

Kathrin Wollmann

**Struktur, Dynamik und Nahrungsaufnahme
des Crustaceenplanktons eines acidotrophen Mooreses**

Auswirkungen des Wechsels von invertebraten zu vertebraten Räubern

Die Deutsche Bibliothek - CIP-Einheitsaufnahme

Wollmann, Kathrin:

Struktur, Dynamik und Nahrungsaufnahme des Crustaceenplanktons eines acidotrophen
Moorsees : Auswirkungen des Wechsels von invertebraten zu vertebraten Räubern /

Kathrin Wollmann. - Berlin : Weißensee-Verl., 2002

(Weißensee Verlag Ökologie : Berliner Beiträge zur Ökologie ; Bd. 2)

Zugl.: Cottbus, Techn. Univ., Diss., 2002

ISBN 3-934479-76-6

Gedruckt auf holz- und säurefreiem Papier, 100 % chlorfrei gebleicht.

© Weißensee Verlag, Berlin 2002
Wilhelm-Wagenfeld-Str. 1, 13086 Berlin
Tel. 030 / 91 20 7-100
www.weissensee-verlag.de
e-mail: mail@weissensee-verlag.de

Alle Rechte vorbehalten

Umschlag: Chili Grafik-Design, Berlin
Titelbild: Die Große Fuchskuhle (Foto: Dr. Peter Casper)

Printed in Germany

ISBN 3-934479-76-6

Inhaltsverzeichnis

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS	3
KURZFASSUNG	4
1 EINLEITUNG.....	7
2 DAS UNTERSUCHUNGSGEWÄSSER: DIE GROBE FUCHSKUHLE	11
2.1 VOR DER SEETEILUNG.....	11
2.2 DIE SEETEILUNG	13
2.3 DER BARSCHBESATZ.....	16
2.4 DIE INVERTEBRATEN RÄUBER.....	17
2.5 DAS PHYTOPLANKTON.....	18
2.6 LISTE DER WICHTIGSTEN EREIGNISSE.....	19
3 MATERIAL UND METHODEN.....	20
3.1 ZOOPLANKTON	20
3.2 <i>CHAOBORUS FLAVICANS</i>	20
3.3 DIURNALE VERTIKALMIGRATION	21
3.4 UNTERSUCHUNGEN ZUM GRAZING DER CRUSTACEEN	23
4 ERGEBNISSE	26
4.1 ARTENZUSAMMENSETZUNG UND BIOMASSENENTWICKLUNG DER CRUSTACEEN, VON <i>STENTOR</i> <i>AMETHYSTINUS</i> UND VON <i>C. FLAVICANS</i> SOWIE DAS NAHRUNGSSPEKTRUM VON <i>C. FLAVICANS</i>	26
4.1.1 Die Artenzusammensetzung des Crustaceenplanktons	26
4.1.2 Die saisonale Dynamik des Zooplanktons vor und nach dem Barschbesatz.....	27
4.1.3 Jahresmittel der Biomassen, Längen und Gelegegrößen der Crustaceen.....	33
4.1.4 Biomassenentwicklung von Zoo-und Phytoplankton vor und nach dem Barschbesatz.....	43
4.1.5 Die jahreszeitliche Dynamik von <i>Chaoborus flavicans</i>	46
4.1.6 Das Nahrungsspektrum von <i>C. flavicans</i>	49
4.1.7 Zusammenfassung der Ergebnisse.....	51
4.2 DIE RÄUMLICHE DYNAMIK DER CRUSTACEEN: DIURNALE VERTIKALMIGRATION, OVERLAP-INDEX ZWISCHEN CRUSTACEEN SOWIE ZWISCHEN CRUSTACEEN UND PHYTOPLANKTON.....	53
4.2.1 Auswirkungen des Barschbesatzes auf die diurnale Vertikalmigration der Crustaceengemeinschaft	53
4.2.2 Das Migrationsverhalten der einzelnen Zooplanktongruppen.....	56
4.2.3 Overlap-Index zwischen den Crustaceen.....	60
4.2.4 Abiotische Parameter	62
4.2.5 Räumliche Beziehungen zwischen Zooplankton und Phytoplankton	65

4.2.6 Zusammenfassung der Ergebnisse.....	74
4.3 GRAZINGUNTERSUCHUNGEN.....	76
4.3.1 Die abiotischen Parameter an den Untersuchungsterminen.....	76
4.3.2 Das Grazing der Crustaceengemeinschaft.....	79
4.3.3 Selektivität.....	83
4.3.4 Die Filtrierraten der Crustaceen im Vertikalprofil.....	86
4.3.5 Zusammenfassung der Ergebnisse.....	86
5 DISKUSSION.....	88
5.1 DAS CRUSTACEENPLANKTON UND SEINE LEBENSBEDINGUNGEN IN DER GROßEN FUCHSKUHLE.....	88
5.1.1 Die Zusammensetzung des Crustaceenplanktons.....	88
5.1.2 Abiotische Parameter.....	89
5.1.3 Das Phytoplankton als Nahrungsgrundlage für das Crustaceenplankton.....	90
5.1.4 Auswirkungen der Räuber auf das Crustaceenplankton.....	91
5.2 DIE DIURNALE VERTIKALMIGRATION (DVM).....	100
5.2.1 Auswirkungen der abiotischen Parameter auf die DVM.....	100
5.2.2 Auswirkungen der invertebraten Prädatoren und der Barsche auf die DVM der Crustaceen.....	102
5.2.3 Auswirkungen des Trade-off zwischen Räubern und abiotischen Parametern auf das Migrationsverhalten der einzelnen Crustaceen.....	105
5.2.4 Der Einfluß des Räuberwechsels auf die Interaktionen der Crustaceen.....	109
5.2.5 Die räumlichen Beziehungen zwischen den Crustaceen und dem Phytoplankton.....	110
5.3 DIE ANALYSE DER BEZIEHUNGEN ZWISCHEN DEN CRUSTACEEN UND DEM PHYTOPLANKTON ANHAND VON GRAZINGUNTERSUCHUNGEN.....	113
5.3.1 Das Filtrierverhalten und die Konkurrenzbeziehungen der Crustaceen in der Großen Fuchskuhle	113
5.3.2 Diurnale und vertikale Unterschiede im Filtrierverhalten der Crustaceen.....	115
5.3.3 Das Selektionsverhalten der Crustaceen gegenüber Algen zweier Größen.....	118
5.4 ZUSAMMENFASSENDE DISKUSSION.....	120
6 LITERATUR.....	128

Kurzfassung

Von 1991 bis 1994 wurden Untersuchungen zur Struktur und Dynamik des Crustaceenplanktons eines Moorsees unter dem Einfluß invertebrater (Corixiden, *Chaoborus*) und vertebrater (*Perca fluviatilis*) Räuber durchgeführt. Das Experimentalgewässer Große Fuchskuhle war durch eine Polyethylenfolie viergeteilt. Die Kompartimente wurden 1993 mit Barschen in unterschiedlicher Dichte besetzt. Es wurde untersucht, ob der Wechsel von invertebraten Räubern, die eher kleine Zooplankter fressen, zu Barschen, die große Individuen selektieren, sich entsprechend der Size Efficiency Hypothese und der Cascading Trophic Interaction Hypothese (Brooks & Dodson, 1965; Carpenter et al., 1985) auswirkte (top-down) und welche Bedeutung das Phytoplankton als bottom-up Faktor für die Entwicklung der Crustaceen hat. Die Crustaceengemeinschaft wurde anhand der Artenzusammensetzung, Abundanz und Biomasse sowie ihrer durchschnittlichen Längen und Gelegegrößen charakterisiert. Durch Untersuchungen zur diurnalen Vertikalmigration wurden ihre Reaktionen auf die verschiedenen Räubertypen analysiert. Mit Hilfe eines Overlap-Indexes konnten räumliche Beziehungen sowohl zwischen den einzelnen Crustaceengruppen als auch zwischen den Crustaceen und dem Phytoplankton aufgezeigt werden. Grazingexperimente mit Traceralgeln zusammen mit natürlichem Seston im diurnalen Rhythmus belegten die Interaktionen zwischen den Crustaceen und dem Phytoplankton.

Das Crustaceenplankton der großen Fuchskuhle ist artenarm. Bestandstragend vor dem Barschbesatz waren *E. gracilis* und *D. brachyurum*. Nach dem Barschbesatz entwickelte sich *C. quadrangula* zur dominierenden Cladocere. Vor dem Barschbesatz konnten die Crustaceen in den Ostbecken bei niedrigerer Phytoplanktonbiomasse höhere Biomassen entwickeln als in den Westbecken. Nach dem Barschbesatz war das Muster einer stärkeren Populationsentwicklung in den Ostbecken aufgehoben. Ein Zusammenhang zwischen Zoo- und Phytoplanktonbiomasse war weder vor noch nach dem Barschbesatz zu erkennen. Für die Artenzusammensetzung erwies sich der invertebrate Räuber *C. flavicans* als bedeutsam. Er besiedelte vor dem Barschbesatz alle Kompartimente. Nach dem Barschbesatz konnte er nur bei geringem Prädationsdruck mit den Barschen koexistieren. Seine häufigste Beute waren die Cladoceren, vor allem *C. quadrangula*. *D. brachyurum* konnte sich nach dem Barschbesatz 1993 in den Becken mit den geringeren Barschdichten stärker entfalten als in den barschreichen Becken, in denen sich *C. quadrangula* stärker entwickelte und ein Jahr später deutlich gegenüber *D. brachyurum* durchsetzte. Nur im SW-Becken konnten beide Cladoceren koexistieren. *D. brachyurum* konnte als Sommerform unter dem Räuberregime von *C. flavicans* besser existieren als unter dem Barschregime, da *C. flavicans* die größeren, Crustaceen fressenden Stadien im Frühjahr und Herbst außerhalb der Populationsmaxima von *D. brachyurum* ausbildete. *C. quadrangula* reagierte dagegen äußerst empfindlich auf *C. flavicans*, der diese Cladocere bevorzugt fraß und konnte sich daher besser in den beiden schwächer mit *C. flavicans*

besiedelten Ostbecken entfalten. Anders als erwartet, konnten sowohl die Barsche als auch die invertebraten Räuber das vorhandene Größenspektrum der Crustaceen in der Großen Fuchskuhle gleichermaßen nutzen. Nach dem Barschbesatz trat insgesamt keine Abnahme, sondern sogar eine Zunahme der durchschnittlichen Länge der Crustaceen auf. Das läßt sich darauf zurückführen, daß die Barsche die invertebraten Räuber dezimierten, selbst aber nur wenig Fraßdruck auf die Crustaceen ausübten, da sie sich vorwiegend benthisch ernährten. Dadurch war der Fraßdruck auf die Crustaceen und insbesondere auf die großen Individuen insgesamt geringer. Die Zunahme der durchschnittlichen Länge vor allem in den *Chaoborus*-reichen Westbecken spiegelt den größeren Einfluß der *Chaoborus* Larven in diesen Becken wider.

Einfache Korrelationen zwischen den Biomassen der Crustaceen und den Corixiden sowie den Barschen erbrachten keinen Hinweis auf den Einfluß der Prädation. Erst die Analyse der diurnalen Vertikalmigration konnte zeigen, daß die Crustaceen durch ihr Wanderverhalten vor allem dem Raubdruck der Corixiden ausweichen konnten. Entgegen den Erwartungen, daß das Zooplankton in Anwesenheit visuell jagender Barsche eine ausgeprägtere Tag-Nachtwanderung zeigt, hatten die Wanderamplituden der Crustaceen durch den Besatz mit Flußbarschen abgenommen. Es wurde bereits vor dem Barschbesatz unter dem Einfluß der invertebraten Räuber eine diurnale Vertikalmigration festgestellt, weil die Crustaceen auf die Corixiden ebenfalls wie auf einen visuell jagenden Räuber reagierten. Die Wanderamplituden der Crustaceen in den einzelnen Becken waren mit der Abundanz der Corixiden korreliert. Die Abundanz der Barsche und der ebenfalls diurnal wandernden *Chaoborus* Larven wirkte sich dagegen nicht auf die Amplituden der diurnalen Wanderung der Crustaceen aus. Allerdings verlagerte sich der Populationsschwerpunkt der Crustaceen am Tage in größere Tiefen, was als Reaktion auf die visuell jagenden Barsche gewertet werden kann. Die Nauplien führten eine inverse Migration in geringerer Tiefe als die übrigen Crustaceen durch. Das bot ihnen den Vorteil, die höheren Temperaturen im Epilimnion für ihr Wachstum zu nutzen. Da sie von *Chaoborus* und den Barschen kaum gefressen wurden, erwuchs ihnen dadurch kein Nachteil durch Prädation.

Die Untersuchung der Vertikalmigration gewährte außerdem Einblicke in die Interaktionen zwischen Zoo- und Phytoplankton. Anhand des Overlap-Indexes konnte gezeigt werden, daß alle Crustaceenarten die größte räumliche Überschneidung mit der Cryptomonade *C. erosa/ovata* aufwiesen. Die größte räumliche Trennung bestand dagegen mit der nicht freißbaren Dinophyceae *Gymnodinium uberrimum* sowie mit *Chlamydomonas pediforme*. Diese Untersuchung zeigte, wie erwartet, den Trade-off zwischen Räubern und Nahrung sowie abiotischen Parametern. Die Vertikalverteilung ist nicht nur eine Reaktion auf die optisch jagenden Räuber, sondern auch auf die Verteilung der Nahrung und auf die abiotischen Parameter.

Die Crustaceen filterten zwischen 8 % und 150 % des Wasserkörpers pro Tag. Die durchschnittliche Filtrierleistung betrug 59 %. Diese hohe Filtrierleistung durch die kleinen Crustaceen des Untersuchungsgewässers war nach der Size-Efficiency-Hypothese (Brooks & Dodson, 1965) nicht zu erwarten gewesen, nach der große Filtrierer die effektiveren Grazer sind. Die individuellen Filtrierraten der Crustaceen auf die 9-11 µm große Alge *Scenedesmus* waren signifikant höher als gegenüber der 3-4 µm großen *C. minor*. Sowohl *E. gracilis* als auch die Cladoceren zeigten ein opportunistisches Freßverhalten mit höheren Filtrierraten gegenüber den größeren Algen, wenn diese im Freiwasser höhere Biomassen hatten bzw. gegenüber der kleinen Fraktion, wenn diese im Freiwasser dominierte. Da für Copepoden in der Literatur eine selektive Nahrungsaufnahme beschrieben wird, waren diese Ergebnisse überraschend. Eine Minderung des Konkurrenzdruckes durch die Selektion von Partikeln unterschiedlicher Größe fand also nicht statt. Entgegen bisherigen Annahmen zeigten die Crustaceen einen diurnalen Freßrhythmus mit höheren Grazingraten in der Nacht, der nicht mit der DVM gekoppelt ist.

Die Untersuchungen an dem flachen, dystrophen Modellgewässer Große Fuchskuhle verdeutlichen Einzelheiten bezüglich der Räuber-Beute-Beziehungen, der diurnalen Vertikal-migration sowie des Grazingverhaltens, die in Untersuchungen an eutrophen, tiefen, geschichteten Seen oft nicht differenziert werden können. Wichtige Hypothesen wie die Cascading Trophic Interactions Hypothese (CTIH, Carpenter et al. 1985), die Bottom-up-Top-down Hypothese (BUTDH, McQueen et al., 1986) sowie die Size-Efficiency-Hypothese (SEH; Brooks & Dodson, 1965) können nicht ohne Weiteres auf die Prozesse im Nahrungsnetz der Großen Fuchskuhle übertragen werden.