



Fleischgewordene Sünde Zum Fussabdruck unseres Fleischkonsums

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



Zusammenfassung!

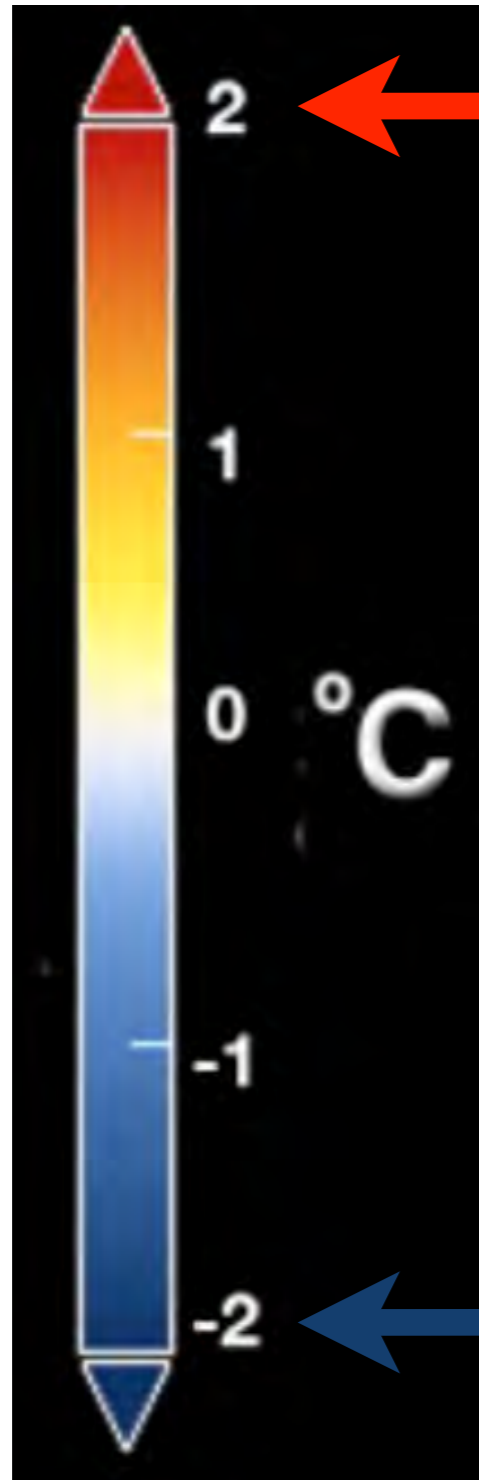
- **Global tragen Landwirtschaft und Ernährung signifikant zum Klimaproblem bei (ca. 30%)**
- **Klimafussabdruck des globalen Fleischkonsums ist fast 10x grösser als derjenige durchs Fliegen**
- **Proteine sind erforderlich für eine gesunde Ernährung (0.8-1.5 g/d) mit begrenzt unterschiedlichem Klimafussabdruck \approx global Flexitarian Ernährung
=> z.B. nachhaltige klimaschonende Tierhaltung**
- **Landwirtschaft und Ernährung fällt unverzichtbare Rolle bei der Lösung zu, z.B. für negative Emissionen**
- **Frühzeitige Verhaltensänderungen sind notwendig um Fähigkeit der Natur und Landwirtschaft zum Stoppen des Klimawandels zu erhalten**





**Das Klima ändert
sich stetig...**

Zum Film «Erde ist wärmer geworden»



rot bedeutet 2°C wärmer

gegenüber Mittel von 1951 bis 1980

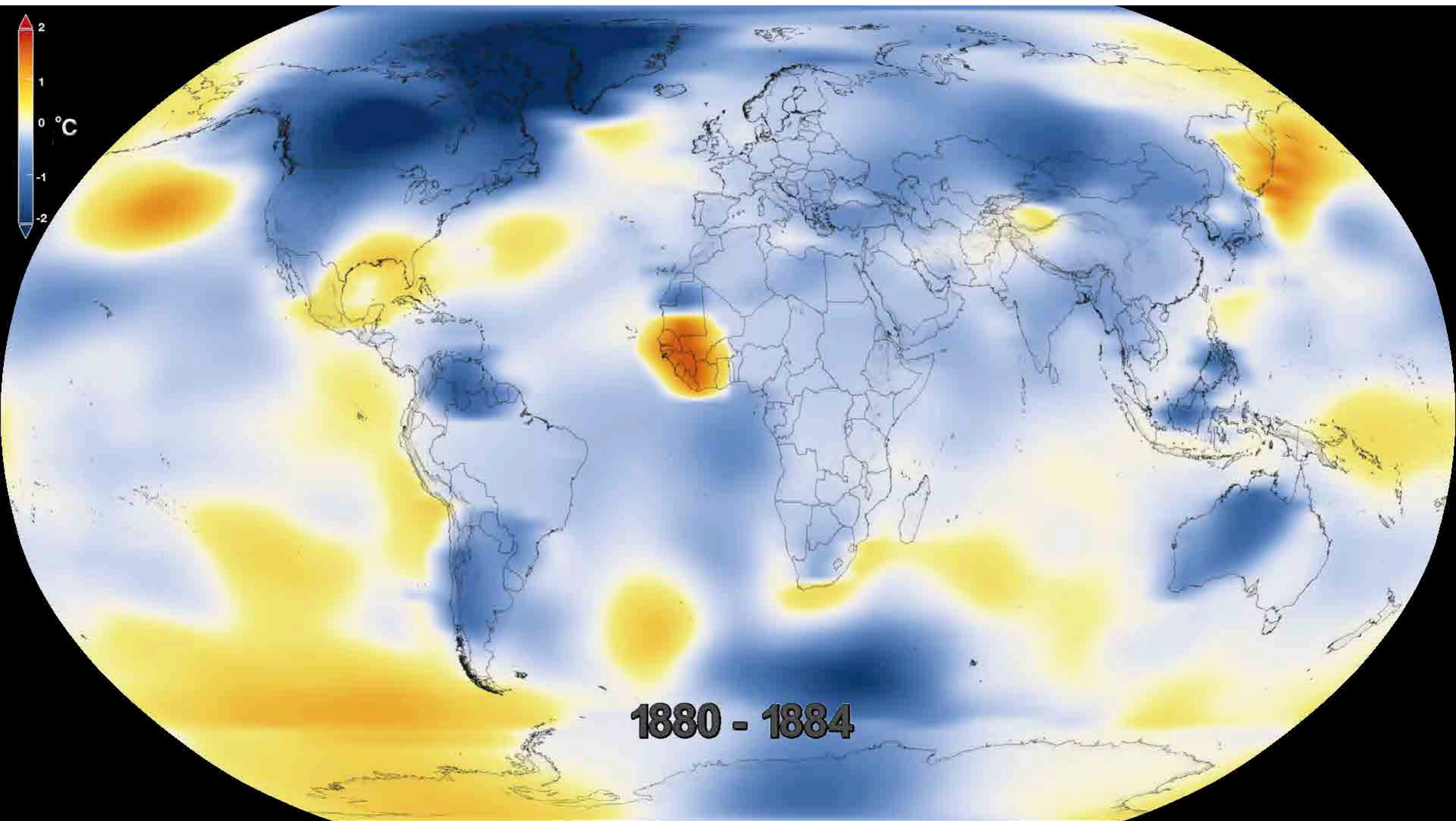
Skala zu den Erdtemperaturen
(Durchschnitt 5 Jahre)

Beginn 1880, Ende ~heute

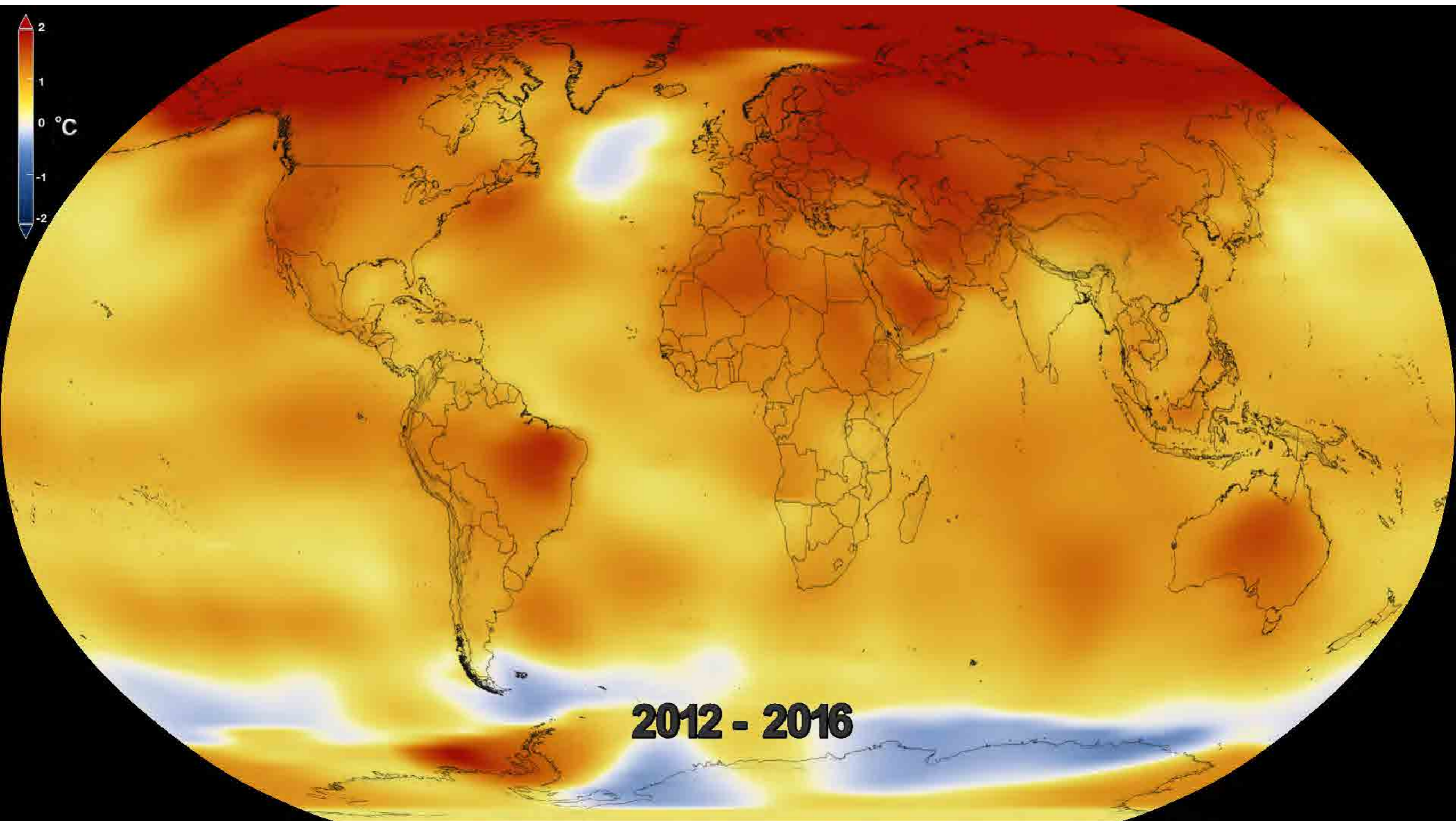
blau bedeutet 2°C kälter

gegenüber Mittel von 1951 bis 1980

Erde wird wärmer



Erde wird wärmer



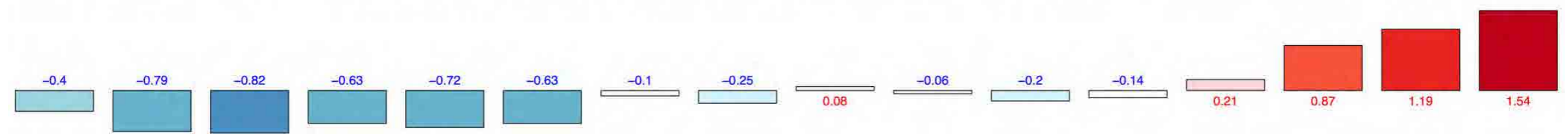
... auch in der
Schweiz?



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



Die Schweiz 1864 - 2019



allerdings um ca.
das Doppelte
des globalen
Durchschnitts





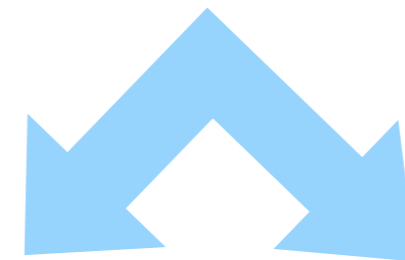
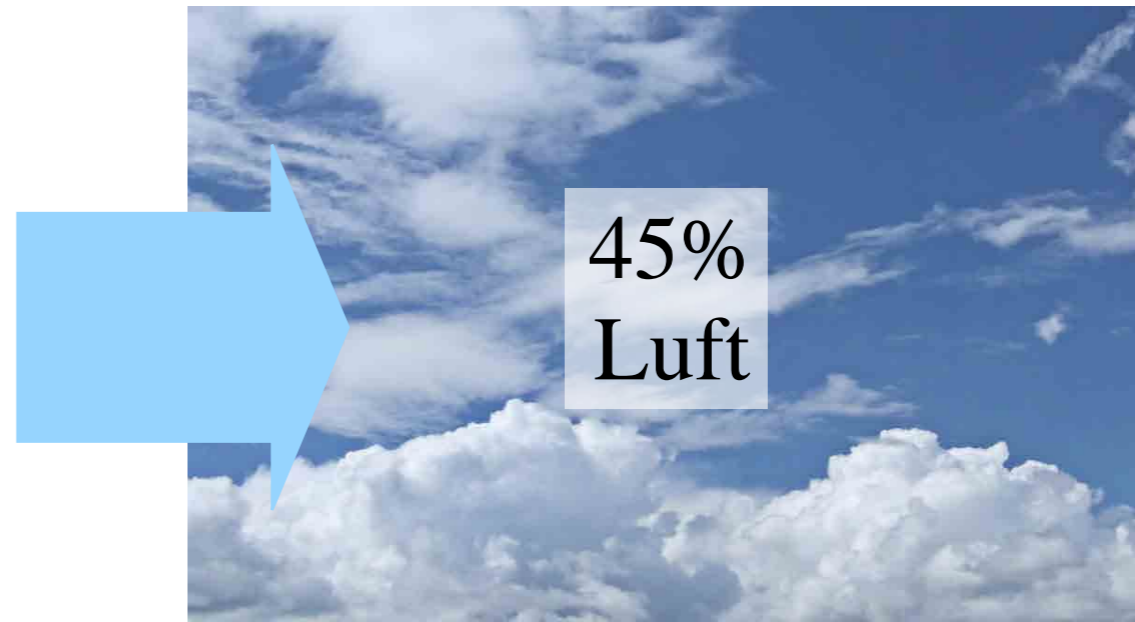
**... warum
ändert sich das
Klima?**

Wohin geht das CO₂?

Z.B. 2019

Anthropogene Emissionen:
36.8 + 6.3 = 43.1 GtCO₂/a

Industrie, Zement + Land = Total



4% ?

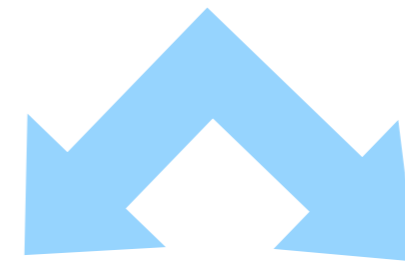


Fischlin, 2008. Schweiz. Z. Forstwesen; Daten aus Raupach et al. 2007, PNAS; Canadell et al 2007, PNAS;
www.globalcarbonproject.org



Wohin geht das CO₂?

In der Vergangenheit
während Jahrzehnten



Fischlin, 2008. Schweiz. Z. Forstwesen; Daten aus Raupach et al. 2007, PNAS; Canadell et al 2007, PNAS

Kummulative Beiträge zum CO₂-Haushalt seit 1870

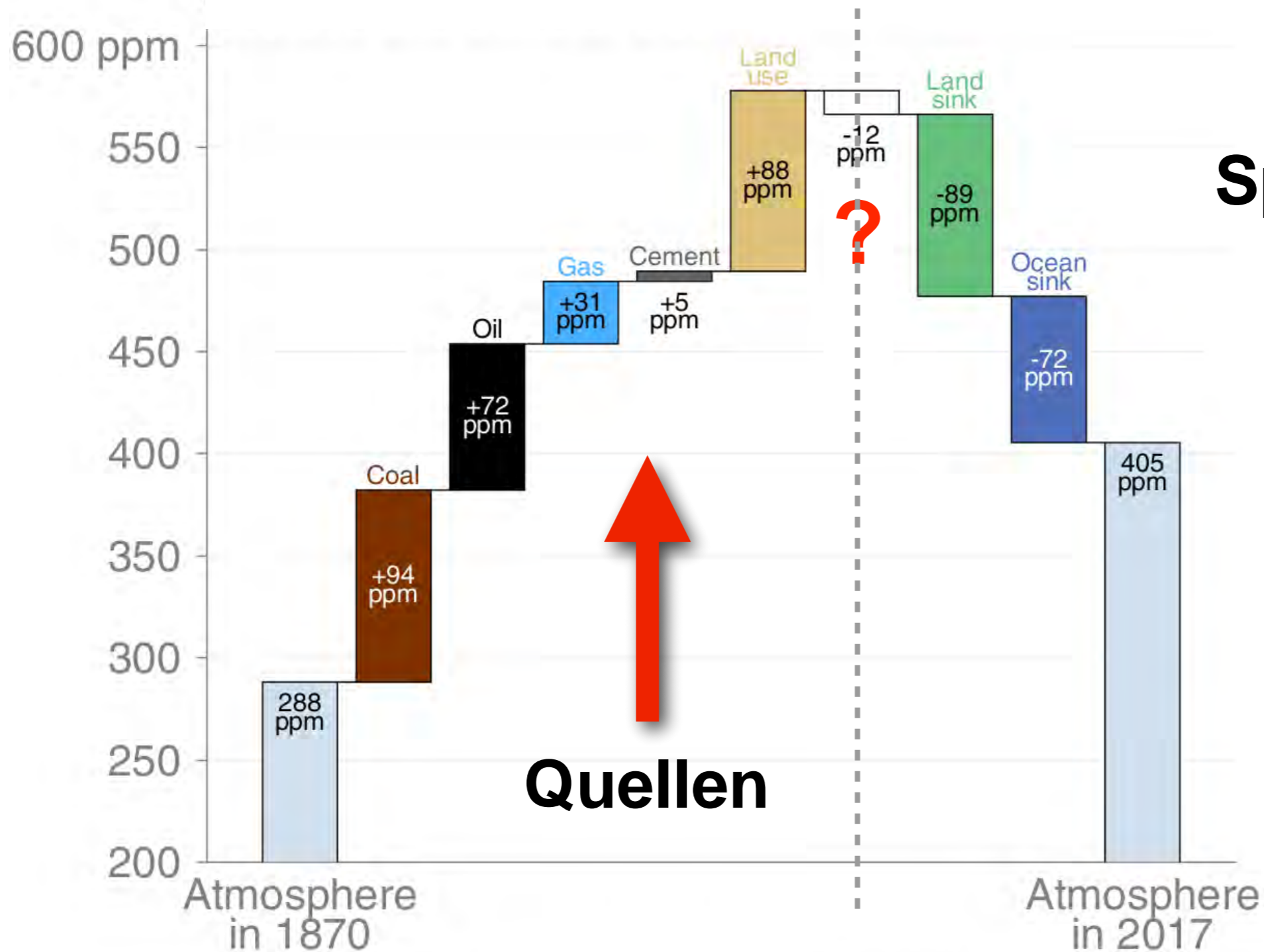
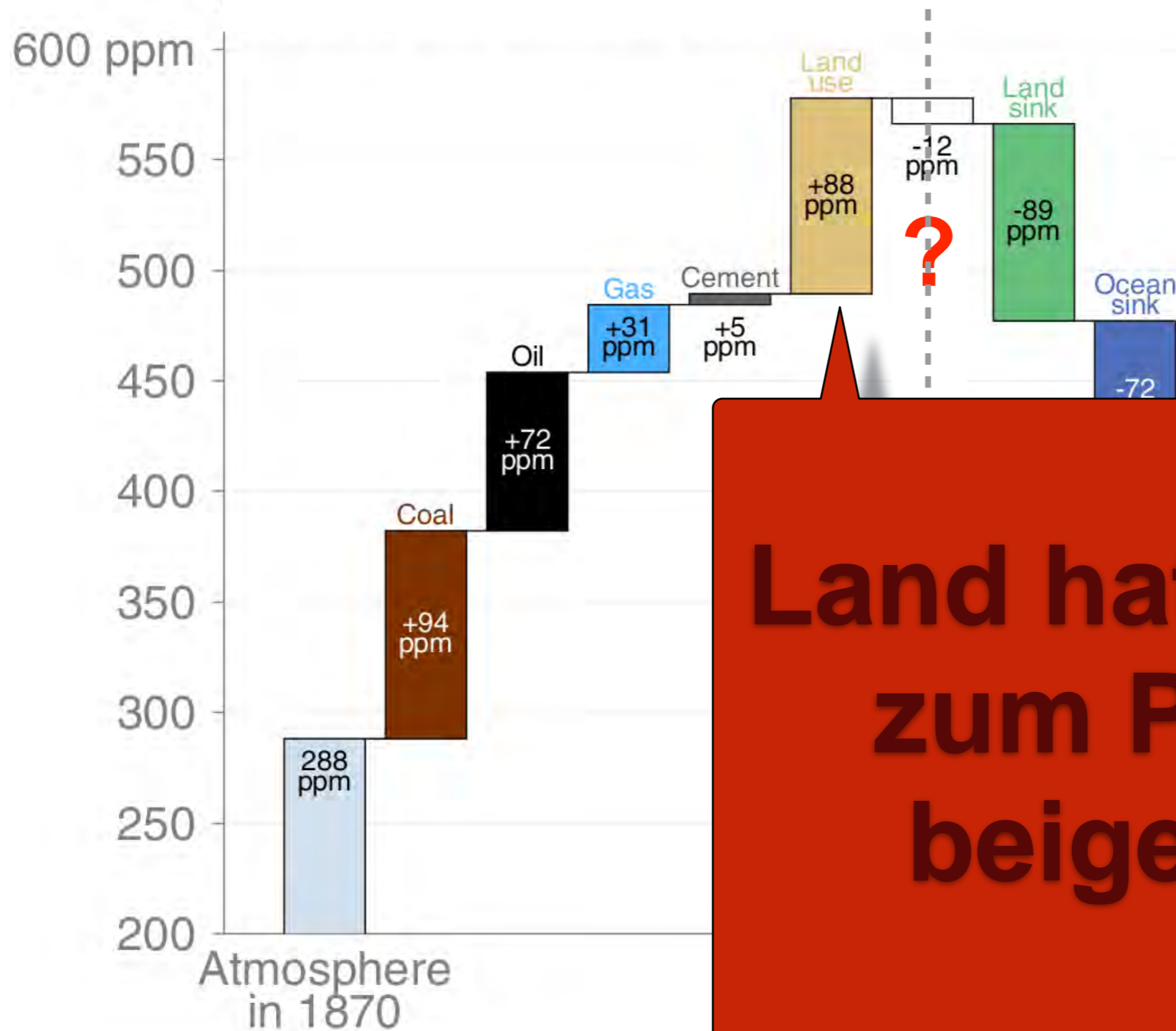


Figure concept from [Shrink That Footprint](#)
Source: [CDIAC](#); [NOAA-ESRL](#); [Houghton and Nassikas 2017](#); [Hansis et al 2015](#); [Joos et al 2013](#); [Khatiwala et al. 2013](#); [DeVries 2014](#); [Le Quéré et al 2018](#); [Global Carbon Budget 2018](#)



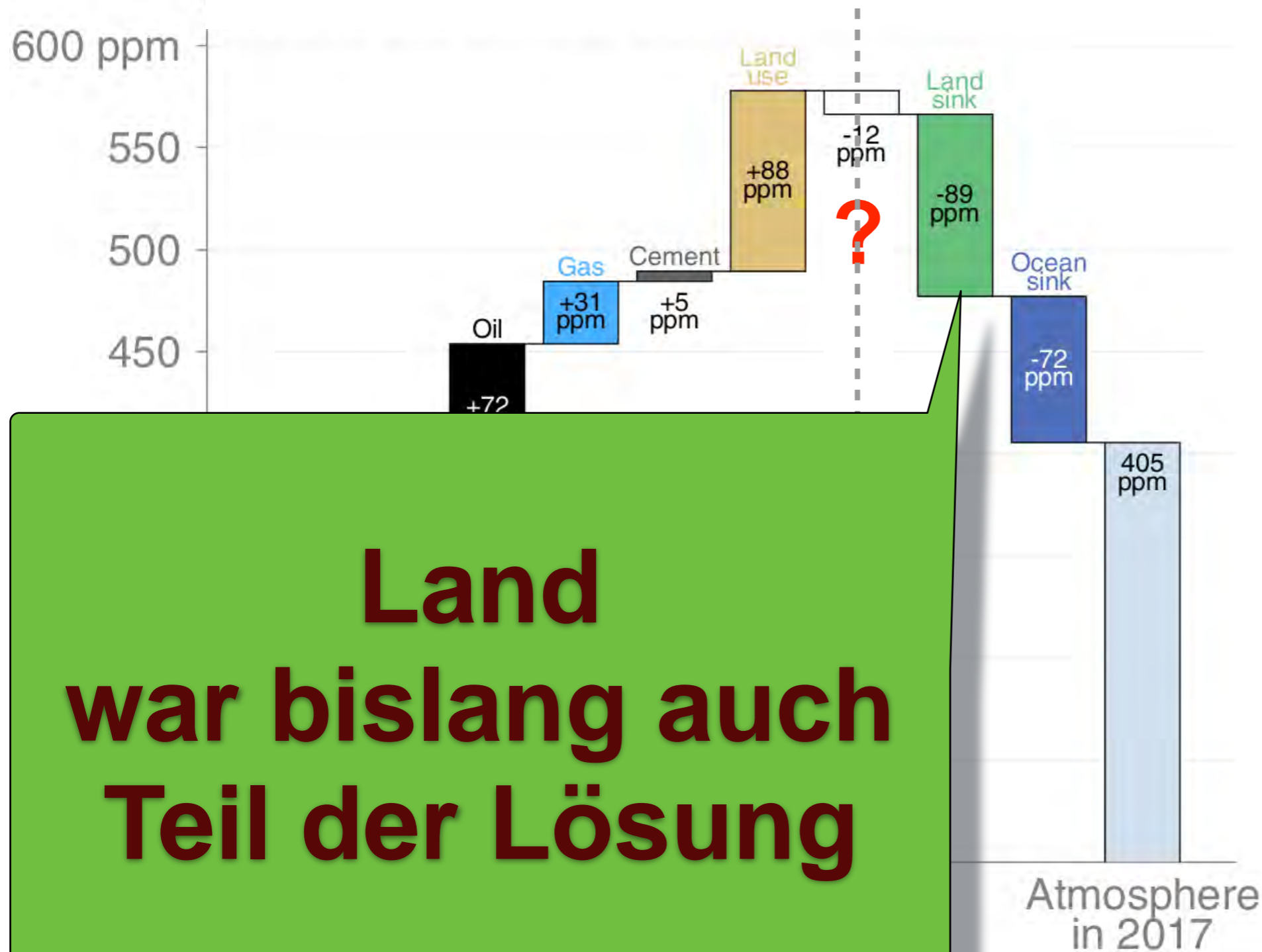
Kummulative Beiträge zum CO₂-Haushalt seit 1870



**Land hat merklich
zum Problem
beigetragen**



Kummulative Beiträge zum CO₂-Haushalt seit 1870



**Land
war bislang 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

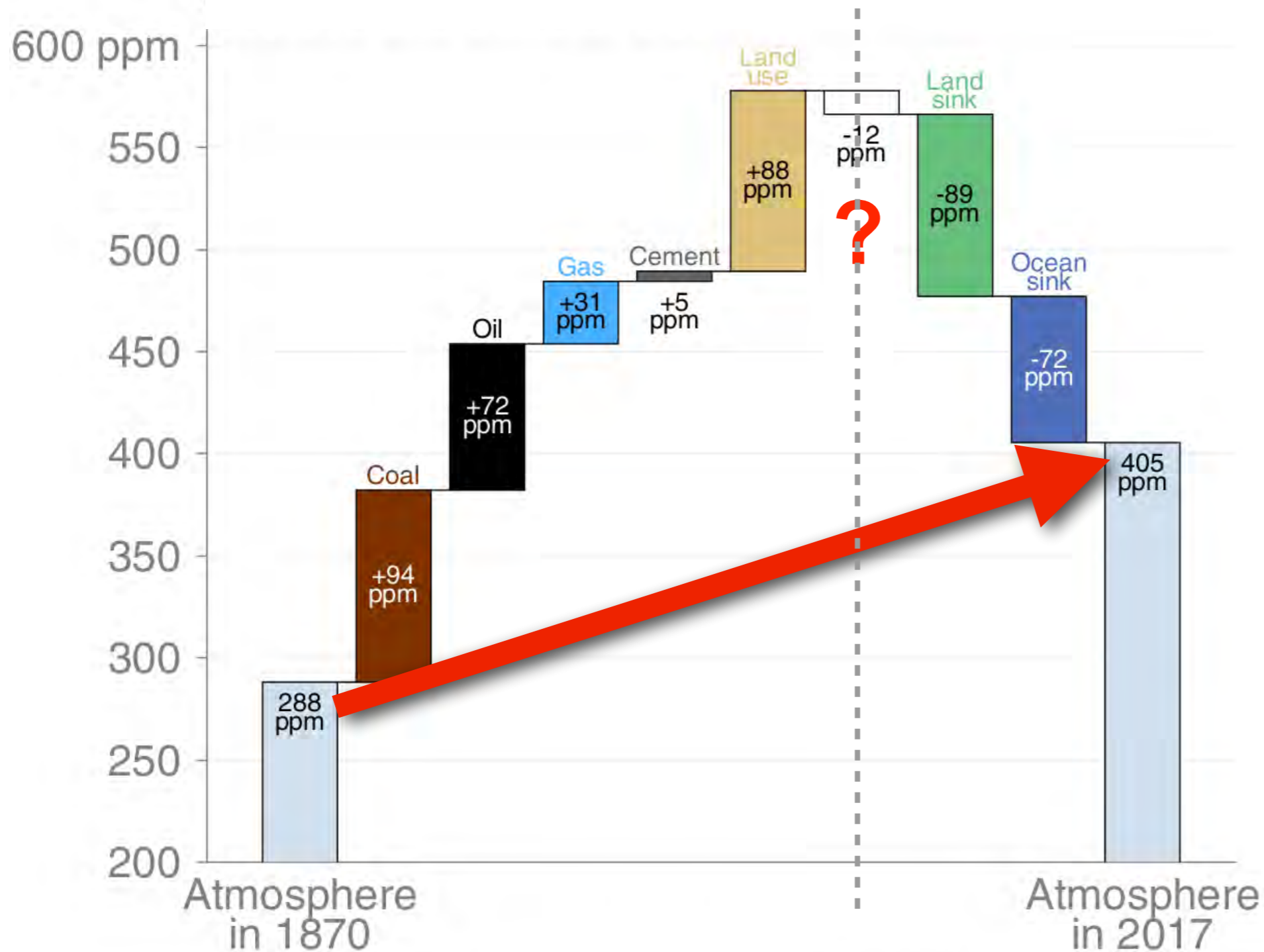


Figure concept from [Shrink That Footprint](#)
Source: [CDIAC](#); [NOAA-ESRL](#); [Houghton and Nassikas 2017](#); [Hansis et al 2015](#); [Joos et al 2013](#); [Khaliwala et al. 2013](#); [DeVries 2014](#); [Le Quéré et al 2018](#); [Global Carbon Budget 2018](#)



Kummulative Beiträge zum CO₂-Haushalt seit 1870

+40.6 %

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

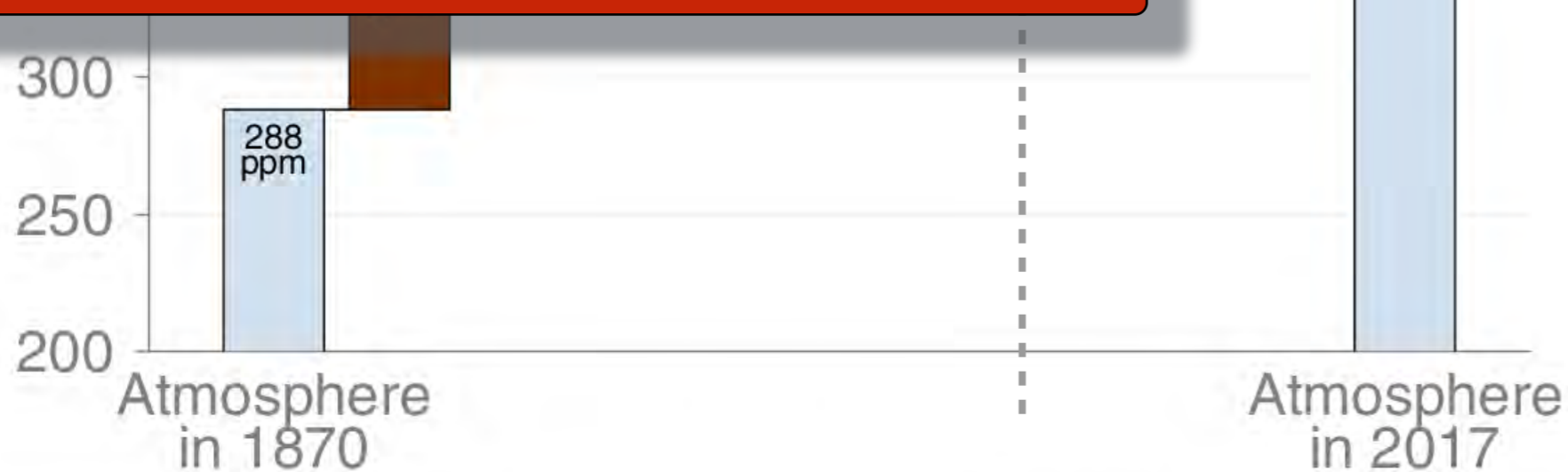


Figure concept from [Shrink That Footprint](#)
Source: [CDIAC](#); [NOAA-ESRL](#); [Houghton and Nassikas 2017](#); [Hansis et al 2015](#); [Joos et al 2013](#); [Khatiwala et al. 2013](#); [DeVries 2014](#); [Le Quéré et al 2018](#); [Global Carbon Budget 2018](#)





**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.





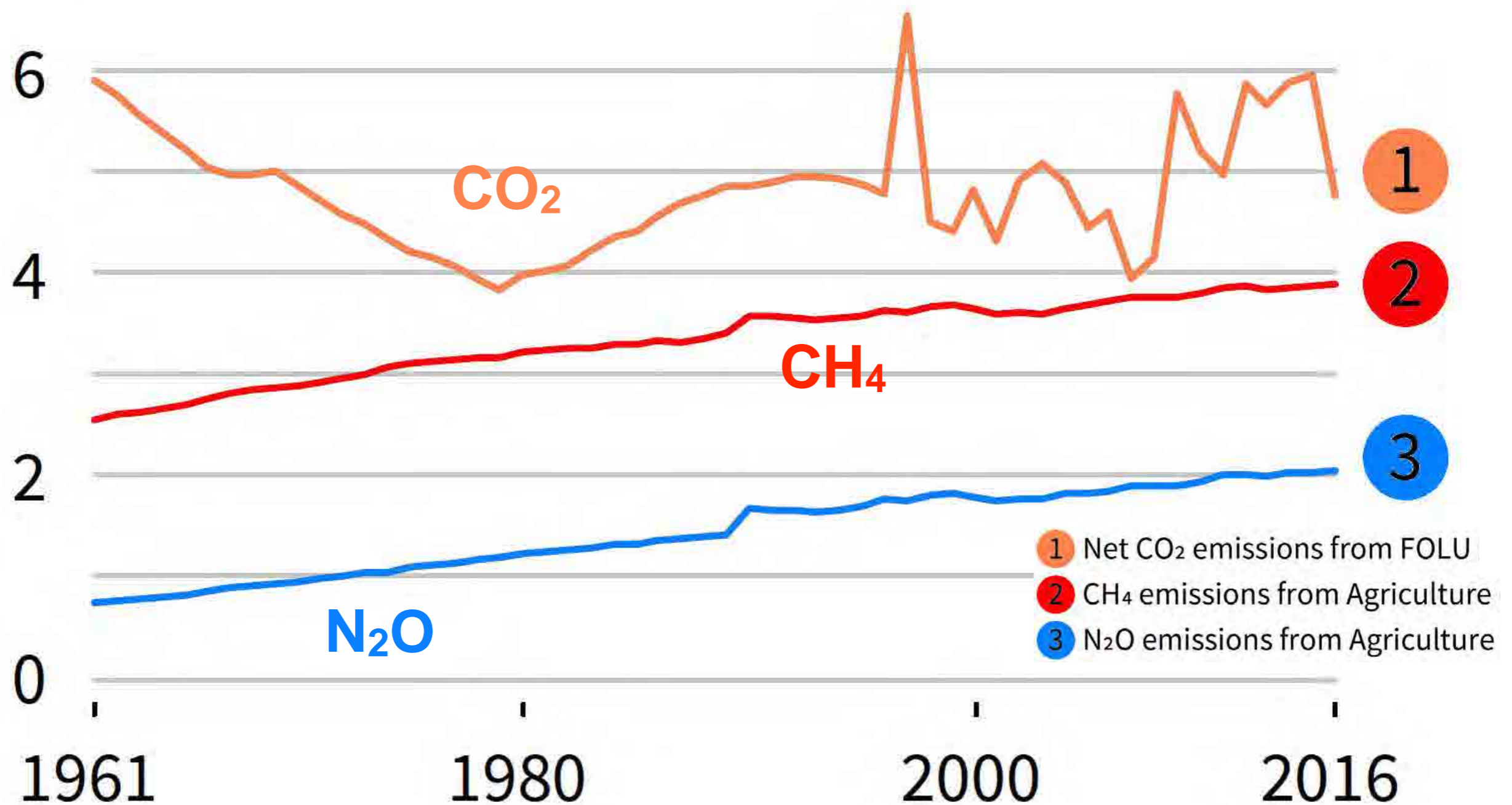
**Landwirtschaft
und Ernährung
tragen signifikant
zum Klimaproblem
bei**



**...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

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

		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

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

		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 %		

	Land	är				
CO ₂ Landnutzungsänderung ⁴	Gt CO ₂ pro Jahr	4				
CH ₄ Landwirtschaft ^{3, 8, 9}	Gt CO ₂ Äq pro Jahr					
N ₂ O Landwirtschaft ^{3, 8, 9}	Gt CO ₂ Äq pro Jahr					
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	

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

Rund 30%



Treibhausgase

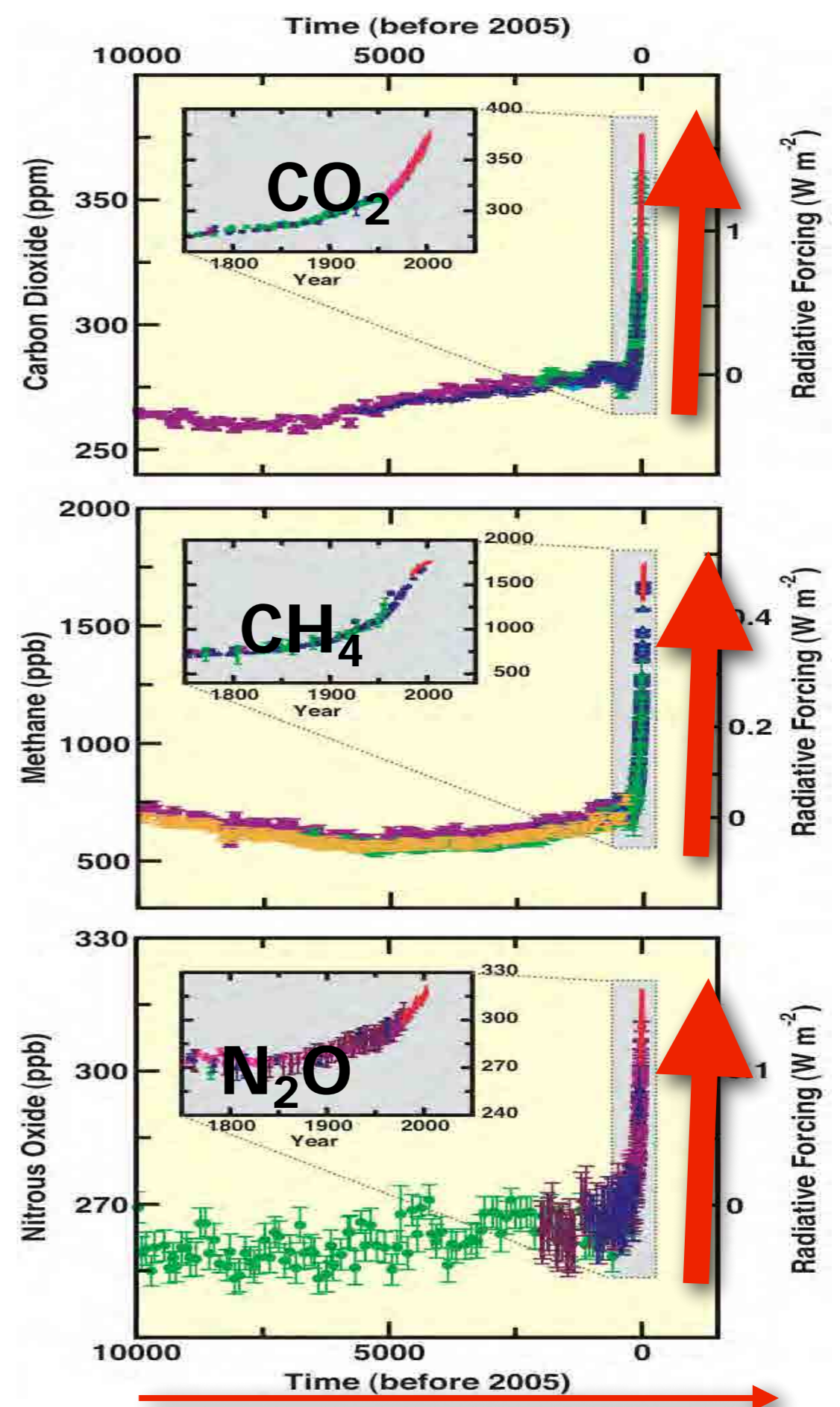
CO₂ Fossile Brennstoffe,
Rodungen (Land-
nutzungsänderungen)


CH₄ Viehhaltung,
Abfaldeponien,
Reisanbau,
Erdgasleitungen

N₂O Stickstoffdüngung

FCKW Kühlmittel,
etc. Schäumstoffe,
Reinigungsmittel

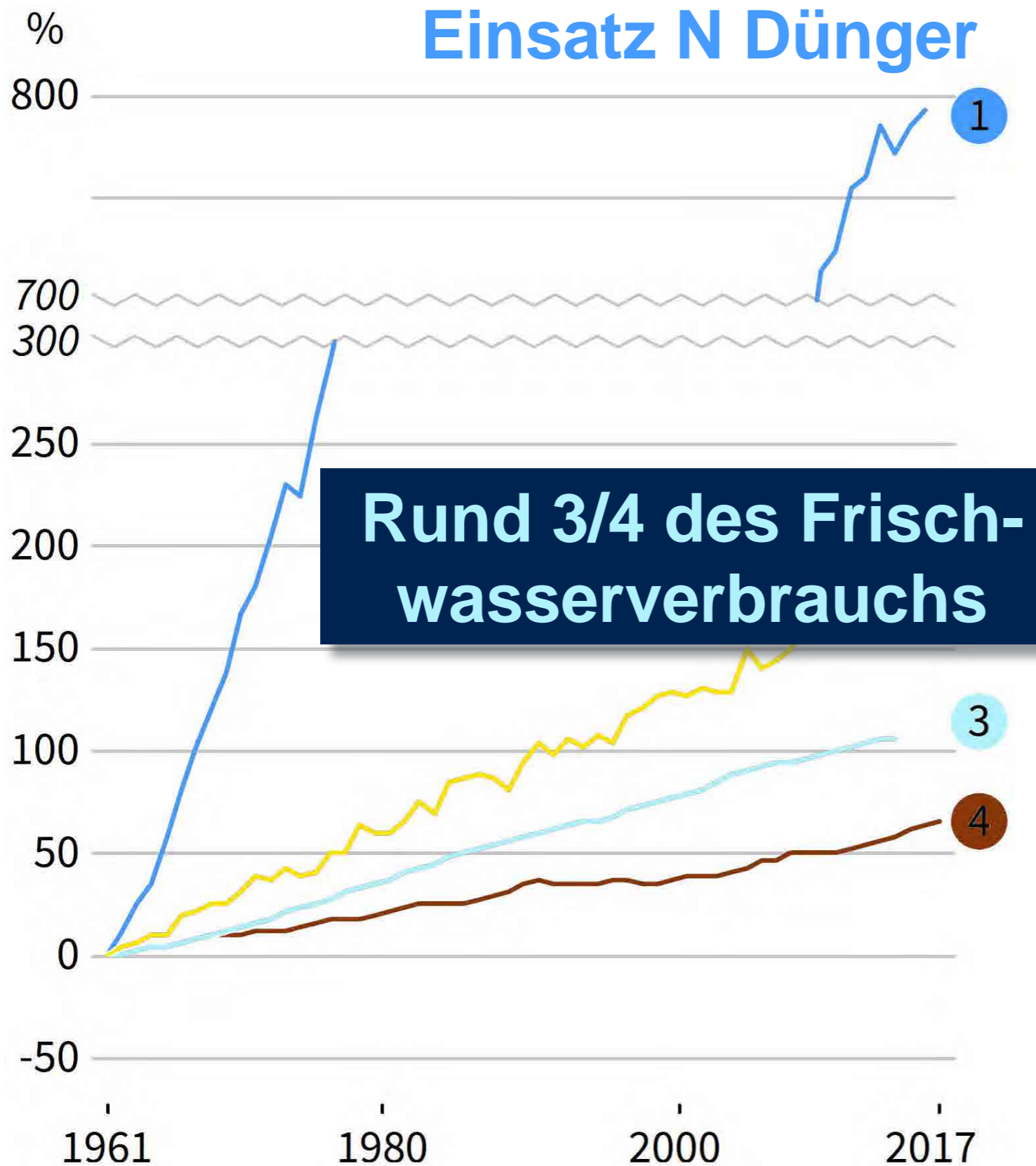
After Figure SPM.1 (IPCC, 2007. Summary for Policy Makers WGI)





**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/srcl/



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

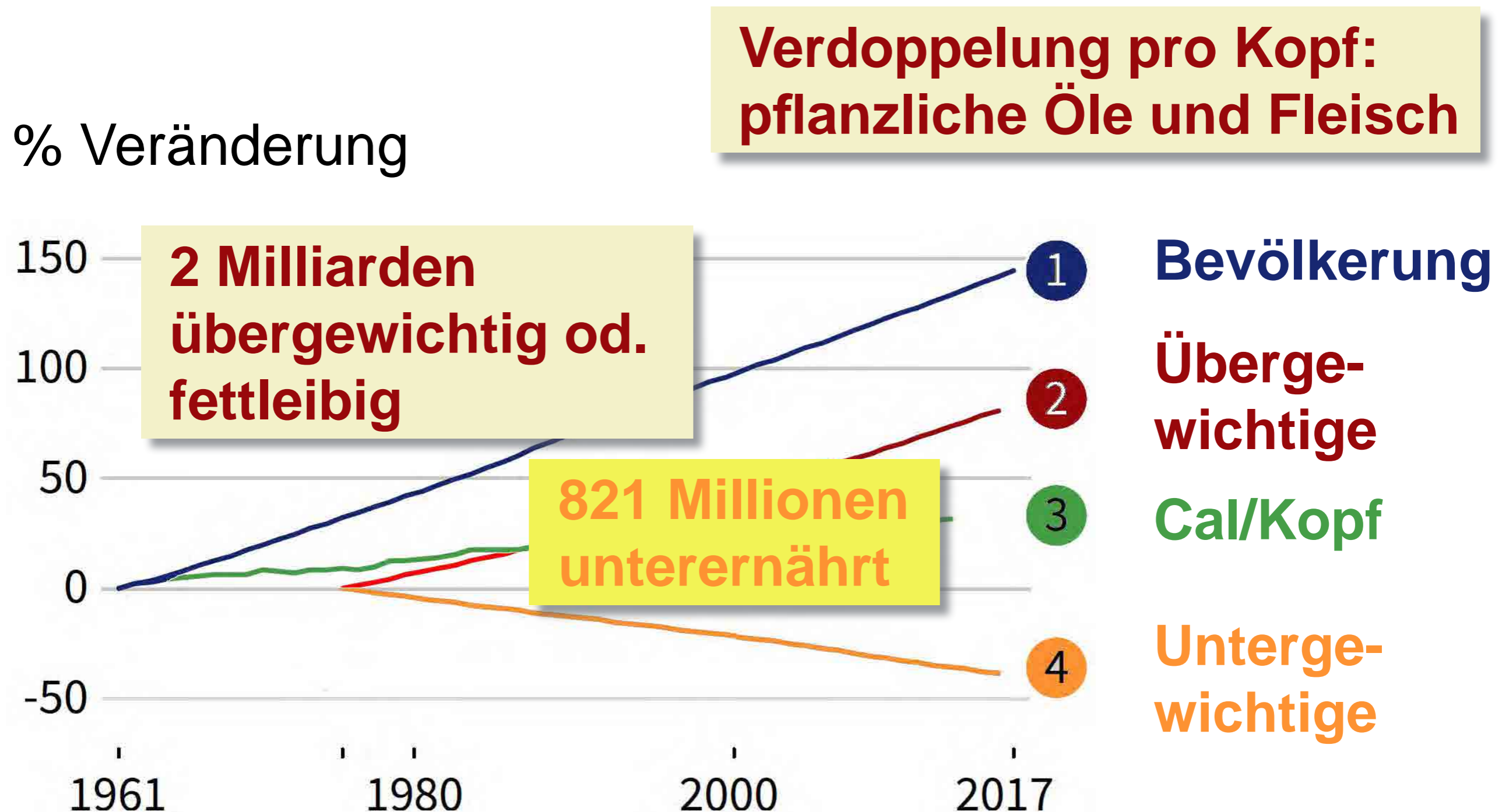
auch

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/



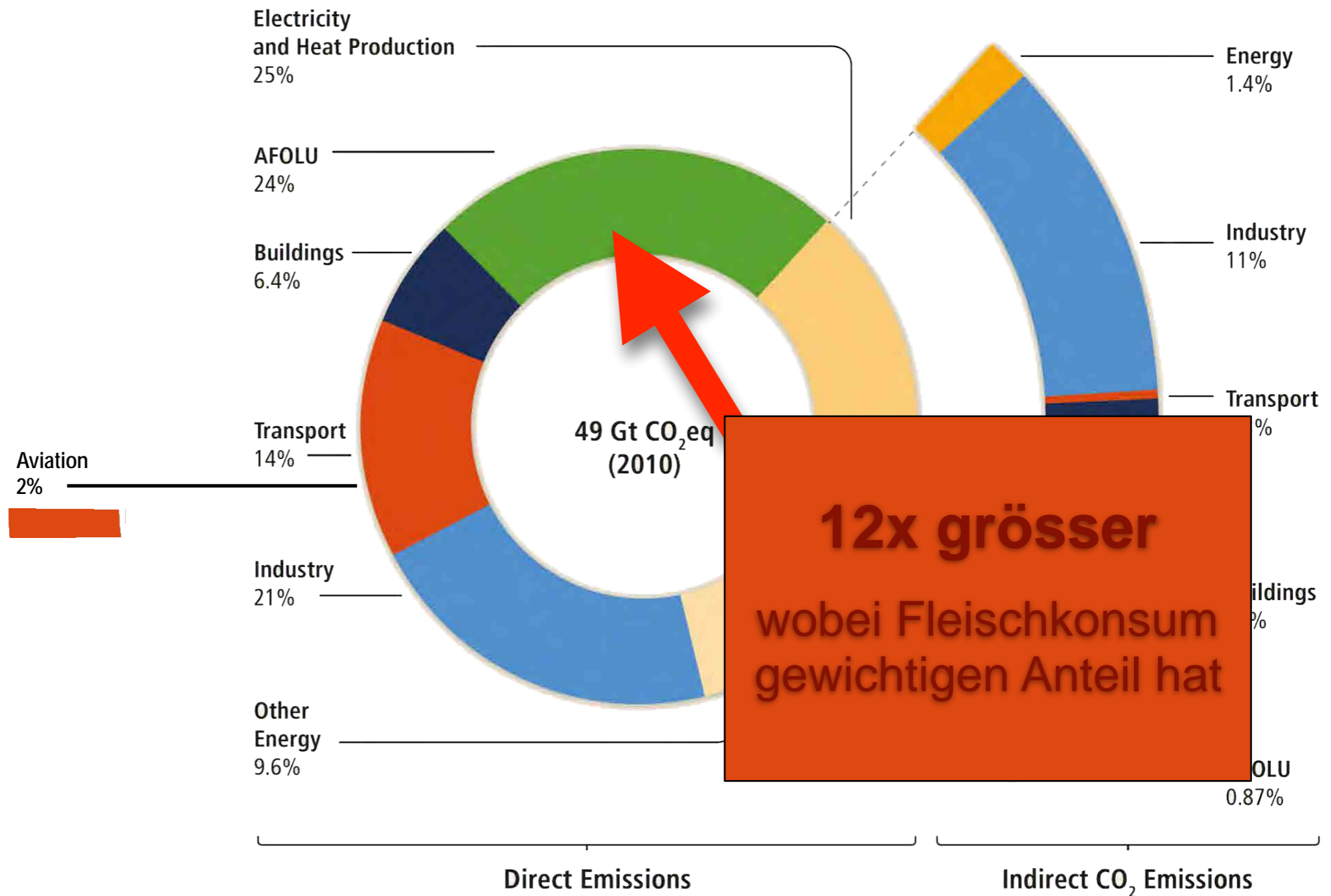
Bevölkerung und Nahrungskonsum (seit 1961)



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



Globale Treibhausgasemissionen per Sektor (2010)




Edenhofer, O., et al., 2014. Technical summary. Mitigation of Climate Change. IPCC AR5. Figure TS.3, p. 44





**Klimawandel
gefährdet
Landwirtschaft
und Ernährung**



Beispiel Sommeretrocknis



Schweden



Kalifornien



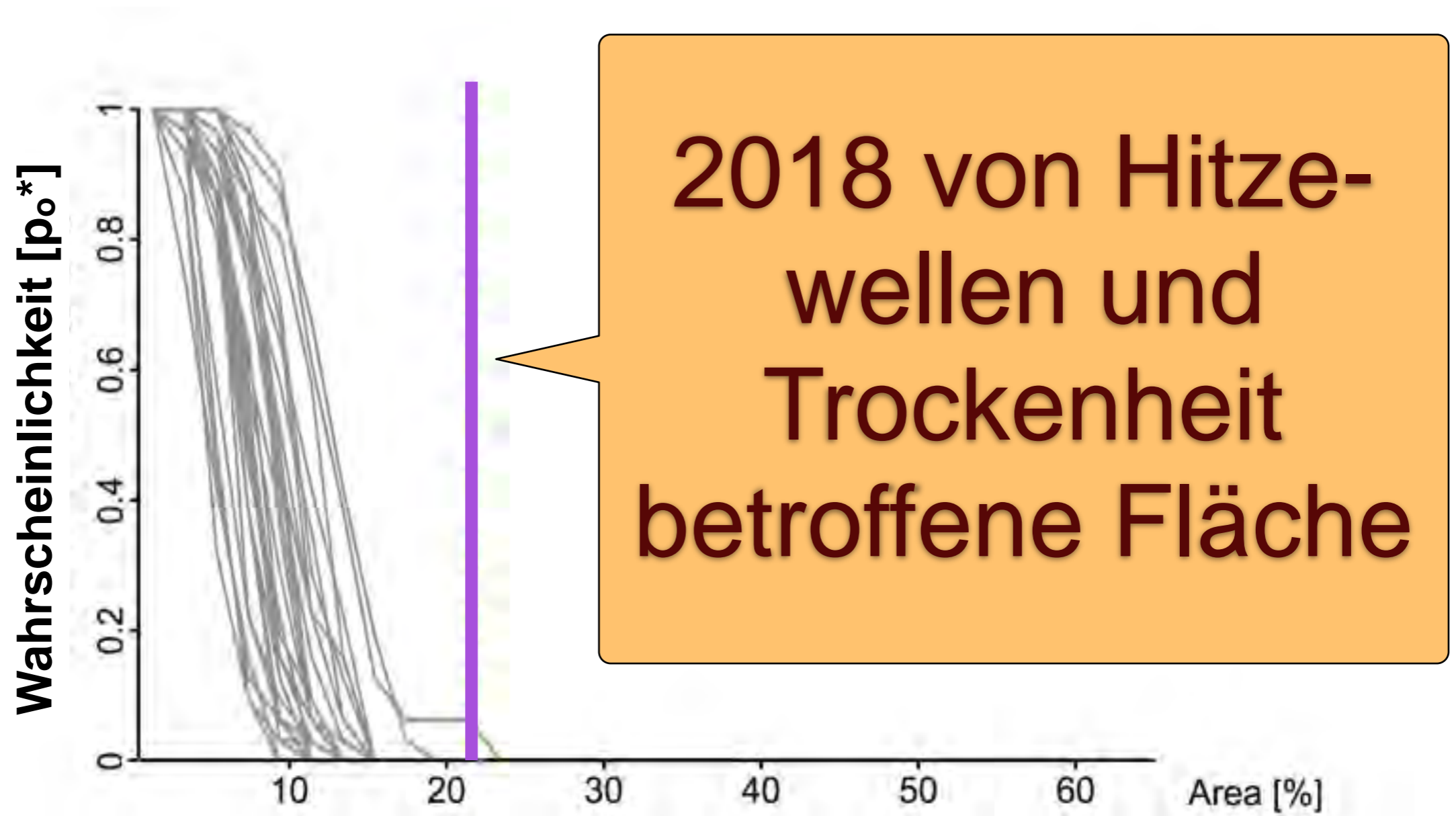
Kanada



Japan

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

Frühindustriell (1870-1900)

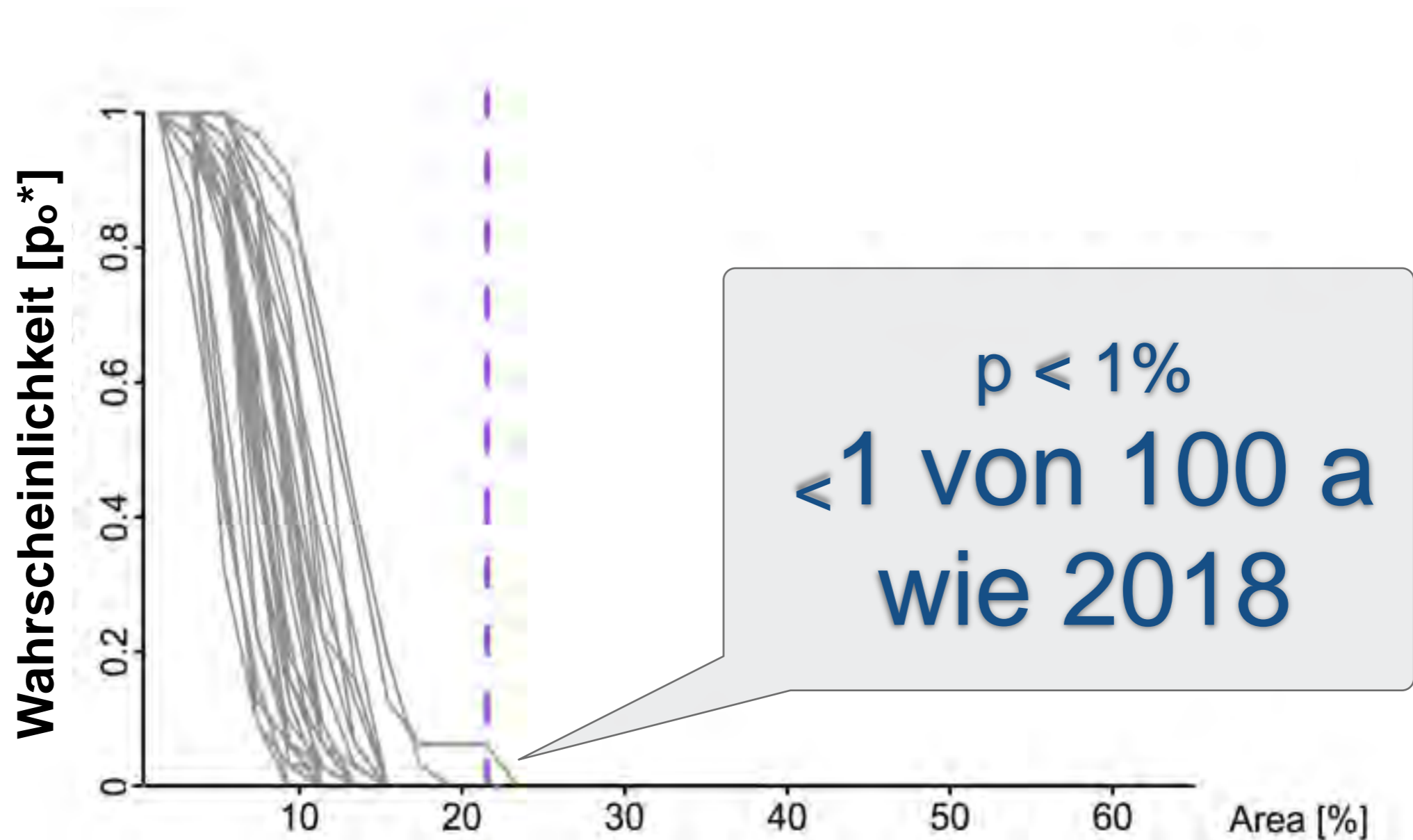


Vogel et al., 2019. Earth's Future, 7: 692-703. doi:10.1029/2019EF001189



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

Frühindustriell (1870-1900)

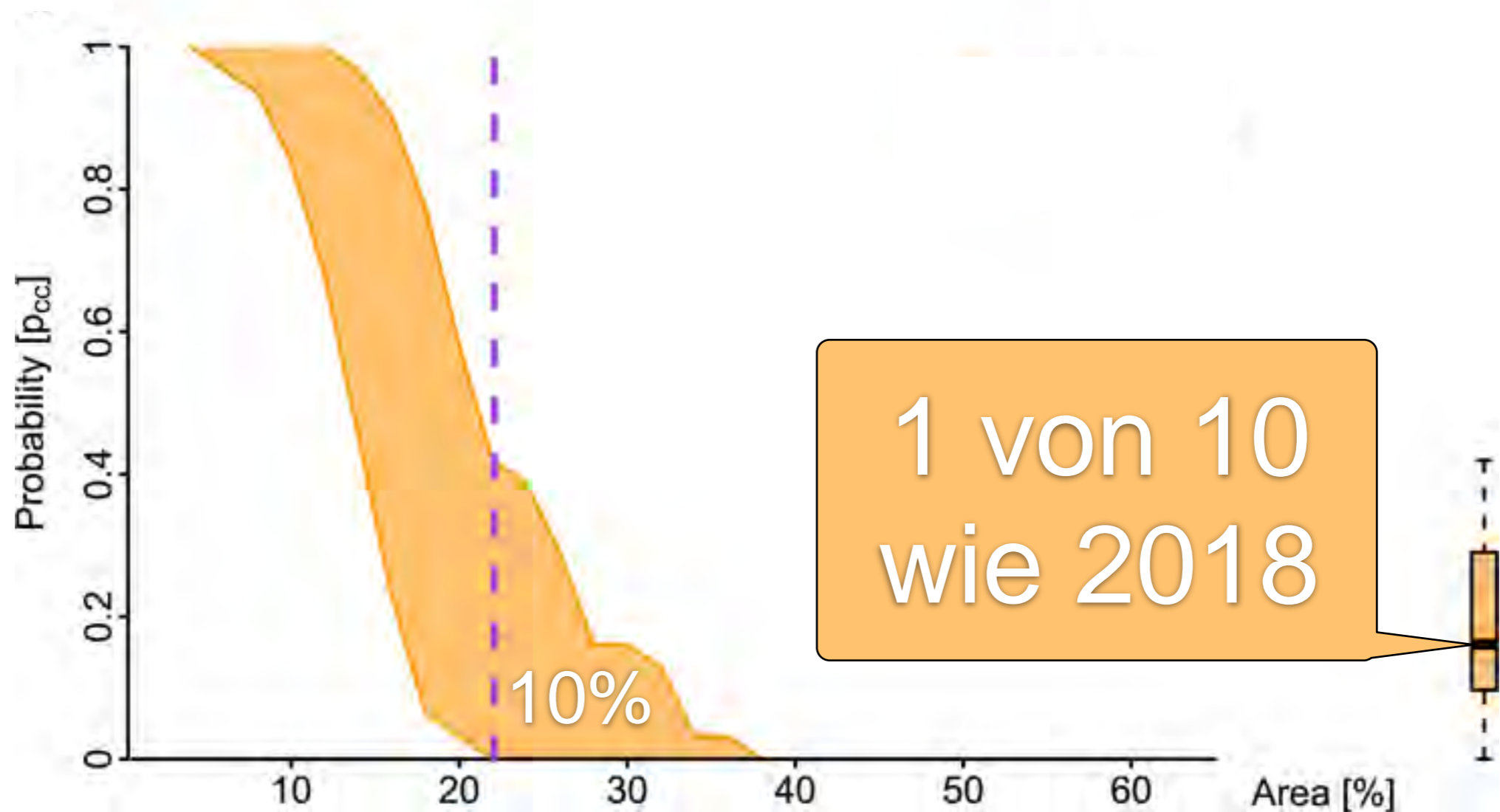


Vogel et al., 2019. Earth's Future, 7: 692-703. doi:10.1029/2019EF001189



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

Heute

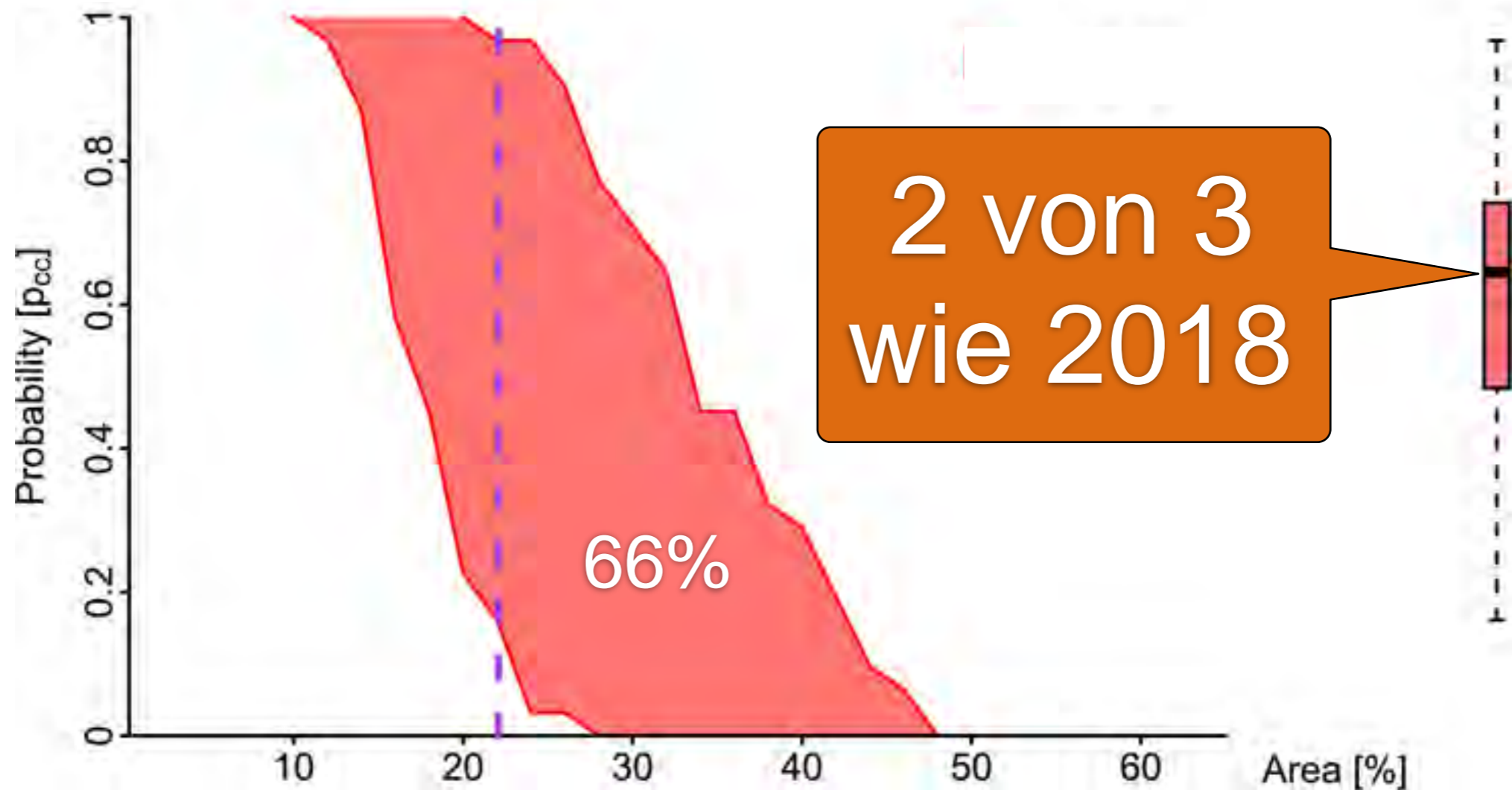


Vogel et al., 2019. Earth's Future, 7: 692-703. doi:10.1029/2019EF001189



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

+1.5°C Welt

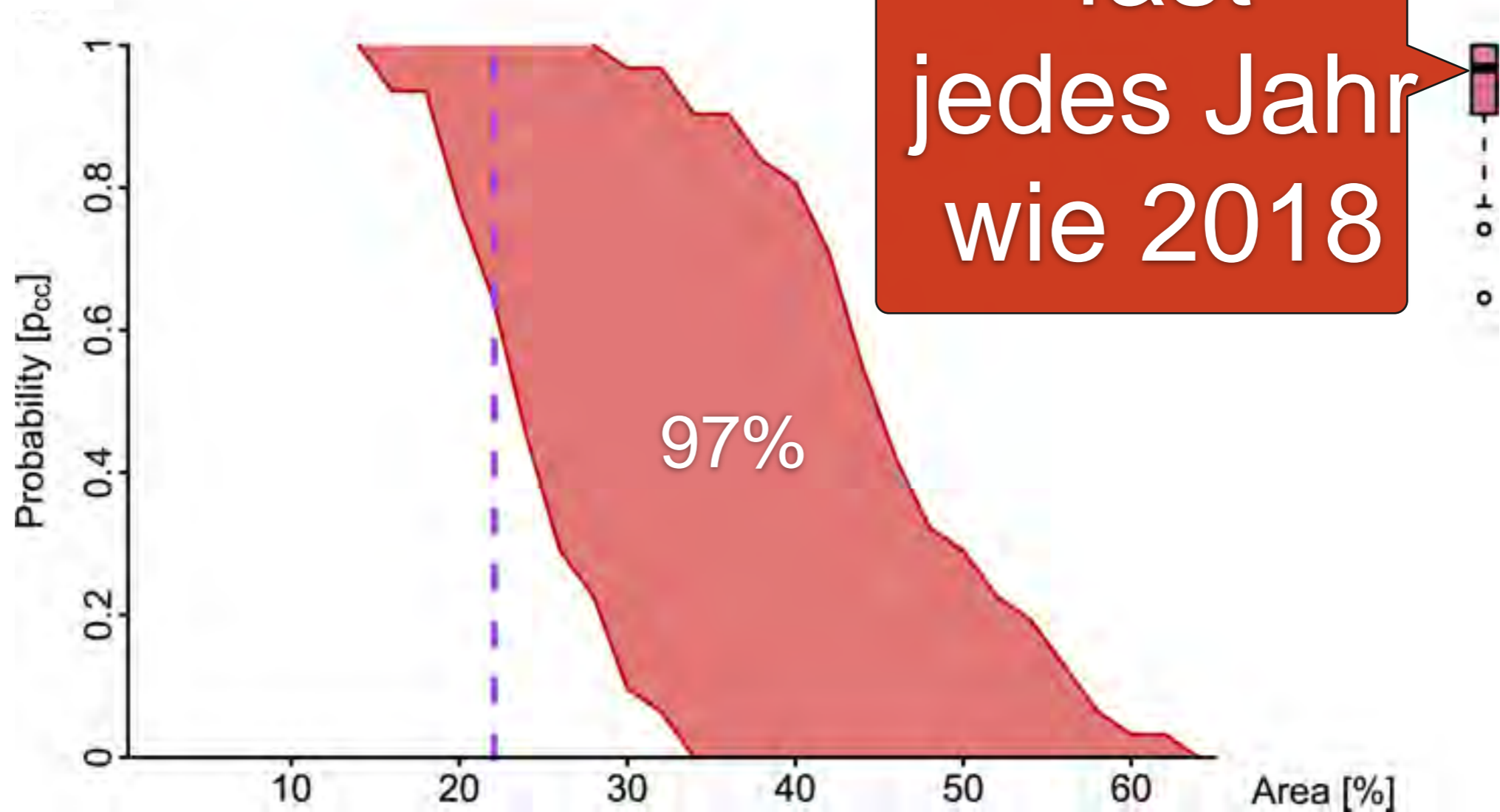


Vogel et al., 2019. Earth's Future, 7: 692-703. doi:10.1029/2019EF001189



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

+2°C Welt



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



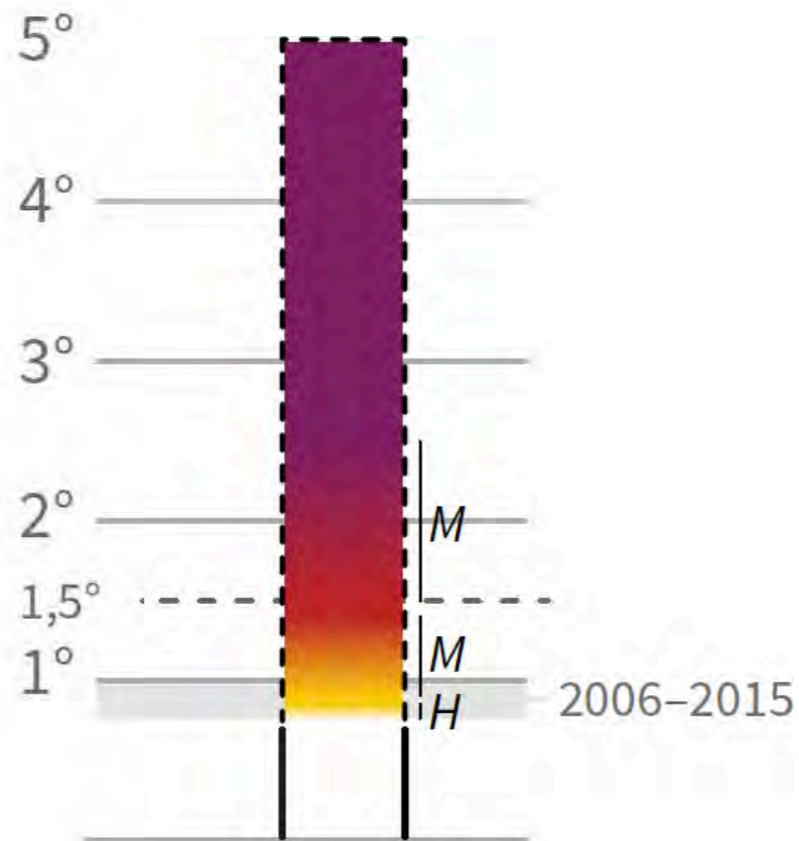


Nahrungsmittel- versorgung

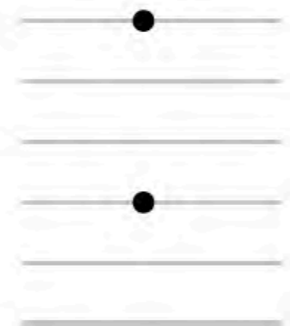




GMST-Änderung bezogen auf die Werte in der vorindustriellen Zeit (°C)

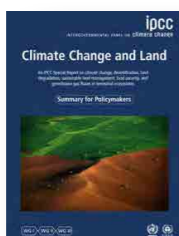


Instabilitäten der Nahrungsmittelversorgung



Bedrohte Systeme:

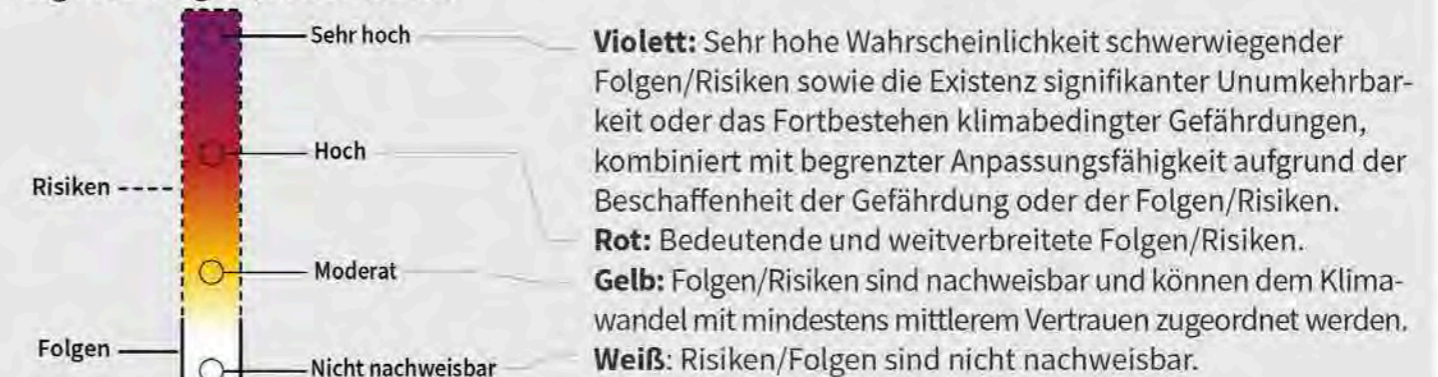
- Ernährung
- Lebensgrundlagen
- Wert von Land
- Menschliche Gesundheit
- Ökosystemgesundheit
- Infrastruktur



Stabilität des Ernährungssystems bald hohem bis sehr hohem Risiko ausgesetzt?

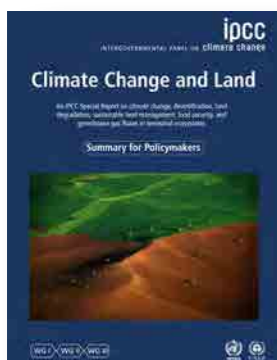
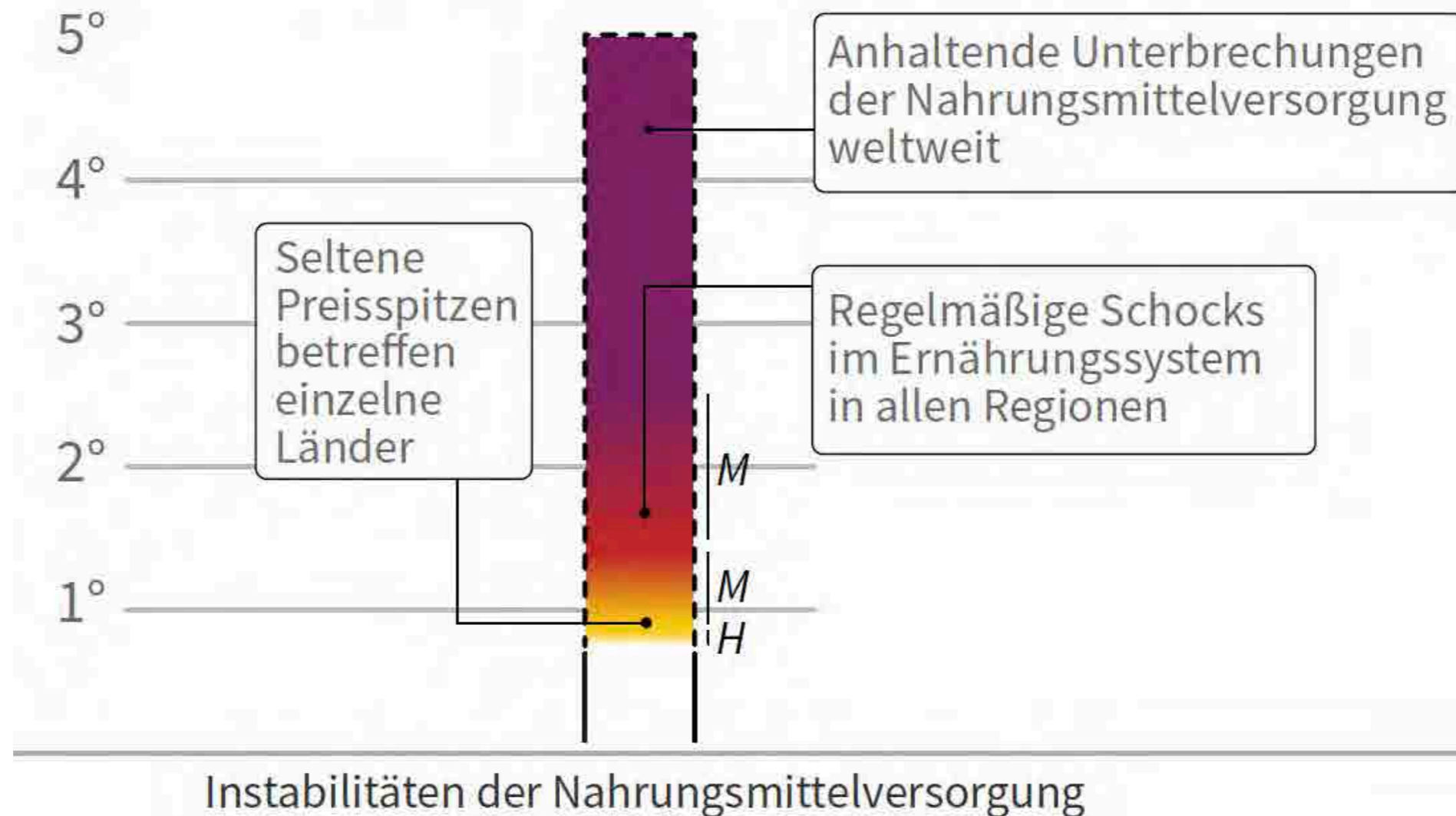
IPCC, 2019. Zusammenfassung für politische Entscheidungsträger. In: Shukla et al. (eds.). Klimawandel und Landsysteme - IPCC-Sonderbericht über Klimawandel, Desertifikation, Landdegradierung, nachhaltiges Landmanagement, Ernährungssicherheit und Treibhausgasfüsse in terrestrischen Ökosystemen. IPCC with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

Legende: Folgen-/Risiko-Niveau



Gründe für die Instabilität des Ernährungssystems

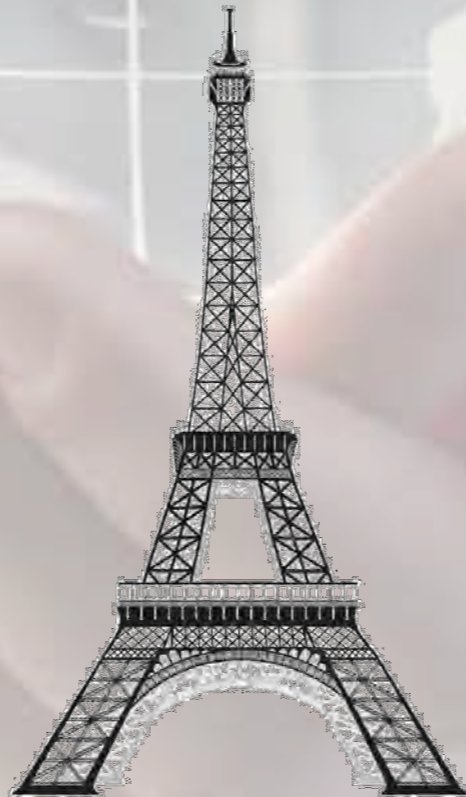
Veranschaulichendes Beispiel von Übergängen



IPCC, 2019. Zusammenfassung für politische Entscheidungsträger. In: Shukla et al. (eds.). Klimawandel und Landsysteme - IPCC-Sonderbericht über Klimawandel, Desertifikation, Landdegradierung, nachhaltiges Landmanagement, Ernährungssicherheit und Treibhausgasflüsse 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>)



Lösungen?



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,



A hand holding a globe with text overlay. The background is a soft-focus image of a hand holding a globe. The text is in a bold, green, sans-serif font, centered over the image.

**Dekarbonisierung
heisst vollständige
Umstellung auf
Erneuerbare**









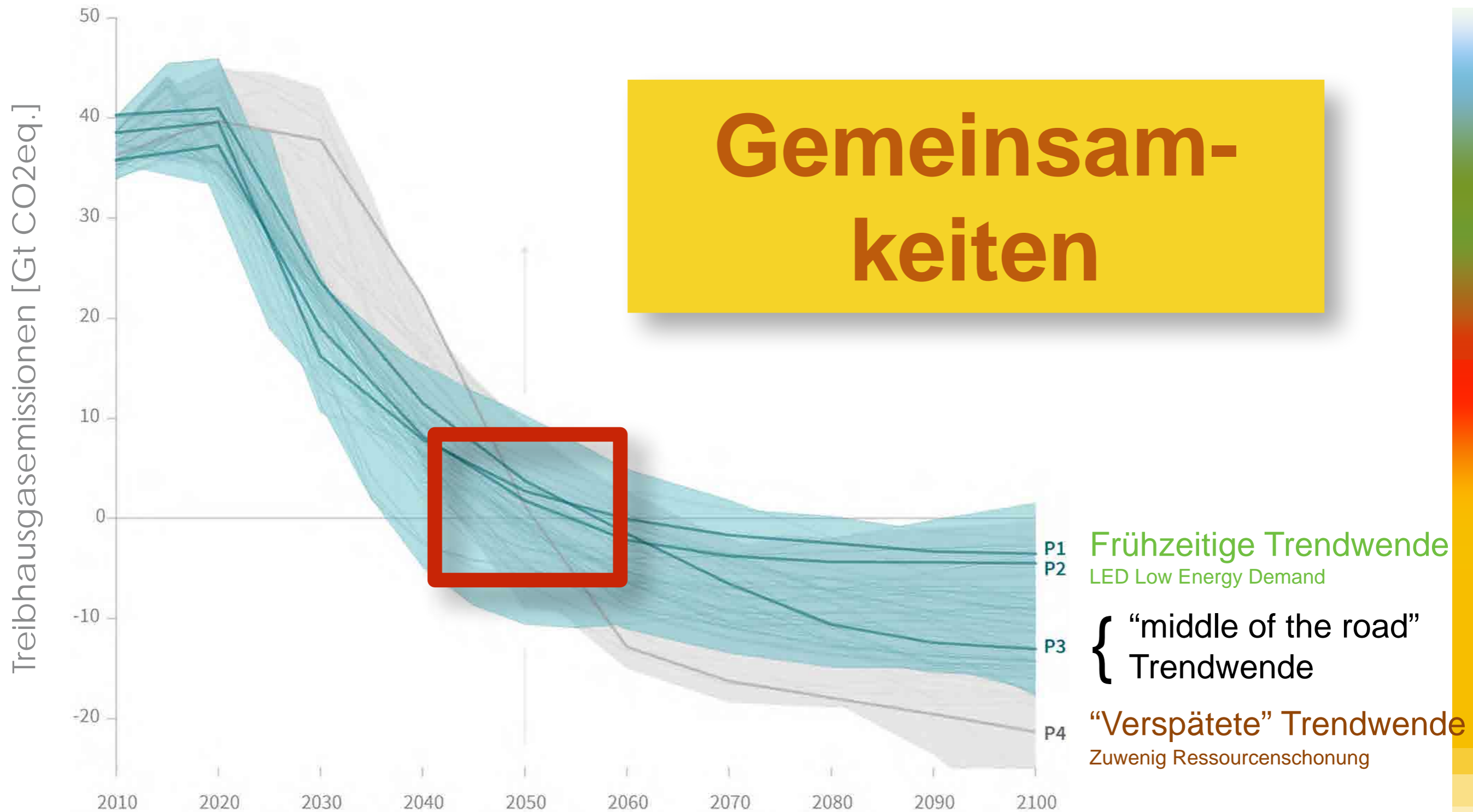


Agrophotovoltaik (APV) Forschungsanlage des Fraunhofer ISE am Bodensee



**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

Netto Null ~ Kompensation der Restemissionen

- Tierhaltung von Wiederkäuern bedeutet unvermeidliche Treibhausgasemissionen (z.B. Methan)
- Nassreisanbau bedeutet unvermeidliche Treibhausgasemissionen (z.B. Methan)
- Verbleibende Zementproduktion bedeutet unvermeidliche CO₂-Emissionen
- Kohle in der Stahlproduktion (trotz H₂)
- Treibstoffe für Langstreckenflüge

=> Kompensation durch negative Emissionen

D.h. Verbrennen Fossiler möglichst ganz auf 0!



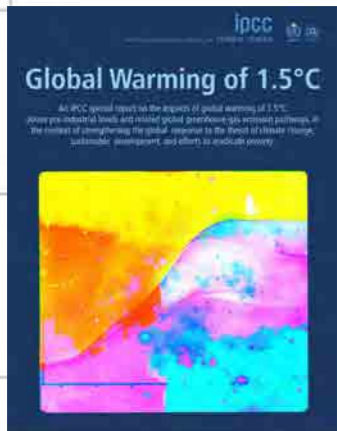


**Zwei ungleiche
Wege zu Netto
Null 2050**

Treibhausgasemissionen [Gt CO2eq.]



Frühzeitige vs. "Verspätete" Trendwende



P1 Frühzeitige Trendwende
LED Low Energy Demand

P2

P3

P4 "Verspätete" Trendwende
Zuwenig Ressourcenschonung

**Der eine Weg:
Wir lassen
uns etwas Zeit...**



Trendwende nach Verzögerungen

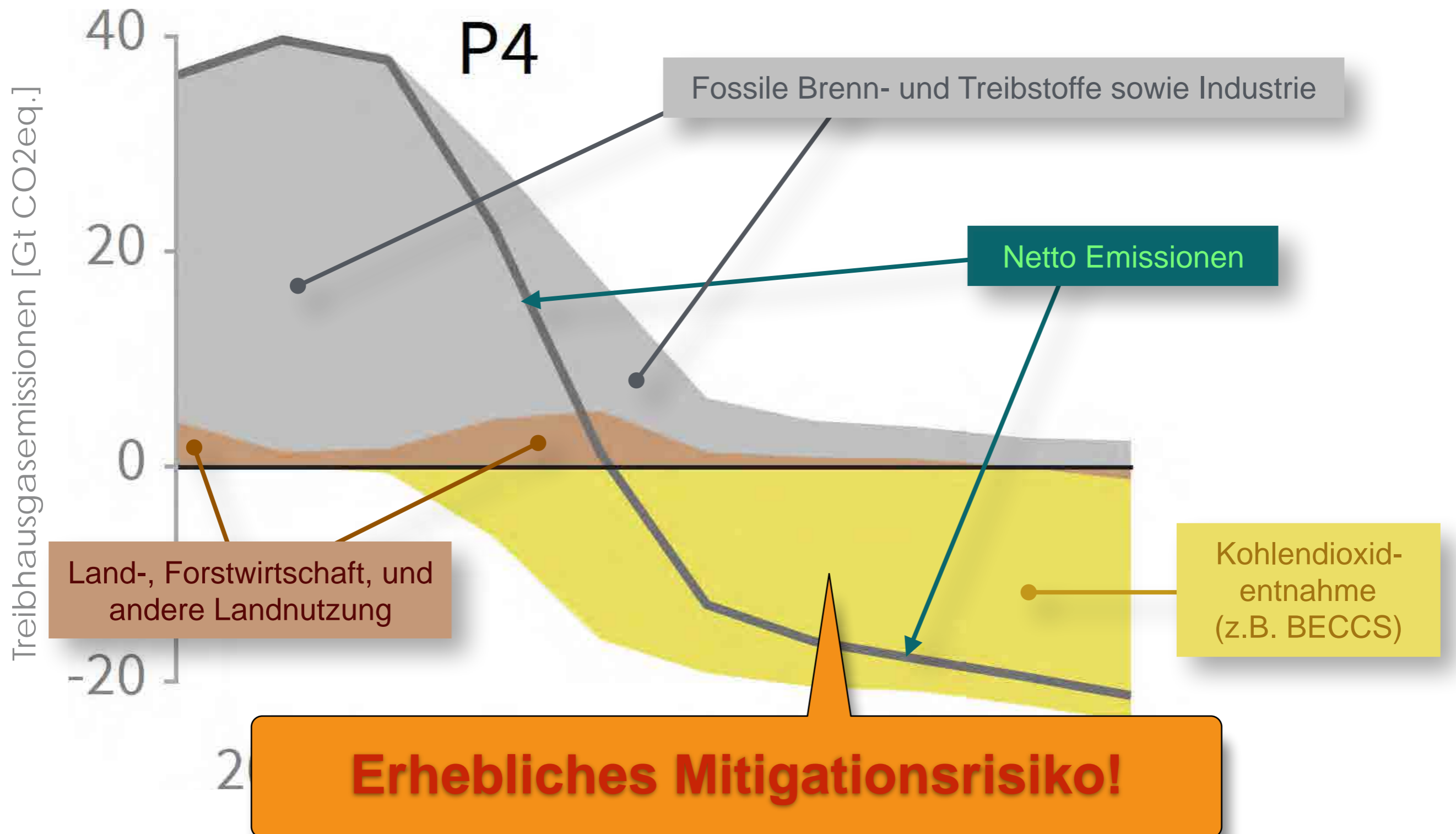



Trendwende mit Verzögerungen



“Verspätete” Trendwende
Zu wenig Ressourcenschonung

Trendwende mit Verzögerungen



A close-up photograph of a person's hand holding a small, transparent globe of the Earth. The globe is centered in the frame, and the hand is visible from the bottom and sides, with fingers gently gripping it. The background is a soft, out-of-focus grey. Overlaid on the image is text in a bold, green, sans-serif font.

**Ansprüche an
BECCS sind bei
dieser Klima-
politik sehr, sehr
hoch...**

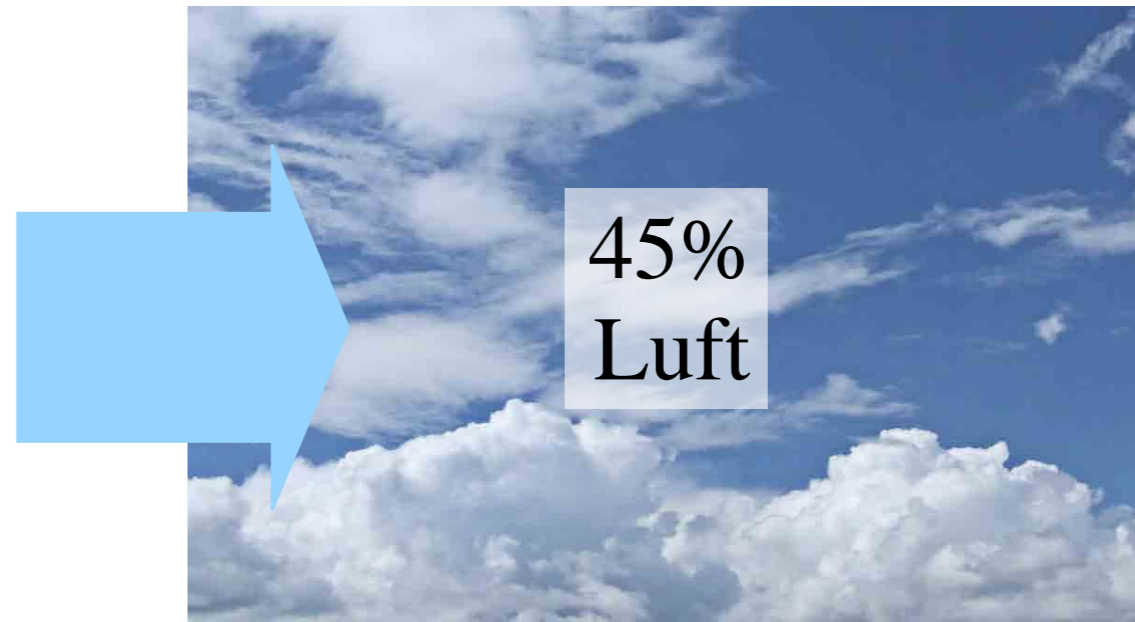
A close-up photograph of a person's hand holding a small, transparent globe of the Earth. The globe is centered in the frame, and the hand is visible from the bottom and sides, with fingers gently gripping it. The background is a soft, out-of-focus grey. Overlaid on the image is text in a bold, dark green font.

**...während
fortschreitender
Klimawandel
Senkenleistung
vermindert!**

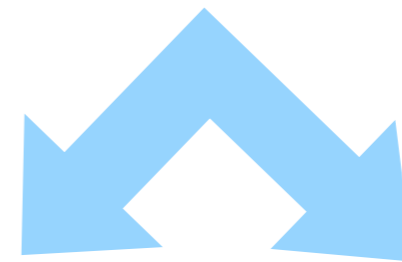


Wohin geht das CO₂?

~2030



45%
Luft



3%?



~22%
Ozean

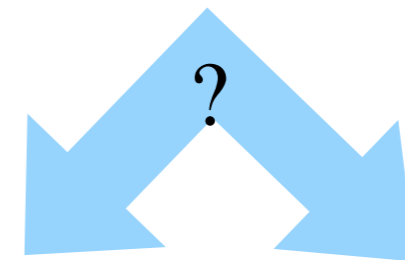


30%
Land



Wohin geht das CO₂?

ab ~2060 je nach
Klimapolitik

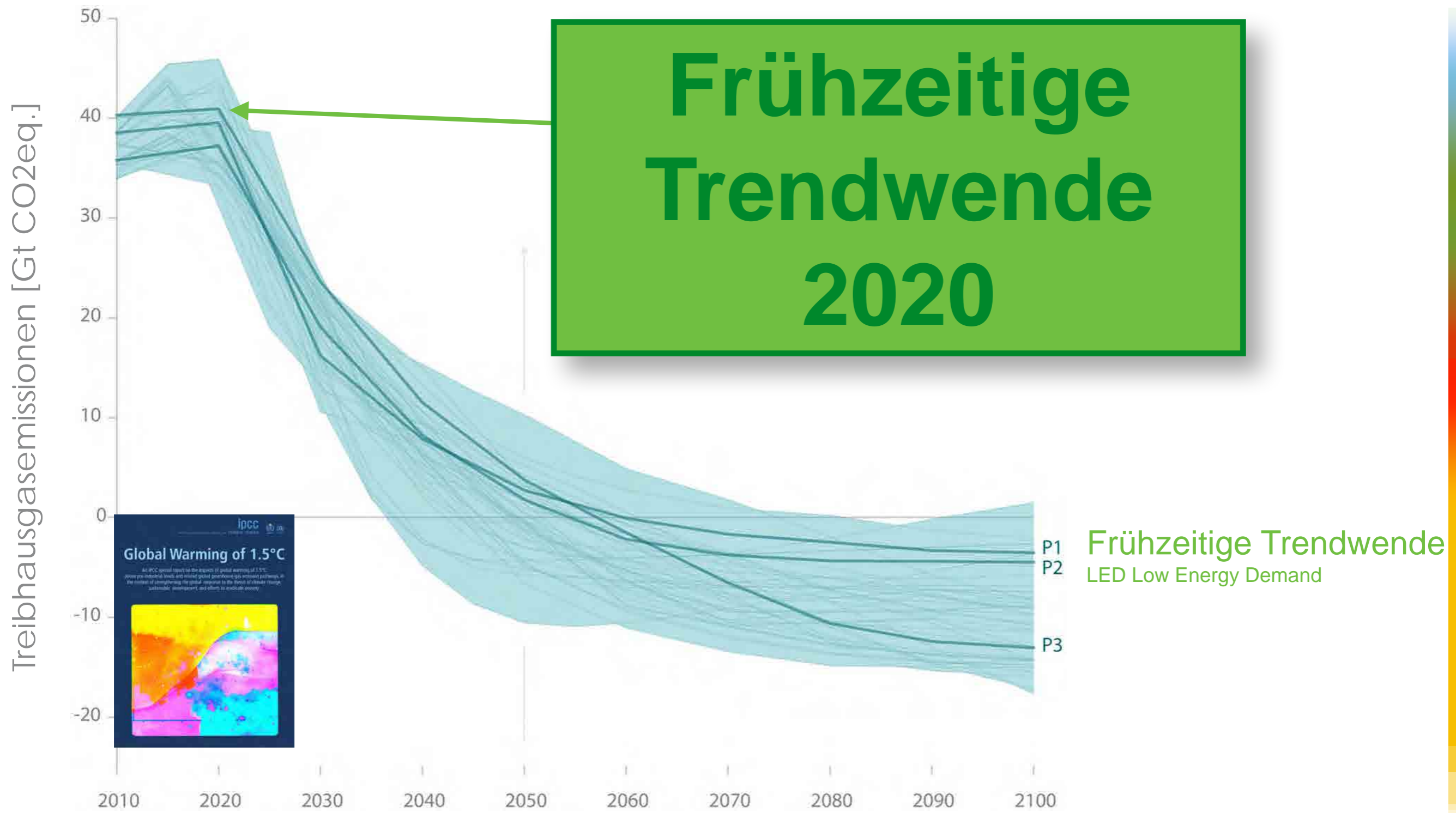


Fischlin, 2008. Schweiz. Z. Forstwesen; Daten aus Raupach et al. 2007, PNAS; Canadell et al 2007, PNAS

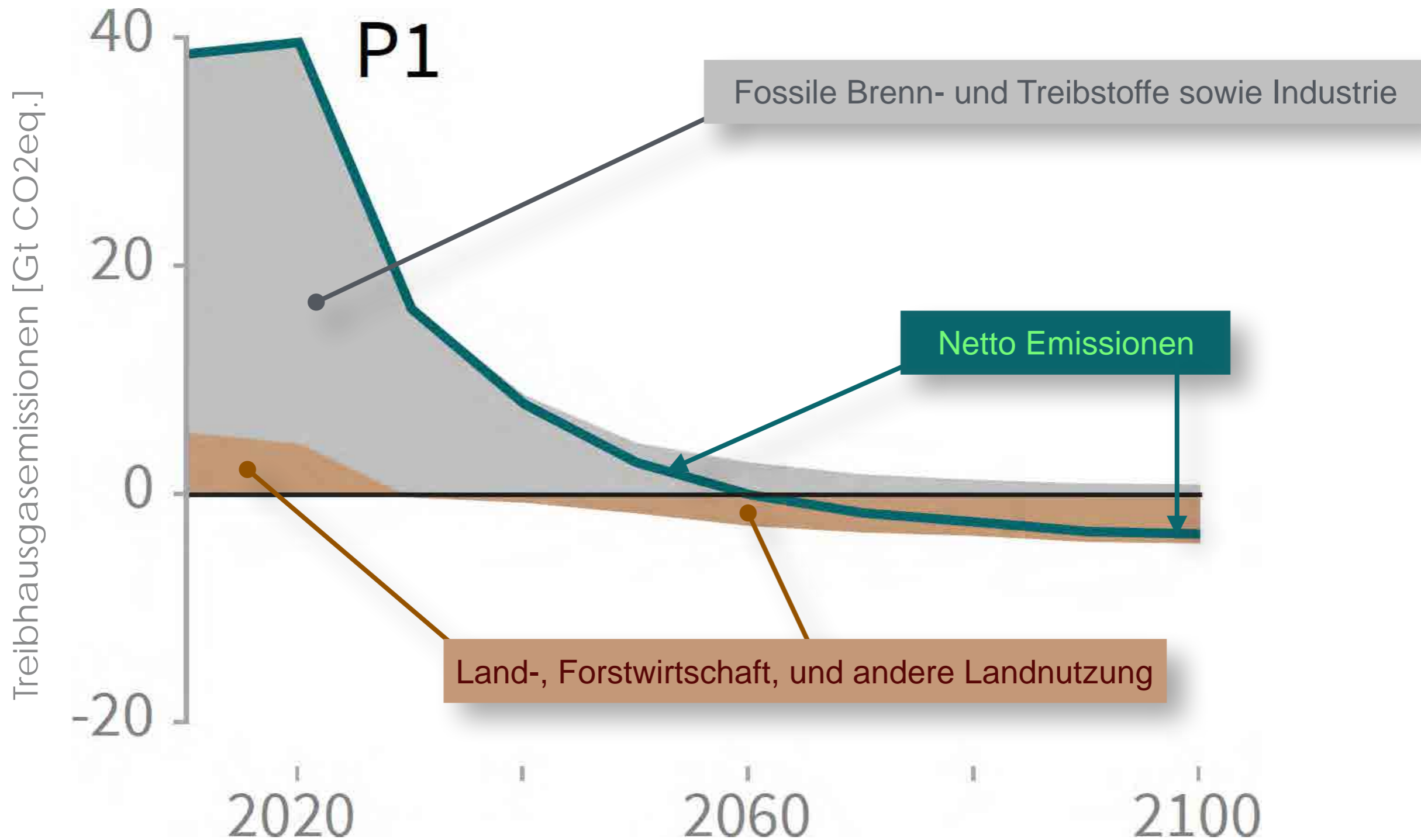
Der andere Weg: Wir handeln ab heute



Frühzeitige Trendwende und Ressourcenschonung



Frühzeitige Trendwende und Ressourcenschonung

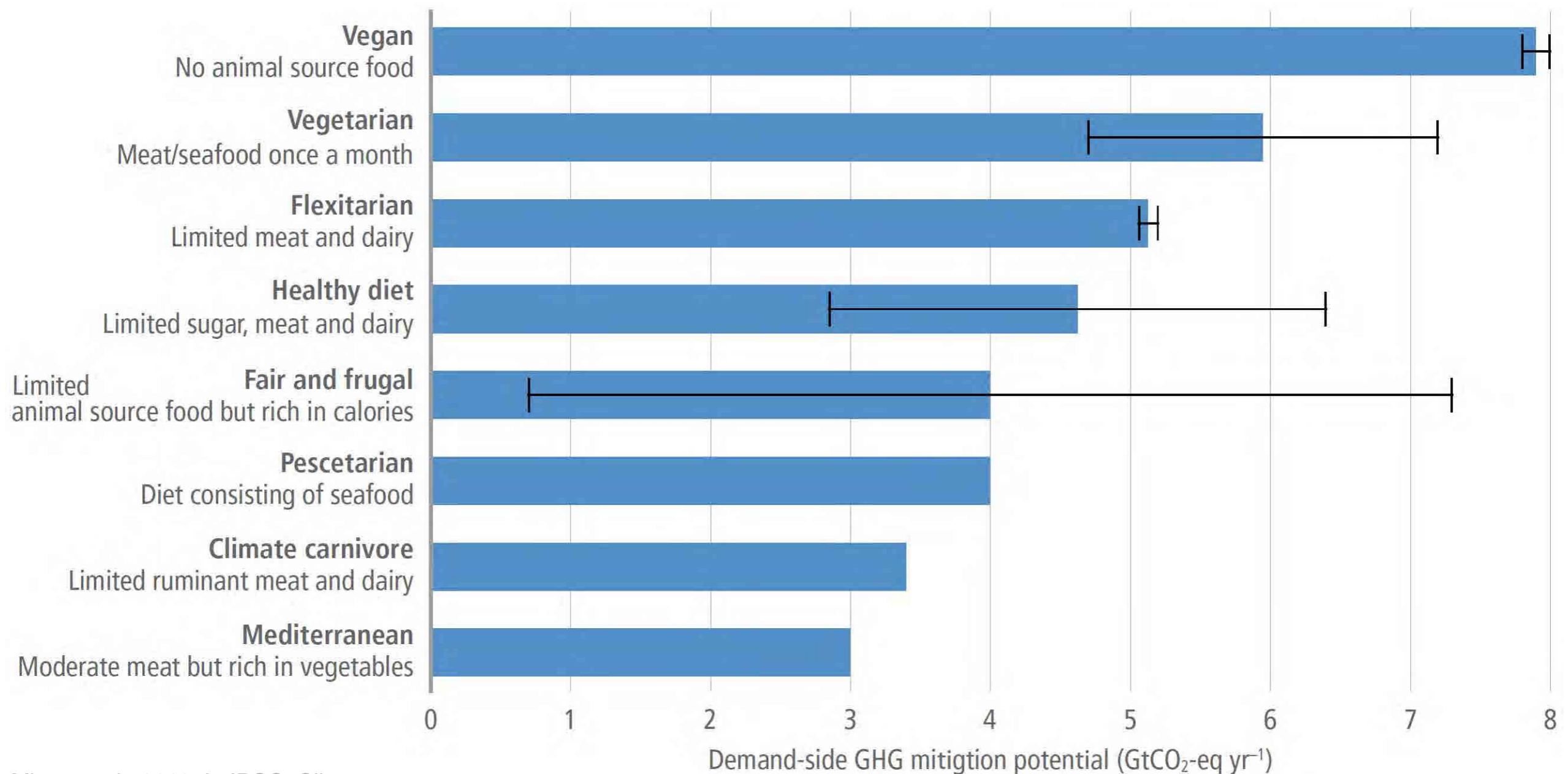


A hand holding a globe, symbolizing global impact or responsibility. The globe is centered in the background, and the text is overlaid in a bold, green font.

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



Technisch maximale Verbesserung der THG Bilanz durch Ernährungsweise und Aufforstungen



Mbow et al., 2019. In IPCC, Climate Change and Land. www.ipcc.ch/srccl



Effektiv realisierbar durch ausgeglichene Ernährung (minimal Wiederkäuerfleisch)



2.7 - 6.5
GtCO₂Äq/a

5% - 12.5%
der globalen Netto-
emissionen an THG

Mbow et al., 2019. In IPCC, Climate Change and Land. www.ipcc.ch/srccl



Nahrungsmittelabfall

Ernte + Transport + Verarbeitung + Endverbrauch



4.1-5.2
GtCO₂Äq/a

8% - 10%
der globalen Netto-
emissionen an THG

Mbow et al., 2019. In IPCC, Climate Change and Land. www.ipcc.ch/srccl



Nahrungsmittelabfall Halbieren

Ernte + Transport + Verarbeitung + Endverbrauch



4% - 15%
der globalen Nettoemissionen an THG

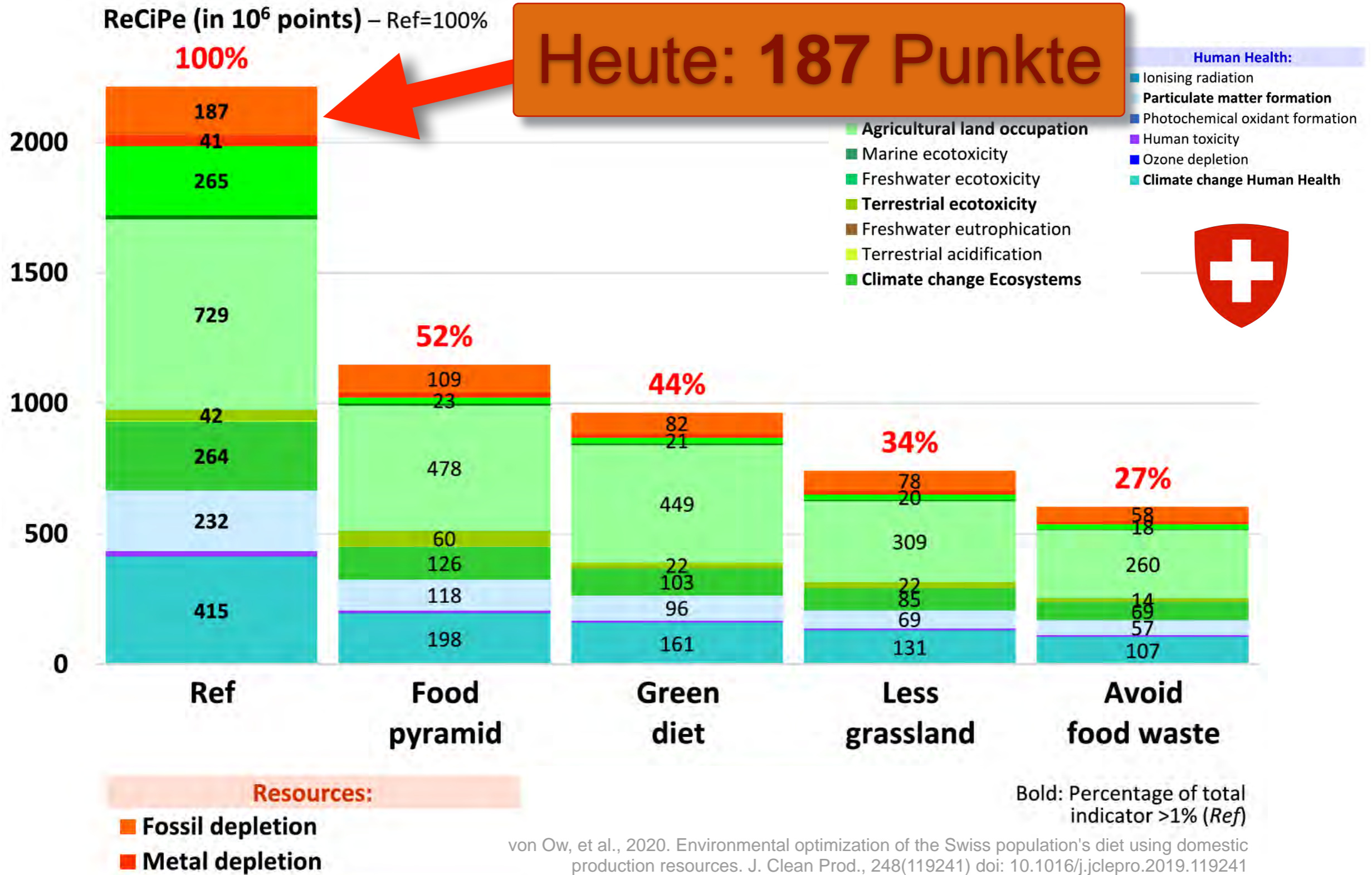
2-2.5
GtCO₂Äq/a

-14%
Ackerfläche

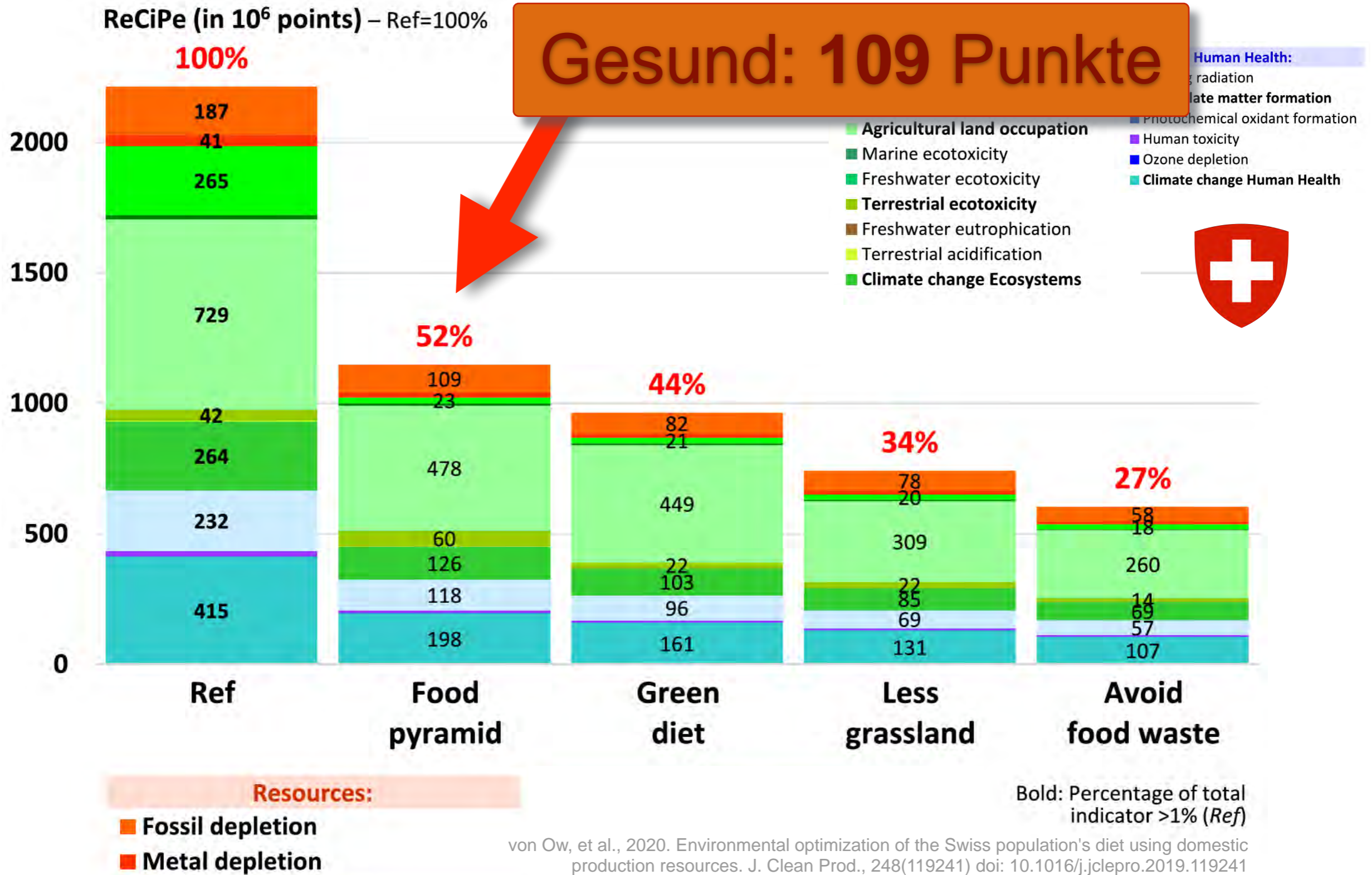
Mbow et al., 2019. In IPCC, Climate Change and Land. www.ipcc.ch/srccl



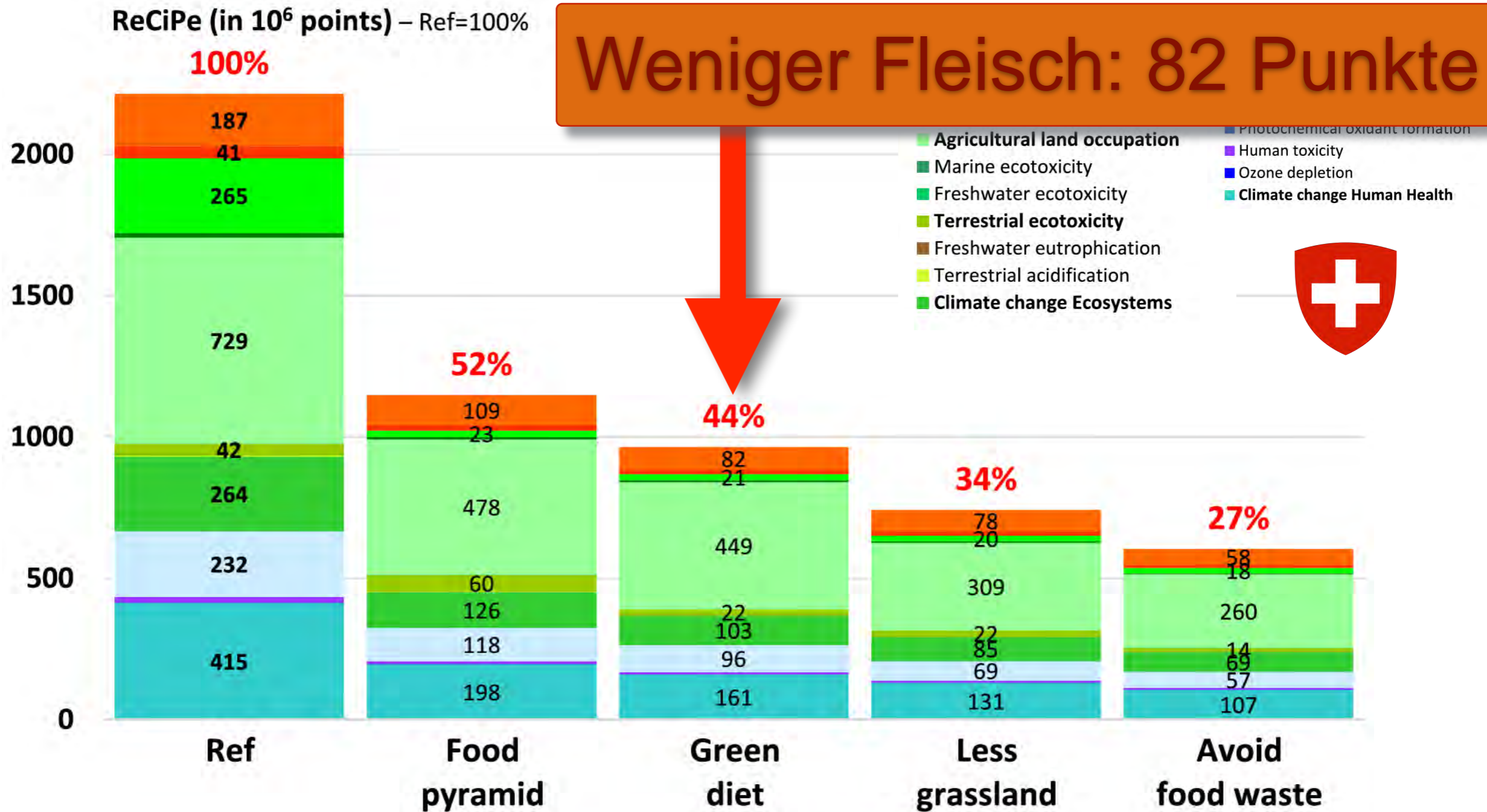
Umweltauswirkungen Ernährungszenarien Schweiz



Umweltauswirkungen Ernährungszenarien Schweiz



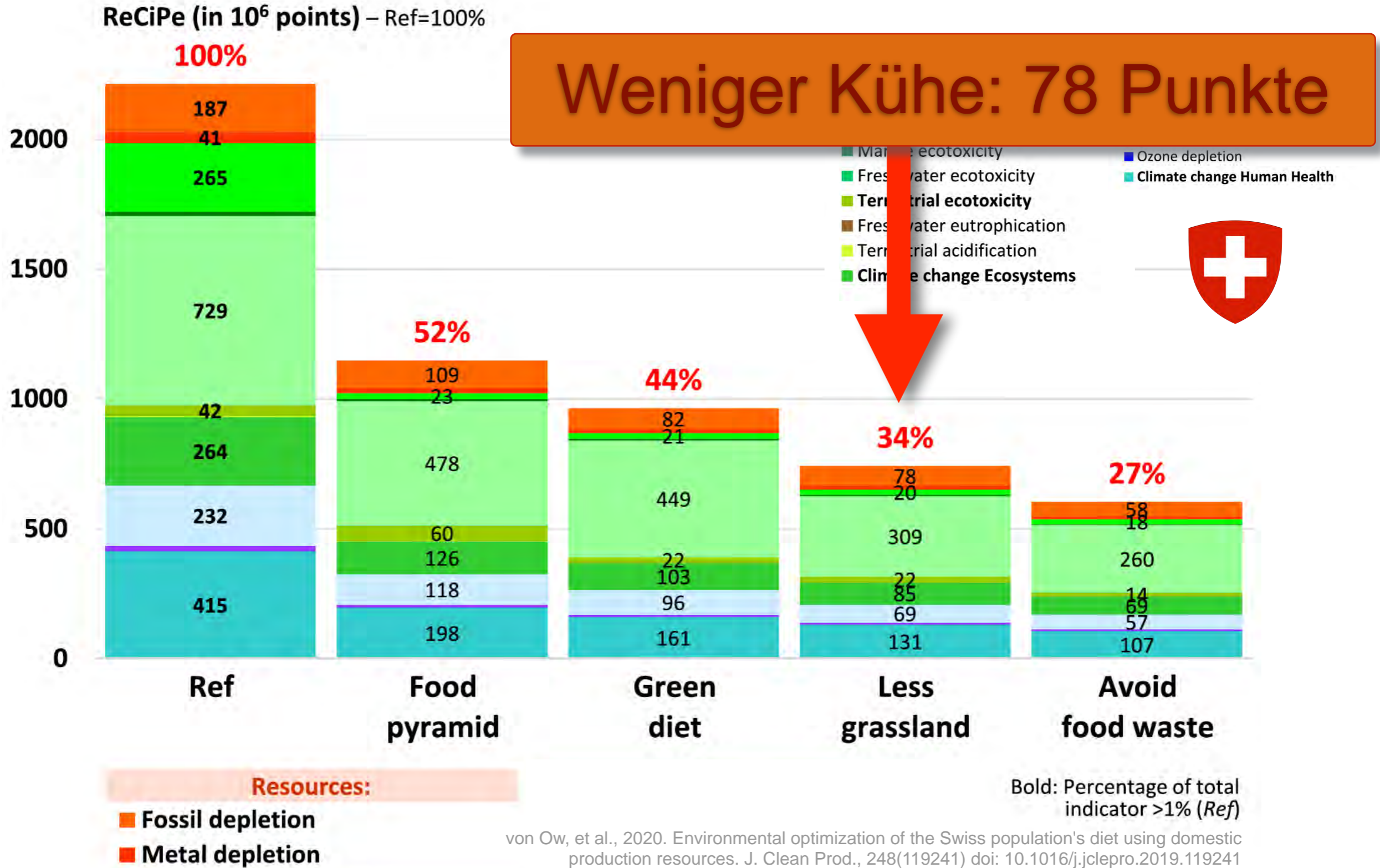
Umweltauswirkungen Ernährungszenarien Schweiz



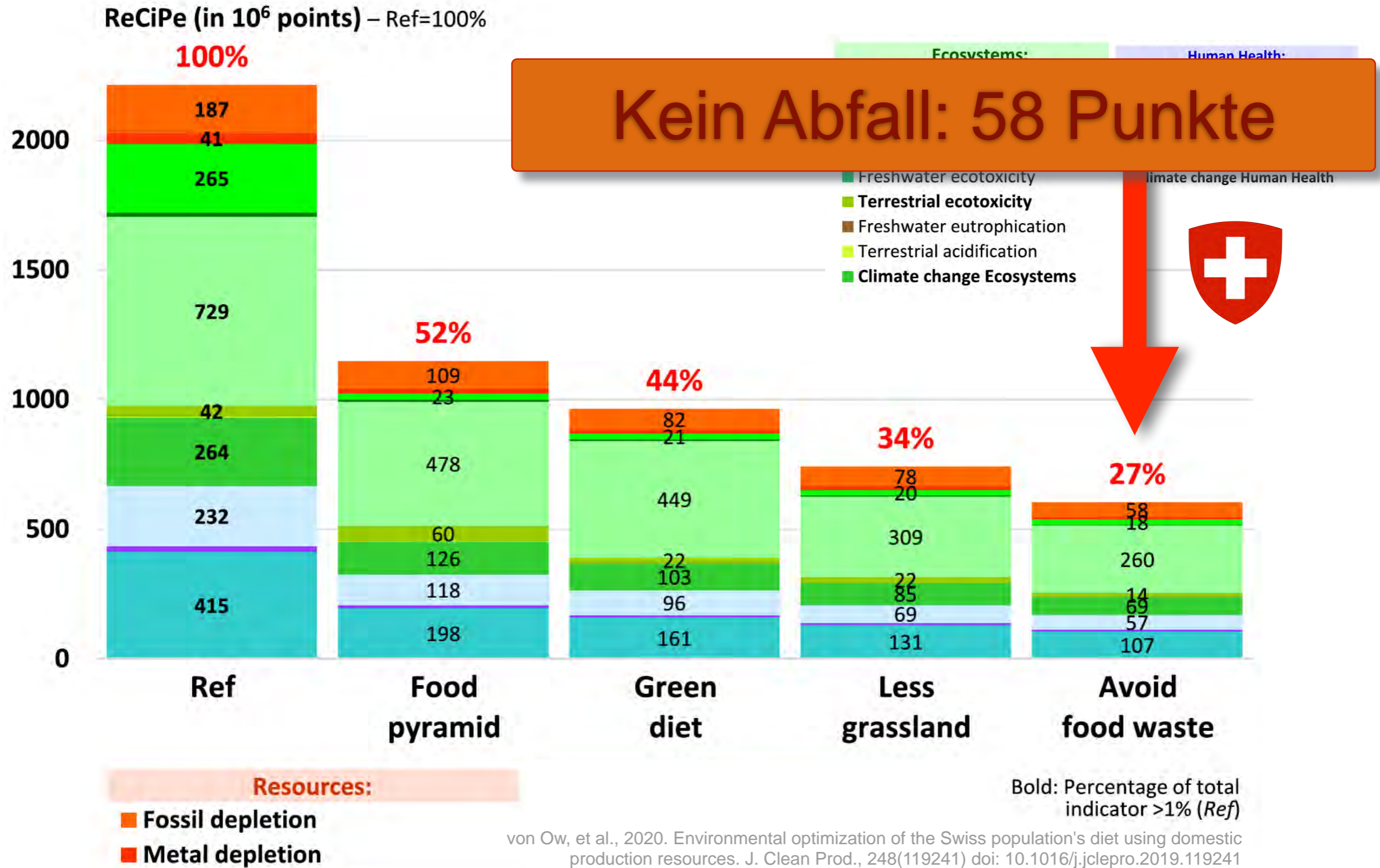
von Ow, et al., 2020. Environmental optimization of the Swiss population's diet using domestic production resources. J. Clean Prod., 248(119241) doi: 10.1016/j.jclepro.2019.119241



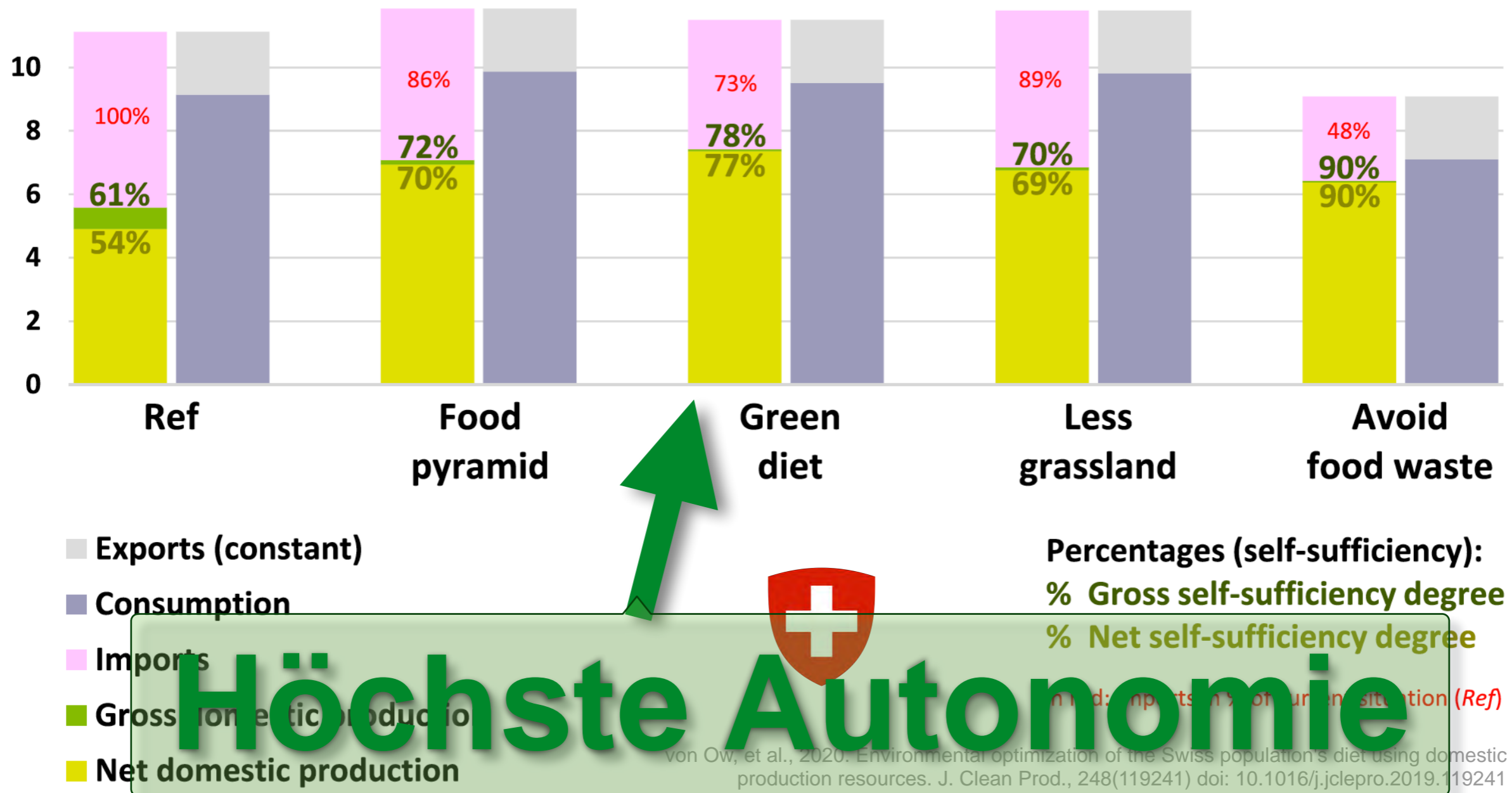
Umweltauswirkungen Ernährungszenarien Schweiz



Umweltauswirkungen Ernährungszenarien Schweiz



Energiegehalt handelbarer Nahrung in 10^{12} kcal (ohne food waste)



Zusammenfassung!

- **Global tragen Landwirtschaft und Ernährung signifikant zum Klimaproblem bei (ca. 30%)**
- **Klimafussabdruck des globalen Fleischkonsums ist fast 10x grösser als derjenige durchs Fliegen**
- **Proteine sind erforderlich für eine gesunde Ernährung (0.8-1.5 g/d) mit begrenzt unterschiedlichem Klimafussabdruck \approx global Flexitarian Ernährung
=> z.B. nachhaltige klimaschonende Tierhaltung**
- **Landwirtschaft und Ernährung fällt unverzichtbare Rolle bei der Lösung zu, z.B. für negative Emissionen**
- **Frühzeitige Verhaltensänderungen sind notwendig um Fähigkeit der Natur und Landwirtschaft zum Stoppen des Klimawandels zu erhalten**



Danke für Ihre Aufmerksamkeit!



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