

Astrid HAMMER , Reinhard HEERKLOSS

Universität Rostock, Fachbereich Biologie

Struktur und saisonale Variation des Zooplanktons in 51 Seen Mecklenburg-Vorpommerns.

Herrn Prof. Dr. habil. Ernst-Albert Arndt zum 70. Geburtstag gewidmet.

Abstract

Data on zooplankton structure and seasonal variation of biomass are presented for 51 lakes of Mecklenburg-Vorpommern. Totally 56 species were identified. The species composition of most of the lakes was similar and typical for eutrophic conditions. The dominating species in almost all lakes was *Keratella cochlearis*. The seasonal occurrence of all species is discussed and compared with literature.

1 Einleitung

„...Mitten im Lande gibt es viele stehende und fließende Gewässer, die mehrenteils voller Fische, Aal und Krebse“. So beschrieb David Frank 1753 Mecklenburg (BATT 1978). Die exakte Anzahl der Seen wurde bis heute nicht ermittelt. So schwanken die Angaben zwischen 650 und 1000. Über die meisten Seen - insbesondere die kleineren - existieren keine ökologischen Studien. Für den Großteil der Seen Mecklenburg-Vorpommerns gibt es auch keine quantitativen Angaben über das Zooplankton. Aus diesem Grunde wurde im Rahmen des Seenprojektes Mecklenburg-Vorpommern eine großflächige Erfassung der Zooplanktongemeinschaften in 51 Seen durchgeführt. Sie sollte Aufschluß geben über die saisonale Variabilität der Zooplanktonstruktur.

2 Untersuchungsgebiet

Das Untersuchungsgebiet umfaßt 49 Seen des Kreises Güstrow und 2 Torfgewässer des Kreises Bad Doberan. Bis auf 11 geschichtete Seen handelt es sich bei den beschriebenen Seen um typische Flachseen. Sie werden folgendermaßen genutzt: Angel- und Badegewässer 13, keine Nutzung 38, davon 13 Seen von Acker- und Weideland umgeben.

Der Inseelesee stellte mit 454 ha den weitaus größten der beprobten Seen dar, gefolgt vom Hohen Sprenger See (224 ha), Parumer See (205 ha) und Sumpfsee (127

ha). 38 der betrachteten Gewässer liegen im Bereich zwischen 40 und 6 ha mit einer mittleren Größe von 16 ha. Eine Liste mit detaillierten Angaben zu den einzelnen Seen findet sich bei HAMMER (1997)

Die Mehrzahl der Seen ist gekennzeichnet durch geringe Sichttiefen, einen hohen Gesamtphosphat-Gehalt und eine hohe Phytoplanktonbiomasse, die durch Chlorophyceen und Cyanobakterien dominiert wird. Nach den Untersuchungsergebnissen (SCHLUNGBAUM et al. 1995 und 1996) besitzen 9 Gewässer einen mesotrophen, 28 einen eutrophen und 14 einen polytrophen Charakter.

3 Methoden

Insgesamt fanden 4 Meßfahrten Mitte April, Ende Juni/Anfang Juli, Mitte September und Ende Oktober 1995 in 24 Seen und im gleichen Zeitraum 1996 in 27 weiteren statt.

Die Probenentnahmen erfolgten sie mit einem 3,25 l-Schöpfer nach dem Patalas-Prinzip (Vertikalkloppenschöpfer). Um die Organismen über die ganze Wassersäule zu erfassen, wurden Schöpfproben aus 3 Tiefenhorizonten. Nach Einengung über eine 50 µm-Gaze auf 100 ml und anschließender Fixierung mit neutralisierter Formaldehyd-Lösung (Endkonzentration 4 %) wurden 1 ml-Subproben zur Zählung in einer Flachkammer nach KOLKWITZ entnommen. Bei den dominierenden Taxa der kleinen Zooplankter (Rotatorien und Nauplien) wurden mindestens 100, bei großen (Copepoden, Cladoceren) mindestens 20 Individuen ausgezählt. Als Bestimmungsliteratur dienten KOSTE (1978), FLÖßNER (1972) und WAGLER (1937). Bei der Berechnung der Biovolumina wurde auf gesicherte Längen-Volumen-Beziehungen, ermittelt von BOTTRELL et al. (1976), zurückgegriffen.

4 Ergebnisse und Diskussion

4.1 Artenzusammensetzung

Der Median der Zooplankton-Biomasse aller Seen lag mit 2,8 mg Frischgewicht l⁻¹ relativ hoch und widerspiegelte somit den eutrophe Charakter der Seengesamtheit.

Der Anteil der einzelnen Gruppen betrug: 30 % für Rotatorien, 29 % für Cladoceren, 30 % für Cyclopiden und 11 % für Calaniden. Die Copepoden-Biomasse wurde hauptsächlich bestimmt durch Copepoditen jüngerer Stadien.

Insgesamt konnten 56 Taxa identifiziert werden (Tab.1). Hiervon traten fünf sehr sporadisch und fast ausschließlich in den Torfseen im Nebenschluß der Warnow auf.

Tabelle 1 Liste der Zooplanktonarten der 1995 und 1996 untersuchten Seen Meckenburg-Vorpommerns, XXX dominante, XX häufig vorkommende, X selten vorkommende, 0 einmal gefundene Arten

Rotatorien		Cladoceren	
Ascomorpha ecaudis (Perty)	X	Alonella nana (Sars)	X
Ascomorpha ovalis (Bergendahl)	X	Bosmina coregoni (Baird)	X
			X
Ascomorpha saltans (Bartsch)	X	Bosmina longirostris (O.F.M.)	X
	X		X
			X
Anuraeopsis fissa (Gosse)	X	Ceriodaphnia quadrangula (O.F.M.)	X
	X		X
Asplanchna priodonta (Gosse)	X	Chydorus sphaericus (O.F.M.)	X
	X		X
	X		
Brachionus angularis (Gosse)	X	Daphnia cucullata (Sars)	X
	X		X
	X		X
Brachionus calyciflorus (Pallas)	X	Daphnia galeata (Sars)	X
	X		
Brachionus diversicornis var. homoceros (Wierzejski)	X	Daphnia hyalina (Leydig)	X
			X
Brachionus quadridentatus (Hermann)	0	Daphnia longispina (O.F.M.)	X
			X
Brachionus urceolaris (O.F.M.)	X	Diaphanosoma brachyurum (Liévin)	X
			X
Brachionus plicatilis (O.F.M.)	X	Disparalona spec (Fryer)	0
Brachionus leydigi (Cohn)	0	Eurycercus spec (Baird)	0
Brachionus budapestinensis (Daday)	0	Pleuroxus spec (Baird)	0
Conochilus unicornis (Rousselet)	X	Simocephalus spec (Schoedler)	0
	X		
Euchlanis dilatata (Ehrenberg)	X		
Filinia longiseta (O.F.M.)	X		
	X		
	X		
Filinia terminalis (Plate)	X		
	X		
Gastropus stylifer (Imhof)	X		
Kellicottia longispina (Kellicott)	X		
	X		
	X		
Keratella cochlearis (Gosse)	X	Copepoden	

Rotatorien		Cladoceren	
	X		
	X		
Keratella cochlearis tecta	X	Eudiaptomus gracilis	X
(Lauterborn)	X	(Sars)	X
	X		X
Keratella quadrata (O.F.M.)	X	Acanthocyclops	X
	X	vernalis-robustus ¹	X
	X		
Lecane lunaris (Ehrenberg)	X	Cyclops vicinus-	X
	X	strenuus ²	X
			X
Notholca squamula (O.F.M.)	X	Diacyclops bicuspi-	X
		datus(Claus)	
Polyarthra dolichoptera	X	Eucyclops serrulatus	0
(Idelson)	X	(Fischer)	
	X		
Polyarthra vulgaris (Carlin)	X	Mesocyclops leuckarti	X
	X	(Claus)	X
	X		X
Pompholyx sulcata (Hudson)	X	Mesocyclops oitho-	X
	X	noides (Sars)	X
	X		
Synchaeta oblonga	X		
(Ehrenberg)/ tremula (O.F.M.)	X		
Synchaeta pectinata	X		
(Ehrenberg)/ stylata	X		
(Wierzejski)	X		
Trichocerca capucina	X		
(Wierzejski & Zacharias)			
Trichocerca pusilla	X		
(Lauterborn)	X		
Trichocerca similis (Wierzejski)	X		
	X		
	X		
Trichocerca stylata (Gosse)	X	Mollusken	
Trichotria pocillum (O.F.M.)	0	Dreissena polymorpha	X
		(Pallas) -Larven	

1, 2 Aufgrund der zahlreichen morphologischen Gemeinsamkeiten zwischen diesen beiden Arten wurden sie zusammengefaßt

Die größte Artenvielfalt zeigten die Rotatorien (34 Arten), gefolgt von den Cladoceren (14 Arten, 4 davon ausschließlich in den Torfseen). Weiterhin konnten 6 Cyclopidenarten und eine Calanidenart nachgewiesen werden.

Vereinzelnt traten Dreissena-Larven auf. Hinsichtlich der Qualität der Zooplanktonstruktur gab es nur geringe Unterschiede zwischen den einzelnen Seen, mit Ausnahme der Torfgewässer.

Der größte Teil der Arten konnte in allen Seen, wenn auch in stark variierenden Abundanzen, nachgewiesen werden. Die Zooplanktongemeinschaft wurde zahlenmäßig dominiert durch Rotatorien der Art *Keratella cochlearis*. Sie konnten in allen Seen in hohen Abundanzen nachgewiesen werden. Der Anteil der Unterart *K. c. cochlearis* an der Rotatorienabundanz betrug 66 %. Weitere dominante Arten (bzw. Unterarten) waren *K. c. tecta*, *K. quadrata*, *Polyarthra dolichoptera*, *Pompholyx sulcata*, *Polyarthra vulgaris* und *Brachionus angularis* (Abb.1).

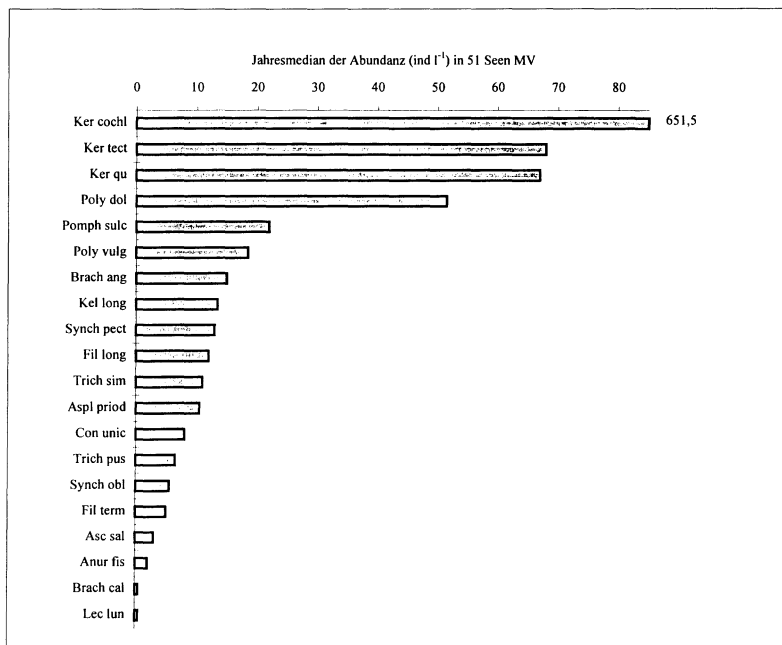


Abb.1 Die hinsichtlich Vorkommen und Abundanz häufigsten Rotatorienarten der Seen M-V

Diese Zusammensetzung ist charakteristisch für Systeme höherer Trophiegrade (eu- polytroph) (RONNEBERGER et al. 1993, VASCONCELOS 1994, DE MANUEL & ARMENGOL 1993, VIRRO & HABERMAN 1993).

Die hinsichtlich Vorkommen und Abundanz häufigste Cladocerenart war *Bosmina longirostris* mit einem Anteil von 66 % an der Cladoceren-Abundanz, gefolgt von *Daphnia cucullata* (30 %).

Adulte Cyclopiden konnten nur in sehr geringen Dichten nachgewiesen werden. Von den insgesamt 6 identifizierten Taxa dominierten *Mesocyclops leuckarti* (38 %) und *Cyclops vicinus strenuus* (31 %).

4.2 Saisonale Variation des Gesamtbiomasse

Aufgrund der nur viermaligen Beprobung in den Zeiträumen April bis November 1995 und 1996 kann keine durchgehende Entwicklung hinsichtlich der Zooplankton-Biomasse, -abundanz und -artenzahl dargestellt werden. Es ist lediglich möglich, Variationen zwischen den vier Meßzeiten zu untersuchen. Da der in Bezug auf die Zooplanktonstruktur bedeutende abiotische Faktor Temperatur (SCHMID-ARAYA 1993) nur geringe Differenzen zwischen den 51 Seen zu den spezifischen Meßkampagnen aufwies (14,5 °C +/- 4,9), wurden zur Untersuchung der saisonalen Variation der Zooplanktonstruktur die 51 Seen zusammengefaßt.

Signifikante jahreszeitliche Schwankungen in der Zooplankton-Biomasse konnten nicht nachgewiesen werden. Der Kruskal-Wallis-Test ergab ein $P > 0,05$. So lagen die Frühjahrs- und Herbst-Mediane mit 2,7 mg Fg l⁻¹ um 2 % unter dem Median der Biomasse aller Seen und Meßkampagnen (2,8 mg Fg l⁻¹), die des Sommers mit 3,0 mg Fg l⁻¹ um 8 % darüber. Allerdings ließ die Betrachtung der Biomassen der einzelnen Gruppen eine saisonale Variation vermuten (Abb.2).

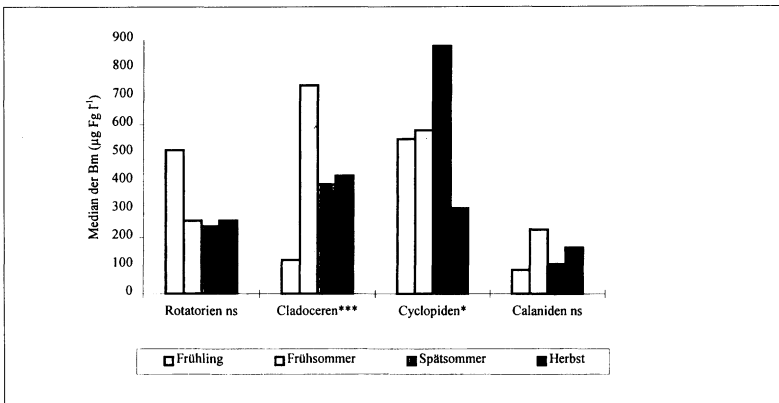


Abb. 2 Jahreszeitliche Variation in der Biomasse. Signifikanztest: Kruskal-Wallis, ***= $P < 0,001$; *= $P < 0,05$; ns= kein signifikanter Unterschied

mers signifikant von der anderer Jahreszeiten. Besonders auffällig war hierbei das Frühjahrsminimum.

Das Spätsommermaximum in der Cyclopiden-Biomasse, die hauptsächlich bestimmt wurde durch Copepoditen jüngerer Stadien, wies nur einen schwach signifikanten Unterschied zum Herbstminimum auf. Die ganzjährig geringe Biomasse der Cladoceren variierte nicht signifikant, zeigte aber eine ähnliche Tendenz wie die der Cladoceren. Betrachtet man die Rotatorien-Biomasse zu den verschiedenen Meßkampagnen, so fällt der erhöhte Wert im Frühjahr auf. Dieser unterschied sich jedoch nicht signifikant von denen in den anderen Jahreszeiten.

Die geringste Artenzahl (29) des Zooplanktons im Frühjahr resultierte aus der niedrigen Anzahl an Rotatorienarten (17 der 34 insgesamt vorkommenden Taxa) in dieser Jahreszeit. Doch auch die Cladoceren und Cyclopiden erreichten hier ihr Minimum hinsichtlich der vorkommenden Arten (7 bzw. 4). Nach einem Anstieg im Frühsommer blieb die Artenzahl des Zooplanktons allgemein konstant und relativ hoch (46). Ausschließlich in qualitativer Hinsicht konnten Veränderungen innerhalb der Gruppen festgestellt werden (Abb.3, 4).

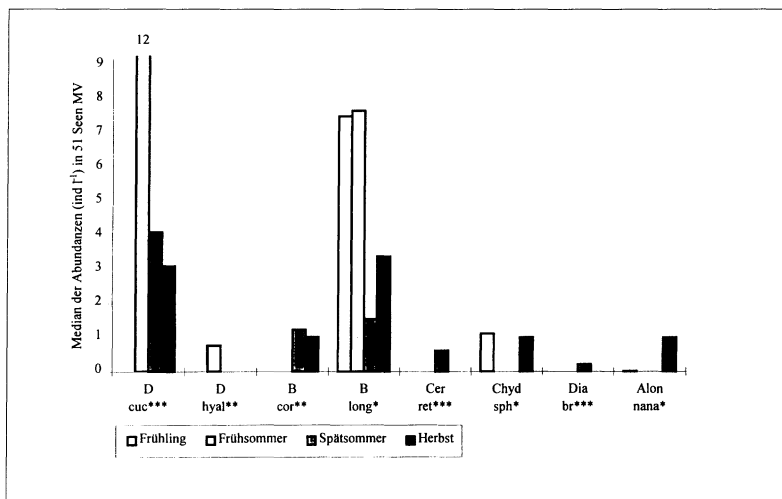


Abb. 3 Jahreszeitliche Sukzession von Cladoceren. Mediane der Abundanzen der jeweiligen Art zu bestimmten Jahreszeiten, Signifikantest: Kruskal-Wallis. ***= $P < 0,001$; **= $P < 0,01$; *= $P < 0,05$.

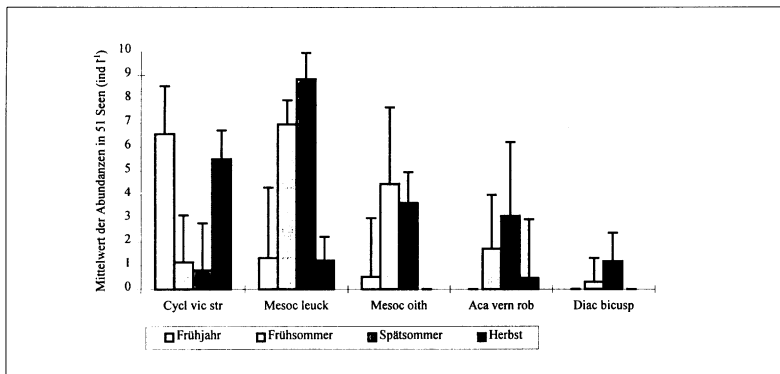


Abb. 4 Jahreszeitliche Sukzession von adulten Cyclopiden. Mittelwert und Standardabweichung der Abundanzen der jeweiligen Art zu bestimmten Jahreszeiten.

4.3 Rotatorien

Die einzige Art, die stets in hohen und nicht signifikant jahreszeitlich variierenden Abundanzen auftrat, war *Keratella cochlearis*. 13 der 33 identifizierten Rotatorienarten (Einzelbeschreibungen folgen: 2.-14.) zeichneten sich durch eine signifikante saisonale Dynamik aus (Abb.5).

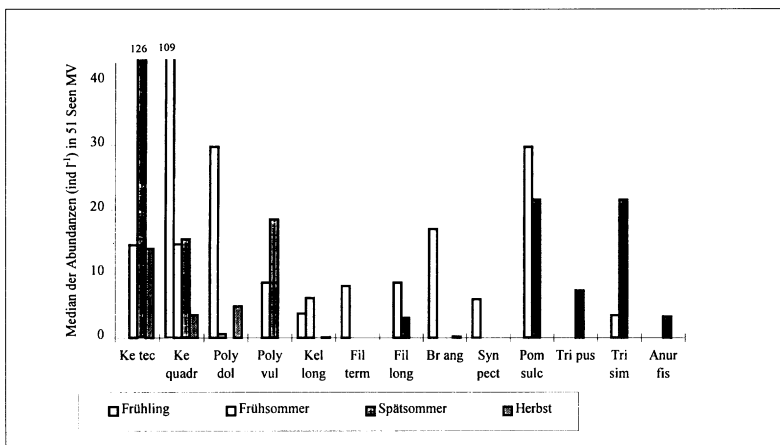


Abb. 5 Jahreszeitliche Sukzession dargestellter Rotatorienarten. Mediane der Abundanzen der jeweiligen Art zu bestimmten Jahreszeiten, Signifikanztest: Kruskal-Wallis = $P < 0,001$ für alle Arten.

Für weitere Taxa konnte eine jahreszeitliche Variation aufgrund geringer Abundanzen nur tendenziell (15.-28.) nachgewiesen werden.

Die dominierenden Arten des Frühjahrs waren folgende: *Keratella quadrata*, *Polyarthra dolichoptera*, *Brachionus angularis*, *Filinia terminalis* und *Synchaeta pectinata*. In mesotrophen Seen erreichte in dieser Jahreszeit die Art *Conochilus unicornis* ihre höchste Abundanz (Abb.5).

Die kennzeichnende Artenzusammensetzung des Sommers sah folgendermaßen aus: *Keratella tecta*, *Pompholyx sulcata*, *Polyarthra vulgaris*, *Filinia longiseta* und *Trichocerca similis*. Viele der in den Seen nur in geringen Dichten vorgefundenen Arten sind Warmwasserformen, womit die hohe Artenzahl (30) dieser Zeit zu erklären ist.

Dominierende Herbstformen waren: *Polyarthra dolichoptera*, *Keratella quadrata*, *Keratella tecta*, *Asplanchna priodonta* und *Brachionus angularis*. Auch hier war die Artenzahl hoch, da kaltstenotherme Formen, die ihr Maximum im Frühjahr hatten, sich bei Temperaturen unter 10°C erneut entwickelten. Außerdem konnten Varietäten des Sommers am Ende ihrer Entwicklung sporadisch oder aufgrund ihrer Eurythermie noch in hohen Dichten nachgewiesen werden.

Die Arten einer Gattung, die in hohen Abundanzen auftraten, zeigten eine gegenläufige saisonale Entwicklung (z.B. *Filinia terminalis* und *F. longiseta*, außerdem *Polyarthra dolichoptera* und *P. vulgaris*, Abb.5). Sporadisch vorkommende hingegen präferierten oftmals die gleichen Jahreszeiten (die 3 Arten von Ascomorpha, 20.-22.). Aufgrund geringer Dichten ist somit eine Konkurrenz abgeschwächt, die Arten können nebeneinander existieren. Im Folgenden sollen die Taxa im Einzelnen vorgestellt werden.

4.3.1 *Keratella cochlearis cochlearis*

K. c. cochlearis war die häufigste Art in den Seen Mecklenburg-Vorpommerns. Sie konnte zu allen Beprobungsterminen und in allen Seen in hohen, oft dominanten Abundanzen nachgewiesen werden.

Ihr Anteil an der Rotatorienabundanz betrug in mehr als der Hälfte der Seen zu allen untersuchten Jahreszeiten über 70 %. Der Frühjahrsmedian der Abundanzen aller Seen betrug 450, der des Frühsommers 350, des Spätsommers 420 und des Herbstes 403 ind l⁻¹. Diese Schwankungen waren jedoch nicht signifikant.

Die stets hohen Dichten der Art haben nach Untersuchungen folgender Autoren ihre Ursache in der hohen Toleranz gegenüber der Variation von biotischen und abiotischen Parametern sowie der Morphologie:

1. Resistenz gegenüber Cyanobakterien-Toxinen (VASCONCELOS 1994)
2. unselektive Mikrofiltration von picoautotrophen Organismen der Größenspanne 0,5-20 µm (ARNDT 1993) und von Detritus (HOFMANN & HÖFLE 1993)
3. Toleranz gegenüber niedrigen Sauerstoffkonzentrationen und Variationen der Temperatur (VASCONCELOS 1994)

4. geringe Größe als Schutz vor Fischfraß und harte Lorica als effektiver Schutzmechanismus gegenüber carnivoren Copepoden (WILLIAMSEN 1983).

Eine Dezimierung der Dichte tritt nur in oligotrophen Systemen bzw. hohen Dichten des carnivoren Rädertieres *Asplanchna spec.* (ab 40 ind l⁻¹) auf (SARMA 1993). Eine negative Korrelation zwischen Temperatur und Abundanz (ZAWISLAK & BITTEL 1971, RONNEBERGER et al. 1993), welche einer Vermeidung von Perioden großer Sauerstoffdefizite dienen könnte (PEJLER 1981), wurde tendenziell (spearman $r = -0,20$; $P > 0,05$), jedoch nicht signifikant nachgewiesen.

4.3.2 *K. c. tecta*

K. c. tecta trat im Frühjahr sehr sporadisch auf und erreichte ihr quantitatives Maximum im Spätsommer. Zwischen der Temperatur und der Abundanz der Art bestand eine signifikant positive Korrelation (spearman $r = 0,45$; $P < 0,001$).

Eine von ZAWISLAK & BITTEL (1971) beschriebene, zur Unterart *K. c. cochlearis* gegenläufige Entwicklungskurve war tendenziell zu beobachten (beachte die positiven bzw. negativen spearman r). Ob die höheren Abundanzen von *K. c. tecta* in ihrer Thermophilie oder aber im Vorteil der gegenüber *K. c. c.* größeren Schnelligkeit zum Schutz vor Feinden (CONDE-PORCUNA 1993) begründet liegen, ist nicht gewiß. Wahrscheinlich ist es die Gesamtheit der Faktoren, die das saisonale Verhalten erklärt.

4.3.3 *Keratella quadrata*

zeigte eine ähnliche jahreszeitliche Dynamik wie *K. c. cochlearis*, jedoch mit signifikantem Frühjahrsmaximum und negativer Korrelation von Abundanz und Temperatur (spearman $r = -0,27$; $P < 0,01$). Das Herbstminimum unterschied sich nicht signifikant von den Abundanzen des Sommers.

4.3.4 - 4.3.5 *Polyarthra dolichoptera* & *vulgaris*

Die beiden Arten verhielten sich in ihrer Populationsentwicklung gegenläufig (Abb.3). Die als kaltstenotherm (KOSTE 1978) bzw. thermophob (VIRRO & HABERMAN 1993) beschriebene Art *P. dolichoptera* konnte im Sommer nur in geringsten Abundanzen nachgewiesen werden. Jedoch lag die Herbstabundanz bei einer nach KOSTE (1978) optimalen Temperatur von durchschnittlich 8°C deutlich unter dem Frühjahrsmaximum (so auch bei RONNEBERGER et al. 1993).

P. vulgaris trat hingegen im Frühjahr und Herbst in einigen Seen sporadisch auf und erreichte ihr quantitatives Maximum im Sommer. Beide Arten zählen zu den grazenden Rotatorien (ARNDT 1993). Sie sind befähigt, Protozoengemeinschaften zu strukturieren und präferieren Cryptomonaden (VASCONCELOS 1994).

4.3.6 *Kellicottia longispina*

Individuen dieser Art erreichten ihre maximale Dichte im Frühsommer (vgl. RONNEBERGER et al. 1993) und waren bereits im Frühling in relativ hohen Abundan-

zen vertreten. Im Spätsommer und Herbst traten sie nur noch sporadisch auf. Das Vorkommen kleiner Phytoflagellaten in der ersten Jahreshälfte, welche die bevorzugte Nahrung dieser Taxa darstellen (KOSTE 1978), könnte für dieses saisonale Verhalten verantwortlich gemacht werden. Eine Korrelation zwischen Populationswachstums und Temperatur bestand nicht (spearman $r = 0,1$; $P > 0,05$).

4.3.7 - 4.3.8 *Filinia terminalis* & *longiseta*

Auch diese Arten zeigten eine entgegengesetzte saisonale Entwicklung.

So ist *Filinia terminalis*, wie auch *Polyarthra dolichoptera* eine ausgesprochene Frühjahrsform (VASCONCELOS 1994), die hohe Temperaturen vermied.

Filinia longiseta konnte in den kälteren Jahreszeiten nur sporadisch nachgewiesen werden, jedoch im Sommer in erhöhten Dichten. Auch RUTTNER-KOLISKO (1974) beschrieb eine Vermeidung von Temperaturen unter 15°C.

Beide Arten sind unselektive Mikrofiltrierer und ernähren sich, wie auch *Keratella cochlearis* und *Brachionus angularis*, von 0,5-20 µm großen picoautotrophen Organismen (ARNDT 1993).

4.3.9 *Brachionus angularis*

KOSTE (1978) beschrieb diese Art als eurytherm (0,5-28°C). Die fast ausschließliche und hohe Abundanz im Frühjahr deutete jedoch auf ein ähnliches zyklisches Verhalten wie das von *Filinia terminalis* hin. Es bestand eine hochsignifikant negative Korrelation (spearman $r = 0,53$; $P < 0,001$) zwischen Temperatur und Abundanz, welche auch TAN & SHIEL (1993) nachwiesen.

4.3.10 *Synchaeta pectinata*

verzeichnete ihr quantitatives Maximum im Frühjahr, welches nach ARNDT (1993) seine Ursache in der relativ hohen Dichte an Flagellaten, der bevorzugten Nahrung des Grazers, hat. Der tendenzielle Abfall im Sommer soll auch aufgrund der Empfindlichkeit gegenüber verringerter Sauerstoffsättigung auftreten (VASCONCELOS 1993).

4.3.11 *Pompholyx sulcata*

konnte wie *Polyarthra vulgaris* und *Filinia longiseta* im Sommer in höchsten Abundanzen nachgewiesen werden. Die hohen Dichten von Bakterien und Detritus (nach VASCONCELOS (1993) die bevorzugte Nahrung der Art) in dieser Jahreszeit, können eine Ursache der saisonalen Dynamik sein.

4.3.12 - 4.3.13 *Trichocerca pusilla* & similis

wurden im Sommer in höchsten Abundanzen nachgewiesen und können damit als thermophile Arten beschrieben werden. Auch DE MANUEL & ARMENGOL (1993) kamen zu diesem Ergebnis.

4.3.14 *Anuraeopsis fissa*

Diese Art wurde von KOSTE (1978) sowie VIRRO & HABERMAN (1993) als eine warmstenotherme Charakterart beschrieben. Sie erreichte ihre höchste Abundanz im Spätsommer.

4.3.15- 4.3.16 *Brachionus calyciflorus* & *diversicornis*

zeigten eine gegenläufige Tendenz in ihrer saisonalen Entwicklung. So kann *Brachionus calyciflorus* eher als thermophobe (siehe auch *Brachionus angularis*), *Brachionus diversicornis* als thermophile Form charakterisiert werden. Letztere wird von KOSTE (1978) als warmstenotherme Art, die Cyanobakterien als Nahrung bevorzugt, beschrieben. *Brachionus calyciflorus* präferiert Protozoen und Bakterien (ARNDT 1993).

4.3.17 *Synchaeta oblonga*

zeigte entgegen *Synchaeta pectinata* geringe Tendenz zur Thermophilie (vgl. VIRRO & HABERMAN 1993). KOSTE (1978) stellte jedoch höchste Abundanzen im Frühjahr und Herbst fest.

4.3.18 *Asplanchna priodonta*

kann nach den Ergebnissen aus den 51 Seen Mecklenburg-Vorpommerns als perennierend mit geringer Tendenz zum erhöhten Populationswachstum im Frühjahr (Median 2,3 ind l⁻¹) und besonders im Herbst (3,6 ind l⁻¹) eingestuft werden. Die Sommermediane lagen bei 1,2 und 0,4 ind l⁻¹.

Nach DUMONT & SARMA (1995) entwickelt sich diese räuberische Art erst bei maximalen, fast abnorm hohen Dichten (1500 ind l⁻¹) von kleinen Rotatorien wie *Keratella cochlearis* bzw. *Anuraeopsis fissa*. Dies erklärt den tendenziellen Herbst- (und auch Frühjahrs-) peak. Weitere Faktoren können Ursache der geringeren Dichten von *Asplanchna* im Sommer sein:

- hohe Abundanzen an Cyanobakterien, welche nach WALSH (1993) die Reproduktionsrate von *Asplanchna* vermindern,
- niedrigere Sauerstoffgehalte (VASCONCELOS 1994).

4.3.19 *Conochilus unicornis*

Diese Art ist eine Charakterart von Systemen niederer Trophiegrade.

Bei ausschließlicher Betrachtung der Gewässer, in denen diese Art abundant war (mesotrophe Seen), konnte ein Maximum im Frühjahr/ Frühsommer festgestellt werden (entspricht KOSTE 1978 und VIRRO & HABERMAN 1993). HOFMAN & HÖFLE (1993) entdeckten eine negative Korrelation zwischen der Abundanz von *C. unicornis* und der Konzentration an Detritus sowie Bakterien, welches eine Erklärung für die Bevorzugung des Frühjahrs gibt.

4.3.20 - 4.3.26 *Ascomorpha saltans*, *ecaudis* & *ovalis*, *Trichocerca capuzina* & *stylata*, *Gastropus stylifer*, *Lecane lunaris*

traten fast ausschließlich im Sommer in sehr kleinen Populationen auf.

4.2.27 *Brachionus urceolaris*

Die Art konnte ausschließlich im Frühjahr/ Frühsommer in geringen Dichten nachgewiesen werden.

4.3.28 *Brachionus quadridentatus*

Diese benthisch lebende Form ist nach KOSTE (1978) nur selten im Plankton erwärmter Gewässer anzutreffen. So wurde sie auch nur im Frühsommer (Zeit der durchschnittlich höchsten Wassertemperatur) in 2 stark erwärmten Seen gefunden.

4.4 Cladoceren

Im Gegensatz zu den Rotatorien waren die Arten dieser Zooplanktongruppe hinsichtlich Abundanz und Vorkommen seltener vertreten (Abb.3), wodurch Aussagen über eine saisonale Dynamik der einzelnen Taxa in der Seengesamtheit erschwert wurden. Ein signifikanter Zusammenhang zwischen Abundanz und Temperatur, der bei vielen Rotatorien festgestellt wurde, konnte hier nur bei einer Art (*Daphnia cucullata*, spearman $r = 0,44$; $P < 0,001$) beobachtet werden. *Bosmina longirostris* machte nahezu die gesamte Cladoceren-Biomasse des Frühjahrs aus. Die einzige weitere Frühjahrsart war *Chydorus sphaericus* (Abb.3). Die Mehrzahl der Cladoceren (*B. longirostris* eingeschlossen) präferierte den Sommer, war aber bis in den Herbst hinein abundant. Auch ZAWISLAK UND BITTEL (1971) kamen zu diesem Ergebnis. Aufgrund der hohen Dichten von *Daphnia cucullata* und *Bosmina longirostris* (Anteile 59 % und 37 %) im Frühsommer konnte ein signifikanter Biomasse-Peak erzeugt werden. Eine weitere dominante Art zu dieser Zeit war *Daphnia hyalina*. *Bosmina coregoni*, *Ceriodaphnia reticulata* und *Diaphanosoma brachyurum* erreichten maximale Dichten im Spätsommer. Im Herbst dominierten *Bosmina longirostris* und *Daphnia cucullata*. Weitere Arten waren *Bosmina coregoni*, *Alonella nana* und *Chydorus sphaericus*. Die Artenzahl nahm zum Sommer hin zu, blieb aber bis zum Herbst - allerdings mit qualitativen Veränderungen - konstant. Im Folgenden sollen die Taxa im Einzelnen vorgesehlt werden (Abb.3):

4.4.1 *Bosmina longirostris*

Die das ganze Jahr über bedeutendste Komponente der Cladoceren, zeigte signifikante Peaks im Frühjahr und Frühsommer.

4.4.2 *Bosmina coregoni*

Diese Art wurde in weitaus geringeren Dichten als *Bosmina longirostris* nachgewiesen. Das quantitative Maximum konnte entgegen *Bosmina longirostris* im Spätsommer/ Herbst beobachtet werden. Auch ZAWISLAK & BITTEL (1971) registrierten in polnischen Seen ein Populationswachstum dieser Art nach Absinken der Temperaturen unter 19°C und ein Spätsommer/ Herbst-Maximum.

4.4.3 *Daphnia cucullata*

Das von ZAWISLAK & BITTEL nachgewiesene Maximum im Frühjahr wurde nicht beobachtet, die Art fehlte in dieser Zeit in fast allen Seen. Höchste Abundanzen konnten im Frühsommer nachgewiesen werden. Auch im Spätsommer und Herbst gehörte diese Daphnie zu den dominierenden Cladoceren.

4.4.4 - 4.4.6 *Daphnia hyalina*, *galeata* & *longispina*

Diese sporadisch aufgetretenen Taxa zeigten ein ähnliches Verhalten wie *Daphnia cucullata* und präferierten den Frühsommer. Das Ergebnis konnte jedoch ausschließlich für *D. hyalina* als signifikant nachgewiesen werden (Abb.4).

4.4.7 - 4.4.8 *Ceriodaphnia reticulata* & *Diaphanosoma brachyurum*

fehlten während der ersten zwei Meßkampagnen und im Herbst in fast allen Seen und konnten im Spätsommer in geringen Abundanzen nachgewiesen werden.

4.4.9 *Chydorus sphaericus*

konnte im Frühjahr und Herbst nachgewiesen werden. Auch ZAWISLAK & BITTEL (1971) beschrieben eine Bevorzugung kälterer Jahreszeiten.

4.5 Cyclopiden

Adulte Cyclopiden traten nur in geringsten Abundanzen auf (die Mediane lagen bei 0, daher die Darstellung Abb.4 der Mittelwerte + Stabw.). Trotzdem konnte ein entsprechender Wechsel von Kalt- und Warmwasserformen wie bei den Rotatorien beobachtet werden.

Die dominierenden Formen zeigten hinsichtlich der Häufigkeit des Auftretens ein gegensätzliches saisonales Verhalten. So kann *Cyclops vicinus-strenuus* als typi-

sche Form kalter Jahreszeiten, *Mesocyclops leuckarti* als Warmwasserform angesehen werden.

Die Mehrzahl der Cyclopiden sind Sommerformen. Dies erklärt das größere Artenspektrum und das Maximum an adulten Individuen in dieser Jahreszeit.

4.5.1 *Cyclops vicinus-strenuus*

kann nach den Ergebnissen als eine Charakterart kalter Perioden bezeichnet werden. Jeweils im Frühjahr und Herbst hatte sie einen Anteil von 73% bzw. 76% an der Abundanz adulter Cyclopiden, war aber auch im Sommer vertreten.

4.5.2 *Mesocyclops leuckarti*

Diese zu allen Zeiten der Untersuchungsperiode vorkommende Art erreichte ihr Maximum im Sommer. Nach ZAWISLAK & BITTEL (1971) ist sie eine typische Warmwasserform.

4.5.3 - 4.5.5 *Mesocyclops oithonoides*, *Acanthocyclops vernalis-robustus*, *Diacyclops bicuspidatus*

wiesen ein ähnliches saisonales Verhalten wie *Mesocyclops leuckarti* auf, ihre Entwicklungsperioden waren jedoch kürzer. So beschränkte sich das Vorkommen von *M. oithonoides* auf die Zeit von Frühjahr bis Spätsommer; *A. vernalis - robustus* wurde erst ab dem Frühsommer, dann aber bis in den Herbst hinein abundant. *D. bicuspidatus* zeigte sich hingegen nur im Sommer.

4.5.6 *Eucyclops serrulatus*

konnte lediglich in den beiden untersuchten Torfseen im Frühjahr nachgewiesen werden.

4.6 Calaniden

Der Calanide *Eudiaptomus gracilis* war während des gesamten Untersuchungszeitraumes abundant und zeigte keine signifikante saisonale Dynamik.

5 Zusammenfassung

In 51 Seen der Landkreise Güstrow und Bad Doberan konnten insgesamt 56 Zooplanktonarten identifiziert werden. Die Artenspektren der einzelnen Gewässer entsprachen sich größtenteils. Untersuchungen zur zeitlichen Variabilität ergaben eine ausgeprägte saisonale Artensukzession innerhalb der Gruppe der Rotatorien

und Cyclopiden. Bei den Rotatorien und Cyclopiden war eine deutliche Ablösung der Kaltwasser- durch Warmwasser-Formen festzustellen. Als Kaltwasserformen können z.B. die Rotatorien *Polyarthra dolichoptera* und *Filinia terminalis* sowie der Cycloptide *Cyclops vicinus-strenuus* festgestellt werden. Arten des Sommers waren u.a. *Polyarthra vulgaris*, *Filinia longiseta*, *Trichocerca* spp. und der Cycloptide *Mesocyclops* spp.. Die größte Artenzahl (46) wurde im Sommer registriert.

Literatur

- ARNDT, H. (1993). Rotifers as predators on components of the microbial web (bacteria, heterotrophic flagellates, ciliates) - a review. *Hydrobiol.* 255/ 256: 231-246
- BATT, K. (1978). Mecklenburg, ein Lesebuch. 2. Aufl., Hinstorff Rostock 1978
- BOTTRELL, H. H., DUNCAN, A., GLIWICZ, Z. M., GRYGIEREK, E., HERZIG, A., HILLBRICHT-ILKOWSKA, A., KURASAWA, H., LARSSON, P. & WEGLENSKA, T. (1976). A review of some problems in zooplankton production studies. *Norw. J. Zool.* 24: 9-456
- CONDE-PORCUNA, J. M., MORALES-BAQUERO, R. & CRUZ-PIZARRO, L. (1993). Effectiveness of the caudal spine as a defense mechanism in *Keratella cochlearis*. *Hydrobiol.* 255/ 256: 283-288
- DE MANUEL, J. & ARMENGOL, J. (1993). Rotifer assemblages: a contribution to the typology of Spanish reservoirs. *Hydrobiol.* 255/ 256: 421-428
- DOWNING, J.A. & RIGLER, F.H. (1984). A manual on Methods for the Assessment of Secondary Productivity in Fresh Waters, Blackwell Scientific Publications, Oxford, London: 337-411
- DUMONT, H.J. & SARMA, S.S.S. (1995). Demography and population growth of *Asplanchna girodi* as a function of prey (*Anureopsis fissa*) density. *Hydrobiol.* 306: 97-107
- FLOSSNER, D. (1972). Krebstiere, Crustacea, Gustav Fischer Verlag, Jena
- HAMMER, A. (1997) Die Struktur des Zooplanktons und die zeitliche Variabilität seiner Freßleistung ind ausgewählten Gewässern Mecklenburg-Vorpommerns. Diplomarbeit. Universität Rostock, 69 S.
- HOFMANN, W. & HÖFLE, M. G. (1993). Rotifer population dynamics in response to increased bacterial biomass and nutrients: a mesocosm experiment. *Hydrobiol.* 255/ 256: 171-176
- KOSTE, W. (1978). Rotatoria, Die Rädertiere Mitteleuropas, Gebrüder Borntraeger, Berlin, Stuttgart
- PEJLER, B. (1981). On the Use of Zooplankters as Environmental Indicators. In M. Sudzuki (Ed.): Some Approches to Saprobiological Problems. Sanseido Co.Ltd., Tokyo: 9-12
- PEJLER, B. (1983). Zooplanktic indicators of trophy and their food. *Hydrobiologia* 101: 111-114
- RONNEBERGER, D., KASPRZAK, P. & KRIENITZ, L. (1993). Long-term changes in the rotifer fauna after biomanipulation in Haussee (Feldberg, Germany, Mecklenburg-Vorpommern) and its relationship to the crustacean and phytoplankton communities. *Hydrobiol.* 255/ 256: 297-304
- RUTTNER-KOLISKO, A. (1974). Plankton Rotifers: Biology and Taxonomy, Die Binnengewässer, Stuttgart
- SARMA, S.S.S. (1993). Feeding responses of *Asplanchna brightwelli* (Rotifera): laboratory and field studies. *Hydrobiol.* 255/ 256: 275-282
- SCHLUNGBAUM, G. (1995 und 1996). Forschungsbericht des Seenprojektes Mecklenburg-Vorpommerns. Universität Rostock. Rostock
- SCHMID-ARAYA, J. M. (1993). Rotifer communities from some Araucanian lakes of southern Chile. *Hydrobiol.* 255/ 256: 397-410
- TAN, L.-W. & SHIEL, R. J. (1993). Responses of billabong rotifer communities to inundation. *Hydrobiol.* 255/ 256: 361-370
- VASCONCELOS, V. M. (1994). Seasonal fluctuation of planktonic rotifers in Azibo reservoir (Portugal). *Hydrobiol.* 294: 177-184
- VIRRO, T. & HABERMAN, J. (1993). The rotifers of Lake Peipus. *Hydrobiol.* 255/ 256: 389-396
- WALSH, E. J. (1993). Rotifer genetics: integration of classic and modern techniques. *Hydrobiol.* 255/ 256: 193-204
- WILLIAMSEN, C.E. (1983). Invertebrate predation on planktonic rotifers. *Hydrobiol.* 104: 385-396
- ZAWISLAK, W. & BITTEL, L. (1971). Seasonal Variability of the Zooplankton in the Southern Part of the Lake Jeziorak, with a Special Consideration of its Littoral. *Limnologia.* 6: 81-114

Verfasser

Dr. Reinhard Heerkloß
Astrid Hammer
FB Biologie / Ökologie
Freiligrathstraße 7/8
18051 Rostock