

Klimawandel: Status Quo

Universität für Bodenkultur, Wien
Institut für Meteorologie und Klimatologie
und
Zentrum für Globalen Wandel und Nachhaltigkeit

em. Univ. Prof. Dr. Helga Kromp-Kolb



Helga Kromp-Kolb | Zentrum für Globalen Wandel und Nachhaltigkeit BOKU



Zustand des Klimas (AR6, 2021)

- Unbestreitbar, dass Mensch Atmosphäre, Ozeane und das Land erwärmt hat → weitreichende und rasche Veränderungen auch in der Biosphäre
- Ausmaß der Veränderungen über viele Jahrhunderte bis Jahrtausende hinweg beispiellos.
- Klimawandel wirkt sich auf Wetter- und Klimaextreme aus: Hitzewellen, Starkniederschläge, Dürren und tropischen Wirbelstürme.
- Gleichgewichts-Klimasensitivität bei 3°C geschätzt, Spanne im Vergleich zum AR5 enger.

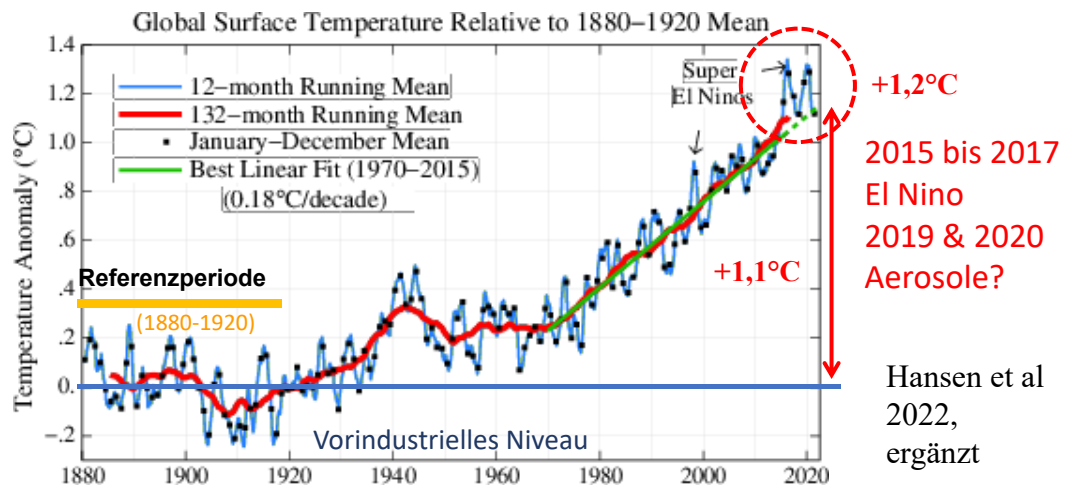
IPCC AR6 2021



Helga Kromp-Kolb | Zentrum für Globalen Wandel und Nachhaltigkeit BOKU



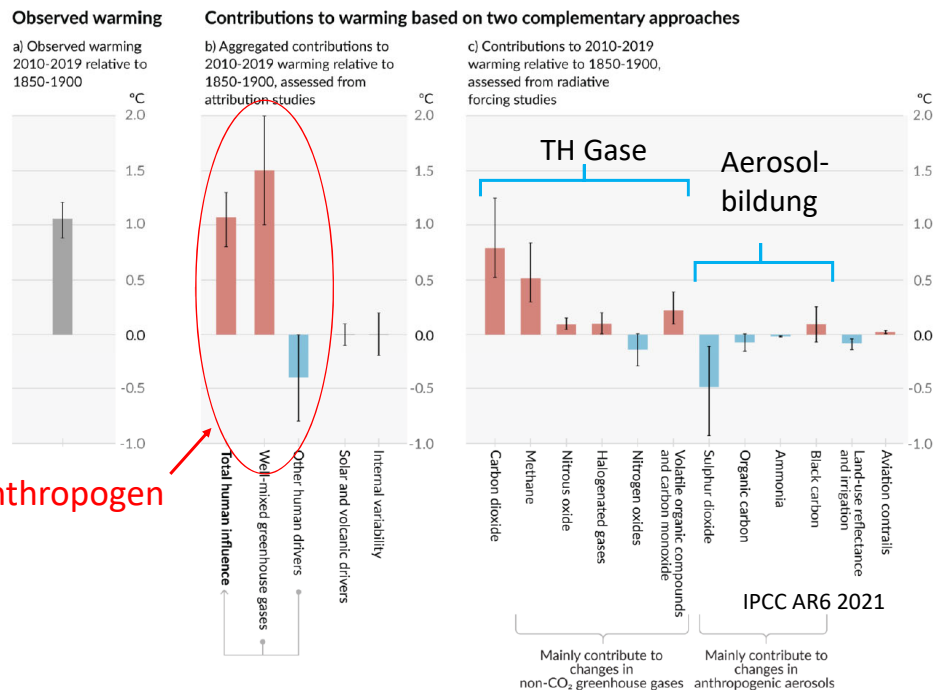
Temperaturanstieg global 1880 - 2021



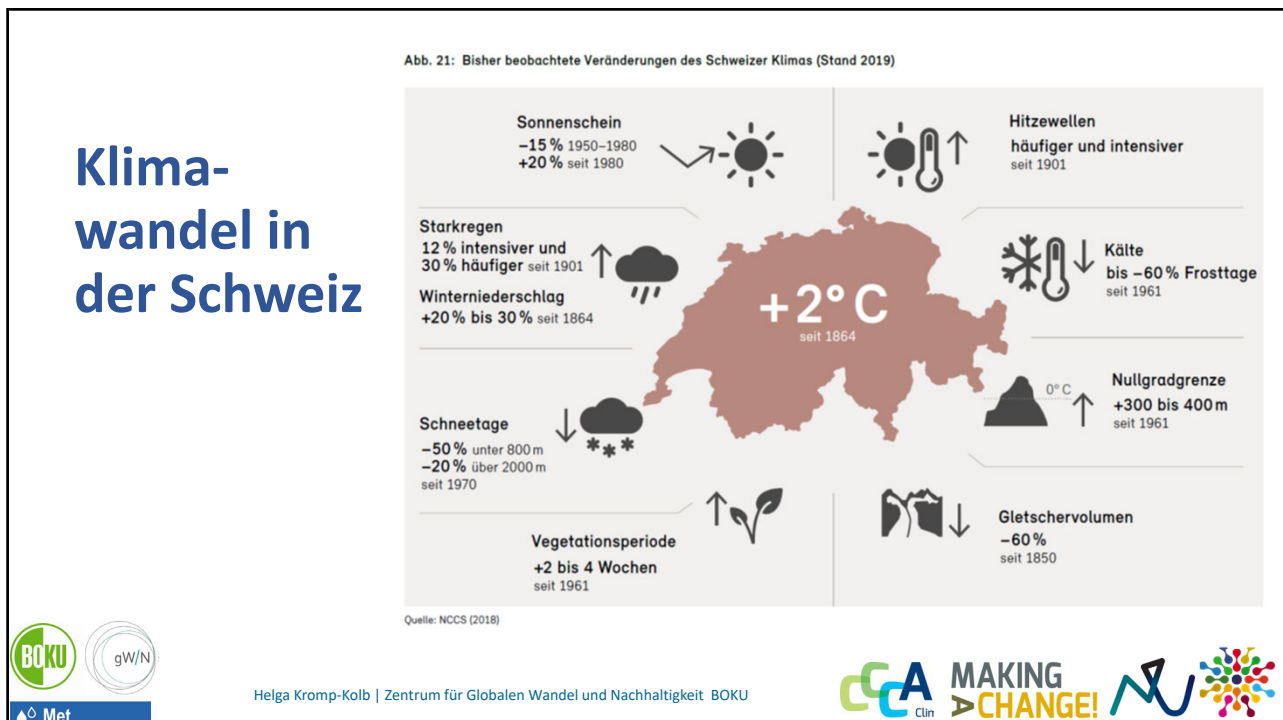
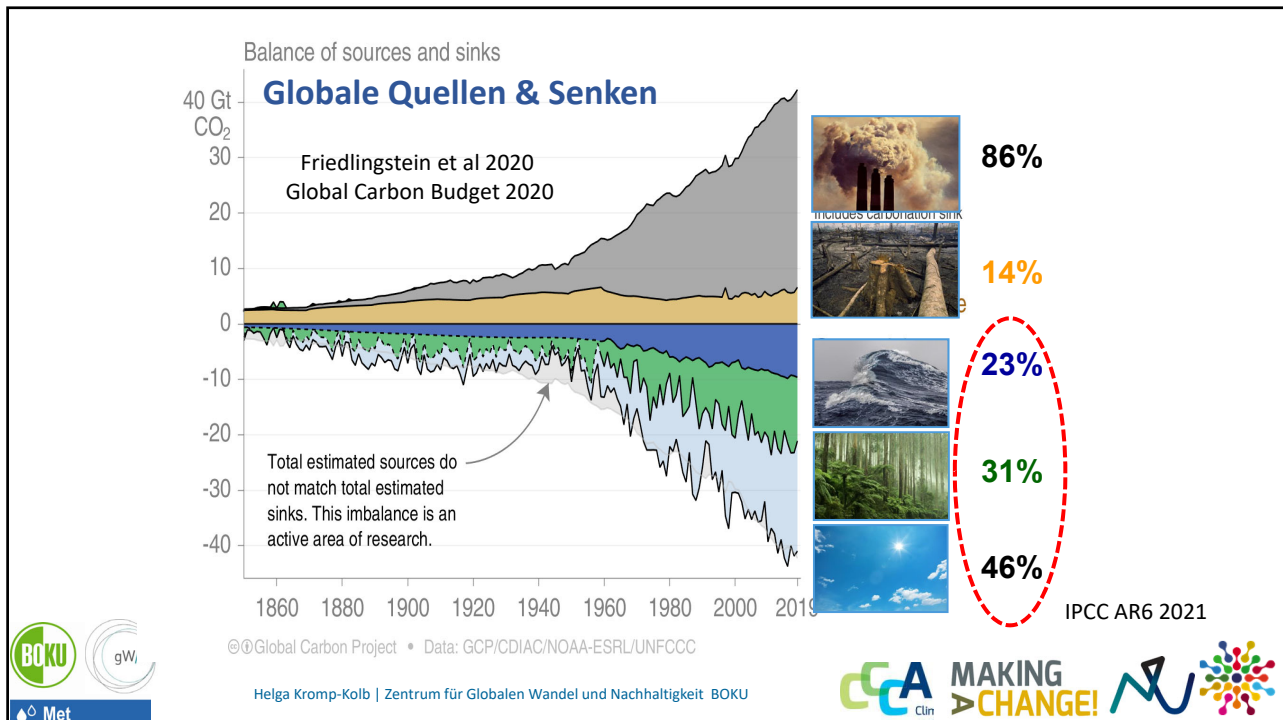
Helga Kromp-Kolb | Zentrum für Globalen Wandel und Nachhaltigkeit BOKU



Beiträge zur globalen Erwärmung (IPCC AR6)



Helga Kroi

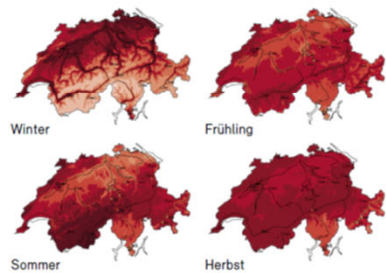


Temperatur Schweiz

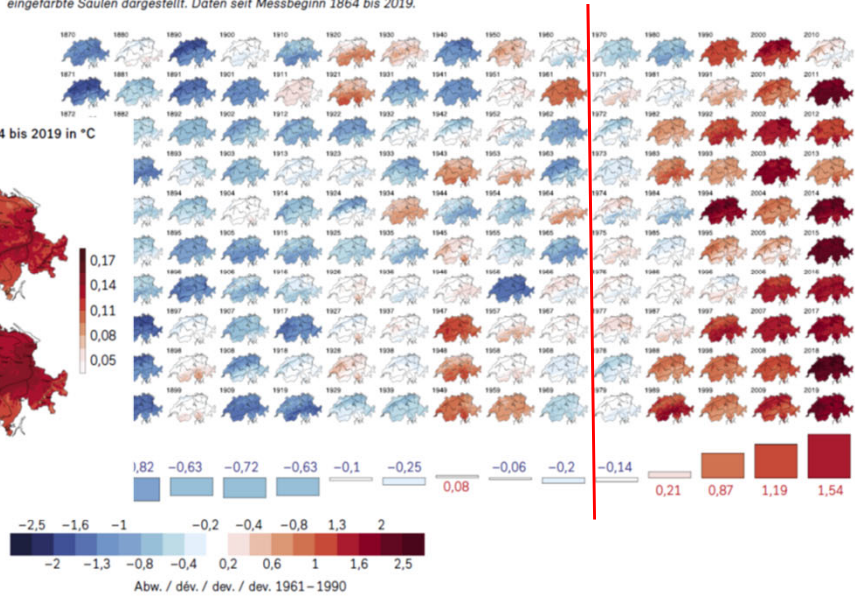
Abb. 23: Jährliche Temperaturabweichungen vom Mittel 1961 bis 1990 in der Schweiz

Jahre unter dem Mittel sind blau, Jahre über dem Mittel rot dargestellt. Im unteren Teil der Grafik sind die Abweichungen der Jahrzehnte als eingefärbte Säulen dargestellt. Daten seit Messbeginn 1864 bis 2019.

Abb. 24: Veränderung der Saisontemperatur 1864 bis 2019 in °C pro Jahrzehnt



Quelle: MeteoSchweiz (2020a)



Met

Helga Kromp-I

Source: MétéoSuisse (2020a)

Temperatur Deutschland

- Seit 1970 jedes Jahrzehnt wärmer als das vorherige

Temperaturanomalie der 10-Jahresperioden
Deutschland
Referenzzeitraum 1881–1910

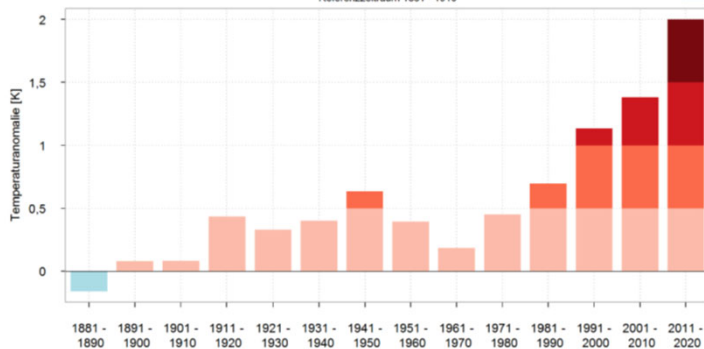
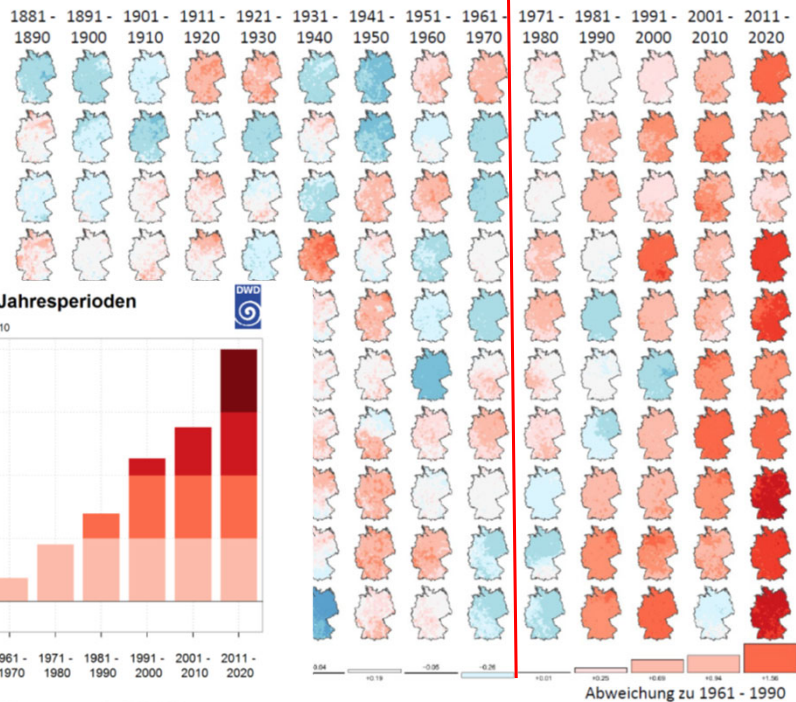
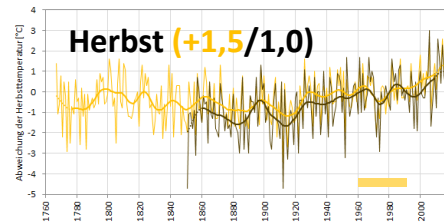
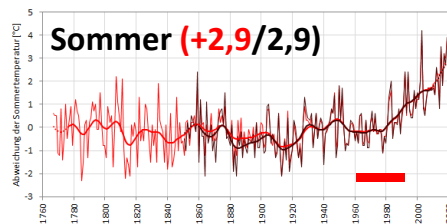
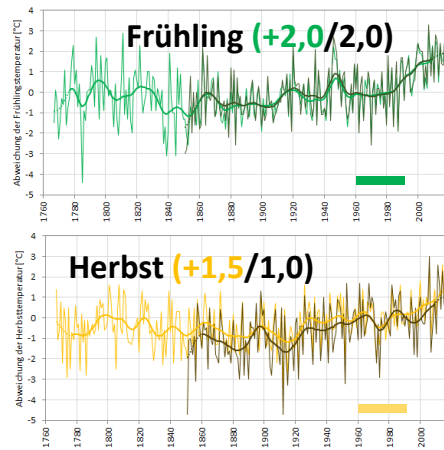
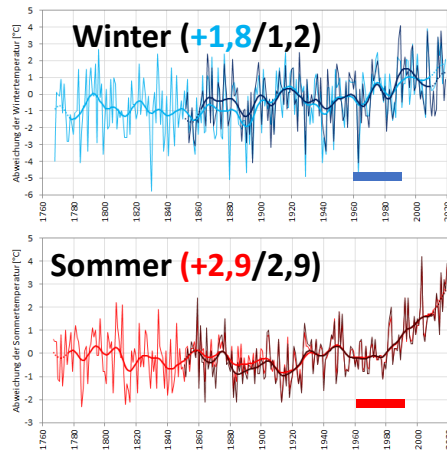


Abb. 12: Abweichungen der 10-Jahresperioden 1881–1890 bis 2011–2020 vom vieljährigen Temperaturmittel 1881–1910



Saisonale Temperatur Österreich 1767 - 2019



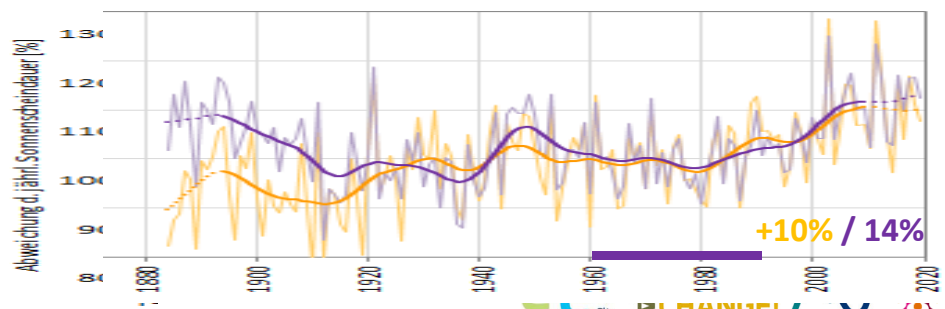
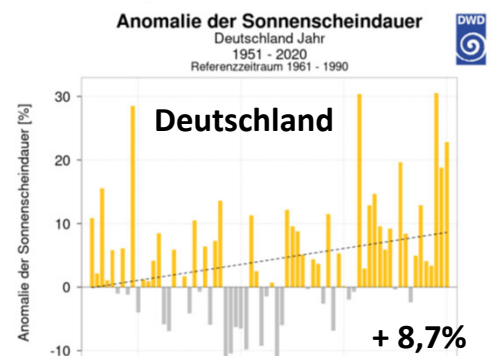
Farbe:
Flachland
Schwarz:
Gebirge



Helga Kromp-Kolb | Zentrum für Globalen Wandel und Nachhaltigkeit BOKU



Sonnenscheindauer Österreich, Schweiz, Deutschland



Helga Kroi



3. Klimaveränderung in Deutschland 1881 bis 2020

Ein Blick in Deutschlands Regionen: Änderungen der Sonnenscheindauer (linearer Trend)

Region	Jahr	Frühling	Sommer	Herbst	Winter	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	Dezember
Schleswig-Holstein	1,9	8,8	-1,7	0,5	-4,4	-20,3	7,2	7,7	16,6	3,6	-11,4	3,2	4,0	-7,4	4,6	15,2	-3,0
Niedersachsen / Hamburg / Bremen	10,7	14,4	8,6	6,4	15,2	6,1	19,9	16,7	22,6	7,0	-2,1	15,2	13,1	2,9	6,3	16,5	20,4
Nordrhein-Westfalen	13,3	15,4	15,3	4,0	16,1	21,6	15,8	18,3	23,3	7,6	6,6	21,9	17,3	5,7	-4,5	16,8	10,5
Rheinland-Pfalz / Saarland	8,1	10,5	11,5	-1,0	4,9	4,6	8,0	10,2	22,2	1,3	10,5	12,4	11,4	4,5	-13,5	8,3	-0,1
Baden-Württemberg	9,3	11,5	10,1	-0,8	20,2	20,2	21,0	13,9	22,1	1,6	13,9	6,8	10,0	0,1	-13,5	20,8	17,3
Hessen	7,7	8,5	10,4	-0,8	9,8	12,2	10,0	5,1	20,2	1,3	5,5	12,0	13,7	3,1	-12,8	14,3	5,5
Bayern	7,7	10,7	10,3	-4,8	13,5	5,4	18,6	4,9	23,8	3,9	10,5	8,6	12,0	-4,6	-15,4	16,8	14,3
Mecklenburg-Vorpommern	2,3	8,9	-0,5	-1,7	-0,8	-12,9	9,8	0,2	22,1	3,8	-8,1	2,5	4,7	-6,3	0,3	7,6	-8,9
Brandenburg / Berlin	7,0	10,0	5,3	3,3	11,2	-2,3	13,9	-7,3	25,3	8,2	-1,9	6,6	11,7	-2,5	0,7	27,1	20,7
Sachsen	9,5	13,7	10,2	0,2	12,6	1,9	15,1	4,0	26,5	9,4	3,5	13,3	13,5	0,1	-11,8	27,0	21,3
Thüringen	9,9	12,3	11,0	1,3	14,1	16,8	14,0	8,8	23,7	5,6	4,0	13,0	16,1	2,0	-11,5	27,1	12,2
Sachsen-Anhalt	14,9	16,8	13,7	8,7	24,3	21,3	25,7	10,8	27,2	12,3	6,7	15,6	18,9	3,4	3,1	35,5	27,7
Deutschland	8,7	11,9	9,0	0,7	12,7	7,3	16,2	8,0	23,2	5,4	4,1	10,7	12,2	-0,3	-6,7	18,7	12,2



Tab. 7: Änderung der Gebietsmittel (relativ zum Mittelwert 1961-1990) der Sonnenscheindauer seit 1951 (Linearer Trend in Prozent, höchste und tiefste Werte für jeden Zeitraum sind farblich hervorgehoben)

Helga Kromp-Kolb | Zentrum für Globalen Wandel und Nachhaltigkeit BOKU



Extremereignisse 2021



KLEINE+
ZEITUNG

12. bis 15. Juli 2021 Tiefdruckgebiet „Bernd“

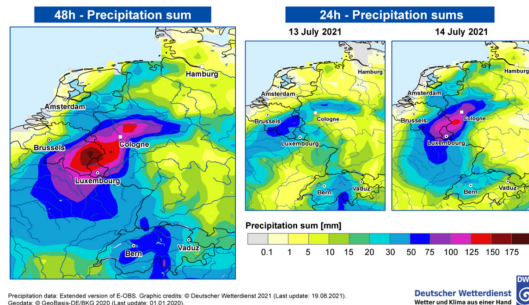


Figure: Left – precipitation accumulated over two days (48h hour accumulation 13 July 00:00 UTC – 15 July 2021, 00:00 UTC). Right – Precipitation accumulated over 24 hours for each of the individual days of the extreme precipitation event.

- Stellenweise mehr als 100 mm in 24h
- Schwere Überschwemmungen in Nordrhein-Westfalen, Rheinland-Pfalz durch Flüsse Ahr und Erft, in Luxemburg und entlang der Maas und Nebenflüssen in Belgien und den Niederlanden - >200 Tote
- Historische Niederschlagsmengen deutlich überschritten

<https://www.worldweatherattribution.org/heavy-rainfall-which-led-to-severe-flooding-in-western-europe-made-more-likely-by-climate-change/>



Helga Kromp-Kolb | Zentrum für Globalen Wandel und Nachhaltigkeit BOKU



Attribution bei Ereignissen

Welcher Teil des Schadens ist auf den Klimawandel zurückzuführen?

- Klimawandel nur ein Faktor
- Änderungen in naturräumlichen Gegebenheiten – lokal oder im Einflussgebiet (Versiegelung, Hochwasserschutz,)
- Änderungen in der Vulnerabilität (Neues, Wertvolleres, Anfälligeres....)
- Änderungen in der Wahrnehmung (was ist akzeptabel, naturgegeben,)



Helga Kromp-Kolb | Zentrum für Globalen Wandel und Nachhaltigkeit BOKU



Attribution

- Intensität des maximalen 1- und 2-Tages-Regenereignisses um etwa 3 bis 19 % erhöht.
- Wahrscheinlichkeit für solches Ereignis um einen Faktor zwischen 1,2 und 9 erhöht.
- Bei +2°C: Intensität um noch 0,8 - 6% höher
Wahrscheinlichkeit um Faktor 1,2 – 1,4 höher

<https://www.worldweatherattribution.org/heavy-rainfall-which-led-to-severe-flooding-in-western-europe-made-more-likely-by-climate-change/>

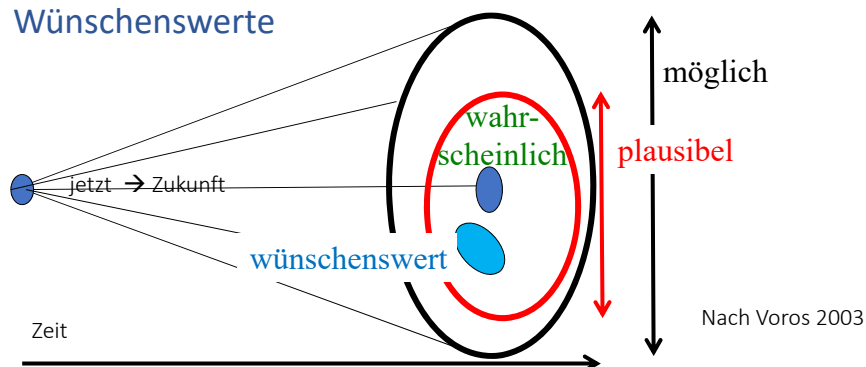


Helga Kromp-Kolb | Zentrum für Globalen Wandel und Nachhaltigkeit BOKU



Zukunftsszenarien

Die Wissenschaft fokussiert auf das Wahrscheinliche und Wünschenswerte



Helga Kromp-Kolb | Zentrum für Globalen Wandel und Nachhaltigkeit BOKU



Pessimistische Szenarien

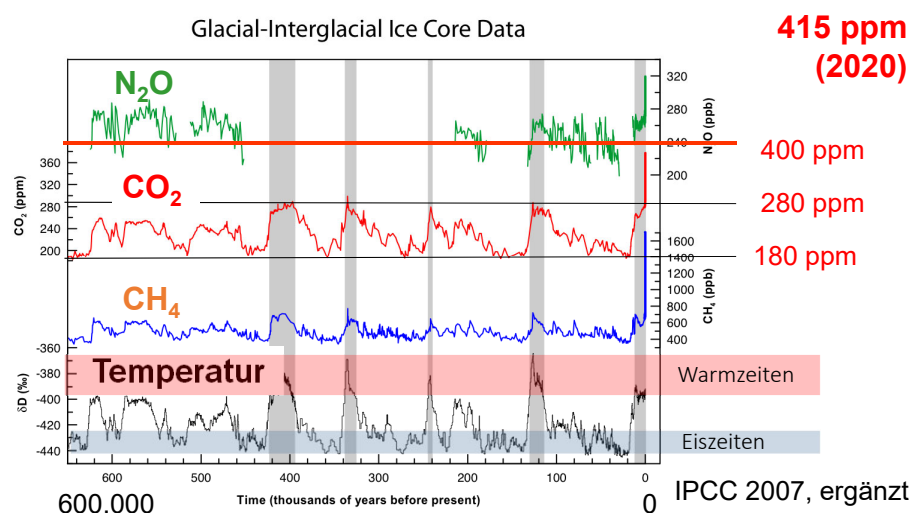


Helga Kromp-Kolb | Zentrum für Globalen Wandel und Nachhaltigkeit BOKU



THG Konzentrationen (Eisbohrkerndaten)

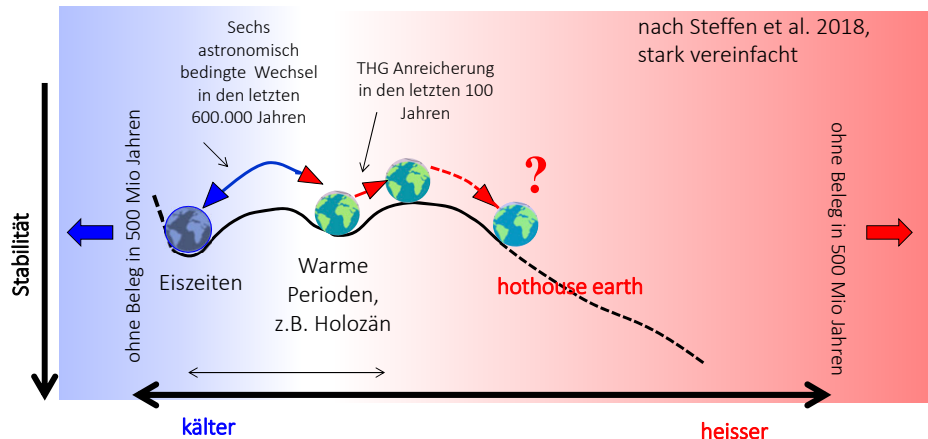
Glacial-Interglacial Ice Core Data



Helga Kromp-Kolb | Zentrum für Globalen Wandel und Nachhaltigkeit BOKU



Stabilitätszustände der Erdklimas



Helga Kromp-Kolb | Zentrum für Globalen Wandel und Nachhaltigkeit BOKU



Die Entscheidung vor der wir jetzt stehen?

- Stabilisieren bei 1,5°C oder
- nicht stabilisieren → ständige Erwärmung (hot house earth)
- 1,5°C werden in den frühen 2030ern überschritten
- Maßnahmen die **in dieser Dekade wirksam** werden, sind entscheidend
- ❖ Diese Dimension macht die Klimafrage besonders!
(„Tipping points - too risky to bet against“)
- ❖ Biodiversitätsfrage möglicherweise ähnlich dringend,
aber weniger gut verstanden.



Helga Kromp-Kolb | Zentrum für Globalen Wandel und Nachhaltigkeit BOKU



Ein optimistisches Szenarium



Helga Kromp-Kolb | Zentrum für Globalen Wandel und Nachhaltigkeit BOKU



Wenn alles gut geht ...+1,5° Klima

- heißesten Städte werden zeitweise unbewohnbar
- in Europa jedes Jahr 43% Wahrscheinlichkeit für Hitzeperiode wie 2003
- im Mittelmeerraum bis zu 3,7 Dürre-Monate/Jahr
- an der Nordsee 500-jährliche Sturmfluten → 100-jährliche Ereignisse
- 70-90% aller Korallenriffe weltweit vom Aussterben bedroht
-

IPCC 2028



Helga Kromp-Kolb | Zentrum für Globalen Wandel und Nachhaltigkeit BOKU



Aber

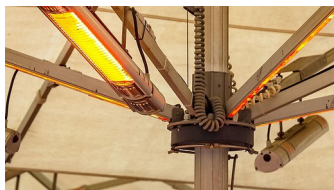
- Klima stabilisiert – kalkulierbarer, man kann sich anpassen
- Um 1,5°C Ziel zu erreichen
 - tiefgreifende Änderungen in allen Bereichen / Ebenen nötig
 - Veränderungen zum Besseren möglich
- besser machen
- anders machen
- gar nicht machen



Helga Kromp-Kolb | Zentrum für Globalen Wandel und Nachhaltigkeit BOKU

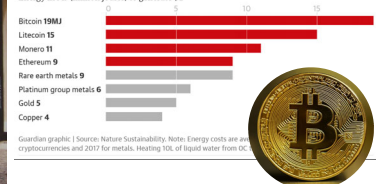


Verzicht auf Verzichtbares



Mining for cryptocurrencies requires more energy per dollar generated than mining copper, platinum or gold

Energy in MJ (million joules) to generate \$1



Helga Kromp-Kolb | Zentrum für Globalen Wandel und Nachhaltigkeit BOKU



„ Volltransformation unserer Art des Wirtschaftens“ (A. Merkel, 2021.07.15)

- Energie → Geopolitik, Abhängigkeiten, Geld bleibt im Land/Gemeinde, Anstoß neu zu denken, ..
- Industrie → haltbare Produkte, Besitz --> Verleih, ..
- Mobilität → Gesundheit, Sicherheit, ..
- Infrastruktur → flexibel, klimafreundlich, ...
- Landwirtschaft → gesunde Ernährung & Böden, ...
- Gesundheitssystem → Gesundheit fördern, ...
- Bildung → Kreativität, Kooperation, ..
- Wirtschaftssystem → kein Wachstumszwang
- Finanzsystem → Biotop von Währungen,
- Demokratie → Verantwortungsethik

**Das ist keine Verzicht-Agenda,
das ist eine Gewinn-Agenda**



Helga Kromp-Kolb | Zentrum für Globalen Wandel und Nachhaltigkeit



Standard-Szenarien



Helga Kromp-Kolb | Zentrum für Globalen Wandel und Nachhaltigkeit BOKU



Mögliche Klimazukunft (AR6)

- Temperatur steigt bis Mitte des Jahrhunderts weiter an.
- 1,5°C und 2°C im Laufe des 21. Jahrhunderts überschritten, ohne tiefgreifende Emissionsreduktion
- Zunahme von Häufigkeit und Intensität von
 - extremen Hitzeperioden,
 - marinen Hitzewellen,
 - Starkniederschlägen,
 - landwirtschaftlichen und ökologischen Dürren,
 - Anteil intensiver tropischer Wirbelstürme,
 - des Rückgangs des arktischen Meereises, der Schneebedeckung und des Permafrostes.

IPCC AR6 2021



Helga Kromp-Kolb | Zentrum für Globalen Wandel und Nachhaltigkeit BOKU



Mögliche Klimazukunft (AR6)

- Globaler Wasserkreislauf intensiver, variabler → Monsunniederschläge, Regen- und Trockenperioden.
- Kohlenstoffsinken in Ozeanen und an Land werden weniger wirksam → Anreicherung von CO₂ in der Atmosphäre beschleunigt.
- Viele Veränderungen über Jahrhunderte bis Jahrtausende unumkehrbar, insbesondere in Ozeanen, Eisschilde und der Meeresspiegel.

IPCC AR6 2021



Helga Kromp-Kolb | Zentrum für Globalen Wandel und Nachhaltigkeit BOKU



Auswirkungen: Globale Ebene

- Ernährung der Weltbevölkerung
- Wasserverfügbarkeit (Dürre, Überschwemmungen)
- Anpassung von Ökosystemen (Korallen, Artensterben, ...)
- Meeresspiegelanstieg - Flächenverlust
- Extremereignisse (Stürme, Hitze, ...)
- Kipp-Punkte

Wirtschaftskrisen, soziale und politische Krisen, Klimaflüchtlinge



Helga Kromp-Kolb | Zentrum für Globalen Wandel und Nachhaltigkeit BOKU



Zahl der Tage mit tödlichen Klimabedingungen historisch und für 3 Szenarien

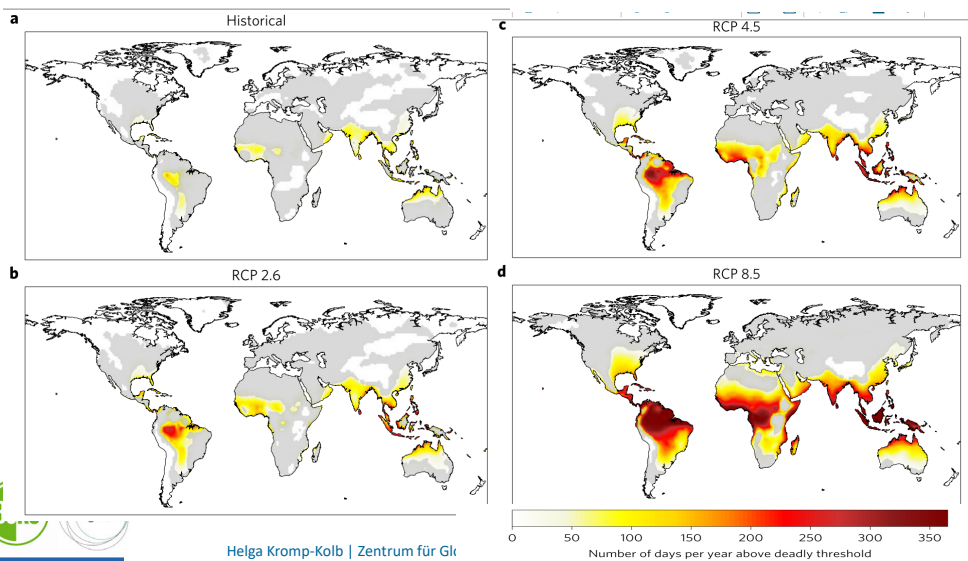


Figure 3 | Geographical distribution of deadly climatic conditions under different emission scenarios. a: Number of days per year exceeding the threshold of temperature and humidity beyond which climatic conditions become deadly (Fig. 1b), averaged between 1995 and 2005 (a, historical experiment), and between 2090 and 2100 under RCP 2.6 (b), RCP 4.5 (c) and RCP 8.5 (d). Results are based on multimodel medians. Grey areas indicate locations with high uncertainty (that is, the multimodel standard deviation was larger than the projected mean; coefficient of variance > 1). The expected lower number of deadly days at higher latitudes (Fig. 4) may help explain the large variability among Earth System Models in the projected number of deadly days at higher latitudes¹⁰. For example, in the case for New York (illustrated in Fig. 4) the one model projects nine deadly days for 2100, yet any other model projecting 18 days will double the variability. The uncertainty presented in this figure should be interpreted with that caution in mind.

Graue gefärbte Gebiete = hohe Unsicherheit

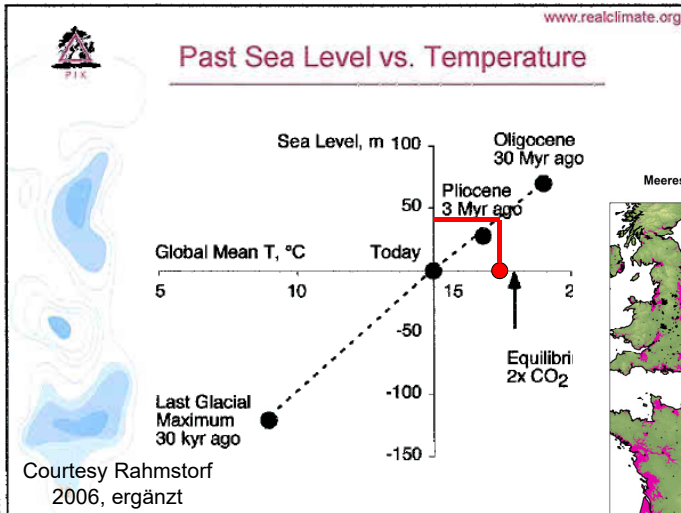
More et al. 2017



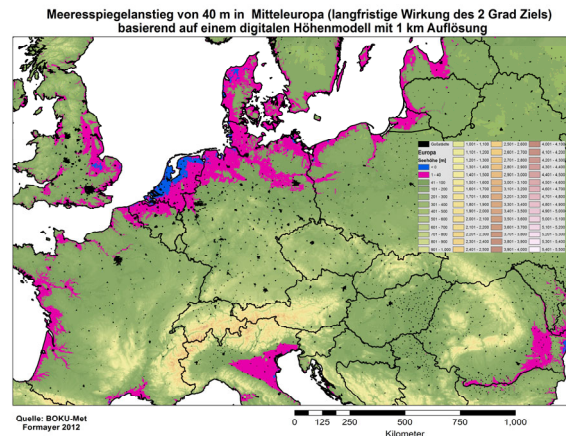
Helga Kromp-Kolb | Zentrum für Gl



Temperatur & Meeresspiegel: Paläodaten



Europas Küstenlinie bei
+40 m Meeresspiegel



Abgebildet sind die **positiven** und **negativen** Abweichungen der Lufttemperatur vom
vieljährigen Mittelwert 1971 - 2000 sowie die zu erwartende Zunahme bis 2100

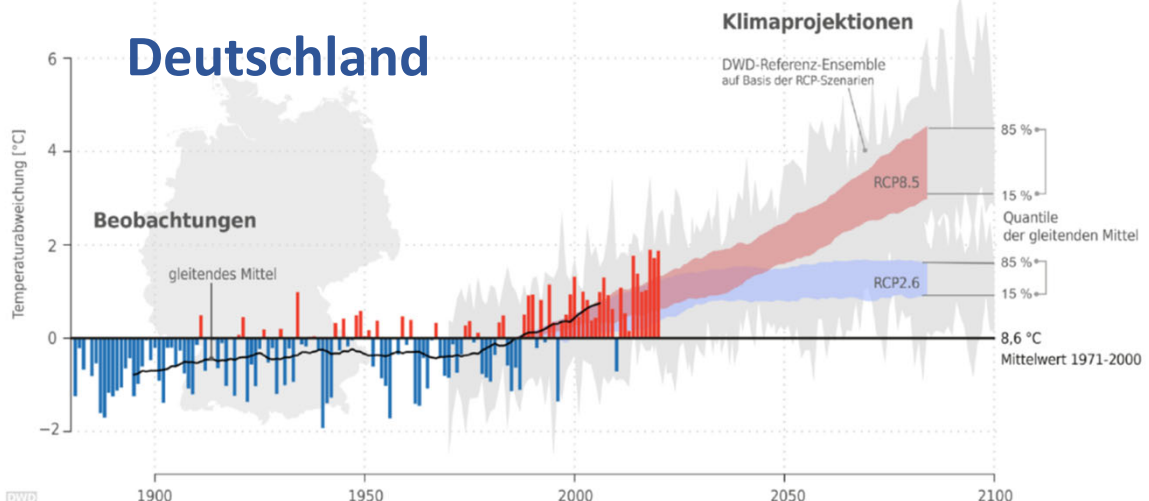
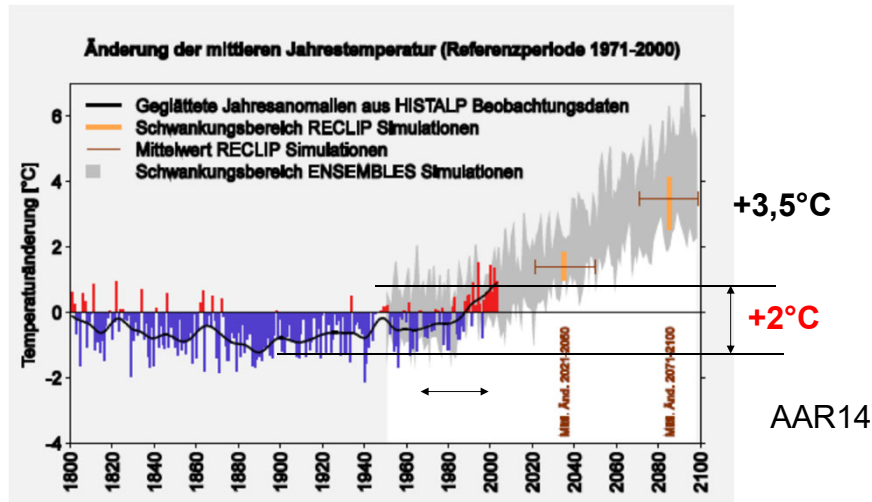


Abb. 16: Beobachtete und projizierte Temperaturentwicklung für Deutschland 1881-2100. Klimaprojektionen auf Basis des DWD-Referenz-Ensemble v2018. Das RCP8.5-Szenario entspricht einer globalen Entwicklung ohne Klimaschutzmaßnahmen, während RCP2.6 von einer konsequenten Umsetzung von Klimaschutzmaßnahmen ausgeht.

Österreich: Temperaturszenario(A1B)

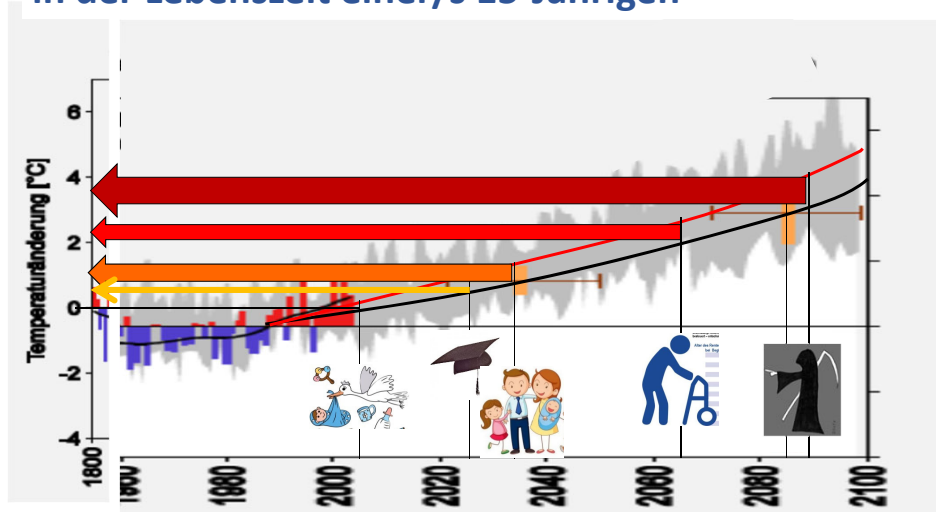
Referenzperiode: 1971-2000



Helga Kromp-Kolb | Zentrum für Globalen Wandel und Nachhaltigkeit BOKU



Österreich: Temperaturanstieg in der Lebenszeit einer/s 15-Jährigen



Helga Kromp-Kolb | BOKU
Helga Kromp-Kolb | Zentrum für Globalen Wandel und Nachhaltigkeit BOKU



Regional-szenarien

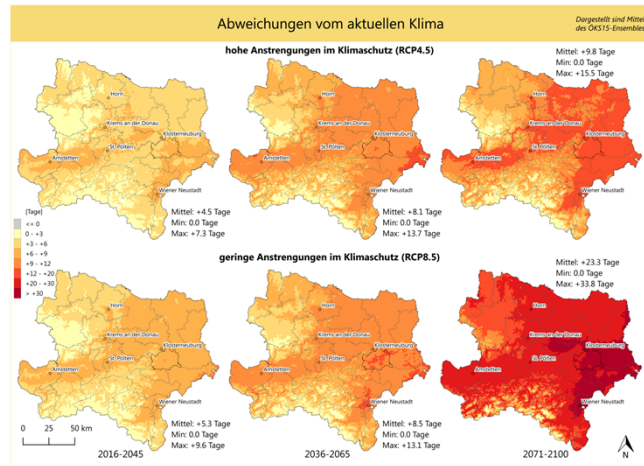
Temperaturparameter

- Mitteltemperatur
- Hitzetage
- Tropennächte
- Badetage
- Heizgradtage
- Kühlgradtage
- Frosttage
- Frost-Tau-Wechseltage
- Vegetationsperiode
-

CLIMAMAP
Climate Change Impact Maps for Austrian Regions

Hitzetage

powered by Klima+
Klimafonds



Beschreibung

Diese Karten zeigen die Anzahl der Tage im Jahr in Niederösterreich und Wien, an denen die Tagesmaximum-Temperatur größer gleich 30°C beträgt. Zu sehen ist jeweils das Mittel dieser Anzahl über die angegebene Periode. Die Karten zeigen die Entwicklung der Hitzetage im Laufe des 21. Jahrhunderts, und zwar für die Perioden 2016-2045, 2036-2065 und 2071-2100. Die obere Reihe zeigt diese Entwicklung unter Annahme hoher Anstrengungen im Klimaschutz (RCP4.5), die untere Reihe unter Annahme geringer Anstrengungen im Klimaschutz (RCP8.5). Es werden jeweils die Änderungen gegenüber dem Beobachtungszeitraum (aktuelles Klima, 1981-2010) dargestellt.



Helga Kromp-Kolb | BOMelga Krc



Maßnahmen: Minderung / Anpassung

Die **Änderung des Klimas** kann positive oder negative Auswirkungen haben – sie birgt Chancen und Risiken

Mitigation
pro-aktiv

Anpassung
reaktiv und pro-aktiv

Klimaschutzmaßnahmen können positive oder negative Auswirkungen haben – sie bergen Chancen und Risiken



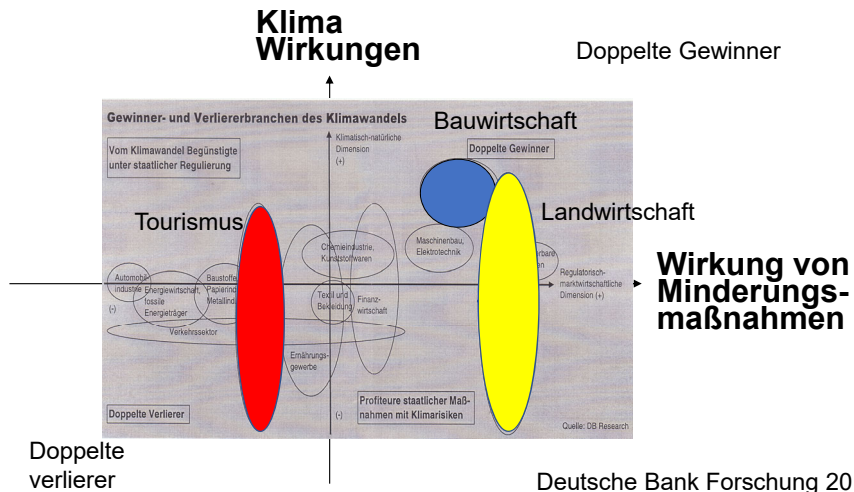
Helga Kromp-Kolb | Zentrum für Globalen Wandel und Nachhaltigkeit BOKU



MAKING
CHANGE!



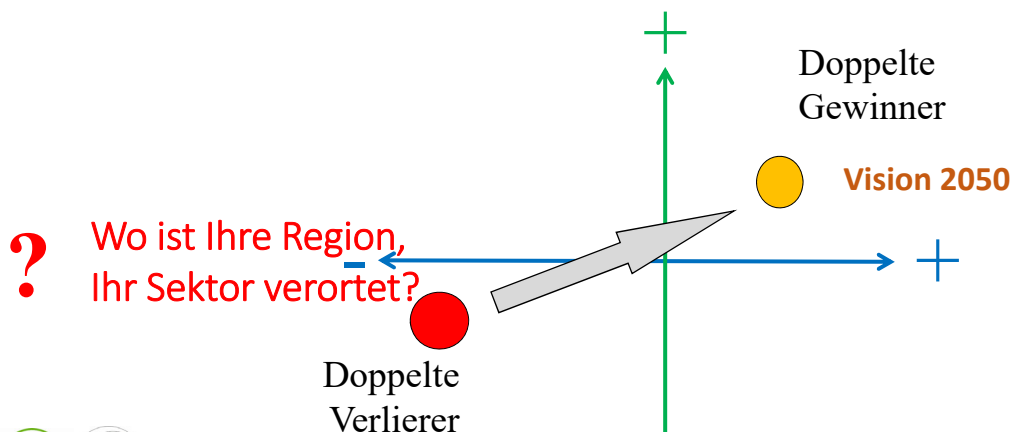
Gewinner und Verlierer



Helga Kromp-Kolb | Zentrum für Globalen Wandel und Nachhaltigkeit BOKU



Klimawandel bietet auch Chancen



Helga Kromp-Kolb | Zentrum für Globalen Wandel und Nachhaltigkeit BOKU



Every tonne of CO₂ emissions adds to global warming

Global surface temperature increase since 1850-1900 (°C) as a function of cumulative CO₂ emissions (GtCO₂)

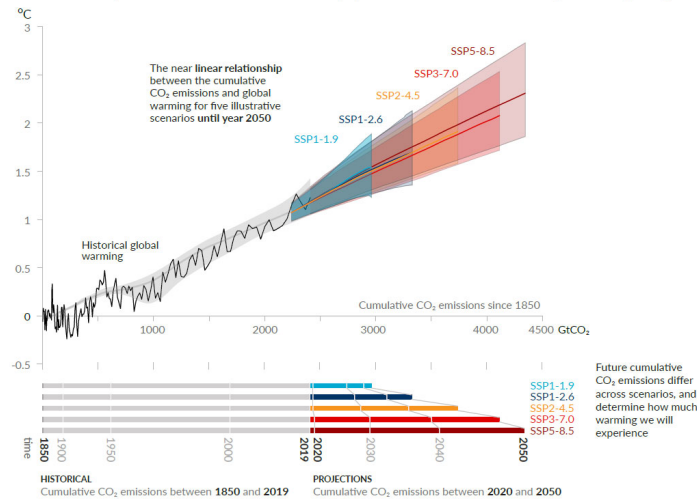


Figure SPM.10: Near-linear relationship between cumulative CO₂ emissions and the increase in global surface temperature.

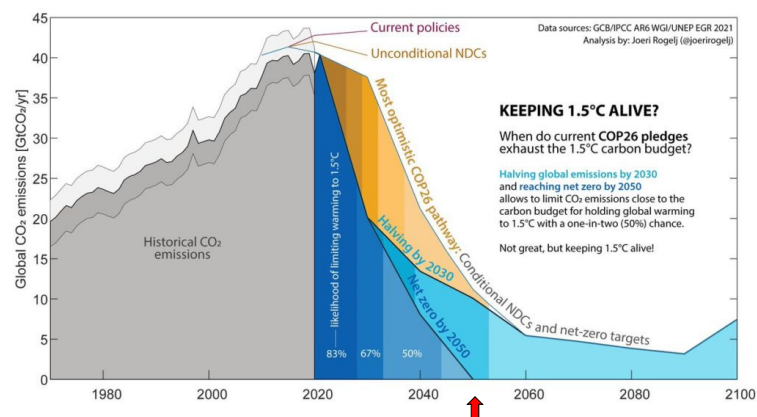
Klimabudget

Temperaturanstieg
hängt von Summe
der Emissionen
seit industrieller
Revolution ab
→ Klimaziel(+1,5°C)
limitiert
Gesamtmenge der
Emissionen



Pfad mit -50% bis 2030 und Netto-Null 2050

→ 1,5°C mit 50%
Wahrscheinlichkeit
eingehalten



Bis ~ 2050 Budget ausgeschöpft



Helga Kromp-Kolb | Zentrum für Globalen Wandel und Nachhaltigkeit BOKU





- Grundsätzlich geht es um 2 Agendas:
 - (i) Ein „gutes Leben für alle“ (menschliches Wohlergehen)
 - (ii) Das Einhalten der ökologischen Grenzen
- Die Herausforderung ist, **Soziales und Ökologisches** synergistisch zu verfolgen und nicht gegeneinander auszuspielen

Riahi, based on Oran Young, UCSB



Helga Kromp-Kolb | Zentrum für Globalen Wandel und Nachhaltigkeit BOKU



Agri-PV im Freiland?

- Grünland oder Felder
- konventionell, vertikal, auf hohen Ständern
- Agro-Ertrag und PV-Ertrag mit Einbußen; zusammen wirtschaftlich attraktiv
- technischer Aufwand hoch
- umfassende Technikfolgenabschätzung und Erfahrung fehlen noch
- bevorzugt ungenutzte Dächer und versiegelte Freiflächen nutzen.



Quelle: Agri-PV Tagung BOKU 2022



Helga Kromp-Kolb | Zentrum für Globalen Wandel und Nachhaltigkeit BOKU



Voraussetzungen besser denn je!

- Politik gibt ambitionierte Ziele vor (COP, EU, AUT, Länder)
- Wirtschaft erkennt ernste Absichten
- Finanz- und Versicherungswirtschaft wird unruhig
- Rechtsprechung gibt klare Signale; Ökozid in Diskussion
- Bewusstsein in Bevölkerung ungebrochen; Jugend auf dem Vormarsch
- Coronakrise als Chance!
 - Ideologien und Dogmen innerhalb von Tagen über Bord geworfen
 - Politik handelt rasch und tiefgreifend
 - Wirtschaft kann sich jetzt neu erfinden
 - Staat hat mehr Macht als zuvor, weil Hilfe (Geld) gebraucht wird
 - Viele Menschen haben sich besonnen

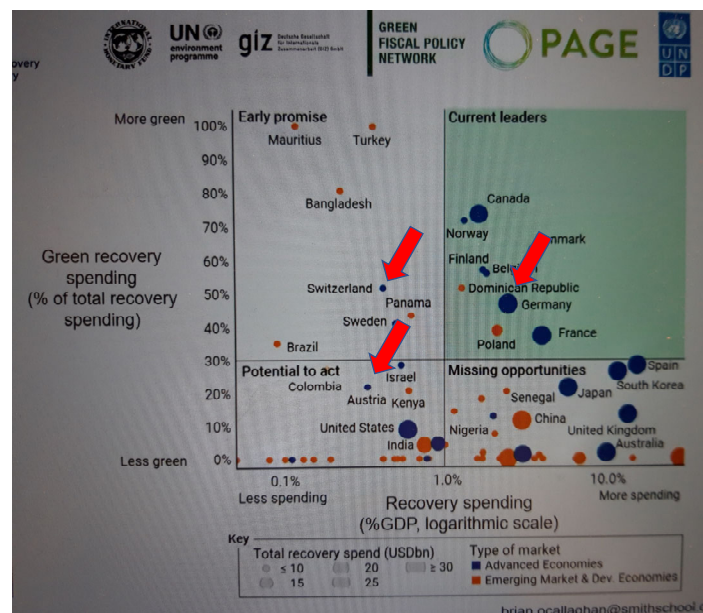


Helga Kromp-Kolb | Zentrum für Globalen Wandel und Nachhaltigkeit BOKU



Sind wir am richtigen Weg?

AUT gibt sehr wenig aus, und davon nur 20% für Transformation



Helga Kromp-Kolb | Zentrum für Globalen Wandel und Nachhaltigkeit BOKU



Das Notwendige – nicht das Mögliche

Auf das Notwendige konzentrieren, nicht das politisch Mögliche → das Notwendige möglich machen!

Wenn Lösungen innerhalb des Systems so unmöglich zu finden sind → das System ändern."

(nach Greta Thunberg 2018)



Helga Kromp-Kolb | Zentrum für Globalen Wandel und Nachhaltigkeit BOKU



Danke für Ihre Aufmerksamkeit!



Helga Kromp-Kolb | Zentrum für Globalen Wandel und Nachhaltigkeit BOKU

