4.3.3.5.6 pH-Wert

In See 1 (Abb. 116) fanden sich basische pH-Werte in der Wassersäule. Es war eine Änderung des pH-Wertes mit der Tiefe zwischen 12:15 Uhr und 18:15 Uhr zu beobachten. Der pH-Wert sank mit der Tiefe ab, verließ den basischen Bereich aber nie.

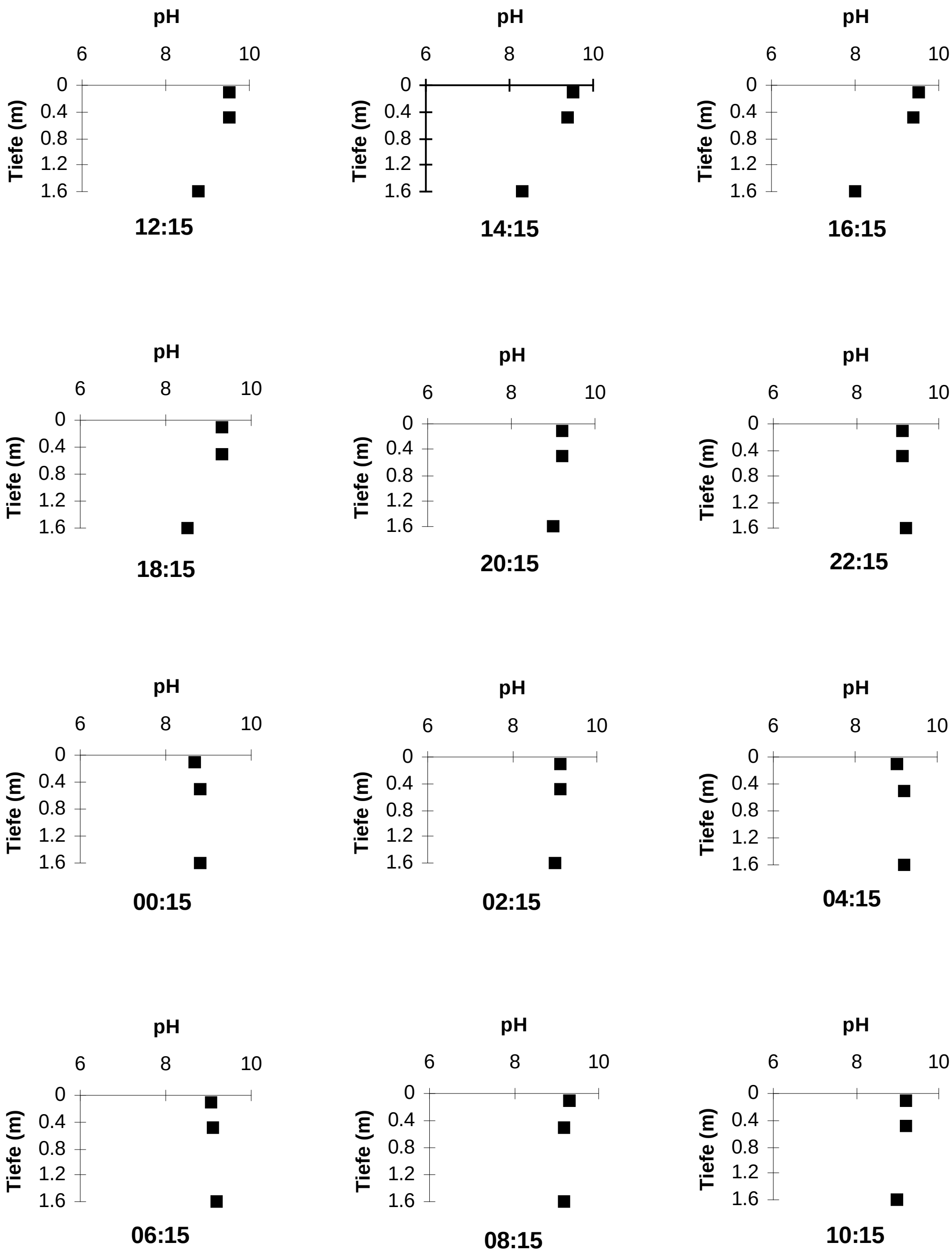


Abb. 116. Tagesgang des pH-Wertes in drei Tiefen an Probestelle 2 des Sees 1.

In See 2 (Abb. 117) hatte der pH-Wert orthograde Profile und tagsüber deutlich basische Werte. In der Nacht hingegen sank der pH-Wert auf neutrale Werte.

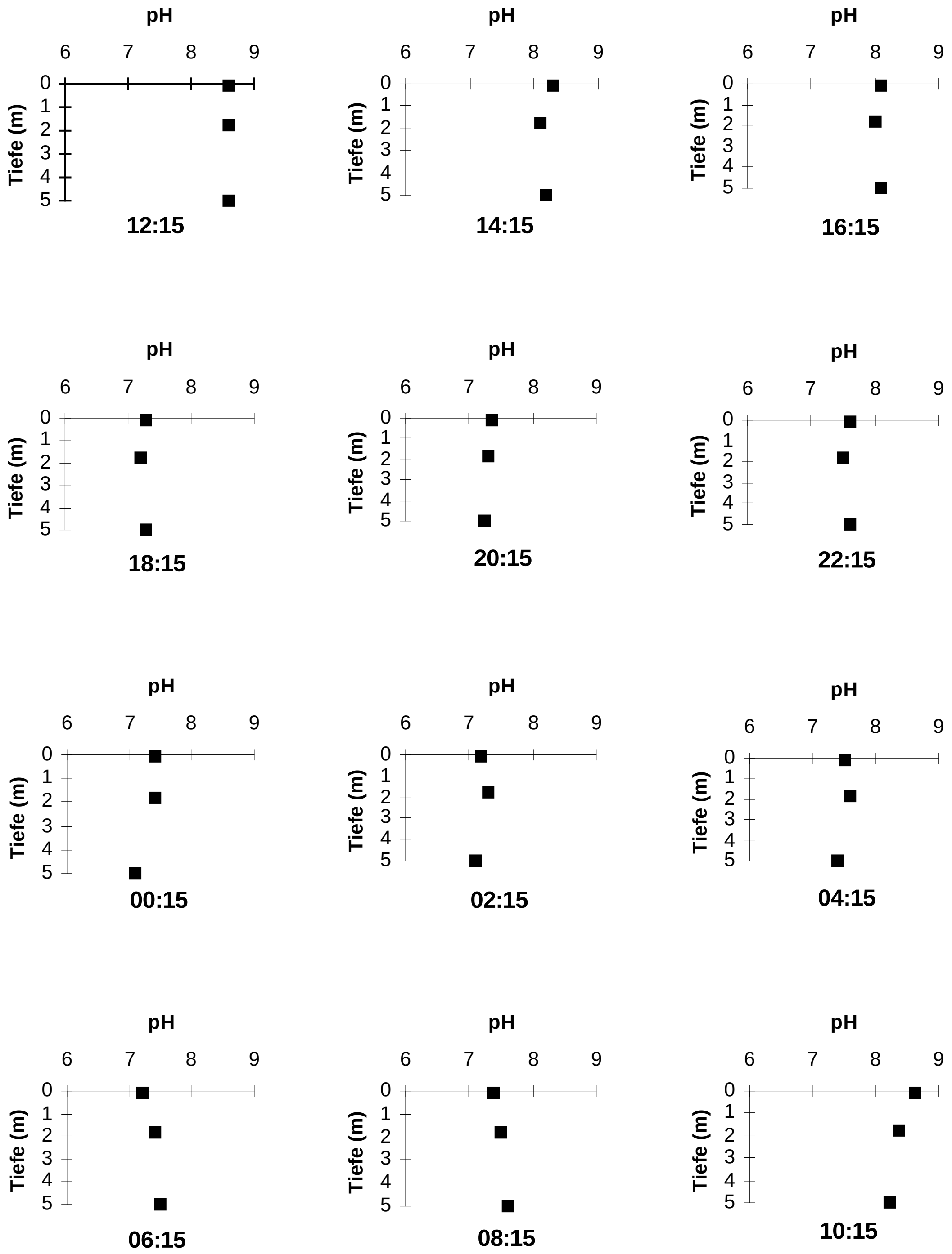
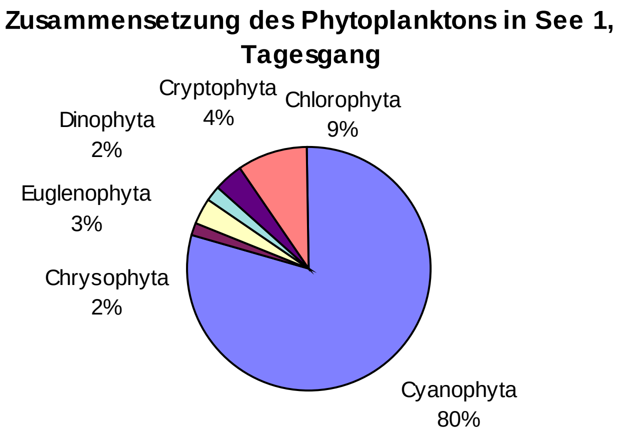


Abb. 117. Tagesgang des pH-Wertes in drei Tiefen an Probestelle 2 des Sees 2.

4.3.3.5.7 Phytoplankton

In Abb. 118 ist die relative Abundanz des Phytoplanktons dargestellt. In See 1 waren die Blaualgen-Cyanophyta mit 80% des gesamten Phytoplanktons die dominanten Organismen. In See 2 waren die Chrysophyta die dominanten Algen mit 71% des gesamten Phytoplanktons.



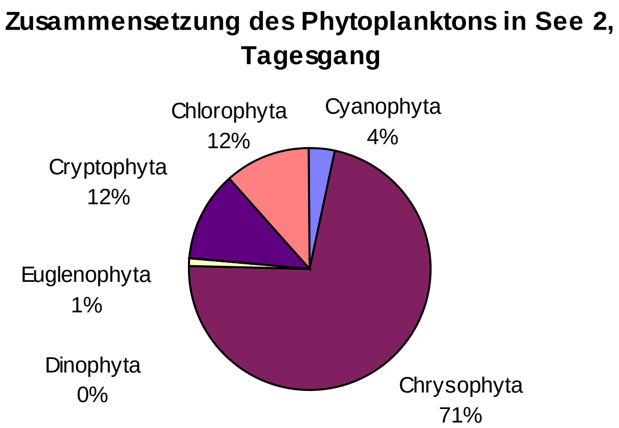


Abb. 118. Relative Abundanz der Phytoplanktongruppen jedes Sees.

Der Tagesgang der Phytoplanktongruppen in See 1 ist in Abb. 119 illustriert. Alle Algengruppen hatten ihre Maxima um 12:15 Uhr. Danach sanken die Abundanzen ab, und blieben nachts bei niedrigen Anzahlen, wobei es eine leichte Tendenz zu einem Anstieg um 06:15 Uhr gab.

In See 2 (Abb. 120) zeigt der Tagesgang, daß nur die Chrysophyta eine bedeutende Organismenzahl mit zwei Spitzen aufwiesen, eine um 12:15 Uhr und die andere um 00:15 Uhr.

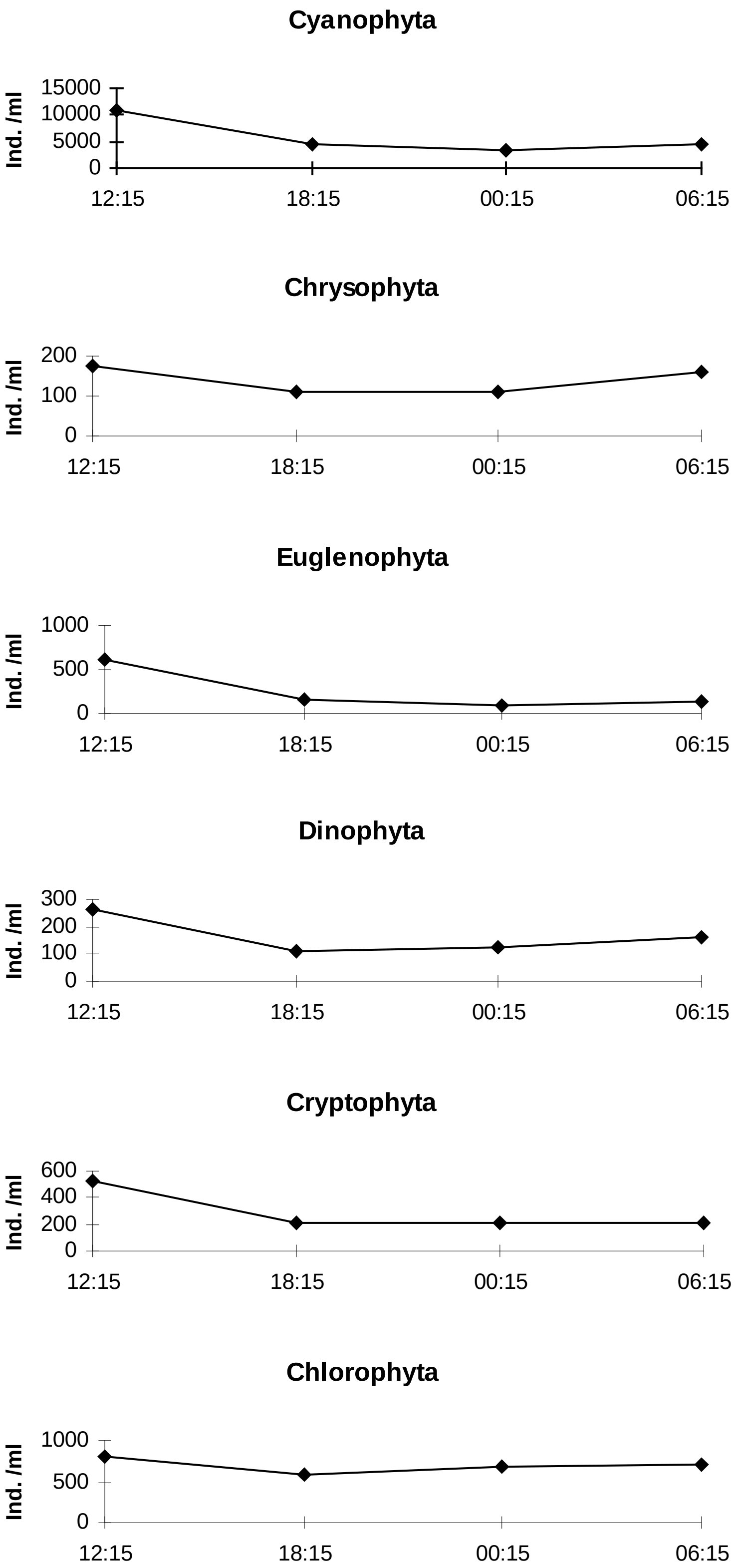


Abb. 119. Tagesgang der Phytoplanktongruppen an Probestelle 2 des Sees 1.

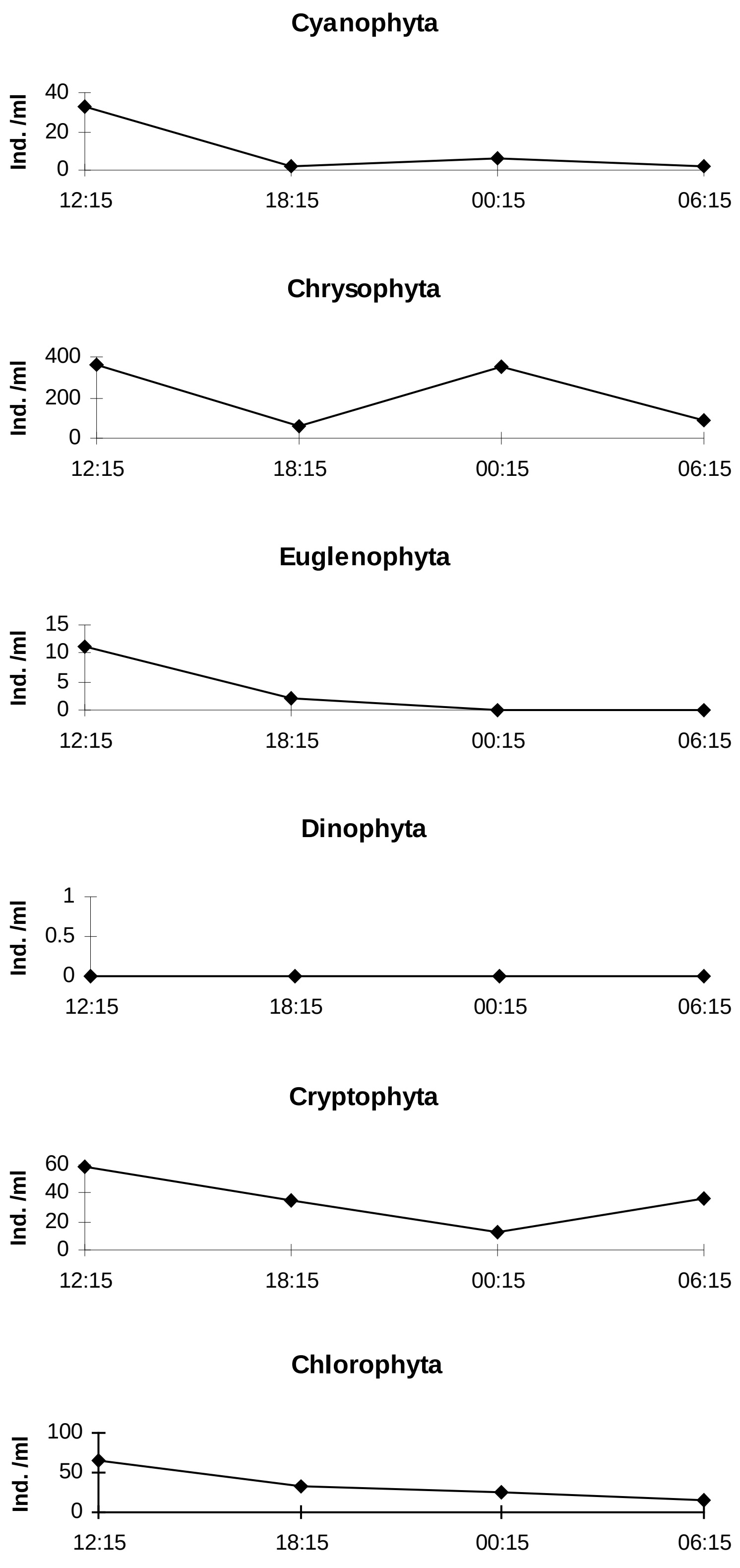


Abb. 120. Tagesgang der Phytoplanktongruppen an Probestelle 2 des Sees 2.

Die fünf abundantesten Algenarten in See 1 zeigten einen Tagesgang (Abb. 121) mit einem Dichtemaximum um 12:15 Uhr. Die Blaualgen *A.spyroides*, *A. flos-aquae und O. planctonica* zeigten keine Tendenz zur Stratifikation, dennoch war über dem Grund eine geringe Schwankung der Dichte festzustellen. *E. acus* hatte die höchste Dichte an der Oberfläche und geringe Schwankungen über dem Grund zu verzeichnen. *C. cf. erosa* zeigte keine klare Dichtestratifikation. Die Schwankungen über dem Grund waren auch hier wenig ausgeprägt.

Der Tagesgang der fünf häufigsten Phytoplanktonarten in See 2 ist in Abb. 122 dargestellt. *S. rotula* hatte die höchste Dichte und die größten Schwankungen über dem Grund mit zwei Spitzen um 12:15 Uhr und 00:15 Uhr. Für die anderen Diatomeen (*A. granulata* und *M. varians*) zeigte sich die gleiche Tendenz. *C.cf. erosa* hatte die größte Individuendichte um 12:15 Uhr.

S. longispina hatte die bedeutendsten Schwankungen und Dichten über dem Grund mit einem Gipfel um 12:15 Uhr.

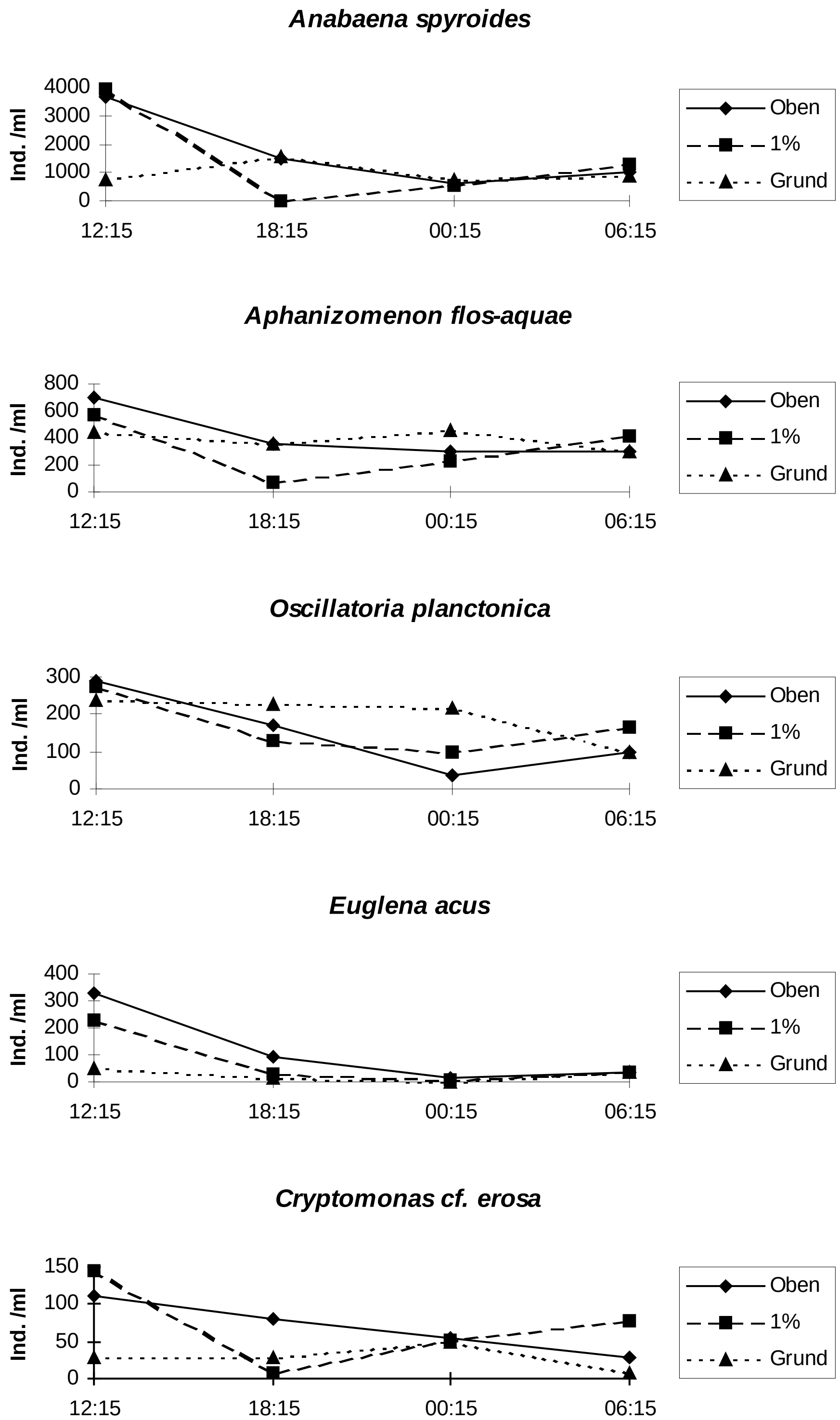


Abb. 121. Tagesgang der häufigsten Phytoplanktonarten in drei Tiefen an Probestelle 2 des Sees 1.

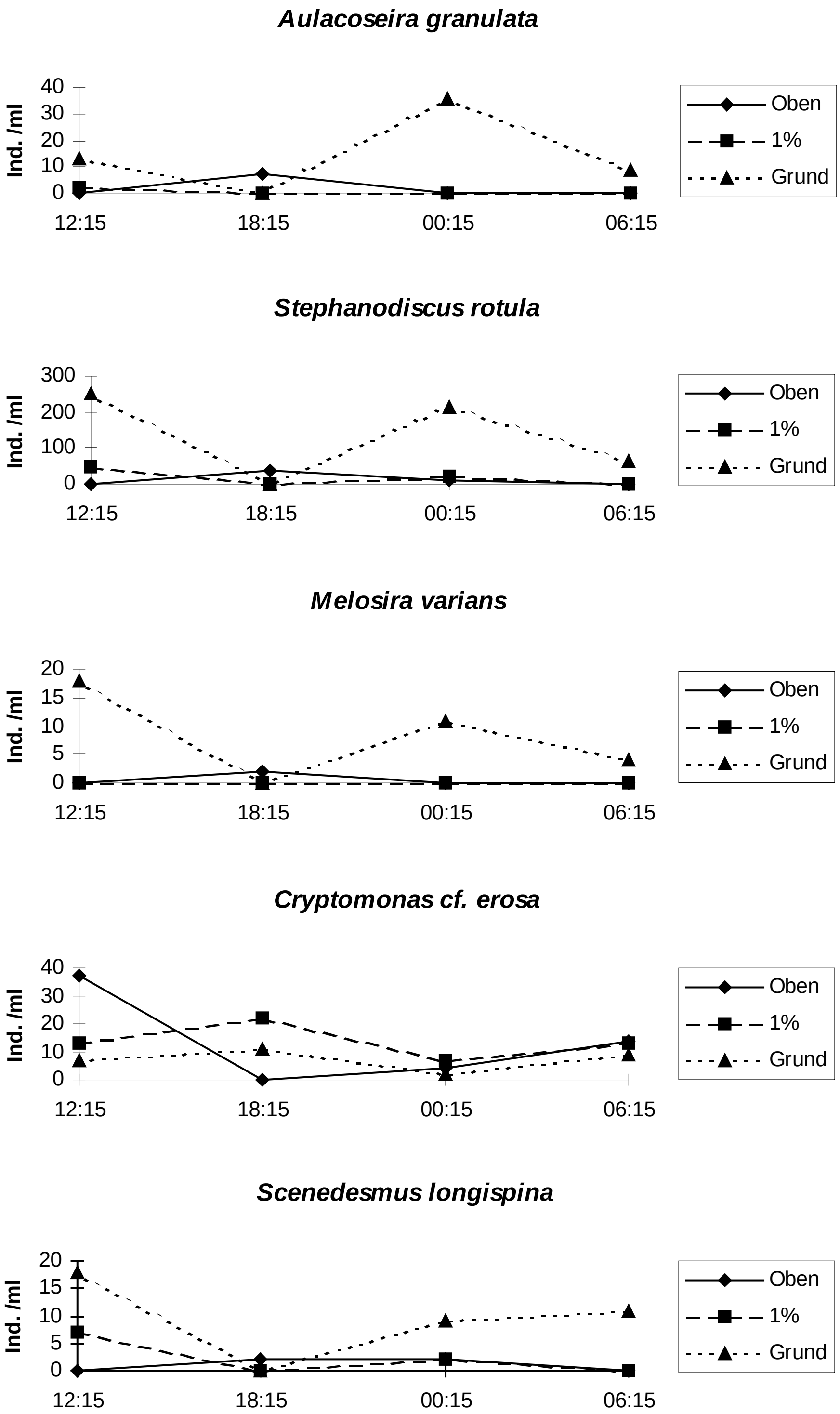


Abb. 122. Tagesgang der häufigsten Phytoplanktonarten in drei Tiefen an Probestelle 2 des Sees 2.

4.3.3.5.8 Zooplankton

In Abb. 123 ist die relative Abundanz des Zooplanktons dargestellt. Für jeden See wird die relative Abundanz mit und ohne Protozoen vorgestellt. In See 1 sind die Protozoen und Rotiferen die dominanten Organismengruppen. In See 2 sind die Protozoen und Cladoceren die dominierenden Gruppen des Zooplanktons.

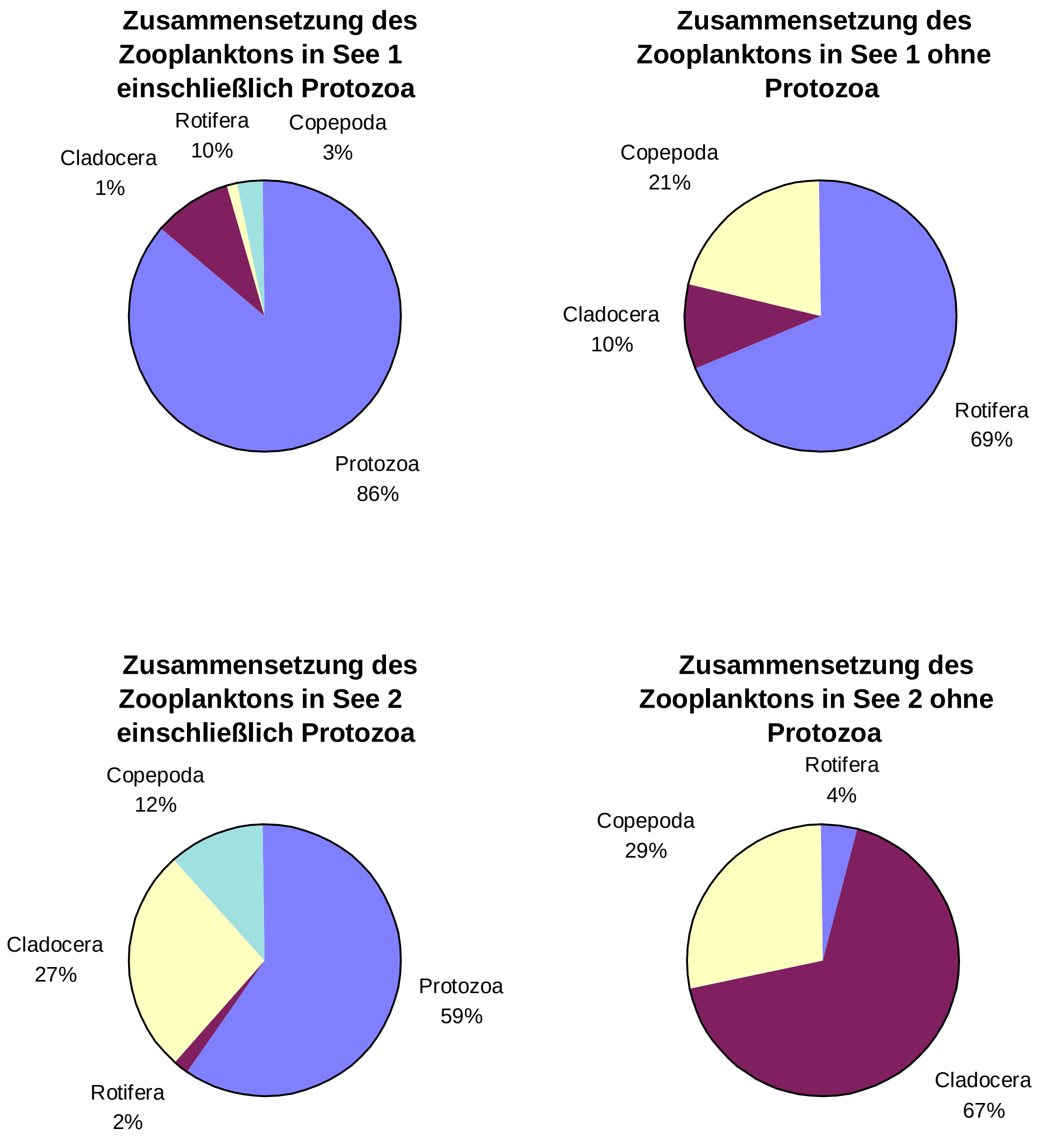


Abb. 123. Relative Abundanz der Zooplanktongruppen jedes Sees.

Der Tagesgang der Zooplanktongruppen in See 1 ist in Abb. 124 dargestellt. Alle Tiergruppen waren in den Nachtstunden mehr in den Proben repräsentiert als am Mittag und am frühen Morgen.

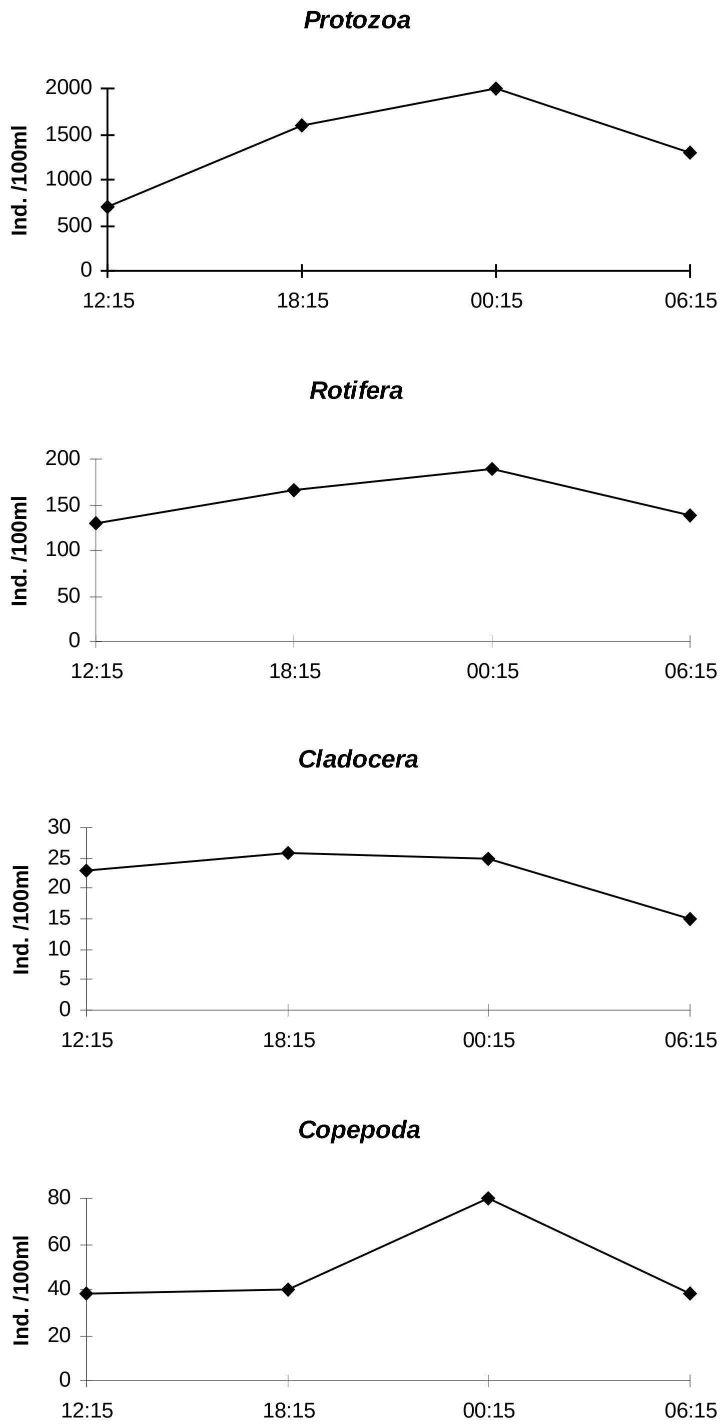


Abb. 124. Tagesgang der Zooplanktongruppen an Probestelle 2 des Sees 1.

In See 2 (Abb. 125) zeigte der Tagesgang bei den Protozoa starke Schwankungen, während die Dichten bei den übrigen Gruppen durchweg sehr gering waren.

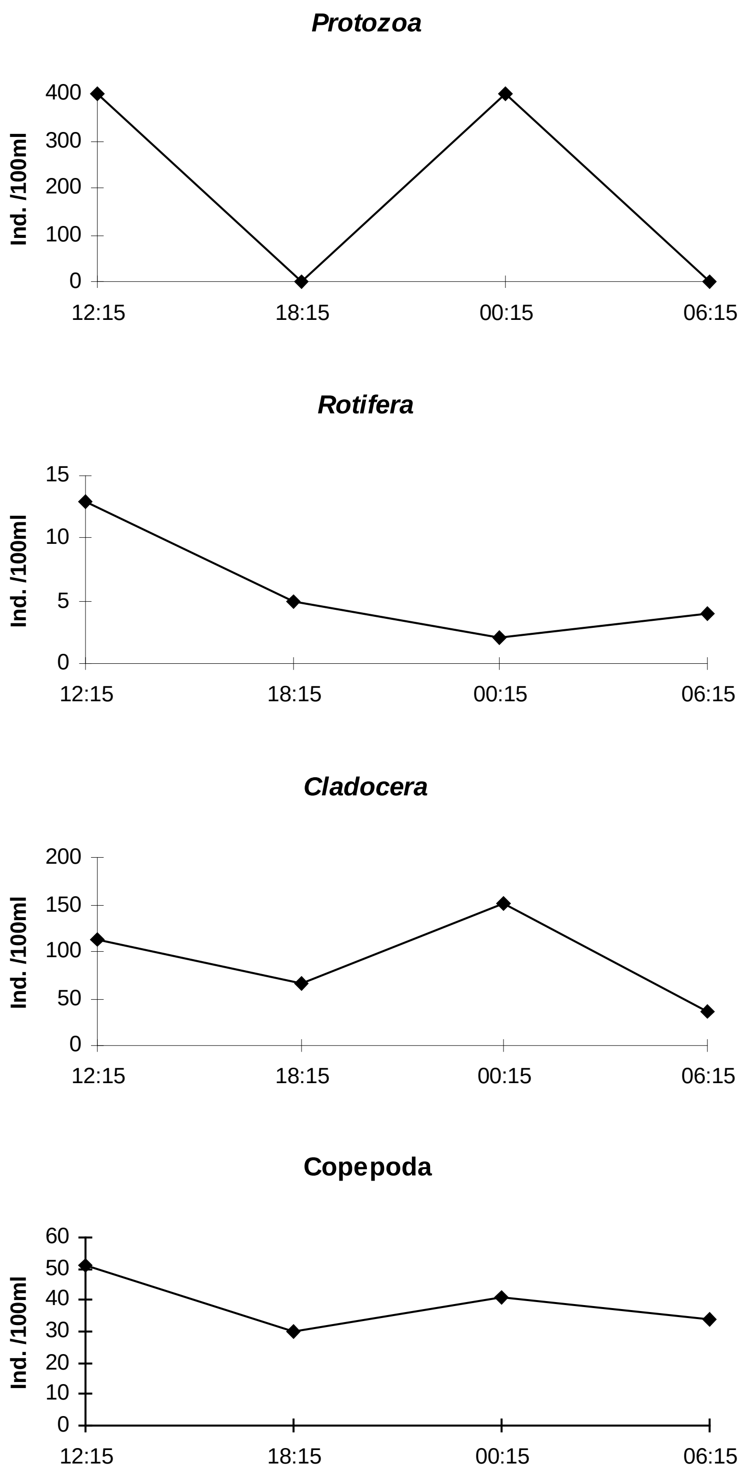


Abb. 125. Tagesgang der Zooplanktongruppen an Probestelle 2 des Sees 2.

Die fünf häufigsten Zooplanktonarten in See 1 zeigten im Tagesgang (Abb. 126) durchweg niedrige Abundanzen, die keine klaren Tendenzen im Tagesverlauf erkennen lassen.
Der Tagesgang der fünf Zooplanktonarten in See 2 ist in Abb. 127 dargestellt. Auch hier waren die Abundanzen insgesamt niedrig und lassen keine Tendenzen der Verteilung im Tagesverlauf erkennen.

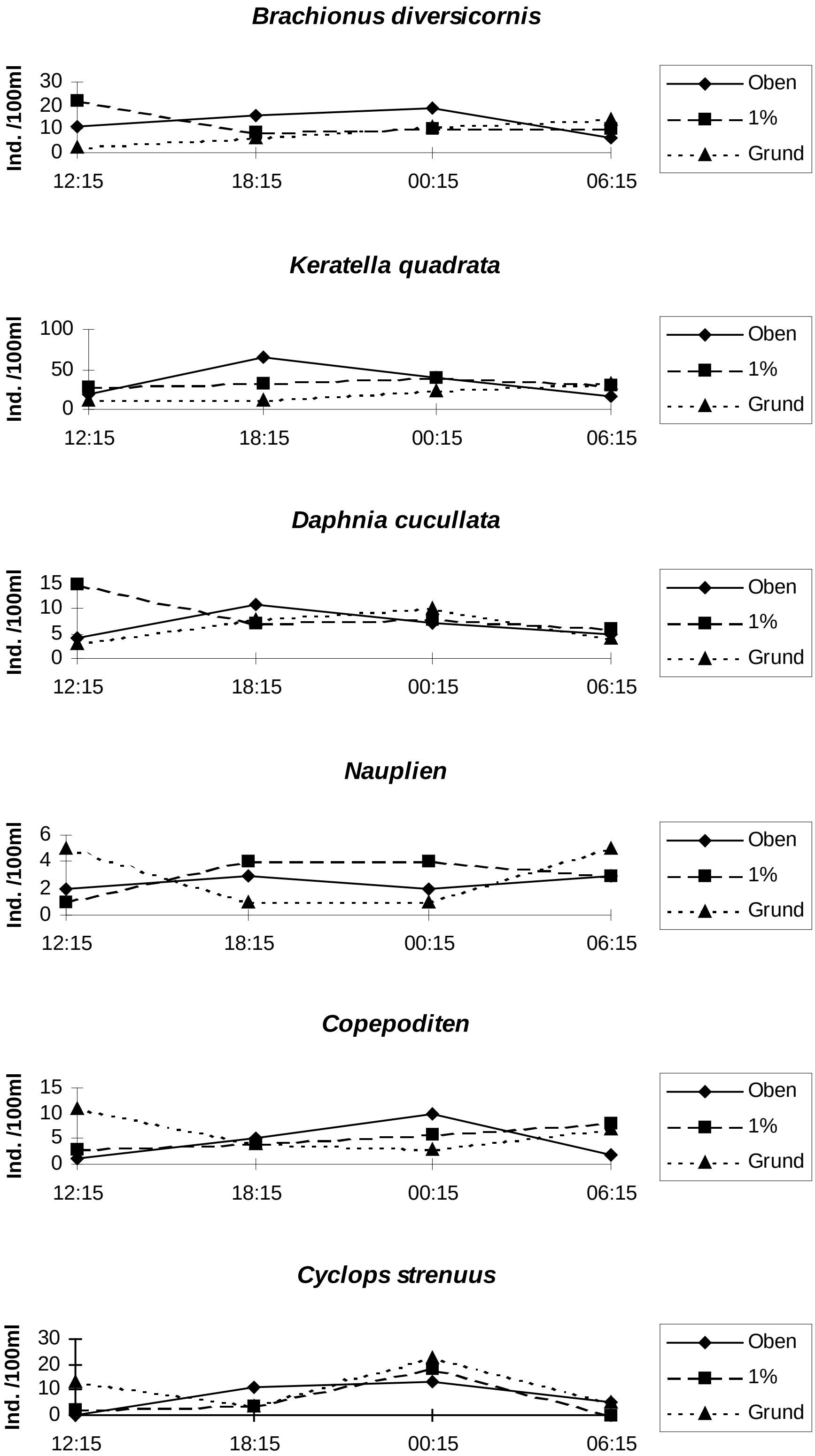


Abb. 126. Tagesgang der häufigsten Zooplanktonarten in drei Tiefen an Probestelle 2 des Sees 1.

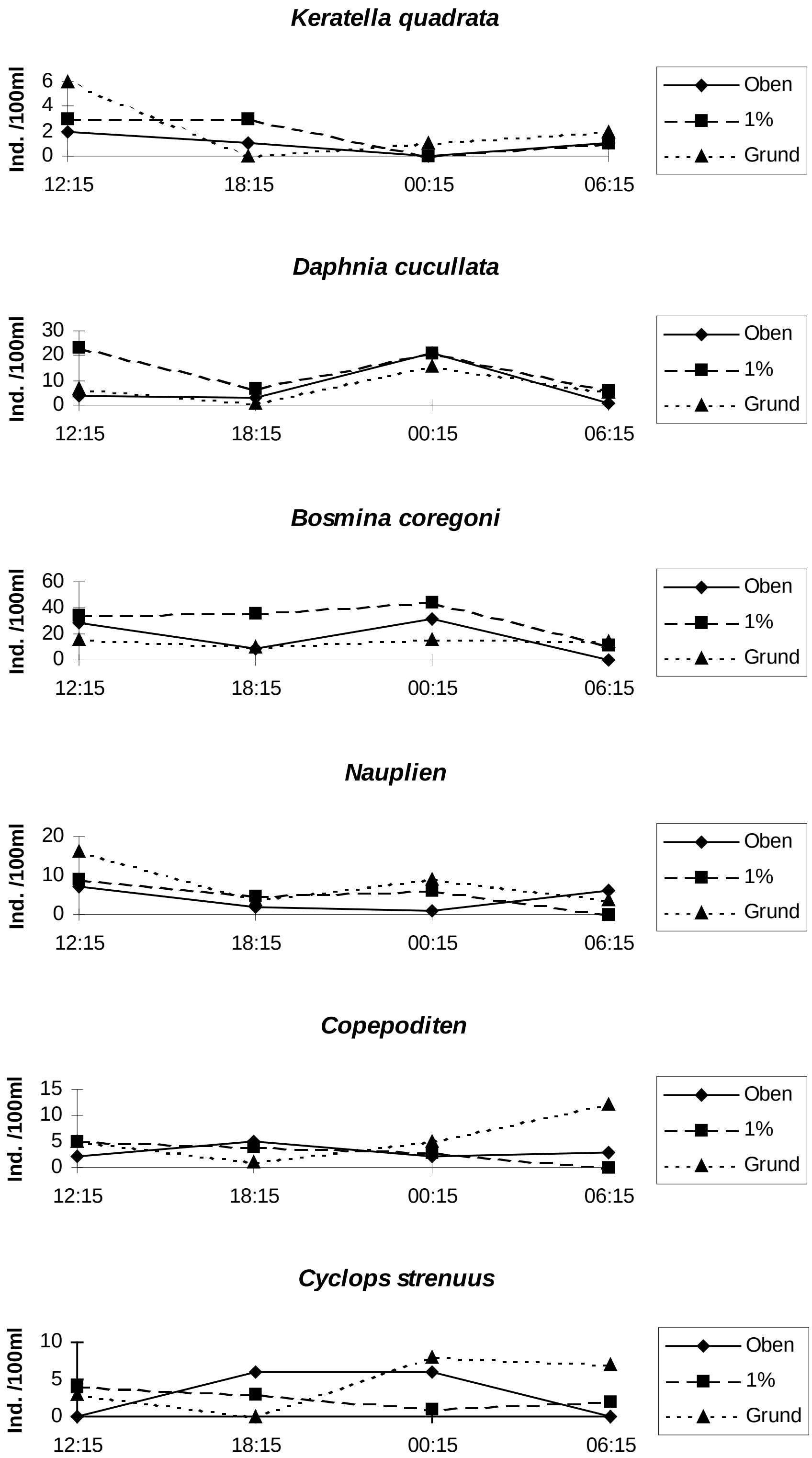


Abb. 127. Tagesgang der häufigsten Zooplanktonarten in drei Tiefen an Probestelle 2 des Sees 2.

4.3.3.6 Diversität und Sukzession

4.3.3.6.1 Indizes und deren Beziehung zur Phytoplanktonsukzession

Abb. 128 zeigt die Indizes des Phytoplanktons in See 1. Die Artenzahl wies einen Anstieg zwischen Mai und Oktober und eine Absenkung im November auf. Im Mai ist eine hohe Abundanz der Gruppe der Chrysophyta und im August und September der Gruppe der Cyanophyta (*A. flos-aquae* und *A. spyroides*) zu erkennen. Die Diversität hatte im Mai niedrige Werte, dennoch war die Artenzahl in diesem Monat hoch. Der Dominanzgrad hatte allerdings einen starken Einfluß auf die Diversität, weil die Art *N. acicularis* (Chrysophyta) als Einzige in sehr hoher Abundanz auftrat. Zwischen Juni und Juli stieg die Diversität aufgrund einer Zunahme der Arten der Gruppe der Chlorophyta (siehe Abb. 94), sowie einer hohen Äquitabilität. Mit dem Anstieg der Gruppe der Cyanophyta sank im August und September die Diversität, sowie die Äquitabilität ab. Trotzdem hatte der Dominanzgrad im Sommer niedrige Werte.

In See 2 (Abb. 129) hatte die Artenzahl einen hohen Anstieg in den Monaten Juni und Juli mit einem Vorherrschen von Chlorophyta und Chrysophyta. Danach sank die Artenzahl sukzessive bis zum November ab. Die Diversität, die Äquitabilität und der Dominanzgrad hatten im gesamten Zeitraum geringe Schwankungen.

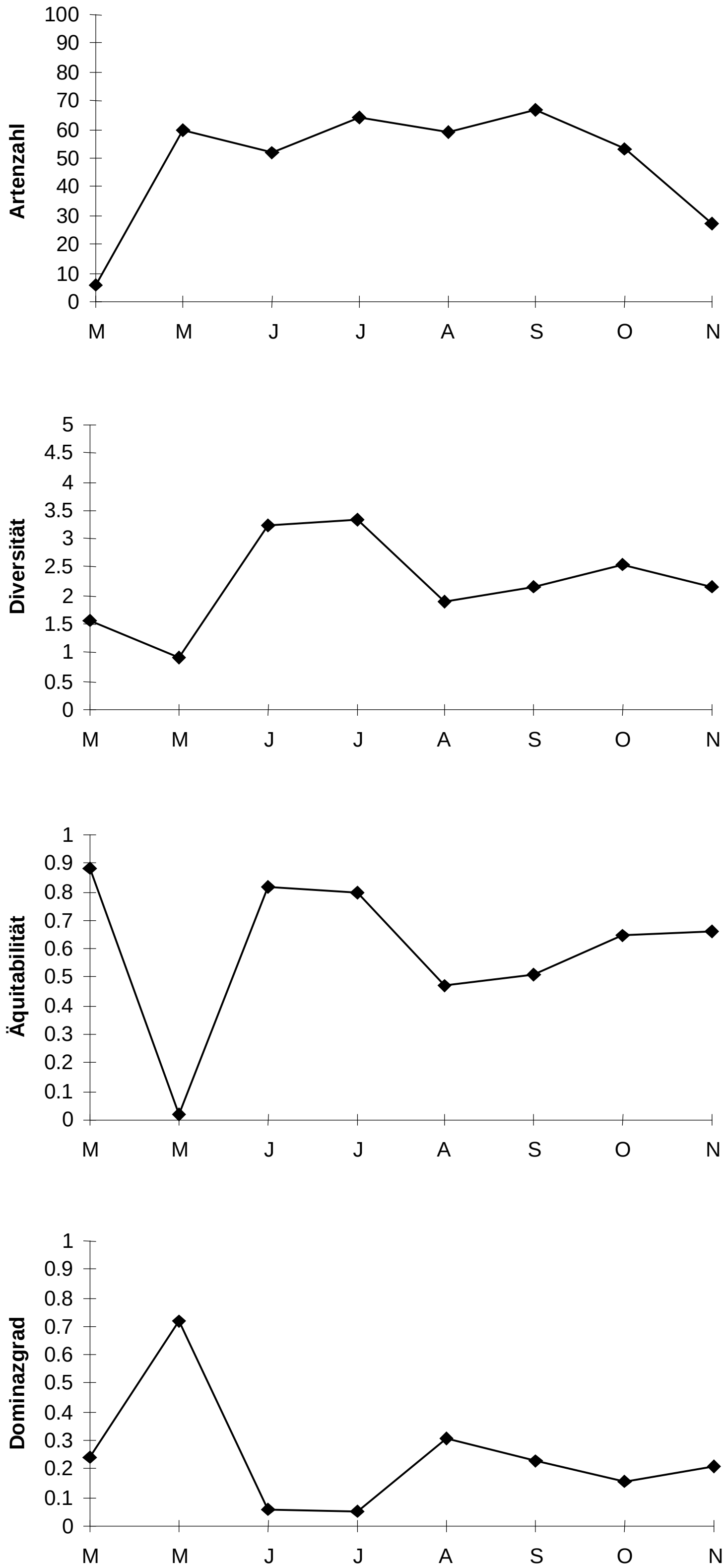


Abb. 128. Zeitliche Variation der Diversitätsindizes des Phytoplanktons in See 1.

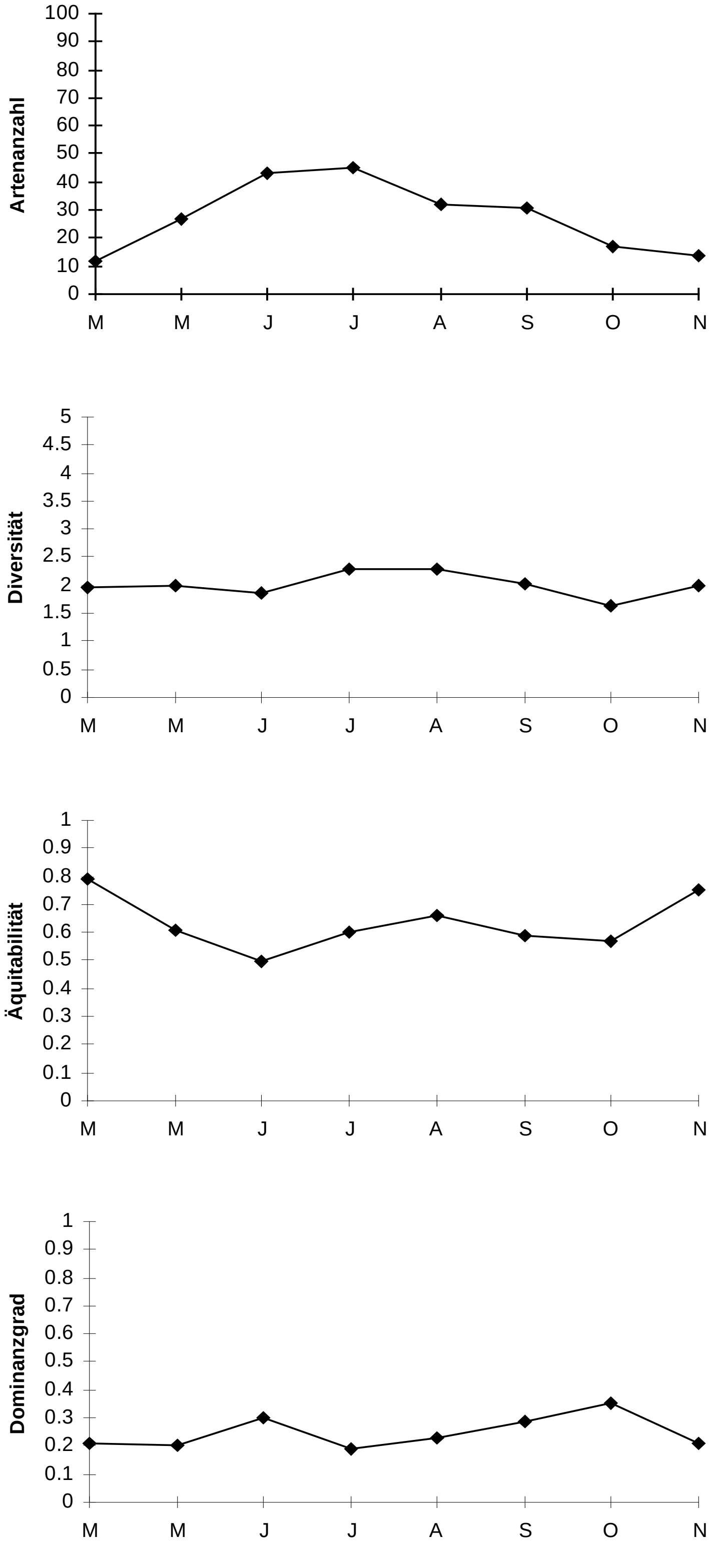


Abb. 129. Zeitliche Variation der Diversitätsindizes des Phytoplanktons in See 2.

4.3.3.6.2 Indizes und deren Beziehung zur Zooplanktonsukzession

In Abb. 130 sind die ökologischen Indizes für das Zooplankton von See 1 dargestellt. Die Artenzahl war niedrig mit zwei Spitzen, einer im Juni und einer weniger auffälligen im Oktober, wobei in beiden Fällen die Cladocera vorherrschten. Die Diversität hatte geringe Werte und zeigte geringe Schwankungen. Die Äquitabilität und der Dominanzgrad zeigten in den ersten drei Probemonaten größere Schwankungen und blieben dann ausgeglichen.
Die Diversitätsindizes für das Zooplankton in See 2 sind in Abb. 131 dargestellt. Die Artenzahl war niedrig, hatte einen Anstieg im Mai und Juni, wobei Rotifera und Cladocera vorherrschten. Die Diversität zeigte niedrige Werte und geringe Schwankungen. Auch Äquitabilität und Dominanzgrad waren über das Jahr relativ ausgeglichen.

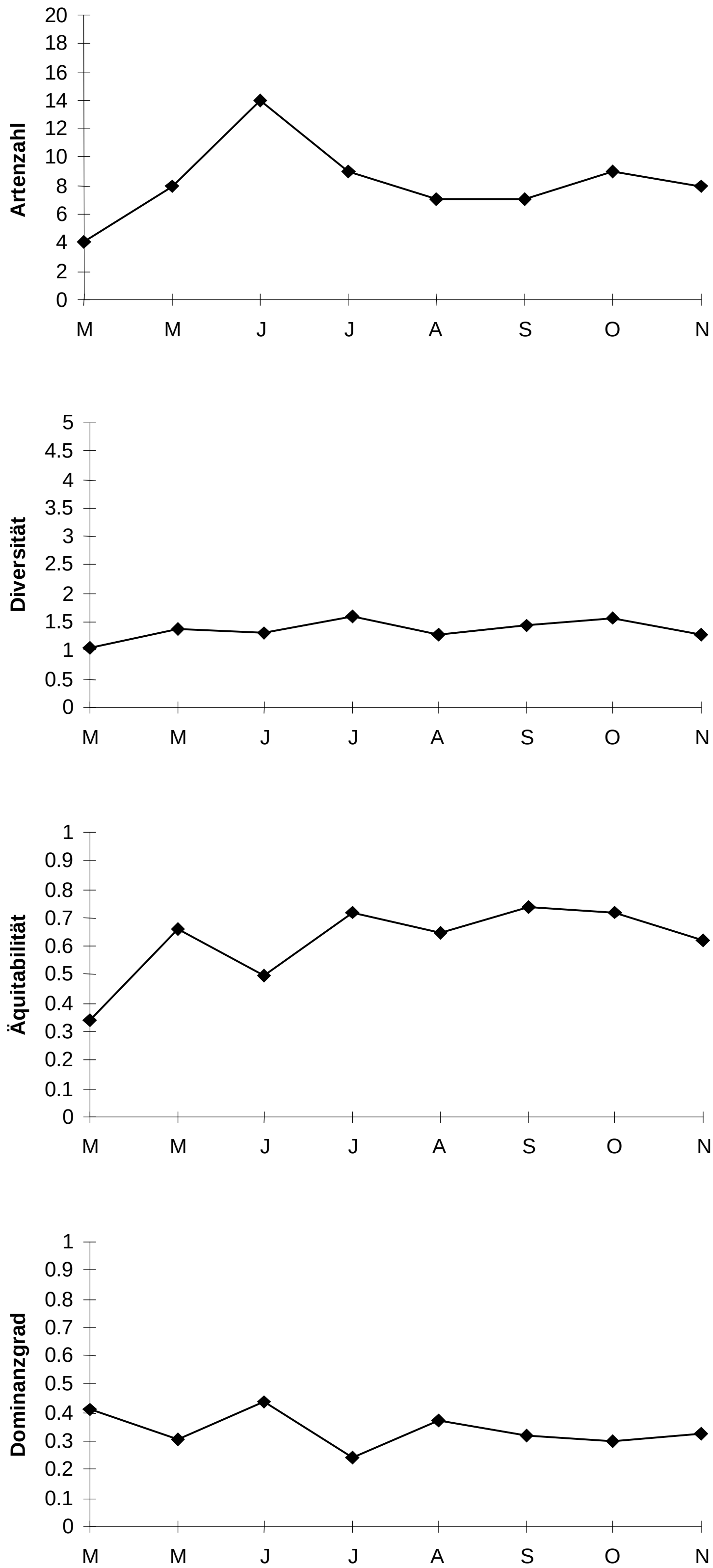


Abb. 130. Zeitliche Variation der Diversitätsindizes des Zooplanktons in See 1.

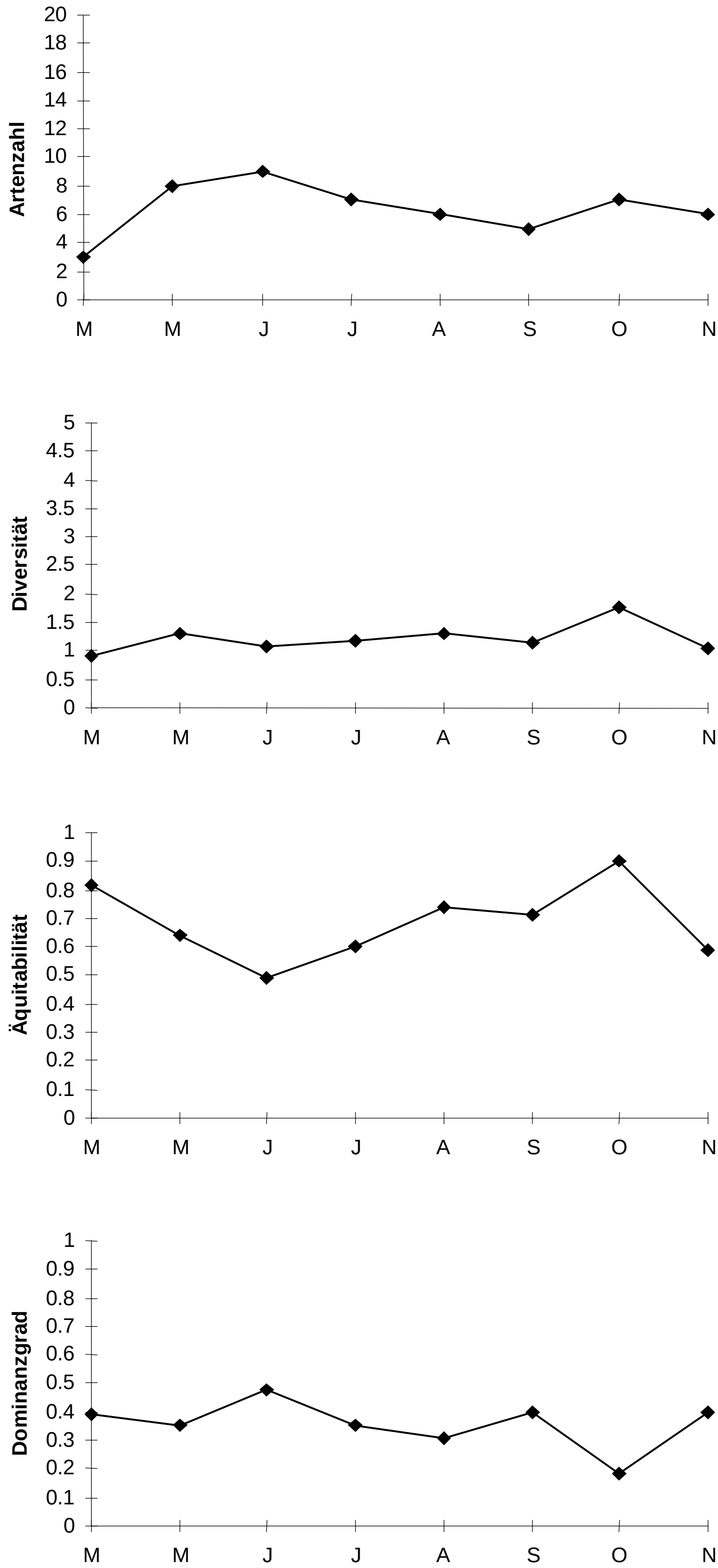


Abb. 131. Zeitliche Variation der Diversitätsindizes des Zooplanktons in See 2.

4.3.3.6.3 Planktondiversität und äußere Bedingungen

Die wichtigsten Korrelationen zwischen verschiedenen Variablen und der Phytoplanktondiversität sind in Tabelle 9 dargestellt. In allen Fällen wurde der Maßkorrelationskoeffizient auf Signifikanz überprüft. Für alle angegebenen r-Wert gilt $p<0,05$.

Tab. 9. Maßkorrelationskoeffizienten zwischen der Phytoplanktondiversität und den sie beeinflußenden Variablen.

Maßkorrelationskoeffizienten	r	r
Seen	See 1	See 2
Diversität-vs-Äquitabilität	0,6871	0,2061
Diversität-vs-Dominanzgrad	0,8903	0,7165
Diversität-vs-Artenzahl	0,2651	0,4831
Diversität-vs-Wassertemperatur	0,2708	0,5338
Diversität-vs-Sauerstoff	0,6381	0,1877
Diversität-vs-Gesamthärte	0,4017	-0,057
Diversität-vs-Nettoprimärproduktion	0,0540	0,5064

Abb. 132a und 132b zeigen das Bestimmtheitsmaß (r^2) der Phytoplanktondiversität und die vier Variablen, die den höchsten Einfluß auf die Diversität des Phytoplanktons hatten. In See 1 hatte der Dominanzgrad den höchsten r^2-Wert, gefolgt von Äquitabilität und Sauerstoff. Die Gesamthärte hatte einen niedrigen Wert. In See 2 ist ebenfalls der Dominanzgrad die Größe mit dem höchsten Einfluß auf die Diversität. Die Wassertemperatur, die Nettoprimärproduktion und die Artenzahl folgen mit relativ niedrigen Werten.

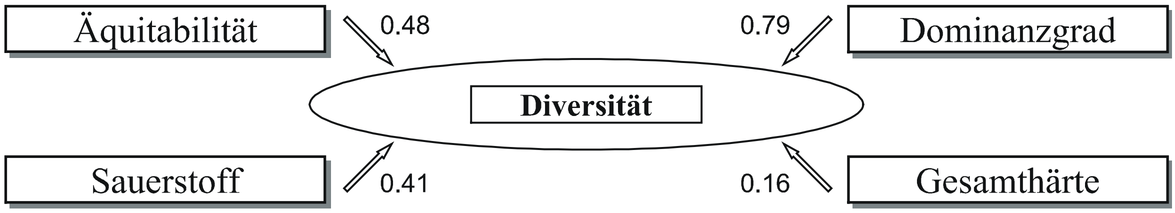


Abb. 132a. Bestimmtheitsmaß der Phytoplanktondiversität und vierer Variablen für See 1.

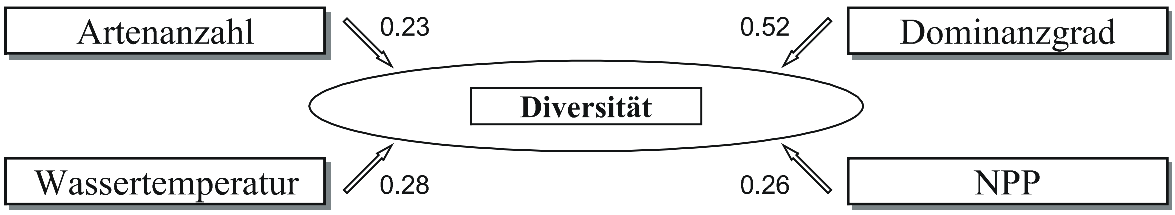


Abb. 132b. Bestimmtheitsmaß der Phytoplanktondiversität und vierer Variablen für See 2.

Die wichtigsten Korrelationen zwischen verschiedenen Variablen und der Zooplanktondiversität ist in Tabelle 10 dargestellt. In allen Fällen wurde der Maßkorrelationskoeffizient auf Signifikanz überprüft, für alle angegebenen r-Werte gilt $p<0,05$.

Tab. 10. Maßkorrelationskoeffizienten zwischen der Zooplanktonsdiversität und den sie beeinflußenden Variablen.

Maßkorrelationskoeffizienten	r	r
Seen	See 1	See 2
Diversität-vs-Äquitabilität	0,8478	0,4944
Diversität-vs-Dominanzgrad	0,7702	0,8811
Diversität-vs-Artenzahl	0,4214	0,3886
Diversität-vs- Sauerstoff	0,6165	0,4272
Diversität-vs-Phosphat	-0,2023	-0,4260

Abb. 133a und 133b zeigen das Bestimmheitsmaß der Zooplanktondiversität und die vier Variablen welche den höchsten Einfluß auf die Diversität des Zooplanktons hatten. In See 1 hatte die Äquitabilität den höchsten r^2-Wert, gefolgt vom Dominanzgrad. Die Sauerstoffkonzentration und die Artenzahl hatten niedrige Werte. In See 2 hatte nur der Dominanzgrad einen hohen Einfluß auf die Diversität, die anderen wichtigen Variablen hatten einen niedrigen Einfluß; nur der Phosphatgehalt zeigte eine geringe negative Korrelation mit der Zooplanktondiversität.

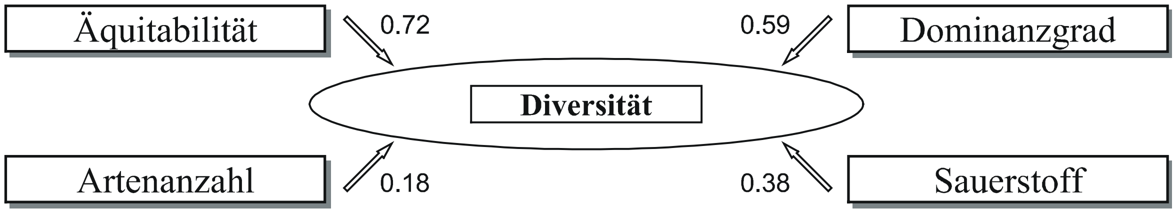


Abb. 133a. Bestimmtheitsmaß der Zooplanktondiversität und vierer Variablen für See 1.

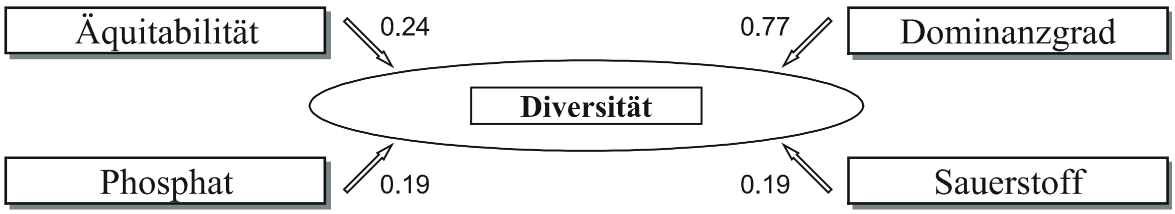


Abb. 133b. Bestimmtheitsmaß der Zooplanktondiversität und vierer Variablen für See 2.

4.3.3.7 Zeitliche Änderung der Planktongemeinschaften

Die Dendrogramme (Abb. 134 bis 145) zeigen eine unterschiedliche Tendenz der systematischen Kategorien, sich in den verschiedenen Monaten zu gruppieren.

4.3.3.7.1 Zeitliche Änderung der Gruppenstruktur

Phytoplankton: Die zeitliche Änderung der Phytoplanktongemeinschaft in See 1 ist in Abb.134 dargestellt. Es zeigte sich eine starke Distanzierung zwischen den Gruppen.

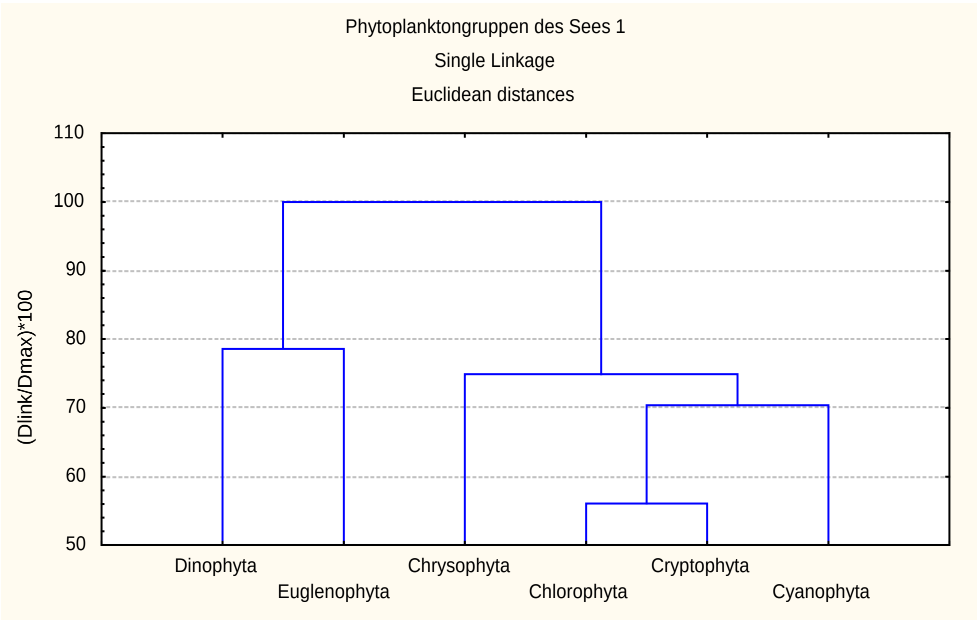


Abb. 134. Dendrogramm der Phytoplanktongruppen des Sees 1.

In See 2 (Abb. 135) gab es wie in See 1 eine Trennung zwischen den Phytoplanktongruppen in den beprobten Monaten.

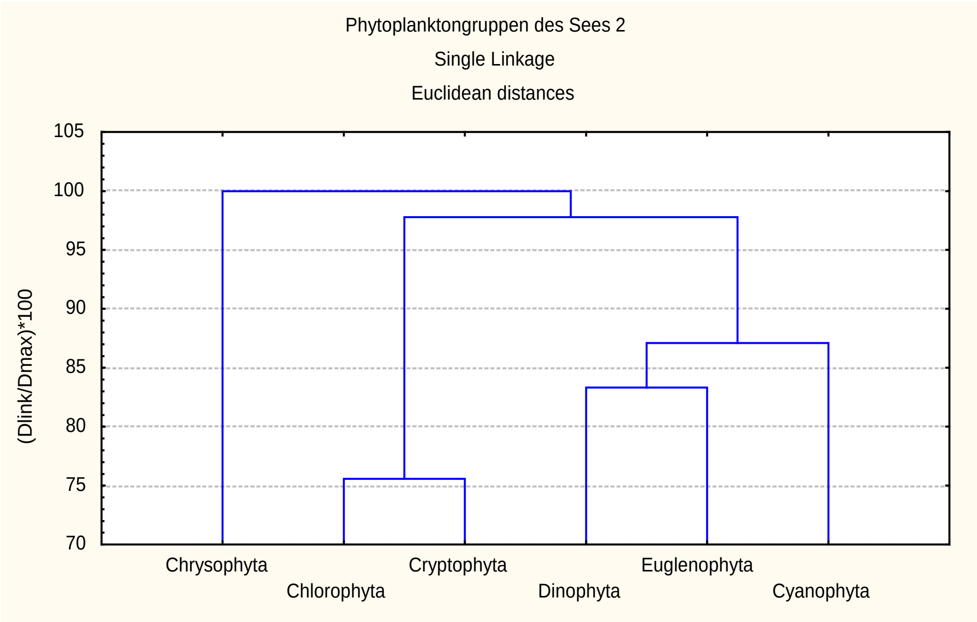


Abb. 135. Dendrogramm der Phytoplanktongruppen des Sees 2.

Zooplankton: Abb. 136 zeigt die Gruppierung des Zooplanktons in See 1. Die Gruppen der Copepoda, Cladocera und Rotifera zeigten einen leichten Grad von Koexistenz untereinander, während die Protozoa zeitlich von diesen Gruppen isoliert auftraten.

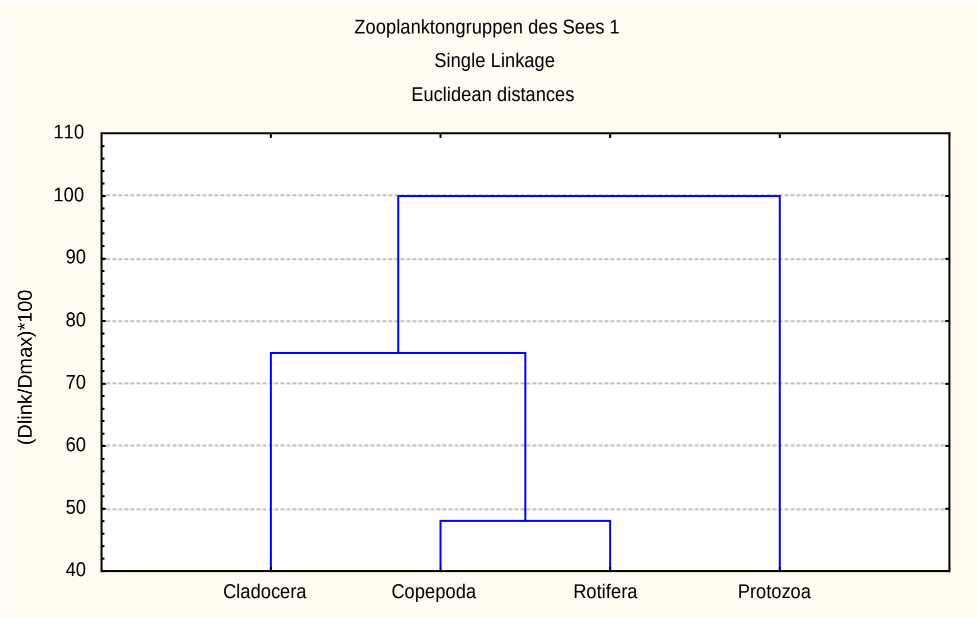


Abb. 136. Dendrogramm der Zooplanktongruppen des Sees 1.

Die Koexistenz von Copepoda und Cladocera, sowie die Sonderstellung der Rotifera und Protozoa in See 2, sind in Abb. 137 dargestellt. Es gab eine Koexistenz zwischen den Gruppen Cladocera und Copepoda, während die Rotifera und Protozoa von den beiden anderen Gruppen isoliert waren. Die Protozoen nahmen auch hier eine deutliche Sonderstellung ein.

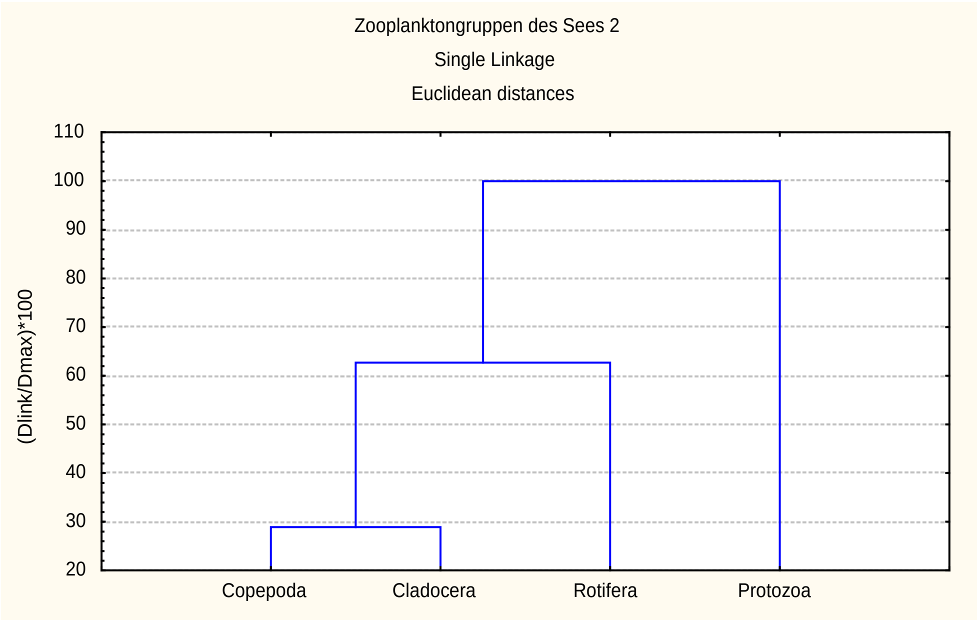


Abb. 137. Dendrogramm der Zooplanktongruppen des Sees 2.

Die Gruppierung aller Planktongruppen in See 1 ist in Abb. 138 dargestellt. Die meisten Gruppen waren voneinander getrennt. Es gab nur eine leichte Tendenz zur Koexistenz zwischen Cryptophyta und Copepoda. Im Besonderen sind die Cryptophyta eine optimale Nahrungsgrundlage für Cladocera und herbivore Copepoda (KNISELY AND GELLER 1986). Die Protozoa bildeten eine stark isolierte Gruppe.

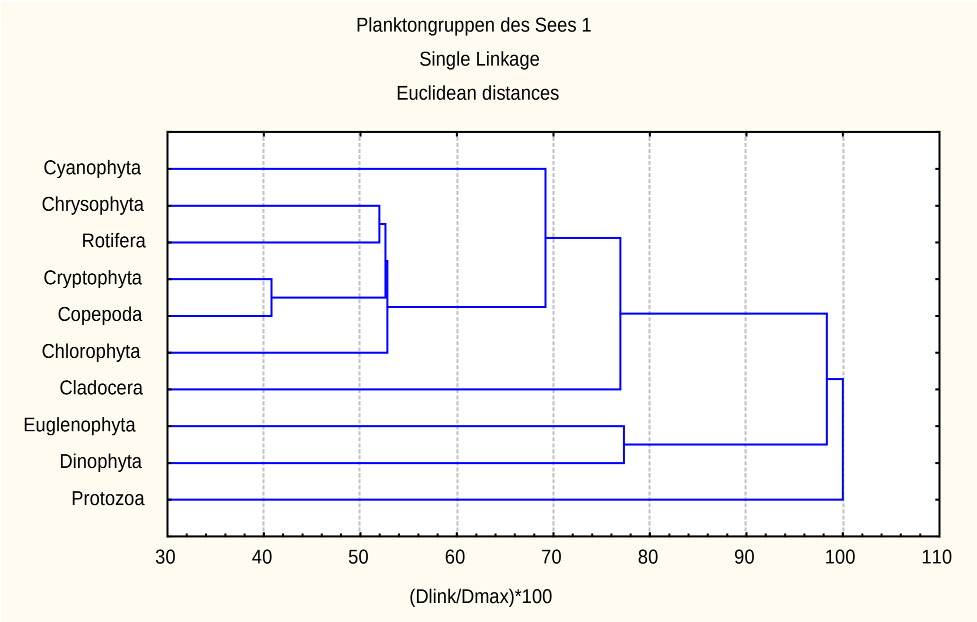


Abb. 138. Dendrogramm der Planktongruppen des Sees 1.

In See 2 (Abb. 139) zeigten die Cryptophyta, Cladocera und Copepoda eine Gruppierungstendenz, während die anderen Gruppen zeitlich isoliert auftraten.

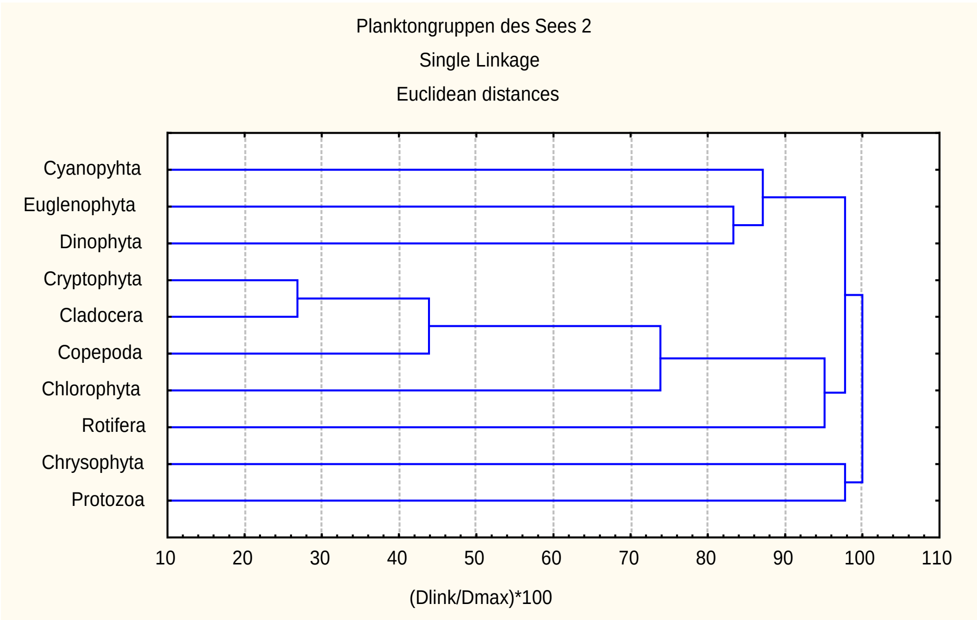


Abb. 139. Dendrogramm der Planktongruppen des Sees 2.

4.3.3.7.2 Zeitliche Änderung der Artenzusammensetzung

Phytoplankton: Die Clusteranalyse der häufigsten Phytoplanktonarten in See 1 ist in Abb. 140 dargestellt. Es zeigte sich die Tendenz von Alternanz der Arten und keine besondere Überlappung. Herauszuheben ist die Isolierung von *N. acicularis*.

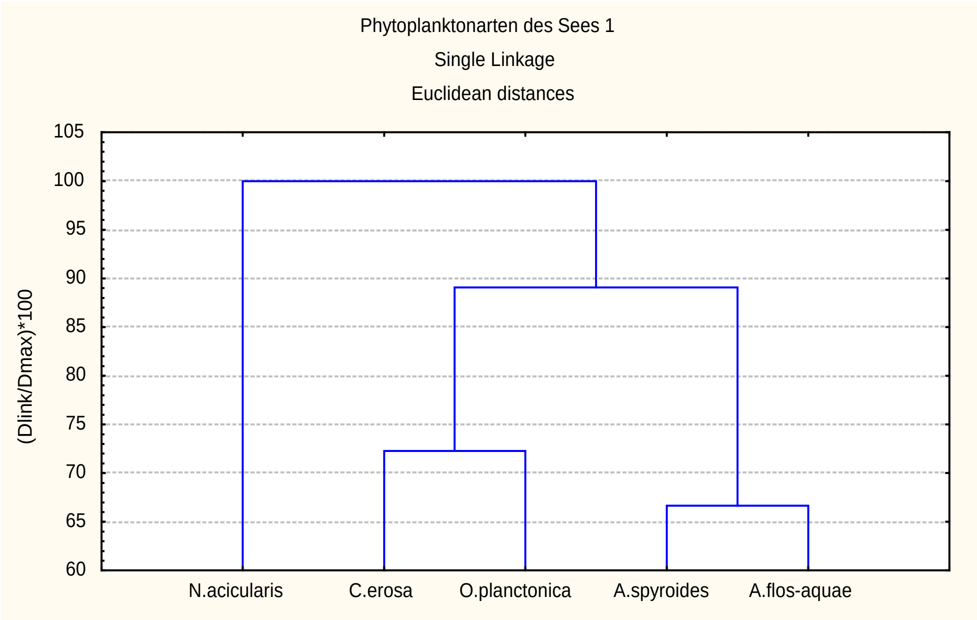


Abb. 140. Dendrogramm der Phytoplanktonarten des Sees 1.

In See 2 (Abb. 141) sind die häufigsten Arten isoliert. Diese Tendenz war besonders bei *O. planctonica* zu beobachten.

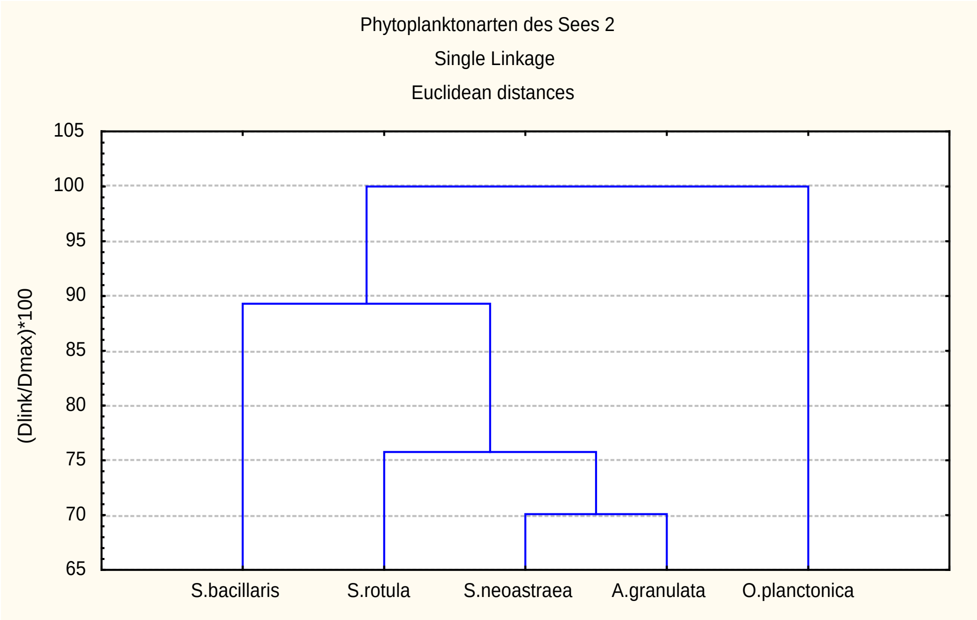


Abb. 141. Dendrogramm der Phytoplanktonarten des Sees 2.

Zooplankton: Abb. 142 zeigt die Gruppierung der häufigsten Zooplanktonarten in See 1. Es zeigte sich eine besonders stark ausgeprägte Isolierung von *C. strenuus* von den anderen Arten. Die Copepoditen und Nauplien wiesen eine Gruppierungstendenz auf, ebenso die beiden Rotiferenarten *K. quadrata* und *B. angularis*.

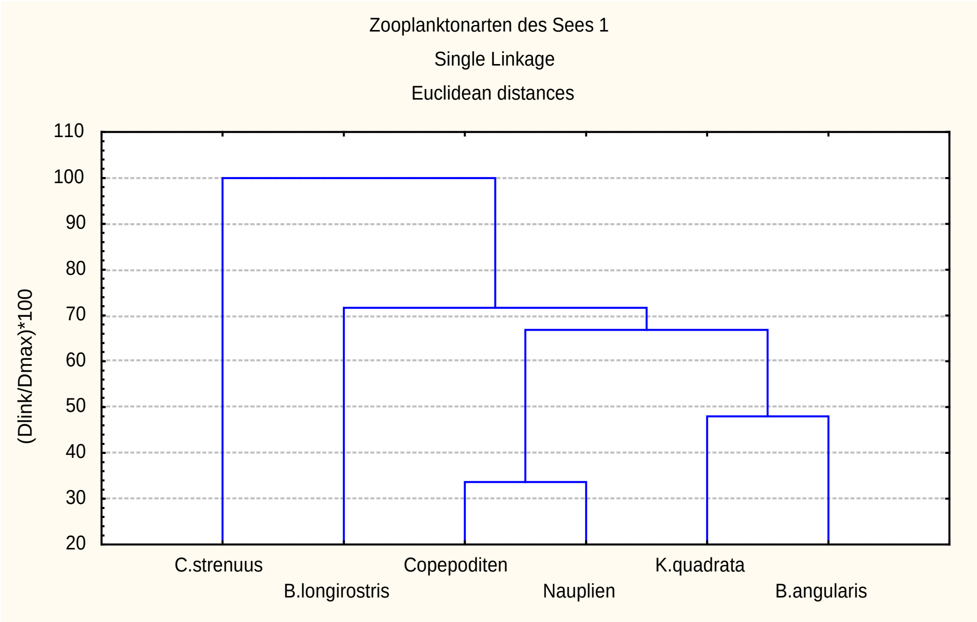


Abb. 142. Dendrogramm der Zooplanktonarten des Sees 1.

Abb. 143 zeigt die Gruppierung zwischen Copepoditen und Nauplien, sowie von *B. coregoni* und *D. cucullata*. Die Arten *K. quadrata* und *C. strenuus* sind besonders deutlich voneinander getrennt.

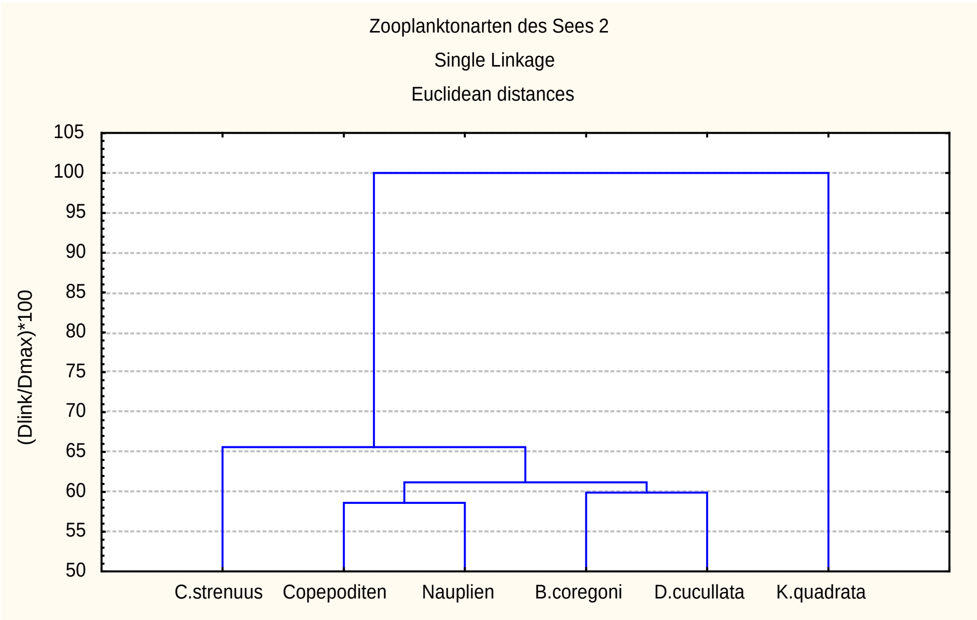


Abb. 143. Dendrogramm der Zooplanktonarten des Sees 2.

Die Gruppierung aller Planktonarten in See 1 ist in Abb. 144 dargestellt. Die Arten waren voneinander distanziert. Nur die Nauplien und Copepoditen zeigten eine Gruppierungstendenz.

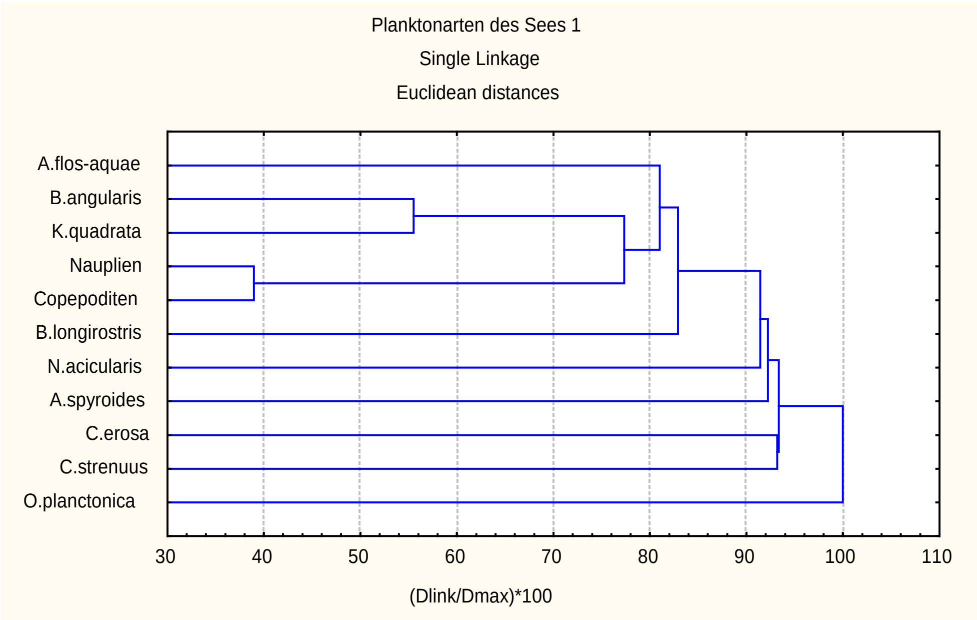


Abb. 144. Dendrogramm der Planktonarten des Sees 1.

In See 2 (Abb. 145) waren die Arten voneinander distanziert. Es wurde keine besondere Gruppierungstendenz zwischen den Planktonarten ausgebildet.

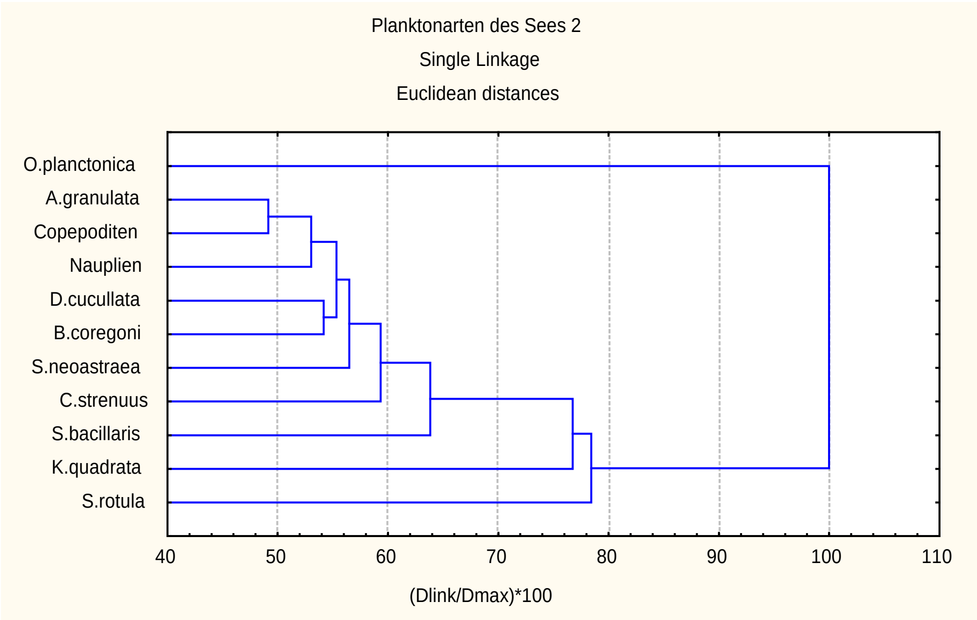


Abb. 145. Dendrogramm der Planktonarten des Sees 2.