

Schneller Gletscherschwund wirft Fragen auf

Die Gletscherschmelze steht für die Klimaänderung schlechthin. Doch die alpine Vergletscherung war schon kleiner als in den letzten Jahrzehnten.

Von Oliver Stebler

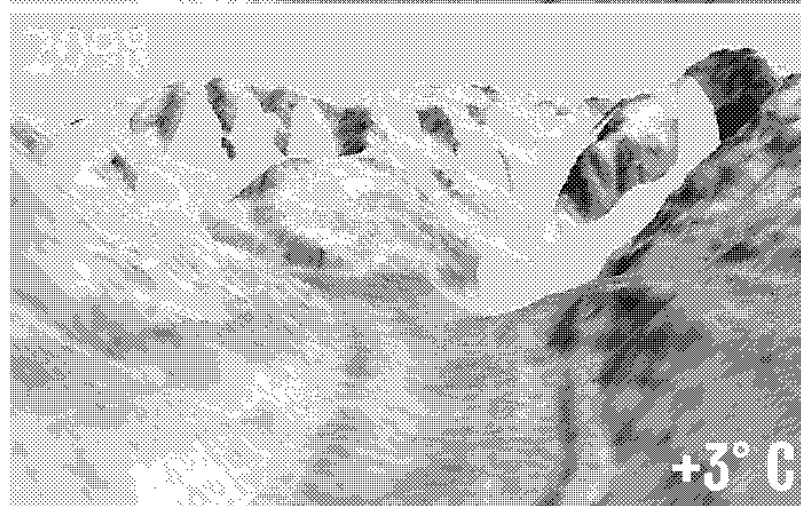
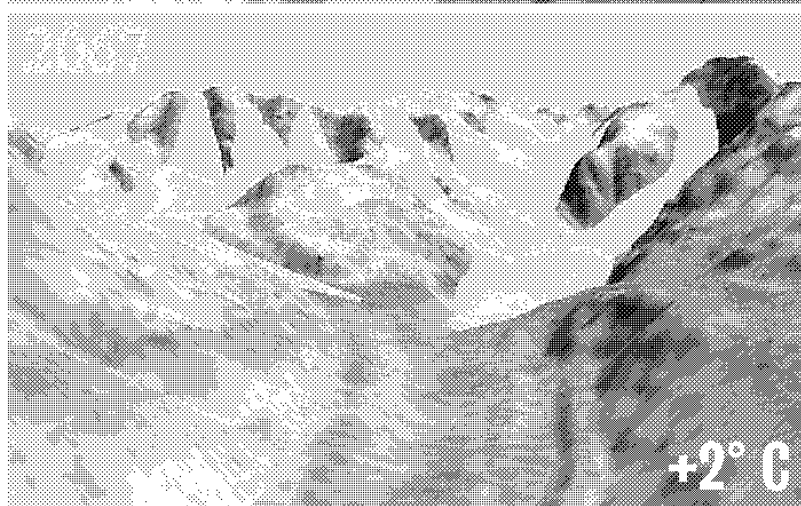
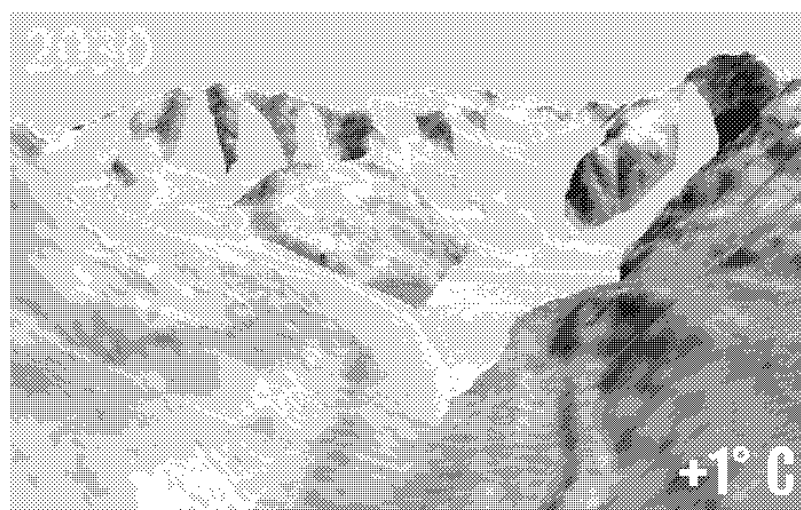
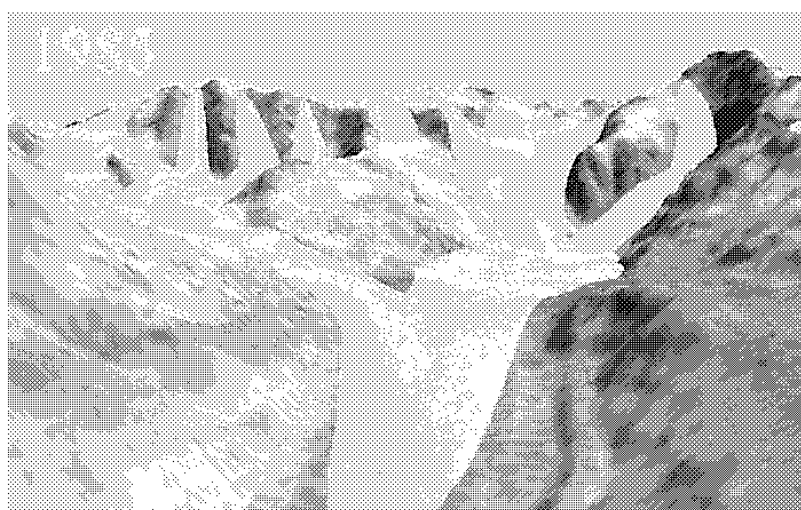
Die Bilder sind eindrücklich und unmissverständlich. Die Ausstellung «Gletscher im Treibhaus» an der Universität Zürich Irchel gibt eine klare Botschaft: Die Klimaerwärmung hat den Alpengletschern arg zugesetzt. «Die Generation der heutigen Studierenden wird wohl das Verschwinden der meisten Alpengletscher miterleben», sagt Wilfried Haeblerli, Professor am Geographischen Institut der Universität Zürich.

Zwischen 1850 und 1980 haben die Alpengletscher ein Drittel ihrer Fläche verloren, die Hälfte ihrer Masse. Seit 1980 sind die Eispanzer nochmals um 20 bis 30 Prozent geschmolzen. Allein im Extrem Sommer 2003 haben die Alpengletscher weitere 5 bis 10 Prozent an Masse eingebüsst. Tatsache ist: Auf der Alpennordseite sind die Temperaturen im letzten Jahrhundert um 1,3 Grad Celsius angestiegen. Doppelt so stark wie im Durchschnitt auf der gesamten Erde. Und die Zukunft? Bis 2050 rechnet das Beratende Organ des Bundes für Fragen der Klimaänderung (OeCC) für die Schweiz mit einer Temperaturänderung von 1,8 Grad Celsius im Winter und 2,8 Grad Celsius im Sommer.

Trotzdem stellt sich die Frage: Ist der gegenwärtige Gletscherschwund aussergewöhnlich? Seit Ende der letzten Eiszeit vor 11 500 Jahren, seit Beginn des Holozäns also, zogen sich die Gletscher immer wieder zurück, stiessen mitunter aber auch vor. Bei einem Vorstoss schichteten sie mitgeführtes Geröll und Gestein kranzförmig zu Moränen auf. Diese sind heute Zeugen maximaler Gletschervorstösse. Wie weit sich aber die Eismassen zwischen den Vorstössen zurückgezogen hatten, blieb bislang unklar.

Im Eis konservierte Geschichte

Mehr wissen nun Forscher um Professor Christian Schlüchter vom Geologischen Institut der Universität Bern: Seit zehn Jahren untersuchen sie Holz- und Torfstücke, die sie in den Schwemmebenen im Vorfeld mehrerer Alpengletscher gefunden haben. Dieses organische



COMPUTERSIMULATIONEN STEFAN BIEGGER/GEOGRAPHISCHES INSTITUT/UNIVERSITÄT ZÜRICH (DHM25 © 2005 SWISS TOPO (BA 057472))

Morteratschgletscher schmilzt: Simulation des Geographischen Instituts der Universität Zürich für verschiedene Erwärmungsannahmen.

Material wird – ähnlich wie der Eismann Ötzi – entweder vom Eis freigegeben, oder Schmelzwasser lagert diese Relikte im Gletschervorfeld ab. «Daraus schliessen wir, dass an diesen Stellen, also unter dem heutigen Gletschereis, einmal Bäume und andere Pflanzen gewachsen sind», sagt Schlüchter. Dies würde bedeuten: Die Gletscherausdehnung war wesentlich kleiner als heute, und die Baumgrenze lag deutlich höher.

Mit Hilfe der so genannten Radiocarbonmethode haben die Forscher das Alter von mehr als hundert Holzproben bestimmt, die sie in den Gletschervorfeldern

gefunden. Die Altersverteilung ist nicht zufällig, sondern definiert mindestens zehn Warmzeitfenster innerhalb des Holozäns. Schlüchter geht noch weiter: «Während der Hälfte der letzten 11 500 Jahre waren die Alpengletscher kürzer als heute.» Doch die Frage, um wie viel kleiner die Vergletscherung während dieser Wärmeperioden tatsächlich gewesen ist, können die Forscher mit ihrer Methode nicht beantworten. Auch nicht, ob es in den Alpen zwischendurch gar zu einem vollständigen Gletscherschwund gekommen ist.

Waldgrenze nicht natürlich

Denn ein Haken bleibt: Sind die gefundenen Hölzer tatsächlich dort gewachsen, wo sie gefunden wurden? Bekannt ist, dass die Waldgrenze zu Beginn des Holozäns ohnehin höher gelegen hat als heute. So tief wie heute lag sie während der letzten 11 500 Jahre nie. Dies ist vor allem eine Folge der Waldbewirtschaftung durch den Menschen. Eine natürliche Waldgrenze existiert in den Alpen kaum noch.

Mehr Klarheit bringen auch nicht die seit dem Sommer 2003 geborgenen archäologischen Funde am Schnidejoch im Berner Oberland (TA vom 12. 11. 05). Der markante Rückgang eines Eisfeldes zwischen dem Hauptgletscher des Wildhorns und dem Schnidejoch hat zahlreiche Kleider und Ausrüstungsgegenstände aus der Jungsteinzeit/Bronzezeit, der Römerzeit und dem Mittelalter freigegeben. Sie stammen aus den gleichen Wärmeperioden wie die Holzfunde der Berner Forscher. Sensationell seien die fast 5000

Jahre alten Funde, sagt Peter Suter vom Archäologischen Dienst des Kantons Bern. Lederfundstücke aus der Jungsteinzeit seien äusserst selten. Die Entdeckungen am Schnidejoch belegen, dass der 2756 Meter hohe Pass damals als eine der kürzesten Verbindungen zwischen Oberitalien und Mittelland genutzt wurde. Doch auch sie sagen nichts darüber aus, wie klein die Vergletscherung damals tatsächlich gewesen ist. Denn die fast 5000 Jahre alten Lederfunde blieben nur deshalb so lange konserviert, weil sie offenbar sehr schnell vor dem Zerfall geschützt wurden. Deshalb können Schnee und Eis zu jener Zeit nicht weit gewesen sein.

Die Erkenntnis, dass solche Wärmeperioden innerhalb des Holozäns existiert haben, ist nicht neu. Solche Indizien haben Forscher auch in anderen Klimaarchiven wie beispielsweise in Eisbohrkernen, in Ablagerungen von Seesedimenten, in den Jahrringen von Bäumen und bei der Analyse von Pollen in Torfmooren gefunden. Eine wichtige Frage bleibt aber nach wie vor offen: Wie schnell haben diese Klimawechsel stattgefunden? Alpengletscher reagieren auf sich ändernde Umweltbedingungen äusserst komplex. Höhere Temperaturen bedeuten nicht zwangsläufig kürzere Gletscher. Grob gesagt, benötigen grössere Alpengletscher einige Jahrzehnte, um sich neuen Umweltbedingungen anzupassen.

Die Länge des Tschiervagletschers im Oberengadin etwa repräsentiert heute die Umweltbedingungen der 1980er-Jahre. «Hätte er sich bereits an heutige Verhältnisse angepasst, wäre er etwa ein bis zwei

Kilometer kürzer», sagt Wilfried Haeblerli vom Geographischen Institut. «Unter Bedingungen, wie sie im Extrem Sommer 2003 geherrscht haben, wäre er schlicht verschwunden.»

Sicher ist: Während des Holozäns war die klimatische Beständigkeit eher die Ausnahme als die Regel. Aber das Ausmass und die Geschwindigkeit des heute beobachtbaren Gletscherschwundes seien mit hoher Wahrscheinlichkeit im Holozän so eben noch nie aufgetreten, sagt Haeblerli. Und Christian Schlüchter ergänzt: «Unsere Holzrelikte sagen nichts aus über die Gründe früherer oder gar heutiger Klimaänderungen.» Es gibt also vorerst keine Hinweise, dass die Geschwindigkeit des heutigen Gletscherschwundes und so, wie er für die Zukunft postuliert wird, in den letzten 11 500 Jahren schon einmal stattgefunden hat.

Keine grünen Alpen

Dafür gibt es eine Antwort zum romantischen Bild der grünen Alpen, wenn denn die Gletscher einmal verschwunden wären. Das ist eine trügerische Vorstellung: Denn der Wald reagiert auf Klimawechsel vermutlich noch träger als die Gletscher. Sollten die Alpengletscher tatsächlich verschwinden, entstünden erst mal keine saftig grünen Wiesen und Wälder, sondern graue Schutt- und Geröllhalden. Und wo durch den Gletscherrückzug Gleichgewichte aus dem Lot kommen, werden sich die Wissenschaft und die Gesellschaft mit Ungleichgewichten wie Berg- und Felsstürzen oder Murgängen befassen müssen.

Fatale Folgen für Wasserkreislauf

Die Erwärmung der Erde hat einschneidende Folgen für den Wasserkreislauf – besonders in Regionen, wo Schnee- und Eisschmelze die Grösse des Wasserangebots diktiert. Klimaforscher erwarten in wärmeren Gebieten weniger Schneefall und eine frühere Schneeschmelze. Das führt auch ohne Veränderung der Niederschlagsstärke zu Abflussspitzen in Flüssen im Winter und Anfang Frühling. Also nicht mehr im Sommer und Herbst, wenn die Wassernachfrage vor allem wegen der Bewässerung der Felder gross ist. Besonders prekär wird es, so amerikanische Forscher in der heutigen «Science»-Ausgabe (Bd. 428, S. 303), wenn ein

grosser Teil des Regen- und Schmelzwassers beispielsweise nicht in Reservoiren gespeichert werden kann und ungenutzt zum Meer abfließt. Das könnte, so zeigen hydrologische Modelle, für ein Sechstel der Weltbevölkerung zu einer Wasserknappheit im Sommer führen. Auch das «Wasserschloss» Alpen ist betroffen. Simulationen ergeben: Wird es gegenüber heute um 1 bis 2,4 Grad Celsius wärmer, häufen sich im Sommer zum Beispiel im Rhein die Perioden mit Wassertiefstand. Eine Konsequenz: Es gibt mehr Tage, an denen die Schiffe nicht voll beladen fahren können, was letztlich die Transportkosten erhöht. (ml)

Das spektakuläre Ende einer Kooperation

Erneut wird diskutiert, woher die Eizellen stammten, mit denen der Südkoreaner Woo Suk Hwang erstmals menschliche Stammzellen klonete.

Von Anke Fossgreen

«Ich bedaure, ankündigen zu müssen, dass ich meine 20-monatige Kollaboration mit Professor Woo Suk Hwang unterbreche», erklärte Gerald Schatten von der University of Pittsburgh Anfang der Woche in einer offiziellen Mitteilung der Universität. Die Begründung: «Meine Entscheidung beruht einzig auf den Eizellspenden, die für die Veröffentlichung im Februar 2004 gemacht worden waren.»

Mit dieser Veröffentlichung im angesehenen Fachmagazin «Science» wurde Woo Suk Hwang von der Nationaluniversität

von Seoul weltberühmt. Er beschreibt darin, wie es ihm mit seinem Team erstmals gelang, menschliche Embryonen zu klonen und daraus Stammzellen zu gewinnen. Doch bereits kurz nach der Veröffentlichung gab es Zweifel, ob die ethischen Standards bei den Eizellspenden eingehalten worden waren. Für die Klonversuche hatte Hwangs Team 242 Eizellen von 16 Spenderinnen verwendet. Diesen Eizellen wurde dann das Erbgut entfernt und dafür fremdes Erbgut eingesetzt.

Spenderinnen die Mitarbeiterinnen?

Die Prozedur, Eizellen zu entnehmen, ist jedoch heikel: Die Frauen werden zunächst mit Hormonen überstimuliert, damit statt einer bis zu 20 Eizellen heranreifen. Die Behandlung, die auch bei der künstlichen Befruchtung durchgeführt wird, kann psychische und physische Nebenwirkungen hervorrufen.

Der Asienkorrespondent der Fachzeit-

schrift «Nature», David Cyranoski, hatte im Mai 2004 berichtet, eine Mitarbeiterin von Hwang habe ihm telefonisch erklärt, dass sie und eine weitere Frau aus dem Forscherteam selbst Eizellen zur Verfügung gestellt hätten. Später dementierte sie ihre Aussage: Das sei ein sprachliches Missverständnis gewesen. Sie hätte gemeint, sie könne sich vorstellen, einmal in Zukunft zu spenden.

Hwang beteuerte, alle Spenderinnen hätten freiwillig und unentgeltlich ihre Eizellen zur Verfügung gestellt, keine seiner Mitarbeiterinnen sei darunter. Gerald Schatten scheint am Wochenende jedoch «streng vertrauliche Informationen» erhalten zu haben, die Hwangs Darstellung als falsch entlarven. Was genau er erfahren hat, führt er nicht aus.

Für den Klonexperten Schatten steht viel auf dem Spiel. Die Kooperation mit seinem Kollegen Hwang war fruchtbar. Zusammen haben die beiden Forschungsgruppen aus Seoul und Pittsburgh zum Beispiel den ersten Hund geklont. Zudem ist Gerald Schatten Ko-Autor einer Veröffentlichung von Hwang vom Mai dieses Jahres.

Die Prozedur zur Entnahme von Eizellen belastet die Spenderinnen.

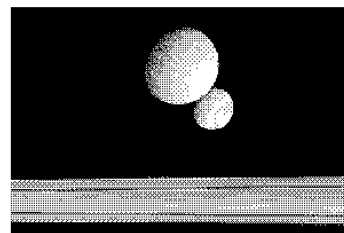
Hwang gelang es erstmals, Stammzellen von Patienten zu klonen.

Woher die 185 Eizellen für diese neuen Versuche stammen, weiss Schatten nicht. Er gibt an, er sei an der Rekrutierung der Spenderinnen nicht beteiligt gewesen.

Die wissenschaftlichen Durchbrüche von Woo Suk Hwang zweifelt Schatten nicht an. Doch das Vertrauen zwischen ihm und seinem südkoreanischen Kollegen sei zerstört.

Saturnmonde im Duett

Pasadena. – Die beiden Monde Dione (links) und Tethys (rechts) scheinen über dem Ringsystem des Saturns zu schweben. Aufgenommen hat dieses Bild die amerikanische Raumsonde Cassini im sichtbaren Bereich des Lichtspektrums. Tethys hat einen



Durchmesser von 1071 Kilometern, Dione ist etwas grösser. Zum Zeitpunkt der Aufnahme war Tethys 1,5 Millionen Kilometer von der Raumsonde entfernt, Dione 860 000 Kilometer. Saturn hat Dutzende Monde, 34 davon tragen einen offiziellen Namen. (b&c)