

Zitate zum Klimawandel

Was der Mensch heute anstellt, ähnelt eher dem Asteroideneinschlag an der Kreide-Paläogen-Grenze. Dass so etwas jetzt geschieht, in diesem Tempo, auf einem überbevölkerten, übernutzten Planeten, gleicht einem kollektiven Suizidversuch.

Hans Joachim Schellnhuber, Klimaforscher, Potsdam
– Institut für Klimafolgenforschung, Mai 2018

Der Klimawandel ist die „Überlebensfrage der Menschheit“. Praktisch führen wir einen Dritten Weltkrieg gegen die Natur und damit gegen uns selbst, denn wir sind ein Teil der Natur.

Franz Alt, Journalist und Buchautor,
April 2018

Der Klimawandel darf nicht mehr isoliert als ökologische Herausforderung betrachtet werden, sondern als Gesundheitsproblem, das mehr und mehr Menschen betreffen wird.

Florian Schöne, Generalsekretär des
Umweltdachverbandes Deutscher
Naturschutzring (DNR), April 2018

Diese gesamte Klimahysterie ist wirklich an den Haaren herbeigezogen.

Alice Weidel, Bundesvorsitzende AfD,
Januar 2018

Ich sage, dass es derzeit nicht nachweisbar ist, dass tatsächlich die Klimaerwärmung menschengemacht ist.

Georg Pazderski, Stellv. Bundesvorsitzender
AfD, Januar 2018

Beim Klimawandel hat sich die Krise dramatisch verschärft seit Beginn der 2000er Jahre. Hier schließen sich gerade die letzten Fenster von Handlungsmöglichkeiten, um die Erderwärmung noch in einem verträglichen Rahmen zu halten.

Hermann Ott, ehem.
Bundestagsabgeordneter, Wuppertal-Institut,
April 2018

Vier-Ecken-Methode

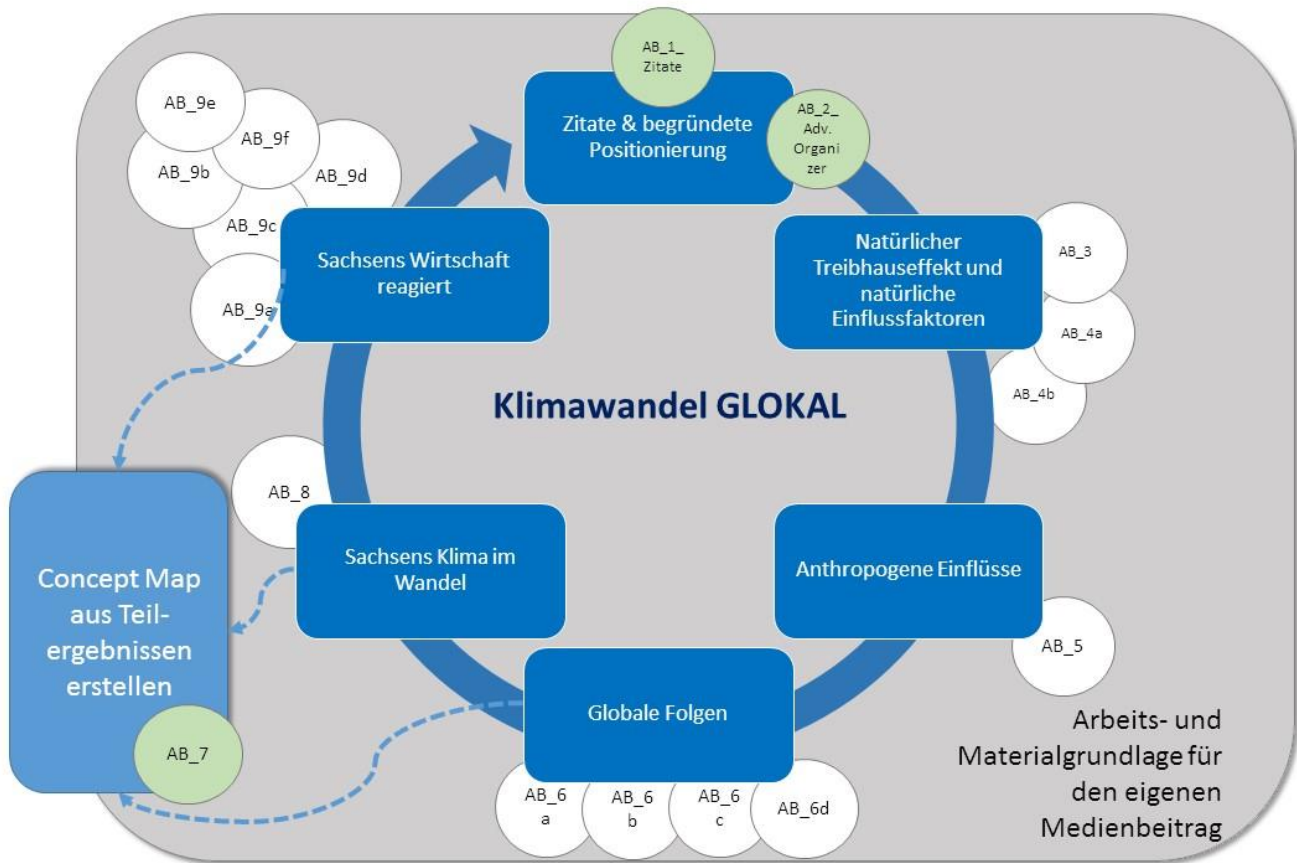
Ziel

→ **Vorwissen aktivieren, Diskussionsanregungen liefern, für das Thema motivieren**

1. Vier der oben aufgeführten Zitate befinden sich, groß gedruckt auf A3-Papier im Raum, eines in jeder Ecke.
2. Die Schüler/innen wählen nach einem kurzen Herumgehen das Zitat aus, welches die meisten Assoziationen in ihnen auslöst.
3. Die Schüler/innen sprechen und diskutieren mit ihren Mitschülern über die Gründe für Auswahl dieses Zitats.
4. Die Schüler/innen sammeln zentrale Schlagworte, Fragen und Diskussionsanregungen in einer Mind Map.
5. Die Schüler/innen stellen eine Zusammenfassung ihres Gesprächs den anderen Mitschülern vor.

Einen eigenen Medienbeitrag gestalten: Klimawandel GLOKAL

Untersuchungen zum Klimawandel als globales und lokales Phänomen



M_1 Advanced Organizer: Klimawandel GLOKAL

Arbeiten Sie entsprechend der im Advanced Organizer (M_1) vorgegebenen Struktur mit den Arbeitsmaterialien und lösen Sie die zugehörigen Aufgaben.

Entwickeln Sie eine persönliche Stellungnahme als Antwort auf eines der Ausgangszitate.

Stellen Sie die Arbeitsergebnisse in einem der folgenden Produkte dar:

- Videobeitrag
- Radiofeature
- Zeitungsartikel / Zeitungskommentar.

Achten Sie bei ihrem Beitrag auf die folgenden Kriterien:

- inhaltliche Komplexität, fachliche Korrektheit: Inhalt entspricht den Arbeitsergebnissen
- mediale und sprachliche Darstellung: Auswahl der Bilder, Motive, Töne
- überzeugende Begründung für ihren persönlichen Standpunkt zu einem der Zitate.

Wiederholung

Die Kraft der Sonne: Strahlungshaushalt und natürlicher Treibhauseffekt

1. Erläutern Sie den Strahlungshaushalt der Erde mit Hilfe von M_1 und M_2.
2. Erklären Sie, welche Bedeutung dabei der natürliche Treibhauseffekt hat.

Strahlungshaushalt der Erde

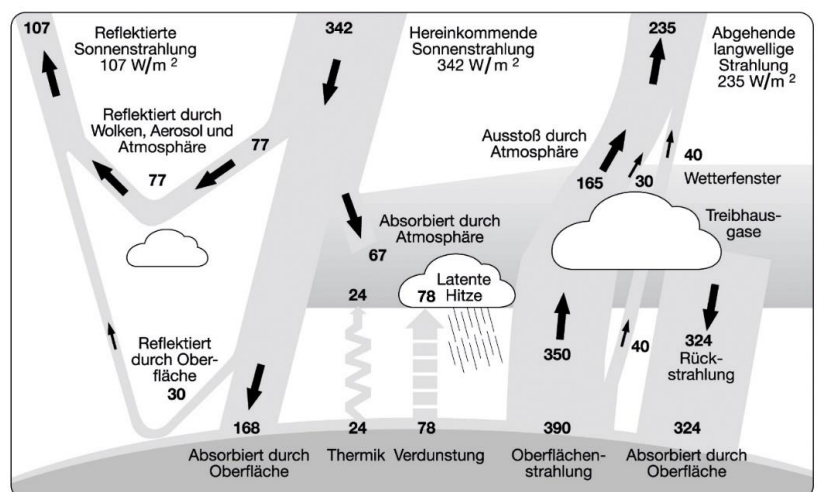
Die Sonne ist die wichtigste Energiequelle für das Leben auf der Erde und das Wettergeschehen in der Atmosphäre. Nur ein winziger Bruchteil der gesamten von der Sonne abgestrahlten Energiemenge (etwa ein Fünfzigtausendstel) erreicht die äußersten Schichten der rund 150 Millionen Kilometer von ihr entfernten Erde. Doch was passiert mit den Sonnenstrahlen, wenn sie auf der Erde ankommen? Etwa 1367 W/m^2 kurzwellige Sonneneinstrahlung erreichen im Mittel die Obergrenze der Atmosphäre. Dieser Wert wird als Solarkonstante bezeichnet. Ihr tatsächlicher Wert variiert jedoch um 3 bis 4 % zwischen 1325 bis 1420 W/m^2 .

Die auf der Erde eintreffende Sonneneinstrahlung (auch **Globalstrahlung** genannt) ist abhängig vom Einstrahlungswinkel und der Bewölkung. Sie wird zu 51 % von der Erdoberfläche und zu 19 % von der Atmosphäre (durch Wasserdampf, Ozon, Staub) absorbiert. 30 % gehen durch Reflexion an den Wolken, feinsten Staubteilchen und Gasen sowie der Erdoberfläche – besonders Schneeflächen – zurück in den Weltraum. Das ist die planetare Albedo, das Reflexionsvermögen des Planeten Erde.

Die Menge der absorbierten Globalstrahlung ergibt sich dabei aus der Differenz von einfallender Sonnenstrahlung und der durch die Erdoberfläche reflektierten Strahlung. Die effektive Ausstrahlung resultiert aus der Differenz zwischen Ausstrahlung der Erdoberfläche und **Gegenstrahlung**. Ohne die Gegenstrahlung der Atmosphäre (=natürlicher Treibhauseffekt) läge die mittlere Lufttemperatur der Erde bei -18°C , während sie tatsächlich $+15^\circ\text{C}$ beträgt. Die gesamte **Strahlungsbilanz** (=Nettostrahlung) resultiert aus der Differenz zwischen absorbierte Globalstrahlung und effektiver Ausstrahlung.

Treibhausgase und natürlicher Treibhauseffekt

Das Zusammenspiel zwischen Einstrahlung, Absorption, Reflexion und Gegenstrahlung bezeichnet man als natürlichen Treibhauseffekt. Wasserdampf ist hier das wichtigste Treibhausgas. Ohne diesen natürlichen Treibhauseffekt wäre die Erde kein lebendiger Planet, sondern eine lebensfeindliche Eiswüste.

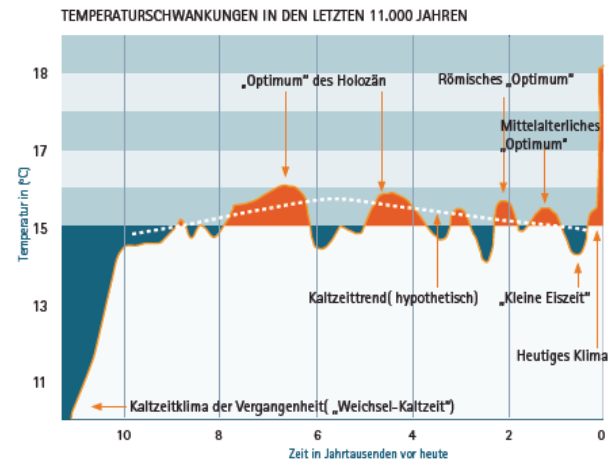


M_1 Wärme- und Strahlungshaushalt der Erde, Quelle: SMUL (2015), Klasse Klima?!, S.30.

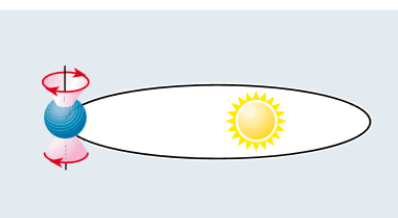
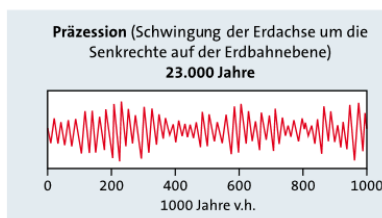
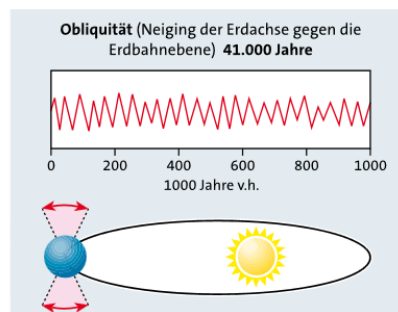
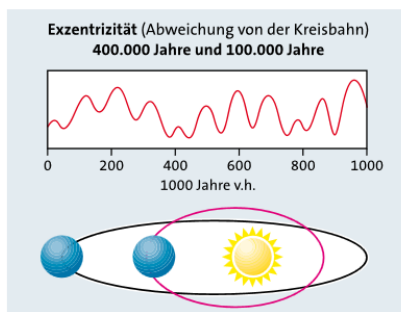
Natürliche Ursachen von Klimaänderungen - Astronomische Einflüsse

Aus der paläoklimatologischen Forschung sind Schwankungen der globalen Durchschnittstemperatur in den letzten Millionen Jahren zwischen 9 °C und 16 °C bekannt. **Die Wissenschaftler bewegt schon lange die Frage nach dem „Warum?“.** Sie unterscheiden natürliche Ursachen wie geotektonische und astronomische Einflüsse von anthropogenen – also vom Menschen gemachten – Ursachen.

M_1 Klimaveränderung



M_2 Temperaturschwankungen in den letzten 11.000 J.



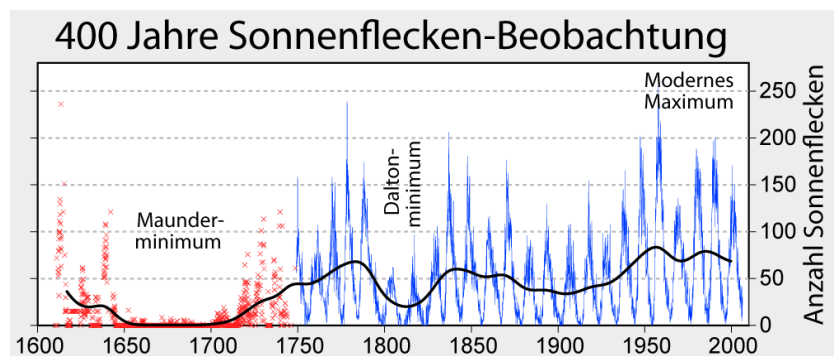
M_3 Die wichtigsten Erdbahnparameter in charakteristischen Zeitskalen

Milankovich-Zyklen sind „zeitvariante Muster, in welchen die auf die Erde auftreffende Sonnenstrahlung über die jährliche Schwankung hinaus variiert. Auf der Erde kommen die Zyklen zum Ausdruck als langperiodische Änderungen der Solarkonstante und der Ausprägung der Jahreszeiten (extremer oder milder) auf der Nord- bzw. Südhalbkugel. Als himmelsmechanische Ursache für diese Schwankungen werden heute drei sich überlagernde säkulare Änderungen der Parameter der Erdbahn und der Erdachse unterschieden.“

M_4 Milankovich-Zyklen, Wikipedia 2018

Sonnenflecken sind dunkle Stellen auf der sichtbaren Sonnenoberfläche, die kühler sind und daher weniger sichtbares Licht abstrahlen als der Rest der Oberfläche. Ihre Zahl und Größe ist das einfachste Maß für die sogenannte **Sonnenaktivität**. Vereinfacht gesagt: Je mehr Sonnenflecken, desto höher ist die Aktivität der Sonne. Zeitversetzt erhöht sich die Sonnenstrahlung um einige zehntel Prozent. Ursache der Flecken und der in ihrer Nähe auftretenden Ausbrüche (Sonnenfackeln) sind starke Magnetfelder.

M_6 Sonnenflecken, Seydlitz Geographie Oberstufe 2016, S. 64



M_5 Sonnenaktivität der letzten 400 Jahre
<http://www.zwoenitz-wetter.de/html/sonnenaktivitat.html>, 26.6.2018

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

-
-
-

2. Erläutern Sie ausgewählte natürliche Einflüsse auf das Klima. Unterscheide 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.

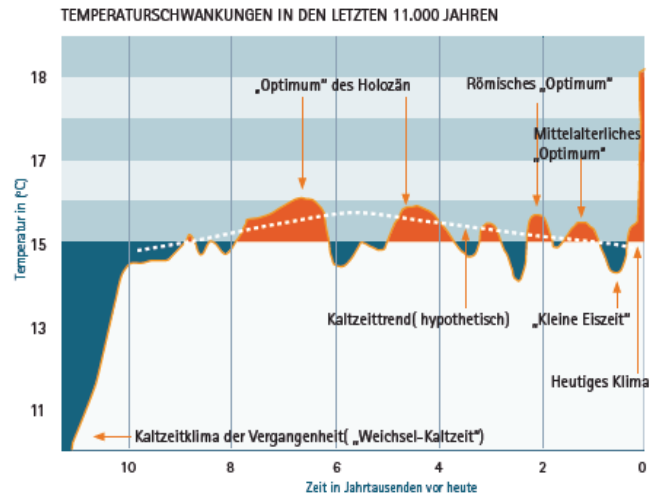
Natürliche Einflüsse	Erläuterung	Astronomische Einflüsse	Geotektonische Einflüsse	Piktogramm

Natürliche Ursachen von Klimaänderungen - Geotektonische Einflüsse

Aus der paläoklimatologischen Forschung sind Schwankungen der globalen Durchschnittstemperatur in den letzten Millionen Jahren zwischen 9 °C und 16 °C bekannt. (...) **Die Wissenschaftler bewegt schon lange die Frage nach dem „Warum?“**. Sie unterscheiden natürliche Ursachen wie geotektonische und astronomische Einflüsse von anthropogenen – also vom Menschen gemachten – Ursachen.

M_1 Klimaveränderung, SMUL 2010

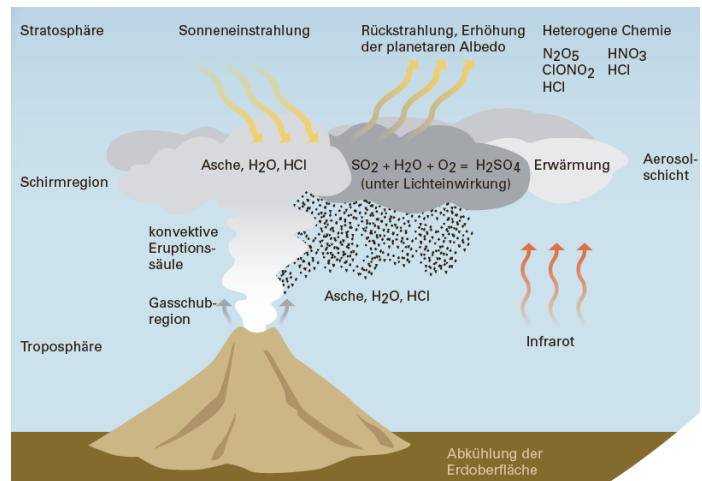
Gewaltige Vulkaneruptionen können massiv in das Weltklima eingreifen, es über Jahre beeinflussen. Der Ausbruch des Tambora (1815) in Indonesien hat dies eindrucksvoll bewiesen: das Jahr 1816 ging als Jahr ohne Sommer in die Geschichte ein. Auch der ab 1991 (bis etwa 1993) vorübergehend festzustellende Temperaturrückgang um 0,5 °C auf der Nordhemisphäre wurde durch eine explosive Vulkaneruption hervorgerufen: die des Pinatubo vom 9. Juni 1991. Der Grund: Durch die Eruptionen werden Gase und Partikel bis in die Stratosphäre geschleudert, wo sie einen Teil der Sonneneinstrahlung absorbieren (unter Erwärmung der Stratosphäre) bzw. reflektieren. Asche und Gase (= Aerosole) funktionieren hier wie ein Sonnenschirm. Die Sonneneinstrahlung in der unteren Atmosphäre verringert sich: es wird kühler; allerdings meist nur für wenige Jahre.



M_2 Temperaturschwankungen in den letzten 11.000 Jahren, SMUL 2010



Pinatubo-Ausbruch vom 12. Juni 1991, Abb. gemeinfrei, wikipedia



M_7 Klimaänderung durch Vulkanausbrüche?, SMUL 2010

Plattentektonische Prozesse haben die Lage der Kontinente im Verlauf Erdgeschichte ständig verändert. Befinden sich an den Polen große Landmassen, führt das zu einer stärkeren Reflexion der Sonnenstrahlen als bei einer Wasserfläche. Es kommt zu einer erhöhten Abkühlung und einer positiven Rückkopplung mit sinkenden Temperaturen sowie zu einer immer fortschreitenden Eisbildung. Bei entsprechender Größe der Landmassen in Polnähe führt das Anwachsen der Eisdecke zu einem Sinken des Meeresspiegels. Weil sich damit auch die Wasseroberfläche verringert, kann weniger Wasser verdunsten und die Niederschläge nehmen ab.

M_8 Geotektonische Prozesse, in: Brodengeier, E. u.a.(2016) TERRA Geographie Sachsen 11, Klett, Leipzig, S. 80.

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

-

-

-

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)

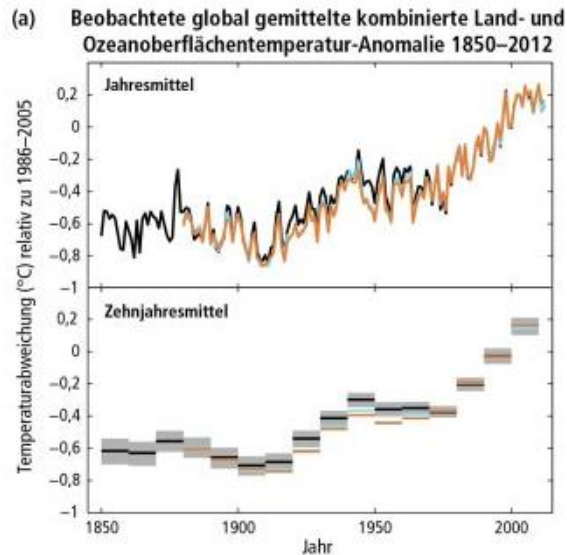
3. Tauschen Sie sich zu den verschiedenen natürlichen Einflüssen von Klimaänderungen aus. Ergänzen Sie Ihre Tabelle.

4. Entwickeln Sie in Ihrer Arbeitsgruppe zu jedem Einflussfaktor ein Piktogramm.

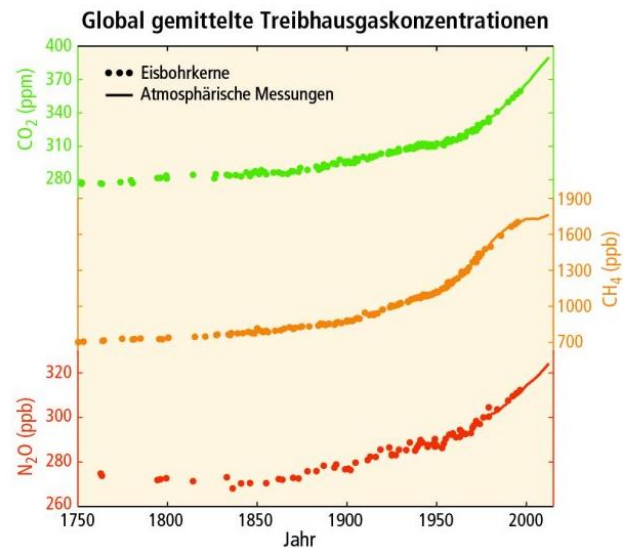
Natürliche Einflüsse	Erläuterung	Astronomische Einflüsse	Geotektonische Einflüsse	Piktogramm

Anthropogene Ursachen globaler Klimaänderungen

1. Vergleichen Sie anhand der Materialien M_1 und M_2 die Entwicklung der globalen Durchschnittstemperatur mit der Entwicklung der globalen mittleren Treibhausgaskonzentration.



M_1 Global gemittelte Oberflächentemperatur 1850–2012, IPCC 2014



M_2 Global gemittelte Treibhausgaskonzentration (ppm = parts per million, ppb = parts per billion). IPCC 2014

- a) Recherchieren Sie im Internet nach Quellen anthropogener Emissionen. Nennen Sie mögliche Ursachen für den Anstieg der in M_2 dargestellten Treibhausgase.
- b) Erläutern Sie mit Hilfe von M_3 die Klimawirksamkeit der Treibhausgase in der Atmosphäre.

Treibhausgas	Quellen anthropogener Emissionen	Ursachen für Anstieg
CO ₂		
Methan CH ₄		
Lachgas N ₂ O		
Ozon O ₃		
FCKW		M_2 Quellen anthropogener Emissionen

ANTEILE DER TREIBHAUSGASE AM ANTHROPOGENEN TREIBHAUSEFFEKT

Treibhaus-gas	Anthropogene Emissionen	Atmosphärische Konzentration 1998	Vorindustrielle Konzentration	Anteil am nat. THE in %	Anteil am anthr. THE in % (2010)	Anteil am anthr. THE in % (2014)
Kohlendioxid (CO ₂)	30 Gt/Jahr	370,00 ppm	280,00 ppm	26	61	76
Methan (CH ₄)	400 Mt/Jahr	1,7 ppm	0,7 ppm	2	15	16
Lachgas (N ₂ O)	15 Mt/Jahr	0,31 ppm	0,28 ppm	4	4	6
Ozon, bodennah (O ₃)	0,5 Gt/Jahr	0,025 ppm	0,0 ppm	<8	<9	keine Angabe
FCKW	0,4 Mt/Jahr	0,0005 ppm	0,0 ppm	0	11	2
Wasserdampf (H ₂ O)	relativ gering	2,6 %	2,6 %	60	indirekt	indirekt

ppm – parts per million, 10⁻⁶ Volumenanteile
Gt – Milliarden Tonnen; Mt – Millionen Tonnen

M_3 Treibhausgase und Treibhauseffekt im Jahr 2010 und 2014, vgl. SMUL 2010, IPCC 2014, S. 46.

Trifft die kurzwellige energiereiche Strahlung von der Sonne auf die Erdoberfläche, wird sie in langwellige Wärmestrahlung umgewandelt. Die Treibhausgase vermindern die Abstrahlung der langwelligen Strahlung ins Weltall, die Erdatmosphäre erwärmt sich. Jedes Gas hat dabei unterschiedliche Strahlungseigenschaften. Verändert sich der Anteil eines Spurengases am Gesamtgemisch, so wird auch die Menge der Energie verändert, die zur Erde zurück- bzw. in den Weltraum abgestrahlt wird.

3. a) Markieren Sie in der Tabelle M_4 die fünf Staaten mit dem größten CO₂-Ausstoß pro Kopf.
 b) Erklären Sie die unterschiedlichen Emissionen von CO₂ in Abhängigkeit von Entwicklungsstand und Wirtschaft des Landes. (M_5) Nutzen Sie ggf. weitere Medien für Informationen zu BIP, Handelsströmen oder Rohstoffvorkommen.
 c) Formulieren Sie eine Hypothese zur Entwicklung des globalen CO₂-Ausstoßes für die Zukunft.

Platz	Staat	CO ₂ -Emissionen (2016) in MtCO ₂ (Mio. t)	CO ₂ -Emissionen (2016) in t CO ₂ pro Kopf
1	China	10151	7,2
2	USA	5312	17,0
3	Indien	2431	1,8
4	Russland	1635	11,0
5	Japan	1209	9,5
6	Deutschland	802	9,8
7	Iran	656	8,2
8	Saudi-Arabien	634	20,0
9	Südkorea	595	12,0
10	Kanada	563	16,0
Zum Vergleich			
37	Qatar	123	48,0
180	Nigeria	102	0,6

M_4 Die führenden Staaten beim Gesamtausstoß und beim Ausstoß pro Kopf von CO₂ 2016 (Quelle: GCA 2018)

Der Mensch heizt dem Klima ein

Die Industrieländer sind die Hauptverantwortlichen für den Anstieg der CO₂-Konzentration in der Atmosphäre – auch historisch: In den letzten 150 Jahren haben sie ca. 80% des CO₂ ausgestoßen, obwohl hier nur ein Viertel der Weltbevölkerung lebt. Die Entwicklungsländer hingegen sind Spitzenreiter bei den Emissionen, die durch Reisanbau, Verbrennung von Biomasse, Nutztierhaltung und Waldzerstörung verursacht sind – auch gefördert durch den Energiehunger der Industriestaaten.

Noch immer basiert die Weltenergieversorgung vor allem auf fossilen Energieträgern. Wirtschaften und denken wir wie bisher – was auch die schnell wachsenden Emissionen der Schwellen- und Entwicklungsländer einschließt – könnte sich das Erdklima bis 2100 um 5 °C erwärmen: ein Temperaturunterschied zwischen einer Kaltzeit und einer Warmzeit. Aus der heutigen Warmzeit steuern wir also auf eine „Heißzeit“ zu.

M_5 Der Mensch heizt dem Klima ein, SMUL 2010

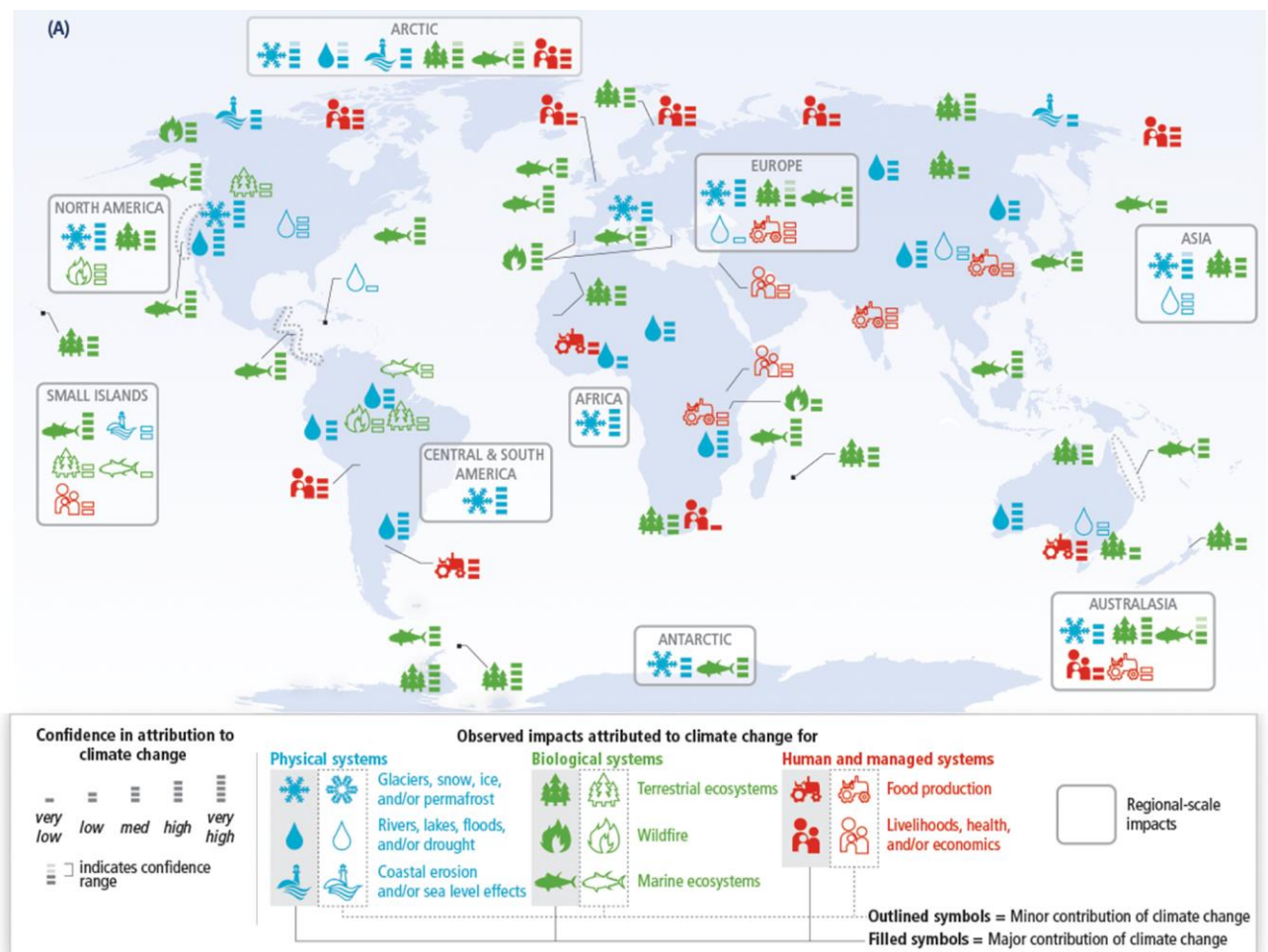
Arbeitsteilige Gruppenarbeit – Teilnehmer 1

Globale Folgen des Klimawandels – Unerheblich oder dramatisch?

Seit 150 Jahren sammeln sich immer mehr Treibhausgase in der Atmosphäre, die zu einem anthropogenen Treibhauseffekt führen. Zusammen mit den Rückkopplungen innerhalb des Klimasystems erhöht sich fortschreitend die globale Mitteltemperatur. Doch welche Auswirkungen hat dies auf die Umwelt und den Menschen?

1. Erstellen Sie auf Grundlage der arbeitsteiligen Aufgaben gemeinsam eine Concept Map zu den globalen Ursachen und Folgen des Klimawandels.

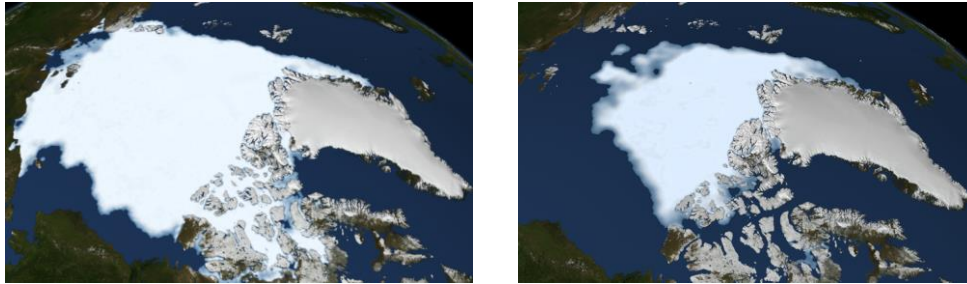
- Beschreiben Sie die globale Verteilung der Folgen des Klimawandels mit Hilfe von M_1.
- Arbeiten Sie aus dem Material (M_2, M_3) beispielhaft globale Folgen des Klimawandels heraus. Vergleichen Sie dazu die Bilder in M_2 und erstellen Sie aus dem Text M_3 ein Wirkungsschema.
- Tauschen Sie sich über die verschiedenen globalen Folgen aus und erstellen Sie eine Tabelle. Unterscheiden Sie dabei physikalische, biologische und menschliche Systeme.
- Erklären Sie sich exemplarisch Zusammenhänge zwischen den Folgen unterschiedlicher Systeme/ des gleichen Systems. Notieren Sie zwei- bis dreigliedrige Wirkungsketten.



M_1 Weitverbreitete Auswirkungen des Klimawandels

IPCC: <https://www.ipcc.ch/report/graphics/index.php?t=Assessment%20Reports&r=AR5%20-%20WG2&f=Technical%20Summary> (am 3.7.2018)

Eisschmelze und Meeresspiegel



M_2 Ausdehnung des arktischen Meereises im September 1979 und 2012 auf Satellitenfotos, die das Meereis jeweils zur Zeit seines Sommerminimums zeigen, NASA, https://www.nasa.gov/vision/earth/environment/arcticice_decline.html (am 2.7.2018)

In den Gebirgsketten der Welt gehen die Gletscher zurück. Die Alpen haben seit der Industrialisierung die Hälfte ihres Eises verloren - und die Geschwindigkeit des Rückgangs nimmt zu. Die Eiskappe des Kilimandscharo könnte bereits um das Jahr 2020 verschwunden sein. Ebenso ist ein Rückgang des arktischen Meereises festzustellen (s. M_2) und die Wissenschaftler rechnen bereits aus, dass das arktische Meer um 2050 herum im Sommer eisfrei sein könnte. Eine rasant Abnahme des Eises lässt sich auch am grönländischen und antarktischen Eisschild beobachten. In der Antarktis brach im Jahr 2002 ein Stück des Larsen-B-Eisschelfs ab. Dies wiederum verstärkt den Rückgang des Eises, da die schwimmenden Eisschelfe offenbar das Kontinental-Eis stabilisieren: Ohne Schelf rutscht dieses ins Meer, und taut dort durch das (relativ) warme Wasser.

Die Folgen der Eisschmelze: Eis reflektiert Sonnenlicht zu über 90 %, Meerwasser absorbiert über 90 % - das Abschmelzen würde daher die Erwärmung weiter verstärken. Rund um die arktischen Eisgebiete tauen zudem die Permafrostböden, durch deren Schmelzen riesige Mengen Methan freigesetzt würden. Die Erwärmung des Ozeans hat eine weitere Folge: Wasser dehnt sich - wie alle Materie - aus, wenn es wärmer wird. Dazu kommt das Wasser aus dem schmelzenden Kontinental-Eis (s. oben). Beides zusammen hat dafür gesorgt, dass der Meeresspiegel seit 1880 um 20 Zentimeter gestiegen ist. Derzeit steigt er um 3,2 Zentimeter pro Jahrzehnt.

M_3 Rückgang der Eisgebiete und Anstieg des Meeresspiegels
Text auf Grundlage von www.oekosystem-erde.de

weiterführend:

→The world after sea level rise

<https://www.youtube.com/watch?v=xE0KtLy5j8w>

→Gefilmte Gletscherschmelze aus dem Film Chasing Ice

<https://www.youtube.com/watch?v=hC3VTgIPoGU>

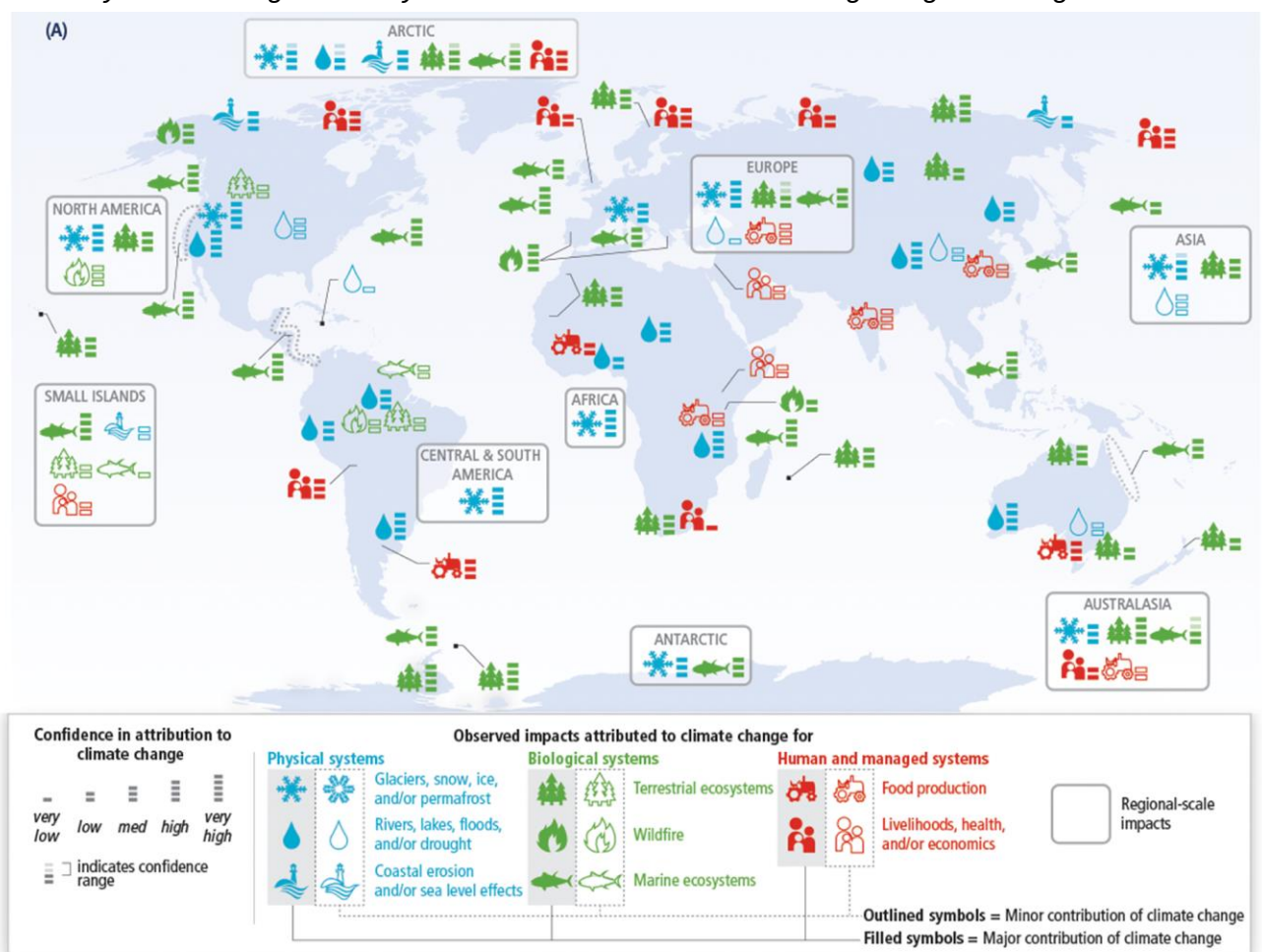
Arbeitsteilige Gruppenarbeit – Teilnehmer 2

Globale Folgen des Klimawandels – Unerheblich oder dramatisch?

Seit 150 Jahren sammeln sich immer mehr Treibhausgase in der Atmosphäre, die zu einem anthropogenen Treibhauseffekt führen. Zusammen mit den Rückkopplungen innerhalb des Klimasystems erhöht sich fortschreitend die globale Mitteltemperatur. Doch welche Auswirkungen hat dies auf die Umwelt und den Menschen?

Erstellen Sie auf Grundlage der arbeitsteiligen Aufgaben gemeinsam eine Concept Map zu den globalen Ursachen und Folgen des Klimawandels.

- Beschreiben Sie die globale Verteilung der Folgen durch den Klimawandel mit Hilfe von M_1.
- Arbeiten Sie aus dem Material (M_2-M_5) beispielhaft Folgen des Klimawandels heraus. Erstellen Sie mit Hilfe von M_6 ein Wirkungsschema, welches den Einfluss des Klimawandels auf den Wasserkreislauf darstellt.
- Stellen Sie eine These für die zukünftige Entwicklung der Niederschläge in der Sahel-Zone auf und erklären Sie daraus resultierende Folgen für die Bevölkerung.
- Tauschen Sie sich über die verschiedenen globalen Folgen aus und erstellen Sie eine Tabelle. Unterscheiden Sie dabei physikalische, biologische und menschliche Systeme.
- Erklären Sie sich exemplarisch Zusammenhänge zwischen den Folgen unterschiedlicher Systeme/ des gleichen Systems. Notieren Sie zwei- bis dreigliedrige Wirkungsketten.



M_1 Weitverbreitete Auswirkungen des Klimawandels

IPCC: <https://www.ipcc.ch/report/graphics/index.php?t=Assessment%20Reports&r=AR5%20-%20WG2&f=Technical%20Summary> (am 3.7.2018)

Sächsisches Staatsministerium für Umwelt und Landwirtschaft, Referat 52 – Gebietsbezogener Immissionsschutz, Klimaschutz

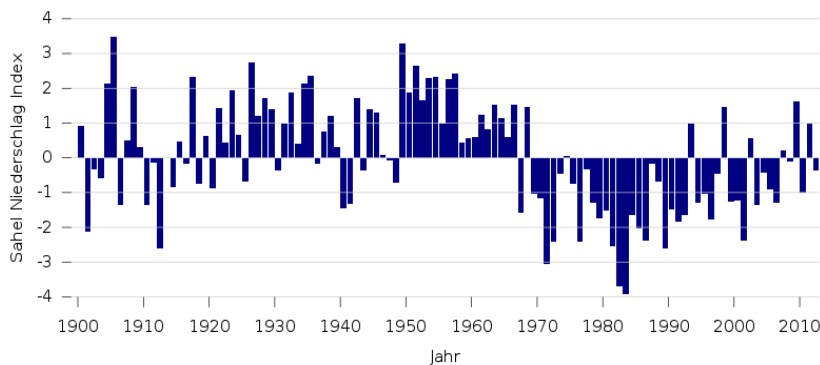
Stand: 30.7.2018 www.klimaschulen.sachsen.de

Sek2_AB_6b_Gruppenarbeit_Wasserkreislauf

Wasserkreislauf

„Die Hitze-Extreme nehmen nicht einfach nur deshalb zu, weil wir den Planeten erwärmen, sondern weil der Klimawandel zusätzlich Luftströme stört, die wichtig sind für die Entstehung unseres Wetters. Die verringerten täglichen Schwankungen, die wir beobachten, führen zu länger anhaltenden Wetterlagen. Und diese lassen Extreme entstehen, die sich über Wochen erstrecken.“

M_2 Zitat von Dim Coumou, Potsdam Institut für Klimafolgenforschung



M_3 Niederschläge im Juni-Oktober in der Sahelzone 1900-2013. Gezeigt ist die Abweichung vom Mittel der Jahre 1898–1993 als Index.
http://wiki.bildungsserver.de/klimawandel/index.php/Datei:Sahel_rainfall_timeseries.png



<http://www.kirche-uelzen.de/cms/index.php/aktuell/733-duerre-im-sahel.html> (am 9.7.2018)

M_4 Dürre im Sahel

<http://www.kirche-uelzen.de/cms/index.php/aktuell/733-duerre-im-sahel.html> (am 9.7.2018)

2010 hat das Hochwasser in Pakistan 20 % des Landes unter Wasser gesetzt, fast 2000 Menschen starben. Insgesamt waren 20 Millionen Menschen davon betroffen. Der Anstieg des Meeresspiegels sowie sintflutartige Niederschläge führen dazu, dass komplette Küstenregionen (auch weit bis ins Hinterland) überflutet werden. Zudem können Starkniederschläge Bäche und Flüsse so stark anschwellen lassen, dass Landstriche und Städte überflutet werden (z.B.: Elbe 2002).

M_5 Überschwemmungen und Starkniederschläge

Durch die zunehmende Konzentration von Treibhausgasen wird die Atmosphäre erwärmt. Dadurch erhöhen sich die Verdunstung und die atmosphärische Wasserdampfkapazität. Die Folgen sind einerseits Dürren und andererseits mehr Wasserdampf in der Atmosphäre und stärkere Niederschläge.

M_6 Verstärkung des Wasserkreislaufs durch die globale Erwärmung
<http://wiki.bildungsserver.de/klimawandel/index.php/Datei:Wasserkreislauf.gif> (am 3.7.2018)

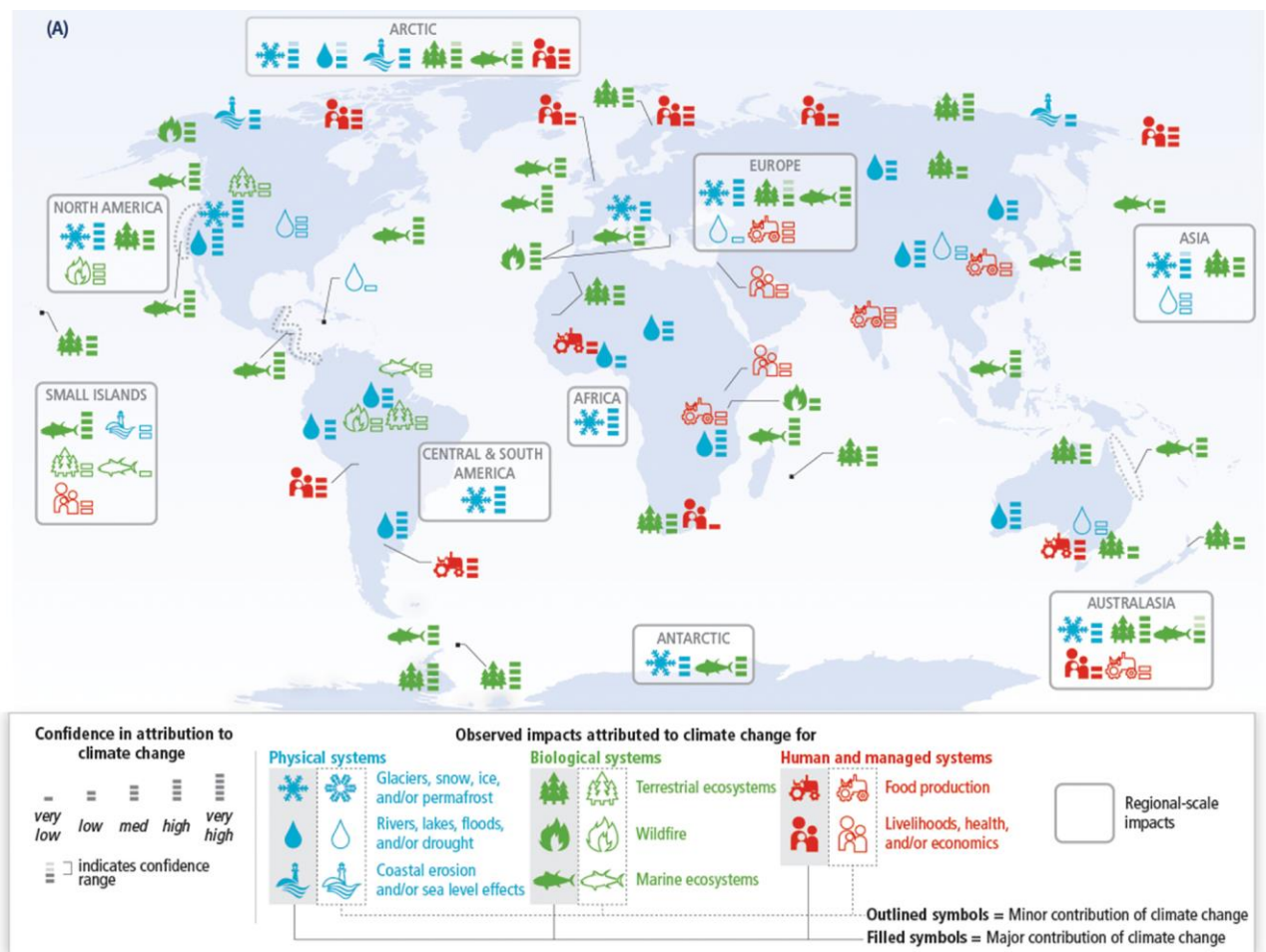
Arbeitsteilige Gruppenarbeit – Teilnehmer 3

Globale Folgen des Klimawandels – Unerheblich oder dramatisch?

Seit 150 Jahren sammeln sich immer mehr Treibhausgase in der Atmosphäre, die zu einem anthropogenen Treibhauseffekt führen. Zusammen mit den Rückkopplungen innerhalb des Klimasystems erhöht sich fortschreitend die globale Mitteltemperatur. Doch welche Auswirkungen hat dies auf die Umwelt und den Menschen?

Erstellen Sie auf Grundlage der arbeitsteiligen Aufgaben gemeinsam eine Concept Map zu den globalen Ursachen und Folgen des Klimawandels.

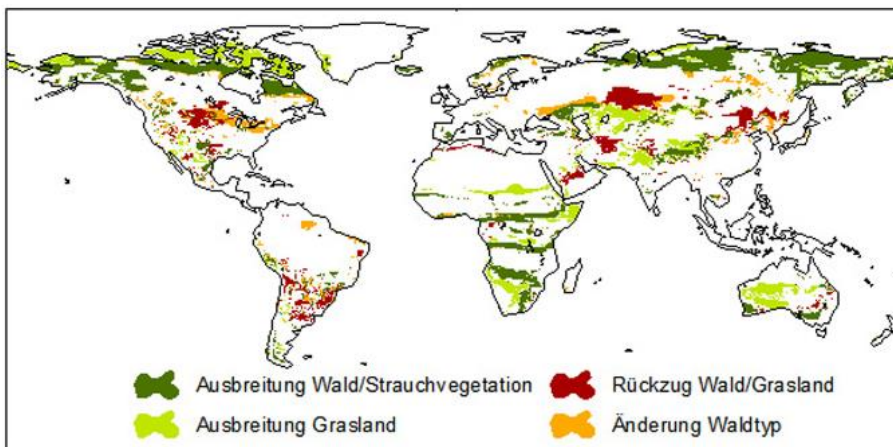
- Beschreiben Sie die globale Verteilung der Folgen des Klimawandels mit Hilfe von M_1.
- Arbeiten Sie aus dem Material (M_2, M_3) beispielhaft globale Folgen des Klimawandels heraus. Beschreiben Sie dazu die Veränderungen der Vegetation in M_2, indem Sie M_2 mit den gegenwärtigen Vegetationszonen im Atlas vergleichen.
- Erklären Sie die Auswirkungen auf die Tier- und Pflanzenwelt sowie auf den Menschen.
- Tauschen Sie sich über die verschiedenen globalen Folgen aus und erstellen Sie eine Tabelle. Unterscheiden Sie dabei physikalische, biologische und menschliche Systeme.
- Erklären Sie sich exemplarisch Zusammenhänge zwischen den Folgen unterschiedlicher Systeme/ des gleichen Systems. Notieren Sie zwei- bis dreigliedrige Wirkungsketten.



M_1 Weitverbreitete Auswirkungen des Klimawandels

IPCC: <https://www.ipcc.ch/report/graphics/index.php?t=Assessment%20Reports&r=AR5%20-%20WG2&f=Technical%20Summary> (am 3.7.2018)

Tier- und Pflanzenwelt



M_2 LPJ-simulierte Verschiebungen von Vegetationszonen bis 2071–2100. Gezeigt sind nur Flächenänderungen von mehr als 20% gegenüber dem mittleren Zustand im Zeitraum 1971–2000.
<http://www.klimawarnsignale.uni-hamburg.de/wp-content/uploads/2014/04/gerten.pdf>
 LPJ = Name des Biosphärenmodells

Es gilt als wahrscheinlich, dass sich aufgrund des Klimawandels die Klima- und Vegetationszonen um 150-550 Kilometer zu den Polen hin verlagern. Danach würden sich nicht nur Wüsten, Steppen und Savannen ausdehnen. Die Veränderungen auf die Wälder des Nordens wären wie in M_2 dargestellt einschneidend. Insgesamt dürften sich auch die für die Landwirtschaft zur Verfügung stehenden Anbauflächen verringern.

Für die Gefährdung von bestimmten Baumarten und Ernten spricht auch die Ausbreitung von Pflanzenschädlingen. Diese bevorzugen feucht-warme Bedingungen, welche in Zukunft in größeren Gebieten, auch in den gemäßigten Breiten, vorhanden sein könnten. Beispielhaft hierfür ist der Eichenprozessionsspinner, dessen Populationsdichte durch wärmere Temperaturen begünstigt werden könnte. Viele Tier- und Pflanzenarten werden sich einem raschen Klimawandel nicht anpassen können. Durch die Erwärmung der Ozeane sind heute schon Korallenriffe gefährdet, die nicht „mitwandern“ können, da sie häufig auf ein Riff oder eine Region beschränkt sind. Korallen stellen einen wertvollen Schutz für die vom steigenden Meeresspiegel bedrohten Küsten dar. Durch ihr Aussterben werden Küstenregionen zusätzlich gefährdet. Im sehr gut erforschten Monteverde-Regenwald in Costa Rica ist das Aussterben von Arten durch zunehmende Austrocknung nachgewiesen: Die feuchtebringenden Nebel bilden sich aufgrund steigender Temperaturen mittlerweile in zu großer Höhe. Ähnlich geht es den Arten, die bereits an den Polen leben: Der Lebensraum des Eisbären schrumpft.

M_3 Auswirkungen auf Flora und Fauna, zusammengefasst auf Grundlage von: www.oekosystem-erde.de und Folgen des Klimawandels, In: Mir A. Ferdowsi: Weltprobleme, 2007.

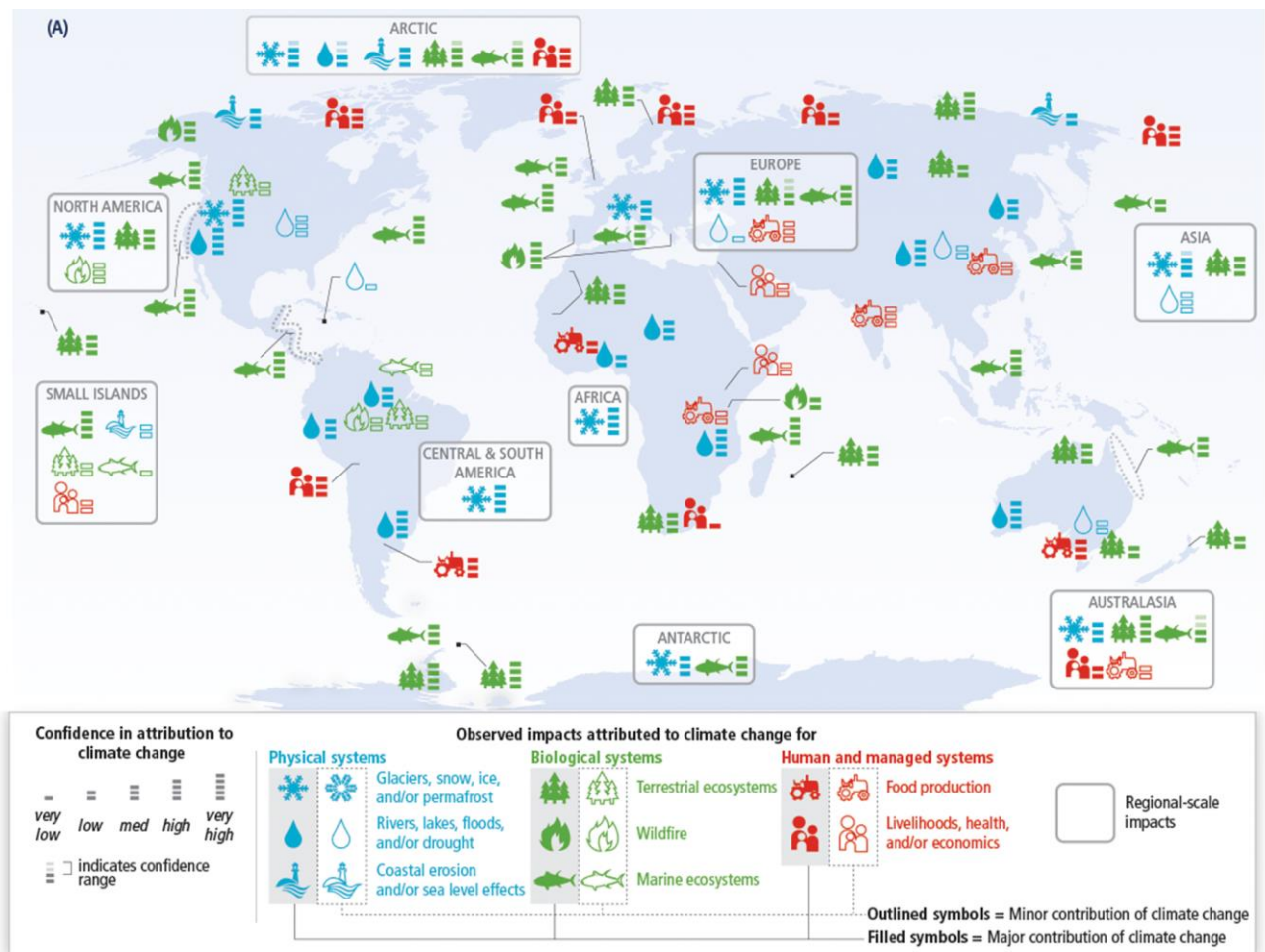
Arbeitsteilige Gruppenarbeit – Teilnehmer 4

Globale Folgen des Klimawandels – Unerheblich oder dramatisch?

Seit 150 Jahren sammeln sich immer mehr Treibhausgase in der Atmosphäre, die zu einem anthropogenen Treibhauseffekt führen. Zusammen mit den Rückkopplungen innerhalb des Klimasystems erhöht sich fortschreitend die globale Mitteltemperatur. Doch welche Auswirkungen hat dies auf die Umwelt und den Menschen?

Erstellen Sie auf Grundlage der arbeitsteiligen Aufgaben gemeinsam eine Concept Map zu den globalen Ursachen und Folgen des Klimawandels.

- Beschreiben Sie die globale Verteilung der Folgen durch den Klimawandel mit Hilfe von M_1.
- Arbeiten Sie aus dem Material (M_2-M_4) beispielhaft globale Folgen des Klimawandels auf das Leben der Menschen heraus.
- Erstellen Sie mit Hilfe von M_3 und Ihrem erworbenen Wissen Wirkungsketten mit min. vier Gliedern, die beispielhaft den Einfluss des Klimawandels auf die Gesundheit des Menschen darstellen.
- Tauschen Sie sich über die verschiedenen globalen Folgen aus und erstellen Sie eine Tabelle. Unterscheiden Sie dabei physikalische, biologische und menschliche Systeme.
- Erklären Sie sich exemplarisch Zusammenhänge zwischen den Folgen unterschiedlicher Systeme/ des gleichen Systems. Notieren Sie zwei- bis dreigliedrige Wirkungsketten.



M_1 Weitverbreitete Auswirkungen des Klimawandels

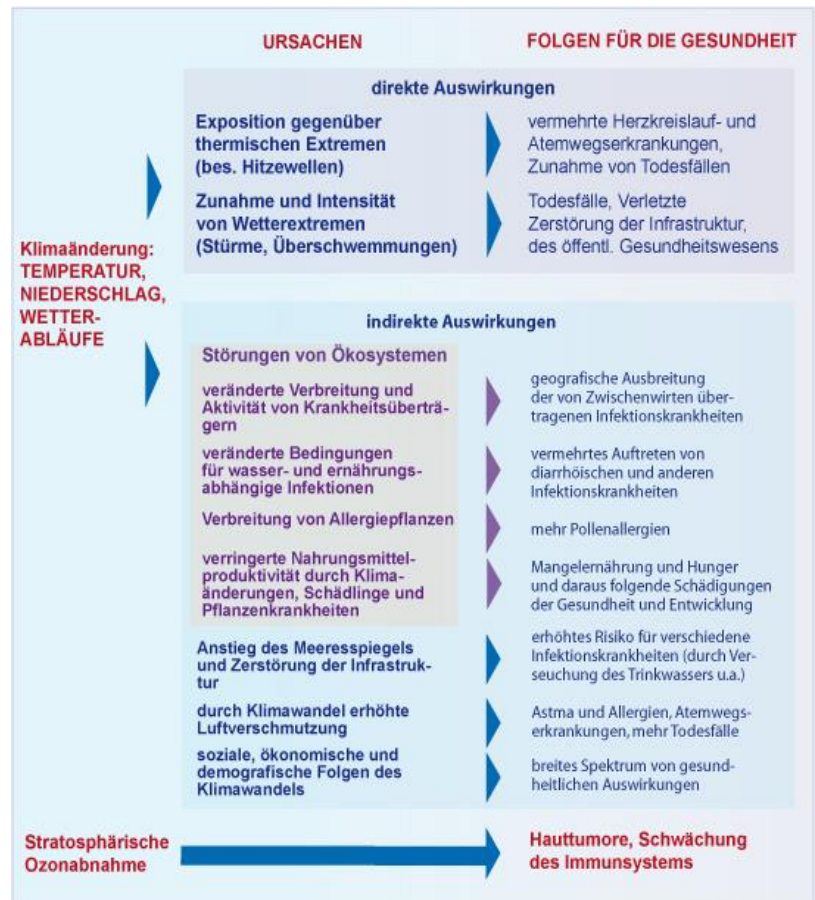
IPCC: <https://www.ipcc.ch/report/graphics/index.php?t=Assessment%20Reports&r=AR5%20-%20WG2&f=Technical%20Summary> (am 3.7.2018)

Gesundheit

Klimatische Veränderungen wirken sich nicht immer nur in eine Richtung hinsichtlich einer Vermehrung von Vektoren (Insekten, die Krankheiten übertragen) aus. Dennoch wird insgesamt mit einer Zunahme der Morbidität (Krankheitshäufigkeit) und Mortalität durch vektorbedingte Infektionskrankheiten als Folge der Klimaerwärmung gerechnet. Während dies vor allem die unterentwickelten Länder in den Tropen und Subtropen betrifft, [...] wird sich die Verbreitung von Vektoren und die entsprechende Infektionsepidemiologie auch in gemäßigten Zonen der westlichen Welt bemerkbar machen.

M_2 Globale Zunahme von Tropenkrankheiten

Jakob P. Cramer: <http://www.klimawarnsignale.uni-hamburg.de/wp-content/uploads/2014/12/cramer.pdf> (am 4.7.2018)



M_3 Wirkungspfade von Klimaänderungen auf die Gesundheit des Menschen: http://wiki.bildungsserver.de/klimawandel/index.php/Datei:Krankheiten_uebersicht.jpg (am 4.7.2018)

Klimawandel und Bevölkerungszuwachs gefährden einer UN-Studie zufolge langfristig die weltweite Wasserversorgung. „Bis 2070 wird die Wasserknappheit auch in Mittel- und Südeuropa zu spüren sein“, heißt es im Weltwasserbericht der UNESCO.

Experten rechnen mit bis zu 30 % weniger Regen in ohnehin schon trockenen Regionen wie Südafrika oder Teilen von Brasilien. Zunehmende Ernteausfälle sind die Folge. 24 bis 700 Millionen Menschen werden in Zukunft zu Flüchtlingen aufgrund von Wasserarmut (umgekehrt werden 47% der Weltbevölkerung in Regionen mit Hochwasserproblemen leben).

M_4 Mangelware Wasser

Zeit Online: <https://www.zeit.de/wissen/umwelt/2012-03/prognose-europa-wassermangel> (am 4.7.2018)

Reset: <https://reset.org/knowledge/mangelware-wasser> (am 4.7.2018)

Eine Concept Map erstellen

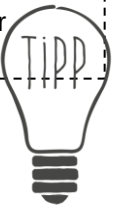


Ziel: Mit einer Concept Map lassen sich komplexe Themen übersichtlich darstellen, so dass man auf einen Blick das Wesentliche erkennen kann.

1) Das Thema formulieren und Stichwörter sammeln

Ausgehend von einem Thema, einer Fragestellung oder einem Problem sammelst du alle Stichwörter, die dir in diesem Zusammenhang einfallen. Die Begriffe und Gedanken notierst du auf kleine Kärtchen.

Tipp:
Verwende für jeden Begriff ein Kärtchen.
Verwende die Formatvorlage für Begriffe



2) Begriffe ordnen

Lege die einzelnen Begriffskärtchen auf eine einfarbige Unterlage (z.B. Din A3) und lege eine sinnvolle Ordnung fest. Es ist hilfreich, dir ein Ordnungssystem zu überlegen. Dabei helfen dir zum Beispiel folgende Überlegungen:

1. Begriffe, die Orte benennen
2. Begriffe die Lagebeziehungen oder räumliche Muster beschreiben
3. Begriffe, die Beziehungen oder Zusammenhänge beschreiben
4. Begriffe, die eine Veränderung in der Zeit, einen Prozess beschreiben
5. Begriffe, die eine Abhängigkeit, einen Ursache-Folge-Zusammenhang oder Wechselwirkung beschreiben
6. Begriffe, die eine subjektive Wahrnehmung oder eine Darstellung von etwas beschreiben

Tipp:
Wenn dir während des Ordners weitere Begriffe einfallen, erweitere deine Begriffssammlung.

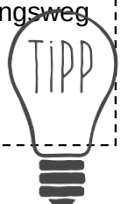


3) Eine Concept Map erstellen

Das Thema schreibst du zentral in die Mitte oder als Überschrift auf ein Blatt. Durch Verschieben der Kärtchen und Hinzufügen von beschrifteten Pfeilen und Symbolen stellst du das Thema anschaulich und übersichtlich dar. Klebe alle Elemente auf und präsentiere dein Schema deinen Mitschülern. Denke daran, die verwendeten Symbole in einer Legende zu erklären.

Tipp:
einige Symbole die in deiner Concept Map vorkommen können

- | | |
|-----|--------------------|
| → | Wirkung |
| ↔ | Wechselwirkung |
| } | Zusammenfassung |
| ≠ | ist nicht gleich |
| ? | Frage, Problem |
| !! | wichtig |
| ⚡ | Widerspruch |
| 💡 | Lösung, Lösungsweg |
| ... | |



nach: Raschke, N. (2018), Concept Maps, in: Praxis Geographie 7/8, Westermann, Braunschweig, S. 48-51.

Sächsisches Staatsministerium für Umwelt und Landwirtschaft, Referat 52 – Gebietsbezogener Immissionsschutz, Klimaschutz

Stand:30.07.2018 www.klimaschulen.sachsen.de

Sek2_AB_7_Concept Map

Klimawandel bei uns in Sachsen?

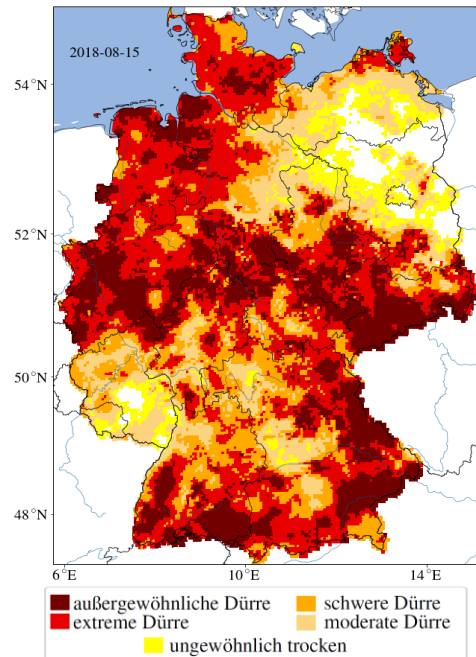
1. Sammeln Sie aktuelle Schlagzeilen und Medienberichte, die auf Änderungen des Klimas oder extreme Wetterphänomene in Ihrer Region verweisen. Ordnen Sie diese nach den Kategorien: Temperatur, Niederschlag, Extremwetterereignisse.
2. Fassen Sie tabellarisch mit Hilfe der Materialien die Folgen des Klimawandels in Sachsen für Temperatur, Niederschlag und Wetterextreme in den Klimaregionen Sachsens zusammen.
3. Ergänzen Sie die Folgen des Klimawandels in Sachsen in der bereits erstellten Concept Map.

„Zu wenig Regen: Anhaltende Dürre trocknet Elbe aus“ (MDR)

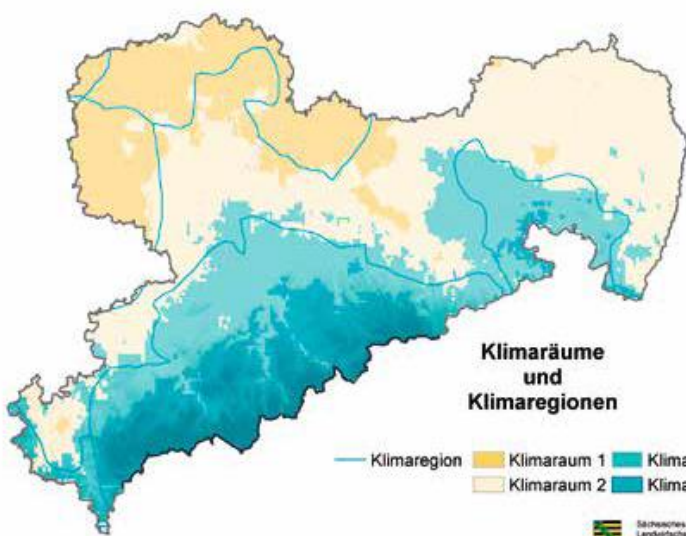
„Sorge um die Ernte: Dürre macht Sachsens Bauern zu schaffen“ (LVZ)

„Wann kommt endlich der Regen? Dürre in Mitteldeutschland!“ (BILD)

M_1 Schlagzeilen im Sommer 2018, versch. Quellen



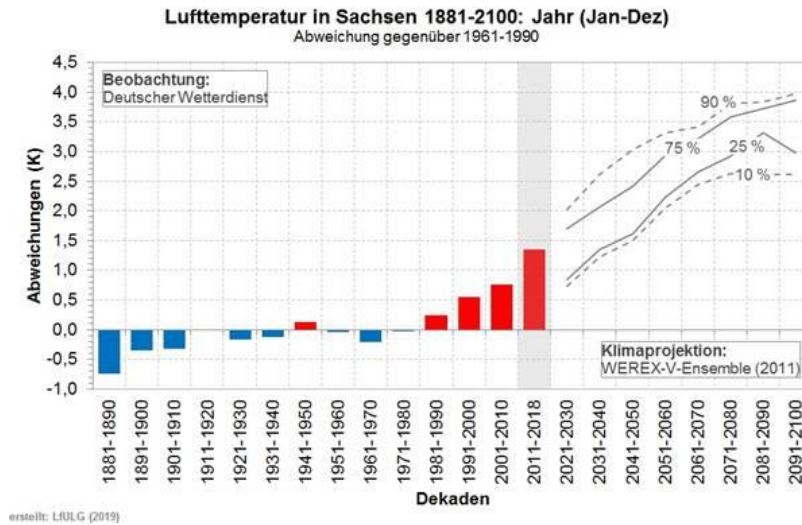
M_2 Bodenfeuchtezustand bis 1,8m Tiefe, Juli 2018, Quelle: <http://www.ufz.de/index.php?de=37937> (30.07.2018)



M_3 Klima- und Klimaänderungsräume in Sachsen, Quelle: <https://publikationen.sachsen.de/bdb/artikel/22321/document/s/35455>, S.16

Sachsen gehört zur gemäßigten Klimazone und liegt in der Übergangszone zwischen maritimem westeuropäischem und kontinentalem osteuropäischem Klima. Sachsen ist in drei Klimaregionen unterteilt, wobei die Merkmale Temperatur, Niederschlag und klimatische Wasserbilanz zu Grunde liegen: das deutsche Mittelgebirgsklima mit Erzgebirge und Vogtland, das deutsche Berg- und Hügellandklima mit Mittelgebirgsvorland und Elbsandsteingebirge und das ostdeutsche Binnenlandklima mit Leipziger Tieflandsbucht, der Lausitz und dem Elbtal. Hinsichtlich der Klimaänderungen werden zudem vier Klimaänderungsregionen unterschieden.

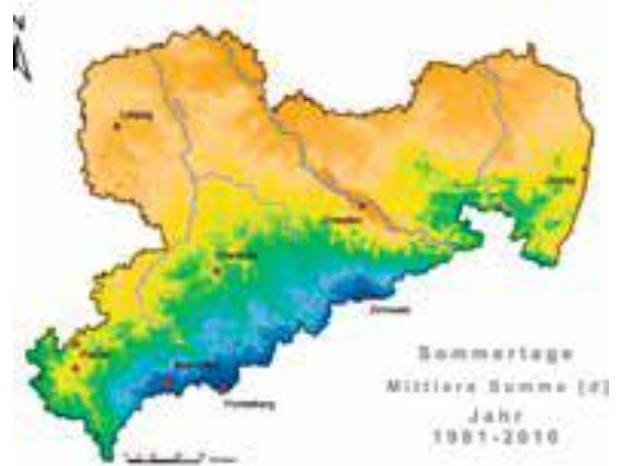
Veränderungen von Temperatur, Niederschlag und Extremwetterereignisse



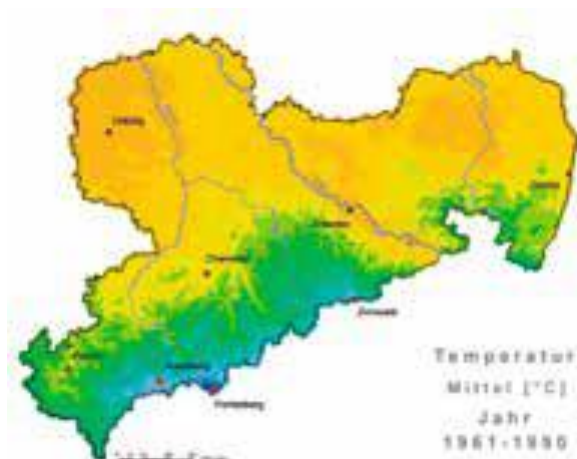
M_4 Abweichungen der mittleren Jahresmitteltemperatur (K) für Dekaden gegenüber 1961-1990 in Sachsen, 1881 bis 2100 (1881-2018 gemessene Daten, 2021-2100 Projektionsdaten WEREX-V-Ensemble), Quelle: LfULG, 2019



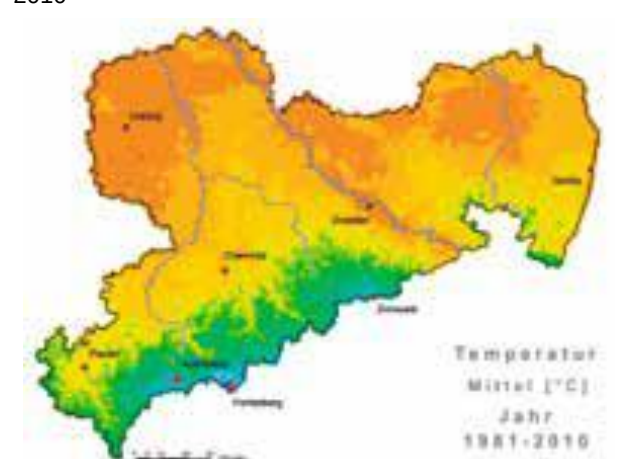
M_5 Anzahl der Sommertage ($T_{\max} > 25^{\circ}\text{C}$) pro Jahr 1961-1990



M_6 Anzahl der Sommertage ($T_{\max} > 25^{\circ}\text{C}$) pro Jahr 1996-2010

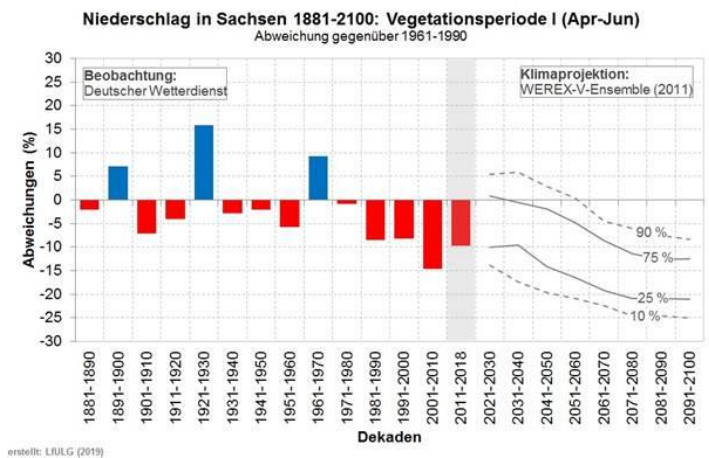


M_7 Jahresmittel der Lufttemperatur ($^{\circ}\text{C}$) in Sachsen 1961-1990



M_8 Jahresmittel der Lufttemperatur ($^{\circ}\text{C}$) in Sachsen 1991-2010

Die Niederschlagsveränderungen sind räumlich und zeitlich sehr unterschiedlich. In der Vegetationsperiode I (April – Juni) ist seit 1961 eine abnehmende Niederschlagssumme und ein damit einhergehendes Trockenheitsrisiko erkennbar, während die Summe in der Vegetationsperiode II (Juli bis September) zunehmend ist, anteilig haben dabei Starkregenereignisse und deren Intensität zugenommen. Der Wechsel von Trockenperioden und Starkregenereignissen birgt eine erhöhte Erosionsgefahr für Böden.



M_9 Abweichungen des mittleren Niederschlages in der Vegetationsperiode I (April-Juni) (%) für Dekaden gegenüber 1961-1990 in Sachsen, 1881 bis 2100 (1881-2018 gemessene Daten, 2021-2100 Projektionsdaten WEREX-V-Ensemble), Quelle: LfULG, 2019



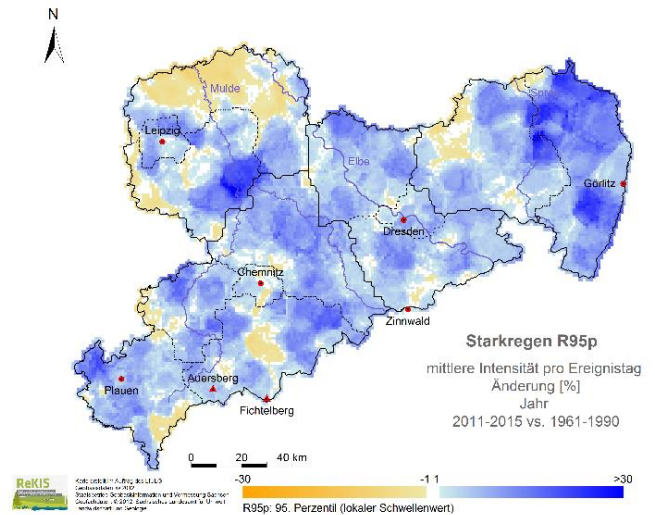
M_10 Niederschlag mittlere Summe (mm)
Vegetationsperiode I 1961-1990



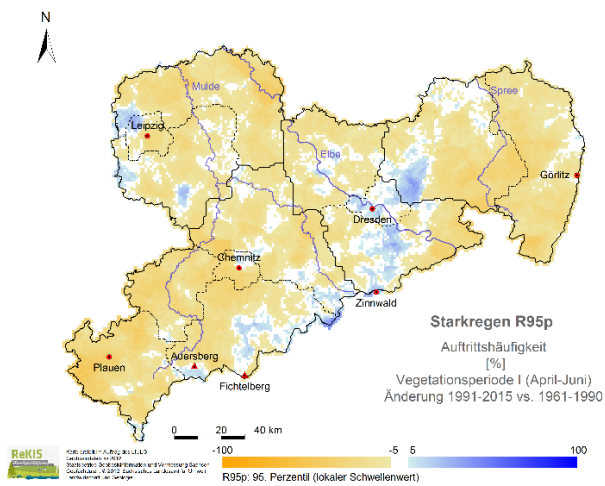
M_11 Niederschlag mittlere Summe (mm)
Vegetationsperiode I 1991-2015



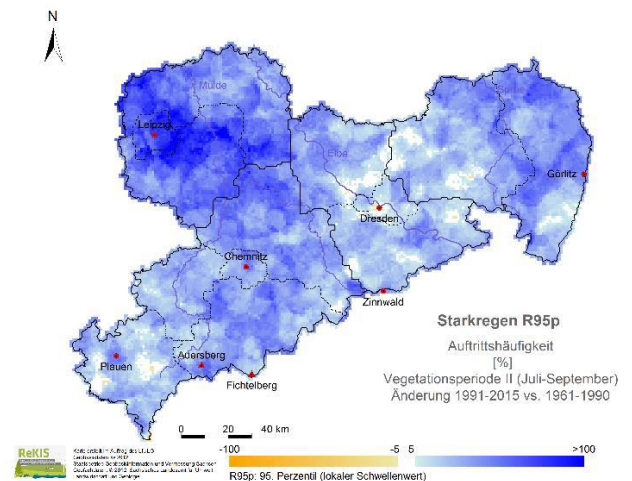
M_12 Bodenerosion durch einen Starkregen im Mai
©J. Döring, LfULG



M_13 Änderungen der Intensität von
Starkregenereignisse 2011-2015 vs. 1961-1990



M_14 Änderungen der Häufigkeit des Auftretens von
Starkregenereignissen in Vegetationsperiode I



M_14 Änderungen der Häufigkeit des Auftretens von
Starkregenereignissen in Vegetationsperiode II

*R95p: Bezeichnung für die stärksten
5% der Regenereignisse

Regionale Betroffenheit in Sachsen

Arbeiten Sie mit der Tabelle und den Informationsblättern.

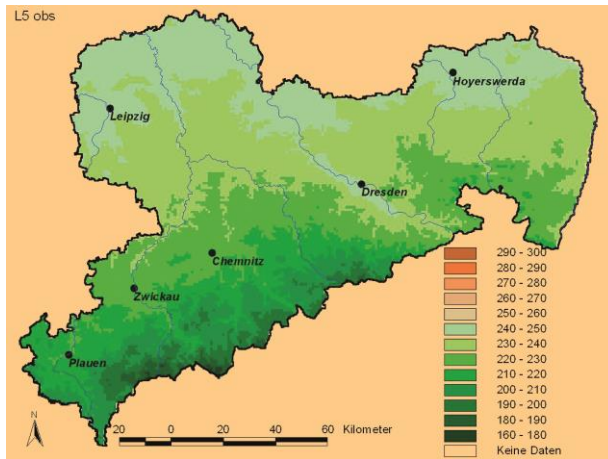
Stellen Sie arbeitsteilig je einen Bereich hinsichtlich der Chancen und Herausforderungen im Klimawandel dar. Ergänzen Sie gemeinsam die Concept Map.

	Mittelgebirge	Becken und Hügelland	Tiefland
Wasserhaushalt und Wasserwirtschaft	Betroffenheit: + gering ++ mittel +++ stark		
periodisch stärker sinkende Grundwasserstände, Verschlechterung der Wasserqualität in Grund- und Oberflächenwasser bei langer Trockenheit, häufigeres Austrocknen kleiner Fließgewässer, Verschlechterung des ökologischen Zustandes von Gewässern	+	++	+++
Verschlechterung des ökologischen Zustandes durch Nährstoffeintrag bei Starkniederschlag	+++	++	+
Erhöhung der Nutzungskonkurrenzen bei gleichzeitiger Abnahme des Wasserdargebotes, Veränderung Anforderungen an Wasserentsorgung durch hohe Niederschlagsvariabilität	++	+++	+++
Boden			
Austrocknen durch Verdunstung, Zunahme von Wasser- und Winderosion, Änderungen im Bodenwasser- und -wärmehaushalt	++	+++	++++
Biologische Vielfalt			
Veränderung der Artenzusammensetzung, neue Lebensgemeinschaften, Verdrängung einheimischer Arten, ggfs. Abnahme der Diversität, höhere Wahrscheinlichkeit von Wassermangel in Feuchtbiotopen, Veränderung der phänologischen Phasen, Förderung Trockenheit ertragender Arten, Verlust der Arten, die an kühle, feuchte Standorte angepasst sind, geänderte Verbreitungsmuster zahlreicher Arten, Fischsterben	+++	+++	+++
Landwirtschaft			
Verlängerung der Wachstumsphase und potentiell höhere Erträge bei optimaler Wasserversorgung, bei starker Erwärmung Humusabbau, Änderung des Spektrum an pflanzlichen Unkräutern und tierischen Schaderregern	+++	++	+
Jährlich hohe Ertragsvariabilität durch Extremereignisse (Hagel, Spätfrost, Trockenheit, Dürre, Überschwemmung)	+++	+++	+++
Änderung und Zunahme des Spektrums pilzlicher Schaderreger und pflanzlicher Krankheiten	+	++	+++
Zunahme von Hitzestress, Änderung des Krankheitsspektrums in Tierproduktion, Verringerung der Wasserqualität in Aquakultur	+	+	+
Produktion höherwertiger Weine	+	+	+
Wald- und Forstwirtschaft			
Bedeutungsgewinn wärmerer und trockenerer Standorte, zunehmendes Auftreten lichter Waldformationen, verstärktes Wachstum der Baumarten in höheren Gebirgslagen, Verschlechterung der Wuchsbedingungen in niedrigen Höhenlagen, Verringerung der Holzvorräte und Holznutzung, erhöhte Reproduktion wärmeliebender Insekten, erhöhte Wahrscheinlichkeit der Einwanderung neuer Schadorganismen, erhöhtes Waldbrand- und Sturmbruchrisiko	++	+++	+++
Siedlungsraum			
Veränderung der Attraktivität touristischer Regionen, Verschlechterung Badequalität im Sommer, Hitzestress in Städten, veränderte thermische Beanspruchung von Gebäuden, Veränderung Energiebedarf, Änderungen der Rahmenbedingungen für fossiler und erneuerbare Energien, Veränderungen der Risiken für Verkehrsinfrastruktur, Behinderung Elbschifffahrt	++	++	++

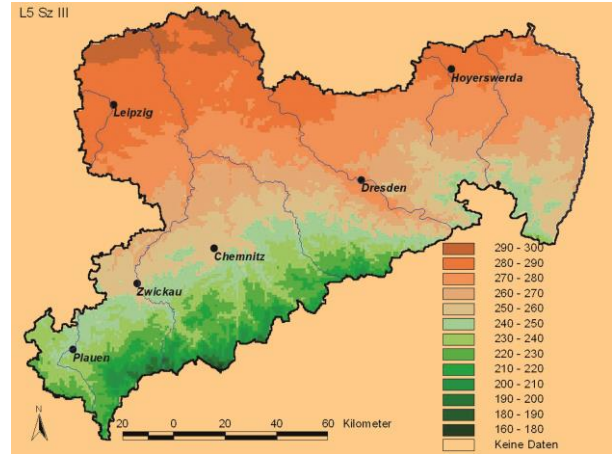
Vgl. SMUL (Hrsg), Klimawandel in Sachsen – wir passen uns an, 2015, S. 23, 24.

Informationsblatt

Die sächsische Landwirtschaft im Klimawandel



M_1 Dauer der Vegetationsperiode 1961-2000



M_2 Dauer der Vegetationsperiode 2041-2050

Chancen

Die landwirtschaftliche Vegetationsperiode verlängert sich im 21. Jahrhundert, weil das Klima insgesamt wärmer wird. Bis zum Jahr 2050 wird für die Leipziger Tieflandsbucht, das Leipziger Land und das südliche sächsische Hügelland eine Verlängerung von 30-50 Tagen prognostiziert. Im Elbtal werden es etwa 20-30 Tage sein und selbst in den höchsten Lagen des Erzgebirges werden es etwa 5 Tage sein, um die sich die Vegetationsperiode verlängert. Für wärmeliebende Arten, zum Beispiel Wein, werden sich die Anbaubedingungen verbessern. So werden bisher feucht-kühle Lagen im mittleren und vorderen Erzgebirge durch den Klimawandel landwirtschaftlich begünstigte Standorte sein. Auch der Anstieg des CO₂-Gehaltes in der Atmosphäre wirkt sich nach bisherigen Erkenntnissen positiv auf die Ertragsbildung aus, zum Beispiel bei Getreide, Raps, Rüben und Kartoffeln.

Konfliktpotentiale

Das Pflanzenwachstum der meisten Kulturarten fällt in die Hauptvegetationszeit zwischen April und Oktober. Steigende Temperaturen und längere Trockenperioden in dieser Zeit führen zur Austrocknung der Bodenoberfläche und beeinflussen besonders das Wachstum der Sommerkulturen negativ. Besonders betroffen sind die Oberlausitz und Nordsachsen, speziell das Riesaer-Torgauer Elbtal und der östliche Teil des sächsischen Heidegebietes. Der frühe Beginn der Vegetationsperiode kollidiert mit der Gefahr einsetzender Spätfröste. Durch Wetterextreme wie Dürre, Hagel, Starkregen kommt es zu Ertragsausfällen, besonders im Pflanzen-, Garten- und Weinbau. Zudem erhöht sich das Risiko für Bodenerosion und Überschwemmungen auf den Feldern. Dadurch werden Düngemittel in Gewässer eingetragen und mindern die Wasserqualität. Neue Pflanzenkrankheiten und Schädlinge etablieren sich, es gibt neue wärmeliebende Unkrautarten und erhöhte Schädlingszahlen, weil diese durch die milden Temperaturen überwintern können. Die größte Herausforderung für die Landwirtschaft liegt in der Zunahme an Extremwetterereignissen. Das erschwert die zuverlässige Ertragsentwicklung.

Klimaanpassung

Die Landwirtschaft muss Maßnahmen entwickeln, die der Anpassung an steigende Temperaturen, abnehmende Niederschläge und Wetterextreme dienen, um Ertragsverluste zu verringern. Dies wird beispielsweise durch geänderte Saat- und Pflanzzeiten, durch Züchtung angepasster Sorten, Anlegen von Windschutzstreifen oder Hagel- und Kulturschutznetzen bewältigt. Auch neue standortangepasste Anbaumethoden wie Fruchtfolgen mit trockentoleranten Sorten oder wassersparende Beregnungsmethoden und nachhaltige Düngung über Injektions- oder Blattdüngung sind Möglichkeiten auf die Herausforderungen zu reagieren. Ziel soll es sein, auch weiterhin ökologisch und gesundheitlich unbedenkliche Produkte zu erzeugen.



M_3 Themenfelder der Klimaanpassungsstrategien im Pflanzenbau nach SMUL, 2014

Weiterführende Literatur:

Kliem, Lea, George, Katja, Ergebnispapier zur Vorbereitung des Stakeholderdialogs zur Klimaanpassung. Vom Starkregen bin Trockenheit – Anpassungsstrategien für deutsche Landwirtschaft, 2017:

https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/2666/dokumente/uba-dialog_anpassungsstrategien_landwirtschaft_ergebnispapier.pdf (zuletzt am 29.06.2018)

Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (Hrsg.), Klimawandel und Landwirtschaft, Fachliche Grundlage für die Strategie zur Anpassung der sächsischen Landwirtschaft an den Klimawandel, 2009:

<https://publikationen.sachsen.de/bdb/artikel/11581/documents/12039> (zuletzt am 29.06.2018)

Sächsisches Staatsministerium für Umwelt und Landwirtschaft (Hrsg.), Anpassungsmaßnahmen des sächsischen Pflanzenbaus an den Klimawandel, 2014:

<https://publikationen.sachsen.de/bdb/artikel/11449/documents/29474> (zuletzt am 29.06.2018)

Sächsisches Staatsministerium für Umwelt und Landwirtschaft (Hrsg.), Buchführungsergebnisse der Landwirtschaft 2016/2017, 2017

<https://publikationen.sachsen.de/bdb/artikel/30795/documents/45990> (zuletzt am 29.06.2018)

Sächsisches Staatsministerium für Umwelt und Landwirtschaft (Hrsg.), Klimawandel in Sachsen – wir passen und an! <https://publikationen.sachsen.de/bdb/artikel/22321/documents/35455> (zuletzt am 02.07.2018)

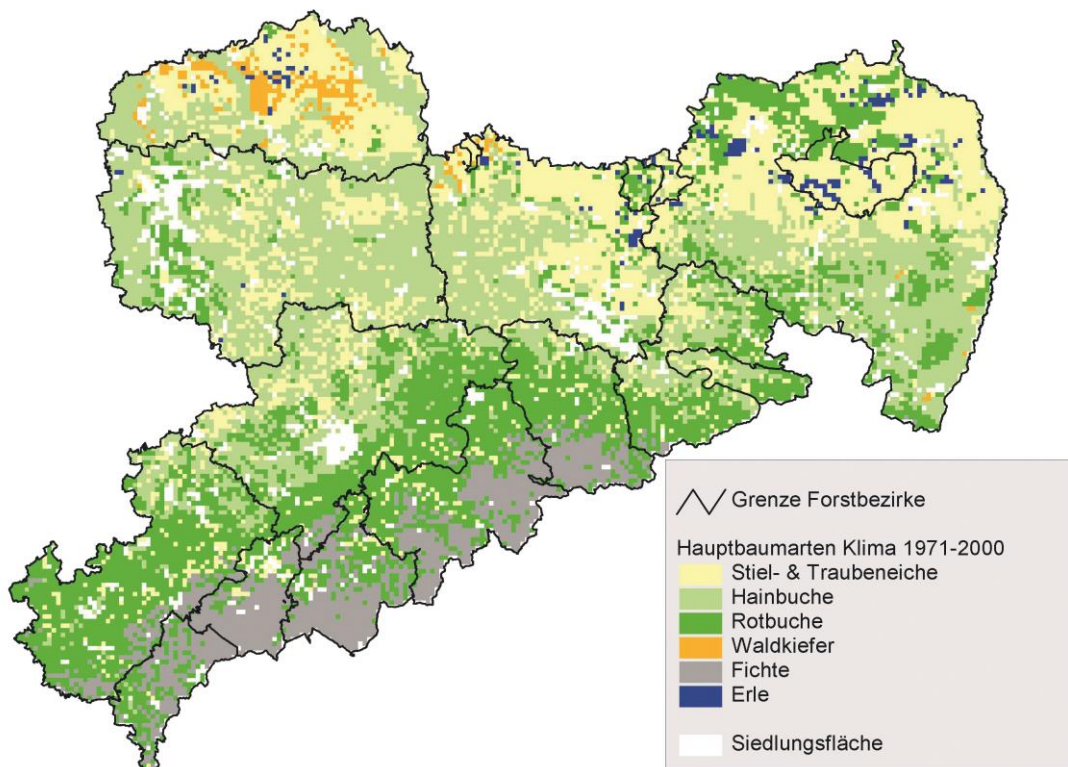
Sächsisches Staatsministerium für Umwelt und Landwirtschaft, Referat 52 – Gebietsbezogener Immissionsschutz, Klimaschutz

Stand: 30.07.2018 www.klimaschulen.sachsen.de

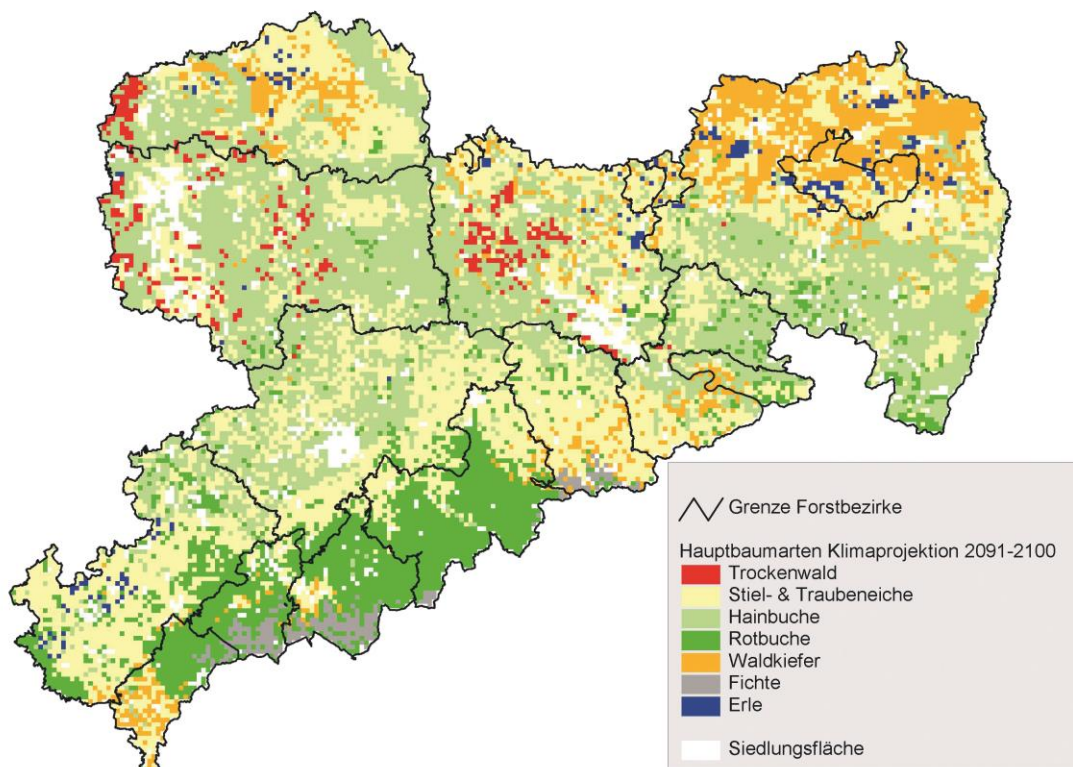
Sek2_AB_9b_Landwirtschaft

Informationsblatt

Die sächsische Forstwirtschaft im Klimawandel



M_1 Die Verbreitungsareale der Hauptbaumarten 1971-2000



M_2 Die Verbreitungsareale der Hauptbaumarten Projektion 2091-2100

Chancen

Die Forstwirtschaft dient der Rohstoffherzeugung sowie dem Erhalt von Schutz- und Erholungsraum. Eine nachhaltige Forstwirtschaft berücksichtigt ökologische, soziale und wirtschaftliche Interessen gleichermaßen und ist langfristig zukunftsfähig ausgerichtet. Die zukünftigen Erträge in der Forstwirtschaft hängen vor allem davon ab, wie sich die Wasserversorgung entwickelt, ob der Baumbestand den veränderten Standorteigenschaften entspricht und wie die Pflanzen auf Temperaturänderungen reagieren. Auch die Art der Bewirtschaftung beeinflusst die Ertragsfähigkeit. Die Chancen liegen in einem höheren Ertragspotential, weil sich die Vegetationsperioden verlängern. Gut an die Standortbedingungen angepasste Pflanzen stabilisieren den Ertrag und können ihn sogar steigern.

Konfliktpotentiale

Bäume können nicht wie Tiere fliehen. Sie stehen fest verwurzelt – mitunter mehrere hundert Jahre am selben Ort. Die Anpassungsprozesse der Forstwirtschaft auf den Klimawandel benötigen daher viel Zeit. Bäume, die wir heute pflanzen werden über die Zeiträume der Klimaprognosen hinausgehend einem sich ändernden Klima ausgesetzt sein.

Die veränderte Wasserversorgung ist ein begrenzender Faktor, der sich besonders im Tiefland negativ auswirkt. Weniger Niederschlag im Sommer sowie regenreiche und schneearme Winter führen langfristig zu einer anderen Artenzusammensetzung von Pflanzen und Tieren. Beispielsweise wird durch extreme Niederschläge der Oberboden durchweicht und instabil. Die flachwurzelnden Nadelbäume sind so einem höheren Risiko für Sturmschäden ausgesetzt. In besonders trockenen Phasen erhöht sich das Waldbrandrisiko. Schädliche Insekten profitieren von der längeren Vegetationsperiode, weil sie bessere Fortpflanzungsbedingungen haben.

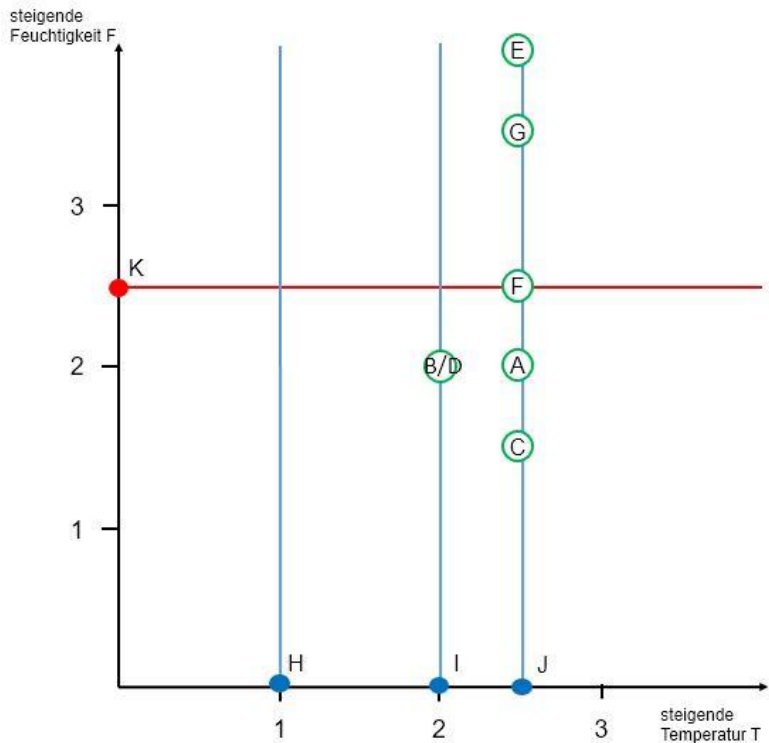
Steigende Temperaturen, längere Sonnenscheindauer, der daraus resultierende erhöhte Transpirationsbedarf der Waldgesellschaften und die Verringerung der Niederschläge vor allem im Frühjahr und im Sommer führen zu einer erheblichen Ausweitung der extremen Trockengebiete im sächsischen Tief- und Hügelland sowie der Standorte, die durch Kiefernwald besiedelt werden. Im Mittelgebirge werden Waldgesellschaften mit Hauptbaum Fichte in Hoch- bis Kammlagen zurückgedrängt. Buchendominierende Mischwälder dringen bis in die Hochlagen vor.

Anpassungsstrategien

Die Forstwirtschaft in Sachsen reagiert auf die Veränderungen mit einem Waldumbau nach dem Motto: Risikostreuung durch Vielfalt. Durch einen intensiven und naturnahen Waldumbau wird ein stabiles Waldökosystem geschaffen. Baumarten und Alterszusammensetzung der Bäume werden variiert. In den trockensten Regionen Sachsens, im Tief- und Hügelland sollen trocken-tolerante einheimische Baumarten wie Traubeneiche und Hainbuche sowie fremde Baumarten wie Robinie und Roteiche angebaut werden. Im Mittelgebirgsbereich verliert die nicht standortgerechte Fichte an Bedeutung, weil sie sehr anfällig für Borkenkäferbefall und Sturmschäden ist. Eichen- und Buchenwälder sind in den unteren und mittleren Berglagen stabiler. In den Kammlagen konzentriert sich der Waldumbau auf eine Annäherung der Bestandsstruktur der Fichtenforste an die natürlichen Fichtenwälder.

Vor Ort

Mit Hilfe der Abbildung lassen sich anhand des Baumbestandes Feuchtigkeits- und Temperaturbedingungen des Standortes charakterisieren oder anhand der Merkmale des Standortes passende Baumbestände, zum Beispiel für eine Neuanpflanzung zuordnen.



Legende

- T=1 Kühlezeiger (3 °C)
- T=2 Mäßigwärmezeiger (6 °C)
- T=3 Wärmezeiger (9 °C)
- F=1 Trockenzeiger, auf trockenen Böden häufig
- F=2 Frischezeiger, fehlt auf nassen sowie öfter austrocknenden Böden
- F=3 Feuchtezeiger, auf gut durchfeuchteten, aber nicht nassen Böden
- große Feuchtigkeitstoleranz
- große Temperaturtoleranz

Baumarten*

- A Traubeneiche
- B Winter-Linde
- C Robinie,
- D Rot-Buche
- E Schwarz-Erle
- F Sommer-Linde
- G Flatter-Ulme
- H Gewöhnliche Fichte
- I Weiß-Tanne, Gewöhnliche Esche
- J Hainbuche, Spitz-Ahorn, Stiel-Eiche
- K Berg-Ahorn

*Gewöhnliche Kiefer, Hänge-Birke:
bei beiden Werten große Toleranz

M_1 Temperatur- und Feuchtigkeitstoleranz
ausgewählter Baumarten (eig. Darstellung)

Weiterführende Literatur

Sächsisches Staatsministerium für Umwelt und Landwirtschaft, Klimaveränderungen in Sachsen – Auswirkungen auf die Forstwirtschaft

<https://www.umwelt.sachsen.de/umwelt/download/klima/forstwirtschaft.pdf> (zuletzt am 29.06.2018)

Umweltbundesamt (Hrsg.), Themenblatt: Anpassung an den Klimawandel, Forstwirtschaft (2011),

https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/364/publikationen/kompass_themenblatt_forstwirtschaft_2015_net.pdf (zuletzt am 29.06.2018)

Methoden vor Ort

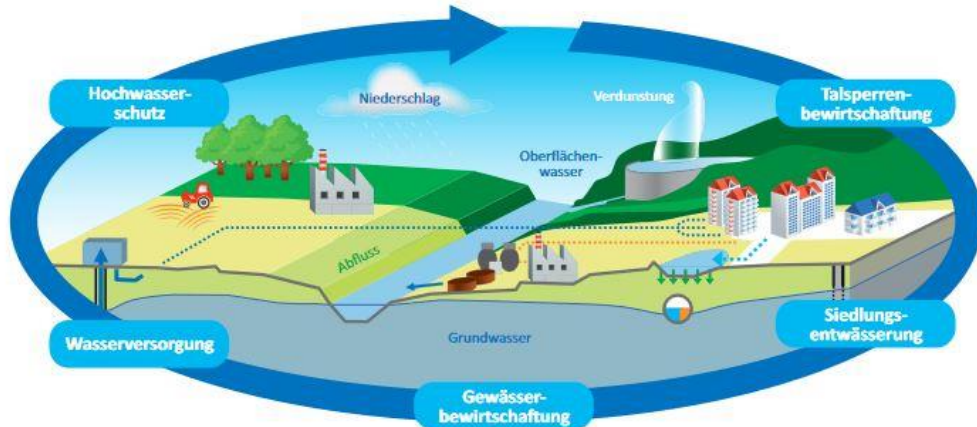
Dendrochronologie (Baumscheiben zur Charakterisierung der Witterungsbedingungen in verschiedenen Jahren): Klasse Klima?!, Modul 1b, AB4

Sächsisches Staatsministerium für Umwelt und Landwirtschaft, Referat 52 – Gebietsbezogener Immissionsschutz, Klimaschutz

Stand: 30.07.2018 www.klimaschulen.sachsen.de

Sek2_AB_9c_Forstwirtschaft

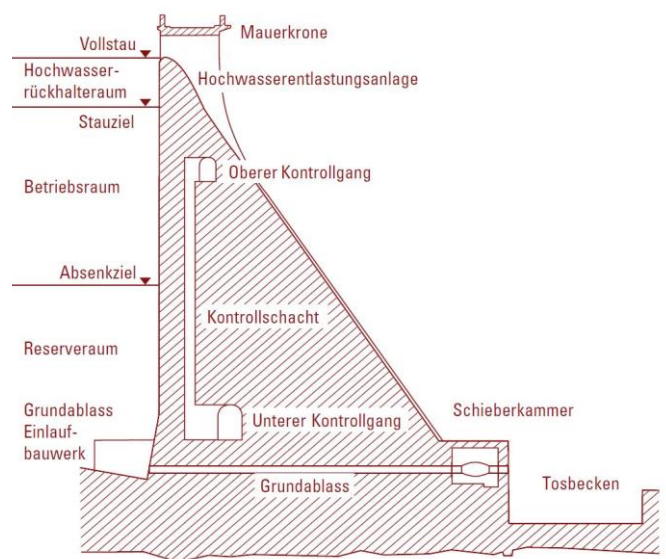
Informationsblatt **Die sächsische Wasserwirtschaft im Klimawandel**



M_1 Wasserwirtschaftliche Handlungsfelder, Quelle: Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen, Klimawandel und Wasserwirtschaft, 2011, S. 11, https://www.umwelt.nrw.de/fileadmin/redaktion/PDFs/klima/broschuere_klima_und_wasser.pdf



M_2 Die Stauanlagen der Landestalsperrenverwaltung des Freistaates Sachsen
<https://www.smul.sachsen.de/ltv/16984.htm>



M_3 Aufbau einer Talsperre

Aufgabe

Sachsen zählt in Deutschland zu den Bundesländern mit den meisten Talsperren. Die Aufgaben einer Talsperre sind die Versorgung mit Wasser, der Erhalt der Gewässergüte, der Hochwasserschutz sowie der Ausgleich von Niedrigwassers, Energiegewinnung, Naturschutz und Tourismus.

Die Landestalsperrenverwaltung Sachsen betreut unter anderem rund 140 Stauanlagen. Talsperren sind komplexe Bauwerke mit hohen sicherheitstechnischen Anforderungen. Viele sächsische Talsperren können über ein System aus Rohren, Stollen, Fließgewässern oder Gräben im Verbund bewirtschaftet werden. Bei Wasserengpässen oder Qualitätsproblemen in einer Talsperre kann so Wasser aus einer anderen Talsperre an die Wasserwerke abgegeben werden. Talsperren sorgen einerseits in Zeiten des Wassermangels für die Versorgung mit Wasser und bieten andererseits einen Hochwasserschutz, indem sie Rückhalteraum für Wasser bereitstellen.

Herausforderung

Der Klimawandel beeinflusst und verändert den Wasserhaushalt, wodurch die Bewirtschaftung der Talsperren mit den Aufgaben Hochwasserschutz und Wasserversorgung anspruchsvoller wird. Kürzere Winter und eine veränderte Niederschlagsverteilung begünstigen den erhöhten Nährstoffeintrag in das Wasser, Blaualgen und Bakterien vermehren sich und die Schadstoffkonzentration im Wasser nimmt zu. Außerdem trocknen Gewässer aus oder die Grundwasserneubildung geht zurück. Kraftwerke bekommen Kühlungsprobleme, weil das Wasser zu warm ist. Regelmäßige Untersuchungen zur Wasserqualität, der Einsatz von Sauerstoffmatten (Sauerstoffbegasungsanlagen) zur Verbesserung der Wasserbeschaffenheit, vor allem in den Sommermonaten, die deutliche Erhöhung der Hochwasserrückhalteräume und die Planung bzw. der Bau neuer Hochwasserrückhaltebecken in den Einzugsgebieten der Flüsse sowie die Verbindung der Talsperren miteinander zu einem Talsperrenverbund sind Anpassungswege der Talsperrenverwaltung an die veränderten Klimabedingungen.

Weitere Literatur, Links

<https://www.smul.sachsen.de/ltv/>

Aufbau einer Talsperre

<https://www.smul.sachsen.de/ltv/36344.htm> (am 02.07.2018)

Steuerung einer Talsperre bei extremen Hochwasser

<https://www.smul.sachsen.de/ltv/36305.htm> (am 02.07.2018)

Lehrmaterial: Sachsen Talsperren im Klimawandel

<https://publikationen.sachsen.de/bdb/artikel/15609> (am 02.07.2018)

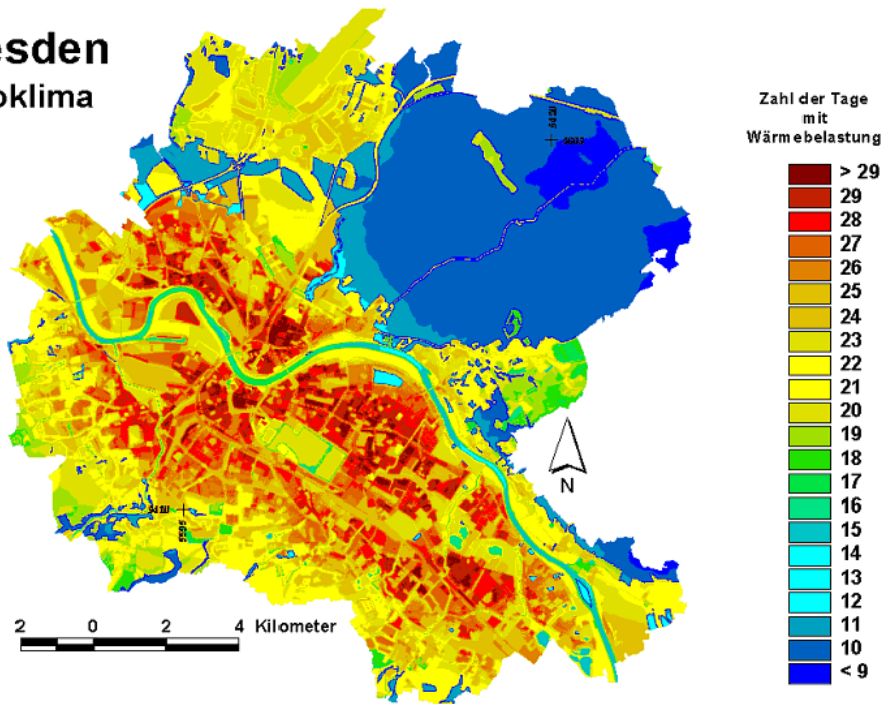
<https://www.smul.sachsen.de/ltv/36213.htm> (am 02.07.2018)

Sachsen im Klimawandel

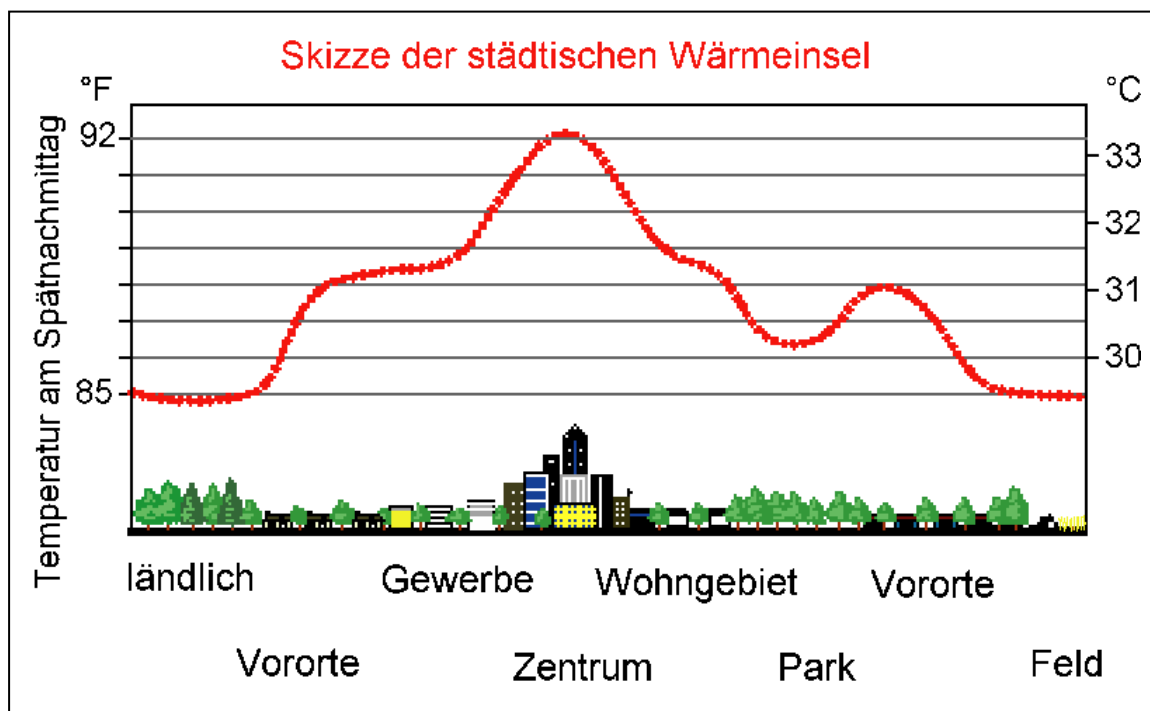
<https://www.youtube.com/watch?v=NN2smb6bMWM> (am 02.07.2018)

Informationsblatt
Die sächsischen Städte im Klimawandel

Dresden
Bioklima



M_1 Zahl der Tage mit Wärmebelastung in Dresden pro Jahr, <https://www.staedtebauliche-klimafibel.de/?p=9&p2=2.6> (17.07.2018)



Sächsisches Staatsministerium für Umwelt und Landwirtschaft, Referat 52 – Gebietsbezogener Immissionsschutz, Klimaschutz

Stand: 30.07.2018 www.klimaschulen.sachsen.de

Sek2_AB_9e_Stadt

Wärmeinsel Stadt

Rund 75 Prozent der in Deutschland lebenden Bevölkerung wohnt in Städten. Die typischen Eigenschaften und Probleme des Stadtklimas verstärken sich durch den Klimawandel. Gerade in städtischen Gebieten mit ihrer hohen Bevölkerungs- und Bebauungsdichte liegen die durchschnittlichen Temperaturen höher als im Umland. Die tagsüber von Gebäuden, Straßen, Plätzen absorbierte Sonnenstrahlung dringt auch in die Gebäude ein. Die städtischen Gebäude speichern die Wärme der einfallenden Strahlung und geben sie verzögert wieder ab. Deshalb tritt die tägliche Maximaltemperatur in einer Stadt gegenüber dem Umland später ein und die Schwankung des Temperaturverlaufes zwischen Minimal- und Maximaltemperatur sind geringer. Die abendliche Abkühlung wird durch den mangelnden Abtransport von überwärmter Luft und Schadstoffen verzögert. Auch fehlende Frischluftschneise, also unbebaute Flächen, die eine Luftströmung ermöglichen, fehlen. Aufgrund der Flächenversiegelung* und dem geringen Anteil an Grünflächen sind die Verdunstung und damit die Abkühlung reduziert. Nach Sonnenuntergang kann der Temperaturunterschied zwischen Innenstadt und Umland 10 Kelvin und mehr betragen. Der relativ hohe Anteil an Treibhausgasen bewirkt einen lokalen Treibhauseffekt. Schließlich ist auch die anthropogene Wärmeerzeugung besonders im Winter ein wichtiger Faktor, der zur Erwärmung der Stadt gegenüber dem Umland beiträgt.

Klimaanpassung

Das städtische Klima bestimmt das Wohlbefinden der Menschen und prägt damit die Attraktivität einer Stadt. Städte stehen vor den Herausforderungen zunehmender gesundheitlicher, thermischer, luft- und wasserhygienischer Belastungen. Auch die Auswirkungen auf Systeme und Anlagen der Wasserver- und entsorgung und der steigende Wasserbedarf zur Unterhaltung von Grünanlagen fordern Strategien angemessen auf diese Belastungen zu reagieren. Es gibt kurz-, mittel- und langfristig umzusetzende Maßnahmen. Mehr Grün in die Stadt (im Straßenraum, durch Dach- und Fassadenbegrünungen), Anlegen offener Wasserflächen und verbesserte Versickerungsmöglichkeiten sind kurzfristig umsetzbar. Veränderungen im Gebäudedesign und der Einsatz geeigneter Baumaterialien zählen zu den mittelfristigen Maßnahmen, während der nachhaltige Stadtumbau mit einer ausreichenden Freiraumplanung eine langfristige Maßnahme ist, die heute schon beginnen muss. Eine klimagerechte Stadtplanung sollte die Aufenthaltsbedingungen und die Siedlungsdurchlüftung verbessern sowie die Freisetzung von Schadstoffen und Treibhausgasen in die Luft verringern.

** bezeichnet das Bedecken des Bodens durch Bauwerke des Menschen. Von Flächenversiegelung wird gesprochen, da in den Boden kein Niederschlag mehr eindringen kann und so viele der dort ablaufenden Prozesse unterbunden werden.*

Weiterführende Literatur / Links

Klimascout: Das Wiki zur Anpassung an den Klimawandel
<http://www.klimascout.de/> (am 03.07.2018)

Klimawandel ist in Sachsen angekommen
<https://www.mdr.de/sachsen/klimawandel-in-sachsen-angekommen-100.html> (am 03.07.2018)

Interaktive Klimafunktionskarte der Stadt Dresden

Sächsisches Staatsministerium für Umwelt und Landwirtschaft, Referat 52 – Gebietsbezogener Immissionsschutz, Klimaschutz
Stand: 30.07.2018 www.klimaschulen.sachsen.de

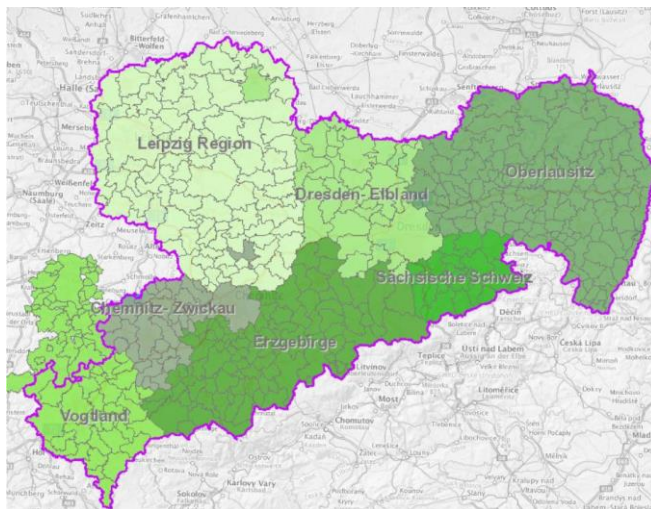
Sek2_AB_9e_Stadt

[http://stadtplan.dresden.de/\(S\(yjdv4xrduzhufped045xxil4\)\)/spdd.aspx?TH=UW SYN KLIMA](http://stadtplan.dresden.de/(S(yjdv4xrduzhufped045xxil4))/spdd.aspx?TH=UW SYN KLIMA) (am 03.07.2018)

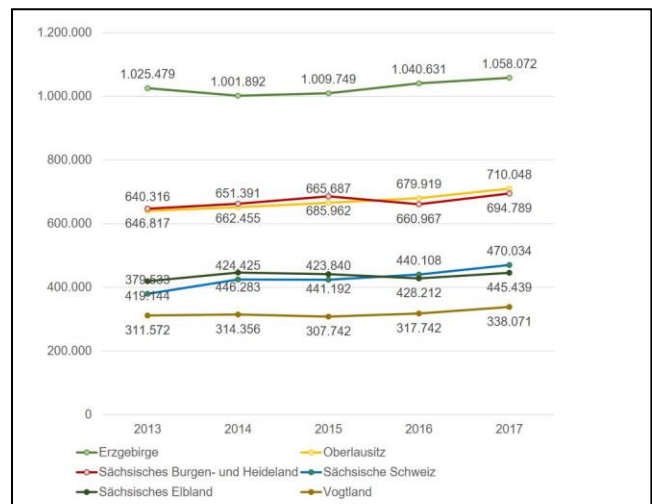
Städtebauliche Klimafibel Online:

<https://www.staedtebauliche-klimafibel.de/> (am 03.07.2018)

Informationsblatt Tourismus im Klimawandel



M_1 Reiseregionen in Sachsen



M_2 Gästeankünfte 2013-2017 in Sachsen

(<https://www.sachsen-tourismus.de/fileadmin/userfiles/TMGS/Startseite/Partner/Kooperationen/Themen/Marktforschung/2018-02-23ausgew%C3%A4hlteJahresergebnisse2017.pdf>, 30.07.2018)

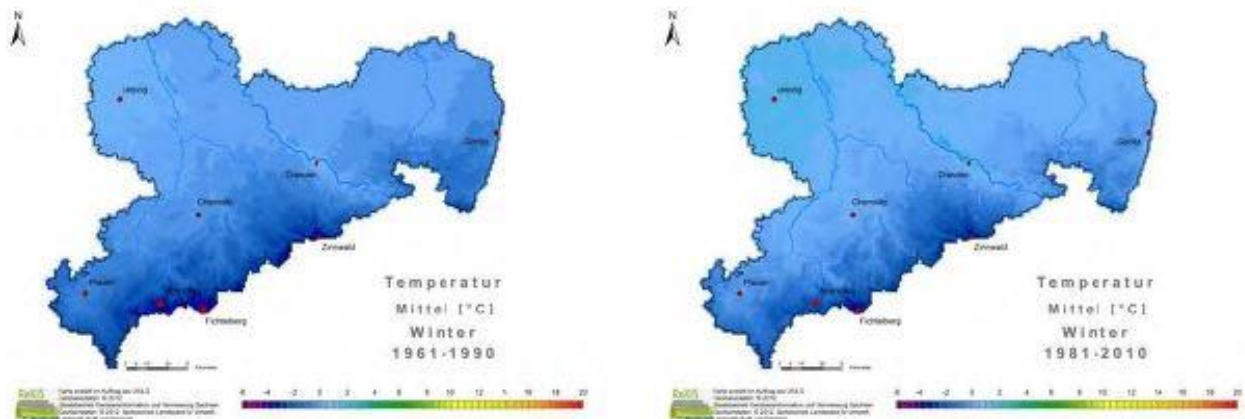
Das Bedürfnis nach Freizeit und Erholung wächst in unserer Gesellschaft von Jahr zu Jahr. Wir reisen häufiger und kürzer, dafür aber oft nicht mehr ganz so weit. Naherholung ist wieder gefragt – im Sommer und im Winter. Sachsen ist dabei eines der beliebtesten Kurzreiseziele Deutschlands. Im Jahr 2017 begrüßte Sachsen 7,9 Millionen Gäste und zählte 19,5 Millionen Übernachtungen. Neben den beiden Großstädten Dresden und Leipzig liegt das Erzgebirge an dritter Stelle beim Übernachtungsaufkommen. Der Klimawandel beeinflusst die Attraktivität touristischer Regionen, weil sich die Sommersaison verlängert, die Badequalität in Gewässern abnimmt, Hitzestress in Städten zum Problem wird, sich die Wintersaison verkürzt und die Schneesicherheit abnimmt.

Erzgebirge + Winter = Schnee?

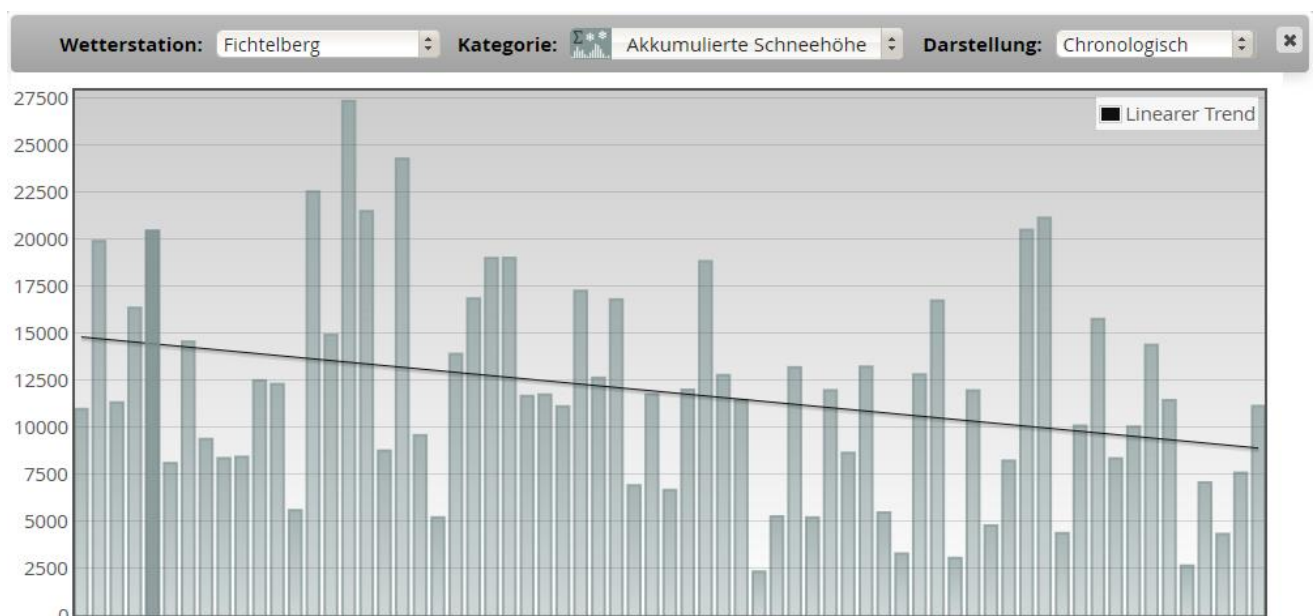
Das Erzgebirge zählt zu den schönsten Mittelgebirgslandschaften Deutschlands und ist ein bedeutendes Fremdenverkehrs- und Wintersportgebiet. Es treten lang anhaltende Stauniederschläge von West- und Nordwestwetterlagen auf. Im Vergleich zum Tiefland ist die Niederschlagsmenge hier doppelt so hoch. In vielen Wintern sind die oberen Lagen bis in den April hinein mit einer dichten Schneedecke bedeckt. Die Temperaturerhöhung durch den Klimawandel verringert die Schneesicherheit und verlagert die Schneesicherheit in größere Höhen. Den Klimaprojektionen zufolge werden bis zum Jahr 2050 nur noch Skigebiete über 1500 – 1600 Meter schneesicher sein.

Das Erzgebirge reagiert auf die Klimaänderung. Immer mehr Skistationen setzen deshalb in den unteren Pistenbereichen Beschneiungsanlagen (Schneekanonen) ein. Die Kosten dafür sind hoch. Schneekanonen verbrauchen viel Wasser und Energie, um Schnee zu produzieren. Schneekanonen können bis zu einer Mitteltemperatur von etwa -3°C eingesetzt werden. Auch die künstliche Beschneiung stößt durch die Klimaerwärmung an ihre Grenzen.

Die Tourismusverbände vor Ort denken darüber nach, welche Alternativen es für den Wintersport im Erzgebirge gibt. Wie können Gäste – auch im Winter – mit alternativen Angeboten gelockt werden? Wellness-Angebote, geführte Wanderungen, sportliche Aktivitäten, Jogging- und Radtouren sowie gastronomische und kulturelle Angebote werden ausgebaut.



M_3 Flächenhafte Verteilung der Lufttemperatur TM (°C) in Sachsen im Winter, Quelle: Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (Hrsg.), Analyse der Klimaentwicklung in Sachsen. Schriftenreihe, Heft 3/2015 <https://publikationen.sachsen.de/bdb/artikel/23868/documents/35257> (zuletzt am 02.07.2018)



M_4 Summe der Schneehöhe am Fichtelberg 1951/52 – 2017/18 in cm, Quelle: <http://www.winterchronik.de/winter-chronik.jsf#> am 02.07.2018

Weiterführende Literatur, Links

Sächsisches Landesamt des Freistaates Sachsen (Hrsg.), Branchenreport Tourismus im Freistaat Sachsen 2015. Statistischer Bericht, 2016, https://www.statistik.sachsen.de/download/100_Berichte-G/G_IV_6_j15_SN.pdf (zuletzt am 02.07.2018)
Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (Hrsg.), Analyse der Klimaentwicklung in Sachsen. Schriftenreihe, Heft 3/2015 <https://publikationen.sachsen.de/bdb/artikel/23868/documents/35257> (zuletzt am 02.07.2018)
Medieninformationen, 18.02.2018, Sachsen Tourismus mit mehr als 19.5 Millionen Übernachtungen, <https://www.medien-service.sachsen.de/medien/news/216444?page=2>
Geoportal Reiseregionen in Sachsen <https://www.regionen.sachsen.de/navigationspunkt-saechsische-regionen-3950.html> (zuletzt am 02.07.2018)
Winterchronik <http://www.winterchronik.de> (zuletzt am 02.07.2018)

Sächsisches Staatsministerium für Umwelt und Landwirtschaft, Referat 52 – Gebietsbezogener Immissionsschutz, Klimaschutz

Stand: 30.07.2018 www.klimaschulen.sachsen.de

Sek2_AB_9f_Tourismus