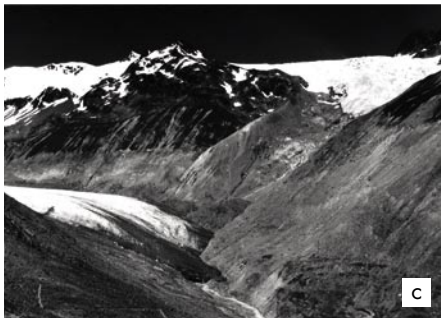




# GLETSCHER BRECHEN BEREITS AUSEINANDER

Still liegen sie da. Majestätisch. Die Gletscher, das ewige Eis am Dach der Berge. Doch in jüngster Zeit ist es dort oben mit der Ruhe vorbei: Es kracht, gluckert und plätschert. Die Gletscher schmelzen. Die Alpen zählen zu den besterforschten Regionen der Erde. Gerade deshalb liefern sie wichtige Daten für die Beurteilung des weltweiten Klimawandels.





**D**er Wandel ist dramatisch. Der Weltklimarat (IPCC) hat festgehalten, dass die Durchschnittstemperatur der erdnahen Atmosphäre von 1906 bis 2005 um 0,74 °C angestiegen ist. Die Experten erwarten in den kommenden 100 Jahren einen weiteren Temperaturanstieg von bis zu 4 °C, mit schwerwiegenden Folgen für Lebensraum und Gesellschaft. An der Universität Innsbruck untersuchen zahlreiche Forscherinnen und Forscher den Klimawandel und dessen Folgen (Beispiele unten). Viel Energie wird darauf verwendet, die Klimaentwicklung der Vergangenheit nachzuverfolgen (Seite 14-15). Diese Daten liefern die Grundlage für zuverlässige Prognosen unserer Zukunft. Besonders interessant sind dabei die Gletscher, sowohl in den südlichen Gefilden (Interview rechts), als auch in den Alpen. „Die Alpen sind ein ideales Forschungsgebiet für solche Fragestellungen“, erklärt die Meteorologin und Gletscherkundlerin Dr. Andrea Fischer. „Sie zählen zu den am besten erforschten Gebieten der Welt, und wir verfügen bereits über lange Messreihen. Hier können wir neue Methoden ausprobieren und die Brauchbarkeit von Modellen sehr gut überprüfen. Das hilft uns auch bei der Einschätzung von Ereignissen

weltweit und ist ein wichtiger Beitrag zur internationalen Forschung.“

### EWIGES EIS?

Das einst in den Gletschern gespeicherte Wasser lässt heute die Meeresspiegel steigen. Allein in Österreich gibt es über 800 Gletscher. Deren Veränderung haben die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter des von Prof. Michael Kuhn geleiteten Instituts für Meteorologie und Geophysik in den Jahren 1969, 1997 und teilweise auch schon für 2006 in einem Inventar erfasst. Sie arbeiten aber auch mit historischen Daten, die oft bis in die Mitte des 19. Jahrhunderts zurückreichen. Dabei besonders hilfreich: Einer der größten Tiroler Eisriesen, der Hintereisferner in den Ötztaler Alpen, ist der am längsten durchgehend wissenschaftlich beobachtete Gletscher überhaupt. „Es ist wohl das längste durchgehende Forschungsprojekt an der Universität Innsbruck“, sagt Prof. Kuhn. „Seit 1894 wird jedes Jahr die Eisbewegung des Hintereisfeners gemessen und seit dem Winter 1952/53 auch die Massenbilanz ermittelt.“ Damals mussten die Forscher noch zu Fuß von Zwieselstein aus zum Gletscher aufsteigen. Heute führen Straßen und Wege fast bis zur Gletscherzunge. Um die jährliche Massenbilanz, also die Differenz zwischen dem neu hinzugekommenen Schnee und dem abfließenden

## HINTEREISFERNER

Mit einer Fläche von knapp sieben km<sup>2</sup> ist der Hintereisferner in den Ötztaler Alpen einer der größten Gletscher Tirols. In den letzten Jahrzehnten hat sein Ausmaß dramatisch abgenommen, wie der Vergleich von Aufnahmen aus den Jahren 1884 (a), 1929 (b), 1940 (c) und 2005 (d) zeigt. Die Beobachtung des Hintereisfeners ist das längste durchgehende Forschungsprojekt an der Uni Innsbruck.

Weitere Infos unter: [www.uibk.ac.at/forschung/magazin/3](http://www.uibk.ac.at/forschung/magazin/3)



## KLIMAFORSCHUNG

**Fernbeobachtung:** Mit Laserscanning, Luftbildern und mit Hilfe von Satelliten beobachten Forschungsgruppen des Instituts für Meteorologie und Geophysik und des Instituts für Geographie die Dynamik von Eismassen und deren Reaktionen auf Klimasignale sowohl in den Alpen als auch in den Polarregionen.

**Fische:** Die Einflüsse der Klimaerwärmung auf die Schadstoffbelastung von Fischen aus Tiroler Hochgebirgsseen und Seen in der kanadischen Arktis untersucht ein Team um Dr. Günter Köck. Dabei analysieren die Wissenschaftler die Konzentration von Metallen und organischen Schadstoffen in Gewebeproben von Seesaiblingen.

Wasser zu ermitteln, installieren die Forscher am Hintereisferner ein dichtes Netz an Pegelmessstellen und graben zweimal jährlich tiefe Schächte. Eine eigene Wetterstation zeichnet Temperatur, Niederschlag und Windverhältnisse auf.

### NEGATIVE BILANZ

In den alpinen Gletscherregionen stieg die mittlere Temperatur in den vergangenen 20 Jahren um ein bis zwei Grad an. Seit etwa zehn Jahren fällt die Massenbilanz der beobachteten Gletscher besonders negativ aus. „Die Gletscher haben sich stark zurückgezogen und beginnen bereits auseinander zu brechen“, erzählt Andrea Fischer. Wie lange aber wird es überhaupt noch Gletschereis geben? „Bei der Beantwortung dieser Frage helfen uns die Daten über Massenbilanz und Gesamtvolumen. Daraus lassen sich Szenarien entwickeln. Allerdings können diese regional sehr unterschiedlich sein. So kann ein Anstieg der globalen Temperatur in manchen Gebieten zu einem Rückgang, in anderen zu einem Anstieg des Winterniederschlags führen. Auch Lawinen und Stauniederschläge können die lokalen Bedingungen stark verändern. So etwas ist nur schwer modellierbar, macht es für uns aber umso spannender.“

Die Innsbrucker Gletscherforscherinnen und -forscher beschäftigen sich auch mit den Folgen dieser dramatischen Veränderungen. So kooperiert das Team um Dr. Fischer mit den Gletscherskigebieten in Sölden, Pitztal, Kaunertal und Stubai sowie am Dachstein. Dort wurden die Liftanlagen auf den sich bewegenden Gletschern montiert. Schmilzt das Eis rasch ab, könnten Liftstützen ausapern. „Wir haben verschiedene Dinge ausprobiert, um so etwas zu verhindern“, sagt Fischer. Der beste Schutz ist Schnee. Der ist weiß und refle-

# TROPISCHE GLETSCHER

Am Kilimandscharo erforschen Georg Kaser und Thomas Mölg Mechanismen des Klimawandels.



„Wenn sich das gegenwärtige Klima fortsetzt, werden die Plateaugletscher des Kilimandscharo um 2040 verschwunden sein“, meinen Georg Kaser und Thomas Mölg (v.li.).

**ZUKUNFT:** Sie erforschen mit Ihrem Team die Gletscher auf dem höchsten Bergmassiv Afrikas, dem Kilimandscharo. Ist es dort nicht viel zu heiß für die Gletscher?

**THOMAS MÖLG:** Die Grundvoraussetzung für die Entstehung von Gletschern ist in den Tropen die selbe wie bei uns: Niederschlag muss in fester Form fallen. Weil es dort aber sehr warm ist, bilden sie sich erst in sehr großer Höhe, am Kilimandscharo oberhalb von 5000 Metern.

**ZUKUNFT:** Herr Kaser, Sie vertreten einen neuen Ansatz in der Klimaforschung, der glaziologische Erkenntnisse mit Wetter- und Klimamodellen verbindet. Warum?

**GEORG KASER:** Veränderungen eines Gletschers liefern uns nicht nur Aufschlüsse über das lokale Klima sondern auch über globale Dynamiken. Deshalb verfolgen wir Klimasignale über große Räume hinweg. Man muss dazu viele methodische Herausforderungen meistern. Will man lokale Daten mit großräumigen Klimadynamiken in Beziehung setzen, muss man komplexe Vorgänge in der Atmosphäre verstehen. Wir bringen hier viele Spezialisierungen unter einen Hut. In der wissenschaftlichen Gemeinde wird dieser Ansatz sehr positiv aufgenommen.

**ZUKUNFT:** Sie leiten ein Team von jungen, engagierten Mitarbeitern. Welche Rolle spielt das Teamwork bei Ihrer Arbeit?


**KASER:** Wir sind eine Gruppe, die viel Spaß an der Arbeit hat und das ist der

Schlüssel zum Erfolg. Einer allein kann ein so komplexes Thema nicht bewältigen, hier laufen viele Expertisen zusammen. Wir haben Leute, die sehr gut im Messen sind, andere sind hervorragende Modellierer.

**ZUKUNFT:** Zu welchen Ergebnissen sind Sie am Kilimandscharo gekommen?

**MÖLG:** Der seit über 100 Jahren anhaltende Rückzug der Gletscher hat vor allem mit verminderten Niederschlägen und weniger mit einer Temperaturzunahme am Gipfel zu tun. Die Verhältnisse im Indischen Ozean haben großen Einfluss auf das Klima in Ostafrika. Bringen die Luftmassen weniger Feuchtigkeit ins Hinterland, wirkt sich das über Wolken- und Niederschlagsbildung auf die Massenbilanz der Gletscher aus. Wir haben damit einen Schlüssel im Klimasystem identifiziert, mit dessen Hilfe wir verstehen, wie die globale Erwärmung zur Verschiebung von Niederschlagszonen in den Tropen führt.

**ZUKUNFT:** Wie sieht es um die Zukunft der Gletscher am Kilimandscharo aus?

**MÖLG:** Wir haben festgestellt, dass sich die Gletscher auf dem Plateau anders entwickeln als die Hanggletscher. Wenn sich das gegenwärtige Klima fortsetzt, werden die Plateaugletscher um 2040 verschwunden sein. An den Hängen hat sich die Abnahme in den letzten Jahren jedoch verlangsamt. 



**Permafrost.** Dauerhaft gefrorene Böden können in den Alpen bis zu 100 Meter Tiefe erreichen. Ein Team um den Geologen Prof. Karl Krainer erforscht die Permafrostzonen Österreichs und die Folgen eines zu erwartenden verstärkten Auftauens dieser Böden.



Die Tiroler Gletscherwelt bietet ein ideales Forschungsfeld für die wissenschaftliche Untersuchung des Klimawandels und seiner Folgen. Hier können Forscherinnen und Forscher neue Methoden und Modelle entwickeln und deren Brauchbarkeit überprüfen.



„Ein Anstieg der globalen Temperatur kann in manchen Gebieten zu einem Rückgang, in anderen zu einem Anstieg des Winterniederschlags führen.“ Andrea Fischer

tiert einen Großteil der Sonnenstrahlung, während das Gletschereis meist schmutzig und eher dunkel ist. „Den Schnee kann man entweder mit Pistenraupen transportieren oder man nützt den Wind und sorgt durch Oberflächenänderungen dafür, dass

der Schnee an die gewünschten Stellen verfrachtet wird.“ Sehr erfolgreich war ihr Team auch mit dem Abdecken des Eises mit Hilfe von weißem Vlies. Dieses isoliert das Eis und reflektiert die Sonnenstrahlen. „Vor fünf Jahren haben wir das zum ersten Mal ausprobiert“, erzählt Andrea Fischer. „Seither nutzen die Skigesellschaften das Vlies erfolgreich, um ihre Liftstützen zu schützen. Denn: Die Methode hat sich als sehr effektiv erwiesen. Das Abschmelzen des Eises konnte auf ein Drittel reduziert werden. „Wenn man bedenkt, dass ein Gletscher in einem Jahr schon einmal um sieben Meter abschmelzen kann, dann ist die Reduktion ein großer Gewinn“, so Fischer.

#### IDEALER STANDORT

Für die Glaziologen, die ihr Wissen auch an viele Studierende weitergeben, ist Innsbruck ein idealer Standort. „Man setzt sich in der Früh ins Auto und steht eine Stunde später am Eis“, sagt Fischer. „Es gibt auf der ganzen Welt keine Universität, von der

aus man so leicht ins Gelände kommt.“ Durch die Kooperationen mit den Gletscherskigebieten steht den Wissenschaftlern auch eine sehr gute Infrastruktur für ihre Projekte zur Verfügung. „Diese Leute sind das ganze Jahr über am Gletscher und für uns sehr wichtige Partner“, betont Prof. Kuhn, der mit seinem ausschließlich aus Drittmitteln finanzierten Team die gesamten Ostalpen von der Silvretta bis zum Dachstein erforscht.

An den gewonnenen Daten haben auch Wasserwirtschaft und Siedlungsbau großes Interesse. Derzeit steigen die Abflüsse aus Gletschergebieten noch an. Geht die Entwicklung freilich so weiter, wird die Wassermenge irgendwann wieder zurückgehen. Was bedeutet das für geplante Kraftwerksbauten? Welchen Einfluss hat es auf die Flüsse? Und was passiert, wenn der Wasserspeicher Gletscher einmal nicht mehr existiert? Grundlage für all diese Überlegungen sind die Prognosen der Innsbrucker Forscherinnen und Forscher. cf

## KLIMAFORSCHUNG



**Ökologie.** In den sensiblen Randzonen des Lebens im Hochgebirge beobachtet Prof. Brigitta Erschbamer vom Institut für Botanik die Auswirkungen des Klimawandels auf die Verteilung und Biodiversität der Vegetation und erstellt Prognosen zu deren weiterer Entwicklung.

**Wasser.** Neuartige Wasserkraftlösungen für schwierige und derzeit nicht nutzbare Flussstandorte in Österreich und deren praktische Umsetzbarkeit untersucht Prof. Markus Aufleger vom Arbeitsbereich Wasserbau am Institut für Infrastruktur. Die Erhöhung des Anteils erneuerbarer Energieträger wäre ein wichtiger Beitrag zum Klimaschutz.



**Hochgebirgssee.** Das Wechselspiel der globalen Kräfte und die Auswirkungen auf die alpine Umwelt erforscht Prof. Roland Psenner mit seinem Team vom Institut für Ökologie am Gossenköllesee. Hochgebirgsseen sind empfindliche Detektoren des weltweiten Transports von Schadstoffen.