

Eis und Klima

Facharbeit im Kursunterricht Vertiefender Unterricht
Anne-Frank-Gesamtschule Oberstufe Bargteheide

eingereicht bei
Herrn Witt

vorgelegt von
Charline Hoffmann, Helge Sprotte
& Kreske Lehmann
(Eis_und_Klima@web.de)
Klasse 11b

Vorbemerkung

Wir haben uns im Rahmen unseres Schulprojektes zum Thema 'Klimawandel' hauptsächlich mit dem Klimawandel und der Kryosphäre, also der Eisschicht der Erde und die Auswirkungen auf eben jene, beschäftigt.

Wir haben uns für dieses Thema entschieden, da ein starkes persönliches Interesse an der Eisschicht der Erde besteht. Auch ist dieses Thema gerade jetzt ein sehr aktuelles Thema und Veränderung sowie absehbare Folgen sind gut zu beobachten. Die Folgen, die diese Veränderungen bringen, sind darüber hinaus von elementarer Bedeutung für die heutige Welt und so auch für uns von großem Interesse.

Um dieses doch sehr große Thema ausreichend zu bearbeiten, wurde das Thema aufgegliedert und auf unsere Gruppe verteilt. Die Aufteilung erfolgte nach Interessen der einzelnen Gruppenmitglieder. Die Literatur über diese Themen wurde vornehmlich mithilfe des Hamburger Bildungsserver sowie einigen Internetseiten von Forschungsinstituten beschafft. Als große Unterstützung erwies sich das Max-Planck-Institut und dessen Betreuer, die uns mit Rat und Tat zur Seite standen und uns darüber hinaus halfen, die zahlreichen Daten, die es zu unserem Thema gab, in aussagekräftige Karten zu verwandeln. Hiermit wollen wir uns auch noch mal für diese große Hilfe bei unserem Projekt bedanken, da die Klimakarten einen großen und aussagekräftigen Teil unserer Arbeit ausmachen. Die Karten für die Jahre 2071-2100 wurden allesamt nach dem A2 Szenario erstellt.

Folgende Themen wurden bearbeitet:

1. Das Eis im Klimasystem
2. Eisschilde
3. Gletscher
4. Permafrost

Teil 3: Gletscher

3. Gletscher.....	3
3.1 Abschmelzen der Gletscher	
3.1.1 Ursachen des Abschmelzens.....	3
3.1.2 Veränderung der Gletscher.....	5
3.1.3 Zukunft - 1971-2100.....	9
3.2 Gefahren durch Gletscher	
3.2.1 Gerölllawinen.....	11
3.2.2 Gletscherseen.....	11
3.2.3 Wassermangel.....	13
Literatur.....	15

Bei der weitreichenden Überschrift 'Eis und Klima- Die Veränderung der Eisschicht der Erde und deren mögliche Ursachen und Auswirkungen auf die Menschheit' denken viele bestimmt nicht sofort an die Gletscher.

Vielmehr wird in erster Linie an die großen Eisschilde gedacht, deren Abschmelzen hin und wieder durch Medien, wie Zeitungen und Fernsehen, dokumentiert und verbreitet wird. So unwichtig die Gletscher im Vergleich zu den übermächtigen Eisschilden auch scheinen, tragen auch sie einen wichtigen Teil zu den Folgen des Klimawandels bei, der nicht außer Acht gelassen werden darf. Und auch die Folgen, die der Klimawandel auf die Gletscher hat, sind schwerwiegend genug, um sich mit ihnen auseinander zu setzen.

Die Gletscher, sind wie die Eisschilde, Teil der Eisschicht der Erde, die leider immer weiter abschmilzt.

Dies bringt globale und regionale Folgen mit sich, die im Folgenden weiter erörtert werden.

3.1 Abschmelzen der Gletscher

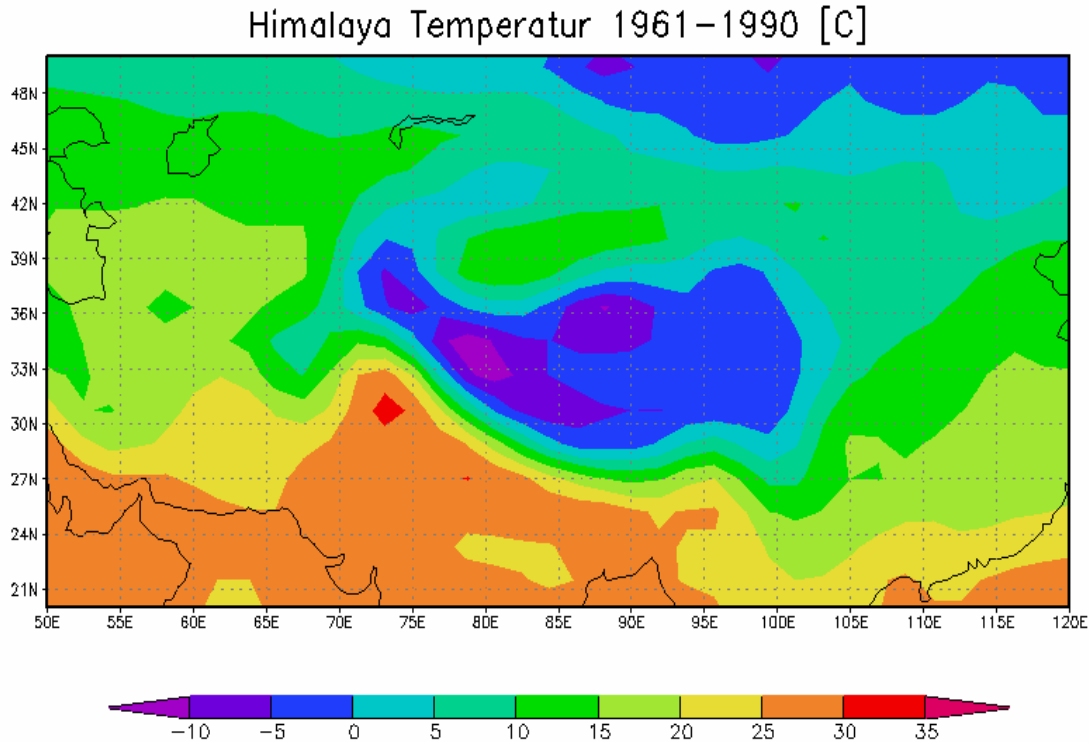
3.1.1 Ursachen des Abschmelzens

Gletscher gelten gemeinhin als Klimaindikatoren. An ihnen können langfristige Klimaänderungen festgestellt werden. So fällt bei der Beobachtung der Gletscher auf, dass diese sich immer mehr zurückziehen.

Als allgemeine Begründung wird hierfür der beschleunigte Temperaturanstieg seit 1970 angesehen. Es gab aber auch schon früher einen Rückzug der Gletscher, der zum ersten Mal stark Mitte des 19. Jahrhunderts, also des Beginns der Industrialisierung, beobachtet wurde. Als ein weiterer Faktor werden die durch den Temperaturanstieg veränderten Niederschläge gesehen, welche aber nur in wenigen Regionen, wie z.B. Norwegen, eine tragenden Rolle spielen.

Der Gletscherschwund wird, über den Temperaturanstieg hinaus, auch zu Teilen der Luftverschmutzung zugeschrieben. Aerosole, wie Ruß und Feinstaub, die sich auf den Gletschern ablagern

und damit zu einer erhöhten Absorption von Sonneneinstrahlung führen, unterstützen den Rückzug der Gletscher.



GRADS: COLA/IGES

2008-01-07-17:34

Abb.9: Temperatur im Himalaya 1961-1990 (Eigene Erstellung nach Daten des Max-Planck-Instituts für Meteorologie; dargestellt wird die Durchschnittstemperatur im Bereich des Himalaya von 1961-1990 in °C)

Von 1970-2006 stieg die globale Durchschnittstemperatur um 0,55°C. Im Zeitraum der letzten 12 Jahre vor 2006 liegen die wärmsten je gemessenen Jahrestemperaturen.

In der Region des Himalayas (long. 50°E-120°E / lat. 50°N-20°N) lag 1961 die durchschnittliche Jahrestemperatur bei 5,07°C. Im Jahre 1990 hingegen lag sie schon bei 5,20°C. Von 1961-1990 erfolgte ein Temperaturanstieg von 0,13°C.

Die Farben der Karte symbolisieren verschiedene Temperaturen, die seitlich vermerkt sind.

Die durchschnittliche Temperatur von 1961-1990 lag im Großteil des Himalayagebirges unter 5°C und die Gebiete, die hauptsächlich von Schnee und Eis bedeckt sind, lagen nicht über 0°C.

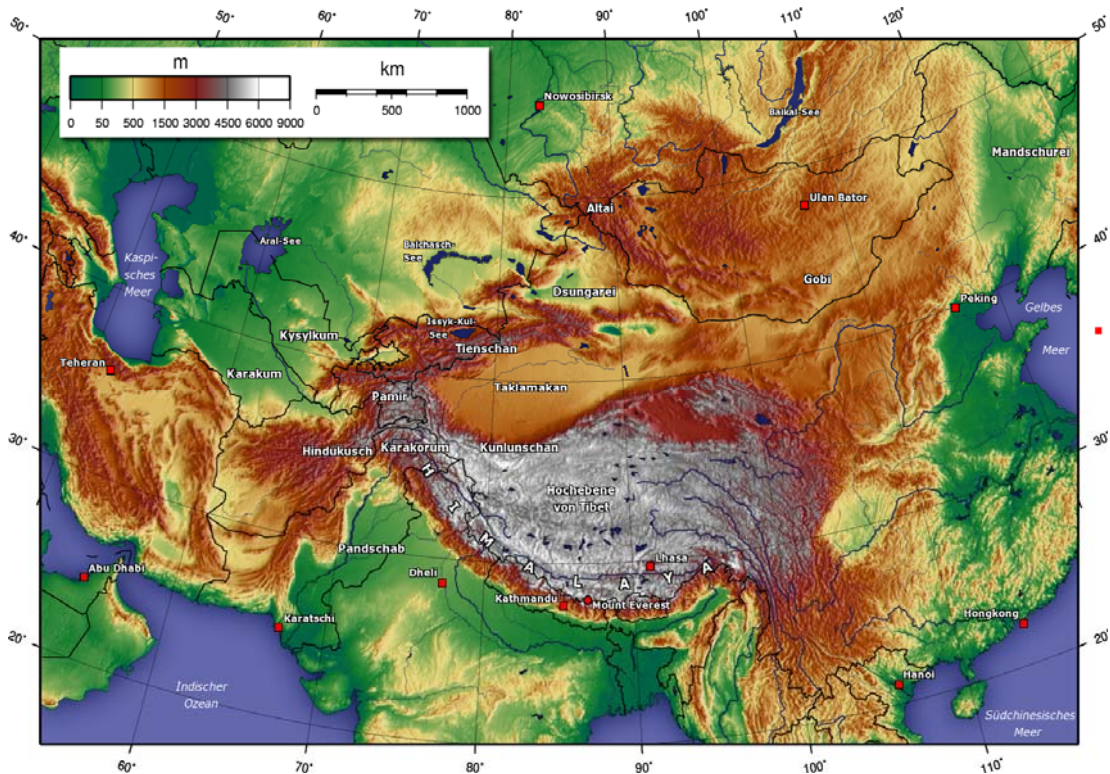


Abb.10: Hochasien: Der Himalaya erstreckt sich am Südsaum des tibetischen Hochlandes, zeigt das Gebiet des Himalayas, (Quelle: Wikipedia-Autoren (23.11.07): http://de.wikipedia.org/wiki/Bild:Zentralasien_topo.png, 7.01.2008))

3.1.2 Die Veränderung der Gletscher

Asien

Gangotri-Gletscher

Der Gangotri-Gletscher ist einer der Gletscher des Himalaya und im indischen Bundesstaat Uttarakhand lokalisiert. Er besitzt ein Volumen von geschätzten 27 km^3 und zählt damit zu den größten Gletschern im Himalaya. Er ist etwa 30 km lang und 2-4 km breit, außerdem ist er einer der Zuflüsse des Ganges.

In den letzten 25 Jahren jedoch hat er mehr als 850 m an Länge verloren; der Gesamtverlust der letzten 150 Jahre wird auf fast 2 km geschätzt.



Abb.11: Der Gangotri-Gletscher, zeigt den Rückzug des Gangotri-Gletschers von 1780 bis 2001 in km, (Quelle: NASA earth observatory - http://earthobservatory.nasa.gov/Newsroom/NewImages/images.php3?img_id=16584 14.9.08)

Patagonien

San Rafael-Gletscher

Der San Rafael-Gletscher befindet sich in den südamerikanischen Anden von Chile und ist ein Teil der patagonischen Eiskappen.

Er hatte seit dem 19. Jahrhundert einen Verlust von 10 km.

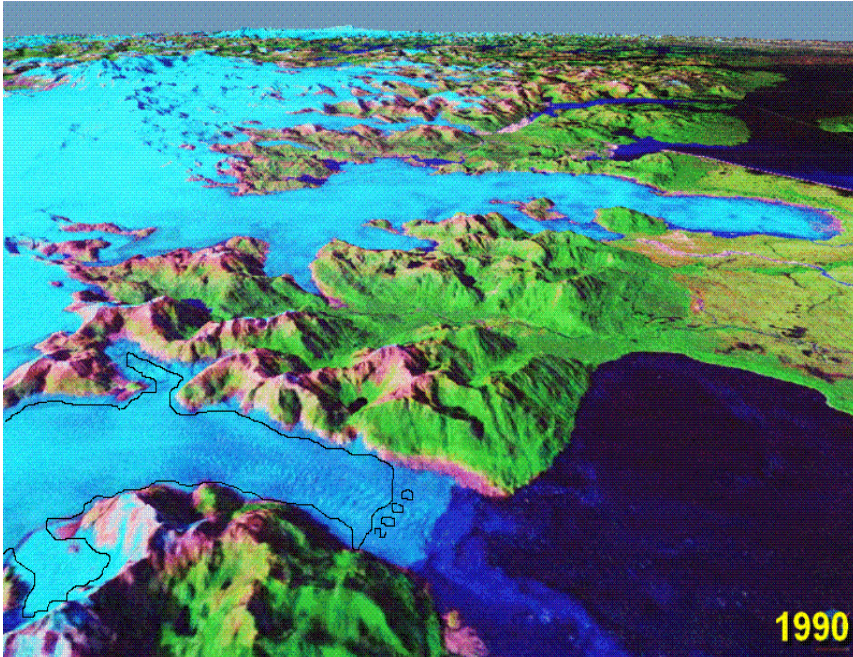


Abb.12: Der San Rafael-Gletscher 1990 und 2000, zeigt den Rückgang des San Rafael-Gletschers zwischen 1990 und 2000, (Quelle: Wikipedia-Autoren (29.12.07): http://de.wikipedia.org/wiki/Bild:800px-73.85851W_46.74169S_slow.gif, 07.01.2008))

Alaska

McCarty-Gletscher

Der McCarty-Gletscher liegt im südlichen Alaska auf der Kenai-Halbinsel. Er verlor zwischen 1909 und 2004 rund 20 km an Länge.

McCarty Glacier - Alaska



Abb.13: Der McCarty Glacier- Alaska, zeigt den Rückgang des McCarty Gletschers zwischen 1909 und 2004, (Quelle: Wikipedia-Autoren (25.06.2006): http://de.wikipedia.org/wiki/Bild:McCarty_Glacier.jpg, 07.01.08))

Nordamerika

Boulder-Gletscher

Der Boulder-Gletscher liegt in den Nord-Kaskaden von Amerika. Zwischen 1987 und 2005 zog er sich um 450 m zurück. Das ist zum Großteil dem verringerten Schneefall und den erhöhten

Temperaturen zuzuschreiben. Um 1946 hat die winterliche Schneedecke um 25% abgenommen und die Temperaturen stiegen in diesem Zeitraum um $0,7^{\circ}\text{C}$.



Abb.14: Der Boulder-Gletscher, zeigt den Rückgang des Boulder-Gletschers zwischen 1985 und 2003, (Quelle: Wikipedia-Autoren (29.12.07): <http://de.wikipedia.org/wiki/Bild:Bouldert.jpg>, 03.01.08))

Afrika

Kilimandscharo

Der Kilimandscharo ist mit 5.895 Metern der höchste Berg Afrikas.

Seit 1912 jedoch schwanden mehr als 80% seiner Schnee- und Eisdecke. Allein seit 1989 sind es um die 33%.

Jedes Jahr verliert der Kilimandscharo einen halben Meter an Eisdicke und es wird geschätzt, dass das gesamte Gletschereis des Kilimandscharo in 10-15 Jahren abgetaut sein wird.

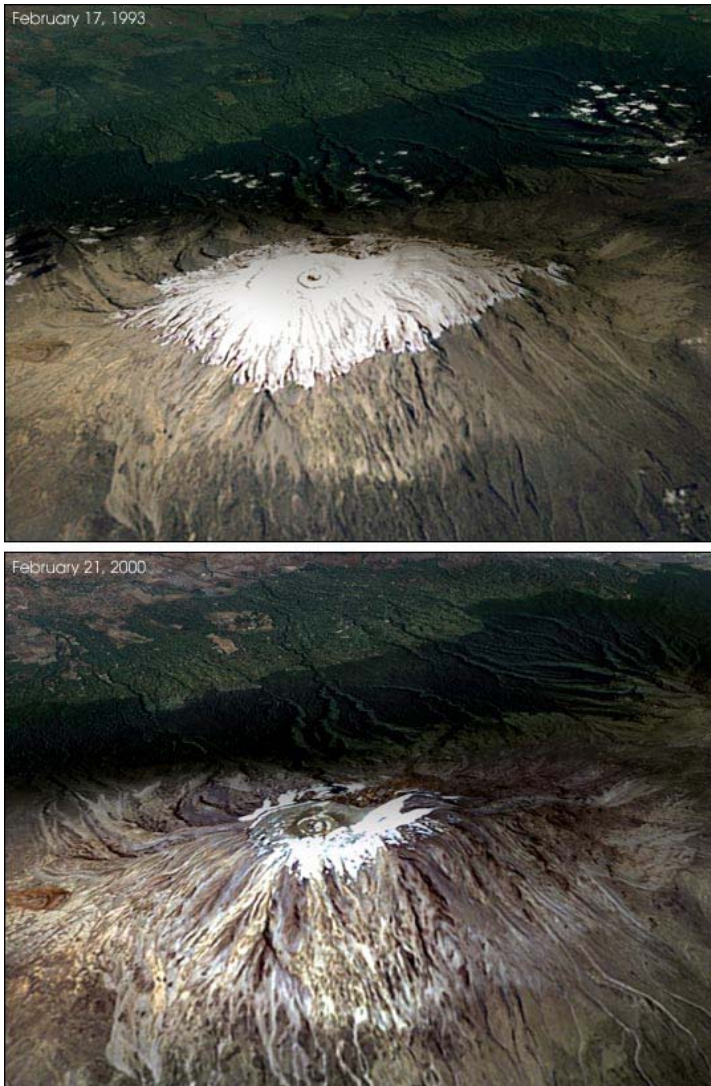
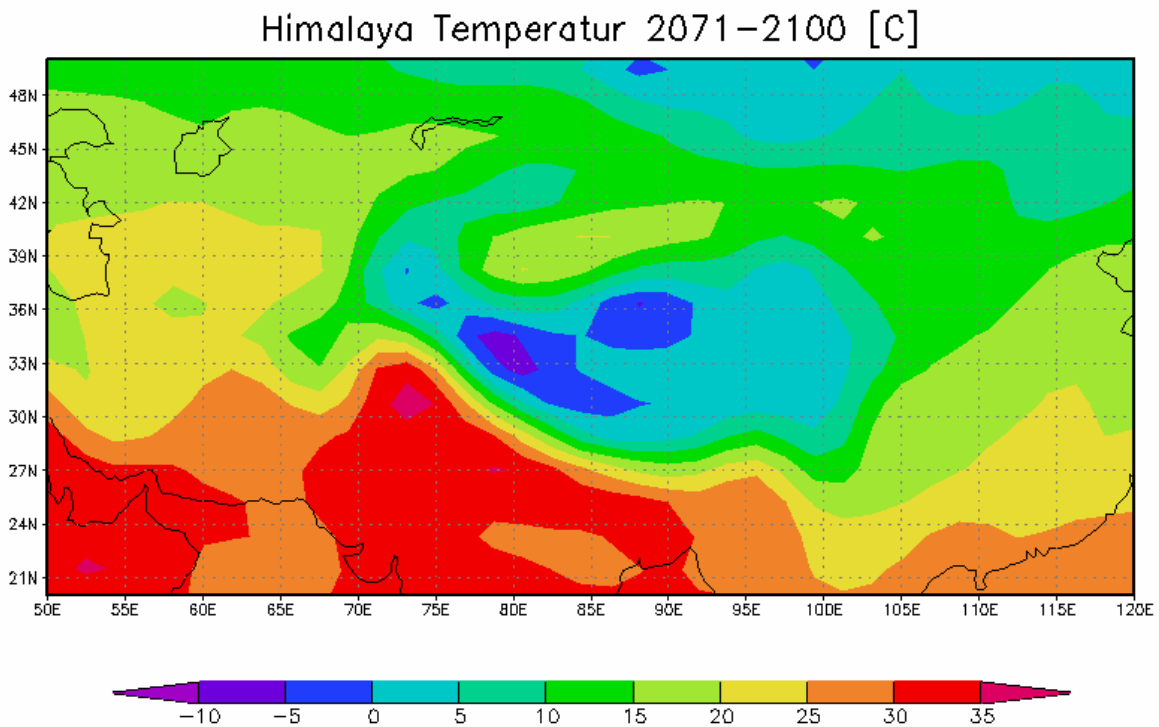


Abb.15: Gipfel des Kilimandscharo, zeigt den Unterschied der Schneebedeckung auf dem Kilimandscharo (Quelle: NASA earth observatory - http://earthobservatory.nasa.gov/Newsroom/NewImages/images.php3?img_id=10856 14.89.08)

4.1.3 Zukunft

Da man davon ausgeht, dass die Menschen den CO₂-Ausstoß nicht sofort einstellen werden, kann man anhand verschiedener Szenarien Voraussagen für die Zukunft treffen. In den folgenden Graphiken wurde das A2 Szenario verwendet. Das A2 Szenario konzentriert sich auf Autarkie und Bewahrung lokaler Identität. Die wirtschaftliche Entwicklung in diesem Szenario ist vorwiegend lokal orientiert und technische Entwicklungen schreiten nicht mehr so schnell voran. Auch hier werden die Temperaturen durch farbliche Felder symbolisiert.

Der Bereich der Temperaturen die unter 0°C liegen hat sich im Vergleich zu Abb.9 deutlich verkleinert. Der Großteil des Himalayas hat nun eine durchschnittliche Temperatur von 0-5°C.



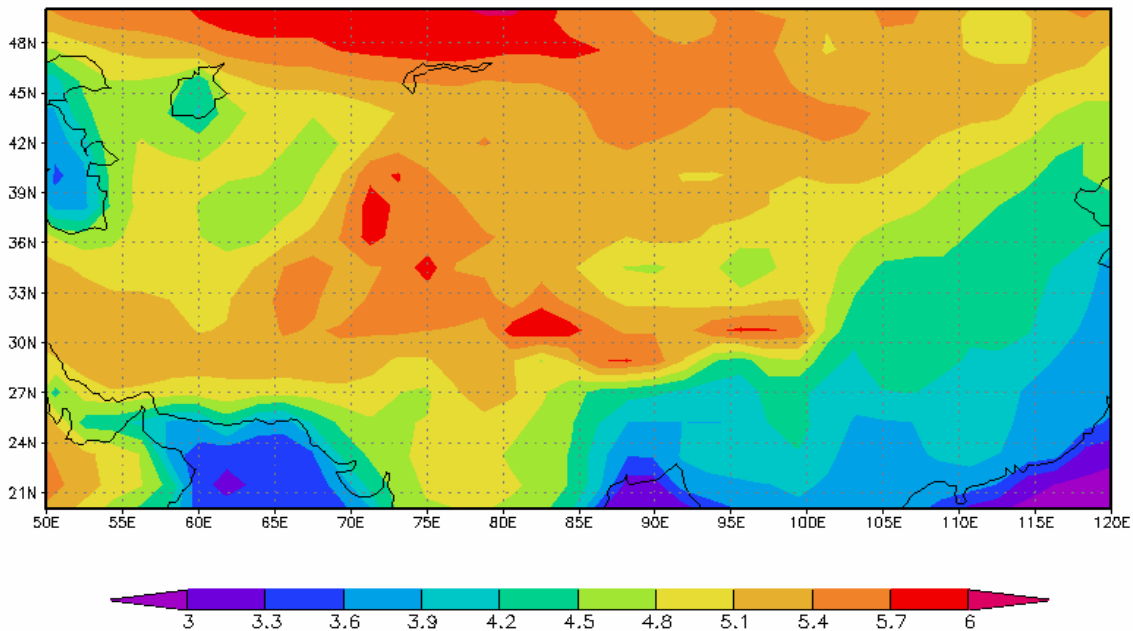
GRADS: COLA/IGES

2008-01-07-17:35

Abb.16: Himalaya Temperatur 2071-2100 (Eigene Erstellung nach Daten des Max-Planck-Instituts für Meteorologie, dargestellt wird die Durchschnittstemperatur im Bereich des Himalayas von 2071-2100 in °C (Szenario A2))

Die mittlere Temperaturdifferenz zwischen 1961 und 2100 liegt bei 4,83°C (Abb. 17). Besonders in den höheren Bereichen des Himalayas steigt die Temperatur um durchschnittlich 5,4-5,7°C.

Himalaya Temperatur 2071/2100 im Vergl. zu 1961/1990 [C]



GRADS: COLA/IGES

2008-01-07-17:38

Abb.17: Himalaya Temperatur 2071/2100 im Vergl. Zu 1961/1990 (Eigene Erstellung nach Daten des Max-Planck-Instituts für Meteorologie, gezeigt wird die Temperaturdifferenz zwischen den Durchschnittstemperaturen von 2071/2100 und 1961/1990 in °C (Szenario A2))

4.2 Gefahren durch Gletscher

4.2.1 Gerölllawinen

Das Gefahrenpotential der Gletscher steigt mit den Temperaturen. Das immer schneller werdende Abschmelzen der Gletscher führt dazu, dass diese große Schuttareale, also Gletschervorfelder, freilegen. Bei starkem Regen kann es nun passieren, dass diese Schuttansammlungen sich lösen und als Erdrutsche oder Murgang ganze Täler bedrohen. Aber auch ohne Regen kommt es vor, dass sich Geröll und Felsteile lösen und hinabstürzen. 2006 passierte genau dies nahe des Grindelwaldgletschers am Eiger. Durch Felsbewegungen entstand an der Ostseite des Gletschers ein 250 m langer Spalt, der mit der Zeit eine Breite von 7m im Durchmesser erreichte. Mitte Juli senkten sich die äußeren Teile soweit hinab, dass es zu einer Gerölllawine kam. Es stürzten rund 500.000 m³ Felsbrocken auf den Unteren Grindelwaldgletscher ab. Die Gemeinde Grindelwald war durch die dadurch entstandene Staubwolke stundenlang nicht zu sehen. Als Begründung für die Gerölllawine wurde gemeinhin der Rückzug des Grindelwaldgletschers genannt, der den Wänden die Stabilität entzog. Ein weiterer Faktor ist der Anstieg der Permafrostgrenze. Das Kar, welches früher vereist war, hat durch diesen Anstieg an zusätzlicher Stabilität verloren.

4.2.2 Gletscherseen

Das Abschmelzen der Gletscher führt in Gebieten mit hoher Reliefenergie, wie dem Himalaya, dazu dass Felsen und Geröll vermehrt abbrechen. Das Geröll, das sich am Ende des Gletschers als Mörane sammelt, bildet nach dem Rückgang des Gletschers das Ende des Gletschervorfeldes und ist eine natürliche Barriere. Hinter dieser Barriere sammelt sich, nach einiger Zeit und weiterem Rückgang des Gletschers, das Schmelzwasser. Wird der Druck des aufgestauten Wassers so groß, dass die Barriere ihm nicht länger standhalten kann, kommt es zu einem ''Glof'' (glacier lake outburst flood), einer Flutwelle.



Abb.18: Die Gletscher des Himalayas; erkennbar ist die langsame Bildung von Gletscherseen (Quelle: NASA earth observatory <http://earthobservatory.nasa.gov/Study/GLIMS/>)

Gletscherseeausbrüche und ihre Verwüstungen sind in der Weltgeschichte keine Neuheit, es existieren schon seit über 450 Jahren Aufzeichnungen über ''Glofs''. Die Ausmaße eines solchen Gletscherseeausbruchs sind meist groß. Am 4. August 1985 entleerte sich der Dig Tsho, ein Gletschersee des Langmoche-gletschers, in das Langmochetal. In der Flutwelle starben fünf Menschen, 14 Brücken und viele Wohnhäuser wurden von den Wassermassen zerstört. Durch das Voranschreiten der Gletscherschmelze werden solche Phänomene immer wahrscheinlicher.

Zwischen 1985 und 1995 brachen in Nepal weitere 15 große Gletscherseen aus. In Nepal wurden 2002 2323 Gletscherseen entdeckt und allein von 20 geht eine starke Bedrohung aus. Als besonders gefährlich wurde auch der Tsho-Rolpa-Gletschersee eingeschätzt. Der Tsho-Rolpa-Gletschersee liegt rund 4580 m über dem Meeresspiegel und wird durch den Tradkarding-

Gletscher, der sich jährlich um mehr als 20 m zurückzieht, gespeist. In der letzten Dekade wurde sogar eine Rückzugsgeschwindigkeit von 100 m pro Jahr festgestellt.

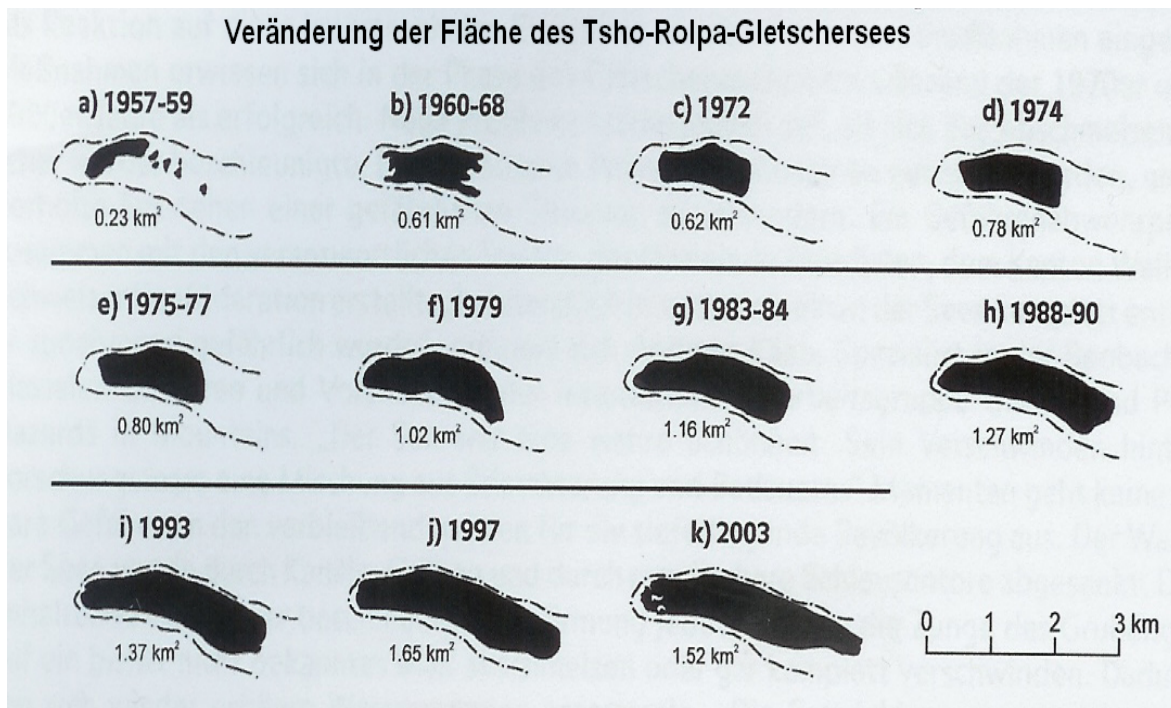


Abb.19: Veränderung der Fläche des Tsho-Rolpa-Gletschersees, zeigt die Veränderung der Fläche des Gletschersees zwischen 1957 und 2003, (Quelle: Horstmann, B. (2004): Gletschersee-Ausbrüche in Nepal und der Schweiz. Neue Gefahren durch den Klimawandel. Germanwatch, Bonn, S.4 - online: <http://www.germanwatch.org/rio/ab-gl.pdf>)

Die Wassermenge, die bei einem Ausbruch des Tsho-Rolpas freigegeben würde, beläuft sich auf mehr als 30 Mio. m³. Gefährdet sind die rund 10.000 Menschen in den nahe liegenden Dörfern, tausende Viehbestände und die Infrastruktur.

4.2.3 Wassermangel

Infolge des Klimawandels wird erwartet, dass circa 1/3 der Gletscher Asiens, die die großen Flüsse speisen, bis 2050 verschwunden sein werden.

Dieser Rückgang der Gletscher könnte die Wasserversorgung der großen Ströme ernsthaft gefährden.

Zurzeit scheint jedoch keine Gefahr zu drohen. Während im Moment aufgrund der starken Gletscherschmelze, die Flusspegel sogar steigen, wird das Gletscherwasser langfristig jedoch zurückgehen.

Besonders gefährdet von diesem Rückgang sind die großen Flüsse wie der Jangtse, der Ganges, der Brahmaputra der Mekong und der Gelbe Fluss.



Abb.20: Hauptflüsse Indiens, gezeigt werden die großen Flüsse Indiens, (Quelle: Wikipedia-Autoren (09.12.06):

http://de.wikipedia.org/wiki/Bild:Indien_Fl%C3%BCsse.PNG, 17.04.08

Der Brahmaputra ist ein 2.896 km langer Fluss Asiens und entspringt dem Gletscher Jemayagzom auf der Nordseite des Himalayas. Er besitzt ein Einzugsgebiet von 930000 km², unter ihm die indische Stadt Gauhati, in der 915.002 Menschen leben.

Der Ganges besitzt sogar ein Einzugsgebiet von 1.016.104 km² in das Städte wie Kanpur, Varanasi, Patna, Kohlkata und Khulna eingeschlossen sind. Die Gangesebene gehört zu den am dichtesten besiedelten Zonen der Erde. Seine Umgebung wird intensiv zu Landwirtschaftlichen Zwecken genutzt, und ein Wassermangel könnte erhebliche Probleme für die dort ansässigen Bauern bedeuten.

Außerdem ist der Ganges ein bekanntes Touristenziel, welches ebenfalls ein großes Einkommen, besonders für die Stadt Varansi, bedeutet. Nicht zuletzt ist die religiöse Bedeutung für die Inder wichtig, für die ein Bad im Ganges Absolution bedeutet.

Der Jangtse ist der längste Fluss Asiens und entspringt dem Gletschertor des Gangjajubu- Gletschers. Er hat ein Einzugsgebiet von 1.722.155 km². In diesem Gebiet leben ungefähr 350 Millionen Menschen, die von dem Wassermangel betroffen wären.

Der UNO zufolge könnten allein im Westen Chinas bis zu 300 Millionen Bauern von der Wasserknappheit betroffen sein. Besonders stark sei die Schmelze auch am Ursprung des Gelben Flusses, am Berg Anemaqen, von dem 130 Millionen Chinesen abhängig sind. Die Eisfläche hat sich in 4 Jahren um 17

Prozent zurückgezogen. Der Jangtse, der Mekong, der Indus und der Ganges haben einen Rückgang um die 8 Prozent zu verzeichnen gehabt.

Der Rückgang der Gletscher mag nicht der einzige Grund für den bevorstehenden Wassermangel sein, aber Tatsache ist, dass selbst durch erhöhten Niederschlag, die Wassermenge nicht ausreichen wird, um die asiatische Bevölkerung dauerhaft ausreichend mit Wasser zu versorgen. Die erhöhte Temperatur führt dazu, dass das Regenwasser praktisch wieder komplett verdunstet und so größtenteils keine Chance hat die Flüsse zu speisen.

Literatur

Breuer, Dr. habil. Reinhard (Red.) (2005): Gletscherschwund im Himalaya, Die Erde im Treibhaus: Spektrum der Wissenschaft Dossier, 2/2005, Spektrum der Wissenschaft Verlagsgesellschaft mbH, S.44-51

Breuer, Markus; Horstmann, Britta; Anemüller, Sven (2005): Das Abschmelzen der Gletscher: Gletschersee-Ausbrüche in Nepal und der Schweiz, <http://www.germanwatch.org/rio/ab-gl.pdf>, (27.12.08)

Wikipedia-Autoren (30.12.07): Eiger, <http://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Eiger&oldid=40612590>, (05.01.08)

Wikipedia-Autoren (29.11.07): Gangotri-Gletscher, <http://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Gangotri-Gletscher&oldid=39517623>, (01.01.08)

Wikipedia-Autoren (07.01.08): Patagonien, <http://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Patagonien&oldid=40885611>, (07.01.08)

Wikipedia-Autoren (29.12.07): Gletscherschmelze, <http://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Gletscherschmelze&oldid=40560094>, (30.12.07)

Kasang, Dieter (2007): Die globale Durchschnittstemperatur der letzten 150 Jahre: 1. Klimaänderungen, <http://www.klimawissen.de/>, (08.01.07)

Wikipedia-Autoren (23.03.08): Ganges, <http://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Ganges&oldid=44041418>, (15.03.08)

Wikipedia-Autoren (23.03.08): Brahmaputra,
<http://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Brahmaputra&oldid=44046371> , (15.03.08)

Wikipedia-Autoren (13.04.08) Jangtse,
<http://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Jangtse&oldid=44873170> , (13.04.08)

Massonet, Philippe(AFP) (7.04.08) Verschwindende Gletscher:
Asiens Flüssen droht Wassermangel,
<http://www.spiegel.de/wissenschaft/natur/0,1518,475629,00.html>
, (13.04.08)

Der Standart (28.07.07): Auch Chinas Gletscher nehmen rapide
ab, <http://derstandard.at/?url=/?id=2971505> , (13.04.08)

Kasang Dieter (27.07.07) Permafrost, <http://www.hamburger-bildungsserver.de/welcome.phtml?unten=/klima/klimafolgen/eis/index.htm> , (13.04.08)

Walther, Uwe: Die Erde, Physik für Kids,
<http://www.zeitanalysen.de/images2/erde.jpg>, (18.06.08)