

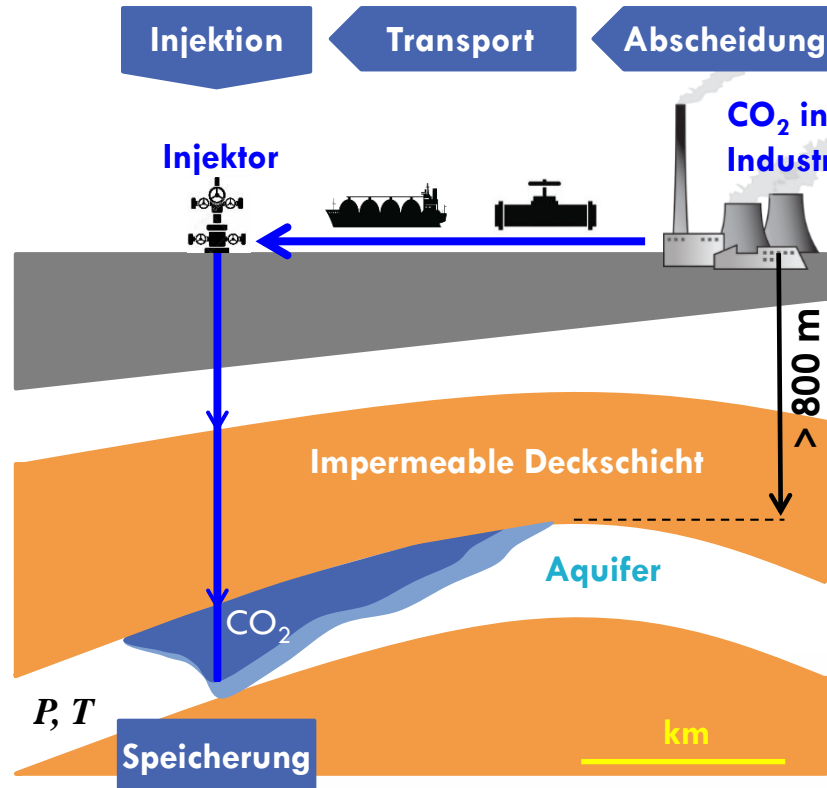
Chair of Reservoir Engineering

Carbon Capture and Storage als Teil der Carbon Management Strategie Österreichs

ÖGEW/DGMK Herbsttagung
“Jedes Molekül zählt” 2024
Holger Ott & Jakob Kulich

17.11.2024 ■

Carbon Capture and Storage (CCS)



„Hard-to-abate“
(schwer oder nicht vermeidbare)
industrielle Prozessemissionen

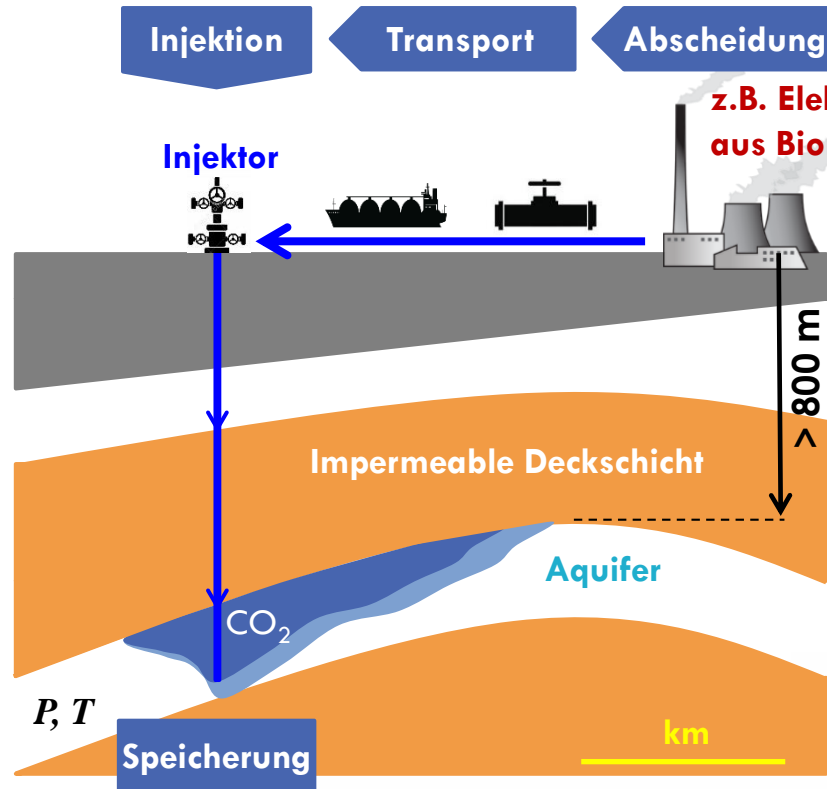
CCS → Vermeidung von CO₂
Emissionen in die Atmosphäre

+ Bioenergie → BECCS – CO₂ Removal

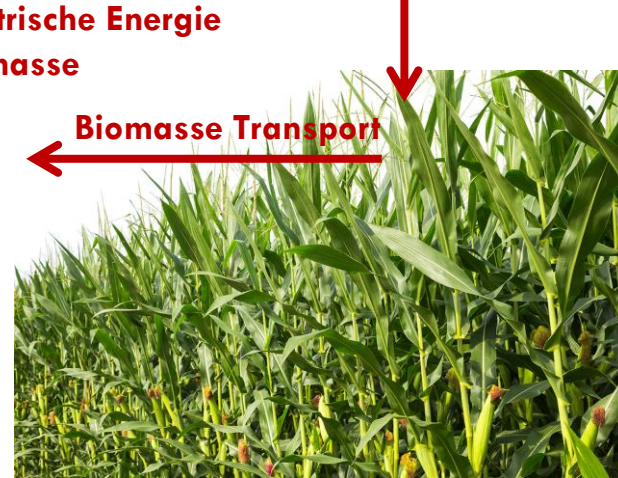
CO₂ wird der
Atmosphäre entzogen
→ Speicherung
vergänger Emissionen

Negative Emissionen!

CO₂ Abscheidung und
Transportlogistik
wesentlich aufwändiger
kein „Ersatz“ für CCS



CO₂ "Abscheidung"
aus der Atmosphäre



CCS Business Cases – Emissionen aus:

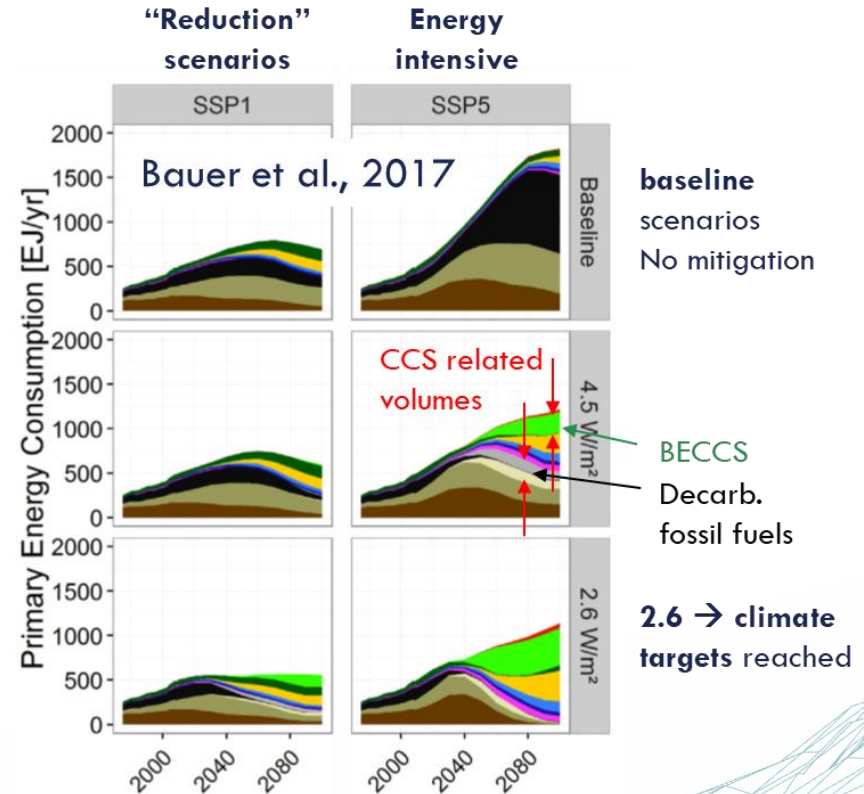
- ❑ **Verbrennung fossiler Energieträger**
(vermeidbar?)
- ❑ **Bereitstellung fossiler Energieträger**
(~20-30% der fossilen Emissionen):
Gasproduktion (CO₂-haltige Gase),
Schwerölaufbereitung –
Dampfreformierung ... (**vermeidbar?**)
- ❑ **CO₂-intensive Industrien** wie Zement-,
Stahl- etc. (schwer vermeidbar)
- ❑ **CO₂-Abscheidung aus der Atmosphäre**
BECCS (CDR – negative Emissionen)

„License to Operate“ für E&P-Industrie
Hauptgrund für die Entwicklung der CCS-
Technologie in der Industrie



CCS Business Cases – Emissionen aus:

- ❑ **Verbrennung fossiler Energieträger**
(**vermeidbar?**)
- ❑ **Bereitstellung fossiler Energieträger**
(~20-30% der fossilen Emissionen):
Gasproduktion (CO₂-haltige Gase),
Schwerölaufbereitung –
Dampfreformierung ... (**vermeidbar?**)
- ❑ **CO₂-intensive Industrien** wie Zement-,
Stahl- etc. (schwer vermeidbar)
- ❑ **CO₂-Abscheidung aus der Atmosphäre**
BECCS (**CDR – negative Emissionen**)



CCS Business Cases – Emissionen aus:

- ❑ **Verbrennung fossiler Energieträger**
(vermeidbar?)
- ❑ **Bereitstellung fossiler Energieträger**
(~20-30% der fossilen Emissionen):
Gasproduktion (CO₂-haltige Gase),
Schwerölaufbereitung –
Dampfreformierung ... (vermeidbar?)
- ❑ **CO₂-intensive Industrien** wie Zement-,
Stahl- etc. (**schwer vermeidbar**)
- ❑ **CO₂-Abscheidung aus der Atmosphäre**
BECCS (CDR – negative Emissionen)



Fokus in Österreich

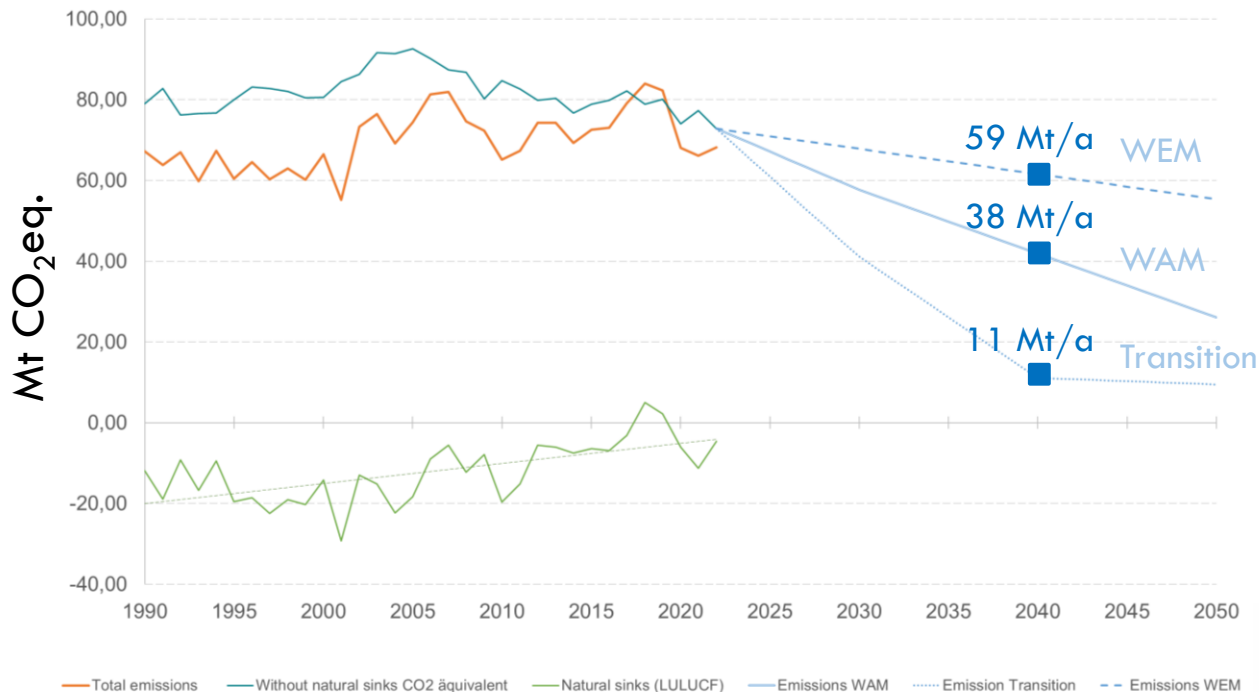
„**hard-to-abate**“ Emissionen

Wir befürchten „fossil lock-in“ Effekte

Was ist Hard-to-Abate?

- ❑ Emissionen die für CCS zugänglich sind
- ❑ Emissionen die **nicht oder nur schwer vermeidbar** (hard-to-abate) sind
 - Um Anstrengungen zur Emissionsvermeidung nicht zu schwächen – „**mitigation and efficiency first principle**“
 - Risiken von „**fossil lock-in**“ und „**stranded assets**“ sollen vermieden werden
 - Prozessemissionen und schwer vermeidbare energetische Emissionen
- ❑ **Konditionale Definition** von hard-to-abate
 - Konditionalität durch *Zeitabhängige Verfügbarkeit von Substituten/Alternativen*
- ❑ Wissenschaftlich begleiteter Prozess → **kontinuierliche dynamische Anpassung**

Österreich: CO₂ Emissionen und Szenarien



- ❑ Szenario „with existing measures“ (WEM) beinhaltet bereits implementierte Maßnahmen
- ❑ Szenario „with additional measures“ (WAM) beinhaltet implementierte und geplante Maßnahmen (z.B. Maßnahmen der österreichischen Klimastrategie)
- ❑ Szenario Transition
- ❑ Note: LULUCF sector - natural sinks (green line) are slowly turning into net emitters.

➤ Restemissionen in 2040 (CMS 2024):
~ 4-12 Mt/a (Transition Szenario)

Abschätzung der CO₂ Speicherkapazität

73 von >200 untersuchten KW Felder für die Abschätzung ausgewählt

- Untersuchung von KW in Österreich auf Grundlage der **ultimate recovery**
- **Unsicherheitsanalyse** durch Effizienzfaktoren (wiss. Quellen + EU Richtlinie)
- Berücksichtigung von Gasverunreinigungen @ P/T Bedingungen
- **Konservativer Ansatz**
→ **200-350 Mt CO₂** in KW Felder

$$M_{CO_2} = UR \rho_{CO_2} BE$$

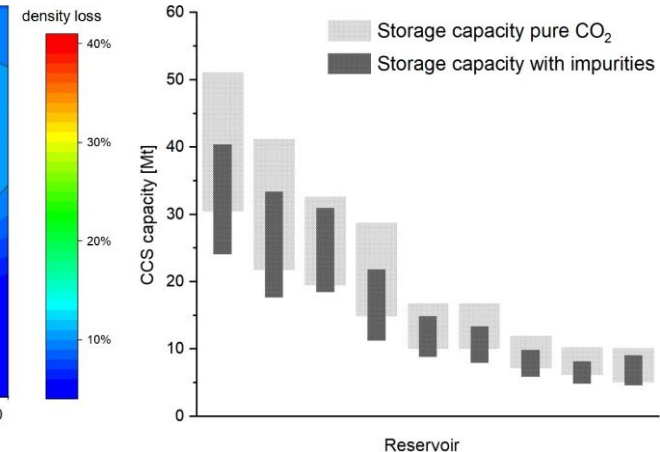
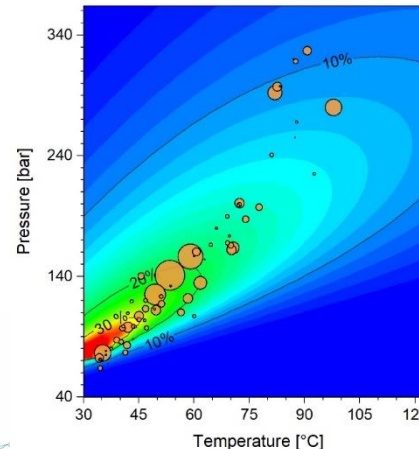
M_{CO_2} Field storage capacity

UR Ultimate recovery

ρ_{CO_2} CO₂ density at reservoir condition

B Formation Volume factor of oil/gas

Schuppers et al. (2003)



Speicher Optionen – Heimisch/Europa

Heimische Kohlenwasserstofffelder

- Am schnellsten Umsetzbar – begrenztes Volumen (200-350 Mt CO₂)

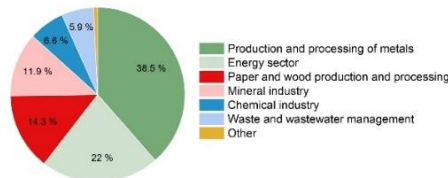
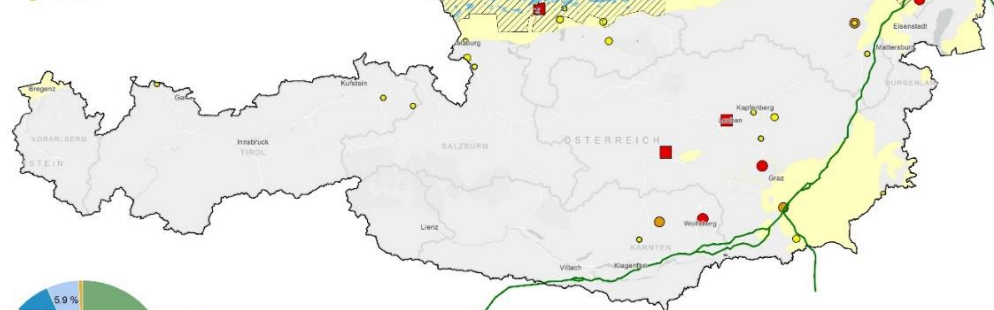
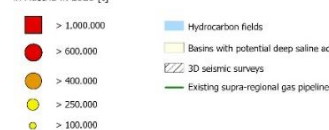
Heimische tiefe Aquifere

- Potenziell im Gt Bereich – bislang unzureichend bekannt/charakterisiert
→ Exploration erforderlich

CO₂ Export für offshore Speicherung

- Enormes Potential (Nordsee 100 Gt Bereich) begrenzt durch Ausbaugeschwindigkeit und Zugang (Transportnetzwerk, Verträge, etc.)

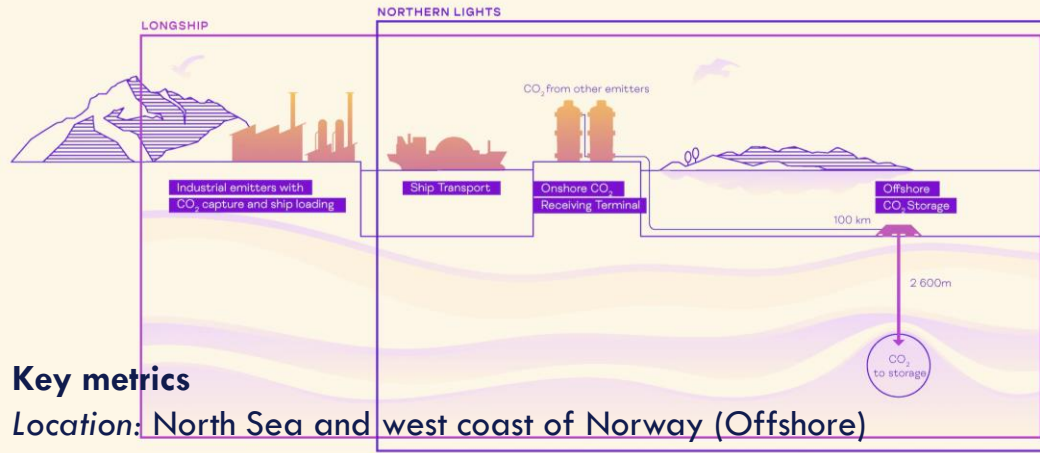
Largest CO₂ points sources in Austria in 2021 [t]



Northern Lights and Longship

Northern Lights

– Industrial decarbonisation, CO₂ storage for Europe



Key metrics

Location: North Sea and west coast of Norway (Offshore)

Operation date: 2024

Storage capacity (Mtpa): Phase one: 1.5, phase two: 5

Feedstock: Various

Transport length (km): 110 (from onshore receiving terminal)

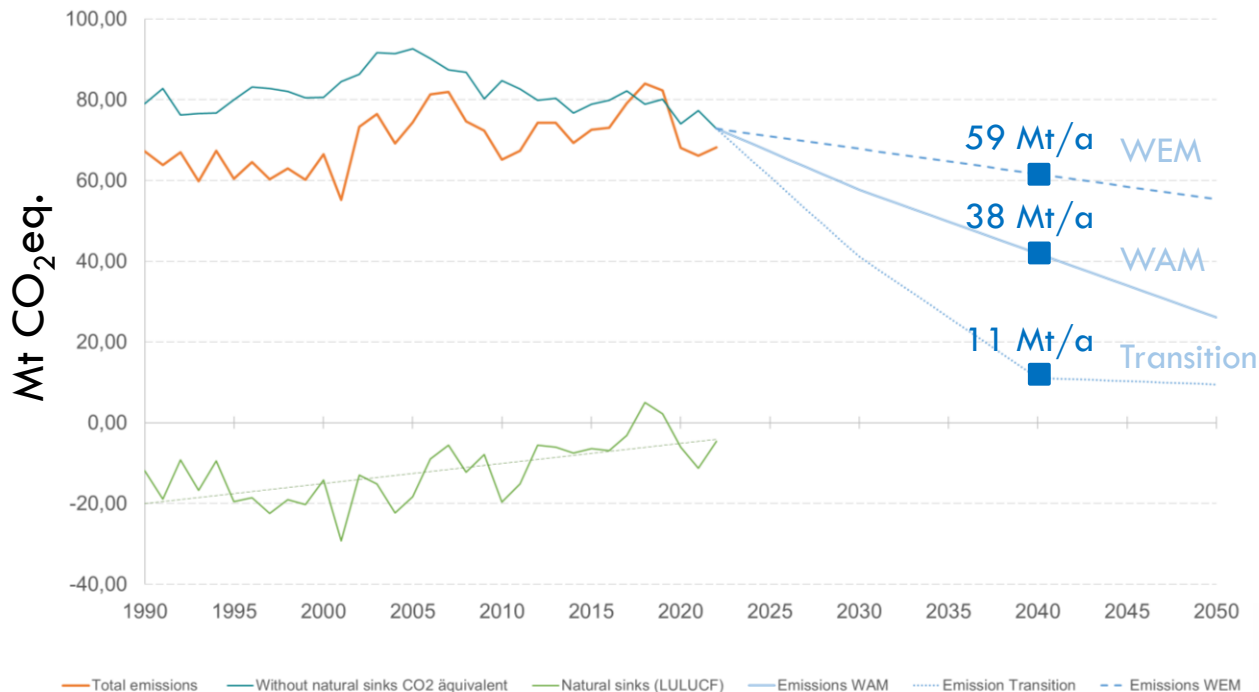
Transportation type: Pipeline and ship

<https://norlights.com/about-the-longship-project/>

[Northern Lights – CCUS around the world – Analysis – IEA](#)

- ❑ **Northern Lights:** das erste grenzüberschreitende CO₂-Transport- und -Speicherinfrastrukturnetz mit offenem Zugang
- ❑ Es wird Unternehmen in ganz Europa die Möglichkeit bieten, CO₂ tief unter dem Meeresboden in Norwegen zu speichern
- ❑ Phase eins Mitte 2024 mit einer Kapazität von bis zu 1,5 Mt/a. Phase zwei: Ausbau auf insgesamt 5 Mio. t/a, abhängig von der Nachfrage
- ❑ Partnerschaft zwischen Equinor, Shell und Total
- ❑ Schlüsselkomponente von Longship, dem groß angelegten CCS-Projekt der norwegischen Regierung

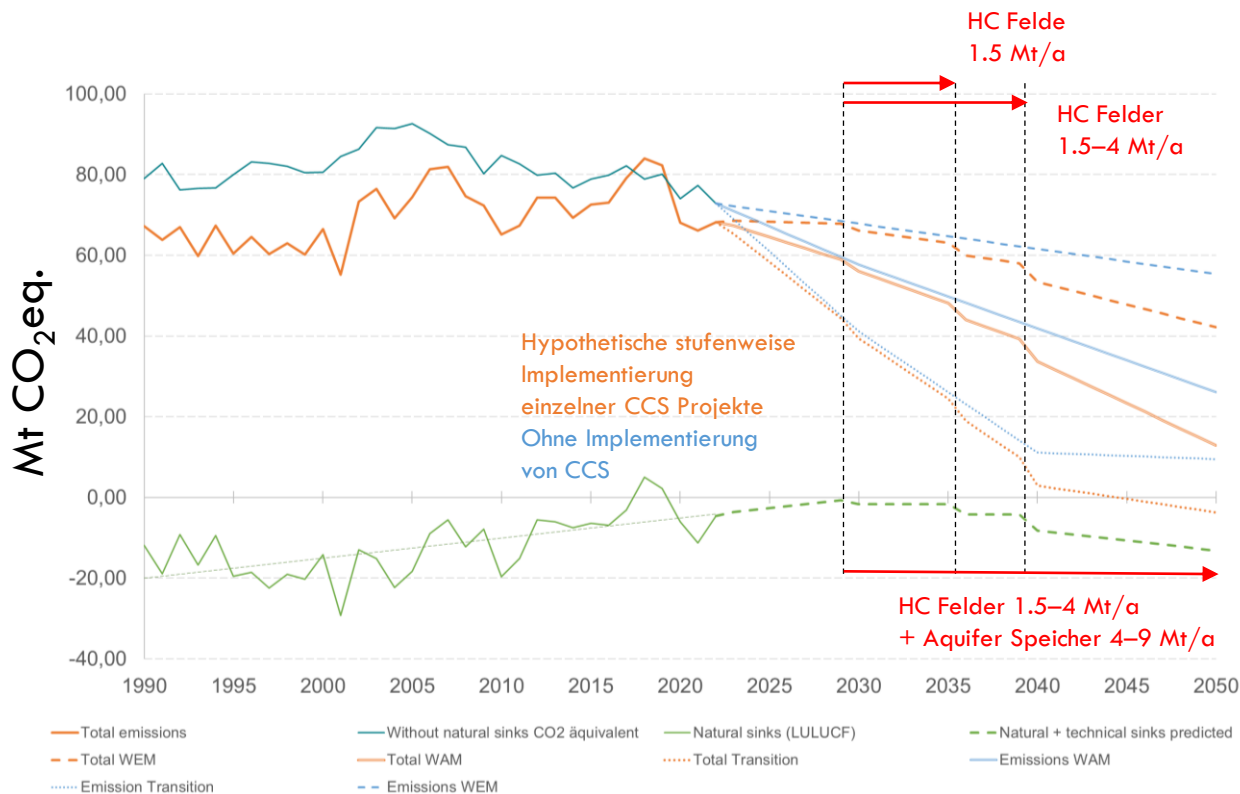
Österreich: CO₂ Emissionen und Szenarien



- ❑ Szenario „with existing measures“ (WEM) beinhaltet bereits implementierte Maßnahmen
- ❑ Szenario „with additional measures“ (WAM) beinhaltet implementierte und geplante Maßnahmen (z.B. Maßnahmen der österreichischen Klimastrategie)
- ❑ Szenario Transition
- ❑ Note: LULUCF sector - natural sinks (green line) are slowly turning into net emitters.

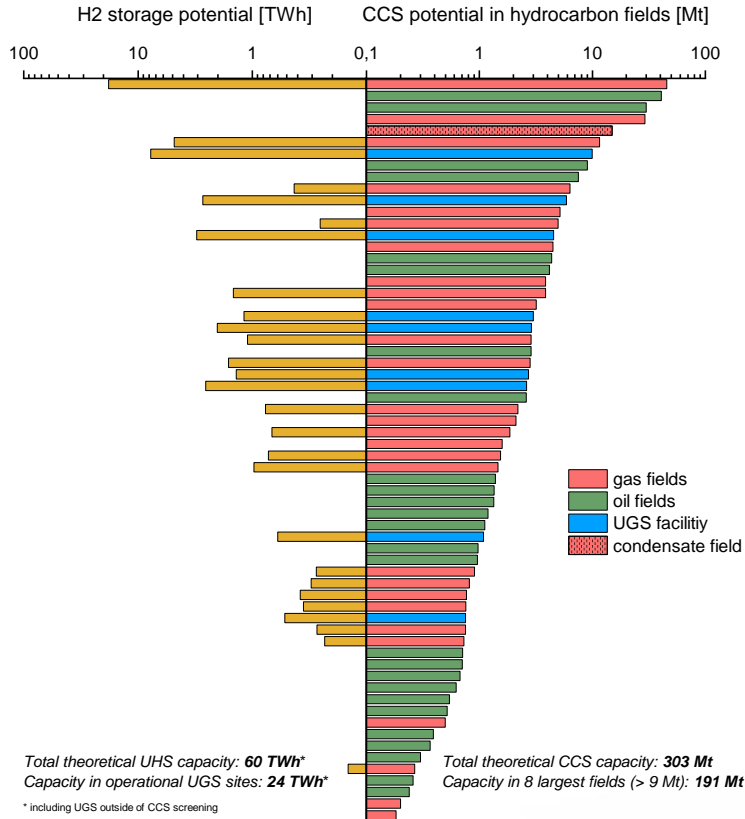
➤ Restemissionen in 2040 (CMS 2024):
~ 4-12 Mt/a (Transition Szenario)

Österreich: CO₂ Emissionen und Szenarien



- ❑ Rein hypothetische, moderate Implementierung von CCS auf Basis realer österreichischer KW-Felder und Aquifere.
- ❑ Die Umsetzung führt in allen Szenarien zu einem substanziellen Beitrag zur Emissionsreduktion, jedoch nur im Szenario „Transition“ zur Klimaneutralität.
- CCS ist daher eine von vielen notwendigen, aber alleine nicht ausreichenden Maßnahmen zur Erreichung der Klimaziele.

Alternative Nutzung – Wasserstoff



CCS screening:

Total CO₂ capacity: ~300 Mt (200-350Mt)

In bigger fields (>7Mt): 187 Mt (128-226Mt)

Kulich and Ott (2024, 2025)

versus

'Hard-to-abate' emission: ~4-12 Mt/a by 2040

Hochmeister et al. (2024), CSM (2024)

Underground hydrogen storage (UHS) capacity:

Potential UHS in gas fields: 73 TWh

In abandoned or existing UHS sites (UGS): 26 TWh

Kulich and Ott (2024, 2025)

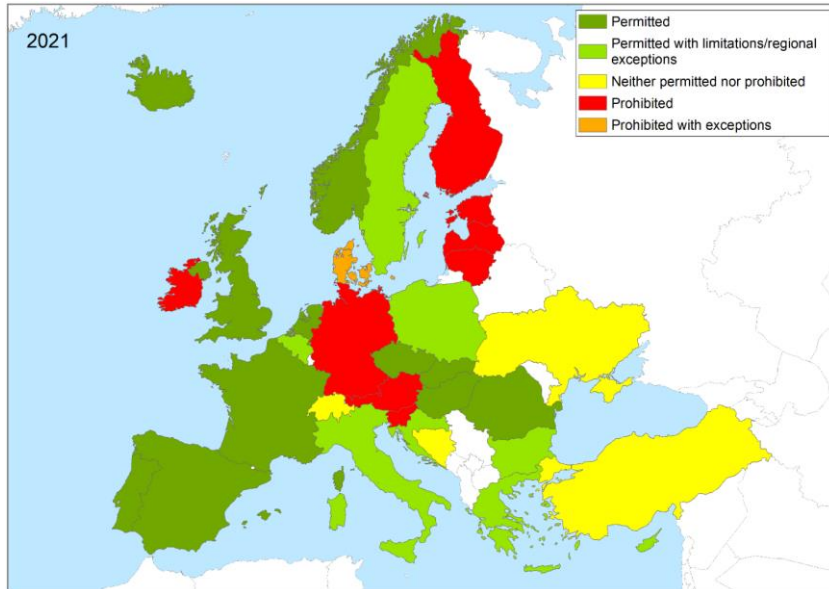
versus

Storage demand expected to be between 32-56 TWh, see

Clemens et al. (2022)

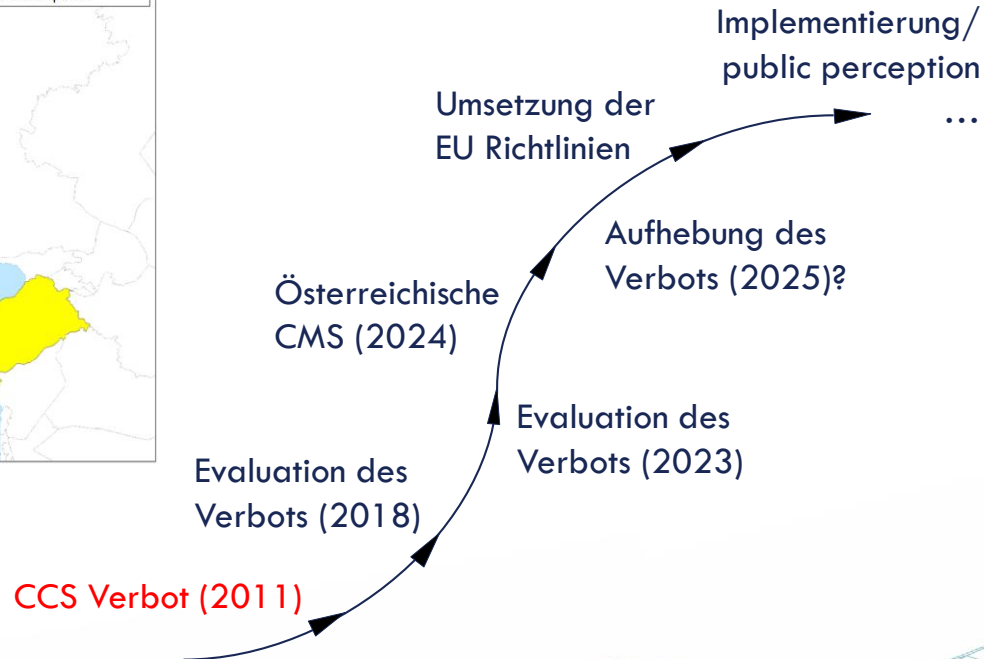
→ CCS und Wasserstoffspeicherung konkurrieren teilweise miteinander, schließen sich aber hinsichtlich der benötigten Speicherkapazität nicht aus.

Rechtliche Situation in Österreich



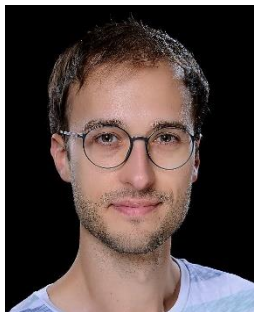
CO2GeoNet
(State of play report)

Der österreichische Weg zu CCS



“CCS EU” Directive 2009/31/EC

Team and Acknowledgement



Jakob Kulich



Holger Ott



holger.ott@unileoben.ac.at
www.geoenergy.engineering



Autumn School on CCUS

Carbon Capture Utilization and Storage

25.-29. November 2024

<https://geoenergy.engineering/ccus-2024>

geoenergy@unileoben.ac.at

17.11.2024 ▪ Holger Ott

SAVE THE DATE

Autumn School on CCUS

Carbon Capture Utilization and Storage

When: November 4–8, 2024

Where: Montanuniversität Leoben (in presence)

What: Carbon capture technologies, CO₂ transport systems and networks, CO₂ utilization options, CO₂ geological storage: Geology, CO₂ containment and integrity, subsurface processes, ongoing CCS projects, and future options for Austria

Who:

For stakeholders, decision-makers, implementers and interested parties

From: MUL experts from the various disciplines

Limited number of participants

Pre-register at: geoenergy@unileoben.ac.at

Questions? holger.ott@unileoben.ac.at



Expertise Sprecher Autumn School



Holger Ott
(Organizer)
Reservoir Engineering
and CCS projects



Keita Yoshioka
Geomechanics
and Seismicity



Kris Ravi
Well integrity and
life-cycle assessment



Davis Misch
Regional geology
and seal integrity



Jakob Kulich
Regional geology
and storage potential



Markus Lehner
Carbon utilization



Markus Ellerdorfer
CO₂ capture and
transport



Thomas Kienberger
CO₂ distribution networks