



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.

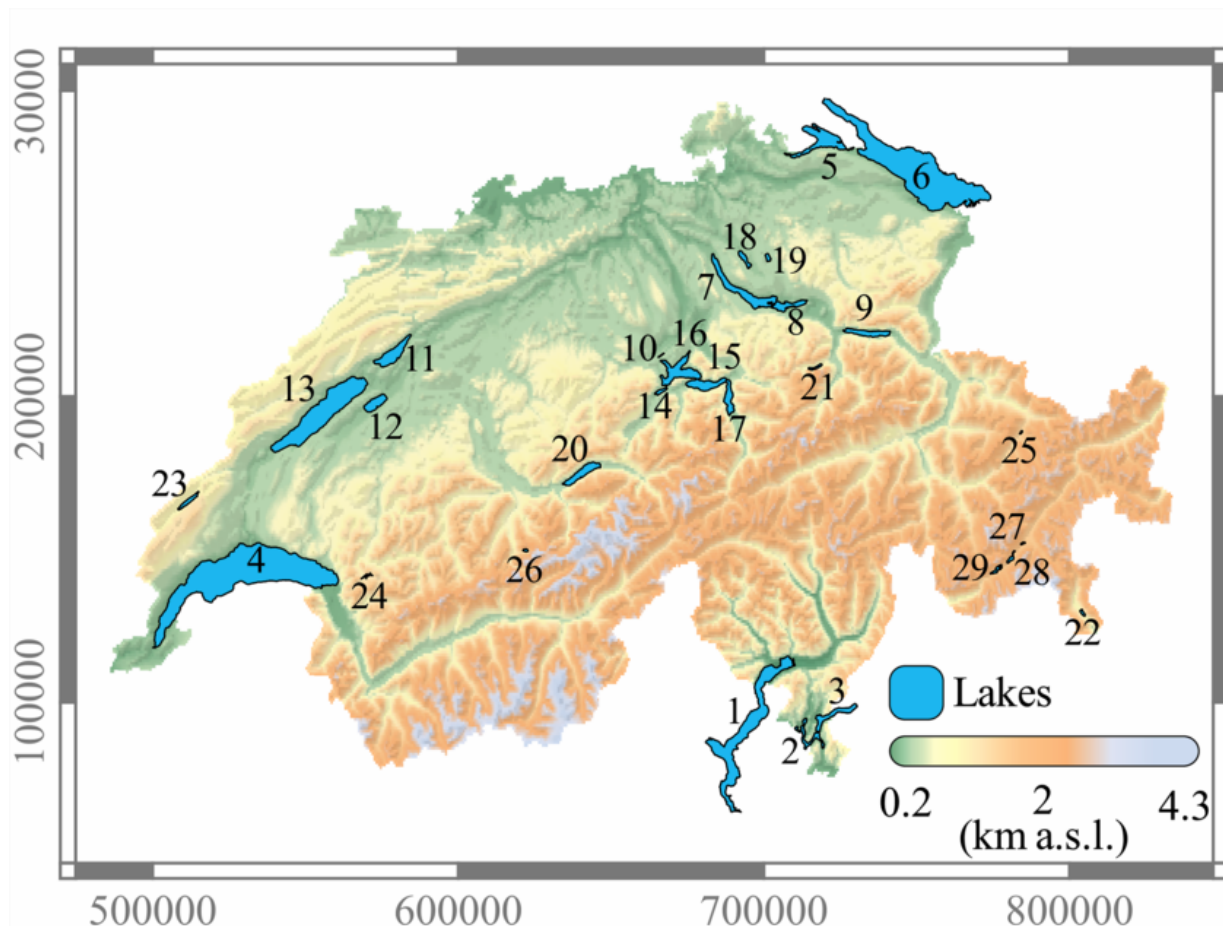
Seen unterliegen starken saisonalen Zyklen. In vielen Schweizer Seen in mittleren und hohen Lagen durchmischt sich das Wasser im Frühling und Herbst von der Oberfläche bis zum Grund. Dieser vertikale Austausch beeinflusst viele chemische und ökologische Prozesse. Sauerstoffreiches und nährstoffarmes 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


```

mh0dHA6Ly93d3cudzMub3JnLzE5OTkveGxpbmsilHg9ljBweClgeT0iMHB4liB2aWV3Qm94P
SlwIDAgMTIiIHN0eWxIPSJlbnFibGUtYmFja2dyb3VuZDpuZXcgMCAwIDEyIDEyOylgeG
1sOnNwYWNIPSJwcmVzZXJ2ZSI+PHN0eWxIIHR5cGU9InRleHQvY3Nzlj4uc3Qwe2ZpbGw6
lZg4ODg4ODt9PC9zdHlsZT48cGF0aCBpZD0iQm9yZGVyIjBjbGFzc20ic3QwliBkPSJNMTEsM
TFIMFYwaDExVjExeiBNMTAsMUgxdjloOVYxeilvPjxnIGlkPSJJbm5lcil+PHJlY3QgeD0iMilgeT
0iNSIyY2xhc3M9InN0MCIgd2lkdGg9IjciGhlaWdodD0iMSIvPjwvZz48L3N2Zz4=)}.extbase-
debugger{display:block;text-align:left;background:#2a2a2a;border:1px solid #2a2a2a;box-
shadow:0 3px 0 rgba(0,0,0,.5);color:#000;margin:20px;overflow:hidden;border-radius:4px}.ext
base-debugger-floating{position:relative;z-index:999}.extbase-debugger-
top{background:#444;font-size:12px;font-family:monospace;color:#f1f1f1;padding:6px
15px}.extbase-debugger-center{padding:0 15px;margin:15px 0;background-image:repeating-
linear-gradient(to bottom,transparent 0,transparent 20px,#252525 20px,#252525
40px)}.extbase-debugger-center,.extbase-debugger-center .extbase-debug-string,.extbase-
debugger-center a,.extbase-debugger-center p,.extbase-debugger-center pre,.extbase-
debugger-center strong{font-size:12px;font-weight:400;font-family:monospace;line-
height:20px;color:#f1f1f1}.extbase-debugger-center pre{background-color:transparent;margin:
0;padding:0;border:0;word-wrap:break-word;color:#999}.extbase-debugger-center .extbase-
debug-string{color:#ce9178;white-space:normal}.extbase-debugger-center .extbase-debug-
type{color:#569CD6;padding-right:4px}.extbase-debugger-center .extbase-debug-
unregistered{background-color:#dce1e8}.extbase-debugger-center .extbase-debug-
filtered,.extbase-debugger-center .extbase-debug-proxy,.extbase-debugger-center .extbase-
debug-ptype,.extbase-debugger-center .extbase-debug-visibility,.extbase-debugger-center
.extbase-debug-scope{color:#fff;font-size:10px;line-height:12px;padding:2px 4px;margin-
right:2px;position:relative;top:-1px}.extbase-debugger-center .extbase-debug-
scope{background-color:#497AA2}.extbase-debugger-center .extbase-debug-
ptype{background-color:#698747}.extbase-debugger-center .extbase-debug-
visibility{background-color:#698747}.extbase-debugger-center .extbase-debug-
dirty{background-color:#FFFFB6}.extbase-debugger-center .extbase-debug-
filtered{background-color:#4F4F4F}.extbase-debugger-center .extbase-debug-seeabove{text-
decoration:none;font-style:italic}.extbase-debugger-center .extbase-debug-
property{color:#f1f1f1}.extbase-debugger-center .extbase-debug-
closure{color:#9BA223;}Extbase Variable Dumparray(2 items) publications => '22089' (5
chars) libraryUrl => '' (0 chars) Extbase Variable Dumparray(1 item) 0 =>
Snowflake\Publications\Domain\Model\Publicationprototypepersistent entity (uid=22089,
pid=124) originalId => protected22089 (integer) authors => protected'Råman Vinnå,&nbsp;L.;
Medhaug,&nbsp;I.; Schmid,&nbsp;M.; Bouffard,&nbsp;D.' (76 chars) title => protected'The
vulnerability of lakes to climate change along an altitudinal gradient' (74 chars) journal =>
protected'Communications Earth & Environment' (34 chars) year => protected2021 (integer)
volume => protected2 (integer) issue => protected'' (0 chars) startpage => protected'35 (10
pp.)' (11 chars) otherpage => protected'' (0 chars) categories => protected'' (0 chars)
description => protected'Studies of future 21<sup>st</sup> century climate warming in lakes
along alt

```

itudinal gradients have been partially obscured by local atmospheric phenome
na unresolved in climate models. Here we forced the physical lake model Sims
trat with locally downscaled climate models under three future scenarios to
investigate the impact on 29 Swiss lakes, varying in size along an altitudin
al gradient. Results from the worst-case scenario project substantial change
at the end of the century in duration of ice-cover at mid to high altitude

(?2 to ?107 days), stratification duration (winter ?17 to ?84 days, summer ?2 to 73 days), while lower and especially mid altitude (present day mean annual air temperature from 9 °C to 3 °C) dimictic lakes risk shift to monomictic regimes (seven out of the eight lakes). Analysis further indicates that for many lakes shifts in mixing regime can be avoided by adhering to the most stringent scenario.' (948 chars) serialnumber => protected" (0 chars) doi => protected'10.1038/s43247-021-00106-w' (26 chars) uid => protected22089 (integer) _localizedUid => protected22089 (integer)modified _languageUid => protectedNULL _versionedUid => protected22089 (integer)modified pid => protected124 (integer) 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, [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

Stv. Abteilungsleiter

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-schweizer-seen>