



Ökologisches Monitoring Berner Kleinseen

Zustand des Oeschinensees

Der Oeschinensee ist ein wertvoller Lebensraum für Pflanzen und Tiere sowie ein Bade- und Fischereigewässer. Er ist nährstoffarm, naturnah und weist daher einen sehr guten ökologischen Zustand auf. Die gesetzlichen Anforderungen bezüglich Sauerstoff- und Nährstoffgehalt werden erfüllt. Mikroverunreinigungen wurden sowohl in geringer Anzahl als auch in geringen Konzentrationen nachgewiesen. Darunter waren das Biozid DEET und Stoffe aus häuslichem Abwasser, die hauptsächlich im Sommer auftreten; es besteht jedoch kein erkennbares Risiko.



Monitoring des Oeschinensees

Der Oeschinensee ist ein typischer Alpensee, der seit dem Jahr 2013 Teil des kantonalen Kleinseen-Monitorings ist (siehe Box). Das Monitoring findet alle 10 Jahre statt und wurde zuletzt im Jahr 2023 wiederholt. Um die jahreszeitliche Entwicklung grob zu erfassen, wurden Proben im Frühjahr (soweit es die Eisdecke zulässt) sowie im Sommer (x2) und Herbst entnommen.

Da kleine stehende Gewässer im Verlauf eines Jahres bezüglich Nährstoffeintrag, Temperaturverhältnissen und Algenproduktion stark variieren können, kann mit der geringen Probenanzahl nicht die ganze Dynamik dieses Ökosystems erfasst werden. Die Daten sind jedoch ausreichend, um eine Beurteilung des Gewässers vorzunehmen. Der vorliegende Bericht gibt

einen Überblick über die Zustandsentwicklung des Oeschinensees in den letzten 10 Jahren.

Kleinseen-Monitoring

Das Kleinseen-Monitoring im Kanton Bern wurde in den Jahren 1993, 2003, 2013 und zuletzt im Jahr 2023 durchgeführt. Alle 10 Jahre wurden in einer repräsentativen Auswahl von 10 Seen bis zu 4-mal pro Jahr Proben genommen, um deren Entwicklung zu erfassen. An der tiefsten Stelle jedes Sees wurden Tiefenprofile für physikalische Parameter (z.B. Temperatur, Sauerstoff) sowie chemische (z.B. Nährstoffgehalt, Mikroverunreinigungen) und biologische Proben (Plankton) untersucht. Zusätzlich zu diesem regelmässigen Überwachungsprogramm wurden im Juni 2023 Umwelt-DNA-Proben (eDNA) entnommen, um einen groben Überblick über die Artenvielfalt in jedem See zu erhalten. Weitere Informationen unter:

www.be.ch/gewaesserqualitaet



Allgemeines

Der Oeschinensee liegt in der Gemeinde Kandersteg im Berner Oberland, unterhalb des Blüemlisalphorns. Auf knapp 1'600 Metern über Meer eingebettet in eine alpine Landschaft, gehört er seit 2007 zum erweiterten UNESCO-Weltnaturerbe „Schweizer Alpen Jungfrau-Aletsch“, das für seine eindrucksvollen Gletscherlandschaften und

Eckdaten zum See und Einzugsgebiet

A

Einzugsgebiet [ha]	2'208
Höhe des Seespiegel [m.ü.M.]	1'578
Seefläche [ha]	114
Maximale Seetiefe [m]	56
Volumen [m³]	37'422'336

geologische Dynamik international bekannt ist. Teile des Einzugsgebiets des Sees wurden bereits 1944 als kantonales Naturschutzgebiet ausgewiesen. Wasser aus Quellen des Oeschinensees werden durch die Trinkwasserversorgung Kandersteg genutzt. Aufgrund seines naturnahen Zustands dient der Oeschinensee als «Referenzsee» im Kleinseen-Monitoring.

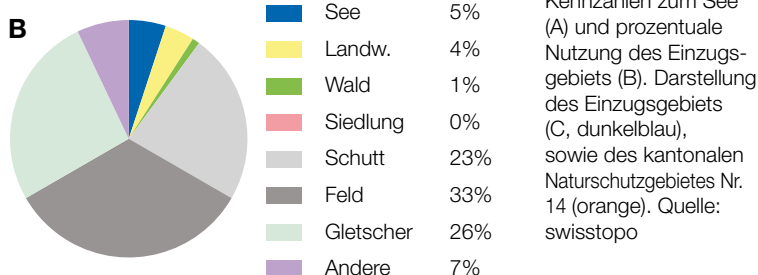
Der See ist maximal 56 Meter tiefe und mit einer Fläche von 114 Hektaren ein relativ grosser Kleinsee der Region. Der Wasserstand des Sees schwankt im Laufe des Jahres um etwa ± 15 Meter, was in erster Linie darauf zurückzuführen ist, dass der See auf Grund- und Schmelzwasser angewiesen ist, um sich aufzufüllen.

Das Einzugsgebiet - also die Landschaft, aus der Wasser in den See gelangt - prägt die physikalisch-chemischen Eigenschaften und hat einen erheblichen Einfluss auf die Wasserqualität. Charakteristisch für das Einzugsgebiet des Oeschinensees sind Flächen aus Felsen, Schutt und Gletschern. Seine Entstehung verdankt der Oeschinensee Felsstürzen. Der Steinschutt ist durchlässig, so dass der Seeabfluss normalerweise unterirdisch entwässert, und sich erst weiter unten der Öschibach bildet. Mehrere Zuflüsse bringen Wasser in den See und führen auf ihrem Weg vermutlich eine geringe Menge externer, bioverfügbarer Nährstoffe mit sich - wobei der Bergli-bach den grössten Beitrag leistet.

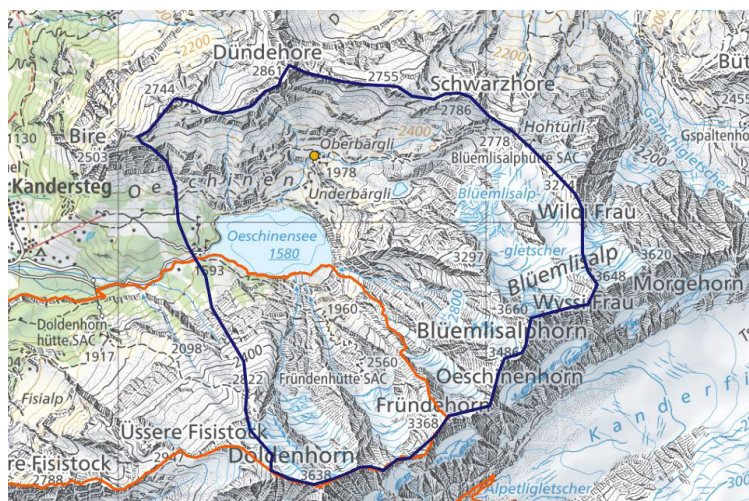
Nährstoffgehalte

In See-Ökosystemen regulieren die beiden Nährstoffe Phosphor und Stickstoff das Wachstum von Pflanzen und Algen, welche die Basis des Nahrungsnetzes bilden. Hohe Einträge dieser Nährstoffe führen zu einer übermässigen Bildung von Algen und zu einer Verschlechterung der Gewässerqualität. Dieser Prozess wird als Eutrophie-

B



C



ung bezeichnet. Die Gewässerschutzverordnung gibt vor, dass ein gesundes Ökosystem ohne schädliche Auswirkungen der Eutrophierung, wie Sauerstoffmangel, erhalten werden soll. Dazu ist festgelegt, dass «der Nährstoffgehalt höchstens eine mittlere Produktion von Biomasse zulassen darf; besondere natürliche Verhältnisse bleiben vorbehalten» (GSchV, Anh. 2, Ziff. 13.2).

Der trophische Zustand eines Sees beschreibt, wie nährstoffreich und produktiv er ist - und damit auch, wie gut er als gesundes und vielfältiges Ökosystem funktionieren kann. Zur Bestimmung werden mehrere Indikatoren herangezogen - insbesondere der Phosphorgehalt, der meist das Algenwachstum limitiert, aber auch die Wasserklarheit (Sichttiefe), die Tempe-

raturentwicklung und die Algenbiomasse. Basierend auf diesen Indikatoren reicht die Klassifizierung von oligotroph für nährstoffarme, über mesotroph für mässig nährstoffreiche, und eutroph für nährstoffreiche, bis hypertroph für extrem mit Nährstoffen belastete Seen. Ein Vergleich zwischen dem natürlichen Zustand - ohne oder mit minimaler menschlicher Beeinflussung - und dem aktuellen trophischen Zustand gibt Hinweise auf das Ausmass der anthropogenen Eutrophierung. Unter anderem führen Siedlungsentwicklung, Abholzung, landwirtschaftliche Düngung, Drainagen, Abwassereinleitungen, Hochwasserentlastungen und künstliche Seeabsenkungen zu verstärkten Nährstoffeinträgen und können die Produktivität des Sees über das natürliche Mass hinaus erhöhen.

Trophischer Zustand

natürlicher Zustand

oligotroph	mesotroph	eutroph	polytroph	hypertroph
nährstoffarm	mässig nährstoffreich	nährstoffreich	sehr nährstoffreich	übermässig nährstoffreich

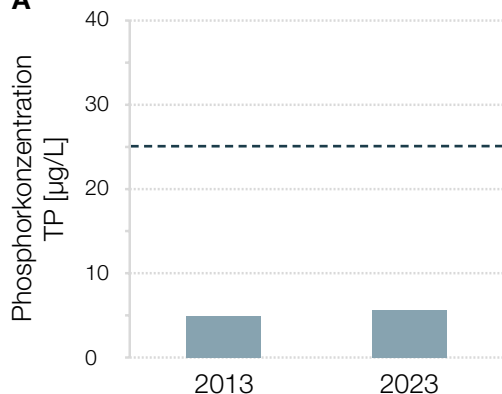
aktueller Zustand

Trophische Skala für Seen mit Angabe des natürlichen Zustands und des aktuellen Zustands. Je stärker die anthropogenen Einflüsse sind, desto mehr weichen die Zustände voneinander ab.

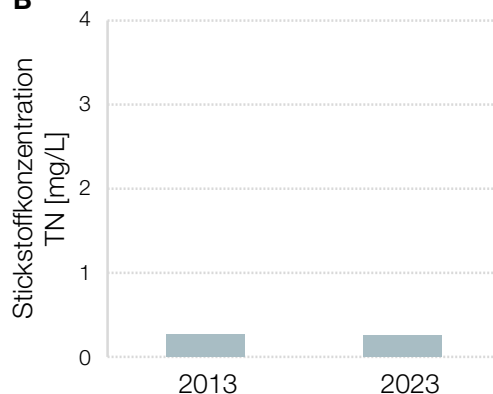
mittels LAWA 2014), heute noch in einem nährstoffarmen, oligotrophen Zustand. Da keine trophische Verschiebung feststellbar ist, befindet sich der See in seinem natürlichen Zustand.

Entwicklung der Nährstoffe

A



B



Phosphor- (A) und Stickstoffentwicklung (B). Durchschnittliche Konzentration des gesamten Seevolumens. Die horizontale Linie stellt die Zielkonzentration für Phosphor (25 µg/L) dar, die ein natürlicherweise oligo- bis mesotropher See nicht überschreiten sollte.

Im Oeschinensee wurde über einen Zeitraum von 10 Jahren im Rahmen des Kleinseen-Monitorings keine deutliche Veränderung der Nährstoffkonzentrationen von Stickstoff und Phosphor festgestellt. Die wasserchemischen Daten weisen auf einen insgesamt stabilen und nährstoffarmen Zustand des Sees hin. Die Phosphorkonzentration liegt in beiden Untersuchungsjahren deutlich unter der allgemeinen Zielkonzentration, welche die Produktivität natürlicherweise oligo- bis mesotropher Seen auf ein mässiges Niveau begrenzen soll. Dieser Zustand lässt sich auf das kaum belastete Einzugsgebiet zurückführen.

Der Oeschinensee hat natürlicherweise einen niedrigen Nährstoffgehalt und lag deswegen ursprünglich im oligotrophen Bereich (Referenzwert, LAWA 1998). Aufgrund der weiterhin geringen anthropogenen Nährstoffbelastung befindet es sich, basierend auf der aktuellen Bewertung im Rahmen des Monitorings (Berechnung

Sauerstoff & Temperatur

Der Oeschinensee und ähnlich tiefe Seen durchlaufen im Jahresverlauf Phasen der Durchmischung (Zirkulation) und der Schichtung (Stagnation). Im Oeschinensee tritt die Zirkulation nach der Eisschmelze und vor der Eisbildung auf, wenn die Wassertemperatur von der Oberfläche bis zum Grund einheitlich ist. In dieser Zeit werden Sauerstoff und Nährstoffe zwischen Oberflächen- und Tiefenwasser ausgetauscht, wodurch ihre Konzentrationen über die gesamte Wassersäule relativ ähnlich sind.

Im Winter und Sommer, wenn sich die Wassertemperaturen zwischen Oberfläche und Tiefenwasser deutlich unterscheiden, sind die Wassermassen aufgrund der unterschiedlichen Dichte weitgehend voneinander getrennt - der See befindet sich in der Stagnationsphase, die während der warmen Sommermonate besonders ausgeprägt ist. In der oberen Wasserschicht

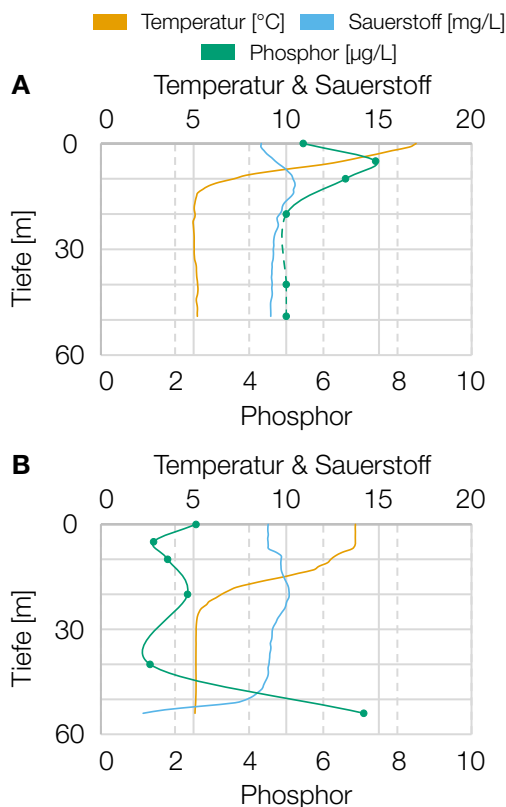
kommen Mikroalgen vor, die während ihres Wachstums Nährstoffe aufnehmen und mittels Photosynthese Sauerstoff produzieren. Ihre Wachstumsrate ist im Sommer höher, wodurch die oberflächenschicht mit Sauerstoff gesättigt wird, und die Nährstoffkonzentrationen sinken. In den tieferen Wasserschichten hingegen wird abgestorbenes organisches Material - wie Plankton und Algen - durch Bakterien abgebaut. Dabei wird Sauerstoff verbraucht (Sauerstoffzehrung) und gleichzeitig werden Nährstoffe wie Phosphat und Ammonium an das umgebende Wasser abgegeben - was typischerweise zu einem vertikalen Gradienten mit zunehmender Nährstoffkonzentration und abnehmendem Sauerstoffgehalt gegen den Seegrund hinführt. Aufgrund der geringen Nährstoffverfügbarkeit im Oeschinensee bleibt die Biomasse jedoch klein, womit bei deren Abbau nur wenig Sauerstoff in der Tiefe verbraucht wird. Infolgedessen bleiben die Tiefenprofile von Sauerstoff und Phosphor über die Jahreszeiten hinweg relativ stabil.

Im Oeschinensee wurde beobachtet, dass während der Messungen im Oktober 2023 der Sauerstoffgehalt in den untersten 2-3 Metern den gesetzlichen Grenzwert unterschritt - dasselbe Phänomen wurde auch im Jahr 2013 beobachtet. In der Gewässerschutzverordnung wird spezifiziert, dass der Sauerstoffgehalt im gesamten Seewasser unabhängig von der Jahreszeit mindestens 4 mg/L betragen muss; besondere natürliche Verhältnisse bleiben vorbehalten (GSchV, Anh. 2, Nr. 13.3b). Mögliche Erklärungen sind unterirdische Zuflüsse und/oder seeinterne Rutschungen, welche zu einer Sauerstoffzehrung führen können. Der Sauerstoffrückgang findet im Tiefenwasser in 0.2% des Gesamtvolumens während der Stagnationsphase statt und wird folglich auf natürliche Prozesse zurückgeführt. Deswegen und da der aktuelle Nährstoffzustand dem natürlichen Zustand sehr nahekommt, wird der Seezustand aktuell als sehr gut beurteilt.

Plankton

Plankton bildet die Basis der Seeökosysteme bzw. des Nahrungsnetzes. Phytoplankton (Algen und Cyanobakterien) vermehren sich mit Hilfe von Sonnenlicht und Nährstoffen, während Zooplankton (z. B. Krebstiere und Insektenlarven) sich davon ernährt und wiederum als Nahrung für Fische dient. Phyto- und Zooplankton

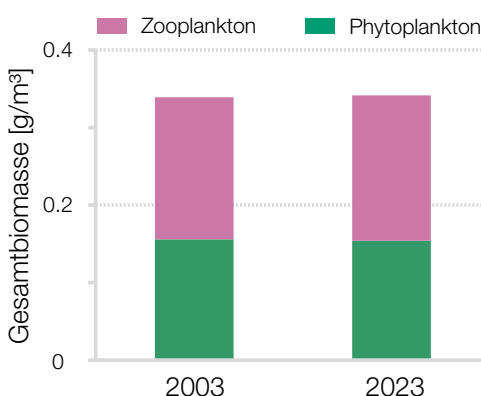
Saisonale Tiefenprofile



Tiefenprofil im Juni (A, während der Zirkulationsphase) und Oktober (B, während der Stagnationsphase) 2023. Dargestellt sind Temperatur und Sauerstoffgehalt (obere Achse) sowie Phosphorgehalt (untere Achse) im Tiefenverlauf.

stehen in enger Wechselwirkung, was zu natürlichen Biomasseschwankungen führt - Biomasse beschreibt die Menge an Leben im See. Die Interpretation von Veränderungen in Planktongemeinschaften ist komplex. Natürliche Schwankungen, kurze Generationszeiten und die dynamische Zusammensetzung der Organismen können zudem je nach Probenahmezeitpunkt variierende Ergebnisse liefern. Dennoch ist die Überwachung unerlässlich, da Plankton empfindlich auf physikalische, chemische und biologische Veränderungen reagiert. Aus diesem Grund und wegen ihrer zentralen ökologischen Rolle werden sowohl Phyto- als auch Zooplankton (Krebstierar-

Entwicklung der Plankton Gesamtbiomasse



Mittlere Gesamtbio-masse des Planktons als Summe des Phyto- und Zooplanktons [g/m³]).

ten) im Rahmen des Kleinseen-Monitorings erfasst.

Im Oeschinensee fällt in beiden Untersuchungsjahren die Gesamtbiomasse des Planktons sehr gering aus. Sie liegt in derselben Grössenordnung wie beispielsweise im Brienersee.

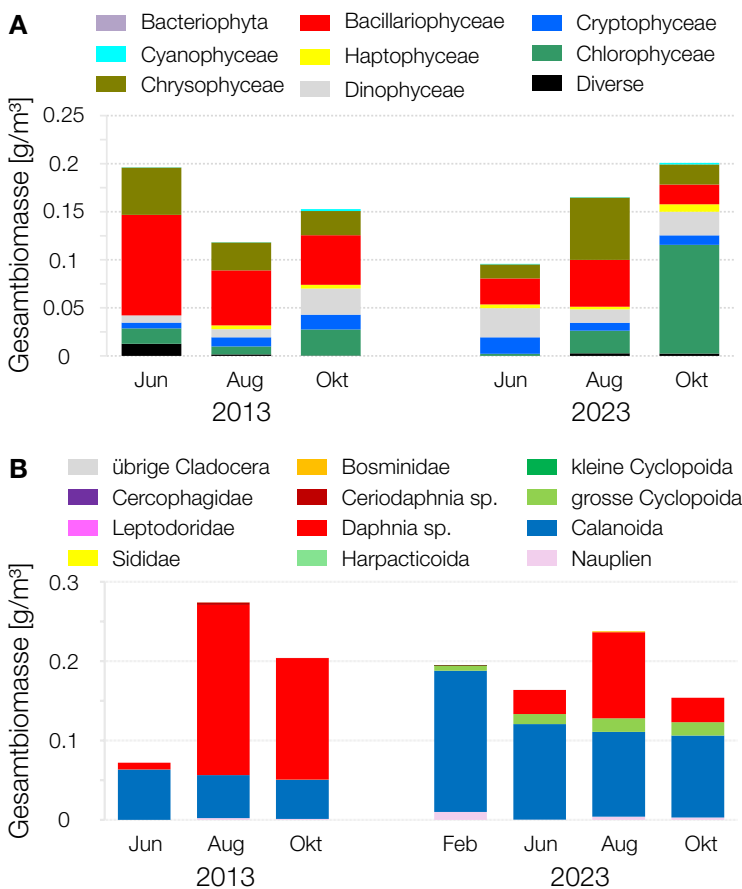
Die Biomasse des Phytoplanktons bleibt zwischen 2013 und 2023 sehr niedrig. Im Vergleich zu 2013 haben Kieselalgen (Bacillariophyceae) und Goldalgen (Chrysophyceae) im Jahr 2023 nicht in jedem Monat die grössten Biomassenanteile. Nun sind auch Panzerflagellaten (Dinophyceae) und besonders Grünalgen (Chlorophyceae) vertreten.

Die Zooplanktonbiomasse bleibt ebenfalls sehr niedrig. Interessant ist, dass die Biomasse im Februar 2023 - unter der Eisdecke - im gleichen Bereich lag, wie im restlichen Jahr. Insgesamt wird die Biomasse des Zooplanktons fast ausschliesslich durch Schwebekrebs (*Eudiaptomus gracilis*, Calanoida) dominiert. Der Hüpferling *Cyclops abyssorum* (Grosse Cyclopodia) trat in den Sommerproben 2023 regelmässig auf, während 2013 nur vereinzelt Jugendstadien der grossen Hüpferlinge beobachtet wurden. Die Wasserföhe (*Daphnia* sp.) waren sowohl 2013 wie auch 2023 präsent. Im Sommer und Herbst 2023 konnten zudem Rädertiere (*Asplanchna* sp.) in grösserer Dichte beobachtet werden (Daten nicht dargestellt).

Neben der Biomasse liefert auch die Zusammensetzung der Planktongemeinschaften wertvolle Hinweise auf den ökologischen Zustand eines Gewässers. Bestimmte Phytoplanktongruppen gelten als Indikatorarten für den Nährstoffgehalt des Wassers. Auch wenn es keine allgemein anerkannten Indikatorarten für Zooplankton gibt, liefern deren Populationsdynamik und Veränderungen in der Gemeinschaftsstruktur wichtige Informationen über Umweltbelastungen wie Nährstoffanreicherung, Sauerstoffmangel oder erhöhten Frassdruck.

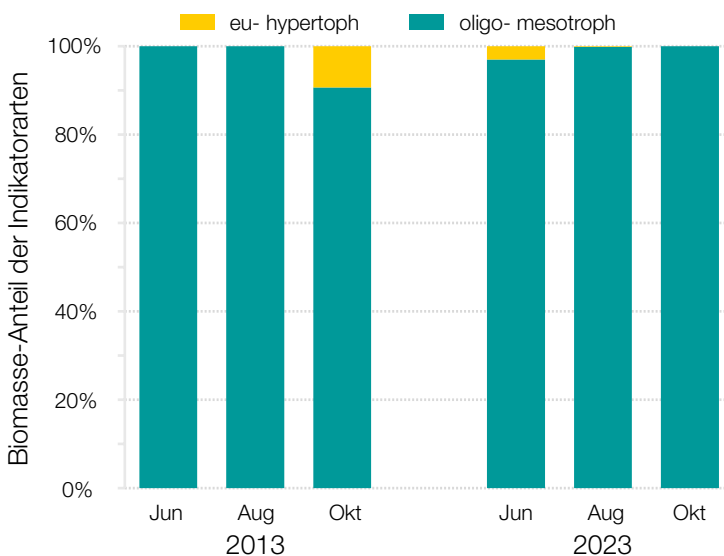
Im Oeschinensee hat die Anzahl der Phytoplankton-Indikatorarten seit 2013 insgesamt leicht zugenommen. Dies betrifft sowohl Indikatorarten für kaum bis mässig gedüngte (oligo-mesotroph), sowie Arten für gedüngte bis stark gedüngte (eu- bis hypertroph) Gewässer (Daten nicht dar-

Entwicklung der Planktonzusammensetzung



Phytoplankton (A) und Zooplankton (B) Biomasse [g/m³] als Summe der beobachteten Arten-Gruppen.

Phytoplankton nach Nährstoffpräferenz



Prozentuale Verteilung der Biomasse der Indikatorarten für verschiedene Trophiestufen des Phytoplanktons (Zuordnung gemäss PTSI Indikatorliste Version 8.0.x, Stand März 2022, gewässer-bewertung-berechnung.de). Gelb = gedüngt bis sehr stark gedüngt, Grün = kaum bis mässig gedüngt.

gestellt). Dennoch ist sowohl die Anzahl als auch die Biomasse der Indikatorarten für kaum bis mässig gedüngte (oligo-mesotroph) Gewässer insgesamt deutlich dominant.

Die Artenzusammensetzung des Zooplanktons ist ebenfalls typisch für einen oligotrophen, nährstoffarmen See. Bei den Blattfusskrebse (Cladocera wie *Daphnia sp.*, *Ceriodaphnia sp.*, Bosminidae, Sidae) war die für oligotrophe Gewässer typische Wasserfloh-Art *Daphnia longispina/rosea* vorherrschend.

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass die Plankton-Untersuchungen von 2023 den sehr guten ökologischen Zustand des Oeschinensees bestätigen. Die Planktongemeinschaften und Artenzusammensetzung entsprechen einem nährstoffarmen, naturnahen Bergsee ohne Anzeichen einer Verschlechterung seit der letzten Untersuchung im Jahr 2013.

Umwelt DNA (eDNA)

Organismen hinterlassen in ihrer Umwelt (Luft, Boden, Wasser) nachweisbare Spuren in Form von DNA-Fragmenten. Diese DNA wird als Umwelt-DNA (engl. Environmental DNA, kurz eDNA) bezeichnet. Die erstmals im Rahmen des Monitorings entnommenen eDNA-Wasserproben wurden auf verschiedene Artengruppen (Fische, Eukaryoten/Insekten, Weichtiere und Amphibien) untersucht, um einen Einblick in die Artenvielfalt des untersuchten Gewässers zu erhalten (ohne Anspruch auf Vollständigkeit).

Im Oeschinensee wurde mittels eDNA die niedrigste Diversität unter den untersuchten Kleinseen festgestellt. Dies ist einerseits nicht verwunderlich, da es sich um einen nährstoffarmen See mit wenig Plankton (siehe oben) handelt. Andererseits kann es sein, dass DNA aufgrund der beeinträchtigten Probenqualität (Inhibition) nicht detektiert werden konnte. Dennoch wurde die meiste DNA von Amphibien im Oeschinensee gefunden, die der Erdkröte (*Bufo bufo*) zugeordnet wurde. Erdkröten sind in der Schweiz weit verbreitet. Da Erdkröten im Frühjahr ihre Laichschnüre in Gewässern ablegen und sich dann als Kaulquappen in stehenden Gewässern aufhalten bis zum Landgang ca. im Juni (abhängig von der Höhenlage), könnte dies die hohe Menge an DNA-Nachweisen erklären. Zusätz-

lich konnte die DNA vom Hausrind nachgewiesen werden, welche über das Land eingetragen wurde.

Mikroverunreinigungen

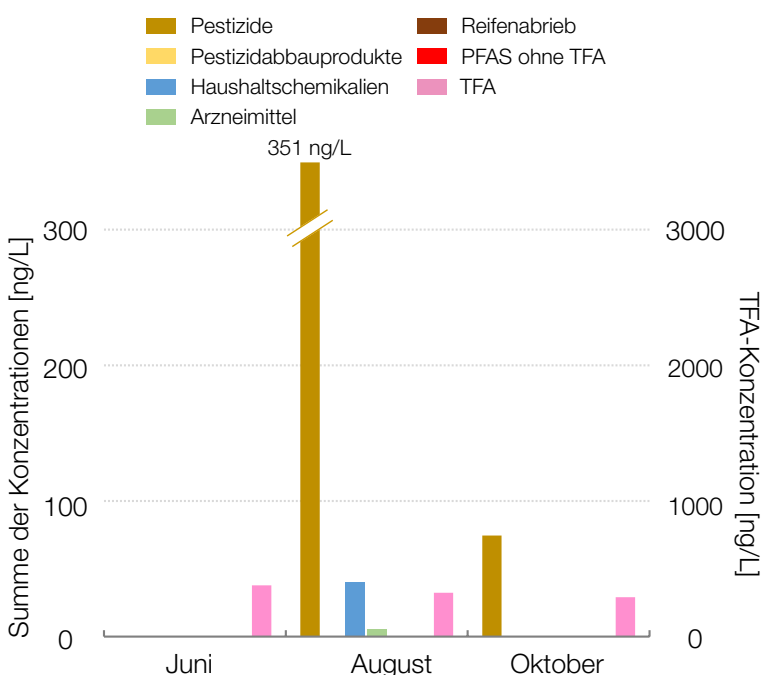
Mikroverunreinigungen sind chemische Spurenstoffe, die in den Gewässern in sehr tiefen Konzentrationen (Mikrogramm pro Liter oder tiefer) vorkommen. Trotz ihrer geringen Konzentration können einige Stoffe negative Auswirkungen auf aquatische Lebewesen haben. Bestimmte Substanzen sind schwer oder nicht abbaubar und problematisch, da sie in der Umwelt angereichert werden. Mikroverunreinigungen gelangen über Punktquellen (z.B. Kläranlagen, Entlastungen der Kanalisation bei Regen) und diffuse Quellen (z.B. Landwirtschaft, Deponien oder Altlasten) in die Gewässer und können in ihrer ursprünglichen Form als Ausgangssubstanzen oder in abgewandelter Form als Abbauprodukte vorkommen. Im Rahmen des Kleinseen-Monitorings 2023 wurden 180 organische Mikroverunreinigungen aus verschiedensten Anwendungsbereichen untersucht.

Im Oeschinensee wurden lediglich 6 organische Mikroverunreinigungen in geringen Konzentrationen nachgewiesen. Darunter waren das Biozid DEET und Stoffe aus häuslichem Abwasser, die hauptsächlich



Feldarbeit zur eDNA-Probenahme: Wasser wird sorgfältig gefiltert, um genetische Spuren aquatischer Organismen zu erfassen

Mikroverunreinigungen im Jahresverlauf



Summe der Konzentrationen pro Stoffgruppe (gruppiert gemäss ihrer Verwendung) im Jahr 2023. TFA ist aufgrund deutlich höherer Konzentrationen auf einer separaten (rechten) y-Achse mit einer um den Faktor 10 höheren Skalierung dargestellt.

im Sommer auftreten. Ist die Umweltkonzentration grösser als ein ökotoxikologisches Qualitätskriterium, so kann ein Risiko für Organismen angenommen werden. Von den untersuchten Substanzen wurden keine Konzentrationen über den bekannten ökotoxikologischen Qualitätskriterien gefunden.

Auch im Oeschinensee wird, wie in allen anderen Seen, in allen Proben TFA (Trifluoressigsäure) in mehreren 100 ng/L nachgewiesen. TFA, gehört zu den PFAS, den sogenannten Ewigkeitschemikalien und kommt überall vor. Es wird auch in entlegene Regionen aus der Atmosphäre mit dem Regen eingetragen. Überraschend ist jedoch der hohe Befund des Biozids Methylisothiazolinon, das nur im August in der oberen Schicht des Sees nachgewiesen wurde. Dieses ist in der aquatischen Umwelt wenig stabil und wird daher selten ge-

fundet. Es kommt in vielen verschiedenen Produkten als Konservierungsmittel zum Einsatz, zum Beispiel in Farben und Lacken aber auch in Sonnencremes und Kosmetikprodukten. Im August wurde das Biozid DEET nachgewiesen, welches zur Insektenabwehr bei Menschen und Tier zum Einsatz kommt. Daneben lassen sich ebenfalls nur im August Spuren des Korrosionsschutzmittels Benzotriazol, des weit verbreiteten Süsstoffs Acesulfam und selbst das Schmerzmittel Diclofenac nachweisen. Die Konzentrationen der Mikroverunreinigungen sind insgesamt sehr tief. Trotzdem zeigen die aktuellen Untersuchungen auf, dass anthropogene Spuren bereits weit im Hochgebirge vorhanden sind. Glücklicherweise nur im Hochsommer und nur in der oberen Wasserschicht, während der See in der Tiefe und zu den Randzeiten Juni und Oktober nahezu ohne Mikroverunreinigungen ist.

Weiterführende Links

[Berichte Kleinseen-Monitoring 2023](#)

[Berichte zur Gewässerqualität](#)

[Weitere Themen zur Gewässerqualität](#)

Impressum

AWA, Gewässer- und Bodenschutzlabor
Schermenweg 11
3014 Bern