

# Deutsche Landwirtschaft im Klimawandel – die wichtigsten Stellschrauben

Prof. Dr. Folkhard Isermeyer  
*Thünen-Institut*



## Klimaschutz

- Weniger THG-Emissionen aus der Landwirtschaft
- Mehr Kohlenstoffspeicherung
- Übergreifende Stellschrauben

## Anpassung an den Klimawandel

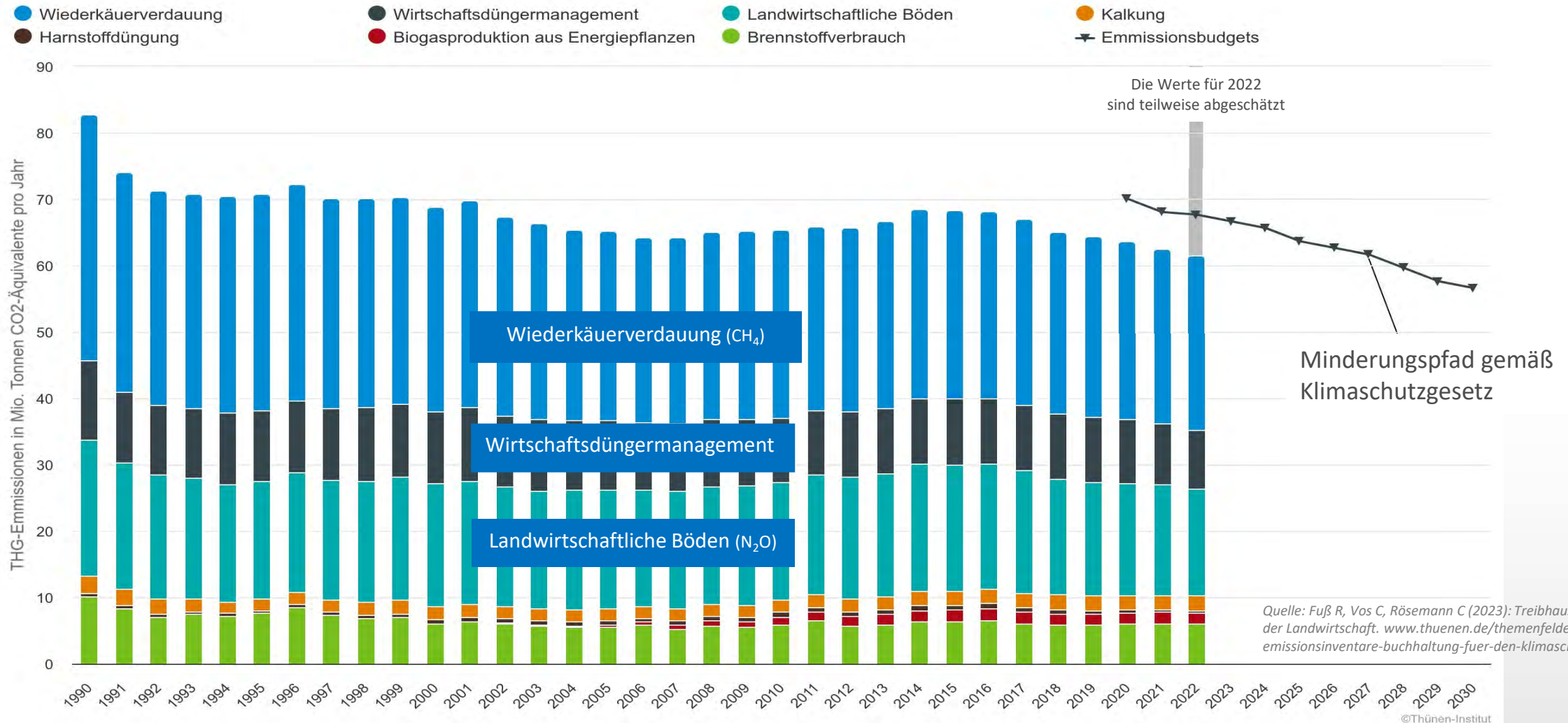
- Fokus: Kleinräumiger Wasserrückhalt

# Weniger THG-Emissionen aus der Landwirtschaft





# THG-Emissionen aus der deutschen Landwirtschaft (1990-2022)



# Stellschrauben (Emissionsminderung)

- Tierhaltung und Konsum tierischer Produkte reduzieren (v.a. Rinder)
- Stickstoffeffizienz verbessern
- Rinderfütterung optimieren (Senkung CH<sub>4</sub>-Emissionen; Forschungsbedarf)
- Fütterungsmanagement optimieren (Mehrphasenfütterung etc.)
- Tierexkremente in Biogasanlagen vergären
- Gülle vergären, Gülle und Gärreste emissionsarm lagern
- Wirtschaftsdünger-Ausbringung optimieren
- Nutzpflanzen bedarfsgerecht düngen
- Backweizen mit geringerer N-Problematik (Qualitätskriterien, Schnelltests, Züchtung)
- Schrittweise Elektromobilität einführen

pflanzenbetonte,  
klimabewusste Ernährung

Stoffstrombilanz-VO  
(Düngepolitik entschlacken?)

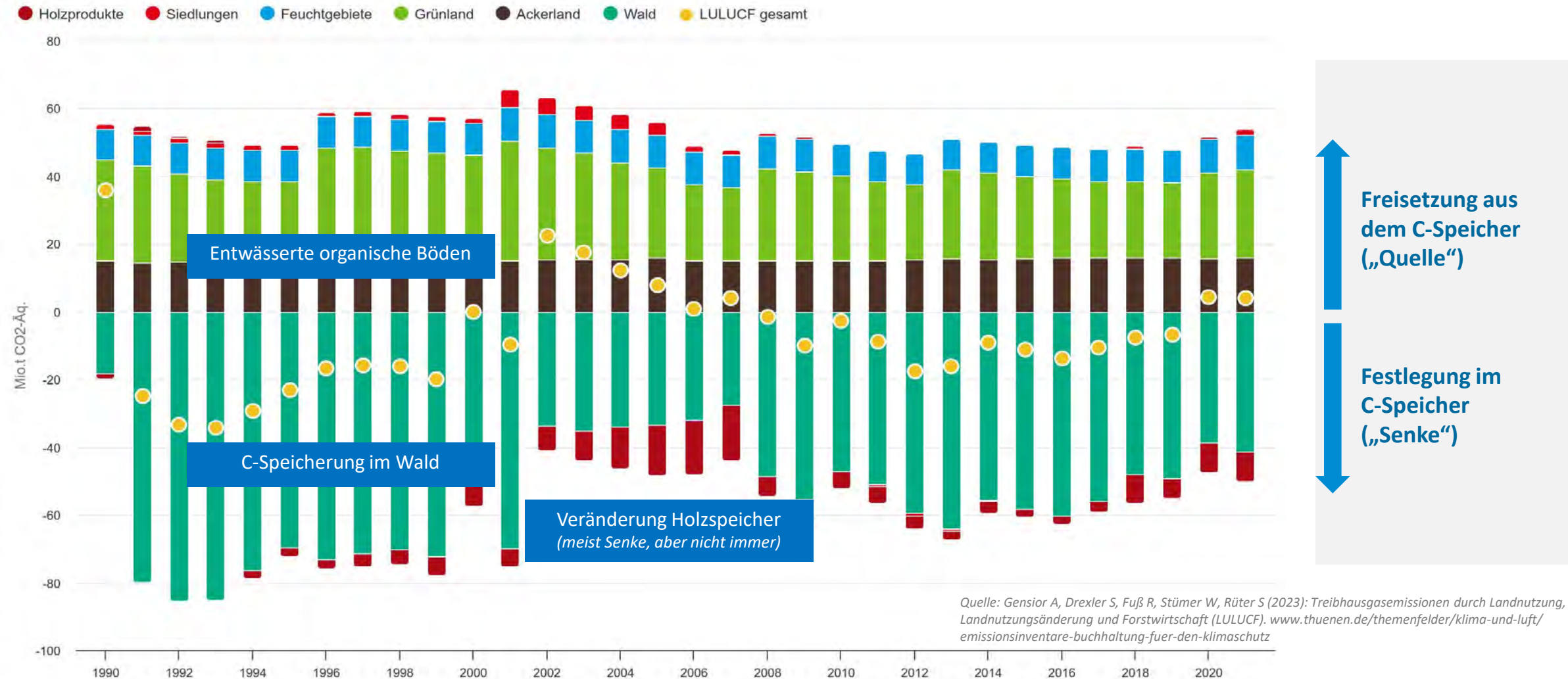
Zur Begründung der Prioritätensetzung siehe: Grethe H., Martinez J., Osterburg B., Taube F., Thom F. (2021): Die drei zentralen Handlungsfelder auf dem Weg zur Klimaneutralität. Gutachten für die Stiftung Klimaneutralität

# Mehr Kohlenstoffspeicherung





# Landnutzung, Landnutzungsänderung, Forstwirtschaft (LULUCF, 1990-2022)



# Stellschrauben (C-Speicherung)

- Moorböden wiedervernässen
- Grünlandumbruch vermeiden
- Hecken pflanzen
- Neue Wälder oder Agroforstsysteme etablieren
- Zwischenfrüchte anbauen

„Echte“ Strategie,  
Flurneuordnungsverfahren,  
gemeinsam mit Betroffenen

*Perspektivisch (F&E-Bedarf):*

- evtl.: Pflanzenkohle erzeugen und (tief?) in den Boden bringen
- Verzicht auf Holzverbrennung, Holz(producte) dauerhaft einlagern





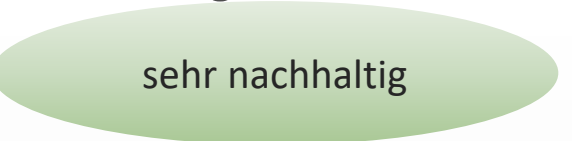
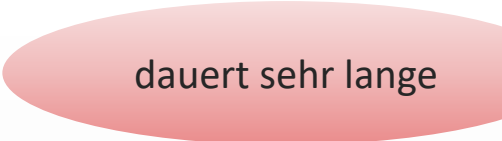

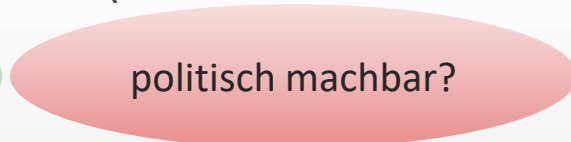
Zur Begründung der Prioritätensetzung siehe: Grethe H., Martinez J., Osterburg B., Taube F., Thom F. (2021): Die drei zentralen Handlungsfelder auf dem Weg zur Klimaneutralität. Gutachten für die Stiftung Klimaneutralität



# Übergreifende Stellschrauben



# Wer steuert? Die beste „Governance“ finden!

- Bisher versucht **die nationale Politik**, die Landwirtschaft v.a. durch „Mikrosteuerung“ zu verändern:  
a) mit vielen Auflagen, b) mit vielen Fördermaßnahmen  
 direkt anschlussfähig  überforderter Staat?
- Aktuell ist **das Agribusiness** dabei, einzelbetriebliche THG-Bilanzen in der Landwirtschaft durchzusetzen (Taxonomie) – und später immer bessere Bilanzwerte.  
 schneller als Politik  kontrollierbar?
- Perspektivisch könnten auch **die Verbraucher** eine große Wirkung entfalten, sofern sich der Trend zu pflanzenbetonter Ernährung weiter verstärkt.  
 sehr nachhaltig  dauert sehr lange
- Perspektivisch könnte sich **die Staatengemeinschaft** (oder zumindest **die EU**) auf eine (effektiv administrierte) CO<sub>2</sub>-Bepreisung verständigen.  
 stärkster Hebel  politisch machbar?

Eine Strategie „alles parallel“ kann sinnvoll sein, hat aber auch das Risiko „niemand trägt Verantwortung“.

➡ **Einbeziehung des Agrarsektors in die CO<sub>2</sub>-Bepreisung vorantreiben!**

Isermeyer F, Heidecke C, Osterburg B. (2019): Einbeziehung des Agrarsektors in die CO<sub>2</sub>-Bepreisung. Thünen Working Paper 136

# „Schnelle Energiewende“ steht über allem!

THG-Emissionen weltweit (Mio. t. CO<sub>2</sub>eq)

Emissionen durch Nutzung fossiler Brennstoffe

78 %

N<sub>2</sub>O Landwirtschaft

CH<sub>4</sub> Landwirtschaft

- F-Gase
- N<sub>2</sub>O Sonstige
- N<sub>2</sub>O Landwirtschaft
- CH<sub>4</sub> Sonstige
- CH<sub>4</sub> Landwirtschaft
- CO<sub>2</sub> sonstige
- CO<sub>2</sub> Industrie
- CO<sub>2</sub> Kraftwerke
- CO<sub>2</sub> Verkehrssektor
- CO<sub>2</sub> buildings
- CO<sub>2</sub> Brennstoffgewinnung

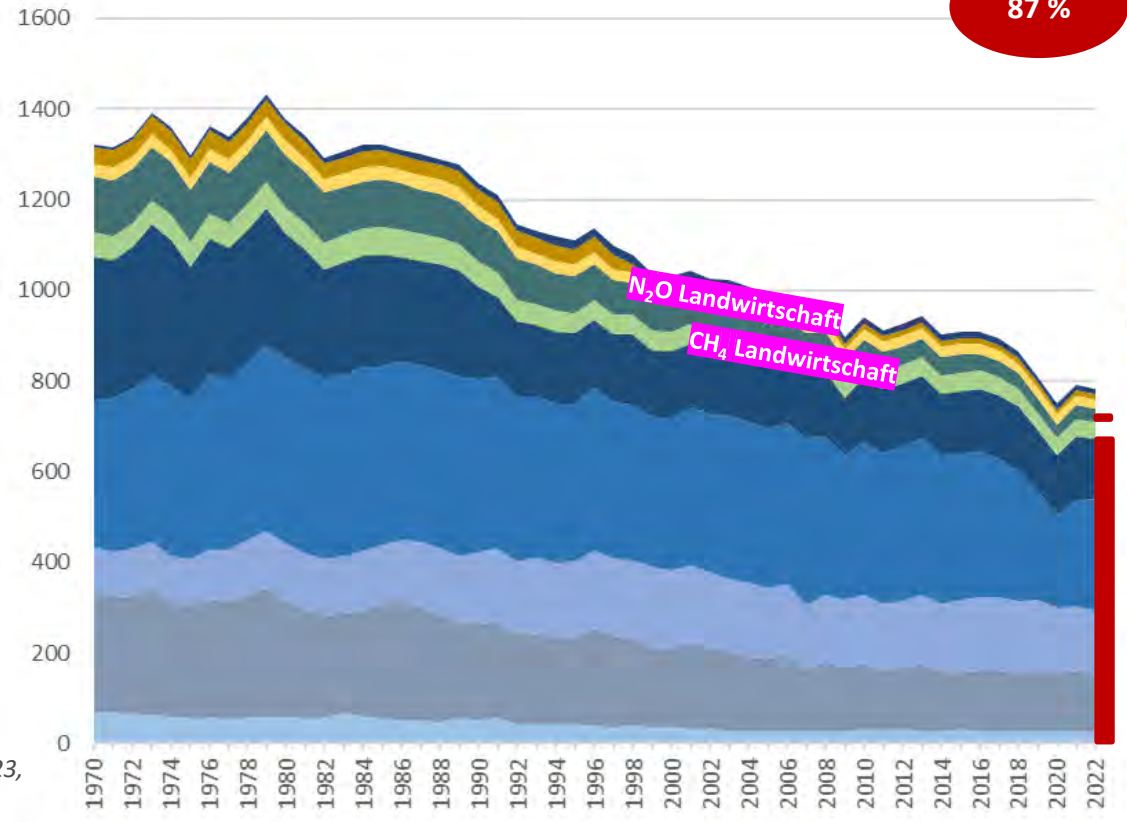
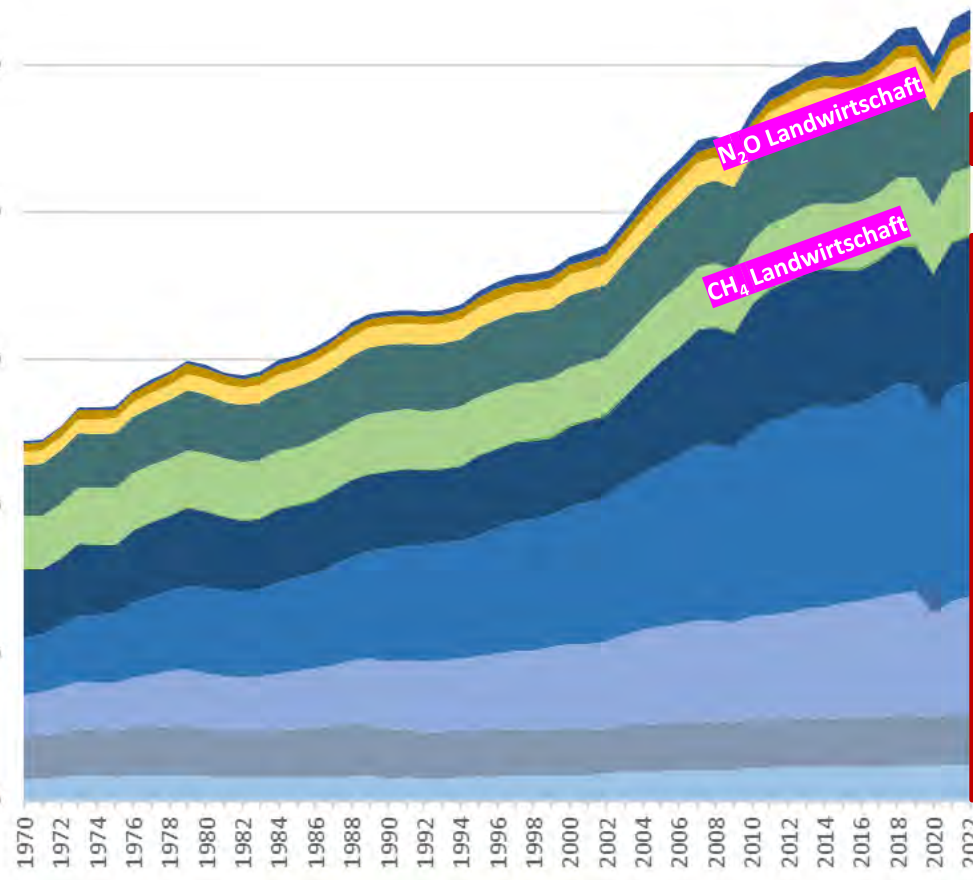
Quelle: EDGARv8.0, European Commission 2023, eigene Berechnungen

THG-Emissionen Deutschland (Mio. t. CO<sub>2</sub>eq)

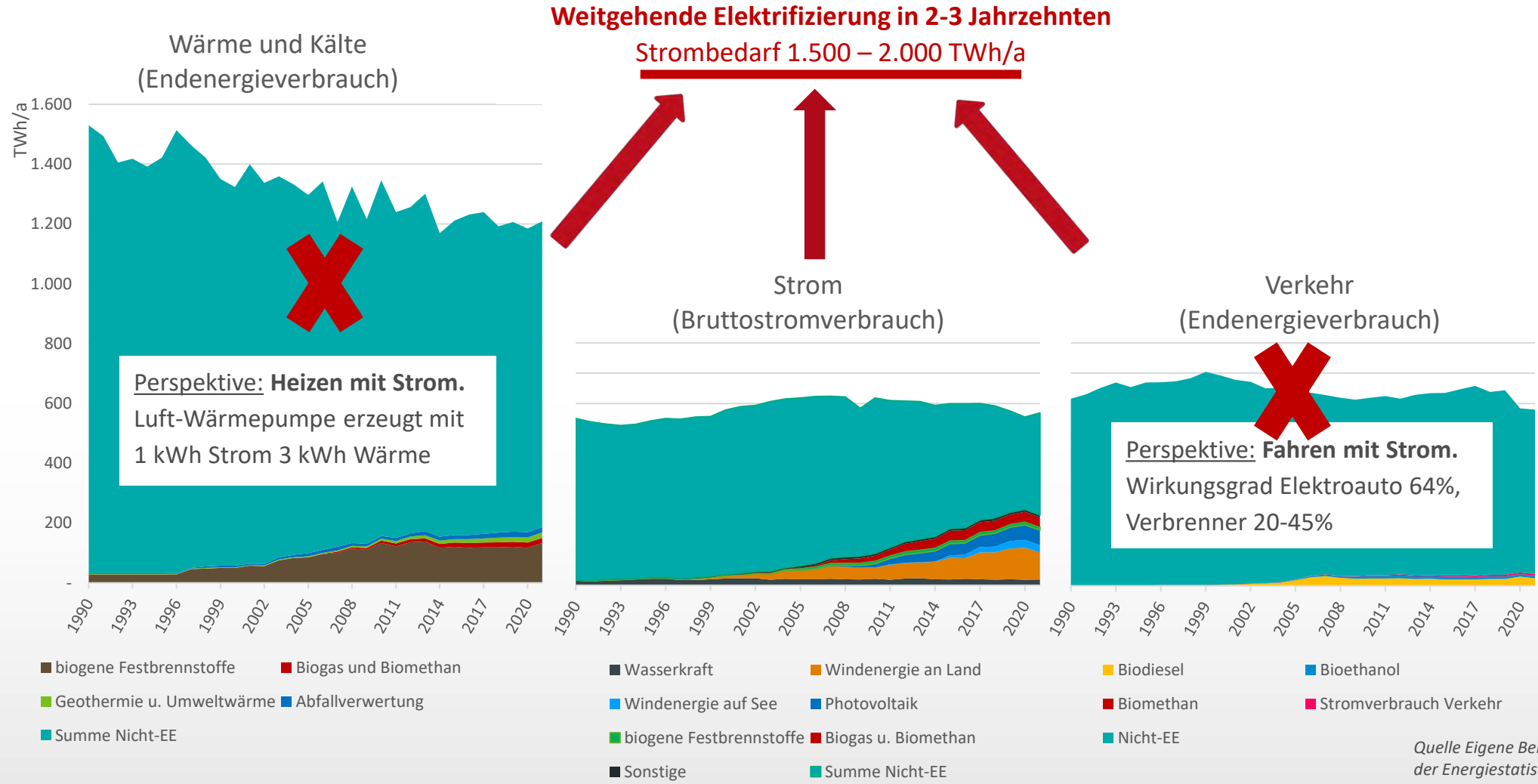
87 %

N<sub>2</sub>O Landwirtschaft

CH<sub>4</sub> Landwirtschaft



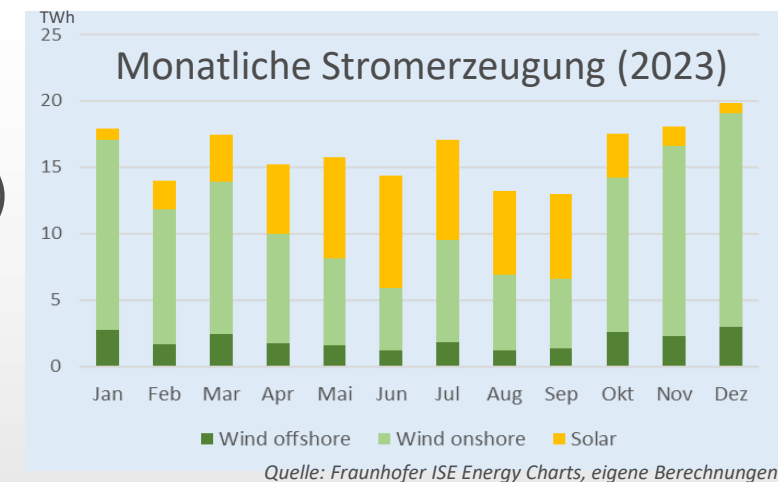
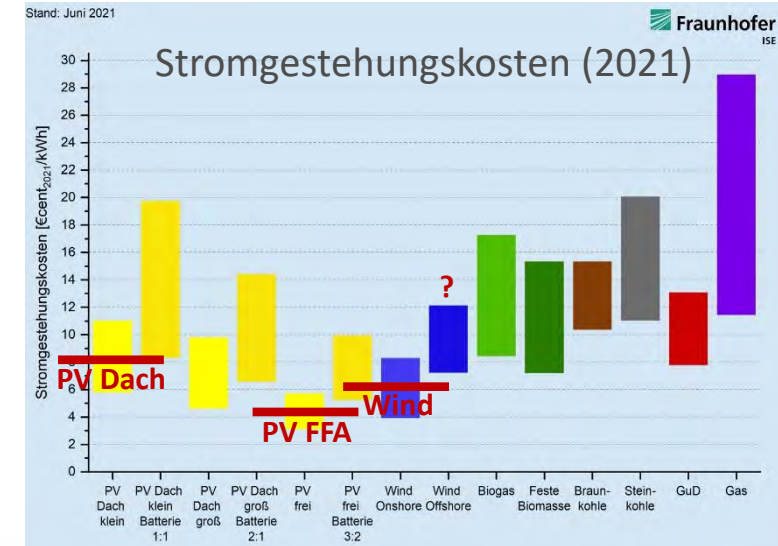
# Energiewende Deutschland: „Weiter wie bisher“ ist keine Lösung





# Energiewende: Chancen, Stellschrauben, Risiken

- Stromerzeugung aus **Solar und Wind** inzwischen **am kostengünstigsten**, v. a. die Kosten von Solar sind extrem gesunken.
  - **Ausbau Wind/Solar im Gleichschritt**, Saisonkurven ergänzen sich gut.
  - **Schwankungen im Tagesverlauf**: Batterien, Netzverbund, intelligente Systeme für Lastmanagement (flexible Strompreise, Internet of Things)
  - **Schwankungen im Monats-/Jahresverlauf** („Dunkelflaute“): Fabriken, die Überschuss in H2 wandeln, speichern, rückverstromen, einspeisen
- ➔ Die wichtigsten **Stellschrauben**:
- schneller Ausbau der Netz-, Wandlungs-, Speicher-Infrastruktur
  - Entwicklung kommunaler Wärmekonzepte (u.a. Groß-Wärmepumpen)
  - Aufbau einer Solarzellen-Industrie in Europa
- **Risiko**: Energiewende in vielen Ländern würde fossile Energie verbilligen, Wettbewerbsvorteile für „late movers“. Durch COP-Verhandlungen lösbar?



# Fächenbedarf: Wieviel Energie selbst erzeugen, wieviel importieren?

Extrem-Szenario: Könnte Deutschland 2.000 TWh/a aus Wind- und Solarenergie (50/50) selbst erzeugen?



## Windenergie

- 70.000 WEA an Land benötigen **0,02 Mio. ha LF** (Annahmen: 30% Offshore-Anteil, Stromerzeugung von 10 GWh/a pro WEA)
- Anlagendichte: ca. 2-3 WEA/Dorf (bei gleichmäßiger Verteilung über die 25.000 bis 35.000 „Dörfer“ Deutschlands)



## Freiflächen-PV

- Für 1.000 TWh würden ca. **1 Mio. ha LF** benötigt. (Extrem-Szenario! Thünen-Projektionen liegen **< ½ Mio. ha**)
- **Zum Vergleich: Energiepflanzen-Fläche aktuell 2,3 Mio. ha** **mittelfristig Einsparpotenzial**  
(Energiewende auf Basis Biogas/Biodiesel illusorisch, würde weit mehr als 20 Mio. ha benötigen. LF Deutschlands: ca. 16,5 Mio. ha)

➔ **100% Energie-Selbstversorgung Deutschlands** durch schrittweise Umstellung auf Wind/Solar ist möglich, sogar **mit viel weniger Fläche, als wir jetzt für Bioenergie einsetzen**. (Grund: Energieertrag PV ist >25 mal höher)

*Ob wir zur Mitte des Jahrhunderts Energie importieren, ist keine Frage physischer Notwendigkeit („wir müssen importieren“), sondern eine Frage der Wettbewerbsfähigkeit und des politischen Gestaltungswillens („wir können importieren“).* **!**



Es muss nicht unbedingt Freiflächen-PV sein

# Agri-PV, Moor-PV, Biodiv-PV? Viele Synergien denkbar ...

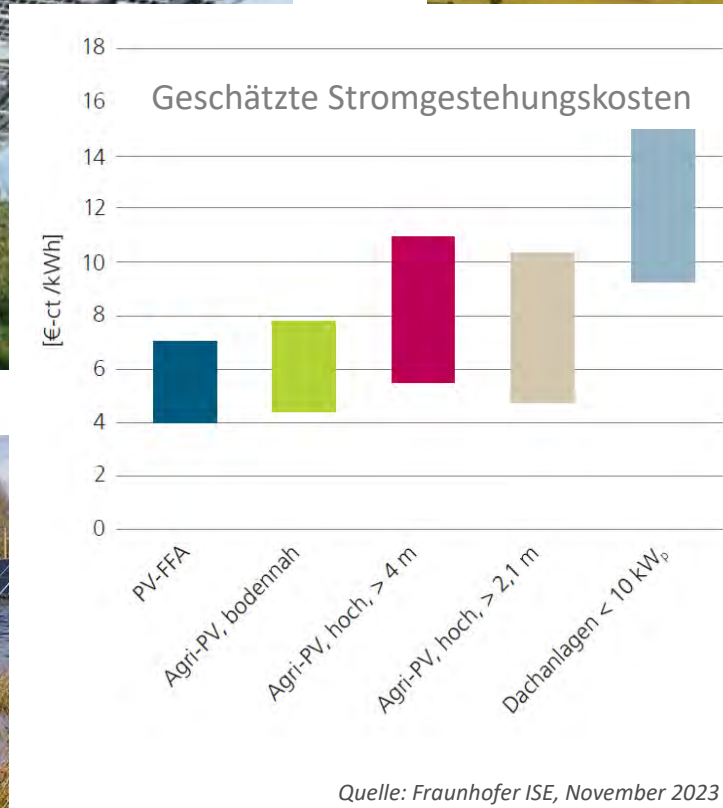
© Fraunhofer ISE



Agri-PV hoch?



Agri-PV bodennah?



© NDR



Moor-PV?



Biodiversitäts-PV?

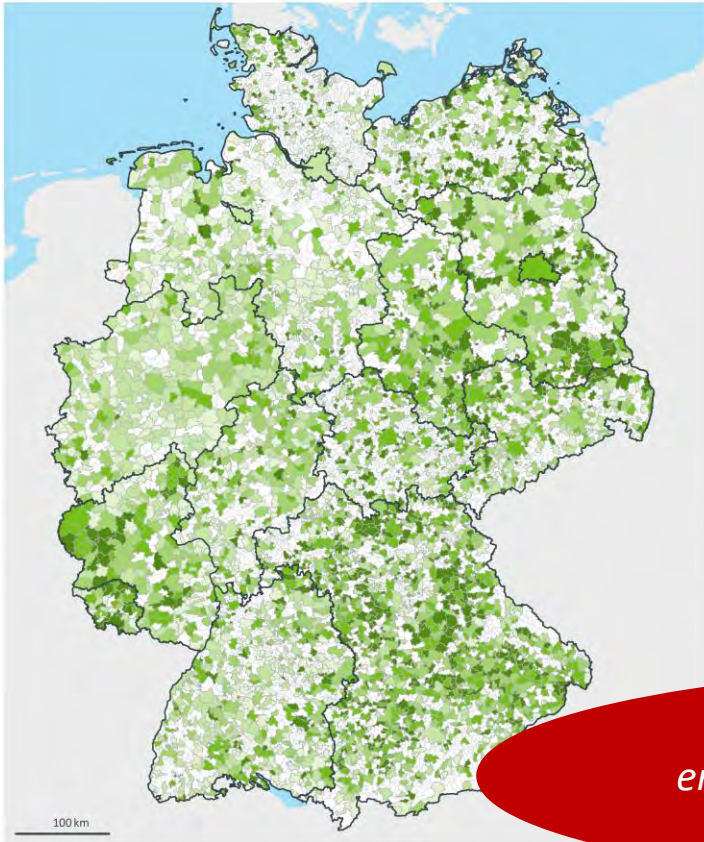
© next2sun

© Thünen-Institut



# Regionale Verbreitung von Freiflächen-PV und Windkraft (2023)

## Freiflächen-PV\*



55% der Gemeinden noch ohne Freiflächen-PV

„stärkste Gemeinden“ mit ca. 6 kW/ha LF, d.h. < 1% LF

„Flickenteppich“: In welchen Regionen soll wie viel Strom erzeugt werden?

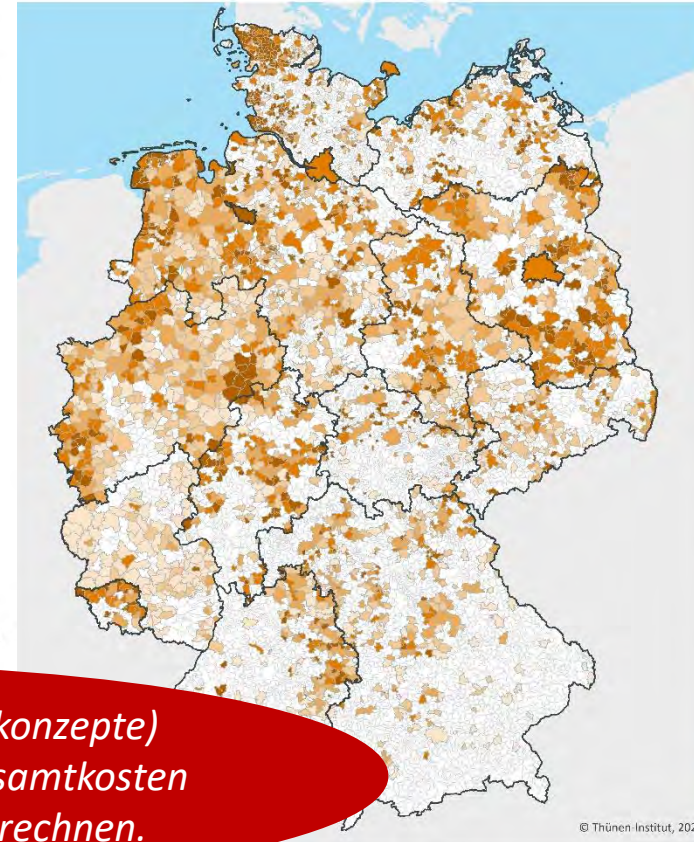
Installierte Nettonennleistung von Freiflächen-PV-Anlagen\* (Stand: 31.08.2023) auf Gemeindeebene je Hektar Landwirtschaftliche Fläche (LF)

Quelle: H. Meyer-Borstel (Thünen-Institut) VG250 © GeoBasis-DE / BKG 2018, Marktstammdatenregister MaSTR Gesamtdatenexport Thünen Atlas: Landwirtschaftliche Nutzung Version 2021, Methodik: Gocht & Röder (2014)  
\*nicht bereinigt um Freiflächen-Photovoltaikanlagen auf Konversionsflächen

in Kilowatt (kW) je ha LF (Anteil an allen Gemeinden in Deutschland)

*Verschiedene Zielbilder (Gesamtkonzepte) entwerfen und hinsichtlich der Gesamtkosten (incl. Speicher, Leitungen) durchrechnen.*

## Windenergie



70% der Gemeinden noch ohne Windenergie

„stärkste Gemeinden“ mit ca. 13 kW/ha LF

Süddeutschland: WEA vor Ort bauen oder Offshore-Strom importieren?

Installierte Nettonennleistung von Onshore-Windenergieanlagen\* (Stand: 31.05.2023) auf Gemeindeebene je Hektar Landwirtschaftliche Fläche (LF)

Quelle: H. Meyer-Borstel (Thünen-Institut) VG250 © GeoBasis-DE / BKG 2018, Marktstammdatenregister MaSTR Gesamtdatenexport Thünen Atlas: Landwirtschaftliche Nutzung Version 2021, Methodik: Gocht & Röder (2014)  
\*nicht bereinigt um Windkraftanlagen im Wald

in Kilowatt (kW) je ha LF (Anteil an allen Gemeinden in Deutschland)

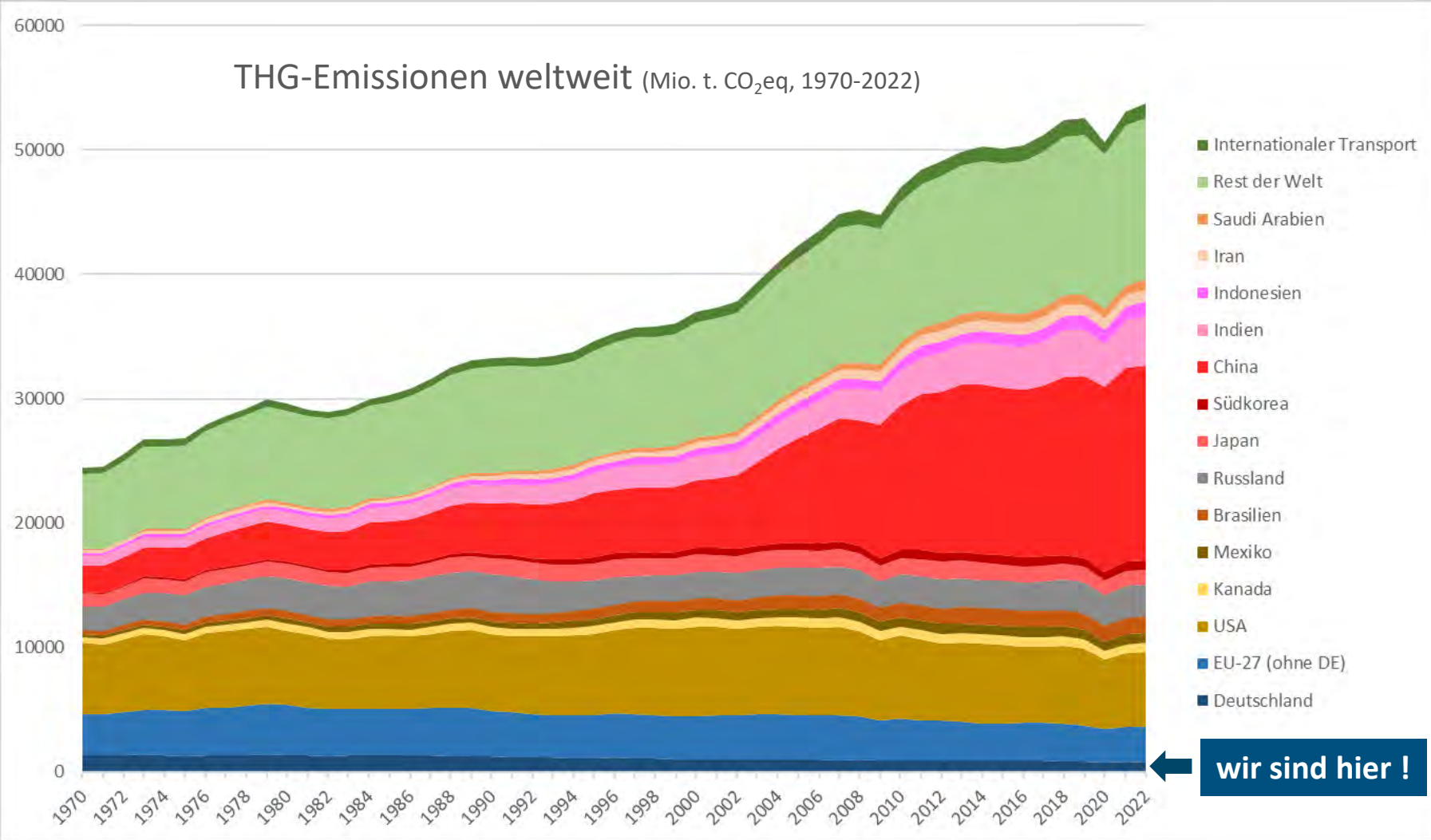
- 0 (70,1%)
- > 0 bis 1,14 (5,9%)
- > 1,14 bis 3,09 (6,0%)
- > 3,09 bis 6,4 (6,0%)
- > 6,4 bis 12,72 (6,0%)
- > 12,72 bis 13.950 (6,0%)

\* In die Rechnung wurden auch FFA einbezogen, die auf Konversions- und Industrieflächen errichtet wurden.

Quelle: Meyer-Borstel, Thünen-Institut (Berechnung auf Basis Marktstammdatenregister)



# Investitionsfeld „Internationale Klima-Diplomatie“



**„Höchste Priorität für eine globale Klimastrategie“**

*„Wenn es nicht gelingt, einen weltweiten Schulterschluss in der Klimapolitik zu organisieren und effektiv umzusetzen, werden sich die hochgesteckten Klimaschutzziele nicht erreichen lassen.“*

*Deshalb empfiehlt der Beirat der Bundesregierung dringend, wesentlich mehr Ressourcen in die Entwicklung einer globalen Klimaschutzstrategie zu investieren.“*

Auszug aus: Wissenschaftlicher Beirat Agrarpolitik (2007): Nutzung von Biomasse zur Energiegewinnung – Empfehlungen an die Politik

*Die nächste Milliarde nicht in Biogas stecken, sondern in internationale Diplomatie*

# Anpassung an den Klimawandel



# Stellschrauben (Klimaanpassung)

## Finanzielle Maßnahmen

- Versicherungen (mit staatlichen Zuschüssen?); Dürrehilfen vom Staat

## Anpassung der Produktionstechnik

- Änderungen im Pflanzenbau (Mulch- u. Direktsaat, Sortenwahl, Fruchtfolge, Düngung, ...)
- Änderungen in der Tierhaltung (Stallbau, Tierernährung, Schattenbäume, ...)
- Anpassung der Zuchtziele in der Pflanzen- und Tierzucht
- Monitoring neuer Schaderreger, Entwicklung von Abwehrmaßnahmen

## Verbesserung des Wassermanagements

- Kleinräumiger Wasserrückhalt, Bewässerung
- Überregionaler Wassertransport



© artensam/123F  
stock foto



© Thünen-Institut



© Thünen-Institut

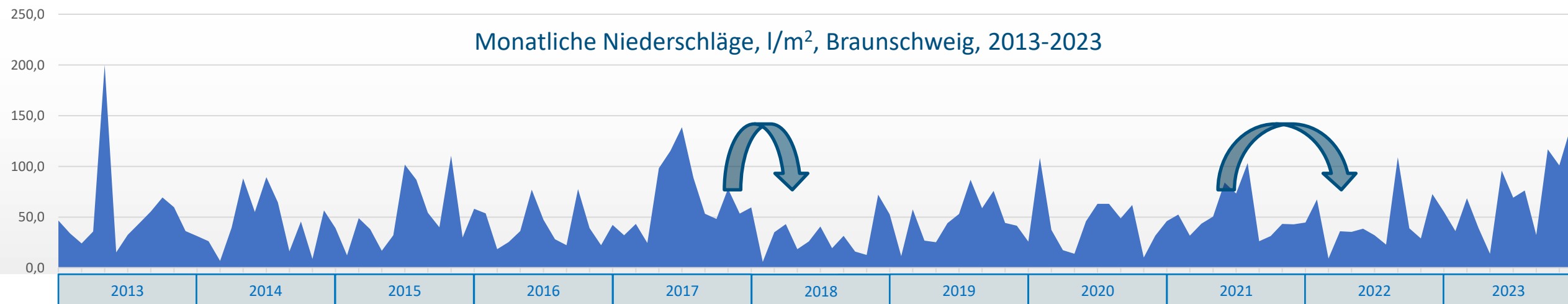


# Kleinräumiger Wasserrückhalt

- Deutschland: 11% des insgesamt verfügbaren Wassers werden entnommen. Nur 2% aller Wasserentnahmen nutzt die Landwirtschaft (weltweit: 70%)
- 791 l/m<sup>2</sup> Niederschlag, davon 506 l/m<sup>2</sup> Verdunstung, 206 l/m<sup>2</sup> Versickerung, 78 l/m<sup>2</sup> Abfluss in die Meere, außerdem 193 l/m<sup>2</sup> Durchfluss von Oberlieger-Ländern in die Meere\*
- „Überschuss-Wasser“ in kleinen Becken speichern, in Trockenperioden nutzen
- Keine großen Stauseen, keine Nutzung von Grundwasser ➡ Chance auf schnellere Genehmigung?

Warum nicht nutzen?

Monatliche Niederschläge, l/m<sup>2</sup>, Braunschweig, 2013-2023



\* Mittelwerte 1991-2020, bezogen auf den durchschnittlichen Quadratmeter in Deutschland. Eigene Berechnungen auf Basis „Wasserbilanz für Deutschland“, Quelle: UBA/BfG

Quelle: Wetterkontor.de



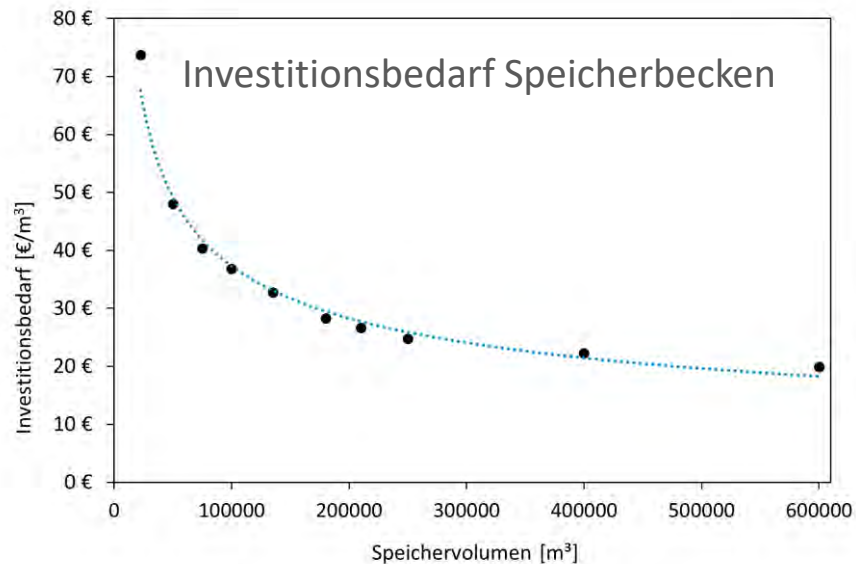
# Zwischenergebnisse



© Angela Schneider



© BayWa r.e.



- Künstliche Wasserspeicher können für bewässerungswürdige Ackerkulturen (v. a. Kartoffeln) und Gartenbau u. U. rentabel sein
- Für Getreide, Raps etc. wahrscheinlich nicht rentabel, es sei denn: **Floating-PV** (Voraussetzung: weniger restriktive **Umweltauflagen**)
- Kombi-Konzepte „Hochwasserschutz + Bewässerung“ prüfen

*Sorge: Umweltschäden; Eingriff in die Kulturlandschaft.  
Vorschlag: Bundeswettbewerb für einige Modellvorhaben,  
privilegiert, schnell, kostengünstig, mit Begleitforschung*

# Zusammenfassung

### Weniger THG Emissionen aus der Landwirtschaft

- **Pflanzenbetonte, klimabewusste Ernährung** auf allen Ebenen unterstützen
- **Düngepolitik** in ein stimmiges Gesamtkonzept überführen

### Mehr Kohlenstoffspeicherung

- Strategie zur **Wiedervernässung** entwässerter Moorböden entwickeln (mit den Betroffenen)

### Übergreifende Stellschrauben Klimaschutz

- Agrarsektor schrittweise in die **CO<sub>2</sub>-Bepreisung** einbeziehen
- **Schnelle Energiewende** (mit FF-, Agri-, Moor-, Biodiversitäts-, Floating-PV): Wichtige Rolle für die Landwirtschaft. Verschiedene Optionen für ein Gesamtkonzept entwerfen und durchrechnen (*ressortübergreifend*)!
- In **internationale Klima-Diplomatie** investieren, strategisch aufsetzen

### Anpassung an den Klimawandel

- **Kleinräumigen Wasserrückhalt** in Modellvorhaben realisieren (Bundeswettbewerb?)