

Klima und Klimawandel

Ursachen, Tatsachen und Erwartungen

*Annett Bartsch, Priv.-Doz. Dr.
Fachabteilung Klimafolgen*



ZAMG
Zentralanstalt für
Meteorologie und
Geodynamik

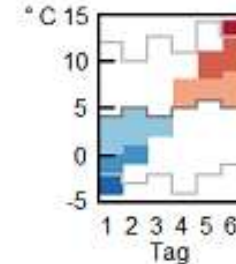
15.09.2016 ZAMG News: Ungewöhnlich warmer September

ÖGfTh - Forum Eugendorf

09.10.2016

Folie 2

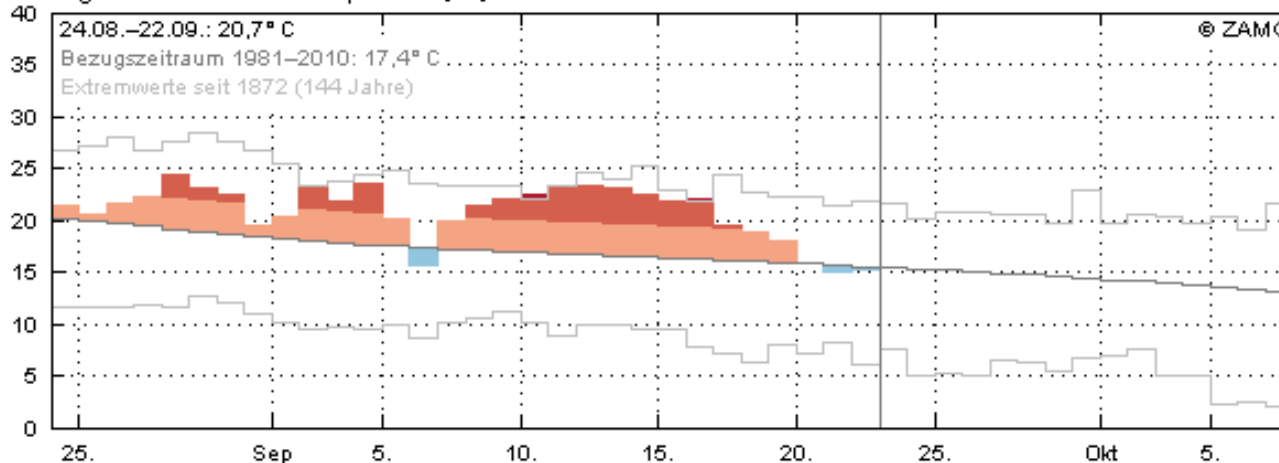
- Stellenweise neue Rekordzahl an Hitzetagen:
 - Gänserndorf und Hohenau übertrafen die bisherige Rekordzahl an Hitzetagen der jeweiligen Messreihe. An beiden Wetterstationen stammte der Rekord aus dem Jahr 2011 mit fünf Hitzetagen.



neues Maximum
bisheriges Maximum
zu warm für die Jahreszeit
der Jahreszeit entsprechend warm
langjähriger Mittelwert
der Jahreszeit entsprechend kalt
zu kalt für die Jahreszeit
bisheriges Minimum
neues Minimum

Wien-Hohe Warte 198 m

Tagesmittel der Lufttemperatur [°C]



- Das Klima wird im Allgemeinen durch die gleichen Elemente beschrieben wie das Wetter. Dies sind zum Beispiel
 - Temperatur, Niederschlag, Wind, Feuchte und Strahlung.
- Die Zusammenfassung der Wettererscheinungen, die den Zustand der Atmosphäre an einem bestimmten Ort oder in einem mehr oder weniger großen Gebiet charakterisieren, wird als Klima bezeichnet.
- Es wird repräsentiert durch die **statistischen Gesamteigenschaften** (Mittelwerte, Extremwerte, Häufigkeiten, Andauerwerte u.a.) über einen genügend langen Zeitraum.
- Im **Allgemeinen wird ein Zeitraum von 30 Jahren zugrunde gelegt**, die sog. Normalperiode, es sind aber durchaus auch kürzere Zeitabschnitte gebräuchlich.

Wie funktioniert unser Klima?

ÖGfTh - Forum Eugendorf

09.10.2016

Folie 4

Klimaantriebe

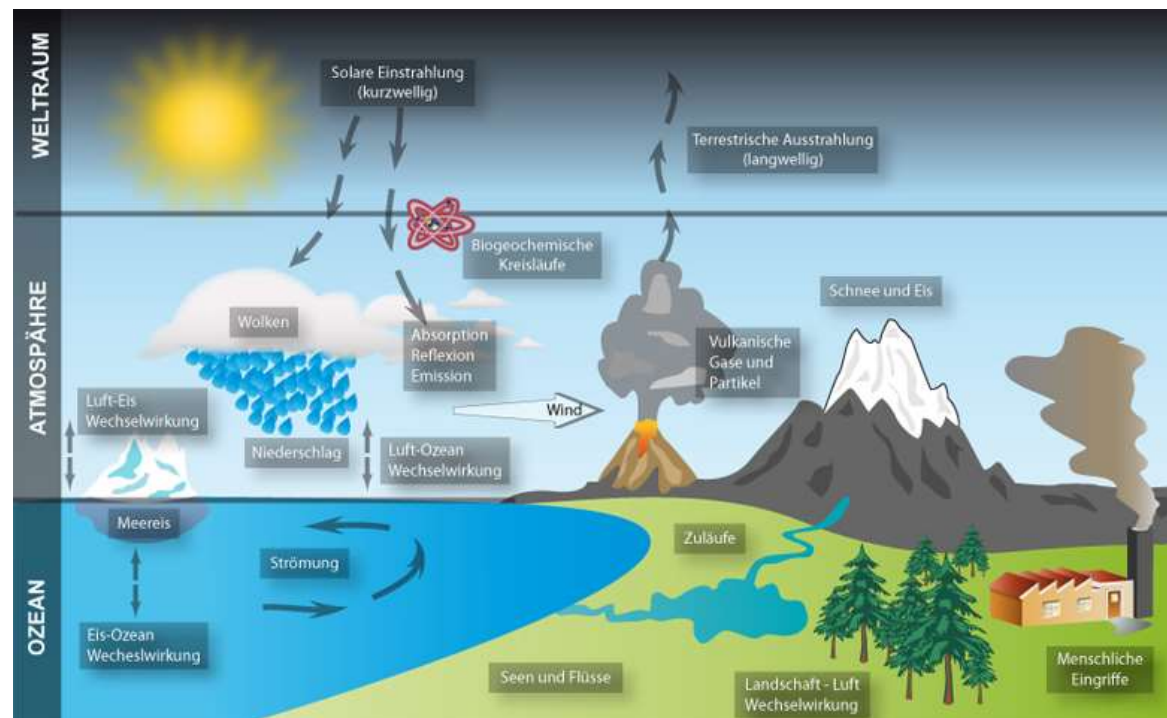
- Sonne
- Treibhausgase
- Vulkanische Gase und Staub
- Aerosole
- Erdbahnparameter, Plattentektonik, Gebirgsbildung,...

Klimawechselwirkungen

- Atmosphäre-Ozean
- Atmosphäre-Eis
- Atmosphäre-Vegetation
- Menschliche Eingriffe

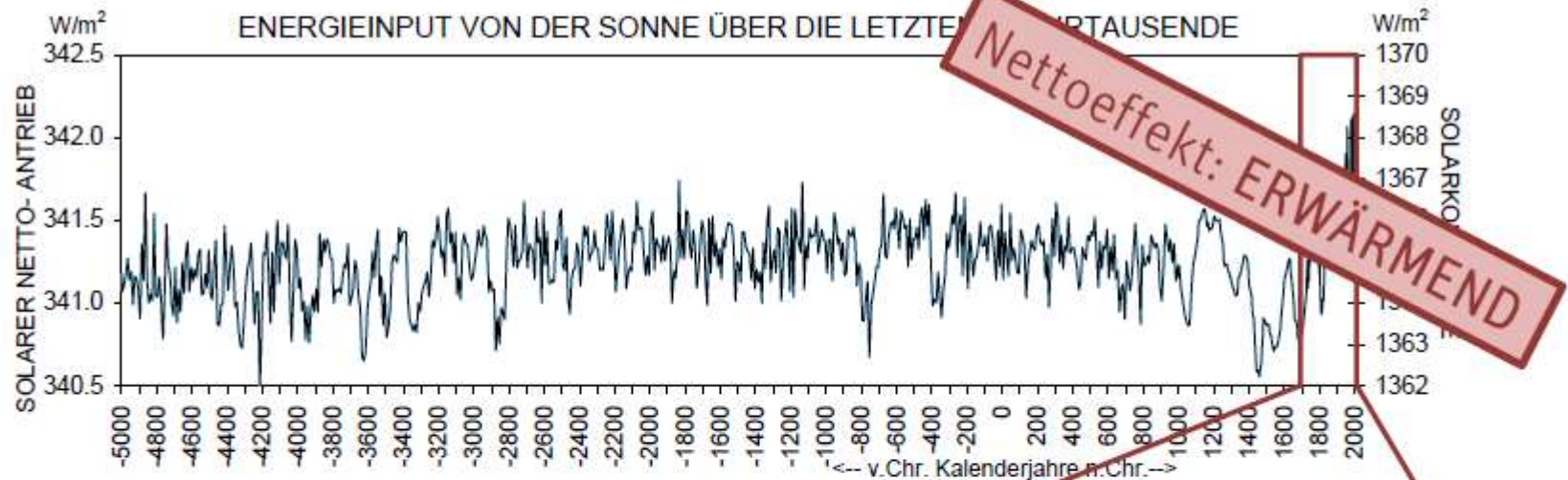
Klimarückkopplungen

- Positive (Eis-Albedo)
- Negative (Pflanzenwachstum und CO₂)



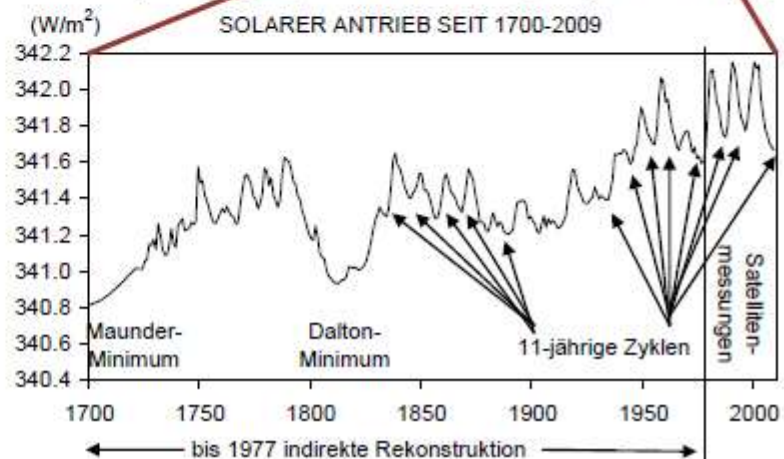
Quelle: DWD

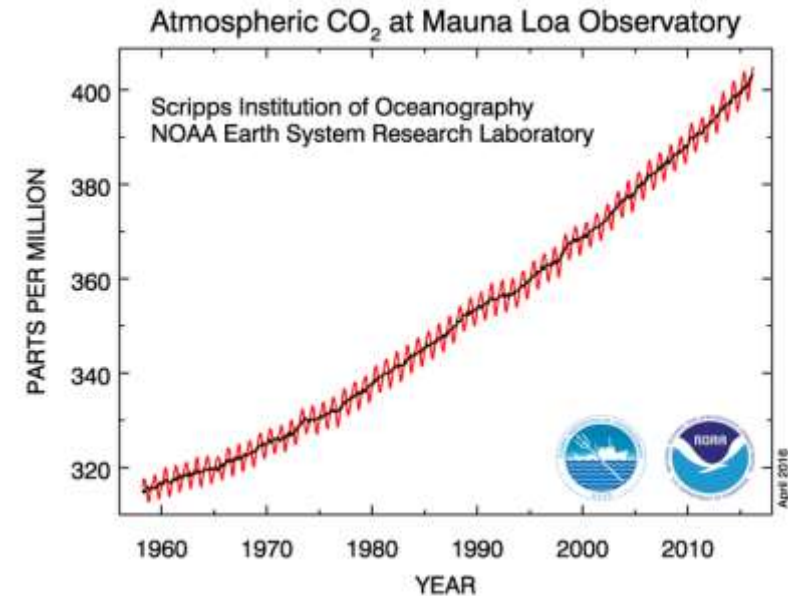
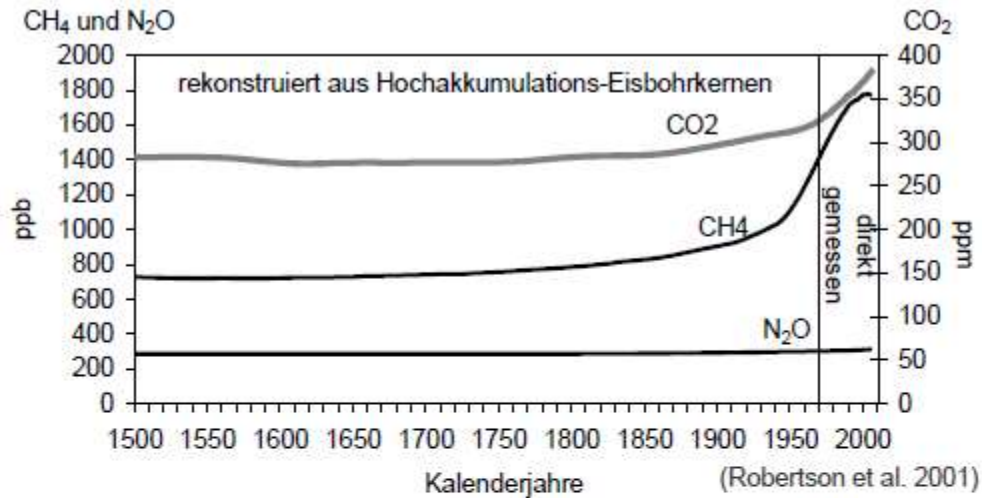
Klimaantrieb – die Sonne



(Fröhlich 2006, Solanski et al. 2004, Wagner et al. 2010)

- Langfristig relativ stabiler Verlauf
- 11-jährige Zyklen unterbrochen durch multidekadische Minima
- Starke Erhöhung der Aktivität in den letzten 300 Jahren
- Stehen wir vor dem Eintritt in das nächste große Solare Minimum?



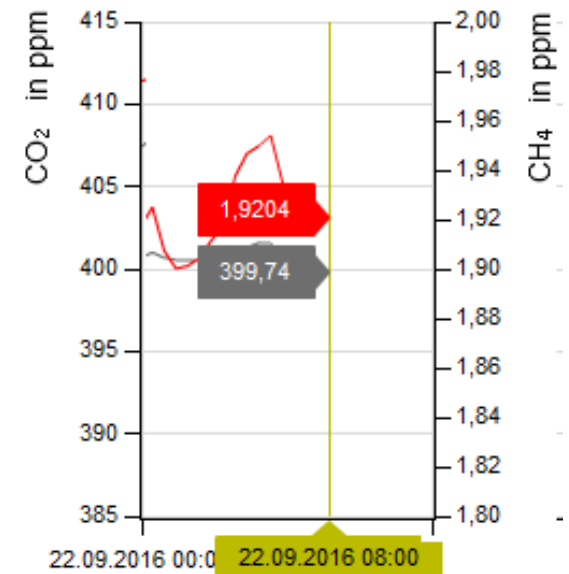
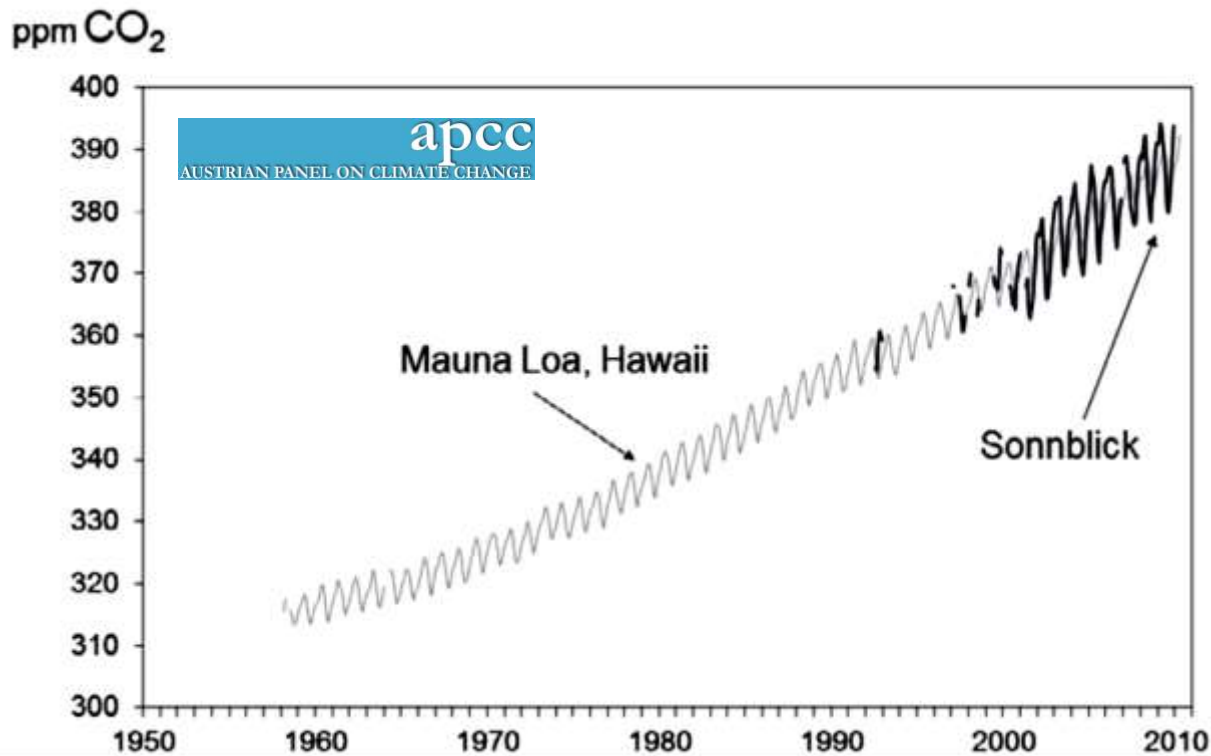


- Starker Anstieg von Kohlendioxid und Methan im 20. Jahrhundert
- Signifikant positiver Trend der CO₂ Konzentration mit saisonalen Schwankungen
- Bemühungen den CO₂ Ausstoß zu verringern hatten bis jetzt keinen Effekt

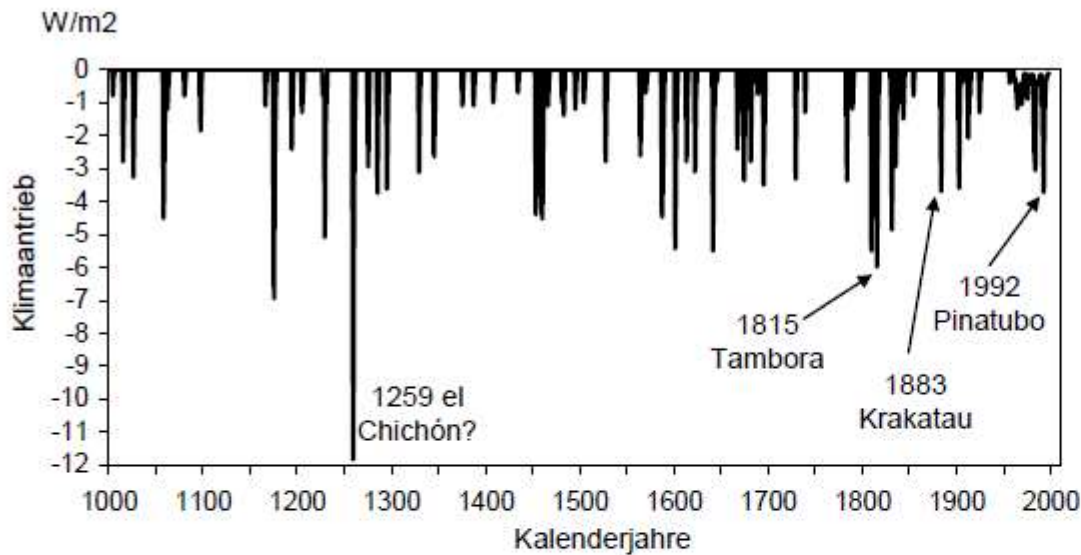


Klimaantriebe - Treibhausgase

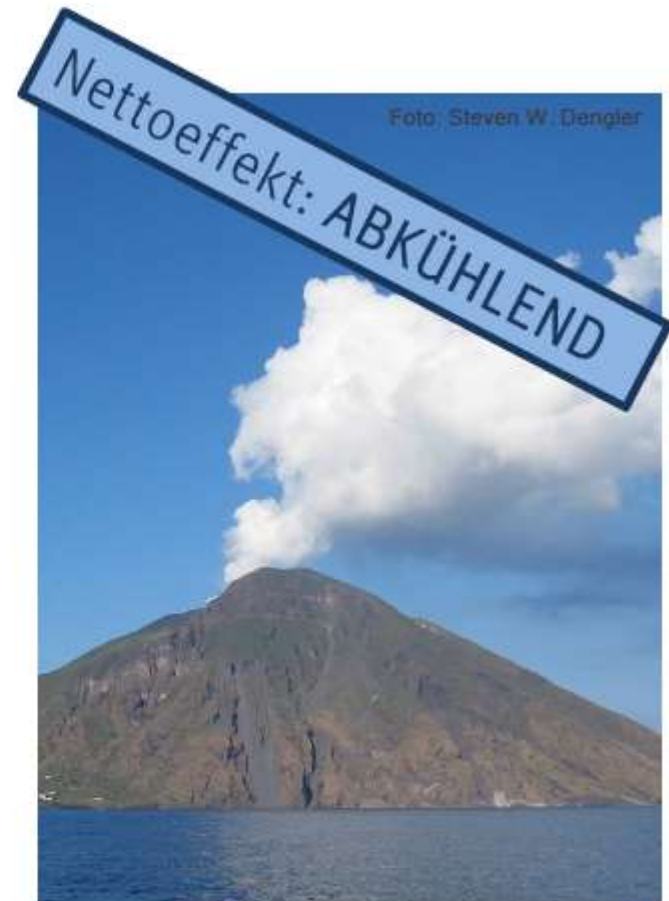
Messreihen der CO₂-Konzentrationen auf Mauna Loa und am Hohen Sonnblick



Klimaantriebe - Vulkanausbrüche

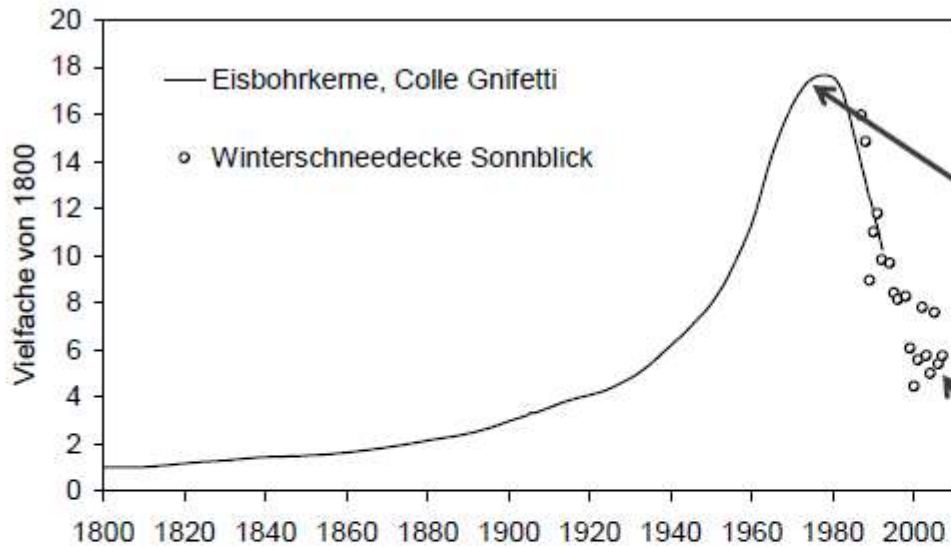


- Starker kurzfristiger Antrieb
- Zufälliges Auftreten
- Ausbrüche müssen stark genug sein um das Klima effektiv zu beeinflussen (Eruption von Staubpartikeln und Gasen in die Stratosphäre > 11.000m)



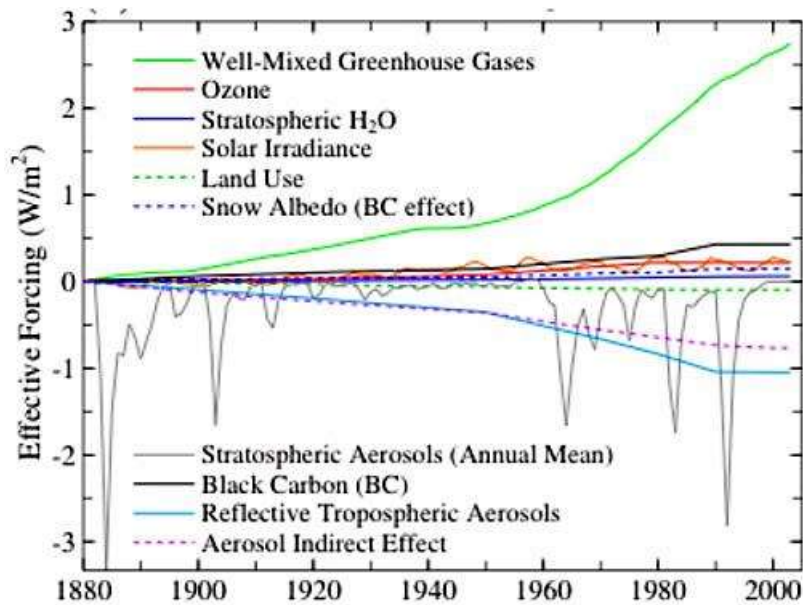
Klimaantriebe – anthropogene Aerosole

ÖGfTh - Forum Eugendorf

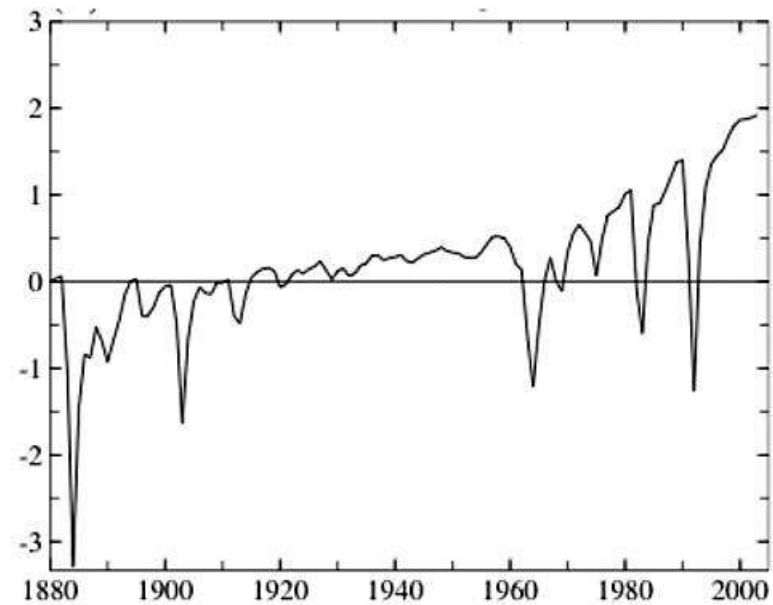


- Starker Anstieg bis ca. 1970 – ‚global dimming‘
- Luftreinhaltungsmaßnahmen beginnen ab diesem Zeitpunkt zu greifen
- Ab den späten 1970 kontinuierliche Reduktion anthropogener Aerosole - ‚global brightening‘

Strahlungsantrieb (Radiative forcing)



Antrieb (netto)



Hansen 2007

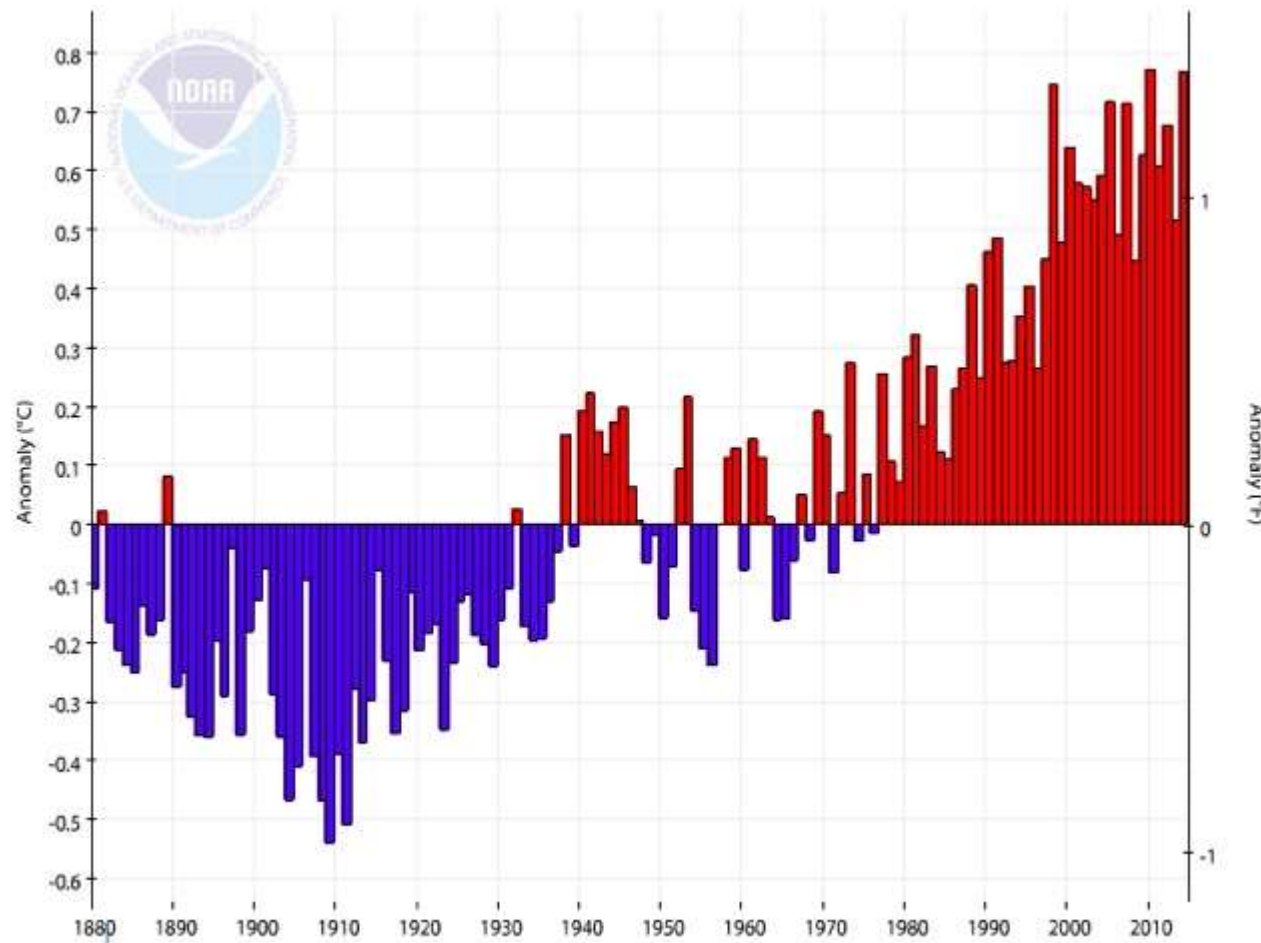
Klimaantriebe und Temperaturrückkopplung ...

- ... resultieren im globalen Temperaturverlauf von 1850 bis 2013

ÖGfTh - Forum Eugendorf

09.10.2016

Folie 11

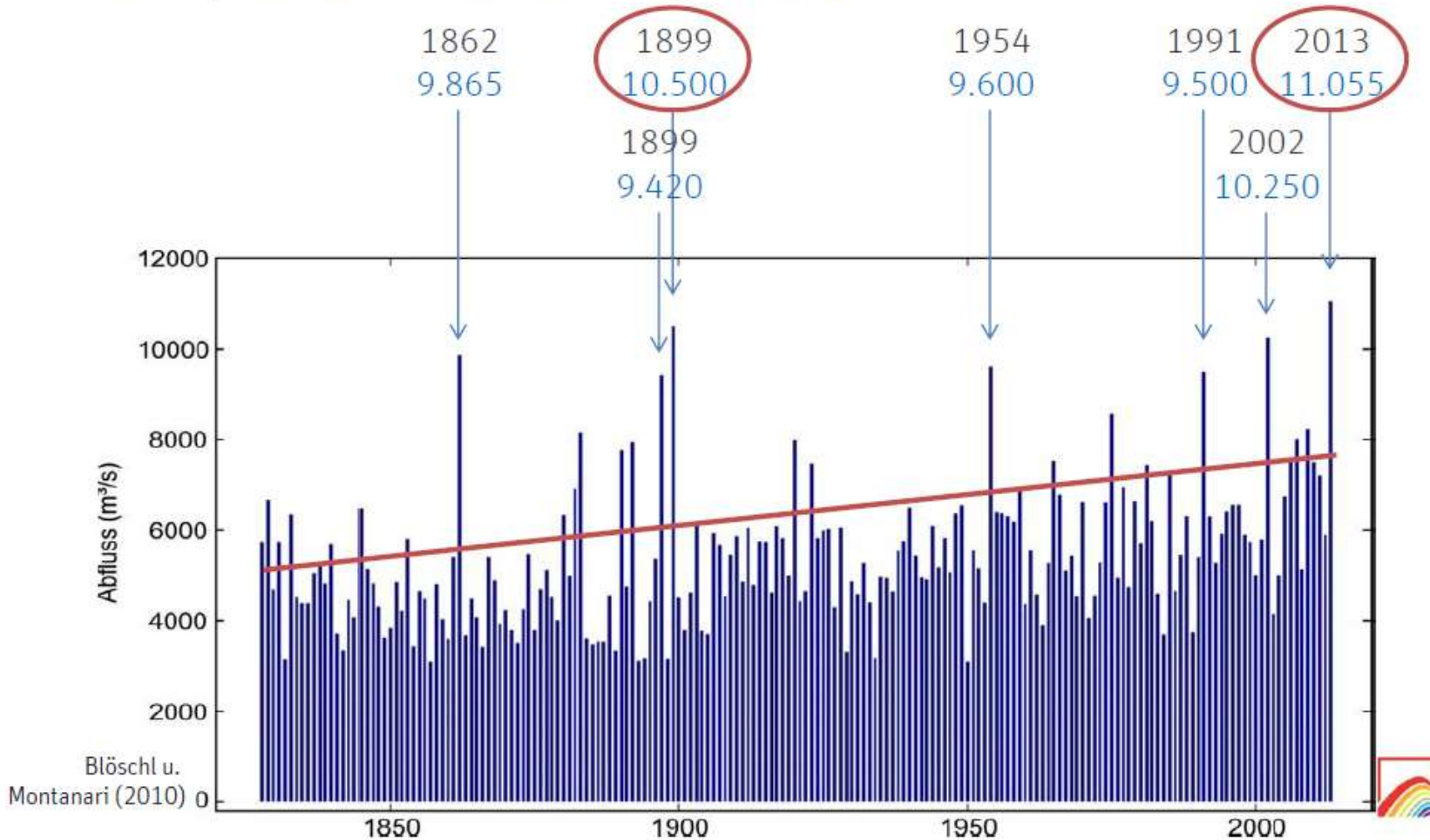


Werden extreme Klimaphänomene häufiger



180 Jahre Hochwasser an der Donau

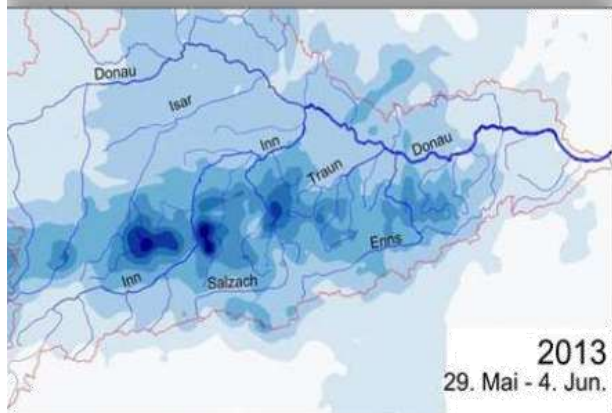
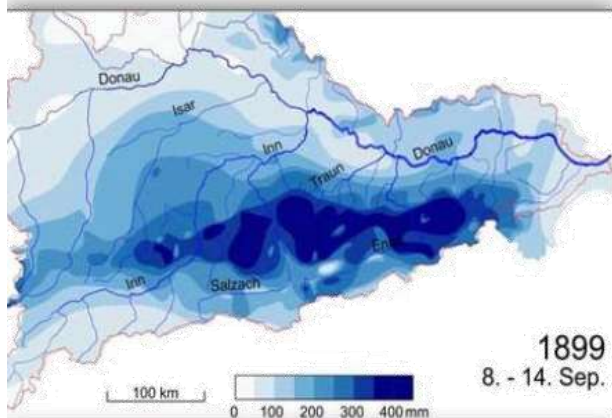
Zeitreihe der jährlich höchsten Durchflussmenge der Donau bei Wien:



Klimaextreme - Hochwasser

- Die Ereignisse 1899 und 2013 im Vergleich

Niederschlag



Blöschl u. a. (2013)

Jahr	Hochwasser- volumen [10 ⁹ m ³]	Retentions- volumen [10 ⁹ m ³]
1899	6,6	2
2013	6,1	< 0,5

Blöschl u. a. (2013)

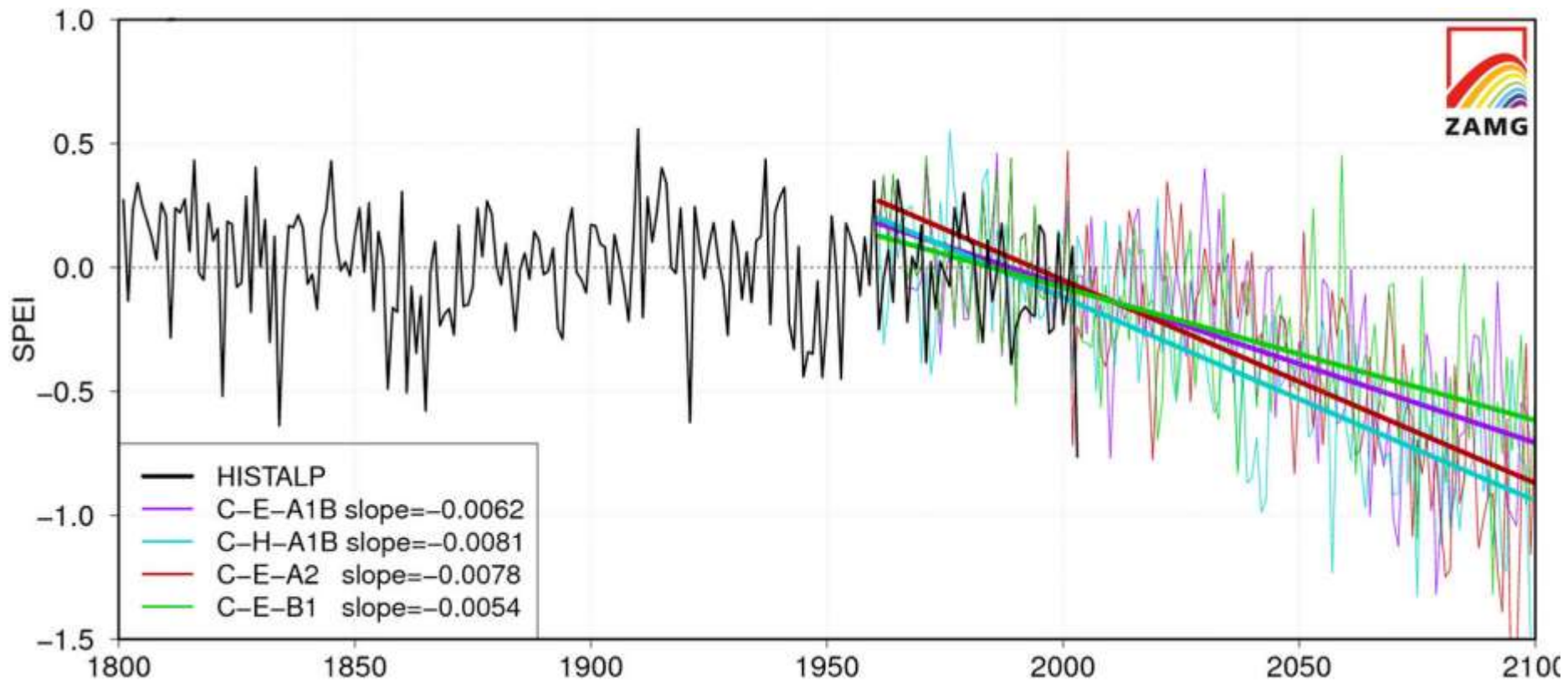
→ Hochwasser 2013 wäre mit Retentionsvolumen von 1899 wesentlich kleiner

Niederschlag ≠ Hochwasser

Niederschlag + Landnutzung + Wasserbauten = Hochwasser

Klimaextreme - Trockenheit

Standardized Precipitation Evapotranspiration Index (SPEI)



Wie werden Klimaprojektionen erstellt?

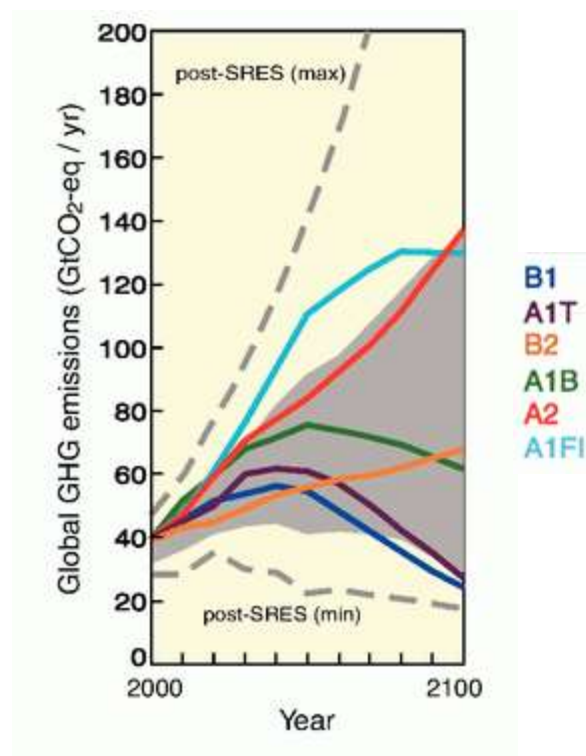
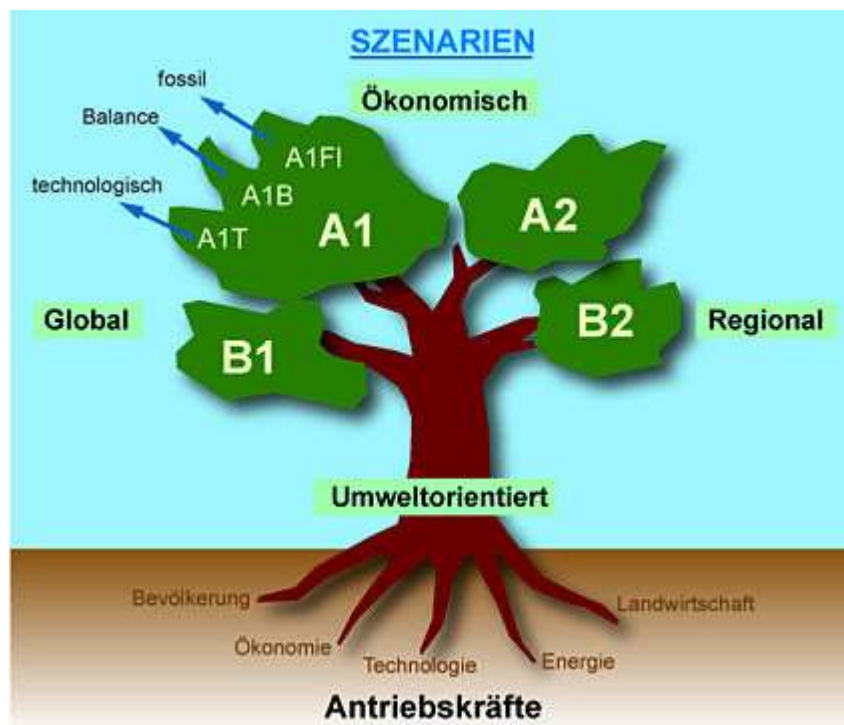
Emissionsszenarien nach IPCC AR4 2007

IPCC – International Panel on Climate Change

ÖGfTh - Forum Eugendorf

09.10.2016

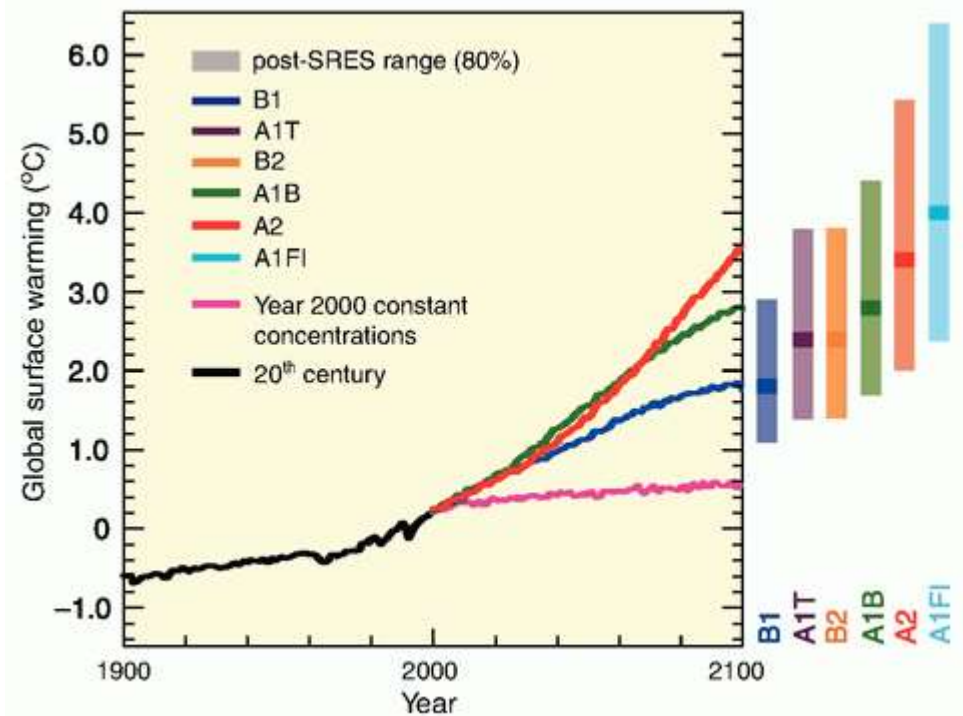
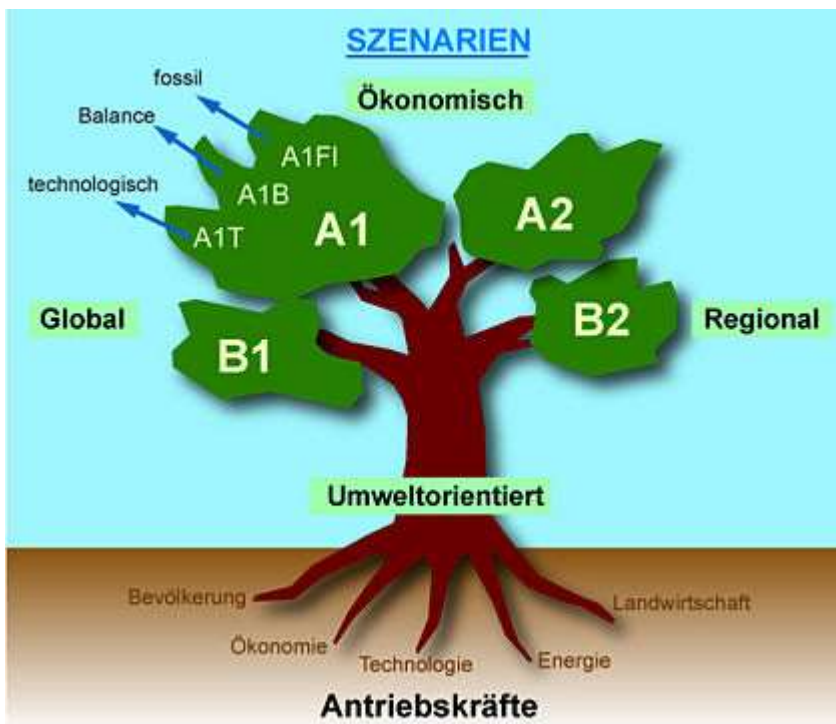
Folie 17



Wie werden Klimaprojektionen erstellt?

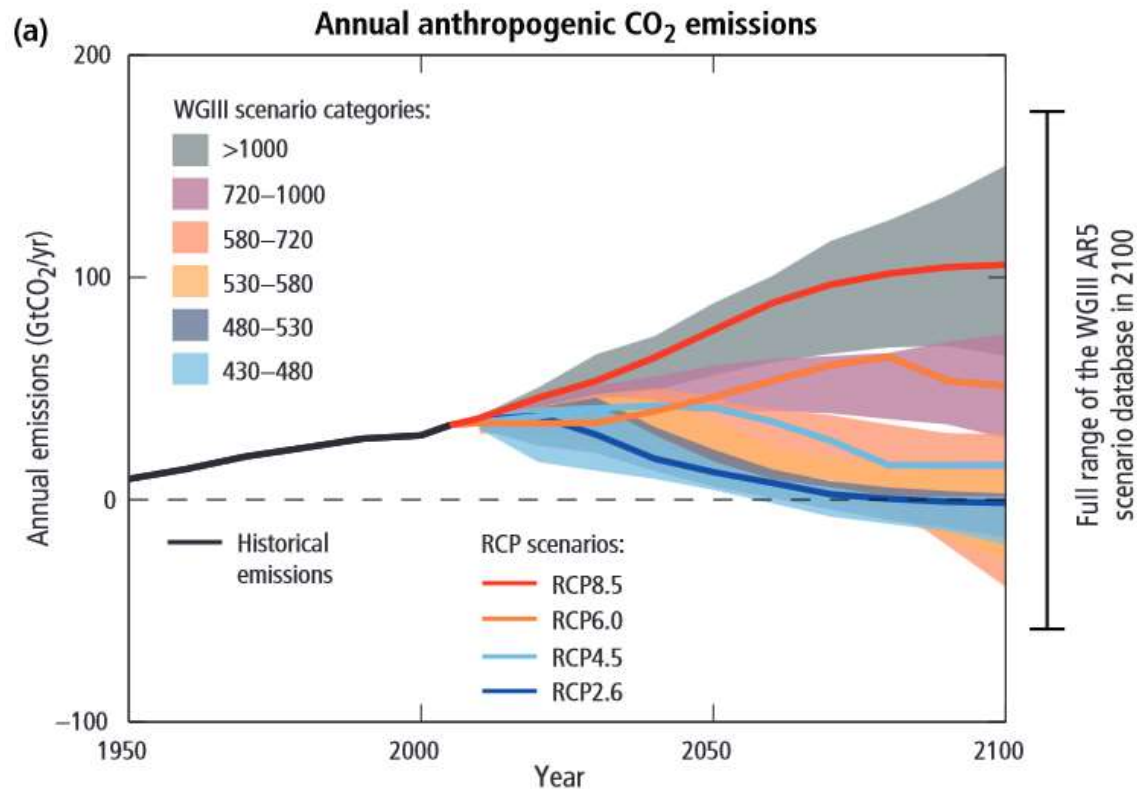
Emissionsszenarien nach IPCC AR4 2007

IPCC – International Panel on Climate Change



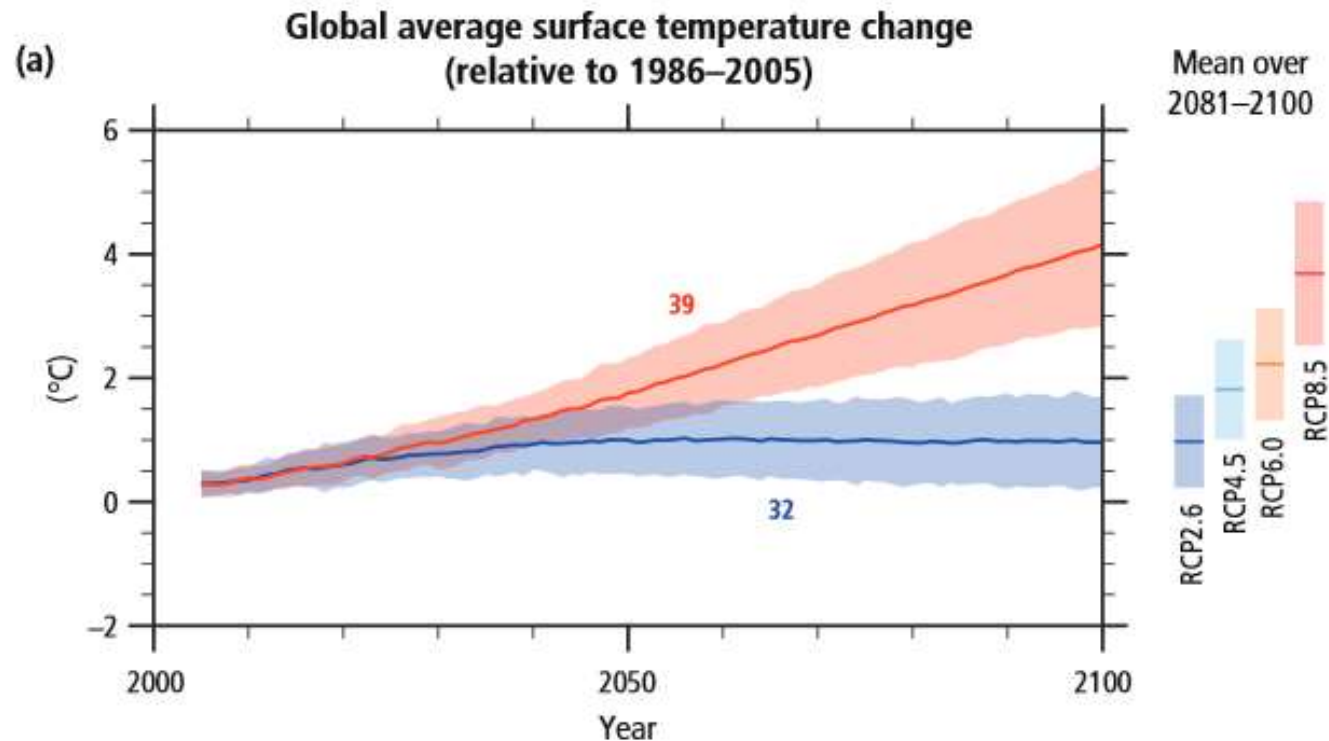
„Repräsentative Konzentrationspfade“ - RCP

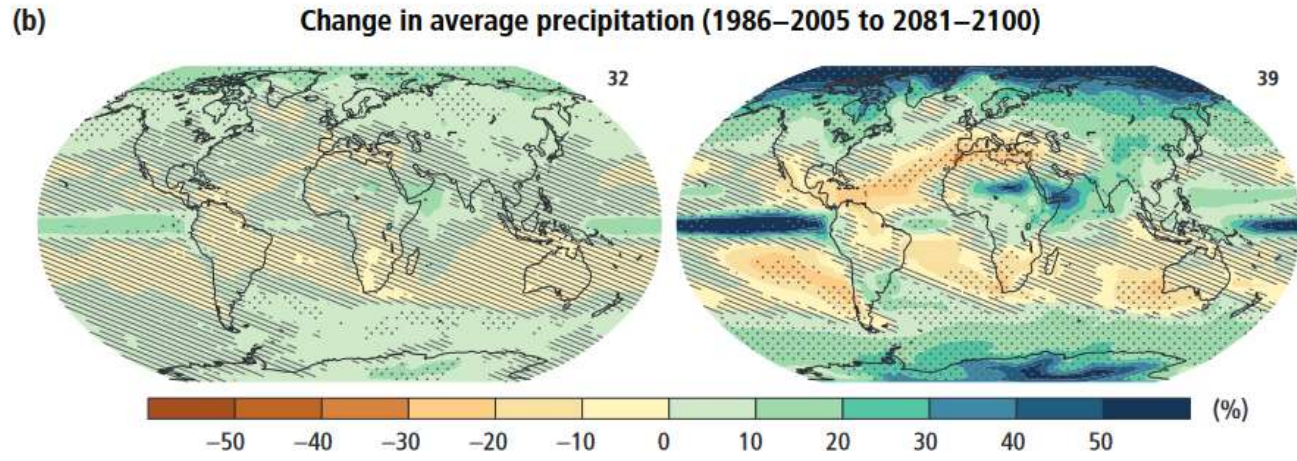
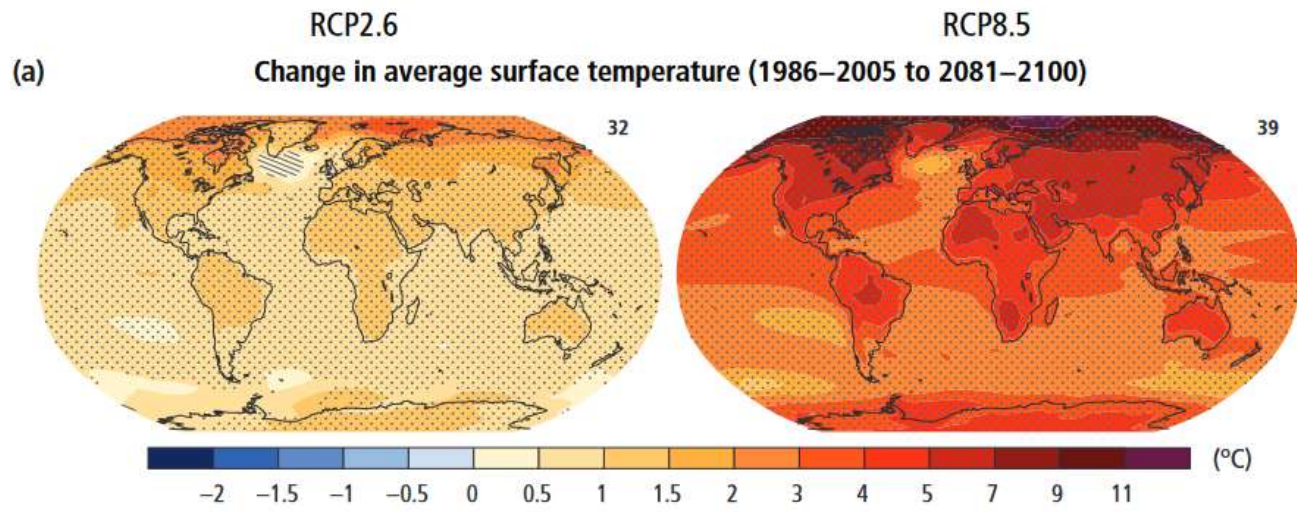
- IPCC 2014 AR5
- RCPs – Pfade mit Emissionsminderungsszenarien (Veränderung des Strahlungsantriebs relativ zum Zeitpunkt vor der Industrialisierung +2.6, +4.5, +6.0, and +8.5 W/m²)



„Repräsentative Konzentrationspfade“ - RCP

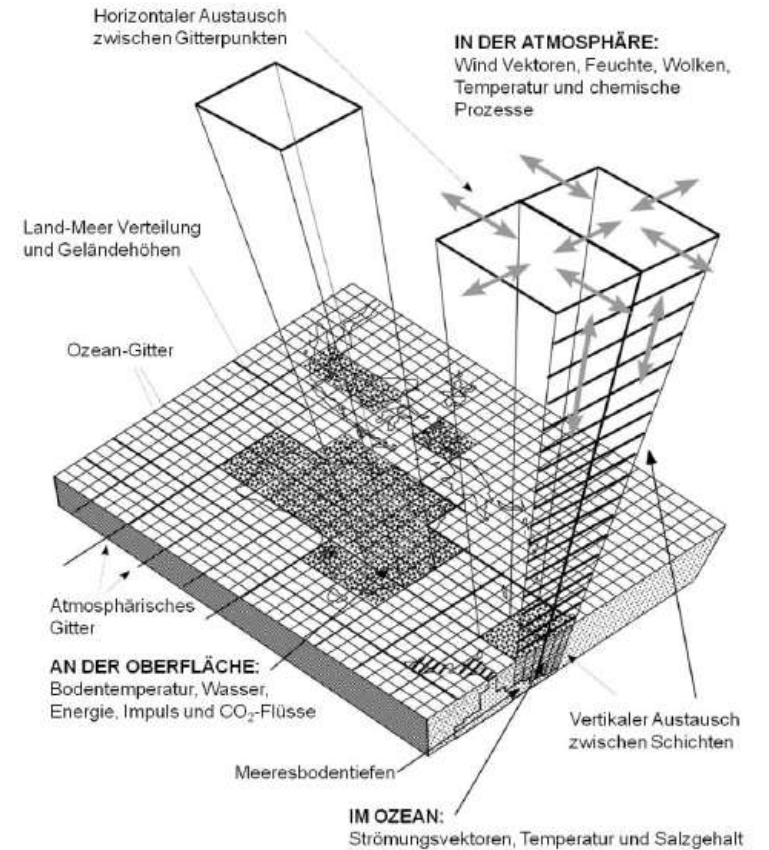
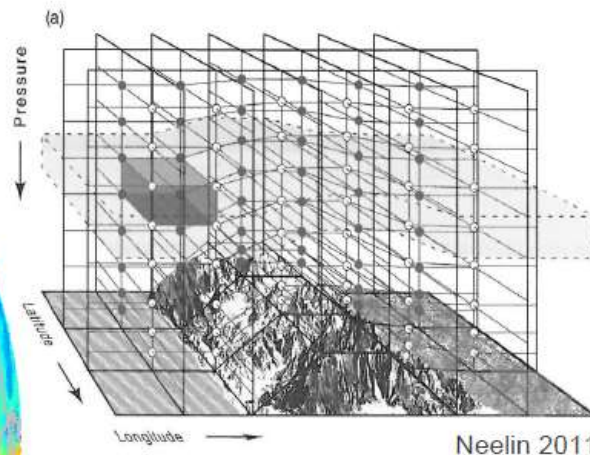
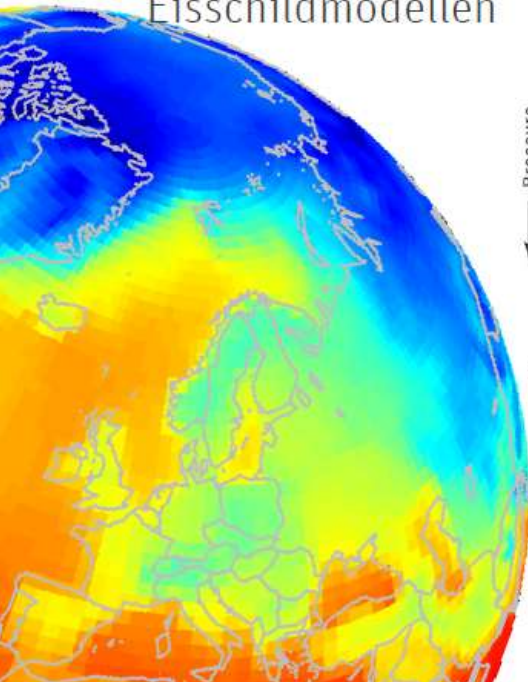
- IPCC 2014 AR5
- RCPs – Pfade mit Emissionsminderungsszenarien





Klimamodelle

- Klimamodelle berechnen atmosphärische Prozesse auf einer 3-dimensionalen Matrix
- Gitterweite derzeit: 200-100km, in Einzelfällen bis 25km; durch stetig steigende Computerleistung kontinuierliche Verringerung der Auflösung
- Gekoppelt mit Ozean-, Biosphären-, und Eisschildmodellen



McCuffie und Henderson-Sellers 2005

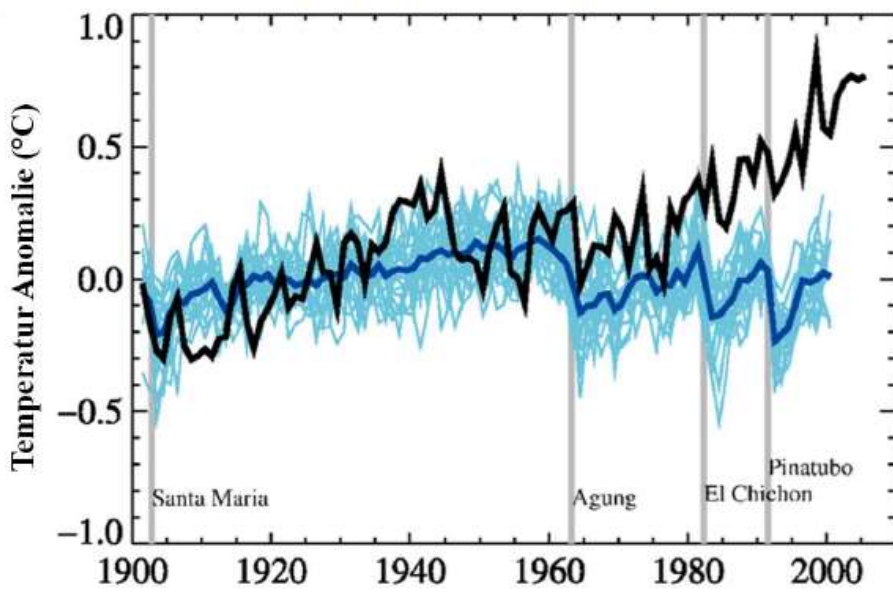


Klimazukunft

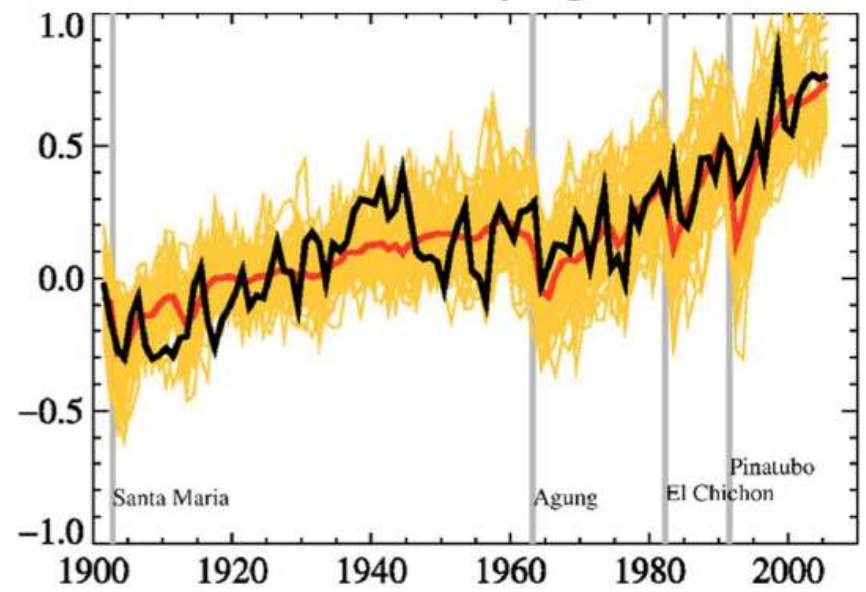
Wie gut können Klimamodelle den beobachteten Temperaturverlauf simulieren?

Temperaturentwicklung aus eine Klimamodell Ensemble berechnet mit natürlichen und natürlichen plus anthropogenen Antrieben

Natürliche Antriebe

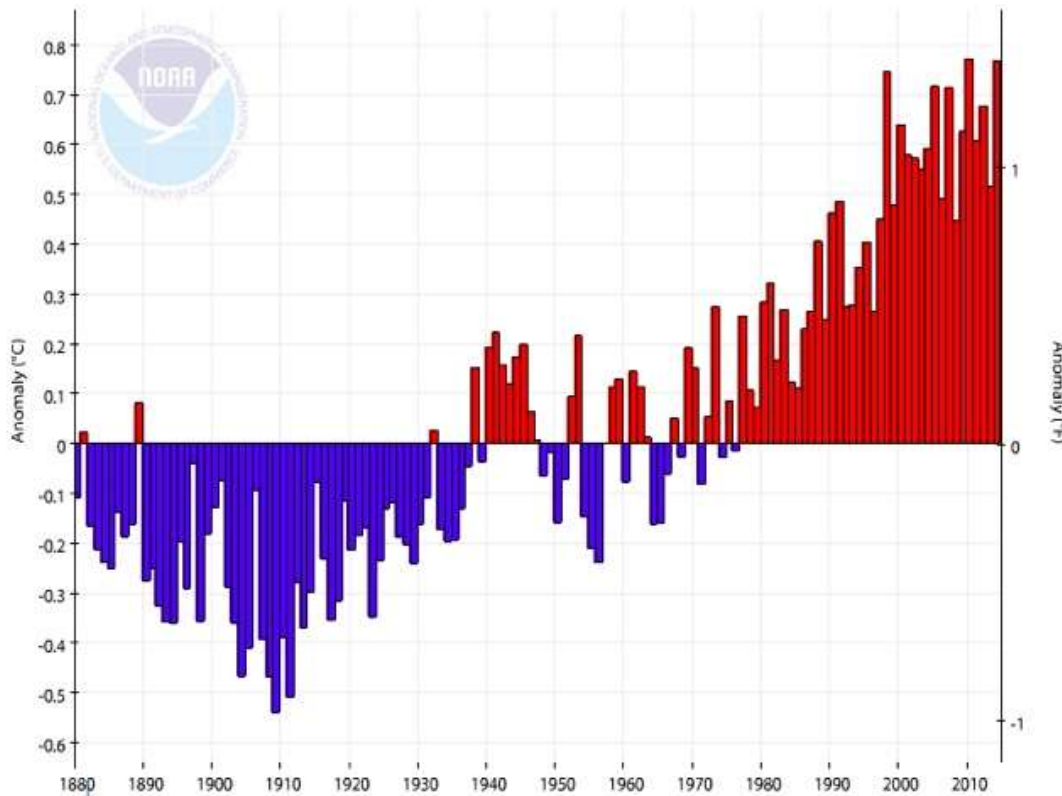


Natürliche + anthropogene Antriebe



IPCC 2007

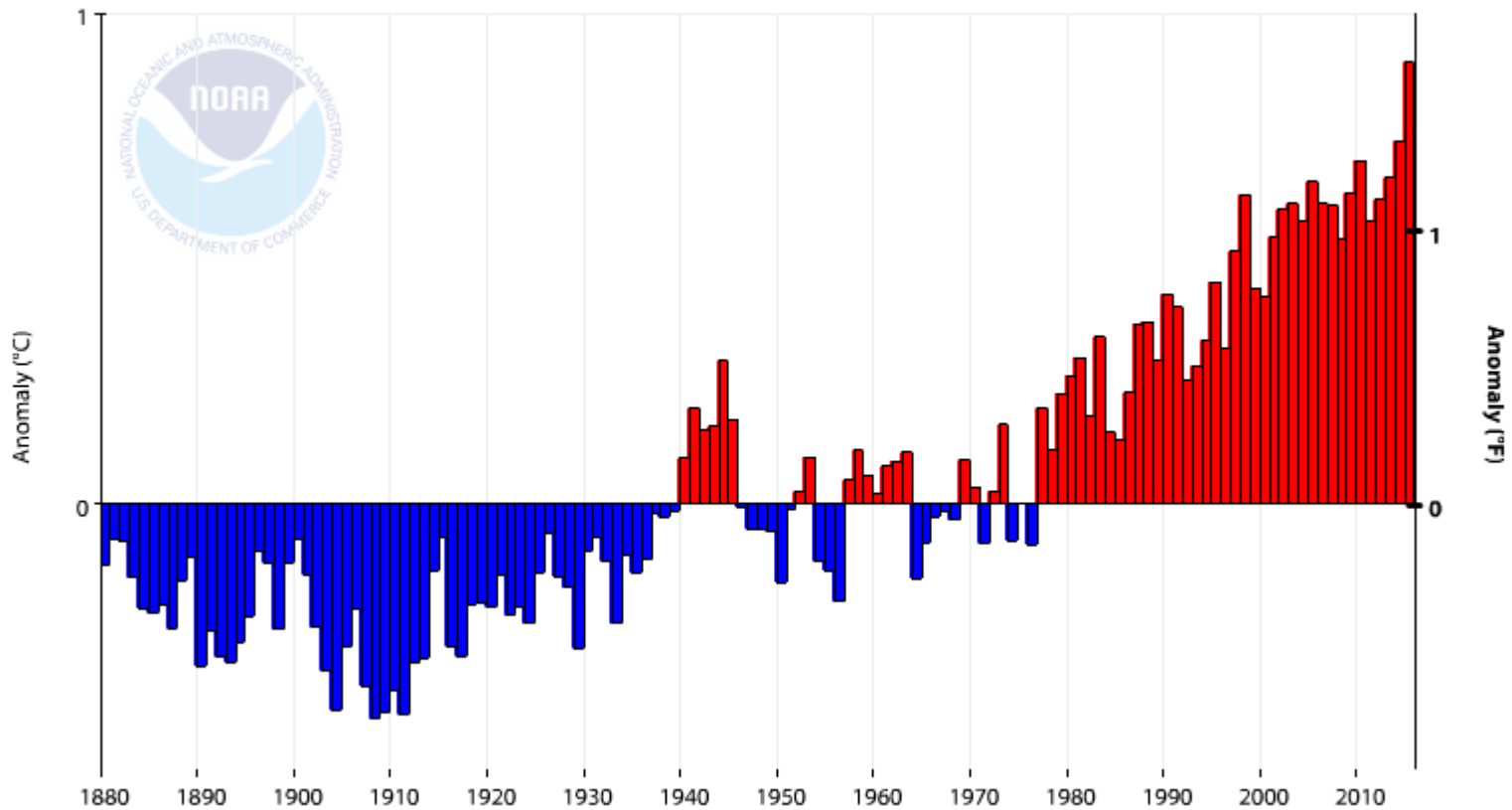
- Aber...
- Die globalen Temperaturen stagnieren seit ca. 15 Jahren und zeigen keine weitere Erwärmung trotz stetig steigender CO₂ Emissionen



Mögliche Ursachen:

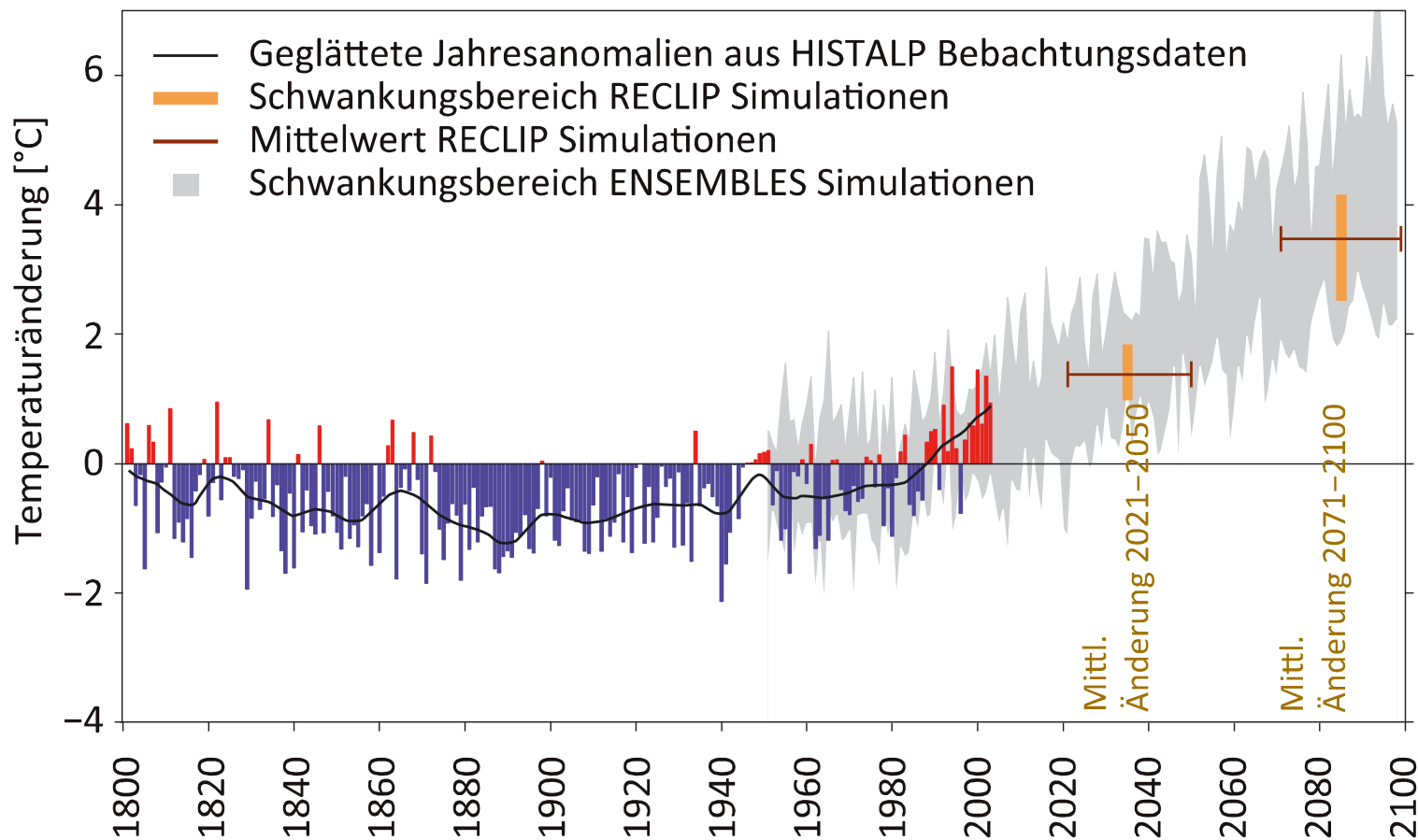
- Geringe Sonnenaktivität
- Ozean nimmt Wärme auf
- Überlagerte Ozeanzirkulation
- Mehr anthropogene Aerosole
- Wenig Messpunkte in der Arktis
- Vulkanische Aerosole
- Wasserdampf in der Stratosphäre
- ...

Global Land and Ocean Temperature Anomalies, January-December



Vergangene & zukünftige Temperaturänderung in Österreich

Änderung der mittleren Jahrestemperatur (Referenzperiode 1971-2000)



- Seit 1880 ist die Temperatur in Österreich um 2°C gestiegen im Vergleich zu 0,85°C global
- Zunahme der Niederschläge im Westen und Abnahme im Südosten (150 Jahre)
- Zunahme der Sonnenscheindauer an Bergstationen um 20% (300 h) in den letzten 130 Jahren
- Dauer der Schneebedeckung ging in mittelhohen Lagen (1000m) zurück
- Rückgang aller Gletscher seit 1980
- Änderungen von Temperaturextremen
 - Seltener kalte Nächte, häufigere heiße Tage
- Keine einheitlichen Trends bei extremen Niederschlägen
- Keine Zunahme der Sturmtätigkeit

APCC (2014): Österreichischer Sachstandsbericht Klimawandel 2014 (AAR14). Austrian Panel on Climate Change (APCC), Verlag der Österreichischen Akademie der Wissenschaften, Wien, Österreich, 1096 Seiten. ISBN 978-3-7001-7699-2

Wie werden Klimaprojektionen erstellt?

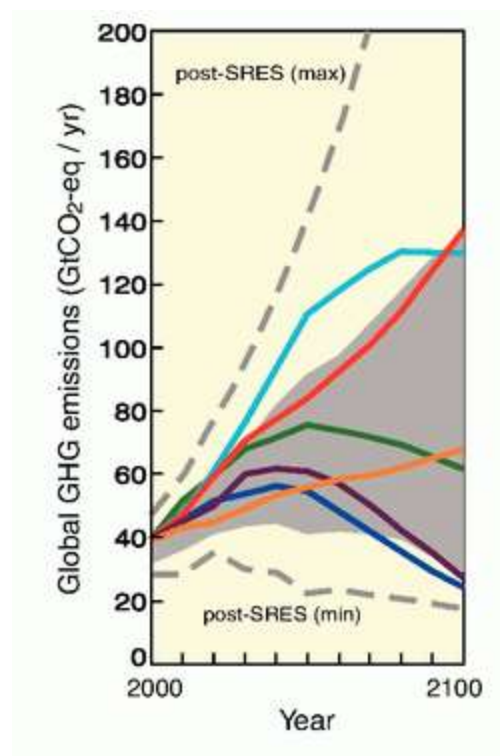
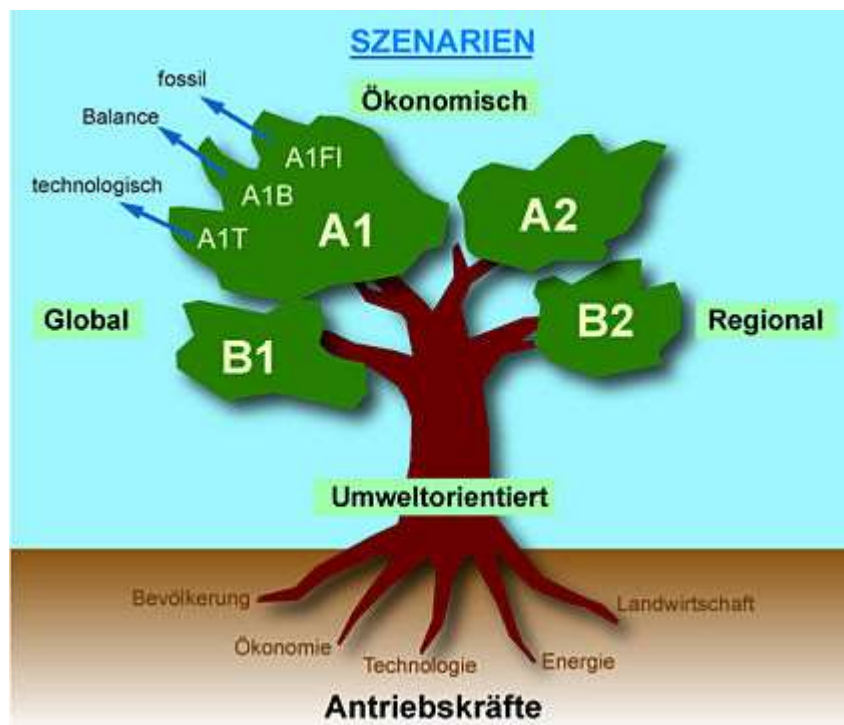
Emissionsszenarien nach IPCC AR4 2007

IPCC – International Panel on Climate Change

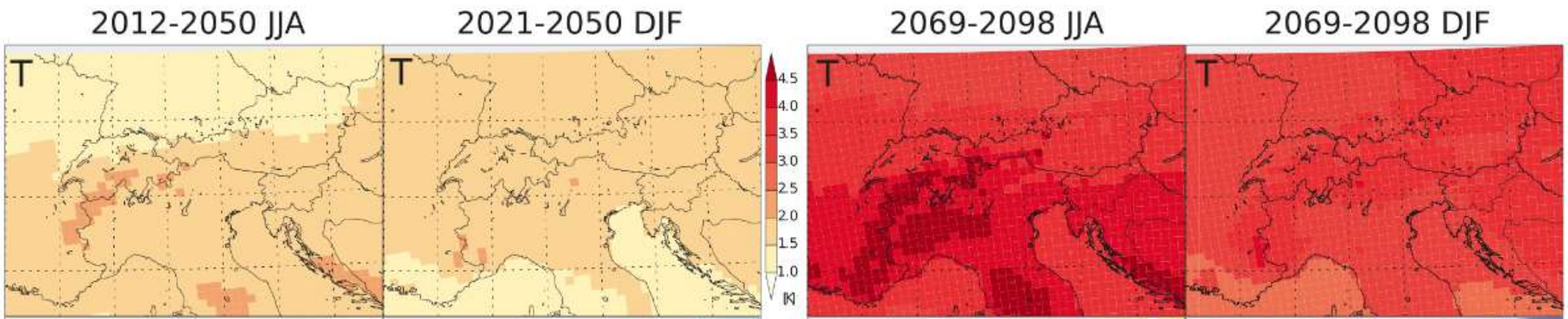
ÖGfTh - Forum Eugendorf

09.10.2016

Folie 29



Temperatur



Hitzestress

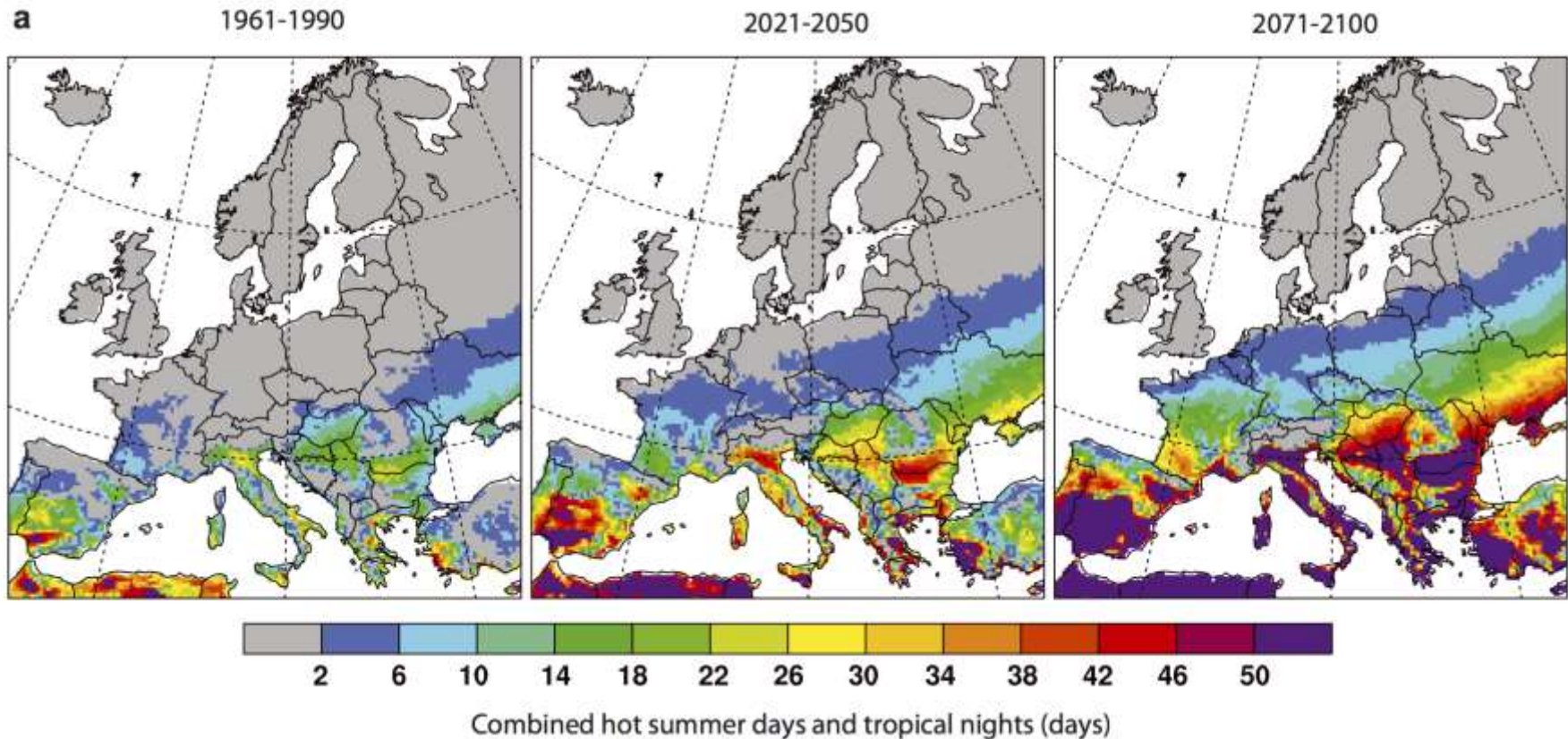
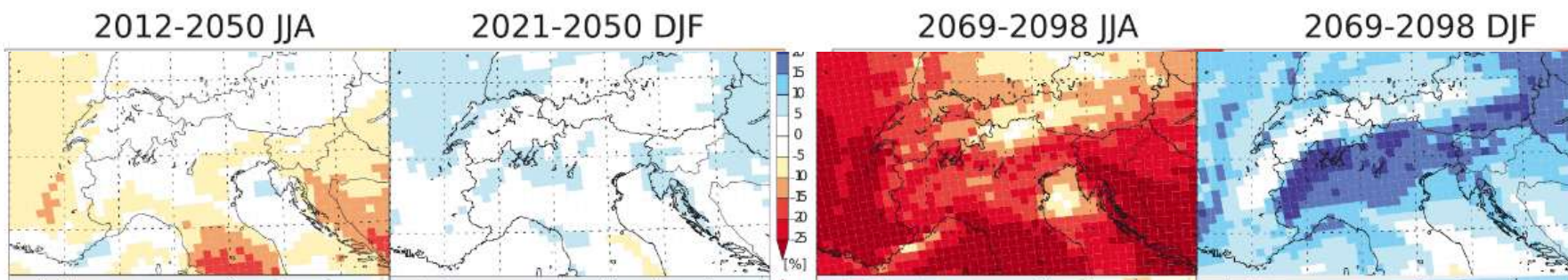


Abbildung 4.11 Veränderung des Hitzestresses in Europa (Kombination aus Hitzetagen und tropischen Nächten; Anzahl an Tagen). Mittelwert aus Multimodel-Simulationen regionaler Klimamodelle (ENSEMBLES-Projekt) 2071–2100 verglichen mit 1961–1990. Quelle: Fischer und Schär (2010)

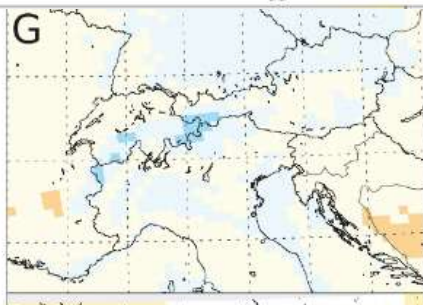
Folie 32

Niederschlag

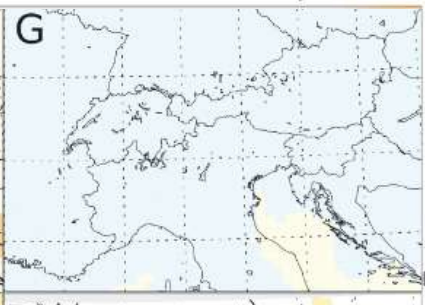


Globalstrahlung

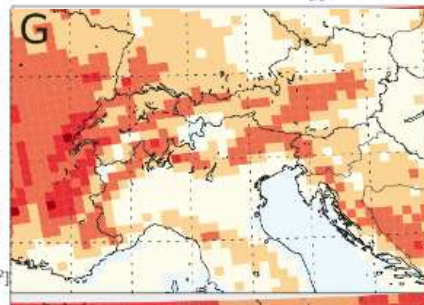
2012-2050 JJA



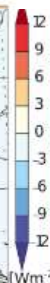
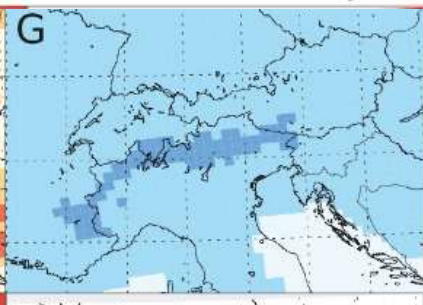
2021-2050 DJF



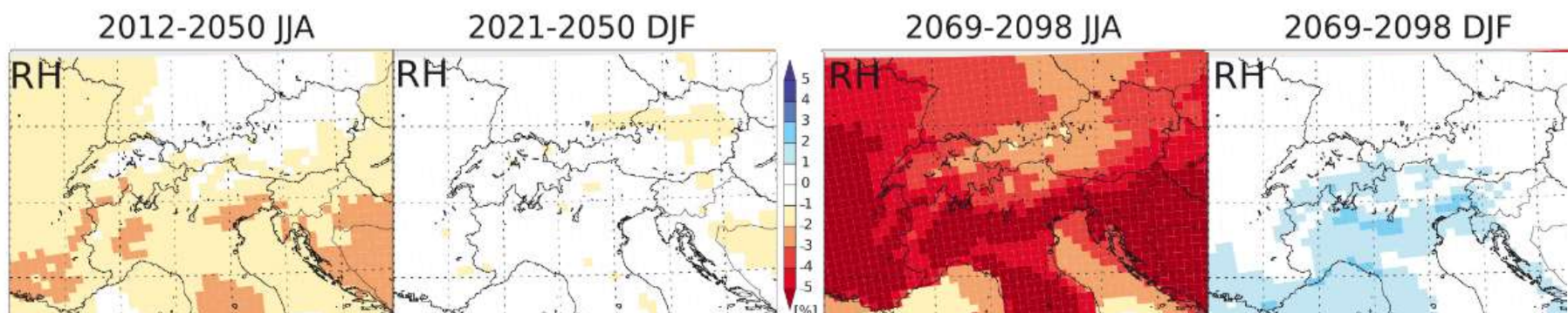
2069-2098 JJA



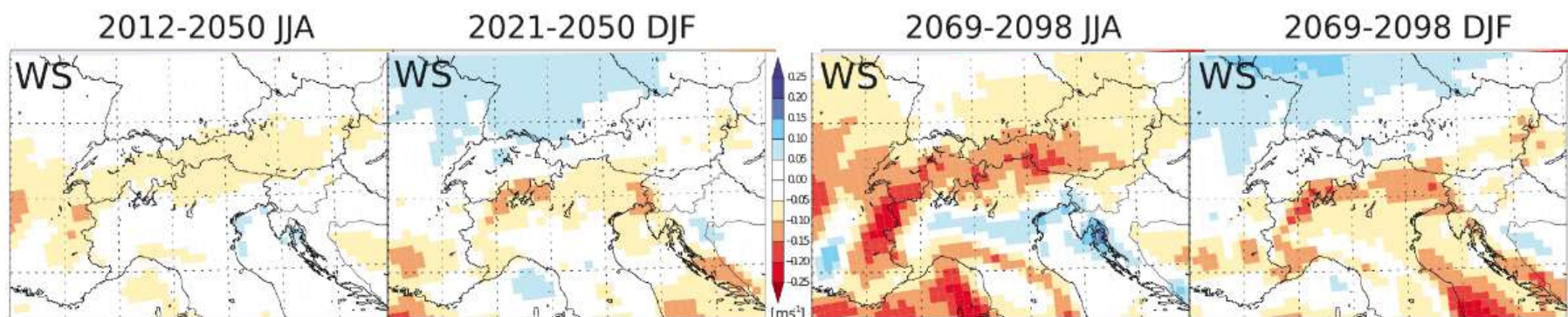
2069-2098 DJF



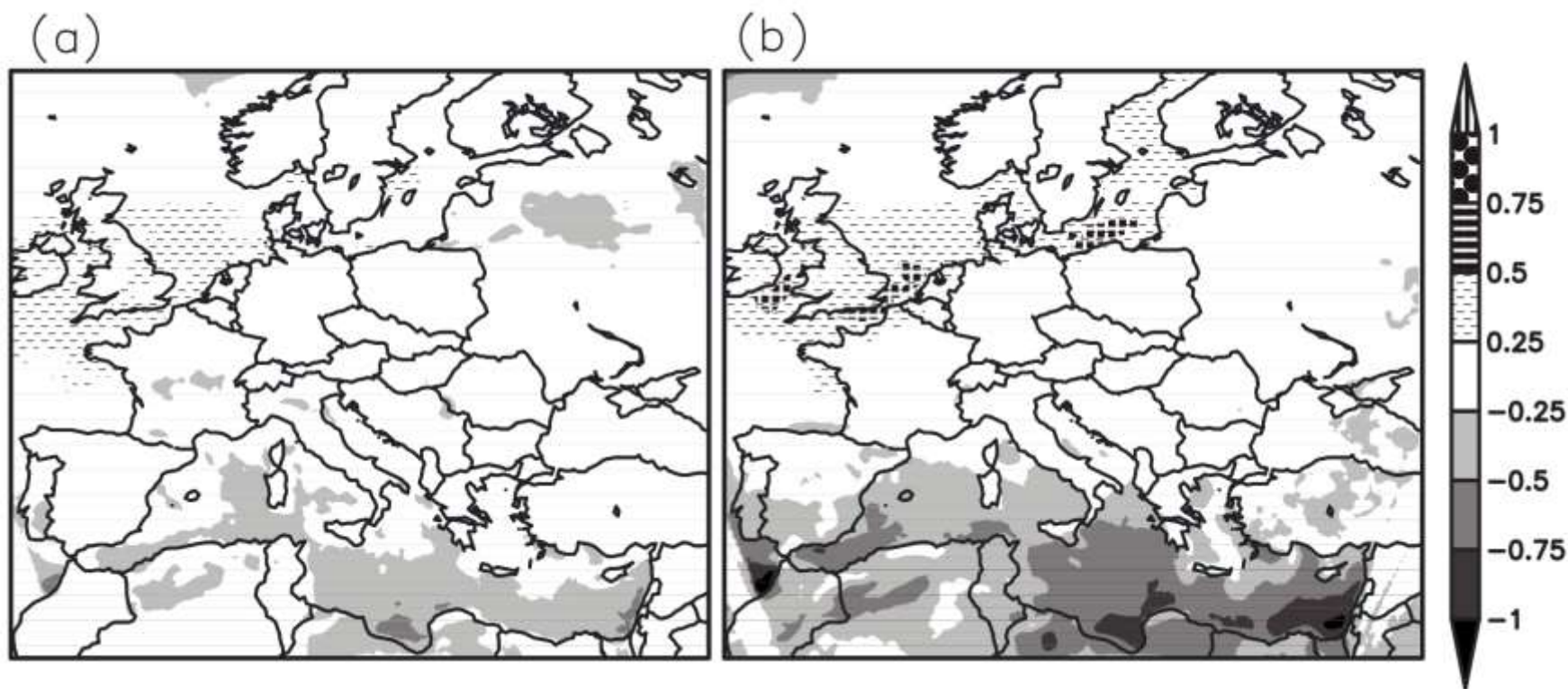
Relative Feuchte



Windgeschwindigkeit



Maximale tägliche Windgeschwindigkeit



A1B 2021-50/ 2071-2100

- Temperaturanstieg
 - 1,4 °C in der ersten Hälfte des 21. Jahrhunderts (unabhängig von Szenarien)
 - Danach bestimmt von den Treibhausgasemissionen
- Zunahme der Niederschläge im Winterhalbjahr und Abnahme im Sommerhalbjahr
- Zunahme der Häufigkeit von Hitzewellen
- Zunahme extremer Niederschläge wahrscheinlich
- Keine Zunahme der Sturmtätigkeit derzeit ableitbar
- Weitere Abnahme der Dauer der Schneedecke in mittleren Lagen

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

www.zamg.ac.at

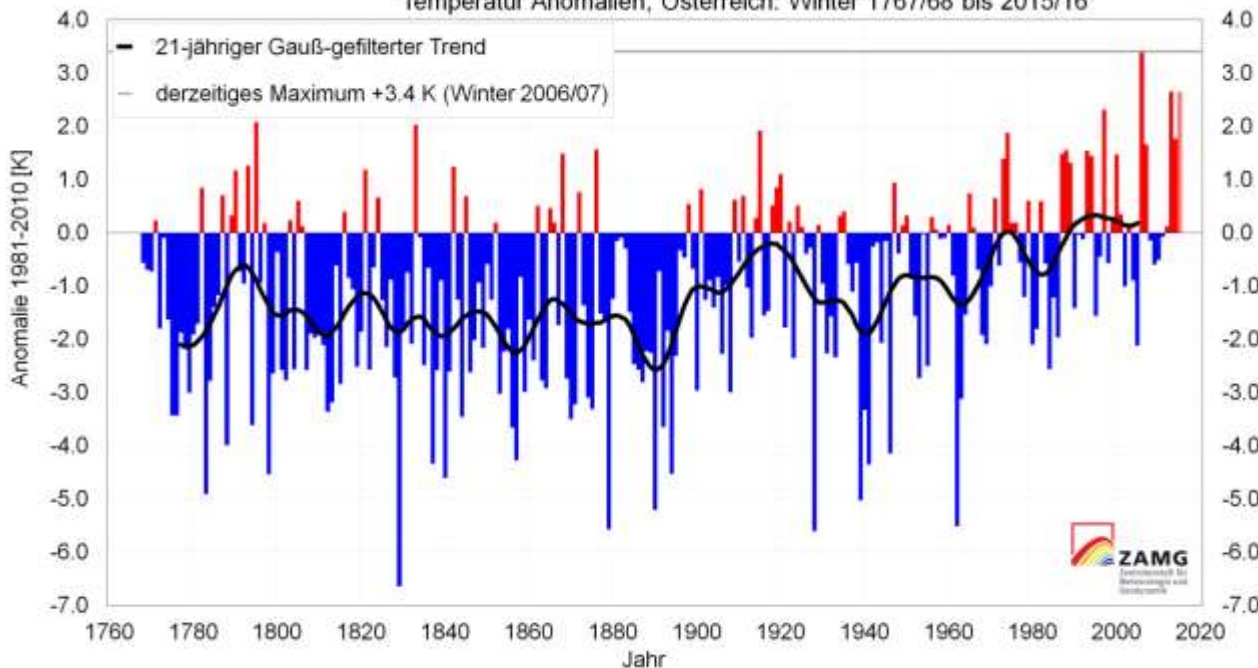
ÖGFTh - Forum Eugendorf

10.10.2016

Folie 39



Temperatur Anomalien, Österreich: Winter 1767/68 bis 2015/16



m SchiWeltcup in Hinterstoder
ist dabei der Samstag mit dem Super-G. Am Freitag und seit die Sonne mit dichteren Wolken. mehr ...

Die nächsten 8 Artikel v