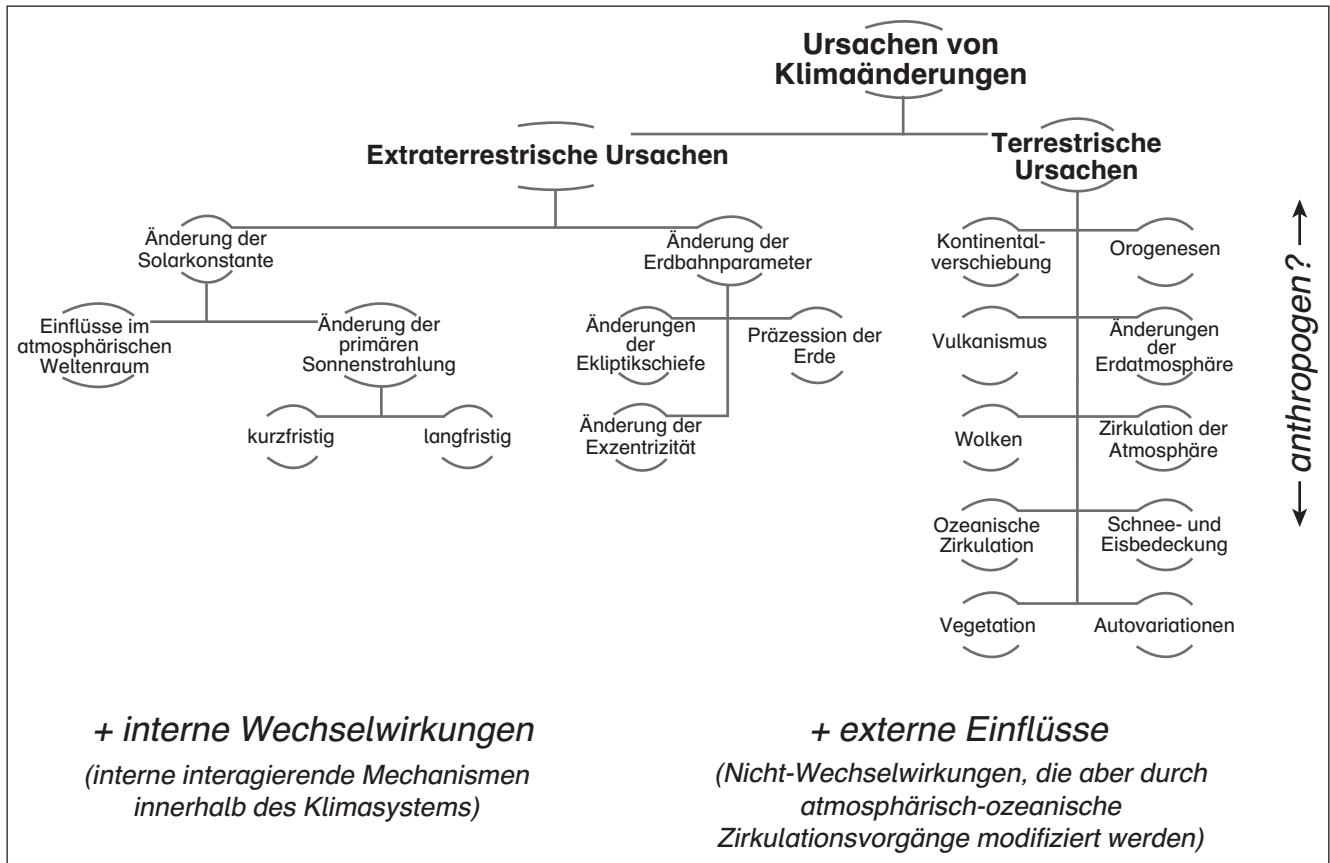




KLIMAWANDEL UND MEERESSPIEGELANSTIEG

1. Sachanalyse



← anthropogen? →

+ interne Wechselwirkungen
(interne interagierende Mechanismen innerhalb des Klimasystems)

+ externe Einflüsse
(Nicht-Wechselwirkungen, die aber durch atmosphärisch-ozeanische Zirkulationsvorgänge modifiziert werden)

Die Ursachen des Klimawandels, also der Veränderung des langjährigen Mittels von Temperatur und Niederschlag, sind vielfältig. Sie beinhalten sowohl extraterrestrische wie auch terrestrische Wirkungsgefüge. Der genaue Einfluss des Menschen ist bislang umstritten. Als empirisch gesichert gilt jedoch, dass die Durchschnittstemperatur der erdnahen Atmosphäre mit der globalen Industrialisierung angestiegen ist (seit 1950 um ca. 0,13 °C / 10 a). Dieser Prozess verläuft damit etwa 100-mal schneller als in allen anderen bekannten Erwärmungsphasen der Erdneuzeit (bis 66 Mio. a BP). Für die kommenden 100 Jahre projizieren Wissenschaftler eine globale Erwärmung von 4–5 °C.

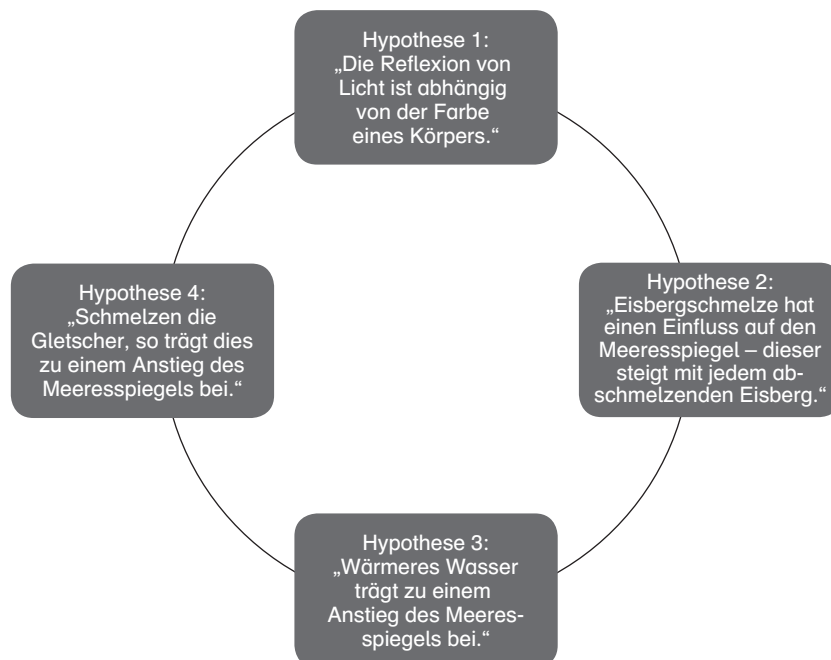
Die Implikationen des Klimawandels sind vielfältig und berühren den Lebensbereich der Schüler in mannigfaltiger Weise. Am deutlichsten sind im deutschsprachigen Raum Veränderungen der Schnee- und Eisbedeckung ersichtlich. Hier kann es zu rückläufiger Schneebedeckung kommen, aber auch zum Abschmelzen von Gletschern und dadurch zu einem vermehrten Wassereintrag in das Gewässernetz. Diese Folgen haben wiederum lokale, regionale und globale Auswirkungen, die von Sturzflutereignissen über Überschwemmungen bis hin zu einem signifikanten Anstieg des Meeresspiegels reichen können.



2. Didaktisch-methodische Hinweise

Die Experimente des Themenblocks 1 „Klimawandel und Meeresspiegelanstieg“ eignen sich ab der mittleren Sekundarstufe I. Hier bietet sich der Einsatz bei der Behandlung der Themen Alpen (Gletscher), Meere und Küsten (Eisberge) sowie Klima an. Je nach Wissens- und Kompetenzstand der Schüler kann die Thematik grundlegend (Arbeitsblätter ①), vertieft (Arbeitsblätter ②) oder erschöpfend (Arbeitsblätter ③) im Unterricht durchgenommen werden. Einführend sollte auf die Veränderung des globalen Klimas anhand des Indikators Temperatur eingegangen werden. Als übergeordnete Problemstellung dient die Frage nach den Folgen des Temperaturanstiegs. Die Durchführung der Experimente kann in Gruppen erfolgen, wobei hier unterschiedliche Aufgabenzuschreibungen (s. Rollenkarten) empfohlen werden.

Beim EXPERIMENT 1 handelt es sich um ein ungefährliches, leicht durchzuführendes Experiment. Es kann mit geringem Aufwand durchgeführt werden und ist für alle Schüler geeignet. Die EXPERIMENTE 2–4 sind etwas komplexer und müssen durch die Schüler mit einem verhältnismäßig hohen Aufwand erschlossen werden – hier ist entsprechend Zeit einzuplanen. Die beiden EXPERIMENTE 2 und 3 können auch bzw. müssen mit einem Bunsenbrenner durchgeführt werden. Der Lehrer muss die Gruppe hier als Aufsicht und Ansprechpartner besonders eng begleiten.



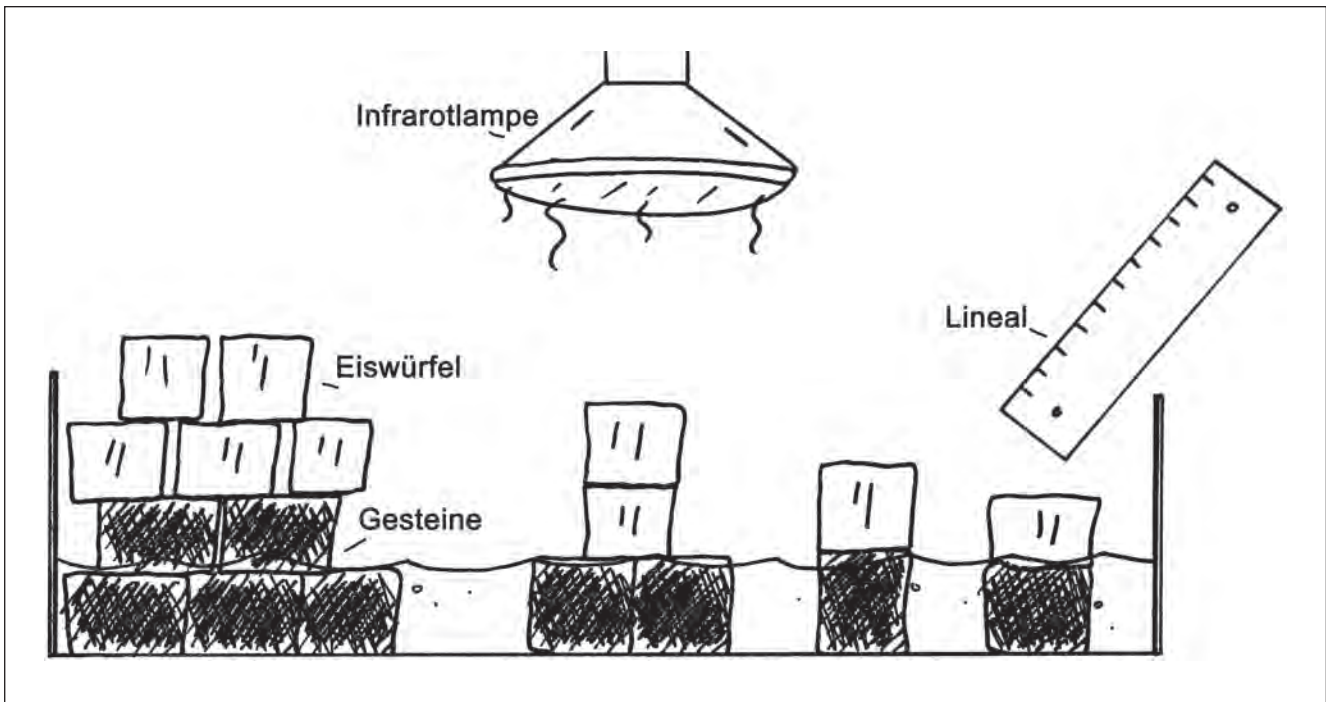


3. Kurzbeschreibung und Materialliste der Experimente

Experiment	Kurzbeschreibung	Benötigte Materialien
1. Wasser als Wärmespeicher	Es wird untersucht, inwieweit die Farbe eines Körpers Licht unterschiedlich reflektiert und Wärme speichert. Dabei können Rückschlüsse bezüglich der Erderwärmung bei Rückgang der Eisbedeckung gezogen werden.	<ul style="list-style-type: none"> • 1x wärmeemittierende Lampe oder Wärmestrahler • 1x Becher weiß • 1x Becher schwarz • 1x Thermometer • 1x Messbecher • Wasser
2. Eisbergschmelze und Meeresspiegelanstieg	Es wird untersucht, ob das Schmelzen von Eisbergen einen Einfluss auf den Meeresspiegel hat. Daraus können Rückschlüsse gezogen werden auf die Überschwemmungsgefahr durch abschmelzende Eisberge bzw. durch das Auftauen des Nordpolareises.	<ul style="list-style-type: none"> • 1x Glasbehälter (mind. 200 ml) • Eiswürfel • 1x wärmeemittierende Lampe/Bunsenbrenner/Gaskocher; alternativ ein Wasserkocher • ggf. 1x Untersatz zum Positionieren des Glases über dem Bunsenbrenner • 1x Thermometer • 1x Lineal • Wasser
3. Anstieg des Meeresspiegels	Es wird untersucht, inwieweit die Erwärmung des Wassers zu einem Anstieg des Meeresspiegels beitragen kann. Dabei wird deutlich, dass mit einer Temperaturzunahme eine Erhöhung des Volumens einhergeht, die wiederum zu einem Anstieg des Meeresspiegels beitragen kann. Grundsätzlich kann dieser Versuch erst ab Temperaturen von 4 °C durchgeführt werden.	<ul style="list-style-type: none"> • 1x Kolbenglas • 1x hitzebeständige Zange • 1x Tinte zum Färben des Wassers • 1x Bunsenbrenner/Gaskocher/wärmeemittierende Lampe • 1x Thermometer • Wasser
4. Gletscherschmelze und Meeresspiegelanstieg	Es wird untersucht, inwieweit das Abschmelzen von Gletschern, die sich über Land befinden, zu einem Anstieg des Meeresspiegels beitragen kann. Daraus wird ersichtlich, dass regionale Klimaveränderungen globale Folgen haben können.	<ul style="list-style-type: none"> • 1x temperaturbeständiger durchsichtiger Behälter mit mind. 500 ml (z. B. Mikrowellengeschirr) • 1x wärmeemittierende Lampe oder Wärmestrahler • Eiswürfel • Steine • Wasser • ggf. 1x Thermometer



Prototypischer Versuchsaufbau



Das Experiment im Überblick

<i>Hypothese</i>	„Schmelzen die Gletscher, so trägt dies zu einem Anstieg des Meeresspiegels bei.“
<i>Versuchsaufbau</i>	<ul style="list-style-type: none"> • In einem Behälter werden Steine in unterschiedlichen Höhenlagen aufgeschichtet. • Auf den Steinen werden Eiswürfel (zur Simulation von Gletschereis) gelegt. • Der Behälter wird bis zu einer Markierungslinie mit Wasser gefüllt. • Mit einer Wärmelampe wird der Behälter nun bestrahlt und damit erwärmt. Das Eis beginnt zu schmelzen und wird zu Wasser.
<i>Versuchsergebnisse</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Durch Erwärmung schmilzt das Eis und wird zu Wasser. • Der Wasserspiegel steigt mit zunehmender Erwärmung an, da sich das Wasservolumen insgesamt vergrößert.
<i>Interpretation der Ergebnisse</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Mit dem Abschmelzen der Gletscher über der Landoberfläche wird das dort gebundene Eis zu Wasser. • Über Verdunstung/Niederschlag und das fluviatile System gelangt das Gletscherwasser in die Meere. • Der Meeresspiegel steigt mit zunehmendem Abschmelzen der Gletscher an.
<i>Diskussion</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Welche Gefahren von abschmelzenden Gletschern drohen den Küstenregionen an den Meeren? • Welchen Sinn haben Schutzmaßnahmen für Gletscher im Hinblick auf die Vermeidung von Überschwemmungen?



1 Gletscherschmelze und Meeresspiegelanstieg



Problemstellung

Eine gängige Aussage im Rahmen der Diskussion um den Klimawandel ist, dass der Meeresspiegel ansteigt, wenn die Gletscher schmelzen. Inwieweit ist dies tatsächlich zutreffend und was sind die möglichen Konsequenzen?

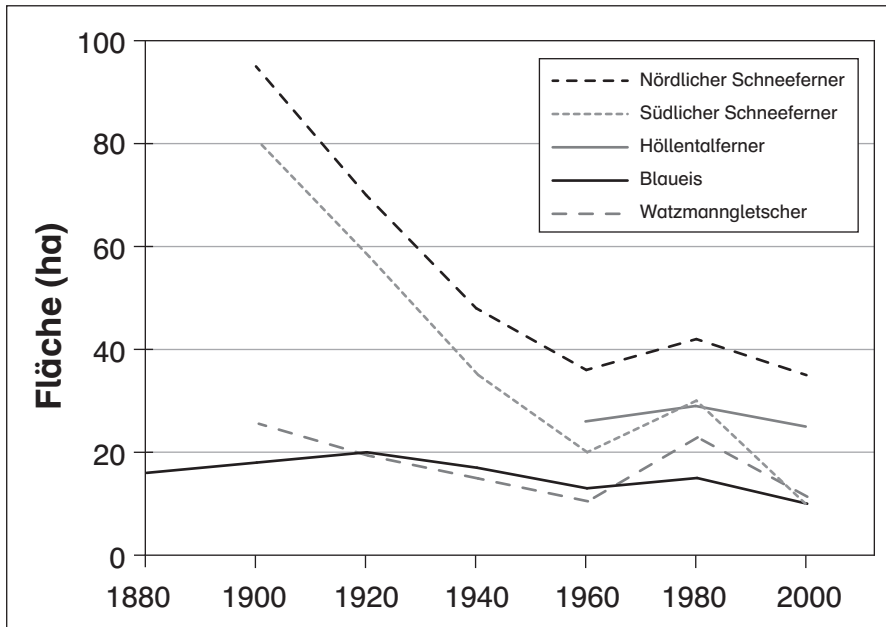
- 1 Entwickelt mithilfe des bereitgestellten Materials ein Experiment, mit dem ihr der Fragestellung nachgehen könnt.
- 2 Beschreibt den Versuchsaufbau in Stichpunkten.

- 3 Protokolliert eure Beobachtungen in der Tabelle.

	0s	60s	120s	180s	240s	300s	360s	420s	480s	540s	600s
Anstieg (mm)											
T (°C) Wasser											

- 4 Interpretiert die Ergebnisse und erklärt diese im Hinblick auf die Problemstellung.

2 Gletscherschmelze und Meeresspiegelanstieg



Problemstellung

Zu Beginn des 21. Jahrhunderts existieren in den Bayerischen Alpen fünf Gletscher: Der Nördliche und Südliche Schneeferner auf der Zugspitze, der benachbarte Höllentalferner sowie das Blaueis und der Watzmangletscher im Berchtesgadener Land. Während sie früher bis weit ins Tal hineinreichten, bedecken sie heute eine Gesamtfläche von weniger als einem Quadratkilometer (1 km² entspricht 100 ha).

- 1 Vergleiche die Oberflächenbedeckung der bayerischen Gletscher in der Gesamtschau zwischen 1900 und 2000.

Gesamtfläche 1900 in km ²	Gesamtfläche 2000 in km ²

Die Veränderung der Gesamtfläche entspricht einem Rückgang um _____ Prozent.

- 2 Es ist natürlich, dass das Eisvolumen eines Alpengletschers über das Jahr hinweg schwankt. An besonders heißen Sommertagen kann z. B. der Schneeferner bis zu 35 000 m³ Eis und Schnee durch Abschmelzen verlieren. Angenommen, dieses Wasser würde in ein leeres Olympia-Schwimmbecken (50 x 25 m) eingeleitet.

a) Berechne, wie tief dieses Schwimmbad sein müsste, um das ganze abgeschmolzene Wasser aufzunehmen.

Das Schwimmbad müsste _____ m tief sein.

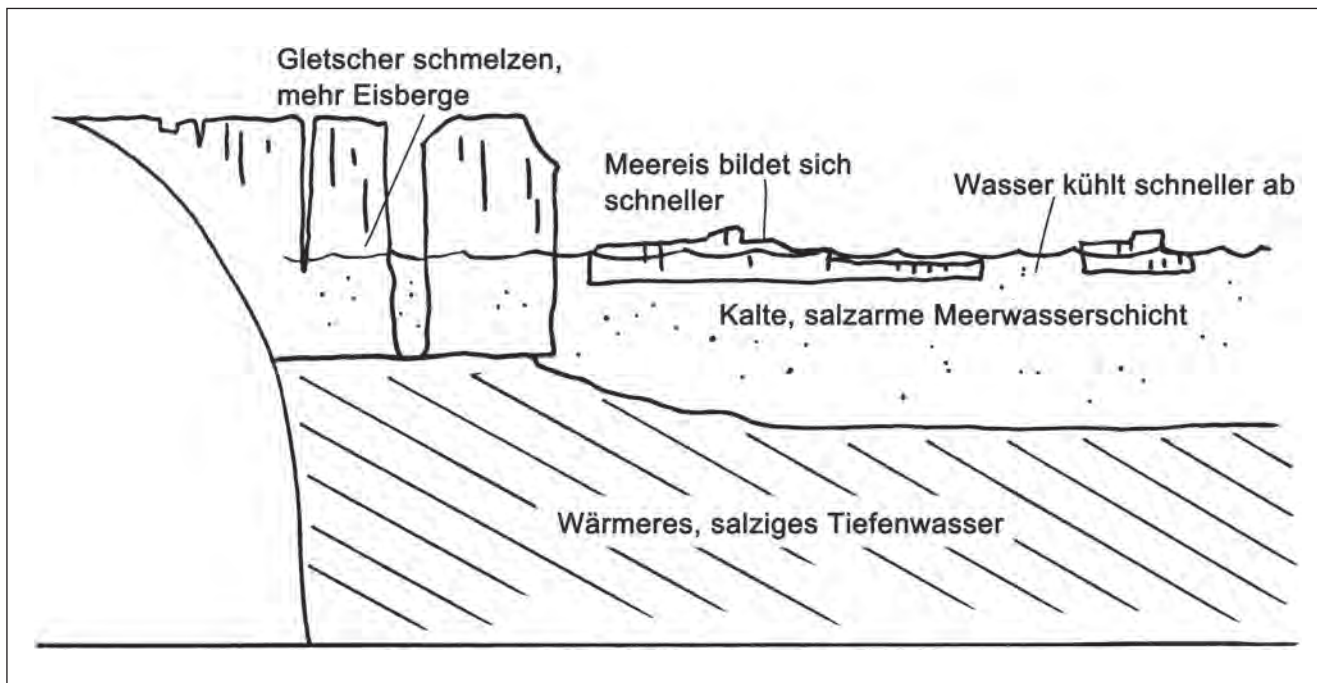
b) Alle bayerischen Gletscher zusammen haben ein Volumen von ca. 9 Millionen m³. Berechne, wie tief das Schwimmbecken sein müsste, um das gesamte gespeicherte Wasser dieser Gletscher zu fassen.

Das Schwimmbad müsste _____ m tief sein.

Aus dem Werk 07911 "Erdkunde experimentierend erleben 5-8" – Auer Verlag



3 Gletscherschmelze und Meeresspiegelanstieg



Ein Gletscher ist eine Eismasse, die aus der Verdichtung von Schnee hervorgeht. Gletscher haben ein Nähr- und ein Zehrgebiet. Sie fließen aufgrund von Hangneigung, Temperatur und Masse bzw. Struktur des Eises mit einer bestimmten Geschwindigkeit hangabwärts. Gletscher sind in den Hochgebirgen der Erde verbreitet. Als „Auslassgletscher“ kommen sie zudem am Rand von Eiskappen oder Eisschilden in den Polargebieten vor.

Meereis ist zu Eis gefrorenes Meerwasser. Es unterscheidet sich somit vom Gletschereis durch seinen höheren Salzgehalt und eine etwas höhere Dichte. Typischerweise findet man Meereis in den Polarregionen vor. Es kann in den Wintermonaten aber auch in der Nord- und Ostsee, im atlantischen Sankt-Lorenz-Golf oder dem Ochotskischen Meer in Ostasien vorkommen.

Problemstellung

Wenn Gletscher schmelzen, so kann dies einerseits zu einem Anstieg des Meeresspiegels beitragen. Andererseits kann das Abschmelzen von Gletschern in den Polarregionen auch dazu führen, dass sich auf dem Meer mehr Meereis bildet und Sonnenstrahlung wegen der nun steigenden Albedo (Rückstrahlung) stärker reflektiert wird.

- 1 Diskutiere die Behauptung, dass Gletscherschmelze in den Alpen zur Klimaerwärmung, in den Polarregionen aber zur Klimaabkühlung beiträgt.
