

GUTACHTERLICHE STELLUNGNAHME GEMÄß §12 ABS.3  
WINDSEEG

# Voruntersuchung zur verkehrlich- schifffahrtspolizeilichen Eignung von Flächen in der AWZ der Nord- und Ostsee

Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie

**Bericht Nr.:** M-W-ADER 2019.137, Rev. 1.00

**Datum:** 2019-12-06

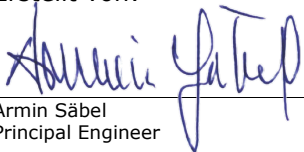


Projektname: Gutachterliche Stellungnahme gemäß §12 Abs.3 DNV GL SE – Maritime  
WindSeeG Maritime Advisory  
Berichtstitel: Voruntersuchung zur verkehrlich- Postfach 11 16 06  
schiffahrtspolizeilichen Eignung von Flächen in 20416 Hamburg  
der AWZ der Nord- und Ostsee Brooktorkai 18  
Kunde: Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie, 20457 Hamburg  
Postfach 30 12 20, 20305 Hamburg Tel.: +49 40 36149-0  
Kontaktperson: Martina Nemitz Fax: +49 40 36149-200  
Datum: 2019-12-06 HRB 115442  
Projekt Nr.: 10160564  
Abteilungsname: Safety & Systems Engineering  
Bericht Nr.: M-W-ADER 2019.137, Rev. 1.00

Inhalt: Das Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie (BSH) beauftragte DNV GL Maritime Advisory (DNV GL MA) als unabhängigen Sachverständigen mit der Erstellung eines Fachgutachtens gemäß §12 Abs.3 WindSeeG zur verkehrlich- schiffahrtspolizeilichen Eignung der zu untersuchenden Flächen in der AWZ der Nord- und Ostsee im Hinblick auf die Errichtung von Offshore-Anlagen.

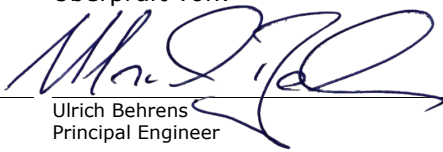
Hierfür werden jeweils mit Hilfe einer qualitativen und quantitative Analyse die Auswirkungen der Bebauung der einzelnen Flächen auf die Schifffahrt unter kumulativer Betrachtung aller im betrachteten Verkehrsraum bereits bebauter, planfestgestellter, sowie entsprechend des Szenarios zu einem bestimmten Zeitpunkt vorgesehener Windparkflächen durchgeführt.

Erstellt von:



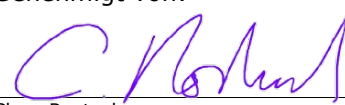
Armin Säbel  
Principal Engineer

Überprüft von:

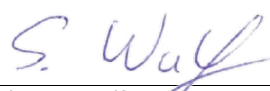


Ulrich Behrens  
Principal Engineer


Genehmigt von:



Claas Rostock  
Head of Department  
Safety & Systems Engineering



Sebastian Wulf  
Senior Project Engineer



Stephan Eylmann  
Senior Project Engineer

- Uneingeschränkte Verteilung (intern und extern)      Schlüsselworte: Technische Risikoanalyse,  
 Uneingeschränkte Verteilung innerhalb DNV GL SE      Offshore Windpark, Flächenvoruntersuchung,  
 Eingeschränkte Verteilung innerhalb DNV GL SE      §12 Abs.3 WindSeeG  
nach 3 Jahren  
 Keine Verteilung/Weitergabe (vertraulich)  
 Geheimsache

Hinweis: DNV GL Maritime Advisory Germany liefert seine Dienstleistungen unabhängig und autonom von einer eventuellen Klassifikation / Zertifizierung durch andere organisatorische Einheiten innerhalb DNV GL. Zur Sicherstellung der Unabhängigkeit befindet sich DNV GL Maritime Advisory Germany in einer separaten Berichtslinie. Im Falle einer Klassifikation / Zertifizierung durch DNV GL kann die hierfür zuständige Einheit daher zu einem anderen Ergebnis kommen als Maritime Advisory. Dieses Grundprinzip ist in unsrem nach ISO 9001 zertifizierten Management System definiert.

**Vorsitzender des Aufsichtsrats:** Remi Eriksen • **Vorstand:** Knut Ørbeck-Nilssen • Torsten Schramm • Dr. Björn-Olaf Borth  
**DNV GL SE, Sitz Hamburg, HRB 115442**

Gerichtsstand und Erfüllungsort ist Hamburg. Es gelten die Allgemeinen Geschäftsbedingungen der DNV GL SE in ihrer jeweils neuesten Fassung. Es gilt deutsches Recht.

## Inhaltsverzeichnis

1	ZUSAMMENFASSUNG .....	3
1.1	Qualitative Gesamtbewertung	4
1.2	Quantitative Gesamtbewertung	6
1.3	Ergebnisse - Bewertung der einzelnen Flächen	6
2	EINLEITUNG.....	11
3	FLÄCHENVORUNTERSUCHUNG - UNTERSUCHUNGSRAHMEN .....	12
3.1	Deutsche Ausschließliche Wirtschaftszone (AWZ)	12
3.2	Szenario A 2030 (20 GW bis 2030)	12
3.3	Übersicht - Gebiete und Flächen im Szenario A 2030	14
3.4	Szenario A 2030 - Zeitliche Reihenfolge der Inbetriebnahme	16
4	SCHIFFSVERKEHR IN DER DEUTSCHEN AWZ – NORD- UND OSTSEE.....	17
4.1	Maritime Verkehrssicherung in der AWZ	17
4.2	Schiffsmeldesysteme und -verfahren in der AWZ	18
4.3	Seelotsen in der AWZ	18
4.4	Notschlepper im Bereich der AWZ	18
4.5	Verkehrssituation im Umfeld der zu untersuchenden Flächen	18
5	ALLGEMEINE GRUNDLAGEN DER BERECHNUNGEN .....	22
5.1	Klima, Wetter und Hydrologie in der Nordsee (AWZ)	22
5.2	Klima, Wetter und Hydrologie in der Ostsee (AWZ)	24
5.3	Beschreibung des Schiffsverkehrs (AIS-DATEN)	26
5.4	Verkehrsprognose bis zum Jahr 2030	30
6	GRUNDLAGEN DER QUALITATIVEN FLÄCHENVORUNTERSUCHUNG.....	36
6.1	Methodik der qualitativen Analyse	37
6.2	Gefährdungsszenarien und ihre Auswirkungen auf den Schiffsverkehr	39
6.3	Risikomindernde Maßnahmen in der Qualitativen Bewertung	41
7	GRUNDLAGEN DER QUANTITATIVEN RISIKOBERECHNUNG .....	50
7.1	Schifffahrtrouten	51
7.2	Harmonisierte Annahmen (Quantitative Analysen)	54
7.3	Aufstellmuster der betrachteten Windparks	55
7.4	Risikomindernde Maßnahmen (Quantitative Analyse)	57
8	FLÄCHENVORUNTERSUCHUNG INBETRIEBNAHME 2026.....	67
8.1	Gebiet N-3 (Flächen: N-3.7, N-3.8)	67
8.2	Gebiet O-1 (Fläche: O-1.3)	67
8.3	Fläche N-3.7	69
8.4	Fläche N-3.8	77
8.5	Fläche O-1.3	85
9	FLÄCHENVORUNTERSUCHUNG INBETRIEBNAHME 2027.....	93
9.1	Gebiet N-7/Fläche: N-7.2	93
9.2	FLÄCHE N-7.2	94
10	FLÄCHENVORUNTERSUCHUNG INBETRIEBNAHME 2028.....	102

10.1	Gebiet N-3 (Flächen: N-3.5, N-3.6)	102
10.2	Gebiet N-9 (Fläche: N-9.1)	102
10.3	FLÄCHE N-3.5	103
10.4	FLÄCHE N-3.6	112
10.5	FLÄCHE N-9.1	121
11	FLÄCHENVORUNTERSUCHUNG INBETRIEBNAHME 2029 .....	129
11.1	Gebiet N-6 (Flächen: N-6.6, N-6.7)	129
11.2	Gebiet N-9 (Fläche: N-9.1, N-9.2)	129
11.3	FLÄCHE N-6.6	130
11.4	FLÄCHE N-6.7	139
11.5	FLÄCHE N-9.1	147
11.6	FLÄCHE N-9.2	155
12	FLÄCHENVORUNTERSUCHUNG INBETRIEBNAHME 2030 .....	163
12.1	Gebiet N-10 (Flächen: N-10.1, N-10.2)	163
12.2	Gebiet N-12 (Flächen: N-12.1, N-12.2 TF 1)	163
12.3	FLÄCHE N-10.1	164
12.4	FLÄCHE N-10.2	172
12.5	FLÄCHE N-12.1	180
12.6	FLÄCHE N-12.2	188
13	LITERATURVERZEICHNIS .....	196
ANHANG A METHODEN DER RISIKOBERECHNUNG .....		198
A.1	Risikoberechnungen für den Windpark	199
A.2	Verfahren zur Berechnung des Risikos für Kollisionen manövrierfähiger Schiffe mit Installationen des Windparks	201
A.3	Verfahren zur Berechnung von Risiken für die Kollisionen manövrierunfähiger Schiffe mit Installationen des Windparks	208
A.4	Literatur zum Anhang A	225



## Dokumentrevisionen

<b>Rev.</b>	<b>Datum</b>	<b>Version/Modifikation</b>	<b>Erstellt von</b>	<b>Überprüft von</b>	<b>Genehmigt von</b>
1.00	2019-12-06	Erste Ausgabe	Armin Säbel Sebastian Wulf Stephan Eylmann	Ulrich Behrens	Claas Rostock

## Glossar

AIS	Automatic Identification System
AnIBV	Anlaufbedingungsverordnung
AtoN	Aids to Navigation
AWZ	Ausschließliche Wirtschaftszone
BMVBS	Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung
BMVI	Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur
BSH	Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie
F	Frequenz
FEP	Flächenentwicklungsplan
FVU	Flächenvoruntersuchung
IALA	International Association of Lighthouse Authorities
IMO	International Maritime Organization
KVR	Kollisionsverhütungsregeln
LOA	Length over all
LPP	Length between perpendiculars
MHW	Mittleres Hochwasser
MNW	Mittleres Niedrigwasser
OWP	Offshore Windpark
RPZ	Risikoprioritätszahl
SeeSchStrO	Seeschiffahrtsstraßen-Ordnung
SRÜ	Seerechts Übereinkommen
SOLAS	International Convention for the Safety of Life at Sea
WSV	Wasserstraßen- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes

# 1 ZUSAMMENFASSUNG

Das Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie (BSH) beauftragte DNV GL Maritime Advisory (DNV GL MA) als unabhängigen Sachverständigen mit der Erstellung eines Fachgutachtens gemäß §12 Abs.3 WindSeeG. Untersucht werden soll die verkehrlich- schiffahrtspolizeiliche Eignung der zu erschließenden Flächen im Hinblick auf die Errichtung von Offshore-Windenergieanlagen. Die Flächen liegen in den Ausschließlichen Wirtschaftszonen (AWZ) der Nord- und Ostsee. Im Rahmen der Analysen sollen mögliche Auswirkungen einer Bebauung der zu untersuchenden Flächen mit Offshore-Windenergieanlagen auf die Sicherheit und Leichtigkeit des Schiffsverkehrs einschließlich der damit verbundenen Risiken untersucht und bewertet werden.

Die im Rahmen dieses Gutachtens durchgeführten Analysen beziehen sich auf das im Flächenentwicklungsplan (FEP) /1/ beschriebene Szenario A 2030, siehe Abbildung 3-4. Das Szenario A 2030 bildet einen möglichen Entwicklungspfad ab, der auf großen und zentralen Erzeugereinheiten beruht. Dabei wird für die Windenergie auf See in diesem Szenario eine installierte Leistung von 20 GW bis zum Jahr 2030 angenommen.

Die Untersuchung besteht aus einem qualitativen und einem quantitativen Risikobeurteilungsteil.

In der qualitativen Betrachtung für jede Fläche werden nach einer Beschreibung des relevanten Verkehrsraums der heutige und der für die Zukunft prognostizierte Schiffsverkehr analysiert. Im nächsten Schritt erfolgt eine qualitative Abschätzung der Auswirkungen der Flächenerschließung sowohl für die Bauphase als auch für Phase nach Fertigstellung des jeweiligen Windparks. Im Anschluss werden verschiedene Verkehrssituationen betrachtet und hinsichtlich oben genannter Auswirkungen ebenfalls qualitativ bewertet. Abschließend werden Empfehlungen für risikomindernde Maßnahmen abgeleitet. Zur Risikominderung im qualitativen Teil der Untersuchung werden folgende Maßnahmen berücksichtigt:

- Einrichtung von Sicherheitszonen
- kardinale Betonung der Baufläche
- kollisionsfreundliche Bauweise der Anlagen
- behelfsmäßige Kennzeichnung der Anlagen in der Bauphase
- AIS-Kennzeichnung
- maritime Verkehrssicherung durch die WSV
- Seeraumbeobachtung
- Verkehrssicherungsfahrzeuge im Baugebiet
- Verfügbarkeit hoheitlicher Notschlepper.

Für die quantitative Beurteilung der Auswirkungen der zusätzlichen Bebauung zu einem bestimmten Zeitpunkt auf die Schifffahrt wird eine kumulative Betrachtung aller in einem Verkehrsraum in der Flächenvoruntersuchung (FVU) gemäß Szenario A 2030 ausgewiesenen sowie bereits bebauten bzw. planfestgestellten Windparkflächen vorgenommen. Dabei wird die zeitliche Folge der Bebauung aller betrachteten Flächen entsprechend des FEP angesetzt. Entscheidende Größen für die Beurteilung der Eignung einer Fläche sind zum einen die statistisch zu erwartende Zeit zwischen zwei Kollisionen, zum anderen die Einstufung des berechneten Risikos in die Risikomatrix des BSH-Standards „Konstruktive Ausführung von Offshore-Windenergieanlagen“ /2/. Die Einstufung geschieht über die als Kombination aus Kollisionshäufigkeit und zu erwartender austretender Schadstoffmenge bestimmte

Risikoprioritätszahl (RPZ). Grundlage für die Berechnung der zu erwartenden Zeit zwischen zwei Kollisionen sind die harmonisierten Annahmen entsprechend /3/.

Es werden die Ergebnisse mit und ohne Berücksichtigung zusätzlicher, das Kollisionsrisiko vermindender Maßnahmen betrachtet. Im quantitativen Untersuchungsteil werden folgende risikomindernden Maßnahmen berücksichtigt:

- Ausrüstung der Schiffe mit AIS (Automatic Identification System)
- Verkehrsüberwachung und Seeraumbeobachtung. Diesen können sowohl auf manövrierunfähige wie auf manövrierfähige Schiffe einwirken. Manövrierunfähige Schiffe können durch Verkehrsüberwachung erkannt, identifiziert und direkt angesprochen werden. Darüber hinaus können erforderliche Rettungsmaßnahmen eingeleitet werden.  
Für manövrierfähige Schiffe wurden drei Varianten der Verkehrsüberwachung/Seeraumbeobachtung definiert:
  - Variante 1: Vollständige Verkehrsüberwachung/Seeraumbeobachtung. Diese schließt alle Maßnahmen der maritimen Verkehrssicherung ein, sie beinhaltet eine permanente (manuelle) Beobachtung des Seeverkehrs durch ausgebildete Nautiker mit Hilfe von AIS und Radar. Diese Methode hat mit einem Faktor von 4,0 die vergleichsweise höchste Wirksamkeit.
  - Variante 2: Automatische Überwachung/Beobachtung mit manueller Option. Hierbei erfolgt eine ständige automatisierte Auswertung von AIS-Daten mit regelmäßigen manuellen Auswertungen. Die Wirksamkeit dieser Variante wird mit einem Faktor von 3,0 angesetzt.
  - Variante 3: Automatische Auswertung. Hierbei erfolgt die Kontrolle der Ereignisse sowie ggf. die Auslösung von Maßnahmen nach automatisch generierten Signalen infolge Unterschreitung vorgegebener Grenzparameter. Die Wirksamkeit beträgt Faktor 2,5.
- Notschleppkapazitäten. Diese wirken sich nur auf manövrierunfähige Schiffe aus. Die relevanten Leistungsdaten von Notschleppkapazitäten sind Bereitschaftsposition, Geschwindigkeit und Pfahlzug.

Die Wirksamkeiten der jeweils berücksichtigten kollisionsverhindernden Maßnahmen beruhen dabei auf den Ergebnissen einer Studie des Germanischen Lloyd von 2008 /4/.

Der quantitativen Untersuchung liegen die modellhaften Aufstellmuster der zukünftig zu bebauenden Flächen sowie die Aufstellmuster der Bestandswindparks zu Grunde. Die berücksichtigten Flächen stellen jeweils die Kumulativlage zum Zeitpunkt der abgeschlossenen Errichtung in einem Radius von 20 Seemeilen dar.

In den folgenden Abschnitten werden die Ergebnisse der qualitativen und quantitativen Risikoanalysen der im Szenario A 2030 ausgewiesenen Flächen zusammengefasst. Zunächst allgemein für die qualitativen und die quantitativen Analysen, danach individuell für jede der untersuchten Flächen.

## 1.1 Qualitative Gesamtbewertung

Im Zuge der qualitativen Untersuchung wurde festgestellt, dass auf allen untersuchten Flächen mit dem jeweiligen Baubeginn grundsätzlich eine Beeinträchtigung der Sicherheit und Leichtigkeit des Schiffsverkehrs einhergeht. Begründet wird dies mit der Tatsache, dass der bis dahin unbebaute Seeraum der Schifffahrt ab dem jeweiligen Baubeginn nicht mehr vollständig und ohne Einschränkungen zur Verfügung steht.



Gleichwohl ist auch festzustellen, dass bereits heute ein ausreichender Maßnahmenkatalog zur Verfügung steht, mit dem diese Risiken beherrschbar sein werden. Dies beginnt mit der Festlegung der Flächen, die zwischen den Hauptschifffahrtrouten angelegt sind, so dass für die Belange der Schifffahrt weiterhin genügend Raum zur Verfügung steht. Insofern konnte im Rahmen der qualitativen Untersuchung keine Fläche identifiziert werden, für die Ausschlusskriterien zu formulieren waren.

Die zugrunde gelegte Verkehrsprognose stellt dabei Erwartungswerte für einen Zeitraum von mehr als 10 Jahren auf. Aufgrund der vielfältigen Abhängigkeiten der global agierenden Seeschifffahrt ist durchaus mit zukünftigen Abweichungen davon zu rechnen. Daher sollten deren Auswirkungen bei der Realisierung der einzelnen Flächen zu gegebener Zeit noch einmal überprüft werden.

Die in Tabelle 1-1 zusammengestellten empfohlenen Maßnahmen, sind das Ergebnis der qualitativen Betrachtungen aller Flächen. Die hier aufgeführten risikomindernden Maßnahmen verringern die betrachteten Risiken und für die Gewährleistung der Sicherheit und Leichtigkeit des Schiffsverkehrs.

Für Einzelheiten hinsichtlich der Betrachtungen wird auf die detaillierten Darstellungen in den jeweiligen Kapiteln verwiesen.

**Tabelle 1-1: Empfohlene risikomindernde Maßnahmen für alle bewerteten Flächen**

Empfehlungen für Maßnahmen, mit denen identifizierte Risiken für die Sicherheit und Leichtigkeit des Schiffsverkehrs gemindert werden können	status quo	(zusätzliche) Maßnahmen - bezogen auf status quo	
		Ab Planungsphase	Ab Betriebsphase
Einrichtung einer Sicherheitszone	X	✓	✓
Befahrensverbot für alle Fahrzeuge	X	✓	X
Befahrensregelung durch GDWS	X	X	✓
kardinale Betonung der Baufläche	X	✓	X
kollisionsfreundliche Bauweise der Anlagen	X	✓	✓
behelfsmäßige Kennzeichnung der Anlagen während der Errichtungsphase	X	✓	X
Kennzeichnung der Anlagen als Schifffahrtshindernis	X	X	✓
Maritime Verkehrssicherung durch WSV	✓	✓	✓
Seeraumbeobachtung	X	✓	✓
Erfordernis für Verkehrssicherungsfahrzeuge	X	✓	X
Verfügbarkeit staatlicher Notschleppkapazitäten	✓	✓	✓

## 1.2 Quantitative Gesamtbewertung

Im Zuge der quantitativen Betrachtungen wurden die kumulativen Kollisionshäufigkeiten ohne und mit Berücksichtigung risikomindernder Maßnahmen analysiert. Zur Einhaltung der Anforderung einer statistisch erwartbaren Zeit zwischen zwei Kollisionen von mindestens 100 Jahren sind in jedem Fall risikomindernde Maßnahmen erforderlich. Individuelle Kombinationen risikomindernder Maßnahmen aus dem oben beschriebenen Maßnahmenkatalog reichen zur Erfüllung der Anforderung jedoch für alle Flächen aus.

Die Einordnung in die Risikomatrix des BSH-Standards „Standard Konstruktion“ /2/ mittels der RPZ ergab für alle Flächen ebenfalls akzeptable Ergebnisse.

Insgesamt konnte somit auch durch die quantitativen Untersuchungen keine Fläche identifiziert werden, für die Ausschlusskriterien zu formulieren wären.

## 1.3 Ergebnisse - Bewertung der einzelnen Flächen

In diesem Abschnitt werden die Bewertungsergebnisse der quantitativen Analysen für jede Fläche kurz zusammengefasst. Für Einzelheiten hinsichtlich der Betrachtungen wird auf die detaillierten Darstellungen in den jeweiligen Kapiteln verwiesen.

**Fläche N-3.7:** Sowohl die qualitativen als auch die quantitativen Untersuchungen für die Fläche N-3.7 ergaben eine grundsätzliche Eignung der Fläche bei einer Inbetriebnahme in 2026.

Aus der quantitativen Analyse ging hervor, dass folgende Maßnahmen zum Erreichen einer statistisch zu erwartenden Zeit zwischen zwei Kollisionen von mindestens 100 Jahren erforderlich sind:

- AIS
- Verkehrsraumüberwachung/Seeraumbeobachtung der Varianten 1
- Hoheitlicher Notschlepper „Nordic“ (neue Bereitschaftsposition)


Die Einstufung in die Risikomatrix entsprechend des BSH-Standards /2/ erfolgt mit einer akzeptablen RPZ von 2 bis 3.

**Fläche N-3.8:** Sowohl die qualitativen als auch die quantitativen Untersuchungen für die Fläche N-3.8 ergaben eine grundsätzliche Eignung der Fläche bei einer Inbetriebnahme in 2026.

Aus der quantitativen Analyse ging hervor, dass folgende Maßnahmen zum Erreichen einer statistisch zu erwartenden Zeit zwischen zwei Kollisionen von mindestens 100 Jahren erforderlich sind:

- AIS
- Verkehrsraumüberwachung/Seeraumbeobachtung der Varianten 1
- Hoheitlicher Notschlepper „Nordic“ (neue Bereitschaftsposition)

Die Einstufung in die Risikomatrix entsprechend des BSH-Standards /2/ erfolgt mit einer akzeptablen RPZ von 2 bis 3.



**Fläche O-1.3:** Sowohl die qualitativen als auch die quantitativen Untersuchungen für die Fläche O-1.3 ergaben eine grundsätzliche Eignung der Fläche bei einer Inbetriebnahme in 2026.

Aus der quantitativen Analyse ging hervor, dass folgende Maßnahmen zum Erreichen einer statistisch zu erwartenden Zeit zwischen zwei Kollisionen von mindestens 100 Jahren erforderlich sind:

- AIS
- Verkehrsraumüberwachung/Seeraumbeobachtung der Varianten 3
- Hoheitliche Notschlepper

Die Einstufung in die Risikomatrix entsprechend des BSH-Standards /2/ erfolgt mit einer akzeptablen RPZ von 2 bis 3.

**Fläche N-7.2:** Sowohl die qualitativen als auch die quantitativen Untersuchungen für die Fläche N-7.2 ergaben eine grundsätzliche Eignung der Fläche bei einer Inbetriebnahme in 2027.

Aus der quantitativen Analyse ging hervor, dass folgende Maßnahmen zum Erreichen einer statistisch zu erwartenden Zeit zwischen zwei Kollisionen von mindestens 100 Jahren erforderlich sind:

- AIS
- Verkehrsraumüberwachung/Seeraumbeobachtung der Varianten 1
- Hoheitlicher Notschlepper „Nordic“ (neue Bereitschaftsposition)
- Betreiberseitig vorgehaltener 70 t Schlepper


Die Einstufung in die Risikomatrix entsprechend des BSH-Standards /2/ erfolgt mit einer akzeptablen RPZ von 2 bis 3.

**Fläche N-3.5:** Sowohl die qualitativen als auch die quantitativen Untersuchungen für die Fläche N-3.5 ergaben eine grundsätzliche Eignung der Fläche bei einer Inbetriebnahme in 2028.

Aus der quantitativen Analyse ging hervor, dass folgende Maßnahmen zum Erreichen einer statistisch zu erwartenden Zeit zwischen zwei Kollisionen von mindestens 100 Jahren erforderlich sind:

- AIS
- Verkehrsraumüberwachung/Seeraumbeobachtung der Varianten 1
- Hoheitlicher Notschlepper „Nordic“ (neue Bereitschaftsposition)
- Betreiberseitig vorgehaltener 70 t Schlepper

Die Einstufung in die Risikomatrix entsprechend des BSH-Standards /2/ erfolgt mit einer akzeptablen RPZ von 2 bis 3.



**Fläche N-3.6:** Sowohl die qualitativen als auch die quantitativen Untersuchungen für die Fläche N-3.6 ergaben eine grundsätzliche Eignung der Fläche bei einer Inbetriebnahme in 2028.

Aus der quantitativen Analyse ging hervor, dass folgende Maßnahmen zum Erreichen einer statistisch zu erwartenden Zeit zwischen zwei Kollisionen von mindestens 100 Jahren erforderlich sind:

- AIS
- Verkehrsraumüberwachung/Seeraumbeobachtung der Varianten 1
- Hoheitlicher Notschlepper „Nordic“ (neue Bereitschaftsposition)
- Betreiberseitig vorgehaltener 70 t Schlepper
- der niederländische Notschlepper „Guardian“

Die Einstufung in die Risikomatrix entsprechend des BSH-Standards /2/ erfolgt mit einer akzeptablen RPZ von 2 bis 3.

**Fläche N-9.1 (2028):** Sowohl die qualitativen als auch die quantitativen Untersuchungen für die Fläche N-9.1 ergaben eine grundsätzliche Eignung der Fläche bei einer Inbetriebnahme in 2028.

Aus der quantitativen Analyse ging hervor, dass folgende Maßnahmen zum Erreichen einer statistisch zu erwartenden Zeit zwischen zwei Kollisionen von mindestens 100 Jahren erforderlich sind:

- AIS
- Verkehrsraumüberwachung/Seeraumbeobachtung der Varianten 3
- Notschlepper „Nordic“ (neue Bereitschaftsposition)


Die Einstufung in die Risikomatrix entsprechend des BSH-Standards /2/ erfolgt mit einer akzeptablen RPZ von 2 bis 3.

**Fläche N-6.6:** Sowohl die qualitativen als auch die quantitativen Untersuchungen für die Fläche N-6.6 ergaben eine grundsätzliche Eignung der Fläche bei einer Inbetriebnahme in 2029.

Aus der quantitativen Analyse ging hervor, dass folgende Maßnahmen zum Erreichen einer statistisch zu erwartenden Zeit zwischen zwei Kollisionen von mindestens 100 Jahren erforderlich sind:

- AIS
- Verkehrsraumüberwachung/Seeraumbeobachtung der Varianten 3
- Hoheitlicher Notschlepper „Nordic“ (neue Bereitschaftsposition)
- Betreiberseitig vorgehaltener 70 t Schlepper

Die Einstufung in die Risikomatrix entsprechend des BSH-Standards /2/ erfolgt mit einer akzeptablen RPZ von 2 bis 3.



**Fläche N-6.7:** Sowohl die qualitativen als auch die quantitativen Untersuchungen für die Fläche N-6.7 ergaben eine grundsätzliche Eignung der Fläche bei einer Inbetriebnahme in 2029.

Aus der quantitativen Analyse ging hervor, dass folgende Maßnahmen zum Erreichen einer statistisch zu erwartenden Zeit zwischen zwei Kollisionen von mindestens 100 Jahren erforderlich sind:

- AIS
- Verkehrsraumüberwachung/Seeraumbeobachtung der Varianten 3
- Hoheitlicher Notschlepper „Nordic“ (neue Bereitschaftsposition)

Die Einstufung in die Risikomatrix entsprechend des BSH-Standards /2/ erfolgt mit einer akzeptablen RPZ von 2 bis 3.

**Fläche N-9.1 (2029):** Sowohl die qualitativen als auch die quantitativen Untersuchungen für die Fläche N-9.1 ergaben eine grundsätzliche Eignung der Fläche bei einer Inbetriebnahme in 2029.

Aus der quantitativen Analyse ging hervor, dass folgende Maßnahmen zum Erreichen einer statistisch zu erwartenden Zeit zwischen zwei Kollisionen von mindestens 100 Jahren erforderlich sind:

- AIS
- Verkehrsraumüberwachung/Seeraumbeobachtung der Varianten 3
- Hoheitlicher Notschlepper „Nordic“ (neue Bereitschaftsposition)

Die Einstufung in die Risikomatrix entsprechend des BSH-Standards /2/ erfolgt mit einer akzeptablen RPZ von 2 bis 3.

**Fläche N-9.2:** Sowohl die qualitativen als auch die quantitativen Untersuchungen für die Fläche N-9.2 ergaben eine grundsätzliche Eignung der Fläche bei einer Inbetriebnahme in 2029.

Aus der quantitativen Analyse ging hervor, dass folgende Maßnahmen zum Erreichen einer statistisch zu erwartenden Zeit zwischen zwei Kollisionen von mindestens 100 Jahren erforderlich sind:

- AIS
- Verkehrsraumüberwachung/Seeraumbeobachtung der Varianten 3
- Hoheitlicher Notschlepper „Nordic“ (neue Bereitschaftsposition)


Die Einstufung in die Risikomatrix entsprechend des BSH-Standards /2/ erfolgt mit einer akzeptablen RPZ von 2 bis 3.

**Fläche N-10.1:** Sowohl die qualitativen als auch die quantitativen Untersuchungen für die Fläche N-10.1 ergaben eine grundsätzliche Eignung der Fläche bei einer Inbetriebnahme in 2030.

Aus der quantitativen Analyse ging hervor, dass folgende Maßnahmen zum Erreichen einer statistisch zu erwartenden Zeit zwischen zwei Kollisionen von mindestens 100 Jahren erforderlich sind:

- AIS
- Verkehrsraumüberwachung/Seeraumbeobachtung der Varianten 3
- Hoheitlicher Notschlepper „Nordic“ (neue Bereitschaftsposition)

Die Einstufung in die Risikomatrix entsprechend des BSH-Standards /2/ erfolgt mit einer akzeptablen RPZ von 2 bis 3.



**Fläche N-10.2:** Sowohl die qualitativen als auch die quantitativen Untersuchungen für die Fläche N-10.2 ergaben eine grundsätzliche Eignung der Fläche bei einer Inbetriebnahme in 2030.

Aus der quantitativen Analyse ging hervor, dass folgende Maßnahmen zum Erreichen einer statistisch zu erwartenden Zeit zwischen zwei Kollisionen von mindestens 100 Jahren erforderlich sind:

- AIS
- Verkehrsraumüberwachung/Seeraumbeobachtung der Varianten 3
- Hoheitlicher Notschlepper „Nordic“ (neue Bereitschaftsposition)

Die Einstufung in die Risikomatrix entsprechend des BSH-Standards /2/ erfolgt mit einer akzeptablen RPZ von 2 bis 3.

**Fläche N-12.1:** Sowohl die qualitativen als auch die quantitativen Untersuchungen für die Fläche N-12.1 ergaben eine grundsätzliche Eignung der Fläche bei einer Inbetriebnahme in 2030.

Aus der quantitativen Analyse ging hervor, dass folgende Maßnahmen zum Erreichen einer statistisch zu erwartenden Zeit zwischen zwei Kollisionen von mindestens 100 Jahren erforderlich sind:

- AIS
- Verkehrsraumüberwachung/Seeraumbeobachtung der Varianten 3
- Hoheitlicher Notschlepper „Nordic“ (neue Bereitschaftsposition)

Die Einstufung in die Risikomatrix entsprechend des BSH-Standards /2/ erfolgt mit einer akzeptablen RPZ von 2 bis 3.

**Fläche N-12.2 TF 1:** Sowohl die qualitativen als auch die quantitativen Untersuchungen für die Fläche N-12.2 TF 1 ergaben eine grundsätzliche Eignung der Fläche bei einer Inbetriebnahme in 2030.

Aus der quantitativen Analyse ging hervor, dass folgende Maßnahmen zum Erreichen einer statistisch zu erwartenden Zeit zwischen zwei Kollisionen von mindestens 100 Jahren erforderlich sind:

- AIS
- Verkehrsraumüberwachung/Seeraumbeobachtung der Varianten 3
- Hoheitlicher Notschlepper „Nordic“ (neue Bereitschaftsposition)

Die Einstufung in die Risikomatrix entsprechend des BSH-Standards /2/ erfolgt mit einer akzeptablen RPZ von 2 bis 3.

## 2 EINLEITUNG

Die verkehrlich-schifffahrtspolizeiliche Eignung der für die Bebauung mit Windparks vorgesehenen Flächen in der deutschen Ausschließlichen Wirtschaftszone (AWZ) in der Nord- und Ostsee ist als zusätzlicher Gegenstand gemäß § 12 Abs. 3 WindSeeG zu untersuchen. In diesem Fachgutachten wird diese Untersuchung für die entsprechend Szenario A 2030 des Flächenentwicklungsplans (FEP) ausgewiesenen Flächen durchgeführt.

Hierfür werden jeweils mit Hilfe einer qualitativen und quantitative Analyse die Auswirkungen der Bebauung der einzelnen Flächen auf die Schifffahrt unter kumulativer Betrachtung aller im betrachteten Verkehrsraum bereits bebauter, planfestgestellter, sowie entsprechend des Szenarios zu einem bestimmten Zeitpunkt vorgesehenen Windparkflächen durchgeführt. Die relevanten Größen zur Beurteilung der Eignung einer Fläche sind die statistisch zu erwartende Zeit zwischen zwei Kollisionsereignissen einerseits und die Einordnung in die Risikomatrix des BSH-Standards „Standard Konstruktion“ /2/.

Im Rahmen des quantitativen Teils dieser Untersuchung erfolgten Berechnungen der statistisch zu erwartenden Zeit zwischen zwei Kollisionsereignissen durch Addition aller Kollisionsrisiken manövrierunfähiger und manövrierfähiger Fahrzeuge. Einbezogen in die Betrachtung sind alle Schiffstypen der gewerblichen Schifffahrt auf den verschiedenen identifizierten Schifffahrtsrouten in der Umgebung der jeweiligen Fläche. Weiterhin werden hierbei alle weiteren Vorhaben im selben Verkehrsraum (kumulative Betrachtung) berücksichtigt. Erste Berechnungen ohne Berücksichtigung zusätzlicher Maßnahmen zur Risikominderung werden durch weitere Analysen unter Berücksichtigung derartigen Maßnahmen ergänzt, falls die in der Arbeitsgruppe „Genehmigungsrelevante Richtwerte für Offshore-Windparks“ des BMV (I 2004 und II 2008) /5/ und /4/ erarbeiteten Akzeptanzgrenzwerte nicht eingehalten werden.

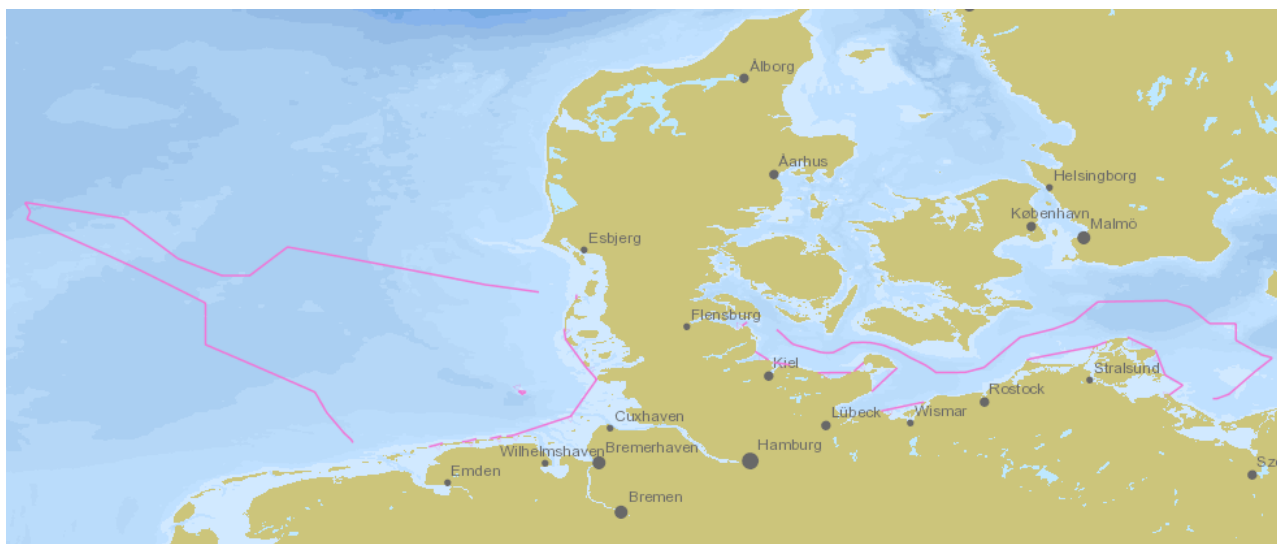
Das Fachgutachten wird auf Grundlage der Festlegungen und Ergebnisse der Arbeitsgruppe „Genehmigungsrelevante Richtwerte für Offshore-Windparks“ des BMV (I 2004 und II 2008) erstellt.

## 3 FLÄCHENVORUNTERSUCHUNG - UNTERSUCHUNGSRAHMEN

### 3.1 Deutsche Ausschließliche Wirtschaftszone (AWZ)

In diesem Gutachten zur Flächenvoruntersuchung (FVU) wird die verkehrlich-schiffahrtspolizeilichen Eignung der, entsprechend Szenario A 2030 (20 GW bis 2030) - siehe Kapitel 3.2, zu untersuchenden Flächen in der deutschen ausschließlichen Wirtschaftszone (AWZ) in der Nord- und Ostsee im Hinblick auf die Errichtung von Offshore-Anlagen und die dadurch entstehenden möglichen Beeinträchtigungen für die Sicherheit und Leichtigkeit des Schiffsverkehrs analysiert und bewertet.

Die deutschen Gewässer in Nord- und Ostsee unterteilen sich in die 12 Seemeilen-Zone (sogenanntes Küstenmeer) und die AWZ. Das Küstenmeer ist deutsches Hoheitsgebiet und unterliegt der Zuständigkeit des jeweiligen Bundeslandes. Seewärts der 12 Seemeilen-Grenze bis maximal 200 Seemeilen Entfernung zur Küste befindet sich die ausschließliche Wirtschaftszone, an die sich die hohe See anschließt, Abbildung 3-1. In Nord- und Ostsee ist die deutsche AWZ im Wesentlichen mit dem sogenannten deutschen Festlandssockel identisch. Den Festlandssockel bildet der seewärts des Küstenmeeres gelegene Meeresboden und Meeresuntergrund der Unterwassergebiete bis zu einer Ausdehnung von maximal 200 Seemeilen. Aufgrund der angrenzenden AWZ der Nachbarstaaten ist in der Ostsee die deutsche AWZ kleiner als in der Nordsee.



**Abbildung 3-1: Seegrenzen der AWZ in Nord- und Ostsee**

In der vom Küstenstaat beanspruchten AWZ hat dieser Rechte, Hoheitsbefugnisse und Pflichten. Hierzu zählt nach Art. 56 SRÜ auch das souveräne Recht zur wirtschaftlichen Erforschung und Ausbeutung der AWZ wie der Energieerzeugung aus Wasser, Strömung und Wind. Näheres hierzu regelt das Gesetz zur Entwicklung und Förderung der Windenergie auf See (WindSeeG).

### 3.2 Szenario A 2030 (20 GW bis 2030)

Für den Ausbau der Windenergie in der AWZ in Nord- und Ostsee wurden verschiedene Szenarien entwickelt und vom BSH im Flächenentwicklungsplan /1/ veröffentlicht.

Die hier durchgeführte Flächenvoruntersuchung folgt den Vorgaben des Flächenentwicklungsplan /1/ für das Szenario A 2030.

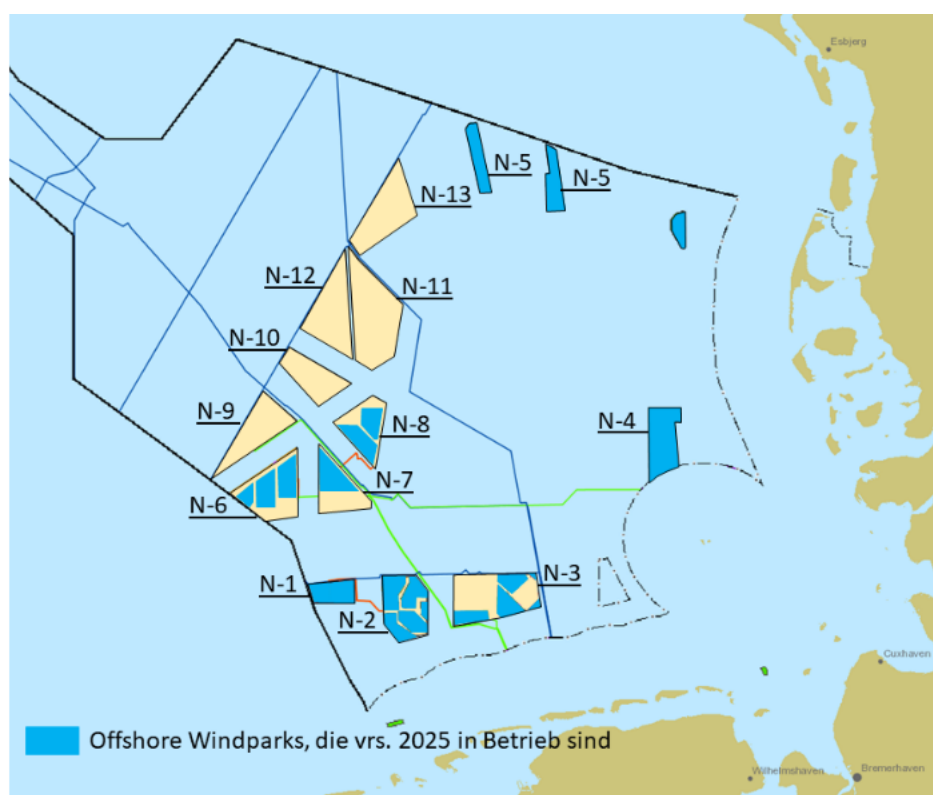
Szenario A 2030 bildet einen möglichen Entwicklungspfad ab, der verstärkt auf zentralen und großen Erzeugungseinheiten beruht. Für Windenergie auf See wird dabei im Zeitraum von 2019 bis 2030 eine



installierte Leistung von 20 GW bis zum Jahr 2030 angesetzt, was im Rahmen der Szenarien den maximalen Ausbau bis 2030 darstellt.

### 3.2.1 Ausgangssituation für das Szenario A 2030 - Nordsee

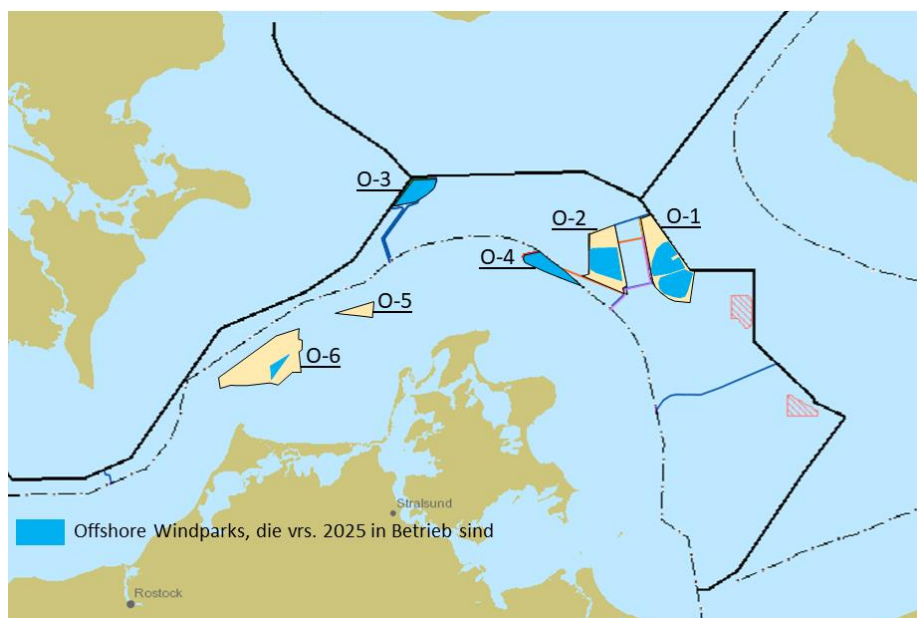
In dieser Flächenvoruntersuchung werden die Auswirkungen auf die Sicherheit und Leichtigkeit des Schiffsverkehrs infolge eines voranschreitenden Ausbaus der Offshore Windenergie in Nord- und Ostsee analysiert. Das dieser Flächenvoruntersuchung zu Grunde liegende Szenario A 2030 ist im FEP /1/ festgelegt. Die zeitliche Reihenfolge und die jeweilige Inbetriebnahme der einzelnen Flächen wurden ebenfalls durch das Szenario A 2030 festgelegt. Die ersten im Szenario A 2030 berücksichtigten Offshore Windparks werden im Jahr 2026 in der Nord- und Ostsee in Betrieb genommen. Die in Abbildung 3-2 dargestellte Situation zeigt den für das Szenario A 2030 angenommen Ausbaustand der Gebiete in der Nordsee für das Jahr 2025 dar.



**Abbildung 3-2: Lage der sich vrs. im Jahr 2025 in Betrieb befindlichen OWP in der Nordsee**

### 3.2.2 Ausgangssituation für das Szenario A 2030 – Ostsee

Entsprechend Szenario A 2030 ist für das Jahr 2026 die Inbetriebnahme weiterer Offshore Windparks (OWP) in der Ostsee geplant. Abbildung 3-3 stellt den angenommenen Ausbaustand der Gebiete in der Ostsee für das Jahr 2025 dar.



**Abbildung 3-3: Lage der sich vrs. im Jahr 2025 in Betrieb befindlichen OWP in der Ostsee**

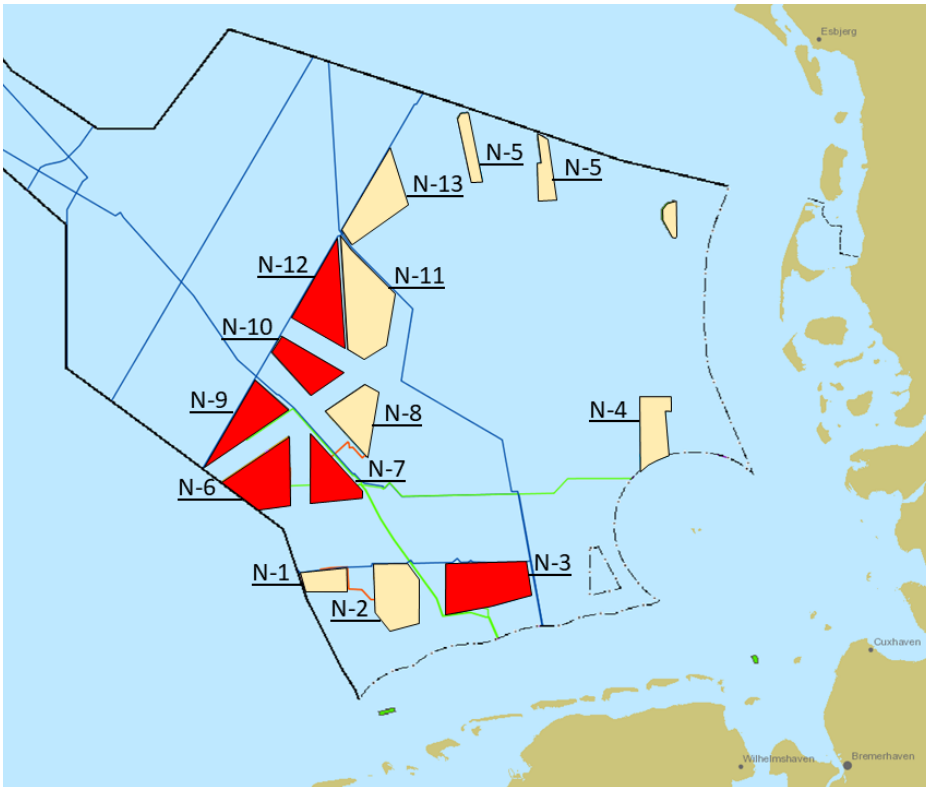
### 3.3 Übersicht - Gebiete und Flächen im Szenario A 2030

Das Szenario A 2030 sieht die Bebauung verschiedener Flächen in der deutschen AWZ in Nord- und Ostsee vor. Diese Flächen liegen in Vorranggebieten für Windenergie. Eine Übersicht über die Lage der berücksichtigten Gebiete und der Flächen wird in den folgenden Abschnitten für die Nord- und Ostsee dargestellt.

#### 3.3.1 Szenario A 2030 Lage des berücksichtigten Gebietes - Nordsee

Für das Szenario A 2030 wird eine Errichtung von offshore Windenergieanlagen in den folgenden Gebieten (ganz, oder teilweise) in der Nordsee berücksichtigt, siehe auch Abbildung 3-4:

- N-3 (teilweise): N-3.5, N-3.6, N-3.7 und N-3.8
- N-6 (teilweise): N-6.6 und N-6.7
- N-7 (teilweise): N-7.2
- N-9 (teilweise): N-9.1 und N-9.2
- N-10: N-10.1 und N-10.2
- N-12 (teilweise): N-12.1 und N-12.2 Teilfläche 1)

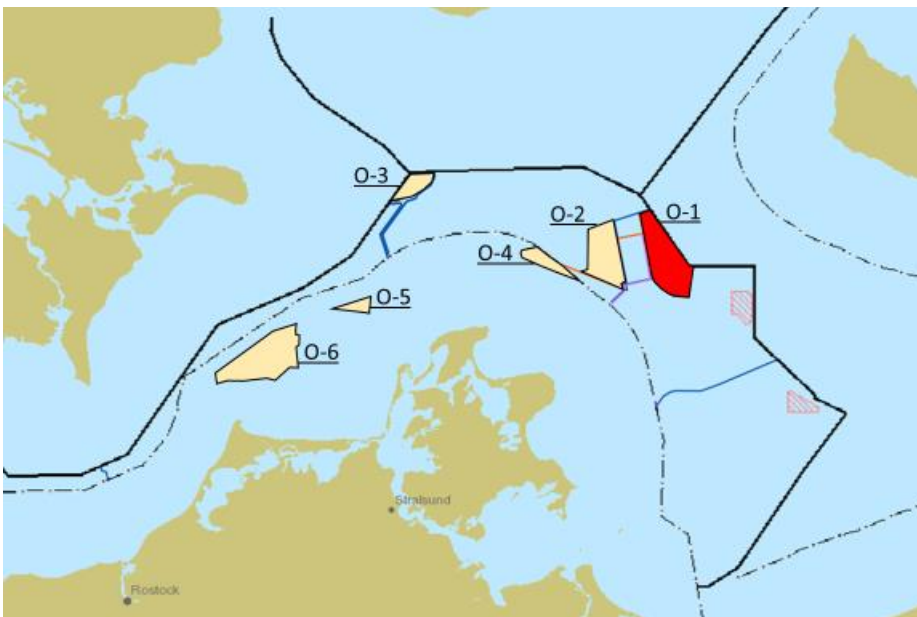


**Abbildung 3-4: Übersicht der im Szenario A 2030 berücksichtigten Gebiete in der Nordsee (rot)**

### 3.3.2 Szenario A 2030 Lage des berücksichtigten Gebietes - Ostsee

Für das Szenario A 2030 wird eine Errichtung von Offshore Windenergieanlagen in folgendem Gebiet (teilweise) in der Ostsee berücksichtigt, siehe auch Abbildung 3-5:

- O-1 (teilweise): O-1.3



**Abbildung 3-5: Übersicht des im Szenario A 2030 berücksichtigten Gebietes in der Ostsee (rot)**

### 3.4 Szenario A 2030 - Zeitliche Reihenfolge der Inbetriebnahme

Grundlage für die Berücksichtigung des zeitlichen Ablaufs für den geplanten Ausbau der betrachteten Flächen ist das Szenario A 2030 (20 GW bis 2030) entsprechend des derzeit gültigem FEP /1/.

Der zeitliche Ablauf der Inbetriebnahme der zu berücksichtigenden Flächen für das A 2030 Szenario ist in Tabelle 3-1 zusammengestellt.

**Tabelle 3-1: Zeitliche Reihenfolge der Inbetriebnahme**

Lfd. Nummer	Jahr der Ausschreibung	Jahr der Inbetriebnahme	Bezeichnung der Fläche	Voraussichtlich zu installierende Leistung [MW]
1	2021	2026	N-3.7	225
2			N-3.8	433
3			O-1.3	300
4	2022	2027	N-7.2	930
5	2023	2028	N-3.5	420
6			N-3.6	480
7a			N-9.1*	1000
7b	2024	2029	N-9.1*	1000
8			N-6.6	630
9			N-6.7	270
10			N-9.2	1000
11	2025	2030	N-10.1	1000
12			N-10.2	700
13			N-12.1	1000
14			N-12.2 TF 1	812

*N-9.1\* - Die Inbetriebnahme der Fläche N-9.1 wurde im Rahmen der Flächenvoruntersuchung für die Jahre 2028 und 2029 analysiert.*

## 4 SCHIFFSVERKEHR IN DER DEUTSCHEN AWZ – NORD- UND OSTSEE

Die Verkehrssituation ist ein wesentlicher Aspekt für die Analyse und Bewertung der Beeinträchtigung der Sicherheit und Leichtigkeit des Schiffsverkehrs im Umfeld der zu untersuchenden Flächen.

Zur Vermeidung von Schiffsunfällen ist eine durchdachte, den Verkehrsstrukturen und Sicherheitsbedürfnissen angepasste Verkehrswegeführung notwendig.

Für die Ausgestaltung der Verkehrswege sind neben den hydrologischen, morphologischen und wirtschaftlichen Rahmenbedingungen insbesondere die aus der Sicherheit und Leichtigkeit des Schiffsverkehrs resultierenden Anforderungen maßgebend.

Um das Kollisionsrisiko und damit auch das Risiko von Schadstoffunfällen auf See deutlich herabzusetzen, wurden im Bereich der deutschen Nord- und Ostseeküste Verkehrstrennungsgebiete (VTG) eingerichtet. Diese erfüllen den Zweck, dass gegenläufige Verkehrsströme grundsätzlich, und bestimmte Gefahrgüter transportierende Verkehre vom übrigen Verkehr, räumlich voneinander getrennt werden.

Das Verhalten von Fahrzeugen in einem VTG und der angrenzenden Küstenverkehrszone richtet sich nach den international gültigen Kollisionsverhütungsregeln (KVR). Diese geben der Schifffahrt detaillierte und eindeutige Verhaltensmaßregeln für das Befahren von VTGs und Schifffahrtsrouten.

Für die Risikoanalyse im Rahmen dieser Flächenvoruntersuchung werden ausschließlich Schiffe nach folgenden Kriterien betrachtet:

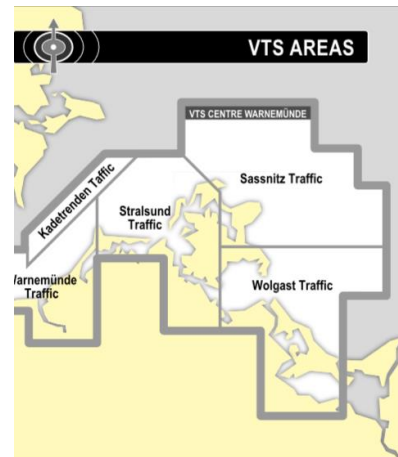
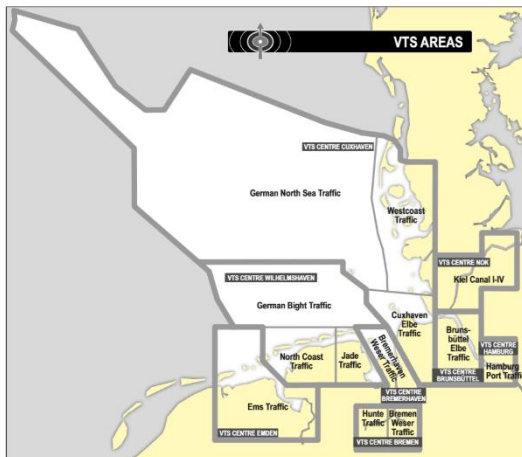
- Schiffe die dem SOLAS-Abkommen unterliegen
- Schiffe größer 500 BRZ
- Schiffe der Bundesmarine werden **nicht** berücksichtigt.

### 4.1 Maritime Verkehrssicherung in der AWZ

Der Schiffsverkehr in der Deutschen Bucht, Teilen der Ostsee und den Zufahrten zu den deutschen Seehäfen wird von den Verkehrszentralen (VZ) kontinuierlich mittels Radar und anderen, modernsten technischen Geräten überwacht. Für die im Rahmen dieser Flächenvoruntersuchung betrachteten Gebiete steht eine Maritime Verkehrssicherung zur Verfügung, siehe Abbildung 4-1. Die Verkehrszentralen sind Organisationseinheiten der Wasserstraßen und Schifffahrtsämter.

Aufgaben der Verkehrszentralen sind:

- der Verhütung von Kollisionen und Grundberührungen
- der Verkehrsablaufsteuerung sowie
- der Verhütung von der Schifffahrt ausgehender Gefahren auf die Meeresumwelt



**Abbildung 4-1: Maritime Verkehrssicherung in der AWZ**

Hierzu werden der Schifffahrt Verkehrsinformationen und Verkehrsunterstützungen angeboten. Bei Bedarf wird verkehrsregelnd auf die Schifffahrt eingewirkt.

## 4.2 Schiffsmeldesysteme und -verfahren in der AWZ

Grundlage für eine wirkungsvolle Verkehrsüberwachung ist die Kenntnis von Schiffen im Revier und die permanente Ansprechbarkeit der einzelnen Verkehrsteilnehmer.

Um dies sicherzustellen, sowie den Transport bestimmter gefährlicher Güter im Hinblick auf beförderte Menge, Lagerung und Bezeichnung überwachen zu können, wurden für den Schiffsverkehr (Schiff mit einer Länge > 50 m) oder solche, die bestimmte Gefahrgüter befördern) schiffahrtspolizeiliche Meldepflichten eingeführt

## 4.3 Seelotsen in der AWZ

Die in diesem Bericht betrachteten Gebiete liegen in der Regel außerhalb der durch Lotsen unterstützten Gebiete.

## 4.4 Notschlepper im Bereich der AWZ

„Notschleppen“ in diesem Sinne ist die Hilfeleistung eines vom Bund-, oder betreiberseitig vorgehaltenen Schleppschiffes (Notschlepper) für ein in der See manövrierunfähig treibendes Schiff, mit dem Ziel drohende Gefahren (z.B. Strandungen) abzuwehren.

Der Notschlepper soll eine Schleppverbindung zum Havaristen herstellen und ihn so lange in See halten oder verschleppen („kontrolliertes Driften“), bis die Manövrierfähigkeit des Havaristen wiederhergestellt ist, kommerzielle Bergungsschlepper den Havaristen gefahrlos übernehmen können oder die Gefahr auf andere Weise beseitigt werden kann.

## 4.5 Verkehrssituation im Umfeld der zu untersuchenden Flächen

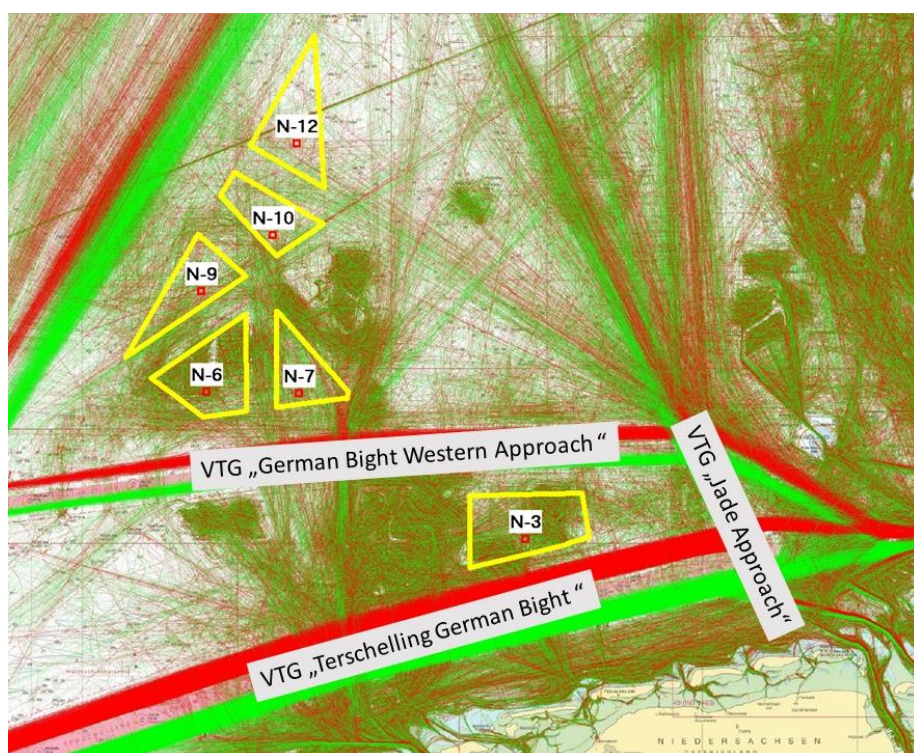
### 4.5.1 Nordsee - AWZ

Die Deutsche Bucht ist eines der am stärksten befahrenen Reviere der Welt, mit einem großen Verkehrsaufkommen zum Hamburger Hafen, zu den bremischen Häfen, den Häfen der Ems und zu dem im September 2012 offiziell in Betrieb genommenen Tiefwasserhafen „JadeWeserPort“ Wilhelmshaven.



Damit konzentriert sich der Großteil der über die Schifffahrt stattfindenden Handelsströme in der deutschen Bucht auf die im südlichen Teil der AWZ liegenden Verkehrstrennungsgebiete (VTG), siehe auch Abbildung 4-2:

- VTG „German Bight Western Approach“, gekennzeichnet mit Ziffern (2) in Abbildung 4-3. Es führt aus Richtung West zu auf das Feuerschiff "German Bight". Befahren wird es von besonders großen Schiffen, Tankern und Frachtern mit gefährlicher Ladung.
- VTG „Terschelling German Bight“, gekennzeichnet mit Ziffern (1) in Abbildung 4-3. Es verläuft aus Richtung West-Südwest kommend entlang der Linie der ostfriesischen Inseln. Hier herrscht die größte Verkehrsdichte.
- VTG „Jade Approach“



**Abbildung 4-2: Verkehrssituation - Nordsee**

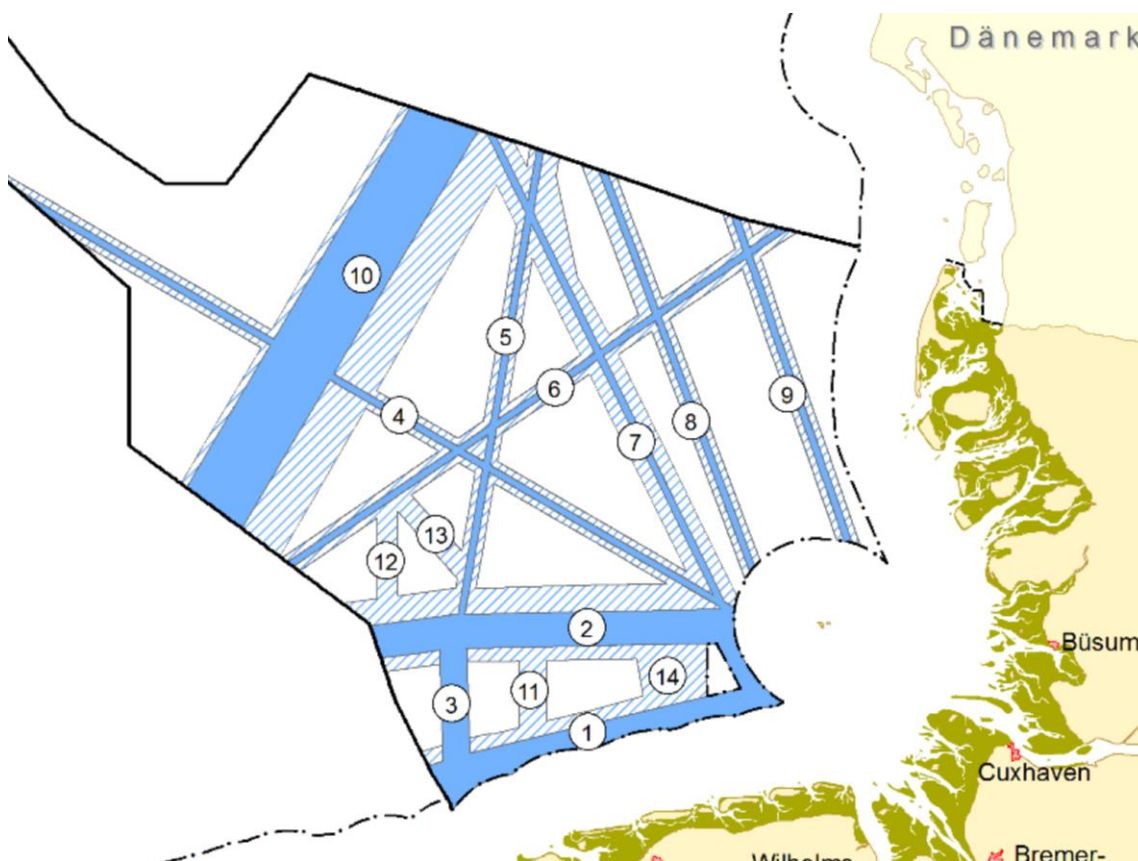
Stark frequentiert ist auch die Schifffahrtsroute mit dem in Nord- bzw. in Südrichtung verlaufenden Verkehr nördlich der Emsmündung - gekennzeichnet mit Ziffern (3) in Abbildung 4-3.

Im nördlich der Verkehrstrennungsgebiete gelegenen Seegebiet verläuft der Schiffsverkehr auf sogenannten Schifffahrtsrouten, gekennzeichnet mit den Ziffern (4 bis 10) in Abbildung 4-3. Diese Routen sind in der Regel nicht gekennzeichnet und ergeben sich praktisch durch die kürzesten Verbindungen zwischen stark frequentierten Häfen oder Schifffahrtshindernissen. Stark befahrene Schifffahrtsrouten bilden sich zudem aus dem Schiffsverkehr zwischen englischem Kanal, bzw. den niederländischen Häfen ins Skagerrak und dem dänischen Hafen Esbjerg und umgekehrt (gekennzeichnet mit Ziffern 10 und 6 in Abbildung 4-3).

Das Seegebiet östlich von Helgoland weist aufgrund von geringeren Wassertiefen, der fehlenden Infrastruktur zur Abfertigung eines überregionalen Warentransports, dem Nationalpark Schleswig-Holsteinisches Wattenmeer und aufgrund von Bänken, bzw. Untiefen ein deutlich geringeres Verkehrsaufkommen auf.

Als Rechtsgrundlage für das Befahren des beschriebenen Seegebietes der deutschen Bucht gelten die internationalen Kollisionsverhütungsregeln (KVR), für die Zufahrten zu den großen deutschen Häfen gilt zusätzlich die nationale Anlaufbedingungsverordnung (AnIBV).

Eine grundsätzliche Lotsenpflicht für das Befahren des Seegebietes außerhalb des Geltungsbereichs der SeeSchStrO besteht nicht.



**Abbildung 4-3: Schifffahrtrouten in der AWZ – Nordsee**

#### 4.5.2 Ostsee - AWZ

Der Schiffsverkehr im Umfeld der betrachteten Flächen konzentriert sich in den Verkehrstrennungsgebieten (VTG), siehe Abbildung 4-4.

- Westlich Bornholms verläuft das VTG „Bornholmsgat“ -
- Nördlich Rügens verläuft das VTG „North of Rügen“ - gekennzeichnet mit Ziffern (19) in Abbildung 4-5 - mit dem von der östlichen in die westliche Ostsee verlaufendem Verkehr.
- das VTG „Adler Grund“ - gekennzeichnet mit Ziffern (21) in Abbildung 4-5 - Es verläuft von der polnischen Küste in Richtung westliche Ostsee

Der Transit zwischen den einzelnen Verkehrstrennungsgebieten, sowie die Passagen auf den Schifffahrtrouten erfordert von den Schiffsführern teilweise deutliche Kurswechsel.

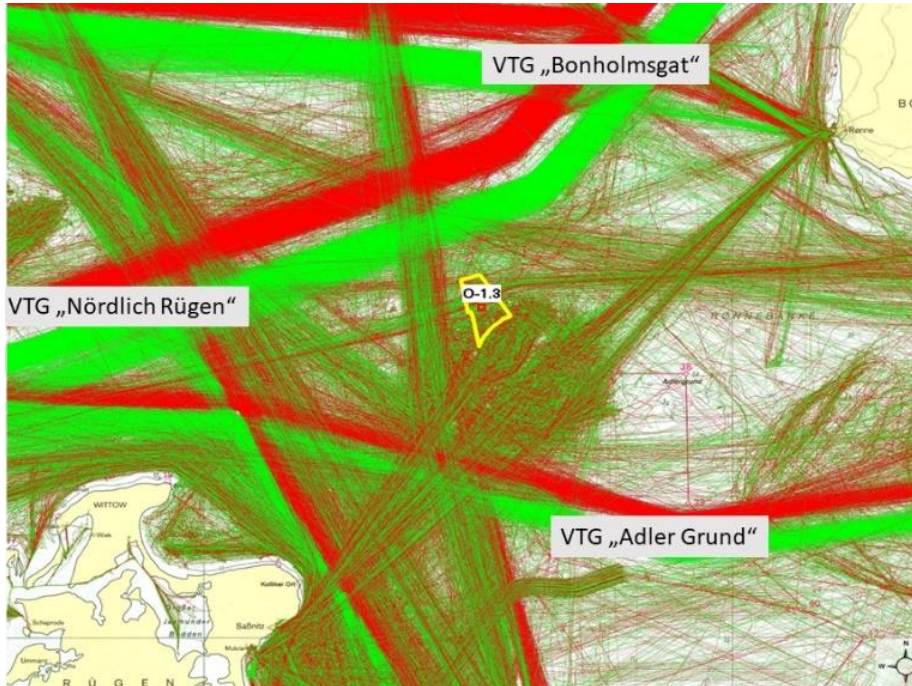
Im betrachteten Gebiet gibt es eine große Anzahl stark frequentierter Fährlinien z.B.

- Saßnitz – Trelleborg (Schweden) – Saßnitz
- Saßnitz – Ystad (Schweden) - Saßnitz
- Saßnitz – Rønne (Dänemark) - Saßnitz
- Swinemünde (Polen) - Trelleborg (Schweden) – Swinemünde (Polen)

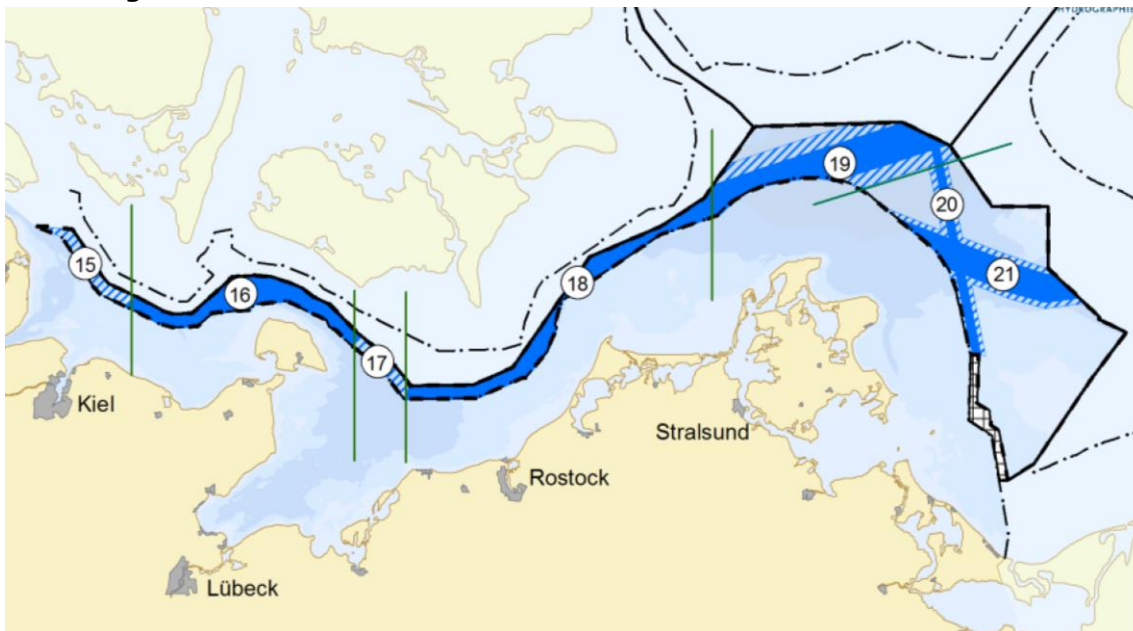


- Swinemünde (Polen) - Ystad (Schweden) – Swinemünde (Polen)

Weitere, ebenfalls in diesem Gebiet verkehrende Fähren, verbinden Häfen in der Westlichen Ostsee mit Häfen in Finnland und dem Baltikum.



**Abbildung 4-4: Verkehrssituation - Ostsee**



**Abbildung 4-5: Schifffahrtsrouten in der AWZ – Ostsee**

## 5 ALLGEMEINE GRUNDLAGEN DER BERECHNUNGEN

### 5.1 Klima, Wetter und Hydrologie in der Nordsee (AWZ)

In den Risikoanalysen werden Umwelteinflüsse wie Wind und Strömung berücksichtigt. In diesem Abschnitt sind die für die Analyse verwendeten Eingangsdaten erläutert.

Das Klima und Wetter im Bereich des Windparks ist im Handbuch „Naturverhältnisse – Nordsee und Englischer Kanal“ /6/ beschrieben. In diesem Handbuch wurden die Wetterdaten für den Bereich deutsche Bucht entnommen:

- Wind
- Seegang

Die Strömungsverhältnisse wurden aus dem Strömungsatlas /7/ abgeleitet. Die Gezeitenverhältnisse werden in der Analyse mitberücksichtigt.

In den folgenden Abschnitten werden diese Einflüsse für das Seegebiet um den Windpark näher beschrieben.

#### 5.1.1 Wind in der Nordsee (AWZ)

Der Wind kommt im Sommer überwiegend aus westlicher Richtung (270°). Im Winter treten auch sehr häufig östlich Winde (90°) auf. Die Auftretenswahrscheinlichkeit einzelner Windrichtungen ist in Tabelle 5-1 dargestellt.

Die in Tabelle 5-1 gezeigten Werte aus /6/ wurden für den Bereich der Deutschen Bucht gemessen. Die gleiche Anzahl von Messungen wurde auch für auftretende Windgeschwindigkeiten gemacht. Die Ergebnisse dieser Messungen sind in Abbildung 5-1 dargestellt.

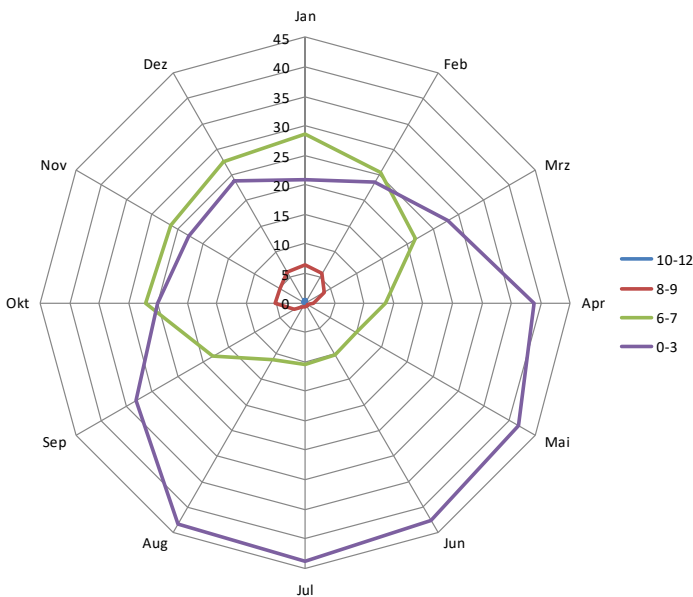
Eine Verwendung der Winddaten der FINO 1 – Messstation wurde nicht durchgeführt, da die niedrigste Messposition erst in 33 m installiert ist.

Die Verteilung zeigt eine maximale Auftretenswahrscheinlichkeit von Windgeschwindigkeiten im Bereich von 4 – 5 Bft.

**Tabelle 5-1: Deutsche Bucht, Relative monatliche Häufigkeit von Windstärkegruppen in [%]**

Bft	Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
10-12	0.6	0.5	0.2	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.3	0.4	0.5	0.2
8-9	6.5	5.7	3.7	1.4	0.5	0.6	0.6	0.7	2.2	5.2	4.9	6.0	3.2
6-7	28.6	25.5	21.7	13.7	10.0	10.2	10.5	11.1	18.2	27.0	26.4	27.6	19.2
4-5	43.5	44.7	46.4	46.0	47.8	46.7	45.1	44.9	46.3	42.6	45.6	42.0	45.1
0-3	20.8	23.6	28.0	38.9	41.7	42.5	43.8	43.3	33.2	25.0	22.7	23.9	32.2
Richtung	S-W	SW-W	SW-W	keine	keine	SW-NW	SW-NW	SW-NW	SW-NW	S-W	S-SW	S-SW	SW-W

Die folgende Abbildung zeigt eine grafischen Darstellung der Daten aus Tabelle 5-1:



**Abbildung 5-1: Windverteilung Deutsche Bucht**

### 5.1.2 Seegang in der Nordsee (AWZ)

Für die Analysen werden ebenfalls Daten aus /6/ verwendet. Die Daten für den Bereich der Deutschen Bucht sind in Tabelle 5-2 dargestellt.

**Tabelle 5-2: Deutsche Bucht, Relative monatliche/Jährliche Häufigkeiten von Seegangsstufen [in % der Beobachtungen] und die mittlere Höhe des Seegangs [MSH; in m]**

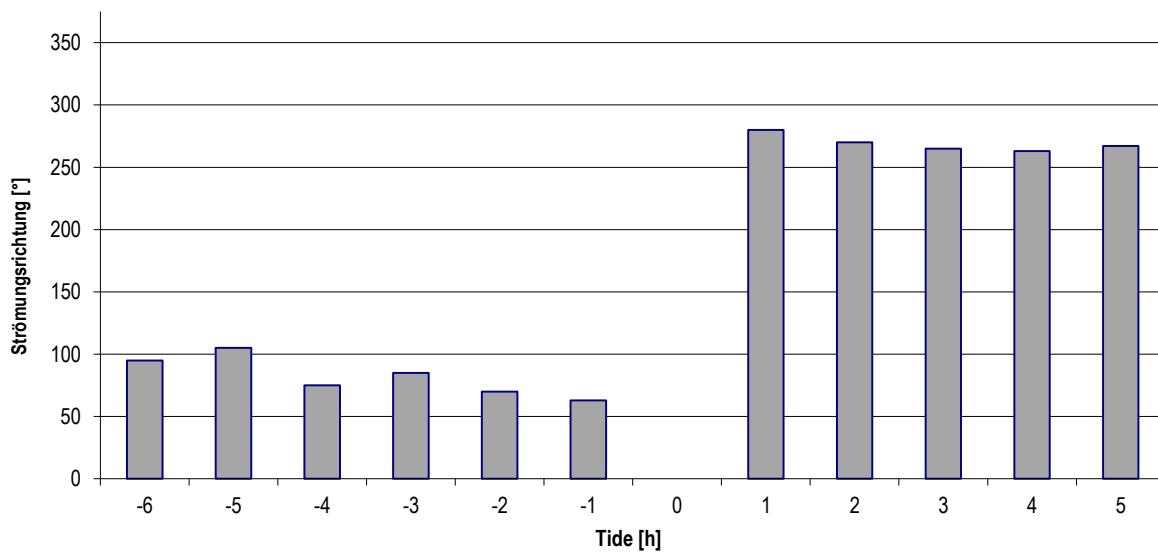
	Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
> 4,70 m	<b>2.3</b>	1.9	1.2	0.6	0.2	0.1	0.3	0.3	1	1.6	<b>2.3</b>	2	1.1
2,8 - 4,7 m	<b>12.8</b>	11.2	9.5	4.5	2.8	3.7	3.6	4.1	8.6	9.9	11.3	12.3	7.9
1,3 - 2,7 m	<b>39.5</b>	34.4	29.6	23.2	23.5	24.5	24.6	26.4	33.5	36.1	36.2	35.6	30.6
0,0 - 1,2 m	45.4	52.4	59.7	71.8	<b>73.5</b>	71.7	71.5	69.2	57	52.4	50.2	50.1	60.4
MSH [m]	<b>1.6</b>	1.5	1.3	1	0.9	1	0.9	1	1.3	1.4	1.5	1.5	1.3

### 5.1.3 Strömung in der Nordsee (AWZ)

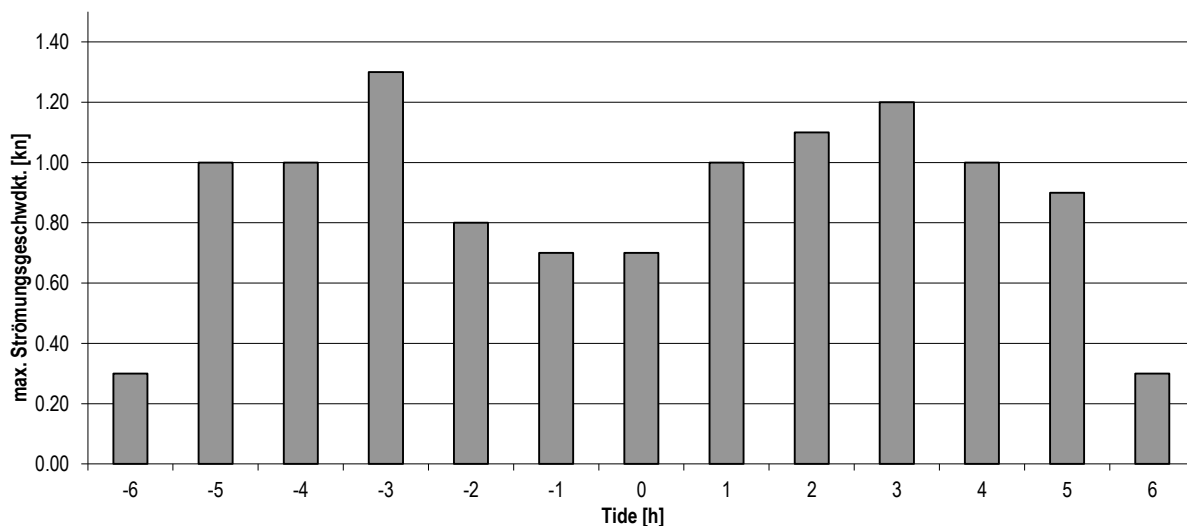
Die Strömungsverhältnisse im betrachteten Seegebiet lassen sich durch Geschwindigkeit und Richtung beschreiben. Für die statistische Beschreibung der Strömungsverhältnisse liegen die Daten des „ADMIRALTY TIDAL STREAM ATLAS“ /7/ zugrunde. Die sich ändernden Strömungsverhältnisse für das Seegebiet sind entsprechend dem Tidenprozess für jede Stunde definiert.

Nach vorliegenden Messwerten sind Strömungsgeschwindigkeiten um ca. 0,5 kn am häufigsten in der Deutschen Bucht anzutreffen. Starke Strömungen erreichen Geschwindigkeiten bis ca. 1,6 kn. In Abbildung 5-2 sind die Hauptströmungsrichtungen für einen Tidenprozess im Bereich der Windparks aufgezeigt.

Abbildung 5-3 zeigt die maximalen Strömungsgeschwindigkeiten für den Verlauf des zeitlichen Tidenprozesses in der Region der Windparks.



**Abbildung 5-2: Strömungsrichtungen im Bereich der Windparks für jede Stunde des Tidenprogresses - Nordsee**



**Abbildung 5-3: Verteilung der Strömungsgeschwindigkeiten im Bereich der Windparks - Nordsee**

## 5.2 Klima, Wetter und Hydrologie in der Ostsee (AWZ)

In der quantitativen Risikoanalyse werden Umwelteinflüsse wie Wind und Strömung berücksichtigt. In diesem Abschnitt sind die für die Analyse verwendeten Eingangsdaten erläutert.

Das Klima und Wetter im Bereich des Windparks ist in „Naturverhältnisse - Ostsee“ /8/ beschrieben. Für die Berechnungen der Fläche O-1.3 werden gemäß der o.g. Quelle die Wetterdaten des Seegebietes „Östlich Rügens“ angesetzt. Es werden die folgenden Aspekte berücksichtigt:

- Wind
- Seegang
- Strömung

In den folgenden Abschnitten werden diese Einflüsse für das Seegebiet um den Windpark näher beschrieben.

### 5.2.1 Wind in der Ostsee (AWZ)

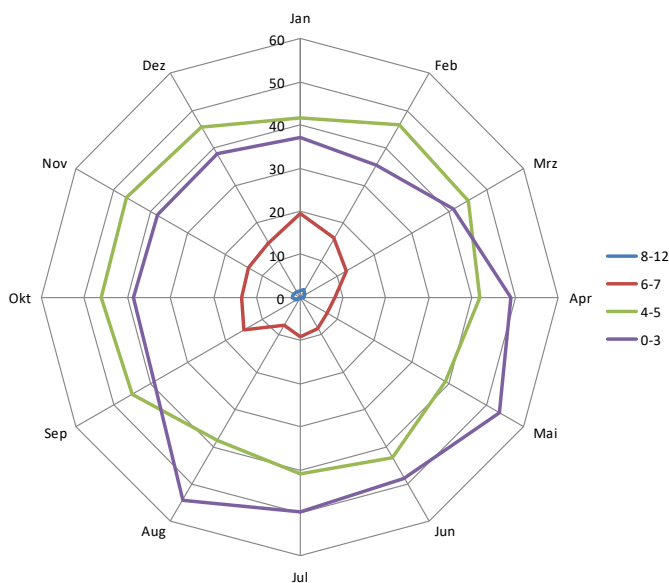
Der Wind kommt im Sommer überwiegend aus westlicher Richtung (270°). Im Winter treten auch sehr häufig östlich Winde (90°) auf. Die Auftretenswahrscheinlichkeit einzelner Windrichtungen ist in Tabelle 5-3 dargestellt.

Die in Tabelle 5-3 dargestellten Daten zeigen die Häufigkeiten der Windgeschwindigkeiten im Bereich östlich Rügen /8/.

**Tabelle 5-3: Östlich Rügen, Relative monatliche Häufigkeit von Windstärkegruppen in [%]**

Bft	Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
8-12	1.6	<b>2.1</b>	1.3	0.9	0.2	0.3	0.3	0.2	1.0	1.7	1.7	1.4	1.1
6-7	<b>19.6</b>	15.9	12.4	8.1	7.3	8.4	9.1	7.3	15.0	13.5	13.9	<b>14.6</b>	12.1
4-5	41.7	<b>46.4</b>	45.1	41.9	39.0	42.8	40.9	38.3	44.9	46.2	46.3	45.6	43.3
0-3	37.1	35.6	41.1	49.1	53.5	48.5	49.7	<b>54.2</b>	39.1	38.6	38.2	38.4	43.6
Richtung	S-W	SW-W	SW-W	NO-O	NO-W	W	SW-W	SW-W	SW-W	SW-W	S-SW	S-W	SW-W

Die Verteilung zeigt, dass die häufigsten anzutreffenden Windgeschwindigkeiten im Bereich von etwa 3-5 Bft liegen. Die folgende Abbildung zeigt eine grafischen Darstellung der Daten aus Tabelle 5-3:



**Abbildung 5-4: Windverteilung O-lich Rügen**

### 5.2.2 Seegang in der Ostsee (AWZ)

Statistische Daten für den Seegang sind in "Naturverhältnisse - Ostsee" /8/ angegeben. Für die Fläche O-1.3 wurden hierbei die Daten der Seegebiete N-lich Mecklenburg, N-lich Rügen und O-lich Rügen verwendet. Die Werte sind in Tabelle 5-4 dargestellt.

**Tabelle 5-4: Relative monatliche/Jährliche Häufigkeiten von Seegangsstufen [in % der Beobachtungen] und die mittlere Höhe des Seegangs [MSH; in m]**

	Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahres Mittelwert
>5,0m	0.2	<b>0.3</b>	0.2	0	0	0	0	0	0.1	0.2	0.3	<b>0.3</b>	0.1
3,0 - 4,5 m	4.3	3.8	2.4	1.9	0.7	0.8	1	1.1	2	3.3	3.5	<b>4.9</b>	2.5
1,5 - 2,5 m	31	26.4	23.2	15.3	13.5	13.5	14.1	17.7	22.8	28.8	31.8	<b>32.3</b>	22.5
0,0 - 1,0 m	64.6	69.5	74.2	82.6	<b>85.8</b>	85.7	84.9	81.8	75.1	67.6	64.3	62.5	74.9
MSH [m]	1.1	1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.8	0.8	0.9	1.1	1.1	<b>1.2</b>	0.9

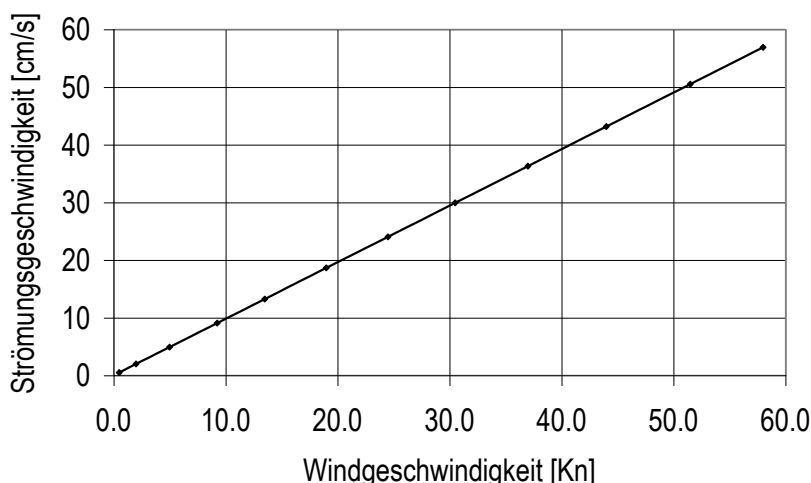
### 5.2.3 Strömung in der Ostsee (AWZ)

Oberflächenströmungen werden im betrachteten Seegebiet hauptsächlich von den herrschenden Windverhältnissen bestimmt. Durch die vom Wind erzeugten Schubkräfte werden dabei die oberflächennahen Wasserschichten (ca. 10-20 [m]) bewegt. Diese Art der Strömung wird als Driftströmung bezeichnet. Andere Strömungsarten wie Gefällströmungen und Dichteausgleichsströmungen spielen nur eine untergeordnete Rolle.

Für das offene Seegebiet der südlichen Ostsee, zu dem auch der Bereich der betrachteten Fläche O-1.3 gezählt wird, liegen Strömungsdaten des ehemaligen Feuerschiffes "Adlergrund" vor. Das Feuerschiff war im Zeitraum von 1924 bis 1938 zwischen Bornholm und dem Adlergrund stationiert.

Die auffälligste Erscheinung der Oberflächenströmungen in diesem Bereich ist die Rechtsablenkung der Strömungsrichtung gegenüber der Windrichtung von ca. 7 bis 15 [°].


Die Verteilung der Strömungsgeschwindigkeiten ergibt sich aus Messungen des ehemaligen Feuerschiffes "Adlergrund". Da die Strömungen in diesem Seegebiet von den herrschenden Windverhältnissen bestimmt werden, besteht ein Zusammenhang zwischen Windgeschwindigkeit und Strömungsgeschwindigkeit, siehe „Naturverhältnisse in der Ostsee“ /23/. Die Messungen des Feuerschiffes zeigten, dass die Strömungsgeschwindigkeit linear mit der Windgeschwindigkeit zunimmt. Der lineare Zusammenhang ist in Abbildung 5-5 dargestellt.



**Abbildung 5-5: Verteilung der Strömungsgeschwindigkeit im Bereich des Windparks**

## 5.3 Beschreibung des Schiffsverkehrs (AIS-DATEN)

Für die Risikoanalyse im Rahmen dieser Flächenvoruntersuchung werden ausschließlich Schiffe betrachtet, die SOLAS-Abkommen unterfallen also Schiffe größer 500 BRZ. Schiffe der Bundesmarine



werden nicht berücksichtigt. Die in den Abbildung 5-6 und Abbildung 5-7 AIS-Daten zeigen die Schiffsbewegungen aller in diesem Gebiet erfassten Schiffe.

Als Datenbasis wurde der Schiffsverkehr im betrachteten Untersuchungsraum durch Auswertungen von AIS-Daten (Automatic Identification System) analysiert. AIS ist ein auf UKW-Funkübertragung basierendes System zur Verhütung von Kollisionen zwischen Schiffen. Die hierbei von den Schiffen gesendeten Informationen liegen in Form von aufgezeichneten Datensätzen für den betrachteten Untersuchungsraum vor. Die datenschutzrelevanten Informationen in den AIS-Daten sind lediglich in verschlüsselter Form (pseudonymisiert) in den Datensätzen enthalten. Die hier verwendeten AIS-Daten wurden von der Wasserstraßen und Schifffahrtsverwaltung des Bundes zur Verfügung gestellt. Um die auszuwertende Datenmenge in einer vertretbaren Größe zu halten, wurde der Schiffsverkehr für die Monate Februar, Mai, August und November des Jahres 2018 ausgewertet. Die Auswahl der betrachteten Monate stellt eine repräsentative Basis zur Hochrechnung auf die Zahl der jährlichen Schiffsbewegungen dar, da auf diese Art und Weise die saisonal unterschiedlichen Verkehrsaufkommen berücksichtigt werden.

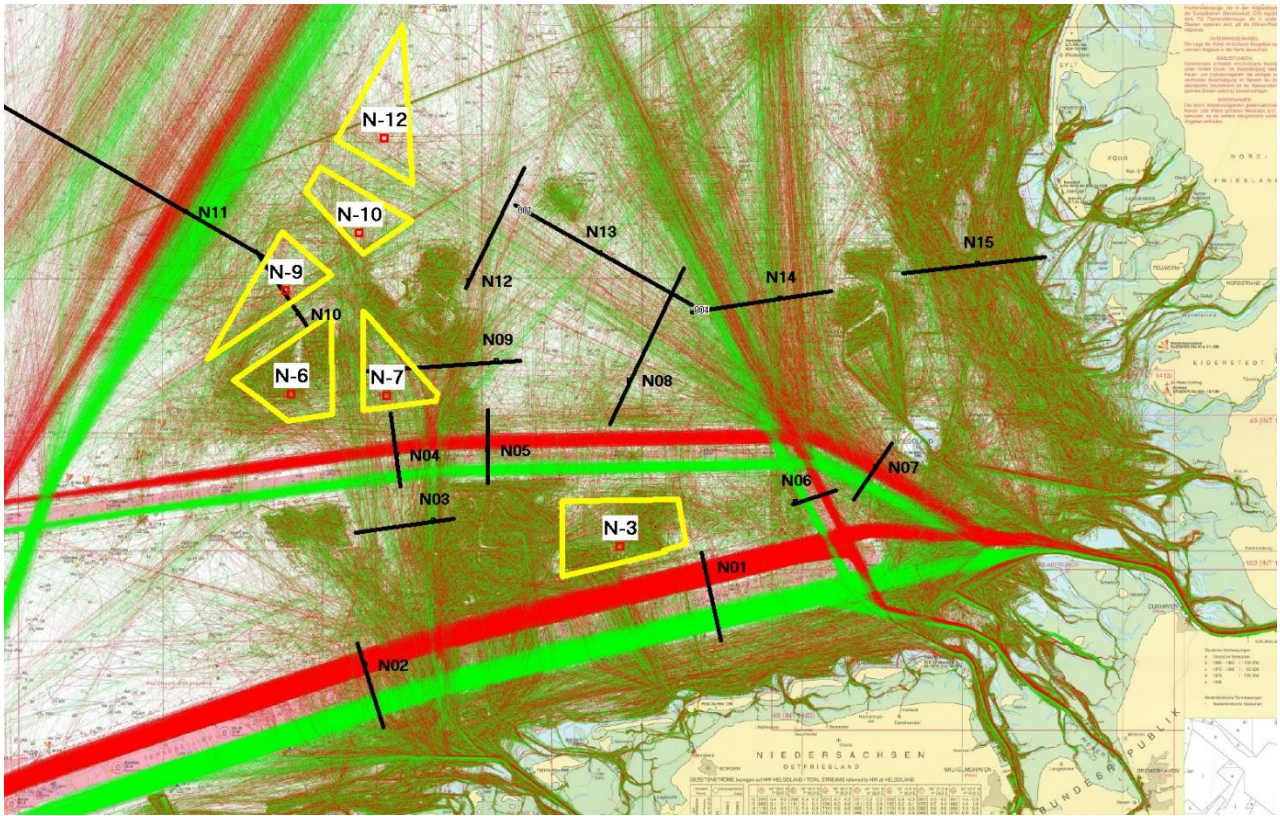
Neben einer graphischen Darstellung der Positionsinformationen von Schiffen wurde in der:

- Nordsee an 15 Positionen (Abbildung 5-6)
- Ostsee an 7 Positionen (Abbildung 5-7)

eine detaillierte Auswertung vorgenommen. Diese detailliert ausgewerteten Positionen sind als Durchfahrtskorridore definiert und werden als „Gate“ bezeichnet. Hierbei wurde an dem jeweiligen „Gate“ die Schiffsanzahl, die Verteilung auf verschiedene Schiffstypen sowie die Verteilung im Querschnitt des Gates ermittelt. Die Positionen und Längen der Gates sind so gewählt, dass der kreuzende Schiffsverkehr, aufgezeigt durch die AIS-Positionen, eine Zuordnung der Schiffe auf entsprechende Routen ermöglicht. Ebenfalls erfolgte die Zählung der Schiffe „richtungssensitiv“, das heißt, der Winkel der Durchfahrt eines Schiffes durch ein Gate entscheidet über dessen Zählung und Zuordnung zu einer Schiffsroute.

In Abbildung 5-6 sind die Positionsinformationen der Schiffe im Bereich der Nordsee für den angegebenen Zeitraum in Form von Tracks (rot – westgehende Schiffe, grün – ostgehende Schiffe) dargestellt. Die in dieser Analyse berücksichtigten-Gebiete (N-3, N-6, N-7, N-9, N10 und N-12) sind gelb dargestellt. Die Auswerte-Gates N01-N15 sind als schwarze Balken dargestellt.

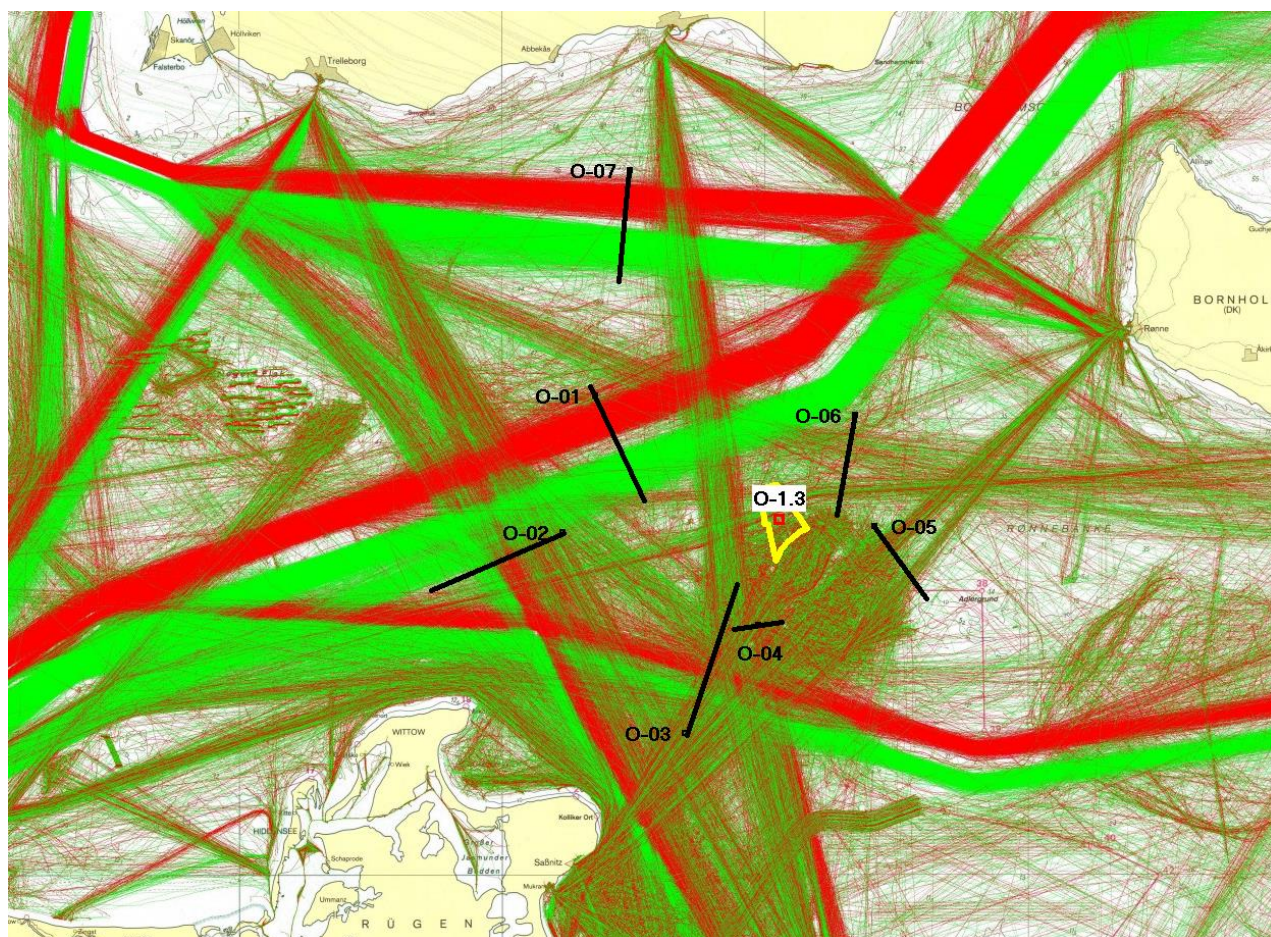




**Abbildung 5-6: AIS Tracks in den Monaten Februar, Mai, August und November 2018 für die Deutsche Bucht (grün: ostgehender Verkehr; rot: westgehender Verkehr)**



In Abbildung 5-7 sind die Positionsinformationen der Schiffe im Bereich der Ostsee für den angegebenen Zeitraum in Form von Tracks (rot – westgehende Schiffe, grün – ostgehende Schiffe) dargestellt. Die in dieser Analyse berücksichtigte-Fläche (O-1.3) ist gelb dargestellt. Die Gates O01 bis O07 sind als schwarze Balken dargestellt.



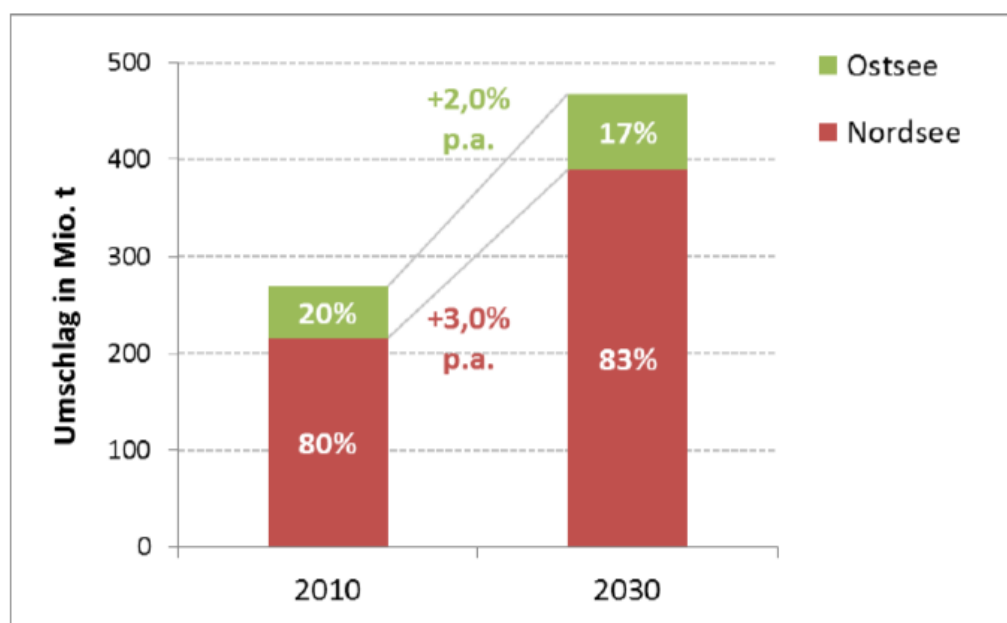
**Abbildung 5-7: AIS Tracks in den Monaten Februar, Mai, August, September und November 2018 für die Ostsee (grün: ostgehender Verkehr; rot: westgehender Verkehr)**

Die auf Basis der AIS-Auswertung identifizierten Schiffsbewegungen in der deutschen AWZ in Nord- und Ostsee wurden als idealisierte Schiffsrouten zusammengefasst (siehe Kapitel 7.1) und in Abbildung 7-3 für die Nordsee bzw. Abbildung 7-4 für die Ostsee rot dargestellt. Dabei sind die Routenführungen mit den jährlichen Schiffsbewegungen unter Berücksichtigung der Windparkflächen eingezeichnet. Eine unmittelbare Berücksichtigung der Verkehre aus den AIS-Datenauswertungen in einer Kollisions-Häufigkeitsberechnung ist technisch nicht möglich. Die idealisierten Routen auf Basis der oben dargestellten AIS-Daten bieten dem Kollisions-Simulationsprogramm realitätsnahe Abbildungen der Schiffsverkehre. Die idealisierten Routen weisen entsprechend den Harmonisierten Annahmen seitliche laterale Verteilungen auf (siehe auch A-2.1).

## 5.4 Verkehrsprognose bis zum Jahr 2030

Die vorliegende Untersuchung verwendet prognostizierte Verkehrszahlen für das Jahres 2030. Als Basis für die Abschätzung der zukünftigen Verkehrszahlen dienen die Seeverkehrsprognose 2030 /9/, die 2014 im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI) erstellt wurde, Daten des Statistischen Bundesamtes sowie Verkehrsdaten der Wasserstraßen und Schifffahrtsverwaltung des Bundes (WSV).

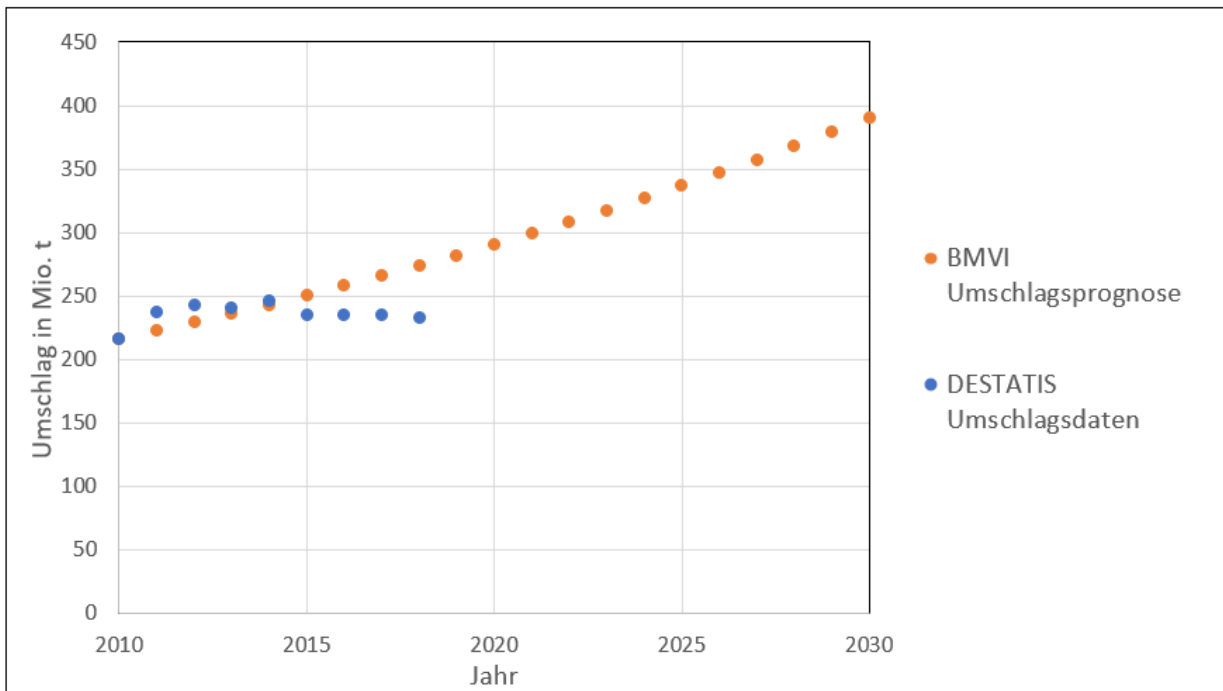
In der Seeverkehrsprognose werden auf Grundlage von Prognosen des Bruttoinlandprodukts sowie von Im- und Exportentwicklungen für die Häfen an Nord- und Ostsee die Änderungen der Umschlagsvolumen bis zum Jahr 2030 vorhergesagt. Ausgehend von den Umschlagsvolumen des Jahres 2010 wurde für die Nordsee eine Steigerung von jährlich 3,0%, für die Ostsee von 2,0% angesetzt, vgl. Abbildung 5-8.



**Abbildung 5-8: Deutsche Seehäfen, Umschlagsentwicklung und Marktanteile nach Seegebiet. (Quelle: /9/)**

Zur Beantwortung der Frage, inwieweit diese Wachstumsraten zur Ableitung von Verkehrszahlen im jeweiligen Seegebiet sinnvoll ansetzbar sind werden die Zahlen, die sich aus der Prognose ergeben, mit den tatsächlich realisierten Umschlagsvolumen der Jahre 2010 bis 2018 verglichen. Die tatsächlichen Umschlagsvolumen sind den Daten des Statistischen Bundesamtes DESTATIS /10/ entnommen.

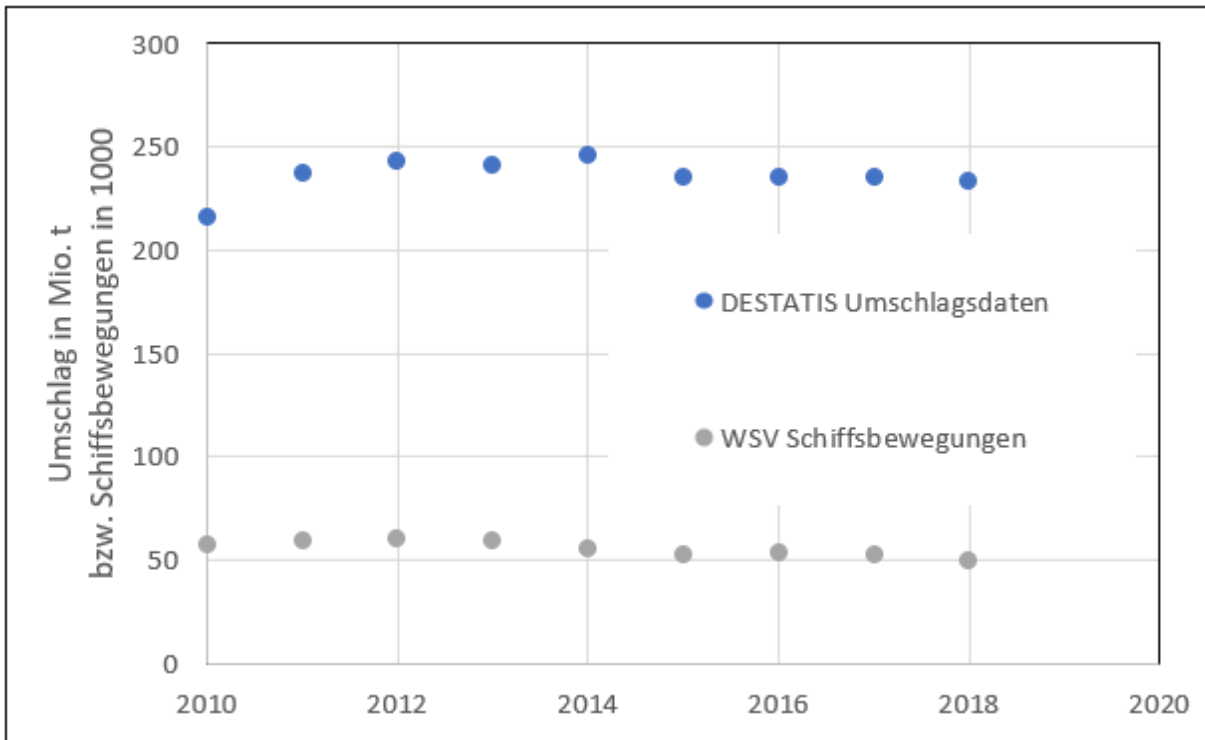
In Abbildung 5-9 sind die tatsächlichen Umschlagsvolumen der Jahre 2010 bis 2018 den prognostizierten Volumen für die Nordseehäfen gegenübergestellt. Der Vergleich zeigt, dass zunächst die Prognose in den Jahren 2011 bis 2014 von den tatsächlichen Umschlagsvolumen übertroffen wird, während sich die tatsächlichen Umschlagsvolumen ab 2015 auf in etwa konstantem Niveau halten und somit die Prognose zu hohe Wachstumsraten ergibt. Grundsätzlich zeigt sich jedoch, dass eine Steigerung von 3,0% p.a. sehr wohl über mehrere Jahre hinweg erzielbar ist.



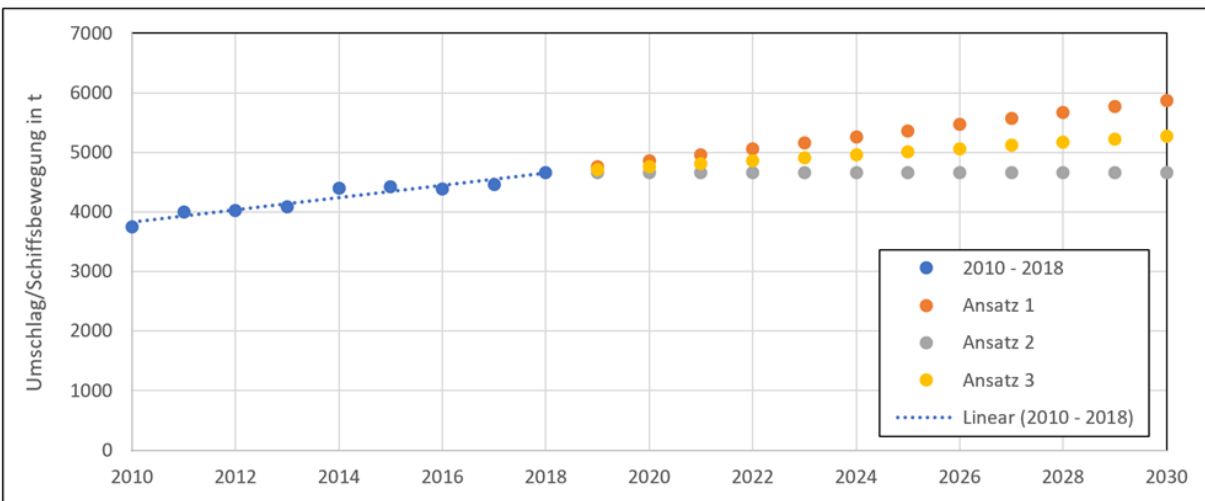
**Abbildung 5-9: Nordseehäfen, prognostizierte und tatsächliche Umschlagsvolumen**

Für die Abschätzung der Verkehrszahlen bedarf es eines Zusammenhangs zwischen den Umschlagsvolumen und den Verkehrsdaten. Die Verkehrszahlen der Jahre 2010 bis 2018 wurden von der Wasserstraßen und Schifffahrtsverwaltung des Bundes (WSV) zur Verfügung gestellt /11/. In Abbildung 5-10 sind die tatsächlichen Umschlagsvolumen der Jahre 2010 bis 2018 den Schiffsbewegungen gegenübergestellt. Setzt man die Umschlagsmengen mit den Verkehrszahlen ins Verhältnis, vgl. Abbildung 5-11, so erkennt man einen Anstieg der Umschlagsmengen je Schiffsbewegung bis zum Jahr 2018 (blaue Datenpunkte), d.h. die Schiffe wurden größer. Es wird davon ausgegangen, dass sich dieser Trend bis 2030 grundsätzlich fortsetzen wird, sich jedoch in Zukunft abschwächt. Zu den Gründen der Abschwächung zählen die Grenzen des „Economy of Scale“ der Schiffe, begrenzte Infrastruktur, schwieriger werdendes Ladungshandling bei größeren Einheiten usw., vgl. z.B. die Ausführungen des *International Transport Forums* der OECD /12/.

Ein Grenzfall des Größenwachstums der Schiffe lässt sich definieren, indem man die bisherige Entwicklung linear extrapoliert, siehe die orangenen Punkte in Abbildung 5-11 („Ansatz 1“). Der andere Grenzfall läge in der Annahme, dass ab 2018 gar kein Größenwachstum mehr stattfinden wird, siehe die grauen Punkte in Abbildung 5-11 („Ansatz 2“). Das reale Größenwachstum der Schiffe wird zwischen diesen beiden Grenzfällen liegen, es wird daher ein Größenwachstum der Schiffe in der Mitte zwischen den Grenzfällen angesetzt („Ansatz 3“); gelbe Marker in Abbildung 5-11.



**Abbildung 5-10: Tatsächliche Umschlagsvolumen und Schiffsbewegungen der Jahre 2010 bis 2018**



**Abbildung 5-11: Umschlag/Schiffsbewegung**

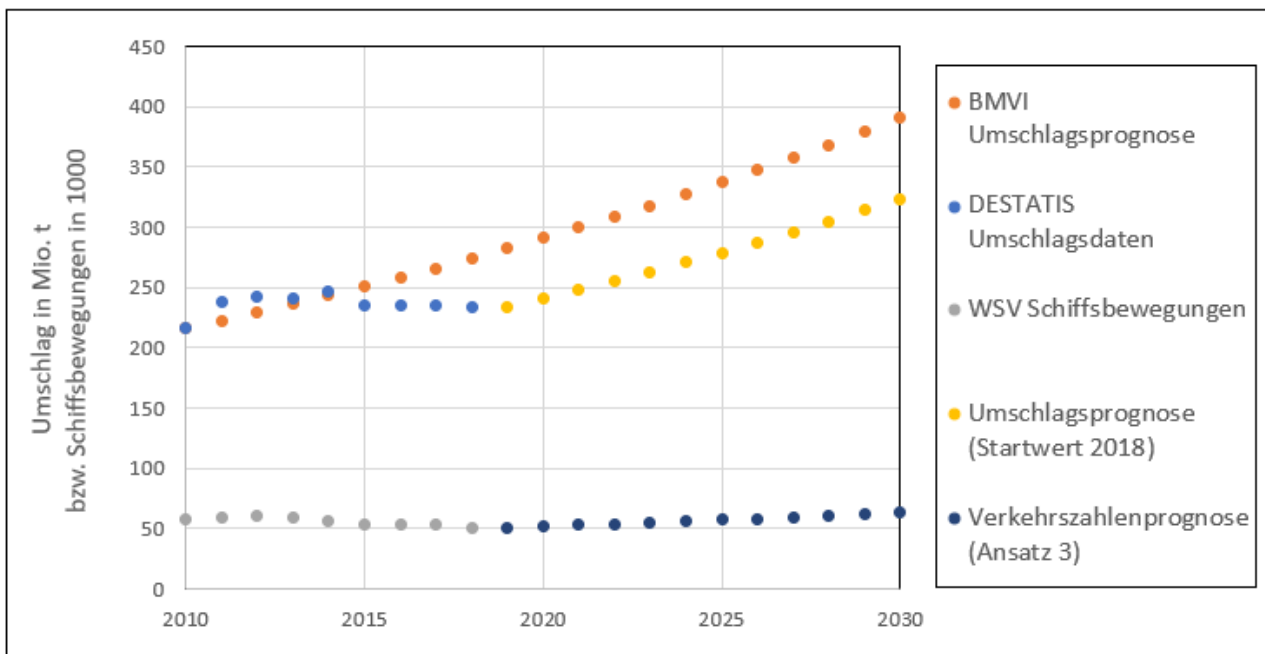
## 5.4.1 Ermittlung der zu erwartenden Verkehre

### 5.4.1.1 Nordsee

Folgende Schritte werden zur Prognose der zu erwartenden Verkehre bis zum Jahr 2030 durchgeführt:

- Die Seeverkehrsprognose /9/ ergab zum Ende des Jahres 2018 zu hohe Umschlagsmengen, daher wird der Startwert für die Prognose auf den realen Wert des Jahres 2018 gesetzt.
- Der Vergleich mit den tatsächlichen Umschlagsvolumen hat gezeigt, dass die in der Seeverkehrsprognose angesetzte Steigerungsrate von jährlich 3,0% für die Nordseehäfen erreichbar ist. Dieser Wert wird daher für die weiteren Steigerungen in Ansatz gebracht.
- Die sich aus den Umschlagsvolumen ergebenden Verkehre im Bereich der Nordsee werden unter Berücksichtigung der Hälfte einer sich fortsetzenden linearen Entwicklung hin zu größeren Schiffen ermittelt.

Abbildung 5-12 zeigt die Umschlagsvolumen und Schiffsbewegungen im Bereich der Deutschen Bucht. Bis 2018 sind die tatsächlichen Werte aufgetragen danach die unter Berücksichtigung obiger Annahmen zu erwartender Werte.



**Abbildung 5-12: Umschlagsvolumen und Schiffsbewegungen**

In Tabelle 5-5 sind die prognostizierten Verkehrszahlen für die Nordsee von 2019 bis 2030 zusammengestellt. Für die Untersuchung sind die prozentualen Zuwächse im genannten Zeitraum von Interesse, diese sind in Tabelle 5-6 angegeben. Die Zuwächse sind auf die Verkehrszahlen von 2018 bezogen.

**Tabelle 5-5: Prognose der Verkehrszahlen in der Nordsee bis 2030**

Verkehrszahlen Nordsee			
Anpassung bezüglich des Schiffsgrößenwachstums			
Jahr	Ansatz 2	Ansatz 3	Ansatz 1
2019	51654	51071	50592



Verkehrszahlen Nordsee			
Anpassung bezüglich des Schiffsgrößenwachstums			
Jahr	Ansatz 2	Ansatz 3	Ansatz 1
2020	53111	52042	51018
2021	54704	53037	51472
2022	56345	54057	51951
2023	58035	55103	52455
2024	59777	56175	52985
2025	61570	57273	53541
2026	63417	58400	54121
2027	65320	59554	54727
2028	67279	60737	55358
2029	69298	61950	56015
2030	71376	63193	56696

**Tabelle 5-6: Prognose des prozentualen Wachstums der Verkehrszahlen in der Nordsee bis 2030**

Verkehrsentwicklung in Prozent bezogen auf 2018, Nordsee			
Anpassung bezüglich des Schiffsgrößenwachstums			
Jahr	Ansatz 2	Ansatz 3	Ansatz 1
2019	3,0	2,0	1,1
2020	6,1	4,0	1,9
2021	9,3	5,9	2,8
2022	12,6	8,0	3,8
2023	15,9	10,1	4,8
2024	19,4	12,2	5,8
2025	23,0	14,4	6,9
2026	26,7	16,7	8,1
2027	30,5	19,0	9,3
2028	34,4	21,3	10,6
2029	38,4	23,7	11,9
2030	42,6	26,2	13,3

### 5.4.1.2 Ostsee

Die oben für die Nordsee vorgestellte Methode zur Abschätzung der Entwicklung der Verkehrszahlen im Zeitraum zwischen 2018 und 2030 wird analog auf die Ostsee übertragen. Die Seeverkehrsprognose für das BMVI /9/ geht im Bereich der Ostsee von einem jährlichen Wachstum der Umschlagsvolumen von 2,0% aus, vgl. Abbildung 5-8. Die oben gemachten Annahmen zur Schiffsgrößenentwicklung stellen ein Abbild der Entwicklung in der internationalen Schifffahrt dar, daher wird das obige Schiffsgrößen-Entwicklungsmodell für den Bereich der Ostsee übernommen. In Tabelle 5-7 sind die auf 2018 bezogenen Zuwächse der Verkehre in der Ostsee zusammengestellt.

**Tabelle 5-7: Prognose des prozentualen Wachstums der Verkehrszahlen in der Ostsee bis 2030**

Verkehrsentwicklung in Prozent bezogen auf 2018, Ostsee			
	Anpassung bezüglich des Schiffsgrößenwachstums		
Jahr	Ansatz 2	Ansatz 3	Ansatz 1
2019	2,0	1,0	0,1
2020	4,0	1,9	0,0
2021	6,1	2,9	0,0
2022	8,2	3,8	0,0
2023	10,4	4,8	0,0
2024	12,6	5,8	0,0
2025	14,9	6,9	0,0
2026	17,2	7,9	0,0
2027	19,5	9,0	0,1
2028	21,9	10,0	0,3
2029	24,3	11,2	0,5
2030	26,8	12,3	0,7

### 5.4.2 Schlussfolgerungen aus der Verkehrsprognose

Die Verkehrsprognose bis zum Jahr 2030 für Nord- und Ostsee wurde hergeleitet aus referenzierbaren Untersuchungen bzw. statistischen Daten /9/, /10/, /11/ und /12/. Diese stellen seriös untermauerte Vorhersagewerte zur Verfügung. Allerdings zeigte sich im Zeitraum von 2010 bis 2018 ein zweigeteiltes Bild bei den realen Umschlagsvolumen: Zum einen in der ersten Hälfte des betrachteten Zeitraums ein Wachstum, das gut zur Prognose passte und diese teils noch übertraf, während sich im weiteren Verlauf ein stagnierendes Umschlagsvolumen zeigt. Die Prognose ist also trotz der weitestmöglichen Anpassung an den Ist-Zustand des Jahres 2018 mit Unsicherheiten behaftet. Aufgrund dieser Unsicherheiten wurde entschieden, alle quantitativen Untersuchungen auf die Verkehrszahlen von 2018 zu stützen. Die Prognosen zeigen jedoch deutlich die Möglichkeit einer Steigerung der Verkehrszahlen auf.

Bei Eintreten der prognostizierten Verkehrszahlen besteht somit durchaus die Möglichkeit, dass für die betrachteten Flächen die statistisch zu erwartende Kollisionswiederholperiode von mindestens 100 Jahren überschritten wird. Daher müssen die Berechnungsgrundlagen hinsichtlich der berücksichtigten Verkehrslage zu gegebener Zeit überprüft und gegebenenfalls angepasst werden, um das Kollisionsrisiko falls erforderlich mit Hilfe zusätzlicher geeigneter Maßnahmen auf ein akzeptables Maß zu reduzieren.

## 6 GRUNDLAGEN DER QUALITATIVEN FLÄCHENVORUNTERSUCHUNG

Die qualitative Untersuchung der verkehrlich-schiffahrtspolizeilichen Eignung der im Flächenentwicklungsplan 2019 (FEP) des BSH festgestellten Flächen im status quo und die darauf aufbauende Analyse und Bewertung der sich dort durch die Errichtung von Windparks jeweils ergebenden Auswirkungen auf die Sicherheit und Leichtigkeit des Schiffsverkehrs basieren auf der Verkehrsprognose des DNV GL mit Verkehrszahlen aus dem Jahr 2018.

Grundsätzlich ist bei der Risikobetrachtung zu berücksichtigen, dass (unabhängig von Schiffsgröße und -typ) jeder Schiffsführung bereits im Rahmen der ihr obliegenden seemännischen Sorgfaltspflichten zunächst eine Eigenverantwortung für eine sachgerechte Reiseplanung und eine sichere Durchführung jeder Reise obliegt. Gemäß Regel 35 des Kapitels V der Anlage zum Internationalen Übereinkommen von 1974 zum Schutz des menschlichen Lebens auf See (SOLAS /13/) muss der Kapitän jedes Schiffes vor dem Auslaufen sicherstellen, dass die beabsichtigte Reise unter Verwendung der für das betreffende Gebiet geeigneten Seekarten und nautischen Veröffentlichungen sowie unter Berücksichtigung der von der Organisation erarbeiteten Richtlinien und Empfehlungen geplant worden ist.

Im Reiseplan ist dabei eine Route festzulegen,

- welche die in Betracht kommenden Systeme der Schiffswegeföhrung berücksichtigt,
- auf der ausreichend Seeraum für die sichere Fahrt des Schiffes während der gesamten Reise gewährleistet ist,
- auf der alle nautischen Gefahren und widrigen Wetterverhältnisse in Betracht gezogen worden sind,
- welche die einschlägigen Maßnahmen des Meeresumweltschutzes berücksichtigt sowie Handlungen und Tätigkeiten so weit wie möglich vermeidet, die Schäden an der Umwelt verursachen könnten.

Für weitere Einzelheiten wird auf die von der International Maritime Organization (IMO) mit Entschlieöung A.893(21) angenommenen "Richtlinien für die Reiseplanung" verwiesen.

Darüber hinaus sind von jedem Schiffsföhrer die Vorschriften der Internationalen Regeln von 1972 zur Verhütung von Zusammenstööen auf See (Kollisionsverhütungsregeln – KVR /14/) gebührend zu beachten und einzuhalten. Dies umfasst, ohne darauf beschränkt zu sein, insbesondere folgende Maßnahmen:

- jederzeitiges Halten eines gehörigen Ausgucks mit allen zur Verfügung stehenden Mitteln zur Erlangung eines vollständigen Überblicks über die Lage und die Möglichkeit der Gefahr eines Zusammenstööes (vgl. Regel 5 KVR),
- jederzeitiges Fahren mit einer sicheren Geschwindigkeit, so dass geeignete und wirksame Maßnahmen getroffen werden können, um einen Zusammenstöö zu vermeiden, und das Schiff innerhalb einer Entfernung zum Stehen gebracht werden kann, die den gegebenen Umständen und Bedingungen entspricht. Zur Bestimmung der sicheren Geschwindigkeit müssen unter anderem die Sichtverhältnisse, die Verkehrsdichte einschließlich Ansammlungen von Fischerei- oder sonstigen Fahrzeugen sowie die Nähe von Schifffahrtsgefahren berücksichtigt werden (vgl. Regel 6 KVR),



- mit allen verfügbaren Mitteln entsprechend den gegebenen Umständen und Bedingungen vorzunehmende Feststellung, ob die Möglichkeit der Gefahr eines Zusammenstoßes besteht, wobei im Zweifelsfall diese Möglichkeit anzunehmen ist (vgl. Regel 7 KVR).

Unter Berücksichtigung dieser konkreten sowie aller weiteren, der allgemeinen seemännischen Sorgfaltspflicht unterliegenden Verpflichtungen darf davon ausgegangen werden, dass Windparks bzw. deren Baustellen und die damit einhergehenden Gefahren dieser Schifffahrtshindernisse, sofern sie in hinreichendem Abstand zu den Schifffahrtswegen errichtet werden und ordentlich bekanntgemacht sind, bei jeder Reiseplanung gebührend berücksichtigt und bei der Durchführung der Reise dann auch beachtet werden.

Das bedeutet, dass jeder Windpark als physisches Schifffahrtshindernis grundsätzlich zwar eine Gefahr für die Sicherheit und Leichtigkeit des Schiffsverkehrs bedeutet, deren Akzeptanz und die Ableitung sowie Durchführung gefahrenmindernder Maßnahmen für das eigene Schiff zunächst in der Verantwortung eines jeden Schiffsführers selbst liegt. Daraus folgt, dass durch die Festlegung der hier in Rede stehenden Flächen für Offshore-Windparks die ordnungsgemäß betriebene Schifffahrt nicht oder nur gering beeinträchtigt werden wird.

Jedoch können infolge der Implementierung von Schifffahrtshindernissen Gefährdungen für die Schifffahrt z.B. dann entstehen, wenn im Schiffsbetrieb Abweichungen vom Normalzustand auftreten und eine Kollision Schiff-Windpark möglich wird. Dies könnte beispielsweise dann der Fall sein, wenn ein Schiff infolge technischen Ausfalls manövrierunfähig treibt oder anderweitig von seinem Sollkurs abweicht und sich damit einem Baufeld oder einem bereits errichteten Windpark nähert. Diesbezügliche Szenarien werden nachfolgend dargestellt und anschließend qualitativ bewertet.

Darüber hinaus können diejenigen zusätzlichen Schutzmaßnahmen, die sowohl von der Wasserstraßen- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes (WSV) als auch vom Betreiber eines Windparks selbst jeweils ergriffen werden, diese Risiken weiter reduzieren. Für weitere Einzelheiten zu diesen Maßnahmen, die im Rahmen der qualitativen Untersuchung jeweils flächenbezogen empfohlen werden, wird auf das Kapitel 6.3 verwiesen.

## 6.1 Methodik der qualitativen Analyse

Für die qualitative Analyse wurde wie folgt vorgegangen:

1. Zunächst wurde der unbebaute Verkehrsraum der jeweiligen Fläche betrachtet und seine maßgeblichen Eigenschaften beschrieben.
2. Unter Berücksichtigung der Verkehrszahlen von 2018 wurde für jede Fläche die derzeitige Verkehrsstruktur (Verkehrszahlen, Schiffstypen und -größen, Ladungsarten) und deren Entwicklung auf der Grundlage der Verkehrsprognose des DNV-GL bis zum Jahr 2030 qualitativ dargestellt.
3. Anhand des Flächenentwicklungsplans 2019 des BSH wurden die durch die Realisierung der einzelnen Flächen entstehenden Auswirkungen auf die Sicherheit und Leichtigkeit des Schiffsverkehrs beschrieben. Dabei wurden für die Szenarien die nachstehenden Fragestellungen untersucht und jeweils mit einer Matrix bewertet:

### **Begegnungen**

Werden Begegnungsmanöver im Umkreis von 20 sm um die Fläche weiterhin uneingeschränkt möglich sein?

Hierbei wurde angenommen, dass für ein solches Manöver ein Platzbedarf je Schiff von mindestens 1 sm erforderlich ist.

## **Überholen**

Werden Überholmanöver im Umkreis von 20 sm um die Fläche weiterhin uneingeschränkt möglich sein?

Hierbei wurde angenommen, dass für ein solches Manöver ein eigener Platzbedarf von mindestens 1 sm erforderlich ist.

## **Kreuzende Kurse**

Steht für kreuzende Kurse zweier Fahrzeuge genügend Verkehrsraum zur Verfügung?

Hierbei wurde angenommen, dass für ein solches Manöver ein eigener Platzbedarf von mindestens 2 sm erforderlich ist.

## **Erfordernis für (zusätzliche) Kursänderung durch die Bebauung der Fläche**

Wird der im status quo die jeweilige Fläche passierende Verkehr verdrängt, so dass dieser Schiffsverkehr gezwungen wird, eine (zusätzliche) Kursänderung durchzuführen, um das Befahren der jeweiligen Fläche zu vermeiden?

## **Beeinträchtigung ggf. erforderlicher Ankermanöver im Notfall**

Steht für notfalls erforderliche Ankermanöver genügend Verkehrsraum mit akzeptabler Wassertiefe zur Verfügung?

Hierbei wurde angenommen, dass für ein solches Manöver ein eigener Platzbedarf von mindestens 0,5 sm und eine maximale Wassertiefe von ca. 50 m erforderlich ist.

## **Passage manövrierunfähiger treibender Schiffe**

Steht für den die Fläche passierenden Verkehr, der auf manövrierfähige Fahrzeuge Rücksicht nehmen muss, genügend Platz zur Verfügung?

Als manövrierunfähig wird gemäß Regel 3 f) der Internationalen Regeln von 1972 zur Verhütung von Zusammenstößen auf See (Kollisionsverhütungsregeln (KVR)) ein Fahrzeug verstanden, welches "aufgrund außergewöhnlicher Umstände nicht so manövrieren kann, wie es die Regeln vorschreiben, und daher einem anderen Fahrzeug nicht ausweichen kann. "

Hierbei wurde angenommen, dass für ein solches Manöver ein eigener Platzbedarf von mindestens 4 sm erforderlich ist.

## **Kollision Schiff – Offshore-Windenergieanlage(n)**

Erhöht sich das Risiko einer Kollision zwischen einem Schiff und einer Windenergieanlage?

Grundsätzlich ist diese Frage zu bejahen, denn mit zunehmender Bebauung wird der bis dahin der Schifffahrt zur Verfügung stehende Verkehrsraum eingeschränkt und die Fläche innerhalb derer ein Schiff mit einem Hindernis kollidieren kann, vergrößert. Das bedeutet, dass dieses Risiko bei Beginn der Planungsphase demjenigen des status quo entspricht, d.h. die Risikozunahme beginnt quasi bei Null, da die in Rede stehende Fläche der Schifffahrt noch uneingeschränkt als Verkehrsraum zur Verfügung steht. Nach vollständiger Errichtung des Windparks wird die Zunahme des Kollisionsrisikos dann ihr Maximum erreicht haben.

4. Anschließend wurden jeweils für:

- den status quo,
- den Zeitraum ab voraussichtlichem Beginn der Planungs- und Realisierungsphase sowie
- dem Zeitraum ab voraussichtlichem Beginn der Betriebsphase

diejenigen Empfehlungen für Standardmaßnahmen zugeordnet, die aus Sicht der Unterzeichner für eine hinreichende Minderung des durch die Realisierung der Flächen entstehenden Risikos für die Sicherheit und Leichtigkeit des Schiffsverkehrs erforderlich sein werden. Bei ggf. erkanntem darüber hinaus gehenden Bedarf erfolgte eine gesonderte Darstellung.

Weitergehende Erläuterungen, was jeweils unter den risikomindernden Maßnahmen grundsätzlich zu verstehen ist, erfolgen im Kapitel 6.3.

## 6.2 Gefährdungsszenarien und ihre Auswirkungen auf den Schiffsverkehr

In diesem Abschnitt werden diejenigen Gefährdungs-Szenarien dargestellt, die in der qualitativen Analyse für jede einzelne Fläche gesondert untersucht werden. Die Grundlage dafür bilden die Fragestellungen aus dem Kapitel 6.2.

Dies umfasst im Einzelnen:

### 1. Begegnungsmanöver

Ein Begegnungsmanöver zweier Fahrzeuge erfordert stets einen vom ursprünglich geplanten Sollkurs zusätzlichen seitlichen Manövrierraum, in der Regel nach Steuerbord (d.h. bei der Begegnung zweier Maschinenfahrzeuge untereinander<sup>1</sup>).

Sofern dieser Verkehrsraum durch Hindernisse, z.B. Windenergieanlagen, anhand definierter Kriterien eingeschränkt werden sollte, ist von einer Risikoerhöhung für die Sicherheit und Leichtigkeit des Schiffsverkehrs auszugehen.

### 2. Überholmanöver

Ein Überholmanöver zweier Fahrzeuge erfordert stets einen vom ursprünglich geplanten Sollkurs zusätzlichen seitlichen Manövrierraum, wobei die KVR hierfür keine bestimmte Seite vorschreiben.<sup>2</sup> In der Regel wird ein überholendes Fahrzeug an der Backbordseite des zu überholenden Fahrzeuges überholen).

Sofern dieser Verkehrsraum durch Hindernisse, z.B. Windenergieanlagen, anhand definierter Kriterien eingeschränkt werden sollte, ist von einer Risikoerhöhung für die Sicherheit und Leichtigkeit des Schiffsverkehrs auszugehen.

### 3. Kreuzende Kurse

Kreuzende Kurse zweier Fahrzeuge erfordert stets einen vom ursprünglich geplanten Sollkurs zusätzlichen seitlichen Manövrierraum, damit das jeweils andere Fahrzeug klar passiert werden kann. Für ein solches Manöver kommen insbesondere die Regeln 12, 15 oder 18 der KVR zur Anwendung.

---

<sup>1</sup> vgl. Regel 14 KVR.

<sup>2</sup> vgl. Regel 13 KVR.

Sofern dieser Verkehrsraum durch Hindernisse, z.B. Windenergieanlagen, anhand definierter Kriterien eingeschränkt werden sollte, ist von einer Risikoerhöhung für die Sicherheit und Leichtigkeit des Schiffsverkehrs auszugehen.

#### 4. Erfordernis für eine (zusätzliche) Kursänderung infolge der Bebauung einer Fläche

Sofern eine zu untersuchende Fläche direkt in einer im status quo von der Schifffahrt regelmäßig genutzten Route liegen sollte, würde deren Nutzung in dem bis dato möglichen Maß nicht mehr möglich sein. Die Schifffahrt wäre nun gezwungen, die durch den Windpark beanspruchte Fläche zu umfahren.

Grundsätzlich gehört eine solche Reaktion der Schiffsführung zwar zu deren alltäglichen Aufgaben (vgl. Ausführung im Kapitel 6.). Es muss aber auch berücksichtigt werden, dass für die Einrichtung und Bekanntmachung einer Baustelle ein entsprechender Zeitbedarf besteht und diese Informationen u.U. erst mit einiger Verspätung den Schiffsführungen zur Kenntnis gelangen können.

Insofern stellt eine solche Verdrängungs- und / oder Kanalisierungswirkung für die Schiffsführungen ein besonderes Risiko dar, welches insbesondere in der Bauphase zum Tragen kommen kann.

#### 5. Beeinträchtigung ggf. erforderlicher Ankermanöver im Notfall

Im freien Seeraum wird ein Schiff in der Regel nicht ankern, um auf das Freiwerden eines Liegeplatzes o.ä. zu warten. Ein solches Ankermanöver kann jedoch zur Abwendung einer aus dem Schiffsbetrieb selbst heraus resultierenden Störung, z.B. Maschinenschaden, erforderlich sein.

Damit ein anderes Schiff einen solchen Ankerlieger sicher passieren kann, ist für das Vorbeifahren ein sicherer Passierabstand nötig, der das Schwegen und auch das mögliche Vertreiben des Ankerliegers berücksichtigt.

Ist dieser Verkehrsraum durch Hindernisse, z.B. Windenergieanlagen, anhand definierter Kriterien nicht mehr oder nur eingeschränkt verfügbar, ist von einer Risikoerhöhung für die Sicherheit und Leichtigkeit des Schiffsverkehrs auszugehen.

#### 6. Passage manövrierunfähiger treibender Schiffe

Wird ein Schiff aufgrund eines besonderen Umstandes manövrierunfähig<sup>3</sup>, so muss die passierende Schifffahrt diesen Umstand gebührend berücksichtigen und diesem Schiff gemäß Regel 18 a – c KVR weiträumig ausweichen. Dabei ist nicht nur das Verdriften, sondern auch unkontrollierte und damit nicht vorhersehbare Manöver des anderen Fahrzeugs einzukalkulieren, wodurch für das ausweichende Schiff ein erhöhter Platzbedarf erforderlich wird.

Ist dieser Verkehrsraum durch Hindernisse, z.B. Windenergieanlagen, anhand definierter Kriterien nicht mehr oder nur eingeschränkt verfügbar, ist von einer Risikoerhöhung für die Sicherheit und Leichtigkeit des Schiffsverkehrs auszugehen.

#### 7. Kollision zwischen Schiff und Windenergieanlage

Kollidiert ein Schiff mit einer Windenergieanlage, muss – unabhängig von der Ursache – mit Schäden nicht nur an der Windenergieanlage, sondern auch auf bzw. an dem Schiff gerechnet werden.

---

<sup>3</sup> vgl. Regel 3 f KVR.

Stürzt bspw. die Turbine aus großer Höhe auf das Schiff, wird dies allein aufgrund der hohen Masse dieser Turbine zu schweren strukturellen Schäden am Schiff führen. Schlimmstenfalls könnte das Schiff sinken. Ein solcher Unfall birgt weiterhin die Gefahr für das Wohl an Bord befindlichen Besatzung bzw. Passagiere. Darüber hinaus muss in einem solchen Fall mit einer Schädigung der Meeresumwelt, z.B. durch Ölaustritt, gerechnet werden.

Im Ergebnis dieser Untersuchung werden diejenigen Maßnahmen abgeleitet und in Abschnitt 6.3 beschrieben, mit denen die durch die Realisierung der einzelnen Flächen entstehenden Risiken für die Sicherheit und Leichtigkeit des Schiffsverkehrs dergestalt gemindert werden können, dass selbige als beherrschbar angesehen werden können.

## 6.3 Risikomindernde Maßnahmen in der Qualitativen Bewertung

In diesem Abschnitt erfolgt eine Darstellung, was unter den jeweils empfohlenen risikomindernden Maßnahmen zu verstehen ist.

Diese Maßnahmen werden kurz erläutert und ggf. durch Verweise auf die dafür derzeit gültigen Rechtsnormen ergänzt. Eine Zuordnung der einzelnen Maßnahmen zu bestimmten Risiken ist nicht möglich, bildet doch erst die Gesamtheit aller empfohlener Maßnahmen einen optimalen Schutz der Windenergieanlagen vor dem Schiffsverkehr und vice versa.

### 6.3.1 Sicherheitszonen

Die Möglichkeiten zur Einrichtung von Sicherheitszonen sowie zur Definition geeigneter Schutzmaßnahmen darin sind im Seerechtsübereinkommen der Vereinten Nationen vom 10.12.1982 (SRÜ /15/) geregelt.

Gemäß Art. 60 Abs. 4 SRÜ kann ein Küstenstaat um "künstliche Inseln, Anlagen und Bauwerke angemessene Sicherheitszonen einrichten, in denen er geeignete Maßnahmen zum Schutz der Schifffahrt sowie der künstlichen Inseln, Anlagen und Bauwerke ergreifen", d.h. anordnen, kann. In Art. 60 Abs. 5 SRÜ wird die maximal mögliche Ausdehnung solcher Sicherheitszonen grundsätzlich mit 500 m – gemessen von jedem Punkt des äußeren Randes der künstlichen Inseln, Anlagen und Bauwerke definiert.

Im nationalen Recht der Bundesrepublik Deutschland wird dieser Begriff in § 53 des Gesetzes zur Entwicklung und Förderung der Windenergie auf See (Windenergie-auf-See-Gesetz – WindSeeG) aufgegriffen und weiter spezifiziert:

#### § 53 Sicherheitszonen

(1) Die Planfeststellungsbehörde kann in der ausschließlichen Wirtschaftszone Sicherheitszonen um die Einrichtungen einrichten, soweit dies zur Gewährleistung der Sicherheit der Schifffahrt oder der Einrichtungen notwendig ist. Soweit die Einrichtung der Sicherheitszonen zur Gewährleistung der Sicherheit der Schifffahrt erforderlich ist, bedarf sie des Einvernehmens der Generaldirektion Wasserstraßen und Schifffahrt.

(2) Sicherheitszonen sind Wasserflächen, die sich in einem Abstand von bis zu 500 Metern, gemessen von jedem Punkt des äußeren Randes, um die Einrichtungen erstrecken. Die Breite einer Sicherheitszone darf 500 Meter überschreiten, wenn allgemein anerkannte internationale Normen dies gestatten oder die zuständige internationale Organisation dies empfiehlt.

Der eigentliche Schutzzweck einer solchen Sicherheitszone (= Pufferwirkung zwischen den Anlagen eines Windparks und den diese umgebenden Schiffsverkehre) kann erst dann erreicht werden, wenn das Befahren der Sicherheitszone vollumfänglich untersagt bzw. reglementiert wird. Aus diesem Grund hat

die Bundesrepublik Deutschland das Befahren von Sicherheitszonen mit § 7 der Verordnung zu den KVR (VO KVR) gesondert geregelt (vgl. Abschnitt 6.3.2).

### 6.3.2 Befahren von Sicherheitszonen

Das Befahren von Sicherheitszonen wird in § 7 Abs. 2 der VO KVR geregelt:

(2) Sicherheitszonen dürfen nicht befahren werden; dies gilt nicht für Fahrzeuge, die für die Versorgung der Anlagen oder Vorrichtungen eingesetzt sind sowie vorbehaltlich des Absatzes 3 für Fahrzeuge deren Rumpflänge 24 Meter nicht übersteigt oder die vom Befahrensverbot befreit sind.

Gemäß § 7 Absatz 3 VO KVR kann die Generaldirektion Wasserstraßen und Schifffahrt (GDWS) das vorgenannte Befahrensverbot weitergehend regeln bzw. für Fahrzeuge mit einer maximalen Rumpflänge von 24 m ggf. mögliche Abweichungen davon konditionieren:

(3) Die Generaldirektion Wasserstraßen und Schifffahrt kann durch Allgemeinverfügung nach § 35 Satz 2 des Verwaltungsverfahrensgesetzes oder im Einzelfall Einzelheiten des Befahrensverbotes regeln und Befreiungen vom Befahrensverbot auch mit Auflagen oder Bedingungen, bei Sicherheitszonen nach § 11 der Seeanlagenverordnung im Einvernehmen mit dem Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie, zulassen, soweit dies mit den Anforderungen der Sicherheit und Leichtigkeit des Verkehrs vereinbar ist. Sie legt ferner nach den in Satz 1 genannten Voraussetzungen und Verfahren die Bedingungen für die Befreiung vom Befahrensverbot für Fahrzeuge, deren Rumpflänge 24 Meter nicht übersteigt, fest. Die insoweit erlassenen Allgemeinverfügungen werden nach Maßgabe von § 60 Absatz 1 der Seeschifffahrtsstraßenordnung und von § 12 der Seeanlagenverordnung bekannt gemacht.

**Anmerkung:** Die VO KVR verweist zwar in ihrer aktuellen Fassung noch auf die Seeanlagenverordnung. Diese ist jedoch im Jahr 2017 vom seinerzeit neu beschlossenen Windenergie-auf-See-Gesetz für Windenergieanlagen im Speziellen und dem Seeanlagengesetz (SeeAnlG) für sonstige Seeanlagen abgelöst worden.

Aus § 53 WindSeeG ergibt sich die Ermächtigung zur Einrichtung von Sicherheitszonen um Windparks in der von der Bundesrepublik Deutschland beanspruchten Ausschließlichen Wirtschaftszone (AWZ).

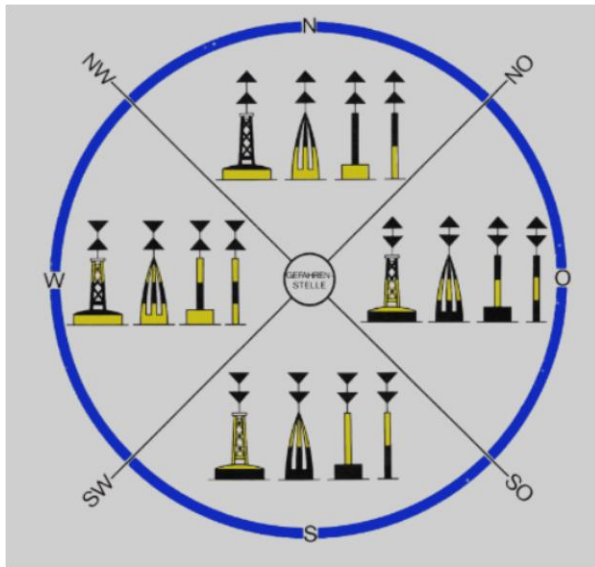
### 6.3.3 Kardinale Betonung der Baufläche

Für jeden Schiffsführer ist die Kenntnis möglicher Hindernisse und / oder Gefahren eine der zwingenden Voraussetzungen für die Durchführung einer sicheren Reise. Dazu ist u.a. wichtig, dass Baustellen auf See, die bereits im Ansatz ein mögliches Gefahrenpotential beinhalten könnten, eindeutig und unmittelbar gekennzeichnet werden.

Aus diesem Grund ist jede (ortsfeste) Baustelle auf See als "Allgemeine Gefahrenstelle" gemäß den international einheitlichen Vorgaben des IALA Maritime Buoyage Systems zu kennzeichnen.

Im Einzelnen gelten folgende Anforderungen:

1. Je Quadrant (Haupt-Himmelsrichtung) ist eine ausreichende Anzahl befeuerter Kardinaltonnen auszulegen (Abbildung 6-1).



**Abbildung 6-1: Kardinaltonnen**

2. Die Tonnen sind grundsätzlich am Rande der um das Baufeld festgelegten Sicherheitszone zu platzieren.
3. Die Tonnen müssen durch Ihre Größe und Bauform eine ausreichende Tagessichtbarkeit sowie Erkennbarkeit nach dem IALA-MBS-System aufweisen.
4. Es sind nur solche Tonnen zu verwenden, die für einen Einsatz auf offener See geeignet und entsprechend vom Hersteller freigegeben sind. Die baulich-konstruktiven Eigenschaften (u.a. Befestigungs- und Verankerungssysteme) müssen unter Berücksichtigung der meteorologisch-hydrologischen Rahmenbedingungen auf See so ausgelegt sein, dass ein Verdriften durch Sturm, Seegang, Gezeitenstrom oder Eisgang vermieden wird.
5. Die Tonnenkörper müssen ein geeignetes Schwimmverhalten aufweisen, so dass auch bei entsprechendem Seegang und Gezeitenstrom eine gute Erkennbarkeit gewährleistet ist und alle Feuerkennungen sicher ausgezählt werden können.
6. Die Verfügbarkeit der Kennzeichnung der Baustellen mit Leuchttonnen muss > 99,0 % über einen Zeitraum von drei Jahren betragen.

### 6.3.4 Kollisionsfreundliche Bauweise der einzelnen Anlagen

Für eine Minderung der von Offshore-Windparks für die Schifffahrt ausgehenden Risiken kann – neben Maßnahmen zur Reduzierung der grundsätzlichen Eintrittswahrscheinlichkeit einer Kollision zwischen Schiff und Windenergieanlage – weiterhin das mögliche Optimierungspotential des Risikofaktors "Schadensfolge" für das möglicherweise kollidierende Schiff (und damit auch für etwaige Folgerisiken einer Kollision für z.B. die Meeresumwelt) durch die Umsetzung geeigneter (konstruktiver) Schutzmaßnahmen an den Bauwerken selbst ausgeschöpft werden.

Der Begriff der "kollisionsfreundlichen Bauweise" und die Anforderungen an selbige werden ebenfalls in der von der GDWS erlassenen "Richtlinie Offshore- Anlagen zur Gewährleistung der Sicherheit und Leichtigkeit des Schiffsverkehrs" in ihrer aktuellen Version 3.0 vom Juli 2019 geregelt. Diesbezüglich beinhaltet die Richtlinie in Abschnitt 2.3 folgende Anforderungen:



Alle Offshore-Anlagen sind grundsätzlich in "kollisionsfreundlicher Bauweise" zu errichten. Dies ist grundsätzlich dann der Fall, wenn die Anlage infolge einer Kollision nicht auf das Schiff stürzt, der Schiffskörper so wenig wie möglich beschädigt wird, das Schiff schwimmfähig bleibt und schiffsseitig keine Betriebs-/Schadstoffe austreten. Der Nachweis der Kollisionsfreundlichkeit ist über ein Fachgutachten zu führen.

Die Eigensicherheit der Offshore-Anlagen ist unter Berücksichtigung von Wasserstiefen, Seegang und Gezeiten während der gesamten Betriebsdauer zu gewährleisten. Der Nachweis muss die Standsicherheit und den Schutz vor Abbruch, Absturz bzw. Abriss von Einzelteilen umfassen. In der Ostsee und auf allen Revieren ist zusätzlich Eisgang zu berücksichtigen.

### 6.3.5 Behelfsmäßige Kennzeichnung der Anlagen in der Bauphase

Die behelfsmäßige Kennzeichnung der Anlagen in der Bauphase wird durch die "Richtlinie Offshore-Anlagen zur Gewährleistung der Sicherheit und Leichtigkeit des Schiffsverkehrs" /16/ in ihrer aktuellen Version 3.0 vom Juli 2019 geregelt. Diese Richtlinie wurde durch die GDWS in Bonn erlassen und beinhaltet in ihrem Abschnitt 6.2.2 zur behelfsmäßigen Kennzeichnung folgende Anforderungen:

Offshore-Anlagen, deren Anlagenteile aus der Wassersäule herausragen, sind unverzüglich nach ihrer Errichtung behelfsweise bei Dunkelheit und verminderter Sicht blendungsfrei zu befeuern, so dass die Gefahrenstellen von allen Seiten gut erkennbar sind. Die Baustellenhindernisfeuer sind unter Berücksichtigung der auf See möglichen Randbedingungen (z. B. Wind, Seegang, Gezeiten, Salzwasser, Salinität, etc.) auszuführen und so anzubringen, dass das Risiko einer Beschädigung (Seeschlag etc.) möglichst gering ist. Die Baustellenhindernisfeuer müssen folgende funktionale lichttechnische Anforderungen erfüllen:

- Lichtfarbe/Kennung: weißes Festfeuer
- Nenntagweite: 3 Seemeilen
- Horizontaler Sichtwinkel: 360°

Die technische Umsetzung der Baustellenhindernisfeuer hat gemäß WSV-Rahmenvorgaben Kennzeichnung Offshore-Anlagen zu erfolgen. Unverzüglich nach vollständiger Errichtung einer Offshore-Anlage oder -Anlagengruppe, spätestens jedoch mit Aufnahme des bestimmungsgemäßen Normalbetriebs sind die Baustellenhindernisfeuer durch die für die Betriebsphase vorzusehende Schifffahrtshinderniskennzeichnung zu ersetzen und anschließend zurückzubauen.

### 6.3.6 AIS-Kennzeichnung

Auf Vorgabe der WSV sind Baustellen in bestimmten Fällen zusätzlich mit AIS-Schifffahrtszeichengeräten (AIS-AtoN) zu kennzeichnen. Dies gilt insbesondere dann, wenn z. B. im Rahmen planbarer Teilbauphasen einzelne Bauwerke temporär in exponierter Lage (z. B. ein alleinstehendes Umspannwerk) errichtet werden oder planbare Unterbrechungen der Bauphase erfolgen.

Mit AIS-AtoN werden einzelne Punkte oder Bauwerke im Baufeld (z. B. Umspannwerk) bzw. die ausgelegten Schifffahrtszeichen gekennzeichnet.

Der Inhalt der AIS-Schifffahrtszeichenmeldung (AIS-Message 21, AIS-Text) muss grundsätzlich der Beschriftung der zugrundeliegenden Offshore-Anlage, ergänzt um die Art der Anlage (z. B. "Plattform" oder "Cardinal Buoy", etc.) entsprechen.

Zur Kennzeichnung einzelner Anlagen einer Offshore-Anlagengruppe können "Synthetic"-AIS-Schifffahrtszeichenmeldungen genutzt werden, die durch die AIS-Schifffahrtszeichengeräte an geeigneter Position innerhalb der Baustelle ausgesendet werden.

Die AIS-Schifffahrtszeichengeräte für die Bauphase sind mit einer Verfügbarkeit von > 99,0 % über einen Zeitraum von drei Jahren vorzusehen.

Die Reichweite der AIS-AtoN-Kennzeichnung während der Bauphase sollte 6 Seemeilen – bei Offshore-Anlagengruppen gerechnet ab der Peripherielinie der Baustelle – nicht unterschreiten.

### 6.3.7 Maritime Verkehrssicherung durch die WSV

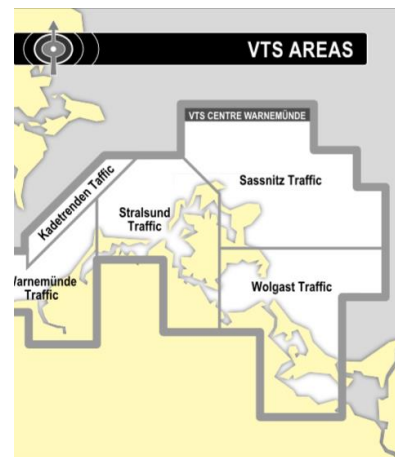
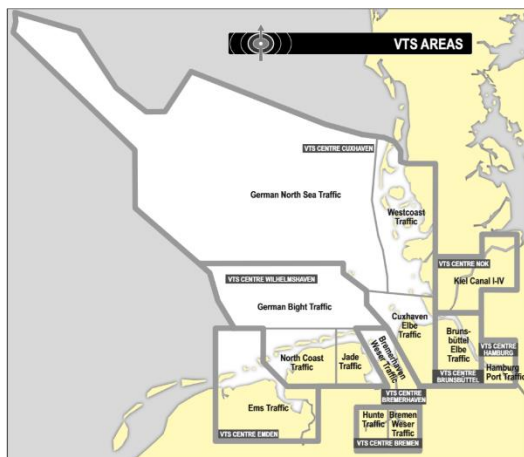
Zunächst ist festzustellen, dass sich alle im Rahmen dieser Analyse zu untersuchenden Flächen innerhalb der deutschen AWZ, d.h. außerhalb des Hoheitsgebietes der Bundesrepublik Deutschland, befinden. Insofern sind die Befugnisse hoheitlichen Handelns auf die im Teil V des SRÜ (Art. 55ff.) definierten Rechte beschränkt.

Für die Gewährleistung der Sicherheit und Leichtigkeit des Schiffsverkehrs hat die Bundesrepublik Deutschland die Anlaufbedingungsverordnung erlassen, mit der neben den Bestimmungen der KVR u.a. das Verkehrsverhalten von Schiffen und die Möglichkeit der Verkehrsüberwachung in der AWZ geregelt werden.

Unter der Maritimen Verkehrssicherung wird dabei die von der WSV eingerichtete Verkehrsüberwachung gemäß Nr. 1.13 bis 1.16 der Anlage zur Anlaufbedingungsverordnung (AnlBV) verstanden.

Dies bedeutet im Einzelnen:

- 1.13 Maritime Verkehrssicherung": die von der Verkehrszentrale zur Verhütung von Kollisionen und Grundberührungen, zur Verkehrsablaufsteuerung oder zur Verhütung von der Schifffahrt ausgehender Gefahren für die Meeresumwelt gegebenen Verkehrsinformationen und Verkehrsunterstützungen sowie erlassenen Verfügungen zur Verkehrsregelung und -lenkung  
Abbildung 6-2;
- 1.14 "Verkehrsinformationen": nautische Warnnachrichten sowie Mitteilungen der Verkehrszentrale über die Verkehrslage, Fahrwasser- sowie Wetter- und Tideverhältnisse, die zu festgelegten Zeiten in regelmäßigen Abständen oder auf Anforderung einzelner Schiffe gegeben werden;
- 1.15 "Verkehrsunterstützungen": Hinweise und Warnungen der Verkehrszentrale an die Schifffahrt und Empfehlungen im Rahmen einer Schiffsberatung von der Verkehrszentrale aus durch Seelotsen nach § 23 Abs. 1 des Gesetzes über das Seelotswesen, die bei verminderter Sicht, auf Anforderung oder wenn die Verkehrszentrale es auf Grund der Verkehrsbeobachtung für erforderlich hält, gegeben werden und sich entsprechend den Erfordernissen der Verkehrslage, der Fahrwasser- sowie der Wetter- und Tideverhältnisse auch auf Positionen, Passierzeiten, Kurse, Geschwindigkeiten oder Manöverbestimmter Schiffe erstrecken können;
- 1.16 "Verkehrsregelungen": schiffahrtspolizeiliche Verfügungen der Verkehrszentrale im Einzelfall, die entsprechend den Erfordernissen der Verkehrslage, der Fahrwasser- sowie der Wetter- und Tideverhältnisse Regelungen über Vorfahrt, Überholen, Begegnen, Höchst- und Mindestgeschwindigkeiten oder über das Befahren einer Seeschiffahrtsstraße umfassen können.



**Abbildung 6-2: Gebiet der Maritimen Verkehrssicherung in der deutschen AWZ**

### 6.3.8 Seeraumbeobachtung

Unter dem Begriff "Seeraumbeobachtung" wird die vom Betreiber des Windparks einzurichtende Überwachung der parkinternen und parknahen Flächen verstanden, für die das Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI) die Durchführungsrichtlinie "Seeraumbeobachtung Offshore-Windparks" (Stand: April 2014) erlassen hat. Vor dem Hintergrund, dass die WSV (Stand: 2019) für einen Großteil der in dieser Analyse untersuchten Flächen bereits im status quo die Maritime Verkehrssicherung (vgl. Kapitel 4.7) eingerichtet hat, kann in den genannten Fällen auf eine Beobachtung des ansonsten vorgeschriebenen Mindestüberwachungsbereiches von mindestens 12 sm um den Windpark herum verzichtet werden.

Diese Seeraumbeobachtung hat zum Ziel, "Kollisionen von Schiffen mit Anlagen des Windparks zu verhindern, indem drohende oder sich entwickelnde Gefahrenlagen rechtzeitig und zuverlässig, d.h. bereits im Entwicklungsstadium sicher erkannt, bewertet und entsprechende Handlungen daraus abgeleitet werden. Die Seeraumbeobachtung bildet damit die Grundlage sowohl für die Einleitung betrieblicher Maßnahmen zum Schutz des OWP und dort tätiger Personen und leistet gleichzeitig einen Beitrag für die Sicherheit des Schiffsverkehrs im Sinne einer risikomindernden Maßnahme."

Zum Zweck der Seeraumbeobachtung hat der Betreiber eine AIS-basierte Darstellung des Verkehrsgeschehens auf einer elektronischen Seekarte und eine UKW-Seefunk-basierte Kommunikation zu realisieren. Durchzuführen ist die Seeraumbeobachtung durch nautisches Personal bzw. u.U. durch zumindest nautisch geschultes Personal.

Ggf. kann die Seeraumbeobachtung auch im Rahmen einer Gemeinschaftslösung, d.h. in Form eines Zusammenschlusses mehrerer OWP-Betreiber im selben Verkehrsraum) umgesetzt werden. Einzelheiten sind der o.g. Richtlinie zu entnehmen.

### 6.3.9 Verkehrssicherungsfahrzeuge (Guard vessels) im Baugebiet

Der Begriff des "Verkehrssicherungsfahrzeugs" und die Anforderungen an selbiges werden ebenfalls in der von der GDWS erlassenen "Richtlinie Offshore- Anlagen zur Gewährleistung der Sicherheit und Leichtigkeit des Schiffsverkehrs" in ihrer aktuellen Version 3.0 vom Juli 2019 geregelt. Bzgl. des Verkehrssicherungsfahrzeuges beinhaltet die Richtlinie in Abschnitt 6.2.1 folgende Anforderungen:

Die Absicherung von Baustellen auf See durch Verkehrssicherungsfahrzeuge (Guard Vessels) ist international üblicher Standard und hat sich seit Jahrzehnten zum Schutz der Schifffahrt und der Baustellen bewährt. Anforderungen ergeben sich u. a. unter Berücksichtigung folgender Rahmenbedingungen:

- meteorologisch-hydrologische Rahmenbedingungen auf See
- Verkehrsfrequenz und -struktur in der Umgebung der Baustelle
- Art, Umfang und Dauer der Bautätigkeiten
- Grad der Manövrierbehinderung der eingesetzten Arbeitsfahrzeuge
- Ausmaß der möglichen Behinderung und/oder Gefährdung des Schiffsverkehrs durch die Bautätigkeiten
- Umfang des erforderlichen Überwachungsbereiches

**Im Einzelnen ist Folgendes zu beachten:**

- Die verkehrlichen Sicherungsaufgaben müssen bei den im Offshore-Bereich möglichen Wetter- und Seegangs Verhältnissen auch über einen längeren Zeitraum durchgeführt werden können. Für diesen Zweck eignen sich nur seegängige Fahrzeuge mit uneingeschränkter Fahrerlaubnis für das betreffende Seegebiet.
- Der schiffbaulich-sicherheitstechnische Zustand des Verkehrssicherungsfahrzeugs muss den Anforderungen der Dienststelle Schiffssicherheit der BG Verkehr entsprechen. Ausrüstung, Besatzung und Bevorratung müssen eine der vorgesehenen Bauzeit und den Anforderungen an die Verfügbarkeit entsprechende Aufenthaltsdauer im Baustellenbereich gewährleisten. Alle Verkehrssicherungsfahrzeuge (d.h. auch Fahrzeuge unter fremder Flagge) müssen dem unter Bundesflagge erforderlichen Sicherheitsstandard entsprechen.
- Jedes Verkehrssicherungsfahrzeug muss in der Lage sein, bei Bedarf anderen Fahrzeugen, die sich der Baustelle in gefährlicher Art und Weise annähern, entgegenfahren, mit diesen mithalten oder selbigen nacheilen zu können. Ein Verkehrssicherungsfahrzeug hat grundsätzlich eine Geschwindigkeit von mindestens 15kn durchs Wasser aufzuweisen. In Abhängigkeit von Seegebiet und Verkehr können hiervon im Einzelfall abweichende Geschwindigkeitsanforderungen festgelegt werden.
- Bei Arbeiten innerhalb des Verkehrstrennungsgebiets "Terschelling – German Bight" (z. B. Verlegen von Kabeln oder Rohrleitungen, etc.) ist die Verkehrssicherung aufgrund der dortigen Verkehrsstruktur (Verkehr schneller Containerschiffe etc.) durch ein 24 kn schnelles Verkehrssicherungsfahrzeug durchzuführen. Abhängig von der Verkehrsfrequenz und -struktur bzw. örtlichen Randbedingungen in der Umgebung des Vorhabens (z. B. bei Verlegearbeiten in sensiblen Verkehrsbereichen) kann im Einzelfall der Einsatz von zwei Verkehrssicherungsfahrzeugen erforderlich werden.
- Die navigatorisch-technische Ausrüstung muss geeignet sein, dass zum Zwecke der Verkehrserfassung und -sicherung erforderliche Verkehrslagebild sicher zu erstellen und auszuwerten. Das Verkehrssicherungsfahrzeug muss daher über –dem Stand der Technik entsprechende –Ausrüstung zur Detektion, Identifikation und Kommunikation von/mit anderen Fahrzeugen verfügen, insbesondere:
  - Zwei Radargeräte, davon muss mindestens eines mit ARPA-Funktionalität ausgestattet sein
  - Zwei durchstimmbare UKW-Sprechfunkgeräte mit GMDSS-Funktionalität

- Ein AIS-Gerät Class "A", die Darstellung der empfangenen AIS-Signale hat bordseitig auf Basis einer elektronischen Seekarte und in Verbindung mit einem Radarsichtgerät zu erfolgen.
- Die Funktionsfähigkeit der Geräte ist durch Wartungsnachweise (nicht älter als 12 Monate) einer vom Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie anerkannten Servicestelle nachzuweisen. Die Reichweite der Geräte muss ausreichen, um jederzeit den gesamten Überwachungsbereich abzudecken.
- Gefahrensituationen und mögliche Konsequenzen müssen belastbar eingeschätzt und Sicherungs- oder Notmaßnahmen sicher beurteilt werden können. Jedes Verkehrssicherungsfahrzeug ist mit einer ausreichenden Anzahl geeigneter nautischer Patentinhaber nach STCW 95, Regel II/2 zu besetzen, um eine durchgängige (24 h/365 d) Überwachung des umgebenden Verkehrs mindestens im Zweiwachensystem zu gewährleisten. Das zur Überwachung eingesetzte Personal muss im nautisch-verkehrlichen Bereich über ausreichende englische Sprachkenntnisse (Standard Marine Communication Phrases der IMO (SMCP)) verfügen.

### 6.3.10 Verfügbarkeit von hoheitlichen Notschleppern

Die Bundesrepublik Deutschland hat ein Notschleppkonzept erarbeitet und umgesetzt, mit dem zusätzlich zu den eigenen Mehrzweckschiffen insgesamt vier private Notschlepper gechartert wurden. In der Nordsee ist der Hochseeschlepper Nordic im Einsatz. In der Ostsee sind Notschlepper an den neuralgischen Verkehrsknotenpunkten stationiert.

Die Bemessung der Ausrüstung und Pfahlzugkapazität der Notschlepper erfolgte anhand ausgewählter Bemessungsschiffe im jeweiligen Bereich. Für die Nordsee ist das Bemessungsschiff ein Containerschiff mit einer Stellplatzkapazität von ca. 13.000 TEU (entspricht der sog. E-Klasse der Reederei Maersk) und für die Ostsee ein Tankschiff von etwa 135.000 tdw. Das Bemessungsschiff soll durch den bzw. die Notschlepper (im Tandem Tow) bei einer Windstärke von 9 Beaufort gehalten werden können, um ein weiteres Verdriften zu verhindern.

Erläuternd möchten die Verfasser auf die innerhalb des Notschleppkonzeptes verwendeten Begriffe des reinen Notschleppers und der sogenannten Mehrzweckfahrzeuge hinweisen:

- Während der Notschlepper ausschließlich für Schleppaufgaben vorgesehen sind, erfüllen die Mehrzweckfahrzeuge neben ihrer Aufgabe als Notschlepper auch andere Tätigkeiten, unter anderem z.B. das Tonnenlegen, die Wartung von Seezeichen, die Schiffsbrandbekämpfung etc.. Ab einer amtlich vorhergesagten Windstärke von 8 Bft nehmen all diese Schiffe jedoch eine definierte Seeposition ein, um ausschließlich für etwaige Einsätze als Notschlepper in Bereitschaft zu stehen.
- Die in dem Notschleppkonzept vorgesehenen Bereitschafts- und Sturmpositionen bzw. Liegeplätze orientieren sich an den potentiell kritischen Verkehrsschwerpunkten in Nord- und Ostsee.

Für den Bereich der Nordsee kann somit auf drei Notschlepper zurückgegriffen werden. Dabei beziehen die bundeseigenen Mehrzweckfahrzeuge "Mellum" und "Neuwerk" sowie der gecharterte Schlepper "Nordic" ab einer Windstärke von 8 Bft in der Nordsee exponierte Bereitschaftspositionen.

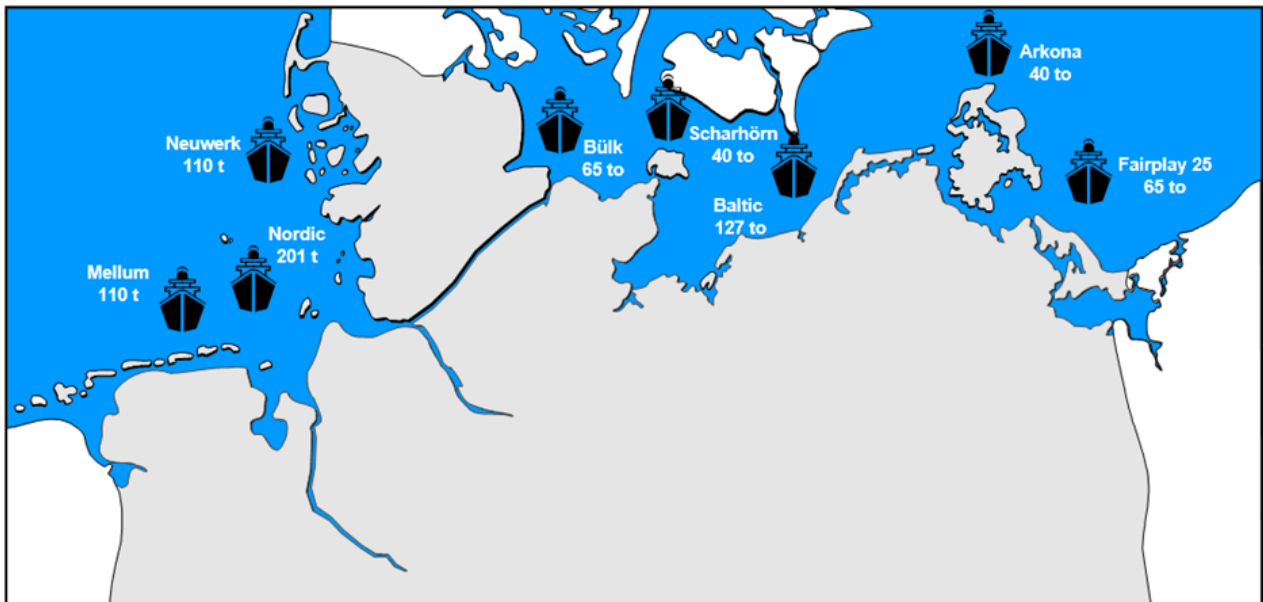
Darüber hinaus existiert eine Vereinbarung zwischen der Bundesrepublik Deutschland und dem Königreich der Niederlande über die gegenseitige Hilfe auf dem Gebiet der Notschleppkapazitäten, die

die bilaterale Unterstützung und Ergänzung im Bereich des Notschleppens (z.B. bei Ausfall eines Notschleppers) regelt.

Für den Bereich der Ostsee werden die "Scharhörn" sowie die "Arkona" als bundeseigene Mehrzweckfahrzeuge eingesetzt. Darüber hinaus hat der Bund drei weitere private Notschlepper gechartert, die in Kiel, Warnemünde und Saßnitz stationiert sind.

In der nachfolgenden Abbildung ist die grundsätzliche Verteilung der Notschlepper auf ihren Bereitschaftspositionen dargestellt, wobei die Mehrzweckfahrzeuge aufgrund ihres Einsatzkonzeptes keine eigentliche Bereitschaftsposition besitzen, sondern nur bei Wetterlagen ab 8 Bft ihre jeweilige Sturmposition einnehmen.

In Abbildung 6-3 ist die grundsätzliche Verteilung der Notschlepper auf ihren Bereitschaftspositionen dargestellt. Der Notschlepper „NORDIC“ wurde Anfang 2019 auf eine neue Sturmposition verlegt. Diese liegt 5sm südöstlich von Helgoland.



**Abbildung 6-3: Prinzipielle Darstellung der Bereitschaftspositionen**

Über die *Mitnutzung* staatlicher Notschleppkapazitäten hinaus kann die Realisierung zusätzlicher risikomindernder Maßnahmen dann als notwendig erachtet werden, wenn die von der Arbeitsgruppe "Genehmigungsrelevante Richtwerte" des BMVI festgelegten gesellschaftlichen Akzeptanzgrenzwerte trotz der zuvor bereits ergriffenen Schutzmaßnahmen nicht mehr eingehalten werden können. Diese Grenzwerte reflektieren auf die Eintrittswahrscheinlichkeit einer Kollision zwischen Schiff und Windenergieanlage(n).

Eine wesentliche Maßnahme dafür kann die Gestellung zusätzlicher Schleppkapazität(en) vor Ort durch den OWP-Betreiber selbst sein, um die Wirksamkeit des risikomindernden Faktors "Notschleppen" infolge kurzer Anreisewege und -zeiten weiter zu erhöhen.

Aus derzeitiger Sicht ist im Rahmen nur der qualitativen Analyse ein solcher Bedarf nicht erkannt worden. Infolge der Konzeptfortschreibung kann zukünftig die Formulierung einer entsprechenden Anforderung nicht ausgeschlossen werden. Die Quantifizierungen der statistisch zu erwartenden Kollisionswiederholperioden der betrachteten Flächen berücksichtigen bereits teilweise einen in Zukunft betreiberseitig zur Verfügung zu stellenden Schlepper.

## 7 GRUNDLAGEN DER QUANTITATIVEN RISIKOBERECHNUNG

Für die quantitativen Analysen werden die im Anhang A genannten Grundlagen und Methoden verwendet. Neben den im Jahr 2004 zwischen unterschiedlichen Gutachtern harmonisierten Annahmen (Kapitel 7.2) werden weitergehende Annahmen für die Wirkung risikomindernder Maßnahmen /4/ entsprechend der im Jahr 2008 in einer BMVBS-Arbeitsgruppe abgestimmten Wirkung berücksichtigt. Diese werden im folgenden Abschnitt näher beschrieben.

Für die Berechnung der Kollisionen von manövrierunfähigen Schiffen mit Installationen von Windparks wurde in der Berechnungssoftware ein realitätsnahes Tidenströmungsmodell verwendet, das die Strömungswechsel im zeitlichen Verlauf eines Tidenprogresses realistischer berücksichtigt. Im jeweiligen Abschnitt der quantitativen Flächenvoruntersuchungen sind die Aufstellmuster der jeweiligen den Untersuchungen zugrunde gelegten Windparks mit der angenommenen Kumulativlage dargestellt. Die an die Aufstellmuster angepassten Schiffsrouten werden in Kapitel 7.1 erläutert. Die Abschnitte 5.1 und 5.2 beinhalten Angaben zu den in der Simulationssoftware implementierten und verwendeten Klima- und Wetterbedingungen.

In den folgenden Abschnitten werden die Ergebnisse der quantitativen Risikoanalyse der relevanten Flächen zusammengefasst. Zu Grunde liegen die erstellten modellhaften Aufstellmuster, sowie die Aufstellmuster der Bestandwindparks. Die berücksichtigten Flächen stellen jeweils die Kumulativlage zum Zeitpunkt der abgeschlossenen Errichtung in einem Radius von 20 Seemeilen dar.

Die Berechnungen werden unter Berücksichtigung der im Herbst 2004 für derartige Risikoanalysen harmonisierten Annahmen /3/ sowie der in 2008 in einer BMVBS-Arbeitsgruppe abgestimmten Wirkung risikomindernder Maßnahmen /4/ durchgeführt.

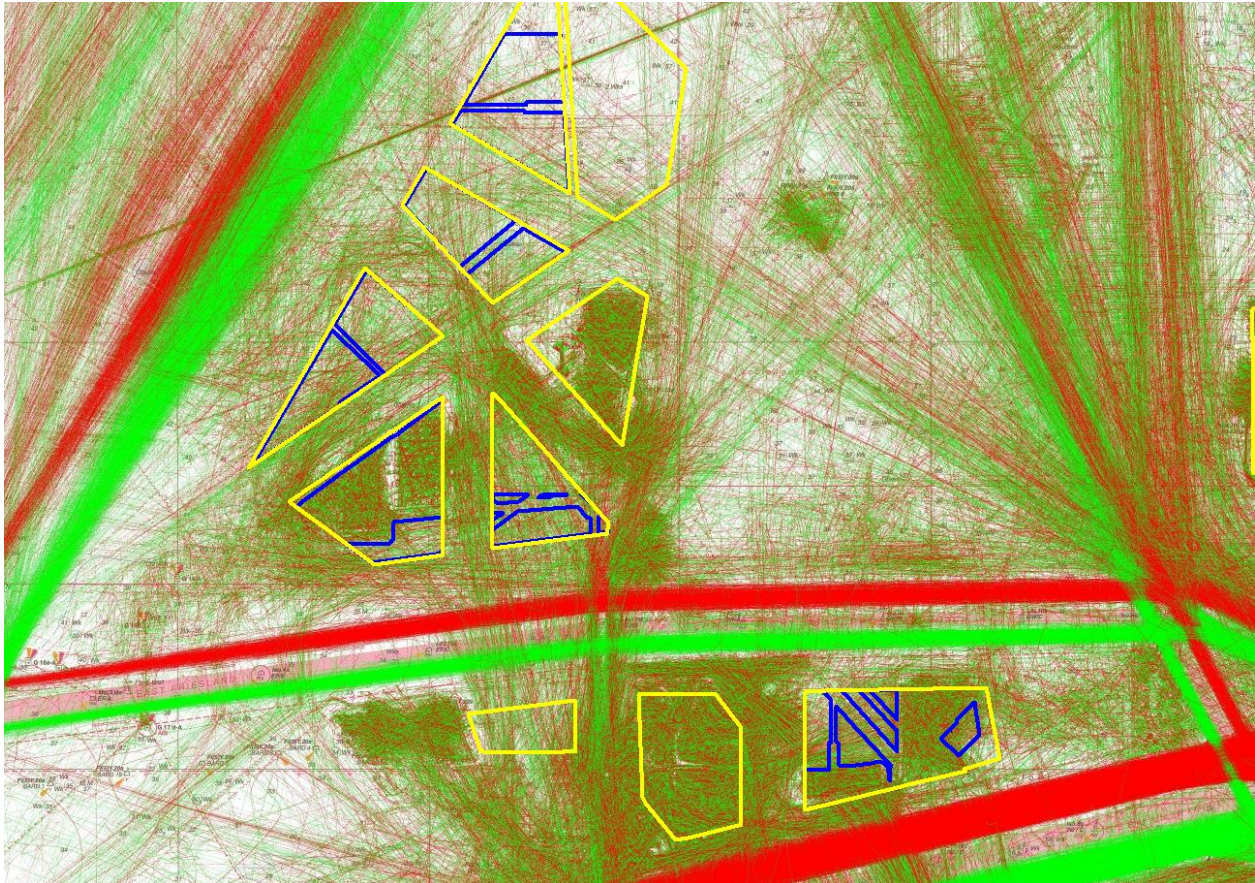
Für jede der untersuchten Flächen wird in den folgenden Kapiteln folgende Ergebnisse ermittelt:

- Ermittlung der statistisch zu erwartenden Kollisionshäufigkeiten für die kumulative Betrachtung, unter Berücksichtigung von AIS-Geräten am Windpark, einer Verkehrsüberwachung/Seeraumbeobachtung mit vollständiger Auswertung (Variante 1 oder 3) und vorhandener bzw. bereits anderweitig angeordneter Notschleppkapazitäten (z.B. den hoheitlichen Notschlepper „Nordic“ bzw. den betreiberseitigen 70 t - Schlepper). Die Verkehrsdatenbasis bildet das Jahr 2018.
- Ermittlung der statistisch zu erwartenden, bei einer Kollision austretenden Schadstoffmengen (Ladungsöl und Brennstoff).
- Eine Einstufung des berechneten Risikos als Produkt der Kollisionshäufigkeit und der zu erwartenden austretenden Schadstoffmengen in die Risikoprioritätszahl (RPZ) nach dem BSH-Standard „Konstruktive Ausführung von Offshore-Windenergieanlagen “



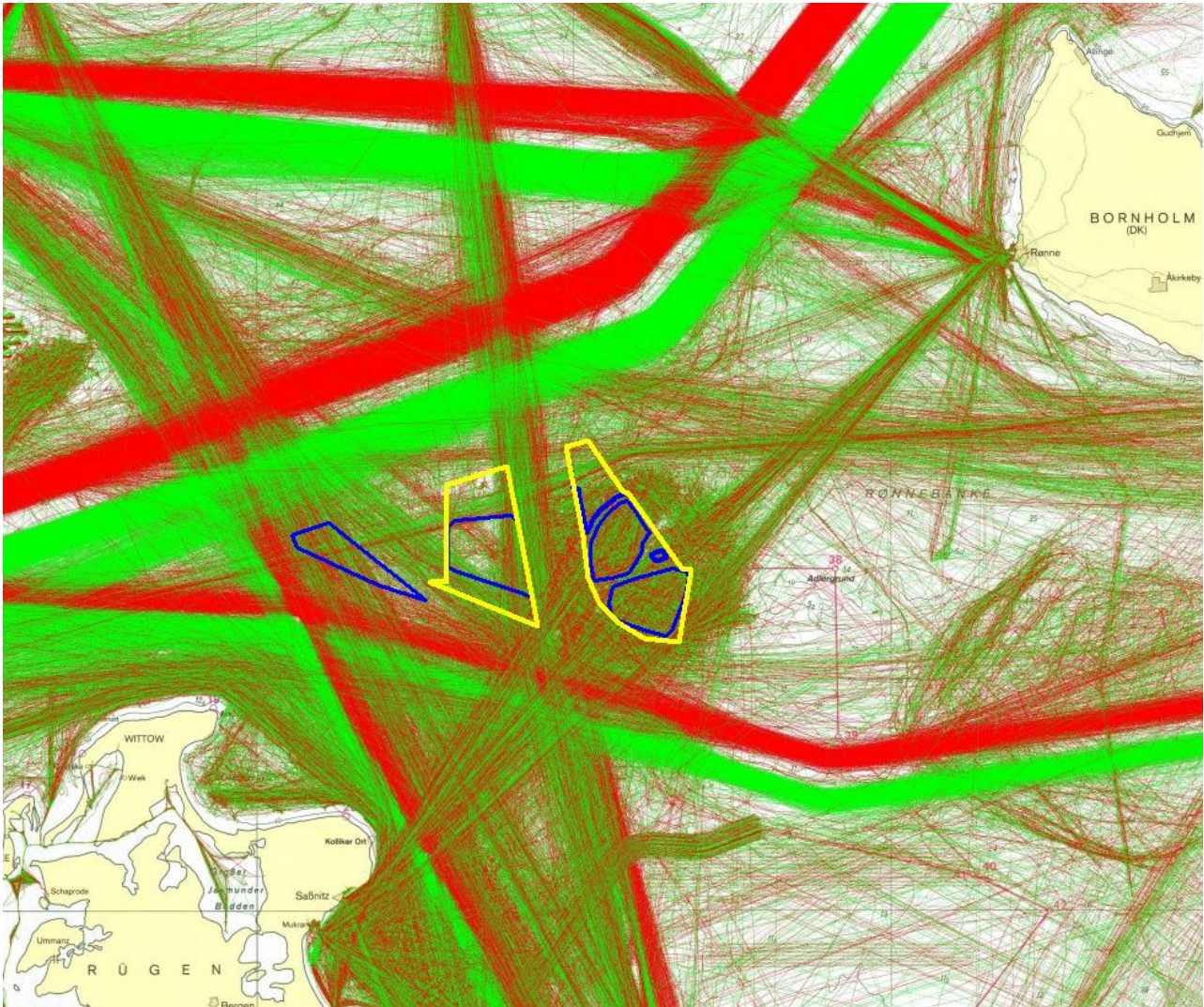
## 7.1 Schifffahrtsrouten

Als Datenbasis wurden Informationen aus Auswertungen von AIS-Daten des Jahres 2018 herangezogen. Die hierbei verwendeten AIS-Daten wurden von der WSV zur Verfügung gestellt. Dabei wurde der Schiffsverkehr über 120 Tage verteilt über das Jahr 2018 für Nord- und Ostsee ausgewertet. In den folgenden Abbildungen (Abbildung 7-1 und Abbildung 7-2) sind die Positionsinformationen der Schiffe in Form von Tracks (rot – westgehende Schiffe, grün – ostgehende Schiffe) dargestellt.



**Abbildung 7-1: Nordsee, AIS Tracks 120 Tage des Jahres 2018 (grün: ostgehender Verkehr; rot: westgehender Verkehr)**

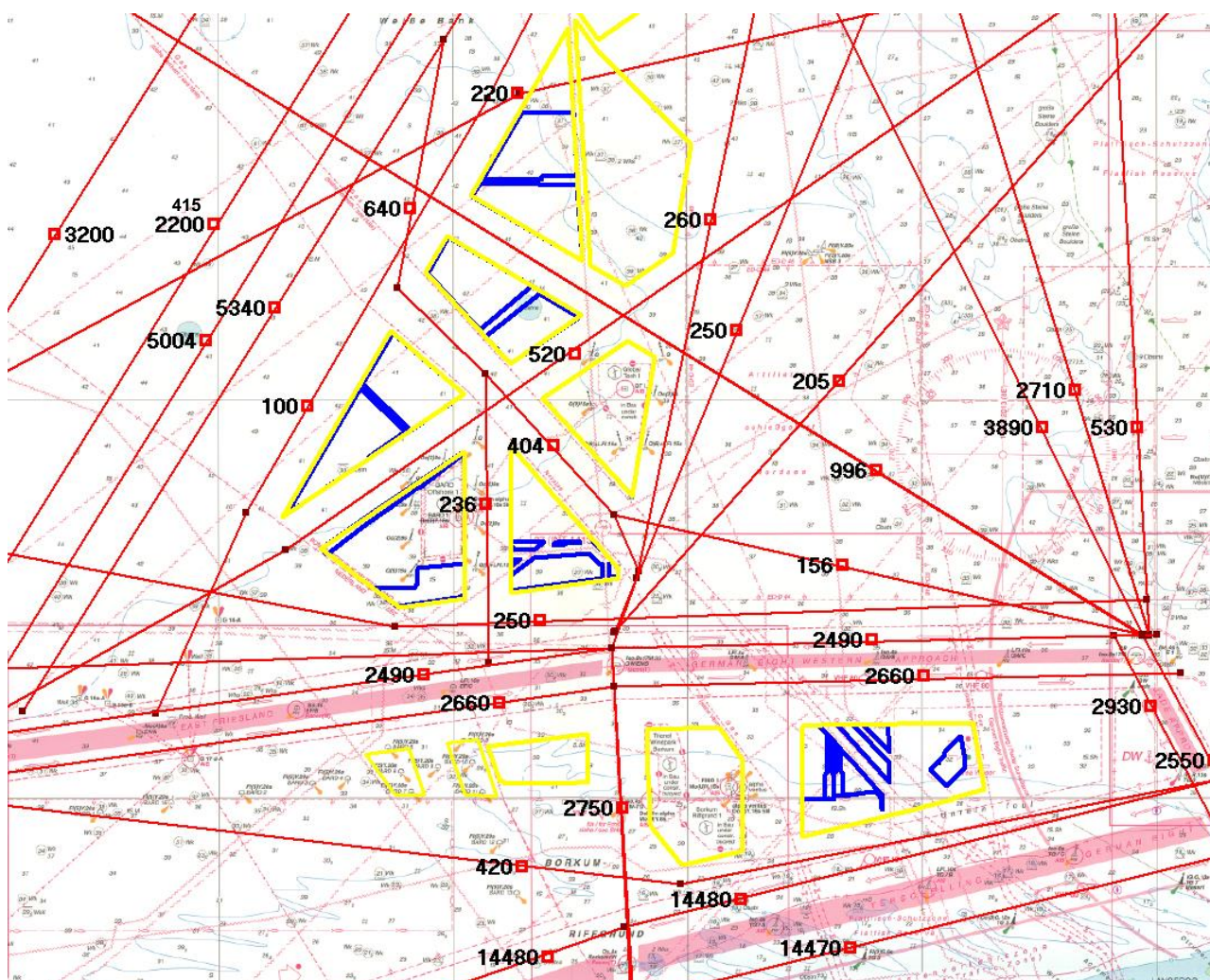




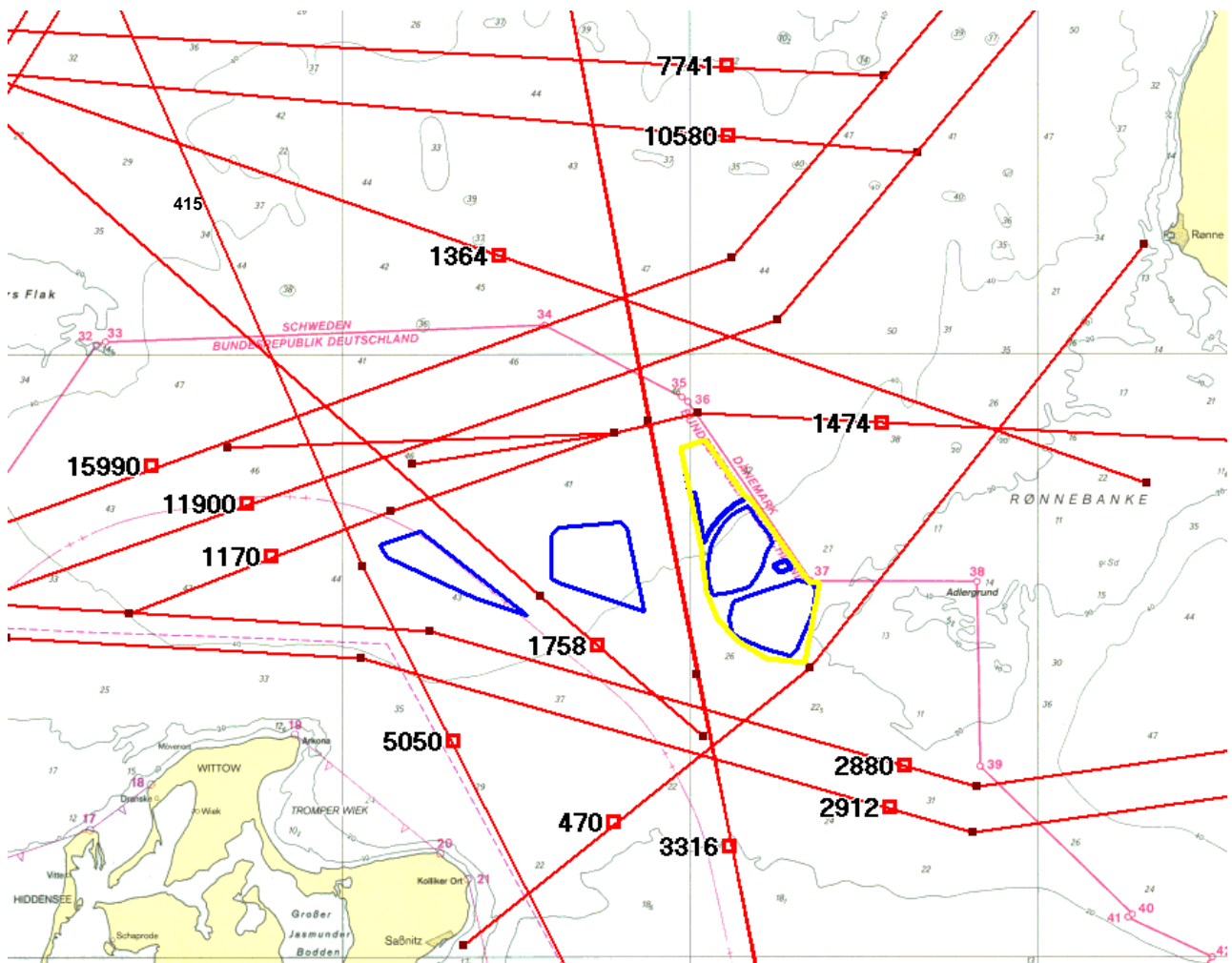
**Abbildung 7-2: Ostsee, AIS Tracks 120 Tage des Jahres 2018 (grün: ostgehender Verkehr; rot: westgehender Verkehr)**



Die identifizierten Schiffsrouten im Bereich der Windparkplanungen sind unter Berücksichtigung der Offshore-Windparks in Abbildung 7-3 für die Nordsee und in Abbildung 7-4 für die Ostsee dargestellt. Dabei sind die Routenführungen mit den jährlichen Schiffsbewegungen sowie die bei in der Flächenvoruntersuchung berücksichtigten Flächen eingezeichnet.



**Abbildung 7-3: Nordsee, Schiffsrouten mit Schiffszahlen unter Berücksichtigung der untersuchten Windparkflächen**



**Abbildung 7-4: Ostsee, Schiffsrouten mit Schiffszahlen unter Berücksichtigung der untersuchten Windparkflächen**

## 7.2 Harmonisierte Annahmen (Quantitative Analysen)

Im Auftrag vom BMVBW wurde vom BSH eine Harmonisierung der Annahmen zwischen den unterschiedlichen Gutachtern für die Erstellung von Risikoanalysen zum Kollisionsrisiko mit Installationen von Offshore-Windparks veranlasst.

Zwischen den Gutachtern des Germanischen Lloyd, DNV und MARIN wurde Ende 2004 eine Harmonisierung von Annahmen vorgenommen. Im Einzelnen wurden gemeinsame Grundannahmen für die Szenarien mit manövrierfähigen und manövrierunfähigen Schiffen vereinbart, die eine Vergleichbarkeit der Ergebnisse der unterschiedlichen Gutachter gewährleisten sollen. Detaillierte Angaben hierzu sind im Bericht zur Harmonisierung /3/ zu finden.

Durch die harmonisierten Annahmen wurden hauptsächlich folgende Parameter vereinheitlicht:

### Allgemeine Daten:

- Zur bisherigen Lateralverteilung der Schiffe auf den einzelnen Schiffsrouten durch eine Gauß-Verteilung wurde eine zusätzliche gleichförmige Verteilung mit einem Anteil von 2% der Schiffe angenommen, um die Sensibilität zu reduzieren. Dabei reduziert sich der Anteil der Schiffe, die durch die Gauß-Verteilung betrachtet werden, auf 98%.

### Szenario mit manövrierfähigen Schiffen

- Ein Causation Factor (Wahrscheinlichkeit  $P_{fm,k}$  von nicht erfolgten Maßnahmen zur Kursänderung) von  $3,0 \cdot 10^{-4}$  wurde gemeinsam vereinbart (vgl. Anhang A Abs. A.2.1).
- Die effektive Kollisionsbreite wurde mit dem 1,2-fachen der Schiffsbreite zzgl. des Durchmessers des Hindernisses festgelegt.

### Szenario mit manövrierunfähigen Schiffen

- Die Ausfallrate der Antriebs- und Ruderanlage wurde mit  $2,5 \cdot 10^{-4}$  pro Stunde festgelegt.
- Des Weiteren wurden Anpassungen an den Versagenswahrscheinlichkeiten von einer Notankerung und von Reparaturmaßnahmen vorgenommen.

## 7.3 Aufstellmuster der betrachteten Windparks

Die Aufstellungsmuster der geplanten Windparks wurden mit Hilfe eines halb-automatischen Verfahrens erstellt. Die im folgenden beschriebenen Randbedingungen wurden dem Flächenentwicklungsplan /1/ entnommen oder direkt mit dem BSH abgestimmt: Jede WEA wird mit einer Nennleistung von 9,0 MW angenommen. Um die Anzahl der WEAs je Fläche zu bestimmen wurde die ermittelte Leistungsdichte zu Grunde gelegt, die wiederum auf der im FEP definierten korrigierten Leistungsdichte basiert. Die Anpassung (Reduzierung) der Leistung aufgrund Plausibilisierung (siehe /1/) wurde unter konservativen Gesichtspunkten nicht berücksichtigt. Somit wurde bei der Entwicklung der modellhaften Aufstellungsmuster im Vergleich zu den Leistungsangaben aus Tabelle 3.1 teilweise höhere Angaben berücksichtigt.

Die Koordinaten der einzelnen WEAs befinden sich innerhalb der definierten Flächen. Dabei wurde die äußere Begrenzung der Fläche ebenfalls als möglicher Aufstellort einer WEA angenommen. Da die Grenzen der Flächen in vielen Fällen mit den Grenzen der definierten Gebiete zusammenfallen, ist es somit auch möglich, dass sich die Aufstellorte auch auf der Begrenzung der Gebiete befinden. Um eine möglichst gute Ausnutzung der Flächen zu erzielen, wurden die Aufstellungsmustern oftmals sogar so gewählt, dass sich die äußeren WEAs direkt auf der Grenze befinden. Die Flächen wurden im Vorfeld bereits so gewählt, dass alle minimalen Abstände zu bestehenden und geplanten Kabel-, Rohr- und sonstigen Leitungen, sowie zu angrenzenden Vorrang- bzw. Vorbehaltsgebieten für die Schifffahrt eingehalten werden.

Im Weiteren wurde versucht, die ermittelte Anzahl der WEAs je Fläche möglichst gleichmäßig auf der Fläche zu verteilen. Dadurch wird ein möglichst effizientes und realitätsnahes Aufstellungsmuster erreicht. Lokale Effekte, wie die Bodenbeschaffenheit sowie eine finale wind-optimierte Aufstellung konnten allerdings zu diesem frühen Stand nicht berücksichtigt werden.

Alle gewählten Parameter je Fläche, sowie die sich daraus ergebenden mittleren Abstände zwischen den WEAs sind in Tabelle 7-1 dargestellt.

**Tabelle 7-1: Gewählte Parameter für die zu untersuchenden Flächen**

<b>Flächen- bezeichnung</b>	<b>Voraussichtlich zu installierende Leistung [MW]</b>	<b>Gewählte Anzahl von WEAs</b>	<b>Resultierende Leistung [MW]</b>	<b>Mittlerer Abstand [m]</b>
<b>N-3.5</b>	420	47	423	ca. 800
<b>N-3.6</b>	480	55	495	900-1100
<b>N-3.7</b>	280	31	279	ca. 1000
<b>N-3.8</b>	440	49	441	ca. 900
<b>N-6.6</b>	630	70	630	790-890
<b>N-6.7</b>	470	53	477	ca. 750
<b>N-7.2</b>	940	105	945	ca. 820
<b>N-9.1</b>	1000	112	1008	ca. 950
<b>N-9.2</b>	1000	112	1008	900-1000
<b>N-10.1</b>	1000	112	1008	ca. 950
<b>N-10.2</b>	700	78	702	ca. 950
<b>N-12.1</b>	1000	112	1008	ca. 930
<b>N-12.2</b>	812	91	819	ca. 1050
<b>O-1.3</b>	420	47	423	760-980

In den jeweiligen Abschnitten sind die Aufstellmuster der betrachteten bzw. berücksichtigten Flächen dargestellt. Für den jeweiligen modellierten Windpark wurde ein Fundament mit einem kollisionsrelevanten Durchmesser von 23,0 m berücksichtigt. Sollten spätere Planungen für einen Windpark auf dieser Fläche kleinere Fundamente verwirklicht werden, so ist tendenziell mit einer geringfügigen Verbesserung der statistisch zu erwartenden Kollisionshäufigkeiten zu rechnen.



Die Aufstellungsmuster und kollisionsrelevanten Fundamentdurchmesser der Bestandwindparks wurden vom BSH zur Verfügung gestellt und in den Berechnungen berücksichtigt.

Für sämtliche Anlagen wird aufgrund der Forderungen der Planfeststellungsbehörde eine kollisionsfreundliche Konstruktion der Fundamente angenommen. Dies gilt sowohl für die genehmigten, für die im Planfeststellungsverfahren befindlichen Windparks und die hier betrachteten geplanten Flächen. Ebenfalls wurden die Umspannwerke der jeweilig betrachteten Fläche/einzelnen OWPs in der Berechnung berücksichtigt.

Die berücksichtigten Windparks stellen die Kumulativlage zum Zeitpunkt der abgeschlossenen Errichtung der jeweiligen Flächen in einem Radius von 20 Seemeilen dar.

## 7.4 Risikomindernde Maßnahmen (Quantitative Analyse)

Als risikomindernde Maßnahmen werden die Installation von AIS-Geräten an den Installationen der Windparks, Verkehrsüberwachung/Seeraumbeobachtung und die Wirksamkeit von Schleppern betrachtet.

Wobei die Ausrüstung des jeweiligen Windparks mit AIS-Geräten, die hoheitlichen Notschlepper, sowie ein niederländischer Schlepper mit 130 t Pflanzug auf Bereitschaftsposition in Den Helder („Guardian“) als vorhandene Maßnahmen angenommen werden /5/.

Als zusätzliche Maßnahme können unterschiedliche Varianten einer Verkehrsüberwachung/Seeraumbeobachtung vorgesehen werden. Hierdurch können auf Kollisionskurs fahrende Schiffe erkannt, identifiziert und ggf. gewarnt werden. Als weitere zusätzliche Maßnahme können betreiberseitig vorgehaltene Schlepper in die Berechnung einbezogen werden.

### 7.4.1 AIS - Automatic Identification System (AtoN)

AIS ermöglicht der Schiffsführung das rechtzeitige Erkennen eines Kollisionskurses mit anderen Schiffen oder Offshore-Einrichtungen, die mit AIS ausgerüstet sind. Die Warnung erfolgt durch das jeweilige an Bord befindliche AIS-Gerät. Das Kollisionsrisiko manövrierfähiger Schiffe kann somit durch den Einsatz von AIS reduziert werden (Tabelle 7-2). Seit Anfang 2005 gilt für alle Schiffe auf internationaler Fahrt größer 300 BRZ die AIS-Ausrüstungspflicht.

Solange keine Erkenntnisse durch empirische Daten oder detaillierte analytische Modelle vorliegen, wird ein konservativer Wert als Faktor der Wirksamkeit von 1,25 angenommen /3/.

**Tabelle 7-2: Risikoreduzierungen aufgrund der Wirkung von AIS Geräten am Windpark**

Szenario	angesetzte Wirkung
Kollision manövrierfähiger Schiffe mit Installationen der Windparks	Faktor
<b>ohne</b> AIS	1,00
<b>mit</b> AIS	1,25

### 7.4.2 Verkehrsüberwachung und Seeraumbeobachtung

Eine weitere Verminderung der Risiken kann durch die Einbeziehung einer Seeraumbeobachtung seitens des Betreibers oder einer Verkehrsüberwachung durch staatliche Stellen erzielt werden. Ziel der Seeraumbeobachtung und Verkehrsüberwachung ist es, Schiffe zu erkennen und zu identifizieren, die einen Kurs auf die Sicherheitszone haben oder sich auf Kollisionskurs mit dem Windpark befinden, und diese zu warnen sowie gegebenenfalls Navigationshinweise oder Navigationsanweisungen zu geben.

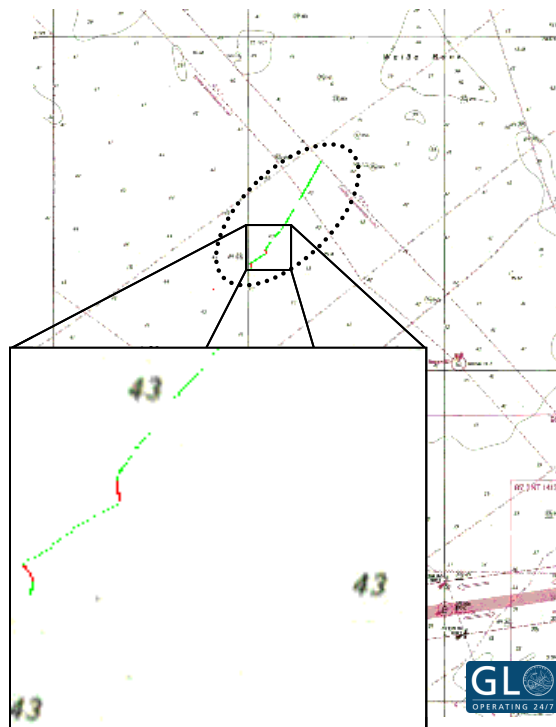
#### 7.4.2.1 Wirkung auf manövrierunfähige Schiffe

Durch eine Verkehrsüberwachung können in Richtung Windpark driftende manövrierunfähige Schiffe erkannt, identifiziert und gezielt angesprochen, sowie gegebenenfalls Rettungsmaßnahmen eingeleitet werden. Ein solcher Vorgang wird durch die technischen Mittel AIS und Radar unterstützt. Dabei hat der Aufwand bei der Realisierung solcher Maßnahmen einen entscheidenden Einfluss auf die Wirksamkeit. Weiterhin sind der Schulungsgrad und die Anzahl der involvierten Personen von zentraler Wichtigkeit.

Durch eine AIS-Überwachung können mit sehr hoher Wahrscheinlichkeit Schiffe erkannt werden, die durch einen Ausfall der Maschinenanlage oder andere Ereignisse manövrierunfähig werden. Dabei werden Schiffe erfasst, die mit einem AIS-Gerät ausgerüstet sind und AIS-Daten senden. Aufgrund der Ausrüstungspflicht seit Anfang 2005 ist die Mehrzahl der im Seegebiet des OWP fahrenden Schiffe mit AIS-Geräten ausgerüstet. In dem Forschungs- und Entwicklungsvorhaben SAFESHIP /17/ wurde pessimistisch eine Ausrüstung und die Sendung der AIS-Daten bei 90% aller Schiffe angenommen. Inzwischen ist mit einem deutlich über diesem Wert liegenden Anteil zu rechnen.

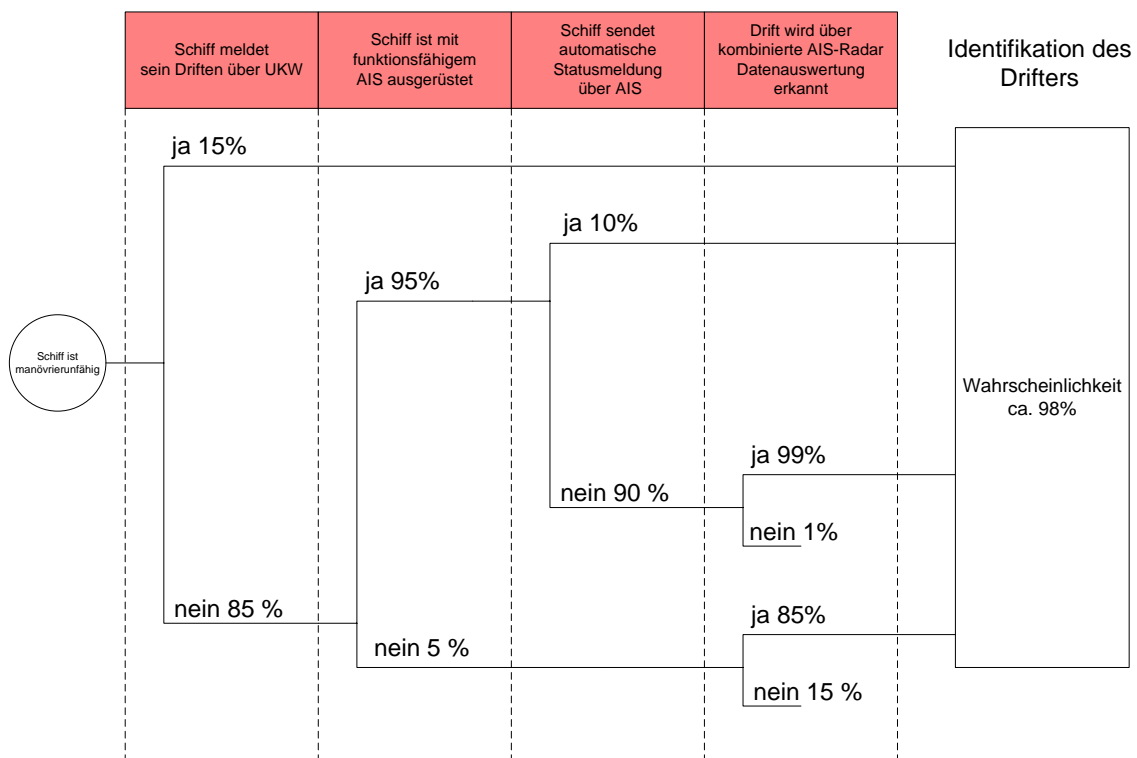
Sofern das manövrierunfähige Schiff sein Driften nicht selbst meldet, kann über verschiedene AIS- und Radar-Auswertungsmethoden eine Identifikation erfolgen. Dabei bietet AIS gegenüber Radar den Vorteil, dass neben GPS gestützten Positions-, Lage- und Geschwindigkeitsdaten auch schiffsspezifische Daten und Statusmeldungen übertragen werden. Der Informationsgehalt von Radar ist zwar geringer, jedoch besteht hier der Vorteil, dass das Signal vom Schiff selbst unabhängig ist. Die höchste Wahrscheinlichkeit der Erkennung ist über eine Kombination von AIS und Radar zu erreichen.

Softwarealgorithmen, mit denen sich driftende Schiffe erkennen lassen, sind derzeit in der Entwicklung. Untersuchungen des GL deuten auf eine nahezu sichere Erkennung von driftenden Schiffen über AIS hin. Zum einen kann das AIS Gerät an Bord durch eine Statusmeldung (z.B. „not under command“ oder „restricted ability to manoeuvre“) auf ein Driften aufmerksam machen, zum anderen ist ein Erkennen durch Auswertung der Positionsmeldungen möglich. Letzteres ist durch ein Feststellen einer Differenz zwischen Kurs und Ausrichtung des Schiffes („course over ground“ und „heading“) und über komplexere Auswertung der zeitlichen Änderung verschiedener AIS-Parameter („speed over ground“, „course over ground“, „heading“) zu erreichen. Beispielhaft ist in Abbildung 7-5 die Spur eines über AIS-Auswertung identifizierten Drifters dargestellt.



**Abbildung 7-5: Driftweg eines über AIS-Auswertung identifizierten driftenden Schiffes**

Durch einen Ereignisbaum, der die jeweiligen Teilwahrscheinlichkeiten für verschiedene Arten der Identifikation enthält, lässt sich eine Gesamtwahrscheinlichkeit für das Erkennen eines driftenden Schiffes durch eine Verkehrsüberwachung ermitteln, siehe Abbildung 7-6. Bei Annahme konservativer Werte kann davon ausgegangen werden, dass ca. 98% aller manövrierunfähigen Schiffe identifiziert werden können. Über den in Abbildung 7-6 dargestellten Ereignisbaum wird eine Erkennung des manövrierunfähigen Schiffes in 98% aller Fälle errechnet.



**Abbildung 7-6: Ereignisbaum zur Identifikation driftender Schiffe durch Verkehrsüberwachung**

Bei Verfolgung der Driftbewegung der erkannten manövrierunfähigen Schiffe sowie einer Kommunikation mit dem driftenden Schiff kann ein Gefährdungspotential durch das jeweilig driftende Schiff abgeschätzt werden. Für die Beurteilung der risikomindernden Wirkung einer Verkehrsüberwachung auf Kollisionen manövrierunfähiger Schiffe mit Installationen der Windparks sind im Weiteren die Wirksamkeit der kommunikativen Unterstützung durch Verkehrsüberwachung und Bergungsmaßnahmen zu betrachten.

Kommunikative Unterstützung durch nautisch geschultes Personal kann zu einer Verminderung des Kollisionsrisikos führen. Dabei ist die Bereitstellung von Hinweisen zum gezielten Einsetzen von eventuell noch vorhandenen Bordmitteln, wie beispielsweise Bugstrahlruder, Ruderstellung oder Anker zur Beeinflussung der Drift zu nennen; hinzu kommt der psychologische Effekt der Beratung, der zu einer positiven Veränderung der Lage des Havaristen beitragen kann. Da dieser Effekt schwer zu quantifizieren ist, wird hier zunächst pessimistisch von einem Faktor 1,1 ausgegangen. Das heißt, in etwa 10% aller identifizierten Fälle kann eine Kollision zwischen manövrierunfähigen Schiffen und Windenergieanlagen durch kommunikative Mittel verhindert werden.

#### 7.4.2.2 Wirkung auf manövrierfähige Schiffe

Für die Betrachtung und Quantifizierung der Maßnahmen der Verkehrsüberwachung/ Seeraumbeobachtung auf manövrierfähige Schiffe werden im Folgenden drei verschiedene Varianten unterschieden, die sich bezüglich ihrer Ausrüstung, Konzeption und Wirksamkeit unterscheiden.

##### Variante 1: Vollständige Verkehrsüberwachung - Seeraumbeobachtung

Eine vollständige Überwachung und Beobachtung schließt alle Maßnahmen der maritimen Verkehrssicherung ein. Dies beinhaltet eine permanente (manuelle) Beobachtung des Schiffsverkehrs durch ausgebildete Nautiker sowohl mit Hilfe von AIS, als auch mit Hilfe von Radar. Eine Quantifizierung der Wirksamkeit ist auf Grund der unterschiedlichen Ausrüstung der Schiffe und der jeweiligen nautischen Gegebenheiten des betrachteten Seeraums schwierig. Die Studien /18/ und /19/ geben für die Vergangenheit eine Spanne der Reduzierung der Kollisionshäufigkeiten von Faktor 2 bis 10 an. Es

wird erwartet, dass sich die Wirksamkeit auf Grund der ständig fortschreitenden technischen Ausrüstung der Schiffe eher reduziert hat. Andererseits wird jedoch erwartet, dass sich die Möglichkeit einer gezielten Identifikation einzelner Schiffe durch AIS in Verbindung mit einer Seeraumbeobachtung positiv auswirkt /20/. Basierend auf Ergebnissen eines vom Germanischen Lloyd, MARIN und der Technical University of Denmark durchgeführten Forschungsprojektes /17/ wurde ein risikomindernder Faktor von 4,33 für eine umfassende Verkehrsüberwachung/Seeraumbeobachtung quantifiziert. Im Rahmen der Harmonisierung der Annahmen unterschiedlicher Gutachter wurde ein Faktor von 4 vereinbart /3/.

### **Variante 2: Automatische Überwachung/Beobachtung mit manueller Option**

Grundlage der Variante 2 ist die ständige automatische Auswertung aller mit AIS ausgerüsteten Fahrzeuge. Parallel dazu erfolgt in regelmäßigen Abständen eine manuelle Auswertung. Werden Grenzparameter überschritten, das heißt, befindet sich beispielsweise ein Schiff in einem definierten Abstand auf Kollisionskurs mit dem Windpark, erfolgt in jedem Fall eine automatische Alarmierung/Warnung und eine weitere manuelle Überwachung/Beobachtung der entsprechenden Fahrzeuge durch Nautiker. Bei Identifikation eines Schiffes kann versucht werden, den potentiellen Kollisionsgegner rechtzeitig über Funk oder Satellitentelefon zu warnen. Für die hier vorgeschlagene automatische Beobachtung mit Hilfe von AIS-Signalen und einer zusätzlichen manuellen Beobachtung der in der Umgebung des Windparks fahrenden Schiffe ist ein geringerer Faktor als 4 anzusetzen, da einerseits nur AIS-Daten verwendet werden und andererseits teilweise eine automatische Beobachtung stattfindet. Mit diesen Einschränkungen gegenüber einer umfassenden Verkehrsüberwachung/Seeraumbeobachtung mit einer zusätzlichen Radarüberwachung und einer ständigen manuellen Auswertung sind Annahmen bezüglich einer reduzierten Wirksamkeit verbunden. Im Forschungsvorhaben SAFESHIP /17/ wurde eine Seeraumbeobachtung nur mit AIS-Geräten untersucht. Aufgrund der nicht 100%igen Verfügbarkeit der Schiffsinformationen (nicht vorhandenes, defektes oder abgeschaltetes AIS-Gerät an Bord) ist eine geringere Wirksamkeit anzusetzen. Jedoch sind aufgrund der besseren Identifikation der Schiffe durchaus Vorteile gegenüber einer Radarüberwachung vorhanden. Insgesamt konnte für eine nur über AIS betriebene Seeraumbeobachtung in /17/ ein Faktor von 3,66 festgestellt werden. Zusätzlich ist für diese Variante zu berücksichtigen, dass die Auswertung der AIS-Signale zunächst teilweise automatisch erfolgt. Hierbei ist mit einer Reduzierung der Wirksamkeit zu rechnen, so dass ein risikomindernder Faktor von 3 als realistisch angenommen wird.

### **Variante 3: Automatische Auswertung**

Diese Variante unterscheidet sich gegenüber der oben beschriebenen Variante 2 in der Weise, dass die Auswertung des Schiffsverkehrs permanent automatisch über AIS vor dem Hintergrund der Einleitung von Sofortmaßnahmen bei besonderen Ereignissen vorgenommen wird und nur bei Überschreiten vorgegebener Grenzparameter ein Aufmerksamkeitssignal als Hinweis erfolgt. Nach Überprüfung können mögliche Maßnahmen ergriffen werden. Es ist auch denkbar, dass zusätzlich eine automatische Textmeldung über AIS an das entsprechende Schiff gesendet wird oder automatisch über den DSC-Kanal des UKW-Funkgerätes (Kanal 70) an das entsprechende Schiff eine Dringlichkeits- oder Sicherheitsmeldung abgesetzt wird. Aufgrund der zunächst nur automatisch vorgenommenen Auswertung ist von einer weiteren Verminderung der Wirksamkeit im Vergleich zu Variante 2 auszugehen. Deshalb wird für diese Variante von einem reduzierten risikomindernden Faktor von 2,5 ausgegangen.

Tabelle 7-3 und Tabelle 7-4 zeigen die Faktoren zur Reduzierung der Kollisionshäufigkeiten, bedingt durch die Wirkung der Verkehrsüberwachung/Seeraumbeobachtung gemäß den verschiedenen Varianten.

Zusätzlich wird eine Kombination der Varianten 1 und 3 betrachtet, bei der im Seegebiet nördlich des Verkehrstrennungsgebietes German Bight Western Approach die Variante 3 berücksichtigt wird und im

übrigen Seegebiet, in welchem die hohen Schiffsverkehre der Verkehrstrennungsgebiete dominieren, die Variante 1 berücksichtigt wird, da hier laut Aussagen der WSD Nordwest für diesen Bereich der Deutschen AWZ eine zusätzliche Radarüberwachung als notwendig angesehen wird.

In Tabelle 7-5 sind die erforderlichen Ausrüstungen und das erforderliche Personal für eine Verkehrsüberwachung/Seeraumbeobachtung gemäß Variante 3 näher beschrieben.

**Tabelle 7-3: Risikoreduzierungen aufgrund der Wirkung einer Verkehrsüberwachung/Seeraumbeobachtung auf manövrierfähige Schiffe**

Szenario	angesetzte Wirkung
Kollision manövrierfähiger Schiffe mit Installationen des Windparks	Faktor
<b>ohne</b> Überwachung/Beobachtung und Warnmeldungen	1
<b>mit</b> Überwachung/Beobachtung nach Variante 1	4
<b>mit</b> Überwachung/Beobachtung nach Variante 2	3
<b>mit</b> Überwachung/Beobachtung nach Variante 3	2,5

**Tabelle 7-4: Risikoreduzierungen aufgrund der Wirkung einer Verkehrsüberwachung/Seeraumbeobachtung und anschließender kommunikativen nautischen Unterstützung auf manövrierunfähige Schiffe**

Szenario	angesetzte Wirkung
Kollision manövrierunfähiger Schiffe mit Installationen des Windparks	Faktor
<b>ohne</b> kommunikative Unterstützung durch nautisch geschultes Personal	1
<b>mit</b> kommunikativer Unterstützung durch nautisch geschultes Personal	1,1



**Tabelle 7-5: Ausrüstung und Personal für eine Seeraumbeobachtung durch die Leitwarte**

<b>Ausrüstung:</b>	<b>Beschreibung</b>
AIS	Redundante AIS-Empfangsgeräte und redundante Datenweiterleitung
AIS-Auswertung	Die am Windpark empfangenen AIS-Daten werden in geeigneter Art und Weise ausgewertet. Wenn sich in einem bestimmten Radius um den Windpark ein Schiff auf Kurs in Richtung des Windparks befindet, wird ein Alarm ausgegeben.  Eventuell ist in Verbindung mit den AIS-Geräten und den UKW-Funkgeräten eine zusätzliche automatische Alarmierung der entsprechenden Schiffsführung realisierbar.
UKW-Funk mit DSC	Mindestens zwei redundant arbeitende Geräte  Es können potenzielle Kollisionsgegner informiert und gewarnt werden (z.B. über UKW Kanal 16 oder über den DSC Kanal 70).
Telefon	Zur Kommunikation mit dem Kollisionsgegner (Satellitentelefon) und mit Behörden/Verkehrszentrale zur Information und gegebenenfalls zur Einleitung von Hilfsmaßnahmen
Datenübertragung	Redundante Datenübertragung vom Windpark zur Leitwarte des Windparks zur Sicherstellung des Informationsaustausches (Funk und AIS)
Sicherheitshandbuch	Sicherheitshandbuch mit Verfahrensanweisungen und Notfallplänen für das Personal
Weitere Informationssysteme	Informationssysteme zur Anzeige von hydrologischen und meteorologischen Daten (Windstärke und -richtung, Wasserstand, Sichtweite)  Eventuell weitere Systeme, die den Status der einzelnen WEA anzeigen
<b>Personal:</b>	
Betriebspersonal	Ausgebildetes Personal ist 24 Stunden am Tag notwendig.

### 7.4.3 Berücksichtigung Notfallschleppkapazitäten

Notschlepper werden zum Bergen von manövrierunfähigen Havaristen eingesetzt. Ihr risikomindernder Einfluss kommt daher nur beim Szenario der Kollision von manövrierunfähigen Schiffen mit Installationen des Windparks zur Wirkung. Die Möglichkeit der Bergung eines Havaristen durch einen oder mehrere Schlepper setzt neben der Erkennung und Identifikation des Schiffes die Einsatzbereitschaft der Schlepper voraus. Dafür können ebenfalls Annahmen getroffen werden. Die Bereitschaftspositionen für die Notschlepper in Nord- und Ostsee sind in Abbildung 7-7 und Abbildung 7-8 dargestellt.

Der große Nordseeschlepper „Nordic“, seit Anfang 2019 auf der neuen Bereitschaftsposition südlich Helgoland, kann ganzjährig für Notschleppereinsätze vom Havariekommando oder dem WSA Cuxhaven eingesetzt werden („hoheitlicher Notschlepper“). Er ist in der Regel innerhalb von 0,5 h einsatzklar. Bei diesem Schlepper kann von einer hohen Wahrscheinlichkeit der Bereitschaft von etwa 96% (d.h. an 16

Tagen im Jahr steht hier kein Schlepper zur Verfügung) ausgegangen werden, da er ausschließlich für Schleppmanöver, allerdings vorwiegend zum Küstenschutz, vorgehalten wird. Für den Fall des technischen Ausfalls, des Besatzungswechsels und Bunkerns von Treibstoff wird er adäquat durch andere Schiffe ersetzt. Ergänzend wird ein betreiberseitiger Schlepper berücksichtigt, der zu einem Zeitpunkt verfügbar sein muss, an dem die „Nordic“ nicht ausreichend Notschleppkapazitäten aufweist, um die Kriterien für die entsprechenden Windparkflächen zu erfüllen. Exemplarisch wird dieser Schlepper mit 70t Pfahlzug und einer Bereitschaftsposition im Umfeld des Vorhabens Trianel Borkum II angenommen, da für Windparks dieses Gebietes bereits eine entsprechende Anordnung in der Vergangenheit erfolgt ist.

Aus dem Anforderungsprofil für diese Schlepper ergeben sich folgende Leistungsdaten:

**Tabelle 7-6: Leistungsdaten für die berücksichtigten Schlepper**

Notschlepper:	Hoheitlicher Notschlepper „Nordic“ (Nordsee)	Betreiberseitig vorzuhaltend Schlepper (Nordsee)	Hoheitlicher Notschlepper „Baltic“ (Ostsee)	Hoheitlicher Notschlepper „Fairplay“ (Ostsee)	Niederländischer Notschlepper „Guardian“ (Nordsee)
Geschwindigkeit:	19,5 kn	14,0 kn	17,0 kn	12,0 kn	19,0 kn
Pfahlzug:	200 t	70 t	127 t	65 t	130 t
Position	Bereitschaftsposition: -5 sm SE'lich Helgoland, zwischen Insel Helgoland und Außenelbe-Reede	Angenommene Bereitschaftsposition im Umfeld des Vorhabens Trianel Windpark Borkum II	Bereitschaftsposition Warnemünde	Bereitschaftsposition Saßnitz	Bereitschaftsposition Den Helder

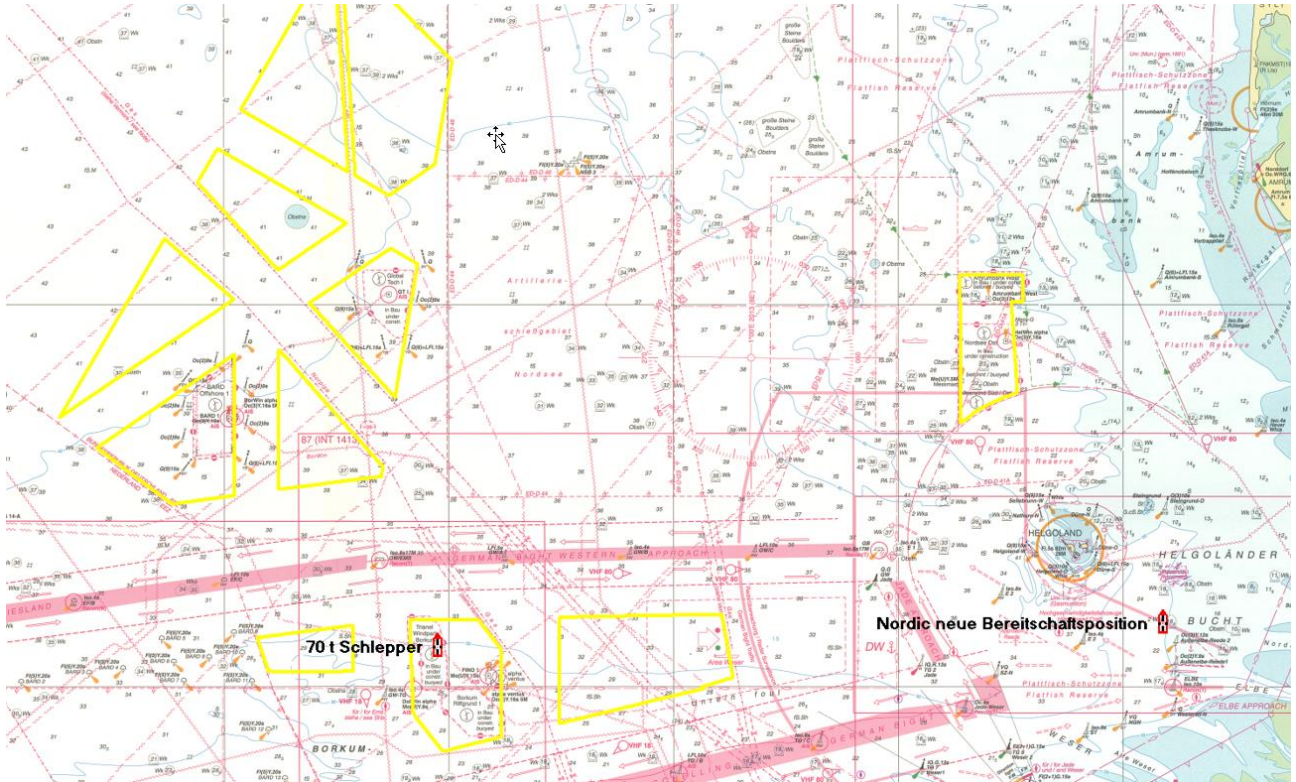
In den qualitativen Analysen werden (konservativ) mögliche risikomindernde der genannten Mehrzweckschiffe „Mellum“ und „Neuwerk“ vernachlässigt.

Der niederländische Schlepper („Guardian“) erfüllt im niederländischen Zuständigkeitsbereich im Rahmen seines ordnungsgemäßen Einsatzzwecks die Aufgaben eines Notschleppers. Die Wirksamkeit dieses Schleppers wird daher in Fällen berücksichtigt, in denen die Kapazitäten der deutschen Schlepper nicht mehr ausreichen.

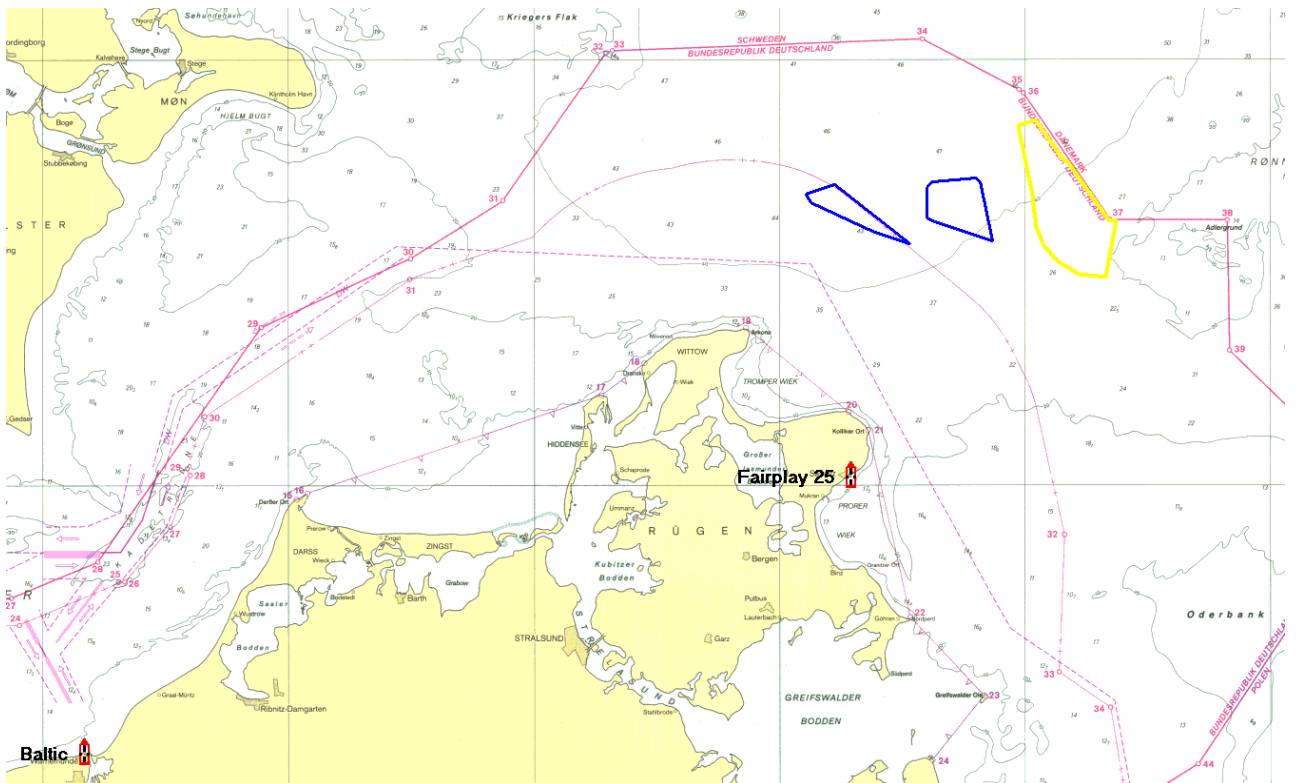
Die Wirkung mehrerer Schlepper ist nicht streng additiv, sondern wird in den Berechnungssimulationen für manövrierunfähige Schiffe überschneidend angewendet: Die lokalen Gegebenheiten wie Anfahrtswege und Geschwindigkeiten werden berücksichtigt, so dass der niederländische Schlepper eine risikomindernde Wirkung aufweist, da er in westlichen Gebieten schneller vor Ort sein kann als die Nordic. Dies gilt in umgekehrter Konstellation ebenso. Grundsätzlich werden in den Berechnungssimulationen im Falle einer Havarie nicht die Windparkflächen angefahren, sondern die Positionen der manövrierunfähig gewordenen Schiffe.

Eine Abgrenzung der niederländischen und deutschen AWZ wird in dem Berechnungsmodell mathematisch nicht berücksichtigt, dennoch haben die Notschleppmanöver hauptsächlich auf jeweils den eigenen nationalen Gebieten, in ihren Bereichen einen ergänzenden risikomindernden Effekt.


Gerade im westlichen Gebiet (innerhalb der niederländischen AWZ) hat der niederländische Schlepper eine risikomindernde Wirksamkeit insbesondere auf die kumulativ berücksichtigten niederländischen OWPs, aber auch auf die deutschen westlich gelegenen Windparks.



**Abbildung 7-7: Bereitschaftspositionen der berücksichtigten Notschlepper in der Nordsee**



**Abbildung 7-8: Bereitschaftspositionen der berücksichtigten Notschlepper in der Ostsee**



Die Bergung durch einen Notschlepper innerhalb der Windparkfläche wird lediglich bis zu einer Windstärke von 4 Bft berücksichtigt, da eine erfolgreiche Bergung innerhalb der Windparkfläche bei höheren Windgeschwindigkeiten für unwahrscheinlich angesehen wird.

Bei Annahme einer Wahrscheinlichkeit für die Identifikation eines manövrierunfähigen Schiffes von 98% und einer Schlepperbereitschaft von 96% ergibt sich somit eine Gesamtwahrscheinlichkeit für die Initiierung eines Bergungsversuches von:

$$98\% \quad \times \quad 96\% \quad = \quad 94\%$$

Um den risikomindernden Einfluss der Notschlepper auf die Kollisionshäufigkeit von Schiffen mit dem Windpark zu untersuchen, wurde das von manövrierunfähigen Havaristen ausgehende Kollisionsrisiko unter Berücksichtigung der Wirkung eines Notschleppers entsprechend den Angaben in Anhang A berechnet.

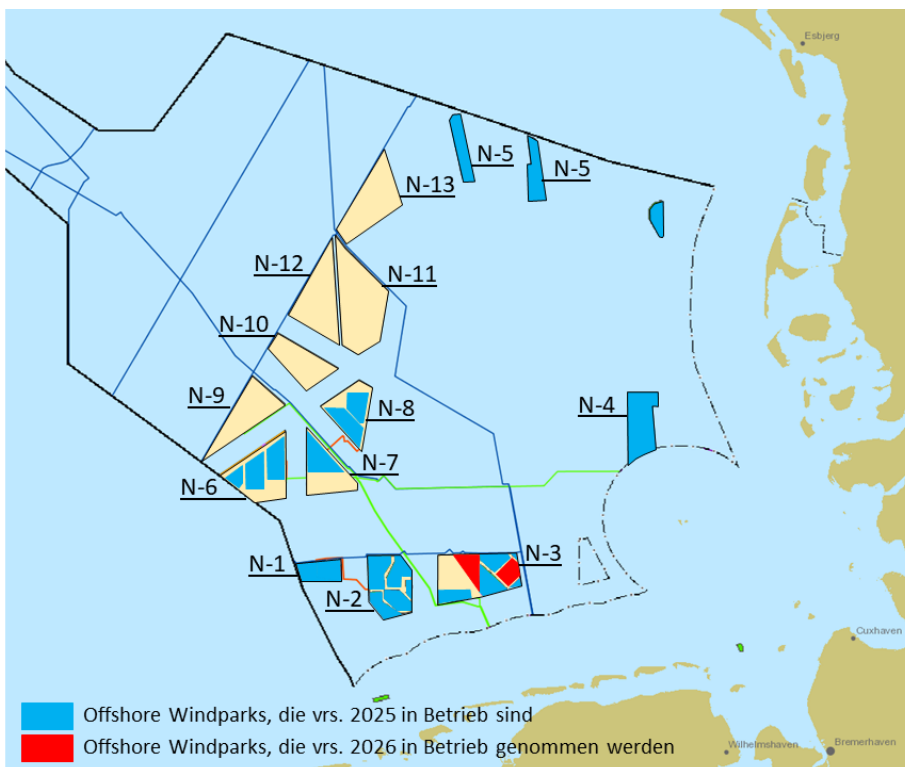
## 8 FLÄCHENVORUNTERSUCHUNG INBETRIEBNAHME 2026

Entsprechend Szenario A 2030 ist für das Jahr 2026 die Inbetriebnahme der auf den Flächen N-3.7 und N-3.8 in der Nordsee (Abbildung 8-1) sowie der Fläche O-1.3 (Abbildung 8-2) in der Ostsee zu errichtenden Windparks zu berücksichtigen.

### 8.1 Gebiet N-3 (Flächen: N-3.7, N-3.8)

Das Gebiet N-3 befindet sich zwischen den beiden Verkehrstrennungsgebieten und westlich des raumordnerisch festgelegten Vorranggebietes für Rohrleitungen „Europipe 2“. Die westliche Hälfte des Gebietes liegt im raumordnerisch festgelegten Vorranggebiet für Windenergie „Nördlich Borkum“. Durch das Gebiet verläuft in nordöstlicher Richtung die Rohrleitung „Europipe 1“, die durch entsprechende Vorrang- und Vorbehaltsgebiete Rohrleitungen gesichert ist. Das Gebiet ist voraussichtlich bis Ende 2025 teilweise bebaut, siehe Abbildung 3-2.

Im Szenario A 2030 wird im Gebiet N-3 für die Flächen N-3.7 mit 225 MW und N-3.8 mit 433 MW zu installierender Leistung geplant. In der Berechnung wurde die Leistung ohne Berücksichtigung der Plausibilisierung entsprechend Tabelle 7-1 angesetzt. Abbildung 8-1 zeigt die Lage der Flächen N-3.7 und N-3.8.

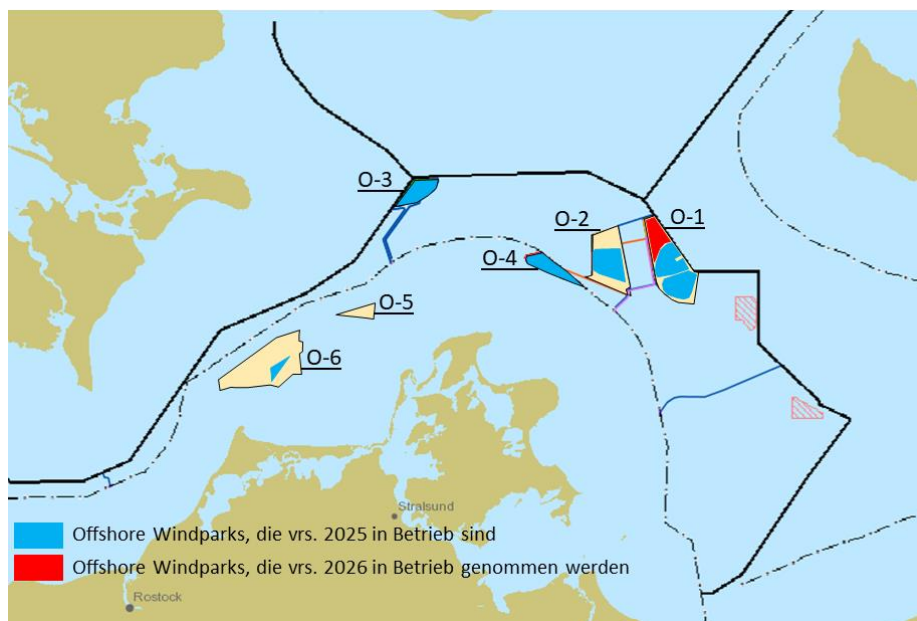


**Abbildung 8-1: Flächen N-3.7 und N-3.8 (in rot)**

### 8.2 Gebiet O-1 (Fläche: O-1.3)

Das Gebiet O-1 („Westlich Adlergrund“) befindet sich nordöstlich der Insel Rügen an der Grenze zur dänischen AWZ. Das Gebiet ist nördlich des Naturschutzgebiets „Pommersche Bucht - Rönnebank“ sowie nördlich des Vorranggebietes 21 für Schifffahrt angesiedelt. Westlich des Gebietes liegt das Vorranggebiet 20 für Schifffahrt, auf der östlichen Seite verläuft die AWZ-Grenze zu Dänemark. Das Gebiet beinhaltet das raumordnerisch festgelegte Vorranggebiet „Westlich Adlergrund“. Das Gebiet ist voraussichtlich bis Ende 2025 teilweise bebaut, siehe Abbildung 3-3 im Abschnitt 3.2.

Im Szenario A 2030 wird für das Gebiet O-1 bzw. für die Flächen O-1.3 insgesamt 300 MW zu installierender Leistung geplant, siehe Tabelle 3-1. In der Berechnung wurde die Leistung ohne Berücksichtigung der Plausibilisierung entsprechend Tabelle 7-1 angesetzt. Abbildung 8-2 zeigt die Lage der Fläche O-1.3.



**Abbildung 8-2: Fläche O-1.3 (in rot)**



## 8.3 Fläche N-3.7

### 8.3.1 Qualitative Flächenvoruntersuchung

Gemäß dem Flächenentwicklungsplan des BSH ist für die Fläche N-3.7 folgender Zeitplan vorgesehen:

- Beginn der Planungs- und Realisierungsphase: 2021
- Beginn der Betriebsphase: 2026

#### 8.3.1.1 Beschreibung des Verkehrsraums

Die Fläche N-3.7 liegt zwischen den Verkehrstrennungsgebieten "Terschelling – German Bight" und "German Bight Western Approach" in einem Mindestabstand von 2 sm und weist eine auf LAT bezogene Mindestwassertiefe von 30 m auf.

Direkt westlich der Fläche N-3.7 liegen die Windparks "Gode Wind 01 + 02". Östlich dieser Fläche verläuft die Gasrohrleitung "Europipe 2" in Nord-Süd-Richtung dicht vorbei.

Weiter östlich liegen die Tiefwasserreedee und das Verkehrstrennungsgebiet "Jade Approach".

#### 8.3.1.2 Schiffsverkehre

Der Hauptdurchgangsverkehr läuft im status quo jeweils in den nördlich und südlich gelegenen Verkehrstrennungsgebieten (dort jeweils kanalisiert durch Einbahnwege), so dass innerhalb und in direkter Nähe zur Fläche N-3.7 nur wenig Schiffsverkehr zu verzeichnen ist.

Unter der Annahme, dass ausgehend vom Jahr 2018 der Schiffsverkehr in der Nordsee bis zum Jahr 2021 insgesamt um ca. 5,9 % bzw. bis 2026 um ca. 14,4 % zunehmen wird, wäre für den direkten Bereich der Fläche N-3.7 selbst kein nennenswerter Zuwachs zu erwarten. Der Durchgangsverkehr wird auch weiterhin die Verkehrstrennungsgebiete nutzen.

#### 8.3.1.3 Auswirkungen auf den Schiffsverkehr

Nachfolgend sind die zu erwartenden grundsätzlichen Auswirkungen auf den Schiffsverkehr infolge einer Realisierung der Fläche N-3.7 qualitativ dargestellt:

- Durch die Einrichtung der Baustelle sind keine signifikanten Auswirkungen auf den umgebenden Schiffsverkehr zu erwarten, die nicht durch Bedingungen und Auflagen ausgeglichen werden könnten. Auszugehen ist von einer Zunahme des für die Baustelle erforderlichen Zubringer- und Werkverkehrs. Dieser wird insbesondere das Verkehrstrennungsgebiet "Terschelling - German Bight" kreuzen.
- Nach Abschluss der Bauarbeiten ist von einem Rückgang des Baustellenverkehrs auszugehen. Lediglich die zum Betrieb und zur Unterhaltung des Windparks erforderlichen Fahrzeuge werden das Gebiet ansteuern. Demzufolge wird sich der das Verkehrstrennungsgebiet "Terschelling - German Bight" querende Verkehr quantitativ vermindern.

#### 8.3.1.4 Szenarisch-qualitative Analyse

Auf der Grundlage der vorstehend beschriebenen grundsätzlichen Auswirkungen auf den Schiffsverkehr bei einer Realisierung der Fläche N-3.7 erfolgt nun eine Analyse der untersuchten Szenarien inkl. einer qualitativen Bewertung (Tabelle 8-1) dieser Auswirkungen für die Sicherheit und Leichtigkeit des Schiffsverkehrs:



**Tabelle 8-1: Zusammenfassung szenarisch qualitative Analyse N-3.7**

Empfehlungen für Maßnahmen, mit denen identifizierte Risiken für die Sicherheit und Leichtigkeit des Schiffsverkehrs gemindert werden können	status quo	Veränderungen gegenüber status quo	
		bis	ab
Begegnungen	N/A	o	o
Überholen	N/A	o	o
Kreuzende Kurse	N/A	+	+
Erfordernis für (zusätzliche) Kursänderungen durch die Bebauung der Fläche	N/A	o	o
Beeinträchtigung ggf. erforderlicher Ankermanöver im Notfall	N/A	o	o
Passage manövrierunfähiger treibender Schiffe	N/A	+	+
Kollision Schiff – Offshore-Windenergieanlage(n)	N/A	+	++

- Der Abstand zu den nördlich und südlich liegenden Verkehrstrennungsgebieten beträgt mindestens 2 sm. Daher wird für den im VTG fahrenden Verkehr grundsätzlich nicht von einer Beeinträchtigung der Sicherheit und Leichtigkeit des Schiffsverkehrs in Folge der Bebauung der Fläche N-3.7 ausgegangen.
- Für die Bauphase wird von einer insgesamt geringen Beeinträchtigung der Sicherheit und Leichtigkeit des Schiffsverkehrs ausgegangen. Dies betrifft insbesondere das VTG "Terschelling – German Bight" bzw. das VTG "Jade Approach", zu dessen Querung der Bauverkehr gezwungen sein wird. Angesichts der Eigenverantwortung der jeweiligen Schiffsführung für ein regelgerechtes Handeln in Verbindung mit den Vorgaben der KVR sowie der von der WSV eingerichteten Maritimen Verkehrssicherung ist die infolge des Querens der Einbahnwege des Verkehrstrennungsgebietes induzierte Risikohöherung als beherrschbar anzusehen, ohne dass es weiterer risikomindernder Maßnahmen bedürfte.
- Infolge der Bebauung und der damit neu entstehenden Schiffahrtshindernisse ist mit einer erhöhten Kollisionswahrscheinlichkeit zwischen Schiff und Offshore-Windenergieanlagen zu rechnen.
- Nach Abschluss der Bauarbeiten ist von einem Rückgang des Baustellenverkehrs auszugehen. Lediglich die zum Betrieb und zur Unterhaltung des Windparks erforderlichen Fahrzeuge werden das Gebiet ansteuern. Demzufolge wird sich der die o.g. Verkehrstrennungsgebiete querende Verkehr quantitativ vermindern und stellt somit gegenüber dem status quo für die Betriebsphase lediglich eine geringe Beeinträchtigung der Sicherheit und Leichtigkeit des Schiffsverkehrs dar, die aber mit den bereits o.g. Maßnahmen kompensiert werden kann.

### 8.3.1.5 Empfehlungen für risikomindernde Maßnahmen

Mit der nachfolgend dargestellten Zuordnung zu den einzelnen Phasen empfohlener risikomindernder Maßnahmen (Tabelle 8-2) können die zuvor ggf. identifizierten Risiken für die Gewährleistung der Sicherheit und Leichtigkeit des Schiffsverkehrs verringert werden:

**Tabelle 8-2: Zusammenfassung empfohlene risikomindernde Maßnahmen N-3.7**

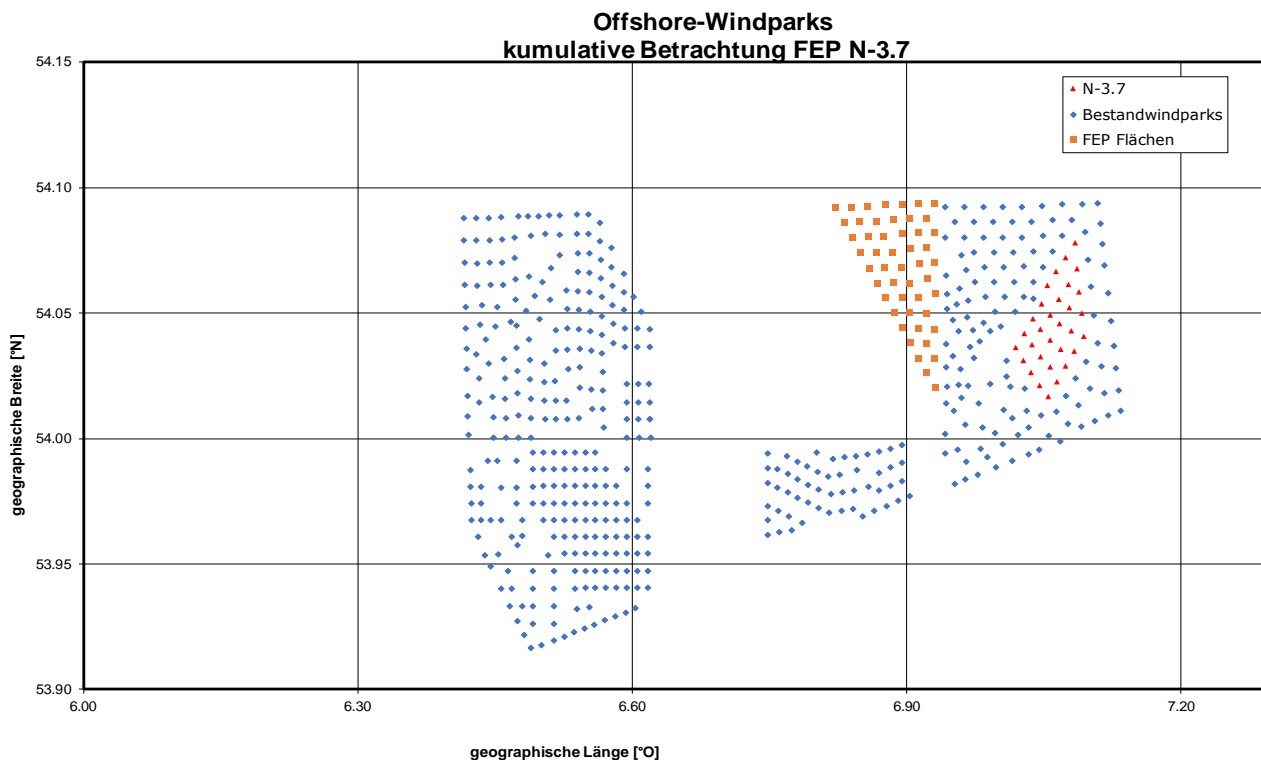
Empfehlungen für Maßnahmen, mit denen identifizierte Risiken für die Sicherheit und Leichtigkeit des Schiffsverkehrs gemindert werden können	status quo	(zusätzliche) Maßnahmen - bezogen auf status quo	
		Ab Planungsphase	Ab Betriebsphase
Einrichtung einer Sicherheitszone	X	✓	✓
Befahrensverbot für alle Fahrzeuge	X	✓	X
Befahrensregelung durch GDWS	X	X	✓
kardinale Betonung der Baufläche	X	✓	X
kollisionsfreundliche Bauweise der Anlagen	X	✓	✓
behelfsmäßige Kennzeichnung der Anlagen während der Errichtungsphase	X	✓	X
Kennzeichnung der Anlagen als Schifffahrtshindernis	X	X	✓
Maritime Verkehrssicherung durch WSV	✓	✓	✓
Seeraumbeobachtung	X	✓	✓
Erfordernis für Verkehrssicherungsfahrzeuge	X	✓	X
Verfügbarkeit staatlicher Notschleppkapazitäten	✓	✓	✓

## 8.3.2 Quantitative Flächenvoruntersuchung

### 8.3.2.1 Kumulatives Kollisionsrisiko

Im folgenden Abschnitt werden die Kollisionshäufigkeiten ohne risikomindernde Maßnahmen angegeben.

Die berücksichtigten Windparks stellen die Kumulativlage zum Zeitpunkt der abgeschlossenen Errichtung von Fläche N-3.7 (Inbetriebnahme 2026) in einem Radius von 20 Seemeilen dar, siehe Abbildung 8-3.



**Abbildung 8-3: Aufstellmuster der betrachteten Offshore-Windparks, Fläche N-3.7 (2026)**

### 8.3.2.2 Kumulative Kollisionshäufigkeit

Die Ergebnisse der kumulativen Betrachtung mit und ohne Berücksichtigung der Wirkung risikomindernder Maßnahmen sind in Tabelle 8-3 zusammengestellt. Die Kollisionshäufigkeit für die kumulative Aufstellung von manövrierfähigen und manövrierunfähigen Schiffen ergibt unter Berücksichtigung von AIS, einer automatischen Verkehrsüberwachung/Seeraumbeobachtung der Variante 1 und der vorhandenen hoheitlichen Notschleppkapazitäten eine Wiederholffrequenz von 113 Jahren.

**Tabelle 8-3: Kumulative Analyseergebnisse für die Fläche N-3.7 (2026) ohne und unter Berücksichtigung der risikomindernden Maßnahmen**

Kumulative Betrachtung  Fläche N-3.7 (2026)	Kollisionshäufigkeit			
	für manövrierfähige Schiffe  [1/Jahr]	für manövrierunfähige Schiffe  [1/Jahr]	für manövrierfähige und manövrierunfähige Schiffe  [1/Jahr]	stat. zu erwartende Zeit zwischen zwei Kollisionen  [Jahre]
ohne risikomindernde Maßnahmen (Verkehrsüberwachung/Seeraumbeobachtung, AIS, Notfallschlepper)	0,0004	0,0269	0,0273	37
mit AIS, ohne Verkehrsüberwachung/Seeraumbeobachtung und ohne Notfallschlepper	0,0003	0,0269	0,0272	37
mit AIS, mit Verkehrsüberwachung/Seeraumbeobachtung der Variante 1 und ohne Notfallschlepper	0,0001	0,0245	0,0245	41
mit AIS, Verkehrsüberwachung/Seeraumbeobachtung der Variante 1 und hoheitlicher Notschlepper „Nordic“ (neue Bereitschaftsposition)	0,0001	0,0088	0,0089	113

### 8.3.2.3 Kollisionskonsequenzen

In Tabelle 8-4 sind die statistisch zu erwartenden austretenden Schadstoffmengen ohne und mit Berücksichtigung risikomindernder Maßnahmen für die kumulative Anordnung angegeben. Im Falle einer Kollision, entsprechend der im vorigen Kapitel ermittelten Häufigkeit, ist von höheren Mengen, im Normalfall dagegen von keinerlei Austritten auszugehen. Die ermittelten statistischen Werte stellen somit keine regelmäßig zu erwartenden Mengen von auslaufenden Schadstoffen, sondern eher einen Risikovergleichswert dar.

**Tabelle 8-4: Analyseergebnisse für die Fläche N-3.7 (2026) ohne und mit Berücksichtigung der risikomindernden Maßnahmen für die kumulative Betrachtung**

Kumulative Betrachtung Fläche N-3.7 (2026)	Austretende Schadstoffmengen [t/Jahr]
ohne risikomindernde Maßnahmen (Verkehrsüberwachung/Seeraumbeobachtung, AIS, Notfallschlepper)	0,621
mit AIS, ohne Verkehrsüberwachung/See- raumbeobachtung und ohne Notfallschlepper	0,617
mit AIS, mit Verkehrsüberwachung/ Seeraum- beobachtung der Variante 1 und ohne Notfallschlepper	0,549
mit AIS, Verkehrsüberwachung/Seeraum- beobachtung der Variante 1 und hoheitlicher Notschlepper „Nordic“	0,200

### 8.3.3 Eignungsfeststellung Fläche N-3.7 (2026)

Für die Fläche N-3.7 wurde eine Flächenvoruntersuchung zur verkehrlich- schiffahrtspolizeilichen Eignung bei einer geplanten Inbetriebnahme im Jahr 2026 durchgeführt.

Die Ergebnisse der qualitativen- und quantitativen Analysen dieser Flächenvoruntersuchung zeigen, dass die Fläche N-3.7 bei einer Inbetriebnahme im Jahre 2026 unter dem zuvor genannten Annahmen sowie unter Berücksichtigung der Empfehlungen in Abschnitt 8.3.3.1 und den Ergebnissen in Abschnitt 8.3.3.2, grundsätzlich geeignet ist.

#### 8.3.3.1 Ergebnisse qualitative Analyse

Unter den in den Abschnitten 8.3ff getroffenen Annahmen und unter der Berücksichtigung der in Abschnitt 8.3.1.5 genannten risikomindernden Maßnahmen sowie ggf. weiterer im Planfeststellungsbeschluss gemäß § 48 WindSeeG zu konkretisierenden Bedingungen und Auflagen wird davon ausgegangen, dass durch eine Realisierung der Fläche N-3.7 nicht mit einer signifikanten Einschränkung der Sicherheit und Leichtigkeit des Schiffsverkehrs zu rechnen ist.

Empfohlene Maßnahmen:

#### **für die Bauphase**

- Einrichtung einer Sicherheitszone um das Baufeld herum
- Befahrensverbot der Sicherheitszone während der Bauphase
- kardinale Betonung des Baufeldes
- kollisionsfreundliche Bauweise der Anlagen
- Behelfsmäßige Kennzeichnung der Anlagen in der Bauphase
- Maritime Verkehrssicherung durch WSV
- Mobile Verkehrssicherung vor Ort durch Verkehrssicherungsfahrzeug
- Verfügbarkeit von hoheitlichen Notschleppern

#### **für die Betriebsphase**

- Aufrechterhaltung der Sicherheitszone
- allgemeine Festlegung ggf. möglicher Befahrensregelungen durch die GDWS für Fahrzeuge mit einer maximalen Rumpflänge von 24 m
- Ausrüstung des Windparks mit AIS
- Kennzeichnung der Anlagen als Schifffahrtshindernis
- Maritime Verkehrssicherung durch WSV
- Seeraumbeobachtung durch OWP-Betreiber
- Verfügbarkeit von hoheitlichen Notschleppern

### **8.3.3.2 Ergebnisse quantitative Risikobeurteilung Fläche**

In diesem Abschnitt wird die Einstufung des berechneten Risikos in die Risikomatrix des Anhang 1 des BSH-Standards „Standard Konstruktion“ /2/ vorgenommen. Neben der Einstufung des Umweltrisikos werden Einstufungen des Risikos in Bezug auf die Kollisionskonsequenzen Schiff-WEA und Personensicherheit angegeben.

Bei Kollisionen mit driftenden Schiffen ist entsprechend der Annahme eines kollisionsfreundlichen Fundamentes bei einer Driftgeschwindigkeit bis 2 m/s kein Aufreißen der Außenhaut des Schiffes zu erwarten /2/. Insgesamt kann die Einstufung der Häufigkeit eines Ölaustritts aus einem Schiff bei Berücksichtigung der in der Risikoanalyse angegebenen risikomindernden Maßnahmen in die Häufigkeitsklasse „äußerst selten“ vorgenommen werden. Die beschriebenen Szenarien mit einem Ölaustritt aus dem Schiff können in die Konsequenzklassen „beträchtlich“ bis „schwerwiegend“ und somit in der Risikomatrix mit einer akzeptablen Risikoprioritätszahl (RPZ) von 2 bis 3 eingestuft werden.

Ein gleiches Bild (RPZ = 2 bis 3) liefert die Auswertung der FN-Diagramme. Die FN-Diagramme stellen den Zusammenhang zwischen Schadstoffaustrittsmengen und Häufigkeiten her und liefern somit die notwendigen Informationen für eine Einstufung des Risikos in die Risikoprioritätszahlen (RPZ). In Abbildung 8-4 ist das FN-Diagramm mit der zugehörigen RPZ dargestellt.

Als risikomindernde Maßnahmen sind in dem Diagramm:

- die Installation von AIS-Geräten an den Windparkinstallationen

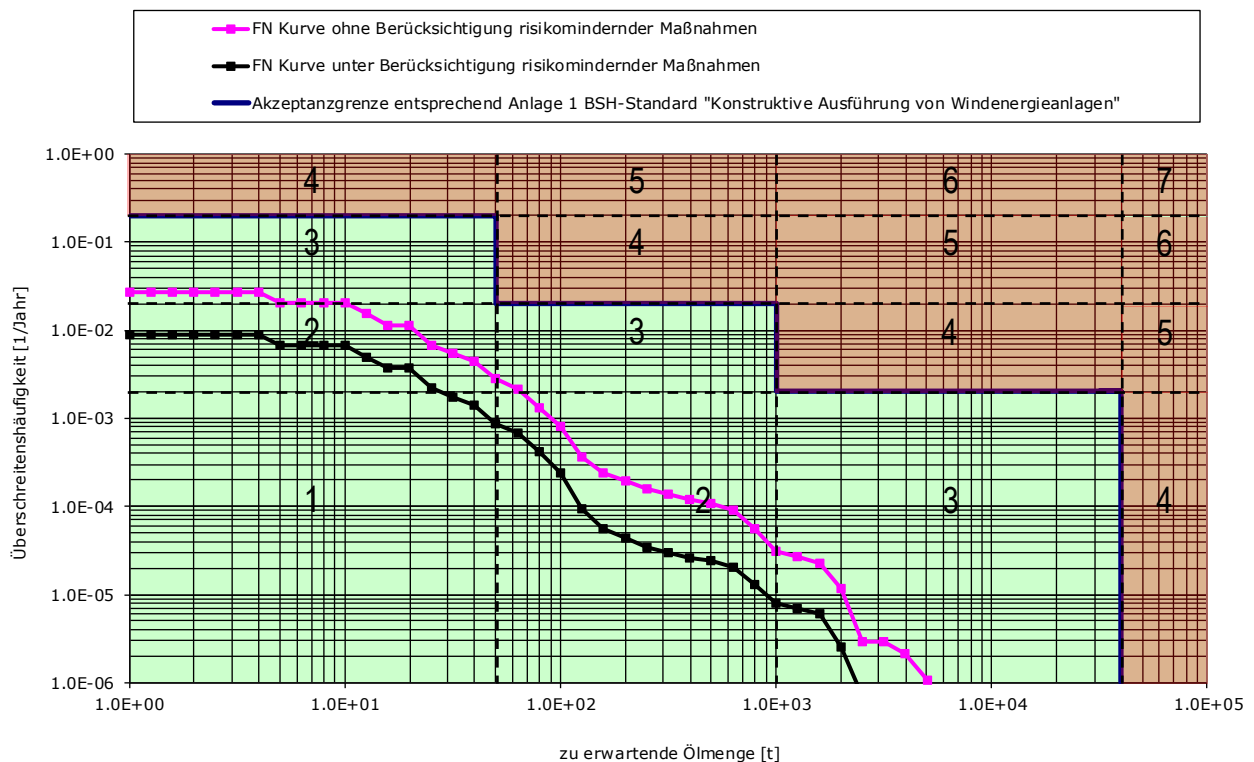
- eine Verkehrsüberwachung/Seeraumbeobachtung Variante 1, sowie
- der hoheitliche Notschlepper „Nordic“ auf Bereitschaftsposition

berücksichtigt.

Für die Abgrenzung der einzelnen Konsequenzklassen der Anlage 1 des BSH-Standards wurden folgende Einstufungen anhand der austretenden Schadstoffe vorgenommen.

**Tabelle 8-5: Definition der Konsequenzklassen**

Konsequenzklasse	Freigesetzte Schadstoffmenge in t <sub>öl</sub>
Unbedeutend	1 ... 50
Beträchtlich	> 50 ... 1.000
Schwerwiegend	> 1.000 ... 40.000
Katastrophal	> 40.000



**Abbildung 8-4: Einstufung des Risikos anhand des FN-Diagramms für die kumulative Betrachtung**



## 8.4 Fläche N-3.8

### 8.4.1 Qualitative Flächenuntersuchung

Gemäß dem Flächenentwicklungsplan des BSH ist für die Fläche N-3.8 folgender Zeitplan vorgesehen:

- Beginn der Planungs- und Realisierungsphase: 2021
- Beginn der Betriebsphase: 2026

#### 8.4.1.1 Beschreibung des Verkehrsraums

Die Fläche N-3.8 liegt zwischen den Verkehrstrennungsgebieten "Terschelling – German Bight" und "German Bight Western Approach" in einem Mindestabstand von 2 sm und weist eine auf LAT bezogene Mindestwassertiefe von 30 m auf.

Direkt östlich der Fläche N-3.7 liegen die Windparks "Gode Wind 01 + 02". Südlich dieser Fläche liegt der Windpark "Nordsee One". In der Nähe der westlichen Begrenzung dieser Fläche verläuft die Gasrohrleitung "Europipe 1" in Nordwest-Südost-Richtung.

Weiter östlich liegen die Tiefwasserreedee und das Verkehrstrennungsgebiet "Jade Approach".

#### 8.4.1.2 Schiffsverkehre

Der Hauptdurchgangsverkehr läuft jeweils in den nördlich und südlich gelegenen Verkehrstrennungsgebieten (dort jeweils kanalisiert durch Einbahnwege), so dass innerhalb und in direkter Nähe zur Fläche N-3.8 nur ein äußerst geringer Schiffsverkehr zu verzeichnen ist.

Unter der Annahme, dass ausgehend vom Jahr 2018 der Schiffsverkehr in der Nordsee bis zum Jahr 2021 insgesamt um ca. 5,9 % und bis zum Jahr 2026 insgesamt um ca. 14,4 % zunehmen wird, wäre für den direkten Bereich der Fläche N-3.8 selbst kein nennenswerter Zuwachs zu erwarten. Der Durchgangsverkehr wird weiterhin die Verkehrstrennungsgebieten nutzen.

#### 8.4.1.3 Auswirkungen auf den Schiffsverkehr

Nachfolgend sind die zu erwartenden grundsätzlichen Auswirkungen auf den Schiffsverkehr infolge einer Realisierung der Fläche N-3.8 qualitativ dargestellt:

- Durch die Einrichtung der Baustelle sind keine signifikanten Auswirkungen auf den umgebenden Schiffsverkehr zu erwarten, die nicht durch Bedingungen und Auflagen ausgeglichen werden könnten. Auszugehen ist von einer Zunahme des für die Baustelle erforderlichen Zubringer- und Werkverkehrs. Dieser wird insbesondere das Verkehrstrennungsgebiet "Terschelling – German Bight" kreuzen, um anschließend zwischen den Windparks "Nordsee One" und "Gode Wind 01 + 02" hindurch zur Fläche N-3.8 zu fahren.
- Nach Abschluss der Bauarbeiten ist von einem Rückgang des Baustellenverkehrs auszugehen. Lediglich die zum Betrieb und zur Unterhaltung des Windparks erforderlichen Fahrzeuge werden das Gebiet ansteuern. Demzufolge wird sich der das Verkehrstrennungsgebiet "Terschelling – German Bight" querende Verkehr quantitativ vermindern.

### 8.4.1.4 Szenarisch-qualitative Analyse

Auf der Grundlage der vorstehend beschriebenen grundsätzlichen Auswirkungen auf den Schiffsverkehr bei einer Realisierung der Fläche N-3.8 erfolgt nun eine Analyse der untersuchten Szenarien inkl. einer qualitativen Bewertung (Tabelle 8-6) dieser Auswirkungen für die Sicherheit und Leichtigkeit des Schiffsverkehrs:

**Tabelle 8-6: Zusammenfassung szenarisch qualitative Analyse N-3.8**

Empfehlungen für Maßnahmen, mit denen identifizierte Risiken für die Sicherheit und Leichtigkeit des Schiffsverkehrs gemindert werden können	status quo	Veränderungen gegenüber status quo	
		bis	ab
Begegnungen	N/A	o	o
Überholen	N/A	o	o
Kreuzende Kurse	N/A	+	+
Erfordernis für (zusätzliche) Kursänderungen durch die Bebauung der Fläche	N/A	o	o
Beeinträchtigung ggf. erforderlicher Ankermanöver im Notfall	N/A	o	o
Passage manövrierunfähiger treibender Schiffe	N/A	+	+
Kollision Schiff – Offshore-Windenergieanlage(n)	N/A	+	++

- Der Abstand zu den nördlich und südlich liegenden Verkehrstrennungsgebieten beträgt mindestens 2 sm. Daher wird für den im VTG fahrenden Verkehr grundsätzlich nicht von einer Beeinträchtigung der Sicherheit und Leichtigkeit des Schiffsverkehrs in Folge der Bebauung der Fläche N-3.8 ausgegangen.
- Für die Bauphase wird von einer insgesamt geringen Beeinträchtigung der Sicherheit und Leichtigkeit des Schiffsverkehrs ausgegangen. Dies betrifft insbesondere das VTG "Terschelling – German Bight" bzw. das VTG "Jade Approach", zu dessen Querung der Bauverkehr gezwungen sein wird. Angesichts der Eigenverantwortung der jeweiligen Schiffsführung für ein regelgerechtes Handeln in Verbindung mit den Vorgaben der KVR sowie der von der WSV eingerichteten Maritimen Verkehrssicherung ist die infolge des Querens der Einbahnwege des Verkehrstrennungsgebietes induzierte Risikoerhöhung als beherrschbar anzusehen, ohne dass es weiterer risikomindernder Maßnahmen bedürfte.
- Infolge der Bebauung und der damit neu entstehenden Schifffahrtshindernisse ist mit einer erhöhten Kollisionswahrscheinlichkeit zwischen Schiff und Offshore-Windenergieanlagen zu rechnen.
- Nach Abschluss der Bauarbeiten ist von einem Rückgang des Baustellenverkehrs auszugehen. Lediglich die zum Betrieb und zur Unterhaltung des Windparks erforderlichen Fahrzeuge werden das Gebiet ansteuern. Demzufolge wird sich der die o.g. Verkehrstrennungsgebiete querende Verkehr quantitativ vermindern und stellt somit gegenüber dem status quo für die Betriebsphase lediglich eine geringe Beeinträchtigung der Sicherheit und Leichtigkeit des Schiffsverkehrs dar, die aber mit den bereits o.g. Maßnahmen kompensiert werden kann.

### 8.4.1.5 Empfehlungen für risikomindernde Maßnahmen

Mit der nachfolgend dargestellten Zuordnung zu den einzelnen Phasen empfohlener risikomindernder Maßnahmen (Tabelle 8-7) können die zuvor ggf. identifizierten Risiken für die Gewährleistung der Sicherheit und Leichtigkeit des Schiffsverkehrs verringert werden:

**Tabelle 8-7: Zusammenfassung empfohlene risikomindernde Maßnahmen N-3.8**

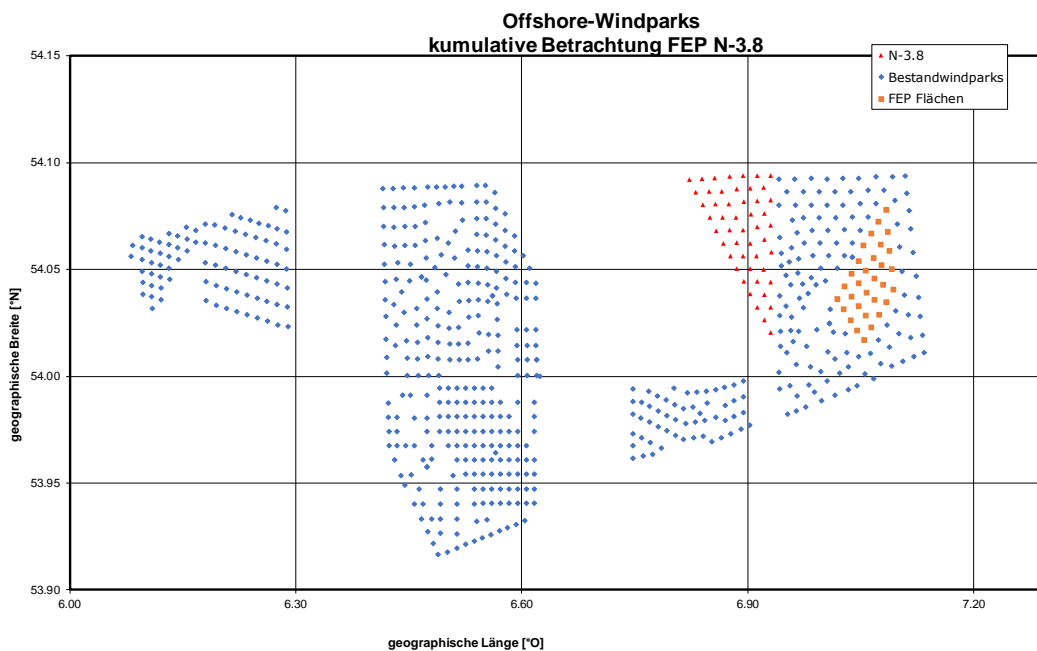
Empfehlungen für Maßnahmen, mit denen identifizierte Risiken für die Sicherheit und Leichtigkeit des Schiffsverkehrs gemindert werden können	status quo	(zusätzliche) Maßnahmen - bezogen auf status quo	
		Ab Planungsphase	Ab Betriebsphase
Einrichtung einer Sicherheitszone	X	✓	✓
Befahrensverbot für alle Fahrzeuge	X	✓	X
Befahrensregelung durch GDWS	X	X	✓
kardinale Betonung der Baufläche	X	✓	X
kollisionsfreundliche Bauweise der Anlagen	X	✓	✓
behelfsmäßige Kennzeichnung der Anlagen während der Errichtungsphase	X	✓	X
Kennzeichnung der Anlagen als Schifffahrtshindernis	X	X	✓
Maritime Verkehrssicherung durch WSV	✓	✓	✓
Seeraumbeobachtung	X	✓	✓
Erfordernis für Verkehrssicherungsfahrzeuge	X	✓	X
Verfügbarkeit staatlicher Notschleppkapazitäten	✓	✓	✓

## 8.4.2 Quantitative Flächenvoruntersuchung

### 8.4.2.1 Kumulatives Kollisionsrisiko Fläche

Im folgenden Abschnitt werden die Kollisionshäufigkeiten ohne risikomindernde Maßnahmen angegeben.

Die berücksichtigten Windparks stellen die Kumulativlage zum Zeitpunkt der abgeschlossenen Errichtung von Fläche N-3.8 (Inbetriebnahme 2026) in einem Radius von 20 Seemeilen dar, siehe Abbildung 8-5.



**Abbildung 8-5: Aufstellmuster der betrachteten Offshore-Windparks, Fläche N-3.8 (2026)**

### 8.4.2.2 Kumulative Kollisionshäufigkeit

Die Ergebnisse der kumulativen Betrachtung mit und ohne Berücksichtigung der Wirkung risikomindernder Maßnahmen sind in Tabelle 8-8 zusammengestellt. Die Kollisionshäufigkeit für die kumulative Aufstellung von manövrierfähigen und manövrierunfähigen Schiffen ergibt unter Berücksichtigung von AIS, einer automatischen Verkehrsüberwachung/Seeraumbeobachtung der Variante 1 und der vorhandenen hoheitlichen Notschleppkapazitäten eine Wiederholffrequenz von 100 Jahren.

**Tabelle 8-8: Kumulative Analyseergebnisse für die Fläche N-3.8 (2026) ohne und unter Berücksichtigung der risikomindernden Maßnahmen**

Kumulative Betrachtung  Fläche N-3.8 (2026)	Kollisionshäufigkeit			
	für manövrierfähige Schiffe  [1/Jahr]	für manövrierunfähige Schiffe  [1/Jahr]	für manövrierfähige und manövrierunfähige Schiffe  [1/Jahr]	stat. zu erwartende Zeit zwischen zwei Kollisionen  [Jahre]
ohne risikomindernde Maßnahmen (Verkehrsüberwachung/Seeraumbeobachtung, AIS, Notfallschlepper)	0,0004	0,0303	0,0307	33
mit AIS, ohne Verkehrsüberwachung/Seeraumbeobachtung und ohne Notfallschlepper	0,0003	0,0303	0,0306	33
mit AIS, mit Verkehrsüberwachung/Seeraumbeobachtung der Variante 1 und ohne Notfallschlepper	0,0001	0,0275	0,0276	36
mit AIS, Verkehrsüberwachung/Seeraumbeobachtung der Variante 1 und hoheitlichem Notschlepper „Nordic“ (neue Bereitschaftsposition)	0,0001	0,0099	0,0100	100

### 8.4.2.3 Kollisionskonsequenzen

In Tabelle 8-9 sind die statistisch zu erwartenden austretenden Schadstoffmengen ohne und mit Berücksichtigung risikomindernder Maßnahmen für die kumulative Anordnung angegeben. Im Falle einer Kollision, entsprechend der im vorigen Kapitel ermittelten Häufigkeit, ist von höheren Mengen, im Normalfall dagegen von keinerlei Austritten auszugehen. Die ermittelten statistischen Werte stellen somit keine regelmäßig zu erwartenden Mengen von auslaufenden Schadstoffen, sondern eher einen Risikovergleichswert dar.

**Tabelle 8-9: Analyseergebnisse für die Fläche N-3.8 (2026) ohne und mit Berücksichtigung der risikomindernden Maßnahmen für die kumulative Betrachtung**

Kumulative Betrachtung Fläche N-3.8 (2026)	Austretende Schadstoffmengen [t/Jahr]
ohne risikomindernde Maßnahmen (Verkehrsüberwachung/Seeraumbeobachtung, AIS, Notfallschlepper)	0,699
mit AIS, ohne Verkehrsüberwachung/See- raumbeobachtung und ohne Notfallschlepper	0,692
mit AIS, mit Verkehrsüberwachung/ Seeraum- beobachtung der Variante 1 und ohne Notfallschlepper	0,609
mit AIS, Verkehrsüberwachung/Seeraum- beobachtung der Variante 1 und hoheitlichem Notschlepper „Nordic“ (neue Bereitschaftsposition)	0,225

### 8.4.3 Eignungsfeststellung

Für die Fläche N-3.8 wurde eine Flächenvoruntersuchung zur verkehrlich- schiffahrtspolizeilichen Eignung bei einer geplanten Inbetriebnahme im Jahr 2026 durchgeführt.

Die Ergebnisse der qualitativen- und quantitativen Analysen dieser Flächenvoruntersuchung zeigen, dass die Fläche N-3.8 bei einer Inbetriebnahme im Jahre 2026 unter dem zuvor genannten Annahmen sowie unter Berücksichtigung der Empfehlungen in Abschnitt 8.4.3.1 und der Ergebnisse in Abschnitt 8.4.3.2, grundsätzlich geeignet ist.

#### 8.4.3.1 Ergebnisse qualitative Analyse

Unter den in Abschnitt 8.4ff getroffenen Annahmen und unter der Berücksichtigung der in Abschnitt 8.4.1.5 genannten risikomindernden Maßnahmen sowie ggf. weiterer im Planfeststellungsbeschluss gemäß § 48 WindSeeG zu konkretisierenden Bedingungen und Auflagen wird davon ausgegangen, dass durch eine Realisierung der Fläche N-3.8 nicht mit einer signifikanten Einschränkung der Sicherheit und Leichtigkeit des Schiffsverkehrs zu rechnen ist.

Empfohlene Maßnahmen:

#### für die Bauphase

- Einrichtung einer Sicherheitszone um das Baufeld herum
- Befahrensverbot der Sicherheitszone während der Bauphase
- kardinale Betonung des Baufeldes
- kollisionsfreundliche Bauweise der Anlagen
- Behelfsmäßige Kennzeichnung der Anlagen in der Bauphase

- Maritime Verkehrssicherung durch WSV
- Mobile Verkehrssicherung vor Ort durch Verkehrssicherungsfahrzeug
- Verfügbarkeit von hoheitlichen Notschleppern

#### **für die Betriebsphase**

- Aufrechterhaltung der Sicherheitszone
- allgemeine Festlegung ggf. möglicher Befahrensregelungen durch die GDWS für Fahrzeuge mit einer maximalen Rumpflänge von 24 m
- Ausrüstung des Windparks mit AIS
- Kennzeichnung der Anlagen als Schifffahrtshindernis
- Maritime Verkehrssicherung durch WSV
- Seeraumbeobachtung durch OWP-Betreiber
- Verfügbarkeit von hoheitlichen Notschleppern

#### **8.4.3.2 Ergebnisse quantitative Risikobeurteilung Fläche**

In diesem Abschnitt wird die Einstufung des berechneten Risikos in die Risikomatrix des Anhang 1 des BSH-Standards „Standard Konstruktion“ /2/ vorgenommen. Neben der Einstufung des Umweltrisikos werden Einstufungen des Risikos in Bezug auf die Kollisionskonsequenzen Schiff-WEA und Personensicherheit angegeben.

Bei Kollisionen mit driftenden Schiffen ist entsprechend der Annahme eines kollisionsfreundlichen Fundamentes bei einer Driftgeschwindigkeit bis 2 m/s kein Aufreißen der Außenhaut des Schiffes zu erwarten /2/. Insgesamt kann die Einstufung der Häufigkeit eines Ölaustritts aus einem Schiff bei Berücksichtigung der in der Risikoanalyse angegebenen risikomindernden Maßnahmen in die Häufigkeitsklasse „äußerst selten“ vorgenommen werden. Die beschriebenen Szenarien mit einem Ölaustritt aus dem Schiff können in die Konsequenzklassen „beträchtlich“ bis „schwerwiegend“ und somit in der Risikomatrix mit einer akzeptablen Risikoprioritätszahl (RPZ) von 2 bis 3 eingestuft werden.

Ein gleiches Bild (RPZ = 2 bis 3) liefert die Auswertung der FN-Diagramme. Die FN-Diagramme stellen den Zusammenhang zwischen Schadstoffaustrittsmengen und Häufigkeiten her und liefern somit die notwendigen Informationen für eine Einstufung des Risikos in die Risikoprioritätszahlen (RPZ). In Abbildung 8-6 ist das FN-Diagramm mit der zugehörigen RPZ dargestellt. Als risikomindernde Maßnahmen sind in dem Diagramm:

- die Installation von AIS-Geräten an den Windparkinstallationen,
- eine Verkehrsüberwachung/Seeraumbeobachtung Variante 1, sowie
- der hoheitliche Notschlepper „Nordic“ auf Bereitschaftsposition

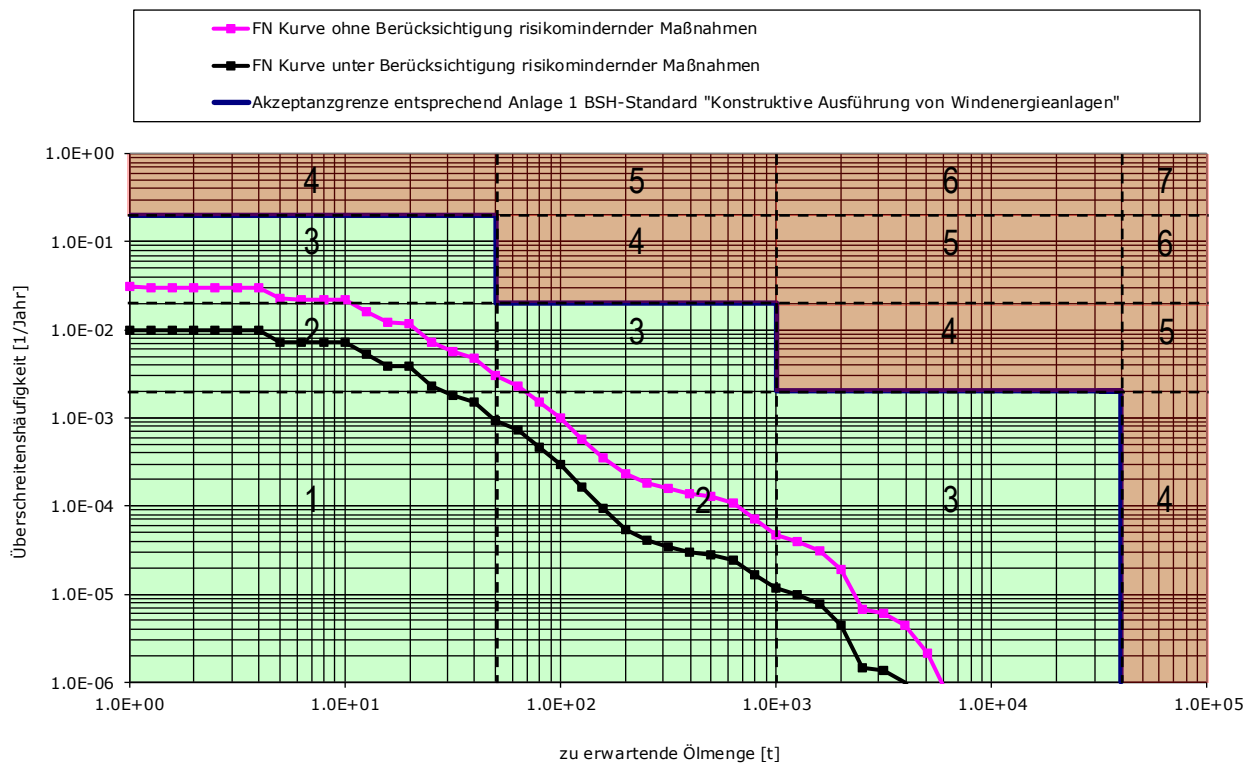
berücksichtigt.

Für die Abgrenzung der einzelnen Konsequenzklassen der Anlage 1 des BSH-Standards wurden folgende Einstufungen anhand der austretenden Schadstoffe vorgenommen (Tabelle 8-10).



**Tabelle 8-10: Definition der Konsequenzklassen**

Konsequenzklasse	Freigesetzte Schadstoffmenge in t <sub>öl</sub>
Unbedeutend	1 ... 50
Beträchtlich	> 50 ... 1.000
Schwerwiegend	> 1.000 ... 40.000
Katastrophal	> 40.000



**Abbildung 8-6: Einstufung des Risikos anhand des FN-Diagramms für die kumulative Betrachtung**

## 8.5 Fläche O-1.3

### 8.5.1 Qualitative Flächenuntersuchung

Gemäß dem Flächenentwicklungsplan des BSH ist für die Fläche O-1.3 folgender Zeitplan vorgesehen:

- Beginn der Planungs- und Realisierungsphase: 2021
- Beginn der Betriebsphase: 2026

#### 8.5.1.1 Beschreibung des Verkehrsraums

Das Gebiet O-1 liegt südlich des Verkehrstrennungsgebietes "Bornholmshgat", in dem der Großteil des Durchgangsverkehrs von der Nordsee in die Ostsee und vice versa läuft. Die Fläche O-1.3 liegt dabei im nördlichen Teil des Gebietes O-1 und damit innerhalb der von der Schifffahrt genutzten Route, die südlich an Bornholm vorbeiführt.

Westlich der Fläche O-1.3 verläuft ein Vorranggebiet für den Durchgangsverkehr von Schweden nach Stettin (PL) und vice versa. Im Südteil des Gebietes O-1 sind bereits die Windparks "Wikinger" und "Arkona-Becken Südost" errichtet, die die Fläche O-1.3 nach Süden hin abschirmen.

Die Fläche selbst weist eine auf LAT bezogenen Mindestwassertiefe von 20 m auf.

#### 8.5.1.2 Schiffsverkehre

Der Durchgangsverkehr läuft jeweils westlich und nördlich an der Fläche O-1.3 hindurch und vorbei. Laut Verkehrsstatistik wird die Fläche von durchschnittlich dreizehn Fahrzeugen pro Tag direkt passiert.

Unter der Annahme, dass ausgehend vom Jahr 2018 der Schiffsverkehr in der Ostsee bis zum Jahr 2021 insgesamt um ca. 2,9 % zunehmen wird, wäre für den unmittelbaren Bereich der Fläche O-1.3 keine signifikante Veränderung des Schiffsverkehrs zu erwarten.

Unter der weiteren Annahme, dass ausgehend vom Jahr 2018 der Schiffsverkehr in der Ostsee bis zum Jahr 2026 insgesamt um ca. 7,9 % zunehmen wird, wäre für den unmittelbaren Bereich der Fläche O-1.3 ein geringer Zuwachs zu erwarten. Legt man die Verkehrsprognose zugrunde, passierten dann durchschnittlich vierzehn Fahrzeuge pro Tag die Fläche O-1.3.

#### 8.5.1.3 Auswirkungen auf den Schiffsverkehr

Nachfolgend sind die zu erwartenden grundsätzlichen Auswirkungen auf den Schiffsverkehr infolge einer Realisierung der Fläche O-1.3 qualitativ dargestellt:

- Durch die Einrichtung der Baustelle entsteht eine Verdrängungswirkung in Richtung Norden. Der ost-westgehende Verkehr ist zu einer weiter ausholenden nördlichen Passage der Fläche gezwungen. Auszugehen ist von einer Zunahme des für die Baustelle erforderlichen Zubringer- und Werkverkehrs.
- Nach Abschluss der Bauarbeiten wird sich der ost-westgehende Schiffsverkehr mit der für ihn gesperrten Fläche arrangiert haben, so dass spätestens ab dann von einer Minderung des Risikos ausgegangen werden kann. Auch wird sich der Baustellenverkehr wieder verringern. Lediglich die zum Betrieb und zur Unterhaltung des Windparks erforderlichen Fahrzeuge werden das Gebiet ansteuern.

### 8.5.1.4 Szenarisch-qualitative Analyse

Auf der Grundlage der vorstehend beschriebenen grundsätzlichen Auswirkungen auf den Schiffsverkehr bei einer Realisierung der Fläche O-1.3 erfolgt nun eine Analyse der untersuchten Szenarien inkl. einer qualitativen Bewertung (Tabelle 8-11) dieser Auswirkungen für die Sicherheit und Leichtigkeit des Schiffsverkehrs:

**Tabelle 8-11: Zusammenfassung szenarisch qualitative Analyse O-1.3**

Empfehlungen für Maßnahmen, mit denen identifizierte Risiken für die Sicherheit und Leichtigkeit des Schiffsverkehrs gemindert werden können	status quo	Veränderungen gegenüber status quo	
		bis	ab
Begegnungen	N/A	+	+
Überholen	N/A	+	+
Kreuzende Kurse	N/A	+	++
Erfordernis für (zusätzliche) Kursänderungen durch die Bebauung der Fläche	N/A	++	++
Beeinträchtigung ggf. erforderlicher Ankermanöver im Notfall	N/A	+	+
Passage manövrierunfähiger treibender Schiffe	N/A	+	+
Kollision Schiff – Offshore-Windenergieanlage(n)	N/A	+	++

- Die Fläche O-1.3 liegt in einer im status quo von der Schifffahrt genutzten Durchgangsrouten.
- Durch die Realisierung dieser Fläche wird insbesondere der ost- und westgehende Verkehr gezwungen werden weiter nach Norden auszuweichen.
- Insofern ist ab dem Beginn der Realisierung von einer Erhöhung des Risikos für die Sicherheit und Leichtigkeit des Schiffsverkehrs auszugehen, die einen stringenten Einsatz einer mobilen Verkehrssicherung vor Ort durch ein oder mehrere Verkehrssicherungsfahrzeuge erfordern wird.
- Insgesamt wird der bis dato dem Schiffsverkehr zur Verfügung stehende Verkehrsraum eingeschränkt, was sich insbesondere an den nördlich gelegenen Kreuzungspunkten der Schifffahrtsrouten bemerkbar machen wird. Mit Verweis auf die Eigenverantwortung der Schiffsführungen für ein regelrechtes Verhalten in Verbindung mit den nachstehend empfohlenen Maßnahmen wird auch diese Risikoerhöhung als beherrschbar angesehen, ohne dass es weiterer – darüberhinausgehender – risikomindernder Maßnahmen bedürfte.
- Infolge der Bebauung und der damit neu entstehenden Schifffahrtshindernisse ist mit einer erhöhten Kollisionswahrscheinlichkeit zwischen Schiff und Offshore-Windenergieanlagen zu rechnen.
- Nach Abschluss der Bauarbeiten ist von einem Rückgang des Baustellenverkehrs auszugehen. Lediglich die zum Betrieb und zur Unterhaltung des Windparks erforderlichen Fahrzeuge werden das Gebiet ansteuern. Dies stellt gegenüber dem status quo für die Betriebsphase lediglich eine geringe Beeinträchtigung der Sicherheit und Leichtigkeit des Schiffsverkehrs dar, die aber mit den bereits o.g. Maßnahmen kompensiert werden kann.

### 8.5.1.5 Empfehlungen für risikomindernde Maßnahmen

Mit der nachfolgend dargestellten Zuordnung zu den einzelnen Phasen empfohlener risikomindernder Maßnahmen (Tabelle 8-12) können die zuvor ggf. identifizierten Risiken für die Gewährleistung der Sicherheit und Leichtigkeit des Schiffsverkehrs verringert werden:

**Tabelle 8-12: Zusammenfassung empfohlene risikomindernde Maßnahmen O-1.3**

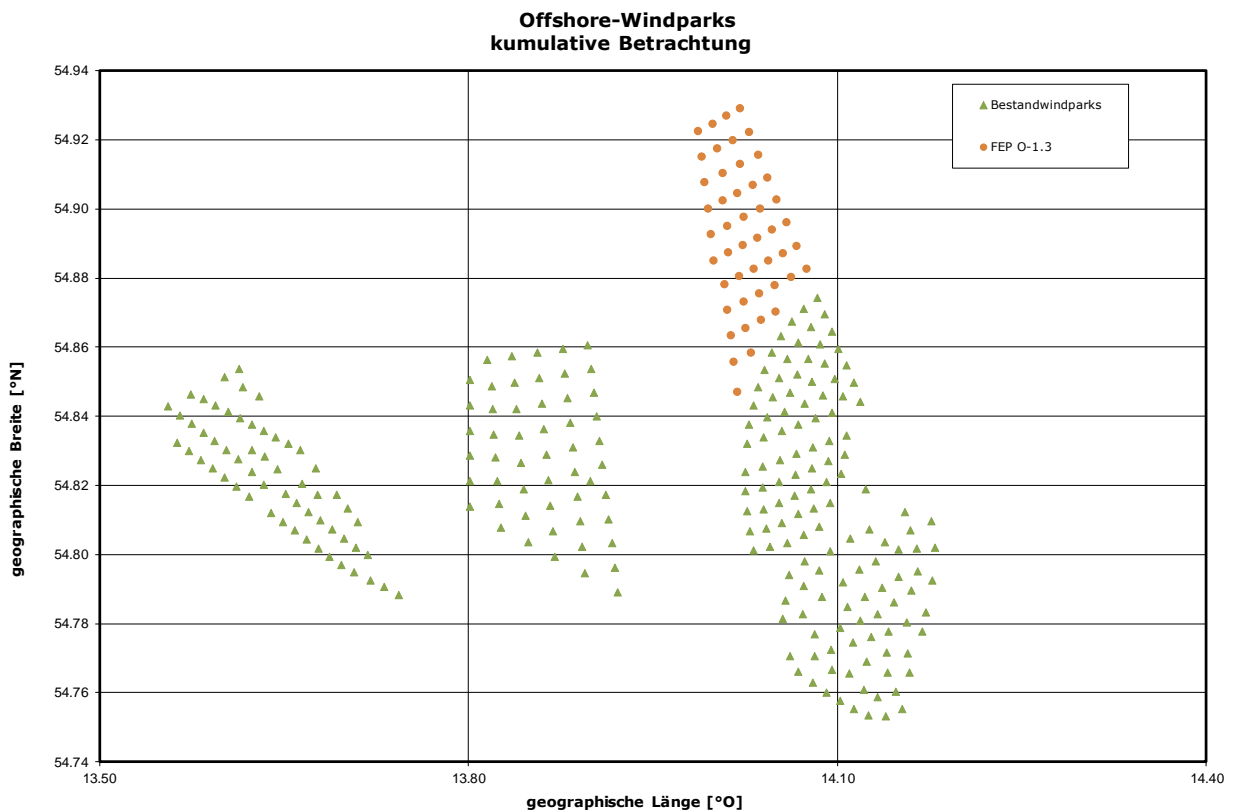
Empfehlungen für Maßnahmen, mit denen identifizierte Risiken für die Sicherheit und Leichtigkeit des Schiffsverkehrs gemindert werden können	status quo	(zusätzliche) Maßnahmen - bezogen auf status quo	
		Ab Planungsphase	Ab Betriebsphase
Einrichtung einer Sicherheitszone	X	✓	✓
Befahrensverbot für alle Fahrzeuge	X	✓	X
Befahrensregelung durch GDWS	X	X	✓
kardinale Betonung der Baufläche	X	✓	X
kollisionsfreundliche Bauweise der Anlagen	X	✓	✓
behelfsmäßige Kennzeichnung der Anlagen während der Errichtungsphase	X	✓	X
Kennzeichnung der Anlagen als Schifffahrtshindernis	X	X	✓
Maritime Verkehrssicherung durch WSV	✓	✓	✓
Seeraumbeobachtung	X	✓	✓
Erfordernis für Verkehrssicherungsfahrzeuge	X	✓	X
Verfügbarkeit staatlicher Notschleppkapazitäten	✓	✓	✓

## 8.5.2 Quantitative Flächenvoruntersuchung

### 8.5.2.1 Kumulatives Kollisionsrisiko Fläche

Im folgenden Abschnitt werden die Kollisionshäufigkeiten ohne risikomindernde Maßnahmen angegeben.

Die berücksichtigten Windparks stellen die Kumulativlage zum Zeitpunkt der abgeschlossenen Errichtung von Fläche O-1.3 (Inbetriebnahme 2026) in einem Radius von 20 Seemeilen dar (Abbildung 8-7).



**Abbildung 8-7: Aufstellmuster der betrachteten Offshore-Windparks, Fläche O-1.3 (2026)**

### 8.5.2.2 Kumulative Kollisionshäufigkeit

Die Ergebnisse der kumulativen Betrachtung mit und ohne Berücksichtigung der Wirkung risikomindernder Maßnahmen sind in Tabelle 8-13 zusammengestellt. Die Kollisionshäufigkeit für die kumulative Aufstellung von manövrierfähigen und manövrierunfähigen Schiffen ergibt unter Berücksichtigung von AIS, einer automatischen Verkehrsüberwachung/Seeraumbeobachtung der Variante 1 und der vorhandenen hoheitlichen Notschleppkapazitäten eine Wiederholffrequenz von 176 Jahren.

**Tabelle 8-13: Kumulative Analyseergebnisse für die Fläche O-1.3 (2026) ohne und unter Berücksichtigung der risikomindernden Maßnahmen**

Kumulative Betrachtung  Fläche O-1.3 (2026)	Kollisionshäufigkeit			
	für manövrierfähige Schiffe  [1/Jahr]	für manövrierunfähige Schiffe  [1/Jahr]	für manövrierfähige und manövrierunfähige Schiffe  [1/Jahr]	stat. zu erwartende Zeit zwischen zwei Kollisionen  [Jahre]
ohne risikomindernde Maßnahmen (Verkehrsüberwachung/Seeraumbeobachtung, AIS, Notfallschlepper)	0,0065	0,0108	0,0173	58
mit AIS, ohne Verkehrsüberwachung/Seeraumbeobachtung und ohne Notfallschlepper	0,0052	0,0108	0,0160	63
mit AIS, mit Verkehrsüberwachung/Seeraumbeobachtung der Variante 3 und ohne Notfallschlepper	0,0021	0,0098	0,0119	84
mit AIS, Verkehrsüberwachung/Seeraumbeobachtung der Variante 3 und hoheitliche Notschlepper	0,0021	0,0044	0,0065	155
mit AIS, Verkehrsüberwachung/Seeraumbeobachtung der Variante 1 und hoheitliche Notschlepper*)	0,0013	0,0044	0,0057	176

\*) Zusätzlich betrachtete risikomindernde Maßnahmenkombination. Zur Erfüllung des 100-Jahre-Kriteriums jedoch nicht erforderlich.



### 8.5.2.3 Kollisionskonsequenzen

In Tabelle 8-14 sind die statistisch zu erwartenden austretenden Schadstoffmengen ohne und mit Berücksichtigung risikomindernder Maßnahmen für die kumulative Anordnung angegeben. Im Falle einer Kollision, entsprechend der im vorigen Kapitel ermittelten Häufigkeit, ist von höheren Mengen, im Normalfall dagegen von keinerlei Austritten auszugehen. Die ermittelten statistischen Werte stellen somit keine regelmäßig zu erwartenden Mengen von auslaufenden Schadstoffen, sondern eher einen Risikovergleichswert dar.

**Tabelle 8-14: Analyseergebnisse für die Fläche O-1.3 ohne und mit Berücksichtigung der risikomindernden Maßnahmen für die kumulative Betrachtung**

Kumulative Betrachtung	Austretende Schadstoffmengen [t/Jahr]
Fläche O-1.3 (2026)	
ohne risikomindernde Maßnahmen (Verkehrsüberwachung/Seeraumbeobachtung, AIS, Notfallschlepper)	4,880
mit AIS, ohne Verkehrsüberwachung/Seeraumbeobachtung und ohne Notfallschlepper	3,926
mit AIS, mit Verkehrsüberwachung/ Seeraumbeobachtung der Variante 3 und ohne Notfallschlepper	1,635
mit AIS, Verkehrsüberwachung/Seeraumbeobachtung der Variante 3 und hoheitliche Notschlepper	1,571
mit AIS, Verkehrsüberwachung/Seeraumbeobachtung der Variante 1 und hoheitliche Notschlepper (siehe Hinweis in Tabelle 8-13)	1,001

### 8.5.3 Eignungsfeststellung

Für die Fläche O-1.3 wurde eine Flächenvoruntersuchung zur verkehrlich- schiffahrtspolizeilichen Eignung bei einer geplanten Inbetriebnahme im Jahr 2026 durchgeführt.

Die Ergebnisse der qualitativen- und quantitativen Analysen dieser Flächenvoruntersuchung zeigen, dass die Fläche O-1.3 bei einer Inbetriebnahme im Jahre 2026 unter dem zuvor genannten Annahmen sowie unter Berücksichtigung der Empfehlungen in Abschnitt 8.5.3.1 und der Ergebnisse in Abschnitt 8.5.3.2, grundsätzlich geeignet ist.

#### 8.5.3.1 Ergebnisse qualitative Analyse

Unter den in den Abschnitten 8.5.2ff getroffenen Annahmen und unter der Berücksichtigung der in Abschnitt 8.5.1.5 genannten risikomindernden Maßnahmen sowie ggf. weiterer im Planfeststellungsbeschluss gemäß § 48 WindSeeG zu konkretisierenden Bedingungen und Auflagen wird

davon ausgegangen, dass durch eine Realisierung der Fläche O-1.3 nicht mit einer signifikanten Einschränkung der Sicherheit und Leichtigkeit des Schiffsverkehrs zu rechnen ist.

Empfohlene Maßnahmen:

#### **für die Bauphase**

- Einrichtung einer Sicherheitszone um das Baufeld herum
- Befahrensverbot der Sicherheitszone während der Bauphase
- kardinale Betonung des Baufeldes
- kollisionsfreundliche Bauweise der Anlagen
- Behelfsmäßige Kennzeichnung der Anlagen in der Bauphase
- Maritime Verkehrssicherung durch WSV
- Mobile Verkehrssicherung vor Ort durch Verkehrssicherungsfahrzeug
- Verfügbarkeit von hoheitlichen Notschleppern

#### **für die Betriebsphase**

- Aufrechterhaltung der Sicherheitszone
- allgemeine Festlegung ggf. möglicher Befahrensregelungen durch die GDWS für Fahrzeuge mit einer maximalen Rumpflänge von 24 m
- Ausrüstung des Windparks mit AIS
- Kennzeichnung der Anlagen als Schifffahrtshindernis
- Maritime Verkehrssicherung durch WSV
- Seeraumbeobachtung durch OWP-Betreiber
- Verfügbarkeit von hoheitlichen Notschleppern

### **8.5.3.2 Ergebnisse quantitative Risikobeurteilung Fläche**

In diesem Abschnitt wird die Einstufung des berechneten Risikos in die Risikomatrix des Anhang 1 des BSH-Standards „Standard Konstruktion“ /2/ vorgenommen. Neben der Einstufung des Umweltrisikos werden Einstufungen des Risikos in Bezug auf die Kollisionskonsequenzen Schiff-WEA und Personensicherheit angegeben.

Bei Kollisionen mit driftenden Schiffen ist entsprechend der Annahme eines kollisionsfreundlichen Fundamentes bei einer Driftgeschwindigkeit bis 2 m/s kein Aufreißen der Außenhaut des Schiffes zu erwarten /2/. Insgesamt kann die Einstufung der Häufigkeit eines Ölaustritts aus einem Schiff bei Berücksichtigung der in der Risikoanalyse angegebenen risikomindernden Maßnahmen in die Häufigkeitsklasse „äußerst selten“ vorgenommen werden. Die beschriebenen Szenarien mit einem Ölaustritt aus dem Schiff können in die Konsequenzklassen „beträchtlich“ bis „schwerwiegend“ und somit in der Risikomatrix mit einer akzeptablen Risikoprioritätszahl (RPZ) von 2 bis 3 eingestuft werden.

Ein gleiches Bild (RPZ = 2 bis 3) liefert die Auswertung der FN-Diagramme. Die FN-Diagramme stellen den Zusammenhang zwischen Schadstoffaustrittsmengen und Häufigkeiten her und liefern somit die notwendigen Informationen für eine Einstufung des Risikos in die Risikoprioritätszahlen (RPZ). In

Abbildung 8-8 ist das FN-Diagramm mit der zugehörigen RPZ dargestellt. Als risikomindernde Maßnahmen sind in dem Diagramm:

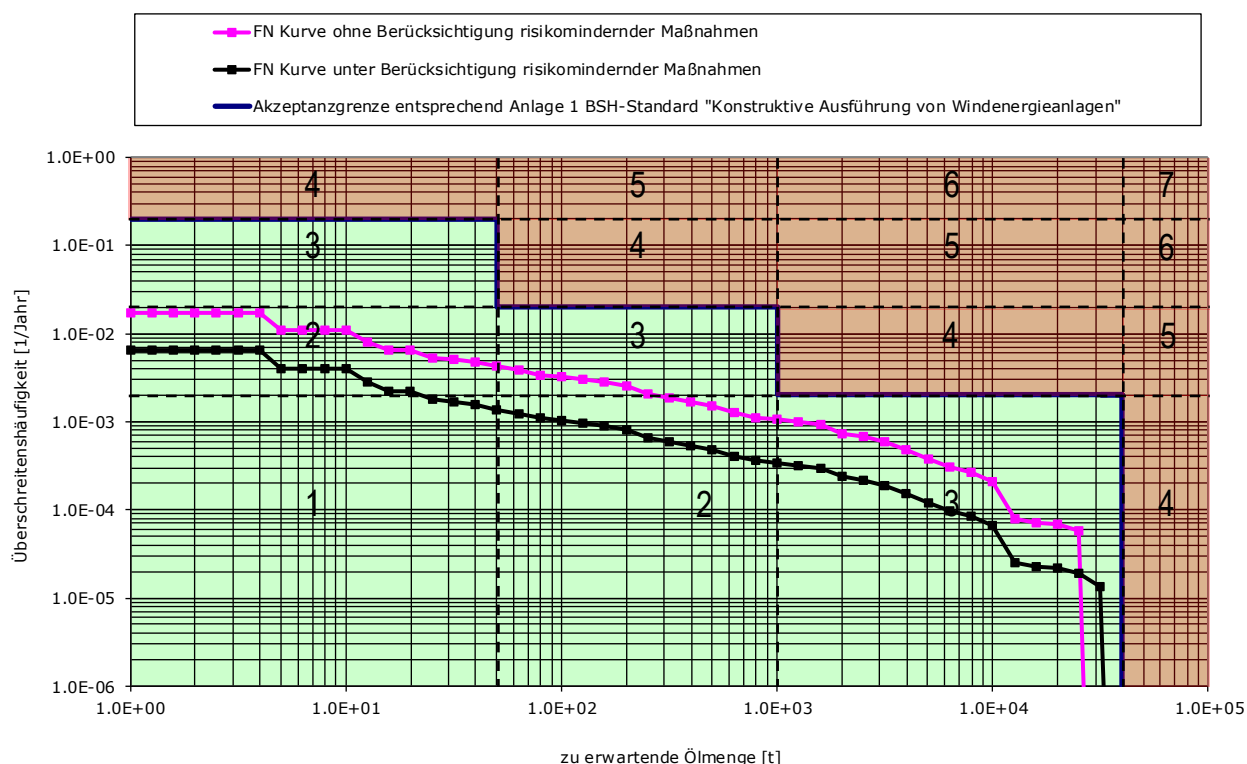
- die Installation von AIS-Geräten an den Windparkinstallationen,
- eine Verkehrsüberwachung/Seerraumbeobachtung (Variante 3), sowie
- die hoheitlichen Notschlepper auf den Bereitschaftspositionen

berücksichtigt.

Für die Abgrenzung der einzelnen Konsequenzklassen der Anlage 1 des BSH-Standards wurden folgende Einstufungen anhand der austretenden Schadstoffe vorgenommen (Tabelle 8-15).

**Tabelle 8-15: Definition der Konsequenzklassen**

Konsequenzklasse	Freigesetzte Schadstoffmenge in t <sub>01</sub>
Unbedeutend	1 ... 50
Beträchtlich	> 50 ... 1.000
Schwerwiegend	> 1.000 ... 40.000
Katastrophal	> 40.000



**Abbildung 8-8: Einstufung des Risikos anhand des FN-Diagramms für die kumulative Betrachtung**

## 9 FLÄCHENVORUNTERSUCHUNG INBETRIEBNAHME 2027

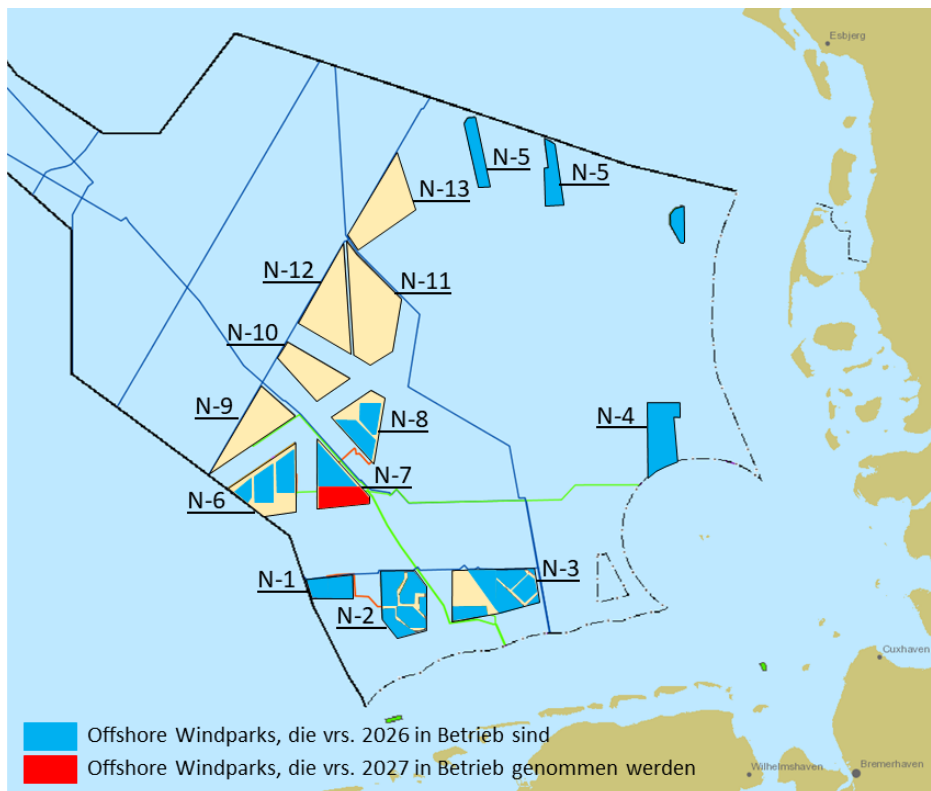
### 9.1 Gebiet N-7/Fläche: N-7.2

Entsprechend Szenario A 2030 ist für das Jahr 2027 die Inbetriebnahme der auf der Fläche N-7.2 in der Nordsee (Abbildung 9-1), zu errichtenden Windparks zu berücksichtigen.

Die Fläche N-7.2 liegt nördlich des Verkehrstrennungsgebietes "German Bight Western Approach" in einem Mindestabstand von 2 sm und weist eine auf LAT bezogene Mindestwassertiefe von 35 m auf. Nordöstlich dieser Fläche verläuft die Gasrohrleitung "Norpipe" in Nordwest-Südost-Richtung.

Östlich und westlich der Fläche N-7.2 sind Vorbehaltsgebiete für die Schifffahrt vorgesehen, von denen insbesondere das östlich gelegene Gebiet, von dem von und zur Ems bestimmten Nord-Süd-Verkehr benutzt wird. Das Gebiet ist voraussichtlich bis Ende 2025 teilweise bebaut, siehe Abbildung 3-2.

Im Szenario A 2030 wird im Gebiet N-7 für die Flächen N-7.2 insgesamt mit 930 MW zu installierender Leistung geplant, siehe Tabelle 3-1. In der Berechnung wurde die Leistung ohne Berücksichtigung der Plausibilisierung entsprechend Tabelle 7-1 angesetzt. Abbildung 9-1 zeigt die Lage der Flächen N-7.2.



**Abbildung 9-1: Fläche N-7.2 (in rot)**

## 9.2 FLÄCHE N-7.2

### 9.2.1 Qualitative Flächenvoruntersuchung

Gemäß dem Flächenentwicklungsplan des BSH ist für die Fläche N-7.2 folgender Zeitplan vorgesehen:

- Beginn der Planungs- und Realisierungsphase: 2022
- Beginn der Betriebsphase: 2027

#### 9.2.1.1 Beschreibung des Verkehrsraums

Die Fläche N-7.2 liegt nördlich des Verkehrstrennungsgebietes "German Bight Western Approach" in einem Mindestabstand von 2 sm und weist eine auf LAT bezogene Mindestwassertiefe von 35 m auf. Nordöstlich dieser Fläche verläuft die Gasrohrleitung "Norpipe" in Nordwest-Südost-Richtung.

Östlich und westlich der Fläche N-7.2 sind Vorbehaltsgebiete für die Schifffahrt vorgesehen, von denen insbesondere das östlich gelegene Gebiet, von dem von und zur Ems bestimmten Nord-Süd-Verkehr benutzt wird.

#### 9.2.1.2 Schiffsverkehre

Der ost- und westgehende Durchgangsverkehr läuft in dem südlich gelegenen Verkehrstrennungsgebiet (dort kanalisiert durch Einbahnwege).

An der östlichen Begrenzung der Fläche N-7.2 ist darüber hinaus der von und zur Ems bestimmte nord- und südgehende Schiffsverkehr zu verzeichnen. Laut Verkehrsstatistik handelt es sich dabei um durchschnittlich drei Fahrzeuge pro Tag.

Unter der Annahme, dass ausgehend vom Jahr 2018 der Schiffsverkehr in der Nordsee bis zum Jahr 2022 insgesamt um ca. 8 % und bis zum Jahr 2027 insgesamt um ca. 19 % zunehmen wird, wäre für den direkten Bereich der Fläche N-7.2 selbst kein signifikanter Zuwachs zu erwarten. Der Durchgangsverkehr wird auch weiterhin in dem Verkehrstrennungsgebiet fahren.

Bzgl. des nord-südgehenden Verkehrs wären ebenfalls keine signifikanten Veränderungen zu erwarten, passierten dann durchschnittlich vier Fahrzeuge pro Tag die Fläche N-7.2.

#### 9.2.1.3 Auswirkungen auf den Schiffsverkehr

Nachfolgend sind die zu erwartenden grundsätzlichen Auswirkungen auf den Schiffsverkehr infolge einer Realisierung der Fläche N-7.2 qualitativ dargestellt:

- Durch die Einrichtung der Baustelle wird der nord-südgehende Schiffsverkehr nach Osten verdrängt, so dass eine zusätzliche Kursänderung erforderlich sein wird. Auszugehen ist ebenfalls von einer Zunahme des für die Baustelle erforderlichen Zubringer- und Werkverkehrs. Dieser wird insbesondere das Verkehrstrennungsgebiet "German Bight Western Approach" kreuzen, um anschließend hindurch zur Fläche N-7.2 zu fahren.
- Nach Abschluss der Bauarbeiten wird sich der nord-südgehende Schiffsverkehr mit der für ihn gesperrten Fläche arrangiert haben, so dass spätestens ab dann von einer Minderung des Risikos ausgegangen werden kann.
- Auch wird sich dann der Baustellenverkehr wieder verringern. Lediglich die zum Betrieb und zur Unterhaltung des Windparks erforderlichen Fahrzeuge werden das Gebiet ansteuern. Demzufolge wird sich der das Verkehrstrennungsgebiet "German Bight Western Approach" querende für die Fläche N-7.2 bestimmte Verkehr quantitativ vermindern.

- Gleichwohl ist infolge der beginnenden Realisierung der Flächen N-9 und N-6 mit dorthin bestimmtem Baustellenverkehr zu rechnen.

### 9.2.1.4 Szenarisch-qualitative Analyse

Auf der Grundlage der vorstehend beschriebenen grundsätzlichen Auswirkungen auf den Schiffsverkehr bei einer Realisierung der Fläche N-7.2 erfolgt nun eine Analyse der untersuchten Szenarien inkl. einer qualitativen Bewertung (Tabelle 9-1) dieser Auswirkungen für die Sicherheit und Leichtigkeit des Schiffsverkehrs:

**Tabelle 9-1: Zusammenfassung szenarisch qualitative Analyse N-7.2**

Empfehlungen für Maßnahmen, mit denen identifizierte Risiken für die Sicherheit und Leichtigkeit des Schiffsverkehrs gemindert werden können	status quo	Veränderungen gegenüber status quo	
		bis	ab
Begegnungen	N/A	+	+
Überholen	N/A	+	+
Kreuzende Kurse	N/A	+	+
Erfordernis für (zusätzliche) Kursänderungen durch die Bebauung der Fläche	N/A	++	++
Beeinträchtigung ggf. erforderlicher Ankermanöver im Notfall	N/A	+	+
Passage manövrierunfähiger treibender Schiffe	N/A	+	+
Kollision Schiff – Offshore-Windenergieanlage(n)	N/A	+	++

- Die Fläche N-7.2 liegt in einem Abstand zu dem südlich gelegenen Verkehrstrennungsgebiet von mindestens 2 sm. Daher wird für den im VTG fahrenden Verkehr grundsätzlich nicht von einer Beeinträchtigung der Sicherheit und Leichtigkeit des Schiffsverkehrs in Folge der Bebauung der Fläche N-7.2 ausgegangen.
- Durch die Realisierung der Fläche N-7.2 wird der nord- bzw. südgehende Verkehr nach Osten verdrängt, wodurch von einer signifikanten Beeinträchtigung der Sicherheit und Leichtigkeit des Schiffsverkehrs auszugehen sein wird. Insbesondere durch den Einsatz einer mobilen Verkehrssicherung vor Ort durch ein oder mehrere Verkehrssicherungsfahrzeuge wird diese Risikoerhöhung als beherrschbar angesehen.
- Für die Bauphase wird von einer insgesamt geringen Beeinträchtigung der Sicherheit und Leichtigkeit des Schiffsverkehrs ausgegangen. Dies betrifft insbesondere das VTG "German Bight Western Approach", zu dessen Querung der Bauverkehr gezwungen sein wird. Angesichts der Eigenverantwortung der jeweiligen Schiffsführung für ein regelgerechtes Handeln in Verbindung mit den Vorgaben der KVR sowie der von der WSV eingerichteten Maritimen Verkehrssicherung ist die infolge des Querens der Einbahnwege des Verkehrstrennungsgebietes induzierte Risikoerhöhung als beherrschbar anzusehen, ohne dass es weiterer risikomindernder Maßnahmen bedürfte.
- Infolge der Bebauung und der damit neu entstehenden Schiffahrtshindernisse ist mit einer erhöhten Kollisionswahrscheinlichkeit zwischen Schiff und Offshore-Windenergieanlagen zu rechnen.



- Nach Abschluss der Bauarbeiten ist von einem Rückgang des Baustellenverkehrs auszugehen. Lediglich die zum Betrieb und zur Unterhaltung des Windparks erforderlichen Fahrzeuge werden das Gebiet ansteuern. Demzufolge wird sich der die o.g. Verkehrstrennungsgebiete querende Verkehr quantitativ vermindern und stellt somit gegenüber dem status quo für die Betriebsphase lediglich eine geringe Beeinträchtigung der Sicherheit und Leichtigkeit des Schiffsverkehrs dar, die aber mit den bereits o.g. Maßnahmen kompensiert werden kann.
- Auch die Verdrängung des Schiffsverkehrs nach Westen wird für die Betriebsphase durch eine entsprechende Kennzeichnung und Bekanntmachung des Windparks als beherrschbar angesehen, ohne dass es weiterer – über die unten empfohlenen – risikomindernden Maßnahmen bedürfte.

### 9.2.1.5 Empfehlungen für risikomindernde Maßnahmen

Mit der nachfolgend dargestellten Zuordnung zu den einzelnen Phasen empfohlener risikomindernder Maßnahmen (Tabelle 9-2) können die zuvor ggf. identifizierten Risiken für die Gewährleistung der Sicherheit und Leichtigkeit des Schiffsverkehrs verringert werden:

**Tabelle 9-2: Zusammenfassung empfohlene risikomindernde Maßnahmen N-7.2**

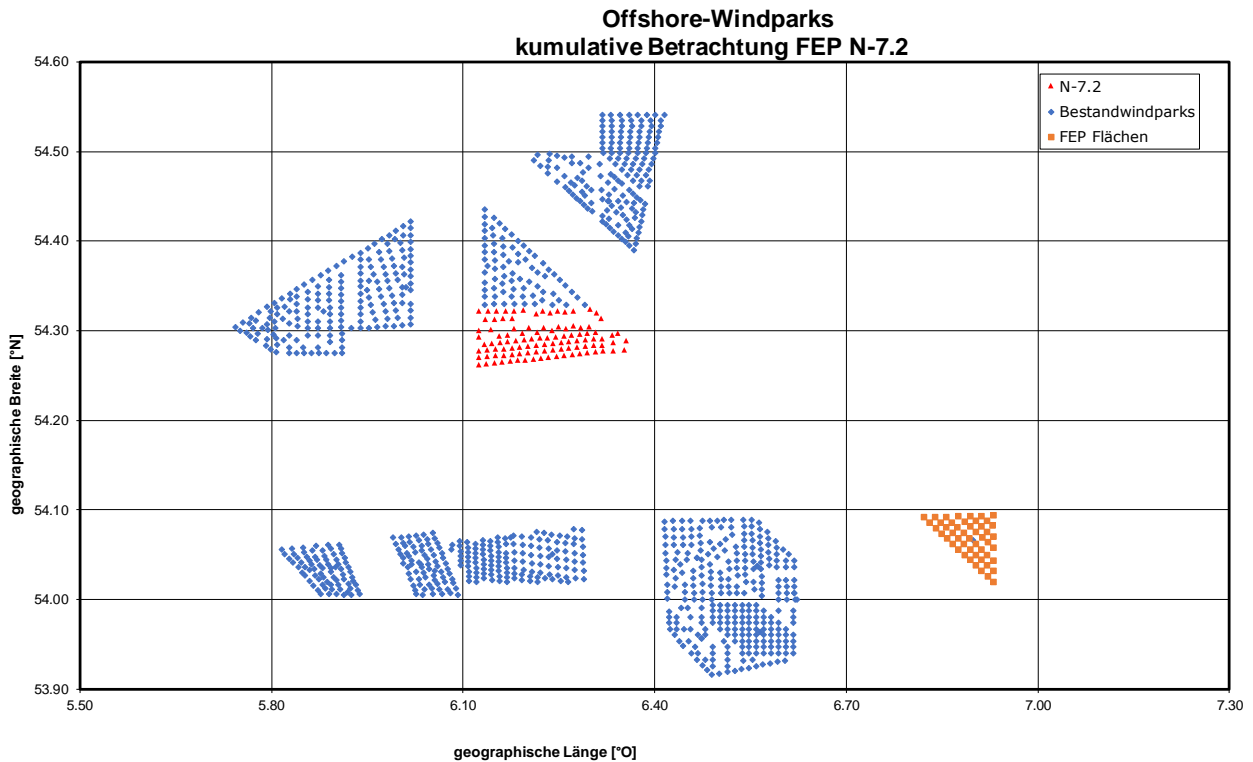
Empfehlungen für Maßnahmen, mit denen identifizierte Risiken für die Sicherheit und Leichtigkeit des Schiffsverkehrs gemindert werden können	status quo	(zusätzliche) Maßnahmen - bezogen auf status quo	
		Ab Planungsphase	Ab Betriebsphase
Einrichtung einer Sicherheitszone	X	✓	✓
Befahrensverbot für alle Fahrzeuge	X	✓	X
Befahrensregelung durch GDWS	X	X	✓
kardinale Betonung der Baufläche	X	✓	X
kollisionsfreundliche Bauweise der Anlagen	X	✓	✓
behelfsmäßige Kennzeichnung der Anlagen während der Errichtungsphase	X	✓	X
Kennzeichnung der Anlagen als Schifffahrtshindernis	X	X	✓
Maritime Verkehrssicherung durch WSV	✓	✓	✓
Seeraumbeobachtung	X	✓	✓
Erfordernis für Verkehrssicherungsfahrzeuge	X	✓	X
Verfügbarkeit staatlicher Notschleppkapazitäten	✓	✓	✓

## 9.2.2 Quantitative Flächenvoruntersuchung

### 9.2.2.1 Kumulatives Kollisionsrisiko Fläche

Im folgenden Abschnitt werden die Kollisionshäufigkeiten ohne risikomindernde Maßnahmen angegeben.

Die berücksichtigten Windparks stellen die Kumulativlage zum Zeitpunkt der abgeschlossenen Errichtung von Fläche N-7.2 (Inbetriebnahme 2027) in einem Radius von 20 Seemeilen dar (Abbildung 9-2).



**Abbildung 9-2: Aufstellmuster der betrachteten Offshore-Windparks, Fläche N-7.2 (2027)**

### 9.2.2.2 Kumulative Kollisionshäufigkeit

Die Ergebnisse der kumulativen Betrachtung mit und ohne Berücksichtigung der Wirkung risikomindernder Maßnahmen sind in Tabelle 9-3 zusammengestellt. Die Kollisionshäufigkeit für die kumulative Aufstellung von manövrierfähigen und manövrierunfähigen Schiffen ergibt unter Berücksichtigung von AIS, einer automatischen Verkehrsüberwachung/Seeraumbeobachtung der Variante 1, der vorhandenen hoheitlichen Notschleppkapazitäten sowie einem betreiberseitigen 70 t Schlepper eine Wiederholfrequenz von 109 Jahren.

**Tabelle 9-3: Kumulative Analyseergebnisse für die Fläche N-7.2 (2027) ohne und unter Berücksichtigung der risikomindernden Maßnahmen**

Kumulative Betrachtung  Fläche N-7.2 (2027)	Kollisionshäufigkeit			
	für manövrierfähige Schiffe  [1/Jahr]	für manövrierunfähige Schiffe  [1/Jahr]	für manövrierfähige und manövrierunfähige Schiffe  [1/Jahr]	stat. zu erwartende Zeit zwischen zwei Kollisionen  [Jahre]
ohne risikomindernde Maßnahmen (Verkehrsüberwachung/Seeraumbeobachtung, AIS, Notfallschlepper)	0,0020	0,0315	0,0335	30
mit AIS, ohne Verkehrsüberwachung/Seeraumbeobachtung und ohne Notfallschlepper	0,0016	0,0315	0,0331	30
mit AIS, mit Verkehrsüberwachung/Seeraumbeobachtung der Variante 1 und ohne Notfallschlepper	0,0004	0,0286	0,0290	34
mit AIS, Verkehrsüberwachung/Seeraumbeobachtung der Variante 1 und hoheitlichem Notschlepper „Nordic“ (neue Bereitschaftsposition)	0,0004	0,0103	0,0107	93
mit AIS, Verkehrsüberwachung/Seeraumbeobachtung der Variante 1, hoheitlichem Notschlepper „Nordic“ (neue Bereitschaftsposition) sowie dem betreiberseitig vorgehaltenem 70 t Schlepper	0,0004	0,0087	0,0091	109

### 9.2.2.3 Kollisionskonsequenzen

In Tabelle 9-4 sind die statistisch zu erwartenden austretenden Schadstoffmengen ohne und mit Berücksichtigung risikomindernder Maßnahmen für die kumulative Anordnung angegeben. Im Falle einer Kollision, entsprechend der im vorigen Kapitel ermittelten Häufigkeit, ist von höheren Mengen, im Normalfall dagegen von keinerlei Austritten auszugehen. Die ermittelten statistischen Werte stellen somit keine regelmäßig zu erwartenden Mengen von auslaufenden Schadstoffen, sondern eher einen Risikovergleichswert dar.

**Tabelle 9-4: Analyseergebnisse üfr die Fläche N-7.2 (2027) ohne und mit Berücksichtigung der risikomindernden Maßnahmen für die kumulative Betrachtung**

Kumulative Betrachtung	Austretende Schadstoffmengen [t/Jahr]
Fläche N-7.2 (2027)	
ohne risikomindernde Maßnahmen (Verkehrsüberwachung/Seeraumbeobachtung, AIS, Notfallschlepper)	1,300
mit AIS, ohne Verkehrsüberwachung/See- raumbeobachtung und ohne Notfallschlepper	1,167
mit AIS, mit Verkehrsüberwachung/ Seeraum- beobachtung der Variante 1 und ohne Notfallschlepper	0,722
mit AIS, Verkehrsüberwachung/Seeraum- beobachtung der Variante 1 und hoheitlichem Notschlepper „Nordic“ (neue Bereitschaftsposition)	0,342
mit AIS, Verkehrsüberwachung/Seeraum- beobachtung der Variante 1, hoheitlichem Notschlepper „Nordic“ (neue Bereitschaftsposition) sowie dem betreiberseitig vorgehaltenem 70 t Schlepper	0,309

### 9.2.3 Eignungsfeststellung

Für die Fläche N-7.2 wurde eine Flächenvoruntersuchung zur verkehrlich- schiffahrtspolizeilichen Eignung bei einer geplanten Inbetriebnahme im Jahr 2027 durchgeführt.

Die Ergebnisse der qualitativen- und quantitativen Analysen dieser Flächenvoruntersuchung zeigen, dass die Fläche N-7.2 bei einer Inbetriebnahme im Jahre 2027 unter dem zuvor genannten Annahmen sowie unter Berücksichtigung der Empfehlungen in Abschnitt 9.2.3.1 und der Ergebnisse in Abschnitt 9.2.2.3, grundsätzlich geeignet ist.

### 9.2.3.1 Ergebnisse qualitative Analyse

Unter den in den Abschnitten 9.2ff getroffenen Annahmen und unter der Berücksichtigung der in Abschnitt 9.2.1.5 genannten risikomindernden Maßnahmen sowie ggf. weiterer im Planfeststellungsbeschluss gemäß § 48 WindSeeG zu konkretisierenden Bedingungen und Auflagen wird davon ausgegangen, dass durch eine Realisierung der Fläche N-7.2 nicht mit einer signifikanten Einschränkung der Sicherheit und Leichtigkeit des Schiffsverkehrs zu rechnen ist.

Empfohlene Maßnahmen:

#### für die Bauphase

- Einrichtung einer Sicherheitszone um das Baufeld herum
- Befahrensverbot der Sicherheitszone während der Bauphase
- kardinale Betonung des Baufeldes
- kollisionsfreundliche Bauweise der Anlagen
- Behelfsmäßige Kennzeichnung der Anlagen in der Bauphase
- Maritime Verkehrssicherung durch WSV
- Mobile Verkehrssicherung vor Ort durch Verkehrssicherungsfahrzeug
- Verfügbarkeit von hoheitlichen Notschleppern

#### für die Betriebsphase

- Aufrechterhaltung der Sicherheitszone
- allgemeine Festlegung ggf. möglicher Befahrensregelungen durch die GDWS für Fahrzeuge mit einer maximalen Rumpflänge von 24 m
- Ausrüstung des Windparks mit AIS
- Kennzeichnung der Anlagen als Schifffahrtshindernis
- Maritime Verkehrssicherung durch WSV
- Seeraumbeobachtung durch OWP-Betreiber
- Verfügbarkeit von hoheitlichen Notschleppern

### 9.2.3.2 Ergebnisse quantitative Risikobeurteilung

In diesem Abschnitt wird die Einstufung des berechneten Risikos in die Risikomatrix des Anhang 1 des BSH-Standards „Standard Konstruktion“ /2/ vorgenommen. Neben der Einstufung des Umweltrisikos werden Einstufungen des Risikos in Bezug auf die Kollisionskonsequenzen Schiff-WEA und Personensicherheit angegeben.

Bei Kollisionen mit driftenden Schiffen ist entsprechend der Annahme eines kollisionsfreundlichen Fundamentes bei einer Driftgeschwindigkeit bis 2 m/s kein Aufreißen der Außenhaut des Schiffes zu erwarten /2/. Insgesamt kann die Einstufung der Häufigkeit eines Ölaustritts aus einem Schiff bei Berücksichtigung der in der Risikoanalyse angegebenen risikomindernden Maßnahmen in die Häufigkeitsklasse „äußerst selten“ vorgenommen werden. Die beschriebenen Szenarien mit einem Ölaustritt aus dem Schiff können in die Konsequenzklassen „beträchtlich“ bis „schwerwiegend“ und somit in der Risikomatrix mit einer akzeptablen Risikoprioritätszahl (RPZ) von 2 bis 3 eingestuft werden.

Ein gleiches Bild (RPZ = 2 bis 3) liefert die Auswertung der FN-Diagramme. Die FN-Diagramme stellen den Zusammenhang zwischen Schadstoffaustrittsmengen und Häufigkeiten her und liefern somit die notwendigen Informationen für eine Einstufung des Risikos in die Risikoprioritätszahlen (RPZ). In Abbildung 9-3 ist das FN-Diagramm mit der zugehörigen RPZ dargestellt. Als risikomindernde Maßnahmen sind in dem Diagramm die Installation von

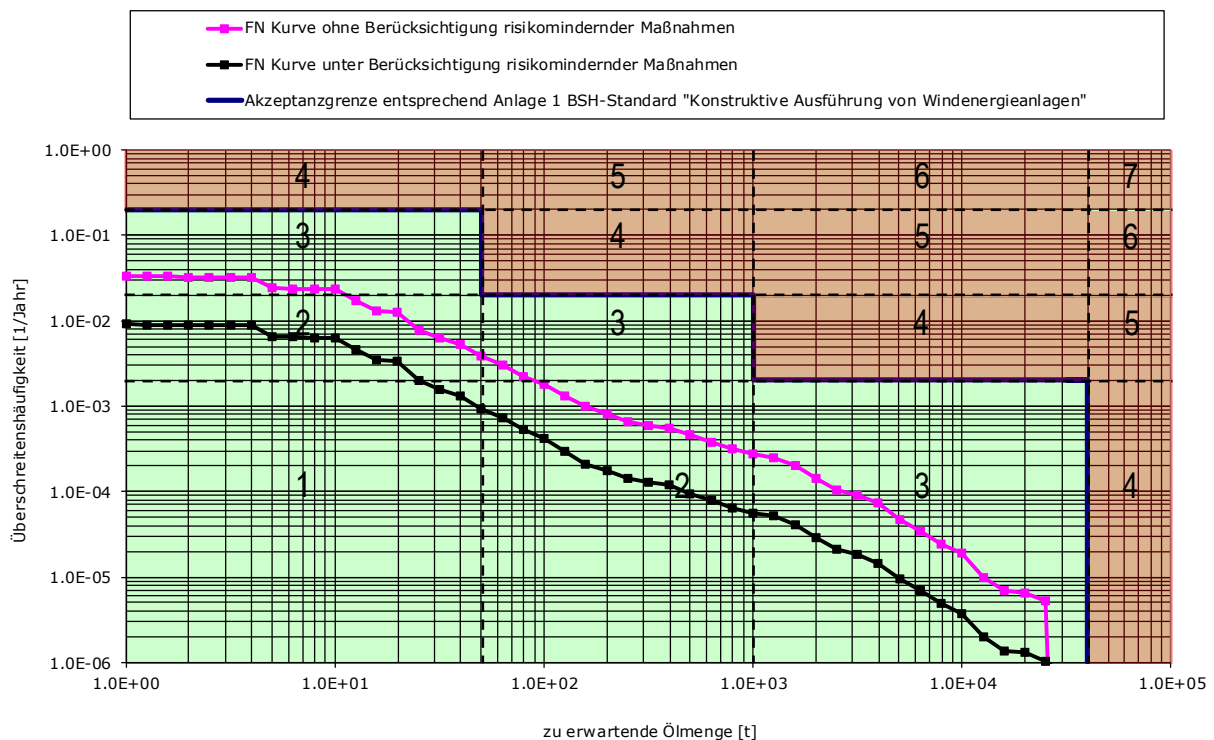
- AIS-Geräten an den Windparkinstallationen,
- eine Verkehrsüberwachung/Seeraumbeobachtung Variante 1, sowie
- dem hoheitlichen Notschlepper „Nordic“ auf Bereitschaftsposition und
- dem betreiberseitig vorgehaltenen Schlepper mit 70 t Pfahlzug

berücksichtigt.

Für die Abgrenzung der einzelnen Konsequenzklassen der Anlage 1 des BSH-Standards wurden folgende Einstufungen anhand der austretenden Schadstoffe vorgenommen (Tabelle 9-5).

**Tabelle 9-5: Definition der Konsequenzklassen**

Konsequenzklasse	Freigesetzte Schadstoffmenge in t <sub>01</sub>
Unbedeutend	1 ... 50
Beträchtlich	> 50 ... 1.000
Schwerwiegend	> 1.000 ... 40.000
Katastrophal	> 40.000



**Abbildung 9-3: Einstufung des Risikos anhand des FN-Diagramms für die kumulative Betrachtung**



## 10 FLÄCHENVORUNTERSUCHUNG INBETRIEBNAHME 2028

Entsprechend Szenario A 2030 ist das Jahr 2028 die Inbetriebnahme der auf den Flächen, N-3.5, N-3.6 sowie N-9.1 in der Nordsee (Abbildung 10-1) zu errichtenden Windparks zu berücksichtigen.

### 10.1 Gebiet N-3 (Flächen: N-3.5, N-3.6)

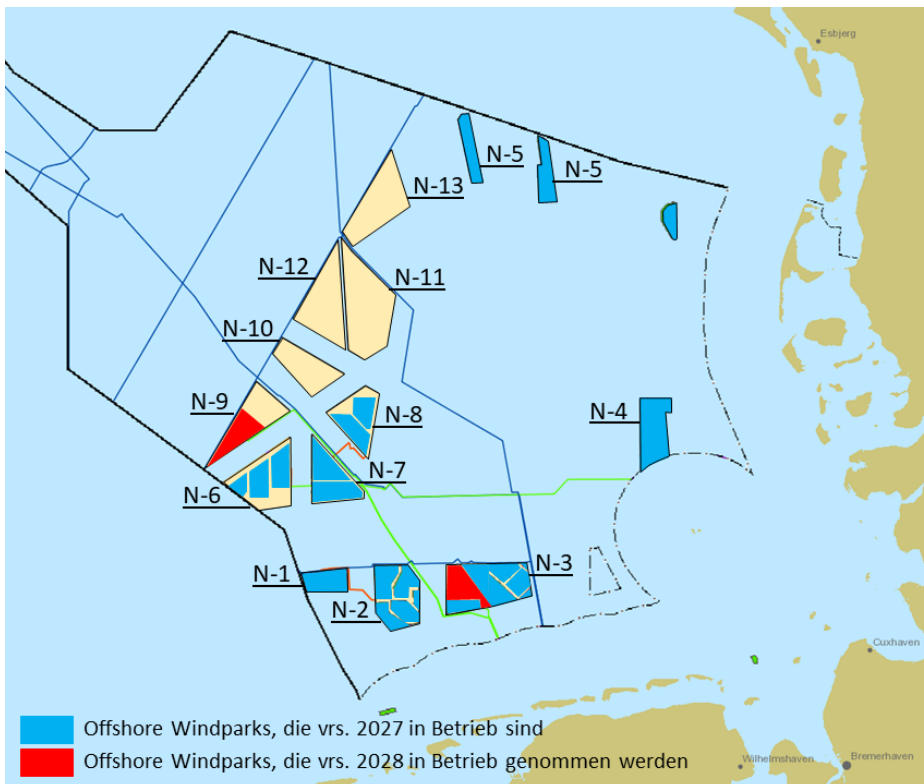
Das Gebiet N-3 befindet sich zwischen den beiden Verkehrstrennungsgebieten und westlich des raumordnerisch festgelegten Vorranggebietes für Rohrleitungen „Europipe 2“. Die westliche Hälfte des Gebietes liegt im raumordnerisch festgelegten Vorranggebiet für Windenergie „Nördlich Borkum“. Durch das Gebiet verläuft in nordöstlicher Richtung die Rohrleitung „Europipe 1“, die durch entsprechende Vorrang- und Vorbehaltsgebiete Rohrleitungen gesichert ist. Das Gebiet ist voraussichtlich bis Ende 2025 teilweise bebaut, siehe Abbildung 3-2.

Im Szenario A 2030 wird im Gebiet N-3 für die Flächen N-3.5 mit 420 MW und N-3.6 mit 480 MW zu installierender Leistung geplant. In der Berechnung wurde die Leistung ohne Berücksichtigung der Plausibilisierung entsprechend Tabelle 7-1 angesetzt. Abbildung 10-1 zeigt die Lage der Flächen N-3.5 und N-3.6.

### 10.2 Gebiet N-9 (Fläche: N-9.1)

Das Gebiet N-9 wird durch die Schifffahrtsrouten 6 und 10 (Abbildung 4-3), sowie das Vorbehaltsgebiet für Rohrleitungen („Norpipeline“) abgegrenzt. Das Gebiet ist voraussichtlich bis Ende 2025 nicht bebaut, siehe Abbildung 3-2.

Im Szenario A 2030 wird im Gebiet N-9 für die Fläche N-9.1 insgesamt 1000 MW zu installierender Leistung angenommen, siehe Tabelle 3-1. Abbildung 10-1 zeigt die Lage der Fläche N-9.1.



**Abbildung 10-1: Flächen N-3.5, N-3.6 und N-9.1 (in rot)**

## 10.3 FLÄCHE N-3.5

### 10.3.1 Qualitative Flächenvoruntersuchung

Gemäß dem Flächenentwicklungsplan des BSH ist für die Fläche N-3.5 folgender Zeitplan vorgesehen:

- Beginn der Planungs- und Realisierungsphase: 2023
- Beginn der Betriebsphase: 2028

#### 10.3.1.1 Beschreibung des Verkehrsraums

Die Fläche N-3.5 liegt zwischen den Verkehrstrennungsgebieten "Terschelling – German Bight" und "German Bight Western Approach" in einem Mindestabstand von 2 sm und weist eine auf LAT bezogene Mindestwassertiefe von 30 m auf.

Nördlich dieser Fläche verläuft die Gasrohrleitung "Europipe 1" in Nordwest-Südost-Richtung.

Nach Süden hin wird die Fläche N-3.5 von dem Windpark "Nordsee One" abgeschirmt.

#### 10.3.1.2 Schiffsverkehre

Der Hauptdurchgangsverkehr läuft jeweils in den nördlich und südlich gelegenen Verkehrstrennungsgebieten (jeweils kanalisiert durch Einbahnwege), so dass innerhalb und in direkter Nähe zur Fläche N-3.5 nur ein äußerst geringer Schiffsverkehr zu verzeichnen ist.

Unter der Annahme, dass ausgehend vom Jahr 2018 der Schiffsverkehr in der Nordsee bis zum Jahr 2023 insgesamt um ca. 10,1 % und bis zum Jahr 2028 insgesamt um ca. 21,3 % zunehmen wird, wäre für den direkten Bereich der Fläche N-3.5 kein nennenswerter Zuwachs zu erwarten. Der Durchgangsverkehr wird weiterhin die Verkehrstrennungsgebieten nutzen.

Mit Beginn der Realisierungsphase in der Fläche N-3.8 wird der dorthin bestimmte Baustellenverkehr auch die Fläche N-3.5 passieren. Ab 2023 soll auch auf der sich westlich anschließenden Fläche N-3.6 ein Windpark errichtet werden, so dass eine signifikante Zunahme des Baustellenverkehrs zu erwarten wäre.

Im Jahr des geplanten Beginns der Betriebsphase auf der Fläche N-3.5 wird auch auf den Flächen N-3.8 und N-3.6 die Errichtung jeweils beendet sein, so dass insgesamt der Baustellenverkehr in diesem Gebiet abnehmen wird.

#### 10.3.1.3 Auswirkungen auf den Schiffsverkehr

Nachfolgend sind die zu erwartenden grundsätzlichen Auswirkungen auf den Schiffsverkehr infolge einer Realisierung der Fläche N-3.5 qualitativ dargestellt:

- Durch die Einrichtung der Baustelle sind keine signifikanten Auswirkungen auf den umgebenden Schiffsverkehr zu erwarten, die nicht durch Bedingungen und Auflagen ausgeglichen werden könnten. Auszugehen ist von einer Zunahme des für die Baustelle erforderlichen Zubringer- und Werkverkehrs. Dieser wird insbesondere das Verkehrstrennungsgebiet "Terschelling – German Bight" kreuzen, um anschließend zwischen den Windparks "Nordsee One" und "Gode Wind 01 + 02" hindurch zu den Flächen N-3.8 und N-3.5 zu fahren.
- Nach Abschluss der Bauarbeiten ist von einem Rückgang des Baustellenverkehrs auszugehen. Lediglich die zum Betrieb und zur Unterhaltung des Windparks erforderlichen Fahrzeuge werden das Gebiet ansteuern. Demzufolge wird sich der das Verkehrstrennungsgebiet "Terschelling – German Bight" querende Verkehr quantitativ vermindern.

### 10.3.1.4 Szenarisch-qualitative Analyse

Auf der Grundlage der vorstehend beschriebenen grundsätzlichen Auswirkungen auf den Schiffsverkehr bei einer Realisierung der Fläche N-3.5 erfolgt nun eine Analyse der untersuchten Szenarien inkl. einer qualitativen Bewertung (Tabelle 10-1) dieser Auswirkungen für die Sicherheit und Leichtigkeit des Schiffsverkehrs:

**Tabelle 10-1: Zusammenfassung szenarisch qualitative Analyse N-3.5**

Empfehlungen für Maßnahmen, mit denen identifizierte Risiken für die Sicherheit und Leichtigkeit des Schiffsverkehrs gemindert werden können	status quo	Veränderungen gegenüber status quo	
		bis	ab
Begegnungen	N/A	o	o
Überholen	N/A	o	o
Kreuzende Kurse	N/A	+	+
Erfordernis für (zusätzliche) Kursänderungen durch die Bebauung der Fläche	N/A	o	o
Beeinträchtigung ggf. erforderlicher Ankermanöver im Notfall	N/A	o	o
Passage manövrierunfähiger treibender Schiffe	N/A	+	+
Kollision Schiff – Offshore-Windenergieanlage(n)	N/A	+	++

- Der Abstand zu den nördlich und südlich liegenden Verkehrstrennungsgebieten beträgt mindestens 2 sm. Daher wird für den im VTG fahrenden Verkehr grundsätzlich nicht von einer Beeinträchtigung der Sicherheit und Leichtigkeit des Schiffsverkehrs in Folge der Bebauung der Fläche N-3.5 ausgegangen.
- Für die Bauphase wird von einer insgesamt geringen Beeinträchtigung der Sicherheit und Leichtigkeit des Schiffsverkehrs ausgegangen. Dies betrifft insbesondere das VTG "Terschelling – German Bight" bzw. das VTG "Jade Approach", zu dessen Querung der Bauverkehr gezwungen sein wird. Angesichts der Eigenverantwortung der jeweiligen Schiffsführung für ein regelgerechtes Handeln in Verbindung mit den Vorgaben der KVR sowie der von der WSV eingerichteten Maritimen Verkehrssicherung ist die infolge des Querens der Einbahnwege des Verkehrstrennungsgebietes induzierte Risikoerhöhung als beherrschbar anzusehen, ohne dass es weiterer risikomindernder Maßnahmen bedürfte.
- Infolge der Bebauung und der damit neu entstehenden Schifffahrtshindernisse ist mit einer erhöhten Kollisionswahrscheinlichkeit zwischen Schiff und Offshore-Windenergieanlagen zu rechnen.
- Nach Abschluss der Bauarbeiten ist von einem Rückgang des Baustellenverkehrs auszugehen. Lediglich die zum Betrieb und zur Unterhaltung des Windparks erforderlichen Fahrzeuge werden das Gebiet ansteuern. Demzufolge wird sich der die o.g. Verkehrstrennungsgebiete querende Verkehr quantitativ vermindern und stellt somit gegenüber dem status quo für die Betriebsphase lediglich eine geringe Beeinträchtigung der Sicherheit und Leichtigkeit des Schiffsverkehrs dar, die aber mit den bereits o.g. Maßnahmen kompensiert werden kann.

### 10.3.1.5 Empfehlungen für risikomindernde Maßnahmen

Mit der nachfolgend dargestellten Zuordnung zu den einzelnen Phasen empfohlener risikomindernder Maßnahmen (Tabelle 10-2) können die zuvor ggf. identifizierten Risiken für die Gewährleistung der Sicherheit und Leichtigkeit des Schiffsverkehrs verringert werden:

**Tabelle 10-2: Zusammenfassung empfohlene risikomindernde Maßnahmen N-3.5**

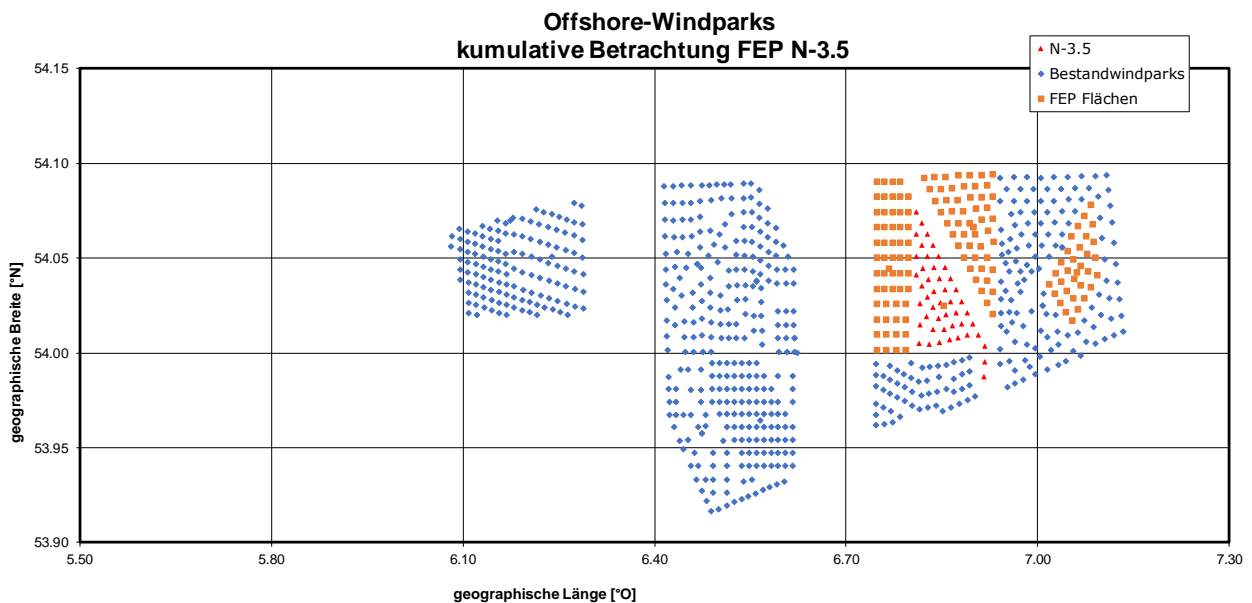
Empfehlungen für Maßnahmen, mit denen identifizierte Risiken für die Sicherheit und Leichtigkeit des Schiffsverkehrs gemindert werden können	status quo	(zusätzliche) Maßnahmen - bezogen auf status quo	
		Ab Planungsphase	Ab Betriebsphase
Einrichtung einer Sicherheitszone	X	✓	✓
Befahrensverbot für alle Fahrzeuge	X	✓	X
Befahrensregelung durch GDWS	X	X	✓
kardinale Betonung der Baufläche	X	✓	X
kollisionsfreundliche Bauweise der Anlagen	X	✓	✓
behelfsmäßige Kennzeichnung der Anlagen während der Errichtungsphase	X	✓	X
Kennzeichnung der Anlagen als Schifffahrtshindernis	X	X	✓
Maritime Verkehrssicherung durch WSV	✓	✓	✓
Seeraumbeobachtung	X	✓	✓
Erfordernis für Verkehrssicherungsfahrzeuge	X	✓	X
Verfügbarkeit staatlicher Notschleppkapazitäten	✓	✓	✓

## 10.3.2 Quantitative Flächenuntersuchung

### 10.3.2.1 Kumulatives Kollisionsrisiko

Im folgenden Abschnitt werden die Kollisionshäufigkeiten ohne risikomindernde Maßnahmen angegeben.

Die berücksichtigten Windparks stellen die Kumulativlage zum Zeitpunkt der abgeschlossenen Errichtung von Fläche N-3.5 (Inbetriebnahme 2028) in einem Radius von 20 Seemeilen dar, siehe Abbildung 10-2.



**Abbildung 10-2: Aufstellmuster der betrachteten Offshore-Windparks, Fläche N-3.5 (2028)**

### 10.3.2.2 Kumulative Kollisionshäufigkeit

Die Ergebnisse der kumulativen Betrachtung mit und ohne Berücksichtigung der Wirkung risikomindernder Maßnahmen sind in Tabelle 10-3 zusammengestellt. Die Kollisionshäufigkeit für die kumulative Aufstellung von manövrierfähigen und manövrierunfähigen Schiffen ergibt unter Berücksichtigung von AIS, einer automatischen Verkehrsüberwachung/Seeraumbeobachtung der Variante 1, der vorhandenen hoheitlichen Notschleppkapazitäten sowie einem betreiberseitigen 70 t Schlepper eine Wiederholfrequenz von 107 Jahren.

**Tabelle 10-3: Kumulative Analyseergebnisse für die Fläche N-3.5 (2028) ohne und unter Berücksichtigung der risikomindernden Maßnahmen**

Kumulative Betrachtung  Fläche N-3.5 (2028)	Kollisionshäufigkeit			
	für manövrierfähige Schiffe  [1/Jahr]	für manövrierunfähige Schiffe  [1/Jahr]	für manövrierfähige und manövrierunfähige Schiffe  [1/Jahr]	stat. zu erwartende Zeit zwischen zwei Kollisionen  [Jahre]
ohne risikomindernde Maßnahmen (Verkehrsüberwachung/Seeraumbeobachtung, AIS, Notfallschlepper)	0,0004	0,0329	0,0333	30
mit AIS, ohne Verkehrsüberwachung/Seeraumbeobachtung und ohne Notfallschlepper	0,0003	0,0329	0,0332	30
mit AIS, mit Verkehrsüberwachung/Seeraumbeobachtung der Variante 1 und ohne Notfallschlepper	0,0001	0,0299	0,0300	33
mit AIS, Verkehrsüberwachung/Seeraumbeobachtung der Variante 1 und hoheitlichem Notschlepper „Nordic“ (neue Bereitschaftsposition)	0,0001	0,0108	0,0109	92
mit AIS, Verkehrsüberwachung/Seeraumbeobachtung der Variante 1 und hoheitlichem Notschlepper „Nordic“ (neue Bereitschaftsposition) sowie dem betreiberseitig vorgehaltenem 70 t Schlepper	0,0001	0,0093	0,0093	107



### 10.3.2.3 Kollisionskonsequenzen Fläche

In Tabelle 10-4 sind die statistisch zu erwartenden austretenden Schadstoffmengen ohne und mit Berücksichtigung risikomindernder Maßnahmen für die kumulative Anordnung angegeben. Im Falle einer Kollision, entsprechend der im vorigen Kapitel ermittelten Häufigkeit, ist von höheren Mengen, im Normalfall dagegen von keinerlei Austritten auszugehen. Die ermittelten statistischen Werte stellen somit keine regelmäßig zu erwartenden Mengen von auslaufenden Schadstoffen, sondern eher einen Risikovergleichswert dar.

**Tabelle 10-4: Analyseergebnisse für die Fläche N-3.5 (2028) ohne und mit Berücksichtigung der risikomindernden Maßnahmen für die kumulative Betrachtung**

Kumulative Betrachtung	Austretende Schadstoffmengen [t/Jahr]
Fläche N-3.5 (2028)	
ohne risikomindernde Maßnahmen (Verkehrsüberwachung/Seeraumbeobachtung, AIS, Notfallschlepper)	0,830
mit AIS, ohne Verkehrsüberwachung/Seeraumbeobachtung und ohne Notfallschlepper	0,823
mit AIS, mit Verkehrsüberwachung/ Seeraumbeobachtung der Variante 1 und ohne Notfallschlepper	0,728
mit AIS, Verkehrsüberwachung/Seeraumbeobachtung der Variante 1 und hoheitlichem Notschlepper „Nordic“ (neue Bereitschaftsposition)	0,267
mit AIS, Verkehrsüberwachung/Seeraumbeobachtung der Variante 1 und hoheitlichem Notschlepper „Nordic“ (neue Bereitschaftsposition) sowie dem betreiberseitig vorgehaltenem 70 t Schlepper	0,231

### 10.3.3 Eignungsfeststellung

Für die Fläche N-3.5 wurde eine Flächenvoruntersuchung zur verkehrlich- schiffahrtspolizeilichen Eignung bei einer geplanten Inbetriebnahme im Jahr 2028 durchgeführt.

Die Ergebnisse der qualitativen- und quantitativen Analysen dieser Flächenvoruntersuchung zeigen, dass die Fläche N-3.5 bei einer Inbetriebnahme im Jahre 2028 unter dem zuvor genannten Annahmen sowie unter Berücksichtigung der Empfehlungen in Abschnitt 10.3.3.1 und der Ergebnisse in Abschnitt 10.3.3.2, grundsätzlich geeignet ist.

### 10.3.3.1 Ergebnisse qualitative Analyse

Unter den in den Abschnitten 10.3ff getroffenen Annahmen und unter der Berücksichtigung der in Abschnitt 10.3.1.5 genannten risikomindernden Maßnahmen sowie ggf. weiterer im Planfeststellungsbeschluss gemäß § 48 WindSeeG zu konkretisierenden Bedingungen und Auflagen wird davon ausgegangen, dass durch eine Realisierung der Fläche N-3.5 nicht mit einer signifikanten Einschränkung der Sicherheit und Leichtigkeit des Schiffsverkehrs zu rechnen ist.

Empfohlene Maßnahmen:

#### **für die Bauphase**

- Einrichtung einer Sicherheitszone um das Baufeld herum
- Befahrensverbot der Sicherheitszone während der Bauphase
- kardinale Betonung des Baufeldes
- kollisionsfreundliche Bauweise der Anlagen
- Behelfsmäßige Kennzeichnung der Anlagen in der Bauphase
- Maritime Verkehrssicherung durch WSV
- Mobile Verkehrssicherung vor Ort durch Verkehrssicherungsfahrzeug
- Verfügbarkeit von hoheitlichen Notschleppern

#### **für die Betriebsphase**

- Aufrechterhaltung der Sicherheitszone
- allgemeine Festlegung ggf. möglicher Befahrensregelungen durch die GDWS für Fahrzeuge mit einer maximalen Rumpflänge von 24 m
- Ausrüstung des Windparks mit AIS
- Kennzeichnung der Anlagen als Schifffahrtshindernis
- Maritime Verkehrssicherung durch WSV
- Seeraumbeobachtung durch OWP-Betreiber
- Verfügbarkeit von hoheitlichen Notschleppern

### 10.3.3.2 Ergebnisse quantitative Risikobeurteilung

In diesem Abschnitt wird die Einstufung des berechneten Risikos in die Risikomatrix des Anhang 1 des BSH-Standards „Standard Konstruktion“ /2/ vorgenommen. Neben der Einstufung des Umweltrisikos werden Einstufungen des Risikos in Bezug auf die Kollisionskonsequenzen Schiff-WEA und Personensicherheit angegeben.

Bei Kollisionen mit driftenden Schiffen ist entsprechend der Annahme eines kollisionsfreundlichen Fundamentes bei einer Driftgeschwindigkeit bis 2 m/s kein Aufreißen der Außenhaut des Schiffes zu erwarten /2/. Insgesamt kann die Einstufung der Häufigkeit eines Ölaustritts aus einem Schiff bei Berücksichtigung der in der Risikoanalyse angegebenen risikomindernden Maßnahmen in die Häufigkeitsklasse „äußerst selten“ vorgenommen werden. Die beschriebenen Szenarien mit einem Ölaustritt aus dem Schiff können in die Konsequenzklassen „beträchtlich“ bis „schwerwiegend“ und somit in der Risikomatrix mit einer akzeptablen Risikoprioritätszahl (RPZ) von 2 bis 3 eingestuft werden.

Ein gleiches Bild (RPZ = 2 bis 3) liefert die Auswertung der FN-Diagramme. Die FN-Diagramme stellen den Zusammenhang zwischen Schadstoffaustrittsmengen und Häufigkeiten her und liefern somit die notwendigen Informationen für eine Einstufung des Risikos in die Risikoprioritätszahlen (RPZ). In Abbildung 10-3 ist das FN-Diagramm mit der zugehörigen RPZ dargestellt. Als risikomindernde Maßnahmen sind in dem Diagramm die Installation von:

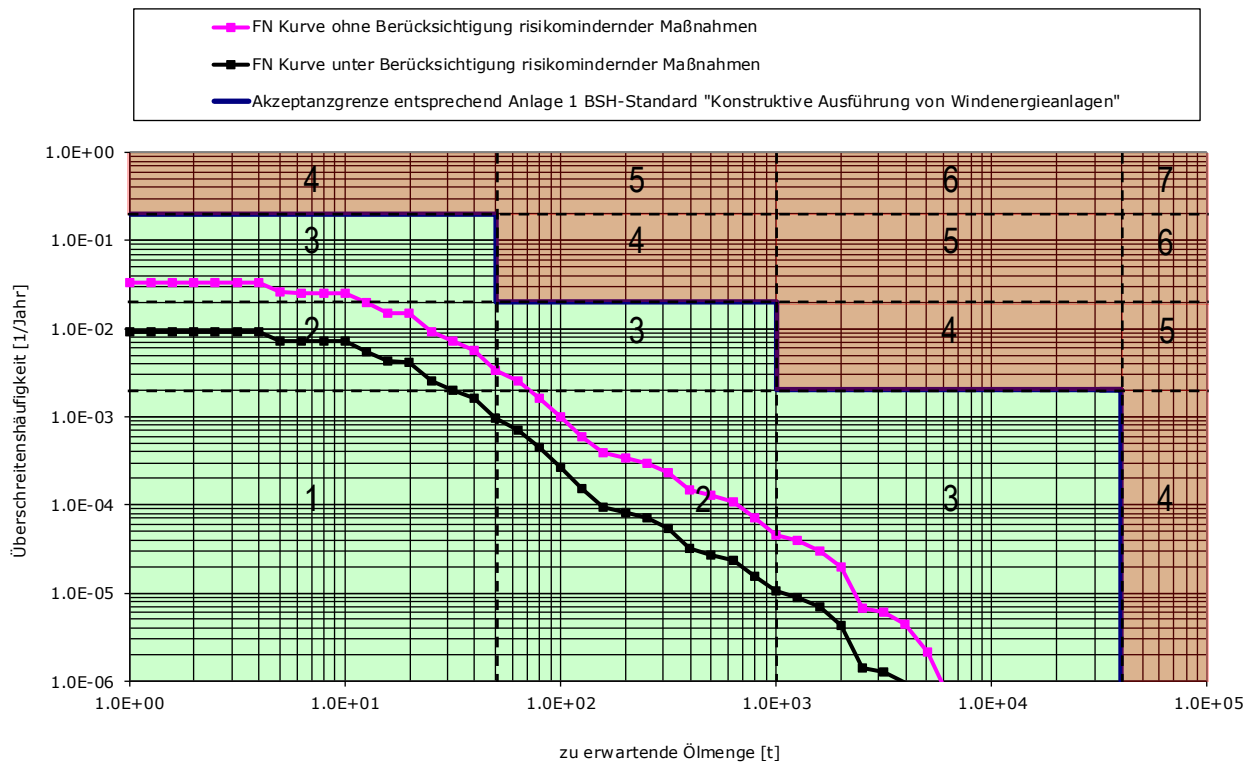
- AIS-Geräten an den Windparkinstallationen, eine
- Verkehrsüberwachung/Seeraumbeobachtung Variante 1, sowie
- der hoheitliche Notschlepper „Nordic“ auf Bereitschaftsposition und
- der betreiberseitig vorgehaltene Schlepper mit 70 t Pfahlzug

berücksichtigt.

Für die Abgrenzung der einzelnen Konsequenzklassen der Anlage 1 des BSH-Standards wurden folgende Einstufungen anhand der austretenden Schadstoffe vorgenommen (Tabelle 10-5).

**Tabelle 10-5: Definition der Konsequenzklassen**

Konsequenzklasse	Freigesetzte Schadstoffmenge in t <sub>ö1</sub>
Unbedeutend	1 ... 50
Beträchtlich	> 50 ... 1.000
Schwerwiegend	> 1.000 ... 40.000
Katastrophal	> 40.000



**Abbildung 10-3: Einstufung des Risikos anhand des FN-Diagramms für die kumulative Betrachtung**

## 10.4 FLÄCHE N-3.6

### 10.4.1 Quantitative Flächenvoruntersuchung

Gemäß dem Flächenentwicklungsplan des BSH ist für die Fläche N-3.6 folgender Zeitplan vorgesehen:

- Beginn der Planungs- und Realisierungsphase: 2023
- Beginn der Betriebsphase: 2028

#### 10.4.1.1 Beschreibung des Verkehrsraums

Die Fläche N-3.6 liegt zwischen den Verkehrstrennungsgebieten "Terschelling – German Bight" und "German Bight Western Approach" in einem Mindestabstand von 2 sm und weist eine auf LAT bezogene Mindestwassertiefe von 30 m auf.

Nordöstlich dieser Fläche verläuft die Gasrohrleitung "Europipe 1" in Nordwest-Südost-Richtung. Südwestlich dieser Fläche verläuft die Gasrohrleitung "Norpipe".

Nach Süden hin wird die Fläche N-3.6 von dem Windpark "Nordsee One" abgeschirmt.

#### 10.4.1.2 Schiffsverkehre

Der Hauptdurchgangsverkehr läuft jeweils in den nördlich und südlich gelegenen Verkehrstrennungsgebieten (jeweils kanalisiert durch Einbahnwege), so dass innerhalb und in direkter Nähe zur Fläche N-3.6 nur ein äußerst geringer Schiffsverkehr zu verzeichnen ist. An der Westseite dieser Fläche läuft parallel dazu der Versorgungsverkehr für die weiter nördlich gelegenen Windparks vorbei.

Unter der Annahme, dass ausgehend vom Jahr 2018 der Schiffsverkehr in der Nordsee bis zum Jahr 2023 insgesamt um ca. 10,1 % zunehmen wird, wäre für den Bereich der Fläche N-3.6 kein nennenswerter Zuwachs zu erwarten. Begründet wird diese Auffassung mit dem Fakt, dass der Durchgangsverkehr auch weiterhin in den Verkehrstrennungsgebieten fahren wird.

Ab 2023 soll auch auf der sich östlich anschließenden Fläche N-3.5 ein Windpark errichtet werden, so dass eine signifikante Zunahme des Baustellenverkehrs zu erwarten wäre.

Unter der Annahme, dass ausgehend vom Jahr 2018 der Schiffsverkehr in der Nordsee bis zum Jahr 2028 insgesamt um ca. 21,3 % zunehmen wird, ist für den Bereich der Fläche N-3.6 kein nennenswerter Zuwachs zu erwarten. Der Durchgangsverkehr wird weiterhin die Verkehrstrennungsgebiete nutzen. Auf den Flächen N-3.8 und N-3.5 wird die Errichtung jeweils beendet sein, so dass insgesamt der Baustellenverkehr abnehmen wird.

#### 10.4.1.3 Auswirkungen auf den Schiffsverkehr

Nachfolgend sind die zu erwartenden grundsätzlichen Auswirkungen auf den Schiffsverkehr infolge einer Realisierung der Fläche N-3.6 qualitativ dargestellt:

- Durch die Einrichtung der Baustelle sind keine signifikanten Auswirkungen auf den umgebenden Schiffsverkehr zu erwarten, die nicht durch Bedingungen und Auflagen ausgeglichen werden könnten. Auszugehen ist von einer Zunahme des für die Baustelle erforderlichen Zubringer- und Werkverkehrs. Dieser wird insbesondere das Verkehrstrennungsgebiet "Terschelling – German Bight" kreuzen, um anschließend westlich des Windparks "Nordsee One" hindurch zur Fläche N-3.6 zu fahren.
- Nach Abschluss der Bauarbeiten ist von einem Rückgang des Baustellenverkehrs auszugehen. Lediglich die zum Betrieb und zur Unterhaltung des Windparks erforderlichen Fahrzeuge werden

das Gebiet ansteuern. Demzufolge wird sich der das Verkehrstrennungsgebiet "Terschelling – German Bight" querende Verkehr quantitativ vermindern.

#### 10.4.1.4 Szenarisch-qualitative Analyse

Auf der Grundlage der vorstehend beschriebenen grundsätzlichen Auswirkungen auf den Schiffsverkehr bei einer Realisierung der Fläche N-3.6 erfolgt nun eine Analyse der untersuchten Szenarien inkl. einer qualitativen Bewertung (Tabelle 10-6) dieser Auswirkungen für die Sicherheit und Leichtigkeit des Schiffsverkehrs:

**Tabelle 10-6: Zusammenfassung szenarisch qualitative Analyse N-3.6**

Empfehlungen für Maßnahmen, mit denen identifizierte Risiken für die Sicherheit und Leichtigkeit des Schiffsverkehrs gemindert werden können	status quo	Veränderungen gegenüber status quo	
		bis	ab
Begegnungen	N/A	o	o
Überholen	N/A	o	o
Kreuzende Kurse	N/A	+	+
Erfordernis für (zusätzliche) Kursänderungen durch die Bebauung der Fläche	N/A	o	o
Beeinträchtigung ggf. erforderlicher Ankermanöver im Notfall	N/A	o	o
Passage manövrierunfähiger treibender Schiffe	N/A	+	+
Kollision Schiff – Offshore-Windenergieanlage(n)	N/A	+	++

- Der Abstand zu den nördlich und südlich liegenden Verkehrstrennungsgebieten beträgt mindestens 2 sm. Daher wird für den im VTG fahrenden Verkehr grundsätzlich nicht von einer Beeinträchtigung der Sicherheit und Leichtigkeit des Schiffsverkehrs in Folge der Bebauung der Fläche N-3.6 ausgegangen.
- Für die Bauphase wird von einer insgesamt geringen Beeinträchtigung der Sicherheit und Leichtigkeit des Schiffsverkehrs ausgegangen. Dies betrifft insbesondere das VTG "Terschelling – German Bight" bzw. das VTG "Jade Approach", zu dessen Querung der Bauverkehr gezwungen sein wird. Angesichts der Eigenverantwortung der jeweiligen Schiffsführung für ein regelgerechtes Handeln in Verbindung mit den Vorgaben der KVR sowie der von der WSV eingerichteten Maritimen Verkehrssicherung ist die infolge des Querens der Einbahnwege des Verkehrstrennungsgebietes induzierte Risikohöherung als beherrschbar anzusehen, ohne dass es weiterer risikomindernder Maßnahmen bedürfte.
- Infolge der Bebauung und der damit neu entstehenden Schifffahrtshindernisse ist mit einer erhöhten Kollisionswahrscheinlichkeit zwischen Schiff und Offshore-Windenergieanlagen zu rechnen.
- Nach Abschluss der Bauarbeiten ist von einem Rückgang des Baustellenverkehrs auszugehen. Lediglich die zum Betrieb und zur Unterhaltung des Windparks erforderlichen Fahrzeuge werden das Gebiet ansteuern. Demzufolge wird sich der die o.g. Verkehrstrennungsgebiete querende Verkehr quantitativ vermindern und stellt somit gegenüber dem status quo für die Betriebsphase

lediglich eine geringe Beeinträchtigung der Sicherheit und Leichtigkeit des Schiffsverkehrs dar, die aber mit den bereits o.g. Maßnahmen kompensiert werden kann.

#### 10.4.1.5 Empfehlungen für risikomindernde Maßnahmen

Mit der nachfolgend dargestellten Zuordnung zu den einzelnen Phasen empfohlener risikomindernder Maßnahmen (Tabelle 10-7) können die zuvor ggf. identifizierten Risiken für die Gewährleistung der Sicherheit und Leichtigkeit des Schiffsverkehrs verringert werden:

**Tabelle 10-7: Zusammenfassung empfohlene risikomindernde Maßnahmen N-3.6**

Empfehlungen für Maßnahmen, mit denen identifizierte Risiken für die Sicherheit und Leichtigkeit des Schiffsverkehrs gemindert werden können	status quo	(zusätzliche) Maßnahmen - bezogen auf status quo	
		Ab Planungsphase	Ab Betriebsphase
Einrichtung einer Sicherheitszone	X	✓	✓
Befahrensverbot für alle Fahrzeuge	X	✓	X
Befahrensregelung durch GDWS	X	X	✓
kardinale Betonung der Baufläche	X	✓	X
kollisionsfreundliche Bauweise der Anlagen	X	✓	✓
behelfsmäßige Kennzeichnung der Anlagen während der Errichtungsphase	X	✓	X
Kennzeichnung der Anlagen als Schifffahrtshindernis	X	X	✓
Maritime Verkehrssicherung durch WSV	✓	✓	✓
Seeraumbeobachtung	X	✓	✓
Erfordernis für Verkehrssicherungsfahrzeuge	X	✓	X
Verfügbarkeit staatlicher Notschleppkapazitäten	✓	✓	✓

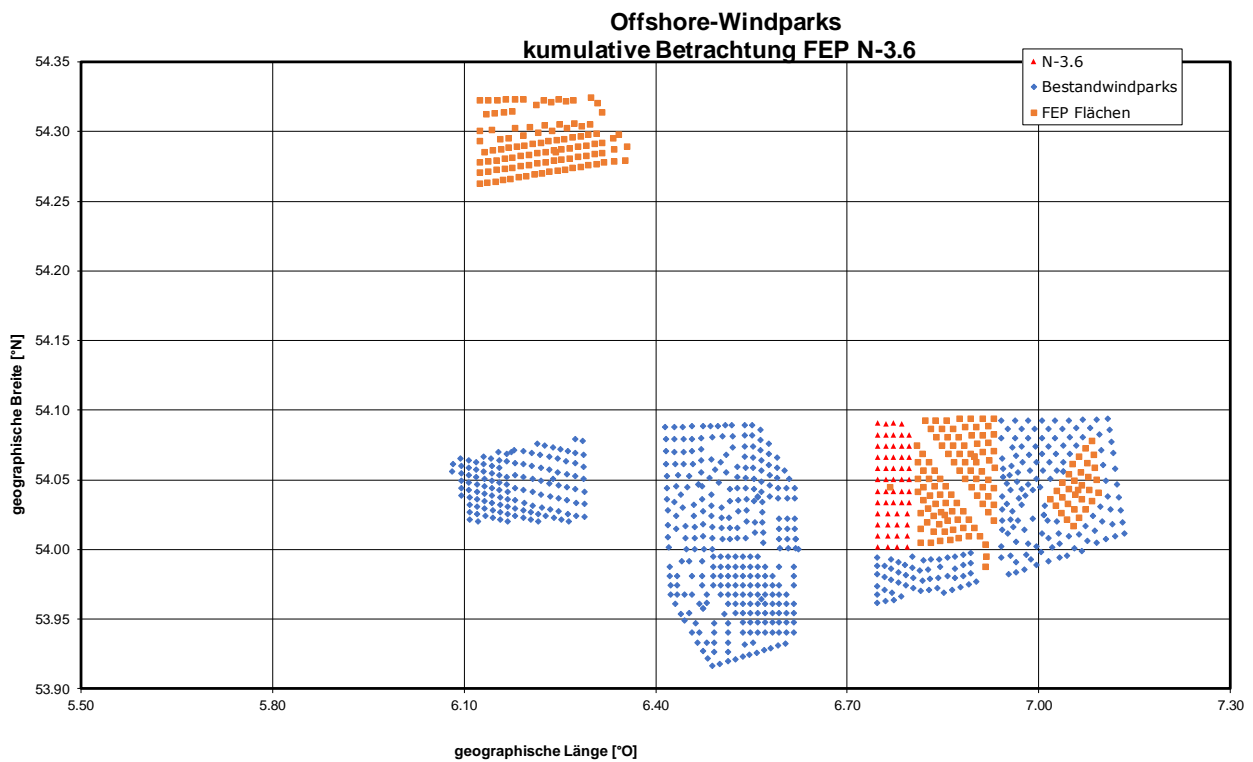


## 10.4.2 Quantitative Flächenvoruntersuchung

### 10.4.2.1 Kumulatives Kollisionsrisiko

Im folgenden Abschnitt werden die Kollisionshäufigkeiten ohne risikomindernde Maßnahmen angegeben.

Die berücksichtigten Windparks stellen die Kumulativlage zum Zeitpunkt der abgeschlossenen Errichtung von Fläche N-3.6 (Inbetriebnahme 2028) in einem Radius von 20 Seemeilen dar (Abbildung 10-4).



**Abbildung 10-4: Aufstellmuster der betrachteten Offshore-Windparks, Fläche N-3.6 (2028)**

### 10.4.2.2 Kumulative Kollisionshäufigkeit

Die Ergebnisse der kumulativen Betrachtung mit und ohne Berücksichtigung der Wirkung risikomindernder Maßnahmen sind in Tabelle 10-8 zusammengestellt. Die Kollisionshäufigkeit für die kumulative Aufstellung von manövrierfähigen und manövrierunfähigen Schiffen ergibt unter Berücksichtigung von AIS, einer automatischen Verkehrsüberwachung/Seeraumbeobachtung der Variante 1, der vorhandenen hoheitlichen Notschleppkapazitäten sowie einem betreiberseitig vorgehaltenem 70 t Schlepper und des niederländischen Notschleppers „Guardian“ eine Wiederholffrequenz von 103 Jahren.

**Tabelle 10-8: Kumulative Analyseergebnisse für die Fläche N-3.6 (2028) ohne und unter Berücksichtigung der risikomindernden Maßnahmen**

Kumulative Betrachtung  Fläche N-3.6 (2028)	Kollisionshäufigkeit			
	für manövrierfähige Schiffe [1/Jahr]	für manövrierunfähige Schiffe [1/Jahr]	für manövrierfähige und [1/Jahr]	stat. zu erwartende Zeit [Jahre]
ohne risikomindernde Maßnahmen (Verkehrsüberwachung/Seeraumbeobachtung, AIS, Notfallschlepper)	0,0016	0,0354	0,0370	27
mit AIS, ohne Verkehrsüberwachung/Seeraumbeobachtung und ohne Notfallschlepper	0,0013	0,0354	0,0367	27
mit AIS, mit Verkehrsüberwachung/Seeraumbeobachtung der Variante 1 und ohne Notfallschlepper	0,0003	0,0322	0,0325	31
mit AIS, Verkehrsüberwachung/Seeraumbeobachtung der Variante 1 und hoheitlichem Notschlepper „Nordic“ (neue Bereitschaftsposition)	0,0003	0,0116	0,0119	84
mit AIS, Verkehrsüberwachung/Seeraumbeobachtung der Variante 1 und hoheitlichem Notschlepper „Nordic“ (neue Bereitschaftsposition) sowie 70 t Schlepper	0,0003	0,0100	0,0103	97

Kumulative Betrachtung	Kollisionshäufigkeit			
	für manövrierfähige Schiffe [1/Jahr]	für manövrierunfähige Schiffe [1/Jahr]	für manövrierfähige und [1/Jahr]	stat. zu erwartende Zeit [Jahre]
mit AIS, Verkehrsüberwachung/Seeraumbeobachtung der Variante 1 und hoheitlichem Notschlepper „Nordic“ (neue Bereitschaftsposition), 70 t Schlepper und niederländischen Schlepper „Guardian“	0,0003	0,0094	0,0097	103

### 10.4.2.3 Kollisionskonsequenzen

In Tabelle 10-9 sind die statistisch zu erwartenden austretenden Schadstoffmengen ohne und mit Berücksichtigung risikomindernder Maßnahmen für die kumulative Anordnung angegeben. Im Falle einer Kollision, entsprechend der im vorigen Kapitel ermittelten Häufigkeit, ist von höheren Mengen, im Normalfall dagegen von keinerlei Austritten auszugehen. Die ermittelten statistischen Werte stellen somit keine regelmäßig zu erwartenden Mengen von auslaufenden Schadstoffen, sondern eher einen Risikovergleichswert dar.

**Tabelle 10-9: Analyseergebnisse für die Fläche N-3.6 (2028) ohne und mit Berücksichtigung der risikomindernden Maßnahmen für die kumulative Betrachtung**

Kumulative Betrachtung	Austretende Schadstoffmengen [t/Jahr]
Fläche N-3.6 (2028)	
ohne risikomindernde Maßnahmen (Verkehrsüberwachung/Seeraumbeobachtung, AIS, Notfallschlepper)	1,280
mit AIS, ohne Verkehrsüberwachung/Seeraumbeobachtung und ohne Notfallschlepper	1,190
mit AIS, mit Verkehrsüberwachung/ Seeraumbeobachtung der Variante 1 und ohne Notfallschlepper	0,851
mit AIS, Verkehrsüberwachung/Seeraumbeobachtung der Variante 1 und Notschlepper „Nordic“ (neue Bereitschaftsposition)	0,363

Kumulative Betrachtung	Austretende Schadstoffmengen [t/Jahr]
Fläche N-3.6 (2028)	
mit AIS, Verkehrsüberwachung/Seeraumbeobachtung der Variante 1, hoheitlichem Notschlepper „Nordic“ (neue Bereitschaftsposition) sowie dem betreiberseitig vorgehaltenem 70 t Schlepper	0,325
mit AIS, Verkehrsüberwachung/Seeraumbeobachtung der Variante 1 und hoheitlichem Notschlepper „Nordic“ (neue Bereitschaftsposition), 70 t Schlepper und niederländischen Schlepper „Guardian“	0,311

### 10.4.3 Eignungsfeststellung

Für die Fläche N-3.6 wurde eine Flächenvoruntersuchung zur verkehrlich- schiffahrtspolizeilichen Eignung bei einer geplanten Inbetriebnahme im Jahr 2028 durchgeführt.

Die Ergebnisse der qualitativen- und quantitativen Analysen dieser Flächenvoruntersuchung zeigen, dass die Fläche N-3.6 bei einer Inbetriebnahme im Jahre 2028 unter dem zuvor genannten Annahmen sowie unter Berücksichtigung der Empfehlungen in Abschnitt 10.4.3.1 und der Ergebnisse in Abschnitt 10.4.3.2, grundsätzlich geeignet ist.

#### 10.4.3.1 Ergebnisse qualitative Analyse

Unter den in den Abschnitten 10.4ff getroffenen Annahmen und unter der Berücksichtigung der in Abschnitt 10.4.1.5 genannten risikomindernden Maßnahmen sowie ggf. weiterer im Planfeststellungsbeschluss gemäß § 48 WindSeeG zu konkretisierenden Bedingungen und Auflagen wird davon ausgegangen, dass durch eine Realisierung der Fläche N-3.6 nicht mit einer signifikanten Einschränkung der Sicherheit und Leichtigkeit des Schiffsverkehrs zu rechnen ist.

Empfohlene Maßnahmen:

#### für die Bauphase

- Einrichtung einer Sicherheitszone um das Baufeld herum
- Befahrensverbot der Sicherheitszone während der Bauphase
- kardinale Betonung des Baufeldes
- kollisionsfreundliche Bauweise der Anlagen
- Behelfsmäßige Kennzeichnung der Anlagen in der Bauphase
- Maritime Verkehrssicherung durch WSV
- Mobile Verkehrssicherung vor Ort durch Verkehrssicherungsfahrzeug
- Verfügbarkeit von hoheitlichen Notschleppern

## für die Betriebsphase

- Aufrechterhaltung der Sicherheitszone
- allgemeine Festlegung ggf. möglicher Befahrensregelungen durch die GDWS für Fahrzeuge mit einer maximalen Rumpflänge von 24 m
- Ausrüstung des Windparks mit AIS
- Kennzeichnung der Anlagen als Schifffahrtshindernis
- Maritime Verkehrssicherung durch WSV
- Seeraumbeobachtung durch OWP-Betreiber
- Verfügbarkeit von hoheitlichen Notschleppern

### 10.4.3.2 Ergebnisse quantitative Risikobeurteilung

In diesem Abschnitt wird die Einstufung des berechneten Risikos in die Risikomatrix des Anhang 1 des BSH-Standards „Standard Konstruktion“ /2/ vorgenommen. Neben der Einstufung des Umweltrisikos werden Einstufungen des Risikos in Bezug auf die Kollisionskonsequenzen Schiff-WEA und Personensicherheit angegeben.

Bei Kollisionen mit driftenden Schiffen ist entsprechend der Annahme eines kollisionsfreundlichen Fundamentes bei einer Driftgeschwindigkeit bis 2 m/s kein Aufreißen der Außenhaut des Schiffes zu erwarten /2/. Insgesamt kann die Einstufung der Häufigkeit eines Ölaustritts aus einem Schiff bei Berücksichtigung der in der Risikoanalyse angegebenen risikomindernden Maßnahmen in die Häufigkeitsklasse „äußerst selten“ vorgenommen werden. Die beschriebenen Szenarien mit einem Ölaustritt aus dem Schiff können in die Konsequenzklassen „beträchtlich“ bis „schwerwiegend“ und somit in der Risikomatrix mit einer akzeptablen Risikoprioritätszahl (RPZ) von 2 bis 3 eingestuft werden.

Ein gleiches Bild (RPZ = 2 bis 3) liefert die Auswertung der FN-Diagramme. Die FN-Diagramme stellen den Zusammenhang zwischen Schadstoffaustrittsmengen und Häufigkeiten her und liefern somit die notwendigen Informationen für eine Einstufung des Risikos in die Risikoprioritätszahlen (RPZ). In Abbildung 10-5 ist das FN-Diagramm mit der zugehörigen RPZ dargestellt. Als risikomindernde Maßnahmen sind in dem Diagramm die Installation von:

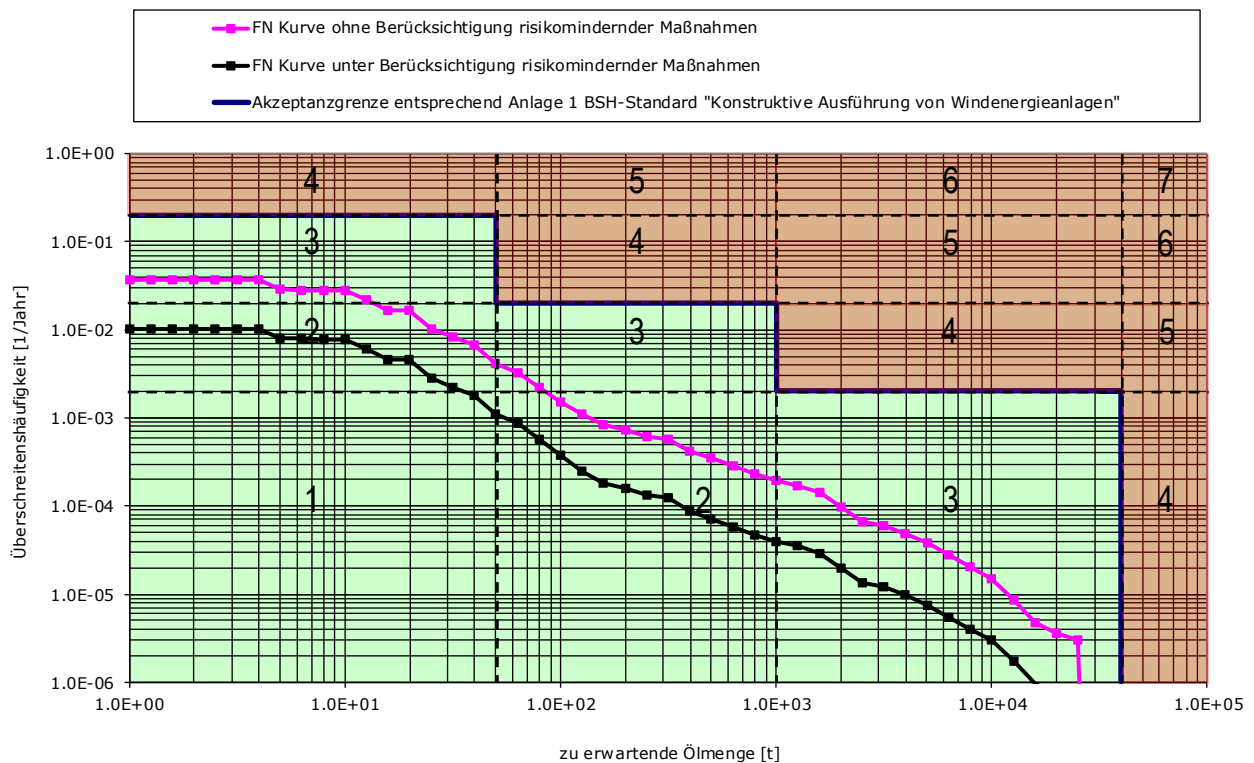
- AIS-Geräten an den Windparkinstallationen
- eine Verkehrsüberwachung/Seeraumbeobachtung Variante 1, sowie
- der hoheitliche Notschlepper „Nordic“ auf Bereitschaftsposition und
- der betreiberseitig vorgehaltene Schlepper mit 70 t Pfahlzug
- der niederländische Notschlepper „Guardian“

berücksichtigt.

Für die Abgrenzung der einzelnen Konsequenzklassen der Anlage 1 des BSH-Standards wurden folgende Einstufungen anhand der austretenden Schadstoffe vorgenommen (Tabelle 10-10).

**Tabelle 10-10: Definition der Konsequenzklassen**

Konsequenzklasse	Freigesetzte Schadstoffmenge in t <sub>öl</sub>
Unbedeutend	1 ... 50
Beträchtlich	> 50 ... 1.000
Schwerwiegend	> 1.000 ... 40.000
Katastrophal	> 40.000



**Abbildung 10-5: Einstufung des Risikos anhand des FN-Diagramms für die kumulative Betrachtung**

## 10.5 FLÄCHE N-9.1

### 10.5.1 Qualitative Flächenuntersuchung

Gemäß dem Flächenentwicklungsplan des BSH ist für die Fläche N-9.1 folgender Zeitplan vorgesehen:

- Beginn der Planungs- und Realisierungsphase: 2023
- Beginn der Betriebsphase: 2028

#### 10.5.1.1 Beschreibung des Verkehrsraums

Die Fläche N-9.1 liegt östlich des vom Durchgangsverkehr zwischen der südlichen Nordsee und dem Skagerrak benutzten Verkehrsraumes und weist eine auf LAT bezogene Mindestwassertiefe von 40 m auf.

An deren südöstlicher Begrenzung ist ein Vorranggebiet für den von und zur Westküste Dänemarks bestimmten Schiffsverkehrs vorgesehen.

Nordöstlich der Fläche N-9.1 verläuft die Gasrohrleitung "Norpipe" in Nordwest-Südost-Richtung.

#### 10.5.1.2 Schiffsverkehre

Der Durchgangsverkehr läuft jeweils westlich und östlich in einem gehörigen Abstand an der Fläche N-9.1 vorbei, so dass im direkten Umfeld selbst nur ein geringer Schiffsverkehr zu verzeichnen ist. Laut Verkehrsstatistik wird die Fläche lediglich von ca. zwei Fahrzeugen pro Tag direkt passiert.

Unter der Annahme, dass ausgehend vom Jahr 2018 der Schiffsverkehr in der Nordsee bis zum Jahr 2023 insgesamt um ca. 10,1 % zunehmen wird, wäre für den unmittelbaren Bereich der Fläche N-9.1 kein nennenswerter Zuwachs zu erwarten. Der durchlaufende Verkehr wird auch weiterhin in einem gehörigen Abstand an der Fläche vorbeilaufen.

Unter der Annahme, dass ausgehend vom Jahr 2018 der Schiffsverkehr in der Nordsee bis zum Jahr 2028 insgesamt um ca. 21,3 % zunehmen wird, wäre für den unmittelbaren Bereich der Fläche N-9.1 kein nennenswerter Zuwachs zu erwarten. Legt man die Verkehrsprognose zugrunde, passierten dann durchschnittlich zweieinhalb Fahrzeuge pro Tag die Fläche N-9.1.

#### 10.5.1.3 Auswirkungen auf den Schiffsverkehr

Nachfolgend sind die zu erwartenden grundsätzlichen Auswirkungen auf den Schiffsverkehr infolge einer Realisierung der Fläche N-9.1 qualitativ dargestellt:

- Durch die Einrichtung der Baustelle sind keine signifikanten Auswirkungen auf den umgebenden Schiffsverkehr zu erwarten, die nicht durch Bedingungen und Auflagen ausgeglichen werden könnten. Auszugehen ist von einer Zunahme des für die Baustelle erforderlichen Zubringer- und Werkverkehrs.
- Mit der auf der Fläche N-6.7 ab 2024 beginnenden Realisierung erfolgt eine weitere Kanalisierung des Schiffsverkehrs.
- Nach Abschluss der Bauarbeiten ist von einem Rückgang des Baustellenverkehrs auszugehen. Lediglich die zum Betrieb und zur Unterhaltung des Windparks erforderlichen Fahrzeuge werden das Gebiet ansteuern.

#### 10.5.1.4 Szenarisch-qualitative Analyse

Auf der Grundlage der vorstehend beschriebenen grundsätzlichen Auswirkungen auf den Schiffsverkehr bei einer Realisierung der Fläche N-9.1 erfolgt nun eine Analyse der untersuchten Szenarien inkl. einer



qualitativen Bewertung (Tabelle 10-11) dieser Auswirkungen für die Sicherheit und Leichtigkeit des Schiffsverkehrs:

**Tabelle 10-11: Zusammenfassung szenarisch qualitative Analyse N-9.1**

Empfehlungen für Maßnahmen, mit denen identifizierte Risiken für die Sicherheit und Leichtigkeit des Schiffsverkehrs gemindert werden können	status quo	Veränderungen gegenüber status quo	
		bis	ab
Begegnungen	N/A	o	o
Überholen	N/A	o	o
Kreuzende Kurse	N/A	+	+
Erfordernis für (zusätzliche) Kursänderungen durch die Bebauung der Fläche	N/A	o	o
Beeinträchtigung ggf. erforderlicher Ankermanöver im Notfall	N/A	o	o
Passage manövrierunfähiger treibender Schiffe	N/A	+	+
Kollision Schiff – Offshore-Windenergieanlage(n)	N/A	+	++

- Für die Realisierungsphase der Fläche N-9.1 wird von einer insgesamt geringen Beeinträchtigung der Sicherheit und Leichtigkeit des Schiffsverkehrs ausgegangen. Dies betrifft insbesondere das VTG "German Bight Western Approach", zu dessen Querung der Bauverkehr gezwungen sein wird. Angesichts der Eigenverantwortung der jeweiligen Schiffsführung für ein regelgerechtes Handeln in Verbindung mit den Vorgaben der KVR sowie der von der WSV eingerichteten Maritimen Verkehrssicherung ist die infolge des Querens der Einbahnwege des Verkehrstrennungsgebietes induzierte Risikoerhöhung als beherrschbar anzusehen, ohne dass es weiterer risikomindernder Maßnahmen bedürfte.
- Infolge der Bebauung und der damit neu entstehenden Schifffahrtshindernisse ist mit einer erhöhten Kollisionswahrscheinlichkeit zwischen Schiff und Offshore-Windenergieanlagen zu rechnen.
- Nach Abschluss der Bauarbeiten ist von einem Rückgang des Baustellenverkehrs auszugehen. Lediglich die zum Betrieb und zur Unterhaltung des Windparks erforderlichen Fahrzeuge werden das Gebiet ansteuern. Demzufolge wird sich der die o.g. Verkehrstrennungsgebiete querende Verkehr quantitativ vermindern und stellt somit gegenüber dem status quo für die Betriebsphase lediglich eine geringe Beeinträchtigung der Sicherheit und Leichtigkeit des Schiffsverkehrs dar, die aber mit den bereits o.g. Maßnahmen kompensiert werden kann.

### 10.5.1.5 Empfehlungen für risikomindernde Maßnahmen

Mit der nachfolgend dargestellten Zuordnung zu den einzelnen Phasen empfohlener risikomindernder Maßnahmen (Tabelle 10-12) können die zuvor ggf. identifizierten Risiken für die Gewährleistung der Sicherheit und Leichtigkeit des Schiffsverkehrs verringert werden:

**Tabelle 10-12: Zusammenfassung empfohlene risikomindernde Maßnahmen N-9.1**

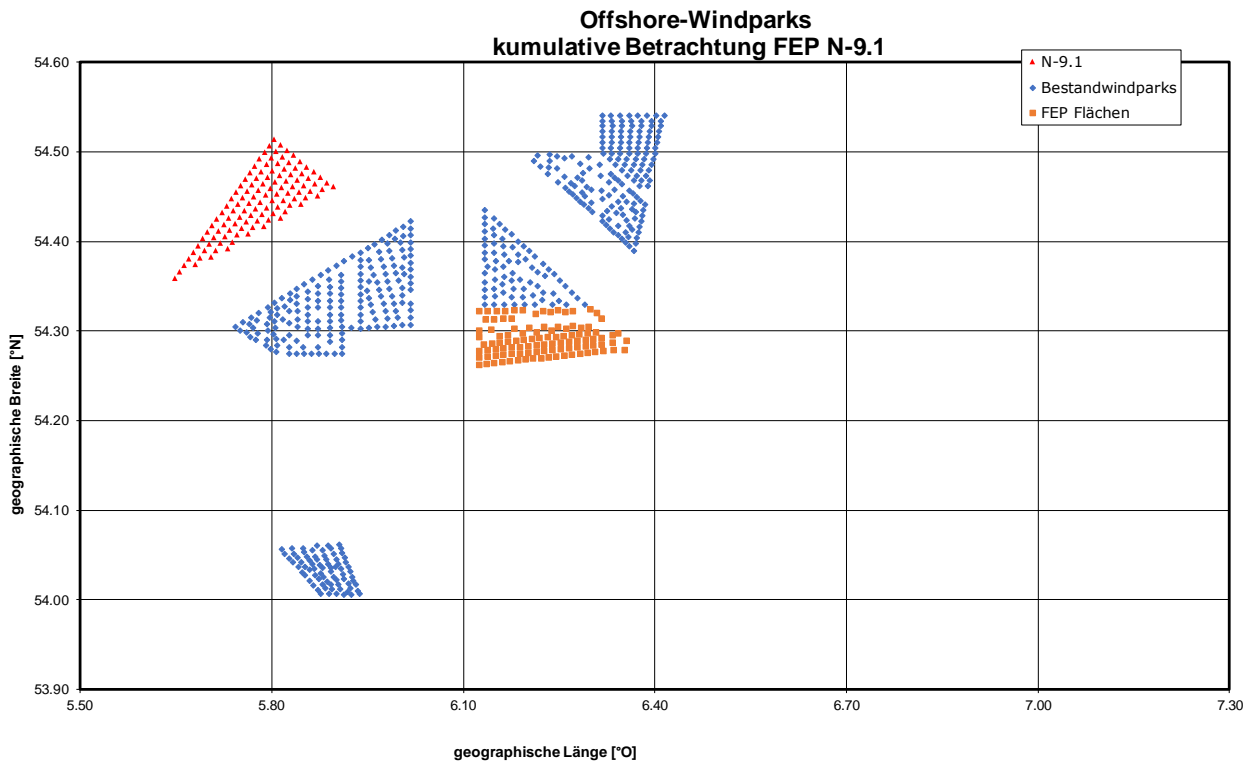
Empfehlungen für Maßnahmen, mit denen identifizierte Risiken für die Sicherheit und Leichtigkeit des Schiffsverkehrs gemindert werden können	status quo	(zusätzliche) Maßnahmen - bezogen auf status quo	
		Ab Planungsphase	Ab Betriebsphase
Einrichtung einer Sicherheitszone	X	✓	✓
Befahrensverbot für alle Fahrzeuge	X	✓	X
Befahrensregelung durch GDWS	X	X	✓
kardinale Betonung der Baufläche	X	✓	X
kollisionsfreundliche Bauweise der Anlagen	X	✓	✓
behelfsmäßige Kennzeichnung der Anlagen während der Errichtungsphase	X	✓	X
Kennzeichnung der Anlagen als Schifffahrtshindernis	X	X	✓
Maritime Verkehrssicherung durch WSV	✓	✓	✓
Seeraumbeobachtung	X	✓	✓
Erfordernis für Verkehrssicherungsfahrzeuge	X	✓	X
Verfügbarkeit staatlicher Notschleppkapazitäten	✓	✓	✓

## 10.5.2 Quantitative Flächenvoruntersuchung

### 10.5.2.1 Kumulatives Kollisionsrisiko

Im folgenden Abschnitt werden die Kollisionshäufigkeiten ohne risikomindernde Maßnahmen angegeben.

Die berücksichtigten Windparks stellen die Kumulativlage zum Zeitpunkt der abgeschlossenen Errichtung von Fläche N-9.1 (Inbetriebnahme 2028) in einem Radius von 20 Seemeilen dar (Abbildung 10-6).



**Abbildung 10-6: Aufstellmuster der betrachteten Offshore-Windparks, Fläche N-9.1 (2028)**

### 10.5.2.2 Kumulative Kollisionshäufigkeit

Die Ergebnisse der kumulativen Betrachtung mit und ohne Berücksichtigung der Wirkung risikomindernder Maßnahmen sind in Tabelle 10-13 zusammengestellt. Die Kollisionshäufigkeit für die kumulative Aufstellung von manövrierfähigen und manövrierunfähigen Schiffen ergibt unter Berücksichtigung von AIS, einer automatischen Verkehrsüberwachung/Seeraumbeobachtung der Variante 3 und der vorhandenen hoheitlichen Notschleppkapazitäten eine Wiederholffrequenz von 220 Jahren.

**Tabelle 10-13: Kumulative Analyseergebnisse für die Fläche N-9.1 (2028) ohne und unter Berücksichtigung der risikomindernden Maßnahmen**

Kumulative Betrachtung  Fläche N-9.1 (2028)	Kollisionshäufigkeit			
	für manövrierfähige Schiffe  [1/Jahr]	für manövrierunfähige Schiffe  [1/Jahr]	für manövrierfähige und manövrierunfähige Schiffe  [1/Jahr]	stat. zu erwartende Zeit zwischen zwei Kollisionen  [Jahre]
ohne risikomindernde Maßnahmen (Verkehrsüberwachung/Seeraumbeobachtung, AIS, Notfallschlepper)	0,0016	0,0112	0,0128	78
mit AIS, ohne Verkehrsüberwachung/Seeraumbeobachtung und ohne Notfallschlepper	0,0013	0,0112	0,0125	80
mit AIS, mit Verkehrsüberwachung/Seeraumbeobachtung der Variante 3 und ohne Notfallschlepper	0,0005	0,0102	0,0107	93
mit AIS, Verkehrsüberwachung/Seeraumbeobachtung der Variante 3 und hoheitlichem Notschlepper „Nordic“ (neue Bereitschaftsposition)	0,0005	0,0040	0,0046	220

### 10.5.2.3 Kollisionskonsequenzen

In Tabelle 10-14 sind die statistisch zu erwartenden austretenden Schadstoffmengen ohne und mit Berücksichtigung risikomindernder Maßnahmen für die kumulative Anordnung angegeben. Im Falle einer Kollision, entsprechend der im vorigen Kapitel ermittelten Häufigkeit, ist von höheren Mengen, im Normalfall dagegen von keinerlei Austritten auszugehen. Die ermittelten statistischen Werte stellen somit

keine regelmäßig zu erwartenden Mengen von auslaufenden Schadstoffen, sondern eher einen Risikovergleichswert dar.

**Tabelle 10-14: Analyseergebnisse für die Fläche N-9.1 (2028) ohne und mit Berücksichtigung der risikomindernden Maßnahmen für die kumulative Betrachtung**

Kumulative Betrachtung	Austretende Schadstoffmengen [t/Jahr]
Fläche N-9.1 (2028)	
ohne risikomindernde Maßnahmen (Verkehrsüberwachung/Seeraumbeobachtung, AIS, Notfallschlepper)	0,831
mit AIS, ohne Verkehrsüberwachung/See- raumbeobachtung und ohne Notfallschlepper	0,704
mit AIS, mit Verkehrsüberwachung/ Seeraum- beobachtung der Variante 3 und ohne Notfallschlepper	0,382
mit AIS, Verkehrsüberwachung/Seeraum- beobachtung der Variante 3 und hoheitlichem Notschlepper „Nordic“ (neue Bereitschaftsposition)	0,274

### 10.5.3 Eignungsfeststellung

Für die Fläche N-9.1 wurde eine Flächenvoruntersuchung zur verkehrlich- schiffahrtspolizeilichen Eignung bei einer geplanten Inbetriebnahme im Jahr 2028 durchgeführt.

Die Ergebnisse der qualitativen- und quantitativen Analysen dieser Flächenvoruntersuchung zeigen, dass die Fläche N-9.1 bei einer Inbetriebnahme im Jahre 2028 unter dem zuvor genannten Annahmen sowie unter Berücksichtigung der Empfehlungen in Abschnitt 10.5.3.1 und der Ergebnisse in Abschnitt 10.5.3.2, grundsätzlich geeignet ist.

#### 10.5.3.1 Ergebnisse qualitative Analyse

Unter den in den Abschnitten 10.5ff getroffenen Annahmen und unter der Berücksichtigung der in Abschnitt 10.5.1.5 genannten risikomindernden Maßnahmen sowie ggf. weiterer im Planfeststellungsbeschluss gemäß § 48 WindSeeG zu konkretisierenden Bedingungen und Auflagen wird davon ausgegangen, dass durch eine Realisierung der Fläche N-9.1 nicht mit einer signifikanten Einschränkung der Sicherheit und Leichtigkeit des Schiffsverkehrs zu rechnen ist.

Empfohlene Maßnahmen:

#### für die Bauphase

- Einrichtung einer Sicherheitszone um das Baufeld herum
- Befahrensverbot der Sicherheitszone während der Bauphase

- kardinale Betonung des Baufeldes
- kollisionsfreundliche Bauweise der Anlagen
- Behelfsmäßige Kennzeichnung der Anlagen in der Bauphase
- Maritime Verkehrssicherung durch WSV
- Mobile Verkehrssicherung vor Ort durch Verkehrssicherungsfahrzeug
- Verfügbarkeit von hoheitlichen Notschleppern

#### **für die Betriebsphase**

- Aufrechterhaltung der Sicherheitszone
- allgemeine Festlegung ggf. möglicher Befahrensregelungen durch die GDWS für Fahrzeuge mit einer maximalen Rumpflänge von 24 m
- Ausrüstung des Windparks mit AIS
- Kennzeichnung der Anlagen als Schifffahrtshindernis
- Maritime Verkehrssicherung durch WSV
- Seeraumbeobachtung durch OWP-Betreiber
- Verfügbarkeit von hoheitlichen Notschleppern

#### **10.5.3.2 Ergebnisse quantitative Risikobeurteilung**

In diesem Abschnitt wird die Einstufung des berechneten Risikos in die Risikomatrix des Anhang 1 des BSH-Standards „Standard Konstruktion“ /2/ vorgenommen. Neben der Einstufung des Umweltrisikos werden Einstufungen des Risikos in Bezug auf die Kollisionskonsequenzen Schiff-WEA und Personensicherheit angegeben.

Bei Kollisionen mit driftenden Schiffen ist entsprechend der Annahme eines kollisionsfreundlichen Fundamentes bei einer Driftgeschwindigkeit bis 2 m/s kein Aufreißen der Außenhaut des Schiffes zu erwarten /2/. Insgesamt kann die Einstufung der Häufigkeit eines Ölaustritts aus einem Schiff bei Berücksichtigung der in der Risikoanalyse angegebenen risikomindernden Maßnahmen in die Häufigkeitsklasse „äußerst selten“ vorgenommen werden. Die beschriebenen Szenarien mit einem Ölaustritt aus dem Schiff können in die Konsequenzklassen „beträchtlich“ bis „schwerwiegend“ und somit in der Risikomatrix mit einer akzeptablen Risikoprioritätszahl (RPZ) von 2 bis 3 eingestuft werden.

Ein gleiches Bild (RPZ = 2 bis 3) liefert die Auswertung der FN-Diagramme. Die FN-Diagramme stellen den Zusammenhang zwischen Schadstoffaustrittsmengen und Häufigkeiten her und liefern somit die notwendigen Informationen für eine Einstufung des Risikos in die Risikoprioritätszahlen (RPZ). In Abbildung 10-7 ist das FN-Diagramm mit der zugehörigen RPZ dargestellt. Als risikomindernde Maßnahmen sind in dem Diagramm die Installation von:

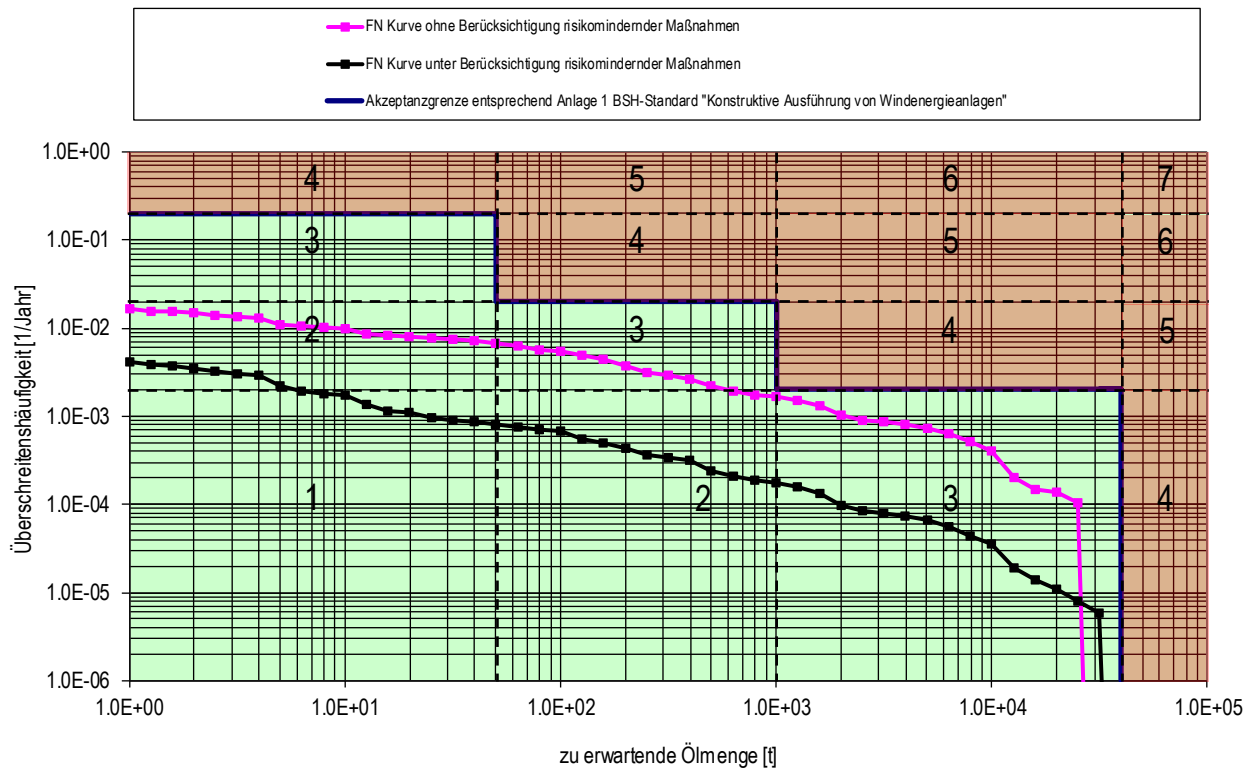
- AIS-Geräten an den Windparkinstallationen, eine
- Verkehrsüberwachung/Seeraumbeobachtung Variante 3, sowie
- der hoheitliche Notschlepper „Nordic“ auf Bereitschaftsposition

berücksichtigt.

Für die Abgrenzung der einzelnen Konsequenzklassen der Anlage 1 des BSH-Standards wurden folgende Einstufungen anhand der austretenden Schadstoffe vorgenommen (Tabelle 10-15).

**Tabelle 10-15: Definition der Konsequenzklassen**

Konsequenzklasse	Freigesetzte Schadstoffmenge in t <sub>0l</sub>
Unbedeutend	1 ... 50
Beträchtlich	> 50 ... 1.000
Schwerwiegend	> 1.000 ... 40.000
Katastrophal	> 40.000



**Abbildung 10-7: Einstufung des Risikos anhand des FN-Diagramms für die kumulative Betrachtung**



## 11 FLÄCHENVORUNTERSUCHUNG INBETRIEBNAHME 2029

Entsprechend Szenario A 2030 ist für das Jahr 2029 die Inbetriebnahme der auf den Flächen, N-6.6, N-6.7 sowie N-9.2 in der Nordsee (Abbildung 11-1) zu errichtenden Windparks zu berücksichtigen. Abweichend von den Vorgaben des FEP wurde, auf Wunsch des BSH, für das Jahr 2029 auch die Inbetriebnahme der Fläche N-9.1 berücksichtigt.

### 11.1 Gebiet N-6 (Flächen: N-6.6, N-6.7)

Gebiet N-6 befindet sich nördlich des Verkehrstrennungsgebietes „German Bight Western Approach“. In östlicher Richtung wird das Gebiet durch das Vorbehaltsgebiet Schifffahrt 12 und in nördlicher Richtung durch die Schifffahrtsroute 6 (Abbildung 4-3) begrenzt. Westlich des Gebiets verläuft die AWZ-Grenze zu den Niederlanden. Das Gebiet ist voraussichtlich bis Ende 2025 teilweise bebaut, siehe Abbildung 3-2.

Im Szenario A 2030 wird im Gebiet N-6 für die Flächen N-6.6 mit 630 MW und N-6.7 mit 270 MW zu installierender Leistung geplant. In der Berechnung wurde die Leistung ohne Berücksichtigung der Plausibilisierung entsprechend Tabelle 7-1 angesetzt. Abbildung 11-1 zeigt die Lage der Flächen N-6.6 und N-6.7.

### 11.2 Gebiet N-9 (Fläche: N-9.1, N-9.2)

Das Gebiet N-9 wird durch die Schifffahrtsrouten 6 und 10 (Abbildung 4-3), sowie das Vorbehaltsgebiet für Rohrleitungen („Norpipe“) abgegrenzt. Das Gebiet ist voraussichtlich bis Ende 2025 nicht bebaut, siehe Abbildung 3-2.

Im Szenario A 2030 wird im Gebiet N-9 für die Fläche N-9.2 insgesamt 1000 MW zu installierender Leistung angenommen, siehe Tabelle 3-1. Abweichend vom Szenario A 2030 wurde in dieser Untersuchung auch ein Ausbau der Fläche 9.1 im Jahre 2029 betrachtet. Entsprechend ist in Kapitel 11 auch der Ausbau der Fläche N-9.1 mit 1000MW Leistung berücksichtigt. Abbildung 11-1 zeigt die Lage der Flächen N-9.1 und N-9.2.

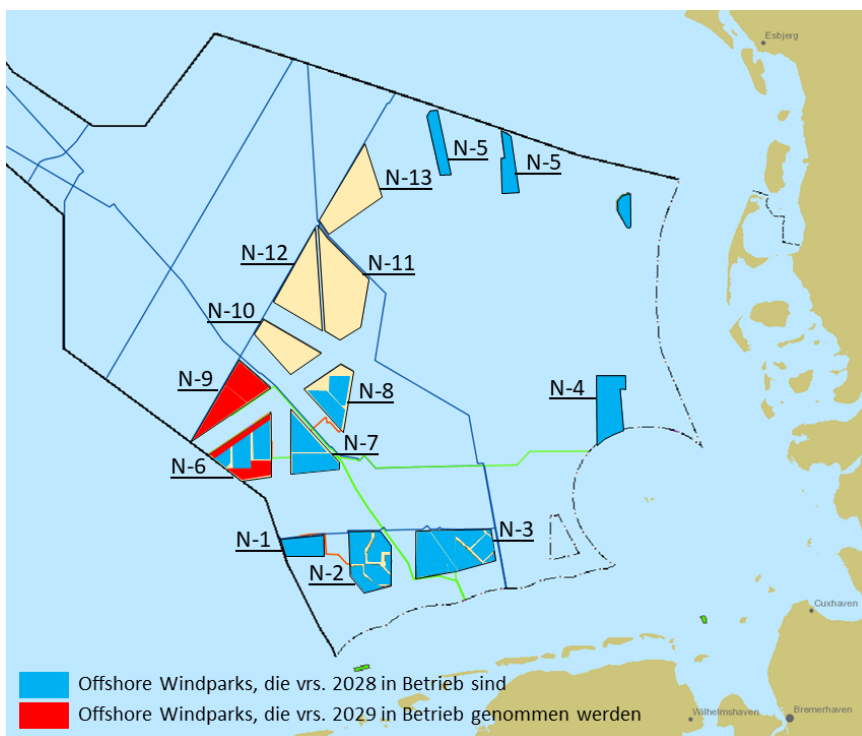


Abbildung 11-1: Flächen N-6.6, N-6.7, N-9.1 und N-9.2 (in rot)

## 11.3 FLÄCHE N-6.6

### 11.3.1 Qualitative Flächenvoruntersuchung

Gemäß dem Flächenentwicklungsplan des BSH ist für die Fläche N-6.6 folgender Zeitplan vorgesehen:

- Beginn der Planungs- und Realisierungsphase: 2024
- Beginn der Betriebsphase: 2029

#### 11.3.1.1 Beschreibung des Verkehrsraums

Die Fläche N-6.6 liegt nördlich des Verkehrstrennungsgebietes "German Bight Western Approach" in einem Mindestabstand von 2 sm und weist eine auf LAT bezogene Mindestwassertiefe von 35 m auf.

Östlich der Fläche N-6.6 ist ein Vorbehaltsgebiet für die Schifffahrt vorgesehen, das hauptsächlich von dem Werk- und Baustellenverkehr der umliegenden Windparkflächen genutzt wird.

Nördlich der Fläche N-6.6 befinden sich die bereits errichteten Windparks "Veja Mate" und "BARD Offshore 1", die die Fläche N-6.6 von dem südgehenden Verkehr abschirmen.

Mit der zeitgleich geplanten Bebauung der Fläche N-6.7 erfolgt auch eine Abschirmung von Nordwesten her.

#### 11.3.1.2 Schiffsverkehre

Der ost- und westgehende Durchgangsverkehr läuft vornehmlich in dem südlich gelegenen Verkehrstrennungsgebiet (dort kanalisiert durch Einbahnwege). Ansonsten wird die Fläche N-6.6 in unmittelbarer Umgebung von durchschnittlich einem Fahrzeug pro Tag südlich bzw. östlich passiert. Derzeit wird die Fläche N-6.6 von dem für die nördlich gelegenen Windparks bestimmten Werkverkehr durchfahren.

Unter der Annahme, dass ausgehend vom Jahr 2018 der Schiffsverkehr in der Nordsee bis zum Jahr 2024 insgesamt um ca. 12,2 % bzw. bis zum Jahr 2027 insgesamt um ca. 19 % zunehmen wird, wäre für den Bereich der Fläche N-6.6 kein signifikanter Zuwachs zu erwarten. Der Durchgangsverkehr wird auch weiterhin in dem Verkehrstrennungsgebiet fahren

#### 11.3.1.3 Auswirkungen auf den Schiffsverkehr

Nachfolgend sind die zu erwartenden grundsätzlichen Auswirkungen auf den Schiffsverkehr infolge einer Realisierung der Fläche N-6.6 qualitativ dargestellt:

- Durch die Einrichtung der Baustelle sind keine signifikanten Auswirkungen auf den umgebenden Schiffsverkehr zu erwarten, die nicht durch Bedingungen und Auflagen ausgeglichen werden könnten.
- Auszugehen ist von einer Zunahme des für die Baustelle erforderlichen Zubringer- und Werkverkehrs. Dies gilt insbesondere für die dann bereits in der Realisierung befindliche Fläche N-9.1. Nach Einrichtung der Baustelle wird auch der Werkverkehr der nördlich gelegenen Windparks in der Fläche N-6 die Fläche N-6.6 nicht mehr durchfahren dürfen, so dass für diesen eine Verdrängungswirkung in östlicher Richtung entstehen wird.
- Nach Abschluss der Bauarbeiten ist von einem Rückgang des Baustellenverkehrs auszugehen. Lediglich die zum Betrieb und zur Unterhaltung des Windparks erforderlichen Fahrzeuge werden das Gebiet direkt ansteuern.

### 11.3.1.4 Szenarisch-qualitative Analyse

Auf der Grundlage der vorstehend beschriebenen grundsätzlichen Auswirkungen auf den Schiffsverkehr bei einer Realisierung der Fläche N-6.6 erfolgt nun eine Analyse der untersuchten Szenarien inkl. einer qualitativen Bewertung (Tabelle 11-1) dieser Auswirkungen für die Sicherheit und Leichtigkeit des Schiffsverkehrs:

**Tabelle 11-1: Zusammenfassung szenarisch qualitative Analyse N-6.6**

Empfehlungen für Maßnahmen, mit denen identifizierte Risiken für die Sicherheit und Leichtigkeit des Schiffsverkehrs gemindert werden können	status quo	Veränderungen gegenüber status quo	
		bis	ab
Begegnungen	N/A	o	o
Überholen	N/A	o	o
Kreuzende Kurse	N/A	+	+
Erfordernis für (zusätzliche) Kursänderungen durch die Bebauung der Fläche	N/A	+	+
Beeinträchtigung ggf. erforderlicher Ankermanöver im Notfall	N/A	o	o
Passage manövrierunfähiger treibender Schiffe	N/A	+	+
Kollision Schiff – Offshore-Windenergieanlage(n)	N/A	+	++

- Die Fläche N-6.6 liegt in einem Abstand zu dem südlich gelegenen Verkehrstrennungsgebiet von mindestens 2 sm. Daher wird für den im VTG fahrenden Verkehr grundsätzlich nicht von einer Beeinträchtigung der Sicherheit und Leichtigkeit des Schiffsverkehrs in Folge der Bebauung der Fläche N-6.6 ausgegangen.
- Für die Bauphase wird von einer insgesamt geringen Beeinträchtigung der Sicherheit und Leichtigkeit des Schiffsverkehrs ausgegangen. Dies betrifft insbesondere das VTG "German Bight Western Approach", zu dessen Querung der Bauverkehr gezwungen sein wird. Angesichts der Eigenverantwortung der jeweiligen Schiffsführung für ein regelgerechtes Handeln in Verbindung mit den Vorgaben der KVR sowie der von der WSV eingerichteten Maritimen Verkehrssicherung ist die infolge des Querens der Einbahnwege des Verkehrstrennungsgebietes induzierte Risikoerhöhung als beherrschbar anzusehen, ohne dass es weiterer risikomindernder Maßnahmen bedürfte.
- Infolge der Bebauung und der damit neu entstehenden Schifffahrtshindernisse ist mit einer erhöhten Kollisionswahrscheinlichkeit zwischen Schiff und Offshore-Windenergieanlagen zu rechnen.

### 11.3.1.5 Empfehlungen für risikomindernde Maßnahmen

Mit der nachfolgend dargestellten Zuordnung zu den einzelnen Phasen empfohlener risikomindernder Maßnahmen (Tabelle 11-2) können die zuvor ggf. identifizierten Risiken für die Gewährleistung der Sicherheit und Leichtigkeit des Schiffsverkehrs verringert werden:

**Tabelle 11-2: Zusammenfassung empfohlene risikomindernde Maßnahmen N-6.6**

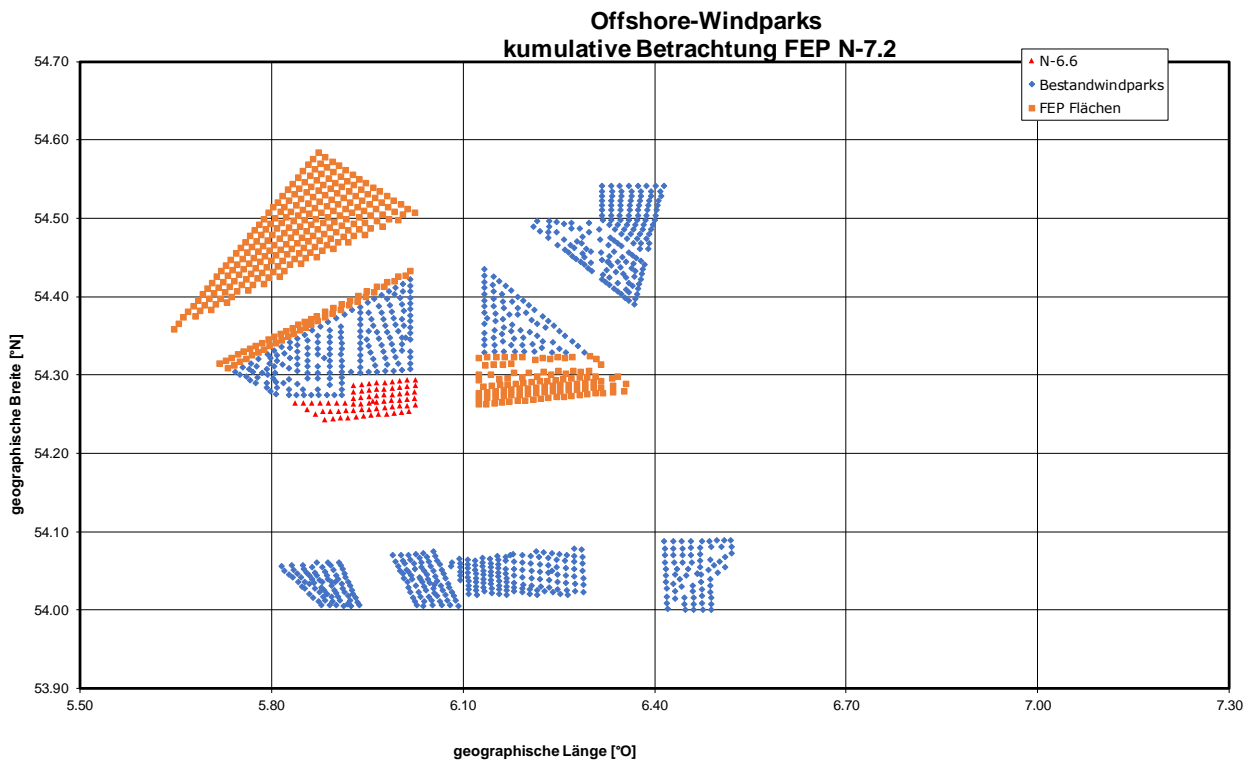
Empfehlungen für Maßnahmen, mit denen identifizierte Risiken für die Sicherheit und Leichtigkeit des Schiffsverkehrs gemindert werden können	status quo	(zusätzliche) Maßnahmen - bezogen auf status quo	
		Ab Planungsphase	Ab Betriebsphase
Einrichtung einer Sicherheitszone	X	✓	✓
Befahrensverbot für alle Fahrzeuge	X	✓	X
Befahrensregelung durch GDWS	X	X	✓
kardinale Betonung der Baufläche	X	✓	X
kollisionsfreundliche Bauweise der Anlagen	X	✓	✓
behelfsmäßige Kennzeichnung der Anlagen während der Errichtungsphase	X	✓	X
Kennzeichnung der Anlagen als Schifffahrtshindernis	X	X	✓
Maritime Verkehrssicherung durch WSV	✓	✓	✓
Seeraumbeobachtung	X	✓	✓
Erfordernis für Verkehrssicherungsfahrzeuge	X	✓	X
Verfügbarkeit staatlicher Notschleppkapazitäten	✓	✓	✓

## 11.3.2 Quantitative Flächenvoruntersuchung

### 11.3.2.1 Kumulatives Kollisionsrisiko

Im folgenden Abschnitt werden die Kollisionshäufigkeiten ohne risikomindernde Maßnahmen angegeben.

Die berücksichtigten Windparks stellen die Kumulativlage zum Zeitpunkt der abgeschlossenen Errichtung von Fläche N-6.6 (Inbetriebnahme 2029) in einem Radius von 20 Seemeilen dar (Abbildung 11-2).



**Abbildung 11-2: Aufstellmuster der betrachteten Offshore-Windparks, Fläche N-6.6 (2029)**

### 11.3.2.2 Kumulative Kollisionshäufigkeit

Die Ergebnisse der kumulativen Betrachtung mit und ohne Berücksichtigung der Wirkung risikomindernder Maßnahmen sind in Tabelle 11-3 zusammengestellt. Die Kollisionshäufigkeit für die kumulative Aufstellung von manövrierfähigen und manövrierunfähigen Schiffen ergibt unter Berücksichtigung von AIS, einer automatischen Verkehrsüberwachung/Seeraumbeobachtung der Variante 3, der vorhandenen hoheitlichen Notschleppkapazitäten sowie einem betreiberseitigen 70 t Schlepper eine Wiederholfrequenz 106 Jahren.

**Tabelle 11-3: Kumulative Analyseergebnisse für die Fläche N-6.6 (2029) ohne und unter Berücksichtigung der risikomindernden Maßnahmen**

Kumulative Betrachtung  FEP N-6.6 (2029)	Kollisionshäufigkeit			
	für manövrierfähige Schiffe  [1/Jahr]	für manövrierunfähige Schiffe  [1/Jahr]	für manövrierfähige und manövrierunfähige Schiffe  [1/Jahr]	stat. zu erwartende Zeit zwischen zwei Kollisionen  [Jahre]
ohne risikomindernde Maßnahmen (Verkehrsüberwachung/Seeraumbeobachtung, AIS, Notfallschlepper)	0,0024	0,0286	0,0310	32
mit AIS, ohne Verkehrsüberwachung/Seeraumbeobachtung und ohne Notfallschlepper	0,0019	0,0286	0,0305	33
mit AIS, mit Verkehrsüberwachung/Seeraumbeobachtung der Variante 3 und ohne Notfallschlepper	0,0008	0,0260	0,0268	37
mit AIS, Verkehrsüberwachung/Seeraumbeobachtung der Variante 3 und Notschlepper „Nordic“ (neue Bereitschaftsposition)	0,0008	0,0101	0,0108	92
mit AIS, Verkehrsüberwachung/Seeraumbeobachtung der Variante 3 und hoheitlichem Notschlepper „Nordic“ (neue Bereitschaftsposition) sowie dem betreiberseitig vorgehaltenem 70 t Schlepper	0,0008	0,0086	0,0094	106

### 11.3.2.3 Kollisionskonsequenzen

In Tabelle 11-4 sind die statistisch zu erwartenden austretenden Schadstoffmengen ohne und mit Berücksichtigung risikomindernder Maßnahmen für die kumulative Anordnung angegeben. Im Falle einer Kollision, entsprechend der im vorigen Kapitel ermittelten Häufigkeit, ist von höheren Mengen, im Normalfall dagegen von keinerlei Austritten auszugehen. Die ermittelten statistischen Werte stellen somit keine regelmäßig zu erwartenden Mengen von auslaufenden Schadstoffen, sondern eher einen Risikovergleichswert dar.

**Tabelle 11-4: Analyseergebnisse für die Fläche N-6.6 (2029) ohne und mit Berücksichtigung der risikomindernden Maßnahmen für die kumulative Betrachtung**

Kumulative Betrachtung	Austretende Schadstoffmengen [t/Jahr]
Fläche N-6.6 (2029)	
ohne risikomindernde Maßnahmen (Verkehrsüberwachung/Seeraumbeobachtung, AIS, Notfallschlepper)	2,050
mit AIS, ohne Verkehrsüberwachung/See- raumbeobachtung und ohne Notfallschlepper	1,737
mit AIS, mit Verkehrsüberwachung/ Seeraum- beobachtung der Variante 3 und ohne Notfallschlepper	0,948
mit AIS, Verkehrsüberwachung/Seeraum- beobachtung der Variante 3 und Notschlepper „Nordic“ (neue Bereitschaftsposition)	0,671
mit AIS, Verkehrsüberwachung/Seeraum- beobachtung der Variante 3 und hoheitlichem Notschlepper „Nordic“ (neue Bereitschaftsposition) sowie dem betreiberseitig vorgehaltenem 70 t Schlepper	0,646

### 11.3.3 Eignungsfeststellung

Für die Fläche N-6.6 wurde eine Flächenvoruntersuchung zur verkehrlich- schiffahrtspolizeilichen Eignung bei einer geplanten Inbetriebnahme im Jahr 2029 durchgeführt.

Die Ergebnisse der qualitativen- und quantitativen Analysen dieser Flächenvoruntersuchung zeigen, dass die Fläche N-6.6 bei einer Inbetriebnahme im Jahre 2029 unter dem zuvor genannten Annahmen sowie unter Berücksichtigung der Empfehlungen in Abschnitt 11.3.3.1 und der Ergebnisse in Abschnitt 11.3.3.2, grundsätzlich geeignet ist.



### 11.3.3.1 Ergebnisse qualitative Analyse

Unter den in den Abschnitten 10.5ff getroffenen Annahmen und unter der Berücksichtigung der in Abschnitt 10.5.1.5 genannten risikomindernden Maßnahmen, sowie ggf. weiterer im Planfeststellungsbeschluss gemäß § 48 WindSeeG zu konkretisierenden Bedingungen und Auflagen wird davon ausgegangen, dass durch eine Realisierung der Fläche N-6.6 nicht mit einer signifikanten Einschränkung der Sicherheit und Leichtigkeit des Schiffsverkehrs zu rechnen ist.

Empfohlene Maßnahmen:

#### **für die Bauphase**

- Einrichtung einer Sicherheitszone um das Baufeld herum
- Befahrensverbot der Sicherheitszone während der Bauphase
- kardinale Betonung des Baufeldes
- kollisionsfreundliche Bauweise der Anlagen
- Behelfsmäßige Kennzeichnung der Anlagen in der Bauphase
- Maritime Verkehrssicherung durch WSV
- Mobile Verkehrssicherung vor Ort durch Verkehrssicherungsfahrzeug
- Verfügbarkeit von hoheitlichen Notschleppern


#### **für die Betriebsphase**

- Aufrechterhaltung der Sicherheitszone
- allgemeine Festlegung ggf. möglicher Befahrensregelungen durch die GDWS für Fahrzeuge mit einer maximalen Rumpflänge von 24 m
- Ausrüstung des Windparks mit AIS
- Kennzeichnung der Anlagen als Schifffahrtshindernis
- Maritime Verkehrssicherung durch WSV
- Seeraumbeobachtung durch OWP-Betreiber
- Verfügbarkeit von hoheitlichen Notschleppern

### 11.3.3.2 Ergebnisse quantitative Risikobeurteilung

In diesem Abschnitt wird die Einstufung des berechneten Risikos in die Risikomatrix des Anhang 1 des BSH-Standards „Standard Konstruktion“ /2/ vorgenommen. Neben der Einstufung des Umweltrisikos werden Einstufungen des Risikos in Bezug auf die Kollisionskonsequenzen Schiff-WEA und Personensicherheit angegeben.

Bei Kollisionen mit driftenden Schiffen ist entsprechend der Annahme eines kollisionsfreundlichen Fundamentes bei einer Driftgeschwindigkeit bis 2 m/s kein Aufreißen der Außenhaut des Schiffes zu erwarten /2/. Insgesamt kann die Einstufung der Häufigkeit eines Ölaustritts aus einem Schiff bei Berücksichtigung der in der Risikoanalyse angegebenen risikomindernden Maßnahmen in die Häufigkeitsklasse „äußerst selten“ vorgenommen werden. Die beschriebenen Szenarien mit einem Ölaustritt aus dem Schiff können in die Konsequenzklassen „beträchtlich“ bis „schwerwiegend“ und somit in der Risikomatrix mit einer akzeptablen Risikoprioritätszahl (RPZ) von 2 bis 3 eingestuft werden.



Ein gleiches Bild (RPZ = 2 bis 3) liefert die Auswertung der FN-Diagramme. Die FN-Diagramme stellen den Zusammenhang zwischen Schadstoffaustrittsmengen und Häufigkeiten her und liefern somit die notwendigen Informationen für eine Einstufung des Risikos in die Risikoprioritätszahlen (RPZ). In Abbildung 11-3 ist das FN-Diagramm mit der zugehörigen RPZ dargestellt. Als risikomindernde Maßnahmen sind in dem Diagramm die Installation von:

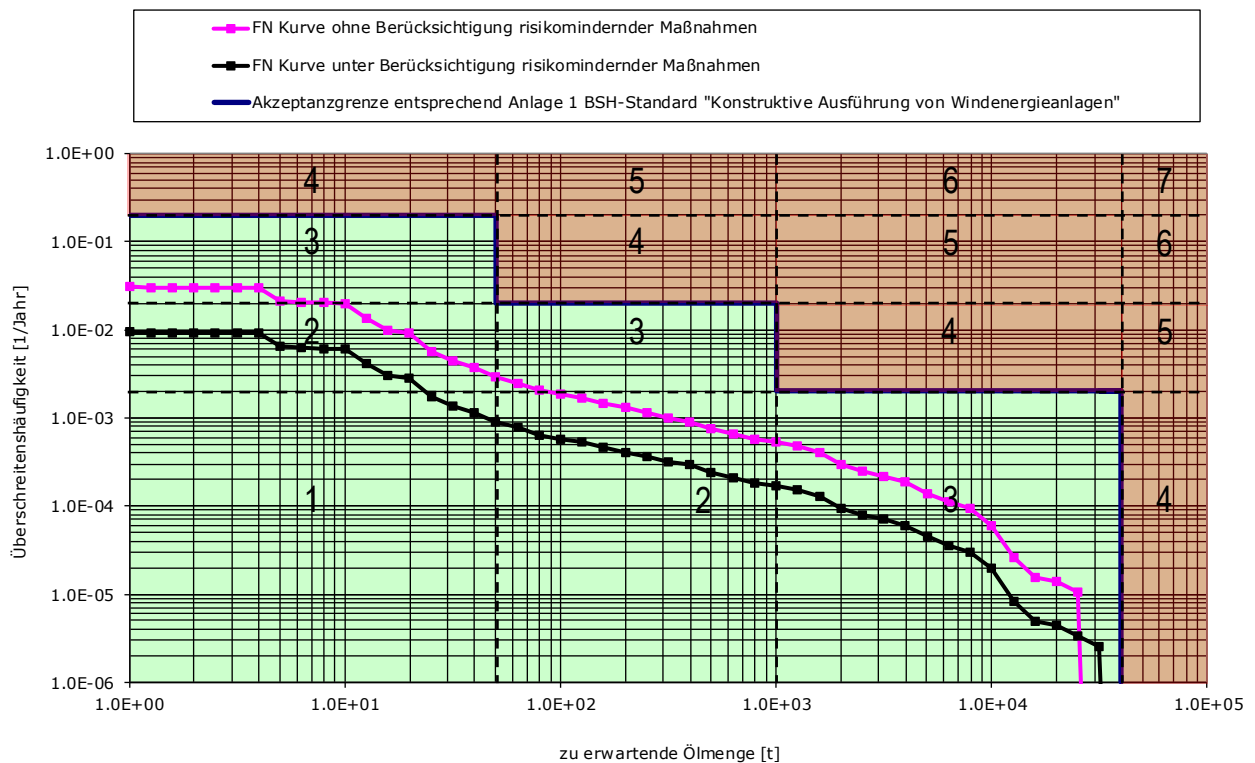
- AIS-Geräten an den Windparkinstallationen, eine
- Verkehrsüberwachung/Seeraumbeobachtung Variante 3, sowie
- der hoheitliche Notschlepper „Nordic“ auf Bereitschaftsposition und der
- betreiberseitig vorgehaltene Schlepper mit 70 t Pfahlzug

berücksichtigt.

Für die Abgrenzung der einzelnen Konsequenzklassen der Anlage 1 des BSH-Standards wurden folgende Einstufungen anhand der austretenden Schadstoffe vorgenommen (Tabelle 11-5).

**Tabelle 11-5: Definition der Konsequenzklassen**

Konsequenzklasse	Freigesetzte Schadstoffmenge in t <sub>öl</sub>
Unbedeutend	1 ... 50
Beträchtlich	> 50 ... 1.000
Schwerwiegend	> 1.000 ... 40.000
Katastrophal	> 40.000



**Abbildung 11-3: Einstufung des Risikos anhand des FN-Diagramms für die kumulative Betrachtung**

## 11.4 FLÄCHE N-6.7

### 11.4.1 Qualitative Flächenvoruntersuchung

Gemäß dem Flächenentwicklungsplan des BSH ist für die Fläche N-6.7 folgender Zeitplan vorgesehen:

- Beginn der Planungs- und Realisierungsphase: 2024
- Beginn der Betriebsphase: 2029

#### 11.4.1.1 Beschreibung des Verkehrsraums

Die Fläche N-6.7 liegt an der südöstlichen Grenze des Vorranggebietes, welches hauptsächlich von dem von und zur Westküste Dänemarks bestimmten Schiffsverkehr genutzt wird und weist eine auf LAT bezogene Mindestwassertiefe von 40 m auf.

An der südwestlichen Grenze der Fläche N-6.7 befinden sich die bereits errichteten Windparks "Veja Mate" und "BARD Offshore 1", die die Fläche von Osten her abschirmen. Mit der zeitgleich geplanten Bebauung der Fläche N-6.6 erfolgt auch eine Abschirmung von Süden her.

#### 11.4.1.2 Schiffsverkehre

Der ost- und westgehende Durchgangsverkehr läuft vornehmlich in dem südlich gelegenen Verkehrstrennungsgebiet (dort kanalisiert durch Einbahnwege). Ansonsten wird die Fläche N-6.6 in unmittelbarer Umgebung von durchschnittlich einem Fahrzeug pro Tag südlich bzw. östlich passiert. Derzeit wird die Fläche N-6.6 von dem für die nördlich gelegenen Windparks bestimmten Werkverkehr durchfahren.

Unter der Annahme, dass ausgehend vom Jahr 2018 der Schiffsverkehr in der Nordsee bis zum Jahr 2024 insgesamt um ca. 12,2 % bzw. bis zum Jahr 2027 insgesamt um ca. 19 % zunehmen wird, wäre für den Bereich der Fläche N-6.6 kein signifikanter Zuwachs zu erwarten. Der Durchgangsverkehr wird auch weiterhin in dem Verkehrstrennungsgebiet fahren.

#### 11.4.1.3 Auswirkungen auf den Schiffsverkehr

Nachfolgend sind die zu erwartenden grundsätzlichen Auswirkungen auf den Schiffsverkehr infolge einer Realisierung der Fläche N-6.7 qualitativ dargestellt:

- Durch die Einrichtung der Baustelle sind keine signifikanten Auswirkungen auf den umgebenden Schiffsverkehr zu erwarten, die nicht durch Bedingungen und Auflagen ausgeglichen werden könnten. Auszugehen ist von einer Zunahme des für die Baustelle erforderlichen Zubringer- und Werkverkehrs. Dies gilt insbesondere für die dann bereits in der Realisierung befindliche Fläche N-9.1, durch die gemeinsam mit der Fläche N-6.7 eine weitere Kanalisierung des Schiffsverkehrs erfolgen wird.
- Nach Abschluss der Bauarbeiten ist von einem Rückgang des Baustellenverkehrs auszugehen. Auch die Fläche N-9.1 wird dann bereits realisiert sein, so dass auch der dorthin bestimmte Baustellenverkehr rückläufig sein wird. Lediglich die zum Betrieb und zur Unterhaltung des Windparks erforderlichen Fahrzeuge werden das Gebiet selbst direkt ansteuern.

#### 11.4.1.4 Szenarisch-qualitative Analyse

Auf der Grundlage der vorstehend beschriebenen grundsätzlichen Auswirkungen auf den Schiffsverkehr bei einer Realisierung der Fläche N-6.7 erfolgt nun eine Analyse der untersuchten Szenarien inkl. einer qualitativen Bewertung (Tabelle 11-6) dieser Auswirkungen für die Sicherheit und Leichtigkeit des Schiffsverkehrs:

**Tabelle 11-6: Zusammenfassung szenarisch qualitative Analyse N-6.7**

Empfehlungen für Maßnahmen, mit denen identifizierte Risiken für die Sicherheit und Leichtigkeit des Schiffsverkehrs gemindert werden können	status quo	Veränderungen gegenüber status quo	
		bis	ab
Begegnungen	N/A	o	o
Überholen	N/A	o	o
Kreuzende Kurse	N/A	+	+
Erfordernis für (zusätzliche) Kursänderungen durch die Bebauung der Fläche	N/A	+	+
Beeinträchtigung ggf. erforderlicher Ankermanöver im Notfall	N/A	o	o
Passage manövrierunfähiger treibender Schiffe	N/A	+	+
Kollision Schiff – Offshore-Windenergieanlage(n)	N/A	+	++

- Die Fläche N-6.7 liegt nördlich des Verkehrstrennungsgebietes "German Bight Western Approach" in einem ausreichenden Abstand und wird überdies von der Fläche N-6.6 nach Süden abgeschirmt, die zeitgleich realisiert werden soll. Daher wird für den im VTG fahrenden Verkehr grundsätzlich nicht von einer Beeinträchtigung der Sicherheit und Leichtigkeit des Schiffsverkehrs in Folge der Bebauung der Fläche N-6.7 ausgegangen.
- Für die Bauphase wird von einer insgesamt geringen Beeinträchtigung der Sicherheit und Leichtigkeit des Schiffsverkehrs ausgegangen. Dies betrifft insbesondere das VTG "German Bight Western Approach", zu dessen Querung der Bauverkehr gezwungen sein wird. Angesichts der Eigenverantwortung der jeweiligen Schiffsführung für ein regelgerechtes Handeln in Verbindung mit den Vorgaben der KVR sowie der von der WSV eingerichteten Maritimen Verkehrssicherung ist die infolge des Querens der Einbahnwege des Verkehrstrennungsgebietes induzierte Risikoerhöhung als beherrschbar anzusehen, ohne dass es weiterer risikomindernder Maßnahmen bedürfte.
- Infolge der Bebauung und der damit neu entstehenden Schifffahrtshindernisse ist mit einer erhöhten Kollisionswahrscheinlichkeit zwischen Schiff und Offshore-Windenergieanlagen zu rechnen.

#### 11.4.1.5 Empfehlungen für risikomindernde Maßnahmen

Mit der nachfolgend dargestellten Zuordnung zu den einzelnen Phasen empfohlener risikomindernder Maßnahmen (Tabelle 11-7) können die zuvor ggf. identifizierten Risiken für die Gewährleistung der Sicherheit und Leichtigkeit des Schiffsverkehrs verringert werden:

**Tabelle 11-7: Zusammenfassung empfohlene risikomindernde Maßnahmen N-6.7**

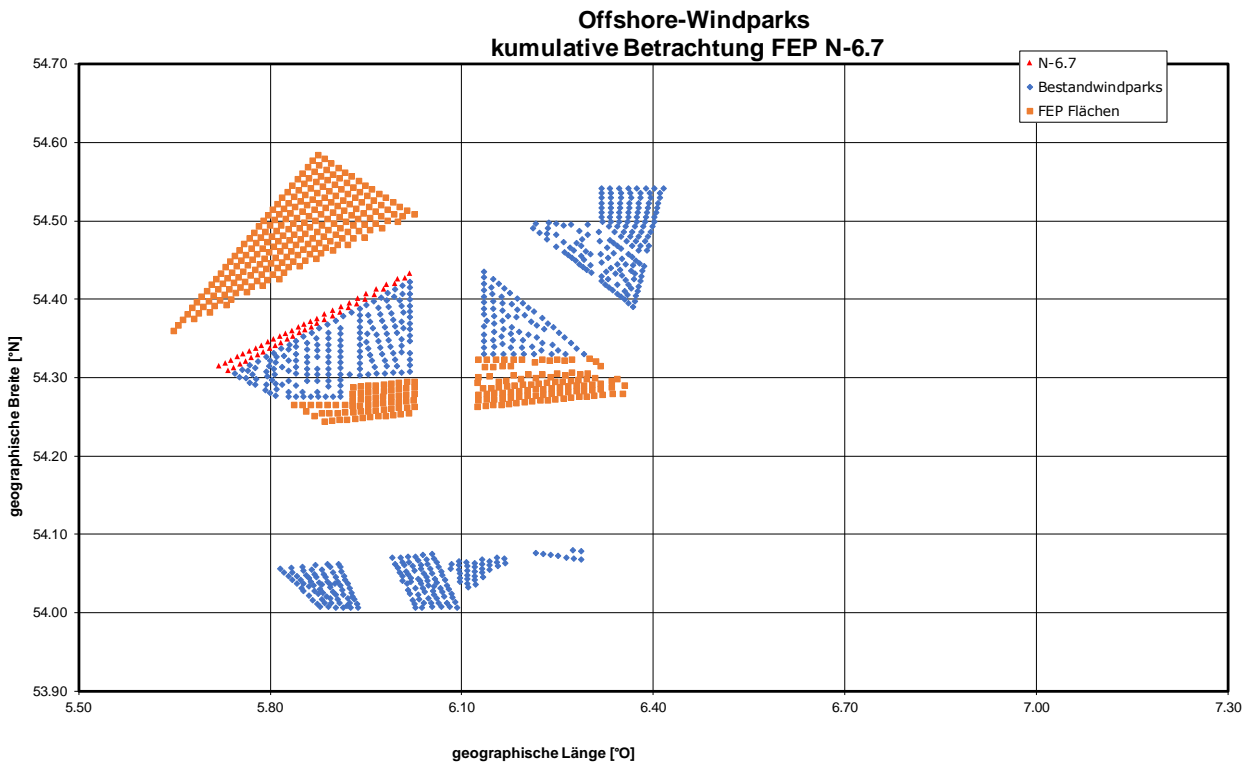
Empfehlungen für Maßnahmen, mit denen identifizierte Risiken für die Sicherheit und Leichtigkeit des Schiffsverkehrs gemindert werden können	status quo	(zusätzliche) Maßnahmen - bezogen auf status quo	
		Ab Planungsphase	Ab Betriebsphase
Einrichtung einer Sicherheitszone	X	✓	✓
Befahrensverbot für alle Fahrzeuge	X	✓	X
Befahrensregelung durch GDWS	X	X	✓
kardinale Betonung der Baufläche	X	✓	X
kollisionsfreundliche Bauweise der Anlagen	X	✓	✓
behelfsmäßige Kennzeichnung der Anlagen während der Errichtungsphase	X	✓	X
Kennzeichnung der Anlagen als Schifffahrtshindernis	X	X	✓
Maritime Verkehrssicherung durch WSV	✓	✓	✓
Seeraumbeobachtung	X	✓	✓
Erfordernis für Verkehrssicherungsfahrzeuge	X	✓	X
Verfügbarkeit staatlicher Notschleppkapazitäten	✓	✓	✓

## 11.4.2 Quantitative Flächenvoruntersuchung

### 11.4.2.1 Kumulatives Kollisionsrisiko

Im folgenden Abschnitt werden die Kollisionshäufigkeiten ohne risikomindernde Maßnahmen angegeben.

Die berücksichtigten Windparks stellen die Kumulativlage zum Zeitpunkt der abgeschlossenen Errichtung von Fläche N-6.7 (Inbetriebnahme 2029) in einem Radius von 20 Seemeilen dar (Abbildung 11-4)



**Abbildung 11-4: Aufstellmuster der betrachteten Offshore-Windparks, Fläche N-6.7 (2029)**



### 11.4.2.2 Kumulative Kollisionshäufigkeit

Die Ergebnisse der kumulativen Betrachtung mit und ohne Berücksichtigung der Wirkung risikomindernder Maßnahmen sind in Tabelle 11-8 zusammengestellt. Die Kollisionshäufigkeit für die kumulative Aufstellung von manövrierfähigen und manövrierunfähigen Schiffen ergibt unter Berücksichtigung von AIS, einer automatischen Verkehrsüberwachung/Seeraumbeobachtung der Variante 3 und der vorhandenen hoheitlichen Notschleppkapazitäten eine Wiederholffrequenz von 121 Jahren.

**Tabelle 11-8: Kumulative Analyseergebnisse für die Fläche N-6.7 (2029) ohne und unter Berücksichtigung der risikomindernden Maßnahmen**

Kumulative Betrachtung  Fläche N-6.7 (2029)	Kollisionshäufigkeit			
	für manövrierfähige Schiffe  [1/Jahr]	für manövrierunfähige Schiffe  [1/Jahr]	für manövrierfähige und manövrierunfähige Schiffe  [1/Jahr]	stat. zu erwartende Zeit zwischen zwei Kollisionen  [Jahre]
ohne risikomindernde Maßnahmen (Verkehrsüberwachung/Seeraumbeobachtung, AIS, Notfallschlepper)	0,0019	0,0212	0,0231	43
mit AIS, ohne Verkehrsüberwachung/Seeraumbeobachtung und ohne Notfallschlepper	0,0015	0,0212	0,0227	44
mit AIS, mit Verkehrsüberwachung/Seeraumbeobachtung der Variante 3 und ohne Notfallschlepper	0,0006	0,0193	0,0199	50
mit AIS, Verkehrsüberwachung/Seeraumbeobachtung der Variante 3 und hoheitlichem Notschlepper „Nordic“ (neue Bereitschaftsposition)	0,0006	0,0077	0,0083	121

### 11.4.2.3 Risiko für die kumulative Betrachtung

In Tabelle 11-9 sind die statistisch zu erwartenden austretenden Schadstoffmengen ohne und mit Berücksichtigung risikomindernder Maßnahmen für die kumulative Anordnung angegeben. Im Falle einer Kollision, entsprechend der im vorigen Kapitel ermittelten Häufigkeit, ist von höheren Mengen, im Normalfall dagegen von keinerlei Austritten auszugehen. Die ermittelten statistischen Werte stellen somit keine regelmäßig zu erwartenden Mengen von auslaufenden Schadstoffen, sondern eher einen Risikovergleichswert dar.

**Tabelle 11-9: Analyseergebnisse für die Fläche N-6.7 (2029) ohne und mit Berücksichtigung der risikomindernden Maßnahmen für die kumulative Betrachtung**

Kumulative Betrachtung	Austretende Schadstoffmengen [t/Jahr]
Fläche N-6.7 (2029)	
ohne risikomindernde Maßnahmen (Verkehrsüberwachung/Seeraumbeobachtung, AIS, Notfallschlepper)	1,350
mit AIS, ohne Verkehrsüberwachung/See- raumbeobachtung und ohne Notfallschlepper	1,151
mit AIS, mit Verkehrsüberwachung/ Seeraum- beobachtung der Variante 3 und ohne Notfallschlepper	0,645
mit AIS, Verkehrsüberwachung/Seeraum- beobachtung der Variante 3 und hoheitlichem Notschlepper „Nordic“ (neue Bereitschaftsposition)	0,447

### 11.4.3 Eignungsfeststellung

Für die Fläche N-6.7 wurde eine Flächenvoruntersuchung zur verkehrlich- schiffahrtspolizeilichen Eignung bei einer geplanten Inbetriebnahme im Jahr 2029 durchgeführt.

Die Ergebnisse der qualitativen- und quantitativen Analysen dieser Flächenvoruntersuchung zeigen, dass die Fläche N-6.7 bei einer Inbetriebnahme im Jahre 2029 unter dem zuvor genannten Annahmen sowie unter Berücksichtigung der Empfehlungen in Abschnitt 11.4.3.1 und der Ergebnisse in Abschnitt 11.4.3.2, grundsätzlich geeignet ist.

#### 11.4.3.1 Ergebnisse qualitative Analyse

Unter den in den Abschnitten 11.4ff getroffenen Annahmen und unter der Berücksichtigung der in Abschnitt 11.4.1.5 genannten risikomindernden Maßnahmen sowie ggf. weiterer im Planfeststellungsbeschluss gemäß § 48 WindSeeG zu konkretisierenden Bedingungen und Auflagen wird davon ausgegangen, dass durch eine Realisierung der Fläche N-6.7 nicht mit einer signifikanten Einschränkung der Sicherheit und Leichtigkeit des Schiffsverkehrs zu rechnen ist.

Empfohlene Maßnahmen:

#### für die Bauphase

- Einrichtung einer Sicherheitszone um das Baufeld herum
- Befahrensverbot der Sicherheitszone während der Bauphase
- kardinale Betonung des Baufeldes
- kollisionsfreundliche Bauweise der Anlagen

- Behelfsmäßige Kennzeichnung der Anlagen in der Bauphase
- Maritime Verkehrssicherung durch WSV
- Mobile Verkehrssicherung vor Ort durch Verkehrssicherungsfahrzeug
- Verfügbarkeit von hoheitlichen Notschleppern

#### **für die Betriebsphase**

- Aufrechterhaltung der Sicherheitszone
- allgemeine Festlegung ggf. möglicher Befahrensregelungen durch die GDWS für Fahrzeuge mit einer maximalen Rumpflänge von 24 m
- Ausrüstung des Windparks mit AIS
- Kennzeichnung der Anlagen als Schifffahrtshindernis
- Maritime Verkehrssicherung durch WSV
- Seeraumbeobachtung durch OWP-Betreiber
- Verfügbarkeit von hoheitlichen Notschleppern

#### **11.4.3.2 Ergebnisse quantitative Risikobeurteilung**

In diesem Abschnitt wird die Einstufung des berechneten Risikos in die Risikomatrix des Anhang 1 des BSH-Standards „Standard Konstruktion“ /2/ vorgenommen. Neben der Einstufung des Umweltrisikos werden Einstufungen des Risikos in Bezug auf die Kollisionskonsequenzen Schiff-WEA und Personensicherheit angegeben.

Bei Kollisionen mit driftenden Schiffen ist entsprechend der Annahme eines kollisionsfreundlichen Fundamentes bei einer Driftgeschwindigkeit bis 2 m/s kein Aufreißen der Außenhaut des Schiffes zu erwarten /2/. Insgesamt kann die Einstufung der Häufigkeit eines Ölaustritts aus einem Schiff bei Berücksichtigung der in der Risikoanalyse angegebenen risikomindernden Maßnahmen in die Häufigkeitsklasse „äußerst selten“ vorgenommen werden. Die beschriebenen Szenarien mit einem Ölaustritt aus dem Schiff können in die Konsequenzklassen „beträchtlich“ bis „schwerwiegend“ und somit in der Risikomatrix mit einer akzeptablen Risikoprioritätszahl (RPZ) von 2 bis 3 eingestuft werden.

Ein gleiches Bild (RPZ = 2 bis 3) liefert die Auswertung der FN-Diagramme. Die FN-Diagramme stellen den Zusammenhang zwischen Schadstoffaustrittsmengen und Häufigkeiten her und liefern somit die notwendigen Informationen für eine Einstufung des Risikos in die Risikoprioritätszahlen (RPZ). In Abbildung 11-5 ist das FN-Diagramm mit der zugehörigen RPZ dargestellt. Als risikomindernde Maßnahmen sind in dem Diagramm die Installation von:

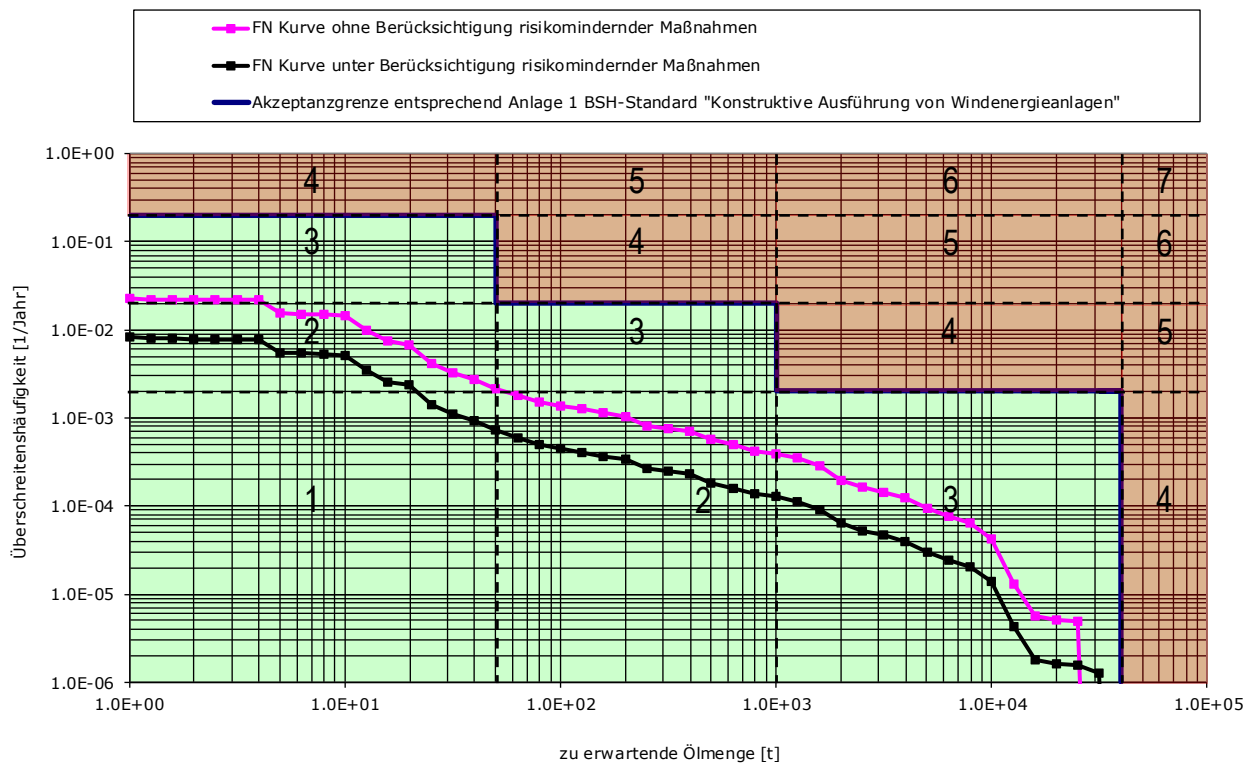
- AIS-Geräten an den Windparkinstallationen, eine
- Verkehrsüberwachung/Seeraumbeobachtung Variante 3, sowie
- der hoheitliche Notschlepper „Nordic“ auf Bereitschaftsposition

berücksichtigt.

Für die Abgrenzung der einzelnen Konsequenzklassen der Anlage 1 des BSH-Standards wurden folgende Einstufungen anhand der austretenden Schadstoffe vorgenommen (Tabelle 11-10).

**Tabelle 11-10: Definition der Konsequenzklassen**

Konsequenzklasse	Freigesetzte Schadstoffmenge in t <sub>öl</sub>
Unbedeutend	1 ... 50
Beträchtlich	> 50 ... 1.000
Schwerwiegend	> 1.000 ... 40.000
Katastrophal	> 40.000



**Abbildung 11-5: Einstufung des Risikos anhand des FN-Diagramms für die kumulative Betrachtung**

## 11.5 FLÄCHE N-9.1

### 11.5.1 Qualitative Flächenuntersuchung

Gemäß dem Flächenentwicklungsplan des BSH ist für die Fläche N-9.1 folgender Zeitplan vorgesehen:

- Beginn der Planungs- und Realisierungsphase: 2024
- Beginn der Betriebsphase: 2029

#### 11.5.1.1 Beschreibung des Verkehrsraums

Die Fläche N-9.1 liegt östlich des vom Durchgangsverkehr zwischen der südlichen Nordsee und dem Skagerrak benutzten Verkehrsraumes und weist eine auf LAT bezogene Mindestwassertiefe von 40 m auf.

An deren südöstlicher Begrenzung ist ein Vorranggebiet für den von und zur Westküste Dänemarks bestimmten Schiffsverkehrs vorgesehen.

Nordöstlich der Fläche N-9.1 verläuft die Gasrohrleitung "Norpipe" in Nordwest-Südost-Richtung.

#### 11.5.1.2 Schiffsverkehre

Der Durchgangsverkehr läuft jeweils westlich und östlich in einem gehörigen Abstand an der Fläche N-9.1 vorbei, so dass im direkten Umfeld selbst nur ein geringer Schiffsverkehr zu verzeichnen ist. Laut Verkehrsstatistik wird die Fläche lediglich von ca. zwei Fahrzeugen pro Tag direkt passiert.

Unter der Annahme, dass ausgehend vom Jahr 2018 der Schiffsverkehr in der Nordsee bis zum Jahr 2023 insgesamt um ca. 10,1 % zunehmen wird, wäre für den unmittelbaren Bereich der Fläche N-9.1 kein nennenswerter Zuwachs zu erwarten. Der durchlaufende Verkehr wird auch weiterhin in einem gehörigen Abstand an der Fläche vorbeilaufen.

Unter der Annahme, dass ausgehend vom Jahr 2018 der Schiffsverkehr in der Nordsee bis zum Jahr 2028 insgesamt um ca. 21,3 % zunehmen wird, wäre für den unmittelbaren Bereich der Fläche N-9.1 kein nennenswerter Zuwachs zu erwarten. Legt man die Verkehrsprognose zugrunde, passierten dann durchschnittlich zweieinhalb Fahrzeuge pro Tag die Fläche N-9.1.

#### 11.5.1.3 Auswirkungen auf den Schiffsverkehr

Nachfolgend sind die zu erwartenden grundsätzlichen Auswirkungen auf den Schiffsverkehr infolge einer Realisierung der Fläche N-9.1 qualitativ dargestellt:

- Durch die Einrichtung der Baustelle sind keine signifikanten Auswirkungen auf den umgebenden Schiffsverkehr zu erwarten, die nicht durch Bedingungen und Auflagen ausgeglichen werden könnten. Auszugehen ist von einer Zunahme des für die Baustelle erforderlichen Zubringer- und Werkverkehrs.
- Mit der auf der Fläche N-6.7 ab 2024 beginnenden Realisierung erfolgt eine weitere Kanalisierung des Schiffsverkehrs.
- Nach Abschluss der Bauarbeiten ist von einem Rückgang des Baustellenverkehrs auszugehen. Lediglich die zum Betrieb und zur Unterhaltung des Windparks erforderlichen Fahrzeuge werden das Gebiet ansteuern.

#### 11.5.1.4 Szenarisch-qualitative Analyse

Auf der Grundlage der vorstehend beschriebenen grundsätzlichen Auswirkungen auf den Schiffsverkehr bei einer Realisierung der Fläche N-9.1 erfolgt nun eine Analyse der untersuchten Szenarien inkl. einer

qualitativen Bewertung (Tabelle 11-11) dieser Auswirkungen für die Sicherheit und Leichtigkeit des Schiffsverkehrs:

**Tabelle 11-11: Zusammenfassung szenarisch qualitative Analyse N-9.1**

Empfehlungen für Maßnahmen, mit denen identifizierte Risiken für die Sicherheit und Leichtigkeit des Schiffsverkehrs gemindert werden können	status quo	Veränderungen gegenüber status quo	
		bis	ab
Begegnungen	N/A	o	o
Überholen	N/A	o	o
Kreuzende Kurse	N/A	+	+
Erfordernis für (zusätzliche) Kursänderungen durch die Bebauung der Fläche	N/A	o	o
Beeinträchtigung ggf. erforderlicher Ankermanöver im Notfall	N/A	o	o
Passage manövrierunfähiger treibender Schiffe	N/A	+	+
Kollision Schiff – Offshore-Windenergieanlage(n)	N/A	+	++

- Für die Realisierungsphase der Fläche N-9.1 wird von einer insgesamt geringen Beeinträchtigung der Sicherheit und Leichtigkeit des Schiffsverkehrs ausgegangen. Dies betrifft insbesondere das VTG "German Bight Western Approach", zu dessen Querung der Bauverkehr gezwungen sein wird. Angesichts der Eigenverantwortung der jeweiligen Schiffsführung für ein regelgerechtes Handeln in Verbindung mit den Vorgaben der KVR sowie der von der WSV eingerichteten Maritimen Verkehrssicherung ist die infolge des Querens der Einbahnwege des Verkehrstrennungsgebietes induzierte Risikoerhöhung als beherrschbar anzusehen, ohne dass es weiterer risikomindernder Maßnahmen bedürfte.
- Infolge der Bebauung und der damit neu entstehenden Schifffahrtshindernisse ist mit einer erhöhten Kollisionswahrscheinlichkeit zwischen Schiff und Offshore-Windenergieanlagen zu rechnen.
- Nach Abschluss der Bauarbeiten ist von einem Rückgang des Baustellenverkehrs auszugehen. Lediglich die zum Betrieb und zur Unterhaltung des Windparks erforderlichen Fahrzeuge werden das Gebiet ansteuern. Demzufolge wird sich der die o.g. Verkehrstrennungsgebiete querende Verkehr quantitativ vermindern und stellt somit gegenüber dem status quo für die Betriebsphase lediglich eine geringe Beeinträchtigung der Sicherheit und Leichtigkeit des Schiffsverkehrs dar, die aber mit den bereits o.g. Maßnahmen kompensiert werden kann.

### 11.5.1.5 Empfehlungen für risikomindernde Maßnahmen

Mit der nachfolgend dargestellten Zuordnung zu den einzelnen Phasen empfohlener risikomindernder Maßnahmen (Tabelle 11-12) können die zuvor ggf. identifizierten Risiken für die Gewährleistung der Sicherheit und Leichtigkeit des Schiffsverkehrs verringert werden:

**Tabelle 11-12: Zusammenfassung empfohlene risikomindernde Maßnahmen N-9.1**

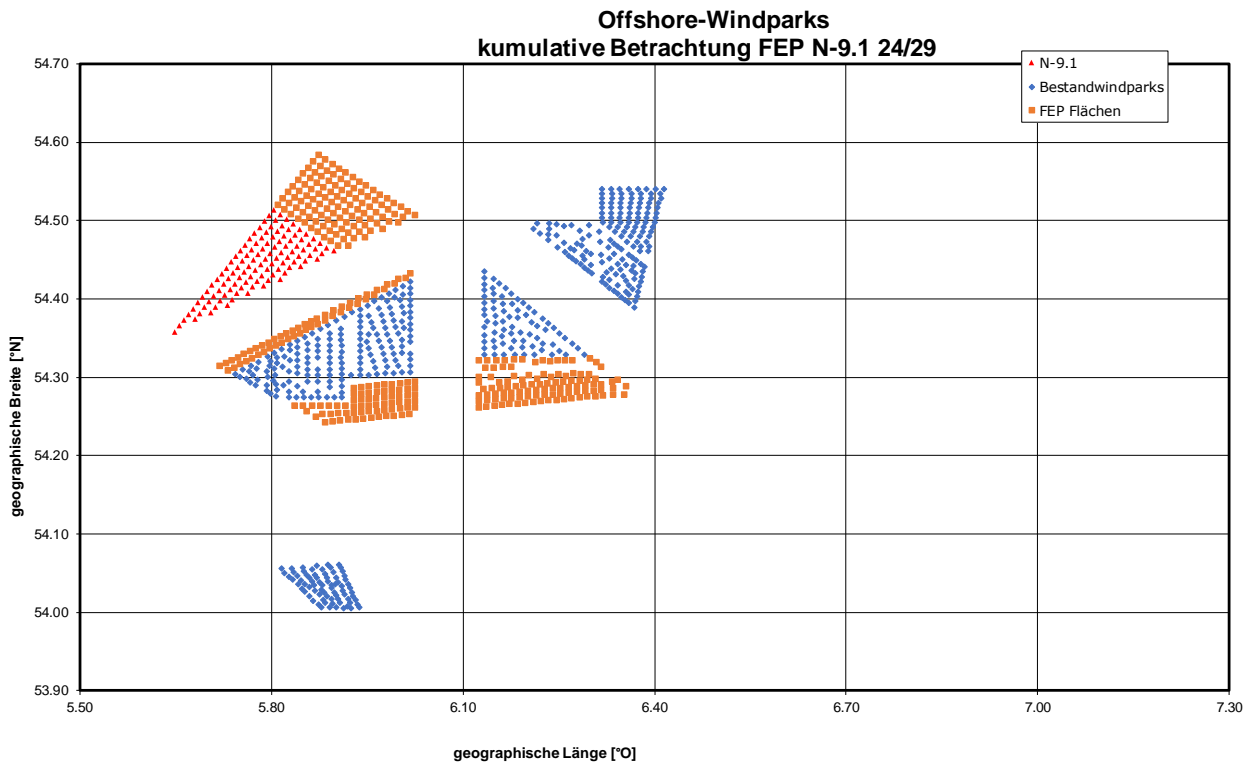
Empfehlungen für Maßnahmen, mit denen identifizierte Risiken für die Sicherheit und Leichtigkeit des Schiffsverkehrs gemindert werden können	status quo	(zusätzliche) Maßnahmen - bezogen auf status quo	
		Ab Planungsphase	Ab Betriebsphase
Einrichtung einer Sicherheitszone	X	✓	✓
Befahrensverbot für alle Fahrzeuge	X	✓	X
Befahrensregelung durch GDWS	X	X	✓
kardinale Betonung der Baufläche	X	✓	X
kollisionsfreundliche Bauweise der Anlagen	X	✓	✓
behelfsmäßige Kennzeichnung der Anlagen während der Errichtungsphase	X	✓	X
Kennzeichnung der Anlagen als Schifffahrtshindernis	X	X	✓
Maritime Verkehrssicherung durch WSV	✓	✓	✓
Seeraumbeobachtung	X	✓	✓
Erfordernis für Verkehrssicherungsfahrzeuge	X	✓	X
Verfügbarkeit staatlicher Notschleppkapazitäten	✓	✓	✓

## 11.5.2 Quantitative Flächenvoruntersuchung

### 11.5.2.1 Kumulatives Kollisionsrisiko

Im folgenden Abschnitt werden die Kollisionshäufigkeiten ohne risikomindernde Maßnahmen angegeben.

Die berücksichtigten Windparks stellen die Kumulativlage zum Zeitpunkt der abgeschlossenen Errichtung von Fläche N-9.1 (Inbetriebnahme 2029) in einem Radius von 20 Seemeilen dar (Abbildung 11-6).



**Abbildung 11-6: Aufstellmuster der betrachteten Offshore-Windparks, Fläche N-9.1 (2029)**



### 11.5.2.2 Kumulative Kollisionshäufigkeit

Die Ergebnisse der kumulativen Betrachtung mit und ohne Berücksichtigung der Wirkung risikomindernder Maßnahmen sind in Tabelle 11-13 zusammengestellt. Die Kollisionshäufigkeit für die kumulative Aufstellung von manövrierfähigen und manövrierunfähigen Schiffen ergibt unter Berücksichtigung von AIS, einer automatischen Verkehrsüberwachung/Seeraumbeobachtung der Variante 3 und der vorhandenen hoheitlichen Notschleppkapazitäten eine Wiederholffrequenz von 151 Jahren.

**Tabelle 11-13: Kumulative Analyseergebnisse für die Fläche N-9.1 (2029) ohne und unter Berücksichtigung der risikomindernden Maßnahmen**

Kumulative Betrachtung  Fläche N-9.1 (2029)	Kollisionshäufigkeit			
	für manövrierfähige Schiffe  [1/Jahr]	für manövrierunfähige Schiffe  [1/Jahr]	für manövrierfähige und manövrierunfähige Schiffe  [1/Jahr]	stat. zu erwartende Zeit zwischen zwei Kollisionen  [Jahre]
ohne risikomindernde Maßnahmen (Verkehrsüberwachung/Seeraumbeobachtung, AIS, Notfallschlepper)	0,0018	0,0164	0,0182	55
mit AIS, ohne Verkehrsüberwachung/Seeraumbeobachtung und ohne Notfallschlepper	0,0015	0,0164	0,0179	56
mit AIS, mit Verkehrsüberwachung/Seeraumbeobachtung der Variante 3 und ohne Notfallschlepper	0,0006	0,0149	0,0155	65
mit AIS, Verkehrsüberwachung/Seeraumbeobachtung der Variante 3 und hoheitlichem Notschlepper „Nordic“ (neue Bereitschaftsposition)	0,0006	0,0060	0,0066	151

### 11.5.2.3 Kollisionskonsequenzen

In Tabelle 11-14 sind die statistisch zu erwartenden austretenden Schadstoffmengen ohne und mit Berücksichtigung risikomindernder Maßnahmen für die kumulative Anordnung angegeben. Im Falle einer Kollision, entsprechend der im vorigen Kapitel ermittelten Häufigkeit, ist von höheren Mengen, im Normalfall dagegen von keinerlei Austritten auszugehen. Die ermittelten statistischen Werte stellen somit keine regelmäßig zu erwartenden Mengen von auslaufenden Schadstoffen, sondern eher einen Risikovergleichswert dar.

**Tabelle 11-14: Analyseergebnisse für die Fläche N-9.1 (2029) ohne und mit Berücksichtigung der risikomindernden Maßnahmen für die kumulative Betrachtung**

Kumulative Betrachtung	Austretende Schadstoffmengen [t/Jahr]
Fläche N-9.1 (2029)	
ohne risikomindernde Maßnahmen (Verkehrsüberwachung/Seeraumbeobachtung, AIS, Notfallschlepper)	1,250
mit AIS, ohne Verkehrsüberwachung/See- raumbeobachtung und ohne Notfallschlepper	1,060
mit AIS, mit Verkehrsüberwachung/ Seeraum- beobachtung der Variante 3 und ohne Notfallschlepper	0,572
mit AIS, Verkehrsüberwachung/Seeraum- beobachtung der Variante 3 und hoheitlichem Notschlepper „Nordic“ (neue Bereitschaftsposition)	0,415

### 11.5.3 Eignungsfeststellung

Für die Fläche N-9.1 wurde eine Flächenvoruntersuchung zur verkehrlich- schiffahrtspolizeilichen Eignung bei einer geplanten Inbetriebnahme im Jahr 2029 durchgeführt.

Die Ergebnisse der qualitativen- und quantitativen Analysen dieser Flächenvoruntersuchung zeigen, dass die Fläche N-9.1 bei einer Inbetriebnahme im Jahre 2029 unter dem zuvor genannten Annahmen sowie unter Berücksichtigung der Empfehlungen in Abschnitt 11.5.3.1 und der Ergebnisse in Abschnitt 11.5.3.2, grundsätzlich geeignet ist.

#### 11.5.3.1 Ergebnisse qualitative Analyse

Unter den in den Abschnitten 11.5ff getroffenen Annahmen und unter der Berücksichtigung der in Abschnitt 11.5.1.5 genannten risikomindernden Maßnahmen sowie ggf. weiterer im Planfeststellungsbeschluss gemäß § 48 WindSeeG zu konkretisierenden Bedingungen und Auflagen wird davon ausgegangen, dass durch eine Realisierung der Fläche N-9.1 nicht mit einer signifikanten Einschränkung der Sicherheit und Leichtigkeit des Schiffsverkehrs zu rechnen ist.

Empfohlene Maßnahmen:

#### für die Bauphase

- Einrichtung einer Sicherheitszone um das Baufeld herum
- Befahrensverbot der Sicherheitszone während der Bauphase
- kardinale Betonung des Baufeldes
- kollisionsfreundliche Bauweise der Anlagen

- Behelfsmäßige Kennzeichnung der Anlagen in der Bauphase
- Maritime Verkehrssicherung durch WSV
- Mobile Verkehrssicherung vor Ort durch Verkehrssicherungsfahrzeug
- Verfügbarkeit von hoheitlichen Notschleppern

#### **für die Betriebsphase**

- Aufrechterhaltung der Sicherheitszone
- allgemeine Festlegung ggf. möglicher Befahrensregelungen durch die GDWS für Fahrzeuge mit einer maximalen Rumpflänge von 24 m
- Ausrüstung des Windparks mit AIS
- Kennzeichnung der Anlagen als Schifffahrtshindernis
- Maritime Verkehrssicherung durch WSV
- Seeraumbeobachtung durch OWP-Betreiber
- Verfügbarkeit von hoheitlichen Notschleppern

#### **11.5.3.2 Ergebnisse quantitative Risikobeurteilung**

In diesem Abschnitt wird die Einstufung des berechneten Risikos in die Risikomatrix des Anhang 1 des BSH-Standards „Standard Konstruktion“ /2/ vorgenommen. Neben der Einstufung des Umweltrisikos werden Einstufungen des Risikos in Bezug auf die Kollisionskonsequenzen Schiff-WEA und Personensicherheit angegeben.

Bei Kollisionen mit driftenden Schiffen ist entsprechend der Annahme eines kollisionsfreundlichen Fundamentes bei einer Driftgeschwindigkeit bis 2 m/s kein Aufreißen der Außenhaut des Schiffes zu erwarten /2/. Insgesamt kann die Einstufung der Häufigkeit eines Ölaustritts aus einem Schiff bei Berücksichtigung der in der Risikoanalyse angegebenen risikomindernden Maßnahmen in die Häufigkeitsklasse „äußerst selten“ vorgenommen werden. Die beschriebenen Szenarien mit einem Ölaustritt aus dem Schiff können in die Konsequenzklassen „beträchtlich“ bis „schwerwiegend“ und somit in der Risikomatrix mit einer akzeptablen Risikoprioritätszahl (RPZ) von 2 bis 3 eingestuft werden.

Ein gleiches Bild (RPZ = 2 bis 3) liefert die Auswertung der FN-Diagramme. Die FN-Diagramme stellen den Zusammenhang zwischen Schadstoffaustrittsmengen und Häufigkeiten her und liefern somit die notwendigen Informationen für eine Einstufung des Risikos in die Risikoprioritätszahlen (RPZ). In Abbildung 11-7 ist das FN-Diagramm mit der zugehörigen RPZ dargestellt. Als risikomindernde Maßnahmen sind in dem Diagramm die Installation von:

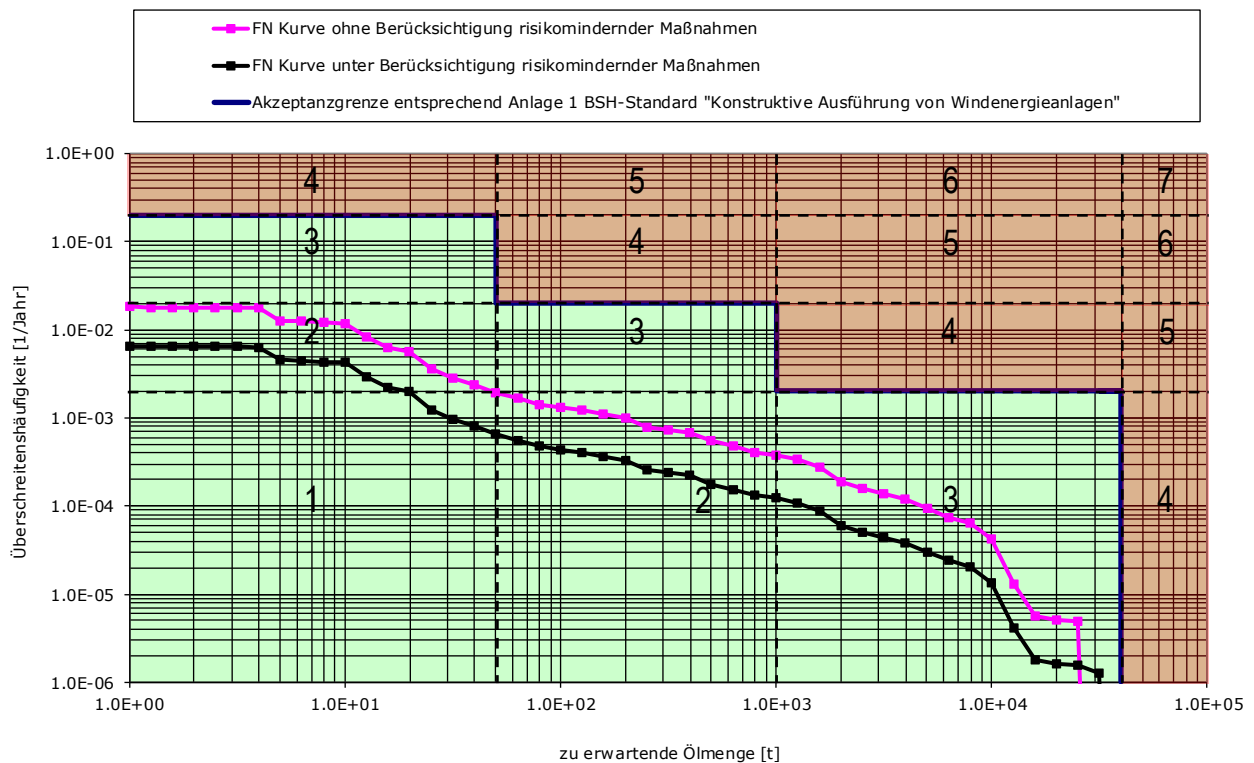
- AIS-Geräten an den Windparkinstallationen, eine
- Verkehrsüberwachung/Seeraumbeobachtung Variante 3, sowie
- der hoheitliche Notschlepper „Nordic“ auf Bereitschaftsposition

berücksichtigt.

Für die Abgrenzung der einzelnen Konsequenzklassen der Anlage 1 des BSH-Standards wurden folgende Einstufungen anhand der austretenden Schadstoffe vorgenommen (Tabelle 11-15).

**Tabelle 11-15: Definition der Konsequenzklassen**

Konsequenzklasse	Freigesetzte Schadstoffmenge in t <sub>öl</sub>
Unbedeutend	1 ... 50
Beträchtlich	> 50 ... 1.000
Schwerwiegend	> 1.000 ... 40.000
Katastrophal	> 40.000



**Abbildung 11-7: Einstufung des Risikos anhand des FN-Diagramms für die kumulative Betrachtung**

## 11.6 FLÄCHE N-9.2

### 11.6.1 Qualitative Flächenuntersuchung

Gemäß dem Flächenentwicklungsplan des BSH ist für die Fläche N-9.2 folgender Zeitplan vorgesehen:

- Beginn der Planungs- und Realisierungsphase: 2024
- Beginn der Betriebsphase: 2029

#### 11.6.1.1 Beschreibung des Verkehrsraums

Die Fläche N-9.2 liegt an der östlichen Grenze der vom Durchgangsverkehr zwischen der südlichen Nordsee und dem Skagerrak benutzten Verkehrsraumes und weist eine auf LAT bezogene Mindestwassertiefe von 40 m auf.

An deren südöstlicher Begrenzung ist ein Vorranggebiet für den von und zur Westküste Dänemarks bestimmten Schiffsverkehrs definiert

Nordöstlich der Fläche N-9.2 verläuft die Gasrohrleitung "Norpipe" in Nordwest-Südost-Richtung.

Durch einen bereits früher zu errichtenden Windpark auf der Fläche N-9.1 besteht für die Fläche N-9.2 bereits ein natürlicher Schutz vor dem nordost-südwestgehenden Schiffsverkehr und vice versa.

Die beiden bereits realisierten Windparks "Veja Mate" und "BARD Offshore 1" in Verbindung mit der ebenfalls ab 2024 zu realisierenden Fläche N-6.7 schirmen die Fläche N-9.2 von Südosten her ab.

#### 11.6.1.2 Schiffsverkehre

Der Durchgangsverkehr läuft jeweils westlich und östlich an der Fläche N-9.2 vorbei, so dass hier nur ein geringer Schiffsverkehr zu verzeichnen ist. Laut Verkehrsstatistik wird die Fläche lediglich von ca. zwei Fahrzeugen pro Tag direkt passiert.

Unter der Annahme, dass ausgehend vom Jahr 2018 der Schiffsverkehr in der Nordsee bis zum Jahr 2024 insgesamt um ca. 12,2 % zunehmen wird, wäre für den unmittelbaren Bereich der Fläche N-9.2 kein nennenswerter Zuwachs zu erwarten. Südwestlich davon wird seit 2023 die Fläche N-9.1 realisiert, so dass dort mit zusätzlichem Baustellenverkehr zu rechnen ist.

Unter der Annahme, dass ausgehend vom Jahr 2018 der Schiffsverkehr in der Nordsee bis zum Jahr 2029 insgesamt um ca. 23,7 % zunehmen wird, wäre für den unmittelbaren Bereich der Fläche N-9.2 kein nennenswerter Zuwachs zu erwarten. Legt man die Verkehrsprognose zugrunde, passiert dann durchschnittlich zweieinhalb Fahrzeuge pro Tag die Fläche N-9.2.

#### 11.6.1.3 Auswirkungen auf den Schiffsverkehr

Nachfolgend sind die zu erwartenden grundsätzlichen Auswirkungen auf den Schiffsverkehr infolge einer Realisierung der Fläche N-9.2 qualitativ dargestellt:

- Durch die Einrichtung der Baustelle sind keine signifikanten Auswirkungen auf den umgebenden Schiffsverkehr zu erwarten, die nicht durch Bedingungen und Auflagen ausgeglichen werden könnten. Auszugehen ist von einer Zunahme des für die Baustelle erforderlichen Zubringer- und Werkverkehrs.
- Nach Abschluss der Bauarbeiten ist von einem Rückgang des Baustellenverkehrs auszugehen. Lediglich die zum Betrieb und zur Unterhaltung des Windparks erforderlichen Fahrzeuge werden das Gebiet ansteuern.

### 11.6.1.4 Szenarisch-qualitative Analyse

Auf der Grundlage der vorstehend beschriebenen grundsätzlichen Auswirkungen auf den Schiffsverkehr bei einer Realisierung der Fläche N-9.2 erfolgt nun eine Analyse der untersuchten Szenarien inkl. einer qualitativen Bewertung (Tabelle 11-16) dieser Auswirkungen für die Sicherheit und Leichtigkeit des Schiffsverkehrs:

**Tabelle 11-16: Zusammenfassung szenarisch qualitative Analyse N-9.2**

Empfehlungen für Maßnahmen, mit denen identifizierte Risiken für die Sicherheit und Leichtigkeit des Schiffsverkehrs gemindert werden können	status quo	Veränderungen gegenüber status quo	
		bis	ab
Begegnungen	N/A	○	○
Überholen	N/A	○	○
Kreuzende Kurse	N/A	+	+
Erfordernis für (zusätzliche) Kursänderungen durch die Bebauung der Fläche	N/A	○	○
Beeinträchtigung ggf. erforderlicher Ankermanöver im Notfall	N/A	○	○
Passage manövrierunfähiger treibender Schiffe	N/A	+	+
Kollision Schiff – Offshore-Windenergieanlage(n)	N/A	+	++

- Für die Realisierungsphase der Fläche N-9.2 wird von einer insgesamt geringen Beeinträchtigung der Sicherheit und Leichtigkeit des Schiffsverkehrs ausgegangen.
- Infolge der Bebauung und der damit neu entstehenden Schifffahrtshindernisse ist mit einer erhöhten Kollisionswahrscheinlichkeit zwischen Schiff und Offshore-Windenergieanlagen zu rechnen.
- Nach Abschluss der Bauarbeiten ist von einem Rückgang des Baustellenverkehrs auszugehen. Lediglich die zum Betrieb und zur Unterhaltung des Windparks erforderlichen Fahrzeuge werden das Gebiet ansteuern. Demzufolge wird sich der die o.g. Verkehrstrennungsgebiete querende Verkehr quantitativ vermindern und stellt somit gegenüber dem status quo für die Betriebsphase lediglich eine geringe Beeinträchtigung der Sicherheit und Leichtigkeit des Schiffsverkehrs dar, die aber mit den bereits o.g. Maßnahmen kompensiert werden kann.

### 11.6.1.5 Empfehlungen für risikomindernde Maßnahmen

Mit der nachfolgend dargestellten Zuordnung zu den einzelnen Phasen empfohlener risikomindernder Maßnahmen (Tabelle 11-17) können die zuvor ggf. identifizierten Risiken für die Gewährleistung der Sicherheit und Leichtigkeit des Schiffsverkehrs verringert werden:

**Tabelle 11-17: Zusammenfassung empfohlene risikomindernde Maßnahmen N-9.2**

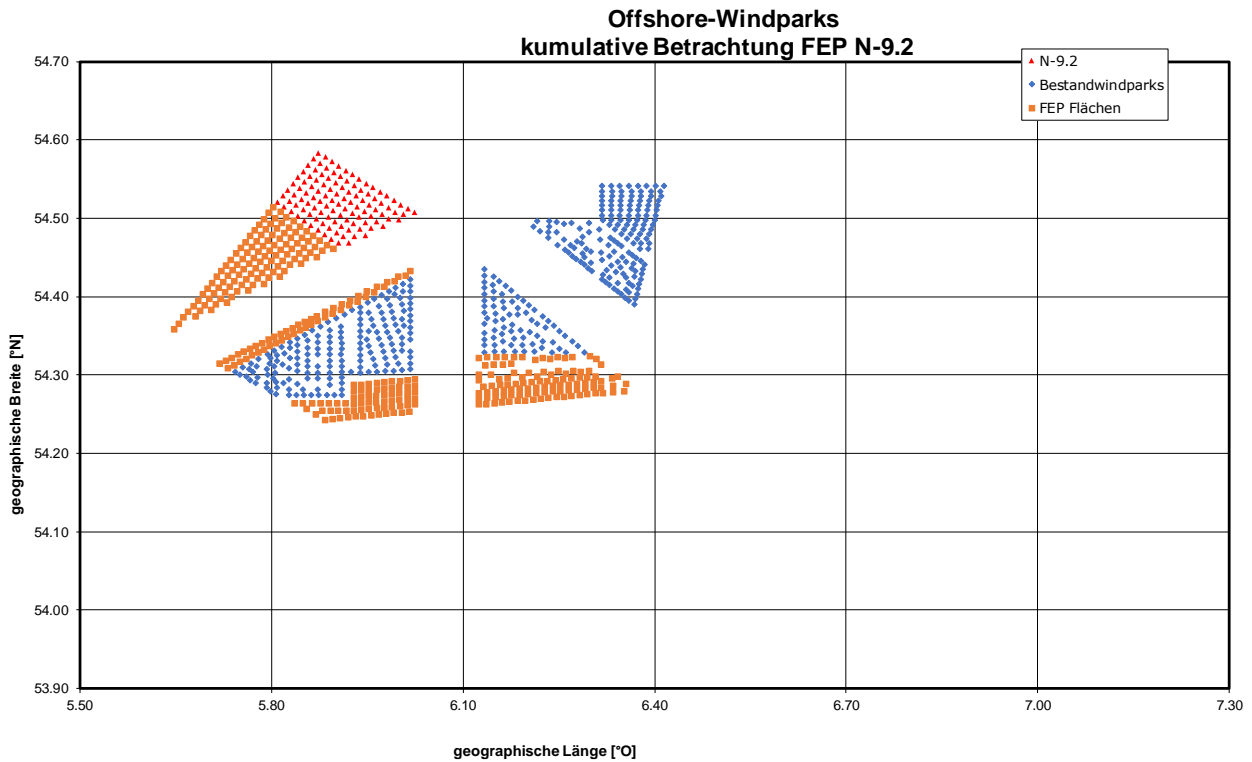
Empfehlungen für Maßnahmen, mit denen identifizierte Risiken für die Sicherheit und Leichtigkeit des Schiffsverkehrs gemindert werden können	status quo	(zusätzliche) Maßnahmen - bezogen auf status quo	
		Ab Planungsphase	Ab Betriebsphase
Einrichtung einer Sicherheitszone	X	✓	✓
Befahrensverbot für alle Fahrzeuge	X	✓	X
Befahrensregelung durch GDWS	X	X	✓
kardinale Betonung der Baufläche	X	✓	X
kollisionsfreundliche Bauweise der Anlagen	X	✓	✓
behelfsmäßige Kennzeichnung der Anlagen während der Errichtungsphase	X	✓	X
Kennzeichnung der Anlagen als Schifffahrtshindernis	X	X	✓
Maritime Verkehrssicherung durch WSV	✓	✓	✓
Seeraumbeobachtung	X	✓	✓
Erfordernis für Verkehrssicherungsfahrzeuge	X	✓	X
Verfügbarkeit staatlicher Notschleppkapazitäten	✓	✓	✓

## 11.6.2 Quantitative Flächenvoruntersuchung

### 11.6.2.1 Kumulatives Kollisionsrisiko

Im folgenden Abschnitt werden die Kollisionshäufigkeiten ohne risikomindernde Maßnahmen angegeben.

Die berücksichtigten Windparks stellen die Kumulativlage zum Zeitpunkt der abgeschlossenen Errichtung von FEP N-9.2 (Inbetriebnahme 2029) in einem Radius von 20 Seemeilen dar (Abbildung 11-8).



**Abbildung 11-8: Aufstellmuster der betrachteten Offshore-Windparks, Fläche N-9.2 (2029)**



### 11.6.2.2 Kumulative Kollisionshäufigkeit

Die Ergebnisse der kumulativen Betrachtung mit und ohne Berücksichtigung der Wirkung risikomindernder Maßnahmen sind in Tabelle 11-18 zusammengestellt. Die Kollisionshäufigkeit für die kumulative Aufstellung von manövrierfähigen und manövrierunfähigen Schiffen ergibt unter Berücksichtigung von AIS, einer automatischen Verkehrsüberwachung/Seeraumbeobachtung der Variante 3 und der vorhandenen hoheitlichen Notschleppkapazitäten eine Wiederholffrequenz von 189 Jahren.

**Tabelle 11-18: Kumulative Analyseergebnisse für die Fläche N-9.2 (2029) ohne und unter Berücksichtigung der risikomindernden Maßnahmen**

Kumulative Betrachtung Fläche N-9.2 (2029)	Kollisionshäufigkeit			
	für manövrierfähige Schiffe [1/Jahr]	für manövrierunfähige Schiffe [1/Jahr]	für manövrierfähige und manövrierunfähige Schiffe [1/Jahr]	stat. zu erwartende Zeit zwischen zwei Kollisionen [Jahre]
ohne risikomindernde Maßnahmen (Verkehrsüberwachung/Seeraumbeobachtung, AIS, Notfallschlepper)	0,0018	0,0128	0,0146	68
mit AIS, ohne Verkehrsüberwachung/Seeraumbeobachtung und ohne Notfallschlepper	0,0015	0,0128	0,0143	70
mit AIS, mit Verkehrsüberwachung/Seeraumbeobachtung der Variante 3 und ohne Notfallschlepper	0,0006	0,0116	0,0122	82
mit AIS, Verkehrsüberwachung/Seeraumbeobachtung der Variante 3 und hoheitlichem Notschlepper „Nordic“ (neue Bereitschaftsposition)	0,0006	0,0047	0,0053	189

### 11.6.2.3 Kollisionskonsequenzen

In Tabelle 11-19 sind die statistisch zu erwartenden austretenden Schadstoffmengen ohne und mit Berücksichtigung risikomindernder Maßnahmen für die kumulative Anordnung angegeben. Im Falle einer Kollision, entsprechend der im vorigen Kapitel ermittelten Häufigkeit, ist von höheren Mengen, im Normalfall dagegen von keinerlei Austritten auszugehen. Die ermittelten statistischen Werte stellen somit

keine regelmäßig zu erwartenden Mengen von auslaufenden Schadstoffen, sondern eher einen Risikovergleichswert dar.

**Tabelle 11-19: Analyseergebnisse für die Fläche N-9.2 (2029) ohne und mit Berücksichtigung der risikomindernden Maßnahmen für die kumulative Betrachtung**

Kumulative Betrachtung	Austretende Schadstoffmengen [t/Jahr]
Fläche N-9.2 (2029)	
ohne risikomindernde Maßnahmen (Verkehrsüberwachung/Seeraumbeobachtung, AIS, Notfallschlepper)	1,190
mit AIS, ohne Verkehrsüberwachung/See- raumbeobachtung und ohne Notfallschlepper	0,993
mit AIS, mit Verkehrsüberwachung/ Seeraum- beobachtung der Variante 3 und ohne Notfallschlepper	0,511
mit AIS, Verkehrsüberwachung/Seeraum- beobachtung der Variante 3 und hoheitlichem Notschlepper „Nordic“ (neue Bereitschaftsposition)	0,390

### 11.6.3 Eignungsfeststellung

Für die Fläche N-9.2 wurde eine Flächenvoruntersuchung zur verkehrlich- schiffahrtspolizeilichen Eignung bei einer geplanten Inbetriebnahme im Jahr 2029 durchgeführt.

Die Ergebnisse der qualitativen- und quantitativen Analysen dieser Flächenvoruntersuchung zeigen, dass die Fläche N-9.2 bei einer Inbetriebnahme im Jahre 2029 unter dem zuvor genannten Annahmen sowie unter Berücksichtigung der Empfehlungen in Abschnitt 11.6.3.1 und der Ergebnisse in Abschnitt 11.6.3.2, grundsätzlich geeignet ist.

#### 11.6.3.1 Ergebnisse qualitative Analyse

Unter den in den Abschnitten 11.6ff getroffenen Annahmen und unter der Berücksichtigung der in Abschnitt 11.6.1.5 genannten risikomindernden Maßnahmen sowie ggf. weiterer im Planfeststellungsbeschluss gemäß § 48 WindSeeG zu konkretisierenden Bedingungen und Auflagen wird davon ausgegangen, dass durch eine Realisierung der Fläche N-9.2 nicht mit einer signifikanten Einschränkung der Sicherheit und Leichtigkeit des Schiffsverkehrs zu rechnen ist.

Empfohlene Maßnahmen:

#### für die Bauphase

- Einrichtung einer Sicherheitszone um das Baufeld herum
- Befahrensverbot der Sicherheitszone während der Bauphase

- kardinale Betonung des Baufeldes
- kollisionsfreundliche Bauweise der Anlagen
- Behelfsmäßige Kennzeichnung der Anlagen in der Bauphase
- Maritime Verkehrssicherung durch WSV
- Mobile Verkehrssicherung vor Ort durch Verkehrssicherungsfahrzeug
- Verfügbarkeit von hoheitlichen Notschleppern

#### **für die Betriebsphase**

- Aufrechterhaltung der Sicherheitszone
- allgemeine Festlegung ggf. möglicher Befahrensregelungen durch die GDWS für Fahrzeuge mit einer maximalen Rumpflänge von 24 m
- Ausrüstung des Windparks mit AIS
- Kennzeichnung der Anlagen als Schifffahrtshindernis
- Maritime Verkehrssicherung durch WSV
- Seeraumbeobachtung durch OWP-Betreiber
- Verfügbarkeit von hoheitlichen Notschleppern

#### **11.6.3.2 Ergebnisse quantitative Risikobeurteilung**

In diesem Abschnitt wird die Einstufung des berechneten Risikos in die Risikomatrix des Anhang 1 des BSH-Standards „Standard Konstruktion“ /2/ vorgenommen. Neben der Einstufung des Umweltrisikos werden Einstufungen des Risikos in Bezug auf die Kollisionskonsequenzen Schiff-WEA und Personensicherheit angegeben.

Bei Kollisionen mit driftenden Schiffen ist entsprechend der Annahme eines kollisionsfreundlichen Fundamentes bei einer Driftgeschwindigkeit bis 2 m/s kein Aufreißen der Außenhaut des Schiffes zu erwarten /2/. Insgesamt kann die Einstufung der Häufigkeit eines Ölaustritts aus einem Schiff bei Berücksichtigung der in der Risikoanalyse angegebenen risikomindernden Maßnahmen in die Häufigkeitsklasse „äußerst selten“ vorgenommen werden. Die beschriebenen Szenarien mit einem Ölaustritt aus dem Schiff können in die Konsequenzklassen „beträchtlich“ bis „schwerwiegend“ und somit in der Risikomatrix mit einer akzeptablen Risikoprioritätszahl (RPZ) von 2 bis 3 eingestuft werden.

Ein gleiches Bild (RPZ = 2 bis 3) liefert die Auswertung der FN-Diagramme. Die FN-Diagramme stellen den Zusammenhang zwischen Schadstoffaustrittsmengen und Häufigkeiten her und liefern somit die notwendigen Informationen für eine Einstufung des Risikos in die Risikoprioritätszahlen (RPZ). In Abbildung 11-9 ist das FN-Diagramm mit der zugehörigen RPZ dargestellt. Als risikomindernde Maßnahmen sind in dem Diagramm die Installation von:

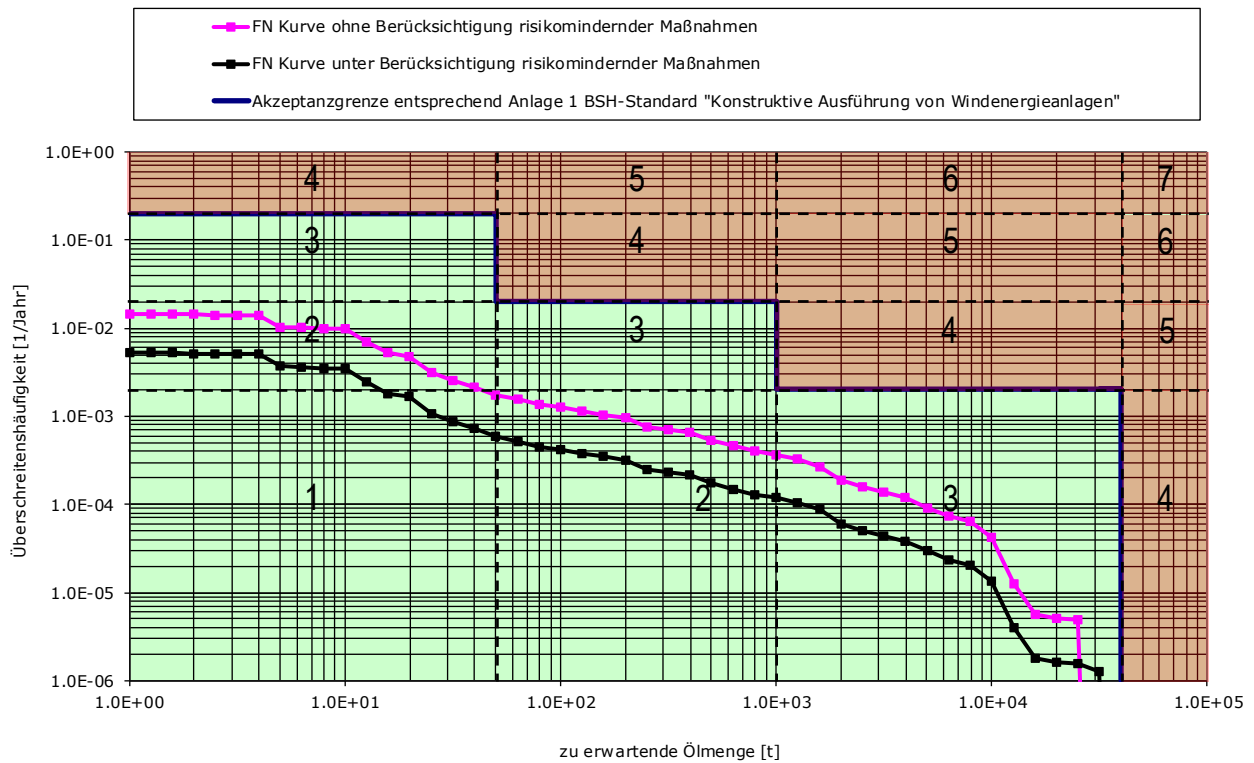
- AIS-Geräten an den Windparkinstallationen, eine
- Verkehrsüberwachung/Seeraumbeobachtung Variante 3, sowie
- Der hoheitliche Notschlepper „Nordic“ auf Bereitschaftsposition

berücksichtigt.

Für die Abgrenzung der einzelnen Konsequenzklassen der Anlage 1 des BSH-Standards wurden folgende Einstufungen anhand der austretenden Schadstoffe vorgenommen (Tabelle 11-20).

**Tabelle 11-20: Definition der Konsequenzklassen**

Konsequenzklasse	Freigesetzte Schadstoffmenge in t <sub>0l</sub>
Unbedeutend	1 ... 50
Beträchtlich	> 50 ... 1.000
Schwerwiegend	> 1.000 ... 40.000
Katastrophal	> 40.000



**Abbildung 11-9: Einstufung des Risikos anhand des FN-Diagramms für die kumulative Betrachtung**

## 12 FLÄCHENVORUNTERSUCHUNG INBETRIEBNAHME 2030

Entsprechend Szenario A 2030 ist für das Jahr 2030 die Inbetriebnahme der auf den Flächen, N-10.1, N-10.2 sowie N-12.1 und N-12.2 TF1 in der Nordsee (Abbildung 11-1) zu errichtenden Windparks zu berücksichtigen.

### 12.1 Gebiet N-10 (Flächen: N-10.1, N-10.2)

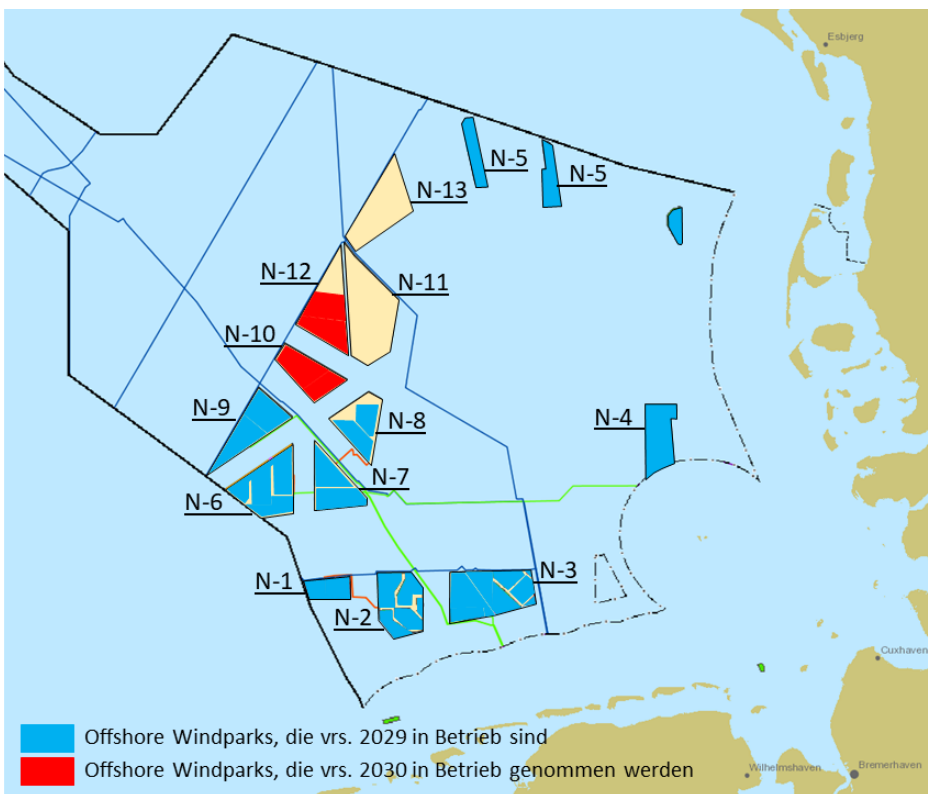
Gebiet N-10 liegt zwischen den Schifffahrtsrouten 4, 6 und 10 (Abbildung 4-3) sowie dem Vorbehaltsgebiet Rohrleitung („Europipe 1“). Das Gebiet ist voraussichtlich bis Ende 2025 nicht bebaut, siehe Abbildung 3-2.

Im Szenario A 2030 wird im Gebiet N-10 für die Flächen N-10.1 mit 1000 MW und N-10.2 mit 700 MW zu installierender Leistung geplant. In der Berechnung wurde die Leistung ohne Berücksichtigung der Plausibilisierung entsprechend Tabelle 7-1 angesetzt. Abbildung 12-1 zeigt die Lage der Flächen N-10.1 und N-10.2.

### 12.2 Gebiet N-12 (Flächen: N-12.1, N-12.2 TF 1)

Gebiet N-12 wird durch die Schifffahrtsrouten 4 und 10 (Abbildung 4-3) und das grenzüberschreitende Seekabelsystem „NorNed“ abgegrenzt. Das Gebiet ist voraussichtlich bis Ende 2025 nicht bebaut, siehe Abbildung 3-2.

Im Szenario A 2030 wird im Gebiet N-12 für die Fläche N-12.1 insgesamt 1000 MW und N-12.2 TF 1 mit 812 MW zu installierender Leistung geplant. Insgesamt wird für das Jahr 2030 für das Gebiet N-12 1812 MW zu installierender Leistung angenommen, siehe Tabelle 3-1. In der Berechnung wurde die Leistung ohne Berücksichtigung der Plausibilisierung entsprechend Tabelle 7-1 angesetzt. Abbildung 12-1 zeigt die Lage der Flächen N-12.1 und N-12.2 TF 1.



**Abbildung 12-1: Flächen N-10.1, N-10.2, sowie N-12.1 und N-12.2 TF 1 (in rot)**

## 12.3 FLÄCHE N-10.1

### 12.3.1 Qualitative Flächenvoruntersuchung

Gemäß dem Flächenentwicklungsplan des BSH ist für die Fläche N-10.1 folgender Zeitplan vorgesehen:

- Beginn der Planungs- und Realisierungsphase: 2025
- Beginn der Betriebsphase: 2030

#### 12.3.1.1 Beschreibung des Verkehrsraums

Die Fläche N-10.1 liegt nordöstlich des Gebietes N-9, wird von allen Seiten von Vorrang- bzw. Vorbehaltsgebieten für die Schifffahrt eingerahmt und weist eine auf LAT bezogene Mindestwassertiefe von 40 m auf.

Der vom und zum Skagerrak bestimmte Schiffsverkehr passiert nordwestlich der Fläche. An der südöstlichen Begrenzung läuft der von und zur Westküste Dänemarks bestimmte Schiffsverkehrs vorbei. Nördlich der Fläche steht ein Vorranggebiet für den Schiffsverkehr von der Deutschen Bucht nach Schottland und vice versa zur Verfügung.

An der südwestlichen Begrenzung der Fläche N-10.1 verläuft die Gasrohrleitung "Europipe 1" in Nordwest-Südost-Richtung.

Durch einen bereits früher zu errichtenden Windpark auf der Fläche N-9 besteht für die Fläche N-10.1 bereits ein natürlicher Schutz vor dem nordost-südwestgehenden Schiffsverkehr und vice versa.

#### 12.3.1.2 Schiffsverkehre

Der Durchgangsverkehr läuft jeweils parallel an der Fläche N-10.1 vorbei. Laut Verkehrsstatistik wird die Fläche ringsum von durchschnittlich 7 Fahrzeugen pro Tag direkt passiert.

Unter der Annahme, dass ausgehend vom Jahr 2018 der Schiffsverkehr in der Nordsee bis zum Jahr 2025 insgesamt um ca. 14,4 % zunehmen wird, wäre dann in unmittelbarer Nähe ein Passageverkehr von durchschnittlich acht Fahrzeugen pro Tag zu erwarten.

Unter der Annahme, dass ausgehend vom Jahr 2018 der Schiffsverkehr in der Nordsee bis zum Jahr 2029 insgesamt um ca. 26,2 % zunehmen wird, ist für den unmittelbaren Bereich der Fläche N-10.1 dann ein Passageverkehr von neun Fahrzeugen pro Tag zu erwarten.

#### 12.3.1.3 Auswirkungen auf den Schiffsverkehr

Nachfolgend sind die zu erwartenden grundsätzlichen Auswirkungen auf den Schiffsverkehr infolge einer Realisierung der Fläche N-10.1 qualitativ dargestellt:

- Durch die Einrichtung der Baustelle sind keine signifikanten Auswirkungen auf den umgebenden Schiffsverkehr zu erwarten, die nicht durch Bedingungen und Auflagen ausgeglichen werden könnten. Auszugehen ist von einer Zunahme des für die Baustelle erforderlichen Zubringer- und Werkverkehrs.
- Nach Abschluss der Bauarbeiten ist von einem Rückgang des Baustellenverkehrs auszugehen. Lediglich die zum Betrieb und zur Unterhaltung des Windparks erforderlichen Fahrzeuge werden das Gebiet ansteuern.

### 12.3.1.4 Szenarisch-qualitative Analyse

Auf der Grundlage der vorstehend beschriebenen grundsätzlichen Auswirkungen auf den Schiffsverkehr bei einer Realisierung der Fläche N-10.1 erfolgt nun eine Analyse der untersuchten Szenarien inkl. einer qualitativen Bewertung (Tabelle 12-1) dieser Auswirkungen für die Sicherheit und Leichtigkeit des Schiffsverkehrs:

**Tabelle 12-1: Zusammenfassung szenarisch qualitative Analyse N-10.1**

Empfehlungen für Maßnahmen, mit denen identifizierte Risiken für die Sicherheit und Leichtigkeit des Schiffsverkehrs gemindert werden können	status quo	Veränderungen gegenüber status quo	
		bis	ab
Begegnungen	N/A	o	o
Überholen	N/A	o	o
Kreuzende Kurse	N/A	+	+
Erfordernis für (zusätzliche) Kursänderungen durch die Bebauung der Fläche	N/A	o	o
Beeinträchtigung ggf. erforderlicher Ankermanöver im Notfall	N/A	o	o
Passage manövrierunfähiger treibender Schiffe	N/A	+	+
Kollision Schiff – Offshore-Windenergieanlage(n)	N/A	+	++

- Für die Realisierungsphase der Fläche N-10.1 wird von einer insgesamt geringen Beeinträchtigung der Sicherheit und Leichtigkeit des Schiffsverkehrs ausgegangen.
- Infolge der Bebauung und der damit neu entstehenden Schifffahrtshindernisse ist mit einer erhöhten Kollisionswahrscheinlichkeit zwischen Schiff und Offshore-Windenergieanlagen zu rechnen.
- Nach Abschluss der Bauarbeiten ist von einem Rückgang des Baustellenverkehrs auszugehen. Lediglich die zum Betrieb und zur Unterhaltung des Windparks erforderlichen Fahrzeuge werden das Gebiet ansteuern. Demzufolge wird sich der die o.g. Verkehrstrennungsgebiete querende Verkehr quantitativ vermindern und stellt somit gegenüber dem status quo für die Betriebsphase lediglich eine geringe Beeinträchtigung der Sicherheit und Leichtigkeit des Schiffsverkehrs dar, die aber mit den bereits o.g. Maßnahmen kompensiert werden kann.

### 12.3.1.5 Empfehlungen für risikomindernde Maßnahmen

Mit der nachfolgend dargestellten Zuordnung zu den einzelnen Phasen empfohlener risikomindernder Maßnahmen (Tabelle 12-2) können die zuvor ggf. identifizierten Risiken für die Gewährleistung der Sicherheit und Leichtigkeit des Schiffsverkehrs verringert werden:

**Tabelle 12-2: Zusammenfassung empfohlene risikomindernde Maßnahmen N-10.1**

Empfehlungen für Maßnahmen, mit denen identifizierte Risiken für die Sicherheit und Leichtigkeit des Schiffsverkehrs gemindert werden können	status quo	(zusätzliche) Maßnahmen - bezogen auf status quo	
		Ab Planungsphase	Ab Betriebsphase
Einrichtung einer Sicherheitszone	X	✓	✓
Befahrensverbot für alle Fahrzeuge	X	✓	X
Befahrensregelung durch GDWS	X	X	✓
kardinale Betonung der Baufläche	X	✓	X
kollisionsfreundliche Bauweise der Anlagen	X	✓	✓
behelfsmäßige Kennzeichnung der Anlagen während der Errichtungsphase	X	✓	X
Kennzeichnung der Anlagen als Schifffahrtshindernis	X	X	✓
Maritime Verkehrssicherung durch WSV	✓	✓	✓
Seeraumbeobachtung	X	✓	✓
Erfordernis für Verkehrssicherungsfahrzeuge	X	✓	X
Verfügbarkeit staatlicher Notschleppkapazitäten	✓	✓	✓

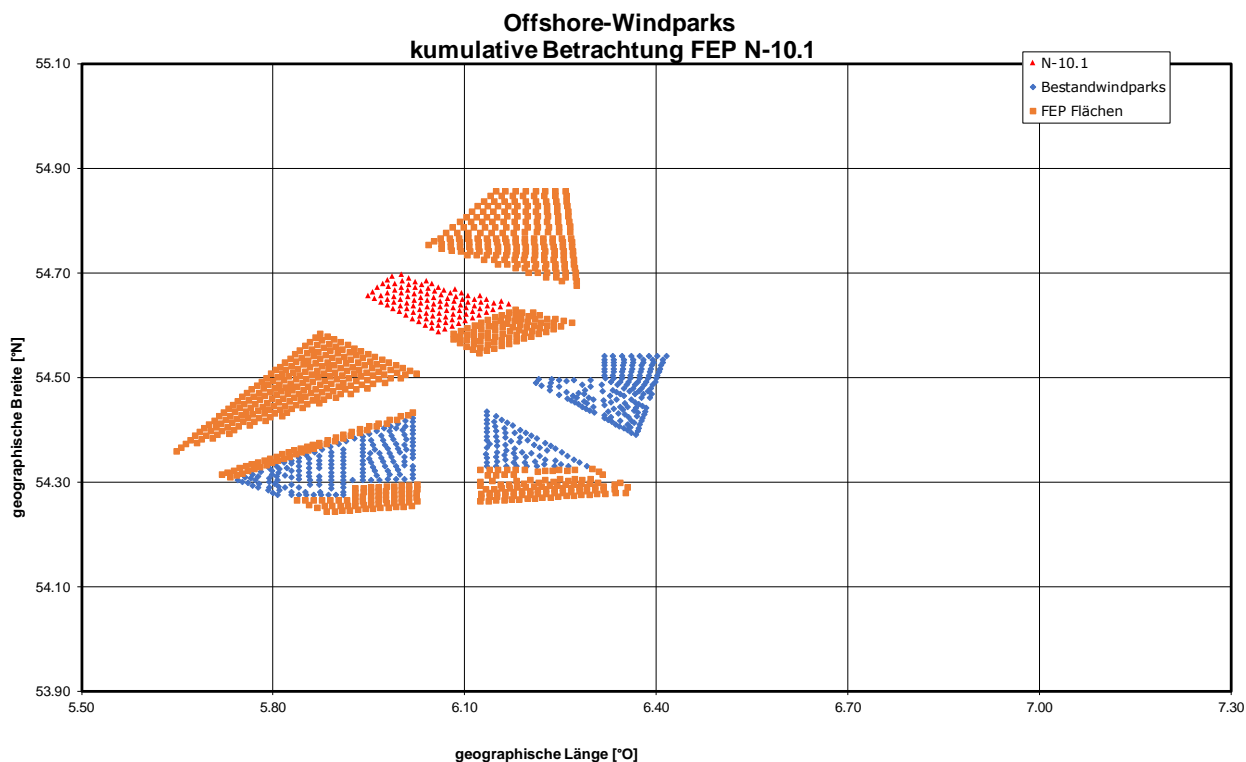


## 12.3.2 Quantitative Flächenvoruntersuchung

### 12.3.2.1 Kumulatives Kollisionsrisiko

Im folgenden Abschnitt werden die Kollisionshäufigkeiten ohne risikomindernde Maßnahmen angegeben.

Die berücksichtigten Windparks stellen die Kumulativlage zum Zeitpunkt der abgeschlossenen Errichtung von Fläche N-10.1 (Inbetriebnahme 2030) in einem Radius von 20 Seemeilen dar (Abbildung 12-2).



**Abbildung 12-2: Aufstellmuster der betrachteten Offshore-Windparks, Fläche N-10.1 (2030)**

### 12.3.2.2 Kumulative Kollisionshäufigkeit

Die Ergebnisse der kumulativen Betrachtung mit und ohne Berücksichtigung der Wirkung risikomindernder Maßnahmen sind in Tabelle 12-3 zusammengestellt. Die Kollisionshäufigkeit für die kumulative Aufstellung von manövrierfähigen und manövrierunfähigen Schiffen ergibt unter Berücksichtigung von AIS, einer automatischen Verkehrsüberwachung/Seeraumbeobachtung der Variante 3 und der vorhandenen hoheitlichen Notschleppkapazitäten eine Wiederholffrequenz von 133 Jahren.

**Tabelle 12-3: Kumulative Analyseergebnisse für die Fläche N-10.1 (2030) ohne und unter Berücksichtigung der risikomindernden Maßnahmen**

Kumulative Betrachtung  Fläche N-10.1 (2030)	Kollisionshäufigkeit			
	für manövrierfähige Schiffe  [1/Jahr]	für manövrierunfähige Schiffe  [1/Jahr]	für manövrierfähige und manövrierunfähige Schiffe  [1/Jahr]	stat. zu erwartende Zeit zwischen zwei Kollisionen  [Jahre]
ohne risikomindernde Maßnahmen (Verkehrsüberwachung/Seeraumbeobachtung, AIS, Notfallschlepper)	0,0027	0,0174	0,0201	50
mit AIS, ohne Verkehrsüberwachung/Seeraumbeobachtung und ohne Notfallschlepper	0,0021	0,0174	0,0195	51
mit AIS, mit Verkehrsüberwachung/Seeraumbeobachtung der Variante 3 und ohne Notfallschlepper	0,0009	0,0158	0,0167	60
mit AIS, Verkehrsüberwachung/Seeraumbeobachtung der Variante 3 und hoheitlichem Notschlepper „Nordic“ (neue Bereitschaftsposition)	0,0009	0,0067	0,0075	133

### 12.3.2.3 Kollisionskonsequenzen

In Tabelle 12-4 sind die statistisch zu erwartenden austretenden Schadstoffmengen ohne und mit Berücksichtigung risikomindernder Maßnahmen für die kumulative Anordnung angegeben. Im Falle einer Kollision, entsprechend der im vorigen Kapitel ermittelten Häufigkeit, ist von höheren Mengen, im Normalfall dagegen von keinerlei Austritten auszugehen. Die ermittelten statistischen Werte stellen somit keine regelmäßig zu erwartenden Mengen von auslaufenden Schadstoffen, sondern eher einen Risikovergleichswert dar.

**Tabelle 12-4: Analyseergebnisse für die Fläche N-10.1 (2030) ohne und mit Berücksichtigung der risikomindernden Maßnahmen für die kumulative Betrachtung**

Kumulative Betrachtung	Austretende Schadstoffmengen [t/Jahr]
Fläche N-10.1 (2030)	
ohne risikomindernde Maßnahmen (Verkehrsüberwachung/Seeraumbeobachtung, AIS, Notfallschlepper)	1,700
mit AIS, ohne Verkehrsüberwachung/See- raumbeobachtung und ohne Notfallschlepper	1,417
mit AIS, mit Verkehrsüberwachung/ Seeraum- beobachtung der Variante 3 und ohne Notfallschlepper	0,722
mit AIS, Verkehrsüberwachung/Seeraum- beobachtung der Variante 3 und hoheitlichem Notschlepper „Nordic“ (neue Bereitschaftsposition)	0,562

### 12.3.3 Eignungsfeststellung

Für die Fläche N-10.1 wurde eine Flächenvoruntersuchung zur verkehrlich- schiffahrtspolizeilichen Eignung bei einer geplanten Inbetriebnahme im Jahr 2030 durchgeführt.

Die Ergebnisse der qualitativen- und quantitativen Analysen dieser Flächenvoruntersuchung zeigen, dass die Fläche N-10.1 bei einer Inbetriebnahme im Jahre 2030 unter den zuvor genannten Annahmen sowie unter Berücksichtigung der Empfehlungen in Abschnitt 12.3.3.1 und der Ergebnisse in Abschnitt 12.3.3.2, grundsätzlich geeignet ist.

#### 12.3.3.1 Ergebnisse qualitative Analyse

Unter den in den Abschnitten 12.3ff getroffenen Annahmen und unter der Berücksichtigung der in Abschnitt 12.3.1.5 genannten risikomindernden Maßnahmen sowie ggf. weiterer im Planfeststellungsbeschluss gemäß § 48 WindSeeG zu konkretisierenden Bedingungen und Auflagen wird davon ausgegangen, dass durch eine Realisierung der Fläche N-10.1 nicht mit einer signifikanten Einschränkung der Sicherheit und Leichtigkeit des Schiffsverkehrs zu rechnen ist.

Empfohlene Maßnahmen:

#### für die Bauphase

- Einrichtung einer Sicherheitszone um das Baufeld herum
- Befahrensverbot der Sicherheitszone während der Bauphase
- kardinale Betonung des Baufeldes
- kollisionsfreundliche Bauweise der Anlagen

- Behelfsmäßige Kennzeichnung der Anlagen in der Bauphase
- Maritime Verkehrssicherung durch WSV
- Mobile Verkehrssicherung vor Ort durch Verkehrssicherungsfahrzeug
- Verfügbarkeit von hoheitlichen Notschleppern

#### **für die Betriebsphase**

- Aufrechterhaltung der Sicherheitszone
- allgemeine Festlegung ggf. möglicher Befahrensregelungen durch die GDWS für Fahrzeuge mit einer maximalen Rumpflänge von 24 m
- Ausrüstung des Windparks mit AIS
- Kennzeichnung der Anlagen als Schifffahrtshindernis
- Maritime Verkehrssicherung durch WSV
- Seeraumbeobachtung durch OWP-Betreiber
- Verfügbarkeit von hoheitlichen Notschleppern

### **12.3.3.2 Ergebnisse quantitative Risikobeurteilung**

In diesem Abschnitt wird die Einstufung des berechneten Risikos in die Risikomatrix des Anhang 1 des BSH-Standards „Standard Konstruktion“ /2/ vorgenommen. Neben der Einstufung des Umweltrisikos werden Einstufungen des Risikos in Bezug auf die Kollisionskonsequenzen Schiff-WEA und Personensicherheit angegeben.

Bei Kollisionen mit driftenden Schiffen ist entsprechend der Annahme eines kollisionsfreundlichen Fundamentes bei einer Driftgeschwindigkeit bis 2 m/s kein Aufreißen der Außenhaut des Schiffes zu erwarten /2/. Insgesamt kann die Einstufung der Häufigkeit eines Ölaustritts aus einem Schiff bei Berücksichtigung der in der Risikoanalyse angegebenen risikomindernden Maßnahmen in die Häufigkeitsklasse „äußerst selten“ vorgenommen werden. Die beschriebenen Szenarien mit einem Ölaustritt aus dem Schiff können in die Konsequenzklassen „beträchtlich“ bis „schwerwiegend“ und somit in der Risikomatrix mit einer akzeptablen Risikoprioritätszahl (RPZ) von 2 bis 3 eingestuft werden.

Ein gleiches Bild (RPZ = 2 bis 3) liefert die Auswertung der FN-Diagramme. Die FN-Diagramme stellen den Zusammenhang zwischen Schadstoffaustrittsmengen und Häufigkeiten her und liefern somit die notwendigen Informationen für eine Einstufung des Risikos in die Risikoprioritätszahlen (RPZ). In ist das FN-Diagramm mit der zugehörigen RPZ dargestellt. Als risikomindernde Maßnahmen sind in dem Diagramm die Installation von:

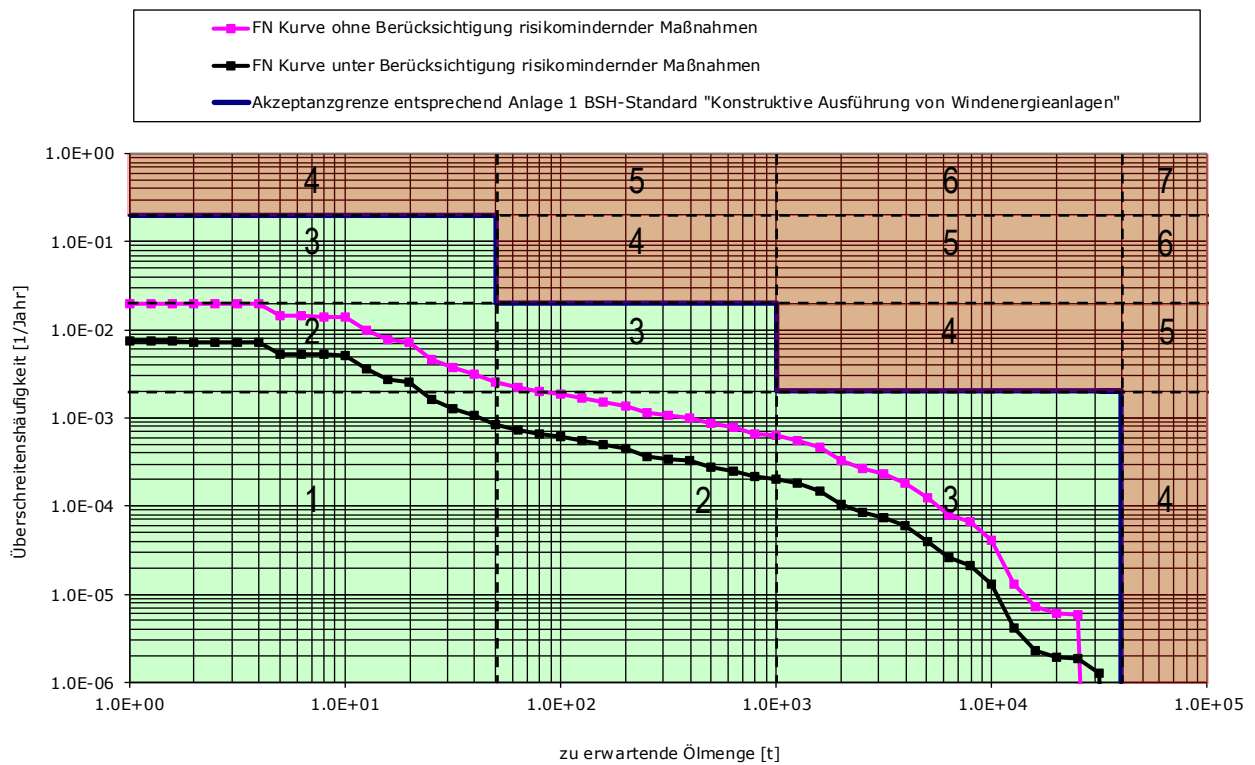
- AIS-Geräten an den Windparkinstallationen, eine
- Verkehrsüberwachung/Seeraumbeobachtung Variante 3, sowie
- Der hoheitliche Notschlepper „Nordic“ auf Bereitschaftsposition

berücksichtigt.

Für die Abgrenzung der einzelnen Konsequenzklassen der Anlage 1 des BSH-Standards wurden folgende Einstufungen anhand der austretenden Schadstoffe vorgenommen (Tabelle 12-5).

**Tabelle 12-5: Definition der Konsequenzklassen**

Konsequenzklasse	Freigesetzte Schadstoffmenge in t <sub>öl</sub>
Unbedeutend	1 ... 50
Beträchtlich	> 50 ... 1.000
Schwerwiegend	> 1.000 ... 40.000
Katastrophal	> 40.000



**Abbildung 12-3: Einstufung des Risikos anhand des FN-Diagramms für die kumulative Betrachtung**

## 12.4 FLÄCHE N-10.2

### 12.4.1 Qualitative Flächenuntersuchung

Gemäß dem Flächenentwicklungsplan des BSH ist für die Fläche N-10.2 folgender Zeitplan vorgesehen:

- Beginn der Planungs- und Realisierungsphase: 2025
- Beginn der Betriebsphase: 2030

#### 12.4.1.1 Beschreibung des Verkehrsraums

Die Fläche N-10.2 liegt nordöstlich des Gebietes N-9, wird von allen Seiten von Vorrang- bzw. Vorbehaltsgebieten für die Schifffahrt eingerahmt und weist eine auf LAT bezogene Mindestwassertiefe von 40 m auf.

Der vom und zum Skagerrak bestimmte Schiffsverkehr passiert in ausreichender Entfernung nordwestlich der Fläche. An der südöstlichen Begrenzung läuft der von und zur Westküste Dänemarks bestimmte Schiffsverkehrs vorbei. Nördlich der Fläche steht ein Vorranggebiet für den Schiffsverkehr von der Deutschen Bucht nach Schottland und vice versa zur Verfügung.

An der südwestlichen Begrenzung des Gebietes N-10 verläuft die Gasrohrleitung "Europipe 1" in Nordwest-Südost-Richtung.

Durch einen bereits früher zu errichtenden Windpark auf der Fläche N-9 besteht für das Gebiet N-10 bereits ein natürlicher Schutz vor dem nordost-südwestgehenden Schiffsverkehr und vice versa.

#### 12.4.1.2 Schiffsverkehre

Der Durchgangsverkehr läuft jeweils parallel an der Fläche N-10.2 vorbei. Laut Verkehrsstatistik wird die Fläche ringsum von durchschnittlich 7 Fahrzeugen pro Tag direkt passiert.

Unter der Annahme, dass ausgehend vom Jahr 2018 der Schiffsverkehr in der Nordsee bis zum Jahr 2025 insgesamt um ca. 14,4 % zunehmen wird, wäre dann in unmittelbarer Nähe ein Passageverkehr von durchschnittlich acht Fahrzeugen pro Tag zu erwarten.

Unter der Annahme, dass ausgehend vom Jahr 2018 der Schiffsverkehr in der Nordsee bis zum Jahr 2029 insgesamt um ca. 26,2 % zunehmen wird, wäre dann für den unmittelbaren Bereich der Fläche N-10.2 ein Passageverkehr von durchschnittlich neun Fahrzeugen pro Tag zu erwarten.

#### 12.4.1.3 Auswirkungen auf den Schiffsverkehr

Nachfolgend sind die zu erwartenden grundsätzlichen Auswirkungen auf den Schiffsverkehr infolge einer Realisierung der Fläche N-10.2 qualitativ dargestellt:

- Durch die Einrichtung der Baustelle sind keine signifikanten Auswirkungen auf den umgebenden Schiffsverkehr zu erwarten, die nicht durch Bedingungen und Auflagen ausgeglichen werden könnten. Auszugehen ist von einer Zunahme des für die Baustelle erforderlichen Zubringer- und Werkverkehrs.
- Nach Abschluss der Bauarbeiten ist von einem Rückgang des Baustellenverkehrs auszugehen. Lediglich die zum Betrieb und zur Unterhaltung des Windparks erforderlichen Fahrzeuge werden das Gebiet ansteuern.

#### 12.4.1.4 Szenarisch-qualitative Analyse

Auf der Grundlage der vorstehend beschriebenen grundsätzlichen Auswirkungen auf den Schiffsverkehr bei einer Realisierung der Fläche N-10.2 erfolgt nun eine Analyse der untersuchten Szenarien inkl. einer

qualitativen Bewertung (Tabelle 12-6) dieser Auswirkungen für die Sicherheit und Leichtigkeit des Schiffsverkehrs:

**Tabelle 12-6: Zusammenfassung szenarisch qualitative Analyse N-10.2**

Empfehlungen für Maßnahmen, mit denen identifizierte Risiken für die Sicherheit und Leichtigkeit des Schiffsverkehrs gemindert werden können	status quo	Veränderungen gegenüber status quo	
		bis	ab
Begegnungen	N/A	o	o
Überholen	N/A	o	o
Kreuzende Kurse	N/A	+	+
Erfordernis für (zusätzliche) Kursänderungen durch die Bebauung der Fläche	N/A	o	o
Beeinträchtigung ggf. erforderlicher Ankermanöver im Notfall	N/A	o	o
Passage manövrierunfähiger treibender Schiffe	N/A	+	+
Kollision Schiff – Offshore-Windenergieanlage(n)	N/A	+	++

- Für die Realisierungsphase der Fläche N-10.2 wird von einer insgesamt geringen Beeinträchtigung der Sicherheit und Leichtigkeit des Schiffsverkehrs ausgegangen.
- Infolge der Bebauung und der damit neu entstehenden Schiffahrtshindernisse ist mit einer erhöhten Kollisionswahrscheinlichkeit zwischen Schiff und Offshore-Windenergieanlagen zu rechnen.
- Nach Abschluss der Bauarbeiten ist von einem Rückgang des Baustellenverkehrs auszugehen. Lediglich die zum Betrieb und zur Unterhaltung des Windparks erforderlichen Fahrzeuge werden das Gebiet ansteuern. Demzufolge wird sich der die o.g. Verkehrstrennungsgebiete querende Verkehr quantitativ vermindern und stellt somit gegenüber dem status quo für die Betriebsphase lediglich eine geringe Beeinträchtigung der Sicherheit und Leichtigkeit des Schiffsverkehrs dar, die aber mit den bereits o.g. Maßnahmen kompensiert werden kann.

### 12.4.1.5 Empfehlungen für risikomindernde Maßnahmen

Mit der nachfolgend dargestellten Zuordnung zu den einzelnen Phasen empfohlener risikomindernder Maßnahmen (Tabelle 12-7) können die zuvor ggf. identifizierten Risiken für die Gewährleistung der Sicherheit und Leichtigkeit des Schiffsverkehrs verringert werden:

**Tabelle 12-7: Zusammenfassung empfohlene risikomindernde Maßnahmen N-10.2**

Empfehlungen für Maßnahmen, mit denen identifizierte Risiken für die Sicherheit und Leichtigkeit des Schiffsverkehrs gemindert werden können	status quo	(zusätzliche) Maßnahmen - bezogen auf status quo	
		Ab Planungsphase	Ab Betriebsphase
Einrichtung einer Sicherheitszone	X	✓	✓
Befahrensverbot für alle Fahrzeuge	X	✓	X
Befahrensregelung durch GDWS	X	X	✓
kardinale Betonung der Baufläche	X	✓	X
kollisionsfreundliche Bauweise der Anlagen	X	✓	✓
behelfsmäßige Kennzeichnung der Anlagen während der Errichtungsphase	X	✓	X
Kennzeichnung der Anlagen als Schifffahrtshindernis	X	X	✓
Maritime Verkehrssicherung durch WSV	✓	✓	✓
Seeraumbeobachtung	X	✓	✓
Erfordernis für Verkehrssicherungsfahrzeuge	X	✓	X
Verfügbarkeit staatlicher Notschleppkapazitäten	✓	✓	✓

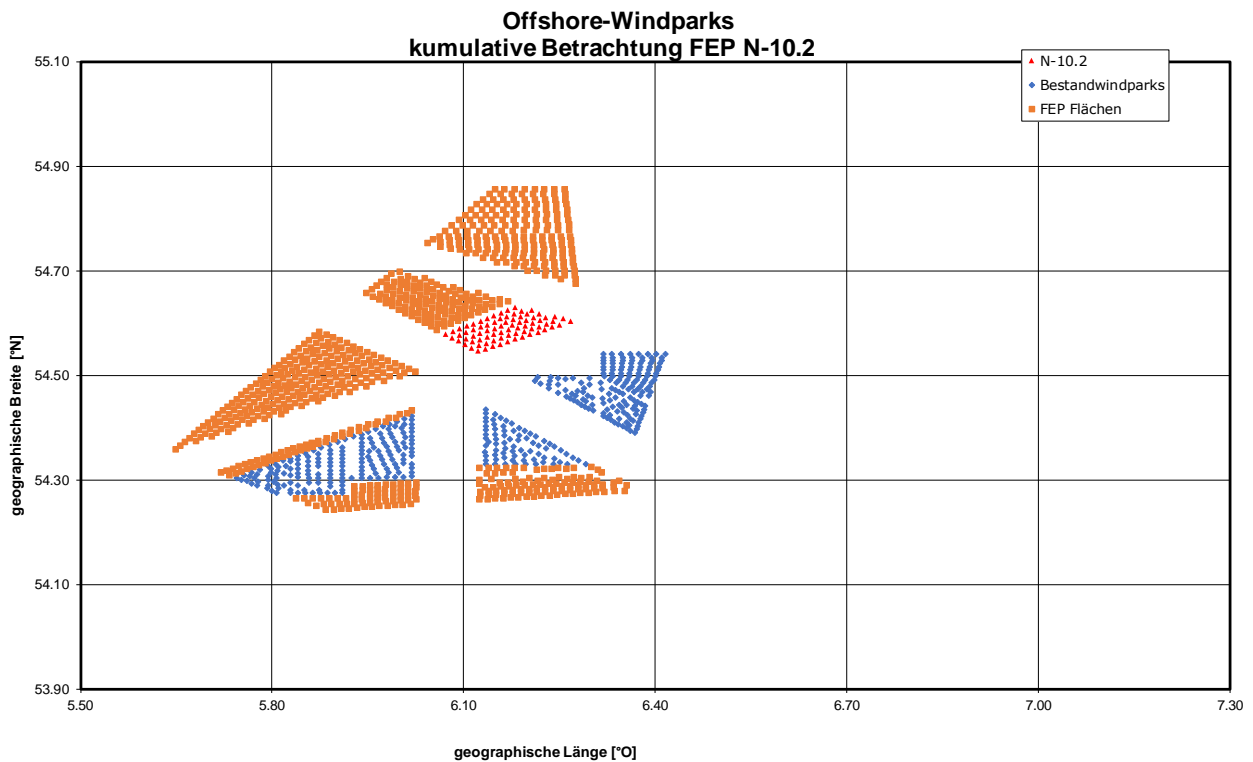


## 12.4.2 Quantitative Flächenvoruntersuchung

### 12.4.2.1 Kumulatives Kollisionsrisiko

Im folgenden Abschnitt werden die Kollisionshäufigkeiten ohne risikomindernde Maßnahmen angegeben.

Die berücksichtigten Windparks stellen die Kumulativlage zum Zeitpunkt der abgeschlossenen Errichtung von Fläche N-10.2 (Inbetriebnahme 2030) in einem Radius von 20 Seemeilen dar (Abbildung 12-4).



**Abbildung 12-4: Aufstellmuster der betrachteten Offshore-Windparks, Fläche N-10.2 (2030)**

### 12.4.2.2 Kumulative Kollisionshäufigkeit

Die Ergebnisse der kumulativen Betrachtung mit und ohne Berücksichtigung der Wirkung risikomindernder Maßnahmen sind in Tabelle 12-8 zusammengestellt. Die Kollisionshäufigkeit für die kumulative Aufstellung von manövrierfähigen und manövrierunfähigen Schiffen ergibt unter Berücksichtigung von AIS, einer automatischen Verkehrsüberwachung/Seeraumbeobachtung der Variante 3 und der vorhandenen hoheitlichen Notschleppkapazitäten eine Wiederholffrequenz von 133 Jahren.

**Tabelle 12-8: Kumulative Analyseergebnisse für die Fläche N-10.2 (2030) ohne und unter Berücksichtigung der risikomindernden Maßnahmen**

Kumulative Betrachtung  Fläche N-10.2 (2030)	Kollisionshäufigkeit			
	für manövrierfähige Schiffe  [1/Jahr]	für manövrierunfähige Schiffe  [1/Jahr]	für manövrierfähige und manövrierunfähige Schiffe  [1/Jahr]	stat. zu erwartende Zeit zwischen zwei Kollisionen  [Jahre]
ohne risikomindernde Maßnahmen (Verkehrsüberwachung/Seeraumbeobachtung, AIS, Notfallschlepper)	0,0027	0,0174	0,0201	50
mit AIS, ohne Verkehrsüberwachung/Seeraumbeobachtung und ohne Notfallschlepper	0,0021	0,0174	0,0195	51
mit AIS, mit Verkehrsüberwachung/Seeraumbeobachtung der Variante 3 und ohne Notfallschlepper	0,0009	0,0158	0,0167	60
mit AIS, Verkehrsüberwachung/Seeraumbeobachtung der Variante 3 und hoheitlichem Notschlepper „Nordic“ (neue Bereitschaftsposition)	0,0009	0,0067	0,0075	133

### 12.4.2.3 Kollisionskonsequenzen

In Tabelle 12-9 sind die statistisch zu erwartenden austretenden Schadstoffmengen ohne und mit Berücksichtigung risikomindernder Maßnahmen für die kumulative Anordnung angegeben. Im Falle einer Kollision, entsprechend der im vorigen Kapitel ermittelten Häufigkeit, ist von höheren Mengen, im Normalfall dagegen von keinerlei Austritten auszugehen. Die ermittelten statistischen Werte stellen somit keine regelmäßig zu erwartenden Mengen von auslaufenden Schadstoffen, sondern eher einen Risikovergleichswert dar.

**Tabelle 12-9: Analyseergebnisse für die Fläche N-10.2 (2030) ohne und mit Berücksichtigung der risikomindernden Maßnahmen für die kumulative Betrachtung**

Kumulative Betrachtung	Austretende Schadstoffmengen [t/Jahr]
Fläche N-10.2 (2030)	
ohne risikomindernde Maßnahmen (Verkehrsüberwachung/Seeraumbeobachtung, AIS, Notfallschlepper)	1,700
mit AIS, ohne Verkehrsüberwachung/See- raumbeobachtung und ohne Notfallschlepper	1,417
mit AIS, mit Verkehrsüberwachung/ Seeraum- beobachtung der Variante 3 und ohne Notfallschlepper	0,722
mit AIS, Verkehrsüberwachung/Seeraum- beobachtung der Variante 3 und hoheitlichem Notschlepper „Nordic“ (neue Bereitschaftsposition)	0,562

### 12.4.3 Eignungsfeststellung

Für die Fläche N-10.2 wurde eine Flächenvoruntersuchung zur verkehrlich- schiffahrtspolizeilichen Eignung bei einer geplanten Inbetriebnahme im Jahr 2030 durchgeführt.

Die Ergebnisse der qualitativen- und quantitativen Analysen dieser Flächenvoruntersuchung zeigen, dass die Fläche N-10.2 bei einer Inbetriebnahme im Jahre 2030 unter dem zuvor genannten Annahmen sowie unter Berücksichtigung der Empfehlungen in Abschnitt 12.4.3.1 und der Ergebnisse in Abschnitt 12.4.3.2, grundsätzlich geeignet ist.

#### 12.4.3.1 Ergebnisse qualitative Analyse

Unter den in den Abschnitten 12.4ff getroffenen Annahmen und unter der Berücksichtigung der in Abschnitt 12.4.1.5 genannten risikomindernden Maßnahmen sowie ggf. weiterer im Planfeststellungsbeschluss gemäß § 48 WindSeeG zu konkretisierenden Bedingungen und Auflagen wird davon ausgegangen, dass durch eine Realisierung der Fläche N-10.2 nicht mit einer signifikanten Einschränkung der Sicherheit und Leichtigkeit des Schiffsverkehrs zu rechnen ist.

Empfohlene Maßnahmen:

#### für die Bauphase

- Einrichtung einer Sicherheitszone um das Baufeld herum
- Befahrensverbot der Sicherheitszone während der Bauphase
- kardinale Betonung des Baufeldes
- kollisionsfreundliche Bauweise der Anlagen

- Behelfsmäßige Kennzeichnung der Anlagen in der Bauphase
- Maritime Verkehrssicherung durch WSV
- Mobile Verkehrssicherung vor Ort durch Verkehrssicherungsfahrzeug
- Verfügbarkeit von hoheitlichen Notschleppern

#### **für die Betriebsphase**

- Aufrechterhaltung der Sicherheitszone
- allgemeine Festlegung ggf. möglicher Befahrensregelungen durch die GDWS für Fahrzeuge mit einer maximalen Rumpflänge von 24 m
- Ausrüstung des Windparks mit AIS
- Kennzeichnung der Anlagen als Schifffahrtshindernis
- Maritime Verkehrssicherung durch WSV
- Seeraumbeobachtung durch OWP-Betreiber
- Verfügbarkeit von hoheitlichen Notschleppern

#### **12.4.3.2 Ergebnisse quantitative Risikobeurteilung**

In diesem Abschnitt wird die Einstufung des berechneten Risikos in die Risikomatrix des Anhang 1 des BSH-Standards „Standard Konstruktion“ /2/ vorgenommen. Neben der Einstufung des Umweltrisikos werden Einstufungen des Risikos in Bezug auf die Kollisionskonsequenzen Schiff-WEA und Personensicherheit angegeben.

Bei Kollisionen mit driftenden Schiffen ist entsprechend der Annahme eines kollisionsfreundlichen Fundamentes bei einer Driftgeschwindigkeit bis 2 m/s kein Aufreißen der Außenhaut des Schiffes zu erwarten /2/. Insgesamt kann die Einstufung der Häufigkeit eines Ölaustritts aus einem Schiff bei Berücksichtigung der in der Risikoanalyse angegebenen risikomindernden Maßnahmen in die Häufigkeitsklasse „äußerst selten“ vorgenommen werden. Die beschriebenen Szenarien mit einem Ölaustritt aus dem Schiff können in die Konsequenzklassen „beträchtlich“ bis „schwerwiegend“ und somit in der Risikomatrix mit einer akzeptablen Risikoprioritätszahl (RPZ) von 2 bis 3 eingestuft werden.

Ein gleiches Bild (RPZ = 2 bis 3) liefert die Auswertung der FN-Diagramme. Die FN-Diagramme stellen den Zusammenhang zwischen Schadstoffaustrittsmengen und Häufigkeiten her und liefern somit die notwendigen Informationen für eine Einstufung des Risikos in die Risikoprioritätszahlen (RPZ). In ist das FN-Diagramm mit der zugehörigen RPZ dargestellt. Als risikomindernde Maßnahmen sind in dem Diagramm die Installation von:

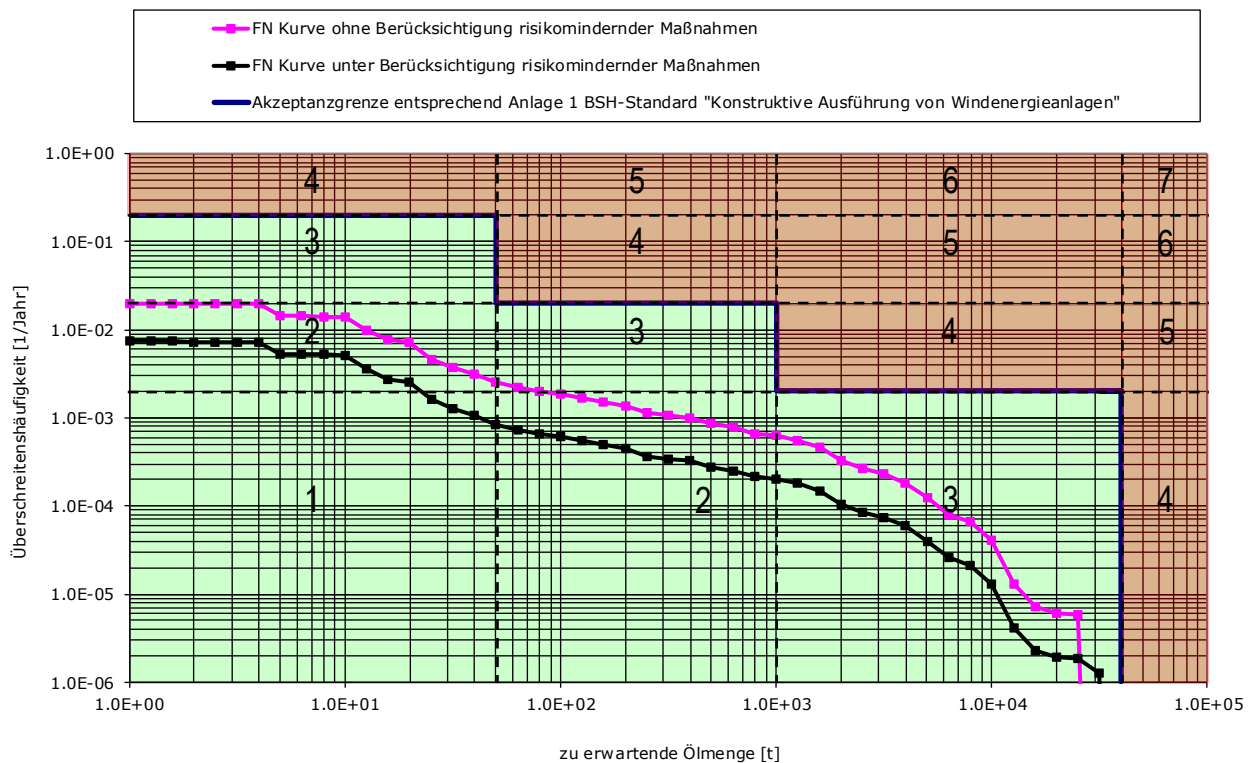
- AIS-Geräten an den Windparkinstallationen, eine
- Verkehrsüberwachung/Seeraumbeobachtung Variante 3, sowie
- Der hoheitliche Notschlepper „Nordic“ auf Bereitschaftsposition

berücksichtigt.

Für die Abgrenzung der einzelnen Konsequenzklassen der Anlage 1 des BSH-Standards wurden folgende Einstufungen anhand der austretenden Schadstoffe vorgenommen (Tabelle 12-10).

**Tabelle 12-10: Definition der Konsequenzklassen**

Konsequenzklasse	Freigesetzte Schadstoffmenge in t <sub>öl</sub>
Unbedeutend	1 ... 50
Beträchtlich	> 50 ... 1.000
Schwerwiegend	> 1.000 ... 40.000
Katastrophal	> 40.000



**Abbildung 12-5: Einstufung des Risikos anhand des FN-Diagramms für die kumulative Betrachtung**

## 12.5 FLÄCHE N-12.1

### 12.5.1 Qualitative Flächenvoruntersuchung

Gemäß dem Flächenentwicklungsplan des BSH ist für die Fläche N-12.1 folgender Zeitplan vorgesehen:

- Beginn der Planungs- und Realisierungsphase: 2025
- Beginn der Betriebsphase: 2030

#### 12.5.1.1 Beschreibung des Verkehrsraums

Die Fläche N-12.1 liegt an der östlichen Grenze des vom Durchgangsverkehr zwischen der südlichen Nordsee und dem Skagerrak benutzten Verkehrsraumes und weist eine auf LAT bezogene Mindestwassertiefe von 40 m auf.

An der südlichen Begrenzung der Fläche N-12.1 ist ein Vorranggebiet für den Durchgangsverkehr von der Deutschen Bucht und Schottland sowie vice versa vorgesehen.

Durch relativ zeitgleich zu errichtenden Windparks in den Gebieten N-9 und N-10 besteht für die Fläche N-12.1 bereits ein natürlicher Schutz vor dem nordost-südwestgehenden Schiffsverkehr und vice versa.

#### 12.5.1.2 Schiffsverkehre

Der Durchgangsverkehr läuft jeweils westlich und südlich an der Fläche N-12.1 vorbei. Laut Verkehrsstatistik wird die Fläche lediglich von durchschnittlich drei Fahrzeugen pro Tag direkt passiert.

Unter der Annahme, dass ausgehend vom Jahr 2018 der Schiffsverkehr in der Nordsee bis zum Jahr 2025 insgesamt um ca. 14,4 % zunehmen wird, wäre für den unmittelbaren Bereich der Fläche N-12.1 kein nennenswerter Zuwachs zu erwarten.

Unter der Annahme, dass ausgehend vom Jahr 2018 der Schiffsverkehr in der Nordsee bis zum Jahr 2030 insgesamt um ca. 26,2 % zunehmen wird, wäre für den unmittelbaren Bereich der Fläche N-12.1 kein nennenswerter Zuwachs zu erwarten. Legt man die Verkehrsprognose zugrunde, passierten dann durchschnittlich vier Fahrzeuge pro Tag die Fläche N-12.1.

#### 12.5.1.3 Auswirkungen auf den Schiffsverkehr

Nachfolgend sind die zu erwartenden grundsätzlichen Auswirkungen auf den Schiffsverkehr infolge einer Realisierung der Fläche N-12.1 qualitativ dargestellt:

- Durch die Einrichtung der Baustelle sind keine signifikanten Auswirkungen auf den umgebenden Schiffsverkehr zu erwarten, die nicht durch Bedingungen und Auflagen ausgeglichen werden könnten. Auszugehen ist von einer Zunahme des für die Baustelle erforderlichen Zubringer- und Werkverkehrs.
- Nach Abschluss der Bauarbeiten ist von einem Rückgang des Baustellenverkehrs auszugehen. Lediglich die zum Betrieb und zur Unterhaltung des Windparks erforderlichen Fahrzeuge werden das Gebiet ansteuern.

#### 12.5.1.4 Szenarisch-qualitative Analyse

Auf der Grundlage der vorstehend beschriebenen grundsätzlichen Auswirkungen auf den Schiffsverkehr bei einer Realisierung der Fläche N-12.1 erfolgt nun eine Analyse der untersuchten Szenarien inkl. einer qualitativen Bewertung (Tabelle 12-11) dieser Auswirkungen für die Sicherheit und Leichtigkeit des Schiffsverkehrs:

**Tabelle 12-11: Zusammenfassung szenarisch qualitative Analyse N-12.1**

Empfehlungen für Maßnahmen, mit denen identifizierte Risiken für die Sicherheit und Leichtigkeit des Schiffsverkehrs gemindert werden können	status quo	Veränderungen gegenüber status quo	
		bis	ab
Begegnungen	N/A	o	o
Überholen	N/A	o	o
Kreuzende Kurse	N/A	+	+
Erfordernis für (zusätzliche) Kursänderungen durch die Bebauung der Fläche	N/A	o	o
Beeinträchtigung ggf. erforderlicher Ankermanöver im Notfall	N/A	o	o
Passage manövrierunfähiger treibender Schiffe	N/A	+	+
Kollision Schiff – Offshore-Windenergieanlage(n)	N/A	+	++

- Für die Realisierungsphase der Fläche N-12.1 wird von einer insgesamt geringen Beeinträchtigung der Sicherheit und Leichtigkeit des Schiffsverkehrs ausgegangen.
- Infolge der Bebauung und der damit neu entstehenden Schifffahrtshindernisse ist mit einer erhöhten Kollisionswahrscheinlichkeit zwischen Schiff und Offshore-Windenergieanlagen zu rechnen.
- Nach Abschluss der Bauarbeiten ist von einem Rückgang des Baustellenverkehrs auszugehen. Lediglich die zum Betrieb und zur Unterhaltung des Windparks erforderlichen Fahrzeuge werden das Gebiet ansteuern. Demzufolge wird sich der die o.g. Verkehrstrennungsgebiete querende Verkehr quantitativ vermindern und stellt somit gegenüber dem status quo für die Betriebsphase lediglich eine geringe Beeinträchtigung der Sicherheit und Leichtigkeit des Schiffsverkehrs dar, die aber mit den bereits o.g. Maßnahmen kompensiert werden kann.

### 12.5.1.5 Empfehlungen für risikomindernde Maßnahmen

Mit der nachfolgend dargestellten Zuordnung zu den einzelnen Phasen empfohlener risikomindernder Maßnahmen (Tabelle 12-12) können die zuvor ggf. identifizierten Risiken für die Gewährleistung der Sicherheit und Leichtigkeit des Schiffsverkehrs verringert werden:

**Tabelle 12-12: Zusammenfassung empfohlene risikomindernde Maßnahmen N-12.1**

Empfehlungen für Maßnahmen, mit denen identifizierte Risiken für die Sicherheit und Leichtigkeit des Schiffsverkehrs gemindert werden können	status quo	(zusätzliche) Maßnahmen - bezogen auf status quo	
		Ab Planungsphase	Ab Betriebsphase
Einrichtung einer Sicherheitszone	X	✓	✓
Befahrensverbot für alle Fahrzeuge	X	✓	X
Befahrensregelung durch GDWS	X	X	✓
kardinale Betonung der Baufläche	X	✓	X
kollisionsfreundliche Bauweise der Anlagen	X	✓	✓
behelfsmäßige Kennzeichnung der Anlagen während der Errichtungsphase	X	✓	X
Kennzeichnung der Anlagen als Schifffahrtshindernis	X	X	✓
Maritime Verkehrssicherung durch WSV	✓	✓	✓
Seeraumbeobachtung	X	✓	✓
Erfordernis für Verkehrssicherungsfahrzeuge	X	✓	X
Verfügbarkeit staatlicher Notschleppkapazitäten	✓	✓	✓

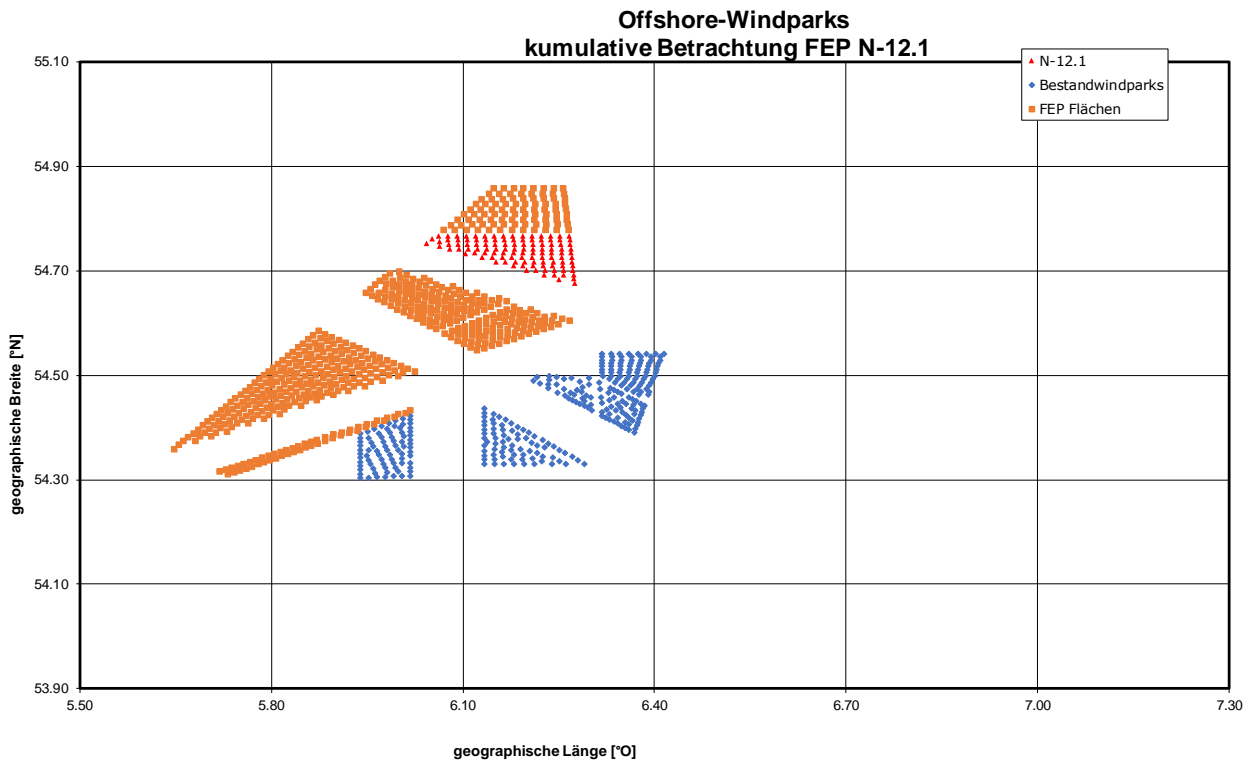


## 12.5.2 Quantitative Flächenvoruntersuchung

### 12.5.2.1 Kumulatives Kollisionsrisiko

Im folgenden Abschnitt werden die Kollisionshäufigkeiten ohne risikomindernde Maßnahmen angegeben.

Die berücksichtigten Windparks stellen die Kumulativlage zum Zeitpunkt der abgeschlossenen Errichtung von Fläche N-12.1 (Inbetriebnahme 2030) in einem Radius von 20 Seemeilen dar (Abbildung 12-6).



**Abbildung 12-6: Aufstellmuster der betrachteten Offshore-Windparks, Fläche N-12.1 (2030)**

### 12.5.2.2 Kumulative Kollisionshäufigkeit

Die Ergebnisse der kumulativen Betrachtung mit und ohne Berücksichtigung der Wirkung risikomindernder Maßnahmen sind in Tabelle 12-13 zusammengestellt. Die Kollisionshäufigkeit für die kumulative Aufstellung von manövrierfähigen und manövrierunfähigen Schiffen ergibt unter Berücksichtigung von AIS, einer automatischen Verkehrsüberwachung/Seeraumbeobachtung der Variante 3 und der vorhandenen hoheitlichen Notschleppkapazitäten eine Wiederholffrequenz von 158 Jahren.

**Tabelle 12-13: Kumulative Analyseergebnisse für die Fläche N-12.1 (2030) ohne und unter Berücksichtigung der risikomindernden Maßnahmen**

Kumulative Betrachtung  Fläche N-12.1 (2030)	Kollisionshäufigkeit			
	für manövrierfähige Schiffe  [1/Jahr]	für manövrierunfähige Schiffe  [1/Jahr]	für manövrierfähige und manövrierunfähige Schiffe  [1/Jahr]	stat. zu erwartende Zeit zwischen zwei Kollisionen  [Jahre]
ohne risikomindernde Maßnahmen (Verkehrsüberwachung/Seeraumbeobachtung, AIS, Notfallschlepper)	0,0018	0,0144	0,0162	62
mit AIS, ohne Verkehrsüberwachung/Seeraumbeobachtung und ohne Notfallschlepper	0,0014	0,0144	0,0158	63
mit AIS, mit Verkehrsüberwachung/Seeraumbeobachtung der Variante 3 und ohne Notfallschlepper	0,0006	0,0131	0,0137	73
mit AIS, Verkehrsüberwachung/Seeraumbeobachtung der Variante 3 und hoheitlichem Notschlepper „Nordic“ (neue Bereitschaftsposition)	0,0006	0,0057	0,0063	158

### 12.5.2.3 Kollisionskonsequenzen

In Tabelle 12-14 sind die statistisch zu erwartenden austretenden Schadstoffmengen ohne und mit Berücksichtigung risikomindernder Maßnahmen für die kumulative Anordnung angegeben. Im Falle einer Kollision, entsprechend der im vorigen Kapitel ermittelten Häufigkeit, ist von höheren Mengen, im Normalfall dagegen von keinerlei Austritten auszugehen. Die ermittelten statistischen Werte stellen somit keine regelmäßig zu erwartenden Mengen von auslaufenden Schadstoffen, sondern eher einen Risikovergleichswert dar.

**Tabelle 12-14: Analyseergebnisse für die Fläche N-12.1 (2030) ohne und mit Berücksichtigung der risikomindernden Maßnahmen für die kumulative Betrachtung**

Kumulative Betrachtung	Austretende Schadstoffmengen [t/Jahr]
Fläche N-12.1 (2030)	
ohne risikomindernde Maßnahmen (Verkehrsüberwachung/Seeraumbeobachtung, AIS, Notfallschlepper)	1,340
mit AIS, ohne Verkehrsüberwachung/See- raumbeobachtung und ohne Notfallschlepper	1,111
mit AIS, mit Verkehrsüberwachung/ Seeraum- beobachtung der Variante 3 und ohne Notfallschlepper	0,546
mit AIS, Verkehrsüberwachung/Seeraum- beobachtung der Variante 3 und hoheitlichem Notschlepper „Nordic“ (neue Bereitschaftsposition)	0,444

### 12.5.3 Eignungsfeststellung

Für die Fläche N-12.1 wurde eine Flächenvoruntersuchung zur verkehrlich- schiffahrtspolizeilichen Eignung bei einer geplanten Inbetriebnahme im Jahr 2030 durchgeführt.

Die Ergebnisse der qualitativen- und quantitativen Analysen dieser Flächenvoruntersuchung zeigen, dass die Fläche N-12.1 bei einer Inbetriebnahme im Jahre 2030 unter dem zuvor genannten Annahmen sowie unter Berücksichtigung der Empfehlungen in Abschnitt 12.5.3.1 und der Ergebnisse in Abschnitt 12.5.3.2, grundsätzlich geeignet ist.

#### 12.5.3.1 Ergebnisse qualitative Analyse

Unter den in den Abschnitten 12.5ff getroffenen Annahmen und unter der Berücksichtigung der in Abschnitt 0 genannten risikomindernden Maßnahmen sowie ggf. weiterer im Planfeststellungsbeschluss gemäß § 48 WindSeeG zu konkretisierenden Bedingungen und Auflagen wird davon ausgegangen, dass durch eine Realisierung der Fläche N-12.1 nicht mit einer signifikanten Einschränkung der Sicherheit und Leichtigkeit des Schiffsverkehrs zu rechnen ist.

Empfohlene Maßnahmen:

#### für die Bauphase

- Einrichtung einer Sicherheitszone um das Baufeld herum
- Befahrensverbot der Sicherheitszone während der Bauphase
- kardinale Betonung des Baufeldes
- kollisionsfreundliche Bauweise der Anlagen

- Behelfsmäßige Kennzeichnung der Anlagen in der Bauphase
- Maritime Verkehrssicherung durch WSV
- Mobile Verkehrssicherung vor Ort durch Verkehrssicherungsfahrzeug
- Verfügbarkeit von hoheitlichen Notschleppern

#### **für die Betriebsphase**

- Aufrechterhaltung der Sicherheitszone
- allgemeine Festlegung ggf. möglicher Befahrensregelungen durch die GDWS für Fahrzeuge mit einer maximalen Rumpflänge von 24 m
- Ausrüstung des Windparks mit AIS
- Kennzeichnung der Anlagen als Schifffahrtshindernis
- Maritime Verkehrssicherung durch WSV
- Seeraumbeobachtung durch OWP-Betreiber
- Verfügbarkeit von hoheitlichen Notschleppern

### **12.5.3.2 Ergebnisse quantitative Risikobeurteilung**

In diesem Abschnitt wird die Einstufung des berechneten Risikos in die Risikomatrix des Anhang 1 des BSH-Standards „Standard Konstruktion“ /2/ vorgenommen. Neben der Einstufung des Umweltrisikos werden Einstufungen des Risikos in Bezug auf die Kollisionskonsequenzen Schiff-WEA und Personensicherheit angegeben.

Bei Kollisionen mit driftenden Schiffen ist entsprechend der Annahme eines kollisionsfreundlichen Fundamentes bei einer Driftgeschwindigkeit bis 2 m/s kein Aufreißen der Außenhaut des Schiffes zu erwarten /2/. Insgesamt kann die Einstufung der Häufigkeit eines Ölaustritts aus einem Schiff bei Berücksichtigung der in der Risikoanalyse angegebenen risikomindernden Maßnahmen in die Häufigkeitsklasse „äußerst selten“ vorgenommen werden. Die beschriebenen Szenarien mit einem Ölaustritt aus dem Schiff können in die Konsequenzklassen „beträchtlich“ bis „schwerwiegend“ und somit in der Risikomatrix mit einer akzeptablen Risikoprioritätszahl (RPZ) von 2 bis 3 eingestuft werden .

Ein gleiches Bild (RPZ = 2 bis 3) liefert die Auswertung der FN-Diagramme. Die FN-Diagramme stellen den Zusammenhang zwischen Schadstoffaustrittsmengen und Häufigkeiten her und liefern somit die notwendigen Informationen für eine Einstufung des Risikos in die Risikoprioritätszahlen (RPZ). In Abbildung 12-7 ist das FN-Diagramm mit der zugehörigen RPZ dargestellt. Als risikomindernde Maßnahmen sind in dem Diagramm die Installation von:

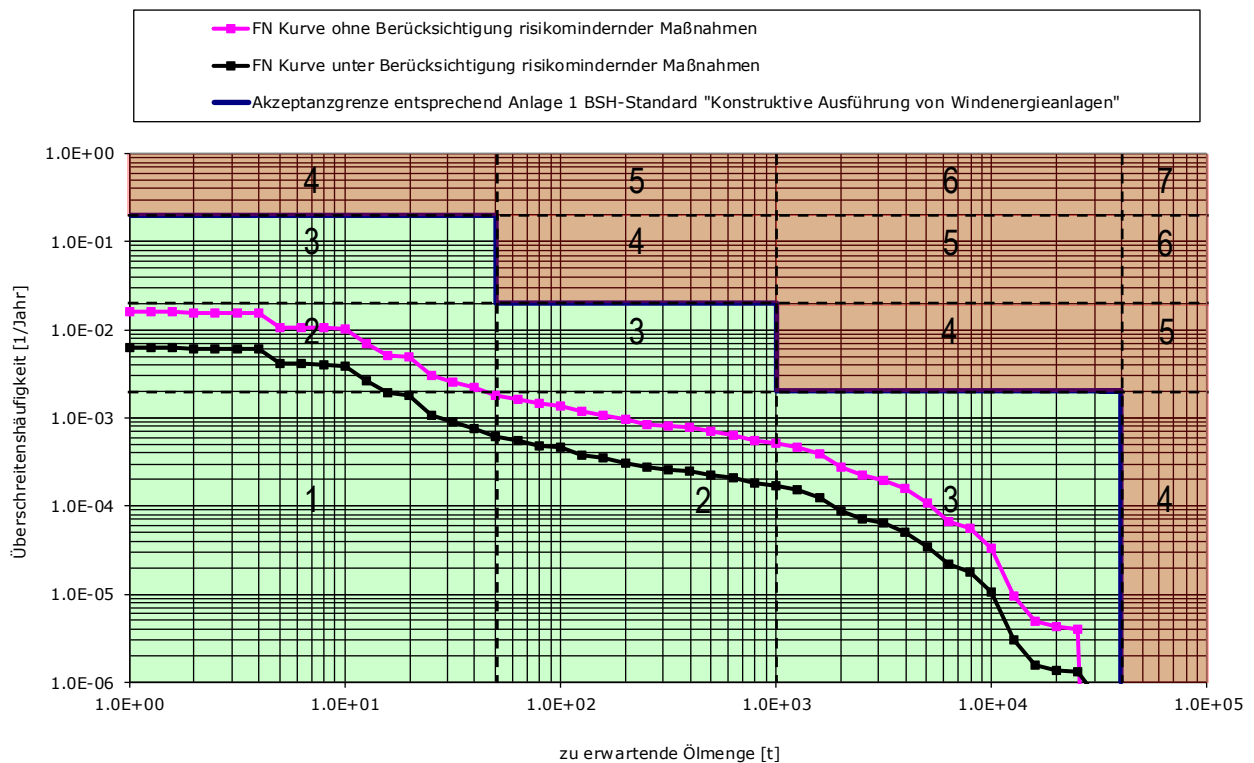
- AIS-Geräten an den Windparkinstallationen, eine
- Verkehrsüberwachung/Seeraumbeobachtung Variante 3, sowie
- der hoheitliche Notschlepper „Nordic“ auf Bereitschaftsposition

berücksichtigt.

Für die Abgrenzung der einzelnen Konsequenzklassen der Anlage 1 des BSH-Standards wurden folgende Einstufungen anhand der austretenden Schadstoffe vorgenommen (Tabelle 12-15).

**Tabelle 12-15: Definition der Konsequenzklassen**

Konsequenzklasse	Freigesetzte Schadstoffmenge in t <sub>öl</sub>
Unbedeutend	1 ... 50
Beträchtlich	> 50 ... 1.000
Schwerwiegend	> 1.000 ... 40.000
Katastrophal	> 40.000



**Abbildung 12-7: Einstufung des Risikos anhand des FN-Diagramms für die kumulative Betrachtung**

## 12.6 FLÄCHE N-12.2

### 12.6.1 Qualitative Flächenuntersuchung

Gemäß dem Flächenentwicklungsplan des BSH ist für die Fläche N-12.2 folgender Zeitplan vorgesehen:

- Beginn der Planungs- und Realisierungsphase: 2025
- Beginn der Betriebsphase: 2030

#### 12.6.1.1 Beschreibung des Verkehrsraums

Die Fläche N-12.2 liegt an der östlichen Grenze des vom Durchgangsverkehr zwischen der südlichen Nordsee und dem Skagerrak benutzten Verkehrsraumes und weist eine auf LAT bezogene Mindestwassertiefe von 40 m auf.

An der südlichen Begrenzung des Gebietes N-12 ist ein Vorranggebiet für den Durchgangsverkehr von der Deutschen Bucht und Schottland sowie vice versa vorgesehen.

Durch relativ zeitgleich zu errichtenden Windparks in den Gebieten N-9 und N-10 besteht für die Fläche N-12.2 bereits ein natürlicher Schutz vor dem nordost-südwestgehenden Schiffsverkehr und vice versa.

#### 12.6.1.2 Schiffsverkehre

Der Durchgangsverkehr läuft jeweils westlich und südlich an dem Gebiet N-12 vorbei. Laut Verkehrsstatistik wird die Fläche lediglich von durchschnittlich drei Fahrzeugen pro Tag direkt passiert.

Unter der Annahme, dass ausgehend vom Jahr 2018 der Schiffsverkehr in der Nordsee bis zum Jahr 2025 insgesamt um ca. 14,4 % zunehmen wird, wäre für den unmittelbaren Bereich des Gebietes N-12 kein nennenswerter Zuwachs zu erwarten.

Unter der Annahme, dass ausgehend vom Jahr 2018 der Schiffsverkehr in der Nordsee bis zum Jahr 2030 insgesamt um ca. 26,2 % zunehmen wird, wäre für den unmittelbaren Bereich des Gebietes N-12 kein nennenswerter Zuwachs zu erwarten. Legt man die Verkehrsprognose zugrunde, passierten dann durchschnittlich vier Fahrzeuge pro Tag das Gebiet N-12.

#### 12.6.1.3 Auswirkungen auf den Schiffsverkehr

Nachfolgend sind die zu erwartenden grundsätzlichen Auswirkungen auf den Schiffsverkehr infolge einer Realisierung der Fläche N-12.2 qualitativ dargestellt:

- Durch die Einrichtung der Baustelle sind keine signifikanten Auswirkungen auf den umgebenden Schiffsverkehr zu erwarten, die nicht durch Bedingungen und Auflagen ausgeglichen werden könnten. Auszugehen ist von einer Zunahme des für die Baustelle erforderlichen Zubringer- und Werkverkehrs.
- Nach Abschluss der Bauarbeiten ist von einem Rückgang des Baustellenverkehrs auszugehen. Lediglich die zum Betrieb und zur Unterhaltung des Windparks erforderlichen Fahrzeuge werden das Gebiet ansteuern.

#### 12.6.1.4 Szenarisch-qualitative Analyse

Auf der Grundlage der vorstehend beschriebenen grundsätzlichen Auswirkungen auf den Schiffsverkehr bei einer Realisierung der Fläche N-12.2 erfolgt nun eine Analyse der untersuchten Szenarien inkl. einer qualitativen Bewertung (Tabelle 12-16) dieser Auswirkungen für die Sicherheit und Leichtigkeit des Schiffsverkehrs:

**Tabelle 12-16: Zusammenfassung szenarisch qualitative Analyse N-12.2**

Empfehlungen für Maßnahmen, mit denen identifizierte Risiken für die Sicherheit und Leichtigkeit des Schiffsverkehrs gemindert werden können	status quo	Veränderungen gegenüber status quo	
		bis	ab
Begegnungen	N/A	o	o
Überholen	N/A	o	o
Kreuzende Kurse	N/A	+	+
Erfordernis für (zusätzliche) Kursänderungen durch die Bebauung der Fläche	N/A	o	o
Beeinträchtigung ggf. erforderlicher Ankermanöver im Notfall	N/A	o	o
Passage manövrierunfähiger treibender Schiffe	N/A	+	+
Kollision Schiff – Offshore-Windenergieanlage(n)	N/A	+	++

Für die Realisierungsphase der Fläche N-12.2 wird von einer insgesamt geringen Beeinträchtigung der Sicherheit und Leichtigkeit des Schiffsverkehrs ausgegangen.

Infolge der Bebauung und der damit neu entstehenden Schifffahrtshindernisse ist mit einer erhöhten Kollisionswahrscheinlichkeit zwischen Schiff und Offshore-Windenergieanlagen zu rechnen.

Nach Abschluss der Bauarbeiten ist von einem Rückgang des Baustellenverkehrs auszugehen. Lediglich die zum Betrieb und zur Unterhaltung des Windparks erforderlichen Fahrzeuge werden das Gebiet ansteuern. Demzufolge wird sich der die o.g. Verkehrstrennungsgebiete querende Verkehr quantitativ vermindern und stellt somit gegenüber dem status quo für die Betriebsphase lediglich eine geringe Beeinträchtigung der Sicherheit und Leichtigkeit des Schiffsverkehrs dar, die aber mit den bereits o.g. Maßnahmen kompensiert werden kann.

### 12.6.1.5 Empfehlungen für risikomindernde Maßnahmen

Mit der nachfolgend dargestellten Zuordnung zu den einzelnen Phasen empfohlener risikomindernder Maßnahmen (Tabelle 12-17) können die zuvor ggf. identifizierten Risiken für die Gewährleistung der Sicherheit und Leichtigkeit des Schiffsverkehrs verringert werden:

**Tabelle 12-17: Zusammenfassung empfohlene risikomindernde Maßnahmen N-12.2**

Empfehlungen für Maßnahmen, mit denen identifizierte Risiken für die Sicherheit und Leichtigkeit des Schiffsverkehrs gemindert werden können	status quo	(zusätzliche) Maßnahmen - bezogen auf status quo	
		Ab Planungsphase	Ab Betriebsphase
Einrichtung einer Sicherheitszone	X	✓	✓
Befahrensverbot für alle Fahrzeuge	X	✓	X
Befahrensregelung durch GDWS	X	X	✓
kardinale Betonung der Baufläche	X	✓	X
kollisionsfreundliche Bauweise der Anlagen	X	✓	✓
behelfsmäßige Kennzeichnung der Anlagen während der Errichtungsphase	X	✓	X
Kennzeichnung der Anlagen als Schifffahrtshindernis	X	X	✓
Maritime Verkehrssicherung durch WSV	✓	✓	✓
Seeraumbeobachtung	X	✓	✓
Erfordernis für Verkehrssicherungsfahrzeuge	X	✓	X
Verfügbarkeit staatlicher Notschleppkapazitäten	✓	✓	✓

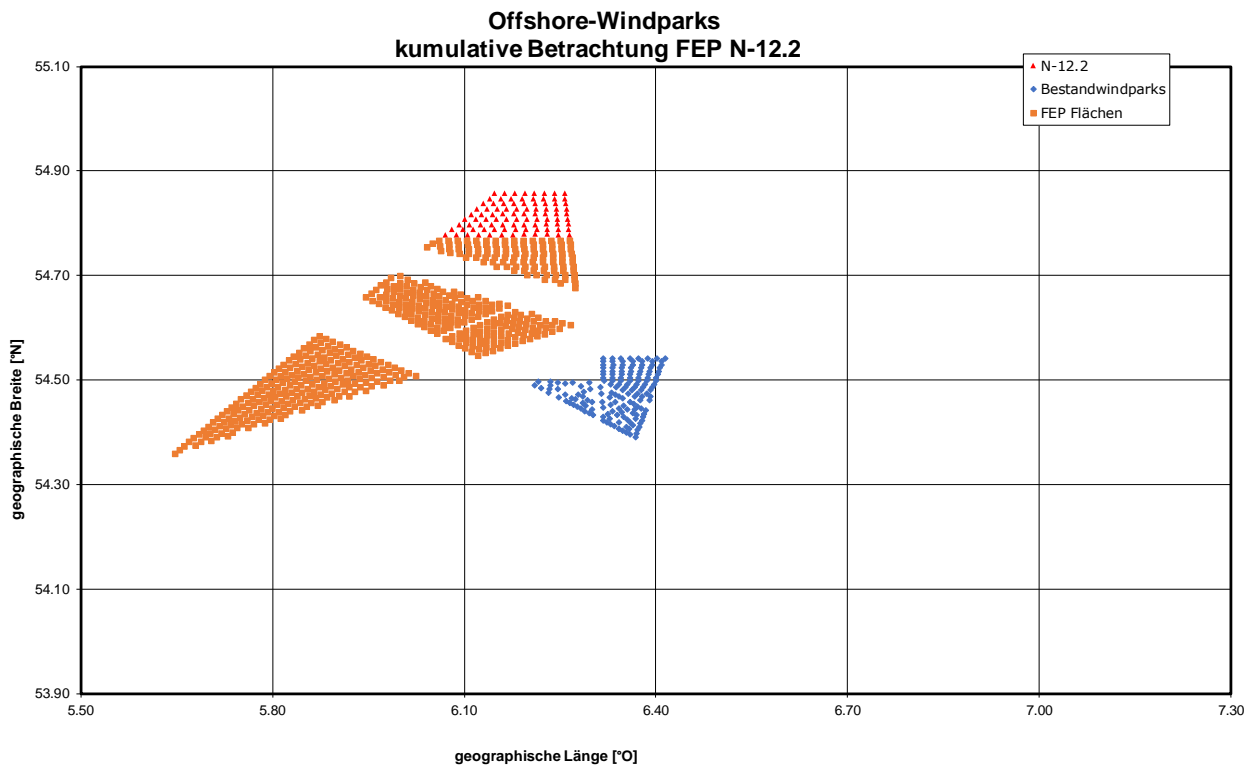


## 12.6.2 Quantitative Flächenvoruntersuchung

### 12.6.2.1 Kumulatives Kollisionsrisiko

Im folgenden Abschnitt werden die Kollisionshäufigkeiten ohne risikomindernde Maßnahmen angegeben.

Die berücksichtigten Windparks stellen die Kumulativlage zum Zeitpunkt der abgeschlossenen Errichtung von Fläche N-12.2 (Inbetriebnahme 2030) in einem Radius von 20 Seemeilen dar (Abbildung 12-8).



**Abbildung 12-8: Aufstellmuster der betrachteten Offshore-Windparks, Fläche N-12.2 (2030)**

### 12.6.2.2 Kumulative Kollisionshäufigkeit

Die Ergebnisse der kumulativen Betrachtung mit und ohne Berücksichtigung der Wirkung risikomindernder Maßnahmen sind in Tabelle 12-18 zusammengestellt. Die Kollisionshäufigkeit für die kumulative Aufstellung von manövrierfähigen und manövrierunfähigen Schiffen ergibt unter Berücksichtigung von AIS, einer automatischen Verkehrsüberwachung/Seeraumbeobachtung der Variante 3 und der vorhandenen hoheitlichen Notschleppkapazitäten eine Wiederholffrequenz von Jahren.

**Tabelle 12-18: Kumulative Analyseergebnisse für die Fläche N-12.2 (2030) ohne und unter Berücksichtigung der risikomindernden Maßnahmen**

Kumulative Betrachtung  Fläche N-12.2 (2030)	Kollisionshäufigkeit			
	für manövrierfähige Schiffe  [1/Jahr]	für manövrierunfähige Schiffe  [1/Jahr]	für manövrierfähige und manövrierunfähige Schiffe  [1/Jahr]	stat. zu erwartende Zeit zwischen zwei Kollisionen  [Jahre]
ohne risikomindernde Maßnahmen (Verkehrsüberwachung/Seeraumbeobachtung, AIS, Notfallschlepper)	0,0010	0,0117	0,0127	79
mit AIS, ohne Verkehrsüberwachung/Seeraumbeobachtung und ohne Notfallschlepper	0,0008	0,0117	0,0125	80
mit AIS, mit Verkehrsüberwachung/Seeraumbeobachtung der Variante 3 und ohne Notfallschlepper	0,0003	0,0106	0,0109	91
mit AIS, Verkehrsüberwachung/Seeraumbeobachtung der Variante 3 und hoheitlichem Notschlepper „Nordic“ (neue Bereitschaftsposition)	0,0003	0,0049	0,0052	194

### 12.6.2.3 Kollisionskonsequenzen

In Tabelle 12-19 sind die statistisch zu erwartenden austretenden Schadstoffmengen ohne und mit Berücksichtigung risikomindernder Maßnahmen für die kumulative Anordnung angegeben. Im Falle einer Kollision, entsprechend der im vorigen Kapitel ermittelten Häufigkeit, ist von höheren Mengen, im Normalfall dagegen von keinerlei Austritten auszugehen. Die ermittelten statistischen Werte stellen somit keine regelmäßig zu erwartenden Mengen von auslaufenden Schadstoffen, sondern eher einen Risikovergleichswert dar.

**Tabelle 12-19: Analyseergebnisse für die Fläche N-12.2 (2030) ohne und mit Berücksichtigung der risikomindernden Maßnahmen für die kumulative Betrachtung**

Kumulative Betrachtung	Austretende Schadstoffmengen [t/Jahr]
Fläche N-12.2 (2030)	
ohne risikomindernde Maßnahmen (Verkehrsüberwachung/Seeraumbeobachtung, AIS, Notfallschlepper)	0,849
mit AIS, ohne Verkehrsüberwachung/See- raumbeobachtung und ohne Notfallschlepper	0,713
mit AIS, mit Verkehrsüberwachung/ Seeraum- beobachtung der Variante 3 und ohne Notfallschlepper	0,371
mit AIS, Verkehrsüberwachung/Seeraum- beobachtung der Variante 3 und hoheitlichem Notschlepper „Nordic“ (neue Bereitschaftsposition)	0,288

### 12.6.3 Eignungsfeststellung

Für die Fläche N-12.2 wurde eine Flächenvoruntersuchung zur verkehrlich- schiffahrtspolizeilichen Eignung bei einer geplanten Inbetriebnahme im Jahr 2030 durchgeführt.

Die Ergebnisse der qualitativen- und quantitativen Analysen dieser Flächenvoruntersuchung zeigen, dass die Fläche N-12.2 bei einer Inbetriebnahme im Jahre 2030 unter dem zuvor genannten Annahmen sowie unter Berücksichtigung der Empfehlungen in Abschnitt 12.6.3.1 und der Ergebnisse in Abschnitt 12.6.3.2, grundsätzlich geeignet ist.

#### 12.6.3.1 Ergebnisse qualitative Analyse

Unter den in den Abschnitten 12.6ff getroffenen Annahmen und unter der Berücksichtigung der in Abschnitt 0 genannten risikomindernden Maßnahmen sowie ggf. weiterer im Planfeststellungsbeschluss gemäß § 48 WindSeeG zu konkretisierenden Bedingungen und Auflagen wird davon ausgegangen, dass durch eine Realisierung der Fläche N-12.2 nicht mit einer signifikanten Einschränkung der Sicherheit und Leichtigkeit des Schiffsverkehrs zu rechnen ist.

Empfohlene Maßnahmen:

#### für die Bauphase

- Einrichtung einer Sicherheitszone um das Baufeld herum
- Befahrensverbot der Sicherheitszone während der Bauphase
- kardinale Betonung des Baufeldes
- kollisionsfreundliche Bauweise der Anlagen

- Behelfsmäßige Kennzeichnung der Anlagen in der Bauphase
- Maritime Verkehrssicherung durch WSV
- Mobile Verkehrssicherung vor Ort durch Verkehrssicherungsfahrzeug
- Verfügbarkeit von hoheitlichen Notschleppern

#### **für die Betriebsphase**

- Aufrechterhaltung der Sicherheitszone
- allgemeine Festlegung ggf. möglicher Befahrensregelungen durch die GDWS für Fahrzeuge mit einer maximalen Rumpflänge von 24 m
- Ausrüstung des Windparks mit AIS
- Kennzeichnung der Anlagen als Schifffahrtshindernis
- Maritime Verkehrssicherung durch WSV
- Seeraumbeobachtung durch OWP-Betreiber
- Verfügbarkeit von hoheitlichen Notschleppern

#### **12.6.3.2 Ergebnisse quantitative Risikobeurteilung**

In diesem Abschnitt wird die Einstufung des berechneten Risikos in die Risikomatrix des Anhang 1 des BSH-Standards „Standard Konstruktion“ /2/ vorgenommen. Neben der Einstufung des Umweltrisikos werden Einstufungen des Risikos in Bezug auf die Kollisionskonsequenzen Schiff-WEA und Personensicherheit angegeben.

Bei Kollisionen mit driftenden Schiffen ist entsprechend der Annahme eines kollisionsfreundlichen Fundamentes bei einer Driftgeschwindigkeit bis 2 m/s kein Aufreißen der Außenhaut des Schiffes zu erwarten /2/. Insgesamt kann die Einstufung der Häufigkeit eines Ölaustritts aus einem Schiff bei Berücksichtigung der in der Risikoanalyse angegebenen risikomindernden Maßnahmen in die Häufigkeitsklasse „äußerst selten“ vorgenommen werden. Die beschriebenen Szenarien mit einem Ölaustritt aus dem Schiff können in die Konsequenzklassen „beträchtlich“ bis „schwerwiegend“ und somit in der Risikomatrix mit einer akzeptablen Risikoprioritätszahl (RPZ) von 2 bis 3 eingestuft werden.

Ein gleiches Bild (RPZ = 2 bis 3) liefert die Auswertung der FN-Diagramme. Die FN-Diagramme stellen den Zusammenhang zwischen Schadstoffaustrittsmengen und Häufigkeiten her und liefern somit die notwendigen Informationen für eine Einstufung des Risikos in die Risikoprioritätszahlen (RPZ). In Abbildung 12-9 ist das FN-Diagramm mit der zugehörigen RPZ dargestellt. Als risikomindernde Maßnahmen sind in dem Diagramm die Installation von:

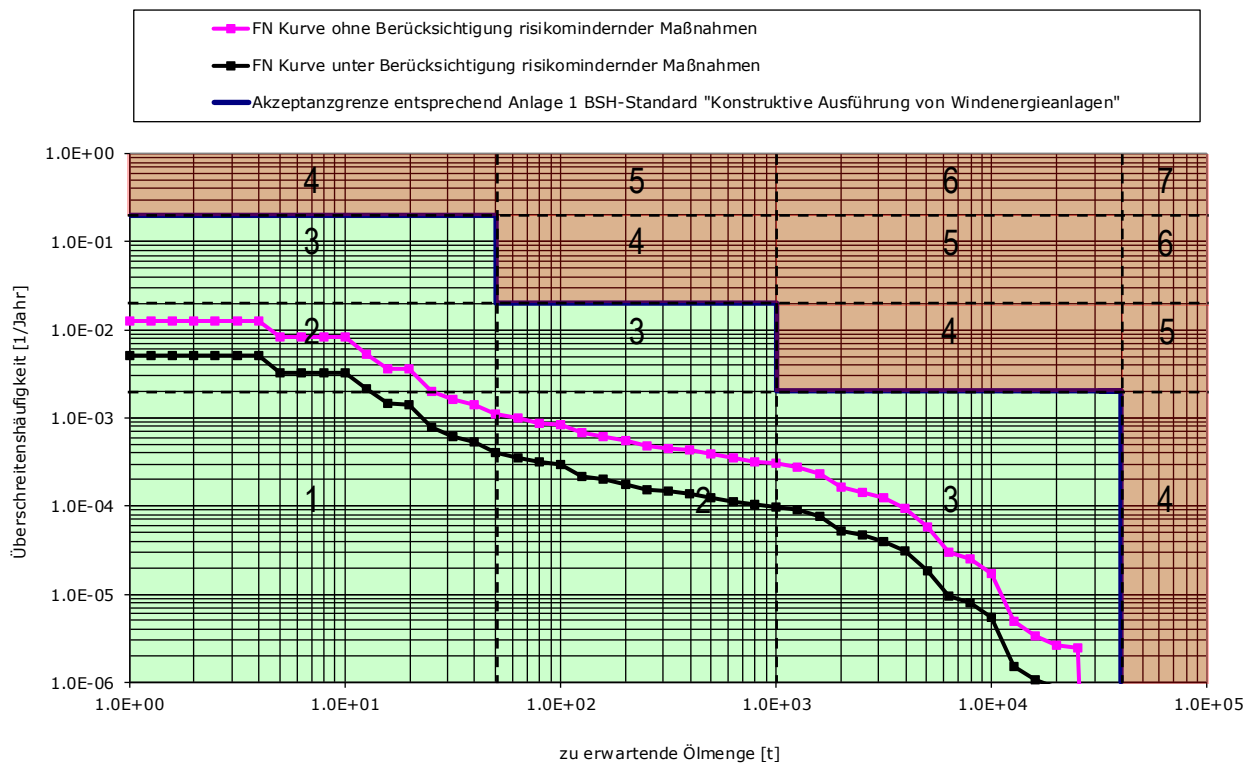
- AIS-Geräten an den Windparkinstallationen, eine
- Verkehrsüberwachung/Seeraumbeobachtung Variante 3, sowie der
- hoheitliche Notschlepper „Nordic“ auf Bereitschaftsposition

berücksichtigt.

Für die Abgrenzung der einzelnen Konsequenzklassen der Anlage 1 des BSH-Standards wurden folgende Einstufungen anhand der austretenden Schadstoffe vorgenommen (Tabelle 12-20).

**Tabelle 12-20: Definition der Konsequenzklassen**


Konsequenzklasse	Freigesetzte Schadstoffmenge in t <sub>öl</sub>
Unbedeutend	1 ... 50
Beträchtlich	> 50 ... 1.000
Schwerwiegend	> 1.000 ... 40.000
Katastrophal	> 40.000



**Abbildung 12-9: Einstufung des Risikos anhand des FN-Diagramms für die kumulative Betrachtung**

## 13 LITERATURVERZEICHNIS

- /1/ Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie (BSH). Flächenentwicklungsplan 2019 für die deutsche Nord- und Ostsee Hamburg & Rostock: BSH; 28. Juni 2019.
- /2/ Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie (BSH). Standards: "Standard Konstruktion", BSH-Nr.: 7005; BSH 2015.
- /3/ MARIN, DNV und Germanischer Lloyd. Harmonisierung der Grundannahmen für Kollisionsrisikoanalysen zwischen MARIN, DNV und GL. Hamburg, MARIN, DNV und Germanischer Lloyd; 2004.
- /4/ Germanischer Lloyd. Offshore Windparks – Wirksamkeit kollisionsverhindernder Maßnahmen – Abschlußbericht, Bericht Nr. NB-ER 2008.178, Version 1.8. Hamburg: Germanischer Lloyd, Abteilung Risk Assessment and Mechanical Engineering/NB-ER; 2008-11-24.
- /5/ BMVBW. Genehmigungrelevante Richtwerte für Offshore-Windparks - Bericht einer Arbeitsgruppe Bonn; März 2005.
- /6/ Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie. Nr. 20062 "Naturverhältnisse - Nordsee und Englischer Kanal" Hamburg und Rostock; 2009.
- /7/ Hydrographic Office. "Admiralty Tidal Stream Atlas – north sea eastern part" Taunton; Edition 2 2004.
- /8/ Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie. Nr. 20032, "Naturverhältnisse – Ostsee" Hamburg und Rostock; 2009.
- /9/ MWP GmbH, IHS, Uniconsult, Fraunhofer CML. Seeverkehrsprognose 2030 im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr und digitale Infrastruktur. Forschungsbericht FE-Nr. 96.980-2011. Hamburg & Frankfurt am Main; 9. Mai 2014.
- /10/ Statistisches Bundesamt. Fachserie 8. Verkehr 5, Seeschifffahrt. Wiesbaden, erscheint jährlich.
- /11/ Wasserstraßen- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes (WSV). Verkehrsstatistiken der Deutschen Bucht für die Jahre 2010 bis 2018.
- /12/ OECD. The Impact of Mega-Ships. International Transport Forum ITF. 2015.
- /13/ International Maritime Organization (IMO). International Convention for the Safety of Life at Sea (SOLAS); 1974  
[http://www.imo.org/en/About/Conventions/ListOfConventions/Pages/International-Convention-for-the-Safety-of-Life-at-Sea-\(SOLAS\),-1974.aspx](http://www.imo.org/en/About/Conventions/ListOfConventions/Pages/International-Convention-for-the-Safety-of-Life-at-Sea-(SOLAS),-1974.aspx) .
- /14/ Wasserstraßen- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes. (ELWIS). Verordnung zu den Internationalen Regeln von 1972 zur Verhütung von Zusammenstößen auf See (KVR)  
<https://www.elwis.de/DE/Schifffahrtsrecht/Seeschifffahrtsrecht/KVR/KVR-node.html> .
- /15/ Bundesgesetzblatt. Gesetz zu dem Seerechtsübereinkommen der Vereinten Nationen vom 10. Dezember 1982.; Jahrgang 1994, Teil III.
- /16/ Wasserstraßen- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes (WSV). Richtlinie Offshore-Anlagen; 1. Juli 2019.  
[https://www.gdws.wsv.bund.de/DE/schifffahrt/01\\_seeschifffahrt/windparks/Richtlinie\\_Offshore\\_Anlagen.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=2](https://www.gdws.wsv.bund.de/DE/schifffahrt/01_seeschifffahrt/windparks/Richtlinie_Offshore_Anlagen.pdf?__blob=publicationFile&v=2) .
- /17/ Germanischer Lloyd, MARIN, Technical University of Denmark. SAFESHIP - Reduction of Ship Collision Risks for Offshore Wind Farms. ; January 2005.
- /18/ Olsen D, HHGYF. Risk Reducing Effect of the Great Belt VTS System. In VTS 92 – 7th International VTS Symposium; 1992; Vancouver Canada.
- /19/ Fujii Y, NM. Design of VTS systems for water with bridges. In Proc. of the International Symposium on Advances in Ship Collision Analysis; 1998; Copenhagen, Denmark. p. Gluwer & Olsen eds.
- /20/ Foxwell D. AIS: The next big thing in navigation. Fairplay. November 2003.
- /21/ Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie. Häufigkeitsverteilungen der signifikanten Wellenhöhe gegen die Windgeschwindigkeit Hamburg; 2000.



/22/ Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie.  
<http://www.bsh.de/de/Meeresdaten/Vorhersagen/Gezeiten/810.jsp>.

/23/ Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie. Nr. 20032 "Naturverhältnisse in der Ostsee"  
Hamburg; 1996.

▪



# ANHANG A

## METHODEN DER

# RISIKOBERECHNUNG

- A.1 Risikoberechnungen für den Windpark
- A.2 Verfahren zur Berechnung des Risikos für Kollisionen **manövrierfähiger Schiffe** mit Installationen des Windparks
  - A.2.1 Berechnung der Kollisionshäufigkeiten
  - A.2.2 Berechnung der Kollisionskonsequenzen
  - A.2.3 Berechnung des Kollisionsrisikos
- A.3 Verfahren zur Berechnung von Risiken für die Kollisionen **manövrierunfähiger Schiffe** mit Installationen des Windparks
  - A.3.1 Berechnung der Kollisionshäufigkeit
  - A.3.2 Berechnung der Kollisionskonsequenzen
  - A.3.3 Berechnung des Kollisionsrisikos
- A.4 Literatur zum Anhang A



## A.1 Risikoberechnungen für den Windpark

Verfahren zur Berechnung von Risiken können in statistische<sup>4</sup> und analytische<sup>5</sup> Verfahren eingeteilt werden. Statistische Verfahren basieren auf der Erfassung ("Zählung") von Sachverhalten. Bezogen auf Kollisionsereignisse sind das z.B. die Zahl von Schiff-Schiff Kollisionen in einem bestimmten Seegebiet. Sofern sich die Randbedingungen der Statistik nicht ändern, können aus den statistisch ermittelten Werten Prognosen abgeleitet werden. Bei analytischen Verfahren wird versucht, die Einflussgrößen des Sachverhaltes (z.B. Windeinfluss, Zusammensetzung des Schiffsverkehrs) und das Zusammenspiel der Einflussfaktoren zu ermitteln. Bei der Beschreibung der Einflussgrößen werden dann wiederum statistische Methoden verwendet.

Sowohl statistische als auch analytische Verfahren zur Risikoberechnung werden in der Technik angewendet. Welche Vorgehensweise besser geeignet ist, um bestimmte Sachverhalte zu klären, ergibt sich aus einer Abwägung der Vor- und Nachteile der jeweiligen Verfahren.

### Vorteile statistischer Verfahren

- Statistische Verfahren beinhalten alle Einflussgrößen  
Da statistische Verfahren auf Messungen und Zählungen basieren, erfassen sie naturgemäß alle wirkenden Einflussfaktoren und deren Zusammenwirken.
- Grundlage sind historische Daten  
Da Statistiken auf tatsächlich geschehenen Ereignissen basieren, liefern sie ein exaktes Abbild des Sachverhaltes.
- Einfache Ermittlung von Statistiken  
Sofern der Sachverhalt direkt messbar ist, können statistische Werte sehr schnell und einfach ermittelt werden.

### Nachteile statistischer Verfahren

- Vertrauen statistischer Ergebnisse  
Das Gesetz der großen Zahlen besagt, dass sich die relative Häufigkeit (Wahrscheinlichkeit) eines Zufallsergebnisses immer weiter an die theoretische Wahrscheinlichkeit für dieses Ergebnis (Erwartungswert) annähert, je häufiger das Zufallsexperiment durchgeführt wird. Das bedeutet, um eine "sichere" statistische Aussage über zufällige Ereignisse zu machen, müssen diese in ausreichender Menge vorhanden sein bzw. gemessen werden. Bei sehr selten auftretenden Ereignissen ist dies häufig nicht gegeben. Kollisionsereignisse von Schiffen mit Installationen von Windparks sind bisher nicht bekannt geworden. Eine Auswertung von Kollisionsereignissen aus statistischen Unfallzahlen für genau dieses Szenario ist daher nicht möglich.
- Übertragung statistischer Ergebnisse  
Die Übertragung statistischer Werte von einem System auf ein anderes System ist nur begrenzt möglich. Mit Bezug auf Kollisionen von Schiffen mit Installationen eines Windparks bedeutet das, dass bei statistisch ermittelten Kollisionshäufigkeiten eine Übertragung von einem Windpark zu einem anderen Windpark nur zulässig ist, sofern die Randbedingungen (nautische Gegebenheiten, Umwelteinflüsse, etc.) bei beiden Windparks die gleichen sind. In der Regel unterscheiden sich diese.

<sup>4</sup> Statistik, allg.: (meist in Tabellenform zusammengestellte) Ergebnisse von zahlenmäßigen Erfassungen bestimmter Sachverhalte (z.B. Bevölkerungs-, Ind.-, Landwirtschafts-, Verkehrs- und Preisstatistik).

<sup>5</sup> Analyse allg.: Verfahren, bei dem Erkenntnisse durch die Untersuchung der einzelnen, elementaren Bestandteile eines Ganzen gewonnen werden (Ggs.: Synthese).

- Entwicklung des Systems

Aus den ersten beiden Nachteilen ergibt sich ein dritter Nachteil. Sind die zu beobachtenden Ereignisse sehr selten, so vergeht ein großer Zeitraum bevor statistisch sichere Aussagen formuliert werden können. Innerhalb dieses Zeitraums verändert sich das System jedoch selbst. Beispiele hierfür sind die Veränderungen der Schiffsbewegungen auf Grund wirtschaftlicher Veränderungen oder die Entwicklung neuer Hilfsmittel für die Navigation bzw. neuer Schiffsmaschinenanlagen. Das bedeutet, dass sich das System an sich geändert hat und statistische Aussagen auf der Basis früherer Ereignisse nicht mehr dem aktuellen Systemzustand entsprechen.

### Vorteile analytischer Verfahren

- Unabhängigkeit von historischen Kollisionsereignissen

Ein Vorteil analytischer Verfahren ist, dass sie auch zur Prognose seltener Ereignisse geeignet sind, weil für sie keine historischen Daten des Ereignisses selbst notwendig sind. Bei analytischen Verfahren werden die elementaren Bestandteile und deren Zusammenspiel betrachtet. Mit Bezug auf Kollisionsszenarien bedeutet das, dass einzelne Einflussgrößen (z.B. auftretende Windrichtungen) separat untersucht werden können und nicht nur im Zusammenhang mit Kollisionen von Schiffen zu betrachten sind. Das Erfassen der elementaren Bestandteile wiederum kann auf statistischem Wege erfolgen.

- Berücksichtigung der Entwicklung des Systems

Durch die Kenntnis des Zusammenwirkens der einzelnen Einflussfaktoren können auch neue Einflussgrößen in das System eingearbeitet werden. Das bedeutet, dass neue Entwicklungen (z.B. die Wirkung von AIS) in der Schiffstechnik bei der Prognose von Kollisionsereignissen berücksichtigt werden können.

### Nachteile analytischer Verfahren

- Komplexes mathematisches Modell

Je mehr Einflussfaktoren vorhanden sind und je komplexer deren Zusammenspiel ist, umso schwieriger ist es, ein mathematisches Modell für deren Beschreibung zu finden. Um die Komplexität des mathematischen Modells in Grenzen zu halten, werden wesentliche und unwesentliche Einflüsse voneinander getrennt. Die Vernachlässigung von unbedeutenden Einflüssen führt zu Ungenauigkeiten in den Ergebnissen.

- Prüfung des analytischen Verfahrens

Um die Qualität des analytischen Verfahrens zu überprüfen, ist eine Überprüfung des Verfahrens notwendig. Sofern vorhanden, werden dafür statistische Daten historischer Ereignisse herangezogen. Exemplarisch wird dann ein Vergleich der Ergebnisse des analytischen Verfahrens mit den statistisch ermittelten Werten vorgenommen.

## A.2 Verfahren zur Berechnung des Risikos für Kollisionen manövrierfähiger Schiffe mit Installationen des Windparks

### A.2.1 Berechnung der Kollisionshäufigkeiten

Basierend auf Arbeiten von Fujii /A-1/ und MacDuff /A-2/ wurde von Pedersen /A-3/ ein Verfahren präsentiert, dass die Berechnung der Häufigkeit von Kollisionen von Schiffen mit im Wasser befindlichen Objekten ermöglicht.

Das Verfahren basiert auf zwei Bedingungen, die gleichzeitig erfüllt sein müssen, damit es zur Kollision eines Schiffes mit einem Objekt kommt.

- Das Schiff muss sich auf Kollisionskurs mit einer Windenergieanlage oder Umspannstation des Windparks befinden (die Wahrscheinlichkeit dafür wird mit  $P_{fK,k}$  bezeichnet).
- Die Schiffsführung unternimmt keine Kurskorrektur, um die drohende Kollision zu vermeiden oder die Kurskorrektur erfolgt zu spät, um die Kollision zu vermeiden (die Wahrscheinlichkeit dafür wird mit  $P_{fM,k}$  bezeichnet).

Für beide Bedingungen muss die Eintrittswahrscheinlichkeit bestimmt werden.

Für die Berechnung der Kollisionshäufigkeit werden diese Wahrscheinlichkeiten ( $P_{fM,k}$ ,  $P_{fK,k}$ ) mit der Zahl der Schiffsbewegungen  $n_{S,k}$  (Zahl der Schiffspassagen einer Routenabschnitts) multipliziert, siehe Gleichung (A-1).

Die Berechnung der Wahrscheinlichkeiten  $P_{fM,k}$  und  $P_{fK,k}$  wird im Folgenden erläutert.

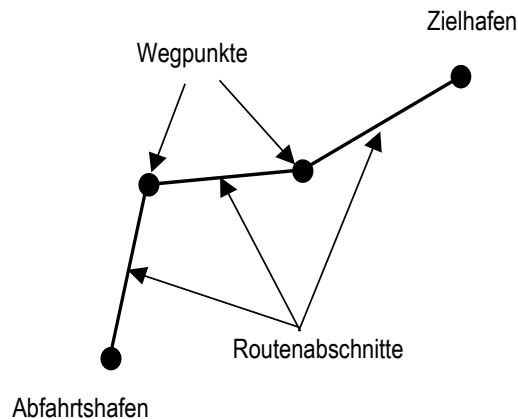
$$n_{\text{coll,pow}} = \sum_K n_{\text{coll,pow,k}} = \sum_K P_{fM,k} \cdot P_{fK,k} \cdot n_{S,k} \quad (0-1)$$

Befinden sich in einem Seegebiet mehrere Schifffahrtsrouten, so kann die Gesamtkollisionshäufigkeit  $n_{\text{coll,pow}}$  aller Routen durch Addition der Kollisionshäufigkeiten  $n_{\text{coll,pow,k}}$  der einzelnen Routenabschnitte der Schifffahrtsrouten bestimmt werden.

#### Wahrscheinlichkeit $P_{fK,k}$ von Schiffen auf Kollisionskurs

Für die Berechnung der Kollisionshäufigkeit muss die Wahrscheinlichkeit  $P_{fK,k}$  bestimmt werden. Diese Wahrscheinlichkeit beschreibt den Anteil von Schiffen des Seegebietes, der sich auf Kollisionskurs mit dem Windpark befinden.

Für die Berechnung dieser Wahrscheinlichkeit wird modellhaft davon ausgegangen, dass Schiffe auf idealisierten Routen fahren, die typischerweise aus dem kürzesten Weg zwischen Abfahrts- und Zielhafen bestehen. Aufgrund nautischer Restriktionen wie Tiefgang, markierten Wasserwegen, Zwangswegen etc. muss der Kurs im Allgemeinen an so genannten Wegpunkten geändert werden. Eine Route besteht somit aus mindestens einem Routenabschnitt. Ein Routenabschnitt wird durch Abfahrts-, Zielhafen oder durch Wegpunkte begrenzt (siehe 0).



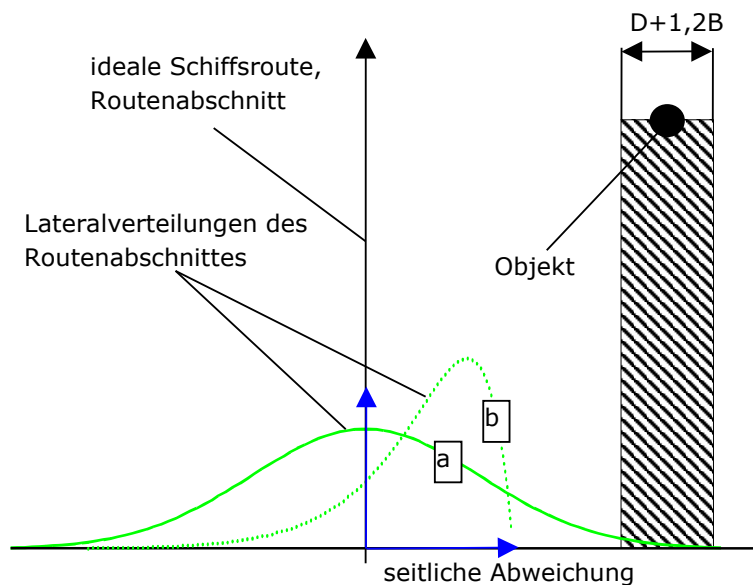
**Abbildung 0-1: Zusammenhang von Schiffsroute, Routenabschnitt und Wegpunkten**

Aufgrund von Ungenauigkeiten beim Abstecken des Kurses beziehungsweise Versatz durch Wind, Strömung und Wellen weichen die tatsächlich gefahrenen Routen der Schiffe jedoch mehr oder weniger stark von der im Programm verwendeten, idealisierten Route ab.

Es wird davon ausgegangen, dass die Schiffsführung bestrebt ist, die ideale, kürzeste Route aus Zeit- und Kostengründen zu fahren. Folglich kann man auch davon ausgehen, dass die Wahrscheinlichkeit von kleinen Abweichungen größer ist, als die Wahrscheinlichkeit von großen Abweichungen.

Die Abweichung der Schiffe orthogonal zur idealen Route wird über sog. Lateralverteilungen (statistischen Verteilungsfunktionen) in die Berechnung einbezogen.

Bei Schifffahrtsrouten, die keinen nautischen Restriktionen unterliegen, geht man von Gauß'schen Normalverteilungen aus. Eine typische Lateralverteilung dieses Typs ist in Abbildung 0-2 als "a" dargestellt. Bei dieser Verteilung geht man davon aus, dass die Abweichungen der Schifffahrtsrouten von der idealen Route nach beiden Seiten in gleichem Maße auftreten, also symmetrische Verteilungen vorhanden sind. Auf Zwangswegen wie Verkehrstrennungsgebieten oder betonten Fahrwassern (Verteilungsfunktion "b" in Abbildung 0-2) verschiebt sich das Maximum der Verteilungsfunktion (Modalwert) zum Rand des Fahrwassers, weil die Betonung häufig als Orientierungspunkt genutzt wird und nach den Kollisionsverhütungsregeln ein Rechtsfahrgebot vorliegt.



**Abbildung 0-2: Lateralverteilungen für den Schiffsverkehr**

Die Wahrscheinlichkeit  $P_{fk,k}$ , dass sich ein Schiff auf Kollisionskurs mit einer Windenergieanlage oder der Umspannstation befindet, ergibt sich aus der Fläche unter der jeweiligen Lateralverteilung  $h_i = f(x)$  des Routenabschnittes  $k$ , die von der Schattenfläche der WEA/Umspannwerk (UW) plus 1.2 mal der Schiffsbreite  $B$  überdeckt wird. Für die  $i$ -te Installation mit dem Durchmesser  $D_i$  wird diese Wahrscheinlichkeit mit Gleichung (A-2) berechnet.

$$P_{fk,k} = \sum_i P_{fk,k,i} = \sum_i \int_{D_i+1,2B} f_k(x) dx \quad (0-2)$$

Durch Annahme der 1.2-fachen Schiffsbreite wird die Möglichkeit einer seitlichen Kollision berücksichtigt. Dies kann auftreten, wenn ein Schiff sich mit einem kleinen Schiebewinkel relativ zur Kurslinie fortbewegt (z. B. durch Windeinfluss).

Neben den Kollisionen der Kategorie I durch eine laterale Verteilung der Schiffe werden auch Kollisionen der Kategorie II durch ein Verpassen des Wegpunktes entsprechend den Angaben in /A-4/ berücksichtigt.

### Wahrscheinlichkeit $P_{fm,k}$ von Maßnahmen zur Kursänderung

Die Wahrscheinlichkeit  $P_{fm,k}$ , dass ein Kollisionskurs auf einem Routenabschnitt nicht geändert wird, kann aus statistischen Daten oder mit Hilfe analytischer Methoden (Fehlerbaummethode, Bayes'sche Netzwerke) ermittelt werden.

Statistische Daten von Schiffsunfällen mit Offshore-Windparks liegen z. Z. nicht vor. Somit kann derzeit die Wahrscheinlichkeit  $P_{fm,k}$  nicht aus statistischen Daten abgeleitet werden. Eine Orientierung der Größenordnung dieser Wahrscheinlichkeit liefern jedoch Unfallszenarien mit Brücken, Schiffsstrandungen oder Schiff-Schiff-Kollisionen aus unterschiedlichen Seegebieten. In Tabelle 0-1 sind Minimal- und Maximalwerte für die Wahrscheinlichkeit  $P_{fm,k}$  aus unterschiedlichen Unfallszenarien der Schifffahrt gemäß /A-4/ dargestellt.

**Tabelle 0-1: Bereiche der Wahrscheinlichkeit  $P_{FM,k}$  aus anderen Unfallszenarien der Schifffahrt /A-4/**

Szenario	Minimaler Wert	Maximaler Wert
Schiff - Schiff Kollisionen (frontale Kollisionen)	4.9E-05	5.18E-04
Schiff - Schiff Kollisionen (seitliche Kollision)	9.5E-05	1.11E-04
Schiffsstrandungen	8.0E-05	6.3E-04
Schiff - Brücke Kollisionen	4.0E-05	5.4E-04

Fujii und Mizuki geben in /A-5/ wird für die Kollision von Schiffen mit fixen Objekten ein Bereich für die Wahrscheinlichkeit von  $8.12E-05 < P_{FM,k} < 5.26E-04$  an. Das angegebene Intervall für die Wahrscheinlichkeit  $P_{FM,k}$  wurde auf der Grundlage von Radarbeobachtungen erhoben und enthält alle möglichen Ursachen für Kollisionsunfälle einschließlich aller Aspekte menschlichen Versagens. Der entsprechend der Harmonisierung /A-6/ in den vorliegenden Berechnungen verwendete Wert für die Wahrscheinlichkeit  $P_{FM,k} = 3.0E-04$  entspricht dem Mittelwert des angegebenen Wahrscheinlichkeitsintervalls.

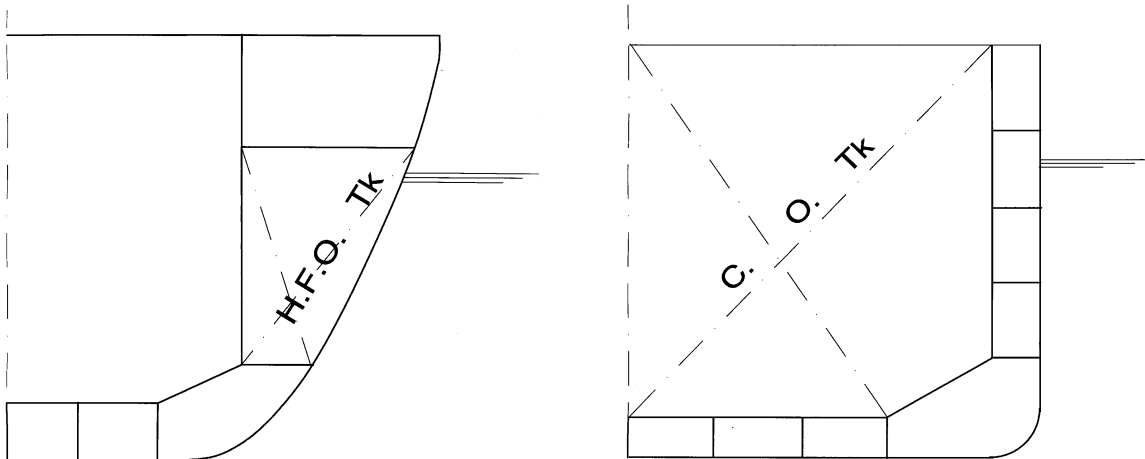
## A.2.2 Berechnung der Kollisionskonsequenzen

Je nach Ablauf einer Kollision eines Schiffes mit einer Installation eines Windparks sind unterschiedliche Konsequenzen zu erwarten.

Ein mögliches Szenario des Auftreffens von Schiffen bei Kollisionen ist die frontale Kollision, bei der der Bug des Schiffes den Turm der WEA zentral trifft. Bei einer derartigen Kollision ist damit zu rechnen, dass es zum Versagen des Turmes kommt. Dabei kann der Turm am Fundament oder in der Nähe des Kollisionspunktes abknicken. Bei einem zentralen Stoß ist mit einem Aufreißen der Außenhaut im Bereich von Tanks nicht zu rechnen.

Trifft das Schiff nicht zentrisch, sondern streift seitlich am Bug des Schiffes entlang, so ist ebenfalls mit dem Versagen des Turmes zu rechnen. Das relative steife konische Vorschiff kann einen großen Teil der Kollisionsenergie umwandeln, in dem das Schiff beim seitlichen Entlangschleifen vom Turm weggedrückt wird. Schäden am Vorschiff sind zu erwarten. Inwieweit ein seitliches Streifen des Schiffes am Turm zu einem Aufreißen der Schiffsaußenhaut im Bereich möglicher Ladetanks oder Brennstofftanks führen kann, ist derzeit nicht abschließend geklärt. Bei Einhüllenschiffen ist ein lokal begrenztes Aufreißen der Außenhaut denkbar. Bei Doppelhüllenschiffen ist ein Aufreißen der inneren Wand nur schwer vorstellbar, kann jedoch bisher nicht vollständig ausgeschlossen werden. Eine detaillierte Quantifizierung dieser Szenarien für manövrierfähige Schiffe erfolgte bisher nicht in einem vergleichbaren Rahmen wie die Quantifizierung der möglichen Szenarien für manövrierunfähige driftende Schiffe. Die Kollisionskonsequenzen durch Kollisionen manövrierunfähiger Schiffe mit Windenergieanlagen wurden intensiv in Forschungsvorhaben der TU Harburg (F. Biehl) und im europäischen SAFESHIP-Vorhaben /A-7/ betrachtet.

Zur Veranschaulichung der Lage von Brennstofftanks und Ladeölkzellen sind in Abbildung 0-3 typische Schiffsquerschnitte dargestellt.



Typischer Achterschiffsquerschnitt eines Trockenfrachters/Containerschiffs mit einem Brennstoffseitentank (H.F.O. Tk)

Typischer Mittschiffsquerschnitt eines Doppelhüllentankers mit Ladeölkammer (C.O.Tk)

**Abbildung 0-3: Typische Schiffsquerschnitte**

Die Frage, ob die Gondel auf das kollidierende Schiff fällt und dadurch weitere Schäden bewirkt oder nicht auf das Schiff fällt, ist ebenfalls nicht abschließend wissenschaftlich untersucht.

Die Berechnung der Kollisionskonsequenzen konzentrieren sich auf die Freisetzung von Öl und Brennstoff sowie in den Installationen des Windparks enthaltene wassergefährdende Schadstoffe. Bei der Berechnung der Konsequenzen werden sowohl die Treibstofftanks als auch die Ladetanks von Schiffen betrachtet. Es werden zusätzlich Ölmengen berechnet, die im Falle einer Kollision durch umstürzende Windenergieanlagen freigesetzt werden. Bei Passagierschiffen wird angenommen, dass Brennstoff nur im Doppelboden und in Zwischentanks im Mitschiffsbereich gelagert wird. An diesen Positionen sind Schäden durch Kollisionen mit einer Windenergieanlage nicht zu erwarten und werden daher ausgeschlossen.

Grundlage der Berechnungen zur Konsequenzanalyse (austretende Schadstoffmengen) ist ein Kollisionsgutachten, das eine Aussage über die kritische Schiffsgeschwindigkeit gibt, ab der mit einem Versagen der Schiffsstruktur und der Windkraftanlage zu rechnen ist.

Die bei einer Kollision freigesetzte mittlere Ölmenge  $\bar{M}_{\text{Öl}}$  wird für manövrierfähige Schiffe mit Gleichung (A-3) berechnet. Vereinfachend wird auf die Darstellung des Zählers  $k$  für jeden betrachteten Routenabschnitt an dieser Stelle verzichtet.

$$\bar{M}_{\text{Öl,pow}} = \sum_s \sum_t (P_{\text{SE,Br}} \cdot M_{\text{Br,s,t}} + P_{\text{SE,La}} \cdot M_{\text{La,pow,s,Tanker}}) \cdot P_s \cdot P_t + \sum_l P_{\text{WEA,Typ,l}} \cdot M_{\text{Öl,l}} \quad (0-3)$$

In Gleichung (A-3) ist  $P_{\text{SE,Br}}$  - die Wahrscheinlichkeit, dass bei der Kollision ein Brennstofftank getroffen wird,  $M_{\text{Br,s,t}}$  - die freigesetzte Brennstoffmenge für ein Schiff der Größenklasse  $s$  und des Typs  $t$ ,  $P_{\text{SE,La}}$  - die Wahrscheinlichkeit, dass bei einer Kollision ein Ladetank getroffen wird,  $M_{\text{La,s,Tanker}}$  - die freigesetzte Ladeölmenge für einen Tanker der Größenklasse  $s$ ,  $P_s$  - die Auftretenswahrscheinlichkeit der Schiffsgrößenklasse  $s$  und  $P_t$  die Auftretenswahrscheinlichkeit des Schiffstyps  $t$ ,  $P_{\text{WEA,Typ,l}}$  die Wahrscheinlichkeit des Typs  $l$  (WEA oder Umspannwerk (UW)) und  $M_{\text{Öl,l}}$  die freiwerdende Ölmenge Typs  $l$  (WEA oder UW). Die betrachteten Schiffsgrößenklasse  $s$  und die unterschiedlichen Schiffstypen  $t$  werden der Schiffsverkehrsdatenbank entnommen und sind aus den Schiffsverkehrsdaten abgeleitet. Die unterschiedlichen Anlagentypen  $l$  des Windparks definieren sich durch die Angaben der Planer. Es wird

zwischen unterschiedlichen Anlagen der Windenergieanlagen (WEAn) und der Umspannwerke (UW) unterschieden.

Eine Bedingung, dass bei der Kollision ein Brennstofftank getroffen wird, ist dass die Kollisionsstelle im Bereich eines an der Außenhaut des Schiffes liegenden Brennstofftanks liegt. Die Wahrscheinlichkeit dafür ist 0.15, da die Länge der Tanks im Verhältnis zur Schiffslänge nur 15 % ausmacht.

Die zweite Bedingung, dass ein Brennstofftank geschädigt wird ist, dass das Schiff überhaupt einen an der Außenhaut liegenden Brennstofftank besitzt. Dies ist bei etwa 25 % der Schiffe der Fall.

Berücksichtigt man beide Bedingungen so ergibt sich ein Faktor  $P_{SE,Br} = 0.0375$ .

$$P_{SE,Br} = P_{tt} \cdot P_{ta} = 0.25 \cdot 0.15 = 0.0375 \quad (0-4)$$

Die freigesetzte Brennstoffmenge für ein Schiff der Größenklasse s und des Schiffstyps t ergibt sich aus Gleichung (A-5).

$$M_{Br,s,t} = \frac{(a_k + b_k \cdot T + c_k \cdot T^2)}{6} \quad (0-5)$$

In Gleichung (A-5) sind  $a_k$ ,  $b_k$ ,  $c_k$  - die angewendeten schiffstypspezifischen Koeffizienten aus Tabelle A-2 und T die Tonnage des betrachteten Schiffes. Die Koeffizienten der Tabelle 0-2 wurden statistisch ermittelt, in dem stichprobenartig beim Germanischen Lloyd klassifizierte Schiffe ausgewählt wurden. Aus den Klasseunterlagen konnte deren Brennstoffmenge ermittelt werden und durch eine Regressionsfunktion approximiert werden.

**Tabelle 0-2: Schiffstypspezifische Koeffizienten für Gleichung A-5, Brennstoff**

Schiffstyp k	Obere Tonnagebegrenzungen [tdw]	Koeffizienten		
		$a_k$	$b_k$	$c_k$
Stückgut & Containerschiffe	100 000	1.886E+01	8.560E-02	4.000E-07
Massengut	300 000	5.480E+01	4.940E-02	0.000E+00
RoRo-Schiffe	50 000	1.890E+01	8.560E-02	4.000E-07
Gastanker	70 000	1.750E+02	7.090E-02	-1.690E-07
Chemikalien-tanker	200 000	4.761E+01	2.760E-02	0.000E+00
Öltanker	200 000	7.120E+02	2.98E-02	0.000E+00
Fähren- und Passagierschiffe	50 000	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00

Für Öltanker wird ebenfalls der Austritt von Ladeöl im Berechnungsverfahren berücksichtigt. Bedingung für den Austritt von Ladeöl ist, dass die Kollision im Bereich eines Ladeöltanks erfolgt. Dieser Faktor wird  $P_{SE,La} = 0.75$  angenommen, was dem Verhältnis der Länge der Ladöltanks zur Schiffslänge 75 % entspricht.

Bei der Berechnung der Menge austretenden Ladeöls wird konservativ davon ausgegangen, dass der komplette Inhalt zweier Ladetanks freigesetzt wird und dass 50% der Tanker voll beladen sind.

Die freigesetzte Ladeölmenge  $M_{La,k}$  für einen Tanker der Größenklasse k wird mit Gleichung (A-6) berechnet.

$$M_{La,pow,s,Tanker} = 2 \cdot (a_k + b_k \cdot T + c_k \cdot T^2) \quad (0-6)$$



In Gleichung (A-6) sind  $a_k$ ,  $b_k$ ,  $c_k$  Koeffizienten, die statistisch aus den Klasseunterlagen von beim Germanischen Lloyd klassifizierten Tankern ermittelt wurden, und T die Tonnage des betrachteten Schiffes.

**Tabelle 0-3: Schiffstypspezifische Koeffizienten für Gleichung (A-6) und (A-21), Ladeöl**

Schiffstyp k	Obere Tonnagebegrenzung [tdw]	Koeffizienten		
		$a_k$	$b_k$	$c_k$
Öltanker	200 000	0.000E+00	8.020E-02	4.000E-08

### A.2.3 Berechnung des Kollisionsrisikos

Das Kollisionsrisiko für das Szenario "Kollision von manövrierfähigen Schiffen mit Installationen des Windparks" ergibt sich für jeden betrachteten Routenabschnitt k aus der Kombination von Kollisionshäufigkeiten und Kollisionskonsequenzen.

$$R_{\ddot{O}l,k} = n_{coll,pow,k} \cdot \bar{M}_{\ddot{O}l,pow,k} \quad \text{für jeden Routenabschnitt k} \quad (0-7)$$

## A.3 Verfahren zur Berechnung von Risiken für die Kollisionen manövrierunfähiger Schiffe mit Installationen des Windparks

In den internationalen Kollisionsverhütungsregeln /A-8/ (KVR 1972, Teil A, Regel 3) wird ein manövrierunfähiges Schiff wie folgt definiert:

"Der Ausdruck "manövrierunfähiges Fahrzeug" bezeichnet ein Fahrzeug, das wegen außergewöhnlicher Umstände nicht so manövrieren kann, wie es die Regeln vorschreiben, und daher einem anderen Fahrzeug nicht ausweichen kann."

Manövrierunfähige Schiffe müssen ihre Manövrierunfähigkeit durch Setzen entsprechender Signalkörper bzw Lichter (KVR 1972, Teil C, Regel 27) deutlich machen.

Ein manövrierunfähiges Schiff muss führen:

- (i) zwei rote Rundumlichter senkrecht übereinander dort, wo sie am besten gesehen werden können;
- (ii) zwei Bälle oder ähnliche Signalkörper senkrecht übereinander dort, wo sie am besten gesehen werden können;
- (iii) bei Fahrt durch Wasser zusätzlich zu den unter diesem Buchstaben vorgeschriebenen Lichtern Seitenlichter und ein Hecklicht."

Zusätzlich müssen manövrierunfähige Schiffe im Falle verminderter Sicht alle 2 min die Signaltöne - lang, kurz, kurz - (KVR 1972, Teil D, Regel 35) geben.


Eine häufige Ursache für Manövrierunfähigkeit sind Ausfälle der Antriebs- oder Ruderanlage. Solche Ausfälle bewirken, dass Schiffe aufgrund von Seegangs-, Wind- und Strömungskräften anfangen zu driften. Die Driftrichtung und Driftgeschwindigkeit hängt jeweils von der Größe der am Schiff angreifenden Kräfte ab. In Abhängigkeit vom Ort, an dem ein Schiff manövrierunfähig wird, müssen bestimmte Kombinationen von Wind-, Strömungs- und Seegangskräften vorhanden sein, so dass das Schiff in Richtung Windpark treibt. Zusätzliche Einflussgrößen für die Driftbewegung sind Schiffstyp und Schiffsgröße.

Bevor es zu einer Kollision mit Installationen des Windparks kommt, besteht die Möglichkeit einer Notankerung, einer erfolgreichen Reparatur und somit die Wiedererlangung der Manövrierfähigkeit, oder die Bergung durch andere Fahrzeuge. Die zur Verfügung stehende Zeit ist vom Havarieort, den Wetter-/Stömungsbedingungen und dem Abstand zum Windpark abhängig.

### A.3.1 Berechnung der Kollisionshäufigkeit

Die Kollisionshäufigkeit von manövrierunfähigen Schiffen wird je Routenabschnitt aus der Kombination der Wahrscheinlichkeit der Manövrierunfähigkeit, der Kollisionswahrscheinlichkeit durch entsprechende Driftbewegungen, der Versagenswahrscheinlichkeit der kollisionsverhindernden Maßnahmen und der Anzahl der Schiffe auf dem Routenabschnitt bestimmt. Eine Erläuterung der Berechnung der einzelnen Wahrscheinlichkeiten wird in diesem Abschnitt vorgenommen.

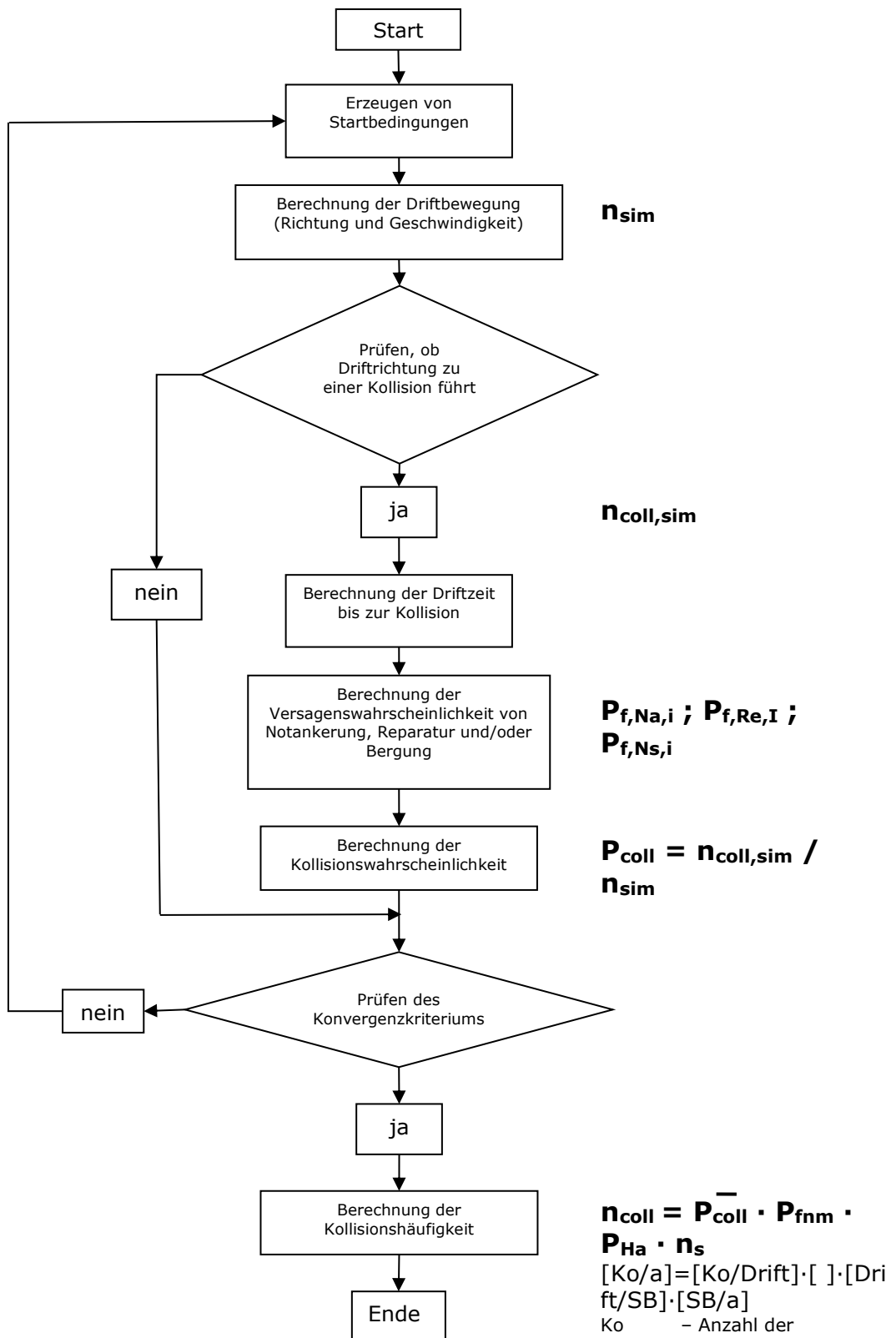
Als Grundannahme für die Manövrierunfähigkeit wird die Ausfallrate des Propulsionssystems (Antriebs- und Rudersystem) verwendet. Entsprechend der Harmonisierung der Grundannahmen für Kollisionsrisikoanalysen /A-6/ wird für diese Ausfallrate ein Wert von  $2,5 \cdot 10^{-4}$  pro Stunde angesetzt. Dies entspricht einem durchschnittlichen statistischen Ausfallintervall von 4.000 Stunden.



Die Kollisionswahrscheinlichkeit aufgrund der Driftbewegung wird berechnet, indem alle Kombinationen aus den genannten Einflussgrößen herausgefiltert, die zu einer Kollision führen. Dies wird mit Hilfe einer Monte-Carlo Simulation durchgeführt. Eine ausführliche Beschreibung des Verfahrens ist in /A-9/ gegeben.

Bei der angewendeten Monte-Carlo Simulation /A-9/ wird die Wahrscheinlichkeit der Kollision von Schiffen mit Installationen des Windparks ermittelt, in dem mögliche Driftvorgänge von manövrierunfähigen Schiffen rechnerisch simuliert werden. Hierzu werden eine Vielzahl von Simulationsläufen durchgeführt, bei denen für jeden Simulationslauf die den Driftvorgang bestimmenden Einflussfaktoren als Startbedingungen vorgegeben werden. Als Ergebnis eines Simulationslaufes ergibt sich, ob ein Schiff unter den angenommenen Startbedingungen in Richtung einer Anlage driftet oder nicht und eine Kollisionsgefahr besteht. Es wird eine Vielzahl von Simulationsläufen durchgeführt, wobei die Startbedingungen für jeden Simulationslauf neu generiert werden.

Die Kollisionswahrscheinlichkeit ergibt sich aus dem Quotienten der Anzahl von Simulationsläufen mit Kollision und der Gesamtzahl an durchgeführten Simulationsläufen. Bei der Ermittlung der Kollisionswahrscheinlichkeit werden zunächst risikomindernde Maßnahmen nicht miteinbezogen. Diese werden in einem späteren Schritt bei der Berechnung der Kollisionshäufigkeit berücksichtigt. In Abbildung 0-4 ist der Ablauf der Monte-Carlo Simulation grafisch dargestellt. Die einzelnen Schritte der Simulation werden im Folgenden erläutert.

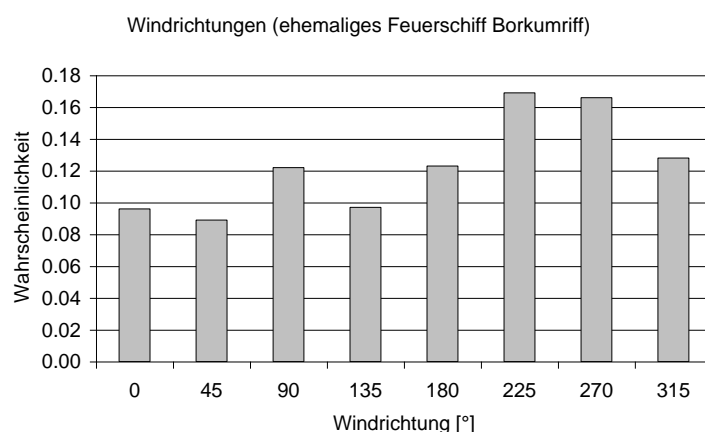


**Abbildung 0-4: Schematische Darstellung des Ablaufs der Monte-Carlo Simulation**

## Generierung von zufälligen Startbedingungen

In einer Monte-Carlo Simulation werden Zufallsvariablen betrachtet, die durch Verteilungsfunktionen beschrieben werden. Im Gegensatz zu deterministischen Variablen, denen jeweils ein bestimmter Wert zugewiesen wird, können Zufallsvariablen ein ganzes Spektrum von Werten annehmen, denen jeweils eine Auftretenswahrscheinlichkeit oder Auftretenshäufigkeit zugeordnet wird.

Eine typische Zufallsvariable ist z.B. die Windrichtung. Einer deterministischen Variablen kann nur ein Wert zugewiesen werden, z.B. Windrichtung Ost (90°). Bei einer Zufallsvariable werden alle Windrichtungen mit ihrer entsprechenden Auftretenswahrscheinlichkeit beschrieben. Sie umfasst somit das gesamte Spektrum möglicher Werte, z.B. die Windrichtungen 0-360°.



### Abbildung 0-5: Beispiel einer Zufallsvariable (Windrichtung)

Im Falle der Kollisionsberechnungen von manövrierunfähigen Schiffen mit Installationen des Windparks werden die folgenden Zufallsvariablen betrachtet werden.

- schiffsbezogen
  - Schiffstyp
  - Schiffsgröße
- routenbezogen
  - Ort, an dem das Schiff manövrierunfähig wird
- umweltbezogen
  - Wind (Geschwindigkeit und Richtung)
  - Strömung (Geschwindigkeit und Richtung sind zeitenabhängig)
  - Seegang (Wellenrichtung, Wellenhöhe)
  - Wassertiefe, (Gezeiten)

In einer Monte-Carlo Simulation werden eine Reihe von Simulationsläufen durchgeführt. In jedem Simulationslauf wird der Prozess deterministisch untersucht. Das bedeutet, dass jeder Simulationslauf mit deterministischen Variablen durchgeführt werden muss. Im Falle der Kollision von manövrierunfähigen Schiffen mit Installationen des Windparks bedeutet dies, dass ein Simulationslauf mit genau einem Schiff einer bestimmten Größe, eines bestimmten Typs, bei einer definierten Windrichtung und Windstärke, etc. durchgeführt wird. Die Problematik besteht nun darin, aus den Zufallsvariablen (den Verteilungen) Werte (z.B. eine Windrichtung) zu finden, mit denen die einzelnen Simulationsläufe durchzuführen sind. Hinzu kommt, dass die deterministischen Variablen so ausgewählt werden sollen, dass sie in ihrer Gesamtheit (alle Simulationsläufe zusammen betrachtet) den Häufigkeiten ihres Auftretens entsprechen. Das bedeutet, dass Windrichtungen, die in der Realität häufiger vorkommen auch häufiger in den Simulationsläufen verwendet werden sollen. Für den einzelnen

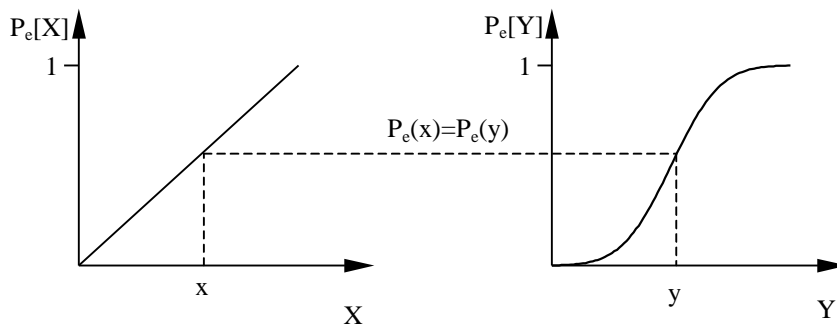
Simulationslauf ist die Auswahl der Startbedingungen zufällig. In der Gesamtheit aller Simulationsläufe entsprechen sie den real existierenden Verteilungen.

Diese Forderung an das Berechnungsverfahren wird umgesetzt, in dem Zufallszahlen gebildet werden, die an die Verteilungsfunktionen der Zufallsvariablen angepasst werden. Zufallsgeneratoren können im Allgemeinen nur gleichverteilte Zufallszahlen zwischen 0 und 1 erzeugen. Das bedeutet, dass die Wahrscheinlichkeit aller Zahlen in besagtem Intervall gleich groß ist. Die Anpassung die Verteilungsfunktionen der Zufallsvariablen erfolgt über eine mathematische Transformation.

Die Transformationsvorschrift lautet:

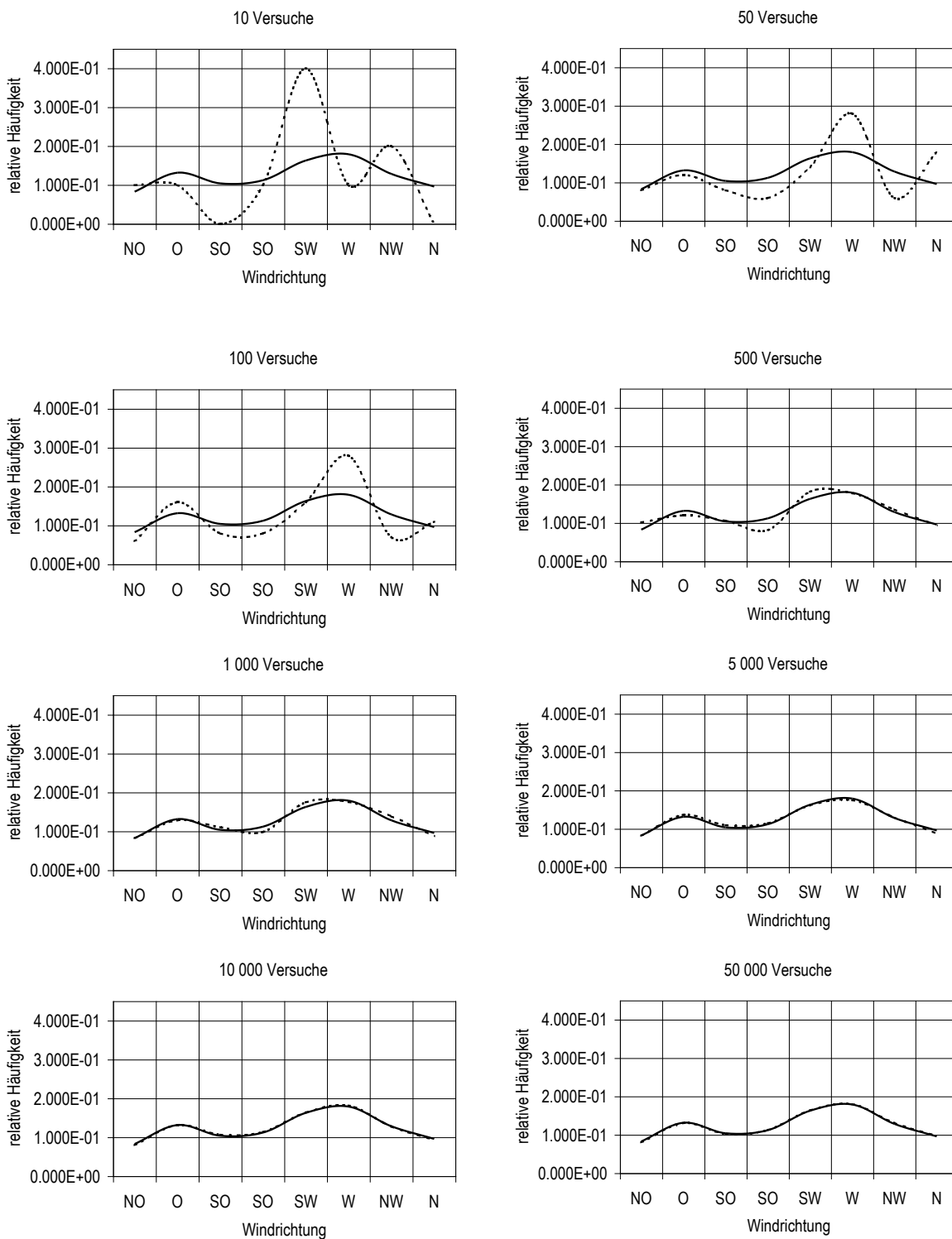
$$P_e[X] = P_e[Y] \quad (0-8)$$

In Gleichung (A-8) ist  $P_e[X]$  die Überschreitenswahrscheinlichkeit der gleichverteilten Zufallszahlen des Zufallsgenerators und  $P_e[Y]$  die Überschreitenswahrscheinlichkeit der anzupassenden Zufallsvariablen (z.B. Windrichtung). In Abbildung 0-6 ist der Algorithmus der Berechnung zufälliger Startbedingungen graphisch dargestellt. Es wird per Zufallsgenerator eine Zahl  $x$  erzeugt und der entsprechende Funktionswert  $P_e(x)$  berechnet. Dann wird die Zahl  $y$  gesucht, bei der  $P_e(y)$  gleich  $P_e(x)$  ist.



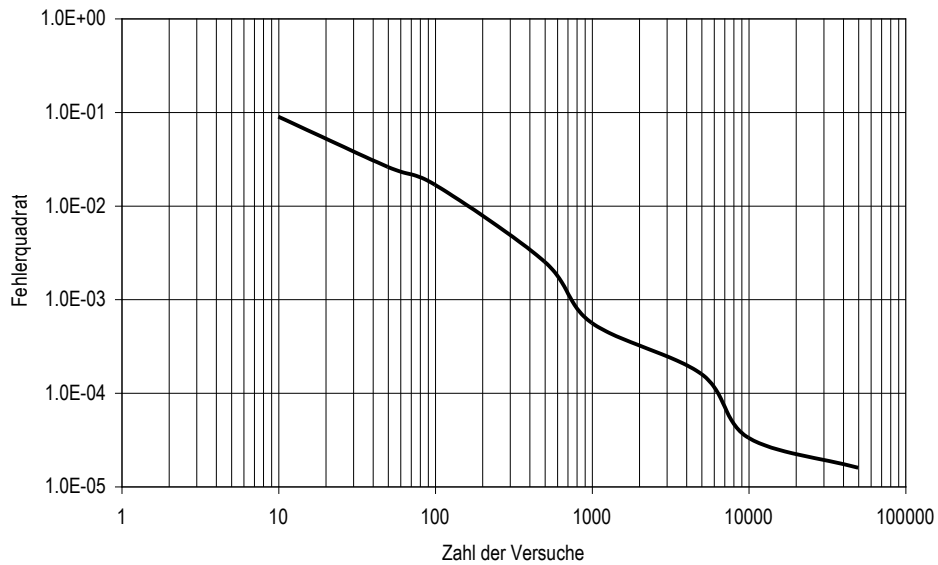
**Abbildung 0-6: Transformation gleichverteilter Zufallszahlen**

Die Genauigkeit, mit der die einzelnen Einflussfaktoren von der Monte-Carlo Simulation abgebildet werden, steigt mit der Zahl der Simulationsläufe. In Abbildung 0-7 wird dieses konvergierende Verhalten für eine jeweils unterschiedliche Anzahl von Simulationsläufen beispielhaft an der Verteilung der Windrichtungen gezeigt. In den einzelnen Bildern stellt die durchgezogene Kurve jeweils die Verteilung der original gemessenen Daten dar. Die gestrichelte Kurve zeigt die relative Häufigkeit der simulierten Windrichtungen an. Es ist deutlich zu erkennen, wie die gestrichelte Kurve der simulierten Windrichtungen sich mit wachsender Zahl von Simulationsversuchen der originalen Kurve anpasst.



**Abbildung 0-7: Konvergenz der simulierten Windrichtungen mit steigender Zahl von Versuchen**

Bildet man das Quadrat des Fehlerintegrals, also das Quadrat der Fläche zwischen den beiden Kurven, so kann man die Konvergenz erkennen. In Abbildung 0-8 ist das Quadrat des Fehlerintegrals über die Zahl von Versuchen der Simulation dargestellt. Deutlich ist die Abnahme des Fehlerintegrals zu erkennen.



**Abbildung 0-8: Quantitative Beschreibung des Konvergenzverhaltens der berechneten Startbedingungen**

Die Kombination der einzelnen deterministischen Variablen wird in den Berechnungen unabhängig vorgenommen. Das bedeutet, dass der für einen Simulationslauf ausgewählte Schiffstyp unabhängig davon ist, welche Windrichtung für den Simulationslauf ausgewählt wird. Am Ende der Auswahl der Startbedingungen liegen für einen Simulationslauf ein Satz Startbedingungen (ein Schiffstyp, eine Schiffsgröße, eine Windrichtung, eine Windgeschwindigkeit, Ort der Havarie, etc.) vor, mit dem die Driftbewegung des Schiffes berechnet werden kann.



## Berechnung der Driftbewegung

Für jeden Simulationslauf muss für die gewählten Startbedingungen die Berechnung der Driftbewegung erfolgen, um festzustellen, ob das Schiff in Richtung des Windparks driftet oder nicht. Diese Driftbewegung wird 24 Stunden lang für jede Stunde neu berechnet. So können die Einflüsse der Tidenströmungen, die abhängig von der Position des Havaristen und dem Tidenprogress sind, mit in die Driftbewegung einfließen.

Die Driftbewegung eines Schiffes ergibt sich allgemein aus dem Gleichgewicht der auf das Schiff wirkenden Wind-, Wellen- und Strömungskräfte. Um die Driftbewegung des Havaristen berechnen zu können, müssen die jeweils wirkenden Kraftkomponenten berechnet werden. Für die einzelnen Kraftkomponenten wurden die folgenden Berechnungsformeln /A-11/ angewendet:

### Windkräfte

Die auf das manövrierunfähige Schiff wirkenden Windkräfte werden mit Gleichung (0-9) berechnet.

$$\vec{F}_{Wi,90} = c_{d,Wi,90} \frac{\rho_{Air}}{2} \cdot (\vec{v}_{Wi} + \vec{v}_S)^2 \cdot A_{l,Wi} \quad (0-9)$$

In Gleichung (0-9) ist  $c_{d,Wi,90} = 0.855$  - der Widerstandsbeiwert des Überwasserschiffes,  $\rho_{Air} = 1.3 \text{ kg/m}^3$  - die Dichte von Luft,  $v_{Wi}$  - die Windgeschwindigkeit,  $A_{l,Wi}$  - die Lateralfläche des Überwasserschiffes und  $v_S$  - die Geschwindigkeit des Schiffes über Grund. Die Lateralfläche  $A_{l,Wi}$  des Überwasserschiffes ergibt sich aus der Länge multipliziert mit dem Freibord des Schiffes. Dazu wird die Fläche addiert, die sich aus dem Produkt der Länge und Höhe der Decksaufbauten ergibt. Die laterale Fläche der Decksaufbauten schließt bei Frachtschiffen die Flächen der möglichen Ladung ein, dies gilt insbesondere für Containerschiffe.

### Wellendriftkräfte

Die resultierende Wellendriftkraft wird mit Gleichung (0-10) berechnet.

$$\vec{F}_{We,90} = c_{d,We,90} \frac{\rho_W}{2} \cdot g \cdot \nabla^{1/3} \cdot \xi_a^2 \quad (0-10)$$

In Gleichung (0-10) ist  $c_{d,We,90} = 0.5$  - der Beiwert der Wellendriftkraft,  $\rho_W = 1024 \text{ kg/m}^3$  - die Dichte von Seewasser,  $g = 9.81 \text{ m/s}^2$  - die Erdbeschleunigung,  $\nabla$  - die Verdrängung des Havaristen und  $\xi_a$  - die signifikante Wellenamplitude ( $H_s/2$ ).

### Strömungskräfte

Die resultierende Strömungskraft wird mit Gleichung (0-11) berechnet.

$$\vec{F}_{St,90} = c_{d,St,90} \cdot \frac{\rho_W}{2} \cdot (\vec{v}_S + \vec{v}_{T,Wd})^2 \cdot A_{l,St} \quad (0-11)$$

In Gleichung (0-11) ist  $c_{d,St,90} = 0.6$  - der Beiwert der Strömungskraft,  $v_S$  - die Geschwindigkeit des Schiffes über Grund,  $v_{T,Wd}$  - die Geschwindigkeit der Strömung von Gezeiten und Winddrift und  $A_{l,St}$  - die Lateralfläche des Unterwasserschiffes. Die Lateralfläche des Unterwasserschiffes ergibt sich aus dem Produkt der Schiffslänge zwischen den Loten und dem Schiffstiefgang.

Unter der Annahme, dass bei konstanter Driftbewegung alle am Schiff angreifenden Kräfte im Gleichgewicht stehen, ergibt sich die Driftgeschwindigkeit (Fahrt des Schiffes über Grund) als Lösung von Gleichung (0-12).

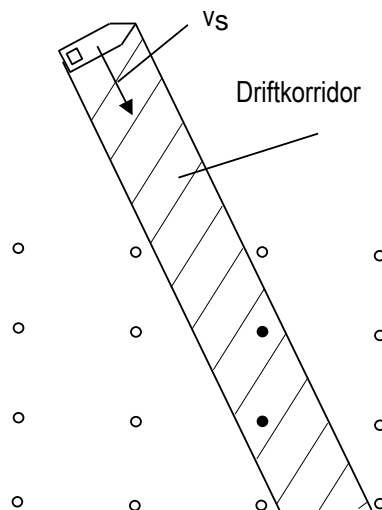
$$\vec{0} = \vec{F}_{Wf,90} + \vec{F}_{We,90} + \vec{F}_{St,90} \quad (0-12)$$

Die Driftrichtung ergibt sich aus der komponentenweisen Betrachtung der Vektorgleichung (0-12).

Vergleichsberechnungen mit realen Driftbewegungen von manövrierfähigen Schiffen haben gezeigt, dass unter Einbeziehung der Windkräfte und der Kräfte aus Wind- und Tidenströmung eine realistische Driftbewegung berechnet werden kann. Somit bleibt die Wellenkraft für die Berechnung der Driftbewegung unberücksichtigt. Unabhängig davon wird diese Kraftkomponente bei der Ermittlung der erforderlichen Schleppleistung eines Notschleppers berücksichtigt.

### Prüfen ob Driftrichtung zu einer Kollision führt

Im nächsten Schritt des Berechnungsverfahrens wird geprüft, ob die Driftbewegung des Havaristen zu einer Kollision zwischen Schiff und WEA bzw. UW führen kann. Hierfür wird die Fläche (Driftkorridor) berechnet, über die das Schiff manövrierunfähig driftet, siehe Abbildung 0-9. Liegen WEA oder UW des Windparks innerhalb dieses Korridors, so ist das Schiff kollisionsgefährdet.



**Abbildung 0-9: Driftkorridor eines manövrierunfähigen Schiffes (nicht maßstäblich)**

### Berechnung der Driftzeit bis zur Kollision

Liegen im Driftkorridor Installationen des Windparks, so kann aus der Driftgeschwindigkeit  $v_s$  und der Distanz  $d$  (Strecke zwischen der Position an der die Drift des Schiffes begann und der dichtesten WEA im Driftkorridor) die Driftzeit  $t_d$  bis zur Kollision berechnet werden.

$$t_d = \frac{d}{v_s} \quad (0-13)$$

## Berechnung der Versagenswahrscheinlichkeit von Notankerung, Reparatur und/oder Bergung

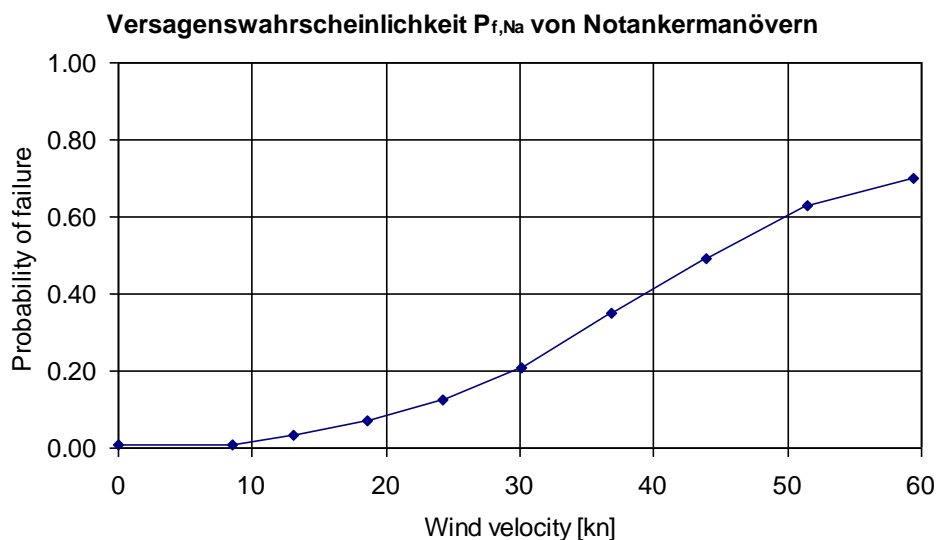
In der Simulation werden drei Arten von kollisionsverhindernden Maßnahmen berücksichtigt, die von jeder Schiffsführung eingeleitet werden können, deren Schiff manövrierunfähig geworden ist. Diese Maßnahmen sind Notankerung, Reparatur und Bergung.

Hierfür wird bei jedem Simulationslauf die Wahrscheinlichkeit ermittelt, die den Erfolg oder Misserfolg dieser risikomindernden Maßnahmen ausdrücken.

### Notankerung

Eine Möglichkeit, die Drift des manövrierunfähigen Schiffes aufzuhalten oder zu verlangsamen, ist die Notankerung. Dabei werden einer oder beide Anker geworfen und es wird versucht, das Schiff aufzustoppen. Gelingt die Notankerung, so besteht für das Schiff keine weitere Kollisionsgefahr.

Um die mögliche risikoreduzierende Wirkung einer Notankerung in die Berechnung einfließen zu lassen, wird eine Funktion (Abbildung 0-10) eingeführt, welche die Versagenswahrscheinlichkeit von Notankermanövern in Abhängigkeit von der Windgeschwindigkeit beschreibt. Diese Funktion entspricht den harmonisierten Grundannahmen /A-6/.

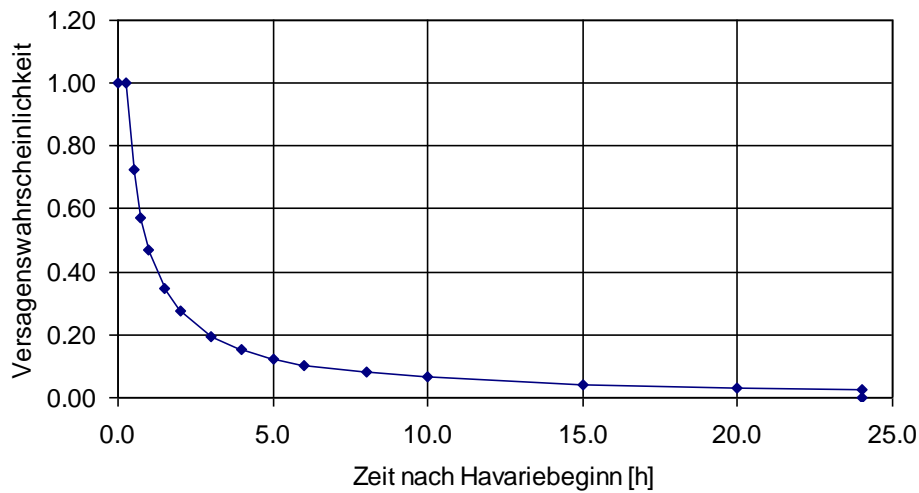


### Abbildung 0-10: Risikomindernde Wirkung von Notankerung

#### Reparaturmaßnahmen

Manövrierunfähigkeit ist immer mit dem Ausfall der Antriebs- und/oder der Ruderanlage verbunden. Somit besteht in den meisten Fällen auch die Möglichkeit einer Reparatur der ausgefallenen Anlage und somit der Wiedererlangung der Manövrierfähigkeit. Kritisch für die Wiederherstellung der Manövrierfähigkeit ist daher die dafür zur Verfügung stehende Zeit. Die Versagenswahrscheinlichkeit von Reparaturmaßnahmen wird deshalb als zeitabhängige Funktion in der Simulation berücksichtigt (Abbildung 0-11). Diese Funktion entspricht den harmonisierten Grundannahmen /A-6/ und wurde von MARIN aus der Datenbank über manövrierunfähige Schiffe der niederländischen Coastguard aus den Jahren 2002 und 2003 abgeleitet (siehe /A-10/). Die Datenbank ermöglicht aufgrund der enthaltenen Informationen die Ableitung des Zusammenhangs zwischen Ausfall des Antriebs- und Rudersystems und der Dauer der Manövrierunfähigkeit.

### Versagenswahrscheinlichkeit von Reparaturmaßnahmen

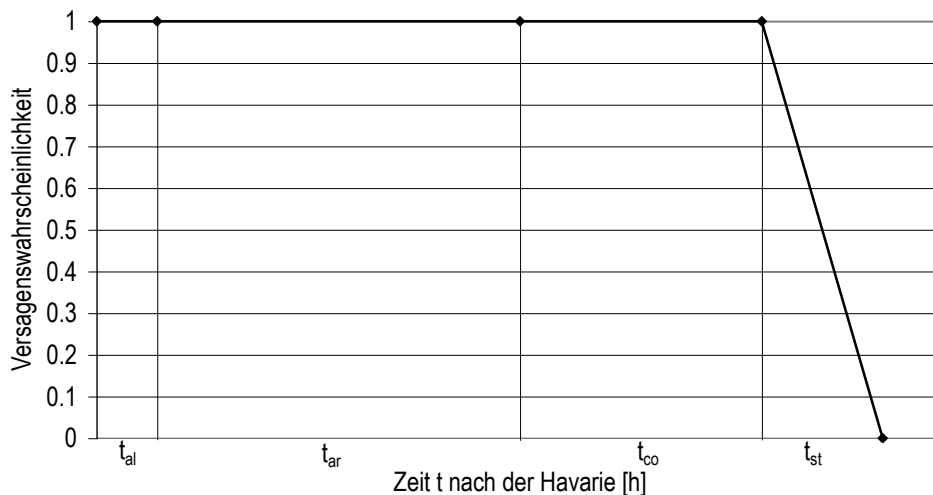


**Abbildung 0-11: Berücksichtigung von Reparaturmaßnahmen in der Monte-Carlo Simulation**


### Bergung mit Schlepperunterstützung

Der Einsatz von Bergungsschleppern ist eine weitere Möglichkeit, die drohende Kollision eines manövrierunfähigen Schiffes mit WEA oder der UW abzuwenden. Es wird eine zeitabhängige Funktion der Versagenswahrscheinlichkeit (Abbildung 0-12) eingeführt. Die einzelnen Zeitabschnitte müssen entsprechend der Position des Windparks sowie des Havaristen und der Kapazitäten von verfügbaren Bergungsschleppern angepasst werden. In Abbildung 0-12 ist daher der Verlauf der Funktion nur schematisch dargestellt.

### Versagenswahrscheinlichkeit von Notschleppmanövern



**Abbildung 0-12: Berücksichtigung von Bergungseinsätzen in der Monte-Carlo Simulation**



Die Zeit, die für eine erfolgreiche Bergung benötigt wird, lässt sich durch die in der Abbildung 0-12 schematisch dargestellten Faktoren  $t_{al}$ ,  $t_{ar}$ ,  $t_{co}$  und  $t_{st}$  beschreiben. Wird diese Zeit überschritten, kommt es auf jeden Fall zu einem Versagen des Bergungsmanövers. Ansonsten sinkt die Versagenswahrscheinlichkeit erst im Laufe der Zeitperiode für die Stabilisierung und Anschleppens des manövrierunfähigen Schiffes langsam auf Null ab. D.h., sollte keine ausreichende Zeit für die Stabilisierung und das Anschleppen verbleiben, kann nicht mit Sicherheit ausgeschlossen werden, dass es trotz Leinenverbindung zwischen Schlepper und driftendem Schiff zu einer Kollision mit einer Windenergieanlage kommen kann. Das Notschleppmanöver gilt als gescheitert, wenn es innerhalb der Summe der hier aufgezeigten Teilzeiten (Alarmierung, Anfahrt, Leinenverbindung und Stabilisieren) zu einer Kollision zwischen Drifter und WEA kommt bzw. wenn das manövrierunfähige Schiff bei Windstärken größer 4 Bft in einen Windpark driftet. Die Bergung gilt als erfolgreich, wenn der Schlepper den Havaristen mit Ablauf der Zeit für die Stabilisierung angeschleppt hat und es bis dahin zu keiner Kollision gekommen ist bzw. das Schiff bei Windstärken größer 4 Bft nicht in einen Windpark gedriftet ist.

Entsprechend den harmonisierten Annahmen von 2005 /A-14/ berücksichtigt das Rechenmodell des GL eine detaillierte Modellierung der Bergung durch Notschlepper mit Berücksichtigung der zeitlichen Abläufe sowie der Schleppkapazitäten. Eine Begrenzung der Notschleppsätze auf Windbedingungen kleiner 8 Bft wird nicht vorgenommen.

$t_{al}$  - Zeit für die Alarmierung und Aktivierung

Die Zeit  $t_{al}$  umfasst den Zeitraum von der Havarie bis zum Auslaufen des Bergungsschleppers von seinem Stationierungsort. Diese Zeitspanne enthält die Zeit zur Feststellung der Havarie bei, die Zeit bis zur Entscheidung, ob Bergungsschlepper eingesetzt werden sollen und die Mobilisierung der Schlepper und deren Besatzung. Diese Zeitspanne variiert für die einzelnen Notschlepper. Die "Oceanic" (bzw. dessen Nachfolger) steht permanent für Notschleppsätze zur Verfügung und benötigt somit nur eine geringe Zeitspanne, um zu beginnen, in Richtung Einsatzgebiet zu fahren. Die "Neuwerk" und die "Mellum" benötigen gegebenenfalls längere Zeit, um sich zum Havaristen in Marsch zu setzen, sofern sie gerade mit anderen Aufgaben (Tonnenlegen, Messungen, etc.) beauftragt sind. Im Mittel kann von einer Zeit für die Alarmierung von 0.5 h ausgegangen werden, da die Erkennung über AIS und Radar innerhalb weniger Minuten möglich ist.

$t_{ar}$  - Zeit für den Anfahrtsweg

Nach dem Auslaufen benötigen die Schlepper eine gewisse Zeit, um bis zum Havaristen zu fahren. Diese Zeitspanne ist von der Distanz zum Havaristen und von der möglichen Geschwindigkeit des Schleppers abhängig. Zusätzlich haben auch die herrschenden Witterungsbedingungen wie Wind, Strömung und Seegang Einfluss auf die Geschwindigkeit des Schleppers. Die Zeitspanne für den Anfahrtsweg des Schleppers ist daher variabel. Pessimistisch kann die maximale Vorausgeschwindigkeit bei 9 bft Gegenwind und 5 m Wellenhöhe angenommen werden, die etwa 14 kn beträgt.

$t_{co}$  - Zeit zum Herstellen der Leinenverbindung zwischen Havarist und Schlepper

Ist der Schlepper beim Havaristen eingetroffen, so wird eine gewisse Zeit benötigt, um eine Schleppverbindung mit dem Havaristen herzustellen. Die benötigte Zeit schwankt zwischen 0.5 h unter normalen Bedingungen und evtl. mehreren Stunden bei schwerer See. Sie ist sowohl von der Ausrüstung des Schleppers (Leinenschussgeräte etc.) und des Havaristen (Notschleppgeschirre), von den Witterungsbedingungen (Seegang, Wind) als auch von Erfahrungen bzw. Fähigkeiten der Besatzungen an Bord beider Schiffe abhängig. In den Berechnungen wird diese Zeitspanne pessimistisch mit 1.0 h bei Windgeschwindigkeiten bis 8 bft angenommen. Bei Windverhältnissen ab 8 bft wird eine längere Zeitspanne für die Leinenverbindung von 3.5 h angenommen.

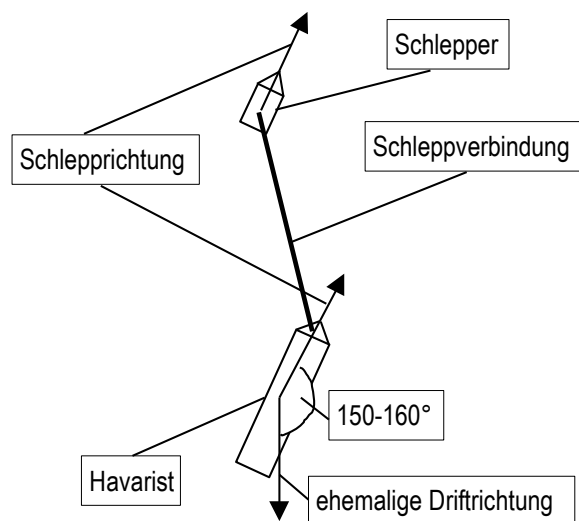
$t_{st}$  - Zeit bis zur Stabilisierung der Lage des Havaristen

Nachdem eine Schleppverbindung hergestellt wurde, kann damit begonnen werden, die Driftgeschwindigkeit des Havaristen zu verringern und ihn aus der Gefahrenzone zu schleppen. Die Zeit, die dafür benötigt wird, hängt wiederum von einer Reihe von Faktoren ab. Zunächst ist sie von der Leistung der Schlepper und von den vorhandenen Umweltbedingungen abhängig. Aber auch die Erfahrungen der Besatzung und die angewendete Schleppstrategie beeinflussen diesen Zeitraum. In Moore et al. /A-12/ wird eine mittlere Zeit von 15 min für Tanker bei 30 Kn Windgeschwindigkeit angegeben. Bei Schleppsimulationen am "Institut für Schiffsbetrieb, Seeverkehr und Simulation" (ISSUS) zeigte sich, dass diese Zeiträume auch bis zu einer Stunde lang sein können. Daher wird dieser Zeitraum  $t_{st}$  mit 0.5 h angenommen. Im Zeitraum  $t_{st}$  sinkt die Versagenswahrscheinlichkeit linear auf Null herab. Bei Windverhältnissen ab 8 bft wird eine längere Zeitspanne bis zur Stabilisierung der Lage des Havaristen (Aufstoppen der Drift) von 1.0 h angenommen.

### Berechnung der notwendigen Schleppkraft

Eine Voraussetzung für den Schlepper ist eine ausreichende Schleppleistung, so dass der Schlepper die Drift des Havaristen vor Erreichen des Windparks aufstoppen kann. Insofern muss geprüft werden, ob die zur Verfügung stehenden Schlepper in der Lage sind, bei den gegebenen Umweltbedingungen, Größe und Typ des Havaristen etc., den Havaristen zu bergen.

Wie schon bei der Berechnung der Driftgeschwindigkeit, benötigt man zur Ermittlung der notwendigen Schleppleistung die auf den Havaristen wirkenden Kräfte. Erfahrungswerte und Simulationen (siehe /A-13/) zeigten, dass sich in den meisten Fällen eine stabile Lage des Havaristen zum Schleppen bei etwa 150 –160 ° zur Driftrichtung ergibt, siehe Abbildung 0-13.



**Abbildung 0-13: Annahme zur Lage von Havarist und Schlepper bei Schleppmanövern**

In der Realität ist der Schleppvorgang natürlich ein sehr dynamischer Vorgang. Das bedeutet, dass sich die Lage zwischen Schlepper und Havaristen ständig verändert. Aus der jeweiligen Lage des Havaristen zu den wirkenden Kraftkomponenten (Wind, Wellen und Strömung) verändern sich die Angriffsflächen der jeweiligen Kraftkomponenten.

Nur wenn die Pfahlzugleistung des Schleppers größer als der erforderliche Pfahlzug  $\bar{F}_p$  ist, wird die Wahrscheinlichkeitsfunktion, Abbildung 0-12, angewendet. Ansonsten wird der Schlepper als wirkungslos betrachtet. Als wirkende Kraft wird in den Berechnungen eine Trossenzugkraft der Schlepper in Höhe von 60% der angegebenen Pfahlzugkraft angenommen.

### Berechnung der Kollisionswahrscheinlichkeit

Ist ein Simulationslauf abgeschlossen, so kann die Kollisionswahrscheinlichkeit pro Schiff  $P_{coll}$  berechnet werden. Diese ergibt sich aus der Zahl der durchgeführten Simulationsläufe mit erfolgter Kollision  $n_{coll,sim}$  und der Gesamtzahl an durchgeführten Simulationsläufen  $n_{sim}$  entsprechend Gleichung (0-14).

$$P_{coll} = \frac{n_{coll,sim}}{n_{sim}} \quad (0-14)$$

### Prüfen des Konvergenzkriteriums

Als Konvergenzkriterium der Monte-Carlo Simulation wird der Standard Fehler des Mittelwertes SEM ("Standard Error of the Mean Statistic") verwendet. Diese statistische Größe, Gleichung (0-15), wird aus der Standardabweichung der Kollisionswahrscheinlichkeit und der Anzahl der Simulationsläufe berechnet.

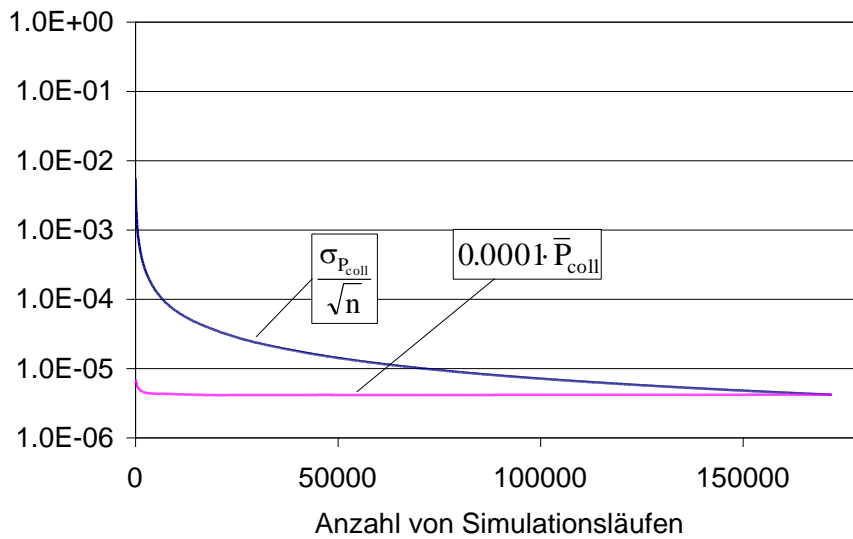
$$SEM = \frac{\sigma_{P_{coll}}}{\sqrt{n}} \quad (0-15)$$

Ein gängiges Maß für die Konvergenz der Simulation ist wenn der SEM Wert kleiner als 1% des Mittelwertes der Kollisionswahrscheinlichkeit  $P_{coll}$  ist. In den Berechnungen des GL wird ein genaueres Konvergenzkriterium 0.01 % des Mittelwertes angewendet.

Daraus ergibt sich als Konvergenzkriterium der Simulation:

$$\frac{\sigma_{P_{coll}}}{\sqrt{n}} < 0.0001 \cdot \bar{P}_{coll} \quad (0-16)$$

In Gleichung (0-16) ist  $\sigma_{P_{coll}}$  die Standardabweichung der Kollisionswahrscheinlichkeit,  $\bar{P}_{coll}$  der Mittelwert der Kollisionswahrscheinlichkeit und  $n$  die Anzahl der Simulationsläufe. Das Konvergenzverhalten der Monte-Carlo Simulation ist in Abbildung 0-14 dargestellt. Die beiden Kurven stellen jeweils eine Seite der Ungleichung (0-16) dar. Deutlich ist die Annäherung der Kurven mit zunehmender Anzahl von Simulationsläufen zu erkennen. Am Schnittpunkt beider Kurven ist das Abbruchkriterium der Simulation erreicht und die Simulation wird beendet.



**Abbildung 0-14: Konvergenz der Kollisionswahrscheinlichkeit innerhalb der Monte-Carlo Simulation**

### Berechnung der Kollisionshäufigkeit

Die Kollisionshäufigkeit von manövrierunfähigen Schiffen mit Installationen des Windparks wird mit Gleichung (A-17) berechnet.

$$n_{\text{coll}} = P_{\text{coll}} \cdot \bar{P}_{\text{fmm}} \cdot P_{\text{Ha}} \cdot n_{\text{S}} \quad (0-17)$$

In Gleichung (0-17) ist  $\bar{P}_{\text{fmm}}$  die Versagenswahrscheinlichkeit von Notankerung, Selbstreparatur und Bergung,  $P_{\text{Ha}}$  - die Wahrscheinlichkeit der Havarie eines Schiffes auf dem betrachteten Routenabschnitt und  $n_{\text{S}}$  - die Anzahl der Schiffe auf dem Routenabschnitt.

Die Wirkung von Notankerung, Selbstreparatur und Bergung wird im Faktor  $\bar{P}_{\text{fmm}}$  für alle Simulationsläufe zusammengefasst.

$$\bar{P}_{\text{fmm}} = \frac{\sum_{i=1}^{n_{\text{coll,sim}}} (P_{\text{f,Na},i} \cdot P_{\text{f,Re},i} \cdot P_{\text{f,Ns},i})}{n_{\text{coll,sim}}} \quad (0-18)$$

Darin sind  $P_{\text{f,Na},i}$ ,  $P_{\text{f,Re},i}$  und  $P_{\text{f,Ns},i}$  - die Versagenswahrscheinlichkeiten der kollisionsverhindernden Maßnahmen unter der Bedingung, dass der Havarist auf das Objekt zu driftet.

$$P_{\text{Ha}} = \frac{l_{\text{k}}}{v_{\text{S}} \cdot t_{\text{f,PS}}} \quad (0-19)$$

In Gleichung (0-19) ist  $l_{\text{k}}$  die Länge des betrachteten Routenabschnittes,  $t_{\text{f,PS}}$  das Ausfallintervall des Propulsionssystems und  $v_{\text{S}}$  die Schiffsgeschwindigkeit nach Tabelle 0-4.



**Tabelle 0-4: Tabelle der typspezifischen Schiffsgeschwindigkeiten**

Schiffstyp	durchschnittliche Schiffsgeschwindigkeit vs [Kn]
Stückgutschiffe	20.0
Containerschiffe	20.0*)
Ro-Ro Schiffe	20.0
Bulker	14.0
Fähren und Passagierschiffe	20.0
Öltanker	14.0
Gastanker	15.0
Chemikaliertanker	15.0

\*) Die durchschnittliche Schiffsgeschwindigkeit für Containerschiffe wurde gegenüber den harmonisierten Annahmen konservativ mit einer Geschwindigkeit von 20.0 kn angenommen.

### A.3.2 Berechnung der Kollisionskonsequenzen

Im Falle der Kollision von manövrierunfähigen Schiffen ist mit deutlich kleineren Kollisionsenergien zu rechnen als im Falle der Kollision von manövrierfähigen Schiffen, da Driftgeschwindigkeiten deutlich kleiner sind als die Fahrtgeschwindigkeiten der Schiffe.

Im Falle eines driftenden Schiffes kann davon ausgegangen werden, dass das Schiff seitlich mit dem Turm der WEA in Kontakt kommt. Durch die geringe Auftreffgeschwindigkeit ist damit zu rechnen, dass der Turm am Fundament versagt und der Turm vom Schiff wegfällt. Dass die Gondel auf das Schiff fällt, ist bei diesem Szenario nicht zu erwarten.

Wie bereits erwähnt ist die Schiffstruktur in der Lage, begrenzt Kollisionsenergie zu absorbieren. Somit kann bei geringen Driftgeschwindigkeiten davon ausgegangen werden, dass die Schiffsaußenhaut sich verformt aber nicht aufreißt. Letztendlich kann bisher jedoch nicht gänzlich ausgeschlossen werden, dass es auch bei seitlichen Kollisionen zum Aufreißen der Schiffsaußenhaut kommt. Grundlage der Berechnungen zur Konsequenzanalyse (austretende Schadstoffmengen) ist ein Kollisionsgutachten, das eine Aussage über die kritische Schiffsgeschwindigkeit gibt, bei der mit einem Versagen der Schiffsstruktur zu rechnen ist. Als pessimistische Annahme wird in den Berechnungen davon ausgegangen, dass bei allen höheren Geschwindigkeiten als bei der ermittelten immer ein Versagen der Schiffshaut zur Folge hat. Ein Kollaps der Windenergieanlage wird pessimistisch für jede Driftgeschwindigkeit angenommen.

Beim angenommenen Versagen der Schiffshaut wird in den Berechnungen sowohl von möglichen Schädigungen von Treibstoff- als auch von Ladetanks ausgegangen. Es werden zusätzlich Ölmengen berechnet, die im Falle einer Kollision durch umstürzende Windenergieanlagen freigesetzt werden. Bei Passagierschiffen wird wiederum angenommen, dass Brennstoff nur im Doppelboden und in Zwischentanks im Mitschiffsbereich gelagert wird. An diesen Positionen sind Schäden durch Kollisionen mit einer Windenergieanlage nicht zu erwarten und werden daher ausgeschlossen.

Die bei einer Kollision freigesetzte mittlere Ölmenge  $\bar{M}_{Öl}$  wird für manövrierunfähigen Schiffen mit Gleichung (0-20) berechnet. An dieser Stelle wird ebenfalls vereinfachend auf die Darstellung des Zähler k für jeden betrachteten Routenabschnitt verzichtet.

$$\bar{M}_{Öl,dis} = \sum_s \sum_t (P_{SE,Br} \cdot M_{Br,s,t} + P_{SE,La} \cdot M_{La,dis,s,Tanker}) \cdot P_s \cdot P_t + \sum_l P_{WEA,Typ,l} \cdot M_{Öl,l} \quad (0-20)$$

In Gleichung (A-20) werden für die Berechnung der durch Kollisionen manövrierunfähigen Schiffe freigesetzten Ölmengen die selben Elemente wie in Gleichung (A-3) für Kollisionen manövrierfähiger Schiffe im Abschnitt A.2.2 verwendet. Ausnahme bildet die freigesetzte Ladeölmenge  $M_{La,dis,s,Tanker}$  für einen Tanker der Größenklasse  $s$ .

Bei der Berechnung der Menge des austretenden Ladeöls wird bei einem angenommenen Aufreißen der Schiffshaut konservativ davon ausgegangen, dass der ganze Inhalt eines<sup>6</sup> Ladetanks freigesetzt wird.

Die freigesetzte Ladeölmenge  $M_{La,dis,s,Tanker}$  für einen manövrierunfähigen Tanker der Größenklasse  $s$  wird mit Gleichung (A-21) berechnet.

$$M_{La,dis,s,Tanker} = (a_k + b_k \cdot T + c_k \cdot T^2) \quad (0-21)$$

In Gleichung (A-21) sind  $a_k$ ,  $b_k$ ,  $c_k$  Koeffizienten, die statistisch aus den Klasseunterlagen von beim Germanischen Lloyd klassifizierten Tankern ermittelt wurden und  $T$  die Tonnage des betrachteten Schiffes (Tabelle 0-3)

### A.3.3 Berechnung des Kollisionsrisikos

Das Kollisionsrisiko für das Szenario "Kollision von manövrierfähigen Schiffen mit Installationen des Windparks ergibt sich für jeden betrachteten Routenabschnitt  $k$  aus der Kombination von Kollisionshäufigkeiten und Kollisionskonsequenzen.

$$R_{\text{Öl},dis,k} = n_{coll,dis,k} \cdot \bar{M}_{\text{Öl},dis,k} \quad \text{für jeden Routenabschnitt } k \quad (0-22)$$

<sup>6</sup> Im Gegensatz zu den Annahmen bei der Kollision eines manövrierunfähigen Tankers wird bei einer Kollision eines manövrierfähigen Tankers aufgrund des eventuell auftretenden „Entlangschleifens“ von der Freisetzung des gesamten Ladeinhalts zweier Ladetanks ausgegangen.

## A.4 Literatur zum Anhang A

- /A-1/ Fujii, Y., Yamanouchi, H., Mizuki, N.: "Some Factors Affecting the Frequency of Accidents in Marine Traffic". Section II – The Probability of Stranding and Section III – The Effect of Darkness on the Probability of Collision and Stranding, Journal of Navigation, Vol. 27, pp. 235-247, 1974.
- /A-2/ MacDuff, J.: "The Probability of Vessel Collision", Ocean Industry, September 1974.
- /A-3/ Pedersen, P. T.; „Collision and Grounding Mechanics“; Department of Ocean Engineering; Technical University of Lyngby; in WEMT 95, Denmark, 1995.
- /A-4/ ISES0 Project 7 and 8: Grounding and Collision: Basic Modelling Principles and Validation of Software for Prediction of Frequencies, 2000-05-30.
- /A-5/ Fujii, Y., Mizuki, N., "Design of VTS systems for water with bridges", Gluver & Olsen (eds) Ship Collision Analysis, Balkema ISBN 90 54 10 962 9, Rotterdam 1998.
- /A-6/ MARIN, DNV und Germanischer Lloyd: Harmonisierung der Grundannahmen für Kollisionsrisikoanalysen zwischen MARIN, DNV und GL; Hamburg, Dezember 2004.
- /A-7/ Dalhoff, P., J. Stein: Development of a Simplified Method for the Calculation of Consequences for the Windturbine / HV Station; SAFESHIP deliverable 7-1, confidential, Germanischer Lloyd WindEnergie GmbH, Januar 2005.
- /A-8/ Verordnung zu den Internationalen Regeln von 1972 zur Verhütung von Zusammenstößen auf See vom 13. Juni 1977 (BGBl. I S. 813), zuletzt geändert durch die Verordnung seeverkehrsrechtlicher Vorschriften (Ausführungsverordnung zum Seerechtsübereinkommen), Kollisionsverhütungsregeln (KVR).
- /A-9/ VDI-Richtlinie 4008; Blatt 6; „Monte-Carlo-Simulation“; Beuth-Verlag; Berlin; 1999.
- /A-10/ Van der Tak, C.: Harmonization of assumptions; MARIN Memo, Netherlands, Dec. 2004.
- /A-11/ OCIMF; Prediction of Wind and Current Loads on VLCCs; published by Oil Companies International Marine Forum; London.
- /A-12/ Moore, C. et al.; "An Application of Collision and Grounding Simulation to Regulatory Assessment"; Proceedings of the International Conference of Collision and Grounding of Ships; Copenhagen; 2001.
- /A-13/ Otto, S.; Östergaard, C.; "Berechnung notwendiger Trossenzüge für Notschleppensätze in Nord- und Ostsee"; intern; Germanischer Lloyd; Hamburg; 2001.
- /A-14/ BMVBW: Genehmigungrelevante Richtwerte für Offshore-Windparks - Bericht einer Arbeitsgruppe; Referat LS 23, Bonn, März 2005.



## **ABOUT DNV GL SE**

Driven by our purpose of safeguarding life, property and the environment, DNV GL enables organizations to advance the safety and sustainability of their business. We provide classification and technical assurance along with software and independent expert advisory services to the maritime, oil and gas, and energy industries. We also provide certification services to customers across a wide range of industries. Operating in more than 100 countries, our professionals are dedicated to helping our customers make the world safer, smarter and greener.

0