Gletscher und Permafrost als Spiegel der Erwärmungstendenz im zwanzigsten Jahrhundert

Autor(en): **Haeberli, W. / Schüpbach, Evi**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Berner Geographische Mitteilungen : Mitteilungen der Geographischen Gesellschaft Bern und Jahresbericht des Geographischen Institutes der Universität Bern**

Band (Jahr): **- (1988)**

PDF erstellt am: **24.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-321728

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

Die Probleme der Indianer

In der oben geschilderten Idylle lebt eigentlich nur noch ein verschwindend kleiner Teil der Yagua. Denn seit der Eroberung Südamerikas durch die Spanier und Portugiesen hat sich die Lebensweise der Indianer drastisch verändert. Kennzeichen dieser mit der Landnahme einhergehenden wirtschaftlichen Erschliessung ist eine Ausbeutung derjenigen Rohstoffe, die auf dem Weltmarkt gerade gefragt sind. Das so gewonnene Kapital wird im wesentlichen ausserhalb der betroffenen Regionen in Umlauf gesetzt.
Die Methoden der Ausbeutung haben sich seit dem 16. Jahrhundert nicht gewandelt, nur die Produkte: Waren es im 16. Jahrhundert Gewürze, so erfolgte im 17. Jahrhundert vom Westen her die Missionierung durch Jesuiten. Ab Mitte des 19. Jahrhunderts erfolgte ein Gummiboom, und heute wird Holz abgebaut und Viehzucht betrieben. Die Zukunft schliesslich weist den Weg in Richtung Abbau von Erzen und Gewinnung von Tierfellen. Die Probleme, vor denen die Yagua heute stehen, sind also nicht neu. Nur hat die Häufigkeit der Kontakte und das Tempo, mit dem Veränderungen erfolgen, zugenommen. Diese Veränderungen indes können fast nicht aufgefangen werden.

Beispiel: Sklaverei

Für den Erwerb von Äxten zum Beispiel muss einem Patron (Händler) durch Arbeitsleistung gedient werden. Da die Yagua Analphabeten sind, kann der Patron seine Bedingungen schriftlich festhalten, ohne dass die Indianer das vorhandene Schriftstück zu lesen vermögen. Oft ist es unmöglich, die so niedergeschriebene Schuld jemals abzutragen, und sie vererbt sich vom Vater auf den Sohn. Die Abhängigkeit ist gross, und da Werkzeuge für den Alltag benötigt werden, kann sich die indianische Bevölkerung dem Druck fast nicht entziehen.

Beispiel: Kokain

Im Schutze des Grenzgebietes von Kolumbien, Peru und Brasilien, dem goldenen Dreieck Südamerikas, lebt man heute hauptsächlich von den Kokain-Devisen. Immense Mengen an Geld werden im Ausland investiert (v.a. Immobiliengeschäft). Das Kokaingeschäft hat für die Indianer gewisse Folgen, denn sie werden als Überbringer benutzt und in Dollars bezahlt, was die ganze Wirtschaftssituation durcheinander bringt.

Beispiel: Tourismus

Investiert wird auch in den Tourismus; dort wird eine multiple Tätigkeit entwickelt. Früher haben die Touristen die Indianer im Urwald besucht. Später wurden Indianergruppen umgesiedelt und arbeiten dann für Tourismusläden, die in den Händen der Cocaineros sind. Die Yagua dienen nun den Touristen als Schaustück und stellen serienweise Phantasiegebilde her, die völlig dem Geschmack des Tourismusunternehmens angepasst sind und überhaupt nicht dem traditionellen Handwerk entsprechen.

Wie sieht das Leben der Indianer heute aus?

Die grosse Abwanderung aus dem Hinterland an die grossen Flüsse hat stattgefunden, denn nur auf diese Weise können die Yagua zu den lebensnotwendigen Werkzeugen und Gütern gelangen. Dazu kommen die von Holzfällern eingeschleppten Krankheiten wie Grippe, Masern und Keuchhusten, denen die Indianer ausgeliefert sind. Zudem trägt das traditionelle Verhalten bei Todesfällen, nämlich dass man eben je nach Status des Mitgliedes sein Haus verbrennt und wegzieht vom Todesort, dazu bei, dass ein Yagua dann in diese Richtung, der andere in die andere Richtung zieht. Ein gemeinsames Leben im Grossfamilienhaus wird so verunmöglicht, und oft vergeht eine lange Zeit, bis man wieder zusammenfindet. Und schliesslich: Wo die Cocaineros sind, ist auch Guerilla; wo Guerilla ist, ist auch Militär und Polizei. Und in dem allem sind die Indianer drin, die ja grenzüberschreitend wohnen.

Und was wird die Zukunft bringen?

All die Faktoren haben dazu geführt, dass die Indianer gezwungen wurden, vom Hinterland an die grossen Flüsse zu ziehen. Damit sind sie für die Arbeitgeber (patrones) leichter zu kontrollieren und zu handhaben. Was bei anderen Gruppen nach schockhaften Zuständen erfolgte, nämlich die Besinnung auf die eigenen Werte, die Formulierung ihrer Wünsche nach Selbstbestimmung, und die politische Organisation und Durchsetzung ihrer Rechte, steckt bei den Yagua noch in den Anfängen. Die Schwierigkeiten bei der Durchsetzung indianischer Interessen sind enorm, denn bis heute hat auch der Grossteil der nicht-indianischen Bevölkerung kaum Chancen, in den Genuss einer Landreform zu kommen. Der einzige Vorteil der indianischen Minderheiten besteht darin, ein ethnisches Bewusstsein und eine kulturelle Heimat zu haben. Angesichts von bald 500 Jahren Widerstand und dem Willen zur Selbstbehauptung besteht vielleicht doch noch die Hoffnung, dass es den wirklichen Amerikanern gelingen möge, auf ihr Geschick nicht nur in Form von Verzweiflung und Widerstand, sondern auch konstruktiv Einfluss zu nehmen, wobei sie nicht die oft weltfernen und schwärmerischen Träume der Weissen zu erfüllen haben.

Evi Schüpbach

Gletscher und Permafrost als Spiegel der Erwärmungstendenz im zwanzigsten Jahrhundert

PD W. Haeberli, Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie der ETH Zürich, 13.12.1988

Unter den Parametern, die eine integrale Bilanz über die Klimaprozesse liefern, figurieren neben der Baumringchronologie und den Trends in den Ozeanplanktons die glaziologischen Phänomene wie die Schwankungen der Gebirgsgletscher und des Permafrostes. Beide werden heute in den Betrachtungen über die Entwicklung des Gesamtklimas als erstklassige Zeiger für grossräumige intersäkulare Veränderungen aufgefasst. In seinem Referat vor

der Geographischen Gesellschaft Bern zeigte Herr Privatdozent Haeberli die Strategie auf, mit der Klimasignale, die in der Natur vorhanden sind, entziffert und systematisch beobachtet werden.
Es sei an den Anfang gestellt: Nach dem heutigen Stand des Wissens wird die Menschheit wahrscheinlich in den nächsten 20000 Jahren aufgrund der sich ändernden Erdbahnelemente auf voreiszeitliche Verhältnisse zusteuern. Klimamodelle prognostizieren eine vorherige Phase der extrem hohen Temperaturen infolge Treibhauseffekte. Diese Phase wird im nächsten Jahrhundert eintreffen, und es ist anzunehmen, dass der stattfindende Temperaturanstieg zumindest gleich schnell vor sich geht wie die äusserst rasche Erwärmung am Schluss der letzten Eiszeit.

Gletscherschwankungen, ein sehr komplexer Ausdruck des Klimas

Die Messung der Gletscherbewegung ist mit sehr viel Arbeit verbunden, und eine Erfassung ist nur in wenigen Fällen überhaupt möglich. Es gibt aber Kriterien, die auf einer wissenschaftlichen Basis ermittelt und zur Interpretation der Gletscherschwankungen herangezogen werden können. Solche Kriterien stellen die Massenbilanz und die Längenänderung der Gletscher dar.
Die Glaziologen in der Schweiz schätzen sich glücklich, in unserem Land über die längste, vollständigste und am besten durchorganisierte Messreihe der Massenbilanz und Längenänderung in der ganzen Welt zu verfügen. Denn damit können empirisch die Reaktionszeiten der Gletscher auf ein Klimasignal festgehalten werden. Mit Hilfe der berechneten Reaktionszeiten ist es möglich, nachher auch Gletscher zu interpretieren, von denen eigentlich nur die Längenänderung bekannt ist. Dieser Parameter existiert von vielen hundert Gletschern, die Massenbilanz dagegen weltweit nur etwa von fünfzig Gletschern.

Die einzelnen Gletschertypen reagieren völlig unterschiedlich auf ein Klimasignal

So geben grosse Gletscher, wie der Aletschgletscher, das Signal ab für die lange, säkulare Entwicklung des Klimas. Seit Mitte des letzten Jahrhunderts, aber vor allem in den heissen und trockenen 40-er Jahren, hat er markant an Masse verloren. Seit 1965 hat eine Trendwende eingesetzt, und die Massenbilanzänderung des Aletschgletschers ist seit dann fast stufenartig eingetreten. Im Prinzip wurde ein Doppelsignal registriert, nämlich eins aus den späten sechziger und eins aus den späten siebziger Jahren. Aus der Massenbilanzänderung können nun die Reaktionszeit des Aletschgletschers und die Länge berechnet werden. Das Resultat ist höchst interessant: Falls die Bilanz gleich bleibt, wird der Aletschgletscher vorstossen, und zwar um 800 bis 1250 m, also um rund einen Kilometer. Die Reaktionszeit aber beträgt 25 bis 40 Jahre. Zählt man diesen Zeitbetrag zu 1965, dann kommt man zu der Schlussfolgerung, dass der Aletschgletscher nicht vor 1990 vorstossen kann. Diese lange Reaktionszeit ist der Längenausdehnung des betrachteten Gletschers von rund 25 Kilometer zuzuschreiben.

Im Gegensatz dazu geben mittlere Gletscher ein völlig anderes Signal von der Massenbilanzgeschichte, nämlich das Signal für die Entwicklung der Jahrzehnte. Vertreter dieses Typs ist der Steingletscher am Sustenpass. Seine dreifachen Vorstösse von 1890, 1920 sowie von 1960 bis 1980 ändern nichts daran, dass die generelle Tendenz dieses Gletschertyps ein ganz markanter Rückzug ist. Diese Typen von Gebirgsgletscher geben die Massenbilanz des Gletschers kumuliert und geglättet wieder und reagieren mit einer Verzögerung von etwa 5 Jahren.
Kleine Gletscher schliesslich geben das Signal ab für einzelne Jahre. Der Lischanagletscher im Engadin ist ein Vertreter der Kargletscher, die praktisch nicht fliessen. Sie stossen vor, wenn der Schnee an der Zunge liegenbleibt, und ziehen sich zurück, wenn der Schnee an der Zunge ausapert. Das heisst, dieser Typ Gletscher ist direkt ein Spiegel der Massenbilanzentwicklung ohne zeitliche Verzögerung.

Macht der alpine Permafrost den Temperaturanstieg im zwanzigsten Jahrhundert auch mit?

Wie in Sibirien oder Alaska gibt es in den Alpen oberhalb der Waldgrenze dauernd gefrorenen Boden (Permafrost). Dieses Gemisch aus Schutt und Eis fängt an zu kriechen, sobald es auf steilen Hängen ist. Die gefrorenen, fliessenden Schutthalden sind bekannt unter dem Namen Blockgletscher. Dieser alpine Permafrost ist heute wahrscheinlich nicht im Gleichgewicht mit dem Klima. Vielmehr schmilzt er mit einer Geschwindigkeit von wenigen Zentimetern pro Jahr, was um eine Grössenordnung langsamer ist als das Gletscherschmelzen. Modellrechnungen zeigen, dass dieser Schmelzvorgang durchaus im Einklang steht mit der Erwärmung in unserem Jahrhundert. Der Permafrost reagiert dabei mit einer Verzögerung von etwa hundert Jahren.
Was aber macht der polare Permafrost in Sibirien und Alaska? Die Geschichte der Oberflächentemperaturen des Permafrostes zeigt, dass seit 1850 ein markanter Temperaturanstieg bis 1930 stattgefunden hat. Dann hat sich der Temperaturanstieg rund verdoppelt, und die Oberflächentemperatur ist heute viel höher als noch im letzten Jahrhundert. In Zahlen ausgedrückt bedeutet dies, dass sich der Boden in arktischen Regionen während der letzten hundert Jahre um etwa 4 bis 5 Grad erwärmt hat. Diese Information ist nicht nur aus dem Permafrost zu entnehmen. Die kalten polaren Gletscher mit Temperaturen um 20 bis 40 Grad unter Null zeigen die gleichen Temperaturprofile.

Erwärmt sich der Firn der Antarktis und von Grönland auch?

Die Temperaturprofile in der Antarktis geben ein uneinheitliches Bild: Es bestätigt sich, dass sich die Antarktis ein eigenes Klima schafft und, vor allem auf der Nordhemisphäre, mit den globalen Vorgängen nicht so streng gekoppelt ist. In Grönland hingegen zeigt sich ein viel einheitlicheres Bild: Grönland ist nicht so polar gelegen wie die Antarktis, weniger gross und liegt auf der trockenen Hemisphäre. Die dortigen Gletscher sind sensibler für Temperaturveränderungen, und an allen Stationen ist,

mit einer Einschränkung, eine Störung gegen die warme Seite hin zu erkennen. Stattfand im zwanzigsten Jahrhundert eine sehr starke Erwärmung um mehrere Grade mit einer Trendumkehr um 1950, d.h. einer Abkühlungstendenz um ein paar Zehntel Grad. Allerdings ist sie, gemessen an der vorherigen Erwärmung, sehr bescheiden. Was führt zu dieser Erwärmung? Der Firn ist ein poröses, 10 bis 30 Grad unter Null kaltes Medium. Wenn es sehr warm ist, gibt es viel Schmelzwasser, und grosse Eislinsen bilden sich im Firn. Die Häufigkeit des Auftretens der Eislinsen in einem Bohrkern stellt einen Indikator für die Wärme des Sommers dar. Modellrechnungen zeigen, dass sich die kanadischen Gletscher gleich verhalten wie die grönländischen Gletscher. Die Gletscher geben also die Änderungen der Lufttemperaturen in ihren Firntemperaturen leicht verstärkt wieder.

Erwärmen sich die Firngebiete in den Alpen gleich schnell wie die Firngebiete in der Arktis?

Aus Bohrkernen des Monte Rosa-Gebietes ist ersichtlich, dass die Eislinsenhäufigkeit, als Indikator für warme Sommer, seit Beginn des zwanzigsten Jahrhunderts bis zu einem Maximum in den vierziger und fünfziger Jahren zugenommen hat. In den späteren sechziger Jahren ist eine deutliche Trendumkehr eingetreten. Beim Permafrost zeigt sich das gleiche Bild wie bei den Firntemperaturen: Der Effekt in den Alpen ist sehr viel weniger ausgeprägt als in den arktischen Regionen, das gemessene Temperaturprofil ist sehr nahe an einem Gleichgewichtszustand. Die Firngebiete in den Alpen haben sich offenbar viel weniger stark erwärmt als in der Arktis, hohe Breiten reagieren also anders als niedere Breiten.
In den hohen Breiten findet im Rahmen der Erwärmung des zwanzigsten Jahrhunderts, die etwa gleich schnell vor sich geht wie die Erwärmung zur Zeit der letzten Eiszeit, eine sehr markante Erwärmung der Firngebiete statt. Die Firngebiete von Grönland und einigen Teilen der Antarktis, vor allem aber die Firngebiete der subpolaren und polaren Gletscher, erwärmen sich seit etwa hundert Jahren sehr stark.
In den niederen Breiten ist die Aufwärmung der Firngebiete sehr viel weniger deutlich ausgeprägt als in den arktischen Regionen. In einzelnen Gebieten, vor allem im Süden von Alaska und Norwegen, hat eine bescheidene Niederschlagszunahme sogar die Temperaturzunahme kompensiert, und die Gletscher stossen, ähnlich wie in den Alpen in den letzten zwanzig Jahren, vor. Die aufgesetzten Vorstösse aber können die generelle Tendenz des Gletscherschwundes nicht verdecken.

Schlussfolgerungen

Die Erwärmung der Atmosphäre sowie der Gletscher- und Permafrostgebiete der Erde stellt, vielleicht mit Ausnahme von einzelnen Gebieten in der Antarktis, eine weltweite Entwicklung dar. Bei korrekter Auswertung der Signale sind die Effekte, wie in allen Klimamodellen erwartet, in hohen Breiten sehr viel stärker ausgeprägt als in den niederen Breiten. Das Maximum dieses Trends war um 1950. Seither gibt es auf der Nordhemisphäre deutliche Zeichen dafür, dass die Erwärmung, zumindest in der Geschwindigkeit, abgenommen hat und an einzelnen Stellen sogar umgekehrt wurde. Allerdings mehren sich die Anzeichen, dass seit 1980 die Geschwindigkeit der Erwärmung nun beschleunigt wieder weitergeht.

Evi Schüpbach

Die Alpen und der Himalaya – ein geographischer Vergleich

Prof. Ch. Hannss, Universität Tübingen, 10.1.1989

Entstehungsgeschichte und Bau

Die Alpen und der Himalaya verdanken ihre Entstehung im wesentlichen der Plattenkollision. Wenn auch der Deckenbau des Himalayas einfacher ist als zumindest derjenige der Ostalpen, so war die Plattenkollision im Bereich des Himalayas jünger und sehr viel heftiger als in den Alpen, das heisst, die Orogenese im Himalaya begann 40 Millionen Jahre nach der Orogenese der Alpen. Bei ungefähr doppelter Länge ist der Himalaya, verglichen mit den Alpen, fast doppelt so hoch. Diese starke Heraushebung des Haupthimalayas hat denn auch zu relativ engen Tälern geführt, und in den höchsten Teilen dominieren Wände über die Flachformen. Diese Dominanz der Wände schlägt sich in der für den Himalaya charakteristischen Form der Vergletscherung nieder: Der firnfeldlose, hauptsächlich von Lawinen ernährte turkestanische Gletschertyp herrscht über die in den Alpen noch heute verbreiteten Talgletscher mit ihren weiten Firnfeldern vor. Über die Lawinen gelangt auf die Himalaya-Gletscher viel Schutt, und 'glaciers noirs' sind weit verbreitet. Sie geben Anlass zur Ausbildung von eindrucksvollen Blockgletschermoränen, die in den Alpen rezent nur sporadisch auftreten.

Das Klima

Die plattentektonische Entstehungsgeschichte sowohl der Alpen wie auch des Himalaya bestimmen zum Teil die unterschiedliche Lage der beiden Gebirge im Gradnetz, und damit ganz wesentlich ihr Klima: Die Alpen gehören mit einer Breitenkreislage zwischen 43 bis 48 Grad Nord weitgehend schon zu den kühlgemässigten Feuchtklimaten. Der Himalaya dagegen liegt wesentlich südlicher und erreicht im Nordwesten rund 37, im Südosten rund 27 Grad nördliche Breite. Typisch für die Alpen sind zum einen peripher-zentrale Gegensätze thermischer und hygrischer Art. Zum einen sind die Zentralalpen wegen geringerer Advektionsniederschläge trockener und deshalb auch wärmer als die Randalpen. Zum andern führt das charakteristische Gebirgsstreichen dazu, dass der Osten kontinentaler (trockener) ist als der Westen. Schliesslich macht sich in den französisch-italienischen Südalpen bereits der subtropische mediterrane Niederschlagsgang deutlich bemerkbar. Im Himalaya sind die klimatischen Gegensätze in thermischer und hygrischer Hinsicht wesentlich schärfer und komplexer. Betrachtet man die vorherrschenden Zirkulationen in der Atmosphäre, so würde der Himalaya, bei Nichtberücksichtigung seiner beeindruckenden