

Phytoplankton und Zooplankton des Wesseker Sees

Status quo und Ausblick

Von Ute Müller und Dörthe Müller-Navarra

Summary

Phytoplankton and zooplankton in Lake Wessek – state and prospect

Three phytoplankton and four zooplankton samples of Lake Wessek (District of Ostholstein, Germany) dating from September 2005 to October 2006 were analysed as a baseline prior to the planned increase of the water level. Within the studied period we could detect a change from a limnic towards a mainly brackish water phytoplankton assemblage after September 2005. As expected, diatoms and flagellates were dominating during spring and fall at high overall concentrations, whereas green algae and cyanobacteria dominated the phytoplankton during summer at medium-high concentrations. In the beginning of the studied period the zooplankton was dominated by limnic groups (e.g. daphniids), which were only found at lower abundances in 2006. Instead, higher abundances of the euryhaline copepod species *Eurytemora affinis* were found in the later samples, in particular in October 2006, together with the marine copepod *Acartia* sp. and larvae of marine polychaetes. Factors influencing the plankton during and after the water level storage are discussed.

Zusammenfassung

Drei Phytoplankton- und vier Zooplanktonproben des Wesseker Sees (Kreis Ostholstein, Norddeutschland) aus dem Zeitraum zwischen September 2005 und Oktober 2006 wurden ausgewertet, um Aufschluss über das Arteninventar vor der geplanten Wasserstandshebung zu erhalten. Im Untersuchungszeitraum dominierte anfangs limnisches Phytoplankton, danach aber überwiegend Brackwasser-Phytoplankton. Das saisonale Auftreten zeigte erwartungsgemäß eine Dominanz von Kieselalgen und Flagellaten im Frühjahr und Herbst bei hohen Gesamtbiomassen sowie Grünalgen und Cyanobakterien im Sommer bei geringerer Gesamtbiomasse. Das Zooplankton wurde im September 2005 von limnischen Gruppen (z.B. Daphnien) dominiert, die 2006 in nur geringer Abundanz vorkamen. Stattdessen traten, v.a. im Oktober 2006, vermehrt die euryhaline Copepodenart *Eurytemora affinis*, die marine Art *Acartia* sp. und Larven von marinen Polychäten auf. Einige Faktoren, die das Plankton während und nach der Wasserstandshebung beeinflussen, werden diskutiert.

Einführung

In Monitoring-Projekten kann die Bearbeitung des Planktons Einblicke in Änderungen von Wassertemperatur, Durchmischung und Salzgehaltsschwankungen geben. Mikroalgen als Primärproduzenten bilden die Grundlage für das aquatische Nahrungsnetz. Ein hohes Angebot an gut fressbaren Arten mit hoher Nahrungsqualität ermöglicht optimale Lebensbedingungen für herbivores Zooplankton (MÜLLER-NAVARRA 1995, MÜLLER-NAVARRA & LAMPERT 1996), wobei der Transfer zwischen diesen beiden Ebenen sehr variabel ist und die Nahrungsqualität auch von der systematischen Zugehörigkeit der Algen abhängig gemacht werden kann (MÜLLER-NAVARRA et al. 2004). Herbivores Zooplankton wiederum dient als Nahrung für weitere trophische Ebenen, die auch Fische und Vögel beinhalten. So kann gut ernährtes Zooplankton auch wichtig für aquatische Brutvögel sein. Das Plankton wurde nicht zuletzt in das Monitoring mit einbezogen, um den Charakter des Wesseker Sees als Brutareal für zahlreiche Wasservögel zu bestimmen.

Methode

Phytoplanktonproben wurden am 05.09.2005, 11.04.2006 und 20.10.06 in der See-mitte genommen, vor Ort in 100-ml-Braunglas-Flaschen abgefüllt und mit LUGOL'scher Lösung fixiert. Parallel zu den Phytoplanktonproben und zusätzlich am 11.07.2006 wurden mit einem 100- μ m-Oberflächennetz Proben („Zooplanktonproben“) über die gesamte Wassersäule genommen und mit Zuckerformol (HANEY & HALL 1973) so fixiert, dass die fixierten Proben mindestens 4% Formol enthielten. Beide Probensorten wurden anschließend analysiert.

Im Labor wurden die Phytoplanktonproben, nach Absetzen über Nacht, mit einem UTERMÖHL-Mikroskop OLYMPUS IMT-2 bei 150-facher und 400-facher Vergrößerung in 10-ml-Kammern ausgezählt (UTERMÖHL 1958). Die Anzahl der ausgezählten Objekte lag stets über 500 Zellen.

Die Organismen der Zooplanktonproben wurden bestimmt und ausgezählt. Alle seltenen Taxa wurden in der gesamten Probe ausgezählt. Häufigere Taxa wurden aus Teilproben – genommen mit der Stempelpipette nach HENSEN – bestimmt. Dabei wurde 1/10 der Probe vom 5.9.2005 und 1/3 der Probe vom 11.04.2006 ausgewertet. Aus den Teilproben wurde der Mittelwert berechnet und auf die Gesamtprobe hochgerechnet. Ab dem 11.04.2006 wurden für die dominanten Copepodenarten auch die Jugendstadien, Nauplien der Stadien N 1 bis N 6 und Copepodite der Stadien C 1 bis C 5, separat erfasst.

Ergebnisse

Phytoplankton

Im Spätsommer 2005 setzte sich das Phytoplankton überwiegend aus kokkalen Grünalgen (Chlorophyceae), Kieselalgen (Bacillariophyceae), *Chrysochromulina* sp. (Haptophyceae) und einen nicht näher bestimmbar, autotrophen Nanoflagellaten (Größe: 6 \times 5 μ m) zusammen (Tab. 1). Das Phytoplankton erreichte mit 8,30 \cdot 10⁷ Zellen/L mittelhohe Dichten. Die Grünalgen dominierten mit 5,22 \cdot 10⁷ Zellen/L (63%), gefolgt von einem kleinen Flagellaten mit 2,59 \cdot 10⁷ Zellen/L (31%). Die Kieselalgen *Nitzschia acicularis* und die überwiegend epiphytisch (auf höheren Pflanzen) lebende Art *Cocconeis placentula* stellten weniger als 4% der Zellen und auch *Chrysochromulina* sp. erreichte mit einem Anteil von etwa 2% nur geringe Dichten. Als Einzelfunde traten die Chlorophyceen *Tetrastrum staurogeniaeforme*, *Tetraedron*

minimum, *Pediastrum duplex* und *P. simplex* auf. Insgesamt handelte es sich um limnisches Phytoplankton.

Das Frühjahrsplankton 2006 erreichte eine Planktondichte von $3,44 \cdot 10^7$ Zellen/L und damit halb so viele Zellen wie im Spätsommer 2005. Es dominierten mit *Skeletonema costatum* ($3,18 \cdot 10^7$ Zellen/L = 92%) und *Chaetoceros* sp. ($1,70 \cdot 10^6$ Zellen/L = 5%) kettenbildende Kieselalgen, die höhere Salinitäten tolerieren (RICARD 1986) und den Brackwassercharakter des Wesseker Sees zu dieser Zeit anzeigen. Die weiteren quantitativ erfassten Arten *Nitzschia* sp. (Kieselalge), *Teleaulax acuta* (Cryptophyceae, Schlundgeißler) und unbestimmte Chlorococcale machten mit zusammen $8,83 \cdot 10^5$ Zellen/L etwa 3% der Planktonalgen aus (Tab. 1). Bei *Teleaulax acuta* handelt es sich ebenfalls um eine Brackwasserart (HILL 1991). Eine Bestimmung von *Nitzschia* auf Artniveau und eine somit mögliche ökologische Eingliederung als süß- (limnische) oder salzwassertolerante (Brackwasserart, marine) Art ist lichtmikroskopisch ohne Einbettung in stark lichtbrechende Medien nicht möglich. Anders als an der vorangegangenen Probenahme vom 05.09.2005 dominierten Arten, die Brackwasser-Biotope bevorzugen.

Die überwiegend limnisch verbreiteten planktischen Grünalgen *Pediastrum boryanum*, *Scenedesmus acutus*, *Scenedesmus* sp., *Oocystis submarina* sowie die Kieselalgen *Asterionella formosa* und *Navicula* sp. traten nur als Einzelfunde auf. Bei den Kieselalgen *Gyrosigma* spp. (KRAMMER & LANGE-BERTALOT 1986) und *Campylodiscus* sp. (KRAMMER & LANGE-BERTALOT 1988) handelt es sich um benthische (bodenlebende) Gattungen, die überwiegend in Seen auf Sand oder Schlamm/Schlick (epipsammisch oder epipelisch) wachsen, aber auch gelegentlich im Plankton vorkommen.

Das Phytoplankton im Oktober 2006 erreichte mit $20,26 \cdot 10^7$ Zellen/L die höchsten Dichten der drei Beprobungstermine. Darüber hinaus war es auch heterogener als an den anderen beiden Probenahmen und setzte sich aus Grünalgen, Augenflagellaten (Euglenophyceae), Kieselalgen (Bacillariophyceae), Schlundgeißlern (Cryptophyceae), Blaualgen (Cyanobakterien) und einem nicht zu identifizierenden Nano-flagellaten zusammen. Bei den bestandsbildenden Arten handelte es sich zu 94% um Flagellaten (*Carteria* sp., *Teleaulax acuta*, unbestimmter Nano-flagellat), während unbegeißelte Arten weniger als 6% ausmachten. Zu diesen Taxa zählten *Nitzschia acicularis* (Kieselalgen), *Monoraphidium contortum* (Grünalge) sowie die Cyanobakterie *Merismopedia punctata*. Als Einzelfunde traten die limnischen Grünalgen *Phacotus lenticularis*, *Monoraphidium minutum*, *M. griffithii* und *Scenedesmus acutus* neben weiteren *Scenedesmus*-Arten auf. Zu den marinen Arten, bzw. zu den Arten, die im Brackwasser vorkommen, zählten *Teleaulax acuta* und die weltweit verbreiteten Cyanobakterien *Merismopedia punctata* und *Merismopedia tenuissima* (KOMÁREK & ANAGNOSTIDIS 1999). Während *Phacus* sp. (Augenflagellat) und die kleinen zentrischen Bacillariophyceen (3,5 bis 6 µm Durchmesser) nur in der Freiwasserzone (Pelagial) anzutreffen sind, lebt *Gyrosigma* sp. auf Substraten (benthisch) im Uferbereich und auf dem Seeboden. Die Nähe des Sediments und sein Einfluss auf das Plankton ließen sich auch an den Pilz-Konidien ablesen, die zahlreich in der Planktonprobe angetroffen wurden. Hierbei handelte es sich um Sporangien von bodenlebenden Pilzen, die am Abbau von Blattstreu beteiligt sind (STREBLE & KRAUTER 1981).

Tabelle 1: Zelldichten in Zellen/Liter der Phytoplanktonproben des Wesseker Sees.

Art	Klasse	05.09.05	11.04.06	20.10.06
<i>Merismopedia punctata</i>	Cyanobakterien			1,69·10 ⁵
<i>Merismopedia tenuissima</i>	Cyanobakterien			EF
<i>Skeletonema costatum</i>	Bacillariophyceae		3,18·10 ⁷	
<i>Chaetoceros</i> sp.	Bacillariophyceae		1,70·10 ⁶	
<i>Asterionella formosa</i>	Bacillariophyceae		EF	
<i>Campylodiscus</i> sp.	Bacillariophyceae		EF	
<i>Cocconeis placentula</i>	Bacillariophyceae	2,64·10 ⁶		
<i>Gyrosigma</i> spp.	Bacillariophyceae		EF	EF
<i>Navicula</i> sp.	Bacillariophyceae		EF	EF
<i>Nitzschia acicularis</i>	Bacillariophyceae	3,40·10 ⁴		2,59·10 ⁶
<i>Nitzschia</i> sp.	Bacillariophyceae		2,04·10 ⁵	
Zentrische Bacillariophyceae (3,5 µm)	Bacillariophyceae			EF
Zentrische Bacillariophyceae (6 µm)	Bacillariophyceae			EF
<i>Carteria</i> sp.	Chlorophyceae			2,37·10 ⁶
<i>Monoraphidium contortum</i>	Chlorophyceae			8,62·10 ⁶
<i>Monoraphidium minutum</i>	Chlorophyceae			EF
<i>Monoraphidium</i> spp.	Chlorophyceae	5,22·10 ⁷		
<i>Oocystis submarina</i>	Chlorophyceae		EF	
<i>Pediastrum boryanum</i>	Chlorophyceae		EF	
<i>Pediastrum duplex</i>	Chlorophyceae	EF		
<i>Pediastrum simplex</i>	Chlorophyceae	EF		
<i>Pacotus lenticularis</i>	Chlorophyceae			EF
<i>Scenedesmus acutus</i>	Chlorophyceae		EF	EF
<i>Scenedesmus</i> spp.	Chlorophyceae	2,30·10 ⁵	EF	EF
<i>Tetraedron minimum</i>	Chlorophyceae	EF		
<i>Tetrastrum staurogeniaeforme</i>	Chlorophyceae	EF		
unbestimmte Chlorococcales	Chlorophyceae		5,43·10 ⁵	
<i>Phacus</i> sp.	Euglenophyceae			EF
<i>Chrysochromulina</i> sp.	Haptophyceae	1,98·10 ⁶		
<i>Teleaulax acuta</i>	Cryptophyceae		1,36·10 ⁵	1,81·10 ⁶
Flagellat		2,59·10 ⁷		1,87·10 ⁸
Pilzkonidien				EF
Gesamt (Zellen/l.)		8,30·10 ⁷	3,44·10 ⁷	20,26·10 ⁷

EF = Einzelfund; fettgedruckt: marine bzw. Brackwasser-Arten.

Zooplankton

Im Zooplankton vom 5.09.2005 bildeten Cladoceren (Blattfußkrebse, „Wasserflöhe“) der Gattung *Daphnia* mit *D. magna* und Vertretern der *Daphnia-longispina*-Arten-Gruppe einen wesentlichen Bestandteil des Zooplanktons. *D. magna* hatte ausgeprägte Nackenzähne, was als Anpassung auf Räuberdruck gewertet werden

kann und wahrscheinlich durch invertebrate Räuber ausgelöst wurde (HAVEL & DODSON 1984). Weitere Untersuchungen, in denen man z.B. mit Echolotung die Fischfauna und *Chaoborus*-Schwärme abzuschätzen versucht, könnten dieses klären. Außerdem wurden Zuckmücken (Chironomiden), meist als Larven, aber auch Adulte sowie Schwimm- und Wasserwanzen (Corixidae) gefunden. Ostracoden (bodenlebende „Muschelkrebse“), die vom Sediment eingetragen werden, kamen schwerpunktmäßig in den beiden Sommerproben vor (Tab. 2). Dieses muss nicht unbedingt Ausdruck der saisonalen Verbreitung sein, sondern kann auch Resultat der Beprobung sein, da Chironomiden und Ostracoden generell nicht in der Freiwasserzone vorkommen. Wasserwanzen und -käfer weisen auf Ufernähe der Beprobungsstelle hin.

In der Frühjahrsprobe vom 11.04.2006 wurde nur eine einzige Daphnie gefunden. Das Zooplankton setzte sich zum Hauptteil aus Nauplien (Larven) und Copepoditstadien (Jugendstadien) von Ruderfußkrebsen (Copepoden) zusammen (Tab. 2).

In der Sommerprobe vom 11.07.2006 fehlten Cladoceren ganz. Drei Monate später, am 20.10.2006, wurden wieder Daphnien in geringer Abundanz gefunden.

Die Verteilung von Cladoceren war in Übereinstimmung mit der Verteilung der Phytoplanktonarten ein guter Indikator für den Anstieg des Salzgehaltes im Verlauf der Beprobung. Das Auftreten von Borstenwurmlarven (Polychaeta) weist in dieselbe Richtung, und auch die marine Brackwassergattung *Acartia* wurde im Herbst 2006 nachgewiesen.

Desweiteren kamen sowohl cyclopoide Copepoden und v.a. calanoide Copepoden (z.B. die euryhaline *Eurytemora affinis*) in hohen Abundanzen vor, worunter sich auch marine calanoide Copepoden befinden haben können.

Insgesamt änderte sich das Phyto- und Zooplankton somit von einem rein limnischen Aspekt Anfang September 2005 zu einem vorwiegend salzwasserbeeinflussten Aspekt ab April 2006. Dabei müssen mit dem Salzwasser auch Organismen in den Wesseker See eingespült worden sein.

Beurteilung des Seezustandes

Die hohe Zelldichte der Mikroalgen und die geringe Artendiversität deuten auf den stark eutrophen Charakter des Sees hin. Über den Beprobungszeitraum müssen sich Änderungen im Salzgehalt des Sees abgespielt haben, da zu Anfang der Beprobung sowohl in den Phyto- als auch in den Zooplanktonproben nur limnische Taxa, ab dem 11.04.2006 aber auch im marinen/brackigen Milieu vorkommende Arten gefunden wurden; z. B. *Skeletonema costatum*, *Chaetoceros* sp. sowie Brackwassercopepoden (*Acartia* sp.) und Polychaetenlarven am 20.10.2006.

Es wurden Muscheljungstadien im Plankton gefunden, deren Ursprung und Bedeutung für die Besiedlung geklärt werden sollte.

Da der See weniger als 1 m tief ist, befanden sich in den Netzproben auch Arten aus dem Sediment (Benthos; z.B. Ostracoden, Chironomiden, harpacticoide Copepoden). Dabei ist nicht zu klären, ob diese bei der Probennahme versehentlich aus dem Sediment mit beprobt wurden oder ob sie durch Verwirbelung (z.B. durch Windeinfluss) vom Sediment ins Pelagial (Freiwasserzone) verfrachtet und dort mit beprobt wurden.

Tabelle 2: Organismen in Zooplanktonproben des Wesseker Sees.

Taxon / Datum	05.09.05	11.04.06	11.07.06*	20.10.06**
INSECTA				
Chironomidae	18		3	
Hemiptera aquatisch***	3			
Coleoptera larval	1			
Insecta larval (unident.)			1	
CRUSTACEA				
Ostracoda:				
<i>Ostracoda</i> sp.		2	12	
<i>Candona candida</i>	346		250	
<i>Herpetocypris reptans</i>	1			
<i>Notodromas monacha</i>			2	
Cladocera:				
<i>Daphnia</i> sp.		1		20
<i>Daphnia magna</i>	12			
<i>Daphnia longispina</i>	83			
<i>Daphnia similis</i>	12			
Copepoda:				
cyclopoide Copepoden:				
<i>Cyclops</i> sp.	vorhanden	3		
<i>Mesocyclops</i> sp.	vorhanden		2	
<i>Paracyclops cimbriatus</i>	10			
weitere cyclopoide Copepoden			1	
calanoide Copepoden:				
<i>Eurytemora affinis</i> - adult	110	29	2	495
<i>Acartia</i> sp.				51
weitere calanoide Copepoden				
N I bis N VI	vorhanden	585	4	1335
C I bis C V	vorhanden	147	147	4430
Adult	vorhanden	****	1	10 025
harpacticoide Copepoden		3	2	
BIVALVIA				
Larven			1	
POLYCHAETA				
Larven			1	62

* viel Detritus in der Probe; ** Mittelwert (siehe „Methoden“); *** 1 Wasserwanze, 1 Wanzenexuvie, 1 Schwimmwanze; **** Adulte wurden bei C 1 bis C V miterfasst; fett gedruckt: marine bzw. Brackwasser-Arten.

Die Zusammensetzung des Planktons (z.B. typische Frühjahrs- und Sommerphytoplanktonarten und Insektenfunde nur im Sommer) spiegelte die Situation zu den verschiedenen Jahreszeiten wider und entsprach den saisonalen Verbreitungsmustern der Arten (SOMMER et al. 1986). Allerdings war das zeitliche Probenahmegeritter zu grob, um saisonale Sukzession im Einzelnen zu verfolgen oder eine Populationsdynamik zu erstellen.

Mögliche Effekte einer Wasserstandsanhhebung

Änderungen des Salzgehaltes

Die Änderung des Salzgehaltes war der primäre Faktor, der zur Änderung in den Spektren der Phytoplanktontaxa und der Zooplanktontaxa geführt hatte. Es konnte sowohl ein Rückgang und Verschwinden von limnischen Arten als auch ein Auftreten und eine Zunahme von Brackwasserarten in der Planktongemeinschaft des Wesseker Sees festgestellt werden. Für einen Einfluss auf die Biomasse dürften weitere Faktoren, wie die Veränderung der Nährstoffkonzentration, eine entscheidende Rolle gespielt haben. Unterschiede im Artenspektrum waren die hauptsächlichste Folge. Allerdings kann über die ökologischen Ansprüche von nicht genauer identifizierbaren Taxa (z.B. des Nanoflagellaten, *Chaetoceros* sp., *Nitzschia* sp. und einigen Copepoden) keine Aussage gemacht werden. Auch die Toleranzgrenzen von Polychaetenlarven gegenüber Salzgehaltsschwankungen zu klären, würde weiterer Studien bedürfen. Wesentlich ist in der Zukunft die Dokumentation des Salzeinflusses (u.a. Seewasserintrusion), da der Salzgehalt nachweislich der entscheidende Einfluss für die Flora und Fauna im See darstellte, dessen ökologische Folgen bisher jedoch nicht abgeschätzt werden können.

Änderungen der Nährstoffgehalte

Die hohen Zelldichten des Phytoplanktons lassen den Schluss zu, dass reichlich Nährstoffe im See zur Verfügung standen. Insbesondere eine Stickstofflimitierung kann ausgeschlossen werden, da keine stickstofffixierenden Cyanobakterien („Blualgen“) angetroffen wurden. Bei limitierenden Stickstoffverhältnissen wäre ein Auftreten von heterocystenträgenden Cyanobakterienarten zu erwarten.

Wenn ein Anstieg des Seespiegels auch mit einem Anstieg der Nährstoffkonzentrationen verbunden wäre, würden auf jeden Fall die benthischen Algen betroffen sein. Eine Abschätzung der Wirkung veränderter Nährstoffgehalte auf das Zooplankton zu treffen, ist jedoch schwierig. Durch die Beprobung wurde die Änderung des Salzgehaltes als der primäre Einflussfaktor auf die Zooplanktonzusammensetzung erkannt.

Änderungen der Wassertemperatur

Generell führt ein Anstieg der Temperatur zu einem schnelleren Ablauf der Stoffwechselprozesse. Weiterhin wäre es möglich, dass sich thermophile Arten durchsetzen können. Eine Prognose ist jedoch schwierig. Änderungen der saisonalen Muster wären zu erwarten, könnten aber nur durch ein engeres Zeitraster in der Beprobung untersucht werden. Auf jeden Fall sollten die Windverhältnisse und deren Änderungen miterfasst werden, da sie entscheidend zur Kopplung zwischen Sediment und der darüber befindlichen Wassersäule in diesem so flachen und windexponiertem Gewässer beitragen.

Änderungen des Wasserspiegels

Ein Anstieg des Seespiegels würde die Unterwasser-Lichtverhältnisse ändern. Bei hohem Gehalt an Detritus aus neu überschwemmten Uferbereichen kann eine Lichtlimitierung der Algen einsetzen. Außerdem kann es durch die Veränderung des Lichtklimas zu einer Verschiebung im Algenartenspektrum, z.B. von Starklicht-tolerierenden Chlorophyceen zu Schwachlicht-adaptierten Bacillariophyceen hin, kommen. Eine Abschätzung der Wirkung auf die planktischen Algen ist insgesamt

jedoch schwierig. Für die benthischen Algen würde sich bei gleichbleibenden Phytoplanktonkonzentrationen das Lichtangebot verringern. Auf jeden Fall würde das Anheben des Wasserspiegels um 0,30 m bei einer durchschnittlichen Seetiefe von 0,15–0,60 m eine Vergrößerung der durchmischten Zone bedeuten. Im Bereich des Schilfgürtels würde sich durch untergetauchte Phragmitisstängel das Substratangebot für epiphytisch lebende Phytoplankton-Arten erhöhen.

Literatur

- HANEY J.F. & HALL D.J. (1973): Sugar coated *Daphnia*: a preservation technique for cladocera. Limnol. Oceanogr. 18, 331–333.
- HAVEL J.E. & DODSON S.I. (1984): *Chaoborus* predation on typical and spined morphs of *Daphnia pulex*: Behavioral observations. Limnol. Oceanogr. 29, 487–494.
- HILL D.R.A. (1991): A revised circumscription of *Cryptomonas* (Cryptophyceae) based on examination of Australian strains. Phycologia 30, 170–180.
- KOMAREK J. & ANAGNOSTIDIS K. (1999): Cyanoprokaryota. 1. Teil Chroococcales. In: Ettl H., Gerloff J. & Heynig, H. (ed.) Süßwasserflora von Mitteleuropa 19.1. Gustav Fischer, Jena, 548 S.
- KRAMMER K. & LANGE-BERTALOT H. (1986): Bacillariophyceae. 1. Teil Naviculaceae. In: Ettl H., Gerloff J. & Heynig H. (ed.) Süßwasserflora von Mitteleuropa 2.1. Gustav Fischer, Jena, 876 S.
- KRAMMER K. & LANGE-BERTALOT H. (1988): Bacillariophyceae. 2. Teil Bacillariaceae, Epithemiaceae, Surirellaceae. In: Ettl H., Gerloff J. & Heynig H. (ed.) Süßwasserflora von Mitteleuropa 2.2. Gustav Fischer Jena, 596 S.
- MÜLLER-NAVARRA D. (1995): Evidence that a highly unsaturated fatty acid limit *Daphnia* growth in nature. Arch. Hydrobiol. 132, 297–307.
- MÜLLER-NAVARRA D.C. & LAMPERT W. (1996): Seasonal patterns of food limitation in *Daphnia galeata*: separating food quantity and food quality effects. J. Plankt. Res. 18, 1137–1157.
- MÜLLER-NAVARRA D.C., BRETT M.T., PARK S.-K., BALLANTYNE A.P., ZORITA E. & GOLDMAN C.R. (2004): Unsaturated fatty acid content in seston and trophodynamic coupling in lakes. Nature 427, 69–72.
- RICARD M. (1987): Atlas du phytoplancton marin. 2: Diatomophycées. Editions du CNRS, Paris, 297 S.
- SOMMER U., GLIWICZ, Z.M., LAMPERT W., & DUNCAN A. (1986): The PEG-model of seasonal succession of planktonic events in fresh waters. Arch. Hydrobiol. 106, 433–471.
- STREBLE H. & KRAUTER D. (1981): Das Leben im Wassertropfen. Mikroflora und Mikrofauna des Süßwassers. 5. Auflage, Franckh'sche Verlagshandlung Stuttgart, 336 S.
- UTERMÖHL H. (1958): Zur Vervollkommnung der quantitativen Phytoplankton-Methodik. Mitt. Int. Verein. Limnol. 9, 1–38.

Adresse der Autorinnen
Dr. Ute Müller und Dr. Dörthe Müller-Navarra
Universität Hamburg
Ohnhorststraße 18
22609 Hamburg
email: doerthe.mueller-navarra@uni-hamburg.de

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Faunistisch-Ökologische Mitteilungen](#)

Jahr/Year: 2018

Band/Volume: [Supp_40](#)

Autor(en)/Author(s): Müller Ute, Müller-Navarra Dörthe

Artikel/Article: [Phytoplankton und Zooplankton des Wesseker Sees Status quo und Ausblick 41-48](#)