



„Der Alptraum“

Wird der Klimawandel den Schnee und die Gletscher der Alpen zum Schmelzen bringen?



Eine Klausurersatzleistung
Im Fach Seminar

Von:
Samantha Cwielong
Michael Bilinski
Jan Lemieszek

Eingereicht bei Herrn Knackendöffel
Am 10.12.2010

Inhaltsverzeichnis

1. EINLEITUNG	III
2. DIE ALPEN UND IHRE AUSMAßE	III
3. AUFBAU UND BEZEICHNUNG DER UNTERSCHIEDLICHEN ALPENGEBIETE UND IHR EINFLUSS	IV
4. DIE ALPEN (GEOGRAPHISCH)	V
4.1. Lage in Europa	V
5. ALPEN ALS KLIMASCHEIDE UND DER FÖHN	VI
6. KLIMAWANDEL IN DEN ALPEN UND SEINE AUSWIRKUNGEN	VIII
6.1. Veränderungen der Alpen	VIII
6.1.1. Die Temperatur	VIII
6.1.2. Niederschlag	IX
6.1.3. Frosttage	X
6.1.4. Schnee	X
7. FOLGEN	XI
7.1. Höhere Temperaturen	XI
7.2. Höhere Niederschlagsmenge	XII
8. BEWERTUNG	XIII
9. QUELLEN	XIV

1. Einleitung

„Die Alpen könnten im Jahr 2100 eisfrei sein“ (Spiegel Online). Mit derartigen Schlagzeilen drohen die Zeitungen und die Medien. Doch wie viel Wahrheit steckt hinter diesen Zukunftsprognosen? In unserer Arbeit werden wir uns mit dieser Fragestellung auseinander setzen.

Heutzutage ist jedem bewusst, wie schlimm es um unser Klima steht, doch was genau wird die zunehmende Temperatur bewirken?

Schon heute stellt der Klimawandel in den Alpen eine Bedrohung dar. In den Nachrichten hören wir immer mehr von stürzenden Felsen und tauendem Eis, die den Aufenthalt in den Alpen riskant machen.

Mittels Klimakarten werden wir einen vorausschauenden Blick auf den Klimawandel in den Alpen in den nächsten Jahrzehnten werfen und bewerten.

Um ein besseres Verständnis von der Problematik zu bekommen, werden wir uns zunächst mit den Dimensionen der Alpen, dem geologischen Aufbau (und deren Bezeichnungen) und der geographischen Lage beschäftigen. Anschließend soll die Klima beeinflussende Wirkung der Gebirge in Europa beleuchtet werden (Klimascheiden).

Erst dann analysieren wir die Klimakarten und bewerten Folgen des Klimawandels für die Alpen.

2. Die Alpen und ihre Ausmaße

Die durchschnittliche Gipfelhöhe der Alpen misst 3.000 - 4.000 Meter über dem Meeresspiegel. Höchster Gipfel ist jedoch der Mont Blanc mit seinen 4.810 Metern. Die Alpen bestehen nicht nur aus Gipfeln, sondern auch aus Gebirgspässen, das sind langgezogene Gebirgspassagen. Der höchstgelegene von ihnen ist der Col de l'Iseran, in einer Höhe von 2770 Metern.

Bogenförmig zieht sich das Gebirge auf einer Länge von 1.200 km vom Golf von Genua bis zur Donau, bei einer Breite von 150-250 km. Die auf der Erdkugel bedeckte Fläche beträgt 220.000km² (22.000.000ha).

Reliefkarte: Alpen

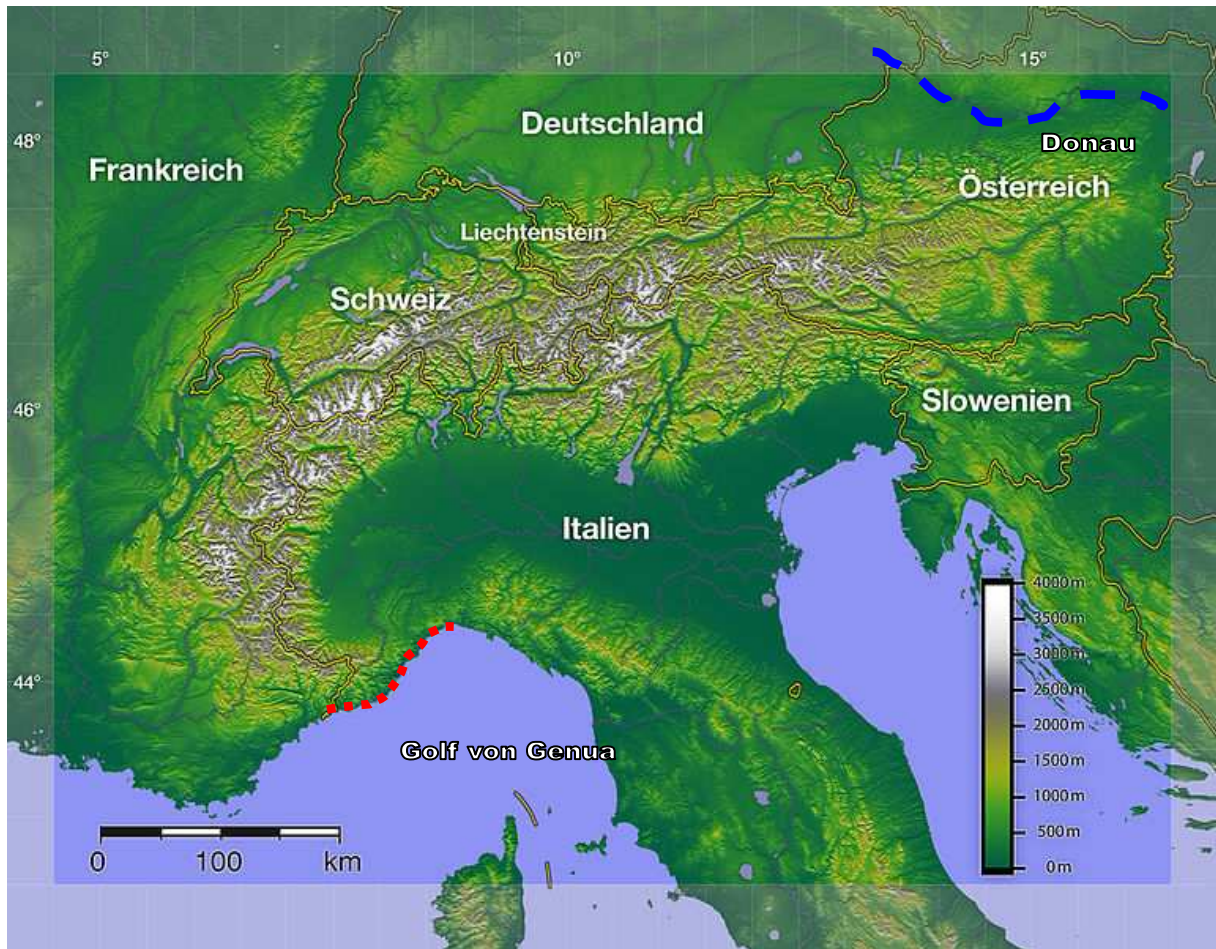


Abb. 1: Reliefkarte der Alpen. Der Beginn ist rot, das Ende blau markiert. Die Höhe lässt sich anhand der Farbskala ablesen, die Dimension verdeutlicht der Maßstabsbalken.¹

3. Aufbau und Bezeichnung der unterschiedlichen Alpengebiete und ihr Einfluss

Zuerst muss hier erwähnt werden, dass es viele verschiedene Benennungen der Alpentteile gibt, die stark variieren und nicht miteinander vereinbar sind. Wir haben uns folgend auf die in Deutschland verbreitetste und am meisten eingebürgerte bezogen.

Die gesamten Alpen lassen sich zunächst sehr grob in West – und Ostalpen unterteilen. Die Westalpenregion ist durchschnittlich höher und schmaler als die Ostalpenregion. Im Westen befinden sich somit wesentlich mehr hohe Gebirgspässe.

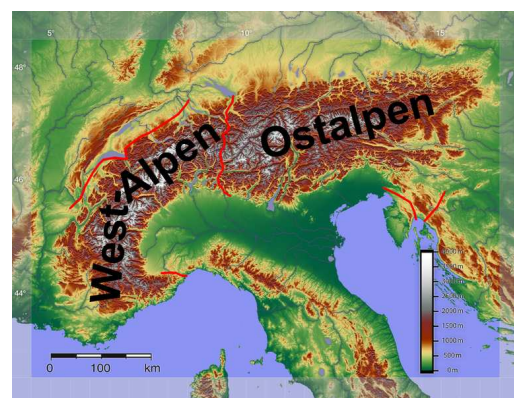


Abb. 2: Ost- und Westalpen²
Gipfel (über 4000 m hohe) und höher gelegene

¹ Quelle: http://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Datei:Alpenrelief_02_deutsch.jpg&filetimestamp=2010111200211

² Quelle: <http://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Datei:Ostalpen-Westalpen-Untergliederung.PNG&filetimestamp=20090405220513>

Weiter und genauer kann man die Alpen nach geologischen Einheiten einteilen. Diese unterscheiden sich in Gesteinsabfolge und in ihrer Herkunft. Daraus ergibt sich nun die weitere Einteilung in vier Großeinheiten: Das Helvetikum (grün), das Penninikum (lila), das Ostalpin (blau) und das Südalpin (braun) mit jeweils 2-3 Untereinheiten.:

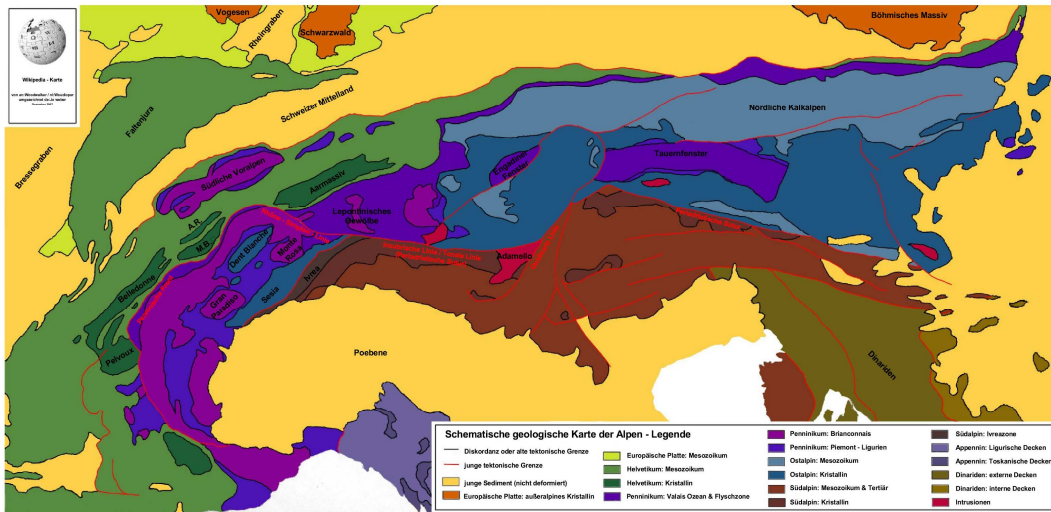


Abb. 3: Alpengeologie³

Noch weiter lassen sich die Alpen anhand ihrer Gebirgsgruppen einteilen. Beispiel Bild rechts: (Dolomiten markiert)

Und obwohl die Bodenbeschaffenheit der soeben vorgestellten, vielen verschiedenen Einteilungen vielfältig ist und von kristallin bis kalkartig reicht, nimmt dies soweit keinen Einfluss auf die zukünftigen Veränderungen der Alpen, die wir später näher untersuchen wollen.

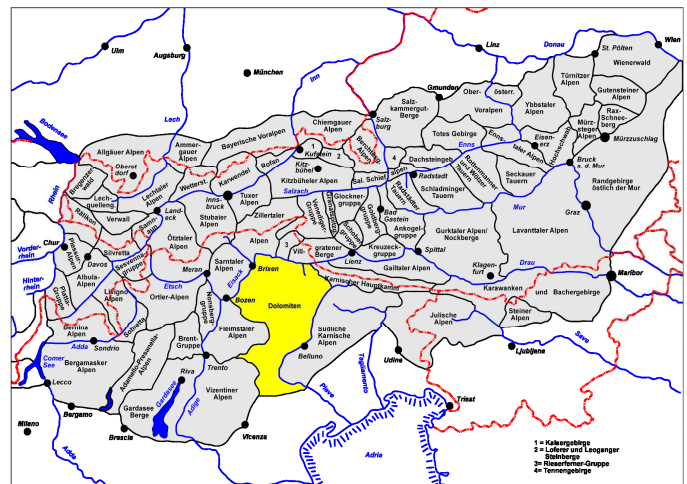


Abb. 4: Gebirgsgruppen⁴

4. Die Alpen (geographisch)

4.1. Lage in Europa

Wie man anhand der unteren Landkarte erkennen kann, ist die geographische Lage der Alpen mitten in Zentraleuropa. Dieses hat zur Folge, dass weltklimatisch bedingte, signifikante Veränderungen der Gletscher wiederum unmittelbaren Einfluss auf die Klimate Europas haben und umgekehrt.

³ <http://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Datei:Alpengeologie01.png&filetimestamp=20071203201720>

⁴ <http://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Datei:Dolomiten.png&filetimestamp=20060320142551>



Abb. 5: Europa politisch/(geographisch) Die Grenzen der Alpen wurden rot markiert⁵

4.1.1. Alpenländer

Folgende Staaten liegen flächenmäßig hauptsächlich in dem Bereich, welcher als Alpen definiert wird. Dementsprechend werden die Konsequenzen des Klimawandels der Alpen dort am deutlichsten spürbar werden.

Fürstentum Liechtenstein, Schweiz und Republik Österreich

4.1.2 Anliegerstaaten

Dies sind die Staaten, bei denen kleinere oder auch größere Flächenanteile den Alpen zuzuordnen sind:

Bundesrepublik Deutschland, Frankreich, Italien, Monaco und Slowenien.

5. Alpen als Klimascheide und der Föhn

Die Alpen stellen eine bedeutende Klimascheide Europas dar. Diese trennen Landschaftsteile in Räume verschiedener Klimate. So teilen sie das sich nördlich befindende, mitteleuropäische Klima von dem südlichen mediterranem Klima (auch Atlantische und Pannonische Klimaprovinz genannt). Da der horizontale Luftaustausch durch die Alpen

⁵ http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/6/6e/Europe_countries_map_de (Bearbeitet)

unterbrochen wird, haben die Gebiete beider Gebirgsseiten unterschiedliche Temperaturen, Luftdruck, Niederschlagswerte und Feuchtigkeit.

Die alpine Wetterlage wird durch den Föhn gekennzeichnet. Die dem Wind zugewandte Seite, auch Luv genannt, fördert, dass Luftmassen hoch gedrängt werden. Die Temperatur der Alpen nimmt ca. 0.5°C pro 100 m Höhenanstieg ab. In der Höhe kühlt die Luft ab und kondensiert. Das hat zur Folge, dass es zu starker Wolkenbildung kommt und diese als Niederschlag abregnet. Diesen Vorgang nennt man Steigungsregen. Die sich oben befindende, nun trockene Luft sinkt an der Lee-Seite (die vom Wind abgewandte Seite) herab. Man bezeichnet diesen warmen Fallwind als Föhn. Der Föhn kann auf der Alpennord- oder Südseite auftreten, je nachdem, ob der Wind aus Süden oder Norden kommt.

In der Zone, wo dieser besonders auftritt, herrscht pannonisches Klima. Pannonisches Klima wird als ein strahlungsreiches Trockenklima definiert, mit einem jährlichen Niederschlagsgehalt um die $700\text{mm}/\text{m}^2$.

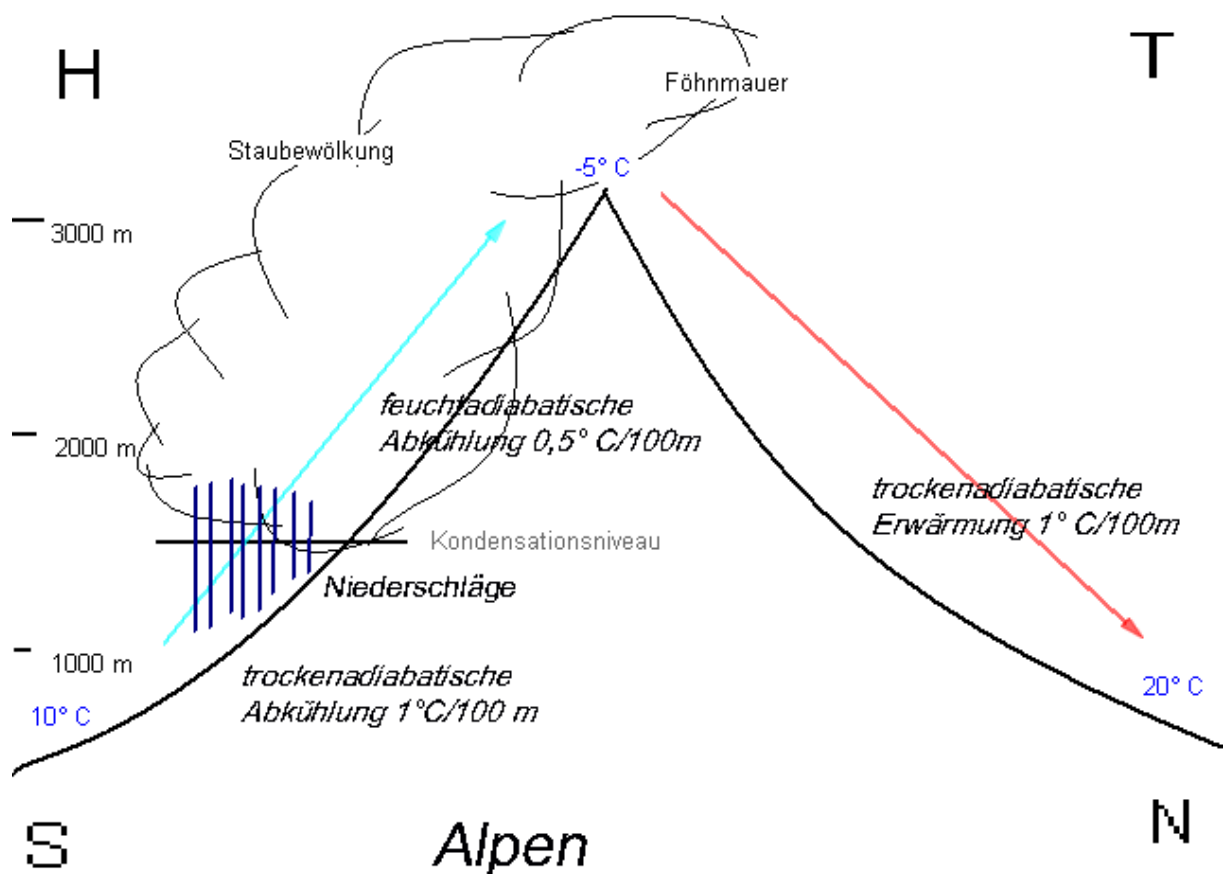


Abb. 6: Schema der Föhn-Entstehung auf der Nordseite der Alpen⁶

⁶ <http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/2/26/Foehn.png>

6. Klimawandel in den Alpen und seine Auswirkungen

6.1. Veränderungen der Alpen

Mit dem nun erworbenen Wissen über die Alpen können wir uns die Klimakarten anschauen und bewerten. In den Alpen wird es zu einem erheblichen Klimawandel kommen, welcher durch die globale Erderwärmung herbeigeführt wird. Die folgenden Klimakarten sind unter Einbezug des Szenarios „A1B“ errechnet worden.

Um die regionalen Folgen in den Alpen zu verstehen, werden wir uns zuerst die Veränderung verschiedener Klimadaten ansehen und kurz auswerten! Zeiträume für Klimakarten werden häufig etwas größer gewählt, da man so genauere Durchschnittswerte erhält. Bis auf weiteres werden wir nur die **Frühlingswerte** der Jahre 1971-2000, 2021-2050, 2071-2100 miteinander vergleichen, da es in dieser Jahreszeit zu dem stärksten jahreszeitlichen Schneefall kommt und deshalb eine Veränderung deutlich erkennbar ist. Die vierte Abbildung zeigt jeweils die Differenz von den Jahren 1971-2000 und 2071-2100.

6.1.1. Die Temperatur

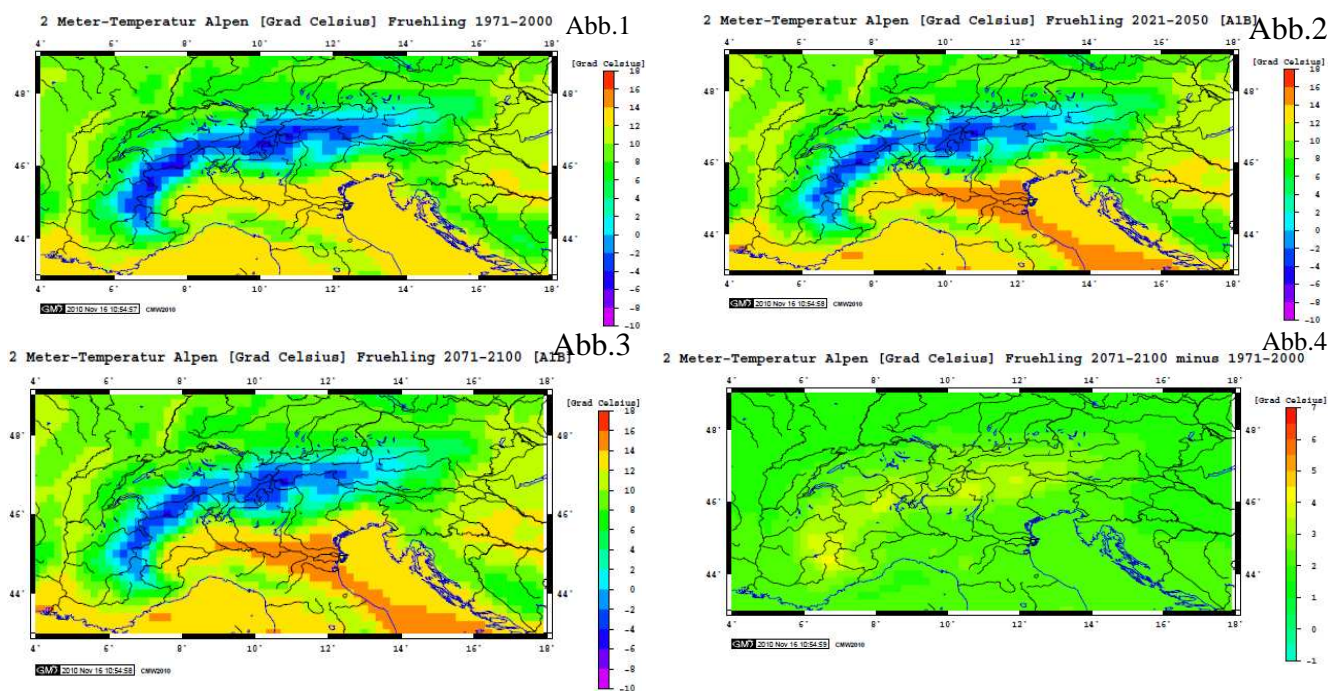


Abb. 7: Temperaturveränderungen bis 2100⁷

Auf den Abbildungen sind nicht nur die Alpen, sondern auch der nördliche Teil des Mittelmeerraumes und die jeweils umliegenden Länder dargestellt. Je wärmer die Farbe, desto höher ist die Temperatur, was die Skala rechts neben der jeweiligen Grafik zeigt. Aus diesem Grund wird auch der deutliche Temperaturunterschied zu den Alpen sichtbar, welche auf der Abbildung mit einer hell- und dunkelblauen Farbe markiert sind. Mit den nächsten Abbildungen wird die steigende Temperatur des Umfelds gezeigt. Wie man an der Klimakarte

⁷ Eigene Darstellung, Daten nach: Lautenschlager, 2006: Climate Simulation with CLM, Data Stream 3: European region MPI-M/MaD. World Data Center for Climate

Abb.7.4 deutlich erkennen kann, wird die Temperatur im Jahresdurchschnitt der Jahre 2071-2100 in einigen Regionen der Alpen um bis zu 4-5°C ansteigen.

6.1.2. Niederschlag

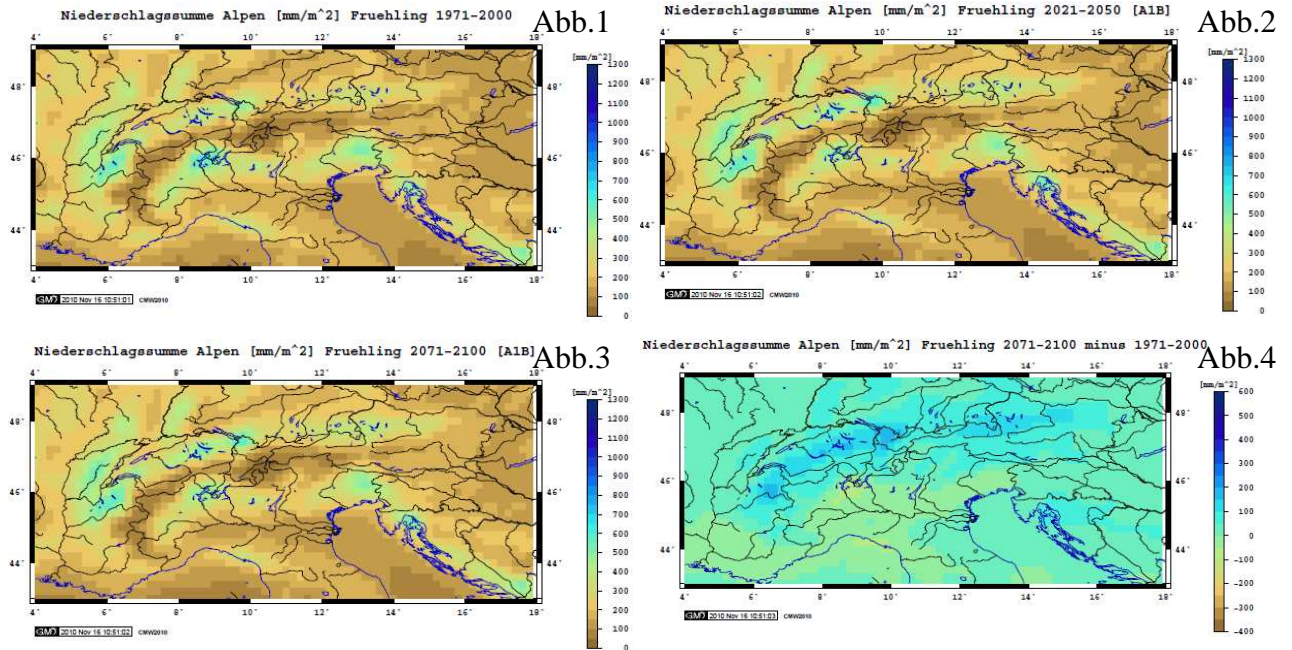


Abb. 8: Niederschlagsveränderungen bis 2100⁸

In diesen vier Klimakarten wird nun der Niederschlag in den Alpen und dessen Veränderung in den nächsten Jahrzehnten grafisch dargestellt. Die Alpen befinden sich in der gemäßigten Zone. Die Niederschlagswerte sind in der Skala rechts neben den Grafiken abgebildet. Den Werten und der Skala entsprechend wurden auch in diesen Klimakarten bestimmte Zonen mit der jeweiligen Farbe markiert. Die braune Farbe markiert den minimalen Niederschlagswert, also eine sehr trockene Zone. Die blaue Farbe markiert Zonen mit einem hohen Niederschlagswert.

Eine Intensivierung des Niederschlags ist zu erkennen, wenn man sich chronologisch die Grafiken ansieht und schließlich auch die Grafik mit der Differenz. Die Randbereiche der Alpen weisen ebenfalls einen höheren Niederschlag auf, welcher mit grüner bis hellblauer Farbe markiert ist (600-700 mm/m²). Zwischen den Zeitphasen selbst ist nur ein geringer Anstieg des Niederschlags zu erkennen. Wenn wir allerdings die Abb. 8.4 betrachten, sehen wir einen Anstieg der Niederschlagswerte in den Alpen um 0-100 mm/m², an einigen Stellen sogar um 200 mm/m².

⁸ Eigene Darstellung, Daten nach: Lautenschlager, 2006: Climate Simulation with CLM, Data Stream 3: European region MPI-M/MaD. World Data Center for Climate

6.1.3. Frosttage

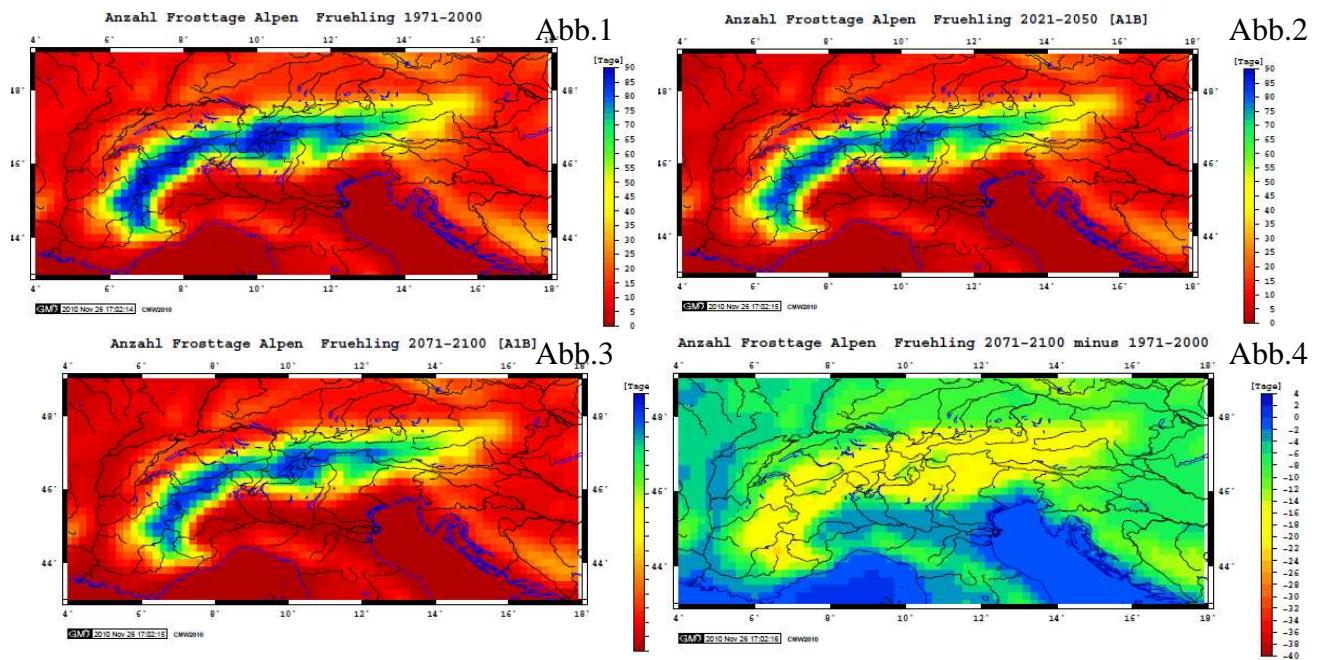
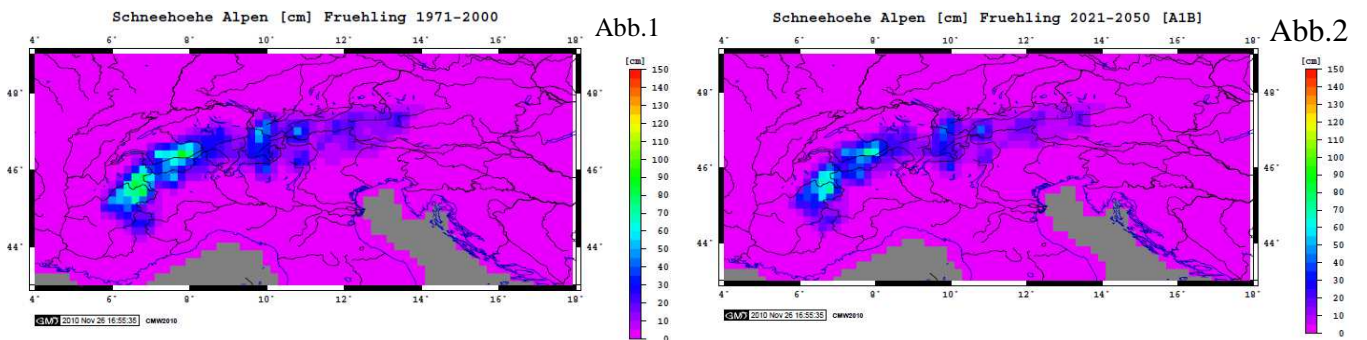


Abb. 9: Änderung der Frosttage bis 2100⁹

Diese Klimakarten zeigen die Anzahl der Frosttage der Alpen im Frühling an. Die Tage werden in einer Skala rechts neben der Grafik dargestellt. Die Farben weisen dieses Mal (mit den Farben rot und blau) einen starken Kontrast zwischen den Alpen und ihrem Umfeld auf. Aus der ersten Klimakarten (1971-2000) ist abzulesen, dass die Anzahl der Frosttage der Alpen zwischen 40 (Randbereiche) und 90 (Zentrum) liegt. Beim blick in die zukunft zeigt sich: Blaue Bereiche färben sich grün und grüne Bereiche färben sich gelb, somit sinkt die Anzahl. Dies bestätigt auch die Abb. 9.4, welche einen Rückgang der Frosttage um durchschnittlich 20 Tage darstellt.

6.1.4. Schnee



⁹ Eigene Darstellung, Daten nach: Lautenschlager, 2006: Climate Simulation with CLM, Data Stream 3: European region MPI-M/MaD. World Data Center for Climate

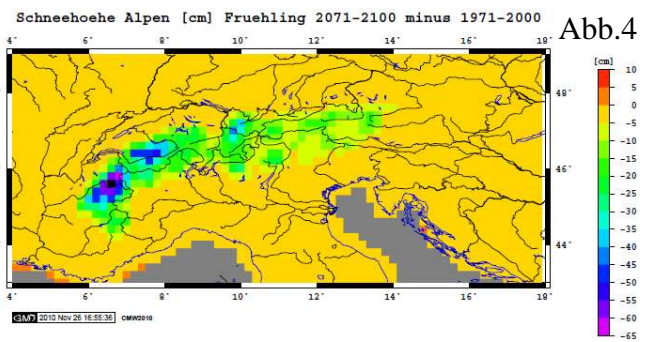
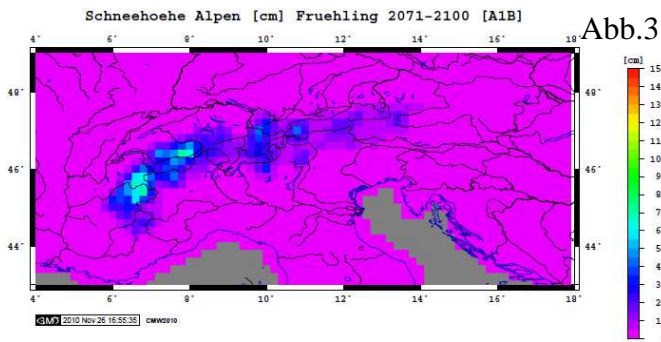


Abb. 10: Änderung der Schneehöhe bis 2100¹⁰

Die vier Abbildungen zeigen die Schneehöhen in den Alpen und ihrem Umfeld im Frühling. Während die Alpen in den Jahren 1971-2000 noch eine Schneehöhe von durchschnittlich 90 cm (grüner Bereich) hatten, sieht man schon in der Abb. 10.2 (2021-2050) eine deutliche Abnahme der Schneehöhe. In der ersten Abbildung noch grün markiert, sieht man hier nur noch eine hellblaue Markierung. Zwischen der Abb. 10.2 und der Abb. 10.3 ist jedoch keine große Differenz zu erkennen. Betrachtet man die vierte Abbildung, auf der die Differenz deutlich ist, so kann man eine enorme Abnahme der Schneehöhe von bis zu 60 cm (lila Markierung) erkennen.

7. Folgen

7.1. Höhere Temperaturen

Unsere Klimakarten zeigen einen deutlichen Temperaturanstieg. Doch was birgt dieser Anstieg an Gefahren für die Menschen? Steinschläge!

Das Gestein in den Alpen ist ganzjährig gefroren. Dieser **Permafrost** hat eine enorm wichtige Funktion, da er das Gestein der Alpen zusammenhält. Unter dem Begriff „Permafrost“ versteht man einen ganzjährig gefrorenen Boden, der sich in einem Gebiet befindet, welches mehrere Jahre unter 0 °C liegt. Nun aber steigt die Temperatur, und sollte dieser Permafrost nun tauen, würde es zur Instabilität der Felsen und des Gesteins kommen und bei Hängen zu gefährlichen Felsstürzen, wie es sich in den Jahren 2003 und 2004 in den Alpen schon zahlreich ereignet hat. Zudem werden bei dem Tauen Gase wie Methan und gespeichertes CO₂ in großen Mengen freigesetzt, wobei ein positiver Rückkopplungseffekt folgt. Es kommt beim Schmelzen der Permafrostböden also zu einem weiteren Anstieg der Temperatur.

¹⁰ Eigene Darstellung, Daten nach: Lautenschlager, 2006: Climate Simulation with CLM, Data Stream 3: European region MPI-M/MaD. World Data Center for Climate



Abb. 11: Permafrost¹¹

Auch die Gletscher sind durch den Temperaturanstieg gefährdet. Gletscher sind Eismassen, die aus mehreren Schneesichten bestehen, welche sich durch Druck verdichtet haben. Auf dem Bild ist der Aletschgletscher zu erkennen, welcher - wie 5.000 andere Gletscher der Alpen - zu schmelzen droht.

Ein weiteres Problem der durch die höhere Temperatur schmelzenden Gletscher zeigt sich in der Wasserversorgung, denn die Gletscher der Alpen speichern Trinkwasser und zählen in ihrer Region zu den wichtigsten Wasserquellen.



Abb. 12: Der Aletschgletscher¹²

7.2. Höhere Niederschlagsmenge

Eine weitere Konsequenz aus dem Temperaturanstieg ist die **Zunahme von Niederschlägen** (siehe Klimakarten: Niederschläge), welche zu gravierenden Erdrutschen führen. Die Niederschläge schwämmen den Boden auf, woraus eine weitere **Permafrostabnahme** und Felsstürze resultieren.

¹¹ [http://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Datei:Permafrost - ice_wedge.jpg&filetimestamp=20080221115551](http://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Datei:Permafrost_-_ice_wedge.jpg&filetimestamp=20080221115551)

¹² http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/a/a1/Grosser_Aletschgletscher_3196.JPG

Der Klimawandel hat in den Alpen also nicht nur für unsere Umwelt eine negative Auswirkung, sondern stellt für Menschen auch eine Bedrohung dar und macht den Aufenthalt in den Alpen riskant.

8. Bewertung

Um das Schmelzen und die daraus resultierenden Folgen, wobei auch der Tourismus eine große Rolle spielt, zu vermindern, werden Flächen mit Planen abgedeckt. Diese sollen die Erwärmung der Erdoberfläche reduzieren. Forscher jedoch sind überzeugt, dass diese Maßnahme nicht zu dauerhaften Erfolgen führen kann und nur eine hinauszögernde Wirkung hat.

Nach dem Auswerten unserer Klimakarten können wir uns nun ein Bild von der Auswirkung des Klimawandels in den Alpen machen und uns zu der am Anfang aufgestellten These äußern.

Unsere Klimakarten zeigen eine immense Verschlechterung der Situation in den Alpen. Forscher gehen davon aus, dass bei einem Temperaturanstieg von 3-5°C in 100 Jahren nur noch ca. 1/5 der Gletscher da sein werden. Das Erschreckende ist, dass unsere Auswertung einen Temperaturanstieg von 4,5°C im Frühling vorhersagt. Die jährliche Veränderung könnte demnach geringer ausfallen. Doch eins ist sicher: **Die Gletscher werden schmelzen, früher oder später!** Sofern die Menschheit sich nicht dazu bereit erklären, eine umweltbewusstere Einstellung zu übernehmen, kann es zu einem vollständigen Schmelzen des Eises in den Alpen kommen und wir müssen mit den daraus resultierenden Konsequenzen rechnen.

9. Quellen

Meyers Großes Konversations-Lexikon, <http://www.zeno.org/Meyers-1905>

Enzyklo, <http://www.enzyklo.de/>

eLexikon, <https://www.peter-hug.ch/>

Isar_Kiesel, <http://www.isar-kiesel.de/index.html>

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

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

Wissenswertes über Berge: Gletscher, <http://www.obadoba.de/berge/gletscher>

Spiegel Online: Alpen könnten im Jahr 2100 eisfrei sein,

<http://www.spiegel.de/wissenschaft/natur/0,1518,426170,00.html>

Abbildungen Titelseite:

Wikipedia: Silvretta Panorama,

http://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Datei:Silvretta_Panorama_wiki_mg-k.jpg&filetimestamp=20100625101313

Wikipedia: Mont Blanc and Dome du Gouter,

http://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Datei:Mont_Blanc_and_Dome_du_Gouter.jpg&filetimestamp=20040924075607