

# UNTERRICHTS MATERIALIEN

Erde/Kunde



**Der Klimawandel**

Grundlagen, Ursachen und Auswirkungen

# Klimawandel – Grundlagen und Auswirkungen

Autor: Prof. Dr. Klaus Zehner

<b>1</b>	<b>Fachwissenschaftliche Aspekte</b> .....	<b>I</b>
<b>2</b>	<b>Methodisch-didaktische Hinweise</b> .....	<b>20</b>
<b>3</b>	<b>Materialien und Arbeitsaufträge</b> .....	<b>21</b>
3.1	Das Klimasystem: Einflussfaktoren und Wechselwirkungen .....	21
3.2	Natürliche Faktoren der Klimaänderung .....	25
3.3	Anthropogene Faktoren des Klimawandels .....	27
3.4	Fallstudien .....	38
<b>4</b>	<b>Lösungsvorschläge</b> .....	<b>52</b>

---

## Kompetenzprofil:

- Niveaustufe: Oberstufe
  - Kompetenzfelder: *Sachkompetenz*: Fachwissen zur Klimageografie, Klimatologie, Agrargeografie (Verschiebung von Klimagrenzen), Verkehrsgeografie (Nordostpassage); *Methodenkompetenz*: Tabellen-, Diagramm-, Bild-, Karten- und Film-analyse (Terra X); *Handlungskompetenz*: Entwicklung eines Bewusstseins für die mit den aktuellsten Klimaänderungen einhergehenden Bedrohungen für Mensch-Umwelt-Systeme, Entwicklung eines Bewusstseins für ein gesellschaftlich ver-antwortungsvolles und nachhaltigkeitsprinzip orientiertes Handeln und Verhalten
  - Methoden: Text-, Tabellen-, Diagramm-, Bild-, Daten-, Karten- und Filmanalyse
  - Medien: Text, Karten, Tabellen, Diagramme, Bilder, Film
  - Fachübergreifende Aspekte: *Naturwissenschaften und Politik*: Klima und Mensch-Umwelt-Systeme
-

## Inhaltlich-methodischer Überblick

Thematische Schwerpunkte	Grafik	Tabelle	Text	Karte	Atlas	Methoden	Unterrichtsform	Material
■ Das Klimasystem: Einflussfaktoren und Wechselwirkungen	•	•	•			DA TA PA	EA PA	■ M 1 bis M 5
■ Natürliche Faktoren der Klimaänderung	•		•			DA TA BA DS	EA UG DS	■ M 6 bis M 8
■ Anthropogene Faktoren des Klimawandels	•	•				DA TA BA KA	EA UG DS	■ M 9 bis M 18
■ Fallstudien		•	•		•	DA TA BA KA FA	EA UG DS	■ M 19 bis M 33

### Methoden:

KA Kartenarbeit  
DA Datenauswertung  
TA Textarbeit  
BA Bildanalyse  
FA Filmanalyse

### Unterrichtsformen:

UG Unterrichtsgespräch  
EA Einzelarbeit  
PA Partnerarbeit  
GA Gruppenarbeit  
DS Diskussion

gemäßigten Breiten und somit die Temperaturgegensätze schrumpfen, werden die Jetstreams gebremst. Dadurch variieren ihre Zugbahnen und werden zunehmend labiler. Das bedeutet, sie können zum einen stärker wandern und zum anderen auch über Monate in ihrer Position stabil bleiben. Auf diese Weise können zum Beispiel an der südlichen Flanke eines Jetstreams über Mitteleuropa permanent Hochdruckgebiete gebildet werden, die eine höhere direkte Sonneneinstrahlung ermöglichen und die ohnehin steigenden Temperaturen weiter erhöhen. Dieser Effekt konnte im Sommer 2018 über Mitteleuropa beobachtet werden. Er führte zu einer Folge von Hochdruckgebieten, die für direkte Sonneneinstrahlung und Trockenheit sorgten.

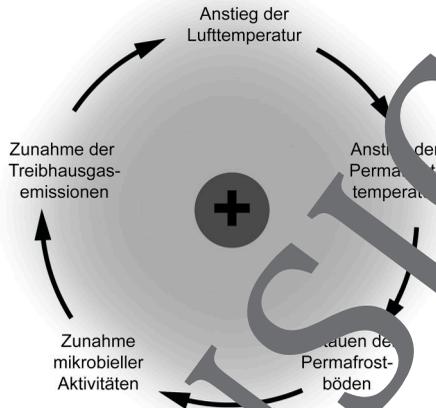
## 1.2 Natürliche Faktoren der Klimaänderung

In der fernerer Vergangenheit (z. B. in der letzten Eiszeit), als das Handeln der Menschen noch nicht klimarelevant war, führten allein **natürliche Einflussfaktoren** zu beträchtlichen Umweltveränderungen. Im Unterschied zur Gegenwart vollzogen sich Klimaänderungen jedoch innerhalb von Jahrtausenden oder zumindest von vielen Jahrhunderten und nicht innerhalb weniger Jahrzehnte, wie es aktuell der Mensch tut. Astronomische Parameter sind heute noch wirksam, obgleich in abgeschwächter Form. Zudem ist ihre Auswirkung schwieriger zu erkennen, da sie gegenwärtig durch anthropogen verursachte Einflüsse stark überlagert werden.

Der serbische Naturwissenschaftler **Milanković** hat bereits 1920 dargelegt, dass neben den jährlichen auch langperiodische Schwankungen der **Solar-konstante** existieren. Als Solar-konstante wird die Menge der Sonnenstrahlung bezeichnet, die an der Grenze der Atmosphäre in einer Minute auf einen Quadratzentimeter eintrifft. Sie hängt u. a. von bestimmten Variationszyklen der astronomischen Bahnp Parameter ab. Zu ihnen zählen die **Präzession** der Erdrotation, die **Schiefe der Ekliptik** und die **Exzentrizität**.

Unter **Präzession** wird das Kreisen der geneigten Erdachse um die Senkrechte der Erdbahnebene verstanden, d. h. eine gedachte Fläche, in deren Mitte die Sonne liegt und deren Rand von der Erdumlaufbahn vorgezeichnet wird. Die Bewegung der Erdachse kann mit der eines taumelnden Kreisels verglichen werden. Eine Kreiselperiode dauert aktuell ca. 25.800 Jahre, d. h. so lange braucht die Erdachse bis zum Erreichen ihrer Ausgangsposition, sodass manchmal der Nordwinter den sonnennächsten Punkt (Perihel) durchläuft

- M 5** Schema der sich verstärkenden positiven Rückkopplung zwischen Klimaerwärmung und Permafrosttauen durch Freisetzung von Treibhausgasen aus mikrobakteriell zersetztem Kohlenstoff



Quelle: eigener Entwurf K. Z. Lehner, S. U. Schindler, verändert nach Grosse et al. 2016, S. 12

### Arbeitsaufträge (M 1 bis M 5)

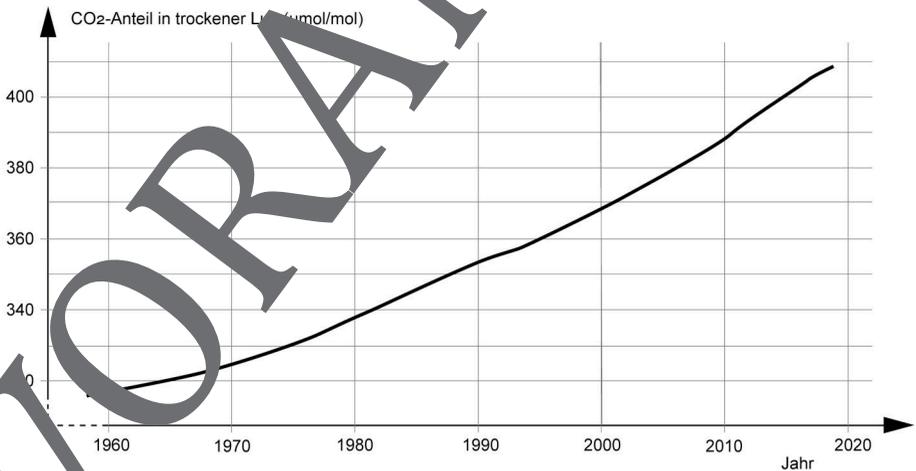
1. Kommentieren Sie die Frage (M 1): „Was haben wir heute für ein Klima?“
2. Wie würden Sie den sogenannten Jahrhundertssommer 2018 einordnen: War das „Wetter“, „Klima“ oder eine (ungewöhnliche) Abfolge von Witterungen? Begründen Sie Ihre Antwort.
3. Zwischen dem 20. und dem 26. Dezember setzt in Mitteleuropa in sieben von zehn Jahren eine etwa zwei Wochen dauernde mild-nasse Phase ein, die durch einen Warmlufteinbruch aus Südwesten gekennzeichnet ist. Hierfür hat sich im Volksmund die Bezeichnung „Weihnachtstauwetter“ etabliert. Beinhaltet es sich hierbei um „Wetter“, „Witterung“ oder „Klima“? Begründen Sie unter Bezugnahme auf M 1 Ihre Antwort.
4. Nennen Sie die Faktoren, die entscheidend auf die Temperatur der Atmosphäre einwirken (M 2).
5. Erläutern Sie unter Hinzunahme von M 3, M 4 und M 5, warum die Freisetzung von Methan, das beim Auftauen von Permafrostböden freigesetzt wird, einen relevanten Beitrag zur weiteren Klimaerwärmung leisten wird.

e) Jahresmitteltemperaturen (°C) in ausgewählten deutschen Großstädten von 2000–2009

Jahr	Hamburg	Frankfurt	Köln/Bonn	Berlin	Nürnberg
2000	10,29	11,57	11,15	11,05	10,17
2001	9,21	10,78	10,46	9,71	9,26
2002	9,84	11,21	11,02	10,77	9,78
2003	9,53	11,41	10,94	10,12	9,84
2004	9,49	10,65	10,24	9,86	9,20
2005	9,58	10,97	10,69	9,56	9,05
2006	10,27	11,20	11,13	10,64	9,65
2007	10,36	11,38	11,23	10,89	10,03
2008	10,22	10,99	10,61	10,71	9,77
2009	9,78	10,94	10,67	10,27	9,40

Quelle: Bildungsserver Hamburg (<https://bildungsserver.hamburg.de/deutschland-dwd/>)

**M 10** Keeling-Kurve: Zunahme von Kohlendioxid in der Atmosphäre seit Beginn der Industrialisierung



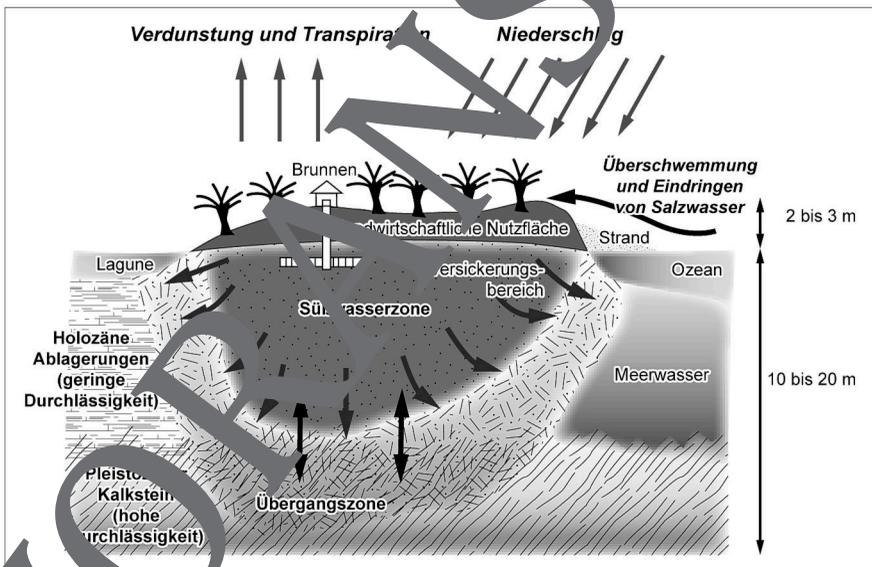
Quelle: <https://www.noaa.gov/global-climate-change-factsheet>, Entwurf K. Zehner & U. Schwedler, verändert nach Website von Scripps, Institution of Oceanography, UC San Diego

b)

**Emigration als Lösung?**

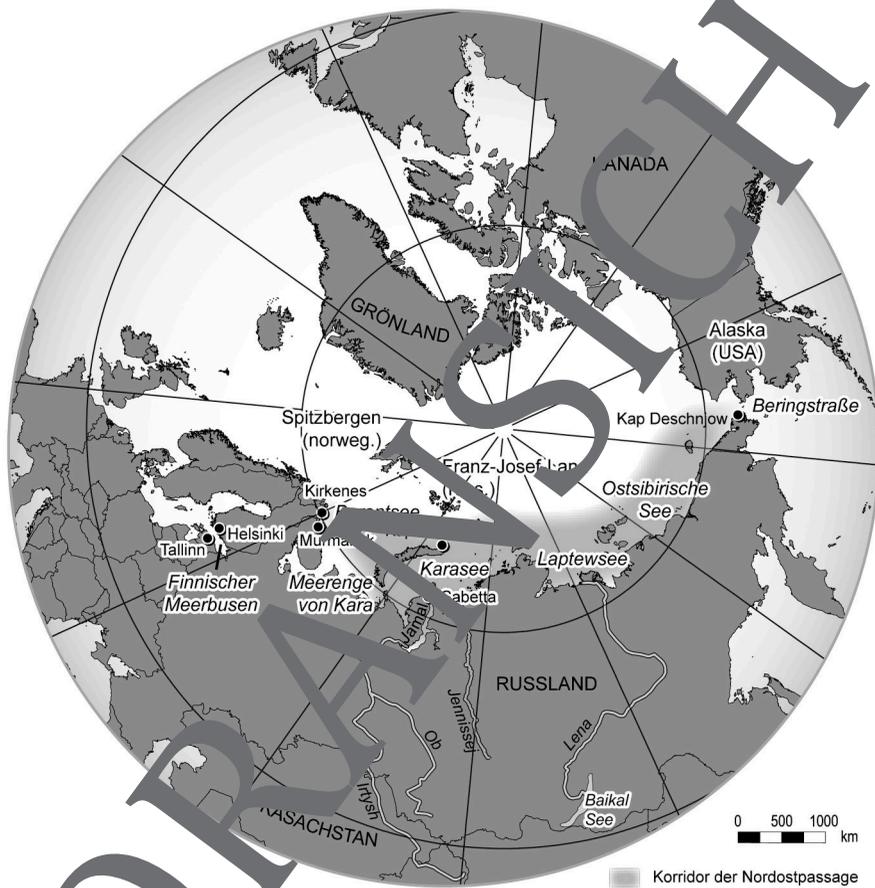
Bisher einzigartig ist das Bestreben der Regierung auf Tuvalu, seine Bewohner zu retten, falls es zum Äußersten kommen sollte und die Insel im Meer versinkt. Die Regierung versucht für ihre Bürger den Status von Umweltflüchtlingen durchzusetzen und ihnen dadurch die Möglichkeit zu geben, in andere Länder wie z. B. Neuseeland zu emigrieren. Das „Ministerium für die Angelegenheiten der Pazifikinseln“ in Neuseeland hat dieses Problem aufgegriffen und betont, dass „Neuseeland gefordert sein wird, eine Antwort auf die Umweltflüchtlinge zu finden, die heimatlos sein werden“ (Germanwatch 2004).

Quelle: Germanwatch (Hrsg.) (2004): Klimawandel – eine Herausforderung für Tuvalu, Bonn

**M 22** Wirkungen des Meeresspiegelanstiegs auf das Ökosystem von Tuvalu

Quelle: eigener Entwurf K. Zehner & U. Schwedler, verändert nach Germanwatch (Hrsg.) (2004): Klimawandel – eine Herausforderung für Tuvalu, Bonn

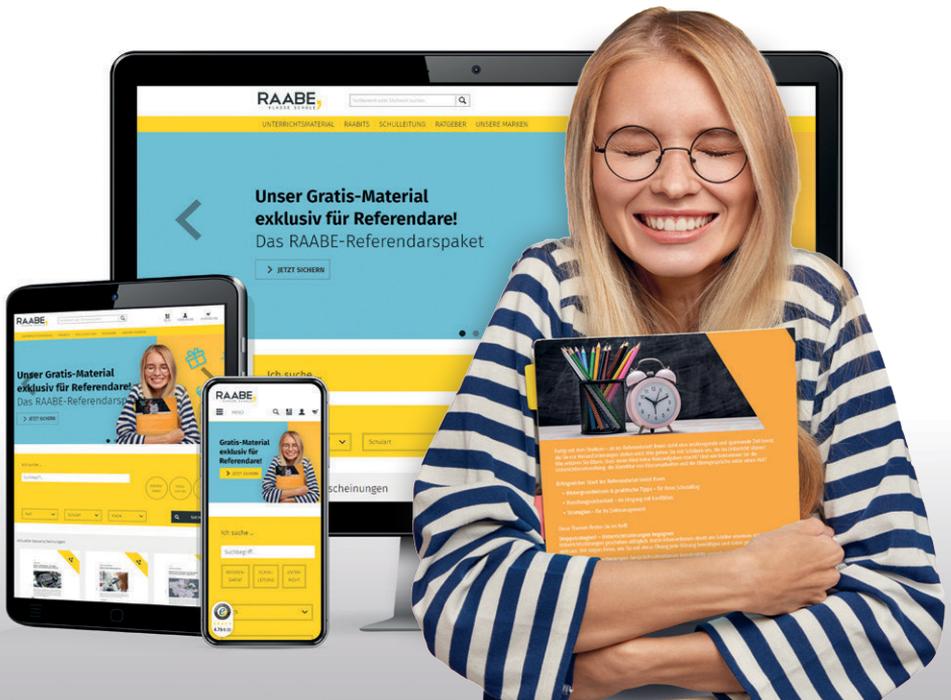
M 26 Karte Nordostpassage



Quelle: eigener Entwurf nach Zehner & U. Schwedler, verändert nach PAME (Protection of Arctic Marine Environment) 2019

# Sie wollen mehr für Ihr Fach?

## Bekommen Sie: Ganz einfach zum Download im RAABE Webshop.



**Über 5.000 Unterrichtseinheiten**  
sofort zum Download verfügbar



**Webinare und Videos**  
für Ihre fachliche und  
persönliche Weiterbildung



**Attraktive Vergünstigungen**  
für Referendar:innen mit  
bis zu 15% Rabatt



**Käuferschutz**  
mit Trusted Shops



Jetzt entdecken:  
**www.raabe.de**