

**Opfer, Täter oder Retter?**

**Die komplizierte Beziehung zwischen  
Pflanzenbau und Klimawandel**

**Prof. Dr. Eike Lüdelling**



# Besorgniserregender Temperaturanstieg

## Die 10 global wärmsten Jahre

Rang	Jahr	Anomalie °C
1	2016	0,94
2	2019	0,93
3	2015	0,90
4	2017	0,84
5	2018	0,77
6	2014	0,74
7	2010	0,70
8	2013	0,66
9	2005	0,65
10	2009	0,64

Aufzeichnungen seit 1880, relativ zu 1901-2000

[https://en.wikipedia.org/wiki/Instrumental\\_temperature\\_record](https://en.wikipedia.org/wiki/Instrumental_temperature_record)

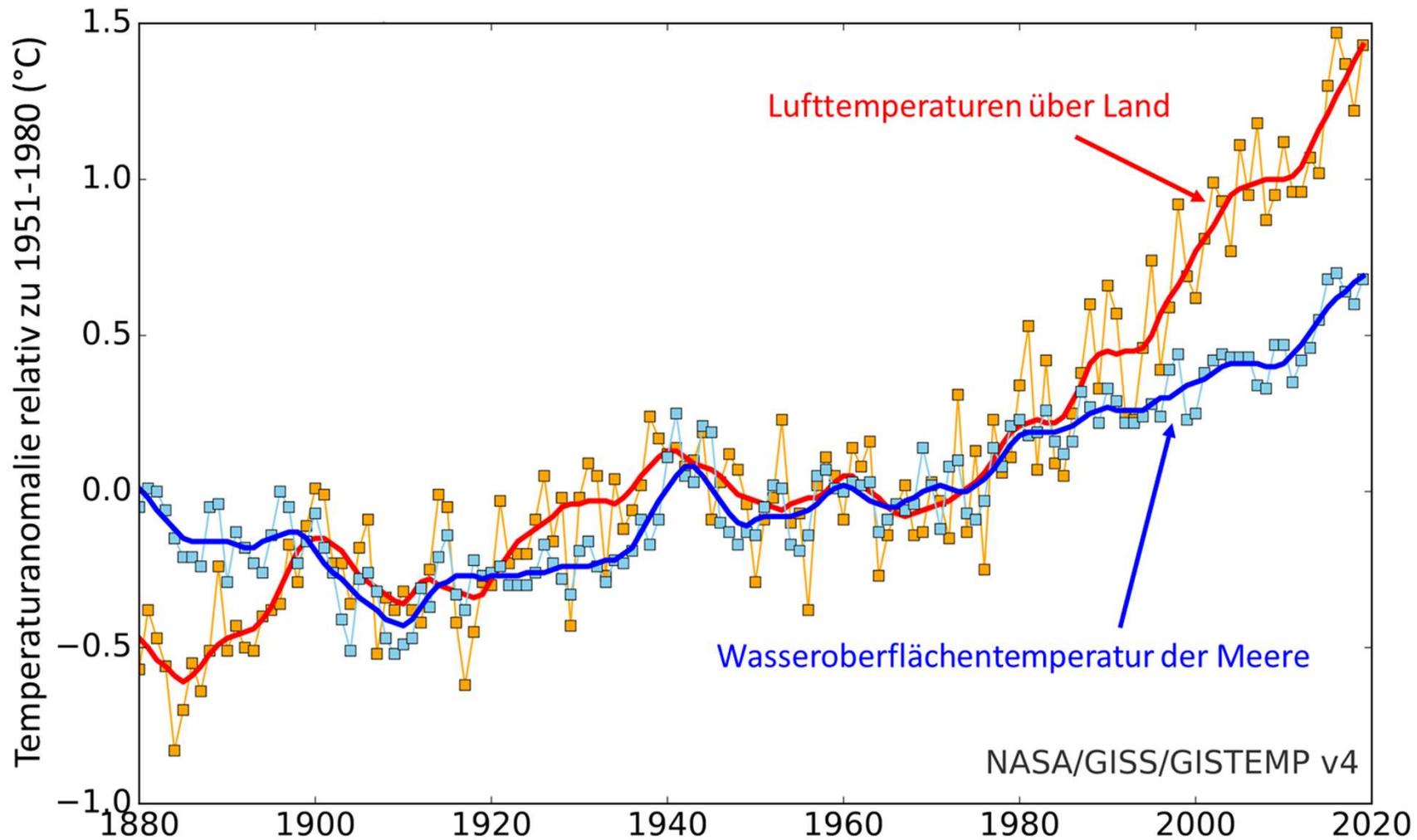
## Die 10 wärmsten Jahre in Deutschland

Rang	Jahr	Temperatur (°C)
1	2018	10,45
2	2014	10,33
3	2019	10,28
4	2015	9,94
5	2000	9,87
6	2007	9,85
7	1994	9,70
8	2011	9,64
9	2017	9,58
10	2002	9,56

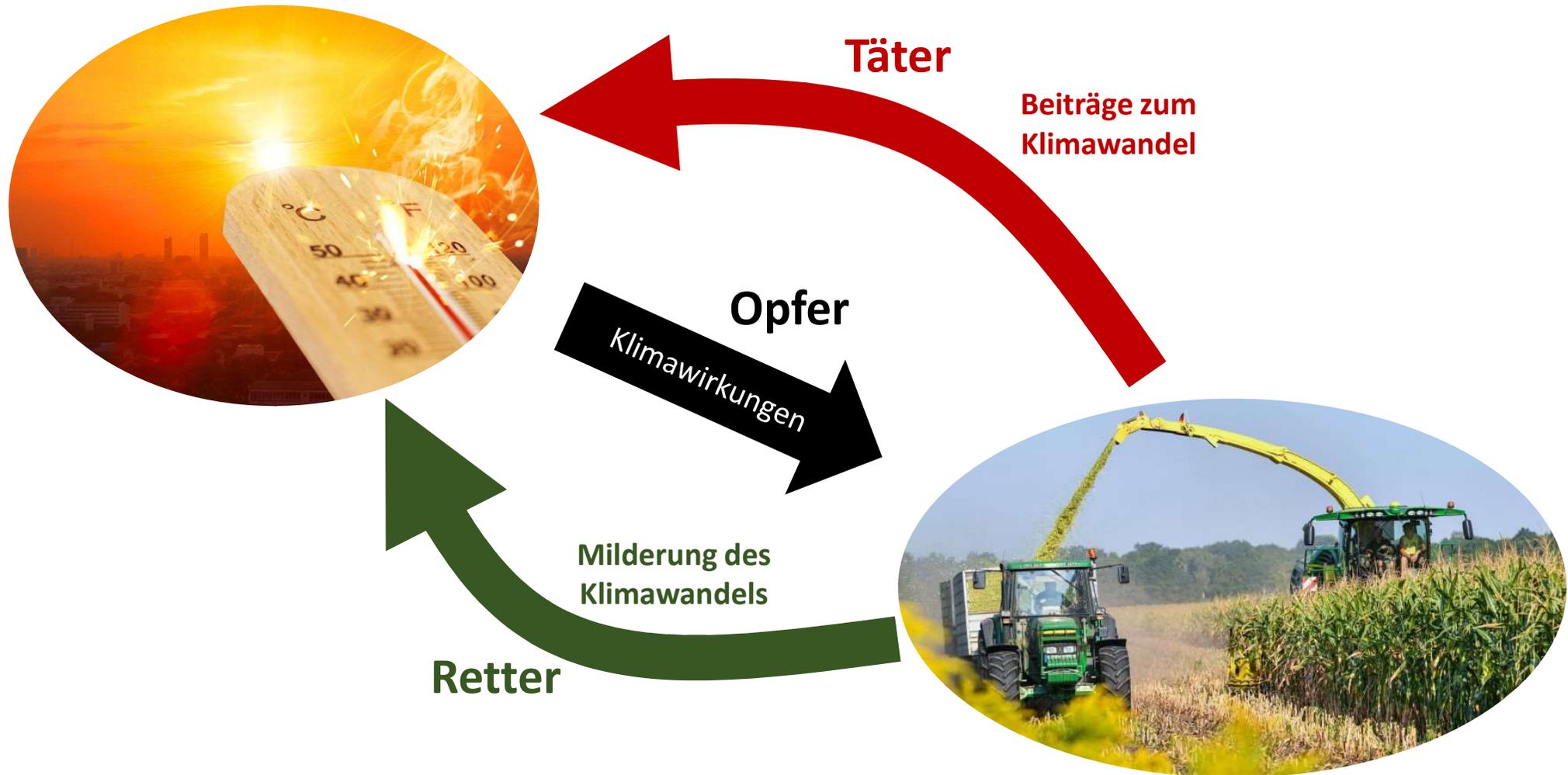
Aufzeichnungen seit 1881

[https://de.wikipedia.org/wiki/Zeitreihe\\_der\\_Lufttemperatur\\_in\\_Deutschland](https://de.wikipedia.org/wiki/Zeitreihe_der_Lufttemperatur_in_Deutschland)

# Besorgniserregender Temperaturanstieg



# Landwirtschaft im Klimawandel



[https://www.deutschlandfunk.de/extremwetter-und-ernteausfaelle-klimawandel-stellt.724.de.html?dram:article\\_id=426057](https://www.deutschlandfunk.de/extremwetter-und-ernteausfaelle-klimawandel-stellt.724.de.html?dram:article_id=426057)

<https://www.springerprofessional.de/risikomanagement/kostenrisiken/klimawandel-birgt-ein-milliarden-risiko-fuer-unternehmen/16819060>

# Landwirtschaft als Opfer – Extremereignisse

Politik / News

## Schwere Hochwasser- und Nässeschäden in der Landwirtschaft

Die Überflutungen und Extremniederschläge der zurückliegenden Wochen haben in der deutschen Landwirtschaft Schäden in Höhe von 173 Mio. Euro verursacht. Das Ergebnis einer Umfrage von Bund und Ländern, deren Ergebnisse die Bundesagrarministerin Ilse Aigner am Donnerstag bekannt hat.

### Tief Gebhard verursacht enorme Schäden in der Landwirtschaft

Gießen - Das Hitzewochenende Anfang Juni wurde fast schon erwartungsgemäß am Montag und Dienstag von heftigen Unwettern abgelöst.

## Wegen Klimawandel: Dürre wird zum Normalfall

Die Trockenheit des vergangenen Jahres hat Brandenburgs Bauern hart getroffen. Wegen des Klimawandels werden Dürren jedoch immer wahrscheinlicher. Ein neues Prognose-Instrument könnte Landwirten helfen, Ernteaufträge zu begrenzen.

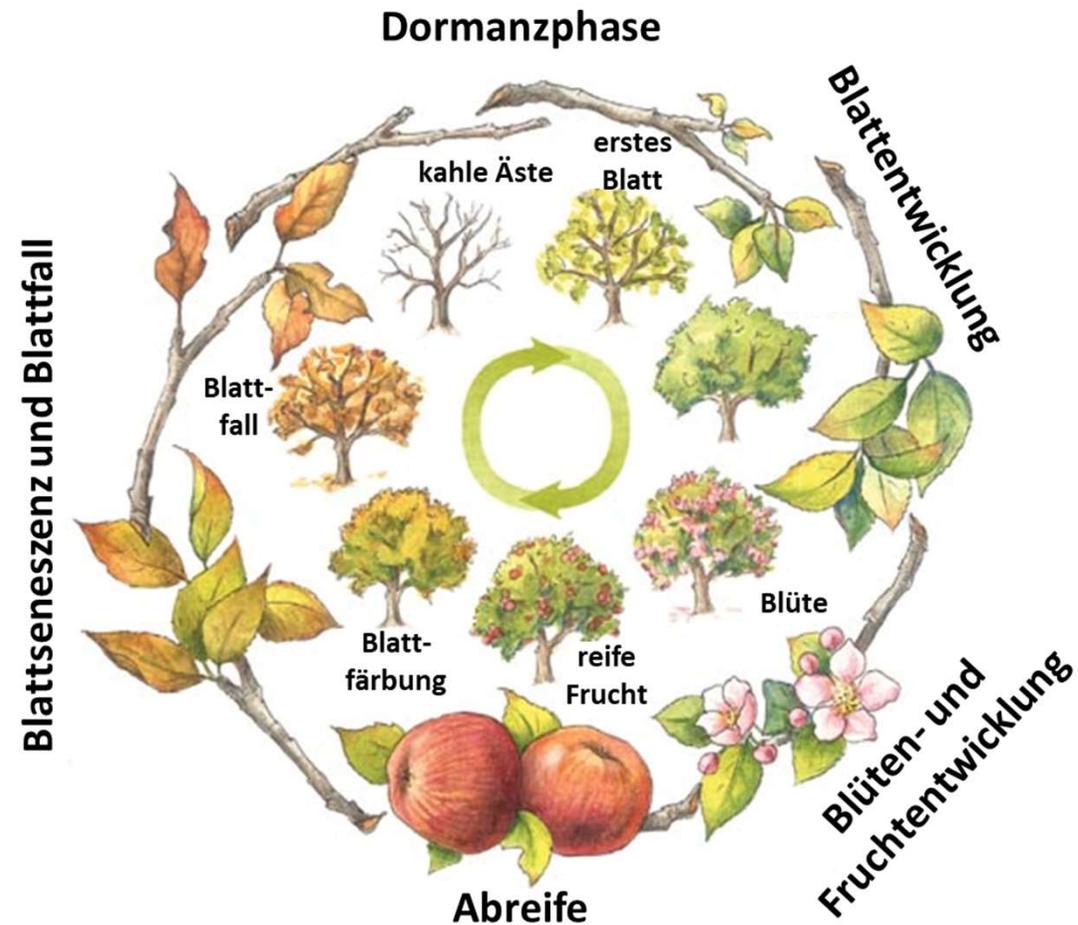


<https://hortnews.com/kent-apple-grower-suffers-severe-hail-damage/>

[www.maz-online.de/Brandenburg/Wegen-Klimawandel-Landwirtschaft-muss-mit-weiteren-Duerren-rechnen](https://www.maz-online.de/Brandenburg/Wegen-Klimawandel-Landwirtschaft-muss-mit-weiteren-Duerren-rechnen)  
<https://www.topagrar.com/management-und-politik/news/schwere-hochwasser-und-naesseschaeden-in-der-landwirtschaft-9562829.html>  
[https://www.proplanta.de/agrar-nachrichten/pflanze/tief-gebhard-verursacht-enorme-schaeden-in-der-landwirtschaft\\_article1559739228.html](https://www.proplanta.de/agrar-nachrichten/pflanze/tief-gebhard-verursacht-enorme-schaeden-in-der-landwirtschaft_article1559739228.html)

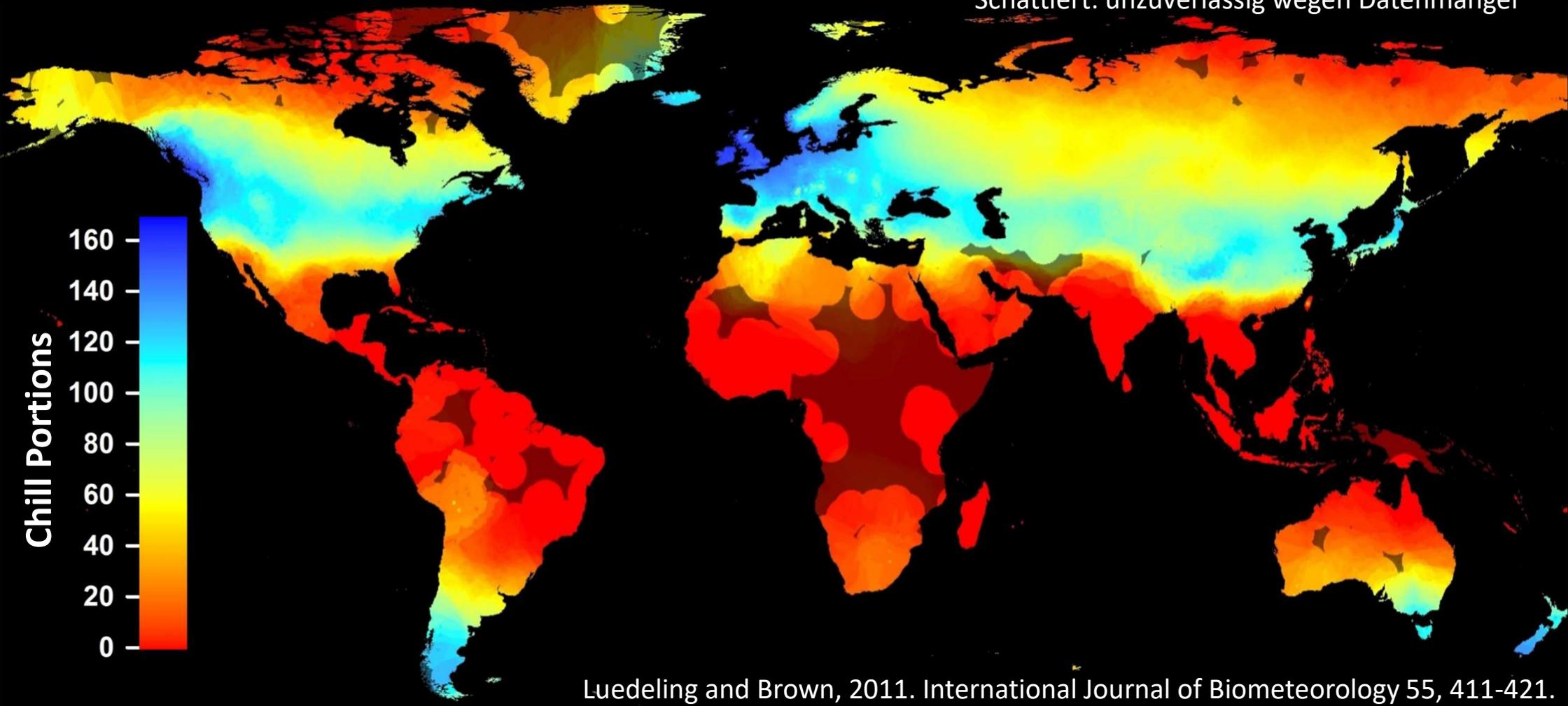
# Landwirtschaft als Opfer – Klimaänderung

- Jedes Entwicklungsstadium hat bestimmte Wetterbedürfnisse
- Zu Wiederaustrieb nach der winterlichen Dormanzphase muss ein Kältebedürfnis erfüllt werden (neudeutsch: „Chilling“)
- Werden unsere Winter zu warm?



# Chilling weltweit

Nordhalbkugel: Oktober bis Mai  
Südhälfte: April bis November  
Schattiert: unzuverlässig wegen Datenmangel



Luedeling and Brown, 2011. International Journal of Biometeorology 55, 411-421.

# Zukunftsaussichten

- Dramatische Veränderungen wahrscheinlich
- Betrifft viele wichtige Obst-Anbaugebiete

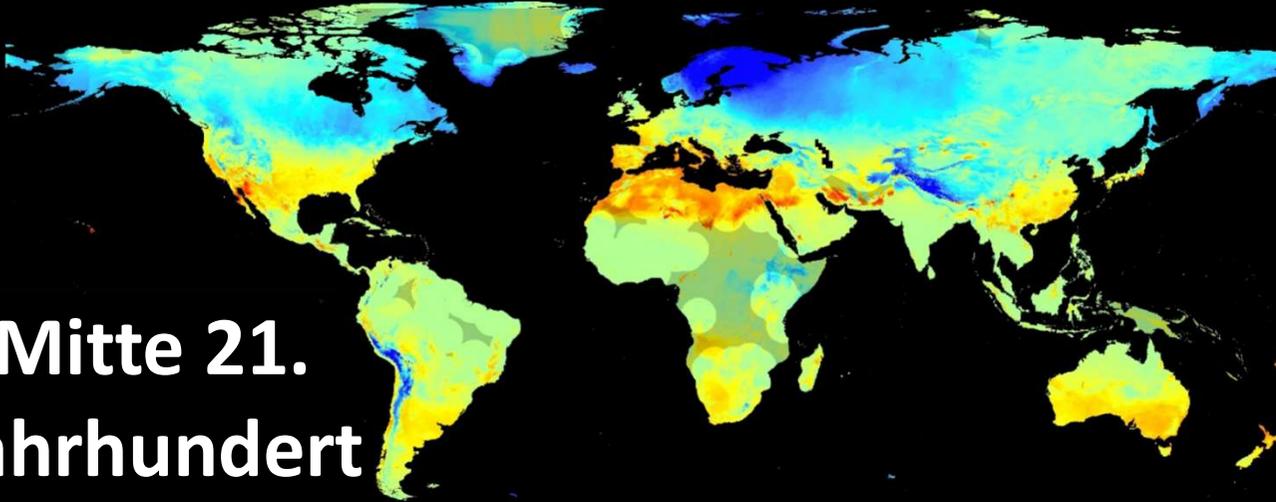
Veränderung gegenüber 1975 (in CP)



+40  
+30  
+20  
+10  
0  
-10  
-20  
-30  
-40

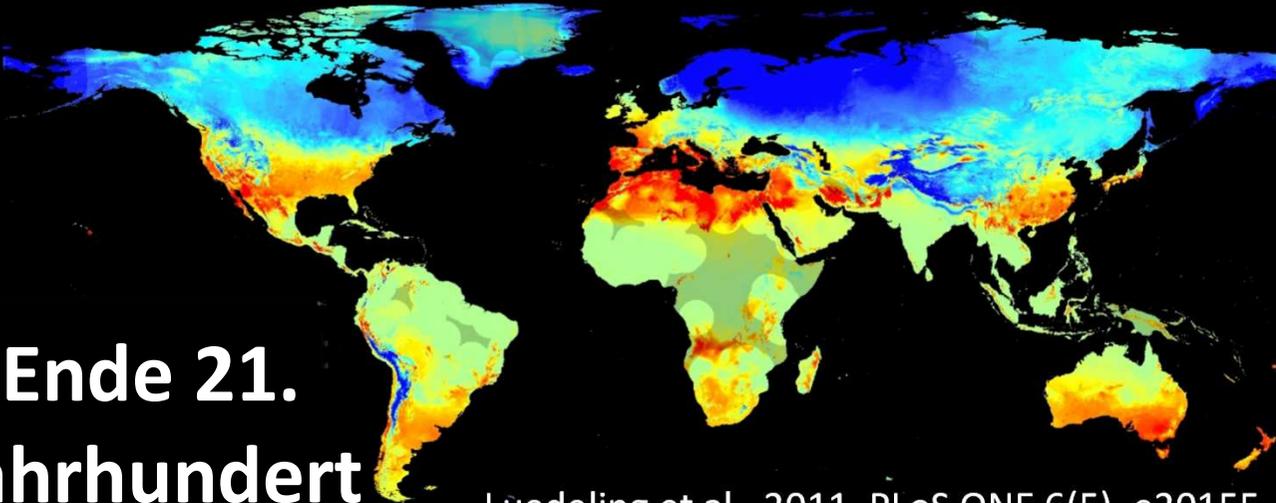
The legend is a vertical color bar with a scale from +40 to -40. The colors transition from dark blue at the top (+40) through light blue, cyan, green, yellow, orange, and red to dark red at the bottom (-40). Tick marks are present at intervals of 10 units.

Mitte 21.  
Jahrhundert



The map shows a significant increase in temperature across most of the globe, with the most dramatic warming (red and orange) occurring in the subtropical and tropical regions, particularly in the Amazon basin, central Africa, and parts of Asia and Australia. High-latitude regions show moderate warming (yellow and light green).

Ende 21.  
Jahrhundert

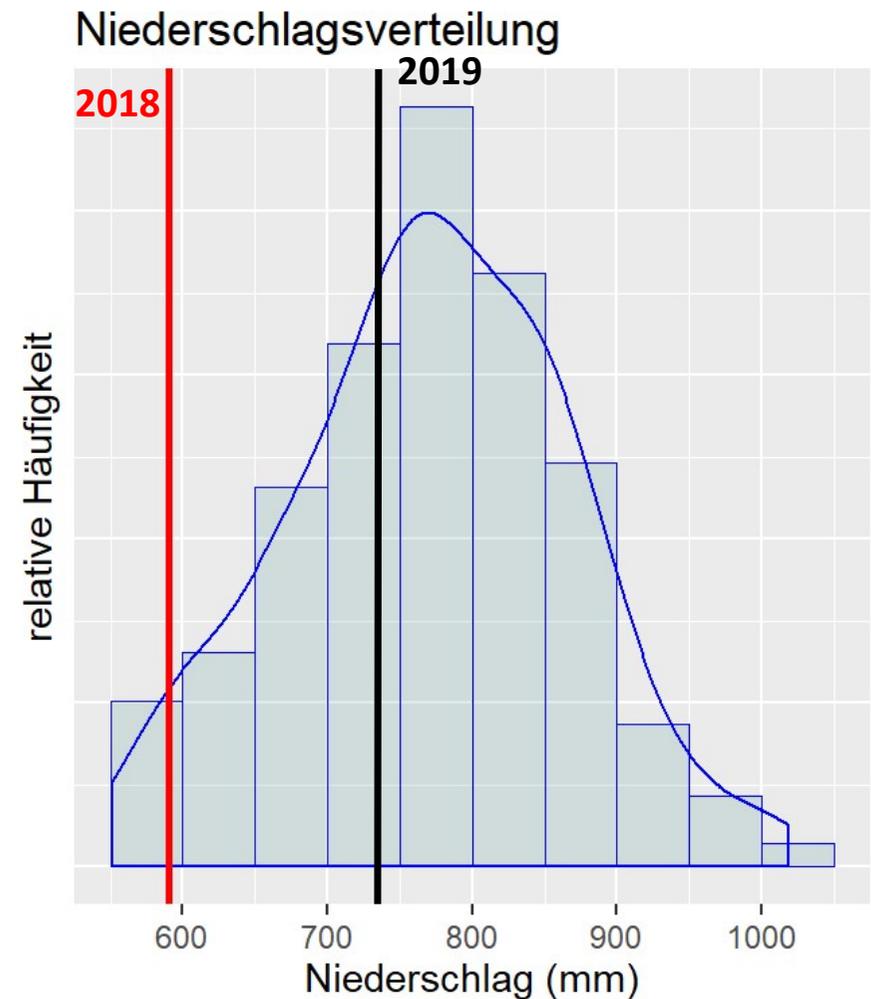


The map shows a much more severe and widespread increase in temperature. Large areas, especially in the tropics and subtropics, are now colored in dark red and orange, indicating temperature increases of 30°C or more. Even high-latitude regions show more pronounced warming (yellow and orange) compared to the middle of the century.

Luedeling et al., 2011. PLoS ONE 6(5), e20155.

# Einordnung der Beobachtungen

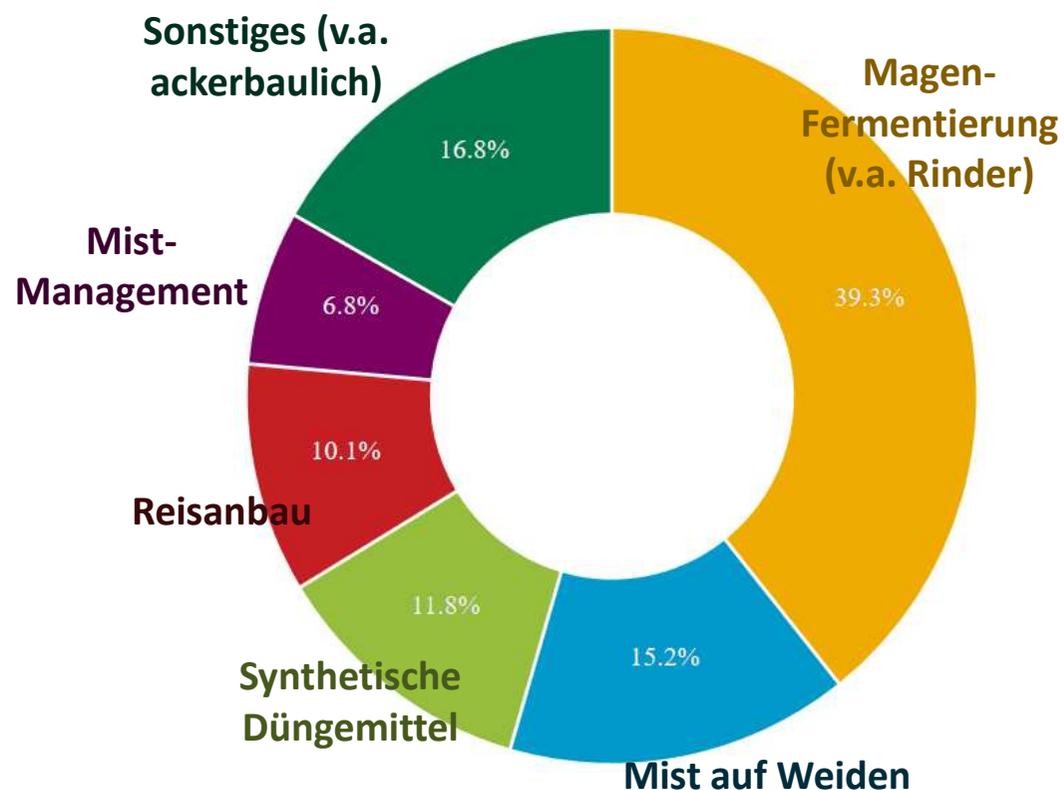
- Außergewöhnliche Trockenheit 2018 (und mit Abstrichen auch 2019)
- Zumindest auf das Gesamtjahr betrachtet gar nicht mal so ungewöhnlich...



# Landwirtschaft als Täter

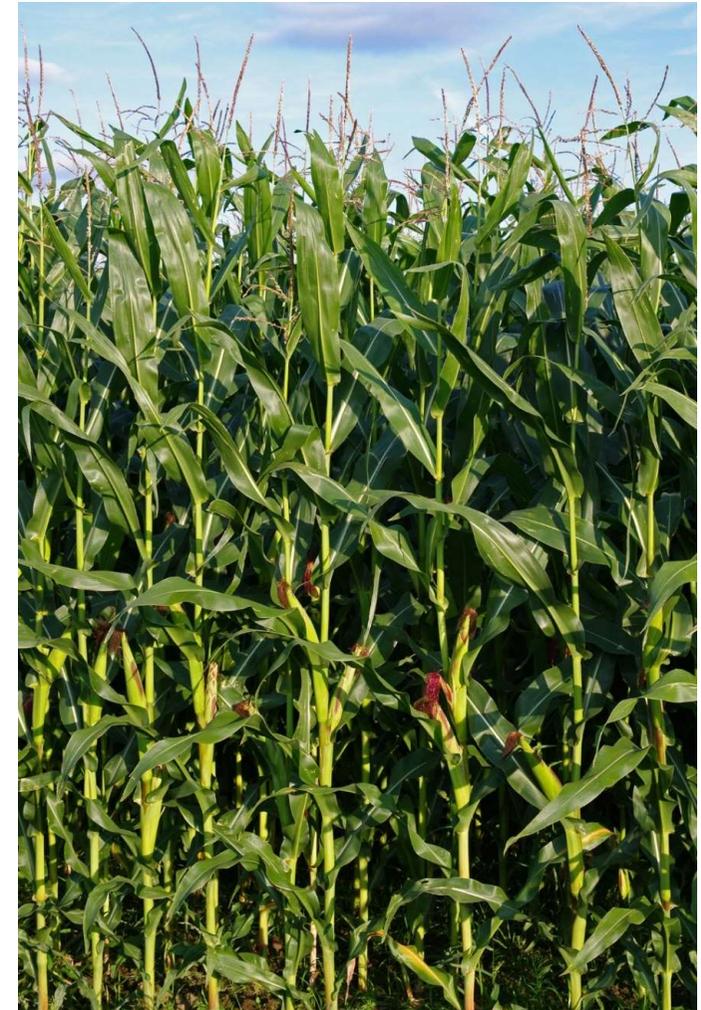
- Klimawirksame Emissionen aus der Landwirtschaft: etwa 5 Mrd. t CO<sub>2</sub>-Äquivalente pro Jahr
- Hauptbestandteile:
  - Methan: 2,8 Mrd. t CO<sub>2</sub>-Äq. (2008)
  - Lachgas: 2,2 Mrd. t CO<sub>2</sub>-Äq. (2010)
  - (beide wirken viel stärker als CO<sub>2</sub>)
- Nur etwa ein Drittel aus dem Pflanzenbau (v.a. Lachgas)
- Grob überschlagen global gesehen etwa 1 t CO<sub>2</sub>-Äq. pro Hektar Ackerland

Zusammensetzung der Treibhausgas-Emissionen (CO<sub>2</sub>-Äq.) aus der globalen Landwirtschaft (Durchschnitt 1990-2016)



# Pflanzenbau als Täter?

- Viele Emissionen aus ‚diffusen Quellen‘ – sehr viele Beitragende mit jeweils kleinen Beiträgen
- Schwer zu regulieren
- In Deutschland bereits im Fokus, zentraler Angriffspunkt der Düngeverordnung
  - Beschränkung des Düngemiteleinsatzes, v.a. beim Wirtschaftsdünger
  - Begrenzung des Eintrags von  $\text{N}_2\text{O}$  und  $\text{CH}_4$  in die Atmosphäre (und Nitrat ins Grundwasser)
- Sehr viel größerer Handlungsbedarf in der Tierhaltung



# Pflanzenbau als Täter?

- International spielen „Punktquellen“ eine große Rolle
  - Reisfelder
  - Landnutzungsänderungen
    - Rodungen für Landwirtschaft
    - Grünlandumbruch (in D stark beschränkt)
  - Kultivierung organischer Böden
  - Massive Überdüngung



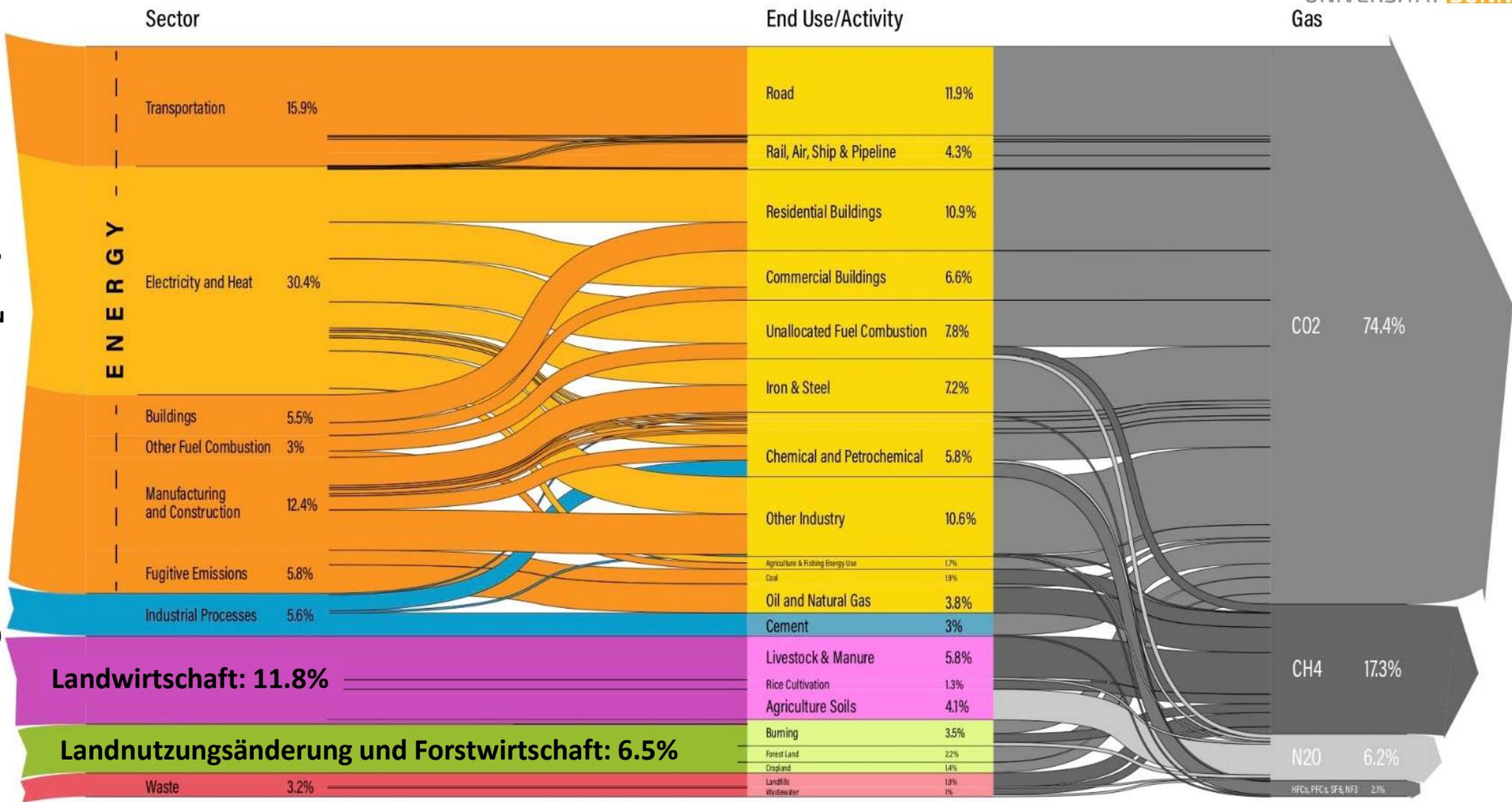
<https://www.noz.de/deutschland-welt/niedersachsen/artikel/444008/niedersachsen-kampf-gegen-uberduengung>



<https://www.holidaycheck.at/m/reisfelder/5be725b2-0049-380d-801d-e07461f6d796>

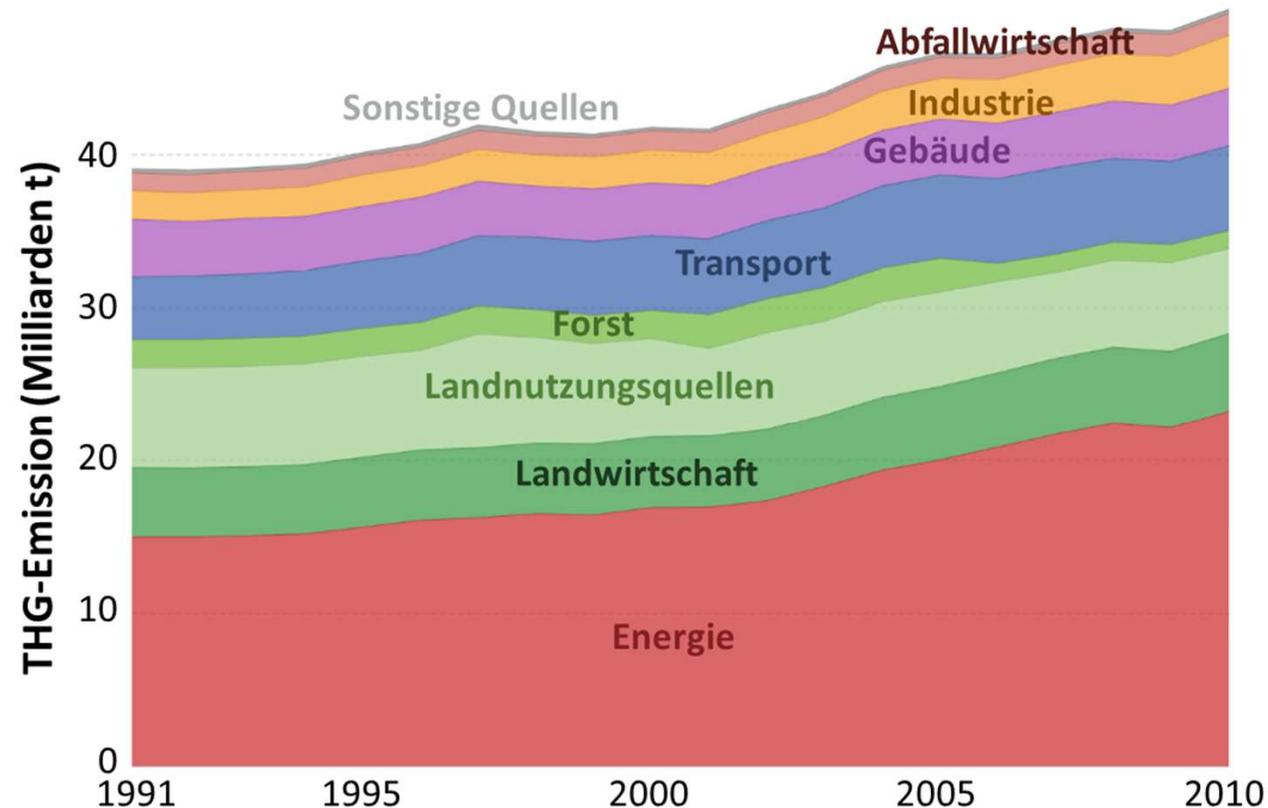
# Treibhausgas-Einträge durch Landwirtschaft

2016 gesamt: 49.4 Gt CO<sub>2</sub>-Äquivalente

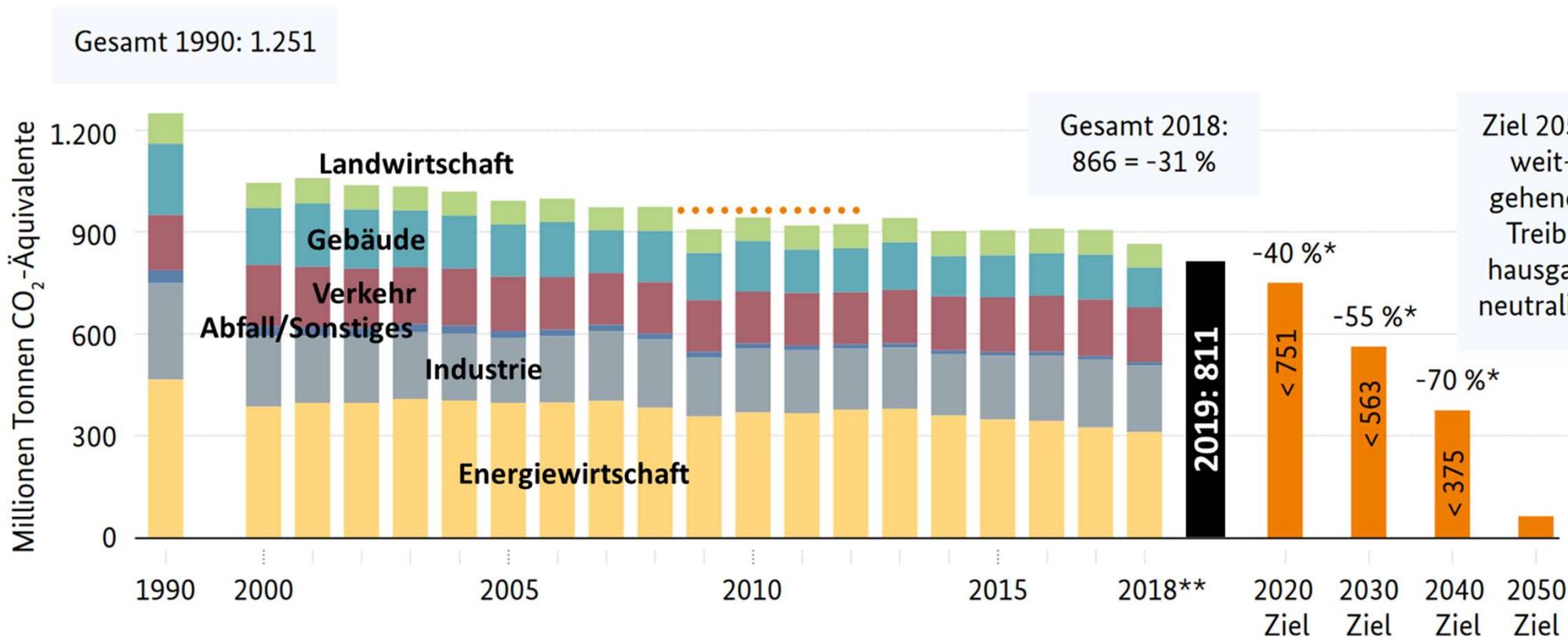


# Treibhausgas-Einträge durch Landwirtschaft

- Kein starker zeitlicher Trend bei landwirtschaftlichen Emissionen
- Im Vergleich zu anderen Sektoren relativ geringe Bedeutung
- Dennoch bei 180 €/t global betrachtet ein Schaden von 900 Mrd. € pro Jahr!
- Energie- und Transportsektor, vor allem Punktquellen, bieten allerdings viel mehr Einsparpotential



# Treibhausgas-Einträge in Deutschland



- Auch hier relativ kleiner Anteil der Landwirtschaft
- Bisherige Erfolge vor allem in der Stromproduktion

# Maßnahmen zur Schadensbegrenzung

- Verbessertes Wassermanagement im Reisanbau kann Emissionen zu 50-90% senken (aber oft schwer realisierbar)



# Maßnahmen zur Schadensbegrenzung

- Verbessertes Wassermanagement im Reisanbau kann Emissionen zu 50-90% senken (aber oft schwer realisierbar)
- Verbessertes Management von Wirtschaftsdüngern (Direktinjektion, Beschränkung der Ausbringungszeiträume)
- Vor allem bedarfsgerechte Düngung zur Lachgas-Kontrolle



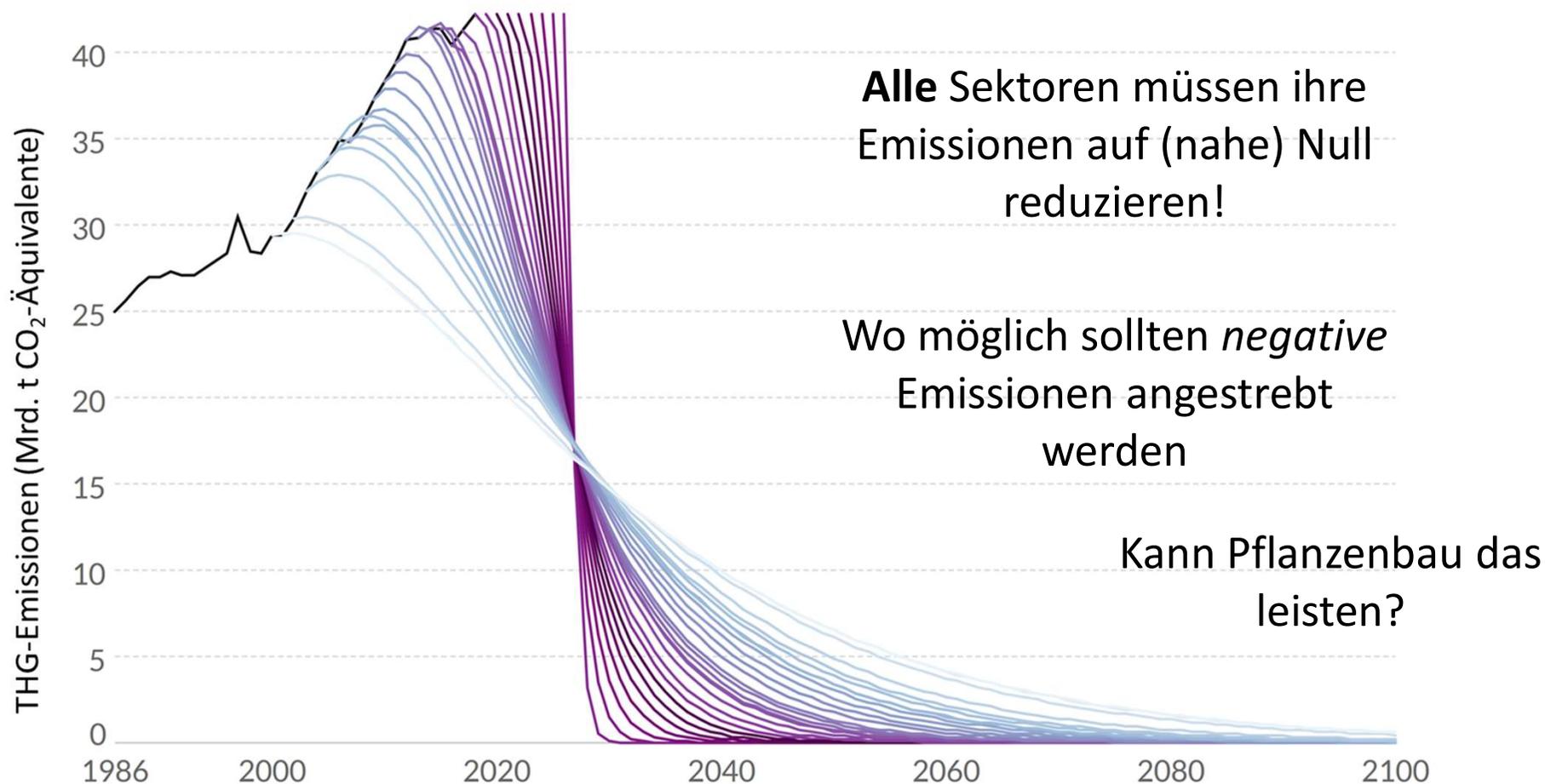
# Maßnahmen zur Schadensbegrenzung

- Verbessertes Wassermanagement im Reisanbau kann Emissionen zu 50-90% senken (aber oft schwer realisierbar)
- Verbessertes Management von Wirtschaftsdüngern (Direktinjektion, Beschränkung der Ausbringungszeiträume)
- Vor allem bedarfsgerechte Düngung zur Lachgas-Kontrolle
- Beschränkung von Landnutzungsänderungen



# Die Reduktionsaufgabe

- Wege zum 1,5°C-Ziel (Übereinkommen von Paris)



# Landwirtschaft als Retter?

- Climate Smart Agriculture
  - Gesteigerte Produktivität
  - Resilienz
  - Minderung der Emissionen
- Leider ein sehr dehnbarer Begriff
- Oft als neues Label für alte Ideen missbraucht
- Klima-Smartness schwer zu bewerten



# Landwirtschaft als Retter?

## 4 pour 1000-Initiative

- Bestrebung, den Kohlenstoff-Gehalt landwirtschaftlicher Böden pro Jahr um 0,4% zu steigern
- Viele prominente Unterstützer
- Mit derzeitigen Praktiken meist deutlich weniger als 1 t CO<sub>2</sub>-Äq. pro Hektar und Jahr
- Ziemlich sicher nicht großflächig umsetzbar

> French Ministry of Agriculture and Food

 French Ministry of Agriculture and Food

Sponsor and initiator of the "4 per1000" ini

MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE ET DE L'ALIMENTATION

> German Federal Ministry of Food and Agriculture

 German Federal Ministry of Food and Agriculture

> Federal Office of Agriculture and Food

 The Federal Office of Agriculture and Food is the implementing authority within the Federal Ministry of Food and Agriculture.

> Spanish Ministry of Agriculture, Fisheries and Food

 Spanish Ministry of Agriculture, Fisheries and Food

> INIA

 The INIA is a Public Research Organization (IPO) with an autonomous character, attached to the State Research, Development and Innovation of the Economy, Industry and Competitiveness.



# Landwirtschaft als Retter?

## Agroforstwirtschaft

- Integration holziger Elemente in den Ackerbau
- Bindung bedeutender Kohlenstoffmengen unter und vor allem über der Erde
- Generiert viele zusätzliche Ökosystemdienstleistungen
- Hängt von passender Kulturauswahl ab
- Forschung nimmt in Deutschland gerade Fahrt auf
- Leider viele gesetzliche Hürden und keine nennenswerte Unterstützung



# Landwirtschaft als Retter?

- In wärmeren Gefilden weit verbreitet
- Oft sogar höhere Erträge als Monokulturen!



Teff-Feld mit Akazien in Äthiopien



Vielschichtiger Hausgarten in Ruanda

# Landwirtschaft als Retter?

- In wärmeren Gefilden weit verbreitet
- Oft sogar höhere Erträge als Monokulturen!
- CO<sub>2</sub>-Bindung >2 t CO<sub>2</sub>-Äq. möglich



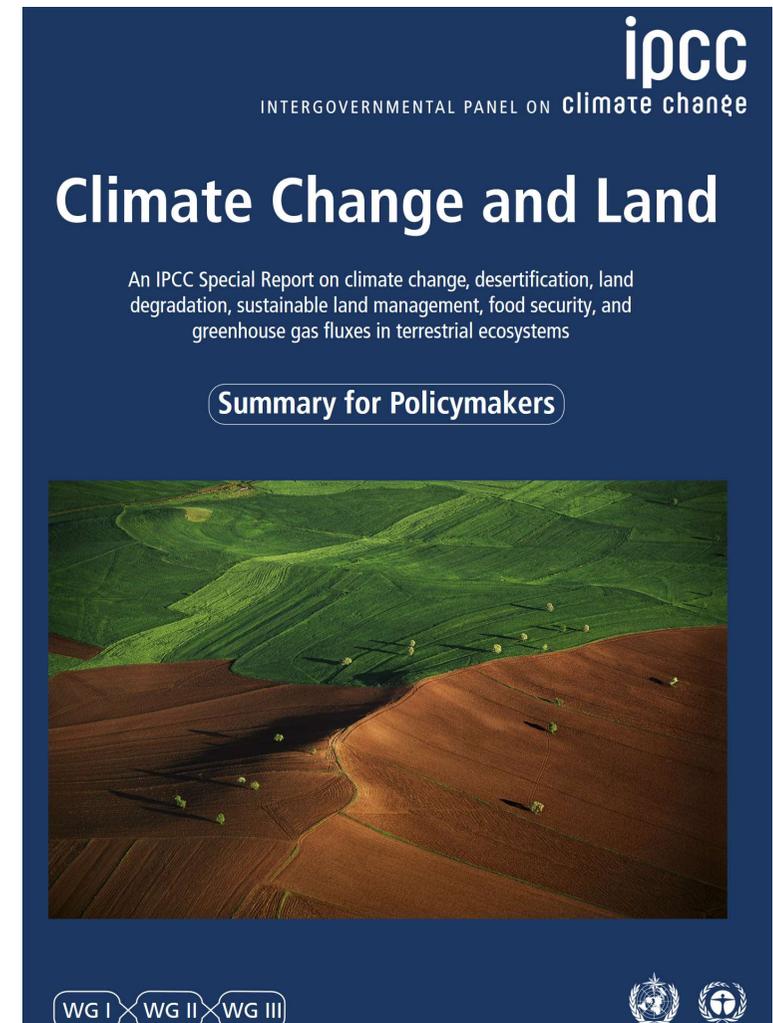
Mais mit *Faidherbia albida* in Zambia...



...und in Tansania

# Landwirtschaft als Retter?

- Sonderbericht des IPCC zu Klimawandel und Landsystemen
- Was für Optionen sieht die Wissenschaft?
  - Klimaschutz
  - Anpassung
  - Bekämpfung der Desertifizierung
  - Bekämpfung der Land-Degradierung
  - Ernährungssicherung



# Bewertung der Maßnahmen

## Kriterien für die Definition von Größenordnungen für jede Maßnahmenoption

		Klimaschutz <i>Gt CO<sub>2</sub>-äq a<sup>-1</sup></i>	Anpassung <i>Millionen Menschen</i>	Desertifizierung <i>Millionen km<sup>2</sup></i>	Land-Degradierung <i>Millionen km<sup>2</sup></i>	Ernährungssicherheit <i>Millionen Menschen</i>
Positiv	Hoch	>3	Positiv für >25	Positiv für >3	Positiv für >3	Positiv für >100
	Mittel	0,3 – 3	1 – 25	0,5 – 3	0,5 – 3	1 – 100
	Gering	0 – 0,3	0 – 1	0 – 0,5	0 – 0,5	0 – 1
	Unerheblich	Kein Effekt	Kein Effekt	Kein Effekt	Kein Effekt	Kein Effekt
Negativ	Gering	-0,3 – 0	-1 – 0	-0,5 – 0	-0,5 – 0	-1 – 0
	Mittel	-3 – -0,3	-25 – -1	-3 – -0,5	-3 – -0,5	-100 – -1
	Hoch	<-3	Negativ für >25	Negativ für >3	Negativ für >3	Negativ für >100

Vertrauen in die geschätzte Größenordnung

H hoch  
M mittel  
L niedrig

Kostenrahmen

-  Hohe Kosten
-  Mittlere Kosten
-  Niedrige Kosten
-  Keine Daten

 **Variabel:** Kann positiv oder negativ sein      Keine Daten      na Nicht anwendbar

# Land-basierte Handlungsoptionen

Land-basierte Handlungsoptionen		Klimaschutz	Anpassung	Desertifizierung	Land-Degradierung	Ernährungssicherheit	Kosten
Landwirtschaft	Steigerung der Nahrungsmittelproduktion	L	M	L	M	H	—
	→ Agroforstwirtschaft	M	M	M	M	L	●
	Verbesserte Ackerbewirtschaftung	M	L	L	L	L	●●
	Verbesserte Tierhaltungsverfahren	M	L	L	L	L	●●●
	Landwirtschaftliche Diversifizierung	L	L	L	M	L	●
	Verbessertes Weidemanagement	M	L	L	L	L	—
	Verbessertes Wassermanagement	L	L	L	L	L	●●
Weniger Grünlandumbruch	L	—	L	L	L	●	
Wald	Waldbewirtschaftung	M	L	L	L	L	●●
	Verhinderung von Entwaldung und Wald-Degradation	H	L	L	L	L	●●
Böden	→ Höherer Boden-Kohlenstoffgehalt	H	L	M	M	L	●●
	Weniger Bodenerosion	↔ L	L	M	M	L	●●
	Weniger Bodenversalzung	—	L	L	L	L	●●
	Weniger Bodenverdichtung	—	L	—	L	L	●
Andere Ökosysteme	Feuer-Management	M	M	M	M	L	●
	Weniger Erdbeben und Elementarschäden	L	L	L	L	L	—
	Weniger Umweltverschmutzung, inkl. Versauerung	↔ M	M	L	L	L	—
	Restaurierung/weniger Umbruch küstennaher Feuchtgebiete	M	L	M	M	L	↔
	Restaurierung/weniger Umbruch von Torfgebieten	M	—	na	M	L	●

# Trotz aller Potenziale...

- Klimaschutzmaßnahmen in der Landwirtschaft (und auch Aufforstung) sind auf keinen Fall ausreichend!
- Es würde viel zu lange dauern, damit der Atmosphäre ausreichend viel Kohlenstoff zu entziehen!
- Teuer würde es vermutlich auch, vor allem wenn Maßnahmen die Produktivität einschränken.
- Ohne Veränderungen im Energiesystem und Transport sind internationale Klimaziele nicht erreichbar!

**WICHTIG**

Einsparung bei 2 t CO<sub>2</sub>-Äq. pro Hektar und Jahr auf dem kompletten Ackerland (sicher unrealistisch...):

**~3 Mrd. t CO<sub>2</sub>-Äq. pro Jahr**

Derzeitige Emissionen:  
**>50 Mrd. t CO<sub>2</sub>-Äq. pro Jahr!**

# Handlungsbedarf

- Entwicklung von klimafreundlichen Anbauverfahren
- Glaubwürdige Abschätzung der Potenziale
- Aufbau effektiver Steuerungsmaßnahmen
- Belohnung klimafreundlichen Verhaltens
- Abbau von gesetzlichen und regulatorischen Hindernissen für klimafreundliche Verfahren



# Ländliche Verunsicherung



[https://www.ejz.de/bilder/fotogalerien/bauern-demo-land-schafft-verbinding--wir-bitten-zu-tisch\\_300\\_1110.html](https://www.ejz.de/bilder/fotogalerien/bauern-demo-land-schafft-verbinding--wir-bitten-zu-tisch_300_1110.html)

- Wohin geht die Reise?
  - Angst vor neuen Einschränkungen
  - Hoffnung auf bessere Rahmenbedingungen



<https://www.n-tv.de/politik/Uber-10-000-Menschen-fordern-Agrar-Wende-article19612837.html>

# Ländliche Verunsicherung

- Dringender Bedarf nach gemeinsamer Lösungsentwicklung, z.B. gemäß den IPCC-Leitlinien:



Integrierte Ansätze



Systemische Ansätze



Synergien und Zielkonflikte antizipieren



Partizipative Ansätze

Vielen Dank für die  
Aufmerksamkeit!

 @EikeLuedeling

luedeling@uni-bonn.de

