



Ökologisches Monitoring Berner Kleinseen

Zustand des Inkwilersees

Der Inkwilersee ist ein wertvoller Lebensraum für Pflanzen und Tiere sowie ein Bade- und Fische-reigewässer. Er ist jedoch sehr nährstoffreich und bleibt in einem schlechten ökologischen Zu-stand. Er erfüllt die gesetzlichen Anforderungen bezüglich Sauerstoff- und Nährstoffgehalt nicht. Der Phosphorgehalt, der wichtigste Nährstoff, hat sich allerdings vermindert, ob dies eine Wirkung der Entschlammung, der neuen Tiefenwasserableitung oder verminderter Einträge ist, kann nicht beurteilt werden. Trotzdem sinkt der Sauerstoffgehalt immer noch im ganzen See stark ab, was das Risiko für plötzliche Fischsterben erhöht. Im See wurden ganzjährig verschiedene Mikrover-unreinigungen gefunden, die vorwiegend aus landwirtschaftlichen und Haushaltsquellen stammen. Darunter befinden sich Pestizidabbauprodukte in hohen Konzentrationen. In einer von vier Proben wurde PFOS welches zu den Ewigkeitschemikalien gehört, in einer Konzentration gefunden, bei welcher schädliche Wirkungen auf Wasserlebewesen nicht ausgeschlossen werden können.



Monitoring des Inkwilersees

Der Inkwilersee ist ein landwirtschaftlich geprägter See, der seit Beginn des kantonalen Kleinseen-Monitorings im Jahr 1993 Teil des Programms 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, Sommer (2x) 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 dieser Ökosysteme erfasst werden. Die Daten sind jedoch ausreichend, um eine Beurteilung des Gewässers vorzu-

nehmen. Der vorliegende Bericht gibt einen Überblick über die Zustandsentwicklung des Inkwilersees in den letzten 30 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 Inkwilensee liegt rund 9 Kilometer östlich von Solothurn auf der Kantonsgrenze Bern-Solothurn in den Gemeinden Inkwil (BE) und Bolken (SO). Der Solothurner Teil des Sees mit seiner näheren Umgebung ist seit 1949 als kantonales Naturschutzgebiet ausgewiesen. Der Berner Teil steht seit 2022 unter Schutz. Der Inkwilensee liegt

würden innerhalb der nächsten 100 bis 150 Jahre die aquatischen Lebensräume verloren gehen. Während der letzten ca. 20 Jahren führten insbesondere heisse, windstille Phasen des Spätsommers zu Sauerstoffmangel im See, was mehrfach zu grossem Fischsterben führte.

Eckdaten zum See und Einzugsgebiet

A

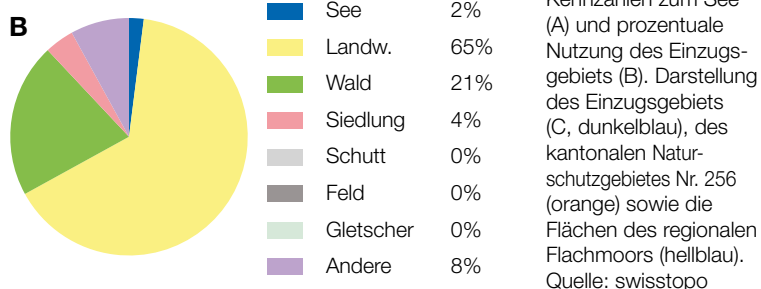
Einzugsgebiet [ha]	467
Höhe des Seespiegel [m.ü.M.]	461
Seefläche [ha]	10
Maximale Seetiefe [m]	5
Volumen [m ³]	210'277

461 Metern über Meer, ist maximal 5 Meter tief und bedeckt eine Fläche von 10 Hektaren - damit gehört er zu den mittelgrossen Kleinseen im Kanton Bern und ist einer der zwei grösseren Seen im Oberaargau.

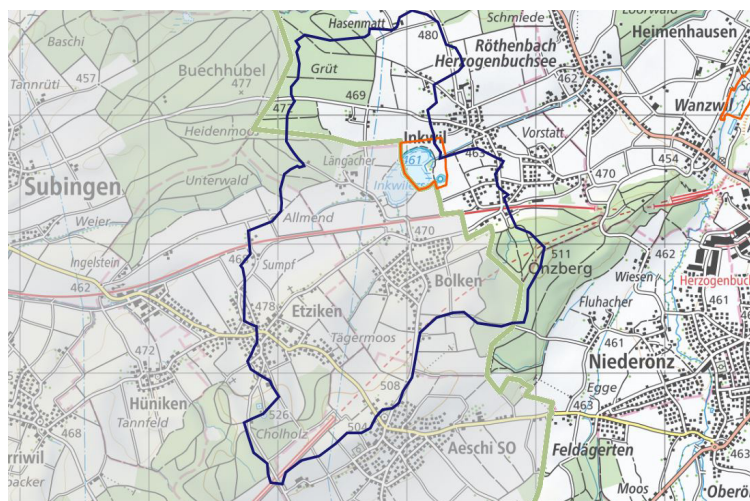
Das umliegende Einzugsgebiet - also die Landschaft, aus der das Wasser in den See gelangt - prägt die physikalisch-chemischen Eigenschaften des Zuflusses und hat daher einen erheblichen Einfluss auf die Wasserqualität. Charakteristisch für das Einzugsgebiet des Inkwilensees sind landwirtschaftlich genutzte Flächen sowie Waldgebiete. Mehrere Zuflüsse bringen Wasser in den See, grösstenteils über Drainageleitungen aus der umliegenden Landwirtschaft. Von diesen Zuflüssen leistet das Moosbächli oder Etzikerkanal den grössten Beitrag. Auf ihrem Weg führen die Bäche ein teils hohes Mengen an externen Nährstoffen mit sich. Zusätzlich wird die Wasserqualität gelegentlich durch häusliche Abwässer beeinträchtigt.

Seit knapp 200 Jahren verlandet der Inkwilensee 20- bis 30-mal schneller als unter natürlichen Bedingungen. Die Absenkung des Wasserspiegels 1961 verkleinerte das Seevolumen schlagartig und beschleunigte die Verlandung zusätzlich. Seit den 1950er Jahren beeinträchtigen hohe Nährstoffeinträge aus Siedlungen und Landwirtschaft die Wasserqualität. Der See befand sich vor wenigen Jahren in der Endphase seiner Entwicklung vom offenen Gewässer zum Flachmoor. Ohne Gegenmassnahmen

B



C



Um die Verlandungsgeschwindigkeit zu verringern und die kritischen Lebensbedingungen abzumildern sowie Biomasse und Nährstoffe aus dem See zu entnehmen, entwickelten die Kantone Solothurn und Bern gemeinsam mit den Gemeinden und örtlichen Natur- und Landschaftsschutzvereinen ein Sanierungsprojekt. Bereits vor der Konzeptentwicklung wurden erste Massnahmen umgesetzt, darunter zwei Rückhaltebecken im Hauptzufluss Moosbächli (2004), die Feinsedimente zurückhalten und Fischen in kritischen Phasen als sauerstoffreiche Zufluchtsorte dienen. Das im Jahr 2011 publizierte Sanierungskonzept der Kantone Bern und Solothurn sowie lokaler Partner umfasst drei Hauptmassnahmen: (1) Optimierung der Absetzbecken, (2) Installation Tiefenwasserableitung 2013 und Erneuerung 2019: die

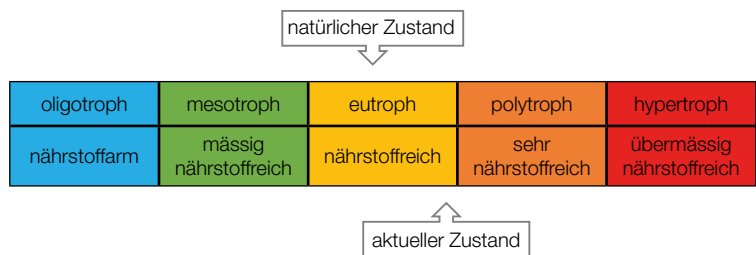
Tiefenwasserableitung führt sauerstofffreies, nährstoffreiches Tiefenwasser zum Ausfluss, wo es im Inkwiler Seebach natürlich mit Sauerstoff angereichert wird. Und (3) Sedimententnahme im Uferbereich: Die Sedimententnahme 2018/2019 war die umfangreichste Massnahme. Nach einer Voruntersuchung (2014/2015) wurde ein 15 Meter breiter Baggerungsperimeter im Teichrosengürtel definiert. Taucher verlegten die einheimischen Teichmuscheln von dort in Schonzonen, Teichrosen wurden samt Wurzeln entfernt, und rund 15'000 m³ Sediment in dem definierten Bereich abgesaugt, entwässert und auf umliegende Felder verteilt. Seitdem treten zwar weiterhin Sauerstoffmangelphasen auf, jedoch bisher ohne grosses Fischsterben. Die offene Wasserfläche ist wieder grösser, da Teichrosen die Fläche kaum wiederbesiedelt haben. Der Teichmuschelbestand ist allerdings seit der ersten Pilot-Sammelaktion im März 2011 drastisch zurückgegangen, wie die Kontrolluntersuchungen im Jahr 2024 verdeutlichten ([Bericht «Erfolgskontrolle Inkwilersee - Muschelmonitoring»](#)). Inwieweit die Schlammmentnahme in den Jahren 2018/2019 bzw. die damit verbundene Umsiedlung dazu beigetragen hat, ist nicht bekannt.

Der See wird zweimal jährlich im Rahmen des kantonalen Gewässermonitorings untersucht, wobei insbesondere die Entwicklung der Phosphor- und Stickstoffkonzentrationen sowie die Sauerstoffverhältnisse im Tiefenwasser beobachtet werden ([Kantonales Geoportal](#)). Der vorliegende Bericht fokussiert auf die zusätzlichen Ergebnisse im Rahmen des Kleinseen Monitoring Programms.

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 Eutrophierung 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

Trophischer Zustand



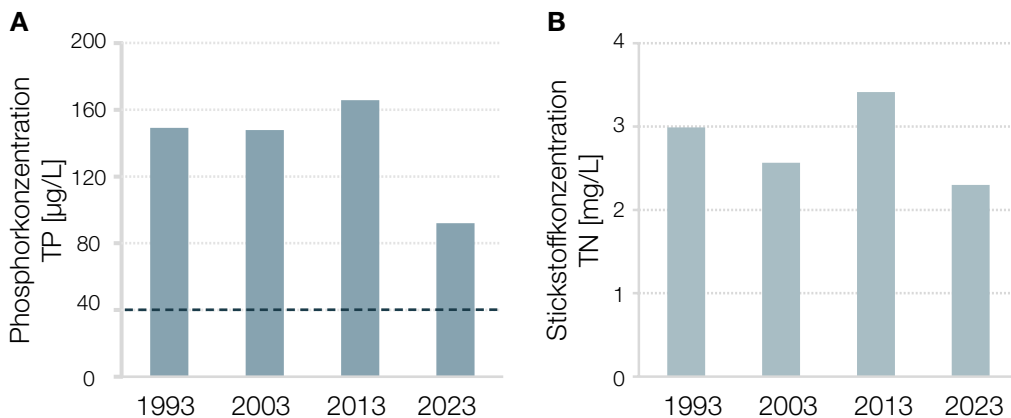
Trophische Skala für Seen mit Angabe des natürlichen Zustands und des aktuellen Zustands. Je stärker die anthropogenen Einflüsse sind, desto mehr weichen die Zustände voneinander ab.

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 Temperaturentwicklung 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.

Im Inkwilersee haben sich die Nährstoffkonzentrationen leicht verbessert. Zwischen 1993 und 2013 bewegten sich die Phosphorkonzentrationen in einem relativ stabilen Bereich. Im Jahr 2023 wurde jedoch ein deutlicher Rückgang festgestellt - eventuell infolge der Installation der Tiefenwasserableitung 2013 (siehe «Allgemeines») und einer extensiveren Bewirtschaftung im näheren Einzugsgebiet. Obwohl die Konzentrationen zuletzt zurückgegangen sind, liegen sie während gesamten Jahres weiterhin deutlich oberhalb der allgemeinen Zielkonzentration, welche die Produktivität

Entwicklung der Nährstoffe



Phosphor- (A) und Stickstoffentwicklung (B). Durchschnittliche Konzentration des gesamten Seevolumens. Die horizontale Linie stellt die Zielkonzentration für Phosphor (40 µg/L) dar, die ein natürlicherweise oligo- bis mesotropher See nicht überschreiten sollte.

natürlicherweise meso- bis eutropher Seen auf einem mässigen Niveau begrenzen soll. Die Stickstoffkonzentrationen zeigen hingegen kein vergleichbares Muster und bleiben über die Untersuchungsjahre hinweg relativ konstant.

Der Inkilsee hatte natürlicherweise einen hohen Nährstoffgehalt und lag deswegen ursprünglich im eutrophen Bereich (Referenzwert, LAWA 1998). Durch die vom Menschen verursachten Nährstoffbelastung im Einzugsgebiet wurde der See noch nährstoffreicher geworden und befindet sich, basierend auf der aktuellen Bewertung im Rahmen des Monitorings (Berechnung mittels LAWA 2014), heute im Grenzbereich zwischen nährstoffreich (eutroph) und sehr nährstoffreich (polytroph). Die zunehmende Eutrophierung des Sees verschlechterte die Gesamtsituation des Ökosystems, welche auch das Sauerstoffgleichgewicht beeinflusste.

Sauerstoff & Temperatur

Der Inkilsee gehört mit etwa 5 Metern Tiefe noch zu den flachen Seen. In tieferen Seen können sich stabile Temperaturschichten bilden (Stagnation), die verhindern, dass sauerstoffreiches Wasser aus der Oberfläche in die Tiefe gelangt - vor allem im Sommer kann dies über mehrere Monate zu anhaltendem Sauerstoffmangel am Grund führen. Im Inkilsee verhindert die geringe Tiefe solche längeren Stagnationsphasen. Wind und Temperaturschwankungen reichen aus, um die gesamte Wassersäule durchzumischen (Zirkulieren), was das Risiko eines längerfristigen Sauerstoffmangels in der Nähe des Sediments generell verringert. Trotz dieser wiederkehrenden Zirkulation können in einem so nährstoffreichen Kleinsee wie

dem Inkilsee dennoch Sauerstoffprobleme auftreten, da biologische Prozesse das gesamte Wasservolumen betreffen.

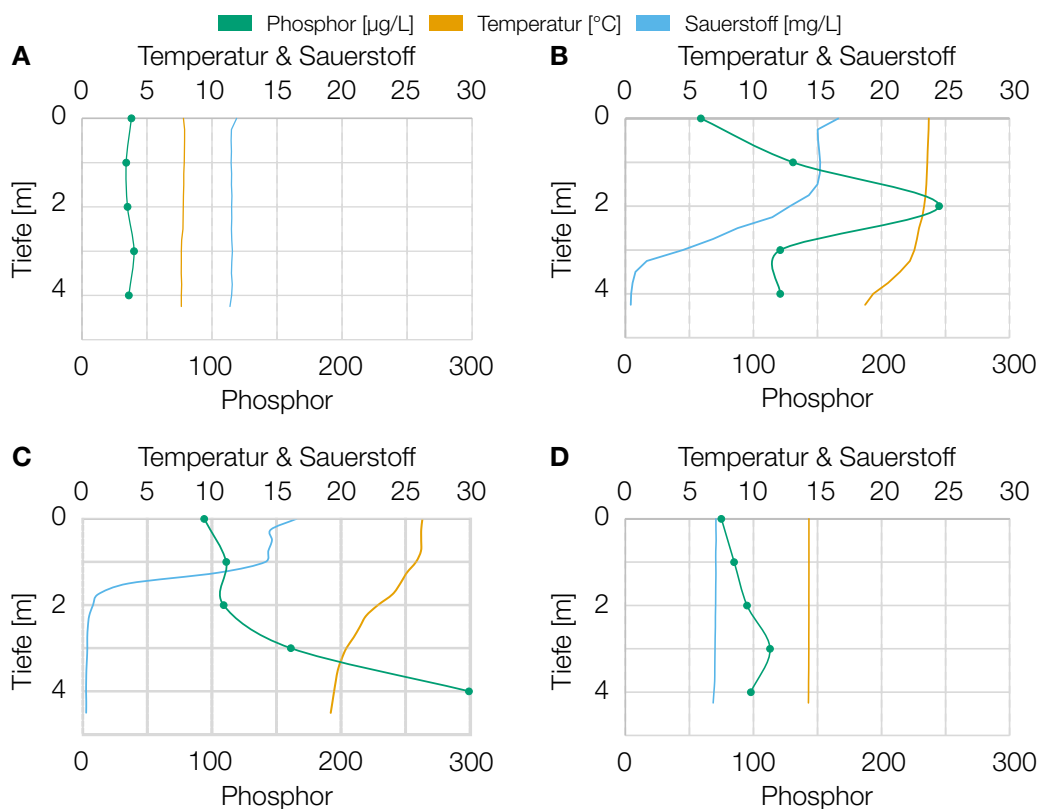
Die geringe Tiefe ermöglicht es Wasserpflanzen (Makrophyten), in weiten Teilen des Sees zu wachsen. Zudem führt sie dazu, dass sich das Wasser stärker erwärmt, was biologische Prozesse beschleunigt und das Wachstum von Mikroalgen und Makrophyten fördert. Tagsüber produzieren Mikroalgen und Makrophyten durch Photosynthese Sauerstoff und verbrauchen diesen gleichzeitig durch Atmung, ebenso wie alle anderen Gewässerlebewesen. Nachts entfällt die Sauerstoffproduktion, während die Atmung weiterläuft. Dies führt zu starken Schwankungen: Tagsüber kann der Sauerstoffgehalt sehr hoch werden (Übersättigung), nachts sinkt er deutlich ab. Gleichzeitig zersetzen Bakterien am Seegrund organisches Material wie abgestorbene Algen und Laub, verbrauchen dabei Sauerstoff und setzen Nährstoffe wie Phosphat und Ammonium ins Wasser frei.

Diese Prozesse variieren stark im Jahresverlauf. Im Frühling verbessern sich die Lichtverhältnisse, und die Photosynthese von Mikroalgen und Makrophyten nimmt zu - das führt in der Regel zu guten Sauerstoffverhältnissen (März 2023). Im Sommer erreicht die biologische Produktivität ihren Höhepunkt mit den ausgeprägtesten täglichen Sauerstoffschwankungen. Bei ruhigem Wetter können Stagnationsphasen über mehrere Tage bis Wochen auftreten, während derer sich sauerstoffarme Verhältnisse entwickeln. Dabei bilden sich vertikale Gradienten: Der Sauerstoffgehalt nimmt mit der Tiefe ab, während sich Nährstoffe wie Phosphat und Ammonium am Grund anreichern (Juni & August). Im Herbst nehmen Lichtintensität und Temperatur ab.

Die Photosynthese wird eingeschränkt, während der Abbau organischen Materials - einschliesslich der über den Sommer angesammelten Biomasse - weiterläuft. Dies führt zu allmählich abnehmenden Sauerstoffkonzentrationen (Oktober). Obwohl vorübergehende Abnahmen des Sauer-

Niedrige Sauerstoffgehalte führen zudem zur Anreicherung potenziell schädlicher Stoffe (z.B. Schwefelwasserstoff, Ammonium und Eisen) in den tieferen Wasserschichten. Wenn es zur Zirkulation kommt, verteilen sich diese Stoffe im gesamten See und verbrauchen rasch den verfü-

Saisonale Tiefenprofile



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

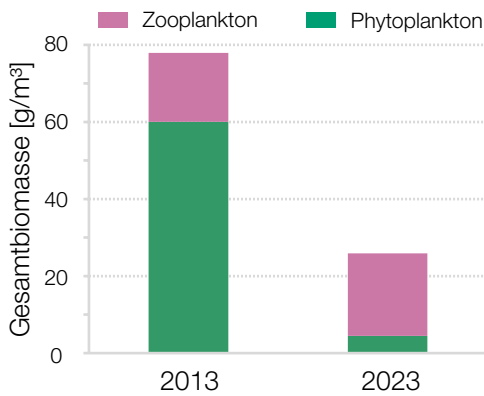
stoffgehalts in solchen Systemen nicht ungewöhnlich sind, kann sich dies durch eine erhöhte Biomasseproduktion wegen erhöhter Nährstoffeinträge verstärken.

Der Inkwylersee erfüllt diese Anforderung seit 1993 nicht. 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, Anhang 2, Nr. 13.3b). Auch im 2023 konnte im Inkwylersee keine Verbesserung der Sauerstoffverhältnisse beobachtet werden. Bei stabilen Schönwetterbedingungen verringert sich der Sauerstoffgehalt derart, dass rund 40% des Seevolumens für Gewässerorganismen wie Fische und Insektenlarven als Lebensraum nicht mehr nutzbar sind. Zeitweise leidet der gesamte See bis an die Wasseroberfläche unter Sauerstoffmangel.

baren Sauerstoff. Dies kann zu plötzlichen Sauerstoffeinbrüchen führen, die Wasserorganismen stark belasten oder sogar zu Fischsterben führen. Aufgrund des geringen Wasservolumens ist der Inkwylersee für solche Ereignisse besonders anfällig.

Eine zentrale Ursache für die erhöhten Phosphorwerte im Inkwylersee sind einerseits den Einträgen aus dem Einzugsgebiet und andererseits die Freisetzung von Phosphor aus dem Seesediment, in dem Phosphor aus früheren Nährstoffeinträgen gespeichert wurde. Wenn das Tiefenwasser kaum noch Sauerstoff enthält, wird dieser Phosphor wieder ins Wasser abgegeben. Dadurch werden Algen das ganze Jahr über mit zusätzlichen Nährstoffen versorgt, was zu verstärktem Algenwachstum führt. Beim Abbau dieser Algenmasse wird wiederum mehr Sauerstoff verbraucht - ein selbstverstärkender Kreislauf (August 2023). Diese interne Nährstoff-Quelle kann sogar grösser sein als die heutigen exter-

Entwicklung der Plankton Gesamtbiomasse



Mittlere Gesamtbiomasse des Planktons als Summe des Phyto- und Zooplanktons [g/m³].

nen Einträge. Um diesen Teufelskreis zu durchbrechen, ist es dennoch essenziell, die externen Phosphor-/Nährstoffeinträge möglichst stark zu reduzieren. Dies ist umso wichtiger, da der kleine See eine geringere Verdünnungskapazität hat und externe Einträge sich stärker auswirken. Nur so können die Sauerstoffverhältnisse langfristig verbessert und ein gesundes Ökosystem ermöglicht werden.

Plankton

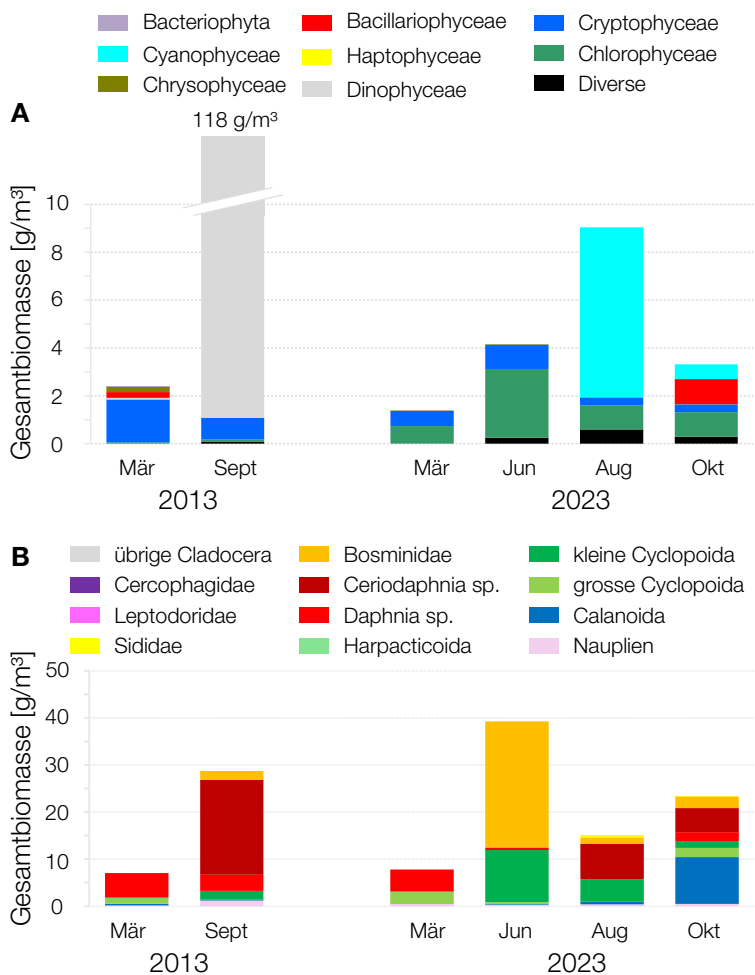
Plankton bildet die Basis der Seeökosysteme bzw. des Nahrungsnetzes. Phytoplankton (Algen und Cyanobakterien) vermehren sich mit Hilfe von Sonnenlicht und Nährstoffen, während Zooplankton (z. B. Krebstiere und Insektenlarven) sich davon ernährt und wiederum als Nahrung für Fische dient. Phyto- und Zooplankton stehen in enger Wechselwirkung, was zu natürlichen Biomassenschwankungen 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 (Krebstierarten) im Rahmen des Kleinseen-Monitorings erfasst.

Im Inkwilensee war die Gesamtbiomasse des Planktons im Jahr 2023 deutlich niedriger als im vorherigen Untersuchungsjahr,

was vor allem auf die niedrigere Biomasse des Phytoplanktons zurückzuführen ist - beziehungsweise auf das Fehlen des Biomasse-Maximums wie im 2013.

Insgesamt erreichte die Phytoplankton-Biomasse 2023 zeitweise relativ hohe Werte im Jahresverlauf, was auf eine sehr hohe Nährstoffverfügbarkeit hinweist. Auffallend war die Variabilität der Artenzusammensetzung des Phytoplanktons über das Jahr hinweg, wobei die Dominanz der Algengruppe unterschiedlich war - meist waren es zudem wenige Arten oder sogar nur eine Art, welche stark vertreten war. So dominierte im August die fädige Blaualge (*Dolichospermum sp.*, Cyanophyceae) während im Juni verschiedene Grünalgen

Entwicklung der Planktonzusammensetzung



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

(Chlorophyceae) die grösste Biomasse bildeten, darunter nicht bewegliche Einzelzellen wie *Planktosphaeria sp.* und Kolonien der Gattung *Pediastrum sp.* Im Herbst traten Kieselalgen (Bacillariophyceae) mit

einem verhältnismässig hohen Biomasseanteil auf.

Die Biomasse des Zooplanktons erreichte 2023 ähnlich hohe Werte wie 2013 und lag damit im typischen Bereich sehr flacher Kleinseen ohne Tiefenzone. Die Artenzusammensetzung zeigte jahreszeitliche Unterschiede. Im März dominierten die grossen Wasserflöhe (*Daphnia sp.*) und die grossen Hüpferlinge (*Cyclops vicinus*, grosse Cyclopodia). Im Juni wurde eine Massenentwicklung von Rüsselkrebschen (*Bosmina longirostris*, Bominidae) beobachtet, ergänzt durch einen hohen Biomasseanteil der kleinen Hüpferlinge (*Mesocyclops leuckartii*, kleine Cyclopodia). Im August kamen Litoral-Wasserflöhe (*Ceriodaphnia sp.*) dazu, und im Oktober traten alle Arten sowie ein grosses Aufkommen von Schwebekrebschen (*Eudiaptomus gracilis*, Calanoida) auf. Im Sommer und Herbst konnten zusätzlich verschiedene Rädertiere (*Asplanchna sp.*, *Keratella sp.*) und Muschelkrebse beobachtet werden.

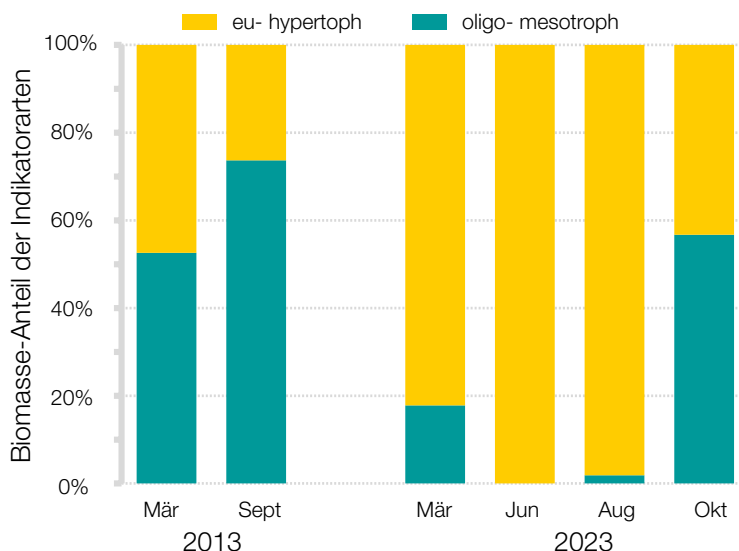
Neben der Biomasse liefert auch die Zusammensetzung der Planktongemeinschaften wertvolle Hinweise auf den ökologischen Zustand eines Gewässers. Bestimmte Phytoplanktongruppen gelten als Indikatorarten für den Nährstoffgehalt des Wassers. Auch wenn es keine allgemein anerkannten Indikatorarten für Zooplankton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

Im Inkwilensee weist die Zusammensetzung der Phytoplankton-Indikatorarten gegenüber 2013 eine Verschlechterung auf. Der Biomasseanteil der Arten für gedüngte bis stark gedüngte (eu- bis hypertroph) Gewässer hat im Vergleich zu 2013 deutlich zugenommen und überwiegt nun den Anteil der Indikatorarten für kaum bis mässig gedüngte (oligo- mesotroph) Bedingungen.

Die beobachteten Schwankungen in der Zooplanktonzusammensetzung sind typisch für ein eutrophes und flaches Klein-
gewässer.

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass die Plankton-Untersuchungen 2023 den stark eutrophen Zustand des Inkwilensees bestätigen. Die insgesamt

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.

hohe Phytoplankton-Biomasse, die starke monatliche Variabilität der Phyto- und Zooplanktonzusammensetzung und die zunehmende Anzahl von Indikatorarten für gedüngte bis stark gedüngte (eu- bis hypertroph) Gewässer untermauern dies.

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).

Der Inkwilensee liegt in Bezug auf die mit eDNA ermittelte Diversität im Mittelfeld der zehn untersuchten Kleinseen. Beispielsweise wurde keine DNA von Eintagsfliegen und Libellen nachgewiesen. Der fehlende Nachweis dieser Gruppen könnte darauf zurückzuführen sein, dass sie entweder tatsächlich nicht vorkamen oder dass ihre DNA aufgrund der beeinträchtigten Probenqualität (Inhibition) nicht detektiert werden konnte. Auffällig war die DNA des nicht heimischen Sonnenbarsch (*Lepomis gibbosus*). Ursprünglich aus Nordamerika kommend ist er ein beliebter Teich- und



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

Aquarienfisch, welcher mittlerweile in vielen Schweizer Gewässern anzutreffen ist. Ein weiterer interessanter Fund ist, dass die Untersuchungen zudem «alte Bekannte» wie den Biber bestätigten, welcher seit mehreren Jahren in der Region vorkommt.

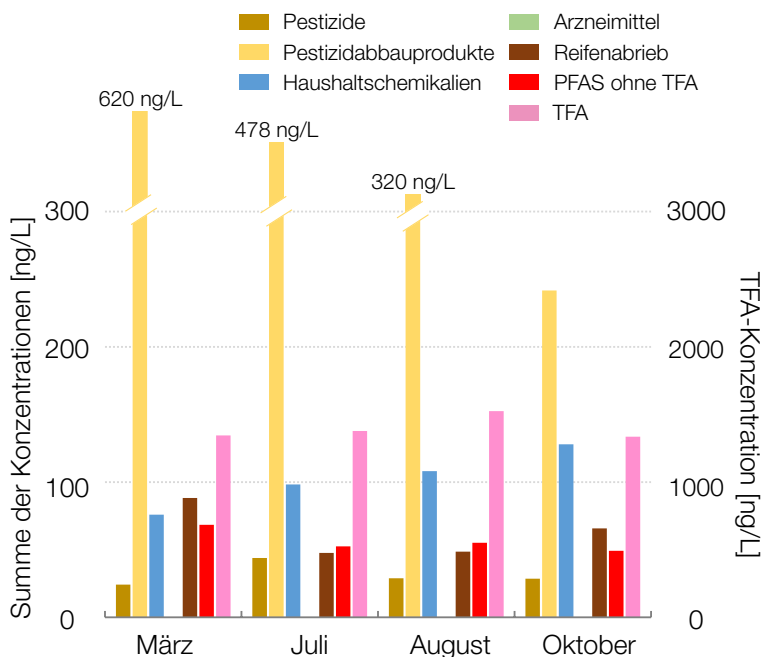
Mikroverunreinigungen

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 Abbauprodukt vorkommen. Im Rahmen des Kleinseen-Monitorings 2023 wurden 180 organische Mikroverunreinigungen aus verschiedensten Anwendungsbereichen untersucht.

Im Inkwilersee wurden insgesamt 21 organische Substanzen nachgewiesen. Diese stammen vorwiegend aus landwirtschaftlichen und Haushaltsquellen. Darunter befinden sich Pestizidabbauprodukte in hohen Konzentrationen. Ein ökotoxikologisches Risiko für die Organismen zeigte eine einzelne Messung von PFOS, welches zu den Ewigkeitschemikalien gehört.

Bei den Abbauprodukten von Pflanzenschutzmitteln stechen vor allem die langlebigen Abbauprodukte der nicht mehr verwendeten Pflanzenschutzmittel Chlordazon, Chlorothalonil und Metolachlor hervor. Wobei Letzteres erst seit 2025 nicht mehr zugelassen ist. Der Einfluss der landwirtschaftlichen Nutzung im Einzugsgebiet ist zudem im hohen Wert von TFA (Trifluoressigsäure) sichtbar. Die Konzentrationen an TFA sind in Gebieten mit intensiver Landwirtschaft erhöht gegenüber Gebieten ohne Einsatz von Pflanzenschutzmitteln. TFA ist ein Abbauprodukt von Pflanzenschutzmitteln aber auch z.B. von Kältemitteln und gehört zur Gruppe der PFAS, den sogenannten Ewigkeitschemikalien. Neben TFA wurden vier weitere PFAS nachgewiesen, darunter auch

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.

TFMS sowie PFOS in tiefer Konzentration. Im Herbst überschreitet dieses das ökotoxikologische Qualitätskriterium knapp. Mit den chronischen Qualitätskriterien, die für ein Monitoring der Gewässerqualität empfohlen werden, können Belastungen über einen längeren Zeitraum beurteilt werden. Ist die Umweltkonzentration grösser als ein ökotoxikologisches Qualitätskriterium, so kann ein Risiko für Organismen angenommen werden.

In tiefen und relativ konstanter Konzentration lassen sich künstliche Süsstoffe sowie ein verbreitetes Korrosionsschutzmittel aus häuslichem Abwasser nachweisen. Diese sind vermutlich auf Entlastungen des Kanalsystems bei Starkregen zurückzuführen. Auch im Inkwilersee, wie in den meisten anderen seen lassen sich in tiefen Konzentrationen zwei verbreitete Zusatzstoffe aus dem Pneuabrieb aufspüren.

Weiterführende Links

[Berichte Kleinseen-Monitoring 2023](#)
[Berichte zur Gewässerqualität](#)
[Weitere Themen zur Gewässerqualität](#)

Impressum

AWA, Gewässer- und Bodenschutzlabor
 Schermenweg 11
 3014 Bern