



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

ENERGIE

Informationen für Lehrerinnen und Lehrer

Wie wandelt sich das Klima?

Das Klima der Erde hat sich in der Vergangenheit stark geändert und wird sich auch in Zukunft ändern. Eiszeiten und Warmzeiten haben sich in einem natürlichen Rhythmus im Verlaufe der Jahrtausende abgewechselt. Anders als in der Vergangenheit wird es aber für Klimaänderungen in der Zukunft neben den natürlichen Ursachen auch bedeutende Einflüsse durch menschliche Aktivitäten geben. Der größte Anteil an der globalen Erwärmung der letzten 50 Jahre wird diesen menschlichen Aktivitäten zugeschrieben, so lautet das Fazit des Fünften Sachstandsberichtes des Weltklimarates (IPCC, 2013). Wie ist das zu verstehen? Um die Auswirkungen des anthropogenen Einflusses auf die Klimaentwicklung zu verstehen, soll im Folgenden zunächst der Unterschied zwischen „Wetter“ und „Klima“ erklärt werden. Unter „Wetter“ verstehen wir normalerweise den aktuellen Zustand der uns umgebenden Atmosphäre, z.B. Lufttemperatur, Niederschlag, Wolkenbedeckung, Sonnenscheindauer, Stärke und Richtung des Windes. Das „Klima“ ist definiert durch den zeitlichen Mittelwert des Wetters über einen gewissen Zeitraum, der je nach Anwendung von einem Monat bis zu 30 Jahren reichen kann. Das Interessante ist nun, dass das zeitlich gemittelte Wetter nicht nur von den Wetter-Variablen der Luft abhängt, sondern von anderen Größen, wie z.B. der Meeresoberflächentemperatur, der Ausdehnung des Meereises, dem Zustand der Gletscher und Eisschilde, deren Massenverluste den Meeresspiegel ansteigen lassen. Diese zusätzlichen Variablen sind im sogenannten Klimasystem zusammengefasst.

Sachinformationen

Zu Beginn soll das Klimasystem inklusive seiner Wechselwirkungen und der menschlichen Einflüsse darauf erarbeitet, Faktenwissen angesammelt und vertiefende Strukturen analysiert werden, die dann den Schülerinnen und Schülern ein differenziertes und kompetentes Urteil über das Klimasystem, Klimaschwankungen der Vergangenheit und gegenwärtige Änderungen 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 Klima in der Gegenwart, unter Einbeziehung der Erkenntnisse zu Klimaschwankungen in der Vergangenheit und welche möglichen Klimaszenarien können daraus abgeleitet 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 soll zunächst die Funktionsweise des Klimasystems inklusive anthropogener Einflüsse und deren Auswirkungen erkannt und schriftlich fixiert werden. Nach dem Erfassen des Klimasystems empfiehlt es sich, die Klimaschwankungen der Vergangenheit zu untersuchen und in diesem Zusammenhang den atmosphärischen CO₂-Gehalt näher zu betrachten.

Dritter Schritt:

Die Schülerinnen und Schülern sollen nun ihr gewonnenes Sachwissen auf die Klimadiagramme gegenwärtiger Änderungen (S. 177 ff.) anwenden. Der Zusammenhang der Entwicklung verschiedener Faktoren wie Temperaturabweichungen über einen längeren Zeitraum, die sich verändernde Meereis-Ausdehnung und der globale Meeresspiegelanstieg soll erkannt und beurteilt werden.

Vierter Schritt:

Abschließend kann die Beurteilung möglicher Klimaszenarien und deren Auswirkungen differenziert betrachtet und mit eigenen Erkenntnissen über die aktuelle Klimadebatte in Verbindung gebracht werden. Als Abschluss sollen die Schülerinnen und Schüler die Bedeutung der 2-Grad-Obergrenze erfassen, aktuelle Debatten zu diesem Thema kritisch diskutieren und einen Ausblick in die Zukunft machen. Hierzu empfiehlt es sich, die im Text erwähnten Perspektiven und Kontakte (S. 182) für eine intensive Internetrecherche zu nutzen und dadurch das Gelernte zu ergänzen und zu verfestigen.

Alfred-Wegener-Institut Helmholtz-Zentrum für Polar- und Meeresforschung, E-Mail: klaus.grosfeld@awi.de

THEMA

Klimawandel – (k)ein Grund zur Sorge? (P. Lemke, K. Grosfeld)

- Das Klimasystem
- Klimaschwankungen der Vergangenheit
- Gegenwärtige Änderungen
- Klimaszenarien
- Die 2-Grad-Obergrenze

FACH Geografie, Physik

KLASSE 9./10. Jahrgangsstufe

MATERIAL Web: www.awi.de
ENERGIE, S. 172 - 182

VORGEHEN

1. Auswerten des Textes nach relevanten Sachinformationen.
2. Anwenden der Sachinformationen zum Klimasystem mit anschließender Auswertung.
3. Erfassen von Klimaschwankungen, früher und heute.
4. Erfassen der Klimaszenarien.
5. Abschließende Beurteilung und Ausblick bezüglich der 2-Grad-Obergrenze.

INHALTSFELD

1. Lebensräume und deren naturbedingte sowie anthropogen bedingte Gefährdung.
2. Raumwirksamkeit von Energieträgern und Energienutzung.

KOMPETENZEN

Sachkompetenz: 1. Erläutern der anthropogenen Einflüsse auf gegenwärtige Klimaveränderungen und deren mögliche Auswirkungen (Zunahme von Hitzeperioden, Waldbränden, Starkregen und Sturmereignissen). 2. Erklären des Einflusses fossiler Energieträger auf den Klimawandel sowie die Bedeutung regenerativer Energien für einen nachhaltigen Ressourcen- und Umweltschutz.

Urteilskompetenz: 1. Beurteilen der Möglichkeiten zur Begrenzung des globalen Temperaturanstiegs vor dem Hintergrund der demographischen und ökonomischen Entwicklung. 2. Kritische Bewertung des hohen Energieverbrauchs von Industrienationen unter dem Aspekt der Nachhaltigkeit.

DAUER 90 Minuten

Klimawandel – (k)ein Grund zur Sorge?

1. Wie kann man die beiden Begriffe Wetter und Klima voneinander abgrenzen?

Zusätzliche Variablen für das gemittelte Wetter:

1	
2	
3	
4	

2. Das globale Klimasystem besteht aus verschiedenen Bestandteilen, die durch ihre Wechselwirkungen das Klima der Erde beeinflussen. Benenne die einzelnen Bestandteile des Klimasystems.

1 _____

2 _____

3 _____

DAS GLOBALE KLIMASYSTEM



Bewegungen in Ozeanen und Atmosphäre:
Meeresströmungen (oben) und Windsysteme (unten), als Folge regionaler Temperaturunterschiede

4 _____

5 _____

3. Was hältst du von dem Zitat? Mache dir Gedanken, wie der Mensch auf die Bestandteile des Klimasystems Einfluss nehmen könnte (Nutze als Hilfe die Grafik auf S. 173).

// Moment mal:
Der Mensch als Klimakiller?
Auf die Bestandteile des Klimasystems haben wir doch gar keinen Einfluss. Also hat der amerikanische Präsident ja doch Recht: Es gibt keinen vom Menschen verursachten Klimawandel. //

Klimawandel – (k)ein Grund zur Sorge?

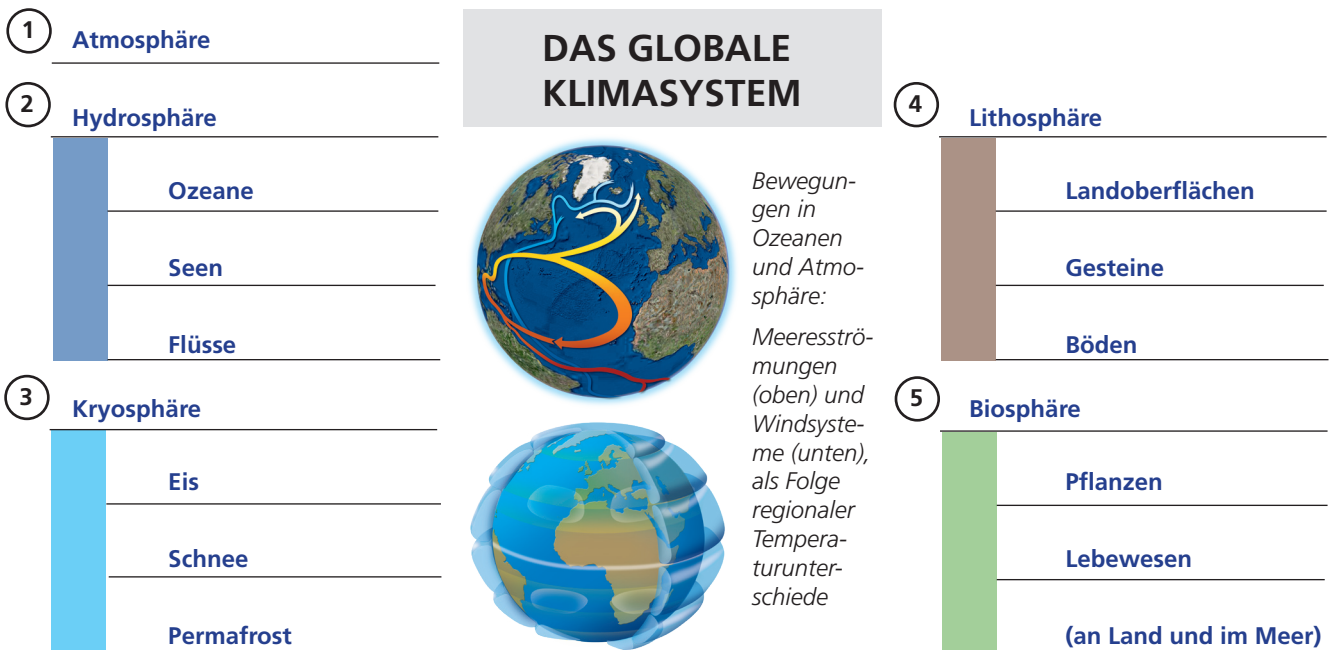
1. Wie kann man die beiden Begriffe Wetter und Klima voneinander abgrenzen?

Das „Wetter“ ist der aktuelle Zustand der uns umgebenden Atmosphäre
(Lufttemperatur, Niederschlag, Wolkenbedeckung, Sonnenscheindauer, Stärke und Richtung des Windes), das „Klima“ ist definiert durch den zeitlichen Mittelwert des „Wetters“ über einen langen Zeitraum (ca. 30 Jahre).

Zusätzliche Variablen für das gemittelte Wetter:

- 1 Temperatur d. Meeresoberfläche
- 2 Ausdehnung Meereis
- 3 Zustand der Gletscher
- 4 Zustand der Eisschilde

2. Das globale Klimasystem besteht aus verschiedenen Bestandteilen, die durch ihre Wechselwirkungen das Klima der Erde beeinflussen. Benenne die einzelnen Bestandteile des Klimasystems.



3. Was hältst du von dem Zitat? Mache dir Gedanken, wie der Mensch auf die Bestandteile des Klimasystems Einfluss nehmen könnte (Nutze als Hilfe die Grafik auf S. 173).

Eigene Meinung zu dem Zitat.

Informationen aus Grafik auf S. 173:

Änderungen der Landoberfläche, Rodung -> Versteppung -> Wüstenbildung

Änderung der atmosphärischen Bestandteile, CO₂-Ausstoß, Staub z.B. durch

Luftverschmutzung durch Industrie und Verbrennung fossiler Brennstoffe.

// Moment mal:
Der Mensch als Klimakiller?
Auf die Bestandteile des Klimasystems haben wir doch gar keinen Einfluss. Also hat der amerikanische Präsident ja doch Recht: Es gibt keinen vom Menschen verursachten Klimawandel. //

Klimaschwankungen früher und heute

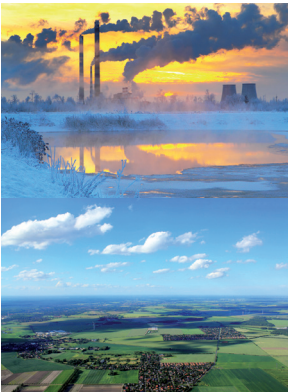
Klimawandel – (k)ein Grund zur Sorge?

1. Welches Problem haben Klimaforscher, wenn sie Temperaturentwicklungen in der Vergangenheit untersuchen?
Wie behelfen sie sich?

2. Beim Vergleich der Klimaänderungen auf verschiedenen Zeitskalen ergibt sich ein interessanter Zusammenhang:

// JE WEITER WIR IN DIE VERGANGENHEIT ZURÜCK- SCHAUEN DESTO //

3. a) Seit wenigen Jahrhunderten übt der Mensch Einfluss auf das globale Klima aus. Vor allem trägt er durch sein Handeln zu einem erhöhten CO₂-Gehalt in der Atmosphäre bei. Was sind die beiden wichtigsten Einflussfaktoren?



3. b) Was ist bei diesem Prozess das entscheidende Problem?

4. a) Das Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) dokumentierte im Herbst 2013 diverse Veränderungen im Klimasystem. Schreibe diese in den Kasten und fülle die Kästchen mit „+“ oder „-“ aus, je nach Veränderung.

b) Von welchen Klimaveränderungen hörst du persönlich in den Medien?

Klimawandel – (k)ein Grund zur Sorge?

1. Welches Problem haben Klimaforscher, wenn sie Temperaturentwicklungen in der Vergangenheit untersuchen? Wie behelfen sie sich?

Präzise Messgeräte gibt es erst seit ca. 300 Jahren. Generell können Klimaschwankungen mit Messgeräten wie

Thermometer (Temperatur) oder Barometer (Luftdruck) etc. beobachtet werden. Informationen über

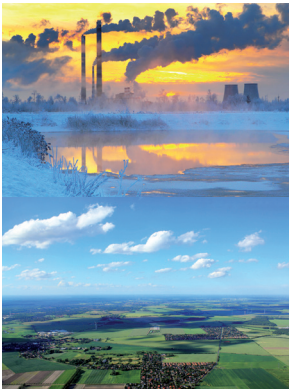
Klimaveränderungen, die weiter in der Vergangenheit liegen, erhalten die Forscher z.B. durch historische

Aufzeichnungen, von Baumringen oder von Korallen, geologischen Funden, Ablagerungen im Meer, Eisschilde...

2. Beim Vergleich der Klimaänderungen auf verschiedenen Zeitskalen ergibt sich ein interessanter Zusammenhang:

**JE WEITER WIR IN DIE VERGANGENHEIT ZURÜCK-
SCHAUEN DESTO** größer werden die beobachteten Klimaschwankungen.

3. a) Seit wenigen Jahrhunderten übt der Mensch Einfluss auf das globale Klima aus. Vor allem trägt er durch sein Handeln zu einem erhöhten CO₂-Gehalt in der Atmosphäre bei. Was sind die beiden wichtigsten Einflussfaktoren?



1. Verbrennung fossiler Brennstoffe, z.B. durch Industrialisierung.

2. Entwicklung der Landwirtschaft, Veränderung der Landoberfläche und der Vegetation.

3. b) Was ist bei diesem Prozess das entscheidende Problem?

Die Menschheit verbrennt fossile Energieträger in so hohem Tempo, dass das

Klimasystem die Menge an emittiertem CO₂ nicht mehr verarbeitet bzw. speichert.

CO₂ verbleibt in der Atmosphäre -> Verstärkung des Treibhauseffekts, globale Erwärmung

4. a) Das Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) dokumentierte 2013 diverse Veränderungen (S. 178) im Klimasystem. Schreibe diese in den Kasten und fülle die Kästchen mit „+“ oder „-“ aus, je nach Veränderung.

Temperatur	+
Schneebedeckte Fläche	-
Meereis	-
Eisschilde	-
Meeresspiegel	+
Häufigkeit der Niederschläge	+
Ozon Stratosphäre	-
Kohlendioxidgehalt der Luft	+

b) Von welchen Klimaveränderungen hörst du persönlich in den Medien?

Klimawandel – (k)ein Grund zur Sorge?

1. Zu welchem Zweck entwickeln Klimaforscher Modelle? Was lässt sich mit Hilfe dieser Modelle prognostizieren?



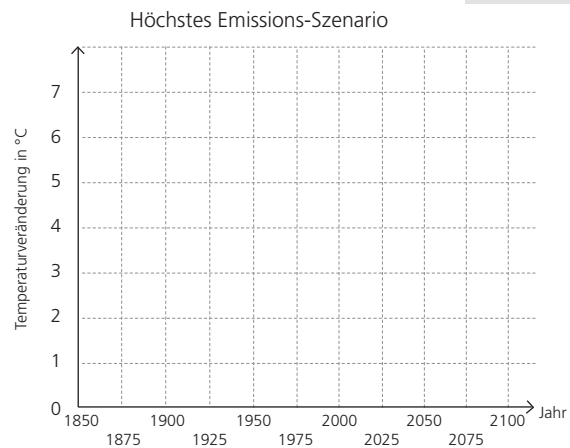
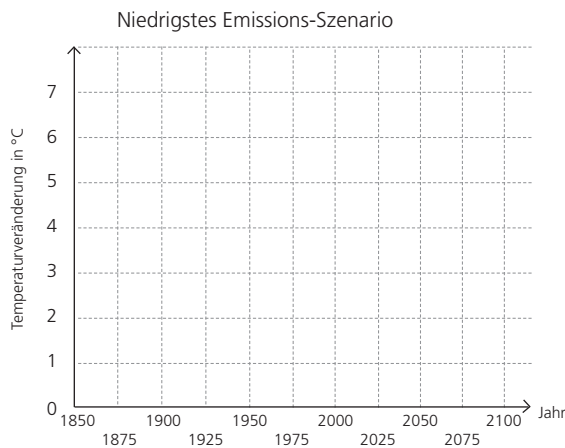
Niedrigstes Emissions-Szenario:

___ °C (___ °C – ___ °C)

Höchstes Emissions-Szenario:

___ °C (___ °C – ___ °C)

2. Nutze die Werte der beiden auch auf S. 179 genannten Klimaszenarien und ergänze die beiden Koordinatensysteme. Nutze für den jeweiligen Mittelwert eine durchgezogene Linie (————), für die Spanne der Prognose gestrichelte Linien (— — —). Gehe vom Jahr 1850 (vorindustriell) als Ausgangszeitpunkt aus.



3. Das Zitat lässt keine Zweifel offen...

/// Die globale Erwärmung ist eindeutig, und sie ist zurückzuführen auf den atmosphärischen CO₂-Anstieg, der durch die anthropogenen Emissionen verursacht ist. ///

a) Was ist die 2-Grad-Obergrenze und was soll damit erreicht werden?

b) Welche Handlungsempfehlung leitet sich ab und wie denkst du darüber?

... 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

Klimawandel – (k)ein Grund zur Sorge?

1. Zu welchem Zweck entwickeln Klimaforscher Modelle? Was lässt sich mit Hilfe dieser Modelle prognostizieren?

Klimaforscher entwickeln Modelle, um möglichst verlässliche Aussagen über die möglichen zukünftigen Klimaveränderungen treffen zu können. Ergebnisse: Steigende Temperaturen, ein steigender Meeresspiegel, veränderte Niederschläge etc., können abgeschätzt werden.



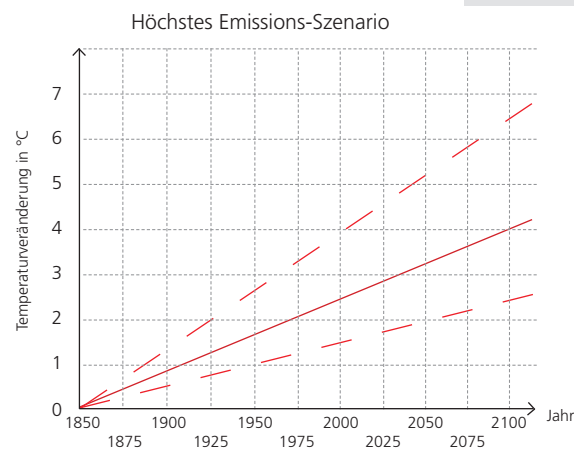
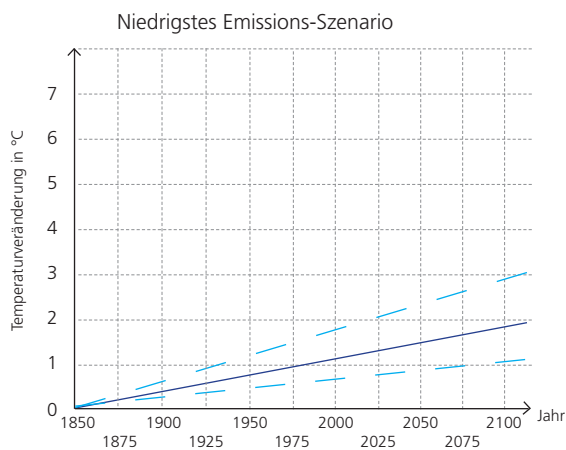
Niedrigstes Emissions-Szenario:

1,8 °C (1,1°C -2,9°C)

Höchstes Emissions-Szenario:

4,0 °C (2,4°C -6,4°C)

2. Nutze die Werte der beiden auch auf S. 179 genannten Klimaszenarien und ergänze die beiden Koordinatensysteme. Nutze für den jeweiligen Mittelwert eine durchgezogene Linie (—————), für die Spanne der Prognose gestrichelte Linien (- - - - -). Gehe vom Jahr 1850 (vorindustriell) als Ausgangszeitpunkt aus.



3. Das Zitat lässt keine Zweifel offen...

/// Die globale Erwärmung ist eindeutig, und sie ist zurückzuführen auf den atmosphärischen CO₂-Anstieg, der durch die anthropogenen Emissionen verursacht ist. ///

a) Was ist die 2-Grad-Obergrenze und was soll damit erreicht werden?

Die globale Erwärmung sollte auf weniger als 2 °C begrenzt werden, (zum vorindustriellen Niveau) da sonst Risiken wie Hitzewellen, Starkniederschläge, Überschwemmungen und ein Anstieg des Meeresspiegels drohen, die die Lebensgrundlage von Millionen von Menschen gefährden.

b) Welche Handlungsempfehlung leitet sich ab und wie denkst du darüber?

Die Menschheit sollte den Ausstoß von CO₂ sofort reduzieren und möglichst bis zur Mitte des Jahrhunderts völlig einstellen.

... 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

Eigene Meinung