



REGIONALE KLIMAÄNDERUNG – PERSPEKTIVEN EINER GLOBALEN HERAUSFORDERUNG

Das Jahr 2016 hat im Rahmen der Klimaaufzeichnungen eine herausragende Position eingenommen: es war das wärmste Jahr seit Beginn der weltweiten Temperaturmessungen im Jahr 1880. Seit dem hat sich die Erde um etwa 1 °C erwärmt. Die letzten vier Jahre waren die wärmsten, jemals gemessenen Jahre insgesamt. In Deutschland war das Jahr 2018 das bisher wärmste Jahr, das mit zahlreichen Extremwetterereignissen gekennzeichnet war. Langanhaltende Trockenheiten und Hitzeperioden kennzeichneten den Sommer, mit großen Problemen für die Landwirtschaft und Schifffahrt, aber auch für Mensch und Natur. Die Auswirkungen des Klimawandels werden zunehmend sicht- und spürbarer, die hierdurch hervorgerufenen Kosten steigen!

Um die damit verbundenen großen Herausforderungen und die sehr unterschiedlichen Aufgaben optimal bearbeiten und die Auswirkungen des Klimawandels auf der regionalen Skala besser beurteilen zu können, haben sich schon im Jahr 2009 neun der in der Helmholtz-Gemeinschaft organisierten Großforschungszentren zu dem Forschungsverbund „Regionale Klimaänderungen (REKLIM)“ zusammengeschlossen. Ziel des Verbundes ist

die Auswertung und Kombination der mit vielfältigen Methoden gewonnenen Daten. Mit ihrer Hilfe und mit optimierten Klimamodellen sollen so zu erwartende Entwicklungen erkannt und darauf aufbauend wichtige Entscheidungshilfen für gesellschaftliche Akteure erarbeitet werden. Dabei geht es um die Anpassung (adaptation) an die Konsequenzen eines in gewissem Umfang unvermeidlichen Temperaturanstiegs, aber natürlich auch um Maßnahmen zur Milderung (mitigation) des zu erwartenden Klimawandels.

Insbesondere hinsichtlich der Aussagen über regionale Folgen von Klimaveränderungen eröffnen sich durch den Forschungsverbund REKLIM neue Möglichkeiten. Der Austausch zwischen REKLIM und Entscheidungsträgern wird über die Regionalen Klimabüros der Helmholtz-Gemeinschaft und das Climate Service Center (GERICS) sichergestellt – von der Beurteilung von Risiken und Chancen bis hin zur Entwicklung von Vermeidungs- und Anpassungsstrategien auf der Basis der im Forschungsverbund erarbeiteten Ergebnisse.

REKLIM bearbeitet folgende Themenfelder:

- Gekoppelte Modellierung regionaler Erdsysteme
- Meeresspiegeländerungen von globaler zu regionaler und lokaler Skala
- Regionale Klimaänderungen in der Arktis
- Die Landoberflächen im Klimasystem
- Atmosphärische Zusammensetzung und Klima: Wechselwirkungen von globalen zu regionalen Skalen
- Modellierung und Verständnis extremer meteorologischer Ereignisse
- Risikoabschätzungen und Risikomanagement für integrierte Klimastrategien
- Schnelle Klimaänderungen aus Proxy-Daten

Ansprechpartner und Leitung des Helmholtz-Verbundes REKLIM:

Prof. Dr. Peter Lemke, Email: peter.lemke@awi.de
 Dr. Klaus Grosfeld, Email: klaus.grosfeld@awi.de
 Alfred-Wegener-Institut Helmholtz-Zentrum für Polar- und Meeresforschung

Wie verändert sich das regionale Klima?

Das Jahr 2015 hat im Rahmen der Klimaaufzeichnungen eine herausragende Position eingenommen: es war das wärmste Jahr seit Beginn der weltweiten Temperaturmessungen im Jahr 1880. Seit dem hat sich die Erde um etwa 1°C erwärmt. In Deutschland gab es 2015 eine gestiegene Zahl an Hitzetagen (Temperaturen größer als 30°C) mit ausgedehnten Dürreperioden und Trockenstress, die die Landwirtschaft vor große Herausforderungen stellte, lokalen Extremereignissen mit Starkniederschlägen sowie ungewöhnliche Sturmereignisse im Frühjahr und Sommer. Die Auswirkungen des Klimawandels werden zunehmend sicht- und spürbarer, die hierdurch hervorgerufenen Kosten steigen! Um die damit verbundenen großen Herausforderungen und die sehr unterschiedlichen Aufgaben optimal bearbeiten und die Auswirkungen des Klimawandels auf der regionalen Skala besser beurteilen zu können, haben sich schon im Jahr 2009 neun der in der Helmholtz-Gemeinschaft organisierten Großforschungszentren zu dem Forschungsverbund „Regionale Klimaänderungen (REKLIM)“ zusammengeschlossen. Ziel des Verbundes ist die Auswertung und Kombination der mit vielfältigen Methoden gewonnenen Daten. Mit ihrer Hilfe und mit optimierten Klimamodellen sollen so zu erwartende Entwicklungen erkannt und darauf aufbauend wichtige Entscheidungshilfen für gesellschaftliche Akteure erarbeitet werden. Dabei geht es um die Anpassung (adaptation) an die Konsequenzen eines in gewissem Umfang unvermeidlichen Temperaturanstiegs, aber natürlich auch um Maßnahmen zur Milderung (mitigation) des zu erwartenden Klimawandels.

Sachinformationen

Zunächst sollen die Themenfelder einzeln erarbeitet, Faktenwissen angesammelt und vertiefende Strukturen erfasst werden, die dann den Schülerinnen und Schülern ein differenziertes und kompetentes Urteil über die regionalen Klimaänderungen und die Perspektiven dieser globalen Herausforderung erlauben. Zu diesem Zweck ist die Durchdringung der Grafiken und Diagramme besonders wichtig, da diese die Prozesse sehr gut veranschaulichen. Daher werden explizit die Diagramme auf den folgenden Arbeitsblättern in die Aufgaben einbezogen, um eine individuelle Auseinandersetzung mit den Grafiken und Diagrammen zu ermöglichen, mit dem Ziel, die allgemeinen Aussagen individuell nachvollziehbar zu machen.

Unterrichtsverlauf

Erster Schritt:

Ausgehend von der Frage „Wie verändert sich das regionale Klima, welche Entwicklungen können identifiziert und welche Entscheidungshilfen für gesellschaftliche Akteure können gegeben werden?“ können sowohl das Vorverständnis der Schülerinnen und Schüler mit einbezogen, als auch erste Vermutungen angestellt und schriftlich fixiert werden, welche klimatischen Einflussfaktoren wichtig sind.

Zweiter Schritt:

Aus dem Sachtext sollen zunächst einzelne regionale Klimaveränderungen und deren Auswirkungen erkannt und schriftlich fixiert werden (Themen 1–5). Nach der Einordnung der regionalen Klimaänderungen empfiehlt es sich an Hand von ausgewählten Daten die wesentlichen Kennzeichen dieser und deren Auswirkungen zu wiederholen.

Dritter Schritt:

Nun gilt es, das gewonnene Sachwissen auf auf die eigene Lebenswirklichkeit zu übertragen und einen direkten Bezug herzustellen. Zu diesem Zweck können auch andere mediale Beiträge, z.B. aus dem Internet (www.awi.de), hinzu gezogen werden, um die Urteilskompetenz in der Auseinandersetzung mit dem gesamtem Kontext individuell zu verbessern.

Vierter Schritt:

Anschließend kann die Beurteilung extremer meteorologischer Ereignisse und Einordnung der wichtigsten Risikofaktoren mit einer Zukunftsprognose verknüpft werden. (Themen 6–7). Zusätzlich können mit dem Vergleich zweier digitaler Produkte, wie z.B. einer Wissensplattform und einer Smartphone App, der aktuelle Ist-Zustand erfasst und ein praxisorientierter Wissenstransfer geleistet werden. Hierzu empfiehlt es sich, die im Text erwähnten Perspektiven, Kontakte und Homepages (S. 206) für eine intensive Internetrecherche zu nutzen und dadurch das Gelernte zu ergänzen und zu festigen.

THEMA

Regionale Klimaänderungen – Perspektiven einer globalen Herausforderung
(P. Lemke, K. Grosfeld)

- Gekoppelte Modellierung regionaler Erdsysteme
- Meeresspiegeländerungen, global, regional, lokal
- Regionale Klimaänderungen in der Arktis
- Die Landoberflächen im Klimasystem
- Atmosphärische Zusammensetzung und Klima
- Verständnis extremer meteorologischer Ereignisse
- Risikomanagement für integrierte Klimastrategien
- Schnelle Klimaänderungen aus Proxy-Daten

FACH Geografie, Physik

KLASSE 9./10. Jahrgangsstufe

MATERIAL Web: www.awi.de
KLIMA, S. 194 - 206

VORGEHEN

1. Auswerten des Textes nach relevanten Sachinformationen.
2. Anwenden der Sachinformationen auf Daten mit anschließender Auswertung.
3. Benennen der wichtigsten regionalen Klimaänderungen.
4. Beispiele extremer meteorologischer Ereignisse.
5. Abschließende Beurteilung und Ausblick in die Zukunft.

INHALTSFELD

Lebensräume und deren naturbedingte sowie anthropogen bedingte Gefährdung.

KOMPETENZEN

Sachkompetenz: Erläutern der anthropogenen Einflüsse auf gegenwärtige Klimaveränderungen und deren mögliche Auswirkungen (Zunahme von Hitzeperioden, Waldbränden, Starkregen und Sturmereignissen).
Urteilskompetenz: Beurteilen der Möglichkeiten zur Begrenzung des globalen Temperaturanstiegs vor dem Hintergrund der demographischen und ökonomischen Entwicklung.

DAUER 90 Minuten

Wie verändert sich das regionale Klima?

1. Welcher Verbund wurde 2009 gegründet und welche Ziele verfolgt er?

Extrembeispiel 2015: Welche Phänomene kennzeichnet das bisher wärmste Jahr seit Beginn der weltweiten Temperaturmessungen im Jahr 1880?

1	
2	
3	
4	

2. Welche beiden Ziele verfolgt REKLIM mit den Entscheidungshilfen dabei?



3. Die Forschungszentren bedienen sich unterschiedlicher Beobachtungssysteme um Wechselwirkungen

“ zwischen _____
“ sorgfältig zu erforschen und zunehmend besser zu verstehen.

4. Was können Klimamodelle beschreiben (Kasten, s. u.) und was können sie zudem heute leisten? (Thema 1, S. 196)

“ Toll an Modellen ist, dass sie, ausgehend von globalen Phänomenen über regionale und lokale Einflüsse, das Klima vor meiner Haustür simulieren können. “

Klimamodelle beschreiben vor allem die Gesetze der Erhaltung von:

1	
2	
3	

Wie verändert sich das regionale Klima?

1. Welcher Verbund wurde 2009 gegründet und welche Ziele verfolgt er?

Extrembeispiel 2015: Welche Phänomene kennzeichnet das bisher wärmste Jahr seit Beginn der weltweiten Temperaturmessungen im Jahr 1880?

- 1 Anzahl an Hitzetagen
- 2 Dürreperioden/Trockenstress
- 3 Starkniederschläge
- 4 Sturmereignisse

Der Forschungsverbund „Regionale Klimaänderungen (REKLIM)“ wurde 2009 gegründet, mit dem Ziel, regionale Auswirkungen des Klimawandels besser beurteilen zu können, die gewonnenen Daten zu kombinieren und auszuwerten. Die zu erwartenden Entwicklungen sollen so erkannt und Entscheidungshilfen für gesellschaftliche Akteure gegeben werden.

2. Welche beiden Ziele verfolgt REKLIM mit den Entscheidungshilfen dabei?

Das erste Ziel ist die Anpassung (adaption) an die Konsequenzen des unvermeidlichen Temperaturanstiegs. Das zweite Ziel ist die Entwicklung von Maßnahmen zur Milderung (mitigation) des zu erwartenden Klimawandels.



3. Die Forschungszentren bedienen sich unterschiedlicher Beobachtungssysteme um Wechselwirkungen

„ zwischen Atmosphäre, Eis, Ozean und Landoberfläche „ sorgfältig zu erforschen und zunehmend besser zu verstehen.

4. Was können Klimamodelle beschreiben (Kasten, s. u.) und was können sie zudem heute leisten? (Thema 1, S. 196)

„ Toll an Modellen ist, dass sie, ausgehend von globalen Phänomenen über regionale und lokale Einflüsse, das Klima vor meiner Haustür simulieren können. „

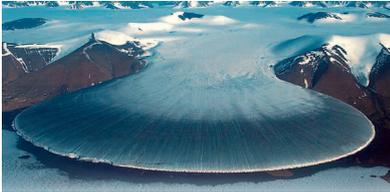
Klimamodelle beschreiben vor allem die Gesetze der Erhaltung von:

- 1 Energie
- 2 Masse
- 3 Impuls

Modelle können wichtige Prozesse in unserem Klimasystem verstehen, natürliche Veränderungen beschreiben und den vom Menschen verursachten Eingriff, durch den Ausstoß von Treibhausgasen, abbilden bzw. Prognosen für die Zukunft aufstellen. Dabei können sie auch als Grundlage für politische Entscheidungen und Handlungsmaßnahmen dienen.

Wie verändert sich das regionale Klima?

1. a) Menschen haben sich schon immer an Küsten angesiedelt, welche Herausforderung ist für Küstenbewohner durch das Klima hinzu gekommen, wie hat sich diese im Zeitablauf entwickelt und warum? (Thema 2, S. 197)



b) Welche beiden von REKLIM gemessenen Faktoren beschleunigen diesen Prozess?

2. a) Welche drei Bereiche sind beim Klimawandel in der Arktis von besonderem Interesse? (Thema 3, S. 198)

b) Welche beiden Merkmale tragen zu einem verstärkten Klimawandel in der Arktis bei?

<input type="text"/>	↔	<input type="text"/>
----------------------	---	----------------------

c) Wie heißt der gesuchte Prozess:

d) Warum ist es besonders problematisch, wenn die Temperatur im Permafrostboden ansteigt?

3. a) Auf welche drei Bereiche der Landoberflächen hat das Klima einen besonders großen Einfluss? (Thema 4, S. 199)

b) Welche negativen Folgen hast du persönlich bisher in deiner Lebenswirklichkeit feststellen können? (betrachte dazu auch den Dürremonitor auf S. 205.)



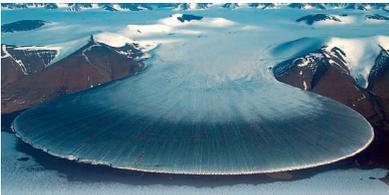
Wie verändert sich das regionale Klima?

1. a) Menschen haben sich schon immer an Küsten angesiedelt, welche Herausforderung ist für Küstenbewohner durch das Klima hinzu gekommen, wie hat sich diese im Zeitablauf entwickelt und warum? (Thema 2, S. 197)

Für Küstenbewohner ist vor allem der Meeresspiegelanstieg als zusätzliche Herausforderung hinzu gekommen.

Stieg dieser im 20. Jahrhundert noch um 1,7 mm/Jahr an, steigt er heute um 3,2 mm/Jahr.

Ursachen dafür sind vor allem das Abschmelzen von Gebirgsgletschern und von große Eisschilden auf Grönland und in der Arktis, sowie die thermische Ausdehnung der Ozeane durch steigende Temperaturen.



- b) Welche beiden von REKLIM gemessenen Faktoren beschleunigen diesen Prozess?

Die erhöhte Fließgeschwindigkeit der Gletscher und Eisströme und die erhöhte Schmelzrate spielen eine wichtige Rolle.

2. a) Welche drei Bereiche sind beim Klimawandel in der Arktis von besonderem Interesse? (Thema 3, S. 198)

Der Artische Ozean, das Meereis und die Permafrostregionen.

- b) Welche beiden Merkmale tragen zu einem verstärkten Klimawandel in der Arktis bei?

Rückgang Meereisausdehnung



Vermindertes Rückstreuvermögen solarer Einstrahlung

- c) Wie heißt der gesuchte Prozess:

Eis - Albedo - Rückkopplung

- d) Warum ist es besonders problematisch, wenn die Temperatur im Permafrostboden ansteigt?

Die jährliche Vertiefung des Auftaubodens führt zu einer Vermehrten bakteriellen Zersetzung von organischem Material, was unter Sauerstoffabschluss zu einer verstärkten Bildung von Methan (Treibhausgas) führt.

3. a) Auf welche drei Bereiche der Landoberflächen hat das Klima einen besonders großen Einfluss? (Thema 4, S. 199)

Ökosysteme, Wasserrecourcen, Land - und Forstwirtschaft.

- b) Welche negativen Folgen hast du persönlich bisher in deiner Lebenswirklichkeit feststellen können? (betrachte dazu auch den Dürremonitor auf S. 205.)



Mögliche Ereignisse: Wasserknappheit in Talsperren, Ertragseinbußen bei Ernten,

teure Brennstoffe durch gesunkene Flusspegel und damit verbundene Kostensteigerung und

Knappheit an den Tankstellen, vertrocknete Wiesen und Wälder etc..

Wie verändert sich das regionale Klima?

1. Spurengase und Schwebeteilchen in der Atmosphäre verändern das Klima. Warum sollten diese durch detaillierte Modelle untersucht und beobachtet werden? (Thema 5, S. 200)

// Heute weiß ja jeder, dass der Anstieg des Kohlendioxidgehalts durch den Menschen in der Luft den größten Anteil am globalen Klimawandel ausmacht. //

2. a) Die Austauschprozesse in der Atmosphäre werden durch den Klimawandel verändert und können Auswirkungen auf die Intensität und Häufigkeit folgender Extremereignisse haben (Thema 6, S. 201):

1	2	3
---	---	---

b) Die folgen dieser Extremereignisse können zu _____ und _____ führen.

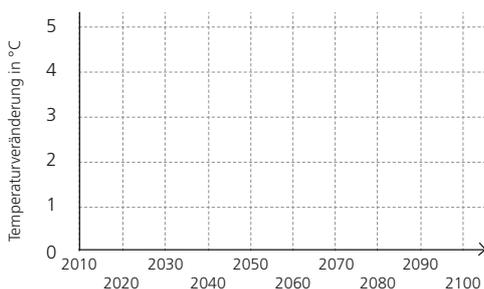
3. Mit welchen Werkzeugen kann eine erfolgreiche Anpassung an den Klimawandel gelingen? (Thema 7, S. 202)

Werden auch regional eingesetzte Methoden angewandt?

Ja: Nein:

4. Welchen Zeitraum untersucht die Paläoklimaforschung und welche natürlichen Archive werden analysiert? (Thema 8, S. 203)

b) Schnelle Klimaänderungen sind im zeitlichen Kontext nicht ungewöhnlich. Wie wird unsere klimatische Zukunft aussehen? Wage einen Ausblick in das Jahr 2100, trage die Temperatursteigerung von 2010 bis 2100 ein:



Meine Prognose:

Mittelwert

_____ °C (_____ °C – _____ °C)

... aus der Schule direkt ins AWI

- ... für ein Schülerpraktikum
- ... für eine berufliche Ausbildung
- ... für einen Freiwilligendienst
- ... in die Schülerlabore
- ... Zukunftstag

Lust auf mehr Informationen?

www.awi.de/arbeiten-lernen/aus-der-schule.html

Wie verändert sich das regionale Klima?

Web: www.awi.de
KLIMA, Seite 200 - 203

1. Spurengase und Schwebeteilchen in der Atmosphäre verändern das Klima. Warum sollten diese durch detaillierte Modelle untersucht und beobachtet werden? (Thema 5, S. 200)

// Heute weiß ja jeder, dass der Anstieg des Kohlendioxidgehalts durch den Menschen in der Luft den größten Anteil am globalen Klimawandel ausmacht.

Nur mit Hilfe von Modellen lässt sich der Einfluss der Luft-

zusammensetzung auf das Klima, die menschliche Gesundheit und

// die Ökosysteme verstehen.

2. a) Die Austauschprozesse in der Atmosphäre werden durch den Klimawandel verändert und können Auswirkungen auf die Intensität und Häufigkeit folgender Extremereignisse haben (Thema 6, S. 201):

1 Außer-/Tropische Stürme	2 Starkniederschläge/Gewitter	3 Dürren
---------------------------	-------------------------------	----------

b) Die folgen dieser Extremereignisse können zu humanitären Krisen und wirtschaftlichen Schäden führen.

3. Mit welchen Werkzeugen kann eine erfolgreiche Anpassung an den Klimawandel gelingen? (Thema 7, S. 202)

Durch die Risikoabschätzung und -bewertung sowie durch das Risikomanagement können Klimaanpassungsstrategien entwickelt werden.

Werden auch regional eingesetzte Methoden angewandt?

Ja: Nein:

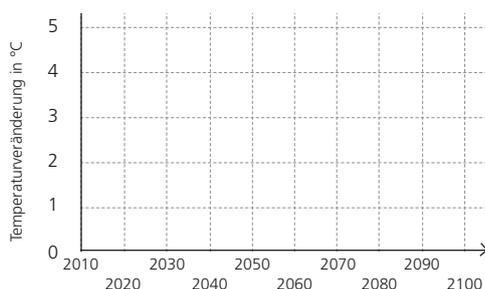
4. Welchen Zeitraum untersucht die Paläoklimaforschung und welche natürlichen Archive werden analysiert? (Thema 8, S. 203)

Es werden Zeiträume untersucht, in denen der Einfluss des Menschen noch keine Rolle spielte.

Zu den natürlichen Klimaarchiven zählen die Sedimentablagerungen am Grund von Seen/Ozeanen,

die großen polaren Eisschilde, sowie fossile Sanddünen.

b) Schnelle Klimaänderungen sind im zeitlichen Kontext nicht ungewöhnlich. Wie wird unsere klimatische Zukunft aussehen? Wage einen Ausblick in das Jahr 2100, trage die Temperatursteigerung von 2010 bis 2100 ein:



Meine Prognose:

Mittelwert

°C (°C – °C)

... aus der Schule direkt ins AWI

- ... für ein Schülerpraktikum
- ... für eine berufliche Ausbildung
- ... für einen Freiwilligendienst
- ... in die Schülerlabore
- ... Zukunftstag

Lust auf mehr Informationen?

www.awi.de/arbeiten-lernen/aus-der-schule.html