



forschungsraum

## Langzeitmonitoring von Ökosystemprozessen

Modul 08 – Seen  
Zwischenbericht 2021

## IMPRESSUM

### **forschungsraum**

Langzeitmonitoring von Ökosystemprozessen, Zwischenbericht 2021  
Modul 8 - Seen

### **Projektleitung und Koordination:**

Stephen A. Wickham, Jana S. Petermann, Ulrike-G. Berninger, Paris-Lodron Universität  
Salzburg

### **Für den Inhalt verantwortlich:**

Stephen A. Wickham, Jana S. Petermann, Ulrike-G. Berninger, Paris-Lodron Universität  
Salzburg

**Titelbild:** ©David Zezula

Trotz gebotener Sorgfalt können Satz- und Druckfehler nicht ausgeschlossen werden.  
Zitiervorschlag: Wickham S. A., Petermann J. S., Berninger U.-G. (2021):  
Zwischenbericht 2021 im Modul 08 - Seen - im Rahmen des Langzeitmonitorings von  
Ökosystemprozessen im Nationalpark Hohe Tauern (Version 10/21). forschungsraum  
(unpubliziert).

**Weblink:** [http://www.parks.at/npht/mmd\\_fullentry.php?docu\\_id=43288](http://www.parks.at/npht/mmd_fullentry.php?docu_id=43288)

Salzburg, im Oktober 2021

# Inhalt

1	Einleitung .....	1
2	Methoden.....	1
2.1	Untersuchungssysteme.....	1
2.2	Geländearbeiten.....	2
2.3	Laborarbeiten und Auswertung.....	2
3	Ergebnisse und Diskussion.....	3
3.1	Untersuchungssysteme.....	3
3.2	Abiotische Parameter - Langzeit-Temperaturmessungen.....	3
3.3	Abiotische Parameter - Messungen während der Geländekampagne .....	6
3.4	Zooplankton.....	9
4	Ausblick .....	10
5	Literatur.....	10
6	Danksagung.....	11



# 1 Einleitung

Das Modul 8 („Seen“) ist ein zentraler Bestandteil im Langzeitmonitoring-Programms (LZM) im NPHT. Die Ziele des Moduls haben die Zooplanktongemeinschaften sowie die abiotischen Bedingungen in den beforschten Seen im Fokus: *„... anhand von Untersuchungen der Zooplanktongemeinschaft in Seen entlang eines Höhengradienten den Zusammenhang zwischen abiotischen Faktoren (z.B. Temperatur) und der Artenzusammensetzung, der Metagemeinschaftsdynamik und der Langzeit-Entwicklung der Gemeinschaften zu beleuchten. Die Ergebnisse erlauben Rückschlüsse auf die Reaktion natürlicher Ökosysteme auf Klimaveränderungen.“* (Körner et al. 2020). Zum Projektteil „Seen“ liegen bereits aus den Jahren 2017, 2018, 2019 und 2020 entsprechende Daten vor. Im hier vorliegenden Zwischenbericht wird die Fortsetzung dieser Datenreihe im Zuge der Kampagne 2021 beschrieben.

Um die zeitliche und räumliche Dynamik von Klimawandelprozessen statistisch nachvollziehbar und glaubwürdig dokumentieren zu können, wird seit 2017 eine repräsentative Auswahl von insgesamt 18 Seen im NPHT untersucht. Gemeinsam mit den Ergebnissen der anderen Module zeigen unsere Daten, dass Trends zu möglichen Auswirkungen des Klimawandels beginnen, sich heraus zu kristallisieren, dass aber eine deutlich längere Zeitreihe notwendig sein wird, um vor dem Hintergrund der intrinsischen Variabilität der aufgenommenen Daten und der Vielzahl der einflussnehmenden Faktoren und indirekten Effekten belastbare Aussagen treffen zu können.

## 2 Methoden

### 2.1 Untersuchungssysteme

Die Pilotphase des LZM-Projektes hatte u.a. das Ziel, geeignete und repräsentative Untersuchungssysteme für die langfristige Datenaufnahme zu identifizieren. Achtzehn Seen, die in den drei Tälern Innergschlöß, Sulzbachtal und Seebachtal entlang von Höhengradienten liegen, wurden ausgewählt und seit 2017 jährlich untersucht (Tab. 1). Alle Seen erfüllen die folgenden Kriterien: (1) Erwartete permanente Wasserführung der Seen über viele Jahre, (2) Möglichkeit der Messung abiotischer Faktoren sowie Beprobung und der Installation von Dataloggern, (3) möglichst größte Nähe zu den Untersuchungsgebieten der anderen projektbeteiligten Gruppen, (4) Erreichbarkeit der Seen und (5) Lage der Seen entlang eines Höhengradienten (Wickham et al. 2019).

Tab. 1: Liste der im Rahmen des Moduls 08 in den Jahren 2017- 2021 beprobten Seen mit Angabe der Höhenlage und der geografischen Koordinaten. Namen in Anführungszeichen sind keine offiziellen Namen sondern Arbeitstitel.

Tal	See	Höhe (m)	Breitengrad	Längengrad
Seebachtal	Grüneckersee	2307	47° 2'8.11"N	13°10'32.19"E
	Kleiner Tauernsee	2310	47° 2'24.38"N	13°10'55.48"E
	„See oberh. Mindener Hütte (Schneefeldsee)“	2474	47° 1'43.49"N	13° 9'13.01"E
	„See 2 oberhalb Mindener Hütte (Plattensee)“	2441	47° 1'35.03"N	13° 9'5.46"E
	„Kleines Elend“	2609	47° 2'30.86"N	13°15'22.46"E
	„Großes Elend“	2510	47° 2'22.33"N	13°15'9.10"E
Obersulzbachtal	Seebachsee	2083	47°10'53.99"N	12°13'43.04"E
	„See neben Seebachsee“	2083	47°10'48.55"N	12°13'34.97"E
	Foißkarsee	2132	47°10'24.50"N	12°14'31.69"E
	„Obervorderjaidbachsee“	2412	47° 8'37.00"N	12°14'9.87"E
	„Untervorderjaidbachsee“	2274	47° 9'10.74"N	12°14'28.15"E
	Sulzsee	2193	47° 7'6.62"N	12°17'40.15"E
Innergschlöß	Salzbodensee	2138	47° 6'55.85"N	12°25'33.29"E
	„Innergschlöß See 2“ (Eisseele)	2550	47° 7'25.88"N	12°23'52.89"E
	„Innergschlöß See 3“ (In Loche)	2520	47° 7'17.69"N	12°23'51.78"E
	Löbbensee	2226	47° 6'23.34"N	12°28'36.87"E
	„Gletscherplateau (NPH 3)“	2235	47° 6'58.73"N	12°24'46.63"E
	„See nahe Löbbensee“	2233	47° 6'13.80"N	12°28'41.38"E



Diese Untersuchungsflächen bilden in Größe, geologischem Alter, abiotischen Faktoren und Lebensgemeinschaften das Spektrum der Seen im Nationalpark Hohe Tauern ab und können in ihrer Breite als „typische“ Seen des Nationalparks gesehen werden. Im Rahmen der Kampagne 2021 war es möglich, im August alle Seen aufzusuchen und das vollständige Untersuchungsprogramm durchzuführen.

## 2.2 Geländearbeiten

Um die aufgenommenen Daten über die Jahre vergleichbar zu halten, wurden auch im Jahr 2021 die Geländearbeiten im August (Zeitraum 3. bis 23.8.21) zur weitgehend (s.u.) eisfreien Zeit durchgeführt. Wie auch in den vergangenen Jahren wurden die Messungen bzw. die Probenentnahme bei den kleineren Seen vom Ufer aus, bei den größeren Seen von einem Schlauchboot an der etwa tiefsten Stelle des Sees durchgeführt. Die angewandten Methoden sind im Detail im „Methodenhandbuch“ beschrieben (Wickham et al. 2019).

**Organismen:** Das Metazooplankton wurde mittels Planktonnetz (30 µm Maschenweite und 29 cm Durchmesser der Öffnung) gewonnen, die Tiere wurden anschliessend sofort in Succrose-Formol (Endkonzentration ca. 5%) chemisch fixiert.

**Abiotische Parameter:** Wassertemperatur (°C), Luftdruck (mm Hg), gelöster Sauerstoff (% Sättigung), spezifische Leitfähigkeit (µS/cm), pH, Nitratgehalt (mg/l), Trübheit (FNU), Pycocyanin der Blau-Grünen Algen (relative Fluoreszenzeinheiten und µg/l), Chlorophyll a Konzentration (relative Fluoreszenzeinheiten und µg/l) wurden mithilfe einer Multiparametersonde im Feld bestimmt. Die Messungen wurden jeweils in der Wassersäule über die komplette Tiefe der Seen durchgeführt (bis zu einer maximalen Sondenreichweite von 15 m). Zur Durchführung von Langzeit-Temperaturmessungen sind bereits seit Beginn des Projekts in jedem See auf ca. 1 m Wassertiefe zwei Datalogger (tempmate.®-B2) installiert, die die Wassertemperatur kontinuierlich aufzeichnen. Die Daten aus den Loggern werden bei jeder Beprobung ausgelesen (sofern die Datalogger noch auffindbar sind) und die Logger ggf. erneuert. Im jeweiligen Folgejahr werden dann die Daten aus den zurückliegenden ca. 12 Monaten wieder ausgelesen.

## 2.3 Laborarbeiten und Auswertung

Die Laborarbeiten und Auswertungen folgten dem selben Protokoll wie in den vorangegangenen Projektjahren: Transport der chemisch fixierten und konzentrierten Zooplanktonproben zum Labor an der Paris-Lodron Universität Salzburg und dortige Lagerung (in Dunkelheit bei Raumtemperatur). Die mikroskopische Auswertung hat begonnen, ist aber noch nicht abgeschlossen. Die Proben werden in eine spezialisierte Zooplankton-Zählkammer überführt, die Organismen unter einem Olympus SZX9 Stereomikroskop betrachtet und quantifiziert. Zur genaueren Betrachtung werden Individuen unter ein Nikon Eclipse E800 Mikroskop transferiert und einer DS Ri1 Kamera taxonomisch (unter Nutzung standardmäßiger Bestimmungsliteratur sowie vorhandenen Artenlisten von den beprobten Gebieten) bestimmt.

Zur Dokumentation und Sicherung werden alle Arbeitsschritte in Standardprotokollen festgehalten, und die Daten werden mehrfach redundant gespeichert. Alle Daten wurden bzw. werden mithilfe von Statistikprogrammen in einer kontinuierlichen Zeitreihe (2017 ff) hinsichtlich der Veränderung der Gemeinschaftsstruktur (Abundanz, Diversität, Artenzusammensetzung) und den relevanten Umwelteinflüssen ausgewertet. Ziel der Analysen ist es, eine Datenbasis zu erarbeiten um mögliche Auswirkungen des Klimawandels aufzuzeigen.

## 3 Ergebnisse und Diskussion

### 3.1 Untersuchungssysteme

Die Untersuchungssysteme wurden zu folgenden Daten aufgesucht:

- Innerschlöß: 3. und 4.8. sowie 15.8.21 (aufgrund eines Schlechtwettereinbruchs musste der für den 5.8. geplante dritte Tag der Beprobung verschoben werden)
- Obersulzbachtal: 12. bis 14.8.21
- Seebachtal: 21. bis 23.8.21.

Für den Zugang zu den Seen wurden die selben Wege wie in den vergangenen Jahren gewählt, und - im Gegensatz zum Vorjahr konnten 2021 auch alle erreicht werden. Bei keinem der Seen waren Störungen wie Verlandung, Verschüttung, Austrocknung o.ä. aufgetreten.

Die Probenentnahmeperiode wird jedes Jahr auf August gelegt, weil in diesem Monat die größte Wahrscheinlichkeit besteht, dass alle Seen eisfrei sind. Aufgrund von extremen Wetterbedingungen im August 2021 war allerdings das Eisseele (unterhalb der Neuen Prager Hütte, Innerschlöß) noch zu etwa 30% vereist (Abb. 1). Die Probenentnahmen und *in-situ*-Messungen konnten trotzdem durchgeführt werden.



Abb. 1: „Eisseele“ (Innerschlöß), August 2021, © Stephen Wickham

### 3.2 Abiotische Parameter - Langzeit-Temperaturmessungen

Ein zentraler Teil des Monitoring-Projekts ist es, kontinuierliche Temperaturaufzeichnungen zu sammeln. Dazu werden pro See Datalogger auf ca. 0,4 m Wassertiefe in den Seen installiert und die Temperatur wird das ganze Jahr über gemessen. Im Jahr 2021 wurden im Seebachtal alle 12 im Jahr 2020 installierten Logger gefunden, zusätzlich (im Grüneckersee) sogar einer der Logger, der zwischenzeitlich unauffindbar und deshalb ersetzt worden war. Auch aus diesem Logger konnten noch Daten vom Juli 2017 bis Mai 2020 ausgelesen werden (die in

unsere Analysen mit einfließen werden). Im Obersulzbachsee wurde einer der Logger außerhalb des Sulzsees aufgefunden (ca. 1 m entfernt am Ufer), die aufgezeichneten Daten werden also nur begrenzt auswertbar sein. Im Eisseele im Innergschlöß lagen beide im Jahr 2020 eingesetzten Logger unterhalb der Eisdecke (s.o.) und konnten nicht erreicht werden. Hier wurde ein neuer Logger eingesetzt, um sicherzugehen, dass in den kommenden 12 Monaten Temperaturmessungen durchgeführt werden.

Die im jeweiligen Kampagnen-Jahr aktuell aus den Loggern ausgelesenen Temperaturdaten werden jedes Mal den Daten aus den vorherigen Jahren hinzugefügt und geben so die komplette Temperaturentwicklung seit Beginn des Projektes wieder, also nunmehr vom Juli 2017 bis August 2021. Beispielhaft zeigen die Abbildungen 2 bis 4 die Temperaturentwicklung in jeweils zwei Seen in den drei Tälern.

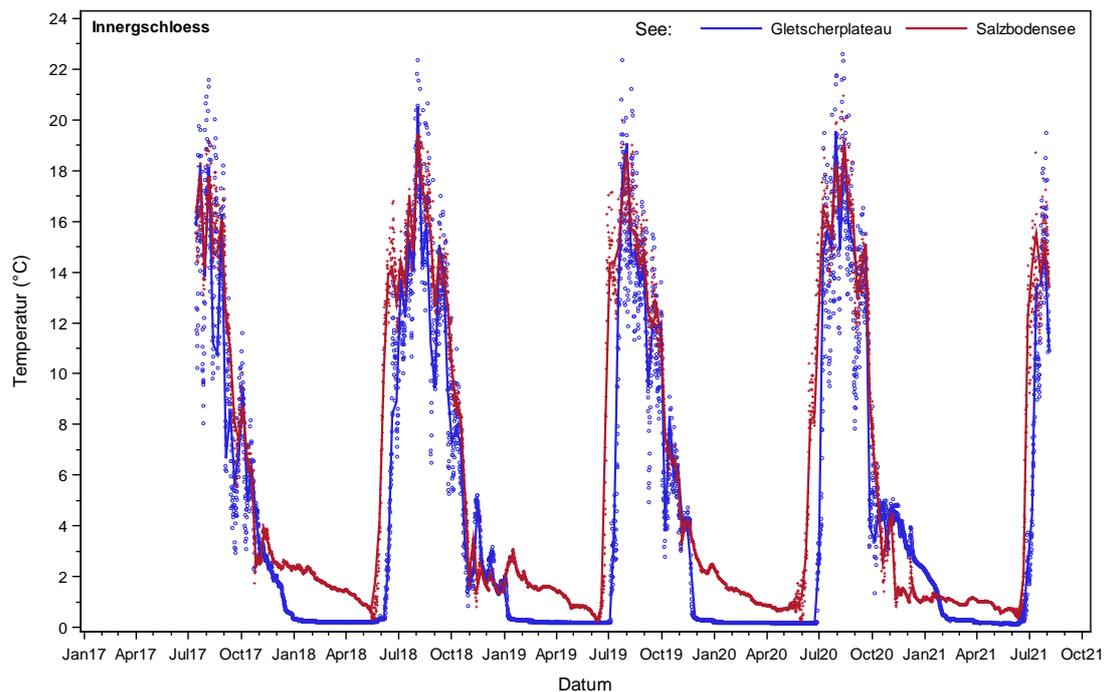


Abb. 2: Wassertemperatur von Juli 2017 bis August 2021 (°C, in ca. 0,4 m Wassertiefe, kontinuierlich gemessen mit Temperatur-Dataloggern in 6-Stunden Intervallen) in zwei Beprobungssystemen des Innergschlöß (Gletscherplateausee und Salzbodensee). Die Datenpunkte sind Mittelwerte der Aufzeichnungen von zwei Loggern pro See. Linien sind Loess-Fits (locally weighted scatterplot smoothing) der Daten. Temperaturen <2°C sind Zeiger einer umgekehrten Schichtung und somit einer Eisschicht auf dem See. Temperaturen von 0°C zeigen, dass die Logger im See eingefroren waren.

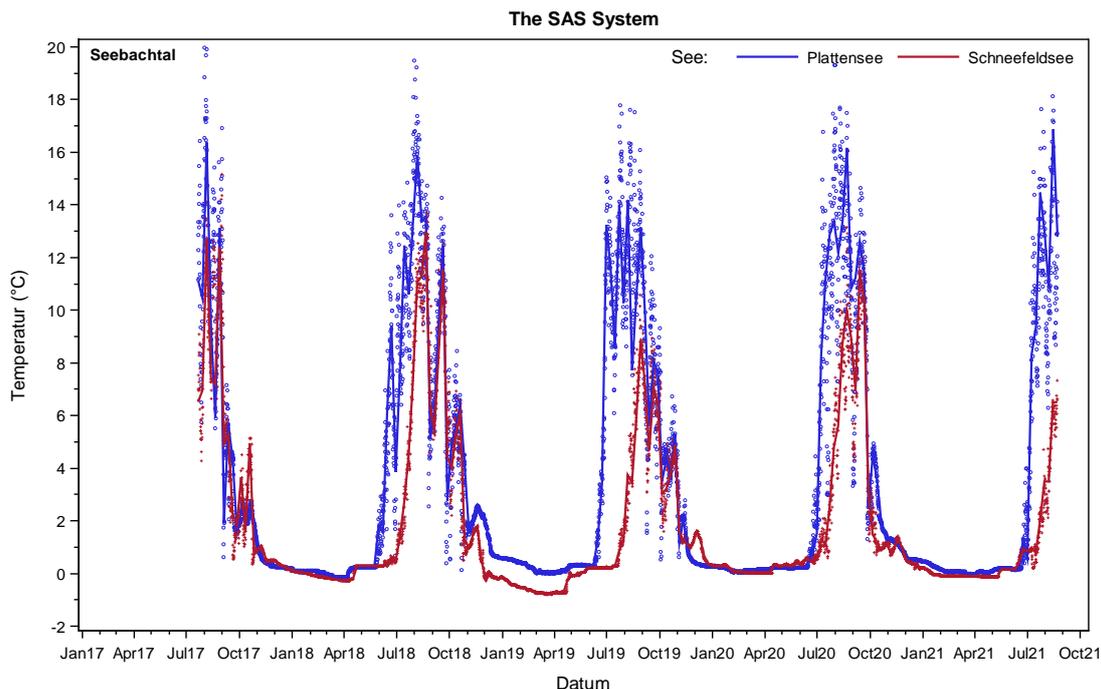


Abb. 3: Wassertemperatur von Juli 2017 bis August 2021 (°C, in ca. 0,4 m Wassertiefe, kontinuierlich gemessen mit Temperatur-Dataloggern in 6-Stunden Intervallen) in zwei Beprobungssystemen des Seebachtals (Plattensee und Schneefeldsee). Die Datenpunkte sind Mittelwerte der Aufzeichnungen von zwei Loggern pro See. Linien sind Loess-Fits (locally weighted scatterplot smoothing) der Daten. Temperaturen  $<2^{\circ}\text{C}$  sind Zeiger einer umgekehrten Schichtung und somit einer Eisschicht auf dem See. Temperaturen von  $0^{\circ}\text{C}$  zeigen, dass die Logger im See eingefroren waren.

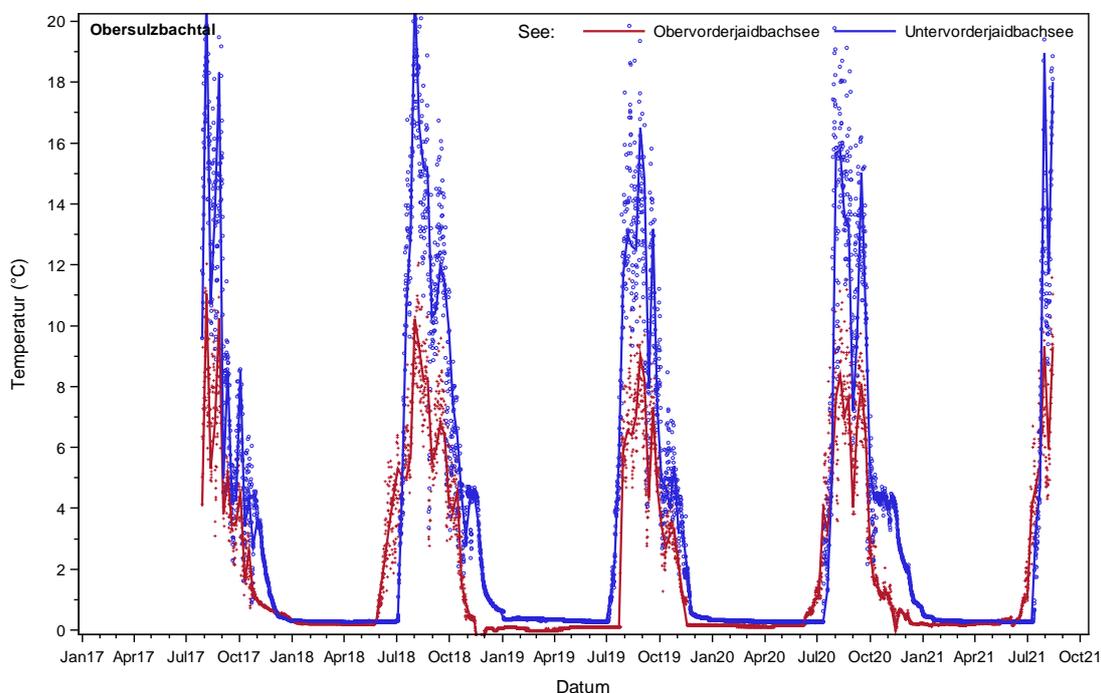


Abb. 4: Wassertemperatur von Juli 2017 bis August 2021 (°C, in ca. 0,4 m Wassertiefe, kontinuierlich gemessen mit Temperatur-Dataloggern in 6-Stunden Intervallen) in zwei Beprobungssystemen des Obersulzbachtals (Obervorderjaidbachsee und Untervorderjaidbachsee). Die Datenpunkte sind Mittelwerte der Aufzeichnungen von zwei Loggern pro See. Linien sind Loess-Fits (locally weighted scatterplot smoothing) der Daten. Temperaturen  $<2^{\circ}\text{C}$  sind Zeiger einer umgekehrten Schichtung und somit einer Eisschicht auf dem See. Temperaturen von  $0^{\circ}\text{C}$  zeigen, dass die Logger im See eingefroren waren.





Auch die Kampagne 2021 bestätigte die grundsätzlichen Beobachtungen an unseren Untersuchungssystemen und verstärkt den Hinweis auf die Notwendigkeit, Messungen, die sich auf mögliche Klimawandelprozesse beziehen, in möglichst langen Zeitreihen durchzuführen. Selbst in (hoch-) alpinen Ökosystemen, die eigentlich erwarten lassen, dass der Klimawandel schneller deutlich wird als in niedrigeren Lagen, reichen wenige Jahre nicht dazu aus, Aussagen zu Veränderungen zu treffen. Auch nach fünf Jahren kontinuierlicher Temperaturmessung ist in keinem „unserer“ Seen ein klarer Trend zu erkennen, dass die mittlere oder maximale Wassertemperatur über diesen Zeitraum angestiegen ist. Allerdings werden nun einige grundsätzliche Muster erkennbar, die eine Basis für weitergehende Messungen darstellen. Die Seen der drei Täler zeigen übereinstimmend, dass die Unterschiede zwischen der jährlichen Maximal- und Minimaltemperatur extrem groß sein kann ( $>20^{\circ}\text{C} - 0^{\circ}\text{C}$  bzw. Eisbedeckung), dass die Wassertemperatur teilweise Schwankungen von bis zu  $5^{\circ}\text{C}$  über einen Zeitraum von nur wenigen Tagen aufweisen kann, und dass die Variation zwischen den Jahren innerhalb eines Sees erstaunlich gering ist (Temperaturanstieg, Erreichen der Maximaltemperatur, Abfall bis hin zur Eisbedeckung traten in jedem der bisher fünf untersuchten Jahre in einem fast identen Rhythmus auf). Um die Meßwerte noch aussagekräftiger interpretieren zu können und auch subtile Tendenzen sichtbar zu machen, ist geplant, eine enge Zusammenarbeit mit Statistiker/innen zu suchen, die z.B. über eine time-series-analysis diskrete Ereignisse vergleichen können (z.B. die Dauer der eisfreien Tage, die Anzahl der Tage mit Temperaturen oberhalb des 95% Konfidenzintervalls des Jahres-Mittelwertes, etc.).

Bereits im Zwischenbericht 2020 verglichen wir beispielhaft die Temperaturentwicklung von Gletscherplateau und Salzbodensee. Noch immer laufen diese „im Gleichschritt“, zeigen eine sehr geringe inter-annuelle Variabilität und die Unterschiede (Abb. 2), die deutlich werden, sind wahrscheinlich eher auf mikroklimatische Einflüsse als auf Klimawandelprozesse zurück zu führen. Die beiden Seen sind nur ca. 1 km voneinander entfernt, und im größeren und tieferen Salzbodensee schmilzt die Eisdecke trotz der größeren Wassermasse früher als im kleineren Gletscherplateausee (der geschützt in einer Mulde liegt und von weniger direkter Sonneneinstrahlung erreicht wird).

Auch die bereits früher beschriebenen Beobachtungen zu „Seenpaar“ Plattensee und Schneefeldsee im Seebachtal wurden 2021 bestätigt (Abb. 3): Obwohl die Seen sehr dicht beieinander und fast auf der selben Höhe liegen, weisen sie große Unterschiede in den Maximaltemperaturen auf und die Eisdecke schmilzt zu anderen Zeiten. Entsprechende Aussagen lassen sich auch für Seen im Obersulzbachtal machen, beispielhaft sind hier die Temperaturaufzeichnungen für den Obervorderjaidbachsee und den Untervorderjaidbachsee abgebildet (Abb. 4): Kein klarer Trend hinsichtlich Zu- oder Abnahme der Maximaltemperatur, sehr wenig interannuelle Variation aber große Unterschiede zwischen den beiden Seen.

### **3.3 Abiotische Parameter - Messungen während der Geländekampagne**

Die Analyse der abiotischen Parameter, die während der Geländekampagne als Vertikalprofile in den Seen erhoben werden, ist noch nicht abgeschlossen. Exemplarisch präsentieren wir hier die Chlorophyll *a* - Konzentrationen aus dem Kleinen Tauernsee (Seebachtal, Abb. 5 und Abb. 6) und aus dem Löbbensee (Innergchlöß, Abb. 7 und Abb. 8). Die Profile wurden um die 2021 ermittelten Daten ergänzt, die Abbildungen zeigen somit die Werte über die bisherige Gesamtdauer des Monitorings (2017 - 2021). Chlorophyll als Massenparameter gibt Hinweise auf das quantitative Vorkommen von Algen in der Wassersäule, allerdings ohne Hinweise auf taxonomische Vielfalt und/oder Größe oder Biomasse der Primärproduzenten.

In beiden Seen zeigen die mit der YSI-Sonde gemessenen Daten eine große interannuelle Variation bei den Chlorophyll *a* - Konzentrationen, insbes. im Hinblick auf ein Tiefenchlorophyllmaximum (DCM, deep chlorophyll maximum). Es war 2020 nicht möglich, anhand der Daten verlässlich zu klären, ob es sich bei diesen hohen Chlorophyllkonzentrationen in Wassertiefen von  $\geq 10$  m (Löbbensee) bzw.  $\geq 3$  m (Kl. Tauernsee) um ein saisonal auftretendes Phänomen handelt, da es aus logistischen Gründen nicht möglich ist, die Seen an genau dem selben Tag zu besuchen. Außerdem können Wetterereignisse natürlich die Saisonalität beeinflussen. Die Daten aus 2021 erlauben nun allerdings erste vorsichtige Interpretationen. Im Kleinen Tauernsee war das Tiefenchlorophyllmaximum erstmalig im Jahr 2020 aufgetreten, das Phänomen wiederholte sich (mit noch höheren Konzentrationen) bei der heurigen Messung (2021). Da die Werte in diesen beiden Jahren an fast dem

selben Tag ermittelt wurden, in den vorherigen Jahren (2017 - 2019) aber fast einen Monat zeitiger, liegt die Interpretation nahe, dass es sich beim DCM im Kleinen Tauernsee um ein Spätsommer-Ereignis handelt.



Abb. 5: Kleiner Tauernsee, Seebachtal, © David Zezula

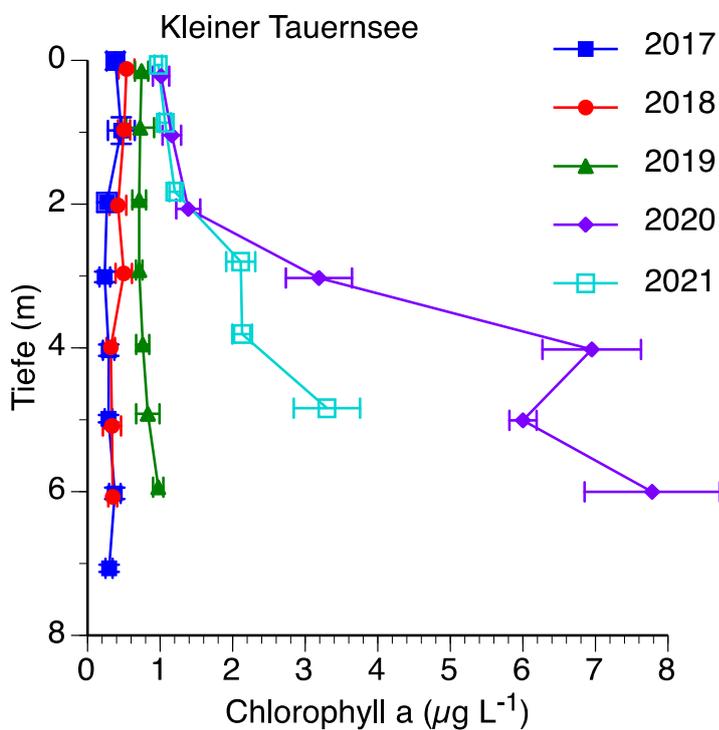


Abb. 6: Vertikalprofile von Chlorophyll a-Konzentration ( $\mu\text{g L}^{-1}$ ) in der Wassersäule des Kleinen Tauernsee, Seebachtal. Die y-Achse gibt die Gewässertiefe wieder. Die Ergebnisse der Messungen aus den fünf unterschiedlichen Jahren (2017, 2018, 2019, 2020, 2021 jeweils Juli/August) sind nebeneinander aufgeführt.

Im Löbensee hingegen scheint Saisonalität eine untergeordnete Rolle zu spielen. Die Messungen wurden 2018 und 2019 an fast genau dem selben Tag durchgeführt (bei vergleichbaren Wetterbedingungen), aber die Daten

unterscheiden sich stark: Im Jahr 2018 zeigte sich ein deutlich ausgeprägtes DCM (Abb. 8), im Jahr 2019 war dies nicht der Fall (wobei auch hier die Chlorophyll-Konzentrationen unterhalb von 8 m Wassertiefe etwas erhöht im Vergleich zum Oberflächenwasser waren). 2020 zeichnete sich dann durch ein sehr ausgeprägtes DCM aus, 2021 hingegen lagen die Werte ähnlich wie in den Jahren 2017 und 2019 (moderates DCM). Vom Datum her lagen die 2021-er Erhebungen zwischen 2018 und 2020, also den Jahren mit deutlich höheren Chlorophyll-Konzentrationen im Tiefenwasser. Unser Fazit nach 5 Jahren Datenerhebung ist also, dass das Auftreten eines DCM keine Ursachen hat, die man über alle Seen verallgemeinern könnte, sondern dass hier Seen-spezifische Faktoren die dominierende Rolle zu spielen scheinen.



Abb. 7: Löbensee, Innertschlöß, August 2021, © Eva Piberger

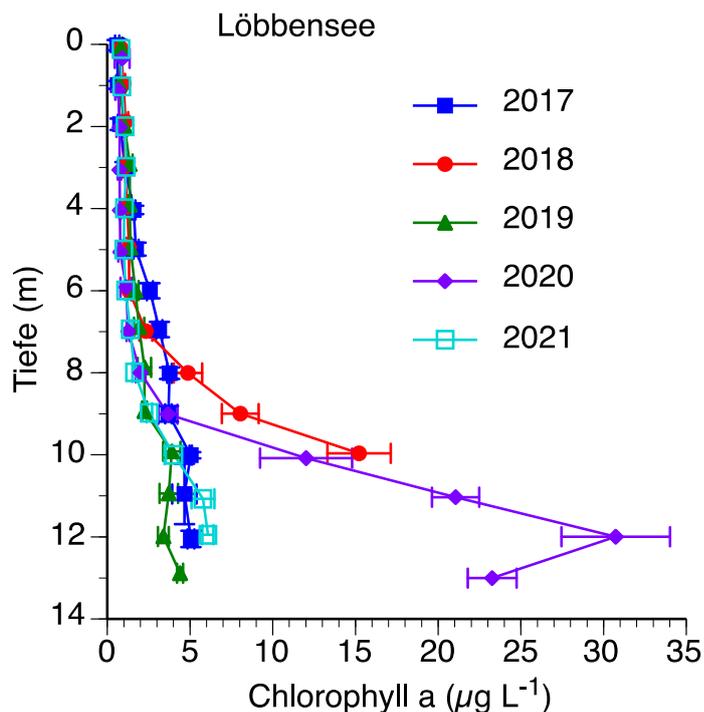


Abb. 8: Vertikalprofile von Chlorophyll a-Konzentration ( $\mu\text{g L}^{-1}$ ) in der Wassersäule des Löbensees, Innerschlöß. Die y-Achse gibt die Gewässertiefe wieder. Die Ergebnisse der Messungen aus den fünf unterschiedlichen Jahren (2017, 2018, 2019, 2020, 2021 jeweils Juli/August) sind nebeneinander aufgeführt. Die Messung des Profils 2018 musste wegen eines Wettereinbruchs abgekürzt werden.

### 3.4 Zooplankton (und weitere Untersuchungsorganismen)

Wie auch in den vergangenen Jahren findet die detaillierte Auswertung der Zooplanktonproben erst in den Wintermonaten statt, die Daten werden dann im Endbericht zum Projekt aufgeführt. Am Beispiel der Gemeinschaften im oben bereits angesprochenen Seenpaar Gletscherplateausee - Salzbodensee sollen hier aber bereits ein paar grundsätzliche Beobachtungen wiedergegeben werden: Die beiden Seen zeigen ähnliche Temperatur-Zeitserien und -profile, sind nicht weit voneinander entfernt und liegen beide an Wanderwegen, die relativ stark von Besuchern frequentiert werden. Damit steigt die Wahrscheinlichkeit, dass z.B. Dauereier von Zooplanktonorganismen mit den Schuhen oder der Kleidung von Wanderern in die Seen eingetragen werden. All dies lässt erwarten, dass sich die Zooplanktongemeinschaften der beiden Seen stark ähneln, dies ist aber absolut nicht der Fall, die beiden Seen zeigen keine Überlappung hinsichtlich ihres Artenspektrums. Im Salzbodensee treten seit 2021 immer die selben beiden Arten auf, jeweils ein relativ großer und konkurrenzstarker Vertreter der Copepoden und Cladoceren (Abb. 9). Wir nehmen an, dass sie aufgrund ihrer Konkurrenzstärke die Besiedlung durch andere Arten verhindern. Die Situation im Gletscherplateausee ist eine ganz andere. Die Zooplanktongemeinschaft hier war bisher immer von einer kleinen Rotatorie dominiert (*Polyarthra dol.*), 2021 traten erstmals Cladoceren (*Daphnia* sp., die taxonomische Einordnung ist noch nicht abgeschlossen) und weitere Rotatorien auf. Da die Wassertemperatur sich im Gletscherplateausee nicht merklich von den Vorjahren unterscheidet, erscheint es unwahrscheinlich, dass das Auftauchen der neuen Arten durch die Temperatur begründet ist. Wir nehmen an, dass die Neubesiedlung schon etwas früher begann, aufgrund der anfangs geringen Individuenzahlen aber erst dieses Jahr quantitativ erfasst wurde. Alternativ ist es auch möglich, dass es bereits in den Vorjahren vergleichbare Neubesiedlungen gegeben hat, die Populationen sich aber nicht etablieren konnten.



Abb. 9: Mikrograph von *Daphnia longispina* (rechts) und *Heterocope saliens* (links), den dominierenden Zooplanktonvertretern im Salzbodensee.

Das wirklich Einzigartige an dieser Situation ist, dass der Gletscherplateausee erst vor ca. 30 Jahren entstanden bzw. oberirdisch geworden ist (bis dahin lag er unter dem Schlattenkees-Gletscher), d.h. wir haben hier die Möglichkeit, die Entwicklung der Gemeinschaft des jungen Sees zu verfolgen. Ähnliches trifft auch auf die ebenfalls sehr jungen Systeme Obervorderjaibachsee bzw. Schneefeldsee zu.

## 4 Ausblick

Wir werden auch im kommenden Jahr weitere Daten zur Fortsetzung der Zeitreihen erheben. Selbst in hochdynamischen Systemen wie alpinen Seen sind direkte und indirekte Klimawandelfolgen nicht über Zeiträume von wenigen Jahren aufzuzeigen und glaubwürdig zu interpretieren. Wie wir bereits im Zwischenbericht 2020 ausführten, erlaubt die Fortsetzung der Erhebung aber, eine glaubwürdige und belastbare Datenbasis für spätere Vergleiche zu generieren, einflussnehmende Faktoren zu identifizieren, Korrelationen zwischen chemischen, physikalischen und biologischen Parametern zu testen und uns so perspektivisch Antworten auf die dringenden Fragen der Klimawandelfolgen anzunähern.

## 5 Literatur

Körner, C., U. Tappeiner, C. Newesely, H. Wittmann, T. Eberl, R. Kaiser, E. Meyer, M. Grube, F. Fernández Mendoza, L. Füreder, G. H. Niedrist, A. Daim, G. Lieb, A. Kellerer-Pirklbauer, S. A. Wickham, J. S. Petermann, and U. G. Berninger. 2020. Langzeitmonitoring von Ökosystemprozessen im Nationalpark Hohe Tauern, Synthese der Startphase 2016-2018. Matri i.O., Austria

ISBN-Online: 978-3-7001-8748-6, doi: 10.1553/GCP\_LZM\_NPHT\_Synthese



Wickham, S. A., J. S. Petermann, and U. G. Berninger. 2019. Langzeitmonitoring von Ökosystemprozessen im Nationalpark Hohe Tauern. Modul 08: Zooplanktongemeinschaften und abiotische Parameter hochalpiner Seen. Methoden-Handbuch. Wien  
ISBN-Online: 978-3-7001-8756-1, doi:10.1553/GCP\_LZM\_NPHT\_Modul08

## 6 Danksagung

Das Projekt wird aus Nationalparkmitteln des Bundes finanziert und zusätzlich von der Universität Salzburg finanziell und durch Bereitstellung von Infrastruktur und Personal unterstützt. Für die kompetente Mitwirkung bei der Planung und Umsetzung des Projektes danken wir den Mitarbeiter/innen des NPHT, insbesondere Elisabeth Hainzer und Judith Guggenberger sowie Vertreter/innen der Landesregierung Salzburg. Für praktische und administrative Hilfe an der Universität Salzburg danken wir Claudia Mader sowie Dr. Eva Herzog sehr herzlich. Unser „Geländeteam“ wurde heuer durch Eva Piberger, Dominik Ankel, Stefan Lienbacher, Florian Hohenberger und David Zezula unterstützt, vielen Dank dafür.





Ökologie und Evolution



Ecology and Evolution



Herausgeber:

Nationalparkrat Hohe Tauern

Kirchplatz 2, 9971 Matri

Tel.: +43 (0) 4875 / 5112 | E-Mail: nationalparkrat@hohetauern.at

[www.hohetauern.at](http://www.hohetauern.at)

