



Genügt klimaneutrale Land- & Ernährungswirtschaft um beschlossene Klimaziele zu erreichen?

Andreas Fischlin

IPCC Vice-Chair WGII für IPCC AR6 und Mitglied OcCC, Ko-Fazilitator der Industrieländer «Structured Expert Dialog» und langjähriges Mitglied Schweizerische Delegation Klimaverhandlungen (UNFCCC)

Hauptverantwortlicher führender Autor (CLA) IPCC SAR, AR4, Review Editor IPCC TAR, AR5, SR1.5, SR LULUCF und führender Autor (LA) GPG LULUCF, CA SROCC

ETH Zürich, D-USYS, IBP, Umweltphysik, Terrestrische Systemökologie



Knäckebröt klimaneutral?



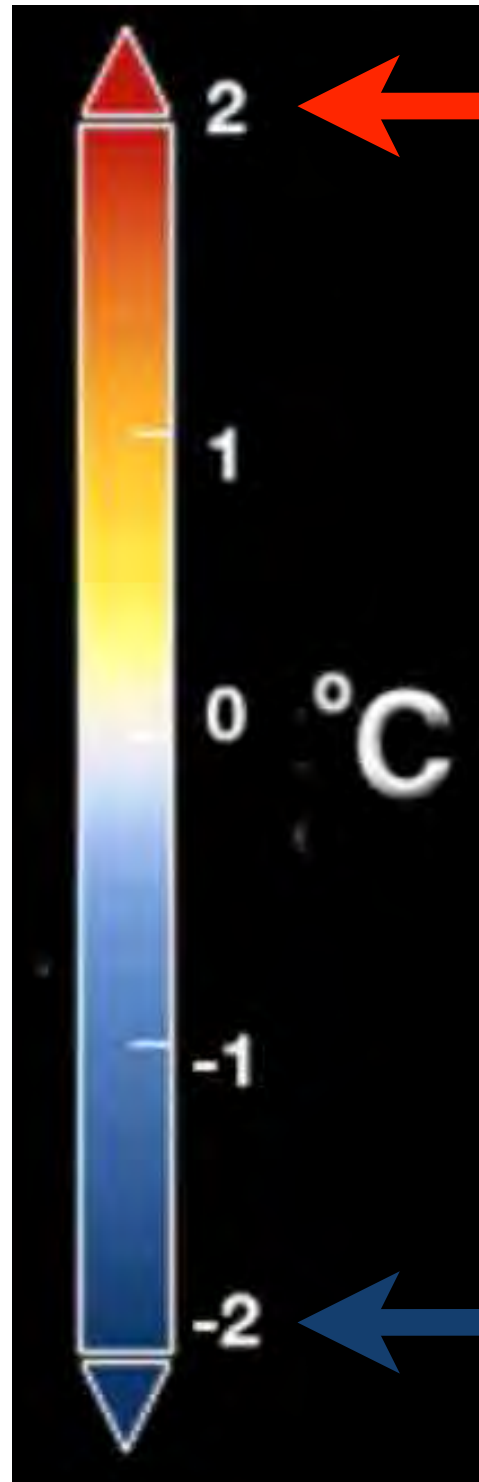
Knäckebrot klimaneutral?





**Das Klima ändert
sich laufend...**

Zum Film «Erde ist wärmer geworden»



rot bedeutet 2°C wärmer

gegenüber Mittel von 1951 bis 1980

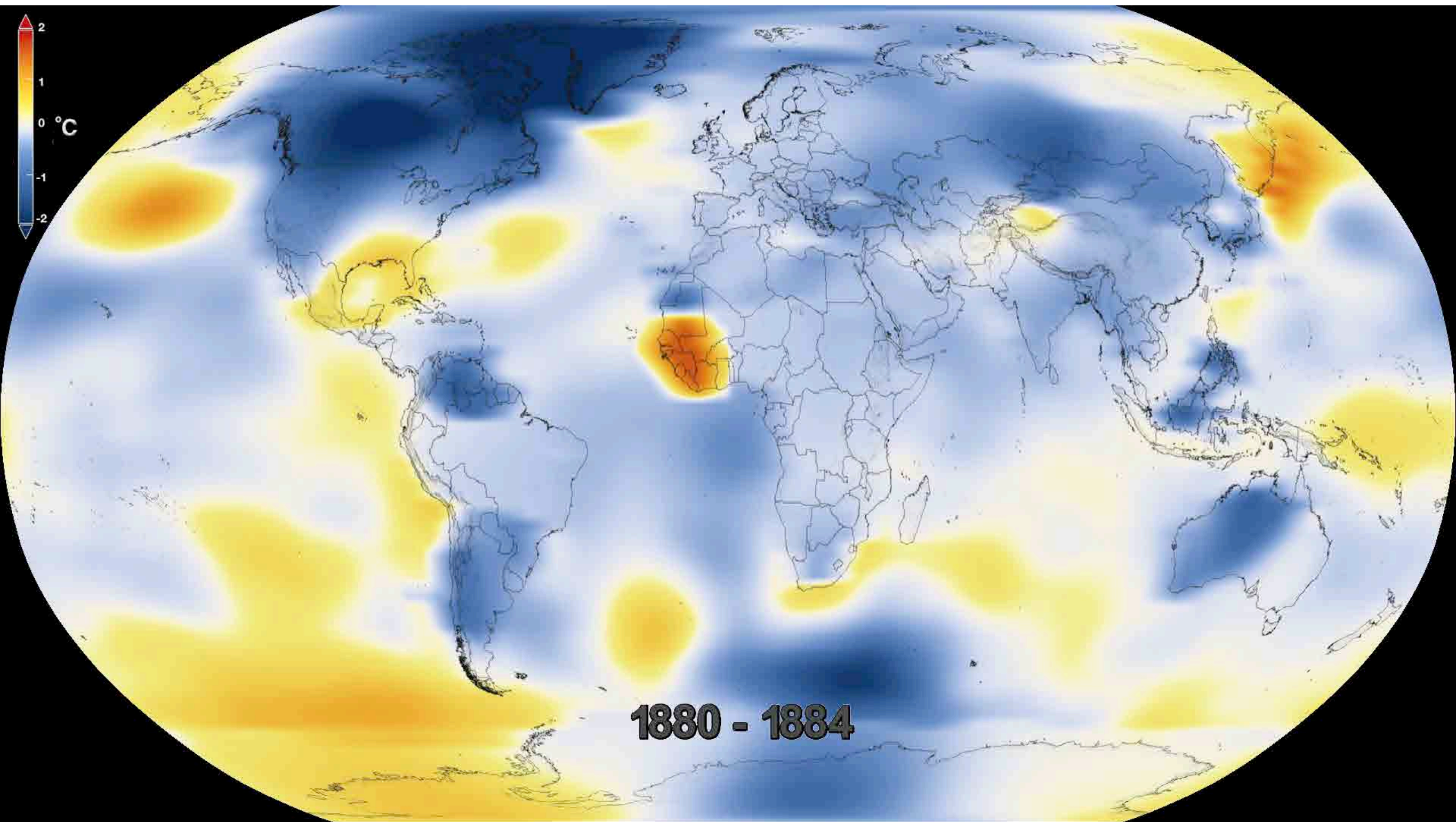
Skala zu den Erdtemperaturen
(Durchschnitt 5 Jahre)

Beginn 1880, Ende ~heute

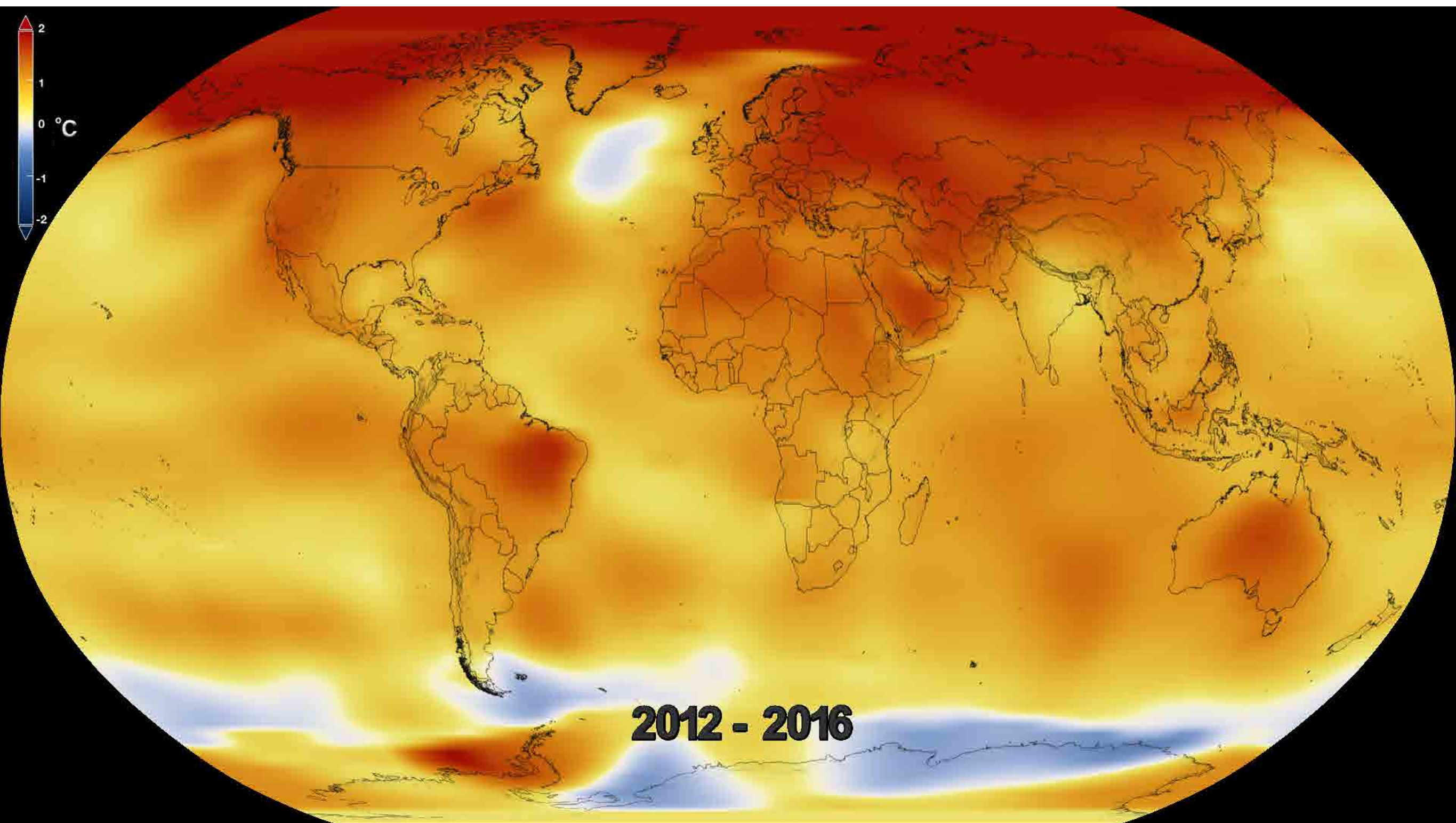
blau bedeutet 2°C kälter

gegenüber Mittel von 1951 bis 1980

Erde wird wärmer



Erde wird wärmer



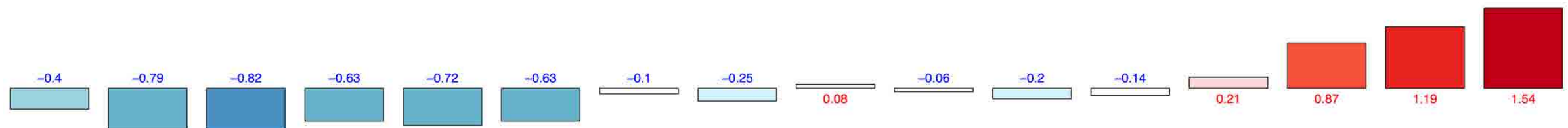
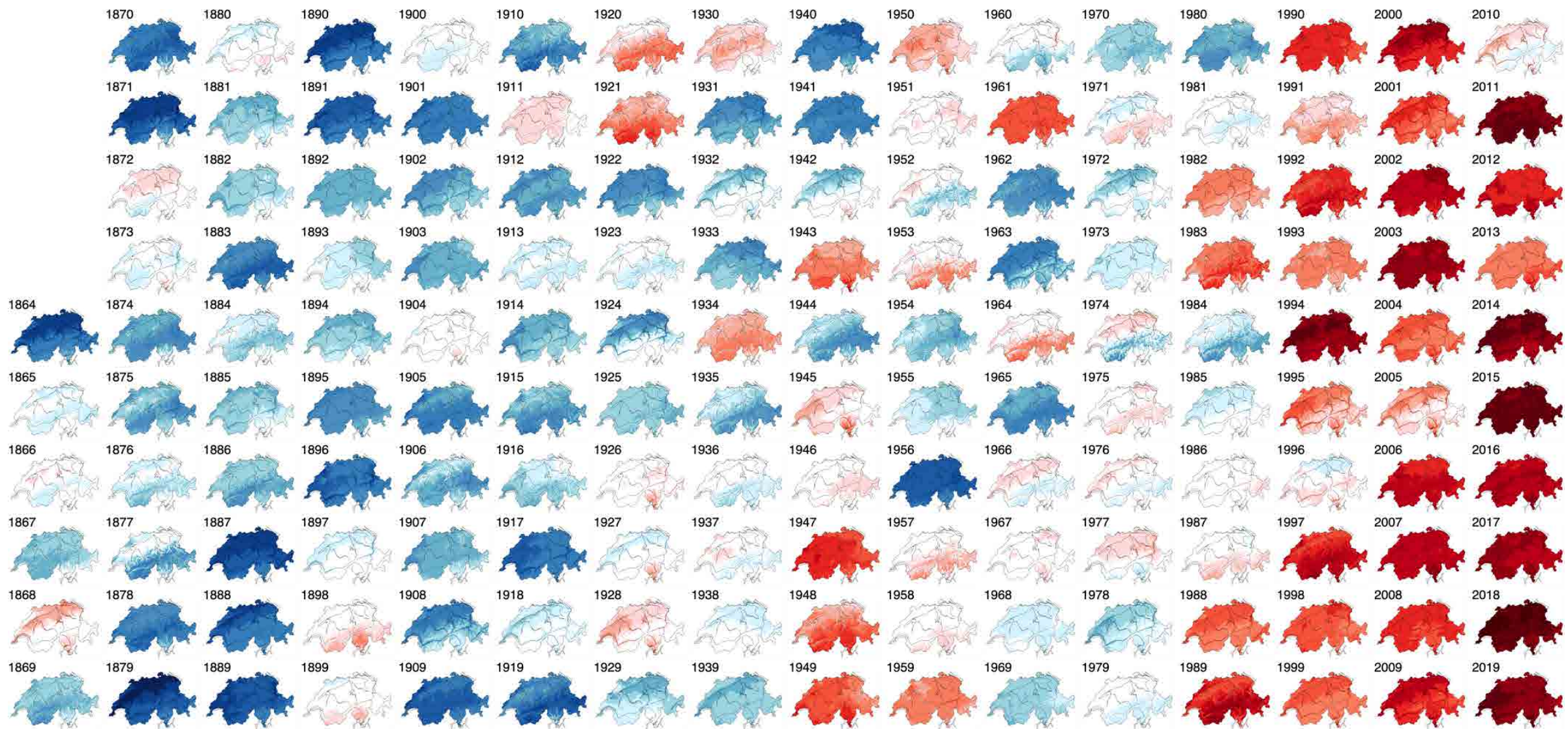
... auch in der
Schweiz?



Die Schweiz 1864 - 2019

Abweichungen gegenüber Mittelwert 1961-1990

-2.5 -1.6 -1 -0.6 0 0.6 1 1.6 2.5°C



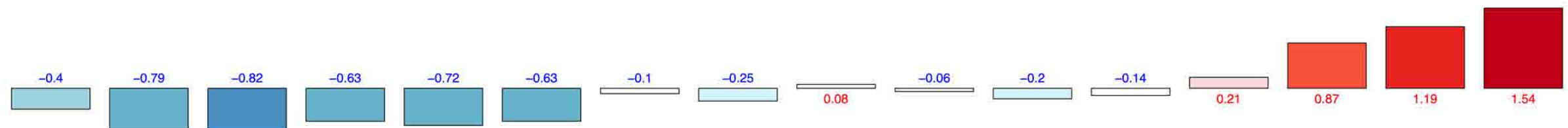
Quelle: Meteoschweiz



Die Schweiz 1864 - 2019

Abweichungen gegenüber Mittelwert 1961-1990

-2.5 -1.6 -1 -0.6 0 0.6 1 1.6 2.5°C



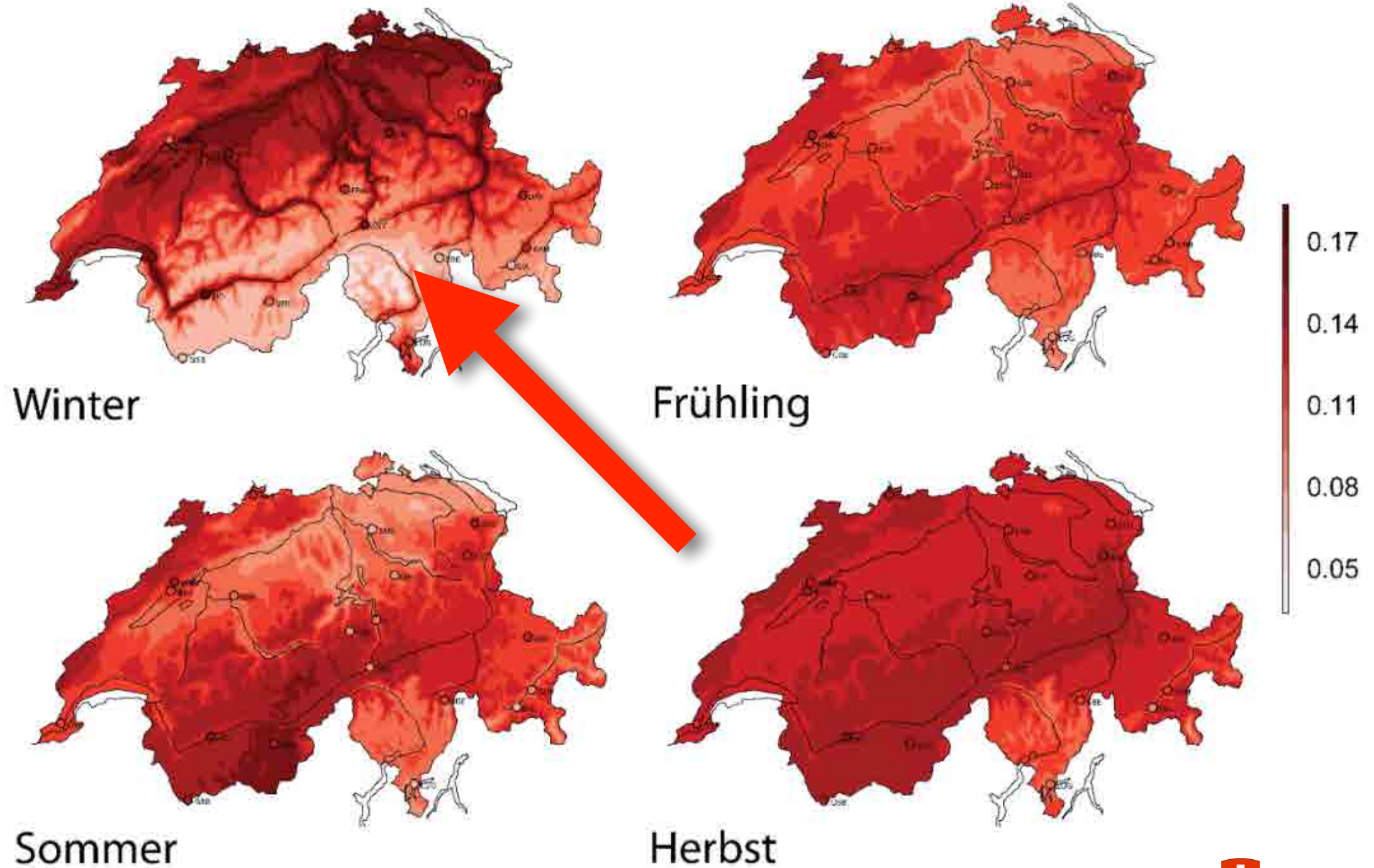
Die Schweiz 1864 - 2019



**allerdings um ca.
das Doppelte
des globalen
Durchschnitts**



Ein Beleg dafür, dass es nicht die Sonne ist



Zusammenfassung!





**Sonderbericht des
Weltklimarats (IPCC)
zu
Landwirtschaft und
Ernährung**

ipcc

ZWISCHENSTAATLICHER AUSSCHUSS FÜR Klimaänderungen

Klimawandel und Landsysteme

IPCC-Sonderbericht über Klimawandel, Desertifikation, Landdegradierung, nachhaltiges Landmanagement, Ernährungssicherheit und Treibhausgasflüsse in terrestrischen Ökosystemen

Zusammenfassung für politische Entscheidungsträger



WG I WG II WG III



COVER IMAGE: Agricultural landscape between Ankara and Hattusha, Anatolia, Turkey (40°00' N – 33°35' E)
©Yann Arthus-Bertrand | www.yannarthusbertrand.org | www.goodplanet.org

IPCC Sonderbericht: Klimawandel und Landsysteme

SRCCCL

CLIMATE CHANGE AND LAND

An IPCC Special Report on climate change, desertification, land degradation, sustainable land management, food security, and greenhouse gas fluxes in terrestrial ecosystems.





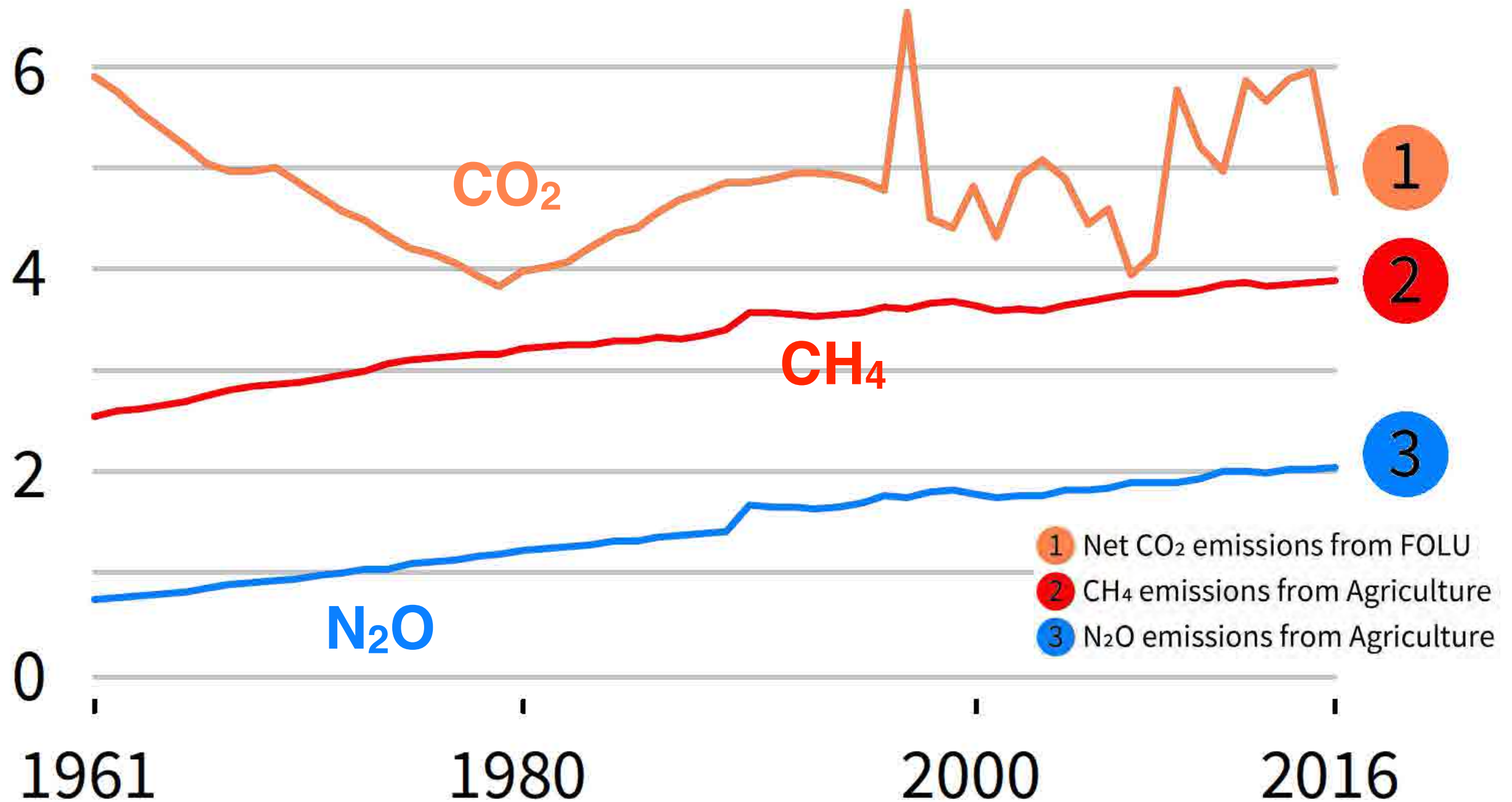
**Landwirtschaft
und Ernährung
tragen signifikant
zum Klimaproblem
bei**



**...insbesondere
durch
Treibhausgas-
emissionen**

Landnutzung - Sehr wichtiger Mitverursacher!

Gt CO_{2eq}/a



IPCC, 2019. Summary for Policymakers. In: IPCC special report on climate change and land, www.ipcc.ch/report/srccl/



Emissionen aus Agrar- u. Ernährungssektor

CO₂, CH₄, N₂O

		direkt anthropogen							
		Anthropogene Nettoemissionen durch Landwirtschaft, Forstwirtschaft und andere Landnutzung (AFOLU)			Anthropogene Treibhausgasemissionen aus Nicht-AFOLU ⁶	Gesamte anthropogene Nettoemissionen (AFOLU + Nicht-AFOLU) nach Gasen	AFOLU als % der gesamten anthropogenen Nettoemissionen, nach Gasen	Natürliche Reaktion von Landsystemen auf menschengemachte Umweltveränderungen ⁷	Nettofluss Landsysteme – Atmosphäre aus allen Landsystemen
Tafel 1: Beitrag von AFOLU		FOLU	Landwirtschaft	Summe					
		A	B	C = A + B	D	E = C + D	F = (C/E)*100	G	A + G
CO ₂ ²	Gt CO ₂ pro Jahr	5,2 ± 2,6	... ¹¹	5,2 ± 2,6	33,9 ± 1,8	39,1 ± 3,2	13 %	-11,2 ± 2,6	-6,0 ± 3,7
	Mt CH ₄ pro Jahr	19,2 ± 5,8	142 ± 42	161 ± 43	201 ± 101	362 ± 109			
CH ₄ ^{3, 8}	Gt CO ₂ Äq pro Jahr	0,5 ± 0,2	4,0 ± 1,2	4,5 ± 1,2	5,6 ± 2,8	10,1 ± 3,1	44 %		
	Mt N ₂ O pro Jahr	0,3 ± 0,1	8,3 ± 2,5	8,7 ± 2,5	2,0 ± 1,0	10,6 ± 2,7			
N ₂ O ^{3, 8}	Gt CO ₂ Äq pro Jahr	0,09 ± 0,03	2,2 ± 0,7	2,3 ± 0,7	0,5 ± 0,3	2,8 ± 0,7			
	Summe (THG)	5,8 ± 2,6	6,2 ± 1,4	12,0 ± 2,9	40,0 ± 3,4	52,0 ± 4,5	23 %		

~Agrarsektor: 23%
der globalen Nettoemissionen an THG



Emissionen aus Agrar- u. Ernährungssektor

CO₂, CH₄, N₂O

**Ernährung:
21%-37%**
der globalen Nettoemissionen an THG

					direkt anthropogen			
					Gesamte anthropogene Nettoemissionen (AFOLU + Nicht-AFOLU) nach Gasen	AFOLU als % der gesamten anthropogenen Nettoemissionen, nach Gasen	Natürliche Reaktion von Landsystemen auf menschengemachte Umweltveränderungen ⁷	Nettofluss Landsysteme – Atmosphäre aus allen Landsystemen
					E = C + D	F = (C/E)*100	G	A + G
					39,1 ± 3,2	13 %	-11,2 ± 2,6	-6,0 ± 3,7
					362 ± 109			
					10,1 ± 3,1	44 %		
					10,6 ± 2,7			
					2,8 ± 0,7	81 %		
					52,0 ± 4,5	23 %		

		Landnutzungsänderung	Landwirtschaft		Nicht-AFOLU ⁵ aus anderen Sektoren Vor- bis Nach-Produktion	Gesamte Emissionen aus dem globalen Ernährungssystem		
CO ₂ Landnutzungsänderung ⁴	Gt CO ₂ pro Jahr	4,9 ± 2,5						
CH ₄ Landwirtschaft ^{3, 8, 9}	Gt CO ₂ Äq pro Jahr		4,0 ± 1,2					
N ₂ O Landwirtschaft ^{3, 8, 9}	Gt CO ₂ Äq pro Jahr		2,2 ± 0,7					
CO ₂ andere Sektoren ⁵	Gt CO ₂ pro Jahr				2,6 – 5,2			
Summe¹⁰	Gt CO₂Äq pro Jahr	4,9 ± 2,5	6,2 ± 1,4		2,6 – 5,2	10,8 – 19,1		



Treibhausgase

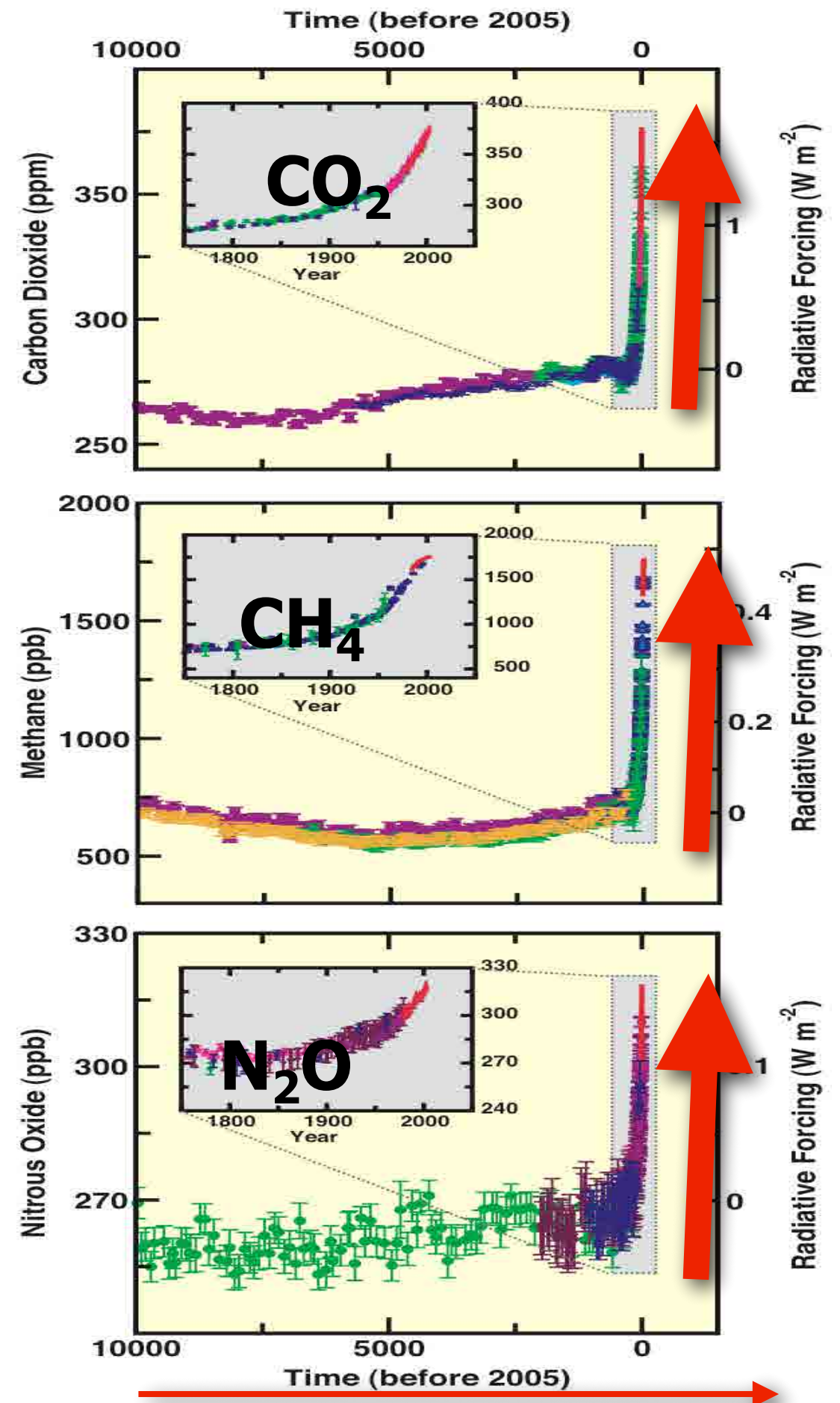
CO₂ Fossile Brennstoffe,
Rodungen (Land-
nutzungsänderungen)

CH₄ Viehhaltung,
Abfaldeponien,
Reisanbau,
Erdgasleitungen

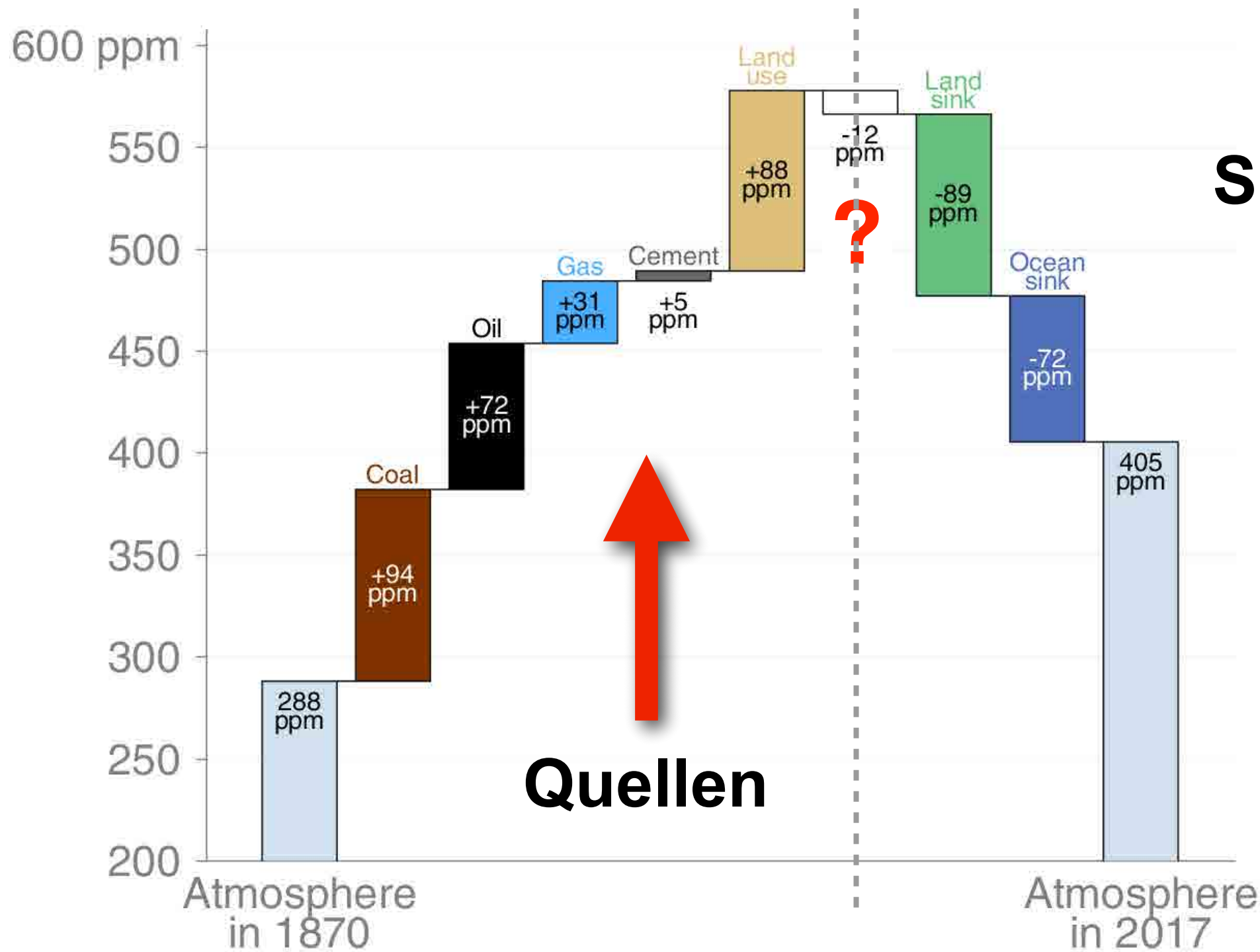
N₂O Stickstoffdüngung

FCKW Kühlmittel,
etc. Schäumstoffe,
Reinigungsmittel

After Figure SPM.1 (IPCC, 2007. Summary for Policy Makers WG1)



Kummulative Beiträge zum CO₂-Haushalt seit 1870



Speicher

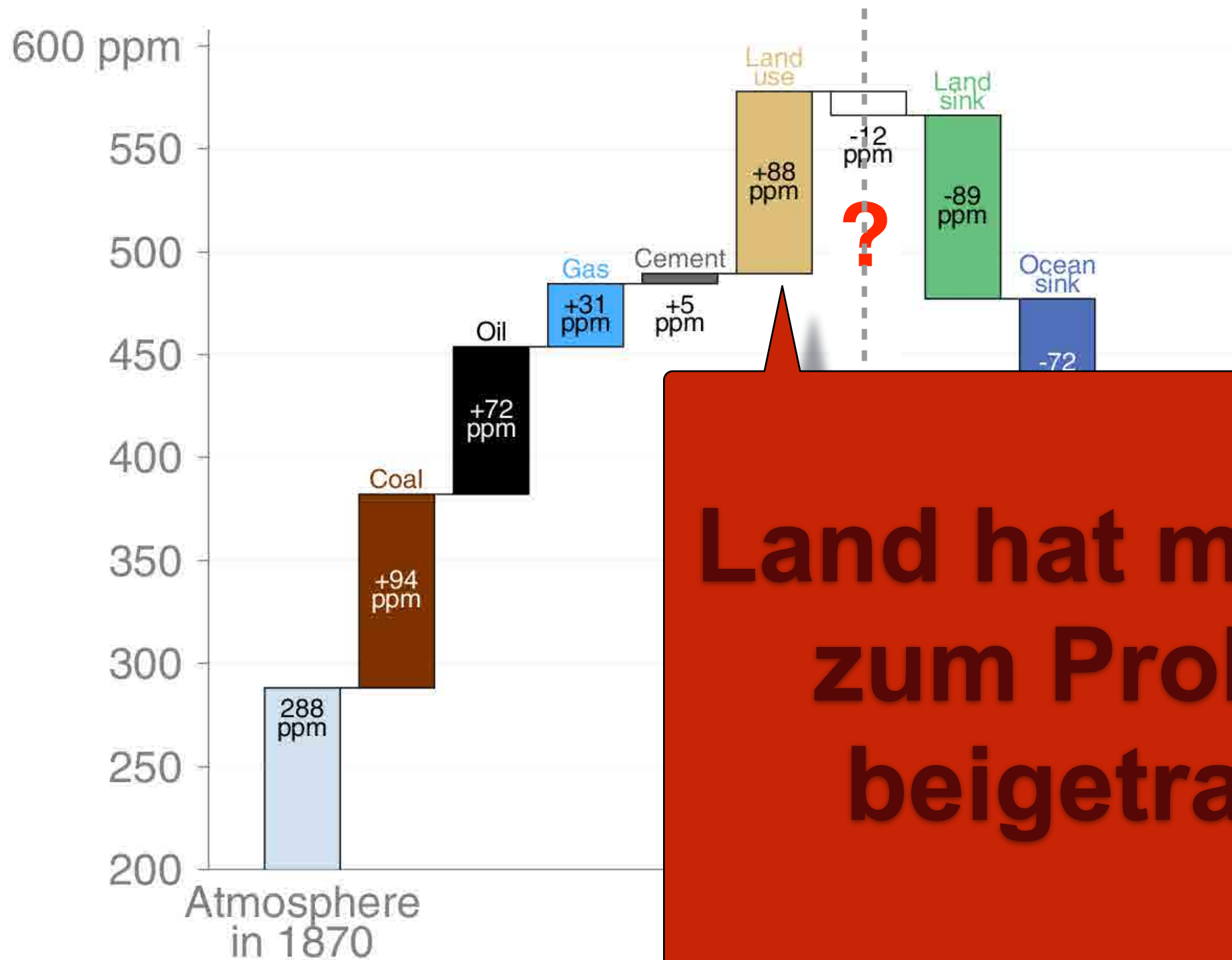
Quellen



Figure concept from [Shrink That Footprint](#)
 Source: [CDIAC](#); [NOAA-ESRL](#); [Houghton and Nassikas 2017](#); [Hansis et al 2015](#); [Joos et al 2013](#); [Khatiwala et al. 2013](#); [DeVries 2014](#); [Le Quéré et al 2018](#); [Global Carbon Budget 2018](#)



Kummulative Beiträge zum CO₂-Haushalt seit 1870



**Land hat merklich
zum Problem
beigetragen**



Kummulative Beiträge zum CO₂-Haushalt seit 1870



**Land
war auch Teil der
Lösung**



Figure concept from [Shrink That Footprint](#)
Source: [CDIAC](#); [NOAA-ESRL](#); [Houghton and Nassikas 2017](#); [Hansis et al 2015](#); [Joos et al 2013](#); [Khaliwala et al. 2013](#); [DeVries 2014](#); [Le Quéré et al 2018](#); [Global Carbon Budget 2018](#)



Kummulative Beiträge zum CO₂-Haushalt seit 1870

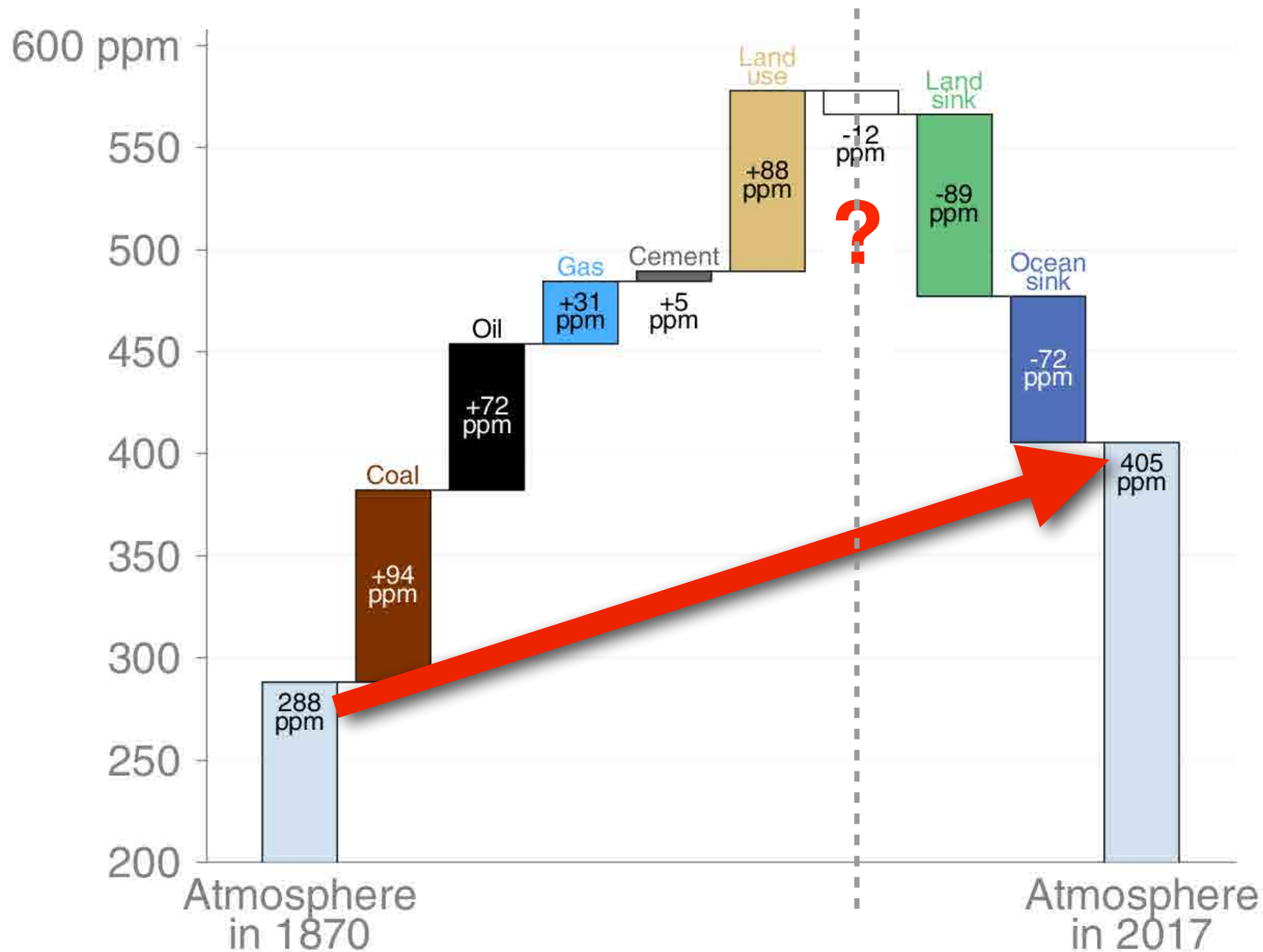


Figure concept from [Shrink That Footprint](#)
Source: [CDIAC](#); [NOAA-ESRL](#); [Houghton and Nassikas 2017](#); [Hansis et al 2015](#); [Joos et al 2013](#); [Khaliwala et al. 2013](#); [DeVries 2014](#); [Le Quéré et al 2018](#); [Global Carbon Budget 2018](#)



Kummulative Beiträge zum CO₂-Haushalt seit 1870

+40.6 %

**Zunahme des CO₂ in
der Luft seit
frühindustriell**

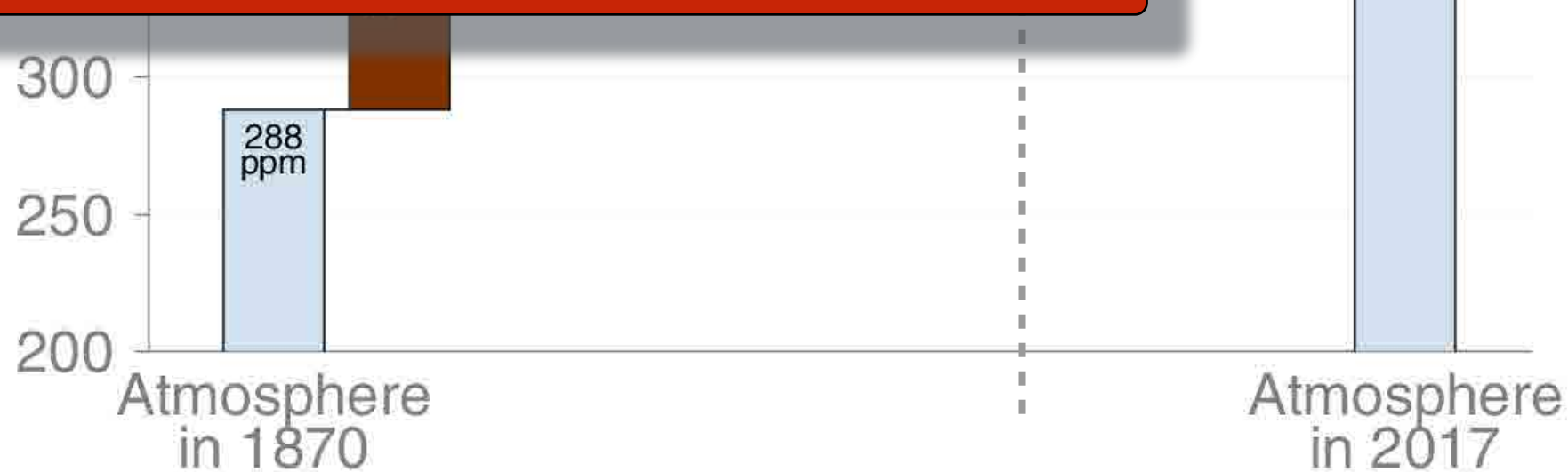


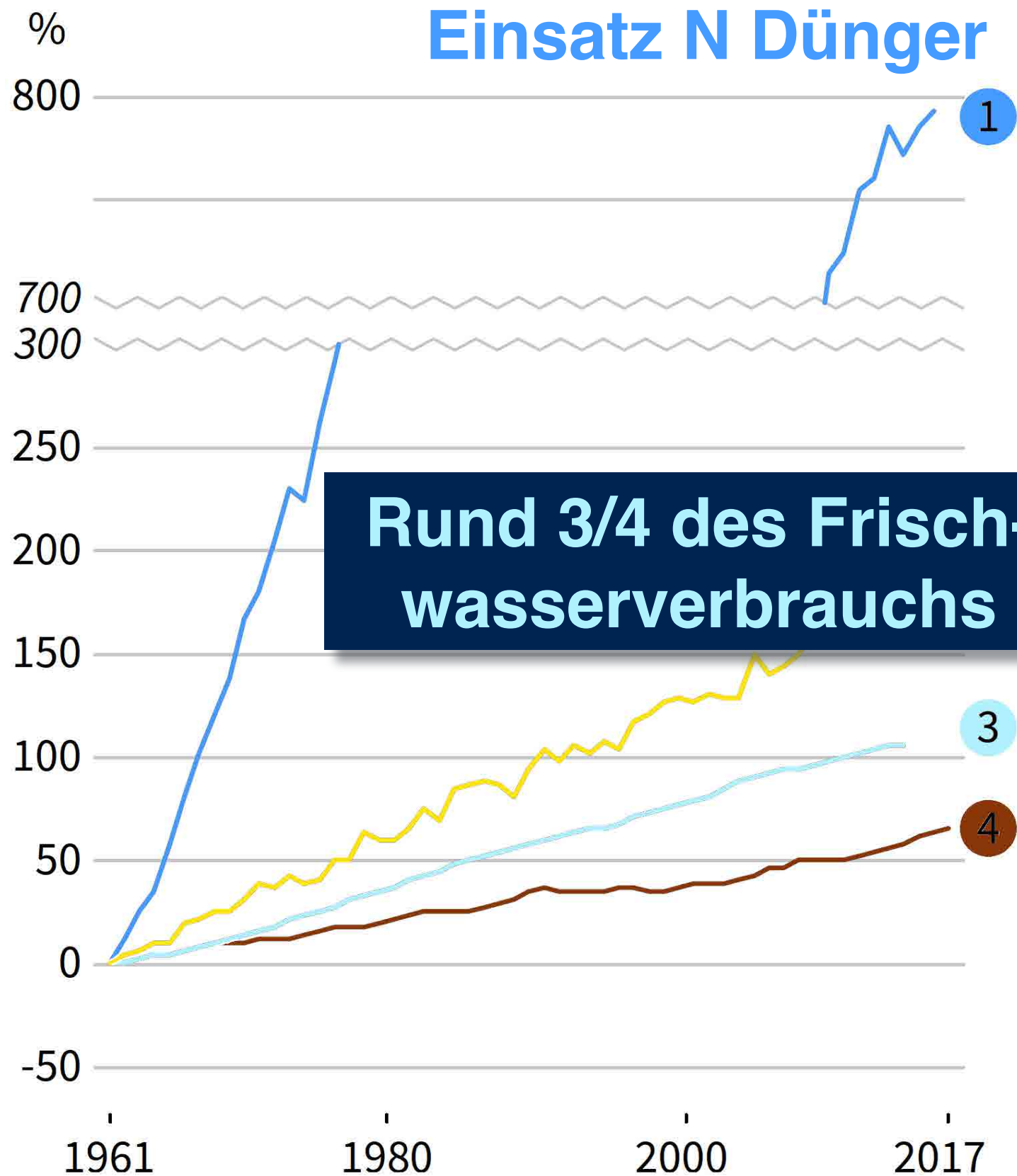
Figure concept from [Shrink That Footprint](#)
Source: [CDIAC](#); [NOAA-ESRL](#); [Houghton and Nassikas 2017](#); [Hansis et al 2015](#); [Joos et al 2013](#); [Khatiwala et al. 2013](#); [DeVries 2014](#); [Le Quéré et al 2018](#); [Global Carbon Budget 2018](#)





**Weitere wichtige
Entwicklungen im
Agrar- und
Ernährungssektor**

Veränderungen in der Landwirtschaft seit 1961: Produktion und Produktivität



Erträge Getreide

Wasserverbrauch

Tierhaltung

- 1 Inorganic N fertiliser use
- 2 Cereal yields
- 3 Irrigation water volume
- 4 Total number of ruminant livestock

IPCC, 2019. Summary for Policymakers. In: IPCC special report on climate change and land, www.ipcc.ch/report/srccl/



Veränderungen in Wirtschaft

Finsatz N Dünger

%
800
700
300
250
200
150
100
50
0
-50
1961

**Rund 1/3
Landfläche
Landwirt.
genutzt**

tschaft
roduk-
produkti-

eide

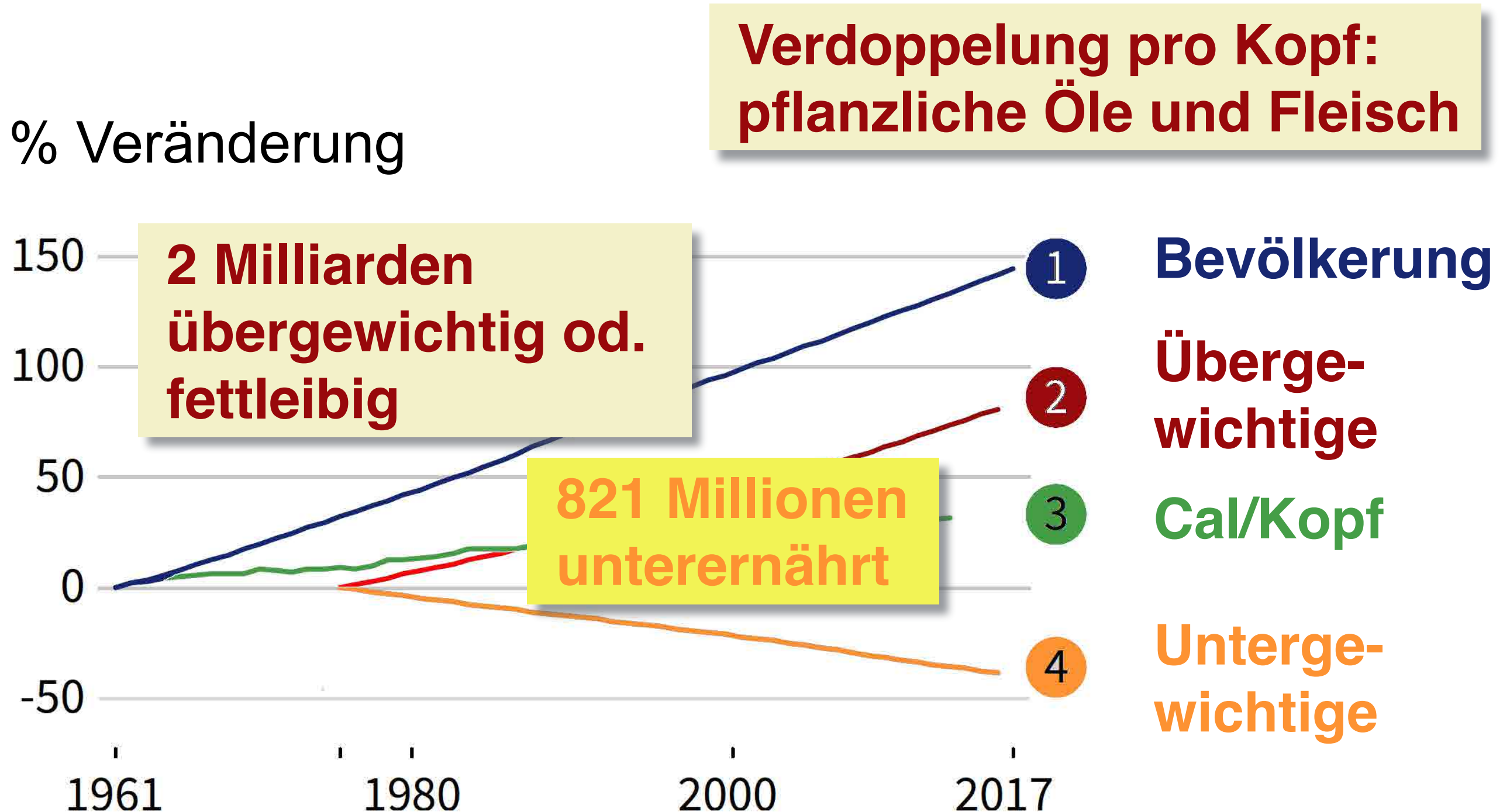
auch

nt livestock

IPCC, 2019. Summary for Policymakers. In: IPCC special report on climate change and land, www.ipcc.ch/report/srccl/



Bevölkerung und Nahrungskonsum (seit 1961)



IPCC, 2019. Summary for Policymakers. In: IPCC special report on climate change and land, www.ipcc.ch/report/srccl/



Bevölkerung und Nahrungskonsum (seit 1961)



IPCC, 2019. Summary for Policymakers. In: IPCC special report on climate change and land, www.ipcc.ch/report/srccl/





**Klimawandel
gefährdet
Landwirtschaft
und Ernährung**



**Witterungs-
extreme treten
gehäuft bis
rekordartig auf**

Eine Schwalbe



macht noch keinen

Sommer!

Viele aber schon...





Töss (2003)

Hitzewelle 2003 - Verluste Landw.

Box 5.1. European heatwave impact on the agricultural sector

Europe experienced a particularly extreme climate event during the summer of 2003, with temperatures up to 6°C above long-term means, and precipitation deficits up to 300 mm (see Trenberth et al., 2007). A record **drop in crop yield of 36%** occurred in Italy for maize grown in the Po valley, where extremely high temperatures prevailed (Ciais et al., 2005). In France, compared to 2002, the maize grain **crop was reduced by 30%** and fruit harvests **declined by 25%**. Winter crops (wheat) had nearly achieved maturity by the time of the heatwave and therefore suffered less yield reduction (**21% decline** in France) than summer crops (e.g., maize, fruit trees and vines) undergoing maximum foliar development (Ciais et al., 2005). Forage production was **reduced on average by 30%** in France and hay and silage stocks for winter were partly used during the summer (COPA COGECA, 2003b). Wine production in Europe was the lowest in 10 years (COPA COGECA, 2003a). The (uninsured) **economic losses** for the agriculture sector in the European Union were estimated at **€13 billion**, with largest losses in France (€4 billion) (Sénat, 2004).



Easterling et al., 2007. Food, fibre and forest products. In: Parry et al. (eds.). Climate change 2007: Impacts, adaptation and vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel of Climate Change (IPCC). Cambridge University Press: Cambridge, UK. 273-313. (<http://www.ipcc.ch>)



Lauffohr (23.08.2005)







Emme (2007)



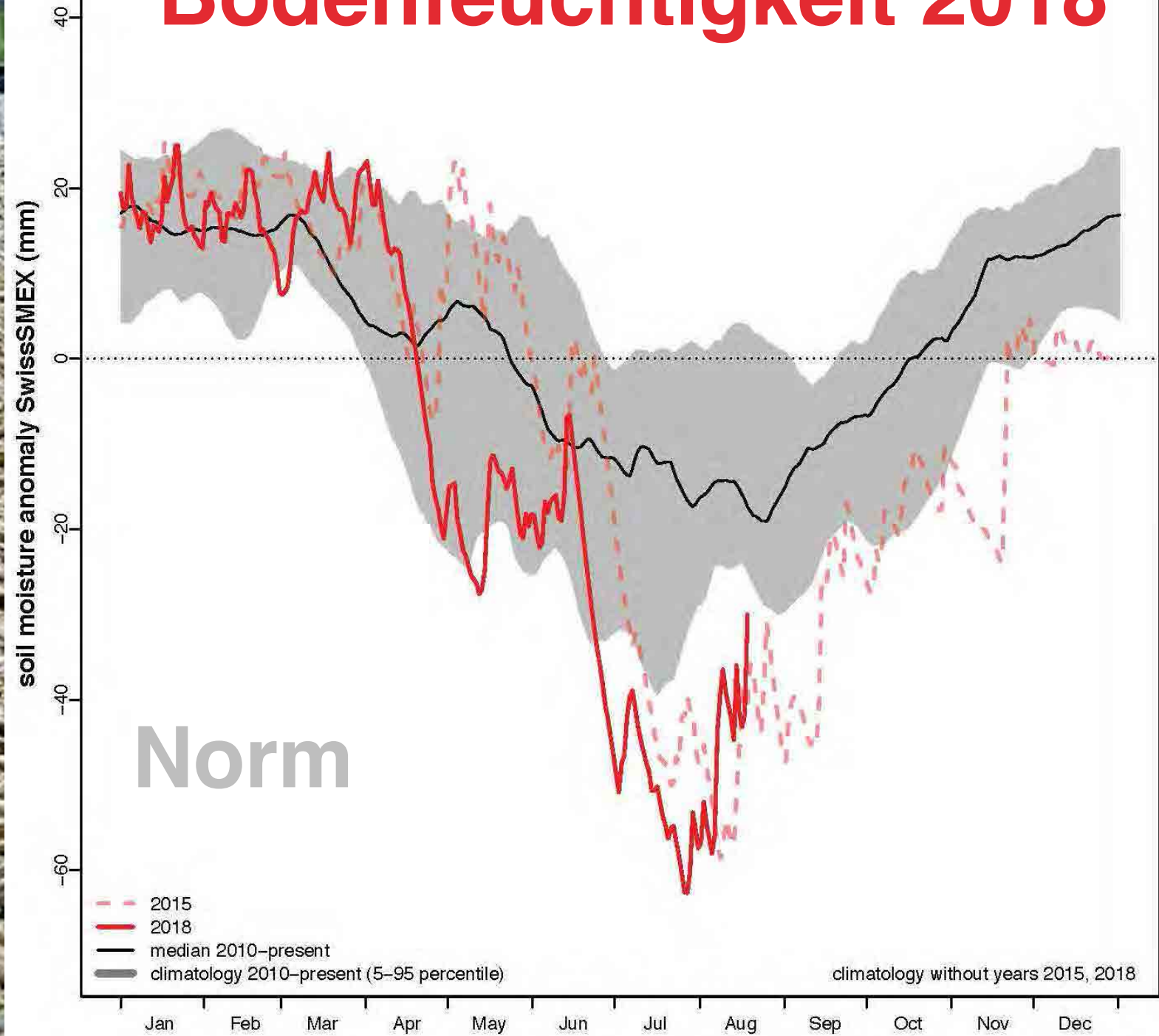
Rekordernte dank warm-
feuchtem Wetter (2011)



Schweiz
(27.Aug.2018)



Bodenfeuchtigkeit 2018



Schweiz (Sommer 2018)







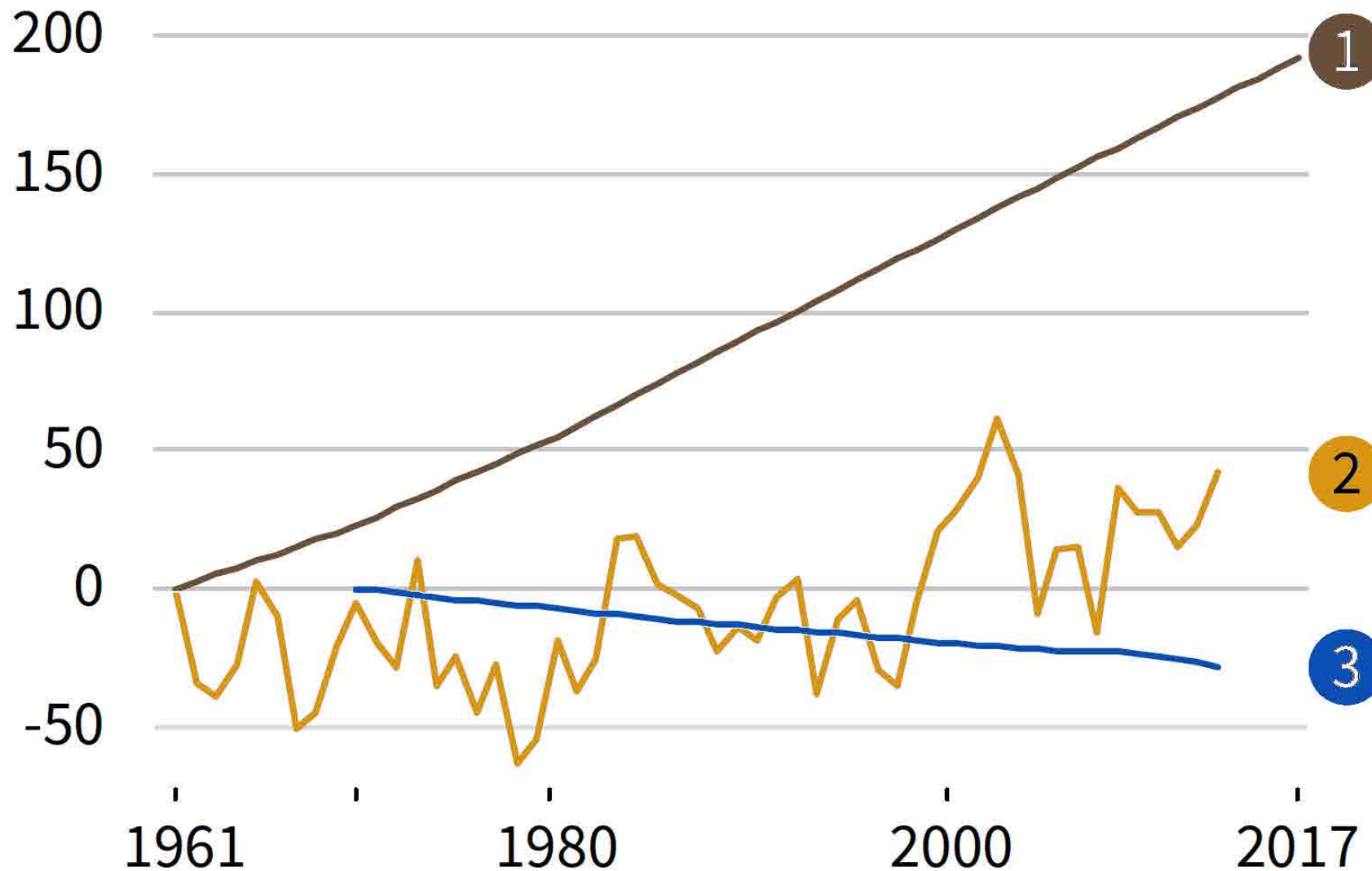
Nicht nur viele
Schwalben,



sondern es gibt
auch Trends...

Degradierung und Verwüstung seit 1961

% Veränderung



Bewohner in Verwüstungsgebieten

Fläche mit jährlicher Trockenheit

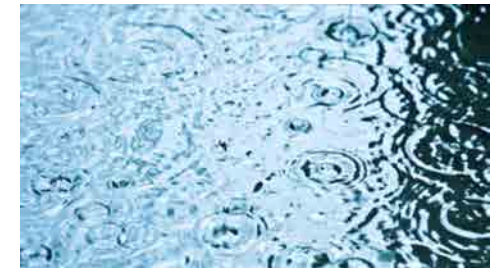
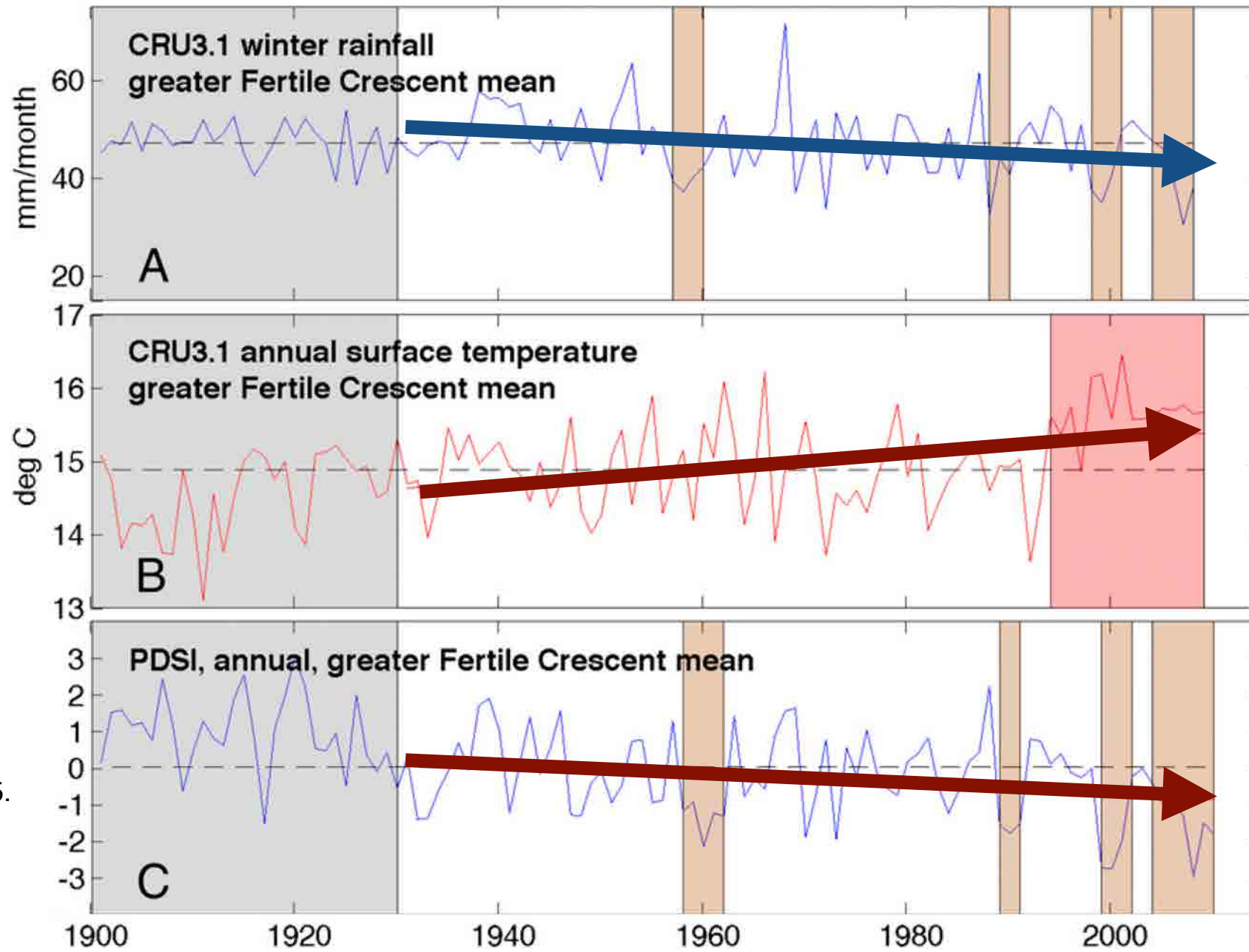
Fläche Feuchtgebiete

IPCC, 2019. Summary for Policymakers. In: IPCC special report on climate change and land, www.ipcc.ch/report/srccl/





Serie von Dürren in Syrien



Kelley et al., 2015.
PNAS, 112(11):
3241-3246. doi:
10.1073/pnas.
1421533112



Serie von Dürren in Syrien



~ 1 Million in
ländlichen
Regionen
entwurzelt



Kelley et al.,
PNAS, 112(11),
3241-3246. doi:
10.1073/pnas.1121533112

1900 1920 1940 1960 1980 2000

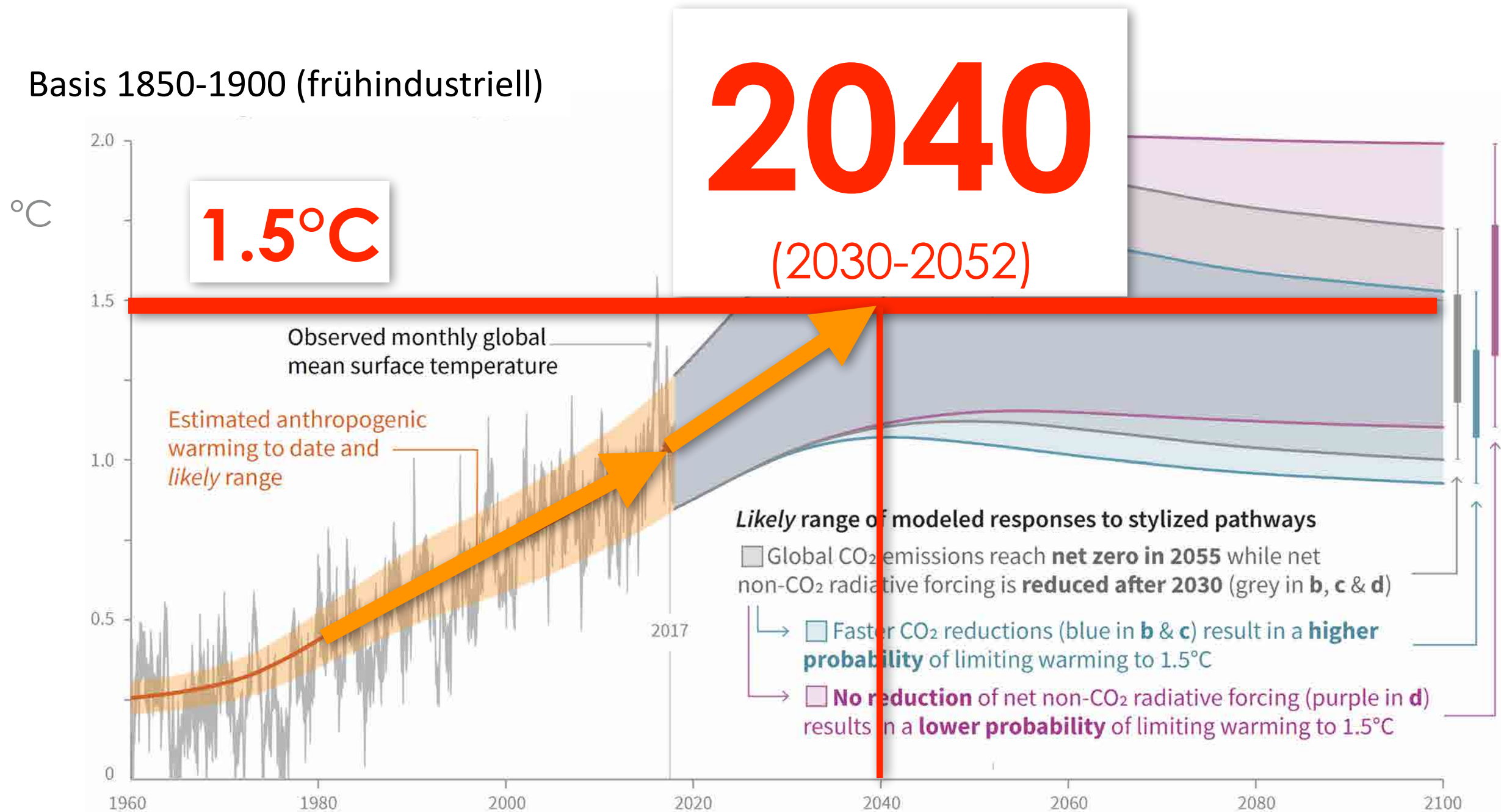




Zukünftiger Klimawandel?

Z.B. Beibehaltung heutigen Ausstosses an Treibhausgasen: Wann ist 1.5°C erreicht?

Basis 1850-1900 (frühindustriell)

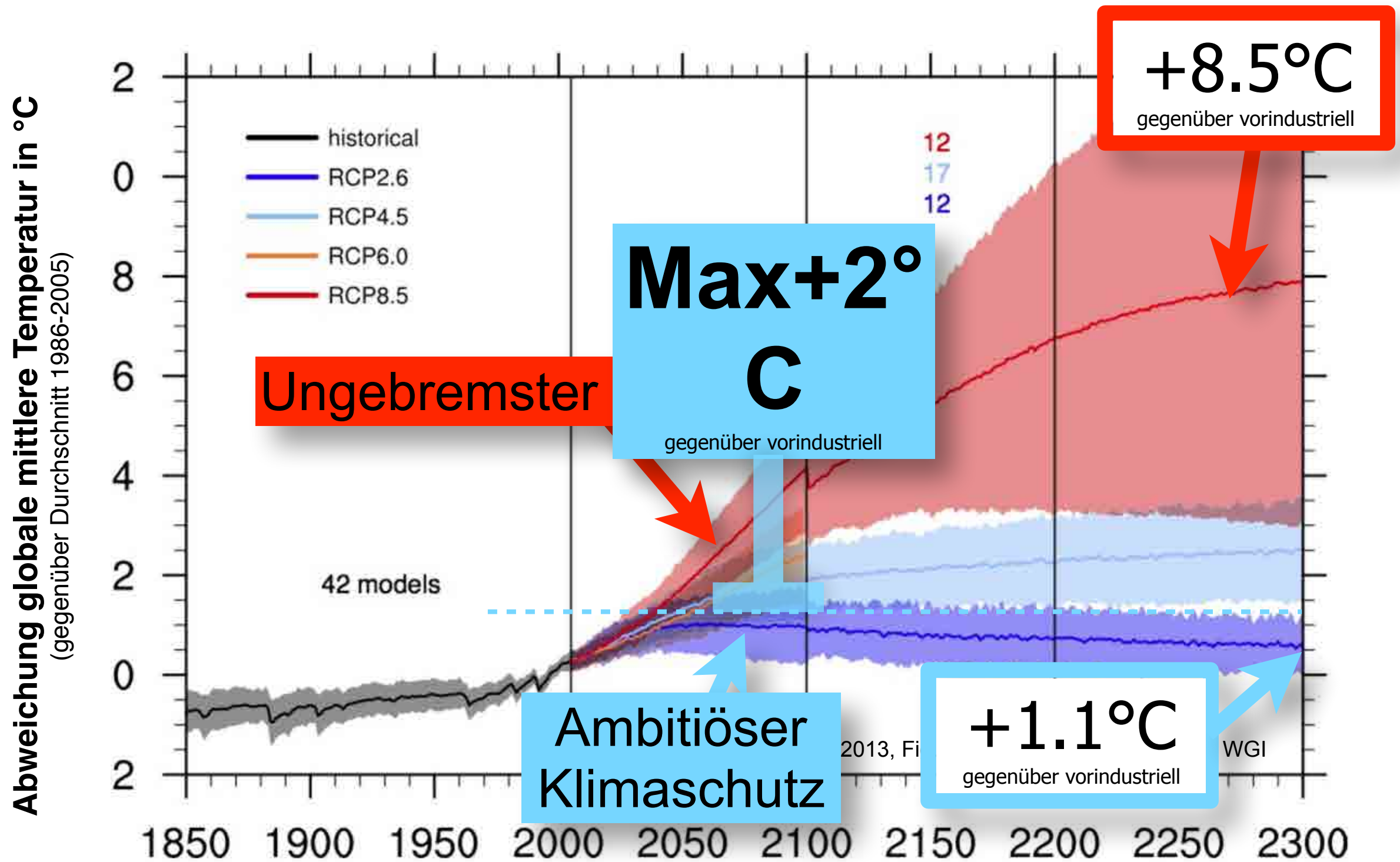


IPCC, 2018. Summary for Policymakers. In: Masson-Delmotte et al. (eds.). Global warming of 1.5°C - An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty. IPCC with World Meteorological Organisation (WMO), and United Nations Environmental Program (UNEP): Geneva, Switzerland. 32. www.ipcc.ch/report/sr15/



Langfristige Zukunft, welcher Klimawandel?

Zwei denkbare Möglichkeiten:




Collins, M. et al. 2013. Long-term climate change: projections, commitments and irreversibility. In: Stocker, T. F., et al. (eds.). Climate change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). Cambridge University Press: Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA. 1029-1136. www.ipcc.ch/report/ar5/wg1/





Zukünftige Auswirkungen



Beispiel Sommeretrocknis



Schweden



Kalifornien



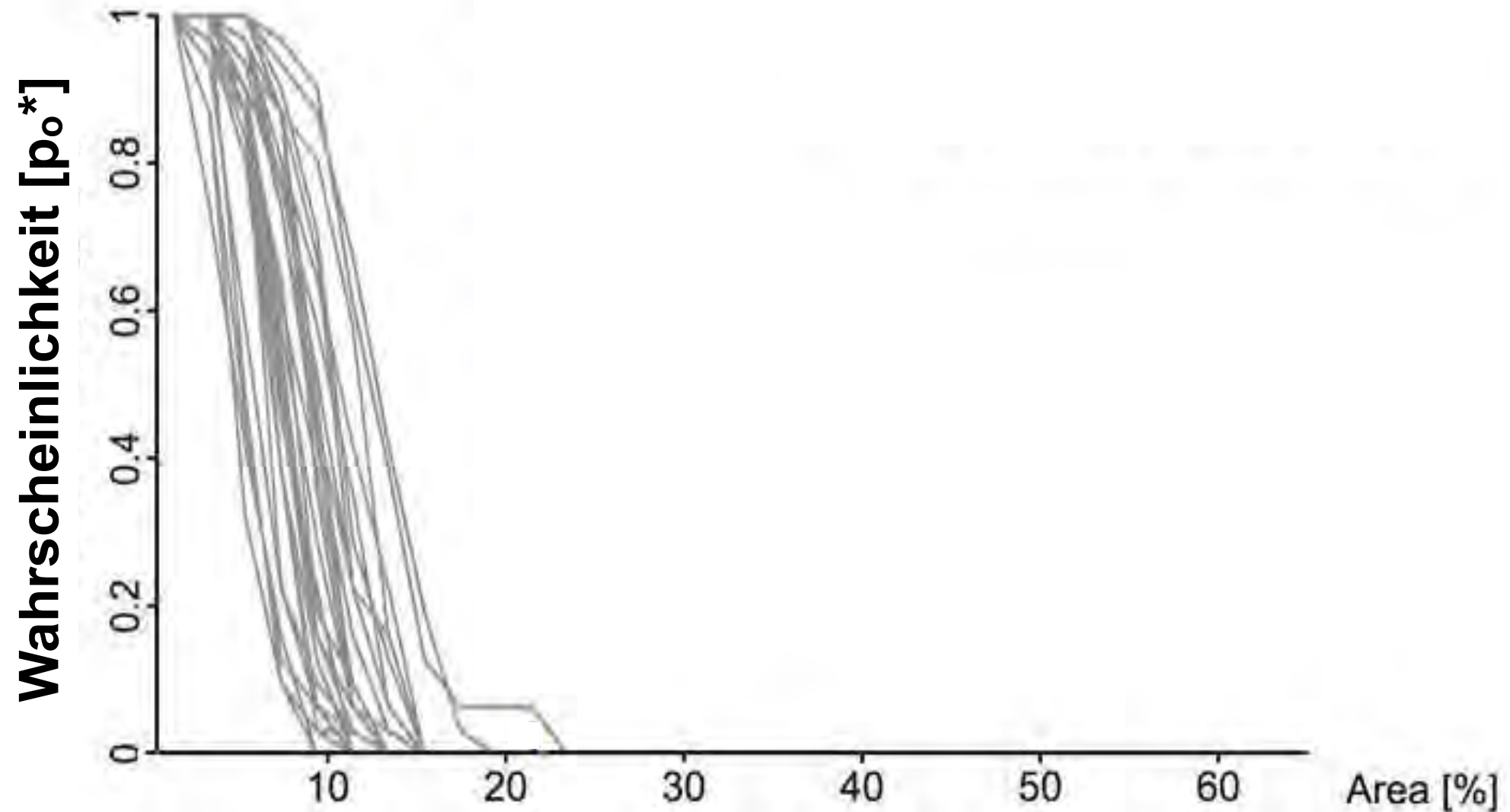
Kanada



Japan

Sommer 2018: Flächenanteile $> 30^\circ$ nördl. Breite

Frühindustriell (1870-1900)

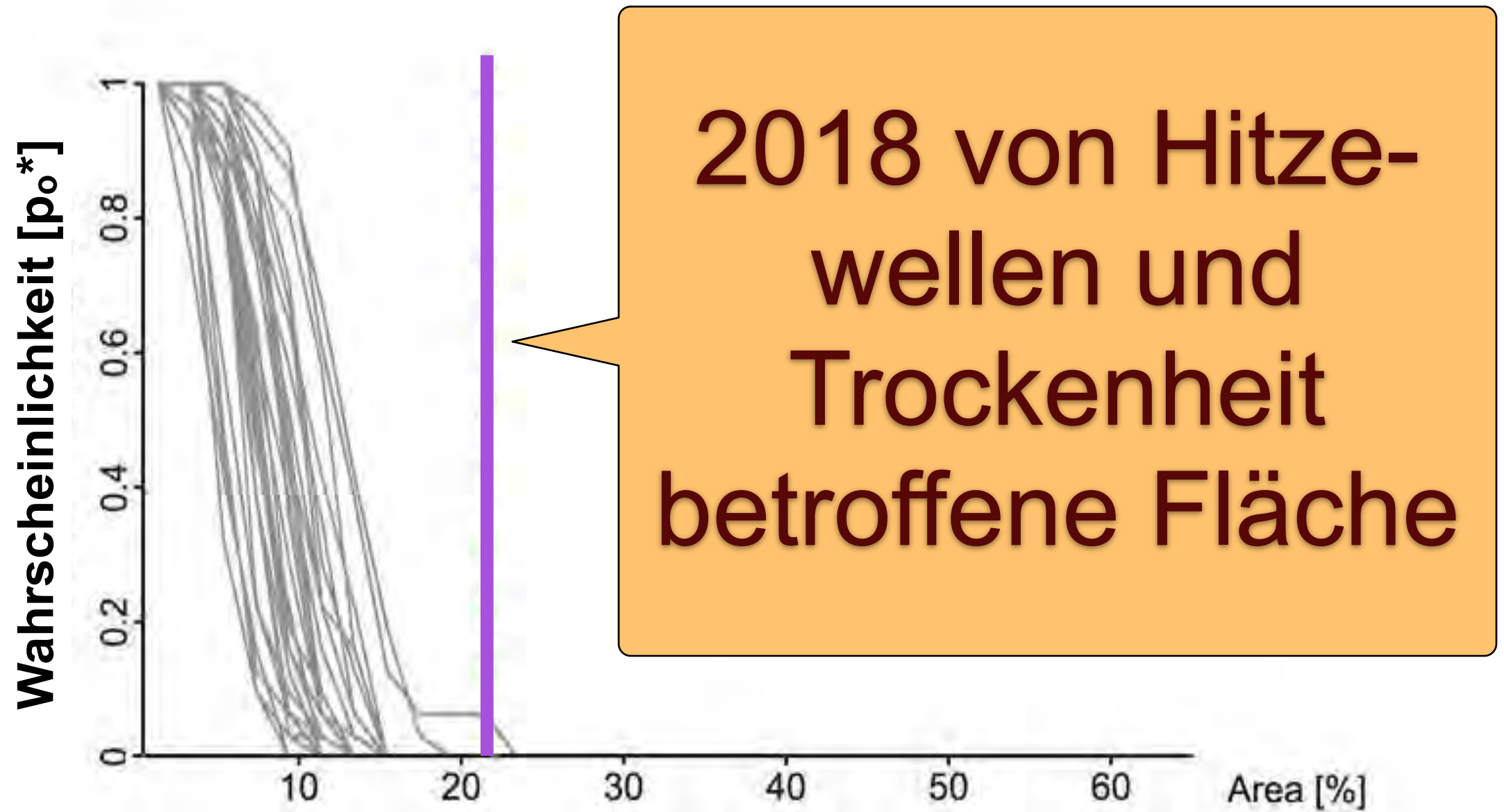


Vogel et al., 2019. Earth's Future, 7: 692-703. doi:10.1029/2019EF001189



Sommer 2018: Flächenanteile $> 30^\circ$ nördl. Breite

Frühindustriell (1870-1900)

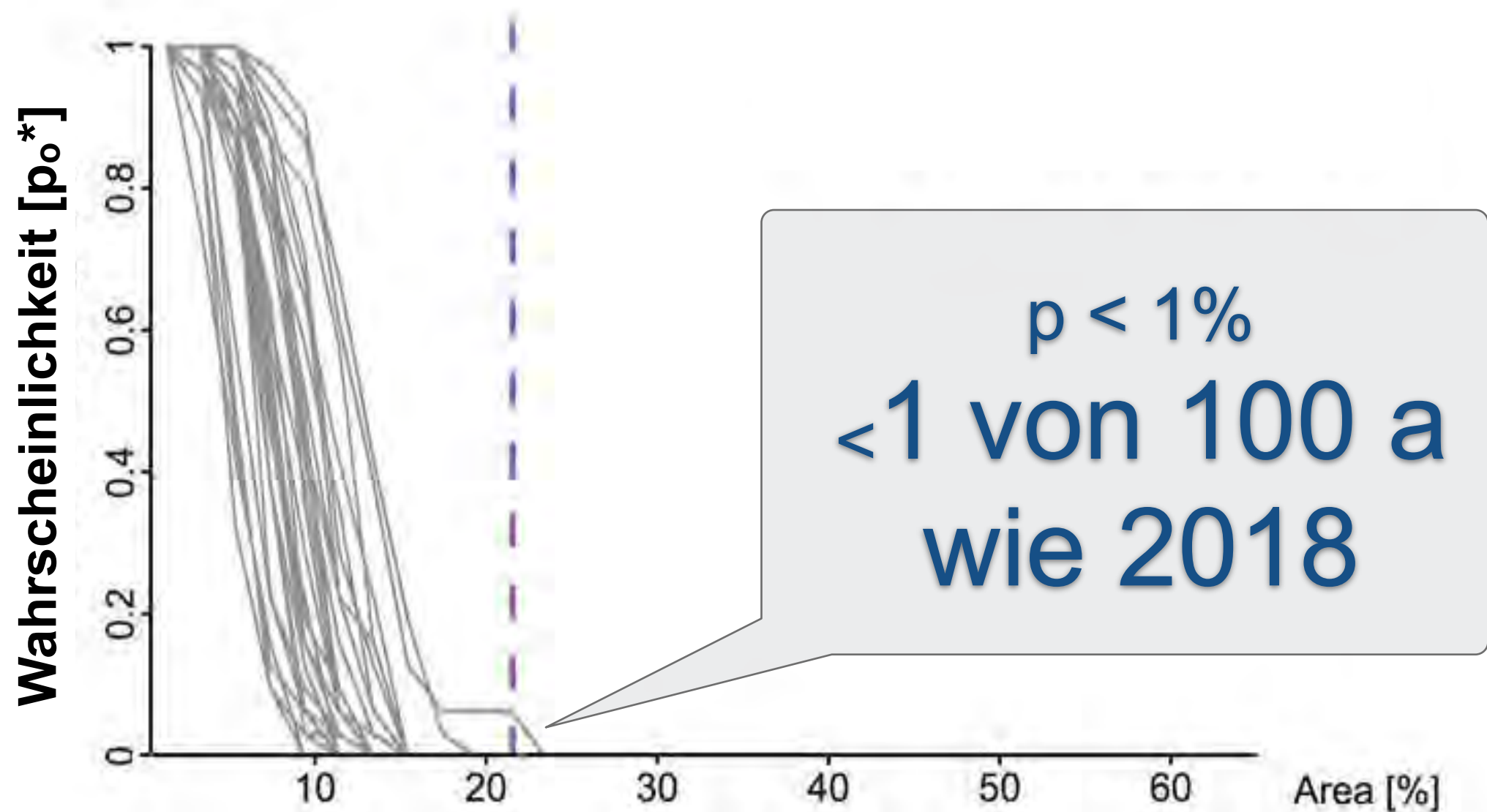


Vogel et al., 2019. Earth's Future, 7: 692-703. doi:10.1029/2019EF001189



Sommer 2018: Flächenanteile $> 30^\circ$ nördl. Breite

Frühindustriell (1870-1900)

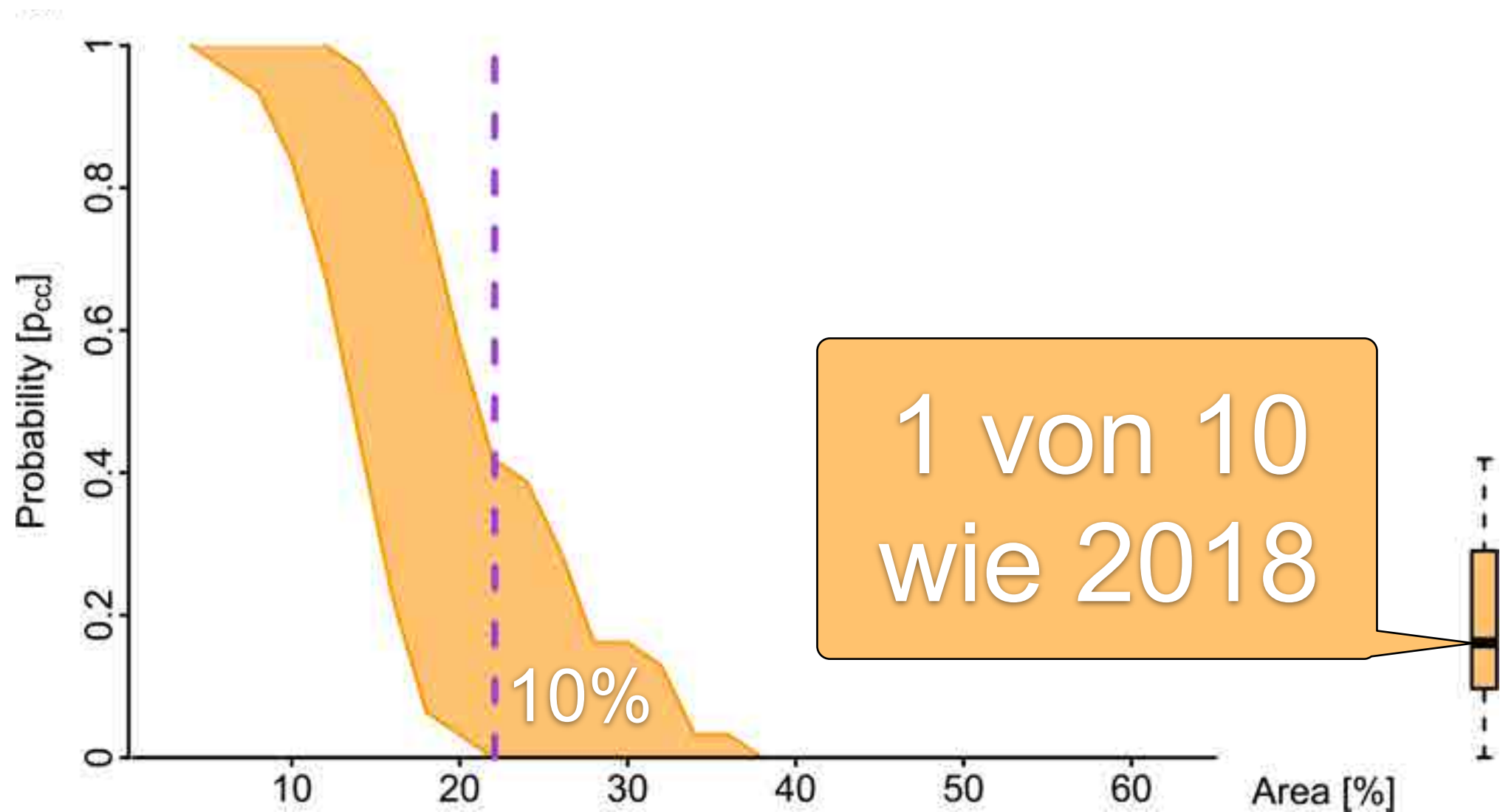


Vogel et al., 2019. Earth's Future, 7: 692-703. doi:10.1029/2019EF001189



Sommer 2018: Flächenanteile $> 30^\circ$ nördl. Breite

Heute

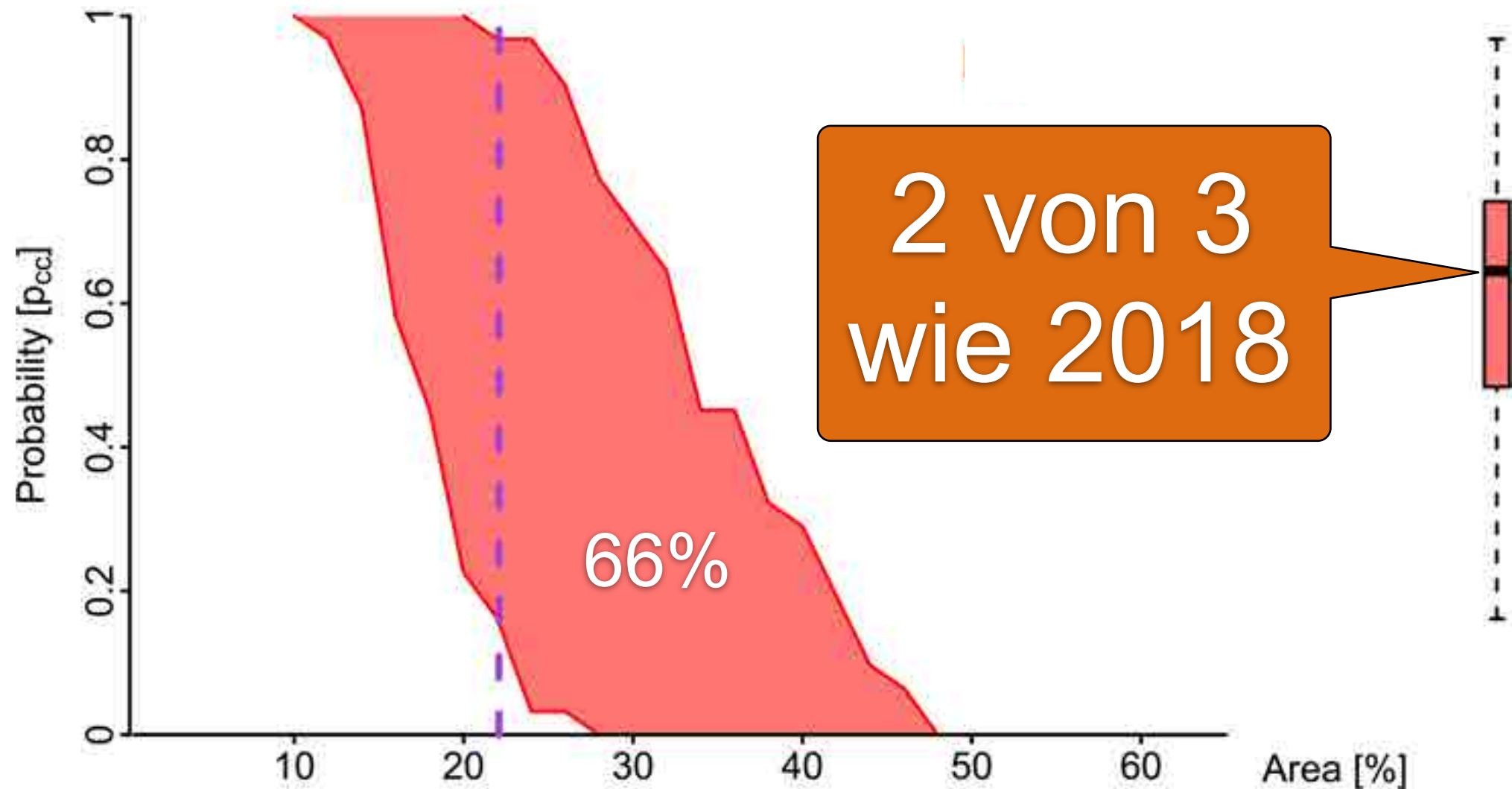


Vogel et al., 2019. Earth's Future, 7: 692-703. doi:10.1029/2019EF001189



Sommer 2018: Flächenanteile $> 30^\circ$ nördl. Breite

+1.5°C Welt

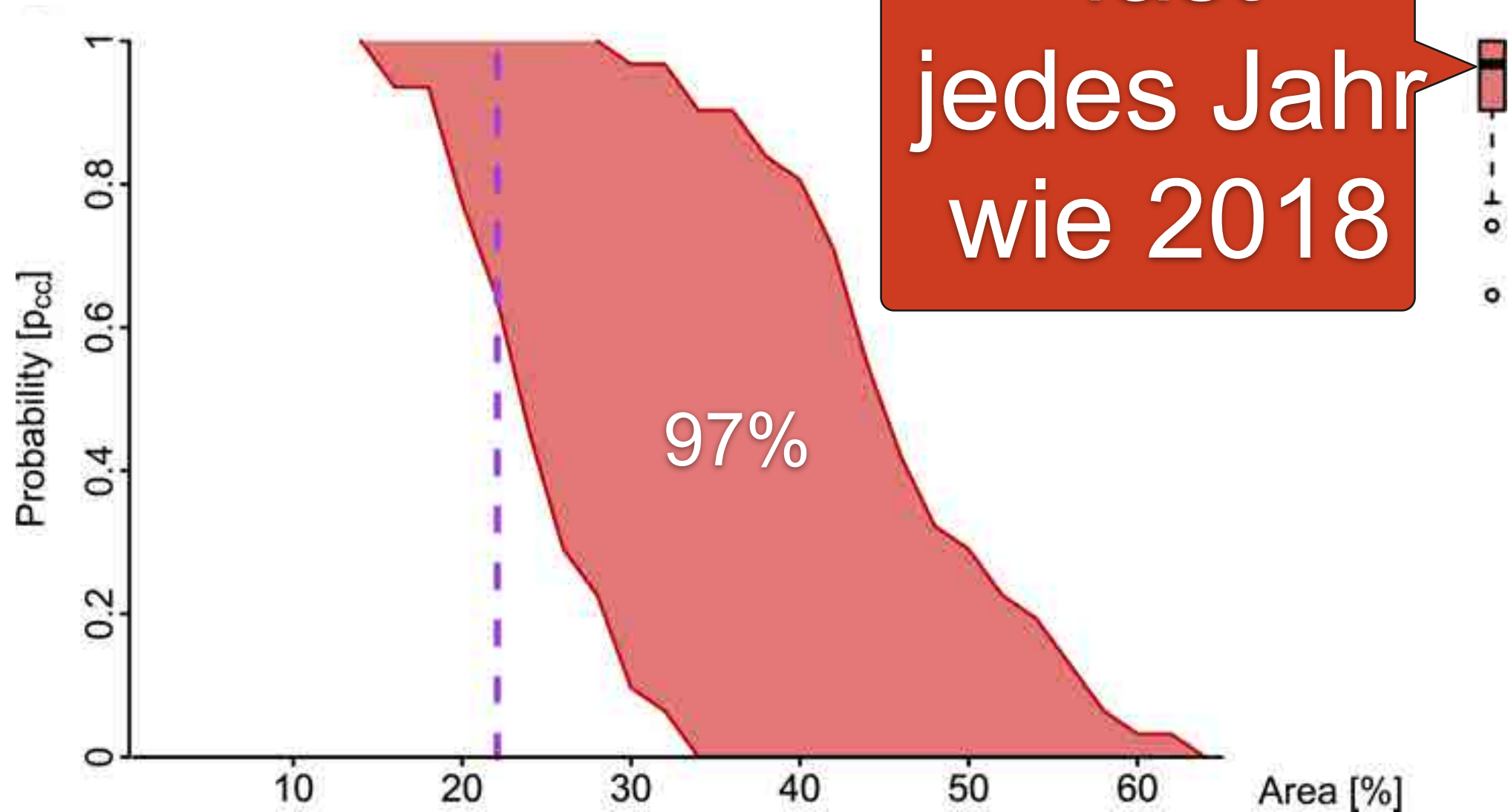


Vogel et al., 2019. Earth's Future, 7: 692-703. doi:10.1029/2019EF001189



Sommer 2018: Flächenanteile $> 30^\circ$ nördl. Breite

+2°C Welt



Vogel et al., 2019. Earth's Future, 7: 692-703. doi:10.1029/2019EF001189

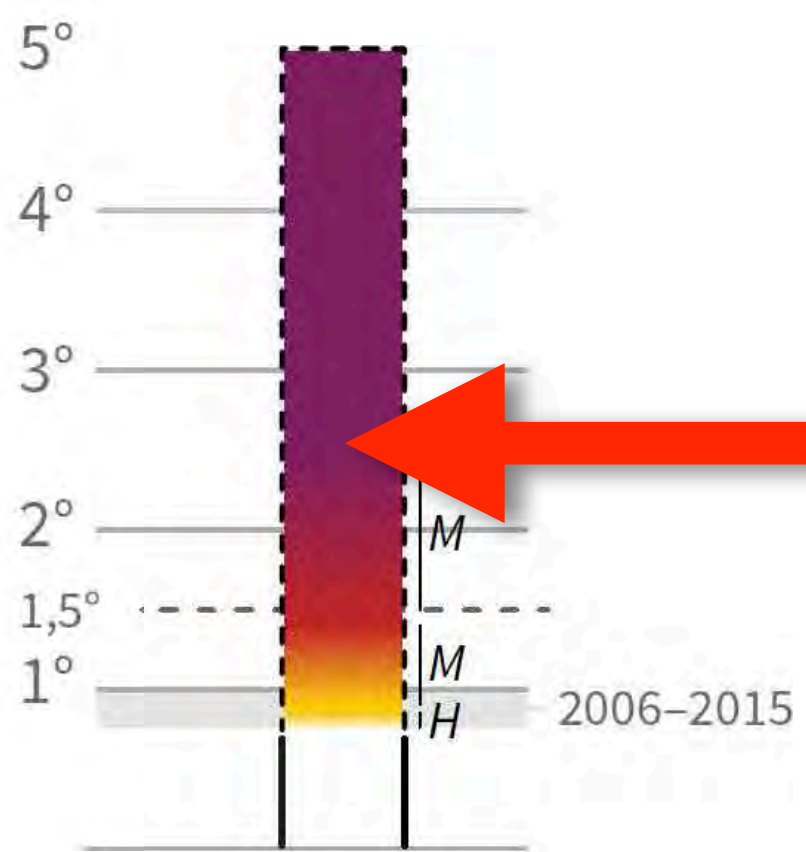






Nahrungsmittel- versorgung

GMST-Änderung bezogen auf die Werte in der vorindustriellen Zeit (°C)



Instabilitäten der Nahrungsmittelversorgung

Bedrohte Systeme:

Ernährung	●
Lebensgrundlagen	
Wert von Land	
Menschliche Gesundheit	●
Ökosystemgesundheit	
Infrastruktur	

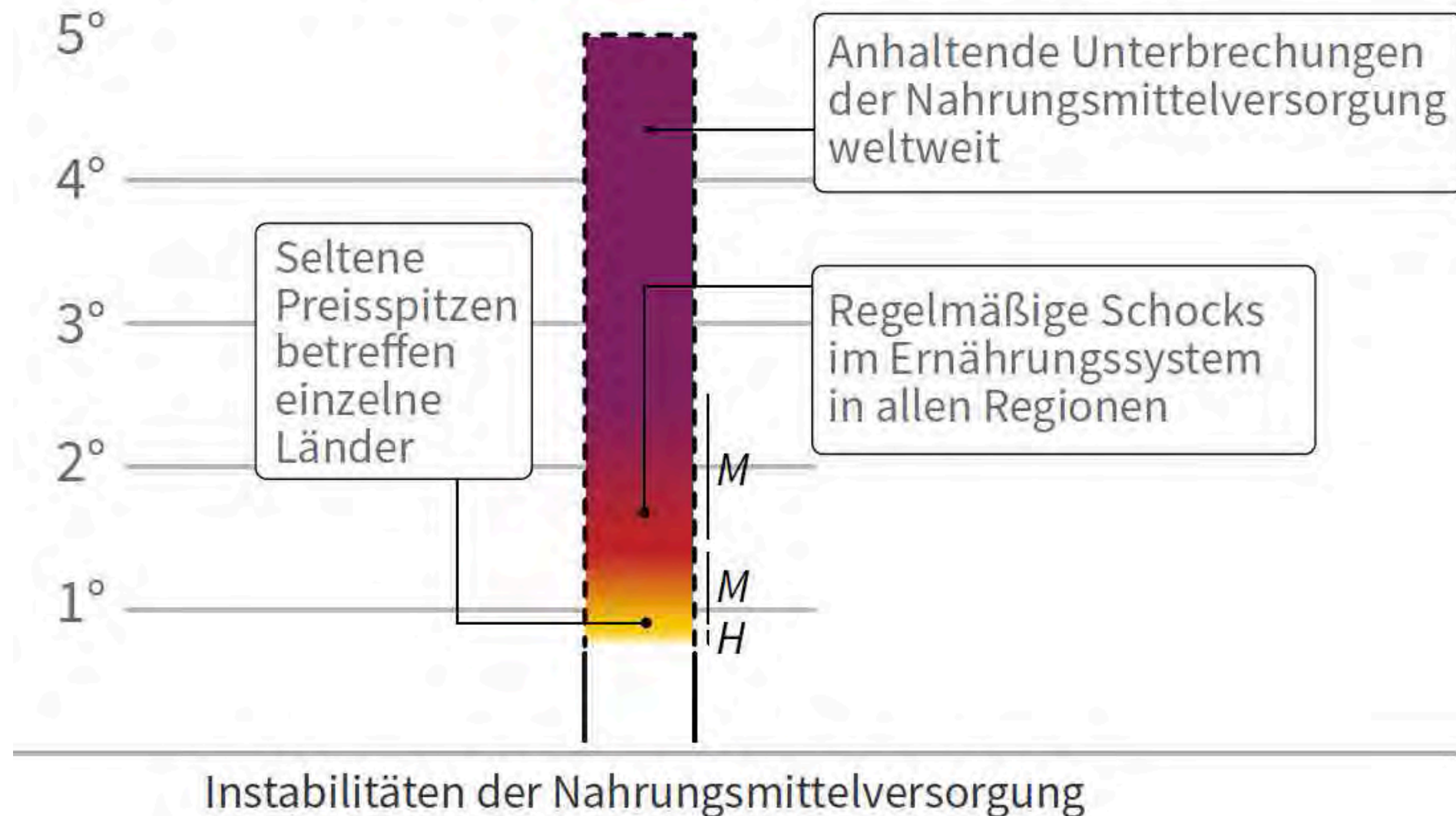
Stabilität des Ernährungssystems bald hohem bis sehr hohem Risiko ausgesetzt?

IPCC, 2019. Zusammenfassung für politische Entscheidungsträger. In: Shukla et al. (eds.). Klimawandel und Landsysteme - IPCC-Sonderbericht über Klimawandel, Desertifikation, Landdegradierung, nachhaltiges Landmanagement, Ernährungssicherheit und Treibhausgasfüsse in terrestrischen Ökosystemen. IPCC with World Meteorological Organisation (WMO), and United Nations Environmental Program (UNEP): Geneva, Switzerland. 1-34. (<https://www.de-ipcc.de/128.php>)



Gründe für die Instabilität des Ernährungssystems

Veranschaulichendes Beispiel von Übergängen



IPCC, 2019. Zusammenfassung für politische Entscheidungsträger. In: Shukla et al. (eds.). Klimawandel und Landsysteme - IPCC-Sonderbericht über Klimawandel, Desertifikation, Landdegradierung, nachhaltiges Landmanagement, Ernährungssicherheit und Treibhausgasfüsse in terrestrischen Ökosystemen. IPCC with World Meteorological Organisation (WMO), and United Nations Environmental Program (UNEP): Geneva, Switzerland. 1-34. (<https://www.de-ipcc.de/128.php>)



Das Überein- kommen von Paris



Historic Paris Agreement on Climate Change

*195 Nations Set Path to Keep
Temperature Rise Well Below 2
Degrees Celsius*



Historisches Abkommen von Paris zum Klimawandel

195 Länder beschliessen die
Erderwärmung deutlich
unterhalb 2°C, möglichst
sogar bei 1.5°C zu halten



Paris,







SUISSE

Historic Paris Agreement on Climate Change

195 Nations Set Path to Keep Temperature Rise Well Below 2 Degrees Celsius

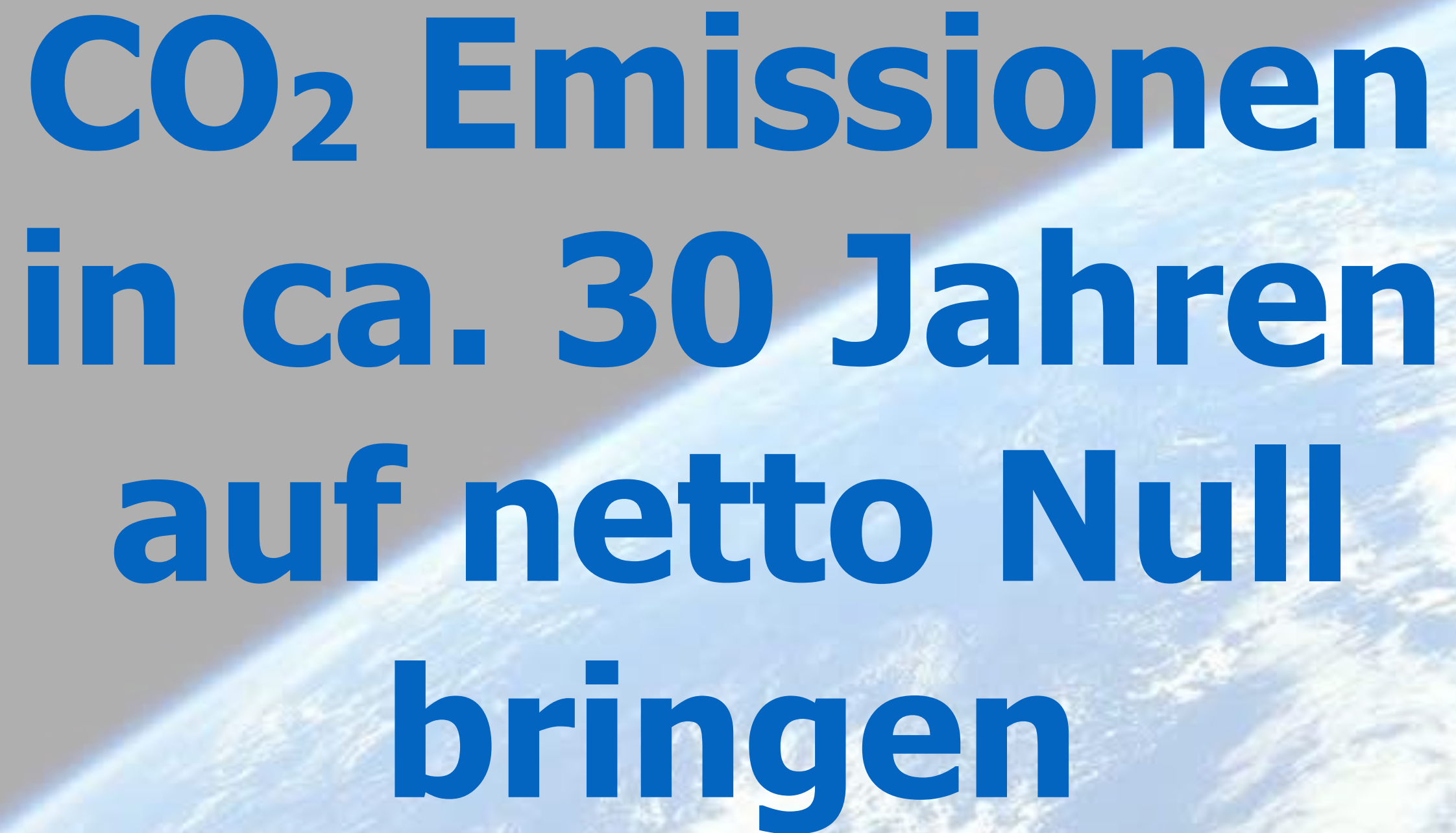
- Alle 196 Vertragsparteien sind dabei (AI vs. NAI überholt)
- Die langfristige Erwärmungsgrenze wurde verschärft (deutlich unter 2 °C mit Anstrengung auf 1.5 °C gegenüber vorindustriell zu begrenzen)
- Rasche Absenkung der Emissionen (ASAP)
- Regelmässige Erarbeitung nationaler Aktivitäten (188 Länder haben im Vorfeld INDCs eingereicht)
- Transparenz dank Berichterstattung und Überprüfung der erzielten Fortschritte
- Marktmechanismen inkl. Emissionshandel
- Kooperation und Solidarität um Schäden und Verluste jenseits Anpassungsfähigkeit zu minimieren
- Minimum 100 Milliarden \$/a Finanztransfer vom Norden in den Süden (Ausweitung des Geberländerkreises, freiwillig)
- Wälder sind zu schützen und verstärkt als Senken zu nutzen (REDD+)

Wie erreichen?





**Dekarbonisierung:
Vollständige
Umstellung auf
Erneuerbare**




**CO₂ Emissionen
in ca. 30 Jahren
auf netto Null
bringen**





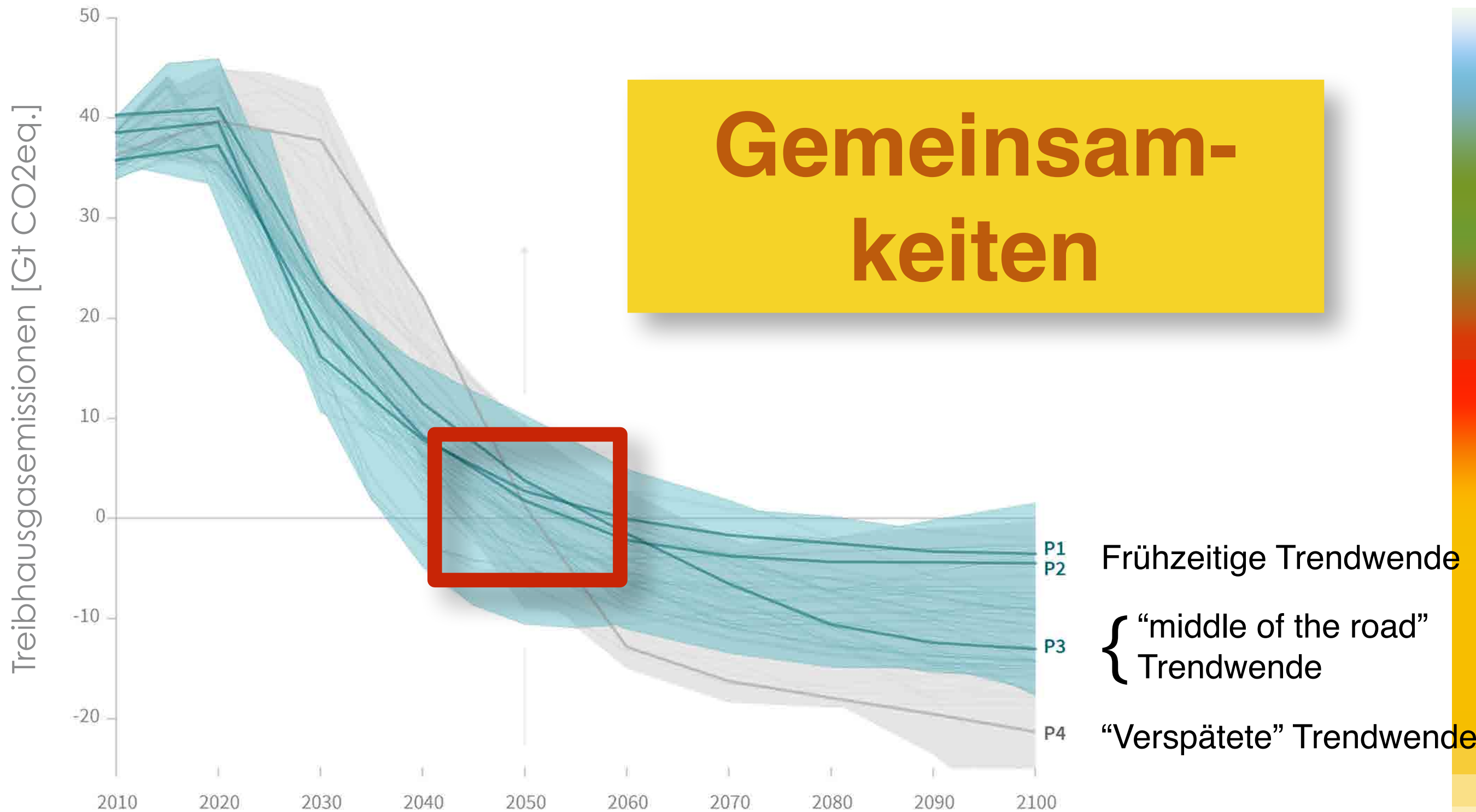






**Auf alle Fälle
Netto Null**

Emissionspfade für Begrenzung auf 1.5°C



Emissionspfade für Begrenzung auf 1.5°C

50

Treibhausgasemissionen [Gt CO₂eq.]

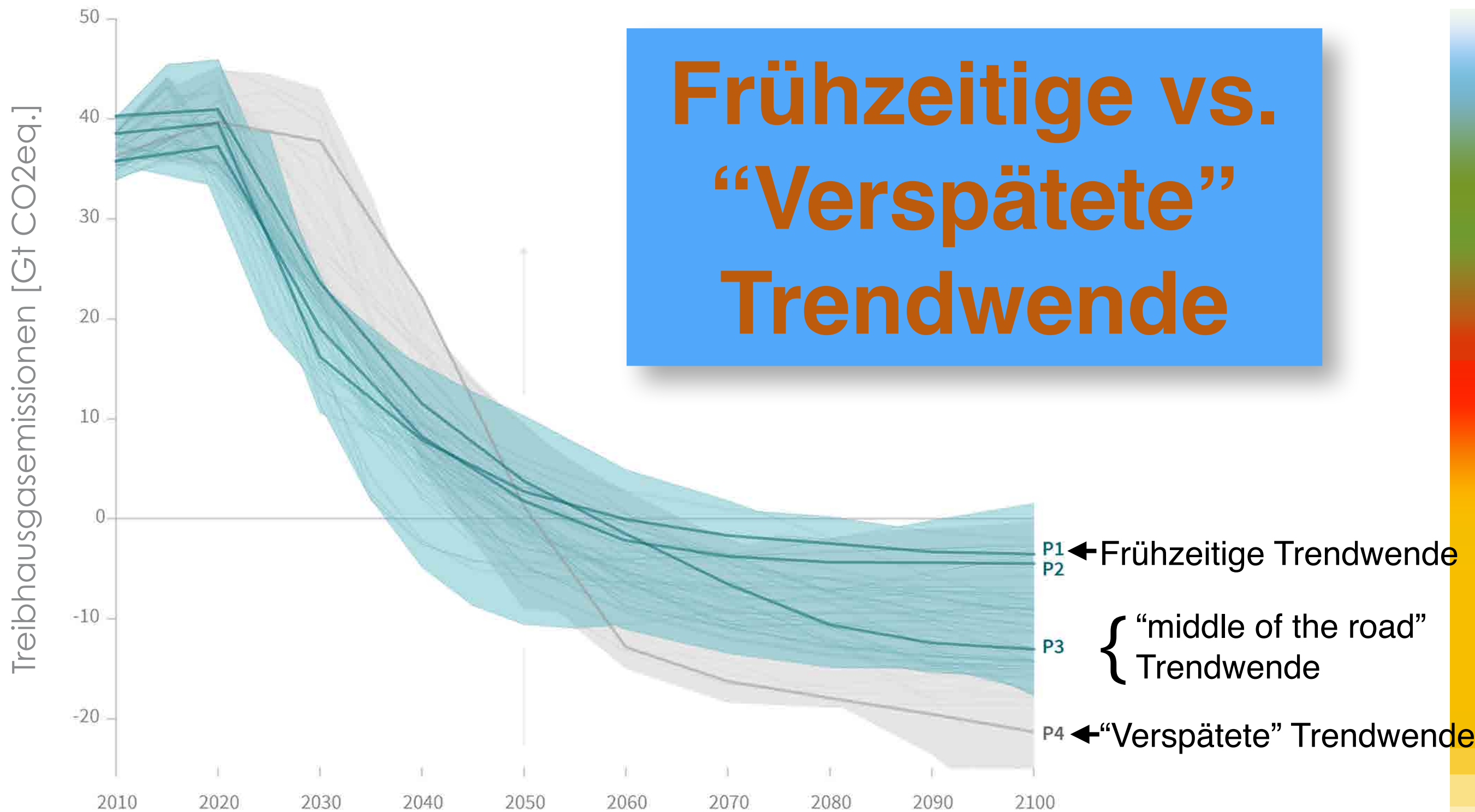
2050

Netto 0

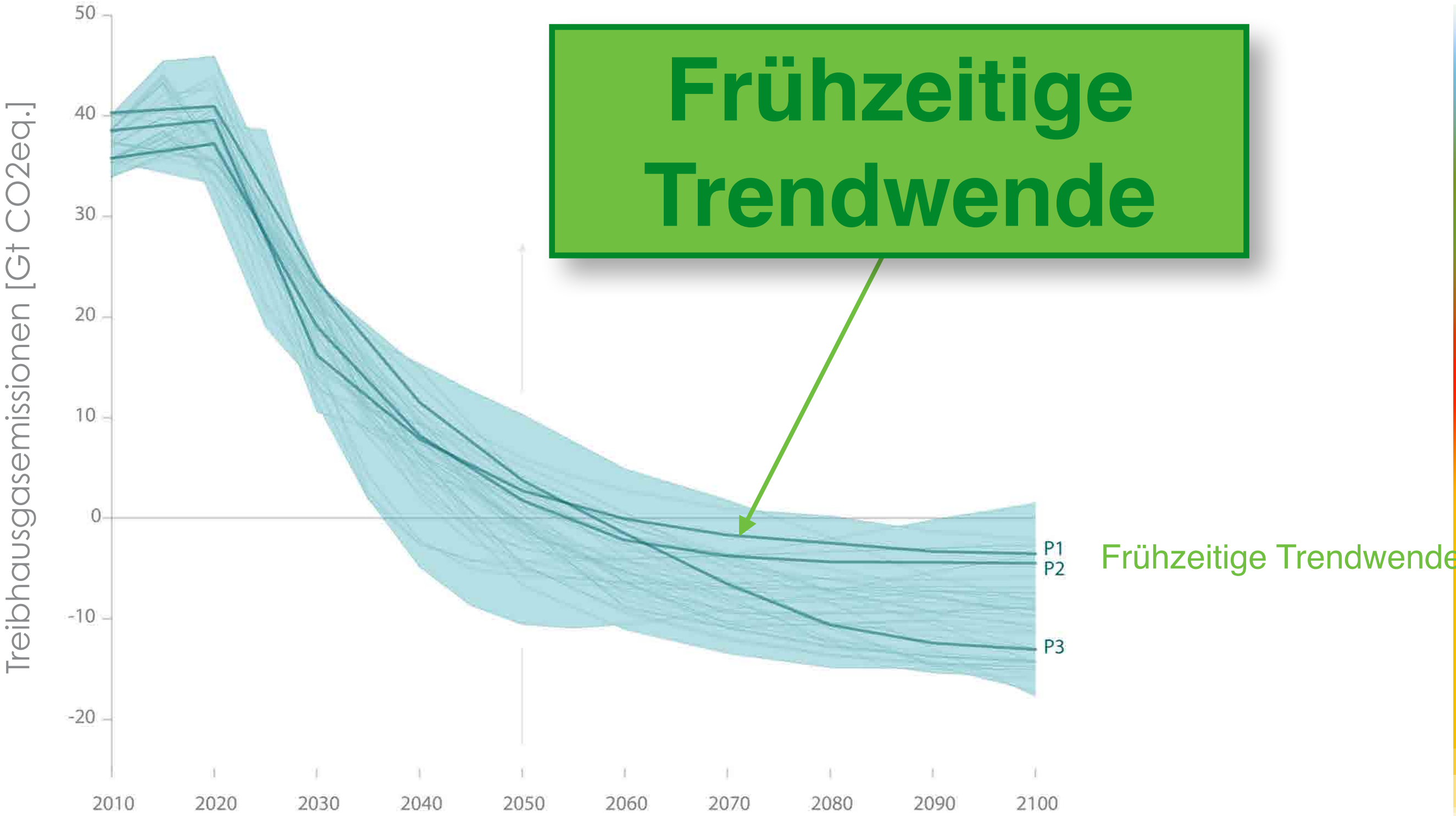


**Zwei ungleiche
Wege zu
Netto Null 2050**

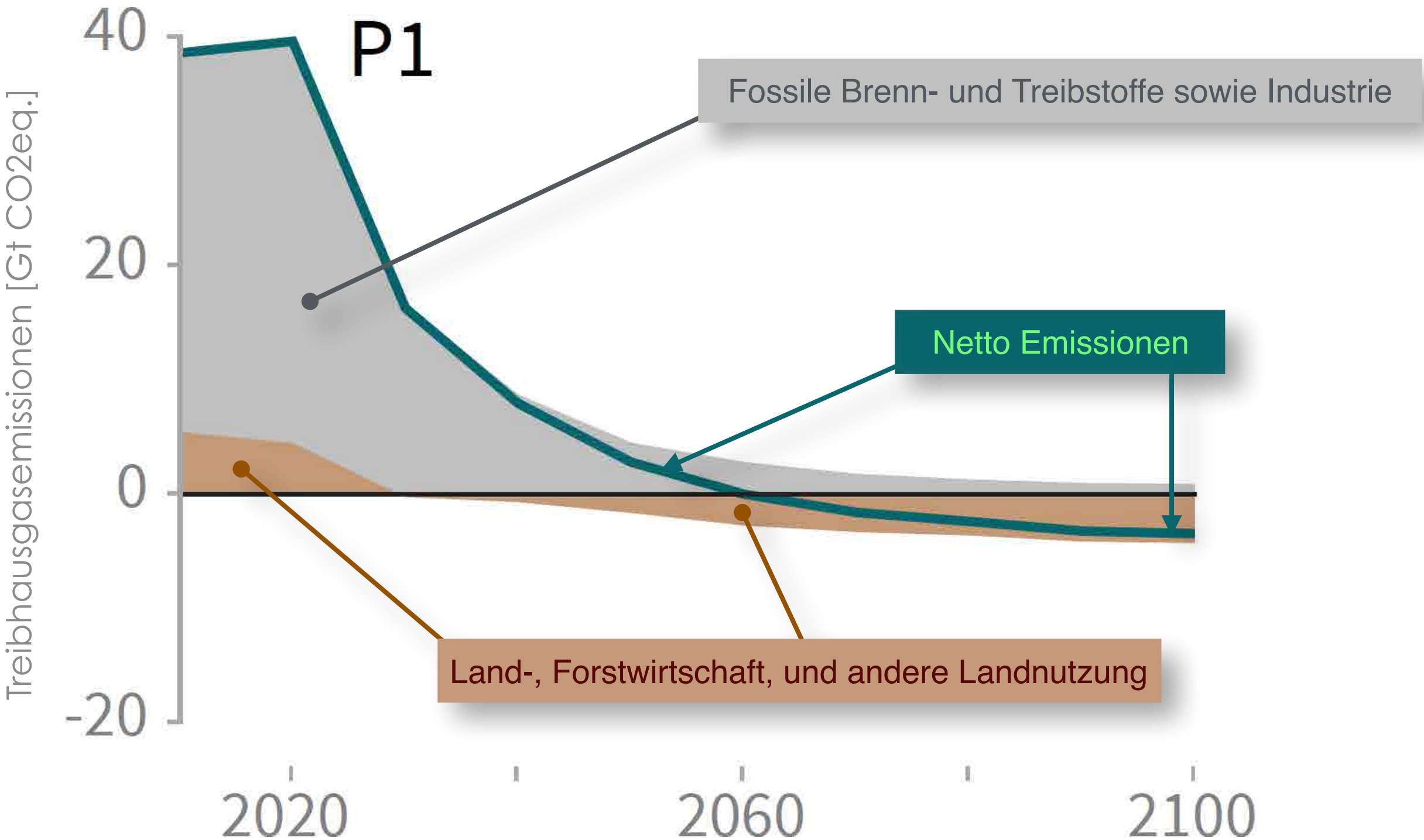
Trendwende und Emissionspfade



Frühzeitige Trendwende



Frühzeitige Trendwende



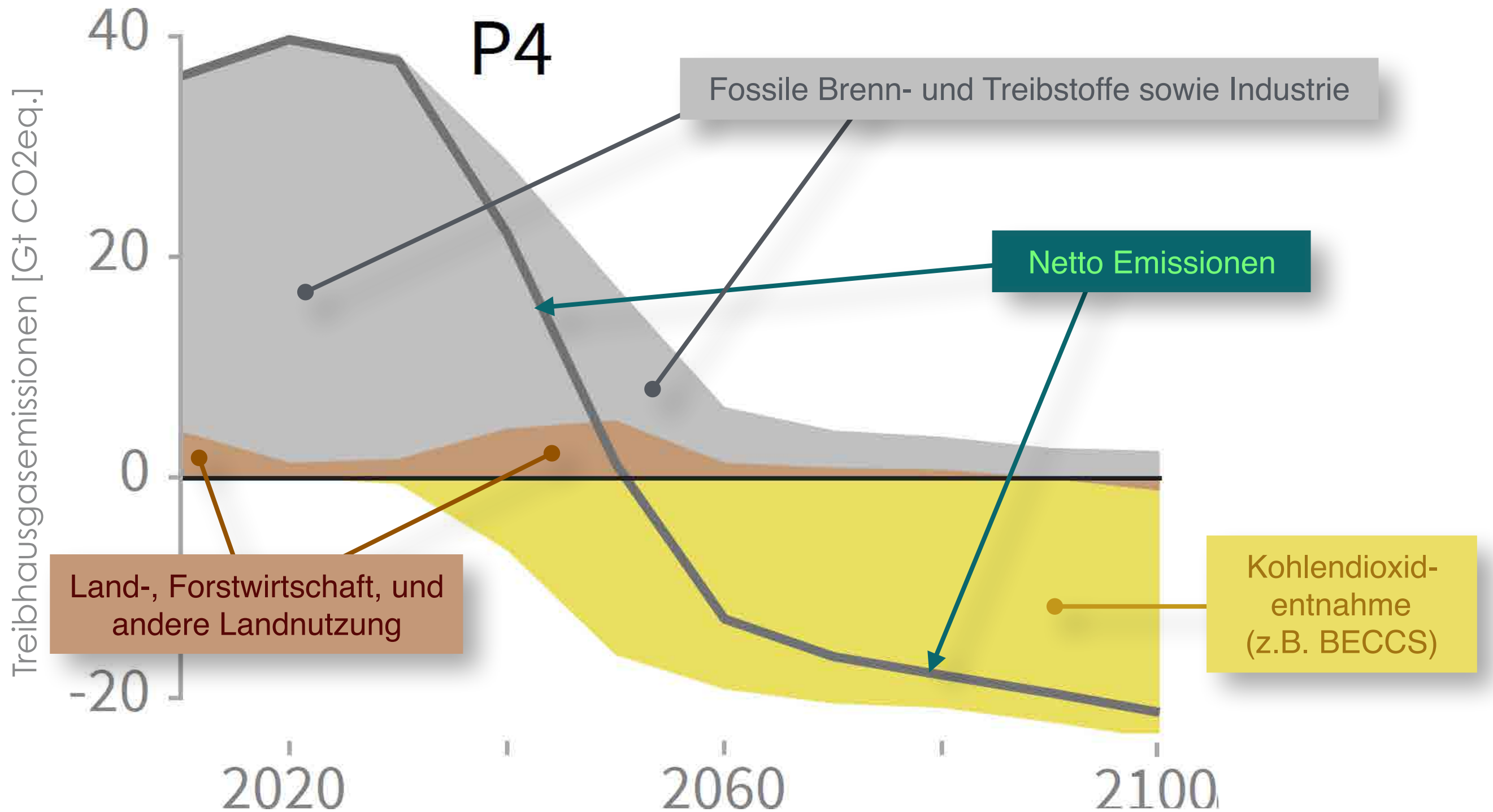
Trendwende nach Verzögerungen



Trendwende nach Verzögerungen



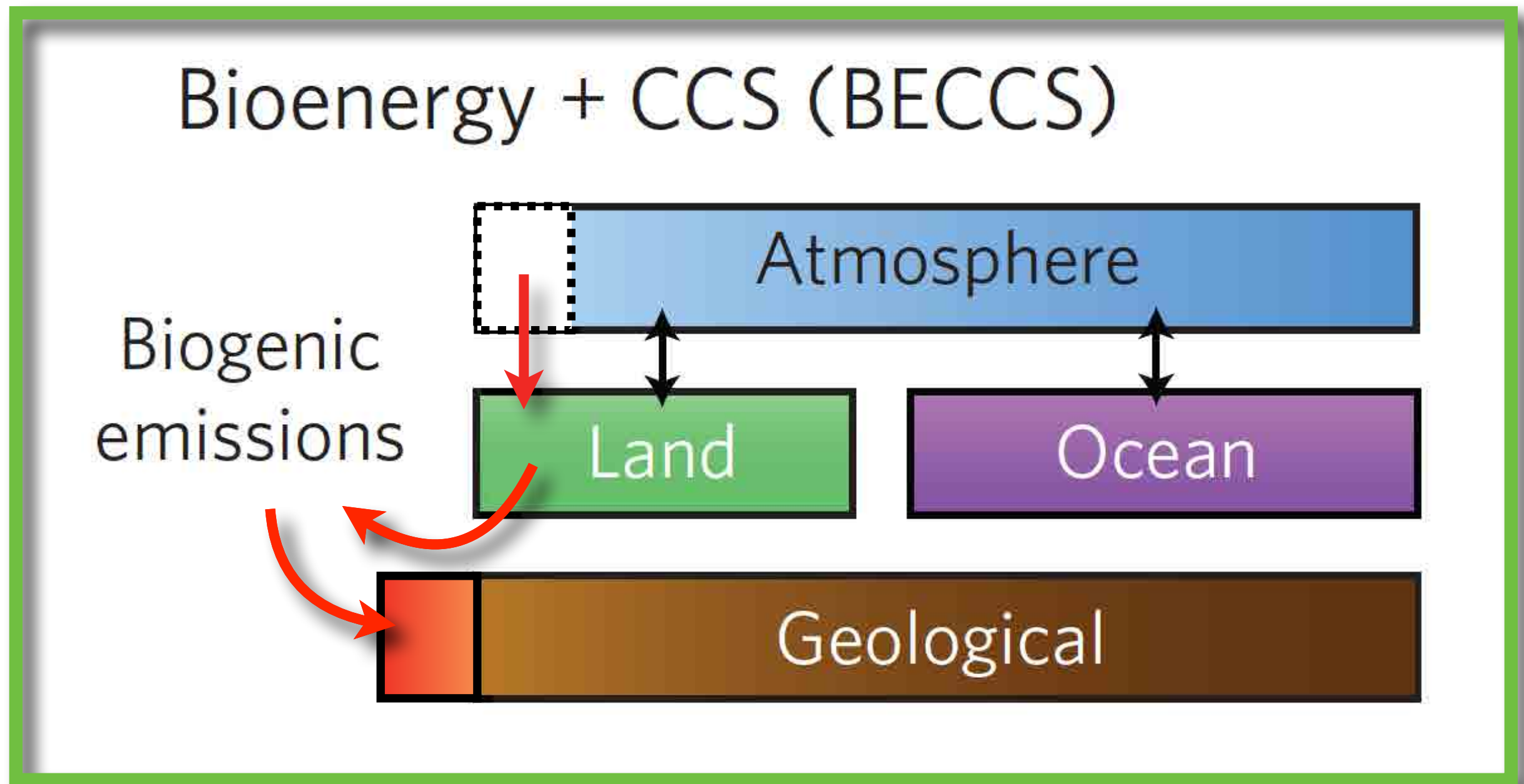
“Verspätete” Trendwende





**Was ist
BECSS?**

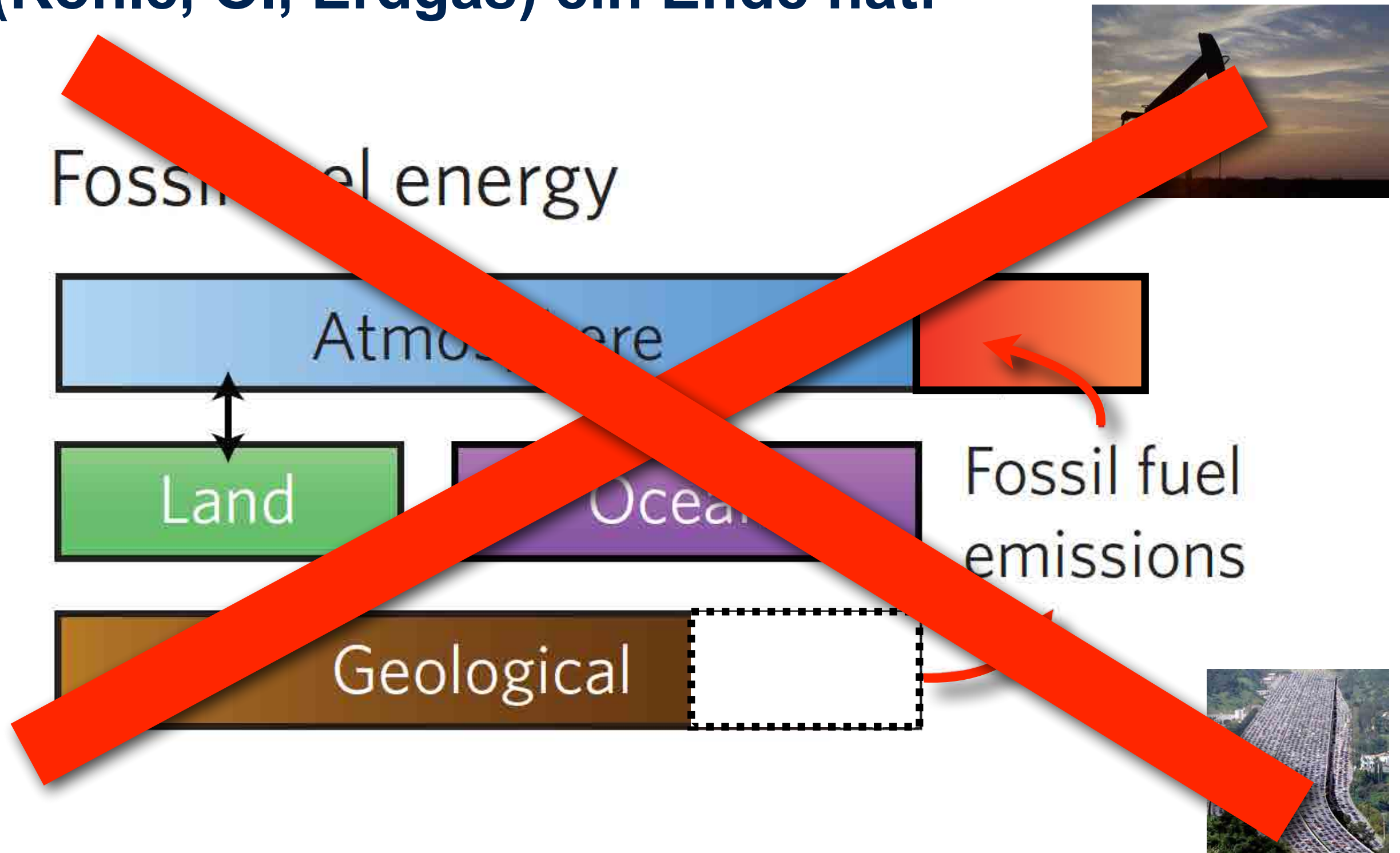
BECCS - Rücknahme des CO₂ oder Umkehr fossiler Verbrennung



Smith et al., 2016. Biophysical and economic limits to negative CO₂ emissions. Nat. Clim. Change, 6: 42-50. doi: 10.1038/NCLIMATE2870



Erdwärmung lässt sich nur stoppen wenn die Verbrennung fossiler Brenn- und Treibstoffe (Kohle, Öl, Erdgas) ein Ende hat!





**Netto Null
erfordert Stopp
möglichst allen
Verbrennens der
Fossilien**

Warum Netto Null und nicht einfach Null?

- Tierhaltung bedeutet unvermeidliche Treibhausgasemissionen (z.B. Methan)
- Reisanbau bedeutet unvermeidliche Treibhausgasemissionen (z.B. Methan)
- Zementproduktion bedeutet unvermeidliche CO₂-Emissionen
- Stahlproduktion benötigt Kohle
- Langstreckenflüge benötigen Treibstoffe

=> Kompensation durch negative Emissionen

D.h. Verbrennen Fossiler wo möglich ganz auf 0!



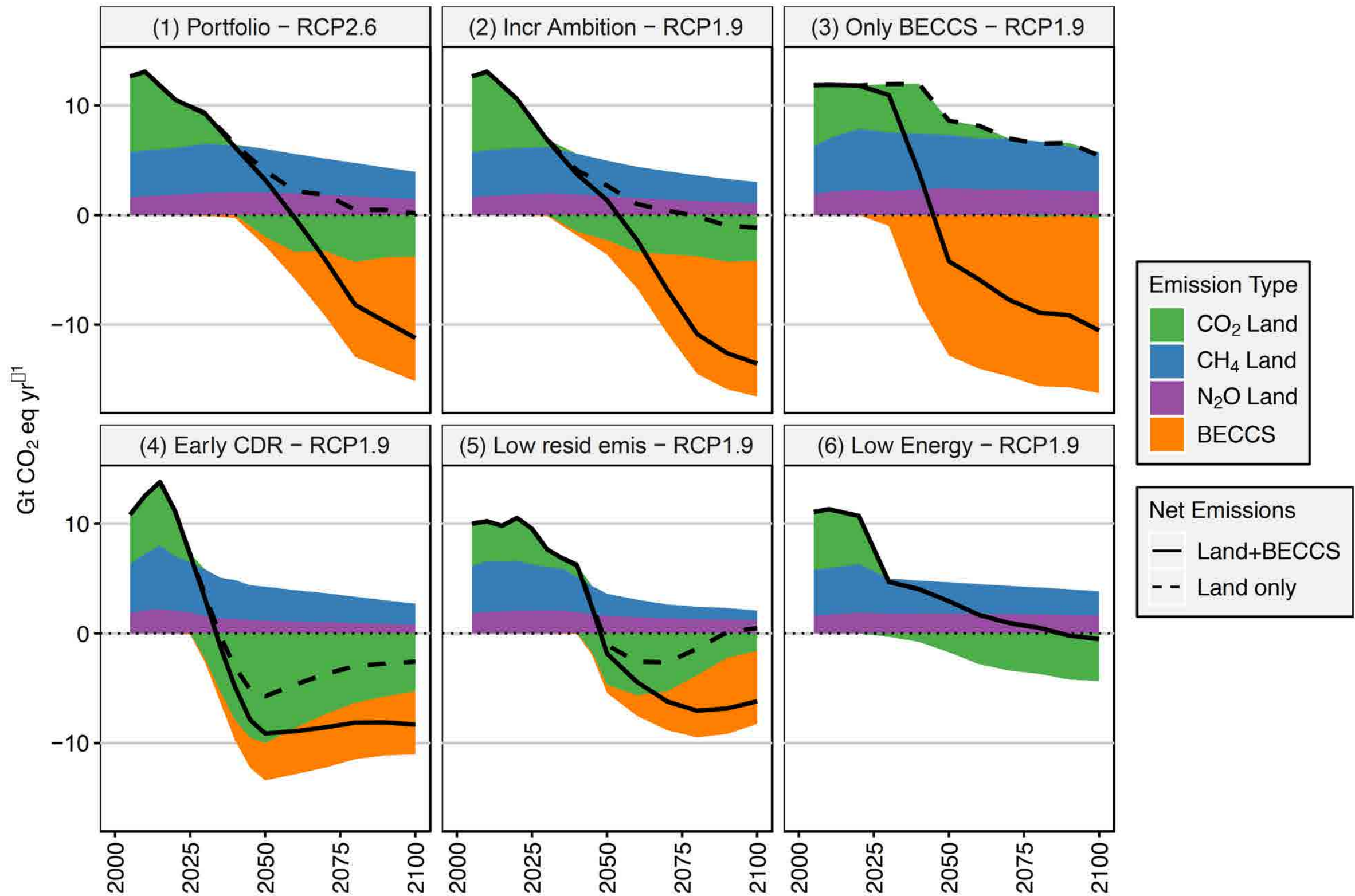


Agrophotovoltaik (APV) Forschungsanlage des Fraunhofer ISE am Bodensee



**Ansprüche an
BECCS sind
allerdings je
nach Klimapolitik
sehr, sehr hoch...**

Klimapolitikvarianten und Bedarf an BECCS





**Genügt
klimaneutrale Land-
& Ernährungswirt-
schaft um
beschlossene
Klimaziele zu**



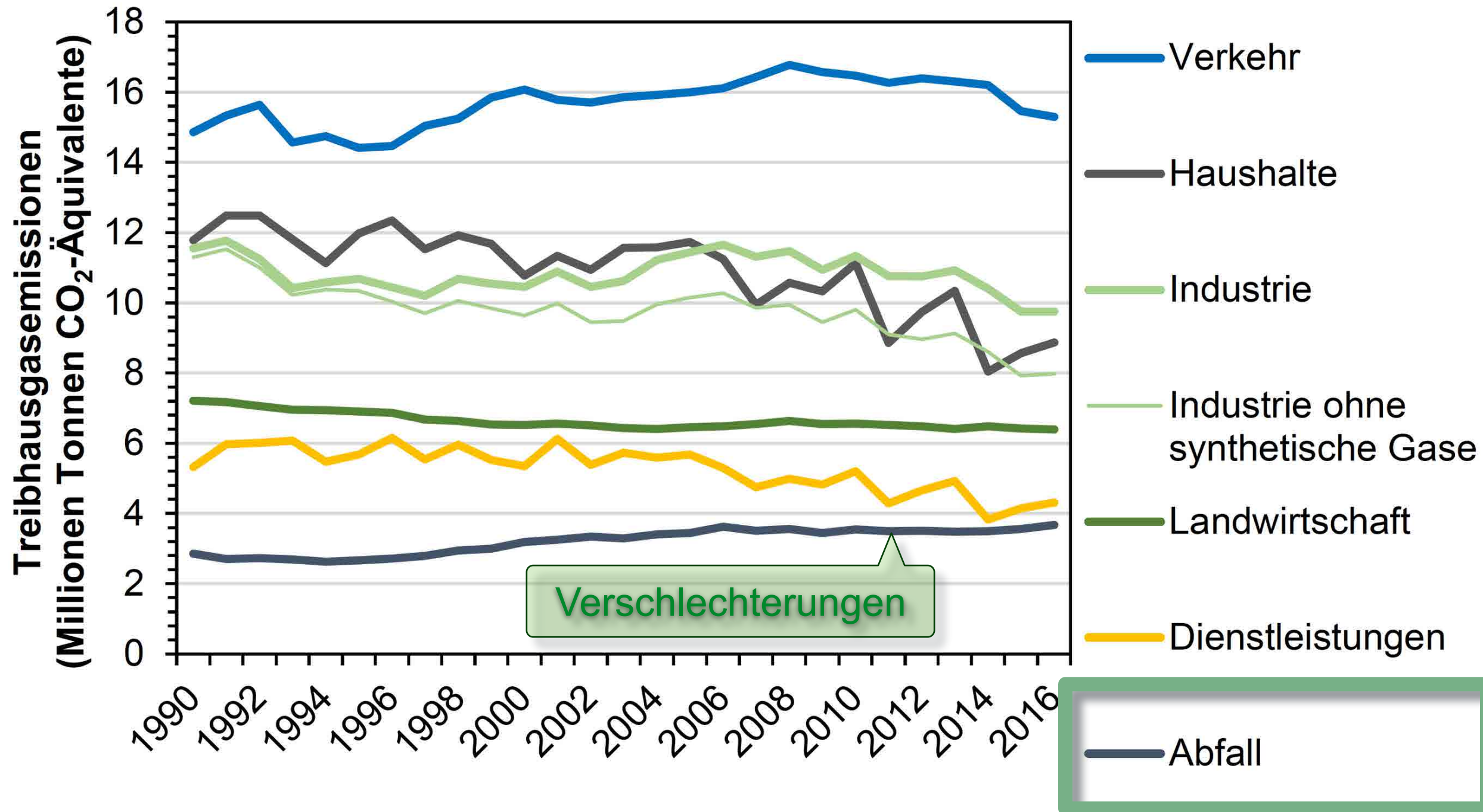
**Nein, natürlich
nicht!**

**Sie muss noch mit
negativen
Emissionen
verträglich sein**



**Landwirtschaft
und Ernährung:
unverzichtbarer
Teil der Lösung**

Trends der Treibhausgasemissionen in der Schweiz



BAFU, 2018. Emissionen von Treibhausgasen nach revidiertem CO₂-Gesetz und Kyoto-Protokoll, 2. Verpflichtungsperiode (2013–2020). Bundesamt für Umwelt (BAFU)



Mögliche Massnahmen in der Landwirtschaft - Mitigation und Adaptation



- Massvolle N-Düngung (N_2O)
- Drosselung Viehhaltung (CH_4)
- Pflugloser Ackerbau / Direktsaat (insb. organische Böden)
- Förderung Humusakkumulation (z.B. Mulchen, Leguminosen/gründüngung, Dauergrünland, Agroforst etc.)
- Erhaltung und Wiederbelebung von Feuchtgebieten
- Abfallverwertung, Biogasanlagen
- Installation Photovoltaik, Sonnenkollektoren (min. Netto Null Strom)
- Allg. Förderung Nachhaltigkeit (z.B. Netto Null Futtermittelimport)

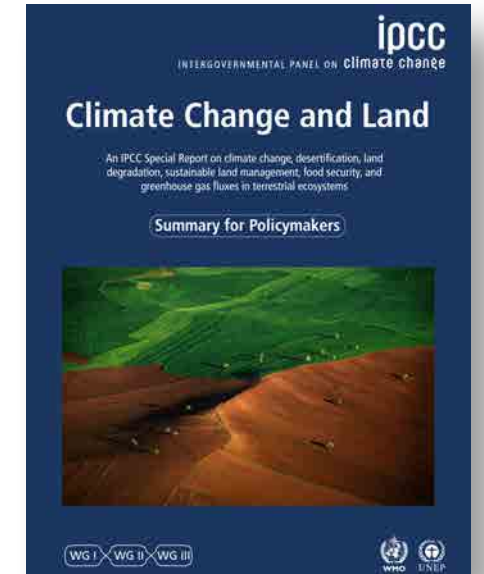
- Förderung dürreresistenter Sorten die auch Niederschlagsschwankungen trotzen
- Massvolle Bewässerung
- Neophyten (biologische Unkraut- und Schädlingsbekämpfung, Fruchtfolge, Integrierte Produktion)





**Darum die
Hauptaussagen
aus dem letzten
IPCC Bericht**

SRCCL: Das Land auf dem wir leben



Land ist
zunehmend
Druck
ausgesetzt

Land ist Teil
des
Problems
und der
Lösung

Das Land
allein kann
es nicht
richten



Zusammenfassung!



Danke für Ihre Aufmerksamkeit!



www.ipcc.ch
andreas.fischlin@env.ethz.ch
www.sysecol.ethz.ch