

# CCS und CO<sub>2</sub>-Speicherung unter der Nordsee

Klaus Wallmann (GEOMAR)



# CCS und CO<sub>2</sub>-Speicherung unter der Nordsee

## Funktionsweise

CO<sub>2</sub> Abtrennung an z. B. Industrieanlagen => Verflüssigung (Druck) => Transport (Schiff oder Pipeline)  
=> Speicherung/Deponierung in porösen Sandsteinformationen unter der Nordsee

## Anwendung

Für CO<sub>2</sub> aus:

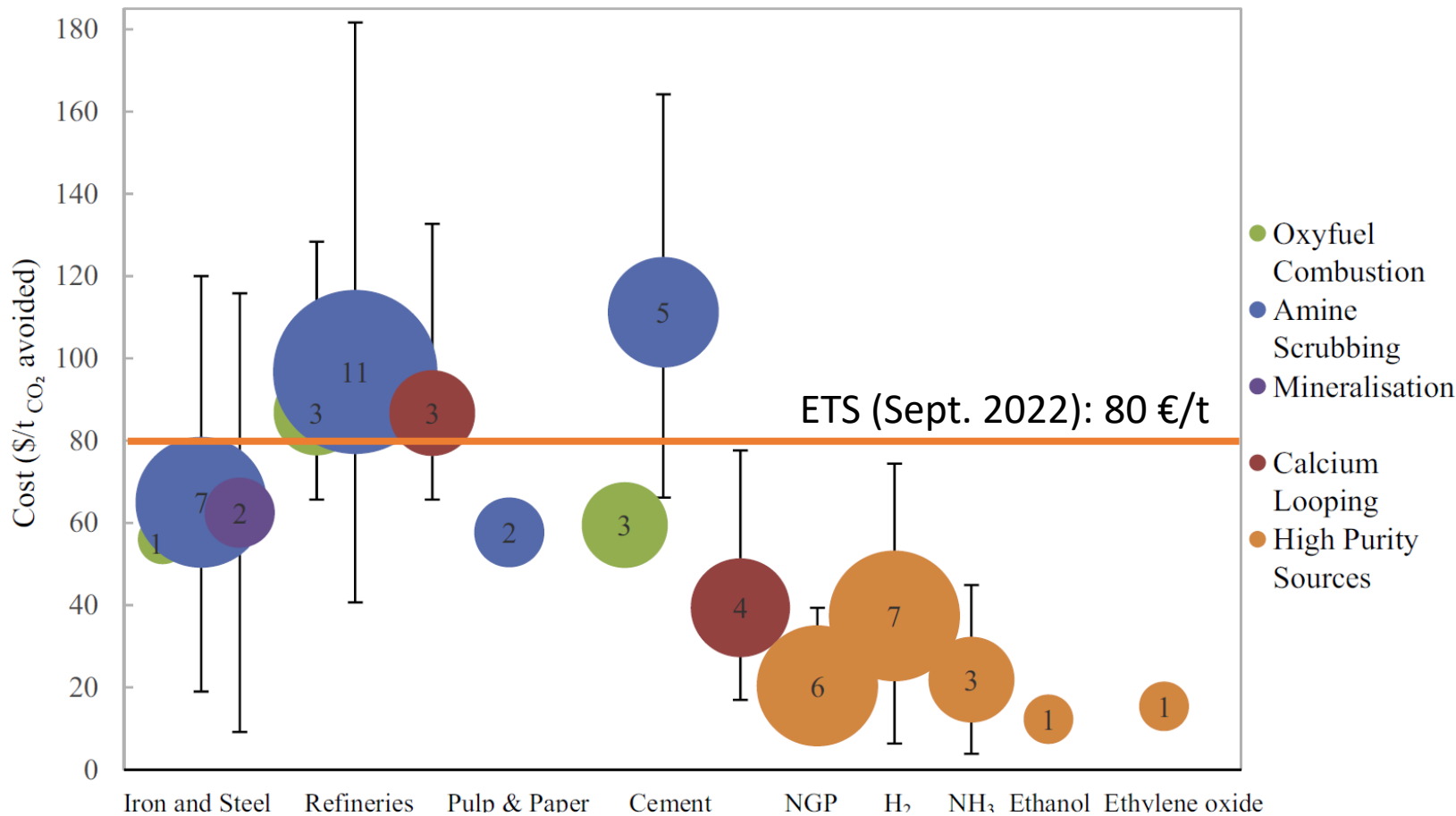
- Industrieanlagen (Reduktion schwer vermeidbarer Emissionen)
- Atmosphäre (CDR: BECCS, Direkt Air Capture)

## Status Quo

- CO<sub>2</sub>-Speicherung in submarinen Formationen der Nordsee wird bereits seit mehr als 25 Jahren im industriellen Maßstab erfolgreich umgesetzt.
- In den Jahren 2023 – 2026 werden weitere industrielle Speicherprojekte in der norwegischen, niederländischen, dänischen und englischen Nordsee realisiert.
- Bisher keine industriellen Speicherprojekte in der deutschen Nordsee möglich

# CO<sub>2</sub>-Vermeidungs-Kosten

Kosten für CO<sub>2</sub>-Abtrennung und Verflüssigung (Leeson et al. 2017)



Kosten für offshore Transport und Speicherung: ca. 20 – 40 €/t

Beispielrechnung für reines CO<sub>2</sub>-Abgas (z. B. Stickstoffdüngerproduktion):

Abtrennung:	0 €/t
Verflüssigung:	20 €/t
Transport (offshore):	20 €/t
Speicherung (offshore):	20 €/t
<b>Summe:</b>	<b>60 €/t</b>

Schätzwerte mit hoher Unsicherheit...

Deutlich höhere Kosten (>80 €/t) bei z. B. Zement, Raffinieren.

# Umweltrisiken

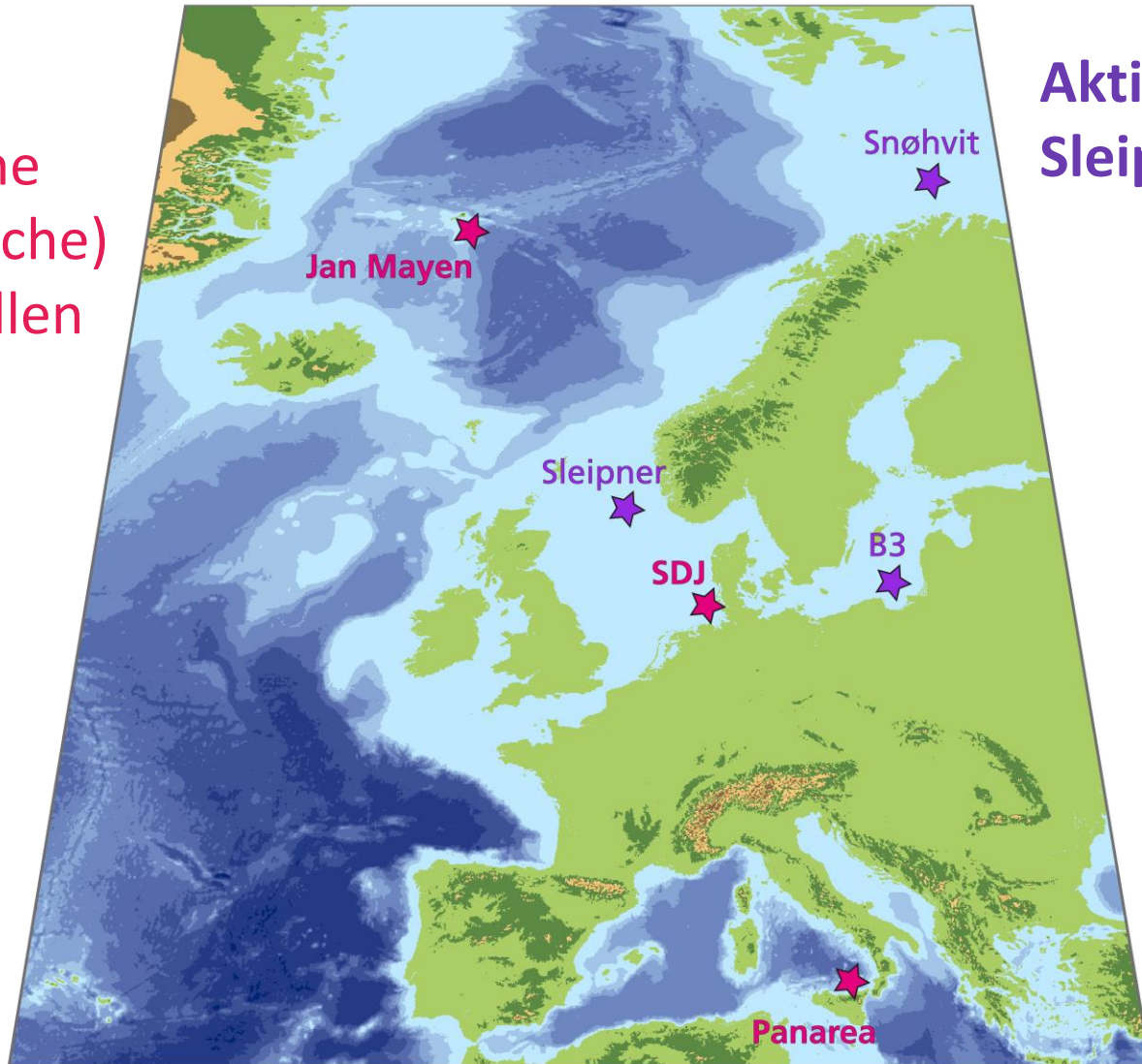
werden seit mehr als 10 Jahren in EU Projekten unter Leitung und Teilnahme von GEOMAR intensiv untersucht (z. B. ECO<sub>2</sub>)

- CO<sub>2</sub>-Leckage (Einfluss auf marine Umwelt und Atmosphäre)
- Mikroseismizität (kleine Erdbeben, Einfluss auf z.B. Offshore Windparks)
- Lärm (Einfluss auf Meeressäuger und andere Lebewesen im Meer)

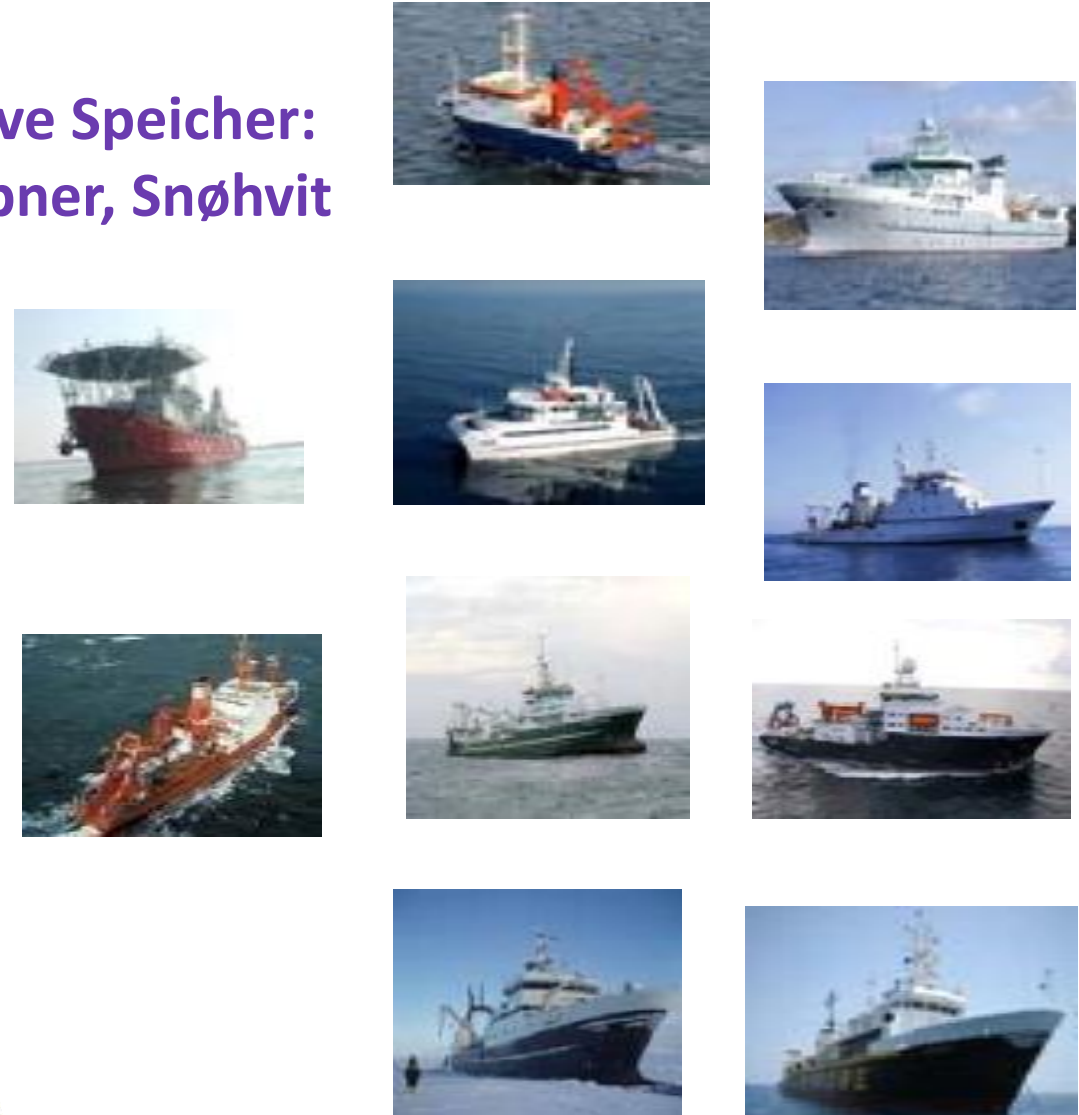


# ECO<sub>2</sub>: Internationales Forschungsprojekt zu Umweltrisiken

Natürliche  
(vulkanische)  
CO<sub>2</sub> Quellen

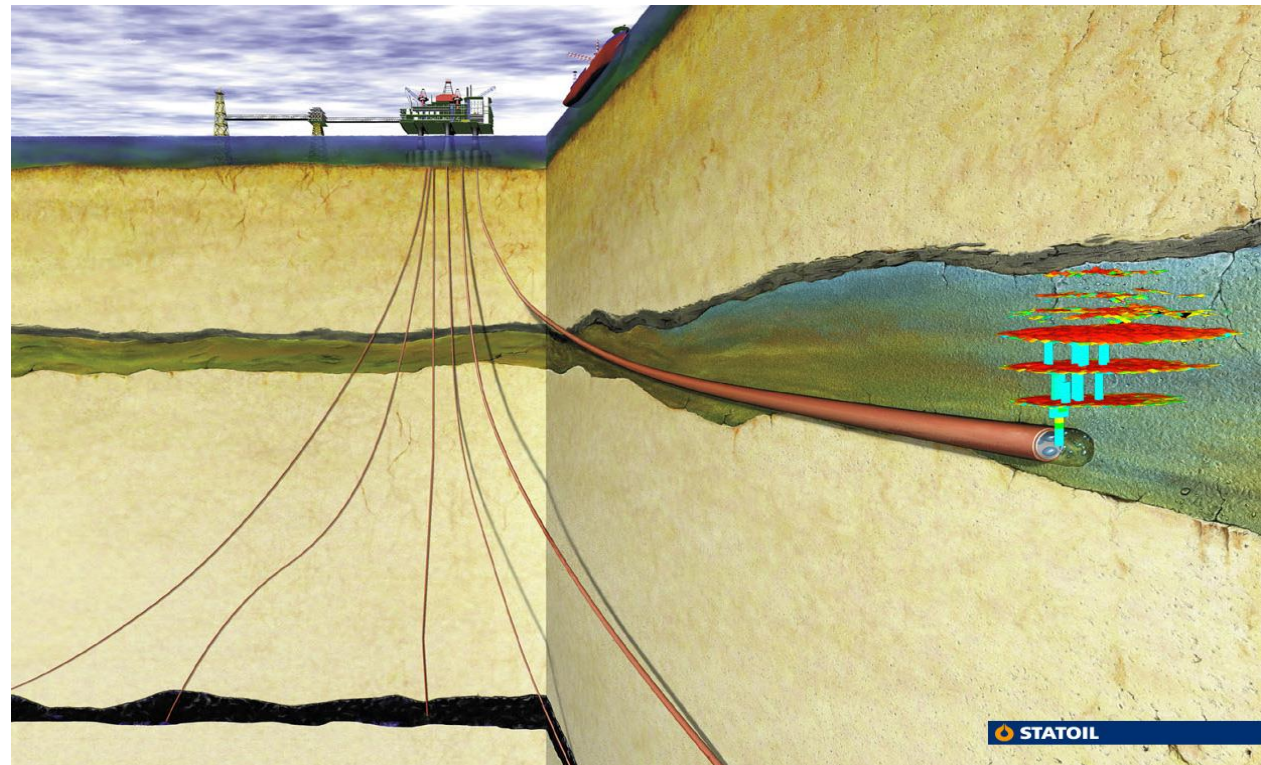


Aktive Speicher:  
Sleipner, Snøhvit



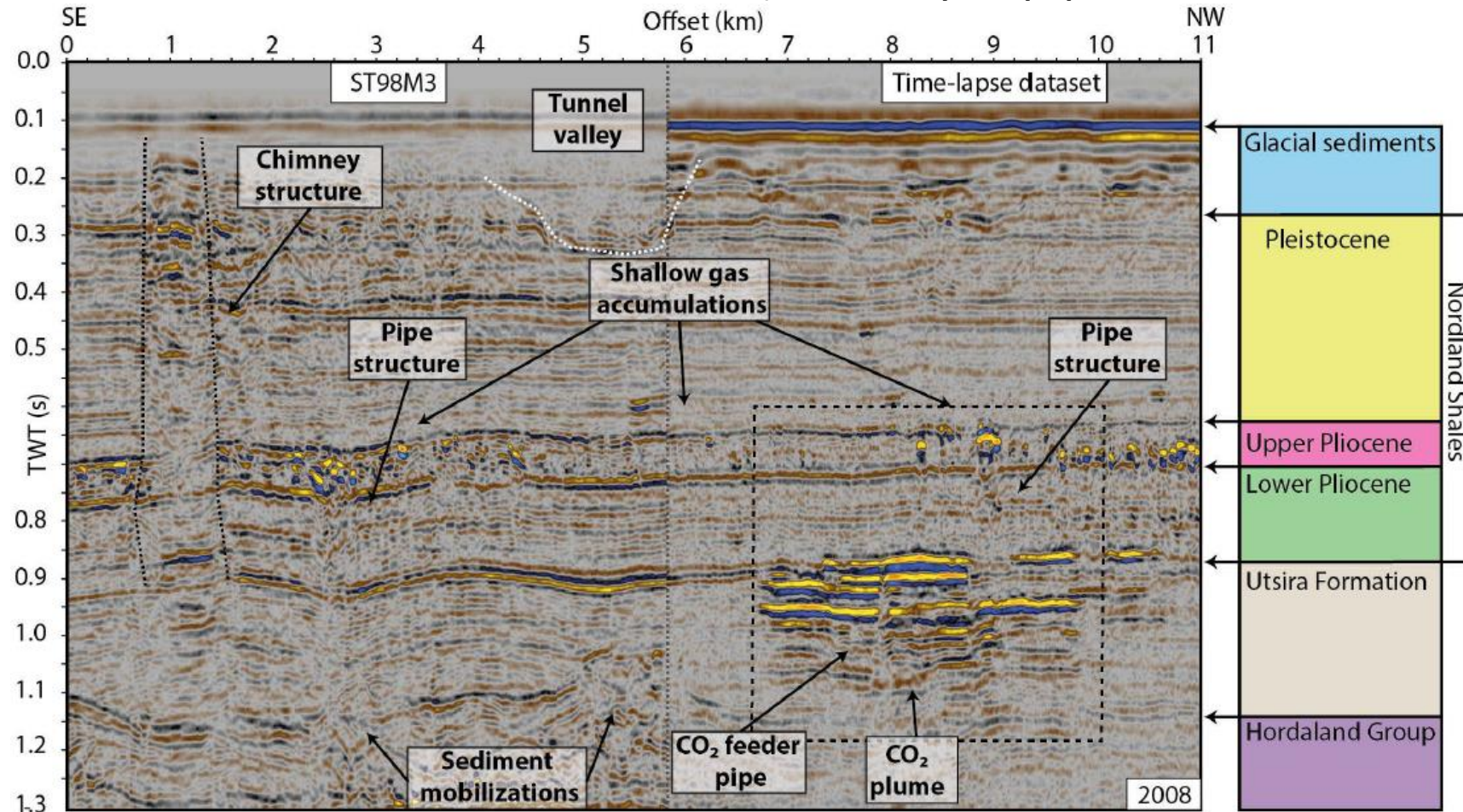
# Leckage-Potentiale an aktiven Speichern: Sleipner

CO<sub>2</sub>-Abscheidung aus Erdgas, Speicherung in flacher Sandsteinformation (Utsira, 0.9 km unter der Nordsee, 80 m Wassertiefe), seit 1996 in Betrieb, ca. 0.9 Mio. t/yr



# Leckage-Potentiale an aktiven Speichern: Sleipner

Seismisches Profile mit CO<sub>2</sub>-Verteilung im Untergrund und potentiellen Schwachstellen in den Deckschichten (chimney & pipe structures, shallow gas)





Keine CO<sub>2</sub>-Leckagen an aktiven Speicherformationen

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

Dort könnte in Zukunft mit ähnlicher Rate CO<sub>2</sub> freigesetzt werden.

# Ökologische Konsequenzen von CO<sub>2</sub>-Leckagen



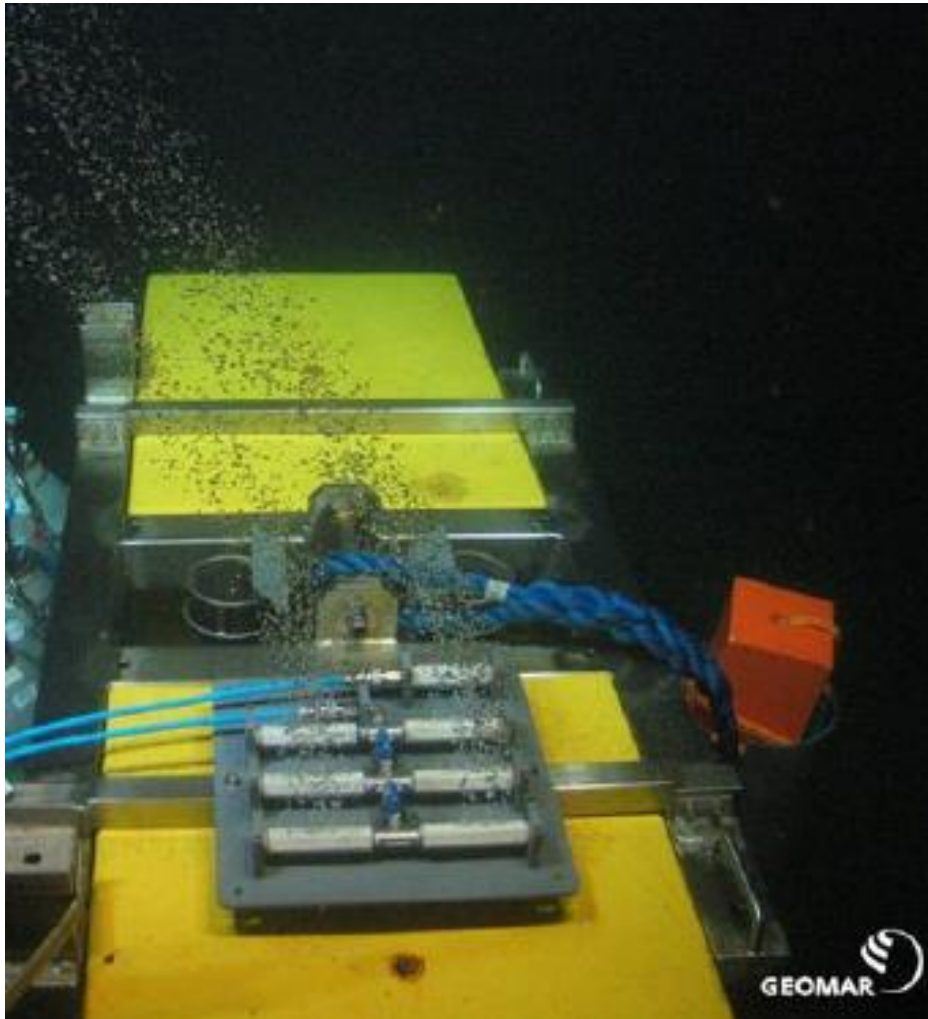
Feldarbeit an vulkanischen CO<sub>2</sub>-Quellen

CO<sub>2</sub>-Leckagen versauern das Bodenwasser.

Versauerung führt lokal zu Verarmung der Artenvielfalt.

Nur wenige Arten mit hoher CO<sub>2</sub>-Toleranz überleben im stark versauerten Bodenwasser im direkten Umfeld der CO<sub>2</sub>-Quellen.

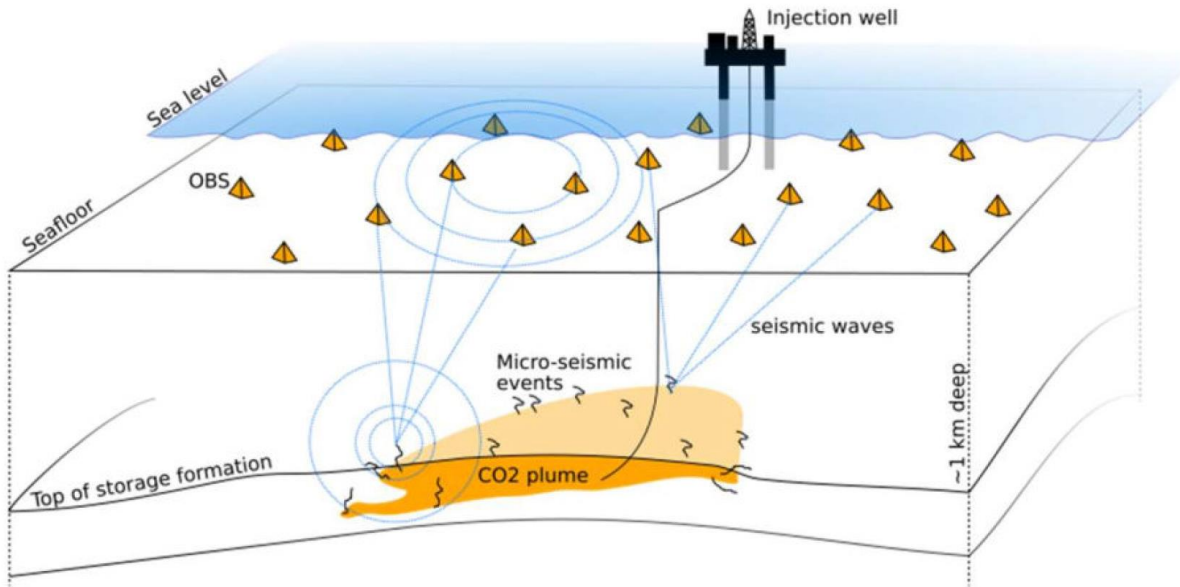
# Größe der Schadensfläche (Fußabdruck)



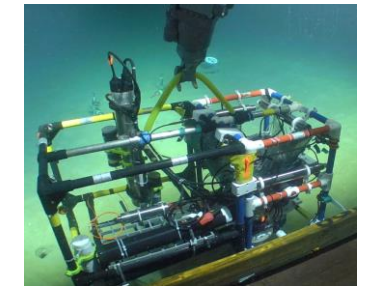
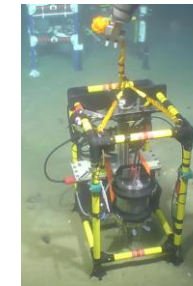
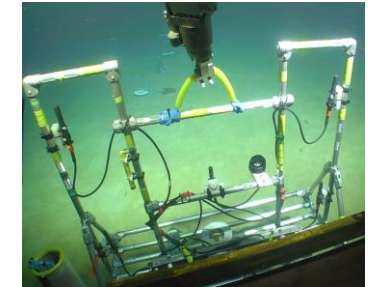
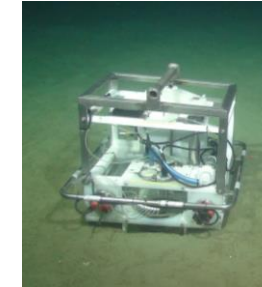
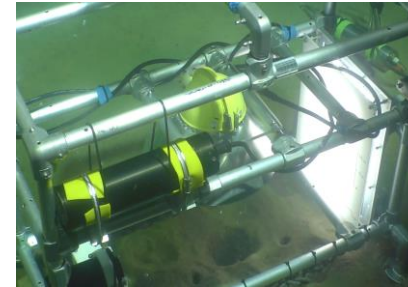
CO<sub>2</sub> versauert das Bodenwasser auf einer Fläche von 50 m<sup>2</sup> bei hohen Emissionsraten von 30 t CO<sub>2</sub> pro Jahre.

Jenseits dieser Fläche ist die Versauerung nicht mehr nachweisbar, weil Nordseewasser viel CO<sub>2</sub> enthält und CO<sub>2</sub> durch schnelle Tideströmungen rasch verteilt wird.

# Speicher-Überwachung



Passiv-seismisches System zur Überwachung von CO<sub>2</sub> im Untergrund und Früherkennung von mikroseismischen Ereignissen (GEOSTOR)



Hydroakustische, optische und chemische Systeme zur Detektion von Leckagen am Meeresboden (STEMM-CCS)

# Umweltrisiken: Leckagen

- Keine CO<sub>2</sub> 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 CO<sub>2</sub> austreten könnte.
- Das entweichende CO<sub>2</sub> würde sich als Kohlensäure im bodennahen Wasser auflösen und das Wasser versauern. Dabei würden auf einer Fläche von ca. 10 - 50 m<sup>2</sup> Tiere die am Meeresboden leben (Muscheln, etc.) geschädigt werden.
- Die potentiellen Leckage-Raten (1 – 10 t CO<sub>2</sub> pro Jahr ) sind sehr viel kleiner als die Speicherraten (>1 000 000 t CO<sub>2</sub> pro Jahr). Mehr als 99 % des gespeicherten CO<sub>2</sub> verbleibt dauerhaft im Untergrund, weniger als 1 % entweicht ins Meer.
- Bei geeigneter Wahl der Speicherstandorte und intensiver Überwachung ist die Wahrscheinlichkeit, dass es zu Leckagen kommt, gering.
- Die Auswirkungen von Leckagen auf die Meeresumwelt sind räumlich eng begrenzt.

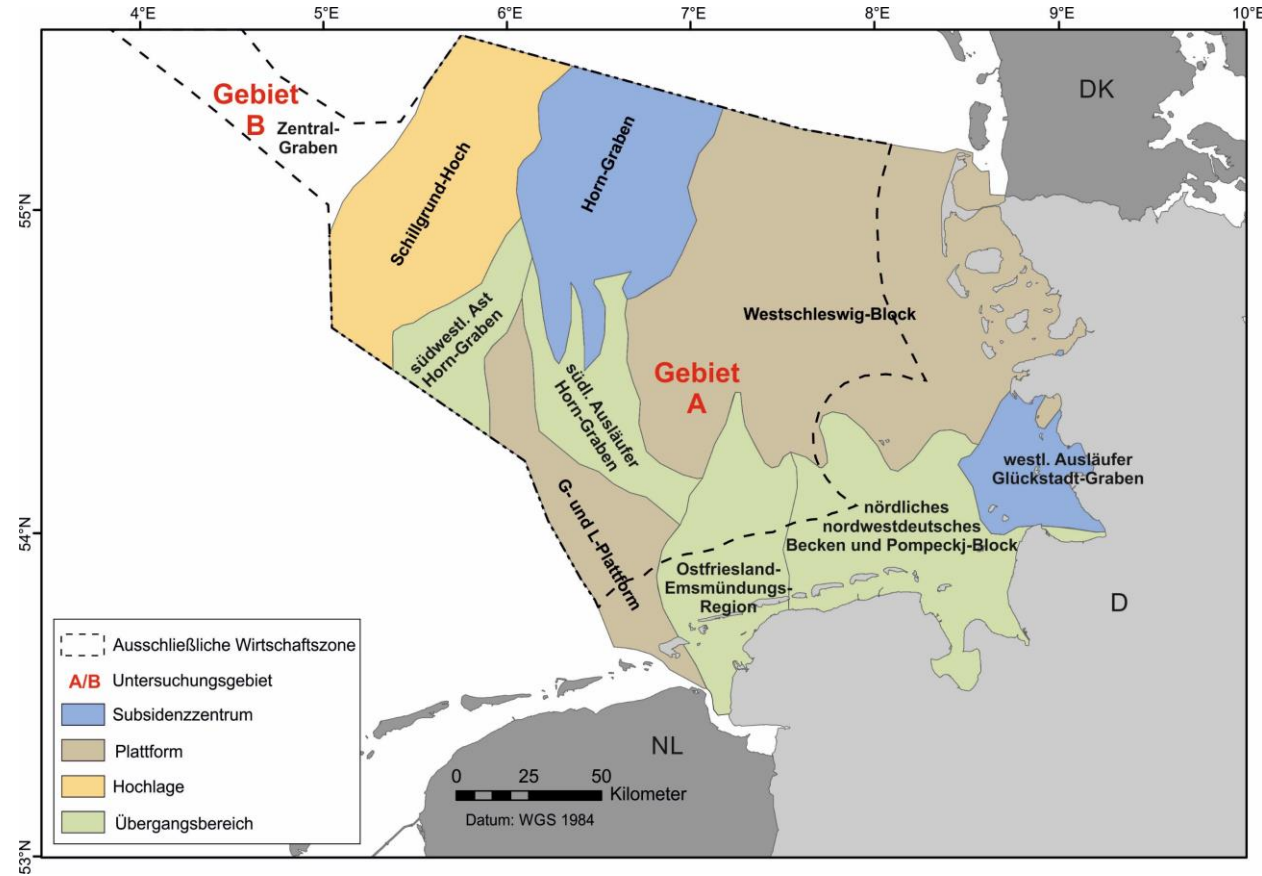
# Umweltrisiken: Mikroseismizität und Lärm (GEOSTOR)

- Kleinere Erdbeben (Magnituden 1 - 2) könnten auftreten, wenn Störungszonen durch Überdrücke im Speicher aktiviert werden. Sie könnten Offshore-Windkraftparks beeinträchtigen, die im direkten Umfeld der Speicher liegen.
- ⇒ Durch geeignete Wahl der Speicherstandorte und Meeresraumplanung kann diese Risiko weitgehend minimiert werden.
- Durch Lärmentwicklung bei der aktiv-seismischen Erkundung und Überwachung entsteht Lärm der Schweinswale schädigen könnte.
- ⇒ Durch passiv-seismisches Monitoring und Meeresraumplanung kann diese Risiko weitgehend minimiert werden.

CCS mit CO<sub>2</sub>-Speicherung in der Nordsee ist **keine Hochrisiko-Technologie**

# CO<sub>2</sub>-Speicherung in der Deutschen Nordsee

- CO<sub>2</sub>-Speicherkapazität ist hoch (ca. 4 Milliarden Tonnen CO<sub>2</sub>)
- Geeignete Speicherstandorte sind vorhanden (z. B. im Gebiet A)
- Rechtlicher Rahmen (KSpG) und Meeresraumplanung müssen aktualisiert werden.
- Speicherung von ca. 30 Mio. t. pro Jahr möglich



Untersuchungsgebiete im GEOSTOR Projekt

**Vielen Dank für  
Ihre Aufmerksamkeit!**

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

<https://geostor.cdrmare.de>

