

# **Warum ist das Eis so wichtig für das Klima?**

vorgelegt von:

**Mirko Feddern, Mirko Dziobek, Hagen Hildebrandt**

**ANNE-FRANK-SCHULE**  
INTEGRIERTE GESAMTSCHULE BARGTEHEIDE



## **Inhaltsverzeichnis**

<b>1. Einleitung</b>	<b>Seite 3</b>
<b>2. Warum ist das Eis so wichtig für das Klima der Erde?</b>	<b>Seite 3</b>
<b>3. Der Antarktische Eisschild</b>	<b>Seite 4</b>
3.1 Masseverlust des Eisschildes	Seite 5
3.2 Das Abschmelzen des Schelfeises	Seite 6
3.3 Das Larsen-Schelfeis	Seite 7
3.4 Zukünftige Entwicklung	Seite 7
<b>4. Der Grönländische Eisschild</b>	<b>Seite 7</b>
4.1 Masseverlust des Eisschildes	Seite 8
4.2 Zukünftige Entwicklung	Seite 8
<b>5. Meereis</b>	<b>Seite 9</b>
5.1 Meereisbildung	Seite 9
5.2 Warum ist das Meereis so wichtig für den Menschen?	Seite 9
5.3 Folgen des Meereis-Abschmelzens	Seite 10
5.3.1 Folgen für das Klima der Erde	Seite 10
5.3.2 Folgen für die Weltmeere	Seite 10
5.3.3 Folgen für die Wirtschaft	Seite 10
5.3.4 Folgen für die Tierwelt	Seite 10
5.4 Was kann der Mensch gegen das Abschmelzen unternehmen?	Seite 10
<b>6. Gletscher</b>	<b>Seite 11</b>
6.1 Was sind Gletscher?	Seite 11
6.2 Entstehung von Gletschern	Seite 11
6.3 Schneefallkarten	Seite 12
6.4 Folgen der Abschmelze für Mensch und Natur	Seite 13
6.5 Gletscher als Klimaindikatoren	Seite 15
<b>7. Quellenangaben</b>	<b>Seite 16</b>

## 1. Einleitung

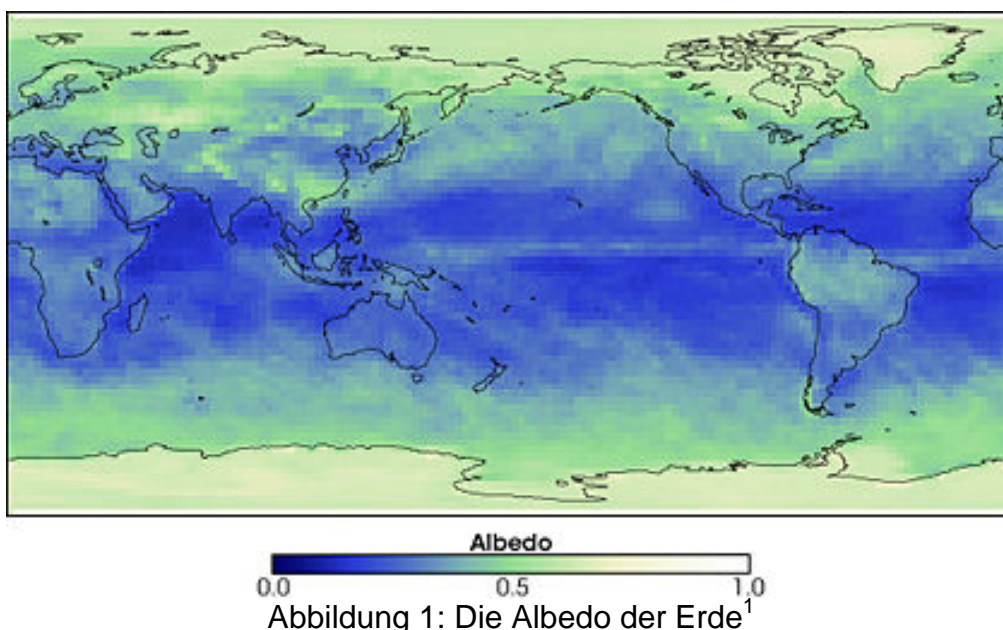
Wir haben uns mit dem Thema "Eis im Klimawandel" beschäftigt und uns dabei auf drei Unterthemen konzentriert: Eisschilde, Meereis und Gletscher. Unser Ziel war es dabei, herauszufinden, ob die Medien wirklich die Wahrheit sagen und wie stark das Eis wirklich schmilzt.

Wir haben die Arbeit an dem Thema als sehr interessant empfunden, da es ziemlich interessant war, zu sehen, was das Eis für eine wichtige Rolle im Klimasystem spielt. Zudem war es auch spannend, herauszufinden, welche Faktoren das Thema „Eis“ umfasst, und was alles vom Abschmelzen betroffen ist. Anfangs dachten wir, dass das Eis alle paar Jahre einmal schmelzen und wieder neues hinzukommen würde, denn wir hatten auch schon Hitze- und Kälteperioden gehört, sodass der Klimawandel ein ganz normaler Vorgang zu sein schien. Doch als wir angefangen haben, uns mit dem Thema zu beschäftigen, wurde uns dank des Internets und einigen Klimakarten des Max-Planck-Instituts für Meteorologie klar, dass es einen von Menschenhand geschaffenen Klimawandel gibt, weil noch nie zuvor so viele Treibhausgase in der Ozonschicht vorhanden waren.

Die nun folgende Arbeit handelt von Eisschichten, Meereis und Gletschern.

## 2. Warum ist das Eis so wichtig für das Klima der Erde?

Eis ist nicht nur wegen der Trinkwasserspeicherung und Wetterbeeinflussung so wichtig für das globale Klima: Der größte Faktor der Wichtigkeit des Eises ist der Albedoeffekt. Dieser Effekt beschreibt die Fähigkeit eines Materials, Sonnenstrahlen zu reflektieren. Durch diesen Effekt wird die globale Temperatur konstant gehalten.



<sup>1</sup> [http://wiki.bildungsserver.de/klimawandel/index.php/Bild:Albedo\\_erde.jpg](http://wiki.bildungsserver.de/klimawandel/index.php/Bild:Albedo_erde.jpg)

In Abbildung 1 sind die Albedowerte der Erde zu sehen. Je heller ein Bereich dargestellt ist, desto höher ist der Albedowert. Man kann erkennen, dass die Eisschilde in den hohen Breiten eine besonders hohe Albedo aufweisen können.

In Abbildung 2 sind verschiedene Materialien und ihr jeweiliger Albedowert zu sehen. Man sieht, dass Eis und Schnee den höchsten Albedoeffekt aufzeigen, aber auch Wüsten haben einen relativ hohen Albedowert von 30%. Asphalt, der in Deutschland bzw. in Industrieländern viele Quadratkilometer einnimmt, hat nur 15%. Das heißt, 15% der auftreffenden Sonnenstrahlen werden reflektiert, die anderen 85% erwärmen den Boden und damit schließlich auch die Luft. Dies kann zu einem negativen Rückkopplungseffekt führen, was bedeutet, dass durch die Erwärmung das Eis abschmilzt, der Boden unter dem Eis freigelegt wird, welcher einen geringen Albedoeffekt hat und weniger Sonnenstrahlen reflektiert werden. Dadurch erwärmt sich das Klima noch mehr, was noch mehr Eis abschmelzen lässt. Der positive Rückkopplungseffekt ist genau das Gegenteil, das heißt das Eisvolumen steigt an, mehr Sonnenstrahlen werden reflektiert, noch mehr Eis entsteht und das Klima wird kälter.

Material / Oberfläche	Albedowert
Frischer Schnee	< 85%
Eis	< 50%
Wüste	~ 30%
Asphalt	~15%
Wasser	5 – 20% je nach Einfallswinkel

Abbildung 2: Materialien und ihre entsprechenden Albedowerte

### 3. Der Antarktische Eisschild

Der Antarktische Eisschild (siehe Abbildung 3) ist die größte zusammenhängende Eismasse der Welt. Er ist 13,2 Millionen km<sup>2</sup> groß, das ist etwa 2,7 Millionen km<sup>2</sup> größer als Europa.

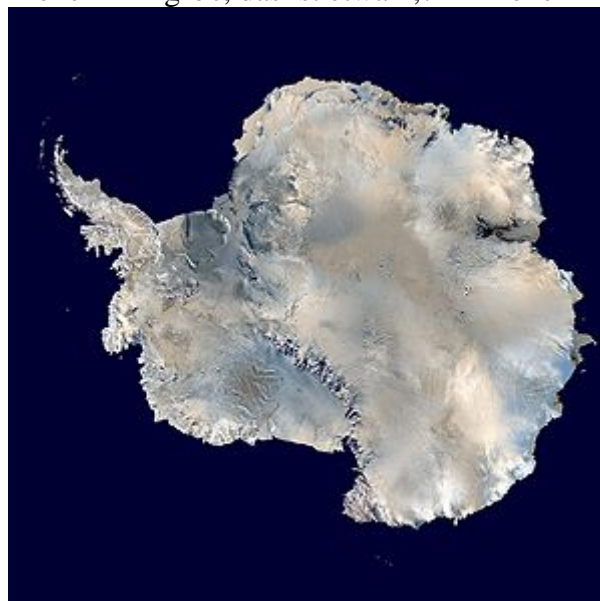


Abbildung 3: Der Antarktische Eisschild<sup>2</sup>

<sup>2</sup> [http://de.wikipedia.org/wiki/Antarktischer\\_Eisschild](http://de.wikipedia.org/wiki/Antarktischer_Eisschild)

Die Ostantarktis liegt auf felsigem und gebirgigem Untergrund, und erreicht eine Eisdicke von fünf Kilometern. Die Westantarktis liegt größtenteils auf felsigem Untergrund unter NN und ist von Schelfeis umgeben, welche ca. 11% der Ausdehnung der Antarktis ausmachen. Die Antarktische Halbinsel ist der nördlichste Teil des Eisschildes, hat eine Länge von ca. 1200 km und ist der einzige Teil der Antarktis, der über den südlichen Polarkreis hinausragt.

### 3.1 Massenverlust des Eisschildes

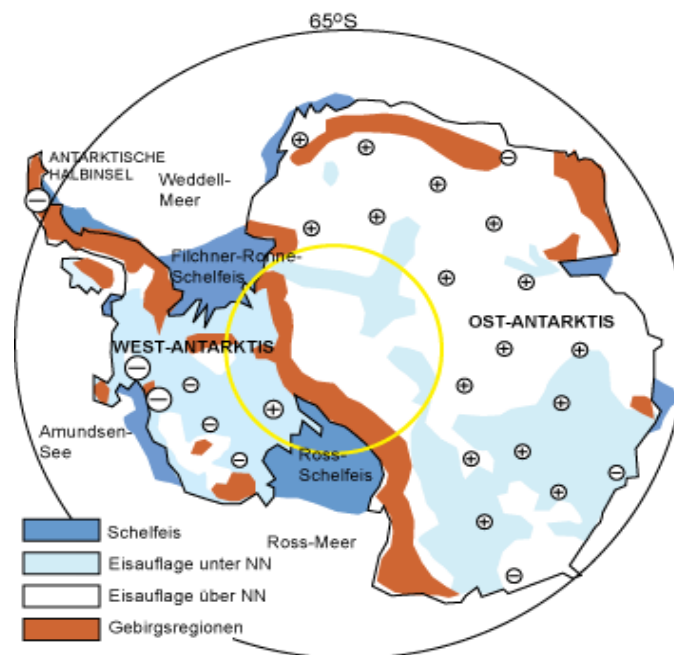


Abbildung 4: Veränderung der Eisdicke nach Vaughan von 1877 bis 1888<sup>3</sup>

In Abbildung 4 kann man die drei Zonen der Antarktis sehen, sowie in den kleinen Kreisen die Zu- bzw. Abnahme des Eises. Es ist zu sehen, dass im Westen der Antarktis und auf der Antarktischen Halbinsel die Masse des Eises abnimmt, während in der Ostantarktis die Masse im mittleren Teil zunimmt und nur an den Rändern abnimmt. Dies ist damit zu erklären dass in der Ostantarktis der Schneefall, bedingt durch den Klimawandel, zugenommen hat. An den Rändern hingegen ist eine Abschmelzung bzw. ein Verlust des Eises zu bemerken. Dies liegt daran, dass das Schelfeis dort abschmilzt. Wenn die gesamte Antarktis abschmelzen würde, würde der Meeresspiegel um ca. 63 m ansteigen. Zum Vergleich dazu: Von 2002 bis 2005 hatte die Antarktis eine negative Massebilanz von 153 km<sup>3</sup>/Jahr. Allerdings ist dieser Masseverlust der Westantarktis zuzuschreiben, wogegen die Bilanz für die Ostantarktis möglicherweise ausgeglichen ist.

In Abbildung 5 ist zu sehen, dass die Abnahme des Eises nur in der Westantarktis stattfindet, während die Ostantarktis im Durchschnitt keine Masse verliert oder gewinnt. Dies liegt wie schon gesagt an dem Abschmelzen/Abbrechen des Schelfeises und dem damit verbundenen Abfließen der Gletscher. Auf diese Thematik werde ich nun weiter eingehen.

<sup>3</sup> [http://wiki.bildungsserver.de/klimawandel/index.php/Antarktischer\\_Eisschild](http://wiki.bildungsserver.de/klimawandel/index.php/Antarktischer_Eisschild)

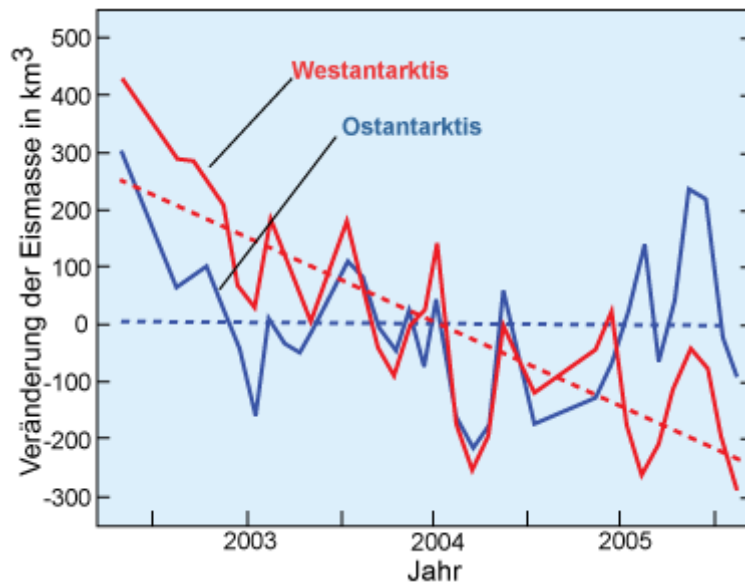


Abbildung 5: Veränderung der Eismasse der West- und Ostantarktis<sup>4</sup>

### 3.2 Das Abschmelzen des Schelfeises

In Abbildung 6 sieht man, wie warmes, salzreiches Wasser unter das Schelfeis fließt. Das warme Wasser lässt dort das Eis schmelzen, wodurch die Dichte und der Salzgehalt sinken. Das Wasser fließt nun entlang des Schelfeises nach oben ab, dadurch wird neues warmes Wasser nachgezogen. An der Oberfläche kann es zu Meereisbildung kommen. Mit der Zeit wird der vordere Teil des Meereises instabil und bricht ins Meer ab. Dadurch können die dahinterliegenden Gletscher, die zuvor von dem Schelfeis gehalten wurden, schmelzen und ins Meer fließen oder rutschen. Dies ist ein großes Problem, da zum Beispiel durch das Abbrechen des *Larsen-Schelfeises* die dahinter liegenden Gletscher ins Meer fließen können.

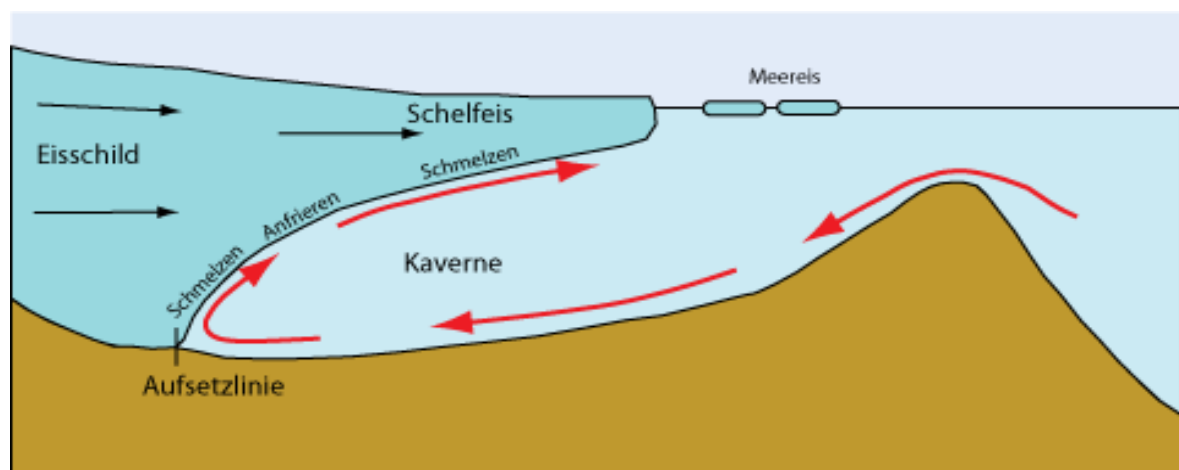


Abbildung 6: Schmelzen von Schelfeis an der Unterseite<sup>5</sup>

<sup>4</sup> [http://wiki.bildungserver.de/klimawandel/index.php/Antarktischer\\_Eisschild](http://wiki.bildungserver.de/klimawandel/index.php/Antarktischer_Eisschild)

<sup>5</sup> [http://wiki.bildungserver.de/klimawandel/index.php/Antarktischer\\_Eisschild](http://wiki.bildungserver.de/klimawandel/index.php/Antarktischer_Eisschild)

### 3.3 Das Larsen-Schelfeis

Auf Abbildung 7 sieht man unter anderem das Larsen B-Schelfeis und dessen Rückbildung. Man sieht, dass im März 2002 ein sehr großer Teil des Schelfeises abgebrochen ist. Dies hängt direkt mit dem Temperaturanstieg in der Westarktis und der Unterspülung des Schelfeises zusammen. Ca. 2600 km<sup>2</sup> Eis sind bei dem Abbruch des Larsen B-Schelfeises verloren gegangen. Zudem ist die Geschwindigkeit, mit der die Gletscher Richtung Meer fließen, von einem auf drei bis vier Meter pro Tag gestiegen.

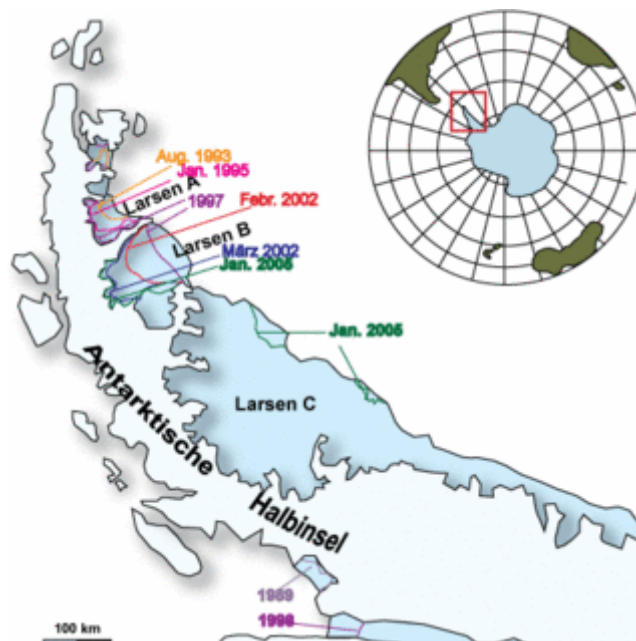


Abbildung 7: Lage der Larsen-Schelfeise<sup>6</sup>

### 3.4 Zukünftige Entwicklung

In den nächsten 100 Jahren wird mit einer positiven Massebilanz des antarktischen Eises gerechnet, bedingt durch zunehmende Akkumulation. Dadurch wird der Meeresspiegelanstieg, der aus dem Abschmelzen des Grönländischen Eisschildes resultiert, bis ca. 2100 aufgefangen. Auch in den darauf folgenden Jahrhunderten wird nicht mit einem Abschmelzen der Antarktis gerechnet. Allerdings sind in diesen Berechnungen die abbrechenden Gletscher und die damit verbundene höhere Abflussgeschwindigkeit, nicht einbezogen. So kann es durchaus zu einem schnelleren Abschmelzen des Eises, insbesondere in der Westantarktis, kommen.

## 4. Der Grönländische Eisschild

Der Grönländische Eisschild ist der zweitgrößte Eisschild, er wird auch als Arktis bezeichnet. Dort ist dann allerdings das Meereis mit einzuberechnen. Ich beziehe mich im Folgenden nur auf den Eisschild, also auf das Eis, was auf einem festen

<sup>6</sup> [http://wiki.bildungsserver.de/klimawandel/index.php/Antarktischer\\_Eisschild](http://wiki.bildungsserver.de/klimawandel/index.php/Antarktischer_Eisschild)

Untergrund bzw. der Insel Grönland liegt. Vorweg einige Fakten: Grönland ist 2.650 km lang und bis zu 1.000 km breit. Grönlands Nordküste ist mit 710 km Abstand zum Nordpol die dichteste, größere zusammenhängende Landmasse. Der bis zu 3.000 m mächtige, durchschnittlich 2.000 m starke Grönländische Eisschild, bedeckt ca. 81,1 % von ganz Grönland.

#### 4.1 Massenverlust des Eisschildes

In Abbildung 8 sieht man, dass sich die maximale Abschmelzfläche des Eisschildes in den letzten Jahrzehnten vergrößert hat.

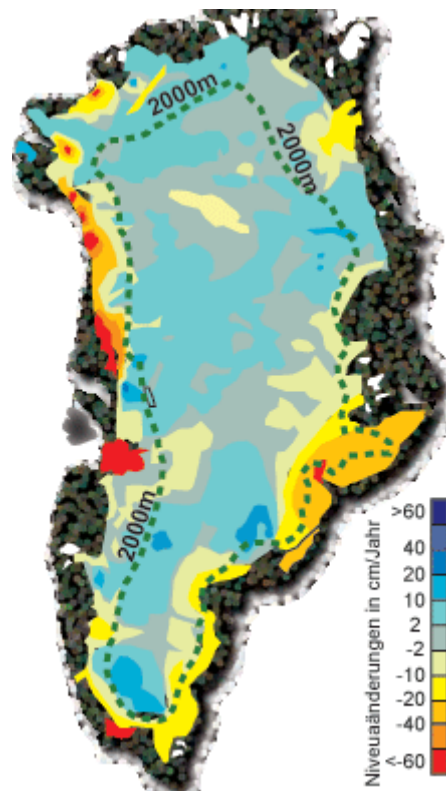


Abbildung 8: Veränderungen der Eishöhe von 1997-2003 im Vergleich zu 1993-1998<sup>7</sup>

#### 4.2 Zukünftige Entwicklung

In Abbildung 9 sieht man, wie die Arktis im Jahre 3000 bzw. 5000 nach Christus aussehen würde, wenn man von einer CO<sub>2</sub>-Konzentration von 1000 ppm und einen Temperaturanstieg von 8 °C ausgeht. Sollte es so eintreten, wird der Grönländische Eisschild nicht mehr in seiner heutigen Form existieren. Da sich durch den geringeren Albedo der nicht mehr eisbedeckten Fläche das Klima weiter erwärmen würde (negative Rückkopplung).

<sup>7</sup> [http://wiki.bildungserver.de/klimawandel/index.php/Gr%C3%B6nl%C3%A4ndischer\\_Eisschild](http://wiki.bildungserver.de/klimawandel/index.php/Gr%C3%B6nl%C3%A4ndischer_Eisschild)



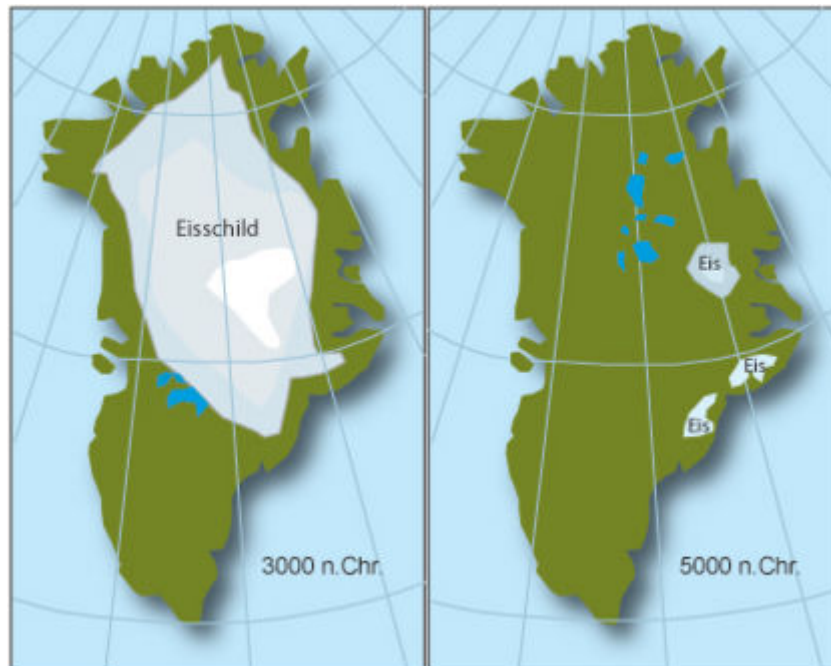


Abbildung 9: Der Grönländische Eisschild bei einer CO<sub>2</sub>-Konzentration von 1000 ppm und einem langfristigen Temperaturanstieg von 8 °C<sup>8</sup>

## 5. Meereis

### 5.1 Meereisbildung

Erst ab einer Temperatur von unter -1.8 °C bilden sich kleine, millimetergroße Eiskristalle, die sich an der Wasseroberfläche ansammeln. Nach einiger Zeit verdichten sich die Eiskristalle zu Eisklumpen von wenigen Zentimetern Größe. Wellen und Wind reiben diese Eisklumpen ständig aneinander und sie bekommen dadurch eine scheibenförmige Form. Nach und nach nehmen die Dicke und der Durchmesser der Eisscheiben zu, gleichzeitig frieren sie zu einer geschlossenen Eisdecke zusammen. Bei der Bildung werden ausschließlich Wassermoleküle verändert, sodass die Salzionen im Wasser zurück bleiben.

### 5.2 Warum ist das Meereis so wichtig für den Menschen?

Meereis dient sowohl als Klimaindikator als auch als Klimafaktor. Als Klimaindikator ist es zum Einen geeignet, da es auf klimatische Veränderungen nahezu unmittelbar reagiert: Wenn zum Beispiel die Temperatur höher ist als normalerweise, ist die Meereisausdehnung geringer als sonst. Meereis dient zum Anderen als Klimafaktor, da es durch den hohen Albedoeffekt (60-90 %) dafür sorgt, dass die Sonnenstrahlen größtenteils in den Weltraum zurück reflektiert werden, wodurch die Erde kühl gehalten wird.

Des Weiteren dient das Meereis und die dazugehörige Tierwelt den Eskimos der Arktis als Lebensgrundlage. Im Meereis verborgen finden sich Algen und andere Kleinstlebewesen, die wichtiges Futter für den Krill (Kleinkrebse, die sich von

<sup>8</sup> [http://wiki.bildungsserver.de/klimawandel/index.php/Gr%C3%B6nl%C3%A4ndischer\\_Eisschild](http://wiki.bildungsserver.de/klimawandel/index.php/Gr%C3%B6nl%C3%A4ndischer_Eisschild)

Phytoplankton ernähren). Krill dient wiederum anderen Tieren wie Pinguinen, Eisbären, Robben Walen und Vögeln als Nahrung.

### **5.3 Folgen des Meereis-Abschmelzens**

#### **5.3.1 Folgen für das Klima der Erde**

Wenn das Eis schmelzen würde, würden anstatt der Eisflächen dort Wasserflächen sein. Da Wasser die Sonnenstrahlen nicht reflektiert, sondern absorbiert, würde sich die Erde schneller erwärmen, was letztendlich das Klima der gesamten Erde verändern würde.

#### **5.3.2 Folgen für die Weltmeere**

Wenn das Meereis schmelzen sollte, steigt der Meeresspiegel zunächst nicht an, da dieser bereits durch die verdrängte Masse des Meereises angestiegen ist. Wenn dieses schmelzen sollte, gleichen sich Verdrängung und gewonnenes Meerwasser aus. Zudem werden auch frühere Eisflächen nun befahrbar sein, zum Beispiel war im August 2008 die Nordwestpassage erstmals seit der Beobachtung durch Satelliten eisfrei. Viele Schiffe mussten nicht mehr außen herum fahren, sondern konnten stattdessen hindurch fahren, wodurch hohe Ex- und Importkosten gespart werden konnten. Außerdem wird durch das Schmelzen des Meereises Süßwasser gewonnen, was der Konvektion entgegenwirkt.

#### **5.3.3 Folgen für die Wirtschaft**

Für die Wirtschaft wäre es ein Vorteil, wenn das Meereis schmelzen würde. Da zum Einen Ex- und Importkosten durch die eisfreien Flächen, die man nun durchfahren kann, eingespart werden könnten. Zum Anderen behaupten manche Forscher, dass sich vielleicht noch Ölreserven unter dem Eis der Arktis befinden könnten, die man dann leichter bergen könnte, wenn das Eis weg ist.

#### **5.3.4 Folgen für die Tierwelt**

Wie schon in Punkt 5.2 erklärt, dient das Meereis als wichtige/r Lebensgrundlage/Lebensraum für viele Lebewesen. Wenn es diesen Raum nicht mehr geben sollte, hätten diese Lebewesen große Existenzprobleme. Da die Temperaturen dann weltweit ansteigen würde, würden langfristig gesehen viele Lebewesen sterben, weil sie nicht an die steigenden Temperaturen angepasst sind.

### **5.4 Was kann der Mensch gegen das Abschmelzen unternehmen?**

Wir sollten versuchen, weniger Treibhausgase in die Ozonschicht zu befördern, damit die Sonnenstrahlen wieder zurück in den Weltraum reflektiert werden können.

## 6. Gletscher

### 6.1 Was sind Gletscher?

Gletscher sind riesige Schnee- und Eismassen, die aufgrund ihrer Höhenlage ständig in Bewegung sind. Durch dieses Wandern sind Gletscher auch bedeutende Landschaftsformer: Sie formten Täler und Landschaften. Insgesamt sind Gletscher (wenn die Eisschilde dazugezählt werden) die größten Süßwasserspeicher der Welt und nach den Ozeanen die größten Wasserspeicher überhaupt. Dadurch ist das Schmelzwasser der Gletscher natürlich ein bedeutender Wasser-Lieferant für viele Flusssysteme und Trinkwasserquellen. Gletscher werden in zwei Hauptgruppen aufgeteilt: Kontinentalgletscher und Gebirgsgletscher. In dieser Arbeit wurde sich mehr mit den Gebirgsgletschern beschäftigt. Eine Besonderheit der Gletscher ist zudem, dass diese einen sehr starken Einfluss auf das Weltklima haben und damit das Abschmelzen zu gravierenden Folgeerscheinungen führt, wobei das Abschmelzen an sich auch schon eine sehr problematische Folgeerscheinung des Klimawandels ist. Die Gletscher bedecken mit 15 Millionen Quadratkilometern ca. drei Prozent der gesamten Erdoberfläche<sup>9</sup>, allerdings sind von diesen 15 Millionen durch die Erderwärmung schon 19 Prozent abgetaut.

### 6.2 Entstehung von Gletschern

Für die Entstehung von Gletschern sind viele Faktoren beeinflussend. Entstehen können sie nur oberhalb der *Schneegrenze* (Die Schneegrenze ist die Grenze zwischen dem Gebiet, wo es das ganze Jahr über schneit und den im Sommer schneefreien Gebieten. Sie geht von 0 m über NN in polaren Regionen bis über 5000 m in tropischen Gebieten, durch den Klimawandel wird sie weiter nach oben verschoben.). Da Gletscher aus Schnee und Eis bestehen, muss mehr Schnee fallen als wieder auftauert, da sonst die Möglichkeit der *Akkumulation* (Ansammlung von Schneemassen, die zum Gletscher werden) nicht besteht. Sobald die Menge des oberen Schnees schwer genug ist, die darunter liegende zusammen zu pressen, beginnt der Prozess der Umwandlung von Schnee zu *Gletschereis*. Dabei wird durch den in der Tiefe immer höher werdenden Druck die (im Neuschnee noch 90 % des Volumens ausmachende) in Hohlräumen eingeschlossene Luft herausgepresst. In Gletschereis kann somit der Luftanteil bis auf etwa 2 % sinken<sup>10</sup>. Eis mit einem so geringen Luftanteil besitzt meist eine bläuliche, seltener auch leicht grünliche Farbe. Gletscher entstehen nicht nur durch den hohen Druck, sondern auch durch den ständigen Wechsel zwischen Tauen und Gefrieren des Schnees; so bildet sich *Firn* (grobkörniger Schnee, mindestens ein Jahr alt), welches wiederum zu Gletschereis wird (siehe auch Abbildung 10). So kann der Gletscher langsam wachsen, auch ohne dass eine große Menge Schnee Druck ausübt.

---

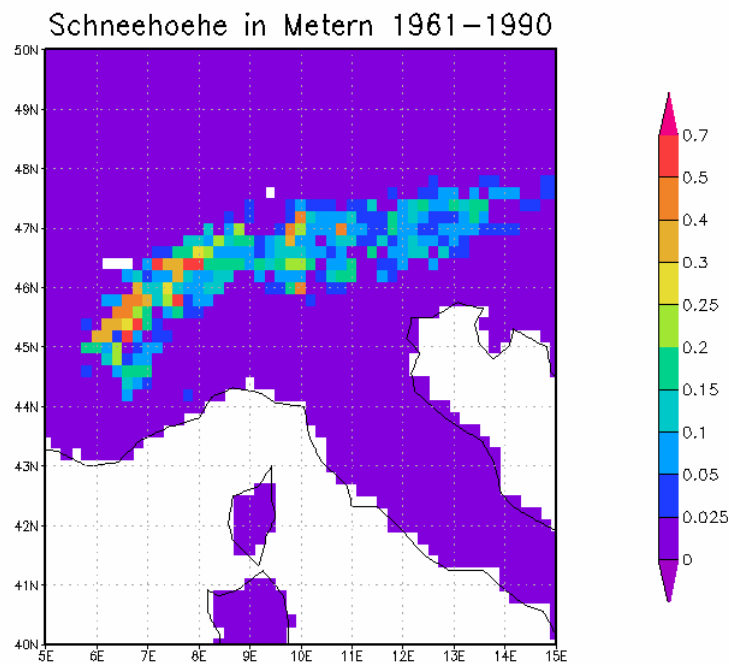
<sup>9</sup> <http://www.meinebibliothek.de/Texte5/html/gletscher.html>

<sup>10</sup> <http://de.wikipedia.org/wiki/Gletscher>



Abbildung 10: Entstehung von Gletschereis<sup>11</sup>

### 6.3 Schneefallkarten



GRADS: COLLA/IGES

2009-02-03-17:33

Abbildung 11: Schneehöhe in Meter 1961-1990 von Italien<sup>12</sup>

In Abbildung 11 ist die Schneehöhe von 1961-1990 in Metern für Italien zu sehen. Auf der Skala an der rechten Seite werden die verschiedenen Schneehöhen durch Farben unterschieden, so kann man sehen, dass zum

<sup>11</sup> <http://www.lernstunde.de/thema/gletscher/grundwissen.htm>

<sup>12</sup> Keuler/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.

Beispiel ein rot gefärbtes Feld eine Durchschnittsschneehöhe von 0,5 bis 0,7 m darstellt.

In Abbildung 12 sieht man die voraussichtliche Schneehöhe Italiens in Metern für das Szenario A1B von 2021 bis 2050. Das A1B-Szenario spiegelt die wahrscheinliche Zukunft wider, welche sich nach anhaltendem heutigem Verhalten einstellen könnte, das heißt, wenn die Menschen keinen intensiven Klimaschutz betreiben. Deutlich zu erkennen ist, dass an vielen Orten, wo von 1961 bis 1990 Schnee gefallen war, in Zukunft kein Schnee mehr liegen könnte, und dort, wo von 1961 bis 1990 viel Schnee lag, nach diesem Szenario nur noch kein bis wenig liegen wird. Die maximale Höhe liegt dann bei 0,4 m bis 0,5 m.

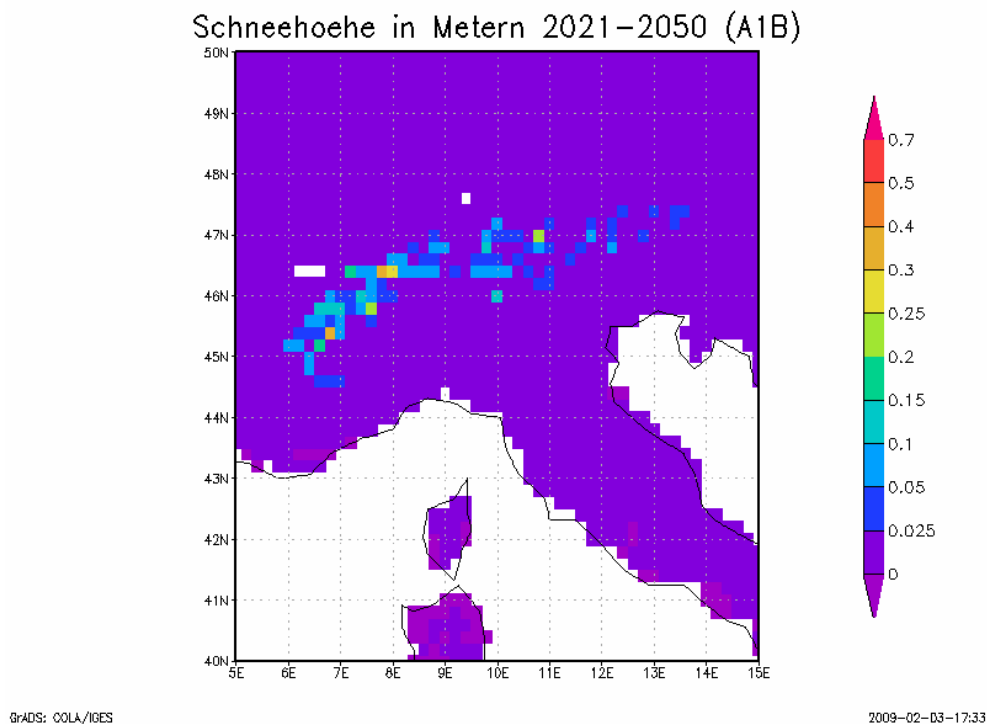


Abbildung 12: Schneehöhe in Meter von 2021 – 2050 (A1B Szenario)<sup>13</sup>

## 6.4 Folgen der Abschmelze für Mensch und Natur

Durch das Abschmelzen der Gletscher treten verschiedenen Probleme für Natur und Mensch auf. Wie schon angesprochen sind Gletscher große Trinkwasserspeicher. Im Himalaja zum Beispiel müssten sich auf längere Sicht Landwirtschaft, Industrie und Energiewirtschaft daher auf einen Wassermangel einstellen. Auch bei vielen Flüssen wird sich der Gletscherschwund bemerkbar machen: In nächster Zeit hat man dort wahrscheinlich mit Überschwemmungen und Hochwasser zu rechnen, doch wenn man mehrere Jahrzehnte weiter

<sup>13</sup> Keuler, Klaus; Lautenschlager, Michael; Wunram, Claudia; Keup-Thiel, Elke; Schubert, Martina; Will, Andreas; Rockel, Burkhardt; Boehm, Uwe 2006; Climate Simulation with CLM, Scenario A1B run no.1, Data Stream 3: European region MPI-M/MaD. World Data Center for Climate.

schaut, ist der Wasserstand an diesen Flüssen nicht mehr so hoch, da das Schmelzwasser der Gletscher nicht mehr in die Flüsse fließt. Auch wird in Gebirgen die Erdrutschwahrscheinlichkeit steigen, weil durch den dortigen Rückgang der Gletscher der Permafrostboden (nichtauftauender Boden) freigelegt wird und auftaut, die Gebirgshänge verlieren an Stabilität und können abrutschen.

Eine weitere Folge des Klimawandels ist die Instabilität der Gebirgsökosysteme, denn durch das Abtauen der Gletscher, wie oben erzählt, taut der Boden auf und dadurch wird neuer Lebensraum für nichteinheimische Pflanzen geschaffen. Diese neuen Pflanzen würden die einheimischen dort verdrängen, sodass ganze einheimische Wälder verschwinden könnten. Natürlich ist das auch ein Vorteil für Landwirte, da so neue Anbaugelände gewonnen werden könnten, nur bleibt die Frage, dieser Vorteil die Nachteile überwiegen kann.

Es gibt zudem eine weitere nennenswerte Folge: Viele Touristen, die zum Beispiel in die Schweiz reisen, um die dortigen Gebirgsgletscher anzuschauen, meiden in Zukunft jene Orte, da dort kaum noch Gletscher vorhanden sein werden oder diese nur sehr schwer zu erreichen sind. Ferner verringert sich durch den Gletscherschwund die Fläche, welche einen starken Albedoeffekt (Reflexion der Sonnenstrahlen) auslöst. Die Erderwärmung schreitet dann noch schneller voran und die Gletscher schmelzen schneller.

## 6.5 Gletscher als Klimaindikatoren

Gletscher können als Indikatoren für das Klima genutzt werden, so kann es zum Beispiel sein, dass bei einem Gletscherrückgang dort alte Fundstücke gefunden werden wie alte Wagenteile oder alte Baumstämme. Daran lässt sich zeigen, dass die Ausdehnung einiger Gletscher in früheren Zeiten nicht so stark war. Ein gutes Beispiel hierzu ist „Ötzi“, der vor ca. 5.300 Jahren auf einem damals eisfreien Joch in der Nähe von Vent (Öztaler Alpen) starb und von einer Schnee- und Eiskecke eingeschlossen wurde, wo er infolge des Gletscherrückzuges 1991 unter dem Eis auftauchte<sup>14</sup>.

Eine andere für die Klimaforschung wichtige Besonderheit von Gletschern besteht in ihrem hohen Alter. So können Eisbohrkerne aus ihnen gewonnen werden, welche Informationen über die Veränderungen eines Gletschers und die Klimageschichte geben können. Am folgenden Beispiel des Kilimandscharo etwa lässt sich so zeigen, dass dessen Gletscher seit über 11.700 Jahren durchgehend existiert haben, jedoch heutzutage vom Verschwinden bedroht sind<sup>15</sup>. Der stärkste Klimaindikator ist der Rückgang der Gletscher an sich.

---

<sup>14</sup> <http://de.wikipedia.org/wiki/Gletscherschmelze> (26.06.2009)

<sup>15</sup> [http://de.wikipedia.org/wiki/Gletscherschmelze#Gletscher als Klima-Indikatoren](http://de.wikipedia.org/wiki/Gletscherschmelze#Gletscher_als_Klima-Indikatoren) (26.06.2009)

## 7. Quellenangaben

Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung (AWI): Meereis:  
[http://www.awi.de/de/entdecken/klicken\\_lernen/lesebuch/meereis/](http://www.awi.de/de/entdecken/klicken_lernen/lesebuch/meereis/) (20.09.2009)

Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung (AWI): Meereisbildung:  
[http://www.awi.de/de/entdecken/klicken\\_lernen/interaktives/eis\\_tour/meereisbildung/](http://www.awi.de/de/entdecken/klicken_lernen/interaktives/eis_tour/meereisbildung/)  
(20.09.2009)

Bildungsserver wiki Klimawandel: Meereis:  
<http://wiki.bildungsserver.de/klimawandel/index.php/Meereis> (20.09.2009)

Greenpeace: Gletscherschmelze:  
[www.greenpeace.at/gletscherschmelze.html](http://www.greenpeace.at/gletscherschmelze.html) (19.09.2009)

Hamburger Bildungsserver:  
<http://www.hamburger-bildungsserver.de/> (19.09.2009)  
<http://hamburger-bildungsserver.de/welcome.phtml?unten=/klima/klimafolgen/eis/meereis.html> (20.09.2009)  
<http://www.hamburger-bildungsserver.de/welcome.phtml?unten=/klima/klimafolgen/eis/eisschilde.html> (20.09.2009)  
<http://www.hamburger-bildungsserver.de/welcome.phtml?unten=/klima/klimafolgen/eis/antarktis.html> (20.09.2009)  
<http://www.hamburger-bildungsserver.de/welcome.phtml?unten=/klima/klimafolgen/eis/groenland.html> (20.09.2009)

InnovationsReport: Der Glaziologe Dr. Wolfgang Rack über das Schelfeis der Antarktis (2002):  
<http://www.innovations-report.de/html/berichte/geowissenschaften/bericht-8725.html>  
(20.09.2009)

Lernstunde.de: Entstehung und Aufbau von Gletschern:  
<http://www.lernstunde.de/thema/gletscher/grundwissen.htm> (19.09.2009)

Meine Bibliothek: Gletscher - Entstehung und Formen:  
<http://www.meinebibliothek.de/Texte5/html/gletscher.html> (19.09.2009)

MSN Encarta: Schneegrenze:  
[http://de.encarta.msn.com/encyclopedia\\_721537574/Schneegrenze.html](http://de.encarta.msn.com/encyclopedia_721537574/Schneegrenze.html)  
(19.09.2009)

National Snow and Ice Data Center: Arctic Sea Ice News and Analysis:  
<http://nsidc.org/arcticseaicenews/> (20.09.2009)

Sonnenseite.com: Prof. Mag. Sepp Friedhuber (2008): Die Auswirkungen des Klimawandels auf Arktis und Antarktis:

[http://www.sonnenseite.com/index.php?pageID=16&article:oid=a10368&template=print\\_detail.html](http://www.sonnenseite.com/index.php?pageID=16&article:oid=a10368&template=print_detail.html) (20.09.2009)

swisseduc.ch: Glaciers online – Gletscher der Welt:

[http://www.swisseduc.ch/glaciers/earth\\_icy\\_planet/glaciers08-de.html?id=11](http://www.swisseduc.ch/glaciers/earth_icy_planet/glaciers08-de.html?id=11)  
(20.09.2009)

Vista Verde: WWF warnt vor Folgen der Gletscherschmelze (2005):

[http://www.vistaverde.de/news/Wissenschaft/0503/14\\_gletscher.php](http://www.vistaverde.de/news/Wissenschaft/0503/14_gletscher.php) (19.09.2009)

Wikipedia:

<http://de.wikipedia.org/wiki/Gletscher> (19.09.2009)

<http://de.wikipedia.org/wiki/Meereis> (20.09.2009)

Wissenslogs: Zwei Planeten:

<http://www.wissenslogs.de/wblogs/blog/klimalounge/medien-check/2008-08-21/zwei-planeten> (20.09.2009)