

Klimawandel und Schweizer Seen

18. Februar 2021 | Bärbel Zierl

Themen: Trinkwasser | Ökosysteme | Wasser & Entwicklung | Klimawandel & Energie

Eine neue Modellstudie zeigt, dass der Klimawandel Wassertemperatur, Eisbedeckung und Durchmischung vieler Schweizer Seen erheblich verändern kann. Seen in mittleren Höhenlagen sind besonders unter Druck. Sie sind gefährdet, ihre Eisbedeckung vollständig zu verlieren und sich nicht mehr zweimal im Jahr vollständig zu durchmischen. Ein solche Veränderung hätte grundlegende Folgen für das Funktionieren der Seeökosysteme.

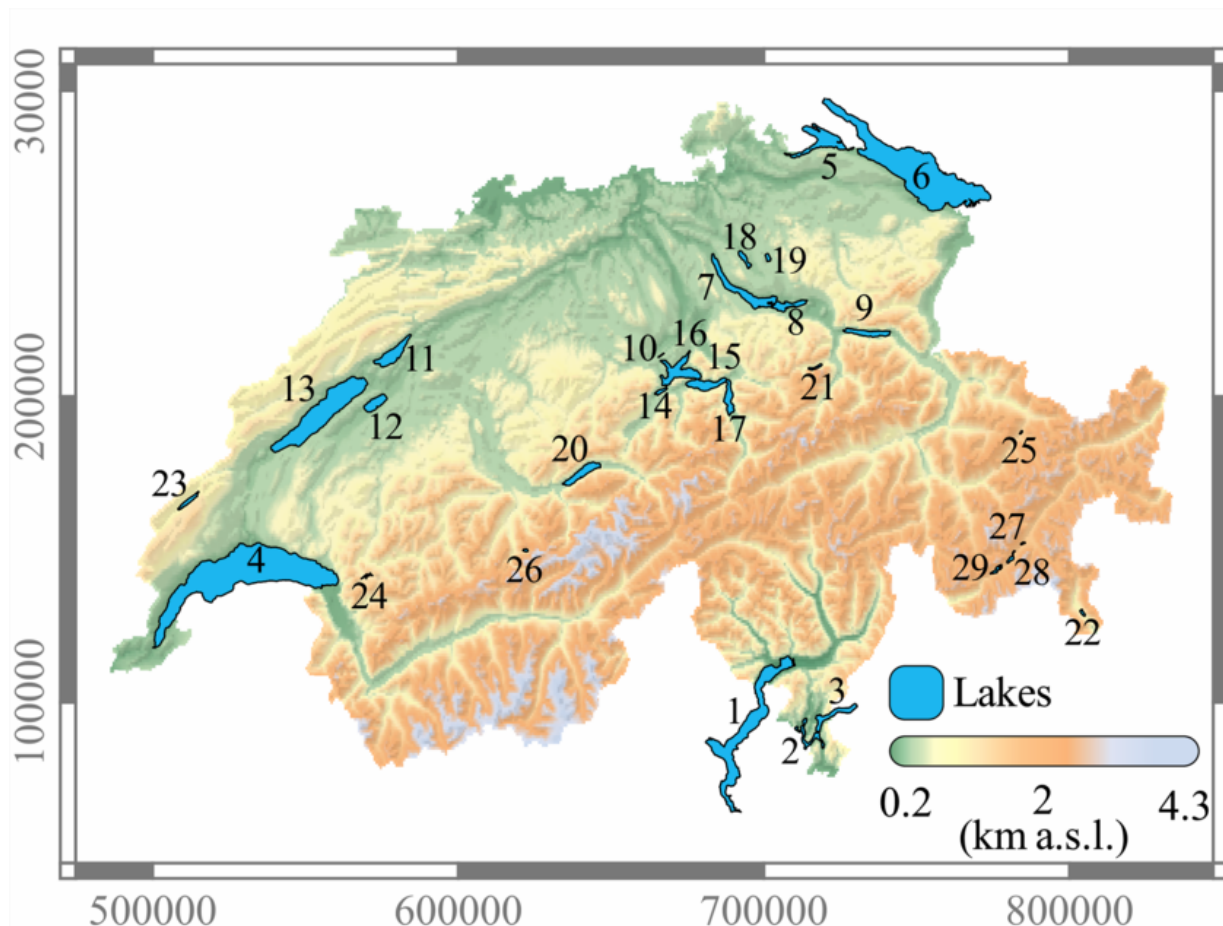
Seen unterliegen starken saisonalen Zyklen. In vielen Schweizer Seen in mittleren und hohen Lagen durchmischt sich das Wasser im Frühling und Herbst von der Oberfläche bis zum Grund. Dieser vertikale Austausch beeinflusst viele chemische und ökologische Prozesse. Sauerstoffreiches und nährstoffarmes Oberflächenwasser mischt sich mit dem sauerstoffarmen und nährstoffreichen Wasser vom Seegrund. Gleichzeitig wird die Seetemperatur über die gesamte Tiefe ausgeglichen. Im Winter und Sommer hingegen ist das Tiefenwasser durch eine stabile Schichtung von den Prozessen an der Oberfläche getrennt. Seeökosysteme und das gesamte Nahrungsnetz vom Plankton bis zum Fisch sind an diese saisonalen Schwankungen angepasst.

Klimawandel verändert saisonale Zyklen

Wie eine neue Computermodell-Studie des Wasserforschungsinstituts Eawag jetzt zeigt, greift der Klimawandel tief in diese Zyklen der Schweizer Seen ein. «Wie stark die Zirkulation der Seen auf den Klimawandel reagiert, hängt insbesondere von deren Höhenlage und Grösse ab. Vor allem Seen in mittleren Höhenlagen sind sehr empfindlich», sagt Love Råman Vinnå von der Forschungsabteilung Oberflächengewässer.

Ein Forscherteam rund um Råman Vinnå hat für diese Studie 29 Schweizer Seen entlang eines Höhengradienten von 193 m bis 1797 m über Meeresspiegel untersucht. Mit dem eindimensionalen

physikalischen Seemodell Simstrat simulierten sie die dynamischen Prozesse der Seen. Erstmals konnten Råman Vinnå und sein Team zudem die neuen Schweizer Klimaszenarien (CH2018) nutzen, welche die komplexe Topographie der Alpen berücksichtigen und dadurch das lokale Klima detaillierter darstellen. Die Auswirkungen des Klimawandels auf die Seedynamik können damit genauer als in früheren Studien simuliert werden. Drei Zukunftsszenarien wurden verwendet: das Worst-Case-Szenario geht von kontinuierlich steigenden Treibhausgasemissionen aus, in einem mittleren Szenario erreichen die Emissionen um 2050 ihren Höhepunkt und das strengste Szenario begrenzt die globale Erwärmung auf 2° C.



Das Forscherteam hat 29 Schweizer Seen entlang eines Höhengradienten von 193 m bis 1797 m über Meeresspiegel untersucht.

1 Lago Maggiore, 2 Unterer Luganersee, 3 Oberer Luganersee, 4 Genfer See, 5 Unterer Bodensee, 6 Oberer Bodensee, 7 Unterer Zürichsee, 8 Oberer Zürichsee, 9 Walensee, 10 Rotsee, 11 Bielersee, 12 Murtensee, 13 Neuenburgersee, 14 Alpachersee, 15 Vierwaldstättersee, Gersauer Becken, 16 Vierwaldstättersee, Kreuztrichter, 17 Vierwaldstättersee, Urnersee, 18 Greifensee, 19 Pfäffikersee, 20 Brienersee, 21 Klöntalersee, 22 Lago di Poschiavo, 23 Lac de Joux, 24 Lac de l'Hongrin, 25 Davoser See, 26 Oeschinensee, 27 St. Moritzersee, 28 Silvaplanersee, 29 Silsersee

Durchmischung von Seen in mittleren Lagen stark verändert

Die Simulationsergebnisse zeichnen ein klares Bild: Erwärmt sich das Klima um mehr als 2° C, drohen viele Seen in mittleren Höhenlagen im Lauf des 21. Jahrhunderts ihre Eisbedeckung zu verlieren, etwa der Lac de Joux oder der Klöntalersee. Weniger Eis bedeutet einen erhöhten vertikalen Austausch zwischen Oberflächen- und Tiefenwasser. Das wirkt dem Aufbau einer stabilen Schichtung im Winter entgegen und verkürzt daher ihre Dauer. Im Sommer hingegen verlängert sich die Dauer der stabilen Schichtung, wodurch das Risiko eines Sauerstoffmangels in tiefen Gewässern steigt. Die längere Schichtung im Sommer begünstigt zudem das Algenwachstum von giftigen Cyanobakterien.

In mittleren Höhenlagen könnten daher viele Seen von einem dimiktischen Mischungsregime mit zweimaliger Durchmischung des Bodenwassers pro Jahr zu einem monomiktischen Regime mit nur noch einer Durchmischung pro Jahr wechseln. Solche Verschiebungen des

Regimes haben grundlegende Folgen für die Wärmespeicherung der Seen und für die Sauerstoff- und Nährstoffverteilung. Die Lebensräume vieler Wasserbewohner könnten sich beträchtlich verändern, da sich das Wasser von oben her erwärmt und Sauerstoff weiter unten knapp wird. «Wenn es aber gelingt, die Klimaerwärmung zu begrenzen, können wir die Eisbedeckung erhalten und damit die Verschiebung des Mischungsregimes für die meisten Seen verhindern», sagt Råman Vinnå.

Gebirgsseen und grosse Seen im Mittelland behalten ihr Durchmischungsregime

Hoch gelegene Seen wie etwa der St. Moritzersee auf 1768 Meter bleiben hingegen gemäss Modellstudie unter allen Klimaszenarien dimiktisch, zumindest im 21. Jahrhundert. Interessanterweise erwärmt sich dort das Seewasser zwar stärker und verkürzt sich die Dauer der Eisbedeckung und der stabilen Schichtung im Winter schneller als in tieferen Lagen. Dennoch kommt es im aktuellen Jahrhundert wahrscheinlich zu keinem Kippen der Seen. Auf hochgelegenen Seen wird sich im Winter weiterhin eine Eisschicht ausbilden, sodass eine halbjährliche vertikale Durchmischung erhalten bleibt. Die grossen Seen im Schweizer Mittelland, etwa der Zürichsee oder der Genfersee, die schon heute ein monomiktisches Regime aufweisen, werden gemäss der Modellstudie ihre Durchmischungszyklen voraussichtlich behalten.

«Die Schweizer Seen werden sich im Lauf des 21. Jahrhunderts aufgrund des Klimawandels verändern. Unsere Studie zeigt aber, dass durch konsequenten Klimaschutz die meisten Auswirkungen begrenzt werden können. Nur wenige Seen würden dann einen Kippunkt überschreiten und drastische Veränderungen in ihrer Funktionsweise erfahren », sagt Råman Vinnå.

Titelbild: Martin Koebke, iStock

Originalpublikation

Råman Vinnå, L.; Medhaug, I.; Schmid, M.; Bouffard, D. (2021) The vulnerability of lakes to climate change along an altitudinal gradient, *Communications Earth & Environment*, 2, 35 (10 pp.), [doi:10.1038/s43247-021-00106-w](https://doi.org/10.1038/s43247-021-00106-w), [Institutional Repository](#)

Eawag-Projekte zum Thema

[Lake temperatures under climate change](#)
[Lakes in changing climates](#)

Informationen des National Centre for Climate Services NCCS

[Hydrologische Grundlagen zum Klimawandel](#)
[Neue Schweizer Klimaszenarien CH2018](#)

Veranstaltung

Schweizer Gewässer im Klimawandel

16. März 2021, 08.30 - 17.00 uhr

Kontakt



Martin Schmid

Tel. +41 58 765 2193

martin.schmid@eawag.ch



Damien Bouffard

Tel. +41 58 765 2273

damien.bouffard@eawag.ch



Bärbel Zierl

Wissenschaftsredaktorin

Tel. +41 58 765 6840

baerbel.zierl@eawag.ch

<https://www.eawag.ch/de/info/portal/aktuelles/newsarchiv/archiv-detail/klimawandel-und-schweizerseen>