

Informationsvortrag 1.4

Themenkomplex Klimawandel

Thema 4:

Die Modellierung des Klimas



Gefördert durch:



Bundesministerium
für Umwelt, Naturschutz
und nukleare Sicherheit

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Die Modellierung des Klimas

Akteure: Berater*innen, Mitarbeiter*innen von Behörden, Landwirt*innen, Lehrer*innen, Interessenvertreter*innen, Interessierte

Lernziel: Das Klima der Zukunft kann nicht gemessen werden – darum wird es modelliert. Damit prognostizierte Klimafolgen richtig erfasst und interpretiert werden können, ist es wichtig wesentliche Begrifflichkeiten und Komponenten der Klimamodellierung zu kennen und zu verstehen.

Informationsvortrag 1.4

Themenkomplex Klimawandel

Thema 4:

Die Modellierung des Klimas



Gefördert durch:



Bundesministerium
für Umwelt, Naturschutz
und nukleare Sicherheit

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Die Modellierung des Klimas

Ziel des Vortrags

Wenn über Klimafolgen gesprochen wird, geht es häufig um prognostizierte, berechnete Zustände in der Zukunft. Um diese Zukunft abbilden zu können, werden unter verschiedenen Bedingungen modellhafte Vorhersagen konstruiert. Im Vortrag sollen verschiedene Möglichkeiten und Grenzen solcher Klimasimulationen erläutert werden.

Beschrieben werden Grundbegriffe der Klimamodellierung, verschiedene Arten von Klimamodellen und Klimaprojektionen sowie deren Funktionsweise.

Informationsvortrag 1.4

Themenkomplex Klimawandel

Thema 4:

Die Modellierung des Klimas



Gefördert durch:



Bundesministerium
für Umwelt, Naturschutz
und nukleare Sicherheit

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

1 Einleitung

Warum wird das Klima modelliert?

Modelle sind **vereinfachte Abbildungen der Realität**. Klimamodelle dienen also einer vereinfachten Beschreibungen des Klimasystems.

Um das zukünftige Klima zu betrachten oder abzubilden, wurden **bis in die Mitte des 20. Jahrhunderts** (vgl. UNEP, 1972) in der Regel aus **Beobachtungs- oder Messwerten** der Vergangenheit Trends abgeleitet. Aufgrund der **gegenwärtigen** Veränderungen des Klimas ist die Anwendung solcher linearer Prognosen aber **nicht mehr möglich**. Darum werden für Klimavorhersagen oder Klimaprojektionen bereits **seit den 1960er Jahren** mehr oder weniger komplexe **Modelle** genutzt.

Die Ergebnisse solcher Modelle und die Verbesserung der daraus abgeleiteten Prognosen ist Gegenstand vieler intensiver, aktueller Forschungsarbeiten.

Informationsvortrag 1.4

Themenkomplex Klimawandel

Thema 4:

Die Modellierung des Klimas



Gefördert durch:



Bundesministerium
für Umwelt, Naturschutz
und nukleare Sicherheit

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

2 Klimamodellierung

Das Klima wird auf **unterschiedlichen Skalen** modelliert:

Räumlich: global, (über-) regional oder lokal

Zeitlich: Wochen, Monate, Jahre, Dekaden oder Jahrhunderte



DWD, 2017

Informationsvortrag 1.4

Themenkomplex Klimawandel

Thema 4:

Die Modellierung des Klimas



Gefördert durch:



Bundesministerium
für Umwelt, Naturschutz
und nukleare Sicherheit

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

2 Klimamodellierung - Global

Um Aussagen über das weltweite **Klima der Zukunft** machen zu können, werden globale **Klimamodelle** genutzt. Dabei wird auf globaler Ebene zwischen **Zirkulationsmodellen** (GCM) und **Erdsystemmodellen** (ESM) unterschieden.

Aufgrund begrenzter Rechenleistung waren die ersten globalen Klimamodelle, in der Mitte des 20. Jahrhunderts, auf die Wechselwirkungen von Atmosphäre und Ozeanen beschränkt. Heute werden zusätzlich die Hydrosphäre, Biosphäre und Kryosphäre berücksichtigt (siehe Thema 2 - Das globale Klimasystem und der Treibhauseffekt). Die Austauschprozesse innerhalb der verschiedenen Sphären werden bei komplexen Modellen zusätzlich durch ein Zusammenspiel von Energie und Impuls sowie durch die Kopplung von Stoffflüssen (Wasser und Spurengase) simuliert.

Informationsvortrag 1.4

Themenkomplex Klimawandel

Thema 4:

Die Modellierung des Klimas



Gefördert durch:



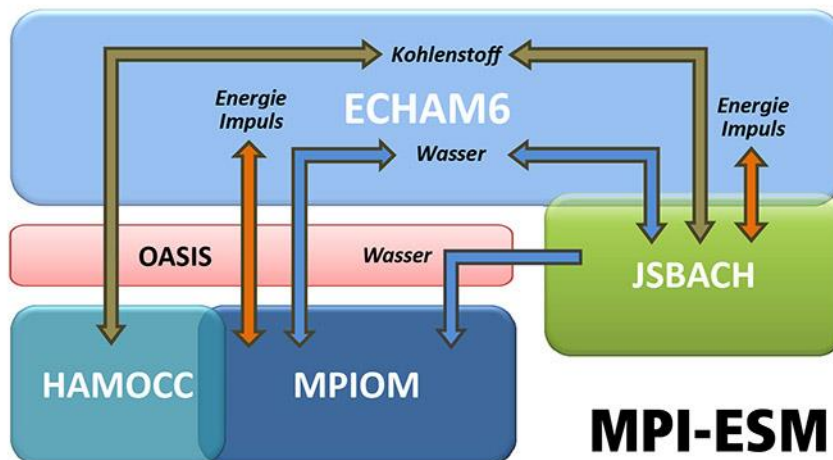
Bundesministerium
für Umwelt, Naturschutz
und nukleare Sicherheit

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

2 Klimamodellierung - Global

Um die Ergebnisse der Modelle zu verbessern, können **Klimamodelle miteinander gekoppelt** werden. Die Annahmen des IPCC Berichtes (2013) beruhen etwa auf den Ergebnissen von ca. 40 verschiedenen Erdsystemmodellen (*Projekt CHIMP5*).

Ein Beispiel für ein globales Klimamodell ist Beitrag zum IPCC aus Deutschland; das Erdsystemmodell des Max-Planck-Instituts für Meteorologie – MPI-ESM



Das MPI-ESM koppelt Atmosphäre, Ozean und Land durch den Austausch von Energie, Impuls, Wasser Kohlendioxid.

Informationsvortrag 1.4

Themenkomplex Klimawandel

Thema 4:

Die Modellierung des Klimas



Gefördert durch:



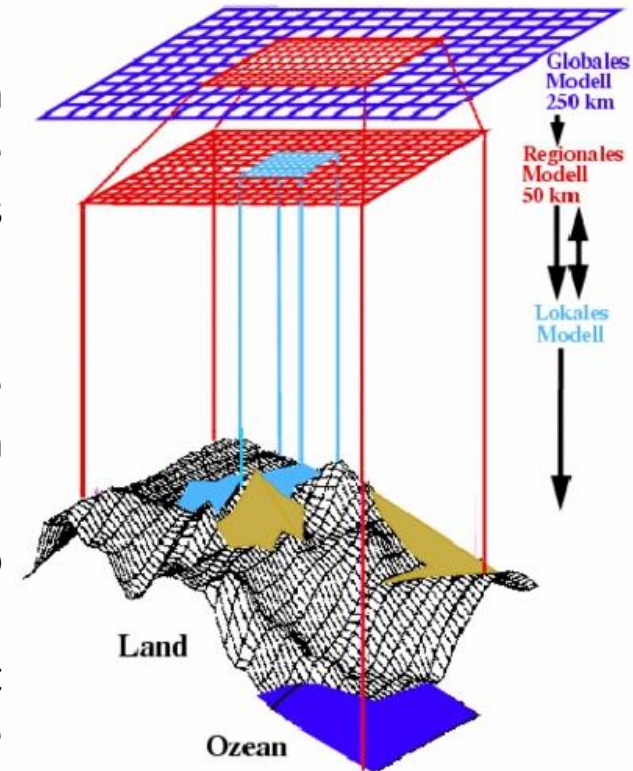
Bundesministerium
für Umwelt, Naturschutz
und nukleare Sicherheit

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

2 Klimamodellierung - Regional

Um die Effekte von Klimaveränderungen **einzelner Regionen** (z.B. Deutschland oder Europa) abzubilden, ist die räumliche Auflösung globaler Modelle, mit Rasterzellen von mehr als 100 x 100 km zu ungenau.

Hier finden **regionale Klimamodelle (RCM)** Anwendung. Über die Grenzen der lokalen Modelle werden diese regionalen Modelle **mit den Ergebnissen der globalen Modelle angetrieben**. Die **Rastergröße** kann in regionalen Modellen auf **wenige Kilometer** verringert werden. So müssen nur die Prozesse parametrisiert werden, die sich auch in der Region wiederfinden. Gegenteilig zur Realität können in diesen geschlossenen Systemen nur solche Wechselwirkungen dargestellt werden, die sich aus den im **Vorfeld festgelegten Modellparametern** ergeben.



Einbettung eines dynamischen regionalen Klimamodells in ein globales Modell (bildungsserver.de)

Informationsvortrag 1.4

Themenkomplex Klimawandel

Thema 4:

Die Modellierung des Klimas



Gefördert durch:



Bundesministerium
für Umwelt, Naturschutz
und nukleare Sicherheit

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

2 Klimamodellierung - Regional

Bei regionalen Klimamodellen wird zwischen **dynamischen und statistischen Modellen** unterschieden (vgl. Slawig, 2015);

Dynamische Regionalmodelle:

- regionale Modellgebiete werden dreidimensional unter Einbezug lokaler Eigenschaften (z.B. Geländehöhe, Land-Wasser-Verteilung, Vegetationsbedeckung, regionale Strömungsmuster, Bodeneigenschaften, Energie) und deren Wechselwirkungen berechnet. Die Ränder werden durch Daten aus globalen Modellen mit geringerer räumlicher Auflösung abgebildet
- wichtige/bekannte dynamische, Regionalmodelle:
 - **CCLM (COSMO-CLM, früher nur CLM, Climate Local Model)**; aus dem Wettervorhersagemodell des DWD hervorgegangen, Europa, 18 x 18 km Auflösung
 - **REMO, Regional Modell** des Max-Planck Institutes für Meteorologie, Deutschland, Österreich und Schweiz, 10 x 10 km Auflösung

Informationsvortrag 1.4

Themenkomplex Klimawandel

Thema 4:

Die Modellierung des Klimas



Gefördert durch:



Bundesministerium
für Umwelt, Naturschutz
und nukleare Sicherheit

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

2 Klimamodellierung - Regional

Bei regionalen Klimamodellen wird zwischen **dynamischen und statistischen Modellen** unterschieden (vgl. Slawig, 2015);

Statistische Regional-Modelle:

- basieren auf beobachteten bzw. gemessenen Wetterdaten der bodennahen und freien Atmosphäre; daraus werden statistische Zusammenhänge entwickelt
- Diese Modelle sind stark von den zugrundeliegenden Daten Abhängig, eignen sich aber aufgrund der geringeren Rechenintensität für räumlich hochauflösende und zeitlich kurz- und mittelfristige Projektionen
- wichtige/bekannteste statistische Regionalmodelle:
 - **WETTREG - WETTERlagen-basierte REGionalisierung**, Zusammenhang zwischen GCM/RCM (als Antrieb/Zirkulation) und lokalem Klima an Messstationen/ Messnetz
 - **STARS - STatistical Analog Re-sampling Scheme**

Informationsvortrag 1.4

Themenkomplex Klimawandel

Thema 4:

Die Modellierung des Klimas



Gefördert durch:



Bundesministerium
für Umwelt, Naturschutz
und nukleare Sicherheit

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

3 Szenarien und Klimaprojektionen

„Szenarien“ sind die grundlegend für die Berechnung möglicher Klimaänderungen. Sie beruhen auf **Annahmen über verschiedenste Sachverhalte**, die sich sehr wahrscheinlich zukünftig verändern: **z.B. Bevölkerungswachstum, ökonomische und soziale Entwicklung, technologische Veränderungen, Ressourcenverbrauch und Umweltmanagement.**

So können Aussagen darüber getroffen, wie sich verschiedene klimarelevante Parameter verändern (z.B. Kohlenstoffgehalt der Atmosphäre).

Es gibt **zwei Standards** solcher Szenarien: **SRES (bis 2014) und RCP (seit 2014).**

Verschiedene Hypothesen würden danach zu unterschiedlichen Reaktionen und Modellergebnissen führen;

Ein vereinfachtes Beispiel:

- Szenario 1 – Alles bleibt wie es ist
- Szenario 2 – Es wird Klimaschutz betrieben (z.B. intensive Bodenbearbeitung meiden)
- Szenario 3 – Es werden Klimaanpassungsmaßnahmen betrieben (z.B. Sortenwahl)

Informationsvortrag 1.4

Themenkomplex Klimawandel

Thema 4:

Die Modellierung des Klimas



Gefördert durch:



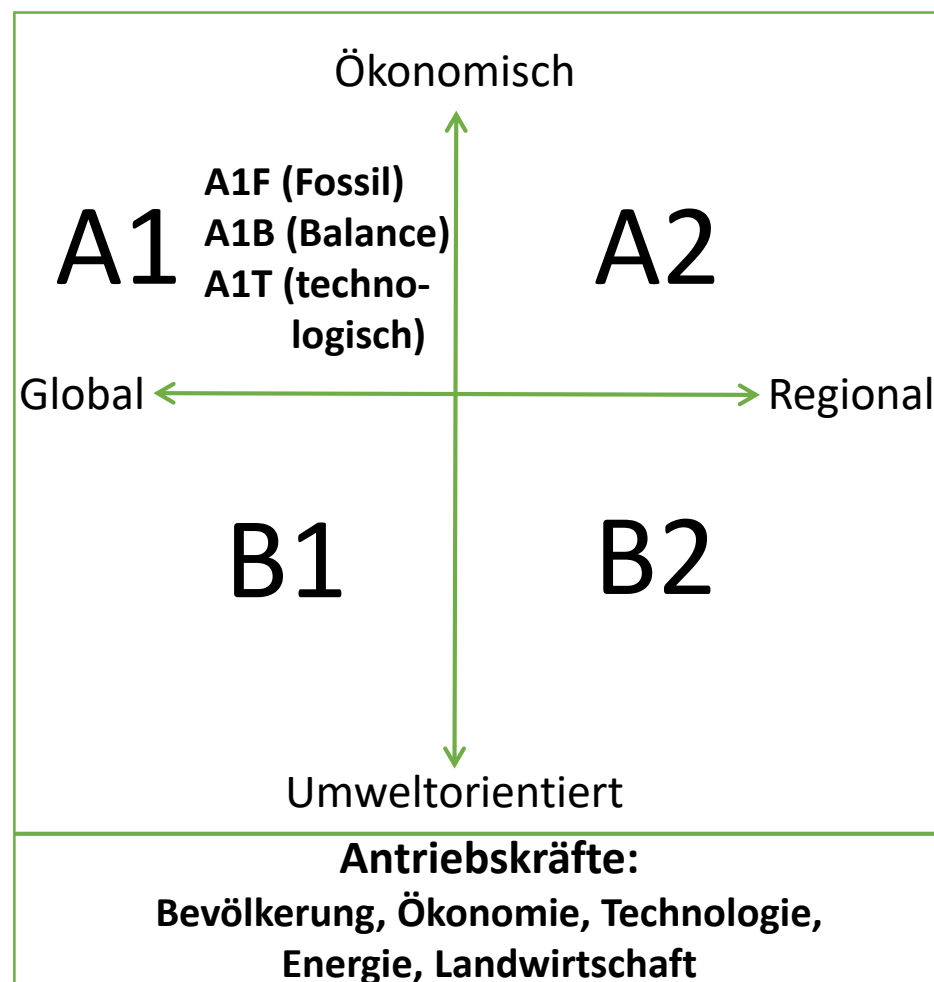
Bundesministerium
für Umwelt, Naturschutz
und nukleare Sicherheit

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

3 Szenarien und Klimaprojektionen

SRES-Szenarien

Klimaveränderungen hängen von **verschiedensten Einflüssen** ab. Wie in den vorangegangenen Kapiteln erläutert, sind dies sowohl **natürliche** als auch in zunehmendem Maße **Einflüsse durch den Menschen**. Diese Veränderungen treten auf **unterschiedlichen räumlichen und zeitlichen Ebenen** auf. In einem gesonderten IPCC-Bericht (SRES = *Special Report on Emissions Scenarios*) wurden solche möglichen Szenarien entwickelt. Die Abbildung soll die möglichen Szenarien veranschaulichen.



Informationsvortrag 1.4

Themenkomplex Klimawandel

Thema 4:

Die Modellierung des Klimas



Gefördert durch:



Bundesministerium
für Umwelt, Naturschutz
und nukleare Sicherheit

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

3 Szenarien und Klimaprojektionen

RCP-Szenarien

Dem aktuellen IPCC-Sachstandsbericht (2014) liegen neue Szenarien für die **Entwicklung** der Konzentration von **klimarelevanten Gasen** zugrunde. Dies sind die sogenannten RCP-Szenarien (Representative Concentration Pathways).

Szenarien-name	Szenarienentwicklung bzw. grundsätzliche Annahmen
RCP8.5	Ähnlich wie das bisherige A2-Szenario. Über 1370 ppm CO ₂ -Äquivalent im Jahr 2100, der Strahlungsantrieb bleibt bis 2300 auf hohem Niveau
RCP6.0	Stabilisierung des Strahlungsantriebs im Jahr 2100 bei ca. 850 CO ₂ -Äquivalent, ähnlich dem A1B-Szenario, danach abnehmender Strahlungsantrieb bis 2300
RCP4.5	Moderate Entwicklung, ähnlich dem B1-Szenario. Anstieg des CO ₂ -Äquivalent bis 2100 auf 650 ppm, der Strahlungsantrieb bleibt bei abnehmenden Emissionskonzentrationen bis 2300 auf gleichem Niveau
RCP2.6	Anstieg der Treibhausgasemissionen bis 2020 auf ca. 490 ppm, danach konstanter Treibhausgasemission- und Strahlungsantriebsrückgang auf etwa 3 Wm ⁻² im Jahr 2100. Vergleichbar dem E1-Szenario, d.h. ein "politisches" Szenario, in dem durch drastischen Rückgang der Emissionen eine globale Erwärmung um mehr als 2°C im Jahr 2100 nicht überschritten wird.

Informationsvortrag 1.4

Themenkomplex Klimawandel

Thema 4:

Die Modellierung des Klimas



Gefördert durch:



Bundesministerium
für Umwelt, Naturschutz
und nukleare Sicherheit

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

3 Szenarien und Klimaprojektionen

Die **Ergebnisse** der Anwendung **von Klimamodellen** werden als **Klimaprojektionen** bezeichnet. Sie liefern Informationen über die **mögliche Entwicklung des Klimas** in einer modellierten Zukunft. Demzufolge können anhand von Klimaprojektionen **Klimafolgen abgeschätzt und Anpassungsmaßnahmen entwickelt** werden.

Klimafolgen und Klimaanpassungsmaßnahmen sind Bestandteil der entsprechenden *Themenkomplexe 2 und 3*.

Für das Bundesland Sachsen-Anhalt ist zu dem Thema „Klimadiagnose und Klimaprojektion“ eine umfassende Schriftreihe entstanden, die auf der Internetseite des Landesamtes für Umweltschutz zum Download bereitgestellt ist (Link: [Berichte des Landesamtes für Umweltschutz Sachsen-Anhalt Heft 4/2013: Klimafolgenstudie 2012 – Klimadiagnose und Klimaprojektion, Extremereignisse](#)).

Die folgenden Folien sollen beispielhaft einige Ergebnisse von Klimamodellierungen veranschaulichen.



Gefördert durch:

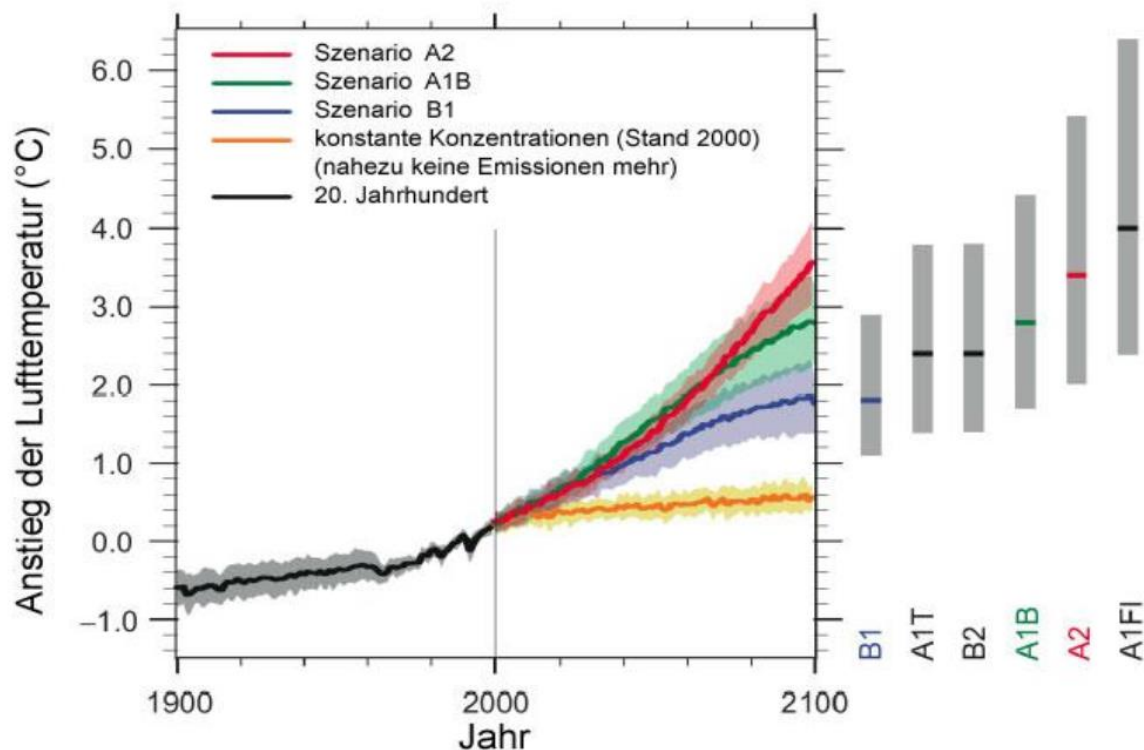


Bundesministerium
für Umwelt, Naturschutz
und nukleare Sicherheit

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

3 Szenarien und Klimaprojektionen

Die folgende Abbildung zeigt die prognostizierte, globale, jährliche Temperaturentwicklung anhand der SRES Szenarien, die bis zum 4. IPCC Bericht (2007) als Standard galten.





Gefördert durch:

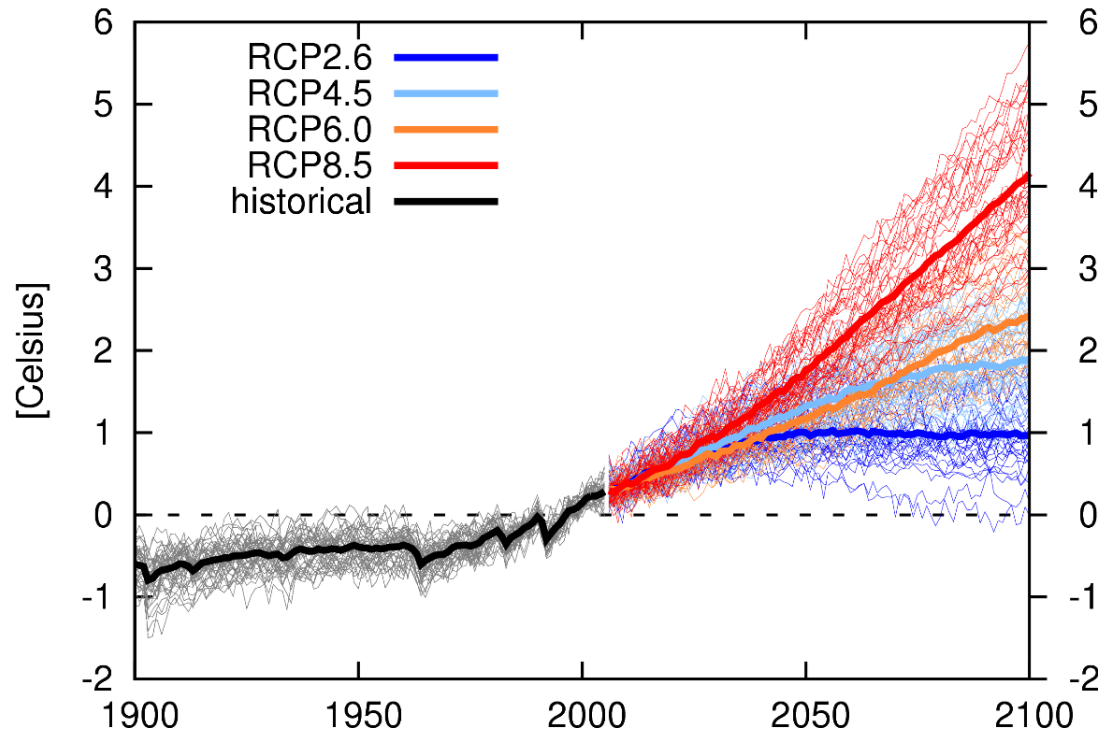


Bundesministerium
für Umwelt, Naturschutz
und nukleare Sicherheit

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

3 Szenarien und Klimaprojektionen

Die folgende Abbildung zeigt die prognostizierte, jährliche, globale Temperaturentwicklung anhand der RCP Szenarien, die seit dem 5. IPCC Bericht (2013) als Standard gelten.





Gefördert durch:

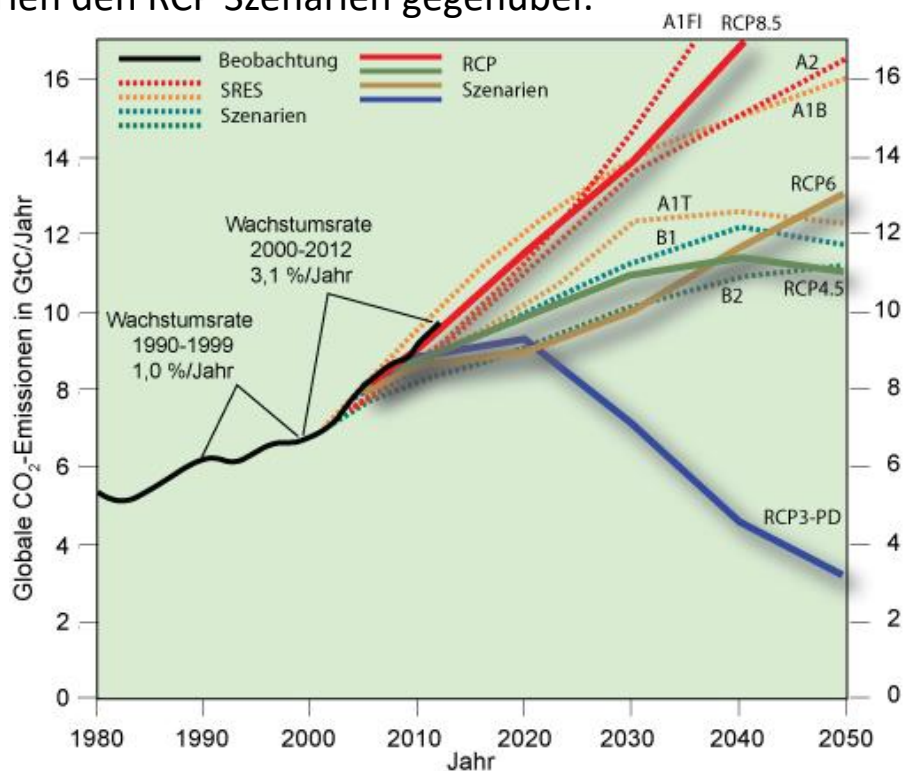


Bundesministerium
für Umwelt, Naturschutz
und nukleare Sicherheit

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

3 Szenarien und Klimaprojektionen

Die folgende Abbildung stellt die prognostizierte, globale, jährliche CO₂ Emission der SRES Szenarien den RCP Szenarien gegenüber.





Gefördert durch:

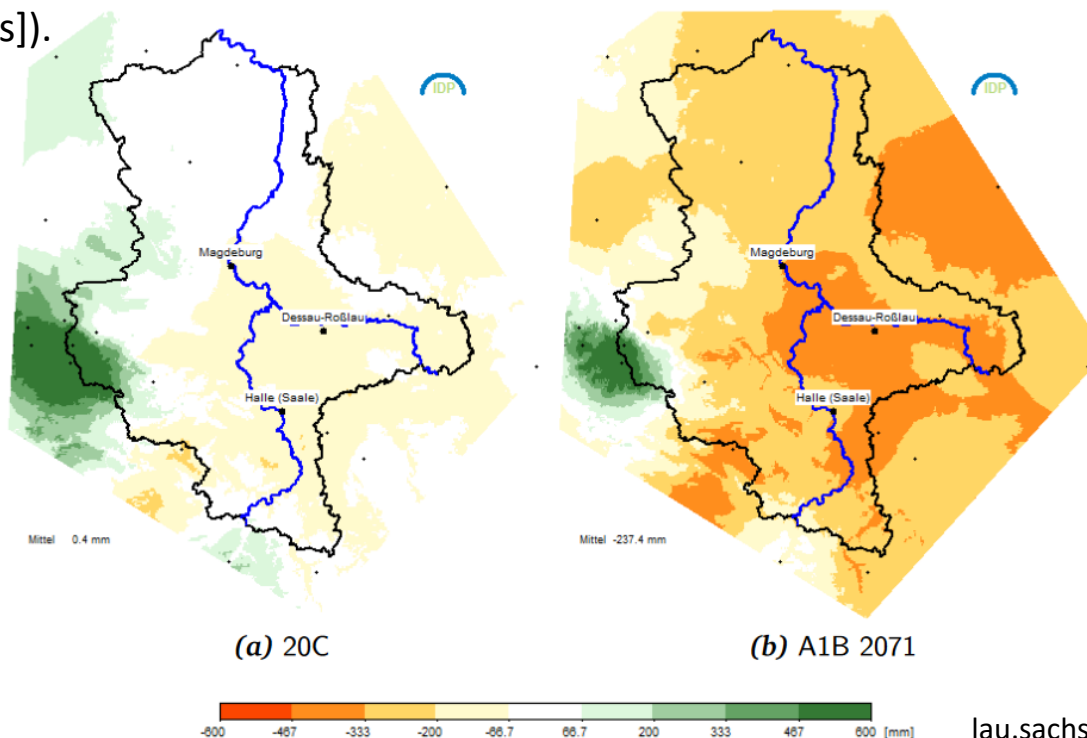


Bundesministerium
für Umwelt, Naturschutz
und nukleare Sicherheit

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

3 Szenarien und Klimaprojektionen

Die folgende Abbildung zeigt die modellierte und prognostizierte, jährliche Klimatische Wasserbilanz für Sachsen-Anhalt (WETTREG2010 für den Zeitraum 1971 – 2000 [links] und 2071 – 2100 [rechts]).



Informationsvortrag 1.4

Themenkomplex Klimawandel

Thema 4:

Die Modellierung des Klimas



Gefördert durch:



Bundesministerium
für Umwelt, Naturschutz
und nukleare Sicherheit

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

3 Szenarien und Klimaprojektionen - Das Zwei-Grad-Ziel

Mit dem **Zwei-Grad-Ziel** wird das **Ziel der internationalen Klimapolitik** beschrieben, die globale Erwärmung auf **2 Grad Celsius bis zum Jahr 2100 gegenüber dem Vorindustriellen Niveau zu begrenzen**. Sollte dieses Ziel nicht eingehalten werden, **drohen Rückkopplungsprozesse**, die die weiteren Folgen des Klimawandels **unvorhersehbar** und **unumkehrbar** machen würden.

Da sich die globale Temperatur **seit der Industrialisierung bereits um etwa 0,8°C erhöht** hat und da aufgrund der **Trägheit des Klimasystems eine weitere Erhöhung um 0,5°C unvermeidbar** erscheint, müssten globale Treibhausgasemissionen drastisch reduziert oder völlig eingestellt werden, um das Zwei-Grad-Ziel noch erreichen zu können. Das bedeutet das künftige **Klimaschutzmaßnahmen**, wie eine Begrenzung der Treibhausgasemissionen, einen **weiteren Anstieg auf < 0,7°C begrenzen** müssen.

Informationsvortrag 1.4

Themenkomplex Klimawandel

Thema 4:

Die Modellierung des Klimas



Gefördert durch:



Bundesministerium
für Umwelt, Naturschutz
und nukleare Sicherheit

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

3 Szenarien und Klimaprojektionen - Das Zwei-Grad-Ziel

Auf Basis der vorangehend erläuterten Szenarien würde dies heißen:

- weitgehend alle Szenarien gehen mittlerweile davon aus, dass das Zwei-Grad-Ziel bis zum Ende des 21. Jh. nicht eingehalten werden kann
- bei den SRES-Szenarien A1B und A2 würde diese Grenze bereits 2050 überschritten werden, bei dem niedrigsten Szenario B könnte das Ziel bis etwa 2100 eingehalten werden
- global steigen die CO₂ Emissionen seit dem Jahr 2000 real um etwa 3,1 % jährlich gegenüber einem Anstieg von nur etwa 0,1 % jährlich in den 1990er Jahren
- dies entspricht dem Emissionspfad des RCP-Szenarios RCP8.5; hier wird eine Temperaturerhöhung von 4,2°C - 5°C erwartet
- zu bedenken ist außerdem, dass bei einer globalen Temperaturzunahme von 2 °C einige Regionen deutlich höhere Temperaturzunahmen erwarten müssen, da sich die Ozeane nicht so stark erwärmen, wie die Landoberfläche
- bei einer radikalen Umstrukturierung der Energiepolitik der Industrieländer ist das Erreichen des Zieles aber immer noch möglich

Informationsvortrag 1.4

Themenkomplex Klimawandel

Thema 4:

Die Modellierung des Klimas



Gefördert durch:



Bundesministerium
für Umwelt, Naturschutz
und nukleare Sicherheit

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

4 Grenzen von Klimamodellen

Häufig finden sich in der Literatur **kritische Bemerkungen** insbesondere **zu globalen Klimamodellen**. Der Hauptgrund dafür sind **schlecht zu berechnende Rückkopplungen** der Klimaantriebsfaktoren (Sonnenaktivität, Vulkanaktivität, Entwicklung der Treibhausgasemission oder Kriege). Eine Einbeziehung solcher Größen **überschreitet** sogar **die Kapazitäten modernster Supercomputer**. Erhebliche **Unsicherheiten** bestehen außerdem **in der Abbildung** der äußerst komplexen Prozesse des **Wasserkreislaufes**. Ferner ist die grobe räumliche Skalierung, von zum Teil mehreren hundert km, für eine **Abschwächung lokaler Extrema** verantwortlich.

Um diesen Effekten entgegenzuwirken wird auf verschiedenen räumlichen und zeitlichen Skalen und unter verschiedenen Annahmen (Szenarios) modelliert, wobei sich die **Ergebnisse teilweise stark voneinander unterscheiden**.

Zu Bedenken ist allerdings, dass sämtliche wissenschaftliche Modelle nicht den Anspruch erheben die Realität abzubilden, sondern immer nur dazu beitragen können Zusammenhänge oder Vorgänge zu simulieren und damit besser zu verstehen.

Informationsvortrag 1.4

Themenkomplex Klimawandel

Thema 4:

Die Modellierung des Klimas



Gefördert durch:



Bundesministerium
für Umwelt, Naturschutz
und nukleare Sicherheit

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

5 Fazit und Zusammenfassung

- Modelle sind vereinfachte Abbildungen der Realität
- Klimamodelle gibt es bereits seit Mitte des 20.Jh. – zunächst als einfache Modellannahmen; heute hochkomplexe Modellierungen mit Supercomputern
- Vielzahl von Modellen zur Modellierung auf unterschiedlichen räumlichen und zeitlichen Skalen
- global: GCM oder ESM; regional: RCM (dynamisch oder statistisch); Kopplung verschiedener Modelle um Ergebnisse zu verbessern
- Annahmen oder Hypothesen über mögliche Veränderungen in der Zukunft werden durch Szenarien abgebildet
- mögliche Szenarien sind veränderte: Bevölkerungsentwicklung, ökonomische, technische & soziale Entwicklung, Ressourcenverbrauch oder Umweltmanagement
- gebräuchliche Szenarien: SRES (bis 2014; A1, A2, B1, B2) und RCP (seit 2014; RCP8.5, 6.0, 4.5, 2.6)
- Ergebnis von Klimamodellierung ist eine Klimaprojektion – daraus können Klimafolgen abgeschätzt werden – unterschiedliche Szenarien liefern unterschiedliche Klimafolgen

Informationsvortrag 1.4

Themenkomplex Klimawandel

Thema 4:

Die Modellierung des Klimas



Gefördert durch:



Bundesministerium
für Umwelt, Naturschutz
und nukleare Sicherheit

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Quellen und weiterführende Literatur:

Brasseur, G.; Jacob, D & Schuck-Zöller S. (2017): Klimawandel in Deutschland. Entwicklung, Folgen, Risiken und Perspektiven. Springer-Spektrum. Berlin-Heidelberg.

DWD (2017): Klimavorhersagen und Klimaprojektionen; Deutscher Wetterdienst, Offenbach am Main.

IPCC (2014): [Team, C. W., Pachauri, R. K., & Meyer, L. A.]. Climate Change 2014: synthesis report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the intergovernmental panel on Climate Change. IPCC, Geneva, Switzerland, 151.

LAU (2013): Berichte des Landesamtes für Umweltschutz Sachsen-Anhalt Heft 4/2013: Klimafolgenstudie 2012 - Klimadiagnose und Klimaprojektion, Extremereignisse. Magdeburg.

Slawig, T. (2015): Klimamodelle und Klimasimulationen. Springer-Spektrum, Berlin Heidelberg.

UNEP (1972): Declaration of the United Nations Conference on the Human Environment.
www.unep.org/Documents.Multilingual/Default.asp?documentid=97&articleid=1503.

Beispielmodell:

Monash simple climate model → http://mscm.dkrz.de/overview_i18n.html?locale=DE

Die Informationsvorträge sind Teil des Weiterbildungsangebotes im Rahmen des Projektes:
BIKASA – Bildungsmodule zur Klimaanpassung für den Agrarsektor Sachsen-Anhalts

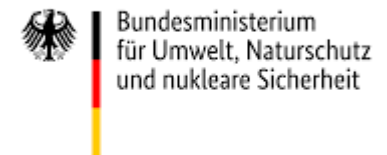
Herausgeber:
Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg
Institut für Geowissenschaften und Geographie
Von-Seckendorff-Platz 4
06120 Halle (Saale)

Patrick Illiger | Dr. Detlef Thürkow | Dr. Gerd Schmidt | Dr. Anne-Kathrin Lindau | Christopher Krause

Informationsvortrag 1.4
Themenkomplex Klimawandel
Thema 4:
Die Modellierung des Klimas



Gefördert durch:



Bundesministerium
für Umwelt, Naturschutz
und nukleare Sicherheit

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages