

Klimawandel in den Alpen

-

**Wie wird sich der Klimawandel in den Alpen auf
den Skitourismus auswirken?**

verfasst von:

Christian Flessner

Inhaltsangabe

1. Einleitung	Seite 3
2. Massentourismus in den Alpen	Seite 3
2.1 Entwicklung des Tourismus in den Alpen	Seite 3
2.2 Wirtschaftliche Bedeutung des Tourismus	Seite 4
3. Parameter	Seite 5
3.1 Höhen über Normal Null (NN) der Alpen	Seite 6
3.2 Winterliche Mitteltemperatur der Alpen	Seite 7
3.3 Anzahl der Frosttage in den Alpen	Seite 10
3.4 Anzahl der Schneetage in den Alpen	Seite 13
4. Veränderungen des Skitourismus in den Alpen	Seite 15
5. Präventionsmöglichkeiten der Skiorte	Seite 17
6. Abschließende Stellungnahme	Seite 18
7. Quellenangaben	Seite 20

1. Einleitung

In unserer Arbeit zum Thema „Klimawandel in den Alpen“ haben wir uns schwerpunktmäßig mit der Frage „Wie wird sich der Klimawandel in den Alpen auf den Skitourismus auswirken?“ auseinander gesetzt. Wir haben uns für dieses Thema entschieden, weil wir sehr gerne Ski fahren und es uns interessiert, ob wir in den nächsten 100 Jahren immer noch in den Skiorten Ski fahren können, in denen wir in den letzten Jahren unsere Ferien verbracht haben.

Zunächst werden wir auf die Entwicklung des Skitourismus eingehen und seine wirtschaftliche Bedeutung für die Alpenländer darstellen. Anschließend werden wir anhand der Klimaprognosen, die wir in Zusammenarbeit mit dem Max-Planck-Institut für Meteorologie in Hamburg erstellt haben, die Klimaveränderung von dem Vergleichszeitraum 1961-1990 bis zum Zeitraum 2071-2100 prognostizieren. Im Folgenden werden wir noch einmal auf unsere Leitfrage zurück kommen. Dabei werden wir auf die Folgen dieses Klimawandels für den Wintertourismus eingehen und Lösungsmöglichkeiten für die entstehenden Probleme vorstellen. In einer abschließenden Stellungnahme werden wir die Ergebnisse unserer Arbeit kurz zusammenfassen.

2. Massentourismus in den Alpen

2.1 Entwicklung des Tourismus in den Alpen

Vor dem Jahre 1955 waren die Alpen noch gering besiedelt. Die Landwirtschaft in den Bergen war die bedeutendste Einnahmequelle. Aufgrund der schlechten Lage und der niedrigen Bevölkerungsdichte war der industrielle Sektor nicht profitabel genug. Tourismus fand man damals zwar schon vor, aber er war noch von sehr geringer Bedeutung, denn die Verkehrsanbindungen waren schlecht oder gar nicht vorhanden und Unterkünfte in angemessenen Preislagen gab es nicht. Es gab nur einige kleine Wintersportorte, und diese waren mit ihren exklusiven Hotels für die mittlere Schicht preislich unerschwinglich. Ab 1955 entwickelten sich die Alpen von einer wirtschaftlich unbedeutenden Region zu einer der größten Einnahmequellen für die einheimische Bevölkerung, welche dadurch sehr stark zunahm. Denn durch das Wirtschaftswachstum der Nachkriegsjahrzehnte wurde die Bevölkerung europaweit immer wohlhabender. Dies war eine Voraussetzung für den beginnenden „Tourismusboom“. Im Laufe der Jahre entwickelten sich städtische Ballungszentren. Die Landwirtschaft in den Bergregionen wurde zu arbeitsaufwändig und konnte mit der Globalisierung, den sinkenden Weltmarktpreisen und den Einnahmequellen des Tourismus nicht Schritt halten. Die vor dem „Boom“ noch häufig ausgeführte Landwirtschaft wurde dadurch ins Abseits gedrängt.

Die Gästenächtigungen in Österreich lagen 1955 noch bei 25,4 Millionen jährlich. 1960 waren es bereits 42,0 Millionen, 1970 79,5 Millionen und 1980 gar 118,7 Millionen Übernachtungen (vgl. Hausarbeiten.de). Der größte Zuwachs galt dabei dem Skitourismus. Der Sommertourismus verlor immer mehr an Bedeutung. Denn der Skisport wandelte sich von der Exklusivsportart zu einer Sportart für jeden Menschen. Von 1955 bis 1980 stieg die Anzahl der Skilifte und Seilbahnen in Österreich von 350 auf 3700 (vgl. Hausarbeiten.de). Die bisher bestehenden Skigebiete expandierten und durch die Rodung von Forstflächen wurden neue Gebiete erschlossen. Anfang der

80iger Jahre hatte sich der Skitourismus in den Alpen fest integriert. Das hatte zur Folge, dass die Wachstumsraten im Winterbetrieb nicht mehr so steil anstiegen. Bis zum Anfang der 90er Jahre waren die Nächtigungszahlen auf Rekordhöhe gestiegen. In Österreich waren es 1990 104 Millionen Nächtigungen, so viele wie es noch nie zuvor und danach gab. Die folgenden Jahre waren jedoch durch einen Abschwung gekennzeichnet, denn aufgrund der europäischen Wirtschaftskrise sank die Kaufkraft der Touristen. Deshalb griffen sie zu Billigreisen in andere Länder; zumal das Fliegen ebenfalls billiger wurde. Auch wurde das Problem mit der Umwelt zu einem immer häufigeren Diskussionspunkt. Die Leute wollten in ihrem Erholungsurlaub eine intakte, natürliche, aber nicht eine vom Waldsterben befallene und durch Verbauung gekennzeichnete Landschaft. Erst seit 1998 konnte der Negativtrend gebremst werden, indem die Veranstalter und Hoteliers noch verstärkter auf Marketing setzten.

Heutzutage sind die Alpen eines der größten Tourismusgebiete der Welt. Zwölf Prozent aller Auslandsreisen der Europäer gehen dorthin, das entspricht ungefähr 50 Millionen Urlaubern jährlich (vgl. Hausarbeiten.de).

Die tourismusintensivsten Gebiete in den Alpen sind Vorarlberg, Tirol und Salzburg in Österreich, das südliche bayerische Alpengebiet und große Teile der Schweiz. Die Kapazität der Gästebetten im Alpenraum liegt bei etwa 5 Millionen. Es werden jährlich ungefähr 400 bis 500 Millionen Übernachtungen getätigt. Dabei hat Österreich die meisten Touristen zu verbuchen.

2.2 Wirtschaftliche Bedeutung des Tourismus

Der Massentourismus hat heute eine sehr große Bedeutung für die Wirtschaft in der Alpenregion bekommen. Im Jahr 2005 gab es zum Beispiel in Österreich 69.981 Tourismusbetriebe mit 1.064.403 Betten und etwa zehn Prozent aller Erwerbstätigen arbeiten im Bereich des Tourismus (vgl. Wikipedia: Tourismus in Österreich). Im Jahr 2004 erzielte Österreich Pro-Kopf-Einnahmen von 1516 Euro aus dem Tourismus. Damit liegt es weit vor anderen Urlaubsländern wie Spanien (906 Euro) oder Frankreich (531 Euro). 2004 wurde somit eine Wertschöpfung von 21,16 Milliarden Euro aus dem Tourismus in Österreich erzielt, was neun Prozent des Bruttoinlandsprodukts entspricht. Dadurch verhalf der Tourismus der österreichischen Wirtschaft dazu, dass immer ein Zahlungsbilanzüberschuss erzielt werden konnte. 2005 betrug dieser Überschuss in der Reiseverkehrsbilanz 5,1 Milliarden Euro (vgl. Wikipedia: Tourismus in Österreich). Dazu kommen die Einnahmen aus dem Dienstleistungssektor, denn die Kaufkraft der Touristen ist für die Einheimischen von enormer Bedeutung. Fast die ganze Alpenbevölkerung ist somit irgendwie mit den Touristen beschäftigt, sei es als Verkäufer im Supermarkt, als Skilehrer oder als Busfahrer. Sie hat sich dem Tourismus also angepasst und sich somit auch sehr stark abhängig von ihm gemacht. Blieben die Einnahmen durch den Tourismus aus, entstünde eine wirtschaftliche Krise. Dies beweisen milde Winter, in denen tiefer gelegene Gebiete Probleme mit dem Schneefall hatten. Doch durch den Klimawandel wird sich das Klima in den nächsten 100 Jahren gravierend verändern und die Tourismusbranche durch höhere Temperaturen, steigende Schneegrenzen und vermehrten Regen genau vor dieses Problem stehen. Um die Veränderungen durch den Klimawandel zu belegen, werden wir diese im nächsten Schritt mit Hilfe von selbst errechneten Klimadiagrammen aufzeigen.

3. Parameter

Um die Auswirkungen des Klimawandels in den nächsten 100 Jahren für die Alpen festzustellen, haben wir in Zusammenarbeit mit dem Max-Planck-Institut für Meteorologie in Hamburg Prognosen für die Veränderung bestimmter Parameter erstellt. Dabei haben wir uns auf Prognosen für die winterliche Durchschnittstemperatur, die Anzahl der Schneetage pro Jahr und die Anzahl der Frosttage pro Jahr im 30-Jahre-Mittel von 2071- 2100 beschränkt. Diese waren für uns besonders aussagekräftig, da sie in einem engen Zusammenhang stehen und sehr wichtig für den Wintersport sind. Denn mit steigenden Temperaturen sinkt die Anzahl der Frost- und Schneetage und das hat, wie wir in Punkt 4 noch genauer beschreiben werden, fatale Folgen für den Skitourismus.

Um diese Prognosen erstellen zu können, haben wir das 30-Jahres-Mittel von 1961-1990 als Vergleichszeitraum gewählt und auf der Basis dieser Daten die Prognosen erstellt. Im ersten Schritt haben wir die Klimadaten der einzelnen Parameter von 1961-1990 ausgewertet und ein 30-Jahres-Mittel für diesen Zeitraum errechnet. Im zweiten Schritt haben wir dann auf der Grundlage des 30-Jahres-Mittels von 1961-1990 und unter Berücksichtigung des A1B-Szenarios Prognosen für das 30-Jahres-Mittel von 1971-2100 errechnet. Das verwendete Klimamodell CLM, mit dem die Daten errechnet wurden, bietet dabei den Vorteil, dass es eine sehr gute Auflösung von 18x18 km bietet und man dadurch besonders genaue Grafiken erstellt. Für die Verwendung des A1B-Szenarios bei unseren Prognosen haben wir uns entschieden, weil es uns am realistischsten erscheint. Denn das A1B-Szenario, das eines der 40 sogenannten SRES-Szenarien (*Special Report on Emissions Scenarios*) ist, welche sowohl dem IPCC-Bericht von 2001 ("*Third Assessment Report*") als auch dem "Fourth Assessment Report" (*AR4*) des IPCC von 2007 zugrunde liegen, beschreibt eine zukünftige Welt mit sehr raschem Wirtschaftswachstum, einer in der Mitte des 21. Jahrhunderts kulminierenden und danach rückläufigen Weltbevölkerung, einer raschen Einführung neuer und effizienterer Technologien und einer ausgewogenen Nutzung verschiedenster fossiler sowie nicht fossiler Energiequellen (vgl. Hamburger Bildungsserver: Klimaszenarien). Man kann es also im Großen und Ganzen als eines der mittleren Szenarien bezeichnen.

3.1 Höhen über Normal Null (NN) der Alpen

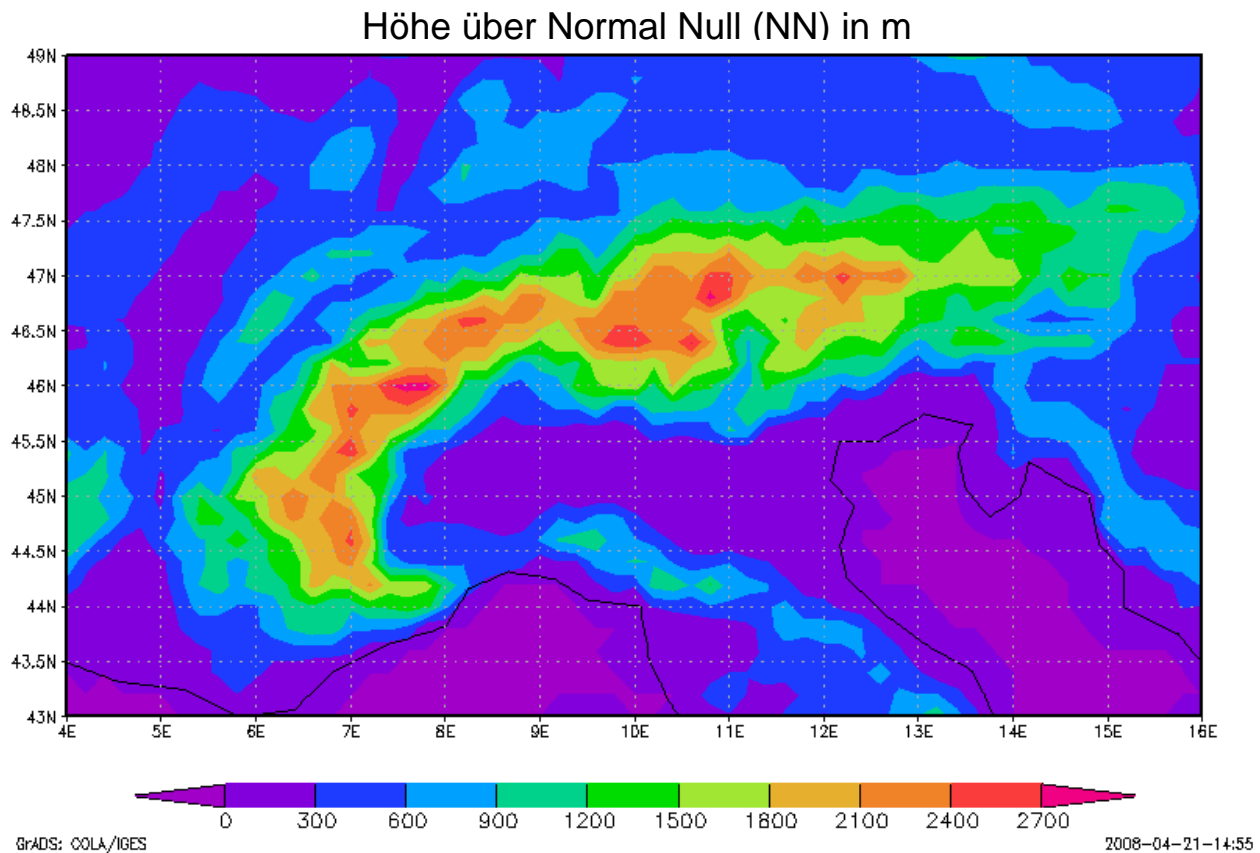


Abb. 1: Höhen über Normal Null (NN) in m der Alpen
(Quelle: erstellt mit Lautenschlager 2006, 20. Jahrhundert)

Das erste selbst erstellte Diagramm (Abb. 1) zeigt die Höhe der Alpenregion über Normalnull, so wie sie im Klimamodell CLM dargestellt werden kann mit einer Auflösung von 18x18 km. Diese hohe Auflösung ermöglicht es, die Höhenstufen sehr differenziert wiederzugeben, was die Genauigkeit der gesamten Aussagen verbessert. Am Alpenrand beträgt die durchschnittliche Höhe zwischen 300 und 900 m. Dieser Bereich ist in der Graphik mit den Farben dunkel- und hellblau markiert. Danach steigt die Höhe schnell an und es ist ein sehr großer mittelhoher Bereich zu erkennen, in dem die Höhe der Alpen zwischen 900 und 1800 m liegt. In der Karte ist dieser Bereich türkis, grün und gelbgrün markiert.

Den letzten Bereich bildet der Gebirgskamm in der Mitte der Alpen. In dem Diagramm ist dieser mit den rötlichen Farben markiert und die Höhe beträgt hier zwischen 1800 m und über 2700 m, wobei der größte Teil zwischen 1800 m und 2400 m liegt. Nur einige wenige Bereiche erreichen eine Höhe über 2400m. Der Mont Blanc ist mit einer Höhe von 4808 m der höchste Berg in den Alpen. Er liegt im italienischen Gebiet der Alpen, hier in der Abbildung 1 also im westlichen Abschnitt.

Für den weiteren Verlauf wird dieses Diagramm sehr wichtig sein, da die Höhe natürlich mit den verschiedenen Werten der Parameter in Verbindung steht.

3.2 Winterliche Mitteltemperatur der Alpen

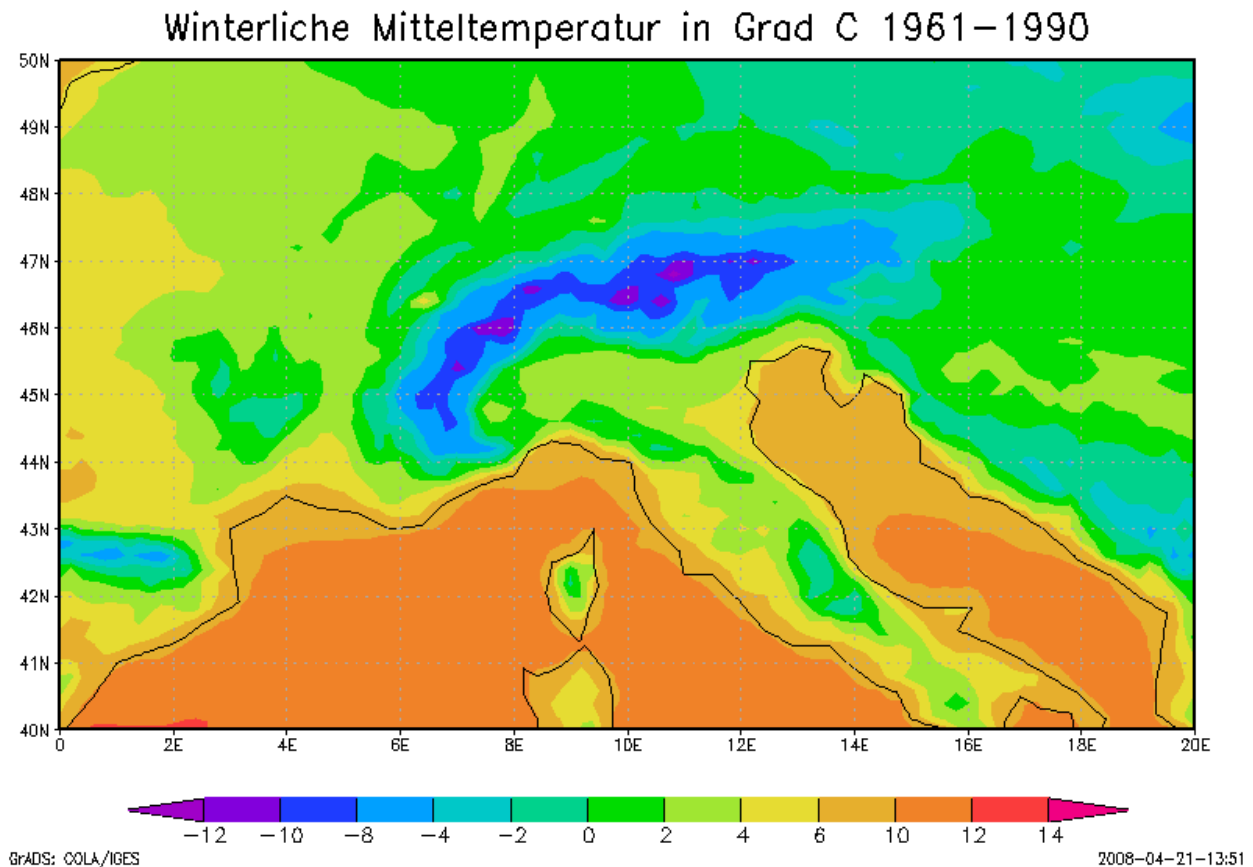


Abb. 2: Winterliche Mitteltemperatur der Alpen in Grad C 1961-1990

(Quelle: erstellt mit Lautenschlager 2006, 20. Jahrhundert)

In dieser Graphik (Abb. 2) wird die winterliche Mitteltemperatur der Alpen im 30-Jahres-Mittel für den Zeitraum von 1961-1990 in Grad C° dargestellt. Als Erstes fällt dabei auf, dass die Durchschnittstemperaturen in den Alpen mit steigender Höhenlage absinken. In den Randbereichen der Alpen, in einer Höhe von 300 bis 900 m betrug die Mitteltemperatur damals zwischen 0 und -4 °C. In den höher liegenden Gebieten zwischen 900 und 1800 m betrug die Durchschnittstemperatur zwischen -4 und -8 °C und in den Gebieten, die über 1800 m liegen, -8 bis -10 °C. Nur an besonders hohen Orten mit Höhen von über 2400 m übersteigt sie die -10 °C-Marke.

Winterliche Mitteltemperatur in Grad C 2071–2100 (A1B)

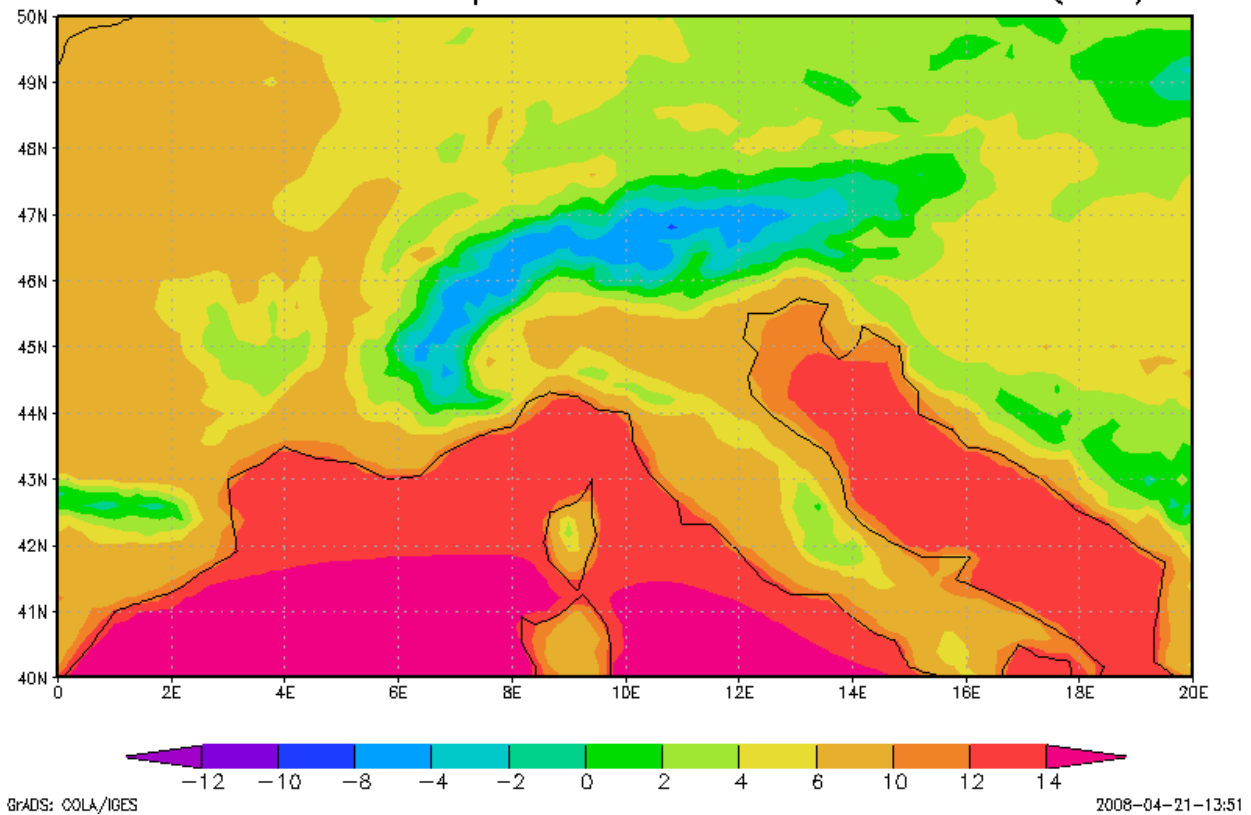


Abb. 3: Winterliche Mitteltemperatur der Alpen in Grad C von 2071-2100 (A1B-Szenarium)

(Quelle: erstellt mit Lautenschlager 2006, A1B-Szenarium)

Abb. 3 zeigt nun die Veränderung der winterlichen Mitteltemperatur im 30-Jahres-Mittel für den Zeitraum von 2071-2100 im A1B-Szenario. Man sieht dabei sehr deutlich, dass der in Abb. 2 große dunkelblau gekennzeichnete Bereich mit einer Höhe von über 1800 m, in welchem es noch durchschnittlich zwischen -8 und über -12 °C kalt war, komplett verschwunden ist. Stattdessen weist dieser Bereich nur noch Temperaturen von -4 bis -8 °C auf. Auch die mittelhohen Gebiete von 900 bis 1800 m haben sich deutlich erwärmt. Dort, wo die Durchschnittstemperatur zwischen 1961 und 1990 noch bei -4 bis -8 °C lag, ist sie nun auf 0 bis -4 °C angestiegen. Ähnliches lässt sich auch für den Alpenrand sagen: Auf einer Höhe von 300 bis 900 m ist hier die Temperatur von 0 bis -4 °C auf 0 bis +4 °C angestiegen.

Differenz der winterlichen Mitteltemperatur in Grad C

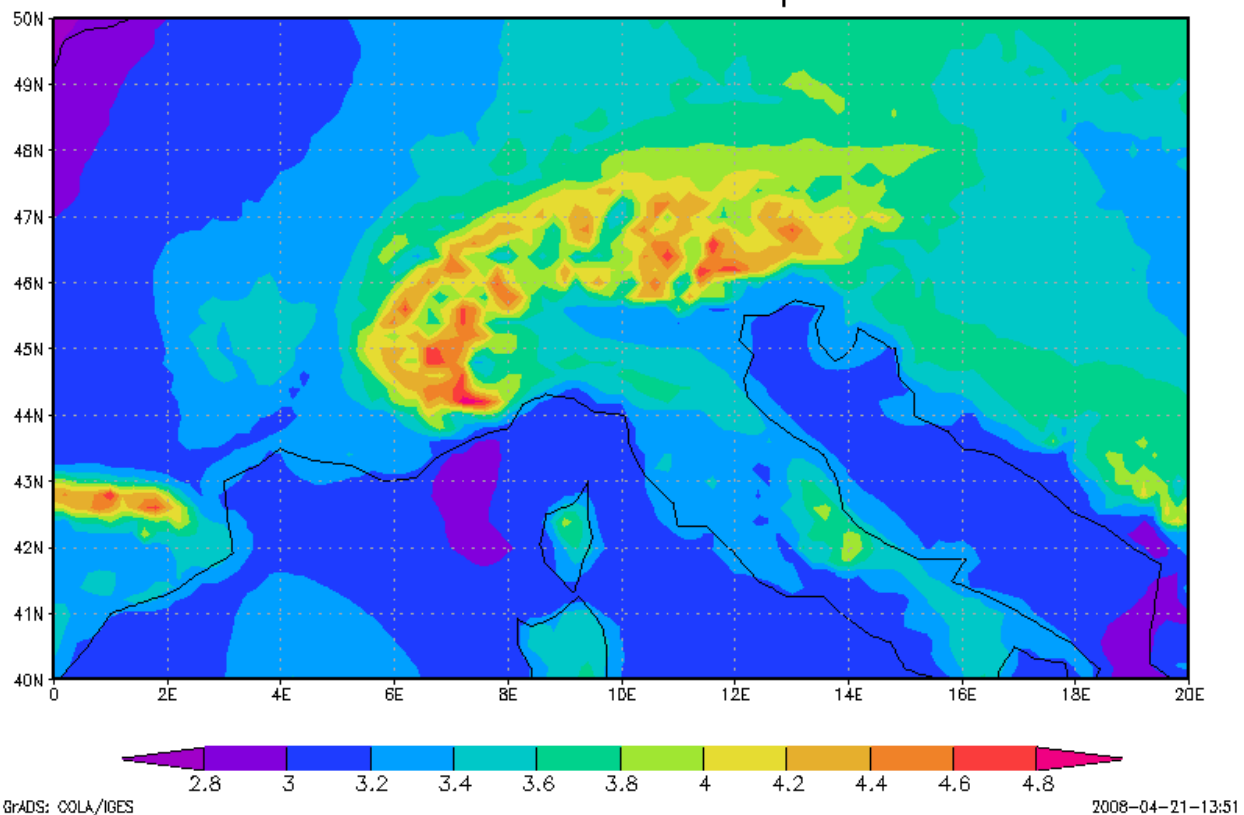


Abb. 4: Differenz der winterlichen Mitteltemperatur der Alpen in Grad C zwischen 1961-1990 und 2071 und 2100

(Quelle: erstellt mit Lautenschlager 2006, 20. Jahrhundert)

Wenn man sich jetzt die Differenz der winterlichen Mitteltemperatur zwischen dem 30-Jahres-Mittel von 1961-1990 und dem prognostizierten 30-Jahres-Mittel von 2071-2100 anschaut (Abb. 4), sieht man, dass sich die Temperaturen in den Alpen in diesem Zeitraum durchschnittlich um 4,2 °C erhöhen werden. Man sieht zudem, dass sich der Klimawandel besonders stark auf die höchsten Bereiche der Alpen auswirkt. Dort steigen die Temperaturen um durchschnittlich 4 bis 4,6 °C an. Im Randbereich ist dieser Anstieg hingegen etwas schwächer, jedoch steigen auch hier die Temperaturen um 3,6 bis 4 °C an. Eine weitere Auffälligkeit dieses Diagramms ist, dass sich die Temperaturen in den Alpen im Vergleich zum Umland deutlich stärker erhöhen werden, denn dort liegen die durchschnittliche Erwärmung im selben Zeitraum nur bei ungefähr 3,2 °C, also 1 °C niedriger. Die Folgen dieser Temperaturerhöhung werden wir in den nächsten zwei Abschnitten mit der Veränderung der Anzahl der Schnee- und Frosttage aufzeigen.

3.3 Anzahl der Frosttage in den Alpen

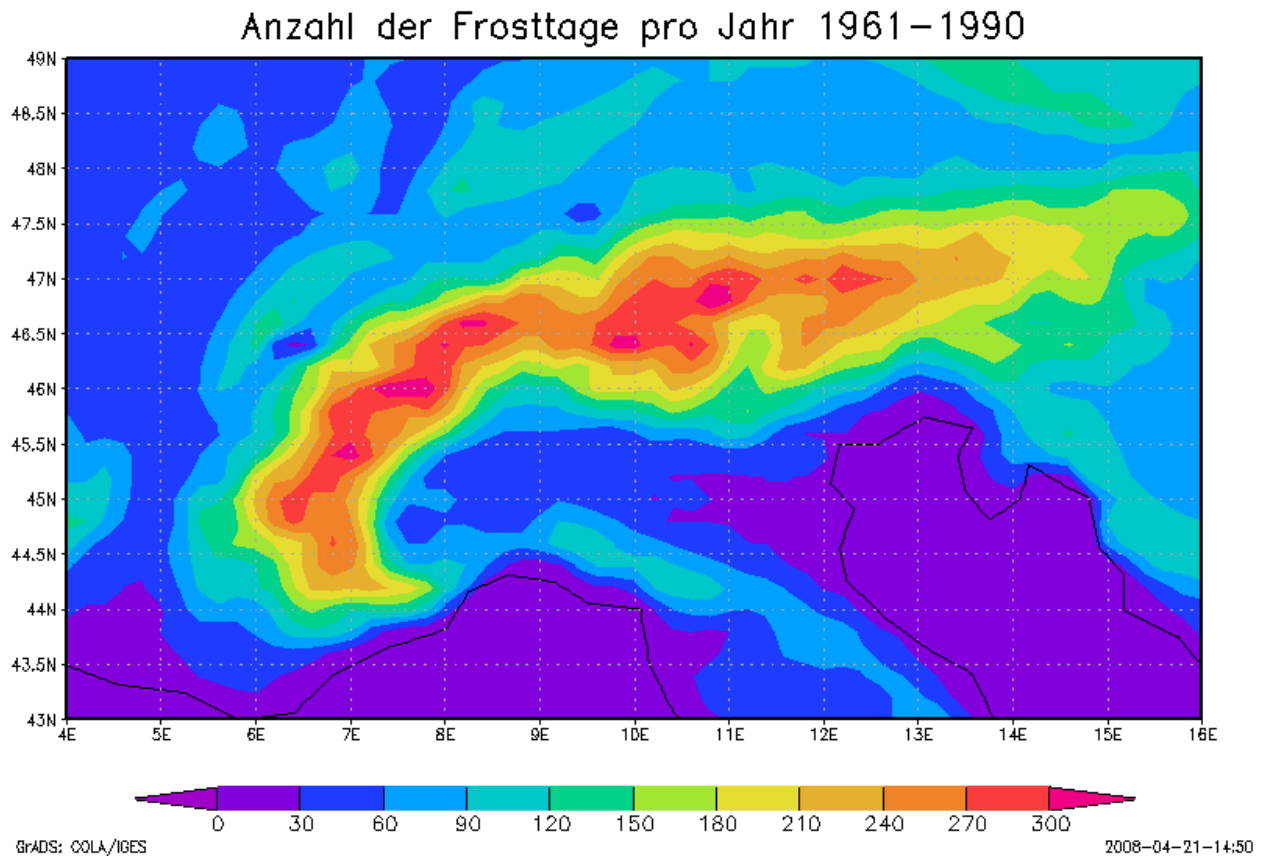


Abb. 5: Anzahl der Frosttage in den Alpen pro Jahr von 1961 bis 1990
(Quelle: erstellt mit Lautenschlager 2006, 20. Jahrhundert)

In diesem Diagramm (Abb. 5) wird die Anzahl der Frosttage pro Jahr im 30-Jahres-Mittel von 1961 bis 1990 dargestellt. In den Randbereichen der Alpen (300 bis 900 m) betrug die durchschnittliche Anzahl der Frosttage in diesem Zeitraum zwischen 90 und 150 Tagen. In den höher liegenden Gebieten (900-1800 m) steigt die Anzahl auf 150 bis 210 Tage und in den Gebieten, die über 1800 m liegen, auf 210 bis 300 Frosttage. Nur an besonders hohen Stellen mit über 2400 m übersteigt die Anzahl teilweise die 300-Tage-Marke.

Anzahl der Frosttage pro Jahr 2071–2100 (A1B)

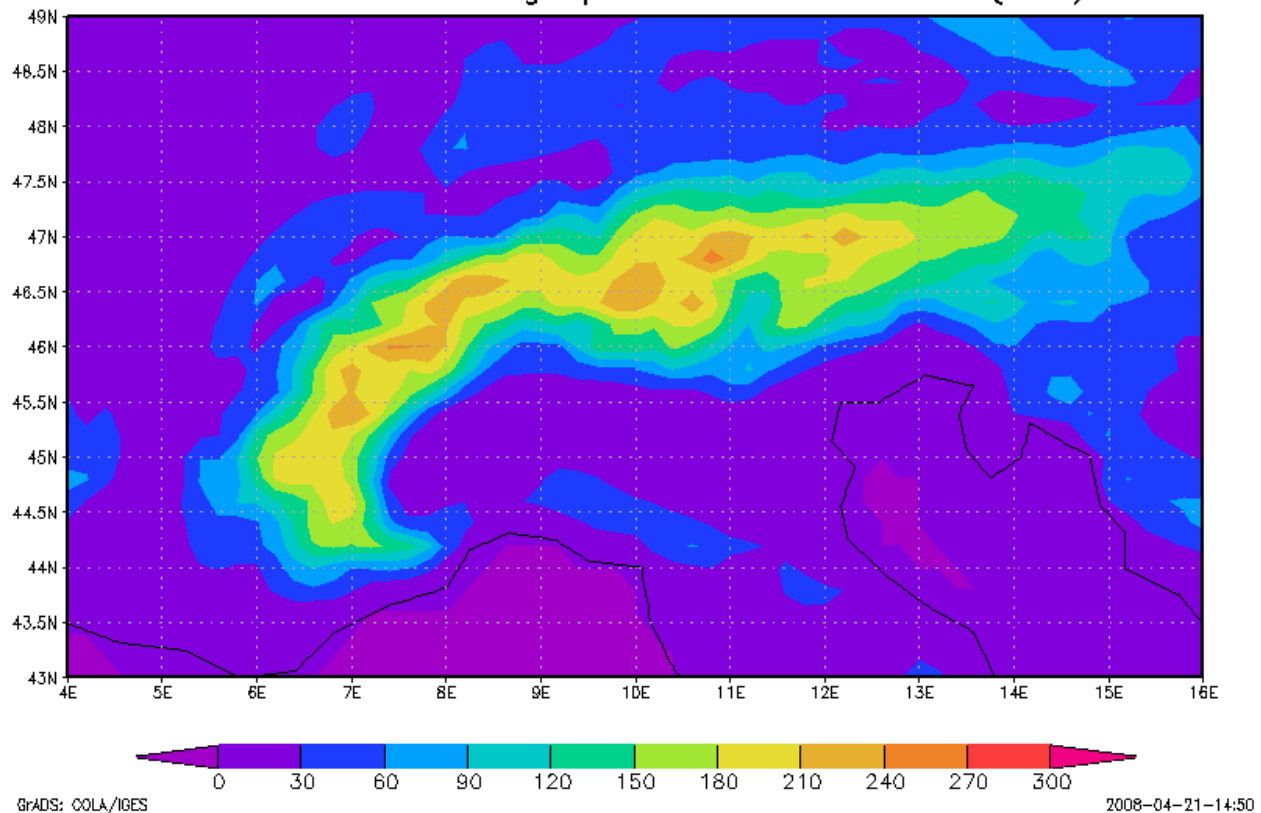


Abb. 6: Anzahl der Frosttage in den Alpen pro Jahr von 2071 bis 2100 (A1B-Szenarium)
(Quelle: erstellt mit Lautenschlager 2006, A1B-Szenarium)

In dem Diagramm, das die Anzahl der Frosttage in dem Zeitraum von 2071-2100 darstellt (Abb. 6), sieht man nun sehr deutliche Veränderungen: Im Randbereich (300 bis 900 m) beträgt die Anzahl der Frosttage nur noch durchschnittlich 60 bis 120 Tage. In den darüberliegenden Gebieten mit einer Höhe von 900 bis 1800 m beträgt die Anzahl nur noch 120 bis 180 Tage und in den Gebieten über 1800 m liegt die Anzahl der Frosttage jetzt nur noch bei 180 bis 240 Tagen. An nur Punkten übersteigt die Anzahl der Frosttage noch die 240-Tage-Marke.

Differenz der Frosttage pro Jahr

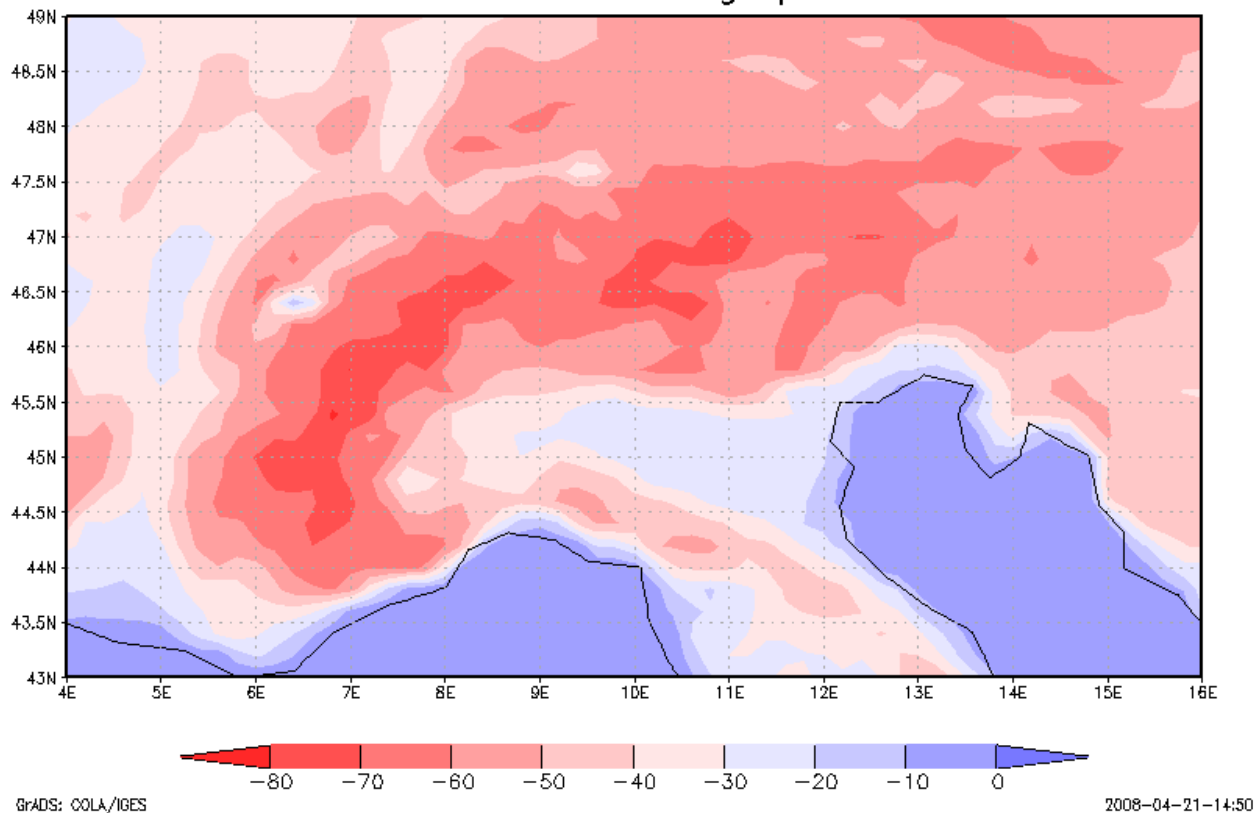


Abb. 7: Differenz der Frosttage in den Alpen pro Jahr zwischen 1961-1990 und 2071-2100

(Quelle: erstellt mit Lautenschlager 2006, 20. Jahrhundert)

Wenn man sich nun die Differenz der Frosttage im 30-Jahres-Mittel von 1961-1990 und 2071-2100 betrachtet (Abb. 7), werden die Auswirkungen des Temperaturanstiegs sehr stark deutlich: In den Bereichen über 1200 m sinkt die Anzahl der Frosttage um 60 bis 80 Tage pro Jahr und in den darunterliegenden Bereichen um 50 bis 60 Tage. Auch im Umland der Alpen sinkt die Anzahl der Frosttage um 20 bis 50 Tage; dies ist jedoch lange nicht so stark wie in den Alpen.

3.4 Anzahl der Schneetage in den Alpen

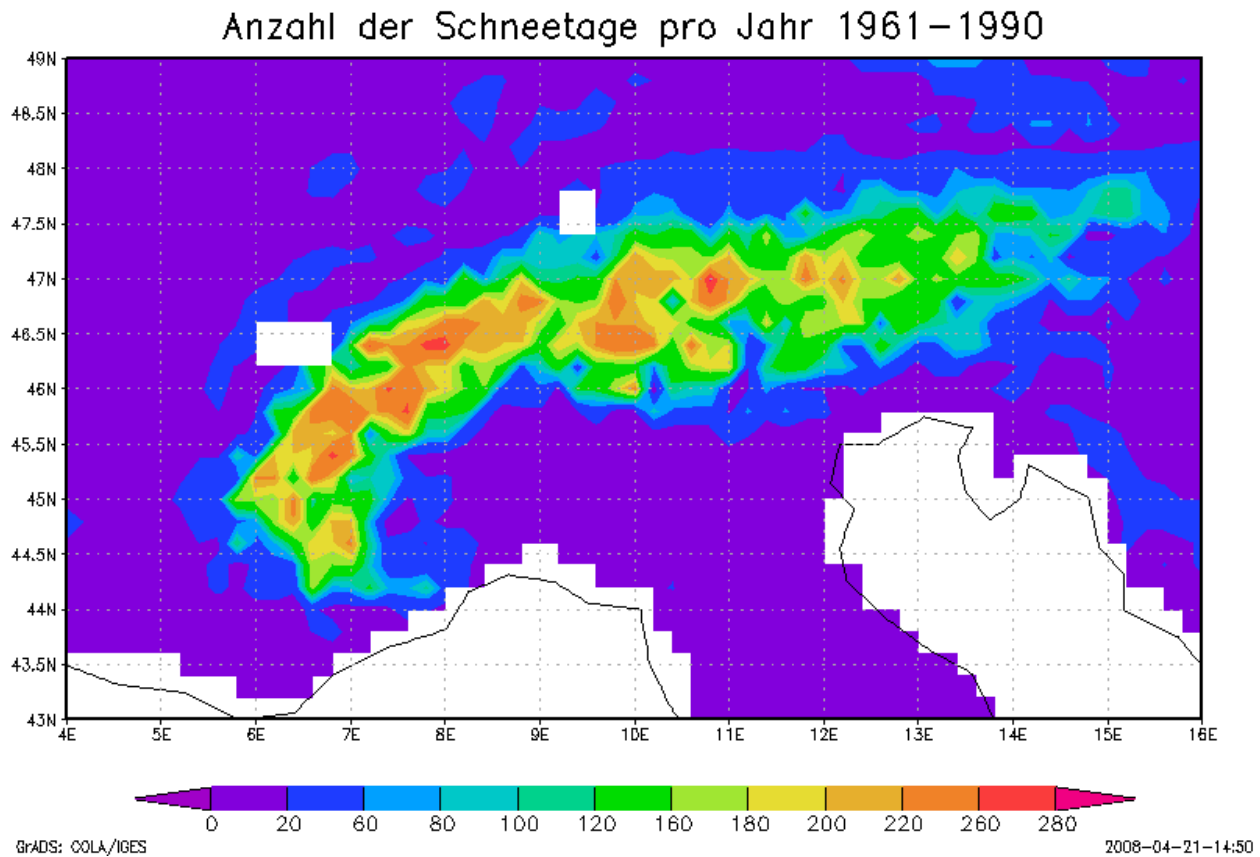


Abb. 8: Anzahl der Schneetage in den Alpen pro Jahr von 1961 bis 1990
(Quelle: erstellt mit Lautenschlager 2006, 20. Jahrhundert)

Die im vorigen Punkt beschriebene Veränderung der Anzahl der Frosttage durch den Temperaturanstieg steht wiederum in Verbindung mit der Anzahl der Schneetage, denn wenn es nicht friert und die Temperaturen nicht unter 0°C sinken, kann zwar Schnee fallen, doch bleibt dieser nicht liegen. Deswegen werden wir jetzt die Veränderung der Anzahl der Schneetage (Tage mit natürlicher Schneebedeckung) im 30-Jahres-Mittel von 1961-1990 und 2071- 2100 beschreiben. Dies lässt sich am einfachsten machen, indem man die Alpen wieder in drei Bereiche gliedert. Zwischen 1961 und 1990 lag die Anzahl der Schneetage im Randbereich (300 bis 900 m) durchschnittlich zwischen 20 und 120 Tagen, im mittleren Bereich (900 bis 1800 m) zwischen 120 und 160 Tagen und im oberen Bereich (über 1800 m) bei 160-260 Tagen. Nur auf den ganz hohen Gipfeln (ab 2700 m) lag teilweise noch länger als 260 Tage Schnee (vgl. Abb. 8).

Anzahl der Schneetage pro Jahr 2071–2100 (A1B)

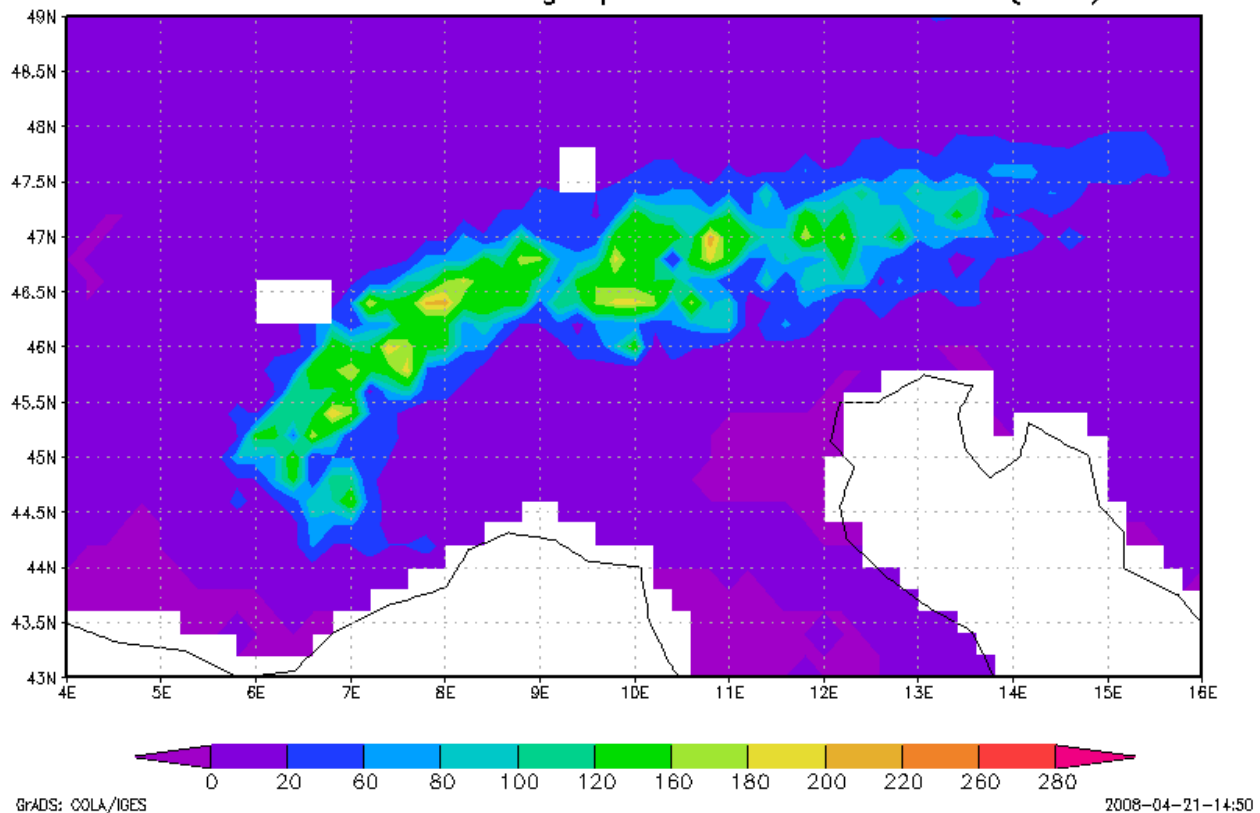


Abb. 9: Anzahl der Schneetage in den Alpen pro Jahr von 2071 bis 2100 (A1B-Szenarium)

(Quelle: erstellt mit Lautenschlager 2006, A1B-Szenarium)

Wenn wir uns nun die Prognosen für den Zeitraum von 2071 bis 2100 ansehen (Abb. 9), sieht man, dass auch hier, wie zu erwarten, die Anzahl der Schneetage deutlich sinkt. Im Randbereich liegt die Anzahl der Schneetage nun nur noch bei 0 bis 60 Tagen, im mittelhohen Alpenbereich zwischen 20 und 100 Tagen und im oberen Alpenbereich nur noch zwischen 100 und 160 Tagen im Jahr. Lediglich in den besonders hohen Gebieten der Alpen, wie zum Beispiel beim Mont Blanc, liegt die durchschnittliche Anzahl der Schneetage während dieser Zeit noch über 160, bis hin zu 260 Tagen.

Differenz der Schneetage pro Jahr

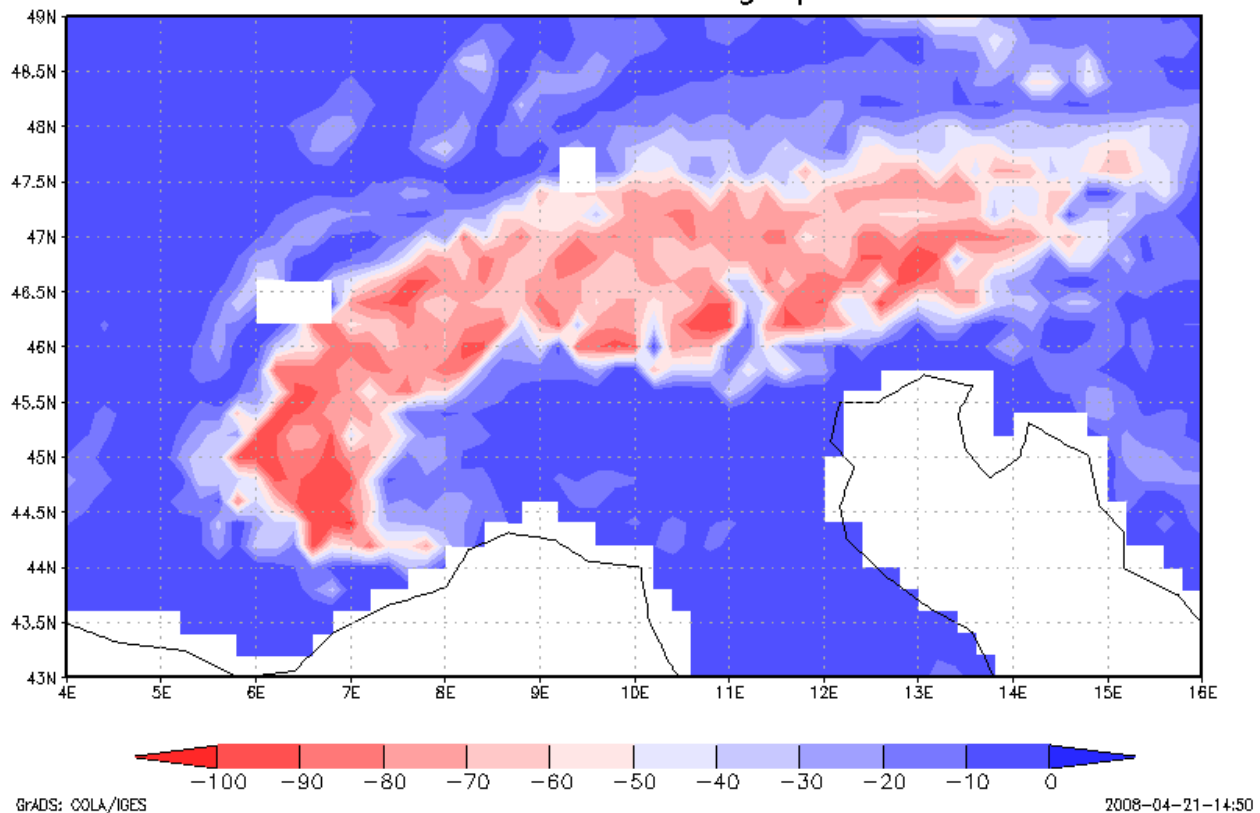


Abb. 10: Differenz der Schneetage in den Alpen pro Jahr zwischen 1961-1990 und 2071-2100

(Quelle: erstellt mit Lautenschlager 2006, 20. Jahrhundert)

Betrachten wir nun die Differenz des 30-Jahre-Mittels der Schneetage vom Vergleichszeitraum 1961- 1990 und der Prognose für den Zeitraum von 2071-2100 (Abb. 10), lässt sich sagen, dass sich in den gesamten Alpen die Anzahl der Schneetage pro Jahr um durchschnittlich 75 Schneetage verringern wird, jedoch nicht überall gleich stark, sondern je nach Höhe verschieden. Am Alpenrand wirkt sich der Temperaturanstieg aufgrund der geringeren Höhe über Normalnull nicht so stark auf die Schneetage aus wie in den oberen Regionen. Trotzdem wird sich die Anzahl der Schneetage in diesem Bereich der Alpen um 50 bis 70 Tage verringern. In den oberen Regionen (über 1200 m) wirkt sich der Temperaturanstieg noch stärker aus: Dabei ist zu erkennen, dass sich insbesondere auf der Südseite der Alpen einige Bereiche befinden, in denen die Anzahl der Schneetage um 90 bis 100 Tage abnehmen wird. In den restlichen Bereichen über 1200 m wird sich die Anzahl der Schneetage um 70 bis 90 Tage verringern.

4. Veränderungen des Skitourismus in den Alpen

Wenn wir jetzt auf unsere Leitfrage zurückkommen und uns die Prognosen für den

Klimawandel in den Alpen ansehen, lassen sich daraus viele Folgen für den Skitourismus ableiten.

Seit 1850 ist es in den Alpen im Schnitt um 2 °C wärmer geworden. Die Jahre 1994, 2000, 2002 und 2003 waren die wärmsten der letzten 500 Jahre. Nach unseren Prognosen werden die Wintermittel-Temperaturen in den Alpen nach dem A1B-Szenarium bis 2100 erneut um durchschnittlich 4 bis 5 °C ansteigen. Durch diesen Anstieg der Temperaturen wird auch die durchschnittliche Anzahl der Frosttage in den Alpen im 30-Jahre-Durchschnitt von 2071-2100 um 65 Tage sinken. Dadurch werden in Zukunft statt Schneekristallen immer häufiger Regentropfen in niedrigeren Lagen vom Himmel fallen und der Schnee bei Temperaturen über 0 °C schmelzen. Aus diesem Grunde wird sich auch die Anzahl der Schneetage stark verringern, nach unseren Berechnungen um durchschnittlich 75 Tage pro Jahr bis zum Jahre 2100. Dies bedeutet für die Skigebiete, dass bis zum Ende des Jahrhunderts die Grenze der Schneesicherheit von derzeit gut 1.200 bis auf 2000 m ansteigen wird. Im Moment gelten 90% der mittelgroßen und großen Skiregionen in den Alpen (das sind 609 von 666 dieser Skiregionen) als schneesicher (vgl. Spiegel Online: Alarmierende Studie). Das heißt, sie haben im Durchschnitt für mindestens 100 Tage im Jahr eine Schneedecke von rund 30 Zentimetern. Die übrigen 10% der Gebiete können schon heute nicht mehr als schneesicher gelten. Nur 1 °C weitere durchschnittliche Erwärmung könnte ihre Zahl auf 500 schneesichere Gebiete mindern. Und jedes weitere Grad bedeute wahrscheinlich das Ende für 100 Skigebiete. Bei einer Erwärmung um 4 bis 5 °C bis 2100 wären nur noch ungefähr 200 dieser Skigebiete schneesicher, das ist nur noch knapp ein Drittel. Am meisten betroffen sind die deutschen Skigebiete. Nahezu alle Gebiete müssen durch den Klimawandel um ihre Schneesicherheit und damit um die wirtschaftliche Grundlage des Wintertourismus fürchten. Für viele Wintersportregionen Österreichs sieht die Zukunft ebenfalls düster aus. Große Skizentren wie Kitzbühel (Niveau des Skigebiets größtenteils unter 2000 m Seehöhe), Schladming (unter 1900 m) und Nassfeld (unter 2000 m) dürften schon bald ihre Schneesicherheit verlieren (vgl. Science ORF.at: Klimawandel). In ganz Österreich würden bis 2100 insgesamt fast 70% aller Skigebiete unterhalb der Schneegrenze liegen (vgl. Forum Gesundheitspolitik). Damit liegt Österreich bei der Anfälligkeit durch den Klimawandel noch über dem Durchschnitt der Alpenländer. Frankreich liegt ungefähr im Mittelbereich und Italien leicht darunter. Am wenigsten würde die Schweiz mit ihren vielen hoch gelegenen Pisten unter einer Erwärmung leiden. Allerdings würde auch dort ein Anstieg der Durchschnittstemperatur um 4 °C die Zahl der schneesicheren Regionen um 50% verringern (vgl. Science ORF.at: OECD-Studie). Insgesamt würde die Zahl die schneesicheren Skigebiete bis zum Zeitraum 2070-2100 um ungefähr 65% sinken (vgl. Science ORF.at: Klimawandel).

Das Aussehen vieler Wintersportorte unter 1800 bis 2000 m wird sich, wenn die Durchschnittstemperaturen wie prognostiziert steigen, stark verändern. Den einzigen Schnee, den es dann mancherorts nur noch geben wird, wird der weiße Pistenstreifen sein, der aus den Bergen kommend bis zum Einstieg in den Lift oder zur Seilbahnstation führt. Unter 1500 m wird der Skitourismus dadurch mittel- bis langfristig zum Erliegen kommen. Dies ist, abgesehen von einigen Nischen (zum Beispiel Tälern, die durch ihre geographische Lage besondere klimatische Bedingungen aufweisen), unserer Meinung nach nicht mehr aufzuhalten. Die Folge ist, dass sich voralpine Regionen, die es nicht schaffen, auf andere Weise für die Touristen attraktiv zu bleiben (Sommertourismus etc.) entvölkern werden, weil es dort keine Arbeitsplätze mehr gibt. Gleichzeitig wird sich

der Skitourismus in den hochgelegenen großen Zentren bündeln und dort für einen starken Zuwachs sorgen. Jedoch werden diese wenigen Gebiete, die bis 2100 übrig bleiben werden, die Massen von Touristen nicht aufnehmen können, sodass die Preise für Liftkarten und Hotels stark ansteigen werden. Skifahren wird dann zur einer Exklusivsportart werden und nur noch für sehr wenige Menschen bezahlbar bleiben.

5. Präventionsmöglichkeiten der Skiorte

Dass sich die Tourismusbranche als Folge des Klimawandels in den niedrigeren Lagen (unter 2000 m) in den nächsten Jahrzehnten auf einschneidende Veränderungen einstellen muss, ist unbestritten. Die Frage ist nur, wie? Eine Möglichkeit ist der Einsatz von Schneekanonen, doch dieser ist letztlich immer nur ein Tropfen auf den heißen Stein - wenn auch für manche Region ein wichtiger. Heutzutage werden zum Beispiel rund 20 Prozent der 7400 km langen Skipisten in der Schweiz künstlich beschneit (vgl. Züricher Zeitung). Man braucht dieses Hilfsmittel, weil die Skifahrer kein Verständnis für mangelhafte Pisten haben und daher auch bei fehlendem Schneefall in Zukunft für Sicherheit und somit Planbarkeit gesorgt werden muss. Doch mit dem künstlichen Beschneien von Pisten sind auch viele Probleme verbunden: Aus wirtschaftlicher Sicht bestehen die größten Probleme darin, dass die künstliche Beschneigung nur mit großen Investitionen der Skiorte in moderne Technik bewerkstelligt werden kann, dies ist für kleinere Orte oft keine Option. Außerdem ist der Verbrauch an Wasser und Energie extrem hoch, was zu weiteren Kosten führt. Würde man versuchen, auch die tiefer liegenden Skigebiete durch Schneekanonen zu erhalten, müssten die 24000 ha Skipisten mit rund 95 Millionen Kubikmetern Wasser im Jahr beschneit werden (vgl. Focus Online). Dies entspräche dem Wasserverbrauch einer Großstadt mit 1,5 Millionen Einwohnern. Die Kosten einer solchen Beschneigung lägen bei rund drei Milliarden Euro. Des Weiteren sind den Schneekanonen auch Grenzen gesetzt, denn sie können nur Schnee herstellen, wenn die Temperatur unter -3°C sinkt (vgl. Spiegel Online: Klimawandel in den Alpen).



Abb. 11: Schneekanone in Betrieb

(Quelle:

<http://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Datei:Schneekanone.jpg&filetimestamp=20051120175859>
(24.03.2009))

Aus ökologischer Sicht bietet die Beschneidung durch Schneekanonen weitere Probleme: Das ganze Jahr über muss Wasser in Reservoirs gesammelt werden. Die in den Bergen angelegten künstlichen Teiche verändern jedoch den unterirdischen Wasserhaushalt, weil sie nach unten abgedichtet sind, damit das Wasser nicht versickert. Zudem könnte der extrem hohe Wasserverbrauch zu einem Wassermangel in manchen Regionen der Alpen führen, da die Sommer auch immer heißer und trockener werden. Ein anderes Problem ist der Kunstschnee selbst; er schmilzt zwei bis drei Wochen später als der natürliche Schnee, dadurch kommt es zu Verschiebungen des Wasserflusses in den Tälern. Außerdem enthält Kunstschnee-Schmelzwasser etwa viermal mehr Mineralien und Nährstoffe als natürliches Schmelzwasser (vgl. Spiegel Online: Klimawandel in den Alpen). Als Folge davon verändert sich der Bewuchs der Böden, in Zukunft würden plötzlich Pflanzen mit höherem Nährstoffbedarf dominieren. Deswegen sind Schneekanonen, unserer Meinung nach, grundsätzlich nur in langfristig schneesicheren Regionen und dort nur punktuell sinnvoll. Tiefer liegende Regionen vermehrt mit Schneebändern in grünen Wiesen zu verzieren, erachten wir als unsinnig, da sich dies längerfristig nicht rentieren würde und die Umweltschäden einfach zu groß wären.

Eine weitere Möglichkeit wäre der Bau von Skihallen in den niedriger liegenden Gebieten. Doch diese Hallen hätten eine katastrophale Energiebilanz und kommen für uns daher nur in Ausnahmefällen in Frage.

Die unserer Meinung nach beste Lösung für die vom Klimawandel betroffenen Skiorte ist ein Umdenken in Richtung Sommertourismus. Der Klimawandel bietet nämlich auch Chancen: „Wenn die Sommermonate heißer und trockener werden und es am Mittelmeer verbreitet 40 Grad heiß sein wird, werden in den nächsten Jahrzehnten die Leute freiwillig im Sommer in die kühlen Berge kommen. Dadurch bekäme die ‚alpine Sommerfrische‘ neue Bedeutung und Attraktivität. Die Bergseen, die heute kalt seien, würden zu Badeseen, und der Herbst verlängere sich bis in den November. Hier böten sich neue Möglichkeiten“ (Züricher Zeitung Online). Dabei könnten zum Beispiel Sommerrodelbahnen, Hochseilparks und ein verstärktes Angebot an Sportarten wie Mountainbiking, Rafting, Canyoning, Wandern, Klettern und Nordicwalking die Attraktivität verstärken. Durch die Abkehr von den Monostrukturen des alpinen Massentourismus und das Ergreifen der Möglichkeiten des Sommertourismus könnten neue Wege beschritten werden, die auch ein Abwandern der Bevölkerung durch Wegfall von Arbeitsplätzen verhindern könnten. Deswegen sollten betroffene Skiorte, um weiterhin für Touristen langfristig attraktiv zu bleiben, anfangen umzudenken, anstatt auf zweifelhafte Hilfsmittel wie Schneekanonen zu bauen.

6. Abschließende Stellungnahme

Im Großen und Ganzen kann man sagen, dass sich der Klimawandel bis 2100 sehr stark auf die Skigebiete auswirken wird. Insgesamt werden ungefähr 65% aller Skigebiete in den Alpen unter die Schneefallgrenze (2000 m) fallen. Davon könnten nur wenige große Orte durch großen technischen Aufwand (künstliche Beschneidung) ihre Attraktivität für Skifahrer erhalten. In den restlichen Orten unterhalb der Schneegrenze kann nur ein Umdenken in Richtung Sommertourismus ein Abwandern der Bevölkerung durch Wegfall von Arbeitsplätzen noch verhindern, da der Einsatz von Schneekanonen

für diese Orte langfristig gesehen nicht mehr rentabel wäre. In den restlichen oberhalb der Schneegrenze liegenden Skiorten führt der Klimawandel hingegen zu einem starken Aufschwung, denn dadurch, dass die Anzahl der schneesicheren Skiorte immer weiter sinkt und sich die Skitouristen auf immer weniger Orte verteilen, wird die Anzahl der Touristen in den verbleibenden schneesicheren Orten stark ansteigen. Dadurch werden sich diese Orte zu großen Skizentren entwickeln. Die einzige Möglichkeit, diese Entwicklung noch abzuschwächen, wäre, den Ausstoß von Treibhausgasen global gesehen drastisch zu senken. Deswegen müssten die Alpenländer eigentlich Vorreiter in Sachen Klimaschutz sein. Dies ist jedoch nicht der Fall. In der neuesten Klima-Rangliste der Entwicklungs- und Umweltorganisation *Germanwatch* sind die Alpenländer auf sehr unterschiedlichen Plätzen eingereiht: Während Deutschland hinter Schweden auf Rang zwei landet, bildet Italien im inneralpinen Vergleich mit Rang 41 das Schlusslicht. Die Schweiz ist mit Platz 9 immerhin noch unter den ersten Zehn. Frankreich (18), Slowenien (24) und Österreich (37) schneiden hingegen eher schlecht ab.

Wenn sich dies nicht ändert und die Alpenländer nicht zu Vorbildern für die ganze Welt werden und schlagartig anfangen, den Ausstoß von Treibhausgasen drastisch zu verringern, wird sich an den von uns prognostizierten Veränderungen durch den Klimawandel bis 2100 voraussichtlich nicht mehr viel ändern.

7. Quellenverzeichnis

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit: Müller, M. (2007): Folgen des Klimawandels sind für das Bergökosystem besonders gravierend.:
http://www.bmu.de/pressemitteilungen/aktuelle_pressemitteilungen/pm/40409.php
(24.03.2009)

CIPRA alpMedia:

<http://www.cipra.org/de/alpmedia/news/2887> (24.03.2009)

<http://www.cipra.org/de/alpmedia/news/2819> (24.03.2009)

Climate Facts: CO₂-Rechner:

<http://www.clear.eawag.ch/models/cozweiD.html> (24.03.2009)

Das Energieportal:

<http://www.das-energieportal.de/startseite/nachrichtendetails/datum/2007/11/14/eintrag/bedeutet-der-klimawandel-das-aus-fuer-die-alpinen-skigebiete/> (20.03.2009)

Focus Online: Skitourismus – Schneekanonen trocknen die Alpen aus (2007):

http://www.focus.de/reisen/urlaubstipps/skitourismus_aid_53825.html (24.03.2009)

Forum Gesundheitspolitik: Gerd Marstedt (2007): Klimawandel bedroht auch den Skitourismus in den Alpen:

<http://www.forum-gesundheitspolitik.de/artikel/artikel.pl?artikel=0497>

Hamburger Bildungsserver: Klimaszenarien:

<http://wiki.bildungsserver.de/klimawandel/index.php/Klimaszenarien> (23.04.2009)

Hausarbeiten.de: Dani Fürst (2001): Der Massentourismus in den Alpen und seine Auswirkungen:

<http://www.hausarbeiten.de/faecher/hausarbeit/tou/13020.html> (25.03.2009)

Greenpeace:

<http://www.greenpeace.at/345.html#1394> (20.03.2009)

http://www.greenpeace.at/klima_oesterreich.html (20.03.2009)

Klimawandel Global:

<http://www.klimawandel-global.de/klimawandel/folgen/folgen-des-klimawandels-in-den-alpen-das-ende-des-massentourismus/> (20.03.2009)

n-tv.de: Klimawandel in den Alpen: Auf den Pisten blühen Blumen (2006):

<http://www.n-tv.de/741014.html> (20.03.2009)

Science ORF.at: Klimawandel – Kein Skispaß mehr unter 2.000 Meter:

<http://science.orf.at/science/news/146388> (23.04.2009)

Science ORF.at: OECD-Studie: Klimawandel bedroht Ski-Tourismus:

<http://science.orf.at/science/news/146523> (23.04.2009)

http://www.seilbahnen.org/MM_Klima.html (24.03.2009)

Scinexx: Alpen: Skitourismus vor dem k.o.? (2004):

http://www.g-o.de/index.php?cmd=wissen_details&id=2001&datum=2004-12-01
(20.03.2009)

Spiegel Online: Klimawandel in den Alpen – Kunstschnee mit Kollateralschäden (2008):

<http://www.spiegel.de/wissenschaft/natur/0,1518,547765,00.html> (24.03.2009)

Spiegel Online: Alarmierende Studie: Klimawandel bedroht fast alle deutschen Skiorte (2006):

<http://www.spiegel.de/reise/aktuell/0,1518,454370,00.html> (23.04.2009)

Wikipedia:

http://de.wikipedia.org/wiki/Alpen#Klima_der_Alpen (23.04.2009)

http://de.wikipedia.org/wiki/Tourismus_in_%C3%96sterreich (23.04.2009)

Züricher Zeitung Online: Skisport unter 1500 Metern wird aussterben (2007):

http://www.nzz.ch/nachrichten/wirtschaft/aktuell/articleeyqfb_1.121008.html (23.04.2009)

Quellen für die verwendeten Klimadaten in unseren Berechnungen:

20. Jahrhundert:

Lautenschlager, 2006: Climate Simulation with CLM, Climate of the 20th Century run no.1, Data Stream 3: European region MPI-M/MaD. World Data Center for Climate. CERA-DB "CLM_C20_1_D3" http://cera-www.dkrz.de/WDCC/ui/Compact.jsp?acronym=CLM_C20_1_D3

A1B-Szenario:

Lautenschlager, 2006: Climate Simulation with CLM, Scenario A1B run no.1, Data Stream 3: European region MPI-M/MaD. World Data Center for Climate. CERA-DB "CLM_A1B_1_D3" http://cera-www.dkrz.de/WDCC/ui/Compact.jsp?acronym=CLM_A1B_1_D3