



POTSDAM-INSTITUT FÜR  
KLIMAFOLGENFORSCHUNG

Schleswig-Holsteinischer Landtag  
Umdruck 20/2117



**Beitrag zur  
Expertenanhörung des Umwelt- und Agrarausschusses  
des Schleswig-Holsteinischen Landtages zum Thema  
„Kein CCS in Schleswig-Holstein und deutschen Küstengewässern“**

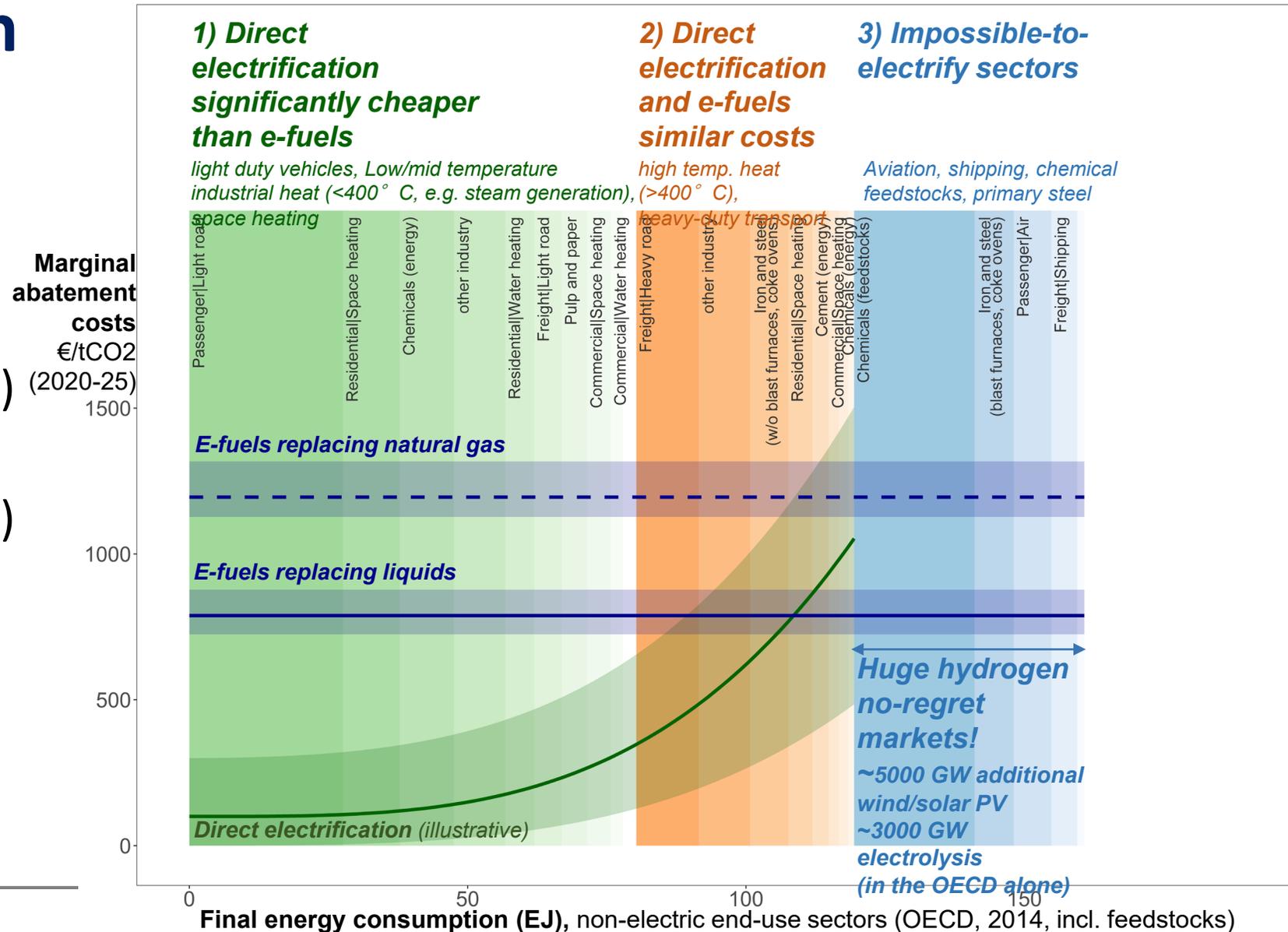
**27.09.2023**

**Elmar Kriegler**

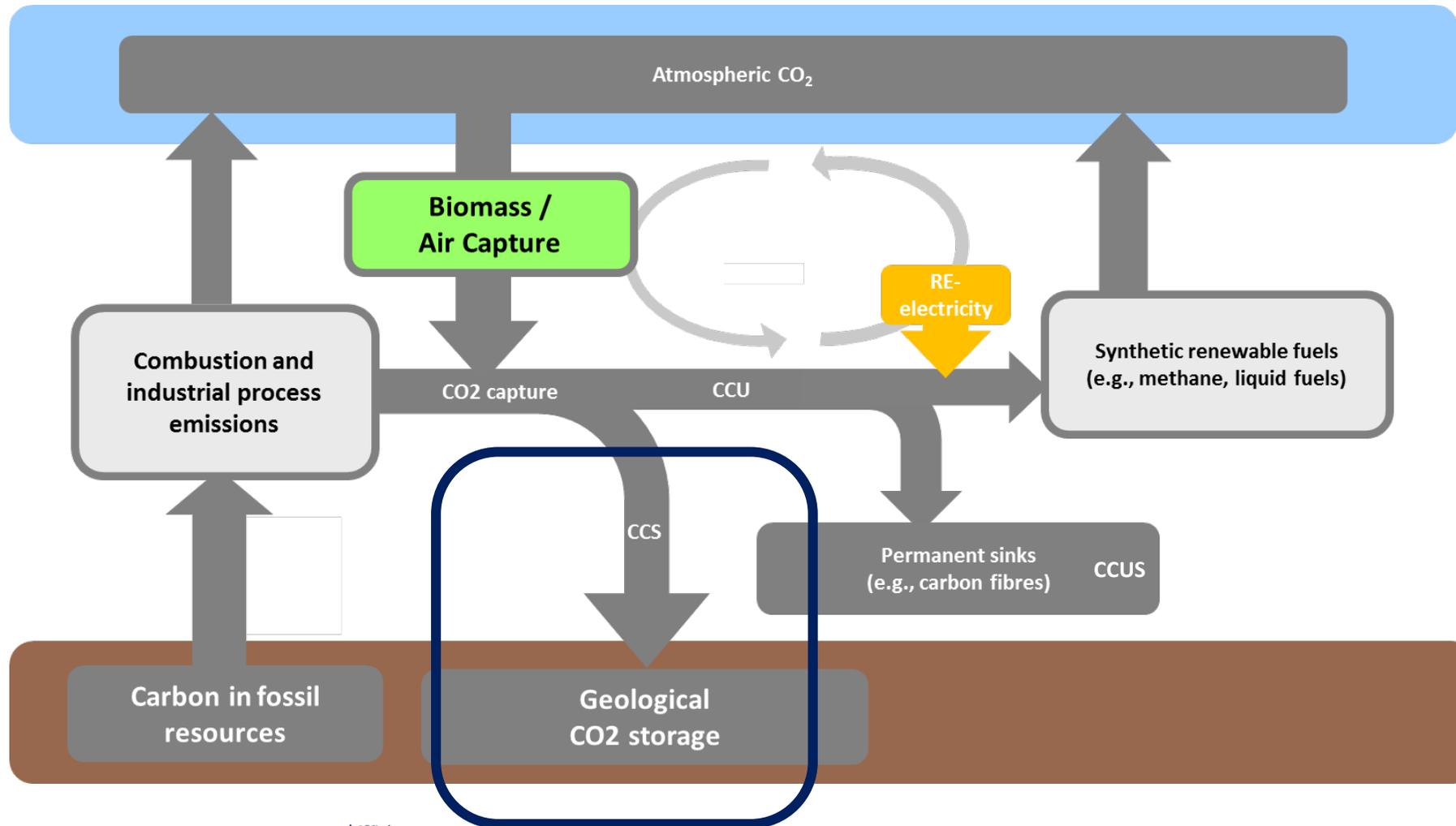
Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung  
Universität Potsdam

# Alternativen zu fossilen Brennstoffen in Transport, Industrie, Gebäuden

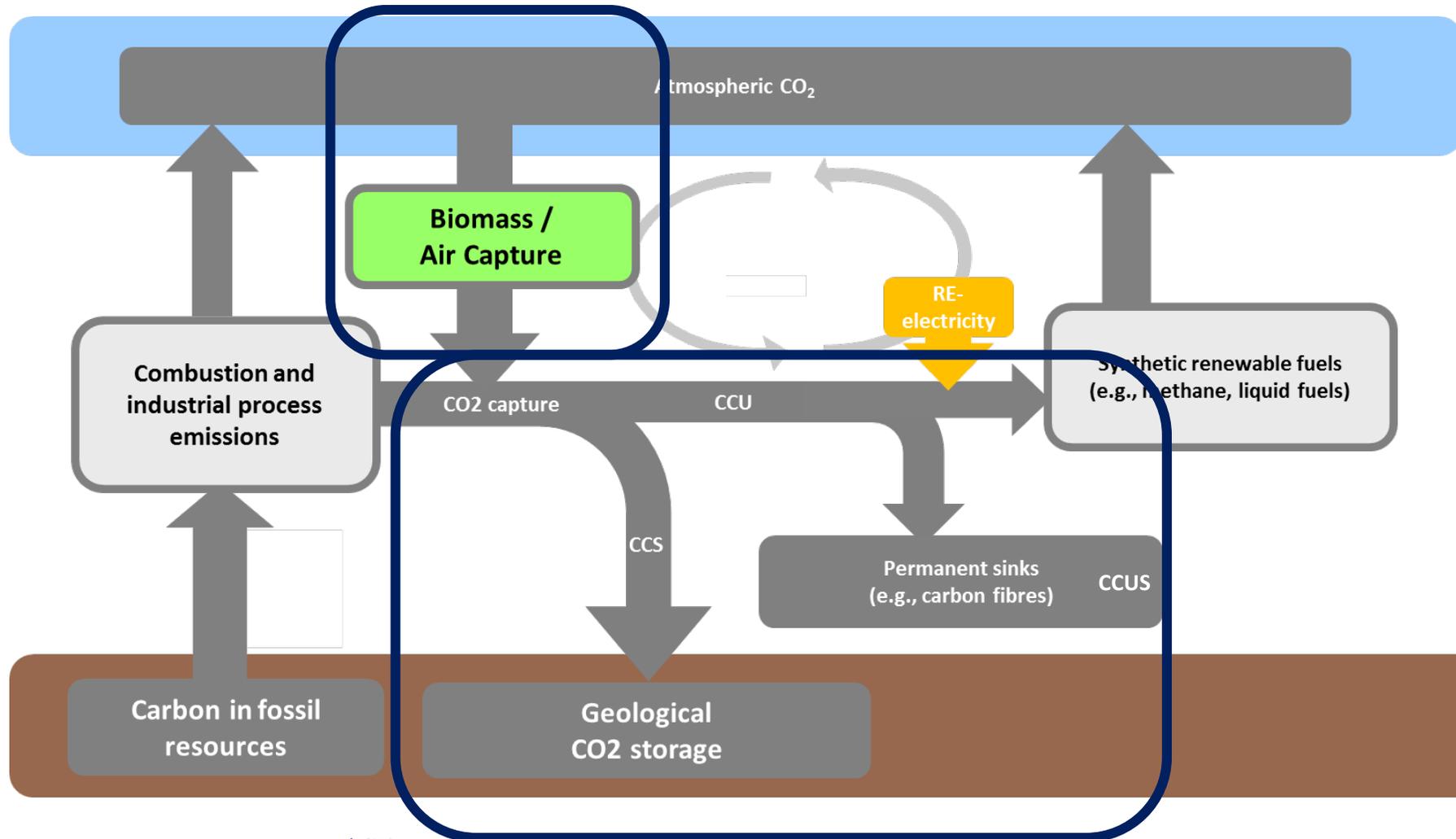
- Elektrifizierung
- Biokraftstoffe (begrenzt)
- Grüner Wasserstoff (anfänglich wird Verfügbarkeit begrenzt sein)
- E-fuels (anfänglich wird Verfügbarkeit begrenzt sein)
- CO<sub>2</sub>-Quelle in der Zementindustrie bleibt bestehen, sofern Zement weiter produziert wird



# CO2 Sequestrierung (CCS) und „Usage“ (CCU)



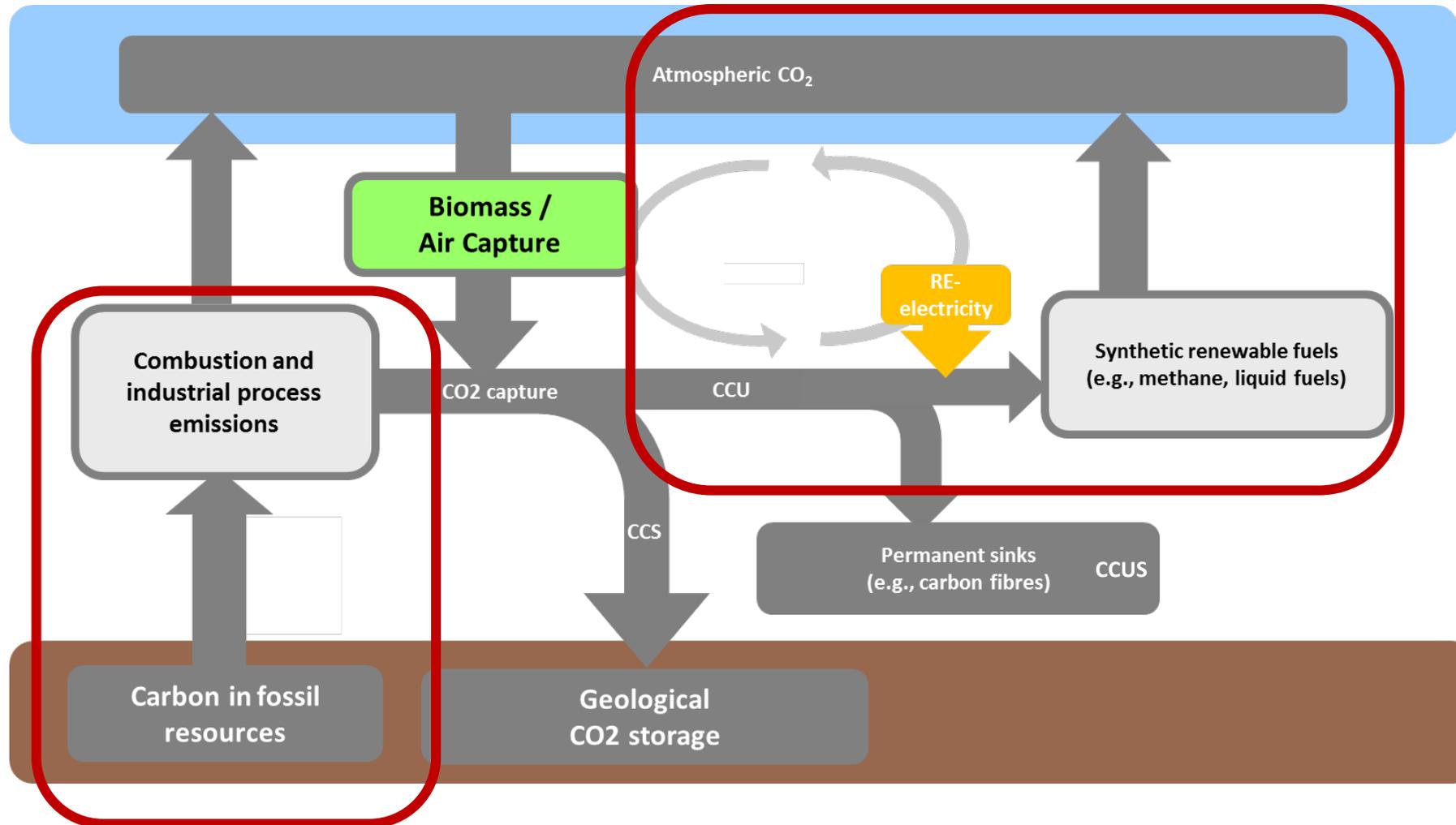
# Dauerhafte CO<sub>2</sub> Abscheidung aus der Luft (CDR)



CDR (Carbon dioxide removal):

1. Entnahme von atmosphärischem CO<sub>2</sub>
2. Dauerhafte Speicherung in Produkten, geologischen Formationen (via CCS), Landsenken, Meeren, durch Mineralisierung

# Fossile CO<sub>2</sub> „Usage“ (CCU) vermeidet in den meisten Fällen nicht, dass dieses CO<sub>2</sub> mittelfristig in die Atmosphäre gelangt.

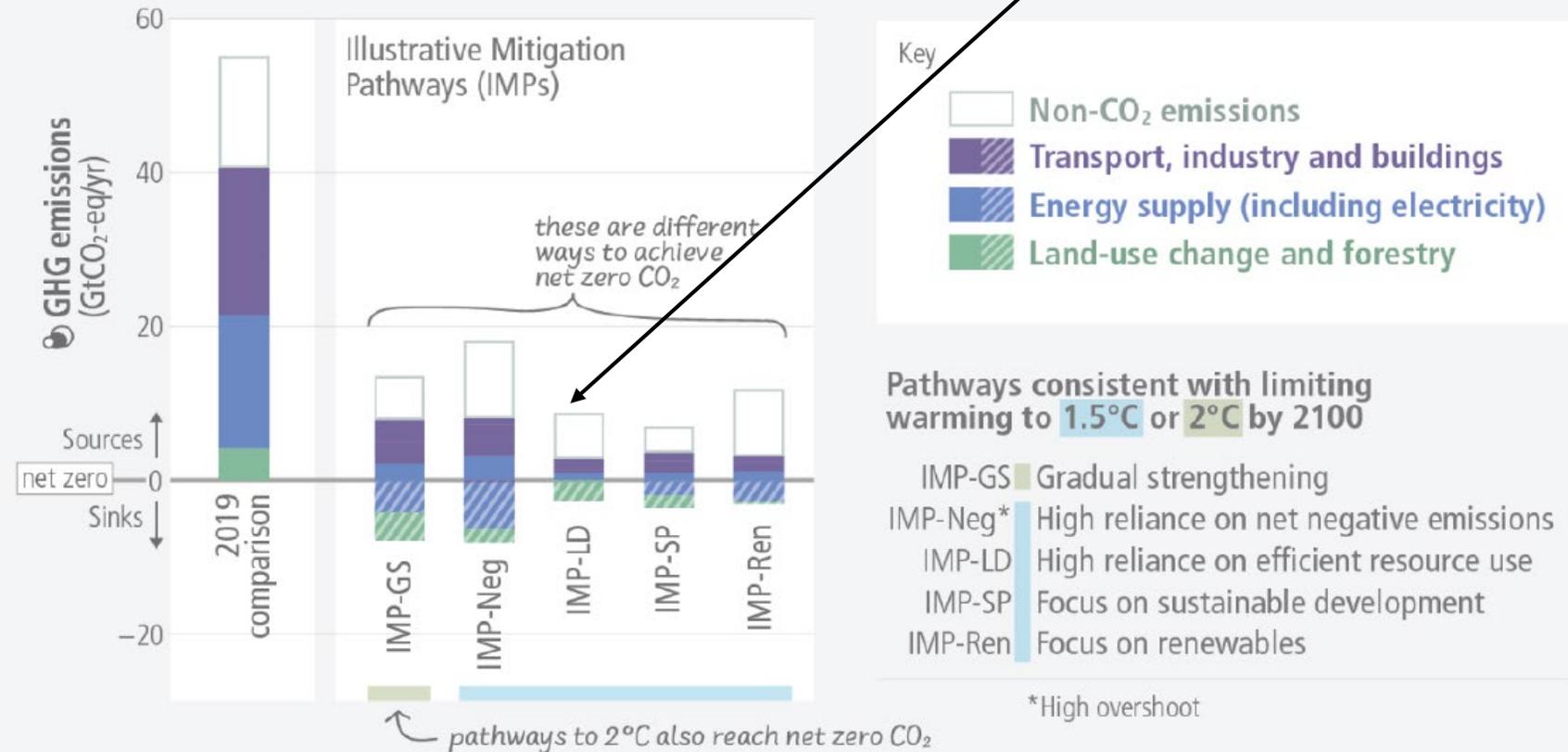


Zu diesen Fällen gehören:

- Blauer Wasserstoff ohne CCS
- Synthetische Kraftstoffe, die mit CO<sub>2</sub> aus fossiler Energienutzung und Industrieprozessen (z.B. Zementproduktion) erzeugt worden sind

# IPCC AR6: 1.5°C Vermeidungspfade

b) Greenhouse gas emissions by sector at the time of net zero CO<sub>2</sub>, compared to 2019

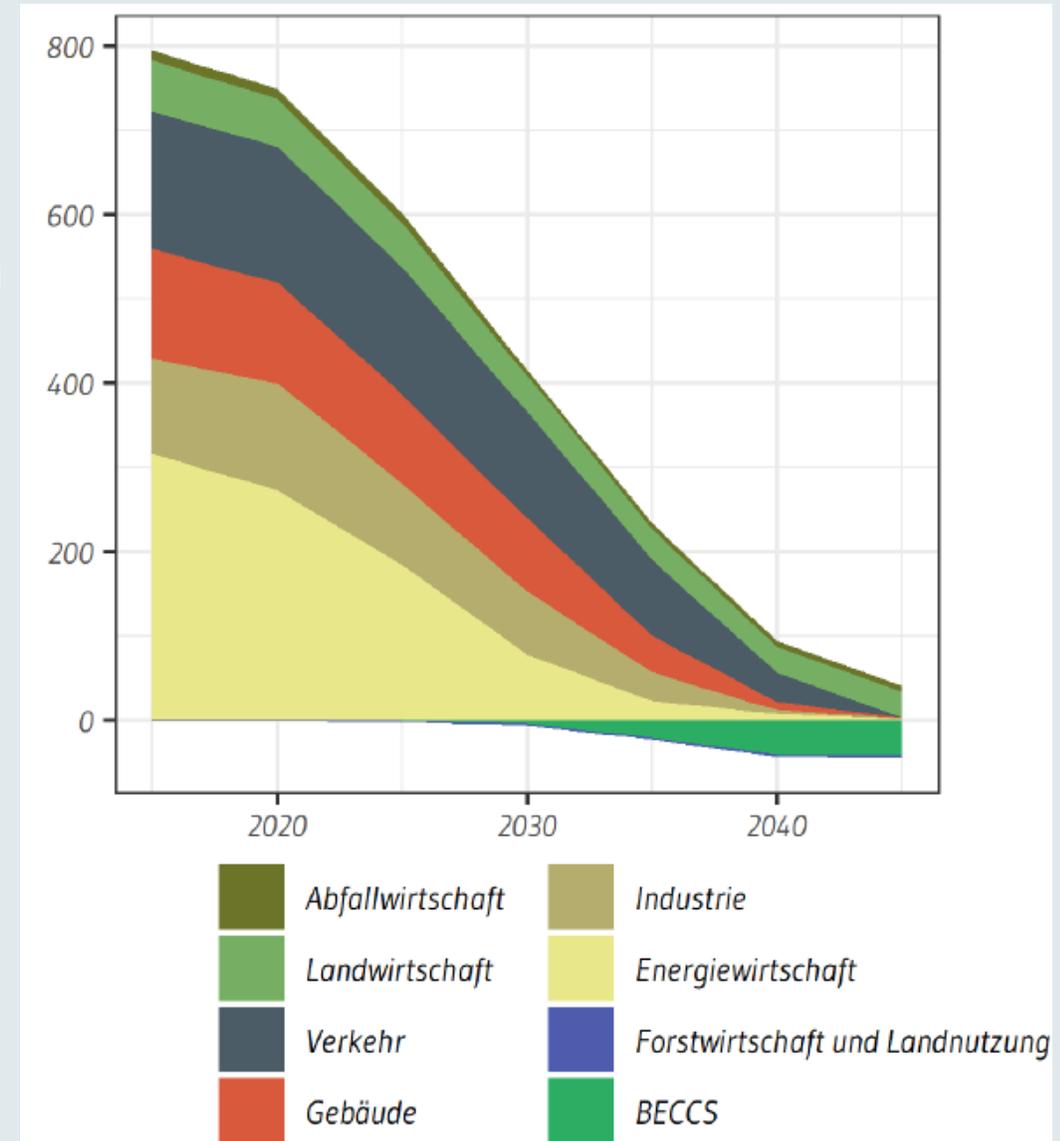


IMP-LD: Einziges 1.5°C Szenario ohne CCS. Sehr starke Annahmen zur Senkung der Energienachfrage auch in Entwicklungsländern. Starke Flächennutzung für Aufforstung. Sehr starke Reduktion der THG Emissionen bis 2030 (bereits jetzt nicht mehr realisierbar)

Blau schraffiert: CDR durch Einsatz von CCS mit Bioenergie.

# DEUTSCHLAND AUF DEM WEG ZUR KLIMANEUTRALITÄT 2045

- Die Klimaschutz-Ziele für 2030 und 2045 sind extrem herausfordernd und können nur mit massiven Investitionen, zusätzlichen politischen Maßnahmen und Infrastrukturaufbau in allen Sektoren erreicht werden.
- Um die deutschen und europäischen Klimaziele zu erreichen, ist die Vermeidung der energiebedingten Emissionen durch die Energiewende unabdingbar.



# ARIADNE Analyse für Deutschland (Januar 2023): Energiewende auf Netto-Null: Passen Angebot und Nachfrage nach CO2- Entnahme aus der Atmosphäre zusammen?

Anne Merfort, Miodrag Stevanović, Jessica Strefler

[Link zur Ariadne-Publikation](https://ariadneprojekt.de/publikation/energiewende-auf-netto-null-passen-angebot-und-nachfrage-nach-co2-entnahme-aus-der-atmosphaere-zusammen/)



GEFÖRDERT VOM

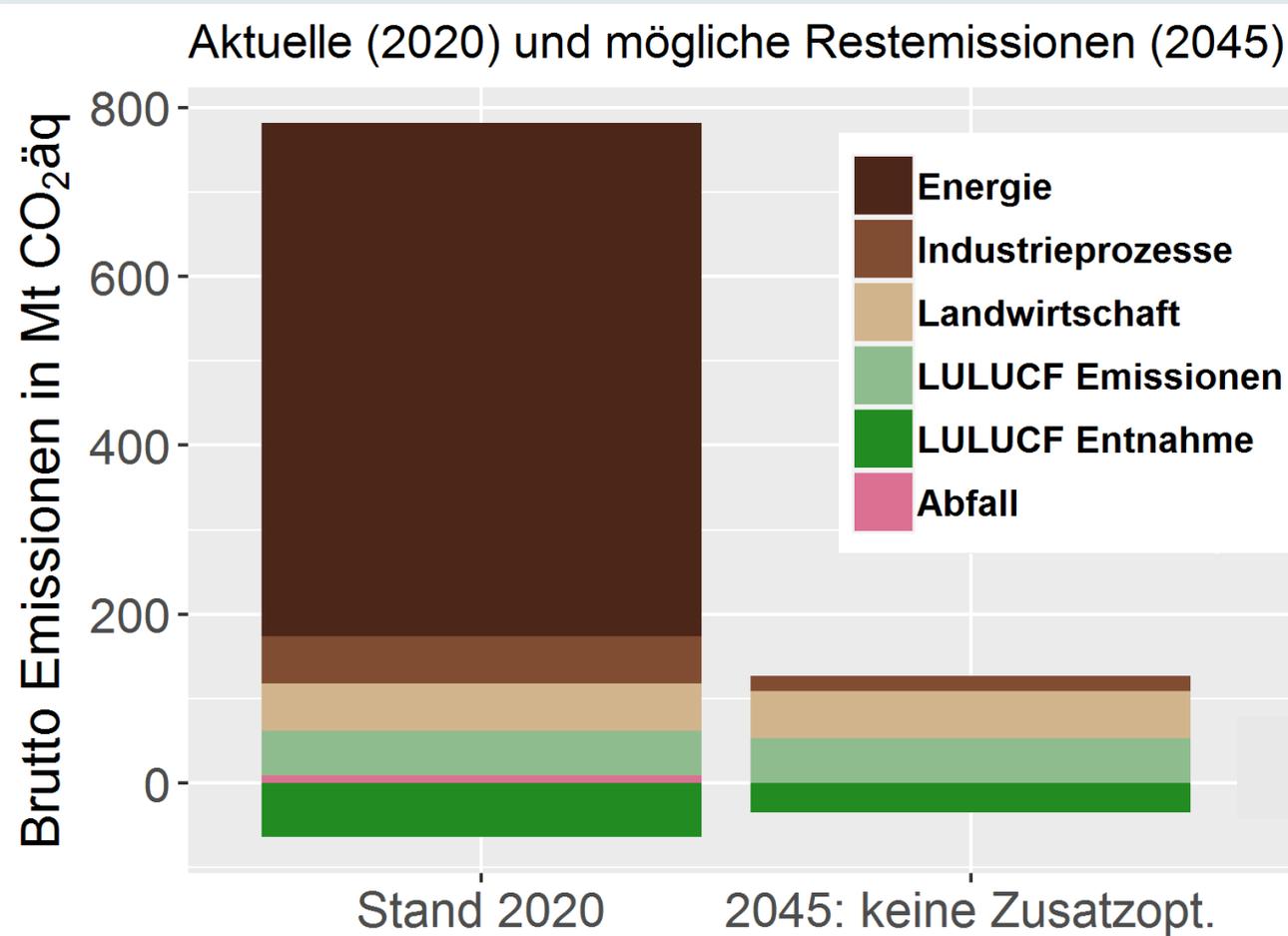
**KOPERNIKUS**  
**»PROJEKTE**  
Die Zukunft unserer Energie



Bundesministerium  
für Bildung  
und Forschung

<https://ariadneprojekt.de/publikation/energiewende-auf-netto-null-passen-angebot-und-nachfrage-nach-co2-entnahme-aus-der-atmosphaere-zusammen/>

# TREIBHAUSGASEMISSIONEN IN DEUTSCHLAND



- Stand 2020: 717 MtCO<sub>2</sub>äq/a netto THG-Emissionen (brutto: 780).
- ARIADNE-Report: Effizienzgewinne in der Industrie; vollständige Vermeidung von CO<sub>2</sub>-Emissionen aus Energie- und Abfallwirtschaft bis 2045.
- → Netto THG-Emissionen sinken von 717 auf 127 MtCO<sub>2</sub>äq/a
- Es verbleiben drei Hauptemissionsquellen: Landwirtschaft, Landnutzung, Industrieprozesse

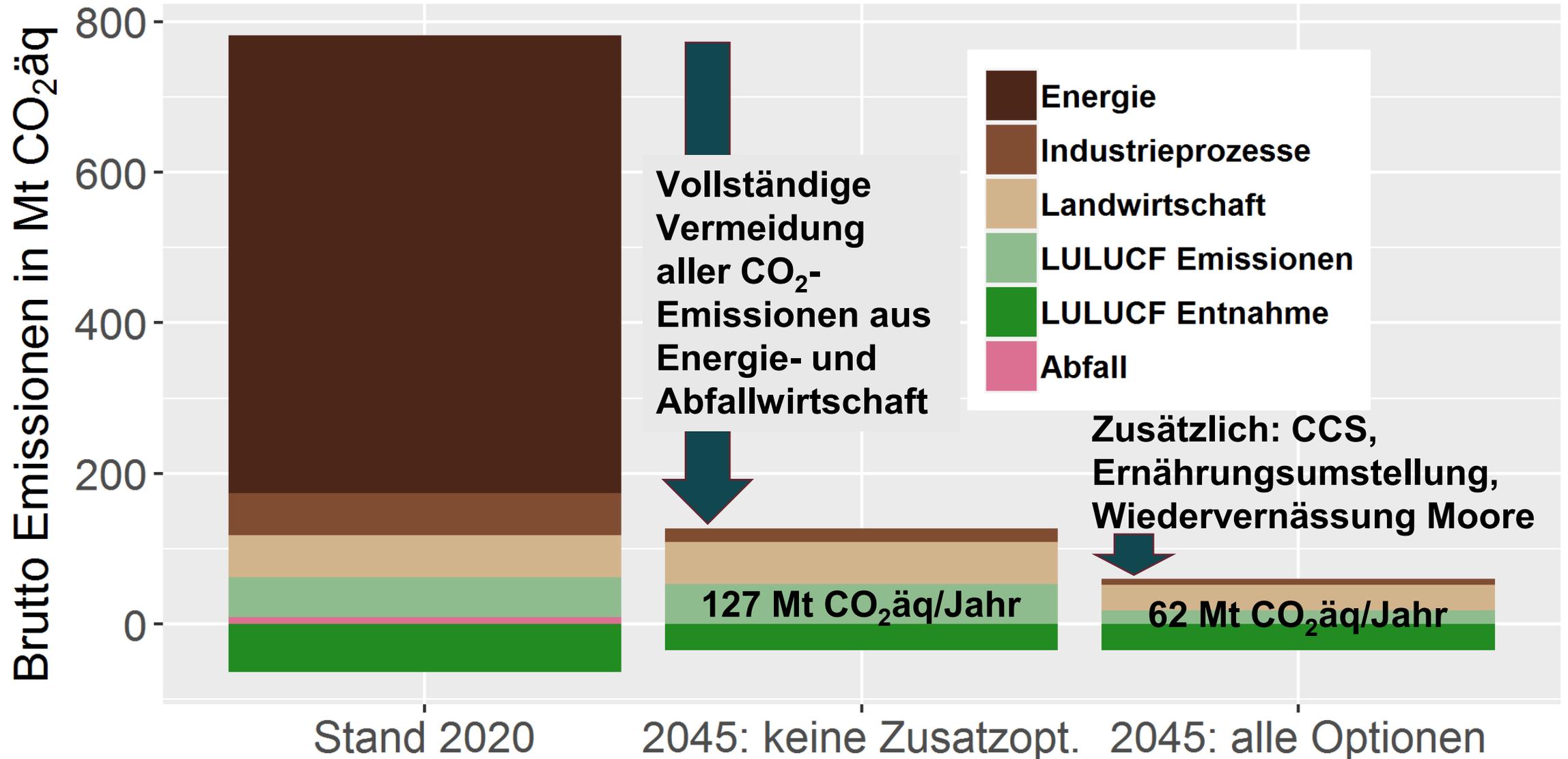
# ZUSATZOPTIONEN EMISSIONSMINDERUNG

Zusatzoptionen können die Emissionen der drei wichtigsten Quellen senken:

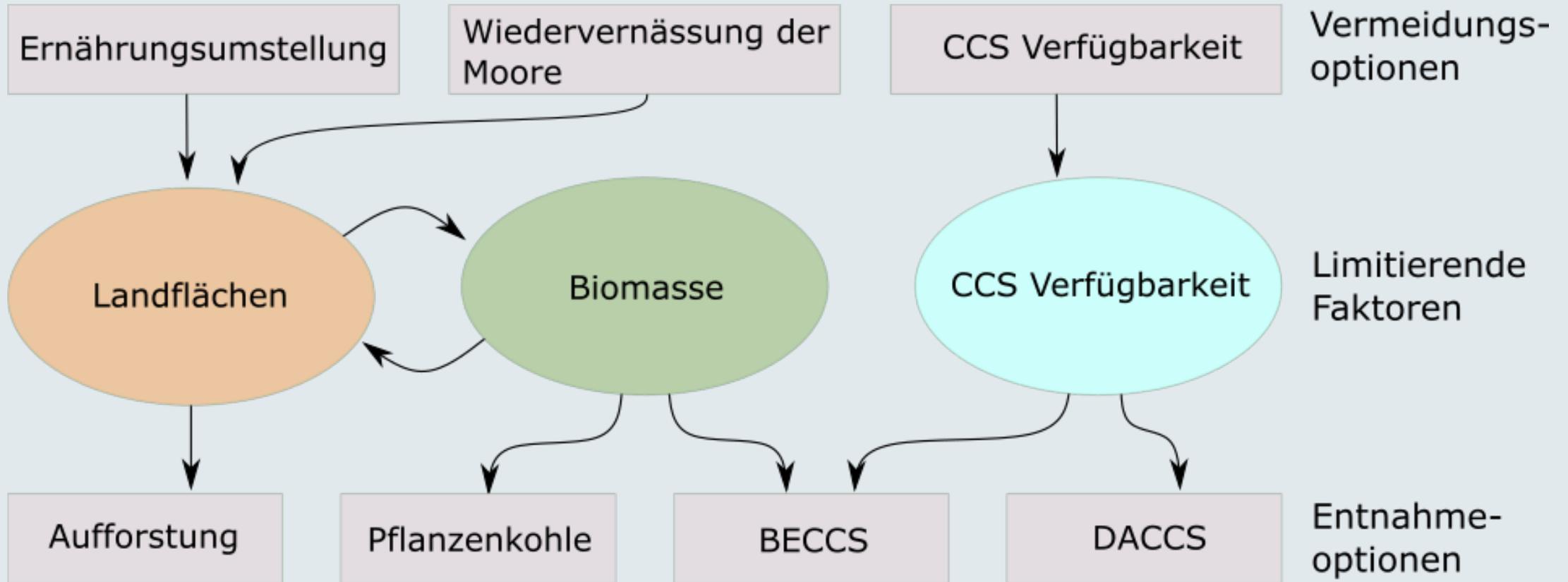
1. Landwirtschaft: **Umstellung der Ernährung** gemäß der EAT-Lancet Kommission würde die Nachfrage nach tierischen Produkten um 66% senken  
→ Emissionen sinken um 20 MtCO<sub>2</sub>äq, 2,3 Mha Landfläche werden frei
2. Prozessemissionen Industrie: Die **Verfügbarkeit von CCS** kann die Emissionen großer Quellen (z.B. Zementindustrie) vermeiden  
→ Emissionen sinken um 10 MtCO<sub>2</sub>äq
3. Landnutzung: Die **Wiedervernässung der Moore** reduziert die Emissionen aus trockengelegten Moorböden.  
→ Emissionen sinken um 35 MtCO<sub>2</sub>äq; 1,2 Mha Landfläche werden gebraucht

# RESTEMISSIONEN IN DEUTSCHLAND IN 2045

Aktuelle (2020) und mögliche Restemissionen (2045)

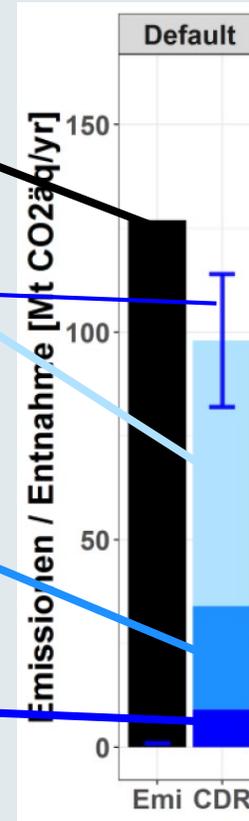


# WECHSELWIRKUNGEN ZWISCHEN ZUSÄTZLICHEN VERMEIDUNGSOPTIONEN UND CO2-ENTNAHME



# SZENARIEN GEGENÜBERSTELLUNG

Restemissionen  
reversibel gebunden  
(Wald, **Agroforstsysteme**,  
Bodenkohlenstoff)  
mittelfristig gebunden  
(Pflanzenkohle)  
langfristig gebunden  
(BECCS, DACCS, beschleunigte  
Verwitterung)



# SZENARIEN GEGENÜBERSTELLUNG

## Szenarien “Default” und “Moore”

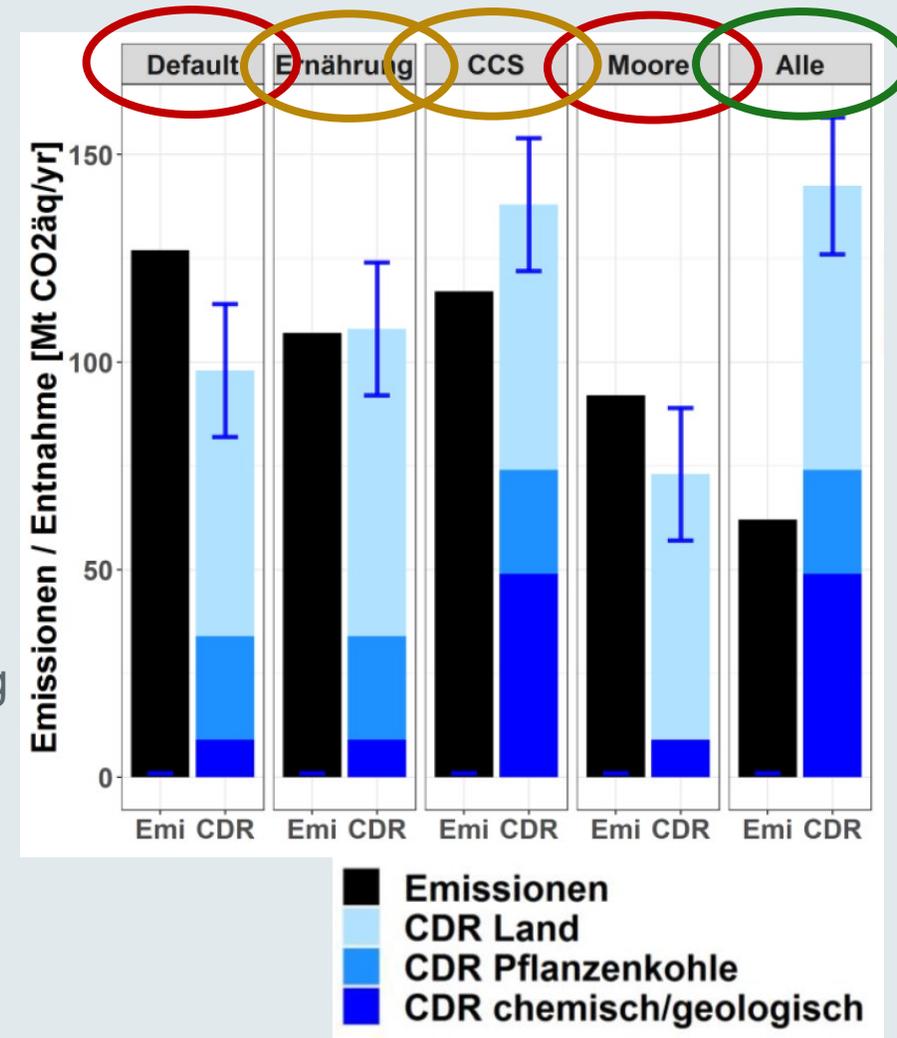
- nicht ausreichend!

## Szenarien “Ernährung” und “CCS”

- kein oder nur leichter Überschuss im CO<sub>2</sub>-Entnahmeangebot

## Szenario “Alle”

- deutlicher Überschuss an CO<sub>2</sub>-Entnahme
- Potenzial aus Optionen mit langfristiger Bindung in Höhe der Restemissionen



# WICHTIGE EINSICHTEN AUS DER STUDIE

- Zusätzlich zur bereits sehr herausfordernden Energiewende werden weitere Vermeidungsoptionen benötigt, um die Abhängigkeit von CO<sub>2</sub>-Entnahme zu reduzieren.
- Alle CO<sub>2</sub>-Entnahme Optionen müssen zeitnah erforscht und entwickelt werden, um genügend Potential in Deutschland zu realisieren.
- Ein umfassender Bewertungsrahmen ist nötig, um gesellschaftlich akzeptierte CO<sub>2</sub>-Entnahme Portfolios zusammenzustellen.
- CCS ist eine wichtige Option. Die Kapazitäten sind jedoch auch bei schneller Hochskalierung begrenzt und werden vollständig für Prozessemissionen und CO<sub>2</sub>-Entnahme benötigt.

# Abschließende Überlegungen

Starke Verzögerung beim Klimaschutz weltweit, EU-weit, deutschlandweit, regional.

Als Konsequenz gilt folgende Faustregel: Alle THG-Vermeidungsoptionen und nachhaltigen CDR Optionen werden so schnell und so umfangreich wie möglich benötigt, um noch eine robuste Chance zur Erreichung von netto Null THG Emissionen im Zeitraum 2040-2050 zu haben.

Für ein “Gegeneinander ausspielen” (“Wenn man das eine tut, kann man das andere lassen”) bleibt kaum mehr Spielraum.

# Abschließende Überlegungen

Bezugnahme auf Schleswig-Holstein, unter Annahme des Ziels, bis 2040 Netto-Null THG Emissionen zu erreichen<sup>1</sup>:

## Unabhängig von der Verfügbarkeit von CCS:

- Vollständige Dekarbonisierung der Energiewirtschaft in SH (Strom- und Wärmeerzeuger, Raffinerien)
- Vollständige Dekarbonisierung der Energienutzung in Transport und Gebäuden in SH (vor allem durch Elektrifizierung)
- Vollständige Reduktion der THG aus der Abfallwirtschaft in SH

## Ohne CCS:

- Auslaufen der Zementindustrie in SH bis 2040
- LNG Terminal Brunsbüttel bis spätestens 2040 vollständig auf grünen Wasserstoff umstellen (wünschenswert)
- Forschungsfrage: Kann die Schwerindustrie (z.B. Schiffbau) und die chemische Industrie in SH ohne CCS CO<sub>2</sub>-neutral werden? (vermutlich ja, technische Lösungen werden entwickelt und aktiv erforscht)
- Forschungsfrage: Können die landwirtschaftlichen THG-Emissionen in SH bis 2040 soweit abgesenkt werden, dass allein durch aktive Steigerung der Landsenken (und evtl. weitere Senken) in SH, ohne das Einbringen von CO<sub>2</sub> in geologische Formationen, ausreichend dauerhafte CO<sub>2</sub> Entnahme aus der Luft stattfindet, um die Restemissionen zu kompensieren?

<sup>1</sup>Hinweis: Ich bin kein Experte der Situation in Schleswig-Holstein. Bitte nehmen sie diese Extrapolationen mit großer Vorsicht.