Fische zusammen. Höhere Prävalenzen erzielten die Komponentengemeinschaften im Sommer, die auf den höheren Befall der Zwischenwirte in diesen Monaten zurückzuführen sind. Die Komponentengemeinschaften stiegen mit zunehmender Größe und Alter der Wirte bis September an. Ab Herbst tritt durch das Absterben der älteren Wirtsindividuen eine Abnahme der Prävalenzen und eine Verarmung der Komponentengemeinschaften ein. Auch in anderen Regionen der Ostsee wird diese Saisonalität beobachtet (z.B. ZANDER 1997). Ein Vergleich der Komponentengemeinschaften der Kleinfische vom Untersuchungsort mit denen anderer Untersuchungsgebiete der westlichen Ostsee zeigt, dass vor allem *P. microps* in Bockholmwik eine deutlich höhere Anzahl von Parasitenspezies als in anderen Regionen beherbergt (Tab. 46), insbesondere von einigen Digenea- und Cestoda-Arten. Diese regionalen Unterschiede der

Komponentengemeinschaften stehen im Einklang mit der Brackwasserregel von REMANE (1958). Auch HOLMES (1990) weist auf variabelere und artenreichere Komponentengemeinschaften mariner Fische hin. Als Gründe sieht er die größere Vagilität der marinen Fauna und das breitere Wirtsspektrum mariner Parasitenarten. Im Salzhaff allerdings fand ZANDER (2003) ähnliche Werte wie in Bockholmwik; *G. flavescens* und *P. pictus* wiesen dort sogar höhere Parasitenspektren auf. Dies steht wiederum mit den dort vorkommenden höheren Wirtsdichten und Eutrophierungsgrad in Verbindung.

Tab. 46: Umfang der Komponentengemeinschaften von Kleinfischen in der südwestlichen Ostsee

Wirt Autor, Ort	<i>P. pictus</i>	<i>P. minutus</i>	<i>P. microps</i>	<i>G. flavescens</i>	<i>G. niger</i>	<i>P. flesus</i>	<i>S. typhle</i>	<i>G. aculeatus</i>	<i>S. spinachia</i>
ZANDER & WESTPHAL (1991) Schlei		5	8					10	
ZANDER & KESTING (1996) Kiel, Lübecker Bucht	4 3	7 10		9 8	5 6				
ZANDER (1998) Kiel, Lübecker Bucht	5 7	8 19	- 4	10 13	5 10				
KOÇOĞLU (1998) Orther Bucht			11			5		14	
ZANDER et al. (1999), Salzhaff		9	16	9	10		8	20	7
ZANDER (2003) Dahmeshöved, Salzhaff	22 -	20 -	- 24	18 -	14 -				
Diese Arbeit, Flensburger Förde	5	11	24	14	16	14	11	9	3

In ihren Komponentengemeinschaften zeigen die Fische eine sehr geringe Übereinstimmung. Eine hohe Identität zeigte sich nur bei *G. flavescens*/*G. aculeatus* und *G. flavescens*/*S. typhle*, was auf Ähnlichkeiten ihrer Lebensweise und Nahrung zurückgeführt wird (beide zeigten eine hohe Identität in ihren Nahrungskomponenten). *G. aculeatus* scheint vor allem Hemiuridae-Digenen durch häufige Aufnahme von Calanoiden zu akkumulieren; seine suprabenthische Lebensweise ermöglicht den Befall der gleichen Ektoparasiten wie bei *G. flavescens*. Ausgewogenheit in der Struktur ihrer Parasitengemeinschaften wiesen *P. pictus*, *P. minutus*, *P. flesus*, *G. aculeatus* und *S. spinachia* auf. Dabei gilt nach ESCH (1971) und SINDERMANN (1986) hohe, ausgewogene Artendiversität als Indikator für günstige Umweltbedingungen, umgekehrt nimmt mit zunehmender Belastung die Diversität der Parasitenarten ab. Diese Aussage bestätigte MÖLLER-BUCHNER (1987) anhand von parasitologischen Untersuchungen an Stichlingen aus Elbe und Eider. Sie stellte höhere Diversitäten in den Stichlingen aus der Eider als in denen aus der Elbe fest, welche durch Abwasser eine hohe Belastung aufwies. Auch ZANDER (1997, 2002) weist anhand langjähriger Untersuchungen an Kleinfischen der westlichen Ostsee auf diesen Zusammenhang hin. Diesbezüglich scheinen sich die

Umweltbedingungen in der Flensburger Förde für einige Fischwirte nicht negativ auszuwirken, im Gegensatz zu *P. microps*, *G. flavescens*, *G. niger* und *S. typhle*. *P. microps* zeigt aber in anderen Gebieten der westlichen Ostsee eine ausgewogene Parasitengemeinschaft (z.B. KOÇOĞLU 1998).

Innerhalb benthischer Lebensgemeinschaften wurden in anderen Regionen der westlichen Ostsee höhere Parasitenspektren als in Bockholmwik festgestellt. In der Lübecker und Orther Bucht wurden sogar Vertreter der Cestoda und Acanthocephala bei Amphipoden festgestellt (SKROBLIES 1998, STROHBACH 1999). Höhere Prävalenzen wiesen nicht nur Amphipoda und Isopoda aus anderen Gebieten der westlichen Ostsee (GOLLASCH 1992, DIETEL 1997, SKROBLIES 1998, STROHBACH 1999) auf, sondern auch bei *Mytilus edulis* aus der Ostseeförde Schlei konnte GOLLASCH (1992) über 20% Befall von *Himasthla interrupta* gegen max. 12,3% von *Himasthla* sp. bei *M. edulis* von Bockholmwik nachweisen. Der niedrige Befall dieser Lebensgemeinschaften wird, wie bereits beschrieben, auf ihre geringere Dichte und geringes Wachstum zurückgeführt. Die höheren Werte in den wärmeren Monaten werden vor allem auf die saisonale Agglomeration der Vogel-Endwirte zurückgeführt. Offenbar kommt es bei einer hohen Dichte von Eier und Miracidien zu einem Infektionserfolg, sogar bei geringem Vorkommen geeigneter Zwischenwirte.

4.3.4 Infragemeinschaften

Die Infragemeinschaft wird durch Auftreten, Art und Häufigkeit des Mehrfachbefalls analysiert. Hier werden die Präferenz von Mikrohabitaten und die Einnischung der Parasitenarten erkennbar. Auf dieser Stufe wird zudem interspezifische Konkurrenz oder Koexistenz der Parasitenarten in einem Wirt deutlich.

Für die Ausbildung von Parasitengemeinschaften bei der Besiedlung von Lebensräumen stellen HOLMES & PRICE (1986) die Wirte Inseln gleich, ausgehend von der Inseltheorie von MCARTHUR & WILSON (1963). Übertragen auf die Inseltheorie entspricht die Inselgröße der Wirtsgröße, demnach steigt die Anzahl der potenziellen Mikrohabitats mit der Größe des Wirtsindividuums. Gleichzeitig tritt bei größeren Inseln mit gleichem Isolationsgrad eine höhere Artenvielfalt auf, entsprechend nimmt zugleich mit der Größe der Wirte die Einwanderungsrate der Parasitenarten (ROHDE 1984) zu. Größere Wirte könnten demnach reichere Infragemeinschaften als kleinere Wirte enthalten.

Innerhalb der planktischen Copepoden trat nur bei *Acartia discaudata* Doppelbefall auf. Als hemmende Filter bei der Ausbildung einer Infragemeinschaft (HOLMES 1990) fun-

gieren Vorkommen, Erreichbarkeit und Größe sowie der physiologische Zustand des Wirtes selbst. Als hauptsächlicher Filter wirkt hier das Treffen auf einen geeigneten Wirt, das durch die hohe Dispersion der Copepoda im Wasser bei einer solchen niedrigen Dichte enorm erschwert wird. Die Chancen, den gleichen Wirt und damit gleichzeitig das gleiche Mikrohabitat zu besiedeln, sind gering. Bei einem Einfachbefall wird der Wirt nicht nur mechanisch (in seinem spezifischen Gewicht), sondern auch physiologisch (Immunabwehr) weniger beeinträchtigt. Andererseits ist anzunehmen, dass ein in seinen Fluchtreaktionen durch Infektion beeinträchtigter Copepoda als Beute besser zu erreichen ist und dadurch eine Übertragung erleichtert wird. Sicherlich würden mehrere Parasiten in einem Individuum dieser kleinen Wirte nicht nur unter einem hohen interspezifischen, sondern auch intraspezifischen Konkurrenzdruck stehen, da nach dem Ausschluss-Prinzip zwei Arten mit identischen ökologischen Ansprüchen nicht dieselbe Nische einnehmen können (GAUSE 1934). Dennoch kommt es manchmal zu einem Doppelbefall, wie etwa durch eine Metacercarie von *Hemiurus communis* und einem Procercoiden bei *A. discaudata* (Platte III, Fig.13). Eine Nischentrennung wird hier wahrscheinlich durch die Aufnahme verschiedener Nahrungssubstanzen ermöglicht. Nach GINEZINSKAJA (1968) speichern Digene vorwiegend Glycogen, Cestoden vorwiegend Fett und nur minimal Glycogen. Der Doppelbefall trat dabei im Oktober 1999 auf, als *A. discaudata* - wenn auch mit relativ niedriger Dichte - im Plankton dominierte.

Innerhalb der Gastropoda zeigten vorwiegend Individuen von *Hydrobia ulvae* und weniger *H. neglecta* einen mehrfachen Befall. Metacercarien verschiedener Microphallidae-Arten kamen gleichzeitig vor (hochwahrscheinlich treten diese Parasiten auch als Redien und Sporocysten in einem Wirt gleichzeitig auf, in diesen Stadien sind sie allerdings schwer zu unterscheiden). Bei einem Dreifach-Befall waren Cercarien von *Cryptocotyle concavum* beteiligt. Einen Mehrfachbefall in Hydrobien stellten ebenfalls andere Autoren in der westlichen Ostsee fest, so WENDLAND (1985), KREFT (1984, 1992) und KESTING (1992) in der Schlei von Microphallidae und Notocotylidae. STROHBACH (1999) fand verschiedentlich Mehrfachbefall bei Hydrobien in Westerbergen. Dabei ist das Vorkommen von Mehrfachbefall am Untersuchungsort im Vergleich zu diesen Angaben als eher gering einzustufen. Eine Korrelation zwischen Wirtsgröße und Prävalenz des Mehrfachbefalls ließ sich aufgrund des geringen Mehrfachbefalls nicht sicher nachweisen. In Blank Eck und Westerbergen fand STROHBACH (1999) keine Korrelation zwischen Hydrobiengröße und Prävalenz des Mehrfachbefalls. Der niedrige Mehrfachbefall vom Untersuchungsort hängt sicherlich mit der geringeren Hydrobiendichte zu-

sammen. Die Microphallidae-Arten sind innerhalb ihrer Wirte in der Lage zu koexistieren. Die Aufhebung einer interspezifischen Konkurrenz wird wahrscheinlich durch die schnelle Bildung von Ruhestadien (Metacercarien) gesichert. Auch *C. concavum* ist eine sehr erfolgreiche Art in der Ostsee und ein gleichzeitiges Vorkommen mit verschiedenen Digenenarten wurde bereits beschrieben (z.B. STROHBACH 1999). Nach GINEZINSKAJA (1968) ist ein Zweifachbefall von Partenitae bei Gastropoda sehr selten; noch sporadischer ist ein Befall von drei verschiedenartigen Partenitae. Nach ihren Angaben hängt ein Mehrfachbefall sehr stark von der Gewässergröße und den artspezifischen, antagonistischen Merkmalen der einzelnen Parasitenarten ab. Nach SOUSA (1990) und BUSH et al. (2001) kommt es bei einem gleichzeitigen Befall von vielen Parasitenarten bei Schnecken zu einer aktiven Konkurrenz und sogar zur Predation, bei der unterlegene Arten unterdrückt werden. Dies wurde hier aber nicht beobachtet. Ein Mehrfachbefall kam im Sommer und Herbst vor, was auf die höhere Ansammlung von Endwirten und die damit verbundene höhere Dichte der parasitischen Infektionsstadien zurückgeführt wird. Nach REIMER (2003) beherbergen die Endwirte Vögel reichere Infragemeinschaften als die Zwischenwirte, z.B. sind dort mehrere Microphallidae-Arten gleichzeitig vorzufinden. Dies bedeutet, dass infektiöse Eier verschiedener Arten zum gleichen Zeitpunkt ausgeschieden werden können.

Bei den Fischwirten waren die Infragemeinschaften artenreicher als bei Gastropoden. Durch die Existenz von mehr Mikrohabitaten, durch die längere Lebensdauer und die größere Mobilität dieser Wirte wird eine größere Anzahl potenziell realisierbarer Nischen zur Verfügung gestellt. Als wichtiger Filter wirken hier das Vorkommen infestierter Zwischenwirte, die Habitatswahl der Fischwirte sowie deren jeweilige Abwehrmechanismen. Eine Einnischung wird aber auch durch die intraspezifische Konkurrenz der Parasiten limitiert. Entsprechend der Inseltheorie stiegen hier die Infragemeinschaften mit zunehmender Wirtsgröße signifikant an. Ausnahme bildeten *P. minutus* mit niedrigem Mehrfachbefall und *G. aculeatus*, der nur in geringer Anzahl untersucht wurde. Die Zunahme des Mehrfachbefalls mit steigendem Konditionsfaktor bei der Mehrheit der Fischarten ist nur bei *P. microps* und *G. flavescens* statistisch gesichert. Für *S. spinachia* ergibt sich ein anderes Bild, da Individuen mit besserem Konditionsfaktor von weniger Parasitenarten befallen waren. Gleichzeitig nahm der K-Faktor dieses Fischwirtes mit zunehmender Körperlänge ab. Auch der höhere Mehrfachbefall von Weibchen ist vermutlich in ihrer größeren Körperlänge begründet: sie waren häufiger als die Männchen mehrfach befallen, trotz besseren Konditionsfaktoren. Einen hö-

heren Mehrfachbefall zeigten nur Männchen von *S. typhle* und *S. spinachia*, die eine größere Körperlänge als Weibchen erreichten (siehe Tab. IV, Anhang). Der hohe Mehrfachbefall bei *S. typhle*-Männchen könnte mit deren schwächeren Abwehrsystem während der Fortpflanzungsperiode zusammenhängen. Die Mehrheit der Fischarten zeigte Einzelbefall, nur *G. niger* wies vorwiegend Doppelbefall auf, was durch dessen längere Lebensdauer bedingt ist. Mehrfachbefall ist sicherlich aber auch von der Durchsetzungsfähigkeit bei interspezifischer Konkurrenz abhängig.

Die größte Infragemeinschaft (6 Arten) wies ein *P. microps* auf, bei dem *C. concavum* in den Nieren, *C. lingua* auf den Flossen, *Gyrodactylus* sp. auf den Kiemen, *Podocotyle atomon*, *Bothriocephalus scorpii* und *H. communis* im Magendarmtrakt einmal zusammen gefunden wurden. Auch der Magen-Darmtrakt bietet mehrere Mikrohabitate, die eine räumliche Trennung ermöglichen. *P. atomon* befindet sich hauptsächlich im Darm, *H. communis* im Magen und Enddarm, *B. scorpii* im Magen und Vorderdarm. Nach ZANDER (1997) kann *P. microps* durch seine einzigartige koevolutive Beziehung mit *C. concavum* mehr Parasitenarten Möglichkeiten zur Existenz bieten als die anderen Gobiiden, da nur bei diesem Wirt *C. concavum* zusätzlich die Nieren befällt. Auch am Untersuchungsort befiel *C. concavum* nur bei *P. microps* die Nieren, encystierte sich aber auch zahlreich im Augenbereich. Wahrscheinlich handelt es sich hier um die Eroberung eines neuen Mikrohabitats und damit eine Nischenerweiterung durch *C. concavum*. Dies würde sich nicht nur auf die Verringerung eines möglichen innerartlichen Konkurrenzdrucks sondern auch auf die Arterhaltung und Verbreitung des Parasiten vorteilhaft auswirken. Der Befall der Sehorgane könnte sich negativ auf die Fluchtreaktion des Wirtes gegenüber dem Räuber auswirken, was einen positiven Effekt für die Parasiten bedeutet, da sie schneller in ihre Endwirte gelangen könnten. Über einen Befall des Augenbereiches durch *C. concavum* wurde bis dato nicht berichtet.

Auch bei Mehrfachbefall von Ektoparasiten wurde meistens eine Besetzung verschiedener Mikrohabitate beobachtet (z.B. *Magnibursatus caudofilamentosa* am Kiemendeckel und *Gyrodactylus* sp. in Kiemenblättern von *Gasterosteus aculeatus*), wodurch eine direkte Raumkonkurrenz entfällt. Niedrige Infrapopulationen wiesen *Gyrodactylus* sp. und *Trichodina domerguei* bei gleichzeitigem Auftreten auf, während sie bei einer alleinigen Kiemenbesetzung deutlich höhere Infrapopulationen erreichten. Hier geht es aber vor allem um die Konkurrenz einer Haftungsfläche im Kiemenblatt. Wahrscheinlich kommt es bei den kleinen Fischen nicht zu einer Konkurrenz und Nischeneinengung, auch nicht bei den höheren Kombinationen, die häufig im Magen-Darmtrakt vor-

kommen (Tab.43), da der Magen-Darmtrakt einen Überfluss an Nahrungssubstanzen bietet. Zudem waren bei einigen großen Infragemeinschaften seltene Arten beteiligt (z.B. Nematoda sp. 2. mit dem häufigeren *Bothriocephalus* sp. im Magen von *P. flesus*, oder *Capillaria* sp. mit *H. aduncum* in *G. niger*). Darüber hinaus gelangen die Parasiten mit der Nahrung zuerst in den Magendarmtrakt, um sich nachfolgend ein geeigneteres Mikrohabitat zu suchen.

Tab. 43: Auswahl gefundener Parasiten-Kombinationen bei verschiedenen Fischwirten. Gattungsname siehe Tab. 20

Parasitenkombination	Wirt	Mikrohabitat
<i>Gyrodactylus/C. concavum/P. atomon</i>	<i>P. microps</i>	Kiemen/Nieren/Darm
<i>C. concavum/H. communis/Proteocephalus</i>	<i>P. microps</i>	Nieren/Magen/Magen
<i>C. concavum/C. lingua/H. aduncum/capillaria</i> sp.	<i>G. niger</i>	Haut/Haut/Magen/Magen
<i>A. arctica/Contracaecum</i> sp./ <i>C. lingua</i>	<i>G. niger</i>	Darmwand/Magen/Muskulatur
<i>A. simplex/ C. minutus</i>	<i>P. minutus</i>	Mesenterium/Magen
<i>Gyrodactylus/T. domerguei/C. lingua</i>	<i>G.</i>	Kiemen/Kiemen/Haut
<i>P. atomon/H. communis</i>	<i>flavescens</i>	Darm/Magen
<i>T. gasterostei/G. anomala/H. aduncum/ H. communis</i>	<i>G. aculeatus</i>	Kiemen/Oberlippe/Magen/Magen
<i>L. confusus/B. crenatus</i>	<i>P. pictus</i>	Magen/Magen
<i>T. domerguei/C. cirratus/</i> <i>C. osculatum/H. communis/Bothriocephalus</i> sp.	<i>P. flesus</i>	Kiemen/Magen/Magen/ Magen/Magen
<i>C. lingua/C. concavum/P. atomon/</i> <i>H. communis/ Fellodistomatidae</i> sp.	<i>S. typhle</i>	Flossen/Augen/Magen/ Magen/Magen
<i>Gyrodactylus/C. lingua/P. atomon</i>	<i>S. spinachia</i>	Kiemen/Flossen/Darm

Infragemeinschaften aus anderen Gebieten der Ostsee waren artenreicher als die aus Bockholmwik (Tab. 44). ZANDER (1997) z.B. stellte bei *P. microps* der Wismarer Bucht einen siebenfachen Befall fest. In der Schlei fand allerdings KESTING (1996) bei diesem Wirt kleinere Infragemeinschaften (Dreifachbefall); in Dahmeshöved beschrieb ZANDER (1998b) noch artenärmere Infragemeinschaften (Zweifachbefall). Der Grund liegt in dem unterschiedlichen Vorkommen von Zwischenwirten und deren Infektionsgrad, was wiederum mit den herrschenden Umweltbedingungen zusammenhängt. So limitiert Eutrophierung die Dichte der benthischen Zwischenwirtpopulationen (KESTING 1996, ZANDER 1998a) und somit ebenfalls die Parasitendichte. In diesem Zusammenhang zeigt sich das Ökosystem Flensburger Förde mit größeren Infragemeinschaften als in der Schlei und Dahmeshöved als weniger belastet, was vor allem durch seine Topo- und Hydrografie bedingt ist. Zu bemerken ist allerdings, dass ZANDER (2002) in Dahmeshöved in späteren Untersuchungen eine niedrigere Eutrophierung als in Bockholmwik feststellte. Innerhalb der übrigen benthischen Lebensgemeinschaften fehlte ein Mehrfachbefall und im Vergleich zu anderen Regionen der westlichen Ostsee sind die Infra-

gemeinschaften von Bockholmwik sehr niedrig. DETLOFF (2000) fand zwar einen häufigeren Befall mit etwas höheren Prävalenzen bei Gammaridae und Idoteidae des Phythals als die selbst ermittelten, aber auch dort stellte er maximal einen Doppelbefall (mit Prävalenz von 10%) fest. Im Gegensatz dazu stellte DIETEL (1997) in der Wismarer Bucht bis zu 5 Arten bei benthischen Crustaceen fest. SKROBLIES (1998) konnte bei Gammariden der Orther Bucht einen 4-fachen Befall nachweisen. Nur in der Schlei fand GOLLASCH (1992) bei geringen Prävalenzen (3,5%) maximal einen Doppelbefall bei Isopoda. Dieser höhere Befall hängt mit der höheren Dichte der geeigneten Wirte (Altersstruktur) in den verschiedenen Regionen zusammen.

Tab. 44: Vergleich der Parasiten-Infragemeinschaften (Anzahl gleichzeitig auftretender Parasitenarten) bei Kleinfischen aus verschiedenen Lokalitäten der westlichen Ostsee

Wirt Autor, Ort	<i>P.</i> <i>pictus</i>	<i>P.</i> <i>minutus</i>	<i>P.</i> <i>microps</i>	<i>G.</i> <i>flavescens</i>	<i>G.</i> <i>niger</i>	<i>P.</i> <i>flesus</i>	<i>S.</i> <i>typhle</i>	<i>G.</i> <i>aculeatus</i>	<i>S.</i> <i>spinachia</i>
KESTING (1996) Schlei		2	3					2	
ZANDER (1997, 1998a), BARZ (1997) Wismar Bucht		8	7	6				9	4
ZANDER (1998a) Blank Eck Dahmeshöved	2	3		2 3	2 3				
ZANDER (1998b) Blank Eck Dahmeshöved	2 3	2 3		2 3	2 4				
KOÇOĞLU (1998) Orther Bucht			5			3		7	
ZANDER (2004) Blank Eck, Dahmeshöved, Salzhaff	5	5	8	5	5				
Diese Arbeit Flensburger Förde	2	2	6	5	4	5	5	4	3

4.3.5 Suprapopulationen

In dieser Stufe werden alle Wirtspopulationen einer Parasitenart betrachtet; die Entwicklungswege der Parasiten werden hier verfolgt.

Sieben Parasitenarten haben einen direkten Entwicklungszyklus ohne Wirtswechsel, hierzu gehören alle gefundenen Vertreter der Protozoa und der Monogenea. Dabei ist der Befall von *Dactylogyrus* sp. bei *Pomatoschistus minutus* und *P. microps* auffällig, denn *Dactylogyrus*-Arten gelten hauptsächlich als Parasiten von Süßwasserfischen (Karpfenartige). Arten wie *D. iwanowi* begleiten die Wirte bei der Wanderung ins Meer, während gleichzeitig seine Eireife erfolgt (BYKHOWSKII 1957). Die Eier werden allerdings erst bei der Rückwanderung der Wirte ins Süßwasser abgegeben. Ob die ausgeschlüpften Larven auch bei höheren Salinitäten infektiös sind, ist unbekannt. Ein *Dacty-*

logyrus-Befall wurde bei *P. minutus* bei früheren Untersuchungen auch in niedrigeren Salinitäten bisher nicht berichtet. Ob in Bockholmwik ein Eintrag des Parasiten durch die Iskiersandau Aue stattfand, bleibt offen.

Die Mehrheit der gefundenen Parasitenarten hat einen indirekten Entwicklungszyklus und benötigt mehrere Zwischenwirte in ihrer Ontogenese. Planktische Copepoda werden von vielen Cestoden und manchen Nematoden hauptsächlich als erste Zwischenwirte benutzt, für Digene sind sie evtl. zweiter Zwischenwirt. Die Gastropoda spielen vor allem im Entwicklungszyklus vieler Digener eine wichtige Rolle. Sie stellen primär den ersten Zwischenwirt dar. Kleinfische sind für viele Parasiten zweite Zwischenwirte (z.B. *C. lingua*), von manchen werden sie nur als Transportwirte (z.B. *Anisakis simplex*) benutzt; anderen wiederum dienen sie als Endwirte (z.B. *Lecithaster confusus*). Der Nematode *Cucullanus cirratus* ist bis zur L₂-Larve freilebend und befällt direkt die Endwirte (Gadiformes, Pleuronectidae). Der Copepode *T. gasterostei* lebt bis zum 5. Copepodit-Stadium ebenfalls frei und parasitiert erst als befruchtetes Weibchen.

Nur von dem Digenen *Podocotyle atomon* konnte während dieser Studie der vollständige Entwicklungsweg verfolgt werden. Er befiel *L. saxatilis f. tenebrosa* als ersten Zwischenwirt, Gammaridae und *Idothea balthica* als zweite Zwischenwirte und alle Fischwirtsarten, die gleichzeitig Endwirte sein können. Hemiuridae wie *Brachyphallus crenatus* und *Hemiurus luehei* traten bereits als Adulte in den Fischwirten auf, andere wie *Bunocotyle cingulata* kamen zwar innerhalb der ersten Zwischenwirte Hydrobien vor, innerhalb der Calanoida fehlten sie allerdings; die Art wurde auch als unreifer Adult bei *G. flavescens* gefunden. Nur *Hemiurus communis* konnte bei den Copepoda identifiziert werden. Bemerkenswert ist hier sein Befall bei *P. flesus*, *P. microps* und *G. niger*, welche sich vorwiegend benthisch ernähren, was eine Übertragung während der planktischen Phase dieser Wirte vermuten lässt. Allerdings wies nur ein älteres *P. flesus*-Weibchen einen Befall auf und der Parasit fehlte bei juvenileren Exemplaren. Möglich wäre auch eine Übertragung durch andere Zwischenwirte. KØIE (1983) berichtet über Funde von *H. communis*-Metacercarien bei Chaetognathen und Ctenophoren. Geschlechtsreife Exemplare traten vorwiegend bei *G. flavescens* und *S. typhle* auf, häufiger waren aber junge Formen vorzufinden (entsprachen aber nicht vollständig der von GIBSON & BRAY (1986) beschriebenen morphologischen Form „B“). Bereits bei den Fischwirten traten u.a. *Aphalloides timmi* und *Acanthostomum balthicum* auf, ein Befall beim ersten Zwischenwirt *H. ulvae* (REIMER 1970, ZANDER et al. 2000) wurde nicht festgestellt.

Aufgrund der Funde in den Fischwirten wird bei den in Calanoida vorkommenden Pleurocercoiden von Cestoden eine Zugehörigkeit zu *Proteocephalus* und *Bothriocephalus* vermutet. Höchstwahrscheinlich handelt es sich um *Proteocephalus percae* und *P. gobiorum* oder aber um *Bothriocephalus scorpii*. Auch vereinzelte Exemplare von *Proteocephalus* sp. bei *P. microps* und *G. flavescens* sind wahrscheinlich *P. percae* zuzuordnen. *P. percae* ist eine sehr häufige Art im Ostseegebiet (MAKROWSKI 1933, REIMER 1970); andere wie *P. filicollis* und *P. ambiguus* wurden bei Stichlingen gefunden (PALM et al. 1999). Auch *B. scorpii* wurde in der westlichen Ostsee in einer Vielzahl von Fischarten gefunden (PALM et al. 1999). In Bockholmwik befiel er sporadisch *P. microps* und höchstwahrscheinlich gehören ebenfalls die als *Bothriocephalus* sp. beschriebenen Exemplare zu dieser Art. Eine andere in der Ostsee vorkommende Art *B. claviceps* ist nach REIMER (1970) für *Anguilla anguilla* spezifisch; er parasitiert aber auch andere marine Fische (BAUER 1987). Der *Bothriocephalus*-Befall bei adulten *P. microps* und *P. flesus*, für welche planktische Copepoden kaum eine Rolle als Nahrung spielten, lässt vermuten, dass die Fische während ihrer pelagischen larvalen Periode infiziert wurden. Die Suche nach einer Übertragung durch Harpacticoida blieb erfolglos. Es konnte in Harpacticoiden des Untersuchungsortes kein Cestoda-Befall nachgewiesen werden. In der Ostsee tritt außerdem noch *Abothrium gadi* auf, dessen Entwicklung aber nicht bekannt ist (FISCHER 1956, REIMER 1970).

Bei den vorkommenden Nematoden innerhalb der Calanoida handelt es sich höchstwahrscheinlich um *Contracecum* sp. oder *Hysterothylacium aduncum*. Beide können Calanoiden als Zwischenwirte nutzen (MARKOWSKI 1937, BAUER 1987, SVEDENSEN 1990, KØIE 1993a). In *P. flesus* und *S. typhle* wurde *C. osculatum* festgestellt. Nach PALM et al. (1999) kommt diese Art in der Ostsee vorwiegend in pelagischen Fischen vor. Bei den Drittlarven ist es sehr schwierig, eine definitive Artenbestimmung durchzuführen. Eine Zugehörigkeit zur Art *osculatum* wird bei *Contracecum* sp. vermutet. SCHÄPERCLAUS (1954) beschreibt das Vorkommen von *C. clavatum*, *C. incurvum* und *C. rigidum*, welchen Dorsche als Endwirt dienen. *Contracecum* sp. kam sowohl im ersten Zwischenwirt Gammaridae als auch bei Fischen sporadisch vor. Kleinfische sind entweder zweite Zwischenwirte oder paratenische Wirte. Auch bei Crustaceen des Phythals fand DETLOFF (2000) einen geringen Befall von *Contracecum* sp. *H. aduncum* parasitiert in der Ostsee bei verschiedensten Fischarten (PALM et al. 1999). In Bockholmwik ist er der häufigste Nematode. Auffällig ist sein fehlender Befall in Amphipoda als Zwischenwirt. Auch in Amphipoden des Phythals wies ihn DETLOFF

(2000) nur vereinzelt nach. Niedriger oder fehlender Befall bei Crustacea-Zwischenwirten, kombiniert mit häufigem Vorkommen bei Kleinfischen, wurde ebenfalls in der Schlei (GOLLASCH 1992, KESTING 1992, 1996) und im Salzhaff (ZANDER et al. 2000) beobachtet. Nach KØIE (1993a) benutzt *H. aduncum* Polychaeta entweder als obligaten oder Transportwirt. Möglicherweise spielen im Entwicklungszyklus von *H. aduncum* in der Ostsee Polychaeta eine wichtigere Rolle als Amphipoda. Hierin könnte ein weiterer Grund für die höheren Intensitäten bei *G. aculeatus* und *G. niger* liegen, für welche Polychaeta wichtige Nahrungskomponenten waren.

Anisakis simplex wird auf Kleinfische ebenfalls durch die Aufnahme befallener Polychaeta oder Amphipoda übertragen. Sie dienen entweder als erste oder auch als paratenische Wirte (MÖLLER & ANDERS 1986, LICK 1991), deswegen tritt bei diesen meistens ein geringer Befall auf. Auch ZANDER et al. (1991), ZANDER & KESTING (1996), KOÇOĞLU (1998) stellten diesen Nematoden bei Gobiidae und Gasterosteidae fest. Die hauptsächlichsten ersten Zwischenwirte dieses Nematoden stellen Euphausiacea dar. Bei *Anisakis* sp. handelt es sich vermutlich auch um die Art *simplex*; in der Nord- und Ostsee kommt aber auch *A. typica* vor (HARTWICH 1975). Für *Raphidascaris acus* ist sein genauer Entwicklungszyklus nicht bekannt. Anhand der Nahrungsanalyse der befallenen Fische wird hier auch eine wichtige Rolle der Polychaeta oder aber *Corophium* als Überträger angenommen.

Bemerkenswert sind auch die Entwicklungswege der verschiedenen Microphalliden (Digenea). Während *Levinsiniella* sp. Crustaceen als zweite Zwischenwirte befällt, sind die Cercarien von *Maritrema subdolum*, *Microphallus claviformis* und *Microphallus papillorobustum* in der Lage, sich innerhalb ihrer ersten Zwischenwirte (Hydrobien) zu Metacercarien zu encystieren. Auch *M. pygmeus* kürzt seinen Entwicklungsweg ab und reift zu Metacercarien innerhalb von *L. saxatilis* f. *tenebrosa* heran, obwohl er keine Cyste bildet. Dieses Phänomen der Abkürzung des Entwicklungsweges mit Wegfall von weiteren Zwischenwirten wurde bereits von verschiedenen Autoren dokumentiert (DEBLOCK et al. 1961, REIMER 1963, LAUCKNER 1980, WENDLAND 1985, KREFT 1991, KESTING 1992, 1996, STROHBACH 1999). Nach DEBLOCK & TRAN VAN KY (1966) wird dieses Phänomen als Anpassung der Microphalliden an das Brackwasser angesehen. Aus dem verkürzten Entwicklungsweg resultiert eine Unabhängigkeit von dem zweiten Zwischenwirt, was in den artenarmen Brackgewässern von Vorteil ist. Nach VAES (1977) wird somit der Verlust zahlreicher Individuen, der mit jedem Wirtswechsel einhergeht, vermieden sowie ein ökonomischer Energieaufwand bei der Cercarienpro-

duktion erzielt. Nach JAMES (1971) und KESTING (1996) erreichen Microphallidae mit nur einem freien Stadium generell höhere Prävalenzen, was auch hier bestätigt wird, da *M. papillorobustum*, *M. claviformis*, *M. subdolum* und Microphallidae sp. deutlich höhere Prävalenzen als *Levinsiniella* sp. erreichen. Letzterer trat nur mit niedriger Prävalenz und Intensität bei *Gammarus* spp. auf, wie auch DETLOFF (2000) im Phythal feststellte. Wahrscheinlich determinieren bei Microphallidae Salinität und Temperatur entweder die Encystierung in den Hydrobien oder die weitere Entwicklung über die Crustaceen. Aus diesem Grunde werden einige Arten wie *M. papillorobustum* und *M. subdolum* sowohl innerhalb von Hydrobien als auch innerhalb von Gammariden als Metacercarien gefunden. Die Entwicklungswege der Microphallidae in der Ostsee bedürfen aber weiterer Aufklärung. Einige Arten wie *Cercarie microphallidarum* N° 4 nov. sp. und *Cercarien microphallidarum* N° 2 nov. sp. werden, wie auch hier bestätigt, nur als Cercarien innerhalb von Hydrobien gefunden, während andere wie *Levinsiniella* sp. bereits als Metacercarien bei benthischen Crustaceen vorkommen. Bei Microphallidae sp. innerhalb der Hydrobien handelt es sich vermutlich um encystierte Metacercarien der *Cercarie microphallidarum* N° 4 nov. sp. Die Cysten waren der unter dem Mikroskop beobachteten Encystierung dieser Art sehr ähnlich.

Auffällig erscheint weiterhin der Entwicklungsweg des Digenen *C. concavum*, welcher am Untersuchungsort hauptsächlich Hydrobien aber auch *L. saxatilis* f. *tenebrosa* als ersten Zwischenwirt befiel. Dieses Phänomen der Erweiterung des Wirtsspektrums durch *C. concavum* ist in gestressten Ökosystemen von Vorteil, wie z.B. in der Flensburger Förde, wo seine bevorzugten ersten Zwischenwirte sogar Populationszusammenbrüche erleiden. Den bevorzugten zweiten Zwischenwirt für *C. concavum* stellt auch am Untersuchungsort *P. microps* dar, wie in vielen anderen Studien bewiesen (ZANDER et al. 1984, 1996, KREFT 1991, KESTING 1992, KOÇOĞLU 1998 u.a.). Dies lässt sich durch die Biologie dieses Wirtes erklären. *P. microps* bewohnt hauptsächlich den Uferbereich, in dem eine Ansammlung von 1. Zwischenwirten (Gastropoda) und häufige Besuche von Endwirten (Vögeln) stattfindet. Aus diesem Grunde werden auch besonders im Sommer höhere Prävalenzen sowohl bei Schnecken als auch bei Fischen registriert.

4.3.6 Gildenpopulationen

Die Gildenpopulation wird durch die Prävalenz charakterisiert und beschreibt beim Vergleich die Wirtspräferenz. In dieser Stufe werden monotopische (oder monoxene) und polytopische (oder polyxene) Parasitenspezies (Parasiten, die eine oder mehrere

Wirtsarten infizieren - ZANDER & KESTING 1996) erkannt. Hier wird eine mögliche Wirtsspezifität erkennbar.

Eine Monoxenie bzw. Polyxenie der Parasiten innerhalb der Copepoden-Gilde ist aufgrund einer nicht durchgeführten Artenbestimmung schwer feststellbar. Bei der unbekanntenen Digenen-Cyste (Tab. 2) könnte es sich um Vertreter der Gattungen *Halipegus*, *Bunocotyle* oder Bunoderidae handeln, welche sich nach GINEZINSKAJA (1968) in planktischen Copepoden encystieren.

Innerhalb der Hydrobien-Gilde ist die Mehrheit der Parasitenarten als polytopisch zu bezeichnen. Besonders polytopisch zeigten sich *C. concavum* und Microphallidae sp. *C. concavum* erreichte hier deutlich höhere Prävalenzen als in Dahmeshöved und Westerbergen von STROHBACH (1999) bzw. im Salzhaff von ZANDER et al. (2000) nachgewiesen, andere wie *M. subdolum* und *M. claviformis* verzeichneten hingegen in der Lübecker Bucht höhere Werte (8,7% bzw. 1,8% gegen 0,9%). Monotopisch kamen lediglich *Atriophallophorus minutus* und Notocotyliden (in *H. ulvae*) vor. Dabei konnte *A. minutus* nur einmal zweifelsfrei identifiziert und in der Ostsee zum ersten Mal beschrieben werden. Notocotyliden wurden von STROHBACH (1999) und ZANDER et al. (2000) auch bei *H. ventrosa* in Westerbergen bzw. im Salzhaff nachgewiesen. Die hier ermittelten Prävalenzen nahmen gegenüber den anderen Lokalitäten eine mittlere Stellung ein. WENDLAND (1985) wies in der Schlei sogar noch höhere Werte nach. Wahrscheinlich hängt dies mit der Altersstruktur von *H. ventrosa* sowie der Wirtsspezifität und dem unterschiedlichen Vorkommen der Endwirte in den verschiedenen Regionen zusammen. Auch *C. lingua* war monotopisch (bei *L. saxatilis f. tenebrosa*), ein Befall von *C. lingua* bei *H. ventrosa* wie ihn REIMER (1970) am Strelasund vorfand, trat hier nicht auf.

Auch innerhalb der Fischgilde von Bockholmwik überwogen die polytopischen Arten. Die Prävalenzen stiegen mit der Anzahl der befallenen Wirtsarten signifikant an. Dies zeigte sich sowohl innerhalb der gesamten Fischgilde als schon alleine bei den Gobiidae. Bereits ZANDER (1996), ZANDER & KESTING (1996) sowie ZANDER & REIMER (2002) wiesen eine steigende Prävalenz der polytopischen Parasitenarten bei Gobiiden in anderen Bereichen der westlichen Ostsee nach. Als besonders polytopisch erwies sich in Bockholmwik *P. atomon*, der als einziger Parasit alle neun Fischarten infestiert. Dies hängt mit seiner ausgeprägten Polyxenie auch innerhalb seiner zweiten Zwischenwirte zusammen. *P. atomon* verfügt in der Ostsee über ein großes Spektrum an Crustaceen-Zwischenwirten (ZANDER et al. 1994), welche ihn befähigen mindestens 27 Fischarten zu befallen (PALM et al. 1999). Weil dieser Parasit benthische Crustaceen ab einer

Mindestgröße von 4 mm (KREFT 1991) befällt, ergeben sich Zusammenhänge zwischen den Prävalenzen und der Alterstruktur ihrer Wirte. Nach REIMER (1975) zeigen die Maritae von *P. atomon* ein breites Spektrum von verschiedenen Körperformen, die in den verschiedenen Endwirten unterschiedlich kombiniert auftreten. Diese Beobachtungen konnten am Untersuchungsort bestätigt werden (Platte IV, Fig. 6-11). Auch *Hemiurus communis* trat besonders polytopisch auf. Er befiel außer *S. spinachia* alle übrigen Fischarten, die höchste Prävalenz erreichte er jedoch bei *G. aculeatus*.

Monotopisch traten in der Fischgilde 21 Taxa auf. Dabei zeigt sich dies meist als eine lokale Erscheinung von Bockholmwik, die auf einen niedrigen Befall der Zwischenwirte zurückzuführen ist. Der in der Ostsee endemische *Acanthostomum balthicum* (ZANDER & REIMER 2002) z.B. trat hier nur bei *P. microps* auf. REIMER et al. (1996), BARZ (1997) und ZANDER et al. (1999) stellten die Art in Salzhaff aber auch bei Gasterosteidae und Syngnathidae fest. Im Untersuchungsort trat dieser Parasit mit niedrigem Befall und nur in Monaten mit höheren Salinitäten auf. Ein Befall bei Hydrobien als erste Zwischenwirte (ZANDER et al. 2000) wurde nicht festgestellt. Da die Endwirte (*S. typhle* - REIMER et al. 1996) mobiler sind, würde sogar bei niedrigen Prävalenzen ein Infektionserfolg wahrscheinlich sein. Auch *Bunocotyle cingulata* war hier bei *G. flavescens* monotopisch, obwohl er in der Ostsee außerdem bei *Gymnocephalus cernua*, *Percu fluviatilis* und *Pungitius pungitius* registriert wurde (PALM et al 1999). Besonders bei letzteren erreicht er höhere Prävalenzen (ZANDER 2001), über Funde in *G. flavescens* wird nur gelegentlich berichtet, z.B. ZANDER et al. (1999) im Salzhaff. Evtl. ist *G. flavescens* aber nur ein Fehlwirt, da die besonders im Sommer gefundenen Exemplare keine ausgereiften Geschlechtsorgane hatten. Bei Hydrobien kamen die Cercarien dieser Art nur mit geringer Prävalenz und sporadisch vor. Monotopisch war auch *Hemiurus luehei* bei *S. typhle*. Er wurde in der Ostsee bisher bei anderen Fischarten registriert, bei Heringen z.B. erreicht er Prävalenzen bis zu 68% (REIMER 1995).

Glugea anomala und *Thersitina gasterostei* kamen monotopisch bei *Gasterosteus aculeatus* vor, bei dem sie als Spezialisten gelten. *T. gasterostei* tritt in der Ostsee auch bei anderen Gasterosteidae auf (PALM et al. 1999), sogar in *P. microps* der Schlei fanden ZANDER & WESTPHAL (1991) die Art. *Raphidascaris acus* seinerseits kam monotopisch bei *P. flesus* vor, in der Ostsee wurde er bei verschiedenen Fischen festgestellt (KØIE 1988, 1999, LÜTHEN 1988, 1989a, BUCHER 1998, PALM et al. 1999). Im Brackwasser, als extremes Ökosystem, können sich polytopische Arten besser behaupten als monotopische (ZANDER & KESTING 1996).

4.3.7 Komponentenpopulationen

Die Komponentenpopulation wird gekennzeichnet durch die Prävalenz und beschreibt die Befallsdynamik und Epidemiologie einer Wirtspopulation.

Bei den Copepoden aus Bockholmwik zeigten vor allem Cestoden und Hemiuriden höhere Prävalenzen. Innerhalb der Gastropoda erzielte *Cryptocotyle concavum* bei *Hydrobia ventrosa* die höchste Prävalenz (3% gegenüber 2% bei *H. ulvae*). Dabei lagen die Werte etwas höher als die in anderen Gebieten der westlichen Ostsee festgestellten: bis zu 2,5% bei *H. ventrosa* im Gebiet von Hiddensee (REIMER 1989); bis zu 0,7% bei *H. ulvae* in der Lübecker Bucht (STROHBACH 1999) und bis 0,02% bei *H. ulvae* aus dem Salzhaff (ZANDER et al. 2000). Obwohl am Untersuchungsort eine niedrigere Wirtsdichte als in anderen Lokalitäten registriert wurde, was die höheren Prävalenzen etwas relativiert, könnte für die gesamte Ostsee eine steigende Befallsrate von *C. concavum* bei zunehmendem Salzgehalt gelten, wie in der Schlei ZANDER et al. (1984a) feststellten. Dabei spielte neben der Verfügbarkeit der Endwirte in den verschiedenen Regionen die Altersstruktur der Hydrobien-Populationen eine entscheidende Rolle. Denn die Prävalenzen von *C. concavum* stiegen mit zunehmender Hydrobiengröße signifikant. Dies wiederum könnte mit dem Einsetzen der Gonadenentwicklung, welche bei einer Gehäusgröße von 2 mm beginnt, zusammenhängen. Die Gonaden stellen das bevorzugte Mikrohabitat für die Mehrheit der Digenea dar. Diese rufen aber nach Befall eine Sterilisation der Wirte hervor. STROHBACH (1999) konnte in Westerbergen ebenfalls eine steigende Prävalenz von *C. concavum* mit zunehmender Hydrobiengröße nachweisen. In der Ostsee gelten *Hydrobia* spp. generell als (erste) Hauptzwischenwirte von *C. concavum*. Die Parasitenprävalenzen der Hydrobien lagen aber meistens unter 1%, was auf eine niedrige Wirtspopulationsdichte zurückgeführt wird. Die Ausnahme hierfür waren *Microphallus papillorobustum*, der bei *H. neglecta* 1,5% erreichte. Die relativ hohen Werte von Microphallidae sp. bei *P. jenkinsi* (9%) wird durch die geringe Anzahl der beprobten *P. jenkinsi* (11) relativiert. Bei *L. saxatilis f. tenebrosa* erreichte *Psilochasmus oxyurus* mit 6% die höchste Prävalenz.

Im Benthal waren *Idothea balthica* und *Gammarus* spp. mit relativ niedrigen Prävalenzen (max. 11%) befallen. DETLOFF (2000) stellte in *G. oceanicus* des Phytals Werte bis 43% fest; bei Gammariden der westlichen Ostsee wurden sogar 100%-ige Prävalenzen mit Intensitäten von 54 erreicht (DIETEL 1997, SKROBLIES 1998).

Auch innerhalb der Fischwirte wurden meistens niedrige Prävalenzen erreicht, viele waren gleichzeitig Einzelfunde. Die höchste Prävalenz erreichte *C. concavum* bei *P. microps* (93% Prävalenz). Durch die enorme Vermehrungsrate der Sporocysten im ersten Zwischenwirt ist bereits eine Prävalenz der Hydrobien von ca. 1% ausreichend, um eine 100%-ige Infektion der Fischpopulation zu erreichen (KREFT 1984, 1991, KESTING 1992, 1996). Dies ist der Grund, warum sich *C. concavum* in der westlichen Ostsee gut etabliert hat und eine ökologisch erfolgreiche Art darstellt. Der negative Trend der Prävalenz von *C. concavum* im Bezug zur *P. microps*-Länge wird auf die Saisonalität des Befalls zurückgeführt. Es wurden höhere Prävalenzen im Sommer registriert, als jüngere Fische zahlreicher vorkamen.

C. lingua erreichte bei *G. niger* und *S. spinachia* die höchste Prävalenz (43%). Sie steigt mit zunehmender Größe von *G. niger*, was durch dessen längere Lebensdauer und die Akkumulation von *C. lingua* zu den Herbstmonaten hin erklärbar ist. Noch höher waren die Werte in der Orther Bucht (KOÇOĞLU 1998) und im Salzhaff (ZANDER et al. 1999), was durch die dortige höhere Befallsdichte der ersten Zwischenwirte bedingt ist. Steigende Prävalenzen mit zunehmender Wirtslänge wurden auch bei dem Nematoden *H. aduncum* in *G. niger* festgestellt. Dies hängt wahrscheinlich mit der Beuteselektion dieses Wirtes zusammen.

Der Ektoparasit *Trichodina domerguei* erreichte bei juvenilen *P. flesus* die höchste Prävalenz. Eine gesicherte positive Korrelation zwischen Körperlänge und Prävalenz von *T. domerguei* wurde nur bei *G. flavescens* festgestellt, bei den übrigen Wirten wurde ein gegensätzliches Bild erkennbar, was sicherlich mit der planktischen Herkunft des Parasiten und der jeweiligen Lebensweise der Wirte zu erklären ist. Nach KENNEDY (1975) können sich *Trichodina*-Arten zwar in allen Jahreszeiten vermehren, bei höheren Temperaturen jedoch werden ihre Reproduktionszeiten verkürzt und somit dichtere Populationen erreicht. So wurden auch hier die höchsten Werte im Sommer registriert, bei höheren Wirtsdichten wiederum steigt der Übertragungserfolg. Nach BYKHOWSKII (1964) zeigen die verschiedenen Formen dieser Art eine ausgeprägte Wirtsspezifität. Die genannten Zusammenhänge gelten auch für Gyrodactyliden. Sie erreichten in Bockholmik in den Sommermonaten einen höheren Befall, zeigten aber keine Abhängigkeit ihrer Prävalenz von der Wirtsgröße. Nach BYKHOWSKII (1957) spielt beim Befall der *Gyrodactylus*-Arten das Alter der Wirte eine wichtige Rolle, artspezifisch werden entweder juvenile oder adulte Wirtsindividuen befallen.

Hemiurus communis erzielte bei *G. aculeatus*, *G. flavescens*, *S. typhle*, *P. minutus* und *P. pictus* die höchste Prävalenz, was in Zusammenhang mit dem höheren Hemiuriden-Befall der Calanoiden steht. Die höchsten Werte erreichte *H. communis* bei *G. aculeatus* (57%) und *G. flavescens* (47%). Dies wird auf ihre bevorzugte Aufnahme von Calanoiden als Nahrung zurückgeführt. Eine positive Korrelation von Prävalenz und Wirtslänge wurde nur bei *P. pictus* festgestellt, die übrigen Fischwirte zeigten ein gegensätzliches Bild, was mit der Nahrungsauswahl der verschiedenen Wirtsgrößen zusammenhängt. Calanoiden sind als Nahrung für größere Individuen nicht mehr attraktiv.

Die Analyse des Befalls in Bezug zum Geschlecht zeigte bei der Mehrheit der Fischarten höhere Prävalenzen bei Weibchen. Nur die Männchen von *P. pictus* und *S. spinachia* waren stärker als die Weibchen befallen. Dieser Befallsunterschied bei den Geschlechtern wird vor allem auf deren unterschiedliche Dominanz in den Proben zurückgeführt. Auch die Lebensraum-Präferenzen der Wirte spielen eine wichtige Rolle. *P. microps* hält sich stärker als die übrigen Wirtsarten im flachen Uferbereich auf, die Wahrscheinlichkeit eines Befalls durch beispielsweise die häufig vorkommende Parasitenart *C. concavum* ist daher für beide Geschlechter gleich hoch. Ein anderer häufig auftretender Parasit *H. communis* erreichte in *G. flavescens*-Weibchen und *S. typhle*-Männchen höhere Prävalenzen. *P. atomon* zeigte bei *G. flavescens*- und *P. microps*-Weibchen höhere Prävalenzen. Evtl. könnte eine verminderte Immunabwehr während der Fortpflanzungsperiode die Befallsanfälligkeit von Weibchen bzw. tragenden Männchen (*S. typhle*) erhöht haben. Wahrscheinlich verfügen aber Männchen generell über ein schwächeres Immunsystem als die Weibchen, worauf steigende Intensitäten von *C. concavum* bei *P. microps*-Männchen bei zunehmenden Konditionsfaktoren hinweisen. Weibchen zeigten dagegen einen negativen Trend, der aber statistisch nicht gesichert werden konnte. Auch die Körperlänge spielte eine bedeutende Rolle. Während bei *P. microps* und *G. flavescens* die Weibchen größer wurden, waren es bei den übrigen Wirten die Männchen.

Aus einem Befall ungeeigneter Wirte resultieren zum Teil auch Einzelfunde und niedrige Prävalenzen. *Dactylogyrus* sp. beispielsweise befiel *P. minutus* und *G. flavescens* mit sehr niedrigen Prävalenzen (und Intensitäten). Nach ZANDER (1997) infizieren unspezifische Parasiten öfter Wirte, in denen sie nicht geschlechtsreif werden oder im Extremfall nicht einmal existieren können. Sicherlich hängt ein Befall von der Gesamtheit aller wirkenden Faktoren ab, welche sich miteinander in komplexen Interaktionen befinden. Nach CROFTON (1963, in ZANDER 1997) folgt die Prävalenz, wie die Intensität, meistens

keiner gleichmäßigen, sondern einer aggregativen, negativ binomialen Verteilung. Die Gründe dafür sind verschiedene dichteabhängige und dichteunabhängige Faktoren. Als wichtige dichteabhängige Regulatoren wirken intra- und interspezifische Konkurrenz. Darüber hinaus sind Individuen einer Wirtspopulation einer Parasitierung physiologisch unterschiedlich angepasst, woraus ein ungleichmäßiger Befall resultiert. Hierbei spielen Alter, Geschlecht und Verhalten eine wichtige Rolle. So weisen z.B. kleinere, juvenile Individuen der Wirtsarten aufgrund ihrer Aufnahme von kleineren unbefallenen Nahrungselementen keinen Befall auf. Nach DOGIEL (1962) sind wiederum einige Ektoparasiten für juvenile Fische charakteristisch und fallen während des Wirtswachstums ab. Dichteunabhängig werden die Komponentenpopulationen durch abiotische Faktoren, Wasserbewegung und Eutrophierung limitiert. ZANDER et al. (1984a) stellten beispielsweise eine Steigerung der Prävalenzen und Intensitäten von *C. concavum* mit zunehmender Salinität fest. Nach LAUCKNER (1983) werden in strömungsarmen, flachen und eutrophierten Gewässern die höchsten Prävalenzen registriert. Durch die Eutrophierung entstehen hohe Zwischenwirtspopulationen, und durch geringe Wasserbewegung wird das Wirtsfinden begünstigt (ANKEL 1962, GINEZINSKAJA 1968, REIMER 1982). Nach ROHDE (1982) sind zudem Verhaltensveränderungen der Wirte bekannt, die entweder mechanisch oder physiologisch vom Parasit hervorgerufen werden, um dadurch die Chance einer Übertragung zum nächsten Wirt zu erhöhen. Auch aus der Tatsache, dass viele Parasiten ihren Lebenszyklus mit dem ihrer Wirte synchronisieren, resultiert eine ungleichmäßige Infestationsbereitschaft (KENNEDY 1975).

4.3.8 Infrapopulationen

Die Infrapopulation wird durch die Intensität charakterisiert und beschreibt vor allem die intraspezifische Konkurrenz.

Die größten Infrapopulationen verzeichneten Digenea-Larven innerhalb ihrer Zwischenwirte, sowie die Ektoparasiten *Trichodina domerguei* und *Gyrodactylus* spp. bei Fischen. Nematoda, Cestoda und Acanthocephala traten vorwiegend mit Intensitäten von 1 auf. Niedrige Intensitäten innerhalb der Copepodenarten hängen mit ihrer niedrigen Populationsdichte bzw. hohen Dispersion dieser Wirte im Wasserkörper zusammen, was ein Wirtsfinden erschwert. Obwohl STROHBACH (1999) über Funde von bis zu drei Oncosphären in Calanoida aus der Lübecker Bucht berichtet, wurde am Untersuchungsort nur Einfachbefall registriert. Auch Kleinfische (vor allem Gobiidae) sind wahrscheinlich durch ihre verhältnismäßig kurze Lebensdauer an einer hohen Akkumulation von Cestoden, Nematoden und Acanthocephala gehindert, öfter werden bei langlebige-

ren Arten und vor allem bei Fischprädatoren deutlich höhere Infrapopulationen festgestellt. Die niedrigen Intensitäten einiger Parasitenarten werden aber auch auf deren geringen bis fehlenden Befall in ihren Zwischenwirten und auf die Dominanz juveniler Individuen in den Wirtspopulationen zurückgeführt. *M. caudofilamentosa* beispielsweise war im ersten Zwischenwirt *Rissoa membranacea*, welcher nur sporadisch und in sehr geringen Dichten auftrat, nicht zu finden. Auch die Untersuchung von über 11.000 Harpacticoida-Exemplaren, welche nach GIBSON & KØIE (1991) als zweite Zwischenwirte dieses Parasiten in Frage kommen, ergab in Bockholmwik keinen Befall. Denkbar ist, dass der befallene *G. aculeatus* aus anderen Regionen eingewandert war. *M. caudofilamentosa* erreichte in *G. aculeatus* aus dem Salzhaff Intensitäten von 92 (bei Prävalenzen von 50% - BARZ 1997). Der Nematode *H. aduncum* kam vorwiegend mit Intensitäten von 1 vor. Nur in *G. aculeatus* erreichte er eine Intensität von 4, was auf eine Akkumulation durch dessen längere Lebensdauer bedingt wird. Bei Kleinfischen werden aber vorwiegend Intensitäten von 1 festgestellt. Bei Arten wie *Glugea anomala*, *Capillaria* sp., *Cucullanus cirratus*, *Rhabdochona* sp., Nematoda sp. 2, Strigeidae sp. sowie Cyste I und Cyste II handelt es sich gleichzeitig um Einzelfunde (siehe Tab. 20-25). Bei der nicht näher bestimmten Metacercarie einer Strigeidae sp. aus dem Gehirn von *Pomatoschistus microps* wird eine Zugehörigkeit zu *Apatemon gracilis* oder *Cardiocephallus longicollis* vermutet. In der Ostsee wurden beide Spezies bei *P. microps* und *Gobiusculus flavescens* festgestellt (ZANDER et al. 1999, ZANDER 2001). Während *Apatemon* in Nervensystem, Muskulatur und Gehirn seiner Wirte zu finden ist, tritt *Cardiocephallus* ausschließlich im Gehirn auf (BAUER 1987). REIMER (1970) berichtet über Funde von *A. cobiditis* subsp. *gobii* und *Cercaria encephali* bei *P. microps* aus Hiddensee.

DOGIEL (1962) erklärt die hohen Infrapopulationen der Digenen während ihrer parthenogenetischen Stadien als die wichtigste Anpassung, um die unzähligen Verluste während ihres komplizierten Entwicklungszyklus auszugleichen. Dabei zeigen viele Digene eine antagonistische Reaktion gegenüber den eigenen larvalen Artgenossen, die vor allem von dem Immunsystem des Wirtes verursacht wird (GINEZINSKAJA 1968). Kannibalismus bei Redien oder Sporocysten sind jedoch bis dato nicht bekannt. Eine intraspezifische Konkurrenz bei solchen Stadien in einem Gastropoda-Wirt kann sich aber auf ihre Entwicklung auswirken, denn bei einem gleichzeitigen Befall mehrerer Miracidien derselben Art wird nicht nur die Entwicklung der Redien verlangsamt, sondern es sinkt auch ihre Produktion und Größe (GINEZINSKAJA 1968). Als Anpassung zur Vermeidung

großer Verluste könnte evtl. die Encystierung bereits in den Gastropoda, wie sie bei Microphallidae-Metacercarien gefunden, angesehen werden. Der Vorteil liegt vor allem in der erhöhten Wahrscheinlichkeit eines Infektionserfolges beim Nachfolgewirt. Nach BUSH et al. (2001) breiten sich die Redien und Sporocysten bei großer Vermehrung auf andere Organe der Gastropoda aus. Dies wurde hier nicht beobachtet, was auf eine fehlende Raumkonkurrenz trotz hoher Infrapopulationen hinweist. Ferner wird bei hoher Intensität das Auffinden der Geschlechtspartner der Adulten erleichtert (ROHDE 1982).

Die hohen Infrapopulationen von *Cryptocotyle concavum* bei *Pomatoschistus microps* sind in ihrer einzigartigen koevolutiven Beziehung begründet, worauf bereits KESTING (1996) hinwies. *C. concavum* encystiert sich mit enormen Intensitäten in den Nieren von *P. microps* (bis über 2000 Cysten - KESTING 1996, ZANDER 1998b), ohne offensichtlich physiologische Beeinträchtigungen des Wirtes hervorzurufen. Dies wird auch durch fehlende Korrelation von Konditionsfaktor und Intensität des Parasiten bestätigt. Eine intraspezifische Konkurrenz wird wahrscheinlich durch die schnelle Bildung der Cysten verhindert. Diese koevolute Parasit-Wirt-Beziehung wird nach ZANDER (1997) als Resultat einer speziellen Anpassung von *C. concavum* in dem Brackgewässer Ostsee angesehen.

Nach BUSH et al. (2001) konkurrieren Infrapopulationen um Nährstoffe, gleichzeitig steigt die Immunabwehr des Wirtes durch hohe Intensitäten - hierdurch sinkt die Fruchtbarkeit der Parasiten als auch deren Biomasse. Eine deutliche Biomassereduktion wurde in Bockholmwik bei Microphallidae- und *C. concavum*-Metacercarien festgestellt. Microphalliden waren kleiner, mit höheren Infrapopulationen bei Hydrobien als bei Crustaceen, und auch *C. concavum* waren kleiner in den Nieren von *P. microps* als in dessen Kiemenbereich, in dem Cysten mit deutlich niedrigeren Intensitäten auftraten. Auch *C. lingua* erreichte zum Teil hohe Infrapopulationen innerhalb der Fischwirte. Die Art trat oftmals gleichzeitig mit *C. concavum* auf. Eine Habitatkonkurrenz scheint jedoch ausgeschlossen. Denn *C. lingua* encystiert sich an der Epidermis, *C. concavum* hingegen dringt tiefer bis in die Subcutis ein. Anscheinend können die Metacercarien von *C. lingua* ein regulierender Faktor der Fischpopulationen sein, denn nach SINDERMAN & FARRIN (1962), ROHDE (1984) und LAUCKNER (1984b) kann bereits eine Cyste dieser Art für Fischlarven und Juvenile den Tod bedeuten.

Die hohen Infrapopulationen der Ektoparasiten *Gyrodactylus* spp. und *T. domerguei* beruhen vor allem auf deren direkter Entwicklung. Es kann auch zu dichteabhängiger Vermehrung kommen, woraus hohe Intensitäten resultieren, die letztendlich zum

„Crowding-Effekt“ (READ 1951) führen. Dadurch können die Wirte stark geschädigt oder sogar getötet werden, was z.B. in der Aquakultur zu beobachten ist. Die Infrapopulationen der Ektoparasiten im Untersuchungsort sind aufgrund der relativ großen Anzahl von möglichen Mikrohabitaten bei den Fischwirten eher als niedrig zu bewerten, und daher ist keine intraspezifische Ausschlusskonkurrenz anzunehmen. Dies gilt auch für *Thersitina gasterostei*, der in anderen Regionen der westlichen Ostsee deutlich höhere Infrapopulationen erreichte (bis über 100 Ind. - ZANDER & WESTPHAL 1991).

Schlussfolgerungen

Die Flensburger Förde stellt ein eutrophiertes instabiles Gewässer, mit Phasen von extremer Eutrophierung dar. Auf eine Eutrophierung deuten die hohen BSB₅-Werte, die ausgeprägten Dominanzen und sehr seltene Ausgewogenheit in der Wirtsgemeinschaften, die Dominanz polytopischer Arten, Generalisten und seltenen Parasitenarten in den Parasitozönosen, die abwechselnden Dominanzen zwischen allogenen und autogenen Parasitenarten hin sowie das Vorkommen von Ektoparasiten, deren Existenz überwiegend in belasteten Gewässern beschrieben wird (*Glossatella* sp., *Gyrodactylus* spp.). Zum Untersuchungsende wurde ein Übergang von einem eutrophierten zu einem extrem-eutrophierten Zustand festgestellt. Es wurde eine höhere mikrobielle Aktivität im Uferbereich und zunehmende Verschlammung des Bodenlebensraumes sowie Zuwachs von *Ectocarpus* sp. und *Enteromorpha* sp. im Sublitoral festgestellt. Zudem kam es zum Untersuchungsende zu einer Abnahme allogener und benthischer Parasitenarten sowie einer generellen Artenabnahme sowohl der Parasiten- als auch Wirtsarten. Die Hydrobia-Populationen nahmen ab bzw. brachen zusammen. Das hohe Vorkommen von Digenen, Parasiten benthischer Herkunft sowie die zeitlichen Dominanzen autogener Arten und die Bildung von moderaten Infragemeinschaften wird durch die Topografie und Hydrografie des Gewässers bedingt und werden noch als positive Signale bewertet, die jedoch nur durch anhaltende günstigere Bedingungen weiter beständig sind.

Die Mehrheit der nachgewiesenen Parasitenarten sind für die Ostsee bekannt, einige wurden hier in neuen Wirten gefunden, andere wiederum zum ersten Mal in der westlichen Ostsee oder im Ostseebereich (z.B. *Proteocephalus gobiorum* bei *Gobius niger* und *Rhabdochona* sp. bei *Pomatoschistus pictus*) festgestellt. Es kamen Süßwasserarten vor (z.B. Caryophyllidea, *Tylodelphys clavata*, *Glossatella* sp.), welche auf einen Einfluss des Süßwassers auf die Struktur der Parasitozönosen des Untersuchungsortes hinweisen. Bei *C. concavum* wurde eine Aufhebung seiner Gattungsspezifität im ersten Zwischenwirt (außer Hydrobien infizierte er *L. saxatilis* f. *tenebrosa*) und eine Mikro-

habitatserweiterung (Infektion des Augebereiches seiner Wirte) festgestellt, Microphalidae kürzen ihren Lebenszyklus ab. Dies deutet ebenfalls auf einen gestressten Lebensraum hin, in dem engere Beziehung zwischen Parasit und Wirt schwer aufgebaut werden können. Abiotische Faktoren wie Sauerstoffgehalt, Temperatur und Salinität wirken auf die Strukturierung der Parasitozönosen auch in Bockholmwik. Der niedrige Sauerstoffgehalt limitiert vor allem die Populationen der Zwischenwirte Hydrobien (sie erlitten Populationszusammenbrüche). Die Temperatur beeinflusst die Entwicklung der Wirtsorganismen, begünstigt (im Sommer) bzw. hemmt (im Winter) aber auch die Entwicklung der Parasitenstadien. Bei hohen Salinitäten tritt ein artenreiches Wirtsspektrum auf, was zugleich ein artenreicheres Parasitenspektrum ermöglicht. Durch die verhältnismäßig hohe Salinität wird die vorwiegende Süßwasserart *Potamopyrgus jenkinsi* stärker gestresst und dadurch anfälliger für einen Befall. Als einzige sichtbare pathogene Wirkung einer Parasitierung zeigten die Gastropoda eine Sterilisation. Dies spielt in belasteten Bereichen, in denen sie nur niedrige Dichten erreichen, für Populationszusammenbrüche eine entscheidende Rolle.

Es existieren standortspezifische Differenzen in der Struktur der Parasitengemeinschaften der westlichen Ostsee. Dies liegt vor allem an der unterschiedlichen Zusammensetzung der Wirtsgemeinschaften sowie den hydrografischen und topografischen Unterschieden der Lebensräume. Im Vergleich zur Lübecker und Mecklenburger Bucht wurden in Bockholmwik niedrigere Intensitäten und Prävalenzen, aber ein größeres Parasitenspektrum registriert. Dies steht in Einklang mit der Brackwasserregel von REMANE (1958), derzufolge die Anzahl der Arten der Ostsee mit steigender Salinität zunimmt. Dies zeigt sich auch für die Parasitozönosen.

Die Strukturierung der Parasitengemeinschaften vor Ort wird nicht von einem isolierten Faktor, sondern von mehreren Bedingungen zusammen determiniert. Als Produkt der Eutrophierung stellt der benthische Lebensraum kein optimales Medium für geeignete Zwischenwirte dar. Durch die Topografie und Hydrografie des Gewässers allerdings wird ein Zugang neuer Wirte und Parasiten ermöglicht. Die Räuber-Beute-Beziehung spielt dabei eine wichtige Rolle, etwa 50% der vorkommenden Parasitenarten werden durch die Nahrungskette übertragen. Auch durch die Anwesenheit der Endwirte Vögel wird eine Parasitenübertragung ermöglicht. Die Struktur der Parasitozönosen ist nicht stabil und wird von biotischen und abiotischen Wechselwirkungen im Ökosystem beeinflusst.

5 Zusammenfassung

In der Flensburger Förde bei Bockholmwik wurden die Parasitengemeinschaften und die Populationsdynamik ihrer Wirte zwischen August 1998 und Juni 2000 untersucht. Als Wirtsgruppen wurden planktische Copepoda, Gastropoda, Kleinfische und weitere epi- und suprabenthische Organismen analysiert. Kleinfische und *Littorina saxatilis f. tenebrosa* (ab Oktober 1999) wurden qualitativ beprobt, die übrigen Wirtspopulationen quantitativ (planktische Copepoda in Ind./100 l, epi- und suprabenthische Organismen in Indiv./m²). Ermittelt wurden gleichzeitig abiotische Faktoren: Temperatur, Salinität, Sauerstoffgehalt und -sättigung sowie der BSB₅- und pH-Wert. Anhand verschiedener ökologischer, ökoparasitologischer und statistischer Parameter wurden Biodiversität, Qualität und Stabilität des Lebensraumes charakterisiert. Anhand des Stufenkonzeptes von ESCH et al. (1975), HOLMES & PRICE (1986), DIETEL (1997) und ZANDER (1997) wurde eine detaillierte Analyse der Parasitengemeinschaften durchgeführt und determinierende Faktoren für die Strukturierung derselben diskutiert.

Die Umweltfaktoren am Untersuchungsort unterliegen aufgrund geografischer, topografischer und hydrografischer Konstellationen jährlichen und saisonalen Schwankungen. Bockholmwik stellt ein eutrophiertes, flaches Brackwassergebiet dar, mit ausgeprägtem Jahrestemperaturgang (5°C im März und 23°C im Juli), relativ hohem Salzgehalt (11‰ - 20‰) und vorübergehenden leichten Schichtungen zwischen Wasseroberfläche und Sublitoral (3 m Tiefe). Der Sauerstoffgehalt des Wassers fluktuierte sehr stark (5,8 mg/l - 12,3 mg/l) mit O₂-Übersättigungen im Frühling und niedrigen Werten von Sommer bis Herbst (55%). Für die Biozönose kritische Sauerstoffwerte wurden jedoch nicht festgestellt.

Die Wirtsgemeinschaften rekrutieren sich aus 25 Taxa aus den Gruppen der planktischen Copepoden, Hydrobien, Littorinen, Bivalvia und Fische. Alle Lebensgemeinschaften wiesen niedrige Dichten auf und unterlagen bezüglich ihrer Abundanz, Artenzusammensetzung und Dominanz saisonalen und jährlichen Variationen. Dies zeigte auch die Biomasse der epi- und suprabenthischen Organismen. Sie wurden hauptsächlich von juvenilen Rekruten und von weniger adulten langlebigen Tieren gebildet. Es kam im Untersuchungsverlauf zu einer Abnahme des Artenspektrums und der Individuendichte aller untersuchten Lebensgemeinschaften. Die Hydrobien zeigten sogar Populationszusammenbrüche (August 1999, Juni 2000).

Die Copepodagemeinschaft setzte sich aus 16 Arten zusammen, von denen sich nur 8 als Wirte erwiesen. Der Parasitenbefall bei den Copepoden war gering, mit niedrigen

Prävalenzen und Intensitäten. Befallen wurden sie durch Frühstadien von Cestoda, Nematoda und Digenea, für welche die Leibeshöhle der Copepoden das bevorzugte Mikrohabitat darstellte. Obwohl innerhalb der planktischen Copepoda hauptsächlich *Oithona*-Arten dominierten, zeigten *Centropages hamatus*, *Temora longicornis*, *Pseudocalanus elongatus* und die *Acartia*-Arten einen stärkeren Befall. Bei *Acartia discoidata* kam sogar ein Doppelbefall vor.

Die Gastropoda waren durch 10 Taxa vertreten, von denen sich nur 5 Arten als Wirte erwiesen. Diese wurden von 1 Protozoon und 19 Digenen-Taxa befallen. Hauptsächlich waren die Wirte durch Microphallidae- und *Himasthla*-Arten befallen. Das Überwiegen solcher allogenen Digenen verdeutlicht die Rolle der Vögel als Endwirte vor Ort, von deren Präsenz die Vervollständigung der Entwicklungszyklen dieser Parasiten abhängt. Die Gonaden der Gastropoda stellten das bevorzugte Mikrohabitat der Parasiten dar, nur *Glossatella* sp. parasitierte die Kopulationsorgane ihrer Wirte. Ein höheres Parasitenspektrum (17 Arten) und höhere Prävalenzen (7,2%) erwies *Hydrobia ulvae*, welche gleichzeitig mit höheren Dichten und in höheren Größenklassen als die übrigen Gastropoden vorkam.

Die Fischgemeinschaft war durch 12 Arten vertreten, von denen sich 9 als Wirte erwiesen. Die Kleinfische zeigten ein opportunistisches Fressverhalten, mit hoher Übereinstimmung ihrer Nahrungszusammensetzung, jedoch mit großen Unterschieden in den Dominanzverhältnissen der einzelnen Nahrungskomponenten. Die Fischwirte wurden von 44 Parasitentaxa befallen, die 8 taxonomischen Gruppen angehören (Microsporidia, Peritrichia, Monogenea, Digenea, Cestoda, Nematoda, Acanthocephala und Crustacea). Hier dominierten die Endoparasiten über die Ektoparasiten. Das bevorzugte Mikrohabitat war der Magen-Darm-Trakt der Wirte. *Pomatoschistus microps* zeigte das breiteste Parasitenspektrum (24 Taxa), die höchste Prävalenz und Intensität (von *Cryptocotyle concavum*), was auf seine Biologie und höhere Fangzahl zurückgeführt wird.

In den Proben des Epi- und Suprabenthos wurden 74 Taxa bestimmt, von denen sich nur *Idothea balthica*, *Mytilus edulis* und *Gammarus* spp. als weitere Wirte erwiesen. Bei diesen benthischen Organismen wurden höhere Taxazahlen und Dichten im Sommer registriert, höhere Biomassenwerte im Herbst. Die Biomasse wurde von größeren Krebsen wie *Carcinus maenas* und *Crangon crangon* beherrscht, die Individuenzahlen von Nematoden. Bei den Wirtsorganismen wurde ein sporadischer Befall (September 1998 und August 1999) mit niedrigem Parasitenspektrum (6 Digenea und 2 Nematoda) sowie niedrigen Prävalenzen und Intensitäten registriert.

Insgesamt wurden in der Flensburger Förde 61 Parasitentaxa gefunden. Es waren typisch brackige, marine aber auch Süßwasser-Arten enthalten. Diese Zusammensetzung deutet auf hydrografische Einflüsse der offenen See und Süßwassereintrag auf die Lebensgemeinschaften des Untersuchungsgebietes hin. Die Strukturierung der Parasitozöosen der Flensburger Förde wird dabei nicht von einem isolierten Faktor, sondern von mehreren gleichzeitig determiniert. Als Produkt der Eutrophierung stellt der benthische Lebensraum kein optimales Medium für geeignete Zwischenwirte dar. Durch die Topografie und Hydrografie des Untersuchungsgebietes wird allerdings ein Zugang neuer Wirte und Parasiten ermöglicht. Die Räuber-Beute- Beziehung spielt dabei eine wichtige Rolle: etwa 50% der vorkommenden Parasitenarten werden durch die Nahrungskette übertragen.

Ein Befall hängt von der Wirtsgröße (größere Wirte wiesen trotz niedrigerer Abundanz höhere Prävalenzen auf), der Wirtsdichte (bei höherer Dichte wurden höhere Prävalenzen und Befallsdichten verzeichnet) sowie dem Vorkommen der Infektionsstadien ab, welches an den Infektionsgrad der Zwischen- und Endwirte gekoppelt ist. Für eine Infektion spielen zudem die Biologie (u.a. Habitatsvorzug, Ernährungsweise, Lebensdauer) und physiologische Eigenschaften (Hunger, Erschöpfung, Immunabwehr) der Wirte sowie die Konkurrenzfähigkeit der Parasiten eine wichtige Rolle. Eine Veränderung der Wirtspopulationen hat dabei Auswirkungen auf die ihrer Parasiten, d.h. die Befalldynamik ist an den Fluktuationen der Struktur ihrer Wirtspopulationen (Alterstruktur, Dominanzen, Dichte) gebunden.

Von den abiotischen Faktoren wirken auf die Strukturierung der Parasitozöosen in Bockholmwik vor allem Temperatur, Salinität und Sauerstoffgehalt. Die Temperatur begünstigt (höhere Vorkommen von *Trichodina domerguei* und *Gyrodactylus* spp. im Sommer) bzw. hemmt (im Winter) die Entwicklung der Parasitenstadien aber auch der Wirte. Durch die verhältnismäßig hohe Salinität wird *Potamopyrgus jenkinsi*, deren Vorkommen bei diesen Salinitäten eher untypisch ist, stärker gestresst und dadurch anfälliger für einen Befall (mit Microphallidae sp.). Der niedrige Sauerstoffgehalt zusammen mit der Eutrophierung limitierten die Populationen der Hydrobien als Zwischenwirte, aber auch die Entwicklung der Parasitenstadien. Als deutliche erkennbare pathogene Wirkung der Parasiten wird die Sterilisation der Gastropodawirte durch Digene bewertet. Diese ist vor allem bei Hydrobien, welche in diesem belasteten Gewässer nur niedrige Dichten erreichen, für ihre Populationszusammenbrüche entscheidend.

Die ökologischen und statistischen Parameter charakterisieren Bockholmwik als ein eutrophiertes instabiles Gewässer, der zum Untersuchungsende ein Übergang zu einem extrem-eutrophierten Zustand aufwies. Die Lebensgemeinschaften zeigen selten eine Ausgewogenheit. Sowohl die Wirts- als auch die Parasitengemeinschaften zeigen ausgeprägte Dominanzen. Die parasitischen Gemeinschaften wurden vorwiegend von seltenen, polytopischen Arten und Generalisten gebildet. Nur wenige Parasitenarten erreichten relevante ökologische Stufen und nur wenige Spezialisten waren vorhanden. Diese Verhältnisse charakterisieren ein gestresstes Ökosystem, in dem eine engere Beziehung zwischen Parasit und Wirt schwer aufgebaut werden kann. Als weitere Anzeichen eines gestressten Lebensraumes werden die Aufhebung der Gattungsspezifität von *C. concavum*, seine Mikrohabitatserweiterung, die Abkürzung des Lebenszyklus einiger Microphallidae sowie das Vorkommen von Ektoparasiten (*Glossatella* sp., *Gyrodactylus* spp.), deren Existenz überwiegend in belasteten Gewässern beschrieben wird, bewertet. Zudem trat im Untersuchungszeitraum eine generelle Artenabnahme mit einer Verschiebung des Artenspektrums sowie eine Verminderung der Arten benthischer Herkunft auf. Das überwiegende Vorkommen von Digenen, autogenen Arten und Parasiten benthischer Herkunft sowie die Bildung von medianen Infragemeinschaften werden jedoch noch als positive Signale bewertet, was vor allem auf die Topografie und Hydrografie des Gewässers zurückgeführt wird.

Im Vergleich mit Studien aus anderen Gebieten der westlichen Ostsee (z.B. Lübecker und Mecklenburger Bucht) kommen hier niedrigere Intensitäten und Prävalenzen, aber ein breiteres Artenspektrum vor. Dabei trifft auch auf die Parasitengemeinschaften der Ostsee die Brackwasserregel von REMANE (1958) zu, derzufolge die Anzahl der Arten mit steigender Salinität zunimmt. Vorwiegend treten Digene und Nematoden, aber weniger Cestoden und Acanthocephala auf. Einige Arten wurden hier erstmals für die Ostsee beschrieben (z.B. *Proteocephalus gobiorum*, *Rhabdochona* sp.), andere in neuen Wirten festgestellt. Diese lokalen geografischen Differenzen werden vor allem auf die unterschiedliche Zusammensetzung (Dominanz, Altersstruktur, Dichte) der Wirtsgemeinschaften (hier wiesen sie niedrigere Dichten mit Dominanz juveniler Individuen auf) sowie auf die hydrografischen und topografischen Unterschiede der jeweiligen Lebensräume zurückgeführt. Die Struktur einer Parasitozönose ist demnach nicht stabil und den biotischen und abiotischen Veränderungen im Ökosystem unterworfen.

6 Literaturverzeichnis

- ALVAREZ PELLITERO, P. (1988): Enfermedades producidas por parásitos en peces. In: Patología en Acuicultura. CAICYT, Barcelona, 215-316
- AMLACHER, E. (1992): Taschenbuch der Fischkrankheiten. G. Fischer, Jena. 550 pp.
- ANDERSEN, K. I. (1979): Variation in Scolex Morphology within and between some Species of the Genus *Proteocephalus* Weinland (Cestoda, Proteocephala) with References to strobilar Morphology. *Zoologica Scripta*. **8**, 241-248
- ANDERSON, R. C. (1992): Nematode parasites of Vertebrates. Their development and transmission. CAB International, Wallingford, 578 pp.
- ANGER, K. (1977): Benthic invertebrates as indicators of Organic Pollution in the Western Baltic Sea. *Int. Revue ges. Hydrobiol.* **62**, 245-254
- ANKEL, F. (1962): *Hydrobia ulvae* PENANNT und *Hydrobia ventrosa* MONTAGU als Wirte larvaler Trematoden. *Vidensk. Meddel. Dansk. Naturh. Foren.*, **124**, 1-99
- ANISIMOWA, I. M. & LAWROWSKII, W. W. (1983): *Ichtiologija*. Wyshaja Schkola. Moskva 250 pp. (In Russisch)
- ARNDT, E. -A. (1964): *Tiere der Ostsee*. Ziemsen, Wittenberg Lutherstadt, 199 pp.
- ARNDT, E. -A. (1996): Lebensgemeinschaften. In: LOZAN, J. L., LAMPE, R., MATTHÄUS, W., RACHOR, E., & RUMOHR, H., VON WESTERHAGEN, H. (Hrgs.): Warnsignale aus der Ostsee. Wissenschaftliche Fakten. Parey, Berlin, 47-54
- BARZ, K. (1997): Untersuchungen zur Parasitenfauna der Stichlinge (*Gasterosteus aculeatus* L., *Pungitius pungitius* (L.) und *Spinachia spinachia* (FLEM.)) aus dem Salzhaff (Wismarer Bucht, SW-Ostsee). *Dipl.-Arb. Zool. Inst. Univ. Hamburg*, 94 pp.
- BAUER, O. N. (1987): *Opredelitel parazitow presnowodnych ryb fauny SSSR*. Tom 3, Izdatelstwo Nauka, Leningrand, 583 pp. (In Russisch)
- BEHRENDTS, G. (1996): Zooplankton - gibt es erkennbare Warnsignale. In: LOZAN, J. L., LAMPE, R., MATTHÄUS, W., RACHOR, E., & RUMOHR, H., VON WESTERHAGEN, H. (Hrgs.): Warnsignale aus der Ostsee. Wissenschaftliche Fakten. Parey, Berlin, 142-146

- BELOPOLSKAJA, M. M. (1957): Die Fauna der Trematodenlarven von *Gammarus locusta* L. aus der Ostsee. Trud. Leningr. Obsch. Est. **73**, 164-170
- BERLAND, B. (1989): Identification of larval Nematodes from fish. In: MÖLLER H. (Hrsg.): Nematode problems in North atlantic fish. Report from a workshop in Kiel. ICE, C. M., 16-22
- BICK, A. & GOSSELCK, F. (1985): Arbeitsschlüssel zur Bestimmung der Polychaeten der Ostsee. Mitt. Zool. Mus. Berl. **61**, 171-272
- BLMP Nord- und Ostsee, Bund/Länder Messprogramm für die Meeresumwelt von Nord- und Ostsee (2000): Zustandsberichte 1994-1996 für Nord und Ostsee. BSH., Hamburg und Rostock. Meeresumwelt 1994-1996 Heft **2**, 71-151
- BLMP (2002): Zustandsbericht 1997-1998 für Nord und Ostsee. BSH., Hamburg und Rostock. Meeresumwelt 1997-1998. Ostsee, 101-176
- BLUHM, H. (1990): Analyse zyklischer Wiederbesiedlungsvorgänge am Beispiel sublitoraler Makrobenthosgemeinschaften in der Flensburger Förde. Diss. math., nat. Fak., Universität zu Kiel, 257 pp.
- BRIX, S. (2001): Die Besiedlung der Braunalge *Fucus vesiculosus* an zwei Standorten der südwestlichen Ostsee im Vergleich. Examensarb. Zool. Inst. Univ. Hamburg, 93 pp.
- BUCHER, C. (1998): Parasiten von Fischen der Kieler Förde. M. Sc. Thesis, Univ. Kiel, 111 pp.
- BUSH, A. O.; KEVIN, D. L., LOTZ, J. M. & SHOSTAK, A. W. (1997): Parasitology meets ecology on its own terms: Margolis et al. Revisited. J. Parasitol. **83**, 575-583
- BUSH, A. O., FERNANDEZ, J. O., ESCH, G. W & SEED, J. R. (2001): Parasitism. Cambridge, 566 pp.
- BYCHOWSKII, B. E. (1957): Monogenetitscheskie sosalschtschiki ich sistema i filogenija. Akademija Nauk SSSR, Moscow-Leningrad, 509 pp. (In Russisch)
- BYKHOWSKII, B. E. (1964): Key to parasites of freshwater Fish of the U.S.S.R. Israel Program for Scientific Translations, Jerusalem, 919 pp.
- CASPERS, H. (1959): Vorschläge einer Brachwassernomenklatur ("The Venice-System").- Beschluß des Symposiums in Venedig. April 1958. Int. Rev. Ges. Hydrobiol. **44**, 313-315

- CHAPPEL, L. H. (1969): The parasites of three-spined Stickleback *Gasterosteus aculeatus* L. from a Yorkshire Pond. II. Variation of the parasite fauna with sex and size of fish. *J. Fish. Biol.*, **1**, 339-347
- CHUBB, J. C. (1970): The parasitefauna of British freshwater fish. In: TAYLOR A. E. R. & MULLER, R. (eds.) *Symposia of British Society for Parasitology* 8. Blackwell, Oxford, 119-144
- DAVEY, J. T. (1969): The early development of *Contracaecum osculatum*. *J. Helminthol.* **43**, 293-298
- DEBLOCK, S., CAPRON, A. & ROSE, F. (1961): Contribution á l` etude des Microphallidae TRAVASSOS, 1920 (Trematoda). Le genre *Maritrema* NICOLL, 1907, cycle évolutif de *M. subdolum* JAGERSKIÖLD 1909. *Parasitologia*, **3**, 105-119
- DEBLOCK, S. & TRAN VAN KY, P. (1966): Contribution á l` etude des Microphallidae TRAVASSOS, 1920. XII. Espèces d` Europe occidentale. Crèation de *Spairiotrema* nov. Gen.: Considérations diverses de systematique. *Ann. Parasit. Hum. Comp.*, **41**, 23-60
- DEBLOCK, S. (1980): Inventaire des trematodes larvaires parasites des mollusque Hydrobia (Prosobranches) des côtes frances. Leonardo Edizioni Scientifiche, Roma. *Parasitologia*, **22**, 105 pp.
- DETLOFF, K. C. (2000): Ökologie der Phytalfauna von *Fucus vesiculosus* (L.), *Ceramium rubrum* (Huds.) und *Zostera marina* (L.) in der Flensburger Förde (Westliche Ostsee) mit ökoparasitologischen Untersuchungen der benthischen Crustacea. Dipl.-Arb. Zool. Inst. Univ. Hamburg, 166 pp.
- DIETEL, G. (1997): Benthische Crustaceen des Salzhaffs und der Wustrower Küste (Wismarer Bucht, Ostsee) als Zwischenwirte von Endohelminthen. Dipl.-Arb. FB Biol. d. Freien Univ. Berlin, 89 pp.
- DOFLEIN, F. (1901): Die Protozoen als Parasiten und Krankheitserreger nach biologischen Gesichtspunkten dargestellt. G. Fischer, Jena, 247 pp.
- DOGIEL, W. A (1962): Obschtschaja Parasitologija. Isd. Leningradskogo Universiteta. 463 pp. (In Russisch)
- DÖNGES, J. (1988): Parasitologie. Mit besonderer Berücksichtigung humanpathogener Formen. Thieme. 2. Aufl., 350 pp.

- EDLUND A. M., SUNDMARK, G. & THORMAN, S. (1980): Identification of *Pomatoschistus Pictus*, *P. microps*, *P. minutus* (Gobiidae, Pisces). *SARSIA* **65**, 239-242
- EHRENBAUM, E. (1905): Eier und Larven von Fischen des nordischen Planktons. I Lipsius & Tischler, Kiel. 413 pp.
- ESCH, G. W. (1971): Impact of ecological succession on the parasite fauna in centrarchids from oligotrophic and eutrophic ecosystems. *Amer. Midl. Natural* **86**, 160-168
- ESCH, G. W., GIBSON, J. W. & BOURQUE, J. E. (1975): An analysis of the relationship between stress and parasitism. *Am. Midl. Nat.*, **93**, 339-353
- ESCH, G. W., KENNEDY, C. R., BUSH, A. O. & AHO, J. M. (1988): Patterns in helminth communities in freshwater fish in Great Britain: alternative strategies for colonization. *Parasitology*, **96**, 519-532
- ESCH, G. W., SHOSTAK, A. W., MARCOGLIESE, D. J. & GOATER, T. M. (1990): Patterns and processes in helminth parasite communities: an overview. In: ESCH, G. W., BUSH, A. O. & AHO, J. M. (Hrsg.): *Patterns and processes*. Chapman & Hall, London, 1-19
- FAUTH, J. E., BERNADO, J. CAMARA, M. RESETARITS, W. J., VAN BUSKIRK, J. & MCCOLLUM, S. A. (1996): Simplifying the jargon of community ecology: a conceptual approach. *Amer Natural*, **147**, 282-286
- FAGERHOLM, H. P. (1982): Parasites of fish in Finland. in: *Nematodes IV*. Acta Acad. Abo., Ser. B, **40**, 1-128
- FAGERHOLM, H. P. & BERLAND, B. (1988): Description of *Ascarophis arctica* POLJANSKY, 1952 (Nematoda: Cystidicolidae) in Balthic Sea fishes. *Syst. Parasitol.*, **11**, 151-158
- FAGERHOLM, H. P. & BUTTERWORTH, E. (1988b): *Ascarophis* sp. (Nematoda: Spirurida) attaining sexual maturity in *Gammarus* spp. (Crustacea). *Syst. Parasitol.* **12**, 123-129
- FENCHEL, T. (1975a): Factors determining the distribution patterns of mud snails (Hydrobiidae) *Oecologia*, **20**, 1-17
- FENCHEL, T. (1975b): Character displacement and coexistence in mud snails (Hydrobiidae) *Oecologia*, **20**, 19-32

- FENCHEL, T. (1977): Competition coexistence and character displacement in mud snails (Hydrobiidae). In: COULL (ed). Ecology of marine benthos, 467 pp.
- FISCHER, E. (1956): Die parasitischen Würmer der wirtschaftlich wichtigsten Ostseefische. Diss. Landw. Gärt. Fak. Humboldt-Univ. Berlin, 126 pp.
- FRANK, W. (1962): Histologische Untersuchungen bei *Carassius carassius* L. (Pisces Teleostei) nach starkem Befall durch *Trichodina domerguei* WALLENGREEN, 1897 (Protozoa, Euciliata). Z. Parasitenk. **21**, 446-456
- GAUSE, G. F. (1934): The struggle for existence. Hafner, New York, 163 pp.
- GIBSON, D. I. (1972): Contribution to the life-histories and development of *Cucullanus minutus* Rudolphi 1819 and *Cucullanus heterochrous* Rudolphi 1802 (Nematoda-Ascaridida). Bull. Br. Mus. Nat. Hist. (Zool.). **22**, 153-170
- GIBSON, D. I. & BRAY, R.A. (1986): The Hemiuridae (Digenea) of fish from the North-east Atlantic. Bull. Br. Mus. Nat. Hist. (Zool.) **51**, 1-125
- GIBSON, D. I. & KØIE, M. (1991): *Magnibursatus caudofilamentosa* (Reimer, 1971) n. comb. (Digenea: Derogenidae) from the Stickleblack *Gasterosteus aculeatus* L. in Danish waters: a zoogeographical anomaly?. Syst. Parasitol. **20**, 221-228
- GKFF, Gemeinsames Komitee Flensburger Förde (1974a): Flensburger Förde 1972-74. Aabenraa. Selbstverlag.
- GKFF, Gemeinsames Komitee Flensburger Förde (1974b): Untersuchungen der Flensburger Förde. Teilbericht 3. „Einbringen von Stoffen aus Gewässern und Leitungen“. Aabenraa. Selbstverlag.
- GKFF, Gemeinsames Komitee Flensburger Förde (1974c): Untersuchungen der Flensburger Förde. Teilbericht 7. „Wasseraustausch“. Aabenraa: Selbstverlag.
- GINEZINSKAJA, T. A. (1968): Trematodi ich shisnennye Zikly, biologija i ewoluzija. Izdatelstwo Nauka, Leningrand, 411 pp. (In Russisch)
- GOLLASCH, S. (1992): Populationsdynamik und Parasitenbefall von Bivalvia, benthischen und planktischen Crustacea in der Ostseeförde Schlei. Dipl.-Arb. Zool. Inst. Univ. Hamburg, 175 pp.
- GOLLASCH, S. & ZANDER, C. D. (1995): Populationdynamics and parasitism of planktonic and epibenthic crustaceans in the Baltic Schlei fjord. Helgol. Wiss. Meeresunters., **49**, 759-770

- GOLLASCH, S., STROHBACH, U., WINKLER, G. & ZANDER, C. D. (1996): Digene Parasiten der Nordseegarnele *Crangon crangon* (L., 1758), (Decapoda, Crustacea) aus der westlichen Ostsee. Seevögel **17**, 3-4
- GOSELCK, F. & VON WEBER, M. (1997b): Pflanzen und Tiere des Meeresbodens der Wismar-Bucht und des Salzhaffs. Meer und Museum. Stralsund. **13**, 36-40
- GRAY, J. S. (1984): Ökologie mariner Sedimente. Eine Einführung. H. Springer, Berlin. 196 pp.
- GROENEWOLD, S. (1992): Zur Bedeutung von Kleinfischparasiten im Nordfriesischen Wattenmeer. Dipl.-Arb. Zool. Inst. Univ. Hamburg, 86 pp.
- GROENEWOLD, S., BERGHAHN, R & ZANDER C. D. (1996): Parasite communities of four fish species in the Wadden Sea and the role of fish discarded by the shrimp fisheries in parasite transmission. Helgol. Meeresunters. **50**, 69-85
- HARTWICH, G. (1975): Rhabditida und Ascaridida. In: Die Tierwelt Deutschlands. G. Fischer, Jena, **62**, 256 pp.
- HAYWARD, P. J. & RYLAND, J. S. (1998): Handbook of the Marine Fauna of North-West Europe. Oxford University Press, Oxford, 800 pp.
- HEALEY, M. C. (1972): On the population ecology of the common goby in the Ythan estuary. J. Nat. Hist. **6**, 133-145
- HECHLER, A. (1997): Helminthengemeinschaften in Gobiidae (Teleostei, Pisces) der Flensburger Förde. Dipl.-Arb., Univ. Saarbrücken, 100 pp.
- HELCOM, Helsinki Commission, Baltic Marine Environment Protection commission (1996): Third periodic assessment of the state of the marine environment of the Baltic Sea, 1989–1993. Executive Summary. Baltic Sea Envir. Proc. **64A**. 25 pp.
- HELCOM, Helsinki Commission, Baltic Marine Environment Protection commission (1997): Airborne Pollution load to the Baltic Sea 1991-1995. Baltic Sea Envir. Proc. **69**, 37 pp.
- HELCOM, Helsinki Commission, Baltic Marine Environment Protection commission (1998): The third Baltic Sea pollution load compilation (PLC 3). Baltic Sea Env. Proc. **70**, 128 pp.

- HENNIG, R. & ZANDER, C. D. (1981): Zur Biologie und Nahrung von Kleinfischen des Nord- und Ostsee-Bereichs III: Die Besiedlung eines Süßwasserwatts der Elbe durch euryhaline Fische. Arch. Hydrobiol. (Suppl.) **43**, 487-505
- HOLMES, J. C., PRICE, P.W. (1986): Communities of parasites. In: Anderson, D. J., Kikawa, J. (eds.). Community biology: patterns and processes. Blackwell, Oxford, 187-213
- HOLMES, J. C. (1990): Helminth communities in marine fishes. In: ESCH, G. W., BUSH, A. O., AHO, J. M. (eds.): Parasite Communities. Patterns and Processes. Chapman & Hall, London, 101-130
- HOLMES, J. C. (1991): Spatial scale and important species in the analysis of communities of parasites. In: Second International School: Parasite Host Environment. Bulg. Academy of Sciences, Sofia, 1-14
- HOLMES, J. C. & BARTOLI, P. (1993): Spatio-temporal structure of the communities of helminths in the digestive tract of *Sciaena umbra* L. 1758 (Teleostei). Parasitology **106**, 519-525
- HUNNINEN, A. V. & CABLE, R. M. (1943a): The life history of *Podocotyle atomon* (Rudolphi) (Trematoda Apecoelidae). Trans. Amer. Micr. Soc. **62**, 57-68
- HUNNINEN, A. V. & CABLE, R. M. (1943b): The life history of *Lecithaster confusus* Odhner (Trematoda Hemiuridae). J. Parasitol. **29**, 71-79
- HYLLEBERG, J. (1975): The effect of salinity and temperature on egestion in mud snails (Gastropoda: Hydrobiidae). Oecologia. Berlin, **21**, 279-289
- HYLLEBERG, J. (1986): Distribution of Hydrobiid snails in relation to salinity, with emphasis on shell size and co-existence of the species. Ophelia **4**, 85-100
- JAGNOW, B. & GOSSELCK, F. (1987): Bestimmungsschlüssel für die Gehäuseschnecken und Muschel der Ostsee. Mitt. Zool. Mus. Berl. **63**, 191-268
- JAMES, B. L. (1969): The Digenea of the intertidal prosobranch *Littorina saxatilis* (OLIV). Z. Zool. System. Evolutionsforsch., **7**, 273-316
- JAMES, B. L. (1971): Host selection and ecology of marine digenean larvae. In: CRISP, D. J. (ed.): Fourth European Marine Biology Symposium. University Press. Cambridge, 179-196

- JANETZKY, W., ENDERLE, R. & NOODT, W. (1996): Crustacea Copepoda Gelyelloida und Harpacticoida. In: Süßwasserfauna von Mitteleuropa. Stuttgart, **8**, 1-22
- JACOBSEN, P., BARTZ, P. & SZUKS, H. (1971): Die Trematodenfauna des Darmkanals der Fische des Salzhaffs (westliche Ostsee). Wiss. Zeitsch. d. Pädag. Hochsch. Güstrow, 49 – 51
- JAZDZEWSKI, K. (1970): Biology of Crustacea Malacostraca in the bay of Puck, Polish baltic Sea. Zool. Pol., **20**, 423-480
- JOKELA, J. & LIVELY C. M (1995): Spatial variation for infection by digenetic trematodes in a population of freshwater snails (*Potamopyrgus antipodarum*). Oecologia. **103**, 509-517
- KENNEDY, C. R. (1975): Ecological animal parasitology. Blackwell, Oxford, 163 pp.
- KESTING, V. (1992): Untersuchungen zur Parasitenfauna von Kleinfischen und Schnecken der Ostseeförde Schlei. Dipl.-Arb. Zool. Inst. Univ. Hamburg, 183 pp.
- KESTING, V. (1996): Untersuchungen zur Parasitenfauna von Fischen und wirbellosen Zwischenwirten aus Uferbereichen der Ostseeförde Schlei. Diss. Zool. Inst. Univ. Hamburg, 200 pp.
- KESTING, V. & ZANDER, C. D. (2000): Alteration of the Metazoan Parasite Faunas in the Brackish Schlei Fjord (Northern Germany, Baltic Sea). Internat. Rev. Hydrobiol., **85**, 325-340
- KFF, Kommission Flensburger Förde (1978): Bodenfaunauntersuchungen 1978 in der Flensburger Förde. Aabenraa. Selbstverlag.
- KFF, Kommission Flensburger Förde (1982b): Abfluß und Stofftransport aus diffusen Quellen in Einzugsgebiet der Flensburger Förde. Aabenraa. Selbstverlag.
- KOMAROWA, T. I. (1982): Parasiiti molodi rib Kreechtsuskogo bodochranilistscha i ich blijanie ha organism chosijaev. Naukowo Dymka, Kiev, 224 pp. (In Russisch)
- KOÇOĞLU, Ö. (1998): Untersuchungen zur Parasitenfauna von verschiedenen Klein- und Jungfischen aus der Orther Bucht (Fehmarn, SW-Ostsee). Dipl.-Arb. Zool. Inst. Univ. Hamburg, 110 pp.
- KOTER, M. (1962): Helminth parasites in Gobiidae of the Puck Bay. Acta Parasit. Polon., **10**, 217-230

- KÖHN, J. & GOSSELCK, F. (1989): Bestimmungsschlüssel der Malakostraken der Ostsee. Mitt. Zool. Mus. Berl. **65**, 1-114
- KÖLMEL, R. (1979): The annual cycle of macrozoobenthos: its community structures under the influence of oxygen deficiency in the western Baltic. In: NAYLOR, E. & HARTNOLL, R. G. (eds.): Cyclic phenomena in marine plants and animals. Oxford. Pergamon Press, 19-28
- KØIE, M. (1981): On the morphology and life-history of *Podocotyle reflexa* (CREPLIN, 1825) ODHNER, 1905, and a comparison of its development stages with those of *P. atomon* (RUDOLPHI, 1802) ODHNER, 1905 (Trematoda, Opecoelidae). Ophelia, **20**, 17-43
- KØIE, M. (1983): Digenetic trematodes from *Limanda limanda* (L.) (Osteichthyes, Pleuronectidae) from Danish and adjacent waters, with special reference to their life-histories. Ophelia, **22**, 201-228
- KØIE, M. (1984): Digenetic trematodes from *Gadus morhua* (L.) (Osteichthyes, Gadidae) from Danish and adjacent waters, with special reference to their life-histories. Ophelia, **23**, 195-222
- KØIE, M. (1988): Parasites in european *Anguilla anguilla* (L.) from danish freshwater, brackish and marine localities. Ophelia, **29**, 93-118
- KØIE, M. (1990c): On the morphology and life-history of *Hemiurus luehei* ODHNER, 1905 (Digenea, Hemiuridae). J. Helminthol., **64**, 193-202
- KØIE, M. (1992): Life cycle and structure of the fish Digenean *Brachyphallus crenatus* (Hemiuridae). American Society of Parasitologists. J. Parasitol., **78**, 338-343
- KØIE, M. (1993a): Aspects of the life cycle and morphology of *Hysterothylacium aduncum* (RUDOLPHI, 1802) (Nematoda, Ascaridoidea, Anisakidae). Can. J. Zool., **71**, 1289-1296
- KØIE, M. (1993b): Nematode parasites in teleosts from 0 to 1540 m depth off the Faroe islands (the north atlantic). Ophelia, **38**, 217-243
- KØIE, M. (1995): The life-cycle and biology of *Hemiurus communis* Odhner, 1905 (Digenea, Hemiuridae). Parasite **2**, 195-202
- KØIE, M. (2001b): The life cycle of *Dichelyne (Cucullanellus) minutus*, Nematoda (Cucullanidae). Folia Parasitol., **48**, 304-310

- KØIE, M. (2001c): The life cycle of *Capillaria gracilis* (Capillariidae), a nematod parasite of gadoid fish. *SARSIA* **86**, 383-387
- KREFT, K. A. (1984): Vorkommen der Trematoden *Cryptocotyle concavum* und *Podocotyle atomon* in der Schlei, unter besonderer Berücksichtigung der ersten Zwischenwirte und des Fisches *Pomatoschistus microps* (Gobiidae). Dipl.-Arb. Zool. Inst. Univ. Hamburg, 110 pp.
- KREFT, K. A. (1991): Befalls und Populationsdynamik ausgewählter digener Trematoden und ihrer Wirte in der Schlei. Diss., Zool. Inst. Univ. Hamburg, 289 pp.
- KREY, J., BABENERD, B. & LENZ, J. (1978): Beobachtungen zur Produktionsbiologie des Planktons in der Kieler Bucht: 1957-1975. 1er Datenband. Ber. Inst. Meeresk. Cristian-Albrechts-Univ. Kiel, **54**, 82 pp.
- KRIST, A. C. & LIVELY, C. M. (1998): Experimental exposure of juvenile snails (*Potamopyrgus antipodarum*) to infection by trematode larvae (*Microphallus* sp.): infectivity, fecundity compensation and growth. *Oecologia*, **116**, 575-582
- LASSEN, H. & CLARK, M. (1979): Comparative fecundity in three Danish mud snails (Hydrobiidae). *Ophelia* **18**, 171-178
- LAUCKNER, G. (1980): Diseases of Mollusca: Gastropoda. In: KINNE, O. (ed.): Diseases of marine animals. General aspects, Protozoa to Gastropoda. John Wiley & Sons, Chichester, 311-424
- LAUCKNER, G. (1983): Diseases of Mollusca: Bivalvia. In: KINNE, O. (ed.): Diseases of marine animals. Bivalvia to Scaphopoda. Biol. Anst. Helgol., Hamburg, 477-961
- LAUCKNER, G. (1984a): Brackish water submergence of the common periwinkle, *Littorina littorea*, and its digenean parasites in the Baltic sea and Kattegat. *Helgol. Wiss. Meeresunters.*, **37**, 177-184
- LAUCKNER, G. (1984b): Impact of trematode parasitism on the fauna of a north Sea tidal flat. *Helgol. Wiss. Meeresunters.* **37**, 185-199
- LAUCKNER, G. (1986): Analysis of parasite-host-systems in the western Baltic Sea. *Ophelia. Supl.* **4**, 129-137
- LEHMANN, J., MOCK, D. & STÜRENBERG, F. J. (1991): Farbatlas der Krankheiten der Süßwasserfische. Landesanstalt für Fischerei Nordrhein-Westfalen.

- LICK, R. R. (1991): Untersuchungen zu Lebenszyklus (Krebse-Fische-marine Säuger) und Gefrierresistenz anisakider Nematoden in Nord- und Ostsee. Ph.D. thesis, Univ. Kiel. Ber. d. Inst. f. Meeresk. **128**, 195 pp.
- LOOS-FRANK, B. (1967): Experimentelle Untersuchungen über Bau, Entwicklung und Systematik der Himasthlinae (Trematoda, Echinostomatidae) des Nordseeraumes. Z. Parasitenkd., **28**, 299-351
- LOZAN, J. L. & KAUSCH, H. (1998): Angewandte Statistik für Naturwissenschaftler. 2. überarbeitete und ergänzte Auflage. Parey, Berlin, 287 pp.
- LUTZ, K. (1986): Sommerlager an der Flensburger Förde. 19 Naturk. Beitr.
- LÜTHEN, K. (1988): Zur Parasitierung der Flunder, *Platichthys flesus* (L.), an der Ostseeküste der DDR. Wiss. Zeitsch. d. Päd. Hochschule „Liselote Herrmann“ Güstrow **1**, 49-62
- LÜTHEN, K. (1989): Fischkrankheiten und Parasiten von Flunder, Scholle, Kliesche und Steinbutt aus den Küstengewässern der DDR. Diss. Math. Nat. Fak. Päd. Hochsch. Güstrow, 186 pp.
- MACKENZIE, K. & GIBSON, D. I. (1970): Ecological studies of some parasites of plaice *Pleuronectes platessa* L. and flounder *Platichthys flesus* (L.). In: TAYLOR, A. E. R. & MÜLLER, R (Eds.): Aspects of Fish Parasitology. Symp. Br. Soc. Parasit., **8**, 1-42
- MARGOLIS, L. ESCH, G. W., HOLMES, J. C., KURIS, A. M., SCHAD, G.A. (1982): The use of ecological terms in parasitology (report of an hoc committee of the American society of parasitologists). J. Parasitol. **68**, 131-133
- MARKOWSKI, S. (1933): Die Eingeweidewürmer der Fische des polnischen Balticums (Trematoda, Cestoda, Nematoda, Acanthocephala). Arch. Hydrob. Ribastwa, **7**, 1-53
- MARKOWSKI, S (1935a): Über den Entwicklungszyklus von *Botriocephalus scorpii* (Müller 1776). Bul. Acad. Polon. Sc. Lett. B. Sc. Nat., **11**, 1-17
- MARKOWSKI, S. (1936): Über die Trematodenfauna der balthischen Mollusken aus der Umgebung der Halbinsel Hel. Bull. Acad. Pol. Sci. Nat. **2**, 285-317

- MARKOWSKI, S. (1937): Über die Entwicklungsgeschichte und Biologie des Nematoden *Contracaecum aduncum* (Rudolphi 1802). Bul. Int. Acad. Polon. Sc. Lett. Polska Acad. Nauk. **2**, 227-247
- MARTENS, P. (1981): On the *Acartia* species of the northern Wadden Sea of Sylt. Kieler Meeresforsch., Sonderh. **5**, 153-163
- MCCARTHUR, R. H. & WILSON, E. O. (1963): An equilibrium theory of insular biogeography. *Evolution*, **17**, 373-387
- MCDOWALL, R. M. (1988): Diadromy in fishes: migrations between freshwater and marine environments. University press, Cambridge, 308 pp.
- MEHLHORN, H., PIEKARSKI, G. (1998): Grundriß der Parasitenkunde. 5. Aufl., G. Fischer, Stuttgart, 516 pp.
- MEYER A. (1933): Acanthocephala. In: BROMER, P., EHRMANN, P. & ULMER, G. (Eds.): Die Tierwelt Mitteleuropas, Bd. I. Urtiere, Hohltiere, Würmer. Quelle & Meyer, Leipzig, 40 pp.
- MORAVEC, F. (1994): Parasitic Nematodes of Freshwater Fishes of Europe. Dordrecht, Kluwer Academy Publ. 473 pp.
- MÖLLER-BUCHNER, J. (1981): Untersuchung zum Parasitenbefall von *Pomatoschistus microps* (Gobiidae, Pisces) in der Unterelbe. Arch. Hydrobiol. Suppl. **61**, 59-83
- MÖLLER-BUCHNER, J. (1987): Untersuchung zur Parasitenfauna Drei- und Neunstacheliger Stichlinge (*Gasterosteus aculeatus* und *Pungitius pungitius* (L.)) aus Elbe, Eider und Schlei. Diss., Zool. Inst. Univ. Hamburg, 230 pp.
- MÖLLER, H. (1974): Untersuchungen über die Parasiten der Flunder (*Platichthys flesus* L.) in der Kieler Förde. Ber. dt. wiss. Komm. Meeresforsch, **23**, 136-149
- MÖLLER, H. (1975): Der Einfluss von Temperatur und Salzgehalt auf die Entwicklung und Verbreitung von Fischparasiten. Diss., math. nat. Fak. Univ. Kiel, 108 pp.
- MÖLLER, H. (1978): The effect of salinity and temperature on the development and survival of fish parasites. *J. Fish Biol.*, **12**, 311-323
- MÖLLER, H. & ANDERS, K. (1983): Krankheiten und Parasiten der Meeresfische. Heino Möller, Kiel, 258 pp.
- MÖLLER, H. & ANDERS, K. (1986): Diseases and parasites of marine fishes. Möller, Kiel, 365 pp.

- MUUS, B. J. (1967): The fauna of Danish estuaries and lagoons. Distribution and ecology of dominating species in shallow reaches of the mesohaline zone. Meddr. Danm. Fisk. Havunders. (N.S.) **5**, 1-316
- MUUS, J. B. & NIELSEN, G. J. (1998): Die Meeresfische Europas. Kosmos, Stuttgart, 336 pp.
- MUZZALL, P. M., PEEBLES C. R. & THORNAS M. V. (1995): Parasites of the round goby, *Neogobius melanostomus* and tubenose goby, *Proterorhinus marmoratus* (Perciformes: Gobiidae) from the St. Clair River and Lake St. Clair. Wash. J. Helminthol. Soc., **62**, 226-228
- MÜHLENBERG, M. (1989): Freilandökologie. 2.Aufl., Quelle & Meyer, Heidelberg, 430 pp.
- MÜNZING, J. (1959): Biologie, Variabilität und Genetik von *Gasterosteus aculeatus* L. (Pisces). Untersuchungen im Elbegebiet. Int. Rev. ges. Hydrobiol. **44**, 317-382
- MURSYS, Meeresumwelt-Reportsystem (1997-2002): Informationen aus Nord- und Ostsee. BSH. Hamburg und Rostock. Jahresberichte 1997-2002.
- MUSSELIUS, B. A. (1983): Labororny praktikum po bolesnjam ryb. Leg. Pish. Prom. Moskwa, 295 pp. (In Russisch)
- NEHRING, D. (1996): Nährsalze. In REINHEIMER (Hrsg): Meereskunde der Ostsee. 2. Aufl. Springer, Berlin, 97-103
- NELLEN, W. & THIEL, R. (1996): Fische. In: REINHEIMER (Hrsg): Meereskunde der Ostsee. 2. Aufl. Springer, Berlin, 190-196
- NIKOLSKI, G. W. (1957): Spezielle Fischkunde. VEB. Deutscher Verlag der Wissenschaften, Berlin, 632 pp.
- ODENING, K. (1984): Stamm Plathelminthes, Plattwürmer. In: KAESTNER, A. (ed.): Lehrbuch der speziellen Zoologie, G. Fischer, Stuttgart. Bd. **1**: Wirbellose Tiere, Teil **2**, 341-442
- OTT, J. (1996): Meereskunde. 2. Aufl. Ulmer, Stuttgart. 186 pp.
- OTTEN, P. (1913): Quantitative Untersuchungen über die Copepoden des Fehmarnbeltes und ihre Entwicklungsstadien. Diss. Univ. Kiel 55 pp.
- PALM, W. H., KLIMPEL, S. BUCHER C. (1999): Checklist of metazoan fish parasites of German coastal waters. Univ. Kiel. Ber. d. Inst. f. Meeresk., **307**, 148 pp.

- PARUCHIN, A. M. (1989): Parasititscheskie cherbi donnich ryb jurshnich morei. Nauk. Dumka. Kiev, 156 pp. (In Russisch)
- PESTA, O. (1928): Krebstiere oder Crustacea. I. Ruderfüßer oder Copepoda (Calanoida und Cyclopoida). In: DAHL, F. (Hrsg.): Die Tierwelt Deutschlands und der angrenzenden Meeresteile. Krebse oder Crustacea. Teil **9**, G. Fischer, Jena, 136 pp.
- POSTEL, L. (1996): Zooplankton. In: REINHEIMER: Meereskunde der Ostsee. Springer, Berlin-Heidelberg, 150-160
- PRIEMER, J. (1982): Bestimmung von Fischbandwürmern der Gattung *Proteocephalus* (Cestoda, Proteocephalidae) in Mitteleuropa. Zool. Anz. **3**, 244-264
- RASMUSSEN, E. (1973): Systematics and ecology of the Isefjord marine fauna (Denmark). *Ophelia* **11**, 495 pp.
- READ, C. P. (1951): The "crowding effect" in tapeworm infections. *J. Parasitol.*, **37**, 174-178
- REICHENBACH-KLINKE, H. H. (1975): Die Mitwirkung von Umweltfaktoren (Temperatur, Sauerstoff, Licht, pH) bei der Bekämpfung von Parasiten. *Fisch und Umwelt*, **1**, 151-153
- REIMER, L.W. (1961): Die Stufen der Progenese bei dem Fischtrematoden *Bunocotyle cingulata* ODHNER 1928. *Wiad. Parazytol.*, **7**, 843-849
- REIMER, L.W. (1962): Die digenetischen Trematoden der Wasservögel der Insel Hiddensee und ihre Larvalstadien aus den die Inseln umgebenden Brackgewässern. Diss., Univ. Greifswald, 128 pp.
- REIMER, L.W. (1963): Zur Verbreitung der Adulti und Larvenstadien der Familie Microphallidae Viana, 1924, (Trematoda, Digenea) in der mittleren Ostsee. *Z. Parasitenk.*, **23**, 253-273
- REIMER, L.W. (1970): Digene Trematoden und Cestoden der Ostseefische als natürliche Fischmarkern. *Parasitol. Schr.*, **20**, 144 pp.
- REIMER, L.W. (1971a): Neue Cercarien der Ostsee mit einer Diskussion ihrer möglichen Zuordnung und einem Bestimmungsschlüssel. *Parasitol. Schr.*, **21**, 125-149
- REIMER, L.W. (1973): Das Auftreten eines Fischtrematoden der Gattung *Asymphylogora* LOOS, 1899, bei *Nereis diversicolor* O. F. MÜLLER als Beispiel für einen Alternativzyklus. *Zool. Anz.*, **191**, 187-196

- REIMER, L.W. (1975): Zum Artproblem bei Digenen, dargestellt am Beispiel der Gattung *Podocotyle* (Dujardin 1845) Odner 1905. *Wiss. Zeitschr.*, **2**, 259-282
- REIMER, L.W. (1982): The salt content - a factor determining the development of fish and bird trematodes in the middle Baltic Sea. *Proc. Symp. Prague*, 63-68
- REIMER, L.W. (1989): Die limitierende Wirkung des Salzgehaltes auf die Verbreitung von Trematoden in der Ostsee. *Wissenschaftl. Beitr. D. Friedr.-Schiller-Univ. Jena, Beitrag zur Ökophys.*, 19-23
- REIMER, L.W., Walter, U. (1993): Zur Parasitierung von *Gadus morhua* in der südlichen Ostsee. *Appl. Parasitol.*, **36**, 181-186
- REIMER, L. W. (1995): Parasites specially of piscean hosts as indicators of the eutrophication in the Balthic Sea. *Appl. Parasitol.*, **36**, 124-135
- REIMER, L.W., HILDEBRAND, A., SCHARBERTH, D., WALTER, U. (1996): Trematodes of the brackish waters of the Baltic Sea and their distribution together with that of related species in other European areas. *Appl. Parasitol.*, **37**, 177-185
- REISE, K., KOLBE, K. & DE JONGE, V. (1994): Makroalgen und Seegrasbestände im Wattenmeer. In: LOZAN, J. L., RACHOR, E., REISE, K., VON WETERNHAGEN, H., & LENZ, W. (Hrsgs.). *Warnsignale aus dem Wattenmeer*. Blackwell, Berlin, 90-100
- REMANE, A. (1958): Ökologie des Brackwassers. In: REMANE A. & SCHLIEPER C. (Hrsgs): *Die Biologie des Brackwassers. Die Binnengewässer* **22**, 1-216
- RIEMANN, F. (1986): *Berichte der Abteilungen Nematodenkunde*. Veröff. Inst. Meeresforsch. Bremerh., **21**, 195-201
- RILEY, J. P. & SKIRROW, G (1965): *Chemical Oceanography*. Academic, London, **1**, 693 pp.
- RHEINHEIMER, G. (1970): *Mikrobiologische Untersuchungen in der Flensburger Förde*. *Ber. Dtsch. Wiss. Komm. Meeresforsch.*, **21**, 420-429
- RHEINHEIMER, G. (1996): *Meereskunde der Ostsee*. Springer, Berlin, 338 pp.
- ROBERTS, R. J. (1981): *Patología de los Peces*. Mundiprensa, Madrid, 165-209
- ROHDE, K. (1982): *Ecology of marine parasites*. Univ. Queensland Press. St. Lucia, 245 pp.

- ROHDE, K. (1984): Diseases caused by metazoans: Helminths. In: KINNE, O. (Ed.): Diseases of marine animals. Biol. Anst. Helg., **4**, 193-320
- ROHDE, K. (1993): Ecology of marine parasites. 2. Aufl. CAB International, Wallingford (U.K.), 298 pp.
- ROMEIS, B. (1989): Mikroskopische Technik. Urban & Schwarzenberg. München, 697 pp.
- ROOT, R. (1967): The niche exploitation pattern of the blue-gray gnatcatcher. Ecol. Monogr., **37**, 317-350
- RUMOHR, H. (1996): Zoobenthos. In: Reinheimer (Hrs.). Meereskunde der Ostsee. Springer, Berlin, p. 173-180
- SANDERS, H. L. (1968): Marine benthic diversity: a comparative study. American Naturalist, **102**, 243-282
- SARS, G. O (1921): An account of the Crustacea of Norway, Copepoda-Calanoida. Bergen Museum, **4**, 118 pp.
- SCHÄPERCLAUS, W. (1954): Fischkrankheiten. Akademie, Berlin 3. Aufl. 708 pp.
- SCHLIEPER, C. (1958): Physiologie des Brackwassers. In: REMANE A. & SCHLIEPER C. (Hrsgs): Die Biologie des Brackwassers. Die Binnengewässer **22**, 217-348
- SINDERMANN, C. J. & FARRIN, A. E. (1962): Ecological studies of *Cryptocotyle* (Trematoda Heterophyidae) whose larvae cause „pigment spots“ of marine fish. Ecology **13**, 69-75
- SINDERMANN, C. J. (1986): Fish parasites and pollution. ICES. Workshop on the use of Pathology in studies of contaminants, Dublin, 18 pp.
- SKROBLIES, M. (1998): Populationsdynamische und ökoparasitologische Untersuchungen an benthischen Crustacea der Orther Bucht (Fehmarn, Südwestliche Ostsee). Dipl.-Arb. Zool. Inst. Univ. Hamburg, 116 pp.
- SOLTYNSKA, M. (1964): Fish tapeworms in Puck Bay (south Baltic). Acta Parasit. Polon., **12**, 13-26
- SOUSA, W. P (1990): Spatial scale and the processes structuring a guild of larval trematode parasites. In: ESCH, G. W, BUSH, A. O., AHO, J. M. (eds.): Parasite communities: pattern and processes. Chapman & Hall, London, 51-67

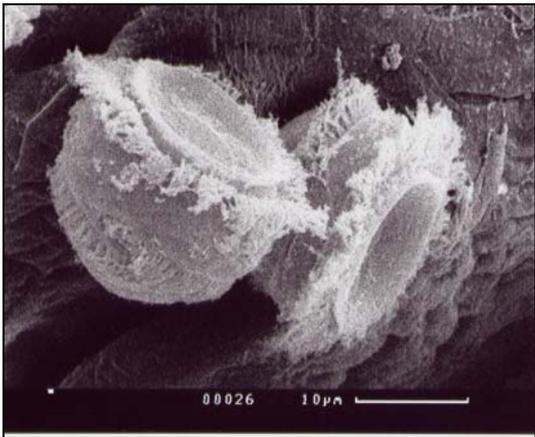
- SOUSA, W. P. (1992): Interspecific interactions among larval trematode parasites of freshwater and marine snails. *Amer. Zool.*, **32**, 583-592
- SPREHN, C. (1960): Trematoda – Cestoida. In: GRIMPE, G. & WAGLER, E. (eds.): Die Tierwelt der Nord- und Ostsee. Becher & Erler, Leipzig. Teil **4**, 1-19
- STEPANOVA, T.G. (1987): Gobies *Benthophilus* of the Northern Caspian. In: Complex and sustainable use of aquatic and biological resources of the Azov and Caspian Sea Basins. Rostov-on-Don, 83-85
- STREIT, B. (1980): Ökologie. Ein Kurzlehrbuch. G. Fischer, Stuttgart, 235 pp.
- STROHBACH, U. (1991): Befall der Gastropoda und planktischen Copepoda mit Parasiten in der südwestlichen Ostsee. Examensarb. Zool. Inst. Univ. Hamburg, 111 pp.
- STROHBACH, U. (1999): Vergleichende Untersuchungen zur Populationsdynamik und Parasitenfauna ausgewählter benthischer und planktischer Crustaceen sowie Gastropoden im Bereich der Kieler- und Lübecker Bucht (SW-Ostsee). Diss. Zool. Inst. Univ. Hamburg, 196 pp.
- SVEDENSEN, Y. S. (1990): Hosts of third stage larvae of *Hysterothylacium* sp. (Nematoda, Anisakidae) in Zooplankton from outer Oslofjord, Norway. *Sarsia*, **75**, 161-167
- SZIDAT, L. (1957): Über den Entwicklungszyklus von *Psilochasmus oxyurus* (CREPLIN 1825, LÜHE 1910) (Trematoda, Psilostomatidae) in Argentinien. *Z. f. Parasitenk.*, **18**, 24-35
- TARDENT, P. (1993): Meeresbiologie. 2. Aufl. Thieme, Stuttgart. 305 pp.
- THIEL, R., WINKLER H. & URHO L. (1996): Zur Veränderung der Fischfauna. In: LOZAN, J. L., LAMPE, R., MATTHÄUS, W., RACHOR, E., & RUMOHR, H., VON WESTERHAGEN, H. (Hrsg.): Warnsignale aus der Ostsee. Wissenschaftliche Fakten. Parey, Berlin, 181-188
- THIENEMANN, A. (1939): Grundzüge einer allgemeinen Ökologie. *Arch. Hydrobiol.*, **35**, 267-285
- TIMON-DAVID, J. & REBECQ, J. (1958): Les metacercaires parasites de l'annelide *Nereis diversicolor* O.F. Müller et leur développement expérimental. *Paris. C. R. Soc. Biol.*, **152**, 1731-1733

- TISCHLER, W. (1979): Einführung in die Ökologie. G. Fischer, Stuttgart, 306 pp.
- TODD C. D. & LAVERACK M. S. (1991): Coastal marine zooplankton. A practical guide for students. Cambridge University Press, 106 pp.
- UEBEL, M. (1989): Zur Saisonalität von Makrozoobenthos-Neubesiedlungsphänomenen in Verschmutzungsgradienten der Flensburger Förde (Westliche Ostsee)- Auswertung von Flachwasser-in situ-Experimenten. Dipl.-Arb. Univ. Kiel,
- UEBEL, M. (2000): In-situ Experimente zur Ansiedlung einer Polychaetengemeinschaft auf Sandgrund in der Flensburger förde (Westliche Ostsee) unter saisonalen Einflüssen. Diss. Zool. Inst. Univ. Hamburg, 151 pp.
- USPENSKAJA, A. W. (1965): Parazitofauna bentitscheskich rakoobrasnych Barenzewa morja. Isd. AN SSR, M.-L., 127 pp.
- VAES, F. (1977): Host-parasite relationship in a brackish-water habitat. Biol. Jb. Dodonaea, **45**, 171-180
- VON BRAND, T (1972): Parasitenphysiologie. G. Fischer, Stuttgart, 353 pp.
- VON WEBER & GOSSELCK, F. (1997): Morphologie und Hydrographie der Wismar-Bucht. Meer und Museum, Stralsund, **13**, 33-35
- WALKEY, A., LEWIS, D. B. & DARTNALL, J. G. (1970): Observations on the host-parasite relations of *Thersitina gasterostei* (Crustacea: Copepoda). J. Zool. **162**, 371-381
- WASILKOW, G. W., GRISCHTSCHENKO, B. G., GRISCHTSCHENKO, L. I., ENGASCHEW, W. G. & SETROW, W. S. (1989): Bolesni ryb. Agropromisdat, Moskwa, 287 pp.
- WERDING, B. (1969): Morphologie, Entwicklung und Ökologie digener Trematoden-Larven der Strandschnecke, *Littorina littorea*. Mar. Biol., **3**, 306-333
- WENDLAND, W. (1985): Über das Ausreten digener Trematoden und ihrer Zwischenwirte Schnecken, Crustacea und Kleinfische in der Schlei unter besonderer Berücksichtigung der Microphalliden. Dipl.-Arb. Zool. Inst. Univ. Hamburg, 136 pp.
- WISNIEWSKI, W. L. (1958): Characterization of the parasitofauna of an eutrophic lake. Acta Parasitol. Pol. **6**, 1-64
- WONG, P. L. & ANDERSON, R. C. (1982): The transmission and development of *Cosmocephalus obvelatus* (Nematoda: Acuarioidea) of gulls (Laridae). Can. J. Zool., **60**, 1426-1440

- WOOTON, R. J. (1973): The metazoan fauna of fish from Haningfield Reservoir, Essex, in relation to features of the habitat and host populations. *J. Zool. Lond.*, **171**, 323-331
- WOOTON, R. J. (1990): Ecology of Teleost Fishes. Chapman & Hall. London, Fish & Fisheries series 1, 117-130
- WÜLKER, G. & SCHUURMANS STEKHOVEN, J. H. (1933): Acanthocephala. In: GRIMPF, G. & WAGLER E. (Eds): Die Tierwelt der Nord- und Ostsee. Teil 6e, Becher & Erler Leipzig, 1-64
- YAMAGUTI, S. (1959): Systema Helminthum 2. The Cestodes of Vertebrates (fishes). Interscience, New York, London, 860 pp.
- YAMAGUTI, S. (1961): Systema Helminthum 3. The Nematodes of Vertebrates. Part I & II. Interscience, New York, London, 1261 pp.
- YAMAGUTI, S. (1963a): Parasitic Copepoda and Branchiura of fishes. Interscience. John Willey & Sons, New York, London, 1104 pp.
- YAMAGUTI, S. (1975): A synoptical review of life histories of digenetic trematodes of Vertebrates. Keigaku Publishing Co., Tokyo, 590 pp.
- ZANDER, C. D. (1979): On the biology and food of small-sized fish from the North and Baltic Sea areas. II. Investigation of s shallow stony ground off Møn, Denmark. *Ophelia*, **18**, 179-190
- ZANDER, C. D., KOLLRA, H. G., ANTHOLZ, B., MEYER, W. & WESTPHAL, D. (1984a): Small-sized eurahaline fish as intermediate hosts of the digenetic trematode *Cryptocotyle concavum*. *Helgol. Meeresunters.*, **37**, 433-443
- ZANDER, C. D., MÖLLER-BUCHNER, J. & TOTZKE, H. D. (1984b): The role of sticklebacks in the food web of the Elbe and Eider estuaries (northern Federal Republic of Germany). *Zool. Anz.*, **212**, 209-222
- ZANDER, C. D. & HAGEMANN, T. (1986): Fluctuations of Prey, abundance and Biomass of Gobies (Gobiidae, Pisces) in a shallow Habitat of Western Baltic Sea. *Zool. Anz.*, **216**, 289-304
- ZANDER, C. D. (1990): Habitat and Prey Dependant Distribution of Sand Gobies, *Pomatoschistus minutus* (Gobiidae, Teleostei), in der SW Baltic. *Zool. Anz.*, **224**, 328-341

- ZANDER, C. D. (1991): Akkumulation von Helminthen-Parasiten in Aalmuttern- *Zoarces viviparus* (L.) (Teleostei) der SW Ostsee. Seevögel, **12**, 70-73
- ZANDER, C. D. & WESTPHAL, D. (1991): Kleinfischparasiten der Ostseeförde Schlei und ihre Einbindung in die Nahrungskette. Seevögel, **12**, 4-8
- ZANDER, C. D. (1993): The biological indication of parasite life-cycles and communities from the Lübeck Bight, SW Baltic Sea. Z. angew. Zool., **79**, 337-389
- ZANDER, C. D., GROENEWOLD, S. & STROHBACH, U. (1994): Parasite transfer from crustacean fish hosts in the Lübeck Bight, SW Baltic Sea. Helgol. Meeresunters., **48**, 89-105
- ZANDER, C. D. (1996): Parasiten als Anzeiger gestreßter Systeme. In: LOZAN, J. L., LAMPE, R. MATTHÄUS, W., RACHOR, E., RUMOHR, H., VON WESTERNHAGEN, H. (Hrgs.): Warnsignale aus der Ostsee. Wissenschaftliche Fakten, Parey, Berlin, 208-211
- ZANDER, C. D. & KESTING, V. (1996): The indicator properties of parasite communities of gobies (Teleostei, Gobiidae) from Kiel and Lübeck Bight, SW Baltic Sea. Appl. Parasitol., **37**, 186-204
- ZANDER, C. D. (1997): Parasit-Wirt-Beziehungen. J. Springer, Berlin, 184 pp.
- ZANDER, C. D. (1998a): Ecology of Host Parasite Relationship in the Baltic Sea. Naturwissensch., **85**, 426-436
- ZANDER, C. D. (1998b): Parasitengemeinschaften bei Grundeln (Gobiidae, Teleostei) der südwestlichen Ostsee. Verhandl. Ges. Ichthyol., **1**, 241-252
- ZANDER, C. D. & KESTING, V. (1998): Colonization and seasonality of goby (Gobiidae, Teleostei) parasites from the southwestern Baltic Sea. Parasitol. Res., **84**, 459-466
- ZANDER, C. D., REIMER, L. W. & BARZ, K. (1999): Parasite communities of the Salzhaff (Northwest Mecklenburg, Baltic Sea). I. Structure and dynamics of communities of the littoral fish, especially small-sized fish. Parasitol. Res., **85**, 356-372
- ZANDER, C. D., REIMER, L. W., BARZ, K., DIETEL, G. & STROHBACH, U. (2000): Parasite communities of the Salzhaff (Northwest Mecklenburg, Baltic Sea) II. Guild communities, with special regard to snails, benthic crustaceans, and small-sized fish. Parasitol. Res., **86**, 359-372

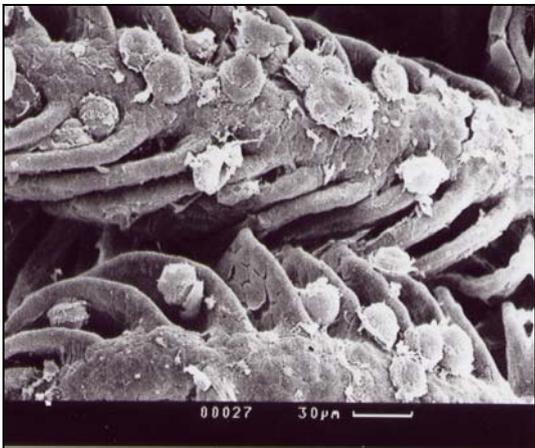
- ZANDER, C. D. (2001): The guild as a concept and means in ecological parasitology. *Parasitol. Res.*, **87**, 484-488
- ZANDER, C. D. (2002): The Influence of eutrophication on parasite communities in the Baltic Sea. *Proceedings of the 10th Internat. Congress of Parasitology*, 274-253
- ZANDER, C. D., KOÇOĞLU, O., SKROBLIES, M. & STROHBACH, U. (2002): Parasite populations and communities from the shallow littoral of the Orther Bight (Fehmarn, SW Baltic Sea). *Parasitol. Res.*, **88**, 734-744
- ZANDER, C. D. & REIMER, L. W. (2002): Parasitism at the ecosystem level in the Baltic Sea. *Parasitol.*, **124**, 119-135
- ZANDER, C. D. (2003): Four-year monitoring of parasite communities in gobiid fishes of the south-western Baltic. I. Guild and component community. *Parasitol. Res.*, **90**, 502-511
- ZANDER, C. D. (2004): Four-year monitoring of parasite communities in gobiid fishes of the south-western Baltic. II. Infracommunity. *Parasitol. Res.*, **93**, 17-29
- ZIEGELMEIER, E. (1966): Die Schnecken (Gastropoda, Prosobranchia) der Deutschen Meeresgebiete und brackigen Küstengewässer. *Helgol. Meeresunters.*, **13**, 1-16



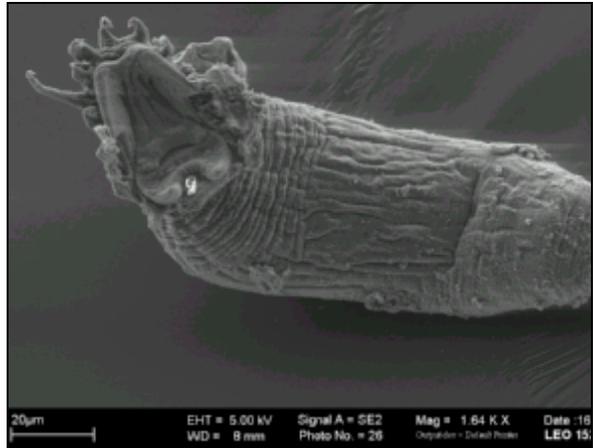
1)



2)



3)

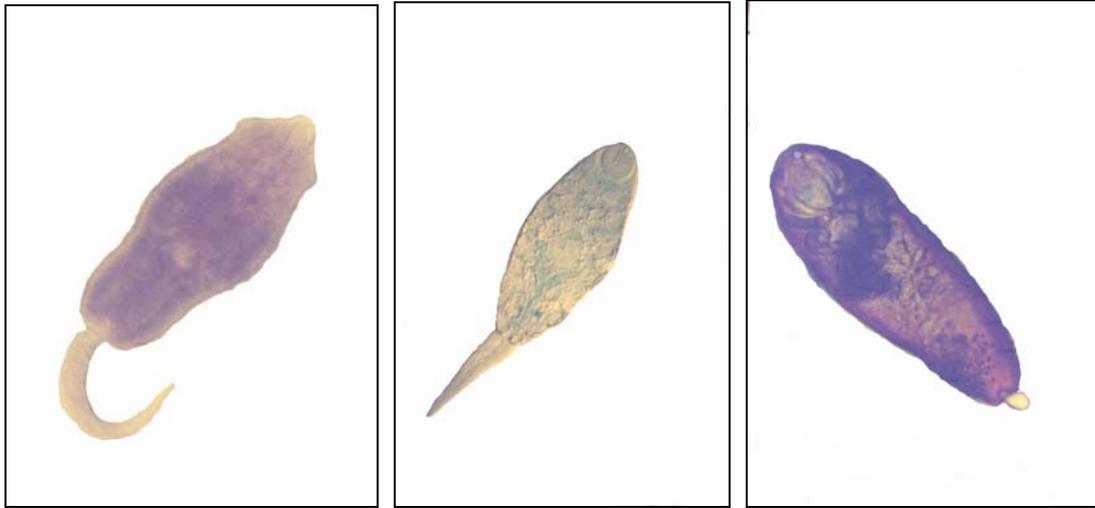


4)



5)

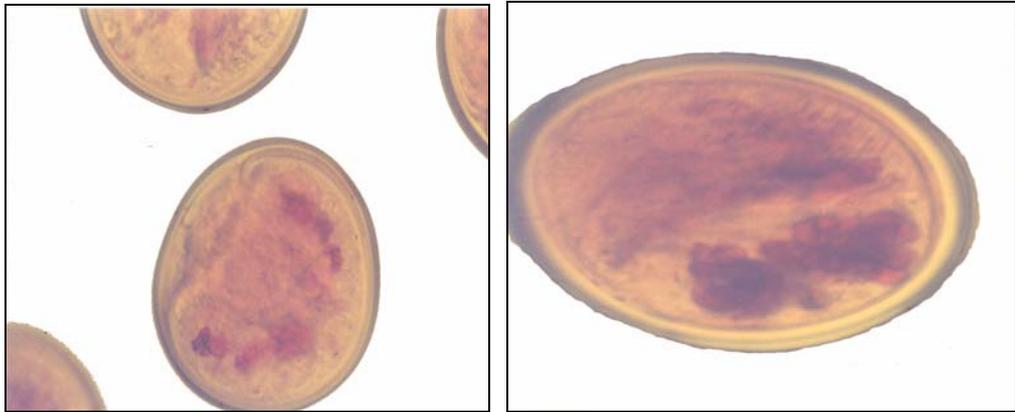
Plate I: 1,2) –*Trichodina domerguei* , Foto REM; 3) –*T. domerguei* in den Kiemen von *Pomatoschistus microps*, Foto REM; 4 – *Gyrodactylus* sp., Foto REM; 5 – *Gyrodactylus* sp., Fotomikroskop 500x



6)

7)

8)



9)

10)



11)

12)

Platte II: Fotomikroskop. 6 - Cercarie von *Himasthla* cf. *militaris*, 128x; 7 - Cercarie von *Psilochasmus oxyurus*, 160x; 8 - *Cercaria microphallidarum* Nr. 4 nov. sp., 250x; 9 - Metacercarie von *Microphallus claviformis*, 400x; 10 - Metacercarie von *Microphallus papillorobustum*, 400x; 11 - Cercarie von *Bunocotyle cingulata*, 100x; Foto REM. 12 -, Redie von *Himasthla* sp.



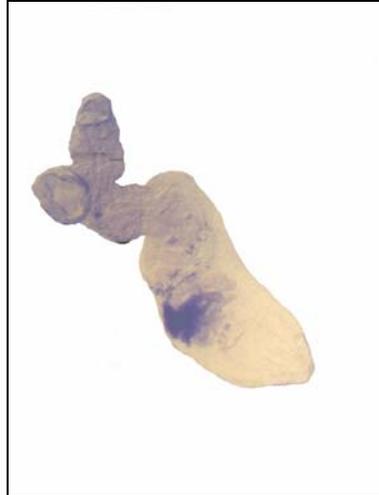
13)



14)



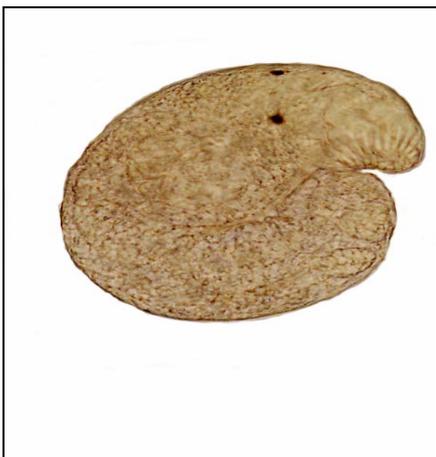
15)



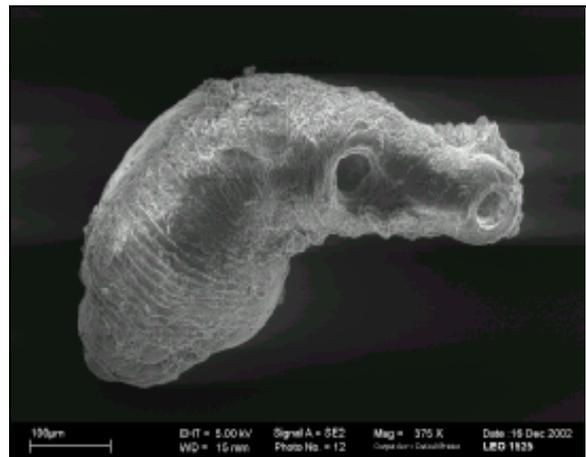
16)



17)



18)

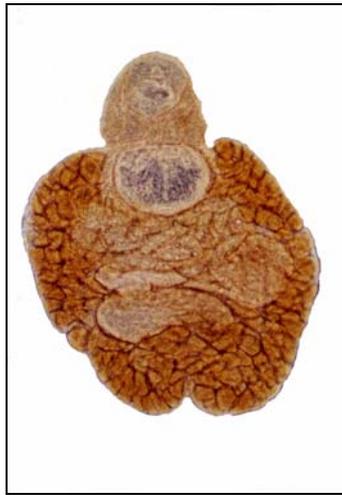


19)

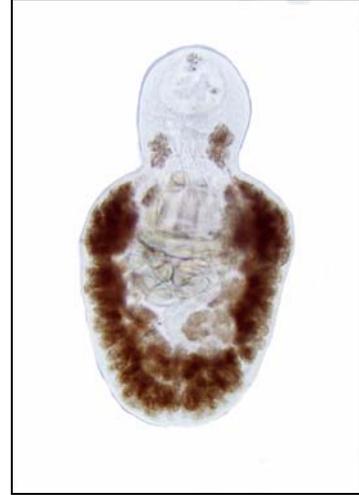
Platte III: Fotomikroskop. 13 - Doppelfall bei *Acartia discaudata*, 100x; 14 und 15 – Metacercarie und Adultus von *Hemiurus communis*, 200x; 16 - *Hemiurus luehei*, 100x; 17 – *Lecithaster confusus*, 100x; 18 – *Acanthostomum balthicum*, 200x; Foto REM, Mb 100 µm, 19 – *Brachyphallus crenatus*



20)



21)



22)



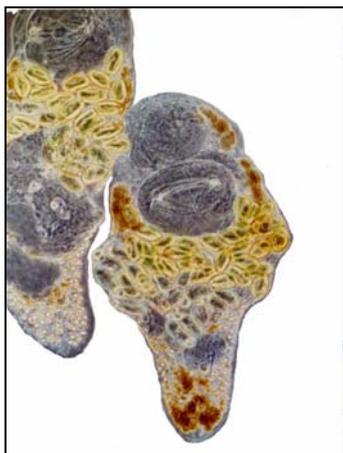
23)



24)



25)



26)



27)

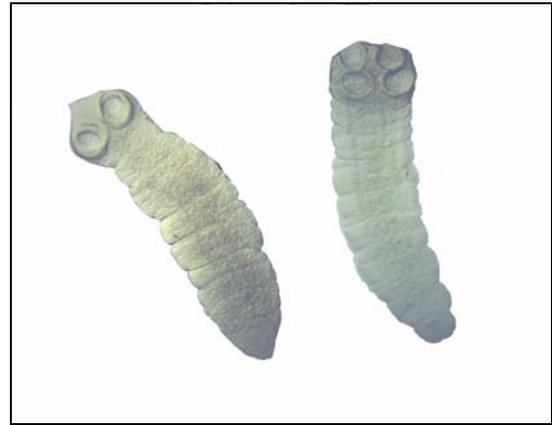


28)

Platte IV: Fotomikroskop: 20-25 – verschiedene Formen von *Podocotyle atomon*, 100x (20-24), 200x (25); 26 – Fellodistomatidae sp., 100x; 27 – *Cryptocotyle concavum* aus dem Augenapfel, 400x; 28 – *C. concavum* aus dem Kiemenbereich, 400x



29)



30)



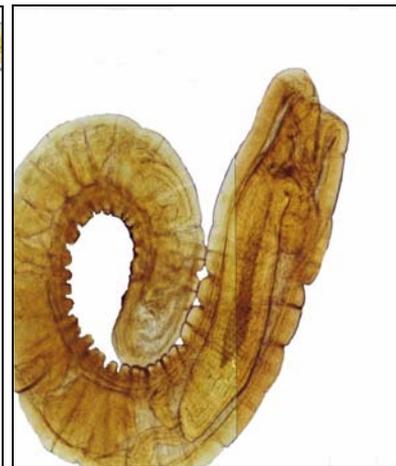
31)



32)



33)



34)



35)

Platte V: Foto REM, Mb 20µm. 29 - *Bothriocephalus* sp.; Fotomikroskop. 30 - *Proteocephalus gobiorum*, 100x; 31- *Hysterothylacium aduncum*, 100x; 32) - *Nematoda* sp. 2, 100x; 33 - *Cucullanellus minutus*, 100x; 34 - *Acanthocephala* sp., 100x; 35 – *Cosmocephalus obvelatus*, 200x

Tab. I: Abiotische Faktoren

Datum		T°C H ₂ O	Salinität ‰	O ₂ mg/l.	BSB ₅ mg/l	O ₂ %	PH	T°C Luft	Anmerkung
18.08.1998	Ufer	18,9	16,6	8,2	4,7	90	8	21	leicht bewölkt
22.09.1998	Ufer	14,5	14,4	10,8	4,7	107	8,5	18	"
01.11.1998	Ufer	8,8	15,7	9,7	6	86	8	9	sonnig
25.03.1999	Ufer	5,6	11,3	10,5	6,6	86	8	11	klar
	Tiefe		13,6		6,6				
11.05.1999	Ufer	13,5	13,1	9,8	7,1	121	8,5	16	leicht bewölkt
	Tiefe	13,5	13,1	12,3	8,3	171	8		
25.06.1999	Ufer	15,7	12,7	8,9	5,1	89	8,5	15,1	klar
	Tiefe	15	13	10,4	5,4	105	8		
12.07.1999	Ufer	23	11,9	9,7	5,1	113	8,5	25,6	klar
	Tiefe	20	12,2	7,4	5,3	88	8		
09.08.1999	Ufer	22	12,5	6,7	5,9	77	8,2	24,5	sonnig
	Tiefe	21	12,7	8,3	5,2	102	8,6		
07.09.1999	Ufer	18,5	14,1	5,9	3,9	64	8,4	20,4	sonnig
	Tiefe	19	14,3	7,9	4,4	90	8,4		
15.10.1999	Ufer	12,1	14,7	9,1	4,4	85	8	12,3	leicht bewölkt
	Tiefe	12	19,2	5,8	4,9	55	7,5		
29.11.1999	Ufer	8	19,6	9,9	6,15	111,4	8,2	7,8	stürmisch
19.04.2000	Ufer	8	13	9,9	4	84	8,3	8	regnerisch, bewölkt
	Tiefe	8	13,4	10	4,6	88	8,5		
25.05.2000	Ufer	13,1	12,2	8,3	4,5	80	8,7	12,8	regnerisch, bewölkt
	Tiefe	13	12,2	7,3	6,3	72	8,8		
29.06.2000	Ufer	12,4	17,9	10	3,1	93	8	15,8	schwach bewölkt
	Tiefe	10	17,8	8,8	4,3	83	8,3		

Tab. II: Saisonaler Fischfang

Datum	<i>Pomato- schistus minutus</i>	<i>Pomato- schistus pictus</i>	<i>Gobiuscu- lus flavescens</i>	<i>Gobius niger</i>	<i>Syngna- thus typhle</i>	<i>Gasteros- teus aculeatus</i>	<i>Pomato- schistus microps</i>	<i>Pleuro- nectes flesus</i>	<i>Solea solea</i>	<i>Spinachia spinachia</i>	<i>Pholis gunellus</i>	<i>Pungitius pungitius</i>	Total seasonal
Aug. 98	23	1	1	9	2	2	1						39
Sep. 98	8	3	17	4	7	1	23	1	1				65
Nov. 98		2	1				12						15
Mai. 99		2	11										13
Jun. 99			20	1	1		3	13					38
Jul. 99			10	1		1				3			15
Aug. 99		2	3	6	1		30				1		43
Sep. 99	1		11	9	3	1	61						86
Okt. 99	1	1	13	3	5	1	21			1			46
Apr. 00				1			8						9
Mai. 00		1	1		1		11	10				1	25
Jun. 00		18		1	4	1	10	16		3			53
Total	33	30	88	35	24	7	180	40	1	7	1	1	447

Tab. III: Frequenz und Abundanz der durch Fische aufgenommenen Nahrung

Nahrungspartikel	<i>P. microps</i>		<i>P. minutus</i>		<i>G. flavescens</i>		<i>G. niger</i>		<i>P. pictus</i>		<i>P. flesus</i>		<i>S. typhle</i>		<i>S. spinachia</i>		<i>G. aculeatus</i>	
	Frequenz	Abundanz	Frequenz	Abundanz	Frequenz	Abundanz	Frequenz	Abundanz	Frequenz	Abundanz	Frequenz	Abundanz	Frequenz	Abundanz	Frequenz	Abundanz	Frequenz	Abundanz
Harpacticoida	59,4	45,7			4,5	0,8	54,3	36,2	76,7	78,6	77,5	90,9	4,2	5,5				
Aoridae	2,2	0,4	3,0	0,3	1,1	0,02			3,3	0,1								
Bivalvia	7,8	1,2	51,5	28,5	46,6	20,8	28,6	5,6	16,7	5,3			8,3	1,9			42,9	3,2
Jaera	1,7	0,3							3,3	0,1								
Cladocera	0,6	0,1	3,0	0,4	6,8	0,3							8,3	0,4				
Gammaridae	41,7	13,3	69,7	27,2	31,8	4,7	74,3	39,8	33,3	5,4	27,5	1,5	29,2	6,1	71,4	41,20	28,6	2,9
Gastropoda	2,8	0,5	54,5	23,2	20,5	1,3	2,9	1,0	13,3	4,5	2,5	0,1					14,3	0,6
Ostracoda	7,8	1,4	30,3	6,8	36,4	2,0	31,4	4,1	10,0	1,6	5,0	0,1	4,2	0,1			14,3	1,9
Polychaeta	47,2	6,6	21,2	0,9	20,5	0,3	65,7	6,4	26,7	0,9	52,5	1,8					28,6	73,4
C. crangon	2,8	0,3	9,1	0,4	1,1	0,02	2,9	0,3			2,5	0,1	16,7	20,1	42,9	11,80	14,3	0,6
Corophium	46,7	27,7	9,1	0,7	11,4	0,3	8,6	0,8	13,3	2,3	47,5	4,9	4,2	0,1				
Idotea	8,3	1,2	3,0	0,1	4,5	0,1	20,0	3,1	6,7	0,2	2,5	0,1	4,2	0,1	14,3	5,90	14,3	1,0
Chironomidae	1,1	0,1			1,1	0,1			3,3	0,1	2,5	0,1	4,2	0,1				
Halacaridae	1,7	0,8							3,3	0,1								
Oligochaeta	1,7	0,3					5,7	1,5			2,5	0,4						
Amphipoda sp.			9,1	0,7	2,3	0,1	2,9	0,3					4,2	0,1	14,3	1,5	14,3	0,3
Calanoida			12,1	10,8	71,6	69,2							50,0	63,5	42,9	38,2	85,7	12,7
Insecta					1,1	0,02												
Mysidacea									16,7	0,6	2,5	0,1	8,3	1,5	14,3	1,5	14,3	3,2
Isaeidae							2,9	1,0										
Crustacea Eier													4,2	0,7				

Tab. IV: Konditionsfaktor und mittlere Körperlänge der Fische in Abhängigkeit des Geschlechts

Fischart	Konditionsfaktor			mittlere Körperlänge	
	Weibchen	Männchen	Juvenile	Weibchen	Männchen
<i>G. flavescens</i>	0,84	0,8		37,7	36,0
<i>G. niger</i>	1	0,98		46,1	43,9
<i>P. flesus</i>	1,22		0,98		
<i>P. microps</i>	0,9	0,88		33,5	31,7
<i>P. minutus</i>	0,75	0,7		46,3	46,5
<i>P. pictus</i>	0,63	0,56	0,51	30,5	39,4
<i>S. typhle</i>	0,03	0,03	0,02	108,9	106,2
<i>G. aculeatus</i>	0,75	0,73	0,27	43,5	35,8
<i>S. spinachia</i>	0,22	0,21		62,0	69,0

Tab. V: Prävalenz [P] und Intensität [I] der Parasiten in Abhängigkeit der *P. microps*-Größe

N	4		16		42		63		32		17		5		1	
LT (mm)	15-20		21-25		26-30		31-35		36-40		41-45		46-50		51-55	
Parasitenart	P	I	P	I	P	I	P	I	P	I	P	I	P	I	P	I
<i>T. domerguei</i>	25		12,5		7,1		1,6	6,3								
<i>Gyrodactylus</i> sp.			6,25	19	21,4	12,3	14,3	9,1	21,9	11	17,6	21	60	3,7		
<i>A. balthicum</i>			6,2	2			3,2	1,5			5,9	2				
<i>A. demeli</i>									3,1	1	11,7	3,5				
<i>A. timmi</i>					2,4	1	1,6	1	3,1	1						
<i>B. crenatus</i>					4,8	1										
<i>C. lingua</i>							1,6	1	3,1	6			40	6		
<i>C. concavum</i>	100	11,7	93,8	23,4	92,9	24	93,7	27,5	100,0	29,4	76,5	19,9	100	174,4		
<i>H. communis</i>			6,25	1	2,4	2	7,9	2,2	3,1	1	11,8	1			100	1
<i>P. atomon</i>					9,5	1,2	22,2	1,2	37,5	3,8	47,1	3,5	40	1		
Strigeidae sp.											5,9	1				
<i>P. gobiorum</i>							6,3	1,7	6,2	1						
<i>Proteocephalus</i> sp.							1,6	1								
<i>Bothriocephalus</i> sp.					2,4	1	3,2	2,5	6,2	1,5						
<i>B. scorpii</i>							3,2	1	6,3	2,5	5,9	1				
Caryophyllaeidae sp.					4,8	2										
<i>A. simplex</i>													20	1		
<i>A. arctica</i>							1,6	1			5,9	1				
<i>C. obvelatus</i>											5,9	1				
<i>H. aduncum</i>									3,1	1			20	1		
Nematoda sp.1			6,2	1												
Acanthella			6,2	1												
<i>Echinorynchus</i> sp.					2,4	1										

Tab. VI: Prävalenz [P] und Intensität [I] der Parasiten in Abhängigkeit der *P. pictus*-Größe

N	3		7		4		3		4	
LT (mm)	15-20		21-25		31-35		36-40		41-45	
Parasitenart	P	I	P	I	P	I	P	I	P	I
<i>B. crenatus</i>					25	3				
<i>H. communis</i>			14,3	1	25	1	33,3	1	50	2,5
<i>L. confusus</i>					25	1	33,3	1		
<i>P. atomon</i>	33,3	7					33,3	2	25	4

Tab. X: Prävalenz [P] und Intensität [I] der Parasiten in Abhängigkeit der *G. niger*-Größe

N	7		6		7		5		2		1		3	
LT (mm)	31-35		36-40		46-50		51-55		56-60		61-65		66-70	
Parasitenart	P	I	P	I	P	I	P	I	P	I	P	I	P	I
<i>Gyrodactylus</i> sp.			16,7	9										
<i>A. demeli</i>			16,7	1										
<i>C. lingua</i>			33,3	9	57,1	10	60	45	50	15	100	94	100	58
<i>C. concavum</i>			50	8,7	14,3	4	40,0	51	100,0	18,5	100,0	16	33,3	10
<i>H. communis</i>					14	2								
<i>P. atomon</i>	14,3	3	16,7	4									33,3	1
<i>T. clavata</i>			16,7	1										
<i>P. gobiorum</i>	14,3	1												
<i>Anisakis</i> sp.	14,3	1												
<i>A. arctica</i>							20	2						
<i>Capillaria</i> sp.							20	1						
<i>Contracaecum</i> sp.							20	1						
<i>C. obvelatus</i>	14,3	1												
<i>C. minutus</i>							20	1						
<i>H. aduncum</i>	14,3	1	16,7	1			40	1					66,7	1

Tab. XI: Prävalenz [P] und Intensität [I] der Parasiten in Abhängigkeit der *P. flesus*-Größe

N	11		12		2		4		2		1		1		1	
LT (mm)	26-30		31-35		36-40		41-45		46-50		51-55		56-60		112	
Parasitenart	P	I	P	I	P	I	P	I	P	I	P	I	P	I	P	I
<i>T. domerguei</i>	27,3		25		100		25		100		100		100		100	
<i>A. demeli</i>											100	1				
<i>C. lingua</i>			16,7	3	100	2,5			50	4						
<i>C. concavum</i>							25,0	4								
<i>H. communis</i>															100	1
<i>P. atomon</i>							25,0	1								
<i>Bothriocephalus</i> sp.															100	1
<i>A. simplex</i>									50	1						
<i>C. osculatum</i>											100	1			100	1
<i>Contracaecum</i> sp.	9,1	1														
<i>C. cirratus</i>															100	1
<i>H. aduncum</i>											100	1				
<i>R. acus</i>			8,3	1			25	1	100	1,5						
Nematoda sp. 2			8,3	1												

Tab. XII: Prävalenz [P] und Intensität [I] der Parasiten in Abhängigkeit der Wirtsgröße von:

G. aculeatus

N	1		1		3		2	
LT (mm)	15-20		26-30		31-35		51-55	
Parasitenart	P	I	P	I	P	I	P	I
<i>G. anomala</i>							50	1
<i>T. domerguei</i>					33,3	20		
<i>Gyrodactylus</i> sp.			100	12	33,3	1	50	9
<i>B. crenatus</i>							50	3
<i>C. lingua</i>								
<i>H. communis</i>	100	11			66,7	4	50	7
<i>P. atomon</i>					33,3	1		
<i>H. aduncum</i>							50	4
<i>T. gasterostei</i>							50	19

S. spinachia

2		1		2	
51-55		66-70		> 70	
P	I	P	I	P	I
		100	10	50	10
		100	1	100	41,5
50	4			50	1

Tab. XIII: Epi- und Suprabenthos

Datum	Aug. 98						Sep. 98						Nov. 98						
	Taxa	N/ Probe	TG g/Probe	AFTG g/Probe	N/m ²	TG g/m ²	AFTG g/m ²	N/ Probe	TG g/Probe	N/m ²	TG g/m ²	AFTG g/Probe	AFTG g/m ²	N/ Probe	TG g/Probe	N/m ²	TG g/m ²	AFTG g/Probe	AFTG g/m ²
Ascidacea							2	0,00037	2,9		0,00052857								
Asteria rubens														1	0,01592	1,4	0,02274286		
Chironomidae							6	2E-05	8,6		2,8571E-05								
Nematocera cf.							1	0,00025	1,4		0,00035714								
Carcinus maenas							2	0,01739	2,9		0,02484286								
Palaemon squilla	3	0,00205		4,3	0,00292857														
Crangon crangon	32	0,32072		45,7	0,45817143		101	2,16187	144,3		3,08838571			105	1,98671	150,0	2,83815714		
Mysidacea							3	0,00755	4,3		0,01078571			79	0,14687	112,9	0,20981429		
Gammarus duebeni							13	0,00866	18,6		0,01237143			1		1,4			
G. locusta							2	0,00016	2,9		0,00022857			2		2,9			
G. oceanicus	4	0,006		5,7	0,00857143														
G. salinus							10	0,01715	14,3		0,0245			3	0,05932		4,3	0,08474286	
G. zadachi	3	0,00768		4,3	0,01097143		14	0,06456	20,0		0,09222857			6			8,6		
Gammaridae juv.	38	0,00265		54,3	0,00378571		170	0,01427	242,9		0,02038571			3			4,3		
Corophium spp.	2	0,00029		2,9	0,00041429		102		145,7										
C. insidiosum							14	0,00448	20,0		0,0064								
C. volutator							27		38,6										
Microdeutopus gryllotalpa							1	0,00038	1,4		0,00054286								
Jaera albifrons	1	0,00034		1,4	0,00048571		3	0,0003	4,3		0,00042857								
Idotea balthica							3	0,01508	4,3		0,02154286								
I. chelipes	2	0,00449		2,9	0,00641429		2	0,00467	2,9		0,00667143								
I. neglecta							1	0,0073	1,4		0,01042857								
I. linearis							1	0,00078	1,4		0,00111429								
Idotea juv.	33	0,00183		47,1	0,00261429		51	0,00249	72,9		0,00355714			1	0,0085	1,4	0,01214286		
Crustacea Eier							169	0,00372	241,4		0,00531429								
Balanus juv.							2	0,0021	2,9		0,00224286								
Ostracoda							12	9E-05	17,1		0,00012857			5		7,1			
Pseudocalanus elongatus							1												
Harpacticoida	19	7E-05		27,1	0,0001		38	0,00039	55,7		0,00055714			86	0,00298	122,9	0,00425714		
Cerastoderma sp.	6	0,00767	0,01149	8,6	0,01095714	0,01641429	9	2,31444	12,9	3,30634286	0,48869318	0,69813311	2	0,50277	2,9	0,71824286	0,01029	0,0147	
Mytilus edulis	5	1,06941	0,1013	7,1	1,52772857	0,14471429	58	18,09663	82,9	25,8523286	3,82109696	5,45870994	11	0,51614	15,7	0,73734286	0,0528	0,075428	
Mytilidae juv.	183			261,4			406	0,12889	580,0	0,18412857	0,02721508	0,03887868							
Mya arenaria	3	0,00426	0,00558	4,3	0,00608	0,00797143													
Macoma balthica	4	0,00574	0,00308	5,7	0,0082	0,0044	9	0,22214	12,9	0,31734286	0,04690478	0,06700683							
Halacaridae														1	1E-05	1,4			
Littorina obtusata	7																		
L. littorea	2													6		8,6			
L. saxatilis f. tenebrosa	28	0,0302		52,9	0,04314286		64	0,34448	91,4	0,49211429			17	0,62784	24,3	0,89691429	0,05183	0,07404	
Hydrobiidae	407	0,6705	0,04025	581,4	0,95785714	0,0575	2127	4,03861	3038,6	5,76944286	0,94264	1,34662857	465	1,019917	664,3	1,45702429			
Turboella inconspicua	42	0,01707		60,0	0,02438571		33	0,02906	47,1	0,04151429			8	0,0074	11,4	0,01057143	0,16796	0,23994	
Zippora membranacea													4	0,00744	5,7	0,01062857			
Oligochaeta	15	0,0019		21,4	0,00271429								11	0,00184	15,7	0,00262857			
Tubificidae							46	0,0013	65,7		0,00185714								
Nereidae juv.	3	0,00321		4,3	0,00458571		55	0,03502	78,6		0,05002857			6	0,00329	8,6	0,0047		
Pygospio elegans							1												
Spionidae spp.							39	0,00111	57,1		0,00158571								
Campanulariidae							1	0,00013	1,4		0,00018571								
Nematoda	200	6E-05		285,7	8,5714E-05		500	0,00153	714,3		0,00218571			500	0,00366	714,3	0,00522857		
Turbellaria							2	0	2,9		0								
Foraminifera							4	0,00015	5,7		0,00021429			41	0,00058	58,6	0,00082857		

Fortsetzung Tab. XIII: Epi- und Suprabenthos

Datum	Mrz. 99						Jun. 99						Jul. 99					
	N/ Probe	TG g/Probe	AFTG g/Probe	N/m ²	TG g/m ²	AFTG g/m ²	N/ Probe	TG g/Probe	N/m ²	TG g/m ²	AFTG g/Probe	AFTG g/m ²	N/ Probe	TG g/Probe	N/m ²	TG g/m ²	AFTG g/Probe	AFTG g/m ²
Mysidacea	8	0,04323		11,4	0,061757													
Praunus inermis													4	0,02416	22,85714	0,138057		
Neomysis integer							13	0,03187	37,14286	0,091057								
C. crangon	6	0,04882		8,6	0,069743		9	0,51888	25,7	1,48251								
C. maenas							2	0,09034	5,7	0,25811								
Corophiidae							9	0,00144	25,71429	0,004114			22	0,00193	125,7	0,011029		
G.oceanicus							1	0,03012	2,857143	0,086057								
G.zadachi													1		5,7			
Gammaridae													19	0,00241	108,6	0,013771		
I. chelipes							1		2,9									
Idoteidae							3	0,0146	8,6	0,04171			6	0,00679	34,3	0,0388		
Crustacea Eier							18		51,4				3	0	17,1	0		
Ostracoda	9	0,00166		12,9	0,002371		34	0,00033	97,1	0,00094			13	0	74,3	0		
Harpacticoida	30			42,9	0,000114		233	0,00075	665,7	0,00214			100					
Ectinosoma curticorne													127					
Stenhelix palustris		8E-05											79	0,01149	3274,3	0,065657		
Huntemania jadensis													67					
Mesorcha rapiens cf.													200					
Myidae	2	0,04862	0,00614	2,9	0,069457	0,008769												
Macoma balthica							13	0,00241	37,1	0,00689			77	0,00759	440,0	0,04337		
Mytilus edulis													2					
Mytilidae juv.							74	0,00965	211,4	0,02757	0,01142	0,032629	59	0,00194	348,6	0,011086	0,00351	0,020057
Cerastoderma sp.	3	1,23599	0,15606	4,3	1,7657	0,22294	1	0,00402	2,9	0,01149			8	0,0031	45,7	0,01771		
Oligochaeta	36	0,00084		51,4	0,0012		233	0,00528	665,7	0,01509			222	0,00666	1268,6	0,038057		
Nereis diversicolor	1																	
C. capitata	1	0,0048		12,9	0,006857													
Polychaeta	7						263	0,02449	751,4	0,06997			246	0,00769	1405,7	0,043943		
Hydrobiidae	175	0,38349	0,08948	250,0	0,547843	0,127829	812	1,79295	2320	5,122714	0,34154	0,975829	123	0,19196	702,9	0,229371	0,04014	0,229371
Turbellaria							52	0,00164	148,6	0,00469			58	2E-05	331,4	0,000114		
Nematoda	901	0,00704		1287,1	0,010057		902	0,00458	2577,1	0,01309			304	0,0033	1737,1	0,018857		
Chironomidae	1	0,00087		1,4	0,001243								1	8E-05	5,7	0,000457		
Foraminifera	7	0,00194		10,0	0,002771		1	0,00011	2,857143	0,000314			5	0,00181	28,6	0,010343		

Fortsetzung Tab. XIII: Epi- und Suprabenthos

Datum	Nov. 99						Apr. 00						Mai. 00						
	Taxa	N/ Probe	TG/ Probe	N/m ²	TG/m ²	AFTG/ Probe	AFTG/m ²	N/ Probe	TG/ probe	N/m ²	TG/m ²	AFTG/ probe	AFTG/m ²	N/ Probe	TG/ probe	N/m ²	TG/m ²	AFTG/ Probe	AFTG/ m ²
Mysidacea	2	0,01861	5,7	0,05317				3	0,01193	8,6	0,03409								
M. slabberi														1	0,00263	2,9	0,00751		
C. crangon	11	0,63738	31,4	1,82109				12	0,08346	34,3	0,23846			11	0,46875	31,4	1,33929		
P. squilla	2	0,07055	5,7	0,20157															
C. maenas	1	1,34491	2,9	3,84260															
I. chelipes	2																		
I. balthica	1	0,00564	8,6	0,01611										1	0,00156	5,7	0,00446		
I. granulosa														1					
Gammaridae	81	0,00384	231,4	0,01097				4	0,0002	11,4	0,00057			1	0,00073	2,9	0,00209		
Corophium spp.	109							20						169	0,00822	482,9	0,02349		
C. insidiosum		0,00598	311,4	0,01709					0,01191	68,6	0,03403								
C. volutator								4											
Crustacea Eier	31	0,00112	88,6	0,0032				50	0,0016	142,9	0,00457								
Harpacticoida	751							17						19					
M. rapiens cf.	179													57					
Harpacticus comunis	36													66					
Fisbe bifurcata	16	0,00463	4011,4	0,01323					8E-05	74,3	0,00023			4	0,05984	1240,0	0,17097		
S. palustris	52													150					
E. curticorne	354							5						108					
H. jadensis	16							2						29					
Acartia clausi								2						1					
Ostracoda	41	0,00266	117,1	0,00760				10	0,00065	28,6	0,00186			129	0,00422	368,6	0,01206		
Hydrobiidae	55							35	0,04143	100,0	0,11837			7					
H. ulvae		0,4169	157,1	0,11911										48					
H. ventrosa					0,03636	0,103886								8	0,07232	194,3	0,20663	0,01844	0,052686
P. ienkinsi														1					
H. neglecta														4					
Litt.sax.f tenebrosa	2	0,6709	5,7	1,91686				2	0,04025	5,7	0,11500								
Macoma calcarea								2	0,00606	5,7	0,01731								
Macoma balthica														4	0,00372	11,4	0,01063		
Cardiidae	5	0,02196	14,3	0,06274										1	0,03042	2,9	0,08691		
Mva arenaria	4	0,01283	11,4	0,03666	0,00658	0,0188		5	0,01041	14,3	0,02974			4	0,04176	11,4	0,11931	0,01587	0,045343
Mytilus edulis	8	0,00242	22,9	0,00691										6	0,00058	17,1	0,00166		
Oligochaeta	550	0,003	1571,4	0,00857				113	0,01069	322,9	0,03054			622	0,00929	1777,1	0,02654		
Polychaeta								50	0,01528	145,7	0,04366			273	0,00907	780,0	0,02591		
Eteona longa								1											
Nereidae	23																		
Spionidae	19	0,0077	137,1	0,022															
Polydora ligni	4																		
P. ciliata	2																		
Foraminifera								1	0	2,9				8	0,00174	22,9	0,00497		
Halacaridae														15	0,00017	42,9	0,00049		
Nematoda	4702	0,00079	13434,3	0,00226				1192	0,00098	3405,7	0,00280			899	0,02661	2568,6	0,07603		
Turbellaria	86	0,0022	245,7	0,00629				193	0,00274	551,4	0,00783			18	0,00183	51,4	0,00523		

Fortsetzung Tab. XIII: Epi- und Suprabenthos

Datum	Jun. 00					
Taxa	N/ Probe	TG g/Probe	N/m ²	TG g/m ²	AFTG g/Probe	AFTG g/m ²
Neomysis integer	13	0,05655	37,1	0,16157		
C. crangon	11	0,8787	31,4	2,51057		
Idotea neglecta	1	0,00081	2,9	0,00231		
Aoridae	1	0,00149	2,9	0,00426		
Gammaridae	26	0,01293	97,1	0,03694		
Gammarus salinus	6					
Erichthonius sp.	1					
Ischyrocerus anguipes	1					
Jaera albifrons	3	0,00318	8,6	0,00909		
Corophiidae	50	0,00171	142,9	0,00489		
Crustacea Eier	78	0,00131	222,9	0,00374		
Ostracoda	101	0,00213	288,6	0,00609		
Harpacticoida sp.	266					
Ectinosoma curticorne	100					
Huntemania jadensis	26					
Mesorcha rapiens cf.	48	0,04391	1637,1	0,12546		
Harpacticus sp.	15					
Stenhelia palustris	81					
Tisbe furcata	37					
Balanus improvisus	18	1,37404	51,4	3,92583	0,26261	0,750314
Hydrobiidae						
H. ulvae	18	0,0288	57,1	0,08229		
P. jenkinsi	1				0,15006	0,428743
H. neglecta	1					
Littorina littorea	1	1,21151	5,7	3,46146		
L. obtusata	1					
Abra alba	57	0,0028	162,9	0,00800		
Mya arenaria	10	0,00099	28,6	0,00283	1,82917	5,2262
M. edulis	4	13,07026	11,4	37,3436		
Oligochaeta	786	0,00737	2245,7	0,02106		
Polychaeta	75					
Nereidae	22	0,00239	308,6	0,00683		
Spionidae	9					
Pholoe minuta	2					
Nematoda	1077	0,00568	3077,1	0,01623		
Turbellaria	15	0,00254	42,9	0,00726		
Chironomidae	1	0,00223	2,9	0,00637		
Halacaridae	1	0,00272	2,9	0,00777		
Diptera	7	0,00375	20,0	0,01071		

Danksagung

An Herrn Professor Dr. C. D. Zander für die Anregung zum Thema dieser Arbeit, für seine ständige Betreuung, Durchführung des Tauchfangs und Hilfe bei der taxonomischen Arbeit. Ebenfalls für die Unterstützung bei den Tauchfängen bin ich Dr. Inga Nordhaus, Dr. Uwe Strohbach, Dr. Ilka Sötje, Dipl.-Biol. Kristina Barz, Dipl.-Biol. Kristin Böhme, Dipl.-Biol. Kim Detloff und Dipl.-Biol. Uli Meyer zu Dank verpflichtet. Für die kritische Korrekturen seien Dipl.-Biol. Kristina Barz, Dipl.-Biol. Susanne Hinck, Dipl.-Biol. Saskia Brix, Dipl.-Biol. Heike Zidowitz, Dipl.-Biol. Bente Retzlaf, Dipl.-Biol. Kim Detloff, Dipl.-Geol. Onno Visser, Dr. Ilka Sötje und Dr. Anne Nina Lörz hiermit herzlich gedankt.

Die Aufnahmen am Rasterelektronmikroskop erstellte Renate Walter, Maria Machola half mir beim Keschern. Dr. Jürgen Guerrero hat mich technisch unterstützt und Dipl.-Biol. Mark Török stellte anregende Fragen. Dr. Jens Krieger führte mich in die mikroskopische Fotoaufnahme ein. Ihnen allen sei an dieser Stelle ganz herzlich gedankt.

Bei meinem Mann Andreas Josten bedanke ich mich ganz besonders herzlich für die unbezahlbare moralische Unterstützung.

Lebenslauf

14. Januar 1970 geboren in Usquil (La Libertad – Perú) als Tochter von Yolanda Alvarado Gamboa und Nicolás Quispe Guzman
- 1976 / 1986 Schulbesuch in der Schule für das Grund- und höhere Schulwesen „Teofilo Benites Gil“ in Usquil
- 1987 Erlangen der Studienberechtigung an der staatlichen Universität Trujillo, Peru
- 1988 Stipendium der (damaligen) Sowjetunion für ein Studium an einer russischen Universität
- 1988 / 1989 Studienkolleg in Astrakhan (Russland) / Erlernen der russischen Sprache
- 1989 / 1994 Studium der Biologie am „Astrachanski Technitscheski Institut Ribnoi Promyschlennosti i Chosjaistba“, in Astrakhan
- Juni 1994 Studiumabschluss Diplom – graduiertes Master of Biology–Science
Thema der Diplomarbeit: Parasitenfauna von *Cyprinus carpio* L. im Unterlauf der Wolga , Note: sehr gut
- 1994 / 1995 Nebenberufliche Tätigkeiten in Spanien
- 1995 Umzug nach Deutschland (Buxtehude)
- 1995 / 1996 Deutschkurs am Spracheninstitut Colon, Hamburg
- 1996 Heirat mit Andreas Josten
- 1996 / 1998 Studium der Biologie an der Universität Hamburg und Anerkennung des russischen Diplomabschlusses
- 1997 / 1998 Hilfwissenschaftlerin am Elbelabor der Universität Hamburg, Übersetzung eines Bestimmungsbuches der Fischlarven vom Russischen ins Deutsche mit Dr. R. Thiel
- seit 1998 Anfertigung der Dissertation unter Betreuung von Prof. Dr. C. D. Zander am Zoologischen Institut der Universität Hamburg

Eidesstattliche Versicherung

Hiermit versichere ich, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig verfasst, andere als die angegebenen Quellen nicht benutzt und die aus der Literatur entnommenen Stellen als solche kenntlich gemacht habe.

Außerdem versichere ich, dass für mich keine früheren Promotionsverfahren durchgeführt wurden.

Hamburg, den 11.November 2004

Neri Josten