



# ARCHIVE DES KLIMAS

Das Klima der letzten Jahrtausende hat auf der Erde seine Spuren hinterlassen. Spuren, die von Innsbrucker Wissenschaftlern anhand von Tropfsteinen und Baumringen untersucht werden.

**T**ropfsteine (Sinter) bilden sich, wenn Wasser durch Karstböden sickert und dabei den vorhandenen Kalk löst. Gelangt das Wasser dann in eine Höhle, beginnt sich das Mineral Kalzit aus dem Wasser auszukristallisieren – es „wachsen“ Tropfsteine, nach oben (Stalagmiten) und nach unten (Stalaktiten). Mal schneller, mal langsamer. Jahrtausende lang. Und speichern quasi das Wetter an der Oberfläche, konservieren langfristige Änderungen in Temperatur und Niederschlag in verschlüsselter Form. Gemeinsam mit deutschen, amerikanischen und australischen Kollegen untersuchen Prof. Christoph Spötl und sein Team am Institut für Geologie und Paläontologie Proben alpiner Tropfsteine. Das Alter wird mit der Thorium-Uran-Methode bestimmt (Spötl: „Die Genauigkeit liegt bei idealen Proben bei wenigen Promillen des Alters, d.h. bei einer 50.000 Jahren alten Probe beträgt die Ungenauigkeit nur etwa 150 Jahre.“), die Isotopenanalyse erfolgt mittels Massenspektrometer (Einzelmessungen im Abstand von 0,1 mm, was einer zeitlichen Auflösung von etwas mehr als einem Jahr entspricht). „Die stabilen Isotope sind unser Hauptinformant“, erklärt der Forscher.

Die Isotope, Spielarten eines Elements, unterscheiden sich durch die Anzahl an Neutronen im Atomkern, Sauerstoff-Isotop ist also nicht gleich Sauerstoff-Isotop. Und über den Unterschied lassen sich Rückschlüsse auf das Klima ziehen, auf Kalt- und Warmphasen. „Wir forschen auch an Proben z.B. aus Chile, Kuba, Australien und Zentralasien, immer in enger Zusammenarbeit mit ausländischen Forschergruppen. In diesen Klimaregionen geben uns die Isotope Auskunft über Feucht- und Trockenphasen in der Vergangenheit“, so Spötl. Neueste Errungenschaft in der Arbeitsgruppe: Der Aufbau einer Methode, um winzigste Reste von Wasser aus den Kristallen von Tropfsteinen zu extrahieren. Damit haben die Innsbrucker Wissenschaftler eine Mikroprobe des Niederschlags in der Hand, der z.B. während der Eiszeit gefallen ist.

Aktuelle Forschungen betreffen einen Klima-Kalender der letzten Eiszeit, den es für die Alpen noch nicht gibt, sowie die Erstellung einer Klimareihe, die die gesamte heutige Warmzeit umfasst und die wichtige Einblicke in den natürlichen Klimaverlauf und seine Variabilität vor dem Eingriff des Menschen erlaubt.

Fotos: Uni Innsbruck/Fritz Geisler (1), Friedle (1)



## INDIREKTE INDIKATOREN

Um Temperaturen und Klima für die Zeit vor instrumentellen Messserien zu erforschen, benötigt es indirekte Indikatoren, sogenannte Proxies, die in „Klimaarchiven“ gespeichert sind. Neben Tropfsteinen und Jahrringen sind das unter anderem Eisbohrkerne, Korallen, See- oder Ozeansedimente sowie Pollen. Mit solchen Klimaarchiven beschäftigen sich mehrere Wissenschaftler und Forschungsgruppen der Uni Innsbruck.

## SPUREN IM HOLZ

Dass es früher schon wärmer (aber auch kälter) war als heute, kann auch Prof. Kurt Nicolussi belegen – und genau datieren. Der Hochgebirgsforscher am Institut für Geographie arbeitet mit Holz, mit sehr altem Holz. Dendrochronologie nennt sich die Wissenschaftsdisziplin, die in Hölzern ausgebildete Jahrringe (ein Abbild der Wachstumsbedingungen und somit auch des Klimas) untersucht. Verschiedene Bäume der gleichen Art können sehr ähnliche Jahrringmuster besitzen, so lassen sich innere Sequenzen von jungen Bäumen mit äußeren Sequenzen von alten Bäumen überlappen – das so genannte Crossdating. Ausgehend von bekannten Daten lebender Bäume, kann man mit Hilfe der sich überlagernden Sequenzen das Alter ganzer Baumreihen jahrgenau zurückdatieren. Andrew E. Douglass gilt als Begründer der Dendrochronologie. Berühmt wurde Douglass durch seine Datierungen an amerikanischen Indianersiedlungen. 1929 verhalf ihm ein bei Grabungsarbeiten in einem verlassenen Pueblodorf der Anasazi-Indianer entdecktes Holzstück eine Datenlücke zu schließen und eine Jahrringchronologie bis ins Jahr 700 zu erstellen. In der Zwischenzeit ist die Dendrochronologie in andere Sphären vorgestoßen – so reicht der längste Jahrringkalender der Welt an der deutschen Universität Hohenheim bis in das Jahr 10.480 v. Chr. zurück. Die zweitlängste Jahrringchronologie wurde in Innsbruck erarbeitet und datiert über 9000 Jahre in die Vergangenheit. Basierend auf rund 1800 Proben von lebenden Bäumen und Totholz der Baumarten Zirbe und Lärche konnte Nicolussis Team einen Jahrringkalender erstellen, der bis ins Jahr 7109 v. Chr. zurückreicht. Und das bei erschwerten Voraussetzungen. „Eine durchschnittliche Probe ist bei uns 200 Jahre alt, die längste von uns ausgewertete

Reihe eines Baumes erstreckt sich über 780 Jahre. In Amerika gibt es Bäume, die auch über 4000 Jahre alt werden können“, erklärt Nicolussi. Und mit Hilfe dieser Zirben-Lärchen-Chronologie können alpine Baumfunde datiert werden – und daraus Rückschlüsse auf die Umwelt und auch das Klima der Vergangenheit gezogen werden. Etwa bei der Erfassung und Analyse von Lawinenabgängen beim Schwarzsteinmoor in den Zillertaler Alpen auf 2150 Meter, im aktuellen Waldgrenzbereich gelegen. „In diesem Moor sind Lawinenhölzer erhalten“, erzählt Nicolussi. Mit Hilfe der Hölzer konnten mehrere Lawinenabgänge in den letzten 8300 Jahren datiert werden. Was den Schluss zulässt, dass in wärmeren Perioden der Vergangenheit die Baumgrenze oberhalb des Moores gelegen haben muss. „Es herrschten klimatische Verhältnisse, wie sie uns im Zuge des Klimawandels heute prognostiziert werden“, hält der Dendrochronologe fest. Belegen konnte er dies auch mit einer rund 600 Jahre alten Zirbe, die im Jahr 2005 aus dem ewigen Eis des Schweizer Tschiervagletscher in einer Höhe von 2200 Meter auftauchte. Gestorben ist sie vor knapp 6880 Jahren, in der frühen Jungsteinzeit, irgendwo weiter oben, ehe sie vom vorrückenden „ewigen“ Eis begraben und konserviert wurde. Der aktuelle Gletscherschwund seit dem letzten Hochstand (Mitte 19. Jh.) legte die stumme Zeugin vergangener Warmphasen dann frei. Mindestens zehnmals, so schätzen Forscher, waren die Gletscher in den vergangenen 11.000 Jahren kleiner – und das auch über mehrere Jahrhunderte. Besonders drastisch war der Rückgang vor rund 7000 Jahren. Nicolussi: „1850 waren die Gletscher doppelt so groß wie heute. Man kann aber auch davon ausgehen, dass 50 bis 75 Prozent der Fläche der heutigen Gletscher schon einmal verschwunden war.“

ah