©Erik Mauch Verlag, Dinkelscherben, Deutschland, Download unter www.biologiezentrum.at

Lauterbornia 36: 55-66, D-86424 Dinkelscherben, August 1999

Vergleichende Untersuchungen über pelagische Crustacea und Rotatoria in glaziogenen Hochgebirgsseen des Pirin-Gebirges (Bulgarien) und der österreichischen Alpen

Comparative investigations on planktonic crustaceans and rotifers in highmountain glacial water basins of Pirin mountain (Bulgaria) and the Austrian Alps

Wesselin Naidenow

Mit 2 Abbildungen und 3 Tabellen

Schlagwörter: Rotatoria, Cladocera, Branchiopoda, Copepoda, Crustacea, Zooplankton, Pirin, Alpen, Bulgarien, Österreich, Hochgebirgssee, Biozönotik

In Proben aus 42 Hochgebirgsseen im Pirin-Gebirge wurden 1984-1988 36 Rotatoria-, 26 Branchiopoda- und 7 Copepoda-Arten gefunden, in 29 Seen in den österreichischen Alpen waren es 23 Rotatoria-, 14 Cladocera- und 7 Copepoda-Arten. Vergleichende biozönotische Auswertung der Daten.

In 1984-1988 zooplankton-samples were taken from 42 glacial lakes of Pirin mountain and from 29 highmountain lakes of the Austrian Alps. A total of 36 Rotatoria-, 26 Branchiopoda- and 7 Copepoda-species were recorded in the Pirin and 23 Rotatoria-, 14 Cladocera- and 7 Copepoda-species in the Alps. Comparative biocoenotic evaluation of the findings.

1 Einleitung

Erste Veröffentlichungen über das Zooplankton von Seen im Pirin und den österreichischen Alpen erschienen Anfang dieses Jahrhunderts: BREHM & ZEDERBAUER (1904); CHICHKOFF (1906), später kamen Untersuchungen in zönologischer Hinsicht hinzu: PESTA (1929), VALKANOV (1932, 1938), NAIDENOV 1968, 1975, 1984), READ (1970), BOUKLIEV (1976). Neuere Veröffentlichungen berücksichtigen auch die Abundanzverhältnisse, so EPACHER (1968), PECHLANER & al. (1972, 1973), PRAPTOKARDIYO (1979) und SCHABER 1988; für die Hochgebirgsseen des Pirin werden diese hier zum ersten Male dargestellt.

Ziel der Untersuchungen war ein Vergleich der Zooplankton-Zönosen der Seen im Pirin mit Seen in den österreichischen Alpen mit Bestimmung der gemeinsamen und der für jedes Gebirge spezifischen Arten unter besonderer Berücksichtigung der Dominanten.

©Erik Mauch Verlag, Dinkelscherben, Deutschland, Download unter www.biologiezentrum.at

2 Material und Methoden

Die Untersuchungen wurden 1984-1988 durchgeführt, in 42 Seen Pirin-Seen an 7 Terminen zwischen April und November und in 29 Alpen-Seen viermal zwischen Juli und September. Es wurden Planktonnetze mit 47 µm Maschenweite von einem Schlauchboot aus eingesetzt, flache Gewässer wurden mit einem Stocknetz beprobt. Die quantitativen Proben wurden mit einem Schließnetz nach JUDAY (100 µm) mit einer Öffnung von 20 cm gewonnen. Sie wurden je nach Dichte des Materials ganz oder nur teilweise ausgezählt.

Die Faunenähnlichkeit wird als Jaccard-Index I_J ausgedrückt. Die biozönotische Bedeutung der einzelnen Arten wird nach DE VRIES (1937) als Fundhäufigkeit (pF), Dominanzhäufigkeit (DF) und durch den Dominanzrang (Dt) charakterisiert.

$$I_J = \frac{c}{a+b-c}; \quad pF = \frac{m}{n} * 100; \quad DF = \frac{d}{n} * 100; \quad Dt = \frac{DF}{pF} * 100$$

a = Artenzahl in einer Probe (Station, Saison, Jahr, See, Gebirge)
b = Artenzahl in der Vergleichsprobe
c = Zahl der beiden Proben gemeinsamen Arten
d = Zahl der Proben, in denen eine bestimmte Art dominant ist
m = Gesamtzahl der Proben, in denen eine bestimmte Art enthalten ist
n = Gesamtzahl der untersuchten Proben

3 Morphometrie, Hydrologie und Hydrochemie

Die morphometrischen Angaben entstammen überwiegend aus folgenden Quellen: Handbuch der Seen in Bulgarien (1964), Reinhaltung der Tiroler Gewässer, Die Hochgebirgsseen Tirols aus fischereilicher Sicht, Teil I (1987), Versauerung der Hochgebirgsseen in kristallinen Einzugsgebieten Tirols und Kärntens (1988).

Die im Pirin untersuchten Seen liegen 2062-2710 m ü.NN, die Mehrzahl zwischen 2200 und 2400 m. (Tab. 1). Die Flächengröße beträgt 1250-123 600 m², die maximale Tiefe 0,6-29,5 m, meist 2-10 m.

Die von uns untersuchten Alpenseen liegen zwischen 1799-2799 m ü.NN, die meisten zwischen 2400 und 2600 m (Tab. 2). Die Flächengröße beträgt 7000-66 000 m², die maximale Tiefe 0,4-44,6 m.

Die höchste Sommertemperatur der Pirinseen betrug 12,0-16,0 °C, als größte Vertikaldifferenz wurde 3,2-12,0 °C (Juli 1985) festgestellt. In den Alpen, wo die Untersuchungen nur im Sommer durchgeführt wurden, lag die Temperatur zwischen 3,3 und 15,7 °C, wobei auch hier die größte Differenz im Juli 1985 festgestellt wurde. Bei Messungen während derselben Zeitspanne (1984-1986) haben PSENNER & al. (1988) niedrigere Werte vermerkt: 2,3-9,4 °C.

Der pH-Wert betrug 6,0-7,6 in den Pirinseen und 5,4-7,9 in den Alpenseen. In den Pirinseen wurde ein Sauerstoffgehalt von 5,6-11,2 mg/l entsprechend 58,6-122 % Sättigung gemessen. Einmal wurde im Besbog-See nur 2,8 mg/l (28,4 %) gemessen. PSENNER & al (1988) fanden in den Alpenseen 8,6-11,30 mg/l (90,5-119 %).

Die Wasserhärte der Pirin-Seen bewegte sich von 0,10 bis 0,54 °dH mit den niedrigsten Werten im Sommer, in den Alpen von 0,17 bis 1,08 °dH.

Der Nitratstickstoff lag in den Kremenski-Seen zwischen 0,008 mg/l und 0,105 mg/l. Calciumgehalt in 11 Pirinseen (PSENNER & al 1988): 0,62-4,92 mg/l, Magnesium 0,08-0,50 mg/l.

©Erik Mauch Verlag, Dinkelscherben, Deutschland, Download unter www.biologiezentrum.at

Tab. 1: Seen im Pirin-Gebirge

Nr.	Seen	Seehöhe m	Fläche ha	Inhalt m³	Max. Tiefe m
1	Gorno Sinanischko-See	2181	1,01	-	-
2	Gorno Georgiisko-See	2304	1,7		
3	Sredno Georgiisko-See	2294	3,96		
4	Dolno Georgiisko-See	2193	1,46		
5	Gorno Spanopolsko-See	2451	1,26		2
6	Gorno Muratowo-See	2295	0,14		
7	Sredno Muratowo-See	2293	0,3	3 500	2
8	Dolno Muratowo-See	2230	1,23	22 700	3,2
9	Dalgo Banderischko-See	2310	4,55	177 000	10
10	Zabeschko-See	2322	0,56	5 500	2
11	Ribno Banderischko-See	2190	6,5	6 600	5,4
12	Okoto (Rawnaschko)-See	2062	0,26		
13	Gorno Todorino Oko-See	2536	1,32	44 600	7,7
14	Dolno Todorino Oko-See	2510	0,67	12 000	3,7
15	Tewno Wassilaschko-See	2362	6,39	510 000	29
16	Dagowidno Wassilaschko-See	2215	1,09	39 000	10,4
17	Gorno Wassilaschko-See	2154	2,32	28 900	3,3
18	Wassilaschko-See N° 5	2362	0,14		1,2
19	Ribno Wassilaschko-See	2126	3,59	41 600	3,1
20	Gorno Prewalsko-See	2394	0,11		
21	Goljamo Prewalsko-See	2312	2,14	54 000	5,2
22	Zapadno Prewalsko-See	2310	0,4	4 000	1,7
23	Naj-Dolno Prewalsko-See	2305	0,6	1 600	0,6
24	Tewno Belemetsko-See	2512	6	116 600	3,9
25	Goljamo Waljawischko-See	2280	8,51	664 000	18,9
26	Malko Waljawischko (Kamenisto)-See	2419	0,37	3 300	2,6
27	Dolno Waljawischko-See	2254	1,81	43 800	6,6
28	Malko Waljawischko (Obraslo)-See	2312	0,69	4 800	1,8
29	Malko Waljawischko-See	ca. 2270	0,12		ca. 2,0
30	Sredno Gazejsko-See	2434	0,36		4
31	Dolno Gazejsko-See	2319	0,31		
32	Gorno Poleshansko-See	2710	0,22		
33	Disilischko-See	2349	0,65		
34	Gorno Samodiwsko-See	2378	0,32		5,2
35	Sredno Samodiwsko-See	2375	0,22		3,2
36	Argirowo-See	2365	0,69		
37	Popowo-See	2234	12,36	1 270 000	29,5
38	Banensko-See	2263			
39	Bezbog-See	2239	1,9		7
40	Naj-Gorno Kremensko-See	2356	1		5,2
41	Gorno Kremensko-See	2352	6,61	478 000	13,6
42	Dolno Kremensko-See	2304	9,8	-	27

Tab.: 2 Seen in den österreichischen Alpen

Nr.	Seen	Seehöhe m	Fläche ha	Inhalt m³	Max. Tiefe m
	Tuxer Hauptkamm (Zillertal)				
1	Friesenbergsee	2444	1,70		ca. 6,0
2	Oberer Wesendlekarsee (Eissee)	2684	1,20		16,0
3	Unterer Wesendlekarsee	2368	2,50		30,0
	Stubaier Alpen, Küthai				
4	Oberer Plenderlesee	2344	2,10		7,5
5	Mittlerer Plenderlesee	2317	1,80	49 600	5,7
6	Unterer Plenderlesee	2281	1,39		5,5
7	Hirschebensee (Unterster Plenderlesee)	2166	1,00		2,9
8	Gossenköllesee	2413	1,70	78 000	9,9
9	Rotfelssee	2485	0,88		5,0
10	Geierneggsee	2427	0,82		1,5
11	Stockacher Böden, Schwemmseele	2408			ca 6,0

©Erik Mauch Verlag, Dinkelscherben, Deutschland, Download unter www.biologiezentrum.at

Nr.	Seen	Seehöhe m	Fläche ha	Inhalt m³	Max. Tiefe m
12	Finstertaler Speicher	2322	105,00	60 200 000	112,0
13	Grastalsee	2533	6,60	557 313	17,2
	Ötztaler Alpen				
14	Schwarzsee ob Sölden	2799	3,50		18,0
15	Nedersee	2436	0,70		2,5
16	Itlsee	2650	0,76		
17	Mittlerer Soomsee	2625			0,4
18	Soomsee	2620	0,19		
19	Pillersee	1770	0,25		
20	Oberer Timmelsee	2550			2,5
21	Mittlerer Timmelsee	2512			4,0
22	Unterer Timmelsee	2472			
23	Ochsenkopf, Tümpel bei Obergurgl	1840	ca. 0,05		
24	Tümpel oberhalb von Obergurgl	2240	ca. 0,08		1,5
	Mieminger Gebirge				
25	Drachen See	1874	4,47	437 000	24,0
	Rofan Gebirge				
26	Zireiner See	1799	4,60		> 14,0
	Hohe Tauern				
27	Kratzenberg See	2162			> 30,0
	Hohe Tauern, Schobergruppe				
28	Alkuser See	2432	6,60	1 360 000	44,6
29	Gutenbrunner See	2316	0,80		3,5
	Hohe Tauern, Glocknergruppe				
30	Dorfer See	1935	7,60	266 000	9,5
	Lasörlinggruppe				
31	Göslessee	ca. 2600			2,5
32	Bödensee	2576	-	-	9,0

4 Qualitative Zusammensetzung des Zooplanktons

4.1 Gesamtbestand

Im Pirin-Gebirge wurden insgesamt 36 Rotatoria-, 26 Branchiopoda- und 7 Copepoda-Arten gefunden, in den österreichischen Alpen waren es 23 Rotatoria-, 14 Cladocera-7 Copepoda-Arten (Tab. 3).Von den insgesamt 87 Arten (47 Rotatoria, 30 Branchiopoda, 10 Copepoda) in 74 Gewässern waren nur 26 in beiden Hochgebirgen vertreten (12 Rotatoria, 10 Cladocera, 4 Copepoda)

Im Pirin wurde *Chydorus sphaericus* am häufigsten angetroffen (pF = 84), gefolgt von *Daphnia rosea* (69), *Alonopsis elongata* (59), Copepodiden (57) und *Alona affinis* (51). In den österreichischen Alpen traten am häufigsten auf: Copepodiden (pF = 60), Nauplien (57) sowie *Chydorus sphaericus* (57). Im Pirin-Gebirge wurden 32 Arten nur ein- bis zweimal gefunden, in den Alpen waren es hingegen nur 8 Arten. Diese Daten belegen die großen Unterschiede in den Zooplanktongesellschaften der Seen beider Gebirge.

Sowohl in den Pirinseen als auch in den Alpenseen besteht die dominante Gruppe aus je 14 Arten, wobei die Branchiopoda überwiegen. Die Dominanzhäufigkeit im Pirin übersteigt nicht 25 % (meist unter 10 %), in den österreichischen Alpen nicht 15 % (meist unter 5%). Gemeinsame Dominanten für beide Gebirge sind *Chydorus sphaericus*, *Daphnia rosea* und die subadulten Stadien der Copepoden (Abb. 1 und 2). Im Pirin dominieren am häufigsten *Daphnia rosea* (25 %), *Asplanchna priodonta* (13 %) und *Mixodiaptomus tatricus* (12 %).

©Erik Mauch Verlag, Dinkelscherben, Deutschland, Download unter www.biologiezentrum.at

Einen hohen Dominanzrang (Dt = 83) bei gleichzeitig niedriger Fundhäufigkeit erreicht *Conochilus unicornis*. Noch bemerkenswerter ist das Vorkommen von *Conochilus hippocrepis*; die Art wurde nur in einer Probe gefunden, war hier aber dominant. In 58 Proben aus den österreichischen Alpen erreichten nur die Copepodiden 15 % Dominanzhäufigkeit, aber trotz 60 % Fundhäufigkeit betrug der Dominanzrang nur 25 %. *Daphnia rosea* wurde nur 15 mal angetroffen, steht aber mit DF = 7 an zweiter Stelle. Obwohl nicht so oft gefunden wie von SCHABER (1988), war *Keratella hiemalis* mit pF=10 % am weitesten verbreitet und war in der Hälfte der Fälle auch dominant.

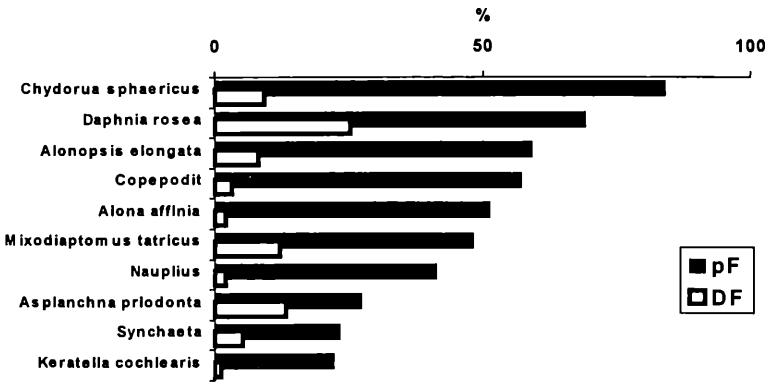

Abb 1. Zooplankton-Dominanten in den Seen des Pirin-Gebirges

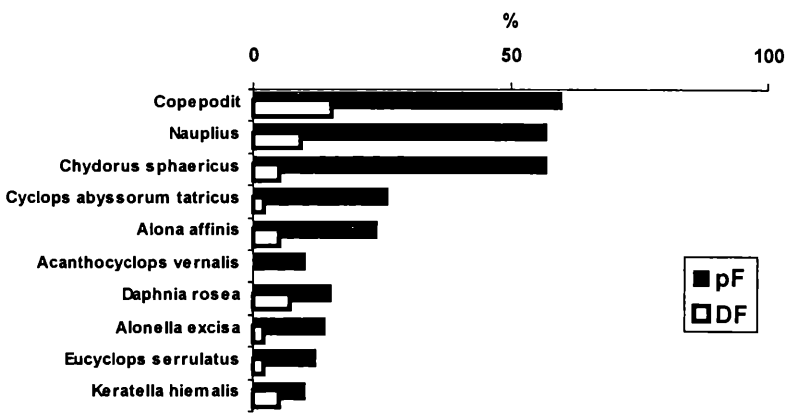

Abb. 2: Zooplankton-Dominanten in den Seen der österreichischen Alpen

Eine Ausnahme bilden die mit Makrophyten bewachsenen Teile einiger Seen im Pirin-Gebirge, gewöhnlich am Ausfluß des Sees gelegen.Dominant waren *Ra-*

©Erik Mauch Verlag, Dinkelscherben, Deutschland, Download unter www.biologiezentrum.at

nunculus aquatilis var. *riloensis, R. trichophyllus, Sparganium affine, Isoetes setacea, Scirpus sp., Carex godenowii* (KOCHEV, JORDANOV 1981). Dort wurden viele phytophile Zooplankter festgestelt.

Tab. 3: Zusammensetzung und Verbreitung des Zooplanktons im Pirin-Gebirge und in den Österreichischen Alpen

Taxa	Pirin-Gebirge	Österreichische Alpen
ROTATORIA		
Cephalodella physalis MYERS 1924	23	
C. megalocephala (GLASCOTT 1893)	42	
Cephalodella sp.	38	
Dicranophorus sp.		6
Elosa woralii LORD 1891	23	
Polyarthra vulgaris CARLIN 1943		13
P dolichoptera IDELSON 1925	13,19,26,37,42	3,5,12,13,20,26
P remata SKORIKOV 1896	21,37,38	3,6
Polyarthra sp.		12,27,28
Trichocerca (Diurella) rousseleti (VOIGT 1902)	42	
T. (T.) carinata (EHRENBERG 1830)	5	
T. (T.) rattus (MÜLLER 1776)	5	
T. (T.) cylindrica (IMHOF 1891)		6
T. (T.) longiseta (SCHRANK 1802)	23,28	21
Synchaeta pectinata EHRENBERG 1832	25,39	28
S. tremula (MÜLLER 1776)		3,4,14
Synchaeta sp.	11,16,17,25,27,37,39,42	12,25,26,28
Asplanchna priodonta GOSSE 1850	16,19 21,24,25,27,28,37,39	
Asplanchna sp.	39	
Gastropus stylifer IMHOF 1891		28
Lecane (Lecane) stichaea HARRING 1913	38	
Lecane (L.) luna (MÜLLER 1776)	13,26	16,23
L. (Monostyla) lunaris EHRENBERG 1832	14,17	
L. (M.) crenata (HARRING 1913)	17	
L. (M.) flexilis (GOSSE 1886)	39	
Euchlanis dilatata EHRENBERG 1832	4,9,10,13,19,21-23,25,28,32,35,37	4,6,15,19,21,22,26,32
Lepadella patella (MÜLLER 1776)	5,17	
L. ovalis (MÜLLER 1786)	38	
Lepadella sp.		18
Colurella obtusa (GOSSE 1886)	13,23	
Colurella sp.	17	
Trichotria truncata (WHITELEGGE 1889)		20-22
T. tetractis (EHRENBERG 1830)	17	21
Keratella cochlearis (GOSSE 1851)	5,9-13,16,21-23,39	21,27
K. tecta (GOSSE 1851)	5,13,27	
K. irregularis (LAUTERBORN 1898)	2,17	
K. quadrata (MÜLLER 1780)	19,27,42	
K. hiemalis (CARLIN 1943)	23,24	2,3,6,14,28
Brachionus falcatus ZACHARIAS 1898	9	
Kellicottia longispina (KELLICOTT 1879)	21,27	20,25,26
Notholca squamula (MÜLLER 1786)		1,6,13,28
N. labis GOSSE 1887	38	26
Conochilus unicornis ROUSSELET 1892	25,28,39	
C. hippocrepis (SCHRANK 1803)	12	
Collotheca pelagica (ROUSSELET 1893)		28
Filinia longiseta (EHRENBERG 1834)		28
Hexarthra bulgarica (WISZNIEWSKI 1933)	20,22,26,30	
BRANCHIOPODA		
Chirocephalus diaphanus PREVOT 1803	4,5,26,30,34,35,40,41	
Daphnia pulex x middendorffiana		32
D. middendorffiana FISCHER 1851		3
D. longispina O. F. MÜLLER 1785	7,20,39	21,22
D. rosea SARS 1862	1-3,7-10,12,13,15-17,21-28,30-33,35,37,39-42	7,26
D. hyalina LEYDIG 1860	5,26	

©Erik Mauch Verlag, Dinkelscherben, Deutschland, Download unter www.biologiezentrum.at

Taxa	Pirin-Gebirge	Österreichische Alpen
Ceriodaphnia quadrangula (O. F. Müller 1785)	26	19,23
Scapholeberis mucronata (O. F. Müller 1785)	9,11,13,16,17,19,26-28,37	
Simocephalus vetulus (O. F. Müller 1776)	21,23,27	
Macrothrix hirsuticornis arctica Sars 1890	9,33-35	4,6
Acantholeberis curvirostris (O. F. Müller 1776)	9	
Streblocerus serricaudatus (Fischer 1849)		23
Bosmina longirostris (O. F. Müller 1785)	35-38	
Eurycercus lamellatus (O. F. Müller 1785)		24
Alona elongata Sars 1862	2,3,8-11,14-17,19-25,27,32-37,39-42	5
Alona guttata Sars 1862	5,1	
A. rustica Scott 1895	9	
A. carelica Stenroos 1897	14	
A. rectangula Sars 1862	16,19	23
A. quadrangularis (O. F. Müller 1785)	9,14	
A. affinis (Leydig 1860)	1-3,7-17,19,21-23,25-30,35-37,39-42	3-5,7,8,16,19,23-26,28,29
A. intermedia Sars 1862	26	
Alonella nana (Baird 1843)	3,5	
A. excisa (Fischer 1854)	5,13,14,16,19,20,22,24,26,27,29,30,32,37,39	5,7,8,11,25,26
A. exigua (Lilljeborg 1853)	9,1	11
Chydorus latus Sars 1862	25,37	
Ch. piger Sars 1862	5,18	
C. globosus Baird 1843	30	
Ch. ovalis Kurz 1874	40	
Ch. sphaericus (O. F. Müller 1785)	1-5,7-17,19-25,27,29-42	4-7,9-12,14-16,18-23,25-28,31-32
COPEPODA		
Acanthodiaptomus denticornis (Wierzejski 1887)		7,26
Mixodiaptomus tatricus (Wierzejski 1882)	7,9-13,15,16,20-29,24,25,28,30,34,37,40-42	
Eucyclops serrulatus (Fischer 1851)	1,7,14,19,21-23,25,27,33-35,37,39,41,42	1,7,19,24,30
Paracyclops fimbriatus (Fischer 1853)	34,35,38,40,42	14,2
Cyclops strenuus Fischer 1851		24
C. abyssorum tatricus Kozminski 1927		3,5,8,10,12,13,15,21,27,29,31,32
Megacyclops gigas (Claus 1857)	1,11,15,16,22,24	14
M. viridis (Jurine 1820)	5,37	
Acanthocyclops vernalis (Fischer 1853)	5,14,17,22,41,42	11,14,20,23,24,30,32
A. robustus (Sars 1863)	42	

4.2 Rotatoria

Wie schon ausgeführt, wurden im Pirin-Gebirge doppelt soviele Rotatoria-Arten festgestellt als in den Alpen. Gemeinsam sind Arten mit weiter Verbreitung, unter ihnen am häufigsten *Polyarthra dolichoptera* und *Synchaeta pectinata*. Charakteristisch für die Pirinseen sind *Asplanchna priodonta* und *Conochilus unicornis*. Sie wurden dort in vielen der größeren Seen in dichten Populationen festgestellt, nicht aber in den österreichischen Alpen. Turnowsky (1950) nach Schaber (1988) hat *Asplanchna priodonta* für den Alkuser See gemeldet. Wir haben bei unseren Untersuchungen die Art in diesem See aber nicht entdecken können. Vier *Keratella*-Arten sowie *Hexarthra bulgarica* wurden nur im Piringebirge festgestellt, *Gastropus stylifer* hingegen nur in den Alpenseen.

4.3 Branchiopoda

Auffällig sind die Unterschiede zwischen den häufigsten Branchiopoda-Arten. *Chirocephalus diaphanus* ist in vielen Pirinseen weit verbreitet, während er in den Alpen völlig fehlt. Charakteristisch für die bulgarischen Seen sind weiter *Daphnia hyalina*, *Simocephalus vetulus, Bosmina longirostris* und *Alona inter-*

©Erik Mauch Verlag, Dinkelscherben, Deutschland, Download unter www.biologiezentrum.at

media. *Eurycercus lamellatus* ist im Rilagebirge weit verbreitet (VALKANOV 1932, NAIDENOW 1968, 1975a, 1975b), fehlt aber im Pirin. Diese Art wurde ein einziges mal in einem kleinen Tümpel oberhalb von Obergurgl (Ötztal) gefunden. In den Alpen wurden 2 *Daphnia*-Arten der *pulex*-Gruppe festgestellt. Die eine ist eine typische *D. middendorffiana*, die andere zeigt auch Merkmale von *Daphnia pulex*. Aus dieser Gruppe wurde im nördlichen Piringebirge (Sinanischko-See) einmal *Daphnia obtusa* gefunden (NAIDENOW 1968).

SCHABER (1988) hebt hervor, daß er in beiden Wesendle-Karseen eine dunkelgefärbte *Daphnia* gefunden habe, welche er als *Daphnia rosea* bestimmte. Die von uns im unteren See gekescherten Exemplare hatten je 2 klar hervortretende große Kämme auf den postabdominalen Krallen. Dieses Merkmal sowie weitere lassen sie ohne Zweifel der *pulex*-Gruppe zuordnen. Eine Probe vom Bödensee bestand aus zahlreichen Wasserflöhen, die Merkmale sowohl von *Daphnia middendorffiana*, als auch von *Daphnia pulex* zeigten.

Der Artstatus von *Daphnia rosea* ist m.E. unsicher. Viele Populationen lassen sich nur schwer von *Daphnia longispina* unterscheiden. Daher weisen sie sowohl VALKANOV (1932), als auch der Autor (NAIDENOW 1968, 1975) letzterer Art zu. Indem ich weiterhin *Daphnia rosea* als einen Hochgebirgs-Ökotyp von *Daphnia longispina* betrachte, akzeptiere ich diese Aufspaltung wegen der klaren ökologischen Trennung der Populationen der Ebene und des Gebirges.

4.4 Copepoda

In beiden Gebirgen haben wir nur je eine Calanoida-Art angetroffen: *Acanthodiaptomus denticornis* in den Alpen (Hirschebensee und Zireiner See) und *Mixodiaptomus tatricus* in der Hälfte der untersuchten Pirin-Seen *Mixodiaptomus tatricus* ist tiefrot, *Acanthodiaptomus denticornis* ist rotbraun. Beide Arten entwickeln sich massenhaft und sind relativ groß, weshalb sie auch eine gute Nahrungsbasis für die Fische darstellen. Aus zwei von uns nicht besuchten Seen meldet SCHABER (1988) außerdem *Arctodiaptomus alpinus*.

Eine für die Alpen sehr charakteristische und weitverbreitete Form ist *Cyclops abyssorum tatricus*. Zweimal wurde auch *Cyclops strenuus* in kleinen Tümpeln oberhalb von Obergurgl und im Küthai vermerkt. Im Pirin ist die Gattung *Cyclops* überhaupt nicht vertreten. In einigen Pirin-Seen entwickelt sich, besonders unter dem Eis, *Megacyclops gigas* zu dichten Populationen; er wurde nur einmal in den Alpen festgestellt. In beiden Gebirgen werden *Acanthocyclops vernalis* und *Eucyclops serrulatus* sowie die subadulten Stadien der Copepoda, angetroffen, während *Paracyclops fimbriatus* seltener ist. Auf die Kremenski-Seen im Pirin beschränkt ist *Acanthocyclops robustus* (KOZUHAROV 1989).

©Erik Mauch Verlag, Dinkelscherben, Deutschland, Download unter www.biologiezentrum.at

5 Quantitative Entwicklung des Zooplanktons

5.1 Pirin-Seen

Aus den Pirin-Seen stehen uns quantitative Angaben über Anzahl und Biomasse der Planktontiere aus den Seen Dolno und Gorno (also Unterer und Oberer) Kremensko, Popowo und Besbog zur Verfügung. Die durchschnittliche Abundanz variert von 700 (Oberer Kremensko-See) bis 495 550 Ind./m³ (Besbog), die mittlere Biomasse von 0,013 bis 5,98 g/m³. Der Maximalwert im Besbog-See beruht auf der Massenentwicklung von *Asplanchna priodonta* und *Conochilus unicornis*; wichtig sind außerdem *Daphnia rosea* und die Copepodide wegen ihres hohen Standardgewichts. Im Kremensko-See wird die Biomasse hauptsächlich von *Daphnia rosea* und *Mixodiaptomus tatricus* bestimmt; im Winter 1987 wies auch *Eucyclops serrulatus* eine Massenentwicklung auf. Die minimalen Werte für Seen, aus denen mehrmals und von verschiedenen Stellen Proben entnommen wurden, schwanken zwischen 100 und 2960 Ind./m³, entsprechend 0,002 bis 0,13 g/m³

Während der Sommermonate stellte *Daphnia rosea* im Kremensko-See 74-90 % der Individuenzahl und 90-95 % der Gesamtbiomasse.

Die Copepoda (hauptsächlich *Mixodiaptomus tatricus* und die subadulten Stadien) waren in den Kremenski Seen mit 4,5-18 % der Individuen vertreten, während Rotatoria fehlen. Hingegen erreichten im Popowo-See die Rotatoria mit *Conochilus unicornis* 65 % der Individuen-Abundanz und 41 % der Biomasse; 1/3 der Biomasse entfiel auf Nauplien und Copepodide.

Im Besbog-See stellten die Rotatoria (hauptsächlich *Asplanchna priodonta,* und *Conochilus unicornis)* 96 % der Individuen und 66 % der Biomasse, die Cladocera hingegen nur 0.8 % der Individuen, aber bis 18,3 % der Gesamtbiomasse.

Während des Winters verschieben sich die Verhältnisse bedeutend. Im April 1987 bestand das Zooplankton im Kremensko- und Besbog-See zu über 98 % aus Copepoda, überwiegend aus Copepodiden von *Eucyclops serrulatus*. Im Oberen Kremensko-See machen die juvenilen Stadien von *Chirocephalus diaphanus* 96 % der Gesamtdichte aus, der Rest besteht aus Copepoda.

In einigen Pirin-Seen wurde die Vertikalverteilung des Zooplanktons untersucht. Im Unteren Kremensko-See wurden im September 1986 während des größten Teils des diurnen Zyklus in der Schicht 10-0 m die höchste Konzentration gemessen. Eine starke Migration des Zooplanktons zum Grund (23-20 m) wurde nur um 13.00 h beobachtet, zu diesem Zeitpunkt fehlte es fast völlig an der Oberfläche. Um 08.30 h Uhr war die Dichte in der Schicht 15-10 m am höchsten. Die Rotatoria hielten sich während des ganzen Tages unterhalb von 10 m auf. Auch im Winter war die Dichte des Zooplanktons unter 10 m am höchsten; in der bodennahen Schicht 20-15 m konzentrierte sich die Hälfte aller Zooplankter. Im tiefsten Pirin-See (Popowo) wurde zu den Nachmittagsstunden die höchste Konzentration in der Schicht 10-5 m gemessen, während sie in der bodennahen Schicht (30-20 m) am niedrigsten war.

©Erik Mauch Verlag, Dinkelscherben, Deutschland, Download unter www.biologiezentrum.at

5.2 Österreichische Seen

In den österreichischen Alpen wurden 7 Seen quantitativ untersucht. Die gefundenen Werte liegen erheblich unter denen im Pirin, im Mittel zwischen 11 (Dorfer See) und 5750 Ind./m³ (Kratzenberger See). In letzterem sind auch die höchsten absoluten Werte während der Periode gemessen worden und zwar 25130 Ind./m³ sowie die höchste durchschnittliche (0,14 g/m³) und die maximale Biomasse (0,73 g/m³).

Das Zooplankton der österreichischen Seen bestand bis zu über 99 % aus *Cyclops abyssorum tatricus* und seinen subadulten Stadien. Im Dorfer See, Gossenköllesee, Oberer Plenderlesee, Nedersee, welche auf Silikatgestein liegen, waren es ausschließlich Copepoda. Davon abweichend ist der Finstertaler Speicher, ebenfalls in den Stubaier Alpen gelegen, nur von Rotatoria und einzelnen *Chydorus sphaericus* besiedelt.

In dem auf Kalkgestein liegenden Zireiner See, im Bödensee, und bis 1970 auch im Drachen-See stellten die großen Cladocera und Copepoda den Hauptteil des Zooplanktons. Im Drachen-See wurden 1000 Seesaiblinge (*Salvelinus alpinus*) ausgesetzt, danach verschwand die bis dahin massenhaft vorhandene *Daphnia middendorffiana*. Im Alkuser See, dem tiefsten Gewässer der österreichischen Alpen, stellt *Keratella hiemalis* 93 % der Individuen.

Die Vertikalverteilung des Zooplanktons im Kratzenberger See (Hohe Tauern) ist wie folgt: Die höchste Konzentration nach Anzahl und Biomasse (fast nur *Cyclops abyssorum tatricus*, adulte und juvenile Stadien) wurde in 15-5 m Tiefe registriert. Am niedrigsten war die Planktondichte im Epilimnion. Im Dorfer See erreichte sie nur 16 Ind./m³ im bodennahen Schicht (9-5 m) und nur 6 Ind./m³ im Epilimnion. Das Zooplankton dort bestand ausschließlich aus *Acanthocyclops vernalis* und seinen subadulten Stadien; im Gossenköllesee fanden sich nur subadulte Stadien, 94 % waren in der bodennahen Schicht konzentriert. Im Finstertaler Speicher (1 Untersuchung) überwogen zahlenmäßig Rotatoria (hauptsächlich *Polyarthra dolichoptera*), während die Biomasse zu 97 % von subadulten Copepoda gebildet wurde; es wurden nur 2 Exemplare von *Chydorus sphaericus* gefunden.

6 Zusammenfassung der Ergebnisse

Die über 4 Jahre gehenden, vergleichenden Untersuchungen glaziogener Seen im Pirin-Gebirge und den österreichischen Alpen haben trotz physiographischer Ähnlichkeiten deutliche biozönotische Unterschiede in den Zooplankton-Gemeinschaften gezeigt.

1. Weitverbreitete Arten sind auf jeweils ein Gebirge beschränkt, wo sie zum Teil in hoher Dichte auftreten. Zu nennen sind *Chirocephalus diaphanus* und *Mixodiaptomus tatricus* für das Pirin-Gebirge und *Cyclops abyssorum tatricus* sowie *Acanthodiaptomus denticornis* für die Alpen.

©Erik Mauch Verlag, Dinkelscherben, Deutschland, Download unter www.biologiezentrum.at

2. Im Vergleich zu den Alpen ist im Pirin die Dichte und die Gesamtbiomasse viel höher, unbhängig davon, daß die Seen im Pirin stabile Lachsfischbestände aufweisen (*Salvelinus fontinalis, Salmo trutta fario*; PECHLANER in litt.).
3. Die Litoralzonen vieler Pirin-Seen sind mit Makrophyten bestanden. In den Alpen haben wir höhere Wasserpflanzen nur im Zireiner See gefunden (*Potamogeton*).
4. Im Pirin wurden keine relevanten Unterschiede zwischen Seen auf Kalk und auf Silikatgestein festgestellt. In den Alpen ist das Zooplankton in Seen mit höherer Wasserhärte und höherem pH-Wert stärker entwickelt.
5. In beiden Gebirgen stellen subadulte Stadien der Cyclopoida und *Chydorus sphaericus* einen bedeutenden Anteil der Dominanten, wobei die Dominanz in den Alpenseen stärker ausgeprägt ist. In den Pirin-Seen überwiegen hinsichtlich der Biomasse *Daphnia rosea* und *Mixodiaptomus tatricus*.

Dank

Die chemischen Messungen wurden von Dr. Roland Psenner, Innsbruck, und Dipl. Ing. Ivan Botev, Sofia, ausgeführt, denen wir unseren verbindlichen Dank aussprechen möchten. Unser besonderer Dank gilt Herrn Prof. Roland Pechlaner, Zoologisches Institut der Universität Innsbruck, für seine liebenswürdige und allseitige Hilfe, insbesondere bei den Untersuchungen der österreichischen Alpenseen.

Literatur

BOUKLIEV, R. (1976): A contribution to the study of lower crustaceans from glacial waters in the Pirin Mountain (Bunderiskhi Cirque).- Hydrobiology 4: 76-85, Sofia, (in russ.)

BREHM, V., E. ZEDERBAUER (1904): Beiträge zur Planktonuntersuchungen alpiner Seen.- Verhandlungen der zoologisch-botanischen Gesellschaft in Wien 54: 45-58 und 635-643, Wien

CHICHKOFF, G. (1906): Copepodes d'eau douce de Bulgarie.- Zoologischer Anzeiger 31: 78-82, Leipzig

DE VRIES, M. (1937): Methods used in plant sociology and agricultural botanical grassland research.- Herbage reviews 5: 76-82, Aberystwyth

EPACHER, T. (1968): Physiographie und Zooplankton des Gossenköllesees.- Berichte des naturwissenschaftlich-medizinischen Vereines in Innsbruck 56: 31-123, Innsbruck

ILLIES, J. (ed.) (1978): Limnofauna Europaea.- 532 pp., (G. Fischer) Stuttgart

IVANOV, K. & al.(1964): Glacialseen.- In: Die Seen in Bulgarien.- Arbeiten des Institutes für Hydrologie und Meteorologie 16: 143-193, Sofia, (in bulg.)

KOCHEV, H. & D. JORDANOV (1981): Vegetation of water basins in Bulgaria.- Ecology, Protection and economic importance 1-184, (Verlag der BAW) Sofia (in bulg, English summary)

KOZUHAROV, D. (1989): Zusammensetzung und Verbreitung des Zooplanktons in einigen Seen vom Zentral-Pirin.-64 pp., Dissertation der Universität Sofia (in bulg.)

NAIDENOW, W. (1968a): Katalog der Cladocerenfauna Bulgariens.- Bulletin de l'institut de zoologie et musée 26: 51-74, Sofia

NAIDENOW, W. (1968b): Über die planktischen Cladoceren und Copepoden einiger Seen des nordwestlichen Pirin-Gebirges.- Bulletin de l'institut de zoologie et musée 27: 51-56, Sofia, (in bulg., Zsfg. deutsch)

NAIDENOW, W. (1975a): Biologische Eigenheiten der glazialen Hydrofauna aus den Gebirgen Rila und Pirin (Bulgarien).-Symposia Biologica Hungarica 15: 281-284, Budapest

©Erik Mauch Verlag, Dinkelscherben, Deutschland, Download unter www.biologiezentrum.at

NAIDENOW, W. (1975b): Die Krebsartigen aus einigen Wasserbecken des Rila-Gebierges und Versuch zu einer biologischen Klassifikation der Hochgebirgseen.- Hydrobiology 2: 46-65, Sofia, (in bulg., Zsfg deutsch)

NAIDENOW, W. (1984): Zusammensetzung und Ökologie des Zooplanktons der Donau und der Binnengewässer Bulgariens.- 503 pp., Habilitationsschrift der Universität Sofia (in bulg.)

PECHLANER, R. & al. (1972): The production processes in two high-mountain lakes (Vorderer und Hinterer Finstertaler See, Küthai, Tirol).- In: Productivity Problems of Freshwaters, Proc. IBP-UNESCO, Symp.: 239-269, Warszawa

PECHLANER, R. & al. (1973): Ein Hochgebirgssee als Objekt der Ökosystemforschung. Das Ökosystem Vorderer Finstertaler See.- In: ELLENBERG, H. (ed.): Ökosystemforschung, (Springer) 33-49, Berlin

PESTA, O. (1929): Der Hochgebirgssee der Alpen.- Die Binnengewässer 8: 1-156, Stuttgart

PRAPTOKARDIYO, K. (1979): Populationsdynamik und Produktion von Cyclops abyssorum tatricus (Kozminski, 1927) in Gossenköllesee. (2413 m ü. N. N. Küthai, Tirol).-84 S., Dissertation der Uiversität Innsbruck

PSENNER, R. & al. (1988): Versauerung von Hochgebirgsseen in kristallinen Einzugsgebieten Tirols und Kärntens.- 355 pp., Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Wien

READ, E. (1970): Copepoden und Cladoceren aus der Umgebung von Obergurgl und Küthai, Tirol.- Berichte der naturwissenschaftlich-medizinischen Vereines in Innsbruck 58: 219-248, Innsbruck

SCHABER, P. (1988): Rotatorien und Crustaceen in Tiroler Hochgebirgsseen. -In: PSENNER, R. & al.: Versauerung von Hochgebirgsseen in kristallinen Einzugsgebieten Tirols und Kärntens: 209-257, Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Wien

Steiner, V. (1987): Reinhaltung der Tiroler Gewässer. Die Hochgebirgsseen Tirols aus fischereilicher Sicht. I.- 213 pp., Amt der Tiroler Landesregierung, Innsbruck

TURNOWSKY, F. (1950): Die Seen der Schobergruppe in den Hohen Tauern.- Archiv für Hydrobiologie **43:** 36-94, Stuttgart

VALKANOV, A. (1932): Notizen über das Leben in den Hochgebirgsseen Bulgariens.- Traveaux de la societé Bulgare des sciences naturelles 15/16: 207-225, Sofia (in bulg., Zsfg. deutsch)

VALKANOV, A. (1938): Hydrobiologische Untersuchungen an einigen Hochgebirgsseen Bulgariens.- Jahrbuch der Universität Sofia, Naturwissenschaften 34,3: 101-145, Sofia, (in bulg., Zsfg. deutsch)

ZSCHOKKE, F. (1900): Die Tierwelt der Hochgebirgsseen.- Neue Denkschriften der Allgemeinen Schweizerischen Gesellschaft für die Gesamten Naturwissenschaften 37: 1-400, Zürich

Anschrift des Verfassers: Prof. Dr. W. Naidenow, Bulgarian Academy of Sciences, Institute of Zoology, Boul. Zar Oswoboditel 1, BG-1000 Sofia

Manuskripteingang: 28.08.1998

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Lauterbornia

Jahr/Year: 1999

Band/Volume: 1999_36

Autor(en)/Author(s): Naidenov Wesselin

Artikel/Article: Vergleichende Untersuchungen über pelagische Crustacea und Rotatoria in glaziogenen Hochgebirgsseen des Pirin-Gebirges (Bulgarien) und der österreichischen Alpen. 55-66