

Skifahren in den Alpen, wie lange noch? Die Alpen im Klimawandel



Von Gamze Özmen, Ewald Schmidt und Lennard Werner

Inhaltsverzeichnis

1.0.....Allgemeines

2.0.....Bedrohung durch den Klimawandel

2.1.....Vergleich von Temperatur und Schneefallmengen in Europa in
verschiedenen Zeiträumen

2.2.....Gletscherschmelze

3.0.....Permafrost

4.0.....Tourismus in den Alpen

5.0.....Schlusswort/Fazit

Allgemeines

Die Alpen sind das höchste und größte Gebirge in Europa. Sie sind etwa 1200 km lang und 150-250 km breit und haben eine Gesamtfläche von etwa 200000 km². Sie trennen das nördliche Mitteleuropa vom Mittelmeerraum. Als größte verbliebene Naturregion Mitteleuropas mit ihren vielfältigen Lebensräumen und Gebirgsschluchten entwickelten sich die Alpen zu einem großen Tourismusmagneten, welcher heute den wichtigsten Wirtschaftszweig in dieser Region ausmacht.

Bedrohung durch den Klimawandel

Doch auch die Alpen sind vom Klimawandel, ausgelöst durch den anthropogenen Treibhauseffekt, auf vielfältige Weise betroffen. Die Auswirkungen dort sind oft früher zu beobachten als in den anderen Regionen Europas, weshalb es eine Art Frühwarnsystem darstellt.

Ein erstes Frühwarnzeichen ist die Erhöhung der Temperatur. Die folgenden zwei Graphiken zeigen einmal die Wintertemperatur in Europa (blau: „kalt“, rot: „warm“) im Zeitraum 1961-1970 und einmal im zukünftigen Zeitraum 2071-2100

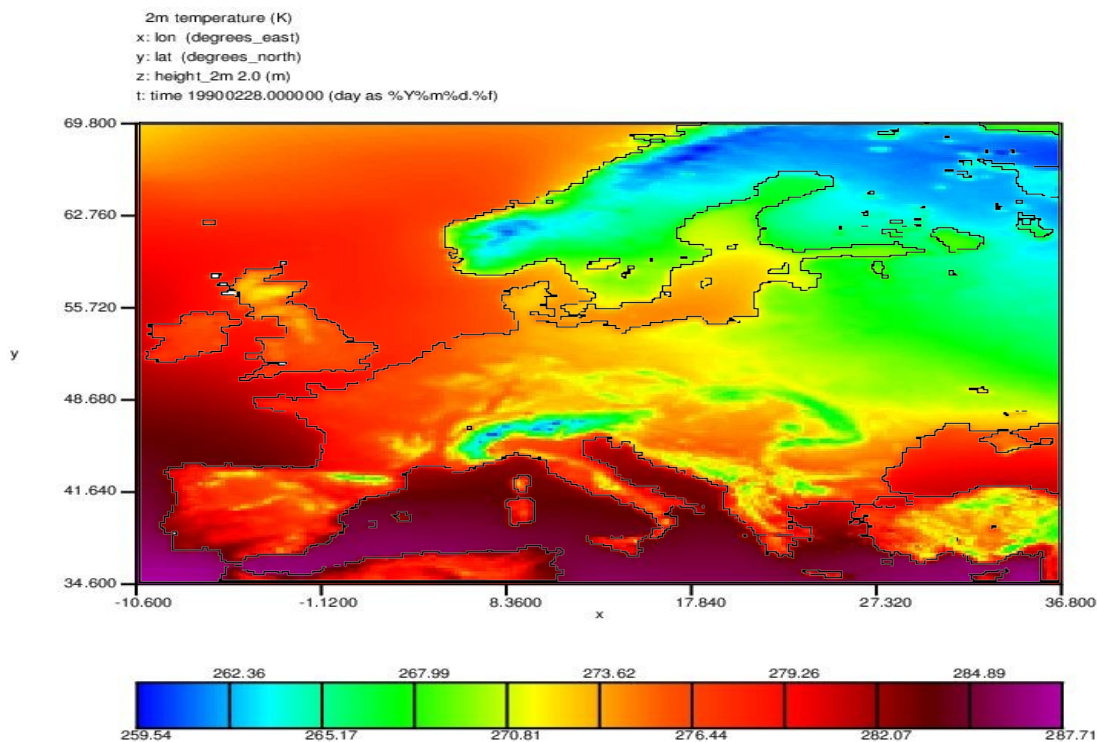


Abb. 1: Wintertemperatur 1961-1970

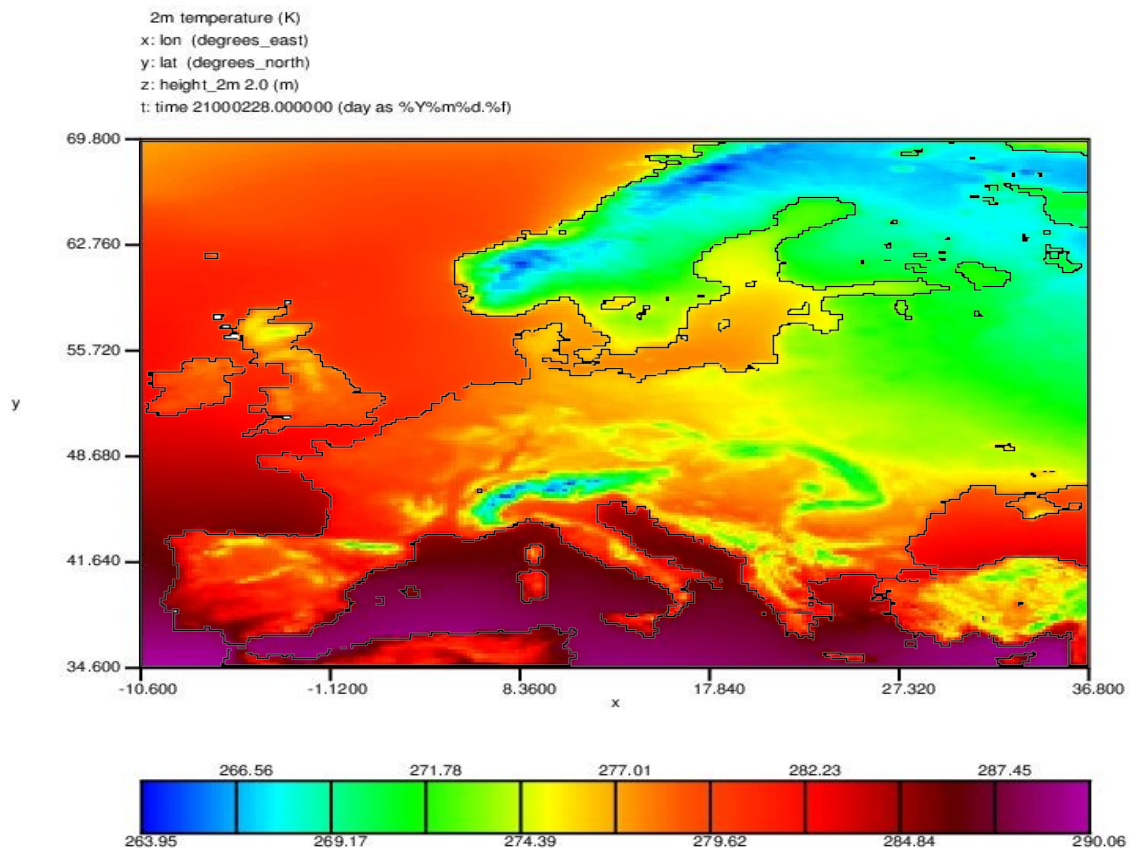


Abb. 3: Wintertemperatur 2071-2100

Quelle der beiden Abbildungen :Lautenschlager, 2006: Climate with CLM, Data Stream 3 : european region MPI-M/MaD. World Data Center for Climate.

Dabei wurden nur die Wintermonate Dezember bis April genommen, weil Temperaturänderungen im Winter deutlicher nachweisbar sind im Laufe der Zeit als in den anderen Monaten. Die dritte Graphik schließlich zeigt die Differenz zwischen diesen beiden Zeiträumen.

Die Temperaturen wurden zwei Meter über NN (Normalnull) gemessen. Die Temperaturen sind hier in Kelvin angegeben (273 Kelvin= 0 Grad Celsius), da Kelvin eine im Gegensatz zu Grad Celsius international gebräuchliche Einheit der Temperatur ist. Für den Zeitraum 2071-2100 wurde das A1B-Szenario verwendet.

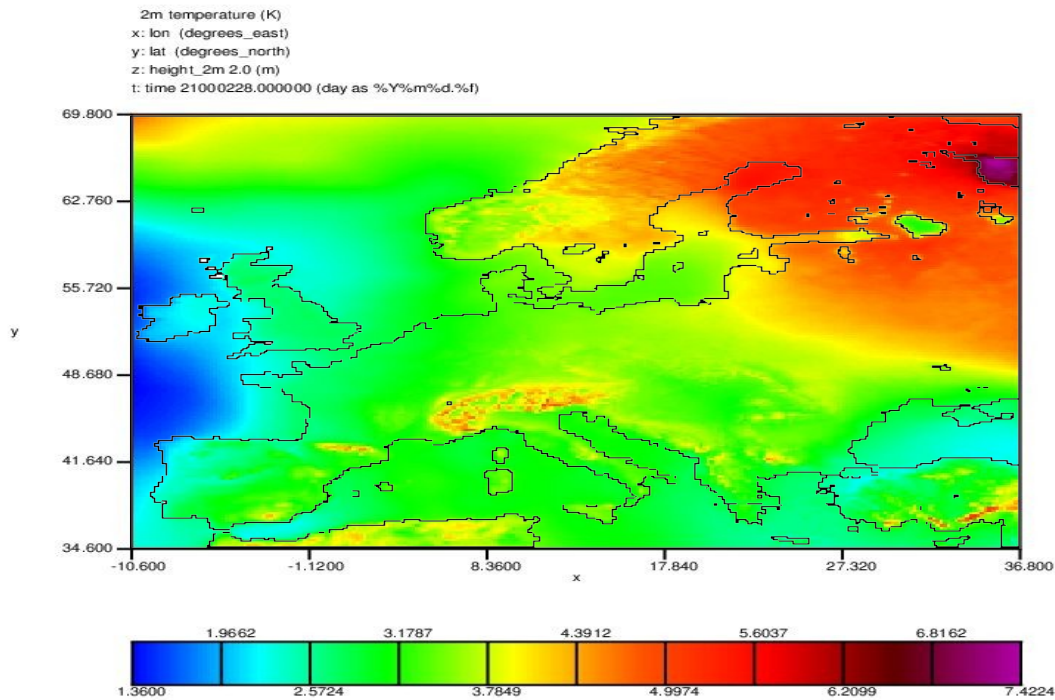


Abb. 3: Wintertemperatur 2071-2100 minus 1961-1990

Quelle :Lautenschlager, 2006: Climate with CLM, Data Stream 3 : european region MPI-M/MaD. World Data Center for Climate.

Auffällig ist hierbei, dass die Temperaturdifferenz der beiden Zeiträume in der Alpenregion stärker ausgeprägt ist als in den Nachbarregionen. Man geht im A1B-Szenario von einer Temperaturerhöhung von vier bis fünf Grad Celsius in der Alpenregion bis 2100 aus. Dies wird in vielerlei Hinsicht negative Konsequenzen für Mensch und Umwelt mit sich bringen, zum Beispiel durch veränderten Schneefall und dadurch veränderte Schneebedeckung.

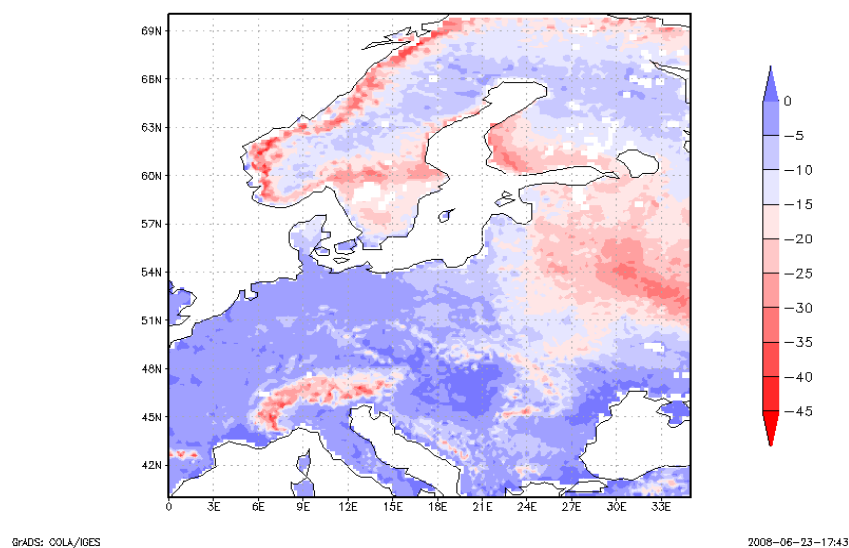


Abb. 4: Änderung der Schneetage pro Jahr als Differenz der Jahre 2071-2100 minus 1961-1990

Quelle: Bildungswiki Klimawandel: Schnee, http://wiki.bildungserver.de/klimawandel/index.php/Schnee_%28Kryosph%C3%A4re%29

Durch die Erwärmung wird die Schneebedeckung in den Alpen, durch eine Verringerung des Schneefalls, abnehmen. In den letzten Jahrzehnten hat sich die Schneebedeckung auf der Nordhalbkugel bereits um ca. 10% verringert. Die Abnahme ist im Frühling und Sommer stärker ausgeprägt, als im Herbst und Winter.

Die folgenden zwei Graphiken zeigen die Schneefallmenge in Liter pro Quadratmeter in Europa an (blau: „wenig“, rot: „viel“). Auch hier wurde wieder der Zeitraum 1961-1990 und der zukünftige Zeitraum 2071-2100 genommen. Diesmal wurden aber alle Monate eines Jahres genommen und nicht nur die Wintermonate.

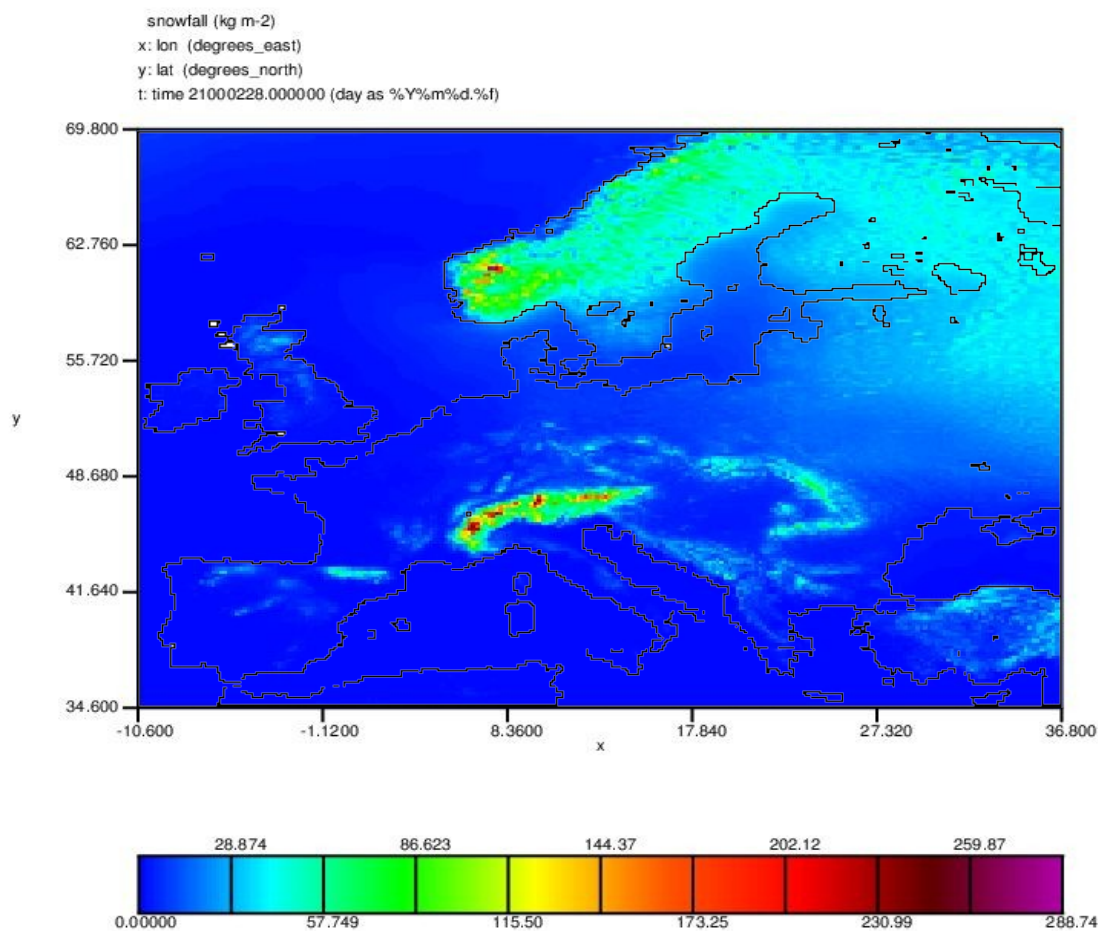


Abb. 5: Schneefallmenge in Liter pro m² 1961-1990

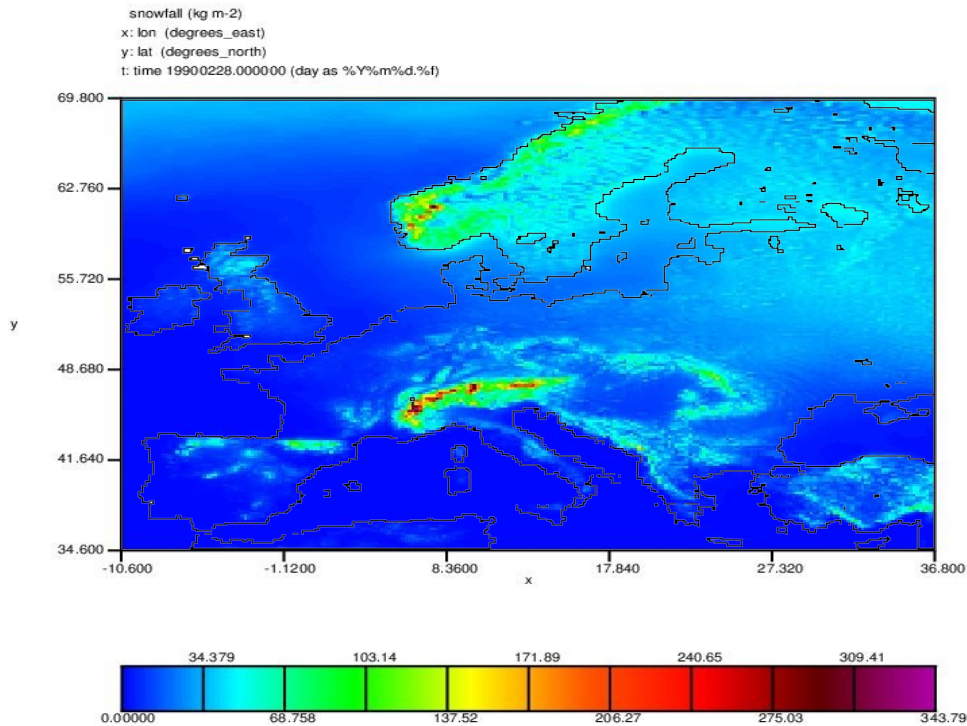


Abb. 6: Schneefallmenge in Liter pro m² 2071-2100

Quelle der beiden Abbildungen :Lautenschlager, 2006: Climate with CLM, Data Stream 3 : european region MPI-M/MaD. World Data Center for Climate.

Die dritte Graphik zeigt schließlich wieder die Differenz zwischen diesen beiden Zeiträumen. Auch hier wurde wieder das A1B-Szenario verwendet.

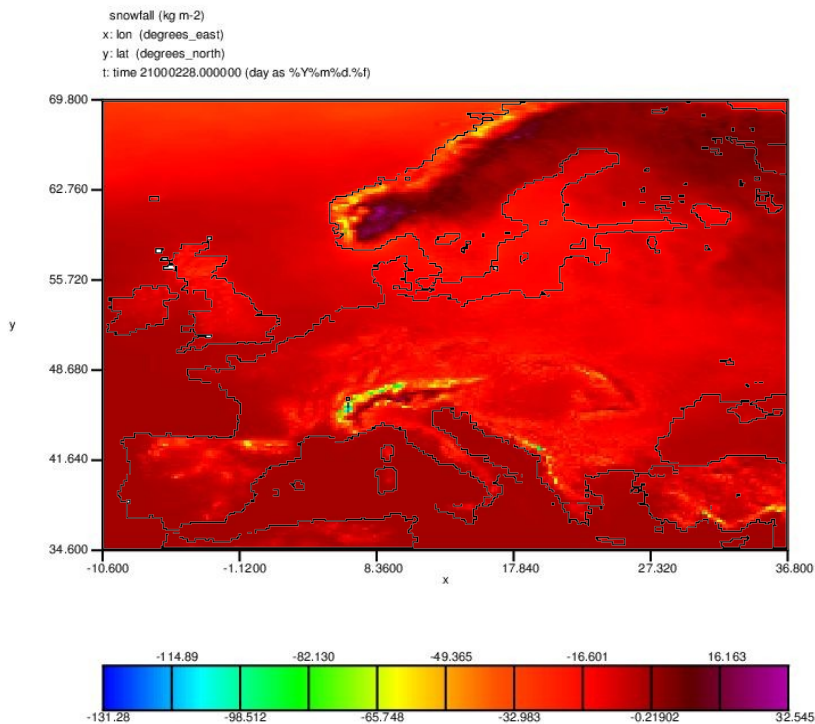


Abb. 6: Schneefallmenge in Liter pro m² 2071-2100 minus 1961-1990

Quelle: Lautenschlager, 2006: Climate with CLM, Data Stream 3 : european region MPI-M/MaD. World Data Center for Climate.

Auch hier sieht man, dass sich die Alpen wieder deutlich von ihrer Umgebung abheben. Die Niederschlagsmenge selbst wird nicht unbedingt sinken, doch wird der Niederschlag vermehrt als Regen und nicht als Schnee niedergehen. Außerdem bewirkt eine immer weitere Abnahme der Schneebedeckung eine positive Rückkopplung. Denn eine Oberfläche mit Schnee kann mehr Sonnenlicht ins All zurück reflektieren und beugt somit einer Erwärmung vor. Wenn nun aber durch den Treibhauseffekt die Temperaturen steigen und die Schneebedeckung abnimmt, so gibt es weniger helle Oberflächen, welche das Sonnenlicht reflektieren können und somit erhöht sich die Temperatur noch stärker. Dabei nimmt die Schneebedeckung noch weiter ab und dies entwickelt sich zu einem Teufelskreislauf. Die Temperaturerhöhung hat aber nicht nur auf den Schnee in den Alpen Auswirkungen, sondern auch auf das Abschmelzen der dort vorhandenen Gletscher.

Seit etwa 150 Jahren ist ein Rückgang zahlreicher Gletscher auf der Welt zu beobachten. Auch die Gletscher der Alpen sind davon nicht verschont geblieben. Man geht davon aus, dass, wenn die Temperatur bis 2100 in den Alpen in den Sommermonaten von April bis September auf etwa drei Grad ansteigt, die Vergletscherung in den Alpen um 80% sinken wird. Bei einem Anstieg um bis zu 5 Grad wird es in etwa 90 Jahren wahrscheinlich gar keine Gletscher im Alpenraum mehr geben. Auch hier gibt es wieder den positiven Rückkopplungseffekt, dass mit abschmelzenden Gletschern weniger Sonnenlicht reflektiert wird und sich die Temperaturen schneller erhöhen. Somit beschleunigt sich die Abschmelzrate der Gletscher sogar, anstatt konstant zu bleiben. Dies liegt auch darin begründet, dass ein Gletscher durch den immer weniger werdenden Schneefall, welcher im Großteil des Alpengebiets heute beobachtet und in der Zukunft auch weiterhin abnehmen wird, eine negative Massenbilanz aufweist.

Einige wenige Gletscher in den Alpen, wie der große Aletschgletscher, haben eine Chance, aufgrund ihrer enormen Größe das 22. Jahrhundert zu erleben (siehe unteres Bild).



Abb. 7: Der große Aletschgletscher

Quelle: Wikipedia: Aletschgletscher, <http://de.wikipedia.org/wiki/Aletschgletscher>

Die Folgen der Gletscherschmelze sind vielfältig, auch wenn einige davon, wie der Anstieg des Meeresspiegels oder Wassermangel die Alpenregion nicht direkt betreffen werden (im Gegensatz zur drohenden Trinkwasserknappheit im Himalaya). Weitaus schlimmer für die Alpen ist die Tatsache, dass Gletscher auch eine stabilisierende Wirkung auf ihre Umgebung haben. Durch Gletscherschmelze kann es passieren, dass Fels und Geröll abbrechen können und sich in Form eines Walls am Gletscherende ansammeln können. Dadurch kann das Schmelzwasser nicht abfließen und bildet dort einen immer größer und tiefer werdenden See. Wird der Wasserdruck zu groß, kann der Wall brechen und große Mengen an Wasser werden freigesetzt, welche große Überschwemmungen verursachen können.

Diese Bildung von Gletscherseen ist zwar nichts Neues, aber sie wird in den Alpen aufgrund der immer weiter ansteigenden Abschmelzrate der Gletscher zunehmen. Dies kann sich sowohl für die dort lebenden Menschen als auch für den Tourismus negativ auswirken.

Permafrost

Permafrost wird in den Medien meist in Verbindung mit Naturkatastrophen erwähnt, vor allem seit dem Vorfall im Hitzesommer 2003, als ein Felssturz sich ereignete, bei dem über 1000 Kubikmeter Steinmasse herabstürzten. Dies jedoch ist nicht das wahre Wesen des Permafrostes.

Permafrost (permanenter Bodenfrost) ist ein wichtiger Bestandteil des Klimas, denn zum einen bietet er großen Aufschluss über das Klima (durch Untersuchung der Struktur der Bodenschichten). Permafrost bildet sich nur in Gebieten, in denen über einen Zeitraum von mindestens 2 Jahren eine Temperatur von -1°C herrscht. Daraus schließt man, dass das größte Permafrostvorkommen in der Nähe der Pole zu finden ist, jedoch auch in anderen Gebieten, in denen diese Bedingungen vorkommen, kann es Permafrost geben, z.B. in Hochgebirgen und anderen Gegenden, in denen die klimatischen Bedingungen gegeben sind. Die Schweiz z.B. hat auf 5% ihrer Landesfläche Permafrostvorkommen im Boden. Permafrost befindet sich im Normalfall nicht an der Oberfläche, denn er liegt unter mehreren Schichten Boden bzw. Schnee, d.h. dass man beim Skifahren gar nicht auf dem Permafrost fährt, sondern auf der obersten Bodenschicht.

Jetzt stellt sich natürlich die Frage, was der Permafrost überhaupt mit dem Skifahren in den Alpen zu tun hat. Dies wird sich im weiteren Verlauf des Textes klar herauskristallisieren. Permafrost liegt - wie schon gesagt - unter mehreren Schichten Schnee, in den Hochgebirgen sind es meist mehrere Meter. An den Polen und den Bereichen nahe der Pole sind die Permafrostschichten meist bis zu einem Kilometer mächtig. Die „Größe“, die sogenannte Permafrostmächtigkeit, setzt sich aus dem Wert des Permafrostspiegels, der unter der obersten Bodenschicht liegt, und der Permafrostbasis, die sozusagen der Grundbaustein des Permafrostes ist, zusammen.

In den Alpen beträgt die Permafrostmächtigkeit einige Dekameter (ein Dekameter entspricht zehn Metern). Aufgrund der tiefen Lage des Permafrostes ist er von kleinen Klimaschwankungen nicht betroffen, da in einer Tiefe von ca. 20 Metern minimale Temperaturanstiege kaum Wirkung haben. Es gibt zwei Arten des Permafrostes, zum einen den großflächigen Permafrost, und zum anderen den kleinflächigen. Der großflächige kommt - wie der Name schon sagt - in Gebieten vor, in denen die Temperatur über eine große Fläche über mehrere Jahre hinweg einen Wert von unter -1°C aufweisen. Dies ist in Polnähe der Fall. Der kleinflächige Permafrost ist in Gebieten vorhanden, in denen die Temperatur nur über einen kleinen Raum unter -1°C beträgt.

Der Permafrost ist ein empfindlicher Klimaindikator, das heißt, das der Permafrost einer der ersten Faktoren ist, der bei einer Veränderung des Klimas Schaden nimmt. Denn Permafrost ist vor allem in den Alpen mitverantwortlich für die Stabilität der Felswände und die Stabilität der an den Felswänden angebrachten Seilbahnen und Berghütten etc. Dieser Umstand könnte eventuell zur Folge haben, dass der Tourismus zurückgeht, da die Zahl der Naturkatastrophen rapide zunehmen würde und die Zahl der gefahrlos zu befahrenden Berge immer geringer werden könnte. Des weiteren könnten die Lawinenverbauungen verrutschen und dadurch Straßen und Ansiedlungen verschütten. Die Folgen des Klimawandels in den Alpen könnten sich somit auf den größten Wirtschaftszweig negativ auswirken.

Tourismus in den Alpen

Der Tourismus ist für die Infrastruktur der Alpen von großer Bedeutung. Es gab im Jahr 2002 über 370 Mio. Übernachtungen, und man kann sich unschwer vorstellen, wie viele Einnahmen eine solch hohe Übernachtungszahl nach sich zieht. Die an den Alpen-Staaten beherbergen ca. 20 Mio. Skisportler.

Des weiteren beträgt die Pistenfläche in den Alpen ca. 1.040km², was eine enorm große Fläche ist, außerdem gibt es in den Alpen rund 13.000 Seilbahnen und 40.000 Skiabfahrten, deren Länge insgesamt 120.000 km beträgt. Dadurch sind die Alpen das Hochgebirge mit der dichtesten Infrastruktur überhaupt. Diese Tatsache macht die Alpen zum Zentrum des Wintertourismus. Zur Beibehaltung dieses Titels sind sichere Schneesverhältnisse zu gewährleisten. Dafür müssen bestimmte Voraussetzungen gegeben sein. In der Zeit vom 16. Dezember bis zum 16. April muss es mindestens 100 Schneetage geben und in einer Zeitspanne von 10 Jahren müssen in 7-8 Jahren mindestens 30cm Schnee liegen.

In den Alpen gibt es 609 sichere Schneegebiete von insgesamt 666 Schneegebieten überhaupt. Bei einer Erwärmung von +1°C würde es nur noch 500 sichere Schneegebiete geben und bei einer Erwärmung von +2°C 404 und bei +4°C nur noch 202 sichere Schneegebiete. Die deutschen Skigebiete sind am meisten von der Erwärmung des Klimas betroffen, schon eine Erwärmung um nur +1°C würde bereits 60% der befahrbaren Skigebiete zunichte machen. In der Schweiz jedoch ist der Schaden an den befahrbaren Skigebieten am geringsten, dort würde eine Erhöhung der Temperatur um +1°C 10% und ein Erhöhung um +4°C 50% der befahrbaren Skigebiete unbrauchbar machen. Um den Schwund der Skigebiete zu verhindern oder zu lindern und die Skisaisons zu verlängern, wird künstlicher Schnee auf die Skipisten gegeben, dies jedoch

kostet Geld.

In der Schweiz wurden 34% der Pisten mit künstlichem Schnee angereichert, um die Skisaison zu verlängern. Aufgrund der Erwärmung des Klimas würden die Skigebiete - wie schon erwähnt - zunehmend unsicherer werden und nacheinander wegfallen oder die Unternehmen müssten ungemein viel Geld für künstlichen Schnee ausgeben. Des weiteren könnten die verbleibenden Skigebiete nicht alle Touristen auffangen, was zur Folge hätte, dass der Tourismus abnehmen würde, da sich viele Menschen dann alternative Reiseziele suchen oder ganz auf einem Skiurlaub verzichten würden.¹

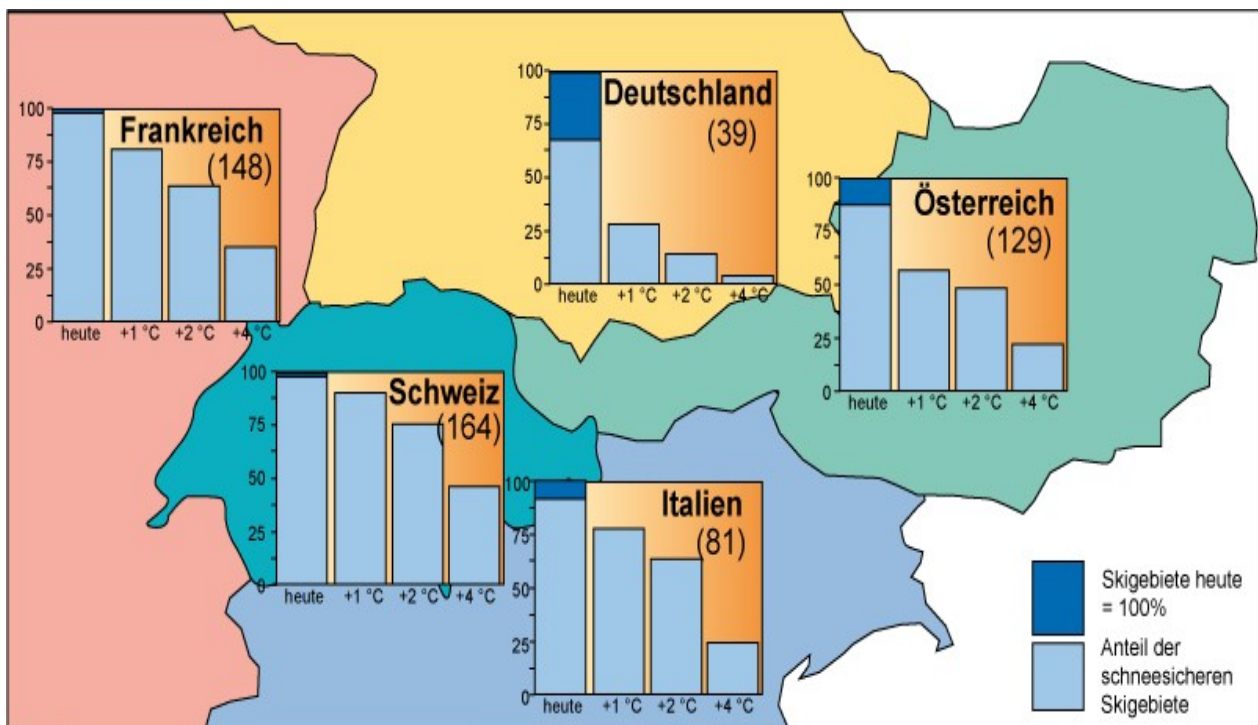


Abb. 8: Anzahl schneesicherer Skigebiete in den Alpen bei einer Erwärmung von 1 °C, 2 °C und 4 °C.

Quelle: Bildungswiki Klimawandel: Wintertourismus,
<http://wiki.bildungsserver.de/klimawandel/index.php/Wintertourismus>

Die Graphik zeigt die Anzahl schneesicherer Gebiete in den Alpen in Abhängigkeit von der zukünftigen Erhöhung der Jahresdurchschnittstemperaturen. Besonders deutlich wird, dass bei einer Erhöhung der Temperatur um vier Grad in Deutschland praktisch keine schneesichereren Gebiete mehr vorhanden sein werden.

¹Quelle: Bildungswiki Klimawandel: Wintertourismus,
<http://wiki.bildungsserver.de/klimawandel/index.php/Wintertourismus>

Schlusswort/Fazit

Die Frage: "Skifahren in den Alpen, wie lange noch?" ist nicht einfach zu beantworten, da zwar in Zukunft durch den Klimawandel die Anzahl der schneesicheren Gebiete weiter abnehmen wird und auch die Gefahr von Überschwemmungen, Bergstürzen und Hangrutschungen durch das Abschmelzen der Gletscher und des Permafrostes zunehmen wird, aber selbst bei einer Erwärmung um durchschnittlich vier Grad gibt es noch Gebiete, in denen Skifahren möglich ist (in der Schweiz beispielsweise noch 50%). Bei einer Erhöhung der Durchschnittstemperatur von fünf Grad in etwa 100 Jahren geht man aber davon aus, dass die Alpen dann so gut wie eisfrei sind. Somit ist es wahrscheinlich, dass man noch etwa 100 Jahre in den Alpen Wintersport betreiben kann.²

² Quelle: Eisfrei in hundert Jahren, sueddeutsche.de, 11.7.2006, <http://www.sueddeutsche.de/wissen/klimawandel-in-den-alpen-eisfrei-in-hundert-jahren-1.629634>

Quellenverzeichnis

alpinlager.com: Gebirgsgruppen. Die Alpen, <http://www.alpinlager.com/alpen/gebirgsgruppen>

Bildungswiki Klimawandel: Wintertourismus,
<http://wiki.bildungsserver.de/klimawandel/index.php/Wintertourismus>

Bildungswiki Klimawandel: Gletscherschmelze,
<http://wiki.bildungsserver.de/klimawandel/index.php/Gletscherschmelze>

Bildungswiki Klimawandel: Schnee,
http://wiki.bildungsserver.de/klimawandel/index.php/Schnee_%28Kryosph%C3%A4re%29

Lautenschlager, 2006: Climate with CLM, Data Stream 3 : european region MPI-M/MaD. World Data Center for Climate.

Nötzli, J., und S. Gruber (2005): Alpiner Permafrost – ein Überblick, Jahrbuch des Vereins zum Schutz der Bergwelt (München), 70. Jahrgang (2005) 111 – 121,
http://www.permos.ch/downloads/ArtikelPermafrost_VzSBJb2005.pdf

Österreich Lexikon: Alpen, <http://www.aeiou.at/aeiou.encyclop.a/a317663.htm>

sueddeutsche.de: Eisfrei in hundert Jahren, 11.7.2006,
<http://www.sueddeutsche.de/wissen/klimawandel-in-den-alpen-eisfrei-in-hundert-jahren-1.629634>

Wikipedia: Aletschgletscher, <http://de.wikipedia.org/wiki/Aletschgletscher>

WWF: Die Alpen, <http://www.wwf.de/regionen/alpen/>