



SPONSORED BY THE



CCS und CO₂-Speicherung unter der Deutsche Nordsee: Chancen und Risiken

Klaus Wallmann (GEOMAR, Leiter GEOSTOR Projekt)



CCS und CO₂-Speicherung unter der Nordsee

Funktionsweise

CO₂ Abtrennung an z. B. Industrieanlagen => Verflüssigung (Druck) => Transport (Schiff oder Pipeline)
=> Speicherung/Deponierung in porösen Sandsteinformationen unter der Nordsee

Anwendung

Für CO₂ aus:

- Industrieanlagen (schwer vermeidbare Emissionen: z.B. Zementproduktion, TAB)
- Atmosphäre (BECCS, DACS)

Status Quo

- CO₂-Speicherung in submarinen Formationen der Nordsee wird bereits seit mehr als 25 Jahren im industriellen Maßstab erfolgreich umgesetzt.
- In den Jahren 2024 – 2027 werden weitere industrielle Speicherprojekte in der norwegischen, niederländischen, dänischen und englischen Nordsee realisiert.
- Bisher keine industriellen Speicherprojekte in der deutschen Nordsee möglich (s. KSpG)

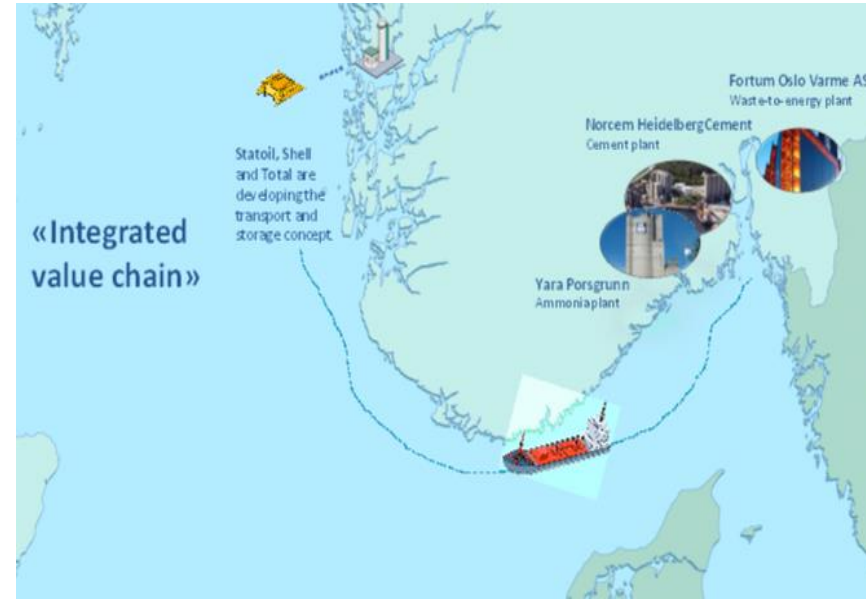
CO₂-Speicherung unter der Nordsee

Aktuelle Projekte in Europa (Auswahl)



Acorn
(Storegga, Shell)

0.2-16 Mt CO₂/yr



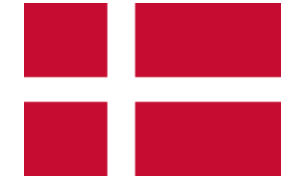
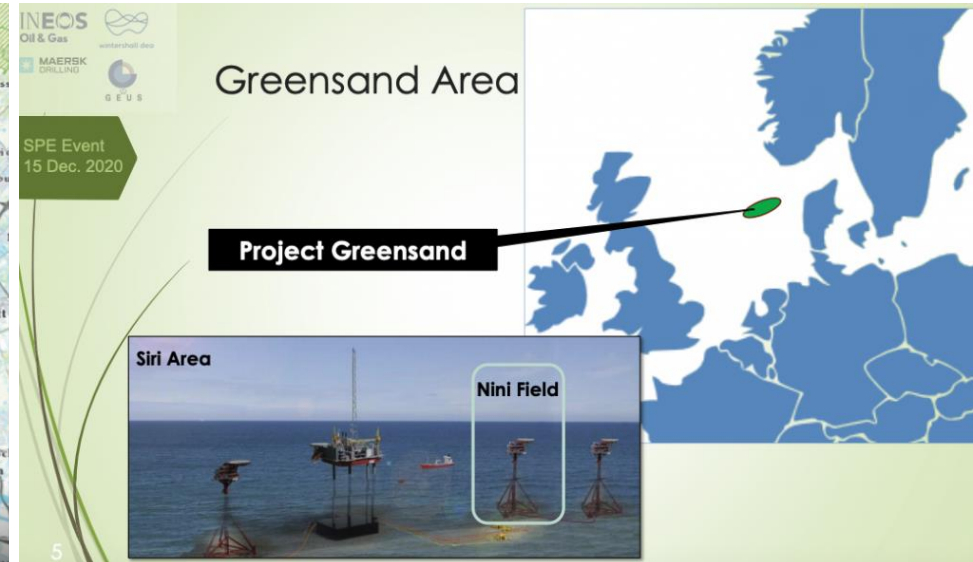
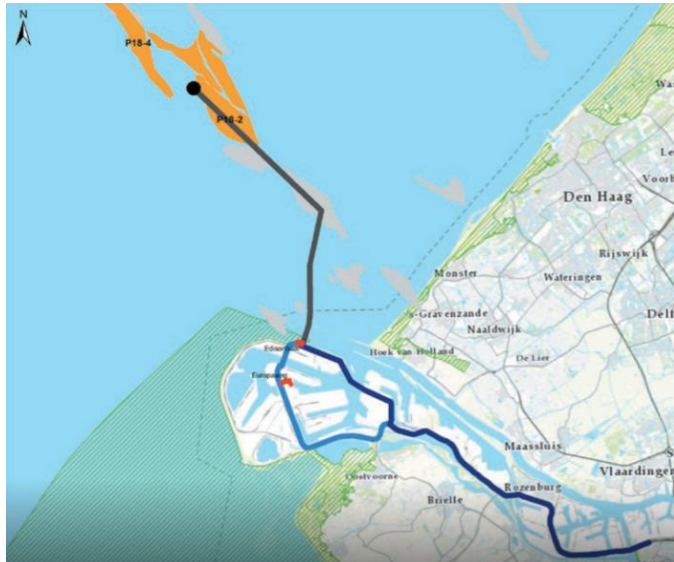
Northern Lights
(Equinor, Total, Shell)

2-5 Mt CO₂/yr



Rotterdam
Porthos

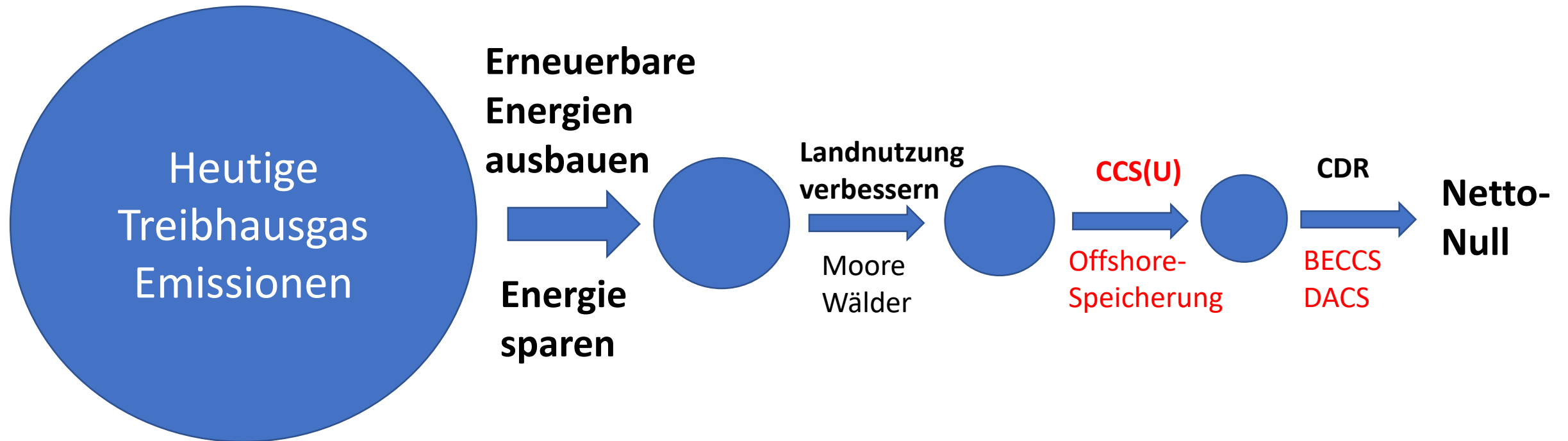
0.5-3 Mt
CO₂/yr



Greensand
(Wintershall Dea)

0.5-8 Mt CO₂/yr

Maßnahmen zur Reduktion der Treibhausgas-Emissionen

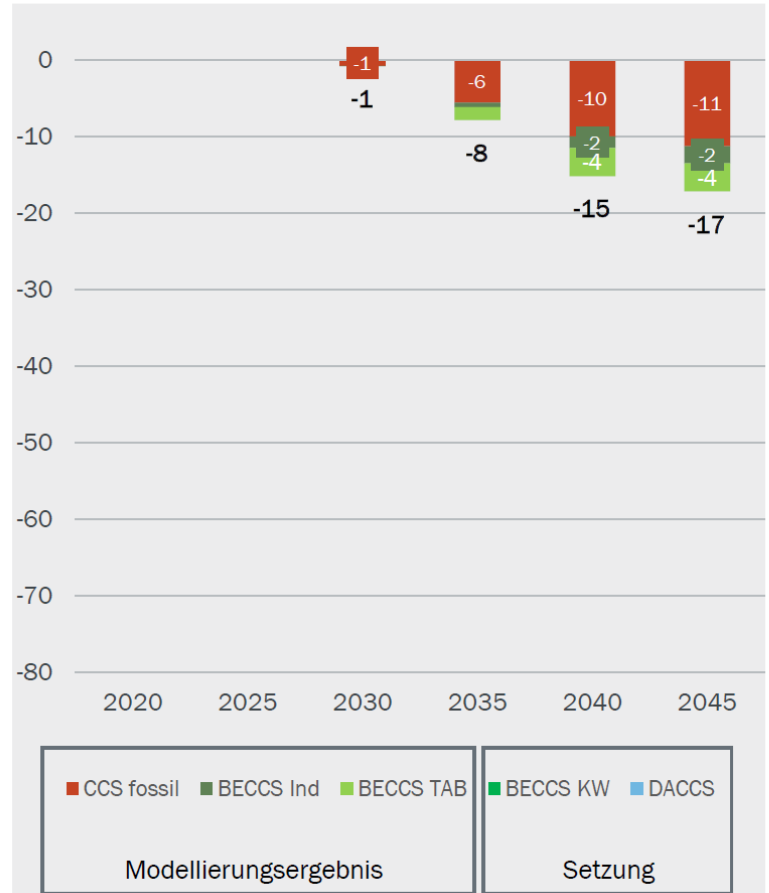


CO₂-Abscheidung in Deutschland für Netto-Null in 2045

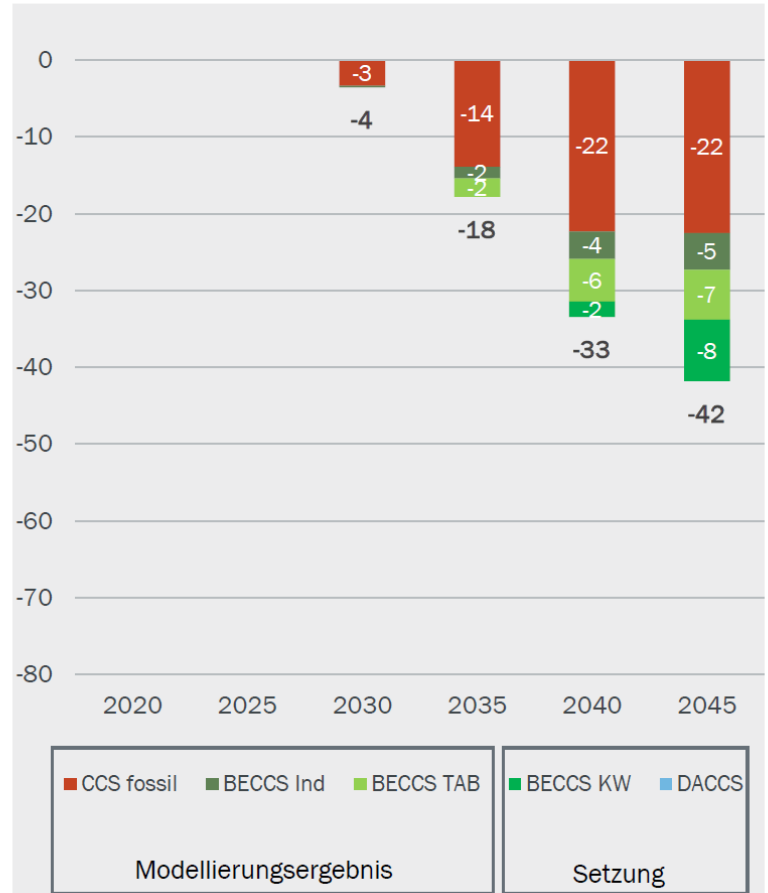
Prognos-Studie für BMWK (2024): 17 – 69 Mio. t pro Jahr



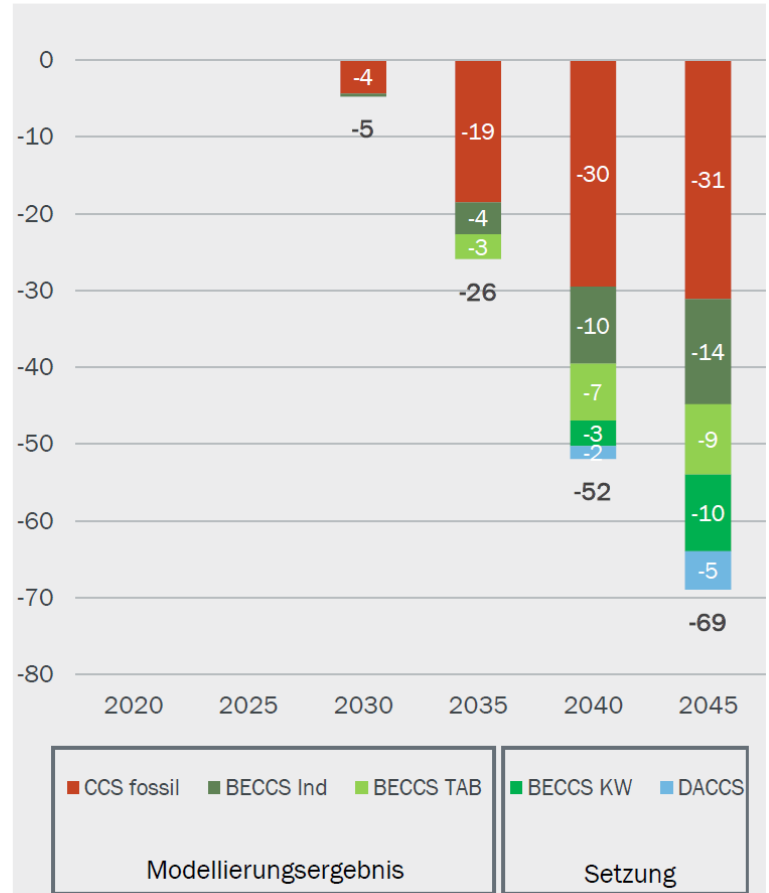
CCU/S min



CCU/S med

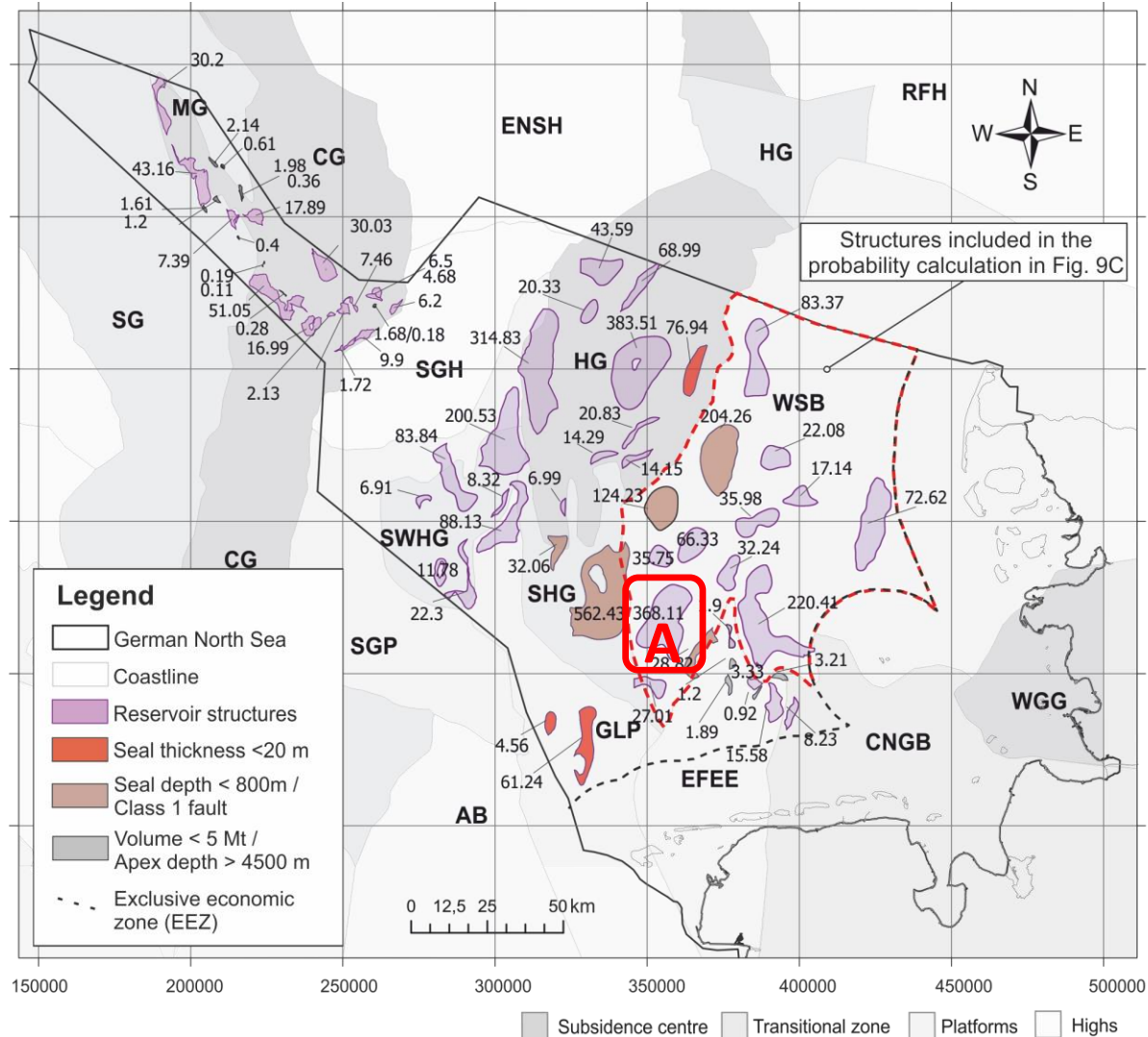


CCU/S max



Grundlage für die Deutsche Carbon Management Strategie

CO₂-Speicherkapazität in der Deutschen Nordsee

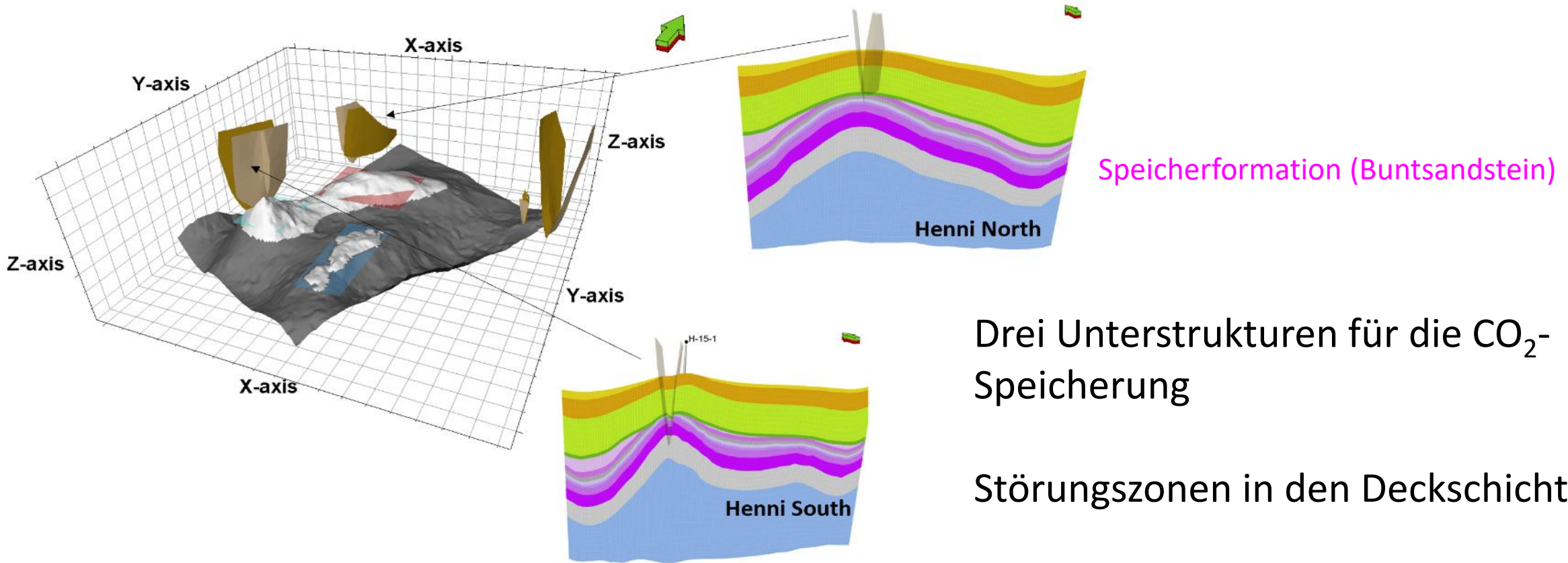


Speicherkapazität im Buntsandstein
seewärts der Küstenzone:

1 – 6 Milliarden Tonnen CO₂

Ein Teil der Kapazität ist nicht zugänglich,
da große Teile der Nordsee für andere
Zwecke genutzt werden (z. B. Naturschutz,
Windenergie, Schifffahrt, Marine)

Dennoch reicht die Kapazität aus, um
einen großen Teil der in Deutschland
abgeschiedenen CO₂-Menge unter der
Deutschen Nordsee zu speichern bzw. zu
deponieren.

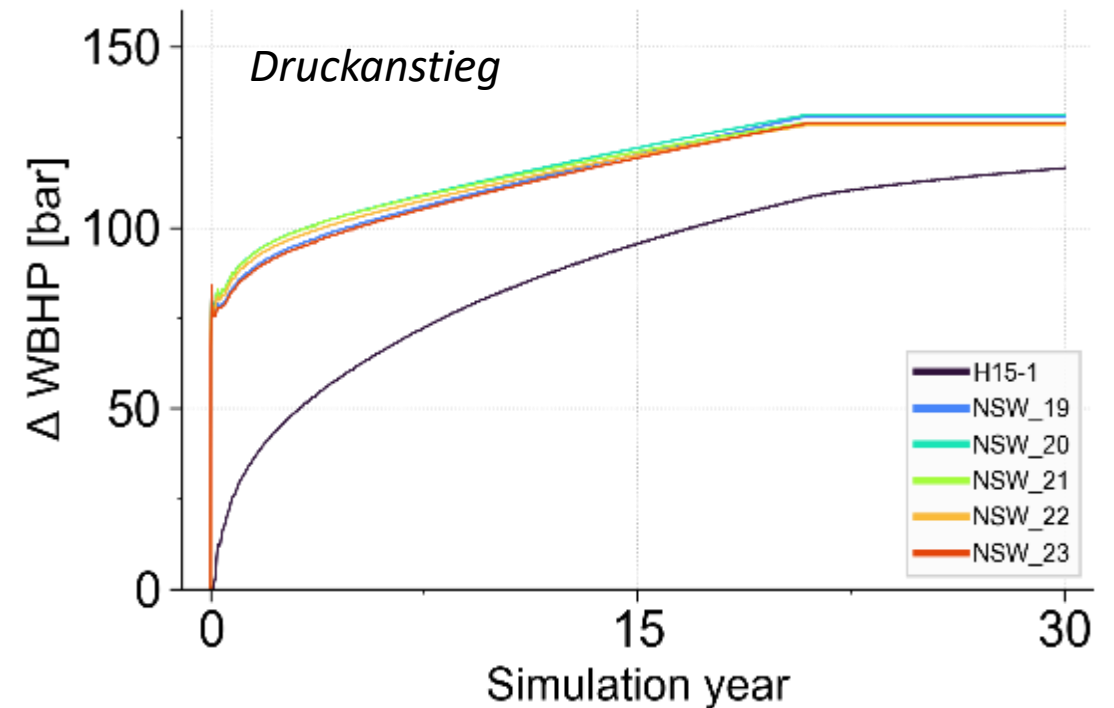
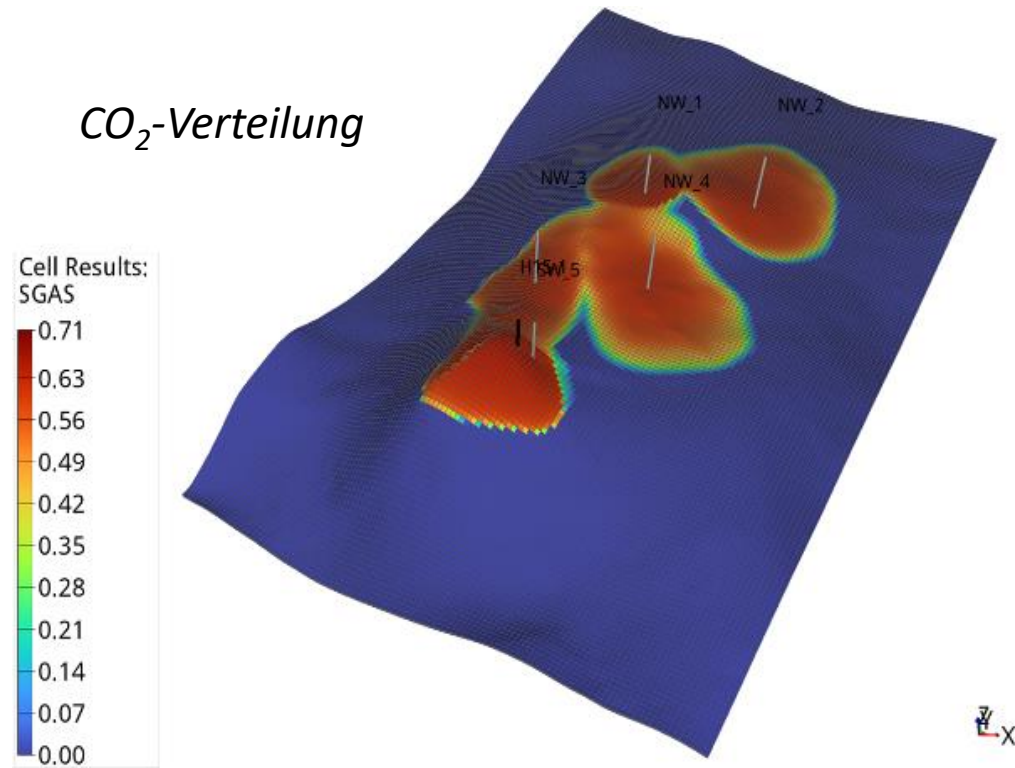


Drei Unterstrukturen für die CO₂-
Speicherung

Störungszonen in den Deckschichten

Eine Altbohrung am Gipfel der
Struktur "Henni Süd"

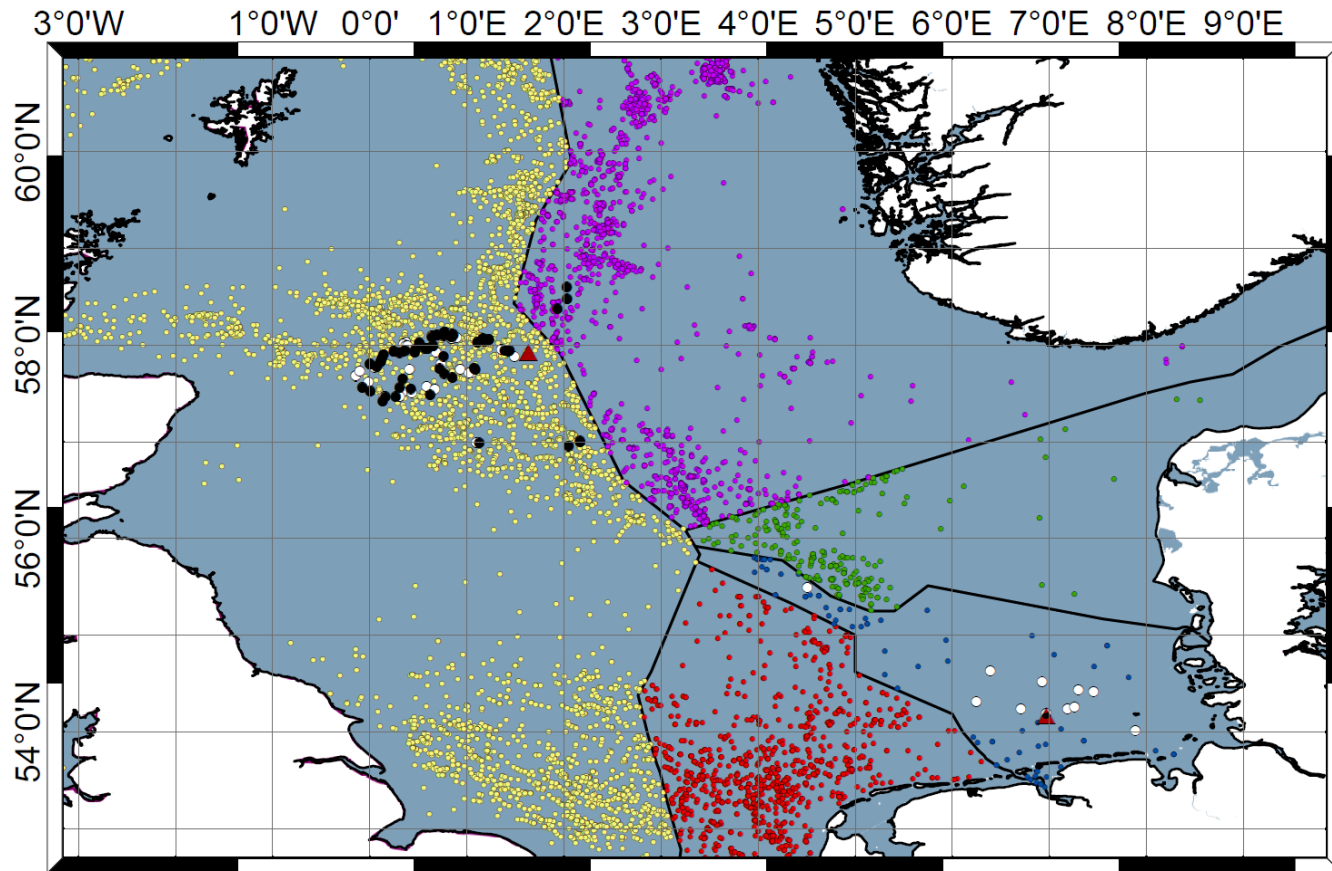
CO₂-Speicherung im Untersuchungsgebiet A: Computersimulationen



Bis zu 10 Mt CO₂ yr⁻¹ könnten im Gebiet A gespeichert werden.

Ab welchem Überdruck kann das verpresste CO₂ entlang der alten Bohrung und Störungszonen entweichen? Ab welchem Überdruck können Erdbeben ausgelöst werden?

Erdgas-Leckagen an Altbohrungen



Karte der Altbohrungen in der Nordsee (schwarze Punkte: Leckagen nachgewiesen, weiße Punkte: keine Leckage)

Insgesamt 17 000 Altbohrungen in der Nordsee

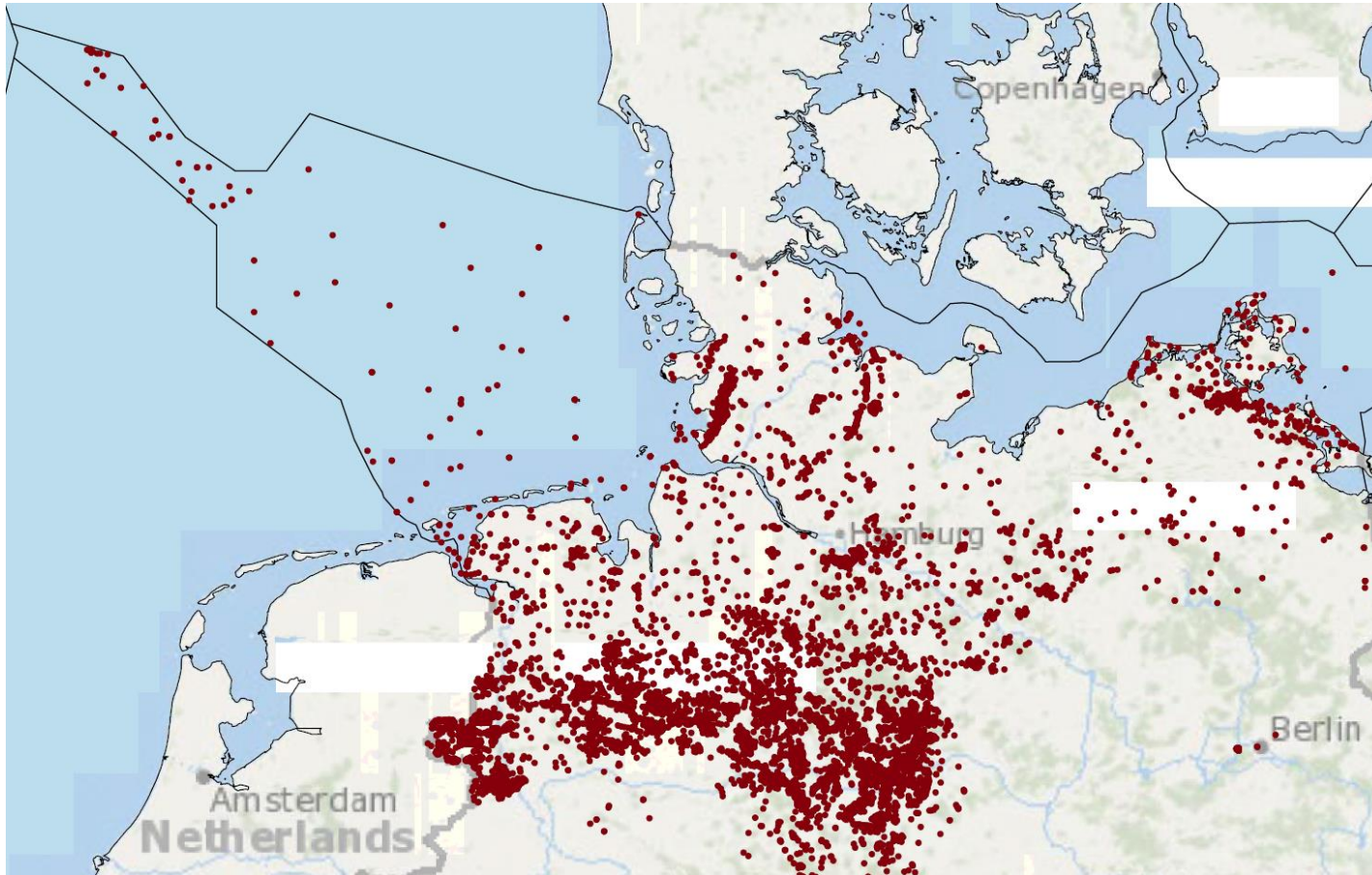
Erdgasleckagen ($1 - 5 \text{ t yr}^{-1}$) wurden bisher an 74 von 121 untersuchten Altbohrungen nachgewiesen.

Das Erdgas stammt aus Tiefen von 0.1 – 1 km.

Nur 91 Altbohrung in der Deutschen AWZ

Keine Leckagen in der Deutschen AWZ

Altbohrungen in Deutschland (Onshore und Offshore)



Karte der Altbohrungen in Deutschland

Insgesamt ca. 20 000 Altbohrungen in Deutschland (< 100 offshore)

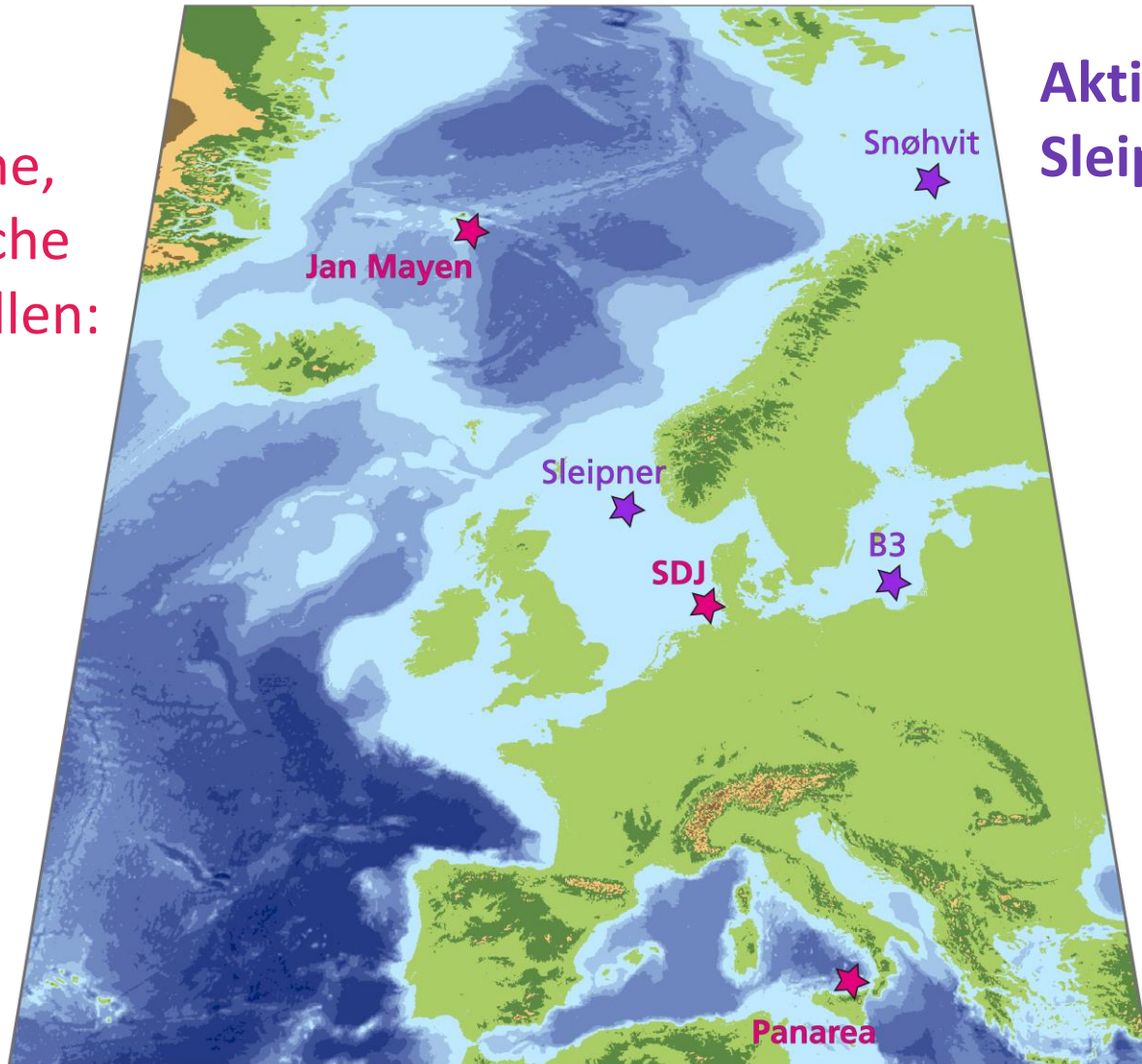
Die meisten Altbohrungen in der norddeutschen Tiefebene

Geologische Formationen, die für die CO₂-Speicherung am besten geeignet wären, sind an Land sehr stark durch Altbohrungen beeinträchtigt.

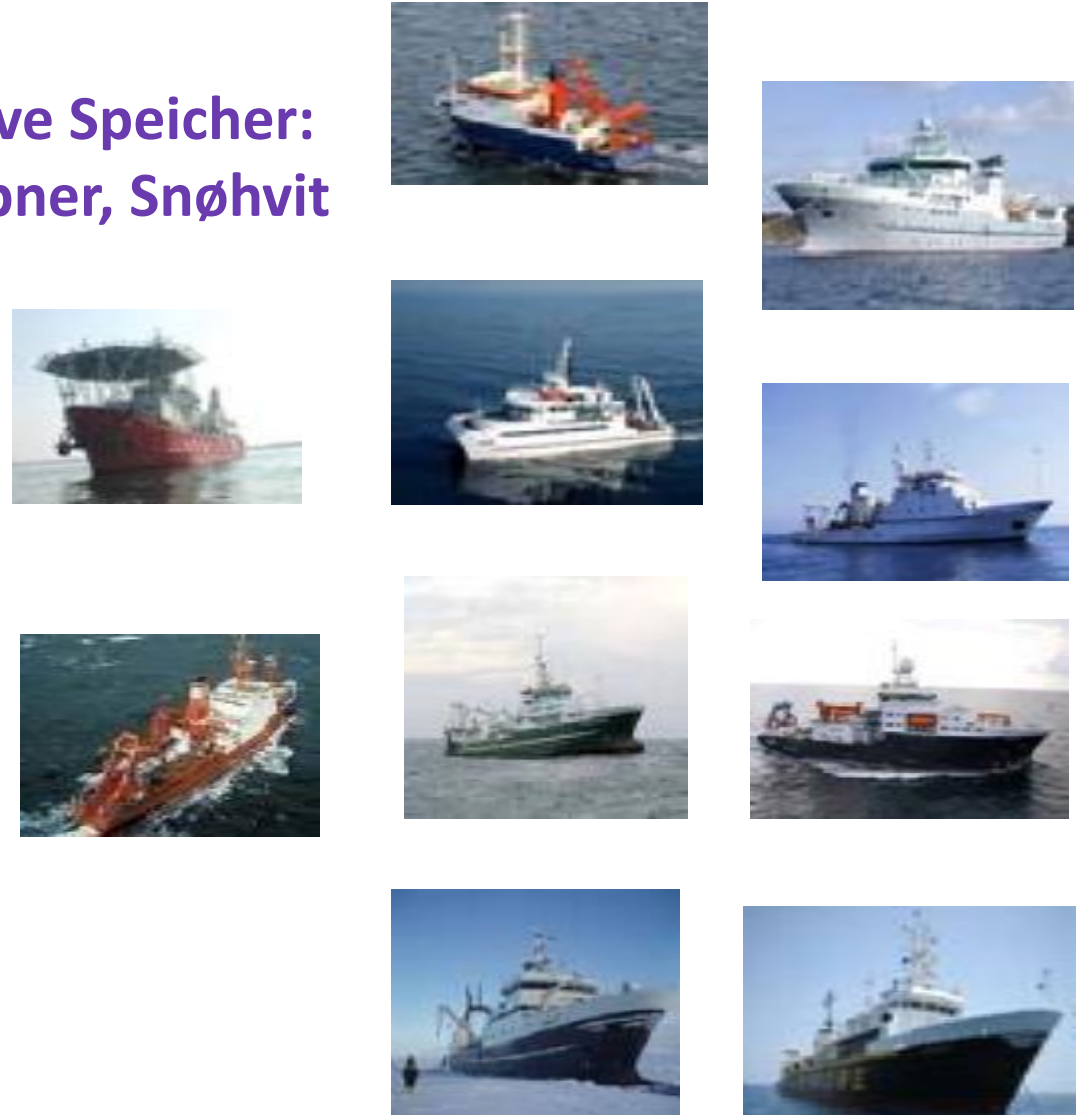
Bisher keine systematischen Studien zu Erdgasleckagen an Land

ECO₂: Internationales Forschungsprojekt zu Umweltrisiken

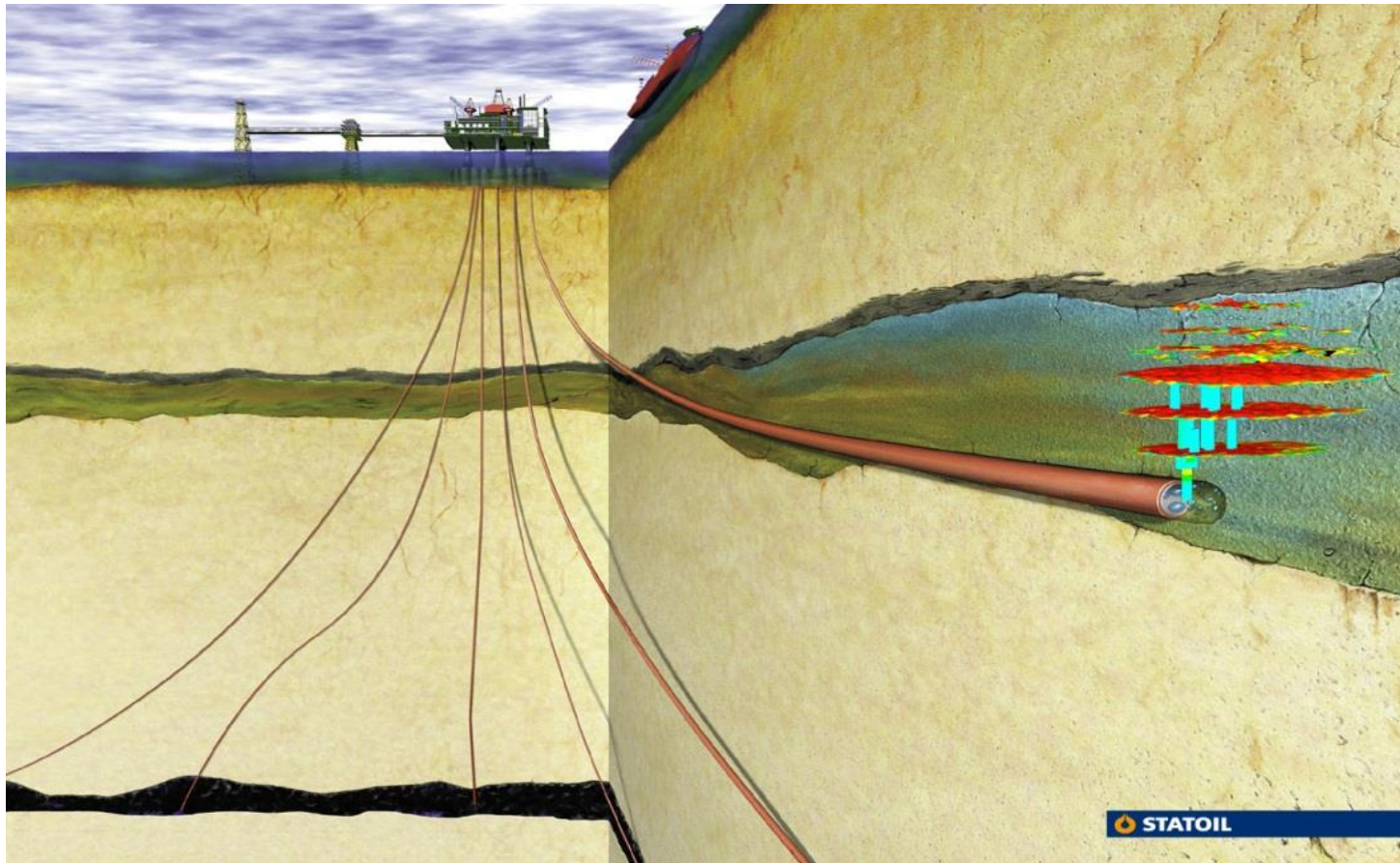
Natürliche,
vulkanische
CO₂ Quellen:
Panarea



Aktive Speicher:
Sleipner, Snøhvit



CCS-Projekt Sleipner

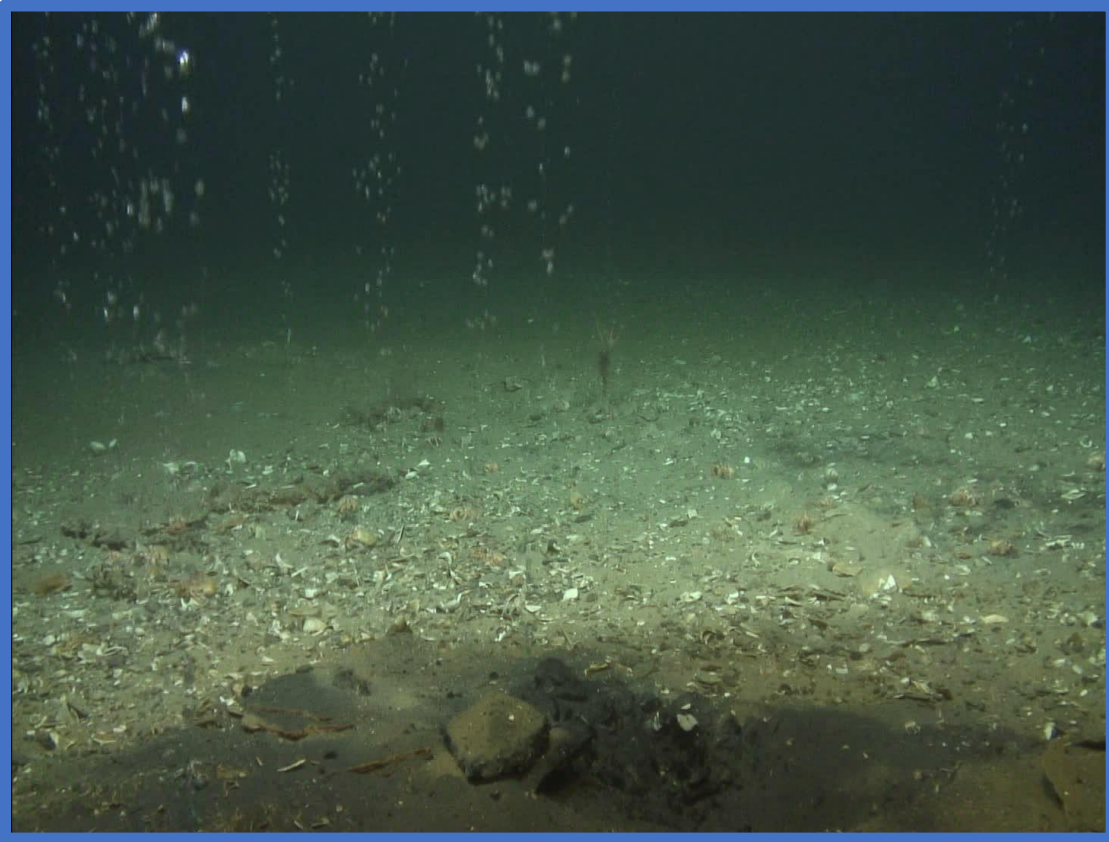


Schemabild zum Sleipner-Projekt

CO₂ wird aus dem vor Ort produzierten Erdgas abgetrennt

Speicherung in flacher Sandsteinformation, ca. 900 m unter dem Meeresboden in einer Wassertiefe von ca. 80 m

Speicherung seit 1996 mit ca. 0.9 Mio. Tonnen CO₂ pro Jahr



Erdgas-Leckage an altem Bohrloch bei Sleipner

Keine CO₂-Leckagen an aktiven Speicherformationen

Erdgas-Leckagen an Altbohrungen im Umfeld der Speicher (Leckageraten ca. 1 – 10 t pro Jahr).

Dort könnte in Zukunft mit ähnlicher Rate CO₂ freigesetzt werden.

Ökologische Konsequenzen von CO₂-Leckagen



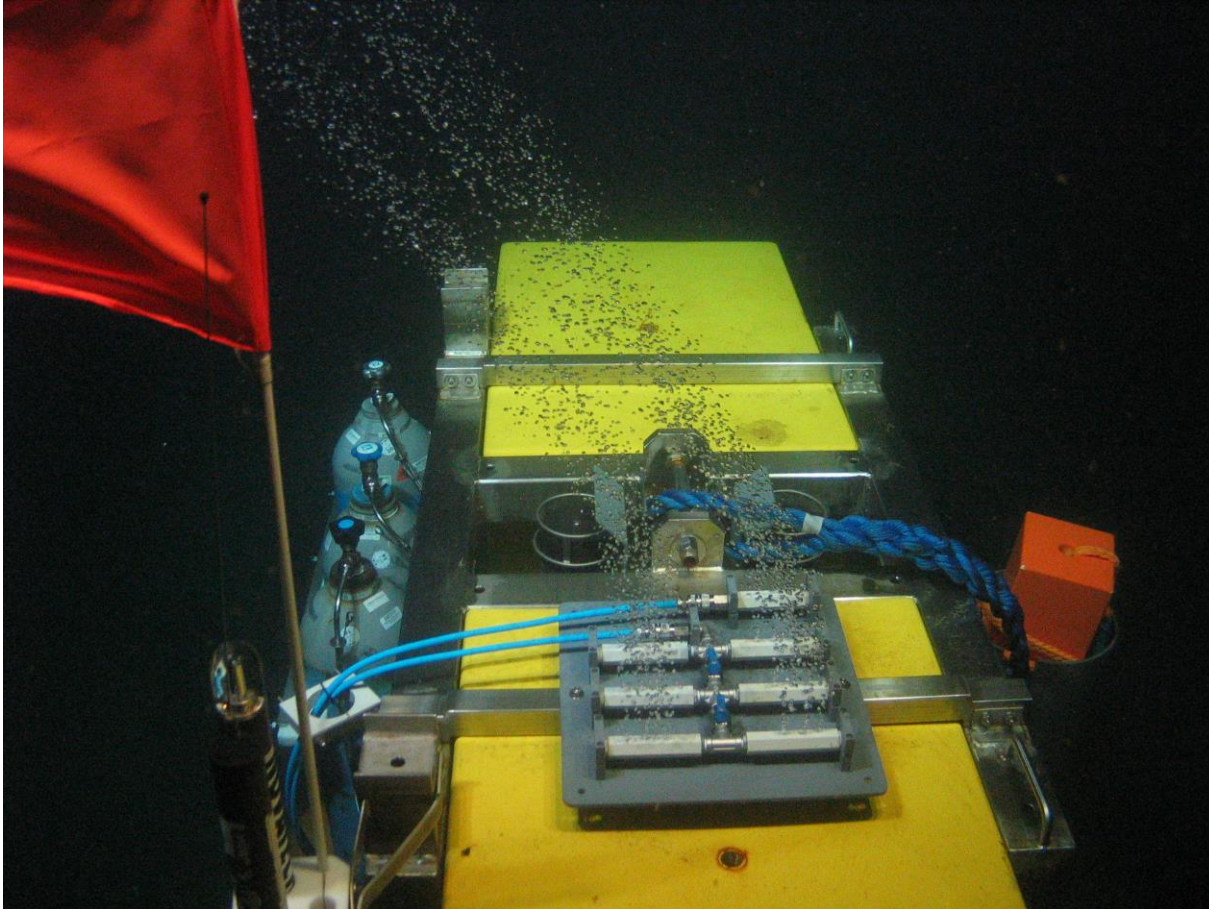
Feldarbeit an vulkanischen CO₂-Quellen

CO₂-Leckagen versauern das Bodenwasser.

Versauerung führt lokal zu Verarmung der Artenvielfalt.

Nur wenige Arten mit hoher CO₂-Toleranz überleben im stark versauerten Bodenwasser im direkten Umfeld der CO₂-Quellen.

Größe der Schadensfläche (Fußabdruck)



CO₂ versauert das Bodenwasser auf einer Fläche von 50 m² bei hohen Emissionsraten von 30 t CO₂ pro Jahre.

Jenseits dieser Fläche ist die Versauerung nicht mehr nachweisbar, weil Nordseewasser viel CO₂ enthält und CO₂ durch schnelle Tideströmungen rasch verteilt wird. Zudem nimmt die Nordsee pro Jahr ca. 35 Mio. t. CO₂ aus der Atmosphäre auf.

Umweltrisiken: Leckagen

- Keine CO₂ Leckagen an den aktiven Speichern (Sleipner, Snøhvid)
- In der Nähe der Speicher gibt es alte Bohrlöcher und Störungszonen aus denen Erdgas (Methan) entweicht (1 -10 t pro Jahr) und in Zukunft in ähnlicher Rate CO₂ austreten könnte.
- Das entweichende CO₂ würde sich als Kohlensäure im bodennahen Wasser auflösen und das Wasser versauern. Dabei würden auf einer Fläche von ca. 10 - 50 m² Tiere die am Meeresboden leben (Muscheln, etc.) geschädigt werden.
- Die potentiellen Leckage-Raten (1 – 30 t CO₂ pro Jahr) sind sehr viel kleiner als die Speicherraten (>1 000 000 t CO₂ pro Jahr). Mehr als 99 % des gespeicherten CO₂ verbleibt dauerhaft im Untergrund, weniger als 1 % entweicht ins Meer.
- Durch geeignete Wahl der Speicherstandorte und Zementierung alter Bohrlöcher kann die Wahrscheinlichkeit, dass es zu Leckagen kommt, verringert werden.
- Die Auswirkungen von Leckagen auf die Meeresumwelt sind räumlich eng begrenzt, wenn CO₂-Leckagenraten in einer ähnlichen Größenordnung wie beim Erdgas liegen.

Umweltrisiken

Konsens in der akademischen Forschung:

- CCS mit CO₂-Speicherung in der Nordsee ist **keine Hochrisiko-Technologie**
- Der Nutzen für den Klimaschutz ist größer als die Belastung für den Naturschutz,

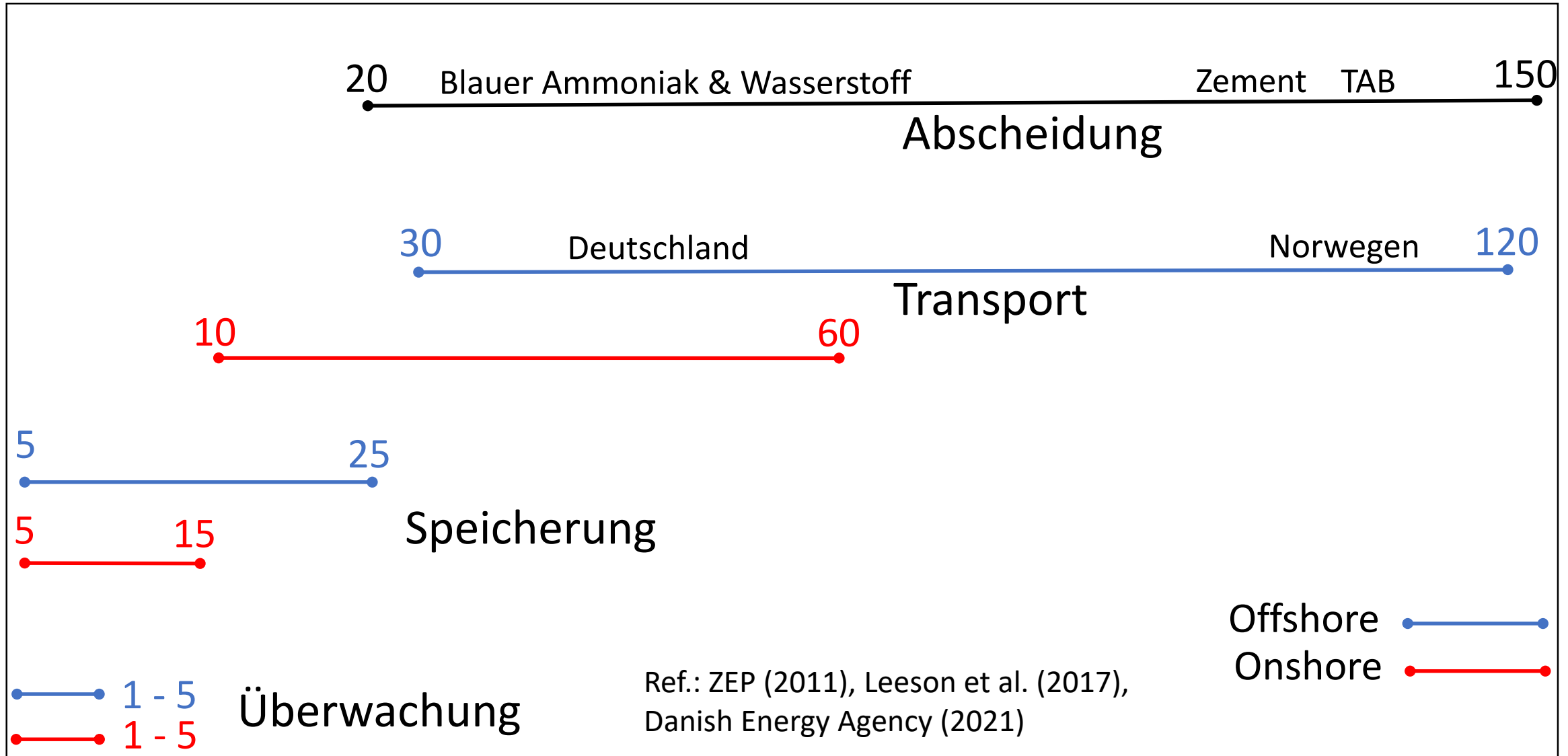
wenn Umweltrisiken weiter minimiert werden durch:

- Geeignete Regulierung (s. KSpG)
- Auswahl und detaillierte Untersuchung geeigneter Speicherstandorte
- Umfassende Umweltüberwachung



Feldarbeit an vulkanischen CO₂-Quellen

Kosten (€ pro Tonne CO₂)



Entwicklung der CCS Politik in Deutschland

- Vor 2022
Kein CCS in Deutschland!
- 2022
CCS wird für schwer vermeidbare Emissionen benötigt (Zement, Kalk, Müll), aber es soll kein CO₂ in Deutschland gespeichert werden.
- 2023
CO₂-Speicherung in der Deutschen Nordsee ist eine mögliche Option.
- 2024
Neue Strategie und neues Gesetz sollen die CO₂-Speicherung unter der Deutschen Nordsee und den CO₂-Export in Nachbarländer ermöglichen.

Speicheroptionen

	Kosten	Umweltrisiken	Speicher- potential	Verfügbarkeit
Nordsee Nachbarländer	Höher	Moderat	50 – 100 Gt	ab 2030
Nordsee Deutsche AWZ	Moderat	Geringer	1 - 6 Gt	ab 2035
Onshore Deutschland	Geringer	Höher	4 – 10 Gt	???

**Vielen Dank für
Ihre Aufmerksamkeit!**

Kontakt: Klaus Wallmann (Email: kwallmann@geomar.de)

Webpage: <https://geostor.cdrmare.de>

Podcast : [GEOSTOR \(cdrmare.de\)](https://geostor.cdrmare.de)

