



# CO<sub>2</sub>-Speicherung im Meeresgebiet – Nutzungskonflikte und Einbeziehung in die Meeresraumplanung?

**Bericht zum Fachworkshop des Forschungsverbundes GEOSTOR  
der Forschungsmission CDRmare  
am 11. Oktober 2023 im Geozentrum Hannover**

**Februar 2024**



# Impressum

## Herausgeber:

GEOMAR Helmholtz-Zentrum für Ozeanforschung Kiel  
Wischhofstr. 1-3  
24148 Kiel

## Autorinnen und Autoren:

Heike Rütters (BGR), Sina Löschke (CDRmare)

unter Mitarbeit von:

Ulrike Bernitt (GEOMAR), Kristin Hamann (GEOMAR), Gerold Janssen (IÖR), Andreas Kannen (Hereon),  
Stefan Knopf (BGR), Gesa Kuhlmann (BGR), Franz May (BGR), Alexander Proelß (UHH), Ulrich Scheffler (BSH),  
Arne Schwenk (K.U.M.), Roland Strauß (GD NRW), Heidrun Stück (BGR), Klaus Wallmann (GEOMAR),  
Lennart Westmark (UHH)

## Kontakt:

Heike Rütters  
Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR)  
Stilleweg 2  
30655 Hannover  
E-Mail: heike.ruetters@bgr.de

## Bildnachweise:

© Sina Löschke/CDRmare, Kristin Hamann/GEOSTOR

DOI: 10.3289/CDRmare.34

## Zitierhinweis:

Rütters, H., Löschke, S. (2024): CO<sub>2</sub>-Speicherung im Meeresgebiet – Nutzungskonflikte und Einbeziehung in die Meeresraumplanung? – Bericht zum Fachworkshop des Forschungsverbundes GEOSTOR der Forschungsmission CDRmare am 11. Oktober 2023 im Geozentrum Hannover, GEOSTOR/BGR, Kiel/Hannover, 47 S., DOI 10.3289/CDRmare.34

## HINWEISE

Dieser Bericht soll alle im Workshop erwähnten Aspekte und die geäußerten Ansichten abbilden. Er stellt weder ein abgestimmtes Positionspapier dar, noch soll er die beim Workshop angesprochenen Themen vollumfänglich behandeln. Er spiegelt nicht notwendigerweise die Ansichten aller Autorinnen und Autoren oder der Institutionen, denen sie angehören, wider.

Teilweise wurden dem Bericht ergänzende Informationen hinzugefügt, um zum Beispiel die Verständlichkeit des Textes zu verbessern. Ebenso wurde der Bericht an einigen Stellen mit Anmerkungen versehen, um der [Erklärung des BMWK vom 26. Februar 2024](#) Rechnung zu tragen, dass der Einsatz von CCS ermöglicht werden soll. Zusammen mit der Erklärung hat das BMWK Eckpunkte für eine Carbon Management Strategie sowie einen Entwurf zur Änderung des Kohlendioxid-Speicherungsgesetzes vorgelegt.

# Inhaltsverzeichnis

<b>Kurzfassung</b>	<b>3</b>
<b>1. Einführung</b>	<b>5</b>
1.1 Motivation und Zielsetzung	5
1.2 Programm und Teilnehmende	7
1.3 Forschungsmission CDRmare und Projekt GEOSTOR	10
<b>2. Impulse</b>	<b>11</b>
2.1 Geologische Voraussetzungen und Potenziale für eine CO <sub>2</sub> -Speicherung unter der deutschen Nordsee	11
2.2 Rechtlicher Rahmen einer CO <sub>2</sub> -Speicherung im Untergrund der deutschen Ausschließlichen Wirtschaftszone (AWZ)	12
2.3 Rechtlicher Rahmen der Meeresraumplanung	14
2.4 Aktueller Meeresraumordnungsplan und neue Entwicklungen der räumlichen Planung auf See	16
2.5 Möglichkeiten und Herausforderungen einer Untertageraumplanung aus geologischer bzw. geotechnischer Sicht	17
2.6 Möglichkeiten und Herausforderungen einer Untertageraumplanung im Meeresuntergrund aus planerischer und rechtlicher Sicht	18
<b>3. Interaktionen zwischen verschiedenen Nutzungen – Synergien, Ko-Existenzen oder Konflikte und deren mögliche Lösungen</b>	<b>20</b>
3.1 Belange des Meeresschutzes	22
3.2 Ortsfeste Nutzungen	25
3.3 Nicht-ortsfeste und temporäre Nutzungen	26
3.4 Untergrundnutzungen	29
<b>4. Für und Wider der Einbeziehung einer CO<sub>2</sub>-Speicherung in die Meeresraumplanung</b>	<b>31</b>
<b>5. Resümee und offene Fragen</b>	<b>35</b>
<b>6. Hintergrundinformationen</b>	<b>38</b>
6.1 Geologische Voraussetzungen für eine CO <sub>2</sub> -Speicherung unter der deutschen Nordsee	38
6.2 Rechtlicher Rahmen einer CO <sub>2</sub> -Speicherung im tieferen Untergrund der deutschen Ausschließlichen Wirtschaftszone (Nordsee)	39
6.3 Rechtlicher Rahmen der Meeresraumplanung	41
6.4 Meeresraumordnungsplan	42
6.5 Untertageraumplanung – geologische und geotechnische Aspekte	43
6.6 Untertageraumplanung – planerische und rechtliche Aspekte	44
<b>Abkürzungsverzeichnis</b>	<b>46</b>
<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>47</b>

## Kurzfassung

Die geologische Speicherung von CO<sub>2</sub> in tiefen, geeigneten Gesteinsschichten stellt eine raumbedeutsame Aktivität dar. Die Raumbeanspruchung besteht sowohl im Untergrund als auch an der Oberfläche (bei der CO<sub>2</sub>-Speicherung im Meeresuntergrund wären das der Meeresboden sowie ggf. die Wassersäule und die Meeresoberfläche). Da die deutschen Meeresgebiete bereits jetzt intensiv genutzt werden (zum Beispiel für Schifffahrt sowie wirtschaftliche und wissenschaftliche Nutzungen) und weitere Nutzungen, insbesondere der Ausbau der Windenergiegewinnung, vorgesehen sind, wären Interaktionen zwischen einer CO<sub>2</sub>-Speicherung im dortigen Meeresuntergrund und anderen, oberflächennahen Nutzungen unvermeidbar. Gleichzeitig erfüllen die Meeresgebiete wichtige Funktionen als Natur- und Lebensräume, die geschützt werden müssen. Bei den Interaktionen kann es sich um Konflikte, Synergien oder Ko-Existenzen handeln. Aktuell ist eine CO<sub>2</sub>-Speicherung in Deutschland rechtlich nicht möglich – weder an Land noch im Meeresgebiet.<sup>1</sup>

Um die möglichen Nutzungsinteraktionen mit einer CO<sub>2</sub>-Speicherung genauer zu erfassen und Möglichkeiten zum Umgang mit auftretenden Nutzungskonflikten gemeinsam mit verschiedenen Vertreterinnen und Vertretern aus Politik, Industrie und Forschung sowie von Behörden und Umweltverbänden zu diskutieren, hat das Projekt GEOSTOR am 11. Oktober 2023 den Fachworkshop „CO<sub>2</sub>-Speicherung im Meeresgebiet – Nutzungskonflikte und Einbeziehung in die Meeresraumplanung?“ im Geozentrum Hannover veranstaltet. Welche Rolle die Einbeziehung einer CO<sub>2</sub>-Speicherung in die Meeresraumplanung zur Konfliktvermeidung oder -lösung spielen könnte, war eines der Diskussionsthemen des Workshops. Dieser Bericht führt in den Themenkomplex ein, fasst die Vorträge und Diskussionen des Workshops zusammen und stellt die identifizierten offenen Fragen und Handlungsbedarfe heraus. Die Diskussionen im Workshop erfolgten unter der Annahme, dass eine CO<sub>2</sub>-Speicherung in Deutschland grundsätzlich gewollt und rechtlich möglich wäre.

Insgesamt zeigte sich in dem Workshop, dass viel Detailwissen zu den einzelnen Nutzungen notwendig ist, um die jeweiligen Nutzungsinteraktionen detailliert zu charakterisieren und so – im Fall von Konflikten – geeignete Lösungsansätze oder Wege, damit umzugehen, zu finden. Zudem ergab sich wiederholt ein „Henne-Ei-Problem“: Konkrete Vorhaben lassen sich grundsätzlich einfacher umsetzen, wenn die entsprechende Nutzungsform bereits in der Raumplanung berücksichtigt ist. Nutzungen werden unter anderem dann in die Raumplanung einbezogen, wenn es zum Beispiel einen gesetzlichen Auftrag zur Ausweitung dieser Nutzungsform oder eine starke Nachfrage nach der Genehmigung von entsprechenden Einzelvorhaben gibt. Allerdings wären für eine planerische Berücksichtigung einer Nutzungsform möglichst umfassende Erfahrungen damit hilfreich. Zudem werden unter anderem möglichst konkrete Daten und Erkenntnisse zu ihren möglichen Umweltauswirkungen (in dem fraglichen Gebiet) benötigt. Diese liegen für die CO<sub>2</sub>-Speicherung momentan nicht aus den deutschen Meeresgebieten vor, da hier bislang kein CO<sub>2</sub> im Untergrund gespeichert wurde. Zudem weist jedes CO<sub>2</sub>-Speicherprojekt projekt- und standortspezifische Besonderheiten auf, deren Verallgemeinerbarkeit und Übertragbarkeit auf andere Standorte jeweils zu prüfen ist. Zu den weiteren identifizierten Herausforderungen und zu klärenden Fragen zum Umgang mit möglichen Nutzungskonflikten und der Einbeziehung einer CO<sub>2</sub>-Speicherung in die Meeresraumplanung gehören unter anderem:

- die aktuell unklare gesellschaftliche und bis vor Kurzem unklare politische Unterstützung (oder ggf. Priorisierung) der CO<sub>2</sub>-Speicherung sowie der Bedarf an rechtlichen Klarstellungen und Änderungen, insbesondere am Kohlendioxid-Speicherungsgesetz (KSpG), um unter anderem eine CO<sub>2</sub>-Speicherung in Deutschland rechtlich grundsätzlich zu ermöglichen;<sup>2</sup>
- die Klärung von rechtlichen und behördlichen Zuständigkeiten für die CO<sub>2</sub>-Speicherung in der Ausschließlichen Wirtschaftszone (AWZ) und ggf. eine Anpassung der Verwaltungsstruktur sowie die Benennung der zuständigen Genehmigungs- und Aufsichtsbehörden (im Sinne des KSpG);
- die Berücksichtigung weiterer, eventuell zukünftig gewollter Untergrundnutzungen neben der CO<sub>2</sub>-Speicherung und deren Interaktionen in der Meeresraumplanung;
- die Nutzung aktuell noch bestehender Möglichkeiten zur Erkundung des Untergrundes in Gebieten, in denen Windparks errichtet werden sollen (insbesondere mittels aktiver seismischer Messungen, da diese aus Platzgründen in Windparks nicht mehr möglich sein werden).

---

<sup>1</sup> [Mittlerweile hat das BMWK erklärt](#), den Einsatz von CCS in Deutschland ermöglichen und dafür auch einen geeigneten Rechtsrahmen schaffen zu wollen.

<sup>2</sup> Siehe <sup>1</sup>.

Die intensiven Diskussionen im Workshop motivieren, weiter gemeinsam nach Wegen zu suchen, wie mit auftretenden Nutzungsinteraktionen für eine Umsetzung von CO<sub>2</sub>-Speicherprojekten unter der deutschen Nordsee umgegangen werden kann. Die im Rahmen der Raumplanung erfolgende Öffentlichkeitsbeteiligung bietet eine Gelegenheit, Fragen und Priorisierungen von Nutzungen und Funktionen des Meeresgebiets einschließlich seines Untergrundes mit allen Betroffenen und Interessierten zu diskutieren.

# 1. Einführung

Die geologische Speicherung von Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>), das zum Beispiel aus Industrieprozessen oder aus Abgasen von Müllverbrennungsanlagen abgetrennt wurde, kann einen Beitrag leisten, den CO<sub>2</sub>-Ausstoß solcher Anlagen in die Atmosphäre zu reduzieren. Im Fall einer CO<sub>2</sub>-Speicherung im Untergrund der deutschen Meeresgebiete<sup>3</sup> sind Interaktionen – Konflikte, Synergien oder Ko-Existenzen – mit anderen Nutzungen und Schutzansprüchen unvermeidbar, da die deutschen Meeresgebiete oberflächennah, das heißt der Luftraum, die Wassersäule und der (flache) Meeresboden, bereits jetzt intensiv genutzt werden und weitere Nutzungen vorgesehen sind. Gleichzeitig erfüllen diese Meeresgebiete wichtige Funktionen als Natur- und Lebensräume, die geschützt werden müssen. Um gemeinsam mit verschiedenen an der Meeresnutzung und dem Meeresschutz interessierten und darin involvierten Stakeholdern Möglichkeiten zum Umgang mit auftretenden Nutzungskonflikten einer CO<sub>2</sub>-Speicherung im Meeresgebiet und die mögliche Rolle der Meeresraumplanung<sup>4</sup> dabei zu diskutieren, hat das Projekt GEOSTOR am 11. Oktober 2023 den Fachworkshop „CO<sub>2</sub>-Speicherung im Meeresgebiet – Nutzungskonflikte und Einbeziehung in die Meeresraumplanung?“ im Geozentrum Hannover veranstaltet. Dieser Bericht führt in den Themenkomplex ein, fasst die vorgetragenen Impulse und die wichtigsten Diskussionspunkte zusammen und bietet vertiefte Hintergrundinformationen zu einzelnen Aspekten. Aufgeworfene offene Fragen und identifizierte Aspekte mit Handlungsbedarf sind am Berichtsende zusammengestellt.

## 1.1 Motivation und Zielsetzung

Zur geologischen Speicherung wird das zu speichernde CO<sub>2</sub> durch ein oder mehrere Bohrungen in geeignete, porös-durchlässige Gesteinsschichten in Tiefen von mehr als 800 bis 1000 Meter unter dem Meeresboden injiziert. Durch die CO<sub>2</sub>-Injektion wird das Formationswasser, mit dem der Porenraum ursprünglich gefüllt war, verdrängt und es bildet sich ein Bereich im Speichergestein, in dem der Porenraum vorwiegend mit CO<sub>2</sub> gefüllt ist – die sogenannte CO<sub>2</sub>-Fahne. Mit fortlaufender Injektion breitet sich die CO<sub>2</sub>-Fahne weiter im Speichergestein aus.<sup>5</sup> Zudem wird durch die CO<sub>2</sub>-Injektion der Druck in der Speicherformation erhöht. Der Bereich, in dem eine Druck-erhöhung im Untergrund auftritt, ist häufig größer als der Bereich der CO<sub>2</sub>-Fahne bzw. des CO<sub>2</sub>-Speichers.<sup>6</sup> Das Verhalten des CO<sub>2</sub> bei der Injektion und im Speicher bzw. im Speicherkomplex<sup>7</sup> wird während und nach der Injektion überwacht.<sup>8</sup> Der überwachte Bereich ist in der Regel ebenfalls deutlich größer als die eigentliche CO<sub>2</sub>-Fahne (Abb. 1). Das heißt, je nach Prozess bzw. Tätigkeit ergeben sich verschiedene Raumbedarfe der CO<sub>2</sub>-Speicherung im Untergrund. Zusätzlich entsteht an der Erdoberfläche bzw. dem Meeresgrund weiterer Raumbedarf, beispielsweise durch die Injektionsanlagen und durch die Überwachungsaktivitäten sowie durch den Antransport des zu speichernden CO<sub>2</sub>. Die CO<sub>2</sub>-Speicherung stellt somit eine raumbedeutsame Aktivität dar – sowohl im Untergrund als auch am Meeresboden sowie ggf. in der Wassersäule und an der Meeresoberfläche.

Die deutschen Meeresgebiete, bestehend aus dem Küstenmeer und den Gewässern in der Ausschließlichen Wirtschaftszone (AWZ), werden bereits jetzt intensiv genutzt bzw. in Teilen für Meeresschutzzwecke von Nutzungen weitgehend freigehalten. Im Raumordnungsplan von 2021 für die deutsche Ausschließliche Wirtschaftszone

---

<sup>3</sup> Aktuell ist eine CO<sub>2</sub>-Speicherung in Deutschland rechtlich nicht möglich – weder an Land noch im Meeresgebiet (siehe Kap. 2.2). Ein [Entwurf zur Änderung des KSpG](#), um eine CO<sub>2</sub>-Speicherung in der deutschen Ausschließlichen Wirtschaftszone zu ermöglichen, wurde vom BMWK am 26. Februar 2024 veröffentlicht.

<sup>4</sup> Meeresraumplanung ist ein Planungsinstrument zur nachhaltigen Ordnung und Entwicklung der Meeresgebiete (hier: der deutschen Meeresgebiete in Nord- und Ostsee), das dort vorausschauend Nutzungsinteressen und Schutzansprüche koordiniert (siehe auch Kap. 2.4).

<sup>5</sup> Die horizontale Ausdehnung der CO<sub>2</sub>-Fahne betrug beispielsweise im norwegischen Sleipner-Projekt 3,1 km<sup>2</sup> im Jahr 2008, nachdem ca. 10,3 Mio. t CO<sub>2</sub> injiziert worden waren (Eiken et al. 2011).

<sup>6</sup> Im Gesetz zur Demonstration der dauerhaften Speicherung von Kohlendioxid (Kohlendioxid-Speicherungsgesetz, KSpG) wird unter einem CO<sub>2</sub>-Speicher (dort als Kohlendioxid-speicher bezeichnet) ein „zum Zweck der dauerhaften Speicherung räumlich abgegrenzter Bereich, der aus einer oder mehreren Gesteinsschichten besteht, sowie die hierfür erforderlichen unter- und oberirdischen Einrichtungen ab Anlieferung des Kohlendioxidstroms an der Injektionsanlage“ verstanden. Darüber hinaus definiert das KSpG noch den größeren Bereich des „Speicherkomplexes“ als „Kohlendioxid-speicher sowie die umliegenden Gesteinsschichten oder Teile davon, soweit diese als natürliche zweite Ausbreitungsbarriere die allgemeine Integrität und die Sicherheit des Kohlendioxid-speichers beeinflussen.“

<sup>7</sup> Siehe <sup>6</sup>.

<sup>8</sup> Die Überwachungsaktivitäten an jedem Speicherstandort hängen von den für den Standort identifizierten Risiken ab. Vorgaben zu den zu überwachenden Parametern sind in Anlage 2 des KSpG zu finden.



Im Detail sollten im Workshop:

- mögliche Wechselwirkungen zwischen einer CO<sub>2</sub>-Speicherung und anderen bestehenden, geplanten oder möglicherweise zukünftig gewollten Nutzungen und Funktionen des Meeresgebietes zusammengestellt werden, sowohl in oberflächennahen Bereichen als auch im tieferen Meeresuntergrund,
- die vordringlichsten Konflikte identifiziert werden,
- mögliche Wege einer Konfliktlösung aufgezeigt sowie
- die Notwendigkeit der Einbeziehung einer CO<sub>2</sub>-Speicherung in die Meeresraumplanung diskutiert und aufgezeigt werden, wie diese gegebenenfalls erfolgen könnte und was dabei zu beachten wäre.

Die Diskussionen im Workshop erfolgten unter der Annahme, dass eine CO<sub>2</sub>-Speicherung in Deutschland grundsätzlich gewollt und rechtlich möglich wäre.<sup>12</sup>

## 1.2 Programm und Teilnehmende

Nach einer generellen Einführung in den Themenkomplex der möglichen Wechselwirkungen zwischen verschiedenen Nutzungen des Meeresgebietes und der möglichen Rolle der Meeresraumplanung beim Umgang mit auftretenden Konflikten gab es verschiedene Impulsvorträge. Diese sollten detaillierter in einzelne Aspekte einführen und so ein gemeinsames Verständnis der Problemstellungen und der zu betrachtenden (Detail-)Fragen als Basis für die Diskussionen am Nachmittag schaffen. In den Impulsvorträgen wurde Grundsätzliches zur CO<sub>2</sub>-Speicherung und ihrem rechtlichen Rahmen beleuchtet, der bestehende Raumordnungsplan für die deutsche Ausschließliche Wirtschaftszone (Fokus: Nordsee) und aktuelle Entwicklungen in der Meeresraumplanung vorgestellt sowie die Möglichkeiten und Grenzen einer Untertageraumordnung aus geologisch-geotechnischer sowie planerisch-rechtlicher Perspektive betrachtet. Nachmittags wurden in Gruppen mögliche Interaktionen einer CO<sub>2</sub>-Speicherung mit verschiedenen anderen Nutzungen des Meeresgebiets genauer analysiert und mögliche Wege zum Umgang mit auftretenden Konflikten diskutiert. In einer Podiumsdiskussion wurde abschließend der Frage nachgegangen, inwiefern und unter welchen Umständen die Einbeziehung einer CO<sub>2</sub>-Speicherung in die Meeresraumplanung notwendig sein könnte. Die Vor- und Nachteile einer solchen Einbeziehung und wie sie erfolgen könnte, wurde zunächst mit Fokus auf rechtliche und planerische Aspekte mit den Panelisten diskutiert, im Anschluss unter Einbeziehung weiterer Aspekte mit allen Teilnehmenden im Plenum.

Zu dem Workshop waren verschiedene, an der Meeresnutzung und dem Meeresschutz interessierte bzw. darin involvierte Stakeholder eingeladen. Zudem war der Workshop auf der Homepage des Projektes GEOSTOR [angekündigt](#) worden. Insgesamt nahmen an dem Workshop 37 Vertreterinnen und Vertreter verschiedener Behörden und Ministerien (Land und Bund), aus Wissenschaft und Forschung (Bereiche: Meeresforschung, Recht sowie Raumplanung), der Industrie (Bereiche: Erdöl-/Erdgasbranche, Offshore-Windenergie-Branche, Meerestechnik) und einer Rechtsanwaltskanzlei teil (Tab. 1).

Tab. 1: Auf dem GEOSTOR-Fachworkshop vertretene Institutionen (jeweils in alphabetischer Reihenfolge; Abkürzungen in Klammern angegeben).

Bereich	Institution
Behörden	Amt für regionale Landesentwicklung Weser-Ems (ARL-WE) Bundesamt für Naturschutz (BfN) Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie (BSH) Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR) Geologischer Dienst Nordrhein-Westfalen (GD NRW) Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (Niedersachsen; LBEG) Landesamt für Umwelt des Landes Schleswig-Holstein (LfU-SH) Umweltbundesamt (UBA)
Ministerien	Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) Niedersächsisches Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (ML)
Forschung	Deutsche Allianz Meeresforschung (DAM) Forschungsmission „Marine Kohlenstoffspeicher als Weg zur Dekarbonisierung“ der DAM (CDRmare) GEOMAR Helmholtz-Zentrum für Ozeanforschung Kiel (GEOMAR) Helmholtz-Zentrum Hereon, Geesthacht (Hereon)

<sup>12</sup> Aktuell ist eine CO<sub>2</sub>-Speicherung aus rechtlichen Gründen in Deutschland nicht möglich (siehe Kap. 2.2). Änderungen des KSpG zum Ermöglichen einer CO<sub>2</sub>-Speicherung in der deutschen Ausschließlichen Wirtschaftszone wurden vom [BMWK am 26. Februar 2024 angekündigt](#).

Tab. 1 (Fortsetzung): Auf dem GEOSTOR-Fachworkshop vertretene Institutionen (jeweils in alphabetischer Reihenfolge; Abkürzungen in Klammern angegeben).

Forschung	Leibniz-Institut für ökologische Raumentwicklung, Dresden (IÖR) Leibniz Universität Hannover (LUH) Universität Hamburg (UHH)
Industrie/ Verbände	Bundesverband Erdgas, Erdöl und Geoenergie (BVEG) ExxonMobil K.U.M. Umwelt- und Meerestechnik Kiel GmbH (K.U.M.) Stiftung Offshore-Windenergie Wintershall Dea
Weitere	Deutsche Wissenschaftliche Gesellschaft für nachhaltige Energieträger, Mobilität und Kohlenstoffkreisläufe e.V. (DGMK) Kümmerlein Rechtsanwälte und Notare Projekträger Jülich / Marine und maritime Forschung, Geowissenschaften und Schifffahrt

Das Programm des Workshops ist im Folgenden aufgeführt.

<b>10:00 – 10:30</b>	<b>Begrüßung und Einführung</b>
10:00	Begrüßung und Organisatorisches ( <i>H. Rütters, BGR; S. Löschke, CDRmare</i> )
10:10	CO <sub>2</sub> -Speicherung im Meeresgebiet – Raumbedarf und mögliche Nutzungskonflikte ( <i>H. Rütters, BGR</i> )
10:20	CDRmare und Projekt GEOSTOR – eine Kurzeinführung ( <i>K. Wallmann, GEOMAR</i> )
<b>10:30 - 12:30</b>	<b>Impulse</b>
10:30	CO <sub>2</sub> -Speicherung unter der Nordsee – geologische Voraussetzungen und Potenziale ( <i>S. Knopf, BGR</i> )
10:55	CO <sub>2</sub> -Speicherung im Recht ( <i>A. Proelß, UHH</i> )
11:25	Aktuelle Entwicklungen der räumlichen Planung auf See ( <i>U. Scheffler, BSH</i> )
11:55	Untertageraumplanung – Ergebnisse einer Arbeitsgruppe der Staatlichen Geologischen Dienste (SGD) ( <i>R. Strauß, GD NRW</i> )
12:10	Untertageraumplanung im Meeresuntergrund – Möglichkeiten und Herausforderungen aus planerischer und rechtlicher Sicht ( <i>G. Janssen, IÖR</i> )
12:25 – 12:30	Ankündigung der Diskussionsrunden am Nachmittag
<b>12:30 – 13:30</b>	<b>Mittagspause</b>
<b>13:30 – 15:30</b>	<b>Diskussionsrunden:</b> CO <sub>2</sub> -Speicherung und oberflächennahe Nutzungen/Funktionen sowie Nutzungen des Untergrundes – Synergien, Konflikte und deren mögliche Lösungen Gruppe 1: Belange des Meeresschutzes Gruppe 2: Ortsfeste Nutzungen Gruppe 3: Nicht-ortsfeste oder temporäre Nutzungen Gruppe 4: Untergrundnutzungen
<b>15:30 – 16:00</b>	<b>Kaffeepause</b>
<b>16:00 – 17:00</b>	<b>Podiumsdiskussion:</b> Notwendigkeit und ggf. Möglichkeiten der Einbeziehung einer CO <sub>2</sub> -Speicherung in die Meeresraumplanung? <i>Podium: G. Janssen (IÖR), A. Kannen (Hereon), A. Proelß (UHH), U. Scheffler (BSH); Moderation: S. Löschke (CDRmare)</i>
<b>17:00</b>	<b>Verabschiedung</b>

Einige bildliche Eindrücke des Workshops sind in Abb. 2 zusammengestellt.



Abb. 2: Fotoimpressionen des Workshops (Bilder von Sina Löschke/CDRmare und Kristin Hamann/GEOSTOR).

### 1.3 Forschungsmission CDRmare und Projekt GEOSTOR

Im Rahmen der Forschungsmission „Marine Kohlenstoffspeicher als Weg zur Dekarbonisierung ([CDRmare](#))“ der Deutschen Allianz Meeresforschung ([DAM](#)) wird untersucht, ob und in welchem Umfang der Ozean eine Rolle bei der Entnahme und Speicherung von CO<sub>2</sub> aus der Atmosphäre spielen kann. Verschiedene Methoden der marinen CO<sub>2</sub>-Entfernung und -Speicherung (Alkalinitätserhöhung, „Blue Carbon“, künstlicher Auftrieb, geologische CO<sub>2</sub>-Speicherung) werden in sechs Projekten im Hinblick auf ihr Potenzial, ihre Risiken und ihre Zielkonflikte untersucht und in einem transdisziplinären Bewertungsrahmen zusammengeführt. Die erste Phase der [Forschungsmission](#) ist am 1. August 2021 gestartet und läuft bis zum 31. Juli 2024. Die Forschungsaktivitäten werden vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) mit ca. 26 Millionen Euro gefördert. Die zweite Phase wird voraussichtlich zum 1. August 2024 beginnen und im Juli 2027 abgeschlossen sein.

Folgende Projekte sind Teil der Forschungsmission CDRmare:

- [ASMASYS](#) Bewertungsrahmen für marine CO<sub>2</sub>-Entnahme und Synthese des aktuellen Wissensstandes
- [RETAKE](#) CO<sub>2</sub>-Entnahme durch Alkalinitätserhöhung: Potenzial, Nutzen und Risiken
- [sea4soCiety](#) Innovative Ansätze zur Verbesserung des Kohlenstoffspeicherpotenzials von Vegetationsküstenökosystemen
- [Test-ArtUp](#) Künstlicher Ozeanauftrieb im Feldtest
- [AIMS<sup>3</sup>](#) Alternative Szenarien, innovative Technologien und Monitoringansätze für die Speicherung von Kohlendioxid in ozeanischer Kruste
- [GEOSTOR](#) Submarine Kohlendioxid-Speicherung in geologischen Formationen der deutschen Nordsee.

Im Projekt GEOSTOR wird untersucht, ob und wie es möglich sein könnte, CO<sub>2</sub> im industriellen Maßstab in geologischen Formationen im Untergrund der deutschen Nordsee zu speichern. Dazu werden untersuchungswürdige Gesteinsformationen für die Speicherung von CO<sub>2</sub> identifiziert, mögliche Umweltrisiken untersucht und neue Methoden zur Speicherüberwachung entwickelt. Des Weiteren werden die rechtlichen Rahmenbedingungen sowie mögliche Konflikte und Synergien mit anderen Nutzungen der deutschen Nordsee analysiert und Betriebs- und Entwicklungskosten für verschiedene Projektszenarien abgeschätzt. Basierend auf diesen Projektergebnissen soll eine »Roadmap« für die Umsetzung eines CO<sub>2</sub>-Speicherprojektes im Bereich der deutschen Nordsee entwickelt werden. Nähere Informationen zum Projekt sind auf der [GEOSTOR-Homepage](#) zu finden.

Parallel zur Forschungsmission CDRmare befasst sich die zweite Forschungsmission der DAM „[sustainMare](#) – Schutz und nachhaltige Nutzung mariner Räume“ mit der Entwicklung und Bewertung von Optionen, Konzepten und Strategien für den Schutz und die nachhaltige Nutzung von Meeresressourcen und Ökosystemdienstleistungen. Zum Austausch zwischen verschiedenen Projekten von sustainMare und dem Projekt GEOSTOR, die sich mit eng verwandten Themen befassen, nahmen einige Vertreter von sustainMare-Projekten an dem GEOSTOR-Workshop teil.

## 2. Impulse

Um unter den Teilnehmenden ein gemeinsames Verständnis der bestehenden Herausforderungen und der zu klärenden (Detail-)Fragen zu schaffen und Anregungen für die folgenden Diskussionen zu geben, wurden verschiedene Aspekte der Nutzungsinteraktionen und der möglichen Rolle der Meeresraumplanung zum Umgang mit Konflikten in Impulsvorträgen beleuchtet. Die genannten „Impulse“, also für die CO<sub>2</sub>-Speicherung und die Umsetzung eines CO<sub>2</sub>-Speicherprojektes relevante Aspekte, Herausforderungen und offene Fragen, sind im Folgenden thematisch unterteilt zusammengefasst. Die präsentierten Hintergrundinformationen zu den einzelnen Aspekten sind zusammengefasst in Kap. 6 zu finden.

### 2.1 Geologische Voraussetzungen und Potenziale für eine CO<sub>2</sub>-Speicherung unter der deutschen Nordsee

Die Möglichkeit, CO<sub>2</sub> im Porenraum von tiefen, in der Regel Salzwasser-führenden Gesteinsschichten zu speichern, ist an das Vorhandensein bestimmter geologischer Gegebenheiten im Untergrund geknüpft, damit das injizierte CO<sub>2</sub> möglichst vollständig und dauerhaft im Speicher verbleibt (siehe Kap. 6.1). Als Impulse sind hier die vorgebrachten Informationen zu den Speicherpotenzialen im deutschen Nordseeraum sowie zu Umweltrisiken zusammengestellt, die mit einer CO<sub>2</sub>-Speicherung verbunden sein können:

- **Speicherkapazität unter der deutschen Nordsee – aktualisierte Abschätzung:** Generell werden zur Abschätzung der Speicherkapazität in einem bestimmten Gebiet möglichst detaillierte Daten über den dortigen Aufbau des Untergrundes benötigt.<sup>13</sup> Im Projekt GEOSTOR werden Speicherkapazitäten für einzelne Strukturen, unter anderem für den Mittleren Buntsandstein, im Bereich der deutschen Ausschließlichen Wirtschaftszone (Nordsee) neu abgeschätzt und die Strukturen nach verschiedenen Kriterien bewertet (Fuhrmann et al., eingereicht).<sup>14</sup> Dazu werden unter anderem sogenannte Aufwölbungsstrukturen in verschiedenen Gesteinsschichten identifiziert, die möglicherweise für eine CO<sub>2</sub>-Speicherung interessant sein könnten, und deren Speicherkapazitäten abgeschätzt. Da nicht alle für eine Kapazitätsabschätzung benötigten Daten in ausreichendem Detail verfügbar sind, müssen Annahmen getroffen werden und Näherungen erfolgen. Somit sind die ermittelten Speicherkapazitäten stets mit großen Unsicherheiten behaftet.
- **Umweltrisiken:** Nach dem KSpG muss eine umfassende Bewertung der (Umwelt-)Risiken an jedem möglichen Speicherstandort vorgenommen werden. Aus dieser Bewertung ergeben sich die Anforderungen an und Rahmenbedingungen für die Speicherüberwachung und die vorsorgliche Planung von Korrektur- und Schutzmaßnahmen. Zu den betrachteten Umweltrisiken gehören insbesondere die Leckage von CO<sub>2</sub>, die Verdrängung und der Aufstieg von Formationswasser sowie Prozesse, die möglicherweise mit der Druckerhöhung durch die CO<sub>2</sub>-Injektion einhergehen. So könnten zum Beispiel Störungen und Bohrungen durch das Barrieregestein oder im Deckgebirge potenzielle Wegsamkeiten für aus dem Speicher austretendes CO<sub>2</sub> oder Formationswasser sein bzw. zu solchen werden. Diese Störungen und Bohrungen müssen deshalb im Rahmen der Erkundung jedes möglichen Standorts detailliert erfasst, charakterisiert und bewertet werden – genauso wie andere, die Speicherrisiken beeinflussende Strukturen bzw. Gegebenheiten. Eine Übersicht über vorhandene Tiefbohrungen und gegebenenfalls näher zu charakterisierende Störungen im Bereich der zentralen deutschen Nordsee zeigt Abb. 3.

---

<sup>13</sup> Zu den benötigten Daten gehören zunächst vor allem solche aus zwei- und dreidimensionalen seismischen Messungen sowie aus Bohrungen (Bohrungsinformationen, Bohrlochmessungen und ggf. Kernmaterial) (siehe auch Kap. 6.1).

<sup>14</sup> Es werden hierbei statische volumetrische Speicherkapazitäten der Strukturen abgeschätzt. Diese sind als theoretische (Maximal-)Werte zu betrachten, die durch verschiedene (geotechnische, rechtliche, politische, sozioökonomische etc.) Faktoren verringert werden können.

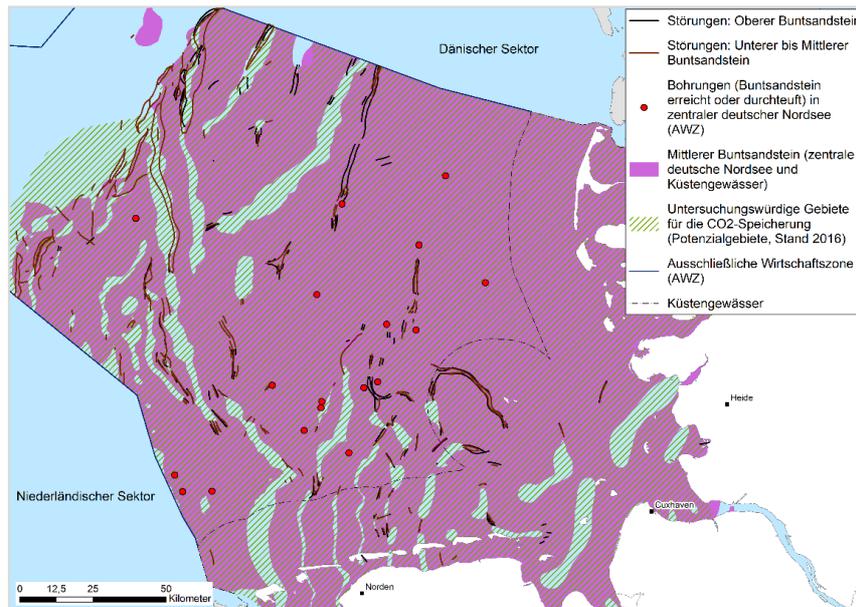


Abb. 3: Gebiete mit Vorkommen von Gesteinen aus dem Mittleren Buntsandstein, Potenzialgebiete für die CO<sub>2</sub>-Speicherung (Stand 2016) sowie vorhandene Bohrungen, die Gesteinsschichten des Mittleren Buntsandstein erreichen, und bekannte Störungen in den Gesteinsschichten des Buntsandstein im Bereich der zentralen deutschen Nordsee (Quelle: BGR; Daten zu Bohrungen: NIBIS®-Kartenserver, LBEG).

Insgesamt ist festzuhalten, dass

- es Speicherkapazitäten im Untergrund der deutschen Nordsee gibt, insbesondere in Sandsteinen des Mittleren Buntsandstein,
- die Nutzbarkeit dieser Kapazitäten von verschiedenen Faktoren abhängt und
- die Eignung jedes einzelnen Standorts im Rahmen der Standorterkundung und des Genehmigungsprozesses untersucht und geprüft werden muss; die Analyse und Bewertung möglicher (Umwelt-)Risiken durch die CO<sub>2</sub>-Speicherung spielen dabei eine zentrale Rolle.

## 2.2 Rechtlicher Rahmen einer CO<sub>2</sub>-Speicherung im Untergrund der deutschen Ausschließlichen Wirtschaftszone (AWZ)<sup>15</sup>

Der Regelungsrahmen der CO<sub>2</sub>-Speicherung im Meeresuntergrund erstreckt sich über verschiedene Regelungsebenen: Seevölkerrecht, EU-Recht und nationales Recht. Grundlegendes dazu findet sich in Kap. 6.2. Hier werden im Folgenden vorrangig offene Fragen, zu klärende Punkte sowie Anmerkungen zum Reformbedarf zusammengefasst – sowohl zur geologischen Speicherung als auch zum CO<sub>2</sub>-Transport.

- Das **Londoner Protokoll** (LP) ermöglicht seit dem Inkrafttreten einer entsprechenden Ergänzung im Jahr 2006 grundsätzlich eine geologische Speicherung von CO<sub>2</sub> im Meeresuntergrund. Das Londoner Protokoll wird mit dem Hohe-See-Einbringungsgesetz (HoheSeeEinbrG, HSEG) sowie dem Wasserhaushaltsgesetz (WHG) in nationales Recht umgesetzt. Während das HSEG eine CO<sub>2</sub>-Speicherung auf Hoher See und in den Ausschließlichen Wirtschaftszone anderer Staaten verbietet, ermöglicht das Kohlendioxid-Speicherungsgesetz (KSpG) im Prinzip die Demonstration und Erprobung einer CO<sub>2</sub>-Speicherung in der deutschen Ausschließlichen Wirtschaftszone (AWZ) und dem Festlandsockel (siehe unten) und „verdrängt“ dort als *lex specialis* die Verbote nach dem HSEG. Dieses Verhältnis zwischen HSEG und KSpG bezüglich der CO<sub>2</sub>-Speicherung ist vom Gesetzgeber jedoch nicht ausdrücklich klargestellt.

<sup>15</sup> Korrekterweise müsste hier auch der Festlandsockel erwähnt werden. Gemäß UN-Seerechtsübereinkommen richtet sich die Ausübung der küstenstaatlichen Rechte hinsichtlich des Meeresbodens und seines Untergrunds nach den Regelungen über den Festlandsockel. Je nach natürlichen Gegebenheiten kann sich dieser auch über 200 Seemeilen hinaus erstrecken. In der Nord- und Ostsee ist der Festlandsockel weitestgehend mit der AWZ identisch (siehe [Seite der WSV](#)).

- Das Kohlendioxid-Speicherungsgesetz (KSpG) hat in verschiedenen Teilen in formeller Hinsicht einen hohen Reformbedarf:<sup>16</sup>
  - i) Da die Frist (§ 2 Abs. 2 Satz 1 KSpG) abgelaufen ist, bis zu der Zulassungsanträge für Demonstrationsprojekte hätten gestellt werden müssen, ist aktuell eine CO<sub>2</sub>-Speicherung in Deutschland rechtlich nicht möglich. Dies gilt auch für Forschungsspeicher. Ob der in § 9 Abs. 1 Satz 4 KSpG angegebene Termin zur Befristung von Untersuchungs genehmigungen generell oder nur für Sonderfälle gilt, ist aktuell unklar. Gegebenenfalls wäre demnach auch eine Standorterkundung momentan nicht möglich.
  - ii) Die aktuell im KSpG vorhandene Begrenzung der CO<sub>2</sub>-Mengen, die pro Projekt und in Deutschland insgesamt pro Jahr gespeichert werden können, steht einer zukünftigen, großmaßstäblichen Umsetzung der CO<sub>2</sub>-Speicherung in Deutschland entgegen.
  - iii) Verschiedene Bundesländer haben eine CO<sub>2</sub>-Speicherung vollumfänglich in ihrem Landesgebiet verboten.<sup>17</sup> Ob die Länder ebenso die CO<sub>2</sub>-Speicherung in der deutschen Ausschließlichen Wirtschaftszone verbieten könnten oder ob diese allgemein in die Zuständigkeit des Bundes fällt, war und ist zwischen Bund und Ländern umstritten.
  - iv) Die im KSpG angegebenen Begriffsdefinitionen sind teilweise sehr restriktiv formuliert, wie zum Beispiel die „Langzeitsicherheit“, die mit einem vollständigen Rückhalt des CO<sub>2</sub> im Speicher auf unbegrenzte Zeit verknüpft wird. Teilweise sind die Begriffsdefinitionen nicht scharf gefasst, wie zum Beispiel „Leckage“ und „erhebliche Unregelmäßigkeit“.<sup>18</sup>

Auch in Hinblick auf den CO<sub>2</sub>-Transport bestehen Unklarheiten und offene Fragen:

- Die Änderung des **Londoner Protokolls (LP)** aus dem Jahr 2009, die einen CO<sub>2</sub>-Export zur geologischen Speicherung ermöglichen würde, ist noch nicht in Kraft getreten, da zu wenige Vertragsstaaten diese bislang ratifiziert haben. Die Ratifizierung durch Deutschland fehlt auch noch.<sup>19</sup> Ebenso hat Deutschland noch nicht erklärt, dass es diese Änderung vorläufig anwenden will, wie es bereits verschiedene andere europäische Länder getan haben.<sup>20</sup> Zudem ist momentan unklar, ob die Auffassung der Europäischen Kommission rechtlich haltbar ist, dass die bestehende europäische CCS-Richtlinie („EU CCS-Richtlinie“) das benötigte Abkommen zwischen exportierendem und importierendem Staat im Sinne des Londoner Protokolls<sup>21</sup> darstellt.
- Das **HSEG** knüpft nicht an den Transport, sondern an das Einbringen an. In seinem Anwendungsbereich ist das Einbringen von CO<sub>2</sub> verboten. Anwendbar ist das HSEG unter anderem i) auf Schiffe, die unter deutscher Flagge fahren, sowie ii) auf Schiffe, die unter der Flagge eines anderen Staates fahren, aber in einem deutschen Hafen mit CO<sub>2</sub> beladen wurden, das heißt von diesen Schiffen aus dürfte kein CO<sub>2</sub> in den Meeresuntergrund injiziert werden (innerhalb des Geltungsbereiches des HSEG).

---

<sup>16</sup> Am 26. Februar 2024 hat das BMWK einen [Entwurf zur Änderung des KSpG](#) vorgelegt. Ein detaillierter Vergleich der beim Workshop diskutierten Änderungsvorschläge mit diesem neuen Gesetzentwurf würde den Rahmen dieses Berichts sprengen.

<sup>17</sup> Nach § 2 Abs. 2 Satz 5 KSpG können die Länder „bestimmen, dass eine Erprobung und Demonstration der dauerhaften Speicherung nur in bestimmten Gebieten zulässig ist oder in bestimmten Gebieten unzulässig ist. [...]“ Von dieser Möglichkeit haben unter anderem die Küstenbundesländer Mecklenburg-Vorpommern, Niedersachsen und Schleswig-Holstein Gebrauch gemacht und die CO<sub>2</sub>-Speicherung für ihr Landesgebiet vollumfänglich ausgeschlossen (Evaluierungsbericht der Bundesregierung 2022).

<sup>18</sup> Definitionen im KSpG: Leckage – „der Austritt von Kohlendioxid oder von Nebenbestandteilen des Kohlendioxidstroms aus dem Speicherkomplex“; erhebliche Unregelmäßigkeit – „jede Unregelmäßigkeit bei den Injektions- oder Speichervorgängen oder in Bezug auf den Zustand des Speicherkomplexes als solchen, die mit einem Leckagerisiko oder einem Risiko für Mensch oder Umwelt behaftet ist“. Rechtsverordnungen und andere untergesetzliche Regelwerke mit genaueren Definitionen und Vorgaben zum Beispiel zu Anforderungen für Errichtung, Betrieb, Überwachung, Stilllegung, Nachsorge und die Beschaffenheit von CO<sub>2</sub>-Speichern oder zu Einzelheiten des Planfeststellungsverfahrens fehlen bisher.

<sup>19</sup> Zusammen mit der [Erklärung des BMWK vom 26. Februar 2024](#), den Einsatz von CCS ermöglichen zu wollen, wurde auch die Ratifizierung der Änderung des Londoner Protokolls von 2009 angekündigt, mit der ein CO<sub>2</sub>-Export ermöglicht würde.

<sup>20</sup> [Stand 23.10.2023](#): Änderung ist ratifiziert von insgesamt zehn Ländern, darunter Belgien, Dänemark, Estland, Finnland, Niederlande, Norwegen, Schweden, Vereinigtes Königreich; Erklärungen zur vorläufigen Anwendung der Änderung liegen von insgesamt sieben Ländern vor, darunter Norwegen, Niederlande, Dänemark, Belgien, Schweden, Vereinigtes Königreich.

<sup>21</sup> Genaueres zu den Vorgaben des Londoner Protokolls ist in Kap. 6.2 zu finden.

- Hinsichtlich des CO<sub>2</sub>-Transportes per Pipeline im Bereich der deutschen AWZ bzw. des Festlandsockels gilt das KSpG als *lex specialis*. Unklar ist bislang, ob CO<sub>2</sub>-Pipelines im Sinne des KSpG nur solche sind, die CO<sub>2</sub>-Ströme zu CO<sub>2</sub>-Speichern in der deutschen AWZ bzw. Festlandsockel transportieren. Wenn ja, müssten die übrigen Pipelines, zum Beispiel für den CO<sub>2</sub>-Export, nach dem Bundesberggesetz (BBergG) genehmigt und betrieben werden, wie andere Pipelines in der AWZ auch. Ob für den Pipeline-Transport jenseits der AWZ und des Festlandsockels dann das Seeanlagengesetz (SeeAnlG) anzuwenden wäre, ist ebenfalls unklar.

Insgesamt ist festzuhalten, dass

- rechtlich momentan weder eine CO<sub>2</sub>-Speicherung in Deutschland bzw. den deutscher Hoheitsgewalt unterliegenden Meeresgebieten noch der Export des CO<sub>2</sub> in andere Staaten und deren Meeresgebiete zur Speicherung dort als Optionen offenstehen – um eine Speicherung zu ermöglichen, müsste als vordringlichste Maßnahme das KSpG geändert werden;<sup>22</sup>
- es viel Klarstellungsbedarf zum Zusammenspiel verschiedener Gesetze und Regelungen gibt;
- Zuständigkeiten teilweise unklar sind – sowohl grundsätzlich zwischen dem Bund und den Ländern als auch konkret von einzelnen Landesbehörden.<sup>23</sup>

## 2.3 Rechtlicher Rahmen der Meeresraumplanung

Ebenso wie die CO<sub>2</sub>-Speicherung unterliegt auch die Meeresraumplanung verschiedenen Regelungsebenen – vom Seevölkerrecht, über das EU-Recht bis zum nationalen Recht. Zusätzlich zu den Verträgen, Richtlinien und Gesetzen, die direkt die Meeresraumplanung betreffen, sind für die Meeresraumplanung eine Vielzahl weiterer Regelwerke zu beachten, die verschiedene Nutzungen beziehungsweise Funktionen oder Schutzgüter betreffen. Das Raumordnungsgesetz (ROG), das auch für die Meeresraumplanung den nationalen rechtlichen Rahmen bildet, wurde letztmalig am 22. März 2023 geändert. Nähere Informationen dazu sind in Kap. 6.3 und 6.4 zu finden. Im Folgenden sind hier vor allem rechtliche Aspekte aufgeführt, welche die Genehmigung eines CO<sub>2</sub>-Speicherprojektes betreffen würden oder die für die Einbeziehung der CO<sub>2</sub>-Speicherung in die Meeresraumplanung relevant wären:

- Nach der **EU-Richtlinie 2014/89/EU zur Schaffung eines Rahmens für die maritime Raumplanung** sind bei der Meeresraumplanung auch der Meeresuntergrund und seine Nutzungen sowie Schutzgüter einzubeziehen. Dies ist bisher nur für die Kohlenwasserstoffförderung erfolgt (siehe Kap. 2.4). Ebenso ist eine Öffentlichkeitsbeteiligung bei der Planerstellung völker- und europarechtlich vorgegeben.<sup>24</sup> Dementsprechend ist eine Öffentlichkeitsbeteiligung für die Aufstellung bzw. Fortschreibung des Raumordnungsplans für die AWZ auch im Raumordnungsgesetz (ROG) vorgesehen.
- Vorranggebiete (mit und ohne Ausschlusswirkung) sind als **Ziele der Raumordnung** (nach ROG; siehe Kap. 6.3) für die nachfolgenden Planungs- und Genehmigungsebenen verbindlich (gleich für welche Nutzung oder Funktion). Das heißt, dass auch die Genehmigung von CO<sub>2</sub>-Speichern (nach KSpG) zum Beispiel in Vorranggebieten für andere Nutzungen und Funktionen nur möglich wäre, wenn diese mit den festgelegten vorrangigen Funktionen oder Nutzungen vereinbar wären.
- Der Raumordnungsplan für die deutsche AWZ soll gemäß dem ROG Festlegungen hinsichtlich des Schiffsverkehrs, wirtschaftlicher und wissenschaftlicher Nutzungen sowie des Meeresumweltschutzes treffen. Dabei sollen Sicherheitsaspekte berücksichtigt werden. Beim Aufstellen des Raumordnungsplans müssen **gesetzlich festgelegte Vorgaben** berücksichtigt werden, wie zum Beispiel die Ausbauziele für Windenergie (nach WindSeeG), die im Flächenentwicklungsplan (FEP) umgesetzt werden (aktueller FEP vom 20. Januar 2023, Fortschreibung in Arbeit). Für eine Berücksichtigung von weiteren Untergrundnutzungen als der Kohlenwasserstoffförderung in der Meeresraumplanung gibt es bislang keine spezifi-

<sup>22</sup> Ein [Entwurf zur Änderung des KSpG](#) wurde am 26. Februar 2024 vom BMWK veröffentlicht.

<sup>23</sup> Die Benennung der zuständigen Landesbehörden im Sinne des KSpG steht in den meisten Bundesländern aus. Bislang ist die Festlegung nur in Nordrhein-Westfalen erfolgt - hier wurde die Bezirksregierung Arnsberg benannt (GV NRW 2022).

<sup>24</sup> Die völkerrechtliche Vorgabe findet sich in Art. 6 Abs. 1 Aarhus-Konvention, für die EU-Ebene ist die Richtlinie 2003/35/EG (sog. Öffentlichkeitsbeteiligungsrichtlinie) maßgeblich.

sche gesetzliche Grundlage<sup>25</sup>, obwohl verschiedene Untergrundnutzungen auch eine volkswirtschaftliche Bedeutung für die Energieversorgung, die Versorgungssicherheit (zum Beispiel Energiegewinnung oder Speicherung von Energieträgern) oder für das Erreichen der nationalen Klimaschutzziele besitzen. Eine entsprechende Vorgabe zur CO<sub>2</sub>-Speicherung könnte eventuell eine Möglichkeit sein zu erwirken, dass die CO<sub>2</sub>-Speicherung zukünftig in einer Fortschreibung oder Teilfortschreibung in die Meeresraumplanung einbezogen wird.

- Die Verabschiedung bzw. Genehmigung von Planungen und Anträgen können in der Regel erst nach **Umweltprüfungen** erfolgen. Dabei unterscheidet sich die Art der Umweltprüfung je nach Maßstab der Planungen beziehungsweise Entscheidungen: Pläne bedürfen einer strategischen Umweltprüfung, Einzelvorhaben einer Umweltverträglichkeitsprüfung (Abb. 4). Hierfür gibt es für viele Nutzungen spezifische, standardisierte Verfahren und Vorgaben (etwa für die Errichtung von Windrädern). Für Projekte zur geologischen CO<sub>2</sub>-Speicherung wären solche Verfahren und Vorgaben ebenfalls notwendig, müssten aber noch erarbeitet werden.



Abb. 4: Planungskaskade und Umweltprüfungen für Windenergie-auf-See-Vorhaben auf verschiedenen Planungsbeziehungsweise Genehmigungsebenen. (Quelle: BSH)

Insgesamt ist festzuhalten, dass

- die Raumplanungen für den (Meeres-)Untergrund grundsätzlich im ROG mit angesprochen ist;
- es momentan keine spezifischen gesetzlichen Vorgaben gibt, die CO<sub>2</sub>-Speicherung in die Meeresraumplanung einzubeziehen;
- es momentan keine Vorgaben bzw. standardisierte Verfahren für den Genehmigungsprozess von Einzelvorhaben zur CO<sub>2</sub>-Speicherung einschließlich der dafür notwendigen Umweltprüfungen gibt.

<sup>25</sup> Grundsätzlich schreibt das Raumordnungsgesetz die Beplanung des Untergrundes einschließlich dessen möglicher Nutzungen vor (vergleiche die raumordnerischen Grundsätze gemäß § 2 Abs. 2 ROG).

## 2.4 Aktueller Meeresraumordnungsplan und neue Entwicklungen in der räumlichen Planung auf See

Die Meeresraumplanung ist eine mittelfristige Planung (Überprüfung mindestens alle zehn Jahre, § 7 Abs. 8 ROG). Der aktualisierte Raumordnungsplan für die deutsche AWZ (Nordsee und Ostsee; „AZW-Meeresraumordnungsplan“) ist im September 2021 in Kraft getreten. Er hat den Plan aus dem Jahr 2009 abgelöst. Nach dem Raumordnungsplan von 2021 ist die AWZ weitestgehend beplant (siehe Beispiel für die Nordsee in Abb. 5).

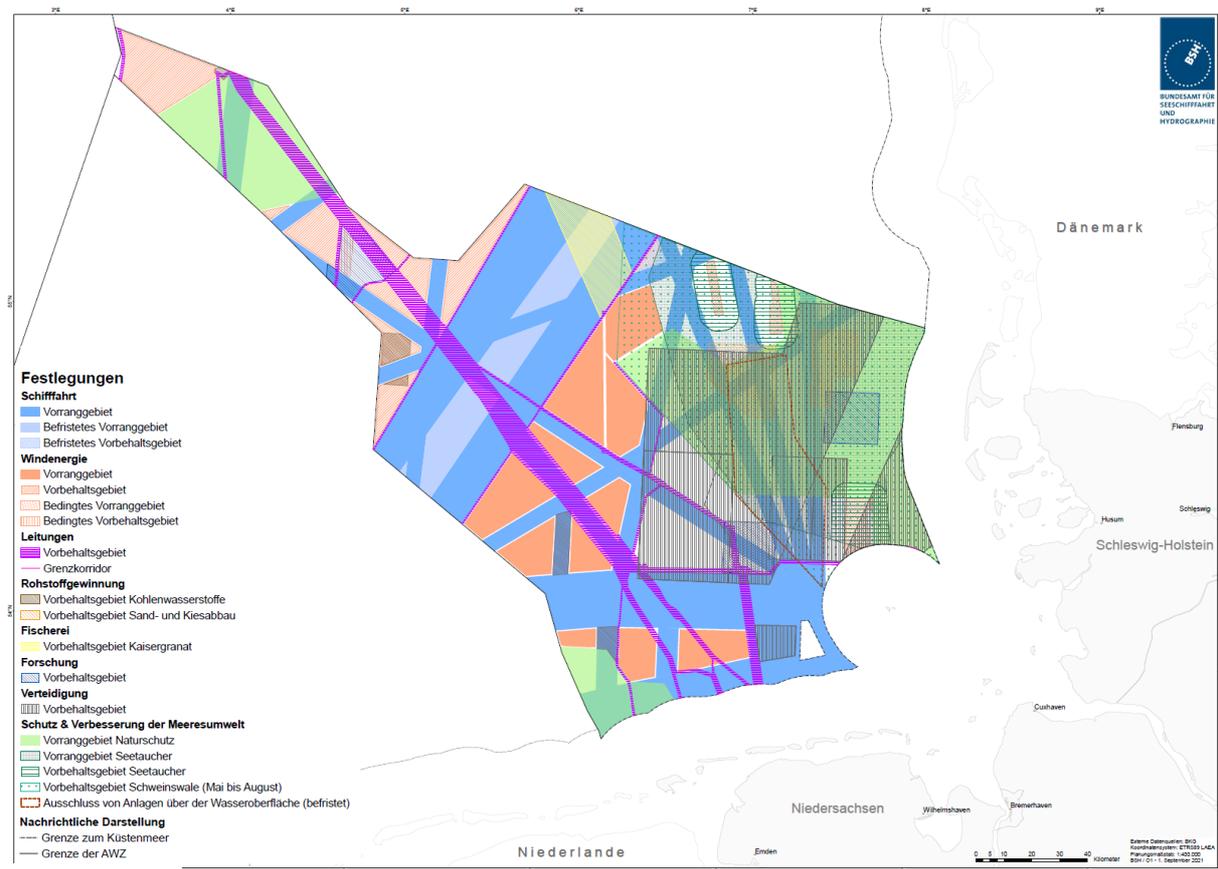


Abb. 5: Raumordnungsplan für die deutsche Ausschließliche Wirtschaftszone (2021) – Kartendarstellung, Teil Nordsee (Quelle: [BSH 2021](#))

Im Folgenden sind wesentliche Neuerungen sowie für den CO<sub>2</sub>-Transport und die -Speicherung besonders beachtenswerte Aspekte aufgeführt:

- Im Vergleich zum Plan aus dem Jahr 2009 gibt es verschiedene Änderungen – der aktuelle Plan enthält jetzt zum Beispiel:<sup>26</sup>
  - Gebietsfestlegungen für Meeresnaturschutz und erstmalig für Fischerei und Verteidigung;
  - befristete Gebietsfestlegungen, bedingte Gebietsfestlegungen sowie eine stärkere Mehrfachnutzung von Vorranggebieten (zum Beispiel Naturschutzgebiete und militärische Übungsgebiete) als Reaktion auf die zunehmende Nutzungsdichte;
  - Festlegungen von Ko-Nutzungen (zum Beispiel Festlegung der Installation von Aufklärungsmitteln auf Windenergieanlagen, Zulässigkeit der Ko-Nutzung von Fischerei und Windenergie unter bestimmten Voraussetzungen) und Umgang mit Nutzungskonflikten (zum Beispiel Regelung zur Durchfahrt des Militärs durch Windparks).

<sup>26</sup> Siehe auch [Seiten des BMWSB](#) (zuletzt abgerufen am 14. Dezember 2023).

- Der aktuelle Meeresraumordnungsplan beinhaltet unter anderem Leitungskorridore, das heißt Korridore für die Verlegung von Pipelines sowie Strom- und Datenkabeln. Rechtlich könnten diese Korridore auch für CO<sub>2</sub>-Pipelines genutzt werden. Praktisch ist jedoch der für weitere Leitungssysteme noch verfügbare Platz aufgrund verschiedener technischer Vorgaben (wie zum Beispiel Abstandsregelungen zwischen Pipelines) sowie des zukünftigen Ausbaus der Windenergie mit den dafür erforderlichen zusätzlichen Stromleitungen stark begrenzt. Das gilt sowohl in der AWZ und insbesondere im Anschluss zum bzw. im Küstenmeer.
- Bei Veränderungen der Planungen für die AWZ muss durch eine Abstimmung mit den Nachbarländern und den Küstenbundesländern sichergestellt sein, dass die Planungen für AWZ, Küstenmeer und angrenzende AWZ der Nachbarländer kohärent sind.

Insgesamt ist festzuhalten, dass

- es im aktuellen Meeresraumordnungsplan für die AWZ nur noch wenig Gebiete ohne Festlegungen gibt;
- es momentan nur wenige Festlegungen für Untergroundnutzungen im Raumordnungsplan für die AWZ gibt (nur einige Vorbehaltsgebiete für die Kohlenwasserstoffförderung);
- die Planung bei Bedarf anpassbar ist (zum Beispiel kurzfristig als (Teil)-Fortschreibung oder bei der regulären Überprüfung und ggf. Aktualisierung spätestens im Jahr 2031).

## 2.5 Möglichkeiten und Herausforderungen einer Untertageraumplanung aus geologischer und geotechnischer Sicht

Verschiedene Nutzungen des Untergrundes haben unterschiedliche Anforderungen an die geologischen Gegebenheiten im Untergrund, zum Beispiel hinsichtlich der Gesteine, deren Tiefenlage und weiterer geologischer Merkmale. Somit kann eine bestimmte Nutzung nur an solchen Stellen im Untergrund erfolgen, an denen geeignete geologische Bedingungen vorliegen (Abb. 6). Zudem unterscheiden sich die einzelnen Untergrundnutzungen unter anderem im Hinblick auf technologische Faktoren und (mögliche) Auswirkungen im Untergrund und an der Oberfläche, in der Nutzungsdauer sowie bezüglich potenzieller Nutzungskonflikte zu anderen Untergrundnutzungen und in den Nachnutzungsmöglichkeiten (siehe Kap. 6.5). Im Folgenden sind Aspekte aufgeführt, die für mögliche Interaktionen eines CO<sub>2</sub>-Speicherprojektes mit anderen Nutzungen des Meeresuntergrundes relevant sind:

- Die grundsätzlichen Charakteristika der einzelnen möglichen Nutzungen des Untergrundes – und somit auch deren mögliche Interaktionen – sind im Prinzip davon unabhängig, ob die Nutzungen an Land oder im Meeresgebiet erfolgen. Jedoch unterscheiden sich die aktuell umgesetzten Nutzungen zwischen Land und Meeresgebiet. Unter anderem aus technologischen, projektplanerischen und wirtschaftlichen Gründen gibt es weniger (und weniger unterschiedliche) Nutzungen des Untergrundes im Meeresgebiet als an Land.
- Die Erfahrungen der laufenden Nutzungen zeigen, dass der Wirkungsbereich der einzelnen Nutzungen, also der Bereich, in dem mögliche (Umwelt-)Auswirkungen oder Auswirkungen auf andere Untergrundnutzungen auftreten können, in vielen Fällen kleinräumig ist.<sup>27</sup> Für einige eventuell zukünftig angestrebte Untergrundnutzungen, wie auch für die großmaßstäbliche CO<sub>2</sub>-Speicherung, liegen bisher keine Erfahrungen aus Deutschland vor.
- Abhängig von ihren Eigenschaften können sich verschiedene Nutzungen im Untergrund gegenseitig ausschließen, gleichzeitig stattfinden oder in zeitlicher Reihenfolge und räumlich getrennt, das heißt übereinander<sup>28</sup> oder nebeneinander. Es sind teilweise auch Synergien zwischen verschiedenen Untergrundnutzungen möglich. Eine Nutzungskonkurrenz kann sich auch indirekt ergeben, zum Beispiel aufgrund von Druckveränderungen und deren Auswirkungen oder wegen Sicherheitsbedenken (etwa aufgrund einer Schaffung möglicher Wegsamkeiten im Deckgebirge über dem Speicher).

<sup>27</sup> Das gilt für die Auswirkungen im Regelbetrieb.

<sup>28</sup> Eine Nutzung des Untergrundes an einem Ort, aber in verschiedenen Tiefen, wird oft als Stockwerksnutzung bezeichnet.

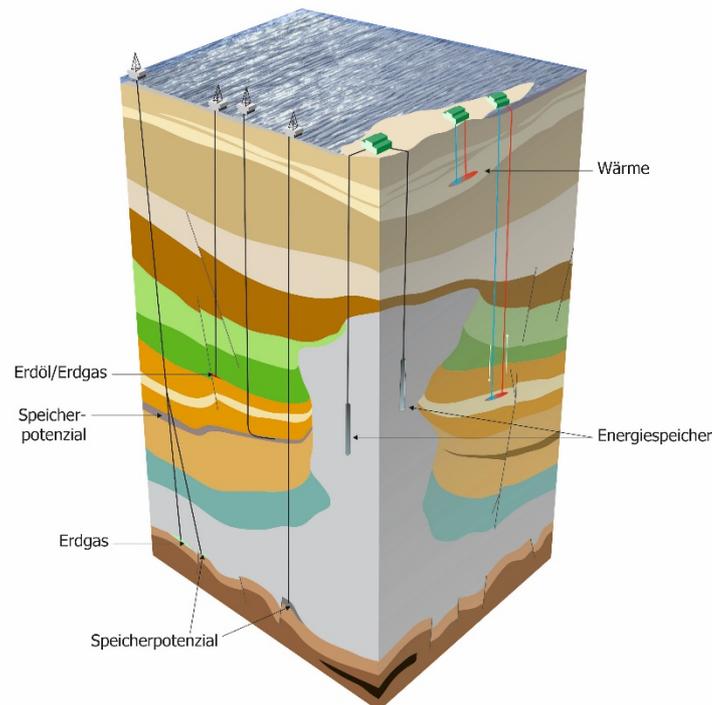


Abb. 6: Schematische Darstellung verschiedener, grundsätzlich möglicher Nutzungen des Meeresuntergrundes (nicht maßstäblich; Quelle: BGR, modifiziert aus PK NtU 2015)

Insgesamt ist festzuhalten, dass

- mögliche auftretende Interaktionen (Konflikte, Ko-Existenzen oder Synergien) zwischen verschiedenen Untergrundnutzungen stets technik- und standortabhängig sind;
- eine Stockwerksnutzung des Untergrundes aus geotechnischer Sicht grundsätzlich möglich erscheint;
- trotz der im Prinzip möglichen Nutzungskonkurrenzen (insbesondere im oberflächennahen Bereich bis ca. 400 m Tiefe) die Anzahl tatsächlich aufgetretener Konfliktsituationen bisher gering ist (sowohl an Land und auch im Meeresgebiet).

## 2.6 Möglichkeiten und Herausforderungen einer Untertageraumplanung im Meeresuntergrund aus planerischer und rechtlicher Sicht

Um mehr verschiedene Untergrundnutzungen in die Meeresraumplanung einzubeziehen, ist es nicht unbedingt notwendig, das vollständige Planwerk neu aufzustellen. Es könnte auch eine räumliche Teilfortschreibung „Untergrund“ oder eine sachliche Teilfortschreibung „Untergrundspeicher“ oder „CCS“ (§ 7 Abs. 1 Satz 2 ROG) erfolgen – analog zu gängigen Teilfortschreibungen zum Beispiel für die Windenergiegewinnung im Meeresgebiet. Um Optionen offenzuhalten, könnten Gebiete für ausgewählte, eventuell zukünftig gewollte Untergrundnutzungen (als Vorrang- oder Vorbehaltsgebiete) festgelegt werden, wie dies bereits für die Rohstoffgewinnung erfolgt (hier allerdings ohne zeichnerische Darstellung von Festlegungen im Untergrund). Folgende Aspekte wären dabei zu bedenken und zu klären, Grundsätzliches ist in Kap. 6.5 zu finden:

- Die Grundsätze des § 2 ROG sind im Hinblick auf die spezifischen Anforderungen im Untergrund anzupassen (zum Beispiel geologische Besonderheiten, Stockwerksbetrachtung, zeitliche Reihenfolge der Nutzungen). Die in Bezug auf Rohstoffe, erneuerbare Energien sowie auf die Speicherung klimaschädlicher Stoffe wie CO<sub>2</sub> getroffenen Aussagen sollten auf weitere untertägige Nutzungen ausgedehnt werden – etwa auf die Speicherung von aus erneuerbaren Energien gewonnenen Energieträgern. So getroffene Ergänzungen der Grundsätze ließen sich in einem „Grundsätzeplan“ (nach § 17 Abs. 3 ROG) konkretisieren, der bei Raumplanungen und in Genehmigungsverfahren zu berücksichtigen wäre.

- Die Raumplanung ist inhaltlich auf die Bereitstellung von Daten und Informationen der Fachplanungen der zuständigen Behörden (zum Beispiel nach dem Wasserhaushaltsgesetz (WHG) oder dem Windenergie-auf-See-Gesetz (WindSeeG)) angewiesen. Eine Fachplanung zur CO<sub>2</sub>-Speicherung (oder zu CCS) gibt es (bislang) nicht. Verschiedene, nach dem KSpG zu erhebende oder zusammenzustellende Daten und Informationen können zukünftig als Informationsquelle für eine „CCS-Fachplanung“ dienen. Aufgrund der möglichen Interaktionen einer CO<sub>2</sub>-Speicherung mit weiteren (Untergrund-)Nutzungen<sup>29</sup> ist eine Koordination und Kooperation einer zukünftigen „CCS-Fachplanung“ mit anderen Fachplanungen sowie der gesamträumlichen Planung und umgekehrt nötig<sup>30</sup>, um eine kohärente Planung der nachhaltigen Entwicklung des Meeresgebietes einschließlich des Meeresuntergrundes sicherzustellen.
- Angesichts der Heterogenität der geologischen Gegebenheiten im Untergrund ist das Vorhandensein einer den Erfordernissen der Raumplanung entsprechenden, umfassenden Datenbasis<sup>31</sup> in naher Zukunft nicht zu erwarten – auch dann nicht, wenn zeitnah mit der Erhebung/Erarbeitung geeigneter Daten zum Schließen von Kenntnislücken begonnen würde.<sup>32</sup> Daher müsste eine Untertageraumplanung unter anderem auf Basis von Risikobewertungen und Vulnerabilitätsprüfungen erfolgen. Nicht voll-erforschte Risiken einer Nutzung sind kein absolutes Hindernis für ihre Berücksichtigung in der Planung. Mithilfe von Instrumenten wie Befristungen und Bedingungen könnte eine Planung trotz Wissenslücken unter Anwendung des Vorsorgeprinzips<sup>33</sup> gelingen.

Insgesamt lässt sich feststellen, dass

- vorhandene planerische Instrumente grundsätzlich für den Einsatz im Untergrund geeignet sind (insbesondere flächenbezogene Instrumente), diese aber aktuell nicht genutzt werden;
- die Untertageraumplanung bzw. die Einbeziehung des Untergrundes und seiner Nutzungen aktuell nicht im Fokus der Raumplanungsaktivitäten<sup>34</sup> steht – weder an Land noch im Meeresgebiet; es fehlt an Geologinnen und Geologen in den Behörden, die für Raumplanung zuständig sind;
- aufgrund der momentan nicht ausreichenden Datenlage für detaillierte räumliche Festlegungen, stattdessen i) sachliche Zielfestlegungen erfolgen könnten (Formulierungsbeispiel: „küstennahe Standorte für die CO<sub>2</sub>-Speicherung sichern, um Transportwege kurz zu halten“) oder ii) (zunächst) informelle Instrumente der Raumordnung, wie zum Beispiel eine Leitbildentwicklung<sup>35</sup> oder das Aufstellen von Grundsatzplänen im Sinne § 17 Abs. 3 ROG, für eine Berücksichtigung des Untergrundes und seiner Nutzungen in der (Meeres-)Raumplanung genutzt werden könnten.

<sup>29</sup> Da in der AWZ gegenwärtig keine Nutzungen des tieferen Meeresuntergrunds stattfinden, sind momentan vor allem die Interaktionen mit anderen oberflächennahen Planungen und Aktivitäten zu beachten.

<sup>30</sup> Das KSpG enthält in § 13 Abs. 1 Satz 3 eine Klausel, dass „bei der Planfeststellung und der Plangenehmigung [...] Ziele der Raumordnung zu beachten sowie Grundsätze und sonstige Erfordernisse der Raumordnung zu berücksichtigen“ sind.

<sup>31</sup> Die erforderliche Datenqualität richtet sich auch nach der Tragweite und Bindungswirkung der jeweiligen raumordnerischen Festlegung.

<sup>32</sup> Auch bei einer intensiven Erkundung des Untergrundes bleiben unvermeidbare Unsicherheiten zu den dortigen Gegebenheiten bestehen – zum einen bedingt durch die natürliche Variabilität der Gegebenheiten im Untergrund in unterschiedlichen Größenordnungen, zum anderen durch die Grenzen der Untergrunderkundung: Eigenschaften im nahen Umfeld der Bohrung können sehr detailliert gemessen werden, während mit flächendeckenden Messungen wie zum Beispiel der Reflexionsseismik vor allem Informationen über den generellen Aufbau des Untergrundes generiert werden.

<sup>33</sup> Das Vorsorgeprinzip besagt, dass der Eingriff bzw. dessen Gefährlichkeit umso geringer sein müssen, je unklarer die Datenlage ist bzw. je größer der mögliche Schaden sein kann.

<sup>34</sup> Der Bedarf für eine Untertageraumplanung in länderübergreifender Zusammenarbeit und in Kooperation mit dem Bund sollte zum Beispiel durch die Ministerkonferenz für Raumordnung (MKRO) aufgegriffen werden.

<sup>35</sup> Ein mögliches Instrument könnte die Aufstellung eines Leitbilds über die nachhaltige Entwicklung des Meeresuntergrunds sein. Dabei sollte nicht nur die Koordinierung der Nutzungen erfolgen, sondern auch Umweltschutz und ökologische Nachhaltigkeit sollten durch die Raumplanung geregelt werden.

### 3. Interaktionen zwischen verschiedenen Nutzungen – Synergien, Ko-Existenzen oder Konflikte und deren mögliche Lösungen

Für eine Bestandsaufnahme möglicher Wechselwirkungen zwischen einer CO<sub>2</sub>-Speicherung und anderen bestehenden, geplanten oder möglicherweise zukünftig gewollten Nutzungen und Funktionen des Meeresgebietes (Synergien, Ko-Existenzen, Konflikte) – sowohl für oberflächennahe als auch für Untergrundnutzungen – erfolgte im Rahmen von Diskussionsgruppen:

- eine Zusammenstellung möglicher Konflikte zwischen einer CO<sub>2</sub>-Speicherung und anderen Nutzungen und Funktionen des Meeresgebietes sowie eine Priorisierung der Konflikte (Auswahl von bis zu vier vorrangig zu klärenden Schlüsselkonflikten vor der Umsetzung eines CO<sub>2</sub>-Speicherprojektes);
- ein Zusammenstellen und Klassifizieren möglicher Lösungsansätze für die priorisierten Konflikte (Unterscheidung zwischen technischen, regulatorischen und organisatorischen Lösungen) und
- ein Aufzeigen möglicher Synergien (als Perspektivwechsel).

Die Diskussionen erfolgten in vier thematischen Gruppen, die sich jeweils mit ausgewählten Nutzungen und Funktionen beschäftigten (Tab. 2).

Tab. 2: Themengruppen für Diskussionsrunden zu möglichen Interaktionen eines CO<sub>2</sub>-Speicherprojektes mit unterschiedlichen Nutzungen und Funktionen und die in den jeweiligen Gruppen vorgegebenen Beispiele für Nutzungen und Funktionen.

Gruppe	Vorgegebene Nutzungen bzw. Funktionen
1) Belange des Meeresschutzes	Naturschutzgebiete, Schutzgebiete für Seetaucher, Schutzgebiete für Schweinswale
2) Ortsfeste Nutzungen	Windenergieanlagen, Pipelines, Stromkabel, Datenkabel, Sand- und Kiesabbau
3) Nicht-ortsfeste oder temporäre Nutzungen	Schifffahrt, Fischerei, Forschung, Verteidigung (Tiefflugübungsgebiete, Artillerieschießgebiet, Torpedoschießgebiet, U-Boot-Tauchgebiet), Freizeitboote
4) Untergrundnutzungen	Kohlenwasserstoffförderung, CO <sub>2</sub> -Speicherung, Versenkung von Prozess- und Lagerstättenwässern, Speicherung von H <sub>2</sub> , Druckluft, E-Methan oder N <sub>2</sub> in Kavernen, Lithium-Gewinnung (aus Formationswasser), Wärmespeicher

Die ausgewählten Nutzungen und Funktionen sind die im aktuellen AWZ-Meeresraumordnungsplan berücksichtigten, ergänzt um eine Zusammenstellung von Untergrundnutzungen, die gegebenenfalls zukünftig im Meeresgebiet von Interesse sein könnten. Die Auswahl der zu betrachtenden Nutzungen und Funktionen konnte von den Diskussionsgruppen geändert werden. Der Schutz eventuell vorhandenen Unterwasserkulturerbes sowie eine möglicherweise notwendige Beseitigung von Kampfmittelresten wurden nicht berücksichtigt.

Die einzelnen Aktivitäten eines CO<sub>2</sub>-Speicherprojektes, die bei der Erkundung, der Entwicklung, beim Betrieb und während der Nachsorgephase auftreten können (Tab. 3), weisen einen sehr unterschiedlichen Raumbedarf auf – sowohl von der Zeitdauer (temporär vs. kontinuierlich) her, als auch in Hinblick auf ihre Ausdehnung (lokal vs. Korridor vs. flächig ausgedehnt oder verteilt) und Planbarkeit (terminlich im Voraus planbar vs. nicht-planbar). Daher ist eine differenzierte räumliche und zeitliche Charakterisierung der einzelnen möglichen Interaktionen dieser Aktivitäten mit Aktivitäten im Rahmen anderer Nutzungen notwendig, um Konflikte zu identifizieren und für diese mögliche Lösungsansätze zu entwickeln. Deswegen sollten die einzelnen Aktivitäten mit ihrem jeweiligen, spezifischen Raumbedarf in verschiedenen Tiefen und in unterschiedlichen Kompartimenten die Basis für die Diskussionen aller Gruppen bilden.

Tab. 3: Projektphasen eines CO<sub>2</sub>-Speicherprojektes und darin erfolgende Aktivitäten (nur Aktivitäten mit Raumbedarf im Meeresgebiet aufgeführt, das heißt Aktivitäten wie das Beantragen von Genehmigungen, die Durchführung Strategischer Umweltprüfungen etc. sind hier nicht berücksichtigt). Die Felder ohne Einträge zeigen an, dass die Aktivität in der jeweiligen Projektphase nicht erfolgt.

Aktivität bzw. Ereignis	Projektphase			
	Standorterkundung, -charakterisierung & -bewertung	Projektentwicklung/ Errichtung/ Projektbeginn	Betrieb	Stilllegung und Nachsorge
Datenerhebung (Speicher, Speicherkomplex, Umgebung)	diverse Methoden			
Überwachung	Basislinienmessung <sup>36</sup> , diverse Methoden	Basislinienmessung, diverse Methoden	Eigenüberwachung, diverse Methoden	Überwachung, diverse Methoden
Speicher erschließen/ Anlagen errichten, warten, ggf. reparieren		diverse Aktivitäten	diverse Aktivitäten	
CO <sub>2</sub> -Anlieferung/ -Injektion			Pipeline oder Schiff/ Bohrung(en), ggf. Hub	
CO <sub>2</sub> -Ausbreitung im Speicher			u.a. Ausbreitung CO <sub>2</sub> -Fahne, CO <sub>2</sub> -Einlösung	ggf. weitere CO <sub>2</sub> -Ausbreitung, -Einlösung, Mineralbildung
Ggf. Leckage oder erhebliche Unregelmäßigkeit			diverse Möglichkeiten	diverse Möglichkeiten
Korrektur-/ Abhilfemaßnahmen			bei Leckage oder erheblichen Unregelmäßigkeiten	bei Leckage oder erheblichen Unregelmäßigkeiten

Die Diskussionen erfolgten wie oben erwähnt in drei Runden: 1) Konflikte aufzeigen und Schlüsselkonflikte identifizieren; 2) Lösungswege für Schlüsselkonflikte diskutieren; 3) Synergien aufzeigen. Pro Gruppe wurde für jede Diskussionsrunde je eine Stellwand mit einer vorgegebenen Tabelle bereitgestellt, in der die Projektphasen eines CO<sub>2</sub>-Speicherprojektes ggf. interagierenden Nutzungen bzw. Schutzgütern gegenübergestellt waren (siehe Beispiel in Abb. 7). Diese Tabelle wurde während der Diskussionsrunden mit solchen Aktivitäten eines CO<sub>2</sub>-Speicherprojektes befüllt, die mit den vorgegebenen Nutzungen bzw. Schutzgütern interagieren (mit Zuordnung zu den einzelnen Projektphasen). Nach Abschluss aller Diskussionsrunden wurden die wichtigsten Diskussionspunkte aus den einzelnen Gruppen zusammengefasst im Plenum vorgestellt. Die Fotodokumentation der befüllten Tabellen wurde im Nachgang allen Teilnehmenden zur Verfügung gestellt.

In den folgenden Unterkapiteln sind die Hauptdiskussionspunkte aus den einzelnen Gruppen stichpunktartig zusammengestellt. Diese Zusammenstellung beinhaltet die in den jeweiligen Gruppen geäußerten (und protokollierten) Aspekte und Ansichten. Aufgrund der begrenzten Zeit konnte im Rahmen des Workshops keine umfassende Erörterung aller angesprochenen Aspekte erfolgen.

<sup>36</sup> Basislinienmessung meint die Messung verschiedener, später für die Speicherüberwachung zu verwendender (Umwelt-) Parameter vor Beginn der CO<sub>2</sub>-Injektion, um die natürliche Variabilität dieser Parameter zu erfassen. So können ggf. auftretende Unregelmäßigkeiten oder Leckagen besser bei der Speicherüberwachung während der Betriebsphase und danach erkannt werden.



Abb. 7: Beispiel einer Stellwand – hier: Gruppe 1 (Belange des Meeresschutzes) – Mögliche Konflikte in verschiedenen Projektphasen eines CO<sub>2</sub>-Speicherprojektes (Erkundung, Projektentwicklung, Betrieb, Nachsorge) zwischen den darin erfolgenden Aktivitäten bzw. auftretenden Ereignissen und verschiedenen Schutzgütern (hier: Rote-Liste-Arten, benthische Ökosysteme, Marine Säuger (zum Beispiel Schweinswale), Naturschutzgebiete, (Boden-)Fische). (Foto: Sina Löschke/CDRmare)

### 3.1 Belange des Meeresschutzes

In dieser Gruppe waren als zu betrachtende Schutzgüter vorgegeben: Naturschutzgebiete, Schutzgebiete für Seetaucher, Schutzgebiete für Schweinswale (Tab. 2). Die Auswahl der zu betrachtenden Schutzgüter wurde wie folgt modifiziert:

- Schutzgebiete für Seetaucher wurden gestrichen, da keiner der Anwesenden einen spezifischen Konflikt mit einer CO<sub>2</sub>-Speicherung sehen konnte.<sup>37</sup>
- Der Vorschlag für das Schutzgut „Wasserqualität“ wurde abgelehnt, da das Gegenargument des geringen Einflusses einer möglichen CO<sub>2</sub>-Leckage oder eines Formationswasseraustritts auf die Wassermassen im Meeresgebiet überzeugte.<sup>38</sup>
- Das Schutzgut (Boden-)Fische wurde aufgenommen, da die Kenntnis möglicher Auswirkungen zum Beispiel von aktiven seismischen Messungen auf Fische noch gering ist.
- Benthische (also am oder im Meeresboden beheimatete) Ökosysteme wurden als Schutzgut aufgenommen, weil sie von CO<sub>2</sub>-Leckagen mit einem Austritt von CO<sub>2</sub> am Meeresboden, Pipelineverlegungen und Bohrungen betroffen wären.
- Rote-Liste-Arten wurde auch als Schutzgut aufgenommen, weil für diese Arten jede Beeinträchtigung eine Gefährdung ihrer Existenz darstellt.
- Das Schutzgut Schweinswale wurde um „allgemein marine Säuger“ erweitert.

Die Gruppenmitglieder kamen aus den Bereichen Recht, Natur- und Umweltschutz, Öl- und Gasförderung sowie Meeresforschung und CO<sub>2</sub>-Speicherung und brachten ihr spezifisches Fachwissen in die Diskussion ein.

#### 3.1.1. Konflikte

Für die einzelnen Schutzgüter wurden mögliche Konflikte durch folgende Aktivitäten/Ereignisse identifiziert (mit Angabe der Projektphase(n), in denen sie auftreten, in Klammern):

<sup>37</sup> Generell ist eine Störung von Seetauchern durch jegliche Schifffahrt möglich.

<sup>38</sup> Mögliche Auswirkungen einer CO<sub>2</sub>-Leckage oder eines Formationswasseraustritts hängen unter anderem von der freigesetzten Menge, der Freisetzungsrate und der anschließenden Verteilung der austretenden Fluide im Wasserkörper ab.

- **Rote-Liste-Arten:** CO<sub>2</sub>-Leckage (Betrieb)
- **Benthische Ökosysteme:** Erkundungsbohrung/Fläche (Erkundung),  
Bau und Betrieb von Pipelines (Projektentwicklung, Betrieb),  
CO<sub>2</sub>-Leckage und/oder Austritt von Formationswasser (Betrieb, Nachsorge)
- **Allgemein marine Säuger/  
Schweinswale:** Lärm durch aktive seismische Messungen (Erkundung, Betrieb),  
Lärm durch Versorgungsschiffe (Projektentwicklung, Betrieb)
- **Naturschutzgebiete:** grundsätzlicher Nutzungs-/Flächenkonflikt (alle Phasen)
- **(Boden-)Fische:** CO<sub>2</sub>-Leckage (Betrieb)

Diskussionspunkte waren:

- das voraussichtliche Ausmaß der Durchführung aktiver seismischer Messungen – einige Teilnehmende waren der Ansicht, dass nur wenige dieser Messungen durchgeführt und diese dann nach den hohen geltenden Standards erfolgen werden;
- was genau unter einer Leckage von CO<sub>2</sub> zu verstehen ist;<sup>39</sup>
- Diskussion und Erklärung, was zu den benthischen Ökosystemen gehört;
- der Zielkonflikt Klimaschutz vs. Naturschutz: Wie groß darf ein eventuell auftretender Umweltschaden (durch beispielsweise eine CO<sub>2</sub>-Leckage) sein? Wollen wir lokale Eingriffe in die Natur vermeiden und daher kein CO<sub>2</sub> speichern<sup>40</sup> und damit dem Klima (und somit auch der Natur) weiter schaden?

Als Schlüsselkonflikte wurden ausgewählt: 1) CO<sub>2</sub>-Leckage,  
2) Aktive seismische Messungen (Lärm),  
3) Bau und Betrieb von Pipelines,  
4) Nutzungs-/Flächenkonflikt Naturschutz.

### 3.1.2 Lösungen

Für die identifizierten Schlüsselkonflikte wurden mögliche Lösungsansätze gesammelt und diskutiert. Diese sind im Folgenden zusammengefasst.

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

i) Regulatorisch:

- einen Unterschied schaffen zwischen „ein bisschen“ und „viel“ Leckage – zur Unterscheidung müssen Grenzwerte (anhand naturschutzfachlicher Grundlagen) definiert und festgelegt werden. Hierzu bedarf es weiterer Forschung (Themenfestlegung anhand von Kenntnislücken zu möglichen Gefährdungen für verschiedene Schutzgüter im Fall einer CO<sub>2</sub>-Leckage).

ii) Organisatorisch/Technisch:

- Um das Leckagerisiko durch verlassene Bohrlöcher (oft als Altbohrungen bezeichnet) zu minimieren, sollten diese in der Injektionsstrategie berücksichtigt werden und es sollten genauere Voruntersuchungen an diesen Bohrlöchern durchgeführt werden (zum Beispiel zu ihrer Dichtigkeit und der Beständigkeit der verbauten Materialien gegenüber CO<sub>2</sub> bzw. Salzwasser mit darin gelöstem CO<sub>2</sub> beziehungsweise Kohlensäure). Zudem sollten die Bohrlöcher Überwachungspunkte sein.<sup>41</sup>
- Im Leckagefall sind Abhilfe- und Korrektivmaßnahmen anzuwenden.

---

<sup>39</sup> Nach KSpG ist eine Leckage ein „Austritt von Kohlendioxid oder von Nebenbestandteilen des Kohlendioxidstroms aus dem Speicherkomplex“, das heißt diese beginnt bereits im Untergrund.

<sup>40</sup> Im Regelbetrieb wird es lokale Auswirkungen durch den Bau und Betrieb von Injektionsanlagen, durch Überwachungsaktivitäten sowie durch den Antransport des CO<sub>2</sub> geben. Im Fall von CO<sub>2</sub>-Leckagen hängen die Auswirkungen unter anderem von der CO<sub>2</sub>-Austrittsrate und den lokalen Gegebenheiten an der Austrittsstelle ab. Beispielsweise sind Veränderungen des pH-Wertes im Meerwasser in der Regel in einem Bereich von mehreren Metern bis Zehnermetern um eine lokale CO<sub>2</sub>-Austrittsstelle am Meeresboden nachweisbar (ECO2 2015). Ausführlichere Erläuterungen zu möglichen Umweltauswirkungen einer CO<sub>2</sub>-Speicherung sind zum Beispiel im [GEOSTOR-Fact Sheet](#) zu finden.

<sup>41</sup> Dies entspricht den Vorgaben im KSpG zur Datenerhebung, Modellerstellung und dynamischen Simulation sowie zur Risikobewertung im Rahmen der Standorterkundung. Die Risikobewertung stellt zudem nach KSpG die Grundlage für die Aufstellung und Aktualisierung des Überwachungskonzeptes dar.

### Aktive seismische Messungen

#### i) Regulatorisch:

- Existierende Grenzwerte und Zeitfenster für seismische Messung sollten eingehalten werden. Einige Teilnehmende sahen einen Bedarf für eine stärkere saisonale und lokale Begrenzung dieser Zeitfenster.

#### ii) Organisatorisch:

- Bereits vorhandene Daten über den Aufbau des Untergrundes, insbesondere Daten aus zwei- und dreidimensionalen aktiven seismischen Messungen (oft als 2-D- bzw. 3-D-Seismik bezeichnet), sollten unbedingt umfassend gesichtet und bestmöglich genutzt werden, um die Anzahl der neuen aktiven seismischen Messungen gering zu halten. Einige Teilnehmende waren der Ansicht, dass die vorhandenen Daten nicht ausreichen würden, um die Anforderungen des KSpG für die Standorterkundung zu erfüllen.
- Es wird mehr Forschung bzw. es werden mehr Daten benötigt, um die Auswirkungen von Schall auf Meeressäuger besser zu verstehen.
- Bei der Festlegung der Zeitfenster für seismische Messungen sollten saisonale Gegebenheiten berücksichtigt werden.

#### iii) Technisch:

- Einige Teilnehmende schlugen weitere Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten zur Optimierung der Technologie vor, während andere der Auffassung waren, dass die bestmögliche Technologie schon verwendet würde und keine bahnbrechenden Entwicklungen mehr zu erwarten seien.
- Alle Teilnehmenden sprachen sich dafür aus, dass bei Messungen die lokalen Schallemissionen minimiert und höchste technische Standards eingehalten werden sollten.

### Bau und Betrieb von Pipelines

Generell kam die Gruppe gemeinsam zu dem Ergebnis, dass der Bau einer Pipeline trotz Auswirkungen auf die Lebensgemeinschaften am und im Meeresboden umweltfreundlicher wäre als eine CO<sub>2</sub>-Anlieferung per Schiff. Zudem wurde diskutiert, ob es besser wäre, Pipelines auf den Meeresgrund zu legen oder in einer Tiefe von 1 m zu schießen. Als Lösungsweg (regulatorisch/organisatorisch/technisch), um weniger Fläche zu beeinflussen, wurde das Bündeln von Leitungen am oder im Meeresboden genannt.

### Nutzungs-/Flächenkonflikt zum Naturschutz

#### i) Regulatorisch:

- Die einfachste Lösung wäre, keine CO<sub>2</sub>-Speicherung in ausgewiesenen Meeresschutz-/Naturschutzgebieten (NSG) zuzulassen.<sup>42</sup>
- Eine Abwägung zwischen Klimaschutz und Naturschutz muss getroffen werden.<sup>43</sup>

#### ii) Technisch und organisatorisch:

- Keine diskutiert.

## 3.1.3 Synergien

- Für benthische Ökosysteme und Schweinswale wurde ein „grundsätzlicher Erkenntnisgewinn“ durch Aktivitäten während der Standorterkundung (wie zum Beispiel Datenerhebungen, Basislinienmessungen) von allen Teilnehmenden gesehen.
- Eine mögliche Synergie zwischen Naturschutz und Betrieb kann darin gesehen werden, dass die Minderung von CO<sub>2</sub>-Emissionen durch den Klimaschutz auch dem Naturschutz hilft.

---

<sup>42</sup> Hilfreich wäre gegebenenfalls genauer zu definieren, ob die oberirdischen Installationen eines CO<sub>2</sub>-Speichers oder alle mit der Speicherung verbundenen oberirdischen Aktivitäten (einschließlich von Überwachungsaktivitäten) nicht innerhalb eines Naturschutzgebietes erfolgen sollten oder ob der Speicher im tiefen Untergrund (oder die CO<sub>2</sub>-Fahne, der Speicherkomplex oder der druckbeeinflusste oder der überwachte Bereich) nicht unterhalb eines Naturschutzgebietes liegen sollte. Eventuell könnte der Ausschluss einer Überlagerung des Naturschutzgebietes mit einer direkten, also lotrecht zur Oberfläche projizierten Ausdehnung des CO<sub>2</sub>-Speichers (oder der gewählten Zielgröße) wenig zielführend sein, wenn mögliche Wegsamkeiten an einem Standort vorhanden wären, die gegebenenfalls zu einem Austritt von CO<sub>2</sub> am Meeresgrund außerhalb des direkt überlagernden Gebietes führen würden.

<sup>43</sup> Klimaschutz könnte auch als eine mittelbare Art des Naturschutzes angesehen werden, da er die Natur vor den Folgen des weiter zunehmenden Klimawandels schützt.

## 3.2 Ortsfeste Nutzungen

In dieser Gruppe waren als zu betrachtende Nutzungen/Schutzgüter vorgegeben: Windenergieanlagen, Pipelines, Stromkabel, Datenkabel, Sand- und Kiesabbau.

Die Gruppenmitglieder kamen aus den Bereichen Recht, Meeres-/Raumplanung, Öl- und Gasförderung, Offshore-Windenergiegewinnung, Meeresforschung, Meerestechnik und CO<sub>2</sub>-Speicherung und brachten ihr spezifisches Fachwissen in die Diskussion ein.

### 3.2.1. Konflikte

Für die einzelnen Nutzungen wurden mögliche Konflikte identifiziert (mit Angabe der Projektphase(n), in denen sie auftreten, in Klammern):

- **Sand- und Kiesabbau:** Flächenkonkurrenz, insbesondere bei zukünftiger Ausweitung des Abbaus (siehe unten; Betrieb);  
punktuelle Konfliktflächen durch Bohrungen, CO<sub>2</sub>-Pipelines und Messstellen (Betrieb);  
Konkurrenz zwischen Sandschiffen und CO<sub>2</sub>-Pipelines zukünftig möglich, falls sich der Kiesabbau in küstenfernere Gebiete ausweitet (Betrieb).
- **Stromkabel:** Platzprobleme in Leitungskorridoren durch weitere Kabel/Leitungen (alle Projektphasen).
- **Datenkabel:** Platzprobleme in Leitungskorridoren durch weitere Kabel/Leitungen (alle Projektphasen).
- **Windenergie:** Abstandsregeln für die Befahrung von Windparks mit Schiffen bzw. zu Windenergieanlagen sind so, dass in den Windparks keine Aufnahme einer 3-D-Seismik möglich ist<sup>44</sup> (Erkundung, ggf. Betrieb, Nachsorge)<sup>45</sup>;  
Flächenkonflikte für Bauphasen (Projektentwicklung);  
kumulativer Effekt durch (Ramm-)Lärm (Projektentwicklung).
- **Pipelines:** Platzprobleme in Leitungskorridoren durch weitere Kabel/Leitungen (alle Projektphasen).

Weitere Diskussionspunkte und Anmerkungen waren:

- Es gibt momentan in Küstennähe maximal einen Konfliktpartner (Sand- und Kiesabbau).
- Zu Konflikten mit anderen Pipelines/Kabeln wurde nichts im Detail diskutiert, da diese Art von Konflikten nicht neu ist, so dass es hierzu etablierte Lösungswege von anderen Nutzungen gibt.
- Beim Bau von Windkraftanlagen auf einem CO<sub>2</sub>-Speicher werden von den Teilnehmenden aufgrund der unterschiedlichen Größenordnungen keine Konflikte erwartet.
- Für den Betrieb eines CO<sub>2</sub>-Speichers unterhalb von Windkraftanlagen werden von den Teilnehmenden ebenfalls keine Konflikte erwartet, da Hebungen des Meeresbodens durch die CO<sub>2</sub>-Injektion als unwahrscheinlich bzw. unerheblich angesehen werden.
- Nach 25 (bzw. 35) Jahren müssen Windkraftanlagen zurückgebaut werden. Ein Neuausbau ist dann möglich, aber es werden auch dann keine Konflikte erwartet.

Als Schlüsselkonflikte wurden ausgewählt: 1) 3-D-Seismik (für Erkundung),

2) Lärm (kumulativ),

3) zeitgleicher Betrieb von CO<sub>2</sub>-Speicherung und Kiesabbau.

---

<sup>44</sup> In Anlage 1 des KSpG wird „Seismik“ explizit bei den mindestens zu erhebenden Daten für die Erstellung des 3-D-Erdmodells im Rahmen der Standorterkundung und -charakterisierung genannt.

<sup>45</sup> Neben der Aufnahme einer 3-D-Seismik erfordern auch weitere Aktivitäten zur Errichtung, zum Betrieb und zur Nachsorge eine Zugänglichkeit der Injektionsstelle(n) und des „Speichergebiets“ per Schiff wie zum Beispiel CO<sub>2</sub>-Anlieferung per Schiff, An- und Abfahrt von Serviceschiffen, Schleppen von Bohrplattformen (zum Beispiel zum Erstellen von Injektions- und Beobachtungsbohrungen, zur Wartung und gegebenenfalls Reparatur, gegebenenfalls zur Durchführung von Korrekturmaßnahmen und zum Bohrlochverschluss), Abteufen von (weiteren) Bohrungen (als Korrekturmaßnahme). Eine detaillierte Betrachtung möglicher Interaktionen zwischen Offshore-Windenergieanlagen und einer CO<sub>2</sub>-Speicherung im Meeresgebiet ist unter anderem auf den Seiten des [UK Co-Location Forum](#) zu finden.

### 3.2.2 Lösungen

Für die identifizierten Schlüsselkonflikte wurden mögliche Lösungsansätze gesammelt und diskutiert. Diese sind im Folgenden zusammengefasst.

#### 3-D-Seismik (für Erkundung)

i) Regulatorisch/organisatorisch:

- Vor der Ausweisung von Gebieten als Standorte von Offshore-Windparks sollte der Untergrund mittels 3-D-Seismik so vermessen werden, dass mit den erhobenen Daten die Anforderungen des KSpG an die Standorterkundung erfüllt werden können.

ii) Technisch:

- In der Nachsorgephase sollte auf aktive seismische Messungen verzichtet werden. Stattdessen sollten andere (passive) Überwachungsverfahren zur Anwendung kommen, da diese auch in Windparks durchgeführt werden können.
- Gegebenenfalls könnte es hilfreich sein, Messinstrumente zur Speicherüberwachung an Windenergieanlagen zu installieren (siehe Synergien).

#### (Ramm-)Lärm (kumulativ)

i) Regulatorisch/organisatorisch:

- Zur Entzerrung lärmintensiver Arbeiten sollten zeitliche Absprachen zwischen den Betreibern erfolgen, um die kumulative Gesamtlärmbelastung durch Rammarbeiten und seismische Schallquellen (in der Regel Luftpulser) möglichst gering zu halten.

ii) Technisch:

- Lärmintensive Arbeiten sollten nur unter Verwendung von Lärminderungsmaßnahmen wie zum Beispiel Blasenschleimern erfolgen.

#### Zeitgleicher Betrieb von CO<sub>2</sub>-Speicherung und Kiesabbau

i) Regulatorisch/organisatorisch:

- Der Betrieb eines CO<sub>2</sub>-Speichers und der Kiesabbau sollten zeitlich und räumlich entflochten werden.<sup>46</sup>

ii) Technisch:

- Keine diskutiert.

### 3.2.3 Synergien

- Bestehende Glasfaserkabel könnten während der Betriebs- und der Nachsorgephase des CO<sub>2</sub>-Speichers auch zur Speicherüberwachung (mit- bzw. nach-)genutzt werden (sogenanntes Distributed Acoustic Sensing, DAS).
- Die Vibrationen der Windenergieanlagen sind unter Umständen für die Überwachung von CO<sub>2</sub>-Speichern nutzbar (für passive seismische Messungen).
- Weitere Synergien von verschiedenen Nutzungen mit der Speicherüberwachung sind denkbar, wie zum Beispiel die Befestigung von Messgeräten an Windenergieanlagen, die einfache Stromversorgung von Messgeräten in der Nähe von Windenergieanlagen beziehungsweise von vorhandenen Stromkabeln.<sup>47</sup>

## 3.3 Nicht-ortsfeste und temporäre Nutzungen

In dieser Gruppe waren als zu betrachtende Nutzungen vorgegeben: Schifffahrt, Fischerei, Forschung, Verteidigung (Tiefflugübungsgebiete, Artillerieschießgebiet, Torpedoschießgebiet, U-Boot-Tauchgebiet), Freizeitboote. Die U-Boot-Tauchgebiete wurden zusammen mit den Belangen der Schifffahrt und der Freizeitboote gruppiert. „Recht“ wurde von den Teilnehmenden als übergeordneter Aspekt (ohne direkten Raumbedarf im Meeresgebiet) für alle genannten Nutzungen und Belange sowie für alle Projektphasen ergänzt, da es verschiedene Vorgaben macht, beispielsweise zur Navigationsfreiheit der Schifffahrt in internationalen Seeschifffahrtsgebieten.

<sup>46</sup> Gegebenenfalls wären auch Synergien möglich: Sand und Kies könnten zum Beispiel für Bohrungsausbau und -verfüllung verwendet werden.

<sup>47</sup> Verfügbarer Strom könnte auch für die CO<sub>2</sub>-Injektion (ggf. einschließlich Konditionierung) genutzt werden.

Die Gruppenmitglieder kamen aus den Bereichen Recht, Öl- und Gasförderung, Meeresforschung/-technik und CO<sub>2</sub>-Speicherung/Geologie und brachten ihr spezifisches Fachwissen in die Diskussion ein.

### 3.3.1. Konflikte

Grundsätzlich bilden alle aufgeführten Aspekte Konflikte unterschiedlichen Umfangs zu einem CO<sub>2</sub>-Speicherprojekt. Für die einzelnen Nutzungen wurden folgende mögliche Konflikte identifiziert (mit Angabe der Projektphase(n), in denen sie auftreten, in Klammern):

- **Forschung:** Bei der Fischereiforschung könnte eine Beeinflussung von Langzeitmessungen der Meeresbodenfauna und Fischfauna durch Aktivitäten im Rahmen eines CO<sub>2</sub>-Speicherprojektes auftreten (alle Projektphasen).
- **Fischerei:** Raumkonflikt zwischen Fischerei und Bohrung (Erkundung);  
Fischerei und Betrieb schließen sich aus, zum Beispiel die Anwendung von Grundschieppnetzen (Betrieb);  
Aktivitäten zur Langzeitüberwachung beeinflussen gegebenenfalls die Fischerei (Nachsorge).
- **Schifffahrt/Freizeitboote/U-Boot-Tauchgebiete:**  
Navigationsfreiheit der Schifffahrt in anerkannten Seeschiffahrtsstraßen muss gewahrt bleiben<sup>48</sup> (alle Projektphasen);  
ggf. mangelnde Akzeptanz von CO<sub>2</sub>-Speicherprojekten (und den damit verbundenen Installationen) seitens der Freizeitbooteigentümer (Projektentwicklung und Betrieb);  
U-Boote sind im Sinne der Schifffahrt zu betrachten und genießen dementsprechend Navigationsfreiheit<sup>49</sup> (alle Projektphasen).
- **Verteidigung – Torpedo/Artillerie/Tiefflug:**  
In Torpedo- und in Artillerie-Übungsgebieten kann es zu einer dauerhaften oder zeitweiligen Gefährdung von Anlagen und Personal (Arbeitssicherheit) kommen (insbesondere Projektentwicklung und Betrieb);  
in Tiefflugübungsgebieten stören Hindernisse wie Bohranlagen (Betrieb).

Weitere Diskussionspunkte waren:

- Allgemein sind die Konflikte zwischen den aufgeführten Nutzungen und CO<sub>2</sub>-Speicher-Vorhaben als Raum-Zeit-Konflikte zu beschreiben.
- Viele Konflikte lassen sich über Absprachen lösen, Konflikte zur Fischerei aufgrund EU-rechtlicher Rahmenbedingungen<sup>50</sup> jedoch nicht.

Als Schlüsselkonflikte wurden ausgewählt: 1) Navigationsfreiheit in anerkannten Seeschiffahrtsstraßen,  
2) Kollision zwischen Fangnetzen und Installationen am Meeresboden für CO<sub>2</sub>-Transport, -Injektion und die Speicherüberwachung,  
3) Waffenübungen (Anlagen- und Arbeitssicherheit),  
4) Beeinflussung von Langzeitmessungen zur Fischereiforschung.

<sup>48</sup> Vorranggebiete für die Schifffahrt sind von allen unvereinbaren Nutzungen, insbesondere von Hochbauten, freizuhalten (siehe Artikel 60 Absatz 7 SRÜ sowie AWZROV 2021, S. 6).

<sup>49</sup> Gesondert zu betrachten sind die im AWZ-Meeresraumordnungsplan ausgewiesenen U-Boottauchgebiete, in denen unter anderem Übungen zum Aufgründlegen der U-Boote durchgeführt werden (siehe AWZROV 2021, S. 22).

<sup>50</sup> Die EU regelt den Fischfang jeweils in definierten Gebieten nach Fischart (Definition von Fischfangquoten für individuelle Länder). Wenn ein Fanggebiet (aufgrund einer Nutzungskonkurrenz) ausgeschlossen wird (zum Beispiel in den Niederlanden), regelt die EU, wo und wie eine gleichwertige Fangquote für – in diesem Beispiel – die Niederlande etabliert wird.

### 3.3.2 Lösungen

Für die identifizierten Schlüsselkonflikte wurden mögliche Lösungsansätze gesammelt und diskutiert. Diese sind im Folgenden zusammengefasst.

#### **Navigationsfreiheit in anerkannten Seeschiffahrtsstraßen**

i) Regulatorisch/organisatorisch:

- Etablierung von Begleitbooten für Messschiffe (für aktive seismische Messungen).
- Etablierung von Sicherheitszonen (Radius 500 m<sup>51</sup>) um Installationen/Anlagen für den CO<sub>2</sub>-Transport, die Injektion und die Speicherüberwachung.

ii) Technisch:

- Bevorzugte Nutzung von Installationen am Meeresboden („Subsea-Anlagen“), um Schifffahrtsstraßen von Installationen frei zu halten, sowie von „kollisionsfreundlichen“ Anlagen<sup>52</sup>.

#### **Kollision zwischen Fangnetzen und Installationen für CO<sub>2</sub>-Transport, -Injektion und die Speicherüberwachung**

i) Regulatorisch/organisatorisch:

- Etablierung einer Sicherheitszone (500 m) um Installationen für CO<sub>2</sub>-Transport, -Injektion und Speicherüberwachung (siehe oben).

ii) Technisch:

- „Kollisionsfreundliche“ Bauweise der Anlagen und Installationen (siehe oben).

#### **Waffenübungen (Anlagen- und Arbeitssicherheit)**

i) Regulatorisch/organisatorisch:

- Zeitliche Abstimmung planbarer Aktivitäten im Rahmen eines CO<sub>2</sub>-Speicherprojektes.

ii) Technisch:

- Keine diskutiert.

#### **Beeinflussung von Langzeitmessungen zur Fischereiforschung**

i) Regulatorisch/organisatorisch:

- Keine diskutiert.

ii) Technisch:

- Lärminderungsmaßnahmen für aktive seismische Messungen (Blasenschleier).

### 3.3.3 Synergien

Synergien wurden nur in geringem Maße zu den einzelnen Aspekten identifiziert, da unter den Teilnehmenden keine Expertinnen und Experten aus hierfür relevanten Fachgebieten vertreten waren.

- Bei der Erkundung eines möglichen Speicherstandortes und durch Begleitforschung gewonnene Daten und Erkenntnisse können auch für andere Forschungsarbeiten nützlich sein.
- Bei Betrieb und Nachsorge: Begleitschiffe (Voluntary Observing Ships, VOS; siehe oben) mit integrierter Langzeitüberwachung des Speichers und seiner Umgebung.

---

<sup>51</sup> Dieser Sicherheitsabstand gilt nach Art. 60 Abs.5 SRÜ für alle Anlagen in der AWZ.

<sup>52</sup> Nach der Richtlinie Offshore-Anlagen (WSV 2021) müssen alle Offshore-Anlagen grundsätzlich in "kollisionsfreundlicher Bauweise" errichtet werden. „Dies ist grundsätzlich dann der Fall, wenn die Anlage infolge einer Kollision nicht auf das Schiff stürzt, das Schiff schwimmfähig bleibt und schiffsseitig keine Betriebs-/Schadstoffe austreten.“

## 3.4 Untergrundnutzungen

In dieser Gruppe waren als zu betrachtende Nutzungen/Schutzgüter vorgegeben: Versenkung von Prozess- und Lagerstättenwässern, Wärmespeicher, Lithium-Gewinnung (Formationswasser), Speicherung von H<sub>2</sub>, Druckluft, E-Methan oder N<sub>2</sub> in Kavernen, CO<sub>2</sub>-Speicherung (in salinaren Aquiferen), Kohlenwasserstoffförderung. Als weitere Nutzungen bzw. Schutzgüter wurden die Geothermie<sup>53</sup>, Tunnel/Infrastrukturbauten und die tiefe Biosphäre von den Teilnehmenden ergänzt.

Die Gruppenmitglieder kamen aus den Bereichen Recht/Raumplanung, CO<sub>2</sub>-Speicherung sowie Geologie und brachten ihr spezifisches Fachwissen in die Diskussion ein.

### 3.4.1. Konflikte

In dieser Gruppe wurden vor allem grundsätzliche Fragen zu Konflikten/Konkurrenzen zwischen verschiedenen Untergrundnutzungen und einer CO<sub>2</sub>-Speicherung in den einzelnen Projektphasen diskutiert. Diese sind im Folgenden aufgeführt (mit Angabe der Projektphase(n), in denen sie auftreten, in Klammern):

- Konkurrenz um Erkundungslizenzen zum Beispiel mit Vorhaben zur Kohlenwasserstoffförderung: Bislang erfolgt die Lizenzvergabe nach BBergG nach dem „Windhund-Prinzip“. Das heißt, der Antrag, der als erster eingeht, erhält nach erfolgreicher Prüfung die Lizenz. Eine sogenannte qualifizierte Raumordnungsklausel wie im KSpG (siehe Kap. 6.6) ist nicht bei jedem Genehmigungsprozess für (Untergrund-) Nutzungen vorhanden.<sup>54</sup> (Erkundung)
- Für die CO<sub>2</sub>-Speicherung gibt es bislang nur Potenzialgebiete, keine ausgewiesenen, wahrscheinlich für eine CO<sub>2</sub>-Speicherung geeigneten Gebiete (siehe unten), so dass in einem eventuell auftretenden Abwägungsprozess für ein bestimmtes Gebiet, eine andere konkrete, etablierte Nutzung, wie zum Beispiel die Windenergiegewinnung, voraussichtlich priorisiert werden würde. (Erkundung, Projektentwicklung)
- Die Erkundung des Untergrundes und die nach KSpG vorgeschriebene Analyse und Bewertung von Speicherpotenzialen sind in Deutschland noch nicht so weit fortgeschritten, dass konkrete, wahrscheinlich für die CO<sub>2</sub>-Speicherung geeignete Gebiete (Lizenzgebiete) festgelegt werden könnten.<sup>55</sup> (Erkundung, Projektentwicklung)
- Gebietsfestlegungen und -priorisierungen für die Erkundung möglicher Speicherstandorte sind zudem schwierig, da sich solche Gebiete mit bestehenden Gebietsfestlegungen im AWZ-Meeresraumordnungsplan überschneiden werden. Daraus folgt, dass die Interaktionen mit bestehenden bzw. festgelegten Nutzungen stets zu prüfen und zu bewerten sind (siehe Kap. 2.4).<sup>56</sup> (Erkundung, Projektentwicklung)
- Eine mögliche Beeinträchtigung anderer Nutzungen und Funktionen ist zu prüfen – zum Beispiel Prüfung der Bohrungsintegrität im Fall des Durchteufens verschiedener Stockwerke oder der Beeinträchtigung anderer Nutzungen durch mögliche Havarien bei einer Nutzung. (Erkundung, Betrieb)
- Zeitliche Beanspruchung des Raumes durch CO<sub>2</sub>-Speicherung: Die Möglichkeit zur Rückförderung des eingespeicherten CO<sub>2</sub> wurde diskutiert<sup>57</sup>, damit der Raum im Untergrund gegebenenfalls für andere Nutzungen (nach-)nutzbar wäre. (Nachsorge)

### 3.4.2 Lösungen

Auch hier wurden vor allem grundsätzliche, nicht auf spezifische Nutzungen bezogene Aspekte diskutiert:

---

<sup>53</sup> Um Borkum wurde beispielsweise eine [Erlaubnis zur Aufsuchung von Erdwärme](#) beantragt und am 15.10.2023 erteilt.

<sup>54</sup> Generell gilt nach BBergG, dass bei der Prüfung raumbedeutsamer Vorhaben (zum Beispiel der Rohstoffgewinnung) die Ziele der Raumordnung zu berücksichtigen sind. Bei Anträgen zur Rohstoffgewinnung in der AWZ wird das BSH beteiligt und prüft die Anträge auf die Belange der Raumordnung sowie der Windenergiegewinnung auf See.

<sup>55</sup> In anderen europäischen Ländern wie zum Beispiel Norwegen, dem Vereinigten Königreich sowie den Niederlanden wurden dagegen mittlerweile bereits zahlreiche Erkundungs- und Speicherlizenzen im Nordseegebiet vergeben.

<sup>56</sup> Solange sich die Nutzungen nicht gegenseitig zu stark einschränken oder ausschließen, steht einer Überschneidung von Nutzungen bzw. Festlegungen im Meeresraumordnungsplan prinzipiell nichts entgegen. Bei Abwägungen zwischen Vorrang- und Vorbehaltsgebiet erhält die Vorrangnutzung die höhere Priorität, ggf. wird die konkurrierende Nutzung ausgeschlossen.

<sup>57</sup> Die Rückförderung von eingespeichertem CO<sub>2</sub> wurde beispielsweise am Pilotstandort Ketzin, Havel, getestet (Martens et al. 2015).

i) Technisch:

- Grenzwerte definieren (zum Beispiel zu akzeptablem Druckanstieg und Leckageraten sowie zu den Maßnahmen, die bei einer Grenzwertüberschreitung zu ergreifen sind).<sup>58</sup>

ii) Organisatorisch/regulatorisch:

- Eine Untertageraumplanung bzw. eine bessere Berücksichtigung des Untergrundes (über die Festlegung von Vorbehaltsgebieten für die Kohlenwasserstoffförderung hinaus) in der (Meeres-)Raumplanung würde die Vermeidung großräumiger Konflikte unterstützen und wäre als Vorgabe für Einzelgenehmigungen hilfreich.
- Dreidimensionale Raumplanung etablieren als Grundlage für mögliche Stockwerksnutzungen.
- Um eine Stockwerksnutzung zu ermöglichen oder zu vereinfachen, sind zudem insbesondere Fragen der Haftung und der Organisation zu klären.<sup>59</sup> Dabei könnte es hilfreich sein, vorausschauend eine Reserve- oder Pufferzone einzuplanen. So könnte im höher gelegenen Reservespeicher des CO<sub>2</sub>-Speicherkomplexes beispielsweise keine Erdwärmegewinnung zugelassen werden.
- Die Konsistenz der verschiedenen Gesetze, die eine CO<sub>2</sub>-Speicherung im Meeresgebiet betreffen würden, ist zu prüfen und bei Bedarf herzustellen.
- Zudem sind die Verwaltungsstrukturen zu prüfen und Zuständigkeiten für die CO<sub>2</sub>-Speicherung in der AWZ zu klären. Ein Gesetzespaket für die AWZ könnte helfen, Zuständigkeiten und Kompetenzen (zum Beispiel in einer „zentralen Stelle für die AWZ“<sup>60</sup>) zu bündeln und somit einer Fragmentierung von Entscheidungs- und Planungsprozessen entgegenzuwirken (siehe auch Kap. 4).

### 3.4.3 Synergien

Als grundsätzliche Aspekte wurde Folgendes diskutiert:

- Die Daten aus der Erkundung eines CO<sub>2</sub>-Speicherstandorts wären auch für andere Nutzungen verwendbar. Das heißt, durch die Erkundung wird insgesamt der Kenntnisstand zum Aufbau und zur Beschaffenheit des Untergrundes erhöht.
- Eine Kostenersparnis durch gemeinsame Nutzung von Daten und Infrastruktur ist möglich.

Folgende Synergien zwischen konkreten Nutzungen wurden angesprochen:

- Enhanced Hydrocarbon Recovery (Enhanced Oil Recovery (CO<sub>2</sub>-EOR) bzw. Enhanced Gas Recovery (CO<sub>2</sub>-EGR)), das heißt die Ausbeutesteigerung bei der Kohlenwasserstoffförderung durch Verwendung von abgeschiedenem CO<sub>2</sub>. Hierbei verbleibt ein gewisser Teil des eingesetzten CO<sub>2</sub> in der Lagerstätte.<sup>61</sup>
- Nach Beendigung der Erdöl- oder Erdgas-Förderung wäre die Nachnutzung der einstigen Lagerstätte als CO<sub>2</sub>-Speicher möglich.
- Geothermie und CO<sub>2</sub>-Speicherung: Unterschiedliche Kombinationen sind möglich wie zum Beispiel die Abscheidung und geologische Speicherung von CO<sub>2</sub>, das aus für die Erdwärmegewinnung geförderten Thermalwässern abgetrennt wurde, zur Verbesserung der Gesamt-CO<sub>2</sub>-Bilanz der geothermischen Anlagen<sup>62</sup> oder die Nutzung von geothermischen Reservoiren auch für die Speicherung von CO<sub>2</sub> nach dessen Lösung in dem Thermalwasser<sup>63</sup>.

---

<sup>58</sup> Grenzwerte für verschiedene Betriebsparameter müssen ohnehin für den Betrieb festgelegt und überwacht werden.

<sup>59</sup> Nach BbergG reicht ein Lizenzgebiet in der Tiefe bis zum Erdmittelpunkt. Wenn sich zwei Firmen einig wären, wäre eine Stockwerksnutzung auch jetzt schon grundsätzlich möglich. Von dieser Möglichkeit wird bislang in der Praxis wenig Gebrauch gemacht.

<sup>60</sup> Die Einrichtung einer zentralen „Stelle“ für die AWZ erscheint momentan problematisch, da in der AWZ fachliche Zuständigkeiten des Bundes (Raumordnung, Schifffahrt etc.) und der Länder (zum Beispiel Rohstoffe/Bergämter) zusammentreffen.

<sup>61</sup> Insgesamt werden durch CO<sub>2</sub>-EOR- bzw. EGR-Maßnahmen fossile Kohlenwasserstoffe gefördert, deren Nutzung dann zu weiteren CO<sub>2</sub>-Emissionen führt.

<sup>62</sup> Bekanntestes Beispiel ist die Abtrennung von CO<sub>2</sub> (und H<sub>2</sub>S) aus einer geothermischen Anlage und deren unterirdische Speicherung in Basaltgesteinen in Island (CO<sub>2</sub>-Mineralisierung; begonnen im [Carbfix-Projekt](#)). Für eine CO<sub>2</sub>-Mineralisierung geeignete Gesteine sind in Deutschland nur in wenigen Regionen anzutreffen, wo sie oft kleine Vorkommen bilden, die zudem oft als Rohstoffvorkommen, Trinkwasseraquifere oder anderweitig geschützt sind (siehe Evaluierungsbericht 2022).

<sup>63</sup> Hierbei wird Thermalwasser gefördert. Aus diesem wird thermische Energie entnommen und anschließend wird CO<sub>2</sub> in das abgekühlte Wasser eingelöst und mit diesem zurück in den geothermischen Nutzhorizont gepumpt (dieses Verfahren wurde zum Beispiel im Projekt [CO<sub>2</sub>-Dissolved](#) erprobt).

## 4. Für und Wider der Einbeziehung einer CO<sub>2</sub>-Speicherung in die Meeresraumplanung

Die Podiumsdiskussion stand unter der Leitfrage, inwiefern es zweckmäßig und notwendig ist beziehungsweise werden könnte, die CO<sub>2</sub>-Speicherung in die Meeresraumplanung einzubeziehen, wie dieser Schritt erfolgen könnte, was dabei zu beachten wäre und welche Rolle die Meeresraumplanung zur Vermeidung von Konflikten zwischen einer CO<sub>2</sub>-Speicherung und anderen Nutzungen und Funktionen des Meeresgebietes (oberflächennah und im Untergrund) einnehmen könnte. In der Diskussion wurden zunächst vor allem rechtliche und planerische Aspekte beleuchtet. Die Einbeziehung weiterer Untergrundnutzungen und deren Interaktionen mit einer CO<sub>2</sub>-Speicherung wurden teilweise mitbetrachtet. Die im Verlauf der Diskussion genannten Aspekte sind im Folgenden in zwei Listen zusammengestellt – unterteilt in Aspekte, die **für** bzw. **gegen** die Einbeziehung einer CO<sub>2</sub>-Speicherung in die Meeresraumplanung sprechen. Darin sind sowohl Aspekte aufgeführt, die grundsätzlich dafür oder dagegen sprechen, als auch solche, die sich aus der aktuellen Lage im Oktober 2023 ergaben (vor allem aus den damaligen politischen und den noch aktuellen rechtlichen Randbedingungen<sup>64</sup> sowie den vorhandenen Erfahrungen von CO<sub>2</sub>-Speicherprojekten und deren möglichen Umweltauswirkungen).

**Für eine Einbeziehung der CO<sub>2</sub>-Speicherung in die Meeresraumplanung spricht, dass ...**

- nach ROG der Raum als Ganzes – mit seinem Untergrund und dessen Nutzungen – vollständig zu beplanen ist.
- eine Gesamtplanung durch ihren Gesamtblick auf das Meer als Raum sicherstellt, dass Nutzungen (Ansprüche) und Funktionen (sektor-)übergreifend gesteuert bzw. geschützt werden, Vorgaben (aus einzelnen Gesetzen, Fachplanungen sowie verschiedenen Richtlinien und Abkommen) besser zusammenpassen und die momentan bestehende Fragmentierung der Planungen, Vorgaben und Regelungen raumordnerisch zusammengeführt wird.
- dadurch auch die (langfristigen) Folgen der verschiedenen Nutzungen in dem sensiblen Umweltraum Meer insgesamt gesteuert und geordnet werden können, um eine nachhaltige Entwicklung des Meeresgebietes sicherzustellen.
- dadurch Flächen und Räume nicht anderweitig verplant werden, auch wenn die Datenlage für die Zulassung konkreter Vorhaben zur CO<sub>2</sub>-Speicherung gegebenenfalls noch nicht ausreichend ist (Freihalten von Räumen).<sup>65</sup>
- dadurch auch Flächen und Raum für andere Nutzungen langfristig gesichert werden können, so dass auch zukünftig Aufgaben (wie zum Beispiel Pflichten aus dem UN-Seerechtsübereinkommen) erfüllt und Platzprobleme (zum Beispiel für Leitungen) vermieden werden können.
- dadurch nicht nur mögliche Auswirkungen einer CO<sub>2</sub>-Speicherung auf die Umwelt (wie bei der Umweltverträglichkeitsprüfung oder der Strategischen Umweltprüfung), sondern auch auf andere, gegebenenfalls konkurrierende Nutzungen berücksichtigt werden können.
- dadurch Einzelfall-Entscheidungen bei der Genehmigung von Projekten zu Untergrundnutzungen nach dem Windhund-Prinzip (nach dem BBergG) vermieden werden können.<sup>66</sup>
- dies hilfreich für eine zukünftige Umsetzung von CO<sub>2</sub>-Speicherprojekten einschließlich des Transports von CO<sub>2</sub> zum Speicher sein könnte, da die Raumplanung grundsätzlich die Zulassung einzelner Projekte (zum Beispiel nach BBergG oder KSpG) vorbereiten soll.
- im Rahmen der Öffentlichkeitsbeteiligung bei der Planerstellung auch Diskussionen zur Akzeptanz der CO<sub>2</sub>-Speicherung als Technologie und ggf. möglicher Gebiete für eine Speicherung sowie zur Priorisierung verschiedener Nutzungsoptionen des Meeresgebietes insgesamt in der Öffentlichkeit und mit Betroffenen geführt werden können, bevor ein Genehmigungsverfahren für ein konkretes Projekt gestartet wird.<sup>67</sup>

<sup>64</sup> Das [BMWK hat am 26. Februar erklärt](#), den Einsatz von CCS ermöglichen zu wollen, und unter anderem einen Entwurf für entsprechende Änderungen am KSpG vorgelegt.

<sup>65</sup> Insbesondere könnte die Datenlage unzureichend für die Umweltverträglichkeitsprüfung sein (siehe auch Kap. 6.4).

<sup>66</sup> Siehe auch Kap. 3.4.1.

<sup>67</sup> Grundsätzlich liegt der Fokus der Öffentlichkeitsbeteiligung im Rahmen der Fortschreibung der Raumordnung auf der Diskussion des jeweiligen Planentwurfs als Ganzes und weniger auf den einzelnen Nutzungen.

- die in Teilen unzureichende Datenlage zur Beschaffenheit des Untergrundes und den Umweltrisiken verschiedener Untergrundnutzungen nach der EU-Richtlinie zur Strategischen Umweltprüfung (2001/42/EC) kein Ausschlusskriterium für eine Untertageraumplanung darstellt – Unbekanntes und Datenlücken müssen gegebenenfalls lediglich klar benannt werden.<sup>68</sup>
- die Beplanung des Meeresuntergrunds einfacher und gezielter durchzuführen ist als Planungen an Land, da im Meeresgebiet unter anderem nur auf beschränkte Eigentumsverhältnisse geachtet werden muss. Eine Untertageraumplanung an Land könnte dann durch Erfahrungen aus der Beplanung des Meeresuntergrundes unterstützt werden.

#### Gegen eine Einbeziehung der CO<sub>2</sub>-Speicherung in die Meeresraumplanung spricht, dass...

- zur Genehmigung und Umsetzung von Einzelvorhaben im Meeresgebiet nicht notwendigerweise eine Berücksichtigung dieser Nutzungsform in der Meeresraumplanung benötigt wird.
- die Umsetzung von CO<sub>2</sub>-Speicherprojekten jeweils eine Vorlaufzeit von 5-10 Jahren hätte, so dass keine Ad-hoc-Aktionen nötig sind. Zunächst sollte eine Aktualisierung der deutschen Meeresstrategie (bisherige aus 2010) zur Berücksichtigung des Meeresuntergrunds und dessen möglicher Nutzung erfolgen. Anschließend müsste geprüft werden, ob der AWZ-Meeresraumordnungsplan die aktualisierte Meeresstrategie noch ausreichend berücksichtigt und welcher Fortschreibungsbedarf für Untergrundnutzungen besteht.
- es zum Zeitpunkt des Workshops unklar war, ob eine CO<sub>2</sub>-Speicherung in Deutschland politisch gewollt und gesellschaftlich akzeptiert werden wird. Ohne politische Unterstützung wird eine Nutzungsform nicht in die Meeresraumplanung aufgenommen.<sup>69</sup>
- die planaufstellende Behörde in der Art und Weise, wie einzelne Nutzungen oder Funktionen gewichtet werden, und damit in ihren Entscheidungen gebunden ist; ein solches Gesetz zur Umsetzung bzw. Priorisierung der CO<sub>2</sub>-Speicherung – analog zum Beispiel zum WindSeeG zum Ausbau der Offshore-Windenergiegewinnung (siehe auch unten) – fehlt bislang. Für eine solche gesetzlich festgelegte Priorisierung der CO<sub>2</sub>-Speicherung bzw. CCS insgesamt spräche die Verpflichtung zur Einhaltung der im Klimaschutzgesetz festgelegten Klimaziele.
- die Einschätzungen momentan unterschiedlich sind, ob die technologische Reife der CO<sub>2</sub>-Speicherung für eine Umsetzung im großen Maßstab ausreichend ist (die Einschätzungen reichen von „befindet sich im Forschungsstadium“ bis zu „ausgereifter, erprobter Technologie“).<sup>70</sup>
- die Einschätzungen momentan unterschiedlich sind, ob die möglichen Umweltauswirkungen für die notwendige Strategische Umweltprüfung hinreichend bekannt sind (siehe auch Ausführungen oben zum Umgang mit fehlenden Daten und bestehenden Unsicherheiten im Rahmen der Strategischen Umweltprüfung).<sup>71</sup>

---

<sup>68</sup> In Dänemark sind seit dem Jahr 2021 Gebiete für eine CO<sub>2</sub>-Speicherung im dortigen Meeresraumordnungsplan berücksichtigt. Dazu musste die CO<sub>2</sub>-Speicherung auch in der dortigen Strategischen Umweltprüfung berücksichtigt werden.

<sup>69</sup> Bei der letzten Aktualisierung des AWZ-Meeresraumordnungsplans (2019-2021) wurde die CO<sub>2</sub>-Speicherung nicht berücksichtigt, da sie damals aus verschiedenen Gründen nicht als relevante Nutzung angesehen wurde. [Am 26. Februar 2024 hat das BMWK erklärt](#), eine CO<sub>2</sub>-Speicherung in Deutschland ermöglichen zu wollen. Inwieweit diese Absicht gesellschaftlich akzeptiert werden wird, bleibt abzuwarten.

<sup>70</sup> Die Einschätzung ist unter anderem abhängig davon, ob Erfahrungen zum Beispiel aus der Öl- und Gasförderung, der Injektion von CO<sub>2</sub> zur Ausbeutesteigerung der Ölförderung sowie der CO<sub>2</sub>- bzw. der Mineralwasserproduktion aus natürlichen CO<sub>2</sub>-Vorkommen als vergleichbar und übertragbar angesehen werden. Weltweit sind aktuell nur 12 kommerzielle Projekte in Betrieb, in denen CO<sub>2</sub> ausschließlich zur geologischen Speicherung in den Untergrund injiziert wird (GCCSI 2023).

<sup>71</sup> Für die Einbeziehung der CO<sub>2</sub>-Speicherung in die Meeresraumplanung Dänemarks im Jahr 2021 wurde diese in der notwendigen strategischen Umweltprüfung (SUP) berücksichtigt. Auch für eine Teilfortschreibung des Meeresraumordnungsplans für die deutsche AWZ müssten mögliche Umweltauswirkungen einer CO<sub>2</sub>-Speicherung in einer SUP zusammengestellt und bewertet werden. Ob die aktuelle Datenlage dafür ausreicht, ist momentan unklar. Die dafür zu verwendenden Daten müssten nicht notwendigerweise aus Deutschland stammen, wenn eine Übertragbarkeit gegeben wäre (wenn zum Beispiel die Gegebenheiten im Untergrund oder die vorhandenen Schutzgüter gleich oder vergleichbar wären). Modellierungsergebnisse zu möglichen Umweltauswirkungen werden in Deutschland nicht akzeptiert, in den Niederlanden dagegen schon.

- die Erkenntnisgrundlage aktuell fehlt, die für eine Abwägung der unterschiedlichen Nutzungen notwendig wäre. Da es kein universelles Design für CO<sub>2</sub>-Speicherprojekte gibt, sondern für jeden Prozessschritt verschiedene technische Umsetzungsoptionen bestehen<sup>72</sup> und jedes CO<sub>2</sub>-Speicherprojekt ein standortspezifisches Überwachungskonzept haben wird, können sowohl der Raumbedarf als auch die möglichen Umweltauswirkungen nicht pauschal angegeben werden. Für eine Einbeziehung in die Planung wäre dies jedoch notwendig.
- aufgrund der Langfristigkeit der CO<sub>2</sub>-Speicherung und der damit verbundenen langfristigen Raumbeanspruchung aktuell unklar ist, wie eine Abwägung mit anderen, sich mit der CO<sub>2</sub>-Speicherung ausschließenden Nutzungen erfolgen könnte (zum Beispiel Vergleich und Bewertung zwischen 1000 Jahren CO<sub>2</sub>-Speicherung oder Windenergienutzung<sup>73</sup>).
- das Thema CCS im Norden Deutschlands bereits negativ besetzt ist (aufgrund früherer, am Widerstand der Öffentlichkeit gescheiterter Projektinitiativen).

In der zweiten Hälfte der Podiumsdiskussion erfolgte ein Austausch über die Bedeutung, die Möglichkeiten sowie die Erfahrungen mit einer Öffentlichkeitsbeteiligung auf verschiedenen Ebenen – insbesondere bei der Erstellung von Raumordnungsplänen sowie bei der Genehmigung und Umsetzung konkreter Einzelvorhaben. Im Folgenden sind die wichtigsten genannten Aspekte zusammengestellt:

- Die Beteiligung der Öffentlichkeit und betroffener Personengruppen im Rahmen der Erstellung sowie der Aktualisierung von Raumordnungsplänen dient vor allem der Information der Öffentlichkeit und der qualitativen Verbesserung der Planung, da so mehr und neue Informationen sowie neue Betroffenheiten berücksichtigt werden können. Eine Öffentlichkeitsbeteiligung kann (muss aber nicht notwendigerweise) zu einer verbesserten Akzeptanz von Planungen oder konkreten Vorhaben führen.
- Bei den Abwägungen zwischen verschiedenen Belangen im Zuge der Raumplanung sind Gesetze und die darin verankerten Priorisierungen zu berücksichtigen. So hat zum Beispiel der Ausbau der Windenergiegewinnung (im Meeresgebiet) nach dem WindSeeG eine hohe Priorität. Das heißt, es besteht ein „überragendes öffentliches Interesse“ daran. In Bezug auf andere Nutzungen und Funktionen, die nicht per Gesetz priorisiert sind, hat der Plangeber einen Entscheidungsspielraum. Die Abwägung zwischen verschiedenen Nutzungen sollte nicht auf die nachgeordneten Planungs- und Genehmigungsebenen, das heißt auf die Einzelfallentscheidung im Genehmigungsprozess, verschoben werden.
- Die Öffentlichkeitsbeteiligungsverfahren im Planungsprozess zeigen, dass öffentliche (und vor allem lokale) Akzeptanz nicht durch ein gesetzlich manifestiertes „öffentliches Interesse“ ersetzt werden kann. Die Akzeptanz verschiedener Nutzungen des Meeresgebietes und deren Priorisierung könnte beispielsweise durch das Aufstellen beziehungsweise Aktualisieren einer Meeresstrategie (nach Diskussionen unter Beteiligung der Öffentlichkeit) erhöht werden.
- Insgesamt ist die Öffentlichkeitsbeteiligung an der Meeresraumplanung als Möglichkeit zum gesellschaftlichen Diskurs wenig bekannt.<sup>74</sup> Teilweise bestehen aus ganz unterschiedlichen Gründen Defizite im Informationsfluss zwischen Plangeber und Betroffenen. Für die Aktualisierung des AWZ-Meeresraumordnungsplans gab es unter anderem einen expliziten Austausch mit verschiedenen Betroffenen und Interessensvertretern im Rahmen von Fachworkshops mit einzelnen Nutzungsgruppen.
- Inwieweit sich die Öffentlichkeit tatsächlich an Planungs- oder Genehmigungsverfahren beteiligt, ist auch eine Frage der Betroffenheit. Beim Ausbau der Windenergie im Meer wäre diese gegeben, wenn zum Beispiel die Windenergieanlagen von der Küste aus sichtbar wären und damit das Landschaftsbild verändern würden.<sup>75</sup> Bei der Raumplanung generell und insbesondere im Meeresgebiet beteiligt sich die Öffentlichkeit kaum, da der Meeresraum nicht das direkte Lebensumfeld der meisten Menschen darstellt und dieser und seine Nutzungen auch wenig Beachtung in den Medien finden.

---

<sup>72</sup> Beispielsweise könnte CO<sub>2</sub> per Pipeline oder per Schiff zur Injektionsstelle transportiert werden, die Injektion könnte durch eine oder mehrere Bohrungen mit Installationen ausschließlich auf dem Meeresgrund oder von schwimmenden oder feststehenden Plattformen, Flößen oder Schiffen aus.

<sup>73</sup> Ob sich eine CO<sub>2</sub>-Speicherung und Offshore-Windparks räumlich ausschließen, wird momentan auch in anderen europäischen Ländern intensiv diskutiert. Eine abschließende Bewertung steht aus (siehe auch Kap. 3.2).

<sup>74</sup> Bei der Meeresraumplanung erfolgt die Öffentlichkeitsbeteiligung im Wesentlichen durch öffentliche Stellen und die organisierte Öffentlichkeit (zum Beispiel Nicht-Regierungsorganisationen wie Umweltverbände).

<sup>75</sup> Im Raumordnungsplan für die AWZ von 2009 war festgelegt, dass Windenergieanlagen in der AWZ von Land aus nicht sichtbar sein sollen. Dies war ein Anliegen der Küstengemeinden, um den Tourismus nicht zu beeinträchtigen.

- Die Öffentlichkeitsbeteiligung wird teilweise auch dadurch erschwert, dass das Planungsrecht für Laien nicht sofort verständlich ist.
- Die Diskussion in der Öffentlichkeit über die Priorisierung bestimmter Nutzungen im Meeresgebiet bzw. von Maßnahmen zur Minderung von CO<sub>2</sub>-Emissionen sollte insbesondere die Forschung führen (zum Beispiel die Forschungsmissionen [CDRmare](#) und [sustainMare](#) der Deutschen Allianz Meeresforschung). Die Wissenschaft hat das Privileg und die Verantwortung, die Debatte in der ganzen Breite zu führen – das heißt, alle Klimaschutzmaßnahmen und alle Klimaschutzfolgen können vor dem Hintergrund des Klimawandels bewertet und abgewogen werden.

## 5. Resümee und offene Fragen

Der intensive fachliche Austausch und die Diskussionen im Fachworkshop zu möglichen Interaktionen zwischen einer CO<sub>2</sub>-Speicherung und verschiedenen Nutzungen des Meeresgebietes sowie einer möglichen Einbeziehung der CO<sub>2</sub>-Speicherung in die Meeresraumplanung haben insgesamt gezeigt, i) wie vielschichtig dieser Themenkomplex ist, ii) dass viel Detailwissen zu den einzelnen Nutzungen notwendig ist, um die jeweiligen Interaktionen einer bestimmten Nutzung, wie zum Beispiel der CO<sub>2</sub>-Speicherung, mit anderen Nutzungen zeitlich und örtlich genau zu fassen und im Fall von Konflikten geeignete Lösungsansätze oder Wege, mit den Konflikten umzugehen, zu finden, iii) dass es aktuell eine Vielzahl an Herausforderungen und zu klärender Fragen zu diesem Themenkomplex gibt, die sowohl naturwissenschaftlich-technischer als auch rechtlicher und organisatorischer Natur sind und nur in bereichs- und behördenübergreifender Zusammenarbeit geklärt werden können.

Vor allem im Hinblick auf die mögliche Einbeziehung einer CO<sub>2</sub>-Speicherung in die Meeresraumplanung, aber auch für den Genehmigungsprozess konkreter Einzelvorhaben zur CO<sub>2</sub>-Speicherung wurden verschiedene bestehende technische und nicht-technische Herausforderungen und offene Fragen identifiziert:

- **Politische Unterstützung der CO<sub>2</sub>-Speicherung:** Der Umgang mit Nutzungskonflikten zum Beispiel bei der Genehmigung von Einzelvorhaben erfordert Entscheidungen, deren Ausgang auch von politischen und gesamtgesellschaftlichen Priorisierungen abhängt. Ebenso würde ein gesetzlicher Auftrag zum Ausbau oder zur Priorisierung einer Nutzungsform deren Berücksichtigung (und Priorisierung) in der Raumplanung fördern. Die aktuell von der Bundesregierung erarbeitete Carbon Management Strategie könnte ein solcher, gesetzlicher Auftrag zur Berücksichtigung und möglichen Priorisierung der geologischen CO<sub>2</sub>-Speicherung sein, falls das KSpG so geändert würde, dass eine CO<sub>2</sub>-Speicherung in Deutschland rechtlich möglich wäre. Ein entsprechender [Entwurf zur Änderung des KSpG](#) wurde vom BMWK am 26. Februar 2024 vorgelegt.
- **Rechtliche Klarstellungen und Änderungen:** Im Laufe der Diskussionen wurden verschiedene Änderungs- bzw. Klarstellungsbedarfe in den unterschiedlichen, für eine CO<sub>2</sub>-Speicherung im deutschen Meeresuntergrund relevanten Rechtsebenen identifiziert. Diese betreffen vor allem
  - i) das rechtliche Ermöglichen der CO<sub>2</sub>-Speicherung in Deutschland durch Änderung des KSpG;
  - ii) Klärung/Klarstellung des Zusammenspiels des KSpG mit anderen Gesetzen/Regelwerken, insbesondere mit dem HSEG;
  - iii) Klärung der rechtlichen Zuständigkeiten für die AWZ;
  - iv) Erlassen von Verordnungen und untergesetzlichen Regelwerken gemäß KSpG.
- **Klärung und ggf. Anpassung der Verwaltungsstruktur:** Für eine Umsetzung von CO<sub>2</sub>-Speicherprojekten im deutschen Meeresgebiet sollte(n) die behördliche Zuständigkeit(en) für die CO<sub>2</sub>-Speicherung in der AWZ ausdrücklich festgeschrieben werden. Zudem wäre eine ausdrückliche Festlegung der nach KSpG zuständigen (Landes-)Behörden schon um der Rechtssicherheit willen wünschenswert. Unter Umständen könnte es hilfreich sein, eine zentrale „Stelle“ für alle Anliegen und Aktivitäten in der AWZ zu benennen und einzurichten.
- **Unzureichende Datenlage zum Aufbau des Untergrundes:** Die verfügbare Datenlage zum Aufbau und zur Beschaffenheit des tieferen, geologischen Untergrundes wird aktuell als nicht ausreichend angesehen, um eine CO<sub>2</sub>-Speicherung in die Meeresraumplanung (im Sinne von konkreten Gebietsfestlegungen) einzubeziehen. Dies ist zum einen durch den aktuellen Erkundungsstand des Untergrundes im deutschen Nordseegebiet bedingt, zum anderen durch die verbleibenden Unsicherheiten, die auf die natürliche Heterogenität des Untergrundes zurückzuführen sind. Hier sollten alternative Arten von Festlegungen unter Berücksichtigung der bestehenden Datenlücken und Unsicherheiten genutzt werden.
- **Eignungskriterien definieren:** Da alle Nutzungen des Untergrundes jeweils bestimmte Anforderungen an die Gegebenheiten im Untergrund haben, kann jede Nutzungsform nur an bestimmten geeigneten Stellen im Untergrund umgesetzt werden. Daher müssten für eine vorausschauende und optimierte Planung der Nutzung des Untergrundes Kriterien für die grundsätzliche (besondere) Eignung von Gesteinsschichten bzw. -strukturen für die CO<sub>2</sub>-Speicherung sowie für verschiedene weitere Nutzungen abgestimmt und festgelegt werden.

- **Stockwerksnutzung vereinfachen:** Für eine zukünftig vermehrte Nutzung des Untergrundes wäre es hilfreich, eine Stockwerksnutzung, also die Nutzung des Untergrundes an einem Ort, aber in verschiedenen Tiefen, zu ermöglichen. Hierfür müssten insbesondere geotechnische und rechtliche Aspekte sowie Haftungsfragen geklärt werden. Die Verfügbarkeit von 3-D-Modellen des Untergrundes wäre für eine solche dreidimensionale Planung hilfreich, ist aber nicht zwingend erforderlich.
- **Datenlage zu Umweltauswirkungen und Langzeitsicherheit:** Es bleibt zu prüfen, inwieweit die aktuelle Datenlage zu möglichen Umweltauswirkungen und zur Langzeitsicherheit der CO<sub>2</sub>-Speicherung in der deutschen AWZ für eine Strategische Umweltprüfung oder eine Umweltverträglichkeitsprüfung ausreicht, die für die (Teil-)Fortschreibung des Meeresraumordnungsplanes beziehungsweise für die Genehmigung von Einzelvorhaben erfolgen müsste. Dies hängt unter anderem damit zusammen, dass es noch keine Erfahrungen mit der CO<sub>2</sub>-Speicherung im deutschen Meeresgebiet gibt und die Übertragbarkeit von Daten aus Speicherprojekten an anderen Standorten nicht immer gegeben ist. Gegebenenfalls sollten bestehende Lücken durch geeignete (Begleit-)Forschung geschlossen werden.<sup>76</sup>
- **Erkundungsmöglichkeiten nutzen:** Im KSpG ist das Verwenden seismischer Daten zur Standortcharakterisierung vorgeschrieben. In bestehenden Windparks können aktive seismische Messungen nicht in der üblichen Weise durchgeführt werden, da die Abstände zwischen den einzelnen Windenergieanlagen für die Befahrung mit Schiffen, die eine ausladende Messeinrichtung ziehen, zu gering sind.<sup>77</sup> Aufgrund des geplanten starken Ausbaus der Offshore-Windparks im deutschen Nordseegebiet sollten jeweils seismische Daten in den einzelnen Gebieten erhoben werden, die den Anforderungen des KSpG genügen, bevor Windenergieanlagen dort aufgestellt werden. Ebenso sollten Wege zum Umgang mit weiteren Detailkonflikten einer CO<sub>2</sub>-Speicherung unterhalb von Offshore-Windparks zeitnah erarbeitet werden, wie dies aktuell zum Beispiel im Vereinigten Königreich und in den Niederlanden erfolgt.
- **Öffentlichkeitsbeteiligung als Chance:** Die Öffentlichkeitsbeteiligung bei der Aufstellung oder Aktualisierung von Raumordnungsplänen stellt eine Möglichkeit dar, Fragen und Priorisierungen bestimmter Nutzungen mit allen Betroffenen und Interessierten zu diskutieren – lange vor und somit unabhängig von der Vorbereitung, Beantragung und Umsetzung konkreter Vorhaben. Die Raumplanung profitiert ihrerseits von der Öffentlichkeitsbeteiligung, da so mehr Perspektiven in die Diskussion und letztendlich in die Planung einfließen.

In den Diskussionen zeigte sich wiederholt ein „Henne-Ei-Problem“: Grundsätzlich lassen sich konkrete Vorhaben einfacher umsetzen, wenn die entsprechende Nutzungsform bereits in der Raumplanung berücksichtigt ist. Für eine solche Berücksichtigung werden aber Erfahrungen mit der Nutzung, Informationen zu der Nutzungsform (zum Beispiel zu ihrem Raumbedarf in verschiedenen Kompartimenten) sowie Daten (zum Beispiel zu möglichen Umweltauswirkungen) benötigt – idealerweise aus Deutschland. Da es bislang kein CO<sub>2</sub>-Speicherprojekt im Bereich der deutschen Nordsee gibt und zudem jedes CO<sub>2</sub>-Speicherprojekt projekt- und standortspezifische Besonderheiten<sup>78</sup> aufweist, sind die Übertragbarkeit von Daten und Erfahrungen von einem Projekt auf das nächste sowie deren Verallgemeinerbarkeit stets zu prüfen. Daher könnte momentan die aktuelle Daten- und Erfahrungsgrundlage unzureichend für konkrete Gebietsfestlegungen für eine CO<sub>2</sub>-Speicherung in der Meeresraumplanung sein. Des Weiteren wurde die Notwendigkeit einer solchen Einbeziehung grundsätzlich in Frage gestellt, da eine CO<sub>2</sub>-Speicherung in Deutschland aktuell rechtlich nicht möglich ist und bis vor wenigen Jahren auch politisch nicht gewollt war. Die momentan von der Bundesregierung erarbeitete [Carbon Management Strategie für die Industrie](#) könnte hier eine Wende bringen, da darin eine zukünftige Umsetzung von CO<sub>2</sub>-Speicherprojekten in der deutschen Ausschließlichen Wirtschaftszone angestrebt werden soll. Ein solches Ziel könnte dann auch als gesetzlicher Auftrag aufgefasst werden, die CO<sub>2</sub>-Speicherung zeitnah in die (Meeres-)Raumplanung einzubeziehen. Allerdings wäre eine solche Einbeziehung nur zielführend, wenn die CO<sub>2</sub>-Speicherung in Deutschland auch rechtlich ermöglicht würde. Ein [Entwurf zur Änderung des KSpG](#), um eine CO<sub>2</sub>-Speicherung in Deutschland zu ermöglichen, wurde vom BMWK am 26. Februar 2024 vorgelegt.

---

<sup>76</sup> Nach dem Evaluierungsbericht der Bundesregierung zum KSpG von 2022 soll eine „...Begleitforschung zu einem Kohlendioxidsspeichervorhaben im industriellen Maßstab, vor allem zu den Umweltauswirkungen...“ kurzfristig ermöglicht werden.

<sup>77</sup> Dies gilt analog für die Notwendigkeit und die Möglichkeiten der Erkundung des Untergrundes auf dessen Eignung für andere Nutzungen wie zum Beispiel die Speicherung von Wasserstoff in Salzkavernen.

<sup>78</sup> Dazu gehören verschiedene Aspekte vom Projektdesign (CO<sub>2</sub>-Menge, Antransport des CO<sub>2</sub>, Injektionsstrategie, Ausbau etc.) bis zu (Umwelt-)Risiken.

Insgesamt ist dieser Workshop als Anstoß für einen weiteren Austausch zwischen verschiedenen Betroffenen und Interessierten zu sehen. Seine Ergebnisse motivieren, weiter gemeinsam nach Wegen zu suchen, wie mit den identifizierten Herausforderungen für die Umsetzung von CO<sub>2</sub>-Speicherprojekten unter der deutschen Nordsee umgegangen werden kann und auf welche Weise die CO<sub>2</sub>-Speicherung in die Meeresraumplanung einbezogen werden könnte. Ein geeignetes Format für den weiteren Austausch ist noch zu finden.

## 6. Hintergrundinformationen

In den folgenden Kapiteln sind die in den Impulsvorträgen präsentierten, grundlegenden Informationen zu den verschiedenen Aspekten zusammengefasst.

### 6.1 Geologische Voraussetzungen für eine CO<sub>2</sub>-Speicherung unter der deutschen Nordsee

Im Folgenden werden einige grundlegende Informationen zur geologischen Speicherung von CO<sub>2</sub> in tiefen, Salzwasser führenden Gesteinsschichten (salinare Aquifere) oder ausgeförderten Erdgaslagerstätten gegeben:

- **Speicheroptionen in Deutschland – saline Aquifere und leergeförderte Erdgasfelder:** Das größte Speicherpotenzial weisen in Deutschland saline Aquifere auf (aufgrund ihrer Größe und ihrer weiten Verbreitung). Ein geringeres Potenzial hat die Speicherung in leergeförderten Erdgasfeldern. Erdölfelder sind in Deutschland insgesamt zu klein, um ein nennenswertes Speicherpotenzial zu bieten. Ebenso ist in Deutschland wenig geklüftetes oder poröses Basaltgestein vorhanden, das für eine Speicherung von CO<sub>2</sub> mittels Mineralisierung (wie im isländischen [Carbfix-Projekt](#)<sup>79</sup>) in Frage kommen könnte.
- **Speicherprinzip – Porenspeicher zur Speicherung von CO<sub>2</sub>:** Bei der geologischen CO<sub>2</sub>-Speicherung, wie sie an geeigneten Standorten im tieferen Untergrund<sup>80</sup> der deutschen Nordsee erfolgen könnte, wird CO<sub>2</sub> im Porenraum von porösen, durchlässigen Speichergesteinen gespeichert, der natürlicherweise mit Formationswasser (bei salinaren Aquiferen) oder auch mit anderen Fluiden<sup>81</sup> (in Erdgaslagerstätten) gefüllt ist. Diese werden durch die CO<sub>2</sub>-Injektion aus dem Porenraum weitgehend verdrängt. Zudem wird der Druck in der Speicherformation erhöht, wodurch es zu einer Kompression und einer horizontalen Wanderung des Formationswassers im Speicherhorizont, einer Kompression der Gesteinsmatrix (= Weitung des Porenraums) und ggf. zu einer Hebung des Deckgebirges<sup>82</sup> kommen kann.

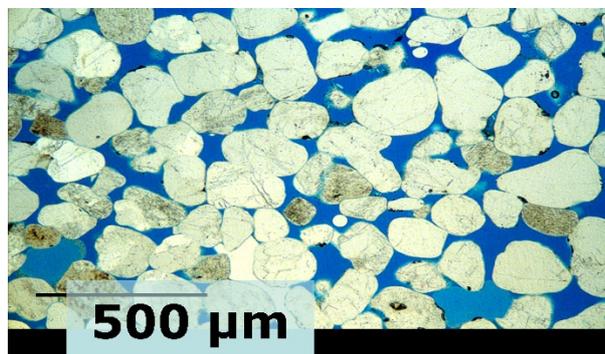


Abb. 8: Sandstein in Nahaufnahme, der Porenraum ist blau angefärbt. (Quelle: BGR)

- **Kombination verschiedener Speicher- und Rückhalte Mechanismen:** Im Speicher steigt das injizierte CO<sub>2</sub> aufgrund seiner im Vergleich zum Formationswasser geringeren Dichte nach oben. Um das CO<sub>2</sub> im Speicher zu halten, muss daher mindestens eine Barrieregesteinsschicht über der Speichergesteinsschicht vorhanden sein. Die CO<sub>2</sub>-Injektion in eine Aufwölbungsstruktur ist vorteilhaft, um die horizontale CO<sub>2</sub>-Ausbreitung im Speichergestein zu begrenzen.<sup>83</sup> Bei seiner Bewegung durch das Speichergestein bleibt

<sup>79</sup> Informationen zu dem grundsätzlichen Verfahren sind auch im [Fact Sheet zum Projekt AIMS](#)<sup>3</sup> zu finden.

<sup>80</sup> Damit das CO<sub>2</sub> im Untergrund eine möglichst hohe Dichte hat und somit der nutzbare Porenraum mit einer möglichst großen Menge (genauer: Masse) an CO<sub>2</sub> gefüllt wird, werden für die geologische Speicherung von CO<sub>2</sub> generell nur Gesteinsschichten in Tiefen von mehr als etwa 800 m betrachtet.

<sup>81</sup> Dazu können Erdgas- und Erdölbestandteile gehören.

<sup>82</sup> Mit Deckgebirge sind hier sämtliche, oberhalb des Speicherkomplexes liegende Gesteinsschichten gemeint. In der Regel treten über einem CO<sub>2</sub>-Speicher Hebungen der Erdoberfläche von höchstens wenigen Millimetern pro Jahr auf (Vasco et al. 2010) und liegen damit in einer vergleichbaren Größenordnung wie bei der Erdgasspeicherung (Kühn et al. 2009).

<sup>83</sup> Üblicherweise als struktureller bzw. physikalischer Rückhalt bezeichnet.

das CO<sub>2</sub> in Feinporen bzw. in Porenhälsen haften.<sup>84</sup> Zudem löst sich CO<sub>2</sub> im Formationswasser<sup>85</sup> und reagiert unter Umständen mit Bestandteilen der Gesteinsmatrix zu Mineralen (Karbonaten)<sup>86</sup>. Während die letzten beiden Mechanismen langsam erfolgen, sind die beiden erstgenannten Mechanismen sofort wirksam, so dass einmal in ein Speichergestein injiziertes CO<sub>2</sub> nicht wieder vollständig daraus entfernt werden kann.<sup>87</sup>

- **Grundvoraussetzungen für Speicherung/Anforderungen an geologische Gegebenheiten:**
  - 1) Speichergesteinsschicht überlagert von Barrieregesteinsschicht, möglichst in Aufwölbungsstruktur,
  - 2) Mindesttiefe der Speichergesteinsschichten (am Top bzw. an der Oberkante),
  - 3) Mindest-Nettomächtigkeit der Speichergesteine,
  - 4) Mindest-Porosität und Permeabilität,
  - 5) keine Wegsamkeiten im, über und um den Speicherkomplex; bei Vorhandensein potenzieller Wegsamkeiten<sup>88</sup> müssen diese genau untersucht und deren Dichtheit muss nachgewiesen werden;
  - 6) Vorhandensein von Reservespeichern und weiteren sekundären Barrieregesteinsschichten ist vorteilhaft und wird vom KSpG gefordert.
- **Datengrundlage:** Grundlegende Informationen über den Aufbau und die Beschaffenheit des Untergrundes in der deutschen Nordsee können vor allem aus Bohrungsdaten sowie aus 2-D- und 3-D-seismischen Messungen erhalten werden. In der deutschen AWZ sind mehr Daten aus 2-D- und weniger aus 3-D-seismischen Messungen vorhanden. Lediglich für das Nordwest-Ende der deutschen AWZ (Entenschnabel) sind viele 3-D-seismische Daten vorhanden. In der gesamten AWZ gibt es 82 Tiefbohrungen (NIBIS-Kartenserver 2021).

## 6.2 Rechtlicher Rahmen einer CO<sub>2</sub>-Speicherung im tieferen Untergrund der deutschen Ausschließlichen Wirtschaftszone (Nordsee)

Für die geologische Speicherung von CO<sub>2</sub> im Untergrund des deutschen Meeresgebietes sind mehrere Rechtsebenen zu beachten. Die unteren Ebenen müssen dabei stets die höherrangigen beachten und entsprechende Regelwerke einhalten. Zu den zu beachtenden Rechtsebenen gehören<sup>89</sup>:

- i) Seevölkerrecht (UN-Seerechtsübereinkommen (SRÜ), Londoner Protokoll (LP), Oslo-Paris-Konvention (OSPAR)<sup>90</sup>);
- ii) EU-Recht (EU CCS-Richtlinie (Richtlinie 2009/31/EC); Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie (FFH-Richtlinie – Richtlinie 92/43/EWG));
- iii) nationales Recht (KSpG als Umsetzung der EU CCS-Richtlinie; HSEG, KSpG der Länder).

Diese sind im Folgenden kurz beschrieben:

- Das **Seerechtsübereinkommen der Vereinten Nationen** (SRÜ, 1982, in Kraft getreten 1994) trifft unter anderem Regelungen zur Abgrenzung verschiedener Meereszonen (mit unterschiedlichen staatlichen Befugnissen) und zu deren Nutzung. Demnach haben Küstenstaaten in ihrer Ausschließlichen Wirtschaftszone (AWZ) und auf dem Festlandssockel beschränkte souveräne Rechte und Hoheitsbefugnisse. Diese souveränen Rechte und Hoheitsbefugnisse umfassen auch eine CO<sub>2</sub>-Speicherung in der AWZ. Das SRÜ stellt zudem den grundlegenden völkerrechtlichen Rahmen für den Schutz der Meeresumwelt dar.

<sup>84</sup> Üblicherweise als residualer bzw. kapillarer Rückhalt bezeichnet.

<sup>85</sup> Üblicherweise als Lösungsrückhalt bezeichnet.

<sup>86</sup> Üblicherweise als Mineralisierung beziehungsweise mineralischer Rückhalt bezeichnet.

<sup>87</sup> Welche Bedeutung welcher Rückhaltmechanismus hat, ist jeweils von den standortspezifischen Bedingungen abhängig. Die Mineralisierung ist keine zwingende Voraussetzung für einen langfristigen Verbleib des CO<sub>2</sub> im Speicher, wie das Vorhandensein natürlicher CO<sub>2</sub>-Lagerstätten zeigt.

<sup>88</sup> Dies können sowohl natürliche Wegsamkeiten, wie zum Beispiel geologische Störungen, als auch anthropogene Wegsamkeiten, wie zum Beispiel (alte) Bohrungen, sein. Im Vergleich zu den Nachbarländern gibt es im Bereich der deutschen Nordsee nur wenige Bohrungen.

<sup>89</sup> Hier sind relevante Regelwerke für eine CO<sub>2</sub>-Speicherung im Untergrund der deutschen Nordsee aufgeführt.

<sup>90</sup> Die Oslo-Paris-Konvention (OSPAR; 1992) ist ein völkerrechtlicher Vertrag zwischen den Anrainerstaaten des Nordatlantiks zum Schutz der Meeresumwelt des Nordostatlantiks vor Verschmutzungen bzw. vor nachteiligen Auswirkungen menschlicher Tätigkeiten.

So enthält es zum Beispiel Regelungen, um eine Meeresverschmutzung durch das Einbringen von Abfällen und sonstigen Stoffen („Dumping“) zu verhindern. Diese Regelungen werden durch das Londoner Protokoll konkretisiert.

- Das **Londoner Protokoll** (LP, 1996, in Kraft getreten 2007) enthält konkretisierende Vorgaben zum Dumping-Verbot: Jegliches Einbringen von Abfällen oder sonstigen Stoffen ist verboten, sofern keine Ausnahme dafür besteht. Die Ausnahmen sind dem Protokoll in einer Liste im Anhang („Reverse List“) beigefügt. Im Jahr 2006 wurde das Einbringen von CO<sub>2</sub> in den tiefen Meeresuntergrund zur Speicherung in diese Liste aufgenommen und somit erlaubt. Zudem verbietet das Londoner Protokoll den Export von Abfällen und sonstigen Stoffen für deren Entsorgung im Meeresgebiet. Dieses Verbot wurde im Jahr 2009 so geändert, dass der Export von CO<sub>2</sub> zu dessen Speicherung im Meeresuntergrund von dem Verbot ausgenommen ist. Diese Änderung ist allerdings noch nicht in Kraft getreten, da bislang nicht ausreichend viele Vertragsstaaten des LP sie ratifiziert haben. Auch in Deutschland steht diese Ratifizierung noch aus.<sup>91</sup> Seit 2019 kann diese Änderung vorläufig von denjenigen Vertragsstaaten des LP angewendet werden, die dies explizit gegenüber der International Maritime Organization (IMO) erklären. Zudem muss es einen Vertrag zwischen dem exportierenden und dem importierenden Staat geben. Auch hierzu hat Deutschland bislang noch keine offizielle Erklärung abgegeben. Das Wasserhaushaltsgesetz (WHG) und das Hohe-See-Einbringungsgesetz setzen das Londoner Protokoll in nationales Recht um.
- Die geologische Speicherung von CO<sub>2</sub> wird auf europäischer Ebene in der **Richtlinie 2009/31/EC („EU CCS-Richtlinie“)** geregelt. Diese gibt einen Rahmen für die umweltverträgliche geologische Speicherung von CO<sub>2</sub>.<sup>92</sup> Mitgliedsstaaten werden darin auch ermächtigt, die CO<sub>2</sub>-Speicherung mit entsprechender Begründung in Teilen oder in ihrem gesamten Hoheitsgebiet nicht zuzulassen. Die EU CCS-Richtlinie wurde von allen EU-Mitgliedsstaaten sowie von den Staaten des Europäischen Wirtschaftsraumes (EWR) in nationales Recht überführt. Nach Ansicht der EU-Kommission stellt die Richtlinie für alle Staaten des EWR bereits den Vertrag zum Export von CO<sub>2</sub> für die vorläufige Anwendung der Änderung des LP dar (siehe oben).
- Das **Hohe-See-Einbringungsgesetz** (HoheSeeEinbrG, HSEG, 1998) hat die Erhaltung der Meeresumwelt und deren Schutz vor Verschmutzung zum Ziel. Es verbietet das Einbringen von Abfällen und sonstigen Stoffen und Gegenständen in die Hohe See, also alle Meeresgewässer mit Ausnahme der deutschen Küstenmeere sowie der Küstenmeere anderer Staaten. Es gilt somit auch für die deutsche AWZ. Von dem Verbot sind wenige Stoffe und Gegenstände ausgenommen, CO<sub>2</sub> gehört nicht dazu. Das HSEG setzt das Londoner Protokoll in nationales Recht um (siehe oben).
- Das **Kohlendioxid-Speicherungsgesetz (KSpG)** hat die Erprobung und Demonstration der dauerhaften Speicherung von CO<sub>2</sub> in unterirdischen Gesteinsschichten zum Ziel. Die Zulassung einer CO<sub>2</sub>-Speicherung erfolgt danach in zwei Schritten: 1. Untersuchungsgenehmigung, 2. Planfeststellungsverfahren für Errichtung, Betrieb und wesentliche Änderung eines CO<sub>2</sub>-Speichers. Das KSpG gilt für das deutsche Hoheitsgebiet und die AWZ sowie den Festlandsockel. Es enthält Mengengrenzungen, das heißt Vorgaben zu der maximal pro Jahr an einem Standort sowie in Deutschland insgesamt speicherbaren CO<sub>2</sub>-Masse. Zudem konnten Speichergenehmigungen nur bis zum 31. Dezember 2016 beantragt werden. Für Erkundungsgenehmigungen wird in § 9 Abs. 1 Satz 4 KSpG eine weitere, inzwischen verstrichene Frist erwähnt („Genehmigung darf nicht über den 31. Dezember 2015 hinaus befristet oder verlängert werden“). Die Länder dürfen nach KSpG festlegen, dass eine Speicherung in bestimmten Teilen ihres Landesgebietes zulässig bzw. unzulässig ist. Hiervon haben verschiedene Küstenbundesländer Gebrauch gemacht (unter anderem Niedersachsen, Mecklenburg-Vorpommern, Schleswig-Holstein).<sup>93</sup> In Bezug auf die AWZ beziehungsweise den Festlandsockel halten sich die Länder bislang für unzuständig, so finden sich zum Beispiel keine die AWZ betreffenden Bestimmungen in den Landesgesetzen der Küstenbundesländer zur CO<sub>2</sub>-Speicherung.<sup>94</sup>

<sup>91</sup> Das [BMWK hat am 26. Februar 2024 angekündigt](#), dass Deutschland die Änderung des Londoner Protokolls von 2009 ratifizieren wird, mit der ein CO<sub>2</sub>-Export ermöglicht würde.

<sup>92</sup> Genauere Vorgaben zur Umsetzung der EU CCS-Richtlinie sind in den vier [Guidance Documents](#) zu finden. Diese werden momentan aktualisiert (siehe [Seiten von DVN](#)).

<sup>93</sup> Genauere Informationen sind zum Beispiel im Evaluierungsbericht der Bundesregierung zum KSpG (2022) zu finden.

<sup>94</sup> Zusammen mit der Erklärung des BMWK vom 26. Februar 2024, den Einsatz von CCS ermöglichen zu wollen, wurde auch ein [Entwurf zur Änderung des KSpG](#) veröffentlicht.

### 6.3 Rechtlicher Rahmen der Meeresraumplanung

Auch bei der Meeresraumplanung sind mehrere Rechtsebenen zu beachten:

- Das **SRÜ** nimmt nicht ausdrücklich Bezug auf Meeresraumplanung, diese ist aber implizit als Teil der zugestandenen souveränen Rechte und Hoheitsbefugnisse des Küstenstaats mit umfasst.
- Die **Richtlinie 2014/89/EU** vom 23. Juli 2014 zur Schaffung eines Rahmens für die maritime Raumplanung gibt vor, dass die EU-Mitgliedstaaten eine maritime Raumplanung ausarbeiten und bis 2021 maritime Raumordnungspläne erstellen müssen. In der Richtlinie werden Mindestanforderungen an die maritime Raumplanung festgelegt, wie zum Beispiel, dass die Anwendung eines Ökosystem-Ansatzes Grundlage der Meeresraumordnung sein muss. Zudem sollen die Mitgliedsstaaten in ihren Planungsverfahren sicherstellen, dass die einzelnen nationalen Pläne aufeinander abgestimmt sind und länderübergreifende Fragen berücksichtigen. Dies betrifft in der Praxis vorrangig eine Abstimmung mit den Ländern, deren AWZ an die deutsche grenzen. Ebenso wichtig ist die Abstimmung der Planung für die AWZ mit den Planungen der Küstenbundesländer für das Küstenmeer (Abb. 9).
- Das **Raumordnungsgesetz (ROG)** gilt auch für die AWZ und den Festlandssockel (§ 17 Abs. 1 ROG). Es ermächtigt das Bundesministerium für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen (BMWSB), einen Raumordnungsplan für die deutsche AWZ aufzustellen (per Rechtsverordnung). Das Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie (BSH) soll nach ROG mit Zustimmung des BMWSB die vorbereitenden Verfahrensschritte zur Aufstellung des Raumordnungsplans durchführen. Nach dem ROG soll die Meeresraumplanung den Raum (und dessen Nutzungen und Funktionen) entwickeln, ordnen und sichern und dabei möglichst Nutzungskonflikten vorbeugen bzw. diese lösen. Der AWZ-Meeresraumordnungsplan ist mindestens alle 10 Jahre auf Fortschreibungsbedarf hin zu überprüfen. Der Raumordnungsplan bindet in erster Linie öffentliche Stellen/Behörden – das heißt, er muss in deren Entscheidungs- bzw. Genehmigungsprozessen berücksichtigt werden. Das ROG wurde im Jahr 2023 letztmalig geändert. Bei der Änderung wurde unter anderem eine neue Kategorie eingeführt („Vorranggebiet mit Ausschlusswirkung“, siehe Kap. 6.4). Die Kategorie „Eignungsgebiete“ ist entfallen.
- Zusätzlich zu den Verträgen und Regelwerken, welche die Meeresraumplanung direkt betreffen, sind für die Meeresraumplanung eine Vielzahl **weiterer Regelwerke** zu beachten, die verschiedene Nutzungen oder bestimmte Schutzgüter und -ziele betreffen (wie zum Beispiel Schutz und Verbesserung der Meeresumwelt, Fischerei und Aquakultur, Freiheit der Seeschifffahrt, Windenergiegewinnung, Schutz des Unterwasserkulturerbes, Rohstoffgewinnung, Freiheit der Forschung; Abb. 9).



Abb. 9: In der Meeresraumplanung zu berücksichtigende Nutzungen und Belange sowie Abstimmungsbedarfe (FEP: Flächenentwicklungsplan – siehe unten; Quelle: BSH).

- Zudem muss die Meeresraumplanung gesetzlich verankerte Nutzungen und Ausbauziele berücksichtigen wie zum Beispiel den Ausbau der Windenergie auf See (nach Windenergie-auf-See-Gesetz). Die Fachplanung zur Umsetzung dieser Ausbauziele wird in einem **Flächenentwicklungsplan (FEP)** detailliert (Abb. 9). Der aktuelle FEP zum Ausbau der Windenergie auf See wurde am 20. Januar 2023 veröffentlicht, eine Fortschreibung ist in Bearbeitung.

## 6.4 Meeresraumordnungsplan

Der aktualisierte Raumordnungsplan für die deutsche AWZ (Nordsee und Ostsee) ist im September 2021 in Kraft getreten. Zu diesem gehören

- i) die Verordnung über die Raumordnung in der deutschen Ausschließlichen Wirtschaftszone in der Nordsee und in der Ostsee ([AWZROV](#)),
- ii) der fortgeschriebene Raumordnungsplan selber und die zusammenfassende Erklärung (als [Anlage zur AWZROV](#)),
- iii) die Umweltberichte zum Raumordnungsplan für die deutsche Ausschließliche Wirtschaftszone in der [Nordsee](#) sowie der Ostsee,
- iv) Kartenteile ([Nordsee](#) bzw. Ostsee) des Raumordnungsplans für die deutsche AWZ.

Der Meeresraumordnungsplan trifft Festlegungen in Form von textlichen und räumlichen Festlegungen (zum Teil befristet oder bedingt) als Ziele und Grundsätze der Raumordnung, insbesondere von

- **Vorranggebieten**<sup>95</sup>: Diese machen als Ziele der Raumordnung verbindliche Vorgaben (räumlich, zeichnerisch, sachlich) für Entscheidungsprozesse auf nachfolgenden Ebenen;
- **Vorbehaltsgebieten**<sup>96</sup>: Diese sind als Grundsätze der Raumordnung auf nachfolgenden Ebenen bei Entscheidungen mit Abwägungs- oder Ermessensspielraum zu berücksichtigen.

Die neue, mit der Änderung des ROG definierte Kategorie der „Vorranggebiete mit Ausschlusswirkung“<sup>97</sup> wurde bislang nicht verwendet. Wesentliche Änderungen im Vergleich zum Meeresraumordnungsplan von 2009 sind in Kap. 2.4 zusammengestellt.

Eine Prüfung und Berücksichtigung der Nutzungskonflikte erfolgt auch im Rahmen des Zulassungsverfahrens einzelner Vorhaben. Dabei sind, wenn vorhanden, die Festlegungen der Meeresraumplanung zu beachten. Folgende Aspekte wurden dazu erwähnt:

- **Nutzungskonflikte im Zulassungsverfahren**: Im Zulassungsverfahren von konkreten Vorhaben hängt der Umgang mit Nutzungskonflikten von der jeweiligen Rechtsgrundlage der betroffenen Nutzungen und Vorhaben ab, und es erfolgt (momentan) eine einzelfallspezifische Prüfung. Bei gesetzlich geschützten Interessen muss die Zulassungsbehörde (im Planfeststellungsverfahren) diese Interessen erfassen, darstellen, gegeneinander abwägen und in ein angemessenes Verhältnis zueinander setzen. Bei der Genehmigung einzelner Vorhaben könnten Konflikte gegebenenfalls über Maßgaben oder Nebenbestimmungen aufgelöst werden. Dazu gehören zum Beispiel zeitliche Festlegungen, eine Verpflichtung zur Abstimmung zwischen Betreibern, Abstandsregelungen, eine Verpflichtung zur gegenseitigen Rücksichtnahme oder technische Maßnahmen wie zum Beispiel das Eingraben von Kabeln.

---

<sup>95</sup> Vorranggebiete: Gebiete, die für bestimmte raumbedeutsame Funktionen oder Nutzungen vorgesehen sind und andere raumbedeutsame Funktionen oder Nutzungen in diesem Gebiet ausschließen, soweit diese mit den vorrangigen Funktionen oder Nutzungen nicht vereinbar sind (Definition nach ROG).

<sup>96</sup> Vorbehaltsgebiete: Gebiete, die bestimmten raumbedeutsamen Funktionen oder Nutzungen vorbehalten bleiben sollen, denen bei der Abwägung mit konkurrierenden raumbedeutsamen Funktionen oder Nutzungen besonderes Gewicht beizumessen ist (Definition nach ROG).

<sup>97</sup> Vorranggebiet mit Ausschlusswirkung: Wird durch die Festlegung von Vorranggebieten der jeweiligen Nutzung oder Funktion substantiell Raum verschafft, kann festgelegt werden, dass diese Nutzung oder Funktion an anderer Stelle im Planungsraum ausgeschlossen ist. Die Ermittlung der Vorranggebiete mit Ausschlusswirkung erfolgt auf der Grundlage eines gesamtäumlichen Planungskonzepts der planaufstellenden Stelle (Definition nach ROG).

- **Platz für Leitungen:** Die aktuelle Raumplanung sieht Leitungskorridore vor, die um die im Jahr 2009 bestehenden Pipelines gebildet wurden. Zusätzlicher Raumbedarf ergab sich in den vergangenen Jahren vor allem durch die Anschlussleitungen für Windenergieanlagen. Da Pipelines nicht wie Kabel über die Inseln geführt werden müssen, gäbe es für deren Trassenplanung möglicherweise mehr Spielraum im Küstenmeer als dies bei der Verlegung von Stromkabeln der Fall ist.

## 6.5 Untertageraumplanung – geologische und geotechnische Aspekte

Fachinformationen zur „Charakterisierung der Nutzungspotenziale des geologischen Untergrundes in Deutschland als Bewertungsgrundlage für unterirdische Raumnutzungen“ wurden vom Personenkreis „Nutzung tieferer Untergrund – PK NtU“<sup>98</sup> in einem Bericht zusammengestellt (PK NtU 2015). Mögliche Nutzungsarten des (tieferen) Untergrundes wurden dafür unterteilt nach stofflichen Nutzungen (Entnahme oder Einbringen von Gasen, Fluiden<sup>99</sup> oder festen Stoffen) und energetischen Nutzungen (Erdwärmennutzung, Kälte-/Wärmespeicher, untertägige Pumpspeicherkraftwerke). Im Folgenden sind ausgewählte, grundlegende Aspekte aus diesem Bericht zusammengestellt:

- **Nutzungssteckbriefe:** Die Charakterisierung der einzelnen Nutzungen bzw. ihrer geotechnischen Umsetzungen (insgesamt 37) erfolgte anhand ihrer geologischen Merkmale<sup>100</sup>, technologischer Faktoren, ihrer (möglichen) Auswirkungen im Untergrund und an der Oberfläche, der Nutzungsdauer, potenzieller Nutzungskonflikte und potentiellen Nachnutzungsmöglichkeiten der genutzten Gesteinseinheiten. Daraus wurden Steckbriefe für jede betrachtete Nutzung erstellt.
- **Generelles zu Nutzungsinteraktionen:** Verschiedene (oder gleiche) Nutzungen können i) sich grundsätzlich ausschließen oder ii) gleichzeitig oder in zeitlicher Reihenfolge und räumlich getrennt (übereinander/ nebeneinander) stattfinden – unter anderem abhängig von den geologischen Gegebenheiten und auch von den Tiefenlagen, in denen die einzelnen Nutzungen üblicherweise erfolgen. Diese unterscheiden sich zum Teil erheblich (Abb. 10).

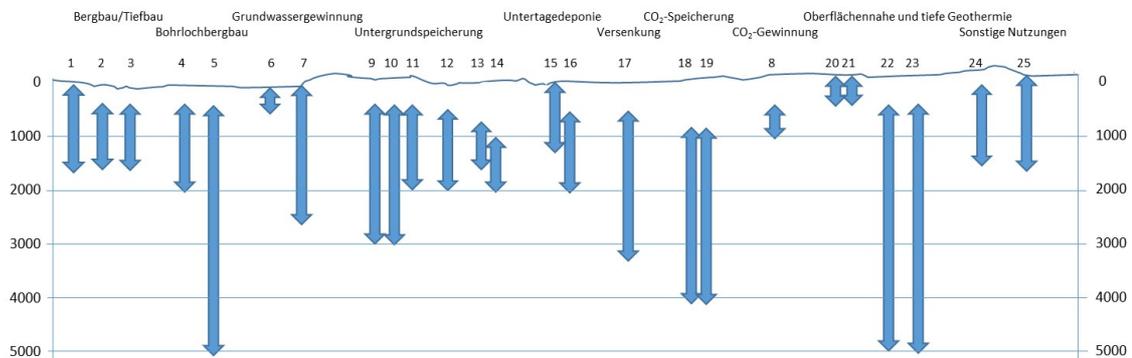


Abb. 10: Zusammenstellung der Tiefenlagen verschiedener möglicher Nutzungen des Untergrundes an Land (Tiefenangaben in Metern (Bohrungen sind dabei nicht berücksichtigt); modifiziert nach PK NtU 2015); 1: Gewinnung mineralischer Rohstoffe (Tiefbau), 2: Kohlebergbau, 3: Salzbergbau, 4: Salzgewinnung (mittels Laugung), 5: Gewinnung von Erdöl oder Erdgas, 6, 7: Grundwassergewinnung (Trink- und Brauchwasser bzw. Mineral-, Heil- und Thermalwasser/-sole), 8: CO<sub>2</sub>-Gewinnung (aus natürlichen Quellen), 9, 10, 11: Speicherung von Erdgas/E-Methan in tiefen Aquiferen bzw. in ehemaligen Erdöl- oder Erdgaslagerstätten bzw. in Salzkavernen, 12, 13, 14: Speicherung von Rohöl, Mineralölprodukten und Flüssiggas bzw. Druckluft bzw. Wasserstoff in Salzkavernen, 15, 16: Untertagedeponierung von festen Abfällen in (ehemaligen) Bergwerken bzw. in Kavernen, 17: Versenkung von Prozess- und Lagerstättenwässern, 18, 19: CO<sub>2</sub>-Speicherung in ehemaligen Erdöl- oder Erdgaslagerstätten bzw. tiefen, salinaren Aquiferen, 20, 21: Oberflächennahe Geothermie – Erdwärmesonde bzw. Grundwasserbrunnen, 22, 23: Tiefe Geothermie – Hydrothermale Nutzungen bzw. tiefe Erdwärmesonde, 24: Nutzung von Aquiferen als Kälte-/Wärmespeicher, 25: Unterirdische Pumpspeicherkraftwerke.

<sup>98</sup> PK NtU: Arbeitsgruppe der Staatlichen Geologischen Dienste (SGD) und der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR).

<sup>99</sup> Fluide meint hier bewegliche, fließfähige Stoffe, außer Gase.

<sup>100</sup> Unter „Merkmale“ werden hier die Anforderungen an die nutzbaren Gesteine bzw. Gesteinseinheiten (Gesteinsart, Verbreitung, Geometrie, Tiefenlage, Mächtigkeit und weitere Eigenschaften wie zum Beispiel Porosität, Durchlässigkeit sowie das Vorhandensein von Barrieregesteinsschichten) verstanden.

- **Interaktionen von CO<sub>2</sub>-Speicherung und Geothermie:** Für die CO<sub>2</sub>-Speicherung können sich aufgrund der Druckbeeinflussung der umgebenden Aquifere zum Beispiel Konkurrenzen zwischen benachbarten Speichervorhaben ergeben. Geothermieprojekte könnten gegebenenfalls durch benachbarte CO<sub>2</sub>-Speicher beeinträchtigt werden, aber unter Umständen auch davon profitieren (zum Beispiel durch eine Druckerhöhung im Reservoirgestein). Erste Patente auf Konzepte zur Kombination von Geothermieanlagen mit der Speicherung von CO<sub>2</sub> aus kleinen und mittleren industriellen Quellen wurden bereits erteilt. Andersherum dürfen zum Beispiel beim Abteufen einer Bohrung für die Erdwärmegewinnung oberhalb eines CO<sub>2</sub>-Speichers keine Wegsamkeiten durch die Barrieregesteinsschichten geschaffen werden.

## 6.6 Untertageraumplanung – planerische und rechtliche Aspekte

Zu den planerischen Instrumenten, die für eine Untertageraumplanung im Meeresgebiet angewendet werden könnten, gehören vor allem der Raumordnungsplan für die deutsche AWZ gemäß § 17 Abs. 1 ROG, Grundsatzpläne gemäß § 17 Abs. 3 ROG, die Landesentwicklungspläne für die Küstenmeere sowie die terrestrischen Landes- und Regionalpläne und ggf. die Bauleitplanung aufgrund der lokalen Raumbeanspruchung. Im Folgenden sind verschiedene, grundlegende Aspekte aufgeführt, die bei der Diskussion über eine mögliche Einbeziehung der CO<sub>2</sub>-Speicherung in die Meeresraumplanung (siehe Kap. 4) bzw. über die Erstellung einer Untertageraumplanung grundsätzlich berücksichtigt werden müssen:

- **Informationsgrundlagen:** Eine übergeordnete Planung benötigt Datengrundlagen und Informationen aus (verschiedenen) Fachplanungen. Da zu den Untergrundnutzungen keine Fachplanungen vorliegen, müssen hier andere Informationen verwendet werden. So werden zum Beispiel wichtige fachplanerische Grundlagen zum Aufbau des Untergrundes, seinen Ressourcen und deren Nutzungen von den Staatlichen Geologischen Diensten erarbeitet. Als weitere spezifische Informationsquellen für eine Bepanung des Untergrundes können künftig das im KSpG vorgesehene Register zu CO<sub>2</sub>-Speichern und CO<sub>2</sub>-Pipelines<sup>101</sup> dienen sowie die nach § 5 KSpG durchzuführenden Analysen und Bewertungen der Speicherpotenziale in Deutschland (inkl. der AWZ). Insgesamt aber sind Daten zum Aufbau des Untergrundes nicht flächendeckend in der Dichte und im Detailgrad vorhanden, wie es eigentlich für konkrete planerische Gebietsfestlegungen nötig wäre. Ein mögliches planerisches Instrument, das keine konkreten räumlichen Festlegungen benötigt, stellt die Festlegung räumlich-sachlicher Ziele und Grundsätze der Raumordnung ohne konkreten Raumbezug dar. Des Weiteren könnte die Aufstellung eines Leitbilds – hier zur nachhaltigen Entwicklung des Meeresuntergrundes – eine strategische Funktion einnehmen. Ein solches Leitbild für die nachhaltige Entwicklung des Meeresgebietes insgesamt fehlt momentan ebenfalls.
- **Nutzungskonflikte im KSpG:** Bei der Analyse und Bewertung der Potenziale für die dauerhafte Speicherung nach § 5 Abs. 2 Nr. 7 KSpG sind mögliche Nutzungskonflikte durch andere Untergrundnutzungen<sup>102</sup> im Bereich der für die dauerhafte Speicherung geeigneten Gesteinsschichten zu berücksichtigen. Zudem ist für das Erteilen einer Untersuchungsgenehmigung nach § 7 Abs. 1 Satz 3 KSpG zu prüfen, dass „Beeinträchtigungen von Bodenschätzen und vorhandenen Nutzungsmöglichkeiten des Untergrundes, deren Schutz jeweils im öffentlichen Interesse liegt, sowie Beeinträchtigungen von bergrechtlichen Genehmigungen und wasserrechtlichen Zulassungen ausgeschlossen sind, ...“
- **Abgrenzungen:** Für die unterirdische Raumplanung könnte eine naturräumliche Abgrenzung von Gebieten bzw. Räumen für bestimmte Nutzungen erfolgen, wie zum Beispiel eine Festlegung anhand geologischer Charakteristika (zum Beispiel „Aquiferformation“ – im Verbreitungsgebiet dieser Gesteinsformation wäre dann nur eine Nutzungsform zulässig unabhängig von der Tiefenlage).

<sup>101</sup> Nach KSpG ist ein öffentlich zugängliches Register zu führen, das Informationen zu beantragten, genehmigten und stillgelegten CO<sub>2</sub>-Speichern und zu bestehenden und geplanten CO<sub>2</sub>-Pipelines in Deutschland enthält.

<sup>102</sup> Genannt werden im KSpG Exploration, Rohstoffgewinnung, Geothermienutzung, nutzbares Grundwasser, Speicherung oder Lagerung anderer gasförmiger, flüssiger oder fester Stoffe oder wissenschaftliche Bohrungen.

- **Stockwerksnutzung:** Um die Nutzung übereinanderliegender Gesteinsschichten an einem Ort in unterschiedlichen Tiefen (Stockwerksnutzung) zu ermöglichen, müssen Methoden zur Abgrenzung einzelner Nutzungen erarbeitet werden. Diese sind zudem in der Tiefe dreidimensional zu begrenzen. Hierfür wären detaillierte 3-D-Modelle des Untergrundes wünschenswert. Zumindest muss bei Gebietsfestlegungen im Falle von Stockwerksnutzungen eine Tiefenangabe bei den raumordnerischen Festsetzungen erfolgen (Bsp. für Darstellungen: Projekt [Geothermie-Atlas zur Darstellung möglicher Nutzungskonkurrenzen zwischen CCS und Tiefer Geothermie](#)). Die planerischen Festlegungen müssen aber nicht immer zeichnerisch sein, sondern können auch textlich (ohne Bezug auf Gebiete oder Teilräume) erfolgen.
- **Öffentlichkeitsbeteiligung:** Planaufstellungen profitieren von der Öffentlichkeitsbeteiligung und bieten eine Gelegenheit, Wichtiges und Grundsätzliches zur Umsetzung verschiedener Nutzungen mit der Öffentlichkeit und insbesondere mit betroffenen Personengruppen sowie Interessensvertretern zu diskutieren (siehe Kap. 4). Da es im Meeresgebiet nur wenige direkt Betroffene gibt, ist die Beteiligung der Öffentlichkeit an der Meeresraumplanung erfahrungsgemäß gering. Somit könnte die Umsetzung einer kontrovers diskutierten Nutzung bevorzugt im Meeresgebiet erfolgen, um Diskussionen mit der Öffentlichkeit zu vermeiden. Von einem solchen Vorgehen ist insbesondere bei wichtigen Themen, die einer gesamtgesellschaftlichen Diskussion bedürfen, abzuraten. Das gilt vor allem für die Debatte zur möglichen Rolle der CO<sub>2</sub>-Speicherung bei der Minderung von CO<sub>2</sub>-Emissionen.

## Abkürzungsverzeichnis

AWZ	Ausschließliche Wirtschaftszone
BBergG	Bundesberggesetz
BGR	Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe
BMBF	Bundesministerium für Bildung und Forschung
BMWK	Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz
BMWSB	Bundesministerium für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen
BSH	Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie
CCS	Carbon Dioxide Capture and Storage (Engl.); CO <sub>2</sub> -Abscheidung und -Speicherung
CDRmare	Akronym der Forschungsmission „Marine Kohlenstoffspeicher als Weg zur Dekarbonisierung“ der Deutschen Allianz Meeresforschung (DAM) – CDR: Carbon Dioxide Removal (Engl.); CO <sub>2</sub> -Entnahme
CO <sub>2</sub>	Kohlenstoffdioxid, oft auch verkürzt als Kohlendioxid bezeichnet
DAM	Deutsche Allianz Meeresforschung
EC	European Commission (Engl.); Europäische Kommission
EU	Europäische Union
EWR	Europäischer Wirtschaftsraum
FEP	Flächenentwicklungsplan
GEOMAR	Name des Helmholtz-Zentrums für Ozeanforschung Kiel
GEOSTOR	Akronym des Projektes „Submarine Kohlendioxid-Speicherung in geologischen Formationen der deutschen Nordsee“
HSEG	Hohe-See-Einbringungsgesetz (HoheSeeEinbrG)
IMO	International Maritime Organization
KSpG	Kohlendioxid-Speicherungsgesetz
LBEG	Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie
LP	London Protocol (Engl.) – Londoner Protokoll, Protokoll zur Londoner Konvention
MKRO	Ministerkonferenz für Raumordnung
OSPAR	Oslo-Paris-Konvention
ROG	Raumordnungsgesetz
SeeAnlG	Seeanlagengesetz
SRÜ	Seerechtsübereinkommen der Vereinten Nationen
SUP	Strategische Umweltprüfung
sustainMare	Akronym der Forschungsmission „Schutz und nachhaltige Nutzung mariner Räume“ der Deutschen Allianz Meeresforschung (DAM)
WHG	Wasserhaushaltsgesetz
WindSeeG	Windenergie-auf-See-Gesetz
WSV	Wasserstraßen- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes

## Literaturverzeichnis

- Bundesregierung (2022) Evaluierungsbericht der Bundesregierung zum Kohlendioxid-Speicherungsgesetz (KSpG). – Deutscher Bundestag [Drucksache 20/5145](#), 216 S.
- ECO2 (2015) ECO2 Final Publishable Summary Report. – siehe <https://www.eco2-project.eu/>.
- Eiken, O., Ringrose, P., Hermanrud, C., Nazarian, B., Torp, T.A. & Høier, L. (2011) Lessons learned from 14 years of CCS operations: Sleipner, In Salah and Snøhvit. – Energy Procedia 4, 5541–5548, doi:10.1016/j.egypro.2011.02.541
- Fuhrmann, A., Knopf, S., Thöle, H., Kästner, F., Ahlrichs, N., Stück, H., Schlieder-Kowitz, A., Kuhlmann, G. (eingereicht) CO<sub>2</sub> storage potential of the Middle Buntsandstein Subgroup - German sector of the North Sea. – International Journal of Greenhouse Gas Control.
- GV NRW – Gesetz- und Verordnungsblatt NRW (2022) 5. Verordnung zur Änderung der Verordnung zur Regelung von Zuständigkeiten auf dem Gebiet des Energiewirtschaftsrechts vom 10. Mai 2022. – Ausgabe Nr. 28, 727-734.
- Kühn, F., Hoth, P., Stark, M., Burren, J. & Hole, J. (2009) Experience with satellite radar for gas storage monitoring. – Erdgas Erdöl Kohle 125, 11:452-460.
- Martens, S., Kempka, T., Liebscher, A., Möller, F., Schmidt-Hattenberger, C., Streibel, M., Szizybalski, A. & Zimmer, M. (2015) Field experiment on CO<sub>2</sub> back-production at the Ketzin pilot site. – Energy Procedia 76, 519-527.
- NIBIS® Kartenserver (2021) Tiefbohrungen (KW). – Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (LBEG), Hannover. <https://nibis.lbeg.de/cardomap3/>
- PK NtU – Personenkreis „Nutzung tieferer Untergrund“/Staatliche Geologische Dienste sowie Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (2015) Charakterisierung der Nutzungspotenziale des geologischen Untergrundes in Deutschland als Bewertungsgrundlage für unterirdische Raumnutzungen. – Abschlussbericht für den Bund/Länder-Ausschuss Bodenforschung (BLA-GEO), 31 S.
- Vasco, D.W., Rucci, A., Ferretti, A., Novali, F., Bissell, R.C., Ringrose, P.S., Mathieson, A.S. & Wright, I.W. (2010) Satellite-based measurements of surface deformation reveal fluid flow associated with the geological storage of carbon dioxide. – Geophysical Research Letters 37, L03303, 5 S., doi:10.1029/2009GL041544
- WSV (2021) Richtlinie Offshore-Anlagen zur Gewährleistung der Sicherheit und Leichtigkeit des Schiffsverkehrs. – Version 3.1, 48 S., Stand: Juli 2021