



**winzig aber wichtig**

**Plankton im Neuenburger-, Murten- und Bielersee**



AWA Amt für Wasser und Abfall, Bern  
Gewässer- und Bodenschutzlabor GBL



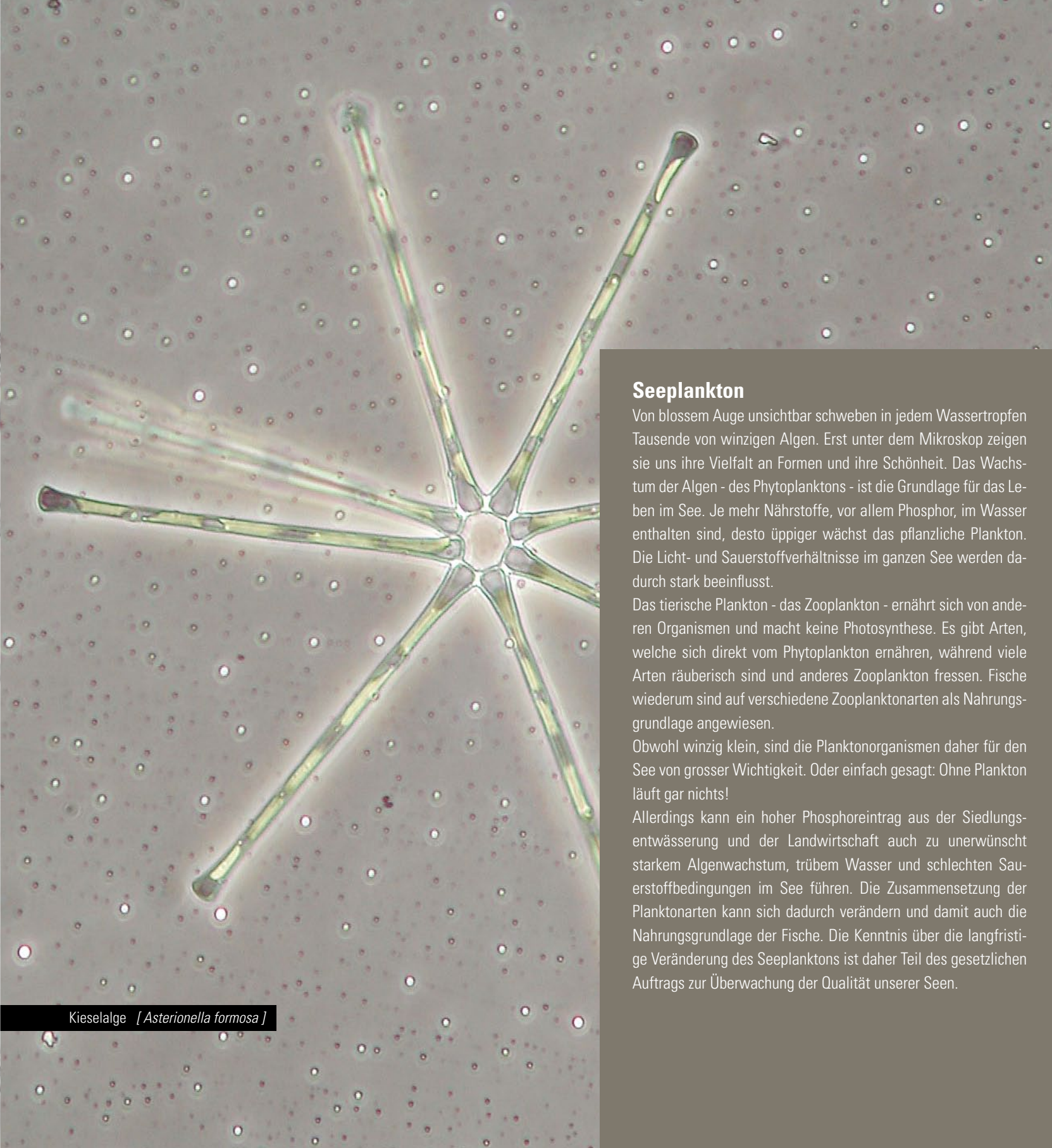
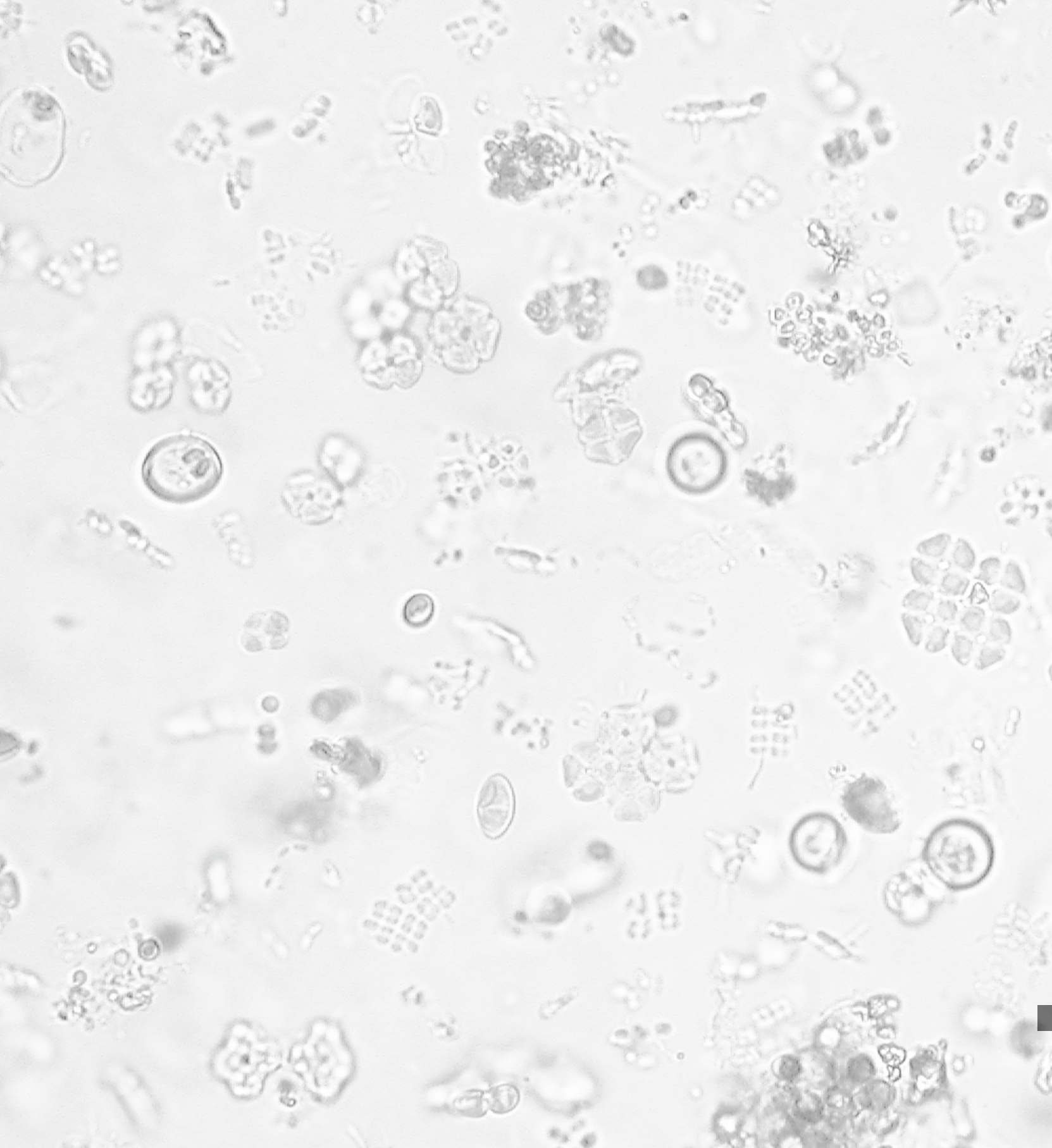
ETAT DE FRIBOURG  
STAAT FREIBURG

Service de l'environnement SEn  
Amt für Umwelt AfU



Service de l'énergie  
et de l'environnement  
Canton de Neuchâtel





Kieselalge [ *Asterionella formosa* ]

### Seeplankton

Von bloßem Auge unsichtbar schweben in jedem Wassertropfen Tausende von winzigen Algen. Erst unter dem Mikroskop zeigen sie uns ihre Vielfalt an Formen und ihre Schönheit. Das Wachstum der Algen - des Phytoplanktons - ist die Grundlage für das Leben im See. Je mehr Nährstoffe, vor allem Phosphor, im Wasser enthalten sind, desto üppiger wächst das pflanzliche Plankton. Die Licht- und Sauerstoffverhältnisse im ganzen See werden dadurch stark beeinflusst.

Das tierische Plankton - das Zooplankton - ernährt sich von anderen Organismen und macht keine Photosynthese. Es gibt Arten, welche sich direkt vom Phytoplankton ernähren, während viele Arten räuberisch sind und anderes Zooplankton fressen. Fische wiederum sind auf verschiedene Zooplanktonarten als Nahrungsgrundlage angewiesen.

Obwohl winzig klein, sind die Planktonorganismen daher für den See von grosser Wichtigkeit. Oder einfach gesagt: Ohne Plankton läuft gar nichts!

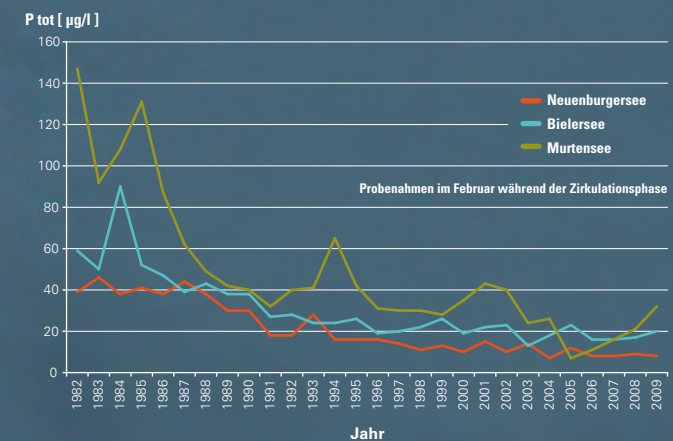
Allerdings kann ein hoher Phosphoreintrag aus der Siedlungs-entwässerung und der Landwirtschaft auch zu unerwünscht starkem Algenwachstum, trübem Wasser und schlechten Sauerstoffbedingungen im See führen. Die Zusammensetzung der Planktonarten kann sich dadurch verändern und damit auch die Nahrungsgrundlage der Fische. Die Kenntnis über die langfristige Veränderung des Seeplanktons ist daher Teil des gesetzlichen Auftrags zur Überwachung der Qualität unserer Seen.





Grünalge [ *Pediastrum boryanum* ]

**Gesamt - Phosphor**  
Mikrogramm pro Liter



## Eine sinnvolle Zusammenarbeit

Bielersee, Murtensee und Neuenburgersee bestimmen das Landschaftsbild am Südrand des Juras. Ihr Einzugsgebiet ist zusammen rund 8'200 km<sup>2</sup> gross und entspricht damit einem Fünftel der Fläche der Schweiz. Die 3 Seen werden seit rund 10 Jahren von den Kantonen Bern, Freiburg und Neuenburg gemeinsam untersucht. Zusammen mit dem Briener- und Thunersee sind damit auch für die Jurarandseen vergleichbare, langfristig erhobene Daten über das Plankton vorhanden. Die gemeinsame Auswertung dieses umfangreichen Datenmaterials erlaubt es den Gewässerfachleuten, die Reaktion des Planktons auf die sich im Laufe der Jahre veränderte Gewässerbelastung zu untersuchen und zu dokumentieren. Ein Vergleich zwischen den Seen zeigt zudem die Reaktion der Planktonorganismen auf die unterschiedlich grosse Nährstoffbelastung der einzelnen Gewässer.

## ◀ Nährstoffe im See

Bis Mitte der 1970er-Jahre erhöhte der zunehmende Phosphoreintrag aus der Siedlungsentwässerung und Landwirtschaft die Algenproduktion. Die Inbetriebnahme von Kläranlagen, deren stetige Verbesserungen, das Phosphatverbot von 1986 für Waschmittel sowie Massnahmen in der Landwirtschaft und gesetzliche Vorgaben haben die Phosphatzufuhr in die Seen stark vermindert. Noch fliessen aber dem Murten- und Bielersee zu viele Nährstoffe zu, wie das Algenwachstum und seine Folgen in den beiden Seen eindrücklich zeigen.



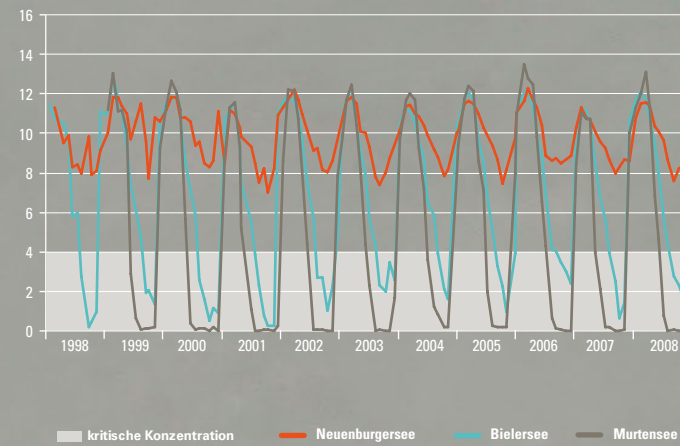
## Sauerstoffgehalt

Bakterien bauen die absterbenden und absinkenden Algen ab. Den dazu benötigten Sauerstoff entnehmen sie dem Wasser. Bei hohen Algenbiomassen kann der Sauerstoff im Wasser, vor allem in der Tiefe, völlig aufgebraucht werden. In diesen Zonen wird das Leben, ausser für spezialisierte Bakterien, unmöglich.

Die Gewässerschutzverordnung schreibt daher vor, dass zu jeder Jahreszeit und in jeder Tiefe mindestens 4 mg Sauerstoff pro Liter Wasser vorhanden sein müssen. Diese Anforderung wird im Sommerhalbjahr im Tiefenwasser vom Murtensee und Bielersee regelmässig nicht erfüllt. Im Neuenburgersee sind die Sauerstoffverhältnisse ganzjährig gut.

### Entwicklung des Sauerstoffgehaltes ca. 1m über Grund

Milligramm Sauerstoff pro Liter

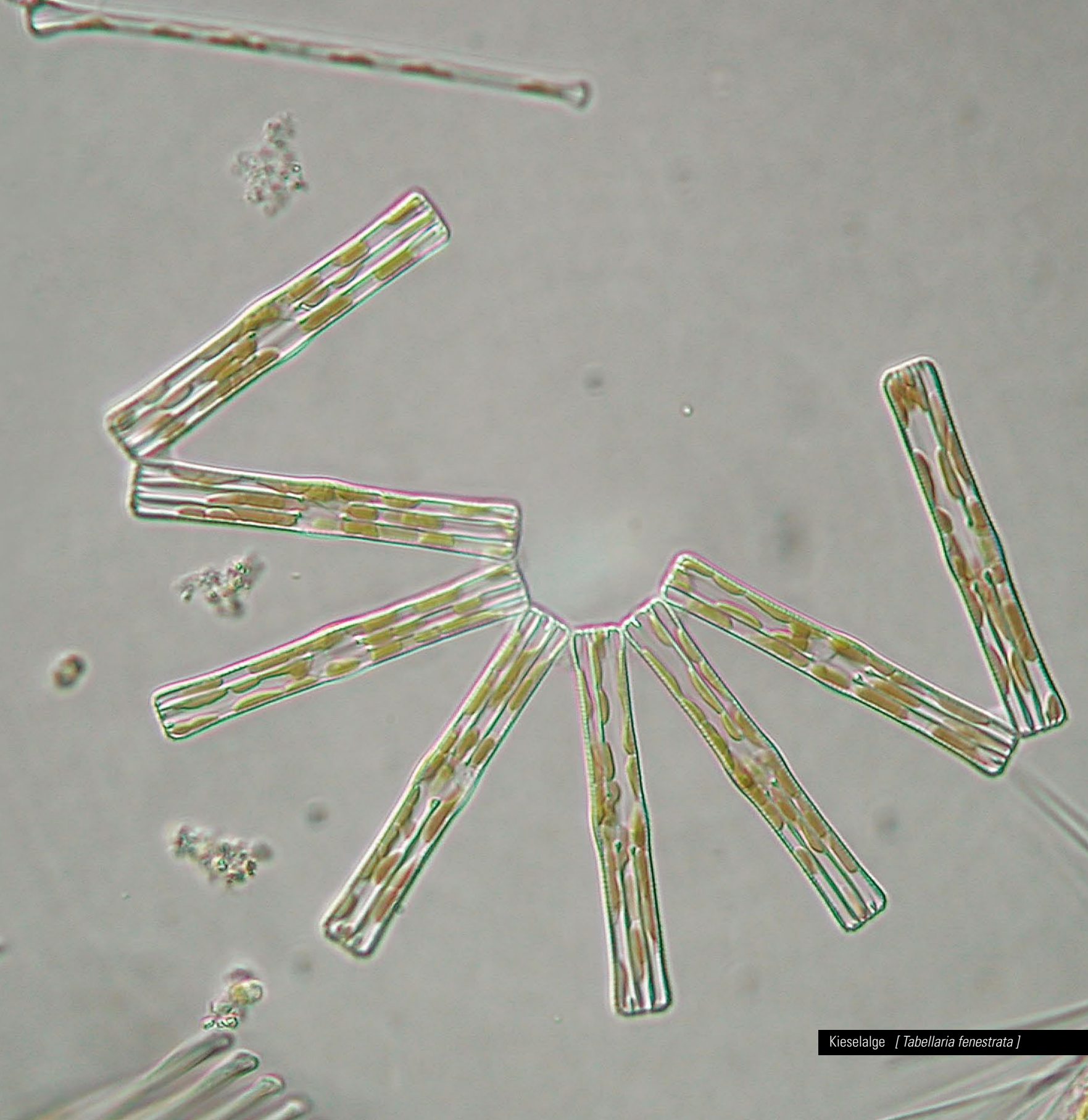
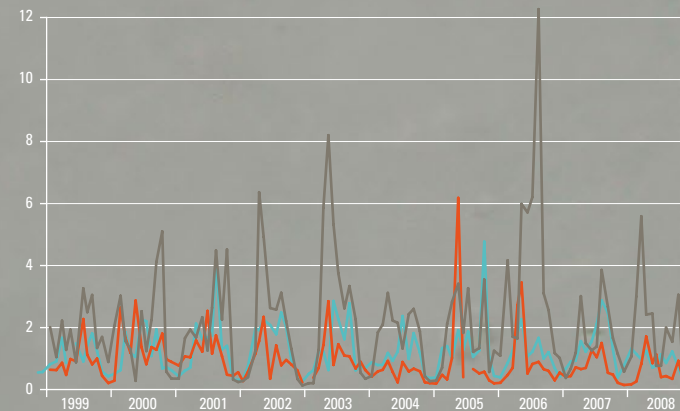


## Phytoplankton

Die höchsten Biomassen werden in allen Seen im Sommer erreicht. Im Vergleich zum Briener- und Thunersee weisen die Jurarandseen deutlich höhere Algendichten auf. Im Murtensee sind entsprechend den höchsten Nährstoffkonzentrationen auch die höchsten Biomassen vorhanden. Seit Beginn der Untersuchungsperiode ist in den 3 Jurarandseen keine Zunahme oder Abnahme der Gesamtbiomasse feststellbar. Allerdings sind im Bieler- und Neuenburgersee Maximalbiomassen und Monatswerte mit wenigen Ausnahmen meist etwas geringer als im Murtensee.

### Algen-Biomasse

Gramm pro m<sup>3</sup>







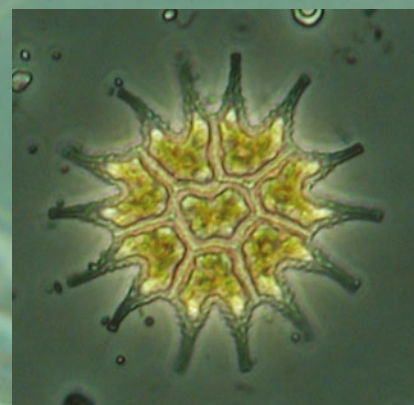
### Bielensee

Obschon die Schlundalgen sehr häufig sind, haben gerade die grösseren Vertreter wie *Cryptomonas* im See abgenommen.



### Neuenburgersee

Die Burgunderblutalge *Planktothrix rubescens*, eine Blualge, war bis 2004 die mit Abstand wichtigste Art. Auch heute ist sie noch anzutreffen, jedoch in viel geringerer Zahl.



### Murtensee

Grünalgen, wie diese Kolonie von *Pediastrum boryanum*, sind eine der artenreichsten Gruppen, doch treten sie fast nie in Massen auf. Grünalgen sind in nährstoffreichen Seen häufiger als in klaren, sauberen Gewässern.

Goldalge [ *Dinobryon divergens* ]

Über 700 Algenarten sind insgesamt gefunden worden. In den beiden Seen des Berner Oberlandes sind es meist Vertreter der Goldalgen und Kieselalgen. Dies gilt seit 2004 auch für den Neuenburgersee – vorher waren Blualgen wesentlich häufiger. In Murten- und Bielensee sind nebst Kieselalgen auch Schlundalgen stark vertreten.

Unter dem Mikroskop zeigt sich die Formenvielfalt der verschiedenen Algengruppen. Die Zellen sind zwischen 1 Mikro-Meter ( $\mu\text{m}$ ) und 100  $\mu\text{m}$  gross, bilden Kolonien oder schweben einzeln durchs Wasser, sind kugelig, fädig, schachtelförmig und bilden zum Teil bizarre aber wunderschöne Formen aus.

In einem See tragen meist nur wenige Algenarten viel zur Biomasse bei. Generell haben in der Untersuchungsperiode von den häufigsten 25 Algenarten pro See mehr Arten an Biomasse abgenommen als zugenommen. Diese Veränderungen bei einzelnen Arten haben bisher noch keine Auswirkungen auf die Gesamtbiomasse des ganzen Sees und damit auf die gesamte Nahrungsgrundlage gezeigt. Eine Ausnahme bildet der Brienersee, wo die Algenbiomasse als Ganzes rückläufig ist.

von den 25 häufigsten Arten	Anzahl Arten mit Biomasse-Zunahme	Anzahl Arten mit Biomasse-Abnahme
Murtensee	1	2
Neuenburgersee	2	6
Bielensee	2	7

Der Algendatensatz erlaubt mit einer in Deutschland entwickelten Methode, dem Phyto-Seen-Index (PSI), die Klassifizierung der Seen in eine von fünf Zustandsklassen nach der europäischen Wasserrahmenrichtlinie. Der aus dem PSI abgeleitete ökologische Gewässerzustand wird für den Bieler- und Neuenburgersee als „gut“, für den Murtensee als „mässig“ bezeichnet.



## Zooplankton

Nach dem Phytoplankton bildet das Zooplankton die nächsthöhere Stufe in der Nahrungspyramide eines Sees. Die Gewässerfachstellen konzentrieren sich bei ihren Untersuchungen in der Regel nur auf einen Teil des Zooplanktons, die Kleinkrebschen (*Crustaceen*). Dieser wichtige Teil des Zooplanktons bildet die grössten Dichten aus und dient z.B. den Felchen als Hauptnahrung. Veränderungen in der Zusammensetzung des Zooplanktons können sich darum direkt auf das Wachstum der Fische auswirken.

- ◀ Das Zooplankton wird mit engmaschigen Zwillingsnetzen gefangen. Die Netze werden aus einer Tiefe von 140 m (Neuenburgersee), 70 m (Bielersee) oder 40 m (Murtensee) langsam raufgezogen, wobei die gesamte Wassersäule filtrierte wird. Noch auf dem See werden die Kleinkrebschen konserviert und später unter dem Binokular bestimmt und ausgezählt.

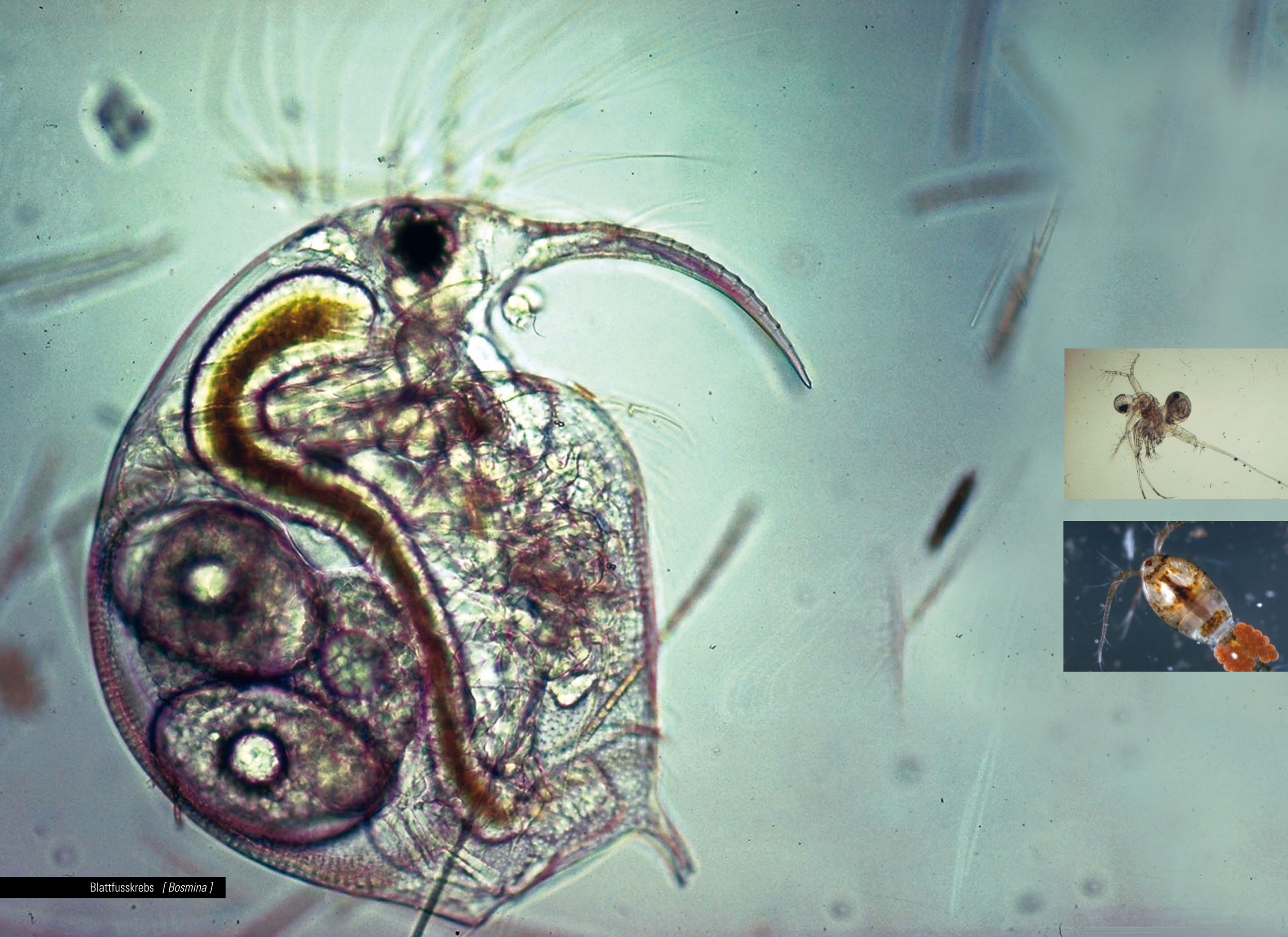
Die Crustaceen werden in zwei Hauptgruppen unterteilt: die Ruderfuss- und die Blattfusskrebse. In den drei Seen treten insgesamt 13 Arten in grosser Zahl auf. Weitere 28 Arten werden unregelmässig oder nur vereinzelt beobachtet.

Daphnien oder Wasserflöhe sind häufige Vertreter der Blattfusskrebse, sind rund 2 mm gross und verfügen über einen ausgeklügelten Filtrierapparat. Damit filtrieren sie das Wasser und ernähren sich auf diese Weise mehrheitlich von Algen, aber auch von Bakterien und weiterem organischen Material. Verschiedene Arten von Blattfusskrebsen zeigen generell eine abnehmende Entwicklung. Wohl am stärksten zurückgegangen sind die Daphnien im Brienersee mit starken Auswirkungen auf die Felchenpopulationen. Auch im Murtensee haben die Daphnien stark abgenommen, etwas weniger im Neuenburgersee. Ob die Felchen auf diese Veränderungen reagieren, werden die nächsten Jahre zeigen.



Larven von Ruderfusskrebsen [Nauplien]

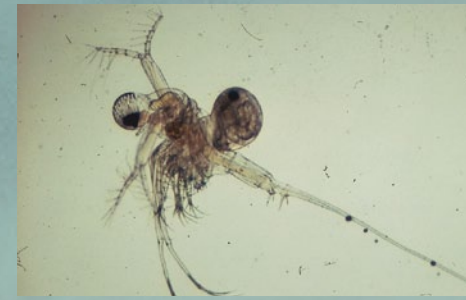




Blattfusskrebs [ *Bosmina* ]

Ebenfalls abgenommen haben die zu den Blattfusskrebsen zählenden Bosminiden. Im Thuner- und Murtensee sind sie weitgehend verschwunden und im Bielersee sind sie stark zurückgegangen.

Seit Jahren stabil sind die Dichten von *Eudiaptomus gracilis*, welcher der Gruppe der Ruderfusskrebse angehört. Diese Art greift sich ihre Nahrung, im Gegensatz zu den Daphnien, gezielt. Neben diesen beiden herbivoren (Pflanzen fressenden) Formen finden wir in den Jurarandseen aber auch karnivore (räuberische) Arten.



◀ Fast 1 cm lang wird der Langschwanzkrebs *Bythotrephes longimanus*. Diesen grossen, räuberischen Blattfusskrebs finden wir in mittleren Dichten nur noch im Neuenburgersee und Thunersee aber nicht mehr im Murtensee und Brienzensee. Im Bielersee tritt er, im Gegensatz zu den 1990er-Jahren, nur noch ganz selten auf.



◀ Als typischer Vertreter der räuberischen Ruderfusskrebse ist *Cyclops vicinus* - hier ein Weibchen mit Eiern - in allen drei Jurarandseen anzutreffen, ist aber in den letzten Jahren stark zurückgegangen. Da *C. vicinus* algenreiche und damit produktive Seen bevorzugt, kann dieser Rückgang als positives Zeichen für eine tendenziell abnehmende Nährstoffbelastung interpretiert werden.



## Die Seen verändern sich

Ausser im Murtensee hat sich die Algenzusammensetzung seit Beginn der Messperiode mehr oder weniger stark verändert. Einst allgegenwärtige Algen wurden seltener, andere wurden häufiger oder tauchten sogar neu auf. Dieselbe Entwicklung lässt sich auch bei den Kleinkrebschen des Zooplanktons beobachten.

Im Gegensatz zum Brienersee, wo die Gesamtbiomasse des Phytoplanktons abgenommen hat, sind die Gesamtbiomassen der Algen in den Jurarandseen ungefähr konstant geblieben. Diejenige der Kleinkrebse hat hingegen, mit Ausnahme des Bielersees, leicht abgenommen.

Ausser beim Brienersee, und dort sehr stark, wurde bei den anderen Seen noch keine Tendenz zu einem Rückgang der Fischfangerträge festgestellt. Allerdings dürfte die Entwicklung langfristig in diese Richtung gehen.







## Wir sind auf dem richtigen Weg

Seit den 1980er-Jahren sind die Nährstoffeinträge in die Seen stark zurückgegangen. Dies dank grosser Anstrengungen im Gewässerschutz. Die Phosphoreinträge in die Fliessgewässer im Einzugsgebiet der Seen sind jedoch nach wie vor zu hoch. Verursacht durch übermässiges Algenwachstum, treten in den Sommermonaten im Bieler- und Murtensee noch regelmässig lebensfeindliche, sauerstofflose Zonen in der Tiefe auf. Es sind weitere Massnahmen zur Phosphor-Reduktion nötig, insbesondere im Bereich der Siedlungsentwässerung bei Regenereignissen und beim diffusen Eintrag aus der Landwirtschaft.

Als Erfolgskontrolle für die getroffenen Massnahmen werden die drei kantonalen Gewässerschutzfachstellen die chemische und biologische Überwachung der Seen, und damit ebenfalls die Untersuchung des Planktons, auch in Zukunft weiterführen.

- ◀ Die Einzugsgebiete der 3 Jurarandseen hängen zusammen. So entwässert der Murtensee in den Neuenburgersee, dessen Wasser in den Bielersee fliesst. Ebenfalls in den Bielersee entwässern die Einzugsgebiete des oberliegenden Briener- und Thunersees. Die Gesamtfläche der Einzugsgebiete beträgt rund 8'200 km<sup>2</sup>.







Neuenburgersee

## Impressum

### Herausgeber:

AWA Amt für Wasser und Abfall, Bern  
Gewässer- und Bodenschutzlabor GBL  
AfU Amt für Umwelt, Freiburg  
SCPE Service de l'énergie et de l'environnement, Neuchâtel

### Autoren:

Katrin Guthruf, AWA Bern  
Berta Pokorni, Auvernier  
Markus Zeh, AWA Bern

### Fachbearbeitung:

H. Berner, Lenzburg  
K. Guthruf, AWA Bern  
V. Maurer, HYDRA, Oppligen  
B. Pokorni, Auvernier  
F. Straub, PhycoEco, La-Chaux-de-Fonds  
D. Zbären, Bern

### Fotos:

Mikroskopische Aufnahmen vom Phytoplankton:  
K. Guthruf, D. Zbären  
Fotos Zooplankton:  
Eawag (D. Steiner, Ch. Rellstab)

### Übersetzung:

Berta Pokorni, Auvernier  
Bureau atena atelier nature, M. Magnin, Fribourg

### Gestaltung und Layout:

Stéphane Schüler | Fruitcake | [www.fruitcake.ch](http://www.fruitcake.ch)

Diese Broschüre sowie der detaillierte Fachbericht (März 2009)  
können als pdf heruntergeladen werden auf [www.die3seen.ch](http://www.die3seen.ch)

