

Geologische Speicherung von CO₂ an Land und in Küstengebieten

ENERGISTYRELSEN
UMWELTBERICHT ZUR UMWELTVERTRÄGLICHKEITSPRÜFUNG DES PLANS
FÜR GEBIETE ZUR CO₂-SPEICHERUNG
MAI 2023



Projektname Umweltverträglichkeitsprüfung des Plans zur Ausweisung von Gebieten zur Injektion und Speicherung von CO₂ im Untergrund an Land und in Küstengebieten für die Gebiete Stenlille, Havnsø, Rødby, Gassum, Thorning, Jammerbugt, Lisa und Inez.

Kundenname Energistyrelsen

Datum 2023-05-15

Inhalt

1	Nichttechnische Zusammenfassung.....	5
1.1	Überblick über die Umweltauswirkungen des Plans	6
1.2	Charakter und Umweltauswirkungen der einzelnen Gebiete	11
2	Einleitung	14
2.1	Richtlinien und Vereinbarungen zur geologischen Speicherung	14
2.2	Geologisches Potenzial und Ausweisung von Gebieten für die geologische Speicherung	15
2.3	Umweltbericht zum Plan	17
2.4	Die Verbindung des Plans zu anderen Plänen	18
3	Beschreibung der Tätigkeiten, die durch den Plan für Ausschreibungen ermöglicht werden	20
3.1	Einführung.....	20
3.2	Speicherung an Land	21
3.3	Küstennahe Speicherung	24
3.4	Transport von CO ₂	25
3.5	Gefahr des Austritts (Leckage) aus unterirdischen CO ₂ -Speichern.....	26
3.6	Was der Plan nicht ermöglichen kann.....	27
3.7	Gesamtüberblick über die durch den Plan ermöglichten Tätigkeiten	28
4	Alternativen	32
5	Scoping und Methode.....	33
5.1	Scoping des Inhalts des Umweltberichts	33
5.2	Umweltaspekte, die im Umweltbericht unberücksichtigt bleiben.....	34
5.3	Konsultierte zuständige Behörden im Rahmen des Scoping	38
5.4	Bewertungsmethode	38
6	Umweltschutzziele und deren Berücksichtigung	42
7	Umweltauswirkungen auf sowohl Land- als auch küstennahe Flächen.....	46
7.1	Klimatische Faktoren.....	46
7.2	Der Untergrund	50
8	Umweltauswirkungen an Land	54
8.1	Biodiversität und Natur	54
8.2	Natura-2000 und Anhang-IV-Arten	62
8.3	Bevölkerung	76
8.4	Menschliche Gesundheit	83
8.5	Flüsse, Seen und Grundwasser.....	88
8.6	Größere anthropogene und naturbedingte Katastrophenrisiken und Unfälle..	101
9	Umweltauswirkungen in Küstengebieten.....	107

9.1	Meeresbiodiversität.....	107
9.2	Wasserplanung gemäß der Wasserrahmen- und Meeresstrategie- Rahmenrichtlinie	122
9.3	Natura 2000, Anhang-IV-Arten.....	134
9.4	Andere Naturschutzgebiete als Natura 2000.....	143
9.5	Fischerei (Bevölkerung).....	145
9.6	Größere anthropogene und naturbedingte Katastrophenrisiken und Unfälle..	150
10	Grenzüberschreitende Auswirkungen	153
11	Mangelndes Wissen und mögliche Unsicherheiten	154
12	Empfehlungen für vorbeugende Maßnahmen und Überwachung	155
12.1	Vermeidung erheblicher nachteiliger Auswirkungen.....	155
12.2	Überwachung	156
13	Literaturverzeichnis	157
	Anhang 1 Auswirkungen auf die 11 Deskriptoren der Meeresstrategie	160
	Anhang 2: Übersicht über Grundwasserkörper	164
	Anhang 3: GEUS-Erklärung zum Risiko eines Austritts	167

1 Nichttechnische Zusammenfassung

Im Rahmen der Umsetzung politischer Vereinbarungen zur geologischen Speicherung von CO₂ hat die dänische Energieagentur einen Plan für die Ausweisung von Gebieten zur Injektion und geologischen Speicherung von CO₂ im Untergrund in fünf Gebieten an Land und in drei Küstengebieten erstellt. Die Gebiete wurden aufgrund ihrer geologischen Eignung ausgewählt. Der Plan für die Ausschreibung wird in diesem Bericht einer Umweltverträglichkeitsprüfung unterzogen. Parallel zu dieser Umweltverträglichkeitsprüfung wird eine gesonderte strategische Umweltprüfung einer Verordnung durchgeführt, die die Erteilung der Genehmigung für Pilot- und Demonstrationsprojekte zur CO₂-Speicherung innerhalb der ausgewiesenen Gebiete ermöglicht.

Bei der Umweltverträglichkeitsprüfung handelt es sich um eine Gesamtbewertung der Tätigkeiten, die der Plan in den ausgewiesenen Gebieten ermöglicht. Zu den Tätigkeiten können unter anderem seismische Untersuchungen, der Bau von Plattformen, die Herstellung und Nutzung von Bohrlöchern, Rohrleitungen und technischer Anlagen an der Erdoberfläche gehören. Der Plan definiert acht Gebiete, in denen nach einer Ausschreibung eine Genehmigung für die Prospektion und Injektion von CO₂ erteilt werden kann. Darüber hinaus legt der Plan jedoch keinen Rahmen für den Standort künftiger Anlagen fest. Ebenso wenig wird ein Rahmen für die Gestaltung der Anlagen, Auswirkungen von Anlagen oder Bauprozessen gesetzt, die erst im Zusammenhang mit Anträgen für die einzelnen Projekte bekannt werden. Bei der Ausschreibung handelt es sich also um einen sehr allgemeinen Plan, was sich auch im Umweltbericht widerspiegelt, in dem die Bewertungen ebenfalls allgemein gehalten sind.

Es ist ungewiss, wie viele und welche Injektions- und Speichertätigkeiten infolge des Plans und der 30-jährigen Laufzeit der künftigen Lizenzen durchgeführt werden und wo diese Tätigkeiten innerhalb der ausgewiesenen Gebiete stattfinden werden. Die Entwicklung hängt unter anderem von den Marktpreisen für CO₂, politischen Initiativen, finanzieller Unterstützung, technologischer Entwicklung sowohl in Bezug auf Abscheidung, Speicherung als auch Power-to-X usw. ab. Gemäß dem Umweltverträglichkeitsprüfungsgesetz konzentriert sich die Umweltverträglichkeitsprüfung auf die wahrscheinlichen Auswirkungen, die eine Folge der voraussichtlichen Entwicklung während der Laufzeit der Ausschreibung sein können. Sie werden im Umweltbericht beschrieben und bewertet.

Die Bewertungen des Umweltberichts zeigen, dass die geplanten Gebiete grundsätzlich für die Durchführung der politisch beschlossenen CO₂-Speicherung in Dänemark geeignet sind. Der dänische Untergrund verfügt über ein erhebliches geologisches und technisches Speicherpotenzial. Eventuelle Planausweisungen weiterer Gebiete zur CO₂-Speicherung werden ebenfalls eine strategische Umweltprüfung beinhalten. Gleichzeitig berücksichtigt der Plan die EU-geschützten Natura-2000-Gebiete durch eine differenzierte Ausweisung, bei der zwischen der geografischen Ausdehnung der Lagerstätte im Untergrund und der geografischen Ausdehnung der Flächen an der Oberfläche unterschieden wird, wobei Genehmigungen gemäß dem dänischen Untergrundgesetz und der Verordnung über Pilot- und Demonstrationsvorhaben erteilt werden können. Natura 2000-Gebiete werden nicht in die Flächenausweisung einbezogen.

Die Auswirkungen der durch den Plan ermöglichten Tätigkeiten auf die Umweltbedingungen an Land und in den Küstengebieten in und um die ausgewiesenen Gebiete

hängen davon ab, wo und wie Injektions- und Speicheraktivitäten anschließend durchgeführt werden. Über die geographische Abgrenzung der Gebiete hinaus gibt der Plan keinen weiteren Rahmen für die Tätigkeiten vor und die Bewertung der Auswirkungen reflektiert die übergeordnete Ebene. Die übergeordneten Bewertungen zeigen mehrere mögliche nicht erhebliche nachteilige Auswirkungen auf Umweltparameter wie Artenvielfalt, Bevölkerung und menschliche Gesundheit.

Abschließend beschreibt der Umweltbericht, dass der Transport, die Injektion und die geologischen Speicherung von CO₂ eine Reihe von Risiken bergen. Die Beschreibung der Risiken basiert auf internationalen Erfahrungen mit der Speicherung von CO₂ und bezieht diese auf die erwarteten dänischen Bedingungen. Wie bereits erwähnt, eignet sich der dänische Untergrund sehr gut für die geologische Speicherung von CO₂. Die Ermöglichung der CO₂-Speicherung in Dänemark zielt nicht darauf ab, die Möglichkeiten für die Förderung von Öl und Gas zu verbessern, und dieser Plan sieht auch nicht die Einleitung von CO₂ zu diesem Zweck vor

Sobald der Plan beschlossen und die anschließende Ausschreibung der 1-8 Gebiete durchgeführt wurde, erwartet die dänische Energieagentur eine Reihe von Genehmigungsanträgen für konkrete Vorhaben. Die konkreten Projekte zur großtechnischen CO₂-Speicherung müssen hinsichtlich ihrer Umweltauswirkungen bewertet werden. Dabei werden in den Umweltverträglichkeitsprüfungen die spezifischen Bedingungen an den konkreten Standorten beschrieben und bewertet. Die strategische Umweltprüfung der geplanten Gebiete kann in zukünftige Umweltverträglichkeitsprüfungen auf Projektebene einfließen, die Erheblichkeit der Auswirkungen bestimmter Umweltparameter kann jedoch auf Projektebene unterschiedlich sein, da die Projekte spezifische Details darüber beinhalten, was und wie betroffen ist. Der Umweltbericht allein kann daher nicht dazu herangezogen werden, die Erheblichkeit der Auswirkungen der Projekte vorherzusagen.

1.1 Überblick über die Umweltauswirkungen des Plans

Die durch den Plan ermöglichten Tätigkeiten werden übergeordnet betrachtet zu einer erheblichen Reduzierung von Treibhausgasemissionen führen. Darüber hinaus wird sich der Plan auf mehrere unterschiedliche Umweltaspekte negativ und auf einen einzelnen Umweltaspekt positiv auswirken. Die möglichen Umweltauswirkungen des Plans werden für die im Umweltbericht enthaltenen Sachverhalte in Tabelle 1-1 zusammengefasst. Darüber hinaus gibt es eine Reihe von Auswirkungen auf andere Umweltbedingungen, beispielsweise die Landschaft und Sachgüter, die im Abschnitt 5.2 nur kurz beschrieben werden. Dies liegt daran, dass das Scoping des Umweltberichts verneinte, dass die übrigen Umweltbedingungen auf der Ebene des Gesamtplans erheblich beeinflusst werden könnten. Die Scoping-Erklärung ist auf der Website der dänischen Energieagentur zur CO₂-Speicherung zu finden.

Tabelle 1-1 Übersicht über die Auswirkungen der Ausschreibung auf die einzelnen Umweltaspekte, deren Erheblichkeit und Bezug zu Umweltschutzziele.

Umweltfaktor	Auswirkungen von Tätigkeiten, die durch die Ausschreibung ermöglicht werden	Gesamterheblichkeit der Auswirkungen	Auswirkungen von Umweltschutzziele
Auswirkungen aus Planungsgebieten an Land und in Küstennähe			
Klima	Emissionen und gespeichertes CO ₂ in einer Lebenszyklusperspektive	Signifikant positiv	Trägt zu den dänischen Zielen für die Speicherung von CO ₂ bei.
Der Untergrund	Auswirkungen auf den Untergrund durch die Speicherung großer Mengen CO ₂	Nicht erheblich negativ	(Keine relevanten Umweltschutzziele)
Größere Risiken und Unfälle durch vom Menschen verursachte Katastrophen	Erhöhte Risiken bei Transport, Injektion und geologischer Lagerung.	Nicht erheblich negativ	(Keine relevanten Umweltschutzziele)
Auswirkungen auf Planungsgebiete an Land			
Biologische Vielfalt	Auswirkungen durch neue Anlagen und evtl. Einträge	Nicht erheblich negativ	Trägt negativ zu den Biodiversitätszielen bei.
Natura-2000-Gebiete und Anhang-IV-Arten	Auswirkungen durch neue Anlagen und evtl. Einträge	Nicht erheblich negativ	Trägt negativ zu den Zielen für Arten und natürliche Lebensräume bei.
Bevölkerung	Einführung neuer Technologien beeinträchtigt die Sicherheit.	Erheblich negativ	Trägt negativ zum Ziel mentaler Gesundheit und Wohlergehen bei.
	Mit der Lagerung verbundene Tätigkeiten bedeuten Arbeitsplätze.	Nicht erheblich positiv	(keine relevanten Umweltschutzziele)
Menschliche Gesundheit	Auswirkungen durch Bohrungen, Transport und Lagerung	Nicht erheblich negativ	Trägt negativ zum Ziel körperlicher Gesundheit bei.
Wasserkörper	Auswirkungen durch Transportleitungen, Bohrungen und Freisetzungen	Nicht erheblich negativ	Trägt negativ zu Zielen für Oberflächenwasser und Grundwasser bei.
Größere Risiken und Unfälle durch vom Menschen verursachte Katastrophen	Erhöhte Risiken bei Transport, Injektion und geologischer Lagerung.	Nicht erheblich negativ	(Keine relevanten Umweltschutzziele)
Auswirkungen auf Küstenplanungsgebiete			

Umweltfaktor	Auswirkungen von Tätigkeiten, die durch die Ausschreibung ermöglicht werden	Gesamterheblichkeit der Auswirkungen	Auswirkungen von Umweltschutzzielen
Meeresbiodiversität	Auswirkungen durch Kartierung, Anlagen, Einträge und Stilllegung	Nicht erheblich negativ	Trägt negativ zu Zielen für biologische Vielfalt bei.
Natura-2000 und Anhang-IV-Arten	Auswirkungen durch Kartierung, Bautätigkeit und Schiffsverkehr	Nicht erheblich negativ	Trägt negativ zu Zielen für den Artenschutz bei.
Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie	Auswirkungen durch Kartierung, Anlagen, Einträge und Stilllegung	Nicht erheblich negativ	Trägt negativ zu den Zielen für die Meeresumwelt bei.
Fischerei (Bevölkerung)	Bau und Vorhandensein von Infrastruktur	Nicht erheblich negativ	Trägt negativ zu den Zielen für die Fischerei bei.
Größere vom Menschen verursachte Katastrophenrisiken	Erhöhte Risiken bei Transport, Injektion und geologischer Lagerung.	Nicht erheblich negativ	(Keine relevanten Umweltschutzziele)

Klimatische Faktoren

Die Injektion und Speicherung von CO₂ im Untergrund ist ein wichtiges Mittel zur Reduzierung der CO₂-Gesamtemissionen Dänemarks in die Atmosphäre. Dies ist trotz eines erheblichen CO₂-Fußabdrucks aus der Produktion und dem Bau neuer Infrastruktur, aus dem Transport per Lkw, Bahn und Schiff etc. der Fall. Insgesamt wird eingeschätzt, dass der Plan eine signifikante positive Auswirkung auf das Klima hat.

Der Untergrund

Die Injektion und Speicherung von CO₂ kann Auswirkungen auf den Untergrund in den ausgewiesenen Bereichen haben. Die Auswirkungen werden von einer Reihe von Parametern abhängen, einschließlich der Art der Lagerstätten und der Art und Weise, wie das CO₂ in sie gepumpt wird. Obwohl mit der Speicherung großer CO₂-Mengen zu rechnen ist, werden die Auswirkungen auf Ebene nicht als erheblich angesehen. Bei den nachfolgenden konkreten Projekten mit geringerer Geografie kann die Erheblichkeit anders bewertet werden.

Katastrophenrisiken und Unfälle an Land und in Küstengebieten

Transport, Bohrung, Injektion und geologische Speicherung von CO₂ an Land und in Küstengebieten bergen erhöhte Unfallgefahren und Risiken. Basierend auf internationalen Erfahrungen und den dänischen Verhältnissen werden die Risiken als gering und auf bestimmte Gebiete beschränkt eingeschätzt. Die Auswirkungen des Plans auf Risiken und Unfälle werden daher als nicht erheblich eingeschätzt.

Biologische Vielfalt an Land

Die biologische Vielfalt an Land kann durch technische Anlagen und Transportleitungen negativ beeinflusst werden, wenn sie in Gebieten mit biologischer Vielfalt, geschützten Lebensräumen usw. platziert werden. Negative Auswirkungen können auch durch Aus-

tritt von CO₂ aus den technischen Anlagen an der Oberfläche, insbesondere auf kalkhaltigen Böden, und durch eine zukünftige Stilllegung der Anlagen entstehen. Die Auswirkungen werden auf Planungsebene als nicht erheblich eingeschätzt.

Biologische Vielfalt in den Küstengebieten

Bei einer großen Anzahl potenzieller Tätigkeiten und einem großen Planungsgebiet kann es zu einer Reihe von Auswirkungen auf die biologische Vielfalt im Meer kommen, einschließlich der benthischen Fauna, der Fischarten, der Meeressäuger und der Seevögel. Darüber hinaus liegen zwei Planungsgebiete in der Nähe der Meeresstrategie-Schutzgebiete mit prioritären natürlichen Lebensräumen. Die Auswirkungen des Plans auf Arten und Lebensräume werden jedoch als nicht erheblich eingeschätzt.

Natura-2000-Gebiete und Anhang-IV-Arten an Land

Alle Gebiete an Land umfassen Natura-2000-Gebiete, die ein Netzwerk besonders wertvoller Naturgebiete darstellen. Sie können von neuen Anlagen und eventuellem CO₂-Austritt beeinträchtigt werden, jedoch werden die Auswirkungen als nicht erheblich eingeschätzt. Aufgrund fehlender Kenntnisse über die Art und Lage von oberirdischen Anlagen wurde eine Erheblichkeitsbewertung von Anhang-IV-Arten gemäß der FFH-Richtlinie nur auf der strategischen Gesamtplanebene durchgeführt.

Natura-2000-Gebiete und Anhang-IV-Arten in den Küstengebieten

Zu den Küstenplanungsgebieten gehören nach der differenzierten Ausweisung keine Flächen, die sich mit ausgewiesenen Natura-2000-Gebieten gemäß der FFH-Richtlinie überschneiden. Die Planungsgebiete Lisa und Inez grenzen jeweils an ein Vogelschutzgebiet (F126, N1) und ein Habitatgebiet (H257, N248). Die Gebiete können möglicherweise durch Kartierung, Bautätigkeiten und Schiffsverkehr beeinträchtigt werden, aber auf der Grundlage des vorhandenen Wissens wird davon ausgegangen, dass die Tätigkeiten aufgrund der Ausweisung keine erheblichen negativen Auswirkungen auf natürliche Lebensräume, Vögel oder Arten haben werden. Die Bewertung der Auswirkungen auf Natura-2000- und Anhang-IV-Arten stellt auch eine Bewertung der Erheblichkeit gemäß der FFH-Richtlinie dar.

Auswirkungen in Bezug auf die Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie

Die Küstenplanungsgebiete werden in Bezug auf die Meeresstrategie-Gebiete F und B und die Deskriptoren der Meeresstrategie beurteilt. Sie können beeinträchtigt werden durch Kartierung, Bautätigkeit, Einträge und Stilllegung. Die Auswirkungen werden als negativ, aber nicht erheblich eingeschätzt.

Bevölkerung an Land

Es ist zu erwarten, dass sich die Entwicklung der geologischen Speicherung von CO₂ an Land, insbesondere im Nahbereich der geplanten und zu errichtenden Anlagen auf das Sicherheitsempfinden der Bevölkerung negativ und erheblich auswirkt. Der Umweltbericht zeigt Möglichkeiten zur Reduzierung der erheblichen und negativen Auswirkungen auf.

Gleichzeitig zeigen Erfahrungen aus Norwegen, dass in den Nahregionen eine größere Anzahl von Arbeitsplätzen entstehen können. Die Auswirkungen durch ein erhöhtes Arbeitsplatzangebot werden als nicht erheblich und positiv bewertet.

Fischerei (Bevölkerung)

In dem Maße, in dem durch den Plan eine neue Infrastruktur in den Küstengebieten entsteht, wird die Fischerei durch neue Sicherheitszonen, beispielsweise rund um neue

Plattformen, beeinträchtigt. Darüber hinaus besteht die Gefahr kurzfristiger Auswirkungen auf die Fischbestände im Zusammenhang mit Baumaßnahmen. Die Auswirkungen auf die Fischerei werden als negativ und nicht erheblich bewertet.

Menschliche Gesundheit

Die menschliche Gesundheit kann durch Emissionen aus dem Transport von CO₂, insbesondere durch Lkw-Transport in größerem Umfang, beeinträchtigt werden. Mit Zunahme von Lkw, die CO₂ auf der Straße transportieren, steigt auch das Risiko von Unfällen mit CO₂-Freisetzung leicht an. Darüber hinaus kann der Lärm der Bohrarbeiten die Gesundheit der Menschen beeinträchtigen und es besteht ein sehr geringes Risiko von Auswirkungen im Falle einer unbeabsichtigten Freisetzung von CO₂ an Bohr- und Injektionsstellen. Auf der übergeordneten Ebene des Plans werden die Auswirkungen als nicht erheblich eingeschätzt.

Wasserkörper an Land

Durch Bohrungen, Rohrleitungen und oberirdische Anlagen können Flüsse, Seen und das Grundwasser beeinträchtigt werden. Dies gilt sowohl für Wasserkörper in den ausgewiesenen Gebieten selbst als auch außerhalb. Die Auswirkungen werden als begrenzt eingeschätzt.

Kumulative Effekte

Die Bewertung der Auswirkungen des Plans auf die einzelnen Umweltparameter umfasst die Beurteilung kumulativer Effekte. Sowohl auf See als auch an Land müssen die Auswirkungen des Plans im Verhältnis zu den Auswirkungen anderer Tätigkeiten in denselben Bereichen der biologischen Vielfalt, Gesundheit, Wasserkörper usw. gesehen werden.

Für die Küstengebiete wird besonderes Augenmerk auf die kumulativen Auswirkungen auf Schweinswale gelegt, die bereits einer Reihe von Lärmbelastungen ausgesetzt sind. Hier können seismische Untersuchungen und Bauarbeiten zur kumulativen Lärmbelastung beitragen. Ebenso kann der Plan zu kumulativen Auswirkungen auf die benthiische Fauna durch Sedimentdispersionen und den Verlust von natürlichen Lebensräumen durch verschiedene Bautätigkeiten auf See beitragen. Die kumulativen Auswirkungen können sich auch auf die Fischerei auswirken, wobei insbesondere die Grundschleppnetzfisherei durch mehrere Verbotgebiete im Zusammenhang mit den Tätigkeiten in den drei Küstengebieten kumulativ beeinträchtigt werden kann.

Für die Gebiete an Land wird besonderes Augenmerk auf die kumulativen Auswirkungen auf die biologische Vielfalt und die menschliche Gesundheit gelegt, die beide bereits einer Reihe von Belastungen ausgesetzt sind. Dazu gehört unter anderem die Bewertung der Luftverschmutzung im Hinblick auf die menschliche Gesundheit und Auswirkungen auf Arten und Ökosysteme.

Basierend auf den Beschreibungen des Umweltzustands und der kumulativen Effekte konnte keine Grundlage für die Schlussfolgerung gefunden werden, dass der Plan mit den laufenden und geplanten Tätigkeiten zu erheblichen negativen kumulativen Effekten führen wird.

Grenzüberschreitende Auswirkungen

Eine grenzüberschreitende Auswirkung ist eine Auswirkung, die durch Pläne oder Projekte verursacht wird, die sich über nationale Grenzen hinweg erstrecken. Die geplanten Gebiete liegen weit von den Nachbarländern entfernt, wobei das Gebiet bei Rødby mit etwa 20 km Entfernung zur deutschen Küste am nächsten an Deutschland liegt. Daher wurde geprüft, ob die Auswirkungen der Umsetzung des Plans zu grenzüberschreitenden Auswirkungen führen können. Die Bewertungen zeigen, dass es keine grenzüberschreitenden Auswirkungen geben wird. Mögliche grenzüberschreitende Auswirkungen werden in den konkreten Projekten weiter geklärt und bewertet.

1.2 Charakter und Umweltauswirkungen der einzelnen Gebiete

Die Ausschreibung umfasst fünf Gebiete an Land und drei Gebiete auf See. Die Gebiete sind sehr unterschiedlich und es gibt daher unterschiedliche Faktoren, die für und gegen jedes einzelne Gebiet sprechen. Im Zusammenhang mit dieser übergeordneten Umweltverträglichkeitsprüfung wurde auf eine Gesamtbewertung der einzelnen Planungsgebiete verzichtet. Dies impliziert eine politische Stellungnahme zur Gewichtung der verschiedenen Umweltaspekte untereinander.

Die ausgeschriebenen Gebiete sind so groß, dass auf übergeordneter Ebene davon ausgegangen wird, dass sich Standorte finden lassen, an denen konkrete Projekte so gestaltet werden können, dass sie keine erheblichen negativen Auswirkungen auf die Umwelt haben. Dementsprechend wird es auch in den großen Planungsgebieten möglich sein, eine Reihe von Standorten zu finden, die wahrscheinlich erhebliche negative Auswirkungen mit sich bringen.

Die nachfolgende Beschreibung des Charakters und der Umweltauswirkungen der Gebiete basiert auf einer qualitativen Gesamtbewertung auf der Grundlage von Karten, Analysen und Bewertungen im Umweltbericht. Die Beschreibung bezieht sich auf die Unterschiede der Planungsgebiete über Umweltaspekte und räumliche Ausdehnung hinweg.

Stenlille

Im Vergleich zu den anderen ausgewiesenen Gebieten ist Stenlille ein kleineres Gebiet (153 km²) mit weniger Möglichkeiten für die Platzierung von Anlagen zur geologischen Speicherung von CO₂. Andererseits besteht die Möglichkeit, die bestehende Erdgasinfrastruktur zur Speicherung von CO₂ zu nutzen. In weiten Teilen des Planungsgebiets bestehen besondere Trinkwasserinteressen. Im Vergleich zu den anderen Gebieten gibt es in der Ausweisung Stenlille in größerem Umfang geschützte Natur, wobei die primären Schutzgebiete außerhalb der Untergrundaussweisung liegen, und in geringerem Umfang Flüsse und Seen mit festgelegtem Zustandsziel.

Havnsø

In weiten Teilen des Planungsgebiets (153 km²) bestehen besondere Trinkwasserinteressen. Im Vergleich zu den anderen Planungsgebieten gibt es in der Ausweisung Havnsø in größerem Umfang geschützte Natur und in geringerem Umfang Flüsse und Seen mit festgelegtem Zustandsziel. Auch die größten Seen und die Sejerø-Bucht sind nicht Teil der oberirdischen Ausweisung. Die Lagerstätte in Havnsø erstreckt sich unterhalb der Sejerø-Bucht, die in mehrfacher Hinsicht geschützt ist und in der Schweinswale vorkommen. Je nach Standort der Anlagen zur geologischen Speicherung von CO₂ können diese Bedingungen für die konkreten Projekte ein Problem darstellen.

Rødby

Im Planungsgebiet Rødby (339 km²) gibt es nur geringe Überschneidungen zwischen dem Planungsgebiet und besonderen Trinkwasserinteressen, und im Vergleich zu den anderen Gebieten an Land gibt es im Rødby-Gebiet nur in begrenztem Umfang geschützte Natur und in geringerem Umfang Flüsse und Seen mit festgelegtem Zielzustand.

Gassum

Gassum ist das größte Planungsgebiet an Land (612 km²). Etwa die Hälfte des Planungsgebiets überschneidet sich mit besonderen Trinkwasserinteressen, insbesondere direkt oberhalb der Lagerstätte. Im Vergleich zu den anderen Planungsgebieten gibt es in der Ausweisung Gassum in größerem Umfang geschützte Natur und in größerem Umfang Flüsse und Seen mit festgelegtem Zustandsziel. Größere Teile der überirdischen Fläche über der unterirdischen Ausweisung gehören jedoch nicht zu geschützter Natur.

Thorning

Thorning ist das zweitgrößte Planungsgebiet an Land (593 km²). Weniger als die Hälfte des Planungsgebiets überschneidet sich mit besonderen Trinkwasserinteressen. Im Vergleich zu den anderen Gebieten an Land gibt es im Thorning-Gebiet in größerem Umfang geschützte Natur und in größerem Umfang Flüsse und Seen mit festgelegtem Zustandsziel.

Jammerbugt

Jammerbugt (490 km²) ist das Küstenplanungsgebiet, das dem Land am nächsten liegt. Das Planungsgebiet überschneidet sich mit dem Wasserkörper Nr. 223 *Skagerrak* und das Planungsgebiet überschneidet sich mit Fischereigeieten. Wie die anderen Planungsgebiete auf See wird die Speicherung im Jammerbugt-Gebiet weniger und geringere Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit, das Trinkwasser und die terrestrische Natur haben. Andererseits kann die geologische Speicherung von CO₂ in dem Gebiet Auswirkungen auf die Meeresnatur haben, wobei Jammerbugt das Küstengebiet mit dem größten Vorkommen von Schweinswalen ist.

Lisa

Lisa ist das zweitkleinste Planungsgebiet (332 km²). Wie in den anderen Planungsgebieten auf See wird die geologische Speicherung im Gebiet Lisa weniger und geringere Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit, das Trinkwasser, die terrestrische Natur und die durch die Wasserrahmenrichtlinie geschützten Gewässer haben. Andererseits wird die Speicherung von CO₂ im Gebiet Lisa Auswirkungen auf die Meeresnatur, einschließlich der Schweinswale, haben, und bei konkreten Maßnahmen zur geologischen Speicherung muss berücksichtigt werden, dass sich das Planungsgebiet mit dem Vogelschutzgebiet F126 *Skagerrak* (N1) überschneidet, das zum Schutz der hohen Konzentrationen von migrierenden Dreizehenmöwen und Großen Raubmöwen ausgewiesen wurde. Im Vergleich zu den anderen beiden Küstengebieten ist die Fischerei im Lisa-Gebiet am weitesten verbreitet.

Inez

Inez ist das größte der ausgewiesenen Planungsgebiete (753 km²) mit großem Potenzial für die geologische Speicherung von CO₂. Wie in den anderen Planungsgebieten auf

See wird die geologische Speicherung von CO₂ im Gebiet Inez weniger und geringere Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit, das Trinkwasser, die terrestrische Natur und die durch die Wasserrahmenrichtlinie geschützten Gewässer haben. Andererseits hat die geologische Speicherung von CO₂ im Gebiet Inez Auswirkungen auf die Meeresnatur, einschließlich der Schweinswale, und bei konkreten Tätigkeiten zur geologischen Speicherung muss berücksichtigt werden, dass sich das Planungsgebiet mit dem FFH-Gebiet H257 *Jyske Rev, Lillefiskerbanke* (N248) überschneidet. Im Vergleich zu den anderen beiden Küstengebieten ist die Fischerei im Inez-Gebiet weniger verbreitet.

2 Einleitung

2.1 Richtlinien und Vereinbarungen zur geologischen Speicherung

Das UN-Klimagremium (IPCC) hat in mehreren Veröffentlichungen betont, dass die geologische Speicherung von CO₂ notwendig ist, um die Erderwärmung zu begrenzen. Die geologische Speicherung von CO₂ gehört zu allen möglichen Lösungen des Klimagremiums zur Begrenzung der Erderwärmung auf 1,5 °C, und laut dem Gremium besteht die Notwendigkeit, große Mengen CO₂ zu speichern, um zur Erreichung der vereinbarten Klimaziele beizutragen¹. Gleichzeitig betonen die Forscher des Gremiums, dass die Speicherung von CO₂ weitgehend in der Verantwortung der entwickelten Länder liegt.

Mit dem *Klimaabkommen für Energie und Industrie* vom 22. Juni 2020 wurde beschlossen, dass es in Zukunft in Dänemark möglich sein soll, CO₂ abzuscheiden, zu transportieren und zu speichern. Es wurden Mittel in Höhe von 16 Milliarden DKK zur Förderung der Abscheidung, des Transports und der Nutzung oder Speicherung von CO₂ in Dänemark bereitgestellt. Daraufhin wurde am 14. Dezember 2021 die Vereinbarung über einen *Fahrplan für die Abscheidung, den Transport und die Speicherung von CO₂* getroffen, bei der beschlossen wurde, die Mittel in zwei Phasen zu staffeln. Die erste Phase muss CO₂-Reduktionen in Höhe von 0,4 Mio. Tonnen jährlich über 20 Jahre ab 2025/2026 gewährleisten, während die zweite Phase weitere 0,5 Millionen Tonnen CO₂-Reduktionen pro Jahr ab 2030 sicherstellen muss. Der Fahrplan beinhaltet auch das Ziel, Dänemark zum europäischen Knotenpunkt für die Speicherung von CO₂ auszubauen: „Mit der Vereinbarung kommen die Parteien überein, die Rolle Dänemarks als europäischer Knotenpunkt für die Speicherung von CO₂ wahrzunehmen, sodass der Import von CO₂ gefördert werden kann. Eine starke Position Dänemarks bei der CO₂-Speicherung bietet die Möglichkeit, zu Reduzierungen außerhalb der Grenzen Dänemarks beizutragen und den Übergang von Arbeitsplätzen in der Öl- und Gasindustrie zu neuen grünen Arbeitsplätzen im CCS-Bereich zu unterstützen.“

Zusätzlich zum CCUS-Budget wurden mit der *Teilvereinbarung über Investitionen in ein weiterhin grüneres Dänemark vom 4. Dezember 2021* weitere 2,5 Milliarden für ein neues CCS-Budget (im Folgenden „NECCS-Pool“) priorisiert, um negative CO₂-Emissionen zu realisieren. Durch den NECCS-Pool wird es möglich sein, biogene CO₂-Quellen auf der Grundlage einer marktexponierten Ausschreibung zu fördern, die sicherstellen soll, dass die günstigsten, negativen Emissionen die Förderung erhalten. Es wird erwartet, dass der NECCS-Pool von 2025 bis 2032 zu Einsparungen von 0,5 Mio. Tonnen CO₂ jährlich führt.

Schließlich wurde anlässlich der *Vereinbarung zur grünen Steuerreform für die Industrie u. a.* vom 24. Juni 2022 beschlossen, insgesamt 18 Milliarden DKK für die Einrichtung eines weiteren Pools für die Abscheidung und Speicherung von CO₂ bereitzustellen. Ebenso wie der CCUS- und NECCS-Pool muss auch der GSR-Pool für den Wettbewerb geöffnet sein, damit die günstigsten Reduktionen gefördert werden. Die Förderung wird für einen Zeitraum von 15 Jahren gezahlt. Schätzungen zufolge führt der Pool zu einer CO₂-Reduktion von ca. 1,8 Millionen Tonnen CO₂ ab 2030. Der GSR-Pool weist das gleiche Förderprofil wie der CCUS-Pool auf, da sowohl Punktquellen mit fossilen Emissionen, biogenen Emissionen als auch gemischten Emissionen gefördert werden können.

¹ „All pathways that limit global warming to 1.5°C with limited or no overshoot project the use of carbon dioxide removal (CDR) on the order of 100–1000 GtCO₂ over the 21st century“, https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/2/2019/06/SR15_Headline-statements.pdf

Im Zeitraum von 2020 bis 2032 werden somit insgesamt 36,5 Milliarden DKK für die CCS-Förderung in Dänemark bereitgestellt, verknüpft mit der Erwartung, dass ab 2030 durch die Zuschüsse für Abscheidung, Transport und Speicherung von dänischem CO₂ Reduktionen von 3,2 Millionen Tonnen jährlich erzielt werden.

Die geologische Speicherung von CO₂ muss zusammen mit anderen Nutzungen von CO₂ betrachtet werden, z. B. Power-to-X (PtX). Um die Klimaziele zu erreichen, bedarf es, wie auch der IPCC in seinen Szenarien [1] betont, sowohl der Nutzung als auch der Speicherung von CO₂.

2.2 Geologisches Potenzial und Ausweisung von Gebieten für die geologische Speicherung

Die dänische Energieagentur hat im Jahr 2023 geschätzt, dass das gesamte jährliche technische Potenzial für die CO₂-Abscheidung aus Punktquellen in Dänemark im Jahr 2040 5,4 bis 10,8 Millionen Tonnen beträgt [2].

Als Ergebnis des Klimaabkommens von 2020 hat GEUS den dänischen Untergrund auf Gebiete untersucht, die für die geologische Speicherung von CO₂ geeignet sind². GEUS schätzt das Potenzial für die geologische Speicherung von CO₂ derzeit auf bis zu 22 Milliarden Tonnen CO₂. Allein für die Gassum-Struktur wird das Speicherpotenzial auf 586 Millionen Tonnen geschätzt [3]. Dabei handelt es sich um ein erhebliches Potenzial, das das dänische Abscheidungspotenzial deutlich übersteigt, weshalb sich der Untergrund Dänemarks auch im internationalen Kontext sehr gut für die geologische Speicherung von CO₂ eignet.

GEUS hat – zusätzlich zu dem Gebiet in der Nordsee in der vorherigen Ausschreibung³ – fünf Gebiete an Land und drei Küstengebiete ausgewiesen. Die dänische Energieagentur hat alle acht Gebiete in den Plan aufgenommen, einschließlich einer Pufferzone in GEUS-Gebieten, sodass die ausgewiesenen Gebiete einen Puffer von bis zu 5 km umfassen, wie auf der Karte in Abbildung 21 dargestellt⁴. Das Gebiet einschließlich der Pufferzone wird im Folgenden als Planungsgebiet bezeichnet. Die Pufferzone wurde unter anderem deshalb hinzugefügt, weil es technisch möglich ist, schräg in den Untergrund zu bohren, was die Flexibilität in Bezug auf die Lage von Anlagen an der Erdoberfläche oder auf Meereshöhe im Verhältnis zum Speicher erhöht. Darüber hinaus trägt die Pufferzone dazu bei, dass die Umweltfolgen im Umkreis der ausgewählten geologischen Strukturen umfassend geklärt werden.

² GEUS (2020), "Capture, Storage and Use of CO₂ (CCUS). Evaluation of the CO₂ storage potential in Denmark", https://www.geus.dk/Media/637847556390112103/Evaluation%20of%20the%20CO2%20storage%20potential%20in%20Denmark_2020_46.pdf

³ Es wurde bereits zu einem früheren Zeitpunkt eine Ausschreibung für ein Gebiet zur geologischen Speicherung von CO₂ in der Nordsee durchgeführt. Die Ausschreibung mit der dazugehörigen Umweltverträglichkeitsprüfung sind auf der Website der dänischen Energieagentur zu finden: <https://ens.dk/ansvarsomraader/ccs-fangst-og-lagring-af-co2/udbud-af-efterforsknings-og-lagringstilladelse-og>

⁴ Die Pufferzone rund um die Ausweisung in Rødby und Gassum wurde angepasst, sodass sich das Gebiet einschließlich der Pufferzone nicht über die Küstenlinie hinaus erstreckt.

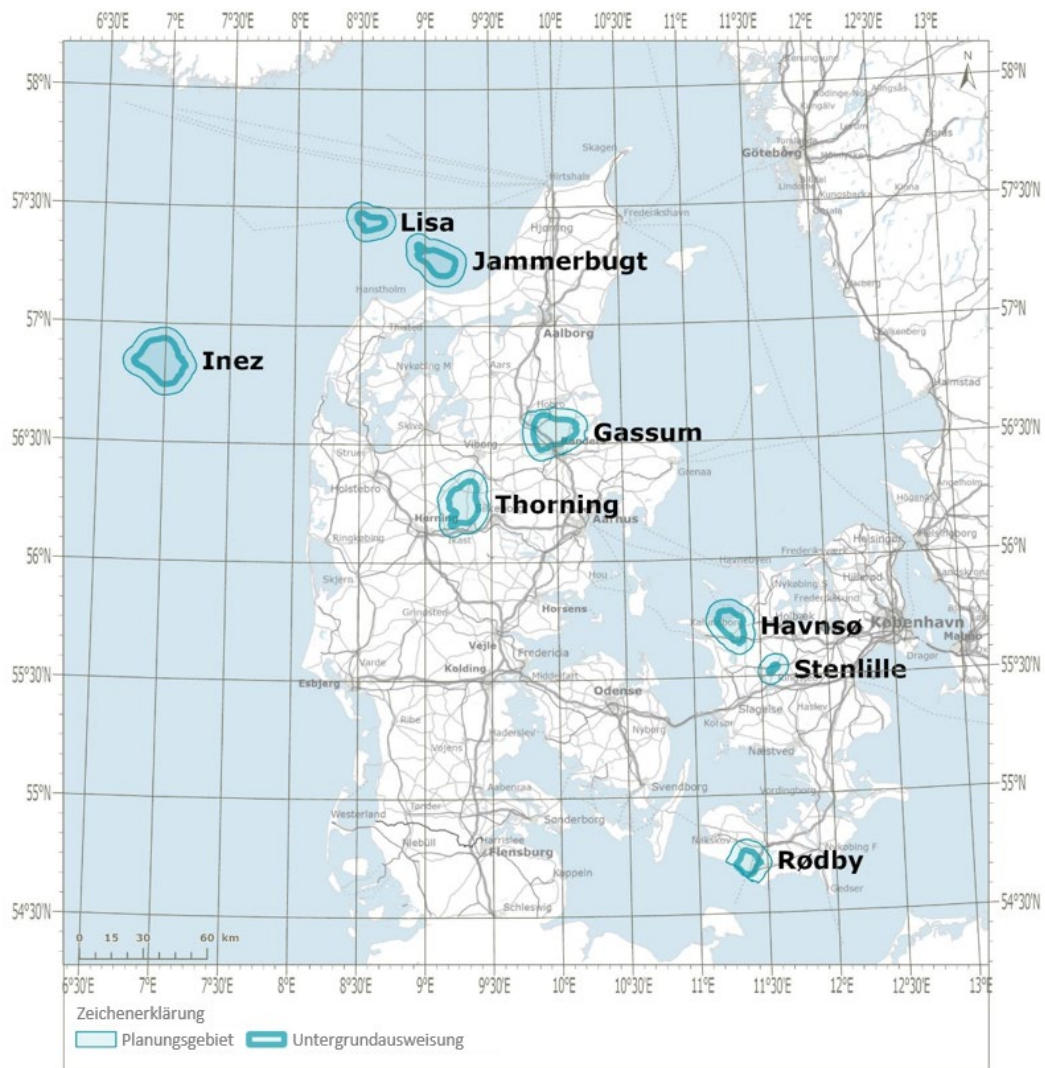


Abb. 2-1 Gebiete in Ausschreibung zur geologischen Speicherung von CO₂

Langfristig wird erwartet, dass es weitere Ausweisungen von Gebieten für die CO₂-Speicherung sowohl an Land als auch auf See geben wird, was die Möglichkeiten zur Nutzung des großen dänischen Potenzials erhöhen wird.

Um der Berücksichtigung der Natura-2000-Gebiete gerecht zu werden und gleichzeitig die Möglichkeit der Speicherung von CO₂ sicherzustellen, führt die dänische Energieagentur eine differenzierte Ausweisung der Gebiete in der Oberfläche bzw. im Untergrund durch, wo Genehmigungen gemäß Untergrundgesetz⁵ und der Verordnung über Pilot- und Demonstrationsprojekte erteilt werden können. Durch die Ausweisung von Flächen an der Oberfläche wird festgelegt, wo nach einer Ausschreibung Genehmigungen gemäß dem Untergrundgesetz und der Verordnung über Pilot- und Demonstrationsprojekte erteilt werden können. Da Natura-2000-Gebiete hier nicht berücksichtigt werden, ist eine Genehmigung für Bohrungen zur CO₂-Injektion in Natura-2000-Gebieten nicht möglich. Die Ausweisung im Untergrund orientiert sich an der Lagerstätte, und im Untergrund werden Natura 2000-Gebiete an der Oberfläche nicht berücksichtigt. Dadurch wird die Berücksichtigung sowohl der Natura-2000-Gebiete als auch der

⁵ Lov om anvendelse af Danmarks undergrund, LBK nr 1533 af 06/04/2020 [Gesetz über die Anwendung von Dänemarks Untergrund, DVO Nr. 1533 vom 06.04.2019]

Speicherintegrität und -kapazität gewährleistet. Durch die differenzierte Ausweisung entfällt nicht die Pflicht zur Durchführung von Prüfungen nach u. a. der FFH-Richtlinie, weder auf Plan- noch auf Projektebene.

2.3 Umweltbericht zum Plan

Dieser Umweltbericht befasst sich mit Gebieten, für die aufgrund einer Entscheidung des Ministers für Klima, Energie und Versorgung eine Genehmigung zur Erkundung und geologischen Speicherung von CO₂ im Untergrund an Land und in Küstengebieten ausgeschrieben wird, darunter Stenlille, Havnsø, Rødby, Gassum, Thorning, Jammerbugt, Lisa und Inez, siehe Abbildung 2-1. Unter Ausschreibung ist zu verstehen, dass gemäß § 23 b Untergrundgesetz dem Zuschlagsgewinner eine Genehmigung mit ausschließlichen Rechten zur Erkundung und Nutzung des Untergrunds zu Lagerungszwecken innerhalb bestimmter Gebiete und ggf. innerhalb einer bestimmten Frist nach den Ausschreibungsmöglichkeiten erteilt werden kann, wie sie nach § 23 b, Abs. 1-4 des Untergrundgesetzes geboten sind. Der Plan zeigt die ausgewiesenen Flächen, die anschließend ausgeschrieben werden können.

Der Plan muss gemäß dem Gesetz über die Umweltverträglichkeitsprüfung von Plänen und Programmen sowie von bestimmten Projekten (UVP)⁶, im Folgenden als Gesetz über die Umweltverträglichkeitsprüfung bezeichnet, einer Umweltprüfung unterzogen werden. Im Einklang mit dem Zweck des Gesetzes über die Umweltverträglichkeitsprüfung soll die Umweltprüfung ein hohes Maß an Umweltschutz gewährleisten und zur Einbeziehung von Umweltaspekten bei der Vorbereitung und Verabschiedung des Plans für die Ausschreibung der CO₂-Speicherung beitragen. Die dänische Energieagentur ist die federführende Behörde für die Ausschreibung. Der Umweltbericht ist Teil der Entscheidungsgrundlage der dänischen Energieagentur für die Durchführung der Ausschreibung und möglicherweise für die Festlegung einer Reihenfolge der Ausschreibungen für die acht im Plan enthaltenen Gebiete.

Die Umweltverträglichkeitsprüfung des Plans konzentriert sich auf die Entscheidung, CO₂-Speicheraktivitäten in den ausgewiesenen Gebieten zu ermöglichen. Der Plan legt keinen Rahmen dafür fest, wie bestimmte Anlagen platziert und gestaltet werden sollen, wie CO₂ transportiert werden soll, wie groß das Ausmaß der Injektionstätigkeiten sein wird oder woher das CO₂ kommen soll. Ob in Rohrleitungen zu den Lagerstandorten investiert wird und wie viele Bohrlöcher in einem ausgeschriebenen Gebiet zu errichten sind, hängt von den konkreten Projekten ab. Im Rahmen der Fallbearbeitung von Anträgen für konkrete Projekte werden die Behörden sicherstellen, dass Bohrungen und Rohrleitungen nur dort angelegt werden, wo dies umweltverträglich ist. Daher ist es im Umweltbericht der Ausschreibung nicht möglich, die Auswirkungen der Auslegung und des Standorts einer bestimmten Anlage zu beurteilen.

Die geologische Speicherung von CO₂ ist natürlich mit der Abscheidung und dem Transport von CO₂ verbunden. Auf dieser Stufe der Planung ist keine Aussage darüber möglich, in welchen der ausgewiesenen Gebiete eine geologische Speicherung von CO₂ stattfinden wird bzw. welche CO₂-Quellen welche Gebiete beliefern werden. Daher ist es nicht möglich, die CO₂-Abscheidung in die Umweltverträglichkeitsprüfung der Ausschreibung einzubeziehen. Der Transport wird in der Umweltverträglichkeitsprüfung

⁶ Lov om miljøvurdering af planer og programmer og af konkrete projekter (VVM), LBK nr. 4 af 03/01/2023

[Gesetz über die Umweltprüfung von Plänen und Programmen sowie konkreten Projekten (UVP), LBK Nr. 4 vom 01.03.2023]

auf übergeordneter Ebene in Bezug auf die Infrastruktur in den für die geologische Speicherung von CO₂ vorgesehenen Gebieten behandelt.

Nach dem Umweltverträglichkeitsprüfungsgesetz muss der Umweltbericht u. a. eine Beschreibung des Inhalts und des Hauptzwecks des Plans sowie der Beziehung zu anderen Plänen enthalten. Darüber hinaus muss der Umweltbericht den aktuellen Umweltzustand und mögliche Auswirkungen einer Reihe von Umweltaspekten beschreiben, die in der Scoping-Erklärung ausgewählt wurden, die die dänische Energieagentur im Herbst 2022 den betroffenen Behörden zur Konsultation übermittelt hat. Das Scoping ist in Kapitel 5 beschrieben.

Der Detaillierungsgrad des Umweltberichts muss sich an dem Detaillierungsgrad des Plans orientieren und der Inhalt des Berichts muss auf dem aktuellen Kenntnisstand basieren, vgl. § 12 Umweltverträglichkeitsprüfungsgesetz. Bei der Ausschreibung handelt es sich um einen übergeordneten Plan im Sinne des Umweltverträglichkeitsprüfungsgesetzes, weshalb auch der Detaillierungsgrad und die Bewertungen von übergeordneter Art sind.

Die Umweltverträglichkeitsprüfung wird gleichzeitig mit der Umweltverträglichkeitsprüfung des Entwurfs einer Verordnung über Pilot- und Demonstrationsprojekte durchgeführt, wodurch Pilot- und Demonstrationsprojekte in denselben geografischen Gebieten ermöglicht werden.

2.4 Die Verbindung des Plans zu anderen Plänen

Der Plan für Gebiete zur geologischen Speicherung von CO₂ an Land und in Küstengebieten steht im Zusammenhang mit einer Vielzahl weiterer Pläne. Die wichtigsten Pläne werden im Folgenden besprochen.

Auf See unterliegt der Plan über Gebiete zur geologischen Speicherung dem dänischen Meeresplan⁷, der im Rahmen der Umsetzung der EU-Richtlinie über den Rahmen für die maritime Raumplanung (2014/89) erstellt wurde. Der Meeresplan bildet den Gesamtrahmen für die Planung auf See. Künftige Flächennutzungen auf See dürfen nicht im Widerspruch zum Meeresplan stehen, vgl. § 14 Meeresplangesetz⁸.

Auf See steht der Plan auch im Zusammenhang mit Dänemarks Meeresstrategie II⁹, die im Rahmen der Umsetzung der EU-Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie (2008/56/EG) auf den Weg gebracht wurde. Die EU-Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie verpflichtet die Mitgliedstaaten, geografische Schutzmaßnahmen sicherzustellen, die zu kohärenten und repräsentativen Netzwerken geschützter Meeresgebiete beitragen. Die Meeresstrategie-Gebiete sind im Meeresplan enthalten.

Sowohl auf See als auch an Land muss der Plan für Gebiete zur CO₂-Speicherung im Einklang mit der Wasserbewirtschaftungsplanung stehen. Die Bewirtschaftungspläne für die Einzugsgebiete¹⁰ bilden zusammen einen Plan zur Verbesserung der dänischen aquatische Umwelt und zur Umsetzung von Teilen der EU-Wasserrahmen-Richtlinie (EU-Richtlinie 2000/60/EG, 2000).

⁷ <https://havplan.dk/da/page/info>

⁸ Lov om maritim fysisk planlægning, LBK nr 400 af 06/04/2020
[dt. Gesetz über die maritime Raumplanung, LBK Nr. 400 vom 06.04.2020]

⁹ <https://mst.dk/natur-vand/vandmiljoe/havet/havmiljoe/danmarks-havstrategi/>

¹⁰ <https://mst.dk/natur-vand/vandmiljoe/vandomraadeplaner/vandomraadeplanerne-2021-2027/vandomraadeplanerne-2021-2027/>

Der Plan muss auch im Einklang mit § 8 der Aktionsprogramm-Verordnung (Verordnung Nr. 449 (11.04.2019))¹¹ stehen, die vorschreibt, dass die Behörden eine Verschlechterung des Zustands von Oberflächenwasserkörpern verhindern und die ungehinderte Erfüllung der in der Verordnung über Umweltziele für Wasserkörper festgelegten Umweltziele¹² gewährleisten.

Sowohl auf See als auch an Land muss der Plan im Einklang mit der EU-Vogelschutzrichtlinie (79/409/EWG) und FFH-Richtlinie (92/43/EWG) stehen. Dies bedeutet unter anderem, dass Behörden keine Pläne verabschieden oder Projekte genehmigen dürfen, die nicht direkt mit der Bewirtschaftung von Natura-2000-Gebieten in Zusammenhang stehen oder für diese erforderlich sind, bevor die Behörde sichergestellt hat, dass der Plan oder das Projekt die Integrität des Gebiets nicht beeinträchtigt.

An Land besteht ein Zusammenhang zwischen dem Plan und der staatlichen, regionalen und kommunalen Planung. Dies impliziert unter anderem, dass bei der späteren konkreten Ausgestaltung der einzelnen Anlagen zur geologischen Speicherung von CO₂ mit Änderungen kommunaler und ggf. neuer Lokalpläne zu rechnen ist und diese Änderungen unter anderem mit der staatlichen Planung, den Rohstoffplänen der Regionen und den sonstigen Planungen der Gemeinden abgestimmt werden müssen.

¹¹ <https://www.retsinformation.dk/eli/Ita/2019/449>

¹² Bekendtgørelse om fastlæggelse af miljømål for vandløb, søer, overgangsvande, kystvande og grundvand, BEK nr. 1625 af 19/12/2017, [dt. Verordnung Nr. 1625 vom 19.12.2017 über die Festlegung von Umweltzielen für Flüsse, Seen, Übergangsgewässer, Küstengewässer und Grundwasser] <https://www.retsinformation.dk/eli/Ita/2017/1625>

3 Beschreibung der Tätigkeiten, die durch den Plan für Ausschreibungen ermöglicht werden

Im Folgenden werden die derzeit zu erwartenden Tätigkeiten im Zusammenhang mit Projekten zur Injektion und geologischen Speicherung von CO₂ im Untergrund innerhalb der ausgewiesenen Gebiete an Land und in Küstengebieten auf übergeordneter Ebene beschrieben.

3.1 Einführung

Die Wertschöpfungskette für die CO₂-Abscheidung und geologische Speicherung von CO₂ wird voraussichtlich den Transport von Abscheidungsanlagen und/oder Zwischenspeicheranlagen umfassen, die beispielsweise gebaut werden können, um die CO₂-Versorgung der Speicherung in Zeiten zu optimieren, in denen entweder ein Überschuss oder ein Defizit an CO₂ aus Abscheidungsanlagen besteht. Insgesamt werden voraussichtlich folgende Transporttechniken zum Einsatz kommen:

- Transport über Rohrleitungen
- Schiffstransport
- Straßentransport per Lkw und evtl. Bahntransport

Die Wertschöpfungskette für die CO₂-Abscheidung und geologische Speicherung von CO₂ umfasst daher: 1) Abscheidung, 2) Transport und 3) Injektion und geologische Speicherung am gewählten Standort, siehe auch Abbildung 3-1.

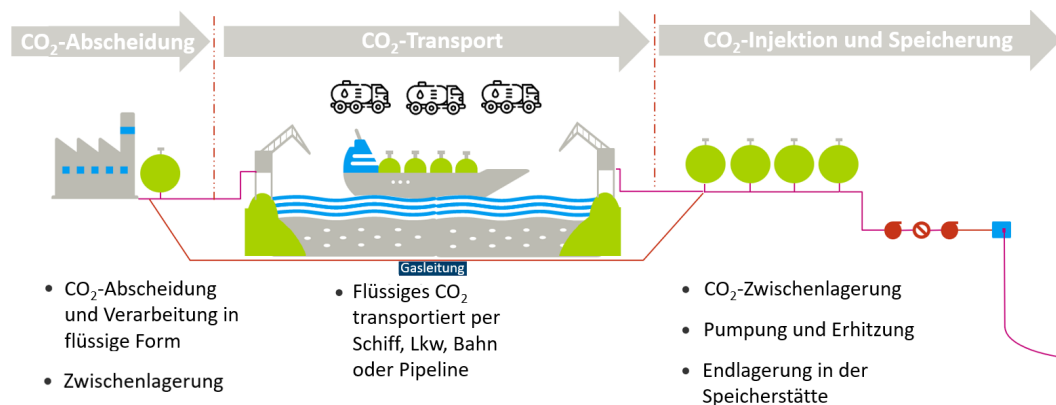


Abb. 3-1 Wertschöpfungskette für die CO₂-Abscheidung und -speicherung [4], [5]

Die Nutzung des Untergrunds zur Speicherung von CO₂ wird eine Reihe von Tätigkeiten mit sich bringen, die viel mit der bereits praktizierten Speicherung von Erdgas in Gasspeichern in Stenlille (Region Seeland) (siehe Abschnitt unten) und Lille Torup (Region Mitteljütland) gemeinsam haben. Nach ersten Prüfungen wird erwartet, dass der Transport über Rohrleitungen das bevorzugte und wahrscheinlichste Transportsystem für die geologische Speicherung von CO₂ an Land wird.

Das in den beiden Speicherstätten gelagerte Erdgas besteht hauptsächlich aus Methan, das in einer Mischung mit Luft in einem Anteil von 5–15 ein brennbares Gas ist. Die geologische Speicherung von CO₂ hingegen birgt keine oder eine geringere Brand- und Explosionsgefahr im Falle eines Austritts. Allerdings führen erhöhte CO₂-Konzentrationen (>1000 ppm) zu Belästigungen und bei einem Gehalt von über 2000 ppm in der

Luft ist der Luftaustausch im Hinblick auf das Raumklima unzureichend¹³. Trotz der genannten Unterschiede in den Eigenschaften unterscheidet sich die Speicherung von Erdgas und CO₂ in physikalischer Hinsicht nicht wesentlich.

Die Eigenschaften von CO₂ können einige Herausforderungen bei der Handhabung mit sich bringen, aber die Technologien sind sowohl in Dänemark als auch in anderen Teilen der Welt gut bekannt. Für den Transport zur Speicherstätte muss das CO₂ erst heruntergekühlt und unter Druck gesetzt werden. Das bedeutet, dass das CO₂ verflüssigt wird und deutlich weniger Raum einnimmt als in gasförmiger Form und somit einfach und effizient von der Abscheidungsquelle zum Speicherort transportiert werden kann. Bevor CO₂ in die Lagerstätte injiziert wird, muss diese auf über 0 °C erhitzt werden, um Eisbildung an Geräten und im Untergrund zu vermeiden. Man kann CO₂ auch in Gasform durch Pipelines transportieren, wie es heute mit Erdgas getan wird.

3.2 Speicherung an Land

Das Grundkonzept für die geologische Speicherung von CO₂ ist in Abbildung 3-2 dargestellt, wobei CO₂ an Quellen wie Industrieproduktion und Energieerzeugung abgeschieden (1), komprimiert, transportiert und unter die Erde gepumpt wird (2) und in geeigneten Schichten tief unter der Erde gespeichert und versiegelt wird (3).

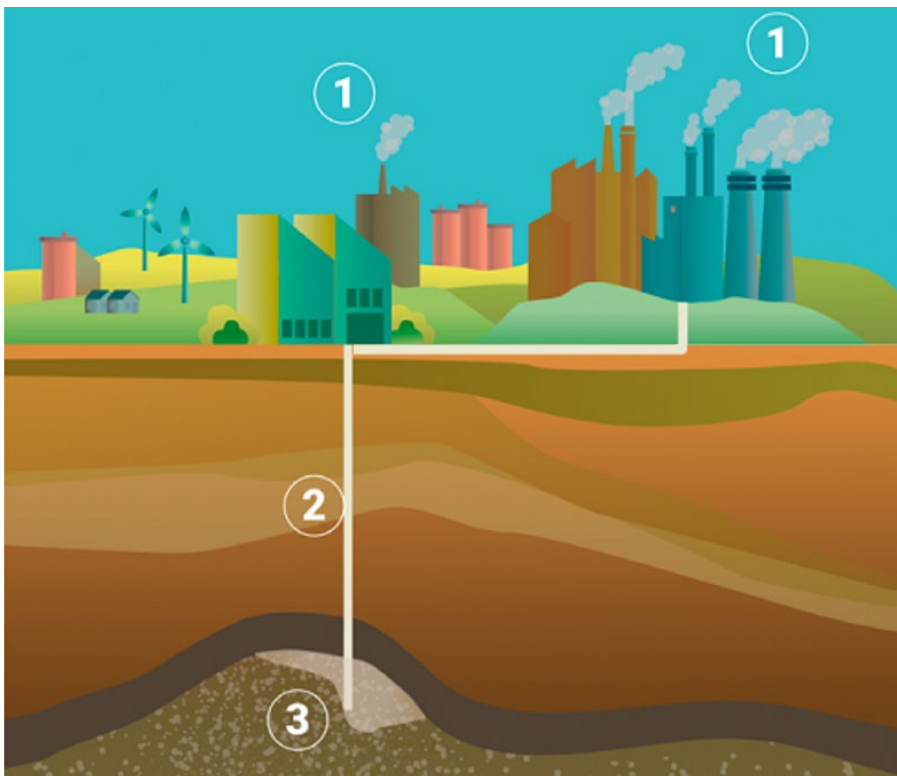


Abb. 3-2 Prozess von der Abscheidung bis zur Speicherung des CO₂ im Untergrund. Die Abbildung ist eine adaptierte Version einer Abbildung von GEUS.¹⁴

¹³ Arbejdstilsynet (dän. Arbeitsschutzbehörde), Raumklima, <https://at.dk/regler/at-vejledninger/indeklima-a-1-2/>

¹⁴ Abbildung übernommen von <https://ens.dk/ansvarsomraader/ccs-fangst-og-lagring-af-co2>

An der Injektionsstelle wird es einen Bedarf an Infrastruktur geben, u. a. zum Unterdrucksetzen und Verteilen des Gases an die Injektionsschächte. Der Plan legt keinen Rahmen für Umfang und

Aussehen der Infrastruktur fest, das von Projekt zu Projekt unterschiedlich sein kann. Es wird geschätzt, dass ein Standort mit Annahme- und Kompressoranlagen sowie einem Bürogebäude eine Fläche von einem halben bis zu einem Hektar einnehmen wird. Hinzu kommen Flächen für einen oder mehrere Bohrstandorte, die voraussichtlich jeweils die gleiche Größe haben.

Beispiel einer bestehenden Injektionsanlage, Gasspeicher Stenlille

Als Beispiel für den Gebäudebestand einer Speicherstätte an Land wird in Abbildung 3-3 ein Foto der Erdgasspeicheranlage in Stenlille gezeigt, wo Pipelines, Prozessanlagen und Gebäude zu sehen sind. Die Speicherstätte in Stenlille liegt in einer grünen Umgebung, der Hauptgebäudekomplex für die CO₂-Speicherung könnte jedoch auch in einem Industriegebiet liegen.

Im Runderlass zur Erdgasspeicherung in Stenlille¹⁵ werden folgende Anforderungen an die Auslegung der Anlage genannt: „Gebäude und Prozessanlagen der Gasaufbereitungsanlage dürfen eine Höhe von 12 m nicht überschreiten. Die maximale Gebäudehöhe an den Schachtplätzen beträgt drei Meter. Ausgenommen hiervon sind erforderliche Schornsteine und ein Funkmast.“ Abbildung 3-3 zeigt eine Luftaufnahme der Gebäude des Erdgasspeichers in Stenlille.

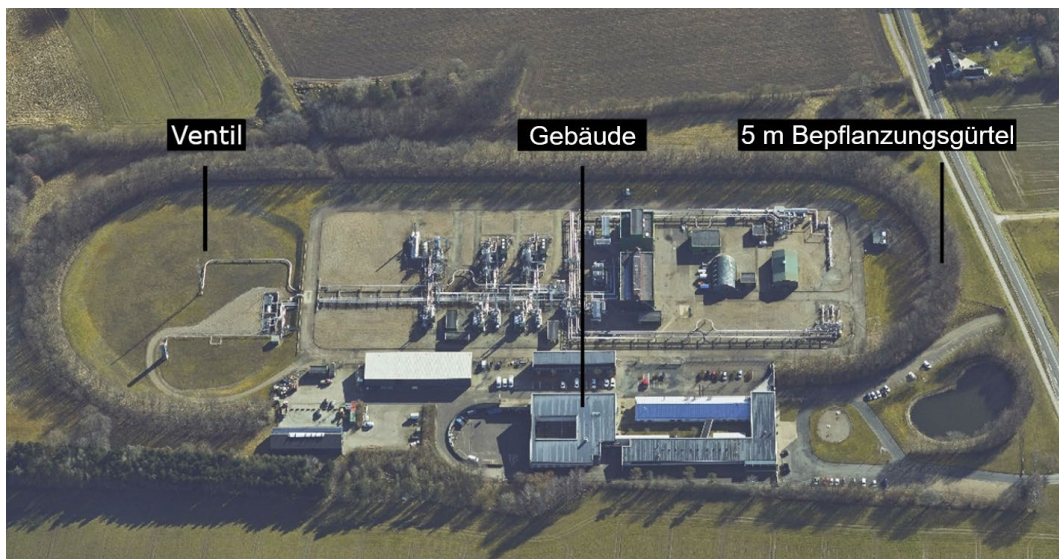


Abb. 3-3 Der Erdgasspeicher in Stenlille. Foto: Die dänische Agentur für Datenversorgung und -effizienz

Die Rohrleitung auf der linken Seite in Abbildung 3-3 leitet das Gas zu einem Schacht, der nur wenig Platz in der Landschaft einnimmt. In Stenlille gibt es mehrere im Gebiet verteilte Schächte. Windschutzhecken dienen dazu, die optische Präsenz der Anlagen zu verringern.

In Stenlille wird das Erdgas über Pipelines zugeführt, die einen Druck von 80 bar haben, welcher auf 150 bar erhöht werden muss, um den Druck in der Speicherstätte zu

¹⁵ CIR nr. 31 af 25/02/1991, Cirkulære om naturgaslager ved Stenlille, <https://www.retsinformation.dk/eli/acn/C19910003109/>.

überwinden. Dies wird in Stenlille mit Hilfe von vier Verdichtern bewerkstelligt, von denen zwei in Abbildung 3-4 zu sehen sind.



Abb. 3-4 Gebäude mit Verdichtern in Stenlille¹⁶

Die Anlage verfügt über 14 Produktionsbohrungen, die sich an drei Schachtplätzen befinden. Die Schächte können sowohl zur Injektion als auch zur Förderung (wenn das Erdgas in das Gasnetz zurückgeführt werden muss) genutzt werden. Darüber hinaus gibt es eine Reihe von Observationsbohrungen, mit denen überwacht wird, dass das Gas nicht aus dem Speichergebiet austritt. Es könnte an den für die CO₂-Speicherung vorgesehenen Standorten durchaus eine ähnliche Anlage errichtet werden, allerdings mit Ausnahme der Teile der Anlage in Stenlille, die unter anderem für die Reinigung und Erwärmung von gefördertem Erdgas genutzt werden.

Die Gassum-Formation unterhalb von Stenlille ist ein Beispiel für eine Lagerstätte, die zur Speicherung von CO₂-Gas genutzt werden kann. Es handelt sich um eine Grundwasserleiterformation¹⁷, die 1.500 bis 1.600 m unter der Oberfläche ein großes unterirdisches „Kissen“ bildet und sich über eine Fläche von 14 km² erstreckt. Die darüber liegende 300 m dicke Tonsteinschicht fungiert als effektiver „Deckel“, der das Gas in der porösen Sandsteinstruktur eingeschlossen hält, siehe Abbildung 3-5.

¹⁶ Gas Storage Denmark A/S, Bild von der Präsentation zu seismischen Untersuchungen, <https://gasstorage.dk/Seismik>

¹⁷ Eine Grundwasserleiterformation ist eine permeable geologische Formation, die auch als wasserführende Schicht bezeichnet wird.

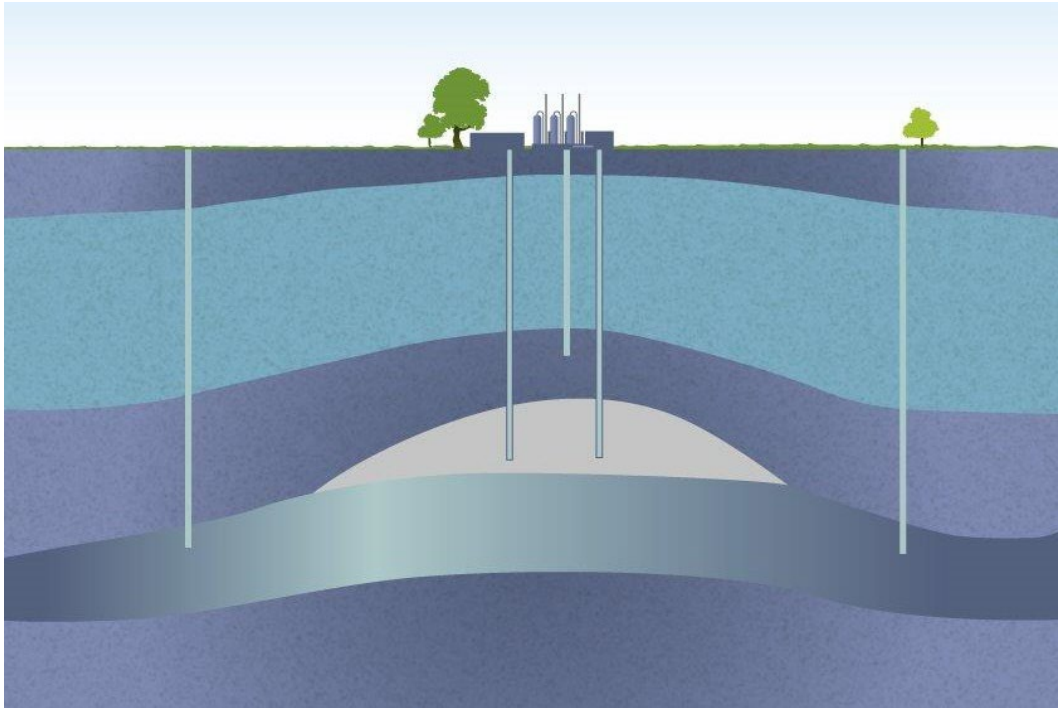


Abb. 3-5 Gebäude, Schächte und Grundwasserspeicher in Stenlille.¹⁸ CO₂ wird in die grau dargestellte Formation gepumpt und die darüber liegende violette Schicht ist die dicke Tonsteinschicht, die als Deckel auf der Formation fungiert. Die anderen Rohre dienen der Überwachung.

3.3 Küstennahe Speicherung

Bei den küstennahen Speicheranlagen ist die Nutzung des Untergrunds zur CO₂-Speicherung mit einer Reihe von Tätigkeiten verbunden, die viele Gemeinsamkeiten mit den heutigen Öl- und Gastätigkeiten haben. Die geologische Speicherung von CO₂ umfasst nicht den Transport und die Speicherung von Kohlenwasserstoffen. Daher ist das Risiko von Ölaustritt, Bränden und Explosionen minimal und unerheblich. Andererseits besteht das Risiko einer Umweltbelastung durch versehentliche CO₂-Austritte bei überirdischen Tätigkeiten.

Die Bohrtätigkeiten ähneln denen in der Erdölindustrie und müssen im Einklang mit dem Untergrundgesetz durchgeführt werden. Aufgrund der Umweltbedingungen, einschließlich Oberflächen- und Grundwasser, muss bei den Bohrarbeiten besonderes Augenmerk auf den Einsatz und Umgang mit Chemikalien gelegt werden.

Eine CO₂-Injektion wurde unter anderem beim Sleipner-Feld in Norwegen durchgeführt. Injektion und Speicherung erfolgen hier auf sichere Weise seit 1996. Das Grundkonzept der geologischen Speicherung von CO₂ besteht darin, dass CO₂ über bestehende oder neue Bohrlöcher injiziert wird, wie in Abbildung 3-6 gezeigt.

¹⁸ Gas Storage Denmark A/S. Website, die Stenlille u. a. beschreibt
<https://gasstorage.dk/Gas-Storage-Denmark>

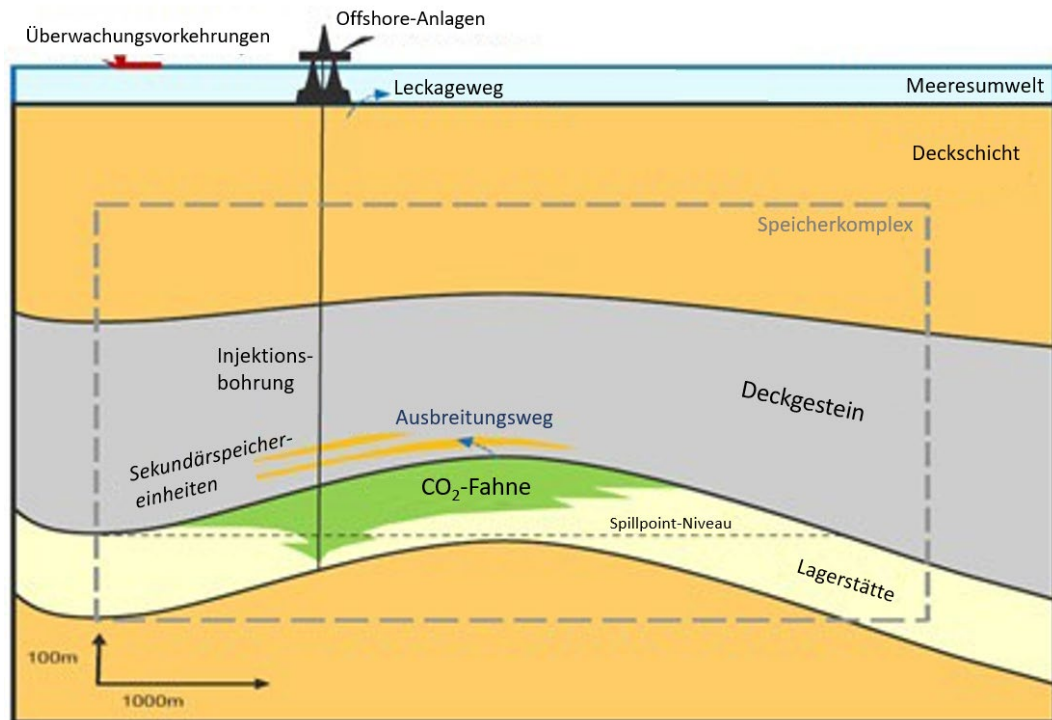


Abb. 3-6 CO₂-Speicherung in einer Lagerstätte von einer Offshore-Plattform aus

Bei der Errichtung von Speicheranlagen werden Anforderungen an entsprechende Überwachungsprogramme festgelegt, damit etwaige CO₂-Austritte erkannt und Abwehrmaßnahmen und Reparaturen schnell eingeleitet werden können.

3.4 Transport von CO₂

Neben dem Transport durch Rohrleitungen kann CO₂ auch per Schiff, Lkw und Bahn transportiert werden. Beim Transport per Lkw wird das CO₂ unter hohem Druck und bei niedriger Temperatur (z. B. 200 bar und -30 °C) und damit in flüssiger Form transportiert. CO₂ wird bereits heute in der Lebensmittelindustrie per Lkw transportiert. Die Beförderung ist gesetzlich geregelt¹⁹. Beim Transport mittels neu errichteter Rohrleitungen wird CO₂ bei höherem Druck und niedrigerer Temperatur transportiert als beim Transport per Lkw. Druck und Temperatur liegen auf einem Niveau, bei dem das CO₂ in gasförmiger Form bleibt.

Im Falle einer unbeabsichtigten Freisetzung liegt CO₂ unabhängig vom Transportszenario in gasförmiger Form vor, da sich der Druck mit der Umgebung angleicht. Die Bewertung des Risikos von Personenschäden durch die Freisetzung von CO₂ ist im Abschnitt 8.4 enthalten.

Zur Veranschaulichung des Transportbedarfs kann das von ARC betriebene Kraftwerk „Amager Bakke“ herangezogen werden. Hier besteht das Ziel, ca. 500.000 Tonnen CO₂ pro Jahr abzuscheiden²⁰. Ein Lkw fasst ca. 30 Tonnen flüssiges CO₂, wonach täglich

¹⁹ <https://www.brs.dk/da/virksomhed-institution/transport-af-farligt-gods/regler-og-myndigheder/adr-konventionen/>

²⁰ ARC, CO₂-Abscheidung: So kommen wir ans Ziel, <https://a-r-c.dk/klima-og-miljo/co2-fangst/co2-fangst-saadan-kommer-vi-i-maal/>
[So kommen wir ans Ziel]

durchschnittlich ~45 Lkw von Amager Bakke zu einer CO₂-Speicheranlage fahren müssen. Der Lkw-Transport ist in diesem Ausmaß teuer und umweltschädlich, und daher ist das wahrscheinliche Szenario, dass der Lkw-Transport eine „Übergangsregelung“ darstellt, bis Pipelines errichtet werden können. Im Falle einer Großanlage hat die Verwendung einer Rohrleitung zum Transport des CO₂ die geringsten Auswirkungen auf das Klima. Der Vorteil des CO₂-Transports über Rohrleitungen gegenüber anderen Transportarten wächst mit steigendem Transportbedarf [6].

Sowohl zwischen den Abscheidungs- und Speicherorten als auch am geologischen Speicherort selbst kann es erforderlich sein, CO₂ zwischenzulagern, beispielsweise wenn der Transport per Rohrleitung nicht möglich ist oder bei einem Transportmittelwechsel. Beispiele für kleinere Speichertanks sind in Abbildung 3-7 zu sehen.



Abb. 3-7 Beispiele für kleinere Speichertanks für die Lagerung von CO₂ [6].

3.5 Gefahr des Austritts (Leckage) aus unterirdischen CO₂-Speichern

Nach GEUS' Einschätzung gilt die Technologie als sicher und ist das Risiko von Leckagen gering, wenn die einzelnen Phasen der CO₂-Speicherung (Erkundung, Anlagenerichtung, Betrieb und Injektion sowie Stilllegung) nach den geltenden Richtlinien, wie z. B. in der CCS-Richtlinie²¹ der EU (umgesetzt im dänischen Untergrundgesetz) und der ISO-Norm (ISO/TC265) beschrieben, ausgeführt werden. Die vollständige, von GEUS vorgenommene Bewertung des Risikos eines CO₂-Austritts aus einem unterirdischen Speicher ist im Vermerk in Anhang 3 zu finden.

Die Einschätzung von GEUS steht im Einklang mit der Schlussfolgerung des Internationalen Klimagremiums der Vereinten Nationen (IPCC) in einem Bericht aus dem Jahr 2005, dass das Risiko eines Austritts aus geologischen CO₂-Speichern sehr begrenzt ist²², wenn die Gebiete sorgfältig ausgewählt und die Speicherung gut gehandhabt wird. Internationale Forschung teilt diese Einschätzung [7].

In allen ausgewiesenen Gebieten sorgt ein Dichtungsgestein dafür, dass das CO₂ in der Lagerstätte zurückgehalten wird und nicht an die Oberfläche steigt. Anforderungen an

²¹ <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DA/TXT/HTML/?uri=CELEX:52014DC0099&from=DE>

²² "appropriately selected and managed geological reservoirs are 'very likely' to retain over 99% of the sequestered CO₂ for longer than 100 years and 'likely' to retain 99% of it for longer than 1000 years."

[dt. „Richtig ausgewählte und geführte geologische Speicherstätten werden ‚sehr wahrscheinlich‘ über 99 % des gebundenen CO₂ länger als 100 Jahre und ‚wahrscheinlich‘ 99 % davon länger als 1000 Jahre zurückhalten.“

https://climate.ec.europa.eu/eu-action/carbon-capture-use-and-storage_en

die Dicke und den Kapillarschwellendruck werden in den Normen beschrieben, sind jedoch spezifisch für die einzelnen Gebiete und hängen von der geplanten Injektionsmenge (Höhe der CO₂-Säule) ab. Erfahrungen von Öl- und Gasfeldern sowie Erdgas speichern zeigen, dass die auf dänischem Gebiet weit verbreiteten Dichtungsgesteine dicht sind.

Die größte Gefahr eines Austritts aus dem Untergrundspeicher selbst durch das Dichtungsgestein besteht dann, wenn Klüfte oder kleine Störungszonen vorhanden sind, die das gesamte Dichtungsgestein durchschneiden. Große Verwerfungen werden durch geophysikalische Messungen (Seismik) festgestellt, was einen Speicherkomplex bereits im Vorfeld disqualifiziert. Kleinere Kluft- oder Störungszonen sind meist nicht durchgängig über das gesamte Paket verteilt.

Es ist nicht quantifizierbar, welche CO₂-Mengen, oder in welchem Anteil oder mit welcher Geschwindigkeit, ein Dichtungsgestein durchdringen könnten. Nach Einschätzung von GEUS ist es sehr unwahrscheinlich, dass dies geschieht. Aber sollte CO₂ beginnen, seinen Weg durch die darüber liegende Geologie: das Dichtungsgestein und die weiteren darüber liegenden geologischen Schichten, die häufig als sekundäre Dichtungsgesteine fungieren, zu finden, geschieht dies in sehr kleinem Maßstab und das CO₂ verteilt sich über das gesamte geologische Paket.

Neue und alte Bohrlöcher führen durch das Dichtungsgestein und stellen daher eine mögliche Stelle für einen Austritt/eine Leckage aus einer Speichersstätte dar. Hier hat man einen klar definierten Punkt, an dem eine kontinuierliche Überwachung erforderlich ist. Wenn entlang des Bohrlochs ein CO₂-Austritt festgestellt wird, können verschiedene Maßnahmen ergriffen werden. Auch hier liegen umfangreiche Erfahrungen aus der Öl- und Gasindustrie sowie der Erdgasspeicherung vor, womit es Methoden zum Stoppen eines Austritts entlang von Bohrlöchern gibt.

CO₂ kann in verschiedenen geologischen Schichten natürlich vorkommen. Daher ist es wichtig, dass der jeweilige Speicherbetreiber Basisdaten darüber sammelt, wie viel CO₂ in einem bestimmten Gebiet vorhanden sein könnte.

3.6 Was der Plan nicht ermöglichen kann

Die CO₂-Injektion in den Untergrund bei der Ölförderung ist eine bekannte Technik, bei der injiziertes CO₂ verwendet wird, um bei den Öllagerstätten eine höhere Ölausbeute zu erreichen, was als Enhanced Oil Recovery (EOR) bezeichnet wird.

Paragraph 23 des dänischen Untergrundgesetzes ermöglicht die Erteilung einer gesonderten Genehmigung für die Speicherung von CO₂ zur weiteren Gewinnung von Kohlenwasserstoffen (CO₂-EOR). Die Abscheidung und Speicherung von CO₂ wird weiterhin genutzt, um die Ölförderung weltweit zu steigern. Im Einklang mit der endgültigen Vereinbarung über einen Fahrplan für die Abscheidung, den Transport und die Speicherung von CO₂, dem zweiten Teil der gesamten CCS-Strategie²³, darf CCS kein Mittel sein, um mehr Öl und Gas aus der Erde zu holen.

²³ https://kefm.dk/Media/637750877973046181/Aftaetekst_final.pdf

Gemäß ²⁴Artikel 4, Absatz 4 der CCS-Richtlinie kann eine geologische Formation nur dann als Speicherort gewählt werden, wenn unter den vorgesehenen Nutzungsbedingungen keine erhebliche Gefahr eines Austritts sowie keine erhebliche Gefahr für Umwelt und Gesundheit besteht. In der Präambel der Richtlinie Nr. 19 heißt es ebenfalls, dass ein Standort nur dann als Speicherort gewählt werden soll, wenn kein erhebliches Austrittsrisiko besteht und unter keinen Umständen mit erheblichen Folgen für Umwelt und Gesundheit zu rechnen ist. Dies wird unter anderem durch das Untergrundgesetz²⁵ gewährleistet, dessen Bestimmungen in § 23 j die Überwachung, Maßnahmen und den Schutz der Umwelt, der menschlichen Gesundheit usw. regeln.

3.7 Gesamtüberblick über die durch den Plan ermöglichten Tätigkeiten




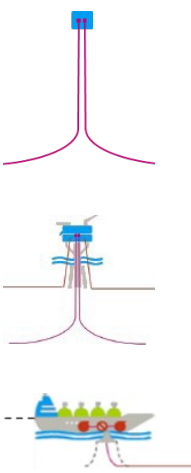

Die allgemeinen Schritte zu einer dauerhaften geologischen Speicherung von CO₂ sind in Tabelle 3-1 dargestellt. Die Tätigkeiten im Zusammenhang mit der geologischen Speicherung von CO₂ sind, wie zuvor beschrieben, technisch allgemein bekannt und sind in Tabelle 3-1 entnehmbar. Die Abbildung zeigt Konzepte, die im Verzeichnis über die geologische Speicherung von CO₂ in Dänemark aufgeführt sind [4].

Bei der Nutzung der küstennahen Standorte (Jammerbugt, Lisa und Inez) zur geologischen Speicherung von CO₂ ist davon auszugehen, dass Offshore-Anlagen wie Injektionsplattformen, Bohrlochköpfe auf dem Meeresboden (Subsea Templates), ein dauerhaft vertäutes Schiff oder Kombinationen hiervon benötigt werden.

²⁴ RICHTLINIE 2009/31/EG DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES vom 23. April 2009 über die geologische Speicherung von Kohlendioxid und zur Änderung der Richtlinie 85/337/EWG des Rates, Richtlinie 2000/60/EG des Europäischen Parlaments und des Rates, 2001/80/EG, 2004/ 35/EG, 2006/12/EG, 2008/1/EG und Verordnung (EG) Nr. 1013/2006, <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DA/TXT/PDF/?uri=CELEX:32009L0031&from=GA>

²⁵ LBK nr 1533 af 16/12/2019 [dt. DVO Nr. 1533 vom 16.12.2019], <https://www.retsinformation.dk/eli/lta/2019/1533>

Tabelle 3-1 Konzepte für den Transport und die Injektion von CO₂ in den Untergrund

Konzept	Transport von der Quelle zur Injektionsstelle	Injektion über Bohrlöcher an Land oder in Küstengebieten ^A	Beschreibung
Transport per Lkw, Bahn oder Schiff	a)  b)  c) 		CO ₂ wird per Lkw, Bahn oder Schiff transportiert. Anschließend wird das CO ₂ entweder: <ol style="list-style-type: none"> direkt in den Untergrund gepumpt oder in einem Tank zwischengespeichert, bevor es in den Untergrund gepumpt wird. Das CO₂ kann auch mit Schiffen zu Häfen oder direkt zu Offshore-Anlagen transportiert werden, wo es über ein Exportsystem in eine dauerhaft vertäute FSU^B [Abk. für Floating Storage Unit], eine Bohrlöcherkopfplattform^C oder eine Bohrlöcherkopfinstallation auf dem Meeresboden injiziert wird.
Transport über Rohrleitungen und evtl. vorausgehend per Schiff			CO ₂ wird von der Quelle über neu errichtete Gaspipelines zur Injektionsstelle exportiert.

^AOffshore: Über eine Plattform oder einen Bohrlöcherkopf am Meeresboden Onshore: Über einen Bohrlöcherkopf in einem kleineren Gebäude
^BFSU: Ein dauerhaft vertäutes Schiff, das mit Injektionseinrichtungen ausgestattet ist
^CBohrlöcherkopf-Plattform: Eine Offshore-Stahlkonstruktion zur Abstützung von Produktions- und/oder Injektionsbohrungen und zugehörige Stützsysteme

Die in Tabelle 3-1 dargestellten Konzepte zur geologischen Speicherung von CO₂ erfordern weitere umfangreiche Untersuchungen, Tätigkeiten und Installationen, ohne die eine dauerhafte Speicherung von CO₂ nicht realisierbar ist. Hierzu zählen:

- Untersuchungen: Im Zusammenhang mit der Planung konkreter Projekte müssen Untersuchungen durchgeführt werden, darunter:
 - Geochemische und umweltmäßige Untersuchungen der terrestrischen oder aquatischen Umwelt (z. B. Bodenschicht-/Sedimentzusammensetzung, natürlicher CO₂-Flux, Biota),
 - Hydrogeologie (z. B. Gebiete mit besonderen Trinkwasserinteressen)

usw.)²⁶

- Inspektionen und Untersuchungen:
 - Offshore: Rohrverbindungen, Ventile, unbemannte Bohrlachkopfplattform (Jackets) oder Bohrlachkopf auf dem Meeresboden (Subsea Templates)
 - Onshore: Rohrverbindungen u. a. Infrastruktur und Vorkommen natürlicher und künstlicher Migrationsrouten, einschließlich Bohrlöchern.
- Geotechnische, geophysikalische, seismische und elektromagnetische Untersuchungen der Speicherstätte über die Erdoberfläche, den Meeresboden und Bohrlächer
- Die Bevölkerungsverteilung im Gebiet über dem Speicherstandort, Entfernungen zu wertvollen Naturressourcen, Tätigkeiten im Umfeld des Speicherkomplexes und mögliche Interaktionen mit den Tätigkeiten.

Für die konkreten Projekte zur großtechnischen Speicherung besteht die Pflicht zur Durchführung einer Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP). In diesem Zusammenhang müssen zahlreiche Untersuchungen durchgeführt werden, bevor eine Genehmigung für die Speicherung oder Prospektionstätigkeiten erteilt werden kann.

- Bohrungen: Bei der Nutzung bestehender Bohrlächer oder der Errichtung neuer Bohrlächer ist der Einsatz von Bohrgeräten an Land erforderlich. Offshore könnte der Einsatz von Schiffen als Hubbohrinseln und verschiedenen Versorgungsschiffen erforderlich sein. Bauarbeiten im Zusammenhang mit Bohrarbeiten können z. B. umfassen:
 - Neue Erkundungsbohrungen und Injektionsbohrungen, einschließlich Rammen von „Conductors“ (das oberste und äußerste Zementierrohr in einer Bohrung).
 - Bohrlachmodifikationen von bestehenden Bohrlöchern.
- Installationen: Zu den neuen oder bestehenden Anlagen zur geologischen Speicherung von CO₂ an Land können Prozessanlagen, Rohrleitungen und Bohrlachköpfe (siehe das Beispiel Stenlille) gehören, während Offshore-Anlagen Plattformen (Jackets), Bohrlachköpfe auf dem Meeresboden (Subsea Templates), Tanker-Entladeanlagen und andere Anlagen umfassen können, die aus der Öl- und Gasförderung bekannt sind.
- Transport: Zur Durchführung von Untersuchungen, Inspektionen, Anlagentests, Einfahren, CO₂-Transport, Versorgungslieferungen und schließlich im Zusammenhang mit der Stilllegung der Anlagen werden an Land Fahrzeuge unterschiedlicher Art und offshore eine Reihe von Transportmitteln benötigt, u. a. Hubschrauber für den Personentransport.
- Monitoring: Die Überwachung von geologisch gespeichertem CO₂ kann die Überwachung des Drucks in Lagerstätten und Bohrlöchern sowie die Überwachung von Druck und Gasen in Überwachungsbohrlöchern und anderen Messstellen umfassen. Darüber hinaus kann es erforderlich sein, ergänzende Maßnahmen zu ergreifen, z. B. geophysikalische und/oder seismische Untersuchungen. Nach der Schließung eines Speicherstandortes ist der Betreiber für

²⁶ BEK nr. 1425 af 30/11/2016, CCS-bekendtgørelsen, [dt. DVO Nr. 1425 vom 30.11.2016, CCS-Verordnung, <https://www.retsinformation.dk/eli/lt/2016/1425>

mindestens 20 Jahre über den Betriebszeitraum hinaus verpflichtet, die Anlage zu überwachen und instandzuhalten, sofern nicht die zuständige Behörde aufgrund aller verfügbaren Informationen davon überzeugt ist, dass das gespeicherte CO₂ vollständig und dauerhaft eingeschlossen bleibt. Danach gehen alle gesetzlichen Pflichten zur Überwachung und Instandhaltung auf die zuständige Behörde über.

- Demontage: Bei einer zu erwartenden langen Betriebsdauer der Anlagen wird der Rückbau noch viele Jahre in der Zukunft erfolgen. Es bestehen daher Unsicherheiten darüber, welche Technologien zum Rückbau zu diesem Zeitpunkt zum Einsatz kommen werden. Der Rückbau von überirdischen Rohrleitungen und Gebäuden wird voraussichtlich auf die gleiche Weise durchgeführt wie der Rückbau der übrigen Gasrohrleitungen und der Rückbau übrigen Gebäude gemäß den gesetzlichen Bestimmungen. Zur Demontage gehört das Verschließen des Injektionsrohrs nach Beendigung des Einpumpens von CO₂. Im Rahmen der Antragstellung für die konkreten Projekte ist ein Rückbauplan einzureichen und in die Fallbearbeitung einzubeziehen. Der Rückbauplan wird daher, soweit wie gemäß Obigem möglich, sowohl in die Umweltprüfung des Projekts als auch in die Bearbeitung einer möglichen Erkundungs- und Speichergenehmigung einbezogen.

Die oben genannten, durch den Plan ermöglichten Tätigkeiten werden in der Umweltverträglichkeitsprüfung anhand von zwei übergeordneten Szenarien für den Transport von CO₂ an Land bzw. in den Küstengebieten behandelt. Die Szenarien können einen vorausgehenden Transport per Schiff zur Umladung in einem Hafen beinhalten. Die Szenarien sind:

An Land:

- 1) In einer Übergangsregelung vor der Errichtung eines dauerhaften Leitungsnetzes ist vorgesehen, dass der Transport zu Speicherorten bzw. Zwischenlagern per Lkw und ggf. per Bahn erfolgt.
Das Szenario umfasst Auswirkungen durch Bautätigkeiten, Auswirkungen durch Transporte mit Lkw und Bahn sowie Auswirkungen während des Betriebs.
- 2) Transport über Rohrleitungen ohne Übergangsregelung zu Speicherorten an Land.
Das Szenario beinhaltet Baumaßnahmen wie in Szenario 1, jedoch wird auf eine Übergangsregelung mit Verkehr auf Straße oder Schiene verzichtet.

Auf See:

- A. Transport per Schiff vom Hafen zum Injektionsort.
Das Szenario kann Bautätigkeiten an Land und Auswirkungen durch Schiffsverkehr während der Betriebsphase bedeuten.
- B. Transport per Offshore-Pipeline zum Injektionsort.
Das Szenario beinhaltet Auswirkungen aus Bautätigkeiten im Zusammenhang mit der Verlegung der Rohrleitungen und begrenzte Auswirkungen während des Betriebs.

Hierzu kann eine Zwischenspeicherung an Land und ein Transport von CO₂ von der Quelle zum Hafen gehören, wie beim Szenario an Land beschrieben.

4 Alternativen

Der Umweltbericht muss eine Beschreibung sinnvoller Alternativen enthalten, vgl. §12 Umweltverträglichkeitsprüfungsgesetz. Im Umweltbericht wird die Bewertung des Plans mit der alternativen Entwicklung verglichen, bei der der Plan nicht umgesetzt wird.

Wird die Ausschreibung nicht durchgeführt, findet in den ausgewiesenen Gebieten eine Injektion und geologische Speicherung von CO₂ nicht statt. Die alternative Entwicklung wird darin bestehen, dass die politischen Ziele zur geologischen Speicherung von CO₂ auf andere Weise erreicht werden müssen. Sollte die Ausschreibung nicht durchgeführt werden, ist mit einem erhöhten Bedarf an geologischer Speicherung von CO₂ an anderen Standorten zu rechnen, auch im bereits ausgeschriebenen Gebiet in der Nordsee oder in anderen Staaten. Dies könnte zu einem längeren Transport des in Dänemark abgeschiedenen CO₂ führen, z. B. per Schiff oder über grenzüberschreitende Pipelines und möglicherweise per Lkw und Bahn. Dies kann zu einem kostenaufwendigeren und damit langsameren Ausbau der geologischen Speicherung von CO₂ führen.

Im Zusammenhang mit öffentlichen Konsultationen wurde die Frage gestellt, ob der aktuelle Plan zum Ausbau von Power-to-X (PtX) eine Alternative darstellt und ob diese Entwicklung möglicherweise dazu führt, dass keine CO₂-Speicherung erforderlich ist, weil PtX CO₂ abnehmen kann, das von Punktquellen gesammelt wird²⁷. PtX und die Speicherung von CO₂ sind die beiden technischen Mittel, die zusammen den größten Beitrag zur Erreichung der in der dänischen Klimapolitik beschlossenen Reduzierung der CO₂-Emissionen leisten sollen.

²⁷ Energistyrelsen, Power-to-X, <https://ens.dk/ansvarsomraader/power-x-og-groen-brint>

5 Scoping und Methode

5.1 Scoping des Inhalts des Umweltberichts

Der Umweltbericht muss den Anforderungen des Umweltverträglichkeitsprüfungsgesetzes an den Inhalt des Umweltberichts (Anhang 4 des Gesetzes) genügen. Als zentrales Element muss der Umweltbericht dabei Einschätzungen zu den wahrscheinlichen erheblichen Auswirkungen des Plans auf die Umwelt enthalten.

Wie in Kapitel 214 beschrieben, wird die Abscheidung von CO₂, einschließlich der Platzierung von Abscheidungsanlagen usw., nicht in die Umweltverträglichkeitsprüfung einbezogen, da der Plan nur Gebiete zur Speicherung von CO₂ betrifft. Unsicherheiten bezüglich des Transports von CO₂ werden mit Szenarien und mit großen Unsicherheiten darüber, woher und wohin CO₂ transportiert wird, behandelt. Geografische Aspekte des Transports werden daher nur auf einer Gesamtebene bewertet.

Das Scoping der Umweltparameter ist in der folgenden Tabelle zusammengefasst.

Tabelle 5-1 Die Umweltaspekte des Berichts und Beschreibung des Inhalts

Umweltaspekte für Gebiete an Land und Küstengebiete	Beschreibung des Inhalts des Umweltberichts
Klimatische Faktoren	- Speicherung von CO ₂
Böden	- Geologische Schichten im Untergrund

Umweltaspekte für Gebiete an Land	Beschreibung des Inhalts des Umweltberichts
Biodiversität und Natur	- Biologische Vielfalt und Naturschutzgebiete
Natura-2000-Gebiete und Anhang-IV-Arten	- Natürliche Lebensräume und Arten der Ausweisunggrundlagen
Bevölkerung	- Sicherheit, Barrierewirkung
Menschliche Gesundheit	- Lärm und Licht vom Bohrprozess, Risiken bei Austritt
Flüsse, Seen und Grundwasser	- Oberflächenwasser und Grundwasser, Bewirtschaftungspläne für die Einzugsgebiete und Aktionspläne
Vom Menschen verursachte Katastrophen	- Risiken bei verschiedenen technischen Szenarien für die geologische Speicherung von CO ₂

Umweltaspekte für Gebiete auf See	Beschreibung des Inhalts des Umweltberichts
Meeresbiodiversität	- Benthische Fauna und Vegetation, Vögel, Fische einschließlich Sandaal, Natur- und Landschaftsschutzgebiete

Umweltaspekte für Gebiete auf See	Beschreibung des Inhalts des Umweltberichts
Natura-2000-Gebiete und Anhang-IV-Arten	<ul style="list-style-type: none"> - Natura-2000-Gebiete auf See - Anhang-IV-Arten, insbesondere Meeressäuger in Form von Walen, einschließlich Schweinswale und anderen Walarten, die unter Anhang IV fallen
Wasser und Meeresstrategie	<ul style="list-style-type: none"> - Hydrographie, Bathymetrie und Wasserqualität - Bewirtschaftungspläne für die Einzugsgebiete und Zustand von Oberflächenwasserkörpern
Bevölkerung	<ul style="list-style-type: none"> - Auswirkungen auf die Fischerei
Vom Menschen verursachte Katastrophen	<ul style="list-style-type: none"> - Risiken bei verschiedenen technischen Szenarien für die geologische Speicherung von CO₂

Zusätzlich zu den Auswirkungen des Plans auf die einzelnen Umweltaspekte können sich kumulative Auswirkungen mit anderen Projekten und Plänen ergeben. Die kumulativen Auswirkungen werden für jeden einzelnen Umweltparameter auf Gesamtebene auf der Grundlage aktueller öffentlich verfügbarer Erkenntnisse bewertet.

5.2 Umweltaspekte, die im Umweltbericht unberücksichtigt bleiben

Dieser Abschnitt enthält eine kurze Beschreibung der Umweltaspekte, bei denen im Rahmen des Scopings des Umweltberichts davon ausgegangen wurde, dass sie potenziell keine erheblichen Auswirkungen auf die übergeordnete Ebene des Plans haben.

5.2.1 Umweltaspekte an Land

Landflächen werden nicht in die Umweltverträglichkeitsprüfung des Plans für die Ausschreibung von Gebieten zur geologischen Speicherung von CO₂ an Land und in Küstengebieten einbezogen, da die durch den Plan ermöglichten Tätigkeiten insbesondere in der Betriebsphase räumlich sehr begrenzt sein werden. Bei einer Ausschreibung, die große Landflächen und Küstengebiete abdeckt, wird davon ausgegangen, dass die begrenzte Auswirkung auf Landflächen keine potenziell erhebliche Auswirkung auf die Landoberfläche mit sich bringt. Die Ausweisung der Gebiete an Land im Plan bringt an sich keine Beschränkungen für die Entwicklung anderer Tätigkeiten mit sich, und die Ausweisung hat daher keine oder keine einschränkenden Auswirkungen auf die Nutzung von Landflächen.

Luft wird nicht in die Umweltverträglichkeitsprüfung des Plans für die Ausschreibung von Gebieten zur geologischen Speicherung von CO₂ an Land einbezogen, da die Auswirkungen von durch den Plan ermöglichten Tätigkeiten auf die Luft begrenzt sein werden. Wie in Abschnitt 8.4 zur Gesundheit beschrieben, ist davon auszugehen, dass die Luftverschmutzung durch den Transport von CO₂ mit Lastkraftwagen begrenzt ist und dass die Auswirkungen auf die Luft während der Bauphase im Verhältnis zur Geografie des Plans als begrenzt eingeschätzt werden. Es ist nicht bekannt, wo die Auswirkungen auf die Luft auftreten werden, und es wird nicht davon ausgegangen, dass das Ausmaß an sich eine potenziell erhebliche Auswirkung auf die großen Gebiete darstellt, die unter den nationalen Plan für die Ausschreibung von Flächen für die geologische Speicherung von CO₂ fallen. Bei späteren konkreten Projekten kann es vorkommen, dass

Auswirkungen auf die Luft in einem bestimmten gefährdeten Gebiet auftreten und daher erheblich sind.

Die Landschaft kann durch die vorübergehende Aufstellung einer Bohranlage und durch die Errichtung von Injektionsanlagen optisch beeinträchtigt werden. Die Auswirkungen werden davon abhängen, wo die Tätigkeiten stattfinden, ob es sich um eine vorübergehende oder dauerhafte Tätigkeit handelt, wobei es in den großen ausgewiesenen Gebieten möglich sein wird, Bereiche zu finden, in denen die Auswirkungen begrenzt sind. Auch die Eingriffe in das Landschaftsbild in Form von Bohranlagen und der Errichtung der Anlage werden zeitlich begrenzt erfolgen. In Bezug auf den geografischen Geltungsbereich des Plans wird davon ausgegangen, dass der Plan keine erheblichen Auswirkungen auf die Landschaft hat und die Bewertung der Landschaft wird daher nicht in die Umweltverträglichkeitsprüfung des Plans einbezogen. Bei einem späteren konkreten Projekt kann sich die visuelle Auswirkung auf die Landschaft aufgrund der Gestaltung und Lage der Anlage in einem bestimmten gefährdeten Gebiet als erheblich erweisen, und in diesem Fall muss die Auswirkung auf die Landschaft in die Umweltprüfung des Projekts einbezogen werden.

Das Kulturerbe wird nicht in die Umweltverträglichkeitsprüfung des Plans für die Ausschreibung von Gebieten zur geologischen Speicherung von CO₂ an Land einbezogen, da keine Standorte für die Anlagen festgelegt sind und die Auswirkungen als geografisch begrenzt eingeschätzt werden. Die Auswirkungen werden daher für die landesweite Ausschreibung auf Ebene als nicht erheblich eingeschätzt. Archäologische Denkmäler werden bei der Planung und Umweltprüfung der konkreten Standorte der Speichereinrichtungen berücksichtigt, wobei Spuren von archäologischen Denkmälern gemäß Kapitel 8a des dänischen Museumsgesetzes unter Schutz stehen²⁸.

Sachgüter werden nicht in die Umweltprüfung für Land- und Küstengebiete einbezogen, da die durch den Plan für die Ausschreibung ermöglichten Tätigkeiten nur begrenzte Auswirkungen auf solche haben werden. Die Tätigkeiten werden sich unter anderem auf bestehende Leitungen, Kabel und Rohre auswirken, auf nationaler Ebene werden sie jedoch als nicht erhebliche Auswirkungen bewertet.

Der Plan für die Ausschreibung wird gleichzeitig Infrastruktur ermöglichen, die an sich als vom Menschen geschaffene Sachgüter angesehen werden kann. Der Plan kann somit eine positive Vermehrung von Sachgütern ermöglichen.

Die Nutzung unterirdischer Speicherkapazitäten wirkt sich negativ auf das natürliche Gut der unterirdischen Speicherung aus, da sie die zukünftige Möglichkeit der Speicherung verringert. Allerdings wird dies als nicht erhebliche Auswirkung bewertet.

Der Plan überschneidet sich mit Gebieten, die als Gebiete mit Rohstoff- und Rohstoffabbauinteresse ausgewiesen sind, wobei der Zugang zu natürlichen Gütern wird als Sachgut angesehen wird. Die konkreten Auswirkungen werden vom Standort und Umfang der Folgeprojekte abhängen, wobei zu erwarten ist, dass die konkreten Anlagen nur einen sehr kleinen Teil der Rohstoffgebiete ausmachen werden. Die geologische Speicherung von CO₂ erfolgt in so tiefen Bodenschichten, dass die Speicherung selbst keinen Einfluss auf den Rohstoffabbau hat. Bei der Planung von Anlagen, Rohrleitun-

²⁸ Museumsloven, LBK nr 358 af 08/04/2014

[Dänisches Museumsgesetz, DVO Nr. 358 vom 08.04.2014]

gen und Bohrlöchern zur Beförderung und Speicherung von CO₂ ist das dänische Rohstoffgesetz²⁹ zu berücksichtigen. Die Regionen werden zu den konkreten Standorten konsultiert und können hier mit einer Einschätzung beitragen, ob das konkrete Projekt ein Hindernis für die künftige Rohstoffressource darstellt. Daher wird auf der übergeordneten Ebene des Plans davon ausgegangen, dass die Auswirkungen nicht erheblich sein werden, und dieser Aspekt wird daher nicht in den Umweltbericht aufgenommen.

Der Plan wird Tätigkeiten ermöglichen, die sich auf andere bestehende Infrastruktur auswirken können, einschließlich der Abnutzung von Straßen im Szenario des Lkw-Transports. Auf übergeordneter Ebene sind weder die Standorte der Tätigkeiten zur geologischen Speicherung von CO₂ innerhalb der großen ausgewiesenen Gebiete noch die Transportumfänge und erwarteten Routen zu bestimmten Standorten bekannt. Es ist daher nicht möglich, die Anfälligkeit bestimmter Straßennetze und das Ausmaß des Transports zu den Speicherorten pauschal zu beschreiben und anschließend zu bewerten, ob Verschleiß als erhebliche Auswirkung einzuschätzen ist. Die Auswirkungen sollten im Zusammenhang mit dem konkreten Projekt bewertet werden.

Die *Ressourceneffizienz* wird bei der Umweltverträglichkeitsprüfung von Gebieten an Land nicht berücksichtigt, da im Plan für Gebiete keine näheren Angaben zu den ermöglichten Tätigkeiten gemacht werden. Es besteht daher keine Grundlage für eine Bewertung, ob im Zusammenhang mit Tätigkeiten zur geologischen Speicherung von CO₂ Konzeption, Umfang, Materialauswahl und -verbrauch ressourceneffizienter gestaltet werden könnten. Tätigkeiten zur geologischen Speicherung von CO₂ werden mit einem höheren Ressourcenverbrauch für Anlagen, Rohre, Zwischenspeicherung usw. verbunden sein, es gibt jedoch auf übergeordneter Ebene keine Grundlage für die Annahme, dass die Auswirkungen größer sein werden als bei der Alternative, bei der die Mittel für eine geologische Speicherung von CO₂ in der Nordsee oder an anderer Stelle geplant werden. Bei der Entwicklung konkreter Projekte sollte die Ressourceneffizienz berücksichtigt werden, um eine möglichst sinnvolle Nutzung der Ressourcen sicherzustellen.

5.2.2 Umweltaspekte in den küstennahen Planungsgebieten

Landflächen werden nicht in die Umweltverträglichkeitsprüfung des Plans für die Beschreibung von Küstengebieten zur geologischen Speicherung von CO₂ auf See einbezogen, da die durch den Plan ermöglichten Tätigkeiten insbesondere in der Betriebsphase geografisch sehr begrenzt sein werden. Bei einem Plan, der große küstennahe Flächen abdeckt, werden die Auswirkungen auf Landflächen für konkrete Anlagen als potenziell nicht erheblich eingeschätzt. Die Ausweisung der Gebiete in den Küstengewässern bringt an sich keine Einschränkungen für die Entwicklung anderer Tätigkeiten mit sich, womit die Ausweisung keine Auswirkungen auf Landflächen zur Folge hat.

Das *Kulturerbe* wird bei der Umweltprüfung der Küstengebiete nicht berücksichtigt, da die Standorte für die Anlagen nicht ausgewiesen sind und es gute Möglichkeiten gibt, die begrenzten Anlagen in Gebieten ohne Kulturerbe zu platzieren. Die Auswirkungen werden daher als nicht erheblich eingeschätzt. Kulturerbe in den Küstengebieten ist gemäß Kapitel 8 des dänischen Museumsgesetzes geschützt, was in mehreren Fällen im Vorfeld von Baumaßnahmen in einem bestimmten Gebiet meeresarchäologische Prospektionsarbeiten erfordern kann.

²⁹ Lov om råstoffer LBK nr. 124 af 26/01/2017, [dt. Gesetz über Rohstoffe, DVO Nr. 124 vom 26.01.2017], <https://www.retsinforma-tion.dk/eli/Lta/2019/1533>

Die Landschaft wird nicht in die Umweltprüfung der Küstengebiete einbezogen, da die Lage auf offener See in der Regel keine Auswirkungen auf Landschaftsinteressen oder das Landschaftserlebnis vom Land aus hat. Für die konkreten Projekte wird es besonders relevant sein, Landschaftsauswirkungen im Zusammenhang mit Anlandungsanlagen zu untersuchen, einschließlich Auswirkungen auf küstennahe Landschaften und Landschaften an Land. Die Auswirkungen des Plans auf das Landschaftsbild werden daher als nicht erheblich bewertet und die Landschaft wird daher nicht in den Umweltbericht einbezogen.

Die Luft wird bei der Umweltprüfung der Küstengebiete nicht berücksichtigt. Die durch die Ausschreibung ermöglichten Tätigkeiten werden insbesondere in der Bauphase zu Luftverschmutzung führen, da durch Schiffe und Bauarbeiten Partikel in die Luft gelangen. Auch der Schiffstransport von CO₂ wird während der Betriebsphase zu einer erhöhten Luftverschmutzung führen, ebenso wie Anlagen zur Energiegewinnung zu einer erhöhten Luftverschmutzung während der Betriebsphase führen können. Der zu erwartende Umfang der Luftverschmutzung, die steigenden Anforderungen an die Luftverschmutzung durch den Schiffstransport und die relativ geringe Vulnerabilität der offenen See gegenüber Luftverschmutzung schließen erhebliche Auswirkungen in Bezug auf den nationalen Plan für die Ausschreibung von Flächen zur geologischen Speicherung von CO₂ aus.

Die menschliche Gesundheit wird nicht in die Umweltprüfung der Küstengebiete einbezogen, da Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit nur die Besatzungsmitglieder auf Schiffen und Plattformen betreffen. Dabei werden mögliche gesundheitliche Auswirkungen durch ein umfassendes Regelwerk im Bereich Sicherheit und Gesundheitsschutz am Arbeitsplatz geregelt. Aufgrund der Erfahrungen aus dem Öl- und Gassektor in der Nordsee werden die Auswirkungen auf die Besatzungsmitglieder im Zusammenhang mit der geologischen Speicherung von CO₂ auf einem Niveau liegen, das auf nationaler Ebene als nicht erheblich eingeschätzt wird.

Die Ressourceneffizienz wird bei der Umweltverträglichkeitsprüfung von küstennahen Flächen nicht berücksichtigt, da der Plan keine näheren Angaben zu den ermöglichten Tätigkeiten enthält. Es besteht daher keine Grundlage für eine Bewertung, ob Konzeption, Umfang, Materialauswahl und -verbrauch ressourceneffizienter gestaltet werden könnten. Im Umweltbericht des Ausschreibungsplans für die geologische CO₂-Speicherung in der Nordsee wurde die Ressourceneffizienz berücksichtigt, da es in diesem Bereich Szenarien für die Nutzung bestehender Plattformen zur geologischen CO₂-Speicherung gab und dies ein kritischer Punkt für die Ressourceneffizienz war. Dies trifft für die Küstengebiete nicht zu, da es hier keine Bestandsplattformen gibt. Ressourceneffizienz wird daher ein wichtiges Thema bei der Entwicklung der konkreten Projekte sein, um einen angemessenen Ressourceneinsatz sicherzustellen.

Wie auch an Land wird der Plan für die Ausschreibung in küstennahen Gebieten Infrastrukturen ermöglichen, die an sich als vom Menschen geschaffene Sachgüter angesehen werden können und somit eine positive Vermehrung von Sachgütern darstellen. Die Nutzung von unterirdischen Speicherkapazitäten wirkt sich negativ auf das natürliche Gut der unterirdischen Speicherung aus, da sie die zukünftige Möglichkeit einer geologischen Speicherung verringert. Darüber hinaus könnten sich die Tätigkeiten, die die Ausschreibung in den küstennahen Gebieten ermöglicht, auf Fischereigebiete, Rohstoffgebiete und Seewege auswirken. Die Fischerei wird unter dem Aspekt Bevölkerung

behandelt, wobei ausgehend von den Ergebnissen der Umweltverträglichkeitsprüfung der Ausschreibung in der Nordsee nicht zu erwarten ist, dass die Ausschreibung von küstennahen Gebieten die Seewege erheblich beeinträchtigen wird. Beschränkungen in Rohstoffgebieten werden als nicht erheblich eingestuft, da es nur eine begrenzte Überschneidung zwischen ausgewiesenen Küstengebieten und Gebieten mit Rohstoffinteressen gibt. Sollten im Zusammenhang mit konkreten Projekten zur CO₂-Speicherung auf See Tätigkeiten vorkommen oder Anlagen errichtet werden, die eine Belästigung für die Schifffahrt darstellen könnten, ist eine Schifffahrts-Risikobewertung zu erstellen, vgl. Verordnung Nr. 1351 vom 29. November 2013.

5.3 Konsultierte zuständige Behörden im Rahmen des Scoping

Der Entwurf der Scoping-Erklärung wurde zur Konsultation an die zuständigen Behörden übermittelt, vgl. § 32 Umweltverträglichkeitsprüfungsgesetz. Die zuständigen Behörden haben inhaltliche Vorschläge unterbreitet, die in die endgültige Fassung der Scoping-Erklärung eingeflossen sind.

Folgende Behörden wurden konsultiert:

- die dänische Arbeitsschutzbehörde (Arbejdstilsynet)
- die dänische Wohnungs- und Planungsbehörde (Bolig- og planstyrelsen)
- Energistyrelsen
- die dänische Wirtschaftsbehörde (Erhvervsstyrelsen)
- die dänische Fischereibehörde (Fiskeristyrelsen)
- die Liegenschaftsanstalt des dänischen Verteidigungsministeriums (Forsvarets Ejendomsstyrelse)
- das dänische Verteidigungskommando (Forsvarskommando)
- die dänische Geodatenagentur (Geodatastyrelsen)
- GEUS
- Gemeinden
- die dänische Küstendirektion (Kystdirektoratet)
- die dänische Umweltschutzbehörde (Miljøstyrelsen)
- die dänische Naturbehörde (Naturstyrelsen)
- die Nordsee-Stiftung (Norsøfonden)
- Regionen, in denen ein oder mehrere Gebiete für die Speicherung ausgewiesen wurden
- die dänische Sicherheitsagentur (Sikkerhedsstyrelsen)
- die dänische Schlösser- und Kulturbehörde (Slots- og Kulturstyrelsen)
- die dänische Gesundheitsbehörde (Strahlenschutz) (Sundhedsstyrelsen)
- die dänische Seeschifffahrtsbehörde (Søfartsstyrelsen)
- die dänische Verkehrsbehörde (Trafikstyrelsen)

Hinzu kommen auch die zu den Behörden gehörenden Ministerien.

Betroffene Staaten werden gemäß der Espoo-Konvention konsultiert. Norwegen und Deutschland haben Konsultationsantworten eingereicht.

Konsultationsantworten und Antworten darauf werden in einem Weißbuch gesammelt, getrennt von der Scoping-Erklärung.

5.4 Bewertungsmethode

Bewertung in Bezug auf die FFH-Richtlinie

Im Zusammenhang mit der Umweltprüfung wird eine Natura-2000-Erheblichkeitsbewertung auf der Grundlage von Artikel 6.3³⁰ der FFH-Richtlinie erstellt. Die Bewertung

³⁰ Rådets direktiv 92/43/EØF af 21. maj 1992 om bevaring af naturtyper samt vilde dyr og planter, [dt. Richtlinie 92/43/EWG des Rates vom 21. Mai 1992

in Bezug auf Anhang-IV-Arten erfolgt in Übereinstimmung mit der Linie des Planungsbeschwerdeausschusses in PKNO Nr. 25³¹. Der Planungsbeschwerdeausschuss weist darauf hin, dass es in einigen Fällen von übergeordneten Plänen notwendig sein kann, die Stellungnahme zu Anhang-IV-Arten zu verschieben, wenn die Standorte sowie die Art und der Standort nicht im Voraus bekannt sind. Eine entscheidende Voraussetzung für eine Verschiebung der Stellungnahme hierzu ist, dass die konkreten Einflussfaktoren nicht bereits in der Planungsphase bewertet werden können. Im Plan über Gebiete zur Speicherung von CO₂ liegen konkrete Vorkenntnisse über die geologische Formation vor, und dies bildet den Ausgangspunkt für die Erheblichkeitsbewertung. Andererseits liegen für die überwiegend sehr großen geografischen Gebieten keine Vorkenntnisse über die Art, Gestaltung und Lage von überirdischen Anlagen vor. Eine abschließende Bewertung der konkreten Einflussfaktoren bei überirdischen Anlagen ist daher nicht möglich, vgl. PKNO Nr. 25. Stattdessen wird eine übergeordnete Bewertung vorgenommen.

Für die Gebiete auf See werden weitere Einzelheiten zur Bewertung der Anhang-IV-Arten hinzugefügt, um der Praxis der dänischen Energieagentur zu entsprechen. Die Bewertung der Auswirkungen auf die bekannten Vorkommen von Anhang-IV-Arten wird auf allgemeinen Erwartungen und Annahmen über Technologien basieren. Die Bewertung wird durch mangelnde Kenntnisse über Umfang, Standort und Gestaltung der künftigen Tätigkeiten zur geologischen Speicherung von CO₂ eingeschränkt.

Die Bewertung (siehe Kapitel 7-9) basiert auf folgender Methode:

- Alle Natura-2000-Gebiete, die durch die Umsetzung des Plans für Ausschreibungen zur CO₂-Speicherung potenziell beeinträchtigt werden könnten, wurden identifiziert und beschrieben. Nur Daten, die in Natura-2000-Plänen, Basisanalysen und anderen öffentlich zugänglichen Datenbanken usw. verfügbar sind, fließen in die Beschreibungen der Ausweisungsgrundlage für die jeweiligen Natura-2000-Gebiete ein.
- Auf der Grundlage der Lage des Planungsgebiets und Erfahrungen aus ähnlichen Projekten wurde eine Liste potenzieller Auswirkungen von Projekten, die durch den Plan ermöglicht werden, erstellt.
- Ausgehend davon wurde ein Scoping vorgenommen, welche Arten und natürlichen Lebensräume auf der Ausweisungsgrundlage für relevante Natura-2000-Gebiete potenziell vom Plan betroffen sein könnten.
- Für jedes der relevanten Natura-2000-Gebiete, in denen es auf der Ausweisungsgrundlage Arten oder natürliche Lebensräume gibt, die potenziell vom Plan betroffen sein könnten, wurde beurteilt, ob die durch den Plan ermöglichten Tätigkeiten an sich verwirklicht werden können oder im Zusammenhang mit anderen Plänen und Projekten erhebliche Auswirkungen haben werden. Die Erheblichkeitsbewertungen wurden auf der Grundlage des vorhandenen Wissens über Arten und natürliche Lebensräume sowie des aktuellen Wissens über jene Elemente durchgeführt, die in das Projekt einbezogen werden müssen, für der Plan den Rahmen bildet.

zur Erhaltung der natürlichen Lebensräume sowie der wildlebenden Tiere und Pflanzen <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DA/TXT/HTML/?uri=CELEX:31992L0043&from=FI>

³¹ PKNO ist ein Leitfaden des Planungsbeschwerdeausschusses zur Praxis des Ausschusses („Planklagenævnet Orienterer“). PKNO Nr. 25 ist zu finden auf: <https://pkn.naevneneshus.dk/nyhed/43db414e-b04d-4662-b02a-4727f8ed7723>

- Die Bewertungen enden mit einer der folgenden Schlussfolgerungen:
 - Es wird beurteilt, dass der Plan keine erheblichen negativen Auswirkungen auf natürliche Lebensräume oder Arten auf der Ausweisungsgrundlage haben wird und kein Risiko schädlicher Auswirkungen besteht. Daher wird eingeschätzt, dass keine Notwendigkeit besteht, eine Folgenabschätzung gemäß FFH-Richtlinie § 6, Abs. 2 zu erstellen.
 - Es ist nicht auszuschließen, dass der Plan erhebliche Auswirkungen auf natürliche Lebensräume oder Arten der Ausweisungsgrundlage mit dem Risiko schädlicher Auswirkungen zur Folge haben kann, weshalb eine Folgenabschätzung gemäß FFH-Richtlinie § 6, Abs. 2 erstellt werden muss.

Methode zur Bewertung von Anhang IV-Arten

Die Beurteilung der wahrscheinlichen Auswirkungen des Plans auf die Anhang-IV-Arten des Gebiets basiert auf der FFH-Richtlinie³², die besagt, dass die zuständigen nationalen Behörden ihre Genehmigung für einen Plan oder ein Projekt nur dann erteilen können, wenn sie sichergestellt haben, dass die Integrität des Standorts nicht beeinträchtigt wird, keine Fortpflanzungs- oder Ruhegebiete von in Anhang IV der FFH-Richtlinie enthaltenen Tierarten beschädigt oder zerstört werden und keine Pflanzenarten zerstört werden, die in Anhang IV der FFH-Richtlinie aufgeführt sind.

Für Anhang-IV-Arten wird der Begriff „ökologische Funktionalität“ verwendet. Fortpflanzungs- oder Ruhegebiete für Anhang-IV-Arten müssen mindestens auf dem gleichen Niveau gehalten werden können wie bisher für eine bestimmte Art. Ein zentrales Element besteht darin, dass Fortpflanzungs- und Ruhegebiete aus mehreren Standorten bestehen können, die als Lebensraum für dieselbe Population dienen, und dass ein breiteres ökologisches Verständnis von Fortpflanzungs- und Ruhegebieten eine flexiblere Verwaltung und Planung in Gebieten mit besonders weiter verbreiteten Anhang-IV-Arten ermöglicht.

Wenn die ökologische Funktionalität nicht gewährleistet werden kann, kann davon ausgegangen werden, dass eine bestimmte Art den günstigen Erhaltungszustand der Population nicht aufrechterhalten kann, was einen Verstoß gegen die FFH-Richtlinie darstellt.

Methode zur Bewertung der Erheblichkeit von Umweltauswirkungen

Auf der Grundlage einer Kartierung des Umweltzustands werden die wahrscheinlichen, erheblichen Umweltauswirkungen der durch den Plan ermöglichten Tätigkeiten beurteilt. Unter einer Umweltauswirkung wird in diesem Zusammenhang ein potenzieller Konflikt zwischen dem Plan und einem bestimmten Umweltaspekt verstanden. Dies kann in Form von Konflikten mit bestehenden oder geplanten Flächennutzungen im Planungsgebiet, Schutzinteressen oder Umweltzielen auftreten.

Die Umweltprüfung erfolgt als qualitative Bewertung, ob und in welchem Ausmaß erhebliche Auswirkungen auf die im Scoping des Umweltberichts identifizierten Umweltfaktoren zu erwarten sind.

Nach dem Umweltverträglichkeitsprüfungsgesetz darf der Umweltbericht nur die Informationen enthalten, die unter Berücksichtigung des aktuellen Wissensstands und der

³² <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/HTML/?uri=CELEX:31992L0043&from=DA>

gängigen Bewertungsmethoden, des Detaillierungsgrad und Inhalts des Plans sowie des Stadiums des Entscheidungsprozesses bezüglich des Plans vernünftigerweise verlangt werden können und inwieweit bestimmte Bedingungen eines Vorgangs in einem anderen Stadium besser bewertet werden können.

Der Plan enthält keine Beschreibung der konkreten Lage, Größe oder Ausgestaltung von Anlagen zur CO₂-Speicherung in den Planungsgebieten. Daher wird sich die Umweltverträglichkeitsprüfung des Plans auf Bewertungen auf übergeordneter Ebene beschränken. Konkrete und detailliertere Umweltprüfungen werden in der anschließenden Umweltverträglichkeitsprüfung näher beschrieben und bewertet.

Die Methode zur Bewertung der Erheblichkeit orientiert sich an Anhang 3 des Umweltverträglichkeitsgesetzes, in dem die allgemeine Vorgehensweise bei der Bewertung der Auswirkungen festgelegt sind. Die Kriterien zur Bestimmung der potenziellen Bedeutung der Auswirkungen auf die Umwelt sind eine Kombination aus dem Inhalt des Plans, der Anfälligkeit³³ der konkreten Umweltaspekte, der geografischen Ausdehnung und der Intensität der Auswirkungen.

Die Bewertung wird für die einzelnen Umweltaspekte in einer Tabelle zusammengefasst, in der Vulnerabilität, geografische Ausbreitung, Intensität und die Folgen der Auswirkungen relevanter Tätigkeiten aufgeführt sind. Die Folgen werden nach folgender Skala eingestuft: Keine/vernachlässigbar, begrenzt, mäßig, erheblich.

Die Tabelle bildet die Grundlage für eine übergeordnete Bewertung der Erheblichkeit eines jeden Umweltfaktors, wobei kumulative Auswirkungen, die 0-Alternative und relevante Umweltschutzziele berücksichtigt werden. Außerdem wird in jedem Abschnitt geklärt, ob es grenzüberschreitende Auswirkungen gibt.

³³ Vulnerabilität ist ein Überbegriff, der Zustand, Sensibilität, Seltenheit, Reversibilität und Wert umfasst. In die Bewertung der Vulnerabilität kann auch einfließen, ob ein Umweltfaktor im Verhältnis zu internationalen, nationalen, regionalen oder lokalen Interessen (Wert) wichtig/bedeutend ist.

6 Umweltschutzziele und deren Berücksichtigung

Anhang 4 des Umweltverträglichkeitsprüfungsgesetzes schreibt vor, dass in einem Umweltbericht die auf internationaler Ebene, Gemeinschaftsebene oder mitgliedstaatlicher Ebene festgelegten und für den Plan oder das Programm relevanten Umweltschutzziele beschrieben werden müssen, und dass darzulegen ist, wie während der Erstellung des Plans/Programms diese Ziele und andere Umweltbelange berücksichtigt werden.

Der Plan für Ausschreibungen zur Injektion und geologischen Speicherung von CO₂ steht im Zusammenhang mit einer Reihe von Umweltschutzzielen, die auf internationaler oder nationaler Ebene festgelegt wurden. Die nachstehenden Tabelle 6-1 fasst relevante Umweltschutzziele für verschiedene Umweltfaktoren, die Berücksichtigung der Ziele bei der Erstellung des Plans sowie die damit verbundene Bewertung der Auswirkungen des Plans zusammen.

Umweltschutzziele für Böden und vom Menschen verursachte Katastrophen wurden nicht berücksichtigt, da für die beiden Umweltaspekte keine relevanten Umweltschutzziele gefunden wurden.

Tabelle 6-1 6-1 Umweltschutzziele in Bezug auf die potenziellen Auswirkungen des Plans

Umweltfaktor	Gesetze und Verträge mit relevanten Zielen	Relevante Umweltschutzziele	Überlegungen bei der Erstellung des Plans	Bewertung im Umweltbericht
Klima	Die UN-Nachhaltigkeitsziele, das Pariser Abkommen, die Klimaziele der EU, das Klimagesetz ³⁴ und das Klimaabkommen von 2020	UN-Nachhaltigkeitsziel 13: Schnelles Handeln zur Bekämpfung des Klimawandels. Das Ziel des Klimagesetzes besteht darin, die Treibhausgase in Dänemark bis 2030 um 70 % zu reduzieren und bis spätestens 2050 Klimaneutralität zu erreichen. Ziel des Pariser Abkommens ist es, den globalen Temperaturanstieg auf 1,5 Grad zu begrenzen.	Der Plan umfasst die Gebiete, in denen der Wissensstand über geologische Lagerstätten am höchsten ist, und dadurch fördert der Plan die geologische Speicherung von CO ₂ in hohem Maße. Damit leistet der Plan einen Beitrag zu den Zielen der Reduzierung von Treibhausgasen und der Klimaneutralität.	Positive und erhebliche Auswirkung auf das Klima
Natur und biologische Vielfalt an	Das globale Ziel 15 der UN zum Leben an Land. Die FFH-Richtlinie	Erhaltung ausgewählter natürlicher Lebensräume und Arten, die in der EU	Die geologischen Lagerstätten reichen bis unter Natura-2000-Gebiete. Auf der	Negative und nicht erhebliche Auswirkungen auf

³⁴ Lov om Klima, LBK nr 2580 af 13/12/2021 [Klimagesetz, DVO Nr. 2580 vom 13.12.2021]

Umweltfaktor	Gesetze und Verträge mit relevanten Zielen	Relevante Umweltschutzziele	Überlegungen bei der Erstellung des Plans	Bewertung im Umweltbericht
Land und in Küstennähe	(92/43/EWG) mit nationalen Natura-2000-Plänen und besonderem Artenschutz (Anhang IV). Die Vogelschutzrichtlinie (2009/147/EG) Die Biodiversitätsstrategie der EU UN-Biodiversitätskonvention	charakteristisch, selten oder bedroht sind. Wiederherstellung eines günstigen Erhaltungszustands für bestimmte natürliche Lebensräume sowie Tier- und Pflanzenarten. Bei Biodiversitätszielen geht es um die Wiederherstellung und Erhaltung der biologischen Vielfalt sowie um die Förderung einer nachhaltigen Nutzung der natürlichen Ressourcen.	Erdoberfläche wurde Natura 2000 berücksichtigt, wobei der Plan Ausweisungen vorsieht, in denen Natura-2000-Gebiete nicht enthalten sind.	Natur und Artenvielfalt
Die Meeresumwelt	Dänemarks Meeresstrategie II	Erhaltung oder Erzielung eines guten Umweltzustands in dänischen Meeresgebieten.	Das geografische Scoping des Plans berücksichtigt die Meeresstrategie, einschließlich der im Meeresplan ausgewiesenen Meeresstrategie-Gebiete. Durch die Speicherung von CO ₂ wird die CO ₂ -Menge in der Atmosphäre verringert und somit ein positiver Beitrag zur Meeresumwelt geleistet, indem klimabedingte Auswirkungen, einschließlich der Versauerung, verringert werden.	Negative und nicht-erhebliche Auswirkung Positive und nicht-erhebliche Auswirkung
Bevölkerung	UN-Nachhaltigkeitsziel 3: Gesundheit und Wohlergehen	Unterziel 3.4 zur Förderung der psychischen Gesundheit und des Wohlbefindens.	Bei der Erstellung des Plans wird den Risiken und dem Erleben von Risiken große Aufmerksamkeit geschenkt, einschließlich des Ansprechens und der Verbesserung des Verständnisses für die	Negative und erhebliche Auswirkung

Umweltfaktor	Gesetze und Verträge mit relevanten Zielen	Relevante Umweltschutzziele	Überlegungen bei der Erstellung des Plans	Bewertung im Umweltbericht
			<p>Risiken des Transports und der geologischen Speicherung von CO₂.</p> <p>Durch die Speicherung von CO₂ wird die CO₂-Menge in der Atmosphäre reduziert und somit ein positiver Beitrag zur Gesundheit geleistet, indem klimabedingte Auswirkungen verringert werden.</p>	Positive und nicht-erhebliche Auswirkung
Fischerei (Bevölkerung)	<p>Vereinbarung über das Meeres-, Fischerei- und Aquakulturprogramm.</p> <p>Die gemeinsame europäische Fischereipolitik.</p>	<p>Dass die dänische Fischerei und Aquakultur auf der grünen Agenda ambitioniert vorangetrieben werden kann und dass Natur, Umwelt, Wachstum und Beschäftigung in ländlichen und städtischen Gebieten erhalten bleiben und weiterentwickelt werden.</p> <p>Erhaltung der Fischbestände, Schutz der Meeresumwelt, Sicherung der finanziellen Lebensfähigkeit der EU-Flotten, zur Gewährleistung hochwertiger Lebensmittel für die Verbraucher sowie zu einer ökologisch, wirtschaftlich und sozial ausgewogenen und nachhaltigen Nutzung der lebenden aquatischen Ressourcen.</p>	Das Planungsgebiet für CO ₂ -Speicherung liegt größtenteils außerhalb der wertvollsten und am häufigsten genutzten Fischereigebiete.	Negative und nicht-erhebliche Auswirkung

Umweltfaktor	Gesetze und Verträge mit relevanten Zielen	Relevante Umweltschutzziele	Überlegungen bei der Erstellung des Plans	Bewertung im Umweltbericht
Menschliche Gesundheit	<p>UN-Nachhaltigkeitsziel 3: Gesundheit und Wohlergehen.</p> <p>Die Gesundheitsabkommen in den Regionen.</p>	<p>Das UN-Nachhaltigkeitsziel 3 bedeutet unter anderem, dass psychische Gesundheit und Wohlbefinden gefördert werden müssen.</p> <p>Im Fokus der Gesundheitsabkommen steht unter anderem die psychische Gesundheit und das Wohlbefinden der Bürger.</p>	<p>Im Plan selbst sind Gesundheitserwägungen nicht berücksichtigt, die Auswirkungen des Transports und Risiken werden jedoch ein Thema bei der anschließenden Fallbearbeitung der spezifischen Projekte sein.</p>	<p>Negative und nicht-erhebliche Auswirkung</p>
Flüsse, Seen und Grundwasser	<p>Wasserrahmen-Richtlinie und Bewirtschaftungspläne für die Einzugsgebiete</p>	<p>Zum Verhindern einer weiteren Verschlechterung des Zustands aquatischer Ökosysteme und zu deren Schutz und Verbesserung.</p> <p>Muss für einen „guten Zustand“ der dänischen Küstengewässer, Seen, Flüsse und des Grundwassers sorgen.</p>	<p>Der Plan weist große Gebiete aus, wobei der Zustand der aquatischen Ökosysteme bei den Ausweisungen nicht besonders berücksichtigt wurde.</p>	<p>Negative und nicht erhebliche Auswirkungen.</p>

7 Umweltauswirkungen auf sowohl Land- als auch küstennahe Flächen

7.1 Klimatische Faktoren

7.1.1 Potenzielle Auswirkungen

Der Plan ermöglicht die geologische Speicherung von CO₂ in einem Ausmaß, das sich auf die CO₂-Bilanz Dänemarks auswirken wird. Gleichzeitig werden die durch den Plan ermöglichten Tätigkeiten an sich mit Energieverbrauch und CO₂-Emissionen verbunden sein: Materialien, Bauarbeiten, Transporte und Pumpen im Betrieb sowie die spätere Stilllegung der Anlagen werden direkt und indirekt zum Ausstoß von Treibhausgasen führen.

Entsprechend der Scoping-Erklärung werden in der Umweltprüfung die oben genannten möglichen Auswirkungen klimatischer Faktoren auf übergeordneter Ebene sowie die Potenziale der ausgewiesenen Flächen und Emissionen in der Wertschöpfungskette zur geologischen Speicherung von CO₂ beschrieben und bewertet. Die Erheblichkeit der Auswirkungen auf das Klima muss im Zusammenhang mit entsprechenden Zielen im dänischen und internationalen Kontext gesehen werden, einschließlich des globalen Klimaziels 13 der Vereinten Nationen.

In der Scoping-Erklärung wird eingeschätzt, dass die potenziellen Auswirkungen des Klimawandels auf Tätigkeiten im Planungsgebiet nicht als erheblich einzustufen sind und daher nicht in die Umweltprüfung einbezogen werden.

7.1.2 Methode und Datengrundlage

Die Beurteilung der Klimawirkungen des Plans basiert auf nationalen und internationalen Zielen zur Reduzierung von Treibhausgasen sowie allgemeinen Klimazielen für die kommenden Jahrzehnte. Diese werden im nächsten Abschnitt beschrieben.

Die Datengrundlage für den Umweltzustand und die Entwicklung des Klimas basiert auf dem Kenntnisstand des Weltklimarats zum Zustand und zur Entwicklung des Klimas. Die Datengrundlage zur Effizienz der geologischen Speicherung von CO₂ basiert auf Berechnungen aus anderen Projekten. Dabei steht die Berechnung des Treibhausgasausstoßes der gesamten Wertschöpfungskette im Vordergrund.

In die Bewertung der Auswirkungen auf das Klima werden Forschung und Erkenntnisse aus anderen Projekten über die Effizienz und den Gesamtnutzen für das Klima einfließen. In den kommenden Jahrzehnten wird mit einer umfassenden technologischen Entwicklung innerhalb der Abscheidung und Speicherung von CO₂ gerechnet. Daher bestehen große Unsicherheiten hinsichtlich der Beurteilung der Effizienz der Technologien, die zur geologischen Speicherung von CO₂ in der Laufzeit der Ausschreibung eingesetzt werden.

7.1.3 Umweltzustand

Das globale Klima steht unter Druck. Der Zustand des Klimas wird unter anderem in den Berichten des Weltklimarats (IPCC) zur Entwicklung des Klimas beschrieben [8]. Die neueste Version der wissenschaftlichen Grundlage für die IPCC-Berichte zeigt, dass der CO₂-Gehalt in der Atmosphäre ein historisch hohes Niveau erreicht hat und die Tendenz besteht, dass der Wert weiter ansteigt [9]. Der IPCC-Bericht prognostiziert

daher, dass die globale Erwärmung von 1,5 °C und 2 °C im 21. Jahrhundert überschritten wird, wobei es in den kommenden Jahrzehnten zu geringeren Reduzierungen der CO₂-Emissionen und anderer Treibhausgasemissionen kommen wird. Der Folgenbericht des IPCC zeigt, dass die Erwärmung eine Reihe von unerwünschten Entwicklungen nach sich ziehen wird, z. B. Veränderungen des Meeresspiegels und häufigere und intensivere Extremwetterereignisse, die sich auf Ökosysteme, Biodiversität, Gesellschaft usw. auswirken [1].

Für Tätigkeiten, die im Zeitraum bis zum Jahr 2050 geplant sind, empfehlen das dänische meteorologische Institut DMI und die dänische Umweltschutzbehörde die Verwendung des Szenarios „RCP4.5“. Die Zahlen in den RCP-Szenarien sind ein Maß dafür, wie stark das Klima durch eine erhöhte Konzentration von Treibhausgasen in der Atmosphäre beeinflusst wird. RCP4.5 ist eine geschätzte CO₂-Zukunft, in der wir die weltweiten Treibhausgasemissionen deutlich senken, wonach die Klimaauswirkungen etwa im Jahr 2100 ihren Höhepunkt erreichen. Dies entspricht dem Szenario, das im aktuellen IPCC-Bericht als SSP2-4.5 bezeichnet wird. In diesem Szenario wird erwartet, dass die globale Durchschnittstemperatur bis zum Jahr 2100 um 2,7 Grad ansteigt [10]. Tätigkeiten zur geologischen Speicherung von CO₂ werden daher in einer Zeit stattfinden, in der die globale Temperatur deutlich ansteigt.

Das Pariser Abkommen verpflichtet die teilnehmenden Länder zur Vorlage ihrer Reduktionsziele und geht von dem Ziel aus, den globalen Temperaturanstieg auf unter zwei Grad zu begrenzen. Darüber hinaus verpflichtet das Abkommen die teilnehmenden Länder, sich dafür einzusetzen, den Temperaturanstieg auf 1,5 Grad zu begrenzen. Das europäische Klimagesetz³⁵ beinhaltet das Ziel einer klimaneutralen EU bis spätestens 2050 und ein verbindliches EU-Klimaziel einer Reduzierung der Netto-Treibhausgasemissionen (Emissionen nach Abzug der Aufnahme) um mindestens 55 % bis spätestens 2030 im Vergleich bis 1990 [11].

Das dänische Klimagesetz von 2020 enthält mehrere Ziele für die dänische Klimapolitik. Dänemark muss seine Treibhausgasemissionen im Jahr 2030 im Vergleich zu 1990 um 70 % reduzieren und darf spätestens im Jahr 2050 nicht mehr Treibhausgase ausstoßen, als es aufnimmt [12].

Der Gesamtausstoß Dänemarks wird im neuesten dänischen Statusbericht von 2022 berechnet [13]. Im Jahr 2020 emittierte Dänemark 42 Millionen Tonnen CO₂-Äquivalente, wenn man sich bei der Berechnung der Emissionen innerhalb der Grenzen Dänemarks (ohne Luftverkehr, ohne Grönland und die Färöer-Inseln und ohne Klimaauswirkungen durch indirekte Flächennutzungsänderungen) bewegt. Dies entspricht einem Ausstoß von 7,1 Tonnen CO₂-Äquivalenten pro Einwohner [14].

7.1.4 Bewertung der Erheblichkeit der Auswirkungen

Die Injektion und Speicherung von CO₂ im Untergrund wird im Vergleich zur gesellschaftlichen Entwicklung ohne CO₂-Speicherung ein bedeutendes Mittel zur Reduzierung des CO₂-Ausstoßes in die Atmosphäre sein. Das Potenzial der Injektion und Speicherung von CO₂ in den acht ausgewiesenen Gebieten ist groß, wobei GEUS das Potenzial von Thorning, Havnsø und Rødby auf etwa 300 bis 340 Millionen Tonnen CO₂ und

³⁵ Verordnung (EU) 2021/1119 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 30. Juni 2021 zur Festlegung des Rahmens für die Verwirklichung der Klimaneutralität und zur Änderung der Verordnungen (EG) Nr. 401/2009 und (EU) 2018/1999 („Europäisches Klimagesetz“)

das von Gassum auf 584 Millionen Tonnen geschätzt hat. Insgesamt können die jährlichen CO₂-Emissionen Dänemarks über viele Jahre hinweg aufgenommen werden.

Die mit der Injektion und Speicherung von CO₂ verbundenen Prozesse erfordern einen erheblichen Energieverbrauch, wodurch sich der Gesamt-CO₂-Gewinn verringert. Laut Forschungsschätzungen liegt die tatsächliche Reduzierung der CO₂-Emissionen bei der fossilen Energieerzeugung in Kraftwerken zwischen 40 und 92 % und bei der [15] Zementproduktion zwischen 39 und 78 % [16]. Einige Projekte in Europa weisen einen Wirkungsgrad von rund 85 % [17] auf. Die Forschung zeigt somit, dass der tatsächliche Klimagewinn durch die CO₂-Speicherung stark schwankt (zwischen 39 und 92 %), da ein Teil des potenziellen Gewinns verloren geht, weil die Abscheidung, der Transport und die Speicherung von CO₂ energieaufwändig sind.

In Norwegen hat Gassnova für zwei konkrete Projekte mit CO₂-Speicherung Wertschöpfungskettenberechnungen erstellt, die die CO₂-Emissionen in allen Lebenszyklusphasen berücksichtigen. [17]. Die Projekte umfassen die Abscheidung an Land, den Transport per Schiff zu einem landgestützten Terminal und den Transport über eine Rohrleitung auf See, wo das CO₂ unter die Erde gepumpt wird. Die Berechnungen zeigen, dass für jede gespeicherte Tonne CO₂ zwischen 0,05 und 0,1 Tonnen CO_{2e} emittiert werden. Die Unterschiede hängen insbesondere von Annahmen über die Betriebsdauer der Anlage, den gespeicherten CO₂-Mengen und von der Handhabung von Wärmebedarf und -überschüssen ab. Darüber hinaus ist die Kraftstoffverbrennung eine wichtige Ursache für CO₂-Emissionen in der Wertschöpfungskette.

Wie die norwegische Studie betont, hängt die tatsächliche CO₂-Reduktion von einer Reihe von Faktoren ab, darunter der Technologiewahl und den physisch-geografischen Bedingungen, die im Folgenden übergeordnet für die Ausschreibung der CO₂-Speicherung an Land und in Küstengebieten beschrieben werden. In Dänemark ist der CO₂-Ausstoß aus der Stromerzeugung gering und rückläufig [18], sodass davon ausgegangen werden darf, dass der CO₂-Gewinn aus der CO₂-Injektion und -Speicherung in Dänemark am oberen Ende der oben genannten Intervalle zu liegen kommt.

Die Emissionen beim Transport von CO₂ zum Speicherort hängen von der Entfernung und der Transportart ab. Laut Schätzungen im Technologieverzeichnis der dänischen Energieagentur³⁶ belaufen sich die Emissionen des Lkw-Transports auf etwa 1,6 % der transportierten CO₂-Menge, was schätzungsweise drei- bis viermal höher ist als beim Transport per Rohrleitung und Schiff. Die Produktion und Installation neuer Infrastruktur zur Speicherung von CO₂ in den acht Gebieten wird CO₂-Emissionen verursachen, und der daraus resultierende Energieverbrauch für den Transport und die Injektion von CO₂ wird voraussichtlich ebenfalls CO₂-Emissionen verursachen. Zu den Emissionen zählen unter anderem Emissionen von Materialien, die für die Infrastruktur verwendet werden, und in diesem Zusammenhang der Energieverbrauch von Lkw, Schiffsmotoren, Pumpen usw. beim Transport von CO₂ beim Bohren und beim Betrieb von Anlagen. Hinzu kommen die abgeleiteten CO₂-Emissionen außerhalb des Scopings des Plans im Zusammenhang mit der Abscheidung von Rauchgasen, eventuelle Prozesse zur Abscheidung von CO₂ von anderen Gasarten, gefolgt von Kühlung und Komprimierung des Gases, vgl. Kapitel 3.

³⁶ <https://ens.dk/service/fremskrivninger-analyser-modeller/teknologikataloger/teknologikatalog-kulstoffangst>

Darüber hinaus wird die Reduzierung von CO₂-Emissionen in die Atmosphäre davon abhängen, dass das eingepumpte CO₂ mit der Zeit nicht durch die Bodenschichten aufsteigt und die Injektionsbohrung dicht verschlossen bleibt.

Die Nutzung des Untergrunds zur CO₂-Speicherung kann Auswirkungen auf die Nutzung der geothermischen Energie des Untergrunds haben, und die CO₂-Speicherung kann somit indirekte Auswirkungen auf das Klima haben, indem sie den möglichen klimatischen Nutzen der Geothermie verhindert oder erschwert. Nach Einschätzung von GEUS bestehen die größten Herausforderungen bei einer möglichen Koexistenz von CCS und Geothermie in der Entwicklung des Drucks im Untergrund aus den beiden Operationen. Der Druckaufbau hängt davon ab, wie leicht das Wasser in der Formation durch das injizierte CO₂ verdrängt werden kann. Während eines langen Betriebs von mehreren Jahrzehnten kann der Druck möglicherweise Auswirkungen auf die darüber liegenden geologischen Schichten haben. Hierbei wird davon ausgegangen, dass ein CCS-Betreiber die volle Kontrolle über den Teil der Lagerstätte/des Untergrunds hat, der die CO₂-Fahne selbst enthalten muss (siehe Anhang 3). Das Ausmaß hängt von der Lage der Bohrlöcher ab, davon, ob die genutzten geologischen Lagerstätten für beide Zwecke in Frage kommen, und von der Entwicklung von Geothermieprojekten in Dänemark.

Geothermie wird unter anderem in Viborg entwickelt, wo möglicherweise ein Schwerpunkt liegen könnte, wenn das Gebiet sowohl für Geothermie als auch für die CO₂-Speicherung genutzt werden soll.

Im Vergleich zur 0-Alternative, die besagt, dass in den ausgewiesenen Gebieten keine CO₂-Speicherung stattfindet und diese daher voraussichtlich an anderen Orten, einschließlich des Gebiets im westlichen Teil der dänischen Nordsee, erfolgt, wird eine Speicherung in den ausgewiesenen Gebieten an Land und in Küstengebieten einen geringeren Transport von CO₂ aus dänischen Quellen bedeuten. Demgegenüber bietet eine Speicherung im ausgeschriebenen Gebiet in der Nordsee die Möglichkeit, bestehende Plattformen und bestehende Bohrlöcher zu nutzen, was einen Klimavorteil darstellt. Ob die 0-Alternative größere oder geringere Klimaauswirkungen mit sich bringt, ist nach derzeitigem Wissensstand nicht klar und bedarf einer Festlegung von Entfernungen, Transportformen und Infrastruktur in konkreten Projekten, um abschätzen zu können, wo der Klimanutzen größte liegt. Die 0-Alternative bedeutet jedoch einen kostenaufwendigeren und langsameren Ausbau der geologischen CO₂-Speicherung, womit der Plan eine größere positive Auswirkung als die 0-Alternative hat.

Gesamtbewertung

Die Auswirkungen des Plans auf das Klima stellen eine große positive Wirkung von sehr langer Dauer in Form einer dauerhaften Reduzierung des CO₂-Gehalts in der Atmosphäre dar. Die Auswirkungen werden dazu beitragen, den Druck auf die Atmosphäre und das Klima zu verringern. Die Erheblichkeit der Auswirkungen des Plans auf das Klima ist im Zusammenhang mit dem Klimagesetz zu sehen, das eine Reduzierung der Treibhausgasemissionen um 70 Prozent bis 2030 gegenüber 1990 und Klimaneutralität bis spätestens 2050, das Ziel des Pariser Abkommens, vorsieht, wonach die Erderwärmung 1,5 bis 2 °C nicht überschreiten darf, sowie das globale Ziel 13 der Vereinten Nationen, den Klimawandel schnell zu bekämpfen. Das Potenzial zur Speicherung von mehreren Millionen Tonnen CO₂ in den ausgewiesenen Gebieten wird daher als erhebliche positive Auswirkung eingeschätzt.

Insgesamt wird eingeschätzt, dass die Klimaauswirkungen der geologischen Speicherung von CO₂ Auswirkungen sind, die auf Grund des großen Umfangs von sehr langer Dauer und hoher Intensität sein werden. Die Auswirkungen haben Einfluss auf das globale Klima, wobei die Ausbreitung per Definition global ist und die Vulnerabilität gemäß Umweltzustand hoch. Daher werden die Folgen des Plans für die Ausschreibung als erheblich und positiv bewertet.

Tabelle 7-1 Potenzielle Auswirkungen auf klimatische Faktoren

Umweltauswirkung	Vulnerabilität des Umweltfaktors	Geografische Ausdehnung	Intensität	Folgen
Anlagen und Prozesse	Hoch	Global	Hoch	Erheblich und positiv

Kumulative Effekte und grenzüberschreitende Auswirkungen

Die Klimaauswirkungen des Plans stellen eine kumulative Auswirkung dar, da eine Reduzierung der Treibhausgasemissionen in Dänemark Auswirkungen auf das globale Klima haben wird. Die Klimaauswirkungen und die CO₂-Reduktion in der Atmosphäre durch die geologische Speicherung müssen daher im Kontext der Emissionen in nationaler und internationaler Perspektive gesehen werden.

Es wird auch einen kumulativen Effekt geben, da gegenwärtig viel in neue Infrastruktur für den grünen Wandel investiert wird, darunter Windparks, Stromkabel, PtX usw. Die kumulativen Treibhausgasemissionen aus der Produktion und dem Bau der Infrastrukturen werden über einige Jahrzehnte emittiert, in denen eine Reduzierung der Emissionen dringend erforderlich ist. Gleichzeitig wird die erwartete Reduzierung der Treibhausgase in der Atmosphäre erst über viele Jahre hinweg erreicht. Der starke Ausbau der Infrastruktur für erneuerbare Energien und die Speicherung von CO₂ wird daher in den ersten Jahren möglicherweise auch einen deutlich negativen Nettoausstoß an Treibhausgasen mit sich bringen. Der Zeitpunkt des kumulativen Ausstoßes kann daher als kritisch bezeichnet werden.

Neben der kumulativen und globalen Wirkung auf Klima und Atmosphäre hat der Plan eine grenzüberschreitende Wirkung insofern, als die Ausschreibung der acht Gebiete dazu führt, dass anderen Ländern die Möglichkeit gegeben wird, ihre Klimaauswirkungen durch die Speicherung von CO₂ im dänischen Untergrund zu reduzieren.

7.2 Der Untergrund

7.2.1 Potenzielle Auswirkungen

Die Auswirkungen auf den Untergrund sind Teil des Umweltparameters „Boden“ und umfassen Auswirkungen an der Oberfläche und auf die geologischen Schichten im Untergrund. Zu den Auswirkungen zählen physische Auswirkungen von Injektionsbohrungen, vom Bau von Gebäuden und Rohrleitungen an der Oberfläche sowie durch Injektion und geologische Speicherung von CO₂ im Untergrund.

Laut Scoping-Erklärung muss die Umweltprüfung die Auswirkungen auf den Untergrund auf übergeordneter Ebene beschreiben und bewerten. Dabei handelt es sich um eine qualitative Bewertung auf der Grundlage bekannten Wissens. Da die Auswirkungen auf den Boden an der Erdoberfläche im Landesmaßstab gesehen sehr begrenzt

sind, wird dieser Aspekt im Umweltbericht nicht berücksichtigt. Auswirkungen auf den Meeresboden werden in die Bewertung in Bezug auf die Meeresstrategie im Abschnitt 9.2 einbezogen.

Die genauere Bewertung der Auswirkungen auf bestimmte Lagerstättengesteinsarten und der Bedeutung von Injektionsdruck, Injektionsvolumen usw. hängt von den konkreten Spezifikationen für die in Folge der Ausschreibung realisierten Projekte ab, siehe Anhang 3 Erklärung von GEUS. Bei den konkreten Injektions- und Speicherprojekten wird verlangt, dass die Geologie und Risiken beschrieben und bewertet werden. Hierzu ist eine Bewertung der Integrität der Injektionsbohrungen vorzunehmen, sind Frakturierungen zu vermeiden und darauf zu achten, dass der Druck vorhandene Verwerfungen nicht reaktiviert.

7.2.2 Methode und Datengrundlage

Die Beschreibung des Umweltzustands und die Bewertung der Auswirkungen auf den Untergrund basieren auf neuesten Analysen und Veröffentlichungen von GEUS sowie auf Erfahrungen und Einschätzungen aus anderen Umweltgutachten zur geologischen Speicherung von CO₂.

7.2.3 Umweltzustand

Der Untergrund Dänemarks ist weitgehend unberührt von menschlichen Eingriffen. An Land wurden für die Wassergewinnung Bohrungen in den oberflächennahen geologischen Schichten durchgeführt. An einigen Stellen gibt es geothermische Bohrungen. Die tieferen Bodenschichten sind jedoch von menschlichen Tätigkeiten unberührt und die Bodenschichten entwickeln sich aufgrund natürlicher geologischer Aktivität langsam.

Bei den unter diesen Plan fallenden Lagerstätten handelt es sich um Sandsteinlagerstätten, die grundsätzlich zur geologischen Speicherung von CO₂ geeignet sind. Im dänischen Untergrund gibt es große Vorkommen an Sandsteinlagerstätten [3]. Allerdings gibt es eine Reihe von Voraussetzungen dafür, dass das Gestein für die geologische Speicherung von CO₂ geeignet ist, unter anderem, dass eine ausreichende Permeabilität vorhanden ist und dass die Schicht von einem Dichtungsgestein überlagert wird, das beispielsweise aus Tonstein bestehen kann, damit das injizierte nicht durch die Bodenschichten nach oben dringen kann.

7.2.4 Bewertung der Erheblichkeit der Auswirkungen

Speicherung von CO₂ im Untergrund

Es besteht große Unsicherheit über Anzahl, Art und Standort von Projekten zur Injektion

und geologischen Speicherung von CO₂, die als Ergebnis der Genehmigung des Plans und der anschließend erwarteten Ausschreibung realisiert werden. Daher handelt es sich bei der Bewertung der Erheblichkeit um eine übergeordnete Betrachtung, wobei die Erheblichkeit der Auswirkungen der einzelnen Projekte variiert, wenn sie anschließend einer Umweltprüfung unterzogen werden.

Wie in Kapitel 3 und in Abbildung 7-1 dargestellt, erfolgt die Injektion und Speicherung in einer unterirdischen Lagerstätte in einer Tiefe von mindestens 800 Metern. Durch die Injektion von CO₂ wird der Druck im Untergrund erhöht, vorhandene werden Flüssigkeiten (Wasser und möglicherweise Öl und/oder Gas) verdrängt und an natürlichen chemischen Reaktionen beteiligt.

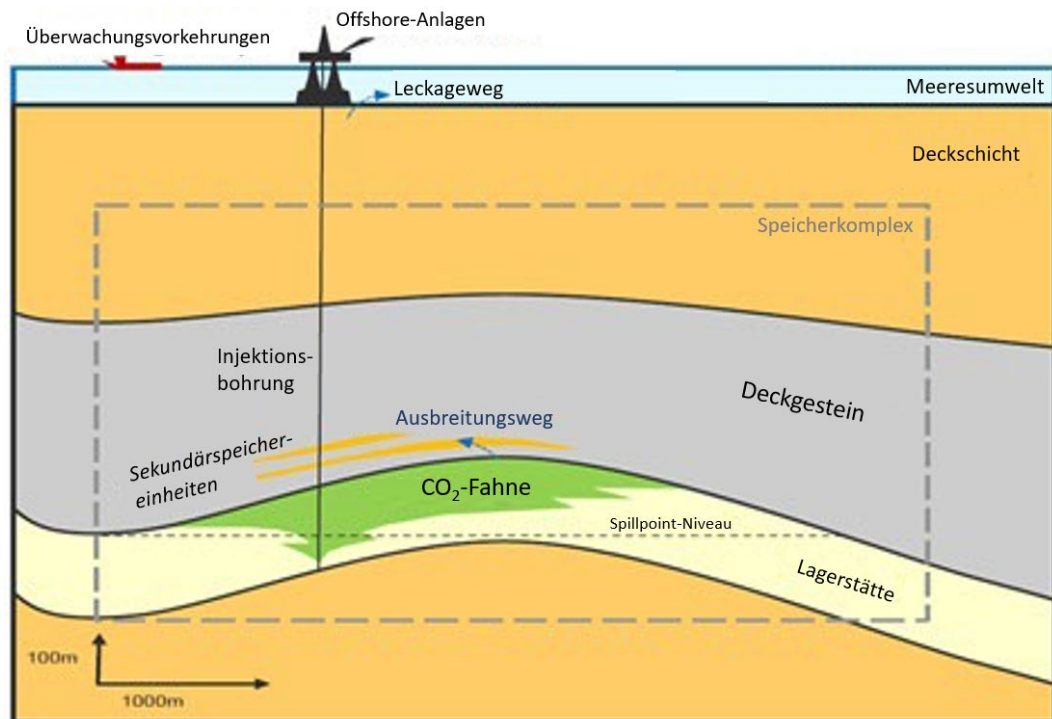


Abb. 7-1 Illustration der CO₂-Speicherung in einer unterirdischen Lagerstätte.

Das injizierte CO₂ steigt in der Speicherstätte nach oben, wo es sich unter dem Dichtungsgestein ansammelt. Mit der Zeit wird ein Teil der CO₂-Menge vom Wasser in der Speicherstätte aufgenommen und sickert dort nach unten, weil es schwerer als Wasser ohne CO₂ ist. Mit der Zeit wird ein zunehmender Teil der CO₂-Menge in eine Form mineralisieren. Die Geschwindigkeit ist abhängig von pH-Wert, Druck, Temperatur und bereits vorhandenen Mineralien [19].

Ein Teil der CO₂-Mengen kann in überkritischer Form³⁷ vorliegen und möglicherweise durch die schützenden Deckschichten aufsteigen. Das Aufsteigen hängt von einer Reihe von Faktoren wie Druck, Mächtigkeit, Klüften und Störungen in der Deckschicht sowie der Dichtigkeit der Bohrlöcher ab [20]. Nach Einschätzung von GEUS ist es sehr unwahrscheinlich, dass CO₂ durch ein Dichtungsgestein treten kann, wie in Abschnitt 3.5 beschrieben. Gleichzeitig können aufgrund der Regelungen der CCS-Richtlinie keine Genehmigungen zur Speicherung von CO₂ erteilt werden, wenn die Gefahr einer Leckage mit erheblichen Umweltauswirkungen besteht, siehe Abschnitt 3.6.

Im Vergleich zur 0-Alternative, bei der die CO₂-Speicherung an anderen, auch ausländischen Standorten erfolgen soll, eignen sich die ausgewiesenen Gebiete und ihre Sandsteinlagerstätten sehr gut für die geologische CO₂-Speicherung. Es besteht kein Grund zu der Annahme, dass die Auswirkungen der geologischen Speicherung von CO₂ auf den Untergrund größer sein werden als die Auswirkungen der 0-Alternative auf den Untergrund an anderen Standorten. Aus dieser Perspektive ist die Auswirkung auf den Untergrund daher eine neutrale Auswirkung.

³⁷ Beim Einpumpen von CO₂ bis auf ca. 800 Meter Tiefe wird der sogenannte kritische Punkt für CO₂-Gas erreicht, an dem Druck und Temperatur so hoch sind, dass das Gas in eine superkritische Flüssigkeit übergeht. Dadurch wird das CO₂ viel kompakter als im gasförmigen Zustand, wo es das Gewicht einer Flüssigkeit hat, sich aber wie ein Gas bewegen kann [20].

Gesamtbewertung

Insgesamt wird davon ausgegangen, dass die Auswirkungen der geologischen Speicherung auf den Untergrund lokal-regional verteilt sein werden, und zwar in einem Untergrund, in dem die Lagerstätten so ausgewählt wurden, dass sie große Mengen CO₂ speichern können. Bei großen Mengen an injiziertem CO₂ werden die Auswirkungen von hoher Intensität sein, jedoch treten die Auswirkungen in geologischen Schichten mit geringer Vulnerabilität auf. Die Auswirkung auf den Untergrund wird auf dieser Grundlage als nicht erheblich eingeschätzt.

Tabelle 7-2 Potenzielle Auswirkungen auf den Untergrund

Umweltauswirkung	Vulnerabilität des Umweltfaktors	Geografische Ausdehnung	Intensität	Folgen
Transport	Gering	Lokal-regional	Hoch	Nicht erheblich und negativ

Kumulative Effekte und grenzüberschreitende Auswirkungen

Die Auswirkungen auf den Untergrund haben eine begrenzte kumulative Wirkung, da das Ausmaß von Tiefenbohrung begrenzt ist. In den Bodenschichten nahe der Erdoberfläche wird es im Vergleich zu anderen Bohrlöchern einen geringeren kumulativen Charakter geben. Die kumulative Wirkung des Grundwassers wird im Abschnitt „Auswirkungen auf Flüsse, Seen und Grundwasser“ beschrieben.

In den tieferen Bodenschichten kann es zu einer kumulativen Wirkung der Geothermie kommen, da die geologische Speicherung von CO₂ und die Nutzung der Erdwärme in denselben Tiefen stattfinden können. Es besteht daher die Gefahr, dass sich die beiden Nutzungen des Untergrunds gegenseitig beeinflussen. In einem Plan für eine Ausschreibung im Jahr 2012 [21] ist ganz Dänemark für Geothermie vorgesehen, jedoch werden Geothermiebohrungen wahrscheinlich in der Nähe von Großstädten platziert, um Wärmeverluste beim Transport der Wärme zu den Verbrauchern zu vermeiden, womit nur in begrenztem Umfang das Risiko von Überschneidungen mit den ausgewiesenen Gebieten besteht. Die gegenseitige Beeinflussung wird auch im Abschnitt „Klimatische Faktoren“ beschrieben.

Für das ausgewiesene Gebiet in Rødby können sich die Auswirkungen auf den Boden möglicherweise bis in den deutschen Untergrund erstrecken und somit zu grenzüberschreitenden Auswirkungen werden. Da die Auswirkungen auf den dänischen Untergrund nicht erheblich sind, werden auch die Auswirkungen auf den deutschen Untergrund als nicht erheblich eingeschätzt. Der mögliche grenzüberschreitende Charakter wird in den konkreten Projekten geklärt und bewertet. Im Zusammenhang mit der Ausschreibung für die Nordsee hat GEUS klargestellt, dass es unwahrscheinlich ist, dass injiziertes CO₂ durch die geologische Struktur des Grabensystems mehr als 20 km in den deutschen Teil der Nordsee gelangen kann [61]. Ebenso wird davon ausgegangen, dass die geologischen Strukturen in der Gegend von Rødby es unwahrscheinlich machen, dass CO₂ in den deutschen Untergrund gelangt, siehe Erklärung von GEUS in Anhang 2 mit Bewertung des CO₂-Austritts aus unterirdischen Speichern.

8 Umweltauswirkungen an Land

8.1 Biodiversität und Natur

8.1.1 Potenzielle Auswirkungen

Bei den durch den Plan ermöglichten Tätigkeiten handelt es sich um oberirdische technische Installationen und das unterirdische Verlegen von Transportleitungen. Durch die Tätigkeiten kann die gemäß § 3 des dänisches Naturschutzgesetzes³⁸ geschützte Natur (Moor, Aue, See, Salzwiese, Heide, Fluss) und damit die biologische Vielfalt innerhalb der Gebiete beeinträchtigt werden.

8.1.2 Methode und Datengrundlage

Der Umweltbericht gibt einen Überblick über den Umweltzustand und die erwarteten Auswirkungen auf den Zustand der natürlichen Lebensräume und der biologischen Vielfalt in den Gebieten durch die durch den Plan für die Ausschreibung ermöglichten Tätigkeiten. Die Beschreibung des Umweltzustands basiert auf vorhandenen Erkenntnissen.

Die Erheblichkeit der Auswirkungen auf die biologische Vielfalt, Flora und Fauna muss im Zusammenhang mit den Schutzanforderungen des Naturschutzgesetzes, der EU-Biodiversitätsstrategie, der UN-Biodiversitätskonvention und dem UN-Nachhaltigkeitsziel 15 (Leben an Land) gesehen werden.

8.1.3 Umweltzustand

Alle ausgewiesenen Planungsgebiete umfassen Naturschutzgebiete nach § 3 Naturschutzgesetz und Gebiete mit geschütztem Wald. Die Planungsgebiete können auch Lebensraum für gefährdete und seltene Tier- und Pflanzenarten sein.

Im Havnsø-Planungsgebiet gibt es besonders geschützte Naturgebiete entlang der Küste und angrenzend an Bregninge Å/Saltbæk Vig, während sich Gebiete mit geschütztem Wald hauptsächlich an der südlichen Grenze des Gebiets befinden. Die Naturschutzgebiete für Havnsø sind in Abbildung 8-1 dargestellt.

³⁸ Lov om naturbeskyttelse, LBK nr 1392 af 04/10/2022
[Naturschutzgesetz, DVO Nr. 13.10.2022]

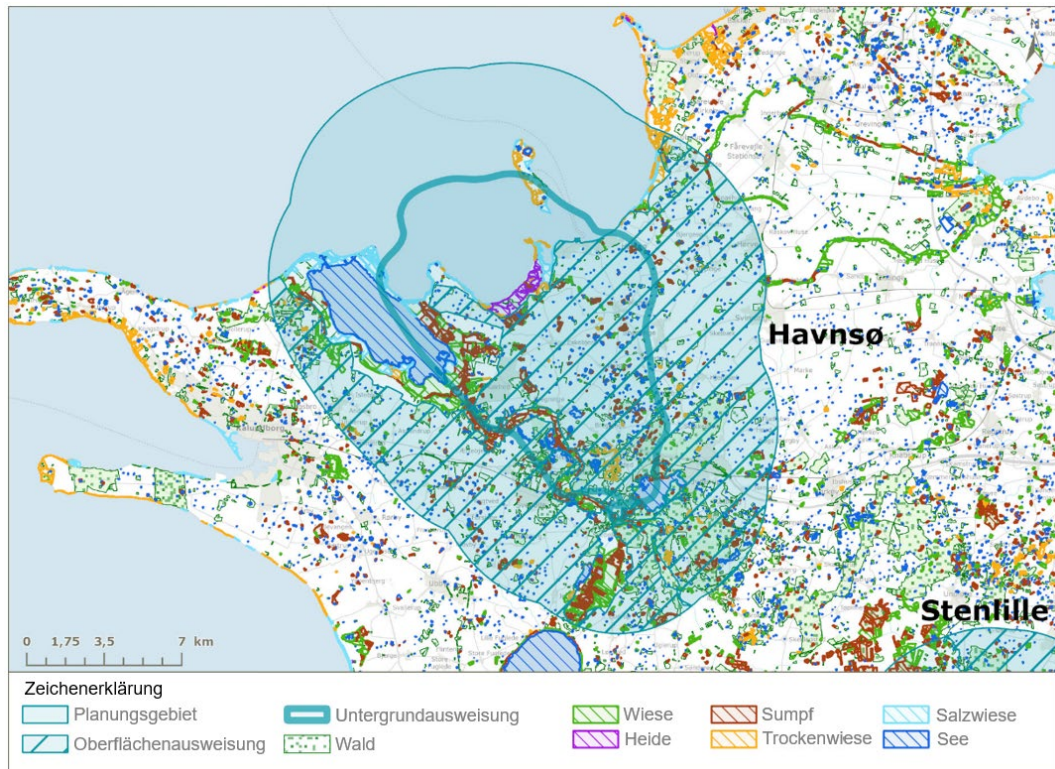


Abb. 8-1 Naturschutzgebiete Standort innerhalb von und in der Nähe vom Planungsgebiet Havnsø

Im Planungsgebiet Gassum gibt es bedeutende Gebiete mit geschützten Mooren, Frischwiesen und Seen entlang der Flüsse Skals Å, Kousted Å, Østerkær Bæk und Kastbjerg Å, während kleinere Gebiete mit geschütztem Wald über das gesamte Planungsgebiet verstreut sind, jedoch mit einem größeren geschützten Wald unmittelbar östlich von Gassum (Allestrupgård Plantage) und westlich von Øster Bjerregrav (Nørreskov). Die Naturschutzgebiete für Gassum sind in Abbildung 8-2 Abb. 8-2 dargestellt.

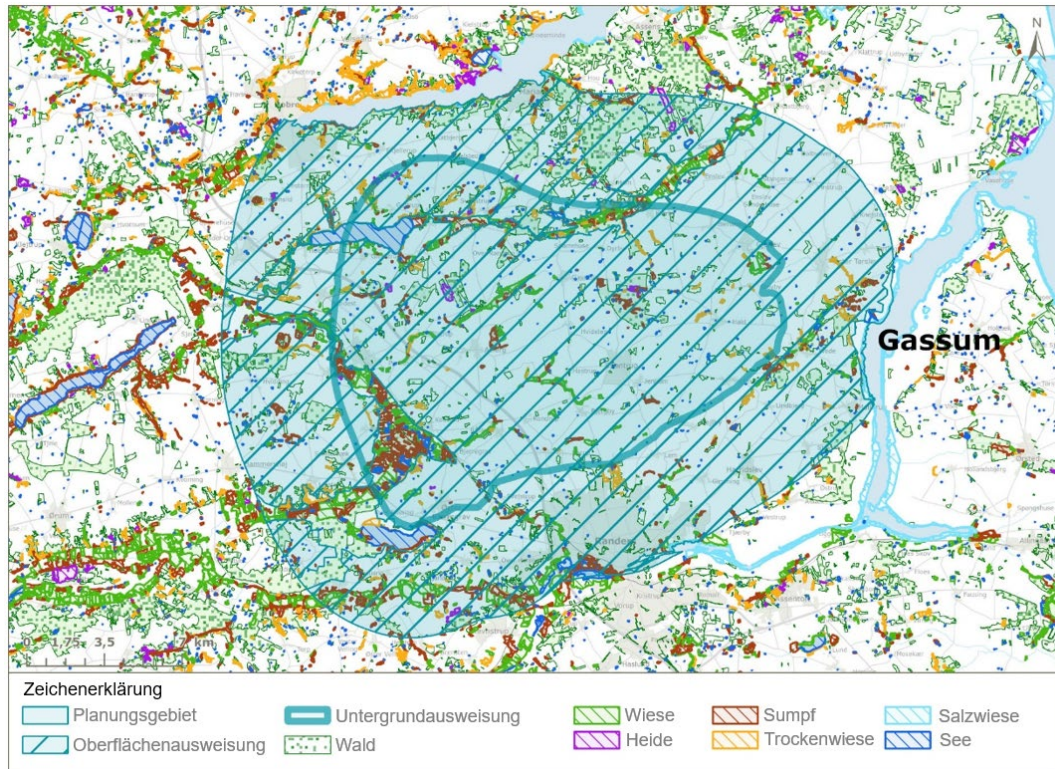


Abb. 8-2 Naturschutzgebiete Standort innerhalb von und in der Nähe vom Planungsgebiet Gassum

Im Planungsgebiet Thorning gibt es bedeutende Schutzgebiete mit Heide, Mooren und Frischwiesen, insbesondere rund um den Fluss Karup Å mit seinen Zuläufen. Südlich und nördlich des Planungsgebiets liegen zwei größere Seen (Bølling Sø und Hald Sø). Darüber hinaus gibt es ein größeres Moor-/Wiesengebiet um Gammel Frederiksmose im südöstlichen Teil des Planungsgebiets, und gleichzeitig wird das Gebiet von einem größeren Komplex von geschützten Wäldern dominiert, wobei Kompedal Plantage Plantage die größten zusammenhängenden Gebiete sind. Die Naturschutzgebiete für Thorning sind in Abbildung 8-3 dargestellt.

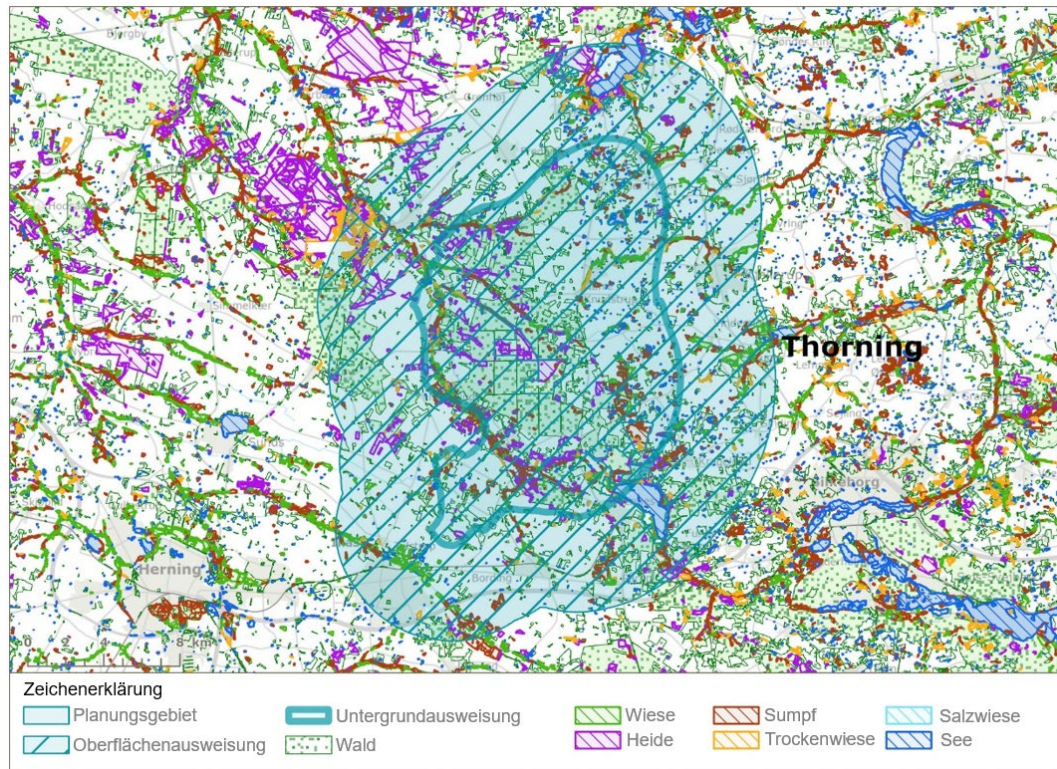


Abb. 8-3 Naturschutzgebiete innerhalb von und in der Nähe vom Planungsgebiet Thorning

Im Planungsgebiet Stenlille gibt es einen größeren zusammenhängenden See-, Frischwiesen- und Moorkomplex in Verbindung mit dem Tude Å und seinen Nebenflüssen östlich von Dianalund. Darüber hinaus gibt es entlang des Planungsgebiets Frischwiesen und Moore sowie weitere Flüsse, während das Gebiet auch einen einzelnen größeren See (Gyrstinge Sø) umfasst. Im Planungsgebiet liegen mehrere geschützte Wälder, darunter Nordskov, Bøgeskov, Orebo Skov, Store Enemærke, Store Bøgeskov, ein Teil von Lille Bøgeskov und Bromme Plantage. Die Naturschutzgebiete für Stenlille sind in Abbildung 8-4 dargestellt.

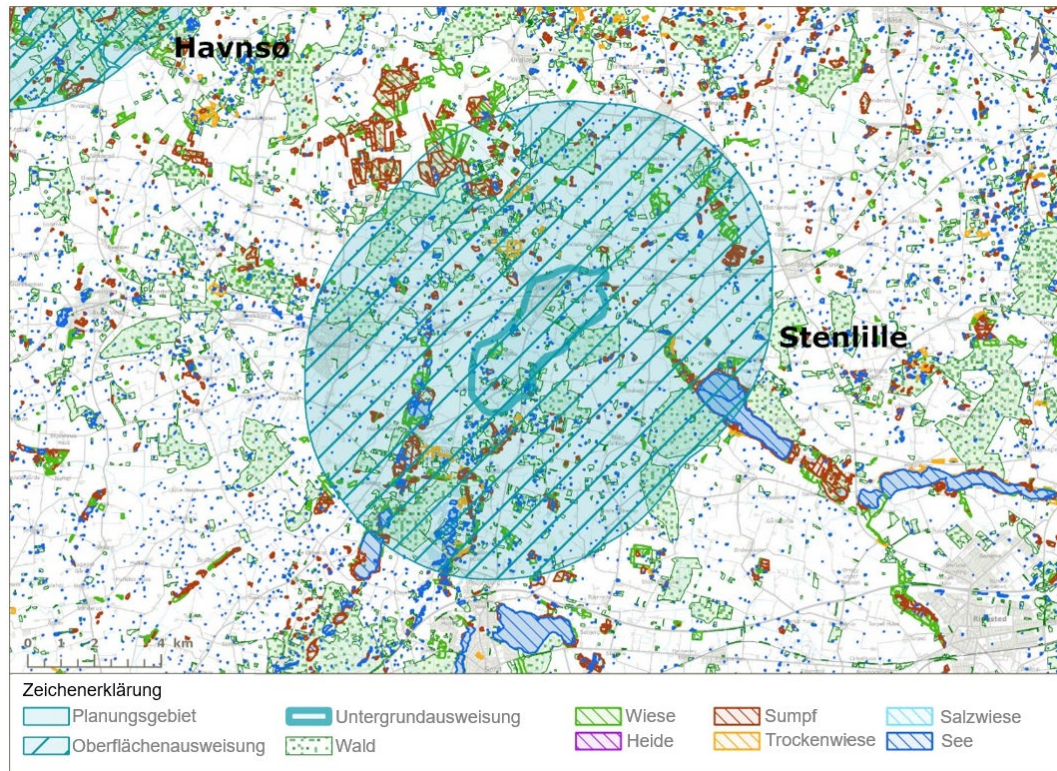


Abb. 8-4 Naturschutzgebiete innerhalb von und in der Nähe vom Planungsgebiet Stenlille.

Im Planungsgebiet Rødby gibt es eine Reihe kleinerer Flüsse, Gräben, Kanäle und Tümpel sowie einen einzelnen größeren See (u. a. Skarholm). Zusätzlich zum größeren geschützten Waldgebiet im Umkreis von Kristianssæde Skov gibt es in dem Gebiet einige kleinere geschützte Waldgebiete. Die Naturschutzgebiete für Rødby sind in Abbildung 8-5 dargestellt.

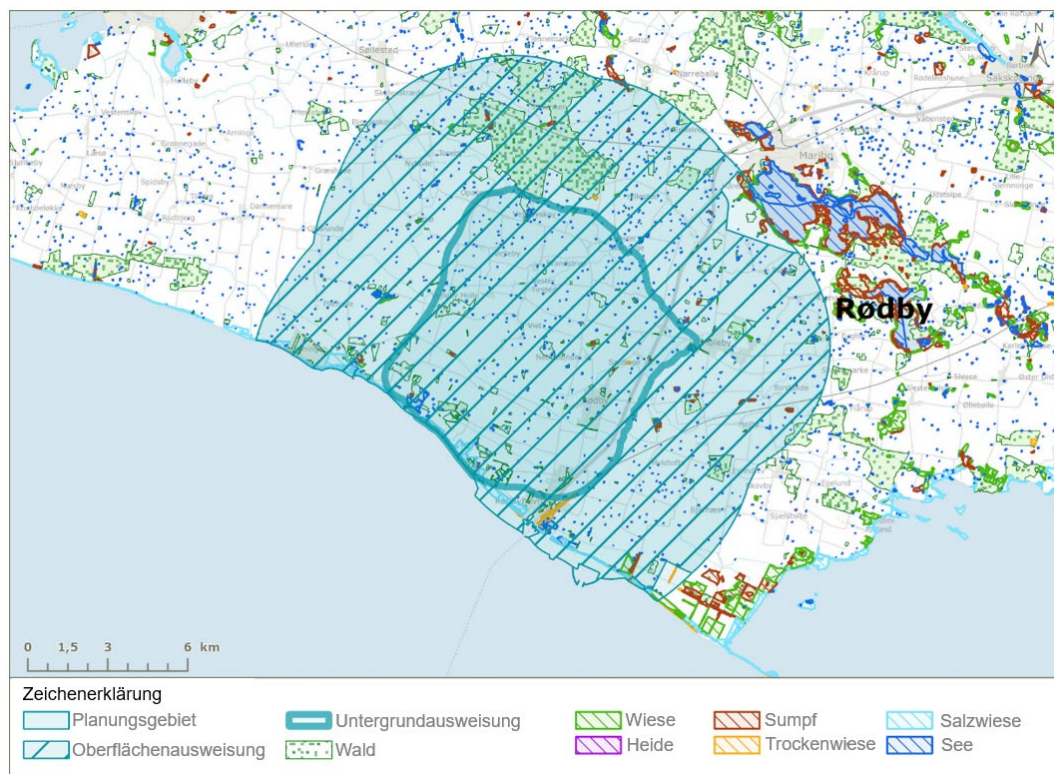


Abb. 8-5 Naturschutzgebiete innerhalb von und in der Nähe vom Planungsgebiet Rødby.

8.1.4 Bewertung der Erheblichkeit der Auswirkungen

Geschützte Natur und Wälder können durch den Plan in Form des Baus technischer Anlagen und von Rohrleitungen, den Austritt von CO₂ und durch die Entfernung der Anlagen nach der Nutzung beeinträchtigt werden. Die Auswirkungen werden im Folgenden bewertet.

Technische Anlagen

Technische Anlagen, darunter Bohr-, Injektions- und Zwischenlageranlagen, können durch die direkte Flächennutzung Auswirkungen auf Naturschutzgebiete und geschützte Wälder haben, wenn sie innerhalb der Schutzgebiete platziert sind. In allen Planungsgebieten kann es Lebensräume für Arten geben, die auf der Roten Liste Dänemarks aufgeführt sind³⁹. Die geschützten Naturgebiete, Wälder und Flächen, die Lebensraum für gefährdete und bedrohte Arten sein können, haben eine hohe Vulnerabilität, da sie nicht sofort wiederhergestellt oder ersetzt werden können. Die Gebiete befinden sich in unmittelbarer Nähe der Standorte, an denen die Anlagen errichtet werden können, und die Intensität ist potenziell sehr hoch, da natürliche Flächen und Lebensräume entfernt oder in ihrem Zustand verändert werden können. Die Auswirkungen der Platzierung technischer Anlagen in Naturschutzgebieten auf die geschützte Natur und die Lebensräume gefährdeter und seltener Tier- und Pflanzenarten sind diesen Fällen erheblich. Allgemein wird eingeschätzt, dass es im Fall der Injektionsanlagen sehr gut möglich ist, diese außerhalb von Naturschutzgebieten in den für die CO₂-Speicherung ausgewiesenen Gebieten zu platzieren. Die Auswirkungen auf Naturschutzgebiete werden auf übergeordneter Ebene als negativ, aber nicht erheblich bewertet.

³⁹ [AU Ecoscience - Die dänische Rote Liste – Die Kategorien der Roten Liste](#)

Austritt von CO₂

Der Austritt von CO₂ beim Bruch einer Rohrleitung oder durch langsames Austreten an der Injektionsstelle kann die geschützte Natur, die von kalkhaltigen Böden (Kalktrockenrasen, kalkreiche Niedermoore, kalkreiche Seen) abhängig ist, beeinträchtigen. Diese Lebensraumtypen sind Lebensraum für eine Reihe gefährdeter Arten, darunter mehrere geschützte Orchideenarten, die an kalkhaltige Bedingungen angepasst sind und deren Bedingungen sich verändern, wenn der Lebensraum durch saurere Verhältnisse beeinträchtigt wird. Vor allem im Planungsgebiet Gassum ist der Anteil an diesen Lebensraumtypen hoch. Die Arten und Lebensraumtypen sind sehr gefährdet, da sie nicht sofort wiederhergestellt oder ersetzt werden können, und sie sind in Dänemark selten.

Nach Einschätzung von GEUS ist es sehr unwahrscheinlich, dass CO₂ durch ein Dichtungsgestein treten kann, wie in Abschnitt 3.5 beschrieben. Das größte Austrittsrisiko wird daher im Bereich von Bohrlöchern eingeschätzt, die durch das Dichtungsgestein führen. Hier hat man einen klar definierten Punkt, an dem eine kontinuierliche Überwachung erforderlich ist. Darüber hinaus wird es möglich sein, mit bekannten Methoden verschiedene Maßnahmen zu ergreifen, um einen Austritt zu stoppen, wenn er entlang des Bohrlochs erkannt wird.

Das Austrittsrisiko wird ein Schwerpunkt der späteren Fallbearbeitung sein, und wie im Abschnitt 3.6 beschrieben, können Genehmigungen für die Speicherung von CO₂ aufgrund der in der CCS-Richtlinie festgelegten Regeln nicht erteilt werden, wenn die Gefahr eines Austritts besteht, der eine erhebliche Umweltauswirkung zur Folge hat.

Insgesamt wird auf der Grundlage des Obenstehenden davon ausgegangen, dass die geografische Ausbreitung etwaiger Auswirkungen durch austretendes CO₂ auf den Nahbereich um die Injektionsbohrung beschränkt sein wird, die Dauer kurz und die Intensität begrenzt sein wird. Auf dieser Grundlage werden die wahrscheinlichen Folgen negativ und vernachlässigbar bis begrenzt sein.

Transportleitungen

Wenn Transportleitungen innerhalb geschützter Natur, Wälder oder Lebensräume für gefährdete und seltene Tier- und Pflanzenarten errichtet/vergraben werden, kann dies für einen kürzeren Zeitraum Auswirkungen auf die Gebiete haben. Basierend auf den Erfahrungen mit Gasinfrastrukturen kann es bei Rohrleitungen mit Trassenführung über lange Strecken schwierig sein, Schutzgebiete zu umgehen. Die natürlichen Lebensräume und Arten weisen zwar eine hohe Vulnerabilität auf, doch ist die Intensität bei einigen Lebensraumtypen gering, da die Gebiete nach der Verlegung im Erdreich wiederhergestellt werden. Daher ist zu erwarten, dass mit der Wiederherstellung des ursprünglichen Zustands der Natur die wahrscheinlichen Gesamtauswirkungen begrenzt sind. Es wird Lebensraumtypen geben, darunter auch geschützte Wälder, bei denen eine Wiederherstellung des Lebensraumtyps entweder nicht möglich ist oder bei denen der Lebensraum durch die Bauarbeiten dauerhaft geschädigt wird. In diesen Fällen werden die Auswirkungen erheblich sein und im Rahmen der Prüfung des konkreten Projekts wird beurteilt, welche Maßnahmen für die mögliche Erteilung einer Genehmigung und von Ausnahmegenehmigungen erforderlich sind, z. B. dass Ersatznatur geschaffen wird oder die Auswirkungen auf die Naturräume auf andere Weise kompensiert werden. Bei Anwendung geeigneter und konkret beurteilter ausreichender Vermeidungs- und Minderungsmaßnahmen werden die Auswirkungen auf die übergeordnete Ebene als nicht erheblich und negativ eingeschätzt.

Stilllegung von Anlagen

Der Rückbau von Anlagen und die Stilllegung des Injektionsrohrs können im Zusammenhang mit Abbruch- und Aushubarbeiten potenziell Auswirkungen auf die Natur und die Artenvielfalt rund um die bestehenden Anlagen haben. Obwohl die geschützte Natur eine hohe Vulnerabilität aufweist, wird die Intensität mittelmäßig sein, da die Natur durch die Entfernung der Anlagen nicht wesentlich beeinträchtigt wird und die Natur auch relativ schnell in den gleichen Lebensraumtyp wiederherstellbar sein kann wie er eventuell vor der Planumsetzung bestand. Daher werden die Gesamtauswirkungen mäßig sein.

Gesamtbewertung

Die Biodiversität an Land kann durch die durch den Plan ermöglichten Tätigkeiten zur geologischen Speicherung von CO₂ negativ beeinflusst werden. Baumaßnahmen bei der Errichtung technischer Anlagen und Rohrleitungen sowie die Stilllegung von Anlagen können zu Schäden an Lebensräumen und Arten führen, während CO₂-Austritte aufgrund einer sehr geringen Wahrscheinlichkeit als sehr begrenzte Auswirkungen eingeschätzt werden.

Tabelle 8-1 Potenzielle Auswirkungen auf die biologische Vielfalt und die Natur

Umweltauswirkung	Vulnerabilität des Umweltfaktors	Geografische Ausdehnung	Intensität	Folgen
Errichtung technischer Anlagen	Hoch	Nahbereich	Keine-mittelmäßig	Mittelmäßig und negativ
CO ₂ -Austritt in Bezug zu besonders kalkabhängiger Natur	Sehr hoch	Lokal	Keine/vernachlässigbar-sehr hoch	Begrenzt und negativ
Errichtung von Transportleitungen innerhalb geschützter Natur/Lebensräume	Hoch	Regional	Gering	Erheblich und negativ
Stilllegung	Hoch	Nahbereich	Mittelmäßig	Mittelmäßig und negativ

Die übergeordnete Bewertung der Auswirkungen des Plans auf Biodiversität und Natur muss im Zusammenhang mit der 0-Alternative gesehen werden, bei der CO₂-Speicherung alternativ zu den hier genannten auch in anderen Gebieten vorgesehen ist. Die 0-Alternative wird daher auch Auswirkungen auf die Artenvielfalt und die Naturräume an diesen Orten haben.

Die Gesamtbewertung muss auch im Zusammenhang mit nationalen und internationalen Zielen in Form der EU-Biodiversitätsstrategie, der UN-Biodiversitätskonvention und dem UN-Nachhaltigkeitsziel 15 (Leben an Land) gesehen werden, das einen Stopp des Rückgangs der Biodiversität fordert.

Kumulative Effekte und grenzüberschreitende Auswirkungen

In Dänemark gibt es eine Reihe gesellschaftlicher Tätigkeiten, die Auswirkungen auf die Artenvielfalt und die Natur haben, einschließlich der Errichtung technischer Anlagen

und Infrastruktureinrichtungen, da diese Art von Bauten in der Regel Flächen beanspruchen. Der Plan trägt zu diesen Auswirkungen bei. Auf strategischer Ebene ist es nicht möglich, das genaue Ausmaß der kumulativen Auswirkungen abzuschätzen, da es vom Standort der Infrastruktur für die geologische Speicherung von CO₂ abhängt.

Es wird davon ausgegangen, dass die Auswirkungen des Plans auf die Natur und die Artenvielfalt an Land keine grenzüberschreitenden Auswirkungen haben, da die Planungsgebiete an Land nicht an andere Länder grenzen.

8.2 Natura-2000 und Anhang-IV-Arten

8.2.1 Potenzielle Auswirkungen

Alle fünf ausgewiesenen Gebiete an Land umfassen Natura-2000-Gebiete, die ein Netzwerk besonders wertvoller Naturgebiete darstellen. Zu den durch den Plan ermöglichten Tätigkeiten zählen auch überirdische technische Installationen und Verlegung von Transportleitungen im Erdreich. Beide Teile können auf der Grundlage der Ausweisung von Natura-2000-Gebieten Einfluss auf Arten und/oder Lebensraumtypen nehmen, z. B. aufgrund der Lage der technischen Anlagen oder infolge örtlicher CO₂-Austritte, wenn beispielsweise eine Gefährdung von besonders kalkabhängiger Natur anzunehmen ist.

Darüber hinaus gibt es in den ausgewiesenen Planungsgebieten Vorkommen von Tier- und Pflanzenarten des Anhangs IV der FFH-Richtlinie, zu deren generellem Schutz die EU-Mitgliedsstaaten sowohl innerhalb als auch außerhalb der Natura-2000-Gebiete verpflichtet sind, wenn die ökologische Funktionsfähigkeit von Fortpflanzungs- und Ruhestätten betroffen sein kann.

Arten, die unter Anhang IV der FFH-Richtlinie fallen, sind in ihrem gesamten natürlichen Verbreitungsgebiet vor vorsätzlicher Störung und vor Schäden an Fortpflanzungs- und Ruhegebieten geschützt⁴⁰.

Von einer Schädigung eines Fortpflanzungs- oder Ruhegebiets kann keine Rede sein, wenn die ökologische Funktionsfähigkeit eines Fortpflanzungs- oder Ruhegebiets für Anhang-IV-Arten mindestens auf dem gleichen Niveau wie zuvor erhalten bleibt [22]. Wird jedoch eine Verschlechterung der ökologischen Funktionsfähigkeit festgestellt, wird die Auswirkung als erheblich und negativ bewertet, vgl. die Bestimmungen des Umweltverträglichkeitsprüfungsgesetzes.

8.2.2 Methode und Datengrundlage

Es wird dargelegt, ob erhebliche Auswirkungen auf Lebensräume und Arten der Ausweisungsgrundlage der Natura-2000-Gebiete vorliegen. Die Prüfung muss daher Schlussfolgerungen dazu enthalten, ob durch die geologische Speicherung von CO₂ innerhalb der ausgewiesenen Gebiete erhebliche Auswirkungen auf die Ausweisungsgrundlage der Natura-2000-Gebiete zu erwarten sind. Die Bewertung muss auf Kenntnissen und Erfahrungen basieren, beispielsweise aus Projekten mit ähnlichen Tätigkeiten. Kann eine erhebliche Auswirkung nicht ausgeschlossen werden, ist eine Natura-2000-Verträglichkeitsprüfung zu erstellen und in den Umweltbericht einzuarbeiten. Die

⁴⁰ Gennem lov om naturbeskyttelse, § 29 a stk. 1 (LBK nr 1392 af 04/10/2022). [Naturschutzgesetz, § 29 a Abs. 1 (DVO Nr. 1392 vom 04.10.2022)]

Erheblichkeitsbewertung und eventuell der Naturverträglichkeitsbericht basieren auf vorhandenem Wissen. Die Methode wird im Abschnitt 5.4 beschrieben.

Der Umweltbericht beschreibt und bewertet die Auswirkungen auf Anhang-IV-Arten, einschließlich der Frage, ob die ökologische Funktionalität von Fortpflanzungs- und Ruhestätten beeinträchtigt wird.

Die Erheblichkeit der Auswirkungen auf die biologische Vielfalt, Flora und Fauna muss im Zusammenhang mit dem UN-Nachhaltigkeitsziel 15 (Leben an Land), der FFH-Richtlinie (92/43/EWG) und der Vogelschutzrichtlinie (2009/147/EG) gesehen werden.

8.2.3 Umweltzustand

Gassum

Das Planungsgebiet umfasst drei Natura 2000-Gebiete⁴¹. Die Gebiete sind in Abbildung 8-6 dargestellt und in Tabelle 8-2 aufgelistet.

Tabelle 8-2. Übersicht über Natura-2000-Gebiete innerhalb des Planungsgebiets Gassum

Natura-2000-Gebiet	FFH-Gebiet	Vogelschutzgebiet
N30 Lovns Bredning, Hjarbæk Fjord og Skals Ådal	H30 Lovns Bredning, Hjarbæk Fjord og Skals, Simsted og Nørre Ådal, Skravad Bæk	-
N223 Kastbjerg Ådal	H223 Kastbjerg Ådal	-
N14 Ålborg Bugt, Randers Fjord og Mariagerfjord	H14 Ålborg Bugt, Randers Fjord og Mariagerfjord	F15 Randers og Mariager Fjorde og Ålborg Bugt, südlicher Teil

Das Natura-2000-Gebiet N30 zeichnet sich vor allem durch große und ausgedehnte Flusstäler mit lichtoffenen Lebensraumtypen, Wäldern, Flüssen und größeren Seen sowie bedeutende Flächen sowohl Meeres- als auch Küstenlebensraumtypen. Das Natura-2000-Gebiet wurde speziell zum Schutz der vielen Lebensraumtypen in den Flusstälern mit zugehörigen Arten wie Firnisglänzendes Sichelmoos, Moor-Steinbrech, Fischotter, Kamm-Molch, Bachneunauge und Grüner Flussjungfer ausgewiesen.

Das Natura 2000-Gebiet N223 umfasst mehrere Flusstäler mit langen Abschnitten breiter Flusstäler mit ausgedehnten Wiesen- und Moorflächen, während die Flüsse in anderen Abschnitten tief eingeschnitten sind und markante Flusstalhäufe aufweisen. Das Gebiet verfügt über besonders große Vorkommen an kalkreichen Niedermooren, bedeutende Gebiete mit Kalktuffquellen, in denen unter anderem einen Bestand an Glänzendem Sichelmoos sowie Moorwälder zu finden sind. Die Flusstalhäufe beherbergen u. a. Borstgrasrasen und Stieleichen-Dickicht, und die Flüsse in dem Gebiet sind unter anderem Lebensraum für Fischotter und Bachneunauge.

Das Natura-2000-Gebiet N14 dient dem Schutz der natürlichen Lebensräume an Land und im Meer sowie der Arten, die diese Gebiete als Lebensraum haben. Das Gebiet wurde daher als Schutzgebiet für mehr als 60 verschiedene Lebensraumtypen und Arten ausgewiesen. Im Süden umfasst das Gebiet einen größeren Flachwasserteil des Kattegats sowie die äußeren Ausläufer des Mariager Fjords und des Randers Fjords. Die Förden wurden ursprünglich in der hügeligen Moränenlandschaft durch Schmelzwasserflüsse erodiert, sodass sie deutliche Abhänge aufweisen.

⁴¹ Natura-2000-Konsultation 2022-2027 [Miljøgis \(mim.dk\)](https://mim.dk) und Natura-2000-Pläne 2016 [Miljøgis \(mim.dk\)](https://mim.dk)

Im Planungsgebiet sind folgende Lebensraumtypen auf den Ausweisungsgrundlagen erfasst:

Flüsse mit flutender Wasservegetation (3260)	Atlantische Salzwiesen (1330)
Wacholderheiden (5130)	Trockene Heiden (4030)
Geschädigte Hochmoore (7120)	Pfeifengraswiesen (6410)
Torfmoor-Schlenken (7150)	Übergangs- und Schwingrasenmoore (7140)
Borstgrasrasen (6230)	Kalkreiche Niedermoore (7230)
Magerrasen auf basischem Untergrund (6210)	Kalktuffquellen (7220)
Natürliche nährstoffreiche Seen (3150)	Nährstoffarme Seen mit Armleuchteralgen (3140)
Moorwälder (91D0)	Feuchte Hochstaudenfluren (6430)
Stieleichen-Dickicht und Hainsimsen-Buchenwald (9110)	Auenwälder mit Erle und Esche (91E0)
Waldmeister-Buchenwald (9130)	Atlantischer, saurer Buchenwald mit Unterholz aus Stechpalme (9120)
Eichenwald (9160)	Eichenmischwald (9160)

Im Planungsgebiet sind darüber hinaus folgende Arten/Lebensräume für Arten auf den Ausweisungsgrundlagen erfasst:

Kamm-Molch (1166)	Bachneunauge (1096)
Fischotter (1355)	Teichfledermaus (1318)
Firnisländisches Sichelmoos (6216)	Vierzählige Windelschnecke (1013)
Bauchige Windelschnecke (1016)	Lebensraum der Rohrweihe

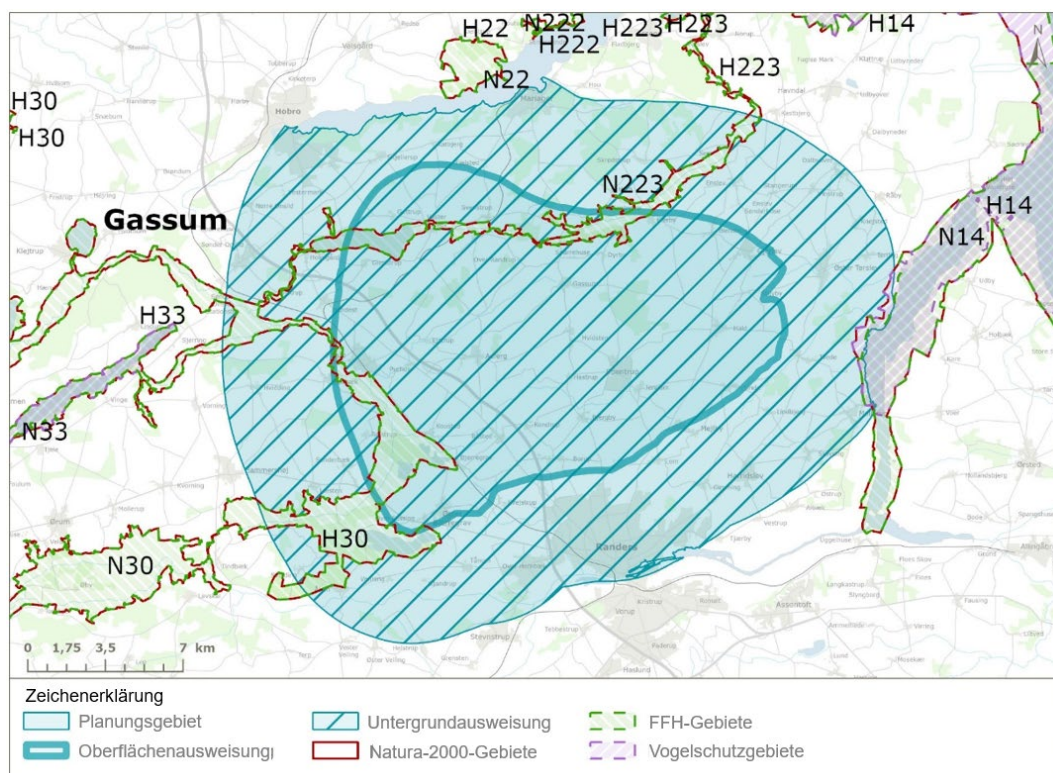


Abb. 8-6 Natura 2000-Gebiete mit FFH-Gebieten und Vogelschutzgebieten innerhalb von und in der Nähe des Planungsgebiets Gassum

Thorning

Das Planungsgebiet umfasst vier Natura-2000-Gebiete⁴². Die Gebiete sind in Abbildung 8-7 dargestellt und in Tabelle 8-3 aufgelistet.

Tabelle 8-3 Übersicht über Natura-2000-Gebiete innerhalb des Planungsgebiets Thorning

Natura-2000-Gebiet	FFH-Gebiet	Vogelschutzgebiet
N36 Nipsgård Sø	H36 Nipsgård Sø	-
N228 Stenholt Skov og Stenholt Mose	H228 Stenholt Skov og Stenholt Mose	-
N35 Hald Ege, Stanghede og Dollerup bakker	FFH-Gebiet H35	-
N40 Karup Å, Kongenshus og Hessellund Heder	H226 Kongenshus Hede H227 Hessellund Hede	-

Das Natura-2000-Gebiet N36 umfasst Nipsgård Sø und die unmittelbare Umgebung des Sees. Der See ist ein flaches nährstoffarmes Stillgewässer mit sandigem Grund und ist teilweise von Sumpfwäldern, Schilfmooren und Graswiesen umgeben, die das Kennzeichen einer Landschaft mit vielen Toteislöchern aufweisen. Der See verfügt über eine gut entwickelte Unterwasservegetation, und im flachen Wasser kommen die für ein nährstoffarmes Stillgewässer charakteristischen Bodensprosspflanzenarten wie Europäischer Strandling, Igelschlauch und See-Brachsenkraut vor. Der See Nipsgård Sø ist Teil des Lebensraums der Otterpopulation, die im Flusssystem des Karup Å anzutreffen ist.

⁴² Natura-2000-Konsultation 2022-2027 [Miljogis \(mim.dk\)](http://Miljogis(mim.dk)) und Natura-2000-Pläne 2016 [Miljogis \(mim.dk\)](http://Miljogis(mim.dk))

Das Natura-2000-Gebiet N228 wird von den großen Naturräumen Stenholt Mose/Stenholt Skov [Moor/Wald], Bølling Sø [See] und Kompedal/Grathe Hede [Wald/Heide] dominiert. Stenholt Mose enthält Überreste eines ehemaligen sehr großen Hochmoorkomplexes. Stenholt Skov enthält eines der größten und am besten erhaltenen Eichen-dickichte Jütlands mit einer Fläche von ca. 100 ha.

Das Natura-2000-Gebiet N35 liegt unmittelbar südwestlich von Viborg. Das Gebiet besteht aus dem bis zu 31 m tiefen Hald Sø, Quellen, kleinen Bächen und den umliegenden Hügeln, die heute entweder bewaldet sind oder als Heide- und Grasland erscheinen. In den ausgedehnten Laubwaldgebieten findet man an mehreren Stellen eine gut entwickelte Flora und Fauna, die von einer langen durchgängigen Bewaldung zeugt.

Das Natura-2000-Gebiet N40 besteht aus den beiden großen Heidegebieten Kongenshus und Hessellund Heder, die durch das Flusstal Karup Ådalen verbunden sind. Die beiden Heidegebiete bestehen überwiegend aus großen, eher trockenen Flächen mit Heidekraut. Große Teile des Flusstals um Karup Å sind heute Wiesen- und Moorgebiete, und verstreut im Flusstal gibt es viele kleine durch Quellen geprägte Gebiete, kalkreiche Niedermoore und Übergangs- und Schwingrasenmoore. Der unregulierte Flusslauf hat im Laufe der Zeit viele abgeschnürte Mäander hinterlassen, die heute als kleine, oft sehr feuchte Geländesenken mit unterschiedlichen Moortypen erscheinen.

Im Planungsgebiet sind folgende Lebensraumtypen auf den Ausweisungsgrundlagen erfasst:

Sandheiden mit Krähenbeeren auf Binnendünen (2320)	Nährstoffarme Stillgewässer (3110)
Nährstoffarme Seen mit Armeleuchteralgen (3140)	Natürliche nährstoffreiche Seen (3150)
Dystrophe Seen mit braungefärbtem Wasser (3160)	Flüsse mit flutender Wasservegetation (3260)
Trockene Heiden (4010)	Trockene Heiden (4030)
Wacholderheiden (5130)	Magerrasen auf basischem Untergrund (6210)
Borstgrasrasen (6230)	Pfeifengraswiesen (6410)
Hochmoore (7110)	Geschädigte Hochmoore (7120)
Übergangs- und Schwingrasenmoore (7140)	Torfmoor-Schlenken (7150)
Kalktuffquellen (7220)	Kalkreiche Niedermoore (7230)
Waldmeister-Buchenwald (9110)	Eichenwald (9190)
Moorwälder (91D0)	Auenwälder mit Erle und Esche (91E0)

Im Planungsgebiet sind folgende Arten/Lebensräume für Arten auf den Ausweisungsgrundlagen erfasst:

Grüne Flussjungfer (1037)	Bachneunauge (1096)
Fischotter (1355)	Lebensraum des Kamm-Molchs (1166)

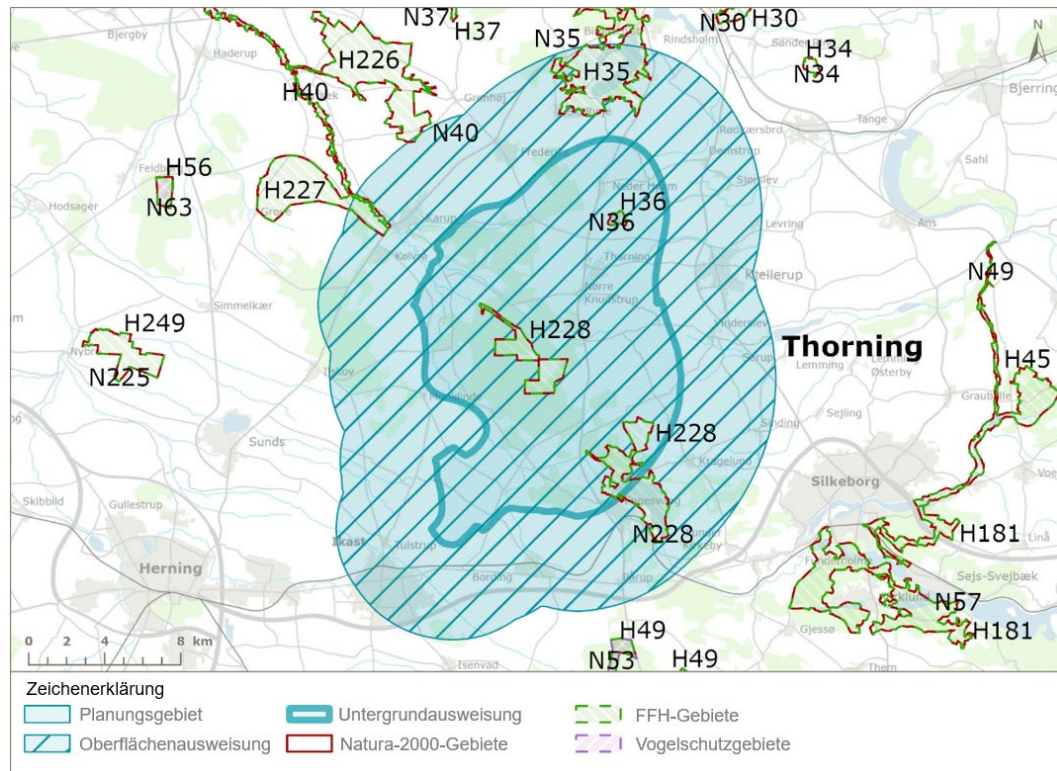


Abb. 8-7
Natura-2000-Gebiete mit FFH-Gebieten und Vogelschutzgebieten innerhalb von und in der Nähe des Planungsgebiets Thorning

Havnsø

Das Planungsgebiet umfasst drei Natura-2000-Gebiete⁴³. Die Gebiete sind in Abbildung 8-8 dargestellt und in Tabelle 8-4 aufgelistet.

Tabelle 8-4 Übersicht über Natura-2000-Gebiete innerhalb von Planungsgebiet Havnsø

Natura-2000-Gebiet	FFH-Gebiet	Vogelschutzgebiet
N154 Sejerø Bugt, Saltbæk Vig, Bjergene, Diesbjerg og Bollinge Bakke	H135 Sejerø Bugt og Saltbæk Vig	F94 Sejerø Bugt og Nekselø F99 Saltbæk Vig
N156 Store Åmose, Skarresø og Bregninge Å	H137 Store Åmose, Skarresø og Bregninge Å	F117 Store Åmose
N 157 Åmose, Tissø, Halleby Å og Flasken	H138 Åmose, Tissø, Halleby Å og Flasken	F100 Tissø, Åmose og Hallenslev Mose

Das Natura-2000-Gebiet N154 umfasst die Wasserfläche in Sejerø Bugt und Saltbæk Vig, die ca. 90 % der Fläche ausmacht, während der Rest Landfläche mit einer Küstenlinie von ca. 63 km ist. Die Landflächen werden hauptsächlich von küstenmorphologischen Strukturen wie Lagunen, Dünen und Grasland dominiert, die an Küstenhängen

⁴³ Natura-2000-Konsultation 2022-2027 [Miljogis \(mim.dk\)](http://Miljogis(mim.dk)) und Natura-2000-Pläne 2016 [Miljogis \(mim.dk\)](http://Miljogis(mim.dk))

und Randmoränen entstanden sind. An wichtiger Natur des Gebiets seien die kalkreichen Niedermoore bei Saltbæk Vig, die Dünenlebensraumtypen auf Eskebjerg Vesterlyng und die Trockenweiden in Bjergene, Veddinge Bakker und auf Ordrup Næs und Nekselø neben den Dünenlebensraumtypen bei Korevlerne und Sanddobberne sowie die gut entwickelten Lagunen Saltbæk Vig, Korevlen und Tranevejle. Das Gebiet ist auch für eine Vielzahl von Arten wichtig, wie zum Beispiel die Glanzkraut, Einfacher Rautenfarn und die Vierzählige Windelschnecke bei Saltbæk Vig, Rotbauchunke bei Nekselø sowie die Zwergseeschwalben und Säbelschnäbler u. a. bei Saltbæk Vig und Sanddobberne und auf Nekselø.

Das Natura-2000-Gebiet 156 ist 3.435 ha groß und erstreckt sich von Saltbæk Vig im Westen bis Undløse Bro im Osten. Zwei Flusssysteme sind Teil des Gebiets, zum einen Bregninge Å, der über einen regulierten Lauf in die Sejerø Bugt mündet, und zum anderen Åmose Å, der über Tissø fließt und in den Großen Belt mündet. Das Gebiet wurde speziell zum Schutz der kalkreichen Niedermoore und Pfeifengraswiesen des Bregninge Å ausgewiesen, einschließlich des Vorkommens von Schmalen Windelschnecke und Bauchiger Windelschnecke. Das Gebiet ist außerdem speziell zum Schutz nährstoffarmer Moorarten in Store Åmose ausgewiesen. Große Teile von Store Åmose sind als Moorwälder kartiert. Heute ist das Gebiet ein wichtiges Brutgebiet für z. B. Seeadler und Wachtelkönig und ist von zentraler Bedeutung für das Überleben der letzten Fischotterpopulation Seelands.

Zum Natura-2000-Gebiet 157 gehört Dänemarks viertgrößter See, Tissø, der in einem Toteiskessel liegt. Der See entwässert in westlicher Richtung durch den Fluss Nedre Halleby Å. Das Gebiet ist speziell zum Schutz rastender Gänse und Schwäne sowie von Brutvorkommen von beispielsweise Zwergseeschwalbe, Flusseeeschwalbe, Tüpfelsumpfhuhn, Rohrdommel und Rohrweihe ausgewiesen.

Im Planungsgebiet sind folgende Lebensraumtypen auf den Ausweisungsgrundlagen erfasst:

Lagunen (1150)	Natürliche nährstoffreiche Seen (3150)
Spülsäume am Meer mit einjährigen Pflanzen (1210)	Flüsse mit flutender Wasservegetation (3260)
Spülsäume am Meer mit mehrjährigen Pflanzen (1220)	Trockene, kalkreiche Sandrasen (6120)
Felsküsten/Steilküsten (1230)	Magerrasen auf basischem Untergrund (6210)
Quellerwatt (1310)	Borstgrasrasen (6230)
Atlantische Salzwiesen (1330)	Pfeifengraswiesen (6410)
Primärdünen (2110)	Torfmoor-Schlenken (7150)
Weißdünen (2120)	Kalkreiche Niedermoore mit <i>Cladium mariscus</i> und Arten von <i>Caricion davallianae</i> (7210)
Grau-/Gründünen (2130)	Kalkreiche Niedermoore (7230)
Küstendünen mit Krähenbeere (2140)	Waldmeister-Buchenwald (9130)

Feuchte Dünentäler (2190)	Eichenmischwald (9160)
Küstendünen mit Wacholder (2250)	Moorwälder (91D0)
Seeufer mit Zwergkräutern (3130)	Auenwälder mit Erle und Esche (91E0)
Nährstoffarme Seen mit Armleuchteralgen (3140)	

Im Planungsgebiet sind folgende Arten/Lebensräume für Arten auf den Ausweisungsgrundlagen erfasst:

Vierzählige Windelschnecke (1013)	Lebensraum der Rohrdommel
Schmale Windelschnecke (1014)	Lebensraum der Rohrweihe
Bauchige Windelschnecke (1016)	Lebensraum des Tüpfelsumpfhuhns
Steinbeißer (1149)	Lebensraum des Säbelschnäblers
Kamm-Molch (1166)	Lebensraum der Küstenseeschwalbe
Rotbauchunke (1188)	Lebensraum des Kampfläufers
Fischotter (1355)	Lebensraum der Brandseeschwalbe
Einfacher Rautenfarn (1419)	Lebensraum der Zwergseeschwalbe
Glanzkrout (1903)	

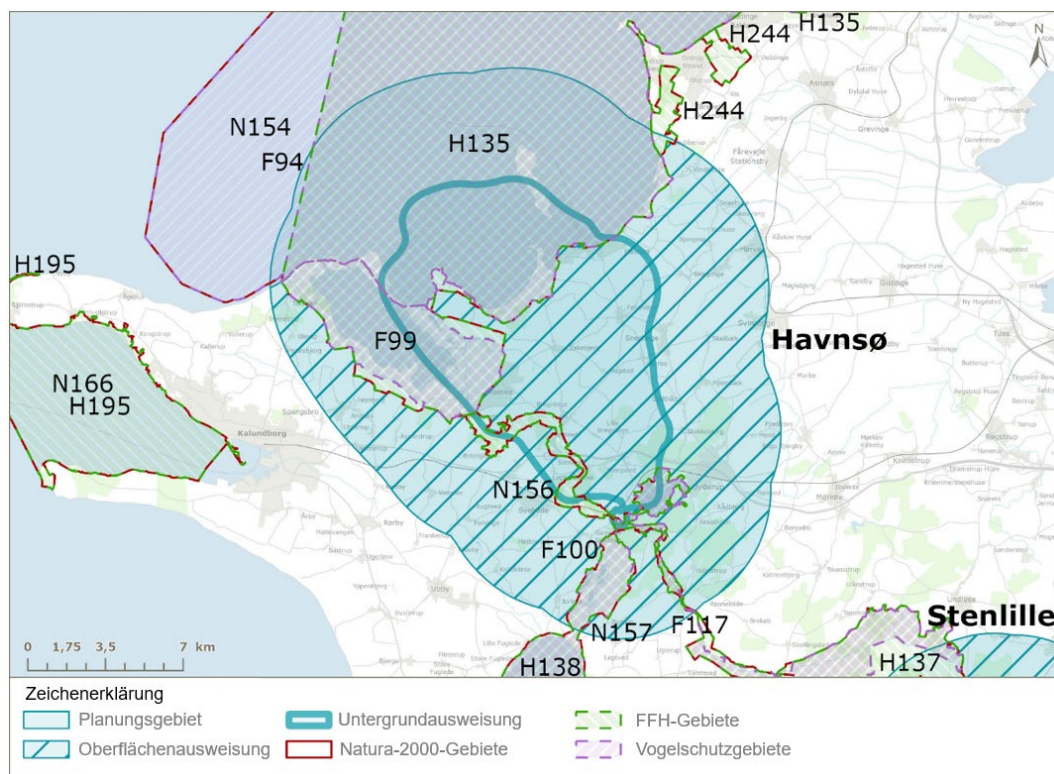


Abb. 8-8 Natura-2000-Gebiete mit FFH-Gebieten und Vogelschutzgebieten innerhalb von und in der Nähe des Planungsgebiets Havnsø

Rødby

Das Planungsgebiet umfasst zwei Natura-2000-Gebiete⁴⁴. Die Gebiete sind in Abbildung 8-6 dargestellt und in Tabelle 8-2 aufgelistet.

Tabelle 8-5 Übersicht über Natura-2000-Gebiete innerhalb des Planungsgebiets Rødby

Natura-2000-Gebiet	FFH-Gebiet	Vogelschutzgebiet
N177 Maribosøerne	H156 Maribosøerne	F87 Maribosøerne
N173 Smålandsfarvandet nord for Lolland, Guldborg Sund, Bøtø Nor og Hyllekrog-Rødsand	H152 Smålandsfarvandet nord for Lolland, Guldborg Sund, Bøtø Nor og Hyllekrog-Rødsand	F83 Kyststrækningen v Hyllekrog-Rødsand

Das Natura-2000-Gebiet N177 liegt mitten auf Lolland und hat eine Fläche von 3.894 ha. Die Seen Maribosøerne liegen in einer relativ hügeligen Landschaft, umgeben vom ansonsten flachen Ackerland Lollands. Die letzte Eiszeit hinterließ eine Toteislandschaft, in der die drei Seen des Natura-2000-Gebiets liegen: Søndersø, Røgbølle Sø, Hejrede Sø. Die Seen sind sauber und flach, mit üppiger Unterwasservegetation und das Seeufer ist stark gebuchtet. Die seltene Wasserpflanze Großes Nixenkraut hat hier seinen größten Bestand in Dänemark und ist in allen drei Seen verbreitet. In den Wäldern brüten z. B. Seeadler und Wespenbussard, und es kommen gleich zehn Fledermausarten vor, darunter auch die Mopsfledermaus, die auf der Ausweisungsgrundlage des Gebietes steht.

Das Natura-2000-Gebiet N173 ist ein abwechslungsreiches Gebiet mit Sandbänken und Strömungsrinnen, über flache küstennahe Buchten bis hin zu eher rifförmigen Gebieten mit einer Decke aus verstreuten Steinen unterschiedlicher Dichte und Größe. Das Gebiet wurde speziell zum Schutz einer Reihe von Meeres- und Küstenlebensraumtypen ausgewiesen. Es wurde auch zum Schutz einer großen Anzahl rastender Wasservogelarten ausgewiesen, die das Gebiet als Speisekammer auf ihrem Zug nach Norden bzw. Süden nutzen, z. B. Dunkelbäuchige Ringelgans und Mittelsänger.

Im Planungsgebiet sind folgende Lebensraumtypen auf den Ausweisungsgrundlagen erfasst:

Atlantische Salzwiesen (1330)	Magerrasen auf basischem Untergrund (6210)
Natürliche nährstoffreiche Seen (3150)	Pfeifengraswiesen (6410)
Nährstoffarme Seen mit Armleuchteralgen (3140)	Kalkreiche Niedermoore (7230)
Primärdünen (2110)	Waldmeister-Buchenwald (9130)
Grau-/Gründünen (2130)	Auenwälder mit Erle und Esche (91E0)
Feuchte Dünentäler (2190)	

Im Planungsgebiet sind folgende Arten/Lebensräume für Arten auf den Ausweisungsgrundlagen erfasst:

⁴⁴ Natura-2000-Konsultation 2022-2027 [Miljøgis \(mim.dk\)](https://mim.dk) und Natura-2000-Pläne 2016 [Miljøgis \(mim.dk\)](https://mim.dk)

Bauchige Windelschnecke (1016)	Lebensraum der Rohdommel
Lebensraum des Kamm-Molchs (1166)	

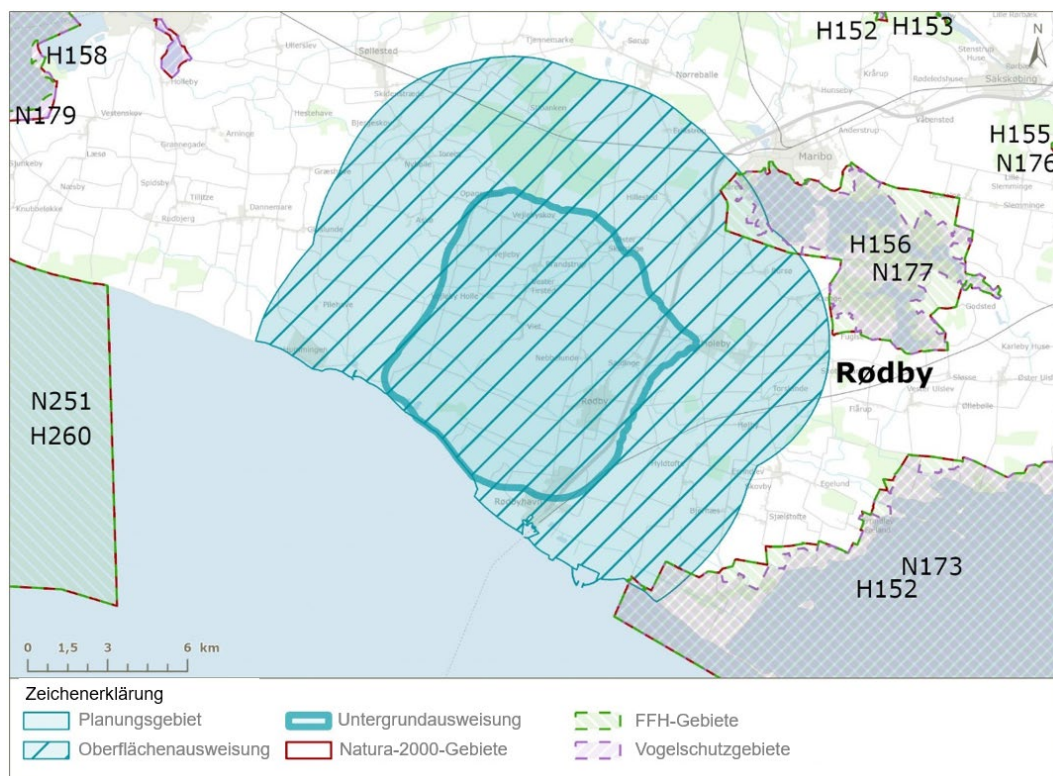


Abb. 8-9. Natura-2000-Gebiete mit FFH-Gebieten und Vogelschutzgebieten innerhalb von und in der Nähe des Planungsgebiets Rødby

Stenlille

Das Planungsgebiet umfasst zwei Natura-2000-Gebiete⁴⁵. Die Gebiete sind in Abbildung 8-6 dargestellt und in Tabelle 8-2 aufgelistet.

Tabelle 8-6 Übersicht über Natura-2000-Gebiete innerhalb vom Planungsgebiet Stenlille

Natura-2000-Gebiet	FFH-Gebiet	Vogelschutzgebiet
N156 Store Åmose, Skarresø og Bregninge Å	H137 Store Åmose, Skarresø og Bregninge Å	F117 Store Åmose

Das Natura-2000-Gebiet 156 ist 3.435 ha groß und erstreckt sich von Saltbæk Vig im Westen bis Undløse Bro im Osten. Zwei Flusssysteme sind Teil des Gebiets, zum einen Bregninge Å, der über einen regulierten Lauf in die Sejerø Bugt mündet, und zum anderen Åmose Å, der über Tissø fließt und in den Großen Belt mündet. Das Gebiet wurde speziell zum Schutz er kalkreichen Niedermoore und Pfeifengraswiesen des Bregninge Å ausgewiesen, einschließlich des Vorkommens von Schmäler Windelschnecke und Bauchiger Windelschnecke. Das Gebiet ist außerdem speziell zum Schutz

⁴⁵ Natura-2000-Konsultation 2022-2027 [Miljogis \(mim.dk\)](http://Miljogis(mim.dk)) und Natura-2000-Pläne 2016 [Miljogis \(mim.dk\)](http://Miljogis(mim.dk))

nährstoffarmer Moorarten in Store Åmose ausgewiesen. Große Teile von Store Åmose sind als Moorwälder kartiert. Heute ist das Gebiet ein wichtiges Brutgebiet für z. B. Seeadler und Wachtelkönig und ist von zentraler Bedeutung für das Überleben der letzten Fischotterpopulation Seelands.

Im Planungsgebiet sind folgende Lebensraumtypen auf den Ausweisungsgrundlagen erfasst:

Nährstoffarme Seen mit Armleuchteralgen (3140)	Übergangs- und Schwingrasenmoore (7140)
Natürliche nährstoffreiche Seen (3150)	Kalkreiche Niedermoore (7230)
Flüsse mit flutender Wasservegetation (3260)	Moorwälder (91D0)
Pfeifengraswiesen (6410)	Auenwälder mit Erle und Esche (91E0)

Im Planungsgebiet sind folgende Arten/Lebensräume für Arten auf den Ausweisungsgrundlagen erfasst:

Bauchige Windelschnecke (1016)	Lebensraum des Kamm-Molchs
Kamm-Molch (1166)	

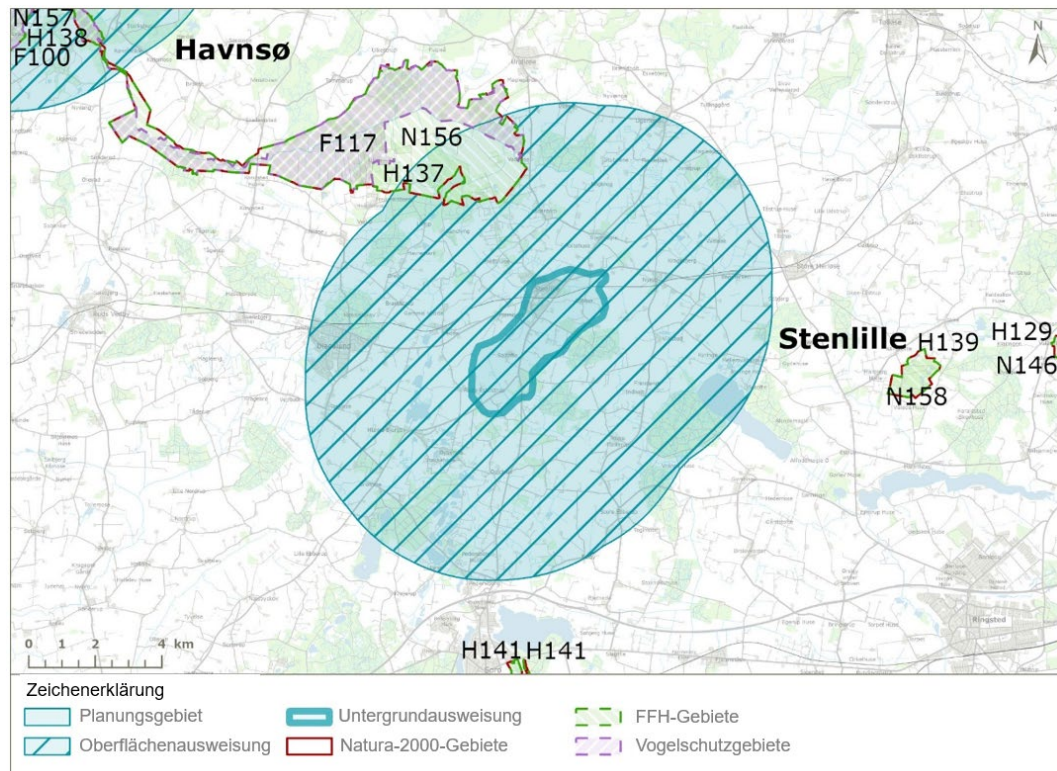


Abb. 8-10. Natura-2000-Gebiete mit FFH-Gebieten und Vogelschutzgebieten innerhalb von und in der Nähe des Planungsgebiets Stenlille

Anhang-IV-Arten

Überall in der Landschaft gibt es Fortpflanzungs- und Ruhestätten für Arten, die im Anhang IV der FFH-Richtlinie aufgeführt sind. Die meisten Arten sind an natürliche Gebiete (Frischwiesen, Salzwiesen, Heiden, Trockenwiesen, Sümpfe, Seen und Flüsse) und alte Bäume (Fledermäuse und Eremit) gebunden, einige können jedoch auch auf landwirtschaftlichen Flächen rasten und sich fortpflanzen (Kreuzkröte), in Häusern (Fledermausarten) an trockenen Sandhängen (Zauneidechse) und in lichten Wäldern und an Waldrändern (Wald-Wiesenvögelchen, Schwarzer Apollo, Haselmaus und Frauenschuh), während Wölfe überall dort vorkommen können, wo die Nahrungsgrundlage (hauptsächlich Reh und Rothirsch) ausreichend ist.

Innerhalb aller fünf ausgewiesenen Gebiete gibt es daher Gebiete, die potenziell als Fortpflanzungs- und Ruhestätten für die Mehrzahl der Arten des Anhangs IV der FFH-Richtlinie geeignet sind.

8.2.4 Bewertung der Erheblichkeit der Auswirkungen

Technische Anlage in der Nähe von Natura-2000-Gebieten

Mit der im Kapitel 2.2 beschriebenen differenzierten Ausweisung wird keine Genehmigung für Bohrungen zur CO₂-Injektion innerhalb von Natura-2000-Gebieten erteilt. Eine unmittelbare Auswirkung auf Natura-2000-Gebiete durch die Flächeneinbeziehung für Injektionsanlagen nach dem Untergrundgesetz wird daher nicht eintreten. Es kann daher nicht davon die Rede sein, dass Lebensraumtypen oder Lebensräume von Arten auf der Ausweisungsgrundlage durch die Errichtung der Anlagen verschwinden.

Auch bei technischen Anlagen in der Nähe von Natura-2000-Gebieten kann es während der Bauphase zu Beeinträchtigungen in Form von Störungen und Lärm kommen. Ort und Art der Baumaßnahmen für die konkreten Projekte und die Wahl der Methode sind nicht bekannt und es besteht daher auf strategischer Ebene keine Grundlage für die Bewertung, ob Maßnahmen zur geologischen Speicherung von CO₂ zu erheblichen Auswirkungen auf Lebensraumtypen und Lebensräume für Arten auf der Grundlage Ausweisungsgrundlage führen werden. Die Bewertung der Erheblichkeit erfolgt spätestens bei Kenntnis der Rahmenbedingungen, was spätestens bei der Fallbearbeitung der konkreten Projekte der Fall ist.

Technische Anlagen in der Nähe oder innerhalb von Fortpflanzungs- und Ruhestätten von Anhang-IV-Arten

Werden technische Anlagen in der Nähe oder innerhalb von Fortpflanzungs- und Ruhestätten für Arten von Anhang IV der FFH-Richtlinie errichtet, kann dies Auswirkungen auf die ökologische Funktionsfähigkeit der Fortpflanzungs- und Ruhestätten haben und diese damit potenziell schädigen. Arten in Anhang IV der FFH-Richtlinie sind äußerst gefährdet, da sie nicht sofort wiederhergestellt oder ersetzt werden können. Sie sind in der unmittelbaren Umgebung der Standorte der Anlagen weit verbreitet und die Intensität der Auswirkungen wird sehr hoch sein, da die Fortpflanzungs- und Ruhestätten möglicherweise vollständig verschwinden.

Die Bedeutung hängt von der Lage, dem Charakter und der Gestaltung der einzelnen Anlagen ab und ist nicht bekannt. Die Erheblichkeit der Auswirkungen auf die Lebensraumtypen und Lebensräume für Arten auf der Ausweisungsgrundlage wird bewertet, wenn die Bedingungen bekannt sind, spätestens jedoch bei der Fallbearbeitung der konkreten Projekte.

Austritt von CO₂

Die Freisetzung von CO₂ durch einen Bruch der Rohrleitung oder durch langsames Austreten von CO₂ an der Injektionsstelle kann sich auf Lebensraumtypen auswirken, die von kalkhaltigen Böden abhängen: Magerrasen auf basischem Untergrund, kalkreiche Niedermoore, kalkhaltige Seen und Quellen sowie kalkhaltige Gewässer (mit hartem Wasser). Diese Lebensraumtypen sind Lebensraum für eine Reihe gefährdeter Arten, darunter mehrere geschützte Orchideenarten, die an kalkhaltige Bedingungen angepasst sind und deren Bedingungen sich verändern, wenn der Lebensraum durch saurere Verhältnisse beeinträchtigt wird. Vor allem im Planungsgebiet Gassum ist der Anteil an diesen Lebensraumtypen hoch. Die Arten und Lebensraumtypen sind stark gefährdet, da sie nicht sofort wiederhergestellt oder ersetzt werden können und eben diese Lebensraumtypen in Dänemark selten sind. Die Ausbreitung ist lokal innerhalb des Planungsgebietes.

Nach Einschätzung von GEUS ist es sehr unwahrscheinlich, dass CO₂ durch ein Dichtungsgestein treten kann, wie in Abschnitt 3.5 beschrieben. Das größte Austrittsrisiko wird daher im Bereich von Bohrlöchern eingeschätzt, die durch das Dichtungsgestein führen. Hier hat man einen klar definierten Punkt, an dem eine kontinuierliche Überwachung erforderlich ist. Darüber hinaus wird es möglich sein, mit bekannten Methoden verschiedene Maßnahmen zu ergreifen, um einen Austritt zu stoppen, wenn er entlang des Bohrlochs erkannt wird.

Das Austrittsrisiko wird ein Schwerpunkt der späteren Fallbearbeitung sein, und wie im Abschnitt 3.6 beschrieben, können Genehmigungen für die Speicherung von CO₂ aufgrund der in der CCS-Richtlinie festgelegten Regeln nicht erteilt werden, wenn die Gefahr eines Austritts besteht, der eine erhebliche Umweltauswirkung zur Folge hat.

Die Intensität der Auswirkungen hängt von der Menge des eventuell austretenden CO₂ ab und wird daher je nach Situation von keine/vernachlässigbar bis sehr hoch sein. Durch die differenzierte Ausweisung von Gebieten in der Ausschreibung wird sichergestellt, dass in Natura-2000-Gebieten keine Bohrungen stattfinden. Ein Austritt entlang des Bohrgestänges wird auf der Grundlage der Anforderungen an Überwachung und Sicherheit bewertet, bevor der Austritt potenziell Natura-2000-Gebiete in der Nähe der Injektionsstelle beeinträchtigen könnte. Auf dieser Grundlage werden die wahrscheinlichen Gesamtauswirkungen negativ und nicht erheblich sein.

Transportleitungen

Wenn innerhalb von Lebensraumtypen auf der Ausweisungsgrundlage für Natura-2000-Gebiete Transportleitungen errichtet/im Erdreich verlegt werden, kann dies regionale Auswirkungen auf die Gebiete haben, in deren Bereichen Transportleitungen hergestellt werden. Die Lebensraumtypen weisen eine hohe Vulnerabilität auf, aber da die Intensität gering ist, da die Gebiete nach dem Bau/der Verlegung der Transportleitungen wiederhergestellt werden (oder die Verlegung unterhalb der Naturtypen stattfindet) und daher zu erwarten ist, dass die Natur in ihren ursprünglichen Zustand zurückkehrt, wird eingeschätzt, dass eine erhebliche Auswirkung verworfen werden kann.

Wenn in Lebensräumen von Arten auf der Ausweisungsgrundlage für Natura-2000-Gebiete Transportleitungen errichtet und verlegt werden, kann es zu kurzzeitigen Störungen und Lärmbelastungen für die Arten kommen. Besonders der Fischotter ist anfällig für Störungen. Arten auf der Ausweisungsgrundlage für Natura-2000-Gebiete sind besonders gefährdet sind, da sie nicht sofort ersetzt werden können. Die Auswirkungen

treten lokal oder regional innerhalb der Orte auf, an denen die Transportleitungen errichtet werden. Die Intensität und Dauer der Auswirkungen hängt von den konkreten Arten auf der Arten ab und werden in den Lebensräumen einiger Arten gering und von kurzer Dauer sein, während sie in anderen Lebensräumen dauerhaft sein werden. Die Erheblichkeit hängt damit von der Lage, dem Charakter und der Gestaltung der jeweiligen Anlage in Bezug zu den Lebensräumen ab, wobei diese Bedingungen nicht bekannt sind. Die Erheblichkeit der Auswirkungen auf die Lebensraumtypen und Lebensräume für Arten auf der Ausweisungsgrundlage wird bewertet, wenn die Bedingungen bekannt sind, spätestens jedoch bei der Fallbearbeitung der konkreten Projekte.

Zusammenfassende Bewertung

Auf der strategischen Ebene des Plans wird davon ausgegangen, dass der Plan zu potenziell erheblichen Auswirkungen auf Anhang-IV-Arten und Natura-2000-Gebiete innerhalb der ausgewiesenen Gebiete an Land führen könnte. Die endgültige Entscheidung über die Erheblichkeit der Auswirkungen wird getroffen, wenn Ort und Art der Tätigkeiten an der Oberfläche bekannt sind.

Die übergeordnete Bewertung ist im Zusammenhang mit dem übergeordneten Ziel der FFH-Richtlinie zu sehen, durch die Erhaltung der Lebensraumtypen und der wildlebenden Tiere und Pflanzen zur Sicherung der biologischen Vielfalt beizutragen.

Tabelle 8-7 Potenzielle Auswirkungen auf Natura-2000-Gebiete und Anhang-IV-Arten

Umweltauswirkung	Vulnerabilität des Umweltfaktors	Geografische Ausdehnung	Intensität	Folgen
Technische Anlagen in der Nähe von Natura-2000-Gebieten/Lebensraumtypen und Lebensräumen	Hoch	Nahbereich	Gering - hoch	Negative Auswirkungen und Bewertung der Erheblichkeit erfolgt, wenn der Standort für die konkreten Projekte bekannt ist.
Technische Anlagen mit Standort innerhalb von Fortpflanzungs-/Ruhestätten	Hoch	Nahbereich	Sehr hoch	Negative Auswirkungen und Bewertung der Erheblichkeit erfolgt, wenn der Standort für die konkreten Projekte bekannt ist.
CO ₂ -Austritt in Bezug zu besonders kalkabhängiger Natur	Sehr hoch	Lokal	Keine/vernachlässigbar-sehr hoch	Nicht erheblich und negativ.
Errichtung von Transportleitungen innerhalb von Natura-2000-Gebieten/FFH-Gebieten	Hoch	Regional	Gering	Begrenzt und negativ
Errichtung von Transportleitungen	Hoch	Regional	Gering-Hoch	Negative Auswirkungen

innerhalb der Lebensräume von Arten auf der Ausweisunggrundlage

und Bewertung der Erheblichkeit erfolgt, wenn der Standort für die konkreten Projekte bekannt ist.

Die übergeordnete Bewertung der Auswirkungen des Plans auf Biodiversität und Natur muss im Zusammenhang mit der 0-Alternative gesehen werden, bei der CO₂-Speicherung alternativ zu den hier genannten auch in anderen Gebieten vorgesehen ist. Es wird eingeschätzt, dass unabhängig davon, wo CO₂-Speicheranlagen errichtet werden, Auswirkungen auf Natura-2000-Gebiete und Anhang-IV-Arten auftreten können.

Kumulative Effekte und grenzüberschreitende Auswirkungen

Bei den Auswirkungen handelt es sich um kumulative Auswirkungen, da in Dänemark ein allgemeiner Druck aus verschiedenen Quellen auf Natura-2000-Gebiete und Anhang-IV-Arten ausgeübt wird. Auf strategischer Ebene ist es nicht möglich, das genaue Ausmaß der kumulativen Auswirkungen abzuschätzen, da es vom Standort der Infrastruktur für die geologische Speicherung von CO₂ abhängt.

Es wird davon ausgegangen, dass die Auswirkungen des Plans auf die Natur und die Artenvielfalt an Land keine grenzüberschreitenden Auswirkungen haben, da die Planungsgebiete an Land nicht an andere Länder grenzen.

8.3 Bevölkerung

8.3.1 Potenzielle Auswirkungen

Sowohl bei der Planung von CO₂-Speichern als auch bei anstehenden konkreten Projekten zur Errichtung von Bohrlöchern, Anlagen und Infrastruktur kann die Sicherheit der Bevölkerung durch mehrere Faktoren beeinträchtigt werden. Aber auch der Betrieb selbst, Überlegungen zum Unfallrisiko sowie die Tatsache, dass die Speicherung eine völlig neue Tätigkeit in Dänemark ist, können bei der Errichtung von CO₂-Speichern wichtige Faktoren für die Sicherheit der Bevölkerung sein.

Erfahrungen von der Ausweisung eines Gebiets für einen unterirdischen Erdgasspeicher in Tønder zeigen, dass sich dies auf die Wahrnehmung der Risiken in der Region durch die örtliche Bevölkerung und die örtlichen Unternehmen auswirkt [23]. Bürger und Unternehmen machten die Erfahrung, dass die Errichtung eines Erdgasspeichers negative Auswirkungen auf die Stadtentwicklung sowie sinkende Preise für Grundstücke und Immobilien haben würde, unter anderem aufgrund einer vermeintlich hohen Gefahr von Großexplosionen und Bränden. Andererseits zeigen die Erfahrungen mit den Erdgasspeichern in Lille Torup und Stenlille, dass ein Teil der lokalen Bevölkerung keine Bedenken hinsichtlich eines unterirdischen Erdgasspeichers hat.

Im Gegensatz zu einer Erdgasspeicherung besteht bei einer CO₂-Speicherung kein Risiko größerer Explosionen und Brände, und die Auswirkungen auf die Sicherheit dürften daher geringer sein als bei einer Erdgasspeicherung.

Schließlich können positive Auswirkungen auf die Bevölkerung in Form einer Erhöhung der Zahl lokaler Arbeitsplätze im Zusammenhang mit dem Bau und Betrieb von Anlagen sowie dem Transport von CO₂ zur geologischen Speicherung von CO₂ entstehen.

8.3.2 Methode und Datengrundlage

Es liegen keine öffentlich zugänglichen Sicherheits- und Sozialdaten vor, die ein angemessenes Bild des Sicherheitsgefühls der Bevölkerung und des Zustands der Gesellschaft für die ausgewiesenen fünf Gebiete an Land zeichnen könnten. Die Datengrundlage zum Sicherheitsgefühl der Bevölkerung und zum Zustand der Gesellschaft basiert in erster Linie auf den vom TrygFonden in der Sicherheitsumfrage 2021 [24] und Sicherheitsumfrage 2022 veröffentlichten allgemeinen Daten, die sich insbesondere mit den Dänen und dem Krieg in der Ukraine befassen [25]. Die Umfrage richtete sich nach den vom Dänischen Statistikamt verwendeten Landesteilen. Bei der Sicherheitsumfrage werden zwei einfache Sicherheitsmaßstäbe verwendet: der Sicherheitsscore und der „Anteil von Unsicher-Antworten“. Die Befragten wurden gebeten, auf einer Skala von 1-7 anzugeben, wie sicher bzw. wie unsicher sie sich im Alltag fühlen. Punkt 1 der Skala entspricht „Ich fühle mich im Alltag grundsätzlich sicher“, während Punkt 7 bedeutet „Ich fühle mich im Alltag grundsätzlich unsicher“. Die verwendete 7-Punkte-Skala wird in eine Skala von 0-100 umgewandelt, wobei Punkt 1 mit 100 gleichgesetzt wird. Der Durchschnitt wird in eine Indexzahl umgewandelt, die als Sicherheitsscore bezeichnet wird. Je näher eine bestimmte Gruppe in der Umfrage an 100 herankommt, desto sicherer fühlt sich die Gruppe. Der Sicherheitsscore fasst somit die Antworten der gesamten Gruppe in einer einzigen Zahl zusammen und ist unter anderem nützlich für Vergleiche des Sicherheitsgefühls zwischen Gruppen. Der zweite verwendete Maßstab, der „Anteil Unsicher-Antworten“, ist der Prozentsatz in einer bestimmten Gruppe, der auf der Antwortskala mit 5, 6 oder 7 geantwortet hat. Zur Zusammenfassung der wirtschaftlichen Unsicherheit werden dieselben beiden Methoden verwendet. „Weiß nicht“-Antworten werden bei der Analyse ausgeschlossen und werden bei der Anzahl der Antwortenden nicht mitgerechnet.

Die Wissensbasis zu den Auswirkungen auf das Sicherheitsgefühl der Bevölkerung speziell in Bezug auf die geologische Speicherung von CO₂, ist begrenzt, und daher basiert die Beschreibung und Bewertung der Auswirkungen auf Kenntnissen über Auswirkungen ähnlicher Projekte, beispielsweise aus Analysen im Zusammenhang mit Umweltverträglichkeitsprüfungen von dänischen Erdgasspeichern [23] sowie Erfahrungen aus und Forschung zur geologischen Speicherung von CO₂ im In- und Ausland [26]–[29].

Die Wissensbasis zu den Auswirkungen auf die Bevölkerung in Form von lokalen Arbeitsplätzen speist sich aus Schätzungen von ähnlichen Projekten, wie z. B. der Umweltverträglichkeitsprüfung des CO₂-Speicherprojekts Northern Lights in Norwegen [30], [31].

8.3.3 Umweltzustand

Die fünf Gebiete an Land sind so groß, dass davon ausgegangen werden kann, dass der Sicherheits- und Gesellschaftszustand übergeordnet betrachtet den allgemeinen Sicherheits- und Gesellschaftszustand in Dänemark widerspiegelt.

Laut Sicherheitsumfrage 2021 [24] liegt der durchschnittliche Sicherheitsscore bei fast sieben von zehn (69,3 Punkten). Der Anteil sich sicher fühlender Menschen in der dänischen Bevölkerung ist der niedrigste seit zehn Jahren. Gleichzeitig ist der Anteil der unsicheren Menschen auf mehr als zwei von zehn (21,2 %) gestiegen. Die Entwicklung des Sicherheitsempfindens rund um den Corona-Shutdown stellt ein Paradoxon dar, mit dem ersten nennenswerten Bruch in einem Trend abnehmender Sicherheit seit den ersten Umfragen im Jahr 2004. Das Paradoxe hängt damit zusammen, dass durch den Shutdown auch einige der bekannten Unsicherheitsquellen entfielen. Im Jahr 2020 gab

es weniger Einbrüche, gewalttätige Übergriffe und Insolvenzen. Weniger Menschen fürchteten sich vor Stress.

Die Sicherheitsumfrage beschreibt auch, wie sehr sich die 21 gemessenen Unsicherheiten auf die allgemeine Sicherheit im Alltag auswirken. Die vier Unsicherheiten, die sich am stärksten auf die allgemeine Sicherheit auswirken, sind die Unsicherheit, überfallen oder geschlagen zu werden, die Unsicherheit, dass die Finanzen der Familie durch einen schlechten Gesundheitszustand gefährdet sind, dass das Einkommen unregelmäßig ist und dass man unter starkem Stress steht, sodass man den Anforderungen der Familie über einen längeren Zeitraum im Alltag nicht gewachsen ist.

In Bezug auf die finanzielle Sicherheit sank der Anteil finanziell unsicherer Haushalte im Jahr 2021 auf 12,5 %. Der Wert ist der niedrigste seit den ersten Umfragen zur wirtschaftlichen Sicherheit im Jahr 2009 und liegt deutlich unter der wirtschaftlichen Unsicherheit von 19,2 % im Jahr 2013, als die Auswirkungen der Finanzkrise auf die wirtschaftliche Sicherheit der Dänen am größten waren.

Bei der Sicherheitsumfrage 2022 [25], insbesondere zum Sicherheitsempfinden der Dänen in Bezug auf den Krieg in der Ukraine, deuten die Antworten nicht darauf hin, dass sich das allgemeine Sicherheitsgefühl der Dänen durch den Krieg verändert hat. Vielmehr hat der Krieg dazu geführt, dass mehr Menschen in Bezug auf ihre Finanzen unsicher geworden sind. Der Anteil der Haushalte, die ihre Finanzen als mehr oder weniger unsicher erlebten, stieg im Mai 2022 auf 24 %. Besonders deutlich wird die wirtschaftliche Unsicherheit durch steigende Energiepreise, bei denen bis zur Hälfte der Bevölkerung persönliche Verunsicherung wegen „schwerwiegender finanzieller Probleme“ hegt. Die wirtschaftliche Unsicherheit spiegelte bisher die Nervosität vor (Langzeit-)Arbeitslosigkeit wider, bei der Sicherheitsumfrage 2022 war dies jedoch nicht der Fall. Seit Kriegsbeginn ist die Unsicherheit wegen möglicher Arbeitslosigkeit aufgrund der wachsenden Nachfrage nach Arbeitskräften leicht zurückgegangen.

In der Sicherheitsumfrage 2021 wurden die Teilnehmer gefragt, ob sie in dem Gebiet, in dem sie wohnhaft sind, Fortschritt oder Niedergang erleben. Die Dänen sind im Allgemeinen positiv eingestellt und in keinem Teil des Landes hat die Mehrheit eine negative Sicht auf die Entwicklung. Die Einteilung der Landesteile wurde bei der Befragung nach der Einteilung des Dänischen Statistikamtes (NUTS3) vorgenommen. Allerdings gibt es Unterschiede zwischen den Landesteilen.

Drei der Planungsgebiete liegen im am wenigsten optimistischen Teil des Landes, nämlich Süd- und Westseeland, zu dem die Planungsgebiete Stenlille, Havnsø und Rødby gehören. Der vorsichtige Optimismus deckt sich sehr gut mit der tatsächlichen wirtschaftlichen Entwicklung in der Region, die darin zum Ausdruck kommt, wie stark das Pro-Kopf-Jahreseinkommen der Bürger dieser Region in den Jahren 2011 bis 2019 im Durchschnitt gewachsen ist. Die Planungsgebiete Gassum und Thorning liegen landesteilübergreifend, in nämlich Ostjütland und Nordjütland bzw. Ostjütland und Westjütland. Beide Gebiete liegen teilweise in der zweitoptimistischsten Region Ostjütlands, wo das reale Wirtschaftswachstum im Durchschnitt auf dem Niveau von Nordjütland und Westjütland liegt, wo der Optimismus etwas ausgeglichener ist. Im Allgemeinen umfassen die Planungsgebiete kleinere Städte (1–4.999 Einwohner), Dörfer (<1.000 Einwohner) und ländliche Gebiete, in denen es in der Regel nur ein geringfügiges Übergewicht an Menschen gibt, die in ihrem Nahbereich einen Fortschritt sehen.

Anknüpfend an ihr Fortschrittserleben in den Landesteilen wurden die Teilnehmer bei der Sicherheitsumfrage nach ihrer Einschätzung gefragt, wo sie ihren nächsten Arbeitsplatz finden werden. Im Durchschnitt gehen 23 % der Bevölkerung davon aus, dass es für sie schwierig sein wird, einen neuen Job zu finden. In Süd- und Westsee-land ist der höchste Ausschlag zu verzeichnen, wo bis zu 32 % nicht damit rechnen, einen neuen Job zu finden, wenn sie ihren aktuellen Job verlieren. Gleichzeitig gehören Süd- und Westjütland zusammen mit Nordjütland zu den drei Teilen des Landes, in denen fast jeder andere sagt, dass es für ihn schwierig sein wird, in angemessener Entfernung einen neuen Arbeitsplatz zu finden.

Insgesamt scheinen das Fortschrittserleben und die Unterschiede bei den Beschäftigungsmöglichkeiten nicht mit dem allgemeinen Wohlergehen in den Teilen des Landes zusammenzuhängen, wobei es den Bürgern der Kopenhagener Gemeinden im Durchschnitt am schlechtesten geht. Im Großen und Ganzen kommt die Sicherheitsumfrage zu dem Schluss, dass es den Dänen gut geht und dass es beim Vergleich auf regionaler Ebene nicht darauf ankommt, wo man lebt.

In späteren Umweltprüfungen der konkreten Projekte zur geologischen Speicherung von CO₂ besteht die Möglichkeit, ein Sicherheits- und Sozialprofil der Bevölkerung in dem von den konkreten Projekten betroffenen Gebiet zu erstellen.

8.3.4 Bewertung der Erheblichkeit der Auswirkungen

Die Auswirkungen auf das Sicherheitsgefühl der Bevölkerung und die Schaffung lokaler Arbeitsplätze dürften sich innerhalb der in der Umweltverträglichkeitsprüfung aufgestellten Konzepte für den Transport und die Injektion von CO₂ in den Untergrund, wie im Abschnitt 3.7 beschrieben, nicht grundsätzlich unterscheiden. Daher werden ausschließlich die Gesamtauswirkungen auf das Sicherheitsgefühl und Schaffung lokaler Arbeitsplätze insgesamt infolge der Ausweisung von Gebieten bewertet, in denen mit der Speicherung von CO₂ im Untergrund begonnen werden kann.

Auswirkungen auf das Sicherheitsempfinden der Bürger

Es ist schwierig, eine völlig eindeutige Einschätzung darüber abzugeben, wie das Sicherheitsempfinden des Einzelnen durch die vom Plan ermöglichte Speicherung von CO₂ im Untergrund innerhalb der Planungsgebiete beeinträchtigt wird. Allerdings lassen sich die Auswirkungen auf das Sicherheitsempfinden der Bevölkerung auf größerer lokaler Ebene bis zu einem gewissen Grad anhand von Forschungsartikeln zur Akzeptanz bzw. Ablehnung der Bevölkerung gegenüber CO₂-Speicherprojekten in anderen Ländern beschreiben.

Die öffentliche Akzeptanz ist für die Implementierung neuer Technologien jeder Art von entscheidender Bedeutung. Die Implementierung von CO₂-Speichertechnologien in Ländern wie Frankreich, Belgien und Deutschland hat bei Interessengruppen und der Öffentlichkeit zu großem Widerstand gegen das Konzept selbst geführt. Trotz Forschung und Investitionen in diesem Bereich führte die Implementierung zu einer negativen Wahrnehmung sowohl der Speicherung als auch des Transports von CO₂, und mehrere Projekte zur Speicherung von CO₂ wurden gestoppt. Im Gegensatz dazu hat die Nutzung von CO₂ zu einer größeren Akzeptanz in der Bevölkerung geführt [29].

Ein Artikel aus dem Jahr 2016 [28] über die CO₂-Speicherung in einem nordeuropäischen Kontext zeigt außerdem, dass sowohl die Speicherung als auch die Rohrleitungen dazu beitragen können, die Akzeptanz der Bürger zu beeinflussen. Gleichzeitig gibt

es ähnliche Hinweise darauf, dass es den Bürgern schwerer fällt, eine Speicherung an Land zu akzeptieren als auf See. In einer Studie zur CO₂-Speicherung in den nordeuropäischen Ländern aus dem Jahr 2016 wurden bei den örtlichen Behörden große Unterschiede beim Wissen über, der Einstellung zur und der Arbeit mit CO₂-Speicherung festgestellt. Sowohl das Bewusstsein der Gemeinden und Bürger für die geologischen Speicherung von CO₂ und ihre Wahrnehmung müssen im Zusammenhang mit der nationalen Politik und Gesetzgebung gesehen werden, wobei Norwegen über eine gut entwickelte Politik in diesem Bereich verfügt, während sie in Dänemark und Schweden begrenzt ist und erst am Anfang der Entwicklung steht. Die Studie veranschaulicht beispielhaft den Widerstand der nordjütländischen Kommunen und der Bevölkerung gegen ein CO₂-Speicherprojekt, das aufgegeben werden musste.

In einem Artikel aus dem Jahr 2019 [32] über die Hindernisse für eine breitere Implementierung der CO₂-Speicherung als Technologie werden eine Reihe von Hindernissen vorgestellt, die Hinweise darauf geben können, was das Sicherheitsgefühl der Bürger rund um die CO₂-Speicherung als Technologie beeinträchtigt. In der Studie wird insbesondere darauf hingewiesen, dass es in der Öffentlichkeit an Wissen über die CO₂-Speicherung mangelt, um die Technologie akzeptieren zu können, da es sonst zu Missverständnissen über die Technologie kommen kann. Gleichzeitig wird darauf hingewiesen, dass die Bürger verunsichert werden, wenn die Kommunikation zur CO₂-Speicherung fehlt oder nicht ausreichend ist, und wenn keine Stellung zur Konkurrenz von Alternativtechniken in der Entwicklung genommen wird. Dies unterstreicht auch ein aktueller Artikel aus dem Jahr 2022 [29] zum aktuellen Stand der CO₂-Speicherung in Europa.

Die Aspekte in den beiden Studien aus den Jahren 2019 und 2022 befassen sich vor allem mit dem Prozess als einem wichtigen Faktor dafür, wie Kommunen und Bevölkerung auf die CO₂-Speicherung als Technologie reagieren und wie sicher sie sich bei konkreten Projekten auf lokaler Ebene fühlen.

Ein Artikel aus dem Jahr 2021 [27] betont, dass Standortfaktoren auch entscheidend dafür sind, wie sicher die Bevölkerung sich mit der Verbreitung der CO₂-Speichertechnologie und der Initiierung konkreter Projekte fühlt. Die Standortfaktoren wirken sich auf verschiedene Projektstandorte unterschiedlich aus, je nachdem, wie sie von den lokalen Akteuren interpretiert werden. Ein Projekt wird daher an verschiedenen Orten unterschiedlich wahrgenommen und das Sicherheitsempfinden der Bevölkerung hängt von den Charakteristiken und Überzeugungen der Bevölkerung sowie den Merkmalen des Standorts und den damit verbundenen Vorteilen und Risiken ab. Laut der Studie sind die wichtigsten Standortfaktoren, die zur Sicherheit bei der Akzeptanz von Projekten beitragen, lokale Entwicklungspläne, die öffentliche Wahrnehmung von Inklusion und Fairness, Erfahrungen mit ähnlichen Akteuren und Themen, die sozioökonomischen Merkmale der Gemeinschaft und der rechtliche Status von CO₂-Speichertechnologie im Land. In den Gebieten, in denen das Sicherheitsgefühl in Bezug auf CO₂-Projekte ausreichend groß für eine Annahme der Projekte war, wurden sie bei der umliegenden Bevölkerung einerseits als Vorteil bringend angesehen, gaben aber andererseits auch Anlass zu Besorgnis. Alle akzeptierten Projekte in der Studie brachten der Bevölkerung vor Ort Vorteile in Form von wirtschaftlichen Möglichkeiten, Identität und Anerkennung. Sowohl angenommene als auch abgelehnte Projekte riefen in den lokalen Gemeinschaften Bedenken hervor – beispielsweise hinsichtlich der Frage der Gerechtigkeit und der möglichen Auswirkungen auf die Gesundheit, die lokalen Ressourcen und das Alltagsleben. Abhängig von der Art des vorgeschlagenen Projekts und den

damit verbundenen Narrativen wurden besondere Nahtstellen von Standortfaktoren und den damit verbundenen Vorteilen und Bedenken aktiviert.

Die Auswirkungen auf das Sicherheitsgefühl der Bürger sind wie beschrieben ein komplizierter Zusammenhang zwischen dem Prozess und der Platzierung der konkreten CO₂-Speicherprojekte mit den damit verbundenen Standortfaktoren. Daher ist es schwierig, die konkreten Auswirkungen auf die Sicherheit durch die übergeordnete Ermöglichung der CO₂-Speicherung in den Planungsgebieten abzuschätzen. Das allgemeine Sicherheitsgefühl in Dänemark ist hoch, obwohl es im Laufe der Zeit abgenommen hat, wie im Abschnitt zum Umweltzustand beschrieben. Daher wird die Vulnerabilität gegenüber Auswirkungen auf das Sicherheitsempfinden auf übergeordneter Ebene als gering eingeschätzt. Die geografische Ausbreitung der Auswirkungen auf das Sicherheitsempfinden wird als regional eingeschätzt, entsprechend der Ausdehnung der Planungsgebiete über Gemeindegrenzen hinweg. Die Intensität der Auswirkungen auf das Sicherheitsempfinden wird als potenziell hoch eingeschätzt, da es sowohl aus Dänemark als auch aus Europa mehrere Beispiele dafür gibt, dass das Sicherheitsgefühl der Bürger insbesondere durch Unsicherheiten in Bezug auf die Auswirkungen konkreter CO₂-Speicherprojekte stark beeinträchtigt wird. Auf der Grundlage des oben Gesagten wird davon ausgegangen, dass die gesamten wahrscheinlichen Auswirkungen potenziell erheblich sind.

Schaffung lokaler Arbeitsplätze

Einer der Standortfaktoren, die dazu beitragen können, dass die Öffentlichkeit die Entstehung von CO₂-Speicherprojekten akzeptiert, ist die Schaffung von Mehrwert für die lokale Bevölkerung in Form von wirtschaftlichen Möglichkeiten und der Schaffung lokaler Arbeitsplätze. Basierend auf Erkenntnissen vom CO₂-Speicherprojekt Northern Lights in Norwegen [30] wird ein Hinweis auf die Verteilung der Wertschöpfungs- und Beschäftigungseffekte gegeben, die ein CO₂-Speicherprojekt auf lokaler, regionaler und nationaler Ebene bewirken kann. Die Entwicklung von Northern Lights basiert auf der Kapazität, jährlich 1,5 Millionen Tonnen (Mt) CO₂ über einen Zeitraum von 25 Jahren speichern zu können, bis zu einer maximalen Kapazität von ca. 37,5 Mt. Zum Vergleich: GEUS schätzt das Speicherpotenzial der Speicherstätte Gassum auf 586 Mt. CO₂ [3]. Der Vergleich ist jedoch dadurch eingeschränkt, dass man in Dänemark durchaus Anlagen mit anderen Merkmalen und in einem Kontext ohne die Bauarbeiten erschwerendes Felsgelände errichten kann.

Für den Bau des Projekts Northern Lights in Norwegen wurde der Investitionsaufwand auf insgesamt 4.200 Mio. DKK (6.354 Mio. NOK) geschätzt. Die Summe wurde auf Grundlage eines frühen Projektstadiums geschätzt und ist mit einer Unsicherheit von +/- 30 % behaftet. Von der regionalen Wertschöpfung entfallen ca. 80 % auf die Bauarbeiten zur Errichtung der CO₂-Speicheranlage.

Die nationalen Beschäftigungseffekte des Baus des Northern-Lights-Projekts werden auf 2.100 Mannjahre geschätzt, verteilt auf eine Bauzeit von sechs Jahren. Die geschätzten nationalen Beschäftigungseffekte verteilen sich auf 986 Mannjahre direkte Beschäftigungseffekte in den Zulieferunternehmen des Projekts und 522 Mannjahre indirekte Effekte bei deren Unterlieferanten. Die gesamten Produktionseffekte belaufen sich auf insgesamt 1.507 Mannjahre. Die restlichen 593 Mannjahre sind Konsumeffekte infolge des Konsums der Arbeitnehmer, der Zahlung von Steuern usw. Es wird geschätzt, dass der Bau einen regionalen Beschäftigungseffekt von mehr als 250 Mannjahren mit sich bringt. Die direkten Beschäftigungseffekte verteilen sich auf knapp 140

Mannjahre direkte Produktionseffekte bei Zulieferunternehmen, 70 Mannjahre indirekte Produktionseffekte bei deren Unterlieferanten und schließlich 40 Mannjahre Konsumeffekte.

Die Beschäftigungseffekte des Betriebs des Northern-Lights-Projekts werden auf 46 Mannjahre auf nationaler Ebene und 18 Mannjahre auf lokaler Ebene in einem durchschnittlichen Betriebsjahr geschätzt. Sieben dieser Mannjahre werden im Öl- und Gasbereich und sechs in der öffentlichen Verwaltung erwartet, was vor allem auf die berechnete kommunale Grundsteuer von etwa 6,3 Mio. DKK (9,5 Mio. NOK) zurückzuführen ist. Der Rest des lokalen Beschäftigungseffekts verteilt sich auf andere Sektoren.

Das Beispiel von Northern Lights verdeutlicht, dass die Wertschöpfungs- und Beschäftigungseffekte beim Bau neuer CO₂-Speicheranlagen am größten sind, während der Betrieb der Anlagen deutlich weniger Personal erfordert. Es wird geschätzt, dass die Ausbreitung der CO₂-Speicherung einen Beitrag zur Wertschöpfung und Beschäftigung in den Gebieten leisten wird. Für Stenlille werden sich die Optionen zur CO₂-Speicherung potenziell auf bestehende Unternehmen in der Erdgasspeicherung auswirken.

Wie unter Umweltzustand beschrieben, gibt es in den ausgewiesenen Gebieten einen erheblichen Anteil der Bevölkerung, der davon ausgeht, dass es für ihn schwierig sein wird, einen neuen Arbeitsplatz zu finden. Daher wird die Vulnerabilität der Bevölkerung gegenüber der Situation auf dem Arbeitsmarkt als mäßig eingeschätzt und die Schaffung neuer Arbeitsplätze als eine positive Auswirkung. Wie die Zahlen des Northern-Lights-Projekts zeigen, haben CO₂-Speicherprojekte das Potenzial, Wertschöpfungs- und Beschäftigungseffekte mit einer großen geografischen Streuung über die Landesgrenzen hinaus zu sichern. Wie auch das Beispiel aus Norwegen zeigt, gehen die Wertschöpfung und die Schaffung von Arbeitsplätzen nach dem Bau der Anlage deutlich zurück. Daher wird die Intensität der Auswirkungen als mäßig bewertet. Die Gesamtfolge für die Schaffung lokaler Arbeitsplätze wird daher als mäßig und positiv eingeschätzt.

Die Auswirkungen der durch den Plan ermöglichten Tätigkeiten werden am gravierendsten in den Gebieten sein, in denen es bereits an Arbeitsplätzen mangelt oder die Bevölkerung vor Ort sich allgemein unsicher fühlt. Letzteres kann beispielsweise mit Unsicherheiten über Umweltprobleme wie PFAS im Grundwasser oder mangelndem Vertrauen in Behörden zusammenhängen. Auf übergeordneter Ebene gibt es keine Grundlage für die Einschätzung, dass die kumulative Wirkung zu einer erheblichen Auswirkung führen wird.

Die Auswirkungen auf die Bevölkerung müssen im Zusammenhang mit der Tatsache gesehen werden, dass wir als Gesellschaft eine Reihe von Zielen für Sicherheit und psychische Gesundheit haben. Dies geht unter anderem aus dem UN-Nachhaltigkeitsziel 3 hervor, das als Unterziel vorsieht, dass psychische Gesundheit und Wohlbefinden gefördert werden müssen.

In der 0-Alternative erfolgt die Speicherung von CO₂ entweder an Standorten im bereits ausgeschriebenen Gebiet in der Nordsee oder in anderen Ländern. Aus Sicht der Bevölkerung muss damit gerechnet werden, dass die Auswirkungen auf das Sicherheitsempfinden geringer ausfallen, wenn die geologische Speicherung von CO₂ im Meer erfolgt, wo weniger Risiken in der Nähe der Bevölkerung auftreten. Bei einer geologischen Speicherung von CO₂ an Land im Ausland ist auf übergeordnetem Planniveau mit entsprechenden Auswirkungen auf die Bevölkerung zu rechnen.

Zusammenfassende Bewertung

In Bezug auf die 0-Alternative und die Zielvorgaben für die Bevölkerung werden die gesamten Auswirkungen von Tätigkeiten zur CO₂-Speicherung auf die Bevölkerung sowohl als erheblich und negativ in Gestalt von Auswirkungen auf die Unsicherheit als auch als mäßig und positiv in Gestalt der Schaffung von Arbeitsplätzen bewertet.

Tabelle 8-8 Potenzielle Auswirkungen auf die Bevölkerung

Umwelt-auswirkung	Vulnerabilität des Umwelt-faktors	Geografische Ausdehnung	Intensität	Wahrscheinliche Auswirkungen
Auswirkungen auf das Sicherheitsempfinden der Bürger	Gering	Regional	Hoch	Erheblich und negativ
Schaffung lokaler Arbeitsplätze	Mäßig	National/international	Mäßig	Mäßig und positiv

Kumulative Effekte und grenzüberschreitende Auswirkungen

Die Auswirkungen auf die Bevölkerung können weitgehend als kumulative Auswirkungen betrachtet werden, bei denen mehrere Ursachen Auswirkungen auf Sicherheit und Arbeitsplätze haben.

Die im Plan ausgewiesenen Gebiete sind weit entfernt von bewohnten Gebieten in Norwegen und Schweden und ca. 20 km von bewohnten Gebieten in Deutschland entfernt. Es wird daher nicht davon ausgegangen, dass es erhebliche Auswirkungen auf das Sicherheitsempfinden der Bevölkerung in den Nachbarländern gibt. Im Falle der Abscheidung und des Transports von CO₂ aus den Nachbarländern in den dänischen Kontext können die dänischen Tätigkeiten zur geologischen Speicherung von CO₂ jedoch zu einer geringfügigen Schaffung von Arbeitsplätzen in den Nachbarländern führen, was als nicht erhebliche positive Auswirkung eingeschätzt wird.

8.4 Menschliche Gesundheit

8.4.1 Potenzielle Auswirkungen

Es wird erwartet, dass der Plan für Gebiete zur geologischen Speicherung zu einer Reihe von Tätigkeiten führen wird, die Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit haben können. Dabei handelt es sich um Auswirkungen im Zusammenhang mit Bohrarbeiten und dem Bau von Injektionsstationen in Form von Lärm, Vibrationen und Licht vom Bohrturm. Darüber hinaus kann die menschliche Gesundheit durch den Transport von CO₂ beeinträchtigt werden, wenn CO₂ mit Lastkraftwagen transportiert wird und es möglicherweise zu einem erhöhten Unfallrisiko und einer erhöhten Lärmbelastung durch den Verkehr kommt. Schließlich kann die Freisetzung von CO₂ durch Transport, Injektion oder geologische Speicherung die menschliche Gesundheit beeinträchtigen. Hier könnte eine Freisetzung die Trinkwasser- und Luftqualität beeinträchtigen, was zu gesundheitlichen Folgen führen könnte.

Laut Scoping-Erklärung muss die Umweltverträglichkeitsprüfung die oben genannten potenziellen Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit insgesamt beschreiben und bewerten. Der Abschnitt bewertet die Auswirkungen technischer Anlagen, des Transports und der Speicherung von CO₂.

8.4.2 Methode und Datengrundlage

Die Datengrundlage für die menschliche Gesundheit basiert in erster Linie auf allgemeinen Daten des nationalen Gesundheitsprofils, das von der dänischen Gesundheitsbehörde im Jahr 2022 veröffentlicht wurde [33]. Es liegen keine öffentlich zugänglichen Gesundheitsdaten vor, die ein angemessenes Bild des Gesundheitszustands für die ausgewiesenen fünf Gebiete an Land zeichnen könnten.

Die Wissensbasis zu den Auswirkungen durch die geologische Speicherung von CO₂ ist begrenzt, daher basiert die Beschreibung der Auswirkungen auf Kenntnissen über Auswirkungen aus ähnlichen Projekten, beispielsweise aus Tiefenbohrungen im Zusammenhang mit geothermischen Bohrungen und ausländischen Erfahrungen mit der geologischen Speicherung von CO₂. Die Bewertung basiert weitgehend auf der Erfahrungssammlung der Publikation "CCS – internationale erfaringer – sikkerhed, natur og miljø" aus dem Jahr 2021 [34].

Die Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit werden unter Berücksichtigung der Tatsache bewertet, dass wir als Gesellschaft eine Reihe von Zielen zur Reduzierung der Luftverschmutzung (einschließlich des Göteborg-Protokolls) und des Lärms haben und dass eine bessere Gesundheit im Mittelpunkt der EU-Strategien sowie von UN-Nachhaltigkeitsziel Nr. 3 zu Gesundheit und Wohlbefinden steht, was unter anderem bedeutet, dass die Zahl der Todes- und Krankheitsfälle infolge der Exposition gegenüber gefährlichen Chemikalien sowie der Luft-, Wasser- und Bodenverschmutzung bis 2033 deutlich reduziert werden muss.

Zusammenhänge zwischen Auswirkungen in Form von Lärm, Freisetzungen etc. und Folgen für die menschliche Gesundheit basieren auf dem vorhandenen Wissen über mögliche gesundheitliche Folgen.

8.4.3 Umweltzustand

Die fünf Gebiete an Land sind so groß, dass davon ausgegangen werden kann, dass der Gesundheitszustand der Menschen übergeordnet betrachtet den allgemeinen Gesundheitszustand in Dänemark widerspiegelt. Laut Nationalem Gesundheitsprofil schätzen mehr als acht von zehn Dänen (83,3 %) ihren Gesundheitszustand als ausgezeichnet, sehr gut oder gut ein [33]. Auch das nationale Gesundheitsprofil beschreibt eine Entwicklung mit einem Anstieg des Anteils mit einem niedrigen Wert auf der Skala für psychische Gesundheit und einem geringeren Anstieg des Anteils mit einem niedrigen Wert auf der Skala für körperliche Gesundheit. Es gibt kleinere Unterschiede zwischen den Regionen.

Bei späteren Umweltprüfungen der konkreten Projekte zur geologischen Speicherung von CO₂ besteht die Möglichkeit, ein Gesundheitsprofil der Bevölkerung in dem von den konkreten Projekten betroffenen Gebiet zu erstellen.

8.4.4 Bewertung der Erheblichkeit der Auswirkungen

Bohr- und Bauarbeiten

Zu den Auswirkungen im Zusammenhang mit Bohrungen und dem Bau von Injektionsstationen gehören Lärm und Vibrationen durch die Herstellung des Bohrlochs und Licht vom Bohrturm, die mehrere Monate anhalten können. Auch kann es bei Bau- und Aushubarbeiten zu Staubbelastigungen kommen.

Generell können Lärm und Vibrationen zu einer Reihe gesundheitlicher Folgen führen, darunter Stress und Bluthochdruck [35]. Die Auswirkungen auf die Gesundheit der Menschen werden unter anderem von der Entfernung zum nächstgelegenen Wohnort und dem Gesundheitsprofil der Anrainer der nachfolgenden konkreten Projekte abhängen.

Es liegen keine dänischen Erfahrungen zu Auswirkungen im Zusammenhang mit den Bohrarbeiten für Injektionsbohrungen zur geologischen Speicherung von CO₂ vor. Die Bohrarbeiten im Zusammenhang mit Geothermieprojekten weisen Gemeinsamkeiten mit den Bohrarbeiten zur CO₂-Injektion in den Untergrund auf und können daher als Referenzrahmen dienen. Beispielsweise hat die Gemeinde Aarhus entschieden, dass konkrete Bohrarbeiten für eine Geothermie-Erkundungsbohrung keine erheblichen negativen Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit haben, selbst wenn die Bohrarbeiten in der Nähe eines städtischen Gebiets stattfinden [36].

Insgesamt werden die Auswirkungen des Plans auf die menschliche Gesundheit im Zusammenhang mit der Errichtung und dem Betrieb von Bohrungen und Anlagen als negativ eingeschätzt, mit einer lokalen geografischen Ausbreitung und mit mäßiger Intensität während der laufenden Bohrarbeiten. Die Auswirkungen werden daher als nicht erheblich eingeschätzt.

Transport

Die menschliche Gesundheit kann auch im Zusammenhang mit Lärm und Luftemissionen von mit fossilen Brennstoffen angetriebenen Verkehrsmitteln und durch CO₂, das in Folge von Unfällen beim CO₂-Transport per Lkw, Bahn oder Rohrleitungen freigesetzt wird, beeinträchtigt werden. Lärm und Luftemissionen können zu einer Reihe gesundheitlicher Folgen führen, darunter Stress und Bluthochdruck [35] sowie Atemwegsinfektionen, Blutgerinnsel usw. [37]

Der Lkw-Transport wird voraussichtlich übergangsweise bis zur Fertigstellung fester Infrastruktur in Form von Rohrleitungen die primäre Transportform sein und größtenteils auf dem übergeordneten Straßennetz stattfinden. Im Abschnitt 3.4 wurde beispielsweise beschrieben, dass der CO₂-Transportbedarf vom ARC-Energiekraftwerk „Amager Bakke“ täglich durchschnittlich ~45 Lkw-Ladungen entspricht. Es ist daher wahrscheinlich, dass Menschen in der Nähe von Speicherstandorten in einer Übergangszeit verstärktem Lkw-Verkehr ausgesetzt sind. Wahrscheinlich wird es Transportstrecken geben, bei denen die CO₂-Mengen zu gering sind, als dass Rohrleitungen realistisch wären. Der Lkw-Transport ist mit Emissionen verbunden und trägt damit zur Luftverschmutzung bei, insbesondere solange die Fahrzeuge mit fossilen Brennstoffen angetrieben wird. Die Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit hängen unter anderem vom Ausmaß des Lkw-Transports, den Emissionen der Lkw, der Exposition der Bevölkerung und dem Gesundheitszustand der exponierten Bevölkerung ab. Es ist nicht möglich, die Auswirkungen abzuschätzen, ohne den Umfang der Speicherung, Einzelheiten über den Standort und die Entfernung zu Wohnhäusern zu kennen. Auf übergeordneter Ebene ist nicht davon auszugehen, dass die geologische Speicherung von CO₂ zu einer signifikanten Veränderung der Gesundheit der Bevölkerung in

den großen Gebieten führen wird. Allerdings wird es anschließend bei den konkreten Projekten und konkreten Standorten zu erheblichen Auswirkungen kommen können.

Wie im Abschnitt 8.6 beschrieben, besteht beim Szenario des CO₂-Transports per Lkw oder Bahn ein geringfügig erhöhtes Risiko für Unfälle mit einer Freisetzung von CO₂. Hier sind die Folgen eines Unfalls nicht nennenswert anders als bei den Lkw, die heute CO₂ für die Industrie auf den Landstraßen befördern, es werden aber prozentual minimal mehr Lkw auf den Straßen unterwegs sein, die CO₂ transportieren. Lkw können jeweils ca. 30 Tonnen CO₂ transportieren, und ein Unfall mit daraus resultierendem CO₂-Austritt wird lokal Auswirkungen haben [34]. Die geografische Ausdehnung des betroffenen Gebiets hängt von den örtlichen physikalischen Bedingungen, dem Ausmaß des Lecks und den Windverhältnissen ab.

Der Großteil des Lkw-Transports wird voraussichtlich vor allem in Industriegebieten und auf dem übergeordneten Straßennetz in der offenen Landschaft stattfinden, wo freigesetztes CO₂ effektiv verteilt wird, ohne dass es zu nennenswerten Auswirkungen auf Mensch und Natur kommt. Soweit Lkw auf Straßen fahren, auf denen der Luftaustausch geringer ist, z. B. in Tunneln, besteht im Falle einer Freisetzung ein höheres Risiko, gefährliche CO₂-Werte zu erreichen [34].

Der Rohrleitungstransport von CO₂ unter Druck gilt als ausgereifte kommerziell verfügbare Technologie, und in der Literatur wurde nur ein einziger Unfall mit Freisetzung gefunden [34]. Der Unfall hat keine Todesfälle zur Folge. Die Rohrleitungen werden hinsichtlich des Drucks und mit einem speziellen Notfallplan für Leckagen und Unfälle kontinuierlich überwacht, wobei eine CO₂-Freisetzung über einen längeren Zeitraum als unwahrscheinlich gilt.

Die Auswirkungen des CO₂-Transports auf die menschliche Gesundheit werden vor allem lokal und in Gebieten mit geringer Vulnerabilität der Bevölkerung mit mittlerer Intensität auftreten, da der Transport hauptsächlich auf dem übergeordneten Straßennetz und in Industriegebieten stattfindet. Auf Planungsebene sind daher keine erheblichen Folgen für die menschliche Gesundheit zu erwarten.

Speicherung

Die menschliche Gesundheit wird durch die Freisetzung von CO₂ beeinträchtigt, sei es durch die Injektion von CO₂ in den Untergrund oder durch die geologische Speicherung. Nach Einschätzung von GEUS ist es sehr unwahrscheinlich, dass CO₂ durch ein Dichtungsgestein treten kann, wie in Abschnitt 3.5 beschrieben. Gleichzeitig können Genehmigungen zur Speicherung von CO₂ nach den Regelungen der CCS-Richtlinie nicht erteilt werden, wenn die Gefahr eines Austritts mit erheblichen Umweltauswirkungen besteht, siehe Abschnitt 3.6. Freisetzungen aus der Speicherung tief unter der Erde werden daher nicht berücksichtigt.

Bei Prospektions- und Bohrarbeiten besteht die Gefahr von Blowouts, wenn beim Bohren auf natürliche Vorkommen von Kohlenwasserstoffen in Form von CO₂, Öl oder Gas im Untergrund gestoßen wird. Es liegen keine Erkenntnisse über größere natürliche Vorkommen von CO₂ im dänischen Untergrund vor und es wird daher als sehr unwahrscheinlich eingeschätzt, dass bei Erkundungsbohrungen auf natürliche CO₂-Vorkommen gestoßen wird. Speichergenehmigungen erfordern im Allgemeinen Überwachungsprogramme für die Bohrungen, um sicherzustellen, dass es nicht zu Blowouts kommt,

sowie Sicherheitsmaßnahmen für den Umgang mit Situationen, in denen es Hinweise auf Entwicklungen gibt, die möglicherweise zu Blowouts führen könnten.

In Bezug auf den Teil der menschlichen Gesundheit, der Unfälle in Anlagen zur geologischen Speicherung von CO₂ betrifft, gibt es ausführliche Berichte vom norwegischen Northern-Lights-Projekt, in denen Risiken im Zusammenhang mit dem Speicherort unter anderem durch eine Korrelation zwischen Risiko und Tätigkeiten in Zonen im Umkreis des Unternehmens genau geregelt sind [30]. Dabei dürfen Zonen mit Wohngebäuden, Geschäften und kleineren Unterkünften einem Risiko von höchstens 1 Todesfall pro 1.000.000 Jahre ausgesetzt sein. Eine Zone mit öffentlichen Straßen, Bahnanlagen, Hafenanlagen und Arbeitsplätzen in Industrie und Verwaltung darf höchstens einem Risiko von 1 Todesfall pro 100.000 Jahre ausgesetzt sein. Wie in Norwegen wird es auch in dänischen Lagerstätten eine strenge Risikoregulierung geben.

Gleichzeitig kann die Speicherung von CO₂ als positiver Beitrag gesehen werden, indem sie die CO₂-Menge in der Atmosphäre reduziert und damit in geringerem Maße dazu beiträgt, klimabedingte Auswirkungen auf die Gesundheit, beispielsweise Auswirkungen von Hitzewellen, zu verringern.

Bei der Stilllegung werden Bohrlöcher und ggf. Rohre stillgelegt. Dies geschieht mit bekannten Methoden und das Risiko einer CO₂-Freisetzung wird als gering eingeschätzt.

Zusammenfassende Bewertung

Insgesamt wird davon ausgegangen, dass die Wahrscheinlichkeit einer Beeinträchtigung der menschlichen Gesundheit durch die Injektion und Lagerung gering ist. Die Auswirkungen werden von begrenztem geografischen Ausmaß sein und unfallbedingte Auswirkungen können von hoher Intensität sein, es wird jedoch erwartet, dass sie in Gebieten mit geringer Bevölkerungsdichte und ohne vulnerable Bevölkerungsgruppen auftreten. Die Folgen der Auswirkungen werden daher als vernachlässigbar bis mäßig eingeschätzt.

Tabelle 8-9 Mögliche Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit

Umweltauswirkung	Vulnerabilität des Umweltfaktors	Geografische Ausdehnung	Intensität	Folgen
Technische Anlagen	Gering - hoch	Lokal	Mäßig	Gering-mäßig und negativ
Transport	Gering	Lokal	Mäßig	Mittelmäßig und negativ
Austritt von CO ₂	Gering	Lokal-regional	Hoch	Vernachlässigbar-geringfügig und negativ

In der 0-Alternative erfolgt die Speicherung von CO₂ entweder an Standorten im bereits ausgeschriebenen Gebiet in der Nordsee oder in anderen Ländern. Aus Sicht der menschlichen Gesundheit muss damit gerechnet werden, dass die gesundheitlichen Auswirkungen geringer ausfallen, wenn die geologische Speicherung von CO₂ auf See erfolgt, wo weniger Risiken von Freisetzungen in der Nähe der Bevölkerung bestehen, insbesondere Risiken im Zusammenhang mit dem Injektionsort. Bei einer geologischen

Speicherung von CO₂ an Land im Ausland ist auf übergeordnetem Planniveau mit entsprechenden Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit zu rechnen.

Kumulative Effekte und grenzüberschreitende Auswirkungen

Die Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit sind größtenteils kumulative Auswirkungen, da mehrere Quellen zu Lärm und Luftverschmutzung beitragen. Die Auswirkungen der durch den Plan ermöglichten Tätigkeiten werden am kritischsten in den Gebieten sein, in denen bereits heute ein hoher Verschmutzungsgrad oder ein hoher Lärmpegel herrscht. Die Standorte für die geologische Speicherung von CO₂ sind nicht bekannt und daher ist es nicht möglich, das Ausmaß der kumulativen Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit abzuschätzen.

Die im Plan ausgewiesenen Gebiete sind weit entfernt von bewohnten Gebieten in Norwegen und Schweden und ca. 20 km von bewohnten Gebieten in Deutschland entfernt. Daher sind keine nennenswerten Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit in den Nachbarländern zu erwarten.

8.5 Flüsse, Seen und Grundwasser

8.5.1 Beschreibung potenzieller Auswirkungen

Der Plan wird Tätigkeiten ermöglichen, die sich auf Oberflächenwasser und Grundwasser auswirken können. Bei Grundwasser handelt es sich dabei insbesondere um das Bohren von Injektionsrohren, etwaige Leckagen über den Zeitraum, in dem CO₂ in den Untergrund gepumpt wird, und das Verschließen des Injektionsrohrs nach beendeter Injektion. Auf Flüsse und Seen werden je nach Standort insbesondere Baumaßnahmen für Gebäude, Speicheranlagen und eventuelle Rohrtrassen Auswirkungen haben. Darüber hinaus besteht die Gefahr von CO₂-Freisetzungen aus Anlagen an der Oberfläche mit Auswirkungen auf Oberflächengewässer. Der Standort der CO₂ ist nicht bekannt, daher ist es nicht möglich, die Auswirkungen auf bestimmte Wasserkörper zu beschreiben.

8.5.2 Methode und Scoping

In der dänischen Wasserplanung wurden für die einzelnen Oberflächenwasser- und Grundwasserkörper spezifische Umweltziele festgelegt⁴⁶. Die Anforderung in den Bewirtschaftungsplänen für die Einzugsgebiete besteht grundsätzlich darin, dass die Oberflächenwasserkörper einen „guten ökologischen Zustand“ erreichen müssen und sich der bestehende Zustand nicht verschlechtern darf. Sinkt mindestens ein Qualitätselement um eine Stufe, gilt dies als *Verschlechterung*, auch wenn dadurch die Gesamtbewertung nicht verändert wird.

Die Bewertung erfolgt auf übergeordneter Ebene, wobei grundsätzlich nur Benennungen für Flüsse, Flusssysteme und Grundwasserkörper auf übergeordneter Ebene vorliegen. Die Auswirkungen auf Oberflächenwasserkörper wird im Folgenden anhand von drei Schwerpunkten bewertet:

- Technische Anlagen
- Transportleitungen
- Austritt von CO₂

⁴⁶ Bekendtgørelse af lov om vandplanlægning. LBK Nr. 126 af 16/12/2019 [dt. DVO Nr. 126, Wasserplanungsverordnung vom 26.01.2017]

Die Bewertung potenzieller Auswirkungen auf Wasserkörper mit festgelegtem Zielzustand umfasst auch die Bewertung potenzieller Auswirkungen auf Wasserkörper ohne festgelegten Zielzustand, die Teil von Flusssystemen mit Flüssen mit festgelegtem Zielzustand sind.

Für die Grundwasserkörper mit festgelegtem Zielzustand werden die Zustandsparameter gemäß Basisanalyse für den Wasserplanzeitraum 2021-2027 in chemischen und quantitativen Zustand unterteilt, eine entsprechende Aufteilung gilt auch für die Umweltziele. Abgegrenzte Grundwasserkörper müssen einen guten quantitativen und chemischen Zustand erreichen. Der quantitative Zustand wird in Bezug auf den Wasserhaushalt, den Einfluss des Grundwassers auf Oberflächenwasser und das Eindringen von Salzwasser in das Grundwasser gemessen. Der chemische Zustand wird in Bezug auf Qualitätsanforderungen und Grenzwerte für eine Reihe von Schadstoffen gemessen, die in der Wasserrahmenrichtlinie und der Grundwasserrichtlinie aufgeführt sind. Tätigkeiten zur geologischen Speicherung von CO₂ dürfen nicht zu einer Überschreitung der Qualitätsanforderungen oder zu einer Erhöhung der Stoffkonzentrationen von Stoffen führen, deren Qualitätsanforderungen bereits überschritten wurden.

Die bestehenden Bedingungen werden auf der Grundlage von Daten aus Veröffentlichungen und Datenbanken beschrieben, die die Kartierung und Überwachung von Flüssen, Seen und Grundwasser in Dänemark mit festgelegtem Zielzustand umfassen. Hierbei handelt es sich um:

- MiljøGIS für die Bewirtschaftungspläne für die Einzugsgebiete 2015-2021⁴⁷
- MiljøGIS für Vorschläge für Bewirtschaftungspläne für die Einzugsgebiete 2021-2027⁴⁸
- Ausweisungen von Trinkwasserinteressen

8.5.3 Umweltzustand

In allen ausgewiesenen Planungsgebieten an Land gibt Flüsse und/oder Seen mit festgelegtem Zielzustand.

Flüsse und Seen

Das Ziel kann sowohl ein guter ökologischer Zustand als auch ein gutes ökologisches Potenzial sein und ist im folgenden Auszug aus dem Vorschlag für den Bewirtschaftungsplan für die Einzugsgebiete 2021-2027 aufgeführt.

⁴⁷ <https://miljoegis.mim.dk/spatialmap?profile=vandrammedirektiv2-bek-2019>

⁴⁸ <https://miljoegis.mim.dk/spatialmap?profile=vandrammedirektiv3hoering2021>

Die Flüsse und Seen mit festgelegtem Zielzustand im Planungsgebiet Gassum sind in Abbildung 8-11 zu sehen.

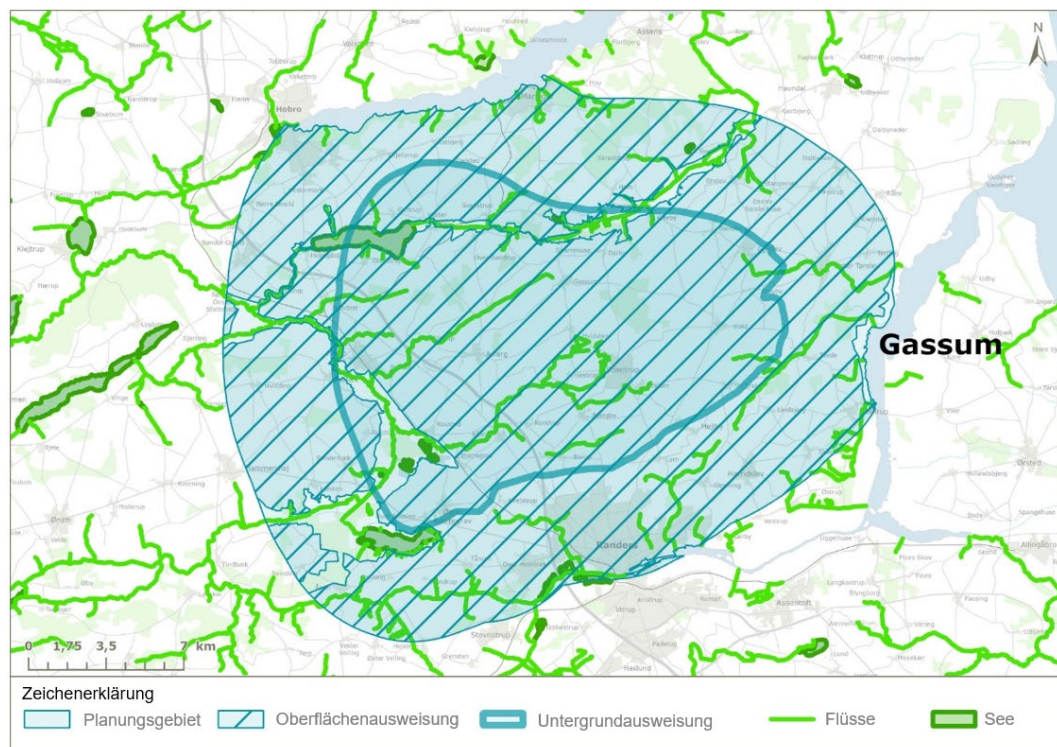


Abb. 8-11 Flüsse mit festgelegtem Zielzustand innerhalb des Planungsgebiets Gassum.

Es gibt im Planungsgebiet Gassum ca. 235 km Flüsse und 15 Seen mit festgelegtem Zielzustand. Die Flüsse mit festgelegtem Zielzustand gehören hauptsächlich zum Flusssystem Skals Å mit Mündung in den Hjarbæk-Fjord im Limfjord, das Flusssystem Kastbjerg Å mit Mündung in den Mariager-Fjord, dem Flusssystem Nørreå, der über den Gudenåen in den Randers-Fjord mündet sowie kleinere Flüsse mit Mündung in den Randers Fjord.

Die Flüsse und Seen mit festgelegtem Zielzustand im Planungsgebiet Thorning sind in Abbildung 8-12 zu sehen.

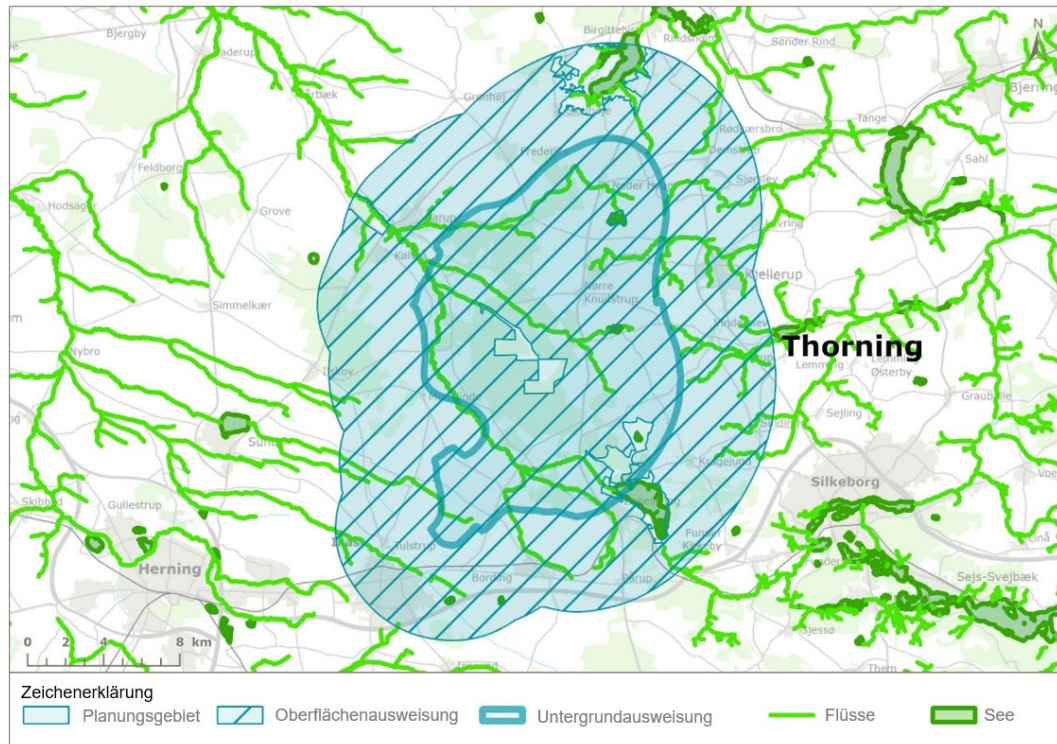


Abb. 8-12 Flüsse mit festgelegtem Zielzustand innerhalb des Planungsgebiets Thorning

Es gibt im Planungsgebiet Thorning ca. 210 km Flüsse und 7 Seen mit festgelegtem Zielzustand. Die Flüsse mit festgelegtem Zielzustand gehören hauptsächlich zum Flusssystem Karup Å, das in den Limfjord mündet, dem Flusssystem Storå, das in den Nissum-Fjord mündet, dem Flusssystem Gudenå, das in den Randers-Fjord mündet, und dem Flusssystem Nørreå, das über den Fluss Gudenå in den Randers-Fjord mündet.

Die Flüsse und Seen mit festgelegtem Zielzustand im Planungsgebiet Havnsø sind in Abbildung 8-13 zu sehen.

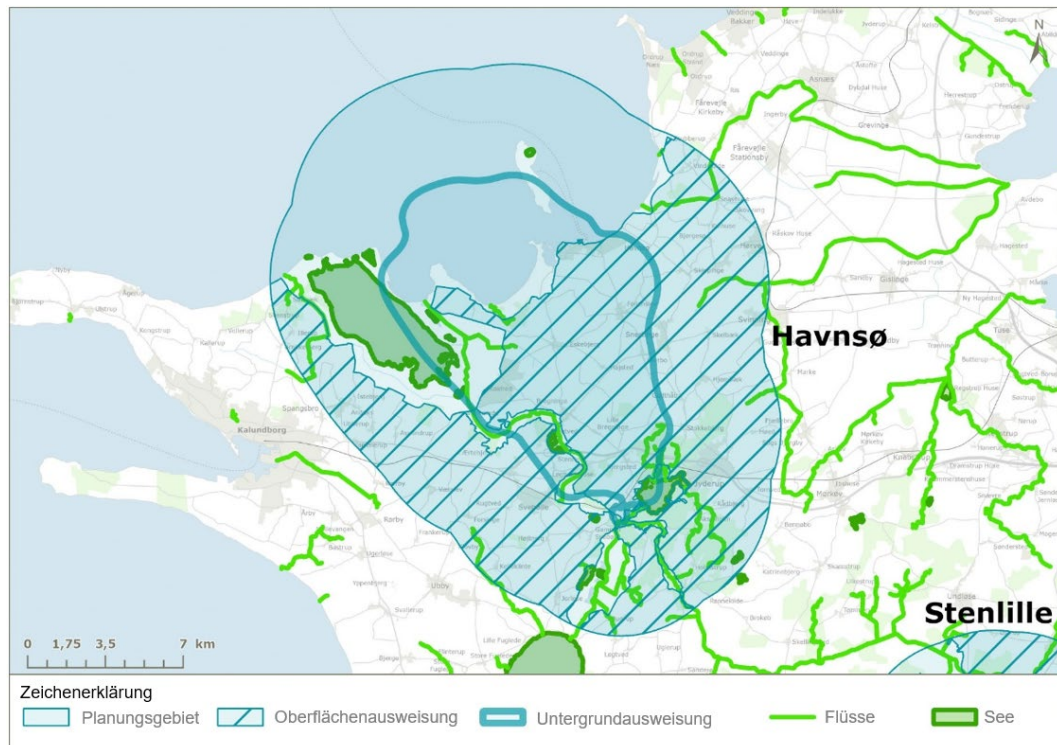


Abb. 8-13 Flüsse mit festgelegtem Zielzustand innerhalb des Planungsgebiets Havnsø

Es gibt im Planungsgebiet Havnsø ca. 89 km Flüsse und 14 Seen mit festgelegtem Zielzustand. Die Flüsse mit festgelegtem Zielzustand gehören hauptsächlich zum Flusssystem Bregninge Å und zum Fluss Saltbæk Å, die in die Sejerø Bugt münden, dem Flusssystem Halleby Å, das in die Jammerland Bugt und die Musholm Bugt mündet, sowie die Lammefjordkanäle, die in den Isefjord/Roskilde Fjord bzw. die Sejerø Bugt münden.

Die Flüsse und Seen mit festgelegtem Zielzustand für Stenlille sind in Abbildung 8-14 zu sehen.

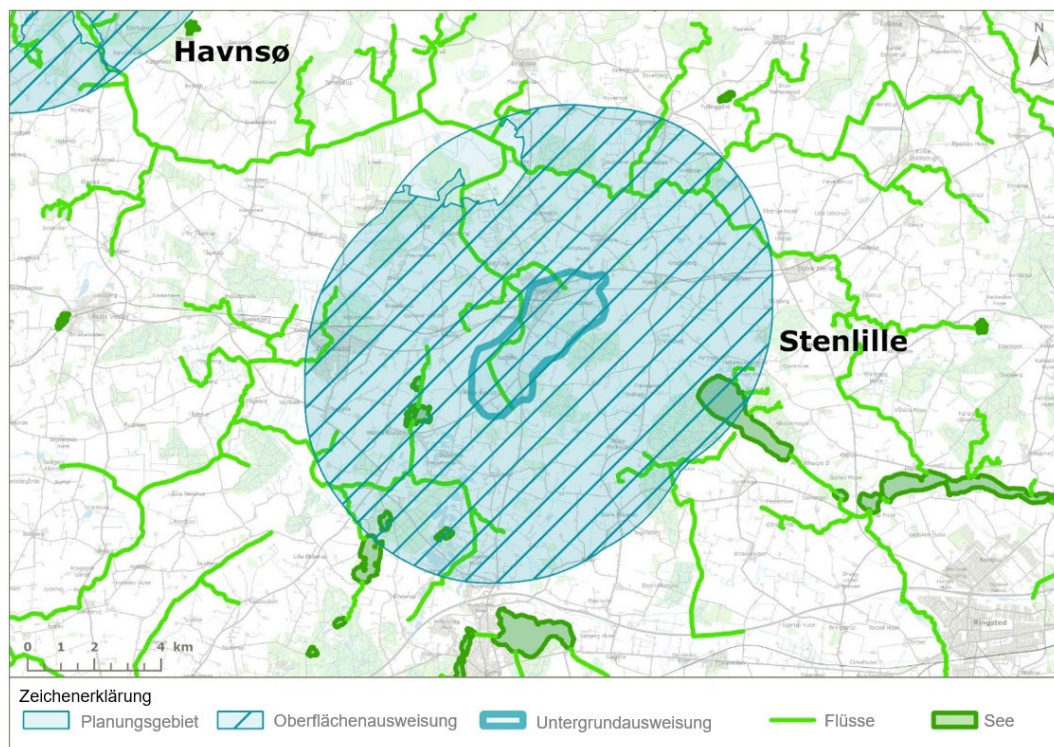


Abb. 8-14 Flüsse mit festgelegtem Zielzustand innerhalb des Planungsgebiets Stenlille

Es gibt im Planungsgebiet Stenlille ca. 56 km Flüsse und 7 Seen mit festgelegtem Zielzustand. Die Flüsse mit festgelegtem Zielzustand gehören zum Flusssystem Halleby Å, das in die Jammerland Bugt und die Musholm Bugt mündet, zum Flusssystem Tude Å, das in die Jammerland Bugt und die Musholm Bugt mündet, und zum Flusssystem Ringsted Å/Suså, das in den Karrebæk Fjord mündet.

Die Flüsse und Seen mit festgelegtem Zielzustand für Rødby sind in Abbildung 8-15 zu sehen.

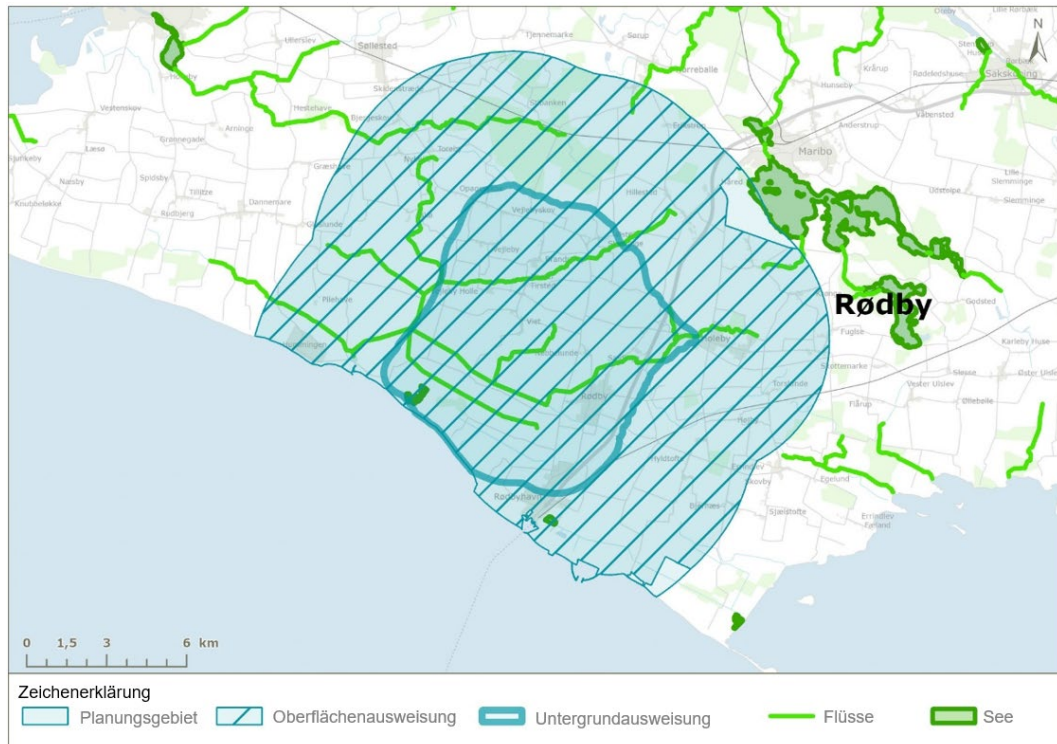


Abb. 8-15 Flüsse festgelegtem Zielzustand innerhalb des Planungsgebiets Rødby

Es gibt im Planungsgebiet Rødby ca. 70 km Flüsse und 4 Seen mit festgelegtem Zielzustand. Die Flüsse mit festgelegtem Zielzustand gehören hauptsächlich zum Kanalsystem Mellemnorskanal, das in den Fehmarnbelt mündet, zum Flusssystem Ryde Å, das in den Nakskov Fjord mündet und Flüsse, die zum Seensystem Maribo Sø gehören, das ins südliche Smålandsfarvandet mündet

Insgesamt gibt es in den Planungsgebieten relativ viele Oberflächenwasserkörper, die das Ziel eines guten ökologischen Zustands bzw. eines guten ökologischen Potenzials nicht erfüllen. Das Ausmaß wurde nicht berechnet, da hier nur mögliche Auswirkungen durch die CO₂-Speicherung bewertet werden.

Grundwasser

In allen fünf Gebieten an Land gibt es auch Gebiete, die als Gebiete von Trinkwasserinteresse (OD) ausgewiesen sind, und in vier der ausgewiesenen Gebiete gibt es Gebiete von besonderem Trinkwasserinteresse (OSD). Abbildung 8-16 zeigt die Trinkwasserinteressen in den fünf ausgewiesenen Gebieten an Land. Die Gebiete Havnsø, Stenlille, Gassum und Thorning überschneiden sich mit Einzugsgebieten öffentlicher Wasserversorgungsanlagen. Im Hinblick auf Stadtentwicklung und andere veränderte Flächennutzungen haben Einzugsgebiete für öffentliche Wasserversorgungsanlagen den gleichen Status wie OSD.

In Havnsø, Stenlille, Gassum und Thorning sind die Einzugsgebiete der öffentlichen Wasserversorgungsanlagen teilweise als nitratempfindliche Einzugsgebiete und Aktionsgebiete ausgewiesen. In Thorning wurden außerdem pestizidempfindliche Einzugsgebiete ausgewiesen. In Havnsø, Stenlille, Gassum und Thorning wurden bohrungsnahe Schutzgebiete (BNBO) rund um Entnahmebohrungen für die allgemeine Wasserversorgung innerhalb der Planungsgebiete angelegt.

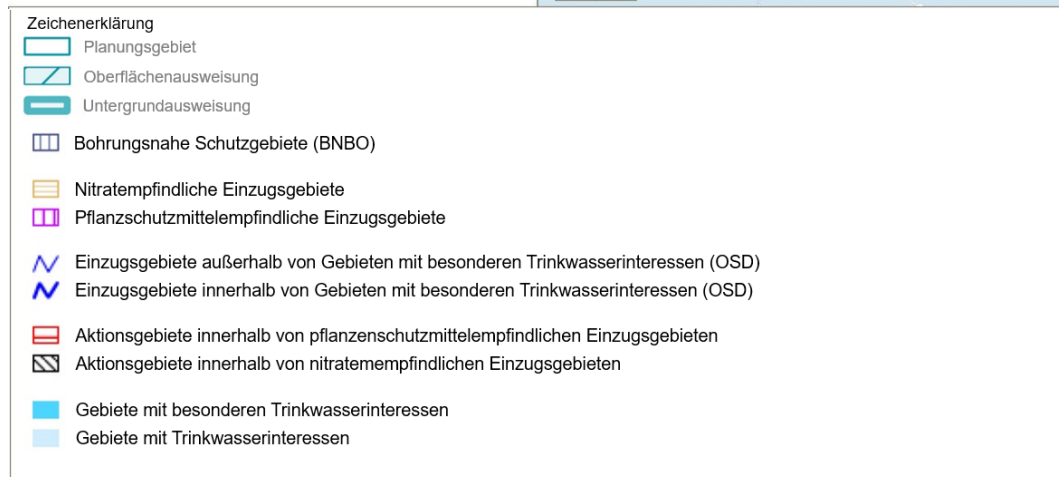
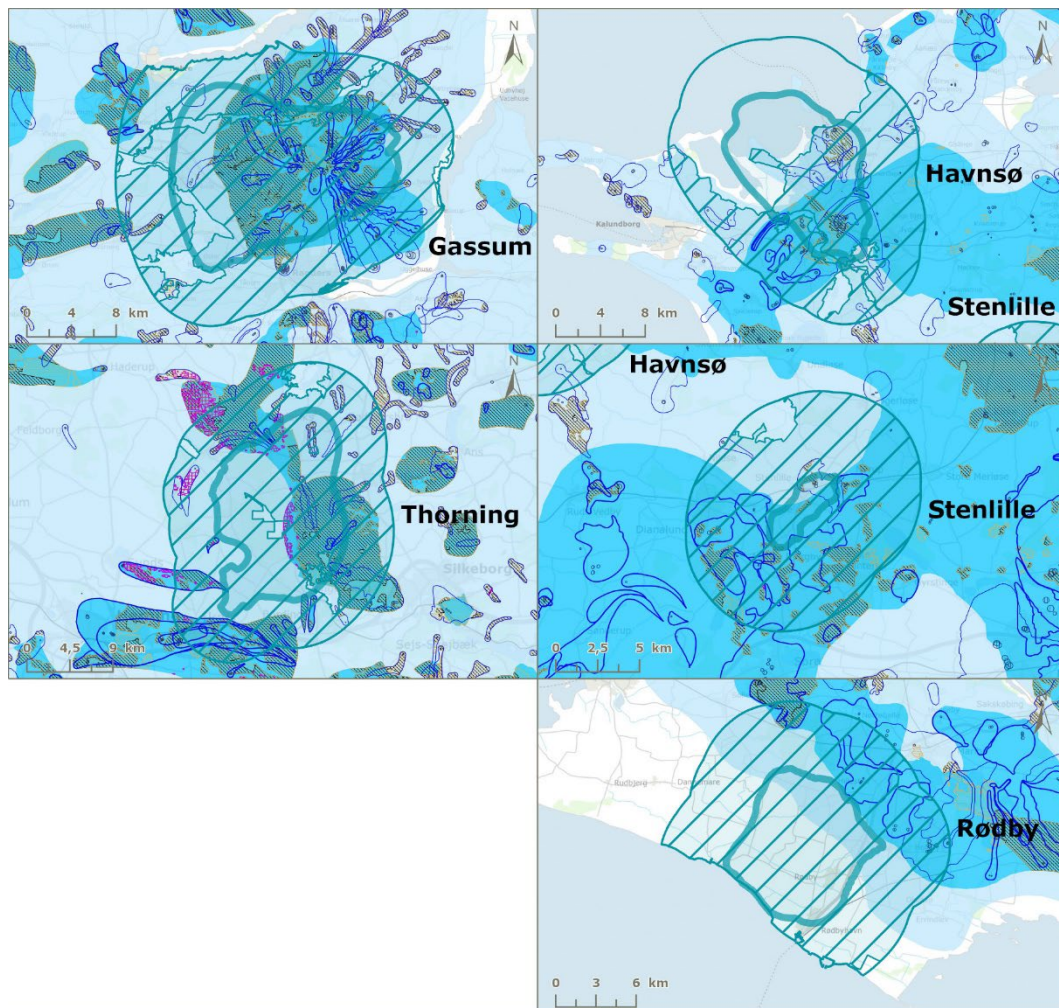


Abb. 8-16 Trinkwasserinteressen und Einzugsgebiete für öffentliche Wasserversorgungsanlagen innerhalb der Planungsgebiete Gassum, Thorning, Havnsø, Stenlille und Rødby

Die Gebiete in Gassum, Stenlille, Havnsø und Thorning weisen markante Überschneidungen mit der Ausweisung als Gebiete mit besonderen Trinkwasserinteressen auf.

Havnsø hat einen kleineren Anteil an Gebieten mit Trinkwasserinteressen. Das Trinkwasser in Dänemark ist im Allgemeinen von guter Qualität und die Entwicklung in den letzten 20 bis 30 Jahren lässt darauf schließen, dass die Qualität in Bezug auf Nitrat an den Messstellen, an denen die Überwachung durchgeführt wird, im Laufe der Jahre gestiegen ist [38].

Die mit den Planungsgebieten zusammenfallenden Grundwasserkörper sind in Abbildung 8-17 dargestellt. Die vollständige Liste der Grundwasserkörper ist in Anhang 2 aufgeführt.



Abb. 8-17 Abgrenzung der Grundwasserkörper innerhalb der Planungsgebiete an Land, Gassum, Thorning, Havnsø, Stenlille und Rødby

8.5.4 Bewertung der Erheblichkeit der Auswirkungen

Auswirkungen auf Oberflächenwasser bei der Errichtung technischer Anlagen

Technische Anlagen zur CO₂-Speicherung werden sich vor allem in der Bauphase auf den Wasserkörper auswirken können. Hier ist davon auszugehen, dass es größtenteils möglich sein wird, technische Anlagen an Standorten zu platzieren, wo eine Umleitung

von Flüssen mit festgelegtem Zielzustand nicht erforderlich ist. Es besteht möglicherweise Bedarf an dauerhaften oder temporären Umleitungen von Flüssen mit festgelegtem Zielzustand, um die technischen Anlagen platzieren zu können. Aufgrund der Bestimmungen der Wasserrahmenrichtlinie wird es jedoch als unwahrscheinlich angesehen, dass solche Standorte ausgewählt werden.

Im Zusammenhang mit der Errichtung von Anlagen kann in manchen Situationen die Notwendigkeit einer vorübergehenden und lokal begrenzten Absenkung des terrainnahen Grundwassers bestehen. Als Folge hiervon kann sich die Einleitung von Grundwasser in Flüsse erforderlich machen. Die Notwendigkeit einer Grundwasserabsenkung hängt vom konkreten Standort der technischen Anlagen ab. Dabei kann es es zu einer hydraulischen Auswirkung auf Flüsse mit festgelegtem Zielzustand und zu einem Eintrag umweltgefährdender Schadstoffe in diese kommen. Solche Auswirkungen werden zeitlich begrenzt sein und die geografische Ausdehnung wird auf die unmittelbare Umgebung beschränkt sein.

Es ist jedoch nicht möglich, die Auswirkungen der einzelnen Flüsse mit festgelegtem Zielzustand abzuschätzen, ohne den Standort, die Gestaltung und die Art der künftigen Tätigkeiten zur geologischen Speicherung von CO₂ zu kennen, die durch die Ausschreibung ermöglicht werden. werden.

Auswirkungen auf Oberflächenwasser beim Betrieb technischer Anlagen

Während der Betriebsphase kann es zur Einleitung von Dach- und Oberflächenwasser aus Anlagen zur CO₂-Speicherung in Flüsse kommen. Um die Genehmigung für die Einleitung zu erhalten, stellt die Behörde eine Reihe von Anforderungen an die Einleitung, u. a. dass die Ableitung den Zustand nicht verschlechtert oder die Erreichung des für das Flüsse festgelegten Ziels verhindert wird.

Voraussichtlich wird der Betrieb technischer Anlagen keine Auswirkungen auf Seen mit festgelegtem Zielzustand haben, da davon ausgegangen wird, dass die technischen Anlagen so platziert werden, dass keine physischen Auswirkungen auf Seen mit festgelegtem Zielzustand entstehen. In der Regel ist es nicht möglich, eine auch nicht temporäre Genehmigung für die Einleitung von Wasser aus temporären, lokalen Absenkungen des terrainnahen Grundwassers in Stillgewässergebiete zu erhalten.

Auswirkungen auf das Grundwasser bei der Herstellung von Bohrlöchern

Das Anlegen von Injektionsbohrungen könnte Auswirkungen auf das Grundwasser haben, auch auf Grundwasser mit Trinkwasserqualität. Dies gilt insbesondere für Anlagen in Gebieten mit besonderem Trinkwasserinteresse und innerhalb von Einzugsgebieten öffentlicher Wasserversorgungsanlagen. Hier könnte durch chemische Stoffe im Bohrschlamm die Gefahr einer Verunreinigung des Trinkwassers entstehen. Die Auswirkungen werden unter anderem von der Lage der Bohrlöcher im Verhältnis zu den Grundwasserleitern und Entnahmeanlagen für die öffentliche Wasserversorgung sowie der Wahl der Chemikalien abhängen. Allerdings ist der Einsatz von Bohrspülung in den Bohrlöchern durch das Umweltschutzgesetz geregelt, so dass sichergestellt ist, dass die Umweltauswirkungen durch vermischte Bohrspülung und Zusatzstoffe minimiert wird. Die Auswirkungen auf das Grundwasser können je nach Ausdehnung der Grundwasserleiter/-körper längerfristig und lokal bis regional ausgeprägt sein. Die Auswirkungen können je nach Standort, Tiefe, ausgewählten Chemikalien und Verschmutzungsgrad des Grundwassers von geringer bis mäßiger Intensität sein. Die Auswirkungen können daher potenziell erheblich und negativ sein und möglicherweise zu einer

Verschlechterung des Zustands oder einer Behinderung der Zielerreichung der durch die Wasserrahmenrichtlinie geschützten Grundwasserkörper führen.

Ohne Kenntnis der Lage und Beschaffenheit der künftigen Bohrungen zur geologischen Speicherung von CO₂, die durch die Ausschreibung ermöglicht werden, ist es jedoch nicht möglich, die Auswirkungen von Injektionsbohrungen auf Grundwasserleiter und -körper abzuschätzen.

Auswirkungen auf das Grundwasser bei der Herstellung von Transportleitungen

Wenn Transportleitungen und gesteuerte Unterbohrungen eingerichtet werden, die Einzugsgebiete und OSD-Bereiche queren, besteht das Risiko von Auswirkungen auf terrainnahe Grundwasserleiter/-körper durch Bohrschlamm. Allerdings ist der Einsatz von Bohrspülung in den Bohrlöchern durch das Umweltschutzgesetz geregelt, so dass sichergestellt ist, dass die Umweltauswirkungen durch vermischte Bohrspülung und Zusatzstoffe minimiert wird. Die Auswirkungen auf das Grundwasser können je nach Ausdehnung der Grundwasserleiter/-körper und natürlichem Schutz längerfristig und lokal bis regional ausgeprägt sein. Die Auswirkungen können je nach Standort und verwendeten Chemikalien von geringer bis mäßiger Intensität sein. Die Auswirkungen können daher potenziell erheblich und negativ sein und möglicherweise zu einer Verschlechterung des Zustands oder einer Behinderung der Zielerreichung der durch die Wasserrahmenrichtlinie geschützten Grundwasserkörper führen.

Es ist jedoch nicht möglich, die Auswirkungen der Errichtung von Transportleitungen auf Grundwasserleiter und -körper abzuschätzen, ohne die Lage der vom Plan ermöglichten Anlagen zu kennen.

Auswirkungen auf Oberflächengewässer bei der Errichtung technischer Anlagen

Wenn Transportleitungen hergestellt werden, können diese Flüsse mit festgelegtem Zielzustand kreuzen. Es wird davon ausgegangen, dass aufgrund der Schwierigkeiten bei der Errichtung und Wartung usw. Transportleitungen keine Seen unterqueren. Unabhängig davon, ob die Transportleitungen durch Durchgraben von Flüssen oder durch gesteuerte Unterbohrungen hergestellt werden, können sie negative Auswirkungen auf Flüsse haben. Beim Durchgraben von Flüssen kommt es zu physikalischen Eingriffen in die Flüsse und es besteht die Gefahr, dass Sedimente und eventuell umweltgefährdende Stoffe in die Flüsse gelangen. Die Einleitung in Flüsse ist gesetzlich geregelt. Die physischen Auswirkungen der Baggerarbeiten werden vorübergehend und reversibel sein, während die Auswirkungen des Sedimentverlusts von der Menge abhängen. In der Regel handelt es sich nur um begrenzte Sedimentmengen. Bei gesteuerten Unterbohrungen besteht die Gefahr von „Blowouts“, bei denen Bohrschlamm, Wasser und CO₂ ausgeblasen werden, weil der Druck im Bohrloch nicht kontrolliert wird. Unter „Blowouts“ versteht man im Zusammenhang mit Flüssen mit festgelegtem Zielzustand den Eintrag von Bohrschlamm in Flüsse. Im Zusammenhang mit etwaigen gesteuerten Unterbohrungen wird es Planungsarbeiten geben, bei denen geotechnische und geophysikalische Untersuchungen durchgeführt werden, damit Risiken, hierunter von „Blowouts“ von Bohrschlamm, abgeschätzt werden können.

Die Auswirkungen auf Flüsse mit festgelegtem Zielzustand hängen von der Menge des verlorenen Materials ab. In der Regel fallen zwar nur begrenzte Mengen an Bohrschlamm an, doch können die Auswirkungen im Falle einer größeren Leckage erheblich sein und sich auf längere Abschnitte der Flüsse mit festgelegtem Zielzustand auswirken. Bei größeren Freisetzungen kann nicht ausgeschlossen werden, dass das Risiko

einer Verschlechterung des Zustands von Flüssen mit festgelegtem Zielzustand besteht, wenn die Freisetzung in Flüssen mit festgelegtem Zielzustand erfolgt. Dies wird auch dazu beitragen können, die Zielerreichung für die Flüsse zu verhindern, wenn dies bei Flüssen mit festgelegtem Zielzustand geschieht. Es ist jedoch nicht möglich, die Auswirkungen auf die konkreten Flüsse mit festgelegtem Zielzustand abzuschätzen, ohne den Standort, die Gestaltung und die Art der künftigen Tätigkeiten zur geologischen Speicherung von CO₂ zu kennen, die durch die Ausschreibung ermöglicht werden.

Auswirkungen eines CO₂-Austritts auf das Grundwasser

Der Austritt von CO₂ beim Bruch einer Rohrleitung oder durch langsames Austreten an der Injektionsstelle kann das Grundwasser, meist in Form einer pH-Wertänderung, beeinträchtigen. Die Intensität hängt von der Menge des eventuell austretenden CO₂ ab und wird daher je nach Situation von keine/vernachlässigbar bis mäßig sein. Wegen der kontinuierlichen Überwachung des Drucks in den Transportleitungen wird davon ausgegangen, dass die Transportleitung innerhalb kürzester Zeit geschlossen wird und dass eine mögliche Freisetzung nur von begrenzter Dauer sein wird.

Der Austritt von CO₂ durch die Bodenschichten könnte Grundwasserleiter und -körper sowie bestehende Anlagen zur Grundwassergewinnung potenziell beeinträchtigen. Untersuchungen zeigen, dass die Auswirkungen in einem erhöhtem Säuregehalt bestehen können, der die Löslichkeit von Schwermetallen und umweltgefährdenden anorganischen Stoffen erhöhen kann, sowie im Transport einer erhöhten Menge umweltgefährdender organischer Stoffe durch deren verstärkte Auswaschung in das Reservoir [39]. Das Risiko einer Beeinträchtigung des Trinkwassers hängt vom ursprünglichen Vorkommen und der Verteilung von Schwermetallen in den Bodenschichten, der Mineralogie und dem Oxidationszustand ab. Internationale Untersuchungen zeigen, dass bei geeigneter Standortwahl und entsprechendem Betrieb das Risiko einer Kontamination der Grundwasserressource gering ist [39].

Auch nach Einschätzung von GEUS ist es sehr unwahrscheinlich, dass CO₂ durch ein Dichtungsgestein treten kann, wie in Abschnitt 3.5 3.5 beschrieben. Eine eventuelles Austrittsrisiko wird daher im Bereich von Bohrlöchern erwartet, die durch das Dichtungsgestein führen. Hier hat man einen genau definierten Punkt, der kontinuierlich überwacht werden kann. Es wird möglich sein, mit bekannten Methoden verschiedene Maßnahmen zu ergreifen, um einen Austritt zu stoppen, wenn er entlang des Bohrlochs festgestellt wird.

Auch bei der Fallbearbeitung konkreter Folgeprojekte wird Gewicht auf mögliche Austritte gelegt und wie im Abschnitt 3.6 beschrieben, können Genehmigungen zur Speicherung von CO₂ aufgrund der Regelungen der CCS-Richtlinie nicht erteilt werden, wenn eine Gefahr des Austritts aus dem Untergrund besteht, was zu erheblichen Auswirkungen auf die Umwelt führen würde. Die wahrscheinlichen Gesamtauswirkungen aufgrund des CO₂-Austritts werden als begrenzt eingeschätzt.

Auswirkungen eines CO₂-Austritts auf Oberflächenwasserkörper

Beim Austritt von CO₂ in Oberflächenwasserkörper kommt es zu einer Veränderung der Hydrochemie und möglicherweise zu einer erhöhten Belastung durch umweltfremde Schadstoffe wie unter Grundwasser beschrieben. Je nach Grad kann dies Auswirkungen auf die ökologischen Qualitätselemente Kleintiere, Fische, Algen und Pflanzen haben. Im Falle einer größeren Freisetzung kann nicht ausgeschlossen werden, dass sie auch stromabwärts liegende Wasserkörper außerhalb der Planungsgebiete betrifft.

Eine Auswirkung auf Küstengewässer kann nicht ausgeschlossen werden, es wird jedoch davon ausgegangen, dass eine erhebliche Menge austreten müsste, um eine spürbare Auswirkung zu haben. Im Falle einer Auswirkung auf Wasserkörper mit chemisch schlechtem Zustand könnte eine weitere Zufuhr von beispielsweise umweltfremden Stoffen den Zustand verschlechtern und die Zielerreichung verhindern. Um abschätzen zu können, ob es erhebliche Auswirkungen auf stromabwärts gelegene Wasserkörper geben wird, sind Kenntnisse über den Standort und die Art der künftigen Anlagen zur geologischen Speicherung von CO₂ erforderlich. Der Standort und die Art der Anlagen sind nicht bekannt, so dass die Bewertung der Erheblichkeit erst dann erfolgt, wenn die Voraussetzungen bekannt sind, spätestens jedoch bei der Fallbearbeitung der konkreten Projekte.

Zusammenfassende Bewertung

Insgesamt hängen die Auswirkungen des Plans auf Oberflächengewässer insbesondere mit der Bauphase und insbesondere mit der Querung von Flüssen mit Rohrleitungen zusammen. Die Auswirkungen auf Grundwasserkörper umfassen hauptsächlich Auswirkungen im Zusammenhang mit Bohrlöchern und möglichen Austritten aus dem Untergrund, die Bedeutung der Auswirkungen hängt jedoch von der konkreten Lage der Bohrlöcher und Transportleitungen im Verhältnis zu den Grundwasserkörpern ab. Auf der strategischen Ebene des Plans wird davon ausgegangen, dass dieser nur begrenzte Auswirkungen auf die Wasserkörper in den ausgewiesenen Gebieten an Land hat. Die endgültige Stellungnahme zur Erheblichkeit erfolgt jedoch erst, wenn Ort und Art der Tätigkeiten an der Oberfläche bekannt sind.

Im Vergleich zur 0-Alternative wird die Ermöglichung der CO₂-Speicherung in den ausgewiesenen Gebieten an Land größere Auswirkungen auf die Wasserkörper mit festgelegtem Zielzustand haben als bei der CO₂-Speicherung in dem bereits ausgeschriebenen Gebiet auf See.

Tabelle 8-10 Potenzielle Auswirkungen auf Flüsse, Seen und Grundwasser

Umweltauswirkung	Vulnerabilität des Umweltfaktors	Geografische Ausdehnung	Intensität	Folgen
Technische Anlagen mit Standort in der Nähe von Flüssen und Seen mit festgelegtem Zielzustand	Hoch	Nahbereich	Gering - Hoch	Negativ Erheblichkeit nicht abschließend bewertbar
Bohrungen durch Grundwasserkörper und -leiter	Gering-Hoch	Lokal-regional	Gering - Mäßig	Negativ Erheblichkeit nicht abschließend bewertbar
Herstellung von Transportleitungen mit Durch- oder Unterquerung von Flüssen mit festgelegtem Zielzustand	Hoch	Lokal-regional	Hoch	Negativ Erheblichkeit nicht abschließend bewertbar
Herstellung von Transportleitungen in Einzugsgebieten	Gering-Hoch	Lokal-regional	Mäßig	Negativ Erheblichkeit nicht abschließend bewertbar

Austritt von CO ₂ in Bezug auf Flüsse und Seen mit festgelegtem Zielzustand	Hoch	Lokal-regional	Gering	Keine/vernachlässigbar-erheblich und negativ
Austritt von CO ₂ in Bezug auf Grundwasserkörper	Gering-Hoch	Lokal-regional	Gering	Begrenzt und negativ

Kumulative Effekte und grenzüberschreitende Auswirkungen

Die geologische Speicherung von CO₂ an Land und in Küstengebieten wird zusammen mit anderen Auswirkungsquellen zu einer kumulativen Wirkung auf Flüsse und Grundwasser beitragen. Die kumulativen Auswirkungen hängen von den konkreten Wasserkörpern und den konkreten Projekten ab und es ist daher nicht möglich, die kumulativen Auswirkungen auf Ebene zu bewerten. Die kumulativen Auswirkungen werden Teil der Bewertung der konkreten Projekte sein.

Im Hinblick auf grenzüberschreitende Auswirkungen auf Wasserkörper, die unter die Wasserrahmenrichtlinie fallen, liegen nur deutsche Wasserkörper in einer Entfernung, innerhalb derer Auswirkungen möglich wären. Aufgrund der vorstehenden Ausführungen ist es nicht wahrscheinlich, dass es zu Auswirkungen von dänischen Wasserkörpern auf deutsche Wasserkörper kommen wird.

8.6 Größere anthropogene und naturbedingte Katastrophenrisiken und Unfälle

Gemäß der Zweckklausel im Umweltverträglichkeitsprüfungsgesetz muss die Umweltverträglichkeitsprüfung dazu beitragen, dass die voraussichtlich erhebliche Auswirkung des Plans auf größere vom Menschen verursachte und naturbedingte Katastrophenrisiken und Unfälle berücksichtigt wird. Die Auswirkungen auf andere Umweltverhältnisse, einschließlich der Bevölkerung und der Natur, werden in den anderen Abschnitten bewertet.

8.6.1 Potenzielle Auswirkungen

Die Ermöglichung der geologischen Speicherung an Land und in Küstengebieten kann sich auf verschiedene Weise auf das Risiko größerer vom Menschen verursachter und natürlicher Katastrophen und Unfälle auswirken. CO₂ wird unter sehr hohem Druck, bei niedriger Temperatur und in großen Mengen transportiert. Beim Rohrleitungstransport geschieht dies bei 80-125 (maximal 150) bar und 5-20 °C. Beim Lkw-Transport geschieht dies bei 15-18 bar und -25 bis -30 °C. Darüber hinaus bergen Zwischenlagerung, Bohrarbeiten sowie die Injektion und Speicherung von CO₂ im Untergrund Risiken im Hinblick auf etwaige Unfälle, die zur Freisetzung von CO₂ führen. Auch die CO₂-Speicherung und die dazugehörige Infrastruktur sind in einem gewissen Ausmaß Sicherheitspolitik.

Die aktuellen Risiken werden bei der Entwicklung und Genehmigung konkreter Projekte sorgfältig berücksichtigt, sodass die Risiken für das einzelne Projekt den dänischen Sicherheitsvorschriften entsprechen.

8.6.2 Methode und Datengrundlage

Die Beschreibung basiert auf vorhandenem Wissen über Risiken bei Öl- und Gastätigkeiten sowie von anderen Projekten zur CO₂-Speicherung. Die Bewertung basiert weitgehend auf den dänischen Veröffentlichungen „CCS – internationale erfaringer – sikkerhed, natur og miljø“ aus dem Jahr 2021 [34] und „Teknologikataloget for kulstof-fangst, -transport og -lagring“ aus dem Jahr 2021 [6]. Bei Ersterem handelt es sich

um eine umfassende Studie internationaler Literatur zu Fragen der Sicherheit und des Umweltschutzes bei der Abscheidung, dem Transport und der geologischen Speicherung von CO₂. Darüber hinaus werden Dokumente zu Risiken der CO₂-Speicherung von norwegischen Projekten herangezogen [30], [40].

Risikoanalysen bzw. eigentliche Risikobewertungen werden in der Umweltprüfung aufgrund von Unsicherheiten über Technologien, Standorte etc. nicht durchgeführt. Stattdessen finden sie projektbezogen statt.

Die Bewertung der Erheblichkeit von Auswirkungen in Bezug auf Risiken von Katastrophen und Unfällen bezieht sich nicht auf die Vulnerabilität des Umweltparameters, da es keinen Sinn macht, über die Vulnerabilität eines Risikos zu sprechen.

8.6.3 Umweltzustand

In allen ausgewiesenen Gebieten an Land gibt es Menschen, Gebäude, Infrastrukturen, natürliche Ressourcen und andere Güter, die durch vom Menschen verursachte Katastrophen und Unfälle beeinträchtigt werden können.

Innerhalb der an Land ausgewiesenen Gebiete enthält nur das Gebiet von Stenlille ein bestehendes Risikounternehmen. Hierbei handelt es sich um das Gaslager Stenlille, das von Energinet betrieben wird und aufgrund der Brand- und Explosionsgefahr als ein Unternehmen der Spalte 3⁴⁹ eingestuft ist.

8.6.4 Bewertung der Erheblichkeit der Auswirkungen

Transport

Im Hinblick auf den Transport bestehen Risiken für alle Transportarten. Der Transport von CO₂ per Lkw, Rohrleitung und Schiff findet bereits heute statt, der Lkw-Transport unter anderem in der Lebensmittelindustrie. Alle Transportarten mit CO₂ sind gesetzlich geregelt⁵⁰.

Die typische Ladekapazität eines Lkw beträgt 25–30 Tonnen CO₂. Bei einem Unfall, bei dem ein großer Teil des transportierten CO₂ freigesetzt wird, kann das Gas den Luftsauerstoff verdrängen und im schlimmsten Fall zum Ersticken führen. Darüber hinaus kann der Kontakt mit flüssigem CO₂ zu Erfrierungen oder schweren Verbrennungen führen. Durch das Tragen geeigneter Schutzkleidung und den richtigen Umgang mit dem flüssigen CO₂ kann das Risiko verringert werden. Bei Unfällen mit Lkw in verkehrsreichen Gebieten und insbesondere in eingeschränkten Lufträumen, z. B. in Tunneln oder engen Gassen, besteht ein größeres Risiko für gefährliche CO₂-Konzentrationen [6].

Der richtige Umgang und Transport von Gasen ist unter anderem in den Leitlinien der dänischen Behörde für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe (Beredskabsstyrel-

⁴⁹ Ein Unternehmen wird als Risikounternehmen bezeichnet, wenn es gefährliche Stoffe in Mengen über einem bestimmten Grenzwert lagert. Spalten sind eine Einstufung der Unternehmen danach, wie groß die mit dem Unternehmen verbundenen Risiken sind. Der Unterschied zwischen Spalte 2 oder 3 hängt von der Menge der im Unternehmen gelagerten Gefahrstoffe ab. Weitere Informationen sind in der Risikoverordnung zu finden <https://www.retsinformation.dk/eli/lt/2016/372>

⁵⁰ <https://www.brs.dk/da/virksomhed-institution/transport-af-farligt-gods/regler-og-myndigheder/adr-konventionen/>

sen) erklärt[41]. Generell wird das Risiko erheblicher Auswirkungen durch Lkw-Transporte mit CO₂ als sehr gering eingeschätzt, das Gebiet ist gut reguliert und Unfälle mit auch etwas problematischeren chemischen Bestandteilen führen nur sehr selten zu Auswirkungen auf Mensch und Natur [42].

Der Transport durch Rohrleitungen wird insbesondere in Nordamerika praktiziert, wo es mehr als 3.000 km CO₂-Pipelines gibt. Auch in Norwegen werden Rohrleitungen genutzt, um CO₂ zum Snøhvit-Feld im norwegischen Teil der Nordsee zu transportieren. Der Rohrleitungstransport von CO₂ unter Druck gilt als ausgereifte und kommerziell verfügbare Technologie, und in der Literatur wurde nur ein einziger Unfall durch Ölaustritt festgestellt. Der Unfall hat keine Todesfälle zur Folge.

Die Auswirkungen des CO₂-Transports im Zusammenhang mit Katastrophenrisiken werden daher als von lokaler geografischer Ausbreitung mit geringer bis hoher Intensität und mit sehr geringer Wahrscheinlichkeit eingeschätzt.

Bohrungen und technische Anlagen

Bei Erkundungsbohrungen und Bohrungen besteht die Gefahr von Blowouts, wenn beim Bohren auf natürliche Vorkommen von Kohlenwasserstoffen in Form von CO₂, Öl oder Gas im Untergrund gestoßen wird. Es liegen keine Erkenntnisse über größere natürliche Vorkommen von CO₂ im dänischen Untergrund vor und es wird daher als sehr unwahrscheinlich eingeschätzt, dass bei Erkundungsbohrungen auf natürliche CO₂-Vorkommen gestoßen wird. Für Bohrgenehmigungen werden außerdem Überwachungsprogramme verlangt, um sicherzustellen, dass es nicht zu Blowouts kommt, sowie Sicherheitsmaßnahmen für den Umgang mit Situationen, bei denen es Hinweise auf Entwicklungen gibt, die potenziell zu Blowouts führen können.

Die Injektion von CO₂ ist eine bekannte Technologie, die seit Jahrzehnten auf Öl- und Gasplattformen in Dänemark eingesetzt wird. Unfälle werden aufgrund der Erfahrungen in der Nordsee als selten eingeschätzt. Darüber hinaus implizieren die Erfahrungen von Öl- und Gasplattformen auch Sicherheitsmaßnahmen bei Fehlern und Unfällen. Dies könnte beispielsweise die Verwendung eines „Blowout-Preventers“ (BOP) sein, bei dem es sich um ein spezielles Ventil oder ein ähnliches mechanisches Gerät handelt, das zum Abdichten, Steuern und Überwachen von Bohrlöchern verwendet wird, um die unkontrollierte Freisetzung von Gasen oder Öl zu verhindern. Eine alternative Methode ist ein so genanntes „Well Kill“, ein Bohrlochabbruch, bei dem eine Säule schwerer Flüssigkeit in ein Bohrloch gegeben wird, um die Freisetzung von Flüssigkeiten oder Gasen aus einem Reservoir zu verhindern.

Auch CO₂-Zwischenspeicher stellen ein Risiko dar, da sie größere Mengen CO₂ aufnehmen. Beim Studium internationaler Referenzen wurden keine Beispiele für Unfälle mit größeren CO₂-Freisetzungen aus CO₂-Zwischenspeichern gefunden. [34]

In der Umweltverträglichkeitsprüfung des CO₂-Speicherprojekts Northern Lights wird eine potenziell größere Freisetzung von CO₂ als Gaswolke beschrieben, die sich über das Gelände ausbreitet und in Bodennähe die höchste Konzentration aufweist. Das Ausmaß und der Zeitraum der Freisetzung sind im Hinblick auf die Risiken für die Bevölkerung und die Umwelt von Bedeutung. Größere Emissionen werden durch die Überwachung von Gas und Druck schnell erkannt und es wird automatische Systeme geben, die den Druck und damit die Freisetzung reduzieren. Für die Ausbreitung ist die Richtung der Emission von großer Bedeutung [40]. Wenn die Emission ungehindert in

die Luft gelangt, wird sie schnell verdünnt. Umgekehrt führt eine Emission in Richtung Boden oder anderer Hindernisse zu einer langsameren Verdünnung, wodurch es mehrere Minuten dauern kann, bis sie verdünnt ist [6].

Die Regulierung von Sicherheitsrisiken im Zusammenhang mit Arbeitsunfällen in Norwegen und Dänemark weist große Ähnlichkeiten auf, und daher ist es von Belang, die Situation beim Northern-Lights-Projekt in Norwegen zu betrachten. Hier darf der Bereich mit einem Sterberisiko von 1 Todesfall pro 100.000 Jahre nicht über das Grundstück des Unternehmens hinausgehen. Auf einer Fläche von ca. einem Kilometer außerhalb des Unternehmensgrundstücks darf das Sterberisiko 1 Todesfall pro 1.000.000 Jahre nicht überschreiten. Für Schulen und Kindergärten im Umfeld der Anlage darf das Risiko 1 Todesfall pro 10 Millionen Jahre nicht überschreiten. Die Größe der Gebiete hängt von der Landschaft und den Höhenunterschieden in dem jeweiligen Gebiet ab, in dem ein CO₂-Speicherprojekt platziert wird [30].

Ein Element bei der Bewertung der Risiken großer vom Menschen verursachter Katastrophen ist das Risiko terroristischer Anschläge. Das Risiko wird als sehr gering eingeschätzt, insbesondere weil Infrastrukturen zur geologischen Speicherung von CO₂ nicht die gleichen Eigenschaften aufweisen wie die von Geheimdiensten erwähnten Arten von Terrorzielen [43].

Die Auswirkungen von technischer Anlagen und von Bohrungen im Zusammenhang mit Katastrophenrisiken werden daher als von lokaler geografischer Ausbreitung mit hoher Intensität und mit sehr geringer Wahrscheinlichkeit eingeschätzt.

Speicherung von CO₂ im Untergrund

Die geologische Speicherung von CO₂ birgt ein Katastrophenrisiko im Falle einer größeren Freisetzung aus dem Speicher. Aus mehreren Gründen ist eine Freisetzung jedoch unwahrscheinlich. Beim Studium der internationalen Literatur wurden keine Beispiele für Unfälle und größere CO₂-Freisetzungen durch die Injektion von CO₂ in den Untergrund gefunden [34]. Die im Zusammenhang mit den internationalen Speichern durchgeführten Überwachungen haben gezeigt, dass CO₂ sicher im Speicher verbleibt. Das Risiko von unbeabsichtigten Freisetzungen ist in Gebieten mit Erdbeben und Vulkanen am größten, und in dieser Hinsicht ist Dänemarks Gebiet mit geringer tektonischer Aktivität international ein sehr guter Ort für die geologische Speicherung von CO₂ [34]. Darüber hinaus setzt die dänische Vorbereitung des Plans für die Ausschreibung von Flächen voraus, dass GEUS den Untergrund gründlich untersucht, sodass eine erhebliche Menge an Daten über lokale Mikro- und Makrostörungen, Bruchzonen, Bruchgefahr und Reaktivierung bestehender Störungen usw. in den einzelnen Bereichen vorliegt. Schließlich erlaubt die Gesetzgebung keine Projekte zur CO₂-Speicherung, wenn das Risiko erheblicher Umweltauswirkungen besteht.

In anderen Regionen, in denen die Wahrscheinlichkeit besteht, dass aus den Lagerstätten im Untergrund Öl bis an die Oberfläche austritt, haben Untersuchungen ergeben, dass die Schwere der wahrscheinlichen Auswirkungen durch unbeabsichtigte Freisetzungen im Vergleich zu anderen Auswirkungen auf die Umwelt, einschließlich der Auswirkungen durch Klimaänderungen und Extremwetter, sehr gering ist [7].

Berichte über Katastrophen und Unfälle im Zusammenhang mit CO₂-Austritte aus dem Untergrund finden sich an mehreren Orten auf der Welt. Diese Freisetzungen erfolgten

aus größeren natürlichen CO₂-Lagerstätten im Untergrund, die sich in mehrfacher Hinsicht von der CO₂-Injektion in Dänemark unterscheiden. Die natürlichen Vorkommen können in Gebieten mit größerer tektonischer Aktivität liegen, die es in Dänemark nicht gibt. Die natürlichen Vorkommen können in einem Untergrund mit Klüften und Störungen liegen, die in Dänemark durch umfangreiche Prospektionsarbeiten weitestgehend vermieden werden. Die natürlichen Vorkommen werden nicht überwacht, wohingegen die Speicherung von CO₂ im Untergrund in Dänemark gründlich überwacht wird, damit auf eventuelle Austritte adäquat reagiert werden kann.

Die Auswirkungen der geologischen Speicherung in Bezug auf Katastrophenrisiken werden daher als von lokaler-regionaler geografischer Ausbreitung mit geringer Intensität und mit sehr geringer Wahrscheinlichkeit eingeschätzt.

Stilllegung

Bei der Stilllegung von Injektionsbohrungen müssen wirksame Abdichtungen im Bohrloch angebracht werden, die z. B. als Zement-/Bentonit-Abdichtungen über viele Meter in unterschiedlichen Tiefen eingebaut werden. Anschließend wird eine Überwachung eingeleitet, um die Wirksamkeit der Abdichtung zu dokumentieren. Das Verschließen von Bohrlöchern ist eine bekannte Technologie aus dem Öl- und Gassektor (so genannte P&A), mit der keine größeren Risiken verbunden sind. Die Arbeiten ähneln stark denen bei der Errichtung eines neuen Bohrlochs, sind jedoch weniger riskant, da kein Bohrgestänge im Einsatz ist. Unfälle im Zusammenhang mit der Stilllegung werden eine lokale geografische Ausbreitung haben und wegen geringer Risiken von geringer Intensität sein.

Gesamtbewertung

Auf der Grundlage der Erfahrungen aus anderen ähnlichen Projekten und gründlicher dänischer Machbarkeitsstudien wird der Plan höchstwahrscheinlich nicht zu einem signifikanten Anstieg der Risiken und Unfälle durch große vom Menschen verursachte Katastrophenrisiken und Unfälle führen. Darüber hinaus werden voraussichtliche Katastrophenrisiken als Folge des Plans bei der Prüfung und Genehmigung konkreter Projekte gründlich berücksichtigt. Außerdem ist der Transport und die Einleitung auf eine Weise gesetzlich geregelt, bei der die Risiken für die Gesellschaft akzeptabel sind. Auf der strategischen Ebene des Plans wird daher nicht davon ausgegangen, dass dieser zu einem erheblich höheren Risiko von durch Menschen verursachten und naturbedingten Katastrophen und Unfällen führt.

Im Vergleich zur 0-Alternative birgt die Ermöglichung der CO₂-Speicherung an Land in Dänemark größere Risiken an Land als die 0-Alternative. Bei der 0-Alternative wird davon ausgegangen, dass die CO₂-Speicherung an anderer Stelle erfolgt, unter anderem in der Nordsee und im Ausland. Die 0-Alternative birgt daher Risiken an anderen Standorten.

Tabelle 8-11 Potenzielle Auswirkungen größerer anthropogener und naturbedingter Katastrophenrisiken und Unfälle

Umweltauswirkung	Vulnerabilität des Umweltfaktors	Geografische Ausdehnung	Intensität	Folgen
Transport	-	Lokal	Gering - hoch	Gering-mäßig und negativ

Technische Anlagen und Bohrungen	-	Lokal	Hoch	Gering-mäßig und negativ
Speicherung von CO ₂ im Untergrund	-	Lokal-regional	Gering	Vernachlässigbar-geringfügig und negativ
Stilllegung	-	Lokal	Gering	Vernachlässigbar-geringfügig und negativ

Kumulative Effekte und grenzüberschreitende Auswirkungen

Die geologische Speicherung von CO₂ wird eine kumulativen Wirkung auf Risiken in dem Ausmaß haben, wie sie in dem Gebiet bereits im Vorfeld bestanden. Im ausgewiesenen Gebiet bei Stenlille ist der Gasspeicher Stenlille aufgrund der Brand- und Explosionsgefahr ein Unternehmen der Spalte 3. Das kumulative Risiko ist jedoch begrenzt, da das Gas CO₂ nicht brennen oder explodieren kann. Die kumulativen Risiken werden im Rahmen der Fallbearbeitung nachfolgender konkreter Projekte durch die betroffenen Behörden eingehend bearbeitet.

Für größere Katastrophenrisiken und Unfälle im Zusammenhang mit der CO₂-Speicherung an Land gibt es keine nationalen und internationalen Zielvorgaben. Es gibt eine Reihe verwandter Ziele für Arbeitsunfälle, Notfallpläne und Sicherheit der Zivilbevölkerung, wobei sich das UN-Nachhaltigkeitsziel Nr. 8 unter anderem auf ein sicheres Arbeitsumfeld und die Reduzierung der Zahl von Arbeitsunfällen konzentriert.

Im Hinblick auf grenzüberschreitende Auswirkungen wird eingeschätzt, dass Modellierungen insbesondere von Northern Lights die Grundlage liefern, um zurückzuweisen, dass größere CO₂-Freisetzungen erhebliche Auswirkungen auf Katastrophenrisiken in anderen Ländern haben werden.

9 Umweltauswirkungen in Küstengebieten

9.1 Meeresbiodiversität

Das Kapitel beschreibt die physikalischen Bedingungen des Meeresbodens und die marine Artenvielfalt im Zusammenhang mit den drei küstennahen Planungsgebieten. Von der marinen Artenvielfalt werden benthische Flora und Fauna, Fische, Meeressäuger, Tiere und Vögel beschrieben.

9.1.1 Potenzielle Auswirkungen

Zu den durch den Plan ermöglichten Tätigkeiten gehören Erkundungen des Meeresbodens einschließlich seismischer Untersuchungen, Bohrungen im Meeresboden, Installationen auf dem Meeresboden und an der Meeresoberfläche sowie Transport.

Die konkreten Tätigkeiten im Zusammenhang mit der geologischen Speicherung von CO₂ sind nicht bekannt, es wird jedoch geschätzt, dass die Tätigkeiten potenziell das Risiko von Auswirkungen auf gefährdete Lebensraumtypen, auf das Pflanzen- und Tierleben in Form von Sedimentverschüttungen, Unterwasserlärm von seismischen Untersuchungen, verstärktem Schiffsverkehr und von potenziellen Austritten von CO₂ aus den technischen Anlagen am Meeresboden und an der Meeresoberfläche usw. mit sich bringen könnten.

Unter den Meeresarten sind vor allem Meeressäuger den Auswirkungen von Unterwasserlärm ausgesetzt, aber auch Fische gelten allgemein als gefährdet. Im Hinblick auf die potenziellen Auswirkungen des Sedimentverlusts sind nahegelegene Lebensräume sowie die benthische Flora und Fauna gefährdet, während auch die Freisetzung von CO₂ am Meeresboden möglicherweise Auswirkungen auf die benthische Fauna haben könnte, z. B. durch Versauerung der Umgebung im Wasser und in den Sedimenten. Seevögel gelten als ausschließlich anfällig für physikalische Störungen durch erhöhten Schiffsverkehr. Die indirekten Auswirkungen auf pelagische Fischarten, die in bestimmten Fällen eine Hauptnahrungsquelle für eine große Anzahl von Seevogelarten darstellen können, werden als vernachlässigbar eingeschätzt, da Fische in Folge der durch den Plan ermöglichten Tätigkeiten auf Populationsebene nicht erheblich beeinträchtigt werden.

Zu den Auswirkungen, die für durch den Plan ermöglichte Tätigkeiten zur küstennahen Speicherung von CO₂ bewertet werden müssen, gehören gemäß Scoping nur Auswirkungen im Zusammenhang mit der Kartierung des Meeresbodens und der Errichtung möglicher Anlagen sowie der Transport von CO₂.

Wie in Abschnitt 3.5 beschrieben, ist nicht quantifizierbar, welche CO₂-Mengen, oder in welchem Anteil oder mit welcher Geschwindigkeit, ein Dichtungsgestein durchdringen könnten. Nach Einschätzung von GEUS ist es jedoch sehr unwahrscheinlich, dass CO₂ durch ein Dichtungsgestein treten kann. Sollte CO₂ dennoch „seinen Weg finden“ durch die darüber liegende Geologie, das Dichtungsgestein und die anderen darüber liegenden geologischen Schichten, die häufig als sekundäres Dichtungsgestein fungieren, dann geschieht dies in sehr geringem Maße und das CO₂ verteilt sich über das gesamte geologische Paket. Eine eventuelles Austrittsrisiko wird daher im Bereich von Bohrlöchern erwartet, die durch das Dichtungsgestein führen. Hier hat man einen genau definierten Punkt, der kontinuierlich überwacht werden kann. Es wird möglich sein, mit

von Öl- und Gasbohrungen bekannten und praktizierten Methoden verschiedene Maßnahmen zu ergreifen, um einen Austritt zu stoppen, wenn er entlang des Bohrlochs festgestellt wird.

Es kann nicht eindeutig geklärt werden, ob es sich bei einem möglichen Austritt aus den Lagerstätten im Untergrund an die Oberfläche um Mengen handelt, die den pH-Wert der Bodenschicht verändern. Die Auswirkungen folgen daher der von GEUS vorgenommenen Einschätzung des Austrittsrisikos, wobei ein Austritt als sehr unwahrscheinlich gilt. Gleichzeitig können gemäß der CCS-Richtlinie, wie im Abschnitt 3.6 beschrieben, keine Genehmigungen für die Speicherung von CO₂ erteilt werden, wenn das Risiko eines Austritts zu erheblichen Auswirkungen auf die Umwelt führt. Darüber hinaus haben internationale Untersuchungen gezeigt, dass ein wahrscheinlicher Austritt in der Meeresumwelt von relativ geringer Schwere sein wird [7]. Daher wird davon ausgegangen, dass ein mögliches langsames Austreten von CO₂ durch den Untergrund keine wesentlichen Auswirkungen auf die Meeresnatur haben wird.

9.1.2 Methode und Datengrundlage

Der Umweltbericht gibt einen Überblick über den Umweltzustand und die erwarteten Auswirkungen auf den Zustand der marinen Artenvielfalt und der natürlichen Lebensräume in den Gebieten als Folge der durch den Plan für die Ausschreibung ermöglichten Tätigkeiten. Die Beschreibung des Umweltzustands basiert auf vorhandenen Erkenntnissen, und die Tiefe und die Substratartverhältnisse der Planungsgebiete sind der öffentlich zugänglichen Kartensammlung von GEUS für die dänischen Hoheitsgewässer entnommen⁵¹.

9.1.3 Umweltzustand

Der Plan umfasst drei Meeresplanungsgebiete, die für die Errichtung möglicher Injektions- und Transportanlagen auf dem Meeresboden vorgesehen sind. Die Planungsgebiete einschließlich einer 5-Kilometer-Pufferzone in der Nordsee, von denen die Planungsgebiete Lisa und Jammerbugt im Skagerrak ca. 26 km nördlich von Hanstholm bzw. ca. 2,5 km nördlich von Thorup Strand liegen. Das Planungsgebiet Inez liegt auf Jyske Rev, ca. 60 km westlich von Thyborøn.

Durch die differenzierte Ausweisung in der Ausschreibung gibt es keine Oberflächengebiete, die sich mit Natura-2000-Gebieten überschneiden. Daher fließt der marine Teil des Planungsgebiets Havnsø nicht als mögliche Fläche für die Errichtung von Anlagen ein, und auch die Planungsgebiete Lisa und Inez sind flächenmäßig verkleinert.

In diesem Abschnitt wird der Umweltzustand von Meeresnatur inkl. Meeresboden, Pflanzen- und Tierleben einer allgemeinen Betrachtung unterzogen. Die Lage der Planungsgebiete und die Substratartverhältnisse sind in Abbildung 9-1 dargestellt.

⁵¹ GEUS, Karte der Meeresbodensedimente Dänemarks. www.data.geus.dk/geusmap

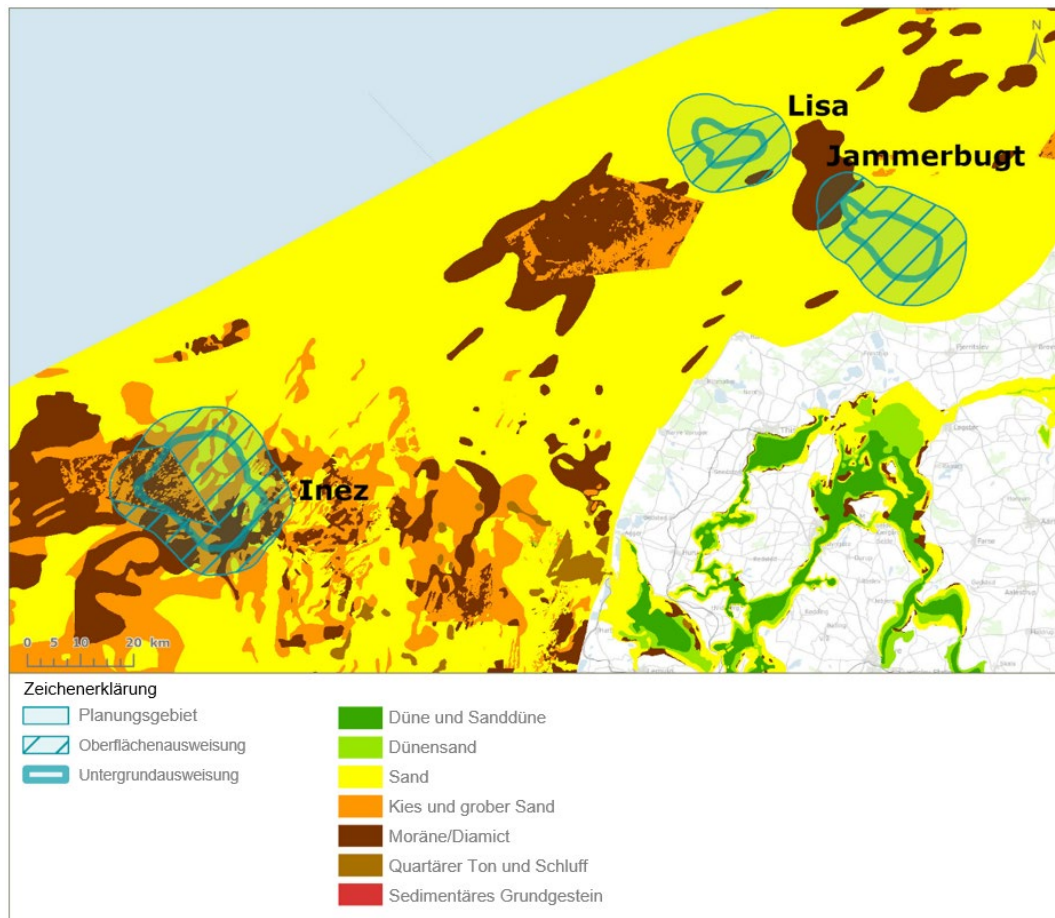


Abb. 9-1 Übersicht über Meeresbodensedimente im Skagerrak und in der Nordsee in Bezug auf die Planungsgebiete Jammerbugt, Lisa und Inez, basierend auf der GEUS-Karte der nationalen Meeresbodensedimente.

Planungsgebiet Lisa:

Wie in Abbildung 9-1 dargestellt, besteht der Meeresboden im Planungsgebiet aus Sand mit Wassertiefen zwischen ca. 25–99 m. Es wird nicht erwartet, dass eine Bodenflora vorhanden ist, da Makroalgen keine Möglichkeit haben, sich anzusiedeln, während die Bodenfauna voraussichtlich von Muscheln und Vielborstern dominiert wird.

Laut dem norwegischen KINO-Projekt aus dem Jahr 2017 [44] zur Kartierung möglicher Laichgebiete der Nordsee wird davon ausgegangen, dass sich das Planungsgebiet nicht mit wichtigen Laichgebieten für Fische überschneidet. Schätzungen zufolge laichen Sandaale jedoch entlang der Westküste Jütlands, weshalb eine Überschneidung zwischen dem Planungsgebiet und möglichen Laichgebieten für Fische nicht undenkbar ist, auch wenn diese nicht als wichtig für die Arten angesehen werden. Da das Planungsgebiet im Vergleich zu den übrigen Weichbodenlebensräumen, die als mögliche Laichgründe geeignet sind, flächenmäßig sehr klein ist, wird der möglichen Überschneidung keine nennenswerte Bedeutung für die Auswirkungen auf die Fische beigemessen.

Bei Robben an den Küsten Nordwestjütlands hängt die Anwesenheit von den Beutemöglichkeiten und der Möglichkeit, an Land zu gehen, ab. Der nächstgelegene Fortpflanzungs- und Ruheort für Seehunde liegt für Lisa im westlichen Teil des Limfjords am Thyborøn-Kanal und für Kegelrobben im nördlichen Teil des Kattegats nördlich von Frederikshavn⁵². Aufgrund der Entfernung zum nächstgelegenen Ruheplatz gilt das Planungsgebiet nicht als wichtiges Gebiet für die beiden Robbenarten. Meeressäugtiere wie Schweinswal, Weißschnauzendelfin und Zwergwal sind allesamt im dänischen Teil der Nordsee beheimatete Arten, und da sie gemäß der FFH-Richtlinie als streng geschützte Anhang-IV-Arten eingestuft sind, werden der Umweltzustand und die anschließende Umweltverträglichkeitsprüfung im Abschnitt 9.2 behandelt.

Die Nordsee und das Skagerrak sind allgemein wichtige Nahrungsgebiete für eine Vielzahl von Seevogelarten, da der Meeresboden u. a. aus ausgedehnten Sandbänken mit einer hohen biologischen Produktion, insbesondere im nördlichen Teil des Skagerraks in der Nähe von Norske Rende besteht. Im Skagerrak erreicht die Zahl der Vögel im August und September ihren Höhepunkt, wenn die Vögel nach der Brutzeit von April bis August beginnen, weiter von der Küste entfernt nach Nahrung zu suchen. Von Herbst bis Frühjahr ist es daher nicht unwahrscheinlich, dass Arten wie Große Raubmöwe, Silbermöwe, Krabbentaucher, Trottellumme und Dreizehenmöwe im Rahmen ihrer Nahrungssuche während des Zuges in der Nähe der Planungsgebiete auftreten [45].

Zählungen von Seevögeln im dänischen Teil der Nordsee und im Skagerrak wurden nur vereinzelt durchgeführt. Im Frühjahr 2019 wurde das Vorkommen einer Reihe von Seevogelarten mit Hilfe von Flugzeugen gezählt, wobei insbesondere das Vorkommen von Tölpeln und Alken die flächenmäßig größte Verbreitung im nahezu gesamten dänischen Teil der Nordsee und Skagerrak ausmachte [46]. Im Planungsgebiet Lisa wurden sowohl Seetaucher als auch Töpel, Mantelmöwe als auch Alke gesichtet, die Zählungen ergaben jedoch, dass sie keine wichtigen Rast- oder Nahrungsgebiete für die Arten darstellen. Das Planungsgebiet grenzt an das neue Vogelschutzgebiet F126 *Skagerrak* (N1), das zum Schutz der hohen Konzentrationen migrierender Dreizehenmöwen und Großer Raubmöwen ausgewiesen wurde. Der Umweltzustand der ausgewiesenen Vogelarten wird daher im Abschnitt 9.2 näher beschrieben.

Planungsgebiet Jammerbugt:

Das Planungsgebiet Jammerbugt besteht aus einem weichen Sandboden (Abbildung 9-1) mit Wassertiefen zwischen ca. 5–29 m. Wie auch Planungsgebiet Lisa wird das Planungsgebiet Jammerbugt aufgrund der fehlenden Festhaftungsmöglichkeiten voraussichtlich keine Gebiete mit benthischer Flora enthalten. Aufgrund der Beschaffenheit des Meeresbodens wird auch die benthische Fauna von eingegrabenen Muscheln und Vielborstern dominiert.

Das Planungsgebiet überschneidet sich nicht mit wichtigen Laichgebieten für Fische⁵³, ebenso wenig mit wichtigen Gebieten für Robben⁵⁴ oder Seevogelarten. Allerdings

⁵² Miljø- og Fødevareministeriet, Miljøstyrelsen 2020. Forvaltningsplan for sæler 2020.

[Das dänische Ministerium für Umwelt und Ernährung, Dänische Umweltschutzbehörde 2020. Managementplan für Robben 2020] <https://mst.dk/media/207058/saelforvaltningsplan-2020-miljoestyrelsen.pdf>

⁵³ Sundby, S., Kristiansen, T., Nash, R., & Johannessen, T. (2017). Dynamic mapping of North Sea spawning–Report of the KINO Project.

⁵⁴ Miljø- og Fødevareministeriet, Miljøstyrelsen 2020. Forvaltningsplan for sæler 2020.

[Das dänische Ministerium für Umwelt und Ernährung, Dänische Umweltschutzbehörde 2020.]

führt die relativ kurze Entfernung zum Land dazu, dass gerade südwestlich des Planungsgebiets rastende Meerestauchenten wie Trauerente in relativ hohen Konzentrationen registriert werden⁵⁵. Da Meerestauchenten, die typischerweise am Gewässerboden nach Nahrung suchen, in Wassertiefen über einigen Metern⁵⁶ jedoch nur selten vorkommen, wird davon ausgegangen, dass das Planungsgebiet kein wichtiges Rast- oder Nahrungsgebiet für die Arten darstellt. Ebenso wie in den übrigen küstennahen Planungsgebieten ist aufgrund des Vorkommens pelagischer Fischarten damit zu rechnen, dass innerhalb oder in der Nähe des Gebietes vereinzelt Seevogelarten wie insbesondere Möwen, aber auch Tölpel, Dreizehenmöwe und Alke anzutreffen sind, die sich von diesen Fischarten ernähren. Die Bewertung der Auswirkungen auf die Nahrungssuche der Vogelarten erfolgt im Abschnitt 9.1.4.

Die Westküste Jütlands war historisch gesehen ein wichtiges Aufwuchsgebiet für viele Fischarten der Nordsee, die die Küste für kürzere oder längere Zeiträume nutzen⁵⁷. Aufgrund der dynamischen Bedingungen und des Einflusses insbesondere von Strömungen, Wellen und Wind ist das Wissen über die Küstenfischarten im Vergleich zu dänischen Binnengewässern relativ begrenzt. Aufgrund des Sandbodens werden voraussichtlich vor allem Plattfischarten, u. a. Steinbutt, Scholle, Kliesche und Seezunge innerhalb der Grenzen des Planungsgebiets vorkommen. Auch pelagische Arten wie Hering, Sprotte, Kabeljau und Makrele sind je nach Jahreszeit und lokalem Fischereidruck in mehr oder weniger starkem Ausmaß zu erwarten, was im Abschnitt 9.5 zum kommerziellen Fischfang in der Nähe des Standorts der Planungsgebiete näher beschrieben wird.

Planungsgebiet Inez:

Mit einem Abstand von ca. 60 km westlich von Thyborøn ist Inez das am weitesten von der dänischen Küste entfernte Gebiet. Das Planungsgebiet liegt auf Jyske Rev und ist daher Teil eines größeren heterogenen Meeresbodengebiets, das aus glazialen Ablagerungen hauptsächlich aus Sand, Kies und kleinen bis großen Steinen besteht.

Die Wassertiefe im Planungsgebiet liegt bei ca. 25-55 m, weshalb aufgrund des Mangels an Sonnenlicht nicht mit einer benthischen Flora zu rechnen ist. Die benthische Fauna wird von Arten der Epifauna dominiert, und in Verbindung mit den Hartbodenstrukturen wird erwartet, dass die sessilen Moostiere und die Tote Meerhand in Anzahl und Bedeckungsgrad dominieren. Das Planungsgebiet überschneidet sich mit dem FFH-Gebiet H257 Jyske Rev, *Lillefiskerbanke* (N248), das zum Schutz des Lebensraumtyps

Managementplan für Robben 2020] <https://mst.dk/media/207058/saelforvaltningsplan-2020-miljoestyrelsen.pdf>

⁵⁵ Teknisk rapport fra DCE, "Optællinger af vandfugle i den danske del af Nordsøen og Skagerrak, april og maj 2019," no. 158, 2019, [Online]

[Technischer Bericht von DCE zur Zählung von Wasservögeln im dänischen Teil der Nordsee und im Skagerrak, April und Mai 2019]. Available: <https://dce2.au.dk/pub/TR158.pdf>.

⁵⁶ Petersen, I.K., Nielsen, R.D., Pihl, S., Clausen, P., Therkildsen, O., Christensen, T.K., Kahlert, J. & Hounisen, J.P. 2010. Landesweite Zählung von Wasservögeln in Dänemark, Winter 2007/2008 Danmarks Miljøundersøgelser, Aarhus Universitet. 78 s. – Arbejdsrapport fra DMU nr. 261.

[Umweltstudien Dänemarks, Universität Aarhus, 78 Seiten - Arbeitsbericht von DMU Nr. 261]

⁵⁷ Støttrup JG, Kokkalis A, Christoffersen M, Pedersen EM, Pedersen MI og Olsen J (2020). Registrering af fangster med standardredskaber i de danske kystområder. Nøglefiskerrapport for 2017-2019. DTU Aqua-rapport nr. 375-2020. Institut for Akvatiske Ressourcer, Danmarks Tekniske Universitet. 153 pp. + bilag

[Registrierung von Fängen mit Standardfanggeräten in den dänischen Küstengebieten. Fische-reischlüsselbericht für 2017–2019. DTU Aqua-Bericht Nr. 375-2020. Abteilung für aquatische Ressourcen, Technische Universität Dänemark.

153 S. + Anhänge]

Felsriffe ausgewiesen wurde. Die ausgewiesenen Felsriffstrukturen des FFH-Gebiets werden daher im Abschnitt 9.2 näher beschrieben.

Das Planungsgebiet auf Jyske Rev überschneidet sich laut dem norwegischen KINO-Projekt aus dem Jahr 2017 mit Laichgebieten für Sandaale⁵⁸, da das Gebiet aber flächenmäßig sehr klein im Vergleich zur Gesamtfläche des Jyske Rev von ca. ca. 4.000 km² ist, wird davon ausgegangen, dass mögliche Störungen keinen nennenswerten Einfluss auf die Laichfähigkeit des Sandaals haben werden. Das Planungsgebiet überschneidet sich nicht mit Gebieten, die als wichtige Laichgebiete für Arten wie Blauer Wittling, Stintdorsch, Makrele, Kliesche, Rotzunge und Kabeljau eingestuft sind. Es wird jedoch davon ausgegangen, dass die Arten innerhalb der Grenzen des Planungsgebiets laichfähig sind⁵⁹.

Aufgrund der Entfernung zum Land wird davon ausgegangen, dass sich Inez nicht mit wichtigen Gebieten für Robben überschneidet. Es lässt sich jedoch nicht leugnen, dass am Jyske Rev und damit innerhalb der Grenzen des Planungsgebiets insbesondere Kegelrobben anzutreffen sind. Es ist bekannt, dass Kegelrobben bei der Nahrungssuche weite Entfernungen zurücklegen und besonders von Gebieten mit großen Nahrungsmengen angezogen werden, wobei pelagische Fische als Hauptquelle gelten⁶⁰. Aufgrund der Entfernung zum Land wird Anwesenheit von Vögeln ausschließlich in rastenden Seevogelarten bestehen. In der Nähe des Planungsgebiets wurden vor allem Seeschwalbenarten in hoher Konzentration erfasst, aber auch Seetaucher, Tölpel, Mantelmöwe und Alke wurden als häufige Zuggäste in der Umgebung des Planungsgebiets beobachtet⁶¹.

9.1.4 Bewertung der Erheblichkeit der Auswirkungen

Unterwasserlärm durch Bautätigkeiten und Zunahme des Schiffsverkehrs

Im Zusammenhang mit dem Plan für die Speicherung von CO₂ wird sich Unterwasserlärm in Form von Impusllärm aus der seismischen Kartierung des Meeresbodens und Dauerlärm aus möglichen Bautätigkeiten, einschließlich aus erhöhtem Schiffsverkehr, geltend machen können. Die durch den Plan ermöglichten Tätigkeiten bergen potenziell das Risiko, dass Meeressäuger wie Wale und Robben beeinträchtigt werden. Gemäß der FFH-Richtlinie werden Wale als streng geschützte Anhang-IV-Arten ausgewiesen, weshalb die Bewertung von Unterwasserlärm im Abschnitt 9.2 erfolgt. Fische werden ebenfalls besonders gegenüber Impusllärm anfällig sein, da Fischen jedoch allgemein die Fähigkeit zur Regeneration geschädigter Haarzellen zugeschrieben wird, ist eine dauerhaft schädliche Auswirkung verneinbar. Fische werden in die Bewertung der möglichen Auswirkungen des Plans durch Unterwasserlärm einbezogen. Da die anatomische Struktur und das Verhalten der Fische im Allgemeinen sehr unterschiedlich sind, besteht weiterhin große Unsicherheit über die Auswirkungen, ebenso wie die Vulnerabilität auf Artenebene noch nicht quantifiziert werden kann.

⁵⁸ Sundby, S., Kristiansen, T., Nash, R., & Johannessen, T. (2017). Dynamic mapping of North Sea spawning–Report of the KINO Project.

⁵⁹ Sundby, S., Kristiansen, T., Nash, R., & Johannessen, T. (2017). Dynamic mapping of North Sea spawning–Report of the KINO Project.

⁶⁰ Miljø- og Fødevareministeriet, Miljøstyrelsen 2020. Forvaltningsplan for sæler 2020.

[Das dänische Ministerium für Umwelt und Ernährung, Dänische Umweltschutzbehörde 2020. Managementplan für Robben 2020] <https://mst.dk/media/207058/saelforvaltningsplan-2020-miljoestyrelsen.pdf>

⁶¹ Teknisk rapport fra DCE, "Optællinger af vandfugle i den danske del af Nordsøen og Skagerrak, april og maj 2019," no. 158, 2019, [Online]

[Technischer Bericht von DCE zur Zählung von Wasservögeln im dänischen Teil der Nordsee und im Skagerrak, April und Mai 2019]. Available: <https://dce2.au.dk/pub/TR158.pdf>.

Auswirkungen auf die benthische Fauna und Vögel werden nicht in die Bewertung einbezogen. Wie im DCE-Bericht aus dem Jahr 2014⁶² erläutert, gibt es praktisch keine Erkenntnisse über das Unterwassergehör von Tauchvögeln. Es ist daher nicht klar, ob das Gehör der Tauchvögel an die Funktion im Wasser angepasst ist und wozu die Vögel ihr Unterwassergehör gegebenenfalls nutzen. Bis Ergebnisse aus entsprechenden Studien vorliegen, gibt es keine Erkenntnisse über die Empfindlichkeit der tauchenden Arten, weshalb die Auswirkungen von Unterwasserlärm auf die lokal vorkommenden Seevögel nicht in die Umweltverträglichkeitsprüfung der möglichen Auswirkungen des Plans einbezogen werden, vgl. das Umweltverträglichkeitsprüfungsgesetz, siehe Abschnitt 5.4.

Die körperliche Beeinträchtigung von Fischen durch Unterwasserlärm ist noch immer mit großer Unsicherheit behaftet. Im Allgemeinen wird davon ausgegangen, dass die Schallempfindlichkeit je nach Anatomie unterteilt ist⁶³, wobei Fische ohne Schwimmblase eine geringe Empfindlichkeit gegenüber Unterwassergeräuschen haben, Fische mit einer Schwimmblase, die nicht mit den anderen Hörsystemen verbunden ist, eine mittlere Gehörempfindlichkeit haben und Fische mit einer Verbindung zwischen der Schwimmblase und dem Innenohr eine hohe Empfindlichkeit aufweisen. Ebenso besteht noch große Unsicherheit darüber, ob Fische dauerhaft durch Unterwasserlärm beeinträchtigt werden können, da mehrere Studien gezeigt haben, dass einige Arten in der Lage sind, geschädigte Haarzellen zu regenerieren⁶⁴. Die Auswirkungen von Impulslärm auf Fische zeigen, dass die Gefahr vorübergehender physischer Schädigungen bestehen kann, z. B. bei der akustischen Kartierung des Meeresbodens oder des Untergrunds. Forschungsstudien haben gezeigt, dass bei Entfernungen von weniger als 5 m zu Luftkanonen Schäden und eine erhöhte Sterblichkeit auftreten können und dass Fische in frühen Lebensstadien am stärksten gefährdet sind⁶⁵. Die schädliche Wirkung tritt nachweislich nur lokal auf und es wird allgemein davon ausgegangen, dass Fische während der Kartierung in der Lage sind zu flüchten. Daher wird davon ausgegangen, dass die Auswirkungen von Unterwasserlärm auf Fische nur eine geringfügige Auswirkung haben, die auf Populationsebene nicht als erheblich angesehen werden kann.

Im Allgemeinen werden Fische als mäßig empfindlich gegenüber Impulslärm eingeschätzt. Da sich die schädliche Wirkung jedoch ausschließlich auf den Nahbereich beschränkt, in dem die Intensität hoch ist, werden die Folgen für Fische als begrenzt eingeschätzt, da davon auszugehen ist, dass sie im Allgemeinen in der Lage sind, der Störung zu entfliehen.

⁶² Tougaard, J. 2014. Vurdering af effekter af undervandsstøj på marine organismer. Del 1 - Målemetoder, enheder og hørrelse hos marine organismer. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, 38 s. - Teknisk rapport fra DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi nr. 44. <http://dce2.au.dk/pub/TR44.pdf>

[Tougaard, J. 2014. Bewertung der Auswirkungen von Unterwasserlärm auf Meeresorganismen. Teil 1 – Messmethoden, Einheiten und Gehör bei Meeresorganismen. Universität Aarhus, DCE – Nationales Zentrum für Umwelt und Energie, 38 Seiten – Technischer Bericht von DCE – Nationales Zentrum für Umwelt und Energie Nr. 44. <http://dce2.au.dk/pub/TR44.pdf>]

⁶³ Popper A.N. and Hastings M.C., "REVIEW PAPER The effects of anthropogenic sources of sound on fishes.," *J. Fish Biol.*, vol. 75, pp. 455–489, 2009.

⁶⁴ Popper A.N. and Hastings M.C., "REVIEW PAPER The effects of anthropogenic sources of sound on fishes.," *J. Fish Biol.*, vol. 75, pp. 455–489, 2009.

⁶⁵ DNV ENERGY., "Effects of seismic surveys on fish, fish catches and sea mammals. Report for the Cooperation group - Fishery Industry and Petroleum Industry.," 2007.

Auf der Grundlage der obigen Aussagen wird davon ausgegangen, dass die durch den Plan für die Ausschreibung ermöglichten Tätigkeiten, einschließlich der akustischen Kartierung des Meeresbodens, keine erhebliche Auswirkungen auf Fische durch Impulslärm haben.

Anhaltender Unterwasserlärm aufgrund von Bauarbeiten und erhöhtem Schiffsverkehr wird keine nennenswerten Auswirkungen auf die Fische haben, da weiterhin davon ausgegangen wird, dass die Fische bei Unbehagen in der Lage sein werden, der Störung zu entfliehen. Eine erhebliche Auswirkung auf Fische durch anhaltenden Unterwasserlärm, z. B. eine Zunahme des Schiffsverkehrs, gilt daher grundsätzlich als vernünftig. Die Auswirkungen von anhaltendem Unterwasserlärm auf Fische werden in der Umweltverträglichkeitsprüfung des Plans nicht weiter behandelt.

Es wird nicht davon ausgegangen, dass Eier und Larven durch Unterwasserlärm erheblich beeinträchtigt werden, und da sich die Planungsgebiete entlang der Westküste Jütlands nicht mit wichtigen Laichgebieten für Fische überschneiden, werden Auswirkungen von Unterwasserlärm auf Fischeier und -larven, verursacht durch Tätigkeiten, die der Plan ermöglicht, als vernünftig eingeschätzt.

Von den in dänischen Gewässern heimischen Robben ist der Seehund die häufigste und daher auch die am häufigsten untersuchte Art. Das Wissen über das Gehör und die Reaktion der Kegelrobbe auf Geräusche ist noch mit großen Unsicherheiten behaftet und bis artspezifische Daten vorliegen, muss davon ausgegangen werden, dass sich das Gehör der Kegelrobbe kaum vom Gehör des Seehundes unterscheidet. Daher geht man davon aus, dass Robben im Frequenzspektrum von ca. 1 kHz bis ca. 50 kHz am besten hören, wobei sie auch über Töne kommunizieren.

Bei Meeressäugtieren, einschließlich Robben, wird die Wirkung von Unterwasserlärm im Allgemeinen in vier große Kategorien (Wirkungsbereiche) eingeteilt, die weitgehend von der Entfernung der Tiere zur Schallquelle abhängen. Die Grenzen der einzelnen Wirkungszonen sind nicht genau bestimmbar und es gibt beträchtliche Überschneidungen zwischen den verschiedenen Zonen⁶⁶:

- Hörbarkeit (Detektion) heißt, wenn die Tiere den Lärm hören können.
- Maskierung bedeutet eingeschränktes Hörvermögen anderer Geräusche, z. B. Kommunikation zwischen Individuen.
- Verhaltensänderungen wie Ausweichen und Meiden von verlärmten Bereichen
- Körperliche Schädigung des Gehörs, die entweder zu vorübergehenden Veränderungen der Wahrnehmungsschwelle des Tieres führen kann (temporäre Hörschädigung, TTS (Temporary Threshold Shift)), wobei das Tier nach einer Erholungsphase (typischerweise Minuten oder Tage) seine ursprüngliche Wahrnehmungsfähigkeit wiedererlangt, oder zu dauerhaften Veränderungen der Wahrnehmungsschwelle des Tieres (permanente Hörschädigung, PTS (Permanent Threshold Shift)).

Es sind ausschließlich dauerhafte körperliche Schädigungen des Gehörs, die im Fall von Auswirkungen auf Meeressäugtiere als erhebliche Auswirkungen gelten. Die Grenzwerte für den Eintritt einer schädlichen Wirkung sind in den aktualisierten Leitlinien der

⁶⁶ Southall, B., Bowles, A. E., Ellison, W. T., Finneran, J. J., Gentry, R. L., Greene, C. R. Jr., Kastak, D., Ketten, D. R., Miller, J. H., Richardson, W. J., Thomas, J. A., Tyack, P. L. 2007. Marine mammal noise exposure criteria: initial scientific recommendations. *Aquatic mammals* 33(4).

Energieagentur vom Mai 2022 zusammengefasst⁶⁷. Die aktualisierten Grenzwerte für niederfrequenten kontinuierlichen Unterwasserlärm bzw. hochfrequenten Impulslärm gelten für Robben, und die übrigen Arten von Meeressäugtieren, darunter Schweinswal, Weißschnauzendelfin und Zwergwal, sind Tabelle 9-1 entnehmbar.

Tabelle 9-1 – Aktualisierte Grenzwerte für Impulslärm (oben) bzw. Dauerlärm (unten) basierend auf den Richtlinien der dänischen Energieagentur vom Mai 2022⁶⁸ [„Guideline for underwater noise – Installation of impact or vibratory driven piles“]

Tieffrequenter Dauerunterwasserlärm			
<i>Beispielsweise Schiffsverkehr und Installation von Rohrleitungen</i>			
Art inkl. gewichteter Hörgruppe	Gewichtete Hörschwellen		
	PTS (SEL, dB re 1 µPa2s)	TTS (SEL, dB re 1 µPa2s)	Verhalten (SPLrms)
Schweinswal (VHF)	173	153	103
Weißschnauzendelfin (HF)	198	178	-
Zwergwal (LF)	199	179	-
Seehund (PCW)	201	181	-
Kegelrobbe (PCW)	201	181	-

Hochfrequenter Impulslärm			
<i>Beispielsweise von seismischer Kartierung des Meeresbodens</i>			
Art inkl. gewichteter Hörgruppe	Gewichtete Hörschwellen		
	PTS (SEL, dB re 1 µPa2s)	TTS (SEL, dB re 1 µPa2s)	Verhalten (SPLrms)
Schweinswal (VHF)	155	140	*103
Weißschnauzendelfin (HF)	185	170	-
Zwergwal (LF)	183	168	-
Seehund (PCW)	185	170	-
Kegelrobbe (PCW)	185	170	-
* Der Schwellenwert für Verhaltensstörungen ist eine grobe Schätzung, die nur verwendet werden sollte, bis bessere Daten verfügbar sind.			

Bei Tätigkeiten, die hochfrequenten Unterwasserlärm erzeugen, wie beispielsweise die seismische Kartierung des Meeresbodens, werden Gegenmaßnahmen wie akustische Vergrämung und Sanftanlaufverfahren standardmäßig eingesetzt. Durch den Einsatz akustischer Vergrämung wird das Risiko von Gehörschädigungen deutlich reduziert⁶⁹. Der Einsatz von akustischer Vergrämung bei Horns Rev II im Zusammenhang mit der Rammung von Fundamenten für Offshore-Windenergieanlagen trug dazu bei, dass bei

⁶⁷ Energistyrelsen, 2022. Guideline for underwater noise - Installation of impact or vibratory driven piles. https://ens.dk/sites/ens.dk/files/Vindenergi/guidelines_for_underwater_noise_energistyrelsen_maj_2022_0.pdf

⁶⁸ Energistyrelsen, 2022. Guideline for underwater noise - Installation of impact or vibratory driven piles. https://ens.dk/sites/ens.dk/files/Vindenergi/guidelines_for_underwater_noise_energistyrelsen_maj_2022_0.pdf

⁶⁹ Subsidiary body on scientific, technical, and technological advice, 2012, Scientific synthesis on the impacts of underwater noise on marine and coastal biodiversity and habitats, Convention on Biological diversity, UNEP/CBD/SBSTTA/16/INF/12 12 March 2012.

der Überwachung während der Bauphase keine Meeressäugetiere im Umkreis von 3 km um das Projektgebiet erfasst wurden. Die Tiere wurden somit außerhalb der Risikozone für körperliche Schädigung gehalten⁷⁰. Durch ein sogenanntes „Soft-Start“-Verfahren, bei dem die Schlagstärke, und damit der Unterwasserlärm schrittweise erhöht wird, haben Robben die Möglichkeit, den Unterwasserlärm wahrzunehmen und sich zu entfernen, sodass sie nicht über die Grenzen für bleibende Hörschäden hinaus beeinträchtigt werden⁷¹.

Da erwartet wird, dass bei seismischen Untersuchungen die Verfahren der dänischen Energieagentur für Prospektionsarbeiten auf See befolgt werden, bei denen die Sanftanlaufdauer an den Lärmpegel der Ausrüstung angepasst wird⁷², wird eingeschätzt, dass die Robben in der Lage sind, die Lärmquelle zu vermeiden, wodurch das Risiko von PTS und TTS minimal ist. Die Auswirkungen auf Robben können auch durch Vermeidung von Paarungszeiten der Robben verringert werden. Beim Seehund dauert diese von Mai bis Juli, während die Paarungszeit der Kegelrobbe in der Nordsee von November bis Januar reicht. Robben sind sehr anfällig gegenüber impulsivem Unterwasserlärm und es ist wahrscheinlich, dass es bei seismischen Untersuchungen zu Verhaltensänderungen und zur Vertreibung von Robben in den Gebieten kommt. Da die potenziellen Auswirkungen reversibel und kurzfristig sind und nur lokal auftreten, da die Robben wahrscheinlich von den schädlichsten Frequenzstärken verdrängt werden, wird eingeschätzt, dass Robben durch die am stärksten lärmverursachenden, durch den Plan ermöglichten Tätigkeiten erheblich beeinträchtigt werden. Die Auswirkungen der seismischen Kartierung des Meeresbodens werden trotz einer sehr hohen Intensität nur begrenzte Auswirkungen haben, wenn vorbeugende Maßnahmen ergriffen werden.

Verlust von Meeresbodenfläche und Veränderung des Lebensraums durch Installationen auf dem Meeresboden

Bei der Errichtung dauerhafter Anlagen auf dem Meeresboden birgt die Vereinnahmung von Meeresbodenfläche die Gefahr eines unmittelbaren Verlusts der Artenvielfalt, einschließlich eines direkten Verlusts der benthischen Fauna. Im Laufe der Zeit kann der Verlust von Weichboden zugunsten neuer Injektionsanlagen möglicherweise nur begrenzte positive Auswirkungen auf die lokale Artenvielfalt haben, da feste Strukturen innerhalb der photischen Zone im Laufe der Zeit als Lebensraum für die Ansiedlung von Makroalgen beitragen können. Es wird jedoch erwartet, dass die Wirkung sehr begrenzt ist und daher nicht zu einer erheblichen positiven Auswirkung auf die biologische Vielfalt im Meer beiträgt. Bei den durch den Plan ermöglichten Tätigkeiten führt die Errichtung möglicher Injektionsanlagen zu einem dauerhaften Verlust des Meeresbodens, ausgedrückt als Fläche unterhalb der errichteten Anlagen. Gebiete, die voraussichtlich nach dem Ende der Störung wiederhergestellt werden, werden nicht als verlorener Meeresboden eingestuft, sondern gelten als nur vorübergehend vereinnahmt. Je nachdem, ob die Errichtung möglicher Pipelines für den Transport von CO₂

⁷⁰ Brandt MJ, Diederichs A og Nehls G. 2009, Harbour porpoise responses to pile driving at the Horns Rev II offshore windfarm in the Danish North Sea, Endelig rapport fra BioConsult SH til Dong Energy.

⁷¹ Subsidiary body on scientific, technical, and technological advice, 2012, Scientific synthesis on the impacts of underwater noise on marine and coastal biodiversity and habitats, Convention on Biological diversity, UNEP/CBD/SBSTTA/16/INF/12 12 March 2012.

⁷² Energistyrelsen 2018, Standardvilkår for forundersøgelse til havs

https://ens.dk/sites/ens.dk/files/OlieGas/standardvilkaar_for_forundersogelser.pdf

[Die dänische Energieagentur, Standardbedingungen für Prospektionsarbeiten auf See]

vom Land zur Injektionsplattform ober- oder unterhalb der Meeresbodenoberfläche erfolgt, könnte das Szenario eines möglichen Transports auch zu einem dauerhaften Verlust von Meeresboden außerhalb der derzeit ausgelegten Planungsgebiete führen.

Da gemäß dem Plan keine konkreten Flächen oder Gebiete für die Errichtung fester Bauwerke auf dem Meeresboden bekannt sind, kann die mögliche Beeinträchtigung des Meeresbodens durch den Plan nicht ermittelt werden. Unabhängig davon wird davon ausgegangen, dass der Verlust an Meeresboden sich nicht über Flächen erstreckt, deren Größe allein erhebliche Auswirkungen auf die biologische Vielfalt der Meere haben kann. Die lokale benthische Fauna wird durch die Störung des Meeresbodens zwar verloren gehen, aber im Laufe der Zeit wird das Leben die Möglichkeit haben, sich zu reetablieren. An den Stellen, an denen feste Strukturen auf dem Weichboden angebracht werden, kann sich der Lebensraum verändern. Da die Flächen jedoch nur als sehr begrenzt im Vergleich zum umgebenden Meeresboden eingeschätzt werden, werden die Auswirkungen der Veränderung des Lebensraums voraussichtlich nur einen vernachlässigbaren Einfluss auf die lokale benthische Fauna haben. Die Vulnerabilität der benthischen Fauna durch den Verlust an Meeresboden und eine mögliche Veränderung des Lebensraums wird aufgrund der durch den Plan ermöglichten Tätigkeiten sehr hoch und auch sehr intensiv sein. Da jedoch davon auszugehen ist, dass der Fußabdruck der Anlagen im Vergleich zu den umgebenden Meeresbodenlebensräumen sehr klein sein wird, werden die Auswirkungen des Meeresbodenverlusts auf die unmittelbare Umgebung beschränkt sein und nur unbedeutende Folgen für die lokale benthische Fauna auf Populationsebene haben. Es ist daher zu verneinen, dass die durch den Plan ermöglichten Tätigkeiten aufgrund des Verlusts an Meeresboden und der Veränderung des Lebensraums erhebliche Auswirkungen auf die benthische Fauna haben werden.

Ausbreitung von Meeresbodensedimenten im Zusammenhang mit Bautätigkeiten

Die Freisetzung von Sedimenten in die Wassersäule und die Ablagerung über dem Meeresboden erfolgt im Zusammenhang mit den durch den Plan ermöglichten Bautätigkeiten. Bei der Errichtung von Injektionsanlagen und physischen Bohrungen im Meeresboden sowie der möglichen Herstellung von Rohrleitungen für den Transport von CO₂ ist mit einer Auswirkung durch Sedimentverlust zu rechnen.

Erhöhte Sedimentkonzentrationen in der Wassersäule und Ablagerungen über dem Meeresboden bergen im Allgemeinen das Risiko, dass sie die biologische Vielfalt des Meeres, einschließlich der benthischen Fauna und Fische, beeinträchtigen. Auch die benthische Flora kann in ihrem Vorkommen beeinträchtigt werden, aber da die Planungsflächen entweder außerhalb der Tiefengrenze liegen, die die Photosynthese ermöglicht, oder sich mit Flächen ohne Festhaftungsmöglichkeiten überschneiden, sind Makroalgen innerhalb der Grenzen der Planungsflächen nicht betroffen. Für die Errichtung einer möglichen Pipeline zum Transport von CO₂ kann jedoch nicht ausgeschlossen werden, dass sich die Rohrleitung mit Küstengebieten überschneidet und möglicherweise flache felsige Meeresbodenbereiche entstehen. Für das konkrete Projekt müssen visuelle Untersuchungen des Meeresbodens durchgeführt werden, um festzustellen, inwieweit sich die Trassenführung möglicher Rohrleitungen mit gefährdeten Lebensraumstrukturen wie Felsriffen überschneidet.

Bei der benthischen Fauna hängt die Empfindlichkeit gegenüber der Suspension von Sedimenten von der Art, den Sedimenteigenschaften, der Konzentration und der Dauer

ab. Beispielsweise verringert sich bei mehreren Muschelarten die Filtrationsrate bei einer erhöhten Konzentration von 100–300 mg/l Schwebstoffen in der Wassersäule.^{73,74,75} Miesmuscheln sind im Allgemeinen tolerant gegenüber erhöhten Schwebstoffkonzentrationen und können bei Schlickkonzentrationen von 450 mg/l schätzungsweise mindestens 25 Tage überleben⁷⁶. Im Fall der Sedimentation hängt das Ausmaß der Auswirkungen eng mit den Eigenschaften des Sediments, der Intensität (Schichtdicke), der Geschwindigkeit, mit der sich das Sediment ablagert, und der Dauer der resultierenden Ablagerung zusammen. Bei einigen Muschelarten, die aufgrund ihrer Sessilität zu den empfindlichsten Artengruppen zählen, kann eine plötzliche Sedimentüberdeckung (2 bis 7 cm) zu einer deutlich erhöhten Sterblichkeit führen.⁷⁷ Obwohl einige Muschelarten in der Lage sind, aus kleinen Sedimentschichten zu entkommen, gibt es andere Arten, die diese Lösung nicht aktiv suchen, sondern stattdessen für kürzere Zeiträume vergraben leben können.

Arten, die in Küstennähe an der Westküste Jütlands vorkommen, sind oft widerstandsfähig gegenüber Zeiten erhöhter Sedimentkonzentrationen in der Wassersäule. Der Grad der Toleranz gegenüber Sedimentsuspension und anschließender Ablagerung hängt stark von der natürlichen Trübung des Gebietes und der Anpassungsfähigkeit der Art ab. Aufgrund von Studien aus anderen Projekten mit der Errichtung von Rohr- und Kabeltrassen auf dem Meeresboden wird davon ausgegangen, dass sich der Sedimentverlust durch die durch den Plan ermöglichten Tätigkeiten in der unmittelbaren Umgebung nur in sehr begrenztem Umfang ausbreitet.⁷⁸ Für die benthische Fauna wird die allgemeine Vulnerabilität gegenüber Sedimentverlust als gering eingeschätzt, da von den vorhandenen Tieren eine Robustheit gegenüber Zeiten mit Sedimentverlust erwartet wird. Da sich der Sedimentverlust im Zusammenhang mit physikalischen Störungen des Meeresbodens im Allgemeinen auf den Nahbereich mit geringer Intensität im Verhältnis zur natürlichen Suspension in dem Gebiet beschränkt, wird auf der Grundlage des Vorstehenden davon ausgegangen, dass es durch Sedimentverlust nur begrenzte Auswirkungen auf die lokale benthische Fauna geben wird. Aufgrund der vorstehenden Ausführungen kann daher davon ausgegangen werden, dass die benthische Fauna durch die Ausbreitung von Meeresbodensedimenten aufgrund der durch den Plan ermöglichten Tätigkeiten erheblich beeinträchtigt wird.

⁷³ Widdows, J., "Feeding physiology of Cerastoderma edule in response to a wide range of seston concentrations," 1997. Accessed: Jan. 12, 2021. [Online]. Available: <https://www.int-res.com/abstracts/meps/v152/p175-186/>.

⁷⁴ Grant, J. and Thorpe, B., "Effects of suspended sediment on growth, respiration, and excretion of the soft-shell clam (*Mya arenaria*)," *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, vol. 48, no. 7, pp. 1285–1292, 1991, doi: 10.1139/f91-154.

⁷⁵ Kamermans, P., Brummelhuis, E., and Dedert, M., "Effect of algae-and silt concentration on clearance-and growth rate of the razor clam *Ensis directus*, Conrad," *J. Exp. Mar. Bio. Ecol.*, 2013, Accessed: Jan. 12, 2021. [Online]. Available: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022098113001809>.

⁷⁶ Kiørboe, T., Møhlenberg, F., and Nøhr, O., "Effect of suspended bottom material on growth and energetics in *Mytilus edulis*," *Mar. Biol.*, vol. 61, no. 4, pp. 283–288, Feb. 1981, doi: 10.1007/BF00401567.

⁷⁷ Hutchison, Z. L., Hendrick, V. J., Burrows, M. T., Wilson, B., and Last, K. S., "Buried alive: The behavioural response of the mussels, *Modiolus modiolus* and *Mytilus edulis* to sudden burial by sediment," *PLoS One*, vol. 11, no. 3, Mar. 2016, doi: 10.1371/journal.pone.0151471.

⁷⁸ Rambøll A/S, "Maersk Oil Esia-16 Redegørelse for Miljø-mæssige Og Sociale Virkninger - Tyra," 2015.

[Maersk Oil Esia-16 Erklaring zu okologischen und sozialen Auswirkungen – Tyra", 2015.] [Online]. Available: https://ens.dk/sites/ens.dk/files/OlieGas/tyra_vvm_redegoerelse.pdf

Bei Fischen kann die Sedimentsuspension einen direkten Einfluss auf die Sauerstoffaufnahme über Kiemen, Haut und Eimembran haben und zu einer Verstopfung des Verdauungssystems des Fisches mit der Folge einer erhöhten Sterblichkeit führen. Man geht jedoch davon aus, dass Fische im Allgemeinen wenig anfällig für Sedimentverluste sind, da die meisten Fische in der Lage sind, sich aus gestörten Gebieten zu entfernen. Eine erhöhte Sedimentkonzentration kann jedoch zu einem veränderten Migrations- und Futersuchverhalten führen, was zu einer beeinträchtigten Fortpflanzung, vermindertem Wachstum und einer erhöhten Gefahr führen kann, als Beute für andere Fische, Meeressäuger und Vögel zu enden. Bei Fischarten, die hauptsächlich die Sicht zur Nahrungssuche nutzen, sind Arten, die sich hauptsächlich von kleinen pelagischen Nahrungsobjekten ernähren, möglicherweise einer reduzierten Nahrungsgrundlage ausgesetzt^{79,80}. Da sich die Planungsgebiete nicht mit wichtigen Laichgebieten für Fische überschneiden, wird eingeschätzt, dass die durch den Plan für die Ausschreibung ermöglichten Tätigkeiten nur unbedeutende Folgen haben und somit keine erheblichen Auswirkungen auf die Fähigkeit der Fischarten zum erfolgreichen Laichen haben. Da der Sedimentverlust im Zusammenhang mit physikalischen Störungen des Meeresbodens im Allgemeinen auf die unmittelbare Umgebung beschränkt ist und die mögliche Intensität im Vergleich zur natürlichen Suspension gering sein wird. Aufgrund der vorstehenden Ausführungen sind erhebliche Auswirkungen auf Fische durch die Suspension und Ablagerung von Sedimenten verneinbar.

Bei Seevögeln können tauchende Arten im Zusammenhang mit der Nahrungssuche potenziell beeinträchtigt werden, da die Chancen auf eine erfolgreiche Jagd potenziell eingeschränkt werden. Die Planungsgebiete in der Nordsee und im Skagerrak sind keine wichtigen Gebiete für tauchende Seevögel, da die Wassertiefe allgemein als zu groß angesehen wird, als dass beispielsweise Meerestauchenten den Meeresboden erreichen könnten. Die Tauchenten Trauerente und Samtente werden im Planungsgebiet Jammerbugten nur sporadisch registriert. Da im Zusammenhang mit den möglichen Meeresbodentätigkeiten ein Sedimentverlust zu erwarten ist, werden die Vogelarten, die sich von pelagischen Fischen an der Oberfläche ernähren, nicht beeinträchtigt. Der Sedimentverlust durch die durch den Plan ermöglichten Tätigkeiten wird daher keine Auswirkungen auf tauchende Seevögel haben, weshalb die Auswirkungen des Sedimentverlusts auf Seevögel in dieser Umweltverträglichkeitsprüfung nicht weiter erläutert werden.

Austritt von CO₂

Nach Einschätzung von GEUS ist es sehr unwahrscheinlich, dass CO₂ durch ein Dichtungsgestein treten kann, wie in Abschnitt 3.5 beschrieben. Ein eventuelles Austrittsrisiko wird daher im Bereich von Bohrlöchern erwartet, die durch das Dichtungsgestein führen. Hier hat man einen genau definierten Punkt, der kontinuierlich überwacht werden kann. Es wird möglich sein, mit bekannten Methoden verschiedene Maßnahmen zu ergreifen, um einen Austritt zu stoppen, wenn er entlang des Bohrlochs festgestellt wird.

⁷⁹ Kjelland, M. E., Woodley, C. M., Swannack, T. M., and Smith, D. L., "A review of the potential effects of suspended sediment on fishes: potential dredging-related physiological, behavioral, and transgenerational implications," *Environ. Syst. Decis.*, vol. 35, no. 3, pp. 334–350, 2015, doi: 10.1007/s10669-015-9557-2.

⁸⁰ Berry, W., Rubinstein, N., Melzian, B., & Hill, B., "The biological effects of suspended and bedded sediment (SABS) in aquatic systems: a review.," United States Environ. Prot. Agency, Duluth, 2003.

Im Rahmen des norwegischen Northern-Lights-Projekts⁸¹ und in einer Fallstudie mit DHI⁸² wurden mehrere Bewertungen der Auswirkungen von CO₂-Austritten über dem Meeresboden auf die benthische Fauna durchgeführt. Es wurden noch keine Studien durchgeführt, die sich mit den möglichen Folgen eines Austritts durch den Untergrund befassen, weshalb aktuelle Bewertungen ausschließlich auf Erkenntnissen aus etwaigen unfallbedingten Lecks über dem Meeresboden und allgemeinen Erkenntnissen über die Auswirkungen von saurem Regen auf die Meeresumwelt basieren. Wenn sich bei saurem Regen CO₂ im Meer löst, reagiert es mit Wasser (H₂O) und bildet Kohlensäure (H₂CO₃). Je mehr Wasserstoffionen gebildet werden, desto saurer wird das Wasser und desto niedriger wird der pH-Wert. Austretendes CO₂, das sich im Meer löst, führt also zu einer lokalen Versauerung des Meeres. In Worst-Case-Szenarien für mögliche Leckagen beim Northern-Lights-Projekt wurde die maximale Ausbreitung einer signifikanten pH-Änderung auf 200 Meter von der Quelle berechnet.⁸³ Das Gesamtumweltrisiko für den Meeresboden und die Wassersäule im Falle einer Leckage wurde daher insgesamt als gering eingeschätzt. Die einzigen Szenarien in den Analysen für das Northern-Lights-Projekt, die erhebliche negative Folgen mit sich brachten, traten vollständig lokal auf (max. 40 Meter im Radius), wobei insbesondere Arten der benthischen Fauna als mäßig bis hoch gefährdet gegenüber einer Freisetzung eingestuft wurden. Steigt der CO₂-Gehalt im Wasser, sinkt der Gehalt an Karbonat, was für die schalentragende benthische Fauna, darunter vor allem bodenlebende Muscheln, Schnecken und Krebstiere, wichtig ist. Bei einem geringeren Karbonatgehalt im Wasser wird die Kalkschicht in den Muscheln und Kalkskeletten der Fauna mit der Zeit dünner. Da CO₂ beim Austreten durch die Wassersäule blasenbildend aufsteigt, könnten auch das schalentragende Plankton und pelagische Krebstiere wie Garnelen und Mysiden beeinträchtigt werden. Es wird eingeschätzt, dass die verbleibende biologische Vielfalt in der Lage ist, den betroffenen Gebieten zu entfliehen, weshalb eventuelle Auswirkungen auf diese Gebiete verneint werden können.

Die Auswirkungen eines CO₂-Austritts werden nur für die benthische Fauna bewertet, da damit zu rechnen ist, dass die verbleibende biologische Vielfalt in der Lage ist zu entfliehen. Basierend auf dem oben Gesagten ist davon auszugehen, dass etwaige Austritte vorübergehender Natur und lokal begrenzt sind. Es wird eingeschätzt, dass die benthische Fauna eine potenziell hohe Vulnerabilität gegenüber einem CO₂-Austritt hat, dass aber diese Vulnerabilität in hohem Maße von der Fähigkeit der Art zur Verdrängung und vom Inhalt kalkhaltiger Strukturen abhängt. Wenn der CO₂-Austritt auf einen geringfügigen und kurzfristigen Austritt an der Injektionsanlage zurückzuführen ist, wird die Intensität als gering eingeschätzt, während im Zusammenhang mit einer möglichen vollständigen Leckage der Rohrleitung von einer sehr hohen Intensität ausgegangen werden muss. Auf der Grundlage der vorstehenden Ausführungen und angesichts der in dem Gebiet noch bestehenden Unsicherheiten werden die möglichen Folgen eines CO₂-Austritts für die lokale benthische Fauna als mäßig eingeschätzt. Auf dieser Grundlage wird als verneinbar eingeschätzt, dass das Austreten von CO₂ aufgrund der Umsetzung des Plans keine erheblichen Auswirkungen auf die lokale benthische Fauna haben wird, die potenziellen Auswirkungen jedoch von der Größe und Dauer etwaiger Leckagen abhängen.

⁸¹ DNV GL, ENVIRONMENTAL RISK ANALYSIS AND STRATEGY FOR ENVIRONMENTAL MONITORING, Miljørisiko for EL001, Northern Lights, mottak og permanent lagring av CO₂.

⁸² Rashidi (et al.), "Field Case Study of Modelling the Environmental Fate of Leaked CO Gas in the Marine Environment for Carbon Capture and Storage CCS," SPE Asia Pacific Oil Gas Conf. Exhib. Novemb. 2020, 2020.

⁸³ DNV GL, ENVIRONMENTAL RISK ANALYSIS AND STRATEGY FOR ENVIRONMENTAL MONITORING, Miljørisiko for EL001, Northern Lights, mottak og permanent lagring av CO₂.

Stilllegung

Der Rückbau von Anlagen und die Stilllegung von Injektionsbohrlöchern im Meeresboden können im Zusammenhang mit Abbruch- und Aushubarbeiten auf gleiche Weise potenziell Auswirkungen auf die Meeresnatur haben wie die Auswirkungen bei der Platzierung technischer Anlagen und der Herstellung etwaiger Rohrleitungen. Beim Rückbau technischer Anlagen ist eine Wiederherstellung der Flächen im Laufe der Zeit möglich und daher wird die Intensität mittel und die Gesamtfolge mäßig sein, je nach in- zwischen angesiedeltem Leben.

Gesamtbewertung und kumulative Effekte

Tabelle 9-2 Potenzielle Auswirkungen auf die Meeresbiodiversität

Umweltauswirkung	Vulnerabilität des Umweltfaktors	Geografische Ausdehnung	Intensität	Folgen
Auswirkungen auf Fische durch Impulslärm aus Bautätigkeiten, einschließlich seismischer Kartierung des Meeresbodens	Mittel	Nahbereich	Hoch	Begrenzt und negativ
Auswirkungen auf Robben durch Impulslärm aus Bautätigkeiten, einschließlich seismischer Kartierung des Meeresbodens	Hoch	Lokal	Sehr hoch	Begrenzt und negativ
Auswirkungen auf die benthische Fauna durch Verlust von Meeresbodenfläche und Veränderung des Lebensraums durch Installationen auf dem Meeresboden	Sehr hoch	Nahbereich	Sehr hoch	Vernachlässigbar und negativ
Auswirkungen auf die benthische Fauna durch die Ausbreitung von Meeresbodensedimenten im Zusammenhang mit Bautätigkeiten	Gering	Nahbereich	Gering	Begrenzt und negativ
Auswirkungen auf Fische durch die Ausbreitung von Meeresbodensedimenten im Zusammenhang mit Bautätigkeiten	Gering	Nahbereich	Gering	Vernachlässigbar und negativ
Auswirkungen auf die benthische Fauna durch das Austreten von CO ₂	Hoch	Lokal	Gering - Sehr hoch	Mittelmäßig und negativ
Auswirkungen auf die marine Biodiversität durch Stilllegung (Rückbau physischer	Gering - hoch	Nahbereich- lokal	Gering- mittel	Vernachlässigbar- mäßig und negativ

Umweltauswirkung	Vulnerabilität des Umweltfaktors	Geografische Ausdehnung	Intensität	Folgen
Anlagen vom Meeresboden)				

Zusätzlich zu den potenziellen Auswirkungen der durch den Plan ermöglichten Tätigkeiten beinhaltet der Plan zur küstennahen Speicherung von CO₂ auch potenzielle kumulative Auswirkungen von nahegelegenen Plänen und Projekten. Im Allgemeinen stehen sowohl die marine als auch die terrestrische Natur und Biodiversität in Dänemark aus verschiedenen Ursachen, unter anderem dem Bau von technischen Anlagen und Infrastruktur, unter großem Druck. Auf strategischer Ebene ist es nicht möglich, das genaue Ausmaß der kumulativen Auswirkungen abzuschätzen, da dies vom Standort der einzelnen Injektionsanlagen und möglichen Rohrleitungen abhängt, was derzeit nicht bekannt ist.

Die übergeordnete Bewertung der Auswirkungen des Plans auf Biodiversität und Natur muss im Zusammenhang mit der 0-Alternative gesehen werden, bei der alternativ zu den hier zur Ausschreibung geplanten Gebieten CO₂-Speicherung auch andere Gebiete vorgesehen ist. Die 0-Alternative wird daher auch Auswirkungen auf die Artenvielfalt und die Naturräume an diesen Orten haben.

Die übergeordnete Bewertung der Auswirkungen auf die marine Biodiversität muss auch im Zusammenhang mit der dänischen Meeresstrategie, der Biodiversitätsstrategie der EU, der UN-Biodiversitätskonvention, der Ramsar-Konvention, dem UN-Nachhaltigkeitsziel 14 (Leben im Meer) und der Vogelschutzrichtlinie (2009/147/EG) mit allgemeinem Vogelschutz gesehen werden.

Übergeordnet werden die Auswirkungen auf die marine Biodiversität daher als negativ und nicht erheblich eingeschätzt.

Es wird eingeschätzt, dass die Auswirkungen des Plans auf die marine Natur und Artenvielfalt keine grenzüberschreitenden Auswirkungen mit sich bringen, da die küstennahen Planungsgebiete nicht an andere Länder grenzen.

9.2 Wasserplanung gemäß der Wasserrahmen- und Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie

In Dänemark wird die Wasserqualität im Meer durch Umweltziele in der Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie⁸⁴ und Umweltziele in der Wasserrahmenrichtlinie abgedeckt.⁸⁵ Die Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie wird in Dänemark durch das Meeresstrategiegesetz⁸⁶ umgesetzt, um einen „guten Umweltzustand“ in den dänischen Meeresgebieten

⁸⁴ Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie (MSRL) 2008/56/EG <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2008:164:0019:0040:EN:PDF>

⁸⁵ Wasserrahmenrichtlinie 2000/60/EG, <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DA/TXT/?uri=celex%3A32000L0060>

⁸⁶ LBK nr 1161 af 25/11/2019 Bekendtgørelse af lov om havstrategi (Havstrategiloven), [DVO Nr. 1161 vom 25.11.2019 - Verordnung zum Meeresstrategiegesetz] <https://www.retsinformation.dk/eli/lta/2019/1161>

im Umkreis von 200 Seemeilen von der Küste sicherzustellen. Die Wasserrahmenrichtlinie wird über die Wasserbewirtschaftungspläne über die Wasserplanungsverordnung⁸⁷ zur Sicherstellung eines „guten ökologischen und guten chemischen Zustands“ für 1 Seemeile bzw. 12 Seemeilen von der Küste umgesetzt.

Was die küstennahen Planungsgebiete anbelangt, so wird nur das Planungsgebiet Jammerbugt gemäß den dänischen Bewirtschaftungsplänen für die Einzugsgebiete innerhalb der Grenzen zur Sicherstellung eines guten ökologischen bzw. guten chemischen Zustands liegen.

9.2.1 Die dänischen Bewirtschaftungspläne für die Einzugsgebiete

Das Meer bis zur 1-Seemeilen-Grenze bei Skagerrak gehört zur Flussgebietseinheit *Jylland og Fyn* [Jütland und Fünen] unter dem Haupteinzugsgebiet *Nordlige Kattegat, Skagerrak* [Nördliches Kattegat, Skagerrak]. Der Wasserkörper Nr. 221 *Skagerrak* liegt in unmittelbarer Nähe zu den Planungsgebieten und hat gemäß den aktuellen Bewirtschaftungsplänen 2021–2027⁸⁸ einen insgesamt guten ökologischen Zustand auf Basis der Qualitätselemente Phytoplankton, benthische Fauna und landesspezifische Stoffe erreicht (siehe Abbildung 9-2). Jedes Qualitätselement kann entweder einen hohen, guten, mäßigen, schlechten oder schlechten ökologischen Zustand erreichen, und der ökologische Gesamtzustand wird anhand des Qualitätselements mit dem niedrigsten Status gemessen. Der chemische Zustand von der Küste bis zu einer Seemeile beträgt für das Gewässer Nr. 223 *Skagerrak*, 12 sm in einem nicht guten chemischen Zustand, basierend auf erhöhten Konzentrationen von Blei und Quecksilber, gemessen in Biota (siehe Abbildung 9-3).

Der chemische Zustand im Umkreis von 1 Seemeile und bis zu 12 Seemeilen vor der Küste ist in gutem chemischen Zustand. Der ökologische und chemische Gesamtzustand stimmt mit den Wasserbewirtschaftungsplänen 2021–2027 überein, die in den beiden folgenden Abbildungen dargestellt sind.

⁸⁷ LBK nr 126 af 26/01/2017 Bekendtgørelse af lov om vandplanlægning, [DVO Nr. 126 vom 26.01.2017 Verordnung zum Wasserplanungsgesetz] <https://www.retsinformation.dk/eli/lta/2017/126>

⁸⁸ MiljøGIS for høring af vandområdeplaner 2021-2027 [Umwelt-GIS zur Konsultation von Wasser- Bewirtschaftungsplänen 2021-2027] <https://miljoegis.mim.dk/spatialmap?profile=vandrammedirektiv3hoering2021>

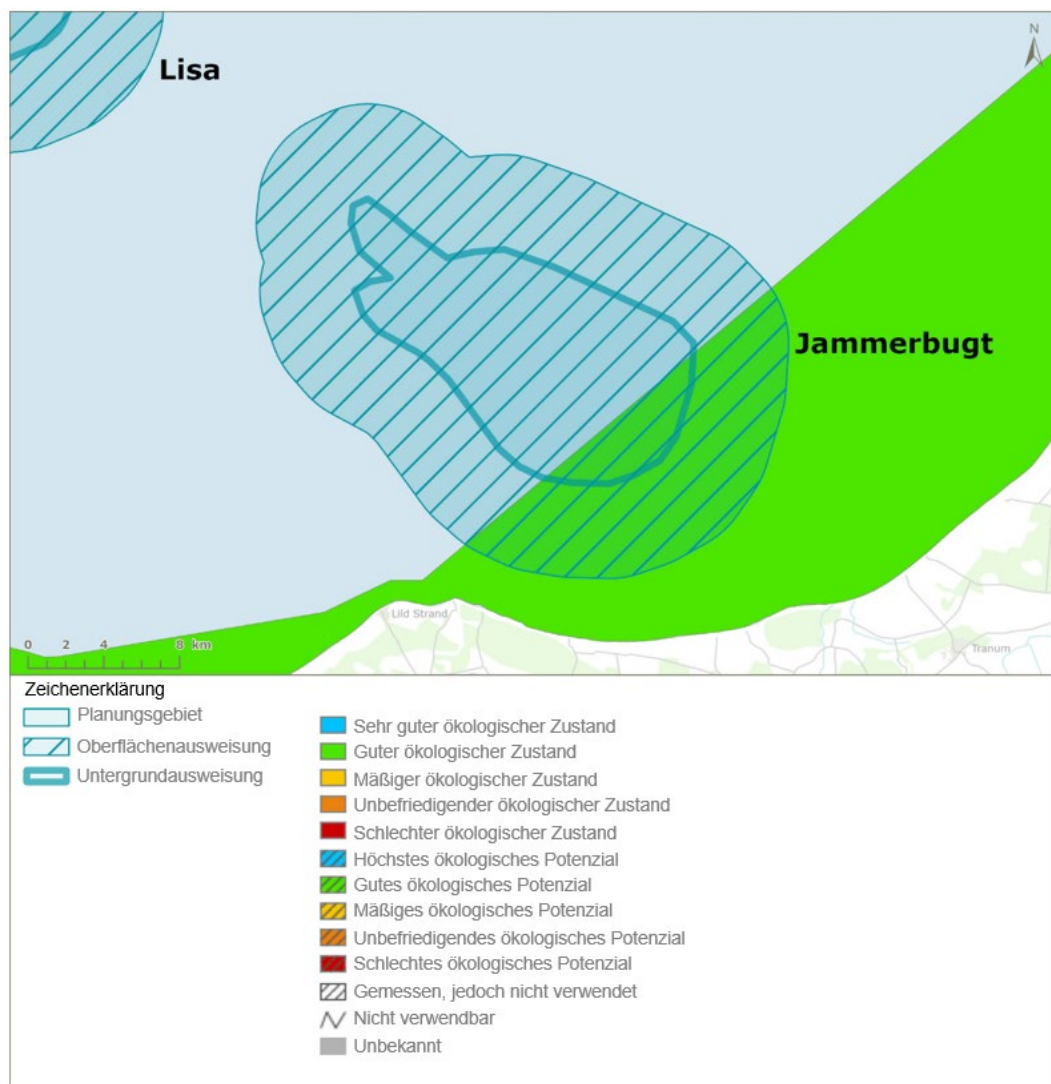


Abb. 9-2 Ökologischer Gesamtzustand für Küstengewässer Nr. 223 Skagerrak gemäß den geltenden Wasserbewirtschaftungsplänen für 2021–2027⁸⁹ innerhalb der Grenzen des Planungsgebiets Jammerbugt. Die grüne Markierung zeigt den ökologischen Gesamtzustand von der Küste bis zu einer Seemeile.

⁸⁹ MiljøGIS for høring af vandområdeplaner 2021-2027
 [Umwelt-GIS zur Konsultation von Wasser- Bewirtschaftungsplänen 2021-2027]
<https://miljoegis.mim.dk/spatialmap?profile=vandrammedirektiv3hoering2021>

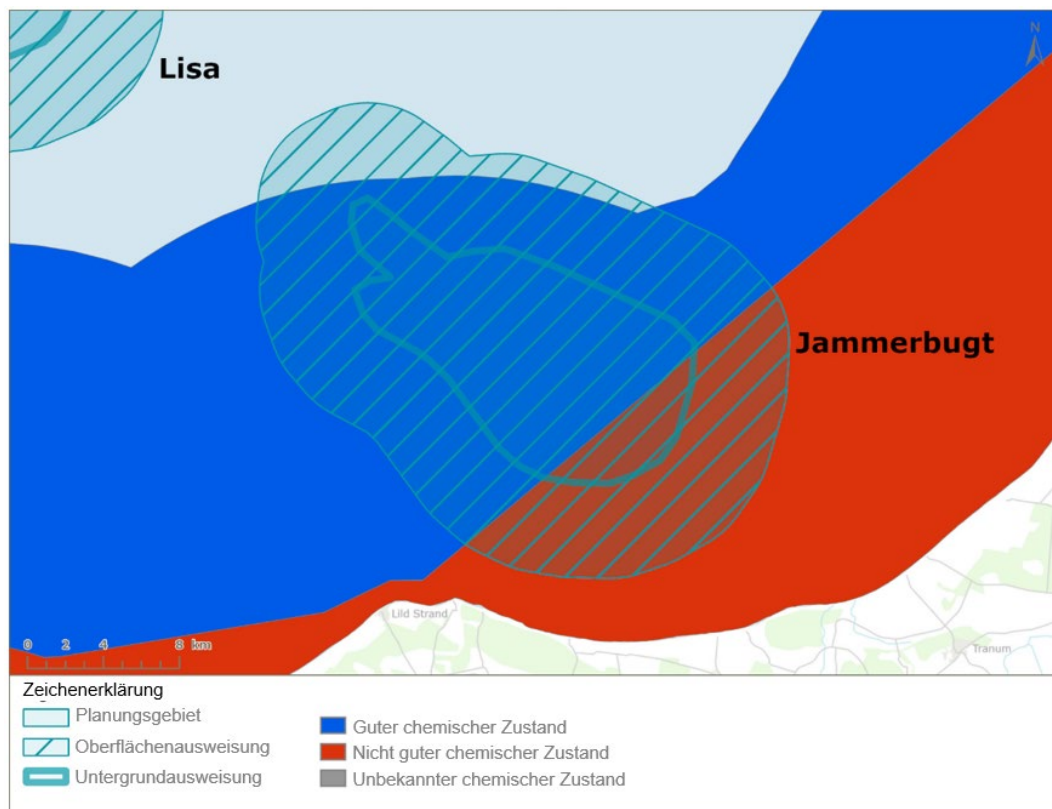


Abb. 9-3 Chemischer Zustand gemäß den den geltenden Wasserbewirtschaftungsplänen für 2021–2027⁹⁰ innerhalb der Grenzen des Planungsgebiets Jammerbugt. Die rote Markierung zeigt den chemischen Zustand für das Küstengewässer Nr. 221 Skagerrak von der Küste bis 1 Seemeile entfernt, während die blaue Markierung den chemischen Zustand für das Küstengewässer Nr. 223 Skagerrak, 12 sm von 1 Seemeile bis 12 Seemeilen von der Küste entfernt kennzeichnet.

9.2.2 Bewertung er potenziellen Auswirkungen auf die dänischen Bewirtschaftungspläne der Einzugsgebiete

Da die Planungsgebiete Lisa und Inez außerhalb der Umweltzielgrenzen für einen guten ökologischen bzw. guten chemischen Zustand liegen, wird eingeschätzt, dass die durch den Plan ermöglichten Tätigkeiten keinen Einfluss auf die Erreichung oder Aufrechterhaltung der Bestimmungen für das Gewässer haben können. Da die Szenarien für den Transport von CO₂ keine konkreten Arbeitsmethoden oder Trassenführungen für die Verlegung neuer Rohrverbindungen enthalten, kann zum jetzigen Zeitpunkt nicht beurteilt werden, ob die potenziellen Folgen einer möglichen Überschneidung zu Auswirkungen auf den ökologischen und chemischen Zustand führen könnten. Je nach Arbeitsmethode und Trassenführung könnte der ökologische Zustand möglicherweise durch den Verlust und die Störung des Meeresbodens (benthische Fauna) und die mögliche Einleitung schädlicher Substanzen beeinträchtigt werden.

⁹⁰ MiljøGIS for høring af vandområdeplaner 2021-2027
 [Umwelt-GIS zur Konsultation von Wasser- Bewirtschaftungsplänen 2021-2027]
<https://miljoegis.mim.dk/spatialmap?profile=vandrammedirektiv3hoering2021>

Das konkrete Projekt muss hinsichtlich der Auswirkungen auf die dänischen Bewirtschaftungspläne für die Einzugsgebiete bewertet werden. Bis jedoch Kenntnisse über die möglichen Rohrleitungen vorliegen, werden die potenziellen Auswirkungen aus der Lage der Planungsgebiete ausschließlich für eine direkte Überlappung mit Wasserkörpern behandelt.

Da sich nur das Planungsgebiet Jammerbugt mit dem Küstengewässer Nr. 221 überschneidet, um einen insgesamt guten ökologischen Zustand zu gewährleisten, ist es relativ gering und die dynamischen Bedingungen entlang der Westküste Jütlands groß, werden die wahrscheinlichen Auswirkungen auf die Qualitätselemente des Wassergebiets bewertet; Phytoplankton, benthische Tiere und länderspezifische Tiere sind nicht wesentlich betroffen.

Im Hinblick auf die Auswirkungen auf den chemischen Zustand des Gewässers Nr. 223 von 1 Seemeile bis 12 Seemeilen von der Küste entfernt könnte die Umsetzung des Plans zur küstennahen Speicherung von CO₂ potenziell das Risiko eines Austritts von Chemikalien Öl und Diesel mit sich bringen. Eine Leckage im Zusammenhang mit der Bau- und Betriebsphase des Plans wird als Zwischenfall eingestuft und muss gemäß den jeweils geltenden Vorschriften behandelt werden, um das Schadensausmaß so gering wie möglich zu halten. Im Falle einer Freisetzung umweltfremder Stoffe werden diese sofort aufgefangen und die dänische Umweltschutzbehörde gemäß Verordnung über die Berichterstattung gemäß dem Gesetz zum Schutz der Meeresumwelt⁹¹ informiert. In Bezug auf den chemischen Zustand wird es für das konkrete Projekt besonders wichtig sein, zu untersuchen, ob die im Zusammenhang mit Bohrungen oder dem Betrieb verwendeten Chemikalien Blei und Quecksilber enthalten, da deren Werte für den Bereich von der Küste bis zu einer Seemeile als über der Höchstgrenze liegend registriert sind.

Gesamtbewertung

Auf der Grundlage des Vorstehenden wird eingeschätzt, dass es nicht möglich ist, eine endgültige Entscheidung darüber zu treffen, ob die durch den Plan ermöglichten Tätigkeiten ein Hindernis für die Erreichung oder Aufrechterhaltung eines guten ökologischen und guten chemischen Zustands gemäß den Bestimmungen der Wasserrahmenrichtlinie sind. Die endgültige Entscheidung wird möglich sein, wenn Art, Gestaltung und Standort der Anlagen bekannt sind.

Kumulative Effekte:

Zusätzlich zu den potenziellen Auswirkungen der durch den ermöglichten Tätigkeiten besteht das Risiko kumulativer Auswirkungen naheliegender Pläne und Projekte. Da es auf strategischer Ebene nicht möglich ist, den genauen Umfang der potenziellen Auswirkungen des Plans zu bewerten, da dies vom konkreten Projekt abhängt, ist es nicht möglich, die potenzielle kumulative Wirkung naheliegender Pläne und Projekte abzuschätzen. Für Folgeprojekte werden mögliche kumulative Auswirkungen naheliegender Pläne und Projekte bewertet.

9.2.3 Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie

Die Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie bewertet einen guten Umweltzustand anhand der folgenden 11 Deskriptoren, die sehr weit gefasst sind, aber die Richtung und den Rahmen für die weitere Konkretisierung eines guten Umweltzustands vorgeben:

⁹¹ LBK nr. 1165 af 25/11/2019
[DVO Nr. 1165 vom 25.11.2019]

D1	Biodiversität
D2	Nicht einheimische Arten
D3	Kommerziell genutzte Fischbestände
D4	Nahrungsnetz des Meeres
D5	Eutrophierung
D6	Integrität des Meeresbodens
D7	Hydrographische Veränderungen
D8	Schadstoffe (umweltgefährdende Stoffe)
D9	Schadstoffe in Fisch und anderen Meeresfrüchten für den menschlichen Verzehr
D10	Abfälle
D11	Unterwasserlärm

Im Jahr 2019 wurde die Basisanalyse für Dänemarks Meeresstrategie II – erster Teil – veröffentlicht.⁹² Darin wurden die 11 Deskriptoren in Kombination von Ursache und Wirkung beschrieben, um den Einfluss des Menschen auf Meeresökosysteme zu verdeutlichen. Die Kombination von Ursache und Wirkung wird allgemeiner beschrieben und die Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie enthält keine klaren Kriterien zur Definition eines „guten“ Umweltzustands. Die EU-Kommission hat daher eine Liste detaillierter Kriterien und methodischer Standards erstellt, die den Mitgliedstaaten dabei helfen können, ihre Arbeit zur Erreichung eines guten Umweltzustands sicherzustellen, auch GES-Beschluss⁹³ und ⁹⁴ genannt.

Der Gesamtüberblick über relevante Kriterien für einen „guten Umweltzustand“ für die 11 Deskriptoren gemäß der Basisanalyse für Dänemarks Meeresstrategie II – erster Teil ist in Tabelle 0-1 in Anhang 1 dargestellt.

Insgesamt werden die bedeutendsten Auswirkungen in Dänemark durch drei verschiedene Kategorien von Auswirkungen verursacht: nämlich Nährstoffe, die als der größte Belastungsfaktor in dänischen Meeresgebieten gelten, gefolgt von gebietsfremden Arten und umweltgefährdende Stoffe. In der Nordsee und im Skagerrak nimmt jedoch die Fischerei die Kategorie als dritt wichtigster Parameter ein, während dies im Kattegat der Lärm ist. Eine geografische Bewertung der Auswirkungen zeigt, dass es im Skagerrak sowie in bestimmten Gebieten des Kattegats, des Großen Belts und der Gewässer um Bornholm im Allgemeinen eine größere Konzentration der Auswirkungen gibt⁹⁵.

Die Planungsgebiete Lisa, Jammerbugt und Inez liegen im dänischen Teil des Skagerraks unter dem Meeresgebiet, das den dänischen Teil der Nordsee abdeckt.

⁹² Miljø- og fødevarerministeriet, 2019, Danmarks Havstrategi II. Første del. God Miljøtilstand, Basisanalyse, Miljømål. April 2019. ISBN: 978-87-93593-73-2.

[Ministerium für Umwelt und Ernährung, 2019, Dänemarks Meeresstrategie II. Erster Teil. Guter Umweltzustand, Basisanalyse. Umweltziele, April 2019]]

⁹³ European Commission, Our Oceans, Seas and Coasts - Achieve Good Environmental Status, http://ec.europa.eu/environment/marine/good-environmental-status/index_en.htm

⁹⁴ Kommissionens afgørelse (EU) 2017/848.

[Beschluss der Kommission (EU) 2017/848]

http://ec.europa.eu/environment/marine/good-environmental-status/index_en.htm

⁹⁵ Miljø- og fødevarerministeriet, 2019, Danmarks Havstrategi II. Første del. God Miljøtilstand, Basisanalyse, Miljømål. April 2019. ISBN: 978-87-93593-73-2.

[Ministerium für Umwelt und Ernährung, 2019, Dänemarks Meeresstrategie II. Erster Teil. Guter Umweltzustand, Basisanalyse. Umweltziele, April 2019]]

9.2.4 Bewertung der potenziellen Auswirkungen auf Dänemarks Meeresstrategie

Bewertungen, vorgenommen im Abschnitt 9.1 über die Auswirkungen auf die marine Biodiversität und die Erheblichkeitsbewertung der Auswirkungen auf die Ausweisungsgrundlage benachbarter Natura-2000-Gebiete und Anhang-IV-Arten im Abschnitt 9.2.

Basierend auf bereits durchgeführten Bewertungen wird eingeschätzt, dass der Plan zur küstennahen Speicherung von CO₂ potenziell Auswirkungen auf D1 – Biodiversität und D4 – Nahrungsketten als Folge von P1, P2, P3 und P5 verursachen kann, während D6 – Integrität des Meeresbodens potenziell durch P1 und P2 beeinträchtigt wird. D8 Schadstoffe und D9 Schadstoffe in Fischen und anderen Meeresfrüchten werden potenziell durch P5 beeinflusst und D11 – Unterwasserlärm ist ebenfalls durch die durch die Ausschreibung ermöglichten Tätigkeiten beeinflussbar (P3, Unterwasserschall).

Die nicht genannten Deskriptoren, darunter D2, D3, D5, D7 und D10, werden nach den durch den Plan ermöglichten Tätigkeiten keine signifikante Auswirkung haben, weshalb sie in dieser Umweltverträglichkeitsprüfung nicht weiter behandelt werden, siehe auch Tabelle 9-3.

In Tabelle 9-3 sind die Gesamtbewertungen potenzieller Auswirkungen auf die Deskriptoren in der Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie aufgeführt.

Tabelle 9-3 Mögliche Quellen von Auswirkungen und Gesamtbewertung der Auswirkungen auf der Grundlage der Tätigkeiten, die nach dem Plan durch die Ausschreibung gemäß der Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie (Richtlinie 3008/56/EG) ermöglicht werden
Die Gesamtbewertung der Auswirkungen auf die Deskriptoren wird durch die Bewertungen im Abschnitt 9.1 und 9.2 von der marinen Biodiversität bzw. der Natura-2000-Erheblichkeitsbewertung und der Anhang IV-Arten gestützt.

Deskriptoren basierend auf MSRL	Belastungen	Gesamtbewertung der Wirkung
<p>D1 – Biodiversität</p> <p>Die Qualität und das Vorkommen der Lebensräume sowie die Verbreitung und Dichte der Arten entsprechen den vorherrschenden physiografischen, geografischen und klimatischen Bedingungen.</p>	<p>P1: Physischer Verlust</p> <p>Der physische Verlust von Lebensraum und damit der Verlust möglicher benthischer Fauna durch die Errichtung neuer Injektionsanlagen wird im Abschnitt 9.1 als <u>vernachlässigbar</u> bewertet.</p> <p>P2: Physische Schädigung</p> <p>Als physische Schädigung wird im Abschnitt 9.1 die physische Störung der benthischen Fauna und Fische durch die Ausbreitung von Sedimenten in der Wassersäule und Sedimentation über dem Meeresboden bewertet. Schätzungen zufolge erfolgt die Sedimentausbreitung ausschließlich in der unmittelbaren Umgebung und hat möglicherweise <u>begrenzte</u> und <u>vernachlässigbare</u> Auswirkungen auf die benthische Fauna bzw. die Fische.</p>	<p>Es wird eingeschätzt, dass die gesamten wahrscheinlichen Auswirkungen der durch die den ermöglichten Tätigkeiten das Erreichen der Ziele oder des langfristigen Ziels von GES nicht verhindern oder verzögern.</p>

Deskriptoren basierend auf MSRL	Belastungen	Gesamtbewertung der Wirkung
	<p>P3: Sonstige physikalische Störungen</p> <p>Zu sonstigen physischen Störungen zählt die Auswirkung von Unterwasserlärm. Im Abschnitt 9.1 wird bewertet, dass die Auswirkungen auf Robben und Fische potenziell begrenzt sein werden, während die Auswirkungen auf Schweinswal, Weißschnauzendelfin und Zwergwal im Abschnitt 9.2 bewertet werden. Die Auswirkungen auf Schweinswale auf der Ausweisungsgrundlage für H259 (N250 <i>Gule Rev</i>) wird als begrenzt eingeschätzt, während die Auswirkungen auf Schweinswale, Weißschnauzendelfine und Zwergwale als Anhang-IV-Arten als <u>mäßig</u> bewertet werden.</p> <p>P5: Verschmutzung mit gefährlichen Stoffen</p> <p>Gemäß den dänischen Bewirtschaftungsplänen für die Einzugsgebiete zur Gewährleistung eines guten chemischen Zustands (Abschnitt 9.2) wird die Verschmutzung mit gefährlichen Stoffen als unbeabsichtigte Freisetzung von Chemikalien, Öl und Diesel behandelt. Eine Leckage in der Bau- und Betriebsphase des Plans wird gemäß den jeweils geltenden Vorschriften behandelt, um das Schadensausmaß so gering wie möglich zu halten. Die Auswirkung von Verschmutzungen auf die marine Biodiversität <u>aufgrund der durch den Plan ermöglichten Tätigkeiten wird als unbedeutend</u> eingeschätzt.</p>	
<p>D2 Nicht einheimische Arten, die durch menschliche Tätigkeiten eingeführt wurden, kommen in einem Ausmaß vor, das die Ökosysteme nicht negativ verändert.</p>	<p>Aufgrund der durch den Plan ermöglichten Tätigkeiten wird nicht davon ausgegangen, dass es zu einer Ausbreitung invasiver Arten kommt. In den konkreten Projekten wird es möglich sein, die Herkunft der eingesetzten Schiffe und die Behandlung des Ballastwassers nachzuverfolgen.</p>	<p>D2 – Nicht einheimische Arten werden durch den Plan zur küstennahen Speicherung von CO₂ voraussichtlich nicht beeinträchtigt.</p>
<p>D3 Fisch- und Schalentierarten, die</p>	<p>Es wird eingeschätzt, dass die durch den Plan ermöglichten Tätigkeiten keine erheblichen Auswirkungen auf die kommerziell genutzten Fisch- und</p>	<p>Es wird eingeschätzt, dass die gesamten wahrscheinlichen</p>

Deskriptoren basierend auf MSRL	Belastungen	Gesamtbewertung der Wirkung
<p>kommerziell genutzt werden</p> <p>Die Populationen aller kommerziell genutzten Fisch- und Schalentierarten liegen innerhalb sicherer biologischer Grenzen und weisen eine Alters- und Größenverteilung auf, die auf einen gesunden Bestand hinweist.</p>	<p>Schalentierarten verursachen. Im Zusammenhang mit der Errichtung möglicher Injektionsanlagen auf dem Meeresboden und der Verlegung möglicher Rohrleitungen wird gemäß der Verordnung zum Schutz von Unterseekabeln und unterseeischen Rohrleitungen (BEK nr. 939 af 27/11/1992) entlang der Rohrleitung zu jeder Seite eine 200 m breite Schutzzone eingerichtet. Für die Errichtung von Anlagen auf dem Meeresboden, einschließlich möglicher Injektionsplattformen, ist gemäß der Durchführungsverordnung zum Offshore-Sicherheitsgesetz⁹⁶ ist in deren Umkreis eine Sicherheitszone von 500 m einzurichten.</p>	<p>Auswirkungen der durch den Plan ermöglichten Tätigkeiten das Erreichen der Ziele oder des langfristigen Ziels von GES für Deskriptor D3 – Fische und andere Meeresfrüchte, die kommerziell genutzt werden, nicht verhindern oder verzögern.</p>
<p>D4 Nahrungsketten</p> <p>Alle Elemente der marinen Nahrungskette sind, soweit bekannt, vorhanden und kommen in normaler Dichte und Vielfalt sowie in einem Ausmaß vor, das eine langfristige Artendichte und die Aufrechterhaltung der vollen Fortpflanzungsfähigkeit der Art gewährleistet.</p>	<p>Die potenziellen Auswirkungen von D4 – Nahrungsketten folgen den möglichen Belastungen, die für D1 – Biodiversität beschrieben wurden:</p> <p>P1: Physischer Verlust P2: Physische Schädigung P3: Sonstige physikalische Störungen P5: Verschmutzung mit gefährlichen Stoffen</p>	<p>Es wird eingeschätzt, dass die gesamten wahrscheinlichen Auswirkungen der durch den Plan ermöglichten Tätigkeiten das Erreichen der Ziele oder des langfristigen Ziels von GES für Deskriptor D4 – Nahrungsketten, nicht verhindern oder verzögern.</p>
<p>D5 Eutrophierung</p> <p>Die vom Menschen verursachte Eutrophierung ist minimiert, insbesondere ihre nachteiligen Auswirkungen wie Verlust der Artenvielfalt, Verschlechterung des</p>	<p>Infolge der durch den Plan ermöglichten Tätigkeiten kommt es zu keiner Sedimentausbreitung, die zur Freisetzung von Nährstoffen und zum Wachstum von Phytoplankton im Wasserkörper in der Nähe der Planungsgebiete im Skagerrak und in der Nordsee führen kann. D5 – Eutrophierung wird als nicht relevant für den Plan eingeschätzt.</p>	<p>D5 – Eutrophierung wird durch den Plan zur küstennahen Speicherung von CO₂ voraussichtlich nicht beeinträchtigt.</p>

⁹⁶ LBK nr. 125 af 06/02/2018 Bekendtgørelse af offshoresikkerhedsloven (Offshoresikkerhedsloven),
[DVO Nr. 125 vom 06.02.2018 Verordnung zum Offshore-Sicherheitsgesetz]
<https://www.retsinformation.dk/eli/lta/2018/125>

Deskriptoren basierend auf MSRL	Belastungen	Gesamtbewertung der Wirkung
<p>Ökosystems, schädliche Algenblüten und Sauerstoffmangel am Gewässerboden.</p>		
<p>D6 Integrität des Meeresbodens</p> <p>Der Meeresboden befindet sich in einem Zustand, der gewährleistet, dass die Struktur und Funktionen der Ökosysteme erhalten bleiben und insbesondere benthische Ökosysteme nicht beeinträchtigt werden.</p>	<p>Wie in Anhang I (Tabelle 0-1) erläutert, ist physischer Verlust laut EU-Kommission definiert als eine dauerhafte Veränderung des Meeresbodens, die mindestens 12 Jahre andauert oder voraussichtlich mindestens 12 Jahre andauern wird, während physische Schädigungen/Störungen als eine Veränderung des Meeresbodens definiert sind, welcher nach Beendigung der verursachenden Tätigkeit wiederherstellbar ist.</p> <p>P1: Physischer Verlust</p> <p>Zu einem physischen Verlust von Meeresboden kommt es infolge des Plans beim Bau von neuen Injektionsanlagen am Meeresboden. Da nach dem Plan weder Bauart, Bauweise noch Standort bekannt sind, kann der Flächenverlust nicht angegeben werden. Da die Errichtung von Injektionsanlagen auf dem Meeresboden in gewisser Weise mit den Anlagen im Zusammenhang mit der Öl- und Gasindustrie vergleichbar ist, wird der Verlust an Meeresboden gemäß D6 als flächenmäßig <u>unbedeutende</u> Auswirkung auf den Meeresboden bewertet.</p> <p>P2: Physische Schädigung</p> <p>Als physische Schädigung wird im Abschnitt 9.1 die Ausbreitung von Sedimenten in der Wassersäule und Sedimentation über dem Meeresboden bewertet. Die Auswirkungen der Sedimentausbreitung hängen von den durch den Plan ermöglichten Tätigkeiten und vom Vorhandensein gefährdeter Lebensraumstrukturen ab. Da der Standort und die möglichen Tätigkeiten noch nicht bekannt sind, können die flächenmäßigen Auswirkungen physikalischer Störungen des Meeresbodens und der Lebensraumtypen nicht berechnet werden. Allerdings wird davon ausgegangen, dass physikalische Störungen durch Sedimentverlust im</p>	<p>Es wird eingeschätzt, dass die gesamten wahrscheinlichen Auswirkungen der durch den Plan ermöglichten Tätigkeiten das Erreichen der Ziele oder des langfristigen Ziels von GES nicht verhindern oder verzögern.</p>

Deskriptoren basierend auf MSRL	Belastungen	Gesamtbewertung der Wirkung
	Allgemein nur über einen kurzen Zeitraum und innerhalb einer kurzen Entfernung auftreten, weshalb die Auswirkungen physikalischer Störungen von D6 als <u>vernachlässigbar</u> eingeschätzt werden.	
<p>D7 Hydrografische Bedingungen</p> <p>Eine dauerhafte Veränderung der hydrografischen Eigenschaften hat keine negativen Auswirkungen auf die Meeresökosysteme.</p>	Die Auswirkungen von Störungen aufgrund veränderter hydrografischer Prozesse, einschließlich einer Änderung der Strömungs- und Wellenverhältnisse, werden für die durch den Plan ermöglichten Tätigkeiten als vernachlässigbar bewertet. P4 wird als nicht relevant für den Plan eingeschätzt.	D7 – Es wird nicht davon ausgegangen, dass hydrografische Veränderungen durch den Plan zur Speicherung von CO ₂ an der Küste beeinflusst werden.
<p>D8 Schadstoffe liegen in Konzentrationen vor, aus denen sich keine Verschmutzungswirkung ergibt.</p>	Gemäß den dänischen Bewirtschaftungsplänen für die Einzugsgebiete zur Gewährleistung eines guten chemischen Zustands (Abschnitt 9.2) wird die Verschmutzung mit gefährlichen Stoffen als unbeabsichtigte Freisetzung von Chemikalien, Öl und Diesel behandelt. Eine Leckage in der Bau- und Betriebsphase des Plans wird gemäß den jeweils geltenden Vorschriften behandelt, um das Schadensausmaß so gering wie möglich zu halten. Die Auswirkungen der Verschmutzung auf die marine Biodiversität werden als <u>vernachlässigbar</u> eingeschätzt.	Es wird eingeschätzt, dass die gesamten wahrscheinlichen Auswirkungen der durch den Plan ermöglichten Tätigkeiten das Erreichen der Ziele oder des langfristigen Ziels von GES für Deskriptor D8 – Schadstoffe, nicht verhindern oder verzögern.
<p>D9 Schadstoffe in Fisch und anderen Meeresfrüchten für den menschlichen Verzehr</p> <p>Schadstoffe in für den menschlichen Verzehr bestimmtem Fisch und anderen Meeresfrüchten überschreiten nicht die im Gemeinschaftsrecht oder in anderen einschlägigen Regelungen festgelegten Konzentrationen.</p>	Siehe P5: Verschmutzung mit gefährlichen Stoffen für die durch den Plan möglichen Belastungen von D1 – Biodiversität bzw. D8 – Schadstoffe.	Es wird eingeschätzt, dass die gesamten wahrscheinlichen Auswirkungen der durch den Plan ermöglichten Tätigkeiten das Erreichen der Ziele oder des langfristigen Ziels von GES für Deskriptor D9 – Schadstoffe in Fisch und anderen Meeresfrüchten für den menschlichen

Deskriptoren basierend auf MSRL	Belastungen	Gesamtbewertung der Wirkung
		Verzehr, nicht verhindern oder verzögern.
D10 Abfälle Die Eigenschaften und Mengen der Abfälle im Meer haben keine schädlichen Auswirkungen auf die Küsten- und Meeresumwelt.	D10 Abfälle wird als nicht relevant für den Plan eingeschätzt.	D10 – Es wird nicht davon ausgegangen, dass Abfälle durch den Plan zur küstennahen Speicherung von CO ₂ beeinträchtigt werden.
D11 Unterwasserlärm Die Einleitung von Energie, einschließlich Unterwasserlärm, bewegt sich in einem Rahmen, der sich nicht nachteilig auf die Meeresumwelt auswirkt.	Siehe P3: Sonstige physikalische Störungen für die möglichen Belastungen des Plans für D1 – Biodiversität. Die Bewertung der Auswirkungen von Unterwasserlärm auf Robben und Fische erfolgt in Abschnitt 9.1 und wird als begrenzt bewertet. Die Auswirkungen auf Schweinswal, Weißschnauzendelfin und Zwergwal werden gemäß der dänischen Habitatverordnung Anhang 5 und 7 (BEK nr. 2091 af 12/11/2021) in Abschnitt 9.2 als mäßig eingeschätzt.	Es wird eingeschätzt, dass die gesamten wahrscheinlichen Auswirkungen der durch den Plan ermöglichten Tätigkeiten das Erreichen der Ziele oder des langfristigen Ziels von GES für Deskriptor D11 – Unterwasserlärm, nicht verhindern oder verzögern.

Gesamtbewertung

Es wird eingeschätzt, dass die potenziellen Auswirkungen des Plans für die CO₂-Speicherung auf der Grundlage des Vorstehenden insgesamt keine erheblichen Auswirkungen in Bezug auf die Möglichkeit sind, einen guten Zustand für die Deskriptoren in der dänischen Meeresstrategie zu erreichen.

Kumulative Effekte:

Zu den kumulativen Wirkungen im Rahmen der Meeresstrategie zählen mögliche Auswirkungen in Bezug auf bestehende Belastungen sowie in Bezug auf Belastungen aus bereits beschlossenen Projekten und Plänen, die noch nicht realisiert wurden, und aus Plänen und Projekten, die sich im Vorschlagsstadium befinden. Der Plan zur Ausschreibung der Küstengebiete für eine mögliche CO₂-Speicherung umfasst Gebiete, in denen eine zunehmende Anzahl von Tätigkeiten stattfindet.

Die Küstengebiete überschneiden sich derzeit mit Gebieten, die für die kommerzielle Schleppnetzfisherei vorgesehen sind, weshalb der Fischfang zusammen mit den durch die Ausschreibung ermöglichten Tätigkeiten möglicherweise einen kumulativen Effekt auf die Wiederherstellungsfähigkeit des Meeresbodens haben kann. Darüber hinaus

findet in der Nähe des Planungsgebiets Inez am Jyske Rev marine Rohstoffgewinnung statt, was ebenfalls zu kumulativen zusätzlichen Auswirkungen auf den örtlichen Meeresboden führen kann.

Im Hinblick auf Meeresbauprojekte liegt bei der dänischen Energieagentur ein Antrag auf Prospektionsgenehmigung für einen großen Offshore-Windpark mit dem vorläufigen Namen „Hirtshals Havn Syd“⁹⁷ vor. Das Bruttogebiet des Offshore-Windparks beginnt 4 km westlich des Hafens von Hirtshals und erstreckt sich von dort ca. 11 km südlich. Die voraussichtliche Bauphase für das Projekt ist 2026–2028, was sich auch mit der geplanten Bauzeit für die Erweiterung des Hafens von Hirtshals in nördlicher Richtung überschneidet. Im Zusammenhang mit beiden Projekten wird es einen Bedarf an lärmbelastenden Tätigkeiten geben, so dass bei einer Überschneidung der Bauarbeiten möglicherweise ein kumulativer Effekt durch die lärmintensivsten Tätigkeiten entstehen könnte. Die zeitliche Überschneidung wird davon abhängen, ob und wie schnell Tätigkeiten zur geologischen Speicherung von CO₂ initiiert werden und ob der Hafenausbau und der Offshore-Windpark Genehmigungen erhalten.

Auf strategischer Ebene ist es nicht möglich, das genaue Ausmaß der kumulativen Auswirkungen abzuschätzen, da dies vom Standort der einzelnen Injektionsanlagen und möglichen Rohrleitungen abhängt, was derzeit nicht bekannt ist.

9.3 Natura 2000, Anhang-IV-Arten

9.3.1 Potenzielle Auswirkungen

Der Plan für die Ausweisung von Planungsgebieten für die küstennahe Speicherung von CO₂ umfasst nach der differenzierten Ausweisung keine Gebiete, die sich mit ausgewiesenen Natura-2000-Gebieten gemäß der EU-Habitatrichtlinie und der Vogelschutzrichtlinie überschneiden. Wie im Abschnitt 9.1 zur marinen Biodiversität beschrieben, sieht der Plan drei Meeresplanungsgebiete für die Errichtung möglicher Injektions- und Transportanlagen auf dem Meeresboden vor, von denen die Planungsgebiete Lisa und Inez an ein Vogelschutzgebiet (F126, N1) bzw. ein geschütztes Lebensraumgebiet (H257, N248) grenzen.

Bei den Natura-2000-Gebieten handelt es sich um Gebiete, die zum Schutz besonders wertvoller Natur ausgewiesen sind, darunter bedrohte, gefährdete oder charakteristische Tiere, Vögel, Pflanzen und natürliche Lebensräume. Darüber hinaus gibt es in den ausgewiesenen Planungsgebieten Vorkommen von Tier- und Pflanzenarten des Anhangs IV der FFH-Richtlinie, zu deren generellem Schutz die EU-Mitgliedsstaaten sowohl innerhalb von als auch außerhalb der Natura-2000-Gebiete verpflichtet sind, weil sie gefährdet oder selten sind und wo die ökologische Funktionalität für Fortpflanzungs- und Ruhestätten beeinträchtigt werden kann.

Zu den durch den Plan ermöglichten Tätigkeiten zählen gemäß Scoping nur Auswirkungen im Zusammenhang mit der Kartierung des Meeresbodens und der Errichtung möglicher Anlagen sowie dem Transport von CO₂. Wie im Abschnitt 3.6 beschrieben, können Genehmigungen zur Speicherung von CO₂ gemäß den Regelungen der CCS-Richtlinie nicht erteilt werden, wenn die Gefahr einer Leckage mit erheblichen Auswirkungen

⁹⁷ European Energy, 1. juli 2022. Ansøgning om forundersøgelsestilladelse – Hirtshals Havn Syd [Antrag auf Prospektionsgenehmigung – Hirtshals Havn Syd] (Quelle: https://ens.dk/sites/ens.dk/files/Vindenergi/ansoegning_om_forundersoegelsestilladelse_hirtshals_havn_syd_01072022-5.pdf)

auf die Umwelt besteht. Nach Einschätzung von GEUS ist es sehr unwahrscheinlich, dass CO₂ durch ein Dichtungsgestein treten kann, wie in Abschnitt 3.5 beschrieben. Ein eventuelles Austrittsrisiko wird daher im Bereich von Bohrlöchern erwartet, die durch das Dichtungsgestein führen. Hier hat man einen genau definierten Punkt, der kontinuierlich überwacht werden kann. Es wird möglich sein, mit bekannten Methoden verschiedene Maßnahmen zu ergreifen, um einen Austritt zu stoppen, wenn er entlang des Bohrlochs festgestellt wird. Daher wird davon ausgegangen, dass ein mögliches langsames Austreten von CO₂ durch den Untergrund keine wesentlichen Auswirkungen auf die Meeresnatur haben wird.

Die konkreten Tätigkeiten, einschließlich deren Standort, Gestaltung und Art, sind nicht bekannt und können, vgl. Methodenbeschreibung im Abschnitt 5.4, derzeit nicht beurteilt werden. Sie werden im Zusammenhang mit der Beurteilung der konkreten Projekte bewertet und bearbeitet. Die Erheblichkeitsbewertung behandelt die durch den Plan ermöglichten Tätigkeiten auf einer Ebene, die dem Detaillierungsgrad des Plans entspricht. Im Rahmen der Bauarbeiten zur Errichtung dauerhafter Injektionsanlagen am Meeresboden wird der Meeresboden akustisch kartiert. Zur Speicherung von CO₂ im Untergrund wird ein Bohrlochkopf auf dem Meeresboden errichtet, in den CO₂ entweder über eine fest installierte Injektionsplattform oder ein fest verankertes Schiff oder Kombinationen davon eingepumpt werden kann. Der Transport von CO₂ wird per Schiff und langfristig voraussichtlich durch neue Pipelines erfolgen. Zu den Auswirkungen auf die Ausweisungsbasis der Natura-2000-Gebiete und Anhang-IV-Arten können aufgrund der potenziellen Tätigkeiten, die durch den Plan für die Ausschreibung ermöglicht werden, physikalische Störungen durch Unterwasserlärm und Sedimentverluste durch Bautätigkeiten gehören. Im Falle einer CO₂-Freisetzung durch beispielsweise einen Bruch von Rohrleitungen oder eines Austritts an der Injektionsplattform kann es ebenfalls zu Auswirkungen auf die Meeresfauna kommen.

9.3.2 Methode und Datengrundlage

Der Umweltbericht gibt Auskunft über den Umweltzustand und darüber, ob aufgrund der Ausweisung der Natura-2000-Gebiete möglicherweise erhebliche Auswirkungen auf die in Anhang IV aufgeführten Arten sowie auf Lebensräume und Arten bestehen. Es wird eine Erheblichkeitsbewertung vorgenommen, die auf vorhandenen Erkenntnissen basiert, und die Bewertungen werden mit den Unsicherheiten vorgenommen, die sich aus der Tatsache ergeben, dass die konkreten Explorations- und Baumethoden zum Zeitpunkt der Umweltprüfung auf Ebene nicht bekannt sind. Sofern eine erhebliche Beeinträchtigung der Natura-2000-Gebiete nicht ausgeschlossen werden kann, ist eine Natura-2000-Verträglichkeitsprüfung zu erstellen.

Entsprechend muss bei der Bewertung in Bezug auf die marinen Anhang-IV-Arten, darunter Schweinswal, Weißschnauzendelfin und Zwergwal, im größtmöglichen Umfang und auf Gesamtebene nachgewiesen werden, ob Einrichtungen zur geologischen Speicherung von CO₂ in den Gebieten im Einklang mit den einschlägigen Schutzbestimmungen und -zielen für die Art möglich sind.

Die Bedeutung der Auswirkungen auf Natura-2000-Gebiete und Anhang-IV-Arten muss im Zusammenhang mit der FFH-Richtlinie (92/43/EWG) mit späteren Änderungen, der EU-Biodiversitätsstrategie bis 2030 und dem UN-Nachhaltigkeitsziel 14 zum Leben im Meer betrachtet werden.

9.3.3 Umweltzustand

Von den drei vorgesehenen Meeresplanungsgebieten werden innerhalb einer Entfernung von 10 km gelegene Natura-2000-Gebiete als relevant im Hinblick auf die Bewertung der Erheblichkeit möglicher Auswirkungen auf ausgewiesene Lebensraumtypen, Arten und Vögel eingeschätzt. Die Lage der Planungsgebiete im Verhältnis zu nahe gelegenen Natura-2000-Gebieten ist in Abbildung 9-4 dargestellt.

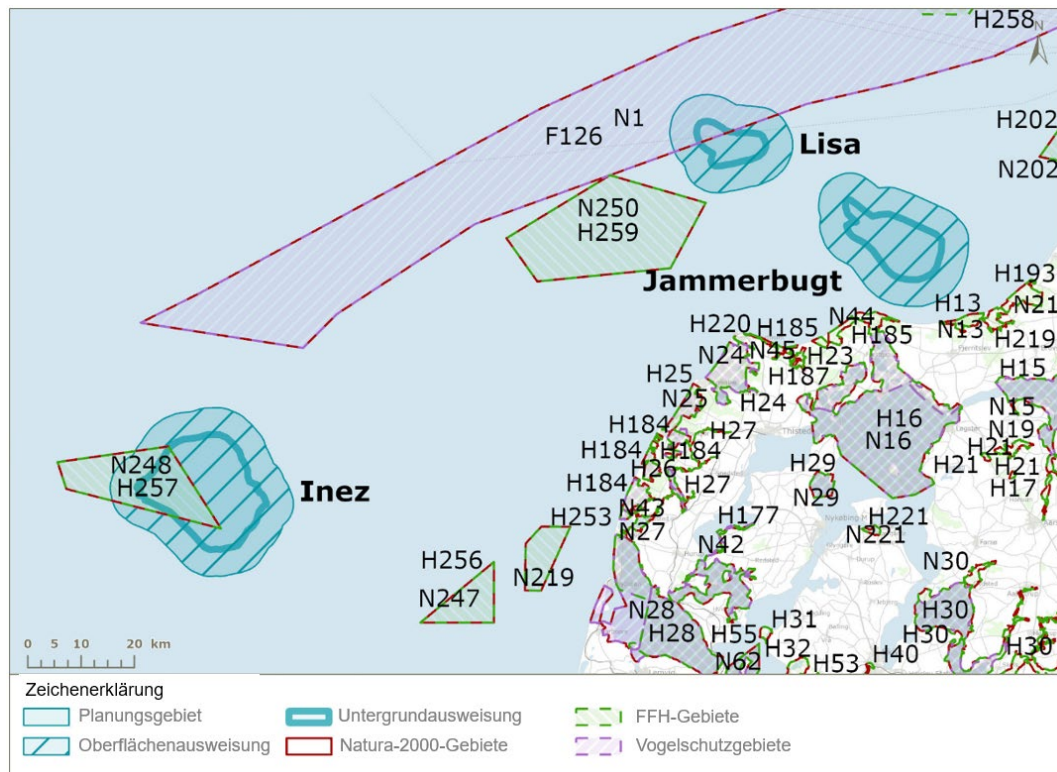


Abb. 9-4 Natura-2000-Gebiete mit FFH-Gebieten und Vogelschutzgebieten innerhalb von und in der Nähe der küstennahen Planungsgebiete.

Im Folgenden werden die Ausweisungsgrundlagen und der Umweltzustand der relevanten Natura-2000-Gebiete im Hinblick auf die geografische Lage der Planungsgebiete beschrieben.

Planungsgebiet Lisa

Das Planungsgebiet zur Errichtung möglicher Injektionsanlagen liegt in unmittelbarer Nähe des Vogelschutzgebietes F126 *Skagerrak* (N1). Das Vogelschutzgebiet wurde zum Schutz des großen Vorkommens migrierender Seevogelarten, insbesondere der Anwesenheit von Dreizehenmöwe und Großer Raubmöwe, ausgewiesen⁹⁸. Das Vogelschutzgebiet liegt in dänischen Gewässern in unmittelbarer Nähe der Norwegischen Rinne, die sich durch eine große biologische Produktion auszeichnet und als wichtiges Rast- und Überwinterungsgebiet für migrierende Seevogelarten gilt, deren Nahrungsgrundlage pelagische Fischarten sind. Das Habitatgebiet H259 *Gule Rev* (N250) liegt in einer Entfernung von knapp 5 km südlich des Planungsgebiets. Es wurde zum Schutz

⁹⁸ Miljøministeriet og Miljøstyrelsens hjemmeside <https://mst.dk/service/nyheder/nyhedsarkiv/2021/dec/nye-marine-fuglebeskyttelsesomraader-er-udpeget/>. Besucht am 24.03.23

des Lebensraumtyps Felsriff und des Schweinswals ausgewiesen⁹⁹. Im Jahr 2015 wurden die Felsriffe kartiert und erstrecken sich über 31.088 Hektar des insgesamt 47.261 Hektar großen Habitatgebiets. Die Felsriffe liegen in einer Wassertiefe zwischen 29 und 48 m und beherbergen eine reiche Tierwelt. Benthische Fauna wurde nicht festgestellt, da die Wassertiefe außerhalb der photischen Zone liegt, in der Photosynthese möglich ist. An Fischen wurden bereits zu einem früheren Zeitpunkt Arten von Kabeljau, Leng, Köhler und Klippenbarsch registriert.

Die Ausweisungsgrundlage für F126 bzw. H259 ist in Tabelle 9-4 dargestellt.

Tabelle 9-4 Meeresvogelarten auf der Ausweisungsgrundlage für das Natura-2000-Gebiet N1 Skagens Gren und Skagerrak, einschließlich F126 Habitatgebiet H1 unter N1 ist nicht dargestellt, da es außerhalb einer Entfernung von 10 km liegt^{100, 101}.

Ausweisungsgrundlage für F126 (N1 Skagens Gren und Skagerrak)	
Vogelarten:	
Dreizehenmöwe (T)	Große Raubmöwe (T)

Ausweisungsgrundlage für H259 (N250 Gule Rev)	
Lebensraumtypen:	
Riff (1170)	
Arten:	
Schweinswal (1351)	

Planungsgebiet Inez

Planungsgebiet für die Errichtung möglicher Injektionsanlagen liegt in unmittelbarer Nähe des Habitatgebiets H257 *Jyske Rev, Lillefiskerbanke* (N248). Es wurde zum Schutz des Lebensraumtyps Felsriff ausgewiesen. Laut der überarbeiteten Basisanalyse für das Natura-2000-Gebiet¹⁰² reichen die Spitzen der Felsriffe bis auf ungefähr 27 m Meerestiefe, während der Hauptteil des Riffs in einer Tiefe von bis zu 44 m zu finden ist. Makroalgen wurden bisher nicht nachgewiesen, wohl aber eine hohe Konzentration an Meerhand, Dreikantröhrenwurm und Blättermoostierchen, allesamt benthische Fauna, die davon lebt, das Wasser nach Plankton zu filtern. Bei Fischen wurden Schwärme von Kabeljau und Köhler registriert.

Die Ausweisungsgrundlage für H257 ist in Tabelle 9-5 dargestellt.

⁹⁹ Revideret basisanalyse 2022-2027 for Natura 2000-område N250 Gule Rev [Überarbeitete Basisanalyse 2022-2027 für das Natura-2000-Gebiet N250 Gule Rev] <https://mst.dk/media/235330/n250-revideret-basisanalyse-2022-27-gule-rev.pdf>

¹⁰⁰ Miljøministeriet og Miljøstyrelsens hjemmeside <https://mst.dk/service/nyheder/nyhedsarkiv/2021/dec/nye-marine-fuglebeskyttelsesomraader-er-udpeget/>. Besucht am 24.03.23

¹⁰¹ Revideret basisanalyse 2022-2027 for Natura 2000-område N250 Gule Rev [Überarbeitete Basisanalyse 2022-2027 für das Natura-2000-Gebiet N250 Gule Rev] <https://mst.dk/media/235330/n250-revideret-basisanalyse-2022-27-gule-rev.pdf>

¹⁰² Revideret basisanalyse 2022-2027 for Natura 2000-område N248 [Überarbeitete Basisanalyse 2022-2027 für das Natura-2000-Gebiet N248] <https://mst.dk/media/235328/n248-revideret-basisanalyse-2022-27-jyske-rev-lillefiskerbanke.pdf>

Tabelle 9-5 Marine Lebensraumtypen auf der Ausweisungsgrundlage für das Natura-2000-Gebiet N248 Jyske Rev, Lillefiskerbanke, einschließlich H257¹⁰³

Ausweisungsgrundlage für H257 (N248 Jyske Rev, Lillefiskerbanke)
Lebensraumtypen:
Felsriff (1170)

9.3.4 Bewertung der Erheblichkeit der Auswirkungen

Auswirkungen auf Schweinswale durch Unterwasserlärm in Bezug auf nahe gelegene Natura-2000-Gebiete

Im Zusammenhang mit dem Plan für die küstennahe Speicherung von CO₂ wird sich Unterwasserlärm in Form von Impulslärm aus der seismischen Kartierung des Meeresbodens und Dauerlärm aus möglichen Bautätigkeiten und erhöhtem Schiffsverkehr, geltend machen können. Die durch den Plan ermöglichten Tätigkeiten bergen ein potenzielles Risiko der Beeinträchtigung von Arten wie Schweinswale, welche auf der Ausweisungsgrundlage von nahe gelegenen Natura-2000-Gebiete stehen.

Schweinswale sind die häufigsten Wale in Dänemark und die einzigen, die sich in dänischen Gewässern fortpflanzen. Schweinswale können sowohl in Küstennähe als auch auf dem offenen Meer vorkommen. Schweinswale ernähren sich hauptsächlich von Fischen, sind aber im Allgemeinen opportunistisch und passen sich daher der Verfügbarkeit von Beute an. Schweinswale orientieren sich und jagen mithilfe der Echoortung, was bedeutet, dass sie Klickgeräusche von sich geben, um ihre Nahrung zu finden. Die Schallwellen werden in den Kiefern aufgefangen, deren Frequenz ein Bild der Position der Beute im Verhältnis zum Schweinswal erzeugt. Sie können daher im Dunkeln nach Nahrung suchen, obwohl sie unter Wasser auch gut sehen. Schweinswale haben einen hohen Stoffwechsel und müssen häufig fressen und daher auch nachts jagen. Während der Nahrungssuche bleiben Schweinswale normalerweise zwei bis drei Minuten lang unter Wasser.

Von den nahe gelegenen Habitatsgebieten, in denen Schweinswale auf der Ausweisungsgrundlage stehen, liegt H259 *Gule Rev* in einer Entfernung von knapp 5 km vom nächstgelegenen Planungsgebiet.

Anhand von Überwachungsdaten aus Flugzeug- und Schiffsbeobachtungen von Schweinswalen, die im Rahmen der jüngsten internationalen SCANS III-Erhebung im Sommer 2016 in der Nordsee gesammelt wurden, wurden Modelle für die Dichte von Schweinswalen in der Nordsee und im Skagerrak erstellt¹⁰⁴. Auf diese Weise lassen sich sogenannte „Hotspots“ lokalisieren, an denen die Schweinswaldichte hoch ist. In der Nähe der Planungsgebiete Lisa und Inez wird die Schweinswaldichte auf 0,5–0,75

¹⁰³ Revideret basisanalyse 2022-2027 for Natura 2000-område N248 [Überarbeitete Basisanalyse 2022-2027 für das Natura-2000-Gebiet N248] <https://mst.dk/media/235328/n248-revideret-basisanalyse-2022-27-jyske-rev-lillefisker-banke.pdf>

¹⁰⁴ Gilles et al. 2016. Seasonal habitat-based density models for a marine top predator, the harbor porpoise, in a dynamic environment. *Ecosphere* 7(6): e01367. 10.1002/ecs2.1367

Individuen/km² geschätzt, während die Schweinswaldichte in der Nähe des Planungsgebiets Jammerbugt auf 0,75–1 Individuen/km² geschätzt wird¹⁰⁵. Die Schweinswaldichte in der Nähe der Küstenplanungsgebiete ist in Abbildung 9-5 dargestellt. Im nördlichen Teil der Nordsee und im Skagerrak ist Skagen ein Hotspot-Gebiet für Schweinswale.

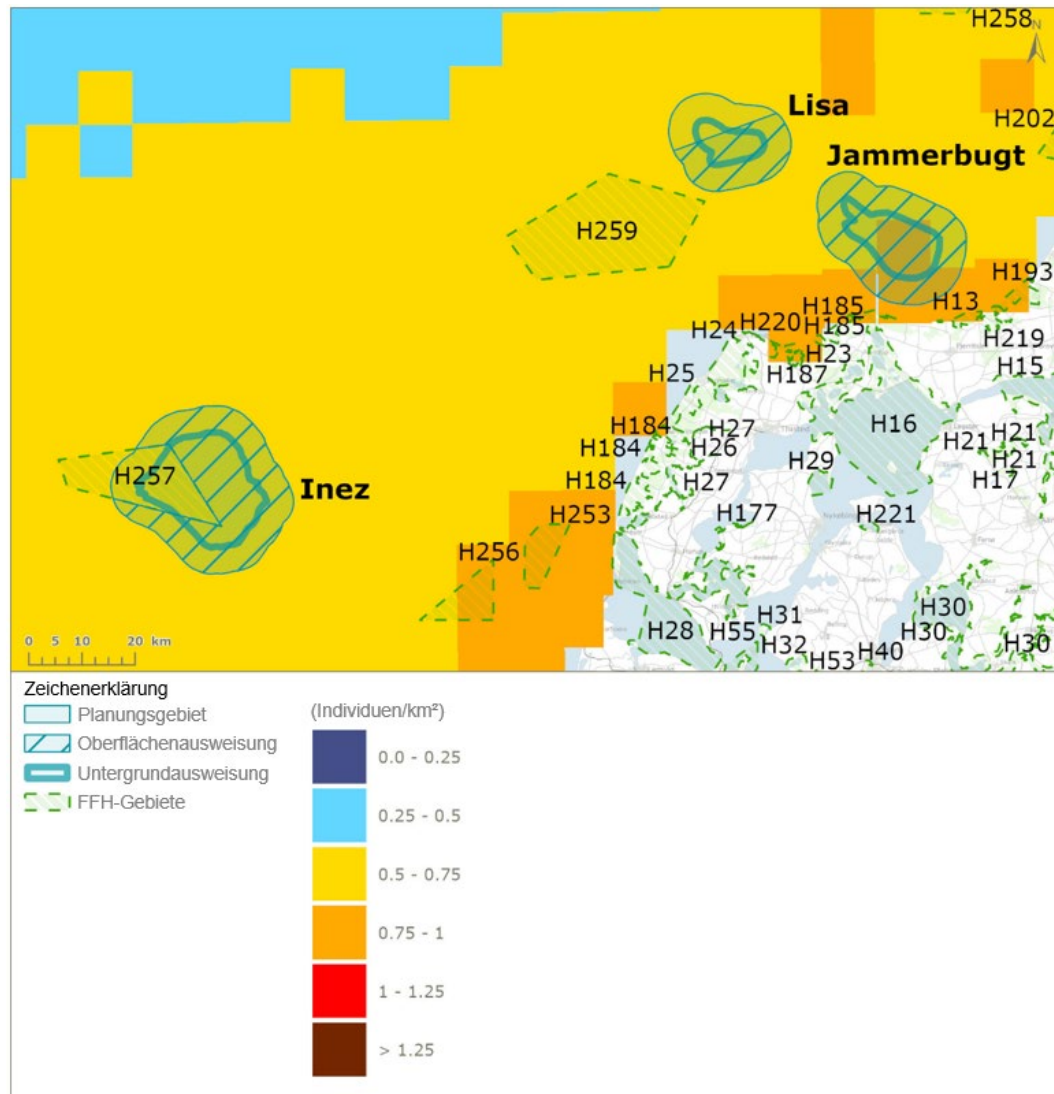


Abbildung 9-5 Schweinswaldichte in der Nähe der Planungsgebiete Jammerbugt, Lisa und Inez mit Angabe der Habitatgebiete.

Wie im Abschnitt 9.1 über die Bewertung der Auswirkungen von Unterwasserlärm auf Robben beschrieben, werden die Auswirkungen von Unterwasserlärm in vier große

¹⁰⁵ Lacey, C., Gilles, A., Börjesson, P., Herr, H., Macleod, K., Ridoux, V., Santos, M. B., Scheidat, M., Teilmann, J., Sveegaard, S., Vingada, J., Vinquerat, S., Øien, N., & Hammond, P. S. 2022. Modelled density surfaces of cetaceans in European Atlantic waters in summer 2016 from the SCANS-III aerial and shipboard surveys. University of St Andrews. [Modelled density surfaces of cetaceans in European Atlantic waters in summer 2016 from the SCANS-III aerial and shipboard surveys \(st-andrews.ac.uk\)](https://www.st-andrews.ac.uk/scans-iii/)

Wirkungszonen für Detektion, Maskierung, Verhaltensänderung und physischen Hörschädigung von TTS bzw. PTS unterteilt¹⁰⁶. Ebenso wie bei der Beurteilung von Seehunden handelt es sich bei der Beeinträchtigung der Ausweisungsgrundlage des Natura-2000-Gebiets ausschließlich um eine dauerhafte physische Hörschädigung, die als erhebliche Auswirkung angesehen werden kann. Die Grenzwerte für den Eintritt einer schädlichen Wirkung sind in Tabelle 9-1 auf der Grundlage der aktualisierten Leitlinien der Energieagentur vom Mai 2022 wiedergegeben¹⁰⁷.

Die Schweinswalpopulationen in der Nordsee und im Skagerrak gelten als stabil und werden ab 2019 auf der dänischen Roten Liste als nicht gefährdet (LC) geführt¹⁰⁸.

Die Schweinswale im Lebensraumgebiet H259 *Gule Rev* gehören zum Bestand in der Nordsee/Skagerrak, gelegen in der in der marin-atlantischen Region. Die Population wird auf 300.000–350.000 Schweinswale geschätzt und wird über den 22-jährigen Untersuchungszeitraum als stabil eingeschätzt, sodass sich die Schweinswale im Habitatgebiet H259 in einem günstigen Erhaltungszustand befinden¹⁰⁹.

Unterwasserlärm durch eventuelle Aushubarbeiten, das Einspülen von Rohrleitungen und Schiffsverkehr wird im Zusammenhang mit der Umsetzung des Plans ausschließlich zur Ausbreitung von kontinuierlichem niederfrequentem Unterwasserlärm führen, dessen Wirkung ausschließlich zu einer vorübergehenden Verdrängung von Schweinswalen während der stattfindenden Bauarbeiten führt. Basierend auf den bisherigen Erfahrungen wird eine solche Bewertung keine erheblichen nachteiligen Auswirkungen auf die Ausweisungsgrundlage des Natura-2000-Gebiets haben, da die Störung meist lokal, kurzzeitig und von mittlerer Intensität ist.

Im Hinblick auf die Auswirkungen von Tätigkeiten, die hochfrequenten Unterwasserlärm erzeugen, wie beispielsweise die seismische Kartierung des Meeresbodens, wie zuvor beschrieben, werden standardmäßig Abwehrmaßnahmen wie akustische Vergrämung und das Sanftanlaufverfahren implementiert, die das Risiko von Gehörschädigungen erheblich begrenzen können.¹¹⁰ Da davon auszugehen ist, dass die von der dänischen Energieagentur vorgegebenen Prospektionsverfahren auf See¹¹¹ befolgt werden, wird das Risiko einer erheblichen Auswirkung auf Schweinswale (PTS und TTS) als

¹⁰⁶ Southall, B., Bowles, A. E., Ellison, W. T., Finneran, J. J., Gentry, R. L., Greene, C. R. Jr., Kastak, D., Ketten, D. R., Miller, J. H., Richardson, W. J., Thomas, J. A., Tyack, P. L. 2007. Marine mammal noise exposure criteria: initial scientific recommendations. *Aquatic mammals* 33(4).

¹⁰⁷ Energistyrelsen, 2022. Guideline for underwater noise - Installation of impact or vibratory driven piles. https://ens.dk/sites/ens.dk/files/Vindenergi/guidelines_for_underwater_noise_energistyrelsen_maj_2022_0.pdf

¹⁰⁸ Aarhus Universitet 2019, Institut for Bioscience, Den danske rødliste [Aarhus Universitet 2019, Institut for Bioscience, die dänische Rote Liste] <http://bios.au.dk/raadgivning/natur/redlistframe> Besucht am 24.02.2023

¹⁰⁹ Fredshavn, J. et al. Bevaringsstatus for naturtyper og arter 2019. Habitatdirektivets Artikel 17-rapportering. Videnskabelig rapport fra DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi nr. 340 [Erhaltungszustand von Lebensraumtypen und Arten 2019. Habitat-Richtlinie, Artikel 17 – Berichterstattung. Wissenschaftlicher Bericht von DCE (Nationales Zentrum für Umwelt und Energie) Nr. 340]

¹¹⁰ Subsidiary body on scientific, technical, and technological advice, 2012, Scientific synthesis on the impacts of underwater noise on marine and coastal biodiversity and habitats, Convention on Biological diversity, UNEP/CBD/SBSTTA/16/INF/12 12 March 2012.

¹¹¹ Energistyrelsen 2018, Standardvilkår for forundersøgelser til havs https://ens.dk/sites/ens.dk/files/OlieGas/standardvilkaar_for_forundersoegelser.pdf [Die dänische Energieagentur, Standardbedingungen für Prospektionsarbeiten auf See]

minimal eingeschätzt. Die Auswirkungen auf Schweinswale können auch dadurch verringert werden, dass Zeiträume vermieden werden, in denen Schweinswale sich fortpflanzen, obwohl noch immer keine Fortpflanzungsgebiete von Schweinswalen bekannt sind. Schweinswale kalben von März bis August und erreichen ihren Höhepunkt im Juni nach einer Tragzeit von 10–11 Monaten. Die Kälber werden 8–11 Monate lang von der Mutter gesäugt. Paarungszeit ist von Juli bis September¹¹². Schweinswale sind im Allgemeinen sehr anfällig für impulsiven Unterwasserlärm und es ist wahrscheinlich, dass es bei seismischen Untersuchungen in den Gebieten zu Verhaltensänderungen und zur Vertreibung von Schweinswalen kommt. Da die möglichen Auswirkungen reversibel und kurzfristig sind und nur lokal auftreten, werden die Auswirkungen von Unterwasserlärm auf Schweinswale als begrenzt eingeschätzt, da damit zu rechnen ist, dass die Schweinswale von den schädlichsten Frequenzstärken verdrängt werden. Auf dieser Grundlage wird eingeschätzt, dass eine erhebliche Beeinträchtigung von Schweinswalen, hierunter auch Schweinswalen auf der Ausweisungsbasis für H259, durch die am stärksten lärmverursachenden Tätigkeiten, wie sie die Verordnung ermöglicht, vereinbar ist.

Auswirkungen auf Anhang-IV-Arten durch Unterwasserlärm

Neben Schweinswalen gibt es in dänischen Gewässern auch Weißschnauzendelfine und Zwergwale. Weißschnauzendelfin und Zwergwal sind jedoch ausschließlich im dänischen Teil der Nordsee als einheimische Arten registriert. Die potenziellen Auswirkungen von Unterwasserlärm auf Weißschnauzendelfin und Zwergwal können analog zur Bewertung des Schweinswals als ausgewiesene Anhang-II-Art gesehen werden, da jedoch insbesondere Zwergwale als mit einem guten Gehör im niederfrequenten Spektrum (10–34.000 Hz¹¹³) eingestuft werden, während Schweinswale und Weißschnauzendelfine am besten Frequenzen im Spektrum zwischen 1.000–150.000 Hz bzw. 1.000–120.000 Hz hören, gilt der Zwergwal als weniger anfällig für hochfrequenten Unterwasserlärm im Vergleich zu niederfrequenten Signalen. Darüber hinaus kommen sowohl Zwergwale als auch Weißschnauzendelfine in geringerer Dichte und in der Regel meist weiter vom Land entfernt vor, sodass sich die Planungsgebiete nicht direkt mit Gebieten überschneiden, die für die Arten wichtig sind. Insbesondere die Planungsgebiete für Lisa und Jammerbugt liegen jedoch voraussichtlich in Gebieten mit einer hohen Schweinswaldichte, insbesondere im Sommer¹¹⁴.

Unterwasserlärm wird in der Bauphase lokal innerhalb der Grenzen der Planungsgebiete auftreten. Die Intensität des Unterwasserlärms ist für alle Walarten hoch, weshalb die Gesamtfolge für die Arten in Anhang IV der Habitat-Richtlinie mäßig ausfallen wird, sofern in den Sommermonaten, wenn die Dichte der Schweinswale am höchsten ist, auf eine seismische Kartierung des Meeresbodens verzichtet, und dass bei den lärmintensivsten Tätigkeiten Lärminderungsmaßnahmen eingesetzt werden, um die schädliche Wirkung auf das Gehör der Meeressäuger zu begrenzen.

¹¹² NOVANA – Aarhus Universitet, DCE. <https://novana.au.dk/arter/arter-2016/pattedyr/marsvin/> Besøgt den 24.03.23.

¹¹³ Energistyrelsen, 2022. Guideline for underwater noise - Installation of impact or vibratory driven piles. https://ens.dk/sites/ens.dk/files/Vindenergi/guidelines_for_underwater_noise_energistyrelsen_maj_2022_0.pdf

¹¹⁴ Sveegaard, S., Nabe-Nielsen, J. & Teilmann, J. 2018. Marsvins udbredelse og status for de marine habitatområder i danske farvande. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, 36 s. - Videnskabelig rapport nr. 284 <http://dce2.au.dk/pub/SR284.pdf> [Verbreitung von Schweinswalen und Zustand der Meereslebensräume in dänischen Gewässern. Aarhus Universitet, DCE – Nationales Zentrum für Umwelt und Energie, 36 S. Wissenschaftlicher Bericht Nr. 284]

Auf der Grundlage des Vorstehenden und auf der Grundlage der Bewertung der Auswirkungen von Unterwasserlärm auf Schweinswale kann davon ausgegangen werden, dass Anhang-IV-Arten wie Schweinswal, Weißschnauzendelfin und Zwergwal erheblich durch den Unterwasserlärm beeinträchtigt werden, den durch den Plan ermöglichte Tätigkeiten verursachen, wozu auch erhebliche Störungen der Fortpflanzungs- und Ruhegebiete der Arten gehören.

Verlust von Meeresbodenfläche und Veränderung des Lebensraums durch Installationen auf dem Meeresboden

Da sich die Planungsgebiete für die Einrichtung möglicher Injektionsanlagen nicht mit ausgewiesenen geschützten Lebensräumen überschneiden, werden die durch den Plan ermöglichten Tätigkeiten nicht zu einem Verlust von geschütztem Meeresbodengebiet und einer Veränderung des geschützten Lebensraums durch bauliche Anlagen auf dem Meeresboden führen. Für das Planungsgebiet Inez wird das Felsriff als geschützter Lebensraum im Habitatgebiet H257 *Jyske Rev, Lillefiskerbanke* (N248) in kurzer Entfernung zu den möglichen Einrichtungen liegen, aber da der Verlust an Meeresboden und die mögliche Veränderung des Lebensraums gemäß der differenzierten Ausweisung sich nicht überschneiden werden, lässt sich eine erhebliche Auswirkung auf die Ausweisungsgrundlage für H257 verneinen. Eine Bewertung des Verlusts an Meeresbodenfläche und der Veränderung des Lebensraums wird für die ausgewiesenen Lebensraumtypen auf der Ausweisungsgrundlage für nahe gelegene Natura-2000-Gebiete nicht weiter vorgenommen.

Ausbreitung von Meeresbodensedimenten im Zusammenhang mit Bautätigkeiten

Die Freisetzung von Sedimenten in die Wassersäule und die Ablagerung über dem Meeresboden wirken sich möglicherweise auf ausgewiesene Lebensraumtypen gemäß Anhang II der FFH-Richtlinie im Plan zur Ermöglichung der Speicherung von CO₂ in Küstengebieten aus.

Bezogen auf das Planungsgebiet Inez wird der nächstgelegene Lebensraumtyp in unmittelbarer Nähe des möglichen Meeresbodenbereichs für die Errichtung von Injektionsanlagen liegen. Wie bereits beschrieben (siehe Abschnitt 9.1 über die Auswirkungen der Ausbreitung von Meeresbodensedimenten), sind Felsriffe sehr anfällig für Sedimentsuspensionen und -ablagerungen, da die damit verbundenen Tiere erheblich beeinträchtigt werden können.

Da sich die durch die Ausschreibung ermöglichten Tätigkeiten nicht direkt mit ausgewiesenen Lebensraumtypen überschneiden und der Sedimentverlust häufig auf die unmittelbare Umgebung beschränkt ist, wird die Intensität als gering eingeschätzt und die Folgen aus der Ausbreitung von Meeresbodensedimenten für ausgewiesene Lebensraumtypen sind als begrenzt einzuschätzen. Auf der Grundlage des Vorstehenden wird die Auffassung vertreten, dass eine erhebliche Beeinträchtigung der ausgewiesenen Lebensraumtypen, einschließlich Felsriffe, durch die Ausbreitung von Meeresbodensedimenten aufgrund der durch den Plan ermöglichten Tätigkeiten verneinbar ist.

Visuelle Störungen durch Schiffe

Bauarbeiten, einschließlich der Anwesenheit von Schiffen, im Zusammenhang mit den durch den Plan für die Ausschreibung ermöglichten Tätigkeiten können potenziell zu einer sichtbedingten Verdrängung von Seevogelarten, die mit den Planungsgebieten in

Verbindung stehen, führen¹¹⁵. Schiffe können ebenfalls ein potenzielles Kollisionsrisiko für rastende Vögel, einschließlich Zugvögeln und Vögeln, die lokale Migrationsbewegungen durchführen, z. B. zwischen verschiedenen Nahrungsgebieten, darstellen.

Wie bereits beschrieben, steht das Planungsgebiet Lisa in unmittelbarem Kontakt zum Vogelschutzgebiet F126 *Skagerrak*, Dreizehenmöwe bzw. Große Raubmöwe auf der Ausweisungsgrundlage hat.

Die mögliche Verdrängungswirkung durch Störungen im Arbeitsbereich selbst wird sich im Zuge der Umsetzung und der ermöglichten Tätigkeiten auf kleinere Bereiche konzentrieren, da nicht im gesamten Planungsbereich gleichzeitig gearbeitet wird. Auch die Kollisionswahrscheinlichkeit mit Schiffen muss als sehr gering eingeschätzt werden, da von den Vögeln erwartet wird, dass sie die Schiffe umfliegen, um Kollisionen zu vermeiden. Daher wird eingeschätzt, dass die Vulnerabilität gegenüber physikalischen Störungen durch Schiffe gering und von geringer Intensität ist. Auswirkungen durch physische Verdrängung und Kollisionen mit Schiffen usw. sind daher im Planungsgebiet als nicht erheblich einzuschätzen. Da sich das Planungsgebiet im südlichen Teil des Skagerraks befindet, wird davon ausgegangen, dass die mögliche Verdrängung auch keine nennenswerten Auswirkungen auf die Anwesenheit der Vögel haben wird, da sich die Vögel weiter vom Land entfernt und weiter nördlich Verbindung im Bereich der Norwegischen Rinne konzentrieren werden. Insgesamt wird eingeschätzt, dass die potenziellen Auswirkungen von Schiffen eine vernachlässigbare Auswirkung auf die ausgewiesenen Vogelarten haben werden, da davon ausgegangen wird, dass nur wenige Vögel infolge der Verdrängung in der unmittelbaren Umgebung für kurze Zeit betroffen sein werden und es wird allgemein erwartet, dass die Vögel nach Beendigung der Störung in das Gebiet zurückkehren. Erhebliche Auswirkungen der durch den Plan ermöglichten Tätigkeiten auf die ausgewiesenen Vogelarten werden daher als vereinbar eingeschätzt.

9.4 Andere Naturschutzgebiete als Natura 2000

Es gibt keine Naturschutzgebiete, die sich mit den Planungsgebieten für die küstennahe Speicherung von CO₂ überschneiden.

Westlich des Planungsgebiets Lisa und Jammerbugt wurde das Meeresstrategie-Gebiet F, Nordsee, ausgewiesen, während östlich des Planungsgebiets Inez das Meeresstrategie-Gebiet B, Nordsee, ausgewiesen wurde. Westlich des Planungsgebiets Inez ist das Meeresstrategie-Gebiet G, Nordsee, ausgewiesen. Das Maßnahmenprogramm für die Meeresstrategie-Gebiete und damit der Teil 3 der Meeresstrategie II (2018-2024) sollte bis Ende 2021 fertiggestellt sein. Die Veröffentlichung des Maßnahmenprogramm ist weiter ausstehend¹¹⁶.

Bei der Ausweisung der Meeresstrategie-Gebiete liegt der Schwerpunkt auf der Ergänzung und Schaffung von Synergien mit dem bestehenden Netzwerk geschützter Meeresgebiete (Natura-2000-Gebiete). Die Ausweisung konzentriert sich auf den Schutz einer Reihe von Lebensraumtypen und Arten, die entweder nicht in bestehenden

¹¹⁵ P. Schwemmer, B. Mendel, N. Sonntag, V. Dierschke, and S. Garthe, "Effects of ship traffic on seabirds in offshore waters: implications for marine conservation and spatial planning," *Ecol. Appl.*, vol. 21, no. 5, pp. 1851–1860, Jul. 2011, doi: 10.1890/10-0615.1.

¹¹⁶ Website des Umweltministeriums: <https://mim.dk/natur/hav/> (Besucht am 28.03.23)

Schutzgebieten liegen oder nicht durch Schutzmaßnahmen innerhalb eines bestehenden Schutzgebiets abgedeckt sind. Dazu gehören z. B. der Schutz tiefer gelegener Lebensräume mit Sand, Kies und schlammigem Untergrund sowie die Wassersäule und eine Reihe von Arten der Roten Liste und bedrohten Lebensräumen.

Meeresstrategie-Gebiet F, Nordsee

Das Gebiet liegt entlang der dänischen AWZ-Grenze westlich von Jammerbugt und überschneidet sich außerdem mit dem ausgewiesenen Vogelschutzgebiet F126 *Skagerak* (N1). Das Meeresstrategie-Gebiet hat eine Fläche von 130 km² und liegt in Tiefen zwischen 65 und 90 m. Der vorrangige Lebensraumtyp des Meeresstrategie-Gebiets ist Sandböden des küstenfernen Circalitorals, gemäß EMODnets Kartierung der Biotopklassen der Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie¹¹⁷. Das gesamte Gebiet ist als streng geschütztes Gebiet ausgewiesen.

Bisher wurden in dem Gebiet keine biologischen Daten gesammelt, aber auf demselben Lebensraumtyp (abfallender, tiefer gelegener Sandboden) in der Nähe gibt es verschiedene Arten von Herzseeigel und Islandmuschel. Das gesamte Gebiet ist außerdem als EBSA-Gebiet (Ecologically or Biologically Significant Areas) und IBA-Gebiet (Important Bird Areas) ausgewiesen¹¹⁸.

Meeresstrategie-Gebiet B, Nordsee

Das Gebiet liegt westlich von Thyborøn mit einer Fläche von ca. 287 km², bestehend aus unterschiedlichen Tiefen von 23-43 m. Das Meeresstrategie-Gebiet erstreckt sich über eine Fläche von ca. 78 km², bestehend aus den Meeresboden-Lebensraumtypen Grobsediment des Circalitorals, Mischsediment des Circalitorals und Sandböden des Circalitorals gemäß der EMODnet-Kartierung der Biotopklassen der Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie¹¹⁹, weshalb nur ein kleiner Teil der Gesamtfläche als streng geschützt ausgewiesen ist.

Aufgrund der Wassertiefe liegen die Riffe außerhalb der photischen Zone, weshalb die Riffe keine Vegetation aufweisen, während die Tierwelt artenreich ist, da das Gebiet in einem pelagischen, hochproduktiven Gebiet liegt, in dem mehrere Arten von Seevögeln beobachtet werden können. Außerdem kommen Schweinswale und Zwergwale vor¹²⁰.

Meeresstrategie-Gebiet G, Nordsee

Das Gebiet liegt am westlichsten Ende des dänischen Teils der Nordsee westlich des Natura-2000-Gebiets Jyske Rev in Tiefen von 35-58 m. Das Meeresstrategie-Gebiet

¹¹⁷ Miljø- og fødevareministeriet, 2019, Danmarks Havstrategi II. Første del. God Miljøtilstand, Basisanalyse, Miljømål. April 2019. ISBN: 978-87-93593-73-2.
[Ministerium für Umwelt und Ernährung, 2019, Dänemarks Meeresstrategie II. Erster Teil. Guter Umweltzustand, Basisanalyse. Umweltziele, April 2019]]

¹¹⁸ Miljøministeriet 2021, Nye beskyttede havstrategiområder i Nordsøen og Østersøen omkring Bornholm.
[Umweltministerium 2021, Neue geschützte Meeresstrategie-Gebiete in der Nordsee und Ostsee um Bornholm]

¹¹⁹ Miljø- og fødevareministeriet, 2019, Danmarks Havstrategi II. Første del. God Miljøtilstand, Basisanalyse, Miljømål. April 2019. ISBN: 978-87-93593-73-2.
[Ministerium für Umwelt und Ernährung, 2019, Dänemarks Meeresstrategie II. Erster Teil. Guter Umweltzustand, Basisanalyse. Umweltziele, April 2019]]

¹²⁰ Miljøministeriet 2021, Nye beskyttede havstrategiområder i Nordsøen og Østersøen omkring Bornholm.
[Umweltministerium 2021, Neue geschützte Meeresstrategie-Gebiete in der Nordsee und Ostsee um Bornholm]

hat eine Gesamtfläche von 1.099 km², in dem der Meeresboden aus besonders tief liegenden Sand- und Schlickbodenflächen, aber auch aus Flächen mit dem prioritären Lebensraumtyp Grobsediment des küstenfernen Circalitorals besteht, der in anderen geschützten Gebieten der Nordsee nicht geschützt ist. Darüber hinaus gibt es in dem Gebiet auch felsige Lebensraumtypen. Eine Kartierung von Teilen der Nordsee aus dem Jahr 2021 zeigt, dass das Gebiet sehr heterogen ist und daher eine sehr hohe Biodiversität mit Arten aufweist, die mit den verschiedenen Meeresbodentypen verbunden sind¹²¹. Das Gebiet liegt außerhalb der produktivsten pelagischen Zonen, aber Schweinswale und Zwergwale kommen in dem Gebiet vor, ebenso wie in dem Gebiet eine geringe Zahl von Islandmuscheln und mehrere Herzseeigel-Arten beobachtet werden.

Nur ein kleiner Teil, nämlich 426 km² des gesamten Meeresstrategie-Gebiets, ist als streng geschützt ausgewiesen¹²².

9.4.1 Bewertung der Erheblichkeit der Auswirkungen

Es wird davon ausgegangen, dass die ausgewiesenen Meeresstrategie-Gebiete von den durch die Ausschreibung ermöglichten Tätigkeiten nicht beeinträchtigt werden, da sie sich nicht mit Gebieten überschneiden, die gemäß dem Meeresplan als Entwicklungszonen für eine mögliche CO₂-Speicherung ausgewiesen sind. Das Meeresstrategie-Gebiet F, Nordsee liegt zwar in unmittelbarer Nähe einer Entwicklungszone zur CO₂-Speicherung, da das Gebiet jedoch in seiner gesamten Fläche unter strengem Schutz steht, werden die möglichen Auswirkungen nicht als Hindernis für das übergeordnete Umweltziel der Meeresstrategie-Gebiete eingeschätzt.

9.5 Fischerei (Bevölkerung)

9.5.1 Potenzielle Auswirkungen

Die durch den Plan ermöglichten Tätigkeiten können Auswirkungen auf die Bevölkerung in Form von Beschränkungen der Fischerei in den Küstengebieten haben. Die Injektion und geologische Speicherung von CO₂ kann sich auf Fische auswirken, die in dem Gebiet am Meeresboden laichen. Bei der Errichtung möglicher Rohrleitungen zum Transport von CO₂ wird gemäß der Verordnung zum Schutz von Unterseekabeln und unterseeischen Rohrleitungen¹²³ eine Schutzzone von 200 m entlang und auf jeder Seite der Rohrleitung eingerichtet. Ebenso für die Einrichtung von Anlagen auf dem

¹²¹ WSP og GEUS 2021, Marin habitatkortlægning i Nordsøen 2019-2020 Østlige Nordsøen og Doggerbanke Tail End https://mst.dk/media/222149/210322_mst_habitat_final-report_master_version_send.pdf

[WSP und GEUS 2021, Meereslebensraumkartierung in der Nordsee 2019–2020, östliche Nordsee und Doggerbanke Tail End]

¹²² Miljøministeriet 2021, Nye beskyttede havstrategiområder i Nordsøen og Østersøen omkring Bornholm.

[Umweltministerium 2021, Neue geschützte Meeresstrategie-Gebiete in der Nordsee und Ostsee um Bornholm]

¹²³ BEK nr 939 af 27/11/1992 Bekendtgørelse om beskyttelse af søkabler og undersøiske rørledninger (Kabelbekendtgørelsen), <https://www.retsinformation.dk/eli/lt/1992/939>
[DVO Nr. 393 vom 27.11.1992 zum Schutz von Unterseekabeln und unterseeischen Rohrleitungen (Kabelverordnung)]

Meeresboden, einschließlich möglicher Injektionsplattformen, wird gemäß der Verordnung zum Offshore-Sicherheitsgesetz¹²⁴ eine Sicherheitszone von 500 m um die Anlagen geschaffen, in der der Fischfang nicht gestattet ist. Durch die Einrichtung einer Sicherheitszone dürfte sich die räumliche Ausbreitung des Fischfangs verändern.

9.5.2 Methode und Datengrundlage

Es erfolgt eine umfassende und qualitative Beschreibung und Bewertung der potenziellen Auswirkungen des Plans für die Ausschreibung auf die Fischerei in verschiedenen Szenarien für die Entwicklung der Infrastruktur für Injektion und geologische Speicherung. Die Beschreibung basiert auf Daten von EMODnet¹²⁵ und auf Fanggerätschaften sowie Anlandungs- und VMS-Daten der kommerziellen Fischerei betroffener Staaten in den Planungsgebieten. Bei Umweltverträglichkeitsprüfungen konkreter Projekte müssen auch die Fangmengen für verschiedene Arten betrachtet werden.

Der Fischfang in den Planungsgebieten wurde auf Basis von VMS-Daten (Vessel Monitoring System) von Fischereifahrzeugen über 12 m im Zeitraum 2009-2019 kartiert¹²⁶. VMS-Daten werden von EMODnet¹²⁷ bezogen und umfassen verschiedene Fanggerätschaften. Fangmengen werden für FAO-Fanggebiete ermittelt, die deutlich größer sind als die als Planungsgebiet ausgewiesenen Flächen. Es ist daher nicht möglich, eine Schätzung der Fangmengen und den Wert hiervon allein für die Planungsgebiete abzugeben. Gleichzeitig ist kennzeichnend für die Fischerei, dass die Fischbestände unter Druck stehen, was anhand von ICES-Daten beschrieben wird¹²⁸.

Die Erheblichkeit der Auswirkungen auf die Fischerei ist im Zusammenhang mit dem Fischereigesetz¹²⁹ zu sehen, das den Schutz von Tier- und Pflanzenleben mit der Sicherung einer nachhaltigen Grundlage für die kommerzielle Fischerei in Einklang bringt, sowie dem UN-Nachhaltigkeitsziel 14 zur nachhaltigen Nutzung der Ozeane und ihrer Ressourcen.

9.5.3 Umweltzustand

Abbildung 9-6 und Abbildung 9-7 zeigen die gesamte Fischerei-Intensität für die Fischerei mit Grundschleppnetzen und die pelagische Fischerei (Fischerei im freien Wasserkörper) für einen Zeitraum von 2015 bis 2018. Generell gibt es je nach Geografie und Fanggerät große Unterschiede in Bezug darauf, wie viele Stunden pro Jahr in den Planungsgebieten gefischt werden. Es wird hauptsächlich mit Grundschleppnetzen und Baumkurren gefischt, und die Intensität variiert von keiner Aktivität bis zu über 100 Fangstunden pro Jahr in bestimmten Gebieten.

¹²⁴ LBK nr. 125 af 06/02/2018, Bekendtgørelse af offshoresikkerhedsloven (Offshoresikkerhedsloven), <https://www.retsinformation.dk/eli/ta/2018/125>

[DVO Nr. 125 vom 06.02.2018 Verordnung zum Offshore-Sicherheitsgesetz]

¹²⁵ <https://www.emodnet-humanactivities.eu/view-data.php>

¹²⁶ Die MS- und AIS-Systeme registrieren einmal pro Stunde die Position, die Fahrtrichtung und die Fahrtgeschwindigkeit der Schiffe. Die Daten bis einschließlich 2012 umfassen nur Schiffe \geq 15 m. Spätere Daten umfassen Schiffe \geq 12 m.

¹²⁷ Fischereidaten bezogen von EMODnet. <https://www.emodnet-humanactivities.eu/view-data.php> (accessed Dec. 17, 2021).

¹²⁸ Daten verfügbar unter <https://www.ices.dk/>

¹²⁹ LBK nr 205 af 01/03/2023 Bekendtgørelse af lov om fiskeri og fiskeopdræt (fiskeriloven), <https://www.retsinformation.dk/eli/ta/2023/205>

[DVO Nr. 205 vom 01.03.2023 Verordnung zum Gesetz über Fischerei und Fischzucht (Fischereigesetz)]

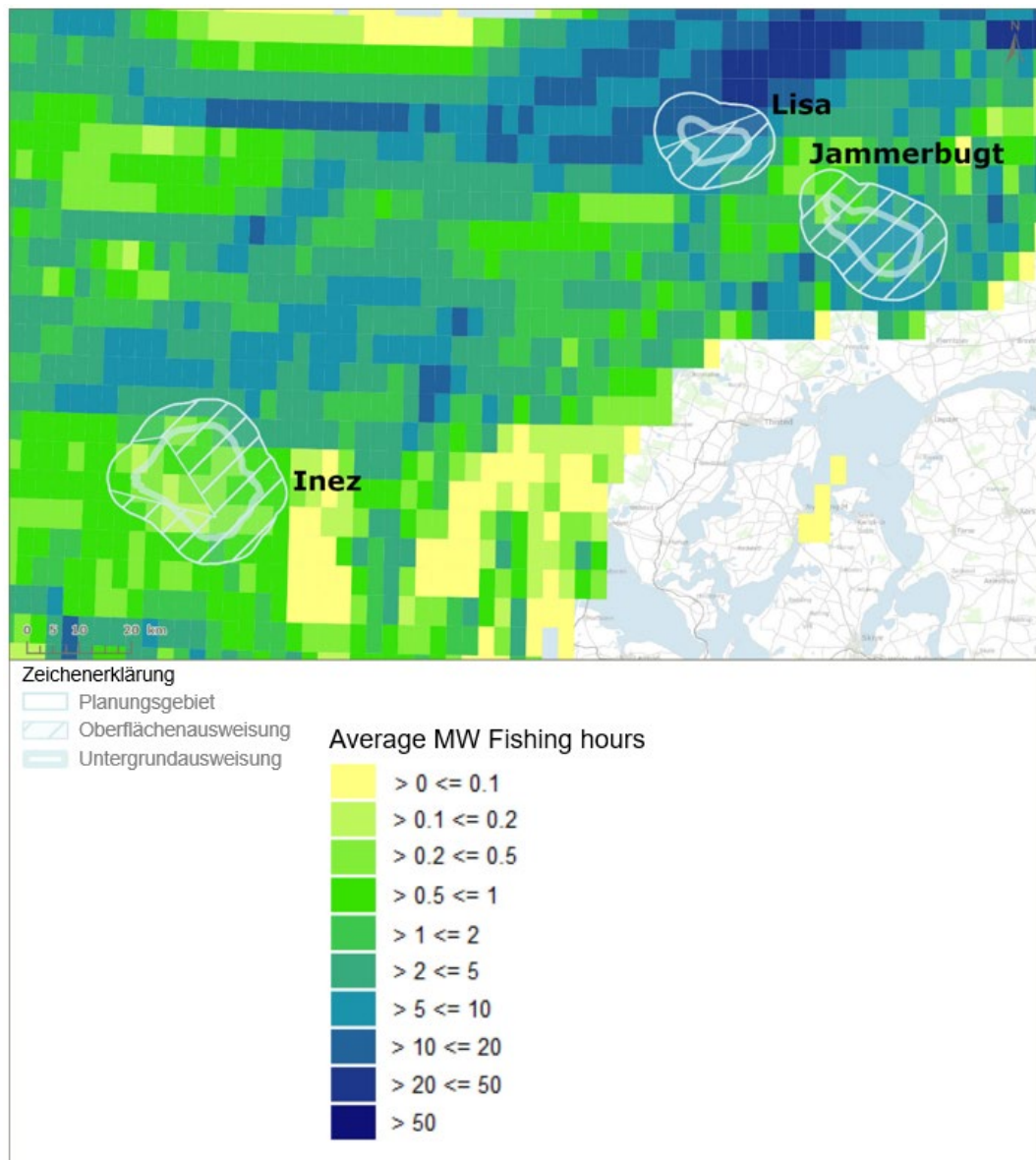


Abb. 9-6. Fischerei mit Grundschleppnetzen in und um die küstennahen Planungsgebiete, kartiert anhand von EMODnet-Daten¹³⁰

¹³⁰ Fischereidaten bezogen von EMODnet. <https://www.emodnet-humanactivities.eu/view-data.php> (accessed Dec. 17, 2021).

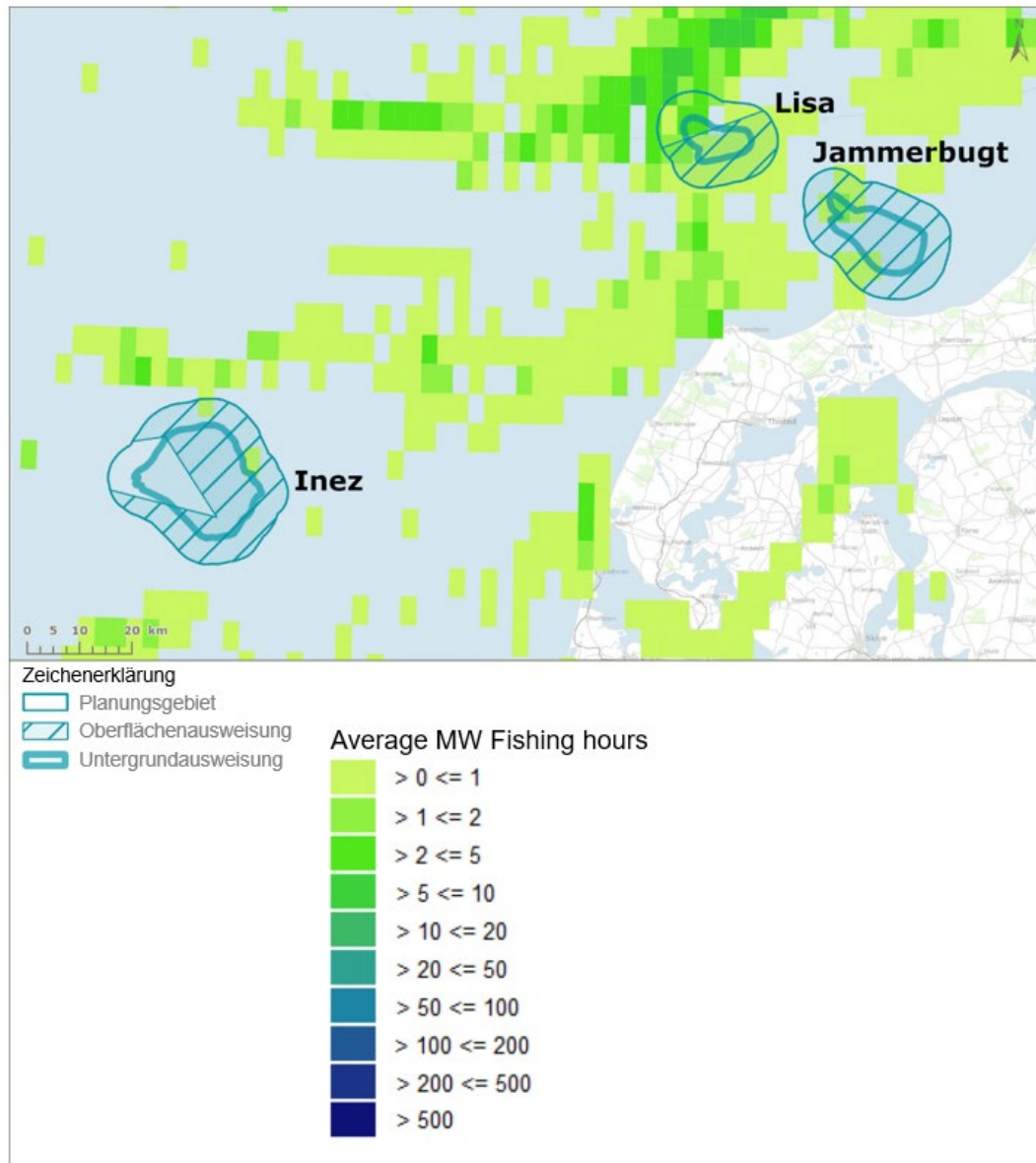


Abb. 9-7 Pelagische Fischerei (Fischerei im freien Wasserkörper) in und um die küstennahen Planungsgebiete, kartiert anhand von EMODnet-Daten¹³¹

Der Internationale Rat für Meeresforschung (ICES) bewertet jährlich den Zustand einer Reihe von Fischarten. Die neuesten biologischen Bewertungen des ICES zeigen, dass eine Reihe von in der Nordsee befischten Arten unter Druck stehen. Dies gilt beispielsweise für Kabeljau, bei dem der ICES einen deutlichen Rückgang der Bestandsgröße feststellt, so dass er nun unter einem kritischen Grenzwert liegt. Der ICES empfiehlt daher, die Fangmengen zu reduzieren¹³².

¹³¹ Fischereidaten bezogen von EMODnet. <https://www.emodnet-humanactivities.eu/view-data.php> (accessed Dec. 17, 2021).

¹³² ICES, "Cod (*Gadus morhua*) in Subarea 4, Division 7.d, and Subdivision 20 (North Sea, eastern English Channel, Skagerrak)," *Rep. ICES Advis. Committee, 2019. ICES Advice 2019, cod.27.47d20*, vol. 20, no. November 2019, pp. 1–15, 2020, <https://doi.org/10.17895/ices.pub.4436>.

9.5.4 Bewertung der Erheblichkeit der Auswirkungen

Die Injektion und geologische Speicherung von CO₂ in den Planungsgebieten hat keinen Einfluss auf die Quoten für Fischbestände. Die Fischer können daher die entgangenen Einnahmen bis zu einem gewissen Grad in anderen Gebieten ausgleichen, in denen die Fischerei nicht eingeschränkt ist. Inwieweit dies der Fall sein wird, hängt davon ab, wo und wie umfangreich der Ausbau sein wird.

Es ist zu erwarten, dass es bei Anlagen zur Injektion und Speicherung von CO₂ und eventuellen Rohrleitungen, wie bereits beschrieben, eine Sicherheitszone geben wird, in der der Fischfang nicht gestattet ist. Darüber hinaus wird es im Zuge der Ausführung temporäre Sicherheitszonen geben. Die Auswirkungen temporärer Sicherheitszonen werden vorübergehend und lokal sein, während die Auswirkungen von Sicherheitszonen rund um die Infrastruktur der Lebensdauer der Infrastruktur folgen. Die Sicherheitszonen werden daher besondere Bedeutung für Baumkurren und Grundschleppnetze haben, wo Schleppleinen neu angeordnet werden müssen, was zu verringerten Fangmöglichkeiten führen kann.

Es wird eingeschätzt, dass die Netzfischerei in geringerem Maße betroffen ist, da die Fangmethode kein Schleppen über große Entfernungen erfordert und daher leichter in ähnliche Gebiete verlagert werden kann. Aufgrund der Intensität der Fischerei in dem Gebiet und der erwarteten begrenzten geografischen Ausdehnung der neuen Infrastruktur zur CO₂-Speicherung in den Planungsgebieten wird davon ausgegangen, dass neue Infrastrukturen nur geringe Auswirkungen auf die Fischerei haben werden.

Es ist zu erwarten, dass die Fischbestände während der Bauphase nur vorübergehend durch Sedimentausbreitung und Unterwasserlärm beeinträchtigt werden, siehe Abschnitt 9.1 „Auswirkungen auf Fische“.

Aufgrund lokaler Auswirkungen und Möglichkeiten zur Verlagerung von Fischereistandorten in andere Gebiete wird davon ausgegangen, dass der Plan zur CO₂-Speicherung nur geringfügige nachteilige Auswirkungen auf die kommerzielle Fischerei hat. Die Bedeutung der Auswirkungen auf die Fischerei muss im Zusammenhang mit dem Fischereigesetz gesehen werden, das den Schutz von Tier- und Pflanzenleben mit der Sicherung einer nachhaltigen Grundlage für die kommerzielle Fischerei in Einklang bringt, sowie mit dem UN-Nachhaltigkeitsziel 14 zur nachhaltigen Nutzung der Ozeane und ihrer Ressourcen.

Die genaueren Folgen für die Fischerei können nur im Zusammenhang mit den konkreten Projekten zur Infrastruktur zur Injektion und Speicherung von CO₂ beschrieben werden.

Tabelle 9-6 Potenzielle Auswirkungen auf die Fischerei

Umweltauswirkung	Vulnerabilität des Umweltfaktors	Geografische Ausdehnung	Intensität	Folgen
Auswirkungen auf die Fischerei	Hoch	Lokal	Hoch	Begrenzt

Kumulative Effekte und grenzüberschreitende Auswirkungen

Bei den Auswirkungen auf die Fischerei handelt es sich um eine kumulative Wirkung, die im Zusammenhang mit den Auswirkungen anderer Tätigkeiten auf die Fischerei in

der Nordsee, insbesondere in Form einer Barrierewirkung, gesehen werden muss. Da die Fischerei in der Nordsee über nationale Grenzen hinweg stattfindet, können die Auswirkungen auf die Fischerei auch grenzüberschreitender Natur sein. Die grenzüberschreitende Wirkung des Plan für die Ausschreibung wird als nicht erheblich eingeschätzt.

9.6 Größere anthropogene und naturbedingte Katastrophenrisiken und Unfälle

Dieser Abschnitt ergänzt die Beschreibung und Bewertung größerer Risiken und Unfälle durch vom Menschen verursachte Katastrophen und Naturkatastrophen im Abschnitt 8.6 mit Schwerpunkt auf den Meeresbedingungen. Im Vergleich zu Katastrophen und Unfällen an Land führen die Bedingungen auf See zu einer anderen Situation, sowohl hinsichtlich der Evakuierung, Ausbreitung als auch der Folgen.

9.6.1 Potenzielle Auswirkungen

Wie bei der CO₂-Speicherung an Land bestehen in den Meeresgebieten Risiken der Freisetzung größerer CO₂-Mengen im Zusammenhang mit Transport, Bohrung und Injektion von CO₂ in den Untergrund. Darüber hinaus besteht die Gefahr des Austritts von Diesel aus Schiffen aufgrund von Lecks oder Kollisionen, die unmittelbar als hohes Umweltrisiko eingestuft werden.

Auch in den Meeresgebieten werden die aktuellen Risiken bei der Entwicklung und Genehmigung konkreter Projekte eingehend berücksichtigt, sodass die Risiken für das einzelne Projekt den dänischen Sicherheitsvorschriften entsprechen.

9.6.2 Methode und Datengrundlage

Wie für Projekte an Land basiert die Beschreibung auf vorhandenem Wissen über Risiken bei Öl- und Gastätigkeiten sowie von anderen Projekten zur CO₂-Speicherung [30], [40]. Die Bewertung basiert weitgehend auf den dänischen Veröffentlichungen „CCS – internationale erfaringer – sikkerhed, natur og miljø“ aus dem Jahr 2021 [34] und „Teknologikataloget for kulstoffangst, -transport og -lagring“ aus dem Jahr 2021 [6]. Bei Ersterem handelt es sich um eine umfassendere Studie internationaler Literatur zu Sicherheits- und Umweltbedingungen für die Abscheidung, den Transport und die geologische Speicherung von CO₂.

Risikoanalysen bzw. eigentliche Risikobewertungen werden in der Umweltprüfung aufgrund von Unsicherheiten über Technologien, Standorte etc. nicht durchgeführt. Stattdessen finden sie projektbezogen statt.

Die Bewertung der Erheblichkeit von Auswirkungen in Bezug auf Katastrophenrisiken und Unfällen bezieht sich nicht auf die Vulnerabilität des Umweltparameters, da es keinen Sinn macht, über die Vulnerabilität eines Risikos zu sprechen.

9.6.3 Umweltzustand

Die Meeresgebiete zeichnen sich in den anderen Abschnitten dadurch aus, dass sie Gebiete mit Naturschutz und Fischerei enthalten. In den Gebieten gibt es keine große Infrastruktur, wie z. B. Ölplattformen, die im Rahmen einer Katastrophe betroffen sein könnten.

9.6.4 Bewertung der Erheblichkeit der Auswirkungen

Die Risikobewertung der geologischen Speicherung von CO₂ im Rahmen des Northern-Lights-Projekt umfasst zwei Szenarien: A) Bruch der Pipeline in verschiedenen Leckszenarien und B) langsamer Austritt an der Injektionsstelle mit einer Gesamtmenge an CO₂, die größer ist als im Falle eines Bruchs [47]. Im Folgenden sind zwei Szenarien mit Verschmutzungsereignissen beschrieben.

Bruch und Leckagen

Das Gesamtumweltrisiko für den Meeresboden und die Wassersäule durch ein kleines Leck in der Pipeline wurde im Northern Lights-Projekt als gering eingeschätzt. Selbst in Worst-Case-Szenarien ist die maximale Ausbreitung signifikanter pH-Wert-Änderungen auf ca. 200 Meter von der Quelle begrenzt. Die einzigen Szenarien in den Analysen für das Northern-Lights-Projekt, die erhebliche negative Folgen mit sich brachten, traten vollständig lokal auf (in einem Radius von maximal 40 Metern) bei Leckagen in Gebieten mit gefährdeter Arten oder Lebensräumen. Das Umweltrisiko an der Meeresoberfläche (Vögel) ist bei großen Leckagen und vollständigen Brüchen am größten und wird als gering bis mäßig eingeschätzt.

Studien zu den möglichen Folgen von CO₂-Freisetzungen ins Meer kommt zu dem Schluss, dass sich CO₂-Gasblasen innerhalb weniger Meter auflösen und dass die Versauerung/der pH-Wert-Abfall innerhalb von 1 km verschwindet. Lang anhaltende Einleitungen können Fische und Schalentiere beeinträchtigen, da sich der pH-Wert ändern kann. Ein niedriger pH-Wert kann mit der Zeit Kalkschalen und Muscheln beeinträchtigen [34]. Die Studien gehen davon aus, dass die Folgen von Freisetzungen insgesamt gering sind, auch bei potenziellen Freisetzungen aus mehreren CO₂-Speichern[34].

Die Auswirkungen von Brüchen und Leckagen werden im Hinblick auf Katastrophenrisiken als lokal-regional geographisch verteilt mit geringer bis hoher Intensität bewertet.

Langsamer Austritt an der Injektionsstelle

Nach Einschätzung von GEUS ist es sehr unwahrscheinlich, dass CO₂ durch ein Dichtungsgestein treten kann, wie in Abschnitt 3.5 beschrieben. Eine eventuelles Austrittsrisiko wird daher im Bereich von Bohrlöchern erwartet, die durch das Dichtungsgestein führen. Hier hat man einen genau definierten Punkt, der kontinuierlich überwacht werden kann. Bei Feststellung eines Austritts entlang des Bohrlochs können verschiedene Maßnahmen nach bekannten Methoden ergriffen werden, um die Freisetzung zu stoppen.

Verschmutzungsereignisse durch Schiffe und Plattformen

Es besteht potenziell die Gefahr, dass von Schiffen und Plattformen aus große Mengen Öl und Chemikalien in die Meeresumwelt gelangen. In extremen Fällen, in denen Öl und Chemikalien in großen Mengen verloren gehen, können die Auswirkungen fatale Folgen für die Meeresumwelt sowohl vor Ort als auch darüber hinaus haben. Erfahrungen aus vergleichbaren Baumaßnahmen in der Öl- und Gasindustrie zeigen jedoch, dass etwaige Austritte sowohl in der Häufigkeit als auch im Ausmaß äußerst begrenzt sind und das Risiko der Schadstofffreisetzung daher insgesamt als gering eingeschätzt wird [48]. Sollte es zu unfallbedingten Verschmutzungsereignissen kommen, ist eine schnelle Beseitigung und Meldung an die Umweltbehörde erforderlich.

Die Auswirkungen von Verschmutzungsereignissen auf See werden im Hinblick auf Katastrophenrisiken als lokal-regional geographisch verteilt mit geringer bis hoher Intensität bewertet.

Zusammenfassende Bewertung

Insgesamt dürfte der Plan erhebliche Auswirkungen auf große vom Menschen verursachte und natürliche Katastrophenrisiken und Unfälle haben, die dadurch gekennzeichnet sind, dass es sich größtenteils um Einwirkungen mit geringer Ausbreitungsfläche handelt und CO₂ voraussichtlich schnell im Wasserkörper verdünnt wird. Basierend auf Erfahrungen aus anderen ähnlichen Projekten und gründlichen dänischen Prospektionen ist die Wahrscheinlichkeit der Auswirkungen gering. Darüber hinaus werden Katastrophenrisiken aufgrund der Ausschreibung bei der Bewertung und Genehmigung konkreter Projekte gründlich berücksichtigt und die Gesetzgebung regelt Transport und Injektion auf eine Weise, bei der die Risiken für die Gesellschaft akzeptabel sind. Auf der strategischen Ebene des Plans wird davon ausgegangen, dass dieser zu nicht erheblichen Auswirkungen auf vom Menschen verursachte Katastrophenrisiken und Unfällen führt. Für größere Katastrophenrisiken und Unfälle im Zusammenhang mit der CO₂-Speicherung auf See gibt es keine nationalen und internationalen Zielvorgaben. Es gibt eine Reihe verwandter Ziele für Arbeitsunfälle, Notfallpläne und Sicherheit der Zivilbevölkerung, wobei sich das UN-Nachhaltigkeitsziel Nr. 8 unter anderem auf ein sicheres Arbeitsumfeld und die Reduzierung der Zahl von Arbeitsunfällen konzentriert.

Tabelle 9-7 Potenzielle Auswirkungen größerer anthropogener und naturbedingter Katastrophenrisiken und Unfälle

Umweltauswirkung	Vulnerabilität des Umweltfaktors	Geografische Ausdehnung	Intensität	Folgen
Bruch und Leckagen von Rohrleitungen	-	Lokal-regional	Gering - hoch	Vernachlässigbar-mäßig
Verschmutzungsereignisse durch Schiffe und Plattformen	-	Lokal-regional	Gering - hoch	Vernachlässigbar-mäßig

Im Vergleich zur 0-Alternative birgt die Ermöglichung der CO₂-Speicherung in den ausgewiesenen Gebieten auf See etwa die gleichen Risiken, da bei der 0-Alternative davon ausgegangen wird, dass die CO₂-Speicherung an anderen Standorten in der Nordsee und im Ausland durchgeführt wird.

Kumulative Effekte und grenzüberschreitende Auswirkungen

Die geologische Speicherung von CO₂ auf See wird eine kumulative Wirkung auf Risiken in dem Ausmaß haben, wie sie in dem Gebiet bereits im Vorfeld bestanden. Beispielsweise geht es um das Ausmaß des Schiffstransports in einem Gebiet mit den damit verbundenen Kollisionsrisiken. Die ausgewiesenen Gebiete liegen außerhalb der Hauptseewege, sodass das kumulative Risiko als gering einzuschätzen ist.

Im Hinblick auf grenzüberschreitende Auswirkungen wird eingeschätzt, dass Modellierungen insbesondere von Northern Lights die Grundlage liefern, um zurückzuweisen, dass größere CO₂-Freisetzungen erhebliche Auswirkungen auf Katastrophenrisiken in anderen Ländern haben werden.

10 Grenzüberschreitende Auswirkungen

Eine grenzüberschreitende Auswirkung ist eine Auswirkung, die durch Pläne oder Projekte verursacht wird, die sich über nationale Grenzen hinweg erstrecken. Das Planungsgebiet grenzt an Norwegen und liegt in der Nähe von England und Deutschland. Daher wurde geprüft, ob die Auswirkungen der Umsetzung des Plans zu grenzüberschreitenden Auswirkungen führen könnten. Für jeden Umweltaspekt wurde beurteilt, ob die Auswirkungen auf die Umwelt grenzüberschreitend und erheblich oder unbedeutend sind.

In den potenziellen Speichergebieten, die an norwegische Gewässer grenzen, können die Auswirkungen in diese hineinreichen und somit zu grenzüberschreitenden Auswirkungen werden. Die grenzüberschreitenden Auswirkungen in Norwegen werden – ähnlich wie die Auswirkungen in dänischen Gewässern – auf Planungsebene als nicht erheblich bewertet und anschließend in den entsprechenden Projekten geklärt und bewertet. Es wird eine nicht erhebliche Auswirkung auf Seewege für den Fall geben, dass neue Plattformen in den internationalen Seewegen errichtet werden. Die Auswirkungen auf die Seewege hängen auch davon ab, welche weiteren Tätigkeiten in dänischen, norwegischen und deutschen Gewässern initiiert werden.

In den potenziellen Speichergebieten, die den englischen und deutschen Gewässern am nächsten liegen, werden die Auswirkungen neuer CO₂-Speicheraktivitäten im Planungsgebiet voraussichtlich nicht zu erheblichen grenzüberschreitenden Auswirkungen führen. Basierend auf einer Experteneinschätzung von GEUS [61] wurde klargestellt, dass es unwahrscheinlich ist, dass injiziertes CO₂ über geologische Strukturen (das Grabensystem) in den deutschen Teil der Nordsee gelangen kann und somit eine erhebliche Auswirkung ausgeschlossen werden kann.

11 Mangelndes Wissen und mögliche Unsicherheiten

Die technologische Entwicklung für den Transport, die Injektion und die geologische Speicherung von CO₂ ist derzeit umfangreich. Die Umweltverträglichkeitsprüfung ist daher von einer Reihe von Unsicherheiten hinsichtlich der technologischen Entwicklung geprägt, indem es in der 30-jährigen Laufzeit des Plans zu wichtigen Technologiesprüngen kommen kann. Es bestehen auch Unsicherheiten hinsichtlich des Interesses an der langfristigen Speicherung von CO₂, das von Klimaschutzmaßnahmen in anderen Bereichen abhängt.

Der Umweltbericht basiert auf vorhandenen Erkenntnissen und auf vorhandenen Studien und Kartierungen. Es bestehen Unsicherheiten darüber, inwieweit der aktuelle Wissensstand die Bedingungen widerspiegelt, unter denen Projekte entwickelt werden. Daher können neue Studien und Daten im Zusammenhang mit Umweltprüfungen bestimmter Projekte durchaus das Bild und die Erheblichkeit der Umweltauswirkungen verändern.

Die geologische Speicherung von CO₂ ist neben der Injektion im Zusammenhang mit der Ölförderung in der Nordsee eine neue Tätigkeit im dänischen Untergrund. Die Bewertungen von Auswirkungen basieren auf vorhandenen Studien, die in anderen geophysikalischen und natürlichen Kontexten erstellt wurden. Es besteht daher Unsicherheit darüber, wie anwendbar ausländische Studien und Forschungsergebnisse zu Umweltauswirkungen für den dänischen Kontext sind.

Insgesamt sind die Unsicherheiten hinsichtlich der Umweltauswirkungen bei der Umsetzung des Plans groß. Dies stellt für die Ausschreibung schätzungsweise kein Problem dar, da sie nur Gebiete ausweist und keinen detaillierten Rahmen für die zukünftige Entwicklung der geologischen Speicherung von CO₂ festlegt. Die großen Unsicherheiten verdeutlichen, wie wichtig es ist, bei der anschließenden Bewertung konkreter Projekte konkretere Erkenntnisse über Umweltauswirkungen zu gewinnen.

12 Empfehlungen für vorbeugende Maßnahmen und Überwachung

12.1 Vermeidung erheblicher nachteiliger Auswirkungen

Das Umweltverträglichkeitsprüfungsgesetz schreibt vor, dass über die geplanten Maßnahmen zur Vermeidung, Begrenzung und soweit möglich zum Ausgleich erheblicher nachteiliger Auswirkungen auf die Umwelt infolge der Umsetzung des Plans informiert wird. Im Umweltbericht wird davon ausgegangen, dass erhebliche negative Auswirkungen auf das Sicherheitsgefühl der Bevölkerung zu erwarten sind. Unter den Akteuren, die an der Entwicklung der geologischen Speicherung von CO₂ an Land und in Küstengebieten beteiligt sind, besteht bereits ein starker Fokus darauf, dass die Entwicklung auf verantwortungsvolle Weise erfolgen muss, um Unsicherheit bei der lokalen Bevölkerung zu vermeiden. Die geplanten Maßnahmen zur Verringerung der negativen Auswirkungen auf das Sicherheitsempfinden der Bevölkerung bestehen darin, Informationen über die Risiken und die Sicherheit der geologischen Speicherung von CO₂ auf der Website der dänischen Energieagentur bereitzustellen und bei der Bearbeitung von Genehmigungen für die einzelnen Projekte einen starken Schwerpunkt auf Risiken und Sicherheit zu legen und der Bevölkerung die Möglichkeit zu geben, sich jederzeit mit Fragen zu Sicherheitsanforderungen an die Energieagentur zu wenden. Sofern die Maßnahmen nicht ausreichen, kann es sinnvoll sein, weitere lokale Anstrengungen im Zusammenhang mit den konkreten Projekten in Betracht zu ziehen, beispielsweise die laufende Veröffentlichung von Überwachungsdaten im Zusammenhang mit potenziellen Leckagen aus den einzelnen Anlagen und die Einladung der örtlichen Bevölkerung zum Besuch der konkreten Anlagen, um einen Eindruck von der Sicherheit zu erlangen.

Auf übergeordneter Ebene hat der Umweltbericht mit einer Reihe von Unsicherheiten, beispielsweise hinsichtlich der technologischen Entwicklung, der Transportformen und fehlender Daten, und dadurch mit Annahmen gearbeitet. Sollten sich die Annahmen im Hinblick auf die weitere Entwicklung als nicht zutreffend erweisen, können die Erheblichkeitsbewertungen irreführend sein und möglicherweise Maßnahmen zur Reduzierung erheblicher nachteiliger Auswirkungen erforderlich machen. Daher seien die primären Annahmen hier zusammengefasst:

- Es wird davon ausgegangen, dass die Freisetzung von CO₂ aus Transportleitungen von begrenzter Dauer sein wird, da der Druck in den Leitungen kontinuierlich überwacht wird und Sicherheitsmaßnahmen zur Eindämmung der Freisetzung ergriffen werden. Die Annahme wird unter anderem im Abschnitt über Wasserkörper verwendet.
- Es wird angenommen, dass Transportleitungen keine Seen unterqueren aufgrund der Schwierigkeiten sowohl bei der Errichtung als auch bei der Instandhaltung.
- Es wird davon ausgegangen, dass der Lkw-Transport vorrangig übergangsweise stattfinden wird, bis eine dauerhafte Infrastruktur in Form von Rohrleitungen errichtet ist. Allerdings wird es weiterhin Transportstrecken geben, bei denen die CO₂-Mengen zu gering sind, als dass Rohrleitungen realistisch wären.
- Es wird davon ausgegangen, dass bei seismischen Untersuchungen die Richtlinien der dänischen Energieagentur für Prospektionen auf See befolgt werden [49].
- Es liegen nur begrenzte Kenntnisse über das Gehör und die Reaktion der Kegelrobbe auf Geräusche vor, und man geht davon aus, dass sie sich nicht wesentlich vom Seehund unterscheidet.

Empfehlungen für das Ausschreibungsverfahren und nachfolgende Projekte

Um eine nachhaltige Entwicklung zu fördern, vgl. die Zweckklausel des Umweltverträglichkeitsprüfungsgesetzes, werden Empfehlungen für das Verfahren aufgeführt:

- Im Zusammenhang mit den konkreten Projekten sollte darüber nachgedacht werden, die Infrastruktur zur geologischen Speicherung von CO₂ mit der Ansiedlung von PtX-Anlagen zu kombinieren, die große Mengen CO₂ benötigen. Das bietet Möglichkeiten zur Reduzierung der Umweltauswirkungen in Form von Ressourcenverbrauch und Auswirkungen durch Bau und Betrieb.
- Im Zusammenhang mit der Umweltverträglichkeitsprüfung konkreter Projekte kann durch die Einbeziehung des gesamten Lebenszyklus der Anlagen vorteilhaft eine Analyse der Nettoauswirkungen der zu erwartenden Klimawirkungen erstellt werden. Dies umfasst die Produktion von Materialien und Infrastruktur, Prospektionen, Installation, Betrieb und Stilllegung.
- Im Hinblick auf die Auswirkungen auf die Fischerei wird empfohlen, dass die konkreten Projekte frühzeitig mit den Fischern vor Ort in einen Dialog treten und dass die Auswirkungen der Projekte auf die Fischerei gemeinsam mit den Fischern untersucht werden. Durch die Verwendung eines Rohrtyps, der Grundschieppfängergeräten standhält, können die Auswirkungen auf die Fischerei verringert werden.
- Bei den konkreten Vorhaben ist zu prüfen, ob Bauzeiten so geplant werden können, dass die Auswirkungen auf die Arten möglichst gering sind. Beispielsweise können die Auswirkungen auf Schweinswale verringert werden, indem man die Zeiträume vermeidet, in denen Schweinswale kalben und sich paaren, was für den Großteil der Population in der Nordsee von Juni bis August dauert.

12.2 Überwachung

Der Umweltbericht muss eine Beschreibung der vorgesehenen Maßnahmen zur Überwachung der erheblichen Umweltauswirkungen bei der Umsetzung des Plans oder Programms enthalten, vgl. § 12 des Umweltverträglichkeitsprüfungsgesetzes.

Die Überwachung der Auswirkungen auf das Sicherheitsgefühl der Bevölkerung erfolgt auf übergeordneter Ebene durch die jährlichen, von TrygFonden durchgeführten Sicherheitsbefragungen. Für die konkreten Tätigkeiten zur geologischen Speicherung von CO₂ wird die dänische Energieagentur Bürgerversammlungen und Genehmigungsverfahren in Bezug auf die Auswirkungen auf das Sicherheitsgefühl verfolgen.

Es wird eingeschätzt, dass die Überwachung der erheblichen Auswirkungen des Plans auf das Klima aufgrund der Berechnungen der dänischen Energieagentur zum abgeschiedenen und gespeicherten CO₂ erfolgen kann. Im Zusammenhang mit der Genehmigung der konkreten Projekte kann Bedarf an gezielter Überwachung bestehen.

Eine gesonderte Überwachung der Planauswirkungen wird somit nicht eingerichtet.

13 Literaturverzeichnis

- [1] IPCC, "Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability." [Online]. Available: https://report.ipcc.ch/ar6/wg2/IPCC_AR6_WGII_FullReport.pdf.
- [2] Energistyrelsen, "Punktkilder til CO₂ – potentialer for CCS og CCU. 2022-opdatering," 2023. [Online]. Available: https://ens.dk/sites/ens.dk/files/CCS/analyse_-_punktkilder_til_co2_-_potentialer_for_ccs_og_ccu_2022-opdatering.pdf.
- [3] GEUS, "Capture, Storage and Use of CO₂ (CCUS). Evaluation of the CO₂ storage potential in Denmark," 2020. [Online]. Available: https://www.geus.dk/Media/637847556390112103/Evaluation_of_the_CO2_storage_potential_in_Denmark_2020_46.pdf.
- [4] Energistyrelsen; Rambøll, "Catalogue of Geological Storage of CO₂ in Denmark," 2021.
- [5] Rambøll, "Assessment of the Market Potential for CO₂ storage in Denmark," 2021, [Online]. Available: https://ens.dk/sites/ens.dk/files/CCS/markedsanalyse_af_co2-lagring_i_danmark.pdf.
- [6] Energistyrelsen, "Technology data: Carbon capture, transport and storage," 2021. [Online]. Available: https://ens.dk/sites/ens.dk/files/Analyser/technology_data_for_carbon_capture_transport_and_storage.pdf.
- [7] Pearce, J; Blackford, J; Beaubien, S; Foekema, E; Gemeni, V; Gwosdz, S; Jones, D; Kirk, K. L. and J; Metcalfe, R; Moni, C; Smith, K; Steven, M; West, J; Ziogou, F., "A Guide to potential impacts of leakage from CO₂ storage," 2014. [Online]. Available: http://www.riscs-co2.eu/UserFiles/file/RISCS_Guide/RISCS_Guide.pdf.
- [8] IPCC, "Climate change 2023. AR6 Synthesis Report," 2023.
- [9] Masson-Delmotte, V., P. Zhai, A. Pirani, S. L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M. I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J.B.R. Matthews, T. K. Maycock, T. Waterfield, O. Yelekçi, R. Y. and B. Z. (eds. ., "Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change," 2021. [Online]. Available: <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/>.
- [10] Klimatilpasning.dk, "FNs klimascenarier," 2022. <https://www.klimatilpasning.dk/viden-om/fremtidens-klima/klimascenarier/>.
- [11] Det Europæiske råd, "EU's seneste politiktiltag vedrørende klimaændringer," 2022. [Online]. Available: <https://www.consilium.europa.eu/da/policies/climate-change/eu-climate-action/>.
- [12] Klima- Energi- og Forsyningsministeriet, *Klimaloven*. 2020.
- [13] Nielsen, O.-K. *et al.*, "Denmark's national inventory report 2022. Emission Inventories 1990-2020. Submitted under the United Nations Framework Convention on Climate Change and the Kyoto Protocol," 2022. [Online]. Available: <https://dce2.au.dk/pub/SR494.pdf>.
- [14] Danmarks Statistik, "Udledning af drivhusgasser," 2020. [Online]. Available: <https://www.dst.dk/da/Statistik/temaer/klima>.
- [15] Yan Wang, Zhen Pan, Wenxiang Zhang, Tohid N. Borhani, Rui Li, Z. Z., "Life cycle assessment of combustion-based electricity generation technologies integrated with carbon capture and storage: A review.," *Environ. Res.*, 2021, [Online]. Available: <https://doi.org/10.1016/j.envres.2021.112219>.
- [16] Kathrin Volkart, Christian Bauer, C. B., "Life cycle assessment of carbon capture and storage in power generation and industry in Europe," *Int. J. Greenh. Gas Control*, 2013, [Online]. Available: <https://doi.org/10.1016/j.ijggc.2013.03.003>.

- [17] Gassnova, "Updated CO2 footprint calculations," 2020. [Online]. Available: <https://gassnova.no/app/uploads/sites/6/2020/11/Updated-CO2-footprint-calculations.pdf>.
- [18] Energinet, "Miljøredegørelse 2021," 2022. [Online]. Available: <https://energinet.dk/media/cwzlb2jx/miljoeredegoerelse-2021.pdf>.
- [19] "Geoviden," 1, marts, 2020.
- [20] Geonet, "Hvad betyder geologisk lagring af CO2 egentlig?" 2008, [Online]. Available: https://www.geus.dk/media/8111/co2-geonet-dansk_2009.pdf.
- [21] Energistyrelsen, "Plan for udbud af geotermi," 2012. [Online]. Available: https://ens.dk/sites/ens.dk/files/Geotermi/plan_for_udbud_af_geotermi_i_danmark.pdf.
- [22] Miljøstyrelsen, "Natura 2000-basisanalyse 2022-2027, Tisvilde Hegn og Melby Overdrev, Natura 2000-område nr. 135, Habitatområde H119," 2020. Accessed: Mar. 12, 2021. [Online]. Available: <https://mst.dk/media/193955/n135-basisanalyse-2022-27-tisvilde-hegn-og-melby-overdrev.pdf>.
- [23] Sønderjyllands Amt, "Naturgaslager ved Tønder, Tillæg nr. 3a til Regionplan 1993-2004," 1997. [Online]. Available: <https://naturstyrelsen.dk/media/nst/Attachments/Tillæg3NaturgaslagervedTønder.pdf>.
- [24] TrygFonden, "Tryghedsmåling 2021: Tryghed og utryghed i Danmark 2021," 2021. [Online]. Available: <https://www.tryghed.dk/viden/tryghedsmaalinger/download-tryghedsmaaling-2021>.
- [25] TrygFonden, "Tryghedsmåling 2022: Danskerne og krigen i Ukraine," 2022. [Online]. Available: <https://www.tryghed.dk/viden/tryghedsmaalinger/krigen-i-ukraine-og-danskerne>.
- [26] Brunsting, S., De Best-Waldhober, M., Feenstra, C. F. J., and Mikunda, T., "Stakeholder participation practices and onshore CCS: Lessons from the dutch CCS case barendrecht," *Energy Procedia*, vol. 4, pp. 6376–6383, Jan. 2011, doi: 10.1016/J.EGYPRO.2011.02.655.
- [27] von Rothkirch, J. and Ejderyan, O., "Anticipating the social fit of CCS projects by looking at place factors," *Int. J. Greenh. Gas Control*, vol. 110, p. 103399, Sep. 2021, doi: 10.1016/J.IJGGC.2021.103399.
- [28] Haug, J. K. and Stigson, P., "Local Acceptance and Communication as Crucial Elements for Realizing CCS in the Nordic Region," *Energy Procedia*, vol. 86, pp. 315–323, Jan. 2016, doi: 10.1016/J.EGYPRO.2016.01.032.
- [29] Koukouzas, N.; Christopoulou, M.; Giannakopoulou, P.P.; Rogkala, A.; Gianni, E.; Karkalis, C.; Pyrgaki, K.; Krassakis, P.; Koutsovitis, P.; Panagiotaras, D.; Petrounias, P., "Current CO2 Capture and Storage Trends in Europe in a View of Social Knowledge and Acceptance. A Short Review," *Energies*, vol. 15, 2022, [Online]. Available: <https://www.mdpi.com/1996-1073/15/15/5716>.
- [30] Equinor, "EL001 Northern Lights. Receiving and permanent storage of CO2. Plan for development, installation and operation. Part II - Impact assessment," 2019. [Online]. Available: <https://norlights.com/wp-content/uploads/2021/03/RE-PM673-00011-02-Impact-Assessment.pdf>.
- [31] Equinor, "Northern Lights Vurdering av Samfunnsøkonomiske konsekvenser," 2019. [Online]. Available: <https://norlights.com/wp-content/uploads/2021/03/Impact-Assessment-Socioeconomic-consequences-Norwegian.pdf>.
- [32] Tsvetkov, P; Cherepovitsyn, A; Fedoseev, S., "Public perception of carbon capture and storage: A state-of-the-art overview," *Heliyon*, 2019, [Online]. Available: <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2019.e02845>.
- [33] Sundhedsstyrelsen, "Danskernes sundhed – Den Nationale Sundhedsprofil

- 2021," 2022. [Online]. Available: <https://www.sst.dk/-/media/Udgivelser/2022/Sundhedsprofil/Sundhedsprofilen.ashx>.
- [34] COWI, "CCS – internationale erfaringer – sikkerhed, natur og miljø," 2021. [Online]. Available: https://ens.dk/sites/ens.dk/files/CCS/rapport_om_ccs_erfaringer_med_sikkerhed_natur_og_miljoe.pdf.
- [35] WHO, "Environmental noise guidelines for the European Region," 2019. [Online]. Available: <https://apps.who.int/iris/rest/bitstreams/1175318/retrieve>.
- [36] Aarhus Kommune, "Screeningsafgørelse for geotermisk anlæg ved Skejby," 2023. [Online]. Available: <https://www.aarhus.dk/media/91319/screeningsafgoerelse-geotermisk-anlaeg-skejby.pdf>.
- [37] Sundhedsstyrelsen, "Luftforurening," 2023. <https://www.sst.dk/da/viden/forebyggelse/miljoe/luftforurening>.
- [38] Miljøstyrelsen, "Faktaark – kvalitet af grundvand og drikkevand i Danmark," 2018. [Online]. Available: <https://www.ft.dk/samling/20171/beslutningsforslag/b116/spm/1/svar/1499449/1914478.pdf>.
- [39] Berkeley Lab, "Potential Impacts of CO2 Leakage on Groundwater Quality." <https://eesa.lbl.gov/projects/potential-impacts-of-co2-leakage-on-groundwater-quality/> (accessed Mar. 29, 2023).
- [40] Equinor, "Northern Lights FEED Report. RE-PM673-00057," 2020. doi: <https://northernlightsccs.com/wp-content/uploads/2021/03/Northern-Lights-FEED-report-public-version.pdf>.
- [41] Beredskabsstyrelsen, "Vejledning til tekniske forskrifter for gasser," 2016. [Online]. Available: https://www.brs.dk/globalassets/brs---beredskabsstyrelsen/dokumenter/forebyggelse/bfo/-vejledning_til_tekniske_forskrifter_for_gasser_20160705-.pdf.
- [42] Miljøstyrelsen, "Risikohåndbogen: Større uheld.," 2018. [Online]. Available: <https://risikohaandbogen.mst.dk/myndigheder/stoerre-uheld/>.
- [43] Center for Terroranalyse, "Vurderingen af terrortruslen mod Danmark," 2020. [Online]. Available: <https://pet.dk/-/media/mediefiler/pet/dokumenter/analyser-og-vurderinger/vurdering-af-terrortruslen-mod-danmark/vurdering-af-terrortruslen-mod-danmark-2020.pdf>.
- [44] Sundby, S., Kristiansen, T., Nash, R. D. M., and Johannesen, T., "Dynamic Mapping of North Sea Spawning: Report of the 'KINO' Project. Fisken og Havet no. 2-2017," *Inst. Mar. Res. Bergen*, no. 2, 2017.
- [45] Rambøll A/S, "Maersk Oil Esia-16 Redegørelse for Miljømæssige Og Sociale Virkninger - Harald," 2015. [Online]. Available: https://ens.dk/sites/ens.dk/files/OlieGas/harald_vvm_redegoerelse.pdf.
- [46] Teknisk rapport fra DCE, "Optællinger af vandfugle i den danske del af Nordsoen og Skagerrak, april og maj 2019," no. 158, 2019, [Online]. Available: <https://dce2.au.dk/pub/TR158.pdf>.
- [47] DNV GL, "ENVIRONMENTAL RISK ANALYSIS AND STRATEGY FOR ENVIRONMENTAL MONITORING, Miljørisiko for EL001, Northern Lights, mottak og permanent lagring av CO2."
- [48] COWI, "Miljøkonsekvensrapport for Solsort West Lobe," 2022.
- [49] Energistyrelsen, "Standardvilkår for forundersøgelser til havs," no. August, 2018.

Anhang 1 Auswirkungen auf die 11 Deskriptoren der Meeresstrategie

Tabelle 0-1 Beschreibung des guten Umweltzustands (GES) sowie relevanter Kriterien und Belastungen für die Auswirkungen auf die 11 Deskriptoren der dänischen Meeresstrategie, basierend auf der Basisanalyse für die dänische Meeresstrategie II – erster Teil¹³³

Beschreibung eines guten Umweltzustands	Relevante Zustandskriterien	Relevante Belastungen
<p>D1 Biodiversität</p> <p>Vögel</p> <ul style="list-style-type: none"> Die Biodiversität bleibt erhalten und die Artendichte entspricht den vorherrschenden physiografischen, geografischen und klimatischen Bedingungen. Die Sterblichkeit je Vogelart aus Beifängen liegen unterhalb von Werten, die die Art langfristig gefährden. Der Lebensraum hat den Umfang und befindet sich in dem Zustand, wie sie für die verschiedenen Stadien des Lebenszyklus der Arten erforderlich sind. <p>Säugetiere</p> <ul style="list-style-type: none"> Die Biodiversität bleibt erhalten und die Artendichte entspricht den vorherrschenden physiografischen, geografischen und klimatischen Bedingungen. Die Sterblichkeit je Art aus Beifängen liegen unterhalb von Werten, die die Art langfristig gefährden. Insgesamt wird davon ausgegangen, dass ein guter Umweltzustand einem günstigen Erhaltungszustand gemäß der Habitat-Richtlinie entspricht. <p>Fische, die nicht kommerziell genutzt werden</p> <ul style="list-style-type: none"> Die Biodiversität bleibt erhalten und die Qualität und das Vorkommen der Lebensräume sowie die Verbreitung und Dichte der Arten entsprechen 	<ul style="list-style-type: none"> Häufigkeit von Arten Größe der Population Zustand der Population Verteilung des Lebensraums Ausdehnung des Lebensraums Zustand des Lebensraums Struktur des Ökosystems 	Alle

¹³³ Miljø- og fødevareministeriet, 2019, Danmarks Havstrategi II. Første del. God Miljøtilstand, Basisanalyse, Miljømål. April 2019. ISBN: 978-87-93593-73-2. [Ministerium für Umwelt und Ernährung, 2019, Dänemarks Meeresstrategie II. Erster Teil. Guter Umweltzustand, Basisanalyse. Umweltziele, April 2019]]

Beschreibung eines guten Umweltzustands	Relevante Zustandskriterien	Relevante Belastungen
<p>den vorherrschenden physiografischen, geografischen und klimatischen Bedingungen.</p> <ul style="list-style-type: none"> Die Sterblichkeit je Art infolge unbeabsichtigter Beifänge liegt unter einem Niveau, das die Art langfristig gefährdet. Die Populationsdichte der Art wird durch vom Menschen verursachte Belastungen nicht negativ beeinflusst, so dass das langfristige Überleben der Art gesichert ist. In Bezug auf das Verbreitungsgebiet und den Lebensraum von Fischen, die nicht kommerziell genutzt werden, wird ein guter Umweltzustand als günstiger Erhaltungszustand gemäß der Habitat-Richtlinie eingestuft. <p>Pelagische Lebensräume Populationsdemografische Merkmale der Art (z. B. Körpergröße oder Altersklassenstruktur, Geschlechtsverteilung, Reproduktionsraten, Überlebensraten) weisen auf eine gesunde Population hin, die nicht durch anthropogene Belastungen beeinträchtigt wird.</p>		
<p>D2 Nicht einheimische Arten Die Einschleppung nicht einheimischer Arten durch menschliche Tätigkeiten wird minimiert und weitestgehend auf Null reduziert.</p>	<ul style="list-style-type: none"> Dichte- und Zustandscharakterisierung nicht heimischer Arten, insbesondere invasiver Arten. Umweltauswirkungen durch invasive Arten. 	P8
<p>D3 Kommerziell genutzte Fischbestände Die Populationen aller kommerziell genutzten Fisch- und Schalentierarten liegen innerhalb sicherer biologischer Grenzen und weisen eine Alters- und Größenverteilung auf, die auf einen gesunden Bestand hinweist.</p>	<ul style="list-style-type: none"> Belastungsniveau für Fischerei Reproduktionsfähigkeit der Population Alters- und Größenverteilung der Population 	P1, P2, P3, P5, P8
<p>D4 Nahrungsnetz des Meeres Alle Elemente des marinen Nahrungsnetzes sind, soweit bekannt, vorhanden und kommen in normaler Dichte und Vielfalt sowie in einem Ausmaß vor, das eine</p>	<ul style="list-style-type: none"> Die Produktivität wichtiger Arten oder trophischer Gruppen Der Anteil ausgewählter Arten an der Spitze des Nahrungsnetzes 	Alle

Beschreibung eines guten Umweltzustands	Relevante Zustandskriterien	Relevante Belastungen
langfristige Artendichte und die Aufrechterhaltung der vollen Fortpflanzungsfähigkeit der Art gewährleistet.	<ul style="list-style-type: none"> • Überfluss/Verteilung wichtiger trophischer Gruppen/Arten 	
<p>D5 Eutrophierung Die vom Menschen verursachte Eutrophierung wird so weit wie möglich minimiert, insbesondere ihre negativen Auswirkungen wie Verlust der Artenvielfalt, Verschlechterung des Ökosystems, schädliche Algenblüten und Sauerstoffmangel am Meeresboden.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Nährstoffgehalt • Direkte Folgen der Nährstoffanreicherung • Indirekte Folgen der Nährstoffanreicherung 	P1, P2
<p>D6 Integrität des Meeresbodens Der Meeresboden befindet sich in einem Zustand, der gewährleistet, dass die Struktur und Funktionen der Ökosysteme erhalten bleiben und insbesondere benthische Ökosysteme nicht beeinträchtigt werden.</p> <p>Die EU-Kommission definiert physischem Verlust als eine dauerhafte Veränderung des Meeresbodens, die mindestens 12 Jahre andauert oder voraussichtlich anhalten wird. Bei den physischen Verlusten kann es sich um dauerhafte Veränderungen des natürlichen Substrats oder der Morphologie des Meeresbodens durch physische Umstrukturierung, Infrastrukturentwicklungen und Substratverluste infolge des Abbaus von Meeresbodenressourcen handeln.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Physischer Schädigungen im Zusammenhang mit den Untergrundbeschaffenheiten des Bodens • Zustand der benthischen Gemeinschaften 	P1, P2
<p>H7 Hydrographische Veränderungen Eine dauerhafte Veränderung der hydrographischen Eigenschaften hat keine negativen Auswirkungen auf die Meeresökosysteme.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Räumliche Charakterisierung permanenter Veränderungen • Auswirkungen hydrographischer Veränderungen 	P4
<p>D8 Schadstoffe (umweltgefährdende Stoffe) Die Schadstoffkonzentrationen in Küsten- und Hoheitsgewässern überschreiten nicht die gemäß der Wasserrahmenrichtlinie festgelegten Umweltqualitätsanforderungen und die Schadstoffkonzentrationen außerhalb von Küsten- und Hoheitsgewässern überschreiten nicht die festgelegten Schwellenwerte.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Konzentration von Schadstoffen • Auswirkungen durch Schadstoffe 	P5

Beschreibung eines guten Umweltzustands	Relevante Zustandskriterien	Relevante Belastungen
<p>D9 Schadstoffe in Fisch und anderen Meeresfrüchten für den menschlichen Verzehr</p> <p>Die laut Lebensmittelrecht für Fische und Schalentiere für den menschlichen Verzehr geltenden Höchstgrenzwerte werden nicht überschritten.</p>	<ul style="list-style-type: none"> Gehalt, Anzahl und Häufigkeit der Schadstoffe 	P5
<p>D10 Abfälle</p> <p>Die Eigenschaften und Mengen der Abfälle im Meer haben keine schädlichen Auswirkungen auf die Küsten- und Meeresumwelt.</p>	<ul style="list-style-type: none"> Charakteristik von Abfällen in der Meeres- und Küstenumwelt Die Auswirkungen von Abfall auf das Leben im Meer 	P3, P6
<p>D11 Unterwasserlärm</p> <p>Die Einleitung von Energie, einschließlich Unterwasserlärm, bewegt sich in einem Rahmen, der sich nicht nachteilig auf die Meeresumwelt auswirkt.</p>	<ul style="list-style-type: none"> Zeitliche und örtliche Ausbreitung von hohen, tiefen und mittelhohen Impulstönen Konstanter niederfrequenter Schall 	P3
<p>In Anhang III der Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie aufgeführte Belastungen</p> <p>P1: Physischer Verlust (Fußabdruck) P2: Physische Schädigungen (physikalische Störungen) P3: Sonstige physikalische Störungen P4: Interferenzen mit hydrologischen Prozessen P5: Kontamination durch gefährliche Stoffe P6: Freisetzung von Stoffen P7: Anreicherung mit Nährstoffen und organischem Material P8: Biologische Störungen</p>		

Anhang 2: Übersicht über Grundwasserkörper

Die Tabelle zeigt Grundwasserkörper in den 5 Planungsgebieten an Land:

Ausschreibungsgebiet	Grundwasserkörper	Art	Chemischer Zustand	Quantitativer Zustand	
Rødby	dkms_3008_ks	Geländenah	Unbefriedigend	Gut	
	dkms_3266_ks	Geländenah	Gut	Gut	
	dkms_3269_ks	Geländenah	Gut	Gut	
	dkms_3271_ks	Geländenah	Gut	Gut	
	dkms_3274_ks	Geländenah	Gut	Gut	
	dkms_3007_ks	Regional	Unbefriedigend	Gut	
	dkms_3613_kalk	Regional	Unbefriedigend	Gut	
	dkms_3576_ks	Tief	Gut	Gut	
	dkms_3577_ks	Tief	Gut	Gut	
	dkms_3573_ks	Tief	Gut	Gut	
	dkms_3574_ks	Tief	Gut	Gut	
	dkms_3526_ks	Tief	Gut	Gut	
	Stenlille	dkms_3616_ks	Geländenah	Gut	Gut
		dkms_3638_ks	Geländenah	Gut	Gut
dkms_3187_ks		Geländenah	Unbefriedigend	Gut	
dkms_3157_ks		Geländenah	Gut	Gut	
dkms_3163_ks		Geländenah	Gut	Gut	
dkms_3637_ks		Geländenah	Gut	Gut	
dkms_3649_ks		Geländenah	Gut	Gut	
dkms_3615_ks		Geländenah	Gut	Gut	
dkms_3636_ks		Geländenah	Unbefriedigend	Gut	
dkms_3648_ks		Geländenah	Gut	Gut	
dkms_3172_ks		Geländenah	Gut	Gut	
dkms_3176_ks		Geländenah	Gut	Gut	
dkms_3610_ks		Tief	Unbefriedigend	Gut	
dkms_3650_ks		Tief	Unbefriedigend	Gut	
dkms_3619_kalk		Tief	Gut	Gut	
dkms_3651_ks		Tief	Gut	Gut	
dkms_3649_ks		Tief	Gut	Gut	
dkms_3455_ks		Tief	Gut	Gut	
dkms_3010_ks		Tief	Unbefriedigend	Gut	
dkms_3446_ks		Tief	Gut	Gut	
dkms_3449_ks	Tief	Gut	Gut		
Havnsø	dkms_3093_ks	Geländenah	Gut	Gut	
	dkms_3102_ks	Geländenah	Gut	Gut	
	dkms_3113_ks	Geländenah	Gut	Gut	
	dkms_3120_ks	Geländenah	Gut	Gut	
	dkms_3126_ks	Geländenah	Gut	Gut	
	dkms_3146_ks	Geländenah	Gut	Gut	
	dkms_3283_ks	Geländenah	Gut	Gut	
	dkms_3311_ks	Geländenah	Gut	Gut	
	dkms_3616_ks	Geländenah	Gut	Gut	
	dkms_3630_ks	Geländenah	Unbefriedigend	Gut	
	dkms_3634_ks	Geländenah	Unbefriedigend	Gut	
	dkms_3109_ks	Geländenah	Gut	Gut	
	dkms_3116_ks	Geländenah	Gut	Gut	
	dkms_3132_ks	Geländenah	Gut	Gut	

Ausschreibungsgebiet	Grundwasserkörper	Art	Chemischer Zustand	Quantitativer Zustand
	dkms_3633_ks	Geländenah	Gut	Gut
	dkms_3631_ks	Regional	Gut	Gut
	dkms_3440_ks	Tief	Gut	Gut
	dkms_3538_ks	Tief	Gut	Gut
	dkms_3578_kalk	Tief	Gut	Gut
	dkms_3632_ks	Tief	Unbefriedigend	Gut
	dkms_3654_ks	Tief	Unbefriedigend	Gut
	dkms_3004_ks	Tief	Unbefriedigend	Gut
	dkms_3536_ks	Tief	Gut	Gut
	dkms_3537_ks	Tief	Gut	Gut
	dkms_3618_kalk	Tief	Gut	Gut
	dkms_3655_ks	Tief	Gut	Gut
	dkms_3010_ks	Tief	Unbefriedigend	Gut
Gassum	dkmj_1100_ks	Geländenah	Unbefriedigend	Gut
	dkmj_409_ks	Geländenah	Unbekannt	Gut
	dkmj_410_ks	Geländenah	Gut	Gut
	dkmj_412_ks	Geländenah	Gut	Gut
	dkmj_1072_ks	Geländenah	Gut	Gut
	dkmj_336_ks	Geländenah	Gut	Gut
	dkmj_339_ks	Geländenah	Gut	Gut
	dkmj_1003_ks	Regional	Unbefriedigend	Gut
	dkmj_15_ks	Regional	Gut	Gut
	dkmj_983_ks	Regional	Unbefriedigend	Gut
	dkmj_1094_ks	Regional	Gut	Gut
	dkmj_978_kalk	Regional	Unbefriedigend	Gut
	dkmj_1103_ks	Regional	Unbefriedigend	Gut
	dkmj_3_ks	Regional	Unbefriedigend	Gut
	dkmj_977_kalk	Regional	Unbefriedigend	Gut
	dkmj_537_ks	Tief	Gut	Gut
	dkmj_539_ks	Tief	Gut	Gut
	dkmj_536_ks	Tief	Gut	Gut
	dkmj_538_ks	Tief	Gut	Gut
	dkmj_958_ks	Tief	Gut	Gut
	dkmj_411_ks	Tief	Gut	Gut
	dkmj_682_ks	Tief	Gut	Gut
	dkmj_685_ks	Tief	Gut	Gut
Thorning	dkmj_768_ps	Geländenah	Gut	Gut
	dkmj_42_ks	Geländenah	Unbefriedigend	Gut
	dkmj_763_ps	Geländenah	Gut	Gut
	dkmj_1018_ps	Geländenah	Gut	Gut
	dkmj_1022_ps	Geländenah	Gut	Gut
	dkmj_1032_ps	Geländenah	Unbefriedigend	Gut
	dkmj_567_ks	Geländenah	Gut	Gut
	dkmj_747_ps	Geländenah	Gut	Gut
	dkmj_758_ps	Geländenah	Unbefriedigend	Gut
	dkmj_759_ps	Geländenah	Gut	Gut
	dkmj_761_ps	Geländenah	Gut	Gut
	dkmj_957_ks	Geländenah	Gut	Gut
	dkmj_1006_ks	Regional	Unbefriedigend	Gut
	dkmj_1030_ps	Regional	Gut	Gut
	dkmj_1104_ks	Regional	Unbefriedigend	Gut
	dkmj_4_ks	Regional	Unbefriedigend	Gut

Ausschreibungsgebiet	Grundwasser-körper	Art	Chemischer Zustand	Quantitativer Zustand
	dkmj_1020_ps	Regional	Gut	Gut
	dkmj_1060_ps	Regional	Gut	Gut
	dkmj_1035_ps	Regional	Unbefriedigend	Gut
	dkmj_1103_ks	Regional	Unbefriedigend	Gut
	dkmj_1065_ps	Regional	Gut	Gut
	dkmj_1078_ks	Regional	Unbefriedigend	Gut
	dkmj_1105_ks	Regional	Unbefriedigend	Gut
	dkmj_752_ps	Tief	Gut	Gut
	dkmj_857_ps	Tief	Gut	Gut
	dkmj_1031_ps	Tief	Gut	Gut
	dkmj_1036_ps	Tief	Gut	Gut
	dkmj_559_ks	Tief	Gut	Gut
	dkmj_760_ps	Tief	Gut	Gut
	dkmj_764_ps	Tief	Gut	Gut
	dkmj_856_ps	Tief	Gut	Gut
	dkmj_903_ps	Tief	Gut	Gut
	dkmj_1012_ps	Tief	Gut	Gut
	dkmj_769_ps	Tief	Gut	Gut

Anhang 3: GEUS-Erklärung zum Risiko eines Austritts