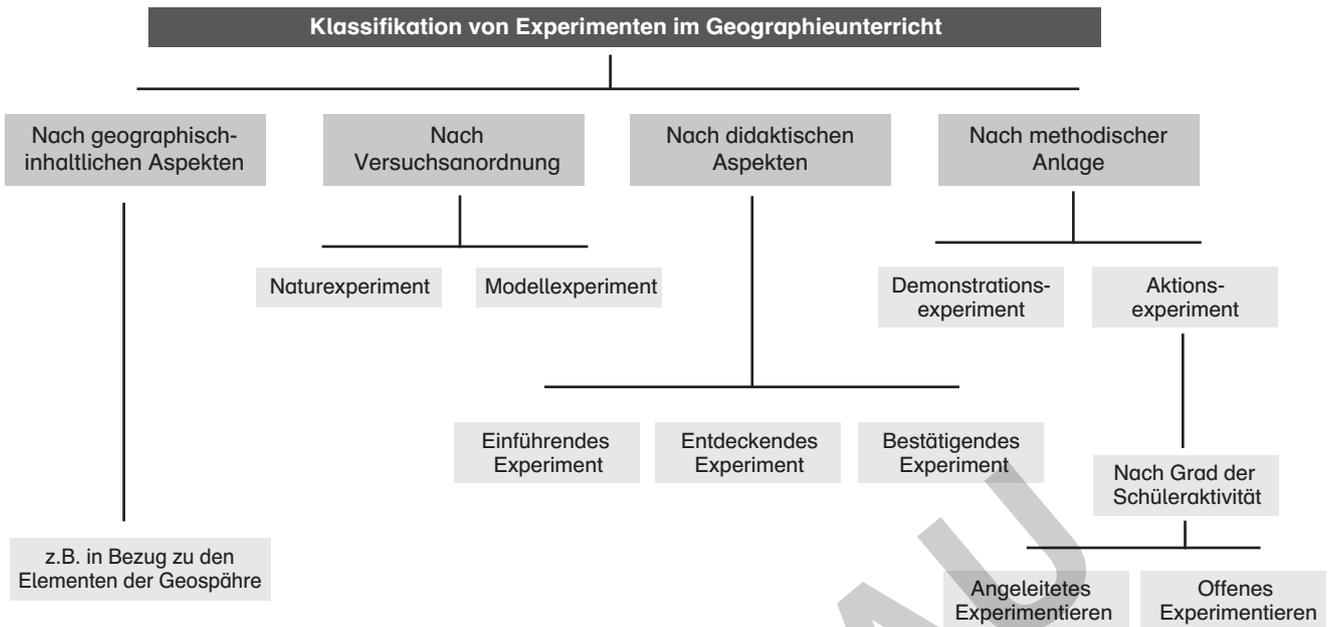
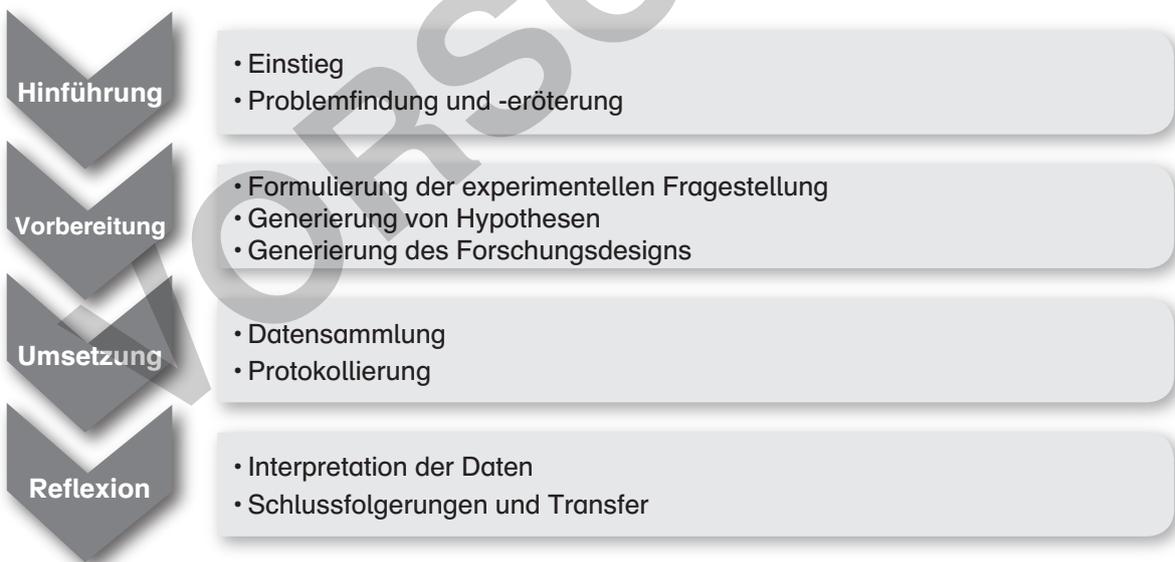


# 1. Experimente im Geographieunterricht



Experimente im Geographieunterricht lassen sich nach unterschiedlichen Kriterien klassifizieren. Wesentlich ist hierbei, sie von einem Versuch abzugrenzen, der keine reproduzierbaren Ergebnisse erbringen kann und vornehmlich auf Veranschaulichung und Nachahmung von Naturvorgängen beschränkt bleiben muss. Experimente hingegen erlauben einen stets reproduzierbaren Algorithmus, der sich in die Phasen der Hinführung, Vorbereitung, Umsetzung und Reflexion unterteilen lässt.



## 2. Zum Aufbau des Buches

Das Buch bietet insgesamt zwölf Experimente, die drei großen Themen zugeordnet sind. Alle Experimente können einzeln oder zusammen im Rahmen der Behandlung eines übergreifenden Themas eingesetzt werden. Ein jeder Themenkomplex wird anhand einer Sachanalyse eingeleitet. Daran schließen sich didaktisch-methodische Hinweise für den Lehrer sowie eine Einkaufsliste an, aus der alle für die Durchführung der Experimente notwendigen Materialien hervorgehen. Nachfolgend finden sich pro Experiment drei Arbeitsblätter für die Schüler, ① die zur Unterstützung der Durchführung des jeweiligen Experiments dienen, ② die Ergebnisse...

## 4. Anforderungsbereich und Operatoren – was bedeuten die Arbeitsaufträge genau?

Um die Arbeitsaufträge für die Experimente im Unterricht möglichst genau zu konkretisieren, werden Operatoren verwendet. Darunter versteht man handlungsinitiierende Verben, die verdeutlichen, welche konkreten Tätigkeiten beim Bearbeiten von Aufgaben erwartet werden. Sie können unterschiedlichen Anforderungsbereichen zugeordnet werden, ohne immer eindeutig voneinander abgegrenzt werden zu können. Komplexe Aufgabenstellungen sollen nach Möglichkeit alle drei Anforderungsbereiche einbeziehen, um die Schüler vielfältig herauszufordern.

### Anforderungsbereich I

Der Anforderungsbereich I bezieht sich im Wesentlichen auf die Reproduktion, also auf die Wiedergabe von Sachverhalten aus einem begrenzten Gebiet im gelernten Zusammenhang sowie auf die Beschreibung und Verwendung bereits gelernter und geübter Arbeitsweisen im einfachen Rahmen.

beschreiben	Materialaussagen und Kenntnisse (unter einem vorgegebenen Aspekt) mit eigenen Worten zusammenhängend, geordnet und fachsprachlich angemessen wiedergeben.
durchführen	Untersuchungen, Experimente, Erkundungen, Befragungen nach genauen Anleitungen vollziehen.
lokalisieren	Die Lage eines Ortes, Flusses o. Ä. auf einer Karte verorten/eintragen oder mit Bezug auf andere räumliche Gegebenheiten beschreiben.
nennen	Informationen und Sachverhalte aus vorgegebenem Material oder Kenntnisse ohne Kommentierung wiedergeben.
protokollieren	Beobachtungen oder die Durchführung von Experimenten detailgenau, zeichnerisch einwandfrei bzw. sachsprachlich richtig wiedergeben.

### Anforderungsbereich II

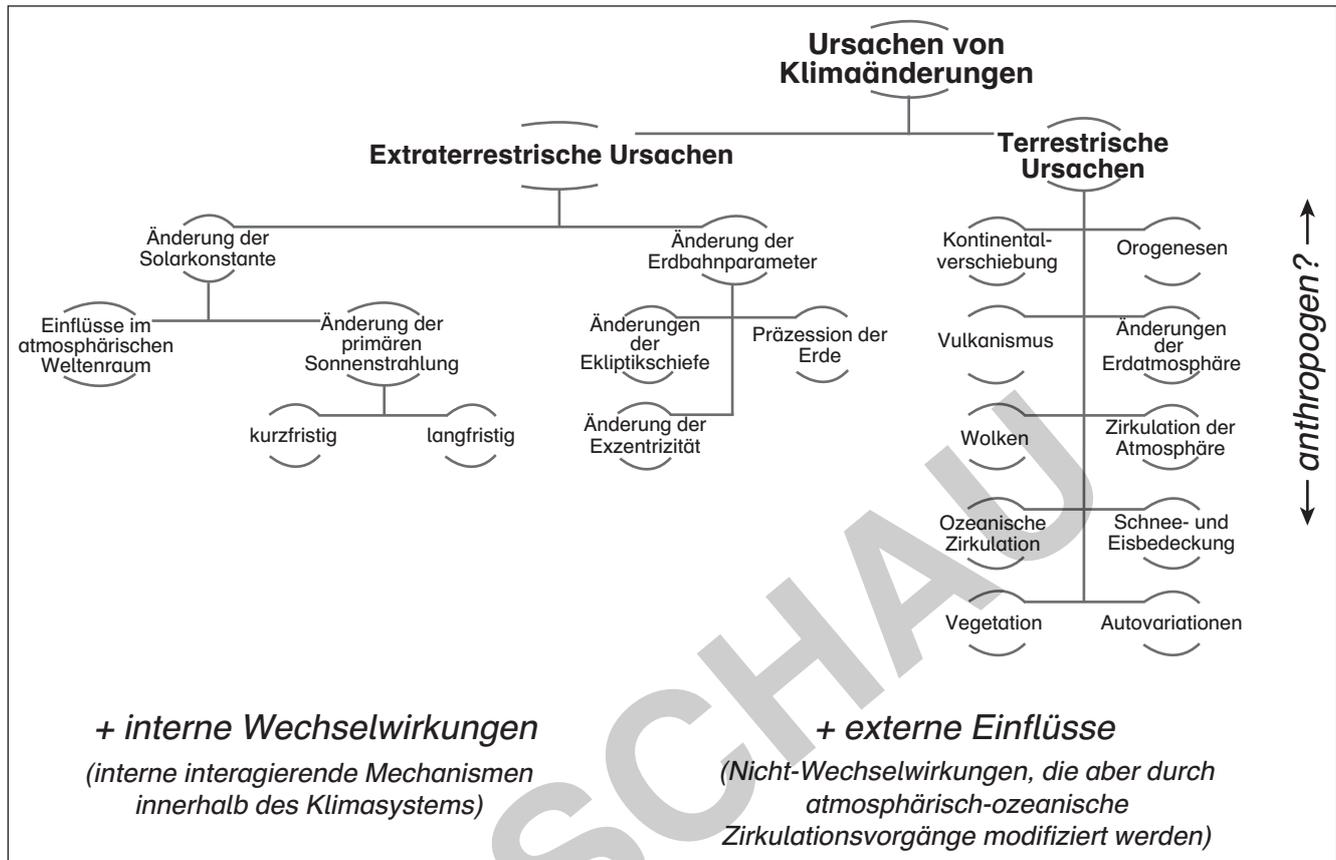
Der Anforderungsbereich II ist der Reorganisation und dem Transfer gewidmet. Damit sind v. a. das selbstständige Ordnen, Bearbeiten und Erklären von bekannten Sachverhalten sowie das selbstständige Anwenden und Übertragen von Gelerntem auf ähnliche Sachverhalte gemeint.

analysieren	Materialien oder Sachverhalte systematisch und gezielt untersuchen, auswerten und Strukturen herausarbeiten.
darstellen	Sachverhalte, Zusammenhänge, Methoden und Bezüge in angemessener Kommunikationsform strukturiert wiedergeben.
ein-/zuordnen	Sachverhalte und Räume begründet in einen vorgegebenen Zusammenhang stellen oder in ein Ordnungsraster einordnen.
erklären	Informationen und Sachverhalte (z. B. Erscheinungen, Entwicklungen) so darstellen, dass Bedingungen, Ursachen, Folgen und Gesetzmäßigkeiten verständlich werden.
erläutern	Sachverhalte im Zusammenhang beschreiben und Beziehungen deutlich machen.
erstellen	Sachverhalte inhaltlich und methodisch angemessen grafisch darstellen und mit fachsprachlichen Begriffen beschriften (z. B. Fließschema, Diagramm, Kartenskizze, Mindmap, ...).
planen	Zu einem Problem, einer Fragestellung z. B. eine Experimentieranleitung, Befragung, Raumanalyse erstellen; eine Vorgehensweise planen.
vergleichen	Gemeinsamkeiten und Unterschiede gewichtend einander gegenüberstellen und ein Ergebnis/Fazit formulieren.



# KLIMAWANDEL UND MEERESSPIEGELANSTIEG

## 1. Sachanalyse

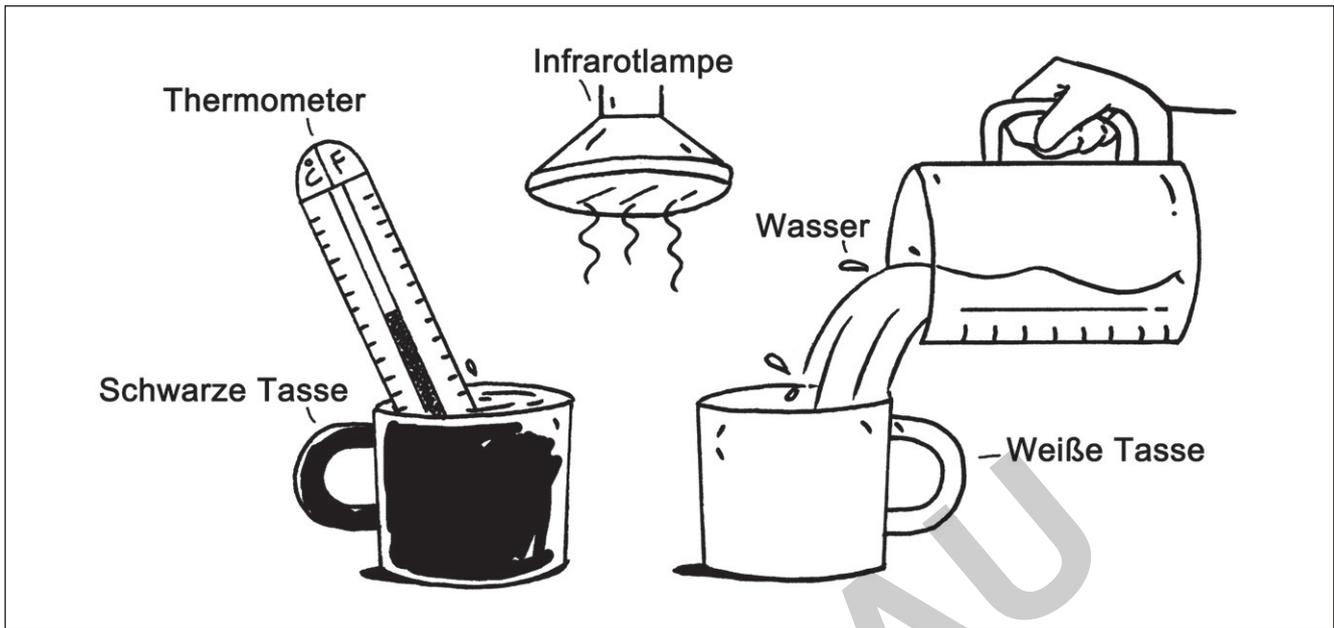


Die Ursachen des Klimawandels, also der Veränderung des langjährigen Mittels von Temperatur und Niederschlag, sind vielfältig. Sie beinhalten sowohl extraterrestrische wie auch terrestrische Wirkungsgefüge. Der genaue Einfluss des Menschen ist bislang umstritten. Als empirisch gesichert gilt jedoch, 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.



## Prototypischer Versuchsaufbau



### Das Experiment im Überblick

<i>Hypothese</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• „Die Reflexion von Licht ist abhängig von der Farbe eines Körpers.“</li> <li>• „Je dunkler, desto weniger Energie wird zurückgestrahlt und desto mehr erwärmt sich der Körper.“</li> </ul>
<i>Versuchsaufbau</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ein schwarzer und ein weißer Becher werden auf einer stabilen Unterlage nebeneinander positioniert.</li> <li>• Beide Becher werden mit der gleichen Menge gleichwarmen Wassers gefüllt.</li> <li>• Beide Becher werden mit einer Infrarotlampe bestrahlt. Die Temperatur wird mittels Thermometer zu Beginn, während und nach der Bestrahlung gemessen.</li> </ul>
<i>V Versuchsergebnisse</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Temperatur im schwarzen Becher erhöht sich schneller als im weißen.</li> <li>• Schwarz reflektiert weniger und nimmt die Lichtenergie stärker auf, so geraten die Wassermoleküle stärker in Bewegung. Diese Bewegung kann als Temperaturerhöhung gemessen werden.</li> </ul>
<i>Interpretation der Ergebnisse</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dunkles Material absorbiert mehr und reflektiert weniger Wärmeenergie.</li> <li>• Je dunkler die Erdoberfläche (z. B. aufgrund von Vegetation oder unbedeckter Gesteinsoberfläche), desto mehr erwärmt sie sich. Je heller (z. B. aufgrund von Schnee und Eis), desto mehr Energie wird zurückgestrahlt.</li> </ul>
<i>Diskussion</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Was für Folgen hat es, wenn die Erde von zunehmend weniger Eis bedeckt wird?</li> <li>• Welche Rolle spielen Wolken?</li> <li>• Hat es Effekte, Gletscher im Sommer mit weißen Folien abzudecken (wie z. B. am Schneeferner oder an der Zugspitze praktiziert)?</li> </ul>



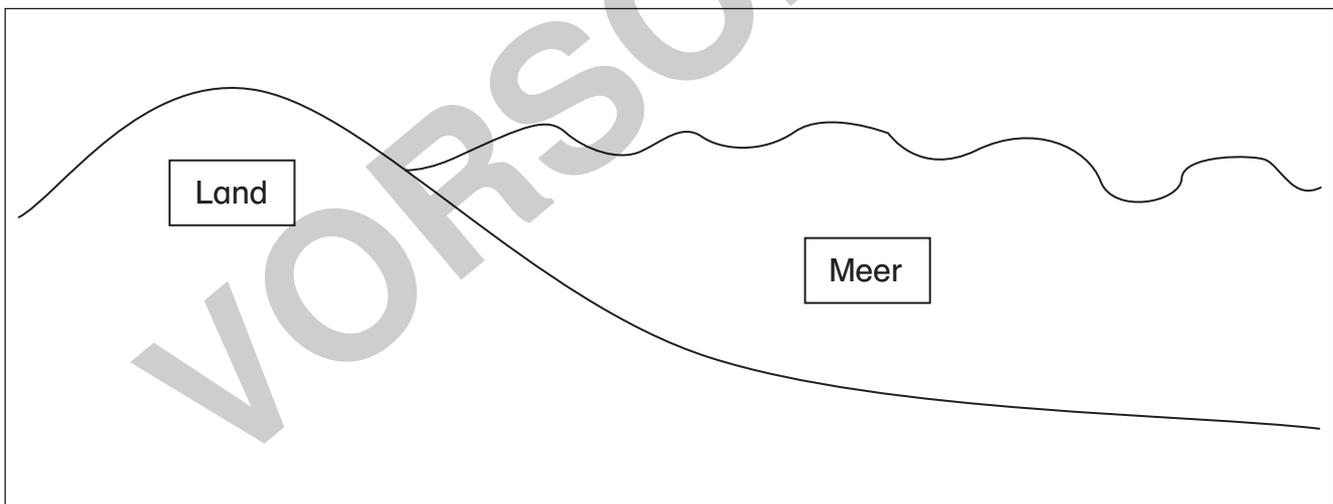
## 2 Wasser als Wärmespeicher

Oberfläche	Albedo	Oberfläche	Albedo
Wasser	0,1	Wolken	0,60–0,90
Wald	0,15	Neuschnee	0,80
Asphalt	0,15	Schnee über Eis	0,80–0,90
Acker (offen)	0,25	Welt (Jahresmittel)	0,30
Wüste	0,30		

### Problemstellung

Die Albedo wird mit einem Wert zwischen 0 (das Licht wird nicht reflektiert) und 1 (das Licht wird vollkommen reflektiert) festgelegt. Je besser die Oberfläche reflektiert, desto heller ist sie und umso höher ist die Albedo. Bei einer hohen Albedo wird mehr Energie zurück ins Weltall reflektiert, die Atmosphäre heizt sich somit weniger auf. Wenn sich Klima und Landschaft verändern, kommt es zu Veränderungen der Albedo, da sich der Strahlungshaushalt ändert, der für Erwärmung/Abkühlung der Erde verantwortlich ist. Kommt es zum Verlust von Schnee- und Eisflächen, so steigt der Wasseranteil entsprechend mit weitreichenden Folgen für den Energiehaushalt. Auch haben Veränderungen der Pflanzendecke Einfluss auf die Albedo, denn Ackerland reflektiert mehr Licht zurück als reine Waldflächen.

- 1 Fasse die wesentlichen Aussagen des Textes zusammen, indem du eine Skizze zum Wirkungsgefüge der Albedo erstellst.



- 2 Asphalt und Wald haben die gleiche Albedo. Begründe, warum der Effekt auf das Klima dennoch sehr unterschiedlich ist.

---



---



---



---



# 1 Eisbergsschmelze und Wasserspiegelanstieg

## Rekord-Eisschmelze in der Arktis

Das Meeres der Arktis ist in diesem Jahr so stark geschrumpft wie nie zuvor - auf 3,4 Millionen Quadratkilometer Fläche



- Nach Schätzungen der geringste Wert seit etwa 1500 Jahren
- In den vergangenen 30 Jahren ist die Eisdecke um über die Hälfte geschrumpft
- Die extreme Schmelze ist auf von Menschen verursachtem Klimawandel zurückzuführen

AFP

Quelle: UHH, KlimaCampus

## Problemstellung

Im Jahr 2012 ist die Bedeckung des Nordpolarmeers mit Eis dramatisch zurückgegangen. Viele Menschen sind beunruhigt und befürchten, dass all das geschmolzene Eis zu einem Anstieg des Meeresspiegels beitragen wird und Küstenregionen auf der gesamten Erde überschwemmt werden. Ihr sollt diese Befürchtung mit einem Experiment bestätigen oder widerlegen.

- 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.

	0 s	120 s	240 s	480 s
Wasserpegel in cm				
Wassertemperatur in °C				

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

---



---



---



# 1 Anstieg des Meeresspiegels

## Die Erwärmung der Meere

Die Weltmeere haben bislang etwa 80% der Wärme aufgenommen, die wir dem Klimasystem zusätzlich zugeführt haben. Sie haben sich bis in eine Tiefe von 3 000 Metern erwärmt.

Die Erwärmung des Wassers hat gravierende Auswirkungen auf das Ökosystem Meer. Bislang haben sich die Ozeane seit 1955 zwar im weltweiten Durchschnitt nur um 0,04 °C erwärmt. Der Wert ist jedoch deshalb so gering, weil die tieferen und mittleren Meeresschichten sehr viel kälter sind als das Oberflächenwasser: Direkt an der Oberfläche haben sich die Meere schon um durchschnittlich 0,6 °C erwärmt. Der Temperaturanstieg an der Wasseroberfläche ist geringer als an Land, weil sich Landflächen allgemein schneller erwärmen als Wasserflächen.

### Problemstellung

Im Zuge der Erwärmung der Weltmeere befürchten Wissenschaftler einen weiteren Anstieg deren Wasserpegel, der nicht durch das Abschmelzen von Eis bedingt ist. Eine ihrer Annahmen lautet daher: „Wärmeres Wasser dehnt sich aus, dadurch steigt auch der Meeresspiegel.“

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

---



---



---

- 3 Protokolliert eure Beobachtungen in der Tabelle.

T (°C)	..... (Start)	20	30	40	50	60	Ende
Anstieg (cm)	0						Ende

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

---



---



---



# 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.

---



---



---