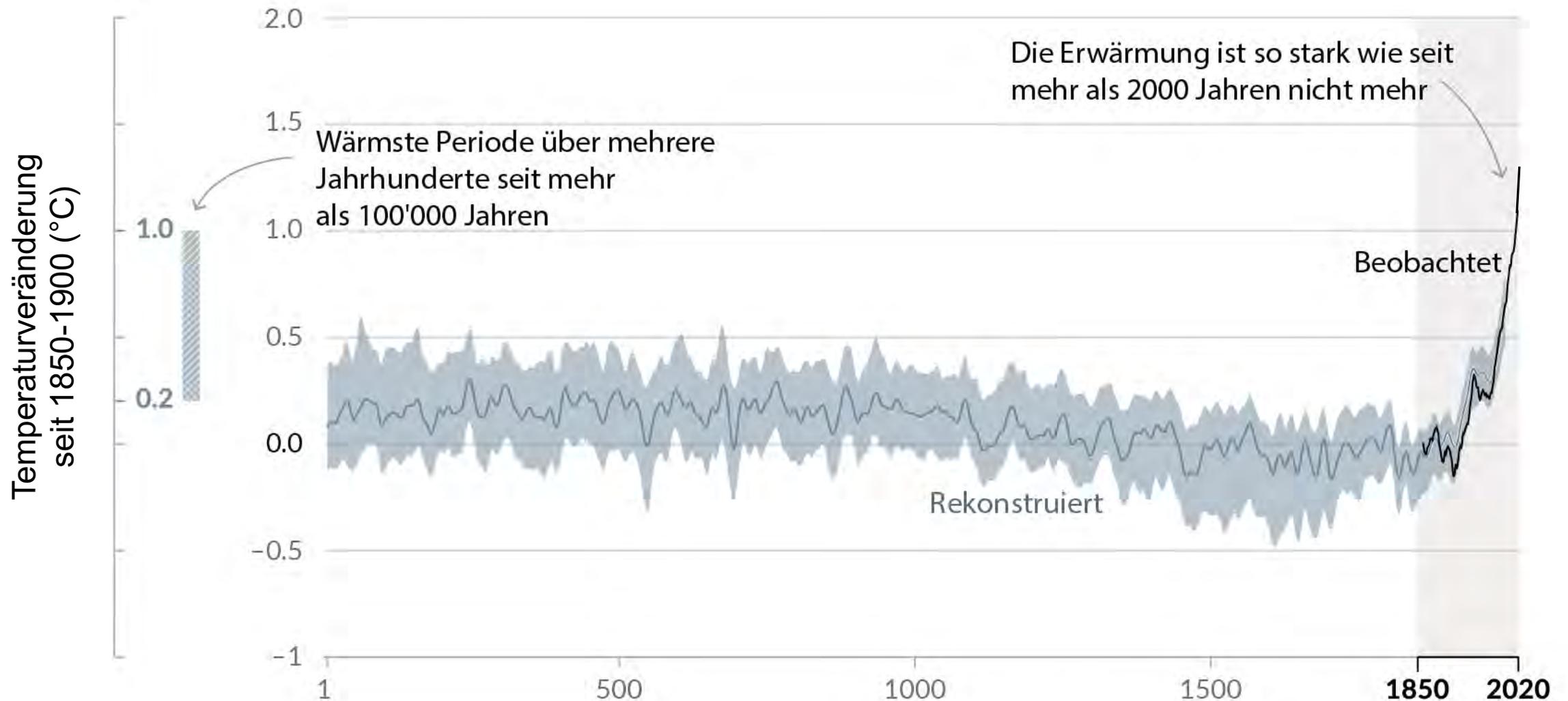


Die Rolle der Milchwirtschaft beim Klimaschutz

Cyril Brunner



In den letzten Jahrzehnten haben wir eine Erwärmung verursacht, wie es sie in mehr als 2000 Jahren nicht gegeben hat.

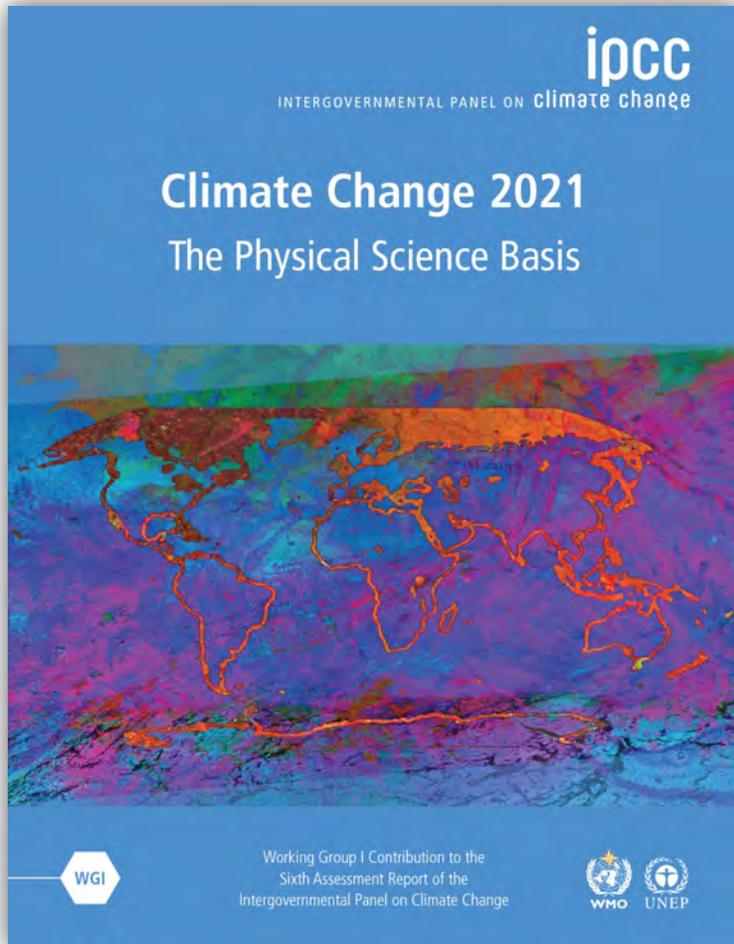


Quelle: übersetzte Version der Fig. SPM1a) des IPCC AR6 WGI (2021)



EXIT

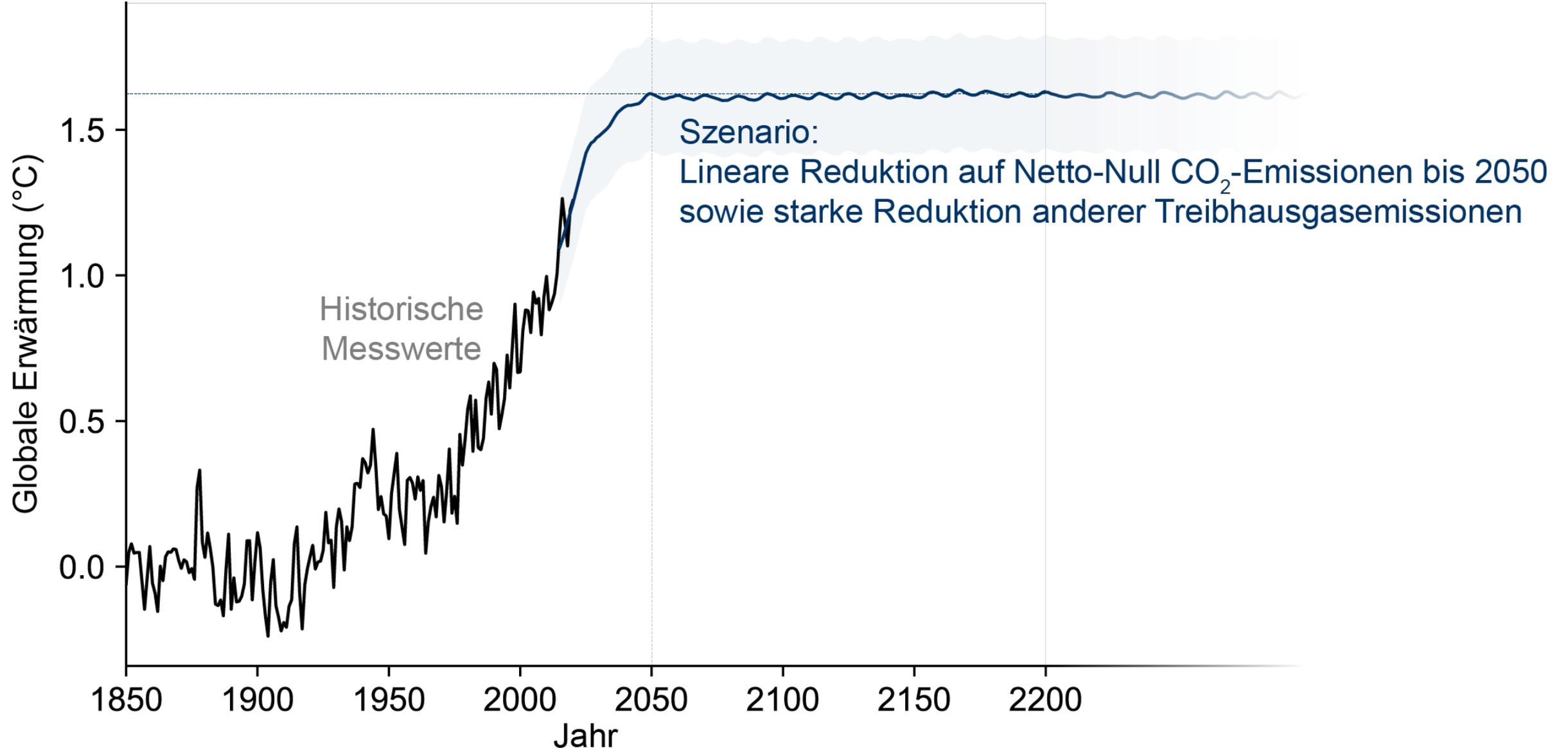
Wie wir die zusätzliche globale Erwärmung stoppen können



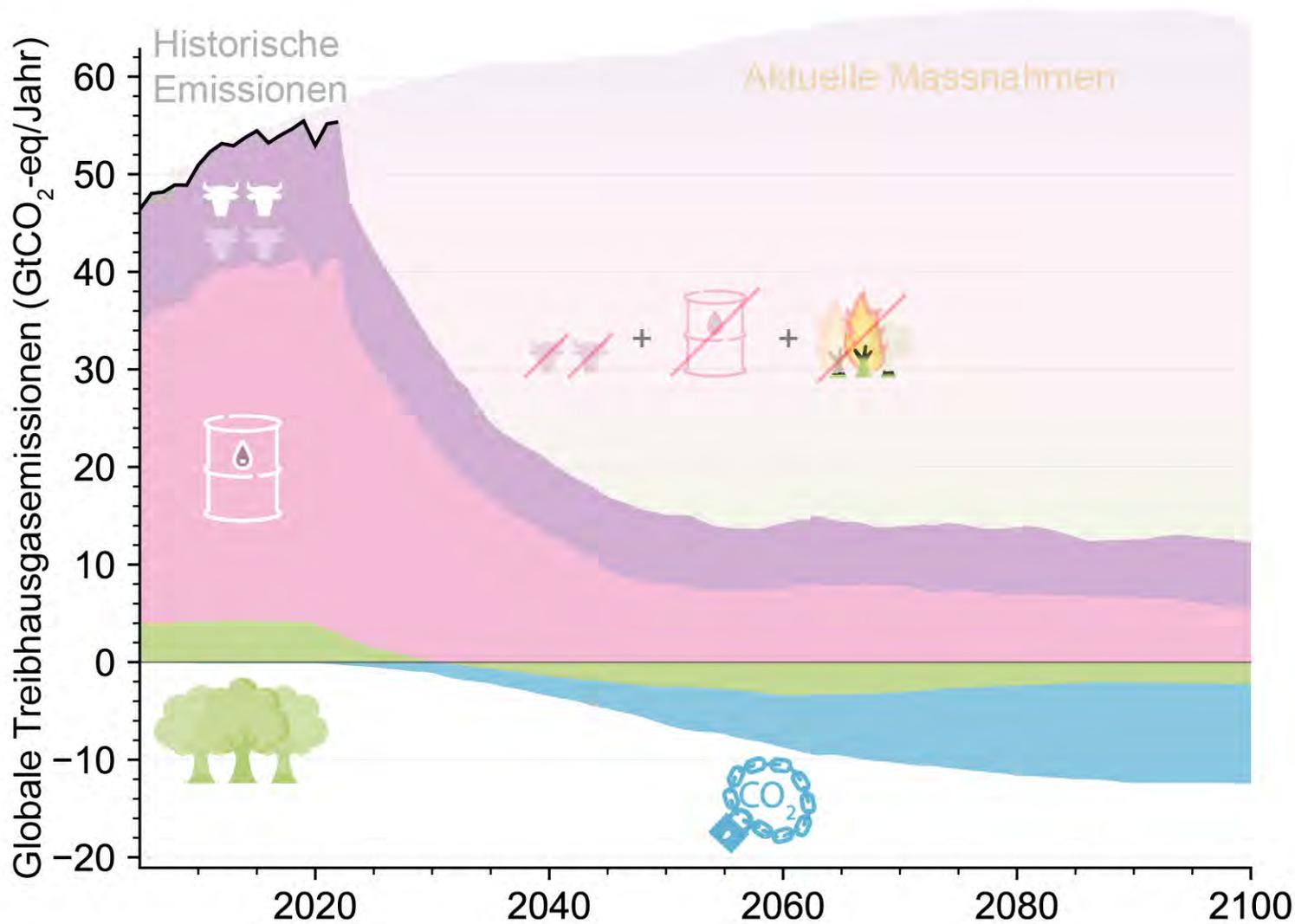
D. Limiting Future Climate Change

- D.1 From a physical science perspective, limiting human-induced global warming to a specific level requires limiting cumulative CO₂ emissions, reaching at least net zero CO₂ emissions, along with strong reductions in other greenhouse gas emissions. Strong, rapid and sustained reductions in CH₄ emissions would also limit the warming effect resulting from declining aerosol pollution and would improve air quality. {3.3, 4.6, 5.1, 5.2, 5.4, 5.5, 5.6, Box 5.2, Cross-Chapter Box 5.1, 6.7, 7.6, 9.6} (Figure SPM.10, Table SPM.2)

Wie wir die zusätzliche globale Erwärmung stoppen können



Wie wir die zusätzliche globale Erwärmung stoppen können



Um die zusätzliche Erwärmung zu stoppen, müssen wir:

1. Aufhören, Erdöl, Erdgas & Kohle zu nutzen



2. Biomasse nachhaltig nutzen



3. Nicht-CO₂-Emissionen reduzieren



4. Aus der Atmosphäre CO₂ entfernen, um eine Nettobilanz von null zu erreichen.



Quellen:

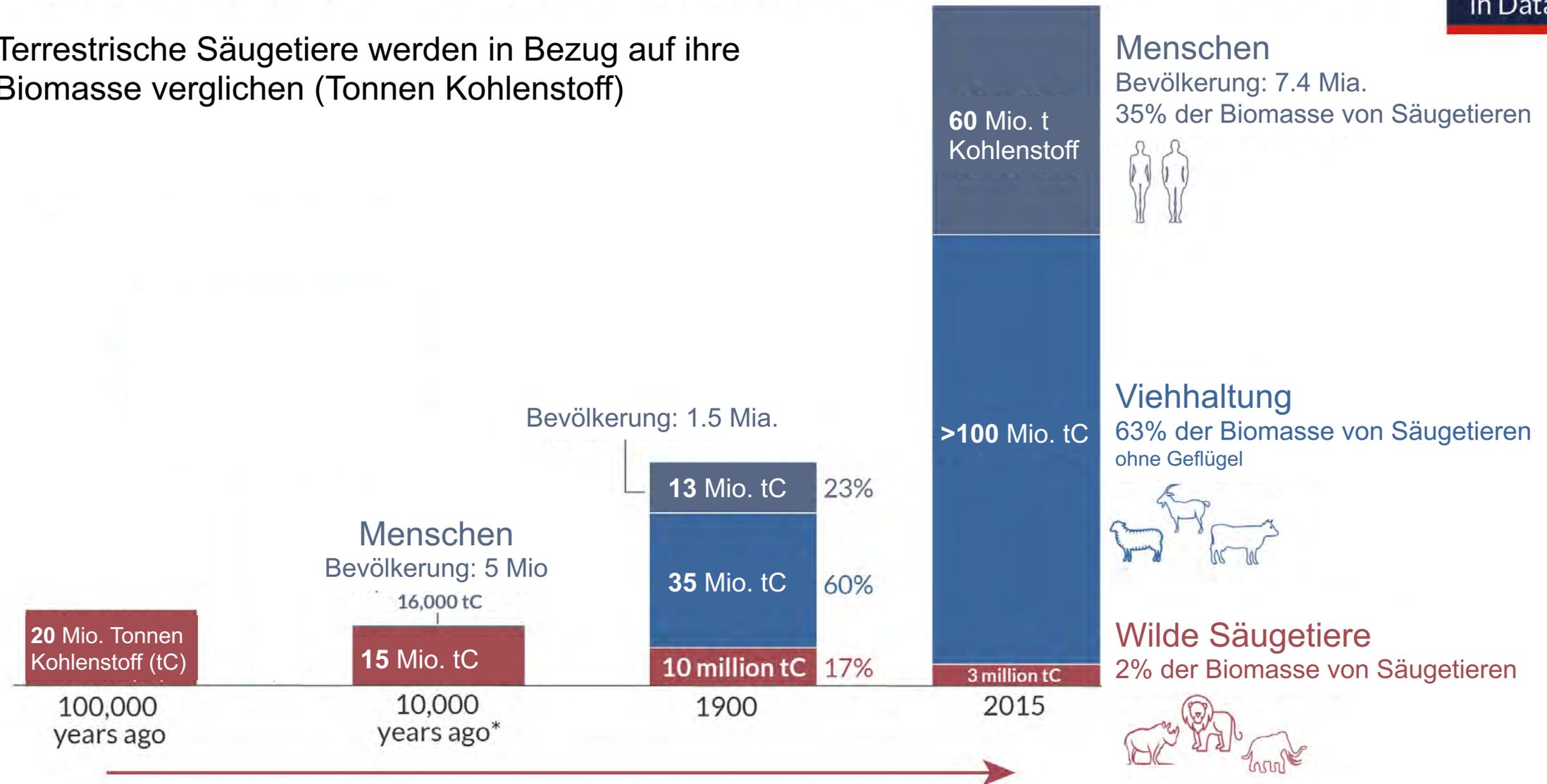
IPCC AR6 WGIII (2022); Forster et al. (2024)

AR6 Scenarios Database hosted by IIASA; Byers et al. (2022).



Veränderungen in der Verteilung der Landsäugetiere der Welt

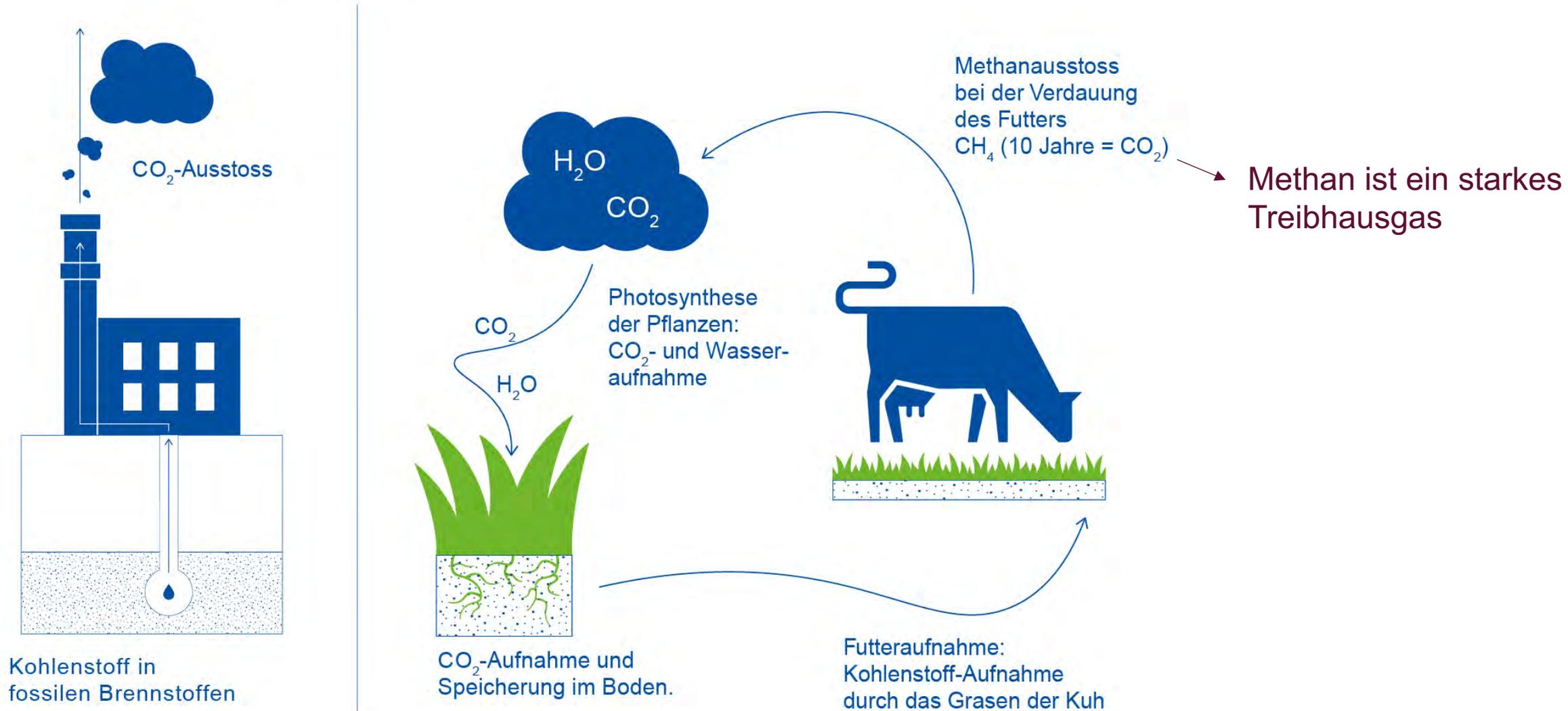
Terrestrische Säugetiere werden in Bezug auf ihre Biomasse verglichen (Tonnen Kohlenstoff)



85% Rückgang der Biomasse wilder Landsäugetiere seit dem Aufkommen des Menschen

Kühe sind CO₂-neutral, aber nicht klimaneutral

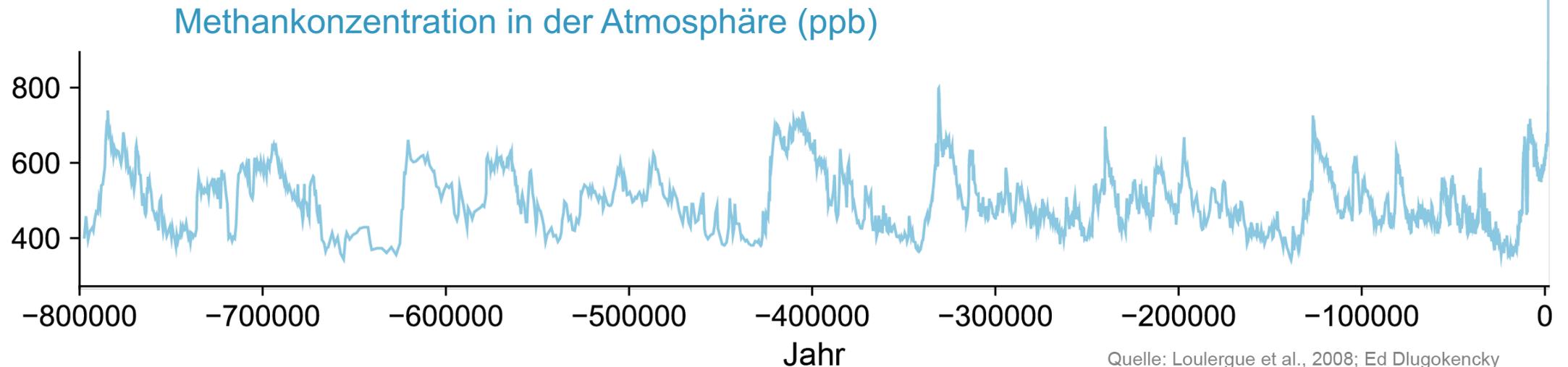
KOHLLENSTOFF- KREISLAUF



Methan

- CH₄ (Kohlenwasserstoff); ungiftiges, brennbares, farb- und geruchloses Gas
- Erdgas besteht typischerweise zu über 90% aus Methan, oft zu 98%.
 - Wird es verbrannt, handelt es sich um eine fossile CO₂-Emission
 - Entweicht es unverbrannt, wirkt es als direktes und indirektes Treibhausgas (GWP₁₀₀ = 29.8)
- Biogas besteht typischerweise zu 60% aus Methan und 40% aus CO₂
 - Wird es verbrannt, handelt es sich um eine neutrale CO₂-Emission
 - Entweicht es unverbrannt, wirkt es als direktes und indirektes Treibhausgas (GWP₁₀₀ = 27.2)
- Bildet zusammen mit Stickoxiden (NO_x) bodennahes Ozon → Luftqualität

Jahr 2023 →

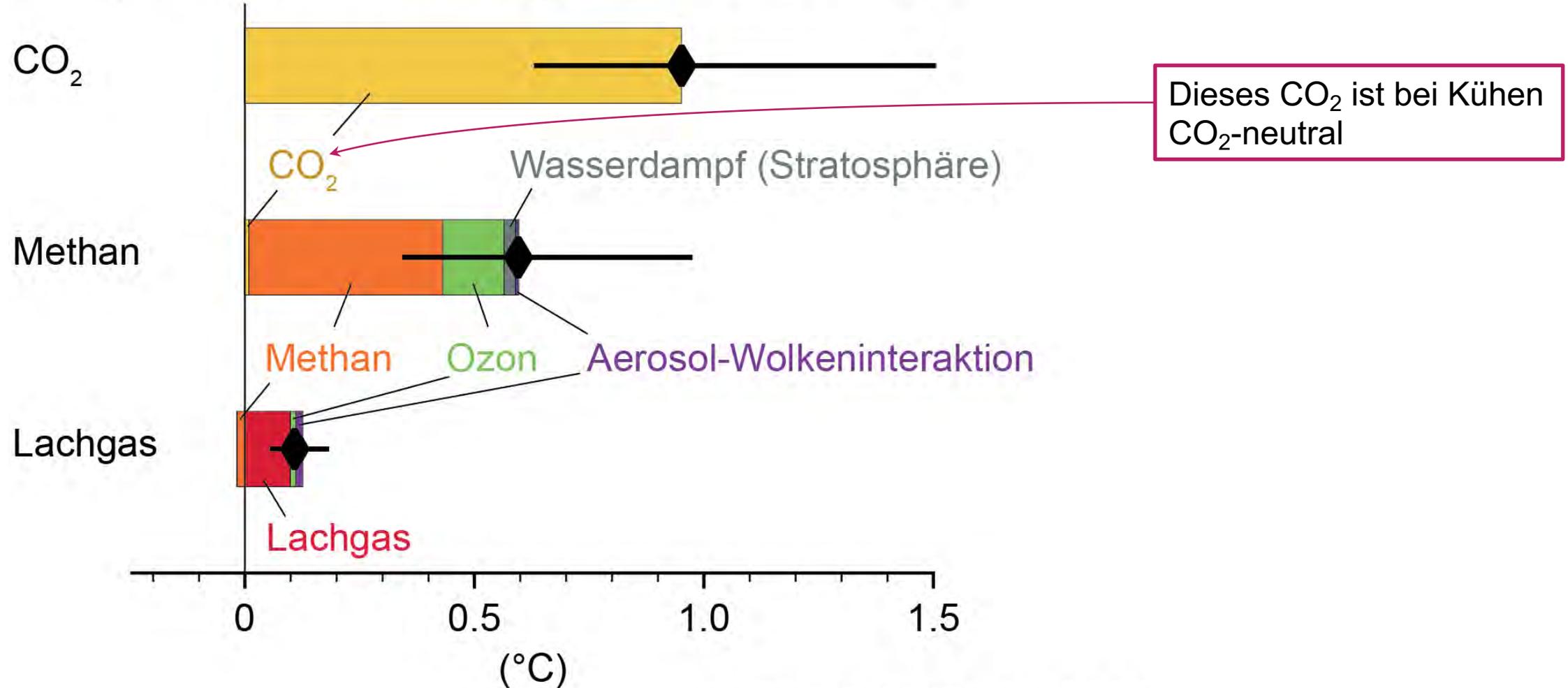


Quelle: Louergue et al., 2008; Ed Dlugokencky
NOAA/GML (gml.noaa.gov/ccgg/trends_ch4/) (2023)

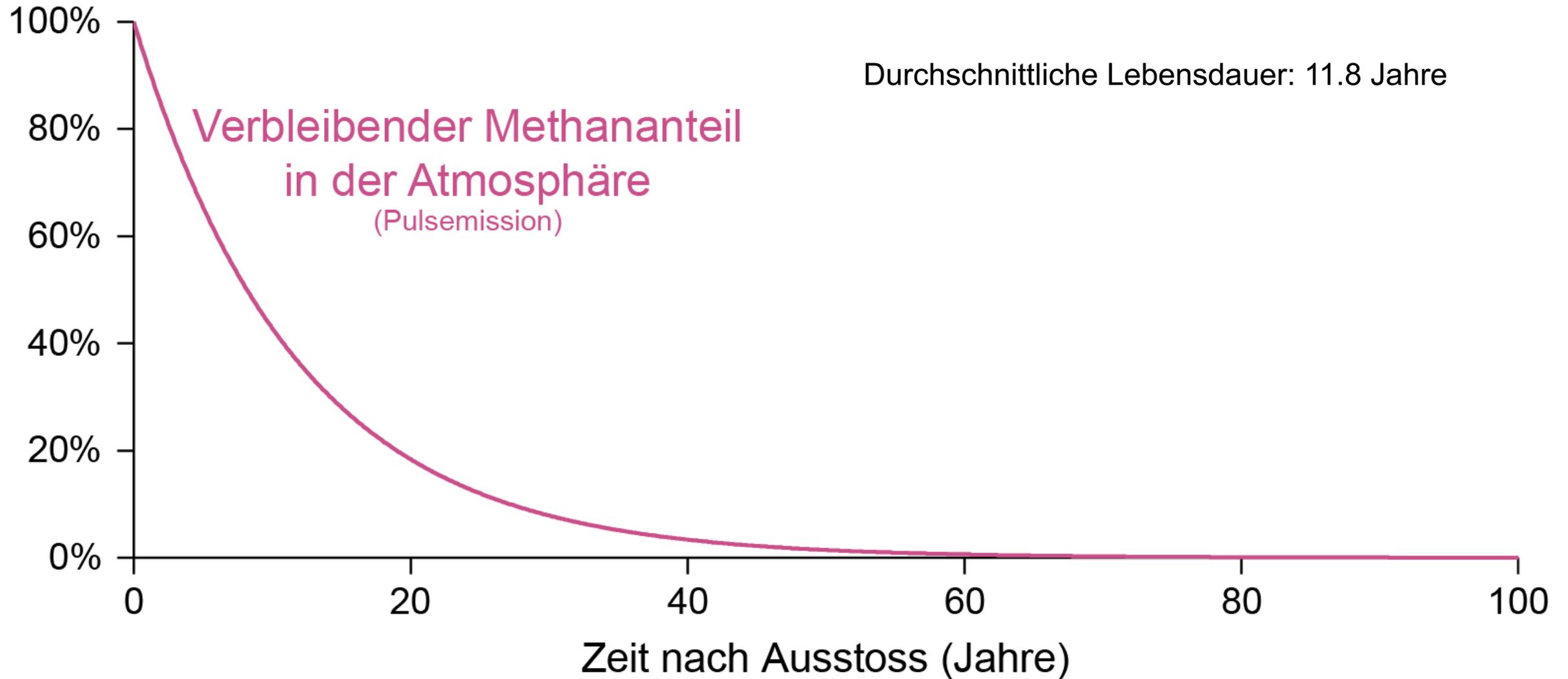
Methan wirkt als direktes und indirektes Treibhausgas

Methan bildet Ozon, Wasserdampf und CO₂ in der Atmosphäre.

Beitrag zur globalen Erwärmung zwischen 1750 und 2019



Verbleibender Methananteil in der Atmosphäre



Basierend auf Abernethy et al., 2021
und IPCC AR6 WGI Ch. 7

Wie viele Spaghetti sind ein Poulet?



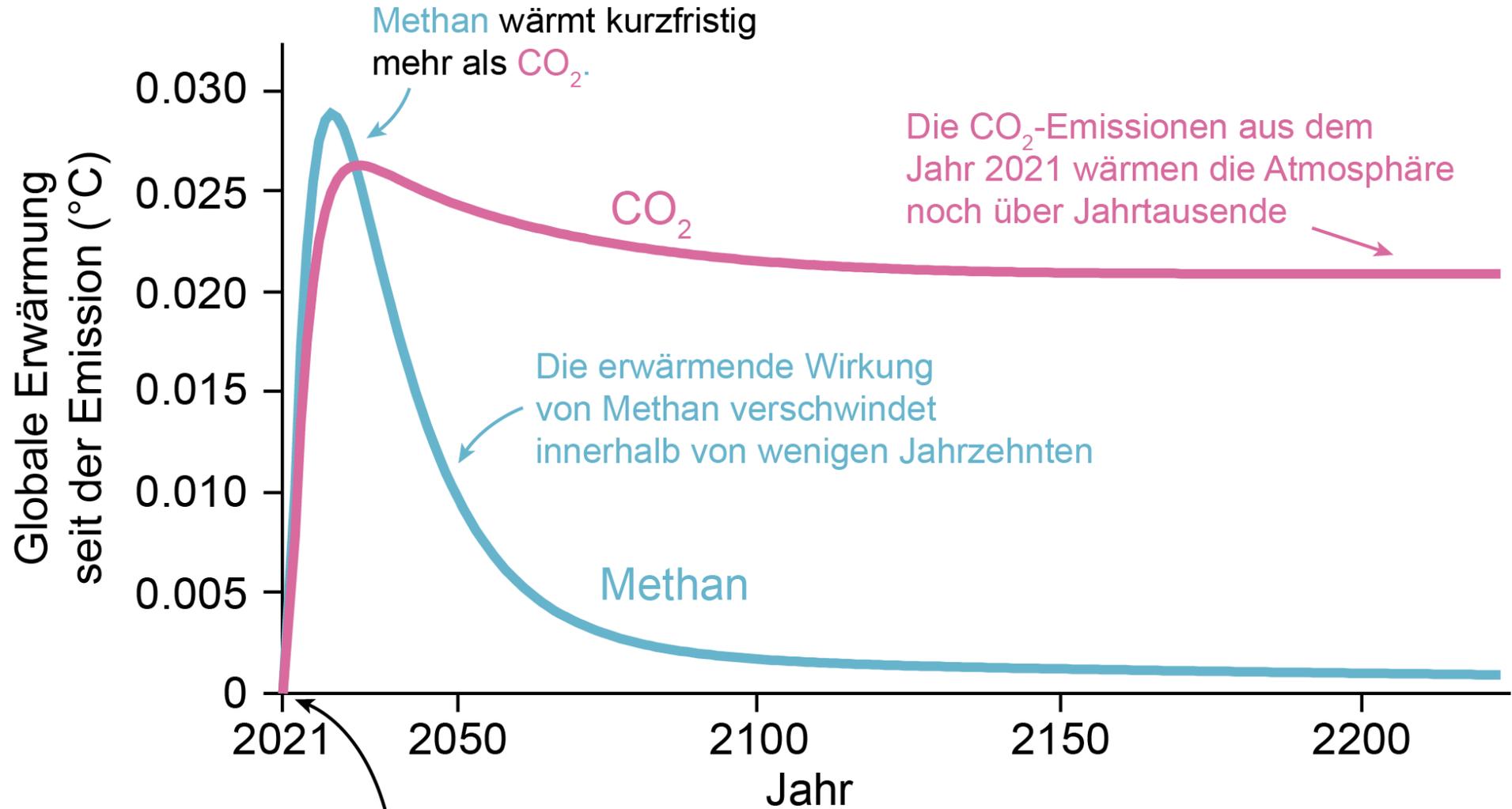
Umrechnung von Methan in CO₂-Äquivalente

Z.B. Erdgas

Z.B. Biogas

# Species	Lifetime (years)	Radiative efficiency (W m ⁻² ppb ⁻¹)	GWP-20	GWP-100	GWP-500	GTP-50	GTP-100	CGTP-50 (years)	CGTP-100 (years)
CO ₂	Multiple	1.33±0.16 ×10 ⁻⁵	1.	1.000	1.000	1.000	1.000		
CH ₄ -fossil	11.8 ±1.8	5.7±1.4×10 ⁻⁴	82.5 ±25.8	29.8 ±11	10.0 ±3.8	13.2 ±6.1	7.5 ±2.9	2823 ±1060	3531 ±1385
CH ₄ -non fossil	11.8 ±1.8	5.7±1.4×10 ⁻⁴	80.8 ±25.8	27.2 ±11	7.3 ±3.8	10.3 ±6.1	4.7 ±2.9	2701 ±1057	3254 ±1364
N ₂ O	109 ±10	2.8±1.1 ×10 ⁻³	273 ±118	273 ±130	130 ±64	290 ±140	233 ±110		
HFC-32	5.4 ±1.1	1.1±0.2 ×10 ⁻¹	2693 ±842	771 ±292	220 ±87	181 ±83	142 ±51	78175 ±29402	92888 ±36534
HFC-134a	14.0 ±2.8	1.67±0.32 ×10 ⁻¹	4144 ±1160	1526 ±577	436 ±173	733 ±410	306 ±119	146670 ±53318	181408 ±71365
CFC-11	52.0 ±10.4	2.91±0.65 ×10 ⁻¹	8321 ±2419	6226 ±2297	2093 ±865	6351 ±2342	3536 ±1511		
PFC-14	50000	9.89±0.19 ×10 ⁻²	5301 ±1395	7380 ±2430	10587 ±3692	7660 ±2464	9055 ±3128		

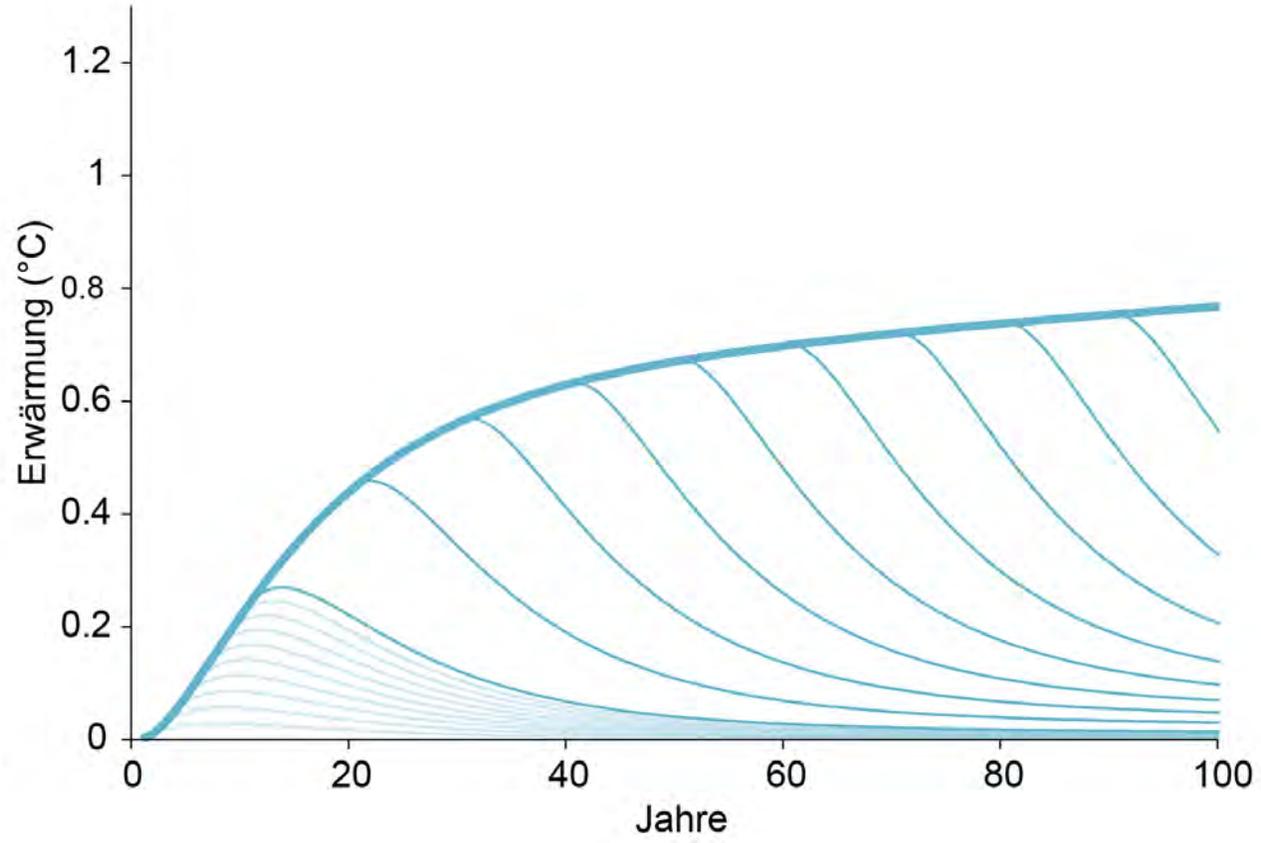
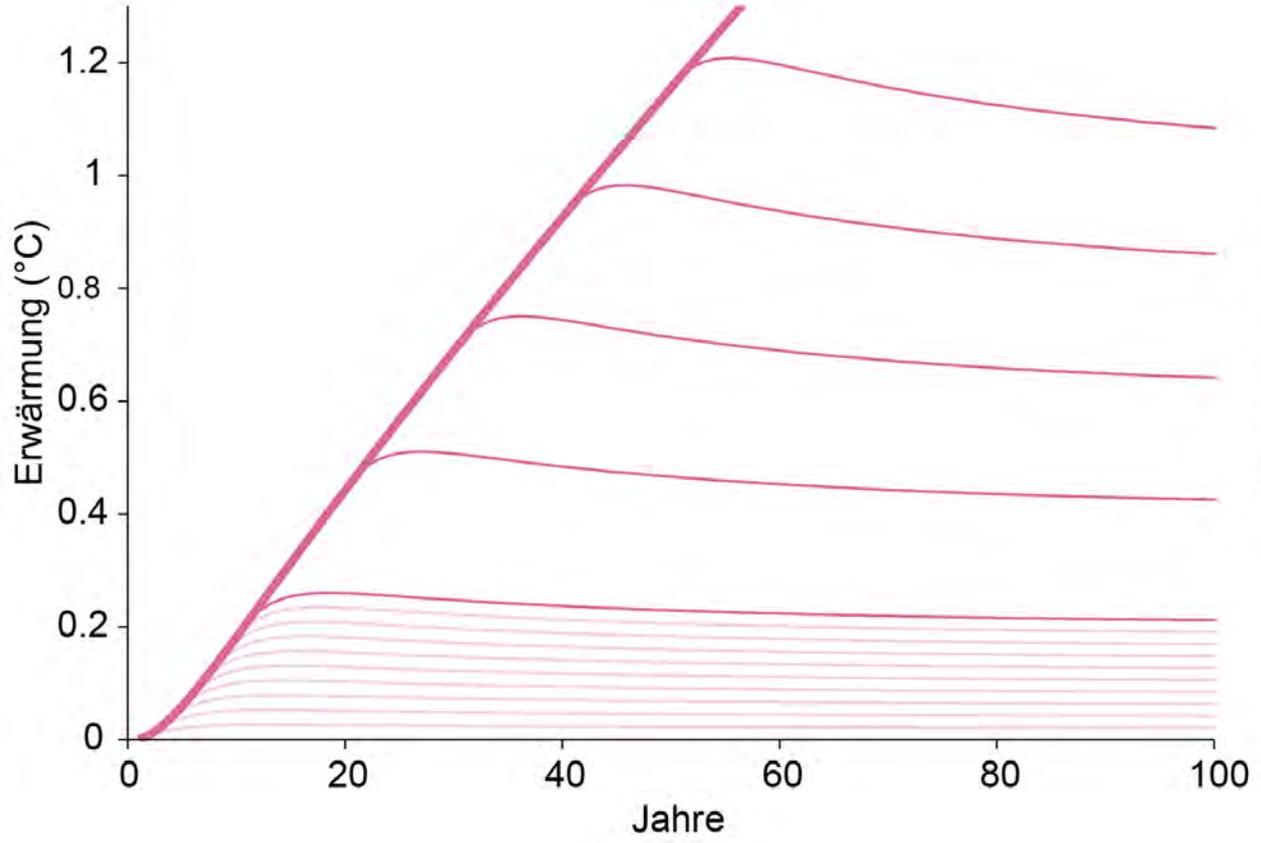
Der Temperatureffekt von Methan und CO₂ durch die globalen Emissionen eines einzigen Jahres (des Jahres 2021)



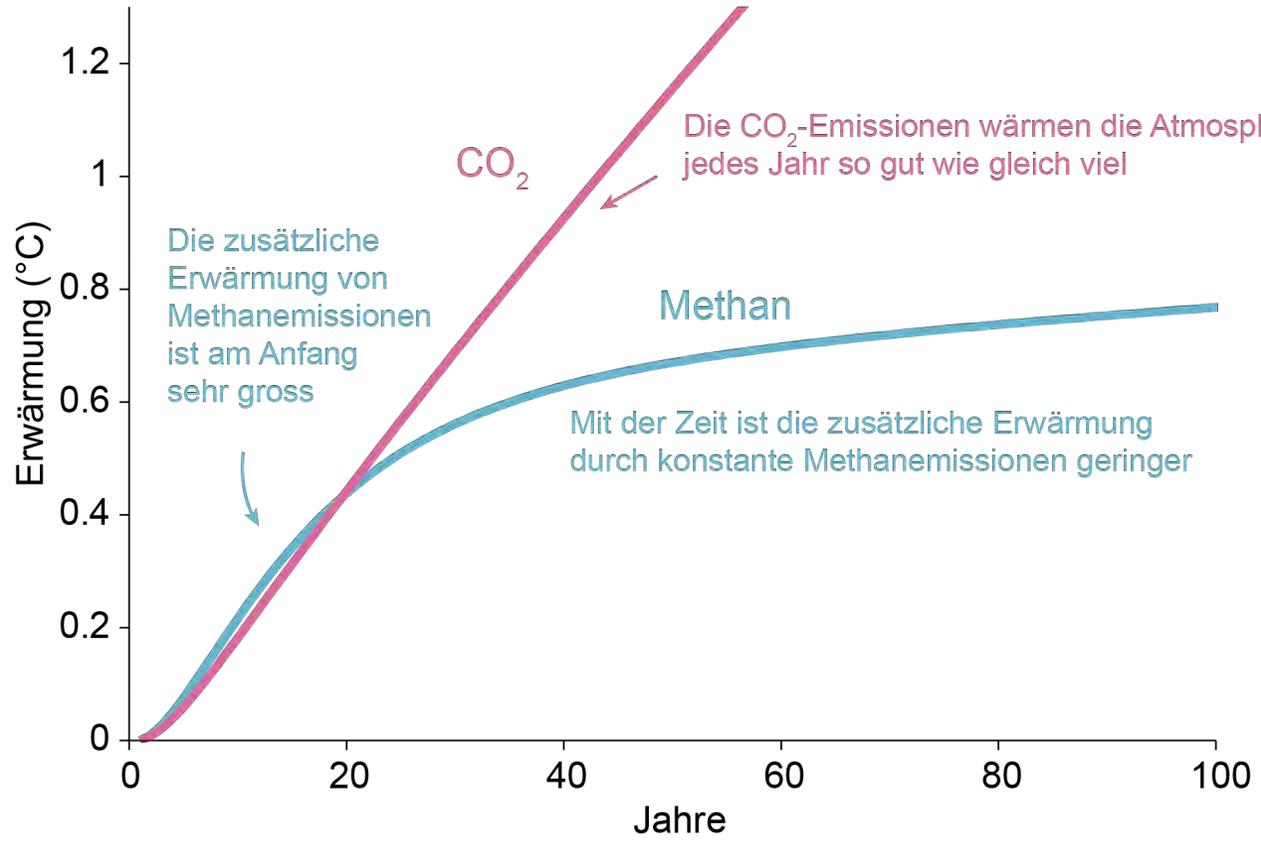
Im Jahr 2021 wurden 0.39 Gt Methan, bzw. 41 Gt CO₂ emittiert.

Source: Lund et al. (2020); Friedlingstein et al. (2022); EDGAR v7.0; Community Emissions Data System (CEDS), adopted from Borgar Aamaas, CICERO. www.cicero.oslo.no

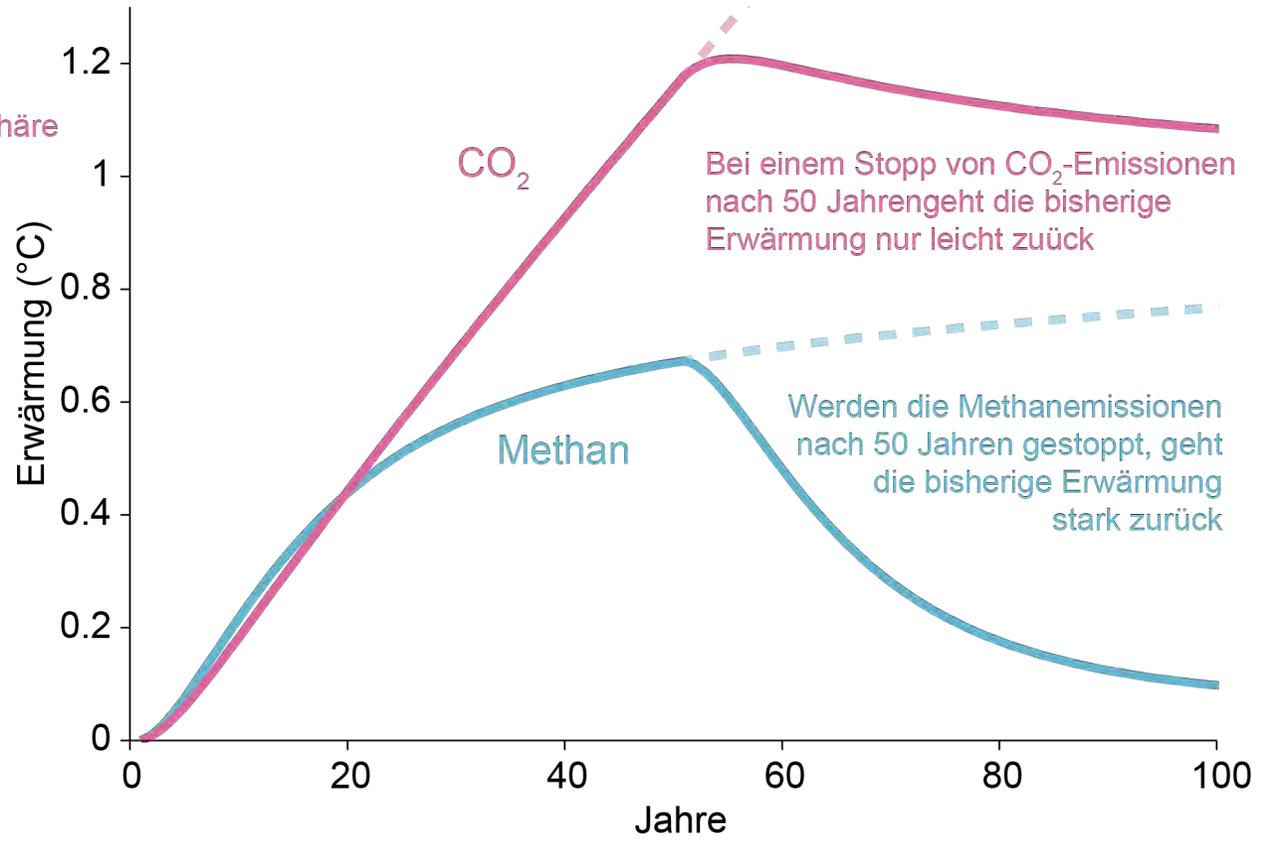
Der Temperatureffekt von CO₂ und Methan durch konstante Emissionen (2021 Emissionen)



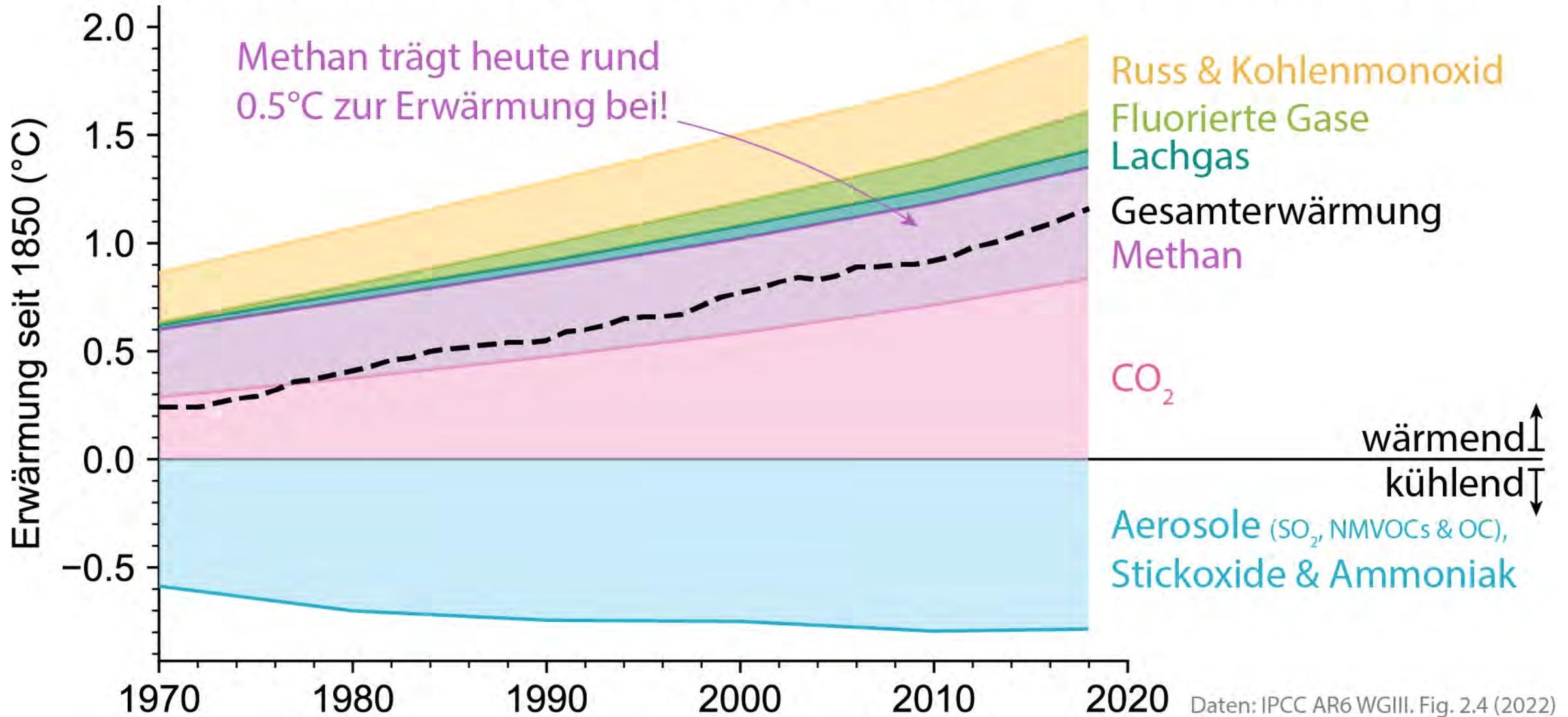
Der Temperatureffekt von CO_2 und Methan durch konstante Emissionen (100 Jahre lang 2022-Emissionen)



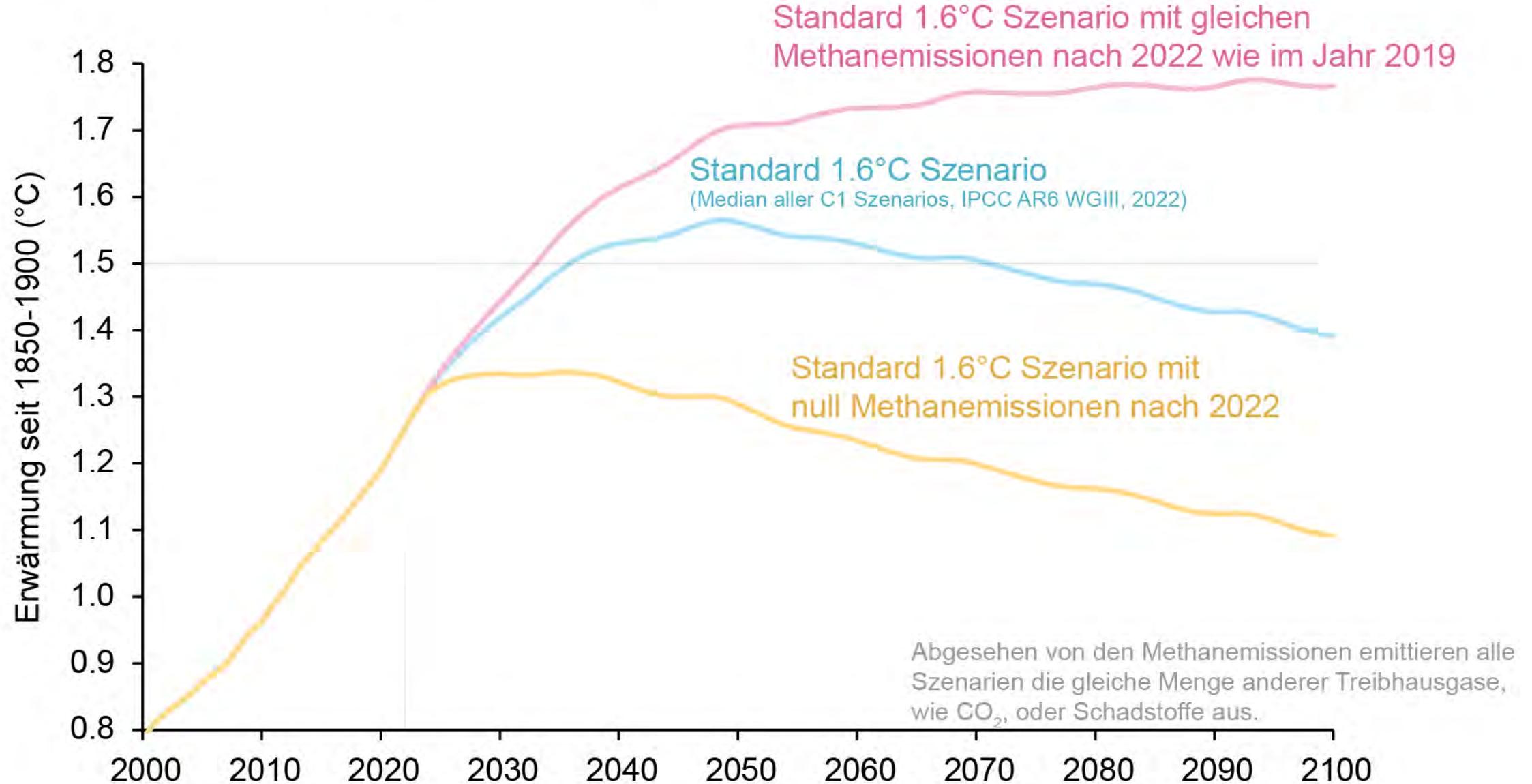
Der Temperatureffekt von CO_2 und Methan bei einem Stopp von konstanten Emissionen (50 Jahre lang 2022-Emissionen)



Die globale Erwärmung setzt sich aus der wärmenden Wirkung (z.B. der Treibhausgase) sowie der kühlenden Wirkung (z.B. von Aerosolen) unserer Emissionen zusammen.



Zusätzlich zur konsequenten Verminderung der CO₂-Emissionen steht und fällt die Begrenzung der globalen Erwärmung auf 1.5°C damit, wie viel Methan wir ausstossen:

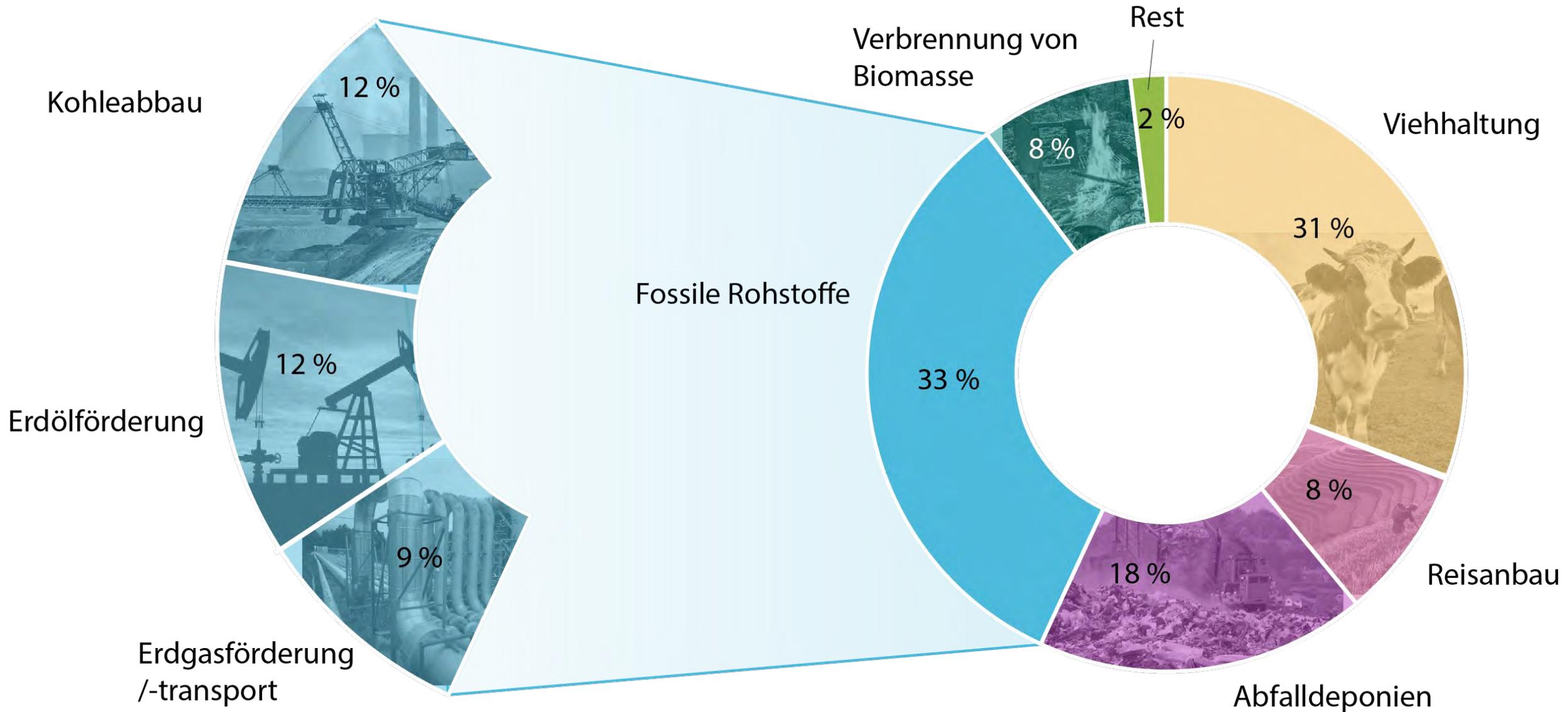


Aktuell haben sich 150 Staaten dem Global Methane Pledge angeschlossen.



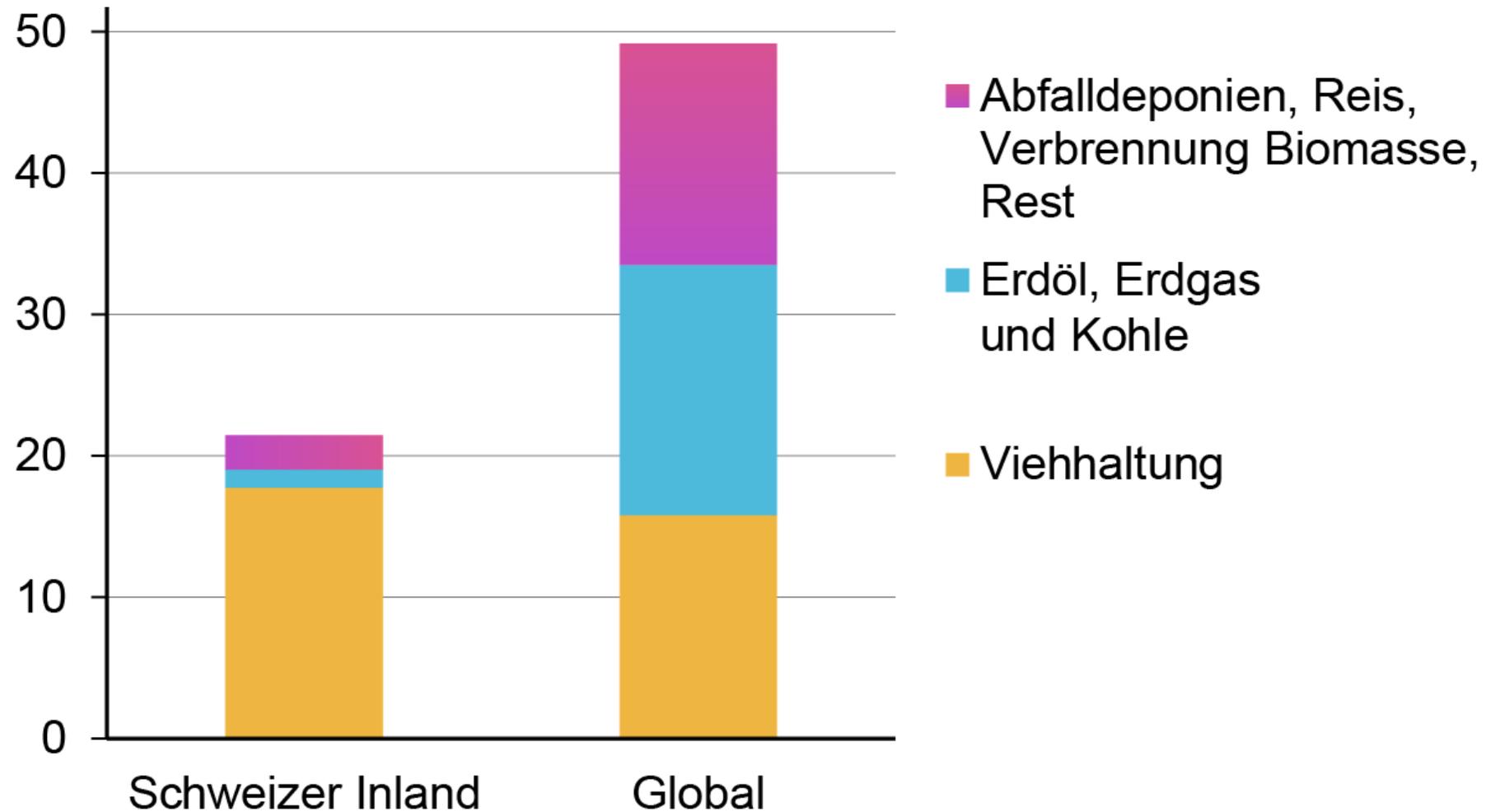
Global Methane Pledge:
Globale Methanemissionen zwischen 2020 bis 2030 um 30% senken

Woher stammen unsere Methanemissionen (global)?

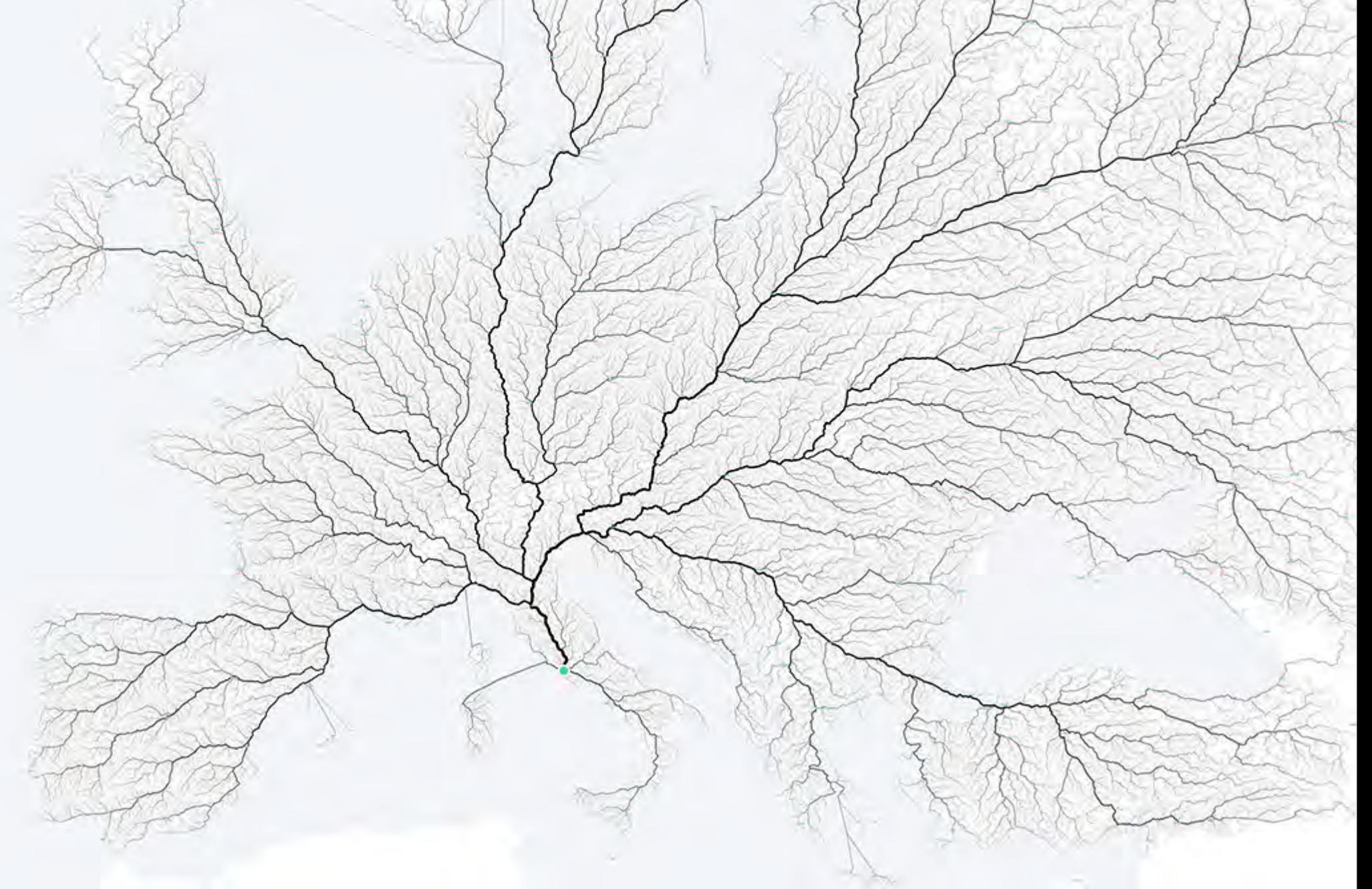


Pro-Kopf Methanemissionen im Vergleich

kg Methan pro Kopf







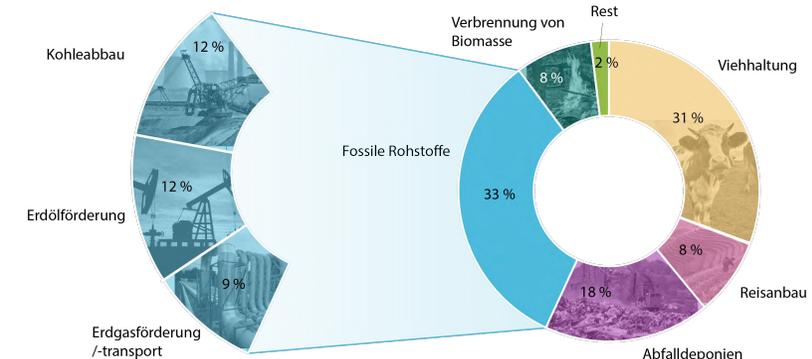
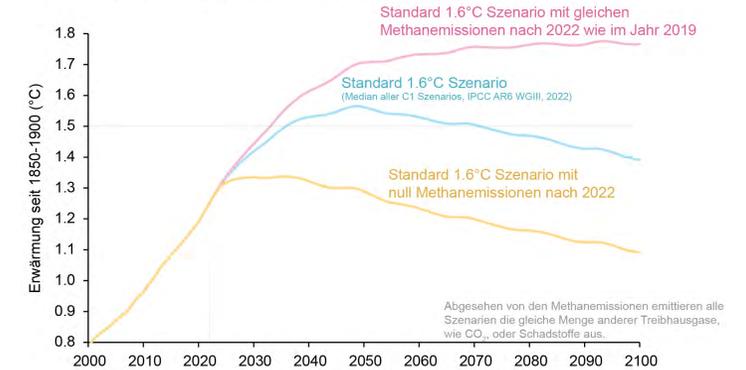
Wie können wir Treibhausgase aus der Atmosphäre entfernen?





Zusammenfassung

- Die bisherigen Methanemissionen tragen heute rund 0.5°C zur globalen Erwärmung bei. Nebst dem Rückgang des CO_2 -Ausstosses stehen/fallen unsere Klimaziele damit, wie rasch wir unsere Methanemissionen senken.
- Wenn wir in allen anderen Bereichen die Methanemissionen reduzieren, müssten die Methanemissionen bei der globalen Viehhaltung um 15% sinken, um die 1.5°C -Limite einzuhalten
- Die Herstellung von Biogas kann einen wichtigen Beitrag leisten, dass wir unsere Klimaziele erreichen.



ETH zürich

Dr. Cyril Brunner
Gruppe Klimaphysik
cyril.brunner@env.ethz.ch

ETH Zürich
Institute for Atmospheric and Climate Sciences (IAC)
CHN N 14
Universitätstrasse 16
8092 Zürich, Switzerland

www.iac.ethz.ch



@brunncy.bsky.social



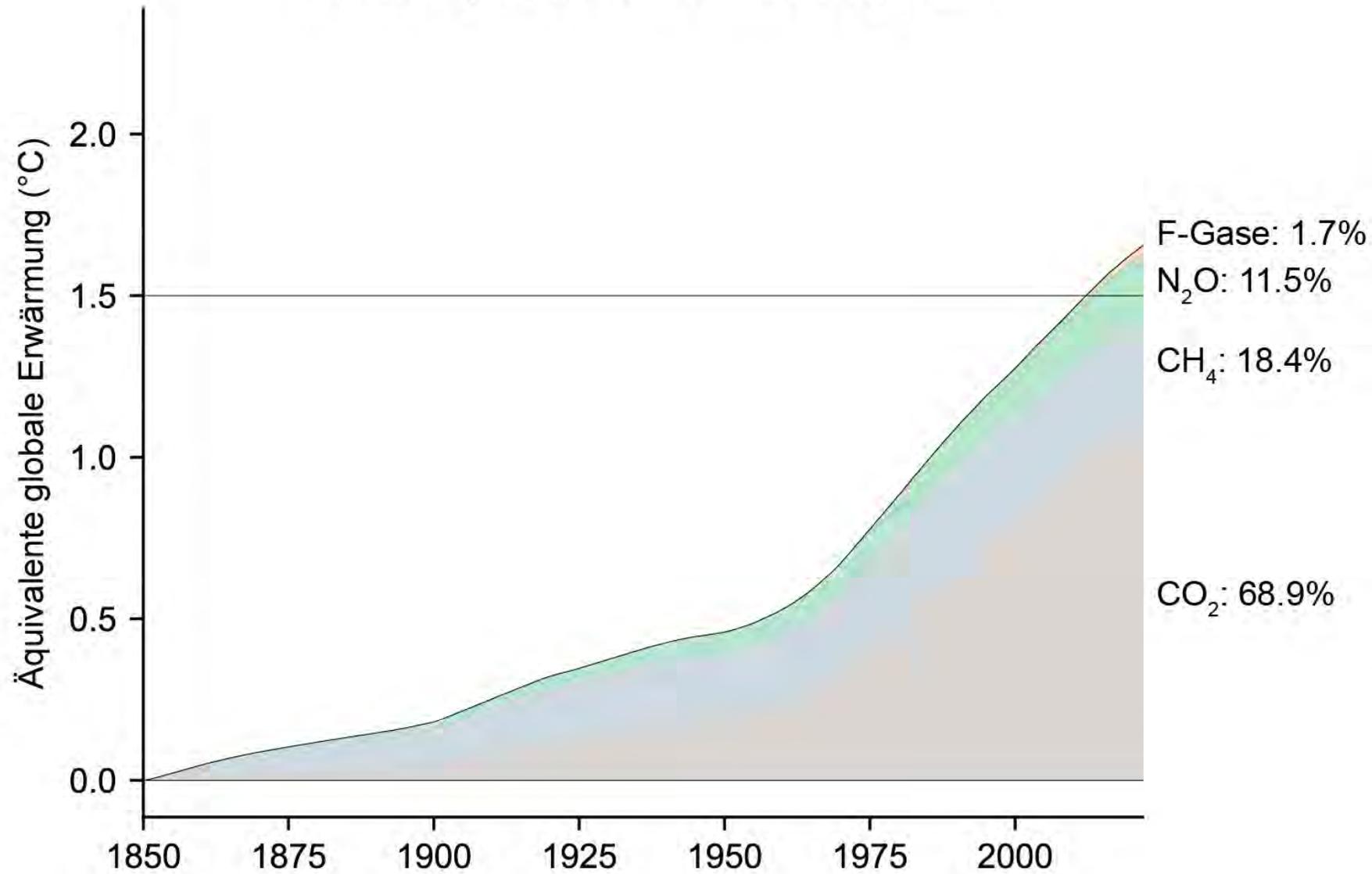
<https://www.linkedin.com/in/cyril-brunner>



DUSYS

Äquivalente globale Erwärmung durch die Schweizer Emissionen

Normierung im Jahr 1990, Gewichtung: 800.8



Welches ist die «richtige» Metrik, bzw. das «richtige» Modell?

GWP_{100} oder GWP_{20} für: Welche Erwärmung bewirkt meine Emission verglichen dazu, wenn ich nicht emittiert hätte.

GWP^* : Bezogen auf die bereits bewirkte Erwärmung früherer Emissionen, welche zusätzliche Erwärmung bewirkt meine Emission?

Ziel: Irgendwie klimaneutral werden → GWP^* muss 0 werden.

Ziel: Temperaturlimite nicht überschreiten: Alle aktuellen und historischen Treibhausgasemissionen mit GWP^* zusammenzählen. Darf eine gesetzte Limite nicht überschreiten.

Biogas in Switzerland

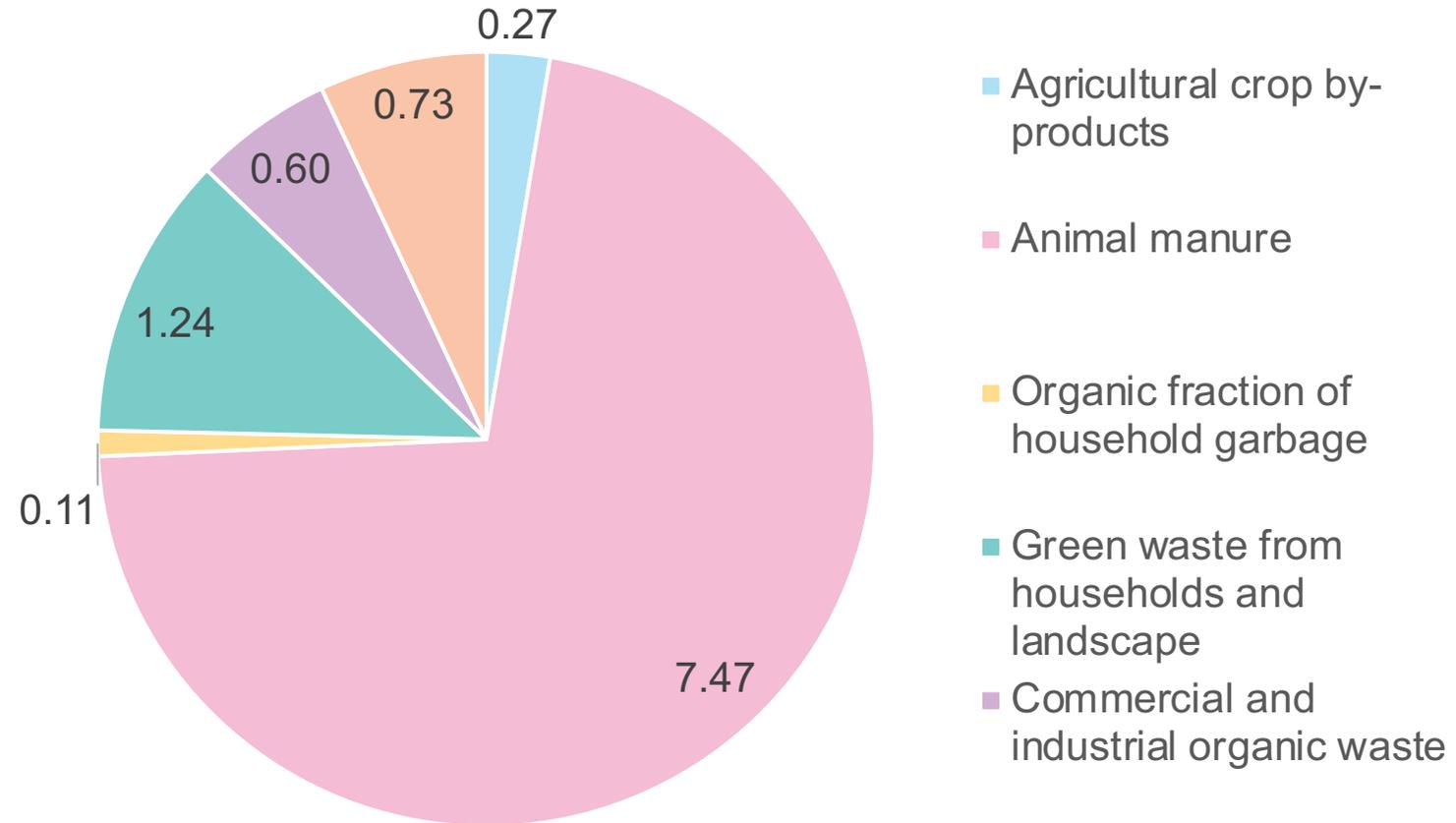
Biogas potential Switzerland (TWh)

Natural gas usage in Switzerland (2019):

32.00 TWh

Biogas potentials:

10.45 TWh (~72% from manure!)



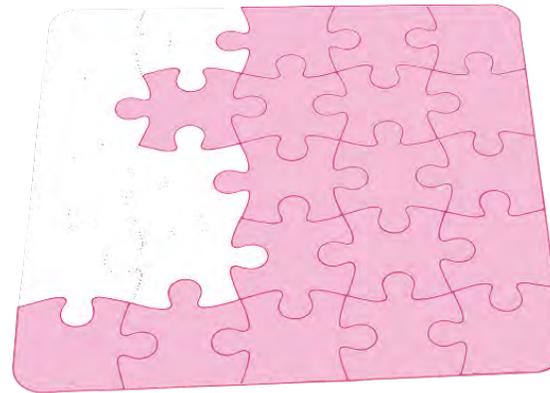
Sources: Schweizerische Gesamtenergiestatistik 2020; Thees et al., 2017; Burg et al., 2021
Biogas kWh to CO2 mass.xlsx

Viele Wege führen zu einer klimaneutralen Gesellschaft

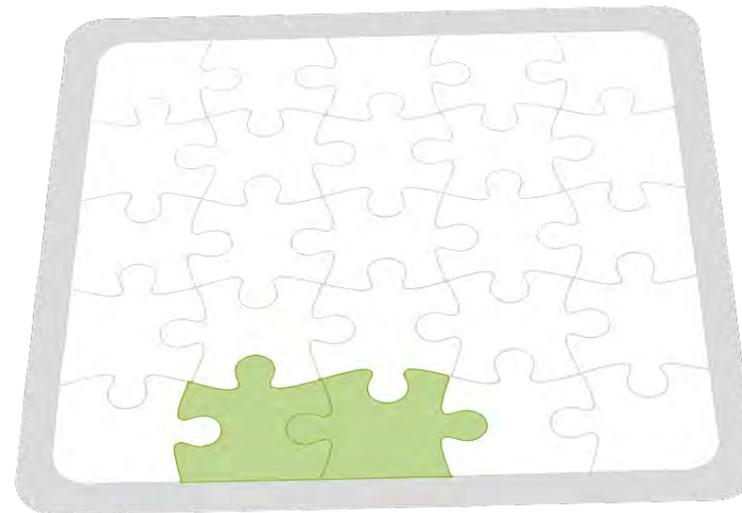
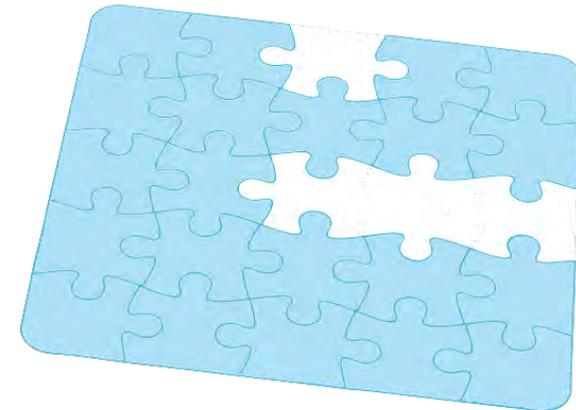
Effizienz



Suffizienz

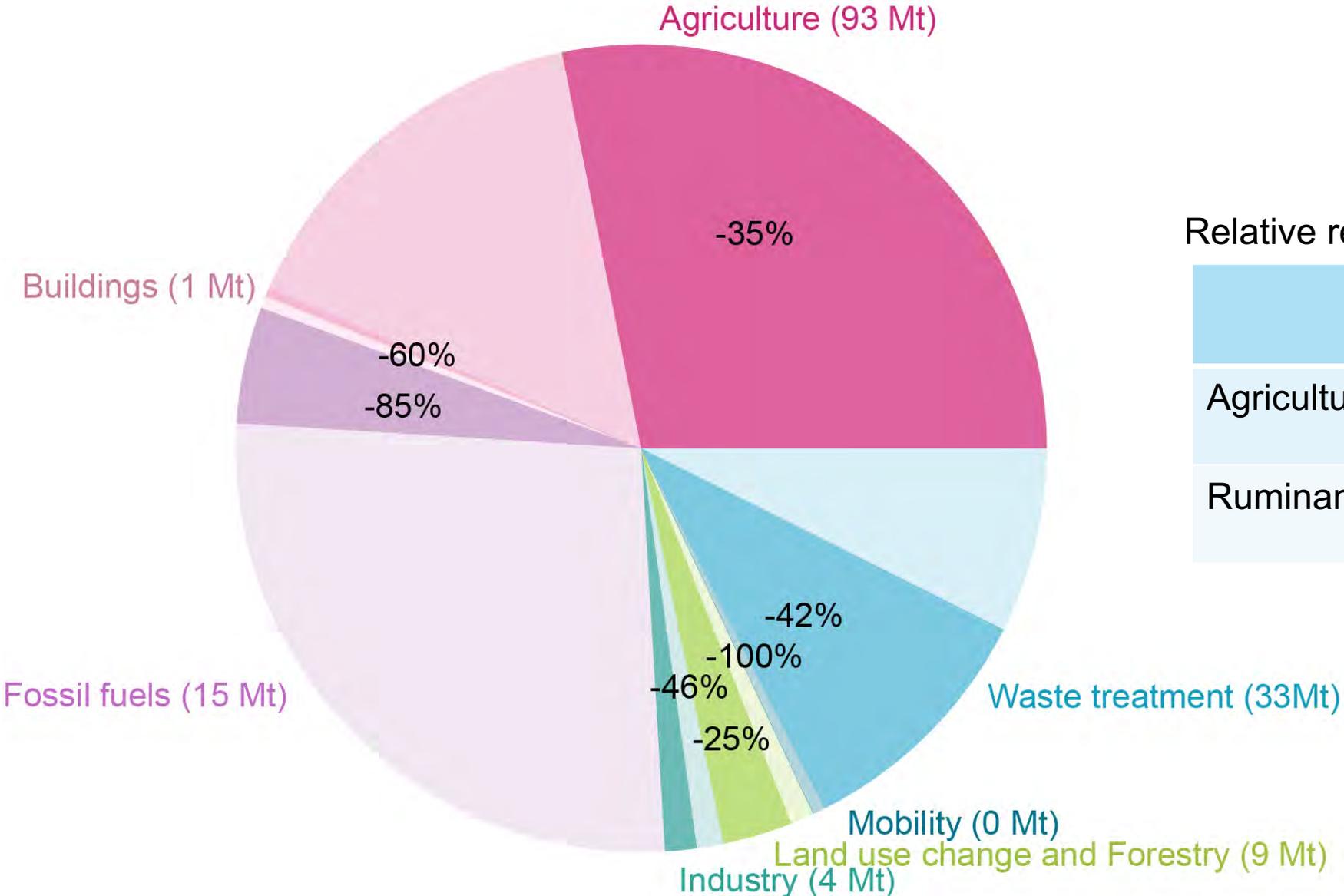


Dekarbonisierung



Ausreichender Klimaschutz

Global methane emissions at time of net zero GHG emissions

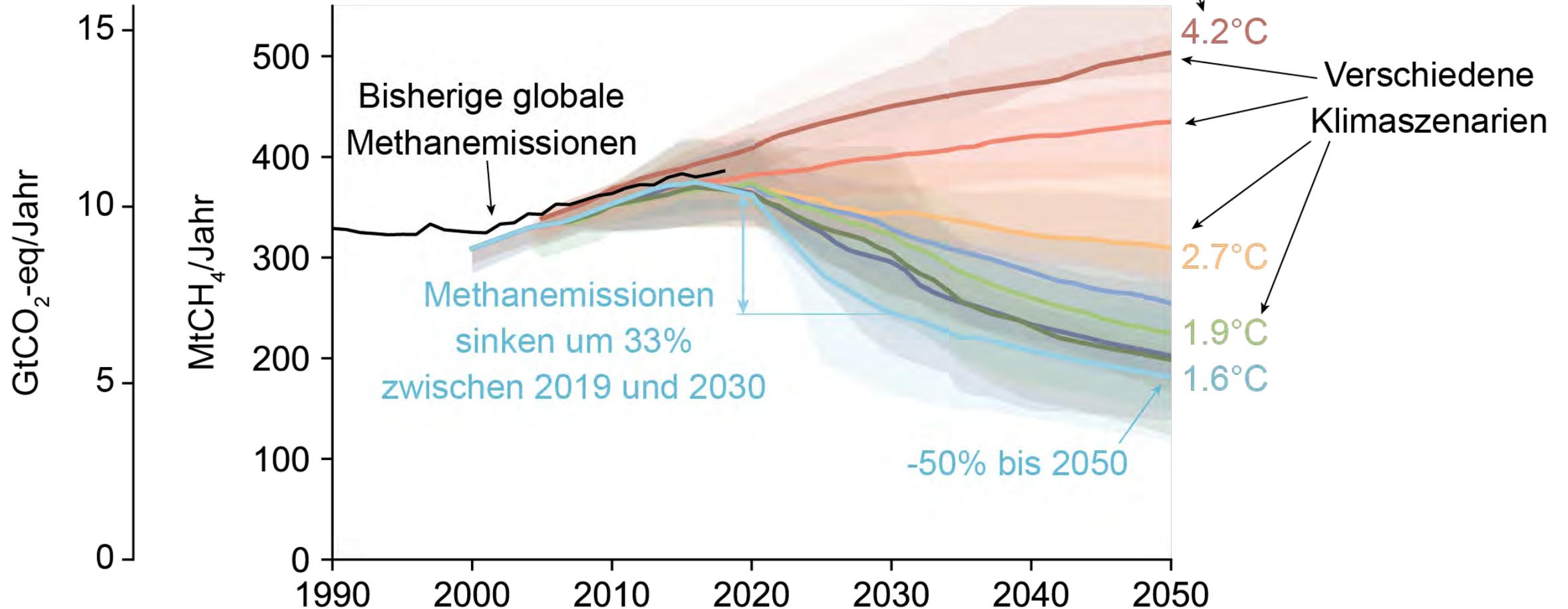


Relative reductions in methane emissions:

	Net zero CO ₂	Net zero GHG
Agriculture	-21%	-35%
Ruminants	-14%	-44%

Die Verringerung der Methanemissionen kann dazu beitragen das Temperaturmaximum zu reduzieren. Ein Anstieg der Emissionen beschleunigt die Erwärmung jedoch weiter.

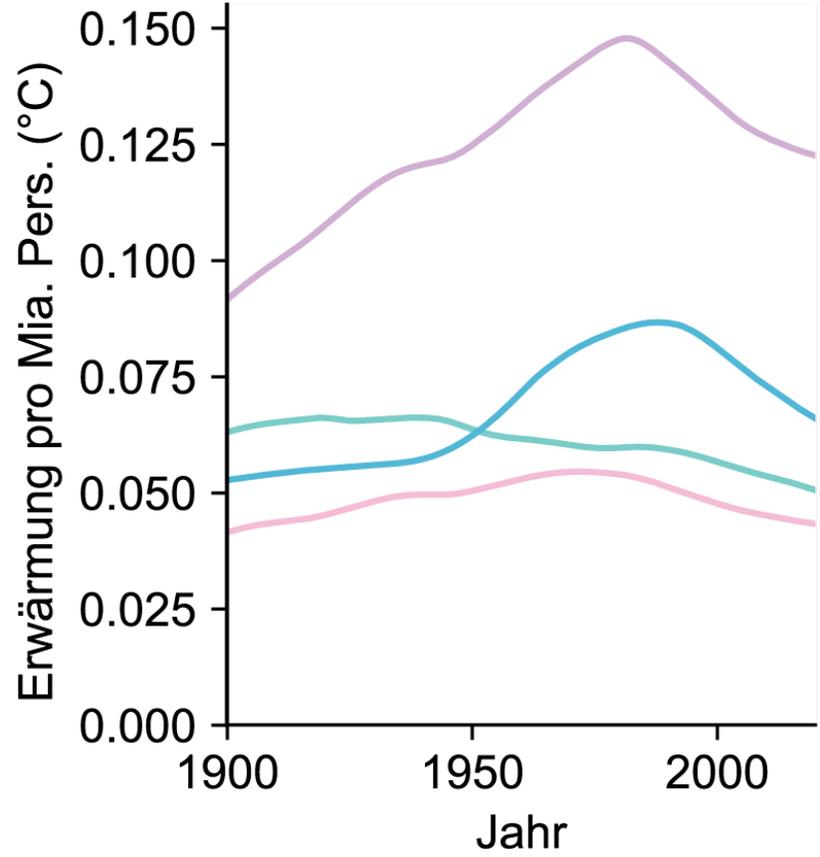
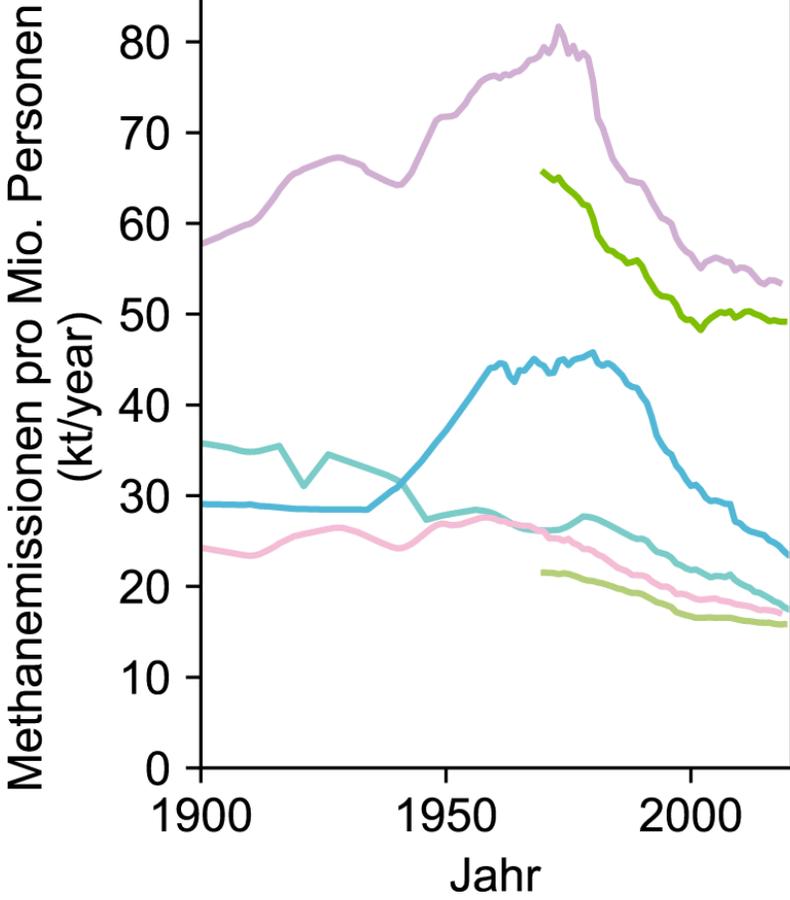
Temperaturmaximum der Szenarien (Median)



Klimawirkung der Schweizer Methanemissionen

Methanemissionen

Erwärmung durch Methanemissionen



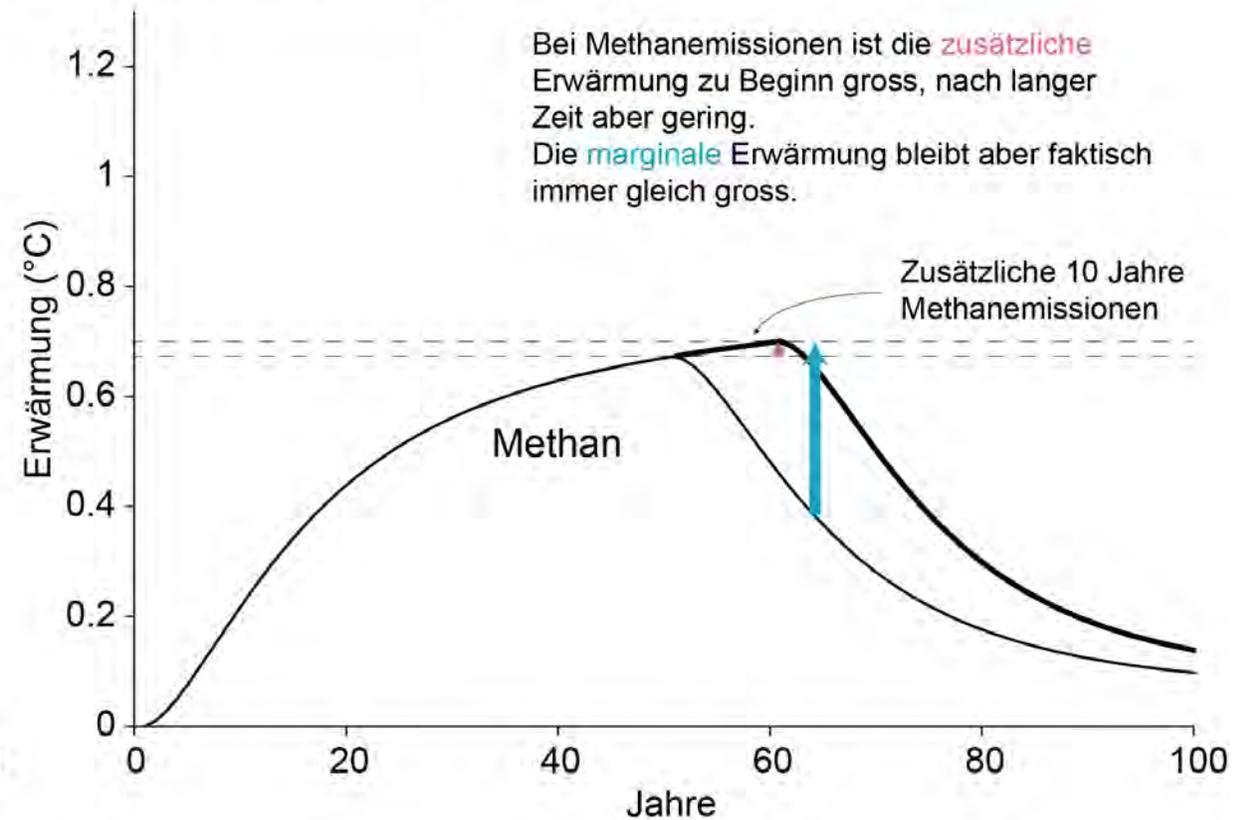
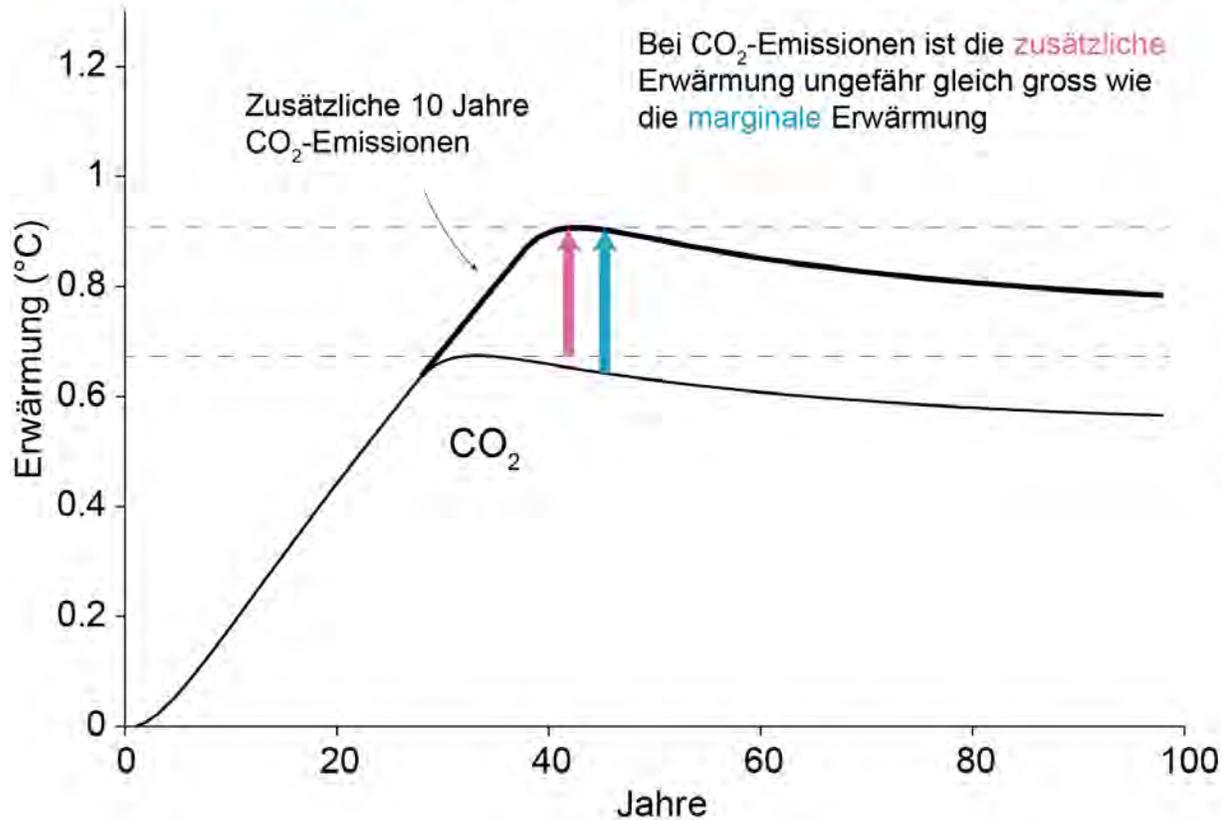
- Schweiz Viehhaltung
- Schweiz Total
- Global Viehhaltung, M21
- Global Total M21
- Global Landwirtschaft G21
- Global Total G21

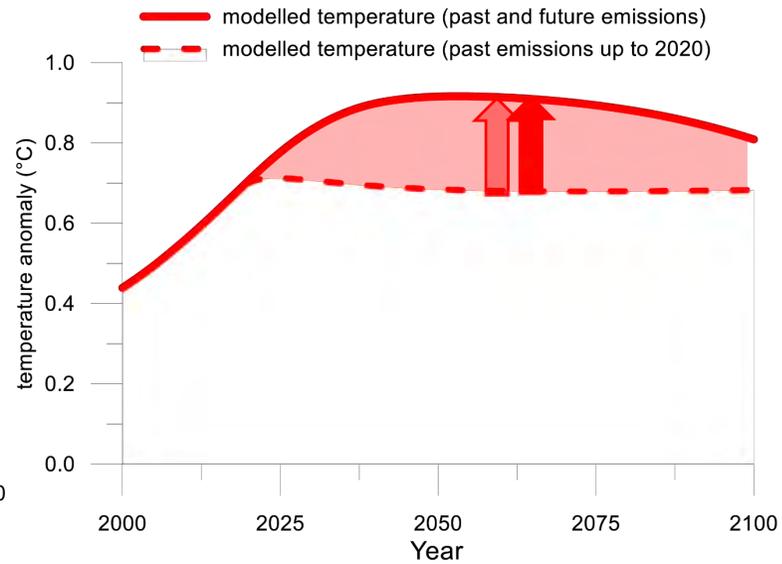
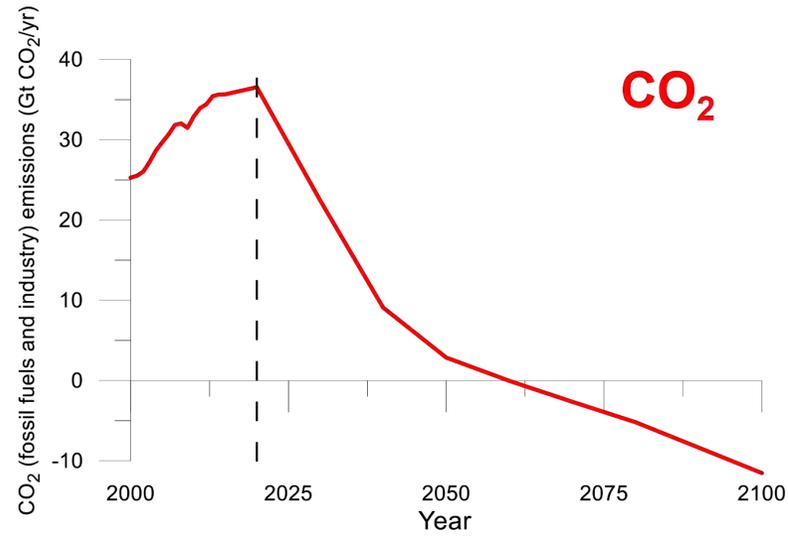
Quellen: Viehhaltung: Agroscope; CH: Jones et al., 2023; G21: Gütschow et al., 2021; M21: Minx et al., 2021

Der Unterschied zwischen der zusätzlicher und marginaler Erwärmung durch eine zusätzliche CO₂- und Methanemission.

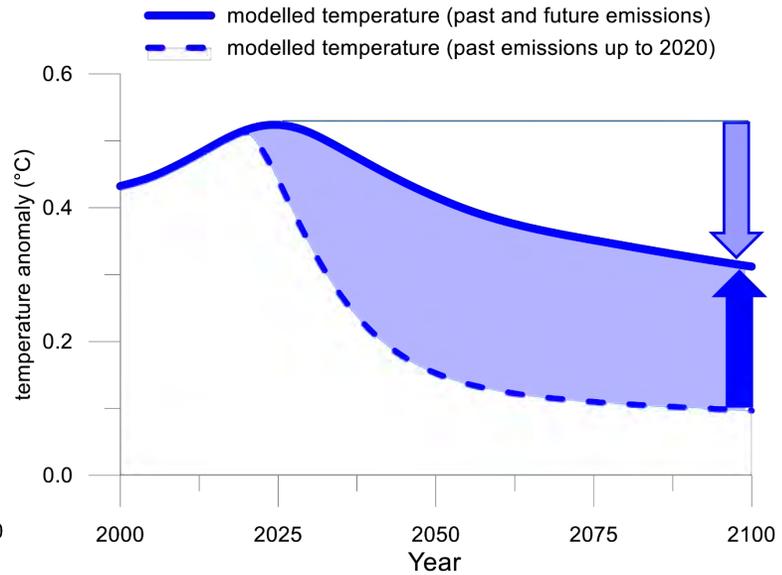
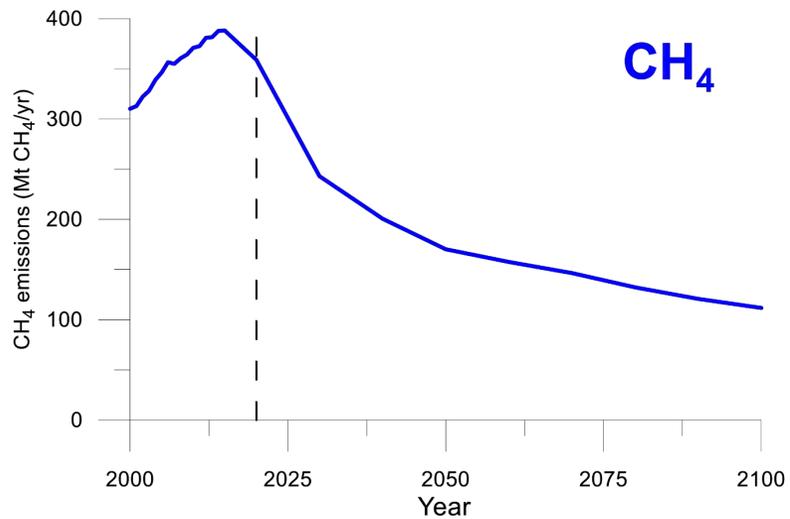
Zusätzliche Erwärmung: Wie viel wärmer als heute wird es durch die neue Emission.

Marginale Erwärmung: Wie viel wärmer wird es durch die neue Emission, verglichen dazu, wenn keine Emission stattgefunden hätte.





additional warming
≈ marginal warming



additional warming
≠
marginal warming

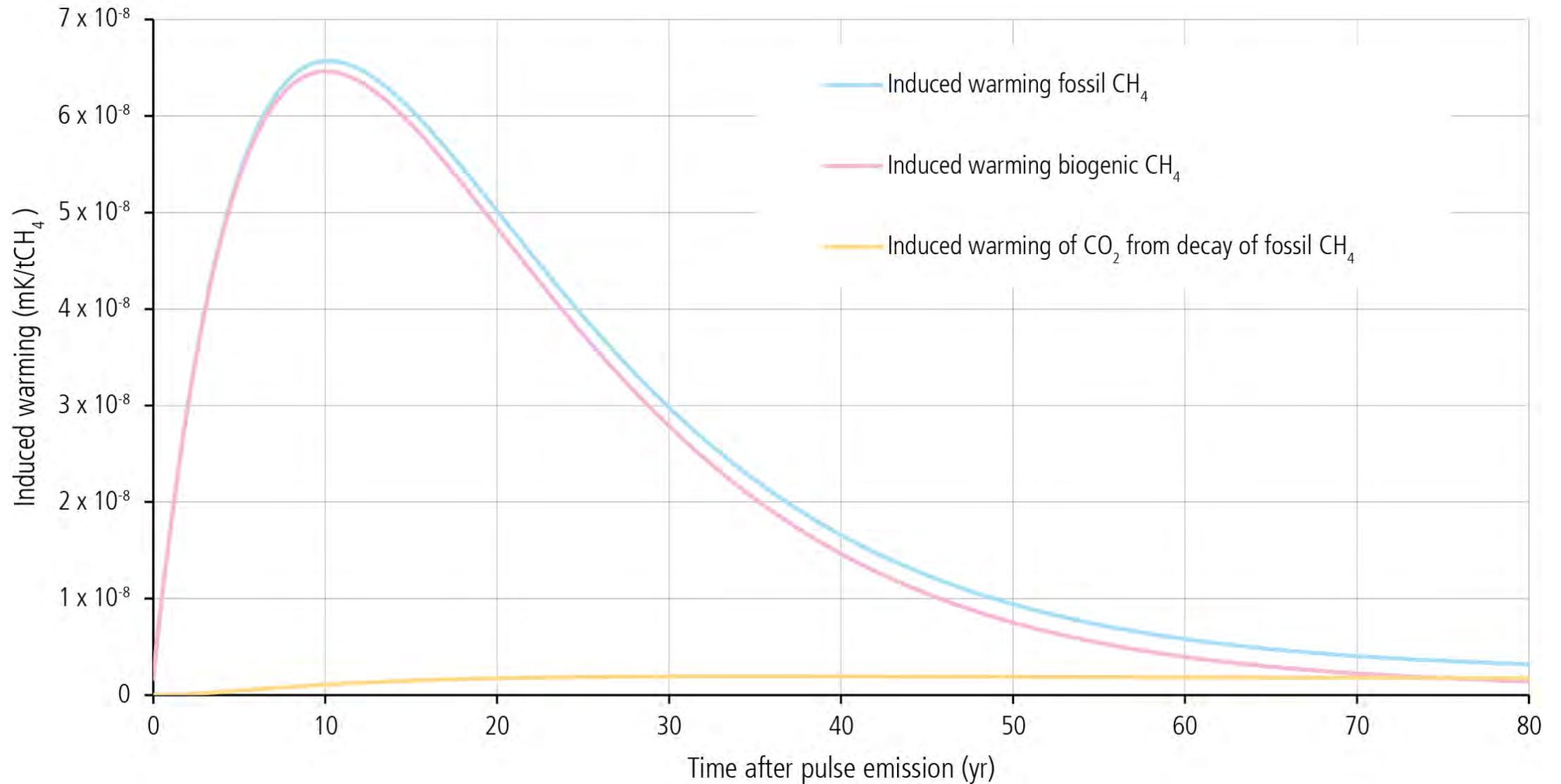
Emissions

Temperature

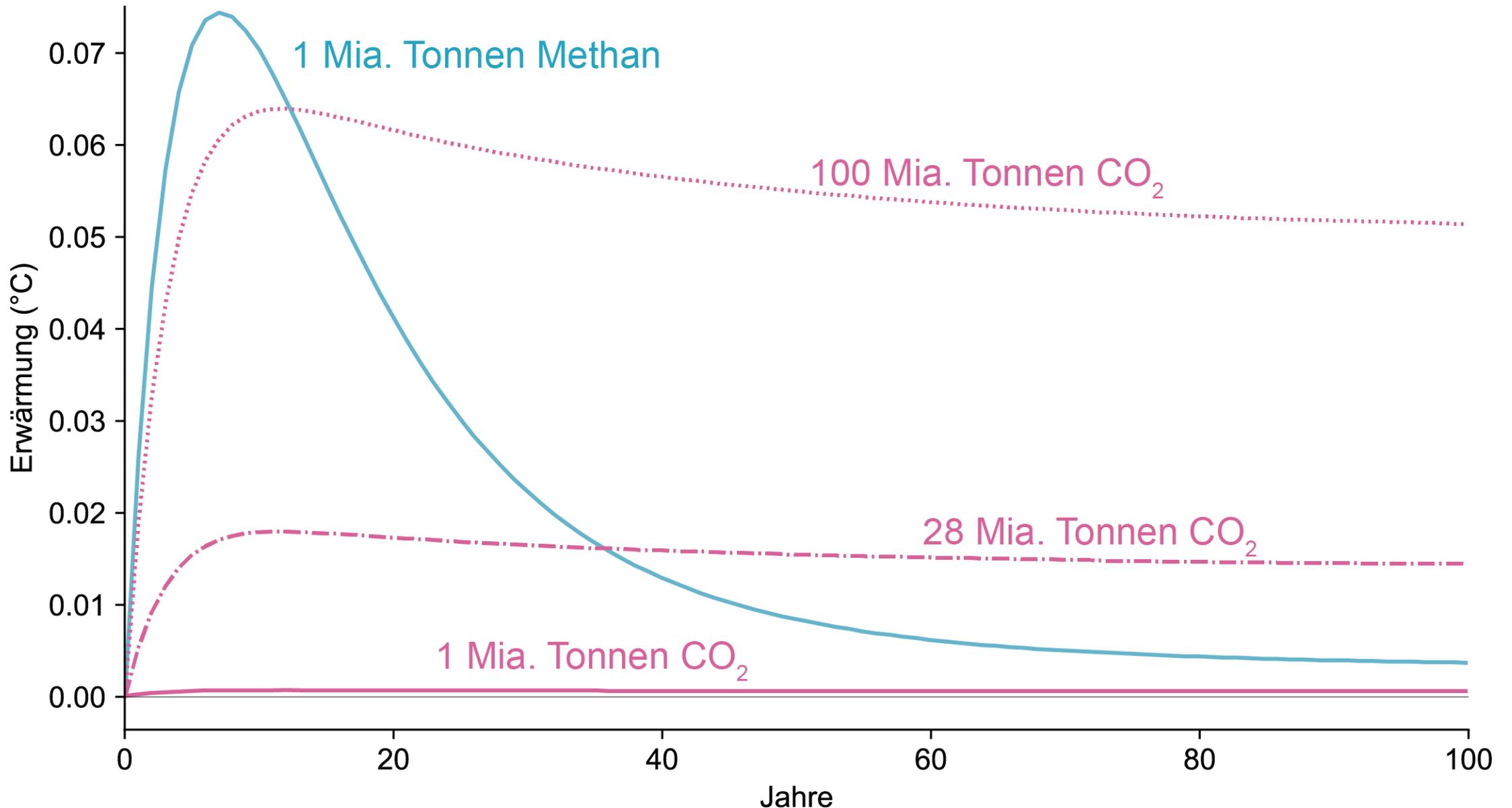
Based on Chapter 2, Figure 2.SM.9 (extract)

Figure courtesy of Andy Reisinger

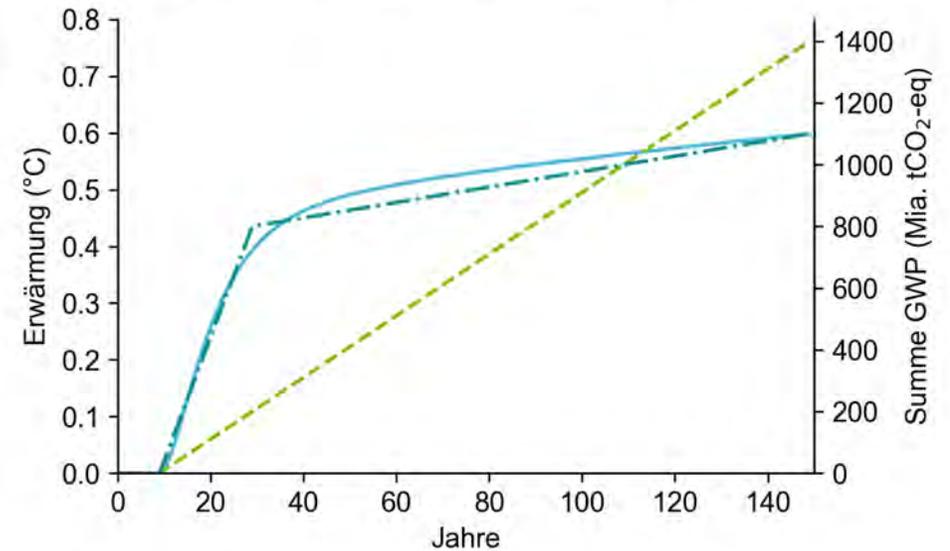
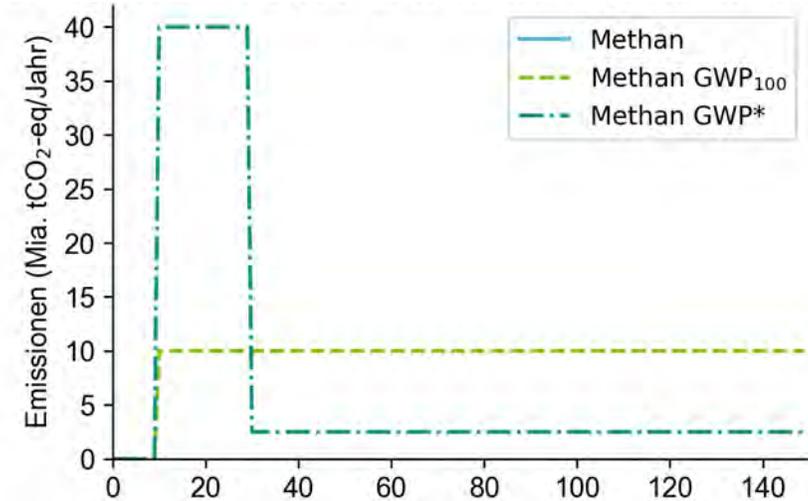
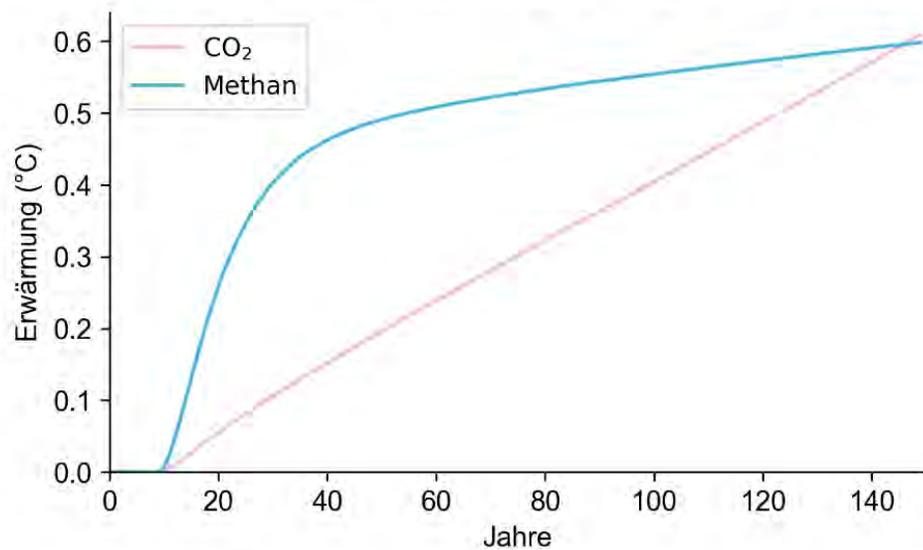
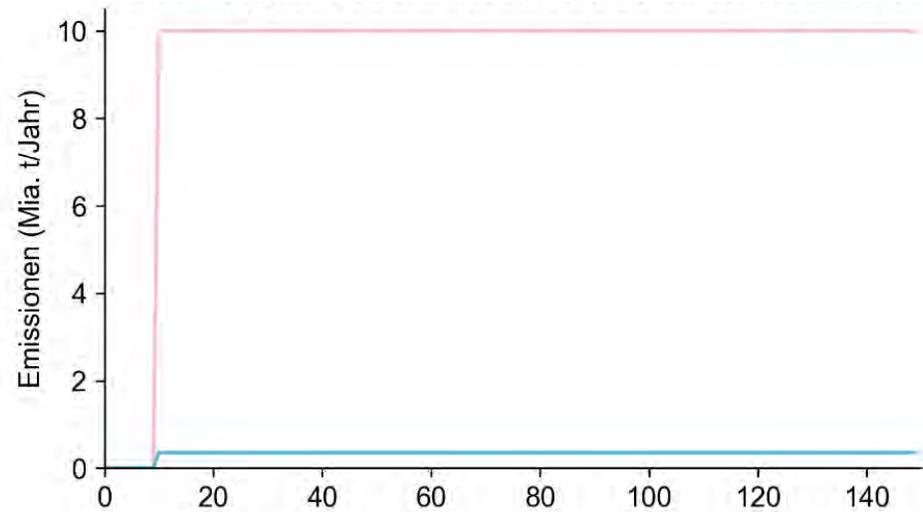
Difference in GWP of fossil vs. biogenic methane



Der Temperatureffekt von Methan und CO₂ durch eine einzige Emission

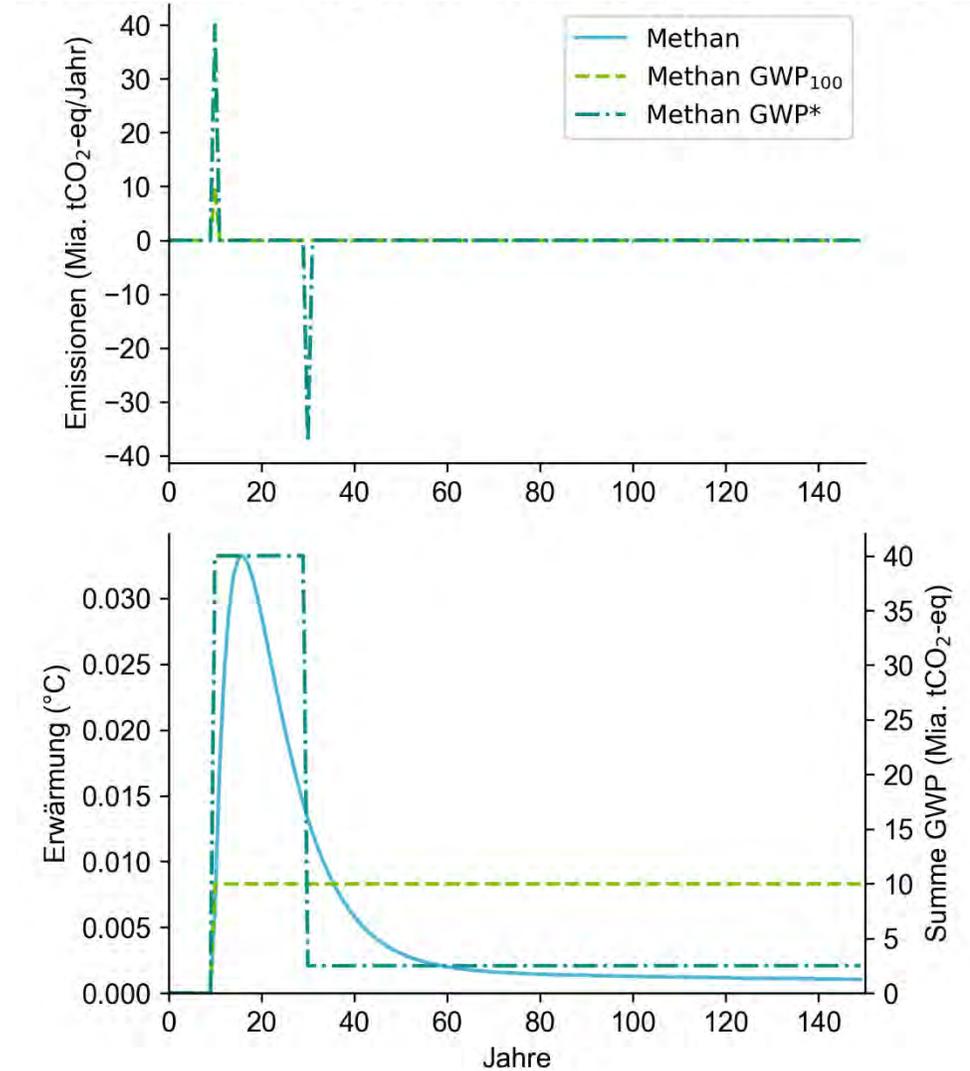
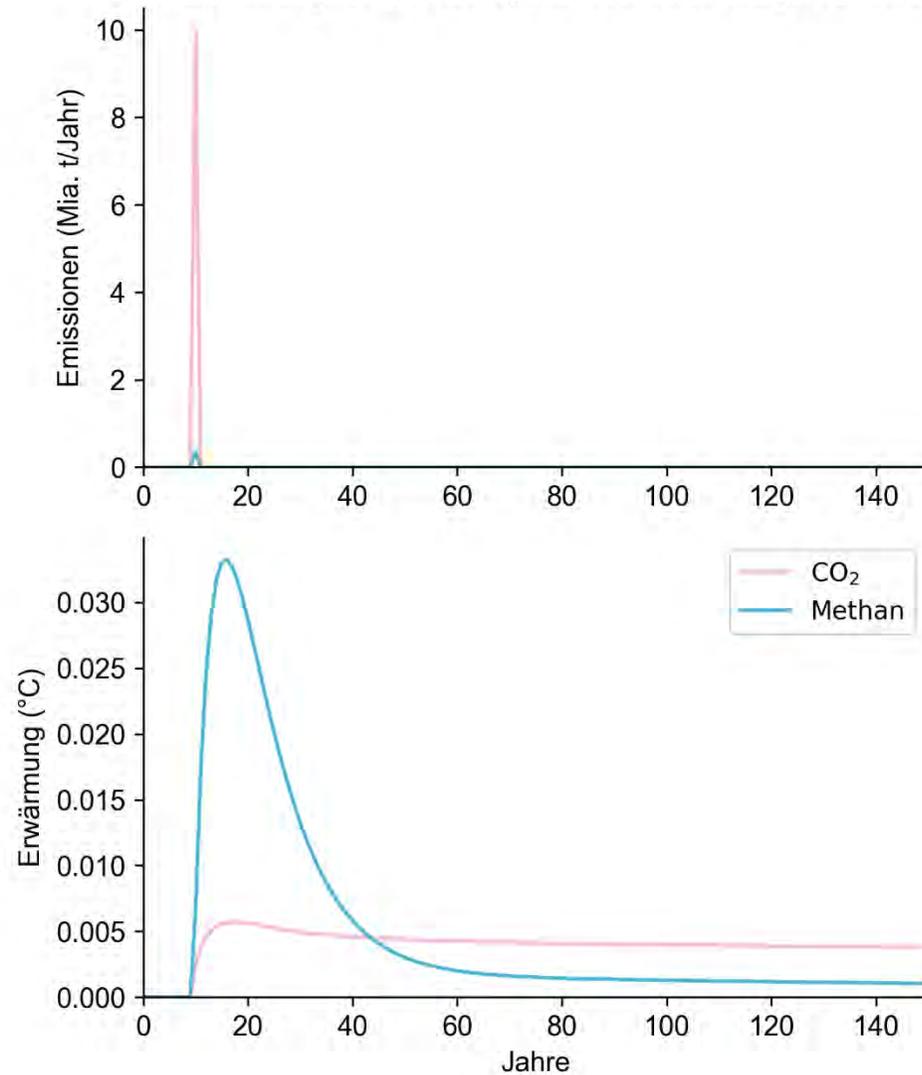


Umrechnung von Methan in CO₂-Äquivalente



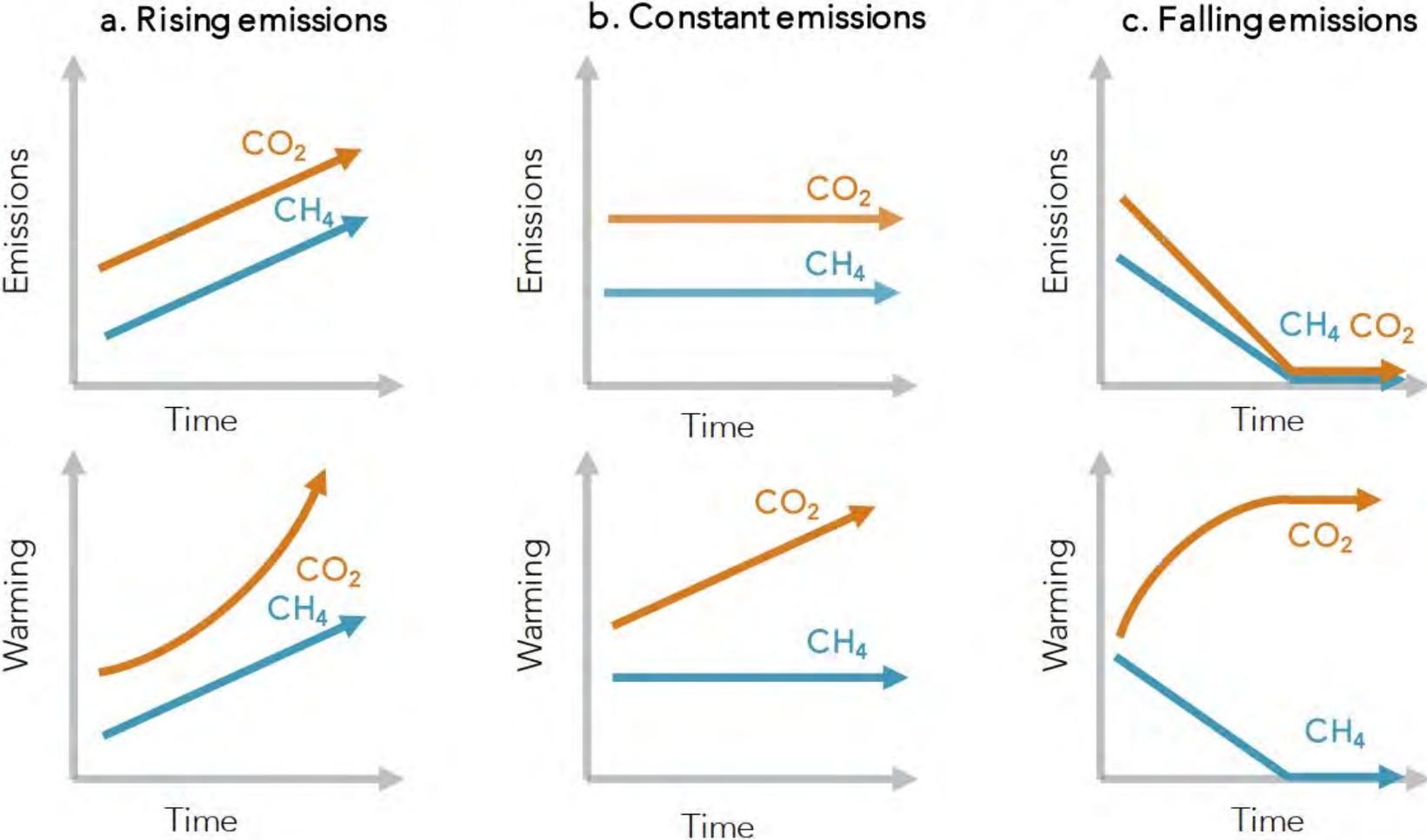
C:\Large Climate Stuff\FAIR-1.6.4\run Fair\figures\04C_constEmissions_CO2_vs_CH4

Methoden zur Umrechnung der Erwärmung von Methan in CO₂-Äquivalente.

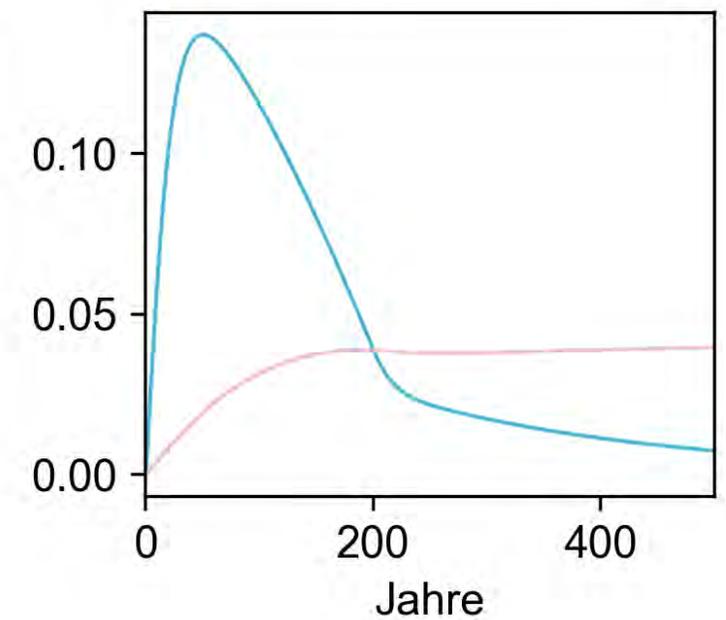
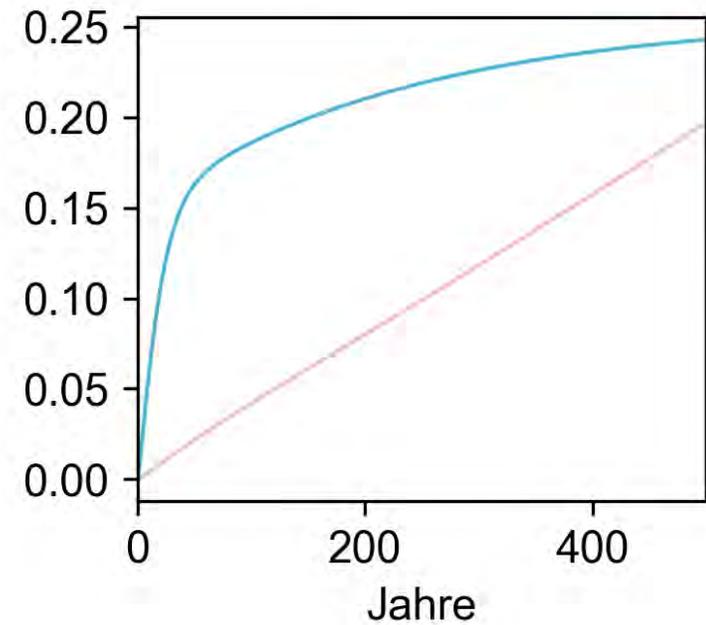
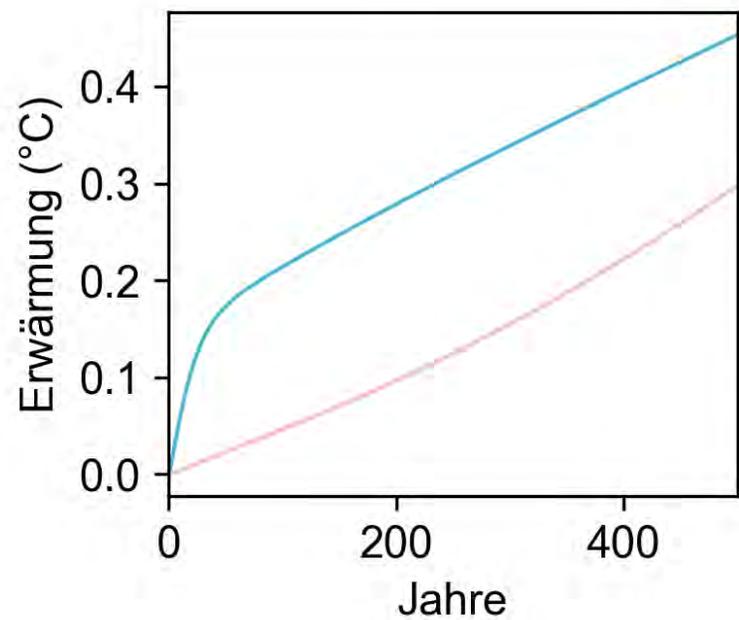
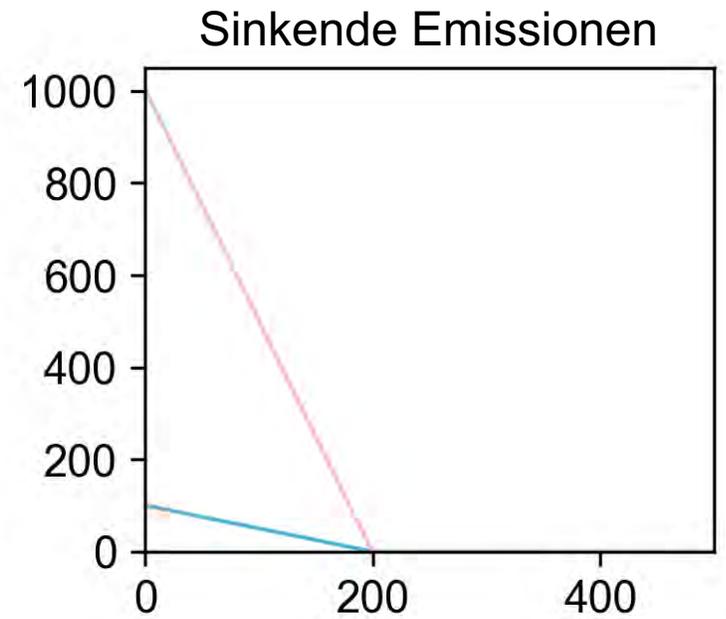
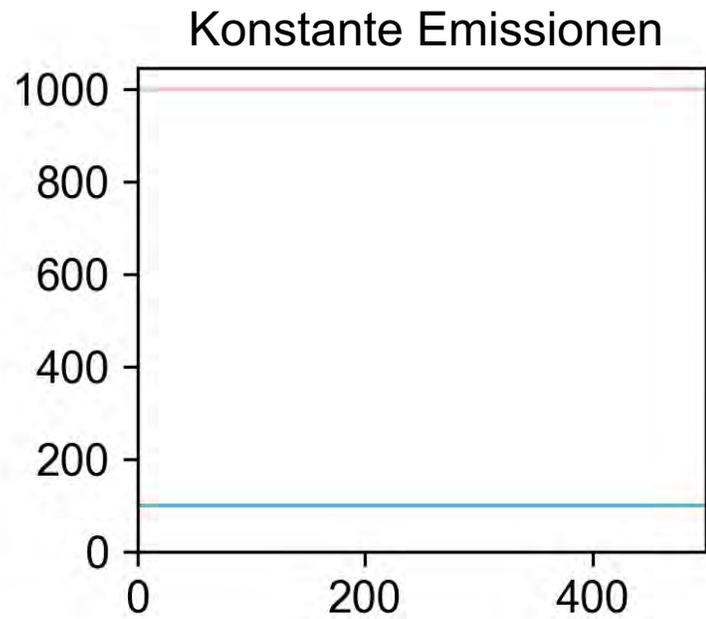
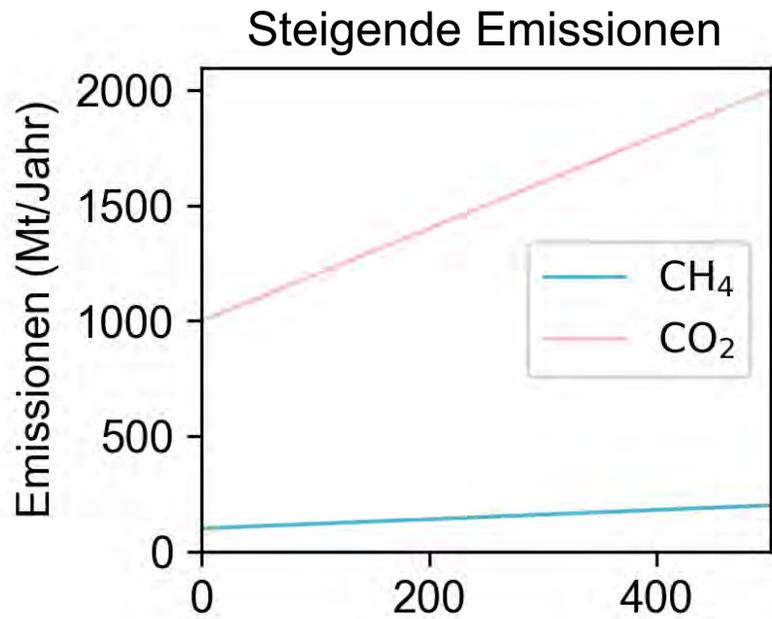


C:\Large Climate Stuff\FAIR-1.6.4\run Fair\figures\04C_constEmissions_CO2_vs_CH4

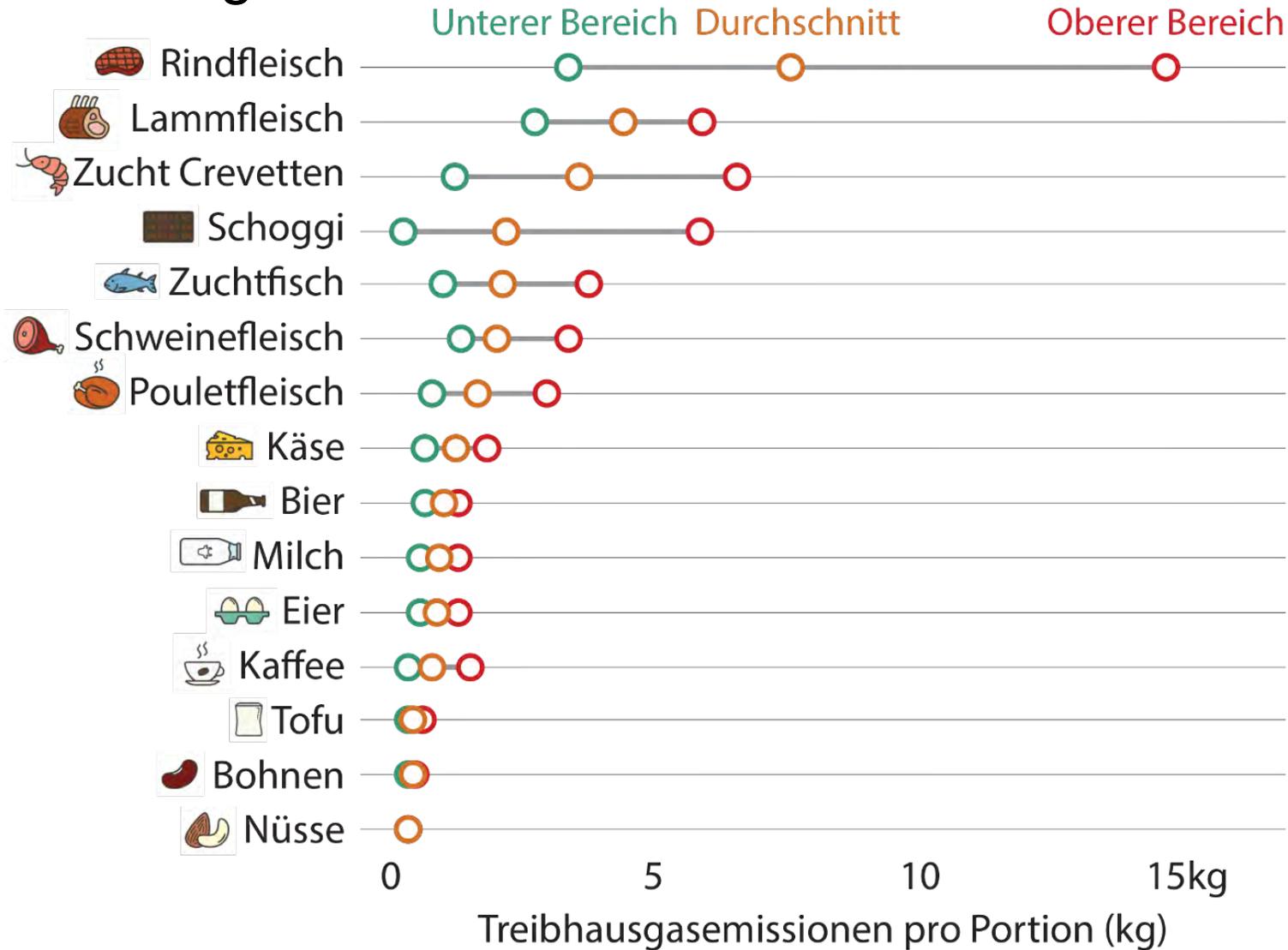
Figure 9-2 Relationship between emissions and warming for short- and long-lived gases



Source: Allen et al. (2017).



Nahrungsmittel



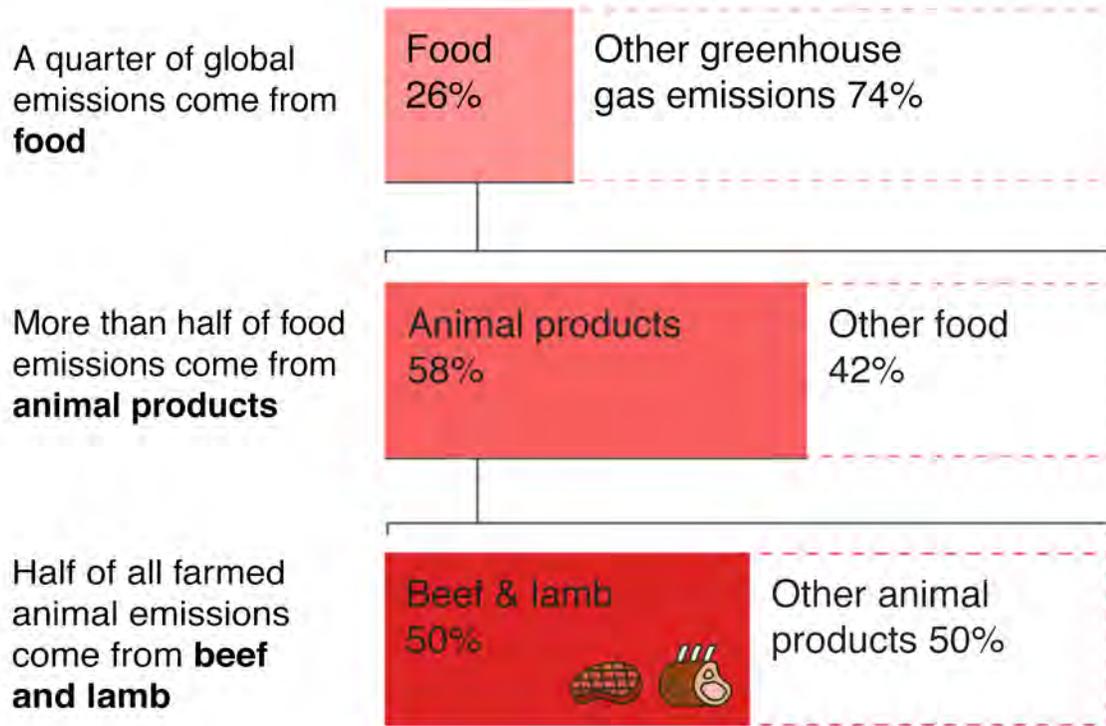
Quelle: Poore & Nemecek (2018), Science.

Figure adopted from **BBC**

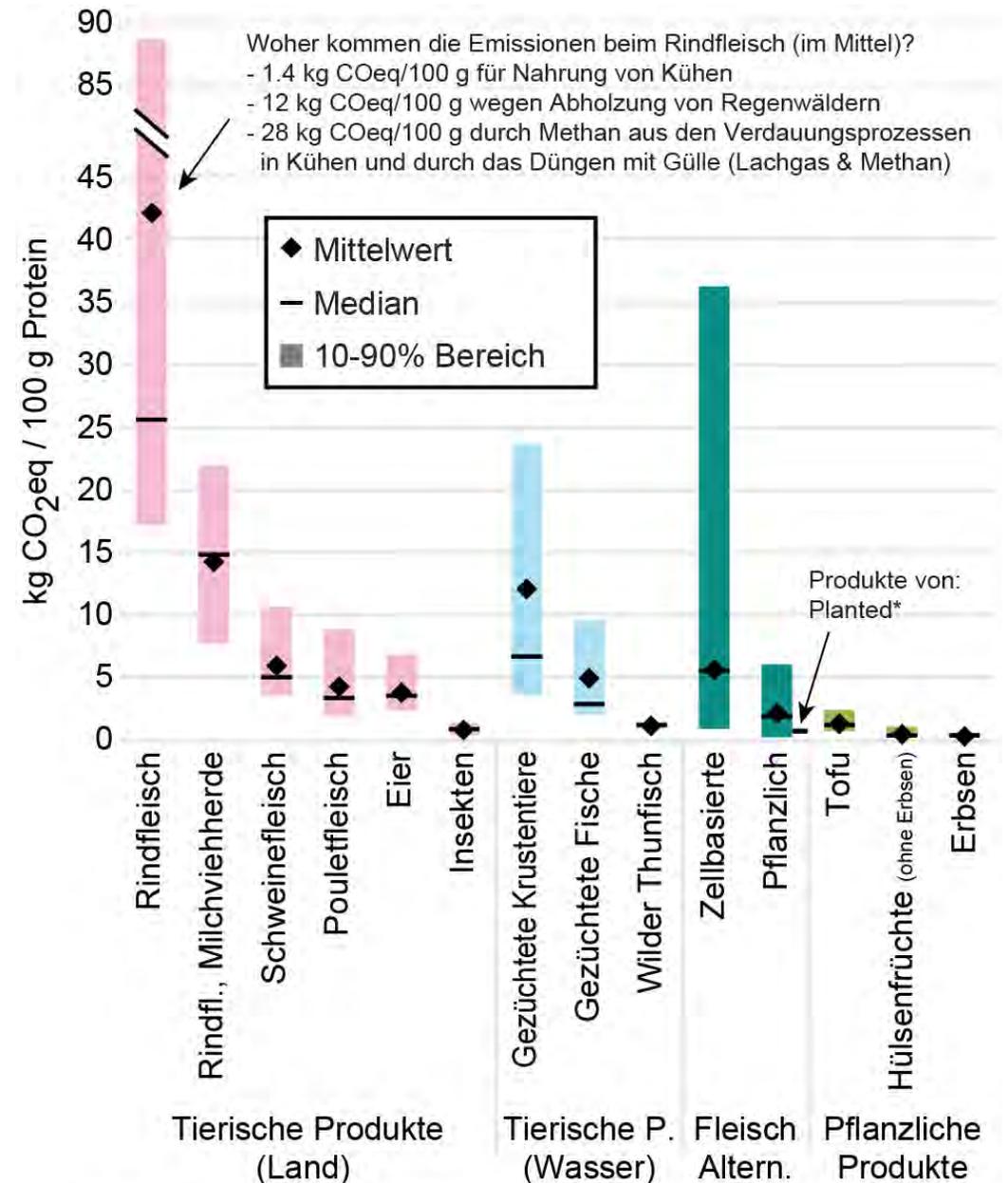
Nahrungsmittel

How much impact does food have?

Proportion of total greenhouse gas emissions from food



Source: Poore & Nemecek (2018), Science



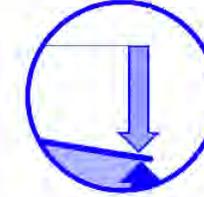
Übersetzt von Santo et al., 2020 und Poore & Nemecek, 2018; *Daten: Eaternity

Linking metrics with policy goals



“Marginal” warming

- *Every emission of every GHG makes the Earth warmer than it would have been otherwise*
- Focus on warming from an emission, or a time series of emissions, compared to the absence of that emission
- Can quantify benefit of avoided emissions: avoiding 1 t CH₄ has same benefit as avoiding X t CO₂
- Depends on cost-benefit or cost-effectiveness perspective: e.g. GWP or GTP with policy-consistent time horizons



“Additional” warming

- *Even declining CO₂ emissions make the Earth warmer than it is already; declining CH₄ emissions would reduce warming*
- Focus on warming from a time series of emissions, compared to warming from past emissions at the start of the time series
- Can quantify benefit of more or less ambitious SLCF mitigation scenarios over multiple decades, *relative to a reference scenario*, compared to emitting or removing CO₂
- Choice of reference matters for calculated CO₂-we emissions

“The different focus in these metrics can have important distributional consequences, depending on how they are used to inform emission targets, but this has only begun to be explored in the scientific literature.”

Change of metrics from “pulse” to “step” metrics would require redefinition of ALL climate targets

If we would stop using GWPs, one would need to change all international and national climate targets (otherwise, the consistency with the Paris Agreement target is not given any more).

- **Different treatment of same emission:** A methane emission in one country would be dealt with DIFFERENTLY to a methane emission in another country.
- **Grandfathering** of emissions is built into GWP*. High past CH₄ emissions would allow higher future CH₄ emissions.
- **Net-zero GHG** would have very different years. Or net-zero GHG would have very different climate effect. Paris is internally consistent when using GWP-100 with an implied gradual decline of temperatures in 2nd half of century. This would not be the case under GWP*.