



POTSDAM INSTITUTE FOR
CLIMATE IMPACT RESEARCH

HUMBOLDT-UNIVERSITÄT ZU BERLIN



Klimawandel: Ursachen und Wirkungen

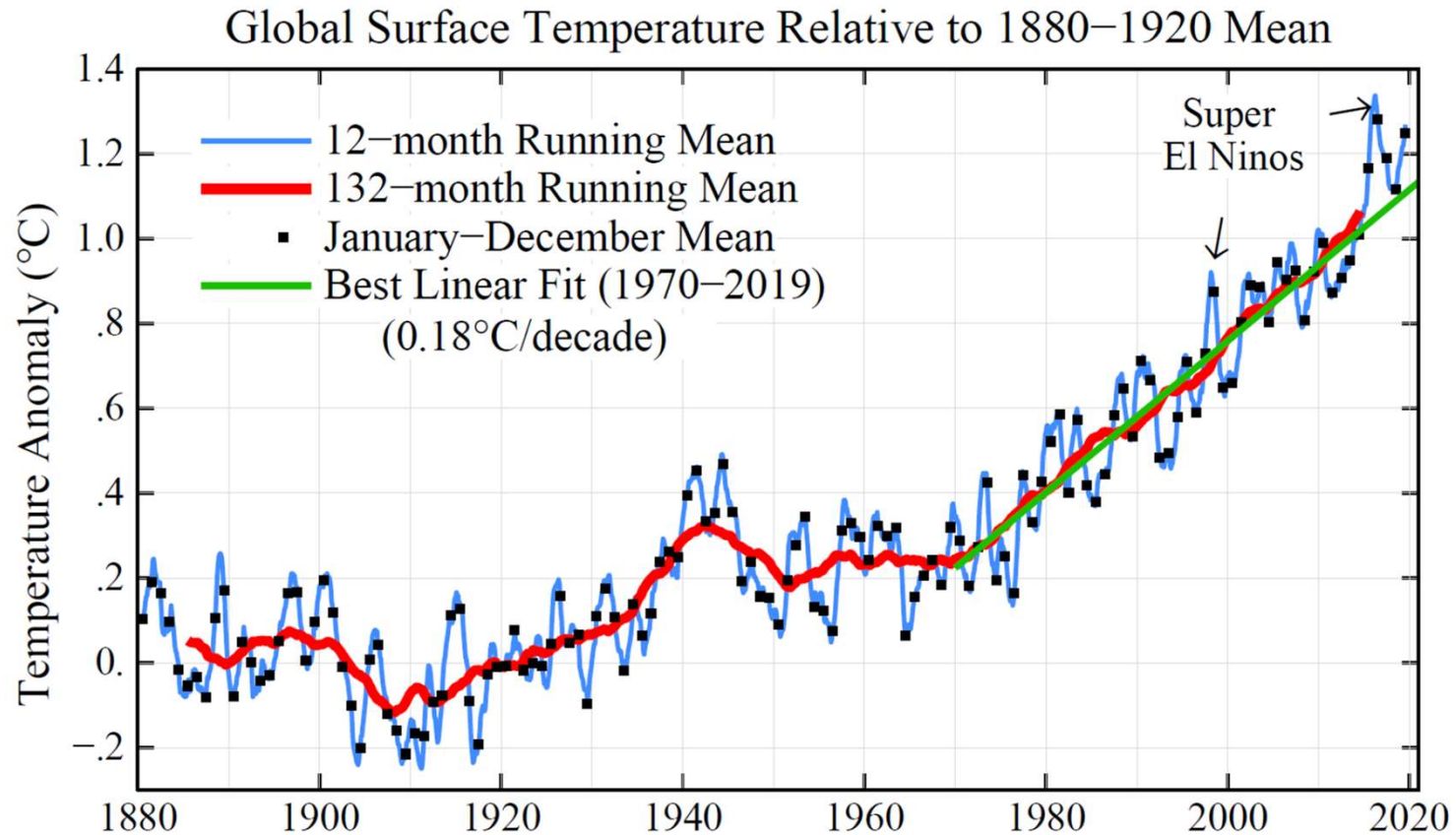
Prof. Dr. Hermann Lotze-Campen



**Anpassung,
Klimaschutz
und
nachhaltige
Entwicklung**

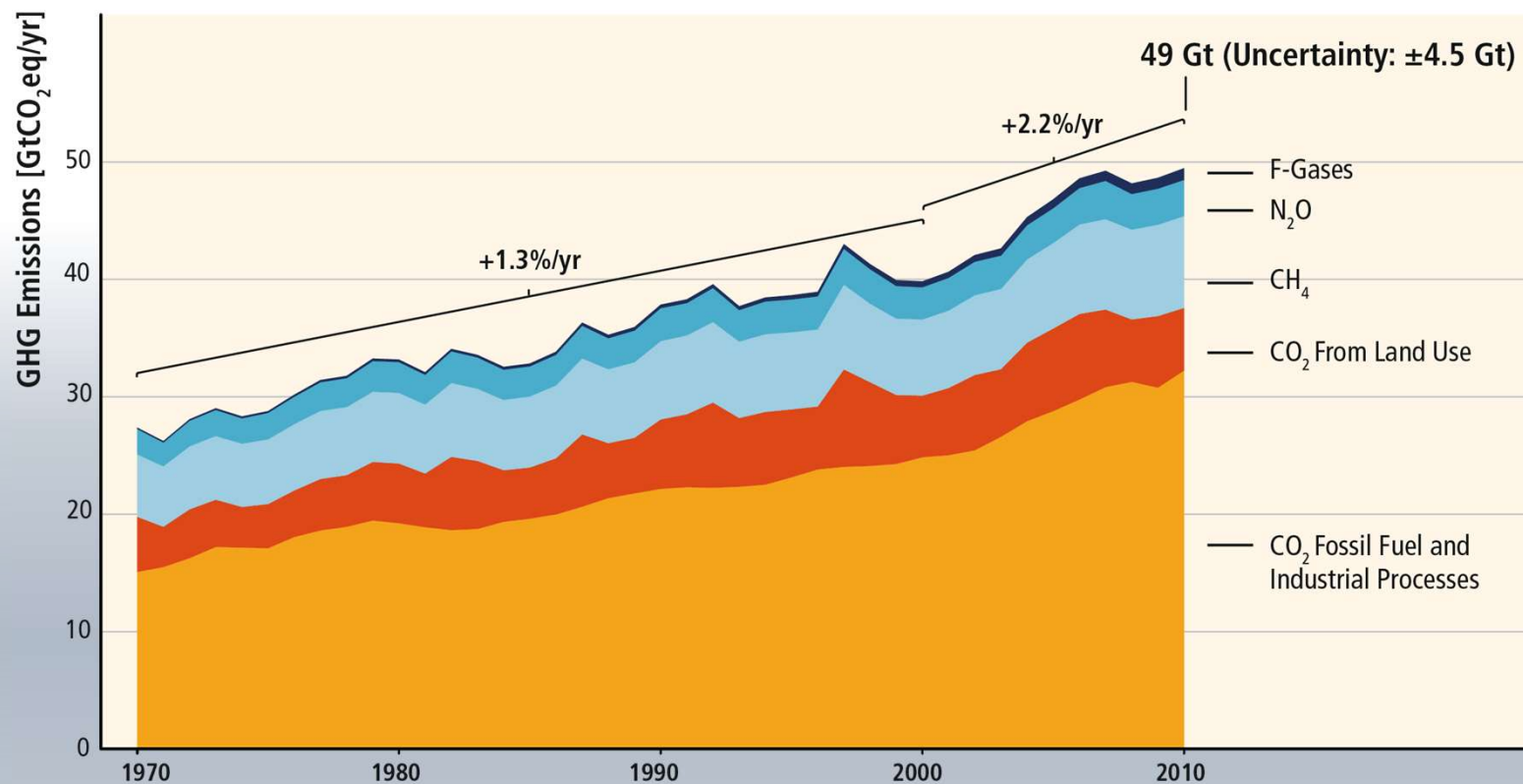


Entwicklung der globalen Mitteltemperatur



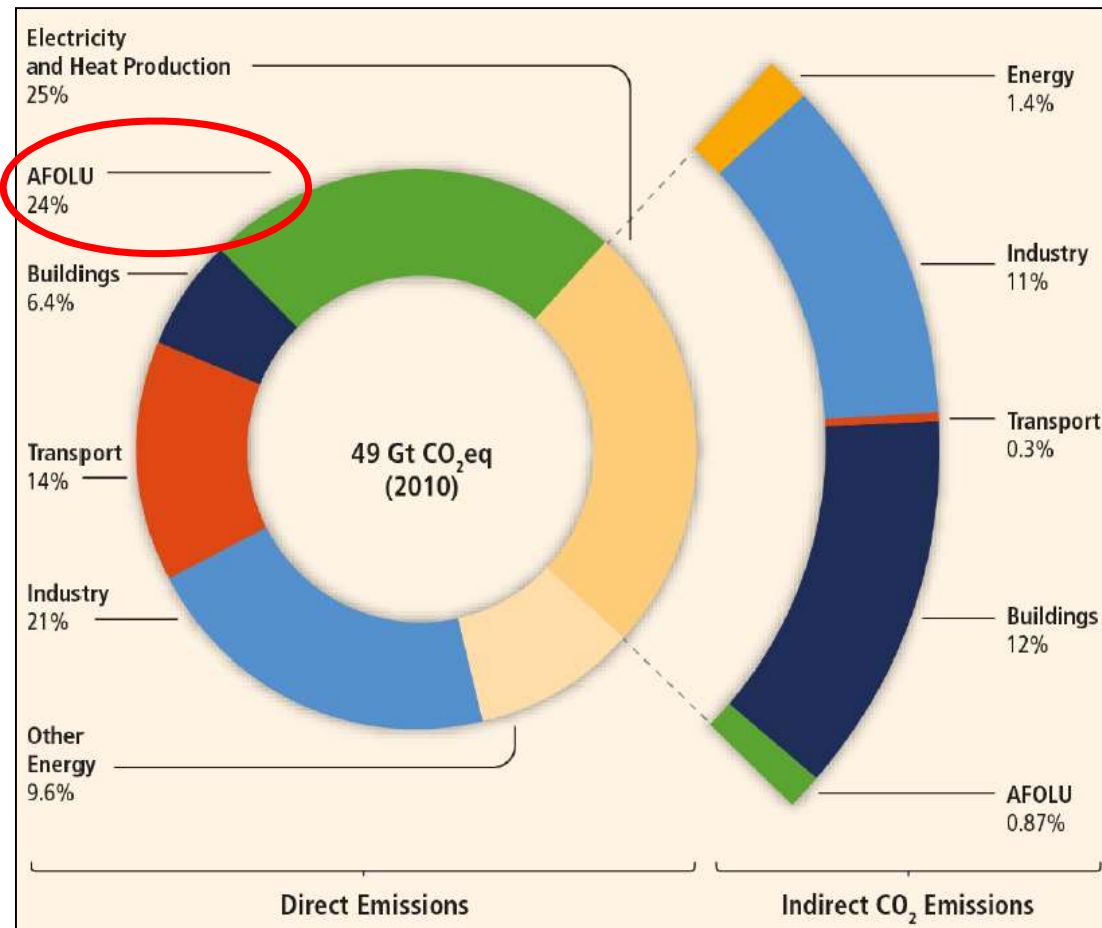
NASA GISTEMP, Jan 2020

THG-Emissionsanstieg zwischen 2000 und 2010 war größer als in den vorherigen drei Dekaden.



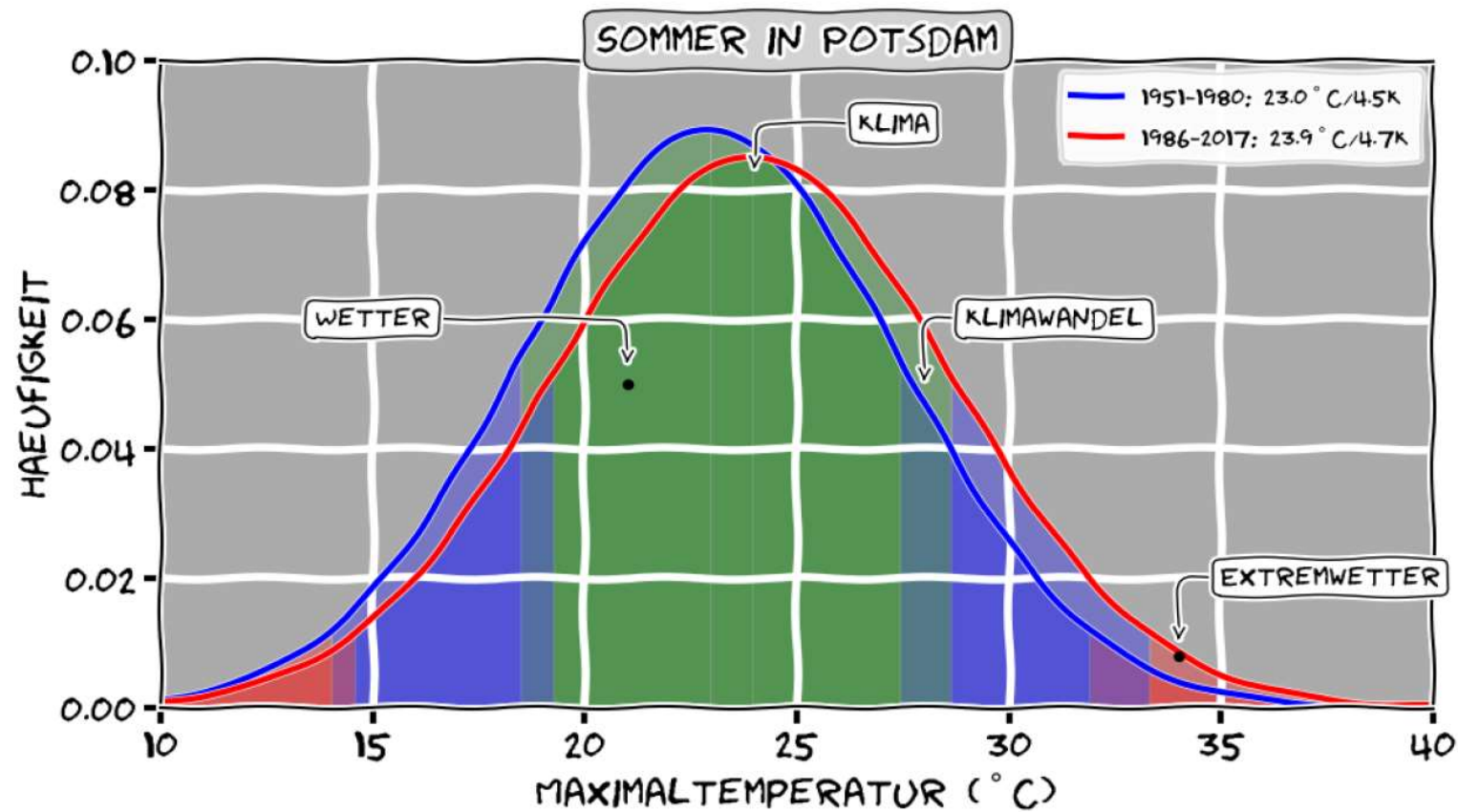
IPCC, 2014

Anteil der landwirtschaftlichen THG-Emissionen



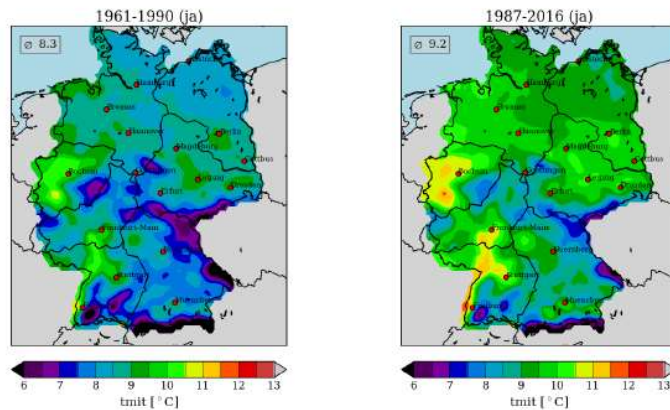
IPCC, 2014

Verschiebung der Häufigkeitsverteilung

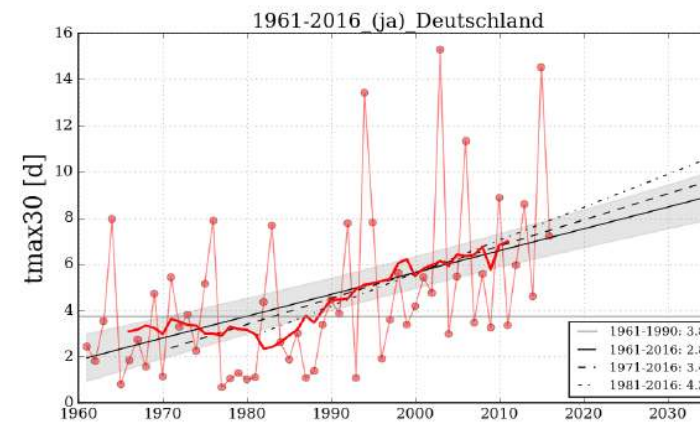
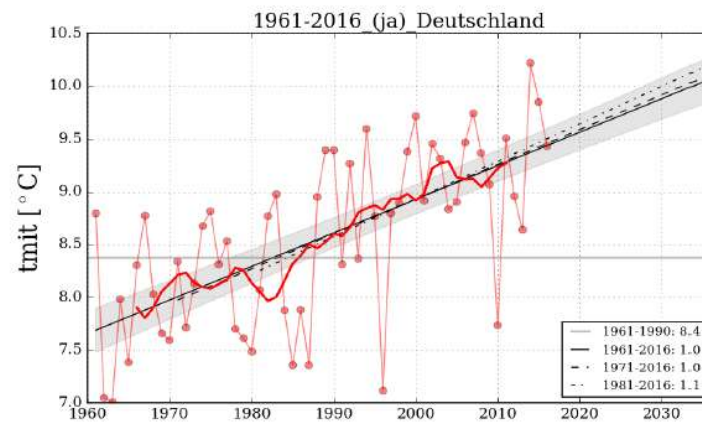
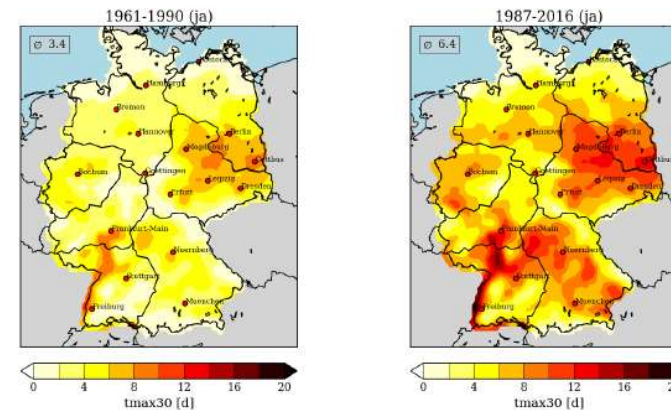


Beobachtete Entwicklung der Hitzetage

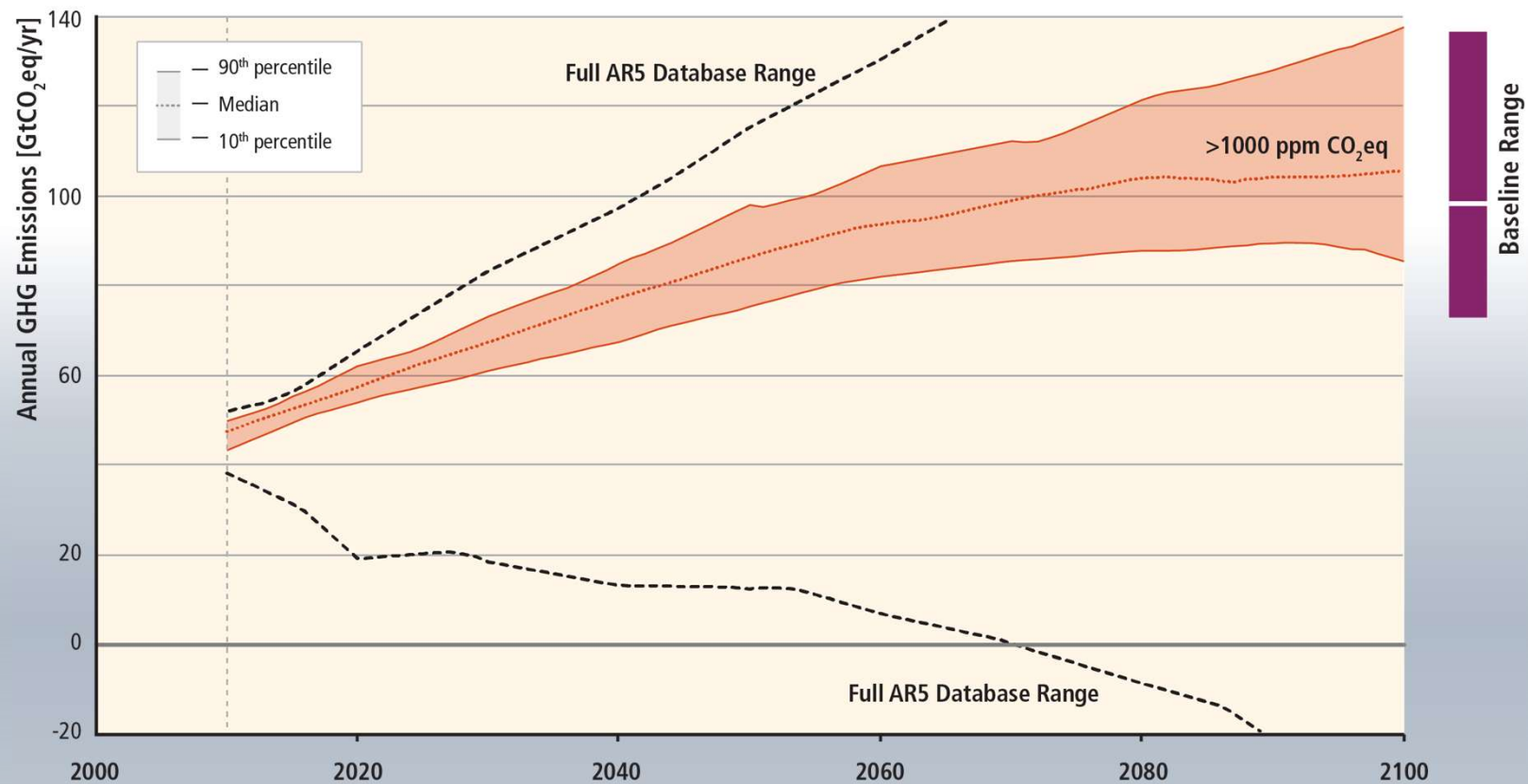
Jahresmitteltemperatur



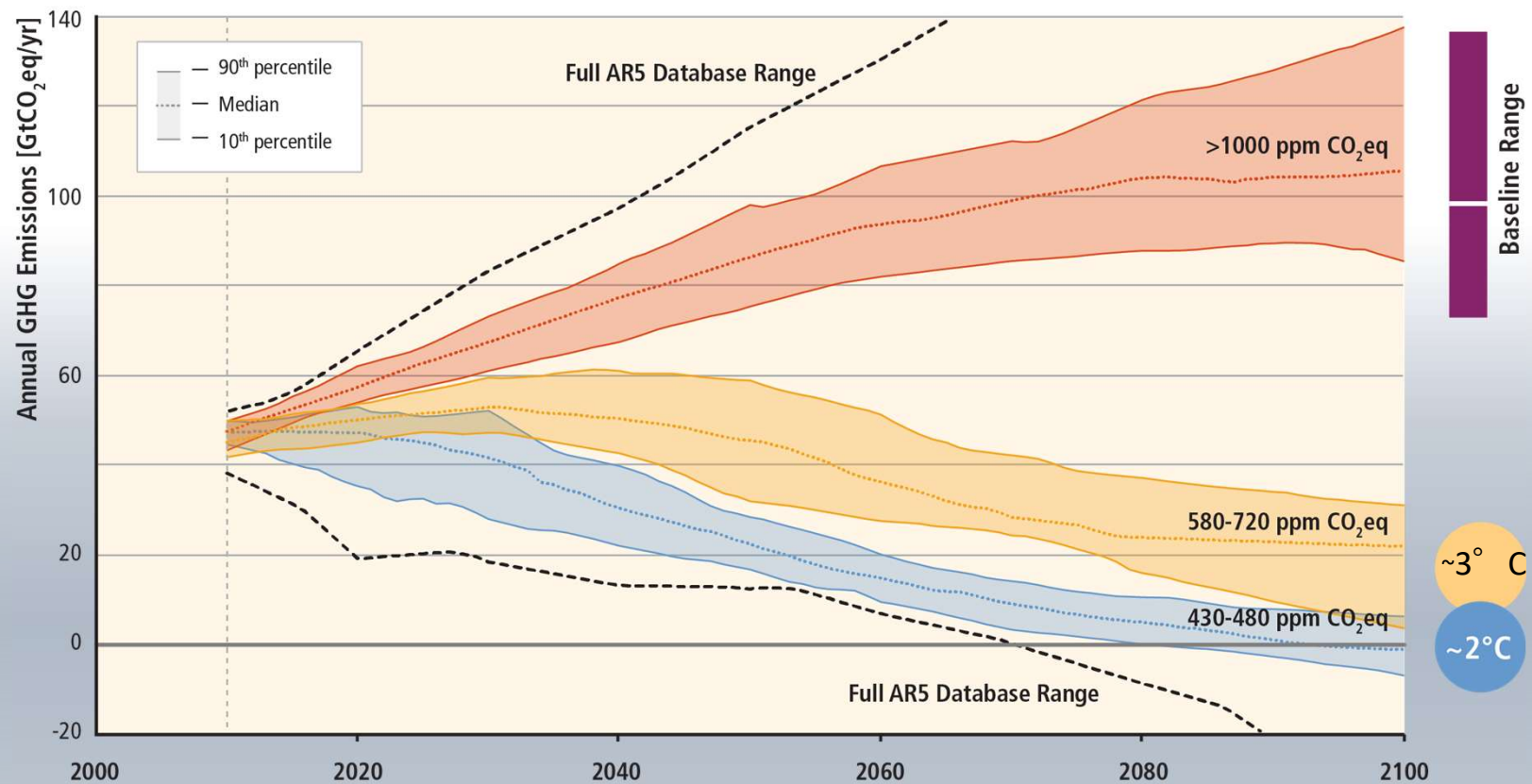
Hitzetage



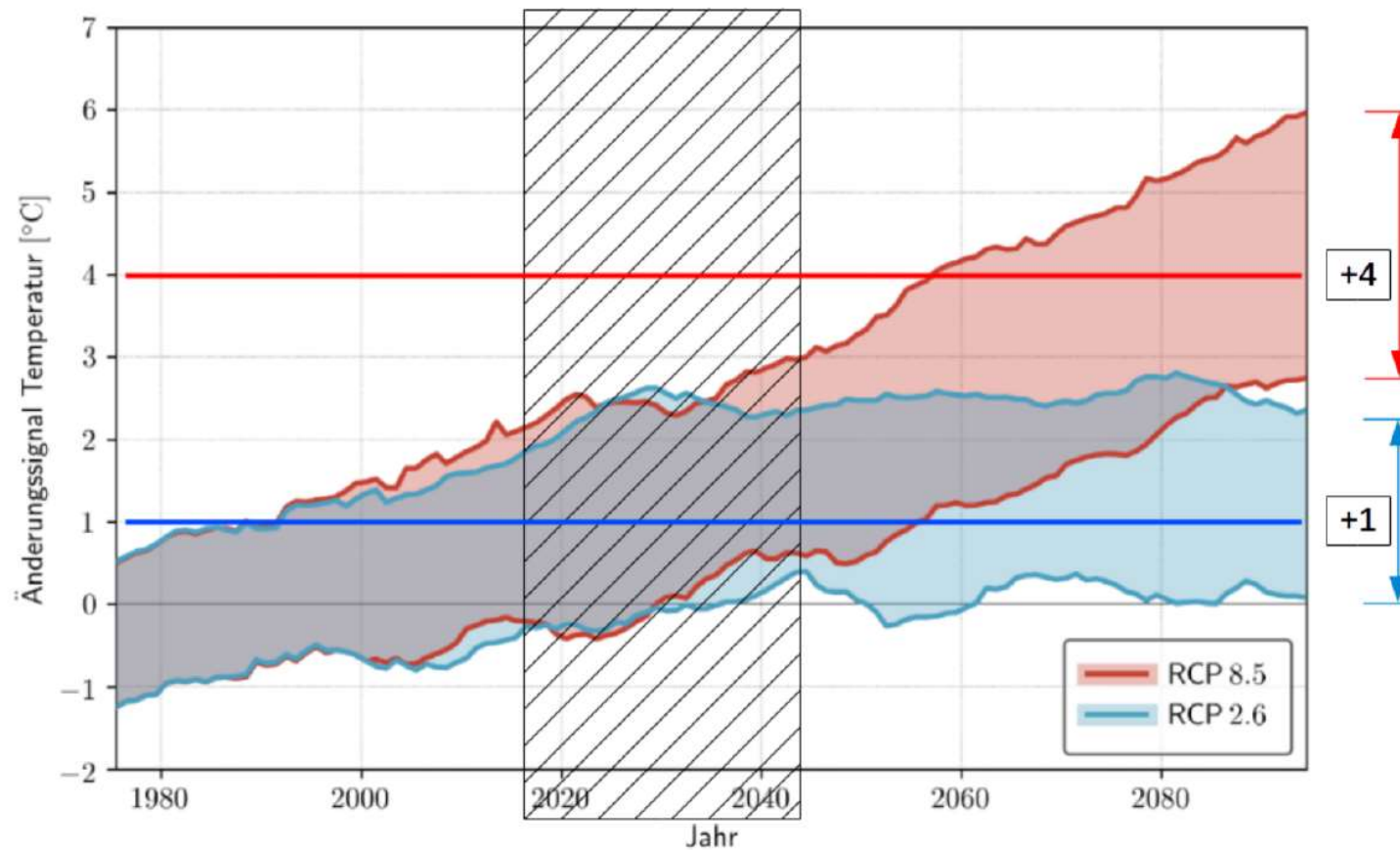
Stabilisierung der atmosphärischen THG-Konzentration erfordert eine Abkehr von der Baseline – unabhängig vom Vermeidungsziel.



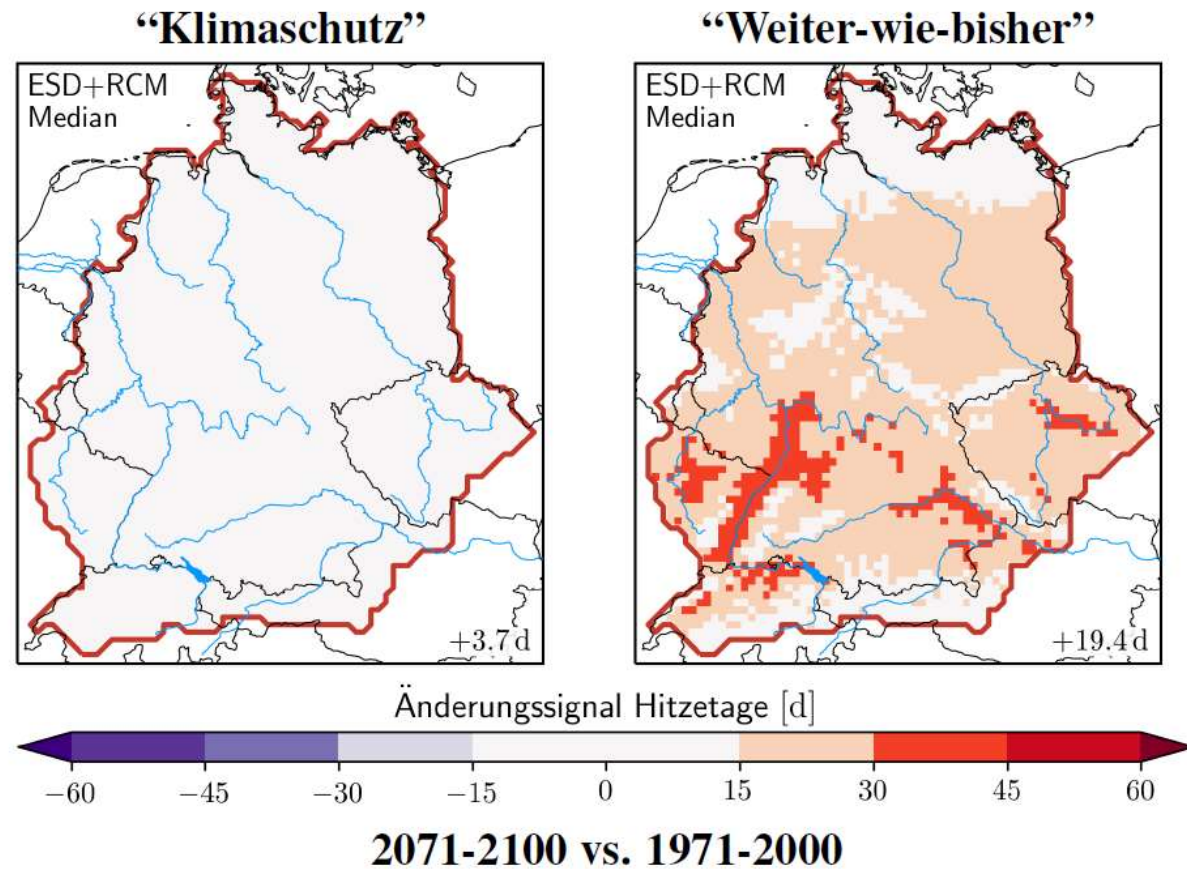
Stabilisierung der atmosphärischen THG-Konzentration erfordert eine Abkehr von der Baseline – unabhängig vom Vermeidungsziel.



"BAU" vs. "Klimaschutz" in Deutschland



Business as usual: +20 Hitzetage pro Jahr in Deutschland

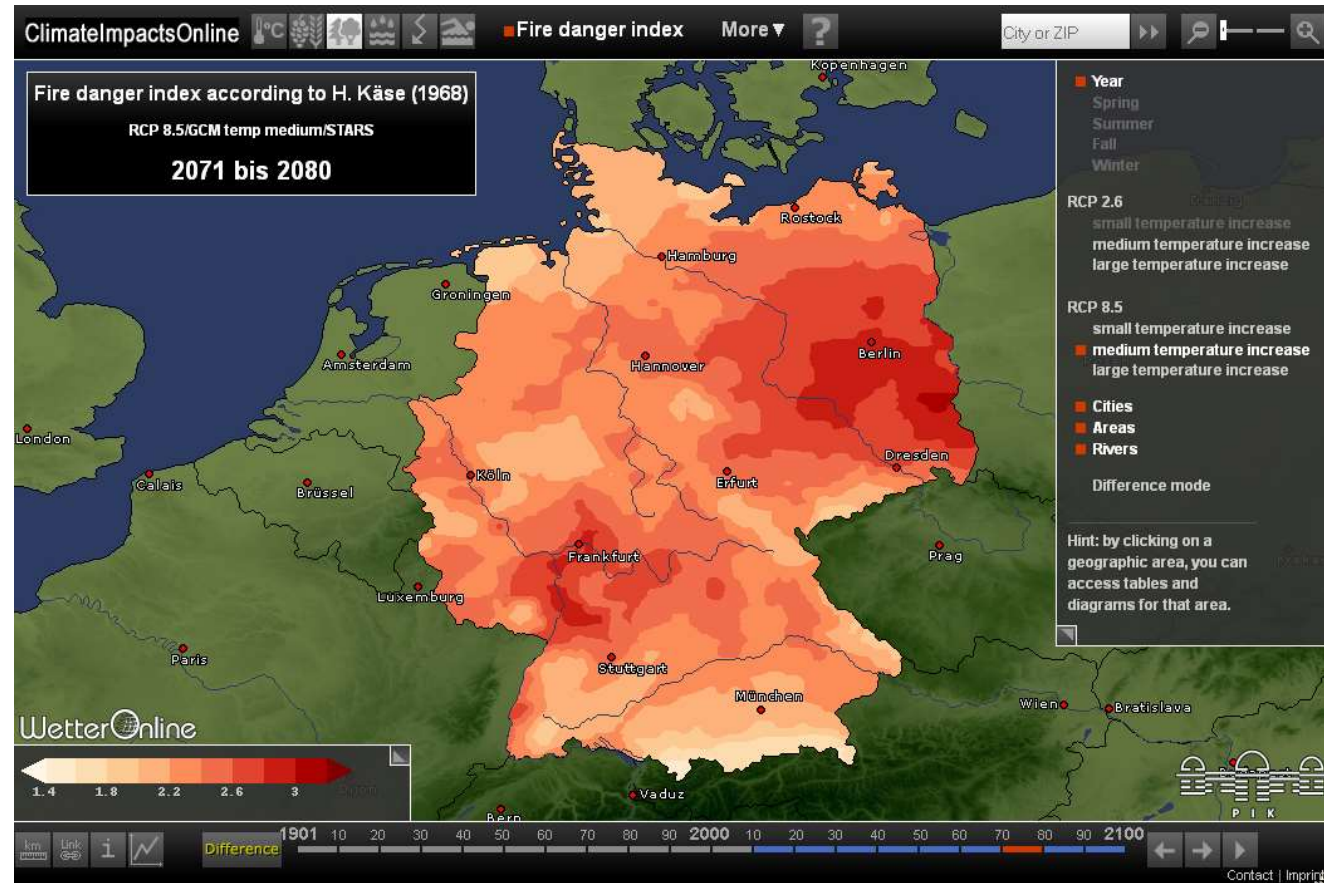


Anzahl der Hitzetage je Bundesland (2071-2100)

Domain	Ensemble-05pctl	Ensemble-10pctl	Ensemble-Median	Ensemble-Mean	Ensemble-90pctl	Ensemble-95pctl
Schleswig-Holstein	4.41 ^{7.04} _{3.63}	5.95 ^{8.33} _{4.22}	11.55 ^{13.77} _{10.23}	13.53 ^{15.44} _{11.69}	23.64 ^{28.34} _{18.46}	27.35 ^{30.78} _{20.44}
Mecklenburg-Vorpommern	6.31 ^{10.08} _{5.29}	8.60 ^{11.68} _{6.06}	15.83 ^{19.13} _{14.43}	17.84 ^{20.01} _{15.71}	29.53 ^{33.26} _{23.68}	32.53 ^{36.41} _{26.09}
Hamburg	8.73 ^{12.22} _{6.61}	11.22 ^{13.77} _{7.93}	18.03 ^{23.62} _{16.20}	21.08 ^{23.69} _{18.54}	32.42 ^{40.63} _{28.06}	39.44 ^{45.81} _{29.99}
Bremen	7.33 ^{10.50} _{5.80}	9.99 ^{11.83} _{6.89}	15.33 ^{19.63} _{14.03}	18.26 ^{20.59} _{16.03}	31.07 ^{36.35} _{23.81}	35.06 ^{39.24} _{26.94}
Niedersachsen	9.89 ^{12.99} _{7.50}	12.13 ^{14.30} _{8.93}	17.92 ^{22.36} _{16.37}	21.65 ^{24.34} _{19.02}	34.95 ^{42.52} _{28.92}	41.07 ^{48.13} _{31.32}
Brandenburg	14.21 ^{19.87} _{12.56}	17.94 ^{21.97} _{13.90}	28.19 ^{32.28} _{24.82}	31.01 ^{34.24} _{27.82}	47.13 ^{53.96} _{40.97}	53.01 ^{60.14} _{43.12}
Berlin	17.40 ^{22.81} _{15.05}	19.73 ^{25.00} _{16.59}	31.56 ^{38.82} _{28.49}	34.54 ^{37.79} _{31.25}	48.84 ^{57.71} _{44.31}	56.91 ^{63.30} _{46.24}
Sachsen-Anhalt	14.98 ^{19.24} _{12.30}	18.36 ^{20.66} _{14.24}	26.26 ^{30.73} _{23.27}	30.18 ^{33.54} _{26.87}	46.19 ^{54.72} _{40.30}	53.68 ^{63.14} _{42.82}
Nordrhein-Westfalen	13.24 ^{14.96} _{9.04}	14.03 ^{16.28} _{11.81}	20.76 ^{25.08} _{18.71}	24.47 ^{27.39} _{21.63}	39.22 ^{46.95} _{32.10}	45.40 ^{54.59} _{35.48}
Hessen	13.85 ^{17.13} _{11.60}	16.97 ^{18.58} _{13.30}	25.23 ^{29.34} _{21.67}	27.32 ^{30.26} _{24.43}	43.78 ^{48.43} _{34.93}	46.79 ^{55.56} _{39.14}
Thringen	13.88 ^{15.11} _{10.06}	14.99 ^{16.09} _{12.52}	21.53 ^{25.18} _{18.68}	23.63 ^{26.13} _{21.18}	36.32 ^{42.87} _{30.11}	38.77 ^{47.70} _{33.27}
Sachsen	15.99 ^{18.40} _{13.02}	18.68 ^{19.36} _{15.07}	24.47 ^{29.22} _{21.88}	27.22 ^{29.83} _{24.65}	40.94 ^{47.06} _{34.53}	43.40 ^{51.55} _{37.06}
Rheinland-Pfalz	13.53 ^{17.67} _{11.87}	16.72 ^{20.05} _{13.27}	27.67 ^{32.41} _{23.79}	29.66 ^{32.85} _{26.46}	47.06 ^{52.19} _{38.16}	51.21 ^{59.92} _{42.44}
Saarland	14.02 ^{18.86} _{12.19}	17.42 ^{21.21} _{13.75}	30.93 ^{33.94} _{25.15}	31.28 ^{34.62} _{27.93}	50.41 ^{55.93} _{39.13}	52.11 ^{61.23} _{45.51}
Baden-Wrttemberg	17.12 ^{20.77} _{12.97}	19.30 ^{22.81} _{15.40}	30.19 ^{34.09} _{26.06}	31.41 ^{34.41} _{28.46}	44.66 ^{53.72} _{38.05}	52.95 ^{60.06} _{41.34}
Bayern	14.60 ^{17.98} _{12.31}	17.50 ^{19.45} _{14.16}	27.77 ^{30.31} _{22.11}	27.58 ^{30.27} _{24.94}	38.92 ^{47.32} _{33.52}	45.68 ^{53.76} _{35.55}
Germany	15.28 ^{16.98} _{12.20}	15.70 ^{18.11} _{13.97}	24.56 ^{27.97} _{21.12}	26.08 ^{28.66} _{23.53}	40.34 ^{45.69} _{32.51}	43.01 ^{50.37} _{35.68}

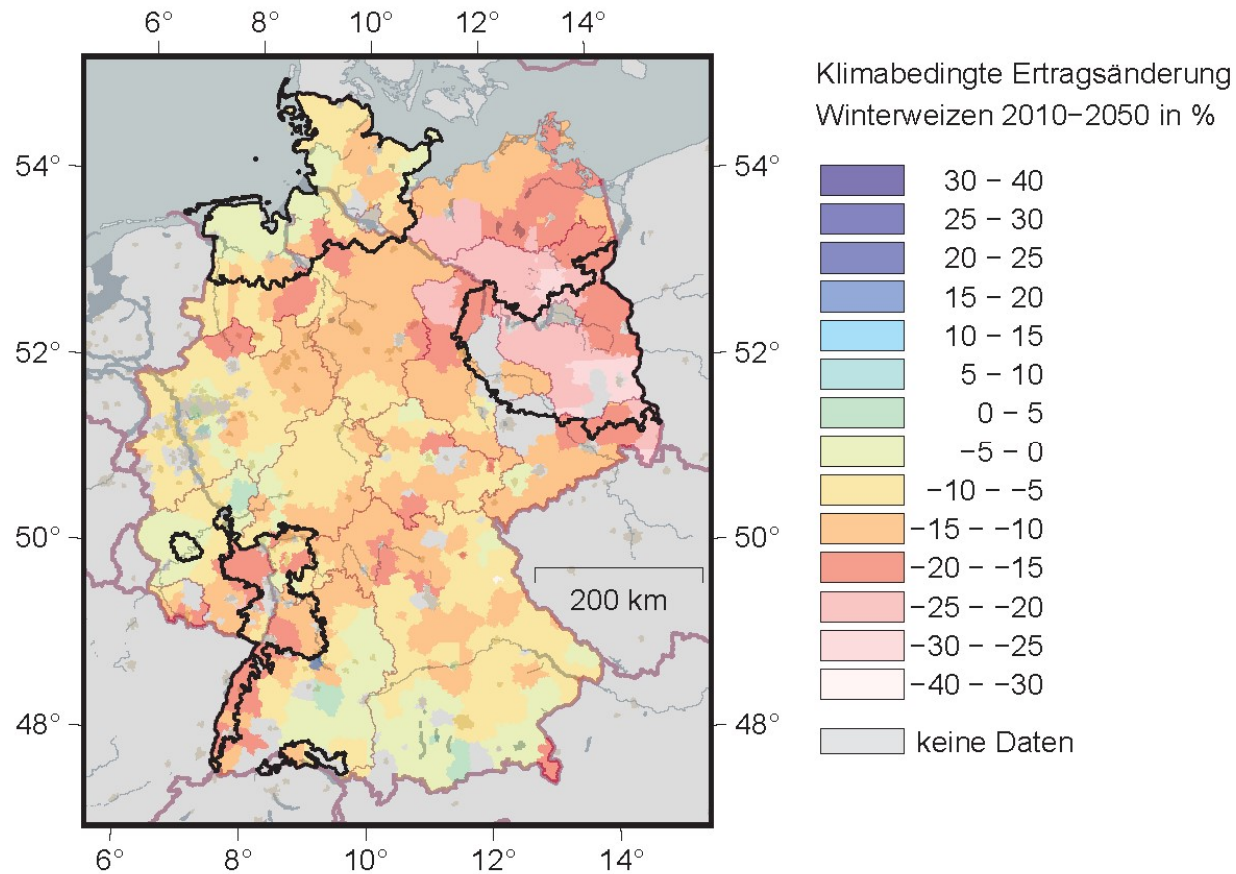
2018: >30 Hitzetage in Berlin/Brandenburg

www.KlimafolgenOnline.de



Klimabedingte Ertragsänderung (ohne CO2 Düngung)

Winterweizen



Mehr Extremwetterlagen durch stockende Luftströme



Quelle: Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung

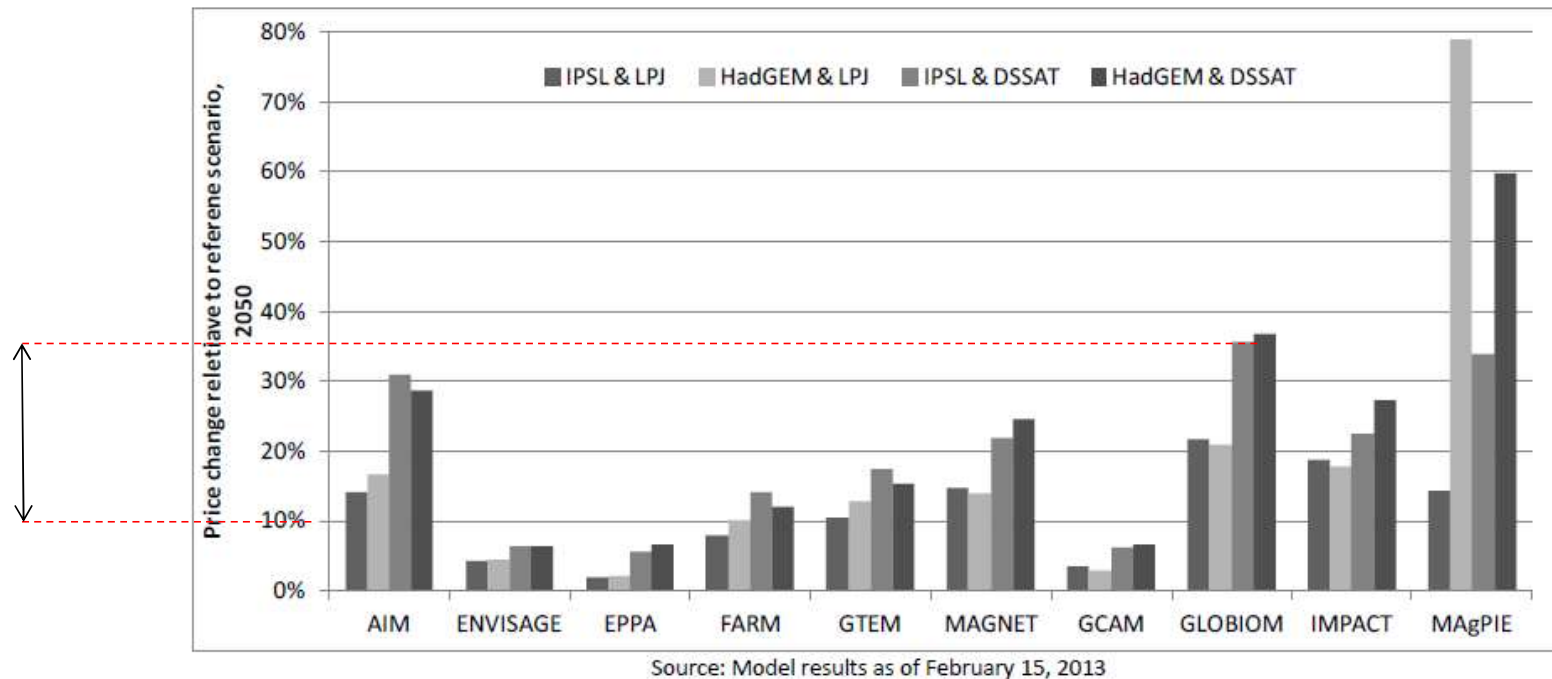
©DW

Mögliche Überraschungen im Klimasystem

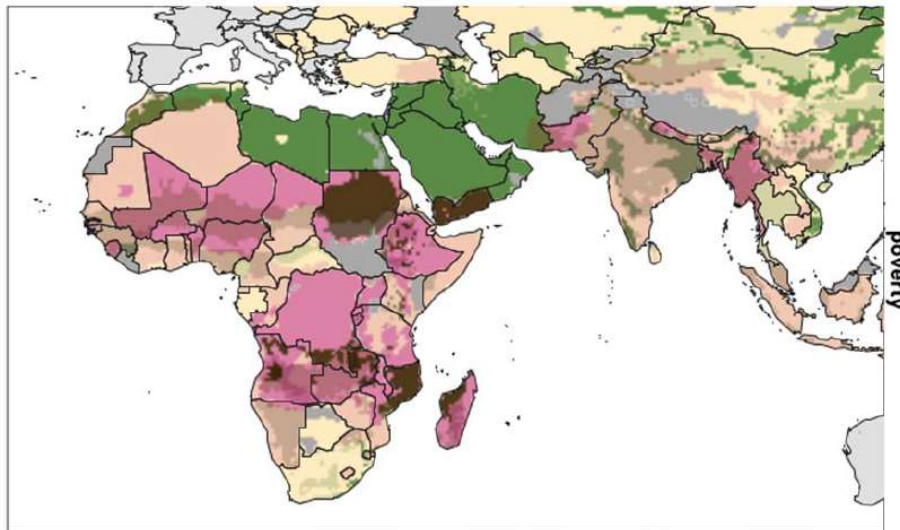
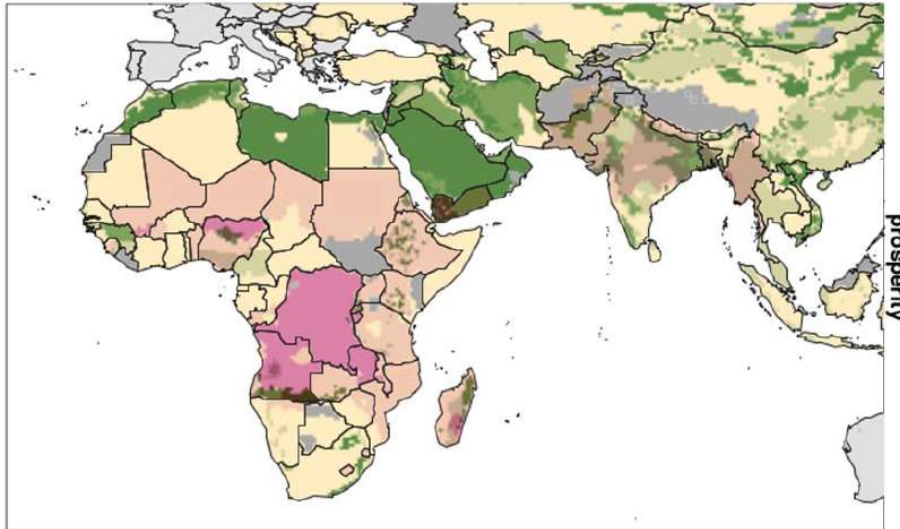
Wachsende Herausforderungen für Landwirtschaft und Landnutzung

- **Steigende Nachfrage nach Nahrungs- und Futtermitteln**
- **Regionale Wasserknappheit**
- **Schutz der Biodiversität**
- **Klimawirkungen, vor allem Extremereignisse**
- **Vermeidung von THG-Emissionen und N-Überschüssen**
- **Steigende Nachfrage nach Biomasse und Bioenergie**

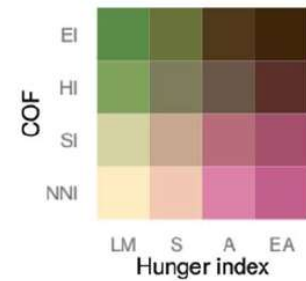
Zusätzlicher Anstieg der Weltmarktpreise für Agrargüter durch Klimawandel um ca. 10-30% bis 2050 (relativ zum Referenzszenario, ohne Klimaextreme, ohne CO₂-Effekt)



Note: All changes relative to the reference scenario for the same year.



**Bei schlechter Wirtschafts-
entwicklung bis 2030:
ca. 45 Mill. extrem von Hunger
bedrohte Menschen stark von
höheren Nahrungsmittelausgaben
durch Klimawandel betroffen**



Industrialized country
No data

*Biewald, Lotze-Campen et al. 2015,
World Bank Background paper*

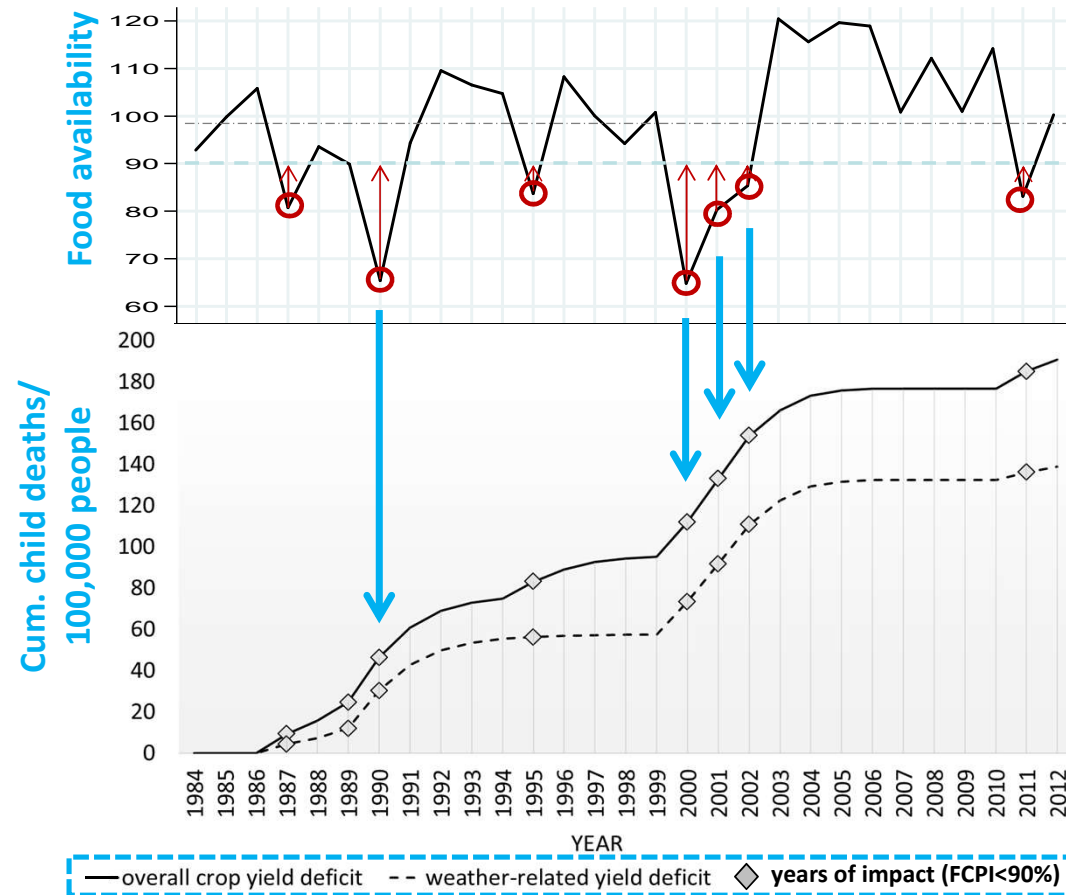
Wirkung von landwirtschaftlicher Ertragsstabilität auf Kindersterblichkeit in Burkina Faso



Food availability index based on production-weighted crop yields

Child mortality (< 5yr) attributable to weather-induced food shortages

(Food availability index < 90%)

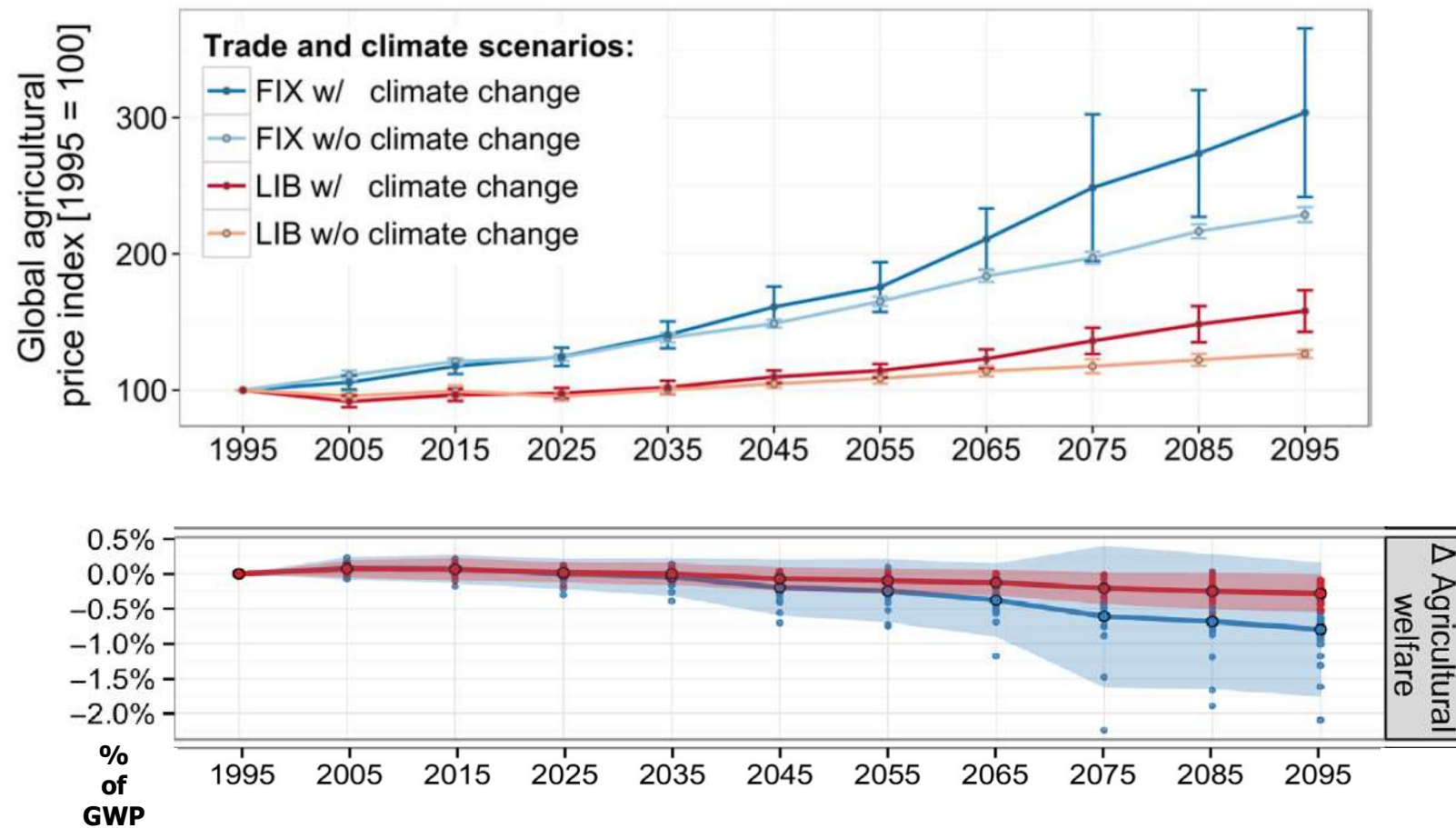


Belesova, Gornott et al. 2019

Anpassung: Management von Klimarisiken in der Landwirtschaft

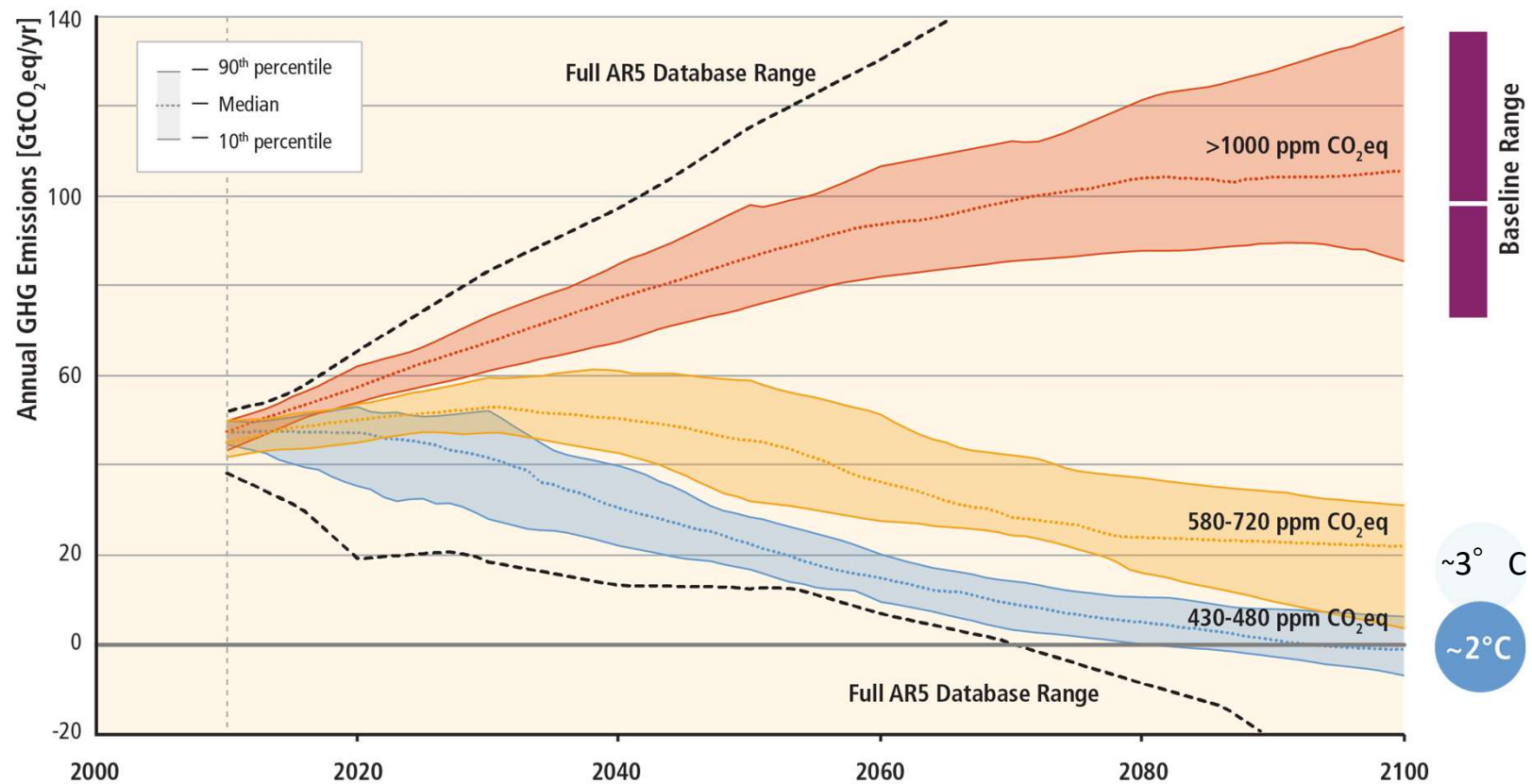
- **Produktionsrisiken -> Technologie**
**Bodenbearbeitung, Sortenzüchtung, Fruchtfolgen, Bewässerung,
Precision Farming, Digitalisierung**
- **Einkommensrisiken -> Versicherung**
Mehr-Gefahren-Versicherungen, Wetterderivate
- **Marktrisiken -> Handel**
Öffnung und Diversifizierung internationaler Handelsbeziehungen
- **Migration?**

Freihandel kann zu einer Reduktion der klimabedingten Schäden beitragen

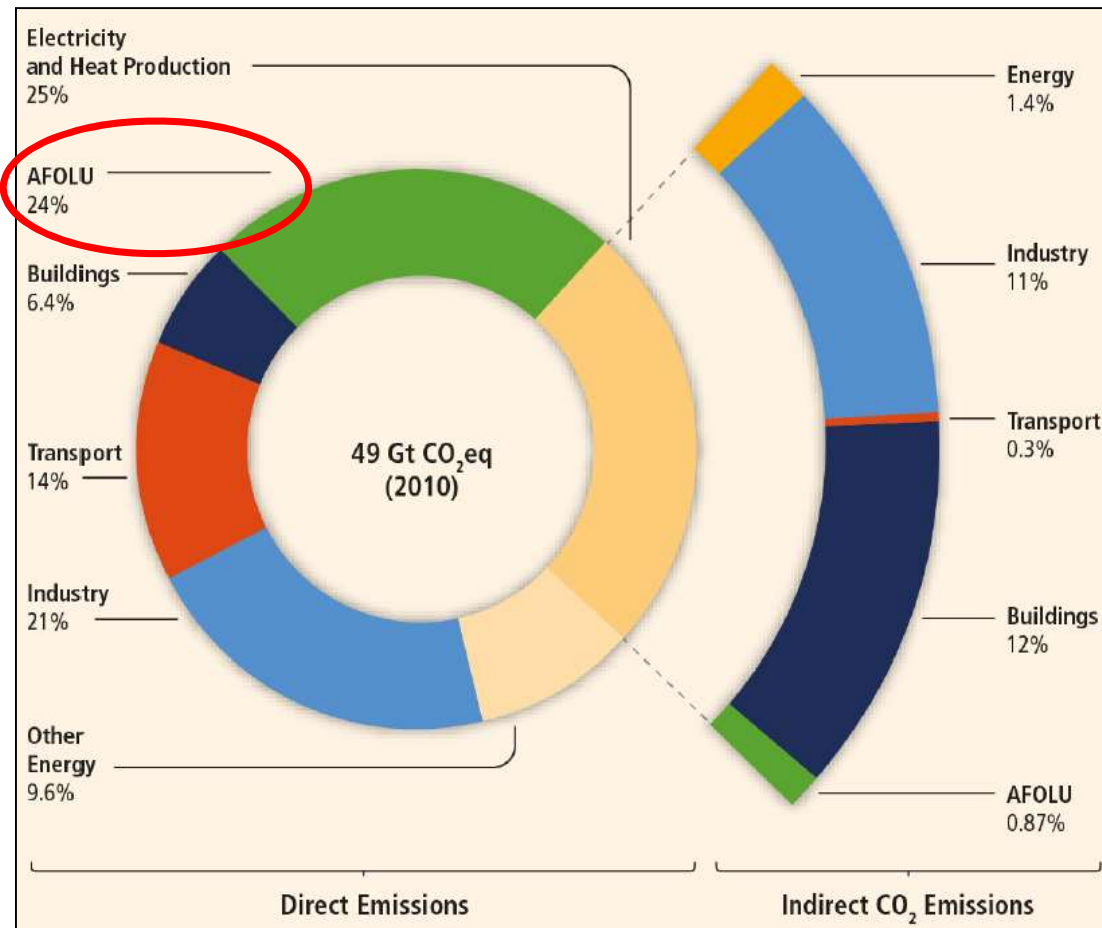


Stevanovic, Lotze-Campen et al. 2016

Stabilisierung der atmosphärischen THG-Konzentration erfordert eine Abkehr von der Baseline – unabhängig vom Vermeidungsziel.

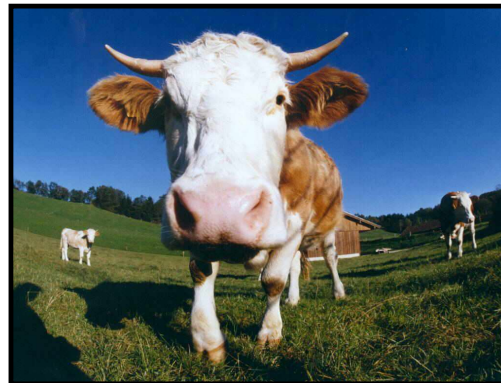
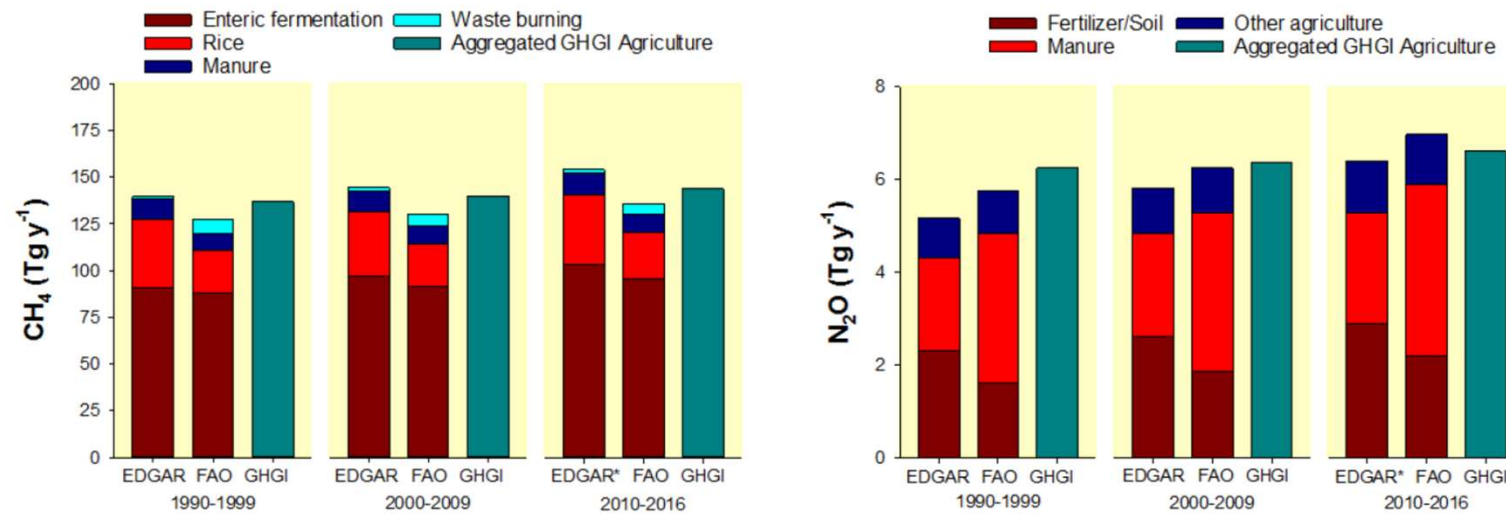


Anteil der landwirtschaftlichen THG-Emissionen



IPCC, 2014

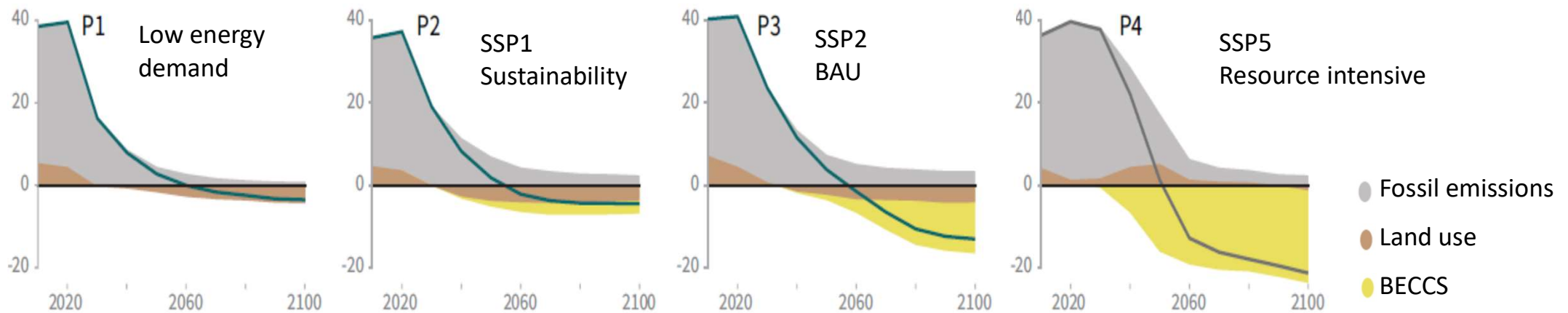
Tierhaltung trägt ca. 70% zu den landwirtschaftlichen Emissionen bei



IPCC, SRCCL 2019

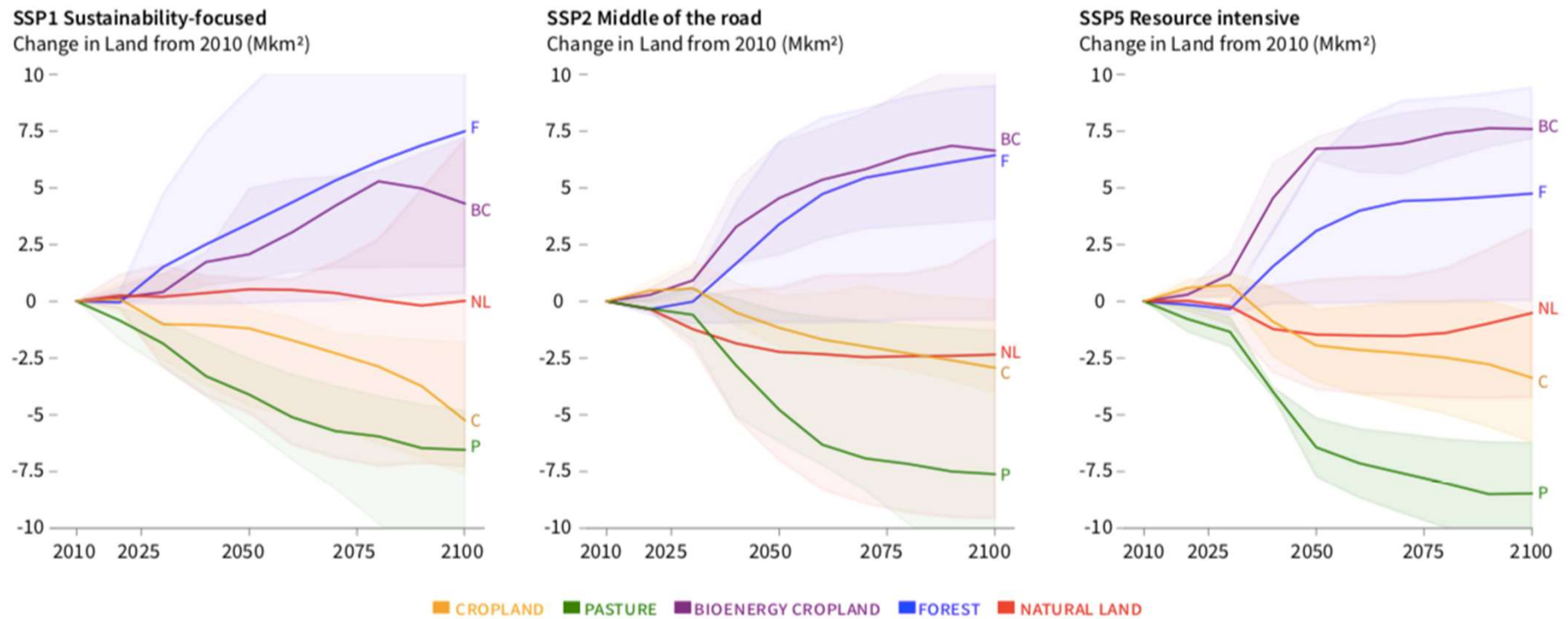
Aufforstung und Bioenergie spielen eine große Rolle für die Einhaltung des 1.5-Grad-Ziels

Billion tonnes CO₂ per year (GtCO₂/yr)



IPCC SR 1.5C SPM3b

Aufforstung und Bioenergie spielen eine große Rolle für die Einhaltung des 1.5-Grad-Ziels



IPCC, SRCCL 2019

Maßnahmen zur Emissions-Vermeidung

Mittelfristig:

- Renaturierung von Moorböden
- Vermeidung von Stickstoff-Überschüssen
- Verbessertes Wirtschaftsdünger-Management
- Fütterungszusätze für Wiederkäuer

Langfristig:

- Pflanzliche Nahrungsmittel und **Reduktion der Viehzahlen**

RethinkX

Disruption, Implications, and Choices

Rethinking Food and Agriculture 2020-2030

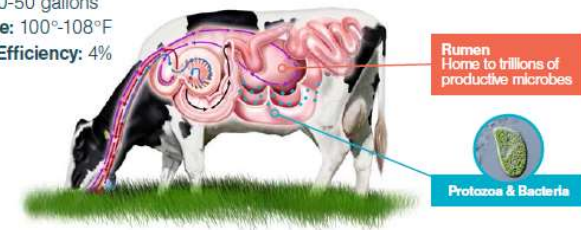
The Second Domestication of Plants and Animals, the Disruption of the Cow, and the Collapse of Industrial Livestock Farming

**Figure 3. Precision Fermentation:
Protein Production Unplugged**

Cow Protein Production

Cow Rumen – the production of protein is the work of many microbes inhabiting the rumen of the cow.

Capacity: 40-50 gallons
Temperature: 100°-108°F
Feedstock Efficiency: 4%



Precision Fermentation Protein Production

The production of protein is also the work of microbes, designed to manufacture desired proteins in tightly-controlled environments.

Capacity: 50-10,000 gallons
Temperature: Optimized
Feedstock Efficiency: 40%-80%



Source: RethinkX, Impossible Foods

Maßnahmen zur Emissions-Vermeidung

Mittelfristig:

- Renaturierung von Moorböden
- Vermeidung von Stickstoff-Überschüssen
- Verbessertes Wirtschaftsdünger-Management
- Fütterungszusätze für Wiederkäuer

Langfristig:

- Pflanzliche Nahrungsmittel und **Reduktion der Viehzahlen**
- Messbare Erhöhung des **Boden-Kohlenstoffs**
- Innovative Produktionssysteme: **Nahrung + Biomasse**

**Risiko-
absicherung**



**Agrarforschung,
Nahrungsmittelhilfe**



**Ernährungs-
schulung**



**Stickstoff-
Besteuerung**



**Nachhaltige
Entwicklung
erfordert
Politik-
Kohärenz**

**Wasser-
Bepreisung**



**Infrastruktur-
Investitionen**



**Ausbildung,
Training, F&E**



**Emissions-
Bepreisung**



**Marine
Schutzgebiete**



**Naturschutz,
REDD**



Handelspolitik



Vielen Dank!