

Studie zum Einfluss des Klimawandels auf Alpine Seen und deren Ökosystemleistungen – 2. Bericht, Probenahme im September – Oktober 2020

Forschungsprojekt »CLAIMES«, Climate response of alpine lakes: resistance variability and Management consequences for Ecosystem Services. **Forschungsinstitut für Limnologie**, Mondsee | Universität Innsbruck Mondseestraße 9, A-5310 Mondsee <https://www.uibk.ac.at/projects/claimes/>

HANNA PRITSCH | Forschungsinstitut Limnologie, Univ. Innsbruck, Mondsee

KATHARINA ENIGL | Zentralanstalt für Meteorologie & Geodynamik, Wien

MANUEL EBNER | Eurac Research, Bozen

RAINER KURMAYER | Forschungsinstitut Limnologie, Univ. Innsbruck, Mondsee | rainer.kurmayer@uibk.ac.at

Hintergründe

Im ÖAW Projekt CLAIMES (Laufzeit Juli 2019 – Dezember 2022) werden die Auswirkungen des Klimawandels auf Bergseen und deren Ökosystemleistungen untersucht. Insgesamt werden 21 Seen in den Niederen Tauern und vier Seen in Südtirol beobachtet. Die aktuellen Messdaten werden mit zwanzig Jahre alten Daten aus früheren Projekten an diesen Seen verglichen. Anhand von Modellen wird zudem die Entwicklung der Temperaturen in den einzelnen Seen unter verschiedenen Klimaszenarien abgebildet und damit ein Blick in die Zukunft gewagt. Nähere Informationen zum Projekt finden sich im ersten Bericht vom Jänner 2020 sowie auf der oben genannten Projektwebseite. In diesem zweiten Bericht möchten wir Einblicke in die bisherigen Arbeiten geben und erste Ergebnisse vorstellen.

Probenahmen an den Seen

Das CLAIMES Projekt startete mit einer ersten Probenahme im Sommer 2019. Dabei wurden Temperaturdatenlogger in allen Seen installiert, die über ein Jahr lang kontinuierlich alle zwei Stunden die Wassertemperatur an der Seeoberfläche sowie in der Tiefe gemessen und gespeichert haben. Zudem wurden sogenannte Sedimentfallen an der tiefsten Stelle installiert. In diesen Fallen sammeln sich Indikatororganismen wie Diatomeen (Kieselalgen) und Chrysophyten (Goldalgen), die im Laufe des Jahres aus der Wassersäule absinken und das natürliche Seesediment bilden. Zusätzlich wurde jedem See ein sogenannter Sedimentkern entnommen, der mit einem speziellen Gerät (Sedimentcorer) aus dem Seegrund ausgestochen wird. Auch darin werden Diatomeen und Chrysophyten sowie Chironomiden (Zuckmückenlarven) untersucht. Durch das regelmäßige Absinken von Organismen zum Seegrund bilden sich verschiedene Schichten aus. Die Zusammensetzung der Mikrofossilien in den einzelnen Schichten ermöglicht einen Blick in die Vergangenheit.

Außerdem wurden wichtige Parameter wie der pH-Wert, die Sauerstoffkonzentration im Wasser und die Leitfähigkeit in verschiedenen Tiefen vor Ort mittels Sonde gemessen. Mit Hilfe einer sogenannten Secchi-Scheibe wurde die Sichttiefe ermittelt. Zudem wurde Wasser mit einem Schöpfer aus verschiedenen Tiefen entnommen und anschließend im Labor analysiert. Dies ermöglicht einen Überblick über die Zusammensetzung und Menge der Nährstoffe im Wasser sowie der Planktongemein-

schaft. Zur Ermittlung der Planktongemeinschaft im See werden in diesem Projekt zwei Methoden verwendet: die klassische Auszählung unter dem Mikroskop sowie die moderne Metabarcoding-Technik, welche auf der Hochdurchsatzsequenzierung von Umwelt DNA basiert. Umwelt DNA setzt sich zum Teil aus Zellresten, etc. von Organismen, welche ihre DNA in Spuren ins Wasser abgeben (Fischschuppen, -ausscheidungen) oder direkt aus Mikroorganismen (Phyto- und Zooplankton, Bakterien) zusammen.

Im September 2020 wurde die zweite Probenahme durchgeführt. Dabei wurden die Temperaturdatenlogger geborgen und die Daten ausgelesen. Auch die Sedimentfallen wurden geborgen und deren Inhalt für spätere Analysen im Labor entnommen. Außerdem wurde nochmals Wasser für die Bestimmung der Nährstoffe und Planktongemeinschaft geschöpft. Physikalisch-chemische Parameter wurden wiederum mittels Sonden über die Wassersäule erhoben. Die Seen in der Region Klafferkessel konnten 2020 durch den frühen Schneefall nicht beprobt werden und in der Region Südtirol war es nicht möglich die Sedimentfallen und Temperaturdatenlogger am Pragser Wildsee und Antholzersee zu bergen, da die Pegelstände durch starke Regenfälle zuvor zu hoch waren.

Ökosystemleistungen

Unter Ökosystemleistungen (ÖSL) werden die Beiträge der Natur zum menschlichen Wohlergehen verstanden. Im CLAIMES Projekt studieren WissenschaftlerInnen der Eurac Research Bozen die ÖSL Alpiner Seen, welche bisher kaum untersucht wurden. Hierbei wird ein transdisziplinärer Forschungsansatz verfolgt, das heißt, es sind verschiedene politische Bereiche in den Prozess, wichtige ÖSL von alpinen Seen zu erkennen und zu gewichten, eingebunden. Neben dem aktuellen Zustand der Seen und der ÖSL sind auch die Auswirkung des Klimawandels auf die ÖSL ein Teil des Projekts mit dem Ziel, potenzielle Schutzmaßnahmen in Zusammenarbeit mit Interessensgruppen zu erarbeiten.

In einem ersten Schritt wurde der Jetzt-Zustand zu den ÖSL erhoben. VertreterInnen der Bereiche wie EigentümerInnen, PächterInnen, BewirtschafterInnen, Gemeinden, Gewässerschutz, Wissenschaft, Tourismus und Naturschutzvereine haben in jeder der beiden Projektregionen Südtirol und Niedere Tauern im Zuge je eines Workshops in Bozen und Radstadt relevante ÖSL identifiziert. Dabei wurden zahlreiche ÖSL genannt und alle TeilnehmerInnen priorisierten diese anschließend. Für die Region Südtirol gingen fünf ÖSL nämlich Lebensraum für Tiere und Pflanzen, Wasserverfügbarkeit (Brauch-/Nutzwasser), ästhetischer Wert, Outdoor-Freizeitgestaltung/ Erholung sowie Repräsentation als besonders relevant hervor. In der Region Niedere Tauern ergaben sich ebenfalls die ÖSL Lebensraum für Tiere und Pflanzen, ästhetischer Wert sowie Outdoor-Freizeitgestaltung/ Erholung und die ÖSL Wissenschaftlicher Wert und Umweltbildung sowie Existenz- und Erhaltungswert.

Im Projekt wird aktuell daran gearbeitet, geeignete limnologische Parameter zur Indikation und Quantifizierung von ÖSL herauszufinden. So werden zum Beispiel Vorlieben von Erholungssuchenden in Bezug auf die Ästhetik der Bergseen mittels georeferenzierter Bilder ermittelt und per Meinungsumfrage in Österreich, Bayern und Südtirol die Eigenschaften erhoben, die einen Bergsee ästhetisch wertvoll erscheinen lassen. Auch verschiedene limnologische Messwerte wie die Wasserfärbung oder die Klarheit des Wassers haben eine Bedeutung für den ästhetischen Wert des Gewässers. Eine wichtige Rolle spielen auch ökologische Parameter, welche die

Wasserqualität oder die Natürlichkeit der Lebensgemeinschaft im und am See widerspiegeln.

So werden für alle ÖSL passende Indikatoren gesucht und quantifiziert. Dies ist wichtig, um den Ist-Zustand abzubilden und letztlich auch, um die Entwicklung der ÖSL unter verschiedenen Szenarien des Klimawandels zu betrachten.

Modellierung

Um einen Blick in die Zukunft zu ermöglichen, arbeiten die KlimatologInnen der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik (ZAMG) in Wien an Modellen, die in Abhängigkeit verschiedener Parameter wie Lufttemperatur, Druck und Niederschlag die Wassertemperatur an der Seeoberfläche berechnen. Um die Modelle zu validieren, vergleicht man die berechneten Ergebnisse des Modells mit Messdaten der Seetemperatur. Stimmen die gemessenen und die berechneten Temperaturen überein, wird das Modell als aussagekräftig eingestuft. Mit einem solchen Modell kann man anschließend die Seetemperatur in der Zukunft unter verschiedenen globalen sozioökonomischen Entwicklungen berechnen. Im Projekt CLAIMES werden dafür zwei Klimaszenarien betrachtet. Zum einen das sogenannte »business as usual« (weiter wie bisher) Szenario, welches davon ausgeht, dass die Treibhausgasemissionen nicht reduziert werden und damit die Lufttemperatur stark ansteigen wird. Zum anderen das COP21 Ziel der Weltklimakonferenz im November 2015 in Paris, das vorsieht, die Emissionen zu begrenzen und die Erderwärmung auf max. 2 °C weltweit zu beschränken. Je nach Szenario verändert sich die Lufttemperatur und davon abhängig ebenfalls die Wassertemperatur im See. Welche Auswirkungen diese Veränderungen auf die Bergseen hätten und wie dadurch die ÖSL beeinflusst werden ist die zentrale Frage im Projekt CLAIMES.

Erste Ergebnisse

Die Temperaturdatenlogger, die für ein Jahr in den Bergseen installiert waren, wurden ausgelesen, und aus den Daten wurden Mittelwerte für die Augusttemperatur berechnet (*Abbildung 1*). Die Werte von August 2019 und August 2020 wurden dann mit dem Referenzzeitraum von 1998 – 2002 verglichen. Obwohl die Temperatur zwischen den Seen variiert und nicht unbedingt mit der Seehöhe korreliert, kann generell eine durchschnittliche Erwärmung um zirka 1 Grad Celsius im wärmsten Monat August festgestellt werden.

Die Eisbedeckungszeit 2019 – 2020 wurde ebenfalls mit der mittleren Eisbedeckung während des Referenzzeitraums von 1998 bis 2003 graphisch verglichen (*Abbildung 2*). Dabei ist eine Abnahme der Eisbedeckungszeit um ca. 10 – 20 Tage bei Seen, die unter 1900 – 2000 m Seehöhe liegen zu erkennen. Seen in höheren Lagen sind weniger stark von einer Abnahme der Eisbedeckung betroffen.

Ähnliche Ergebnisse wurden auch im Projekt FuSE-AT zur Entwicklung der Dauer der Schneebedeckung in Österreich von WissenschaftlerInnen der ZAMG, Universität Innsbruck, Climate Change Center Austria und Schneezentrum Tirol gefunden (siehe <https://fuse-at.ccca.ac.at/>). Seit 1961 hat sich die Schneedeckendauer in ganz Österreich über alle Höhenstufen betrachtet im Mittel 40 Tage verkürzt. Dabei sind vor allem niedrigere Regionen (< 1.500 m ü. A.) von einem starken Rückgang der Schneebedeckung betroffen.

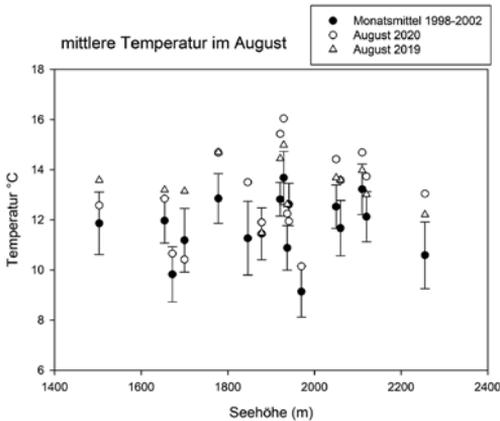


Abb. 1: Mittlere Augusttemperatur [°C] gemessen 2019 und 2020 sowie das Monatsmittel für August aus dem Referenzzeitraum 1998 – 2002 mit Standardabweichung aufgetragen gegen die Höhenlage der Seen [m ü. A.].

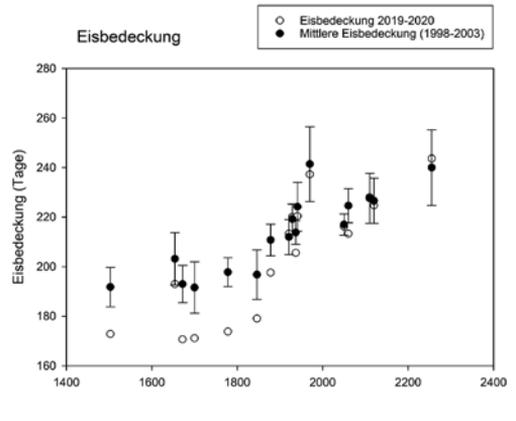


Abb. 2: Eisbedeckung in Tagen von 2019 – 2020 sowie die gemittelte Eisbedeckung und Standardabweichung zwischen 1998 und 2003 aufgetragen gegen die Seehöhe [m ü. A.] der Seen.

Im Bereich der Modellierung konnten gute Modelle entwickelt werden, welche die Wassertemperatur der Seen im Zeitraum von 1880 bis heute auf monatlicher Basis berechnen. Die Ergebnisse sollen hier beispielhaft für zwei Seen im Monat Juni abgebildet werden (*Abbildung 3*).

Die Abbildung 3 zeigt eine variable Wassertemperatur im Juni im Zeitraum von 1880 bis 1950, also seit der letzten »kleinen« Eiszeit bis zur Mitte des 20. Jahrhunderts. Zwischen 1950 und 1985 ergibt sich eine Tendenz der leichten Temperaturabnahme und ab 1985 kann dann generell ein Anstieg der Wassertemperatur beobachtet werden. Die Oberflächentemperaturen (LST für Lake Surface Temperature) von Seen hängen stark von der Lufttemperatur ab; damit spiegelt das Verhalten der LST das Verhalten der Lufttemperatur in den letzten Dekaden wieder. Durch das kontinuier-

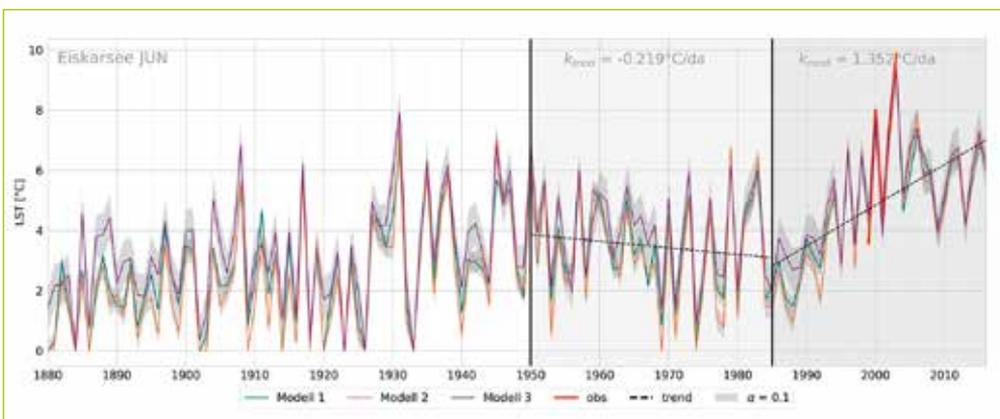


Abb. 3a

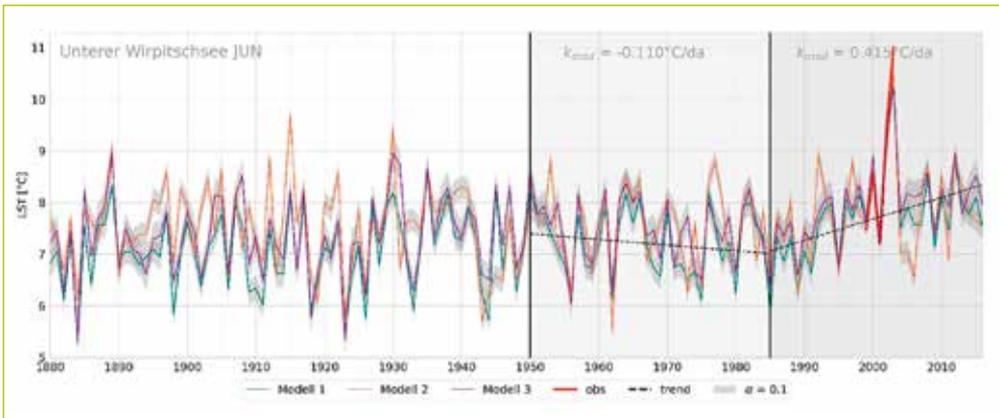


Abb. 3b: Oberflächentemperatur (LST=lake surface temperature) [°C] im Eiskarsee (3a) und Wirpitschsee (3b) im Monat Juni modelliert von 1880 – 2017. Abgebildet sind die drei besten Modelle (türkis, orange, lila), die real gemessenen Temperaturwerte 1998 – 2002 (rot), der Fehler (α , grau) und Trends in gestrichelten Linien.

liche Freisetzen von Aerosolen (Schwebstoffen) durch Verbrennungsvorgänge organischer Materie kam es bis in die 1980er Jahre zum Effekt des Global Dimmings (globale Verdunkelung): Aerosole wirkten als Kondensationskerne und verstärkten die Wolkenbildung, was wiederum die direkte Sonneneinstrahlung und somit die Erwärmung dämpfte. Mit den Luftreinhaltungsgesetzen der 1980er Jahre trat man diesem Effekt entgegen. Mit der zunehmenden Filterung von Aerosolen nahm das Global Dimming und der damit einhergehende Effekt der Maskierung des menschengemachten Treibhauseffektes ab. Das sieht man in den steigenden Temperaturen seit 1985 bis zur Gegenwart (siehe auch Matulla et al. 2019).

Die Temperatur im See ist neben der Lufttemperatur zusätzlich von zahlreichen Faktoren abhängig wie der Beschaffenheit des Einzugsgebiets, Schnee und Schmelzwasser, Seegröße und -form und der Lage des Sees. Die Seen erfahren alle eine Erwärmung durch den Klimawandel, welche sich lokal unterschiedlich ausdrückt, sodass die Reaktion der einzelnen Seen auf die Erwärmung voraussichtlich variiert. Die generell dreiphasige Temperaturentwicklung wie in *Abb. 3* dargestellt, kann aber für alle Seen beobachtet werden. Mit den atmosphärischen Modellen wird es möglich sein, diese Unterschiede zu quantifizieren. Im Eiskarsee (*Abb. 3a links*) beträgt der Temperaturanstieg im Mittel 1.35 °C pro Dekade, im Wirpitschsee 0.42 °C/Dekade.

Ändert sich die Temperatur im See, kann dies verschiedene Auswirkungen auf die Wasserqualität, die Lebensgemeinschaft und die Nährstoffzusammensetzung haben, und damit wiederum auf die ÖSL, die von diesen Parametern abhängen. Bergseen sind natürlicherweise nährstoffarm, haben eine geringe Primärproduktion und klares Wasser/eine hohe Sichttiefe. Anhand von Messwerten zur Konzentration an Totalphosphor (TP), Chlorophyll a (Chl a) und der Secchi-Tiefe können diese drei Parameter abgebildet werden und die Trophie der Seen basierend auf Vergleichswerten (Tabelle 1) aus der Literatur bestimmt werden (Tabelle 2). Nach den vorhandenen Daten wird die Trophiestufe von ultra-oligotroph bis oligomesotroph angegeben.

Tabelle 1: Mittelwerte und Wertebereiche () der Parameter Totalphosphor (TP), Chlorophyll a (Chl a) und Sichttiefe (Secchi-depth) der Trophiestufen ultra-oligotroph, oligotroph, mesotroph und eutroph nach Vollenweider & Kerekes, 1982.

Parameter	Trophiegrad			
	ultra-oligotroph	oligotroph	mesotroph	eutroph
TP [$\mu\text{g/L}$]	< 4.85	8.0 (4.85 - 13.3)	26.7 (14.5 - 49.0)	84.4 (38.0 - 189.0)
Chl a [$\mu\text{g/L}$]	< 0.8	1.7 (0.8 - 3.4)	4.7 (3.0 - 7.4)	14.3 (6.7 - 31.0)
Secchi-depth [m]	> 10	9.9 (5.3 - 16.5)	4.2 (2.4 - 7.4)	2.45 (1.5 - 4.0)

Tabelle 2: Messwerte für Totalphosphor (TP), Chlorophyll a (Chl a) und Sichttiefe (Secchi) im Median und Minimal - Maximalwert () und die daraus resultierende trophische Einstufung der Seen in den Niederen Tauern und in Südtirol.

See	Region	Max. Tiefe [m]	TP [$\mu\text{g/L}$] Median (min - max)	Chla [$\mu\text{g/L}$] Median (min - max)	Secchi-Tiefe [m] Median (min - max)	Trophie
NIEDERE TAUERN						
Eiskarsee	NT	12	1.90 (1.84 - 4.58)	1.59 (1.57 - 1.6)	9.7 (8.0 - 11.4)	oligo
Hinterkarsee	NT	11	3.36 (2.60 - 3.68)	1.7 (1.64 - 1.76)	10.5 (9.0 - 12)	ultra-oligo
Hüttensee	NT	6	4.60 (2.80 - 5.19)	1.32 (0.84 - 1.79)	6.0 (6.0)	oligo
Kapuzinersee	NT	20	3.14 (2.90 - 3.38)	1.8 (1.1 - 2.42)	11.4 (10.8 - 12)	ultra-oligo
Knappenkarsee	NT	8	2.76 (1.70 - 7.02)	1.9 (1.36 - 2.44)	5.95 (4.5 - 7.4)	oligo
Landauersee	NT	16	4.60 (3.0 - 10.38)	1.47 (0.96 - 1.97)	7.9 (6.8 - 9.0)	oligo
M. Landschitzsee	NT	20	2.15 (1.10 - 4.27)	0.75 (0.62 - 0.87)	12.45 (12.4 - 12.5)	ultra-oligo
Obersee	NT	22	5.49 (3.38 - 6.90)	2.1 (1.36 - 2.84)	8.85 (8.2 - 9.5)	oligo
Ob. Giglachsee	NT	10	6.10 (4.91 - 9.46)	1.47 (1.21 - 1.72)	7.9 (6.5 - 9.3)	oligo
Ob. Klaffersee	NT	32	4.00 (3.99 - 4.00)	1.4 (1.32 - 1.47)	9.9 (8.2 - 11.5)	oligo
Ob. Landschitzsee	NT	12	2.76 (2.20 - 3.36)	0.79 (0.31 - 1.02)	9.4 (8.5 - 10)	ultra-oligo
Ob. Schönalmsee	NT	21	3.66 (3.50 - 4.91)	1.91 (1.17 - 2.64)	9.4 (8.8 - 10)	oligo
Pfannsee	NT	7	5.66 (2.76 - 8.55)	1.01 (0.44 - 1.58)	7.2 (7.0 - 7.4)	ultra-oligo
Rantensee	NT	6	3.68 (1.70 - 5.80)	1.64 (0.44 - 2.83)	6.5 (6.0 - 7.0)	oligo
Rauhenbergsee	NT	25	4.50 (4.00 - 4.91)	3.4 (2.95 - 3.92)	9 (8.8 - 9.2)	oligo
Tiefenbachsee	NT	8	8.85 (4.70 - 8.90)	1.42 (0.68 - 2.16)	5.5 (4.5 - 6.5)	oligo
Twenger Almsee	NT	33	4.00 (2.10 - 7.32)	1.32 (0.16 - 2.43)	11.2 (8.2 - 13)	oligo
Un. Giglachsee	NT	18	5.60 (4.4 - 12.82)	1.76 (0.68 - 2.37)	7.5 (5.9 - 8.5)	oligo
Un. Klaffersee	NT	33	2.77 (1.23 - 4.3)	3.29	11	ultra-oligo
Un. Landschitzsee	NT	15	3.38 (3.10 - 7.02)	1.16 (0.87 - 1.45)	10.6 (9.2 - 12)	oligo
Wirpitschsee	NT	7	3.20 (2.30 - 3.66)	0.37 (0.23 - 0.67)	6.5 (6.0 - 7.6)	ultra-oligo
SÜDTIROL						
Antholzersee	ST	35	4.83 (2.07 - 11.43)	1.85 (0.32 - 5.87)	5.0 (1.2 - 10.6)	oligo
Fischersee	ST	8	4.37 (3.10 - 7.75)	3.34 (1.95 - 5.68)	4.5 (3.8 - 8.5)	oligo-meso
Langsee	ST	35	5.50 (3.33 - 9.00)	5.44 (0.73 - 13.53)	4.8 (2.0 - 9.0)	oligo-meso
Ob. Saldursee	ST	9	3.10 (2.00 - 3.8)	0.8 (0.62 - 1.05)	9.2 (8.9 - 9.5)	ultra-oligo
Pragser Wildsee	ST	35	3.55 (2.05 - 6.64)	3.31 (1.0 - 5.48)	4.13 (1.9 - 7.6)	oligo

Diese hohe Wasserqualität ist wichtig für die Lebensgemeinschaften im See und verschiedene ÖSL, von denen wir Menschen profitieren. Ziel des CLAIMES Projektes ist es, negative Auswirkungen auf die Seen und ihre ÖSL frühzeitig zu erkennen und mithilfe von transdisziplinär erarbeiteten Managementplänen intakte Ökosysteme und eine nachhaltige Bereitstellung von ÖSL zu gewährleisten.

Weiterer Verlauf

Für einen Teil der Seen wurden die Temperaturdatenlogger und Sedimentfallen für ein weiteres Jahr bis September 2021 installiert, um noch mehr Daten und einen genaueren Blick zu erhalten. Somit fand eine weitere Probenahme im September 2021 statt, bei der aus diesen Seen sowie den Seen, die im Sommer 2020 nicht erreicht werden konnten, die Sedimentfallen und Temperaturdatenlogger alle geborgen wurden.

Zudem arbeiten wir weiter an den Analysen der Planktongemeinschaft sowie an den Ökosystemleistungen. Zu den ÖSL sind für voraussichtlich April/ Mai 2022 erneut Fokusgruppentreffen/ Workshops für die beiden Regionen Niedere Tauern und Südtirol geplant.

Im Bereich der Modellierung soll die zeitliche Auflösung erhöht werden, sodass Simulationen auf Tagesbasis statt wie bisher Monatsbasis berechnet werden können. Dies lässt einen noch genaueren Einblick in die Wassertemperatur der Bergseen zu. Im Anschluss soll dann auch die Oberflächentemperatur der Seen für die nahe (2030 – 2060) und die entferntere Zukunft (2070 – 2100) unter den genannten Klimaszenarien modelliert werden.

DANKSAGUNG

Das CLAIMES-Projektteam möchte sich für die Erlaubnis zur Zufahrt und/bzw. Beprobung der Bergseen herzlich bedanken. Vielen freiwilligen Interessierten möchten wir an dieser Stelle für die aktive Unterstützung beim Anstieg und der Probenahme danken. Bei der praktischen Beprobung haben Studierende der Univ. Innsbruck und SchülerInnen der HBLA Ursprung/Elixhausen mitgeholfen, ohne deren Hilfe die Freilandarbeit nicht möglich gewesen wäre. Herzlicher Dank geht an Samuel Vorhauser (Biologisches Labor, Autonome Region Bozen – Südtirol), der die Arbeit in Südtirol immer tatkräftig unterstützt sowie an Dr. Karin Koinig (Institut für Ökologie) für ihre Hilfe bei den Saldurseen. Wir bedanken uns herzlich bei Gry Larsen und Elias Dechent (Institut für Ökologie) sowie bei Johanna Schmidt (FI Limnologie) für die chemischen Analysen der Wasserproben. Anneliese Wiedlroither (FI Limnologie) sei herzlich für die stetige Vorbereitung der Probenahme gedankt. Für die Öffentlichkeitsarbeit bedanken wir uns herzlich bei Dr. Sabine Wanzenböck (FI Limnologie).

FINANZIERUNG

Das Projekt CLAIMES wird im Rahmen des Earth System Sciences (ESS) Forschungsprogramms zum Thema »Wasser im Gebirge« gefördert. Dieses Programm ist eine Initiative der Österreichischen Akademie der Wissenschaften (ÖAW) und wird vom Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Forschung (BMBWF) finanziert.

WEITERE INFORMATIONEN

Zur Schneebedeckung:

<https://www.zamg.ac.at/cms/de/klima/news/die-zukunft-des-schnees-in-oesterreich>

Zum Projekt: <https://www.uibk.ac.at/projects/claims/>

Dokumentation (Lange Nacht der Forschung im November 2020): Alpenseen und Klimawandel: Wissenschaftler untersuchen mögliche Veränderungen: <https://www.youtube.com/watch?v=TKEDnhqCgHc>
Zitat Vollenweider & Kerekes Vollenweider, R., & Kerekes, J. (1982). Eutrophication of waters, Monitoring, Assessment and Control. OECD, Paris, 154.

Zitat Matulla, C., J. Tordai, M. Schlogl, M. Ganekind, H. Matulla, H. Ressler & B. Chimani, 2019. Establishment of a long-term lake-surface temperature dataset within the European Alps extending back to 1880. *Climate Dynamics* 52(9-10):5673-5689 doi:10.1007/s00382-018-4479-6.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Österreichs Fischerei](#)

Jahr/Year: 2022

Band/Volume: [75](#)

Autor(en)/Author(s): Pritsch Hanna, Enigl Katharina, Ebner Manuel, Kurmayer Rainer

Artikel/Article: [Studie zum Einfluss des Klimawandels auf Alpine Seen und deren Ökosystemleistungen – 2. Bericht, Probenahme im September – Oktober 2020 61-67](#)