

# MÖGLICHKEITEN VON CCU UND CCS FÜR DIE "HARD TO ABATE" INDUSTRIE

Ergebnisse des CaCTUS Projekts

02.12.2025 – Grüngas-Kongress 2025

Dipl.Ing. (FH) Johannes Lindorfer  
Energieinstitut an der Johannes Kepler Universität Linz

# Das Projekt „CaCTUS“

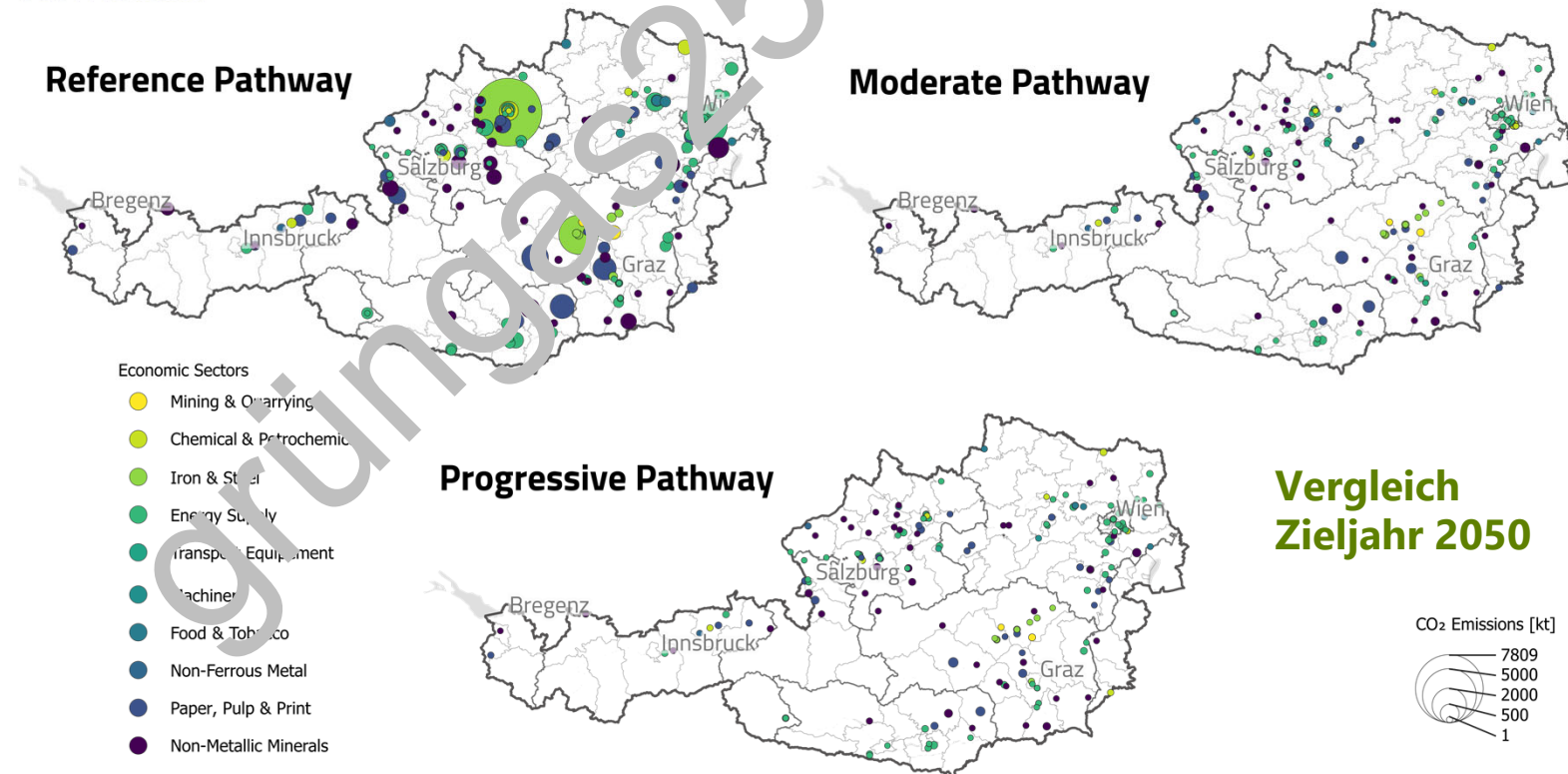
## Projektziele

- Identifikation und Quantifizierung der **technischen Potenziale** für CCU/CCS in Österreich
- Identifikation spezifischer **Klimaauswirkungen** und **Senken-bezogener Vermeidungspotenziale** von CCU/CCS
- **Technoökonomische Bewertung** identifizierter Kohlenstoffrouten und deren **Beitrag zur Klimaneutralität**
- Bewertung **aktueller Barrieren** und **regulatorischer Schwächen**, die eine rasche Implementierung und optimale Wirkung behindern

<https://project-cactus.at/>

# Potenzialentwicklung CO<sub>2</sub>-Quellen

## Verteilung industrieller Punktquellen im Zuge der Energietransformation



Hochmeister S. et al. "A methodology for the determination of future Carbon Management Strategies: A case study of Austria". IJSEPM 2024





# CO<sub>2</sub>-Speicherpotenziale in Österreich

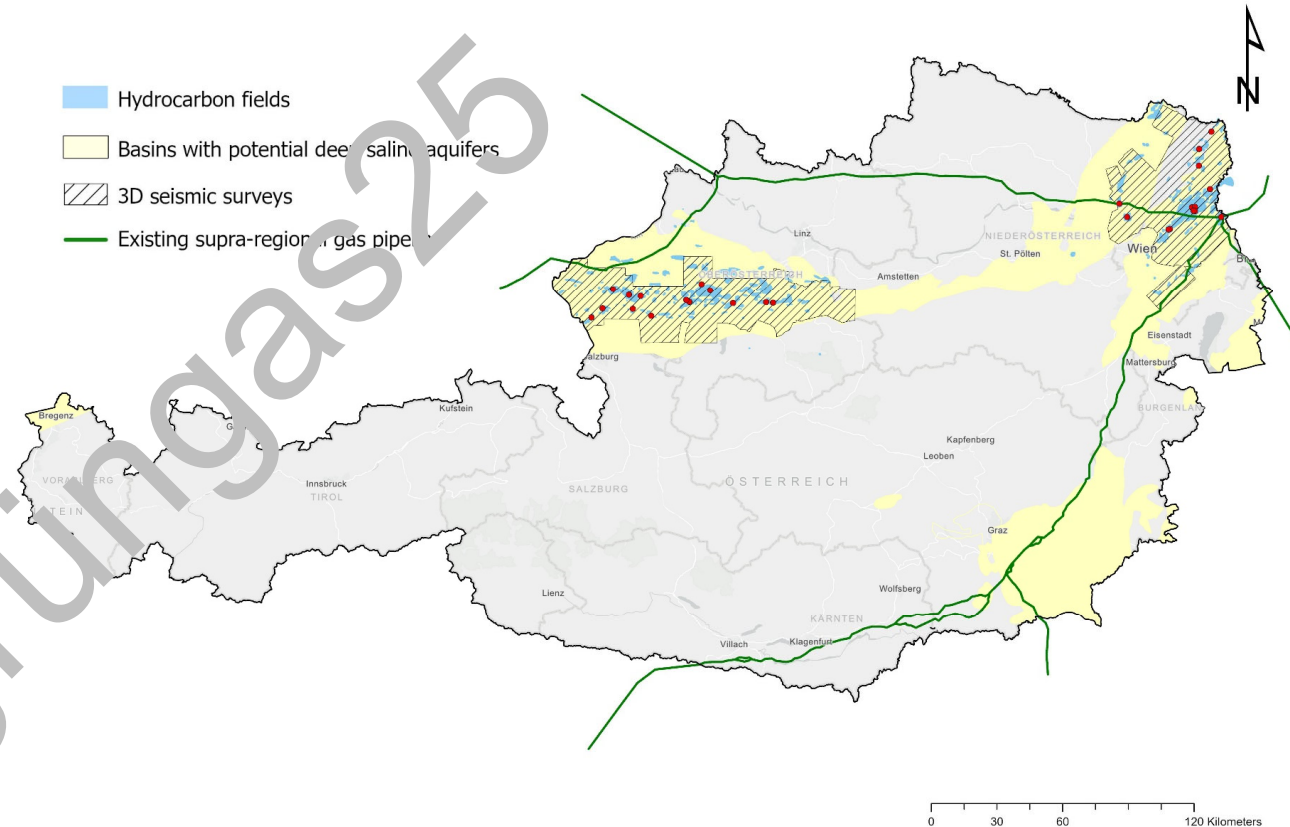
## Heimische...

### ... Kohlenwasserstofffelder

- Volumen und Charakteristika besser bekannt
- rasche Umsetzung möglich
- limitierte Kapazitäten (120–300 Mt CO<sub>2</sub>)

### ... tiefe Aquifere

- mögliches Potenzial im Gt-Bereich
- bislang unzureichend bekannt bzw. charakterisiert
- Exploration erforderlich



Ott H., Kulich J. "CCS: Chancen und Risiken einer umstrittenen Technologie". Berg Huettenmaenn Monatsh 169, 553–559 (2024)

BVV – geodaten.bayern.de, Esri, TomTom, Garmin, FAO, NOAA, USGS



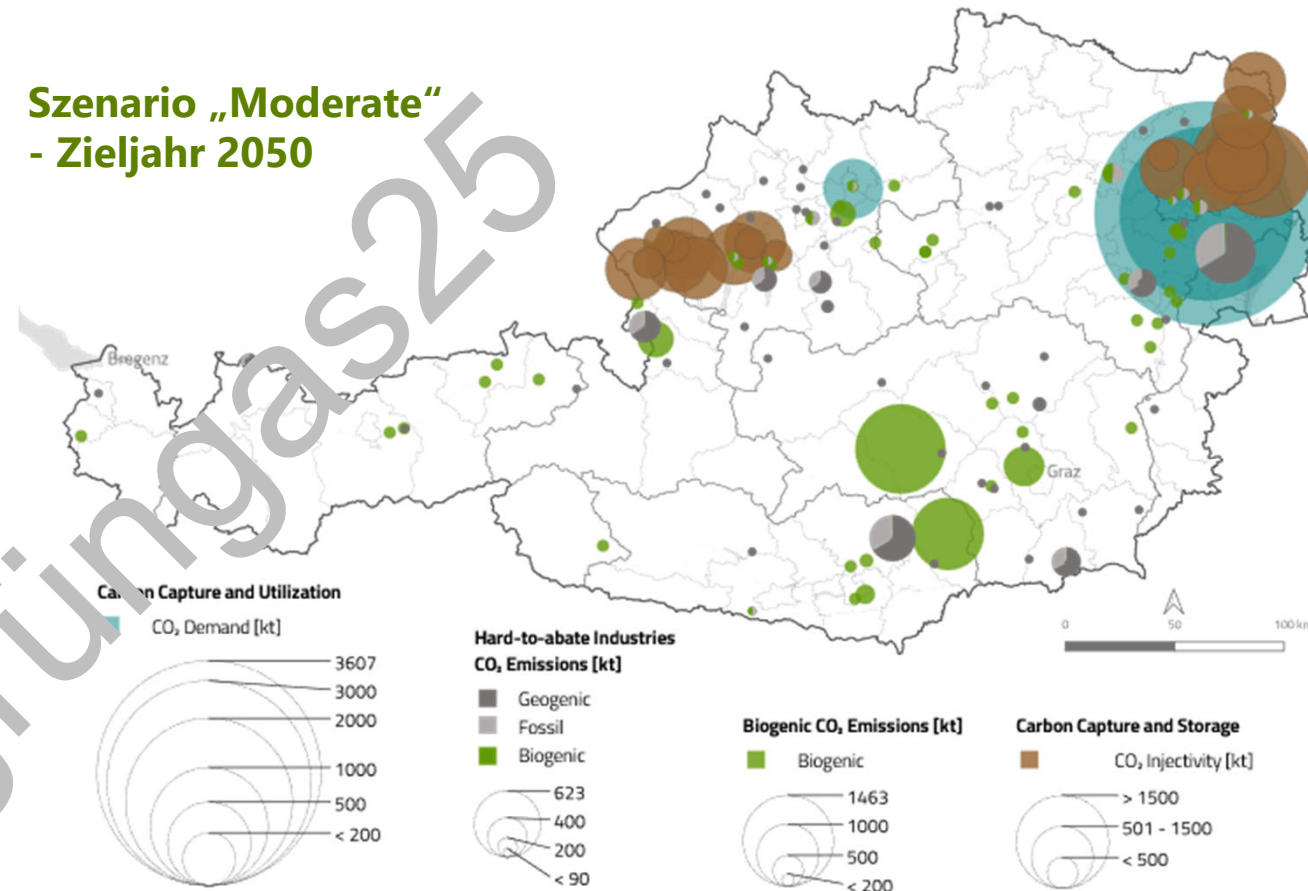
# Örtliche Zuordnung

## Quellen vs. Senken

Räumliche Überschneidungen zw.  
Quellen & Senken klar vorhanden

→ Berücksichtigung im Aufbau  
entsprechender Infrastruktur

## Szenario „Moderate“ - Zieljahr 2050



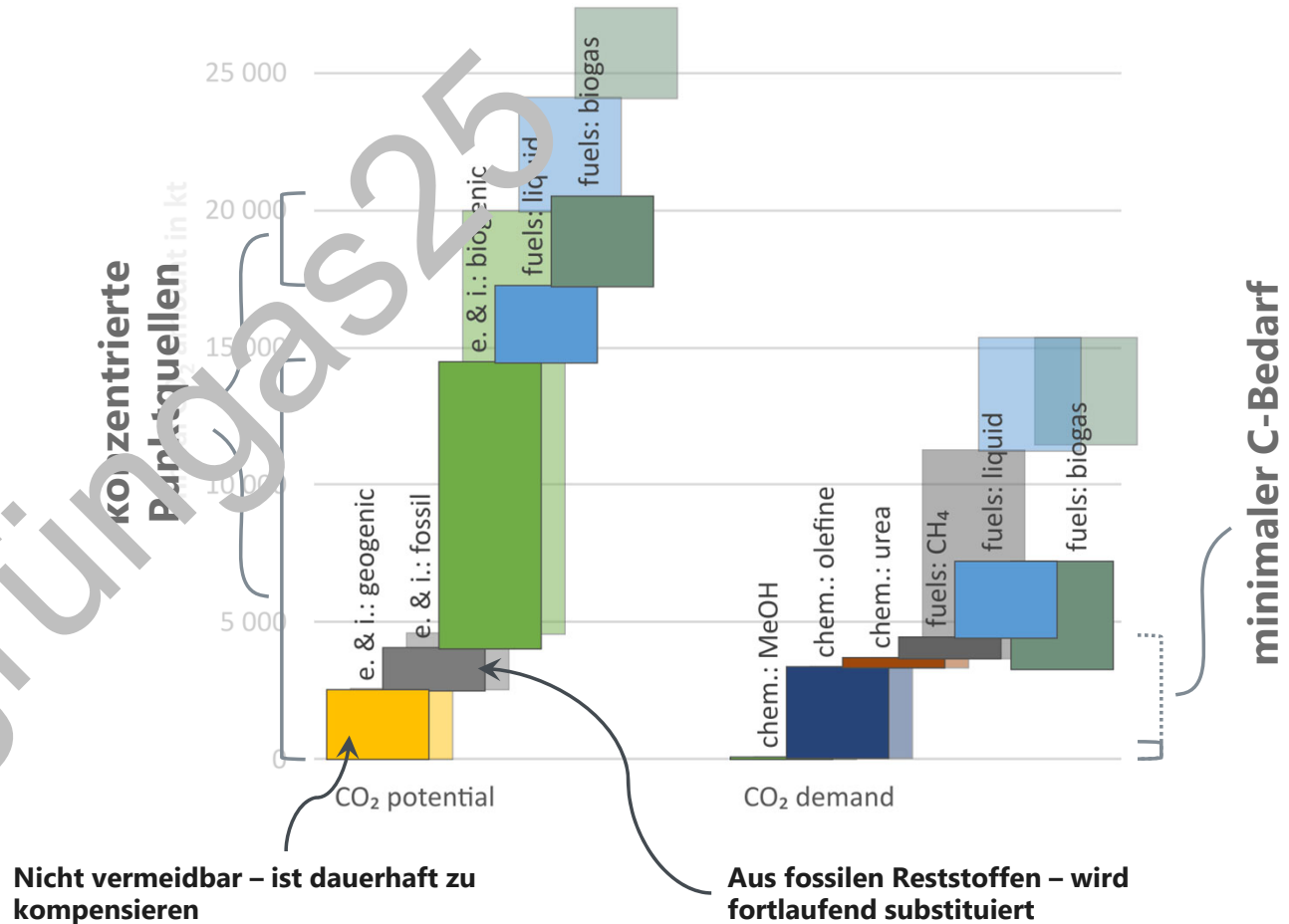
## Identifikation relevanter Produkte und Bedarfe

### Kohlenstoffbilanz\*

→ Gesamt“emissionen“	17,3–27,3	Mt/a
→ abscheidbar	14,5–23,2	Mt/a
→ fossil/geogen	4,0–4,6	Mt/a
→ Verwertbares CO <sub>2</sub> **	3,3–15,4	Mt/a
→ im Kreislauf	4,0–11,2	Mt/a

\* Auswertung der Szenarien „Progressive“ und „Moderate“ für das Jahr 2050

\*\* wenn alle e-Fuels in AT produziert; Obergrenzen ohne Biogaspotenziale





# Wirtschaftliche & ökologische Potenziale

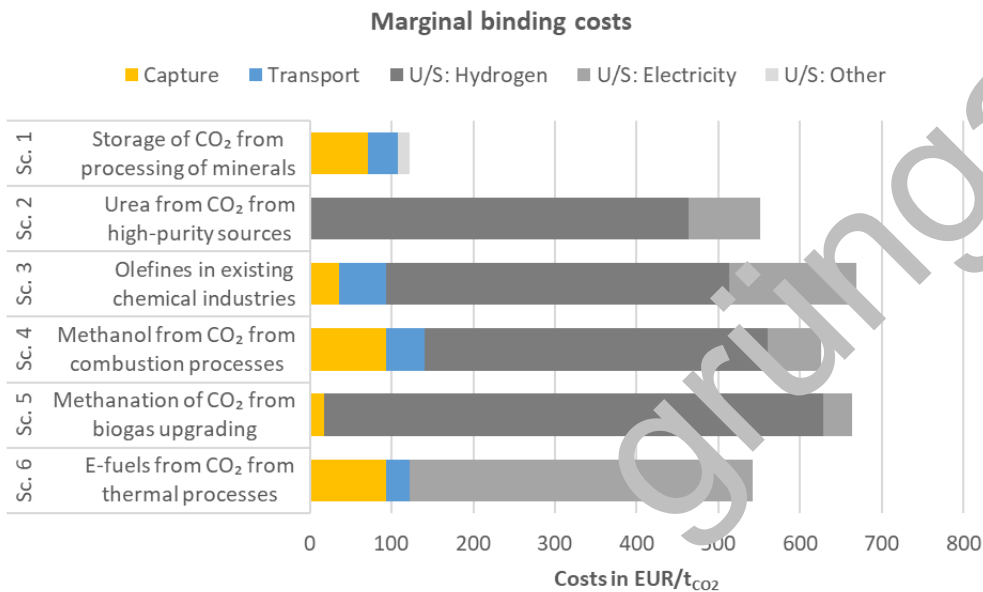
## Szenarienvergleich

- Reduktion auf repräsentative Szenarien
- Relevanz für ökonomische und ökologische Bewertung
- Gruppierung von Quellen nach Sektoren/Prozessen und Abscheidetechnologie
- Auswahl geeigneter Produkte basierend auf Quelle und Standort

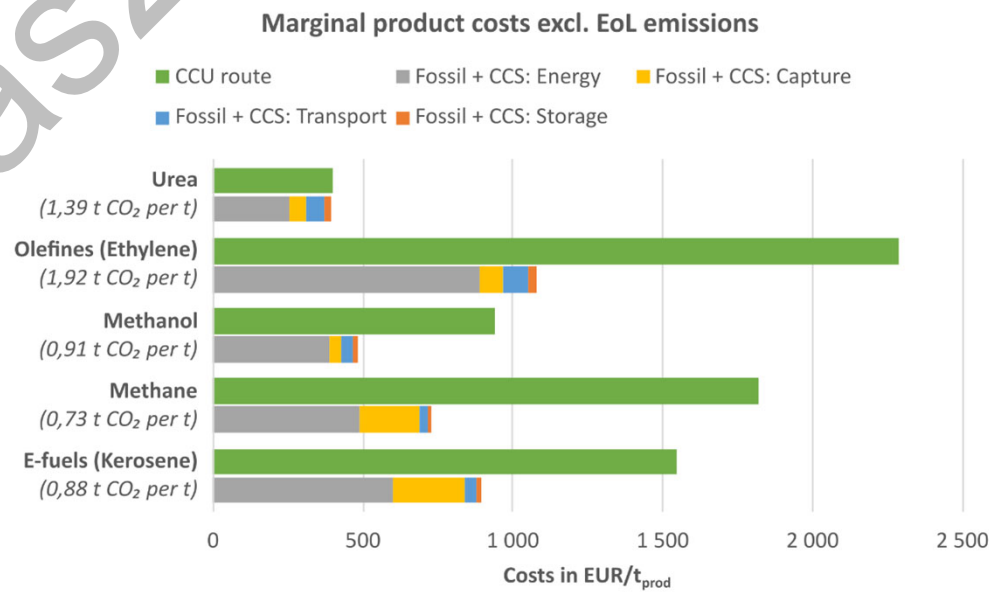
Szenario	Quelle(n)	Abscheidung	Transport	Senke
<b>Speicherung von CO<sub>2</sub> aus Mineralstoffen</b>	Zement, Kalkstein, Magnesium, Glas	Chemische Absorption (3–15%)	Pipeline (250 km dense)	(nationale) Speicherung
<b>Harnstoff aus CO<sub>2</sub> aus hochreinen Quellen</b>	Bioethanol	-	-	Harnstoffherstellung
<b>Olefin in bestehender Chemieindustrie</b>	Chemische Industrie, Raffinerie, Methanol	Chemische Absorption (5–20%)	Pipeline (50 km gas. + 100 km dense)	Olefinherstellung (Ethylen)
<b>Methanol aus CO<sub>2</sub> von Verbrennungsprozessen</b>	Müllverbrennung, Biomasse- & Gas-KWK	Chemische Absorption (3–15%)	LKW (50 km) + Pipeline (200 km dense)	Methanolherstellung
<b>Methanisierung von CO<sub>2</sub> aus Biogasaufbereitung</b>	Biomethanaufbereitung	Membran (40–50%)	-	Methanherstellung
<b>E-fuels aus CO<sub>2</sub> von thermischen Prozessen</b>	Nichteisenmetalle, Maschinenbau, Papier	Chemische Absorption (5–20%)	LKW (150 km)	E-Fuels-Herstellung

# Kostenvergleich CCU/S-Routen

## CO<sub>2</sub>-Bindungskosten



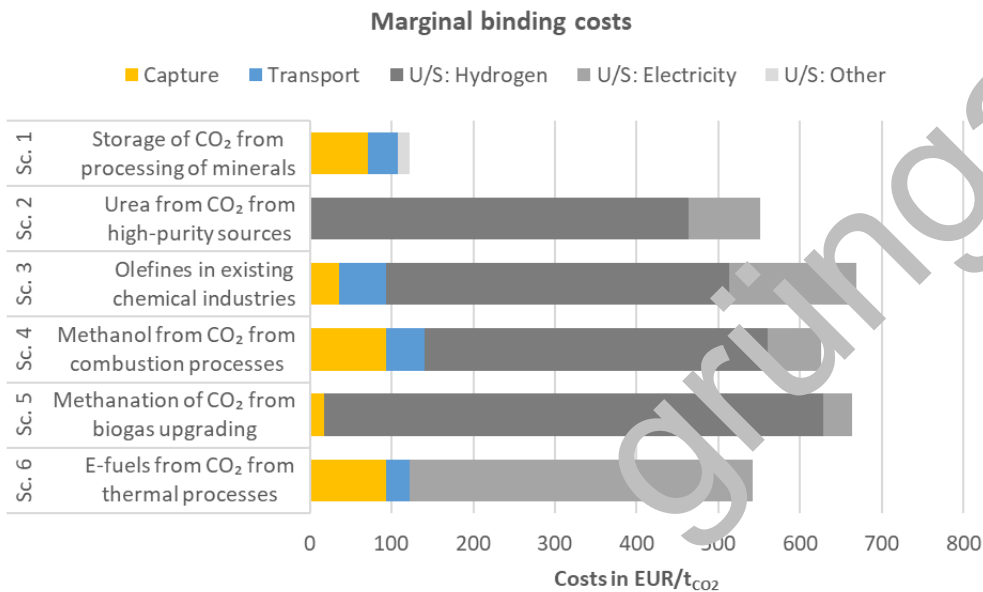
## Produktkosten konventionell (+CCS) vs. CCU



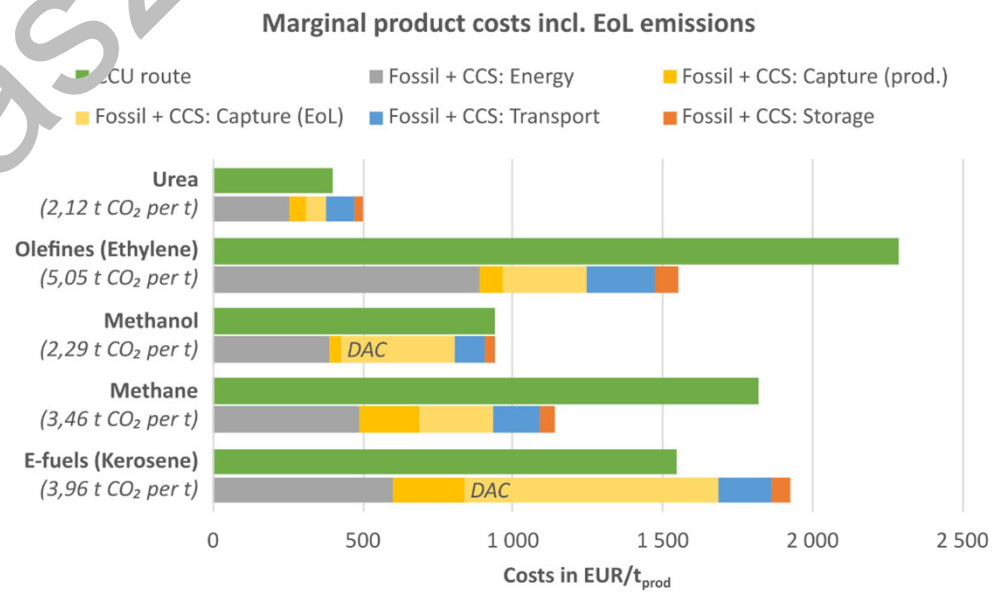
Grenzkostenbetrachtung; einheitliche Energiekosten (Strom: 65 €/MWh, H<sub>2</sub>: 100 €/MWh, Wärme: 55 €/MWh, Erdgas: 35 €/MWh, Diesel/Benzin/Naphtha: 50 €/MWh, Sonstige: 60 €/MWh)

# Kostenvergleich CCU/S-Routen

## CO<sub>2</sub>-Bindungskosten



## Produktkosten konventionell (+CCS) vs. CCU (inkl. End-of-Life-Emissionen)



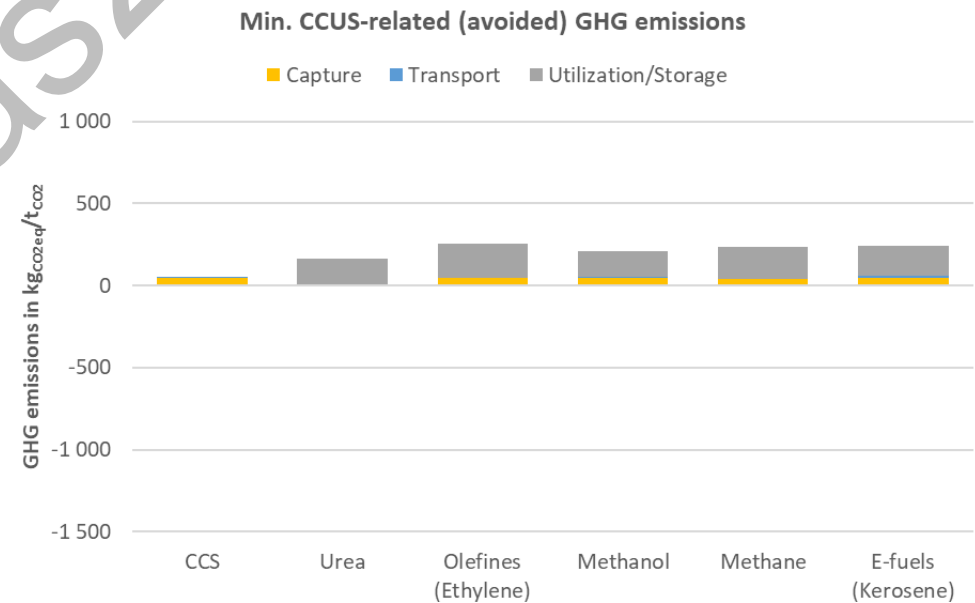
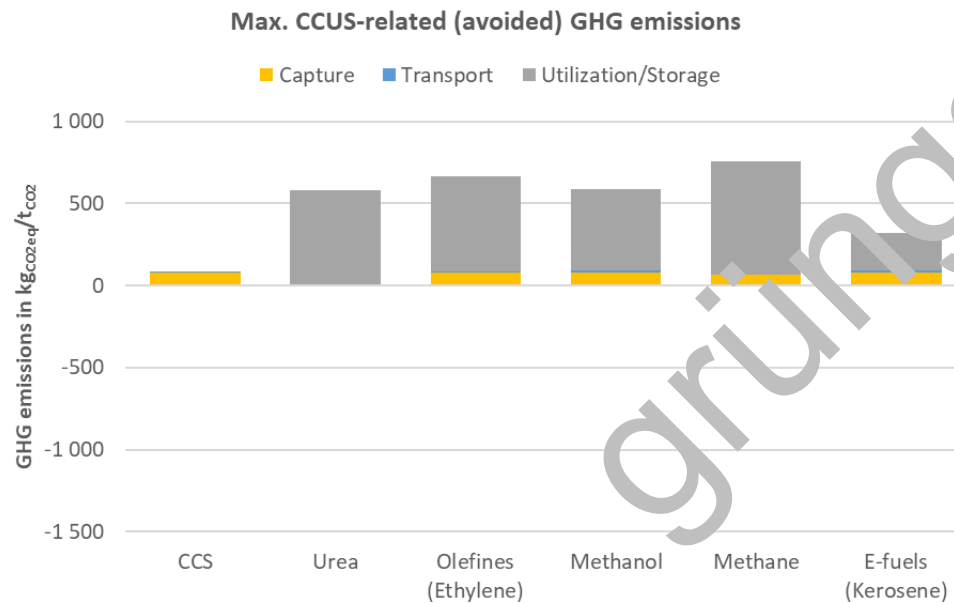
Grenzkostenbetrachtung; einheitliche Energiekosten (Strom: 65 €/MWh, H<sub>2</sub>: 100 €/MWh, Wärme: 55 €/MWh, Erdgas: 35 €/MWh, Diesel/Benzin/Naphtha: 50 €/MWh, Sonstige: 60 €/MWh)

# Potenzial zur THG-Reduktion

Emissionen Energieerzeugung MAX:  
2030, „WEM“-basiertes Szenario

Emissionen Energieerzeugung MIN:  
2050, „Transition“-basiertes Szenario

GHG-Footprint in kg CO<sub>2</sub>eq pro t CO<sub>2</sub>

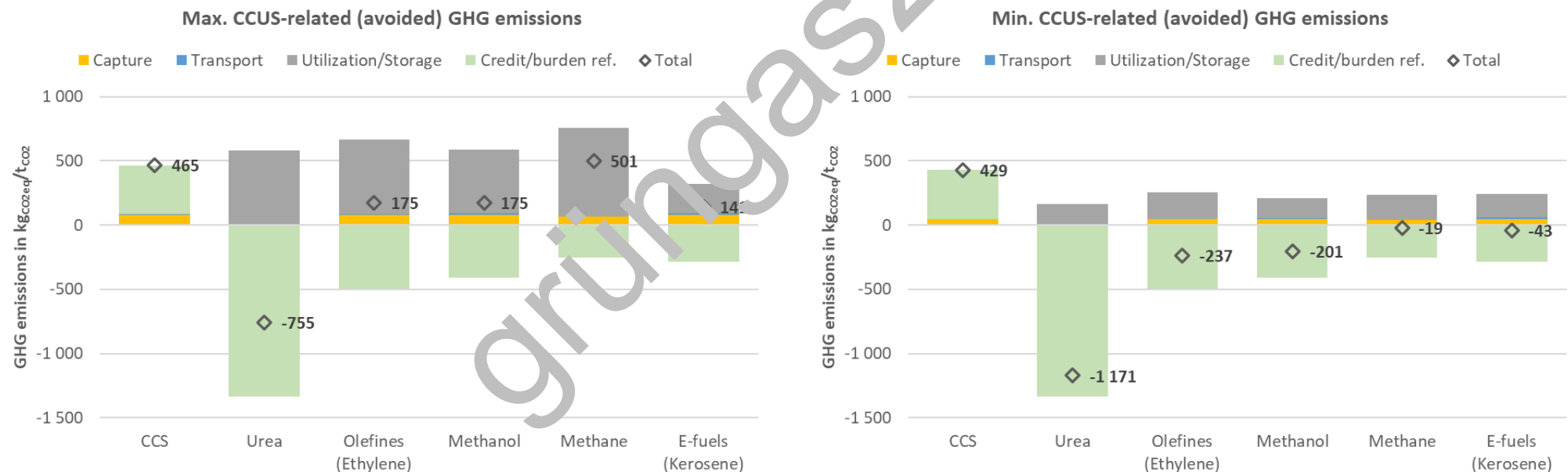


# Potenzial zur THG-Reduktion

Emissionen Energieerzeugung MAX:  
2030, „WEM“-basiertes Szenario

Emissionen Energieerzeugung MIN:  
2050, „Transition“-basiertes Szenario

GHG-Footprint in kg CO<sub>2</sub>eq per t CO<sub>2</sub>



Verwendung eines Substitutionsansatzes zum Vergleich von CCU & CCS (Berücksichtigung der generierten Produkte)

<https://project-cactus.at/>

The screenshot shows a web browser displaying the 'project-cactus.at/ergebnisse/' page. The navigation bar includes links for 'Home', 'Das Projekt', 'Ergebnisse & Publikationen' (which is active), 'Team & Advisory Board', 'Verwandte Projekte', and 'News, Veranstaltungen'. Below the navigation bar, there are three document thumbnails. The first is 'Publizierbarer Endbericht' with a table of project data. The second is 'Policy Brief: CCUS in Österreich – Einordnung der rechtlichen Rahmenbedingungen...' and the third is 'CCUS in Österreich – Potenziale, Technologien und Folgenabschätzung'. A large, diagonal watermark 'Druckgas25' is overlaid across the center of the image. At the bottom of the browser window, a taskbar shows various icons and the system clock indicating 11:00 on 08.12.2023.



## Fazit

### Ökonomische & ökologische Auswirkungen

- Produktsynthese ist Treiber der CCU-Kosten und des GHG Footprints.
- Innerhalb der Produktsynthese ist der H<sub>2</sub>-Bedarf bzw. der dafür eingesetzte Strom dominierend.
- Der Einsatz von erneuerbarem Strom ist eine Grundvoraussetzung zur Minimierung des GHG-Footprints.
- Der eingesetzte Energiemix bestimmt auch die grundsätzliche Eignung von CCU zur Vermeidung von Netto-Emissionen.
- Der CO<sub>2</sub>-Transport spielt (unter den gegebenen Annahmen) eine untergeordnete Rolle, wie auch die fugitiven Emissionen.
- Ohne Berücksichtigung des Substitutionsansatzes (Zusatznutzen der CCU-Routen), weist die CCS-Route mit Abstand die geringsten CO<sub>2</sub>eq-Emissionen auf.

## Vielen Dank!

<https://project-cactus.at/>



Johannes Lindorfer

Key Researcher

[lindorfer@energieinstitut-linz.at](mailto:lindorfer@energieinstitut-linz.at)

+43 732 2468 5663

Energieinstitut an der JKU Linz | Altenberger Straße 69 | 4040 Linz | Austria

# Methodik ökologische Bewertung

## Multifunktionalität und Lösungsansatz: Substitutionsansatz CO<sub>2</sub>-Perspektive

