

Wanderungen im Klimawandel

em. Univ. Prof. Dr. Helga Kromp-Kolb
Universität für Bodenkultur, Wien
Institut für Meteorologie
und
Zentrum für Globalen Wandel und Nachhaltigkeit

Klimawandel – Klimakrise – Klimakatastrophe?

Menschen;
Lebensstil



Emissionen



30 Gt CO₂/y

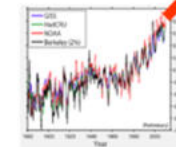
THG-Konzentration i.d. Atm.



398 ppm CO₂

Erwärmung

+2 °C?



Klimawandel

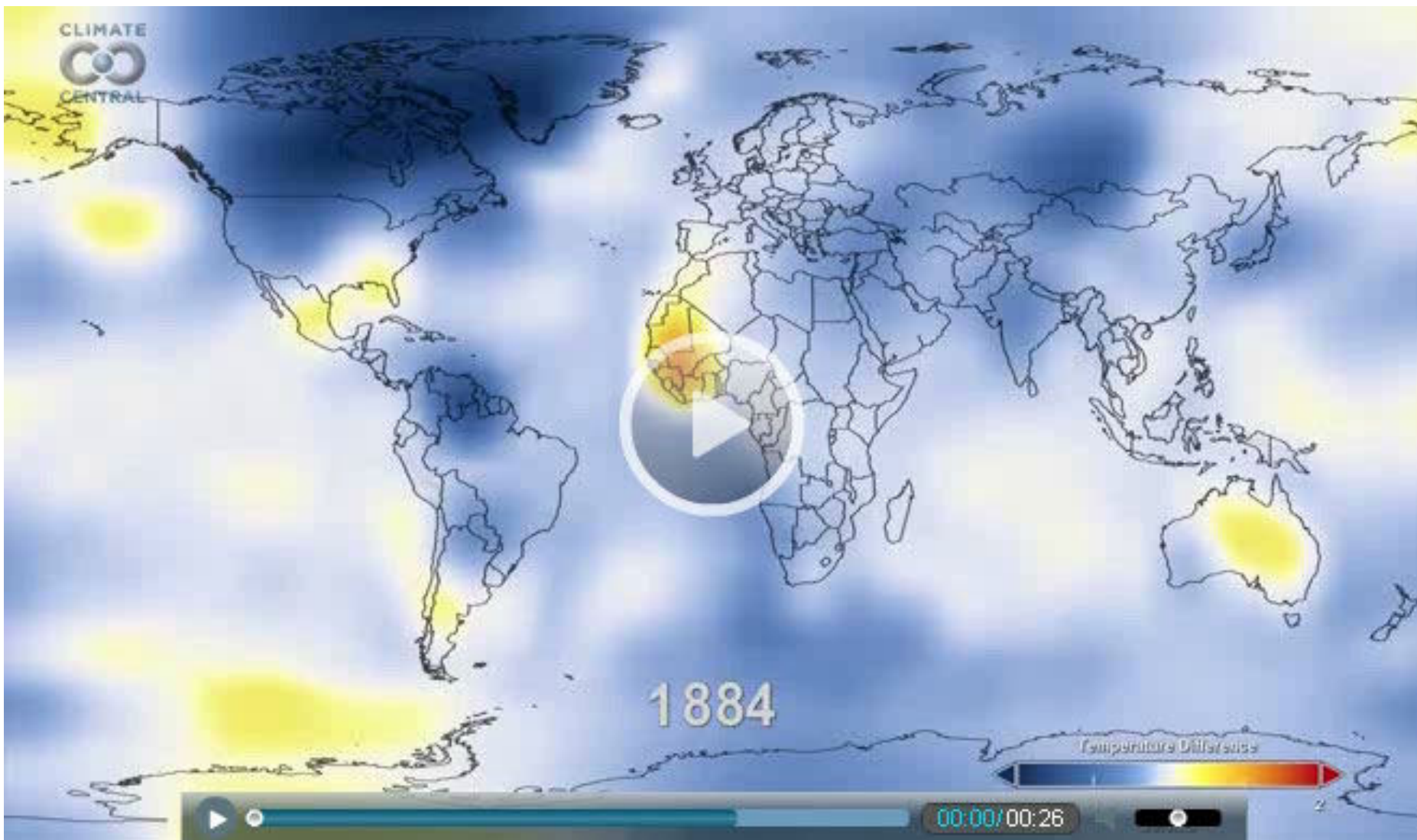


Auswirkungen



Temperatur der letzten 131 Jahre

NASA <https://www.youtube.com/watch?v=0019E8k51ww>



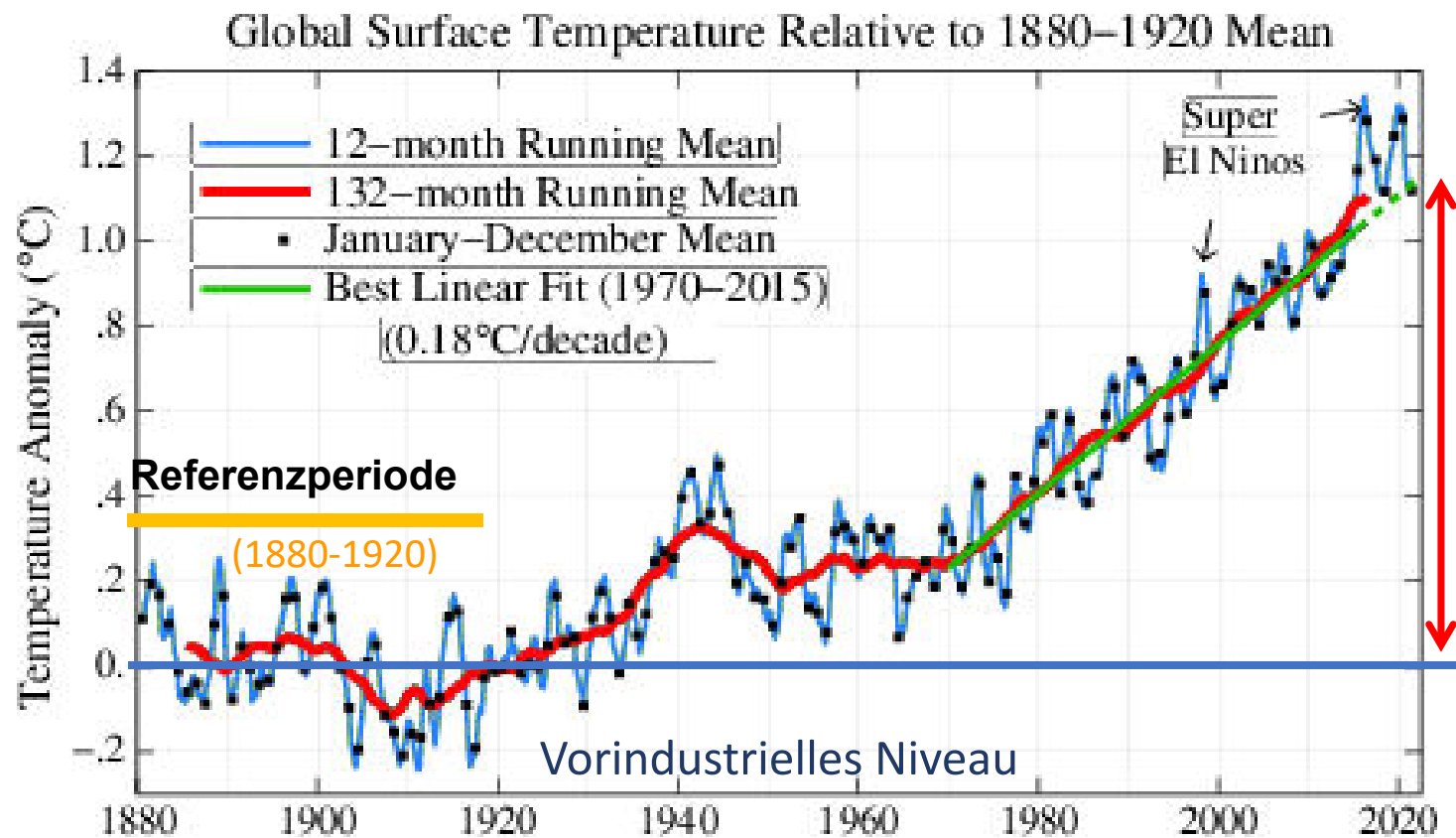
Met



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



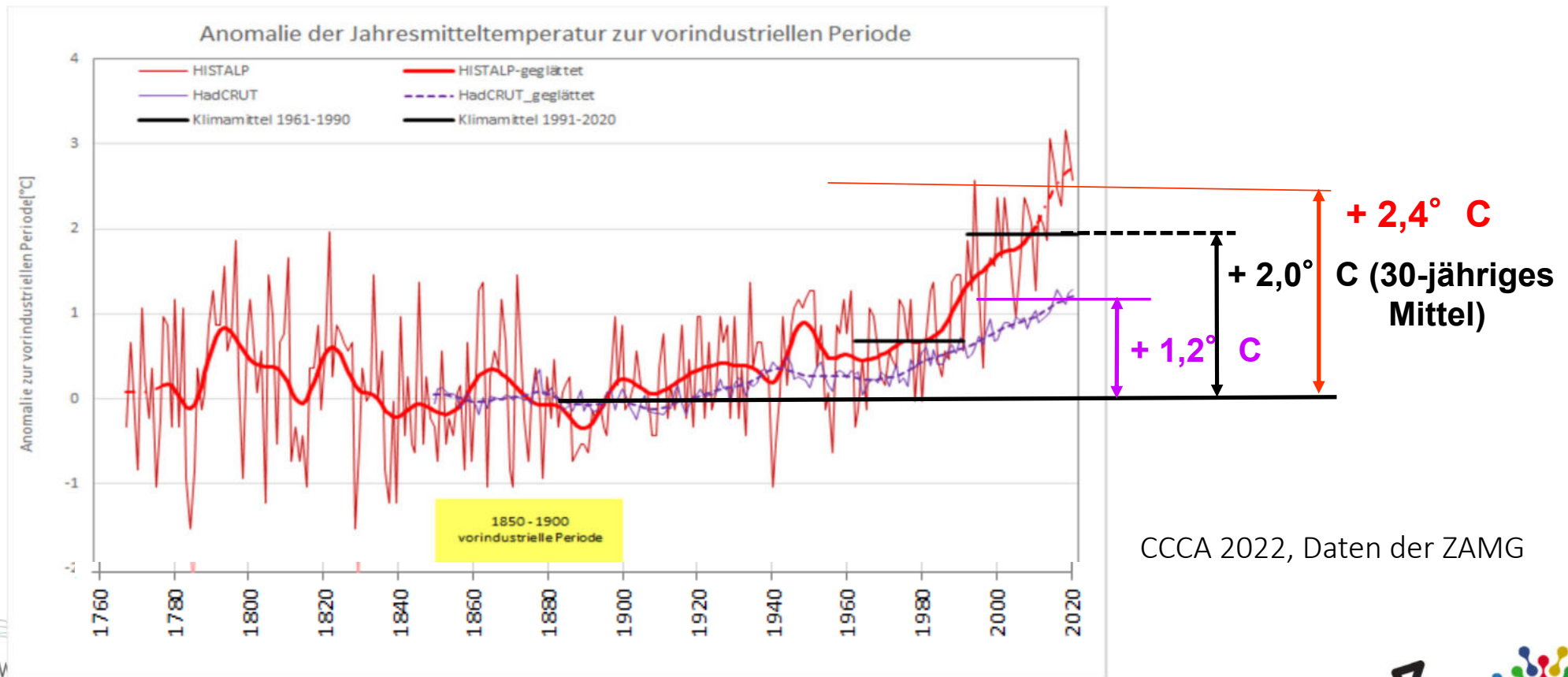
Temperaturanstieg global 1880 - 2021



+1,2°C

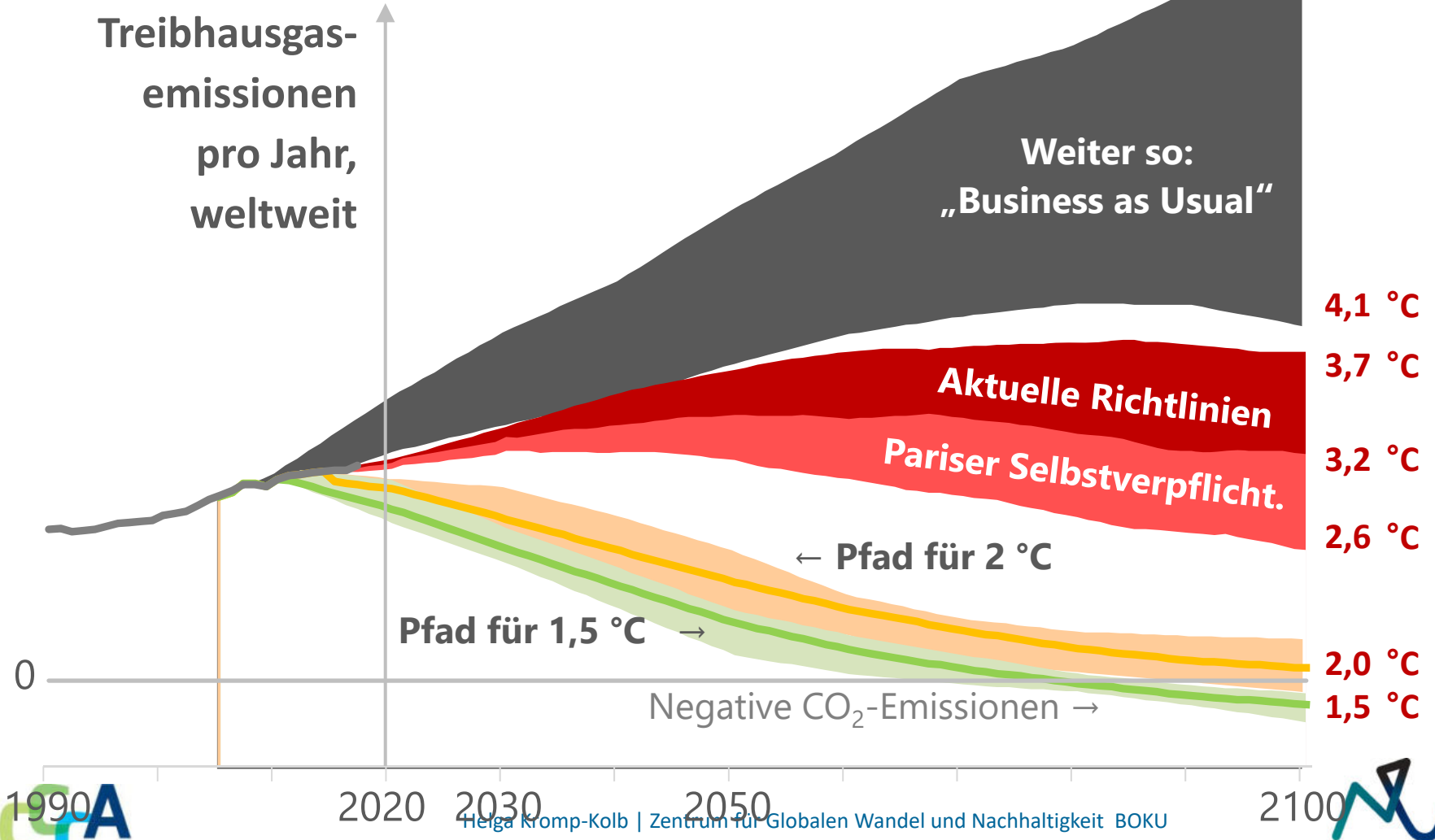
Hansen et al
2022,
ergänzt

Temperaturanomalie im Alpenraum und global gegenüber vorindustriellem Niveau



Was bringt die Zukunft?

Temperaturänderungen im Jahr 2100:



© Gregor Hagedorn 2018, CC BY-SA 4.0. Data from climateactiontracker.org, plus other sources



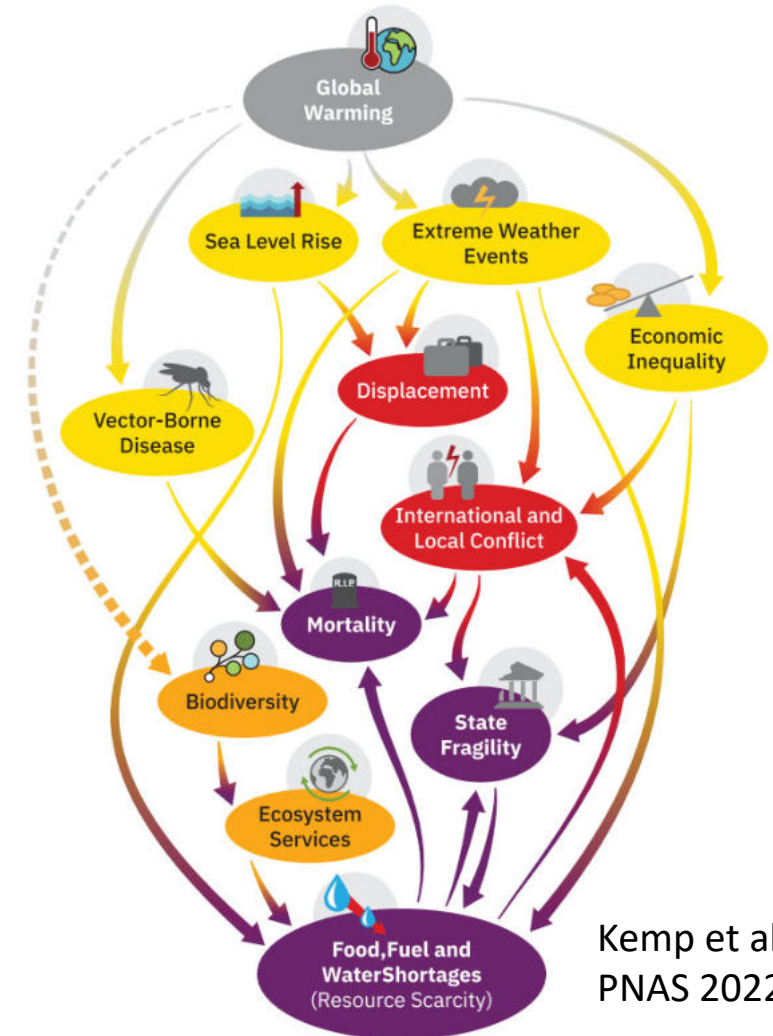
Heiga Kromp-Kolb | Zentrum für Globalen Wandel und Nachhaltigkeit BOKU



© Gregor Hagedorn 2018, CC BY-SA 4.0. Data from climateactiontracker.org, plus other sources

Klimakrise – ein gesellschaftliches Problem

- Mit rein technologischen Maßnahmen nicht beherrschbar
- Selbst wenn, kämen sie zu spät
- Es geht um Weltbilder und Werte
→ Müssen explizit angesprochen werden



Kemp et al..
PNAS 2022

Fig. 3. Cascading global climate failure. This is a causal loop diagram, in which a complete line represents a positive polarity (e.g., amplifying feedback; not necessarily positive in a normative sense) and a dotted line denotes a negative polarity (meaning a dampening feedback). See [SI Appendix](#) for further information.

Biosphären-
integrität

Klima
wandel

Neue
Einheiten

Genetische
Diversität

Funktionelle
Diversität

Land-
System-
wandel

Wasser-
nutzung

Bio-geo-
chemische Flüsse

Ozean-
versauerung

Zerstörung d.
Ozonschicht

Atmosphärische
Aerosol-
belastung

Phosphor

Stick-
stoff



Jenseits der
Unsicherheit –
hohes Risiko



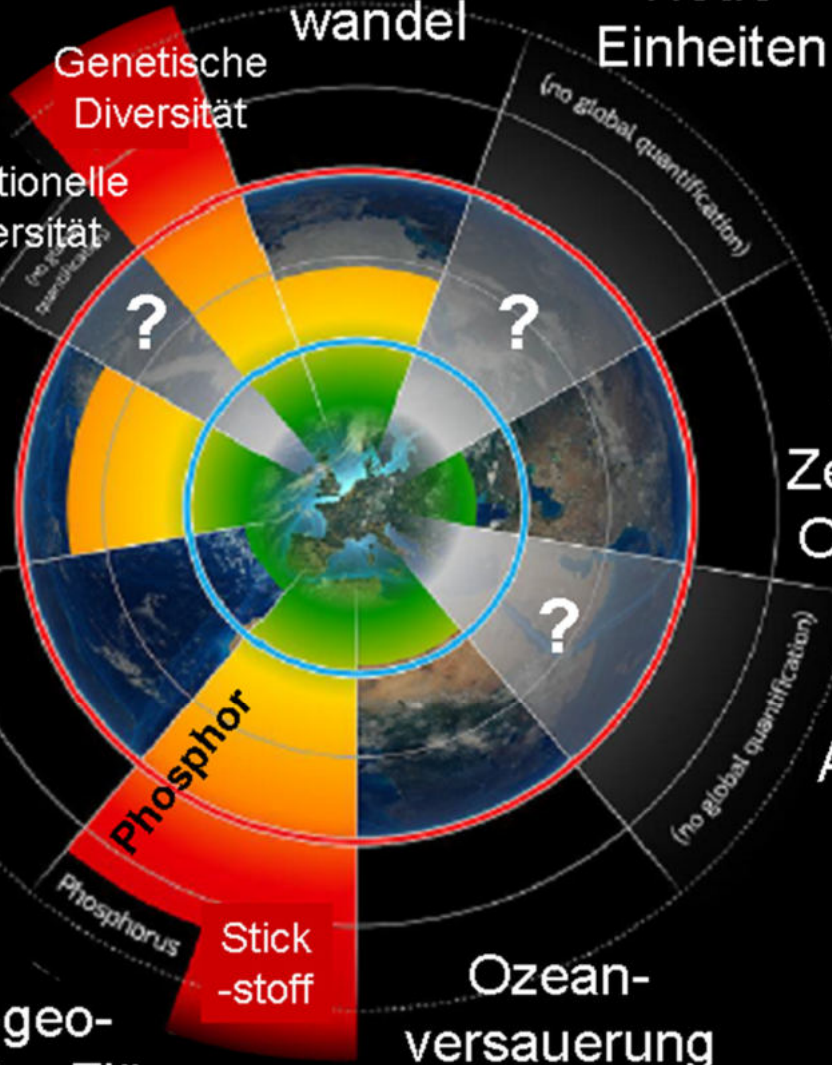
Unsicherheitsbereich
– steigendes Risiko



Unter Grenzwert –
sicherer Bereich



Noch nicht
quantifiziert



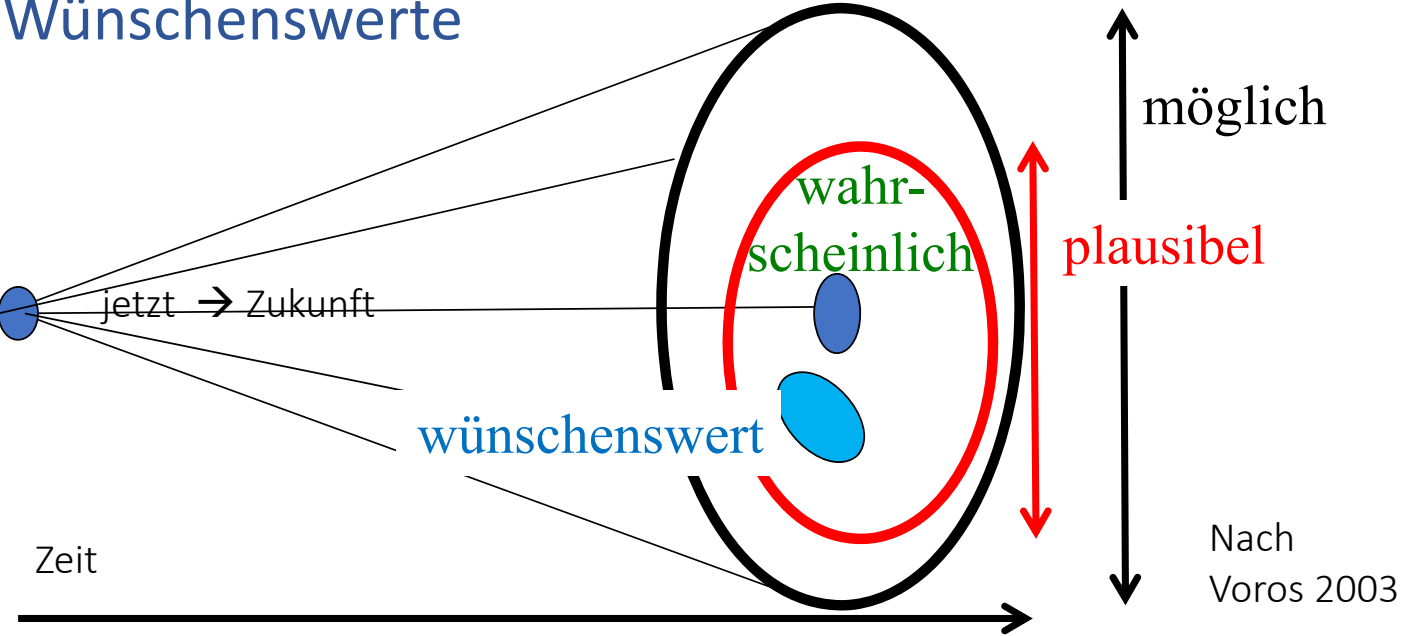
Wo liegt Ihr Interesse?

- a. Wie ernst ist die Lage? Der schlimmste und der günstigste Fall.
- b. Wie sich der Klimawandel in Österreich auswirkt
- c. Was muss getan werden? Was können wir selbst tun?
- d. Warum ist die Klimakrise auch eine Chance?

**Wie ernst ist die Lage?
Der schlimmste und der günstigste Fall.**

Mögliche Zukünfte

Die Wissenschaft fokussiert auf das Wahrscheinliche und Wünschenswerte



Die Wissenschaft unterschätzt die Entwicklungen notoriously

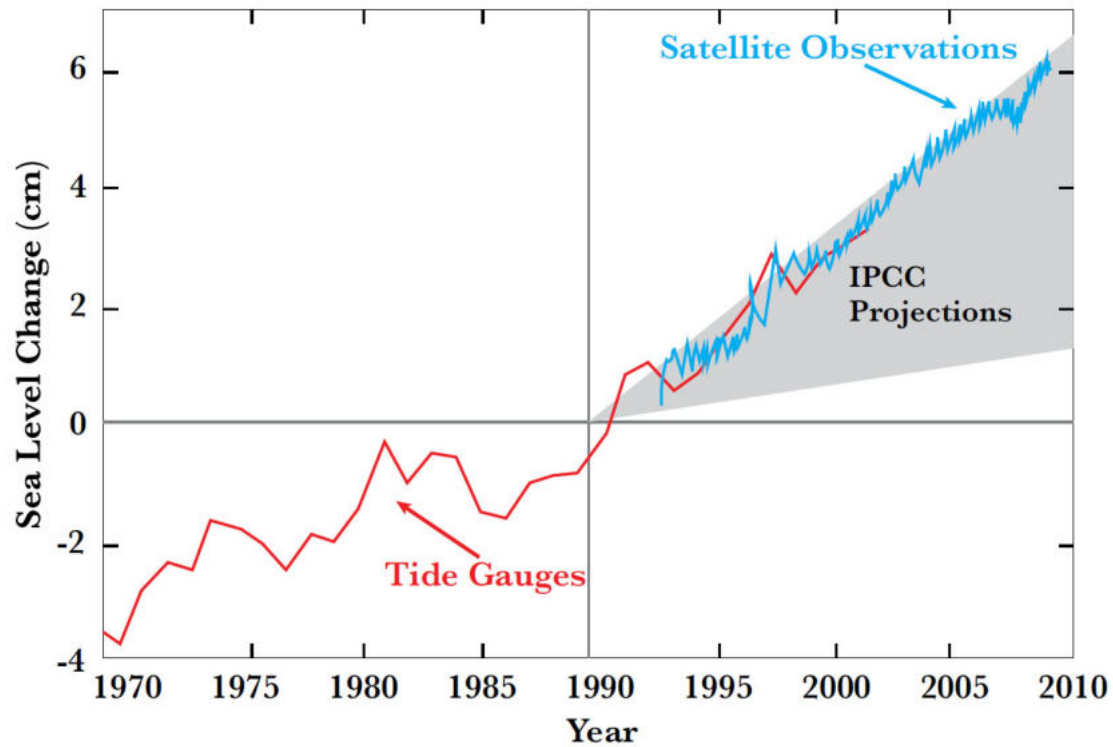


Figure 4: Observed sea-level rise 1970-2010 from tide gauge data (red) and satellite measurements (blue) compared to model projections for 1990-2010 from the IPCC (grey band). (Source: *The Copenhagen Diagnosis*, 2009)

Spratt&Dunlop 2018

Beispiel Meeresspiegel

- IPCC 2014: ca. +80 cm bis 2100
- Antarktisbeitrag: 0,2 mm/Jahr
Real: 0,6 mm/Jahr
- Grönland-Daten: Verdoppelung des Schmelzvolumens alle 10-20 Jahre:
 - +1,0 m bis 2070
 - + 2,4 m bis 2080

Wahrscheinlichkeit – Schaden - Risiko

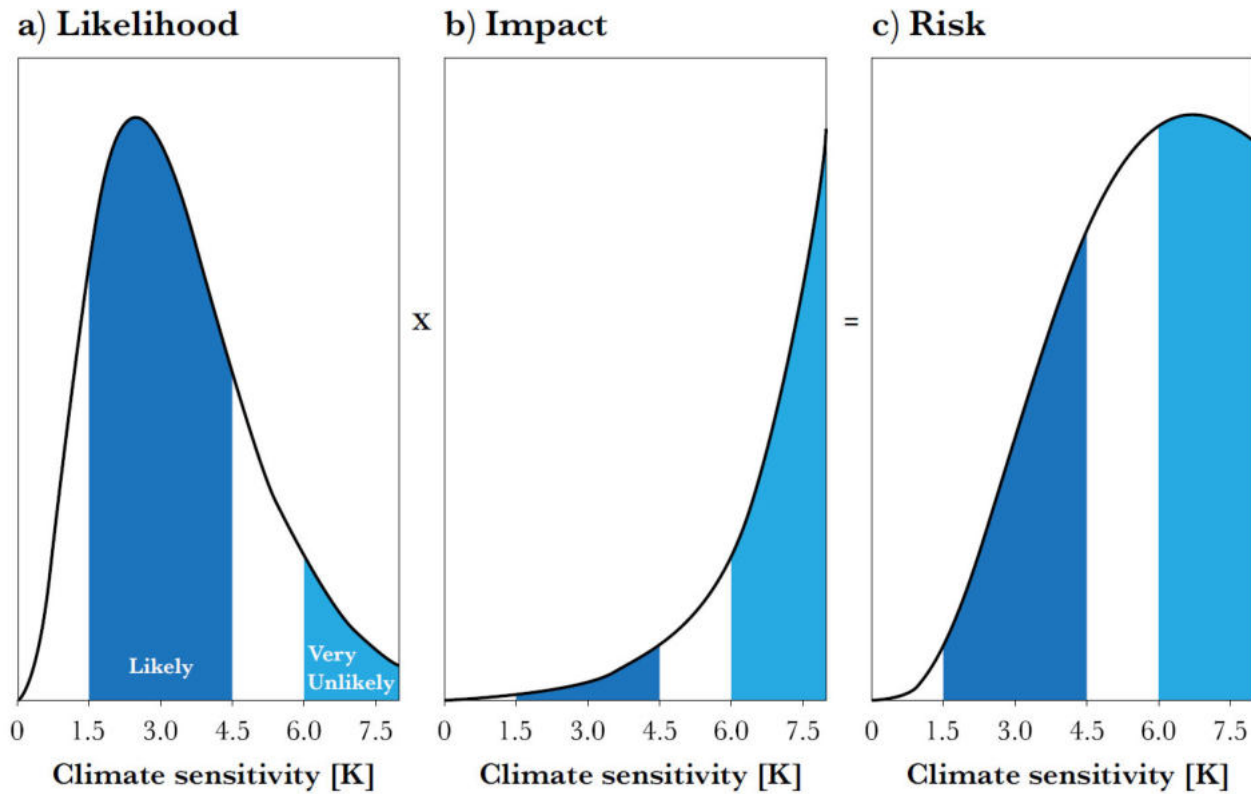
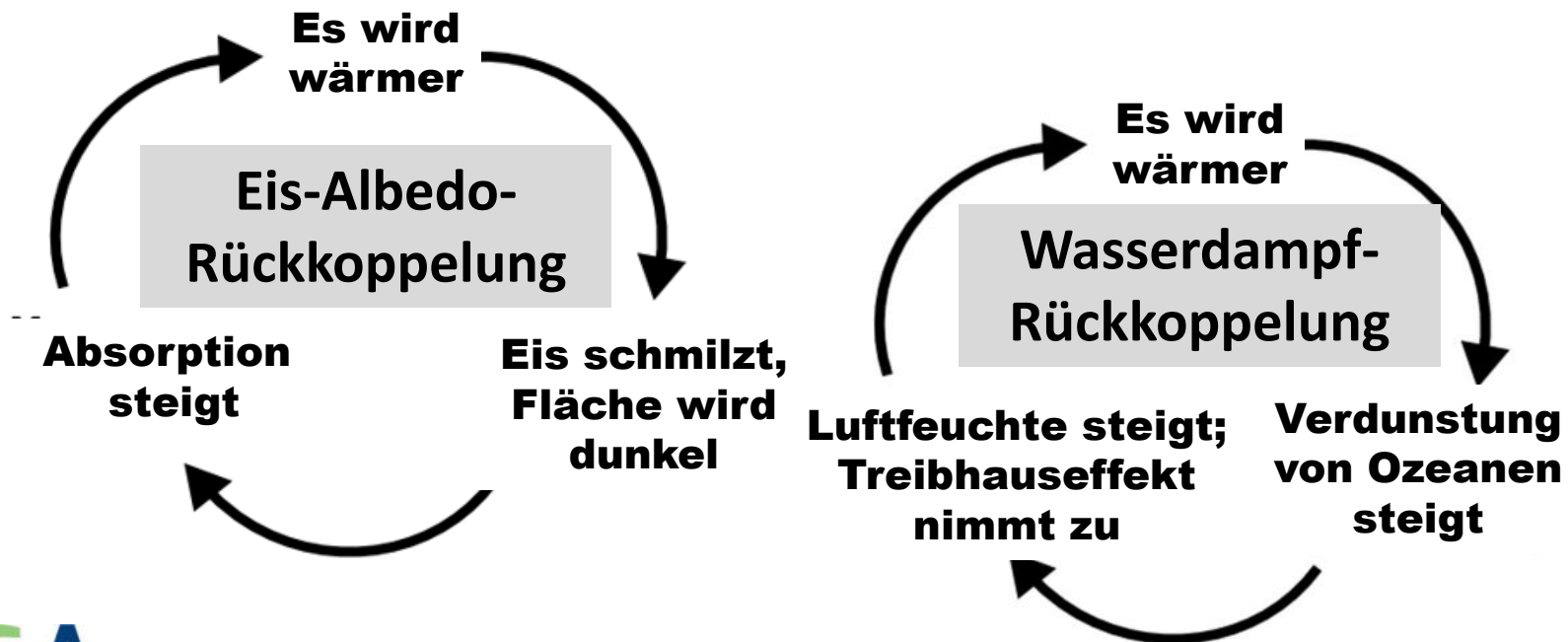


Figure 2: Schema of climate-related risk. (a) Event likelihood and (b) Impacts produce (c) Risk. Lower likelihood events at the high end of the probability distribution have the highest risk (Credit: RT Sutton/E Hawkins).

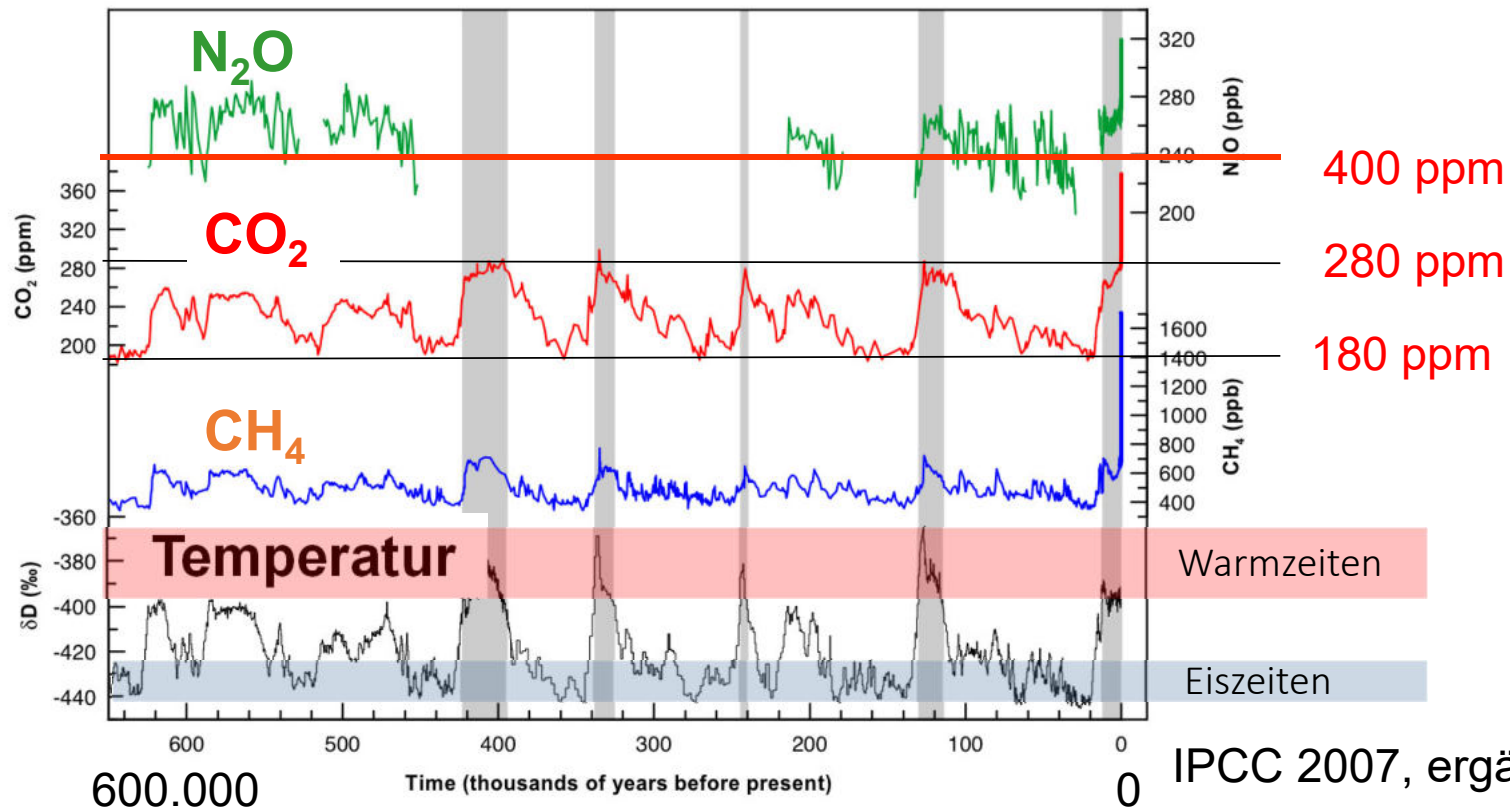
Überschreiten von Kipp-Punkten

Durch selbst verstärkende Prozesse werden klimatische Kipp-Punkte immer wahrscheinlicher



THG Konzentrationen (Eisbohrkerndaten)

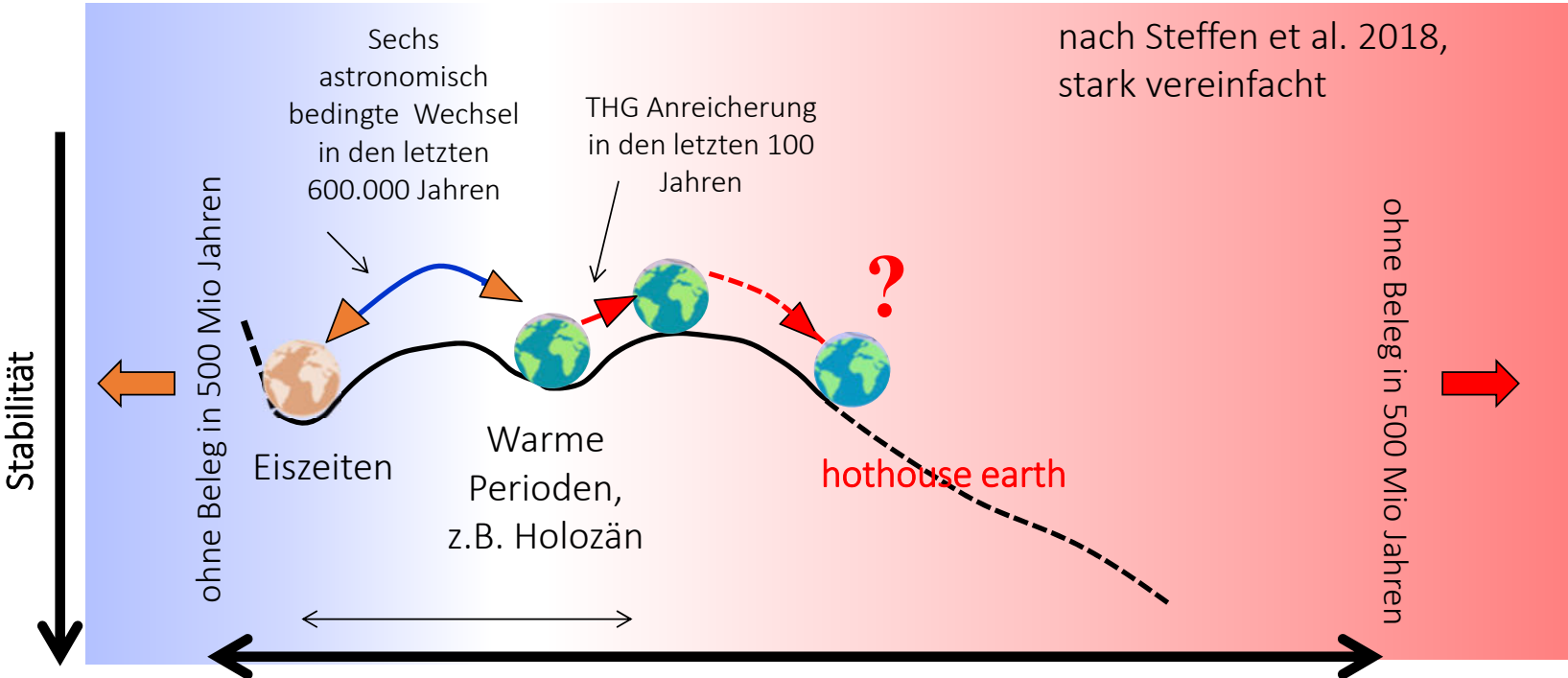
Glacial-Interglacial Ice Core Data



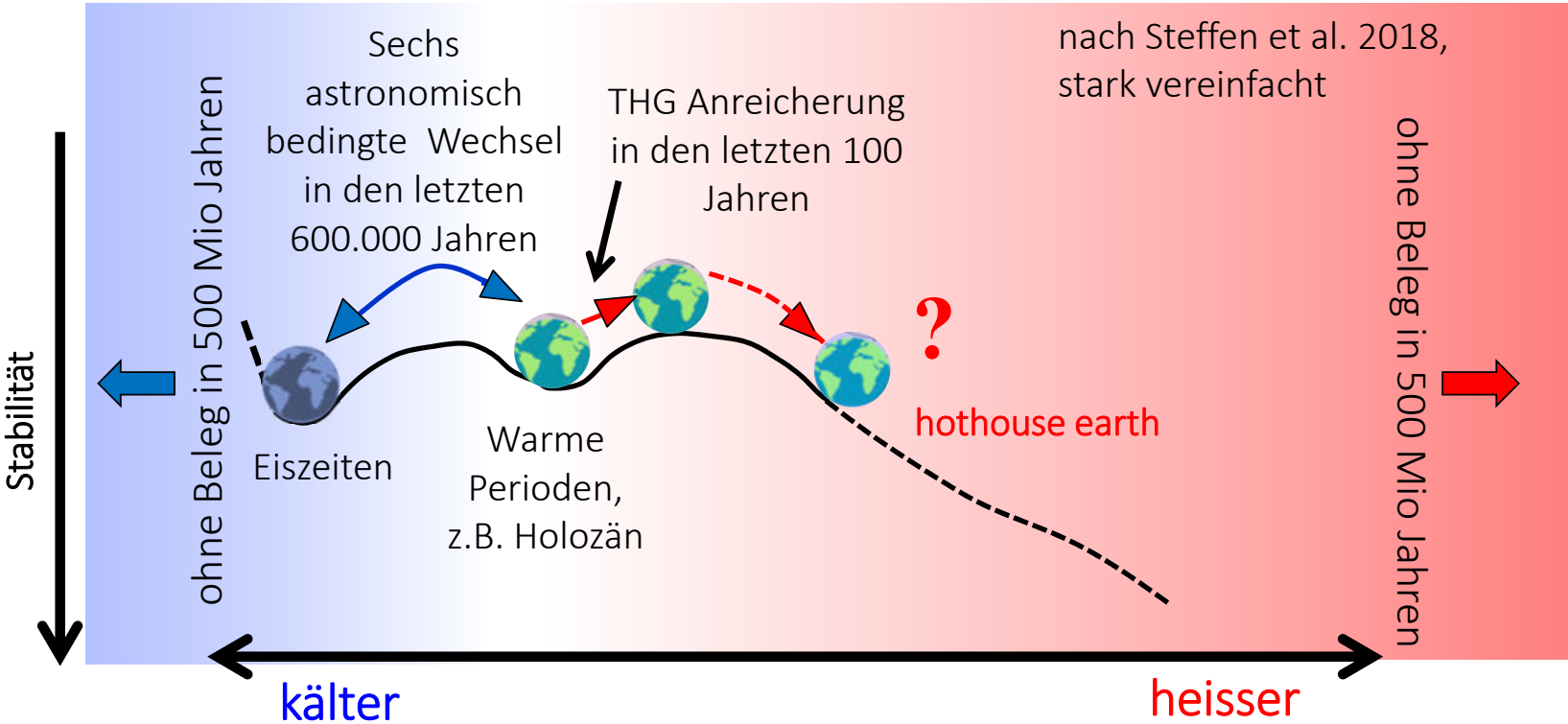
IPCC 2007, ergänzt



Stabilitätszustände der Erdklimas



Stabilitätszustände der Erdklimas



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!



Kriterien für
Energieform

❖ Diese Dimension macht die Klimafrage besonders!
(„Tipping points - too risky to bet against“)

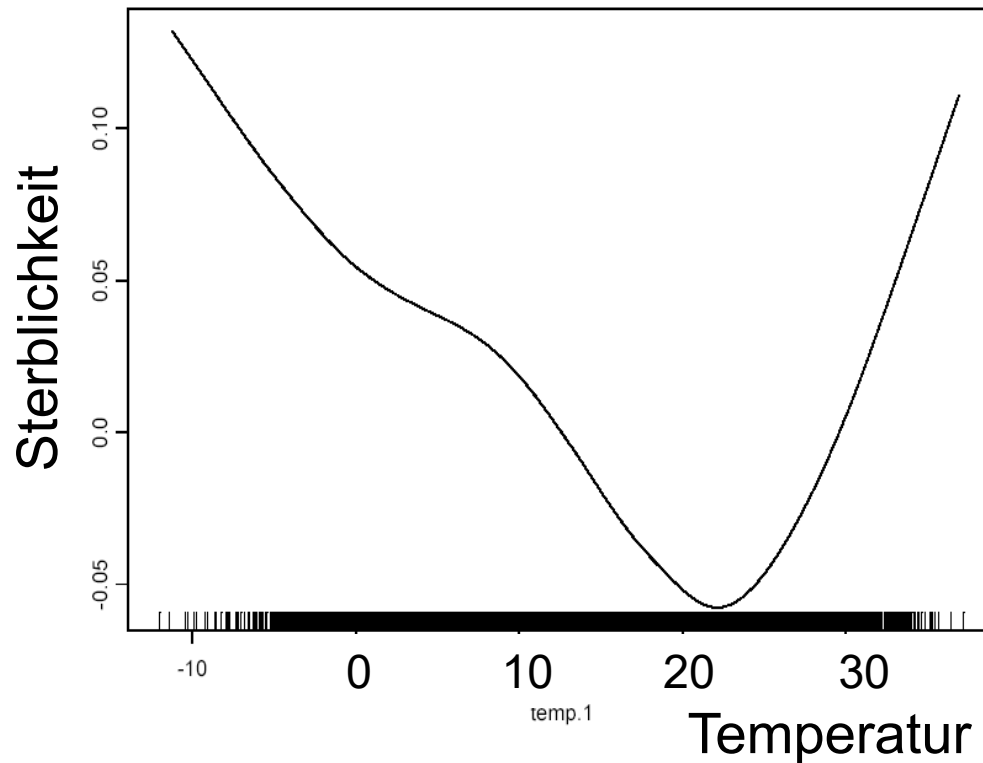
❖ Biodiversitätsfrage möglicherweise ähnlich dringend,
aber weniger gut verstanden.



Hitzetod

- Menschen sind Wärmekraftmaschinen
- +7°C global → tödlich in äquatorialen Gebieten
- +11-12°C global → >50% der Bevölkerung stirbt
- Feuchttemperatur 35° = rote Linie; derzeit max 26-27°C
- Hitzestress tritt viel früher auf

Temperatur und tägliche Sterblichkeit



Tägliche max.
Temperaturen
an der Station
Hörsching
jeweils einen
Tag zuvor

Bezirke:
L, LL, WE,
WL, GK, EF

Hitze

- +1°C .. fast kostenlos
- +2°C .. Städte wie Karachi zeitweise fast unbewohnbar → 350 Mio Menschen betroffen
- +4°C .. Hitzesommer 2003 normal in Europa
- +6°C .. Arbeit in Mississippi-Tal nicht mehr möglich; alle Menschen östl. v. Rockies mehr Hitzestress als irgendwer heute; NY mehr Hitzestress als Bahrain heute; in Bahrain Hypothermie sogar beim Schlafen

Welternährung

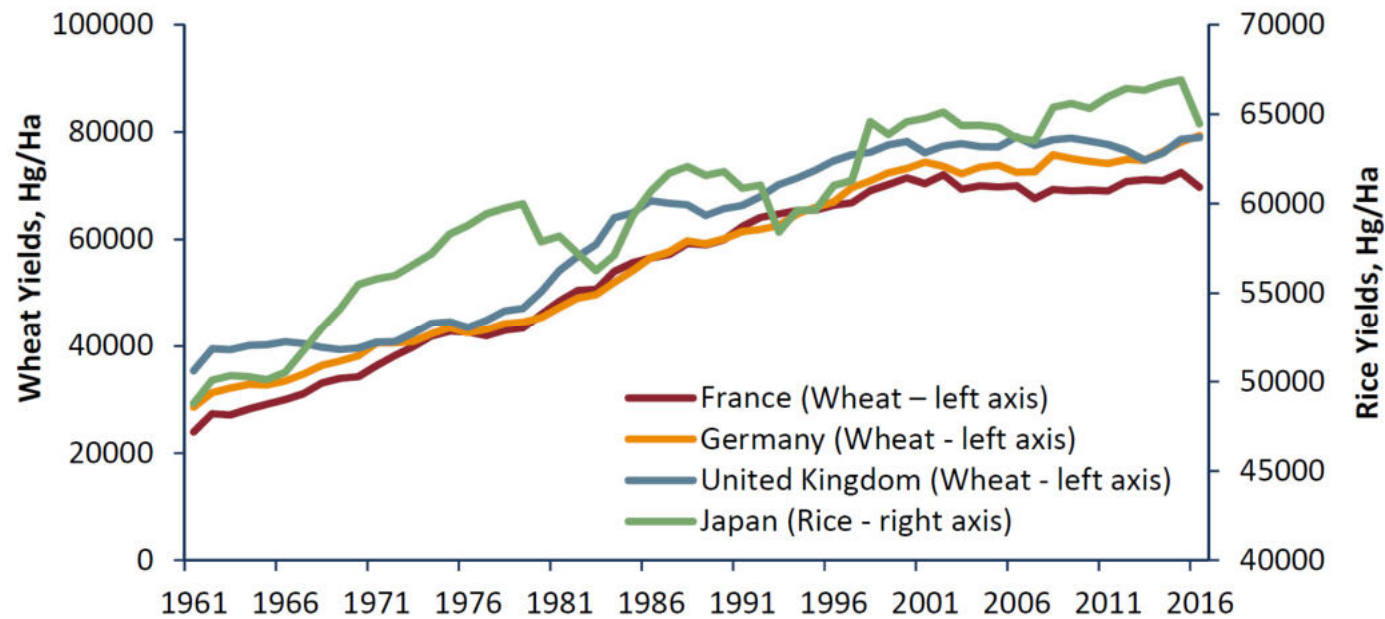
Rückgang der landw. Produktion
durch Hitze, Dürre und anderes:

- China 2100: -36% Reis, -11% Weizen, -45% Mais
- Indien 2050: bis -23% Weizen
- Ozeane 2100: - 50% Fischproduktivität
-

... bei gleichzeitig steigender Bevölkerung

Produktivität von Pflanzen ist begrenzt

Exhibit 22: 5-Year Moving Average of Crop Yields in Leading Countries



As of 12/31/17

Source: Food and Agriculture Organization of the United Nations



ABO Wind 20180906 | Helga Kromp-Kolb

| BOKU Centre for Global Change and



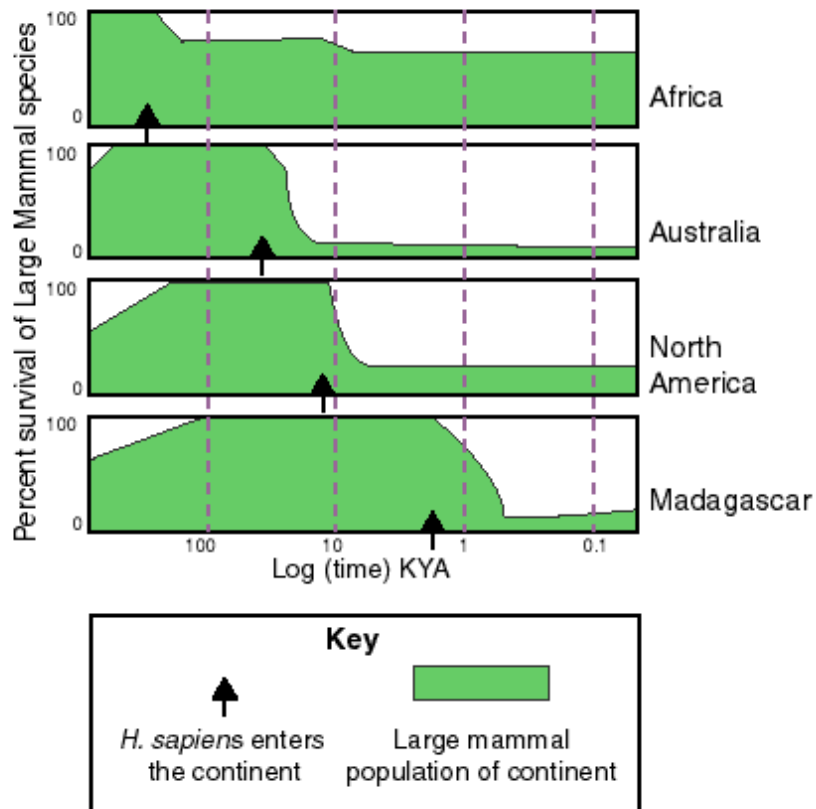
Sustainability



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



Biodiversitätsverlust



- Bis 2050 ca. 30% der bekannten Spezies durch Klimawandel verloren

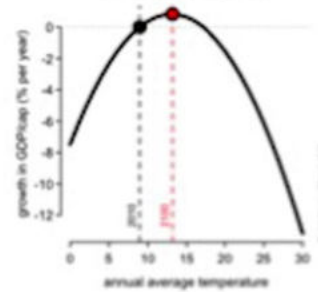
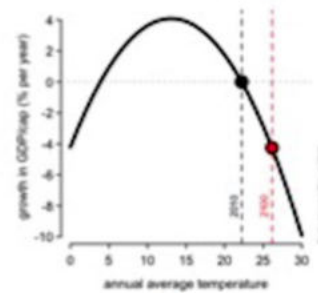
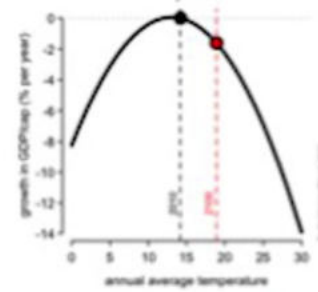
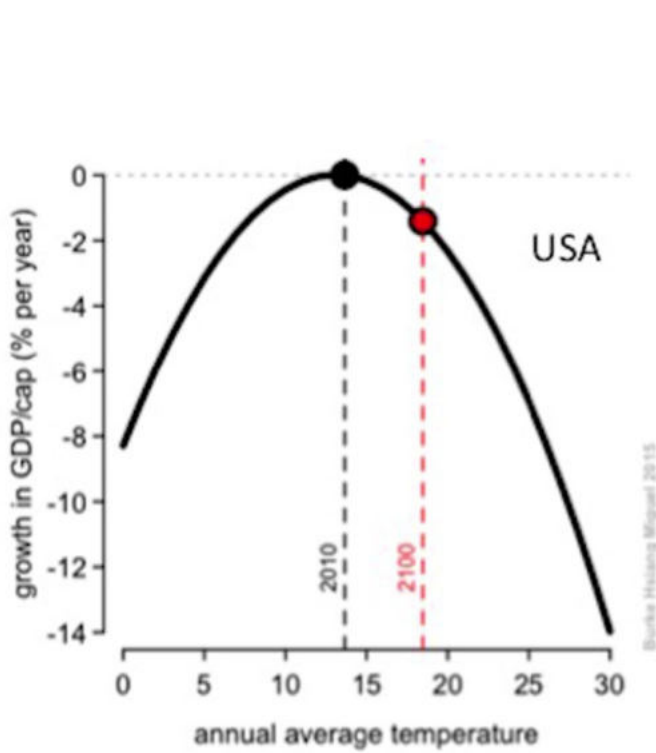
Luftqualität

- Hohe Ozonkonzentrationen
- Zunehmende Feinstaubkonzentrationen
-

Ökonomischer Zusammenbruch

- Bisheriges Wirtschaftswachstum möglicherweise eine historische Ausnahmesituation (den fossilen Energien geschuldet)
- Wärmere Welt ist weniger produktiv

Wirtschaftswachstum vs. Temperatur



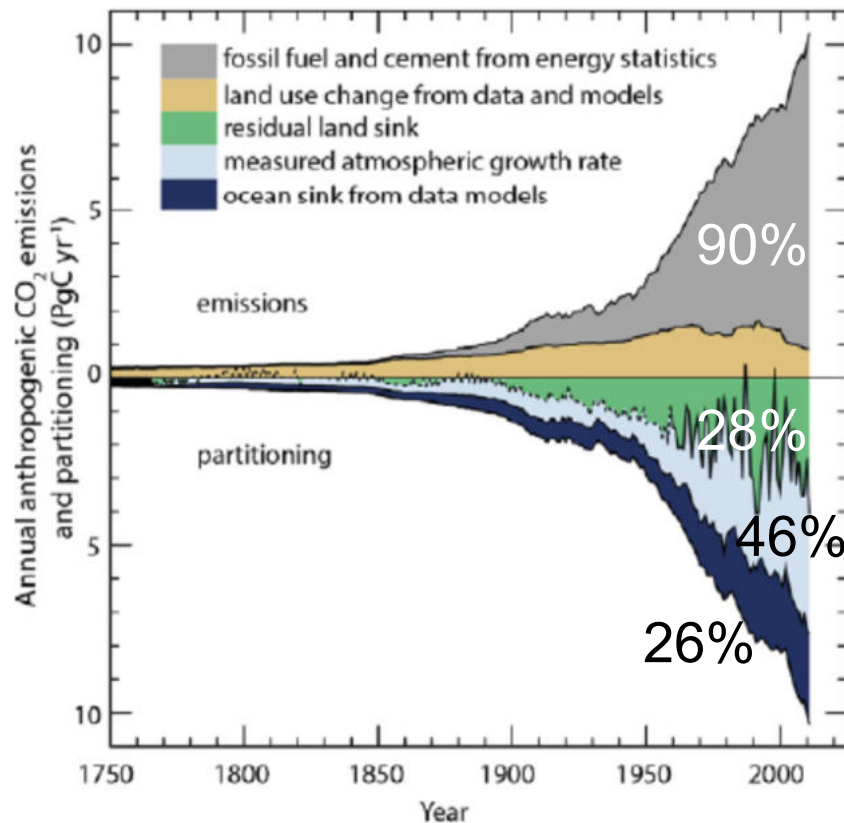
<http://web.stanford.edu/~mburke/climate/map.php>

Vergiftete Meere

- Versauerung der Ozeane
- Plastik
- Radioaktivität

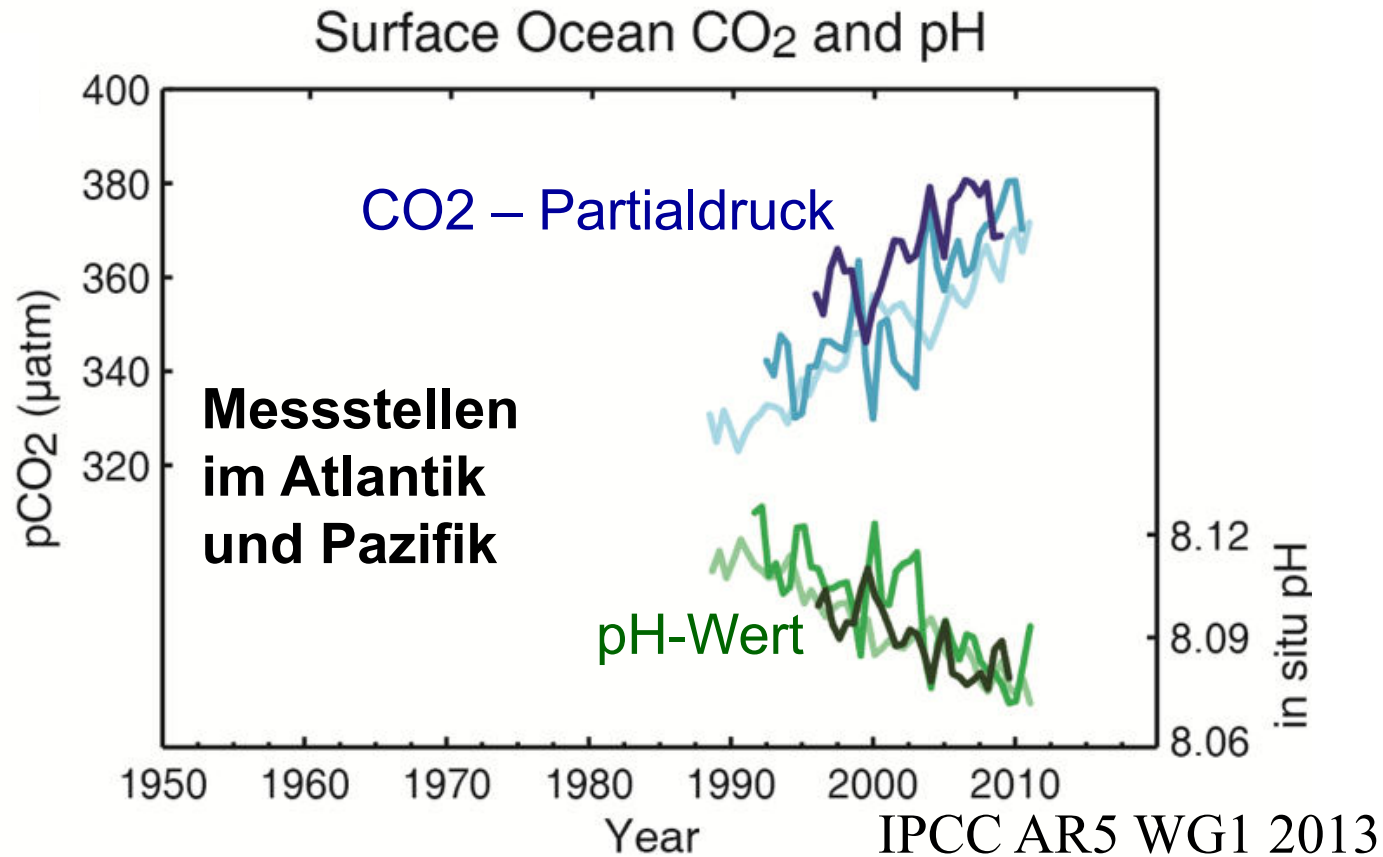
- Anstieg des Meeresspiegels

CO₂ Emissionen und Senken



- CO₂-Ausstoß 2011 **10,4 ± 1,1 Gt C**
- CO₂-Gehalt seit 1959 um ~30 % gestiegen
- Gehalt anderer strahlungswirksamer Spurengase & Aerosole auch gestiegen

Versauerung des Ozeans



Meeresspiegelanstieg: Nildelta



Sources: Otto Simonett, UNEP/GRID Gene



Bangladesh

- 50% der Bevölkerung lebte < 5 m ü.d. MS
- In 1995 sank die Insel Bhola zur Hälfte unter den Meeresspiegel → 500,000 Personen heimatlos.
- Bangladesh wird ca. 17 % seiner Landfläche bis 2050 durch Überschwemmung verlieren.
- Landverlust könnte zu 20 Mion Klimaflüchtlingen aus Bangladesh führen.

Betroffene bei Anstieg des Meeresspiegels



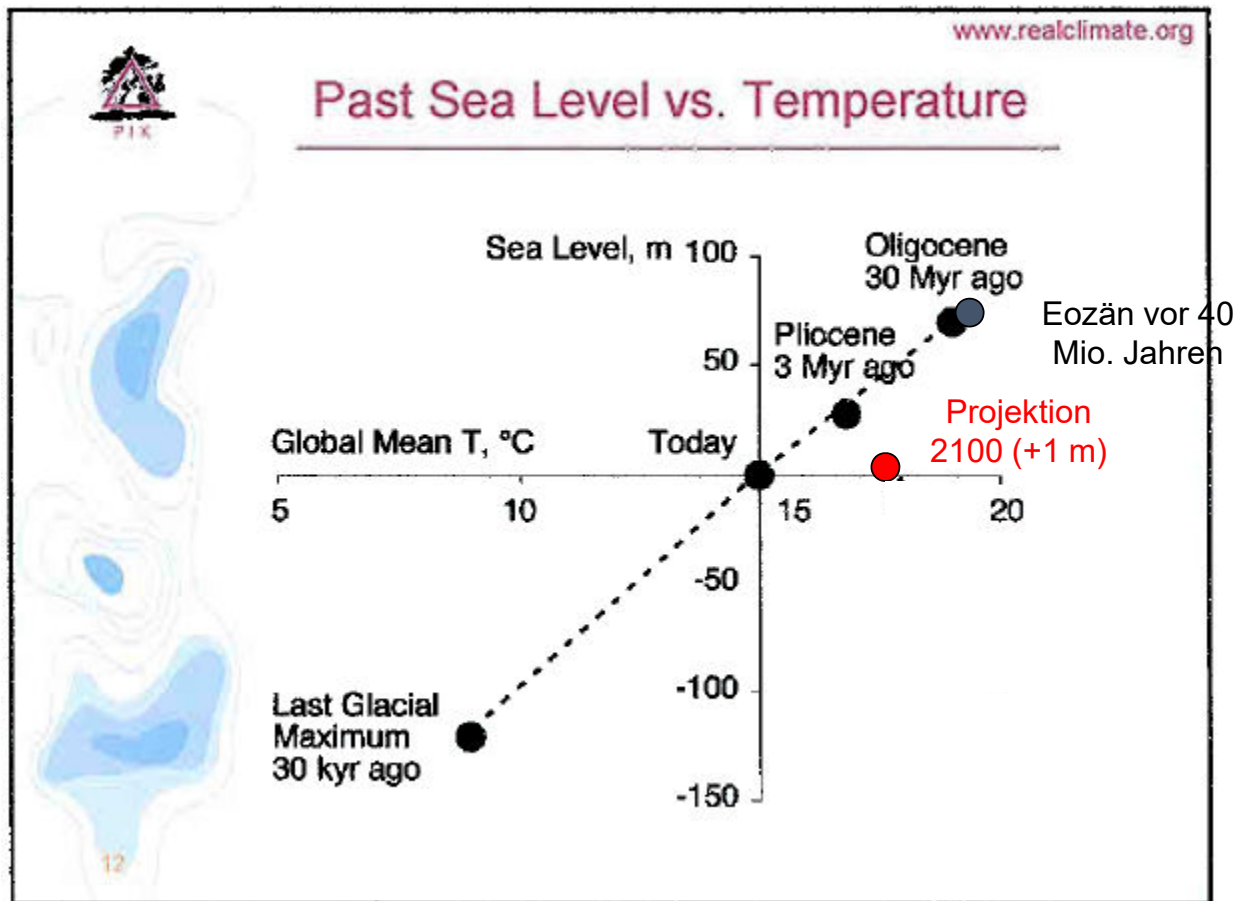
Klima-Flüchtlinge bis 2050

nach N. Myers

REGION	MENSCHEN (Mio)
China	30
Indien	30
Bangladesh	15
Ägypten	14
Andere Flussdeltas und Küstengebiete	10
Kleine Inselstaaten	1
Landwirtschaftlich nicht mehr nutzbare Gebiete	50
SUMME	150 (200)



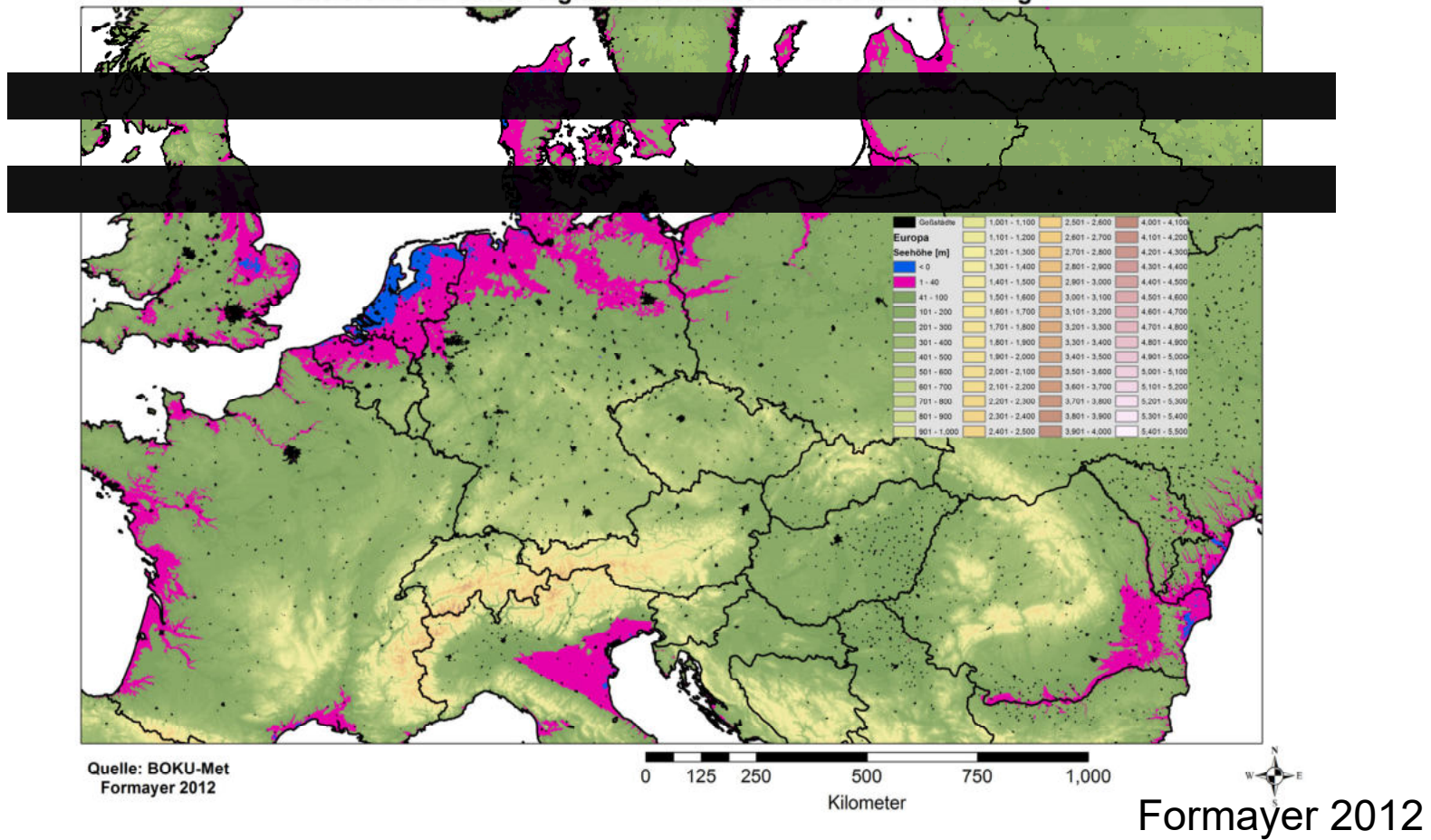
Temperatur & Meeresspiegel



Courtesy Rahmstorf
2006, ergänzt

Meeresspiegelanstieg von 40 m

Meeresspiegelanstieg von 40 m in Mitteleuropa (langfristige Wirkung des 2 Grad Ziels)
basierend auf einem digitalen Höhenmodell mit 1 km Auflösung



Helga Kromp-Kolb | BOKU



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



Wie sicher sind die Aussagen?

Beispiel Meeresspiegel

- IPCC 2014: ca. +80 cm bis 2100
- Antarktisbeitrag: 0,2 mm/Jahr
Real: 0,6 mm/Jahr
- Grönland-Daten: Verdoppelung des Schmelzvolumens alle 10-20 Jahre:
 - +1,0 m bis 2070
 - + 2,4 m bis 2080

James Hansen et al. 2016

Ständiger Krieg?

- Die Wahrscheinlichkeit für Krieg steigt mit der Temperatur
- „Klimakriege“ um Wasser, um Nahrung, um Fläche, ...
- Beispiel: Syrien

Unerwartetes / Unbekanntes

- Krankheiten, die im Eis konserviert sind
 - z.B. Anthrax im Körper eines Rentiers

Zusammenfassung

- Sie werden in der Hitze hungern, von der Sonne versengt, in einer kollabierten Wirtschaft, und vor steigendem Meeresspiegel und Kriegen fliehen oder versuchen vor Klimaflüchtlingen zu beschützen, was Ihnen noch geblieben ist, ohne Aussicht auf Verbesserung – im Gegenteil.

- Und Sie werden sich fragen: Warum hat uns niemand gewarnt?
- Oder, wenn sie ehrlicher sind: Was haben wir uns nur dabei gedacht, als wir die Warnungen missachtet haben?

Doomsday Clock 24.1.2023

- Wir leben in einer Zeit nie dagewesener Gefahren, und die Weltuntergangsuhr spiegelt diese Realität wieder
 1. **Nukleares Risiko** - erhöht durch den Krieg in der Ukraine
 2. Unverminderte **Klimakrise**
 3. **Zusammenbruch globaler Normen und Institutionen**, die zur Minderung von Risiken im Zusammenhang mit **disruptiven Technologien** und **biologischen Bedrohungen** erforderlich sind
- Politiker handeln nicht schnell genug und nicht in ausreichendem Umfang, um einen friedlichen und lebenswerten Planeten zu sichern. Wir wissen, was zu tun ist, die wissenschaftlichen Erkenntnisse sind eindeutig, aber es fehlt der politische Wille.
- Wir stehen vor multiplen, existenziellen Krisen. Führungskräfte brauchen eine Krisenmentalität.



2023

IT IS 90
SECONDS
TO
MIDNIGHT



Nukleares Risiko: Krieg in einem Land mit Kernkraftwerken

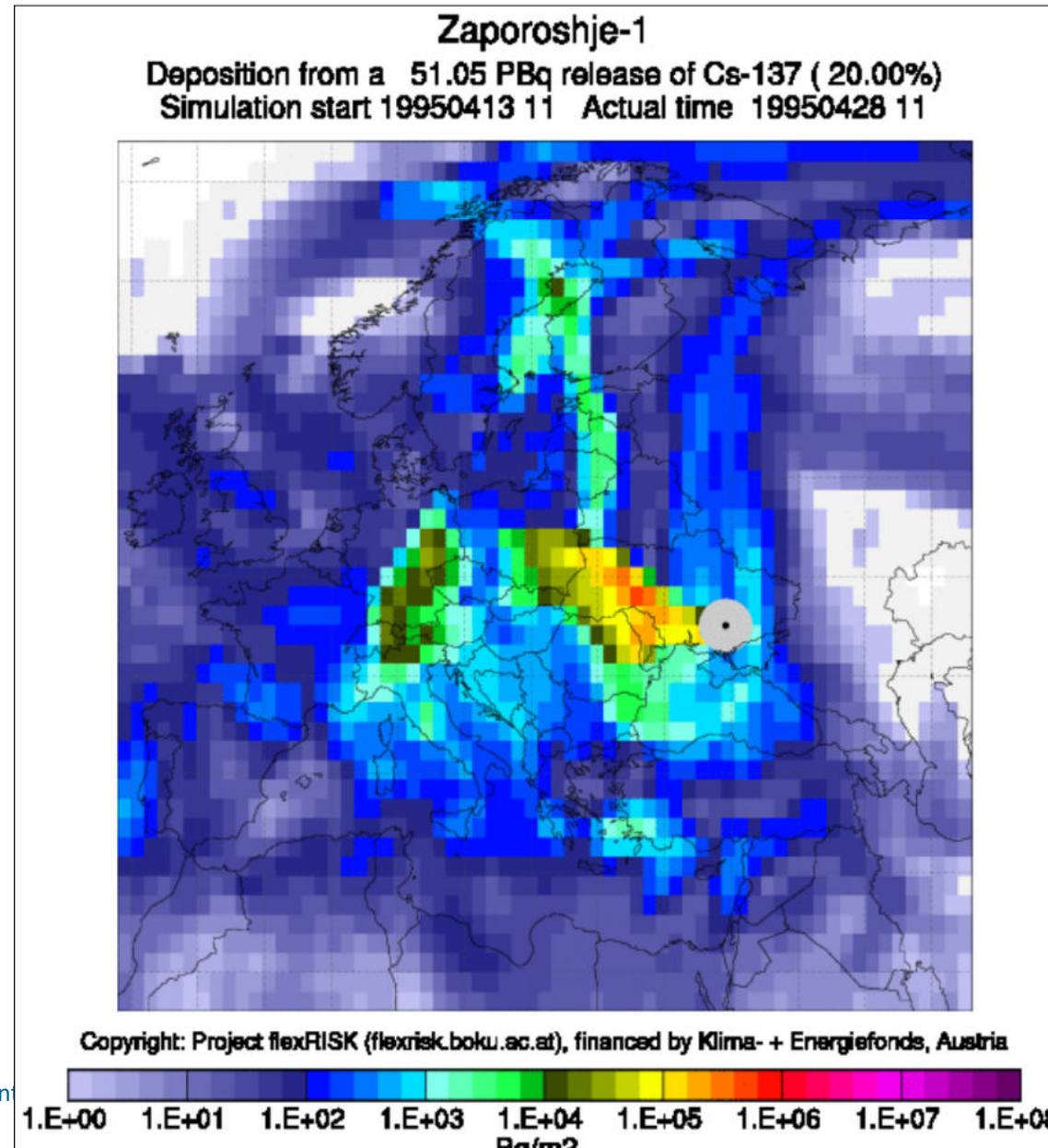
Freisetzung hoher Mengen an
Radioaktivität möglich durch:

- Direkten Impakt am Reaktor
- Zerstörung notwendiger Infrastruktur
- Zerstörung der Brennelementelager
- Fehlendes Betriebs- und Fachpersonal
-

All dies beabsichtigt, oder unbeabsichtigt



Musterbild aus Flexrisk
Helga Kromp-Kolb | Zen



Nukleares Risiko: Nuklearer Winter

- Nukleare Sprengköpfe, die auf Städte treffen, lösen Feuerstürme aus
- Riesige Mengen an Ruß geraten in die Stratosphäre.
- Ruß blockiert einen Großteil der Sonne bis zu einem Jahrzehnt lang.
- Temperaturen sinken auf der ganzen Welt, vielerorts unter den Gefrierpunkt.
- Massenhafte Ernteauffälle. Der internationale Handel mit Nahrungsmitteln wird eingestellt.
- Verhungern von Hunderten von Millionen Menschen in Ländern, die weit vom Konflikt entfernt sind.
- Boden und Wasser in der Nähe der Einsatzorte von Atomwaffen sind verseucht.





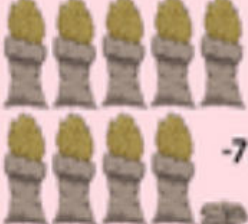





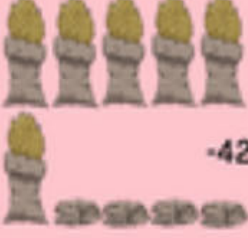






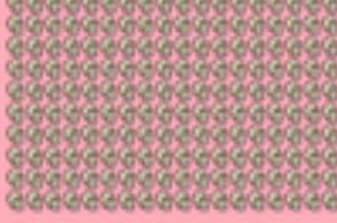
<https://www.forbes.com/sites/jamiecartereurope/2023/02/13/no-sunny-days-for-a-decade-extreme-cold-and-starvation-nuclear-winter-and-the-urgent-need-for-public-education/>

Heide Krompholtz | Zentrum für Globalen Wandel und Nachhaltigkeit BOKU



Folgen eines Nuklearschlages

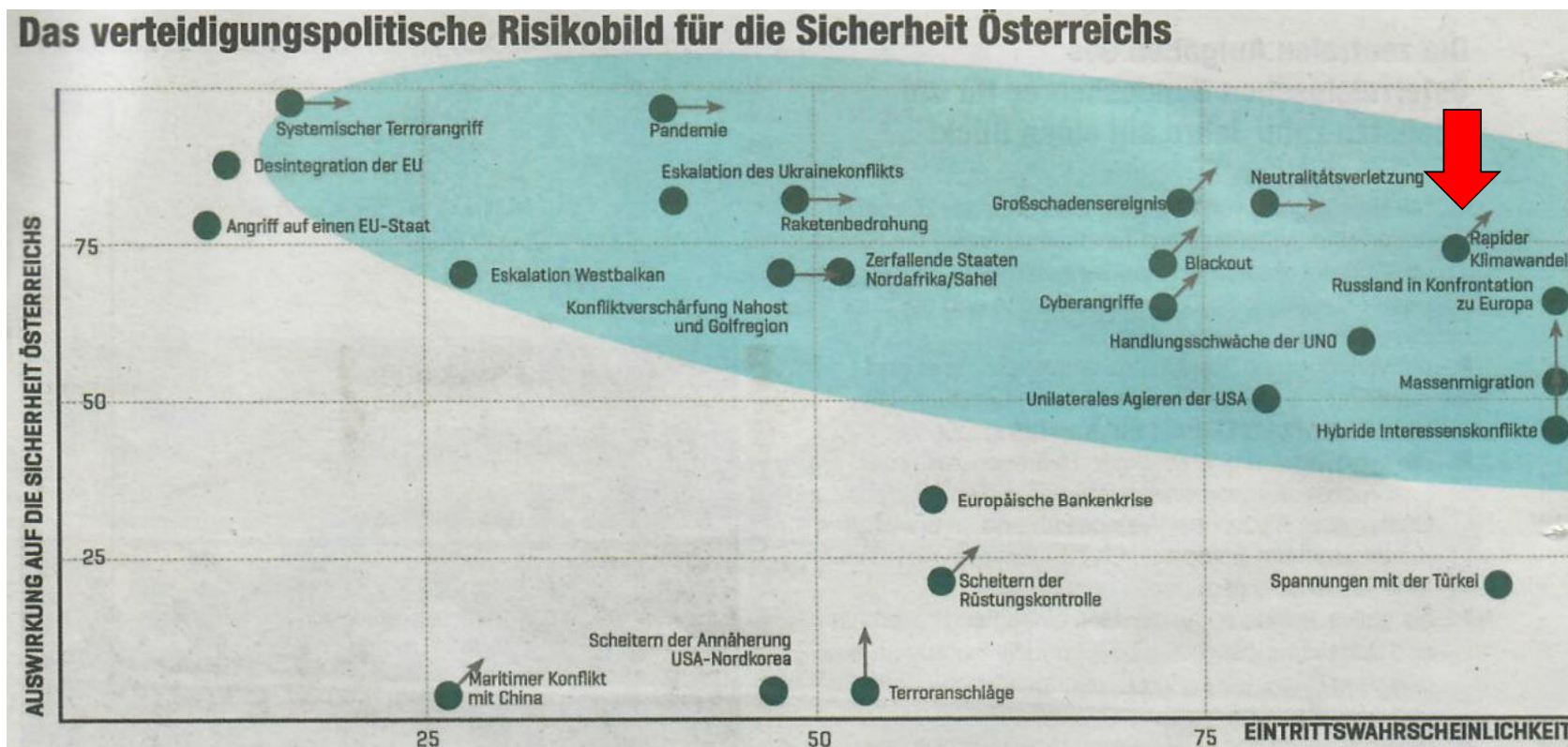
<https://www.cser.ac.uk/news/opinion-poll-survey-public-awareness-nuclear-winte/>

Size of Nuclear War	Direct Fatalities	Ash & Soot in Atmosphere	Falling global Temperatures	Global Crop Failure	Additional Deaths from starvation
Limited war involving 100 smaller (15kT) nukes 	 27 Million	5 MT 	 ↓ -1.3°C	 -7%	 225 Million
Limited war involving 250 larger (100kT) nukes 	 127 Million	37 MT 	 ↓ -5.5°C	 -42%	 2,240 Million
Total nuclear war 	 400 Million	150 MT 	 ↓ -12°C	 -88%	 over 5,000 Million

*These figures are based upon a peer-reviewed academic paper in Nature published in August 2022 using climate models. They are controversial, and require more research to increase confidence, but should be treated as indicative of the scale of impact from a nuclear war.

Kia, L., Bebeck, A., Scherrer, K. et al. Global food insecurity and famine from reduced crop, marine fishery and livestock production due to climate disruption from nuclear war soot injection. *Nat Food* 3, 586–596 (2022).
<https://doi.org/10.1038/s43016-022-00573-0>

Landesverteidigungsakademie



Auf der X-Achse wird die Eintrittswahrscheinlichkeit eines Risikos in Prozent dargestellt, auf der Y-Achse die angenommene negative Auswirkung auf die Sicherheit Österreichs. Die in der Ellipse beinhalteten Risiken sind jedenfalls durch die

Instrumente der österreichischen Sicherheits- und Verteidigungspolitik zu behandeln. Nahezu allen Risiken kann nur mit einem gesamtstaatlichen Ansatz entgegengetreten werden, wobei das Österreichische Bundesheer in den meisten Fällen

essenzieller Bestandteil jeglicher Risikobewältigungsstrategie ist. Die Pfeile sind eine Indikation für die Tendenz in den nächsten zehn Jahren. Risiken, bei denen keine Tendenz angezeigt wird, sind in Ihrer Entwicklung weitgehend offen.



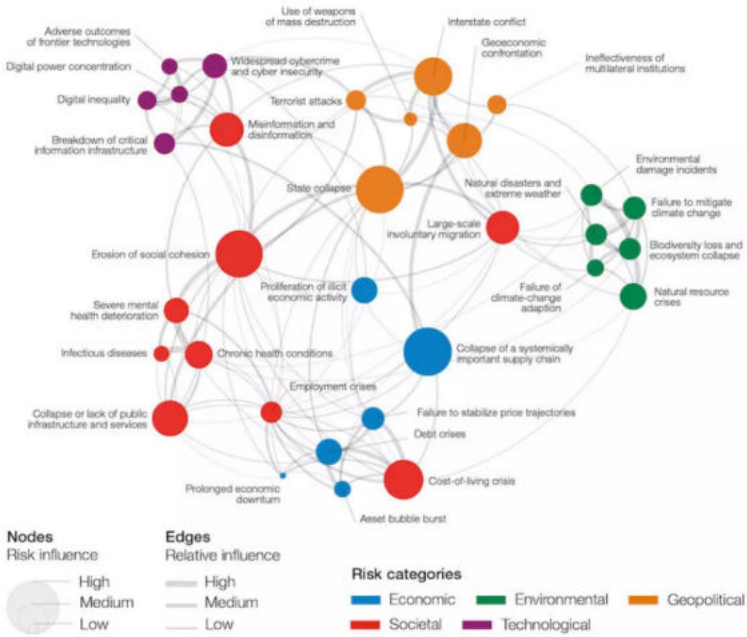
Helga Kromp-Koch, BOKU



Klimakrise: Global Risk Report 2023

3. Global landscape

Global Risks Report 2023
Global risks landscape: an interconnections map



Source: World Economic Forum, Global Risks Perception Survey 2022-2023

Global Risks Report 2023

Top 10 Risks



“Please estimate the likely impact (severity) of the following risks over a 2-year and 10-year period”

2 years

- 1 Cost of living crisis
- 2 Natural disasters and extreme weather events
- 3 Geoeconomic confrontation
- 4 Failure to mitigate climate change
- 5 Erosion of social cohesion and societal polarization
- 6 Large-scale environmental damage incidents
- 7 Failure of climate-change adaption
- 8 Widespread cybercrime and cyber insecurity
- 9 Natural resource crises
- 10 Large-scale involuntary migration

10 years

- 1 Failure to mitigate climate change
- 2 Failure of climate-change adaption
- 3 Natural disasters and extreme weather events
- 4 Biodiversity loss and ecosystem collapse
- 5 Large-scale involuntary migration
- 6 Natural resource crises
- 7 Erosion of social cohesion and societal polarization
- 8 Widespread cybercrime and cyber insecurity
- 9 Geoeconomic confrontation
- 10 Large-scale environmental damage incidents

Risk categories
■ Economic ■ Environmental ■ Geopolitical ■ Societal ■ Technological

olb |

Source: World Economic Forum, Global Risks Perception Survey 2022-2023



Klimakrise ist gesellschaftliches Problem

- Meeresspiegelanstieg
- Extreme Wetterereignisse
- Ökonomische Ungleichheit
- Krankheiten

→ Migration, internationale Konflikte

→ Erhöhte Sterblichkeit, Instabilität, Naturkatastrophen und Ressourcenknappheit

→ Biodiversitätsverlust, Ökosystemdienstleistungen, ökosystemare Resilienz

Positive Rückkoppelungsschleifen

(Kemp, Xu et al. 2022)

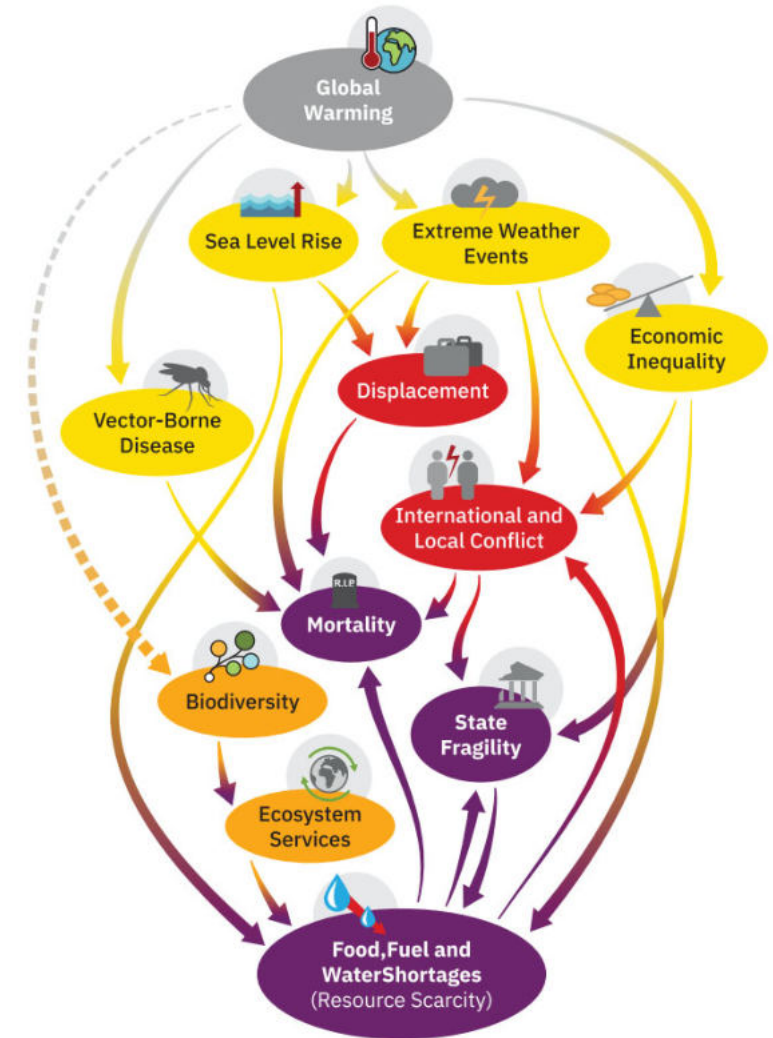
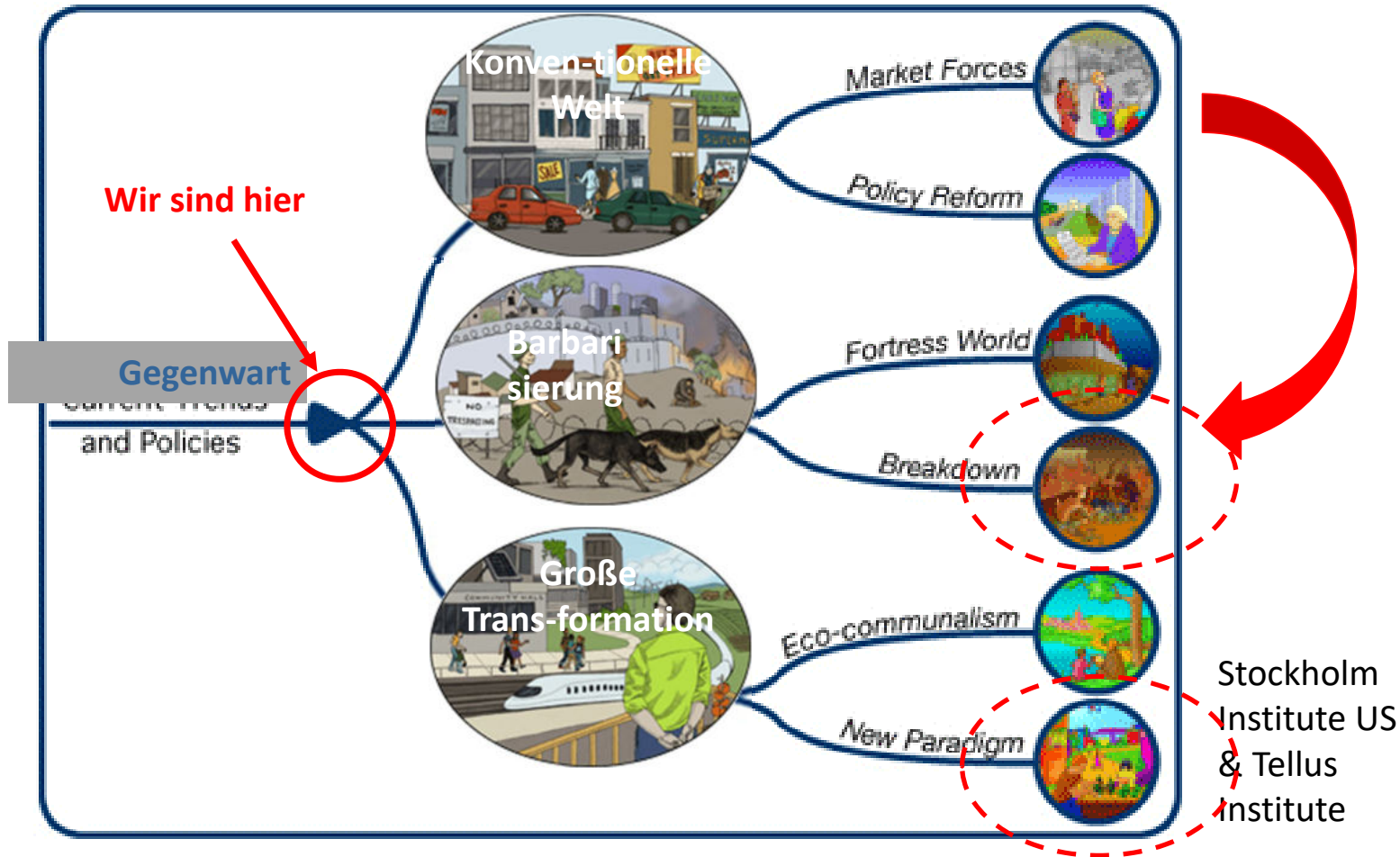


Fig. 3. Cascading global climate failure. This is a causal loop diagram, in which a complete line represents a positive polarity (e.g., amplifying feedback; not necessarily positive in a normative sense) and a dotted line denotes a negative polarity (meaning a dampening feedback). See [SI Appendix](#) for further information.

Drei mögliche Welten

Global Scenario Group



Global Scenario Group

Stockholm Institute US & Tellus Institute

Drei mögliche Welten



- Konventionelle Welt (Evolution)
 - Markt-getrieben
 - Reform-getrieben



- Barbarisierung (Degeneration)
 - Welt als Festung
 - Zusammenbruch



- Great Transitions (Transformation)
 - Ökookommunaler Ansatz
 - Neues Paradigma



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



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



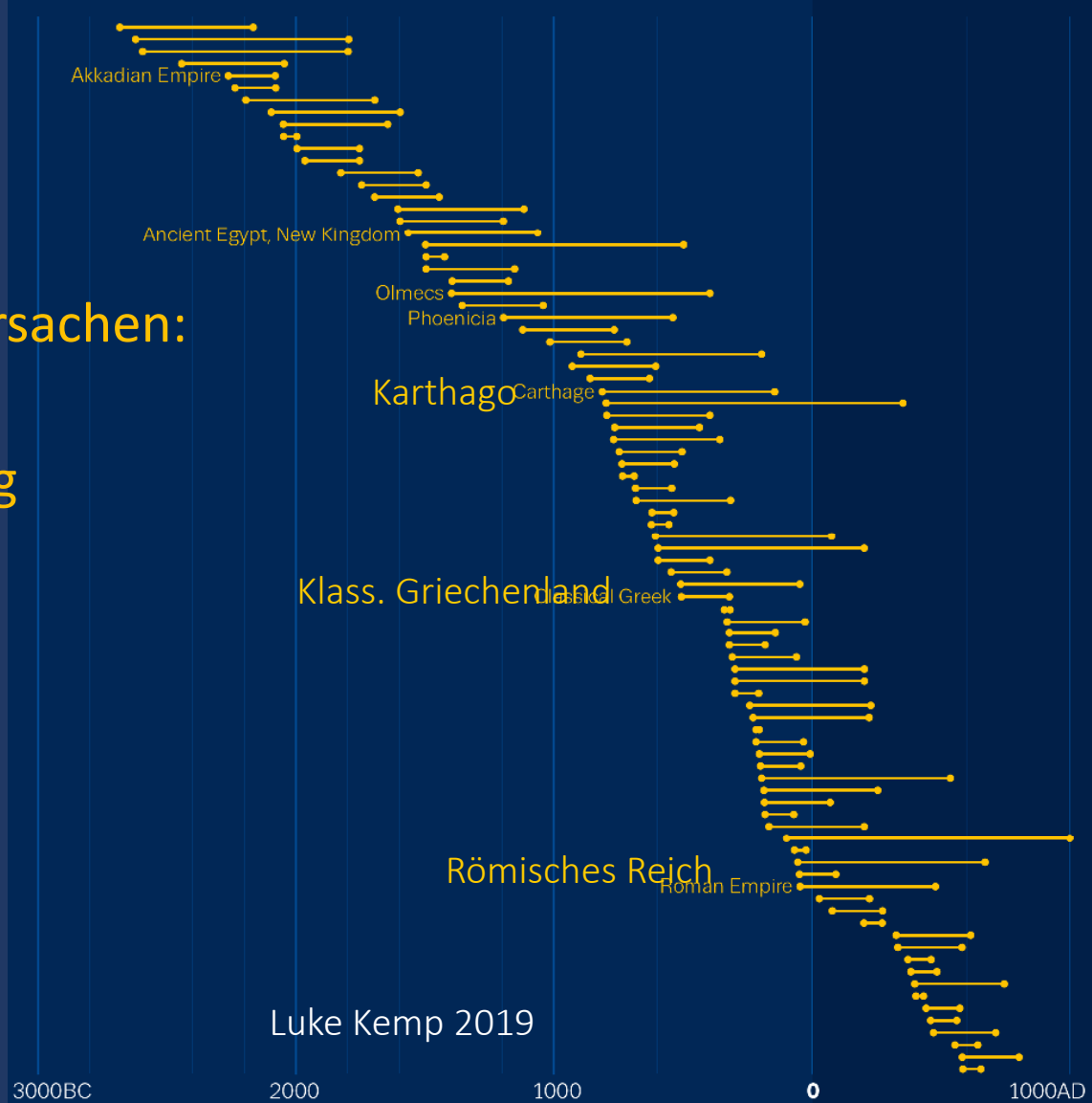
Kollaps von Zivilisationen

Wiederkehrende Ursachen:

- Klimawandel
- Umweltzerstörung
- Ungleichheit / Oligarchie
- Komplexität
 - EROI
- Externe Schocks
- Zufall

Ancient civilisations

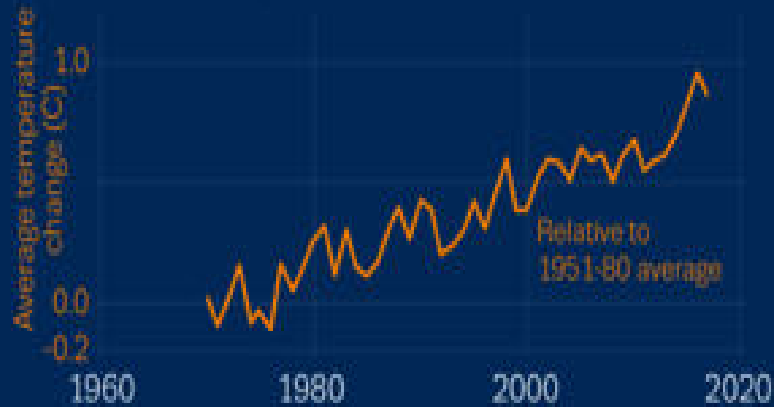
The average lifespan of a civilisation is 336 years



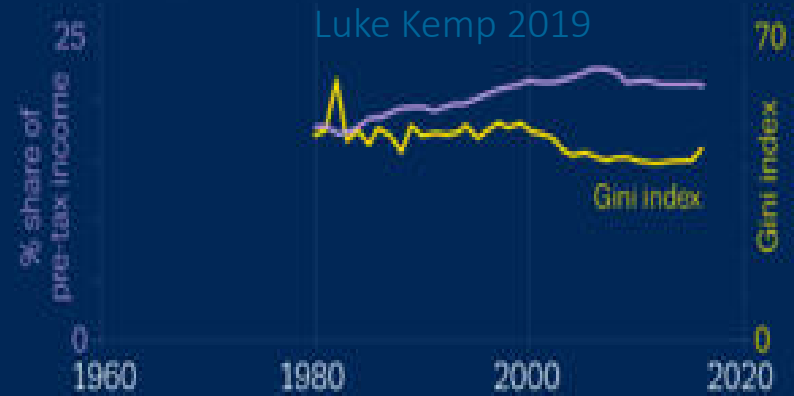
Danger signs

History suggests that when these indicators rise, the likelihood of collapse is greater.

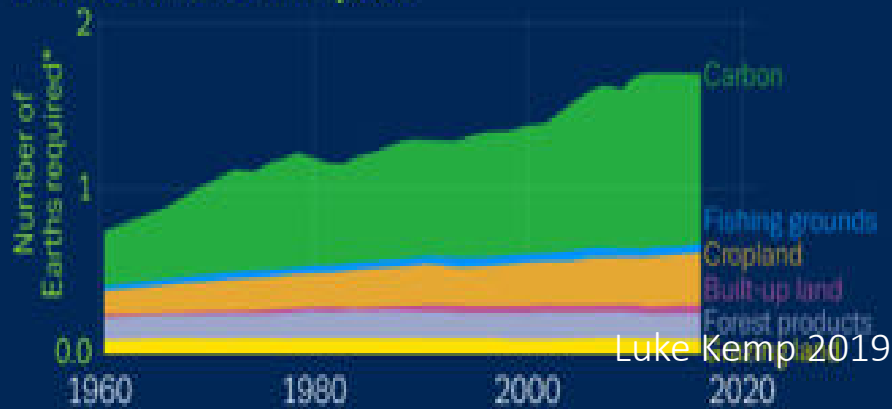
Climate change



Inequality



Environmental impact



Complexity



Helga Kro

*a measure of ecological footprint, describing Earth's capacity to support our demands

© Nigel Hawtin

BBC FUTURE

Geschichte übertragbar?

Vorteile heute

- Ökonomische Diversität
- Technologischer Fortschritt / Innovation?

Verschärfungen

- Globalisierung
- Kein Weg zurück?
- Fortschrittsfalle
- Waffentechnologie

Luke Kemp 2019

Das optimistische Szenarium

Klimaverhältnisse bei +1,5°C

- Max. Temp. in Europa +3-4°C
- Heutige T-Rekorde werden Normalität
- Hitzesommer wie 2003 alle 2-3 Jahre
- 700 Mio Menschen unter Hitzestress
- 2,6 Dürremonate / Jahr in Mitteleuropa, mehr im Mittelmeerraum
- 4 mm /Jahr Anstieg des Meeresspiegels
- 500 jährige Sturmfluten → 100 jährig
- 70-90% der Korallenriffe bedroht



- Viele erachten 1,5°C als Illusion
- Um 1,5° C einzuhalten ist jedenfalls tiefgreifende Transformation der Gesellschaft nötig...
- aber diese kann zu wesentlich besseren Lebensbedingungen führen!

„ 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, ...
- Bildung → Kreativität, Kooperation, ..
- Wirtschaftssystem → kein Wachstumszwang
- Finanzsystem → Biotop von Währungen,
- Demokratie → Verantwortungsethik





- 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

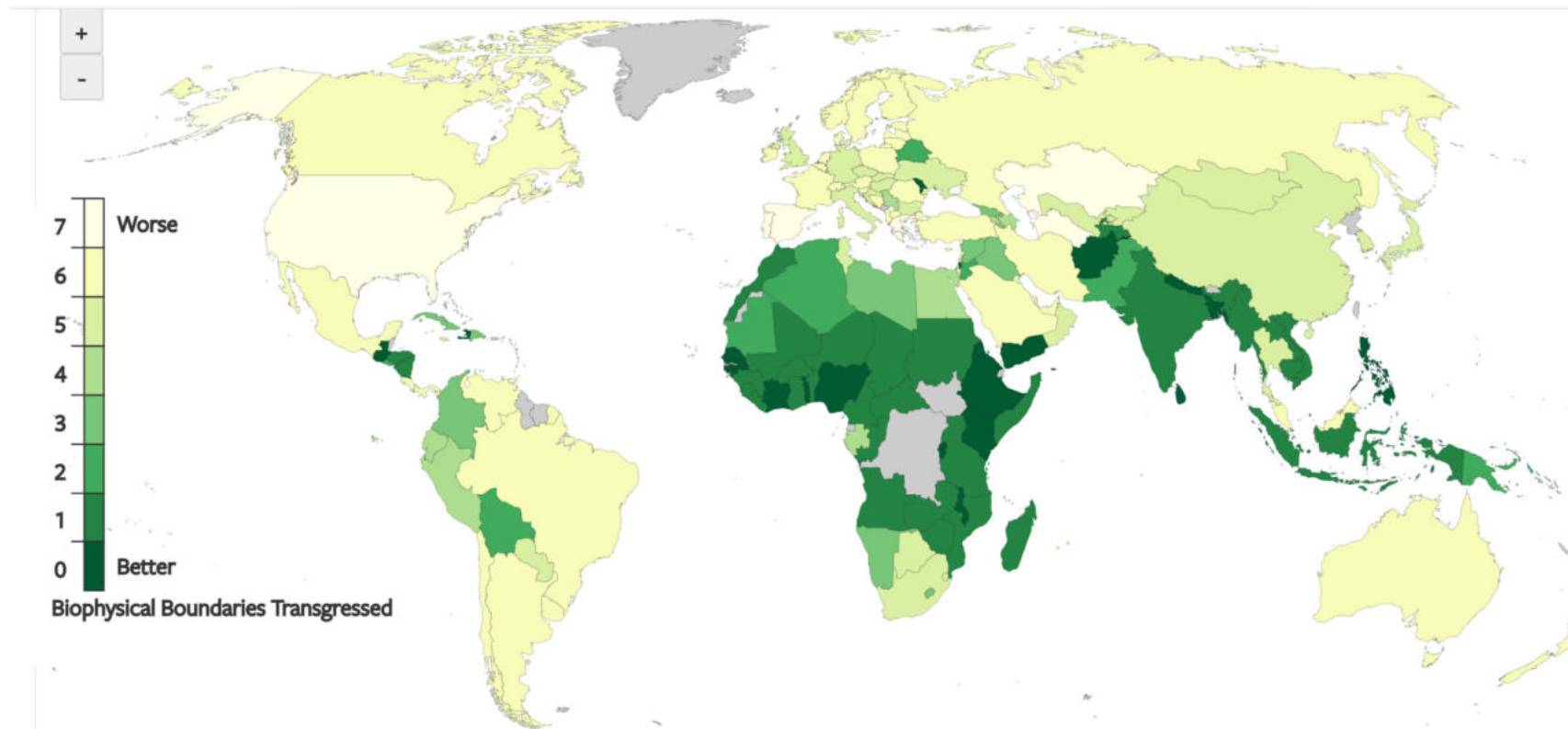


Riahi, based on Oran Young, UCSB

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



Planetary boundaries



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

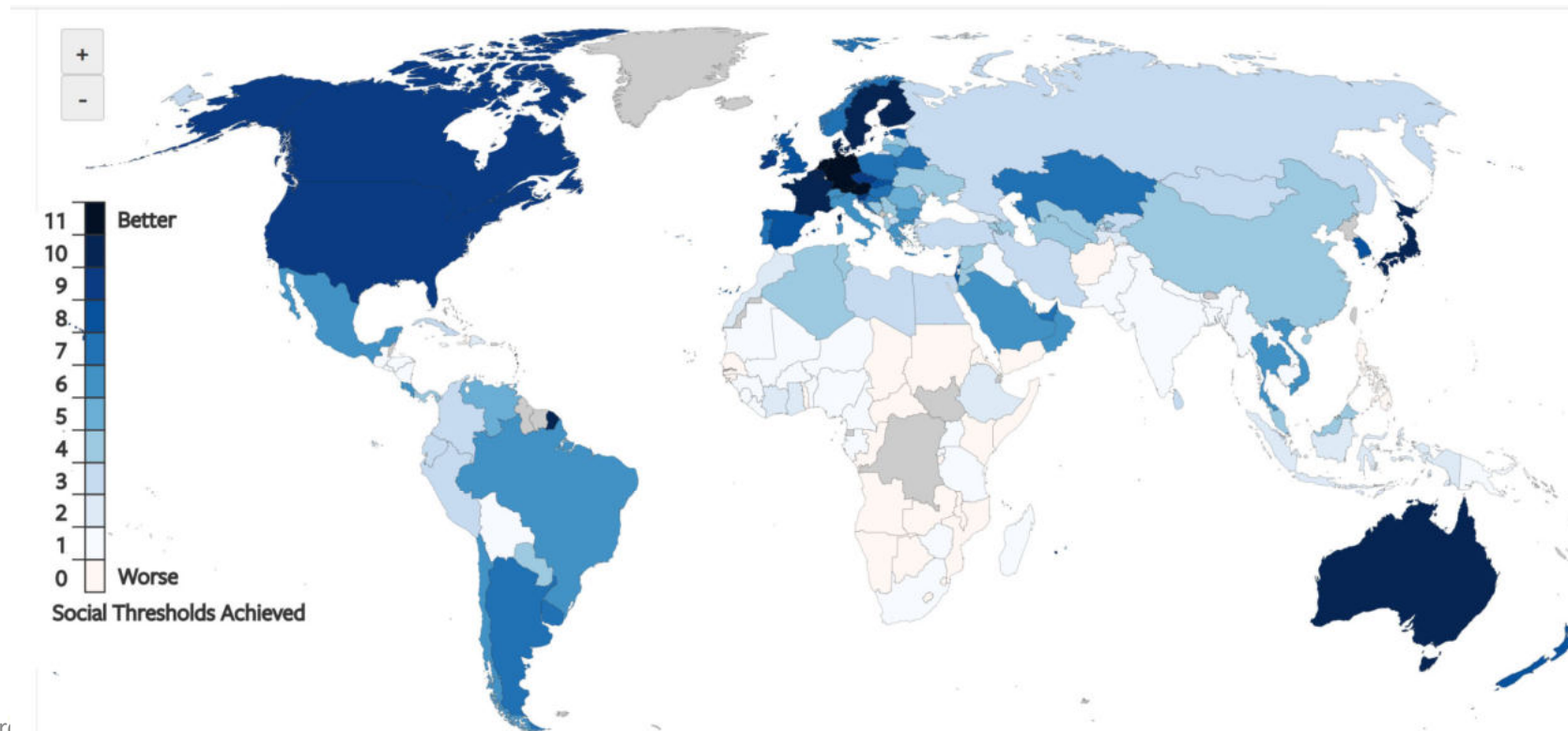


Helga Kromp-Kolb | Zentrum für Globalen Wandel und Nachhaltigkeit BOKU



Met

Social well being



Helga Kr

Globalen Wandel und Nachhaltigkeit

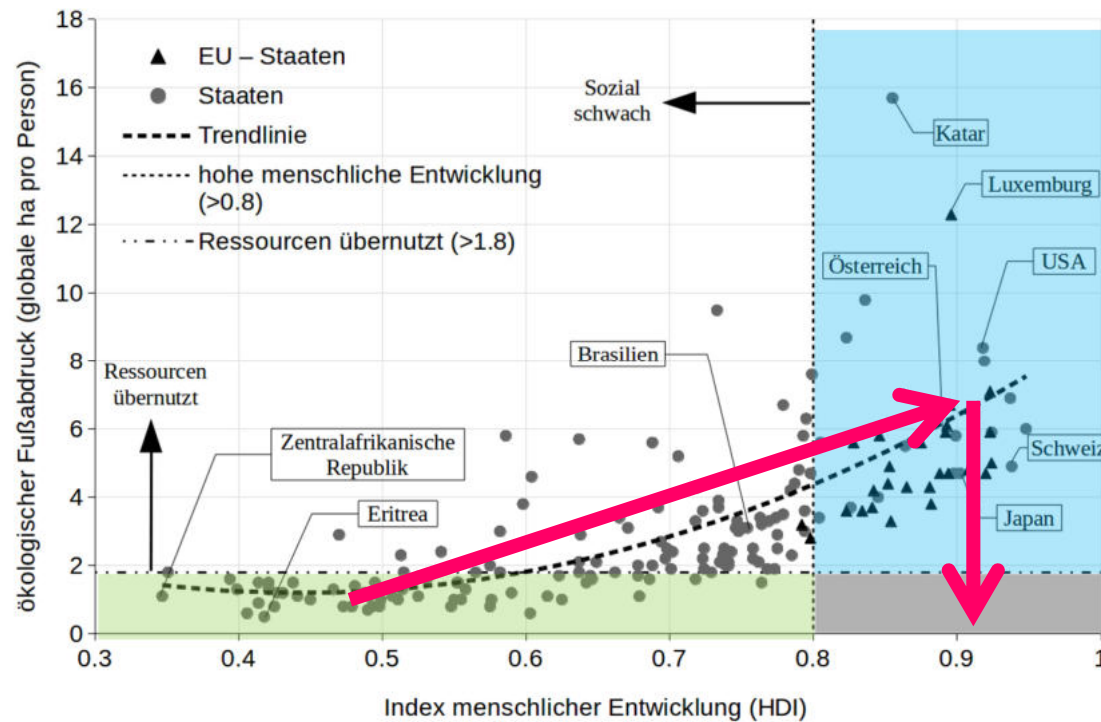


Clin

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



Sozial oder ökologisch – aber nicht beides?



Doughnut-Wirtschaft



Kate Raworth 2014



Sektion 8 | 20160204 | BOKU Zentrum für
Globalen Wandel und Nachhaltigkeit



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



Überlebt haben die Zivilisationen, die bereit waren, ihre Werte in Frage zu stellen und langfristig zu denken



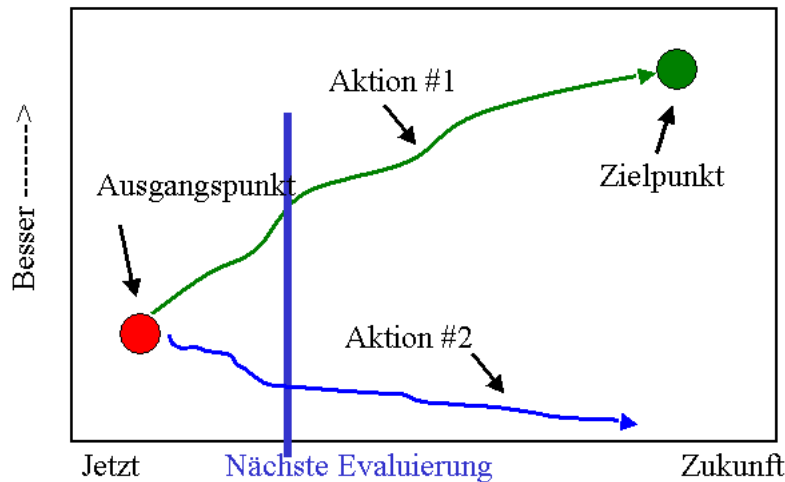
Komponenten einer Lösung

- Werte überdenken: welche können wir uns noch leisten?
 - Quantitatives Wirtschaftswachstum?
 - Zinseszinsen?
 - BIP als Bewertungsmaßstab?
 - Shareholder statt stakeholder value?
 -
- Längerfristig denken
 - Legislaturperioden überdauernde Bewertungen
 - Langfrist Entwicklung statt Quartalsberichten

→ **KULTURWANDEL!**



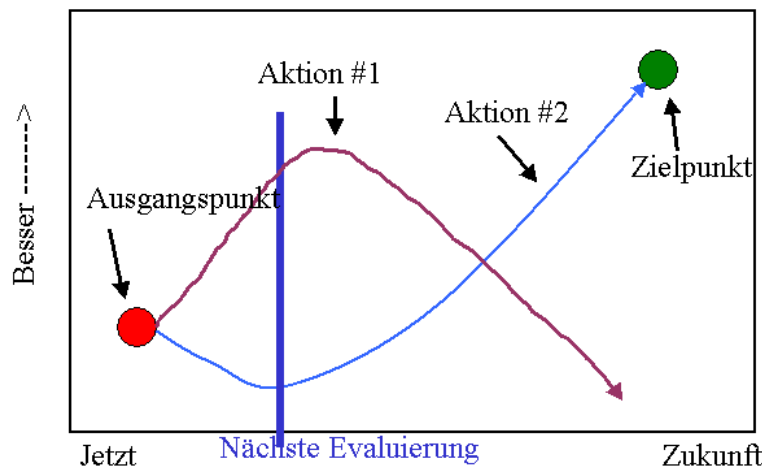
Leicht lösbare Probleme



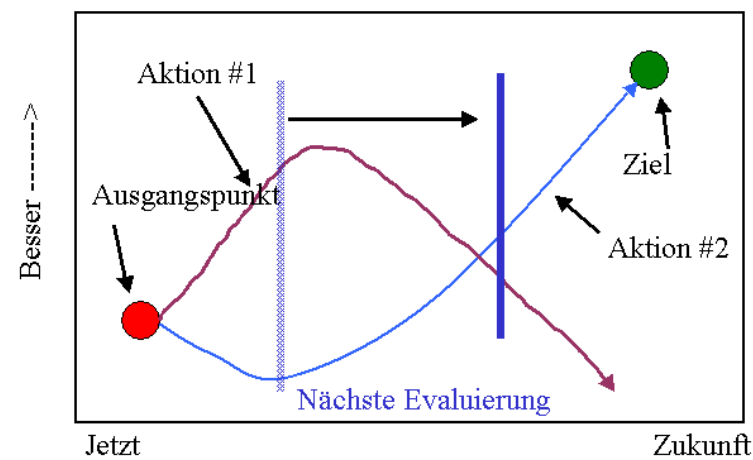
Längerfristiges Denken belohnen

Nach Meadows 2006

Schwer lösbare Probleme



Verlängerung des Zeithorizonts



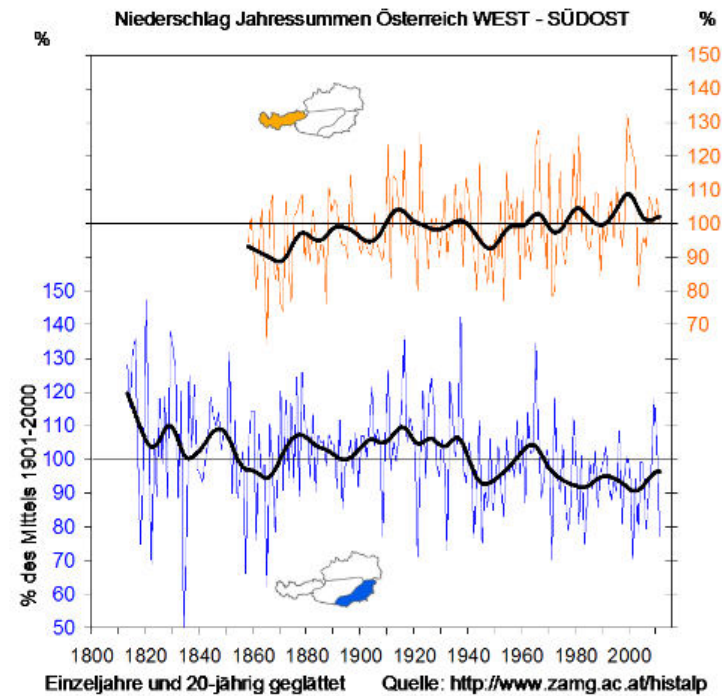
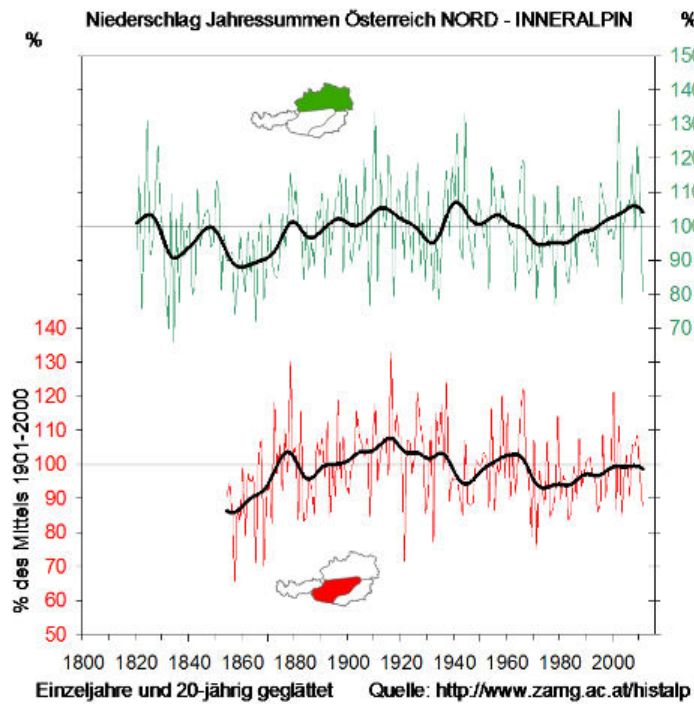
Ein Beitrag zur Lösung

- Weg vom **Lebensstandard** – gemessen am Einkommen, Auto, Urlaubsreise, Fernsehbildschirm, Mobiltelefon, Uhr, → an materiellen Gütern, die Ressourcen und Energie brauchen
- hin zur **Lebensqualität** – gemessen an Zufriedenheit und Glück ...

Wie sich der Klimawandel in Österreich auswirkt

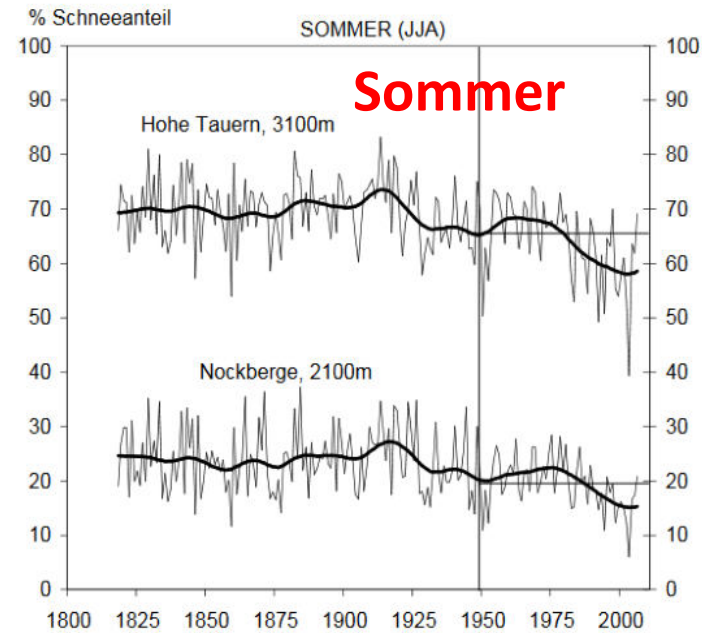
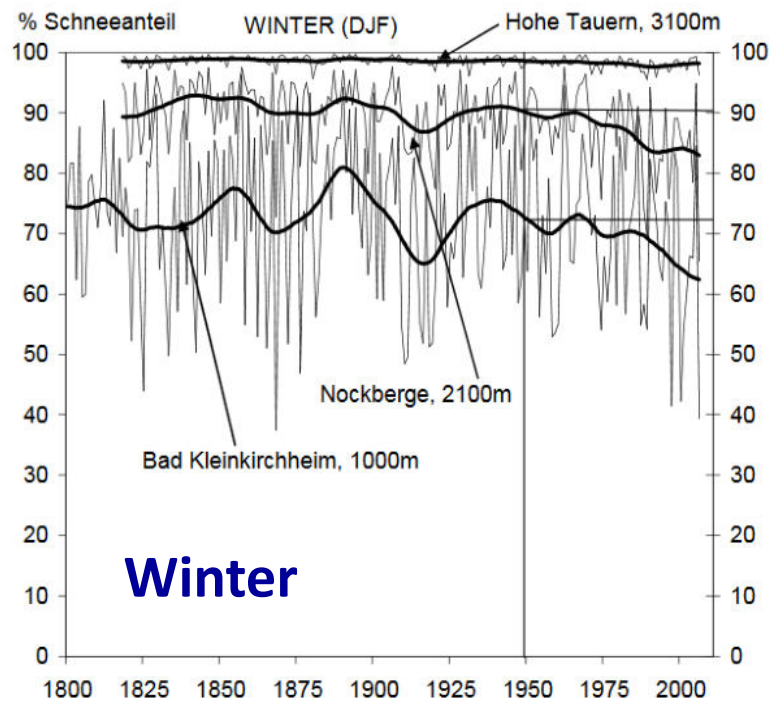
**Klima und Wetter
Gesundheit
Gletscher
Biosphäre
Wald**

Niederschlagssummen Österreich



Quelle: ZAMG, 2014

Schneeanteil am Niederschlag



Quelle: ZAMG, 2014

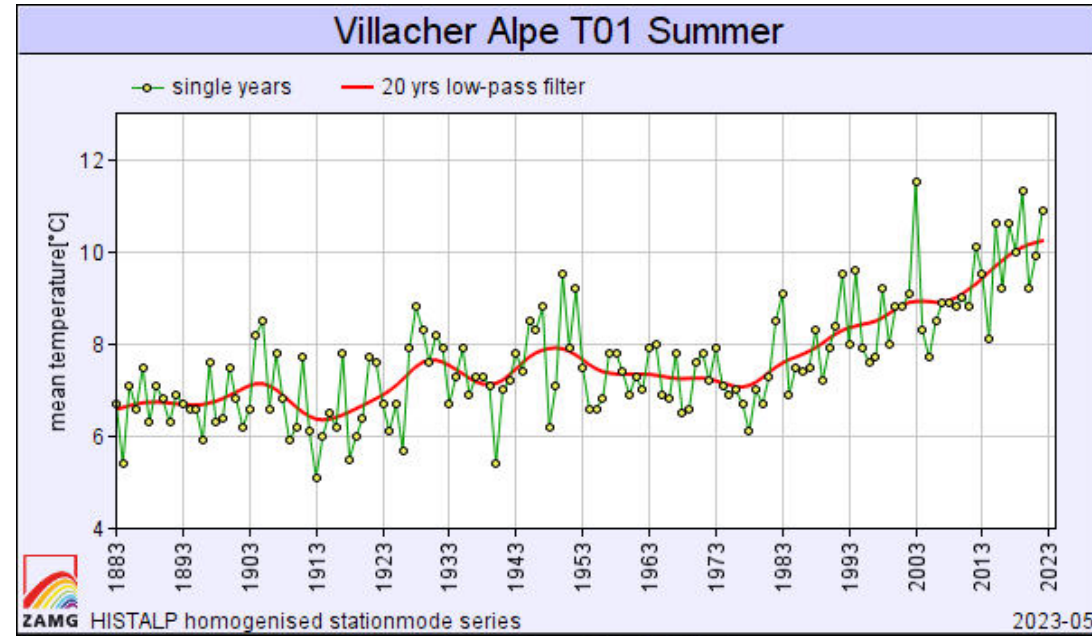


Helga Kromp-Kolb | BOKU

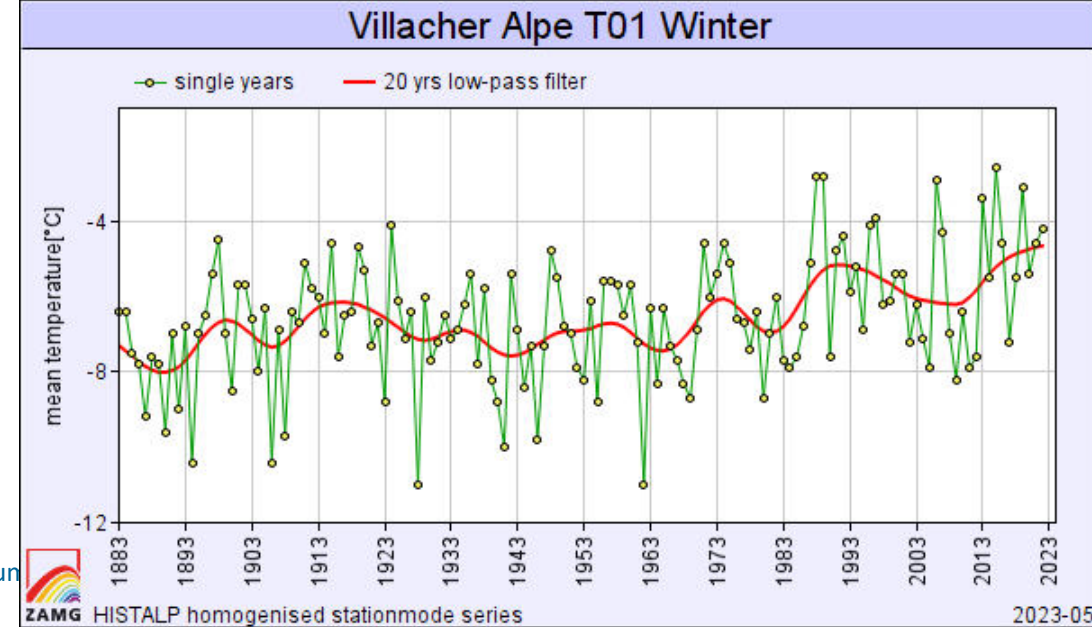


Temperatur Villacher Alpe 1883-2021

Sommer

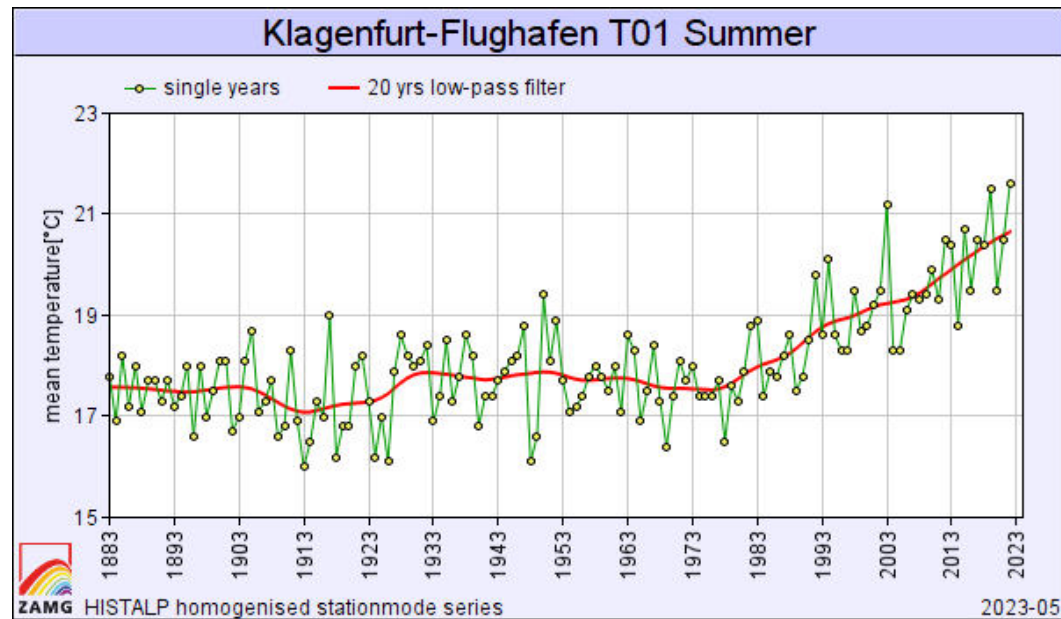


Winter

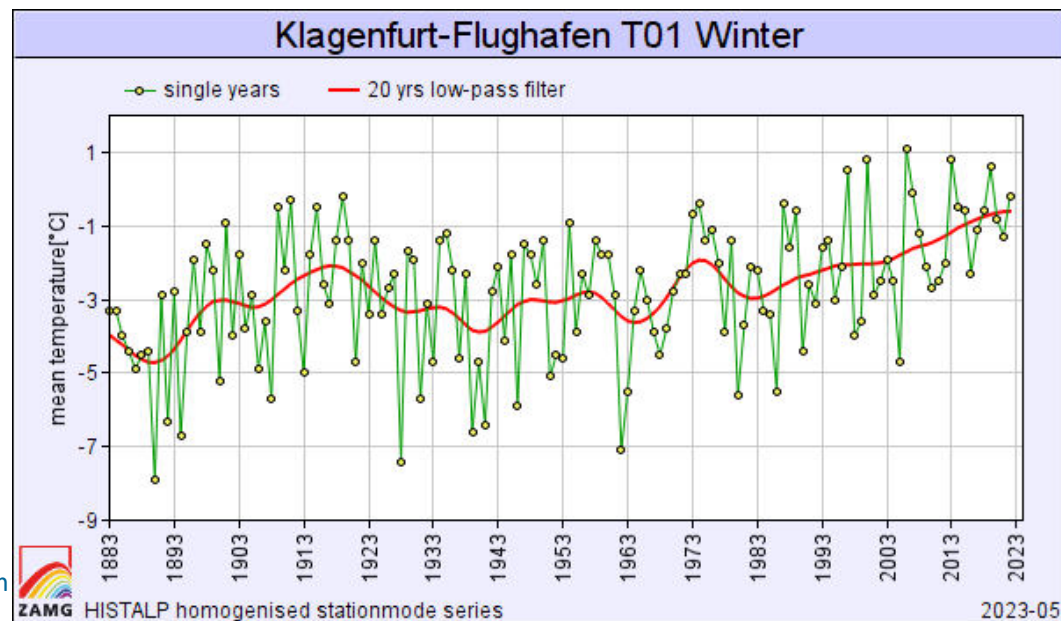


Temperatur Klagenfurt 1883-2021

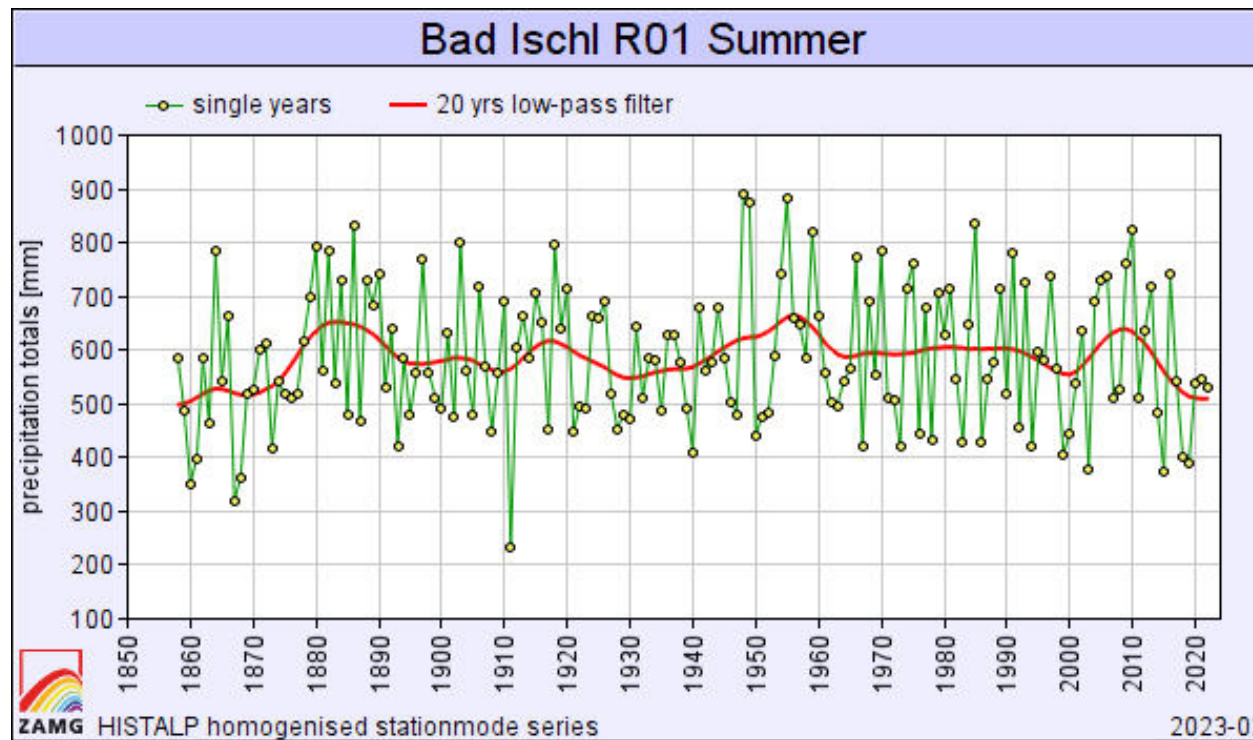
Sommer



Winter

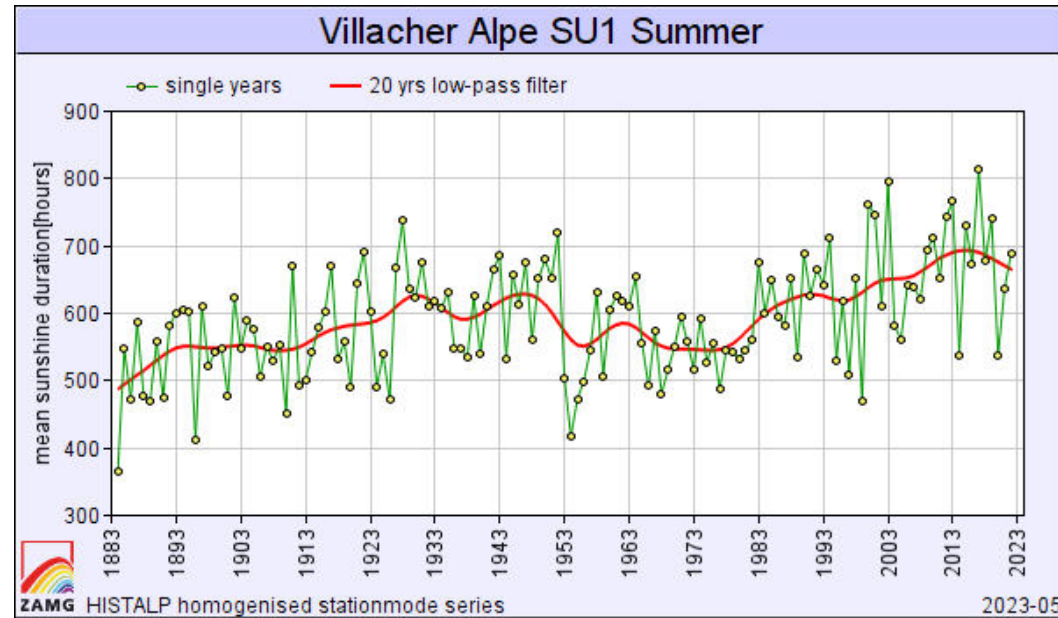


Bei den Niederschlagssummen hat sich nicht viel geändert

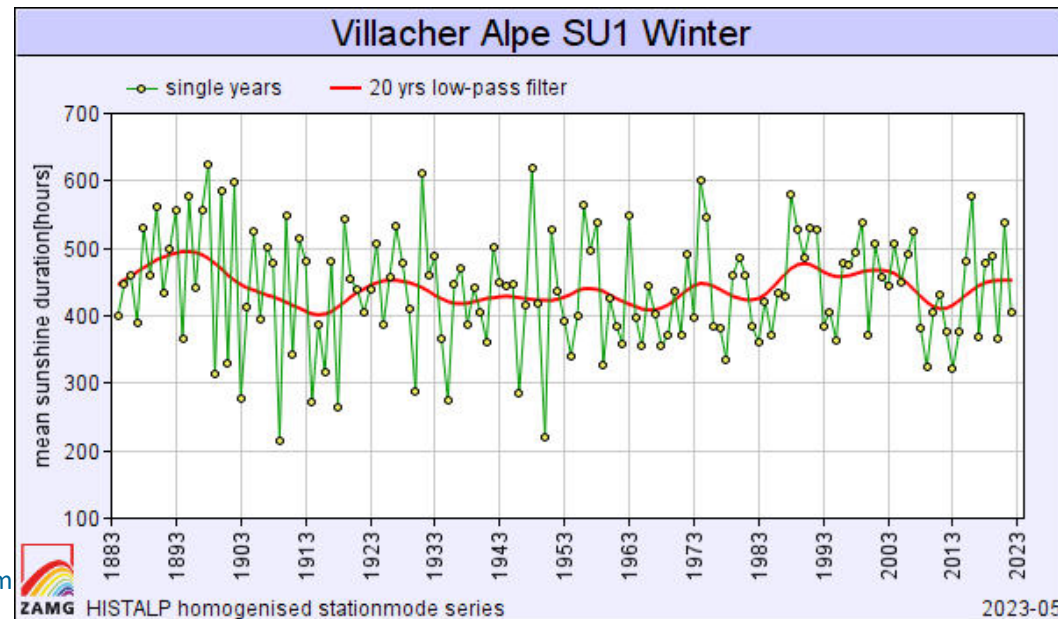


Sonnenscheindauer Villacher Alpe 1883-2021

Sommer

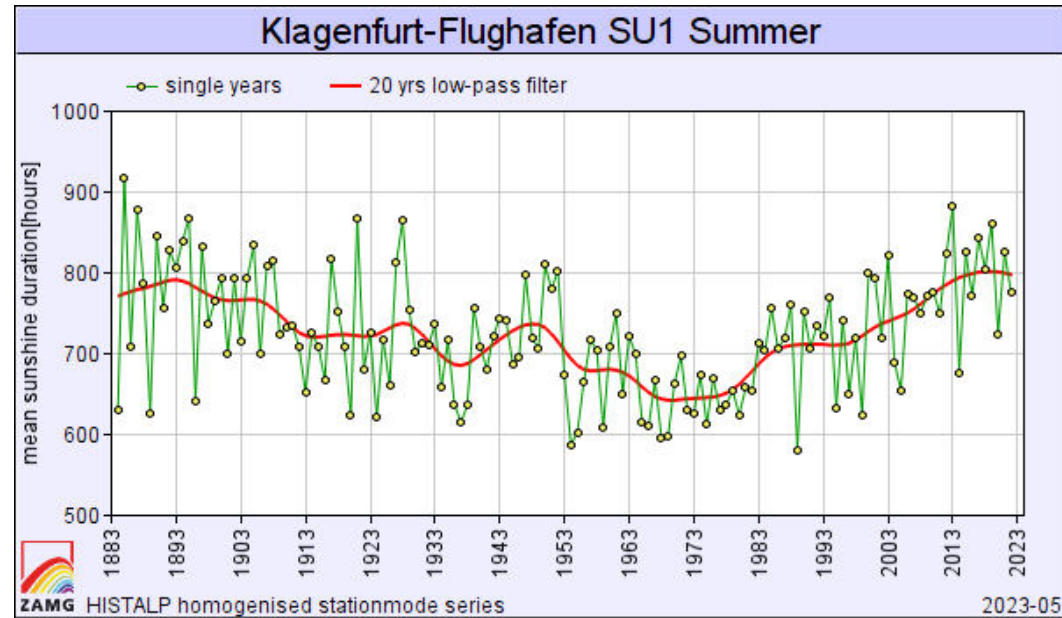


Winter

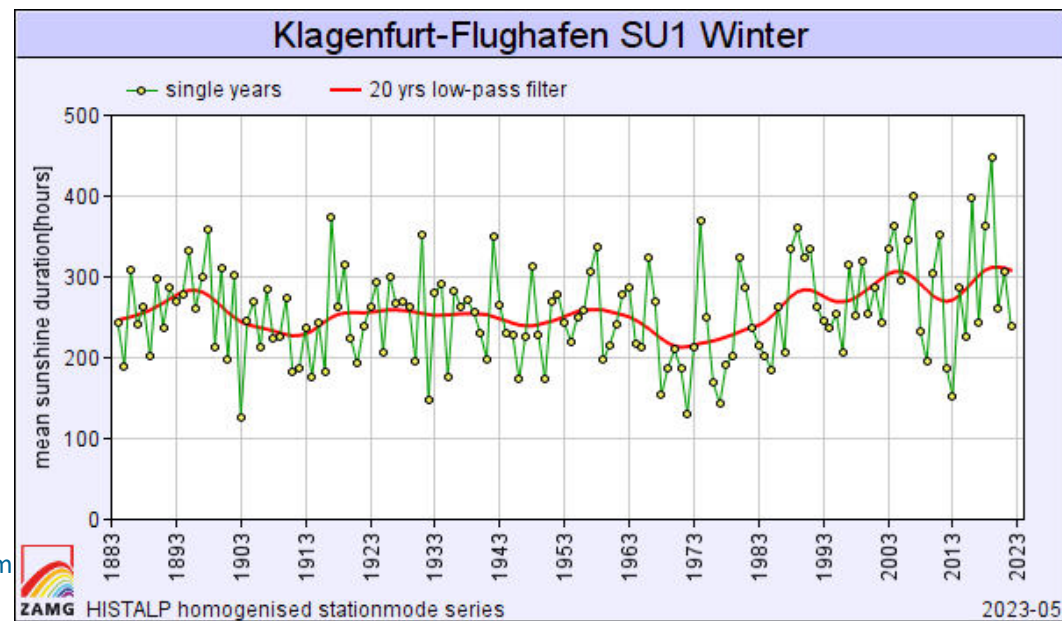


Sonnenscheindauer Klagenfurt 1883-2021

Sommer



Winter



Winterhalbjahr 1992-2020 vs. 1963-1991

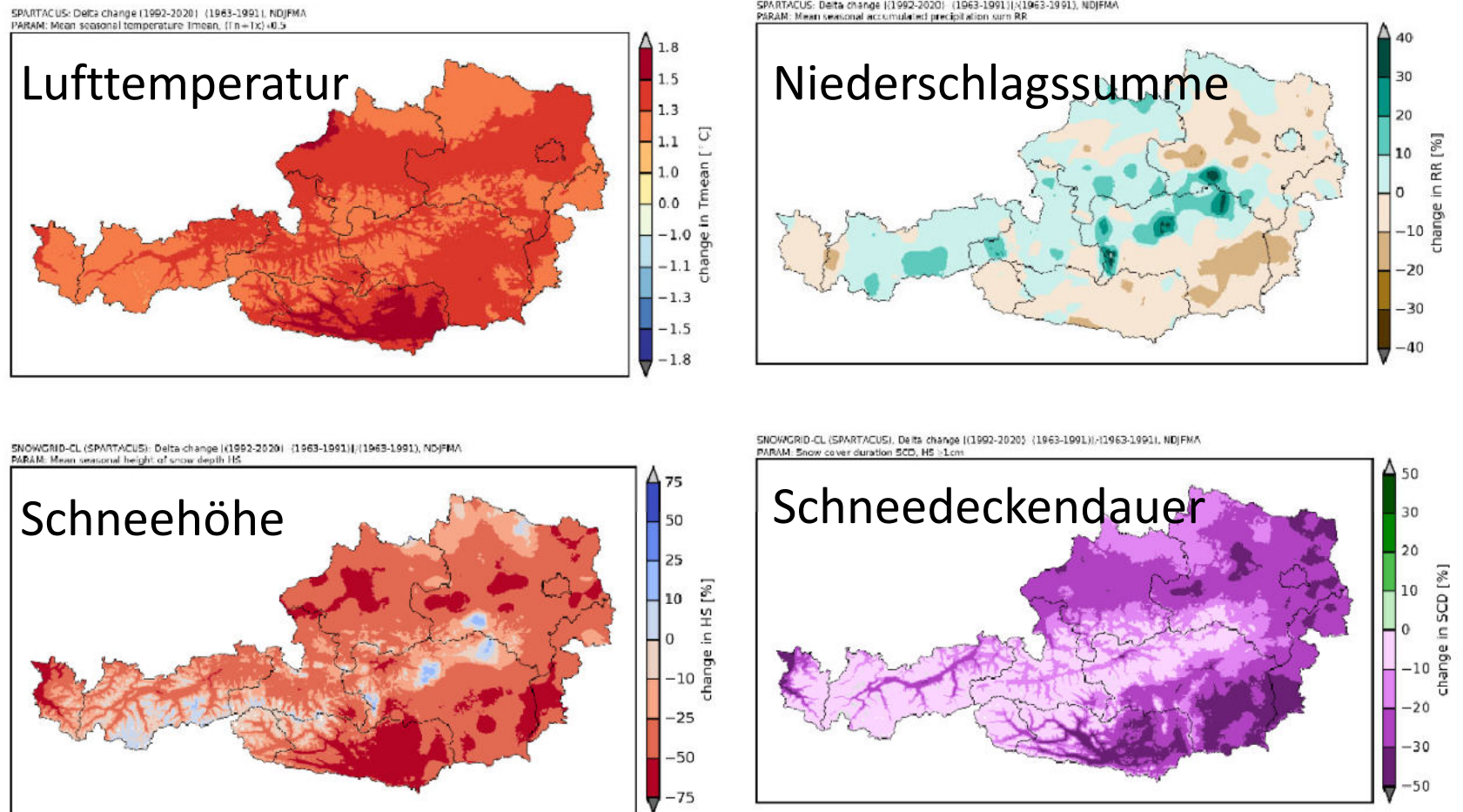


Figure 13. Observation-based gridded differences (1×1 km) of seasonal (NDJFMA) average air temperature (**top left panel**), precipitation sum (**top right panel**), snow depth HS (**lower left panel**), and snow cover duration (SCD) ($HS \geq 1$ cm), (**lower right panel**) based on the two time slices 1992–2020 vs. 1963–1991.



Änderung der für Beschneigung geeignete Stunden

SPARTACUS: Delta change (1992-2020)–(1963-1991), 1.Nov-24.Dec
PARAM: Mean seasonal accumulated snowmaking hours SMH, TW $\leq -4^\circ\text{C}$

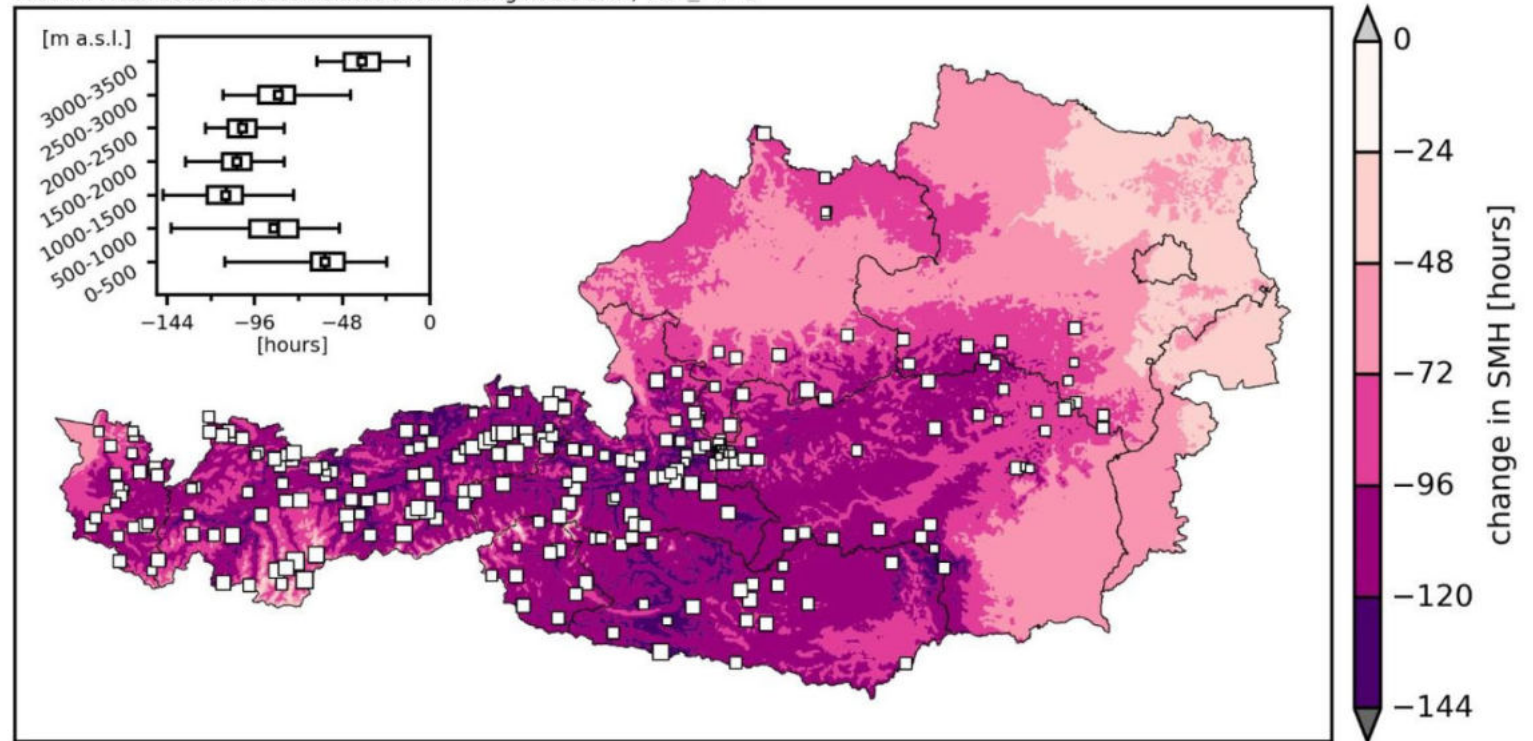


Figure 11. Change in accumulated snowmaking hours (number of hours with a wet bulb temperature $\leq -4^\circ\text{C}$) for the period 1 November–24 December for the two time slices 1991–2020 vs. 1961–1990. The colors represent the absolute change. The calculation of the snowmaking hours is based on the gridded observational dataset SPARTACUS. White squares indicate the approximate location of most Austrian skiing resorts as of the year 2008 (© data.umweltbundesamt.at; [63]) with the square size proportional to the size of the skiing resort.

Extremereignisse nehmen zu



Kosten des Klimawandels

- Derzeit kostet der Klimawandel in Österreich ca. 2 Milliarden € pro Jahr
 - private Betroffene, Versicherungen, ...
Gemeinden, der Staat (Katastrophenfonds, Instandhaltung der Infrastruktur, ...)
- Der Staat gibt ca. 1 Milliarde € pro Jahr für Anpassung aus (kein absoluter Schutz)

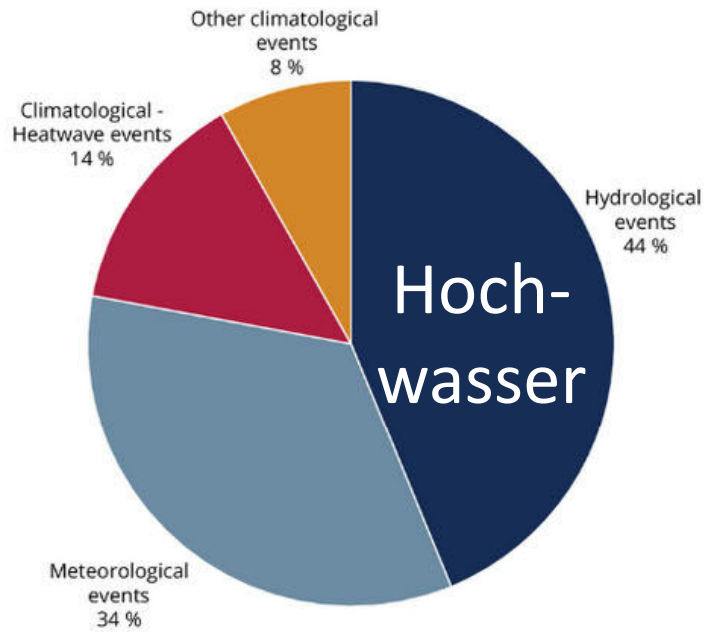
COIN 2020



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

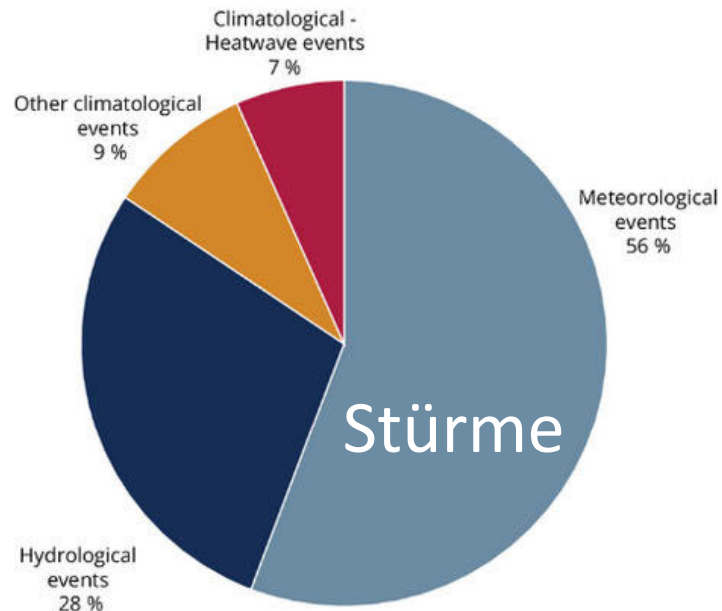


Economic losses
EUR 509 437 million



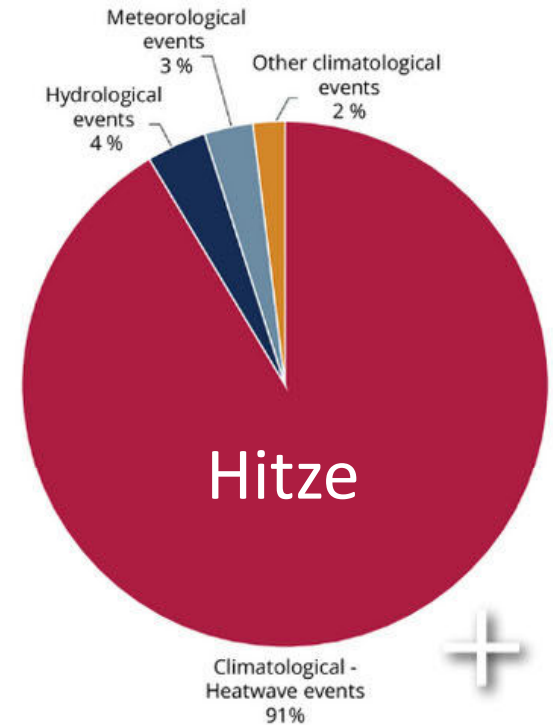
Schäden

Insured economic losses
EUR 116 395 million



Versicherte Schäden

Fatalities
142 101

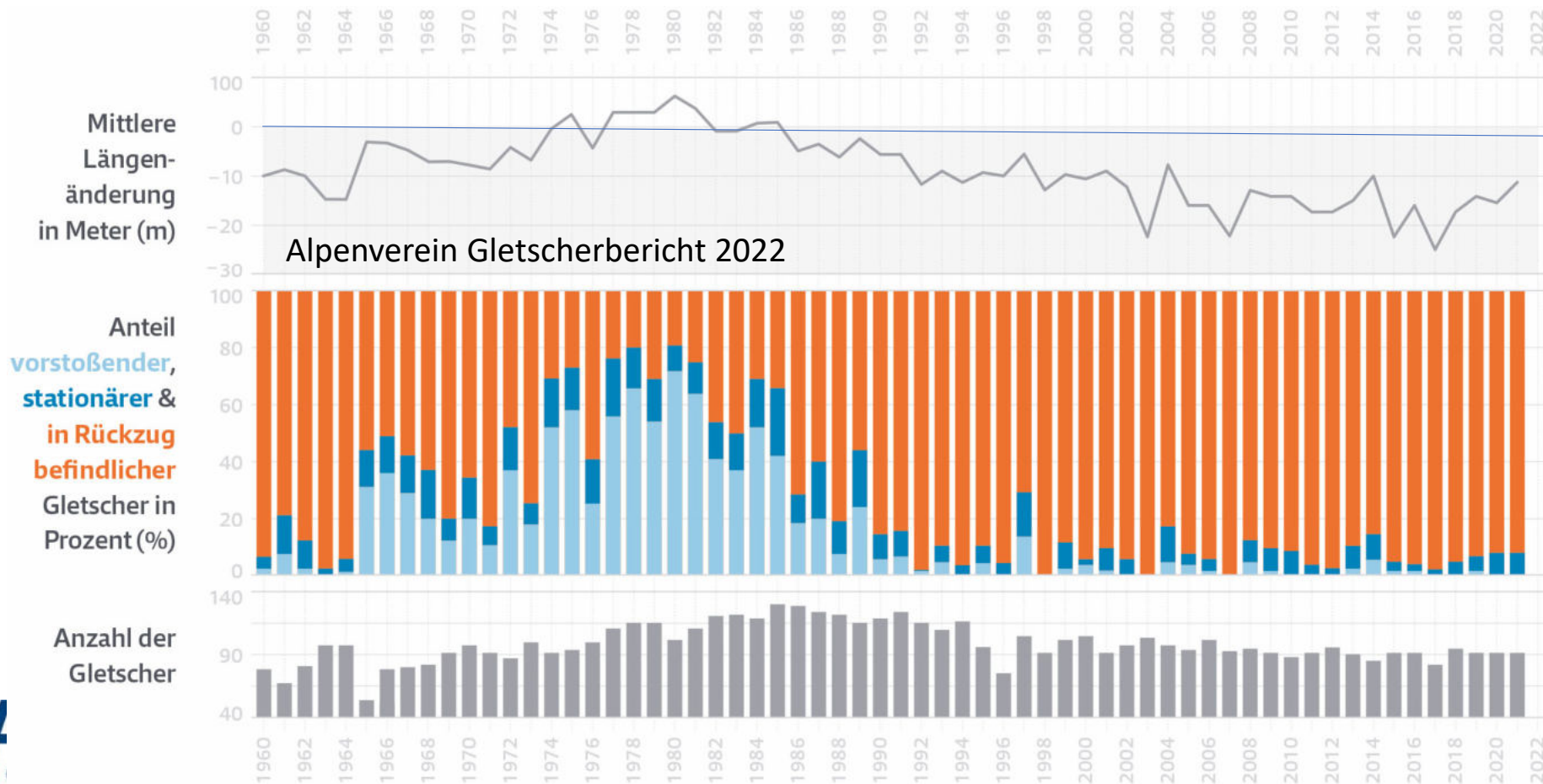


Todesfälle

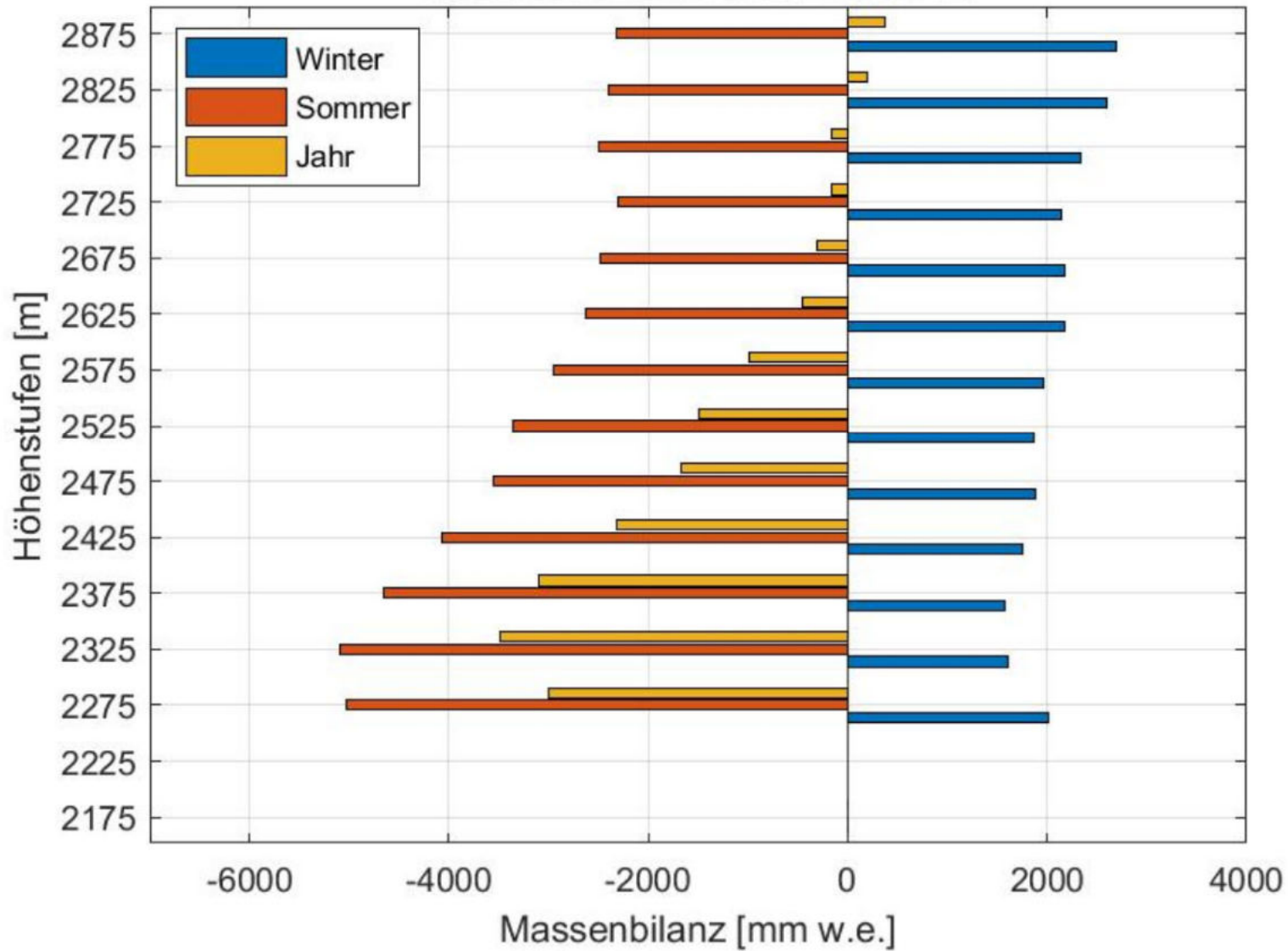
© EEA

Abbildung 1: Wirtschaftliche Schäden durch wetter- und klimabezogene Extremereignisse in den EEA Mitgliedsländern (1980 – 2020), nach Gefahrenart auf Grundlage von CATDAT (Quelle: EEA, <https://www.eea.europa.eu/publications/economic-losses-and-fatalities->

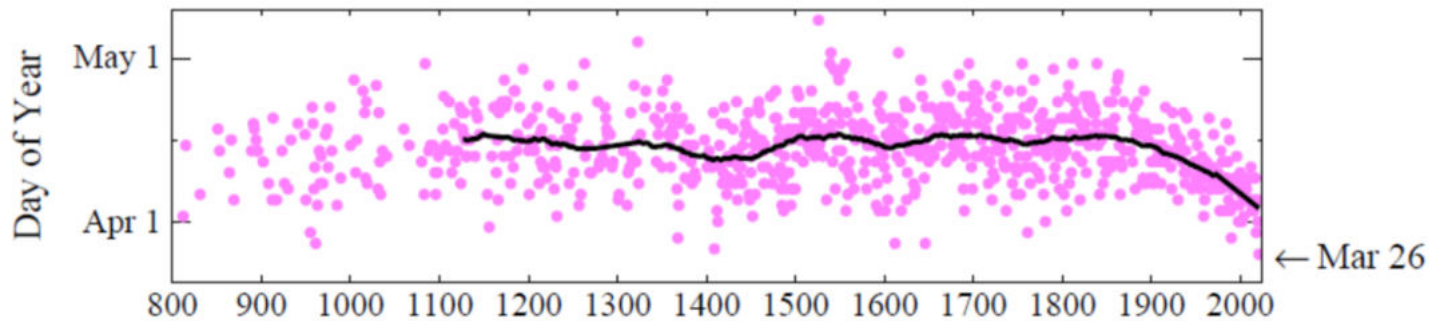
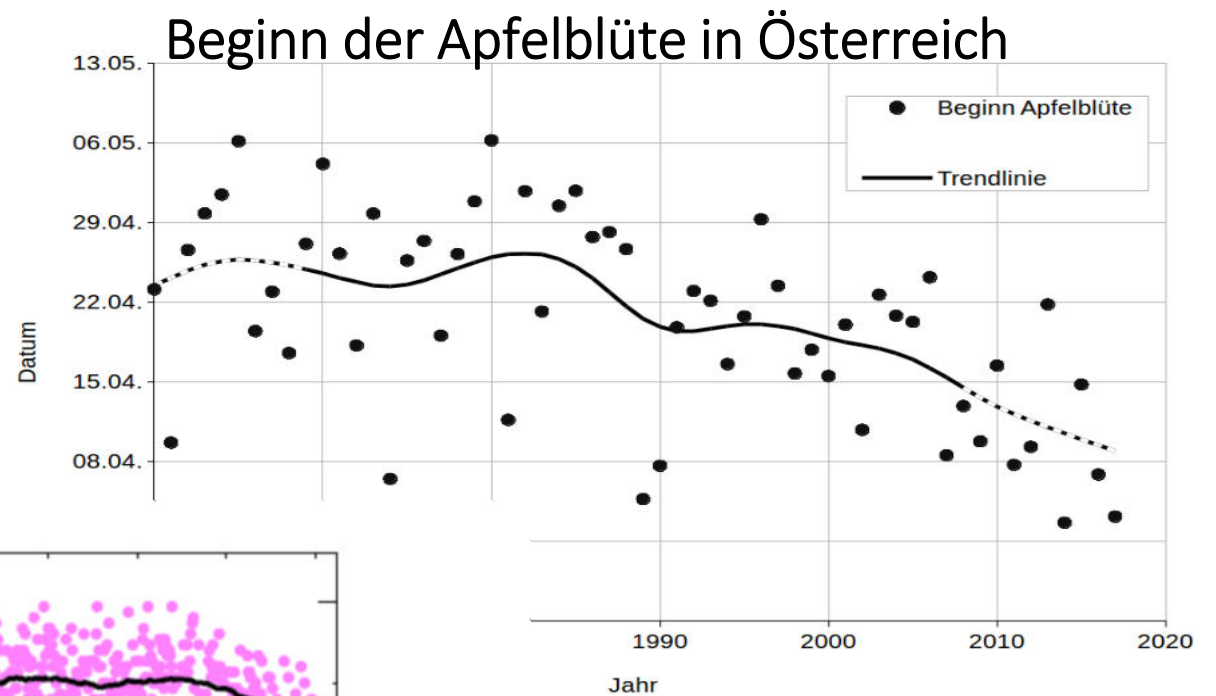
Anteil der vorstoßenden, stationären und rückläufigen österreichischen Gletscher



Spezifische Massenbilanz Hallstätter Gletscher 2020/2021



Die Natur reagiert



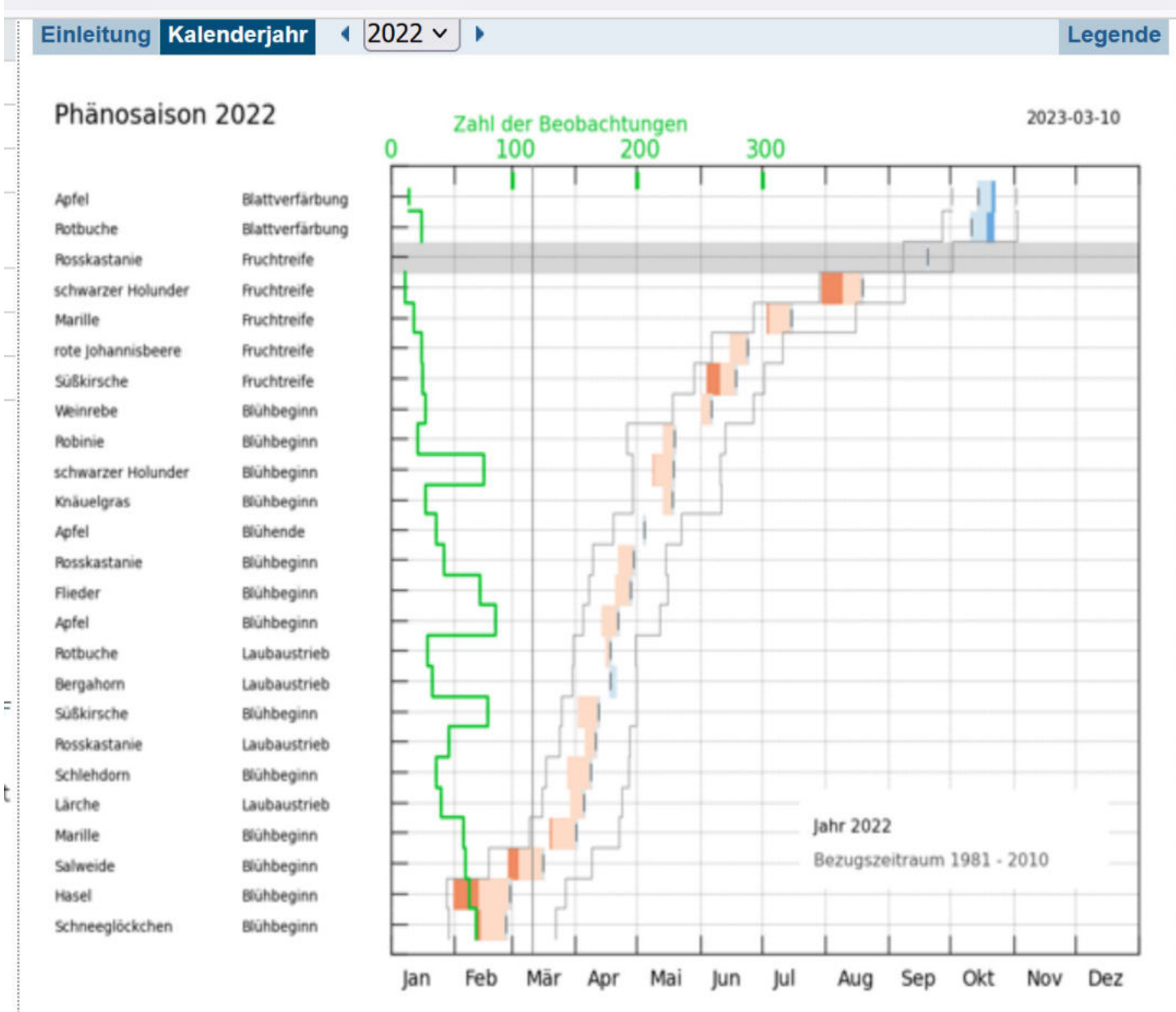
Datenquelle: ZAMG

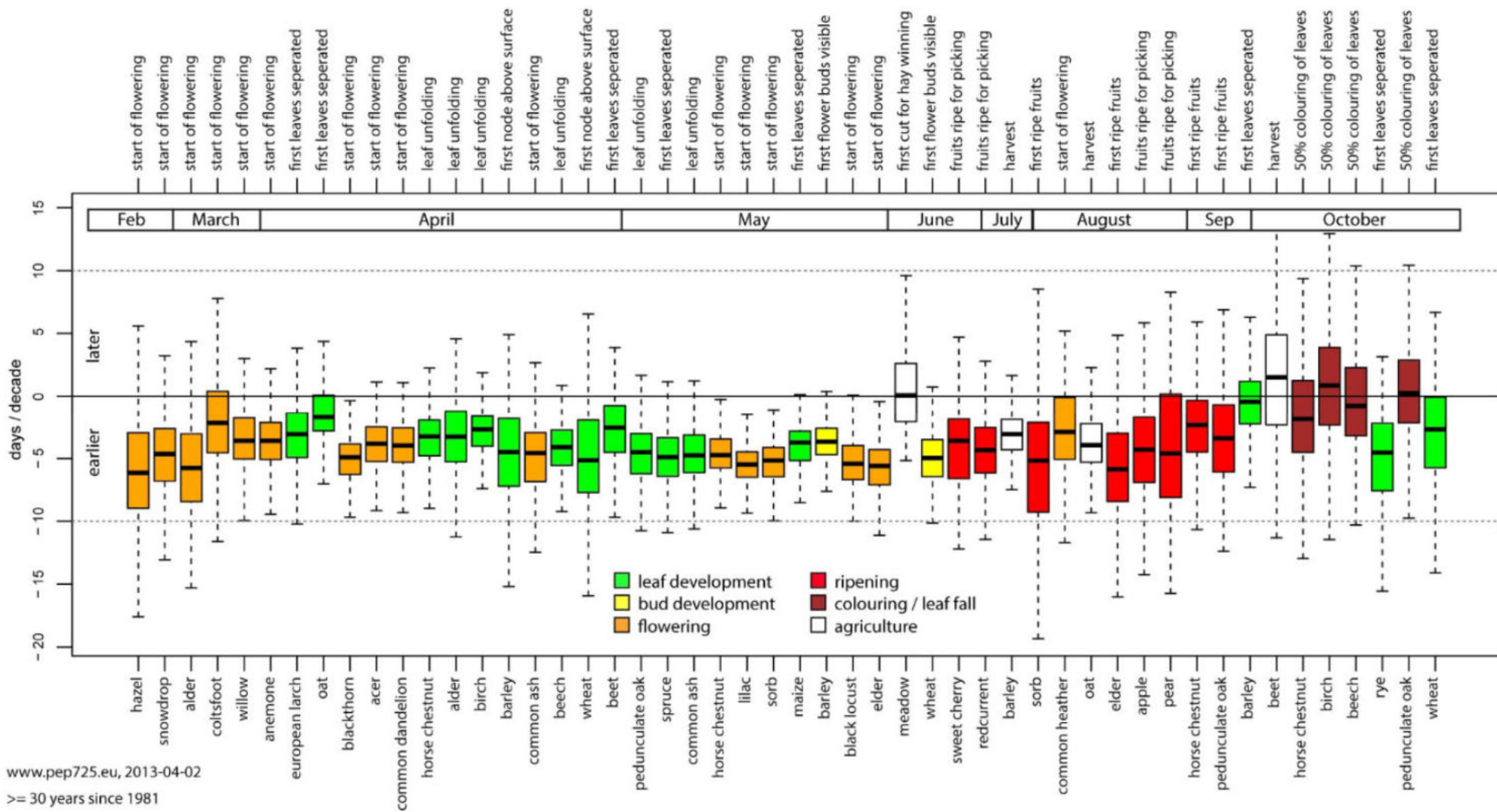


Helga Kromp-Kolb | Zentrum für Globalen Wandel und Nachhaltigkeit BOKU



Phänologischer Kalender 2022





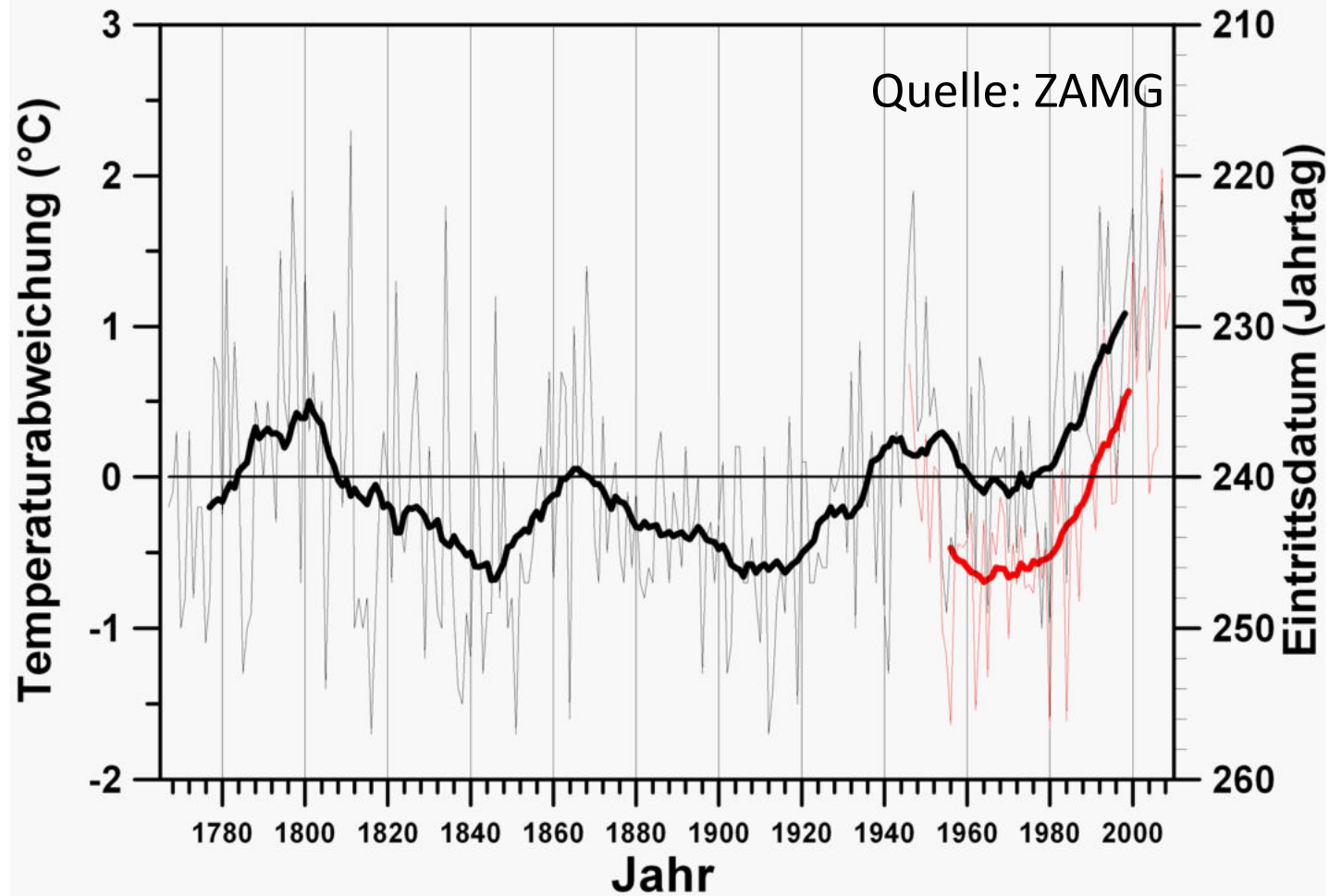
www.pep725.eu, 2013-04-02

>= 30 years since 1981

Trends in days per decade of phenological events in 1981 to 2000 (Ungersböck et al., 2013)



Sommertemperatur und Reife des **schwarzen Holunders**

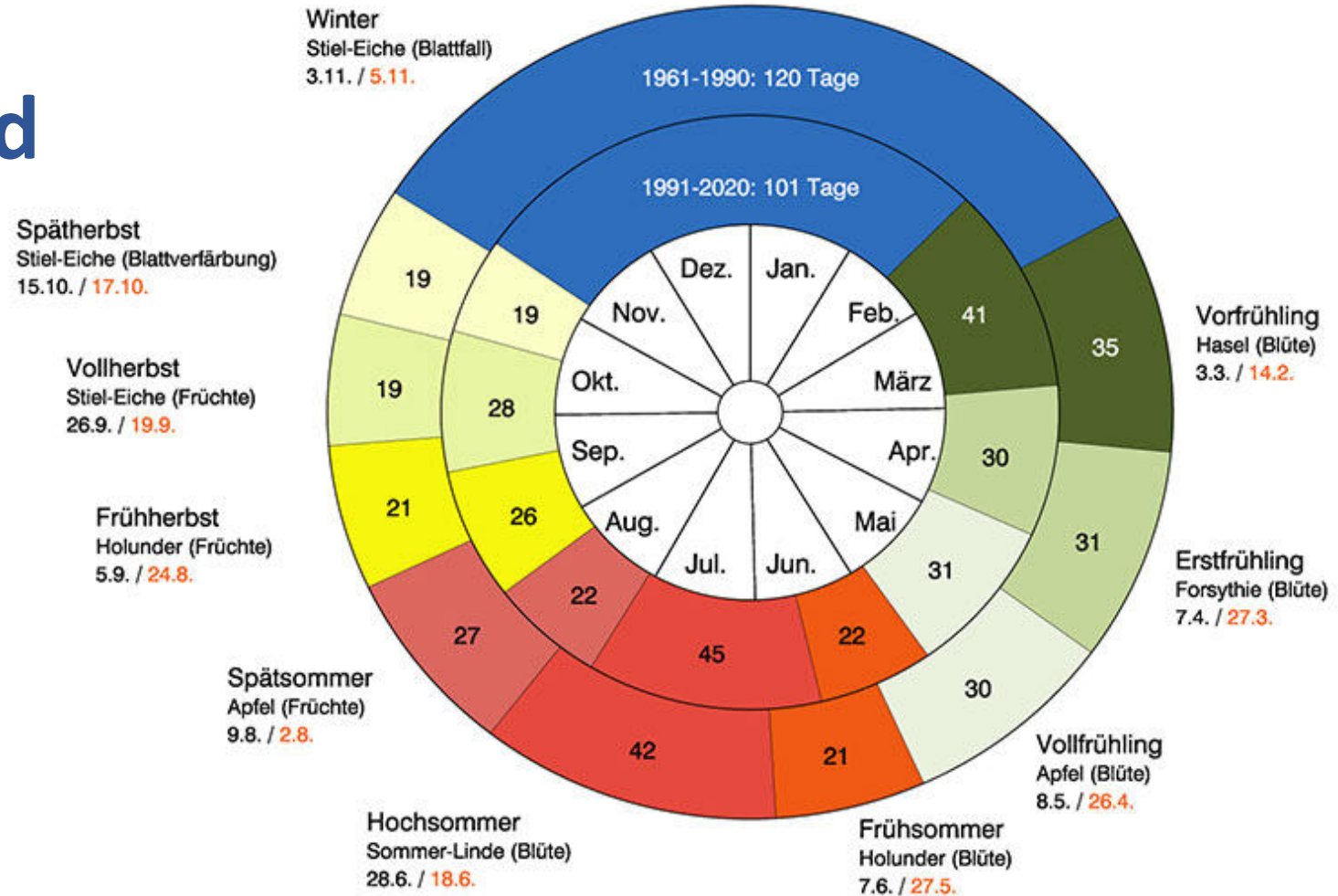


Phänologische Uhr Deutschland

Phänologische Jahreszeiten für Deutschland

äußerer Ring zeigt das Mittel 1961-1990

innerer Ring zeigt das Mittel 1991 - 2020



Artenvielfalt bedroht durch

- Habitatverlust
- Übernutzung
- Klimawandel
 - bei +4,5 Grad → jede 2. Tier-und Pflanzenart
 - bei +2°C jede vierte Spezies
-

Spezialisten bedroht

- Schneller Wandel bedroht vor allem Spezialisten: leiden besondere und damit auch seltenere Lebensräume → Art bedroht.
- Viele Schmetterlingsarten und Insekten → bestimmte Futterpflanzen
- Hochspezialisierte Amphibien (z.B. Moorforsch) bedroht durch austrocknende Laichgewässer
- Kabeljau und Hering werden Gewässer vor der deutschen Küste zu warm.

Gewinner

- Einige Singvogelarten, wie Zaunkönig oder Zilpzalp → milde Winter, ausreichendes Nahrungsangebot an Insekten
- Fischjäger, wie Eisvogel → unvereiste Gewässer
- Borkenkäfer → trockene Sommer schwächen Fichtenbestände Borkenkäfer vermehrt sich explosionsartig
- Eichenprozessionsspinner: → milde Temperaturen → Habitat erweitert. Zu seinen wenigen natürlichen Feinden zählt der Kuckuck.

Verlierer

- Zugvögel besonders anfällig, weil intakte Verhältnisse am Brutplatz, in Rastgebieten und im Überwinterungsgebiet erforderlich
- Kuckuck, Langstrecken-Zugvogel, kommt Mitte April aus Winterquartier → typische Wirtsvögel wie der Teichrohrsänger brüten wegen wärmeren Frühjahrs früher → Kuckuck findet weniger Nester mit Eiern.
 - Weniger Kuckuck-Nachwuchs
 - Mehr Wirtsvögel
 - Mehr Eichenprozessionsspinner
 - Mehr betroffene Menschen



Habitatverschiebung



@Wolfgang Schruf

- Rückgang der Bachforelle
→ kühle, sauerstoffreiche, fließende Gewässer.
 - Lebensraumverlust
 - Gewässerverschmutzung
 - steigenden Wassertemperaturen
- Dokumentierten Fangzahlen in der Schweiz in zehn Jahren um ein Drittel gesunken.

Habitatverschiebung: nach oben, nach Norden

- Alpine Huftiere, wie Steinbock und Gämse → weiter nach oben
- Alpensalamander, Schneehuhn oder Enzian → angestammter Lebensraum schrumpft
- Wärmeliebende Arten (Bienenfresser und Wiedehopf, Gottesanbeterin und Blauschwarze Holzbiene) → weiter nördlich
- Wolfsähnliche Goldschakal → schneearme Winter und trockenheiße Sommer → Ökosystem verändern.

Global greenhouse gas emissions and warming scenarios

- Each pathway comes with uncertainty, marked by the shading from low to high emissions under each scenario.
Warming refers to the expected global temperature rise by 2100, relative to pre-industrial temperatures.

Annual global greenhouse gas emissions
in gigatonnes of carbon dioxide-equivalents

150 Gt

Zugesagte Maßnahmen zu wenig

100 Gt

50 Gt

Greenhouse gas emissions
up to the present

0

1990 2000 2010 2020 2030 2040 2050 2060 2070 2080 2090 2100

No climate policies

4.1 – 4.8 °C

→ expected emissions in a baseline scenario if countries had not implemented climate reduction policies.

Current policies

2.5 – 2.9 °C

→ emissions with current climate policies in place result in warming of 2.5 to 2.9°C by 2100.

Pledges & targets (2.1 °C)

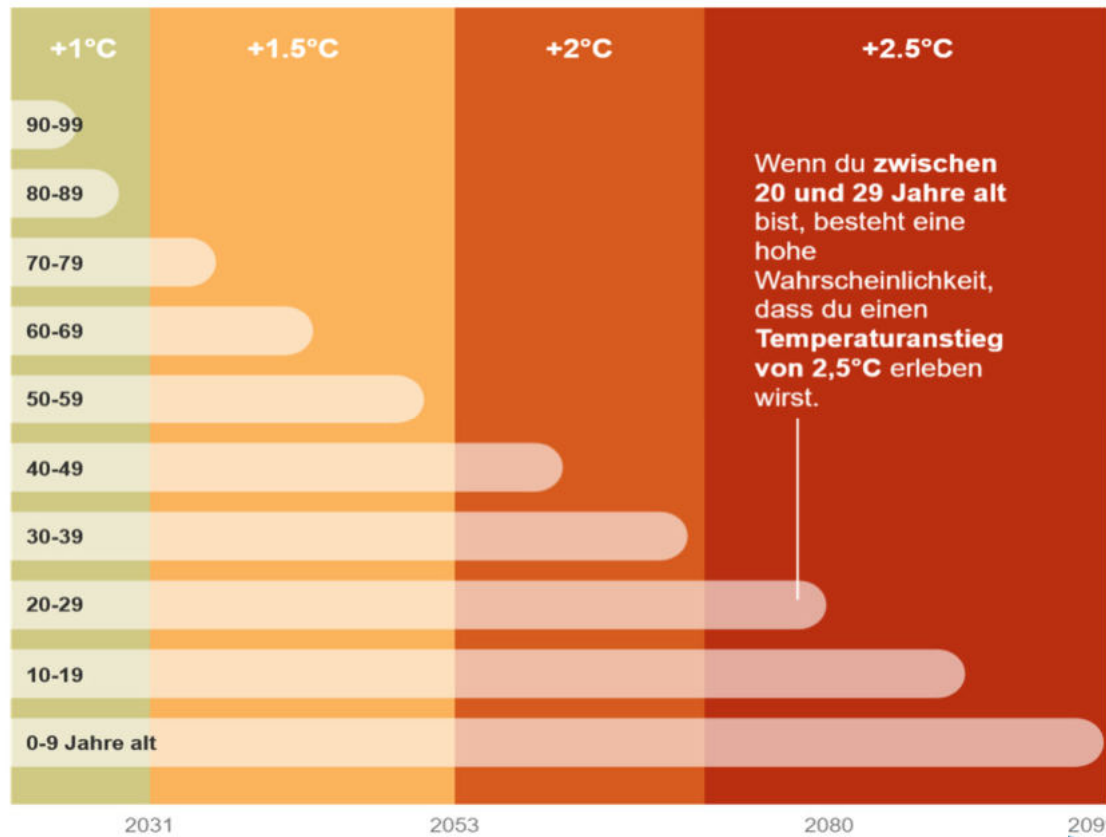
→ emissions if all countries delivered on reduction pledges result in warming of 2.1°C by 2100.

2°C pathways

1.5°C pathways



Wie viel Grad Erderwärmung werden SIE noch erleben?



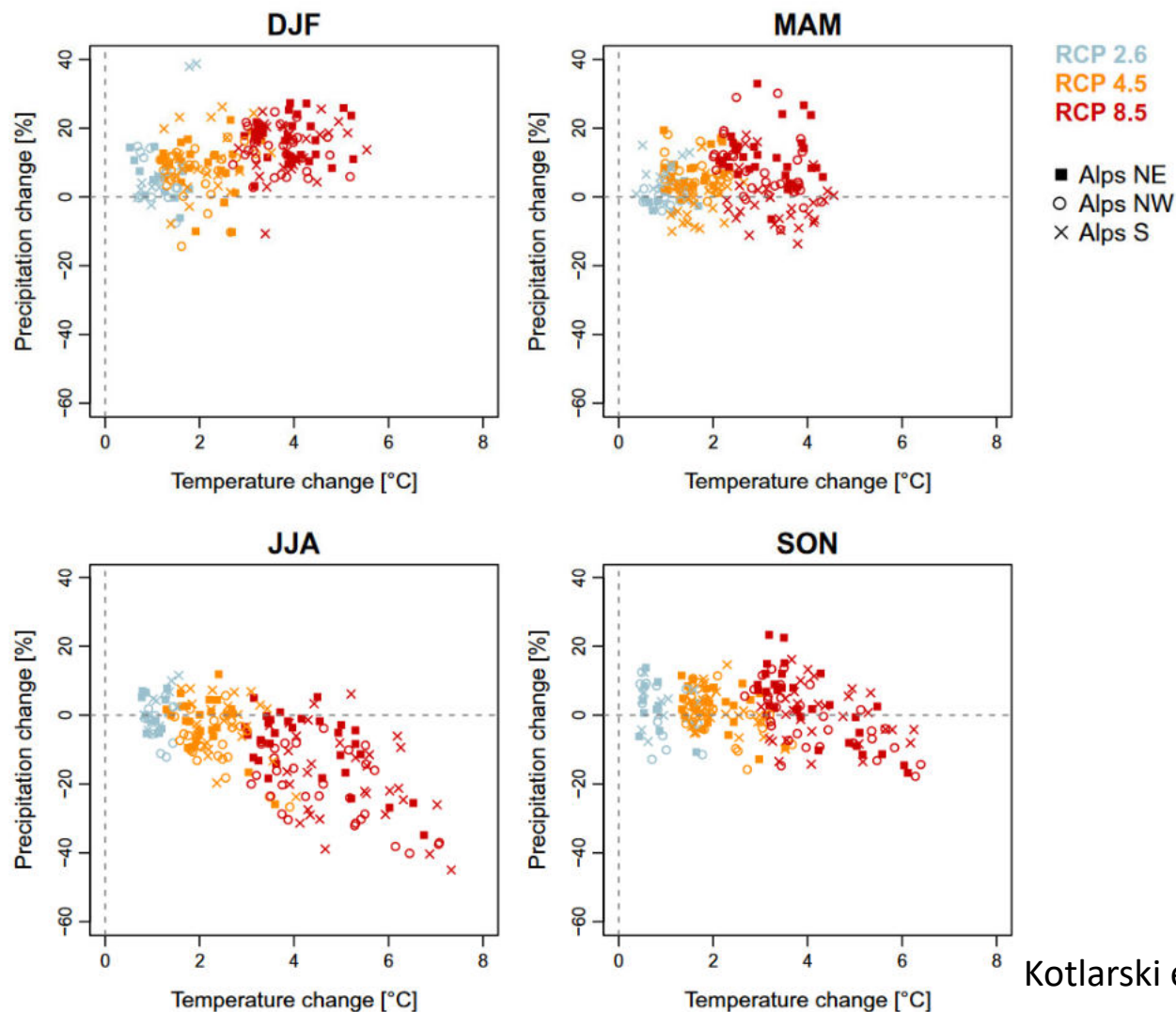
Grafik: Hans Hack
basierend auf dem
mittleren IPCC
Szenario SSP2-4.5
(IPCC 2021)

Lebenserwartung von
Destatis basiert auf
den Jahren
2017/2019.

(Übernommen von
Helgenberger 2022)

...in Österreich?

Vergleich 1981-2010 mit 2070-2099



Kotlarski et al, 2022

Fig. 10 Relation between mean seasonal temperature (x-axis) [°C] and precipitation changes (y-axis) [%] in the Alpine region from 1981–2010 to 2070–2099, for all experiments of the full multi-model

ensemble (EUR-11 and EUR-44). The four panels represent the individual seasons, the colors indicate the three different emission scenarios. The marker styles refer to the three Alpine sub-domains



1. HITZE



2. POLLEN



3. LUFTSCHADSTOFFE



Die **6** größten Problembereiche

4. STARKNIEDERSCHLÄGE/
HOCHWASSER



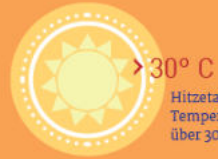
5. DÜRRE



6. MUREN & ERDRUTSCH



HITZETAGE

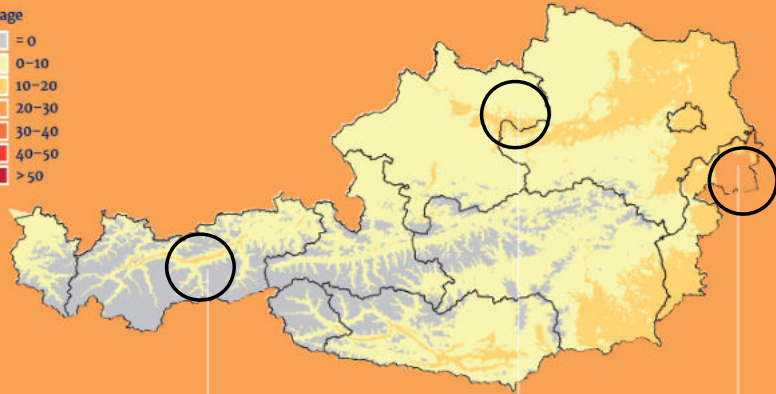
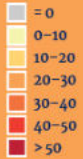


Hitzetage haben ein Temperaturmaximum über 30° C



Österreich bis 2010 Hitzetage 1981-2010

Tage



Gebirge

Wald- und Mühlviertel

Seewinkel

heute
2100

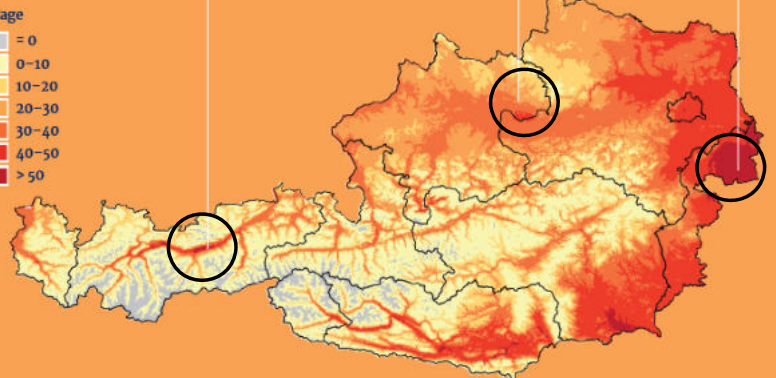
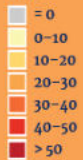
Lagen ab 1.000 m **0 HITZETAGE**
HITZETAGE bis 2.000 m zu erwarten

10-15 HITZETAGE
40 HITZETAGE

knapp **20 HITZETAGE**
mehr als **50 HITZETAGE**

Österreich bis 2100 Hitzetage 2071-2100

Tage



Gebirge

Wald- und Mühlviertel

Seewinkel

TROPENNÄCHTE

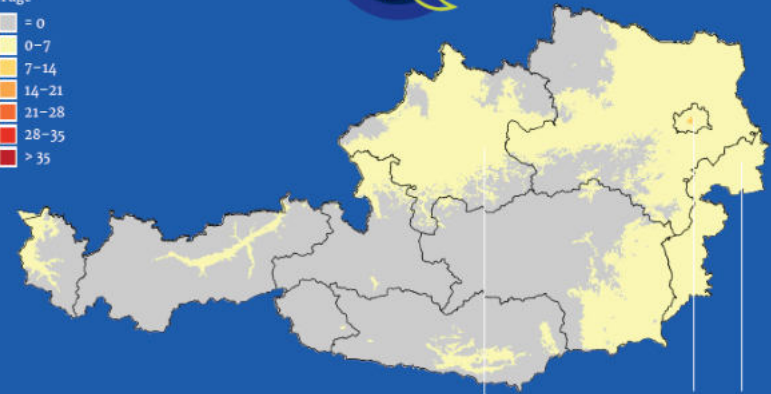
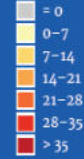


Tropennächte haben ein Temperaturminimum von mehr als 20° C



Österreich bis 2010 Tropennächte 1981-2010

Tage



Tiefagen: Mühlviertel, Marchfeld und Südburgenland sowie Alpenvorland

Wien und Seewinkel

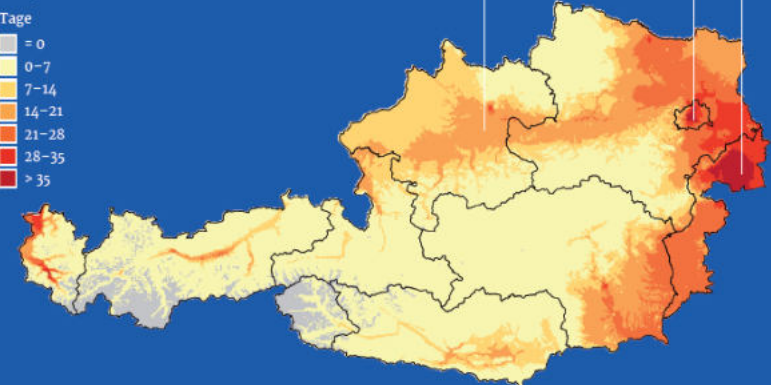
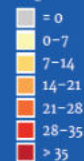
heute
2100

0 TROPENNÄCHTE
20-30 TROPENNÄCHTE

1-5 TROPENNÄCHTE
30 TROPENNÄCHTE

Österreich bis 2100 Tropennächte 2071-2100

Tage



Tiefagen: Mühlviertel, Marchfeld und Südburgenland sowie Alpenvorland

Wien und Seewinkel



Helga Kro



Indikatorenberechnung und GIS-Bearbeitung: BOKU-Met, Projekt ClimateMap
Datenquellen (RCP 8.5): Spartacus (ZAMG, Hiebl et al. 2015), ÖKS15 (Uni Graz, Wegener Center, Leuprecht et al. 2016), Gpard (ZAMG, Hofstätter et al. 2016)

Indikatorenberechnung und GIS-Bearbeitung: BOKU-Met, Projekt ClimateMap
Datenquellen (RCP 8.5): Spartacus (ZAMG, Hiebl et al. 2015), ÖKS15 (Uni Graz, Wegener Center, Leuprecht et al. 2016), Gpard (ZAMG, Hofstätter et al. 2016)

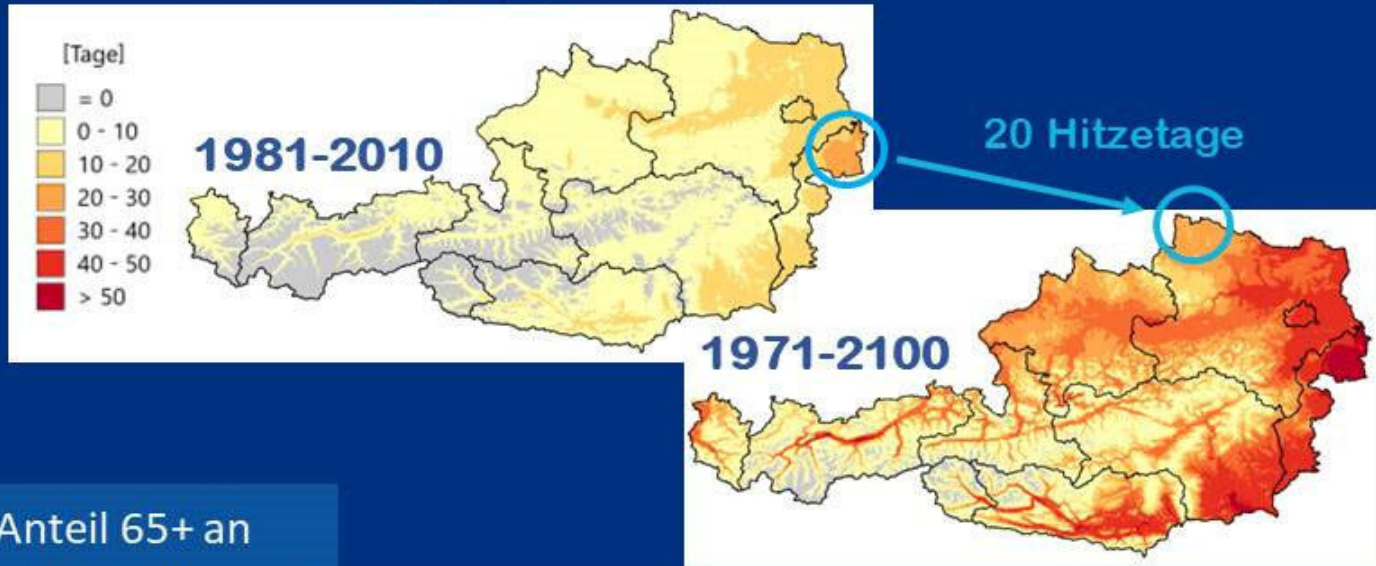


1. HITZE



Hitzetage $\geq 30^{\circ}C$

Beweislage +++
Übereinstimmung +++



Klimafolgen

Anteil 65+ an
Gesamtbevölkerung

2017	19 %
2050	27 %

2016 - 2045:
1.200

2036 - 2065:
3.000

HITZETOTE
in Österreich

Beweislage ++
Übereinstimmung +++



Kurzfristig: Evaluation zur Weiterentwicklung der Hitzewarnsysteme; Erreichbarkeit schwer zugänglicher Personen; Gebäudesanierungen (Wäremdämmung)



Langfristig: (städte)planerische Maßnahmen
< Hitzeinseln, Wärmequellen, Luft- und Lärmbelastung für nächtliche Lüftung
> Begrünung & Winddurchzug

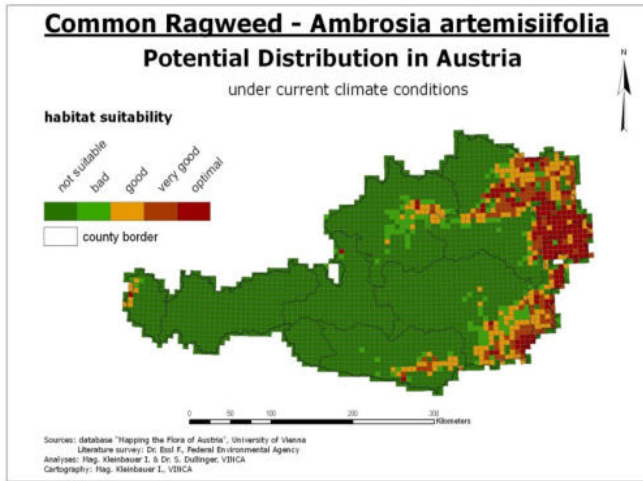
Beweislage +++
Übereinstimmung +++

3. LUFT-SCHADSTOFFE



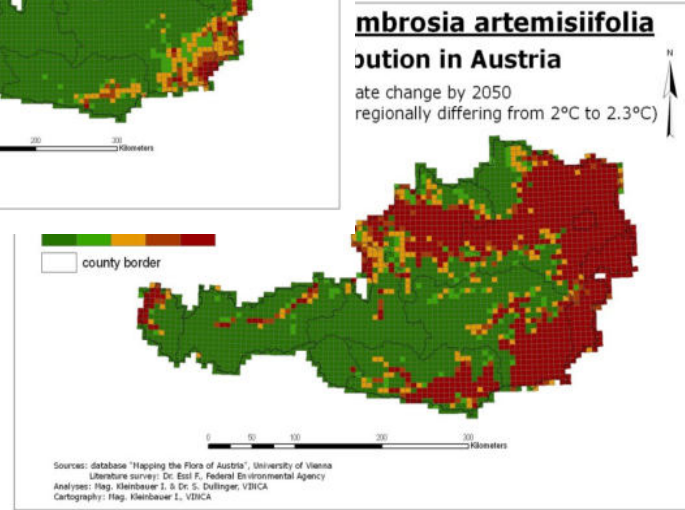
Met



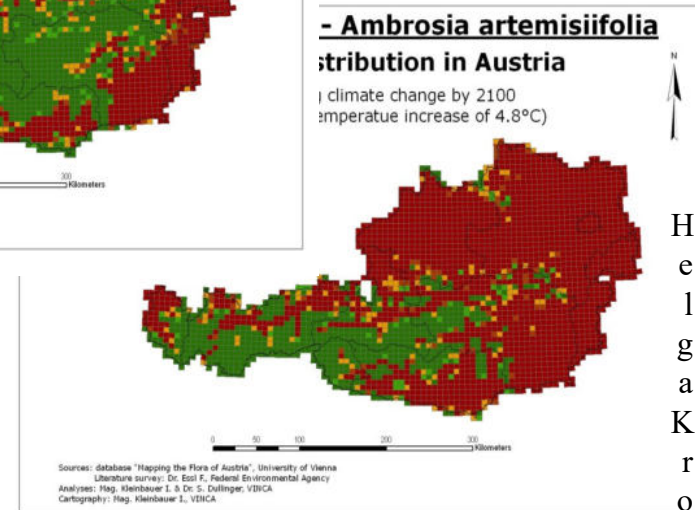


derzeit

2050 / +2°C



2100 / +4,8°C



Klimagunst für Ambrosie

Helga Kromp-Kolb

nach Kleinbauer, Dullinger, Essl und Peterseil 2006

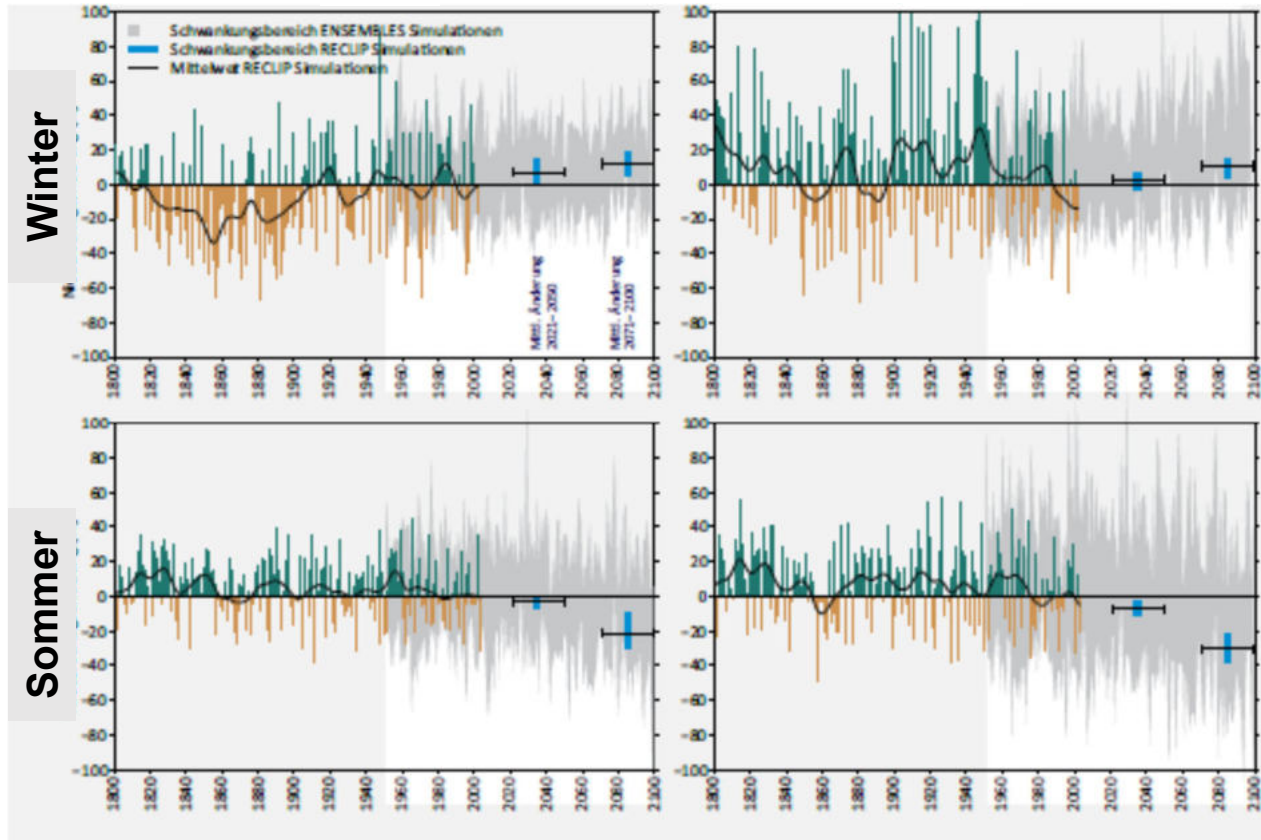


Helga Kromp-Kolb | Zentrum für Globale



NW

SE



Niederschlags-
entwicklung 1980
bis 2100 bezogen
auf 1971 - 2000

H
e
l
g
a
K
r
o
m
p
-
K

AAR14



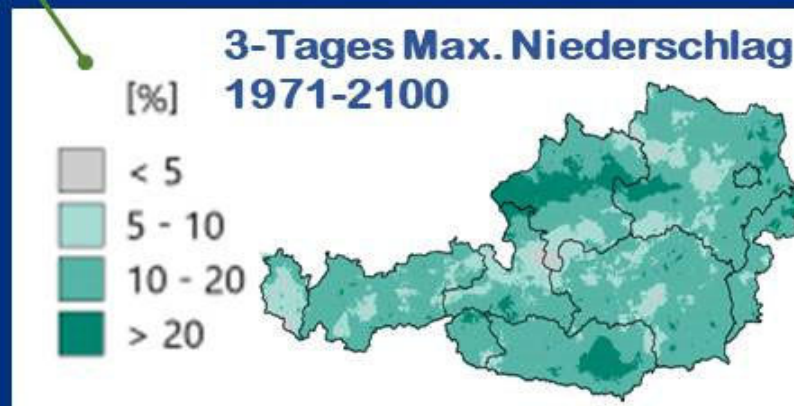
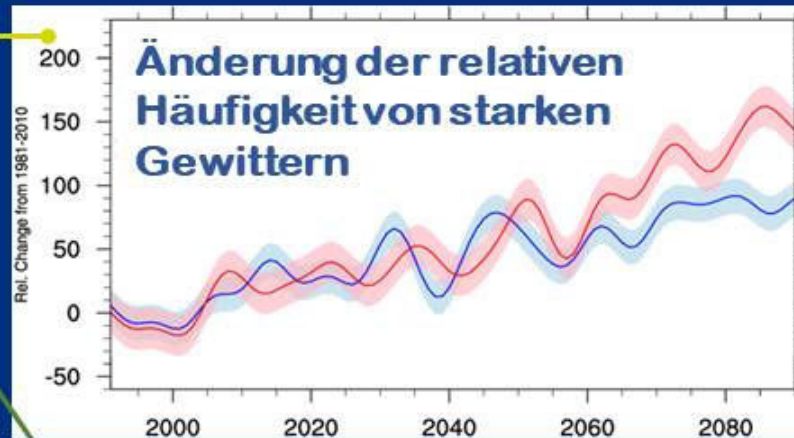
2018.06.26 Thailand | Helga Kromp-Kolb | BOKU Zentrum für Globalen Wandel und Nachhaltigkeit
Helga Kromp-Kolb | Zentrum für Globalen Wandel und Nachhaltigkeit BOKU



4. STARKNIEDERSCHLÄGE/ GEWITTER



Klimafolgen



Beweislage ++
Übereinstimmung +++

- Durch integrale Ereignisdokumentation für gezieltere Maßnahmen
- Durch Stärkung der Eigenvorsorge
- Durch Beteiligung gemischter Gruppen bei der Erstellung von Krisenschutzplänen

können die Folgen reduziert werden.





Bodenerosion nach Starkniederschlag: offener Boden
und leichte Hanglage → enormer Bodenabtrag
(Quelle: Klik)



Helga Kromp-Kolb | BOKU



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



Met



(Quelle ?)

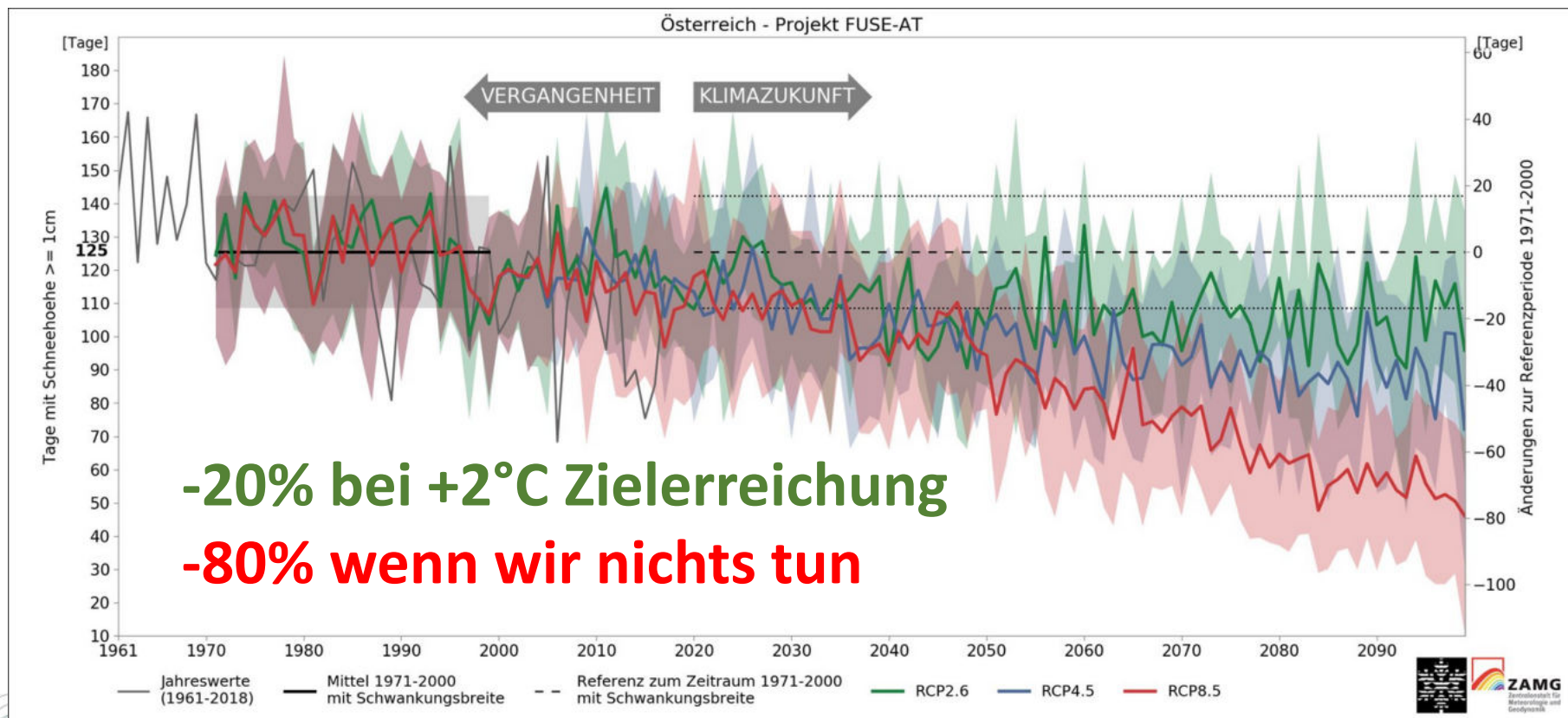
H
e
l
g
a
K
r
o
m
p
-
K



2018.06.26 Thailand | Helga Kromp-Kolb | BOKU Zentrum für Globalen Wandel und Nachhaltigkeit
Helga Kromp-Kolb | Zentrum für Globalen Wandel und Nachhaltigkeit BOKU



Tage mit Schneedecke >1 cm (Österreich)



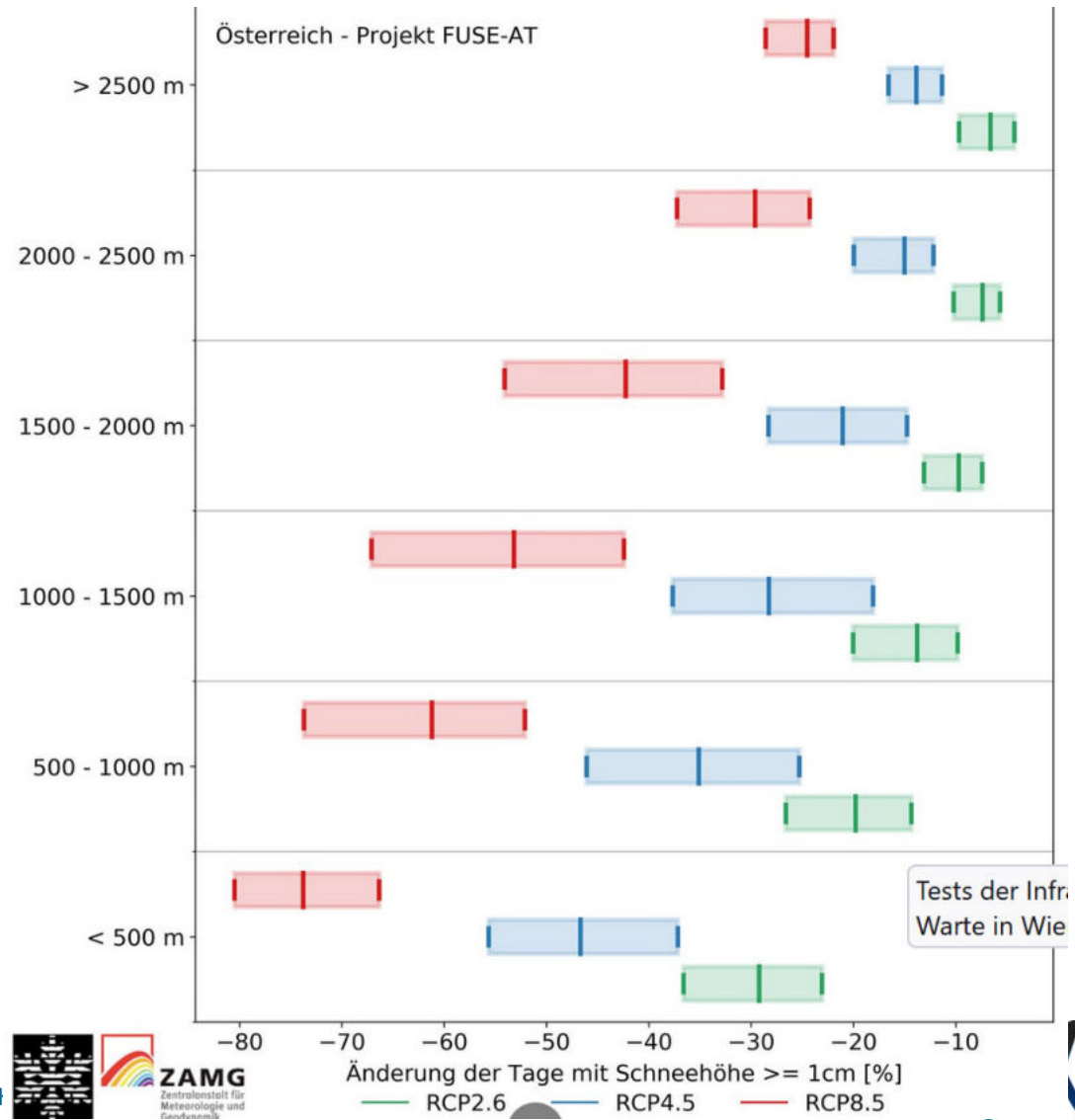
Quelle: KLIEN-ACRP Projekt FUSE-AT



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



Höhenabhängige Abnahme der Tage mit Schneehöhe > 1cm



Quelle: KLIEN-ACRP Projekt FUSE-AT



Auswirkungen des Gletscherrückganges

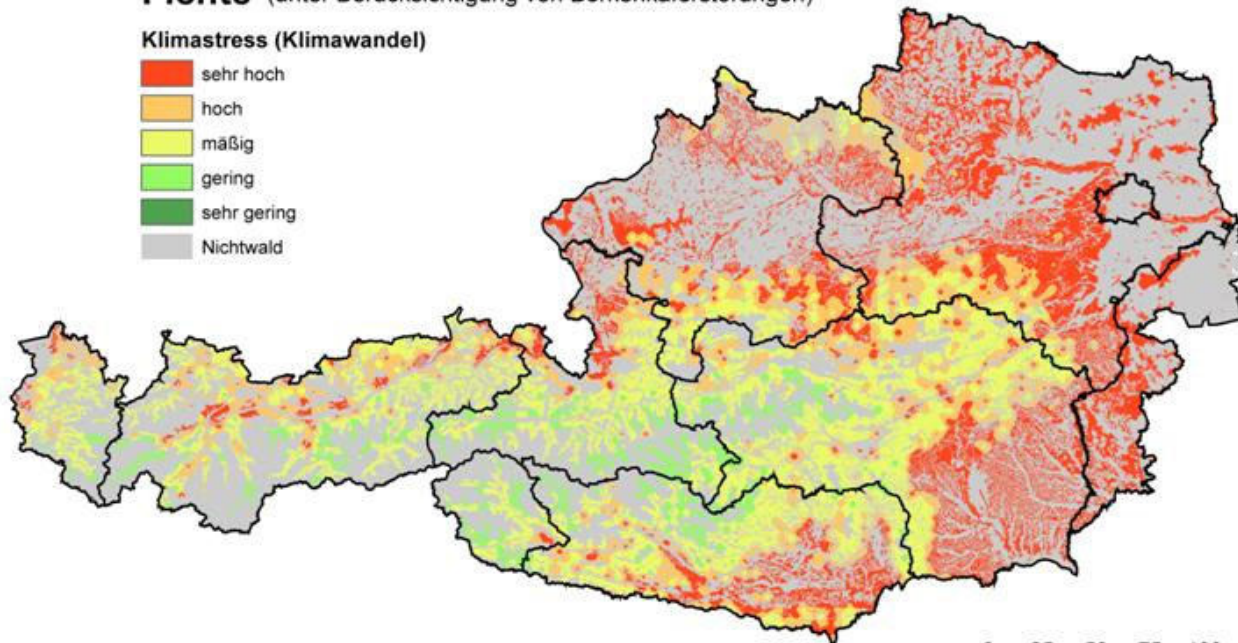
- **Das Gefahrenpotenzial im Alpenraum steigt:**
 - Trümmergebiet freigelegt; Murenabgänge, Erdbeben.
- **"Wasserschloss Europas" beeinträchtigt:**
 - kurzfristig erhöhter Gletscherertrag
 - langfristig Rückgang
- **Tourismus bedroht und gefährdet:**
 - Optik verändert,
 - Skigebiete ziehen nach oben,
 - Steinschlaggefahr für Touristen und Infrastruktur

Auswirkungen - Wald

Fichte (unter Berücksichtigung von Borkenkäferstörungen)

Klimastress (Klimawandel)

- sehr hoch
- hoch
- mäßig
- gering
- sehr gering
- Nichtwald



Quelle:
M. J. Lexer, R. Seidl, H. Formayer
Wien, 2007

0 25 50 75 100
Kilometer

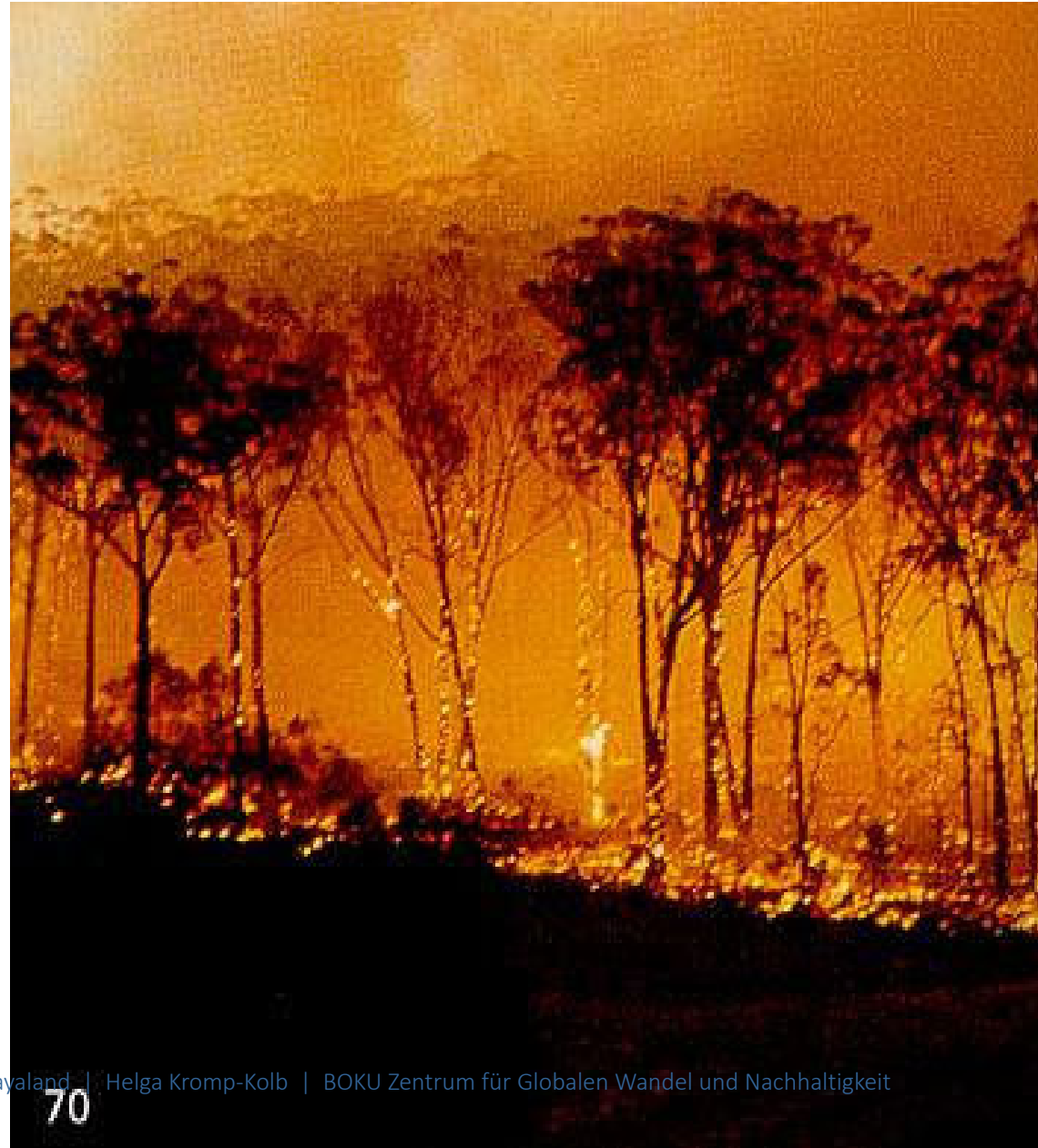


2018.06.26 Thailand | Helga Kromp-Kolb | BOKU Zentrum für Globalen Wandel und Nachhaltigkeit



Klimabedingt nehmen
Waldbrände zu und
verstärken durch CO₂-
Emissionen den
Treibhaus-effekt

(Münchner Re 2000)



Künftige Entwicklung - Wald

- Produktivität
 - steigt in Berglagen und Regionen mit ausreichendem Niederschlag.
 - sinkt in östlichen und nordöstlichen Tieflagen und inneralpinen Beckenlagen aufgrund zunehmender Trockenperioden
- Altholzreiche Wälder passen sich nur langsam an → gefährdet
- Intensivere abiotische und biotische Störungsfaktoren.
 - wärmeabhängige Insekten (z.B. Fichtenborkenkäfer)
 - eingeschleppte oder aus südlicheren Regionen einwandernde Schadorganismen → neuartige Schäden
 - abiotische Störfaktoren (z.B. Stürme, Spät- & Früh-fröste und Nass-Schneeereignisse, Waldbrände) → mehr Schäden.

Künftige Entwicklung - Wald

- Diese Störungen → Auslöser für Massenvermehrungen und Epidemien von forstlichen Schadorganismen (z. B. Fichtenborkenkäfer, Misteln)
- Störungen → geringere Erlöse in der Holzproduktion.
- Schutzfunktion der Wälder vor Steinschlag, Muren und Lawinen beeinträchtigt
- Kohlenstoffspeicherung reduziert.



Künftige Entwicklung - Wald

- Bei > 1 °C: Laubbaumarten gewinnen gegenüber Nadelbaumarten → über 1 000 m Anteil am Waldaufbau steigt.
- Waldbewirtschaftung und Ausmaß des Klimawandels wichtige Faktoren
- Kosten für Sektor in Summe:
 - 2014 bis 2039 ca € 150 Millionen (Mio.) pro Jahr,
 - 2044 bis 2069 rund € 230 Mio. pro
 - 2036 bis 2065 Bruttoinlandsprodukt verliert rund € 463 Mio. pro Jahr in Folgekosten

**Was muss getan werden?
Was können wir selbst tun?**

Wege der Emissionsreduktion

- Bedarf für emissionsintensive Güter und Leistungen **senken**
- Erhöhte Ressourcen-Effizienz
- Maßnahmen bei **Nicht-Energie Emissionen**
- Erneuerbare Energien

→ **Multifunktionale Lösungen erfolgversprechend**



Stern 2006

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



Global greenhouse gas emissions and warming scenarios

- Each pathway comes with uncertainty, marked by the shading from low to high emissions under each scenario.
Warming refers to the expected global temperature rise by 2100, relative to pre-industrial temperatures.

Annual global greenhouse gas emissions
in gigatonnes of carbon dioxide-equivalents

150 Gt

Zugesagte Maßnahmen zu wenig

100 Gt

50 Gt

Greenhouse gas emissions
up to the present

0

1990 2000 2010 2020 2030 2040 2050 2060 2070 2080 2090 2100

No climate policies

4.1 – 4.8 °C

→ expected emissions in a baseline scenario if countries had not implemented climate reduction policies.

Current policies

2.5 – 2.9 °C

→ emissions with current climate policies in place result in warming of 2.5 to 2.9°C by 2100.

Pledges & targets (2.1 °C)

→ emissions if all countries delivered on reduction pledges result in warming of 2.1°C by 2100.

2°C pathways

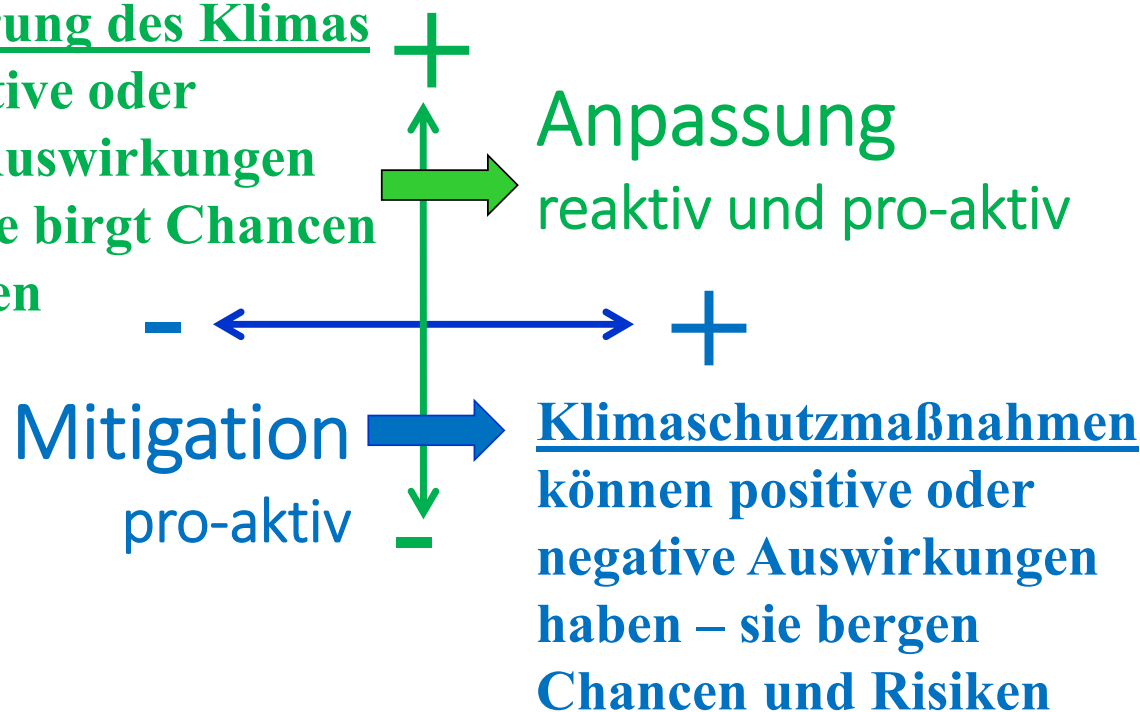
1.5°C pathways



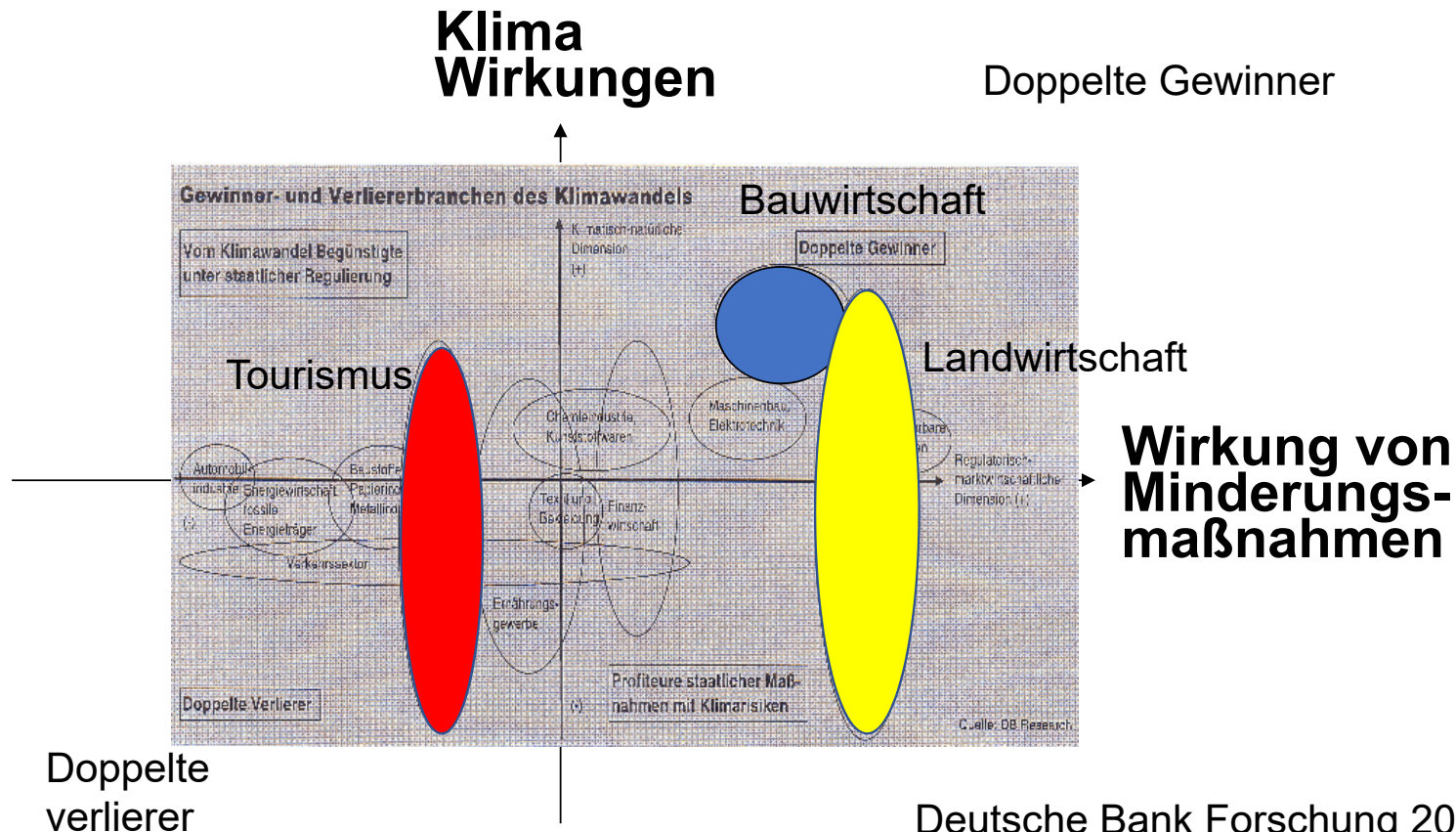
Klimawandel hat mehrere Dimensionen

Einschub

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

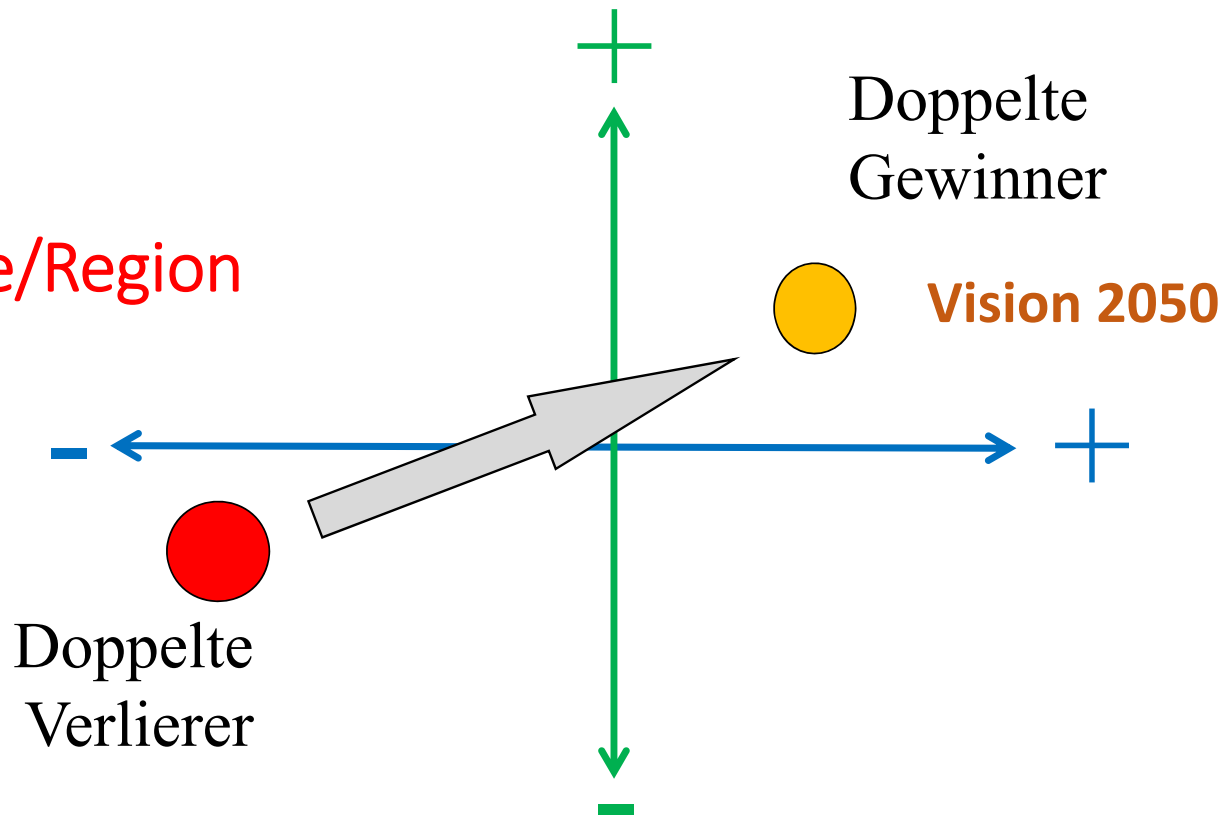


Gewinner und Verlierer



Klimawandel bietet auch Chancen

? Wo ist die
Gemeinde/Region
verortet?



Anpassung



Anpassung an künftiges Klima

- Hitze

- Gebäude (Neubau und Bestand): Wärmedämmung, Verschattungsmöglichkeiten, helle Oberflächen zur Erhöhung der Albedo
- öffentlicher Raum: Begrünung von Dach-, Fassadenflächen und Straßenraum → Minimierung der Oberflächentemperaturen
- Kompakte, aber belüftungswirksame Bebauungsstrukturen
- Krisenplan: Nachbarschaftshilfe, Gesundheitssystem

- Trockenheit und Regengüsse, Wassermangel und Hochwasser

- Erosionsschutz, Kanalisation Verstärken, Schwammstrassen, Hochwasserschutz, ...

- Stürme, Wind

- Bäume pflegen, nicht umschneiden!, ...



Anpassung: Abschattung



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



Anpassung: Hochwasserschutz



Hochwasser-
schutz
Ybbs an der
Donau 2010



Klima → Konkret Plan

WWW.KLIMAKONKRET.AT

Ausblick auf eine klimafitte Zukunft –
so funktioniert Hitzeanpassung in
Gemeinden und Städten!

„Die Auswirkungen der Erderhitzung sind in ganz Österreich vielerorts spürbar. Hitzewellen, Überflutungen, Murenabgänge oder Ernteauffälle belasten uns immer mehr. Unsere Aufgabe ist es, dafür zu sorgen, dass unsere Dörfer, Gemeinden und Städte auch in Zukunft lebenswert bleiben. Für uns und für kommende Generationen.

Dazu können Städte und Gemeinden selbst sehr viel beitragen. Sie können die Bevölkerung durch gezielte Maßnahmen gegen Hitze schützen und Schritte gegen die Klimakrise einleiten. Dieser KlimaKonkret-Plan zeigt sehr konkret, was getan werden kann. Er ist ein positiver Wegweiser in eine klimagerechte Zukunft. Er macht neugierig und weckt Mut.

Ich lade Sie ein, die Zukunft Ihrer Gemeinde aktiv mitzugestalten – lassen Sie sich inspirieren und finden Sie passende Ideen zur Umsetzung!“

Bundespräsident
Alexander Van der Bellen



Grünraum
Verkehr
Bebauung
Wasser



gW/N



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

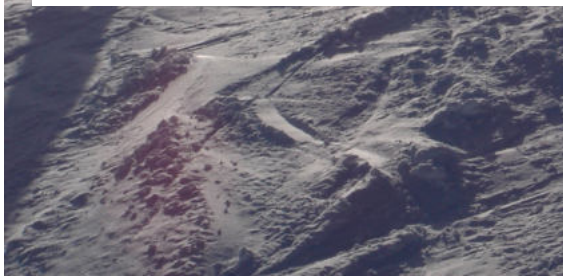


Met

Schneekanonen?



Bestenfalls eine kurzfristige Übergangslösung



Attraktiv?

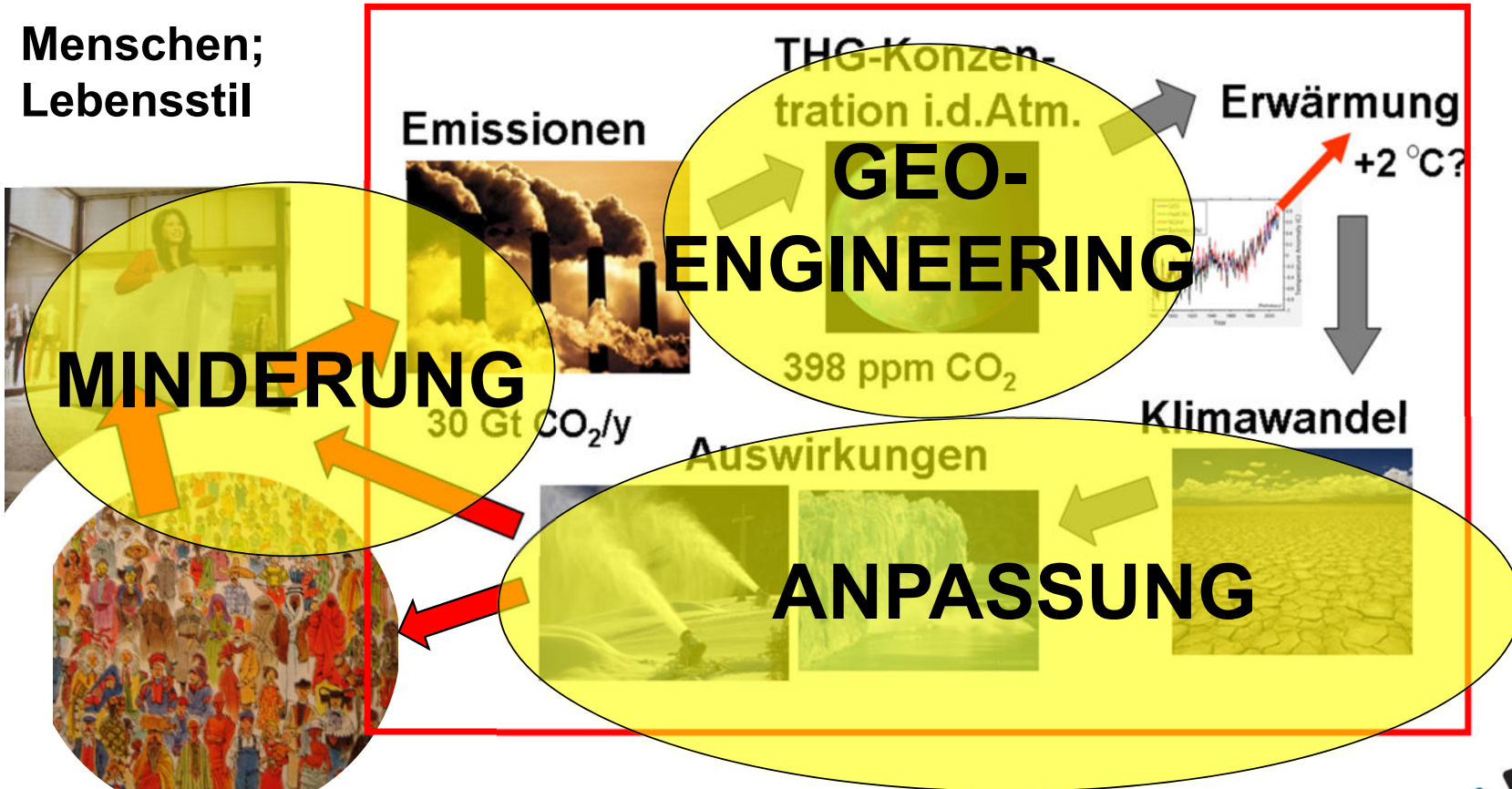
Schöne neue Alpen 1995

Versiegelung – mehrfaches Problem

- Verlust an Kohlenstoffsinken
- Verlust an Biodiversität
- Beitrag zur lokalen Erwärmung / Hitzeentwicklung
- Größere Abhängigkeit von Lebensmittelimporten
- Mindert Hochwasserschutz durch Versickerung
- Fördert Hochwässer und Überflutungen

Was können wir tun?

Menschen;
Lebensstil



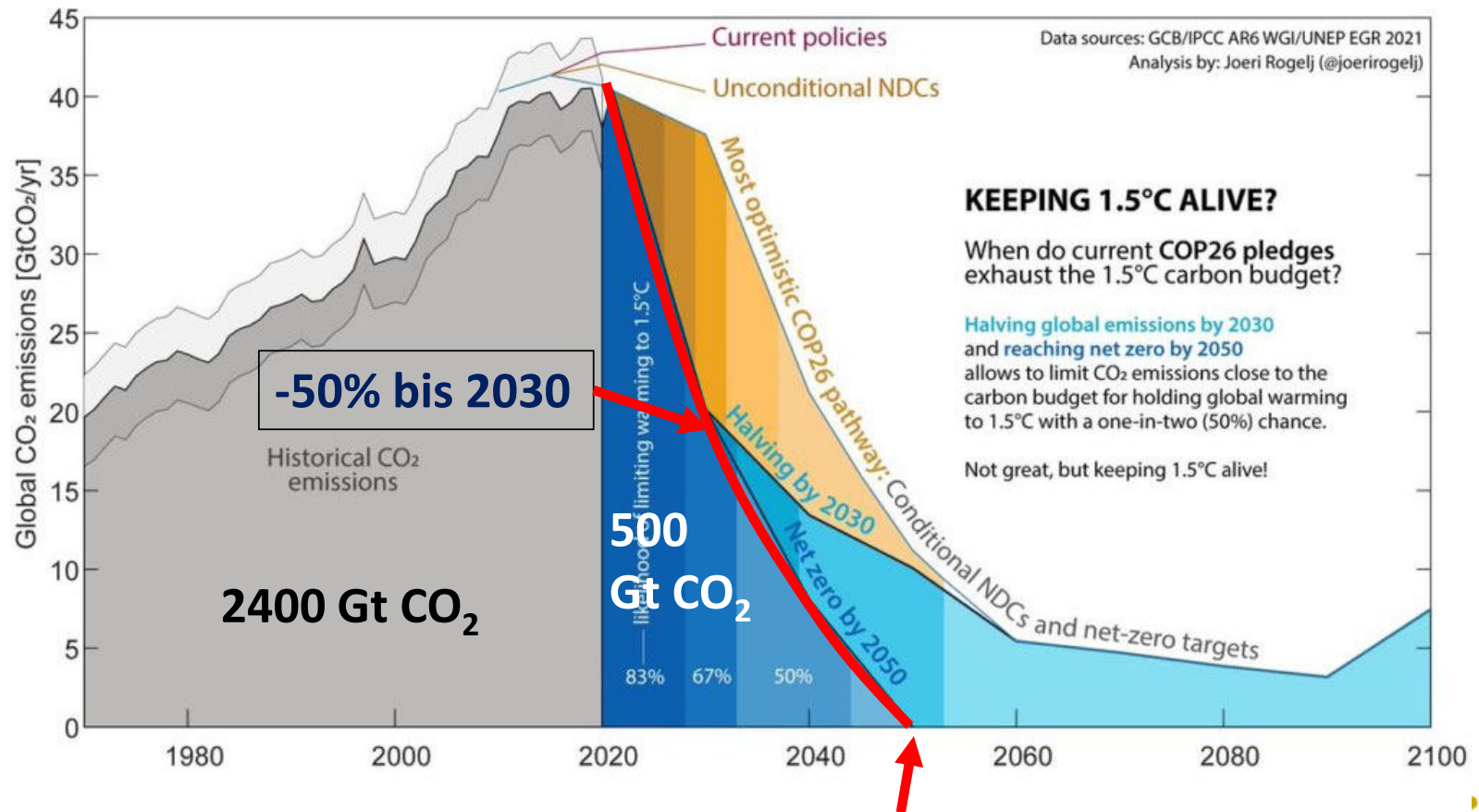
Wie können wir reduzieren?

1. Von fossilen Energien auf erneuerbare umsteigen
2. Energieeffizienz steigern: Gleiche Leistung mit weniger Energie
3. Nicht-Energie Emissionen senken
4. Suffizienz beachten: Ist die Leistung erforderlich?



Minderungserfordernis: Globales CO₂-Budget

- ab 2020 noch 500 Gt CO₂ für 1,5°C (50%)
- → 1,5°C mit 50% Wahrscheinlichkeit eingehalten



Budget ~ 2050 aufgebraucht

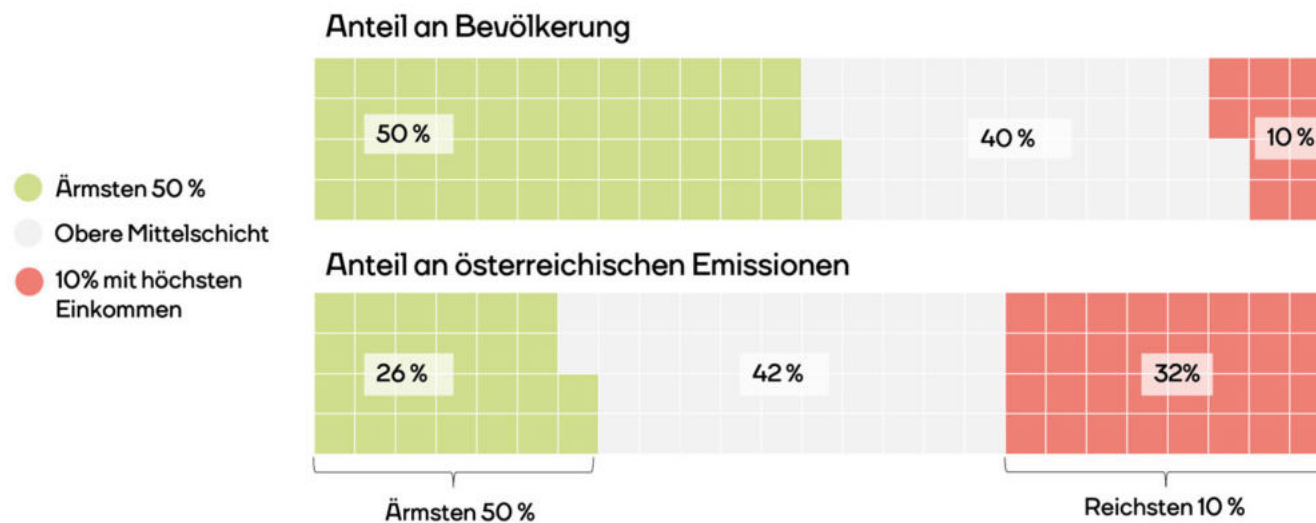
Budgets für Österreich ab Anfang 2022

Temperaturgrenzwert	Wahrscheinlichkeit der Einhaltung der Temperaturgrenzwerte	
	50%	66%
THG-Budget (alle Treibhausgase)		
1,5°C (OHNE zwischenzeitlich geringfügig höherer Temperatur)	510 MtCO ₂ eq	280 MtCO ₂ eq
1,5°C (MIT zwischenzeitlich geringfügig höherer Temperatur von bis zu ~1,65°C)	610 MtCO ₂ eq	340 MtCO ₂ eq
Kohlenstoffbudget (nur CO₂)		
1,5°C (OHNE zwischenzeitlich höhere Temperatur bis Ende des Jahrhunderts)	430 MtCO ₂	240 MtCO ₂
1,5°C (MIT zwischenzeitlich geringfügig höherer Temperatur von bis zu ~1,65°C)	520 MtCO ₂	280 MtCO ₂

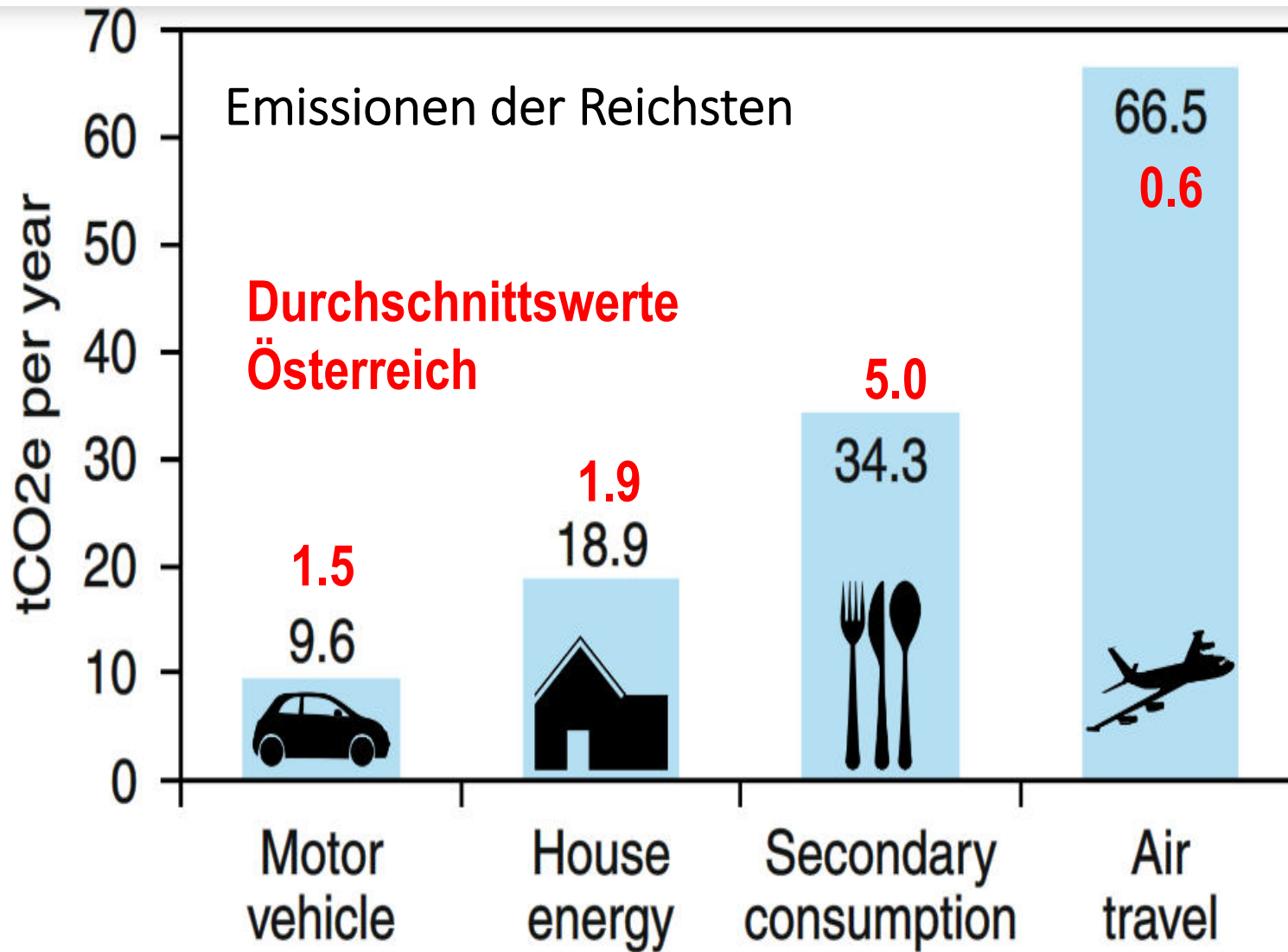


Wie hängen Einkommen und Emissionen zusammen?

Reichste 10 Prozent verursachen in Österreich mehr Treibhausgase als Hälfte der Bevölkerung zusammen



Anmerkungen: Konsumbasierte Emissionen; "Arm" und "Reich" bezieht sich auf Einkommen.
Quelle: World Inequality Database; Eigene Berechnungen.

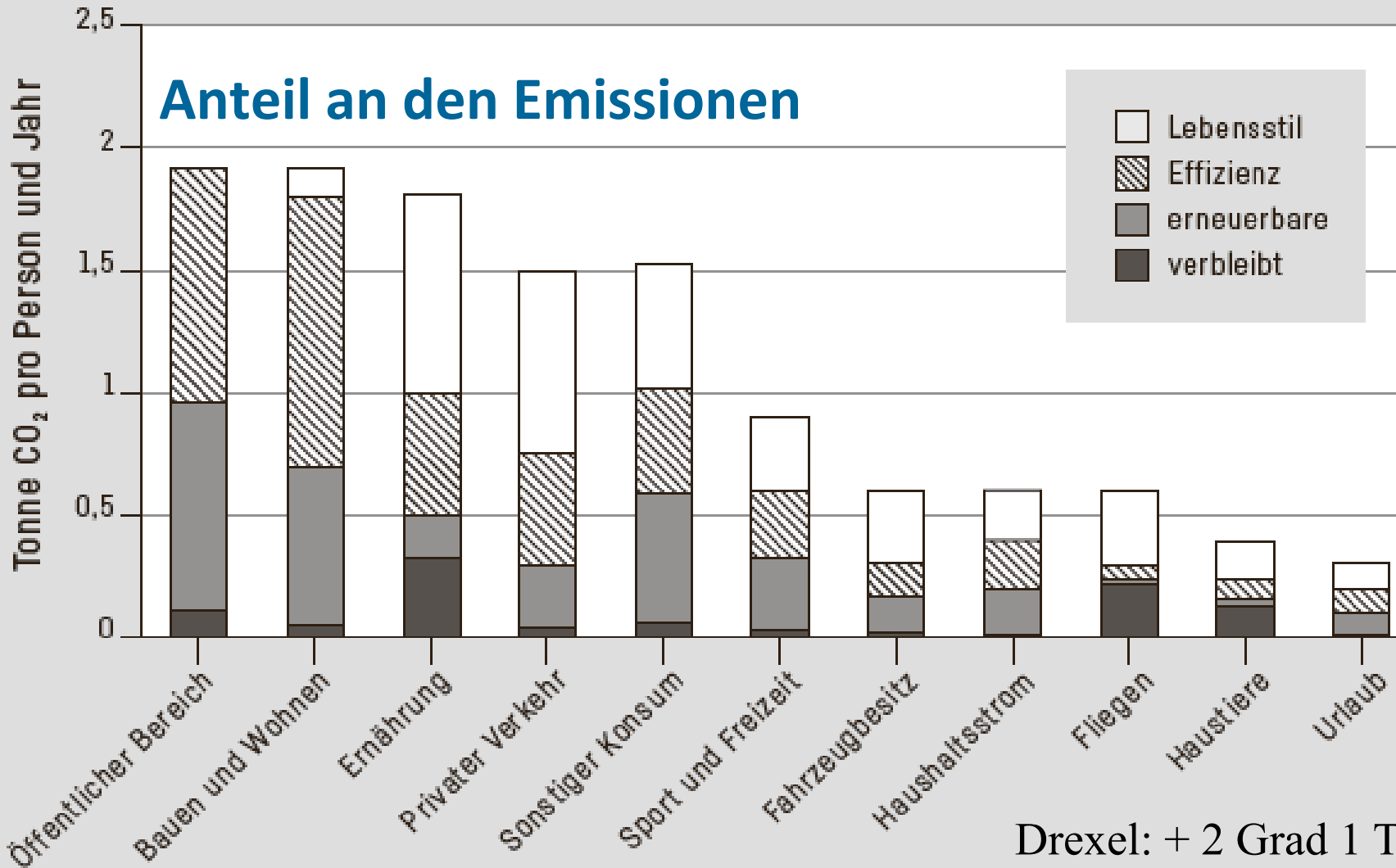


Otto et al 2019 (PIK)

„ 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, ...**
- Bildung → Kreativität, Kooperation, ..
- Wirtschaftssystem → kein Wachstumszwang
- Finanzsystem → Biotop von Währungen,
- Demokratie → Verantwortungsethik





Drexel: + 2 Grad 1 Tonne



Regierungsprogramm 2020

- Ziele: Paris, Green Deal, Netto 0 bis 2040
- Verantwortung der gesamten Regierung
- Bis 2030 Strom 100% erneuerbar & Ausbauziele für Technologien
- Klimaschutzgesetz mit CO₂-Budget
- Klimacheck (Gesetze, Verordnungen,...)
- Klimaneutrale Verwaltung – öffentliche Hand zeigt es vor
- ::::

Politische Schritte in die richtige Richtung

- CO₂- Bepreisung – die wirksamste Maßnahme (bei entsprechender Höhe)
- Temporeduktionen – die schnellste Maßnahme
- Streichung kontraproduktiver Subventionen – schnell und wirksam
- Klimaticket – Gewohnheitsbildend: attraktiviert öffentlichen Verkehr
- Erneuerbareneausbaugesetz - mittelfristig
-

Volltransformation: Nachhaltigkeitsverständnis des Finanzsektors

- „Wir verstehen unter Nachhaltigkeit verantwortungsvolles unternehmerisches Handeln für ein langfristig ökonomisch positives Ergebnis unter Berücksichtigung wesentlicher gesellschaftlicher und ökologischer Aspekte.“

→ Ziel = Profit, dabei Ökologie und Soziales berücksichtigen

Oder ?

- Wir verstehen unter Nachhaltigkeit verantwortungsvolles unternehmerisches Handeln **im Dienste eines guten Lebens für alle unter Einhaltung ökologischer Grenzen.**

→ Ziel = Dienstleistung, dabei keine Verluste machen



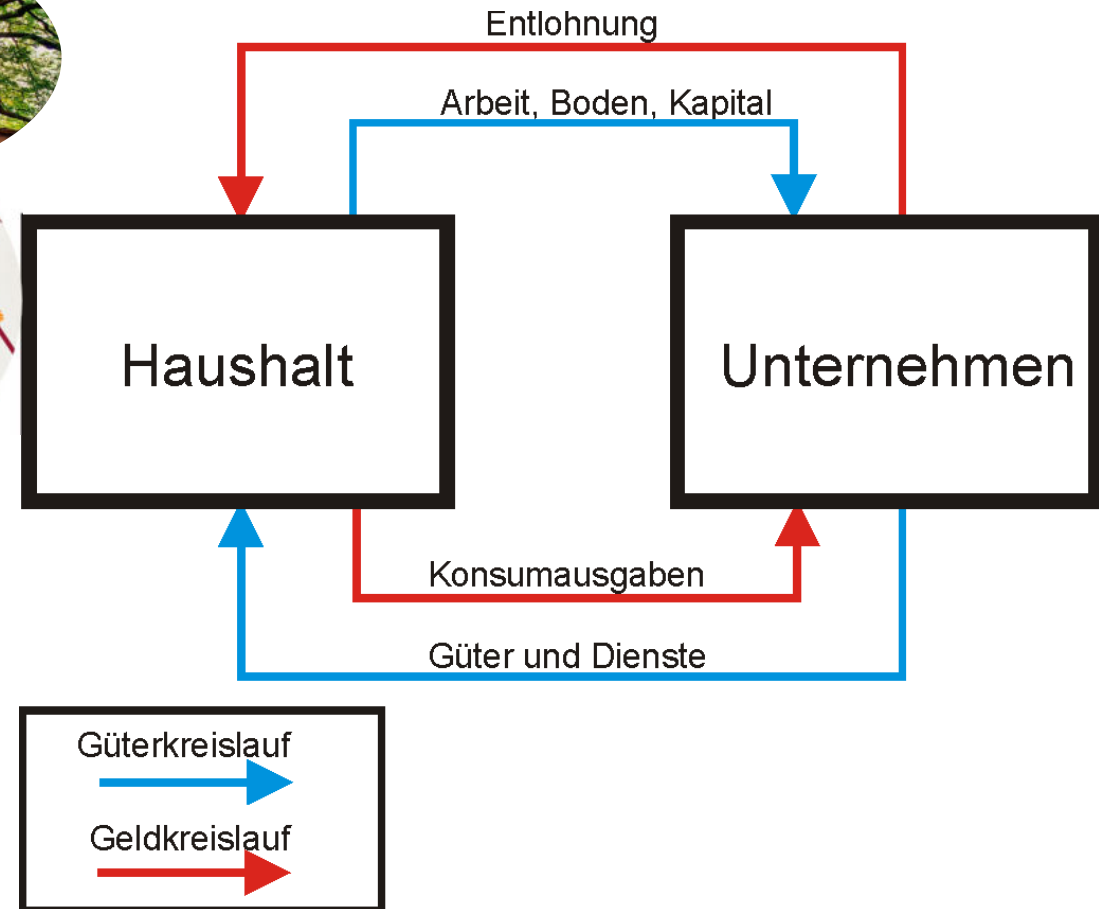
Enzyklika „Laudato Si!“

(Juni 2015)

- **Dominanz der Wirtschaft / Finanzwirtschaft gegenüber der Politik, verhindere wirksamen Umweltschutz**
- Unterwerfung der Politik unter die Technologie und das Finanzwesen zeige sich in Erfolglosigkeit der Weltgipfel über Umweltfragen.

Das gängige ökonomische Denken

- Wo geht Natur ein?
- Wo unbezahlte Care Arbeit?
- Wo Finanzwirtschaft?
- Wo Reichtum und Macht?
-



Absurd: Naturkatastrophen wirken sich positiv auf das BIP aus!

Natur (CO₂) bekommt einen Preis: Sozial-ökologische Steuer (söSt)

Familie „ARM“

- Kleine Wohnung
- 1 Sack Kohle zum Heizen

söSt → 1 Sack Kohle kostet 20 € mehr

- Mehrkosten: 20 €

Klimabonus 100 € für jede Familie

- Bilanz: +80 €

Familie „REICH“

- Große Wohnung
- 9 Sack Kohle zum Heizen

- Mehrkosten: 180 €

- Bilanz: -80 €

Staat

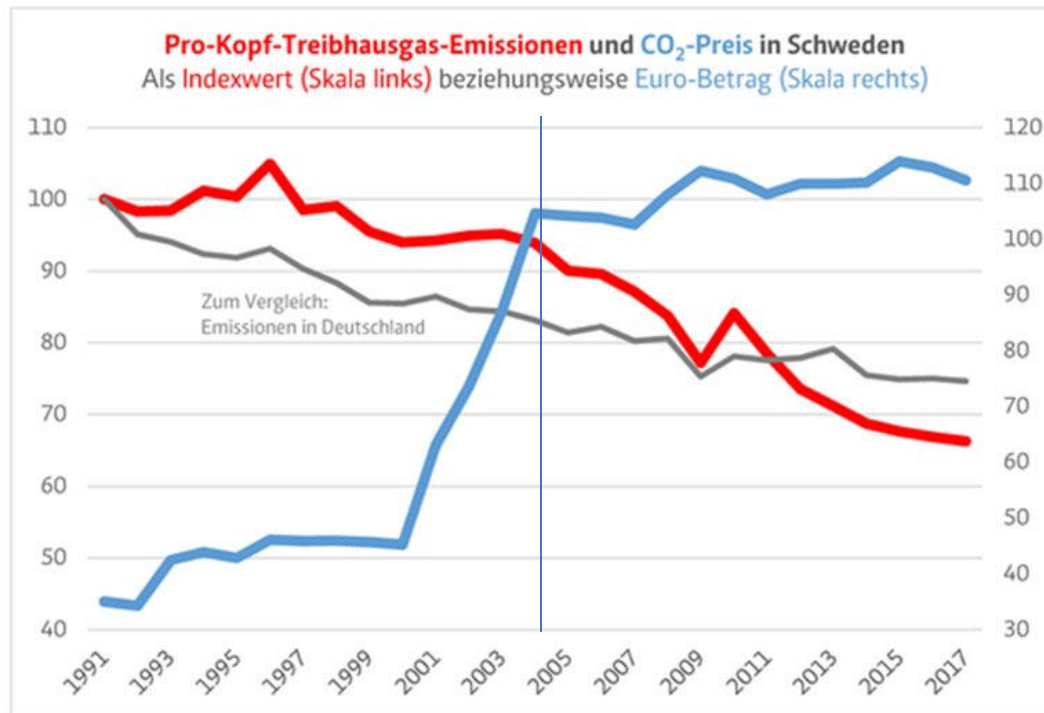
ein: $10 \cdot 20 = +200 \text{ €}$

aus: $2 \cdot 100 = -200 \text{ €}$

Bilanz = 0

Können CO₂-Preise die Emissionen senken?

Schweden und Deutschland



Schweden:
 ca. 30 %
 Reduktion
 seit 2005
 (28 % Non-ETS)

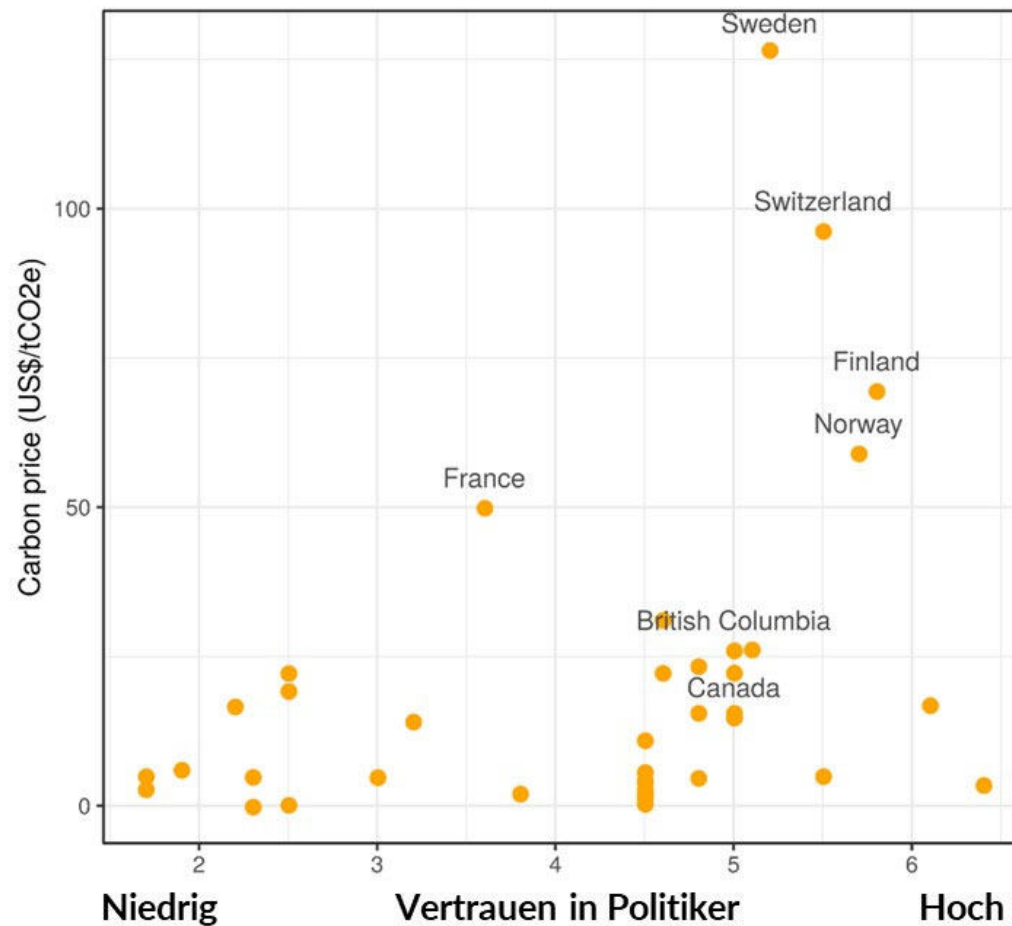
Deutschland:
 ca. 12 %
 Reduktion
 seit 2005
 (1 % Non-ETS)

S4F DE – Foliensatz CO₂-Bepreisung

MCC Berlin

© Max Franks, Franziska Funka, Linus Mattauch, Moritz Schwarz, Matthias Rosci, Daten MCC Berlin, CC BY-SA 4.0

Vertrauen in Politiker und CO₂-Preise



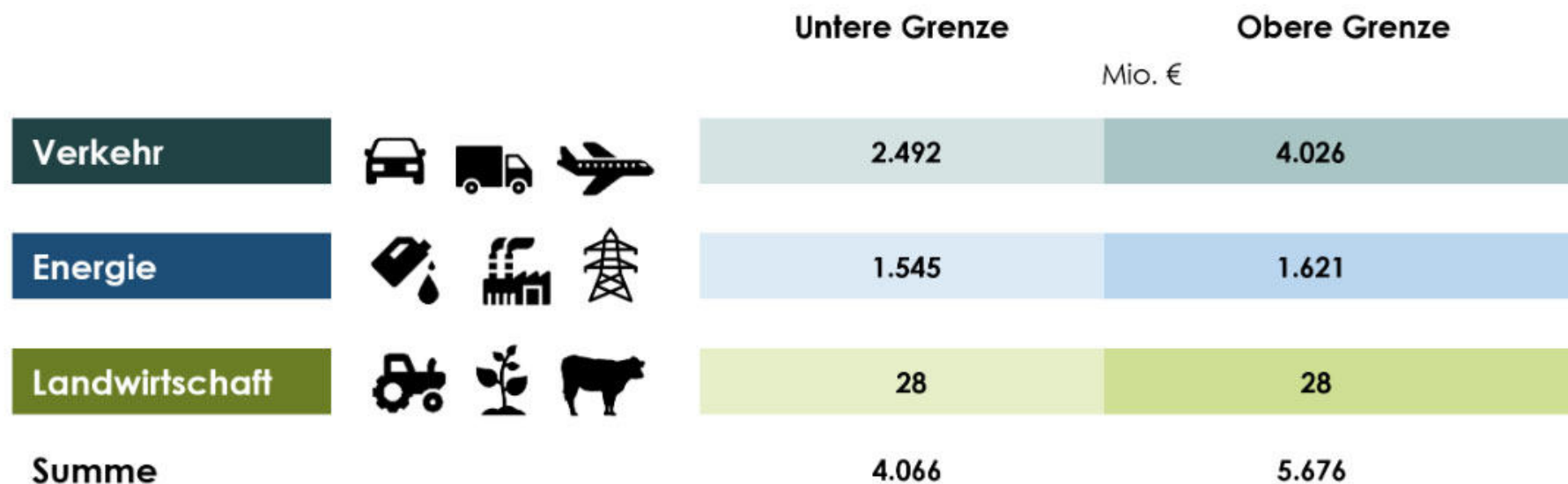
S4F DE – Foliensatz CO₂-Bepreisung

Klenert und
Mattauch (2019)

Klimaschädliche Subventionen

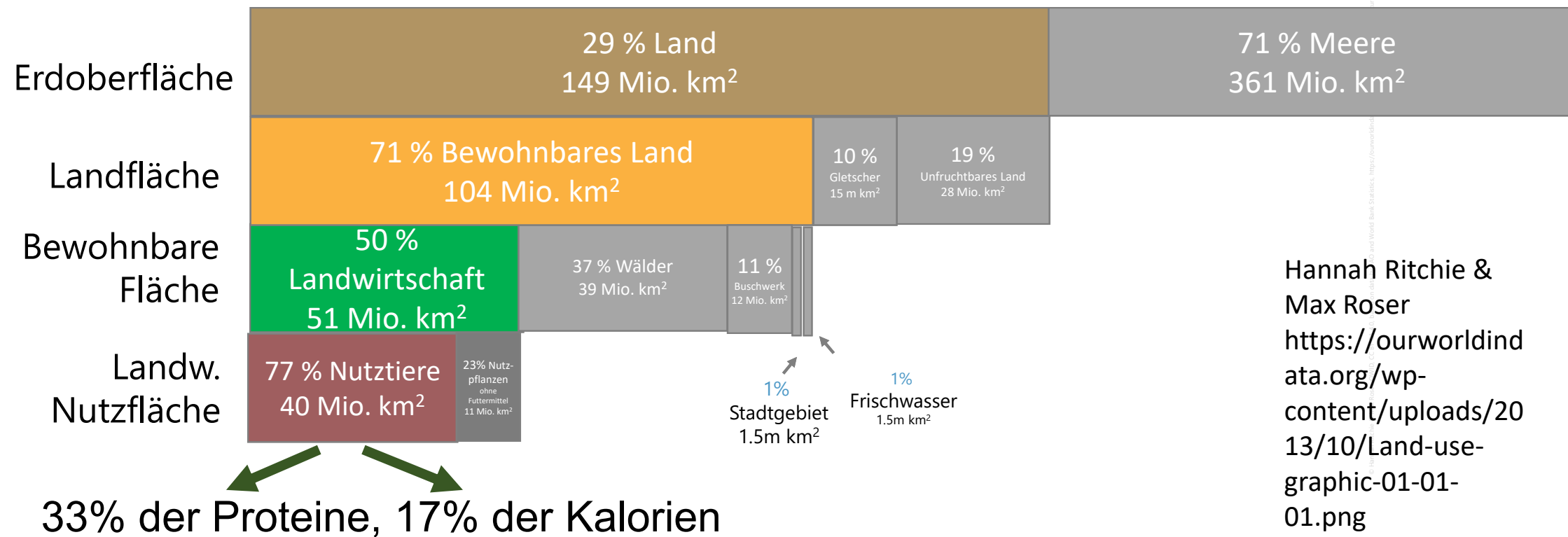
- Volumen belief sich im Durchschnitt der letzten Jahre auf 4,1 bis 5,7 Mrd. € jährlich

Abbildung ES 1: Klimakontraproduktive Subventionen auf einen Blick



Volltransformation: Wie wollen wir unsere Fläche nutzen?

Fläche



Hannah Ritchie & Max Roser
<https://ourworldindata.org/wp-content/uploads/2013/10/Land-use-graphic-01-01-01.png>



Volltransformation: Ernährungswende

Saisonal, regional, mehr Gemüse und Obst – alles BIO

✓ saisonal, regional

→ sonnengereifte Früchte → **schmecken besser**

→ kürzere Transportwege, weniger Kühlung → weniger Kosten, weniger THG → **Klimaschutz**

✓ fleischarm

→ **gesünder**

→ **weniger Tierleid**

→ effizientere Flächennutzung → **mehr Biodiversität**

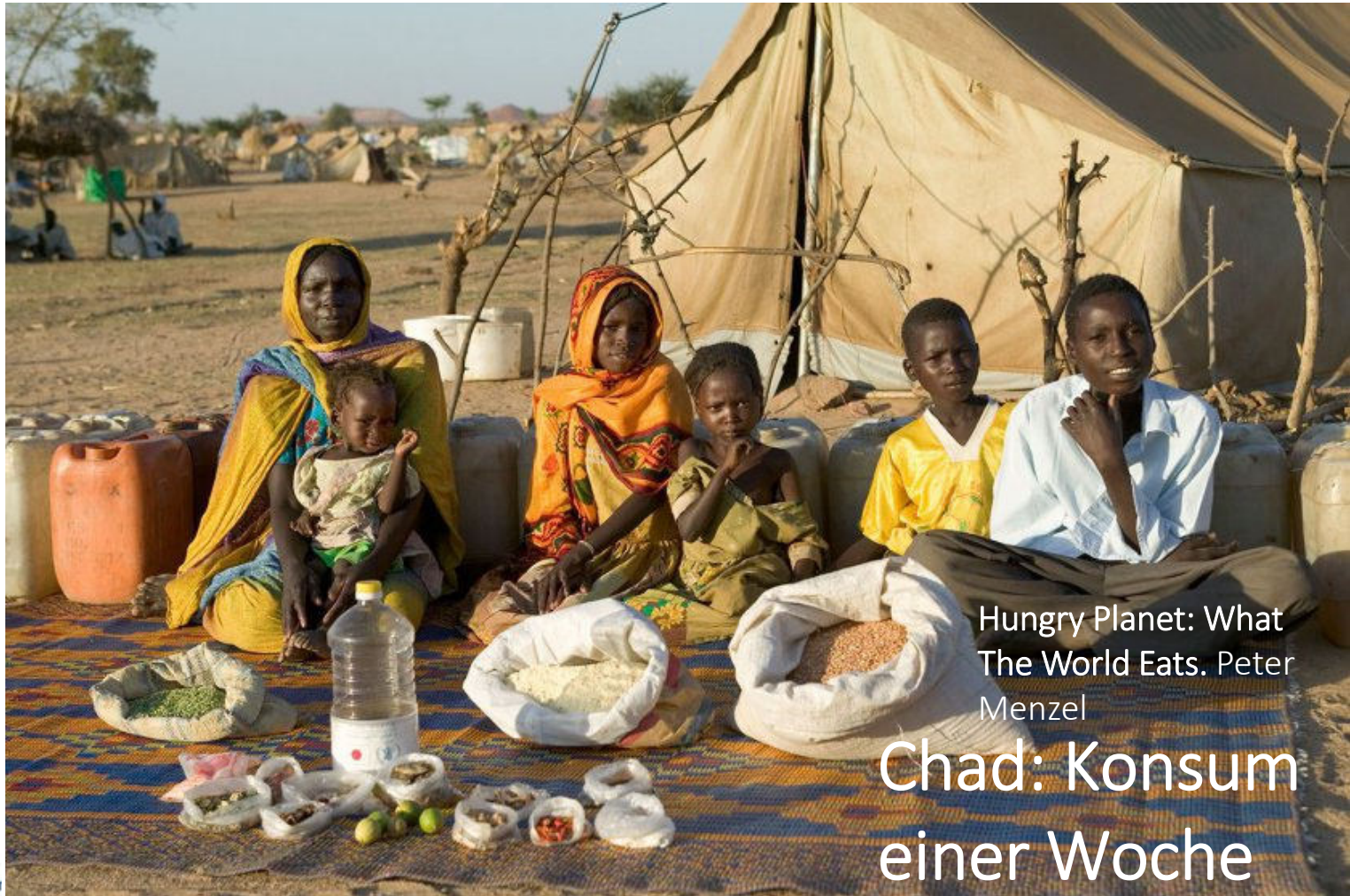
✓ biologische Lebensmittel

→ weniger Pflanzenschutzmittel, Hormone, Antibiotika → **gesünder**

→ gesündere Böden, mehr Humus → Schutz vor Dürre, Hochwasser → **ertragssicherer**



Volltransformation: Suffizienz



Hungry Planet: What
The World Eats. Peter
Menzel

Chad: Konsum
einer Woche



Volltransformation: Suffizienz

Deutschland:
Konsum einer Woche



Hungry Planet: What
The World Eats.
Peter Menzel

Mobilitätswende

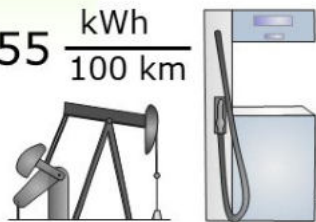
- ✓ mehr Gehen, Radfahren, Öffis nutzen
- ✓ weniger PKW-Fahrten → weniger THG → **Klimaschutz**
 - weniger PKW → weniger Ressourcen, weniger THG → **Klimaschutz**
 - weniger Luftschadstoffe & Lärm → **gesünder!**
 - weniger Platzbedarf
 - mehr Grün → **weniger Hitze, gesünder, mehr Biodiversität**
 - mehr Kinderspielplätze → **mehr Biodiversität, gesünder, sicherer**
 - weniger Unfälle → **mehr Sicherheit**

E-Mobilität?

htw

Effizienzgewinn durch Elektromobilität

$55 \frac{\text{kWh}}{100 \text{ km}}$

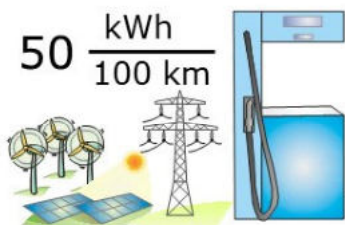


Benzin

$1,8 \frac{\text{km}}{\text{kWh}}$



$50 \frac{\text{kWh}}{100 \text{ km}}$

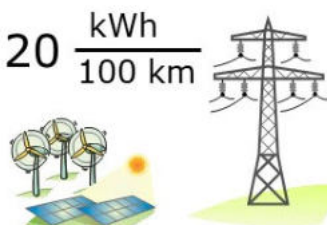


Wasserstoff

$2 \frac{\text{km}}{\text{kWh}}$



$20 \frac{\text{kWh}}{100 \text{ km}}$



Batterie

$5 \frac{\text{km}}{\text{kWh}}$



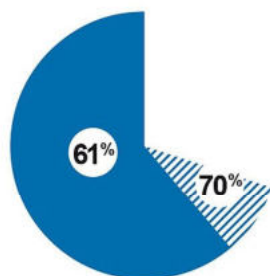
Quelle: S4F Quaschnig 2022-03



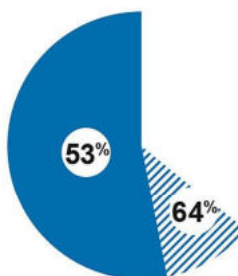
E-fuels:

- ineffizient
- teuer
- nicht verfügbar
-

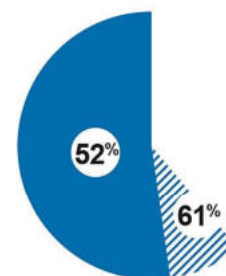
Power-to-X: Wie viel vom Strom übrig bleibt
 Effizienz bei der Herstellung von Energieträgern aus Strom heute und in Zukunft



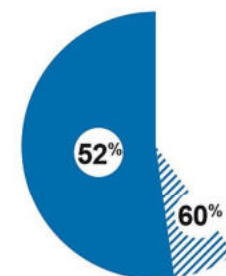
E-Wasserstoff (gasförmig)



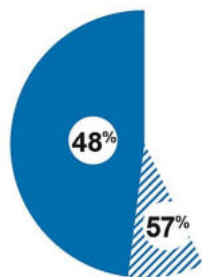
E-Wasserstoff (verflüssigt)



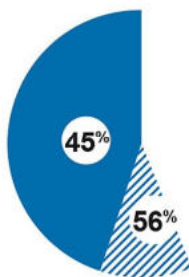
E-Methan (gasförmig)



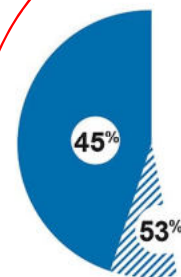
E-Ammoniak



E-Methan (verflüssigt)



E-Methanol



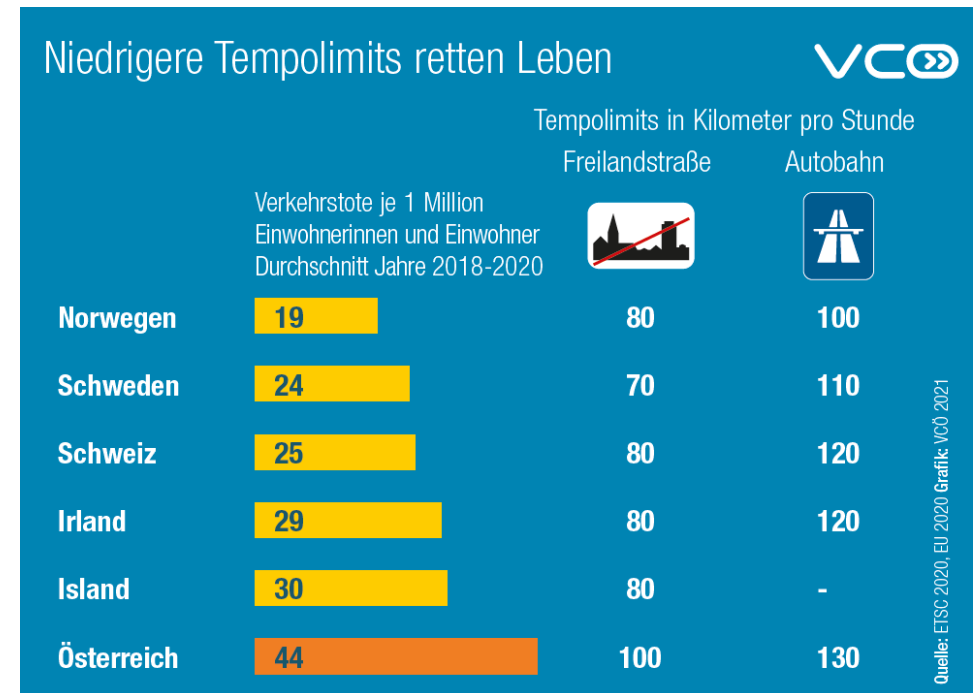
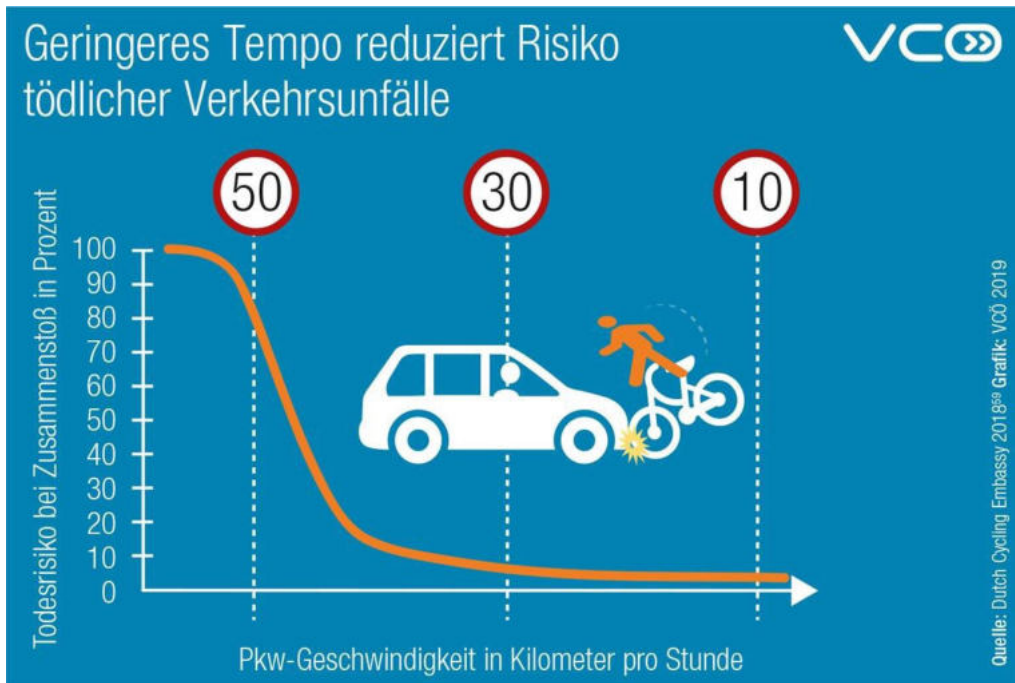
E-Fuels

Umwandlungseffizienz

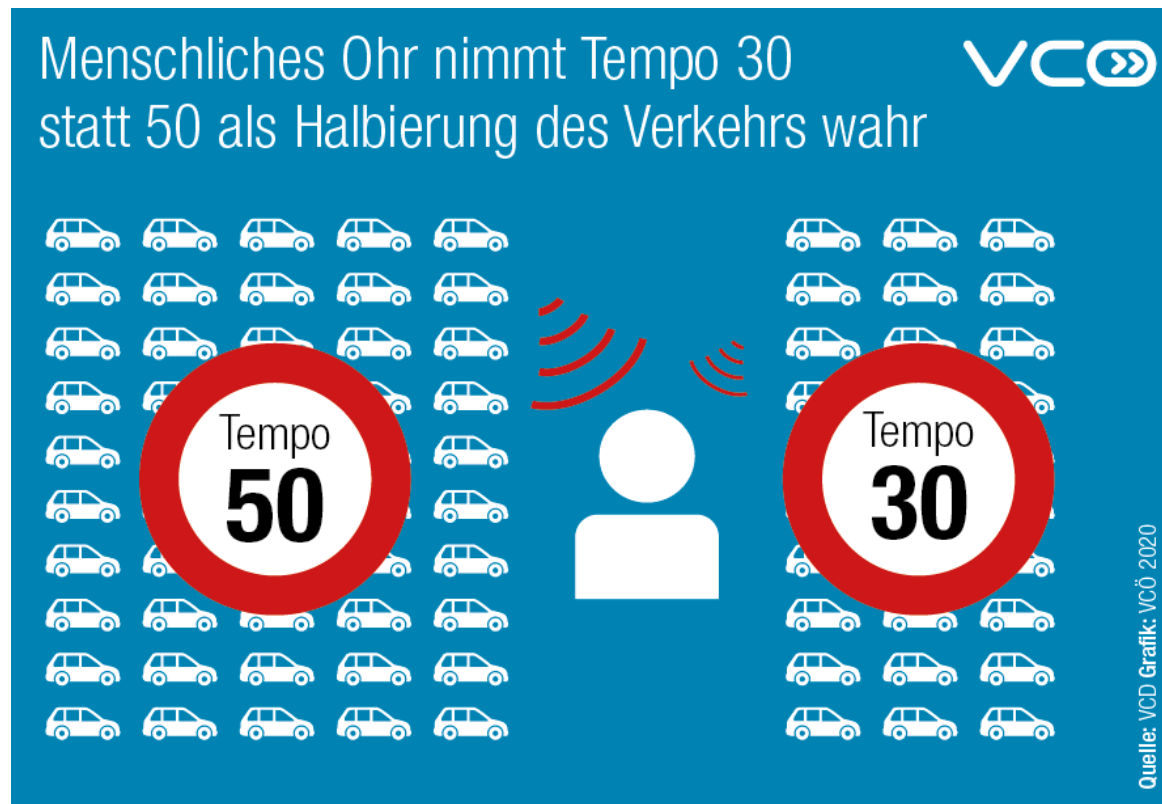
Pro eingesetzter Kilowattstunde Strom verbleiben x Prozent im PtX-Produkt

- Heutige PtX-Prozesse
- ▨ Potenzial in der Zukunft

Temporeduktion rettet Leben



-20km/h = -50% Lärm



E-Mobilität?

- Ja, aber ...
 - Anpassung der Raumplanung
 - Ausbau der Infrastruktur für aktive Mobilität
 - Parkraumbewirtschaftung
 - Car-sharing
 - E-Mobilität

Komponenten einer Lösung

- Werte überdenken: welche können wir uns noch leisten?
 - Quantitatives Wirtschaftswachstum?
 - Zinseszinsen?
 - BIP als Bewertungsmaßstab?
 - Shareholder statt stakeholder value?
 -
- Längerfristig denken
 - Legislaturperioden überdauernde Bewertungen
 - Langfrist Entwicklung statt Quartalsberichten

Was kann ICH tun?

- **Bewusster einkaufen:** nur kaufen was gebraucht wird, regionale Produkte, klima-freundliche Produkte, z.B. Obst/Gemüse der Saison, Bioprodukte, haltbare und reparierbare Produkte, „Bedarf, nicht Luxus“, ...
- **Sparsamer wohnen:** Deckel´drauf beim Kochen, kürzer heiß duschen, Heizung herunterdrehen, Stoßlüften, Licht abschalten, Stand-by abschalten, Investieren in Wärmedämmung, erneuerbare Energien, ...
- **Gesünder bewegen:** Gehen, Fahrrad, öffentliche Verkehrs-mittel, Bahn/Bus benützen, Auto nur wenn nötig, Sprit-sparend fahren, sparsameres Auto, Flüge vermeiden, ...
- **Info verbreiten:** in Schule, Kirche, Verein, Partei, Firma, Gemeinde, Land,... aktiv werden, bewusst wählen, Demonstrieren (Klimastreik 3.3.2023!)
- **Heute beginnen: Was nehmen Sie sich vor?**

Lebensstandard gegen Lebensqualität tauschen

- Wir müssen **Lebensstandard** reduzieren
 - gemessen am Einkommen, Auto, Urlaubsreise, Fernsehbildschirm, Mobiltelefon, Uhr, an materiellen Gütern, die Ressourcen und Energie brauchen –
- aber gewinnen dafür **Lebensqualität**
 - gemessen an Zufriedenheit und Glück ...



SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS



- Grundsätzlich geht es um 2 Agendas:
 - (i) Ein „gutes Leben für alle“ (menschliches Wohlergehen)
 - (ii) Das Einhalten der ökologischen Grenzen

- Die Herausforderung ist, beide synergistisch zu verfolgen und nicht gegeneinander auszuspielen

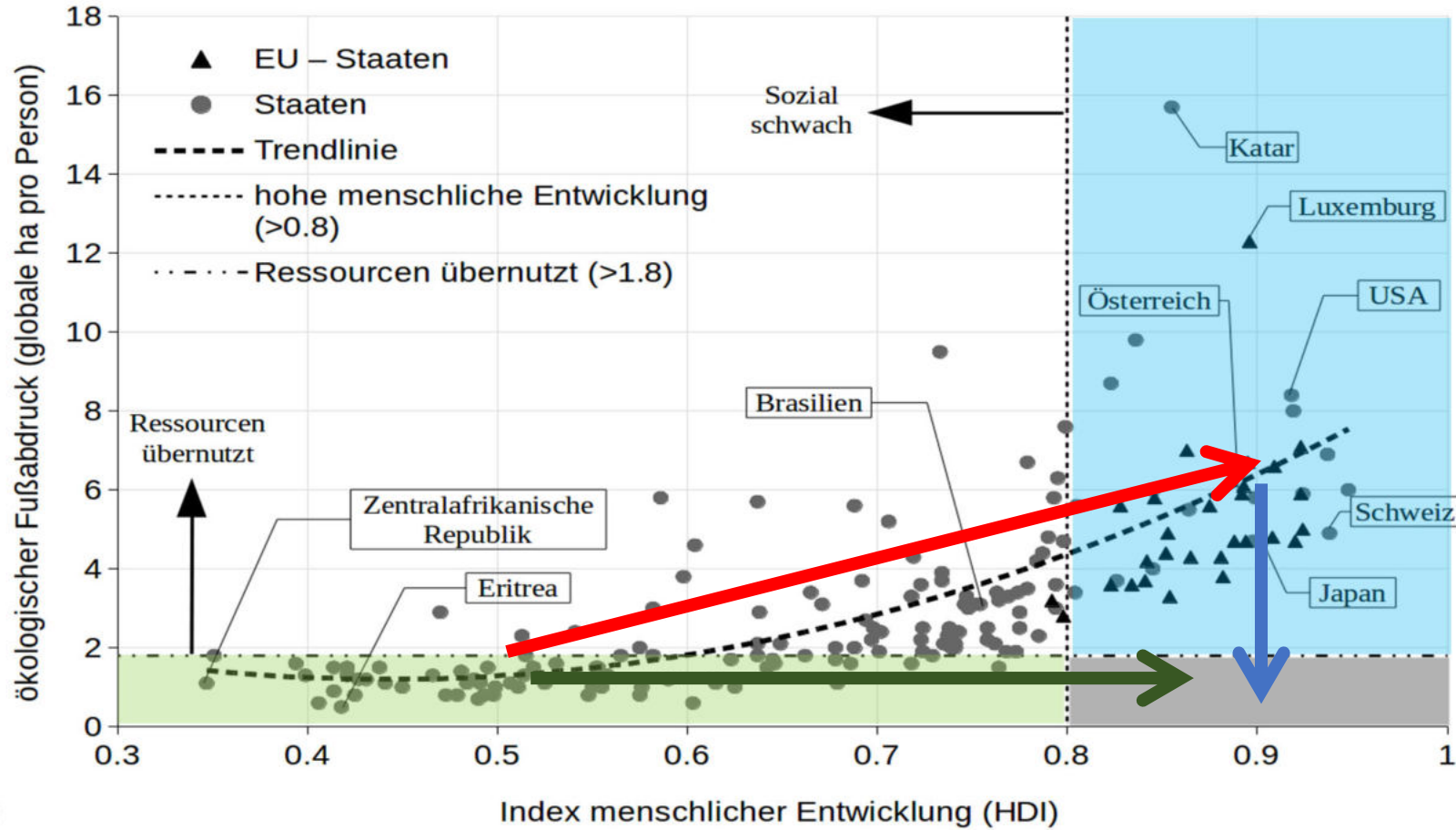


Riahi, based on Oran Young, UCSB

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



Sozial oder ökologisch – aber nicht beides?



Kromp-Kolb und Formayer 2015

**In wie fern ist die Klimakrise
auch eine Chance?**

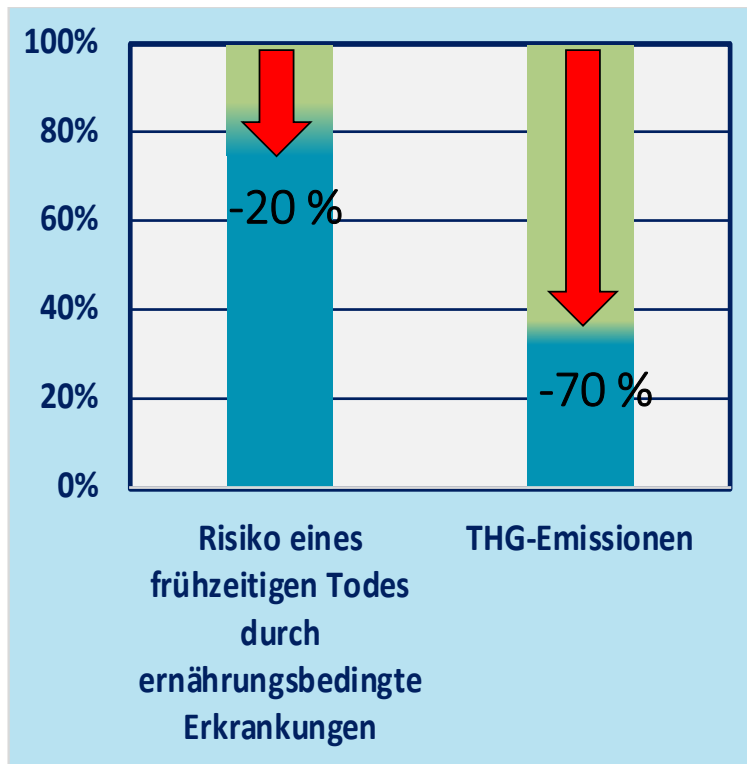
Wären Sie gerne gesünder? Wollen Sie Ihre Lebenserwartung erhöhen?

- Gehen Sie mehr Spazieren
- Erledigen Sie ihre Wege zu Fuß
- Fahren Sie Rad

- Essen Sie mehr Gemüse und Obst, weniger Fleisch
- Wählen Sie biologische Lebensmittel
- Essen sie sonnengereifte Früchte

*Lokal, saisonal, biologisch
und fleischarm*

Co-benefits: Ernährung



- Fleischkonsum Richtung Ernährungsempfehlungen zu reduzieren
 - Obst- und Gemüsekonsum steigern
 - Bessere Standards der Tierhaltung
 - Regionale, saisonale und qualitativ hochwertige Lebensmittel fördern
- Kostenreduktion im Gesundheitssystem

Ist Ihnen die Welt zu laut? zu „schmutzig“?

- Erledigen Sie ihre Wege zu Fuß oder mit dem Rad, nützen Sie öffentlichen Verkehr.
- Steigen sie um auf Erneuerbare Energien – Sonne, Wind, (Wasser), schalten Sie alle überflüssigen Energiefresser aus.
- Verweigern Sie Werbematerial, bringen Sie ihre eigenen Gebinde, lassen Sie die unnötige Verpackungen.
- Kaufen Sie nur Artikel mit Umweltzeichen



Wollen Sie leistungsfähig wohnen?

- Dämmen Sie gegen Hitze und Kälte; nutzen Sie Jalousien, Windfänge, natürliche Belüftung,...
- Orientieren Sie sich an der Natur, statt ihr energieaufwändig zu trotzen
- Wenn Sie bauen müssen, dann bauen Sie solide, wärmegeklämmt, umweltfreundlich - nicht billig
- ...

Wollen Sie für den Krisenfall gerüstet sein?

- Siedeln Sie sich dort wo an, wo wichtige Geschäfte, Dienstleistungen, Behörden, etc. fußläufig erreichbar sind.
- Nutzen Sie Leerstände und bauen Sie nicht ausserhalb des derzeitigen Siedlungsgebietes.
- Verständigen Sie sich mit Ihren Nachbarn, mit Ihren Lebensmittelproduzenten, den Ärzten, usw.

.....



Wollen Sie, dass ihr Erspartes die Zukunft der Enkel rosiger macht?

- Legen Sie es über eine nachhaltige Bank an
- Fordern Sie Transparenz von Ihrer Bank
- Leihen Sie es Bekannten oder Freunden, die ihren Fußabdruck verkleinern wollen.
-

Wollen Sie wieder mit Freude und Hoffnung in die Zukunft schauen?

Wollen Sie für Ihre Kinder und Enkel eine bessere Welt?

- Beleben Sie die Demokratie neu, mischen Sie sich ein, übernehmen Sie Verantwortung
- Helfen Sie das Bildungswesen zu reformieren, damit die Kreativität der Kinder gefördert, nicht abgetötet wird
- Fordern Sie Rechenschaft von Universitäten über ihren Beitrag zur Problemlösung
- Engagieren Sie sich politisch



Halten Sie Armut und Hunger für entbehrlich? Wollen Sie in einer friedlichen Welt leben?

- Interessieren Sie sich für die Produktionsbedingungen ihrer Lebensmittel, Handys, ...
- Kaufen Sie keine Wegwerfprodukte: Nahrung, Kleidung, Elektronik, ...
- Üben Sie Genügsamkeit
- Reden Sie über Frieden, nicht Aufrüstung



... alles Klimaschutzmaßnahmen!

- Spart Ressourcen
- Sparte Energie
- Spart Treibhausgasemissionen
- Fördert Transformation

→ nützt dem Klima



Fehlt es an der Umsetzungsmöglichkeit?

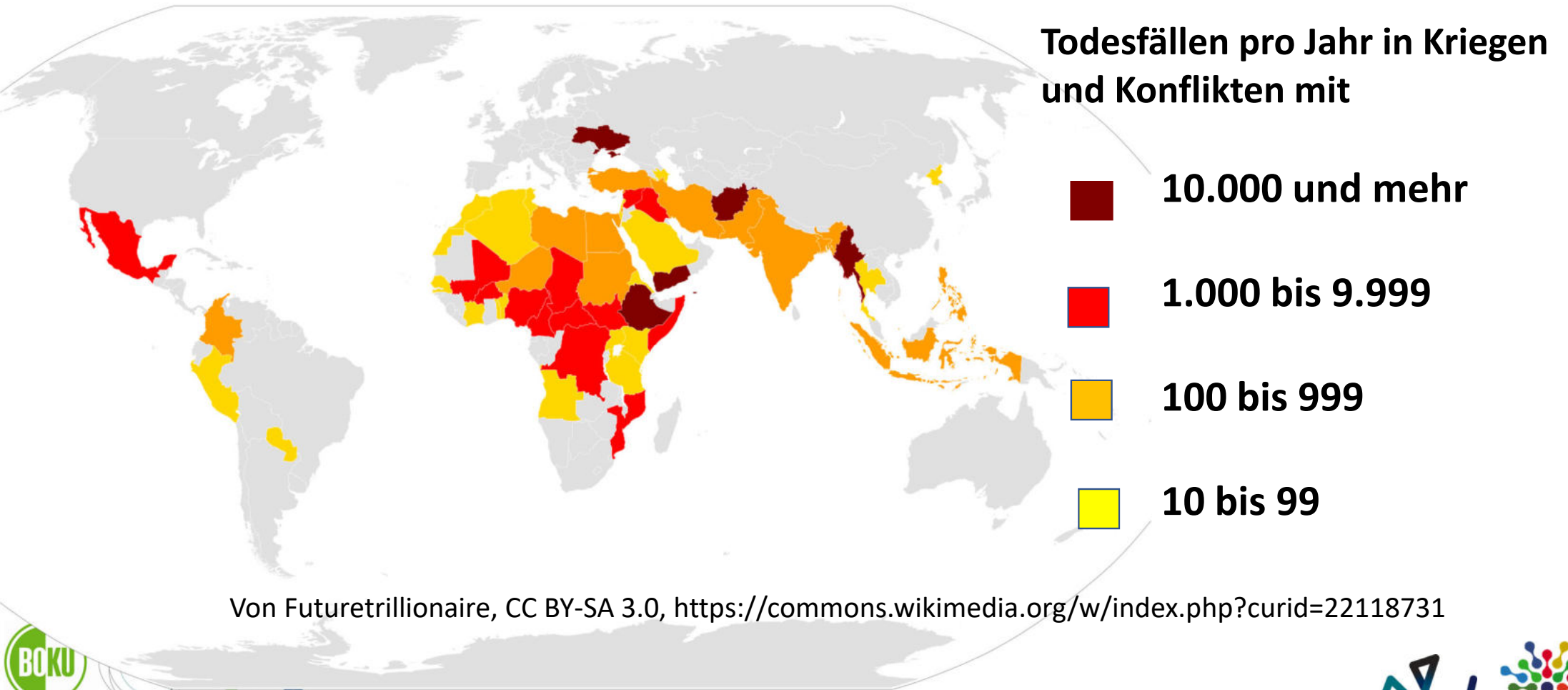
- Wählen Sie auf allen Ebenen jene Personen/Parteien, die **Ihre** Interessen bisher gut vertreten haben
- Helfen Sie mit, Lösungen zu finden
- Seien Sie kompromissbereit
- Prüfen Sie sich selbst – geht es nicht, oder will ich nicht?

Nachhaltigkeit und Frieden bedingen einander

- Agenda 2030: „Wir sind entschlossen, friedliche, gerechte und inklusive Gesellschaften zu fördern, die frei von Furcht und Gewalt sind. Ohne Frieden kann es keine nachhaltige Entwicklung geben und ohne nachhaltige Entwicklung keinen Frieden.“
- Krieg ist Zerstörung pur
 - Zerstörung von Menschenleben und Familien
 - Zerstörung von Kultur
 - Zerstörung von Natur
 - Zerstörung von Vertrauen



Schauplätze andauernder bewaffneter Konflikte



„ 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, ...
- Bildung → Kreativität, Kooperation, ..
- Wirtschaftssystem → kein Wachstumszwang
- Finanzsystem → Biotop von Währungen,
- Demokratie → Verantwortungsethik



Wer muss handeln?

- Reale THG Einsparungen erfolgen auf den untersten Ebenen
 - Bewußtsein
 - Rahmenbedingungen
- Höhere Ebenen setzen
 - Ziele
 - Rahmenbedingungen
- Ziele sind wertlos, wenn untere Ebene nicht mitgeht
 - Ausgeglichen hinsichtlich Kosten und Nutzen
 - Partizipativ erarbeitet

Enzyklika „Laudato Si!“ (Juni 2015)

- Die Umwelt ist ein kollektives Gut, ein Erbe der gesamten Menschheit und eine Verantwortung für alle.
- **Ohne den Druck der Bevölkerung wird es keinen Fortschritt in diesen Fragen geben.**

Lebensstandard gegen Lebensqualität tauschen

- Wir müssen **Lebensstandard** reduzieren
 - gemessen am Einkommen, Auto, Urlaubsreise, Fernsehbildschirm, Mobiltelefon, Uhr, an materiellen Gütern, die Ressourcen und Energie brauchen –
- aber gewinnen dafür **Lebensqualität**
 - gemessen an Zufriedenheit und Glück ...

Was ist uns wirklich wichtig?

Das fundamentale Problem der Klimapolitik sind nicht die wissenschaftlichen Fakten, sondern Konflikte um Weltanschauungen und Werte.

(Ottmar Edenhofer)

Wir werden sie explizit ansprechen und als Gesellschaft aushandeln müssen, wenn wir hot house earth vermeiden wollen!

Das Notwendige möglich machen

„Solange wir uns auf das politisch Mögliche konzentrieren statt auf das Notwendige, gibt es keine Hoffnung.“

Wenn Lösungen innerhalb des Systems so unmöglich zu finden sind, dann sollten wir vielleicht das System ändern.“

(Greta Thunberg 2018)

Danke für Ihre Aufmerksamkeit!

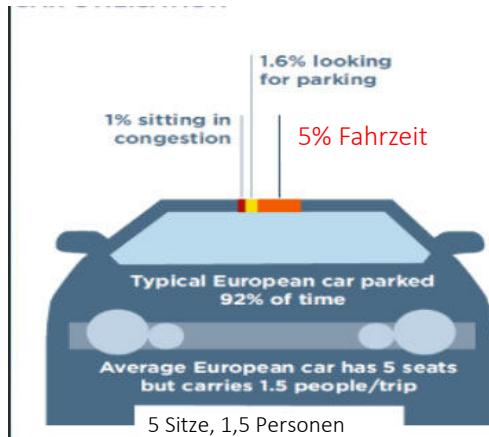
Em. Univ. Prof. Dr. Helga Kromp-Kolb
Universität für Bodenkultur
Department für Wasser, Atmosphäre und Umwelt
Institut für Meteorologie
und
Zentrum für Globalen Wandel und Nachhaltigkeit

Dänstraße 4, A-1190 Wien
Tel.: +43 664 325 0704
meteorologie@boku.ac.at, www.boku.ac.at

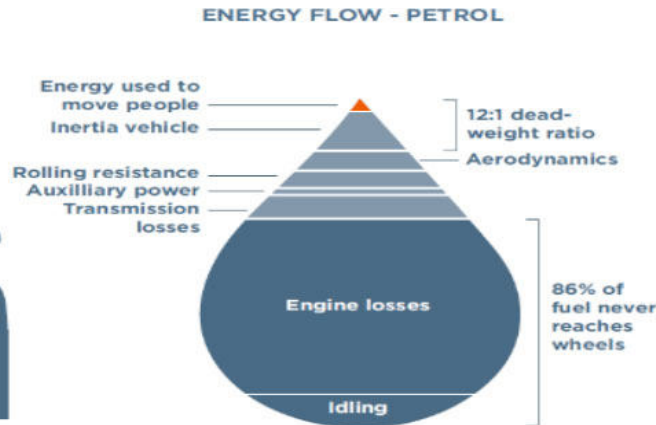


Strukturelle Ineffizienz: Mobilität

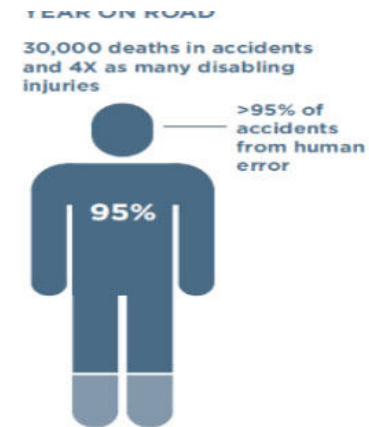
Fahrzeugnutzung



Tank zu Rad



Tod & Krankheit



Landnutzung

5%

Road reaches peak throughput only 5% of time and only 10% covered with cars then

50%

50% of most city land dedicated to streets and roads, parking, service stations, driveways, signals, and traffic signs

Janez Potočnik, WiW 2016

Aktive Mobilität: Mehr zu Fuß, mit dem Rad, mit Öffis

- gesunde Bewegung, Stressabbau, Zeit zu Lesen, mehr soziale Kontakte, ...
- gesunde Luft, lärmarme Stadt, sicherer Schulweg, mehr Platz, weniger Kosten,..
- Zugleich: Klimaschutz durch geringere Emissionen
- *Nebenbei: e-Mobilität ist nur in Zusammenspiel mit Stadt- und Raumplanungskonzepten, sharing-Ansätzen, EE etc. nachhaltig.*



Mehr Gemüse, Obst und Getreide – saisonal, regional und bio

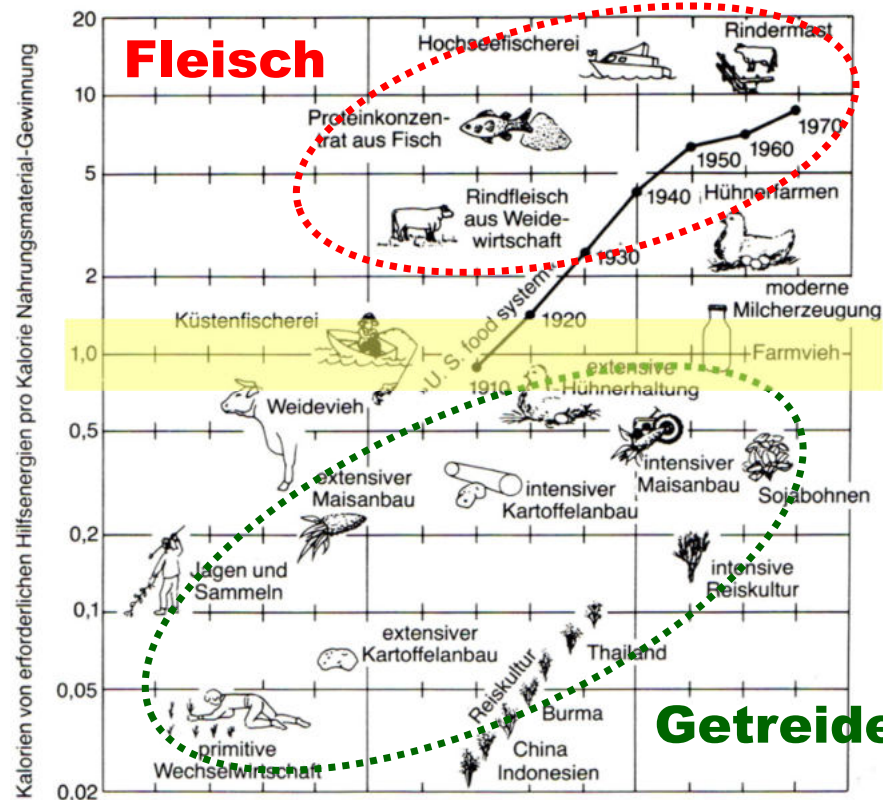
1. Sie leben gesünder
2. Sie nehmen weniger Gifte, Antibiotika und unerwünschte Hormone auf
3. Sonnengereift schmeckt es besser
4. Sie reduzieren Tierleid
5. Unsere Böden können gesunden
6. Sie unterstützen unsere Landwirte
7. Sie tragen zum Klimaschutz bei (-40-70% THG)



Energieaufwand für Nahrungsmittel-erzeugung

Mehr Energie hinein als heraus

Mehr Energie heraus als hinein



Nach Steinhart & Steinhart, Science 184, 1974

Chad: Konsum einer Woche



Deutschland: Konsum einer Woche



Hungry Planet: What
The World Eats. Peter
Menzel

Êuropa: Quo vadis?

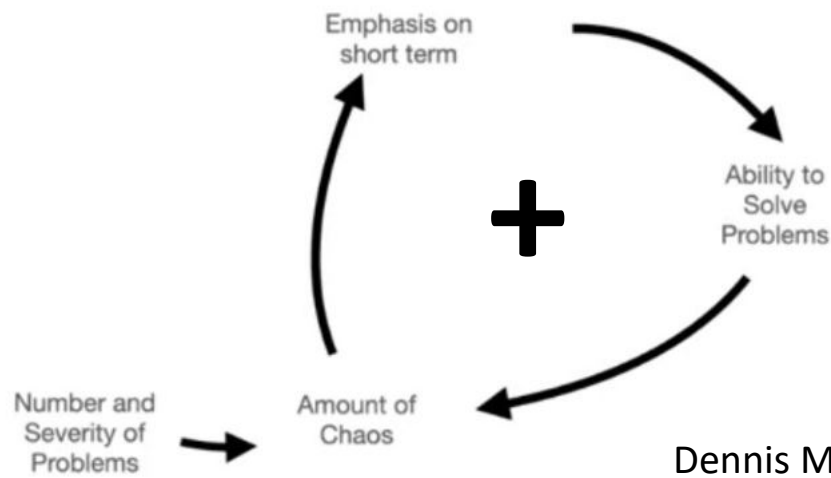
Ungelöste Probleme schaffen neue

Klima- & Biodiversitätskrise
Nationalinteressen
Flüchtlingskrise
Währungskrise
Energiekrise
Korruptionskrise
Gesellschaftsspaltung
Corona-Wirtschaftskrise
Ukrainekrieg
Erweiterungsfragen

.....



The growth of chaos

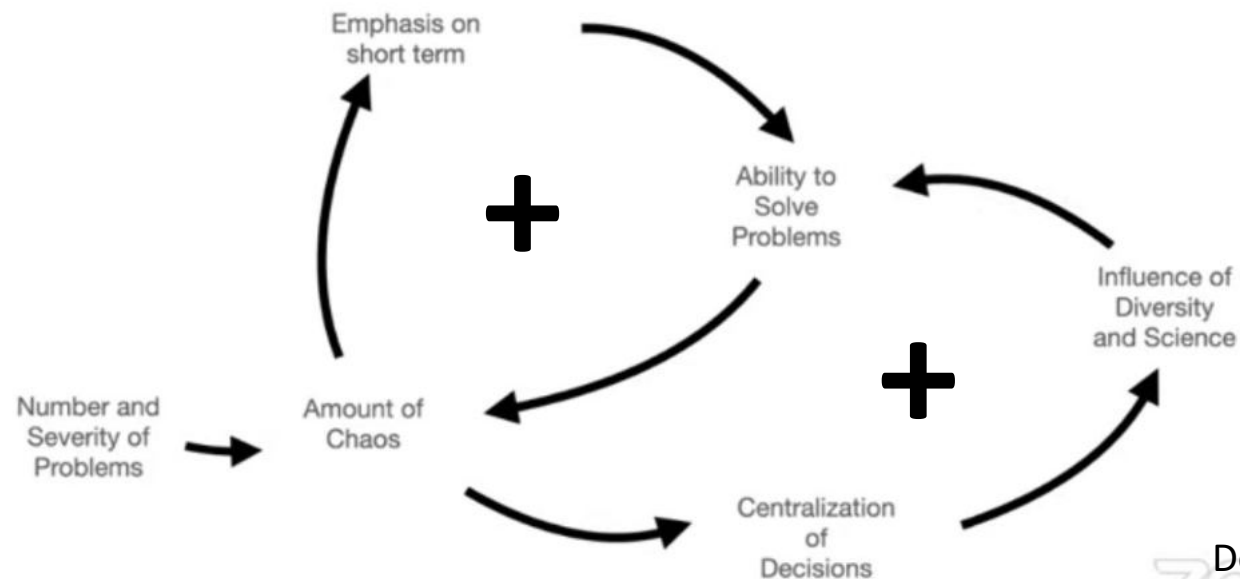


16



Ungelöste Probleme schaffen neue

The growth of chaos



A society will accept less liberty in order to have less chaos

Dennis Meadows, Hamburg 2022

Durchbrechen der selbstverstärkenden Kreise

- Langfristiges Denken (Jugend mitreden lassen, Rat der Weisen?)
- Evidenzbasierte Entscheidungen (Wissenschaft fordern und fördern)
- Partizipative Entscheidungen (Demokratie neu denken und beleben)

- Probleme lösen, nicht verdecken und verschieben