

Klimaschulen in Sachsen

30.9.16 in Siebeneichen

Globale Klimaänderungen und regionale Auswirkungen in Deutschland

Diana Rechid

Climate Service Center Germany - GERICS

Inhalt

- ▶ Klimasystem und Klimaänderungen
- ▶ Klimaprojektionen: Klimaausblick bis zum Ende des Jahrhunderts
- ▶ Regionale Auswirkungen in Deutschland
- ▶ Klimaschutz und Klimaanpassung

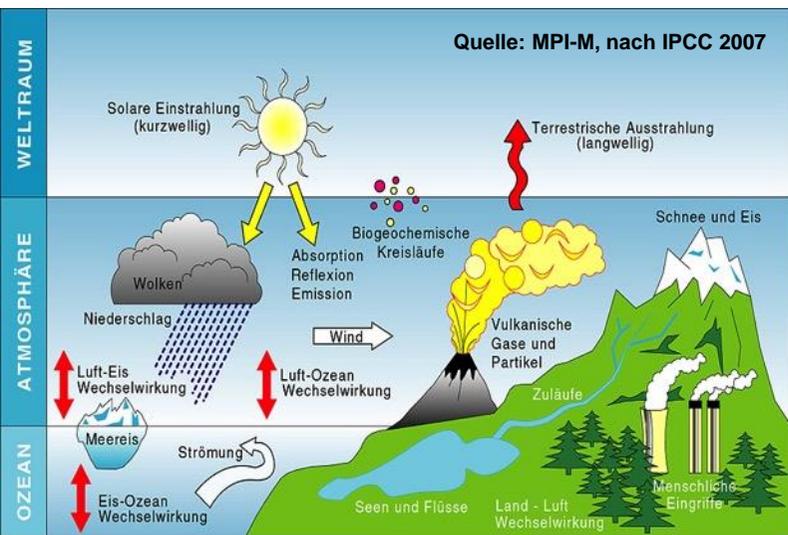
Wetter und Klima



WETTER

Physikalischer Zustand der Atmosphäre zu einem bestimmten Zeitpunkt an einem bestimmten Ort;
charakterisiert durch messbare Parameter (z. B. Lufttemperatur, Luftdruck, Niederschlag)

Weather is what you get

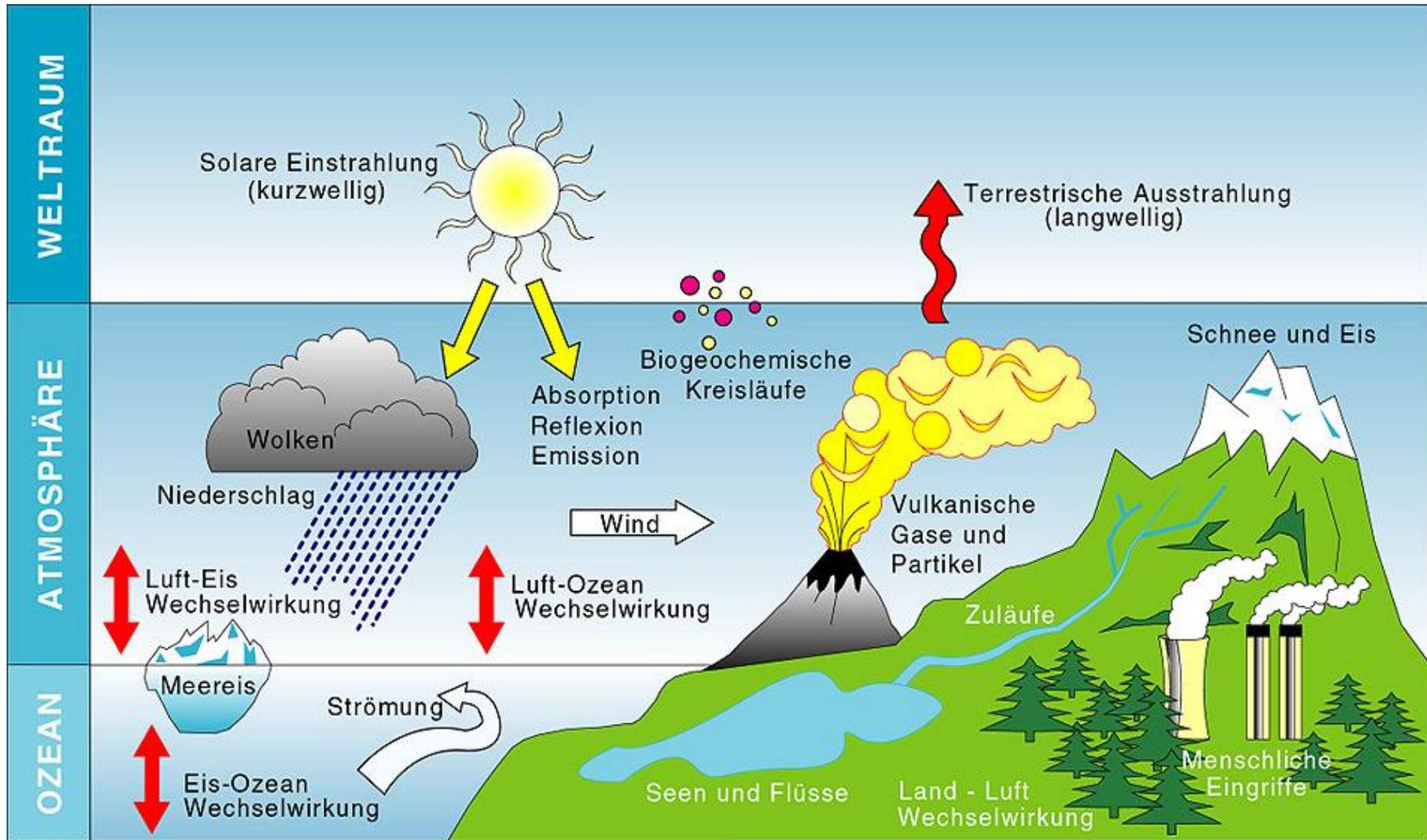


Klima

Statistik des Wetters über einen langen Zeitraum (von 30 Jahren nach WMO);
charakterisiert durch statistische Verteilung meteorologischer Parameter (z.B. 30-jähriges Mittel der saisonalen Lufttemperatur)

Climate is what you expect

Das Klimasystem



Quelle: MPI-M, nach IPCC 2007

■ Ursachen von Klimaschwankungen

Schwankungen des Klimas auf allen zeitlichen und räumlichen Skalen, die über einzelne Wetterereignisse hinausgehen; beruhen auf freien (internen) oder erzwungenen (externen) Wechselwirkungen

Interne Klimaschwankungen („Klimavariabilität“):

Interne Prozesse und Wechselwirkungen im Klimasystems
(z. B. großskalige Wechselwirkungen zwischen Ozean und Atmosphäre, ENSO, NAO)

Extern verursachte Klimaschwankungen:

Natürliche Ursachen

z. B. Erdrotation, Neigung der Erdachse, Solare Variabilität, Erdbahnparameter
Vulkaneruptionen, Kontinentaldrift

Anthropogene Ursachen

Emissionen von Treibhausgasen und Aerosolen
Landnutzungsänderungen und -management

■ Ursachen von Klimaschwankungen

Schwankungen des Klimas auf allen zeitlichen und räumlichen Skalen, die über einzelne Wetterereignisse hinausgehen; beruhen auf freien (internen) oder erzwungenen (externen) Wechselwirkungen

Interne Klimaschwankungen („Klimavariabilität“):

Interne Prozesse und Wechselwirkungen im Klimasystems
(z. B. großskalige Wechselwirkungen zwischen Ozean und Atmosphäre, ENSO, NAO)

Externe Klimavariabilität:

Natürliche Ursachen

z. B. Erdrotation, Neigung der Erdachse, Solare Variabilität, Erdbahnparameter
Vulkaneruptionen, Kontinentaldrift

Anthropogene Ursachen

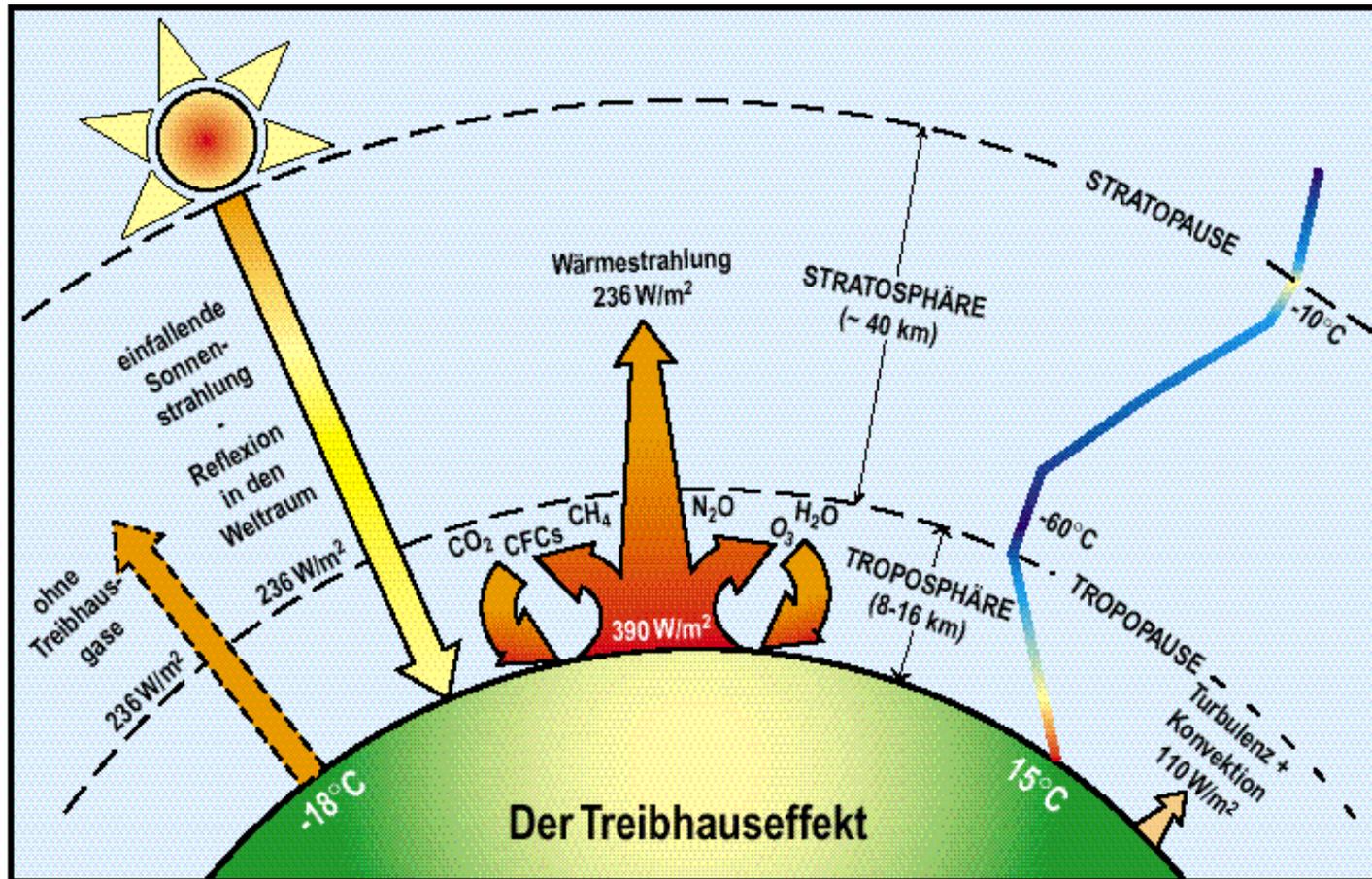
Emissionen von Treibhausgasen und Aerosolen
Landnutzungsänderungen und -management

„Klimawandel“

Statistisch signifikante Änderung des Klimas über langen Zeitraum fortbestehend
(IPCC: mindestens 10 Jahre)

„Anthropogogener Klimawandel“

■ Energiebilanz der Erde

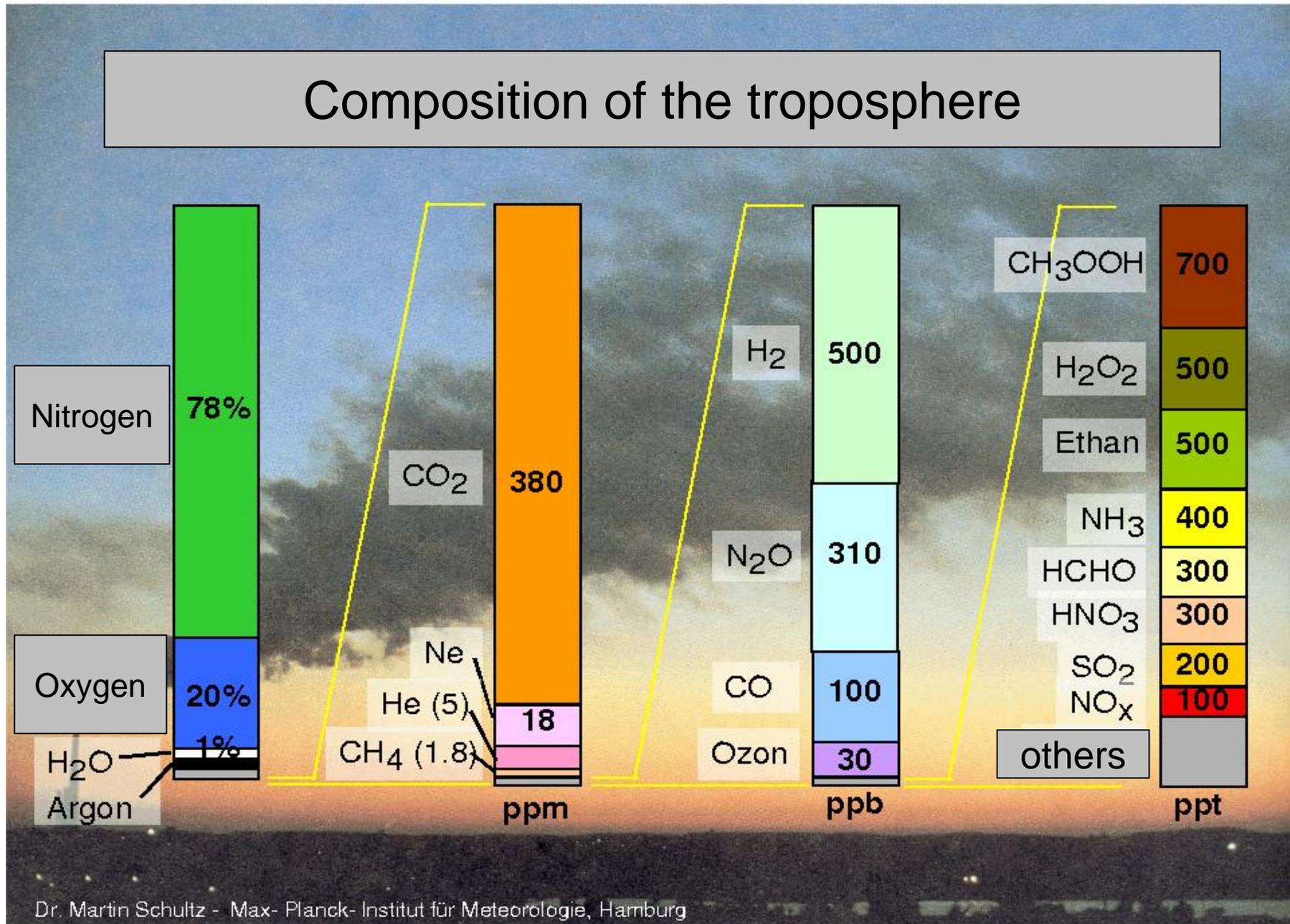


Quelle: MPI-M

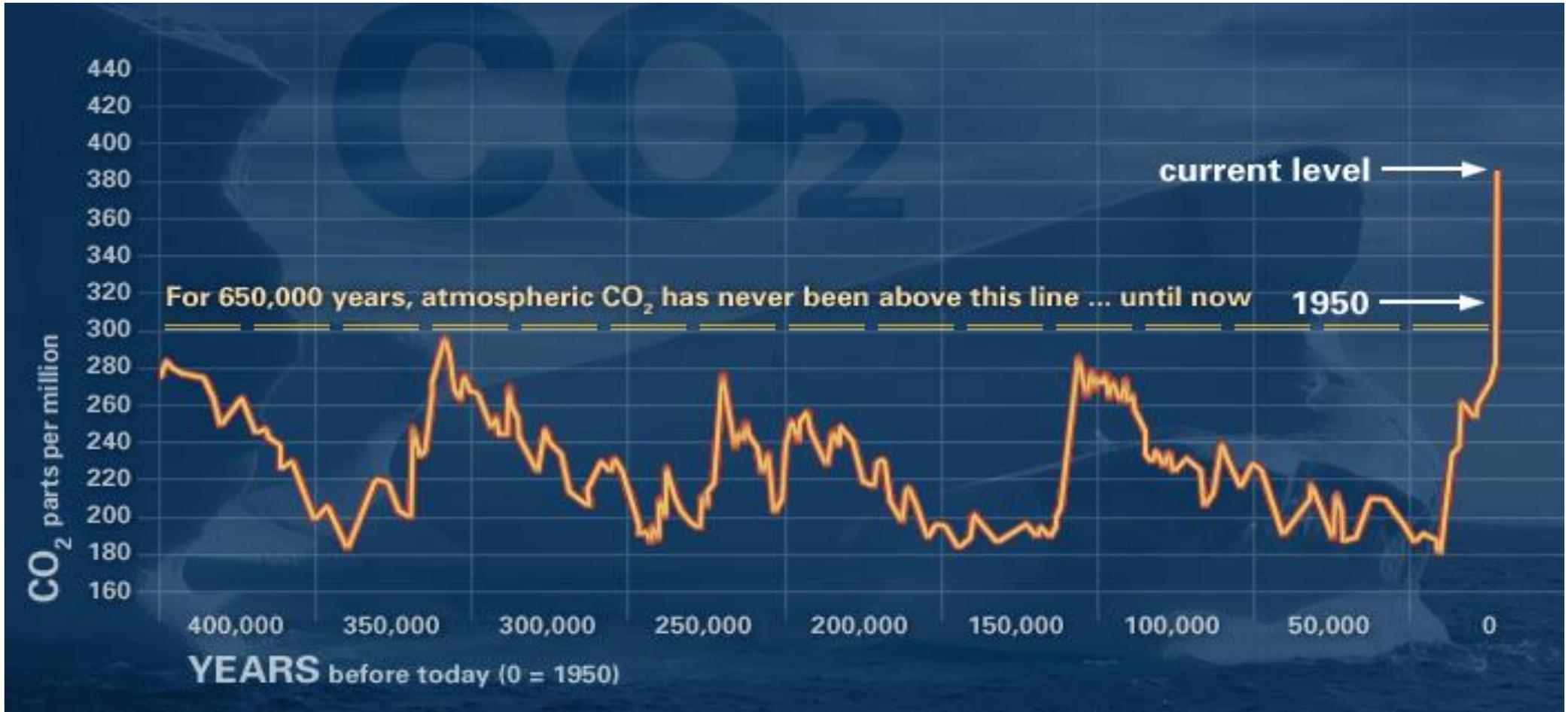
Ohne Treibhausgase:
 -18° C

Mit Treibhausgasen:
 15° C

Zusammensetzung der Atmosphäre

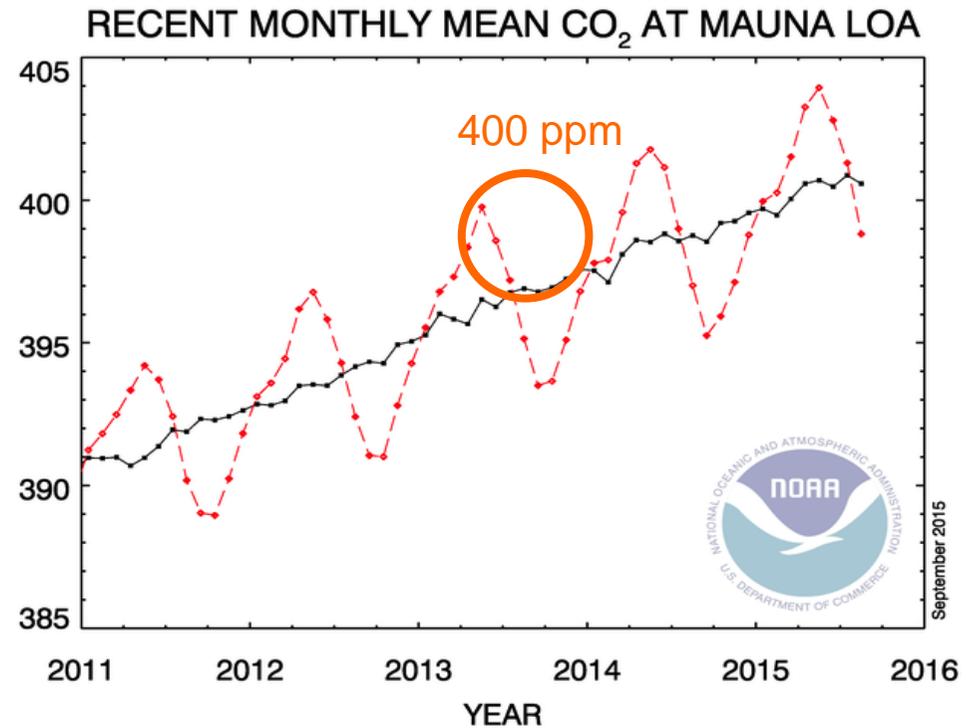
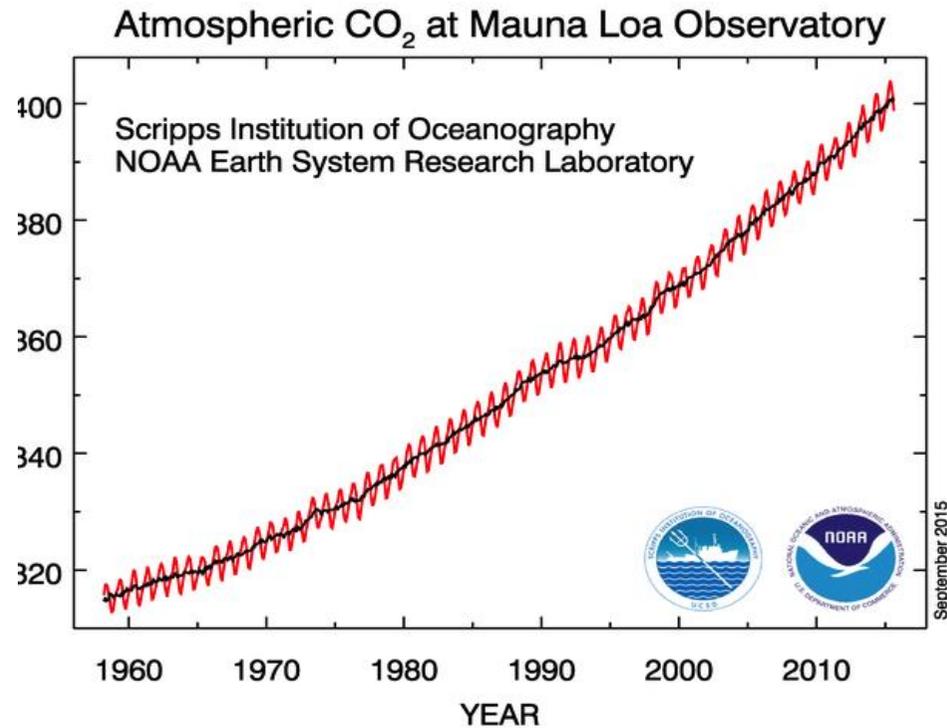


■ Kohlendioxid - CO₂ Konzentration in der Atmosphäre in den letzten 400.000 Jahren



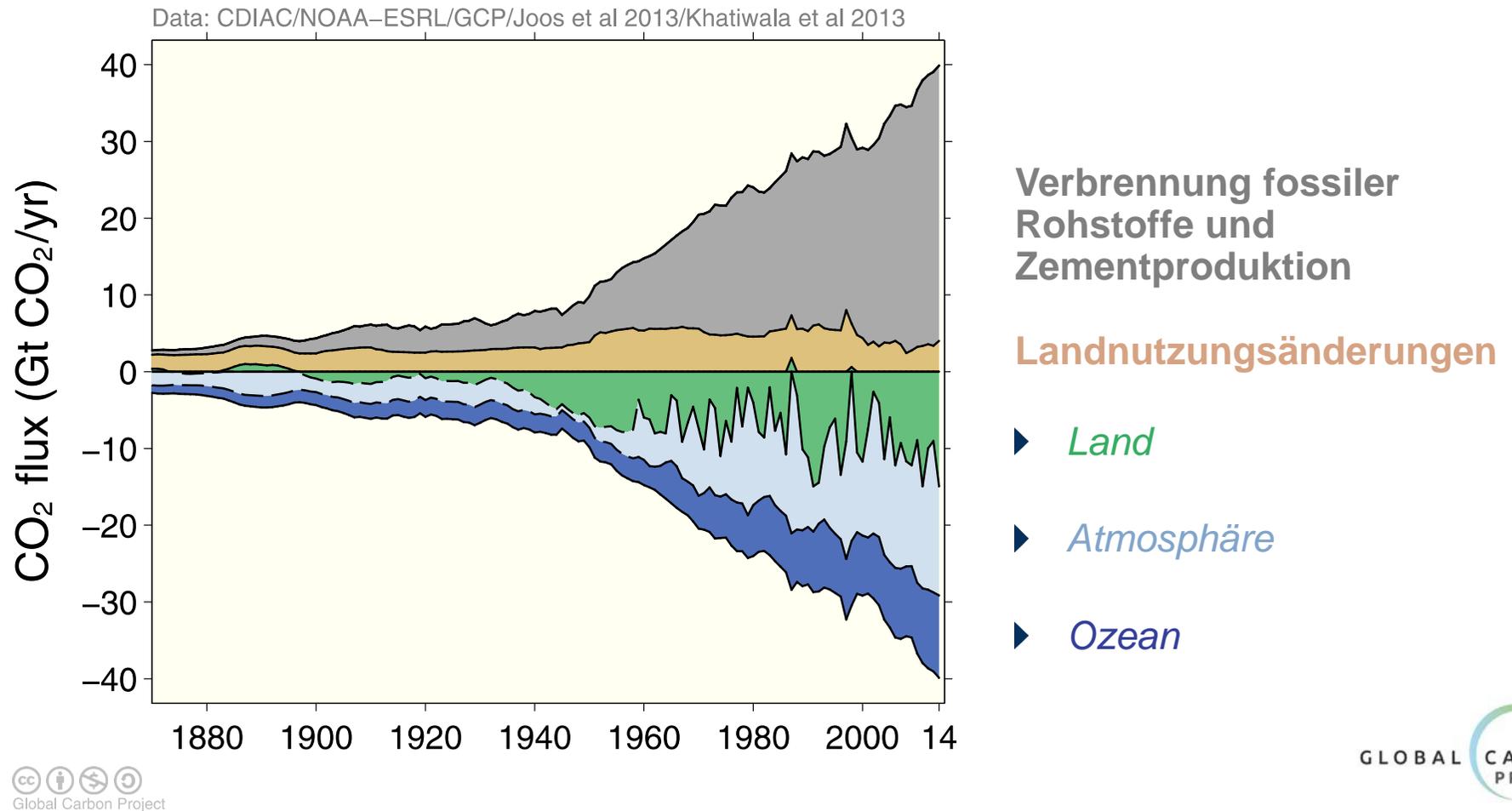
Quelle: NASA/NOAA

CO₂ Konzentration in der Atmosphäre 1960-2015



Quelle: NOAA Earth System Research Laboratory

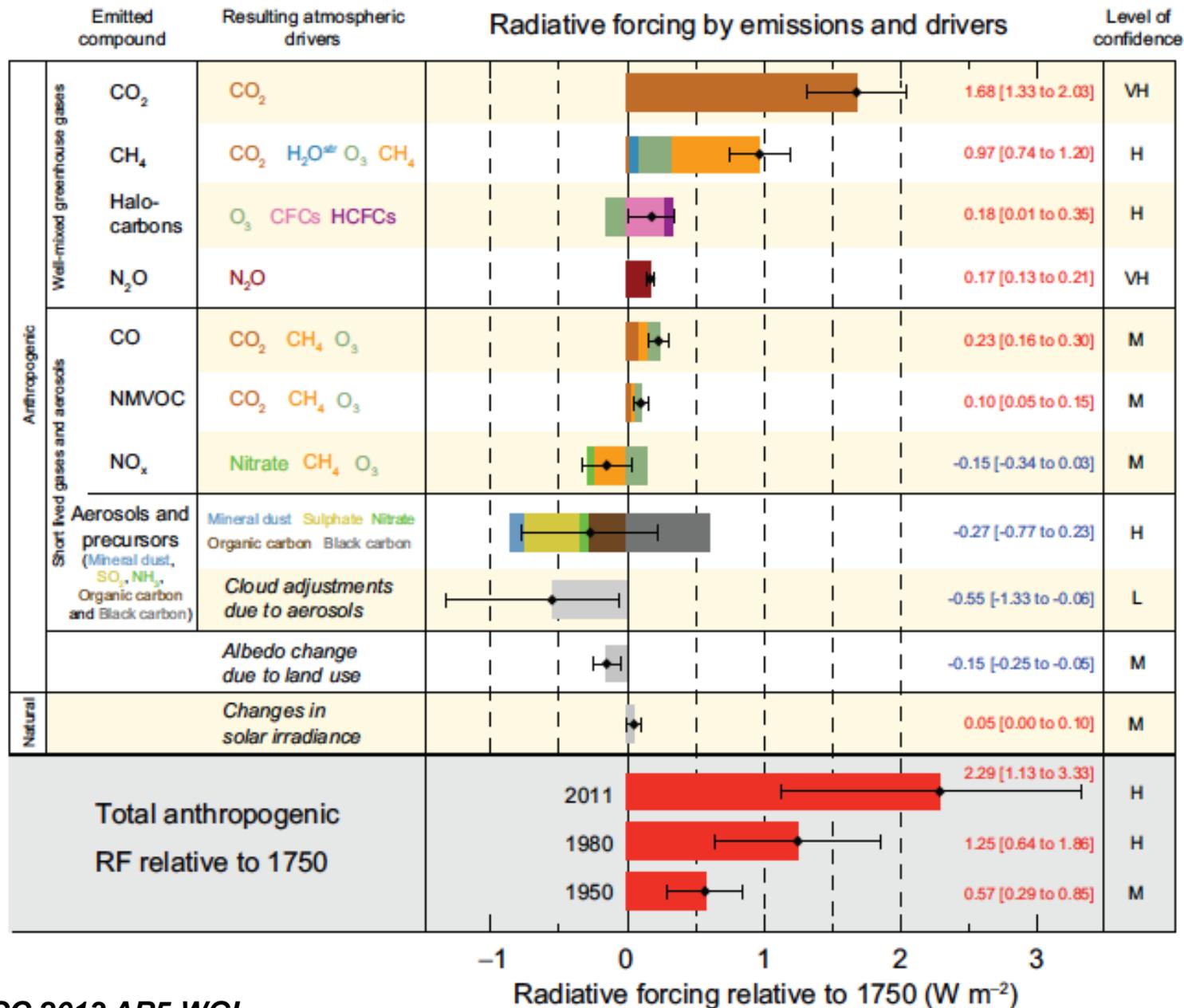
Jährliche CO₂ Emissionen und Verteilung in Atmosphäre, Land und Ozean



Source: CDIAC; NOAA-ESRL; Houghton et al 2012; Giglio et al 2013; Joos et al 2013; Khatriwala et al 2013; Le Quéré et al 2015; Global Carbon Budget 2015

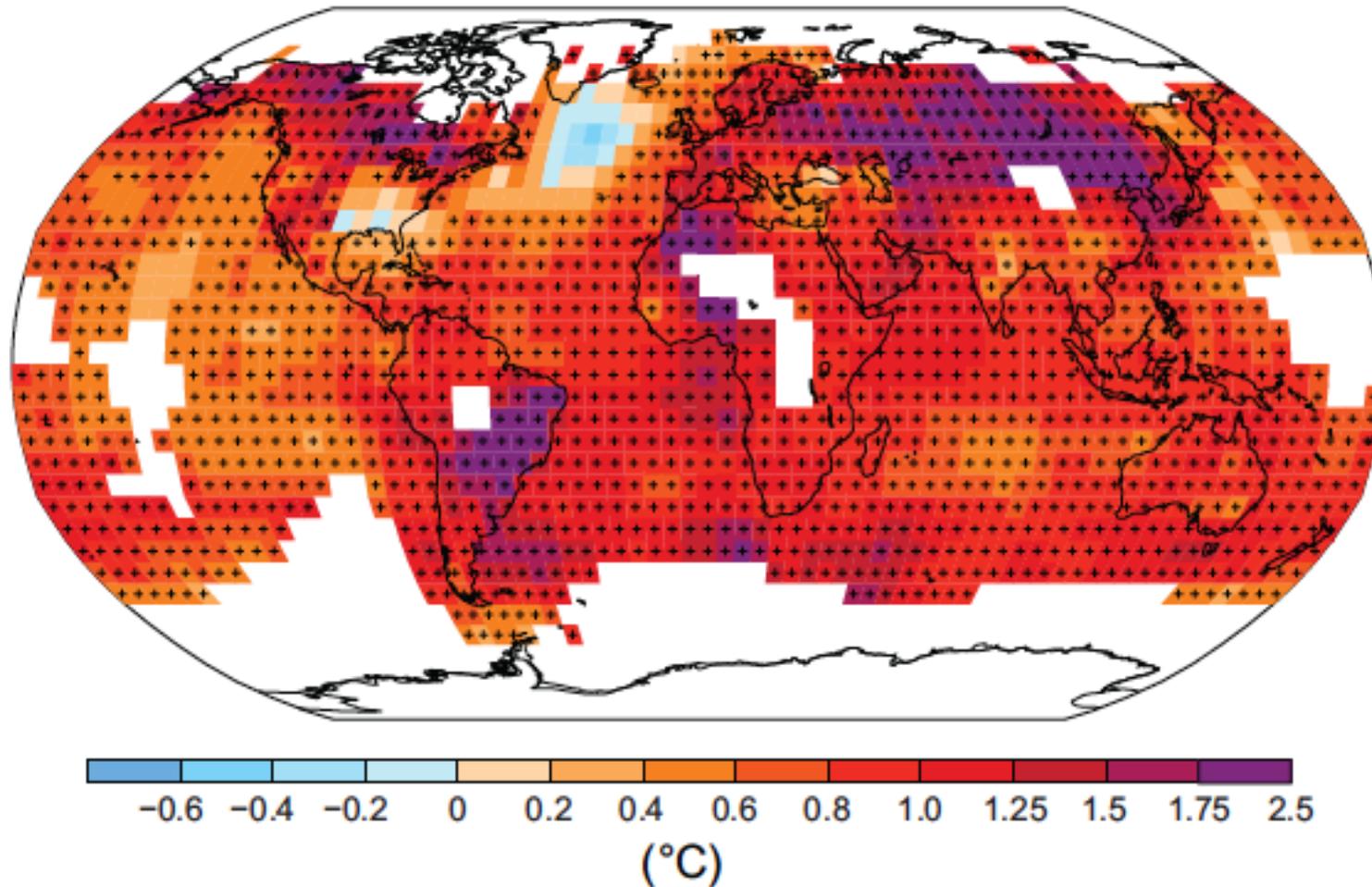
<http://www.globalcarbonproject.org/carbonbudget/15/presentation.htm>

Änderung des Strahlungsantriebs 2011 im Vergleich zu 1750



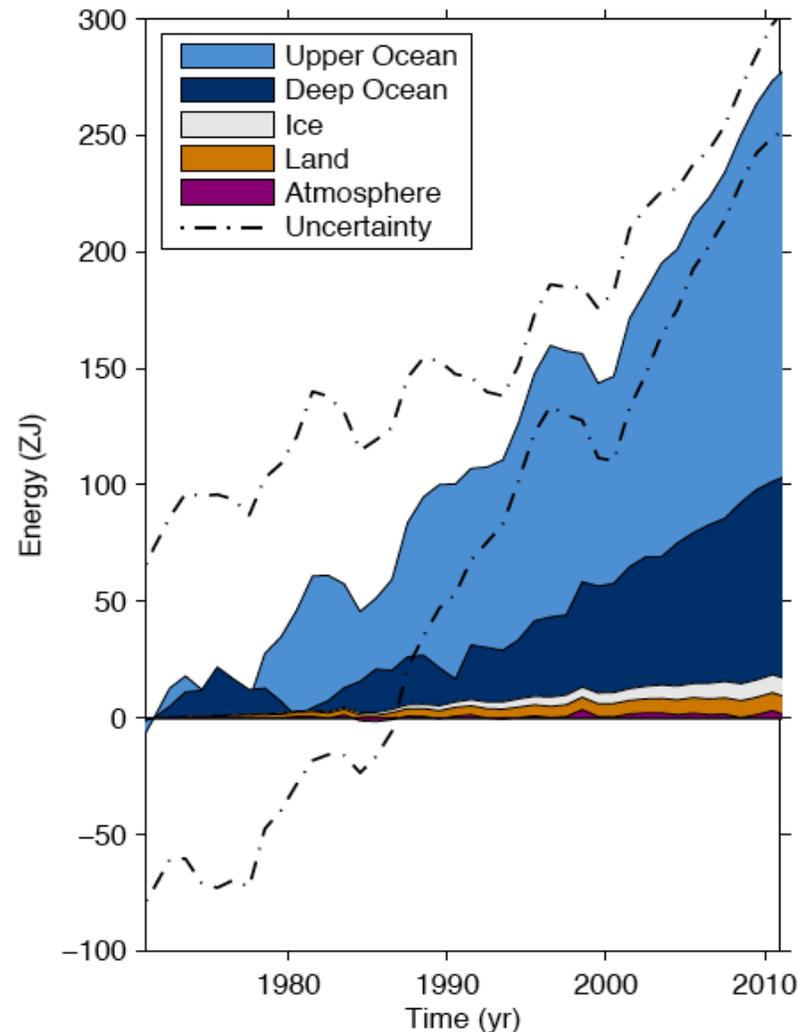
Source: IPCC 2013 AR5 WGI

Beobachtete Temperaturänderung der bodennahen Luftschicht 1902 - 2012



Source: IPCC 2013 AR5 WGI Figure SPM.1 (b)

■ Zunahme der Energie im Klimasystem



Source:
IPCC 2013 AR5 WGI

- ▶ Der größte Teil der zusätzlichen Energie im Klimasystem findet sich in der Erwärmung der Ozeane: etwa 93% 1971 bis 2010

■ IPCC AR5 WGI: Beobachtete Änderungen im Klimasystem

Atmosphäre:

- Anstieg der bodennahen globalen Mitteltemperatur von 1880-2012 um **0,85 °C**

Ozean:

- Erwärmung der oberen 75 Meter von 1971-2010 im Mittel um **0,11 °C pro Dekade**.

Meeresspiegel:

- Anstieg des globalen mittleren Meeresspiegels von 1901-2010 um etwa **19 cm**
- Verdopplung des Anstieg in den letzten 20 Jahren auf **3,2 mm pro Jahr**

Eis und Schnee:

- **Globaler Rückgang der Gletscher und polaren Eismasse** (wenige Ausnahmen)
- Von 2002-2011 ist 6x soviel Grönlandeis geschmolzen, wie in den 10 Jahren davor
- Verringerung des arktischen Meereises um 3,5 bis 4,1% pro Dekade im Zeitraum 1979-2012

Niederschlag:

- Anstieg der Niederschläge in feuchten Regionen der Tropen und mittleren Breiten der Nordhalbkugel
- Abnahme der Niederschläge in trockenen Regionen und Subtropen zwischen 1950-2000

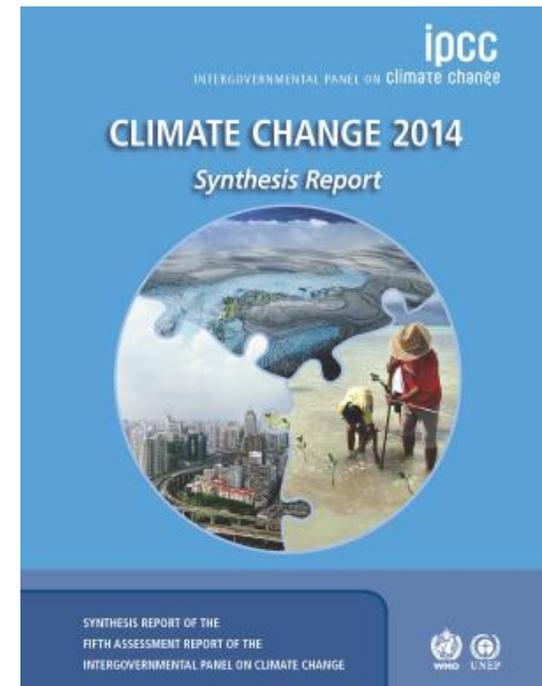
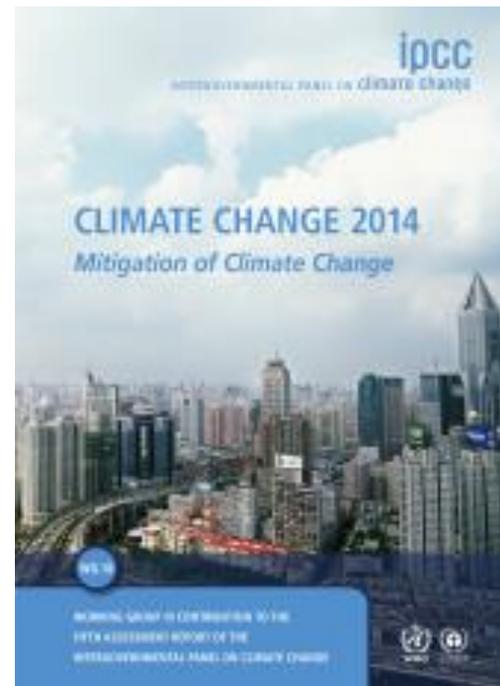
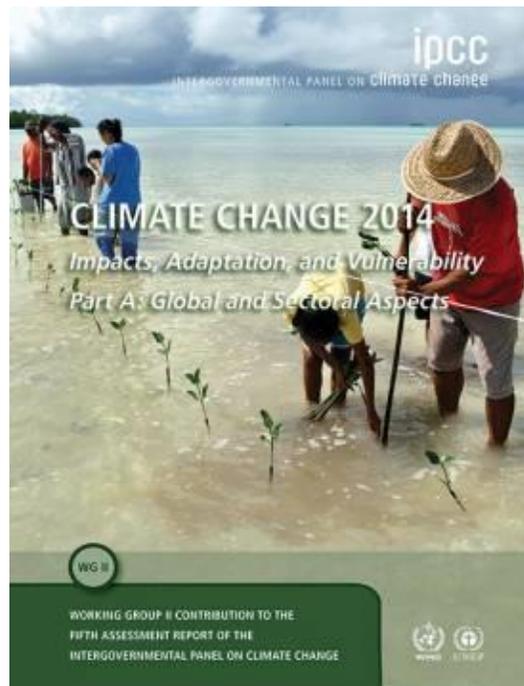
Wetterextreme:

- Abnahme der kalten Nächte und Tage,
- Anstieg der warmen Tage und Nächte seit 1950
- Häufiges Auftreten von Hitzewellen in Europa, Asien, Australien
- Häufiger auftretende und intensivere Starkregenereignisse in Nordamerika und Europa

IPCC AR5

Current state of scientific knowledge relevant to climate change:

<http://www.ipcc.ch/report/ar5/>



5th Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change:

WGI Climate Change 2013: The Physical Science Basis (Sep 2013)

WGII Climate Change 2014: impacts, adaptation and vulnerability (March 2014)

WGIII Climate Change 2014: mitigation of climate change (April 2014)

Climate Change 2014: Synthesis Report (SYR): October 2014

Christoph Buchal
Christian-Dietrich Schönwiese

KLIMA

Die Erde und ihre Atmosphäre
im Wandel der Zeiten

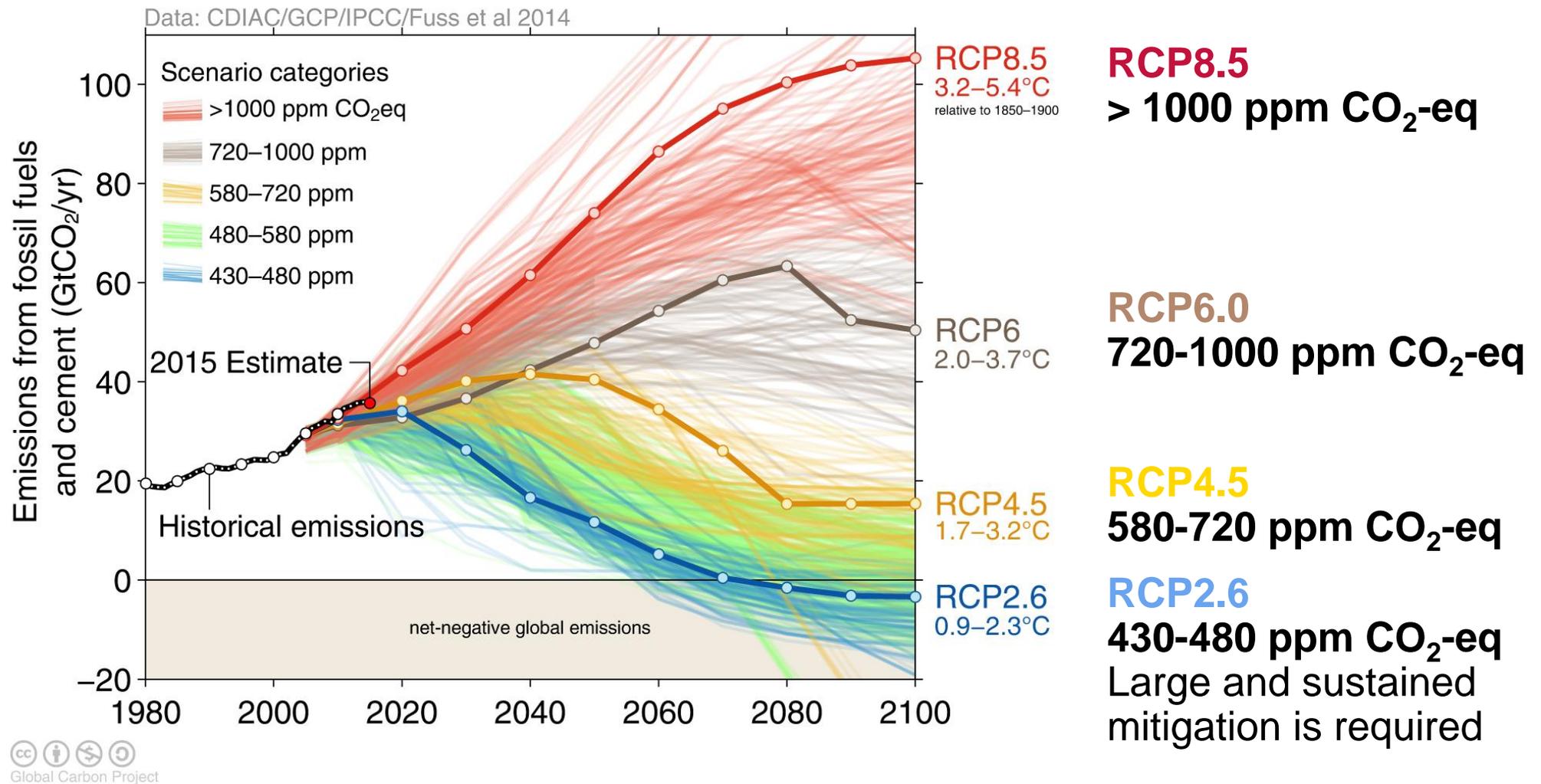
 HELMHOLTZ
GEMEINSCHAFT



https://epic.awi.de/35183/1/klima_2011-heraeus.pdf

Klimaprojektionen

Representative Concentration Pathways RCPs

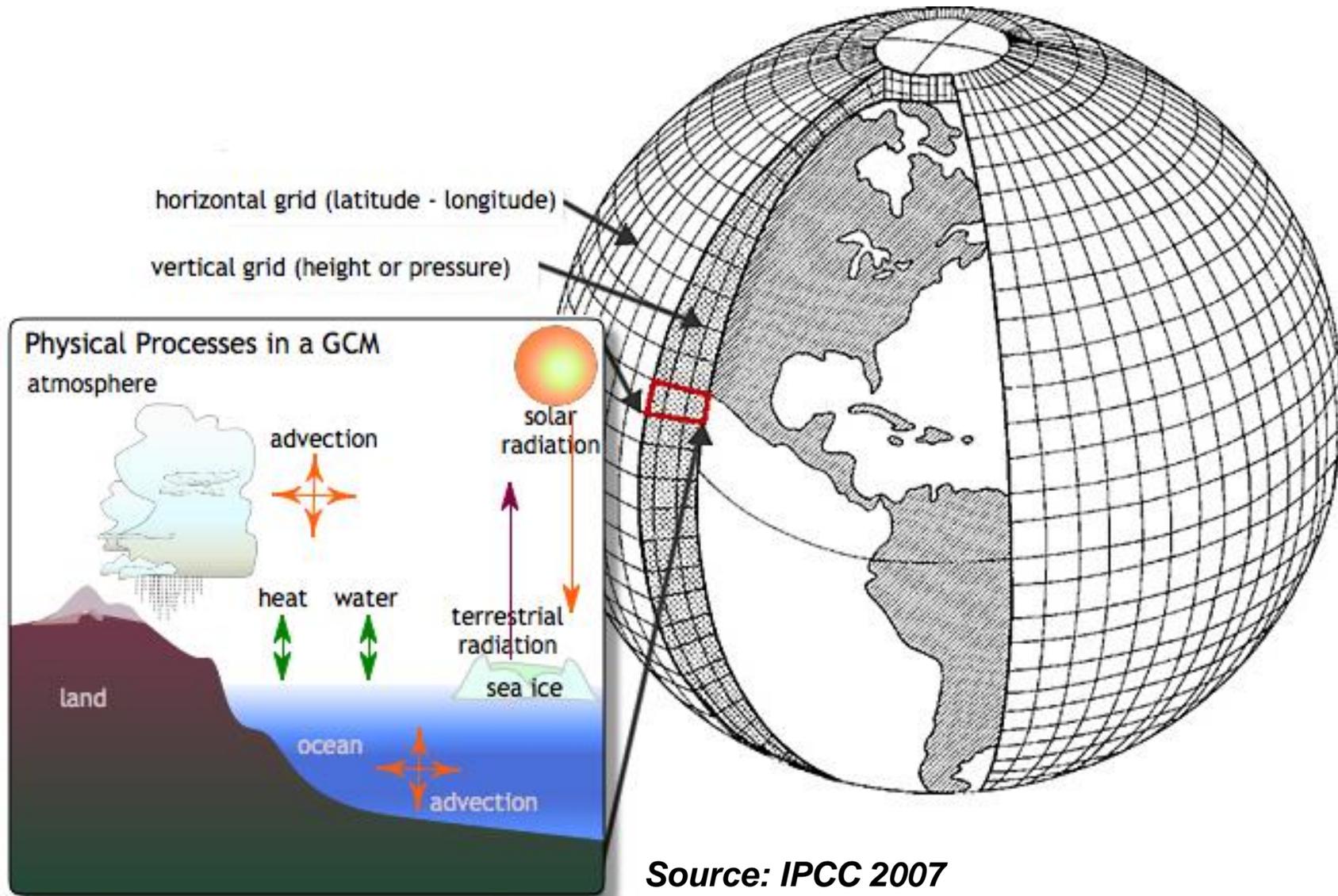


Over 1000 scenarios from the IPCC Fifth Assessment Report are shown

Source: *Global Carbon Budget 2015*, Data: Fuss et al 2014; CDIAC / GCP / IPCC

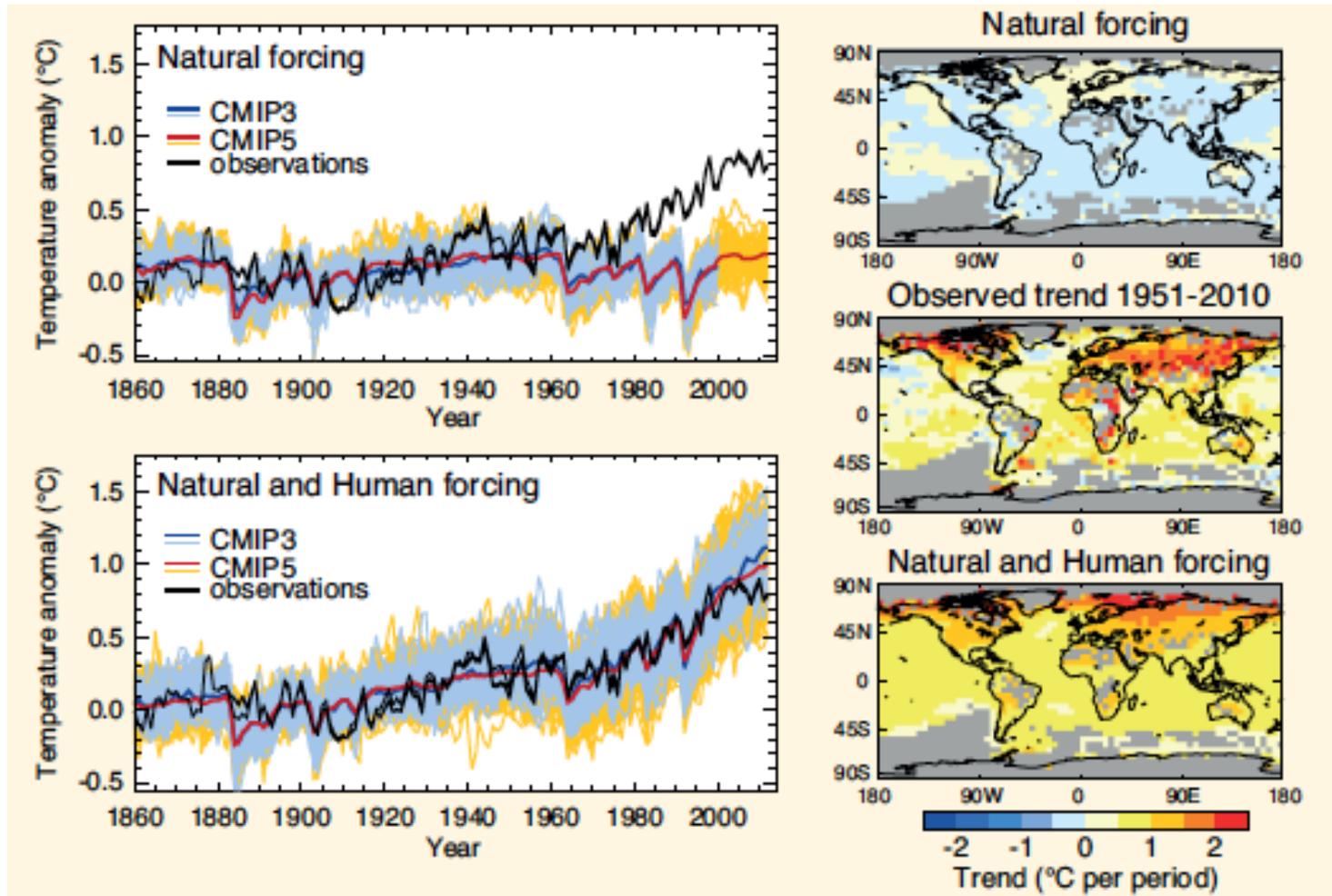
<http://www.globalcarbonproject.org/carbonbudget/15/presentation.htm>

Klimamodellierung



Source: IPCC 2007

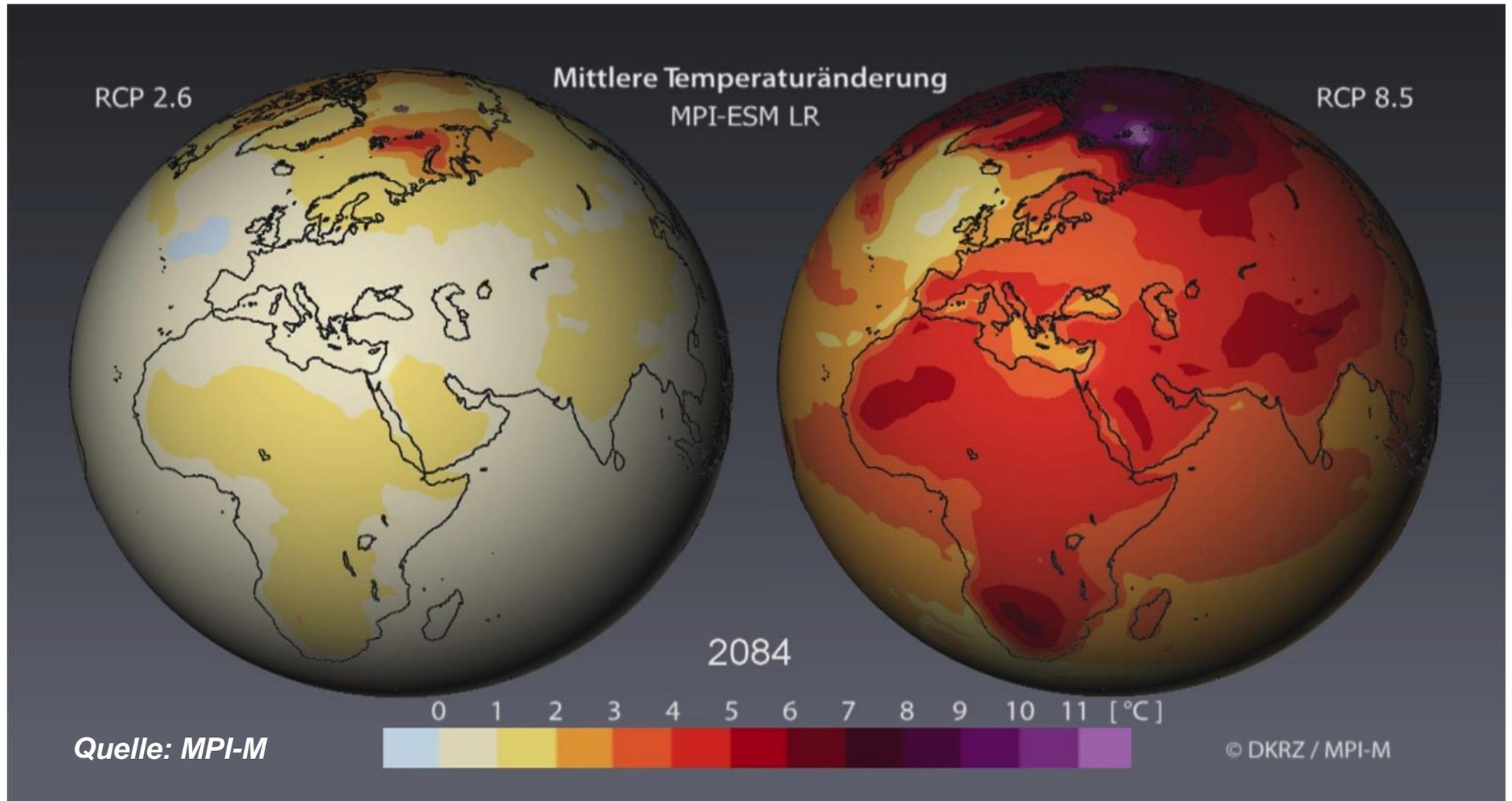
Simulierte Änderung der globalen Mitteltemperatur 1860 bis heute



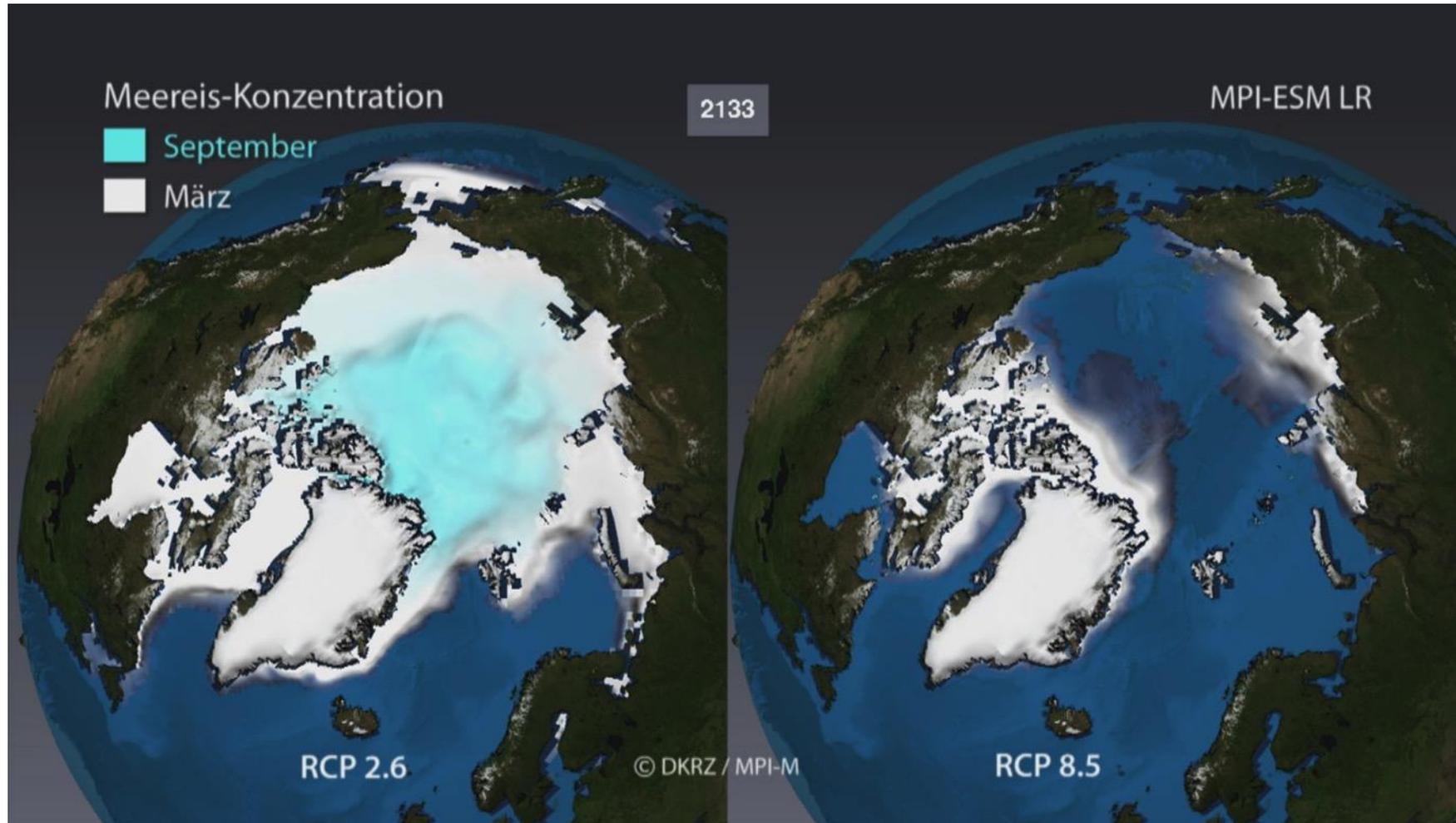
Quelle: IPCC 2013 AR5 WGI

- ▶ Nur wenn in den Klimamodellen die durch den Menschen verursachten Emissionen von klimawirksamen Stoffen entsprechend den Beobachtungen berücksichtigt werden, bilden sie die beobachteten räumlichen und zeitlichen Muster der globalen Erwärmung ab.

MPI-ESM projizierte mittlere Temperaturänderung 2071-2100 vs. 1986-2005



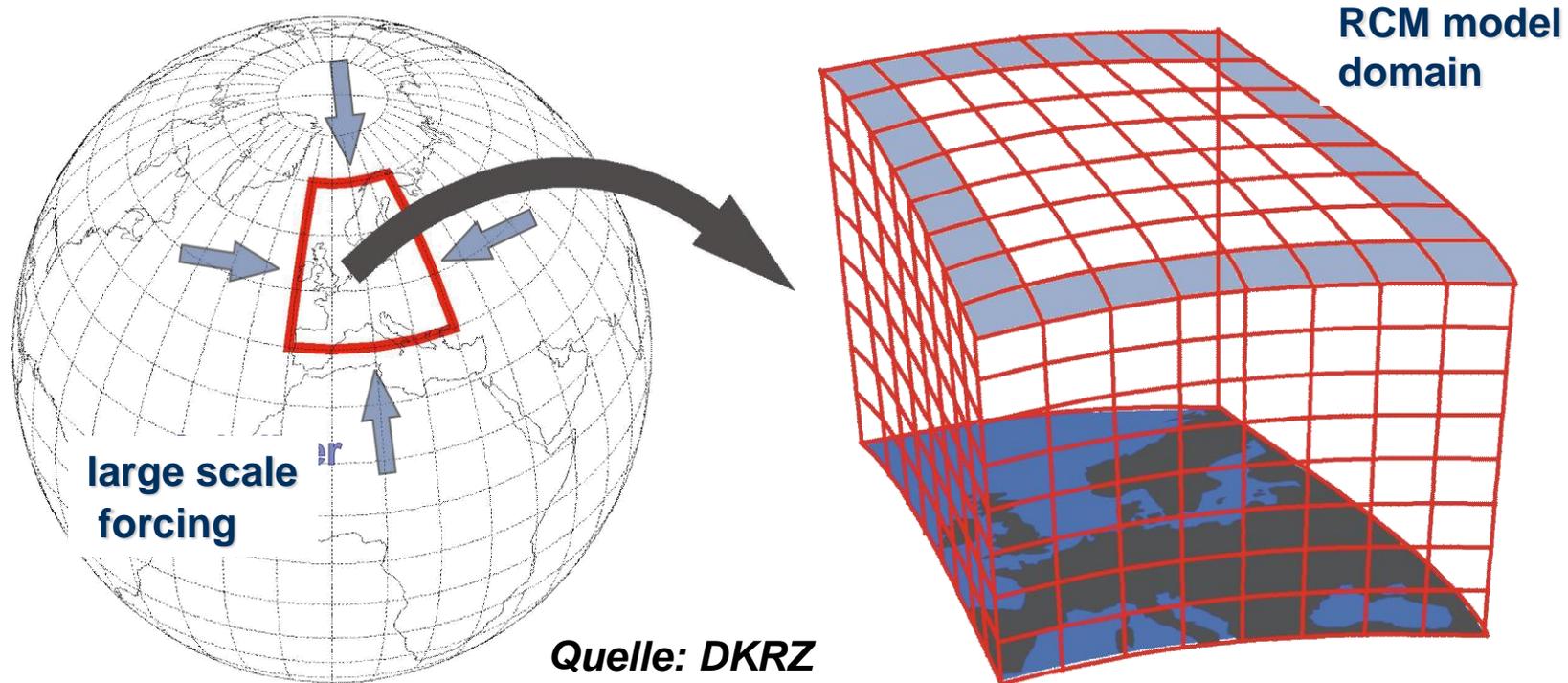
MPI-ESM projizierte arktische Meereisausdehnung



Quelle: MPI-M

Regionale Auswirkungen in Europa und Deutschland

■ Dynamische Regionalisierung



Globalmodelle

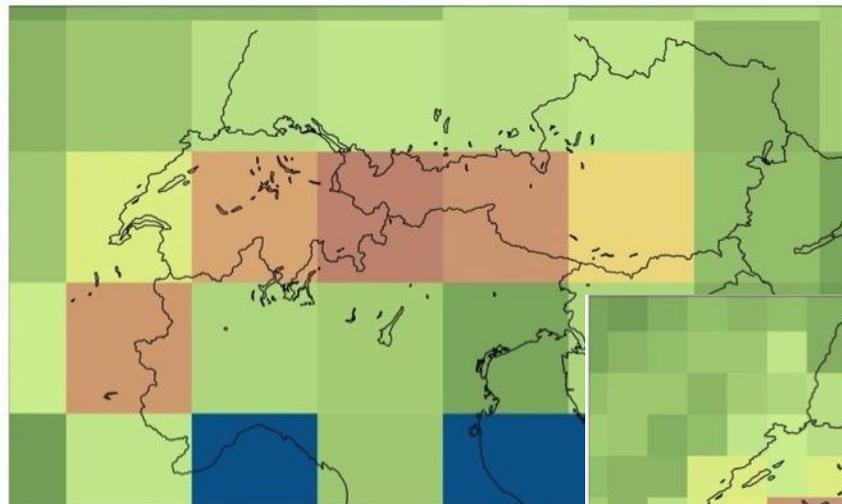
$\Delta x(0^\circ)$: 400 km bis 100 km

Regionalmodelle

Δx : 50 km bis 2.5 km

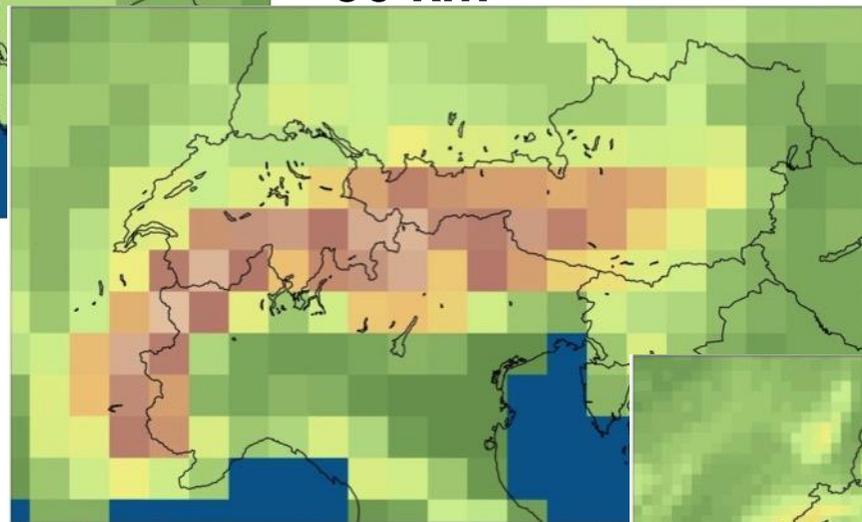
Modellierung **aller relevanten physikalischen Prozesse** in 3-D Ausschnitt
Interner Rechenzeitschritt: 2 min - 12 sec

Model resolutions from GCM to RCM

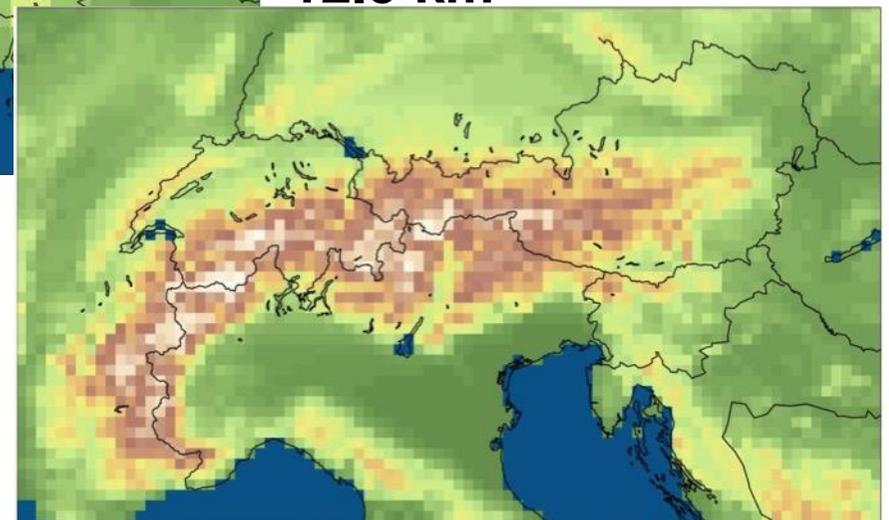


GCM
~150 km

EURO-CORDEX 0.44°
50 km



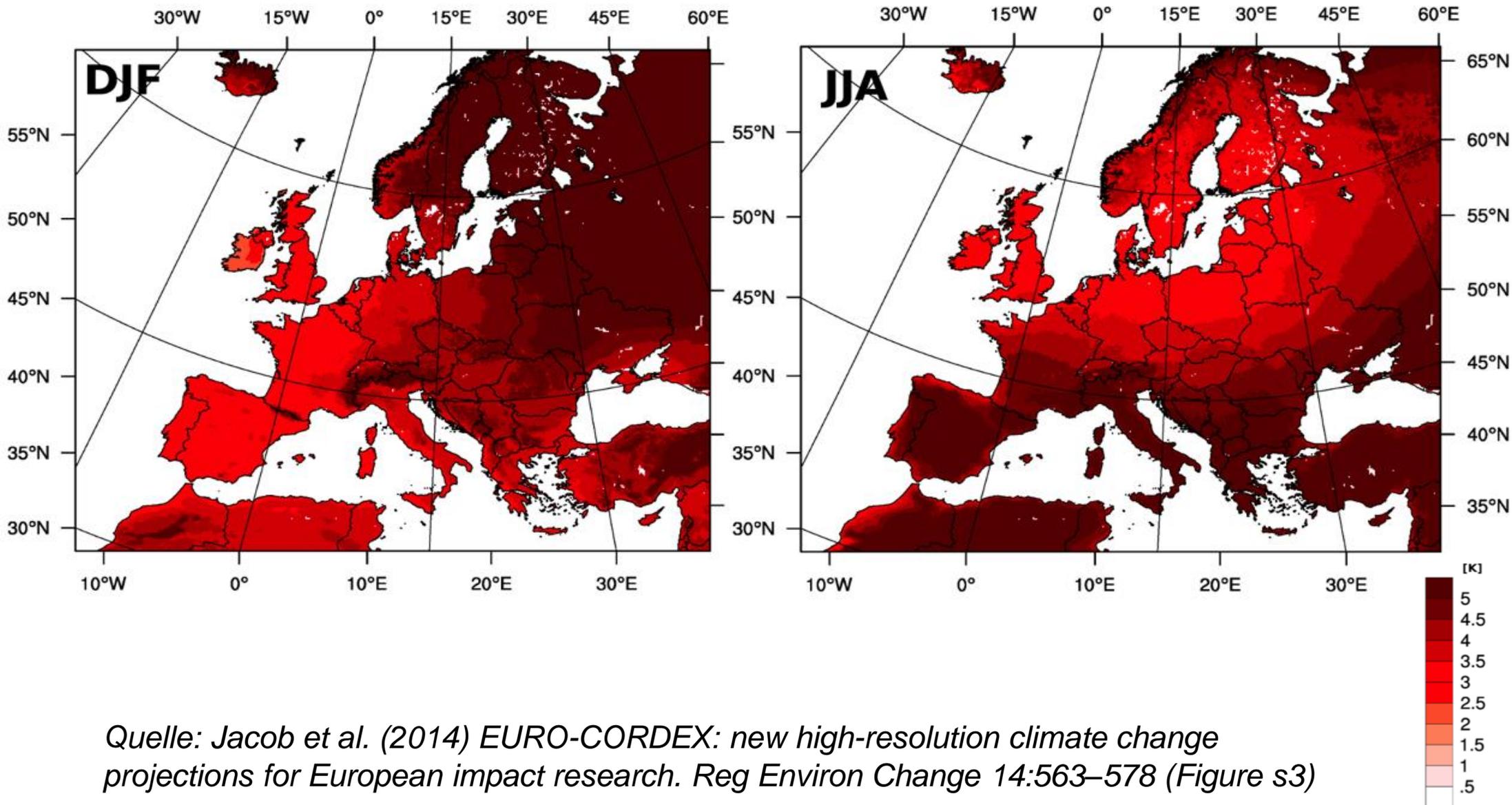
EURO-CORDEX 0.11°
12.5 km



Model orography at different model resolutions
Example: European Alps

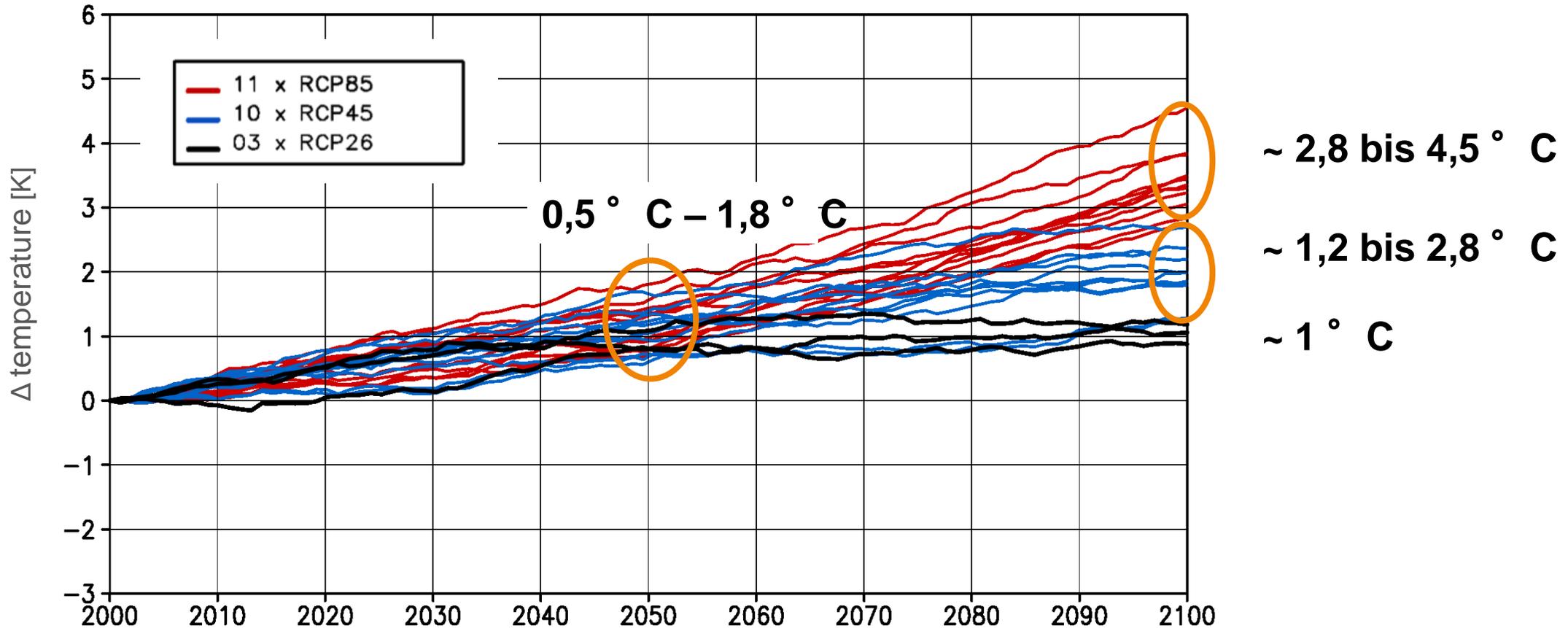
Quelle: GERICS

■ Projizierte Änderungen der bodennahen Lufttemperatur im Winter (DJF) und im Sommer (JJA)
RCP8.5 2071-2100 vs 1971-2000



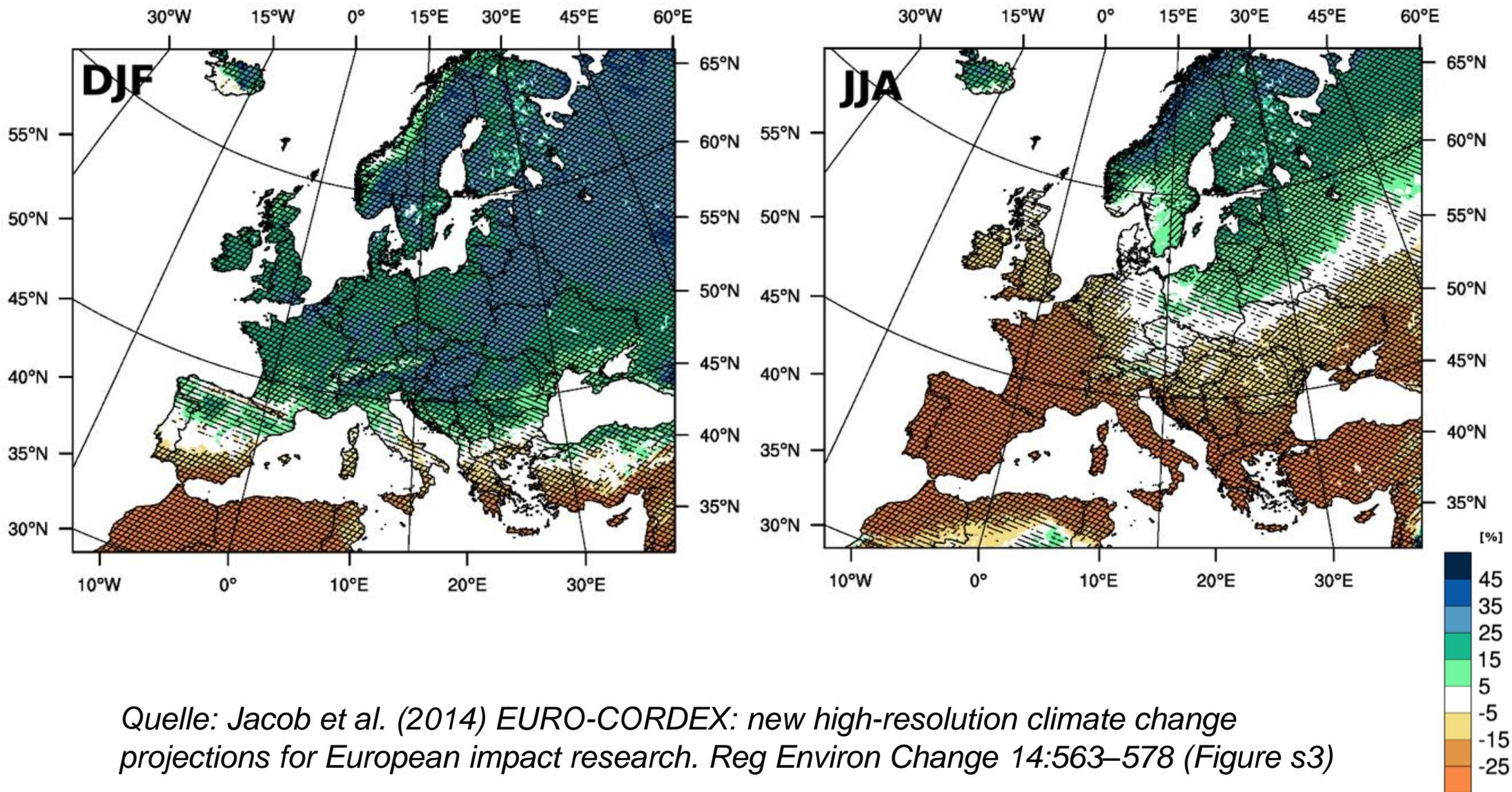
Projizierte Änderungen der Jahresmitteltemperatur Fortlaufendes 30-Jahresmittel 1971-2100 vs. 1971-2000

Deutschland

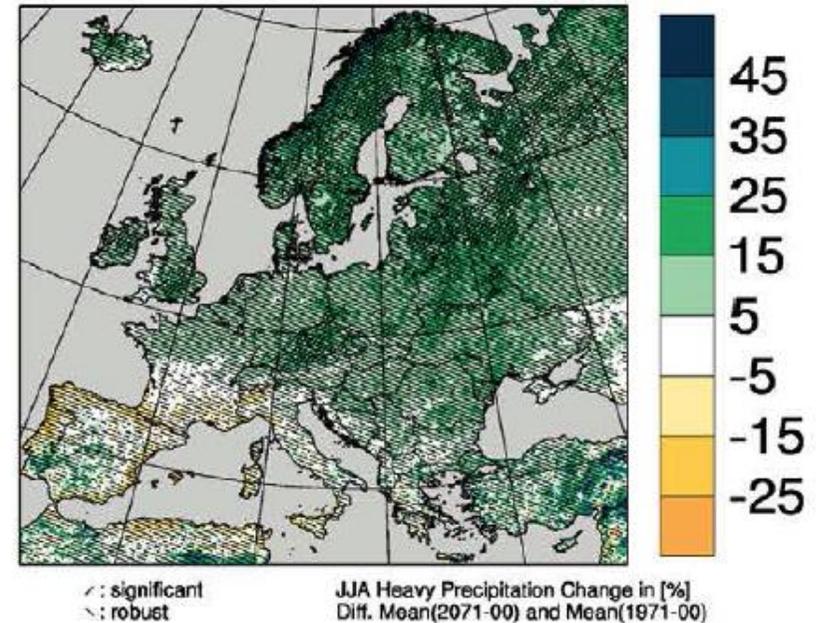
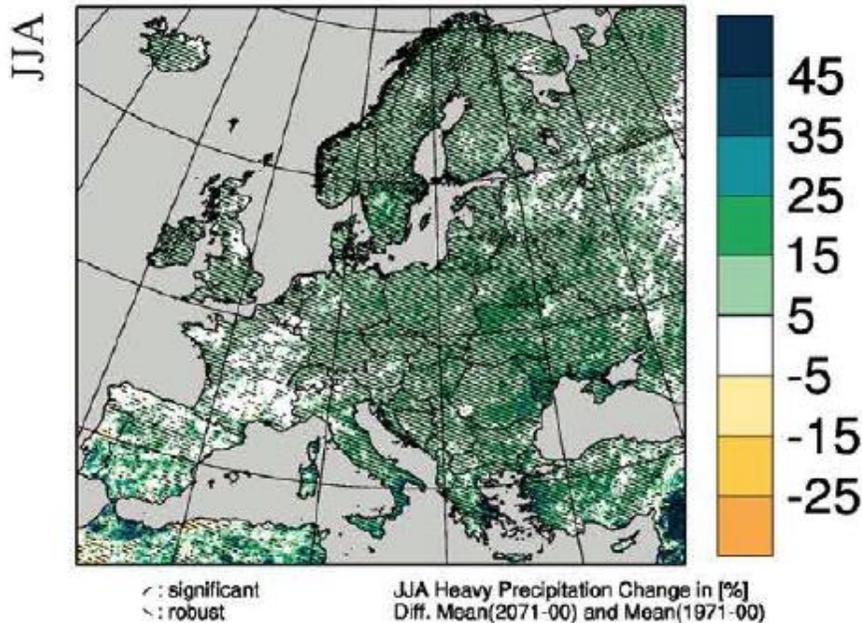
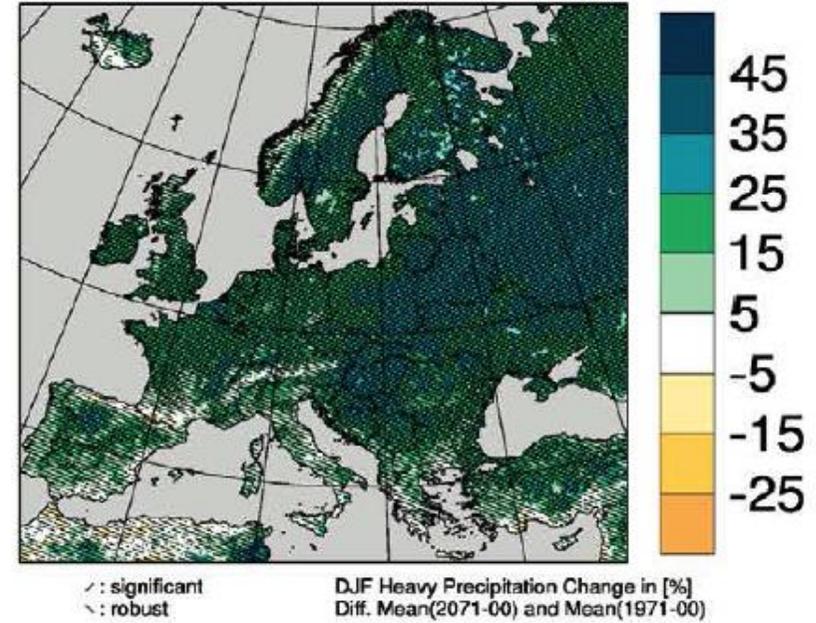
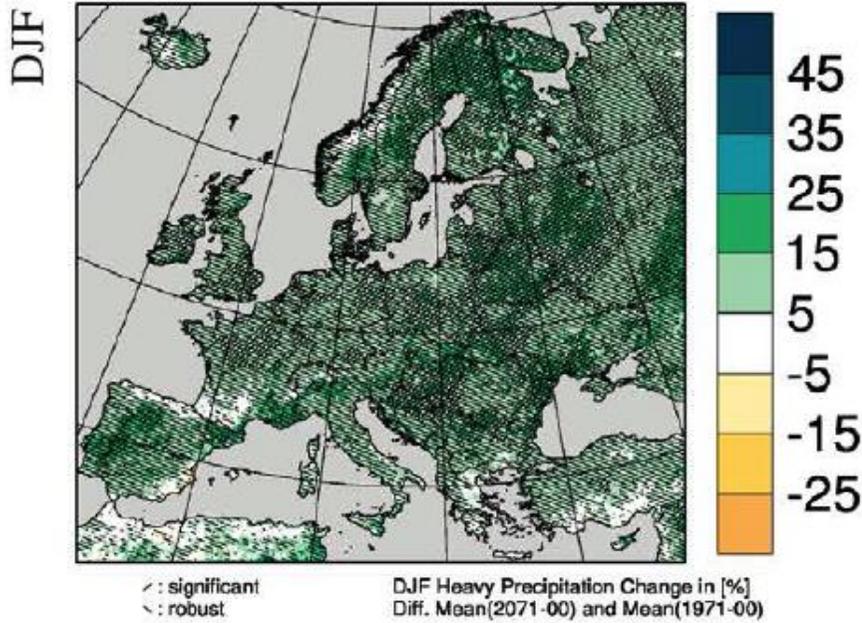


Quelle: Rechid et al., 2014

■ Projizierte Änderungen des Niederschlags
im Winter (DJF) und im Sommer (JJA)
RCP8.5 2071-2100 vs 1971-2000



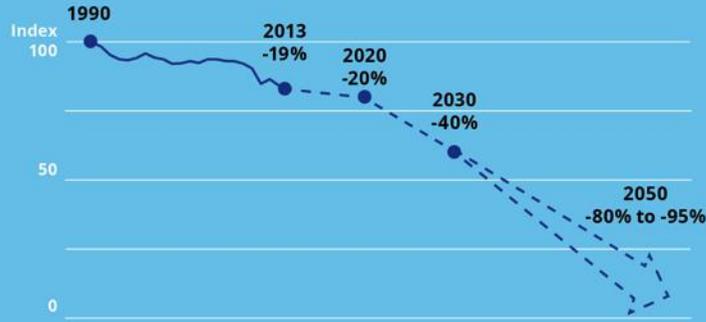
Projizierte Änderungen von relativ hohen Niederschlägen im Winter (DJF) und im Sommer (JJA)



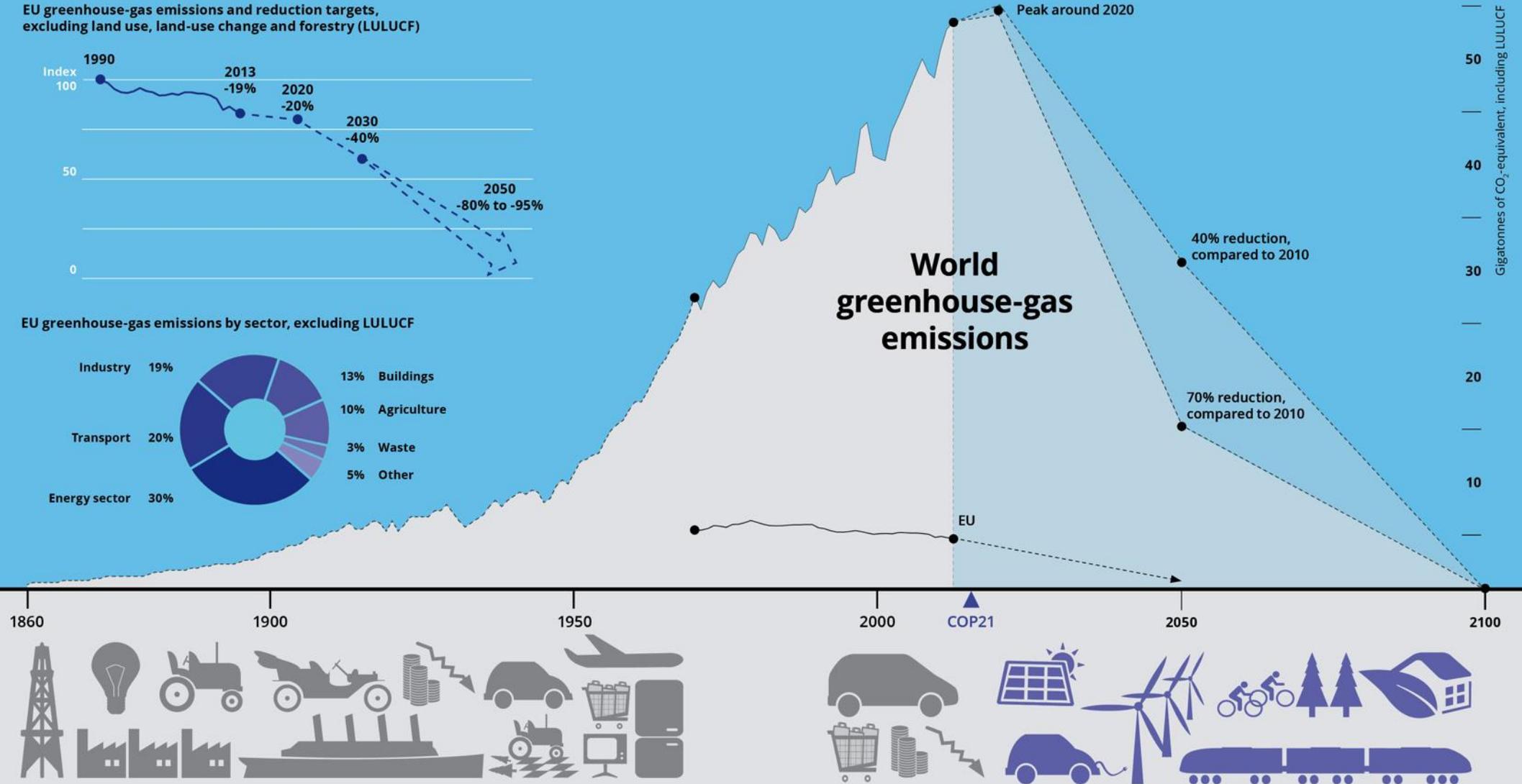
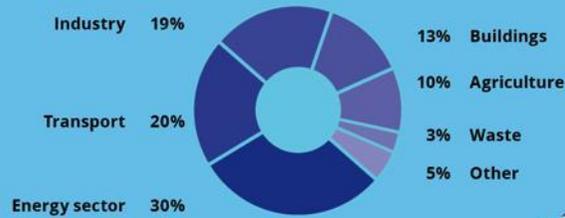
Klimaschutz und Anpassung

Weltklimarat (IPCC) AR5: um die 2 ° C-Obergrenze einzuhalten, müssen die weltweiten vom Menschen verursachten Treibhausgasemissionen in 2050 gegenüber 2010 um 40 bis 70 % reduziert werden und im Jahr 2100 nahe oder unter Null liegen.

EU greenhouse-gas emissions and reduction targets, excluding land use, land-use change and forestry (LULUCF)



EU greenhouse-gas emissions by sector, excluding LULUCF



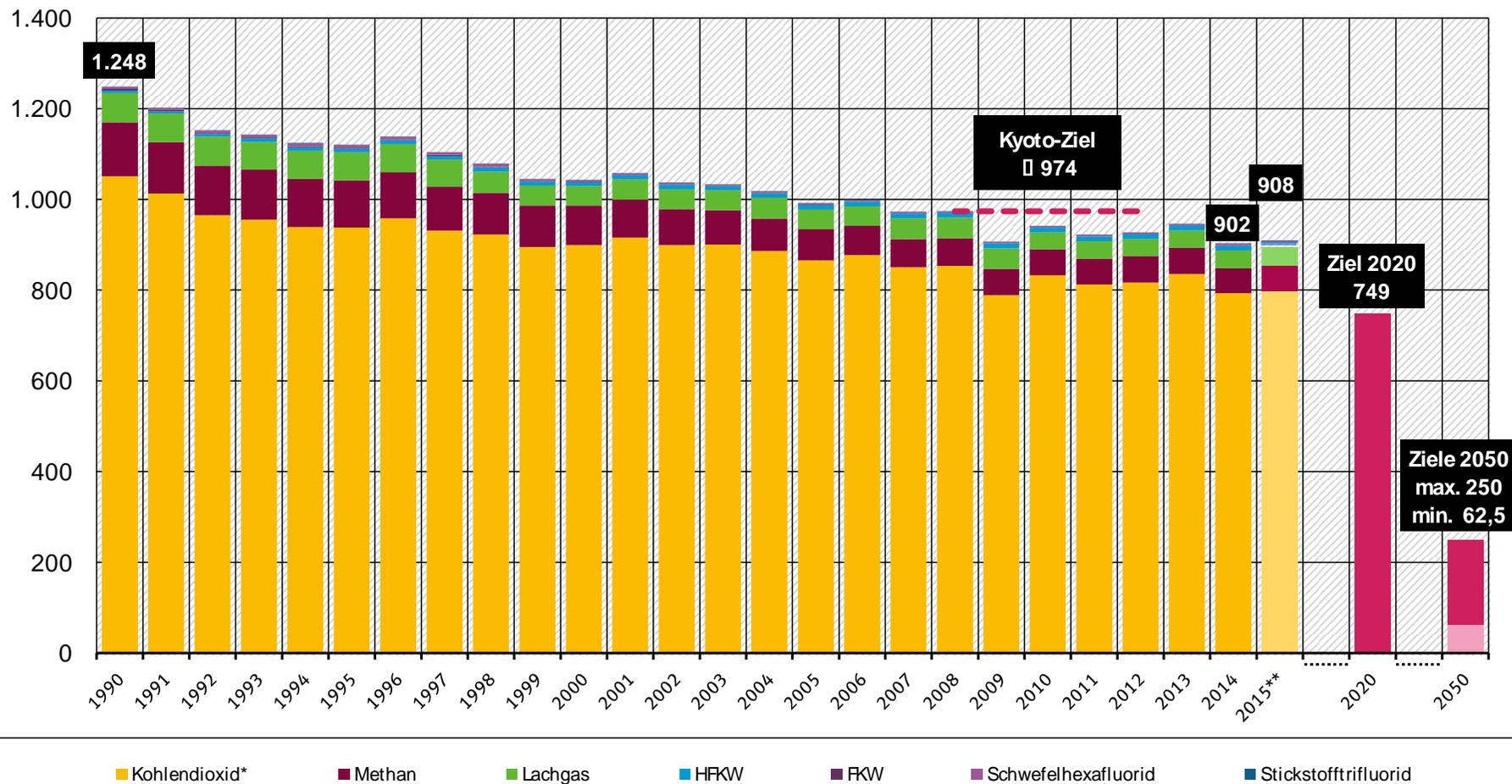
Notes: (1) World GHG emissions 1860–1970 are estimated based on EDGAR data and “Global CO₂ emissions, 1860–2006” figure in climate change mitigation chapter of SOER 2010. (2) The EU long-term pathway on the right (in black) is only indicative as the EU target for 2050 excludes the net impact of LULUCF.

Sources: EEA, 2014. Annual EU greenhouse gas inventory 1990–2012 and inventory report 2014; EEA, 2010. Mitigating climate change - SOER 2010 thematic assessment; European Commission-Joint Research Centre, 2014. Global Emissions EDGAR v4.2 FT2012 (November 2014); IPCC, 2014. Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the 5th Assessment Report of the IPCC. Read more: EEA Report 'Trends and projections in Europe'.

Treibhausgas-Emissionen in Deutschland seit 1990

Treibhausgas-Emissionen in Deutschland seit 1990 nach Gasen
sowie Ziele für 2008-2012 (Kyoto-Protokoll), 2020 und 2050 (Bundesregierung)

Millionen Tonnen Kohlendioxid-Äquivalente



* ohne Kohlendioxid aus LULUCF

** Zeitnahprognose für 2015

Quelle: Umweltbundesamt 2015, Nationale Treibhausgas-Inventare 1990 bis 2014 (Stand: 01/2016) und Zeitnahprognose 03/2016

Start

Heizung

Strom

Mobilität

Ernährung

Sonstiger Konsum

Mein Ergebnis

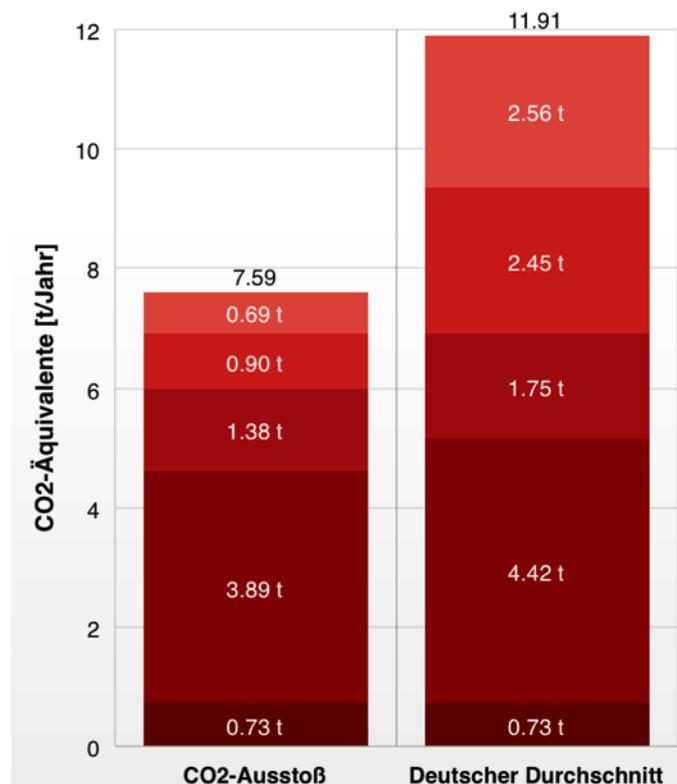
Mein Ergebnis

im Vergleich

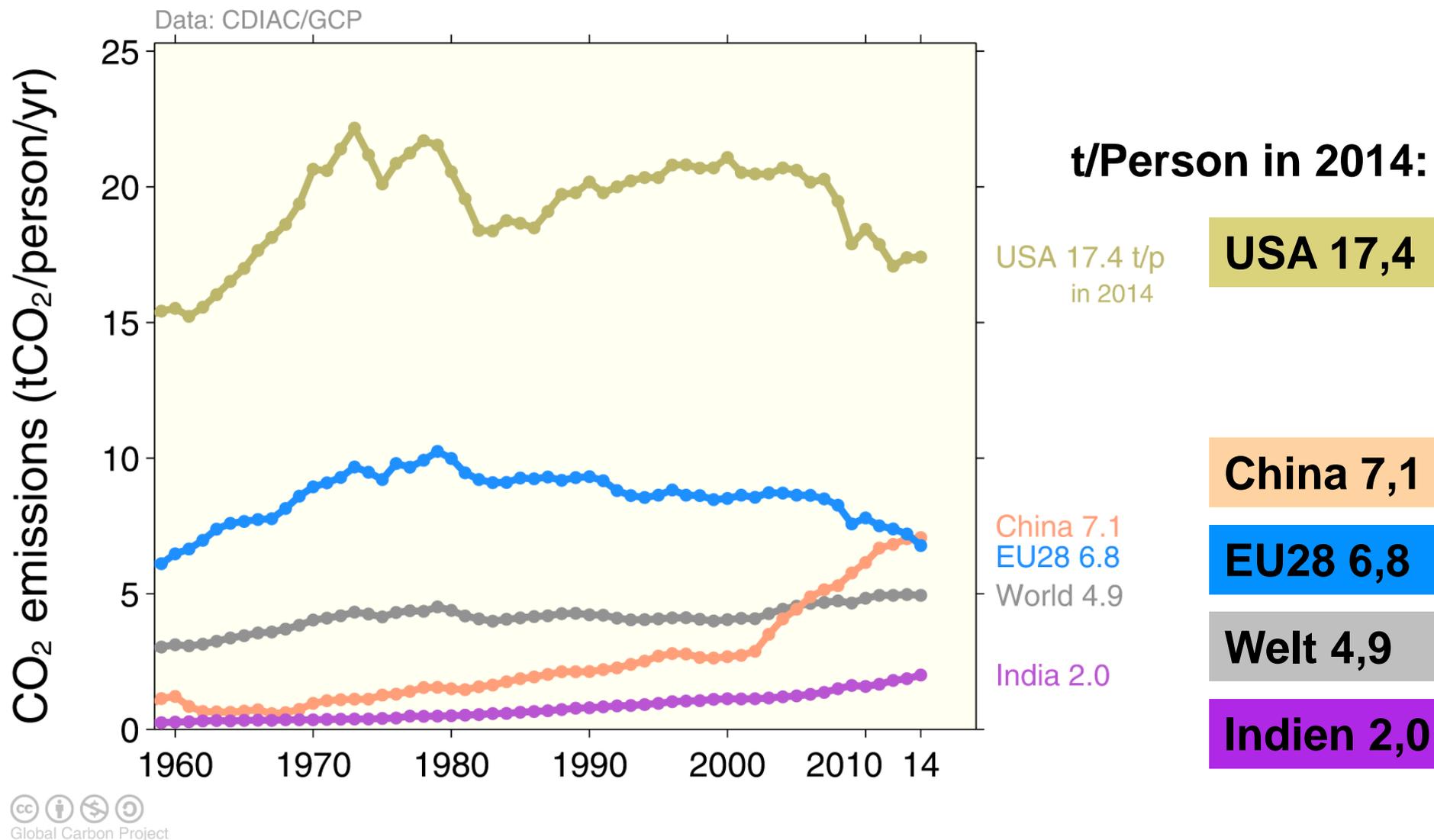
mit Vermeidung

	CO ₂ -Ausstoß	Deutscher Durchschnitt
Heizung	0,63 t	1,76 t
Strom	0,05 t	0,80 t
Mobilität	0,90 t	2,45 t
Ernährung	1,38 t	1,75 t
Sonstiger Konsum	3,89 t	4,42 t
Öffentliche Emissionen	0,73 t	0,73 t
Ergebnis	7,58 t	11,91 t

Wie Sie Ihre CO₂-Bilanz für die Zukunft optimieren erfahren Sie in [Mein CO₂-Szenario](#).



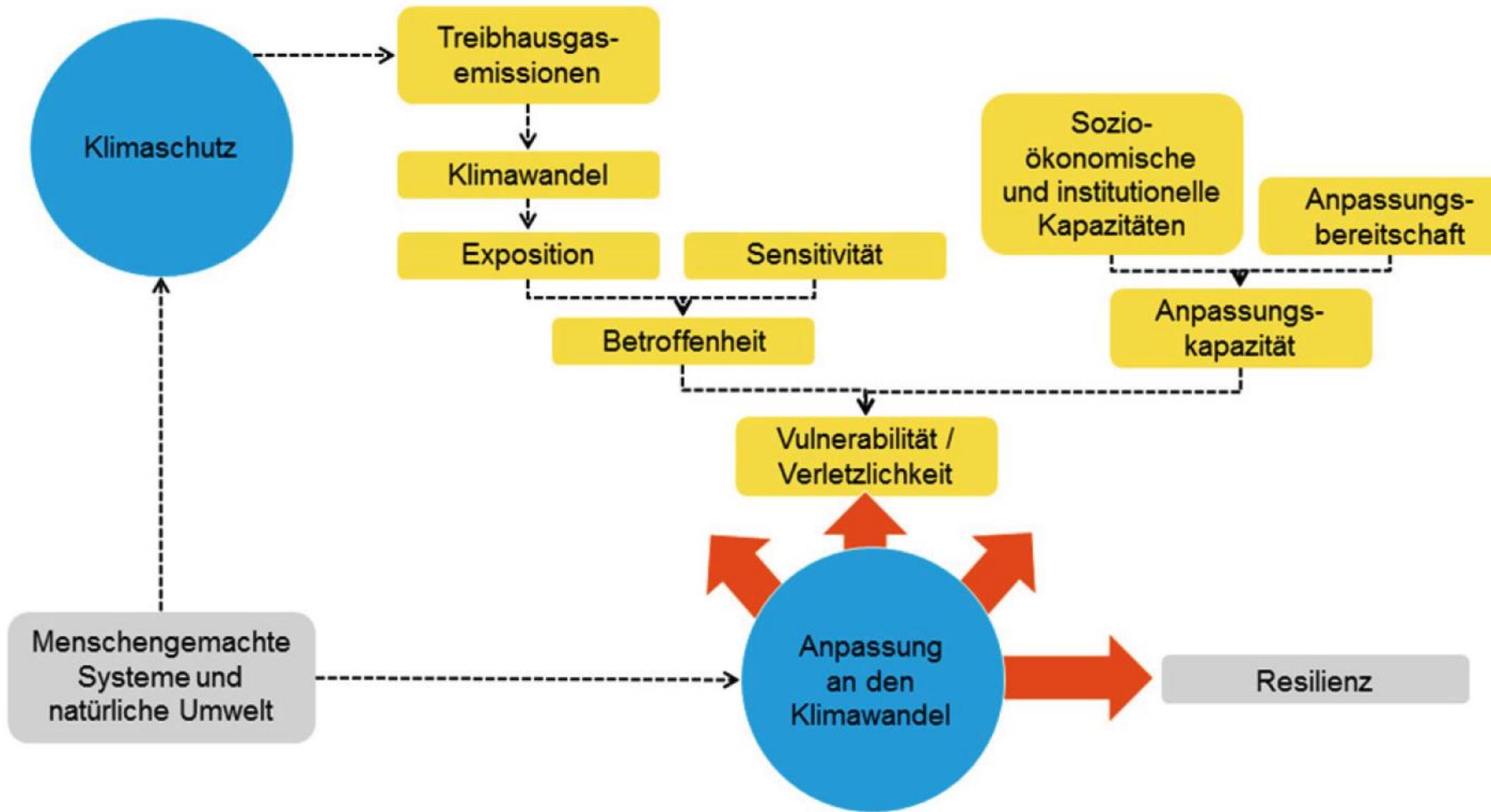
Treibhausgas-Emissionen pro Person im Vergleich



Quelle: CDIAC; Le Quéré et al 2015; Global Carbon Budget 2015

<http://www.globalcarbonproject.org/carbonbudget/15/presentation.htm>

Konzept Klimawandel, Vulnerabilität und Anpassung



Quelle: EEA Report, N 4/2008, Ch.6. Adaptation to climate change; Figure from Isoard, Grothmann and Zebisch (2008).
Übersetzt und angepasst in: Groth, M. und Nuzum, A.-K. (2016): Informations- und Unterstützungsbedarf von Kommunen zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels. GERICS-Report 25. Hamburg.