

Der Südkontinent, eine Forschungsverpflichtung

ANTARKTIS / Oft stellen sich Laien die Frage, weshalb Wissenschaftler für ihre Untersuchungen in die Polregionen reisen und dort Untersuchungen vornehmen. Der Geologie-Professor Chri-

stian Schlüchter von der Universität Bern zeigt auf, weshalb dieser spannende, vom Nationalfonds unterstützte Forschungsbereich auch für Fortschritte in der Klimaforschung wichtig ist.

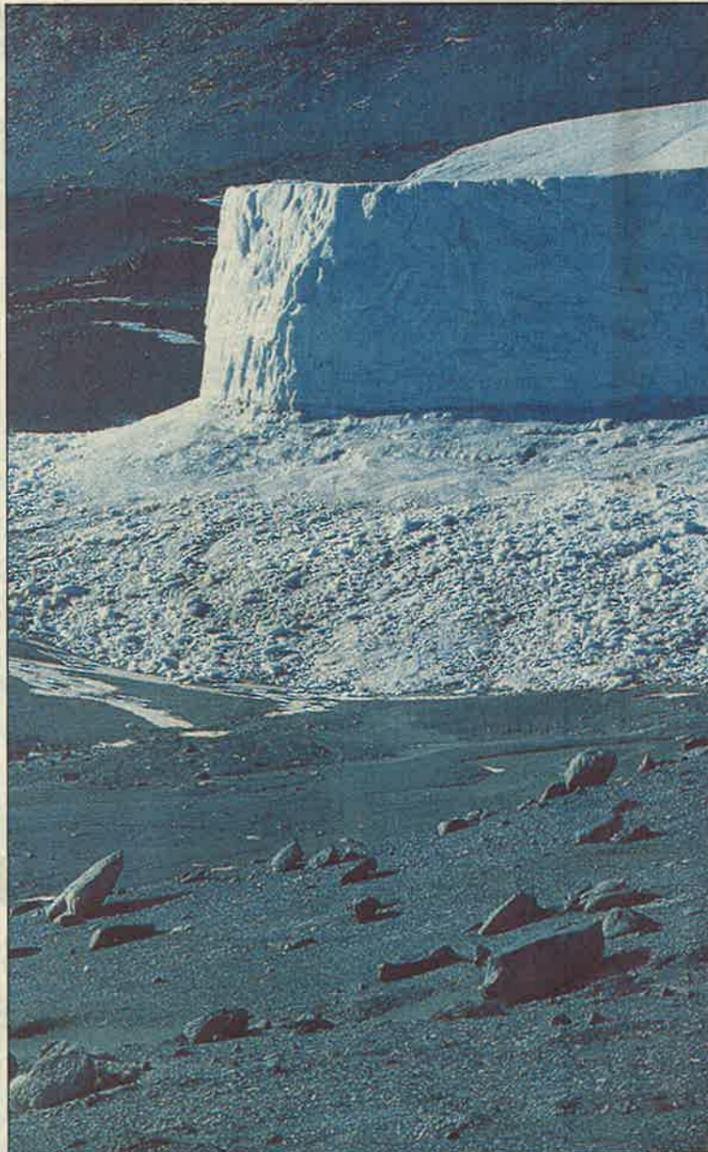
CHRISTIAN SCHLÜCHTER

In der heute geführten Umweltdiskussion erscheint ein Begriff immer wieder: die Globalität. Eine breite, auch politische Öffentlichkeit hat offenbar gelernt (vielleicht erst unbewusst), dass die Sphären unserer Erde (Geo-, Hydro-, Bio- und Atmosphären) etwas Ganzes darstellen. Wir können wohl aus diesem Bezugssystem Einzel-elemente herauslösen, die – auch wenn sie weit voneinander entfernt sind – immer noch Teile eines erdumfassenden Ganzen bleiben. Und wenn wir heute die Antriebs- bzw. Steuermechanismen des Klimageschehens zu ergründen suchen, dann heisst das, dass auch die von uns aus gesehen entfernten Gebiete der Erde miteinbezogen werden müssen.

Aus der Perspektive der Nordhemisphäre betrachtet, bedeutet dies, dass auch die klimatischen Wechselwirkungen mit der Südhemisphäre und mit beiden Polgebieten untersucht werden müssen. Im besonderen dürfen wir bei unsern Überlegungen das grösste Kühlhaus der Erde als Teil des globalen Systems nicht abkoppeln: die Antarktis. Sie ist Bestandteil des Klimageschehens und muss sowohl als geographisches als auch klimatisches Extremgebiet untersucht werden. Und was für die heutigen Klimaverhältnisse gilt, ist naturgemäss auch für die eiszeitliche Klimaentwicklung richtig.

Wer den Südkontinent nur vom Film oder von der Abenteuerliteratur kennt, stellt sich wahrscheinlich ein riesiges weisses, vereistes Gebilde vor. Dies stimmt nur bedingt mit der Wirklichkeit überein, denn immerhin ist in der Antarktis eine Fläche, die gut siebenmal jener der Schweiz entspricht, eisfrei; von der Gesamtfläche der Antarktis sind das aber nur bescheidene 2,4 Prozent!

Das eisfreie Gebiet ist jedoch keine zusammenhängende Fläche innerhalb der Eiswüste, sondern es setzt sich aus mehreren eisfreien Oasen zusammen.



Die steile Zunge eines kalten, durchgefrorenen Lokalgletschers im



Gletschervorstoss von rechts: Ablagerungen von Endmoränen als Folge

Die grösste und zugleich berühmteste dieser Oasen sind die sogenannten «Trockentäler» im Rossmeer-Sektor des Transantarktischen Gebirges. Das ist eine grösstenteils eis- und je nach Jahreszeit auch schneefreie Landschaft von unglaublicher Hochgebirgsschönheit.

Zeugen der Vergangenheit

Bei den Trockentälern handelt es sich um ein klimatisches Extremgebiet: sehr kalt und sehr trocken. Unterhalb von 300 Metern über Meer gibt es vereinzelte kleine Seen und Tümpel, die in warmen Südsommern teilweise, vielleicht auch ganz, auftauen und das Wachstum von Algen ermöglichen. Sonst sind die Trockentäler «lebensfrei».

Diese eisfreien Gebiete sind nicht nur für die geologische Forschung wichtig, auch wenn dort das alte Grundgebirge mit den überlagernden und zum Teil fossilienführenden Schichten des Erdalters von jüngeren vulkanischen Gängen und Schloten durchzogen und wegen der fehlenden Vegetation mit jeder Einzelheit sichtbar ist. Dieses Paradies für eine Geologin ist noch viel mehr ein solches für die Paläoklimaforschung.

In der heutigen Paläoklimaforschung spielen Eisbohrkerne eine zentrale Rolle. Sie geben Auskunft darüber, unter welchen klimatischen Bedingungen der Niederschlag (in der Regel in Form von Schnee) gefallen ist, der nun als Gletscher oder mächtiger Eisschild vorliegt. Die Analyse von Eisbohrungen zeigt, wie die Ablagerungsgeschichte an einer bestimmten Stelle über eine bestimmte Mächtigkeit des durchbohrten Materials (=Eis) verlaufen ist. Ein Bohrkern ergibt aber bloss ein zweidimensionales Bild eines Eiskörpers: Die Mächtigkeit und, über eventuelle Datierungen, die Zeit, also das Alter des «durchbohrten» gefrorenen Niederschlags sind feststellbar. Über die räumliche Ausdehnung und die zeitlichen Schwankungen eines durchbohrten Gletschers (oder Eisschildes) sind keine Informationen erhältlich.

Unter diesem Aspekt werden nun die glazialgeologischen Untersuchungen in den antarktischen Trockenbehältern interessant und wichtig: Hier kann aus der Oberflächengestaltung der Landschaft auf geologische Vorgänge geschlossen werden, welche mit Schwankungen der Eismassen gekoppelt sind. Das heisst, dass das heute in der Antarktis gespeicherte Volumen von zirka 30 Millionen Kubikkilometern Eis keine «erdgeschichtliche-paläoklimatische Konstante» darstellt.

Transantarktisches Gebirge.

Wenn von den Gletschern der Antarktis die Rede ist, dann sind drei verschiedene geometrische oder dynamische Systeme zu unterscheiden, die natürlich auch in ihrem «paläoklimatischen Archivwert» unterschiedlich einzuordnen sind:

■ Der ostantarktische Eisschild (in der östlichen Hemisphäre gelegen), bis 4000 Meter mächtig, mit riesigen Ausflussgletschern in den Indischen Ozean und durch das Transantarktische Gebirge ins Rossmeer. Wenn dieser Eisschild schmilzt, dann erscheint grösstenteils Festland.

■ Der westantarktische Eisschild (in der westlichen Hemisphäre gelegen), bis 3000 Meter mächtig, «drainiert» über die grossen Eisschelfe Ross und Ronne ins Ross- bzw. ins Weddellmeer. Wenn dieser Eisschild schmilzt, dann erscheinen nur wenige, relativ kleinflächige Inseln.

■ Die lokalen («alpinen») Gletscher im Transantarktischen Gebirge.

Die Massenbilanz der antarktischen Gletschersysteme ist positiv, wenn mehr Niederschlag dem Kontinent zu- als Eis über Ausflussgletscher abgeführt wird. Dies ist der Fall, wenn der Packeisgürtel um den Kontinent klein ist, also wenn das globale Klima wärmer ist. Dies lässt sich sowohl an den Ausflussgletschern der Ostantarktis als auch vor allem an den kleinen «alpinen Lokalgletschern» beobachten: Sie sind heute, verglichen mit der Ausdehnung während der letzten Eiszeit, in Maximalposition.

Nachwehen der Eiszeit

Dynamisch ganz anders verhält sich der westantarktische Eisschild: Seine Position und Stabilität sind durch den Meeresspiegel kontrolliert. Bei sinkendem Meeresspiegel (also während einer Eiszeit auf der Nordhalbkugel) stösst dieses Eis aus geometrischen Gründen ins Ross- und Weddellmeer vor und kühlt dann bei steigendem Meeresspiegel während der darauffolgenden Warmzeit wieder zurück.

Untersuchungen haben gezeigt, dass das heute beobachtbare Verhalten der Westantarktis immer noch mit dem Eiszerfall «am Ende der letzten Eiszeit» zusammenhängt. Dort wäre also, bildlich gesprochen, das Ende der letzten Eiszeit immer noch im Gange. Offenbar stabilisiert sich der westantarktische Eisschild beim heutigen Niveau des Meeresspiegels vorläufig aus geometrischen Gründen.

Die Stabilität der Ostantarktis

Drei Randbedingungen gehen aus der bisher bekannten Geschichte der antarktischen Gletscher hervor:

■ Seit zirka 37 Millionen Jahren – mit der plattentektonischen Isolation des Südkontinents – ist die Ostantarktis vergletschert. Wahrscheinlich seit 16 Millionen Jahren, sicher seit 6 Millionen Jahren, ist auch ein westantarktischer Eisschild vorhanden.

■ Bis vor zirka 16 Millionen Jahren waren die antarktischen Gletscher wenigstens teilweise temperiert. Seither sind sie mit wenigen Ausnahmen kalt. Das heisst, dass die heutige Kältewüste seit grössenordnungsmässig 16 Millionen Jahren existieren muss. Eine «Riesenvergletscherung», welche auch bedeutende Teile des heute aus dem Eis herausragenden Transantarktischen Gebirges bedeckte, musste sich vor diesen 16 Millionen Jahren mindestens einmal ereignet haben.

■ Die Ausdehnung des Eises während der letzten Eiszeit, insbesondere in der Westantarktis, ist vor allem im Gebiet des Rossmeers gut bekannt und wird demzufolge als Bezugsgrösse für die Massenänderungen dieser Eismasse betrachtet.

Zwischen der grossen, alles überfahrenden Eiszeit vor über 16 Millionen Jahren und den jüngsten eiszeitlichen Zeugen ist eine Vielzahl von spektakulär erhaltenen Moränen von vielen zwischenzeitlichen Vergletscherungen, die bereits alle der heutigen Topographie folgten, erhalten. Ja auch die grösste antarktische Eiszeit muss bereits eine Landschaft vorgefunden haben, die der heutigen weitgehend entspricht. Ihre besten geologischen Dokumente, die komplizierten Schmelzwasserlabyrinth, liegen in den heutigen Tälern eingebettet.

Fossilfunde

Vor diesem kurz skizzierten Hintergrund betrachtet, erscheint die antarktische Gletschergeschichte einfach nachvollziehbar und wenig spektakulär. Dem ist nun aber nicht so, denn 1983 sind in Moränen, die als Relikte hoch im Transantarktischen Gebirge liegen und zu einer der grossen Vergletscherungen gehören, Fossilien gefunden worden. Um diese Fossilfunde hat sich eine der spannendsten Forschungs- und Paläoklimadiskussionen entwickelt. Bei den gefundenen Fossilien handelt es sich um Diatomeen (Kieselalgen), die vor 3 bis 5 Millionen Jahren im Meer lebten.

von Änderungen in der Massenbilanz.

Und nun finden wir sie, eingeschlossen in Moränen, auf über 2000 Metern Höhe im Transantarktischen Gebirge.

Die Erklärung dieser Funde durch die beiden Entdecker David Harwood (Universität Nebraska) und Peter Webb (Ohio State University) war einfach: Vor 3 bis 5 Millionen Jahren war eben die ostantarktische Eismasse zum grössten Teil abgeschmolzen. In Meeresarmen bildeten sich Sedimente mit den Kieselalgen, die dann bei der späteren Gletscherbildung aufgearbeitet wurden und an die heutige Fundstelle, die Moränenreste im Transantarktischen Gebirge, transportiert wurden.

Klimaerwärmungen?

Vor 2 bis 3 Millionen Jahren war das Klima der Erde wärmer, doch findet man diese Wärmezeit nicht in den Sedimenten aus dieser Zeit um den antarktischen Kontinent herum dokumentiert. Und wenn man bedenkt, dass die heutige Jahresmitteltemperatur auf 500 Metern über Meer im Transantarktischen Gebirge bei minus 17 Grad Celsius liegt, dann sind mehr als nur 2 bis 2,5 Grad Celsius höhere Globalwerte nötig, um das antarktische Klima «aufzuwärmen» (denn nur um diesen Betrag war das damalige Klima wärmer als heute)!

In den letzten Jahren hat sich die erhitzte Diskussion um die vor 2 bis 3 Millionen Jahren kollabierten ostantarktischen Eismassen insofern abgekühlt, als die gleichen Kieselalgen, welche als Beweis für das Verschwinden des Eises aufgeführt wurden, in den Spalten praktisch aller Gesteine und im Eis des Südpols gefunden wurden und als «vom Winde verweht» gedeutet worden sind...

Im Rahmen von Doktorarbeiten untersuchen auch wir diese kieselalgenhaltigen Sedimente. Dabei haben wir eine neue Methode getestet, die es erlaubt, nicht das Alter eines Gesteins, sondern das Alter einer Gesteinsoberfläche zu bestimmen. So kann man beispielsweise feststellen, seit wann ein Findling an einer bestimmten Stelle liegt oder zu welcher Zeit ein Gletscher von einer geschliffenen Unterlage weggeschmolzen ist.

Diese Methode haben wir nun auch auf die Findlinge auf der kieselalgenhaltigen Moräne in der Antarktis angewandt (wir, das heisst Doktorierende von der Gruppe für Eiszeitenforschung an der Universität Bern in Zusammenarbeit mit

der ETH-Zürich: Laura Bruno, Susan Ivy Ochs, Michael Helfer, Jörg Schäfer und Silvio Tschudi).

Und nun stellen wir fest, dass diese Blöcke seit mindestens 2 Millionen Jahren, an einzelnen Stellen sogar seit mindestens 11 Millionen Jahren dort liegen, wo wir sie beproben konnten. Somit muss die dazugehörige Vergletscherung, ob sie nun von Meeresablagerungen aufgearbeitet wurde oder windverfrachtete Kieselalgen enthält, eben viel, viel älter als die vor 2 bis 3 Millionen Jahren vorhandene Wärmezeit sein. Mit unserer Methode lässt sich zudem feststellen, dass die Erosion der beprobten Findlinge und Gesteinsoberflächen in der Antarktis gering ist und höchstens 0,0003 Millimeter pro Jahr beträgt (gegenüber 1 Millimeter pro Jahr in den Schweizer Alpen). Damit wird die heutige Landschaft in den antarktischen Trockentälern zur stabilsten und ältesten bekannten und datierten Gegend der Erde und die ostantarktischen Gletscher zu einem äusserst stabilen Kältereservoir.

Ausblick

Mit dem methodischen Durchbruch, Gesteinsoberflächen im Bereich von 10 000 bis mehreren Jahrmillionen datieren zu können, wird es nun möglich sein, auch die Geschichte der antarktischen Eismassen und deren Volumenänderungen mit geologischen Untersuchungen präzise zu erfassen. Damit kann die paläoklimatische Entwicklung der Südhemisphäre vor dem Hintergrund der aktuellen Klimadiskussion für realistischere Klimaentwicklungsmodelle verwendet werden. In diesen Szenarien ist die Stabilität beziehungsweise Instabilität der ostantarktischen Eismassen eine zentrale kritische Grösse. Diese war offenbar mindestens während der letzten 10 Millionen Jahre ein stabiles Klimatelement.

REKLAME

Bei uns finden Sie Bücher für die Gesundheit.

HUBER

BÜCHER · MEDIEN
Marktgasse 59, Postfach, 3000 Bern 9
Tel. 031 326 46 46, Fax 031 326 46 56

