

# Die Gletscher – ein Kommen und Gehen

Wie wichtig ist der Mensch für die Erde? Ohne den aktuellen globalen Raubbau an der Umwelt bagatellisieren zu wollen – aber Klimawandel hat es immer schon gegeben.

Text: Anita Ericson | Fotos: Marc Graf

## EWIGES EIS

So kennt man Österreichs hochalpine Bergwelt – bedeckt von Schnee und Eis. Als wäre es immer schon so gewesen. Ein Irrtum.





AUF DEM HÖHEPUNKT IHRER MACHT ERFREUTEN SICH DIE RÖMER AUSGESPROCHEN MILDER SOMMER UND GANZJÄHRIG PASSIERBARER ALPENPÄSSE.

**K**napp vor dem Schlatenkees, dem neun Quadratkilometer großen Gletscher an der Ostflanke des Großvenedigers, liegt jenseits der heutigen Waldgrenze ein kleiner Moortümpel. Voriges Jahr gab das trübe Wasser ein bemerkenswertes Fundstück frei: einen Zirbenholzstamm, so gut erhalten, als ob eben erst ins Wasser gefallen, der sich nach dendrochronologischen Untersuchungen indes als 9.000 Jahre alt erwies. Der Schluss daraus ist auch für den Laien leicht zu ziehen: Damals muss es wärmer als heute gewesen sein, sonst hätte die Zirbe hier nie wachsen können.

Forscher lesen aus Jahrringbreite und Holzdichte noch weitere Parameter ab, die Hinweise auf das Klima von früher geben. Alte Holzreste wie der Fund vom Schlatenkees sind für sie wie Puzzlesteine – setzt man viele Teile zusammen, ergibt sich ein komplettes Bild. Für ihre Studie zum Klimawandel der letzten 2.500 Jahre in Mitteleuropa haben Dr. Ulf Büntgen, Dendroökologe der eidgenössischen Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft, und sein Team exakt 7.284 alte Eichen und 1.546 alpine Koniferen ausgewertet. „Die Eichen aus Mittelgebirgslagen liefern uns für die Monate April bis Juni zuverlässige Daten über den Niederschlag, der in solchen Höhen das Baumwachstum maßgeblich beeinflusst“, umreißt Büntgen die Vorgehensweise. „Die Lärchen und Kiefern von Standorten an der Waldgrenze wiederum verraten uns, wie sich in den Monaten Juni bis August die Temperatur verhalten hat, denn diese ist an solchen extremen Standorten der limitierende Faktor.“ Aus dem vorhandenen Material haben die Wissenschaftler das Wetter dendroklimatologisch aufs Jahr genau rekonstruiert und daraus den historischen Klimawandel abgelesen.

Die 2011 veröffentlichte Studie gibt einen profunden Überblick über die Klimaentwicklung der letzten 2.500 Jahre. Büntgen: „Erstmals wurden beide Klimaparameter – Temperatur und Niederschlag – in einer Arbeit ausgewertet. Außerdem geht unsere Studie doppelt so weit zurück wie alles bisher Veröffentlichte. So wissen wir nun ein wenig mehr auch über die Zeit zwischen dem Niedergang des Römischen Reichs und dem Beginn des Mittelalters, für die es

kaum schriftliche Quellen gibt.“ In Summe fällt auf, dass historische Epochen häufig mit Klimazyklen korrelieren – Blütezeiten fielen in Warmphasen, schlechte Zeiten in rauere Perioden. Auch hat sich herausgestellt, dass sich das Klima über lange Zeiten extrem variabel und instabil verhielt, mit stark schwankenden Regenmengen von Jahr zu Jahr, was für die damaligen, rein landwirtschaftlichen Gesellschaften ein großes Problem darstellte. Die Ursachen für die häufigen Klimaverschiebungen sind jedoch weitgehend ungeklärt.

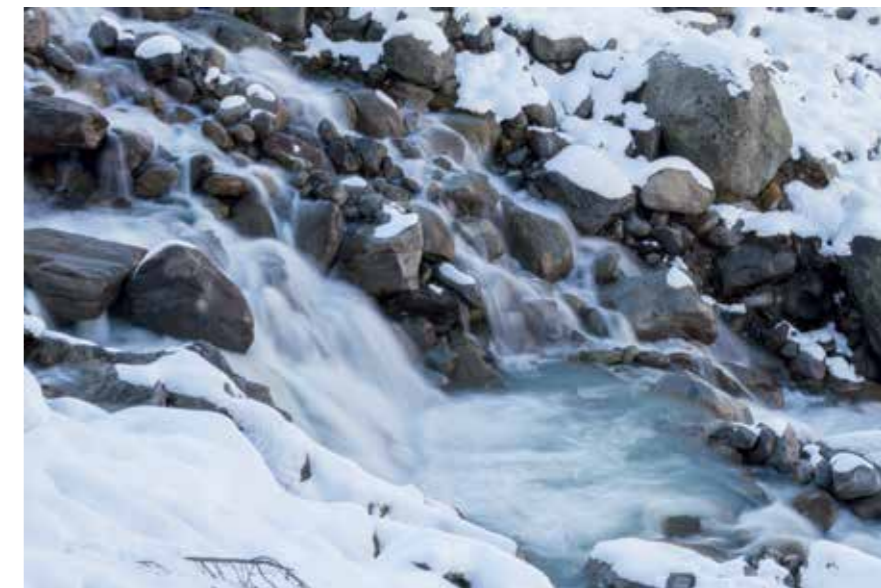
Die Römer jedenfalls erfreuten sich am Höhepunkt ihrer Macht ausgesprochen milder und feuchter Sommer. Gute Ernten bescherten ihnen Wohlstand, ganzjährig passierbare Alpenpässe ermöglichten ihnen weiträumige Eroberungen. Ab dem 4. Jahrhundert wurde es kalt und trocken, man steuerte aufs Klimapessimum der Völkerwanderung zu. Just zu diesem Zeitpunkt fiel Europa in eine tiefe Krise, geprägt von Hungersnöten, bedingt durch Missernten, sowie Seuchen, denen die geschwächten Menschen zum Opfer fielen. Erst als Niederschlag und Temperaturen zu Beginn des 7. Jahrhunderts wieder zu steigen begannen, >

#### WAHRZEICHEN

Der Großglockner mit der Pasterze – gemeinsam stehen sie für die Essenz der heimischen Alpen. Jetzt schmilzt der Gletscher – und gibt seine Geheimnisse preis. (Bild links)

#### URSPRUNG

Der Wasserreichtum Österreichs beruht auch auf der Speicherkapazität der Gletscher. Die Gefahr, dass diese Reserven verloren gehen, ist aber unbegründet. (Bilder unten)



UM DAS JAHR 1600 STIESSEN IN ÖSTERREICH DIE GLETSCHER BIS AUF DIE HOCHGELEGENEN FELDER ÜBERRASCHTER BAUERN VOR.



nahm Europa Aufschwung. Neue Königreiche entstanden und sogar in den kalten Regionen von Island und Grönland etablierten sich norwegische Kolonien. Doch noch war es vergleichsweise kühl, bis rund 300 Jahre später die Sommer immer wärmer und niederschlagsreicher wurden – das mittelalterliche Klimaoptimum war angebrochen. Es dauerte bis ca. 1200 und fällt damit zeitgleich in die Hochblüte des mittelalterlichen Wirtschafts- und Bevölkerungswachstums. Die berühmten Minnesänger unterhielten ihr Publikum in lauen Nächten im Freien, die Baumgrenze in den Alpen lag deutlich höher als heute und der Weinanbau florierte sogar in England.

Auf Sonnenschein folgt Regen und umgekehrt, nur manchmal dauert es länger – ab 1300 ging es für lange Zeit bergab. Im 14. Jahrhundert sorgten feuchte und kalte Sommer einmal mehr für Hungersnöte und Pestepidemien. Die Kirche machte Hexen dafür verantwortlich und ließ sie verbrennen. Dann wurde es noch kälter, die Kleine Eiszeit folgte und im Alpenraum stießen die Eismassen ziemlich abrupt vor. Aus der Zeit um 1600 gibt es schriftliche Berichte, die Gletschervorstöße bis auf die Felder der überraschten österreichischen Bauern dokumentieren. Die Sage von der Übergossenen Alm, heute ein kleiner Gletscher am Hochkönig, ist vermutlich ein Erklärungsversuch der Menschen von damals: Auf der Alm, so erzählt man sich, lebte das Sennvolk einst im Überfluss. Da es die guten Leute jedoch an Demut und Großzügigkeit mangeln ließen, wurden sie als Strafe über Nacht vom Eis begraben.

Starke Abkühlungsphasen während des Dreißigjährigen Kriegs sowie der großen Migrationswellen von Europa nach Amerika im 19. Jahrhundert (zur Zeit der höchsten Gletscherstände seit Tausenden von Jahren) weisen erneut auf einen Zusammenhang zwischen Klima und geschichtlicher Entwicklung hin. Dr. Ulf Büntgen gibt allerdings zu bedenken, dass man vergangene Epochen nicht alleine durchs Wetter erklären kann – den genauen Zusammenhang müssten Historiker erforschen. Auf den heutigen Klimawandel angesprochen, zieht er aus der Studie ein simples Fazit: „Der Hitzesommer von 2003 ist zwar beispiellos, >



#### BAUMGRENZE

Bis zu 700 Jahre alte Bäume, die an den heutigen Gletscherenden gefunden werden, belegen langanhaltende Rückzugsphasen des Eises in den Bergen. (Bild oben)

#### BESTÄNDIG

Auch wenn die Gletscher schmelzen, verschwinden werden sie nicht. Wohl aber werden sie ihr Aussehen ändern. Und es wird mehr, dafür aber kleinere geben. (Bilder links)

doch im Schnitt der letzten fünfzig Jahre befinden wir uns lediglich in einer warmen Phase, vergleichbar mit jenen zur Römerzeit und im Mittelalter. Der heutige Niederschlag liegt im längeren Kontext überhaupt voll in der Norm.“

Auch wenn man länger zurückblickt, stellt man fest: Klima ist keine Naturkonstante, es wandelt sich stetig. Gegenwärtig leben wir in der Nacheiszeit namens Holozän oder Postglazial, die vor 11.500 Jahren begann. Fast genauso lange lässt sich das heimische Klima mittlerweile rekonstruieren, wengleich auch in gröberen Zügen. Dr. Kurt Nicolussi vom Institut für Geografie der Uni Innsbruck ist gerade beim Auswerten der Daten, die vorwiegend in der letzten Dekade gesammelt wurden. Soviel kann er jetzt schon sagen: „Im frühen bis mittleren Holozän, also 10.000 bis 4.000 Jahre vor heute, war es relativ warm. Die Gletscher waren für eine lange Dauer sehr klein.“ Bis zu 700 Jahre alte Bäume, die an den heutigen Gletscherenden gefunden wurden, belegen diese lang anhaltenden Rückzugsphasen. „Die Gletscherausdehnung war überhaupt für die meiste Zeit des Holozäns geringer als heute. Wenn, dann war sie nur kurz ähnlich“, so Nicolussi weiter.

Auch seine Aussagen stützen sich in erster Linie auf Holzfunde, die ihm Rück-

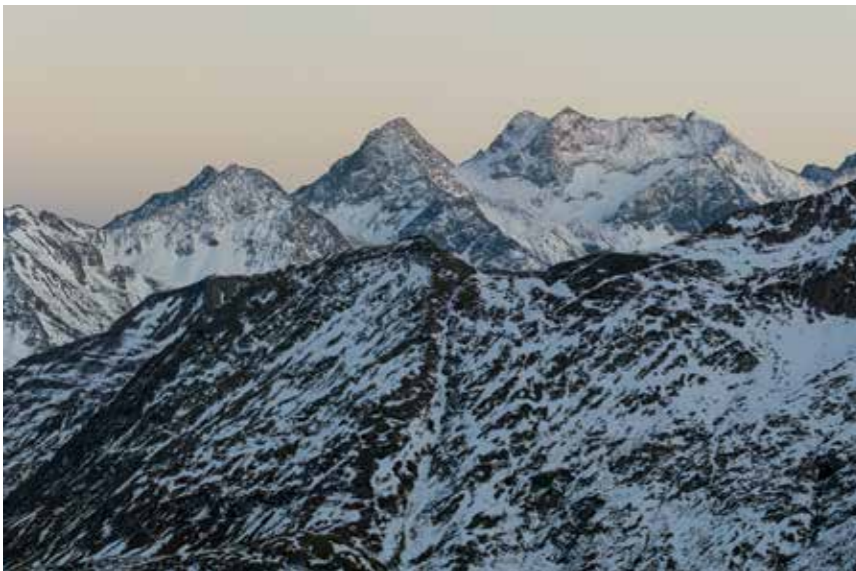
schlüsse auf die Waldgrenze sowie die Sommertemperaturen ermöglichen. Sein Fokus liegt daher auf Fundstücken von hochalpinen Standorten in den Ostalpen, die etwa im Zuge des aktuellen Gletscherrückgangs vom Eis freigegeben wurden. Holzfunde sind deswegen so aussagekräftig, weil sich mit Hilfe der Dendrochronologie die Daten aufs Jahr genau rekonstruieren lassen! Dabei macht man sich zunutze, dass Bäume, die unter ähnlichen ökologischen Bedingungen wachsen, ein sehr ähnliches Schwanken in den Jahrringbreiten aufweisen. Nimmt man nun einen lebenden Baum, kann man aus der Anzahl seiner Ringe direkt das Alter ablesen und aus deren Muster – mal breiter, mal schmaler – eine charakteristische Sequenz für dessen Lebensjahre bilden. Diese kann man sich vorstellen wie einen Strichcode, quasi einen unverwechselbaren chronologischen Fingerabdruck. Ausgehend von lebenden Bäumen haben sich die Forscher dann Schritt für Schritt in die Vergangenheit getastet: Älteres Material lässt sich nämlich dann einordnen, wenn es Überlappungen in der Sequenz mit bereits datierten Proben aufweist. Kurt Nicolussi: „Wir haben aus rund 1.600 toten Hölzern, die wir an Gletschern, in hochalpinen Seen und Mooren gefunden haben, sowie rund 400 lebenden Bäumen eine lückenlose Jahrringchronologie für extreme Standorte in den Ostalpen für die letzten 10.000 Jahre erstellt.“

Für die jüngere Vergangenheit bedient man sich einfacherer Methoden und hält sich an die Gletscher, die ein unmittelbarer Indikator für Klimawandel sind. Sie sind direkt beeinflusst vom Niederschlag im Winter und von den Temperaturen im Sommer, die Zunge reagiert mit einer Verzögerung von einigen Jahren auf geänderte Verhältnisse – mit Vorstoß oder Rückzug. Seit dem Beginn der Messungen im 19. Jahrhundert gibt es gesicherte Aussagen über die Gletscherentwicklung in den Alpen. „Um 1850 hatten die Menschen Angst vor einer neuen Eiszeit“, erklärt dazu Dr. Andrea Fischer vom Innsbrucker Institut für interdisziplinäre Gebirgsforschung, „die Gletscher waren in die bewohnten Täler vorgestoßen und erreichten ihre postglazialen Höchststände“. Um für diese Bewegungen Verständnis zu entwickeln, begann man immer genauer zu messen und detaillierte Karten anzulegen.

So weiß man heute, dass die Pasterze, der größte Gletscher der Ostalpen am Fuße >

#### KLIMAARCHIV

In den Jahresringen der Bäume spiegeln sich Wetter, Klima und Umweltbedingungen wider. Innsbrucker Forscher haben eine lückenlose Jahrringchronologie für die letzten 10.000 Jahre erstellt. (Bild rechts)



#### NACHSCHUB

Gletscher reagieren mit Verzögerung auf Änderungen. Ein schneereicher, langer Winter bedeutet noch keine Kehrtwende – vor allem, wenn die Sommertemperaturen hoch sind.



UM 1850 HATTEN DIE MENSCHEN ANGST VOR EINER NEUEN EISZEIT. DIE GLETSCHER BREITETEN SICH IN DIE TÄLER AUS UND ERREICHTEN EINEN HÖCHSTSTAND.

IN DEN LETZTEN DEKADEN WAR DIE PASTERZE EXTREM RÜCKLÄUFIG. IHR NAME LEITET SICH VOM SLAWISCHEN WORT „PASTERICA“ – WEIDE – AB.



des Großglockners, bei ihrem letzten Hochstand von 1852 bis 1856 bis in die Möllschlucht unterhalb der heutigen Margaritzen-Staumauer reichte. Die Befürchtungen, eine neue Kältephase sei angebrochen, erwiesen sich indes als unbegründet, denn die Kleine Eiszeit hatte ihren Höhepunkt damit erreicht. „Erneute Vorstöße gab es zwar noch in den 1920ern sowie in den 1980ern, doch vergleicht man die Gletscher von heute mit den Höchstständen aus dem 19. Jahrhundert, kommt man auf eine um mehr als 50 Prozent reduzierte Fläche“, weiß Glaziologin Fischer. Aber, zur Erinnerung: Die Pasterze war seit Beginn der Nacheiszeit meistens wesentlich kleiner als heute, wie man aus dendrochronologischen Rekonstruktionen weiß. Auch der Name ist ein Indiz – Pasterze leitet sich vom slawischen Wort Pasterica für Weide ab.

Die letzten Dekaden war die Pasterze, so wie alle anderen Alpengletscher, allerdings extrem rückläufig. Beim Lokalausgang steht man nahezu fassungslos vor den Tafeln, die den Weg von der Seilbahn bergab zur Gletscherzunge säumen und die Jahresstände dokumentieren. Den ersten markiert übrigens die Seilbahnstation selbst, die bei ihrer Inbetriebnahme im Jahr 1963 tatsächlich bis zum Gletscherende reichte. Heute geht man zwischen Geröllbergen noch ein weites Stück nach unten, die Tafeln mit den Jahreszahlen stehen immer weiter auseinander – so viel Eis in einem einzigen Jahr, das wegschmilzt!

Es drängt sich die Frage auf: Werden die Gletscher verschwinden? Dr. Andrea Fischer, österreichische Korrespondentin des World Glacier Monitoring Services in Zürich: „Die langen Gletscherzungen werden auf jeden Fall zurückgehen. Im Zuge dessen werden sich die Flächen teilen – das heißt, es wird mehr, aber dafür deutlich kleinere Gletscher geben.“ Bleibt uns das aktuelle Klima noch weiter erhalten, wird der Rückgang so lange weitergehen, bis das Gleichgewicht wiederhergestellt ist. Fischer: „Normalerweise umfasst der obere Bereich, der im Sommer nicht abschmilzt und damit den Gletscher nährt, das sogenannte Akkumulationsgebiet, zwei Drittel der Gesamtfläche. Das untere Stück, das Ablationsgebiet, das davon zehrt, nur ein Drittel. Doch das hat sich dramatisch verschoben, momentan halten wir nur mehr bei einem Fünftel Nährgebiet, das ist fürs Gleichgewicht viel zu wenig.“ Man kann sich also selbst ausrechnen, wie



sehr die Gletscher unter den gegebenen Klimabedingungen schrumpfen werden.

Für Glaziologen wie Andrea Fischer sind die kommenden Jahre eine spannende Zeit, denn der Gletscher ist nicht nur ein Indikator für Klimawandel, er ist auch ein gewaltiges Klimaarchiv. „Mit dem Rückgang apert mehr und mehr Flächen aus und geben gut konservierte Fundstücke wie Hölzer oder Torfstücke frei. Aufregend wird es, wenn wir an Eisscheiden kommen, die im Gegensatz zum Rest des Gletschers nur geringe Fließgeschwindigkeiten aufweisen. Was da drunter liegt, wuchs auch ursprünglich hier und so können wir herausfinden, wie hoch die Baumgrenze während des Minimalstandes im Holozän tatsächlich lag und wo es Weideflächen gab.“ Mit einem besseren Verständnis für die natürliche Klimaentwicklung lässt sich dann möglicherweise der gegenwärtige Wandel besser einordnen, denn aus den vorhandenen Daten alleine lässt sich noch nicht eruieren, wie groß der anthropogene Anteil tatsächlich ist. Müssen wir uns fürchten? Fischer meint nein: „Das geht ja nicht von heute auf morgen, wir müssen uns halt anpassen. Und das können wir heute besser als je zuvor in der Geschichte der Menschheit.“

#### WANDEL

Mit dem Rückgang der Gletscher ändert sich die Bergwelt. Heute kann sich der Mensch besser darauf einstellen und anpassen als je zuvor.