

# 4waldstättersee.



## Liebe Leserin, lieber Leser

Am Vierwaldstättersee berühren sich zwei Landschaftsräume – die Alpen und das schweizerische Mittelland. Der Alpensalamander ist hier ebenso zuhause wie der Teichmolch; Feigenbäume wachsen im milden Föhnklima, während sich im Wasser die Armelechteralgen wiegen.

Ökologisch besonders wertvoll sind Flachufer. Letztes Jahr wurde bei Stansstad eine solche Flachuferzone revitalisiert. Sie lädt nun auch Spaziergänger und Erholungssuchende zum Verweilen ein (siehe Beitrag auf Seite 2).

Den Lebensraum von Tieren und Pflanzen zu erhalten und den ökologischen Zustand dieses Lebensraums zu verbessern ist eine von vielen Aufgaben des Gewässerschutzes. Die Aufsichtskommission Vierwaldstättersee wird diese Aufgabe weiterhin mit Engagement wahrnehmen.



Barbara Bär  
Regierungsrätin des Kantons Uri

## Elixier für 80'000 Menschen Trinkwasser aus dem Vierwaldstättersee

**Rund 80'000 Menschen werden mit Trinkwasser aus dem Vierwaldstättersee versorgt, welches eine hervorragende Qualität hat. Bei der Aufbereitung gilt das Augenmerk unter anderem der Frage, wie sich die Nutzung des Seewassers zu Wärme- und Kühlzwecken künftig auf die Qualität des Trinkwassers auswirkt.**

Das Seewasser wird in 350 Meter Entfernung vom Ufer und 42 Meter unter dem Wasserspiegel entnommen und ins Seewasserwerk Kreuzbuch gepumpt. Dort wird das Wasser mit Ozon entkeimt und mit Aktivkohle sowie Quarzsand filtriert, bevor es zu den Verbrauchern gelangt. Das sind insgesamt 80'000 Menschen – alleine in der Stadt Luzern rund die Hälfte der knapp 84'000 Einwohnerinnen und Einwohner.

Früher ging es bei der Aufbereitung von Trinkwasser vor allem darum, den Gehalt von Phosphor, Plankton und mikrobiologischen Keimen zu minimieren. Diesbezüglich hat das Wasser des Vierwaldstättersees heute eine hervorragende Qualität, so dass es – verglichen mit dem Wasser anderer Schweizer Seen – mit relativ geringem Aufwand für Trinkwasserzwecke aufbereitet werden kann. Die Herausforderungen der Zukunft sind die sogenannten Mikroverunreinigungen (Inhaltsstoffe von Medikamenten, Reinigungsmitteln usw.) sowie mögliche Veränderungen der Wassereigenschaften infolge der Seewassernutzung zu Wärme- und/oder Kühlzwecken.

Claudio Ganassi, energie wasser luzern (ewl)  
claudio.ganassi@ewl-luzern.ch

### Auch in dieser Nummer:

- Revitalisierung von Uferzonen: Das Beispiel Garnhänki 2
- Wellenatlas: Neu auch für den Vierwaldstättersee 4
- Algen: Von Schwebehilfen und Armelechtern 5

# Wo Mensch und Natur profitieren

## Revitalisierung von Uferzonen am Vierwaldstättersee

**Flachufer, ein wichtiger Lebensraum für Tiere und Pflanzen, sind am Vierwaldstättersee selten geworden. Erfreulicherweise wurde letztes Jahr eine Flachuferzone bei Stansstad revitalisiert. Sie lädt nun auch Spaziergänger und Erholungsuchende zum Verweilen ein.**

Die Ufer des Vierwaldstättersees sind heute grösstenteils durch Verbauungen beeinträchtigt. In den 1930er Jahren begann man Land für Siedlung und Landwirtschaft zu gewinnen, indem man hauptsächlich flache Uferzonen aufschüttete und Ufermauern baute. Dadurch wurden die Flachuferbereiche am See vielerorts zerstört. Heute beschränken sich diese auf einige wenige Kilometer, vorwiegend im Bereich von Bach- und Flussmündungen.

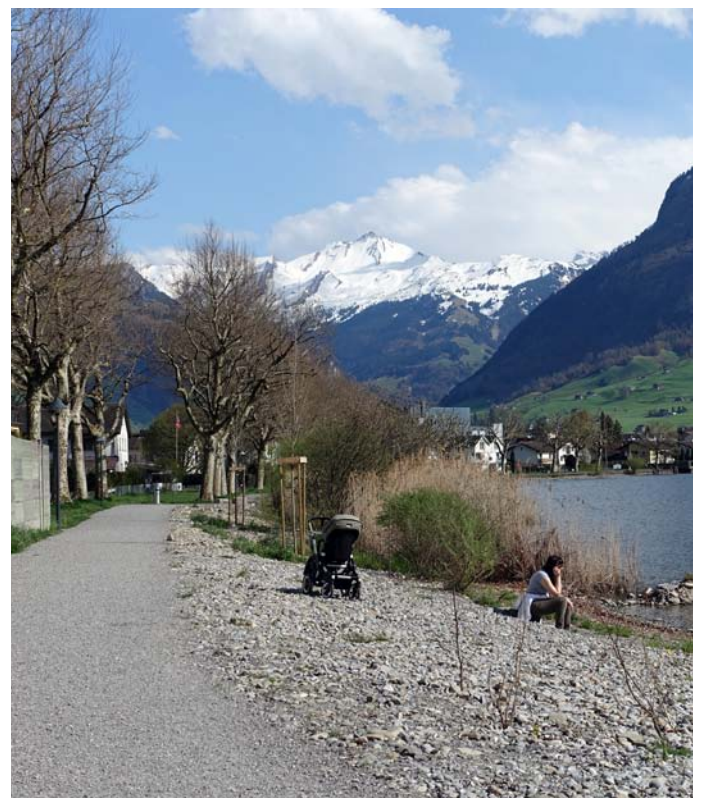
Schutz und Erhaltung der bestehenden Gebiete haben einen hohen Stellenwert. Aber auch die Aufwertung von beeinträchtigten Uferabschnitten ist wichtig, um ihre ökologischen Funktionen wiederherzustellen. Besonders wertvoll sind Flachufer mit vorgelagerten Schilfbeständen. Hier, am Übergang zwischen Wasser und Land, liegen optimale Wachstums- und Lebensbedingungen für Wasserpflanzen und Röhricht vor, die wiederum den Lebensraum von Fischen, Vögeln, Amphibien, Insektenlarven und anderen Kleinlebewesen bilden.

Die Uferaufwertung in der Garnhänki (Stansstad) wurde im Rahmen des ökologischen Ausgleichs für den Bau des Kirchenwaldtunnels umgesetzt. Vor den 1940er

Jahren befand sich hier ein grossflächiges Riedgebiet mit einem Gürtel von Schilf- und Schwimmblattpflanzen. Im Zuge des Zweiten Weltkriegs wurde das Ried aufgeschüttet und das Ufer mit einer durchgehenden Mauer verbaut.

Im Frühjahr 2003 startete die erste Revitalisierungs- etappe. Der seeseitige Bereich vor der Ufermauer wurde mit sauberem Ausbruchmaterial aus dem Tunnel geschüttet, so dass eine sanfte Neigung des Ufers zum Seegrund hin entstand. Zusätzlich wurden Schilf und Strauchgruppen gepflanzt.

Die landseitige Fortsetzung der Revitalisierung erfolgte im Frühjahr 2015. Zur Gestaltung von zwei Flachuferbereichen wurden abschnittsweise Ufermauer und -weg komplett abgebrochen, das Terrain abgetragen und eine neue Uferböschung mit einer flachen Neigung von 1:5 bis 1:7 ausgebildet. Den initialen Bewuchs bildeten neben erneut angepflanztem Schilf punktuelle Weidengruppen und einzelne Schwarzerlen. Entlang der Wasseranschlagslinie und an den Böschungen wurden Hochstauden und Ruderalpflanzen angesät. Sitz- und Aufenthaltsgelegenheiten laden Spaziergänger und Erholungsuchende zum Verweilen ein.



Die Garnhänki vor der Revitalisierung (links) und ein Jahr später, im April 2016: Die neue Flachuferzone lädt zum Verweilen ein.



## Win-Win-Situation für Mensch und Natur

Die 2011 vom Bund revidierte Gewässerschutzgesetzgebung verpflichtet die Kantone, für die Revitalisierung der Gewässer und damit auch der Seeufer zu sorgen (vgl. AKV-Infomagazin 2015). In einer strategischen Planung sind dafür bis 2022 die prioritären Uferbereiche, die sich für eine zukünftige Aufwertung eignen, festzulegen und im Anschluss daran konkrete Massnahmen umzusetzen.



Die gelungene Aufwertung von Seeufern wie in der Garnhänki findet eine gute Akzeptanz vor allem bei Erholungsuchenden. Mensch und Natur können gleichermaßen profitieren. Die Aufwertung der Seeufer ist daher vordergründig nicht als gesetzliche Pflicht, sondern als Chance für einen natürlicheren Lebensraum und dessen Nutzung durch den Menschen zu verstehen.

**Eva Schager, Amt für Umwelt Nidwalden**  
eva.schager@nw.ch



*Vor der Revitalisierung (links) und ein Jahr später: Die Uferverbauungen und der asphaltierte Weg wurden abgebrochen und durch eine flache Böschung ersetzt.*

## Seekarte wird interaktiv

**Die interkantonale Schifffahrtskommission Vierwaldstättersee hat ihre beliebte Seekarte neu als App für Smartphones und Tablets lanciert.**

Die Karte «Ahoi» enthält alles, was Wassersportlerinnen und Seeliebhaber wissen müssen: Häfen und ihre Infrastruktur, Anlegestellen, Gästeplätze sowie die wichtigsten Sperr-, Natur- und Wasserschutzzonen. Verzeichnet sind ausserdem jene Zonen, in denen Sportarten wie z.B. Kitesurfing erlaubt sind. Bilder von markanten Orientierungspunkten ermöglichen zusammen mit der Kompassfunktion auch offline eine Navigation auf Sicht.

Die neue App «Vierwaldstättersee» wird für iOS (Version 7.0 oder höher) und Android (Version 4.0.3 oder höher) angeboten. Der Download ist kostenlos.



# Wellen, Wind und Wiederkehr

## Atlas mit maximalen Wellenhöhen neu auch für den Vierwaldstättersee

Seit letztem Jahr gibt es für den Vierwaldstättersee einen digitalen Wellenatlas. Er zeigt für jede Wellenrichtung und für verschiedene Wiederkehrperioden die maximalen Wellenhöhen. Der Atlas dient Behörden und Ingenieurbüros bei der Planung von Uferbauten und bei der Aufwertung von Uferlebensräumen.

Wer in der Nähe des Vierwaldstättersees wohnt, kennt bestimmt die drei häufigsten Windszenarien: Bise, Westwind und Föhn. Die Bise beispielsweise befördert Luft aus dem Nordosten Europas nach Mitteleuropa, ist grundsätzlich also ein Nordostwind. Aufgrund der lokalen Topografie aber dreht sie auf der Höhe von Treib zu einem Ostwind und im Urner Becken zu einem Nordwind. Durch die Reibung zwischen Wind und Wasseroberfläche entstehen Wellen. Ihre Richtung wird durch die jeweilige Windrichtung und ebenfalls durch die lokale Topografie bestimmt.

### Wellenhöhen werden berechnet

Die Höhe von Wellen hängt u.a. von Stärke und Dauer des Windes ab. Für den Wellenatlas analysierte man mit Hilfe von meteorologischen Daten der letzten dreissig Jahre, wie oft und wie lange am Vierwaldstättersee Winde aus den verschiedenen Richtungen wehen. Danach simulierte man für jedes Windregime die Wellenrichtung und berechnete für die verschiedenen Wiederkehrperioden die maximalen Wellenhöhen. Die Wiederkehrperiode ist die statistisch betrachtete Häufigkeit eines Ereignisses. Eine Welle mit einer Wiederkehrperiode von 20 Jahren wird alle 20 Jahre einmal erwartet.

### Uferbauten und Uferaufwertung

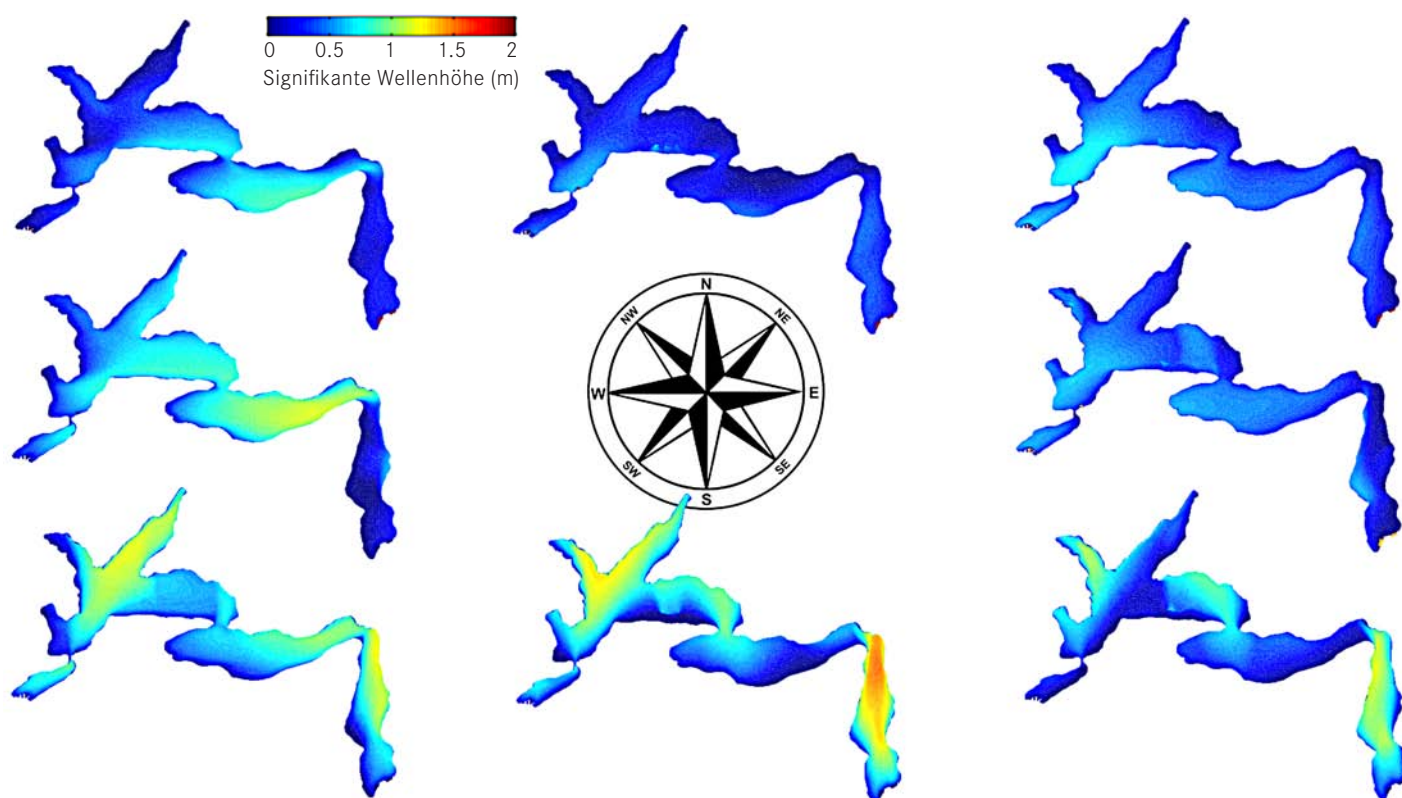
Der Wellenatlas entstand im Auftrag der Aufsichtskommission Vierwaldstättersee und ist in erster Linie eine Informationsquelle für jene Behörden und Büros, die Uferbauten und Uferaufwertungen planen. Mauern und andere Bauwerke sind dem Wellenschlag des Sees ausgesetzt. Der Wellenatlas kann als Grundlage zur Abschätzung des Schadenspotenzials dienen. Der Frage, wie sich dieses Potenzial einheitlich bestimmen lässt, wird sich der Bund in einem Folgeprojekt annehmen.

Der Atlas dient auch dort als Informationsgrundlage, wo Flachufer geschaffen und Schilfbestände gepflanzt werden sollen, um den Lebensraum See aufzuwerten. Anhand der Wellenhöhen können für Flachufer diejenigen Korngrößen festgelegt werden, die dem Wellenschlag standhalten.

Der Wellenatlas ist unter <http://swisslakes.net> einsehbar. Auf der Website finden sich auch die Wellenhöhen von fünf weiteren Schweizer Seen.

Weitere Informationen: [www.4waldstaettersee.ch](http://www.4waldstaettersee.ch) > Projekte > Wellenatlas (mit Schlussbericht vom Mai 2016)

Robert Lovas, Umwelt und Energie Kanton Luzern  
[robert.lovas@lu.ch](mailto:robert.lovas@lu.ch)



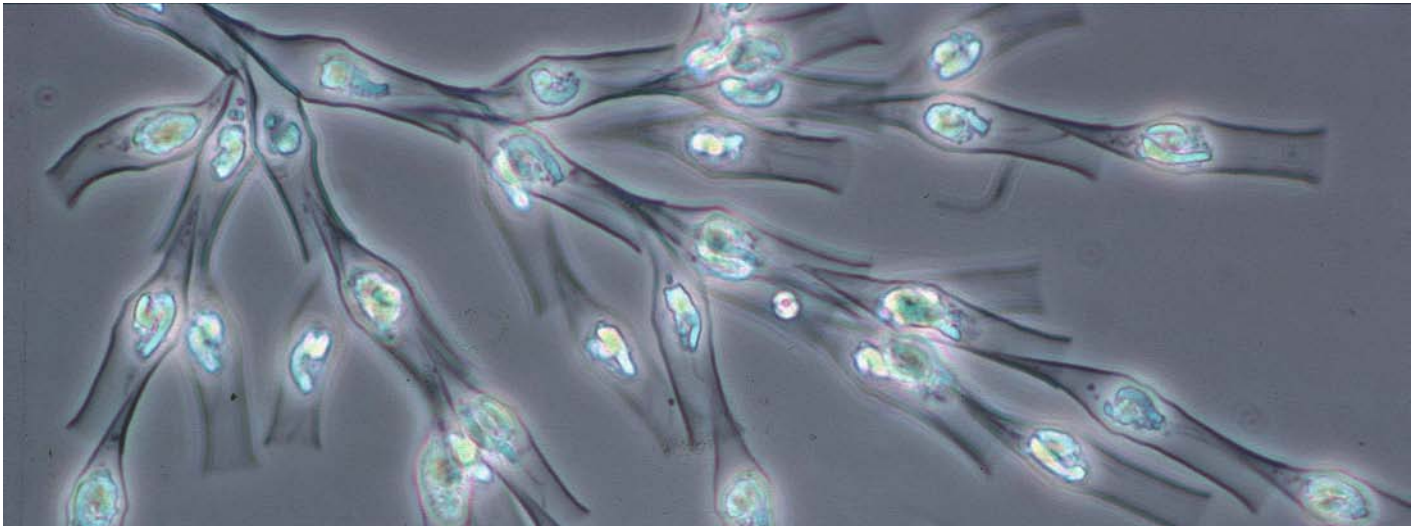
Als Ausbreitungsrichtungen für die Wellen wurden acht gleich grosse Sektoren bestimmt (N, NO, O, SO, S, SW, W und NW) und für jeden Sektor die maximalen Wellenhöhen berechnet. Die Wiederkehrperiode in dieser Abbildung beträgt 30 Jahre.



# Von Schwebehilfen und Armleuchtern

## Algen im Vierwaldstättersee

**Planktonalgen sind mikroskopisch kleine Algen. Was haben sie mit jenen Wasserpflanzen gemeinsam, die uns beim Schwimmen im See die Füße «streicheln»? Ein kurzer Abriss über Algen im Vierwaldstättersee.**



*Goldalge Dinobryon: Die Zellen der Algenkolonie erscheinen unter dem Mikroskop blaugrün.*

Aufgrund ihrer Grösse kann man Algen in zwei Gruppen einteilen. Als Mikroalgen werden die mikroskopisch kleinen Arten bezeichnet, Makro- oder Grossalgen sind dagegen mit blossen Auge erkennbar. Die meisten Grossalgen leben im Meer (Seetang), aber auch im Vierwaldstättersee ist eine Gruppe prominent vertreten (Arملهuchteralgen).

### Ohne Lichtsinn verloren

Planktonalgen schweben frei im Wasser. Sie müssen dafür sorgen, dass sie genügend lange in der Oberflächzone verbleiben, weil nur dort genug Licht vorhanden ist. Dank eines (mitunter als Augenfleck sichtbaren) Lichtsinns sind sie in der Lage, gezielt optimale Lichtverhältnisse für die Photosynthese aufzusuchen und sich im Gewässer in den entsprechenden Tiefen einzuschichten.

Viele Arten sind mit sogenannten Geisseln ausgestattet, fadenförmigen Gebilden, die der Fortbewegung dienen. Die meisten Algenzellen sind schwerer als das verdrängte Wasser und würden in der Tiefe zugrunde gehen, wenn sie das Absinken nicht mit ihren Geisseln verhindern bzw. mit Auftriebshilfen wie Schwebeborsten und Gaseinschlüssen bremsen könnten.

Im Jahresverlauf verändert sich die Temperatur des Vierwaldstättersees. Sie sinkt selten unter 4 Grad Celsius und erreicht in einem warmen Sommer gut 20 Grad. Die Mitteltemperatur der Planktonzone, die rund 20 Meter tief reicht, schwankt im Jahresverlauf durchschnittlich etwas weniger als 10 Grad. Sobald sich das Wasser des Sees erwärmt, sinken die Planktonpartikel schneller, weil warmes Wasser weniger zähflüssig ist als kaltes Wasser. Im Sommer müssen Planktonalgen deshalb ihre Schwebeeigenschaften optimieren.

## Was sind Algen?

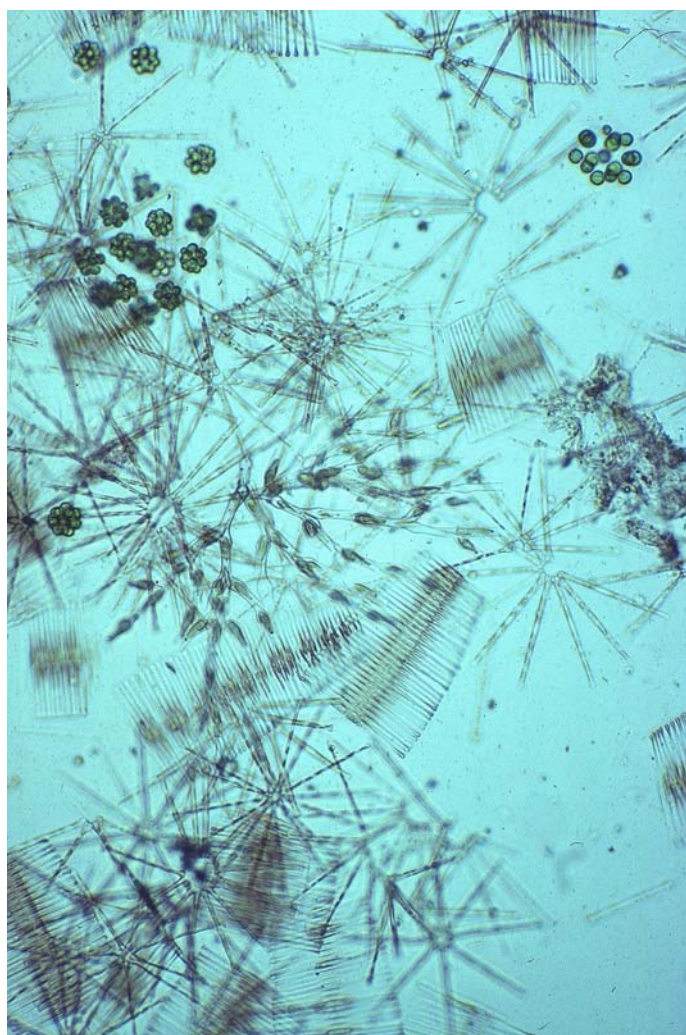
Algen leben im Wasser und betreiben Photosynthese. Ihre Zellen haben einen Zellkern. Zu finden sind Algen hauptsächlich in allen Lebensräumen des Süsswassers und in den lichtdurchdrungenen Schichten der Meere.

Algenzellen schützen sich mit eingelagerten Farbpigmenten gegenseitig vor allzu intensivem Sonnenschein – so wie uns Menschen die Pigmentierung der Haut vor einem Sonnenbrand schützt. Aufgrund der jeweils dominierenden Pigmente hat man die Algen schon früh in Gruppen eingeteilt (Rotalgen, Braunalgen, Goldalgen usw.). Die Farbe allein reicht allerdings nicht aus, um Algenstämme sicher zu bestimmen, weil es zum Beispiel auch grüne oder blaue Rotalgen gibt.

Als eine bedeutende Gruppe haben sich die Kieselalgen mit über 6000 Arten weltweit verbreitet. Ihren deutschen Namen verdanken sie der Zellenhülle, die überwiegend aus Siliziumdioxid besteht, dem Anhydrid der Kieselsäure.

Blualgen zählen trotz ihres Namens nicht zu den Algen, sondern zu den Bakterien. Ihr korrekter Name lautet Cyanobakterien. Wenn sich eine bestimmte Algenart oder die Cyanobakterien plötzlich und massenhaft vermehren, kann sich die Wasseroberfläche je nach Art grün, rot oder blau verfärben, und das Wasser wird trüb und «wolzig». Dieses Phänomen bezeichnet man als Algenblüte.

Von der Temperatur des Wassers hängt natürlich auch das Wachstum des Planktons ab. Trotz der relativ geringen Temperaturschwankungen im Vierwaldstättersee zeigen die Planktongesellschaften der verschiedenen Jahreszeiten ein beinahe gesetzmässiges Auftreten: Zu Beginn des Jahres vermehren sich zunächst viele kleine Einzelzellen. Sie sind das bevorzugte Futter des tierischen Planktons, welches nun überhandnimmt und im Mai bis Juli maximale Biomassen erreicht. So wie auf einer intensiv bewirtschafteten Weide die zarten wohl-schmeckenden Pflanzen zuerst gefressen werden und die Disteln und Dornensträucher zurückbleiben, prägen die verschmähten sparrigen Algenkolonien im Sommer den Vierwaldstättersee. Wenn der See sich im Herbst abkühlt, überleben nur noch jene Arten, die sich dank Eigenbeweglichkeit oder Auftriebsmechanismen gegen das Absinken wehren können.



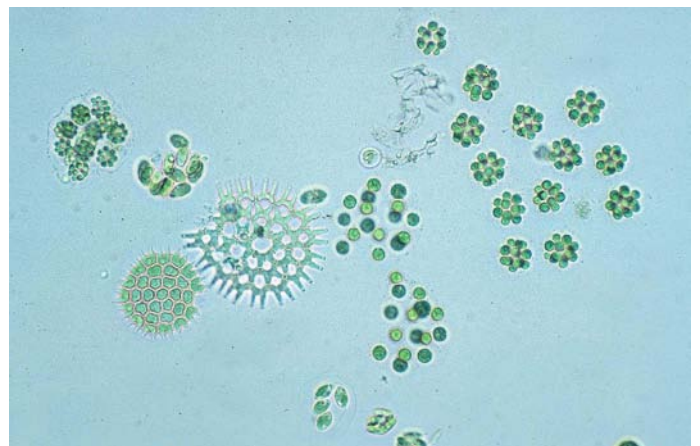
Ästhetische Wunderwelt: Die zarten Nadeln, Sterne und Platten (hier von Kieselalgen) können als Schwebehilfen interpretiert werden.

## Armleuchteralgen bilden Polster

Neben den im Wasser frei schwebenden gibt es auch festsitzende Algen, zum Beispiel die Armleuchteralgen – jene Gruppe von Wasserpflanzen, welche die Unterwasservegetation im Vierwaldstättersee mit einem Anteil von rund 75 Prozent dominiert. Ihren Namen verdankt sie wohl der kronleuchterartigen Verzweigung ihres Vegetationskörpers. Typisch ist auch die Sprödigkeit der Stängel, die vom biogen abgelagerten Kalk verursacht wird.

Armleuchteralgen bilden am Boden des Vierwaldstättersees ausgedehnte und dichte Polster. Da sie nur in Gewässern mit relativ tiefem Nährstoffgehalt vorkommen, sind sie ein Zeiger dafür, dass es dem Ökosystem Vierwaldstättersee gut geht.

Natalie Kamber, Luzern, [natalie.kamber@lu.ch](mailto:natalie.kamber@lu.ch)  
Hansrudolf Bürgi, Uster, [hbuergi@gmail.com](mailto:hbuergi@gmail.com)



Grünalgen im Sommer: Damit sie als Futter verschmäht werden, bilden viele Algen sparrige Kolonien, so dass sie nicht mehr in die Mundöffnung der Tiere passen. Sparrig sind auf dem Bild zum Beispiel die zwei Arten von *Pediastrum* bei acht Uhr.



Armleuchteralge Chara: Sie pflanzt sich fort mittels kompliziert gebauter Samenknospen (orange Punkte) und Einknospen («Tönchen»).

## Impressum

**Herausgeberin:** Aufsichtskommission Vierwaldstättersee (AKV)

**Redaktion:**

Melanie Hodel, Amt für Landwirtschaft und Umwelt Obwalden  
Alexander Imhof, Amt für Umweltschutz Uri  
Natalie Kamber, Umwelt und Energie Kanton Luzern

**Grafik:** Grafikatelier Thomas Küng, Luzern

**Auflage:** 51 000 Exemplare, ISSN 1663 5493

**Bilder:** uwe (S. 1); AfU Nidwalden (S. 2f.); EAWAG, H. Bachmann und HR. Bürgi (S. 5f.)

**Bezug:**

Uri, Tel. 041 875 24 30, [afu@ur.ch](mailto:afu@ur.ch)  
Schwyz, Tel. 041 819 20 35, [afu@sz.ch](mailto:afu@sz.ch)  
Obwalden, Tel. 041 666 63 27, [umwelt@ow.ch](mailto:umwelt@ow.ch)  
Nidwalden, Tel. 041 618 75 04, [afu@nw.ch](mailto:afu@nw.ch)  
Luzern, Tel. 041 228 60 60, [uwe@lu.ch](mailto:uwe@lu.ch)