



Mercator Research Institute on
Global Commons and Climate Change gGmbH

Die Rolle von CO₂-Entnahmen für die Erreichung der Pariser Klimaziele

Sabine Fuss

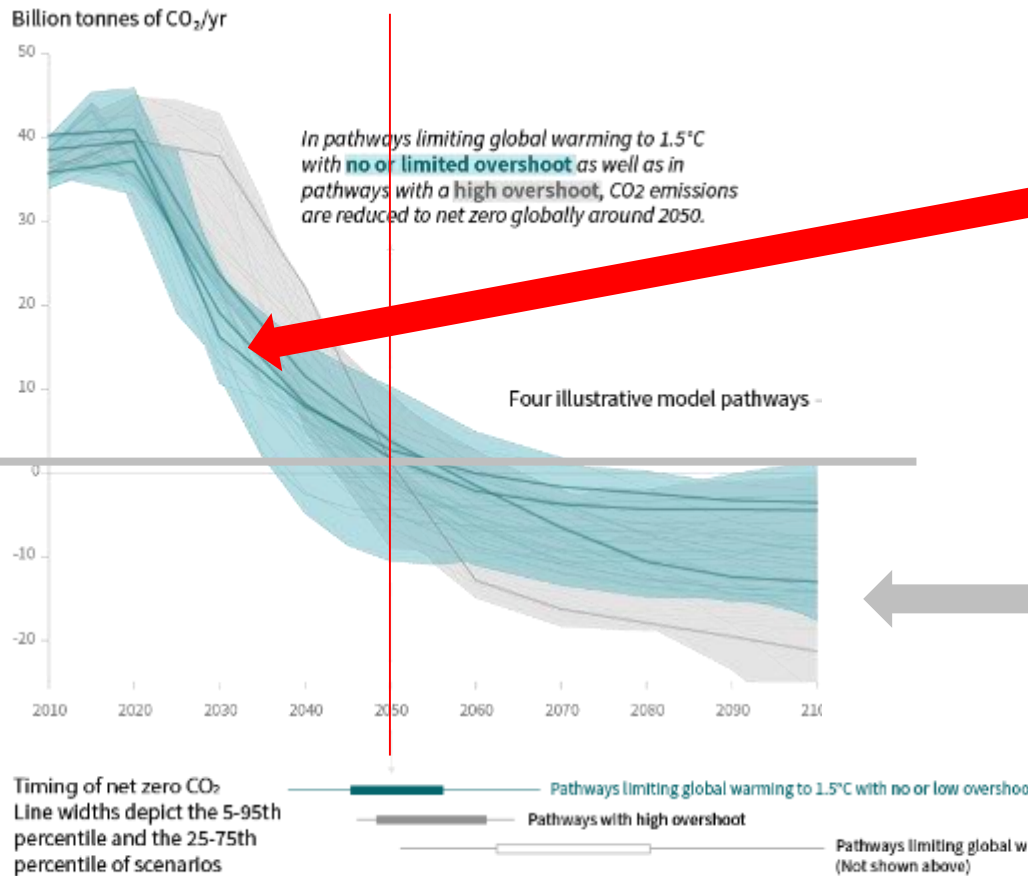
MCC Berlin, Humboldt Universität zu Berlin

Die letzten Meter auf dem Weg zur Klimaneutralität: Welche Rollen
spielen CCS und CDR? Workshop des ESYS-Projekts

10. März 2021

Globale 1,5°C Emissionspfade

Global total net CO₂ emissions



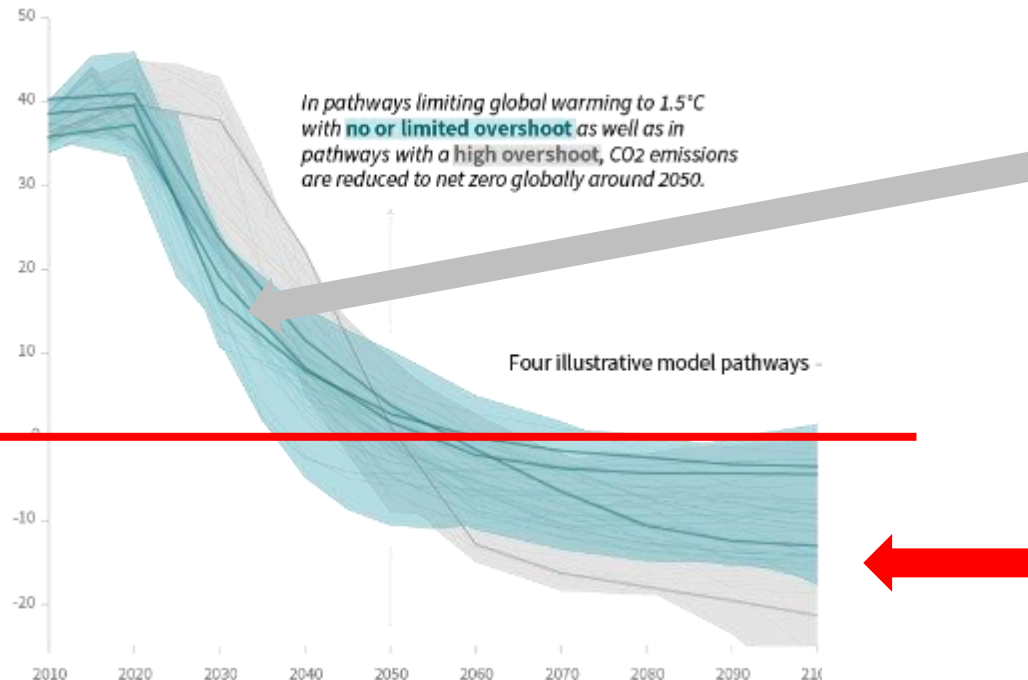
Schnelle und tiefgreifende kurz- bis mittelfristige Emissionssenkung + netto-Null in 2050.

Nettonegative Emissionen zum Ausgleich von Restemissionen und einem Überschießen des Ziels.

Globale 1,5°C Emissionspfade

Global total net CO₂ emissions

Billion tonnes of CO₂/yr



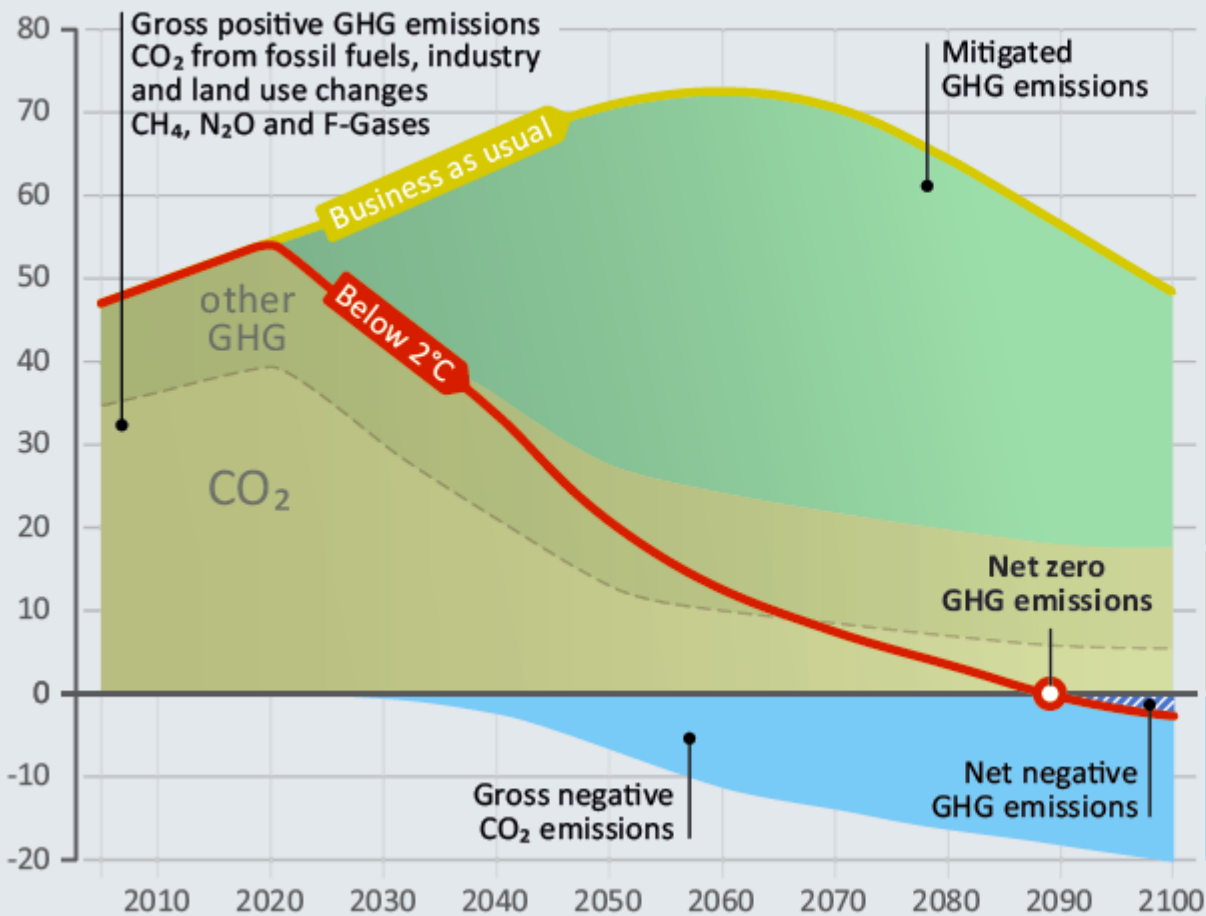
Schnelle und tiefgreifende kurz- bis mittelfristige Emissionssenkung + netto-Null in 2050.

Nettonegative Emissionen zum Ausgleich von **Restemissionen** und einem **Überschießen** des Ziels.

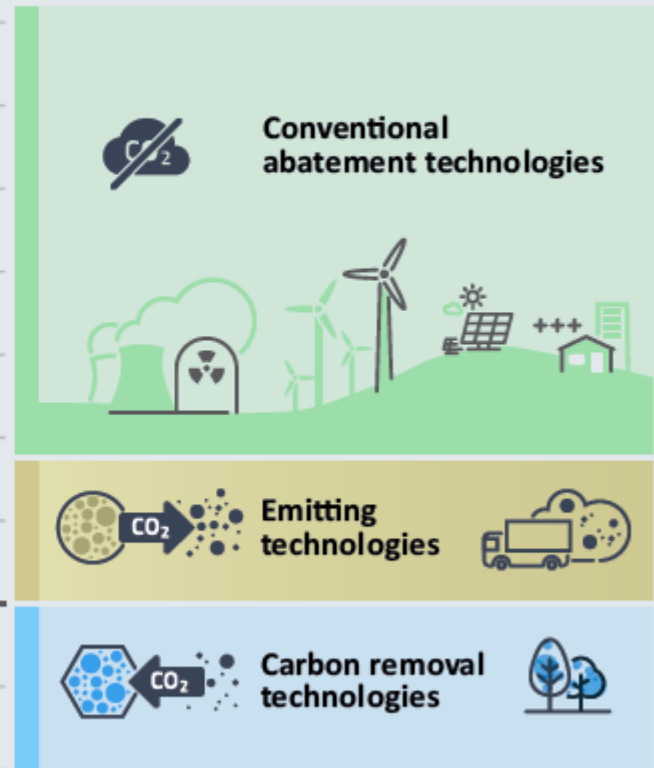
Timing of net zero CO₂
Line widths depict the 5-95th percentile and the 25-75th percentile of scenarios



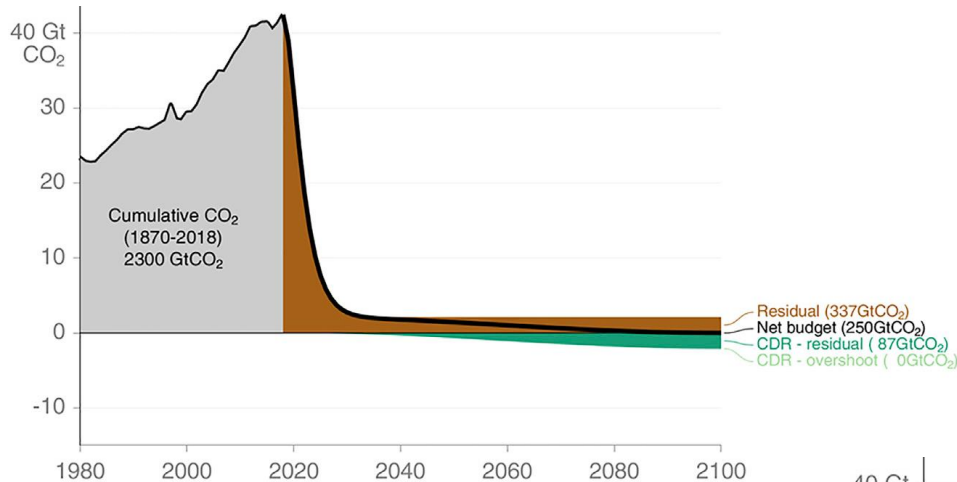
GHG emissions (GtCO₂e/year)



Examples of associated technologies

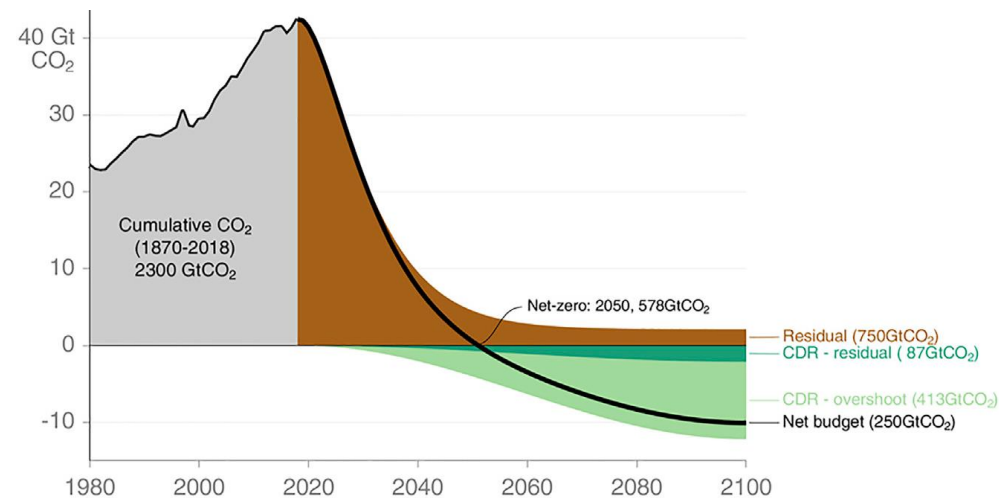


Verschiedene Strategien für 1,5°C



Szenario 1 – Herausforderungen für nachfrageseitige Minderung: drastische und sofortige Emissionssenkung reduziert die Abhängigkeit von CDR. Negative Emissionen gleichen vor allem Restemissionen aus.

Szenario 2 – Herausforderungen für das Hochfahren von CDR: Mehr kurzfristige Flexibilität erhöht den CDR Anteil + akzeptiert höheren Überschuss während des Jahrhunderts.



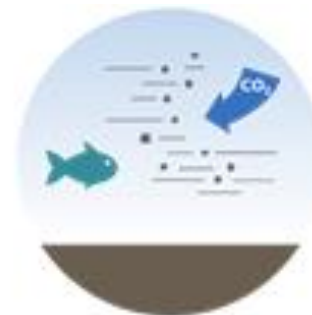
Arten der CO₂ Entnahme



Aufforstung und Wiederaufforstung
Baumwachstum entzieht der Atmosphäre CO₂.



Bioenergie mit CO₂-Abscheidung und -Verpressung
Pflanzen wandeln CO₂ in Biomasse um, die Energie liefert. CO₂ wird aufgefangen und im Boden gespeichert.



Ozeanalkalisierung
Alkaline Substanzen (z.B. gemahlene Mineralien) erhöhen die CO₂-Speicherung im Meer und dessen pH-Wert.



Biokohle & Anreicherung Bodenkohlenstoff
Das Zufügen teilverbrannter Biomasse oder eine Änderung landwirtschaftlicher Praktiken reichern CO₂ in den Böden an.

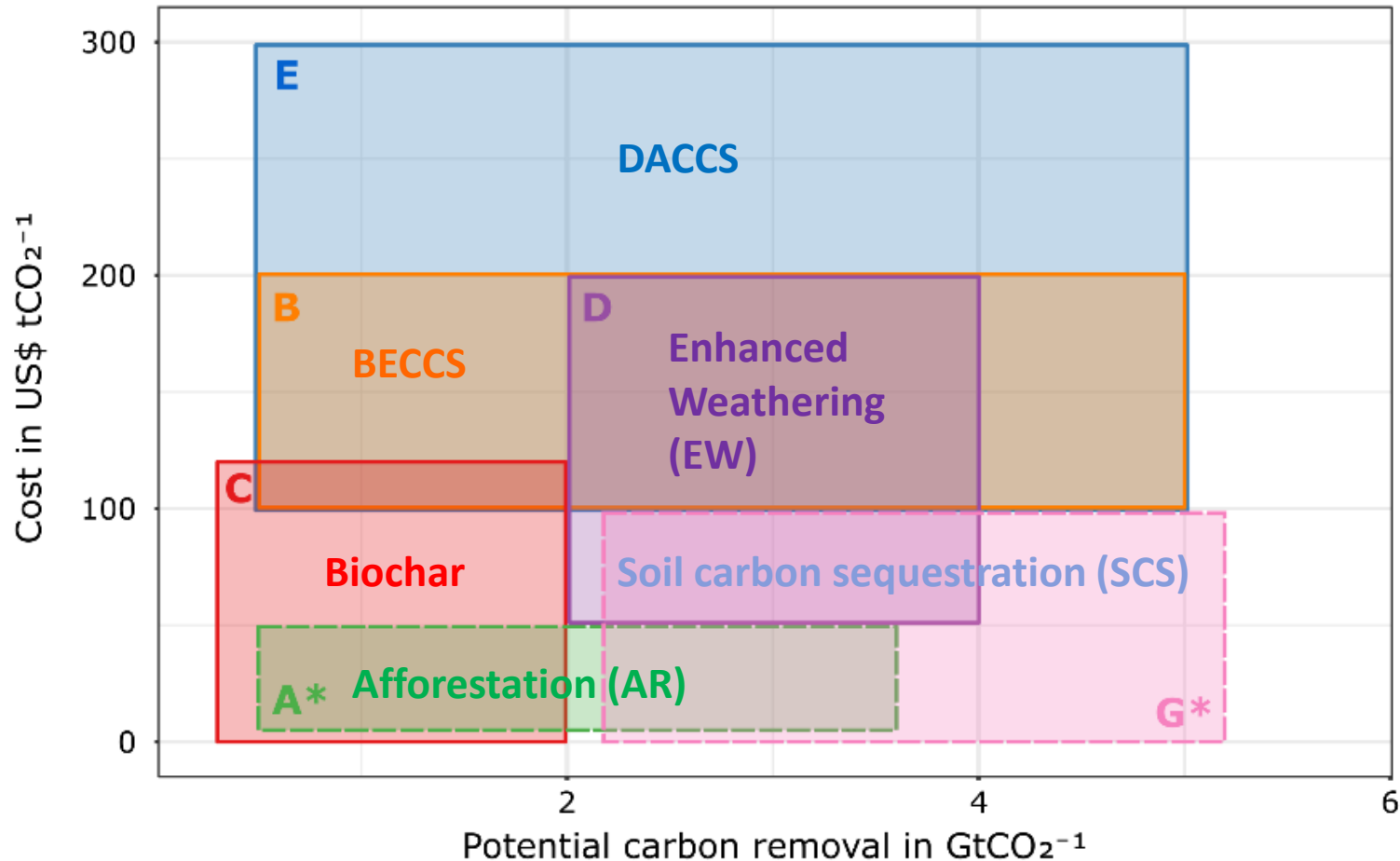


Beschleunigte Verwitterung
Zerkleinerte Mineralien werden dem Boden zugesetzt, um CO₂ chemisch zu binden.



Luftfilter (DAC)
CO₂ wird der Umgebungsluft durch chemische Prozesse entzogen und im Boden gespeichert.

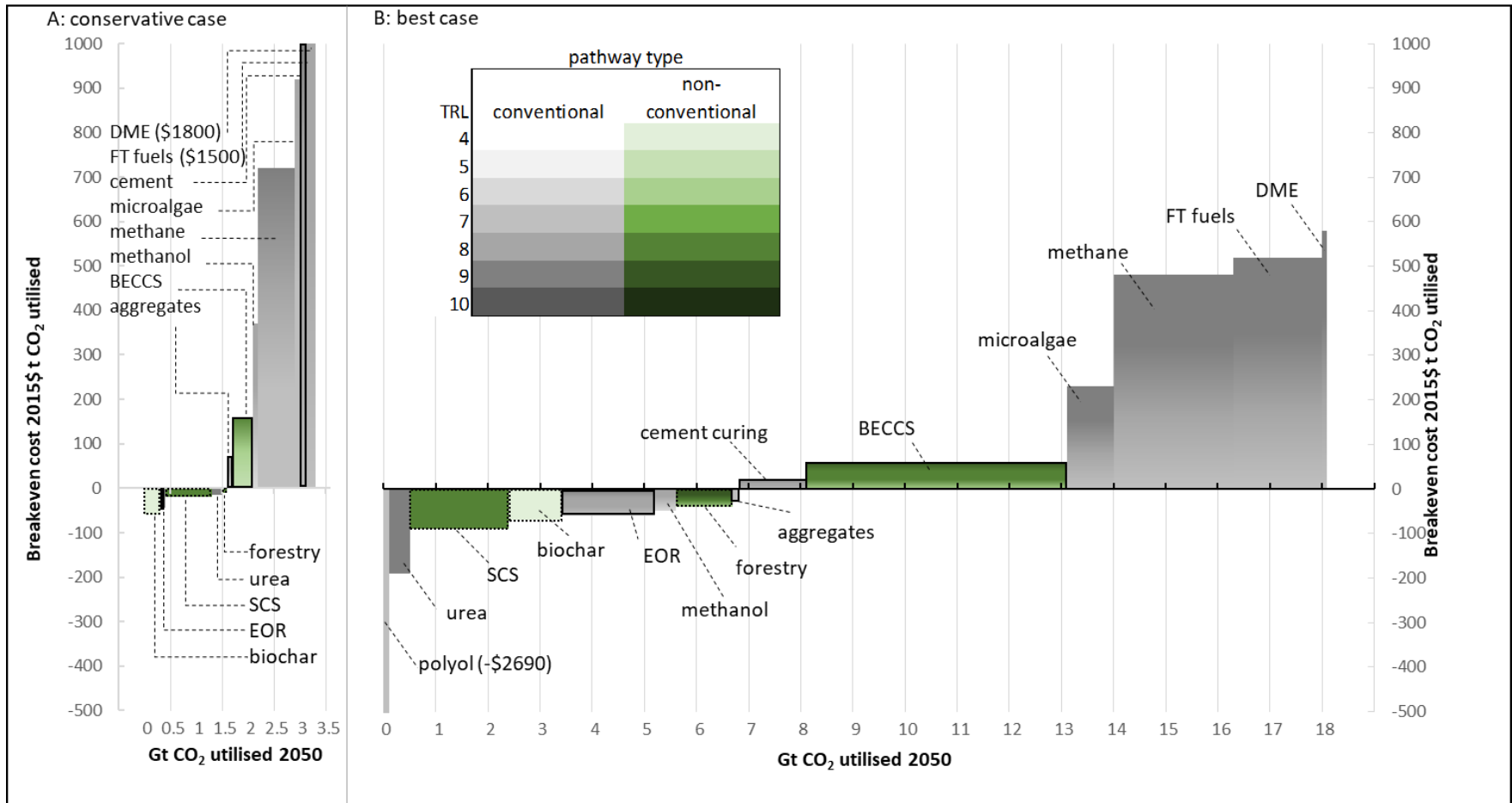
2050 CDR Kosten und Potentiale



Argumentation für CO₂ Nutzung

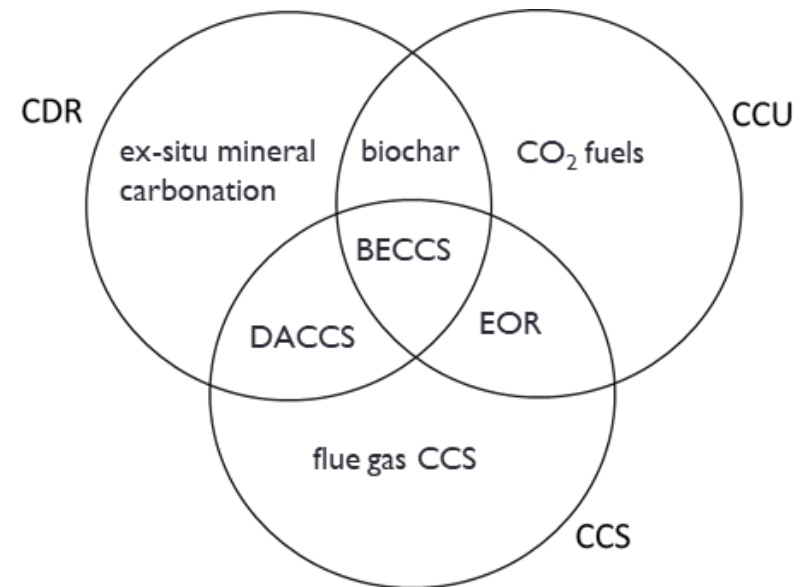
- Potentielle Senkung der Nettokosten von Emissionsminderungen oder gar Entnahmen
- Potentielle Einstiegs Luke für Verbesserung bei CCS Technologien
- Nutzung eines preisgünstigeren und saubereren Rohstoffs als konventionelle Kohlenwasserstoffe

Eine spekulative CO₂-Nutzungskurve



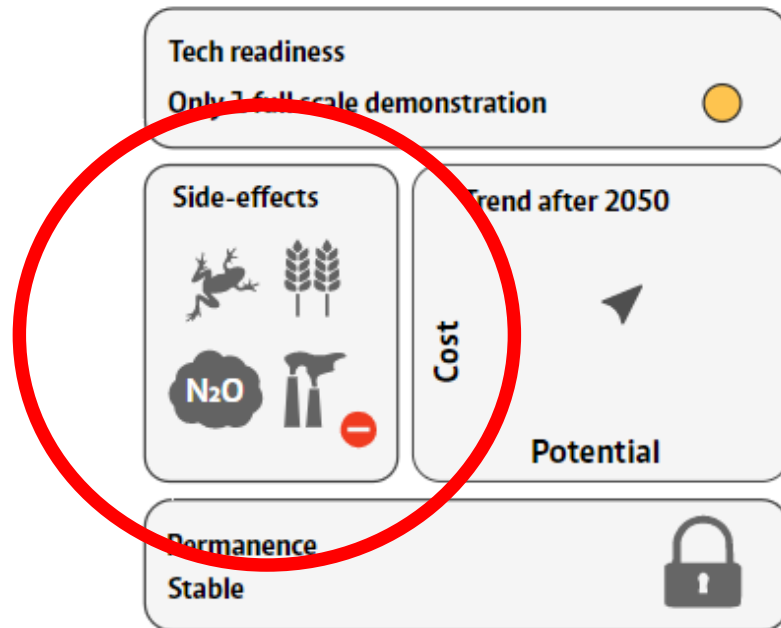
Aber: CO₂ Nutzung kann...

1. ... CO₂ Emissionen erhöhen (z.B. durch nicht-dekarbonisierten Energieverbrauch, evtl. EOR)
2. ... keinen Nettoeffekt auf CO₂ haben, jedoch andere THGs erhöhen (evtl. Urea)
3. ... CO₂ Emissionen reduzieren ohne Entnahme aus der Atmosphäre (evtl. synth. Brennstoffe)
4. ... CO₂ aus der Atmosphäre entnehmen (evtl. BECCS)



- Minderungspotential abhängig von der CO₂-Quelle, der Dauerhaftigkeit der Speicherung, der Substitution und dem CO₂-Fußabdruck der Inputs (Energie).
- Anreize sollten stets für die Vermeidung oder Entfernung von Emissionen gesetzt werden, nicht per se für die Nutzung von CO₂!

B. Bioenergy carbon capture & storage

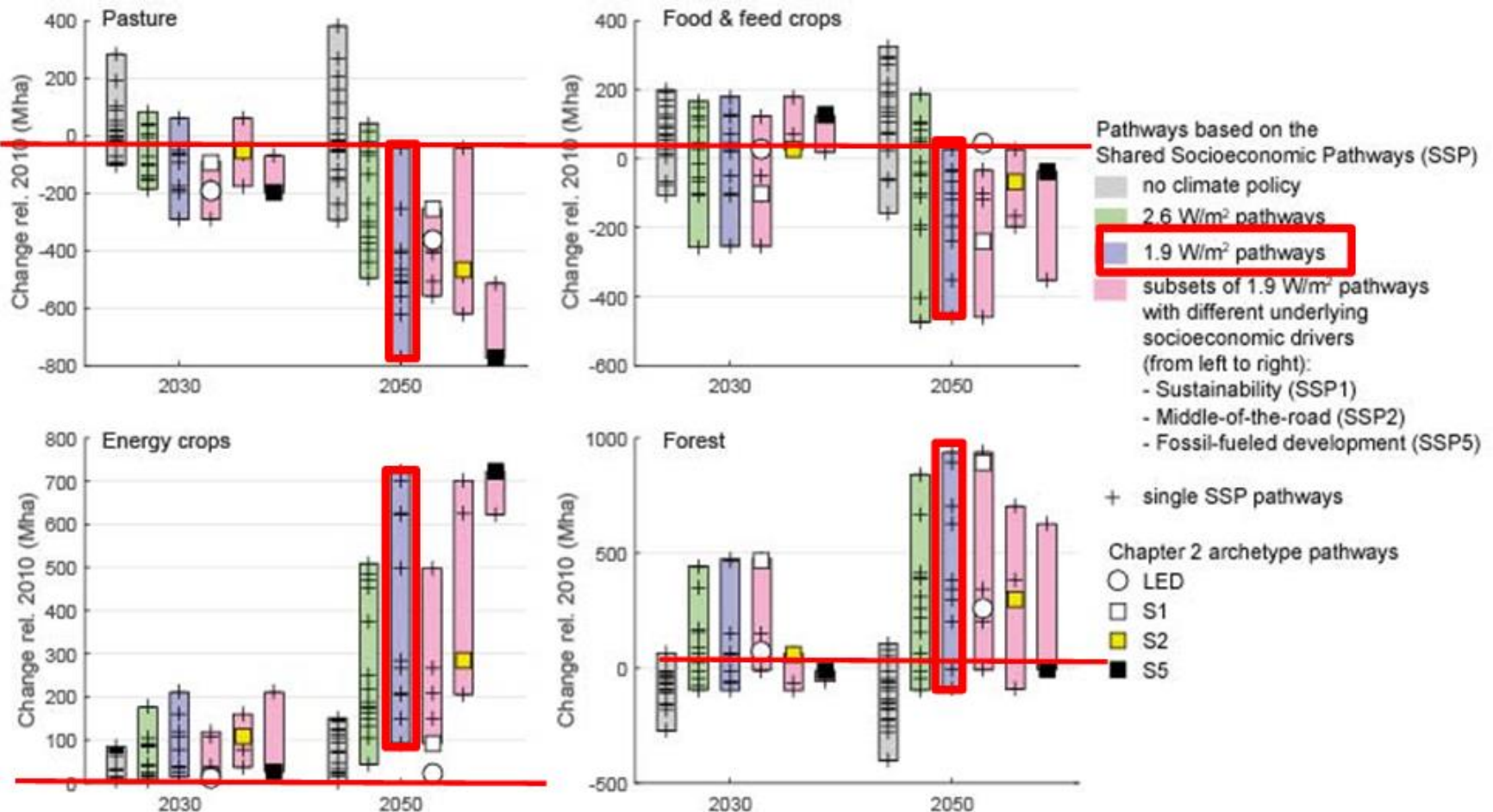


Potentials and key side-effects of afforestation and reforestation. See bottom of page for symbol explanation (Source).

www.co2removal.org

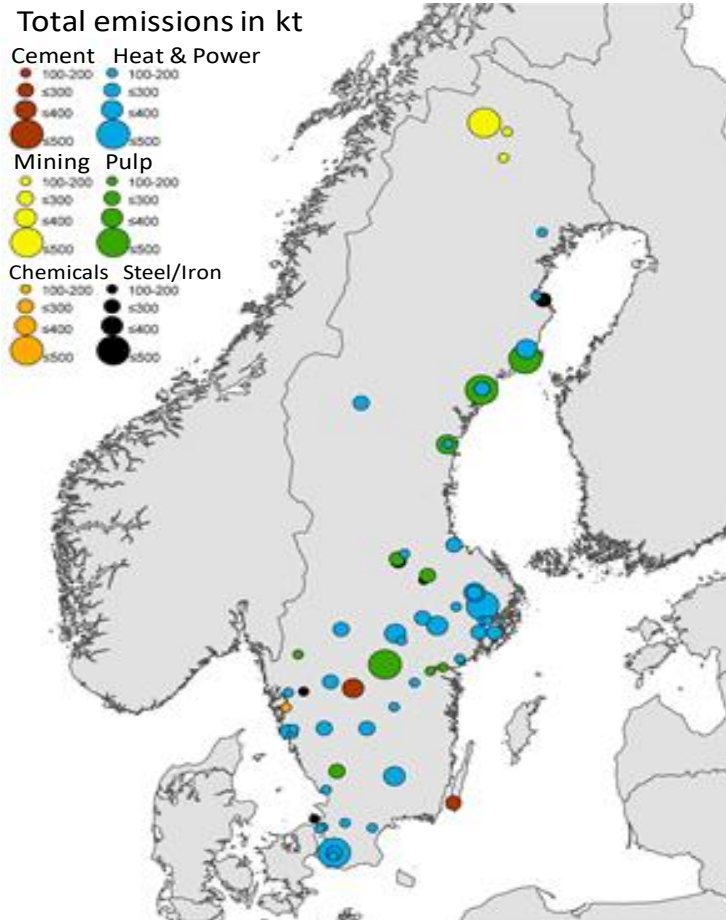
Vorteile	Negative Nebenwirkungen
<p>Marktchancen, wirtschaftliche Diversifizierung, Energieunabhängigkeit, Technologieentwicklung und Transfer</p>	<p>Ernährungssicherheit, Verlust der biologischen Vielfalt, Entwaldung, Waldzerstörung durch Luftverschmutzung, CO₂-Leckage, Auswirkungen des Düngemittleinsatzes auf Boden und Wasser</p>
<p>THG-Einsparungen durch Kraftsubstitution</p>	<p>Albedoveränderungen, direkter und indirekte THG-Emissionen durch Landnutzungswandel</p>

Landnutzungswandel (2010-2050 in Mio. ha)

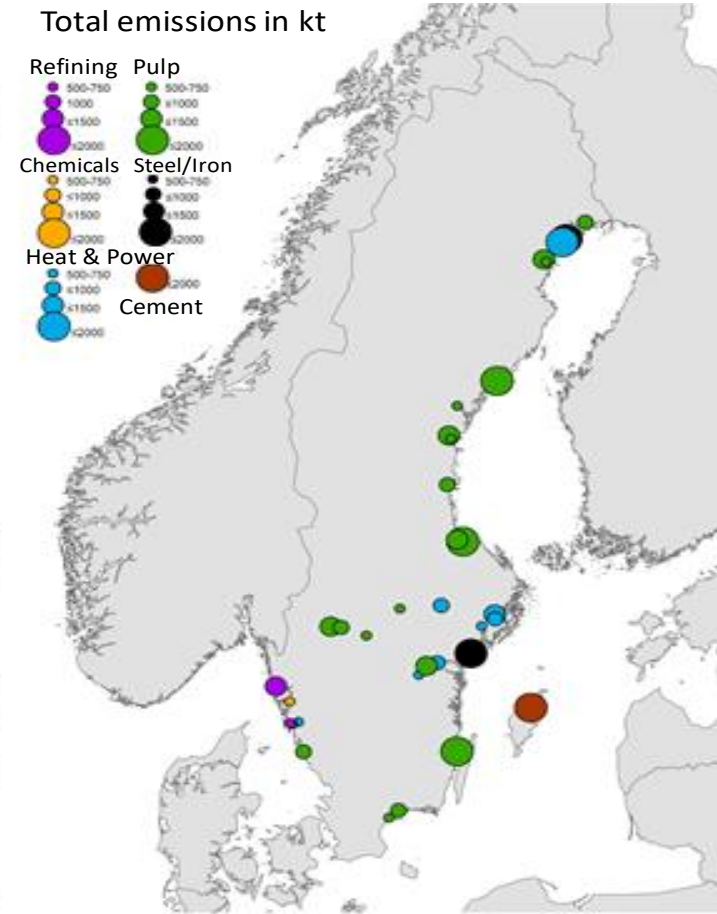


Schwedische CO₂-Quellen

CO₂ emissions between 100 and 500 kt

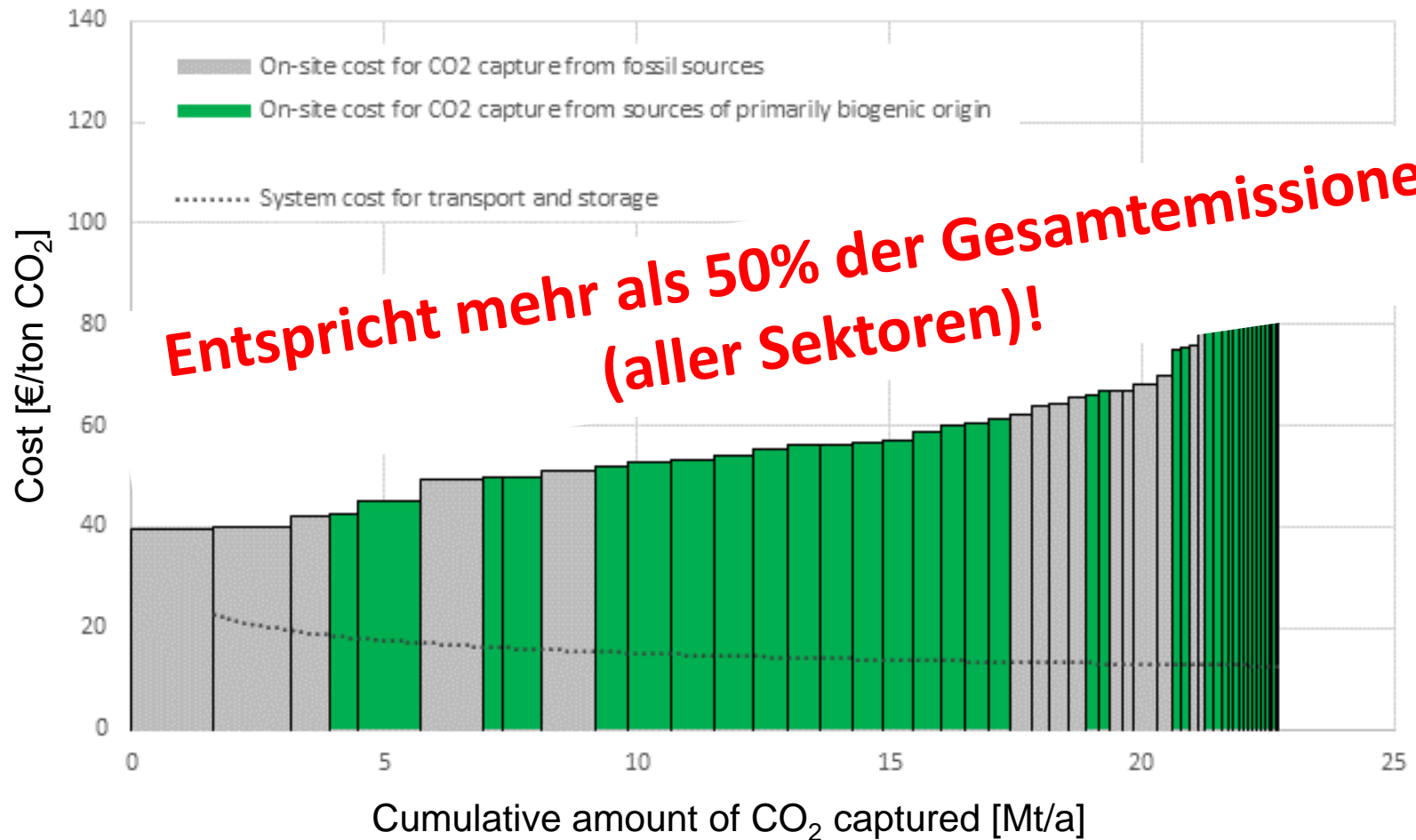


CO₂ emissions > 500 kt



CCS – ein schwedisches Beispiel: 27 großindustrielle CO₂ Punktquellen >500 ktCO₂/a

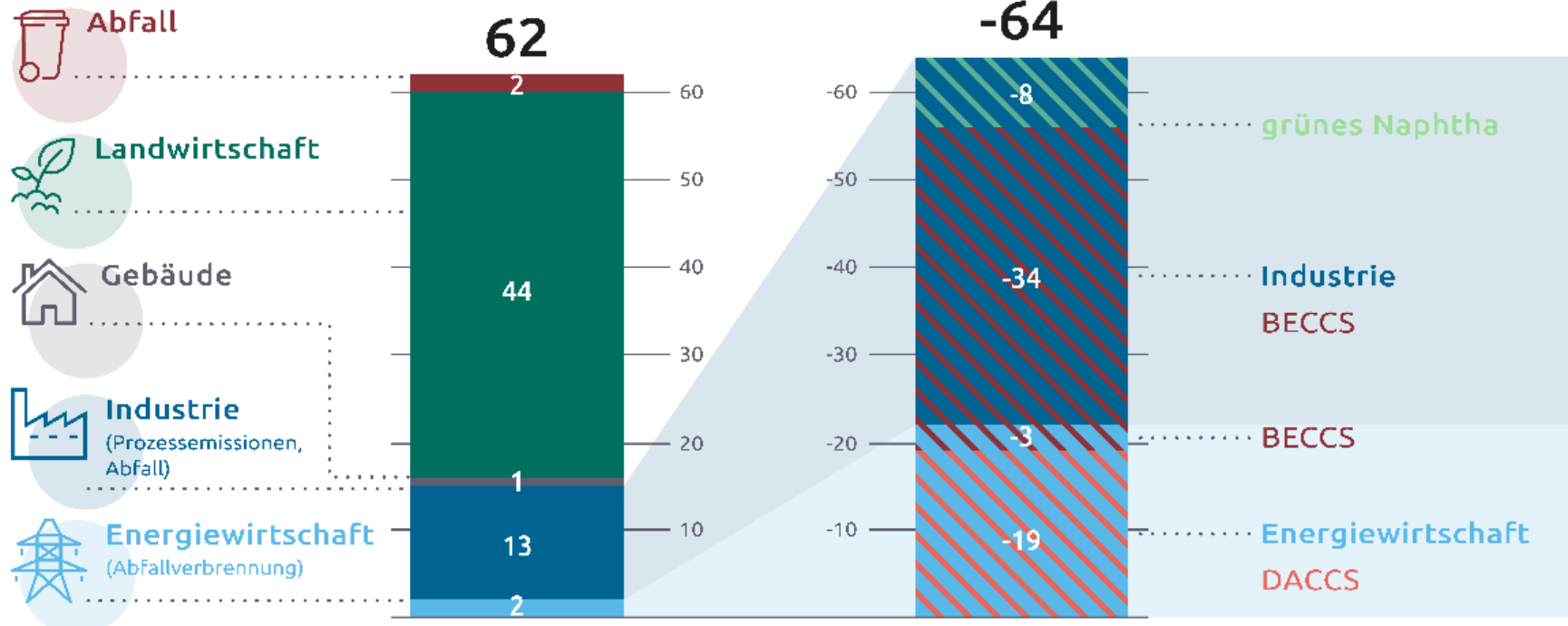
MAC Kurve für CCS und BECCS



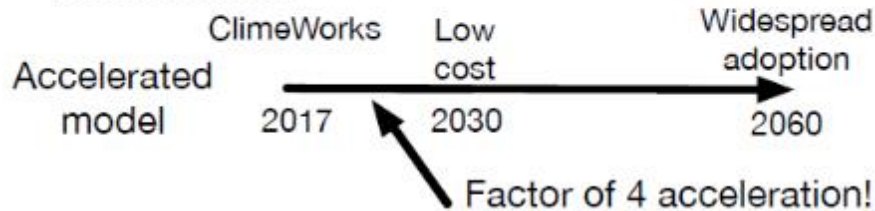
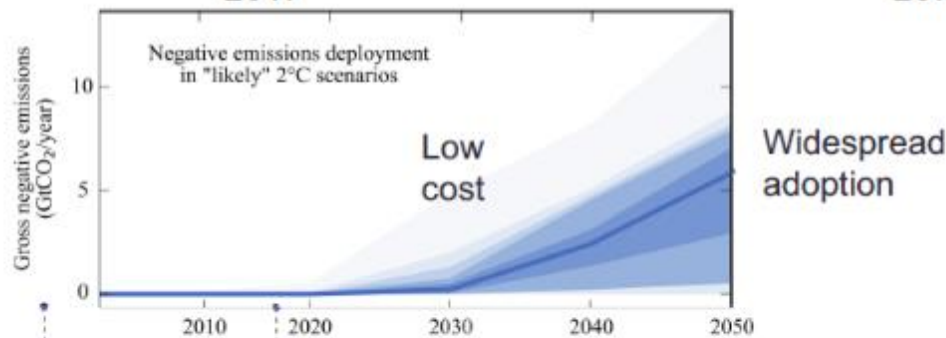
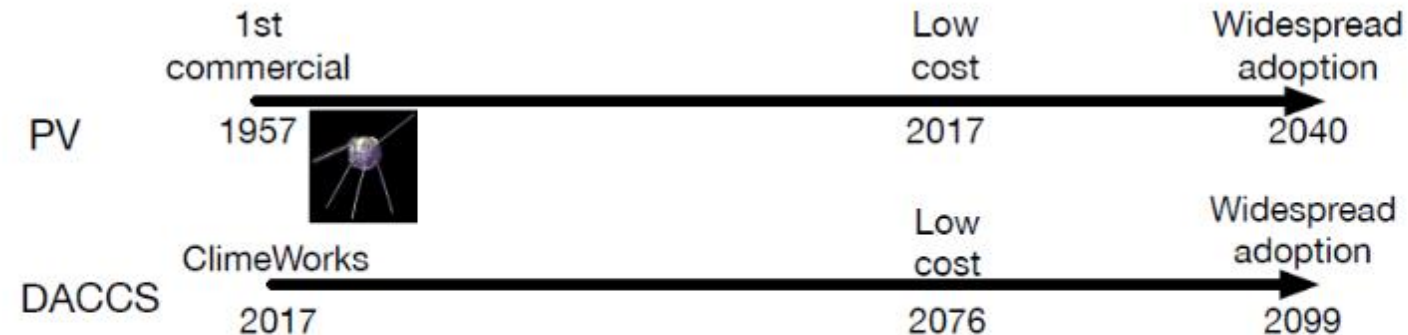
Residuale THG-Emissionen und deren Kompensation in 2050

Restemissionen nach 95 % Minderung
in Mio. t CO₂-Äquivalente

Kompensation durch negative Emissionen
in Mio. t CO₂-Äquivalente



Die technologische Herausforderung



Schlussfolgerungen

- 60 Gt CO₂-äquiv. Residualemissionen wären in Deutschland durch CDR auszugleichen, um netto-Null zu erreichen.
- Es braucht jetzt einen gesellschaftlichen Dialog zu den verschiedenen Entnahmemöglichkeiten:
 - Mehr Akzeptanz, niedrige Kosten für „natürliche Klimalösungen“, aber auch begrenztes Potential in Deutschland und hohe Reversibilität + Herausforderungen bei Messung und Verifizierung.
 - CCS mit berücksichtigen – politische Herausforderungen durch Offshore-Speicherung und Transparenz adressieren.
- Neben den Politikmaßnahmen (siehe Rickels & Geden), können Fördermittel für F&E-Vorhaben, langfristig angekündigte CO₂-Mindestpreise für CO₂-Entnahme, und ein regelmäßiges Review-Verfahren Innovationen beschleunigen.