

Gletscherdämmerung in den Ostalpen?

Das Hitzejahr 2003 mit seinen Folgen ist vielen Menschen noch in Erinnerung. Doch nun scheint im Hochgebirge eine neue Ära zu beginnen: Auch in den Ostalpen zeigt sich in den letzten drei Jahren eine **extreme Beschleunigung des Gletscherschwundes** – beispielhaft steht hierfür der Vernagtferner im österreichischen Ötztal.

Von **Christoph Mayer**

Vor 140 Jahren betrug das Eisvolumen des Vernagtferners im Ötztal noch mehr als 500 Millionen Kubikmeter; heute sind es noch etwa 100 Millionen Kubikmeter. Dabei sind von 1885 bis 1980 etwa 20 % verschwunden, während in den 45 Jahren danach 60 % abschmolzen. Das wissen wir so genau, weil der Vernagtferner bereits Ende des 19. Jahrhunderts von Wissenschaftlern aus München genau vermessen wurde und seit den 1960er Jahren die Bayerische Akademie der Wissenschaften dort ein Langzeitobservatorium betreibt. So ist es uns möglich, die Reaktion des Gletschers auf die Umweltbedingungen über einen langen Zeitraum detailliert zu untersuchen.

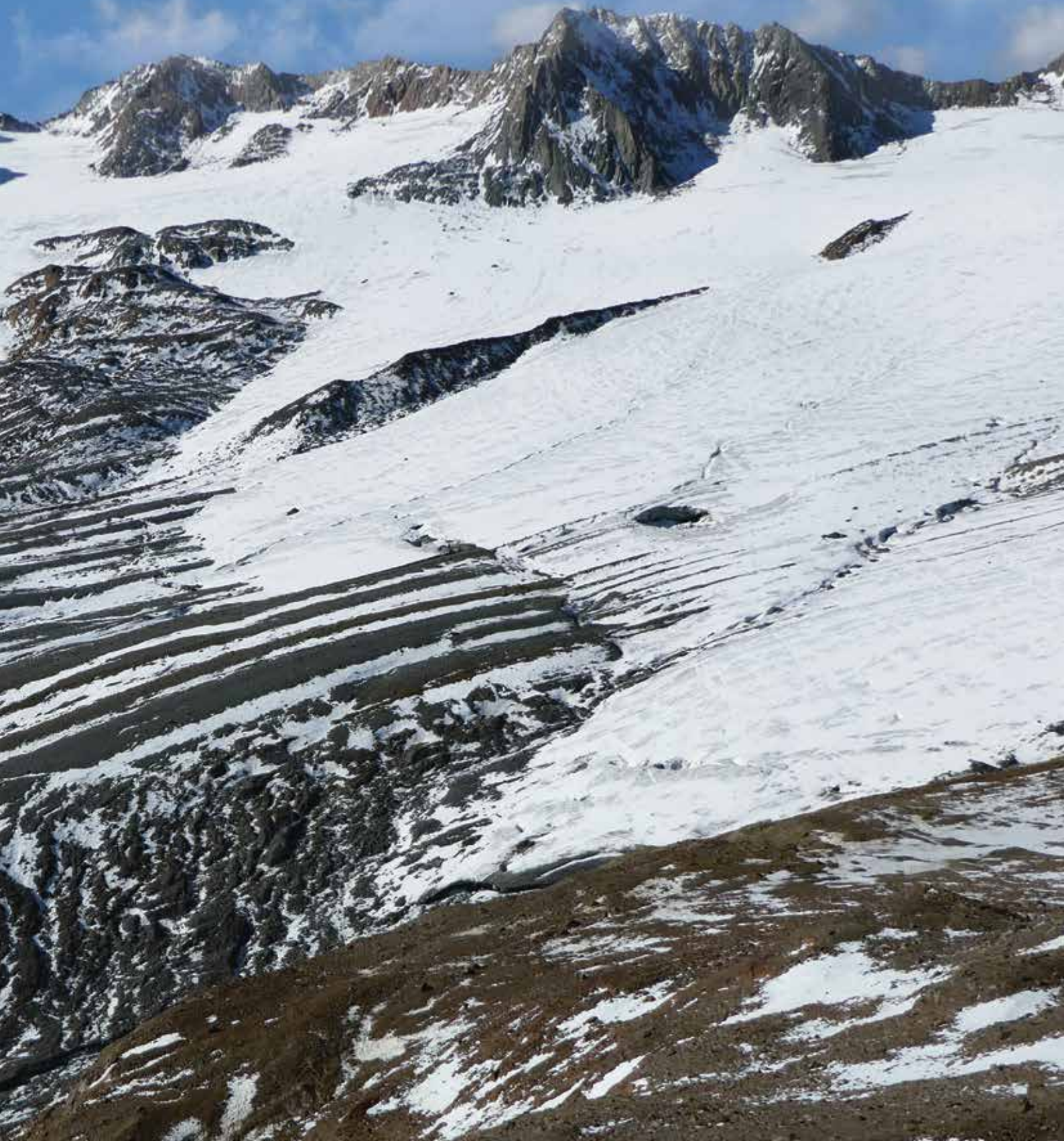
Der Vernagtferner als Referenzgletscher

Der Vernagtferner ist ein Referenzgletscher im weltweiten Gletschermessnetz des „World Glacier Monitoring Service“ der Vereinten Nationen. Unsere Beobachtungen gehen daher in eine Vielzahl von weltumspannenden Untersuchungen zur Gletscher-Klimabeziehung ein. Aber auch

auf regionaler Ebene ist der Vernagtferner ein wichtiger Repräsentant der Kryosphäre, da er zusammen mit seinen Nachbargletschern Hintereisferner und Kesselwandferner die Hauptvergletscherung im Long Term Socio-Ecological Research (LTSER)-Untersuchungsgebiet Rofental bildet, einer bedeutenden Plattform für sozio-ökologische Umweltforschung im Alpenraum.

Lange Zeit galt der Vernagtferner als unberechenbar, da er immer wieder mit spektakulären Vorstößen seiner Gletscherzunge über mehrere Kilometer innerhalb weniger Monate auf sich aufmerksam machte. Seit dem Ende der Kleinen Eiszeit in den Alpen um 1850 ist dies allerdings vorbei, und nicht nur seine Ausdehnung, sondern auch seine Eisbewegung verringert sich zusehends. Dabei stellt der Gletscher ein wichtiges Wasserreservoir für das Ötztal und darüber hinaus dar: Speziell in trockenen und heißen Sommermonaten kann der Vernagtferner Schmelzwasser liefern, wenn die Niederschläge ausbleiben – was in den inneralpinen Trockentälern sonst zu akutem Wassermangel führen kann.

Keine andere Berggruppe der Ostalpen weist eine so große Fläche in Höhenlagen über 3.000 m auf wie die Öztaler Alpen. Mit dem Gepatschferner, dem Taschachferner, dem Gurgler Ferner, dem Vernagtferner (im Bild) und dem Hintereisferner ist die Region das am stärksten vergletscherte Gebiet in Österreich.



Die Gletscher der Ostalpen

In den Ostalpen erreichen die Berge Höhen von knapp über 4.000 m, wobei die meisten der hohen Gipfel nicht mehr als 3.700 m hoch sind. Das bedeutet, dass sich Gletscher nur unterhalb dieser Höhe nennenswert ausbreiten können und größere Gletscherflächen vor allem zwischen 2.800 m und 3.500 m Höhe vorkommen. Darunter finden sich nur vereinzelte Gletscherzungen von Gletschern mit hochgelegenen Einzugsgebieten oder kleine Nischengletscher an besonders niederschlagsreichen und schattigen Orten. Am Beispiel des Vernagtferners zeigt sich sehr gut, dass die Gletscher der Ostalpen inzwischen ein grundsätzliches Problem haben: Die Untergrenze des Gletschers lag während der vergangenen hundert Jahre zwischen 2.600 und 2.900 m und nähert sich inzwischen 3.000 m Höhe an. Die höchsten Bereiche des Gletschers erstrecken sich bis knapp 3.600 m. Von den derzeit insgesamt 6,0 km² Fläche liegen jedoch nur knapp 0,5 km² oberhalb 3.300 m, während 4,8 km² zwischen 3.000 und 3.300 m Höhe liegen.

Die Versorgung von Gletschern mit Schnee geschieht nur im Bereich oberhalb der sogenannten Gleichgewichtslinie, an der sich der winterliche Schneefall und die sommerliche Schmelze ausgleichen. Darunter verlieren sie durch die Schmelze von Eis an Masse, während Eis aus dem oberen Bereich, der Akkumulationszone, über die Gletscherbewegung nachgeliefert wird. Die mittlere Höhe dieser Gleichgewichtslinie lag am Vernagtferner in den Jahren 1970 bis 1980 noch knapp unter 3.100 m Höhe. Damit konnte der Gletscher auf einem großen Teil seiner Fläche mit Schnee versorgt werden. Seit dieser Zeit steigt die Höhe der Gleichgewichtslinie trotz großer Schwankungen von Jahr zu Jahr immer weiter an. In der Dekade von 2010 bis 2020 erreichte sie eine mittlere Höhe von fast 3.300 m. Damit konnte nur noch auf weniger als 10 % der Gletscherfläche

Die Verteilung der Gletscherflächen über die jeweilige Meereshöhe für den Vernagtferner (blau) und dessen Einzugsgebiet (braun) sowie die gesamten Ostalpengletscher (gestrichelt). Die Höhe der Gleichgewichtslinie ist für die Jahre 1980, 2015 und nach 2022 angegeben. Oberhalb dieser Linie bleibt der Schnee über das Jahr liegen.

Allein im Jahr 2022 schmolzen fast 3 m dieser Altschneedecke ab.

eine dauerhafte Schneedecke aufgebaut werden, was die Eisschmelze auf den restlichen 90 % bei Weitem nicht ausgleichen kann. In den letzten drei Jahren gab es am Ende des Sommers überhaupt keinen Restschnee auf dem Vernagtferner. Diese Entwicklung zeigt, dass den Gletschern mit dem fortdauernden Anstieg der Gleichgewichtslinie die hochgelegenen Flächen ausgehen, auf denen der Schnee liegen bleibt.

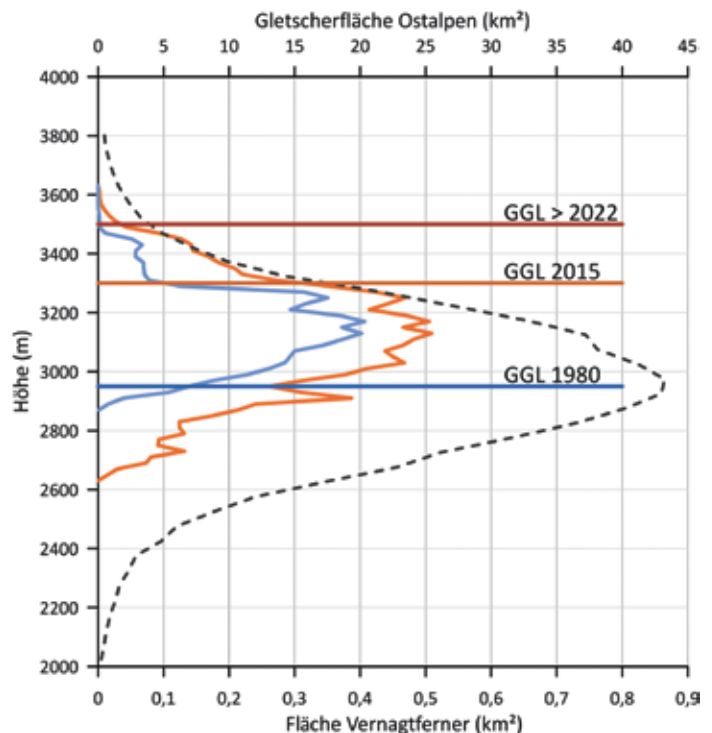
Der Trend des Massenverlusts während der letzten 40 Jahre verläuft jedoch

nicht gleichmäßig. In den 20 Jahren von 1980 bis zur Jahrtausendwende verringerte sich das Eisvolumen des Vernagtferners von etwa 400 Millionen m³ auf etwa 280 Millionen m³ – das ist ein Rückgang von 30 % und entspricht einem mittleren Verlust von fast 0,6 m Eis pro Jahr auf der gesamten Gletscherfläche. Das Jahr 2003 endete mit einer bis dahin nicht beobachteten Eisschmelze von mehr als 2,4 m innerhalb eines einzigen Jahres. Nach 2003 erhöhte sich der mittlere Eisverlust pro Jahr bis 2022 auf über 0,9 m, also eine Zunahme von mehr als 50 % verglichen mit den Jahrzehnten zuvor.

Doch wie geht es weiter?

Das Jahr 2022 mit einem Verlust von 3,6 m Eis stellte 2003 in Bezug auf die Schmelze deutlich in den Schatten, und in 2023 und 2024 war die Schmelze nur unwesentlich geringer als 2003. Drei Jahre sind nicht geeignet, einen Trend festzustellen, aber der mittlere Eisverlust von mehr als 2,6 m Eis pro Jahr in diesem Zeitraum stellt eine neue Qualität dar. Dies hat auch unmittelbare Folgen für die wissenschaftlichen

Verteilung der Gletscherflächen in den Ostalpen



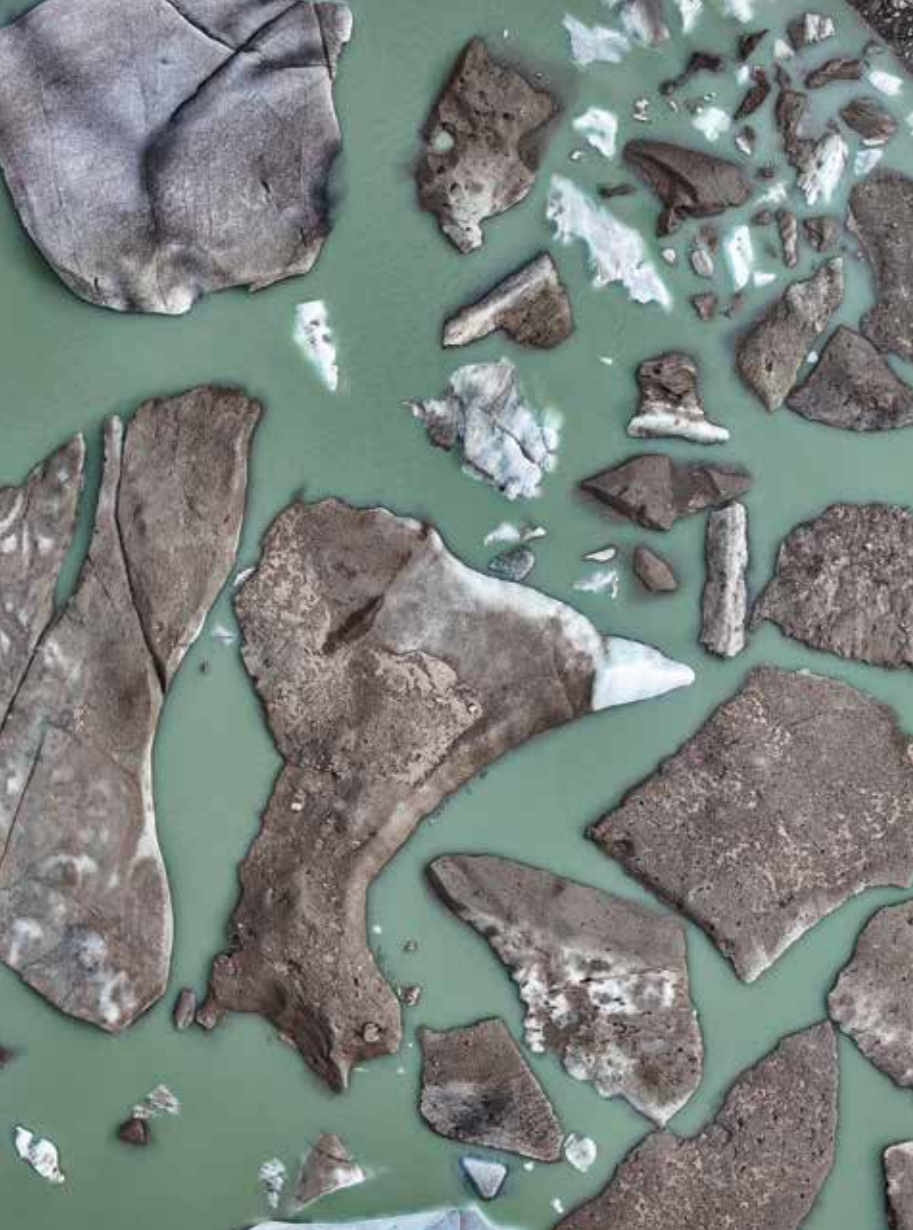
Grafik: Christoph Mayer/BADW; Fotos: Jürgen Merz

Durch „Gletschermühlen“
fließt in den Sommermona-
ten das Schmelzwasser
des Gletschers ins Innere
des Eises. Im Herbst fallen
diese Röhren trocken und
geben den Blick nach oben
in den Himmel frei.



Im Eis einer Gletscherhöhle
eingeschlossene Luftblasen
(Pitztal, April 2023).





wenigstens die meteorologischen Beobachtungen fortzuführen.

Dies bedeutet allerdings auch, dass nun schon seit drei Jahren am Vernagtferner keine Schneereserven mehr gebildet werden und die alten Reserven deutlich geschrumpft sind. Ihr Rückgang hat zur Folge, dass die Oberfläche des Gletschers immer dunkler wird, da Altschnee weniger Sonnenlicht reflektiert als frischer Schnee und Gletschereis wiederum noch weniger Sonnenlicht reflektiert. Daher schmilzt ein Gletscher mit kleinerer Schneefläche im Akkumulationsgebiet bei identischer Sonneneinstrahlung stärker als ein Gletscher mit einer größeren Ausdehnung des Schnees. Allerdings ist noch unklar, wie effektiv Winter mit starken Schneefällen diesen Prozess verlangsamen können, da die Wechselwirkungen in der Grenzschicht zwischen Eis und Schnee hochkomplex sind.

Aus diesen Beobachtungen deutet sich an, dass sich die Eisverluste am

An der Gletscherzunge des Schlatenkees (Großvenedigergruppe) zerfällt der Gletscher in seine Einzelteile. Die Eisstücke schwimmen im Gletschersee, bevor sie sich nach und nach auflösen.

Untersuchungen. Auf dem Hochvernagtplateau wurde 2018 eine Schneemessstation installiert. Der Ort auf 3.450 m Höhe in der Akkumulationszone wurde bewusst gewählt, damit die Station mit der Zeit immer weiter einschneit und die Entwicklung der Schneeschichten über die Jahre verfolgt werden kann. Die übliche Zunahme der Schneedecke betrug dort in den Jahrzehnten zuvor etwa 50 bis 70 cm pro Jahr. Allein im Jahr 2022 schmolzen jedoch fast 3 m dieser Altschneedecke ab. Das entspricht einem Verlust von mindestens vier Jahren Akkumulation! Und in den zwei darauffolgenden Jahren verschwanden nochmals etwa 1,5 m der Altschneedecke. Das Konzept, die Station im Altschnee zu fixieren, funktioniert unter diesen Bedingungen nicht mehr, und ein aufwändiger Umbau ist notwendig, um die Station zu stabilisieren und

11.07.2022



Rückgang der Schneedecke

Die Beobachtungsstation Hochvernagtplateau im Frühsommer 2022 und im Herbst 2022 nach dem Verlust von knapp 3 m Schnee. Die Station lag bis 2022 im Akkumulationsgebiet.

15.09.2022



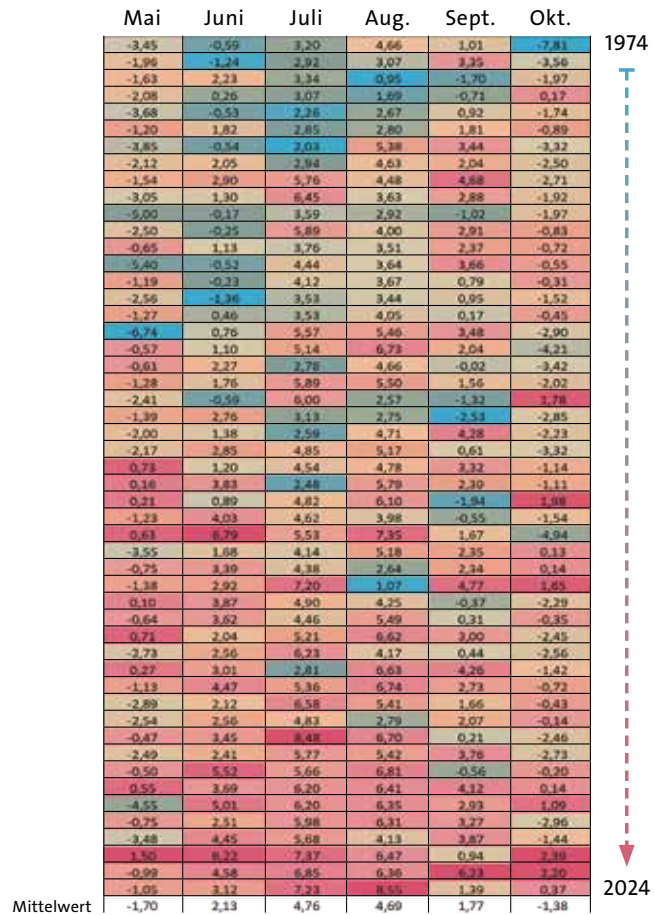
Vernagtferner (stellvertretend für die meisten Ostalpengletscher) intensivieren werden. Aber ist es möglich, dies auch zu quantifizieren? Die Lufttemperatur ist nur zu einem kleinen Teil für die Eis- und Schneeschmelze verantwortlich (den Hauptanteil macht die direkte Sonneneinstrahlung aus), aber sie ist ein sehr guter Indikator für die Intensität der Schmelze. Eis und Schnee schmelzen nur bei positiven Temperaturen, und die Schmelzperiode erstreckt sich im Wesentlichen über einen Zeitraum von Juni bis August. Die mittlere Temperatur in diesen Monaten sollte daher ein guter Gradmesser für die Intensität der Schmelze und somit für die Massenbilanz des Gletschers sein. Ein Vergleich dieser beiden Größen zeigt eine qualitativ gute Übereinstimmung: Bei hohen mittleren Temperaturen ist der Massenverlust größer als bei niedrigeren Temperaturen. Zudem zeigt sich ein ähnlicher langfristiger Trend zu höheren mittleren Temperaturen und gleichzeitig stärkeren Massenverlusten.

Allerdings scheint insbesondere seit 2003 dieser Zusammenhang nicht mehr so deutlich zu sein: Einerseits gab es moderate Gletscherverluste bei gleichzeitig relativ hohen Temperaturen zwischen 2007 und 2011, andererseits waren die mittleren Temperaturen 2022 ähnlich hoch wie 2003, die Gletscherschmelze war aber weitaus intensiver. Dies trifft auch für 2023 und 2024 zu, als die Eis- schmelze im Vergleich zu Jahren mit ähnlichen Temperaturen deutlich höher war. Steuern wir also auf einen neuen Abschnitt der Gletscherentwicklung zu, der bisher so noch nicht beobachtet wurde? Beginnen andere Faktoren eine wichtigere Rolle beim Eisverlust zu spielen, etwa die zunehmende Verdunklung der Gletscheroberfläche oder die intensivere Wärmestrahlung von Felsflächen in der Gletscherumgebung? Oder verändert sich die jahreszeitliche Verteilung der Erwärmung und damit das Verhältnis von Winter- und Sommerschneefällen?

Interdisziplinäre Forschung

Eine Antwort darauf kann nur durch eine intensive Beobachtung der meteorologischen Parameter, der Gletscherentwicklung und der beteiligten physikalischen Prozesse gefunden werden. Dies ist eine

originäre und exemplarische Aufgabe der Forschergruppen an der Bayerischen Akademie der Wissenschaften, die durch ihre langfristige Tätigkeit überhaupt die Möglichkeit haben, solche Entwicklungen in enger interdisziplinärer Arbeit zwischen Meteorologie, Glaziologie, Hydrologie und Erdwissenschaften zu analysieren. Die Indizien sprechen dafür, dass wir vermutlich in eine neue Phase der Gletscherverluste eintreten, die bisher so noch nicht absehbar war. Das bedeutet aber auch, dass die Vorhersagen für die Zukunft angepasst werden müssen, insbesondere in Bezug auf die Intensität, die Saisonalität und die Zuverlässigkeit der Schmelzwasserproduktion und damit der Wasserführung der Alpenflüsse. Den Gletschern gehen die Berge aus und das könnte schneller passieren, als bisher angenommen.




Monatsmittel der Lufttemperatur

auf 3.000 m Höhe am Vernagtferner für die Sommermonate. Die Farbskala zeigt die Abweichung gegenüber dem langjährigen Mittelwert (blau: kälter, rot: wärmer).

Dr. Christoph Mayer

ist Geophysiker im Projekt „Erdmessung und Glaziologie“ der Bayerischen Akademie der Wissenschaften. Er untersucht u. a. die Veränderungen der Schneeakkumulation auf Gletschern und den Einfluss von Schuttbedeckungen auf die Eisschmelze. Forschungsreisen führten und führen ihn in viele Regionen der Alpen, in die Antarktis, nach Grönland und in die Hochgebirge Zentralasiens. Er ist deutscher Berichterstatter für das von den Vereinten Nationen ausgerichtete Internationale Jahr der Erhaltung der Gletscher 2025.



Langsame Verschiebungsprozesse an der Wand einer Gletscherhöhle des Mittelbergferners haben eine explosionsartige Struktur aus Eis und Sedimenten entstehen lassen (März 2024).

Die Indizien sprechen dafür, dass wir vermutlich in eine neue Phase der Gletscherverluste eintreten, die bisher so noch nicht absehbar war.