

ISSN 0077-6025 Natur und Mensch	Jahresmitteilungen 2006 Nürnberg 2007	Seite 31-40	Naturhistorische Gesellschaft Nürnberg e.V. Marienortgraben 8, 90402 Nürnberg
------------------------------------	--	----------------	--

Werner Bätzing

Gletscher im Treibhaus – die Klimaerwärmung und ihre Folgen für die Alpen

Vortrag am 21. Mai 2006

anlässlich der Eröffnung der gleichnamigen Ausstellung

Wenn wir uns diesem Thema nähern wollen, müssen wir zuerst klären, was Gletscher sind und wie sie auf Klimaveränderungen reagieren. Erst dann können wir die Frage beantworten, was diese Änderungen für die Alpen bedeuten. Dieser Text orientiert sich stark am mündlichen Vortrag, der die verständliche und anschauliche Darstellung komplexer Phänomene zum Ziel hatte.

Was sind Gletscher und wie reagieren sie auf Klimaänderungen?

Ab einer gewissen Meereshöhe ist es ganzjährig so kalt, dass der Niederschlag als Schnee fällt und sich im oberen Höhenstockwerk immer mehr ablagert. Dabei verändert der Schnee seine Qualität: Aus dem Neuschnee wird Altschnee, aus Altschnee Firn und aus Firn wird Eis. Die Umwandlung von Neuschnee in Eis, bei dem die Schneekristalle immer stärker verdichtet werden, dauert zwischen wenigen Jahren bis hin zu einem Jahrzehnt.

Sobald sich der Firn in Eis verwandelt hat, beginnt auf allen geneigten Flächen das Eis talwärts zu fließen, und zwar fließt es so weit talwärts, bis die Temperatur so warm wird, dass das Eis zu schmelzen beginnt.

Diese fließenden Eismassen nennt man Gletscher, und sie bestehen jeweils aus einem „Nährgebiet“, also aus einem Gebiet, wo sich die Niederschläge in Form von Schnee ablagern und so dem Gletscher stetig neues Material zuführen, und einem „Zehrgebiet“, also aus

dem Bereich, in dem das Eis abschmilzt. Nähr- und Zehrgebiet werden durch die so genannte Firn- oder Gleichgewichtslinie voneinander getrennt, oberhalb derer der Schnee ganzjährig liegen bleibt, während er unterhalb davon in der warmen Jahreszeit schmilzt.

Gletscher sind ein dynamisches System, deren Gleichgewichtslinie sich oft verändert: Wenn sie steigt, wird das Nährgebiet kleiner, was bedeutet, dass sich weniger Schnee ansammelt, so dass die Gletscher weniger Nachschub erhalten und dadurch weniger weit talwärts vorstoßen können und dass das Eis im Zehrgebiet beschleunigt abtaut. Umgekehrt wird der Gletscher größer, mächtiger und länger, wenn die Gleichgewichtslinie sinkt und das Nährgebiet größer wird.

Die Ursachen für das Steigen oder Fallen der Gleichgewichtslinie sind einmal Niederschlagsänderungen: Wenn weniger Niederschlag fällt, entsteht im Nährgebiet weniger Eis und das Nährgebiet wird kleiner. Dies ist sehr wichtig wegen der so genannten „Albedo“, also der Reflektionsfähigkeit der Oberfläche: Wenn der Gletscher mit frischem Neuschnee bedeckt ist, besitzt er eine sehr weiße Oberfläche, die die Sonneneinstrahlung sehr stark reflektiert, so dass das Eis kaum schmilzt. Ohne Neuschneedecke besitzt das Eis jedoch eine graue Farbe – teilweise sogar eine dunkle Farbe durch abgelagerten Staub – und eine geringe Reflektionsfähigkeit, so dass die gleiche Sonneneinstrahlung jetzt das Eis stark zum Schmelzen bringt. Zum Zweiten führen Klimaänderungen

zu Veränderungen der Gleichgewichtslinie: Wenn es wärmer wird, steigt sie, wenn es kälter wird, sinkt sie. Kleine Gletscher reagieren recht schnell auf Klimaveränderungen, große dagegen erst mit einer Verzögerung von einer Reihe von Jahren. Wenn es zugleich wärmer *und* trockener wird, dann sind die Veränderungen der Gletscher besonders groß; wird es zugleich wärmer und deutlich feuchter, können sich beide Effekte wechselseitig ausgleichen.

Die Veränderungen der Gletscher sind heute in der Landschaft der Alpen sehr gut zu sehen: Große und lange Seitenmoränen hoch über dem jetzigen Gletscher zeigen auch dem Laien gut sichtbar an, bis zu welcher Höhe früher der Gletscher am Hang gereicht hat; wulstförmige Stirn- und Seitenmoränen im Talboden in großer Entfernung zum heutigen Gletscherende machen deutlich, wie weit früher der Gletscher vorgestoßen ist, oder glatt geschliffene Felsen verweisen klar auf das Eis, das hier in früheren Zeiten die Felsoberfläche abgeschliffen hat – überall in den Alpen sind solche Gelände-merkmale zu finden.

Während die Phasen der Gletschervorstöße, also die Kaltphasen, heute in der Landschaft normalerweise gut zu erkennen sind, sind die Rückzugsphasen der Gletscher, also die Warmphasen, im Gelände kaum zu erkennen und müssen meist indirekt erschlossen werden (Baumstämme im Eis, die vom Gletscher überfahren wurden; Auftauen der Gletschermumie „Ötzi“). Damit stellen die Gletscher einen sehr gut sichtbaren Indikator für Klimaänderungen dar, der auch von Laien sehr klar wahrgenommen werden kann.

Klimawandel in den Alpen und die Veränderungen der Gletscher

Wenn wir jetzt die aktuellen Klimaänderungen im Alpenraum thematisieren, dann ist es sinnvoll, sie in den Kontext der Klimageschichte der Erde zu stellen – andernfalls bestünde die Gefahr, dass wir sie zu kurzfristig betrachten und bewerten.

Die Erdwissenschaftler gliedern die Erdge-

schichte in vier große Phasen, nämlich in das Erdaltertum (Paläozoikum), in das Erdmittelalter (Mesozoikum), in das Tertiär (70 Mio. Jahre bis 2 Mio. Jahre vor heute) und in das Quartär (von vor 2 Mio. Jahren bis heute). Das Quartär, also das Erdzeitalter, in dem wir gegenwärtig leben, ist charakterisiert durch einen häufigen Wechsel von Kalt- und Warmzeiten, wobei die Kaltzeiten oft etwa 100.000 Jahre lang anhalten, während die Warmzeiten mit etwa 10.000 Jahren Dauer sehr viel kürzer sind. Als Ursache für diese ausgeprägten Klimaschwankungen werden Schwankungen in der Erdbahn um die Sonne und in der Neigung der Erdachse vermutet.

Traditionellerweise werden diese Klimaänderungen mittels der Analyse geologischer Ablagerungen erschlossen. Seit einiger Zeit gibt es dafür eine neue Methode, nämlich die Analyse von sehr langen Eisbohrkernen aus Grönland oder aus der Antarktis. Ein 3 km langer Eisbohrkern aus der Antarktis, der das Klima bis 650.000 Jahre vor heute dokumentiert, belegt, dass es in dieser Zeit auf der Erde acht Kaltzeiten und acht Warmzeiten gegeben hat.

Für die Alpen bedeuten Kaltzeiten, dass fast der gesamte Alpenraum mit Eis bedeckt ist und dass nur einzelne Berggipfel, so genannte Nunatakker, aus den Eismassen herausragen (im Süden der Alpen großflächiger als im Norden der Alpen), während die großen Gletscher bis weit ins Alpenvorland hinein vorstoßen: Bodensee, Genfersee, Gardasee und alle anderen Alpenrandseen verdanken ihre Entstehung eiszeitlichen Gletschern. In den Warmzeiten dagegen ziehen sich die Gletscher auf kleine Regionen im höchsten Gebirgsstockwerk zurück, und die Alpen sind weitgehend gletscherfrei. Das Ende der letzten Kaltzeit liegt etwa um 10.000 v. Chr., und seitdem haben sich die Gletscher sehr stark zurückgezogen. Aber die Spuren der eiszeitlichen Vergletscherung sind noch heute gut in der Landschaft zu erkennen wie die typischen, vom Gletscher ausgehobelten U-Täler, zahllose Karsen (ehemalige Gletscherstandorte), glatt geschliffene Felsen im Talbereich, eiszeitliche Endmoränen und so weiter.

Die Temperaturdifferenz zwischen Kaltzeit und Warmzeit beträgt etwa 10 Grad mittlere Jahrestemperatur. Aber es wird seit dem Ende der letzten Eiszeit keineswegs gleichmäßig wärmer bzw. warm, sondern das Klima schwankt stets mit einer gewissen Regelmäßigkeit: Wir haben einmal die so genannten „postglazialen Klimaschwankungen“ mit einem Rhythmus von etwa 500 bis 1.000 Jahren und einer Temperaturdifferenz von etwa 2 Grad mittlerer Jahrestemperatur, und darüber hinaus kurzfristige Klimaschwankungen mit einem Rhythmus von 10 bis 30 Jahren und einer Temperaturdifferenz von weniger als einem halben Grad. Wo stehen wir heute?

Die so genannte „Kleine Eiszeit“ (eine postglaziale Klimaschwankung) dauerte von 1350 bis 1860; während dieser Zeit lag die mittlere Jahrestemperatur etwa ein Grad unter der heutigen Jahresmitteltemperatur. In dieser Zeit stießen alle Gletscher der Alpen stark vor und erreichten um 1850–60 ihren Höchststand.

Seitdem erwärmt sich das Klima wieder und die Gletscher ziehen sich wieder zurück. Die Phase der Erwärmung wird jedoch durch zwei kurzfristige Klimaschwankungen etwas modifiziert: Sowohl in den 1920er Jahren als auch zwischen 1967 und 1984 wird es wieder etwas kälter, und fast alle Alpengletscher verzeichnen in diesen Zeiten leichte Vorstöße. Die Zeit nach 1984 ist dann geprägt durch besondere Phänomene: Die weitere Erwärmung vollzieht sich außergewöhnlich schnell; zwischen 1989 und 1992 gibt drei besonders schneearme Winter direkt nacheinander, und fünf Sommer fallen durch besonders hohe Temperaturen auf (darunter der Rekordsommer 2003). Als Reaktion darauf ziehen sich praktisch alle Alpengletscher noch deutlich weiter zurück.

Heute gibt es noch gut 5.000 Gletscher in den Alpen. Sie haben eine Gesamtfläche von 2.500 km² (= 1,4% der Alpenfläche) und ein Eisvolumen von 125 km³, so dass darin derzeit etwa eine Wassermenge gespeichert ist, die einem



Blick aus 3300 m Höhe in die Nordflanken der noch stark vergletscherten Grajischen Alpen. Die Aufnahme wurde Mitte September gemacht, also zu einem Zeitpunkt, an dem die Schneefelder nahezu vollständig abgetaut sind. Tief unten der Stausee Lago Serrù im Locana-Tal, 2275 m, dessen Zuflüsse von Gletschern gespeist werden. (Foto: W. Bätzing)

Jahresniederschlag im Alpenraum entspricht. Vergleicht man diese Werte mit der Situation um 1850, dann liegt die Gleichgewichtslinie der Gletscher heute 150 Höhenmeter höher als damals und das Eisvolumen hat sich halbiert. Wenn sich der Trend der Klimaerwärmung zwischen 1850 und 2005 so wie bisher fortsetzt, dann dürften um 2100 alle Gletscher im Alpenraum verschwunden sein.

Wie ist dieser Wandel zu bewerten?

Die Bewertung dieses Wandels ist deshalb nicht einfach, weil sich dabei natürliche und anthropogen verursachte Klimaänderungen mischen. Festgestellt werden kann auf jeden Fall, dass wir uns heute noch im Rahmen der natürlichen Schwankungsbreite bei den Gletschern und der Temperatur im Alpenraum befinden: Seit dem Ende der letzten Eiszeit gab es mehrere Situationen, in denen die Gletscher genau so klein wie heute waren. Insofern stellt die heutige Situation noch nichts Außergewöhnliches dar, was vollkommen aus dem Rahmen fallen würde. Versucht man aber die heutige Situation genauer zu bestimmen, so gibt es zwei durchaus unterschiedliche Positionen:

a) Globale Klimamodelle, die heute auf sehr großen Rechnern erarbeitet werden, gelten für die gesamte Erde und unterteilen bei den Berechnungen die Erde in Würfel mit einer Kantenlänge von 500 km. Das bedeutet, dass in diesen Klimamodellen die Alpen nicht vorkommen, weil sie zu klein sind. Diese Modelle gehen von den gemessenen Klimadaten aus, die meist erst ab der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts vorliegen, und rekonstruieren die Zeiten davor mit Analysen von Eisbohrkernen und anderen indirekten Klimazeigern, wobei die Berechnungen extrem kompliziert und abstrakt sind (viele wichtige Rückkopplungseffekte können dabei noch nicht angemessen berücksichtigt werden). Die meisten dieser globalen Klimamodelle bewerten die Situation um 1850 als die Ausgangssituation, also als den Normalwert, und stellen fest,

dass es im gesamten Zeitraum von 10.000 v. Chr. bis heute nie wärmer war als heute. Deshalb liegt die heutige Temperatur bereits am historischen Maximalwert, und jedes einzelne Jahr, was jetzt noch wärmer wird, geht in Richtung auf „außergewöhnlich warm“ und fällt dann außerhalb der natürlichen Schwankungsbreite.

b) Alpine Klimamodelle werden auf völlig andere Weise erarbeitet, nämlich in der Regel auf der Basis lokaler Klimadaten, Analysen von Jahresringen von Bäumen (Rekonstruktion bis in prähistorische Zeiten damit möglich) oder Gletscheranalysen. Damit gründen sie auf sehr konkreten Daten und nicht auf hochkomplexen Computermodellen. Die Ergebnisse fallen etwas anders aus: Die Situation des Jahres 1850 ist insofern außergewöhnlich, als die Gletscher offenbar im gesamten Zeitraum seit 10.000 v. Chr. kein einziges Mal so weit vorstießen wie in dieser Zeit – die „Kleine Eiszeit“ ist offenbar eine außergewöhnlich kalte Phase gewesen und kein Normalfall. Zweitens ist die heutige Erwärmung aus der Sicht der Alpen keinesfalls außergewöhnlich, denn es gab mindestens drei längere Phasen, in denen es in den Alpen noch etwa ein Grad wärmer war als heute. Wie Gernot Patzelt (Innsbruck) anhand von sehr konkreten Analysen nachgewiesen hat, waren die Gletscher der Alpen in zwei Dritteln der Zeit seit dem Ende der letzten Eiszeit kleiner als heute!

Ursache für diese Unterschiede sind unterschiedliche Analyseräume (einmal die Erde insgesamt, zum anderen die Alpen) und völlig unterschiedliche Datenquellen. Diese Unterschiede machen aber auch deutlich, dass das Phänomen der Klimaerwärmung extrem komplex und sehr schwer zu berechnen ist. Beide Bewertungen stimmen darin überein, dass es seit 1850 einen markanten Temperaturanstieg und Gletscherrückgang gegeben hat. Lediglich die Bewertung, ob das Maximum der Erwärmung und das Minimum der Gletscher seit 10.000 v. Chr. bereits überschritten ist oder nicht, fällt unterschiedlich aus. Und in beiden

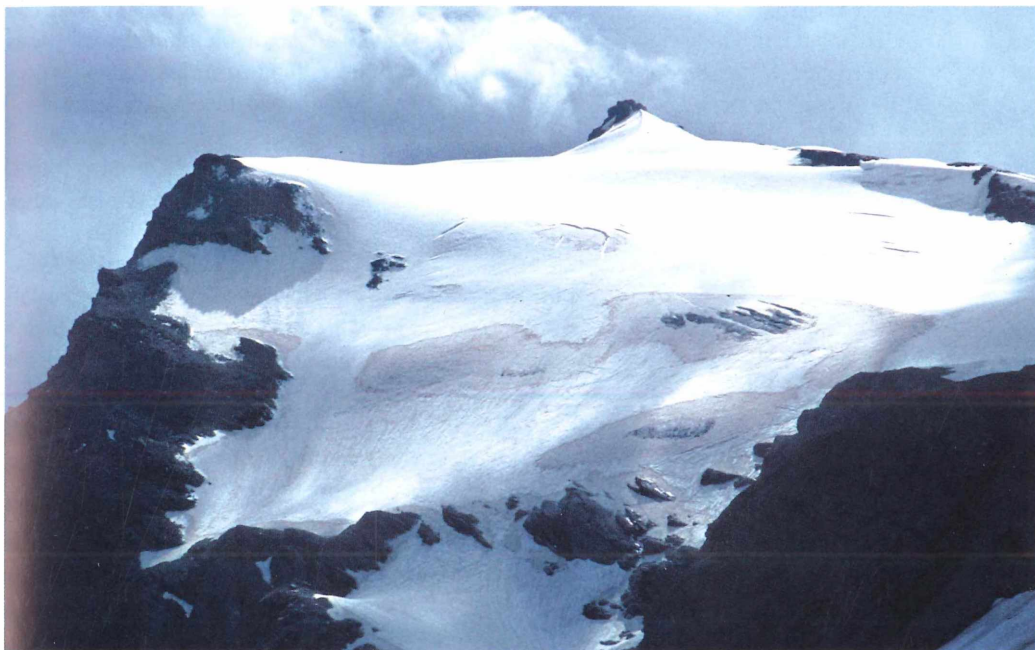
Fällen macht es erhebliche Schwierigkeiten, den Anteil des Menschen an der Klimaerwärmung zu quantifizieren – dass er dabei eine Rolle spielt, ist unbestritten, man streitet nur darüber, ob sie eher größer oder eher kleiner ist.

Prognose für die Zukunft des Alpenklimas

Die Klimaprognosen für die Zukunft sind noch viel schwerer zu erstellen als die Analysen der vergangenen Klimageschichte. Wichtige Bereiche beim Klima können heute noch nicht wirklich angemessen berechnet werden (Wolkenbildung, Interaktion Wasser – Luft, nordatlantische Oszillation), und besonders das so genannte „Klimaflattern“ (ganz kurzfristige große Temperatursprünge innerhalb eines Jahrzehnts), das Eisbohrkerne am Ende der letzten Eiszeit nachgewiesen haben, wird erst ansatzweise verstanden. Ein weiteres Problem ist das so genannte „Downscaling“, also das Herunterrechnen der globalen Klimamodelle für einzel-

ne Regionen, was für den Alpenraum – wo jedes Tal sein besonderes Mikroklima hat – ganz besonders schwierig ist. Grundsätzlich gibt es derzeit zwei etwas unterschiedliche Prognosen für den Alpenraum, die beide auf umfangreichen Berechnungen beruhen:

- a) Professor Wolfgang Sailer (Garmisch-Partenkirchen) prognostiziert auf Grund seiner Berechnungen, dass die Winter in den Alpen nur leicht wärmer werden, dafür aber deutlich feuchter, so dass die Dauer der Schneedecke im Winter gleich bleibt oder sogar etwas länger wird. Die Sommer werden in den Alpen dagegen deutlich wärmer und gleichzeitig deutlich trockener.
- b) Das Max-Planck-Institut (Hamburg) prognostiziert, dass die Winter deutlich feuchter, aber zugleich auch deutlich wärmer werden, so dass die Dauer der Schneedecke stark zurückgeht. Die Sommer werden ebenfalls deutlich wärmer und zugleich deutlich trockener.



Der Gipfel der Punta Basei, 3338 m, im Nationalpark Gran Paradiso (Grajische Alpen). Deutlich ist der Unterschied zwischen den aperen Gletscherflächen (das blanke Eis ohne Schneedecke ist an der dunkleren Farbe gut zu erkennen) und der schneebedeckten Gletscherfläche zu erkennen. (Foto: W. Bätzing)

Die Gemeinsamkeit beider Prognosen bezieht sich auf den Sommer (wärmer und trockener), während es im Winter Differenzen gibt (Dauer der Schneedecke wird unterschiedlich eingeschätzt). Und beide Prognosen stimmen darin überein, dass mit der Erwärmung katastrophale Starkniederschläge erheblich häufiger als früher eintreten werden.

Betrachtet man dagegen die Klimageschichte der letzten hunderttausend Jahre, dann stellt man fest, dass wir uns statistisch gesehen am Ende einer Warmzeit befinden und dass eigentlich eine neue Kalt- oder Eiszeit zu erwarten wäre. Die Prognose, dass es im Verlauf der nächsten hundert Jahre nicht zu einer weiteren Erwärmung, sondern zu einer starken Abkühlung kommen werde, wird jedoch derzeit nur von einer sehr kleinen Minderheit der Experten vertreten, spielt jedoch in der öffentlichen Diskussion eine größere Rolle („Umkippen“ des Golfstroms als Auslöser für neue Eiszeit). Dieser Aspekt wird hier nicht weiter verfolgt, und die folgenden Aussagen beziehen sich auf die mehrheitlich prognostizierte Klimaerwärmung.

Die Unsicherheiten bei der Klimamodellierung und die unterschiedlichen Ergebnisse und Prognosen bedeuten also nicht, dass das Phänomen Klimaerwärmung kein Problem darstelle, im Gegenteil: Bereits die weniger dramatische Bewertung, also diejenige aus den Alpen, verweist auf sehr große Probleme, die damit verbunden sind, und verunmöglicht es, diese Probleme zu verdrängen. Und der Einfluss des Menschen bei der Klimaerwärmung ist vorhanden, auch wenn er nicht exakt quantifiziert werden kann. Das auffälligste Zeichen dafür ist die besonders schnelle Erwärmung seit 1985, für die es – so *alle* Experten – offenbar keine historische Parallele gibt. Am schlimmsten wäre es jedoch, wenn sich auf Grund von irgendwelchen Zufällen, die wir noch nicht verstehen, das Klima in den nächsten fünf bis zehn Jahren trotz permanenter menschlicher Umweltbelastung nicht weiter erwärmen würde – dann würden all diejenigen in ihrer Position gestärkt, die glauben, dass der Mensch die Natur willkürlich belasten

könne, und dies müsste dann zwangsläufig in einer Katastrophe enden!

Konsequenzen der Klimaerwärmung für die Alpen

Die Konsequenzen der Klimaerwärmung, die anschließend beschrieben werden, betreffen keineswegs erst die Zukunft, sondern bereits unsere Gegenwart, die ja gegenüber der Vergleichssituation von 1850 bereits um knapp ein Grad mittlerer Jahrestemperatur wärmer geworden ist.

Wasserschloss Alpen: Das Hochgebirge der Alpen stellt in Europa einen „Regenfänger“ dar (wegen des hoch aufragenden Gebirges fällt hier deutlich mehr Niederschlag als im übrigen Europa und zugleich verdunstet weniger Wasser), der das Wasser relativ gleichmäßig über das ganze Jahr verteilt wieder abgibt. Dabei spielen die Gletscher eine wichtige Rolle, die den Niederschlag erstens über mehrere Jahre hinweg als Eis „speichern“ und dadurch Niederschlagsschwankungen zwischen verschiedenen Jahren ausgleichen, so dass der jährliche Abfluss in etwa gleich bleibt. Und zweitens sorgen die Gletscher im Verlauf eines Jahres dafür, dass in den niederschlagsärmeren Monaten Juli bis September die Alpenbäche und Alpenflüsse stets viel Wasser führen, so dass der Abfluss des Wassers aus den Alpen relativ gleichmäßig geschieht (nur im Winter fließt sehr wenig Wasser). Der Rückgang der Gletscher – in allen Alpengletschern war um 1850 die doppelte jährliche Niederschlagsmenge des Alpenraumes gespeichert, heute nur noch die einfache – führt dazu, dass ihre Speicherfähigkeit und damit ihre ausgleichende Wirkung auf den Wasserabfluss aus den Alpen reduziert wird. Damit wird die Funktion der Alpen als „Wasserschloss Europas“ geschwächt. Dies ist für die Zukunft deshalb besonders relevant, weil alle Klimaprognosen eine größere Sommertrockenheit vorhersagen – und dies bei steigendem Wasserverbrauch pro Kopf der Bevölkerung und stark steigendem Wasserbedarf in der Landwirtschaft. Auf der Alpensüdseite

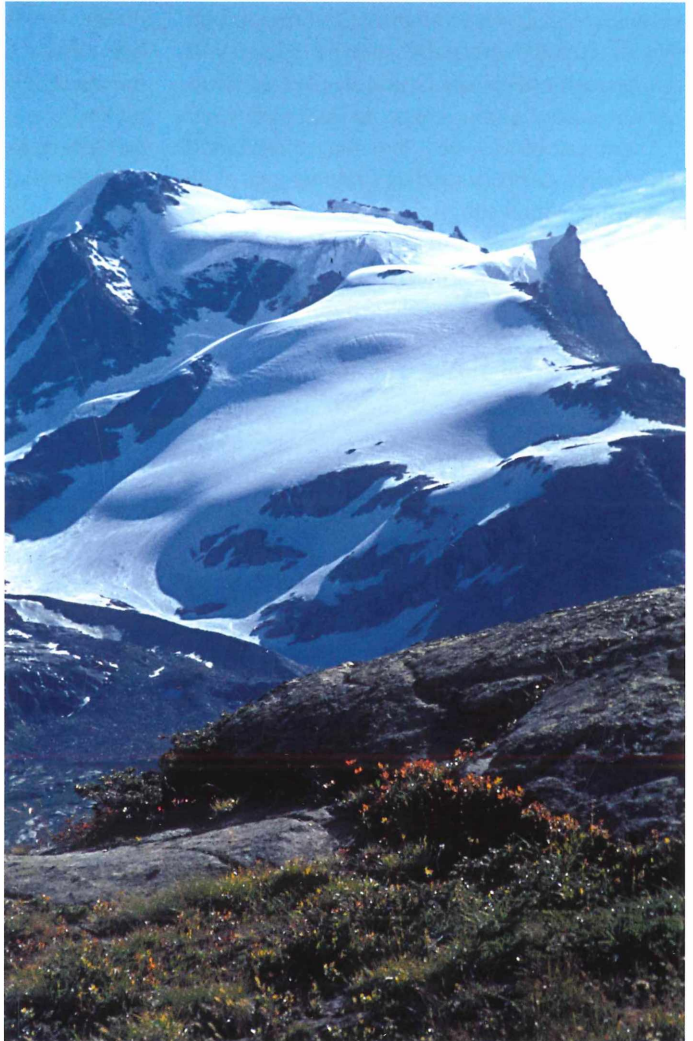
– in der Po-Ebene und im Rhonedelta – hat dies bereits im Sommer 2003 zu starken Problemen geführt. Neben der Trockenheit besteht das zweite, nicht geringere Problem darin, dass bei Starkniederschlägen heute deutlich mehr Wasser als früher sofort abfließt, wodurch die Gefahr von Hochwassern erheblich ansteigt.

Wasserwirtschaft: Zahlreiche hochgelegene Stauseen in den Alpen wurden angelegt, um den Abfluss aus den nahe gelegenen Gletschern wasserwirtschaftlich nutzen zu können. Wenn die Gletscher weniger Wasser unregelmäßiger abfließen lassen, ist die Wirtschaftlichkeit dieser Anlagen bedroht. Und nicht zufällig werden derzeit eine Reihe von großen Stauseen überall in den Alpen neu geplant; diese sollen aber nicht mit abfließendem Wasser gefüllt werden, sondern mit Wasser, das zu ihnen (mit günstigem Bandstrom aus Atomkraftwerken) hinaufgepumpt wird, um es in den Zeiten mit hoher Energienachfrage in teuren Spitzenstrom zu verwandeln. Je unregelmäßiger der Wasserabfluss aus den Alpen, desto größer der Druck der Wasserkraftwirtschaft, Pumpspeicherwerke zu vergrößern und neu zu bauen. Und dann liegen große Teile der Gewässer über Wochen und Monate trocken.

Auftauen des Permafrostes:

Im Hochgebirge fällt regelmäßig viel Schutt an (Zerfall der Gesteine), und dieser Schutt sammelt sich am Fuß der großen Felswände in großen Mengen. Weil es in diesen Höhenlagen im Sommer oft regnet, ist dieser Schutt gut durchfeuchtet und friert in der Nacht und im Winter

fest, wobei nur die oberste Schicht im Sommer oberflächlich auftaut. Dadurch sind die großen Schutthalden stabil. Mit der Klimaerwärmung verschiebt sich die bisherige Untergrenze dieses Permafrostes (dauerhaft gefrorener Boden) seit 1850 um etwa 100 bis 200 Höhenmeter nach oben, so dass er auftaut und das Lockermaterial in Bewegung kommt oder leicht verfrachtet werden kann. Bei Starkniederschlägen besteht die immer größere Gefahr, dass dieses Material mit dem Wasser talwärts transportiert wird, wo es als „Mure“ – ein schnell fließender



Der Gran Paradiso, 4061 m, mit seinem markanten Gletscher gleichen Namens. (Foto: W. Bätzing)

Strom aus Wasser, Erdreich, Geröll – sehr große Schäden anrichtet. Experten gehen davon aus, dass die besonders zahlreichen Muren des „Katastrophensommers/-herbstes 1987“ auf diese Ursache zurückzuführen sind. Zusammen mit der prognostizierten Zunahme von Starkniederschlägen dürften solche Ereignisse in Zukunft noch heftiger werden. Eng mit diesem Phänomen ist die Zunahme von Fels- und Bergstürzen im Winter verbunden: Bisher gab es im Winter diese Ereignisse nicht, weil das Eis das lockere Felsmaterial zusammenhielt, so dass es erst im Frühling beim Anstieg der Temperatur abging, worauf man vorbereitet war. Im Winter 2006/07 ereignete sich bei Flims/Vorderreintal jedoch auf Grund der hohen Temperaturen ein Felssturz, der die Bahnlinie Chur – Andermatt blockierte – man war nicht darauf vorbereitet, dass ein solches Ereignis jetzt auch mitten im Winter möglich ist.

Tourismus: Es liegt auf der Hand, dass durch warme und schneearme Winter der Wintertourismus erschwert wird. Derzeit versuchen zwar alle Skigebiete, die unsichere Schneelage durch umfangreiche künstliche Pistenbeschneuerung auszugleichen, aber dies kann nur eine eher kurzfristige Lösung sein: Erstens ist die künstliche Beschneuerung extrem teuer, was dazu führt, dass mittelfristig die kleinen und mittleren Skigebiete vom Markt verschwinden werden, weil sie diese Gelder nicht aufbringen können. Zweitens braucht es für die künstliche Beschneuerung sehr viel Wasser, wofür große Speicherbecken gebaut werden müssen, und in manchen Skigebieten stellt die Wasserverfügbarkeit bereits heute (in Verbindung mit dem hohen Wasserverbrauch durch die Touristen) einen limitierenden Faktor dar. Und drittens stellt sich die Grundsatzfrage nach der Attraktivität des Wintertourismus, wenn die Alpen in langen Teilen des Winters keine oder nur eine sehr geringe Schneedecke aufweisen. Da mit dem Winterurlaub in den Alpen zahlreiche Arbeitsplätze verbunden sind, erwachsen hieraus den Alpen bereits heute erhebliche ökonomische Probleme, die in Zukunft noch stark zunehmen werden. Und auch die touristische

Erschließung neuer Gletscher, die derzeit überall geplant wird (am Hockenhorn im Lötschental/Wallis gab es im Dezember 2003 die erste neue Gletschererschließung im Alpenraum seit 1986), stellt dabei keine dauerhafte Lösung dar.

Technische Bauten: Alle Brücken, Straßen und sonstigen Bauten, die in den Alpen in den letzten 50 Jahren errichtet wurden, orientieren sich an den regionalen Messwerten (Temperatur, Niederschlag, Wasserabfluss). Allerdings wird praktisch überall erst seit 1880/1900 mit Instrumenten gemessen, und Messungen vor dieser Zeit sind im Alpenraum außerordentlich selten. Das bedeutet, dass die Messwerte nur die „Schönwetterphase“ aufzeichnen und nicht die ganz anderen Verhältnisse, die davor geherrscht haben. Damit sind diese Messergebnisse für die Verhältnisse im Alpenraum nicht repräsentativ, denn sie erfassen nicht die Niederschlags- und Abflussextrême, die vor 1900 und nach 1987 häufig sind, die in der Zeit zwischen 1900 und 1987 aber zufälligerweise eher selten waren. Deshalb sind viele moderne Bauwerke problematisch, und viele Brücken besitzen einen zu niedrigen Querschnitt und wirken daher bei Starkregen als Hindernis oder gar als Staudamm, der das Wasser aus dem Bachbett herausleitet. Dies ist die Ursache für die katastrophale Vermurung des gesamten Ortszentrums der Stadt Brig im Wallis im September 1993 sowie für zahlreiche kleinere Schäden, die inzwischen häufig auftreten und die in Zukunft noch sehr viel häufiger werden dürften.

Ausblick

Die zahlreichen Probleme, die mit der Klimaerwärmung im Alpenraum verbunden sind, werden immer wieder mit der Bemerkung verdrängt, dass die Alpen eine besonders extreme Landschaft seien, die für Europa glücklicherweise nicht charakteristisch sei, so dass kein Grund zu einer Beunruhigung bestehe. Dabei verhält es sich genau umgedreht: Das besonders sensible und empfindliche Ökosystem Alpen (es ist in der Tat empfindlicher als die

meisten anderen Ökosysteme in Europa) zeigt besonders früh und besonders deutlich und anschaulich, was in Kürze auf ganz Europa zukommen wird: Die Alpen sind ein zentral wichtiges Frühwarnsystem für Europa, was es uns ermöglicht, auf bevorstehende Veränderungen zu reagieren, bevor sie sich überall durchsetzen.

Und noch in einem zweiten Punkt haben die Alpen eine wichtige Funktion für ganz Europa: Die Alpen demonstrieren immer wieder auf eine sehr eindrückliche Weise, dass der Mensch die Natur heute keineswegs technisch beherrscht oder „im Griff“ hat – dies kann außerhalb der Alpen viel leichter übersehen und verdrängt werden als in den Alpen. Und die Erfahrungen der Alpenbevölkerung zeigen sehr konkret, dass die „gefährliche“ Alpennatur keineswegs ein gutes menschliches Leben in den Alpen unmöglich macht. Allerdings muss der Mensch bei allen seinen Handlungen und Wirtschaftsaktivitäten die Reaktionen der alpinen Ökosysteme kennen und berücksichtigen und kann diesen Raum nicht „einfach so“ nutzen.

Dieses Erfahrungswissen, das in den Alpen an zahlreichen Orten noch lebendig ist, gilt jedoch keineswegs nur für die Alpen, sondern grundsätzlich für alles menschliche Leben auf der Erde. In den Gunstregionen der Erde mit geringen naturräumlichen Gefährdungen wird dieses Wissen jedoch leicht verdrängt und heute ganz besonders, weil die Berücksichtigung der Natur beim Handeln und Wirtschaften zusätzliche Kosten verursacht, die „man“ heute gern einsparen möchte. Hier machen die Alpen sehr eindrücklich und anschaulich deutlich, dass die Verdrängung dieses Erfahrungswissens zur Selbstzerstörung des Menschen auf der Erde führt: Die Alpen spielen auch eine wichtige Rolle in Europa als Vorreiter für einen grundlegenden ökologischen Umbau unserer modernen Gesellschaft.



Die Gletscherwelt der Bernina-Gruppe mit dem Piz Bernina, 4.049 m, in der Bildmitte. Vorn der von einer Seilbahn erschlossene und zum Gletscherskilauf genutzte Corvatsch-Gletscher in 3.250 m Höhe. (Foto: W. Bätzing)

Vertiefende Literatur

Zahlreiche in diesem Text angesprochen Aspekte werden im „Bildatlas“ des Autors anhand aussagekräftiger Fotos auf sehr verständliche Weise dargestellt und in seinem Alpenbuch inhaltlich weiter vertieft. Das Thema der „Selbsterstörung“ des Menschen steht im Zentrum des Buches „Entgrenzte Welten“, das er gemeinsam mit seiner Frau geschrieben hat.

W. Bätzing: Bildatlas Alpen. Eine Kulturlandschaft im Porträt. Primus-Verlag, Darmstadt 2005.

W. Bätzing: Die Alpen. Geschichte und Zukunft einer europäischen Kulturlandschaft. Verlag C.H. Beck, München 2003.

E. Hanzig-Bätzing/W. Bätzing: Entgrenzte Welten. Die Verdrängung des Menschen durch Globalisierung von Fortschritt und Freiheit. Rotpunktverlag, Zürich 2005.

Anschrift des Verfassers:

Prof. Dr. Werner Bätzing

Institut für Geographie

Universität Erlangen-Nürnberg

Kochstr. 4/4

91054 Erlangen

www.geographie.uni-erlangen/wbaetzing

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Natur und Mensch - Jahresmitteilungen der naturhistorischen Gesellschaft Nürnberg e.V.](#)

Jahr/Year: 2006

Band/Volume: [2006](#)

Autor(en)/Author(s): Bätzing Werner

Artikel/Article: [Gletscher im Treibhaus - die Klimaerwärmung und ihre Folgen für die Alpen 31-40](#)