

Grundlagenforschung in Österreich: Beispiele für FWF-geförderte Spitzenforschung

Das Eis österreichischer Gipfel



Die Kernbohrung am höchsten Punkt des Gepatschferners im Kaunertal liefert Andrea Fischer und ihrem Team neue Klimainformationen. Die Zeit drängt, in wenigen Jahren könnte diese Stelle eisfrei sein.

Eis in den Tropen



Mit mikrometeorologischen Messungen spüren Georg Kaser und sein Team am Kilimanjaro (5.800 m, 3°S) den Ursachen des Gletscherschwundes nach.

Störungen in Waldökosystemen



Mittels Feldaufnahmen und Computersimulation untersuchen Rupert Seidl und sein Team gestörte Wälder in Hinblick auf ihre Resilienz.

Umweltgeschichte der Wiener Gewässer



Die Umwelthistorikerin Verena Winiwarter und ihr Team begaben sich auf die wissenschaftliche Suche nach Wiens verschwundenen Gewässern. Das Bild zeigt Wien und den Wienfluss mit Bebauung (grau) um 1755.

KlimMacht



Das Klima der Vergangenheit steht fest, das Klima der Zukunft liegt in unserer Hand. Der Philosoph Lukas Meyer leitet ein interakultäres FWF Doktoratskolleg, das sich dem besseren Verständnis des Klimawandels widmet. Ein Teil davon ist die Ausstellung „KlimMacht“, in der sich NachwuchsforscherInnen mit der Verantwortlichkeit des Menschen beschäftigen.

Die Zukunft der Gebirgsgletscher

Gletscher- und Klimaforschung. Das Abschmelzen der Gletscher in den Alpen wird von der Wissenschaft sehr genau mitverfolgt.

Wenn Gletscherforscher im Sommer die Eismassen in den Alpen besuchen und vermessen, kann ihnen schon einmal ein bisschen schwummrig werden. Bei entsprechend warmer Witterung kann das Eis innerhalb weniger Wochen um einen Meter dünner werden, und die Gletscherzungen ziehen sich noch deutlich stärker zurück. In den Gletschermühlen – so heißen tiefe, von Schmelzwasser geschaffene Löcher im Eis – hört man im Untergrund das Wasser gurgeln, das dann in großen Mengen aus dem Gletschertor herausfließt und das Gletschervorfeld in einen großen See verwandelt.

Dass Gletscher im Sommer schmelzen, ist an sich ganz normal. Ein Problem gibt es aber, wenn das Eisvolumen im Winter nicht im selben Ausmaß zunimmt – denn dann ist die Jahresbilanz negativ und der Gletscher zieht sich zurück. Das geschieht derzeit, wie in den alljährlichen Gletscherberichten nachzulesen ist: Im Vorjahr waren 82 der 83 erfassten österreichischen Gletscher auf dem Rückzug (am stärksten der Gepatsch Ferner in den Ötztaler Alpen um 125 Meter). Nur ein einziger Gletscher war stabil, Vorstöße gab es im Vorjahr überhaupt keine. Die Daten für heuer liegen zwar noch nicht vor, doch die lange Hitzeperiode lässt vermuten, dass 2018 erneut kein gutes Jahr für die Gletscher gewesen sein wird.

Auch wenn man es Gletschern auf den ersten Blick nicht ansieht, so sind sie dennoch höchst dynamische Gebilde: Die Eismassen

sind nicht starr, sondern fließen mit einer Geschwindigkeit von einigen bis einigen dutzend Metern pro Jahr in Richtung Tal. Im oberen Teil, dem sogenannten „Nährgebiet“, wird im Winter Masse aufgebaut: Der Schnee bleibt liegen und verdichtet sich nach und nach zu Eis („Akkumulation“). Dieses fließt langsam zu Tale und schmilzt im Sommer im „Zehrgebiet“ wieder ab („Ablation“).

Natürlicher Zyklus

Das ist der natürliche Ablauf – den wir Menschen allerdings in jüngster Zeit durch die hohen Emissionen von Treibhausgasen empfindlich gestört haben. „Die Gletscher passen sich laufend dem Klimawandel an“, erläutert der Innsbrucker Gletscherforscher Wolfgang Gurgiser. Man könne belegen, dass der Rückzug der Gletscher zu 90 Prozent dem vom Menschen verursachten Klimawandel zugeordnet werden kann. „Den Temperaturanstieg kann der Mensch objektiv nicht spüren. An den Gletschern sieht man ihn aber deutlich.“

Die aktuelle Entwicklung zeigt allerdings nicht die ganze Wahrheit: „Das, was man heute sieht, ist eigentlich ein Blick in die Vergangenheit. Denn es gibt eine Zeitverzögerung: Gletscher brauchen ziemlich lang, bis sich ihr Massenhaushalt an neue

atmosphärische Verhältnisse hinsichtlich Temperatur und Niederschlag anpasst“, erklärt Christoph Spötl, Professor für Quartärforschung an der Universität Innsbruck. „Selbst wenn wir den CO₂-Gehalt der Luft umgehend stabilisieren würden, würden die Gletscher noch weiter schmelzen.“

Langfristige Änderungsmuster des Weltklimas

Forschung in Höhlen. Durch die Analyse von chemischen Isotopen in Höhlensinter und Tropfsteinen lässt sich das Klima der vergangenen 700.000 Jahre rekonstruieren.

Höhlensinter („Speleothem“) sind mineralische Ablagerungen in Höhlen, die meist aus Kalzit (Kalziumkarbonat) bestehen. Neben den Tropfsteinen, die an punktuellen Tropfstellen wachsen, gibt es auch andere Formen von Höhlensinter, etwa Überzüge am Boden oder an den Wänden von Höhlen. Sie wurden aus Sickerwasser gebildet, das von Niederschlägen im hydrologischen Einzugsgebiet der jeweiligen Höhle stammt. Daher enthalten sie auch Spuren von Sauerstoff- oder Kohlenstoff-Isotopen aus der jeweiligen Zeit und Region – und deren Gehalt verändert sich mit den

herrschenden Klimabedingungen, etwa mit der Lufttemperatur oder der Herkunft der Luftmassen.

Die Schichtfolgen im Sinter können überdies durch Strahlungsmessung der Uran-Thorium-Zerfallsreihe datiert werden. Dadurch ist es möglich, 400.000 bis 700.000 Jahre in die Vergangenheit zu blicken – das ist rund zehnmal länger als mit der Radiokarbon-Methode.

„Höhlen-Tropfsteine zeigen in langen Zeitskalen die Abfolge von Kalt- und Warmzeiten“, erläutert Christoph Spötl vom Institut für Geologie der Universität Innsbruck. Er untersucht seit mehr als



Im Sommer schmelzen Gletscher im sogenannten „Zehrgebiet“ ab, im Winter wird im

„Nährgebiet“ wieder Eis aufgebaut: Das ist der natürliche Zyklus im Jahreskreis.

[NPH1]

schers trotzdem noch weiter schmelzen, bis ein Gleichgewicht erreicht ist.“

Wie rasch und wie weit sich die Alpengletscher zurückziehen werden, ist derzeit unbekannt. Die Klimamodelle sind dafür noch nicht ausreichend genau – überdies ist die künftige Entwicklung des CO₂-Gehalts der Luft heute unbekannt; das hängt davon ab, ob und wie rasch die Weltpolitik die im Pariser Weltklimavertrag festgelegten Ziele ernst nimmt. Auch die Modelle zur Dynamik von Gletschern sind noch verbesserungsfähig, unter anderem deshalb, weil der Zusammenhang zwischen Witterung und Gletscherentwicklung von vielen nicht-linearen Komponenten geprägt ist. Und auch von kleinräumigen Gegebenheiten: So ist etwa

Historische Vorstöße

Noch komplizierter wird die Sache durch die zunehmende Schuttbedeckung vieler Gletscher: Durch das Abschmelzen werden Felswände freigelegt, das Auftauen des Permafrostes begünstigt Steinschläge. Schon einige Dezimeter Schuttauflage halbieren die Abschmelzrate. Schuttbedecktes Eis kann sich auch in „Blockgletscher“ (die nicht mehr fließen) verwandeln – und diese können noch Jahrhunderte erhalten bleiben. ➤

Ein Blick in die Geschichte kann helfen, die heutige Lage der Gletscher besser einzuschätzen: Sicher ist, dass die alpinen Eismassen schon einmal größer waren: Durch die Lage der Moränen (Schutt, der vom fließenden Eis mitbewegt wird und nach dem Schmelzen des Eises liegen bleibt) weiß man sehr gut über frühere Gletscherhöchststände Bescheid, etwa aus der Eiszeit oder beim Maximum um 1850.

Gletscher waren auch kleiner

Über die Minimalstände der Gletscher weiß man hingegen viel weniger – vor allem deshalb, weil die Spuren vom Eis überdeckt sind. Klar ist jedenfalls, dass die Gletscher in den vergangenen 10.000 Jahren auch schon kleiner waren. Das weiß man, weil die abschmel-

zenden Gletscherzungen heute Flächen freigeben, die früher einmal bewachsen waren. Seit den 1990er-Jahren werden in Gletschervorfeldern immer mehr Torf- und Holzreste gefunden. Forscher stoßen dabei schon einmal auf halbmetergroße Lärchenäste, die häufig ein Alter von mehreren tausend Jahren aufweisen (siehe Artikel rechts). Bei Österreichs größtem Gletscher, der Pasterze, gebe es Hinweise, dass dort, wo sich heute Gletscherzunge und -vorfeld befinden, vor einigen tausend Jahren eine Almregion mit Tümpeln und Seen war, berichtet Spötl. Auch die Baumgrenze lag damals höher. Erklärt werden kann das durch eine andere Konstellation von Sonne und Erde – wohingegen die heutige Erwärmung zum größ-

ten Teil auf anthropogene Einflüsse zurückzuführen ist.

Durch die Untersuchung der Gletschervorfelder kommt man nicht weiter in die Vergangenheit zurück als bis zum Ende der letzten großen Eiszeit – also gut 10.000 Jahre. Es gibt aber Möglichkeiten, noch weiter in die Klimageschichte zurückzublicken. Das macht Spötl in seinem Spezialgebiet, der Untersuchung von Sinterablagerungen (Speleotheme). „Höhlen-Tropfsteine zeigen die Entwicklung von Kalt- und Warmzeiten in langen Zeitskalen.“ Denn sie wachsen sehr langsam über viele Jahrtausende hinweg und zeichnen in ihrer chemischen Zusammensetzung präzise und verlässlich klimatische Veränderungen der Atmosphäre auf (siehe Artikel links unten).



Eine alte Zirbe, die die Pasterze nach 5000 Jahren freigeeben hat.

[Kugler]

Österreichs Klimaforschung mit großer Breite

Viele Bereiche werden von der heimischen Wissenschaft abgedeckt – mit einige international sehr beachteten Spezialitäten.

Österreichs Klimaforschung ist sehr breit aufgestellt. In Wien sind insbesondere die Universität Wien, die Technische Universität Wien, die Universität für Bodenkultur, die Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik (ZAMG) und das Umweltbundesamt in diesem Bereich sehr aktiv. An der ZAMG wurde beispielsweise HISTALP erstellt, das ist einer der weltweit längsten und hochwertigsten Klimadaten-

sätze, der Daten aus dem Großraum der Alpen bis ins 18. Jahrhundert zurück enthält. Von Biologen der Universität Wien wird etwa das „Gloria“-Netzwerk betreut, das weltweit die Veränderung der alpinen Vegetation verfolgt.

Das Institut für Angewandte Systemanalyse (IIASA) in Laxenburg ist ein Hot-spot für die Modellierung der sozioökonomischen Auswirkungen des Klimawandels; die Forscher arbeiten federführend

an Berichten für die UNO und den Weltklimarat IPCC mit.

An der Universität Graz hat sich das „Wegener Center für Klima und Globalen Wandel“ etabliert, das sich auf die Ökonomie des Klimawandels, auf Atmosphärenfernerkundung und regionale Klimamodellierung konzentriert.

Der Alpenraum steht im Zentrum der Klimaforschung in Innsbruck – zum einen an der Universität, zum anderen am Institut für

interdisziplinäre Gebirgsforschung der Akademie der Wissenschaften. In Innsbruck werden beispielsweise exakte Massenbilanzen von Gletschern erstellt – einer der weltweit am besten erforschten Gletscher ist der Hintereisferner in den Ötztaler Alpen. Nachgegangen wird aber auch der Bedeutung der Gletscherschmelze für den Meeresspiegel, den Auswirkungen von Extremwetterereignissen oder langfristigen Klimaveränderungen.

Zur Koordinierung und zur Vermittlung von Fakten an die Politik und die Öffentlichkeit haben sich Österreichs Klimaforscher im „Climate Change Centre Austria“ (CCCCA) zusammengetan. Ein 2014 abgeschlossenes Gemeinschaftsprojekt war der „Österreichische Sachstandsbericht Klimawandel“ (AAR 2014), in dem auf knapp 1100 Seiten das gesamte Wissen über den Klimawandel und seine Folgen in Österreich zusammengefasst ist.



Christoph Spötl

Pavillon kuratiert von *Pavillon curated by*

Christoph Spötl

Christoph Spötl ist Professor für Quartärforschung am Institut für Geologie der Universität Innsbruck. Der Geologe und

Klimaforscher wurde 1999 vom Wissenschaftsfonds (FWF) mit dem START-Freis ausgezeichnet.

Mit Beiträgen von *With contributions from*

Wolfgang Gurgiser, Alexander Jarosch, Kurt Nicolussi, Kristin Richter, Tobias Sauter

universität innsbruck

Die Kompetenzstelle für interaktive Wissenschaftsvermittlung in Österreich.

Wir faszinieren, inspirieren und bestärken die TeilnehmerInnen unserer hands-on Aktivitäten und Workshops.

Wir begleiten Universitäten, Unternehmen und Forschungseinrichtungen dabei, Wissenschaft partizipativ und niederschwellig erlebbar zu machen...

... so wie bei der Konzeption der BE OPEN Pavillons.

Kontaktieren Sie uns!

www.science-center-net.at