

Sekundarstufe 2 Deckblatt

Titel	KLIMAWANDEL GLOKAL Globale Ursachen und regionale Folgen des Klimawandels
Ziele	<p>Grobziel Die Schüler/innen werden sich der Komplexität von Ursachen und Folgen des Klimawandels im Zusammenhang mit der Frage nach der Verantwortung bewusst.</p> <p>Feinziel (kognitiv) Die Schüler/innen erläutern den Zusammenhang zwischen globalen Ursachen und regionalen Folgen des Klimawandels. Die Schüler/innen erläutern die regionale Differenzen der Betroffenheit in Sachsen. Schüler positionieren sich begründet zu einem Zitat zum Klimawandel.</p> <p>Feinziel (instrumentell) Die Schüler/innen verschiedene Medien inhaltsorientiert aus. Sie setzen sich kritisch mit den Quellen auseinander. Die Schüler/innen können die Zusammenhänge zwischen Ursachen und Folgen in einer Concept Map darstellen.</p> <p>Feinziel (affektiv) Den Schüler/innen wird bewusst, dass der Klimawandel regionale Folgen für Mensch und Umwelt hat, auf die es adäquat zu reagieren gilt. Die Schüler/innen werden sich der Sensibilität des Klimasystems im Hinblick auf das Einwirken der Menschen bewusst.</p>
Lehrplananbindung	Sek. II, Klasse 11 LB 2 Atmosphärische Prozesse
Zeitbedarf	8 Unterrichtsstunden
Jahrgangsstufen Empfehlung	11
BNE Orientierungsrahmen	<p>Erkennen – Ursachen-Wirkungsbeziehungen, Wechselwirkung menschliche Aktivitäten und Klimaänderungen</p> <p>Bewerten – kritische Auseinandersetzung mit dem eigenen und fremden Bewusstsein zum Klimawandel</p> <p>Handeln – eigenes Untersuchungsdesign und Untersuchungsinstrumente werden entwickelt und entsprechend angewendet, Lernprodukt wird entwickelt und präsentiert</p>
Durchführung, Weiterverarbeitung	Siehe Sek2_LM_0_Verlaufsplanung
Material für Lehrer/innen	Sek2_LM_1 – Sek2_LM_6
Material für Schüler/innen	Sek2_AB_1 – Sek2_AB_9f

Klimawandel GLOKAL

Phase	Sozialform	Inhalt / Aktivitäten	Medien
Einstieg	Plenum / Gruppenarbeit	Vorwissen aktivieren, motivieren: Zitate, 4 –Ecken Advanced Organizer / Aufgabenstellung	Sek2_AB_1_Zitate und vier Ecken Sek2_AB_2_Advanced Organizer
Erarbeitung 1 90'	Gruppenarbeit Teil 1	Ggfs. Wiederholung Treibhauseffekt Natürliche Einflussfaktoren auf Klima Anthropogene Einflussfaktoren auf Klima	Sek2_AB_3_Strahlungshaushalt und nThe Sek2_AB_4a_natUrsachen Sek2_AB_4b_natUrsachen Sek2_AB_5_anthrUrsachen Sek2_LM_1_AB_3_Loe Sek2_LM_2_AB_4_Loe Sek2_LM_3_AB_5_Loe
Erarbeitung 2 90'	Gruppenarbeit Teil 2	Folgen der Klimaänderungen Eismassen und Meeresspiegel, Wasserhaushalt, Tier- und Pflanzenwelt, Gesundheit	Sek2_AB_6a_Eisschmelze Sek2_AB_6b_Wasserkreislauf Sek2_AB_6c_Tier- und Pflanzenwelt Sek2_AB_6d_Gesundheit Sek2_AB_7_Concept Map Sek2_LM_4_Concept Map
Erarbeitung 3 90'	Gruppenarbeit Teil 3	Sachsens Klima im Wandel Temperatur, Niederschlag und Extremwetterereignisse	Sek2_AB_8_Klimawandel in Sachsen Sek2_LM_6_AB_8_Loe
Erarbeitung 4 90'	Gruppenarbeit Teil 4	Sachsens Wirtschaft reagiert Landwirtschaft Forstwirtschaft Wasserwirtschaft Tourismus Städte	Sek2_AB_9a_Regionale Betroffenheit Sek2_AB_9b_Landwirtschaft Sek2_AB_9c_Forstwirtschaft Sek2_AB_9d_Wasserwirtschaft Sek2_AB_9e_Stadt Sek2_AB_9f_Tourismus
Sicherg.	Gruppenarbeit	Erstellung eines eigenen Medienbeitrages	

Varianten

Kreativpaket

Schülerinnen und Schüler entwickelt ausgehend von einer Diskussion über Zitate zum Klimawandel und auf der Grundlage der Materialien und der damit erstellten Concept Map einen eigenen Medienbeitrag, in welchem sie sich zu einem ausgewählten Zitat positionieren. Diese Variante umfasst mehr als 4 Doppelstunden, da die Arbeitsphase zur Erstellung des Beitrages (ca. 2-3 Doppelstunden) hinzugerechnet werden muss.

Komplexpaket

Schülerinnen und Schüler entwickeln ausgehend von einer Diskussion über Zitate zum Klimawandel und auf der Grundlage der Materialien eine Concept Map zum Klimawandel als globales und lokales Phänomen. Diese Variante umfasst 4 Doppelstunden.

Modulpaket

Die Arbeitspakete der Gruppenarbeiten Teil 1-4 können in sich geschlossene Einheiten als Arbeitsmedien im Unterricht verwendet und mit Inhalten aus dem Lehrbuch kombiniert werden.

Lösungsvorschlag

Die Kraft der Sonne: Strahlungshaushalt und natürlicher Treibhauseffekt

1.

- einfallende Sonnenstrahlung wird zu einem Teil von der Erdoberfläche und zu einem anderen Teil durch Wolken, Gasen und Staub reflektiert (durch planetare Albedo)
- 51 % (168 W/m^2) von der Erdoberfläche absorbiert, 19 % von der Atmosphäre durch Wasserdampf, Staub (67 W/m^2)
- Strahlungsbilanz Q (Nettostrahlung) = Differenz zwischen absorbierter Globalstrahlung und effektiver Ausstrahlung (AE)
- absorbierten Globalstrahlung ist die Energieeinnahme der Erdoberfläche (= Globalstrahlung (Q_k) – durch die Erdoberfläche reflektierte Strahlung (a. OK)
- effektive Ausstrahlung = Differenz zwischen Ausstrahlung der Erdoberfläche (AO) und Gegenstrahlung (AG)
- → man erhält die Nettostrahlung

2.

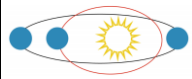

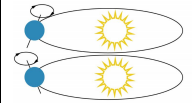




- die Gegenstrahlung der Atmosphäre durch verschiedene Treibhausgase (am wichtigsten Wasserdampf) = natürlicher Treibhauseffekt
- verändert das Klima auf der Erde so, dass die mittlere Lufttemperatur bei 15°C liegt (ohne bei -18°C)
- natürlicher Treibhauseffekt ist notwendig für das Leben auf der Erde

Lösungsvorschlag AB_4_natürliche Ursachen

1. Beschreiben Sie, wie sich die globale Durchschnittstemperatur in den letzten 11000 Jahren verändert hat. Nennen Sie die zwei Gruppen von Einflussfaktoren. (M_1, M_2)

- nach Weichsel-Kaltzeit: Wechsel von Phasen mit höheren und niedrigeren Durchschnittstemperaturen
- vor 8000 Jahren Warmzeittrend, vor 4000 Jahren Kaltzeittrend
- heutiges Klima: schnellerer und höherer Anstieg der Durchschnittstemperatur im Vergleich zu den tausenden Jahren davor (z.B. zu den Optima des Holozän)
- Unterscheidung von natürlichen und anthropogenen Einflussfaktoren

2. Erläutern Sie ausgewählte natürliche Einflüsse auf das Klima. Unterscheiden Sie dabei astronomische und geotektonische Einflüsse und ergänzen Sie dazu die Tabelle. (M_3 – M_8)
3. Tauschen Sie sich zu den verschiedenen natürlichen Einflüssen von Klimaänderungen aus. Ergänzen Sie Ihre Tabelle.
4. Entwickeln Sie in Ihrer Arbeitsgruppe zu jedem Einflussfaktor ein Piktogramm.

Natürliche Einflüsse	Erläuterung		Astronomische Einflüsse	Geotektonische Einflüsse	Piktogramm
Exzentrizität	- Abweichung der Erdumlaufbahn von Kreisbahn (Streckung und Schrumpfung der Erdbahn) → minimale und maximale Ellipse - Ändert sich alle 100000 bis 400000 Jahre	führen zu langperiodischen Änderungen der Solarkonstante →Milankovich-Zyklen	x		
Oblizität	- Neigung der Erdachse gegen die Erdbahnebene - Ändert sich rund alle 41000 Jahre		x		
Präzession	- die Erdachse schwingt um die Senkrechte auf der Erdbahnebene - Ändert sich alle 23000 Jahre		x		
Sonnenflecken	- Maß für die Sonnenaktivität, entstehen durch Magnetfelder - je mehr Sonnenflecken, desto höher die Aktivität der Sonne → Grund: Sonnenfackeln - Modernes Maximum im 20. Jh.		x		
Vulkanausbrüche	- Eruptionen schleudern Partikel und Gase in die Stratosphäre - Bedingen eine Absorption und Reflexion der Sonneneinstrahlung → Temperaturrückgang für wenige Jahre			x	
Plattentektonik	- Lage der Kontinente beeinflusst Reflexionsvermögen der Landmassen → Landmassen in Polnähe (Festlandeis) reflektieren mehr Sonnenstrahlung als Ozeanfläche → Abnahme der Temperatur, Sinken des Meeresspiegels, weniger Niederschlag			x	
Meteoriteneinschlag	Trübung der Atmosphäre durch Aerosole (in Ergänzung zum vorhandenen Material) Siehe auch: https://www.augsburger-allgemeine.de/wissenschaft/Asteroid-Chicxulub-brachte-Kaelte-und-Dunkelheit-auf-die-Erde-id29842762.html		x		

Schlagworte zur Ergebnissicherung an der Tafel

(folgt der Reihenfolge der Tabelle in den AB)

Streckung und Schrumpfung der Erdbahn

Neigung der Erdachse

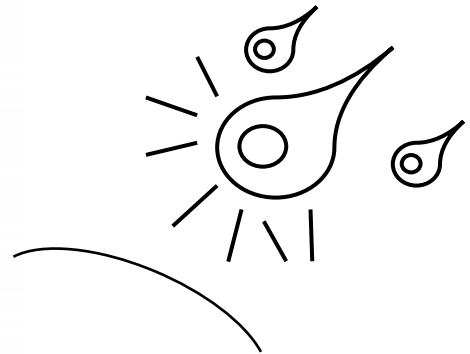
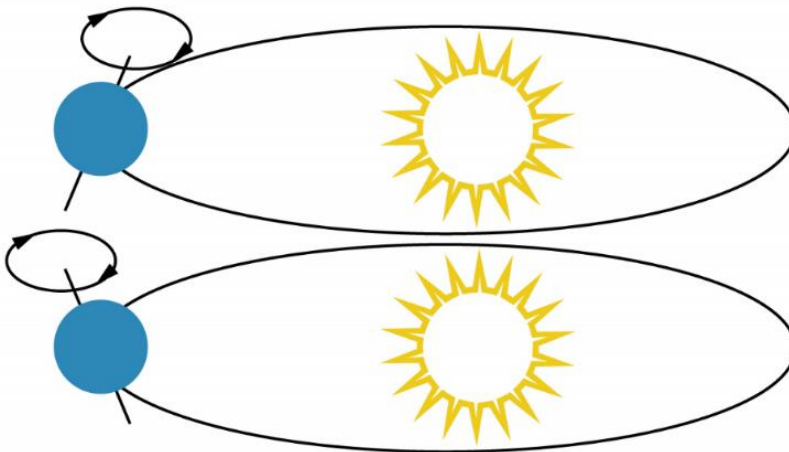
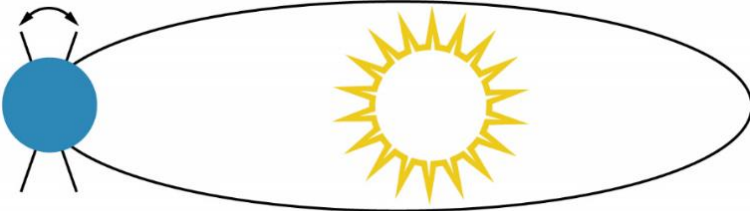
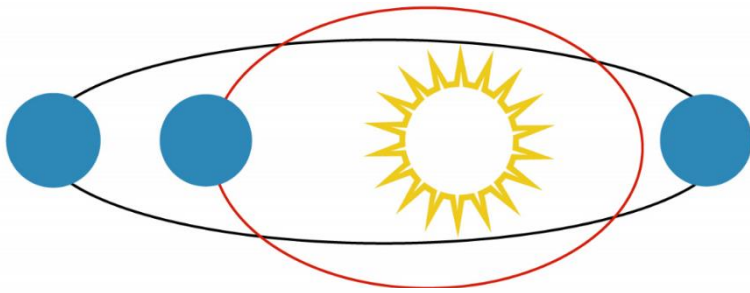
41000 Jahre

Schwingung der Erdachse

Sonnenaktivität

Aerosole in der Stratosphäre, Temperaturrückgang

Höheres Reflexionsvermögen, Festlandeis, Ozean



Lösungsvorschlag

Anthropogene Einflüsse globaler Klimaänderungen

Vorschlag zum Start in das Thema: Karikatur von Heiko Sakurai „Intensives Nachdenken auf der Klimatitanic“ (<http://www.sakurai-cartoons.de/>)

1. Gemeinsamkeiten:

- zwischen 1850 und 1900 minimaler Anstieg zu erkennen
- globale Durchschnittstemperatur und mittlere Treibhausgaskonzentration verzeichnen ab dem Beginn des 20. Jh. einen Anstieg
- erst geringer, später steiler Anstieg

Unterschiede:

- Methan scheint in jüngster Entwicklung zu stagnieren
- Anstieg der Temperatur etwas später (starker Anstieg ab 1970er) als Anstieg der Treibhausgase (starker Anstieg ab 1950er)

2. a)

Treibhausgas	Quellen anthropogener Emissionen	Ursachen
CO ₂	75% fossile Energie (Kohle, Öl und Gas), 20% Waldrodungen, 5% Holznutzung (Entwicklungsländer)	Industrialisierung und Motorisierung, Weltwirtschaftswachstum, Zunahme der Handelsströme Zunahme d. Weltbevölkerung Wachsender Wohlstand Globales Bevölkerungswachstum → steigende Nahrungsmittelproduktion Industrielle Landwirtschaft
Methan CH ₄	27% fossile Energie, 23% Viehhaltung, 17% Reisanbau, 16% Abfälle (Müll, Abwasser), 11% Biomasseverbrennung, 6% Tierexkremete	
Lachgas N ₂ O	23-48% Bodenbearbeitung (einschließlich Düngung), 15-38% chemische Industrie, 17-23% fossile Energie, 15-19% Biomasseverbrennung	
Ozon O ₃	indirekt über so genannte Vorläufersubstanzen wie Stickoxide (NO _x) unter anderem aus dem Verkehrsbereich	
FCKW	Treibgas in Spraydosen, Kältetechnik, Dämmstoffen und bei der Reinigung	

b)

- größte Wirkung am natürlichen Treibhauseffekt hat Wasserdampf mit 64%, CO₂ zweitstärkstes Treibhausgas, aber nur 21%
- andere Klimagase wie Methan, Ozon, Lachgas sehr geringer Anteil
- Wirkung von CO₂ am anthropogenen Treibhauseffekt bei 61%, Methan und FCKW bedeutend höherer Anteil als am natürlichen Treibhauseffekt
- Treibhausgase in geringer Konzentration kaum Bedeutung für den natürlichen Treibhauseffekt, CO₂ in mäßiger Konzentration vorhanden
- In hoher Konzentration verstärken die Treibhausgase den natürlichen Treibhauseffekt, CO₂ bedeutendstes Gas
- → vermindern die Abstrahlung der langwelligen Strahlung ins Weltall, verstärkte Rückstrahlung zur Erde aufgrund der Strahlungseigenschaften der Gase → zusätzliche Erwärmung durch anthropogenen Treibhauseffekt
- *verstärkt wiederum Vermögen der Atmosphäre Wasserdampf aufzunehmen → weitere Verstärkung des Treibhauseffektes*

3. a) *in chronologischer Reihenfolge zu markieren:*

USA, Russland, Deutschland, Saudi-Arabien, Süd-Korea

b)

- reiche Industriestaaten verbrauchen am meisten fossile Energieträger, haben mit Industrialisierung seit über 150 Jahren weit über den Eigenbedarf hinaus gewirtschaftet (BIP zeigt große Ungleichheiten zwischen Industriestaaten und Entwicklungsländern)
→ hier größte Unternehmen, global player, ansässig
- Verstädterung, Verkehrsmobilität (unter anderem Tourismus) führten zu großem CO₂-Anstieg
- Russland und Saudi-Arabien: Vorkommen und Förderung enormer Erdölmengen
→ Nutzung für eigene Wirtschaftsleistung und Export
- Wirtschaftsleistung ist in Industriestaaten um Vielfaches höher als in Entwicklungsländern, aber auch Ausbeutung von Ressourcen, intensive Nutzung in der Landwirtschaft in ärmeren Ländern
- Export und Import verstärken globalen CO₂-Ausstoß → ist abhängig von der Wirtschaftsleistung und den vorhandenen Rohstoffen

c) *Beispielthese*

Bei einer gleichbleibenden Wirtschaftsleistung der Industriestaaten und einer steigenden Wirtschaftskraft der aufstrebenden Schwellen- und Entwicklungsländer wird der globale CO₂-Ausstoß weiter zunehmen.

Methodenblatt: Erstellen einer Concept Map

Die Methode des Concept Mappings dient der Systematisierung und Visualisierung des erlernten Wissens. Dabei sind die Concept Maps Begriffslandkarten, die Begriffe unterschiedlicher Ordnung und deren Beziehungen untereinander grafisch darstellen. Die Basiskonzepte der Geographie können als Werkzeuge des Denkens Strukturierungshilfe sein. Komplexe Zusammenhänge werden so systematisch visualisiert.

1. Thema finden und Begriffe sammeln

Thema festlegen, Frage formulieren oder Problem herausfinden

Begriffe, Wortgruppen, Mystery-Kärtchen werden auf kleinen Kärtchen gesammelt und inhaltlich erfasst

2. Begriffe ordnen

Begriffskärtchen auf eine große Unterleg legen

Sinnvolle Ordnung finden, Begriffe hierarchisieren, Zusammenhänge finden

Ordnungssystem überlegen (z.B. Oberbegriffe finden Orte, Ursachen, Folgen, Auswirkungen, Natur, Mensch...)

3. Concept Map erstellen

Thema zentral in die Mitte oder als Überschrift

Verschieben der Kärtchen (was gehört zusammen?)

Hinzufügen von beschrifteten Pfeilen und Symbolen (Symbole in einer Legende erklären) alle Elemente aufkleben

Schema präsentieren und erläutern, mit Ergebnissen der anderen Gruppe vergleichen

Es gibt nicht allein einen Weg die Beurteilung der Qualität von Concept Maps vorzunehmen. Die Komplexität beruht auf der Anzahl sinnvoller Begriffe sowie der Anzahl und Art der gültigen Beziehungen, d.h. der Struktur des Gefüges. Folgender Vorschlag beinhaltet fünf Niveaustufen, die sich aus der Präsentation der Concept Maps durch die Schülergruppe herleiten lassen.

1. unstrukturiert: Antwort passt nicht zur Leitfrage, keine sinnvollen Zusammenhänge zwischen Fragen und Informationen
2. einfach: eine Information wird als Antwort auf die Leitfrage verarbeitet, keine Gewichtung der Informationen
3. mehrschichtig: mehrere Informationen werden für die Beantwortung der Frage verwendet, allerdings ohne Berücksichtigung der Beziehungen zwischen den Informationen
4. zusammenhängend: Vernetzung zwischen den Informationen wird deutlich herausgestellt und zusammenhängend erläutert, schlüssige Argumentation
5. komplex: abstrakte, über den Einzelfall hinausgehende Konzepte und Zusammenhänge werden in das Erklärungsmodell integriert, widersprüchliche Hypothesen werden argumentativ gegeneinander abgewogen

Quellen:

Raschke, N.(2018), Concept Maps. Systematisierung und Visualisierung systemischen Denkens, in: Praxis Geographie 7/8, Westermann, Braunschweig, S.48-51.

education21 (Hrsg.), Leitfaden Mystery, Didaktische Überlegungen und Einsatz im Unterricht, 2014.

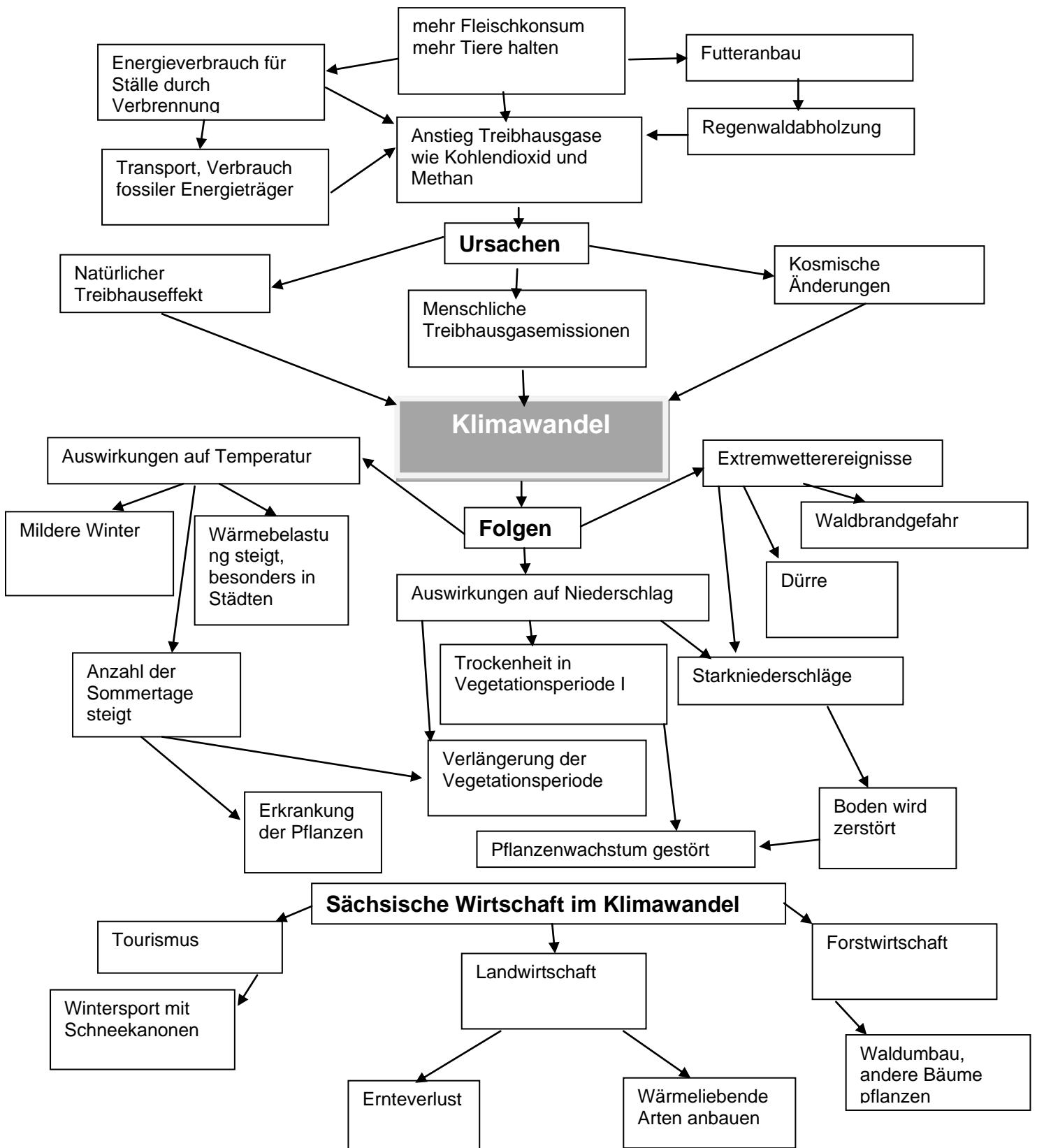
online: http://www.globaleducation.ch/globaleducation_de/resources/MA/Leitfaden%20Mystery.pdf (zuletzt am 29.06.2018)

Sommer, Cornelia (2005) Untersuchung der Systemkompetenz von Grundschulern im Bereich Biologie, Dissertation, Universität Kiel.

online:

http://eldiss.uni-kiel.de/macau/servlets/MCRFileNodeServlet/dissertation_derivate_00001652/d1652.pdf (zuletzt am 29.06.2018).

Lösungsbeispiel Concept Map Ursachen und Folgen des Klimawandels



Lösungsvorschlag für die arbeitsteilige Gruppenarbeit – Folgen des Klimawandels

a: globale Verteilung der Folgen des Klimawandels

- alle Kontinente innerhalb physikalischer, biologischer und menschlicher/ künstlicher Systeme betroffen
- alle Kontinente sind in hohem Maße von den Auswirkungen auf Schnee, Gletscher und Permafrost betroffen
- biologische Systeme: Globale Gefährdung der marinen Ökosysteme (Küsten mehrerer Kontinente, vor allem Europa, Nordamerika, Australien/ Ozeanien)
- Ökosysteme an Land sind insb. Im Norden Europa, Nordamerikas und Asien gefährdet, Ökosysteme in Afrika, der Antarktis und in Australien mit großem Beitrag des Klimawandels betroffen
- physikalische Systeme: hohes und sehr hohes Vertrauen in die Zuschreibung zum Klimawandel haben Überschwemmungen, Dürren und Wasserführung von Flüssen in Afrika, Südamerika, Asien und Australien
- menschliche und künstliche Systeme: Gefährdung der Lebensmittelproduktion vor allem in der Sahelzone, Indien und China, aber auch Südamerika, Australien und Europa betroffen
- Wirtschaftssysteme und Gesundheit der Menschen vor allem betroffen in Afrika, Südamerika und arktischen/nördlichen Breiten

→ insgesamt Industriestaaten und westliche Staaten weniger stark betroffen, Auswirkungen in allen drei Systemen vor allem in Afrika sehr hoch, Gefährdung des Menschen sehr groß durch große Betroffenheit der Wasserreserven und Nahrungsmittelknappheit in Afrika

→ enorme Auswirkungen auf Ökosysteme der Erde

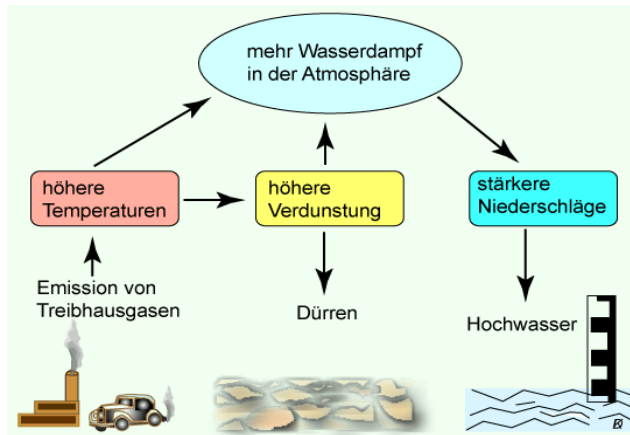
Folgen Sek2_AB_6a_Eisschmelze

- Unterschiede: 1979 etwa doppelt so großes Eisvolumen im Sommerminimum wie 2012
- arktisches Eisvolumen deutlich 2012 geschrumpft, auf Osthalbkugel größerer Massenverlust
- Gemeinsamkeiten: 1979 und 2012 Eisvolumen auf Westhalbkugel vorhanden
- Anstieg des Meeresspiegels und Starkniederschläge führen zu Überschwemmungen von Küstenregionen
- Starkes Anschwellen von Flüssen → Überflutungen von Städten und ländlichen Räumen (Beispiel Elbhochwasser)
- wärmere globale Temperaturen führen zur Störung von Luftströmen, was zu länger anhaltenden Wetterlagen führen → Hitzeextreme (z. B. in Europa)

Folgen Sek2_AB_6b_Wasserkreislauf

Beispiel Sahelzone: öfter auftretende Dürren

- Ab 1970 Abweichung der Niederschläge vom langjährigen Mittel immer öfter und stärker im negativen Bereich
- Weniger Niederschläge und geringere Mengen in der Sahelzone
- Abstände zwischen den Jahren mit höheren Niederschlägen werden größer
- Durch den anthropogenen Treibhauseffekt wird die Atmosphäre erwärmt → Anstieg der Verdunstung und der atmosphärischen Wasserdampfkapazität
- die Folgen sind einerseits Dürren, andererseits mehr Wasserdampf in der Atmosphäre und stärkere Niederschläge



M_4 Verstärkung des Wasserkreislaufs durch die globale Erwärmung
<http://wiki.bildungsserver.de/klimawandel/index.php/Datei:Wasserkreislauf.gif>
 (am 3.7.2018)

Hypothese und daraus resultierende Folgen für die Bevölkerung

Bei Zunahme der globalen Durchschnittstemperatur werden die Niederschläge in ihrer Häufigkeit abnehmen und in ihrer Menge stark variieren.

- Für die Bevölkerung folgen daraus: Dürren, zu geringe Verlässlichkeit des Niederschlags, unzureichende Trinkwasserreserven für Nutztiere und Menschen, unzureichende Nahrungsmittelversorgung
- → stärkere Migrationsströme aus der Sahelzone in andere Gebiete Afrikas/ der Welt, um Überleben der Bevölkerung zu sichern

Folgen Sek2_6c_AB_Tier- und Pflanzenwelt

- Anstieg der globalen Durchschnittstemperaturen in höheren Breiten führt zu einer Verschiebung der Vegetationszonen zu den Polen hin
- Simulierte Veränderungen der Vegetation: Verlagerung der Vegetation der Tundra sowie der Baumgrenze polwärts
- Im Inneren Asiens: vorherrschende boreale Nadelwälder durch Laubwälder oder Grasländer ersetzt
- einige subtropische Gegenden: Rückgang von Waldbeständen, in einigen Trockengebieten Wachstum von Vegetation (durch mehr Biomasseproduktion aufgrund erhöhtem CO₂-Vorkommen)
- (kein flächenhafter Zusammenbruch immerfeuchter tropischer Regenwälder)
- Ausdehnung von Wüsten, Steppen, Savannen
- Ausdehnung feucht-warmer Gebiete führt zur Verbreitung bestimmter Insektenarten und Pflanzenschädlingen → Gefährdung bestimmter Baumarten
- Für den Menschen bedeutet dies: ein Verlust von Anbauflächen und die Gefährdung der Ernten, erhöhte Gefahr der Übertragung von Viren durch Insekten in größeren Gebieten der Erde
- Gefährdung von Arten, die nicht „mitwandern“ können, z. B. Eisbär und Korallen (ebenso gefährdet durch Versauerung der Ozeane durch verstärkten CO₂-Eintrag)
- Für den Menschen: zusätzliche Gefährdung in Küstenregionen
- Tropischen Regenwälder in höheren Lagen: feuchte Nebel aufgrund höherer Temperaturen in größeren Höhen → untere Lagen sind durch Austrocknung gefährdet → Bedrohung verschiedener Arten von Flora und Fauna
- Verkleinerung des Lebensraumes in der Arktis → Eisbärenpopulation gefährdet

Folgen Sek2_AB_6d_Gesundheit

- Direkte Folgen: Kreislauf- und Atemwegsbeschwerden, Tod durch Hitzeextreme; Todesfälle, Zerstörung von Infrastruktur durch andere Wetterextreme wie Stürme etc.
- Indirekte Folgen:
- Zunahme von Tropenkrankheiten und dadurch verursachte Todesfälle durch Ausbreitung verschiedener Insektenarten als Überträger von (unbekannten) Viren
- Vermehrte Infektions- und Durchfallerkrankungen durch verseuchtes Trinkwasser
- Höheres Risiko von Asthma, Allergien, Hauttumoren
- Mangelernährung und Hunger → Folgeerkrankungen
- Unzureichende Trinkwasserversorgung → zunehmende Ernteaufälle → Flucht aufgrund von Wasserknappheit

3 exemplarische Wirkungsketten

1. erhöhte globale Temperaturen → Hitzewellen → Austrocknung der Böden → Verringern der Grundwasserreserven → Ernteaufälle → verringerte Nahrungsmittelproduktivität und Trinkwasserarmut → Hunger, Mangelernährung → Krankheit oder Tod
2. erhöhte globale Temperaturen → Störung von Ökosystemen → höhere Überlebenschance für Bakterien und Viren → größere Verbreitungsgebiete → von Zwischenwirten (Vektoren) → vermehrtes Auftreten von Tropenkrankheiten → steigende Zahl von Todesfällen durch Bakterien und Viren
3. erhöhte globale Temperaturen → verlängerte Vegetationsperiode → bessere Anpassung möglich für invasive Arten → Verbreitung von Allergiepflanzen → höhere Biomasseproduktion → Asthma, Allergien oder Tod

Zuordnung in die Systeme aus M_1 und Beispiele von Wirkungsketten

Physikalische Systeme	Biologische Systeme	Menschliche Systeme
Schmelzen der Eisgebiete	Invasive Arten	Ausbreitung von Tropenkrankheiten, Viren
Anstieg des Meeresspiegels	Verschiebung der Vegetationszonen	Zunahme von Allergien
Überschwemmungen, Starkniederschläge	Gefährdung von Arten	Ernteaufälle, Verlust von Anbauflächen
Dürren	Ausbreitung von Pflanzenschädlingen	Mangelernährung, Hunger
	Ausdehnung von Wüsten, Steppen, Savannen und feucht-warmen Gebieten	Ungenügend Trinkwasserreserven

Schmelzen der Eisgebiete → Anstieg des Meeresspiegels → Überschwemmungen, Starkniederschläge

Schmelzen der Eisgebiete → Gefährdung von Arten → Verschiebung der Vegetationszonen
Ausdehnung von feucht-warmen Gebieten → invasive Arten → Ausbreitung von Tropenkrankheiten und Viruserkrankungen

Ausdehnung von Wüsten und Steppen → vermehrt Dürren → Ernteaufälle, Verlust von Anbauflächen

Lösungsvorschlag Klimawandel bei uns in Sachsen?

- 1) Individuelle Schülerlösung
- 2) Tabelle: Die Folgen des Klimawandels in Sachsen

Sachsen Klima allgemein gemäßigte Klimazone, unterteilt in drei bzw. vier Klimaregionen, die unterschiedlich von den Folgen des Klimawandels betroffen sind
 Mittelgebirgsklima (Erzgebirge, Vogtland)
 Berg- und Hügellandklima (Mittelgebirgsvorland, Elbsandsteingebirge)
 westliches und östliches Binnenlandklima (Leipziger Tieflandsbucht, Lausitz, Elbtal)

Temperatur	Niederschlag	Wetterextreme
Allgemeiner Anstieg der Temperatur, Abweichungen der mittleren Jahresmitteltemperatur für Dekaden positiv seit 1981, auch Projektionen gehen von Temperaturanstieg aus	hohe Variabilität, räumlich und zeitlich sehr unterschiedlich	Dürren, Hitzestress
Anzahl der Sommertage pro Jahr ($T_{max} > 25^{\circ}\text{C}$) flächenmäßig gestiegen, größerer Anteil Sachsen mit deutlich mehr Sommertagen	Vegetationsperiode I (April bis Juni) abnehmende Niederschlagssumme	Starkregenereignisse nehmen an Intensität zu (in den meisten Regionen Sachsens)
Jahresmittel der Lufttemperatur in Sachsen gestiegen, größerer Anteil Sachsens mit höherer Temperatur	Vegetationsperiode II (Juli-September) Zunahme von Niederschlagssumme und Starkregen (Erosionsgefahr für Böden)	Häufigkeit des Auftretens von Starkregenereignisse in Vegetationsperiode I abnehmend in Vegetationsperiode zunehmend
	Mittlere Summe des Niederschlags in Vegetationsperiode I räumlich sehr unterschiedlich, insbesondere in Nordsachsen weniger im Vergleich 1961-1990 und 1991-2015	Lokale Überflutung kann Folge von Starkregenereignissen sein

- 3) Folgen des Klimawandels in Sachsen - Concept Map

Individuelle Schülerlösung