


# **Untersuchung des Untergrundes auf seine Eignung zur Errichtung eines Kohlendioxidspeichers**


## **Artenschutzrechtlicher Fachbeitrag gemäß § 44 BNatSchG**


**Im Auftrag von  
ExxonMobil Production Deutschland GmbH**

**Antragstellerin:  
BEB Erdgas & Erdöl GmbH & Co. KG**

Rev.-Nr. 1-0	10.03.2026	M. Schultz	A. Freund
Version	Datum	geprüft	freigegeben

Auftraggeber			
 ExxonMobil Production Deutschland GmbH Vahrenwalder Str. 238 30179 Hannover		Ansprechpartner AG      Dr. B. Stegemerten	

Auftragnehmer			
 BioConsult GmbH & Co. KG Auf der Muggenburg 30 28217 Bremen Tel.: +49 (0)421 6392798-12 www.bioconsult.de		Projektleitung:      F. Bachmann	

Subunternehmer/Partner			
 IBL Umweltplanung GmbH Blumenstraße 1 26121 Oldenburg Tel.: +49 (0)441 505017-10 www.ibl-umweltplanung.de		Zust. Abteilungsleitung      A. Freund Projektleitung:      Dr. M. Volkenandt Bearbeitung:      Dr. M. Volkenandt Projekt-Nr.:      1495	

## Inhalt

1	Zusammenfassung .....	1
2	Anlass und Aufgabenstellung .....	2
3	Methodik und rechtliche Grundlagen .....	3
3.1	Lage des Vorhabens .....	4
3.2	Vorhabenmerkmale .....	5
4	Eingrenzung des Artenspektrums (Relevanzprüfung) .....	6
5	Relevante Vorhabenwirkungen .....	8
6	Prüfung artenschutzrechtlicher Sachverhalte .....	9
6.1	Schweinswal .....	9
6.2	Europäische Vogelarten .....	10
7	Literaturverzeichnis .....	12

## Abbildungen

Abbildung 3-1:	Lage des Vorhabens in der zentralen AWZ .....	5
----------------	---	---

## Abkürzungsverzeichnis

AWZ	deutsche ausschließliche Wirtschaftszone
BfN	Bundesamt für Naturschutz
BGR	Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe
BMU	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz (jetzt BMUV)
BMUB	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (jetzt BMUV)
BNatSchG	Gesetz über Naturschutz und Landschaftspflege (Bundesnaturschutzgesetz)
BSH	Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie
CO <sub>2</sub>	Kohlendioxid
dB	Dezibel
EMPG	ExxonMobil Production Deutschland GmbH
FFH	Fauna-Flora-Habitat
FFH-RL	Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie
KSpTG	Gesetz zur dauerhaften Speicherung und zum Transport von Kohlendioxid (Kohlendioxidspeicherung- und -transportgesetz, ehemals Kohlendioxid-Speicherungsgesetz - KSpG)
MMO	marine mammal observer (Beobachter von marinen Säugetieren auf See)
NSG	Naturschutzgebiet
PAM	passives akustisches Monitoring
PTS	permanente Hörschwellenverschiebung (permanent threshold shift)
SEL	Schallereignispegel (sound exposure level)
SEL <sub>05</sub>	5 % Überschreitung des Einzelereignispegel SEL
TTS	temporäre Hörschwellenverschiebung (temporary threshold shift)
VRL	Vogelschutzrichtlinie
WSV	Wasserstraßen- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes

## 1 Zusammenfassung

Im artenschutzrechtlichen Fachbeitrag ist zu beurteilen, ob bezogen auf die vorkommenden geschützten Arten gemäß Anhang IV der FFH-Richtlinie und die europäischen Vogelarten Verbotstatbestände gemäß § 44 Abs. 1 BNatSchG i. V. m. § 44 Abs. 5 BNatSchG erfüllt werden.

Das Vorhaben „Untersuchung des Untergrundes auf seine Eignung zur Errichtung eines Kohlendioxidspeichers“ in der zentralen deutschen AWZ der Nordsee beinhaltet zwei Schwerpunkte. Zum einen ein Konzept für seismische Untersuchungen, um ein Querschnittsprofil der geologischen Strukturen des Untergrundes zu erstellen, und zum anderen Untersuchungsbohrungen, um die CO<sub>2</sub>-Aufnahmefähigkeit des Gesteins nachzuweisen. Es wird beantragt, diese Untersuchungen innerhalb des Untersuchungsfeldes Zentrale Nordsee durchzuführen. Innerhalb des Untersuchungsfeldes befindet sich das seismische Haupterfassungsgebiet sowie bis zu drei Untersuchungsbohrungen.

Die artenschutzrechtliche Prüfung wird für Schweinswale sowie Rast- und Zugvögel durchgeführt. Für Arten aus den Gruppen Pflanzen, Käfer, Libellen, Schmetterlinge, Amphibien, Reptilien sowie Makrozoobenthos, Fische und Fledermäuse können Verbotstatbestände des § 44 Abs. 1 Nr. 1 bis 4 BNatSchG aufgrund fehlender Vorkommen artenschutzrechtlich geschützter Arten bzw. keiner negativen Vorhabenwirkungen ausgeschlossen werden.

Eine mögliche Beeinträchtigung der Schweinswale kann aufgrund der Schallemissionen während der 3D- Seismik auftreten. Diese können zu Verletzungen, Maskierungen und Verhaltensanpassungen führen. Die seismischen Untersuchungen werden so durchgeführt, dass der Grenzwert von 160 dB (SEL) in 750 m Entfernung zur Schallquelle nicht überschritten wird. Dies dient dem generellen Schutz mariner Säugetiere vor Verletzungen durch Impulsschall. Aufgrund der Einhaltung der Schwellenwerte werden Hörschäden und Verletzungen (TTS, PTS) vermieden. Zum Schutz der marinen Säugetiere sieht die Vorhabenträgerin gemäß eigenem Standard vor, die seismischen Untersuchungen mit einem visuellen und akustischen Monitoring zu begleiten, und folgt dabei dem Protokoll für Vermeidungsmaßnahmen des JNCC. Es ist davon auszugehen, dass die seismischen Untersuchungen aufgrund der Lärmemission eine kurzfristige Störung der marinen Säugetiere, insbesondere der Schweinswale, auslösen und zu temporären, kleinräumigen Vertreibungseffekten führen können.

Weitere potentielle Auswirkungen auf marine Säugetiere entstehen durch die Impulsrammungen der Standrohre für die Untersuchungsbohrungen. Gemäß Rammschallprognose ist zu erwarten, dass es durch die Installation der Standrohre zu keiner Überschreitung des dualen Lärmwertkriteriums (160 dB SEL<sub>05</sub> und 190 dB) kommt. Um Prognoseunsicherheiten aufzufangen, wird für die Gewährleistung einer sicheren Unterschreitung der Lärmschutzwerte der Einsatz von Schallminderungssystemen empfohlen.

Diese gelegentlichen Störungen ohne voraussichtliche negative Auswirkungen auf die betreffende Art sind im Sinne von Art. 12 FFH-RL nicht als erhebliche Störung und damit nicht als Verbotstatbestand gemäß § 44 BNatSchG anzusehen. Die Untersuchungsbohrungen des Vorhabens lösen keine Verbotstatbestände gemäß § 44 BNatSchG auf marine Säugetiere, insbesondere Schweinswale, aus.

Verbotstatbestände des § 44 Abs. 1 Nr. 1 BNatSchG (Tötungsverbot), sowie § 44 Abs. 1 Nr. 2 BNatSchG (Störungsverbot) und § 44 Abs. 1 Nr. 3 BNatSchG (Schädigungsverbot) durch das Vorhaben werden für die lokale Population der Schweinswale in der deutschen AWZ der Nordsee aufgrund der Anwendung von Vermeidungsmaßnahmen und Einhaltung des Schallschutzkonzeptes ausgeschlossen.

Eine mögliche Beeinträchtigung der europäischen Vogelartengemeinschaft (Rast- und Zugvögel) geht von dem Schiffsverkehr der 3D- Seismik sowie von den Untersuchungsbohrungen aus. Beides kann aufgrund der Beleuchtung Anlockeffekte hervorrufen sowie das Kollisionsrisiko erhöhen. Dabei stellen die Untersuchungsbohrungen, bzw. das dafür verwendete jackup rig, eine Plattform dar, die vergleichbar ist mit anderen Offshore-Konverterplattformen. Für diese gilt, dass es durch Kollisionen zur Tötung oder Verletzung von Vögeln kommen kann. Es ist davon auszugehen, dass vornehmlich nachts ziehende Singvogelarten und nur wenige See- und Rastvogelarten davon betroffen sein werden. Es gilt nach aktueller Rechtsprechung, dass die Tötung oder Schädigung einzelner Exemplare den Verbotstatbestand des § 44 Abs. 1 Nr. 1 BNatSchG nicht in jedem Fall erfüllt, sondern nur dann, wenn eine signifikante Erhöhung des Risikos kollisionsbedingter Verluste von Einzelexemplaren eintritt. Aufgrund des nur kurzzeitigen Betriebs des Untersuchungsbohrungen (ca. sechs Monate je Bohrung) ist von keinem im Verhältnis zum generellen Lebensrisiko signifikant erhöhten Mortalitätsrisiko durch Kollision auszugehen. Geeignete Maßnahmen, um das Kollisionsrisiko von Vögeln mit der Anlage zu minimieren, sind festzulegen. Diese müssen jedoch auch den Richtlinien der Wasserstraßen- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes entsprechen. Verbotstatbestände des § 44 Abs. 1 Nr. 1 BNatSchG werden hinsichtlich der europäischen Vogelarten ausgeschlossen. Störungen aufgrund der Beleuchtung bzw. der Konstruktion im Wasser werden als gering und kleinräumig eingestuft. Sie führen zu keiner Beeinträchtigung des Erhaltungszustandes der lokalen Rast- und Zugvogelpopulationen.

Verbotstatbestände des § 44 Abs. 1 Nr. 1 BNatSchG (Tötungsverbot), sowie § 44 Abs. 1 Nr. 2 BNatSchG (Störungsverbot) und § 44 Abs. 1 Nr. 3 BNatSchG (Schädigungsverbot) durch das Vorhaben werden für die lokale Population der europäischen Vogelarten (Rast- und Zugvögel) in der deutschen AWZ der Nordsee ausgeschlossen. Dabei dienen die Bewertungen von Offshore-Konverterplattformen als vergleichbare Vorhaben.

## **2 Anlass und Aufgabenstellung**

Die Antragstellerin beantragt die Genehmigung einer Untersuchung des Untergrundes auf seine Eignung zur Errichtung eines Kohlendioxidspeichers nach § 7 i. V. m. § 8 Gesetz zur dauerhaften Speicherung und zum Transport von Kohlendioxid (Kohlendioxid-Speicherungs- und -transportgesetz – KSpTG).

Gegenstand des geplanten Vorhabens ist die Untersuchung des Untergrundes auf seine Eignung zur Errichtung von Kohlendioxidspeichern. Es wird ein Untersuchungsprogramm, welches in einem abgegrenzten Untersuchungsfeld umgesetzt werden soll, beantragt.

Die Untersuchung des Untergrundes auf seine Eignung zur Errichtung von Kohlendioxidspeichern bedarf der Genehmigung nach § 7 Abs. 1 KSpTG durch die zuständige Behörde, das Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie.

Im artenschutzrechtlichen Fachbeitrag ist zu beurteilen, ob bezogen auf die vorkommenden geschützten Arten gemäß Anhang IV der FFH-Richtlinie und die europäischen Vogelarten Verbotstatbestände gemäß § 44 Abs. 1 Bundesnaturschutzgesetz (BNatSchG) i. V. m. § 44 Abs. 5 BNatSchG erfüllt werden. Unter Berücksichtigung der konkreten technischen Ausgestaltung des Vorhabens sowie des aktuellen wissenschaftlichen Kenntnisstandes werden im Rahmen des zu erstellenden Fachbeitrags folgende Prüfschritte vorgenommen:

- die begründete Eingrenzung des Artenspektrums (Relevanzprüfung)
- die Ermittlung der Betroffenheiten (Prüfung artenschutzrechtlicher Sachverhalte)

- ggf. die Darstellung der naturschutzfachlichen Ausnahmevoraussetzungen.

Somit wird die Verträglichkeit der Planung zur Untersuchung des Untergrundes auf seine Eignung zur Errichtung eines Kohlendioxidspeichers in der deutschen ausschließlichen Wirtschaftszone (AWZ) mit den Belangen des Artenschutzes gemäß § 44 BNatSchG in dem vorliegenden Dokument geprüft.

### **3 Methodik und rechtliche Grundlagen**

Rechtliche Grundlagen der artenschutzrechtlichen Untersuchung sind die Verbote und Ausnahmen des § 44 bzw. § 45 BNatSchG, die sich auf die nach § 7 Abs. 2 Nr. 13 und Nr. 14 BNatSchG besonders und streng geschützte Arten beziehen. Die Vorschriften gelten nach Maßgabe des § 56 Abs. 1 BNatSchG auch im Bereich der deutschen AWZ.

Die relevanten speziellen artenschutzrechtlichen Verbote der nationalen Gesetzgebung sind in § 44 Abs. 1 BNatSchG formuliert. Demnach ist es verboten:

- wild lebenden Tieren der besonders geschützten Arten nachzustellen, sie zu fangen, zu verletzen, zu töten oder ihre Entwicklungsformen aus der Natur zu entnehmen, zu beschädigen oder zu zerstören.
- wild lebende Tiere der streng geschützten Arten und der europäischen Vogelarten während der Fortpflanzungs-, Aufzucht-, Mauser-, Überwinterungs- und Wanderungszeiten erheblich zu stören. Eine erhebliche Störung liegt vor, wenn sich durch die Störung der Erhaltungszustand der lokalen Population einer Art verschlechtert.
- Fortpflanzungs- und Ruhestätten der wild lebenden Tiere der besonders geschützten Arten der Natur zu entnehmen, zu beschädigen oder zu zerstören.
- wild lebende Pflanzen der besonders geschützten Arten oder ihre Entwicklungsformen aus der Natur zu entnehmen, sie oder ihre Standorte zu beschädigen oder zu zerstören.

Der § 44 Abs. 5 BNatSchG begrenzt die Reichweite der oben genannten Verbote insbesondere in Hinblick auf nach § 15 BNatSchG zulässige Eingriffe. Sind in Anhang IV Buchstabe a der FFH-Richtlinie aufgeführte Tierarten, europäische Vogelarten oder solche Arten betroffen, die in einer Rechtsverordnung nach § 54 Abs. 1 Nr. 2 BNatSchG aufgeführt sind, liegt ein Verstoß gegen die Zugriffsverbote nur nach Maßgabe von § 44 Abs. 5 Sätze 2 bis 5 BNatSchG vor. Sind andere besonders geschützte Arten betroffen, liegt bei Handlungen zur Durchführung eines Eingriffs oder Vorhabens kein Verstoß gegen die Zugriffs-, Besitz- und Vermarktungsverbote vor.

Sofern Verbotstatbestände nach § 44 Abs. 1 Nr. 1 bis 4 BNatSchG einschlägig oder deren Einschlägigkeit nicht sicher auszuschließen sind, wird für diese jeweils untersucht, ob die Voraussetzungen nach § 45 Abs. 7 BNatSchG für die Erteilung einer artenschutzrechtlichen Ausnahme gegeben sind. Dies umfasst das Fehlen von zumutbaren Alternativen, die Aufrechterhaltung des (günstigen) Erhaltungszustands der Population einer Art sowie das Vorliegen von zwingenden Gründen des überwiegenden öffentlichen Interesses.

Verbotstatbestände zum Artenschutz auf europäischer Ebene sind in Art. 12 und 13 FFH-Richtlinie sowie Art. 5 EU-Vogelschutz-Richtlinie (VRL) aufgeführt. Beide Richtlinien werden durch das BNatSchG in nationales Recht umgesetzt, das teilweise auf die Bestimmungen (z. B. in § 44 Abs. 5, § 45 Abs. 7 BNatSchG) der Richtlinien verweist. Bei der Auslegung des nationalen Rechts ist das europäische Recht zu berücksichtigen (richtlinienkonforme Auslegung).



Welche Arten zu den besonders geschützten Tier- und Pflanzenarten bzw. den streng geschützten Arten zählen, ist in § 7 Abs. 2 Nr. 13 und 14 BNatSchG geregelt:

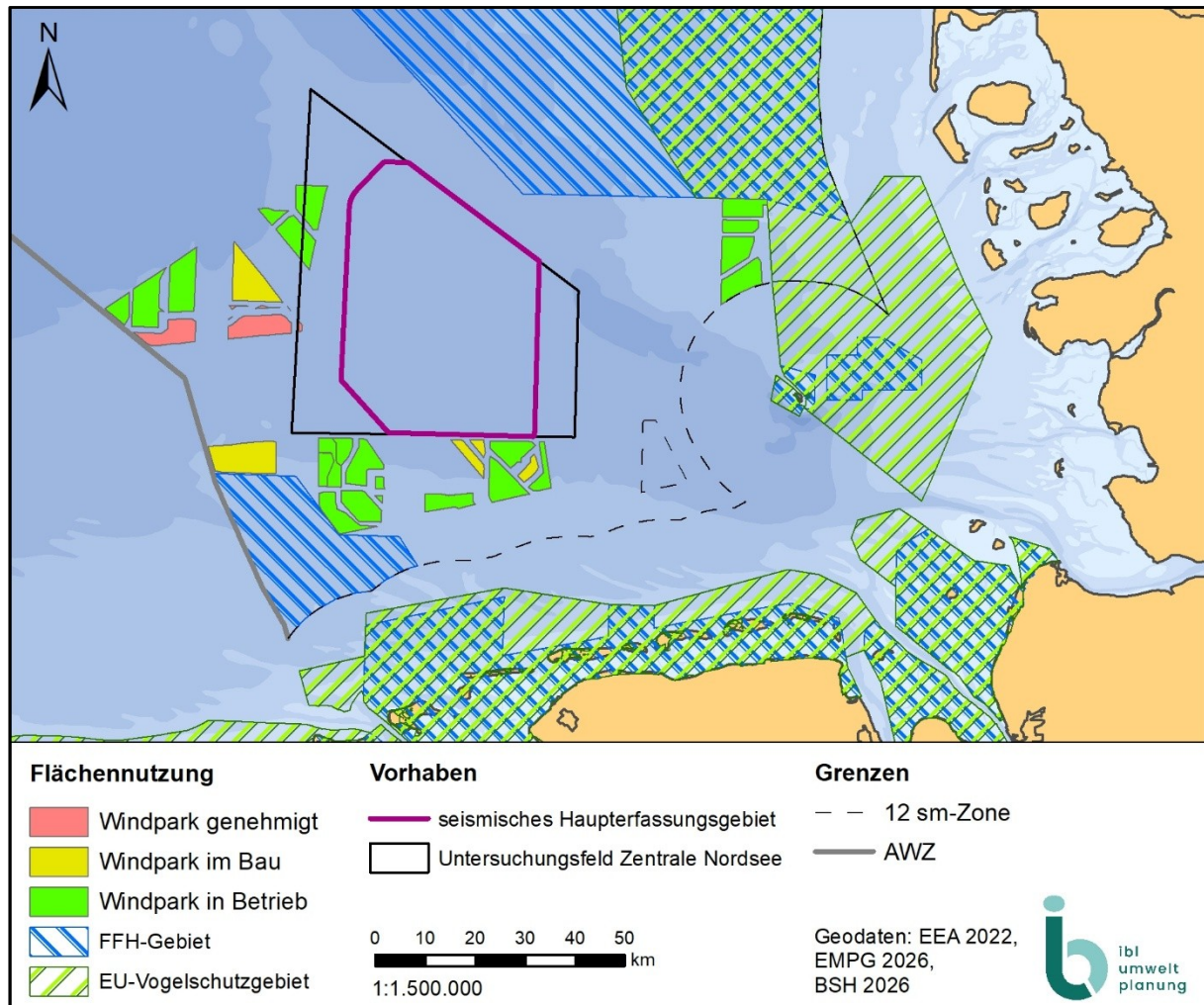
- **Streng geschützte Arten:** Tier- und Pflanzenarten, die in Anhang A der EU-Handelsverordnung (EG Nr. 338/97), in Anhang IV der FFH-Richtlinie (Richtlinie 92/43/EWG) bzw. in Anlage 1, Spalte 4 der Bundesartenschutzverordnung (BArtSchV) aufgeführt sind sowie ggf. weitere Arten in einer Rechtsverordnung gemäß § 54 Abs. 2 BNatSchG.
- **Besonders geschützte Arten:** Tier- und Pflanzenarten, die in Anhang A und B der Verordnung (EG) Nr. 338/97 aufgeführt sind, nicht hierunter fallende Tier- und Pflanzenarten, die in Anhang IV der FFH-Richtlinie aufgeführt sind und europäische Vogelarten im Sinne des Art. 1 der EU-Vogelschutz-Richtlinie (VRL, Richtlinie 2009/147/EG) sowie die Tier- und Pflanzenarten, die in einer Rechtsverordnung nach § 54 Abs. 1 BNatSchG aufgeführt sind.

Dieses Artenspektrum wird hinsichtlich verschiedener Kriterien (u. a. Verbreitung und Vorkommen im Gebiet sowie Empfindlichkeit gegenüber den Wirkfaktoren des Vorhabens) bewertet, um ein reduziertes, verfahrensrelevantes Artenspektrum abzuleiten, welches hinsichtlich des Eintretens der artenschutzrechtlichen Verbotstatbestände gemäß § 44 Abs. 1 BNatSchG weiter zu überprüfen ist.

### 3.1 Lage des Vorhabens

Die Abgrenzung des Untersuchungsfeldes Zentrale Nordsee folgt im Norden der sogenannten „Kompromisslinie“, welche die Zuständigkeiten von Landesbehörden der Bundesländer Schleswig-Holstein und Niedersachsen abgrenzt. Das Untersuchungsfeld liegt vollständig im Zuständigkeitsbereich der niedersächsischen Landesbehörden. Die Abgrenzung im Westen und Süden orientiert sich an den bestehenden oder zu errichtenden Offshore-Windparks bzw. an den Vorranggebieten Windenergie sowie an den Nordseeblöcken H8/11/14. Im Osten orientiert es sich an dem Torpedoschießgebiet Nordwest-Helgoland sowie am Nordseeblock J13. Innerhalb des Untersuchungsfeldes befinden sich das seismische Messgebiet und die Lokationen für mögliche Untersuchungsbohrungen. Das Untersuchungsfeld und das seismische Messgebiet sind in ihrer räumlichen Ausdehnung nahezu identisch.

Lage und Abgrenzung des Untersuchungsfeldes und des seismischen Haupterfassungsgebietes sind in Abbildung 3-1 dargestellt.



**Abbildung 3-1: Lage des Vorhabens in der zentralen AWZ**

### 3.2 Vorhabenmerkmale

Die Untersuchung des Untergrundes auf seine Eignung zur Errichtung eines Kohlendioxidspeichers in der deutschen AWZ in der Nordsee (im Folgenden zusammengefasst als das Vorhaben) beinhaltet zwei aufeinander aufbauende Schwerpunkte.

Zuerst wird anhand von großflächigen seismischen Untersuchungen (im Folgenden abgekürzt als 3D- Seismik) der Meeresboden erkundet und ein Querschnittsprofil der geologischen Strukturen des Untergrundes erstellt. Die 3D- Seismik wird ausschließlich in dem seismischen Haupterfassungsgebiet (s. Abbildung 3-1) durchgeführt. Für die 3D- Seismik fährt ein Seismik-Schiff das seismische Haupterfassungsgebiet systematisch ab. Zur akustischen Signalanregung werden in der Regel Luftpulser (Airguns) eingesetzt. Für die Schallerzeugung werden bis zu drei Schallquellen genutzt. Die akustischen Signale werden von den geologischen Strukturen teilweise zurück an die Meeresoberfläche reflektiert. Zur Erfassung der reflektierten Signale werden Hydrophone verwendet, die in einer großen Anzahl an einem ca. 4-6 km langem Messkabel (Streamer) angeordnet und von dem Seismik-Schiff geschleppt werden. Die Airguns werden lediglich im seismischen Haupterfassungsgebiet ausgelöst und das umliegende Gebiet für Wendemanöver genutzt. Die Schallerzeugung ist so vorgesehen, dass von der

Schallquelle ausgehend in 750 m Entfernung der Grenzwert<sup>1</sup> von 160 dB (SEL<sub>05</sub>, Schallereignispegel) nicht überschritten wird.

Gemäß eigener Vermeidungsmaßnahmen der Vorhabenträgerin werden die seismischen Untersuchungen von einem Beobachter begleitet. Dieser Beobachter (marine mammal observer, MMO) sucht das nähere Umfeld zum Schiff nach marinen Säugetieren ab und darf im Falle einer Sichtung den Start der seismischen Untersuchungen verzögern, bis sich keine marinen Säugetiere im Gefährdungsbereich aufhalten. Bei schlechter Sicht bzw. in der Nacht wird der MMO von passiven akustischen Untersuchungen (passive acoustic monitoring, PAM) unterstützt. Zudem ist ein sogenannter „soft start“ vorgesehen. In Orientierung an § 13 Nr. 9 KSpTG sollen die seismischen Untersuchungen im Zeitraum von Mai bis August einen Mindestabstand von 8 km zum Hauptkonzentrationsgebiet des Schweinswals aufweisen, was aufgrund der Lage des Untersuchungsfeldes ganzjährig gewährleistet ist.

Eine ausführliche Beschreibung der seismischen Untersuchungen sowie weitere Informationen bzgl. der 3D- Seismik sind dem Hauptantrag zu entnehmen.

Des Weiteren sind, nach Auswertung der Ergebnisse der 3D- Seismik, bis zu drei Untersuchungsbohrungen im Untersuchungsfeld Zentrale Nordsee sowie die Durchführung eines Wasserinjektionstests in einer dieser Untersuchungsbohrung geplant. Die Untersuchungsbohrungen liegen in einer Entfernung von mind. 20 km zur Schutzgebietsgrenze des „Sylter Außenriff“. Ziel ist es, die Anwesenheit und Funktion der primären Barrierehorizonte, die Gesteinsabfolge sowie die CO<sub>2</sub>-Aufnahmefähigkeit des Gesteins nachzuweisen. Die Untersuchungsbohrungen sind für die zwei Folgejahre nach Abschluss der 3D- Seismik vorgesehen und werden von einer mobilen Plattform („jackup rig“) ausgeführt. Die Installation des jackup rig sowie die Durchführung der Bohrung mit den jeweiligen Untersuchungen benötigt ca. sechs Monate. Für die Installation des jackup rig werden dessen Standbeine aufgrund des Eigengewichtes sowie des Ballastwassers in dem Meeresboden verankert. Anschließend wird die Plattform auf eine Höhe von 10-20 m über der Wasseroberfläche ausgefahren. Das eigentliche Bohren beginnt mit dem Setzen des Standrohres, welches mit einem hydraulischen Hammer ca. 200 m tief in den Meeresboden gerammt wird. Bei diesen Arbeiten entstehen die höchsten Lärmemissionen des gesamten Prozesses, deshalb wurde dieser Arbeitsschritt für die Betrachtungen der Unterwasserschallprognose herangezogen.

Eine ausführliche Beschreibung der Untersuchungsbohrungen sowie weitere Informationen bzgl. der Bohrungen sind dem Hauptantrag zu entnehmen.

#### **4 Eingrenzung des Artenspektrums (Relevanzprüfung)**

Die ausschließlich national besonders oder streng geschützten Arten sind nicht Prüfgegenstand des Fachbeitrags. Für sie gelten hinsichtlich der artenschutzrechtlichen Verbotstatbestände die Prüferleichterungen des § 44 Abs. 5 Satz 5 BNatSchG, da es sich bei dem geplanten Vorhaben um einen nach § 15 BNatSchG zulässigen Eingriff in Natur und Landschaft handelt. Gegenstand der artenschutzrechtlichen Untersuchung sind demnach ausschließlich europarechtlich besonders und streng geschützte Arten, also Arten des Anhangs IV (a) der Richtlinie 92/43/EWG sowie europäische Vogelarten gemäß Art. 1 der VRL.

<sup>1</sup> Grenzwert entspricht den Werten des Schallschutzkonzept bei der Errichtung von Offshore-Windparks in der deutschen Nordsee der Bundesregierung (BMU 2013). Aufgrund fehlender anderweitiger Leitlinien ist es gängige Praxis, dass diese Grenzwerte generell für Impulsschall unter Wasser in der deutschen Nordsee herangezogen werden.

Die Artengruppen Pflanzen, Käfer, Libellen, Schmetterlinge, Amphibien oder Reptilien treten aufgrund des marinen Charakters nicht im Untersuchungsfeld Zentrale Nordsee auf und werden daher nicht weiter betrachtet.

Die Arten- und Gemeinschaftsstruktur hinsichtlich Abundanz und Biomasse sowie das Vorkommen gefährdeter oder geschützter Arten des Markozooobenthos an den konkreten Standorten der Untersuchungsbohrungen kann erst anhand flächenbezogener Untersuchungen und Beprobungen beurteilt werden. Aus der Gruppe des Makrozoobenthos sind im Vorhabengebiet keine besonders geschützten Arten zu erwarten, daher wird die Gruppe des Makrozoobenthos im Folgenden nicht weiter betrachtet.

Nachweise von relevanten Fischarten (hier: Stör *Acipenser sturio* und Nordseeschnäpel *Coregonus oxyrinchus* bzw. *marina*) und Rundmäulern des Anhangs IV der FFH-RL liegen nicht vor, sodass diese Gruppen nicht weiter berücksichtigt werden.

Aus der Gruppe der Säugetiere des Anhangs IV (a) werden die marinen Säugetiere sowie einige Fledermausarten berücksichtigt. Zugbewegungen von Fledermäusen über der Nordsee sind bis heute wenig dokumentiert und weitgehend unerforscht. Die Fledermausarten Kleiner Abendsegler (*Nyctalus leisleri*), Großer Abendsegler (*Nyctalus noctula*), Zweifarbfledermaus (*Vespertilio murinus*), Breitflügelfledermaus (*Eptesicus serotinus*), Nordfledermaus (*Eptesicus nilssonii*), Zwergfledermaus (*Pipistrellus pipistrellus*) und Rauhhautfledermaus (*Pipistrellus nathusii*) wurden gelegentlich beim Flug über die Nordsee festgestellt (Skiba 2007; Walter et al. 2007; Hüppop 2009; Hüppop & Hill 2013, 2016; Jonge Poering et al. 2013). Die Datengrundlage zum Fledermauszug über der Nordsee ist für eine detaillierte Beschreibung von Auftreten und Intensität von Fledermauszug im Untersuchungsfeld Zentrale Nordsee nicht ausreichend. Es gibt keine Hinweise darauf, dass im Untersuchungsfeld Zentrale Nordsee ein Zuggeschehen mit großen Individuenzahlen stattfindet. Überdies sind Fledermäuse aufgrund ihrer Ultraschallortung in der Lage, statischen und sich langsam bewegenden Objekten auszuweichen. Fledermäuse werden von den relevanten Vorhabenwirkungen nicht negativ beeinflusst bzw. gestört, so dass Verbotsstatbestände bereits auf dieser Ebene ausgeschlossen werden und sie im Folgenden nicht weiter betrachtet werden.

Aus der Gruppe der marinen Säugetiere sind alle Wale (*Cetacea*) im Anhang IV (a) gelistet. Davon ist in der Nordsee insbesondere der Schweinswal (*Phocoena phocoena*) heimisch, d. h. dass die gesamte deutsche AWZ der Nordsee zum Durchqueren, Aufenthalt sowie als Nahrungs- und Aufzuchtgrund genutzt wird (BSH 2023). Weitere marine Säugetiere wie die Delphinarten gewöhnlicher Delphin (*Delphinus delphis*), Weißseitendelphin (*Lagenorhynchus acutus*) und Weißschnauzendelphin (*Lagenorhynchus albirostris*), sowie der Zwergwal (*Balaenoptera acutorostrata*) können selten, mit geringen Individuenzahlen im Untersuchungsfeld Zentrale Nordsee gesichtet werden (Gilles et al. 2023). Gemäß § 44 Abs. 1 Satz 2 BNatSchG darf sich durch die Störung der Erhaltungszustand der lokalen Population einer Art nicht verschlechtern. Da andere marine Säugetiere nur als Individuen betroffen sein könnten, ist nicht davon auszugehen, dass sich negative Folgen aufgrund des Vorhabens auf die lokale Population der marinen Säugetiere ausweiten können. Daher wird im Folgenden die Prüfung der artenschutzrechtlichen Sachverhalte nur für den Schweinswal durchgeführt.

Die Seevogelgemeinschaft der zentralen AWZ, d. h. ebenfalls für das Untersuchungsfeld Zentrale Nordsee, lässt sich als typisch für die Hochsee charakterisieren. Die Arten Trottellumme (*Uria aalge*) und Tordalk (*Alca torda*), sowie Dreizehen- (*Rissa tridactyla*) und Heringsmöwe (*Larus fuscus*) kommen am häufigsten vor. Küstenlebende Seevögel werden eher selten verzeichnet. Gemäß BSH (2023) gehören die folgenden Arten des Anhang I der VRL Sterntaucher (*Gavia stellata*), Prachtaucher (*Gavia artica*), Zwergmöwe (*Hydrocoloeus minutus*), Brandseeschwalbe (*Thalasseus sandvicensis*), Flusssschwalbe (*Sterna hirundo*) und Küstenseeschwalbe (*Sterna paradisea*) zu den wichtigsten Vogelarten der

deutschen AWZ in der Nordsee. Des Weiteren ist davon auszugehen, dass Zugvögel während der saisonalen Zugzeiten das Untersuchungsfeld Zentrale Nordsee passieren, da das Zuggeschehen in Form eines Breitfrontzuges stattfindet (BSH 2020). In der folgenden Untersuchung werden die im Untersuchungsfeld Zentrale Nordsee vorkommenden Rast- und Zugvögel in ihrer Gesamtheit betrachtet.

Zusammenfassend wird in Kapitel 6 die artenschutzrechtliche Prüfung für Schweinswale sowie Rast- und Zugvögel durchgeführt. Für Arten aus den Gruppen Pflanzen, Käfer, Libellen, Schmetterlinge, Amphibien, Reptilien sowie Makrozoobenthos, Fische und Fledermäuse können Verbotstatbestände des § 44 BNatSchG aufgrund des Vorhabens ausgeschlossen werden.

## **5 Relevante Vorhabenwirkungen**

Im Folgenden werden nur die relevanten Vorhabenwirkungen auf den Artenschutz getrennt nach Untersuchungsschwerpunkt (3D- Seismik und Untersuchungsbohrungen) dargestellt.

### **3D- Seismik**

Negative Auswirkungen aufgrund von seismischen Untersuchungen sind hauptsächlich die daraus resultierende Lärmbelastung unter Wasser. Dies kann insbesondere für marine Säugetiere schädlich sein. Der Impulsschall kann, je nach Lautstärke und Frequenzbereich, zu einer zeitlich begrenzten Anhebung der Hörschwelle (temporäre Hörschwellenverschiebung, TTS) bzw. auch zu einer dauerhaften Anhebung der Hörschwelle (permanente Hörschwellenverschiebung, PTS) bis hin zur vollständigen Taubheit bei marinen Säugetieren führen (u. a. BMU 2013; BfN 2017). Zudem kann es zu Verhaltensreaktionen in Form von Fluchtverhalten führen, welches Auswirkungen auf die Nahrungsaufnahme bedingen und sich bis zu Auswirkungen auf Fortpflanzung und Populationsdynamiken ausweiten kann (u. a. Gordon et al. 2003; Bain & Williams 2006; BMU 2013; De Haan et al. 2015).

Des Weiteren kann das Schiff als visuelle Störung von Seevögeln wahrgenommen werden. Seevögel können mit einem Fluchtverhalten reagieren (z. B. Abtauchen oder Auffliegen). Einige Arten zeigen jedoch eine geringere Empfindlichkeit gegenüber Schiffsverkehr bzw. suchen insbesondere Fischereifahrzeuge gezielt auf (BfN 2017). Zudem besteht das Risiko von Kollisionen fliegender Vögel mit dem Schiff (Travers 2023).

### **Untersuchungsbohrungen**

Potenzielle Auswirkungen der Untersuchungsbohrungen sind vergleichbar mit Auswirkungen anderer Offshore-Plattformen, insbesondere Konverterplattformen. Durch Plattformen können kleinräumige Scheueffekte, aber auch Anlockeffekte auf See- und Rastvögel sowie Kollisionen auftreten (BSH 2023). Marine Säugetiere sind besonders durch Lärmemissionen gefährdet. Der stärkste Schalleintrag erfolgt während der Rammarbeiten für die Errichtung des Standrohres der jeweiligen Bohrung. Zur Beurteilung der potenziellen Auswirkungen der Schallemissionen während der Rammarbeiten wurde eine Prognose der zu erwartenden Unterwasserschall-Immissionen erstellt und dem Hauptantrag beigelegt. Dabei wird für die Impulsrammungen ein Einzelereignispegel ( $SEL_{05}$ ) von weniger als 160 dB in 750 m Entfernung zur Schallquelle prognostiziert. Durch die Anwendung von Schallschutzmaßnahmen kann der Schalleintrag ins Wasser weiter reduziert werden.

Lärmemissionen durch den Betrieb der Untersuchungsbohrungen liegen hauptsächlich im nicht-hörbaren Frequenzbereich der Tiere (Todd et al. 2020). Die hörbaren Frequenzen aufgrund des Betriebs der Bohranlagen können bis ca. 70 m im Umkreis der Bohrung von Schweinswalen wahrgenommen werden

(Todd et al. 2020). Zudem werden marine Säugetiere regelmäßig im Umfeld von Bohrungsplattformen während der Installation sowie des Betriebes gesichtet (Todd et al. 2016).

## 6 Prüfung artenschutzrechtlicher Sachverhalte

### 6.1 Schweinswal

Eine mögliche Beeinträchtigung der Tiere kann aufgrund der Schallemissionen während der **3D- Seismik** auftreten. Diese können zu Verletzungen, Maskierungen und Verhaltensanpassungen führen (u. a. BfN 2017). Dabei wird angenommen, dass Verletzungen in Form von TTS bei Schweinswalen auftreten, wenn sie einem Einzelereignis-Schalldruckpegel von 164 dB re 1  $\mu\text{Pa}^2/\text{Hz}$  bzw. einem Spitzenpegel von 200 dB re 1  $\mu\text{Pa}$  ausgesetzt werden (BSH 2023). Die Schallerzeugung bei der 3D- Seismik ist so vorgesehen, dass von der Schallquelle ausgehend in 750 m Entfernung der Grenzwert von 160 dB ( $\text{SEL}_{05}$ ) nicht überschritten wird. Aufgrund der Einhaltung der Schwellenwerte während der seismischen Untersuchungen des Vorhabens werden Verletzungen (TTS, PTS) vermieden. Zum Schutz der marinen Säugetiere sieht die Vorhabenträgerin gemäß eigenem Standard vor, die seismischen Untersuchungen mit einem visuellen und akustischen Monitoring zu begleiten. Dabei folgt sie dem Protokoll für Vermeidungsmaßnahmen des Joint Nature Conservation Committee (JNCC 2017). Wird die Anwesenheit von marinen Säugetieren festgestellt, so wird der Start der akustischen Auslösung verzögert. Dies reduziert das Verletzungsrisiko. Des Weiteren ist ein sogenannter soft-start der akustischen Auslösung vorgesehen, was dazu führt, dass die Tiere sich selbstständig und vorzeitig aus dem Gefährdungsbereich entfernen und physische Schädigungen vermieden werden.

Weitere Auswirkungen auf Schweinswale entstehen durch die bis zu drei geplanten **Impulsrammungen** der Standrohre für die Untersuchungsbohrungen (s. Kap. 3.2). Gemäß Rammschallprognose ist zu erwarten, dass es durch die Installation der Standrohre zu keiner Überschreitung des dualen Lärmwertkriteriums (160 dB  $\text{SEL}_{05}$  und 190 dB) kommt. Um Prognoseunsicherheiten aufzufangen und eine sichere Unterschreitung der Lärmschutzwerte zu gewährleisten, wird der Einsatz von Schallminderungssystemen empfohlen.

Kurzfristige Störungen der Tiere während der seismischen Untersuchungen und der Untersuchungsbohrungen sind nicht auszuschließen, da Unterwasserschallemissionen zu Scheueffekten führen können. Gelegentliche und kurzfristige Störungen ohne voraussichtliche negative Auswirkungen auf die betreffende Art sind im Sinne von Art. 12 FFH-RL nicht als erhebliche Störung und damit nicht als Verbotstatbestand gemäß § 44 BNatSchG anzusehen.

Gemäß der Einschätzung des BfN sowie des BSH „ist nach aktuellem Kenntnisstand mit ausreichender Sicherheit gewährleistet, dass bei Einhaltung der festgelegten Grenzwerte von 160 dB für den Schallereignispegel ( $\text{SEL}_{05}$ ) und von 190 dB für den Spitzenpegel in 750 m Entfernung zur Emissionsstelle, bezogen auf den Schweinswal, nicht zur Verwirklichung des Tötungs- und Verletzungstatbestandes nach § 44 Abs. 1 Nr. 1 BNatSchG kommen kann“ (BSH 2023). Dabei wird vorausgesetzt, dass mit geeigneten Mitteln sichergestellt wird, dass sich innerhalb des 750 m Radius um die Emissionsstelle keine Schweinswale aufhalten. Eine Verschlechterung des Erhaltungszustands der lokalen Schweinswalpopulationen ist daher nicht zu erwarten.

Geräuschemissionen, die vom begleitenden Schiffsverkehr ausgehen, rufen keine Gesundheitsschäden bei Schweinswalen hervor.

Das Vorhaben befindet sich nicht innerhalb von Gebieten zum Schutz für Schweinswale als Fortpflanzungs- und Nahrungssuchgebiet, sowie als Schutzgebiet zur Aufzucht der Jungtiere. Es werden für das Vorhaben keine Fortpflanzungs- oder Ruhestätten der Schweinswale aus der Natur entnommen, beschädigt oder zerstört.

Verbotstatbestände des § 44 Abs. 1 Nr. 1 BNatSchG (Tötungsverbot), sowie § 44 Abs. 1 Nr. 2 BNatSchG (Störungsverbot) und § 44 Abs. 1 Nr. 3 BNatSchG (Schädigungsverbot) durch das Vorhaben werden für die lokale Population der Schweinswale in der deutschen AWZ der Nordsee aufgrund der Anwendung von Vermeidungsmaßnahmen und Einhaltung der Grenzwerte des Schallschutzkonzeptes (BMU 2013) ausgeschlossen.

## 6.2 Europäische Vogelarten

Potenzielle Auswirkungen auf die Vogelgemeinschaft (Rast- und Zugvögel) aufgrund der **3D- Seismik** gehen nachts vom Untersuchungsschiff und der dortigen Schiffsbeleuchtung aus (BfN 2017; Reilly et al. 2022). Diese kann zu Anlockeffekten auf Vögel führen und somit zu kleinräumigen Störungen. Diese kleinräumigen Störungen werden aufgrund der zeitlich begrenzten Untersuchungsdauer nicht zu einer Beeinträchtigung des Erhaltungszustandes der lokalen Populationen führen. Ein Auftreten erheblicher Störungen aufgrund der 3D- Seismik kann ausgeschlossen werden.

Zur Zugzeit überfliegt eine große Anzahl von Vögeln die Nordsee. Schätzungen gehen von mehreren 10 - 100 Millionen Zugvögeln aus (vgl. Exo et al. 2003; Hüppop et al. 2005), wobei der größte Anteil von nachts ziehenden Singvögeln skandinavischer Populationen gebildet wird (vgl. Hüppop et al. 2005, 2006, 2019). In Einzelfällen können die Anlockeffekte zu Kollisionen der Vögel mit dem Schiff führen (BfN 2017). Aufgrund des generell erhöhten Mortalitätsrisikos während des jährlichen Zugverhaltens über die Nordsee, ist nicht von einer signifikanten Erhöhung der Mortalität bei Zugvögeln aufgrund von Kollision mit dem Schiffsverkehr während der 3D- Seismik auszugehen.

Potenzielle Auswirkungen der **Untersuchungsbohrungen** auf die Vogelgemeinschaft sind vergleichbar mit Auswirkungen anderer Offshore-Plattformen, insbesondere Konverterplattformen. Durch die Plattform wird kurzfristig über den Zeitraum von ca. sechs Monaten je Untersuchungsbohrung das Risiko einer Tötung von Vögeln durch Vogelschlag erhöht. Hierbei ist das Risiko der Kollision am Tag aufgrund der Sichtbarkeit des Bauwerks am geringsten und in der Nacht (insbesondere bei schlechten Witterungsbedingungen) am höchsten. Das Kollisionsrisiko entspricht dem von Konverterplattformen. Zu diesen führt das BSH aus: *„Das BfN weist regelmäßig in seinen Stellungnahmen auf der Basis von aktuellen Rechtsprechungen darauf hin, dass die Tötung oder Schädigung einzelner Exemplare den Verbotstatbestand des § 44 Abs. 1 Nr. 1 BNatSchG nicht in jedem Fall erfüllt, sondern nur dann, wenn eine signifikante Erhöhung des Risikos kollisionsbedingter Verluste von Einzelexemplaren eintritt. Angesichts der Tatsache, dass es sich bei einer Konverterplattform um ein Einzelbauwerk in engem räumlichen Verbund mit einem Offshore-Windpark handelt, ist in Bezug auf die Plattform von keinem signifikant erhöhten Kollisionsrisiko auszugehen. Im konkreten Zulassungsverfahren sind zudem geeignete Maßnahmen anzuordnen, um das Kollisionsrisiko von Vögeln mit der Anlage zu minimieren.“* (BSH 2023).

Ein Unterschied des Vorhabens zu Konverterplattformen ist, dass das jackup rig für die Untersuchungsbohrung nicht in einem räumlichen Verbund steht und sich im Umfeld der Untersuchungsbohrungen keine weiteren, erhöhten Konstruktionen befinden. Als alleinige, erhöhte Struktur könnte das jackup rig daher das Kollisionsrisiko zusätzlich erhöhen. Dagegen spricht jedoch der kurzzeitige Laufzeit der Untersuchungsbohrungen von wenigen Monaten. Nach Beendigung der Untersuchungsbohrungen

verbleibt keine erhöhte Konstruktion über Wasser. Konkrete Maßnahmen zur Vermeidung von Kollisionen mit dem jackup rig wären über deren Beleuchtung zu regeln, welche jedoch durch die Wasserstraßen- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes (WSV) festgelegt werden müssen. Verbotstatbestände des § 44 Abs. 1 Nr. 1 BNatSchG (Tötungsverbot) werden daher hinsichtlich der europäischen Vogelarten ausgeschlossen.

Vorhabenbedingte Störungen von Rast- und Zugvögeln aufgrund der Untersuchungsbohrungen sind ebenfalls vergleichbar mit denen von Konverterplattformen und gelten als geringe, kleinräumige Störungen (BSH 2023). Die kleinräumige Störung wird nicht zu einer Beeinträchtigung des Erhaltungszustandes der lokalen Populationen führen. Ein Auftreten erheblicher Störungen kann ausgeschlossen werden. Das BSH (2023) kommt zu folgender Einschätzung zu Plattformen: *„Nach dem aktuellen Kenntnisstand ist deshalb nicht davon auszugehen, dass eine artenschutzrechtlich relevante Störung von Rast- und Zugvögeln im Sinne von § 44 Abs. 1 Nr. 2 BNatSchG auftreten wird.“* Dies kann auf die Untersuchungsbohrungen übertragen werden.

Daher lässt sich zusammenfassen, dass Verbotstatbestände des § 44 Abs. 1 Nr. 1 BNatSchG (Tötungsverbot), sowie § 44 Abs. 1 Nr. 2 BNatSchG (Störungsverbot) und § 44 Abs. 1 Nr. 3 BNatSchG (Schädigungsverbot) aufgrund des Vorhabens (3D- Seismik sowie Untersuchungsbohrungen) für die lokalen Populationen europäischer Vogelarten der Rast- und Zugvögel in der deutschen AWZ der Nordsee ausgeschlossen werden können.



## 7 Literaturverzeichnis

- Bain, D.E., Williams, R., 2006. Long-range effects of airgun noise on marine mammals: Responses as a function of receives sound level and distance (No. Doc. SC/58/E35). Friday Harbor Laboratories, University of Washington; Sea Mammal Research Unit, Gatty Marine Laboratory, University of St. Andrews, Washington, St. Andrews.
- BfN, 2017. Die Meeresschutzgebiete in der deutschen ausschließlichen Wirtschaftszone der Nordsee. Beschreibung und Zustandsbewertung. Stand 18.10.2017. Bundesamt für Naturschutz, DE.
- BMU, 2013. Konzept für den Schutz der Schweinswale vor Schallbelastungen bei der Errichtung von Offshore Windparks in der deutschen Nordsee (Schallschutzkonzept). Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, Bonn, Berlin.
- BSH, 2020. Umweltbericht zum Flächenentwicklungsplan 2020 für die deutsche Nordsee (No. 7608). Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie, Hamburg.
- BSH, 2023. Umweltbericht zum Flächenentwicklungsplan 2023 für die deutsche Nordsee (No. 7608). Hamburg & Rostock.
- de Haan, D., von Bender-Beckmann, S., Geelhoed, S., Lagerveld, S., 2015. Potential effects of seismic surveys on harbour porpoises (IMARES Report No. C126/15). IMARES Wageningen UR, Wageningen (NL).
- Exo, M., Hüppop, O., Garthe, S., 2003. Birds and offshore wind farm: a hot topic in marine ecology. Wader Study Group Bull. 100, 50–53.
- Gilles, A., Authier, M., Ramirez-Martinez, N.C., Araújo, H., Blanchard, A., Carlström, J., Eira, C., Doremus, G., Fernandez-Maldonado, C., Geelhoed, S.C.V., Kyhn, L., Laran, S., Nachtsheim, D., Panigada, S., Pigeault, R., Sequeira, M., Sveegaard, S., Taylor, N.L., Owen, K., Saavedra, C., Vazquez-Bonales, J.A., Unger, B., Hammond, P.S., 2023. Estimates of cetacean abundance in European Atlantic waters in summer 2022 from the SCANS-IV aerial and shipboard surveys. Stiftung Tierärztliche Hochschule Hannover Institut für Terrestrische und Aquatische Wildtierforschung (ITAW), Büsum.
- Gordon, J., Gillespie, D., Potter, J., Frantzis, A., Simmonds, M.P., Swift, R., Thompson, D., 2003. A Review of the Effects of Seismic Surveys on Marine Mammals. Mar. Technol. Soc. J. 37, 16–34. doi:10.4031/002533203787536998
- Hüppop, O., 2009. Bat migration on Helgoland, a remote island in the North Sea: wind assisted or wind drifted., in: Posterbeitrag. Gehalten auf der 1st International Symposium on Bat Migration, Berlin.
- Hüppop, O., Ballasus, H., Fießer, F., Rebke, M., Stolzenbach, F., 2005. AWZ-Vorhaben: Analyse und Bewertungsmethoden von kumulativen Auswirkungen von Offshore-WKA auf den Vogelzug. FKZ 804 85 004, Abschlussbericht.
- Hüppop, O., Dierschke, J., Exo, K.-M., Fredrich, E., Hill, R., 2006. Bird migration studies and potential collision risk with offshore wind turbines. Ibis 148, 90–109. doi:10.1111/j.1474-919X.2006.00536.x
- Hüppop, O., Hill, R., 2013. The occurrence of migrating bats at an anthropogenic offshore-structure in the south-eastern North Sea. Gehalten auf der 3. International Berlin Bat Meeting: Bats in the Anthropocene., Berlin.
- Hüppop, O., Hill, R., 2016. Migration phenology and behaviour of bats at a research platform in the south-eastern North Sea. Lutra 59 (1–2), 5.22.
- Hüppop, O., Michalik, B., Bach, L., Hill, R., Pelletier, S.K., 2019. Migratory birds and bats, in: Wildlife and Wind Farms - Conflicts and Solutions, Volume 3. Pelargic Publishing, Exeter, S. 142–173.
- JNCC, 2017. JNCC guidelines for minimising the risk of injury and to marine mammals from geophysical surveys. JNCC, Aberdeen.
- Jonge Poering, B., Lagerveld, S., Verdaat, J.P., 2013. Pilot study Bat activity in the dutch offshore wind farm OWEZ and PAWP (No. Report/Imares CO26/13). IMARES Wageningen UR, Den Helder.
- Reilly, C.E., Larson, J., Amerson, A.M., Staines, G.J., Haxel, J.H., Pattison, P.M., 2022. Minimizing Ecological Impacts of Marine Energy Lighting. J. Mar. Sci. Eng. 10, 354. doi:10.3390/jmse10030354

- Skiba, R., 2007. Die Fledermäuse im Bereich der Deutschen Nordsee unter Berücksichtigung der Gefährdung durch Windenergieanlagen (WEA). *Nyctalus* NF 12, 199–220.
- Thomsen, F., Lüdemann, K., Kafemann, R., Piper, W., 2006. Effects of offshore wind farm noise on marine mammals and fish. Fisheries and Maritime Museum, Esbjerg, im Auftrag von COWRIE Ltd, Hamburg.
- Todd, V.L.G., Warley, J.C., Todd, I.B., 2016. Meals on Wheels? A Decade of Megafaunal Visual and Acoustic Observations from Offshore Oil & Gas Rigs and Platforms in the North and Irish Seas. *PLOS ONE* 11, e0153320. doi:10.1371/journal.pone.0153320
- Todd, V.L.G., Williamson, L.D., Jiang, J., Cox, S.E., Todd, I.B., Ruffert, M., 2020. Proximate underwater soundscape of a North Sea offshore petroleum exploration jack-up drilling rig in the Dogger Bank. *J. Acoust. Soc. Am.* 148, 3971–3979. doi:10.1121/10.0002958
- Travers, M.S., 2023. Reducing collisions with structures, in: *Conservation of Marine Birds*. Elsevier, S. 379–401. doi:10.1016/B978-0-323-88539-3.00004-2
- Walter, G., Matthes, H., Joost, M., 2007. Fledermauszug über Nord- und Ostsee - Ergebnisse aus Offshore-Untersuchungen und deren Einordnung in das bisher bekannte Bild zum Zuggeschehen 12, 221–233.