



Forum 1: Inländische Erzeugung von Methanol / Kohlenwasserstoffen über CCU?

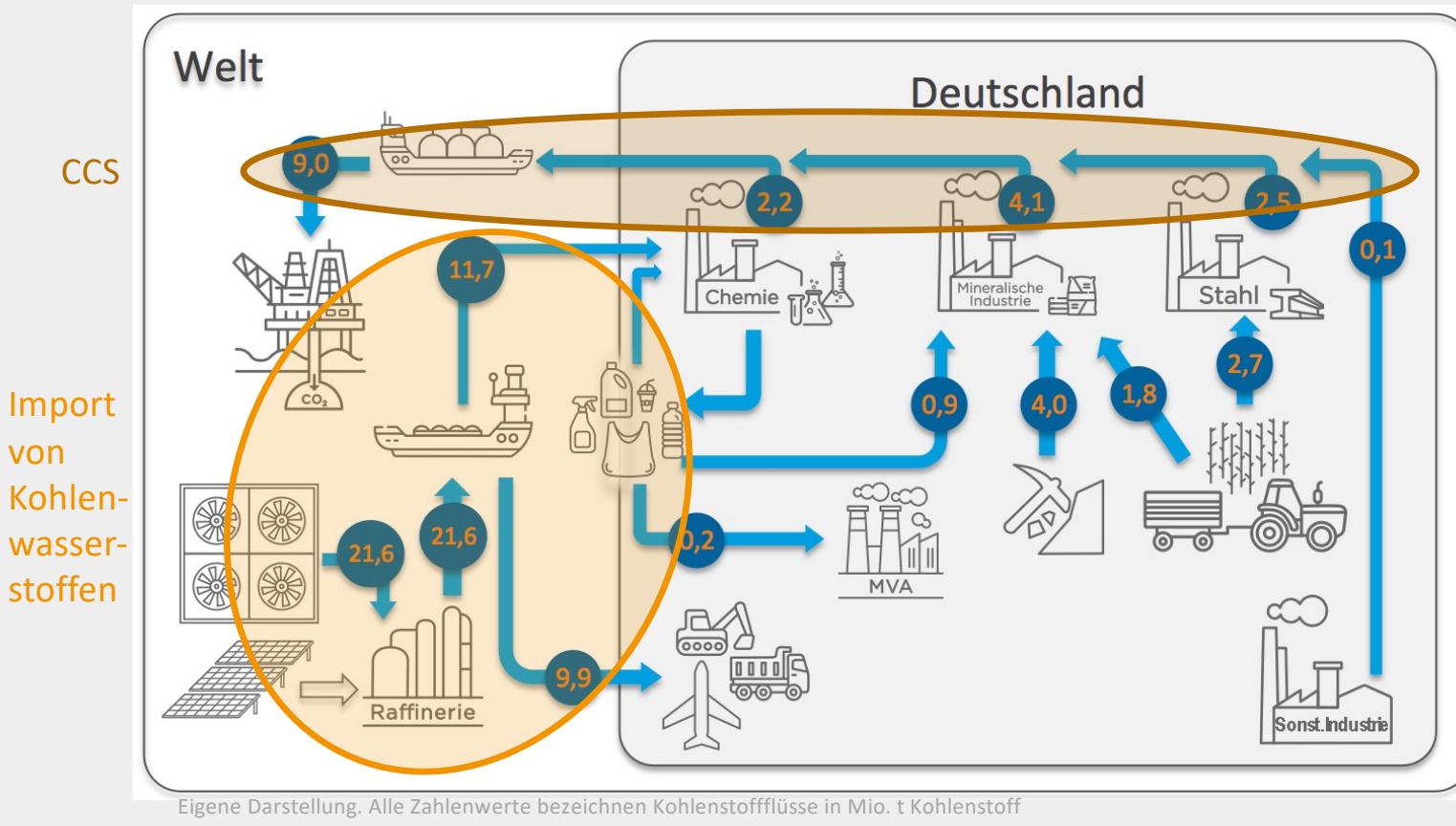
Sichtweise 2: Import von grünem Methanol und grünen Kohlenwasserstoffen aus dem Ausland

Dr. Georg Holtz
Wuppertal Institut

*Wissenschaft trifft Wirtschaft: Industriewandel
gestalten, Klimaneutralität beschleunigen*
15. September 2022
Essen

SCI4climate.NRW Szenario Klimaneutralität (S4C-KN)

Ausgewählte Kohlenstoffflüsse im Zielzustand

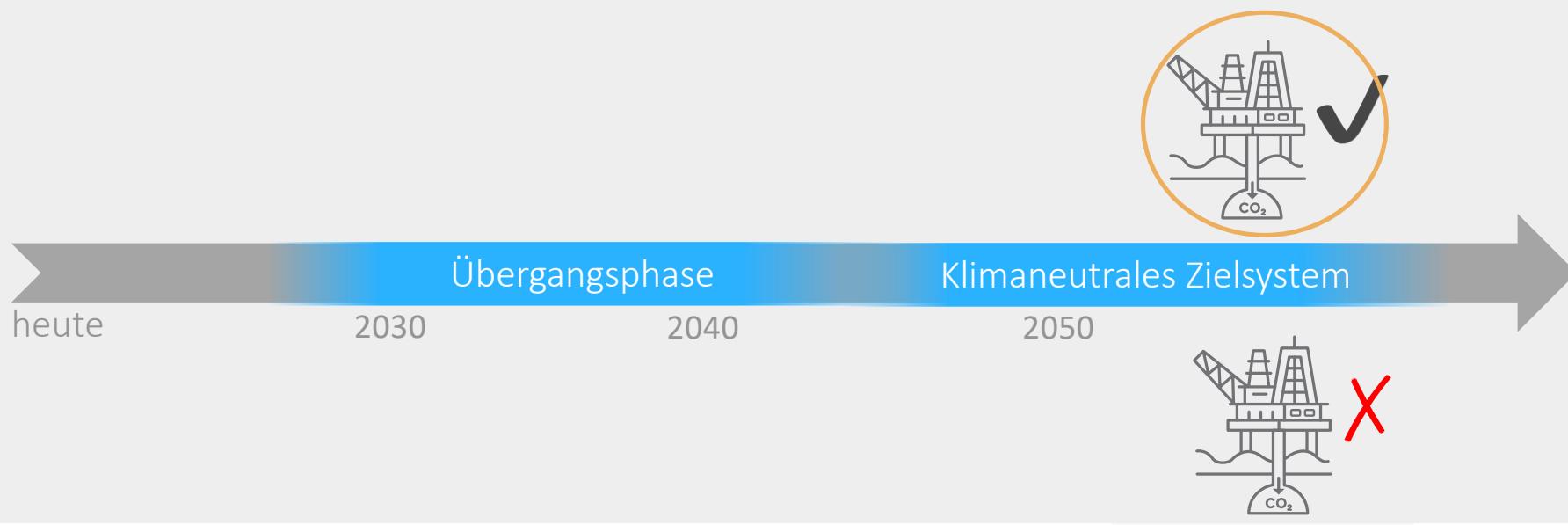


Das Szenario sieht basierend auf Vorüberlegungen (s. folgende Folien) kein CCU* vor

*für Methanol oder Kohlenwasserstoffe. CO₂-Mineralisierung ist Teil des Szenarios.

Betrachtungsgrenzen

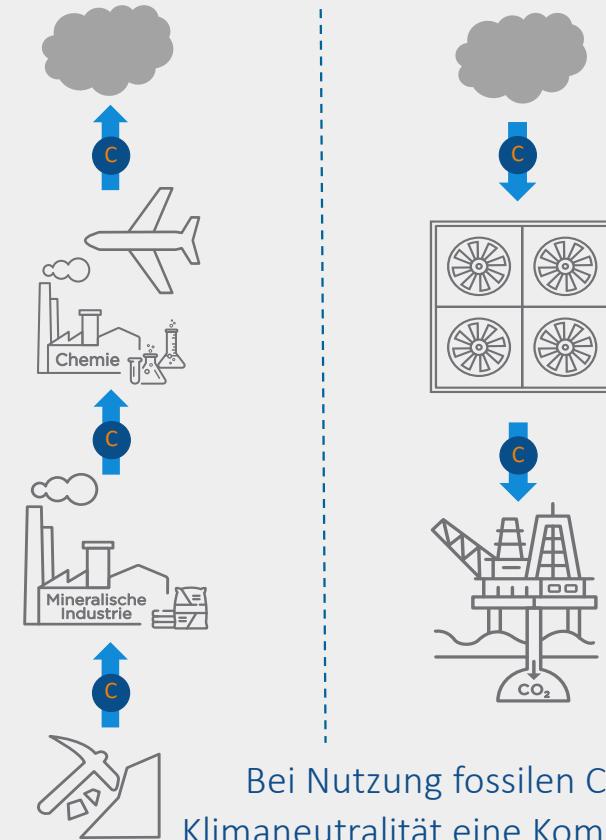
- Im Folgenden: Betrachtung (nur) von CCU für „unvermeidbares“, prozessbedingtes CO₂ fossilen Ursprungs (insbesondere Zement- und Kalkindustrie)
- Zwei Zeithorizonte: Klimaneutrales Zielsystem und Übergangsphase
- Fallunterscheidung: Permanente CO₂-Speicherung alternativ möglich?



Klimaneutrales Zielsystem

Vorüberlegungen

- CCU ermöglicht zusätzliche Nutzung von C, bei einmaliger Emission von CO₂ in die Atmosphäre
- Annahme Fließgleichgewicht bei C-Bindung (Kraftstoffe, Kunststoffe): Es wird ebenso viel CO₂ emittiert, wie mittels CCU genutzt wird
- Für Klimaneutralität muss das emittierte CO₂ kompensiert werden → Annahme: DACCS
- **CO₂-Menge CCU = CO₂-Menge DACCS**
- CCU benötigt (große Mengen) H₂
- Im Szenario S4C-KN als realisierbar angenommene, inländische Erneuerbare-Potenziale werden bereits ohne CCU ausgeschöpft
- **H₂ müsste (zusätzlich) importiert werden**

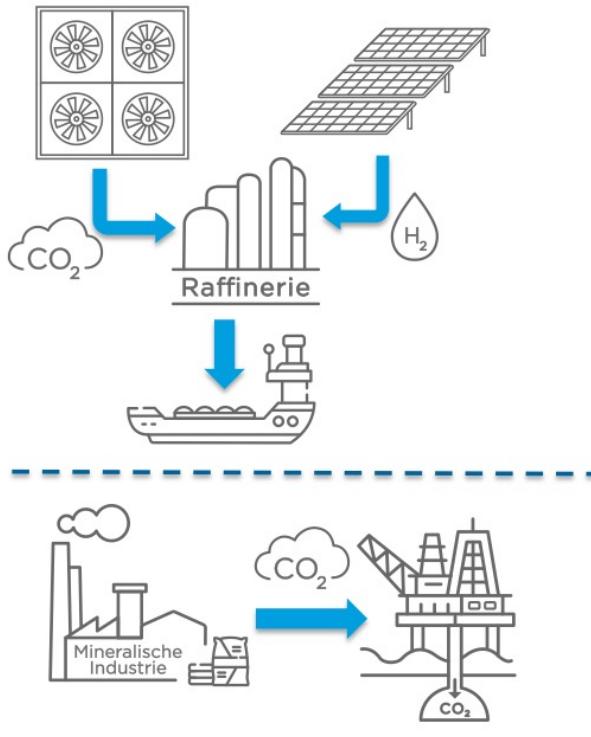


Bei Nutzung fossilen CO₂s ist für Klimaneutralität eine Kompensation (durch DACCS) erforderlich

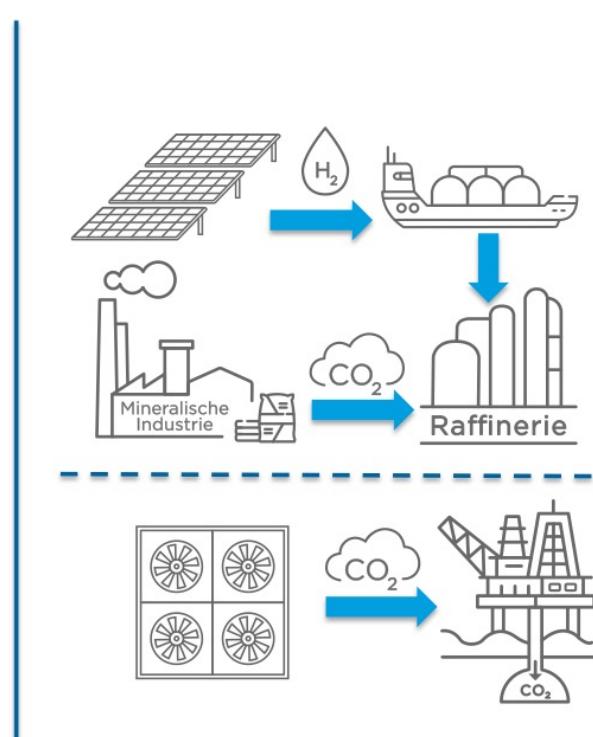
Gegenüberstellung von Konstellationen

Jeweils: Klimaneutral und Deckung C-Bedarf

Import Kohlenwasserstoffe / CCS



Inländisches CCU / DACCS



Klimaneutrales Zielsystem:

- Wesentliche Elemente beider Konstellationen identisch
- Unterschiedliche Verbindungen zwischen diesen Elementen
- Zentrale Unterschiede bestehen bei räumlichen Aspekten und Transportanforderungen

Vergleich der klimaneutralen Konstellationen

	Import Kohlenwasserstoffe / CCS	Inländisches CCU / DACCS
CO ₂ -Abscheidung Industrieanlage		In beiden Fällen identisch
CO ₂ -Speicherbedarf		Prinzipiell in beiden Fällen identisch; ggf. unterschiedliche Speicherstätten
DAC CO ₂ -Menge		Prinzipiell in beiden Fällen identisch
DAC räumliche Verortung	In Erneuerbaren-„Sweet-Spots“	Nahe CO ₂ -Speicherstätten
CO ₂ -Transport	Industrielles CO ₂ zu Seehäfen und von dort zu Offshore-Speicherstätten. CO ₂ aus DAC zu Chemie-/Raffineriestandorten	Industrielles CO ₂ zu Chemie-/Raffineriestandorten. CO ₂ aus DAC zu Offshore-Speicherstätten.
H ₂ -Transport nach DE	Nicht erforderlich	Erforderlich; energetische Verluste durch den Transport (bis zu 30 %)
Transport flüssiger Kohlenwasserstoffe und Methanol	Aus globalen Sweet-Spots der Erzeugung (energetische Verluste geringfügig) sowie inländisch	Nur inländisch
<p>➤ Import Kohlenwasserstoffe / CCS erscheint aus energetischer Sicht vorteilhaft</p>		

Falls CCS von industriellem CO₂ nicht möglich ist: veränderte Konstellation Import / CCS

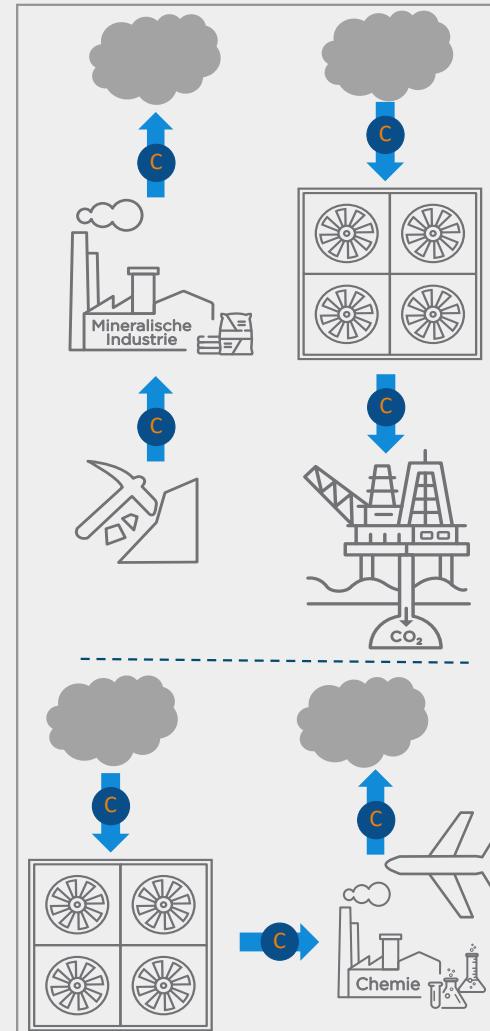
- Import von Kohlenwasserstoffen aus DAC (wie zuvor)
- Kompensation der nicht abgeschiedenen CO₂-Emissionen (durch DACCS oder BECCS im In- oder Ausland) erforderlich
- Im Vergleich der Konstellationen: DAC energieaufwändiger als industrielles CC

➤ **CCU erscheint in Nischen** (Standorte / Inselnetze langfristig ohne Anschluss an CO₂-Infrastruktur; Verfügbarkeit von H₂) **vorteilhaft**

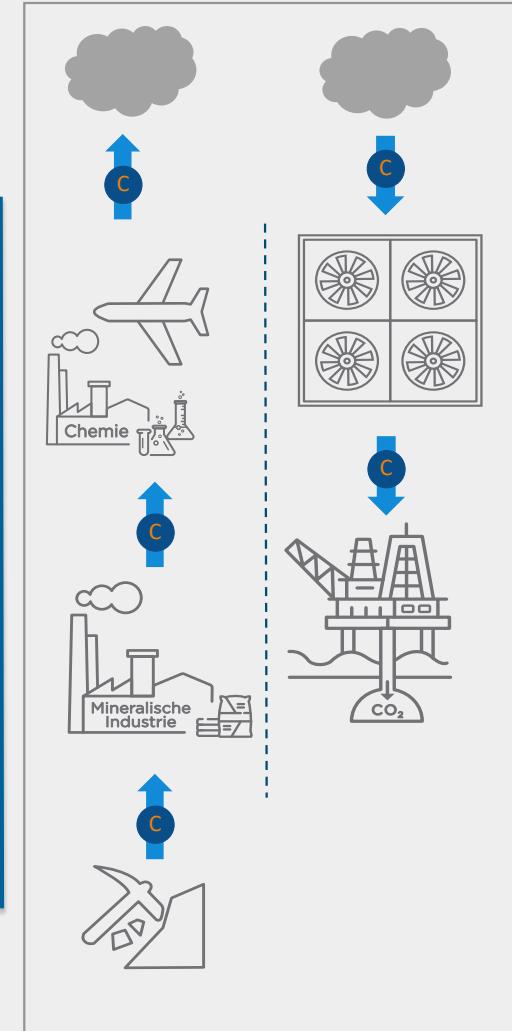
Keine Berücksichtigung im Szenario S4C-KN:

- Die meisten Standorte der Zement-/Kalkindustrie sind an eine CO₂-Infrastruktur angeschlossen
- Die H₂-Infrastruktur im Szenario fokussiert auf industrielle Großverbraucher (keine Zement-/Kalkwerke)
- Dezentrale CO₂-Nutzung durch Mineralisierung ermöglicht permanente Bindung anteiliger CO₂-Mengen
- Effiziente Kompensation von Restemissionen mittels BECCS

Import Kohlenw. / DACCS



Inländisches CCU / DACCS



Übergangsphase

„Doppelnutzung“ C prinzipiell vorteilhaft (falls CCS nicht möglich). Aber...

- Engpass: Bereitstellung (zusätzlicher) Mengen H₂
- Inländisch erzeugte Strommenge aus eher optimistisch abgeschätzten Erneuerbaren-Potenzialen im Szenario S4C-KN bereits ohne CCU ausgeschöpft
- → Zusätzlicher H₂-Import?
 - Verfügbarkeit H₂ im Zeitverlauf?
 - Zusätzlichkeit in Herkunftsländern?
- Priorisierung von CCU ggü. anderen H₂-Nutzungen?

- Zeitraum bis zur Klimaneutralität kurz im Vergleich zu typischen Refinanzierungszeiten industrieller Anlagen



Nutzung von 1 TJ H ₂ für...	CO ₂ -Vermeidung
Synthetisches Kerosin (permanente CO ₂ -Speicherung keine Alternative)	162 t CO ₂ *
Synthetisches Kerosin (permanente CO ₂ -Speicherung wäre möglich)	0 t CO ₂
DRI-Stahl (H ₂ -basiert) als Ersatz für Hochofen-Stahl	246 t CO ₂
DRI-Stahl (H ₂ -basiert) als Ersatz für DRI-Stahl (erdgasbasiert)	72 t CO ₂
Thermische Nutzung als Ersatz für Erdgas	56 t CO ₂ **

➤ Vermeidung von lock-ins und stranded assets: CCU nur dort, wo es auch langfristig vorteilhaft ist

➤ Priorisierung von CCU ggü. anderen Nutzungen von Wasserstoff denkbar

Fazit

- Für ein klimaneutrales Zielsystem muss die Kompensation von CO₂-Emissionen nach CCU mitgedacht werden. Denken in „Konstellationen“
- Räumliche Gegebenheiten und Transportaufwände im klimaneutralen Zielsystem ausschlaggebend für Entscheidung „inländisches CCU oder Import von Kohlenwasserstoffen?“
- Wesentlicher Faktor: energetische Verluste bei H₂-Transport → können durch Import flüssiger Kohlenwasserstoffe / Methanol vermieden werden. Der Import dieser Stoffe erscheint aus energetischer Sicht daher i.d.R. vorteilhaft ggü. inländischem CCU
- Inländisches CCU erscheint möglicherweise in Nischen vorteilhaft (Standorte, an denen H₂ verfügbar und auch langfristig eine permanente C-Bindung nicht möglich ist)
- Hier nicht betrachtete Aspekte (Versorgungssicherheit, industrielpolitische Erwägungen, marktliche Aspekte) können weitere gewichtige Gründe für oder gegen CCU darstellen



**Vielen Dank für Ihre
Aufmerksamkeit!**