

OKTOBER 2023
LILLEBÆLT VIND A/S

UMWELTVERTRÄGLICHKEIT SPRÜFUNG – WINDPARK LILLEBÆLT SYD

ANHANG H SCHIFFFAHRTSSICHERHEIT

OKTOBER 2023
LILLEBÆLT VIND A/S

UMWELTVERTRÄGLICHKEIT SPRÜFUNG – WINDPARK LILLEBÆLT SYD

ANHANG H SCHIFFFAHRTSSICHERHEIT

PROJEKTNR.	DOKUMENTNR.
A234064	A23406-007

VERSION	VERÖFFENTLICHUNGSDATUM	BESCHREIBUNG	AUSGEARBEITET VON	KONTROLLIERT VON	GENEHMIGT VON
1.0	25.11.2022	Bewertung der Schifffahrtssicherheit	MRIL/JRSS	MGNN	MEAS
2.0	27.10.2023	Bewertung der Schifffahrtssicherheit	MGNN	ALBL	MEAS

INHALT

1	Einleitung und Zusammenfassung	7
1.1	Änderungstabelle	7
1.2	Methode und Grundlage	8
1.3	Ergebnisse und Schlussfolgerungen	9
1.4	Empfehlungen	11
2	Methode und Grundlage	13
2.1	Projektbeschreibung	13
2.2	Tiefenverhältnis	14
2.3	Strömung und Wind	14
2.4	Anordnung des Windparks	15
2.5	Schiffsverkehrsdaten	17
2.6	Gefahrenidentifikation	19
3	Methode für den quantitativen Teil	21
3.1	Methode für motorisierte Schiffe unter Kontrolle	21
3.2	Methode für treibende Schiffe	24
3.3	Kollisionen durch Schiffe, die den Routen nicht folgen	29
3.4	Schattenwirkung von Anlagen	30
4	Verkehr im Gebiet	32
4.1	Aktuelle Situation	32
4.2	Neue Routen	35
4.3	Mathematische Beschreibung des Routenverkehrs	36
4.4	Verkehr auf den Routen	37
4.5	Verkehr abseits der Routen	38
4.6	Zukünftiger Verkehr	39

5	Analyse der Unfallhäufigkeit	41
5.1	Aktuelle Situation	41
5.2	Kollision mit den Anlagen nach der Errichtung	43
5.3	Qualitative Bewertung alternativer Anlagenanordnungen	49
6	Folgenabschätzungen	51
7	Risikobeurteilung während der Bauphase	54
8	Referenzen	55

ANHÄNGE

Anhang A	HazID-Protokoll	56
A.1	Protokoll zur Gefahrenidentifikation für die Schifffahrtsbedingungen während der Betriebsphase	57
A.2	Gefahrenidentifikationsprotokoll für die Schifffahrtsbedingungen während der Bauphase	63

1 Einleitung und Zusammenfassung

Dieser Anhang ist Teil der gesamten Umweltverträglichkeitsprüfung für das Projekt. Zielgruppe des Berichts ist die dänische Schifffahrtsbehörde (Søfartsstyrelsen), die für die Genehmigung des Teils des Projekts zuständig ist, der die Schifffahrtssicherheit betrifft. Darüber hinaus hat Deutschland in seinen Espoo-Anhörungsantworten darauf hingewiesen, dass es an den Schlussfolgerungen interessiert ist.

Im Anhang wird untersucht, welche Auswirkungen die Anordnung in Szenario 4 mit 23 Windenergieanlagen à 7,2 MW nordöstlich von Als auf die Schifffahrtssicherheit im Gebiet haben wird. Im Bericht finden sich Empfehlungen zur Minderung des Risikos bei der Errichtung von 23 Windenergieanlagen. Eine Beschreibung und Bewertung von drei alternativen Anordnungen (Szenarien 1, 3 und 5) mit 10, 11 und 14 Anlagen sind ebenfalls enthalten. Die quantitative Analyse beruht auf der Anordnung mit 23 Anlagen, da diese den größten Einfluss auf die Schifffahrtssicherheit hat. Es wurde argumentiert, dass das Risiko von Schiff-Schiff-Kollisionen und Grundberührungen durch die Errichtung des Windparks nicht wesentlich beeinflusst wird.

Außerdem erfolgt eine grobe Einschätzung des Schifffahrtsrisikos während der Bauphase. Die Bewertung erfolgt auf Grundlage von Schätzungen zur Häufigkeit des Schiffsverkehrs im Zusammenhang mit der Bauphase sowie zu den voraussichtlichen Routen, die die Arbeitsschiffe nehmen werden.

Eine Zusammenfassung der Empfehlungen und Schlussfolgerungen sind in Abschnitt 1.4 aufgeführt.

1.1 Änderungstabelle

Die folgende Tabelle zeigt die wichtigsten Änderungen zwischen den einzelnen Versionen

Abschnitt	Änderungen im Rahmen von Version 2.0
-----------	--------------------------------------

Abschnitt 4.6	Absatz bezüglich der möglichen Verbindung zwischen Als und Fünen und ihre Beziehung zum Windpark hinzugefügt.
Abschnitt 2.5.4	Absatz bezüglich Größe und Masthöhe von Sportbooten hinzugefügt.
Abschnitt 6	Ausführliche Bewertung des Kollisionsrisikos zwischen Sportbooten und Windenergieanlagen einschließlich Rotorblättern
Abschnitt 2.4.1	Anpassung der Kennzeichnungsanforderungen

1.2 Methode und Grundlage

Die Analyse beruht auf den „Guidelines for Formal Safety Assessment (FSA)“, die von der Internationalen Seeschiffahrts-Organisation (International Maritime Organization IMO (IMO, 2002)) veröffentlicht wurden. Um ein Verständnis für die Schifffahrtsbedingungen im Gebiet zu erlangen und die Gefahren im Zusammenhang mit dem Windpark zu ermitteln, wurde in Sønderborg ein HazID-Workshop mit den Interessenvertretern aus der Region durchgeführt.

Zur Bewertung der im Workshop identifizierten Gefahren wurde ein Verkehrsmodell auf Grundlage der AIS-Daten der Schiffe erstellt. Da Sportboote und Fischereifahrzeuge unter 15 m häufig nicht mit AIS ausgestattet sind, wurde eine Korrektur vorgenommen, indem der AIS-Verkehr für diese Fahrzeuge mit dem Faktor 5 multipliziert wurde. Das mathematische Modell zur Beschreibung des Schiffsverkehrs und der Unfallhäufigkeit stimmt mit dem Modell überein, das auch für andere Windenergieanlagenprojekte verwendet wurde, z. B. Horn Rev 3, Kriegers Flak und Vesterhav Nord und Syd. Untersucht werden sowohl normal fahrende (motorisierte) als auch treibende Schiffe. Die Schifffahrtsrouten für die aktuelle und zukünftige Situation sind in Abbildung 1-1 dargestellt. Darüber hinaus sind zwei fiktive Routen durch den Windpark aufgeführt, um Sportboote zu berücksichtigen, die durch den Windpark fahren möchten.

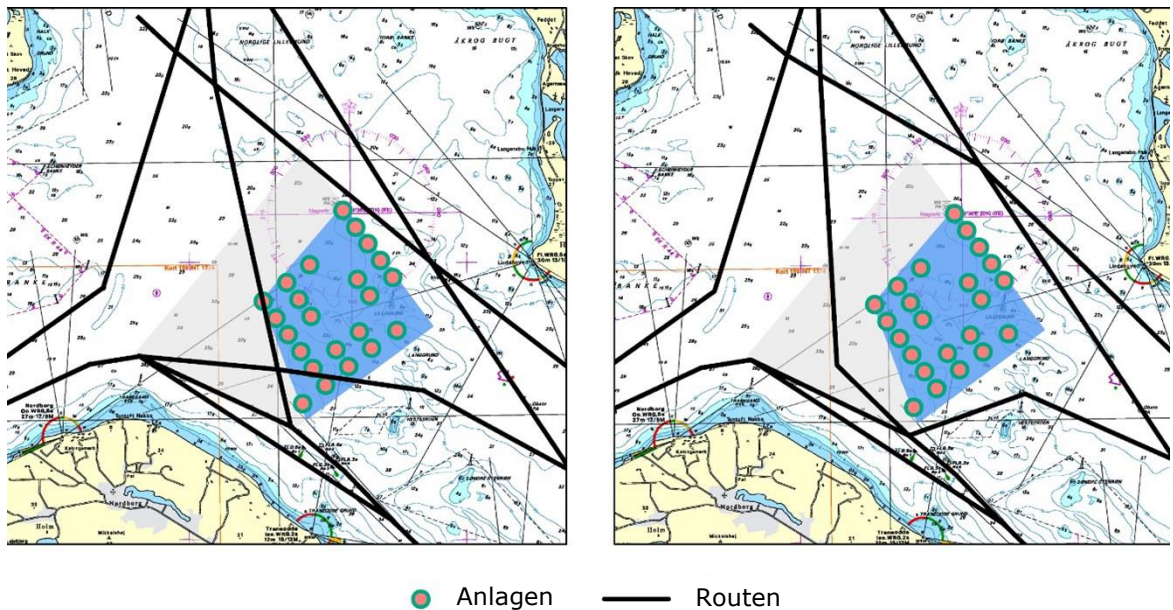


Abbildung 1-1 Links sind die aktuellen Schifffahrtsrouten im Projektgebiet zu sehen, rechts die möglichen zukünftigen Routen. Für den grauen Bereich wurde die vorläufige Untersuchungs-genehmigung erteilt, im blauen Bereich ist der Bau der Windenergieanlagen geplant.

1.3 Ergebnisse und Schlussfolgerungen

1.3.1 Bauphase

In der Bauphase sind für einen Zeitraum von 6 Monaten 1–3 Fahrten pro Tag mit größeren Baufahrzeugen sowie für einen Zeitraum von 9 Monaten 1–5 Fahrten pro Tag mit Servicebooten geplant. Aktuell ist der Verkehr in dem Gebiet begrenzt, weshalb während der Bauzeit ein deutlicher Anstieg spürbar sein wird. Insgesamt ist der Schifffahrtsbetrieb jedoch so begrenzt, dass keine unverhältnismäßigen Auswirkungen auf die Schifffahrt und die Fahrsicherheit zu erwarten sind, solange die Arbeiten den aktuellen Richtlinien entsprechen und mit der dänischen Schifffahrtsbehörde koordiniert werden.

1.3.2 Betriebsphase

Für das neue Routennetz wird errechnet, wie viele Schiff-Anlage-Kollisionen nach dem Bau des Windparks zu erwarten sind. Die errechnete Wiederkehrzeit beträgt 10 Jahre. Betrachtet man nur den motorisierten kommerziellen Verkehr, kommt es alle 930 Jahre zu einer Anlagenkollision. Das Szenario, bei dem Handelsschiffe ihre Motoren abstellen und auf die Anlagen zutreiben, führt alle 75 Jahre zu Anlagenkollisionen. Insgesamt wird es in Bezug auf Frachtschiffe alle 69 Jahre zu einer Anlagenkollision kommen. Zum Ver-

gleich: Beim Windpark Horns Rev 3 wurde festgestellt, dass Frachtschiff-Anlage-Kollisionen alle 44 Jahre eintreten. Bei Horns Rev passieren deutlich mehr Schiffe als beim geplanten Windpark Lillebælt Syd, wo die Schiffe hingegen näher an den Anlagen vorbeifahren.

Im Sommer machen Sportboote den Großteil des Verkehrs aus und es kommt mehrmals im Jahr zu Grundberührungen. Es wird erwartet, dass der Windpark keine wesentlichen Auswirkungen auf das Grundberührungsrisiko haben wird. Dies kann potenziell zu einem geringeren Risiko führen, da erwartet wird, dass sich die Boote aufgrund der Anlagen in höherem Maße an die etablierten Schifffahrtsrouten im Gebiet halten werden. Heutzutage geht man davon aus, dass ein Großteil der Vorfälle auf Schiffe zurückzuführen ist, die verstreut außerhalb der Routen fahren.

Ein Aufprall eines Schiffes auf eine Windenergieanlage ist nicht unbedingt schwerwiegend für Schiff oder Anlage. Im Rahmen der Analyse wird die Zahl schwerer Frachtschiff-Anlage-Kollisionen auf eine Kollision pro 195 Jahre und bei kleinen Schiffen (Fischereifahrzeuge und Sportboote) auf eine Kollision pro 29 Jahre geschätzt. Diese Häufigkeiten beruhen auf der Wahrscheinlichkeit verschiedener Folgen bei Kollisionen mit den für Horns Rev 3 errichteten Windenergieanlagen sowie einer Einschätzung des Anteils von Schiffen mit einer Masthöhe von über 20 m. Die Beurteilung der Folgen zeigt, dass die berechneten Häufigkeiten durch die Einbeziehung der Folgenabschätzungen deutlich reduziert werden können. Eine detailliertere Folgenanalyse erscheint nicht erforderlich.

Von Mai bis September wird der Verkehr von Sportbooten dominiert. Im Vergleich zu den anderen dänischen Meerengen ist die Intensität der Frachtschiffahrt gering. Pro Tag passieren 3–4 kleinere Frachtschiffe mit einer Tragfähigkeit zwischen 1.500 und 12.000 Tonnen das Gebiet. Etwa zweimal pro Woche fahren große Massengutschiffe und Öltanker entlang der Insel Als von und nach Aabenraa. Durch den Windpark ergeben sich geringfügige Änderungen an den kleinen Routen, die derzeit durch das geplante Windparkgebiet führen. Davon werden vor allem die Sportboote betroffen sein, da der weitestgehend größte Teil des Güterverkehrs östlich oder westlich des Windparkgebiets verläuft. Es wird betont, dass das Befahren des Gebiets mit Sportbooten gestattet ist.

Die Analyse zeigt, dass nach dem Bau der Anlagen alle 69 Jahre mit einem Vorfall (einer Anlagenkollision) für Frachtschiffe zu rechnen ist. Es wird geschätzt, dass vor allem treibende Frachtschiffe mit dem Windpark in Konflikt geraten.

Bei Sportbooten ist das Ergebnis etwas unsicherer, da diese häufiger fahren und das Ausbildungsniveau der Fahrer stark variieren kann. Die Analyse zeigt, dass die Gesamtwiederkehrzeit für Kollisionen von Sportbooten mit Windenergieanlagen 12 Jahre beträgt, wobei Driftkollisionen dominieren. Der mit Abstand größte Teil der Vorfälle ereignet sich im Zusammenhang mit Sportbooten, die auf den Routen fahren. Bei Schiffen mit einer Masthöhe von weniger als 20 m sind keine schwerwiegenden Folgen bei Driftkollisionen zwischen Sportbooten und Anlagenfundamenten zu erwarten. Erwartungsgemäß haben etwa 10 % der Sportboote eine Masthöhe von mehr als 20 m; bei diesen

Booten kann eine Kollision im Extremfall schwerwiegende Folgen haben, wenn die Rotorblätter den Mast treffen.

Durch Einbezug der Wahrscheinlichkeit schwerer Schäden an den Schiffen wird grob argumentiert, dass die Häufigkeit schwerer Vorfälle deutlich unter der allgemeinen Kollisionshäufigkeit liegt. Bei Frachtschiffen beträgt die Wiederkehrzeit für schwerwiegende Schäden bis zu 195 Jahre und bei kleinen Schiffen und Sportbooten 29 Jahre. Mit schwerwiegenden Schäden sind in diesem Rahmen entweder Ölverschmutzung oder Personenschäden in der Größenordnung des Verlusts von Menschenleben gemeint. Die Gesamtwiederkehrzeit für schwerwiegende Schäden in Bezug auf alle Schiffe und Boote wird auf 25 Jahre geschätzt.

1.4 Empfehlungen

Die Analyse zeigt, dass die südlichste Anlage (Nr. 6) im Vergleich zu den anderen Anlagen den höchsten Anteil am Risiko hat. Dies liegt daran, dass Anlage 6 in der Nähe der Routen im südlichen Teil des Windparks liegt und die vorherrschende Fahrtrichtung nach Nordosten verläuft. Es könnte in Betracht gezogen werden, die am stärksten exponierten Anlagen zu kennzeichnen, es wird jedoch nicht erwartet, dass dies zu einer wesentlichen Verringerung des Risikos führt.

Da der derzeitige Sportbootverkehr durch das südwestliche Windparkgebiet voraussichtlich weiter nach Süden und möglicherweise südlich der Untiefe Hesteskoen südlich des Projektgebiets erfolgen wird (Abbildung 1-1), kann abgewogen werden, ob Hesteskoen mit einer Kennzeichnung im Süden versehen werden sollte und ob dies eine positive Wirkung hat. Im September 2011 kam es auf Hesteskoen zu einer Grundberührung des niederländischen Frachtschiffs Ennio Marnix. Es besteht die Gefahr, dass die Beachtung der Anlagen angesichts der Aufmerksamkeit, die diesen beiden Meeresböden südlich des Parks zuteilwird, untergeht. Im Allgemeinen sollte die Gesamtkennzeichnung im Gebiet beurteilt werden, wenn die Anordnung und Kennzeichnung des Windparks bekannt sind.

Es ist wichtig, dass die rote Leuchtturmlinie vom Traneodde Fyr (Abbildung 1-1) frei ist, da sie von den Schiffen genutzt wird, die von Aabenraa kommen und nach Süden abbiegen. Diese Voraussetzung wird mit den aktuellen Anordnungen der Anlagen erfüllt.

Aus Sicht der Schifffahrtssicherheit ist eine Anordnung mit weniger Anlagen vorzuziehen, da die Anzahl der Anlagenkollisionen in einem Szenario mit 23 Anlagen deutlich höher ist als in einem Szenario mit 10 Anlagen. Wie bereits erwähnt sind es bei weitem nicht alle diese Kollisionen, die schwerwiegende Schäden verursachen, daher ist es aus Sicherheitsgründen nicht entscheidend, dass eine Anordnung mit vielen Anlagen gewählt wird.

Die Abschätzung der Anlagenkollisionswahrscheinlichkeit anhand grober Folgenwahrscheinlichkeiten zeigt, dass eine zusätzliche Risikobewertung mit detaillierten Folgenabschätzungen nicht erforderlich ist.

Allgemeine Kommentare:

- > Windenergieanlagen sind nicht für Kollisionen ausgelegt, was bedeutet, dass alle Kollisionen außer solchen mit sehr kleinen, langsam fahrenden Schiffen als ungewünscht zu erachten sind.
- > Der dänischen Schifffahrtsbehörde liegen keine Berichte über Kollisionen mit Windenergieanlagen in Dänemark vor.
- > Windenergieanlagen sind auf dem Radar sichtbar.

Allgemeine risikomindernde Maßnahmen können Folgende sein:

- > Notfallpläne: Der Betreiber verfügt über einen eigenen Notfallplan, der jedoch nur das eigene Personal umfasst. Reicht dieses nicht aus, greift das VFK (leitender Teil der dänischen Streitkräfte) mit dem Ziel ein, Menschenleben und nicht das Material zu retten.
- > Notstopp von Anlagen: Im Falle einer Kollision können die Anlagen zwecks Folgenminderung angehalten werden, sodass die Folgen abgemildert werden können.
- > Kennzeichnung (vgl. vorstehende Überlegungen bzgl. Hesteskoen)
- > Kollisionssichere Fundamente (keine scharfen Kanten)
- > Mindestens 20 m Lichthöhe bis zur Rotorspitze

2 Methode und Grundlage

Die Analyse beruht auf den „Guidelines for Formal Safety Assessment (FSA)“, die von der Internationalen Seeschifffahrts-Organisation (International Maritime Organization IMO (IMO, 2002)) veröffentlicht wurden.

Eine FSA besteht aus den folgenden fünf Punkten:

- > Identifizierung unerwünschter Vorfälle
- > Risikoanalyse
- > Risikomindernde Maßnahmen
- > Kosten-Nutzen-Bewertung
- > Empfehlung für Entscheidungsträger.

Die spezifische Methode für die Schifffahrts-Sicherheitsanalyse wurde gemeinsam von DNV und COWI ausgearbeitet, siehe (JV, 2013), um sicherzustellen, dass sowohl für Horns Rev 3 als auch für Kriegers Flak die gleichen Methoden angewendet wurden. Die Methode enthält folgende Punkte:

Schritt 0:	Festlegen einer Methode für den Teil bzgl. der Schifffahrtssicherheit beruhend auf den in /JV, 2013/ festgelegten Anforderungen und Prinzipien.
Schritt 1:	Berechnen der Unfallhäufigkeiten. Die Analyse wird der dänischen Schifffahrtsbehörde vorgelegt.
Schritt 2:	Wenn die dänische Schifffahrtsbehörde die berechnete Anzahl von Unfällen nicht hinnehmen kann, wird außerdem eine Folgenanalyse erstellt, die das Gesamtrisiko zeigt. Diese wird dann erneut der dänischen Schifffahrtsbehörde vorgelegt.
Schritt 3:	Wenn die dänische Schifffahrtsbehörde das berechnete Risiko nicht hinnehmen kann, wird eine Analyse mit risikomindernden Maßnahmen erstellt. Diese wird dann der dänischen Schifffahrtsbehörde vorgelegt.

Dieser Bericht ist das Ergebnis der etablierten Methode für Schritt 0 und Schritt 1 und enthält Abschätzungen zu Unfallhäufigkeiten und -folgen.

2.1 Projektbeschreibung

Der geplante Windpark soll im südlichen Kleinen Belt zwischen Als und Fünen liegen, siehe Abbildung 2-1. Der wird eine Gesamtleistung von 160 MW haben und es gibt vier mögliche Gestaltungsszenarien der Windenergieanlagen, die in Abschnitt 2.4 beschrieben werden. Der Abstand zwischen den Anlagen wird zwischen 1,0 und 2,0 km (Array) betragen. Der Durchmesser des Turbinenturms über dem Wasser beträgt 7,5 m ohne

Eiskegel und 12,5 m mit Eiskegel. Der Strom wird über ein Unterseekabel in eine Umspannstation auf Nordals eingespeist.

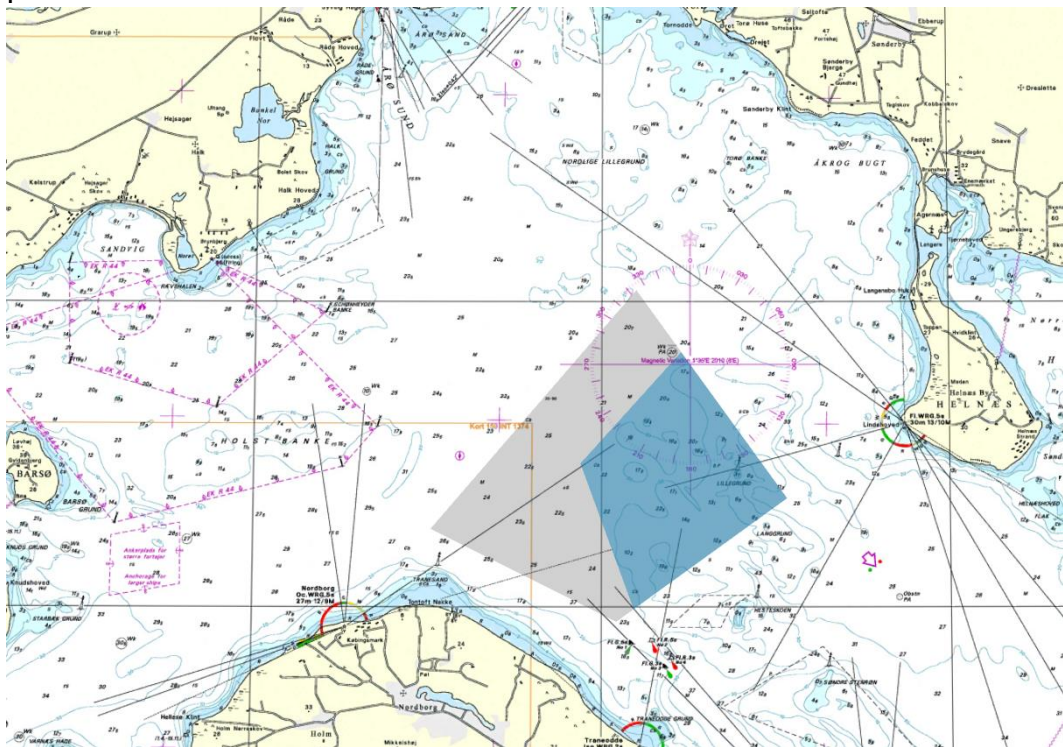


Abbildung 2-1 Projektgebiet. Der graue Bereich ist das Gebiet, für das die Machbarkeitsstudie durchgeführt wird. Der blaue Bereich ist das Gebiet, in dem die Anlagen voraussichtlich errichtet werden. Der HazID-Workshop hat Stellung zum blauen Bereich bezogen.

2.2 Tiefenverhältnis

Der südliche Kleine Belt, wo die Anlagen installiert werden sollen, ist durch sehr unterschiedliche Tiefenverhältnisse gekennzeichnet, siehe Abbildung 2-2. Die Mündung des Aabenraa-Fjords ist über 25 m tief, der Kanal entlang Nordals ist 25 m tief. Auf Fünen beträgt die Tiefe an den meisten Stellen mehr als 7 m. In der Mitte des Kleinen Belts gibt es eine Reihe von Gründen mit sehr geringer Wassertiefe. In deren Nähe sollen die Anlagen errichtet werden. Der nördliche und westliche Teil des Windparkgebiets weist eine Wassertiefe von rund 12 m auf. Der Meeresboden besteht hauptsächlich aus Sand und Schlamm, die Gründe bestehen jedoch aus Steinen unterschiedlicher Größe.

2.3 Strömung und Wind

Die Strömung im Kleinen Belt verläuft jeweils die Hälfte der Zeit in Nord-Süd-Richtung. Allerdings können die Inseln im Belt die Strömung umlenken. Die Strömung wird durch

den aktuell vorherrschen Wind, jedoch auch durch den Wind der vergangenen Tage bestimmt. Wenn der Wind Wasser in die Ostsee gedrängt hat, herrscht in den darauffolgenden Tagen eine nördliche Strömung und umgekehrt. Die aktuelle Strömungsgeschwindigkeit kann bis zu 3 Knoten betragen, liegt jedoch normalerweise unter 1,5 Knoten. In der Gegend gibt es praktisch keine Flut. Für die Handelsschiffe, die in Nord-Süd-Richtung fahren, ist die Strömung wahrscheinlich nicht von großer Bedeutung, es sei denn, es kommt zu einem Maschinenschaden. Ansonsten verfügen sie über Instrumente zum Ausgleich der Strömung. Sportboote sind am stärksten von der Strömung betroffen, während davon ausgegangen wird, dass die Fischer mit den Verhältnissen in der Gegend gut vertraut sind.

Die vorherrschende Windrichtung (Niras, 2016) ist westlich (75 %) und teilweise südlich. Die Windgeschwindigkeit beträgt in 10 m Höhe durchschnittlich 6 m/s. Über einen längeren Zeitraum (6 Stunden) liegt sie selten über 12 m/s. Dies deckt sich gut mit den für die Windrose verwendeten Zahlen des DMI, siehe Abschnitt 3.2.1.

2.4 Anordnung des Windparks

Derzeit sind vier Gestaltungsvarianten der Windenergieanlagen mit 10, 11, 14 oder 23 Anlagen à jeweils 15 MW, 14 MW, 11 MW und 7,2 MW im Gespräch. Die vier Anordnungen sind in Abbildung 2-2 dargestellt. In jedem Fall bleiben die Anlagen innerhalb des markierten Bereichs. Der Abstand zwischen den Anlagen beträgt typischerweise mindestens 1.000 m für die großen (MW-) Anlagen und mindestens 600 m für die kleineren Anlagen. Die Umspannstation liegt auf Nordals und somit an Land. Es ist anzumerken, dass der Bereich, für den sich der HazID-Workshop entschieden hat, der blaue Bereich in der Abbildung war. Der Durchmesser der Anlagen beträgt in allen Szenarien 7,5 m. Nach der Installation der Anlagen werden diese voraussichtlich separat mit einem Eiskegel gestaltet, sodass der Durchmesser jeder Anlage an der Wasseroberfläche 12,5 m (± 2 m) beträgt.

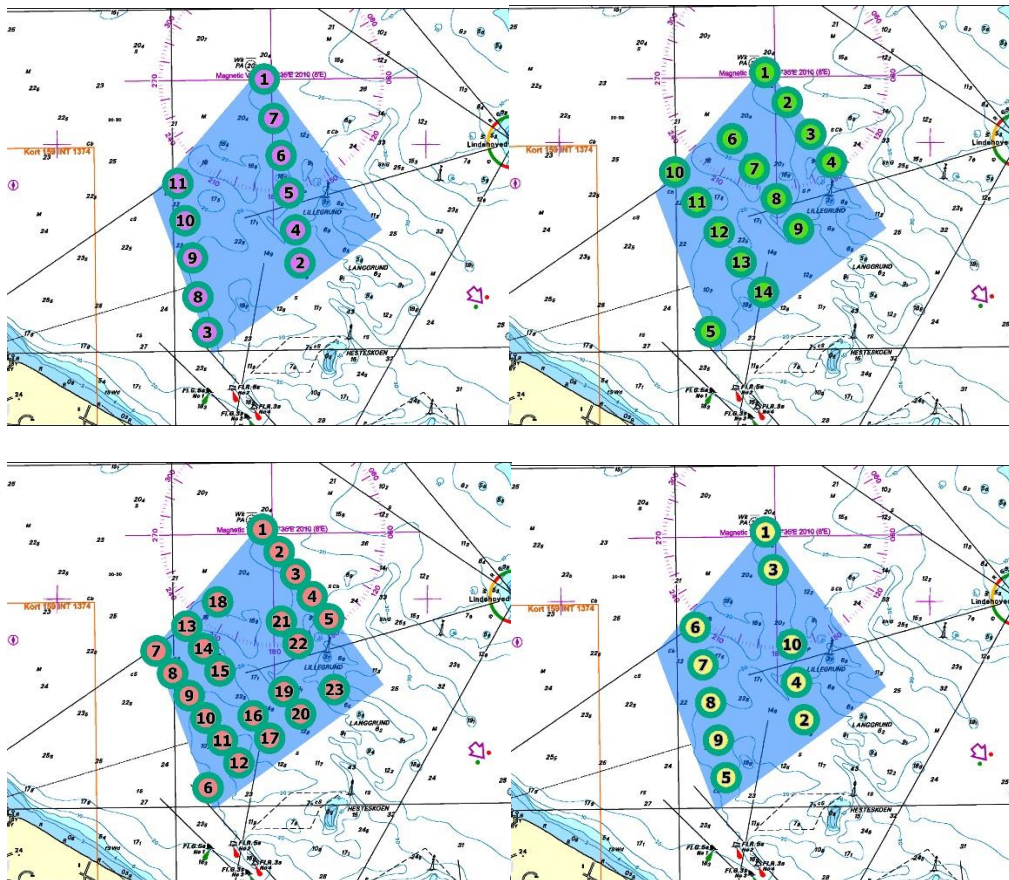


Abbildung 2-2 Szenarien für die Windenergieanlagengestaltung: O. li. Szenario 1 mit 11 Anlagen, o. r. Szenario 3 mit 14 Anlagen, u. li. Szenario 4 mit 23 Anlagen, u. r. Szenario 5 mit 10 Anlagen. Der blaue Bereich ist der Bereich, in dem die Anlagen platziert sind, und der Bereich, für den sich der HazID-Workshop entschieden hat.

2.4.1 Kennzeichnung der Anlagen

Navigationslichter an den Anlagen müssen aus Gründen der Schifffahrtssicherheit die folgenden Anforderungen erfüllen: Alle Anlagen, die in den Ecken oder in spitzen Winkeln am Rand des Gebiets stehen, müssen mit einem gelben Licht gekennzeichnet werden. Darüber hinaus müssen Anlagen, die am Rand des Gebiets stehen, so gekennzeichnet sein, dass Kennzeichnungen maximal 2 Seemeilen voneinander entfernt angebracht werden.

Die Lichter müssen in einem Winkel von 180 Grad zum Rand des Gebiets sichtbar sein, bei den Eckanlagen in einem Winkel von 210–270°. Bei ausgewählten Anlagen kann eine 360-Grad-Kennzeichnung erforderlich sein. Die Lichter werden typischerweise in einer Höhe von 5–10 m angebracht. Die Lichter müssen synchron alle 10 Sekunden 5 Mal hintereinander blinken und normalerweise in einer Entfernung von mindestens 5

Seemeilen sichtbar sein. Aufgrund der Größe des Gewässers ist ggf. ein geringerer Abstand erforderlich. Im Inneren des Windparkgebiets werden die Anlagen nicht gekennzeichnet, jedoch müssen alle Anlagenfundamente gelb gestrichen werden. Alle Anlagen müssen eindeutig mit einer Nummer gekennzeichnet sein. Die Nummer muss schwarz auf gelbem Grund angebracht und beleuchtet sein.

. Diese Anforderungen gelten für Horns Rev, die genaue Kennzeichnung für Lillebælt Syd wird jedoch mit der dänischen Schifffahrtsbehörde vereinbart.

Radarantwortbaken sind nicht erforderlich.

Die Pläne für die konkrete Gestaltung der Kennzeichnungen werden vor der Ausführung der dänischen Schifffahrtsbehörde vorgelegt.

2.5 Schiffsverkehrsdaten

Als Grundlage für die Schifffahrtsanalyse dienen AIS-Daten aus dem Jahr 2021.

2.5.1 AIS-Daten

Der Verkehr in dem Gebiet wird hauptsächlich auf Grundlage der AIS-Daten für 2021 ermittelt, die von der dänischen Schifffahrtsbehörde bereitgestellt wurden. Schiffe mit mehr als 300 Bruttoregistertonnen müssen einen AIS-Transponder an Bord haben. Dieser sendet in kurzen Abständen Informationen über Position, Geschwindigkeit und Kurs des Schiffs. Außerdem werden Informationen über die MMSI-Nummer, die IMO-Nummer, den Schiffstyp, die Größe usw. des Schiffs gesendet. Obwohl AIS nur bei größeren Schiffen gesetzlich vorgeschrieben ist, verfügen auch viele kleinere Schiffe über das System. Dies gilt für die meisten Handelsschiffe und viele Sportboote.

2.5.2 IHS Fairplay-Schiffsregister

Die IMO-Nummer der Schiffe sind den AIS-Informationen zu entnehmen. Mithilfe dieses Schlüssels im IHS Fairplay-Register (ehemals Lloyds) können detaillierte Informationen zu den Schiffen gefunden werden. Die meisten Handelsschiffe haben eine IMO-Nummer.

2.5.3 Fischerei

Die Daten des Schiffsüberwachungssystems (VMS) beruhen auf dem Global Positioning System (GPS) und werden in kommerziellen Fischereifahrzeugen zur Überwachung ihrer Position verwendet. VMS ist für Fischereifahrzeuge, die länger als 12 m sind, gesetzlich vorgeschrieben, während AIS für Schiffe, die länger als 15 m sind, gesetzlich vorgeschrieben ist. Da viele der im südlichen Kleinen Belt fischenden Schiffe kürzer als 12 m sind, sind ihre Routen nicht dokumentiert. Daher werden in dieser Analyse keine VMS-Daten verwendet.

Gespräche mit Fischern, die am HazID-Workshop teilgenommen haben, sind daher die einzige Quelle für die Fahrmuster der kleineren Fischereifahrzeuge. Die Anzahl der Fischereifahrzeuge wird ebenso wie die Anzahl der Sportboote mit dem Faktor 5 multipliziert (vgl. nächster Abschnitt).

2.5.4 Daten für Sportboote

Alle Schiffe mit mehr als 300 Bruttoregistertonnen müssen AIS an Bord haben. Das Gleiche gilt für alle Fischereifahrzeuge über 15 m, die nach dem 30. November 2019 gebaut wurden. Die meisten Sportboote verfügen nicht über AIS an Bord, was auch nicht vorgeschrieben ist. Einige entscheiden sich jedoch für die Anschaffung eines Klasse-B-Transponders und dieser Trend nimmt zu. In der Regel werden es die neuen, größeren Sportboote sein, die über AIS verfügen. Die Nationalität kann anhand der Nummer auf dem AIS-Sender ermittelt werden. Im südlichen Kleinen Belt sind die überwiegende Mehrheit (mehr als 50 %) der AIS-Sportboote ausländische, vor allem deutsche Boote, was nicht der tatsächlichen Verteilung aller Boote entspricht, sondern vielmehr ein Ausdruck dafür ist, dass die ausländischen Boote größer und besser ausgestattet sind als die dänischen Boote, die oft lokal verkehren und sich in der Nähe ihres Heimathafens befinden.

Von den Hafenbeamten in den umliegenden Häfen (Sønderborg Havn, Fynshav Bådehavn, Assens Havn, Middelfart Lystbådehavn, Marstal Havn, Aabenraa Sejlklub) haben die Beamten der Häfen Sønderborg Havn und Assens Havn angegeben, dass etwa 20–25 % der Sportboote und Fischereifahrzeuge im Jahr 2021 mit AIS ausgestattet waren. Es gibt jedoch keine wirkliche Bestandsaufnahme und die anderen Häfen konnten keine Schätzung darüber abgeben, wie viele Sportboote/Fischereifahrzeuge mit Sendern ausgestattet sind. Beruhend auf den Berichten aus den Häfen Sønderborg Havn und Assens Havn sowie den Erfahrungen aus früheren ähnlichen Projekten wird die Dunkelziffer (von AIS-Daten nicht erfasst) der Sportboote und Fischereifahrzeuge auf 80 % geschätzt. Aus diesem Grund wird die Anzahl der Sportboote und Fischereifahrzeuge um den Faktor 5 skaliert.

Die Größe der Sportboote und damit auch die Masthöhe können einen Einfluss auf die Folgen eines möglichen Unfalls haben. Es ist eine lichte Höhe von mindestens 20 m zur Rotorspitze erforderlich. Daher ist es wichtig, zu verstehen, welche Sportboote potenziell eine Höhe von über 20 m haben können. In früheren Studien (Majflak) wurde untersucht, wie Länge und Höhe von Sportbooten zusammenhängen. Im Durchschnitt wird bei Booten mit einer Länge von mehr als 15 Metern eine Masthöhe von mindestens 20 m erwartet.

2.5.5 Rohstoffabbaugebiete

Unmittelbar westlich des geplanten Windparks befindet sich ein Sandgewinnungsgebiet. Die Teilnehmer des HazID-Workshops schätzten dieses Gebiet nicht als Gefahr für die Schifffahrt ein. Einerseits wird es nicht sehr häufig genutzt, andererseits liegt es in einem

flachen Gebiet, in dem keine Schiffe fahren. Nördlich des geplanten Windparkgebiets befindet sich ebenfalls ein Abbaugebiet. Dieses wird ebenfalls nur noch selten genutzt und es wird nicht davon ausgegangen, dass es einen anderen Einfluss auf die Schifffahrtssicherheit haben wird als heute.

2.6 Gefahrenidentifikation

Die Besprechung zur Gefahrenidentifikation (HazID) fand am 6. März 2018 im Versorgungsunternehmen Sønderborg Forsyning in Sønderborg statt. 12 ortskundige Personen nahmen teil, darunter Hafenbetreiber, zwei Fischer, ein Lotse, ein Sportbootfahrer und ein Experte für Windenergieanlagen. Darüber hinaus nahmen die dänische Schifffahrtsbehörde, der Projektmanager von Sønderborg Forsyning, drei Mitarbeiter von COWI, darunter der Projektmanager, und zwei Spezialisten für Schifffahrtssicherheit, die die Besprechung leiteten, teil. Das HazID-Protokoll ist in Anhang A aufgeführt.

Die Ergebnisse der HazID-Besprechung lassen sich in folgende Gruppen einteilen:

- > Identifikation und Bewertung von Unfallszenarien sowohl auf den bestehenden Routen als auch auf möglichen neuen Routen
- > Identifikation von Unfallhäufigkeiten und -folgen
- > Identifikation möglicher risikomindernder Maßnahmen.

Zum Zeitpunkt der HazID-Besprechung standen die endgültigen Positionen der Anlagen noch nicht fest. Die Teilnehmer wurden daher gebeten, ihre Einschätzungen auf Grundlage einer Gesamtfläche abzugeben, auf der die Anlagen installiert werden sollen.

Die Fischer gingen nicht davon aus, dass die Fischereifahrzeuge aufgrund der Windenergieanlagen Sicherheitsprobleme während der Fahrt erfahren würden. Sie waren jedoch besorgt darüber, ob ihr Fanggebiet eingeschränkt werden würde.

Die Teilnehmer gingen nicht davon aus, dass die Fährroute Fynshav-Bøjden über die derzeitigen Einflüsse hinaus beeinträchtigt sein oder sich auf den übrigen Schiffsverkehr auswirken wird. Kollisionen zwischen Schiffen können im Allgemeinen zu einem Problem werden, wenn die Fahrtrouten enger werden, insbesondere auf der Route entlang Fünen. Ebenso wird erwartet, dass die Schiffe in Zukunft größer werden. Es bestand insbesondere Besorgnis über Kollisionen zwischen Schiffen und Sportbooten infolge von Routenänderungen, die durch das Bestehen der Anlagen erforderlich werden. Im Extremfall könnte dies zum Verlust von Menschenleben führen.

Die folgenden Gefahren wurden während des Workshops identifiziert und werden in diesem Bericht unterschiedlich detailliert behandelt.

- > Schiff-Anlage-Kollisionen aufgrund treibender Schiffe
- > Schiff-Anlage-Kollisionen aufgrund von Fehlern auf dem Schiff oder seitens der Besatzung

- > Grundberührungen
- > Schiff-Schiff-Kollisionen.

3 Methode für den quantitativen Teil

Um die Anzahl der Schiff-Anlage-Kollisionen abzuschätzen, werden diese Vorfälle in zwei Teile untergliedert: Durch motorisierte Schiffe, die unter Kontrolle sind, und durch treibende Schiffe, die nicht unter Kontrolle sind. Im Folgenden wird der Begriff „Vorfälle“ für Schiff-Anlage-Kollisionen von treibenden Schiffen und Schiffen, die normalerweise auf Routen fahren (motorisiert), verwendet.

3.1 Methode für motorisierte Schiffe unter Kontrolle

Die Anzahl der Vorfälle fahrender Schiffe wird anhand der folgenden Gleichung berechnet, die Methode ist in Abbildung 3-1 dargestellt.

$$N_c = N_s P_g P_c R$$

wobei:

N_c	...	Anzahl der Vorfälle pro Jahr
N_s	...	Jährliche Anzahl der Schiffe auf der jeweiligen Route
P_g	...	Geometrische Wahrscheinlichkeit, dass das Schiff auf das Objekt zusteuert
P_c	...	Wahrscheinlichkeit, dass das Schiff Kollisionen nicht ausweicht, z. B. durch Kursänderung
R	...	Risikomindernde Faktoren durch z. B. VTS, Lotse, gesonderte Hilfsmittel an Bord oder Kennzeichnung des Objekts.

Die Gesamtzahl der Kollisionen ergibt sich durch Summieren aller Schiffe und Routen.

3.1.1 Vorfälle auf der Route

In Abbildung 3-1 ist eine Route aufgeführt, die durch die drei Punkte P_1 , P_2 und P_3 definiert ist. Aus der Verteilung der Schiffe über die Route wird die Wahrscheinlichkeit berechnet, dass ein Schiff auf ein Objekt trifft, weil der Kapitän entweder nicht richtig auf der Route fährt oder vergisst, am Punkt P_2 abzubiegen. Die Kreuzverteilung wird aus AIS-Daten ermittelt und an eine mathematische Verteilung angepasst. Hierbei wird eine Kombination aus Normalverteilung und Gleichverteilung in Bezug auf die verschiedenen Routen verwendet. Für die Schiffe, die auf den geplanten Routen fahren, wird die Normalverteilung verwendet, siehe Abbildung 4-, und für die Sportboote und Fischereifahrzeuge auf den fiktiven Routen durch den Windpark wird eine gleichmäßige Verteilung verwendet, vgl. Abbildung 3-10. P_g errechnet sich aus der Schiffsbreite und der auf die Querverteilungslinie projizierten Objektbreite. Aus der mathematisch geschätzten Querverteilung kann dann die Wahrscheinlichkeit berechnet werden.

3.1.2 Der Kapitän vergisst das Abbiegen

Am Ende jedes Routenabschnitts besteht die Wahrscheinlichkeit, dass der Kapitän das Abbiegen vergisst. Beruhend auf Studien, die im Zusammenhang mit der Brücke über den Großen Belt durchgeführt wurden, wird der Wert auf $1,25 \cdot 10^{-4}$ festgelegt. Diesen zufolge besteht eine Wahrscheinlichkeit, dass das Schiff den Fehler erkennt und ihn korrigiert, indem es den richtigen Kurs einschlägt. Dies wird durch Folgendes modelliert:

- > Man geht davon aus, dass 90 % der Schiffe ihre Position jedes Mal überprüfen, wenn das Schiff 8 Schiffslängen zurückgelegt hat. Die Wahrscheinlichkeit, dass sie dies nicht tun, wird auf 1 % festgelegt.
- > 10 % der Schiffe setzen ihren Kurs fort, ohne ihre Position zu überprüfen. Man geht davon aus, dass 5 % dieser Schiffe jedes Mal „aufwachen“, wenn das Schiff 8 Seemeilen zurückgelegt hat.

Bei Schiffen mit einem Lotsen an Bord wird mit einer Wahrscheinlichkeit von 0,5 % angenommen, dass die Schiffe ihre Position nicht überprüfen. Man geht davon aus, dass nur 1 % der Schiffe ihre Position nicht alle 8 Schiffslängen überprüfen.

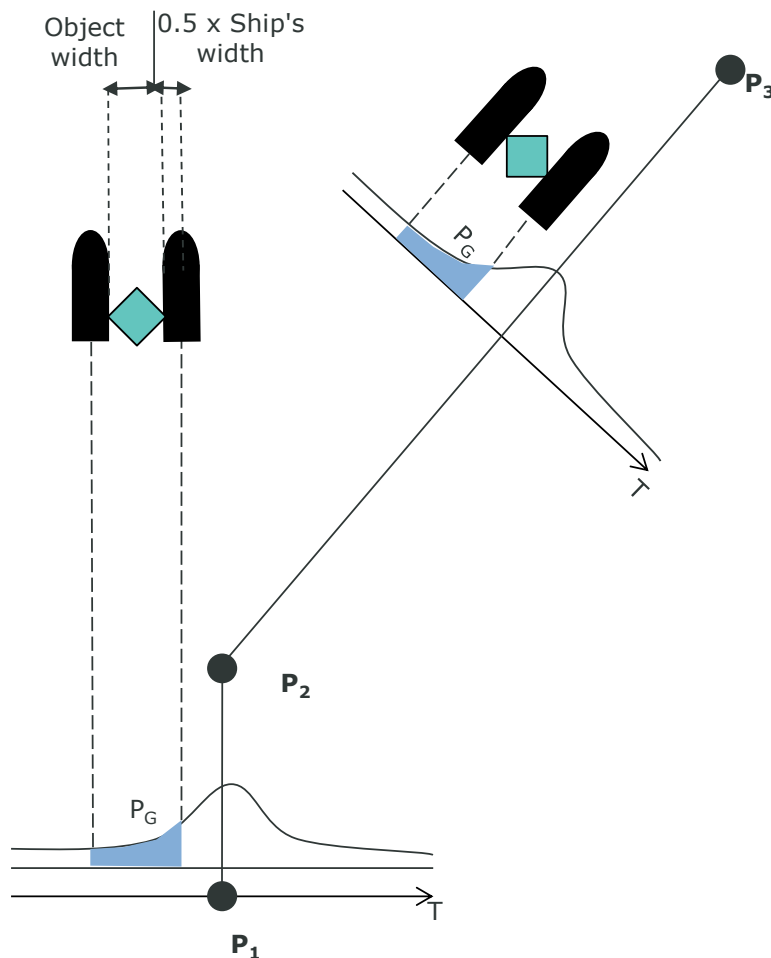


Abbildung 3-1 Geometrische Berechnung der Wahrscheinlichkeit einer Routenkollision und einer Kollision durch Vergessen des Abbiegens.

3.1.3 Aktuelle risikomindernde Faktoren

Nach dem dänischen Lotsengesetz unterliegen Schiffe, die von oder zu einem dänischen Hafen fahren oder in dänischen Gewässern vor Anker gehen, der Lotsenpflicht, wenn die Schiffe:

- 1 mit Öl beladen sind oder ungereinigte Ladetanks befördern, die nicht mit inerter Luft gesichert sind,
- 2 mit Chemikalien beladen sind,
- 3 mit Gasen beladen sind,
- 4 mehr als 5.000 t Schweröl an Bord haben oder
- 5 mit hochradioaktivem Material beladen sind.

Schiffe, die unter die Punkte 1 bis 4 fallen, fahren im südlichen Kleinen Belt. Dass ein Schiff einen Lotsen an Bord hat, wird modelliert, indem die Wahrscheinlichkeit des Vorfalls verringert wird. Eine frühere COWI-Studie – /Lentz & Kroon 2010/ – hat gezeigt, dass Lotsen an Bord die Unfallhäufigkeit um 66 % reduzieren.

3.2 Methode für treibende Schiffe

Um zu berechnen, wie viele treibende Schiffe auf Grund laufen oder mit den Anlagen kollidieren, wird das folgende Modell verwendet:

$$P(I) = \sum_{i,j,k} N_i P(D) P(NR_{j,k}) P(Da_{j,k}) P(T_j) P(L_j)$$

wobei:

- i ... Index für Schiffe eines bestimmten Typs und einer bestimmten Größe
- j ... Index für die Startposition des Schiffes auf der Route
- w ... Index für verschiedene Driftgeschwindigkeiten
- N_i ... Anzahl der Schiffe eines bestimmten Typs und einer bestimmten Größe
- $P(D)$... Wahrscheinlichkeit, dass ein Schiff auf der Route zu treiben beginnt
- $P(NR_{j,k})$... Wahrscheinlichkeit, dass der Schaden nicht repariert werden kann
- $P(NF_{j,k})$... Wahrscheinlichkeit, dass Schiffe den Anker nicht nutzen können
- $P(Da_{j,k})$... Wahrscheinlichkeit, dass sich das treibende Schiff auf Kollisionskurs mit einem Objekt befindet
- $P(T_j)$... Quer verlaufende Wahrscheinlichkeit
- $P(L_j)$... Längs verlaufende Wahrscheinlichkeit.

Abbildung 3-2 zeigt das Prinzip des Antriebsmodells. Die möglichen Positionen, von denen Schiffe abdriften können, werden als kleine Kreise dargestellt. Die Wahrscheinlichkeit für jede Position kann aus der Längsverteilung (Gleichverteilung) und der Querverteilung (ebenso wie bei Schiffen unter Kontrolle, vgl. Abschnitt 3.1) berechnet werden. Die Route wird von Punkt P1 nach P2 definiert.

Die Wahrscheinlichkeit, dass das Schiff einen Ausfall erleidet, $P(D)$, wird auf $2,5 \cdot 10^{-4}$ pro Stunde festgelegt, siehe /GL 2010/.

$P(NR)$ ist die Wahrscheinlichkeit, dass das Schiff nicht repariert wird, bevor es auf ein Objekt trifft. Die Zeit, die für die Reparatur des Schiffs benötigt wird, hängt von der Driftgeschwindigkeit und der Entfernung zum Objekt ab. /GL 2010/ empfiehlt folgende Funktion für den Fall, dass das Schiff nicht repariert wird:

$$f_{\text{no repair}}(t) = 1 \quad \text{für } t < 0,25 \text{ h}$$

$$f_{\text{no repair}}(t) = 1 / (1,5(t - 0,25) + 1) \quad \text{für } t > 0,25 \text{ h.}$$

Abbildung 3-2 zeigt die Wahrscheinlichkeitsverteilung für „no repair“. Die Wahrscheinlichkeit, dass der Anker ausfällt, $P(NF)$, ist in Abbildung 3-4 dargestellt. Die Verteilung stammt aus /GL, 2010/. Da es sich beim Kleinen Belt um ein weitaus geschützteres Gewässer als die Nord- oder Ostsee handelt, ist mit einer hohen Ankerwahrscheinlichkeit zu rechnen.

$P(Da_{j,k})$ ist die Wahrscheinlichkeit, dass das Schiff auf ein Objekt zutreibt. Dies ist von Strömung und Wind abhängig. Beruhend auf der Wahrscheinlichkeit unterschiedlicher Windrichtungen, Windgeschwindigkeiten, Strömungsrichtungen und Strömungsgeschwindigkeiten kann eine Treibrose aufgestellt werden. Daraus lässt sich die Wahrscheinlichkeit berechnen, mit der das Schiff auf ein bestimmtes Objekt zutreibt.

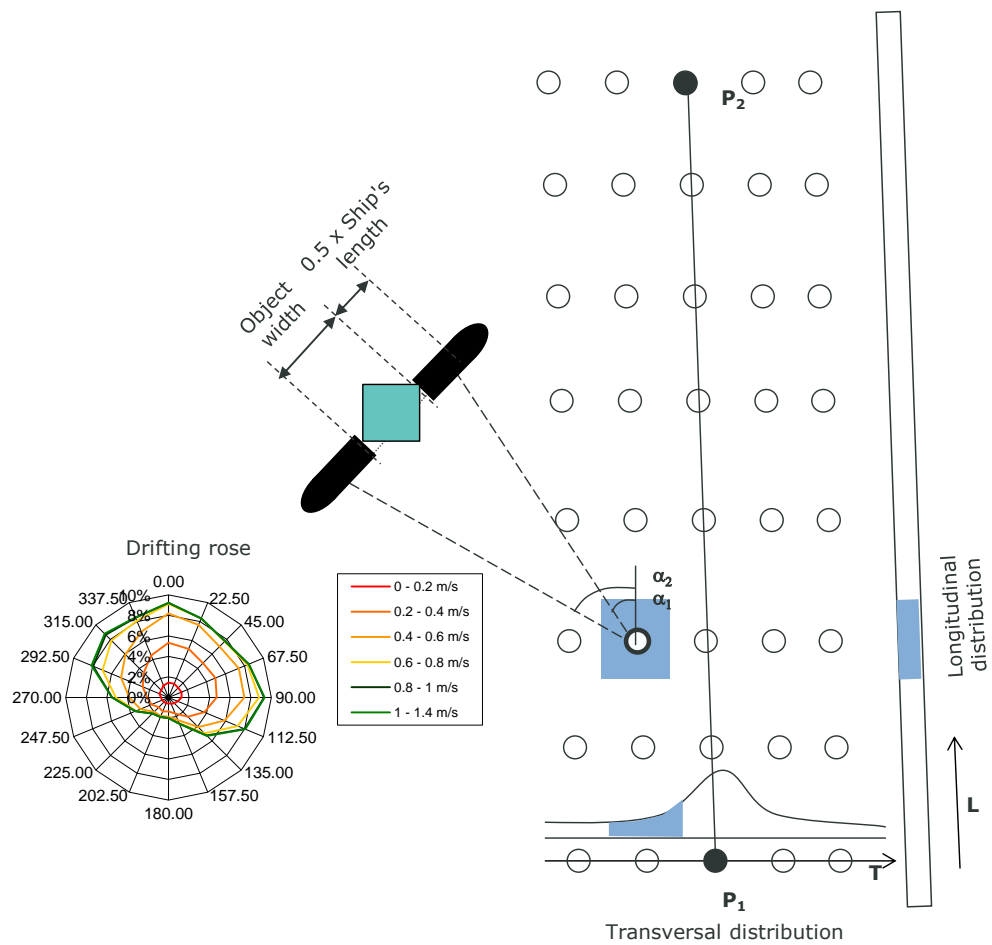


Abbildung 3-2 Darstellung des Modells für Driftkollisionen aus verschiedenen Positionen entlang der Route.

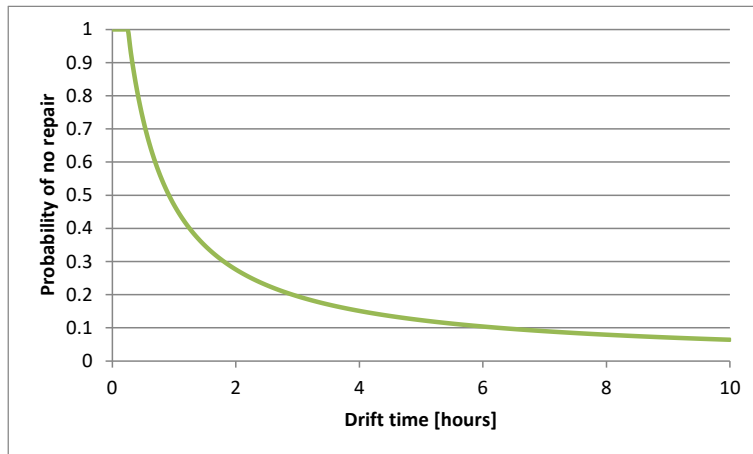


Abbildung 3-3 Reparaturwahrscheinlichkeit als Funktion der Zeit, (GL, 2010).

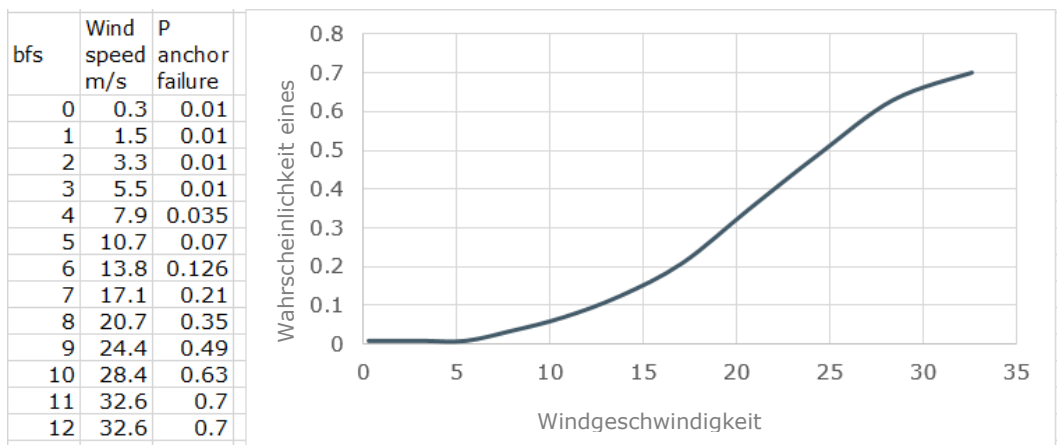


Abbildung 3-4 Wahrscheinlichkeit eines Ankersversagens. Aus /GL, 2010/.

3.2.1 Driftrose

Eine Driftrose beschreibt die Wahrscheinlichkeit, dass das Schiff bei einer bestimmten Geschwindigkeit in eine bestimmte Richtung driftet. Sie besteht aus folgenden Komponenten:

- > Eine Windrose; in der Regel anhand von Daten eines meteorologischen Instituts
- > Modell für die Driftrichtung als Funktion von Strömung und Wind
- > Modell für die Driftgeschwindigkeit als Funktion der Windgeschwindigkeit
- > Eine Strömungsrose; in der Regel anhand von Daten eines meteorologischen Instituts.

Das verwendete Modell für die Driftgeschwindigkeit als Funktion der Windgeschwindigkeit ist in (Vinnem, 2007) beschrieben und gilt für Schiffe zwischen 5.000 und 15.000

DWT (Tragfähigkeit in Tonnen). Bei kleineren und größeren Schiffen ist die Driftgeschwindigkeit generell geringer. Hier wird sie für alle Schiffe ausgewählt, wobei die Driftgeschwindigkeiten etwas konservativ ausfallen.

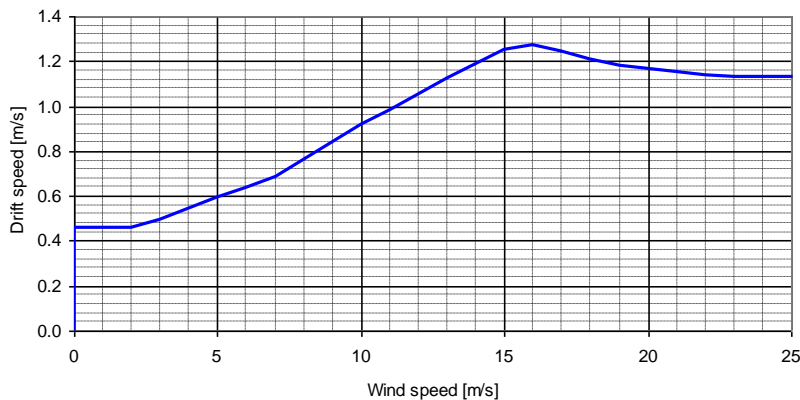


Abbildung 3-5 Die Driftgeschwindigkeit des Schiffs als Funktion der Windgeschwindigkeit (Vinnem, 2007).

Es wird davon ausgegangen, dass das Schiff quer zur Driftrichtung driftet. Es gibt Modelle, die zeigen, dass das Schiff in einem bestimmten Winkel (± 20 Grad) quer abdriftet. Angesichts der Unsicherheit in den anderen Daten und der unterschiedlichen Profile der Schiffe kann man davon ausgehen, dass das Schiff quer driftet.

Die Windrose für den südlichen Kleinen Belt ist in Abbildung 3-6 dargestellt. Die Winddaten für Südjütland stammen von dmi.dk. Da der Wind über dem Wasser stärker ist, wurden die Windgeschwindigkeiten mit dem 1,5-fachen multipliziert. Es wird davon ausgegangen, dass die Richtungen mit denen an Land übereinstimmen. 0-5 m/s sind in der Abbildung nicht zu sehen, da sie mit 10-15 m/s zusammenfallen. Die Daten werden ca. 2 Mal am Tag erhoben und die Geschwindigkeit wird bei durchschnittlichem Wind gemessen.

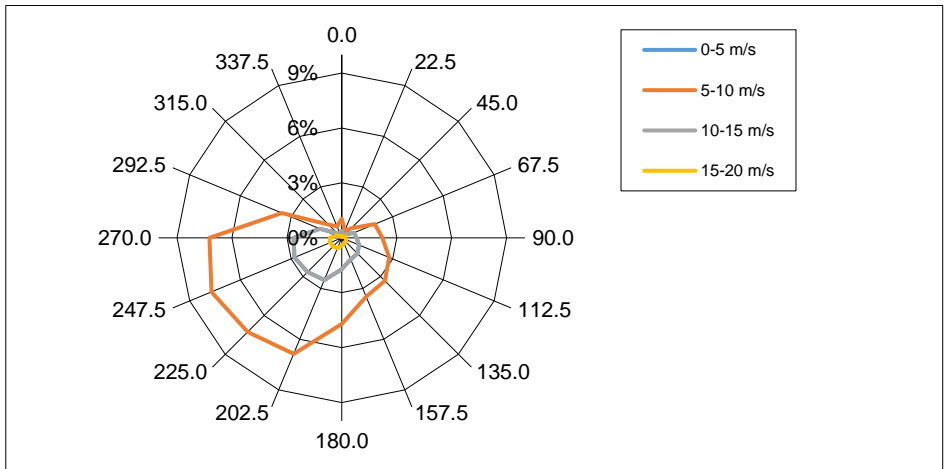


Abbildung 3-6 Windrose für den südlichen Kleinen Belt. Winde kommen vor allem aus dem Südwesten

Die Strömungsrose für das Gebiet geht aus Abbildung 3-7 hervor. Die Strömung erfolgt ausschließlich in Nord-Süd-Richtung. Die Geschwindigkeit überschreitet 1 m/s nicht. Bei der Analyse wird eine Durchschnittsgeschwindigkeit von 0,5 m/s oder 1 Knoten berechnet.

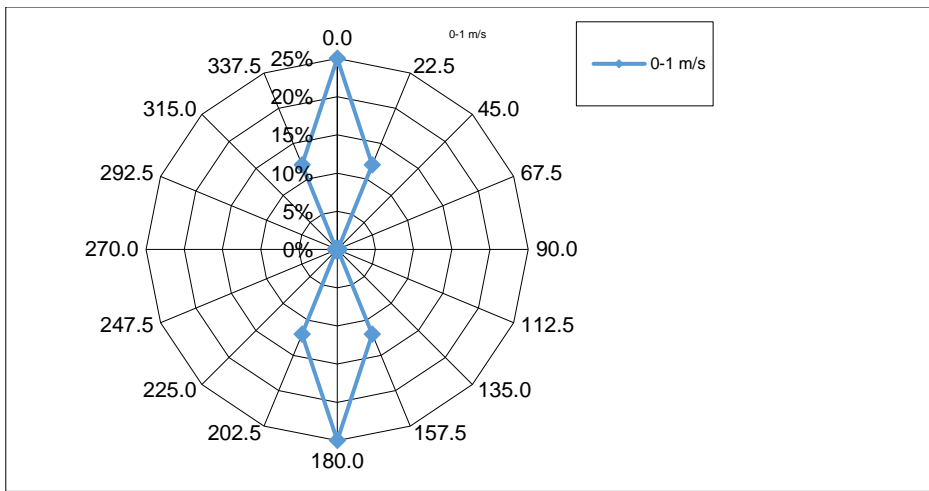


Abbildung 3-7 Strömungsrose für den südlichen Kleinen Belt Die Strömung erfolgt in Nord-Süd-Richtung

Die beiden Rosen werden durch Addieren ihrer Vektoren zu einer einzigen Treibrose kombiniert. Diese ist in Abbildung 3-8 dargestellt, das Ergebnis geht aus Abbildung 3-9 hervor.

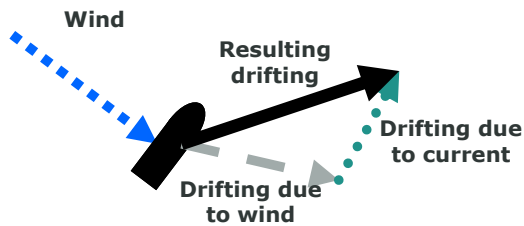


Abbildung 3-8 Summe der Strömungs- und Windbeiträge zur Ermittlung der endgültigen Driftgeschwindigkeit und Driftrichtung.

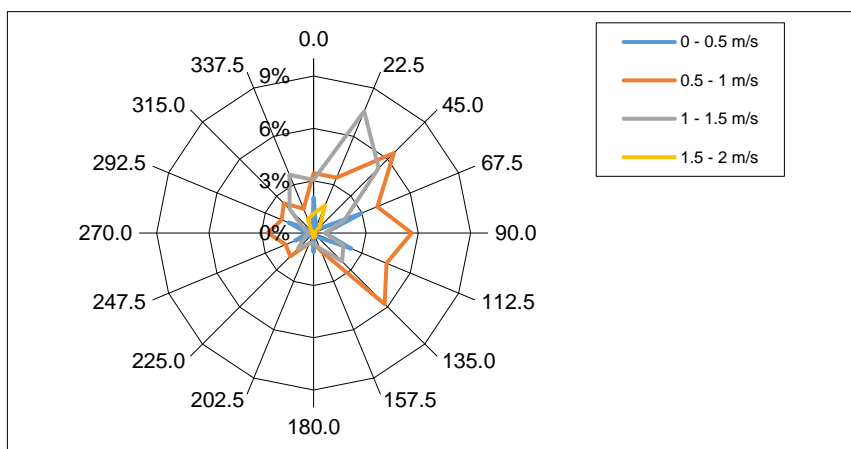


Abbildung 3-9 Driftrose für den südlichen Kleinen Belt als Summe aus Strömung und Wind

3.3 Kollisionen durch Schiffe, die den Routen nicht folgen

Vor allem Sportboote und Fischereifahrzeuge fahren nicht nur auf den Routen. Um diese einzubeziehen, werden 2 fiktive Routenabschnitte durch das Windparkgebiet gelegt. Die Querverteilung der Schiffe auf den beiden fiktiven Routenabschnitten ist gleichmäßig mit einer Breite, die in etwa der Größe des Windparkgebiets entspricht. Die Anzahl der Anlagenkollisionen wird nun auf die gleiche Weise ermittelt wie für die in Kapitel 4 beschriebenen Kollisionen der Kategorien I (motorisiert) und V (treibend). Es wird konservativ davon ausgegangen, dass die Schiffe, die derzeit durch das Anlagengebiet fahren (mit Ausnahme der Route 4), dies auch nach der Errichtung der Anlagen tun werden.

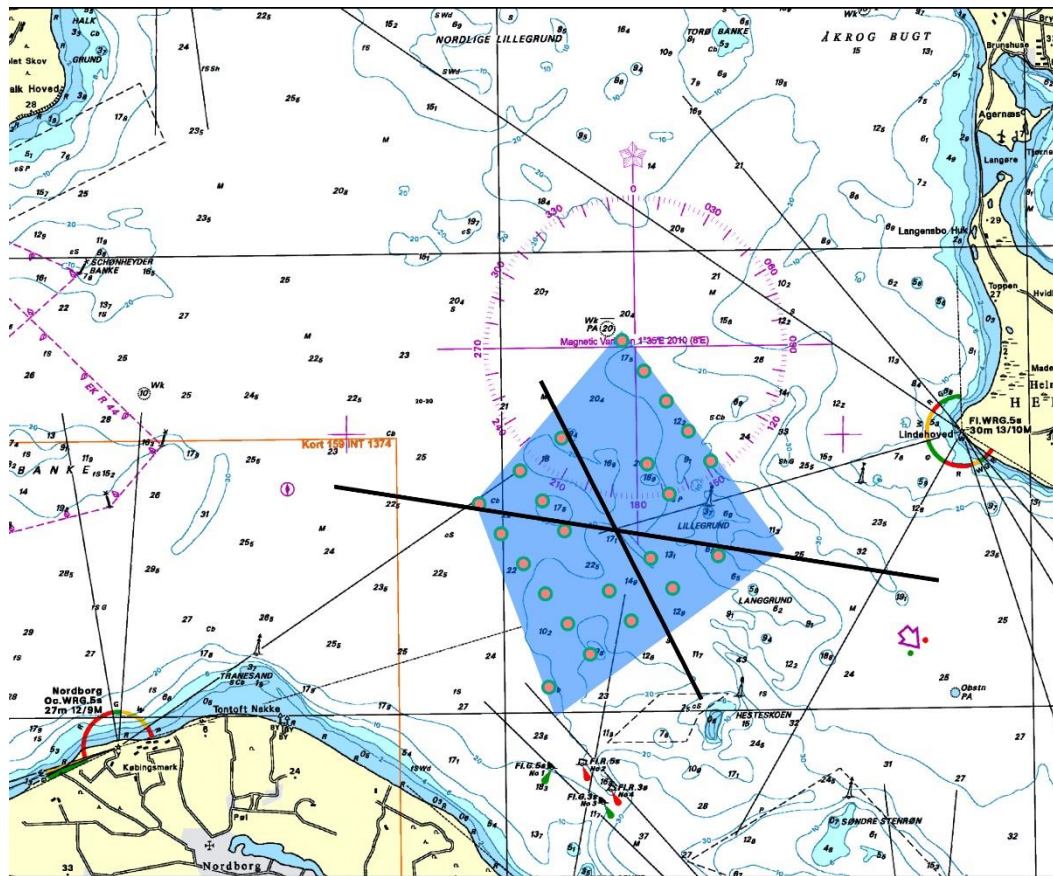


Abbildung 3-10 Zwei fiktive Abschnitte für den Verkehr, der nicht den Routen folgt. Die Querverteilung ist einheitlich mit einer Breite, die der Breite des blauen Bereichs entspricht. Es wird davon ausgegangen, dass der aktuelle Verkehr durch den Windpark auch nach der Errichtung fortbesteht. Auf den beiden Abschnitten liegen ausschließlich Sportboote und Fischereifahrzeuge.

3.4 Schattenwirkung von Anlagen

Ein Schiff kann auf Kollisionskurs mit dem Windpark sein, auf dem es theoretisch mit mehreren Anlagen kollidieren kann, wenn man nicht berücksichtigt, dass Windenergieanlagen einander abschatten können. Dies gilt sowohl für Drift- als auch für motorisierte Kollisionen. Allerdings bleibt ein Schiff nach der Kollision mit der ersten Anlage oft stehen, anstatt den Kollisionskurs fortzusetzen. Dadurch entsteht eine Schattenwirkung und das Risiko einer Kollision mit den dahinter liegenden Anlagen verringert sich.

Wie stark sich das Risiko reduziert, hängt von der Geometrie der Anlagen und Schiffe ab. Jede Anlage hat einen Durchmesser von 12,5 m inklusive Eiskegel. Beruhend auf

den im Jahr 2021 mit AIS-Daten beobachteten Schiffen werden die Schiffe in repräsentative Längen- und Breitengruppen eingeteilt. Ob eine Anlage eine andere abschattet, hängt natürlich auch davon ab, aus welcher Richtung das Schiff kommt.

Bei motorisierten Kollisionen wird der Kollisionskurs anhand des Einfallswinkels der in Abbildung 1-1 eingezeichneten Routen angegeben. Bei Driftkollisionen hat die Driftrose in Abbildung 3-9 ebenfalls einen Einfluss, weshalb der Einfallswinkel als gewichteter Mittelwert zwischen dem Routenverlauf und der Richtung der Driftrose ermittelt wird. In Abbildung 3-113- ist die Schattenwirkung bei motorisierten Kollisionen für Route 4 für ein Schiff mit einer Breite von 10 m angegeben. Da die Schiffe auf der Route aus Nordosten kommen, werden die äußersten Anlagen keine Schattenwirkung haben. Im Gegensatz dazu wird es bei Anlage 18 zu einer Reduzierung um 73 % und bei den Anlagen 14 und 15 zu einer Reduzierung um 28 % kommen. Für die dahinter liegenden Anlagen entsteht keine Schattenwirkung. Dies liegt an der Ausrichtung der Route.

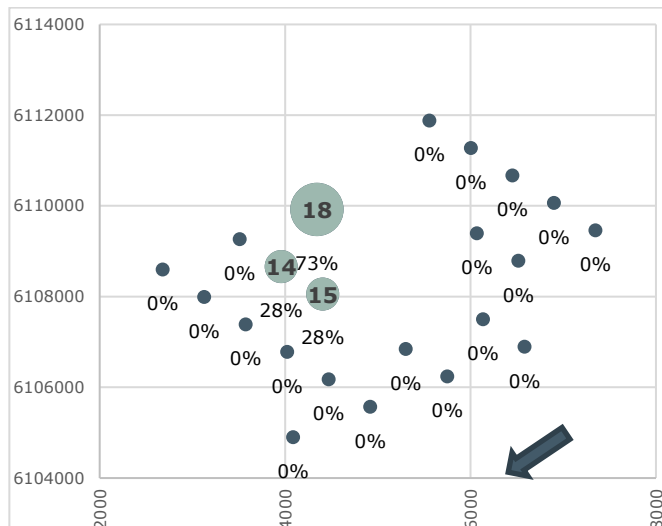


Abbildung 3-113- Schattenwirkung für motorisierte Kollisionen auf Route 4

Die absolute Gesamtreduzierung für motorisierte und Driftkollisionen beträgt:

$$SV_{\text{motorisiert}} = 1 \% \text{ und } SV_{\text{Drift}} = 7 \%$$

Der Grund für die geringen Reduzierungen insbesondere bei motorisierten Kollisionen besteht darin, dass die Routen mit der höchsten Schattenwirkung auch die Routen mit der geringsten Kollisionshäufigkeit sind und die absolute Wirkung daher relativ gering ist.

4 Verkehr im Gebiet

4.1 Aktuelle Situation

Es werden drei Arten von Schiffen beobachtet: Handelsschiffe, Fischereifahrzeuge und Sportboote.

Abbildung 4-1, Abbildung 4-2 und Abbildung 4-3 zeigen das Fahrverhalten der Schiffe rund um den geplanten Windpark. Die Zahlen wurden ermittelt, indem die Fläche in Zellen von 10 × 10 m unterteilt und die Anzahl der Schiffe in jeder Zelle gezählt wurde. Je nach Anzahl der Schiffe ist die Zelle von Grün über Gelb bis Rot gefärbt, wobei Rot für eine hohe Schiffsdichte steht.

Die Gesamtzahl gewerblicher Fischereifahrzeuge, die das Gebiet nutzen, beläuft sich auf etwa 16 Schiffe. Sie kommen aus Assens, Aabenraa, Årø, Faaborg, Mommark und Søby. Aufgrund der geringen Zahl und der Einschätzung des HazID-Workshops, dass Fischereifahrzeuge die Sicherheit der Schifffahrt nicht beeinträchtigen würden, werden diese hier nicht gesondert behandelt.

Im Sommer sind Sportboote der vorherrschende Schiffstyp im Gebiet. Neben der Tatsache, dass Sportboote verstreuter fahren als kommerzieller Schiffsverkehr, zeigt sich auch, dass sie auf längeren Distanzen nahezu denselben Routen folgen. Sie fahren jedoch an den Rändern der Route, die am nächsten am Land sind.

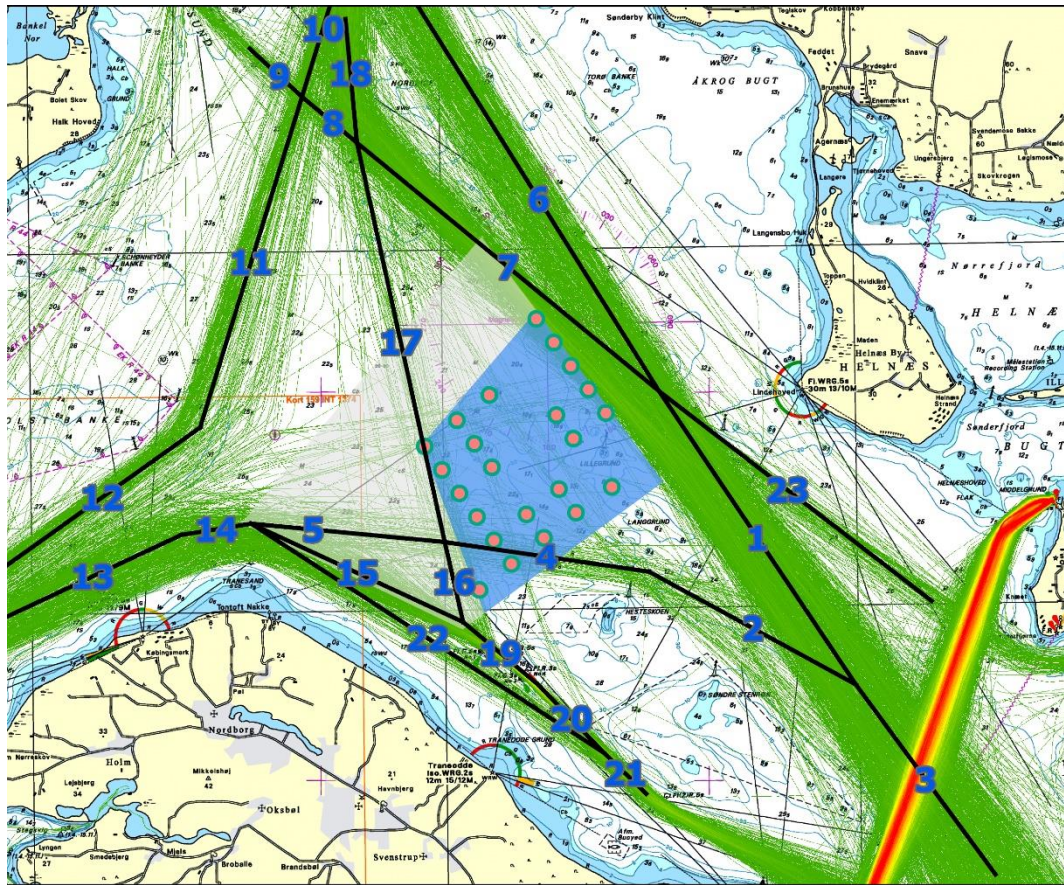


Abbildung 4-1 Beobachteter Handelsverkehr im südlichen Kleinen Belt. Die Anordnung in Szenario 4 ist mit orangefarbenen Kreisen dargestellt. Die Routen sind als schwarze Linien mit blauen Nummern dargestellt. Die Auflösung des Dichtediagramms beträgt $10\text{ m} \times 10\text{ m}$.

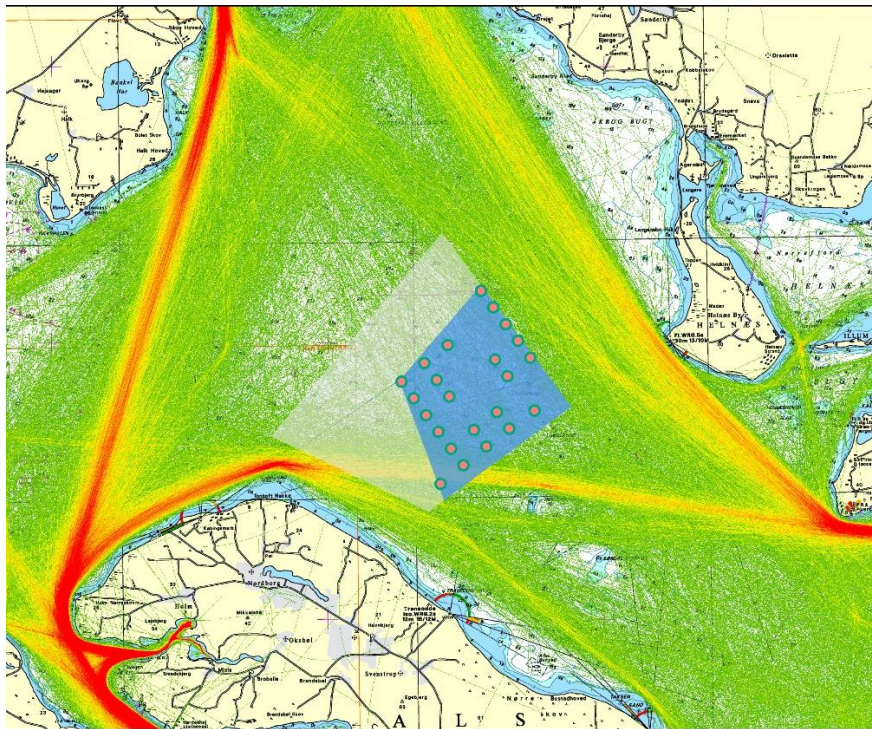


Abbildung 4-2 Sportboote mit AIS im Jahr 2021. In der Praxis kommt es zu mehr Bewegungen, da diese Boote nicht immer ihre Position senden.

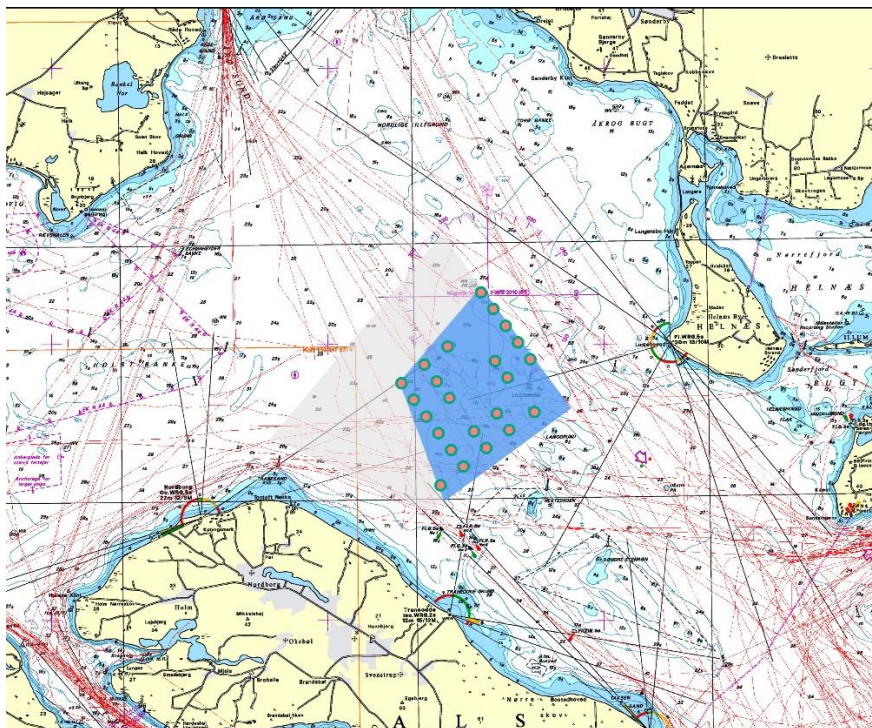


Abbildung 4-3 Fischereifahrzeuge mit AIS im Jahr 2021. In der Praxis kommt es zu mehr Bewegungen, da diese Boote nicht immer ihre Position senden.

4.2 Neue Routen

Durch den Standort der Anlagen wird es erforderlich, dass ein Teil des Schiffsverkehrs seine aktuellen Routen ändert. In Abbildung 4-4 ist das voraussichtliche Routennetz angezeigt. Da Routenabschnitt 5 entfallen ist, hat sich auch die Nummerierung geändert. Natürlich fahren die Schiffe nicht genau auf den Linien, sondern mit einer gewissen Verteilung entlang der Linien.

Alle Schiffe, die derzeit durch das geplante Gebiet fahren, sind Sportboote (ca. 1000) und kleine Handelsschiffe (ca. 130) unter 100 m, 39 von ihnen sind zwischen 100 und 150 m lang. Es wird erwartet, dass diese ihre Route ändern, so dass die Handelsschiffe weiter südlich des Windparks ihren Kurs ändern. Obwohl sie durch den Windpark fahren dürfen, wird geschätzt, dass die überwiegende Mehrheit dies nicht tut und daher zwischen Hesteskoen und Langgrund eine Wende macht (Knick zwischen den Routenabschnitten 2 und 4, wobei der 4. Abschnitt möglicherweise auch mehr Ost-West-Richtung zeigen könnte). Mit der aktuellen Kennzeichnung werden die meisten Schiffe wahrscheinlich nicht südlich von Hesteskoen fahren. Dies wird sich durch eine südliche Kennzeichnung von Hesteskoen ändern (markierte Route 4).

Die aktuellen Routenabschnitte 16 und 17 (neu: 15 und 16) sollen nach Westen verlegt werden, so dass sie sich nicht mit dem Windpark schneiden. Vor allem kleinere Schiffe werden möglicherweise etwas näher an den Windpark heranfahren als hier angegeben, da es jedoch kein hohes Verkehrsaufkommen gibt, kommt es zu keinen Veränderungen. Auch die Hauptroute 3-1-5 entlang Fünen soll sich ändern. Die Schiffe werden die Anlagen möglicherweise als Schifffahrtszeichen nutzen und dicht an ihnen vorbeifahren, wie im Workshop besprochen wurde. Der Abstand zwischen den Anlagen und der Route wird auf Grundlage der Erfahrungen mit Krigers Flak festgelegt.

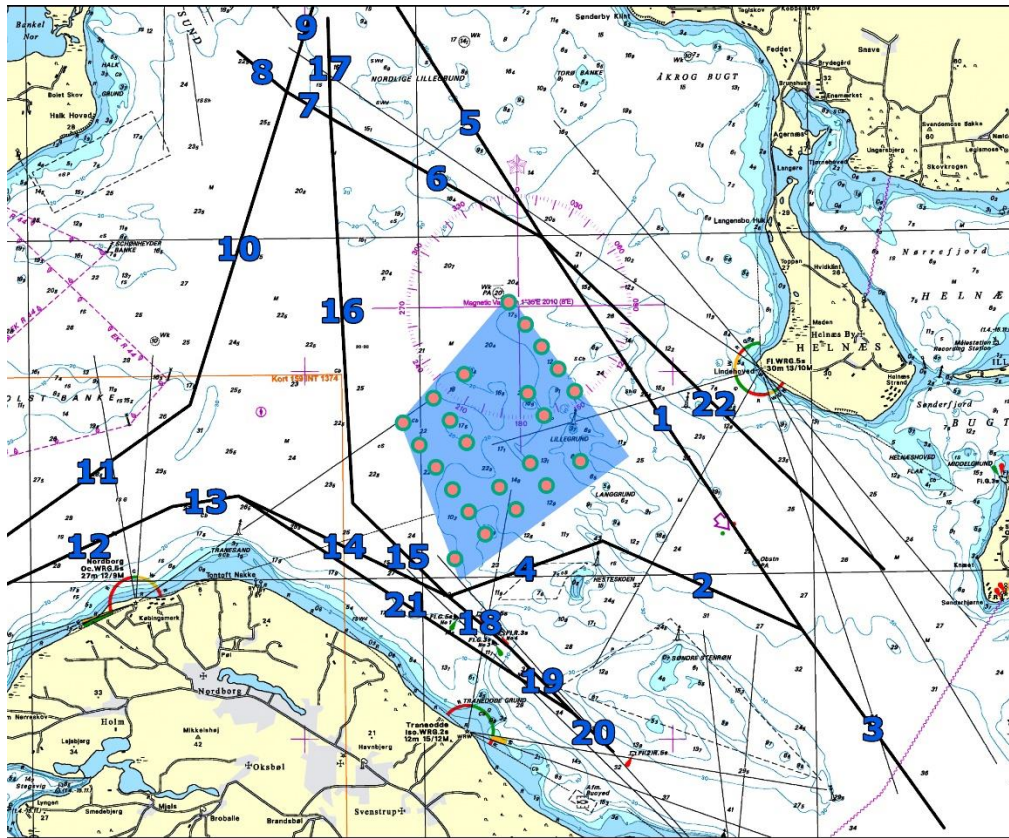


Abbildung 4-4 Definition neuer Routen nach der Errichtung der Anlagen.

4.3 Mathematische Beschreibung des Routenverkehrs

Für jede Kreuzungslinie wird die Anzahl der Schiffe gezählt, die sie passieren, sowie die Stelle markiert, an der sie auf der Linie passieren. Es wird ein Histogramm bereitgestellt, mit dem eine mathematische Wahrscheinlichkeitsverteilung ermittelt werden kann. In den meisten Fällen, in denen sowohl Handels- als auch Sportboote fahren, handelt es sich bei dieser Verteilung um eine Normalverteilung oder eine Kombination aus einer Normalverteilung und einer Gleichverteilung. In dieser Analyse wird eine Normalverteilung, die für die Routen angenommen wird, in Abbildung 4-4 dargestellt. In Abbildung 4-5 sind einige Beispiele für Histogramme und die damit verbundenen Wahrscheinlichkeitsverteilungen südlich der Anlagen angegeben.

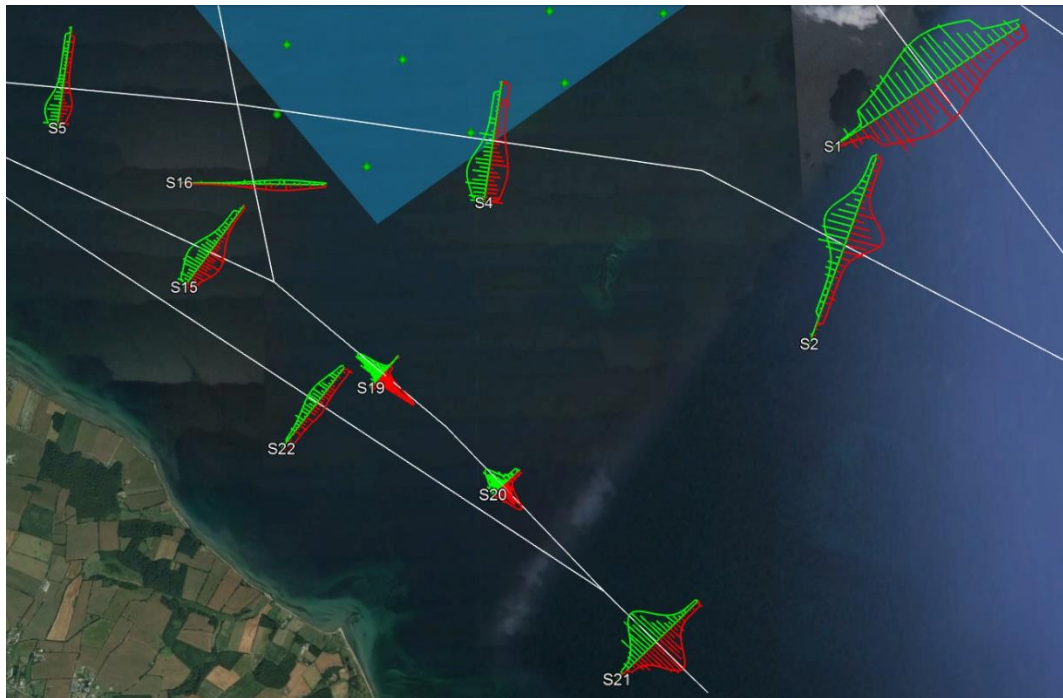


Abbildung 4-5 Beispiele für die mathematische Beschreibung der Querverteilung der Schiffe über die Routenabschnitte.

4.4 Verkehr auf den Routen

Erwartungsgemäß haben etwa fahren jährlich etwa 3.500¹ AIS-Schiffe durch den Kleinen Belt östlich des Windparkgebiets. Rund 2.500 AIS-Schiffe fahren entlang Als von und nach Aabenraa. Einige der letzten Schiffe haben einen großen Tiefgang und können östlich des Windparkgebiets nicht fahren. Rund 3.500 Schiffe fahren aus dem Norden nach Aabenraa und zurück. Sie werden nicht mit den Anlagen in Konflikt geraten. Ein Teil des Verkehrs beläuft sich auf Arbeitsschiffe, darunter Schlepper, Lotsenschiffe, Rettungs- und Kriegsschiffe. Es wird nicht davon ausgegangen, dass sie in Konflikt mit den Windenergieanlagen geraten, da sie das Gebiet kennen und relativ klein sind. Es fällt sofort auf, dass der mittlere Teil des Gebiets relativ wenig befahren ist. In Tabelle 4-1 ist der Gesamtverkehr auf den einzelnen Routen dargestellt. In den drei folgenden Abbildungen ist der AIS-Verkehr für drei repräsentative Routenabschnitte (1, 4 und 20) detaillierter dargestellt.

Tabelle 4-1 Übersicht des Verkehrs auf den 22 Routenabschnitten in beide Richtungen (aktuelle Situation) auf Basis von AIS-Daten aus dem Jahr 2021. Die Routen beziehen

¹ Bei den Zahlen handelt es sich um die Anzahl der Passagen und nicht um einzelne Schiffe. Oft fährt ein und dasselbe Schiff das ganze Jahr über die gleiche Passierlinie.

sich auf Abbildung 4-4. Die Zahlen für Fischereifahrzeuge und Sportboote wurden mit 5 multipliziert.

Routenabschnitte	Masengutfrachter	Allgemeiner Frachter[1]	Passagierschiffe	Gastanker	Öltanker	Fischereifahrzeuge	Sportboote	Andere	Insgesamt
1	1	857	16	58	24	35	2375	263	3629
2	4	74	9	2	7	45	3430	182	3753
3	5	890	19	60	27	70	1935	257	3263
4	4	66	8	0	2	50	3330	156	3616
5	0	423	12	4	0	45	3280	289	4053
6	0	504	9	55	31	20	2000	140	2759
7	23	324	6	32	33	25	2115	86	2644
8	2	108	8	0	0	30	2150	68	2366
9	90	178	4	12	18	5	1790	69	2166
10	87	92	2	0	8	15	1565	47	1816
11	71	81	3	0	4	15	995	34	1203
12	83	301	11	0	100	70	7380	495	8440
13	62	279	13	0	96	85	7155	499	8189
14	52	142	3	0	92	30	1420	115	1854
15	0	33	2	2	19	25	615	33	729
16	0	31	4	3	21	15	720	71	865
17	11	403	5	52	53	5	1580	102	2211
18	52	174	1	3	113	15	840	111	1309
19	51	178	2	3	114	15	795	112	1270
20	57	234	6	4	120	25	1650	392	2488
21	5	56	3	0	0	5	1215	214	1498
22	0	83	11	0	0	25	2255	136	2510

4.5 Verkehr abseits der Routen

Der Hauptverkehr, der nicht auf den ermittelten Routen fährt, beläuft sich auf Sportboote und Fischereifahrzeuge. Beruhend auf den AIS-Daten wurde festgestellt, dass im Jahr 2021 192 AIS-Sportboote und 1 AIS-Fischereifahrzeug auf jeder der beiden fiktiven Routenabschnitte in Nord-Süd- und Ost-West-Richtung fahren. Diese werden

mit 5 multipliziert, wie in Abschnitt 2.5.4 argumentiert wird, d. h. 960 Sportboote und 5 Fischereifahrzeuge pro Route. Man geht also davon aus, dass 965 Sportboote und Fischereifahrzeuge pro Jahr durch das Gebiet fahren.

4.6 Zukünftiger Verkehr

Die größten Zielorte für den Güterverkehr im Kleinen Belt sind Fredericia und Aabenraa. Aber auch Assens, Skærbæk, Kolding, Vejle und Horsens sind Ziele des Güterverkehrs im Kleinen Belt. Für Aabenraa Havn wird angenommen, dass mindestens die gleiche Anzahl von Schiffen anlaufen wird, langfristig wahrscheinlich auch mehr (E-Mail vom 20.11.2017 von Henrik Thykjær aus Aabenraa Havn). Der Verkehr von Schiffen mit einem Tiefgang von bis zu 17 m wird auch nach der Schließung des Kraftwerks Enstedværket fortgesetzt. Große Öltanker fahren zum Ölterminal und Massengutfrachter zum Kohlehafen, der als Transithafen für Kohle dient. Mit dem Kohleausstieg wird dieser Verkehr eingestellt.

Dabei muss nicht nur die Veränderung der Anzahl der Schiffe bewertet werden, sondern auch, dass die Schiffe im Allgemeinen wahrscheinlich größer werden. In dänischen Binnengewässern ist die Wassertiefe jedoch ein begrenzender Faktor für die Größe. Doch statt größerem Tiefgang ist mit breiteren Schiffen zu rechnen.

Die wichtigsten Ziele für Sportboote sind Sønderborg Havn, Assens Havn und Fynshavn Havn. COWI hat die Häfen kontaktiert, um einen Einblick zu erhalten, wie sich der Sportbootverkehr seit 2017 verändert hat. Sønderborg Havn verzeichnete einen Anstieg von ca. 10.000 anlegenden Booten im Jahr 2017 auf ca. 14.000 anlegende Booten im Jahr 2022, was einem Anstieg von 30 % entspricht. Assens Havn gab bekannt, dass der Hafen im Zeitraum 2018–2020 einen Anstieg von 18 % verzeichnet hat. Für 2017 und 2022 lagen keine Zahlen vor. Fynshavn Bådehavn schätzt einen Anstieg von ca. 30 % seit 2017, hat aber keine konkreten Zahlen. COWI kontaktierte auch Marstal Havn und Middelfart Havn, erhielt jedoch keine Rückmeldung auf die Anfrage.

Der Anstieg der Besucherzahlen in den Häfen rund um den Kleinen Belt ist wahrscheinlich auf ein gestiegenes Interesse an Vergnügungsdienstleistungen zurückzuführen und wird in den kommenden Jahren voraussichtlich noch zunehmen. Wenn ein sehr deutlicher Anstieg beobachtet wird, kann eine mögliche Aktualisierung der Schifffahrtsanalyse in Betracht gezogen werden.

Eine Machbarkeitsstudie für eine feste Verbindung zwischen Als und Fünen etwa 10 Seemeilen südlich des Windparks Kleiner Belt Süd wird derzeit erarbeitet. Derzeit gibt es kein konkretes Projekt, und die Ausrichtung und Lage einer möglichen Passage ist nicht bekannt. Generell lässt sich nicht von der Hand weisen, dass eine Brückenverbindung Auswirkungen auf das Schifffahrtsmuster in unmittelbarer Nähe des Windparks haben kann, doch aufgrund der großen Entfernung zwischen dem Windpark und der Verbindung ist davon auszugehen, dass die Auswirkungen begrenzt sein werden. Derzeit ist es nicht möglich, eine qualifizierte Bewertung einer solchen Auswirkung vorzunehmen, da

die Informationsgrundlage begrenzt ist und sich das Projekt in der Phase der Machbarkeitsstudie befindet und möglicherweise erst in vielen Jahren umgesetzt wird, sofern es überhaupt realisiert wird. Wenn das Projekt für eine feste Verbindung zwischen Fünen und Alt so fortgesetzt wird, dass eine Umweltverträglichkeitsprüfung durchgeführt werden muss, empfiehlt es sich, hier die kumulativen Auswirkungen auf die Windenergieanlagen zu untersuchen und zu bewerten.

5 Analyse der Unfallhäufigkeit

5.1 Aktuelle Situation

5.1.1 Historische Unfälle

Helcom² veröffentlicht jährlich einen Bericht über Schiffsunfälle in der Ostsee und im Kattegat. Daraus geht hervor, dass es von 2000 bis 2013 drei Grundberührungen im südlichen Kleinen Belt gab. Die Maritime Havariekommission gibt an, dass es im Zeitraum 2014–2016 zwei Grundberührungen gab. Insgesamt gab es also fünf Grundberührungen im Zeitraum von 2000 bis 2016, also etwa alle drei Jahre eine. Trotz der Tatsache, dass relativ wenige Schiffe fahren, wird dies als Grundberührung gewertet. Keiner der fünf Vorfälle führte zu Ölverschmutzungen. Einer dieser Vorfälle involvierte das 4.540 Tonnen schwere Frachtschiff Ennio Marnix, das 2011 auf dem Weg nach Aabenraa in unmittelbarer Nähe der Anlagen auf Hesteskoen auf Grund lief – ein Vorfall, der sich alle 16 Jahre im Untersuchungsgebiet ereignet. Die konkreten Umstände sind in den Daten nicht angegeben. Die aufgezeichneten Grundberührungen beziehen sich auf größere Handelsschiffe. Aufgrund der sehr unterschiedlichen Tiefenverhältnisse im Gebiet, insbesondere im südlichen Teil des Windparkgebiets, kommt es jedes Jahr zu mehreren Grundberührungen durch Sportboote. Diese führen selten zu Personen- oder Sachschäden, da sie bei verhältnismäßig gutem Wetter stattfinden. Sie werden daher nicht von den Behörden registriert. Bei solchen Grundberührungen handelt es sich in der Regel um solche durch Sportboote, die nicht auf den spezifischen Routen, sondern auf zufälligeren Routen fahren.

In diesem Zeitraum gab es keine registrierten Kollisionen, was auch aufgrund des relativ geringen Verkehrsaufkommens nicht verwunderlich ist, das zur Folge hat, dass sich Schiffe in offenen Gewässern nur selten begegnen. Wie zu Beginn dieses Berichts beschrieben, werden Grundberührungen und Schiff-Schiff-Kollisionen aufgrund der geringen Wahrscheinlichkeit und der Tatsache, dass die Anlagen keinen wesentlichen Einfluss darauf haben werden, nicht weiter analysiert. Dies wird in den Absätzen 5.1.2 und 5.1.3 kurz dargelegt.

5.1.2 Grundberührungen

Es gibt drei Hauptbereiche, in denen es zu einer Grundberührung in und um das geplante Windparkgebiet kommen könnten: Hesteskoen, Lillegrund und Langegrund. Langegrund befindet sich innerhalb des Windparks, Lillegrund unmittelbar südlich und Hesteskoen ca. 2 km südlich des Windparks.

² <http://www.helcom.fi>

Das Risiko einer Grundberührung an diesen Stellen ist für Handelsschiffe am größten, da der Tiefgang der Sportboote selten mehr als 2 m beträgt und sie daher nicht mit dem Meeresboden entlang der Routen in Konflikt geraten.

Der Verkehr von Schiffen mit Tiefgang durch das Windparkgebiet, die auf Lillegrund und Langegrund auf Grund laufen, wird deutlich zurückgehen, was zu einer Verringerung der Grundberührungen im Windpark führen wird.

Die Verlegung der alten Route 4 durch den Windpark wird zu einem erhöhten Verkehrsaufkommen in der Nähe von Hestekoer für den Verkehr auf der neuen Route 4 führen. Dies kann das Risiko einer Grundberührung auf Hestekoer erhöhen. Ein potenzieller Anstieg wird jedoch marginal sein, da der kommerzielle Verkehr auf der Route 4 bereits sehr gering ist. Gleichzeitig ist es denkbar, dass sich ein Großteil des Handelsverkehrs in Richtung Aabenraa auf dem Routenabschnitt 3 auf den weiter südlich gelegenen Routenabschnitt 20 ausrichtet und somit die Durchfahrt in der Nähe von Hestekoer vollständig vermeidet (siehe Abschnitt 4.2).

Es ist daher zu erwarten, dass die Gesamtzahl der Grundberührungen durch den Bau der Anlagen unverändert bleibt oder sich nur geringfügig ändert. Aus diesem Grund wird keine weitere Sicherheitsbewertung der Auswirkungen des Windparks auf die Grundberührungen im Gebiet durchgeführt.

5.1.3 Schiff-Schiff-Kollisionen

Kollisionen zwischen Schiffen werden in diesem Bericht nicht ausführlich behandelt, da die Anzahl der Schiffe in der Gegend so gering ist, dass größere Schiffe nicht in nennenswertem Umfang aufeinandertreffen. Auf dem verkehrsreichsten Routenabschnitt (Abschnitt 1) lag die Anzahl der Aufeinandertreffen im Jahr 2017 für Schiffe mit einer Länge von mehr als 40 m innerhalb 1 Stunde bei 85 Aufeinandertreffen bzw. 16 % der Aufeinandertreffen. Insgesamt gab es 533 mögliche Aufeinandertreffen zwischen Schiffen, die länger als 40 m waren. Auf dem weniger überlasteten, aber schmaleren Routenabschnitt 20 betrug die Anzahl der Aufeinandertreffen innerhalb einer halben Stunde 9 Aufeinandertreffen bzw. 3 % der möglichen Aufeinandertreffen. Der Routenabschnitt 20 kann in höchstens 30 Minuten zurückgelegt werden.

Die Anzahl der Sportboote in der Gegend ist im Gegensatz zu den Handelsschiffen recht groß. Sie fahren vor allem am äußeren Rand der Routen in Richtung Land. Die zu ändernden Routenabschnitte betreffen viele Sportboote, die Änderungen haben jedoch keinen großen Einfluss auf die Anzahl der Aufeinandertreffen zwischen Booten.

Aufgrund der wenigen Aufeinandertreffen sowie der sehr begrenzten Änderungen der Schifffahrtsrouten ist nicht zu erwarten, dass die Zahl der Schiff-Schiff-Kollisionen durch den Windpark signifikant zunehmen wird. Daher wird dieses Vorfalleszenario nicht weiter analysiert.

5.2 Kollision mit den Anlagen nach der Errichtung

Mit den neuen Routen wird die Gesamtunfallhäufigkeit (Anlagenkollisionen) 0,1 betragen, was einer Wiederkehrzeit von 10 Jahren entspricht. Kollisionen mit Windenergieanlagen durch den motorisierten Routenverkehr spielen eine untergeordnete Rolle. Treibende Schiffe machen den weitaus größten Teil der Vorfälle aus. Sportboote und Fischereifahrzeuge sind für 85 % aller Anlagenkollisionen verantwortlich.

Tabelle 5-1 Wiederkehrzeiten nach Vorfallstyp und Schiffstyp mit neuen Routen

Vorfallstyp	Frachtschiffe usw.	Sportboote und Fischereifahrzeuge	Beide Schiffstypen
Kollisionen mit Anlagen von Routen aus	930	145	126
Driftkollisionen mit Anlagen von Routen aus	75	19	15
Kollisionen durch Schiffe, die nicht auf den Routen verkehren (nur Fischereifahrzeuge und Sportboote)	-	67	67
Driftkollisionen mit Anlagen durch Schiffe außerhalb der Routen (nur Fischereifahrzeuge und Sportboote)	-	160	160
Alle Kollisionen mit Anlagen	69	12	10

Im Folgenden wird auf die oben genannten Wiederkehrzeiten für Kollisionen eingegangen. Die Häufigkeit von Kollisionen mit Windenergieanlagen durch den Routenverkehr (Schiffe, die auf den Routen fahren) beträgt eine Kollision pro 69 Jahre für Frachtschiffe und eine Kollision pro 17 Jahre für Sportboote. Die Gesamtwiederkehrzeit für Kollisionen mit Windenergieanlagen durch den Routenverkehr beträgt 1 Kollision pro 13 Jahre.

Die Häufigkeit von Kollisionen mit Anlagen durch Nicht-Routenverkehr liegt bei 1 Kollision pro 47 Jahre für Sportboote und Fischereifahrzeuge.

In Abbildung 5-1 wird gezeigt, welche Anlagen vom Routenverkehr der motorisierten Schiffe betroffen sein werden. Es zeigt sich, dass die nördlichsten und südlichsten Anlagen in einen großen Teil der Schiff-Anlage-Kollisionen involviert sind.

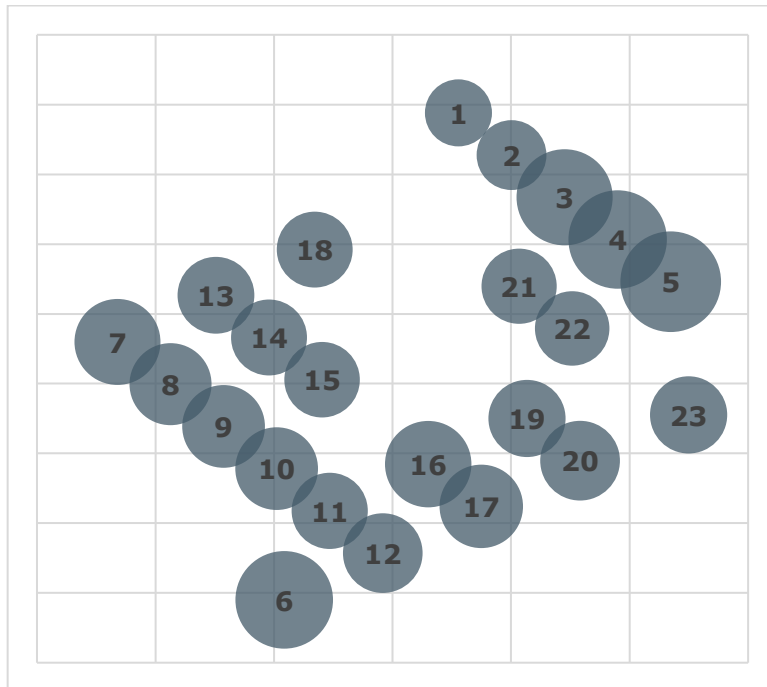


Abbildung 5-1 Anteil der Kollisionen motorisierter Schiffe mit Anlagen verteilt auf die einzelnen Anlagen

Abbildung 5-2 zeigt die Häufigkeit von Kollisionen mit Anlagen, aufgeschlüsselt nach den definierten Fahrrouten. Es ist zu beachten, dass die Routen 23 und 24 die fiktiven Routen für Sportboote sind, die durch den Windpark fahren.

Wie aus Abbildung 5-2 hervorgeht betrifft ein großer Teil der Kollisionen Sportboote. Da sie vor allem bei gutem Wetter und relativ langsam fahren, werden Kollisionen mit den Anlagen weniger kritisch ausfallen. Treibende Sportboote werden in einigen Fällen in der Lage sein, an den Anlagen festzumachen und somit den Driftvorgang zu stoppen.

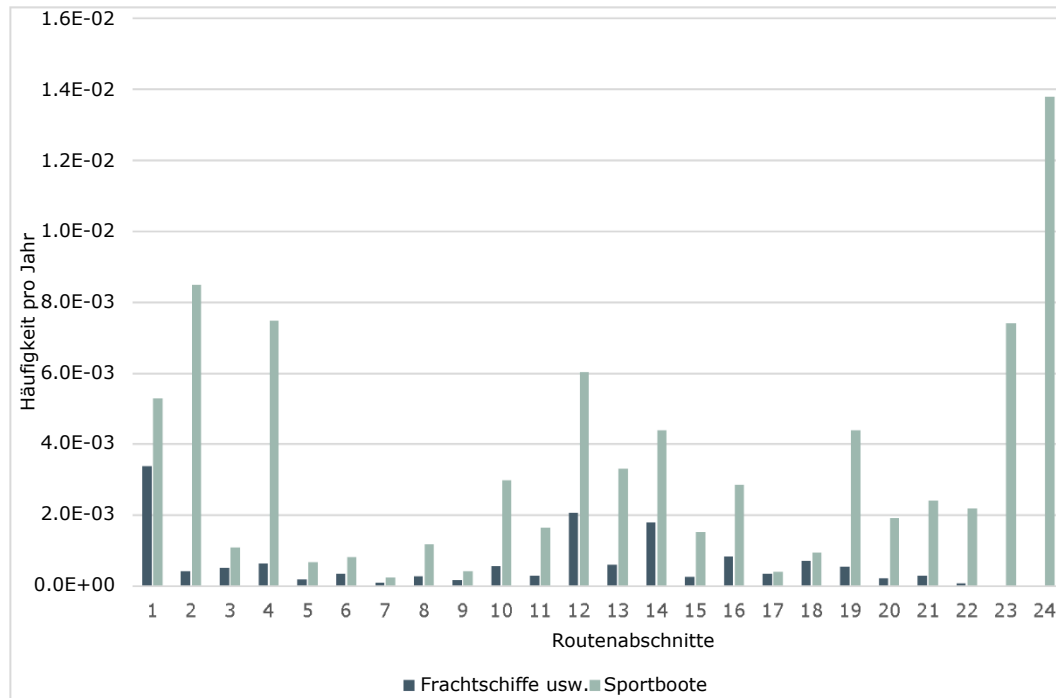


Abbildung 5-2 Alle Vorfälle nach Schiffstyp und Routenabschnitt. 23 und 24 sind die fiktiven Routenabschnitte mit Verkehr, der nicht auf den Routen erfolgt (Sportboote und Fischereifahrzeuge)

Aus Abbildung 5-3 geht hervor, dass Driftkollisionen die Vorfälle im Routenverkehr dominieren. Die Routenabschnitte 1, 2, 4, 12 und 14 stehen für etwa die Hälfte des Risikos in Bezug auf Driftkollisionen, wobei die Schiffe auf dem Routenabschnitt 1 breit verstreut an Fünen entlang fahren und auf die nordöstlichen Anlagen treffen können. Das Risiko durch die Routenabschnitte 2 und 4 betrifft die Windenergieanlagen südöstlich des Windparks am stärksten, das Risiko durch Routenabschnitt 12 und 14 betrifft die Windenergieanlagen südwestlich des Windparks am stärksten. Auch hier werden die Anlagen wahrscheinlich tatsächlich als Schifffahrtszeichen fungieren, so dass sie die Schiffe früher ausrichten. Bei den Routenabschnitten 23 und 24 handelt es sich um den Verkehr, der nicht auf den Routen verkehrt.

Treibende Schiffe treffen wie in Abbildung 5-3 Abbildung 5-4 dargestellt auf die Anlagen. Hier ist zu sehen, dass die treibenden Schiffe aus fast allen Richtungen kommen können, ein großer Teil des Risikos jedoch von den Anlagen ausgeht, die sich im Süden des Windparks befinden. Die Treibrose zeigt deutlich, dass die Wahrscheinlichkeit, dass Schiffe nach Nordosten treiben, im Vergleich zu anderen Richtungen viel höher ist. Daher tragen die Routen im südlichen Teil des Windparks am meisten zum Risiko bei.

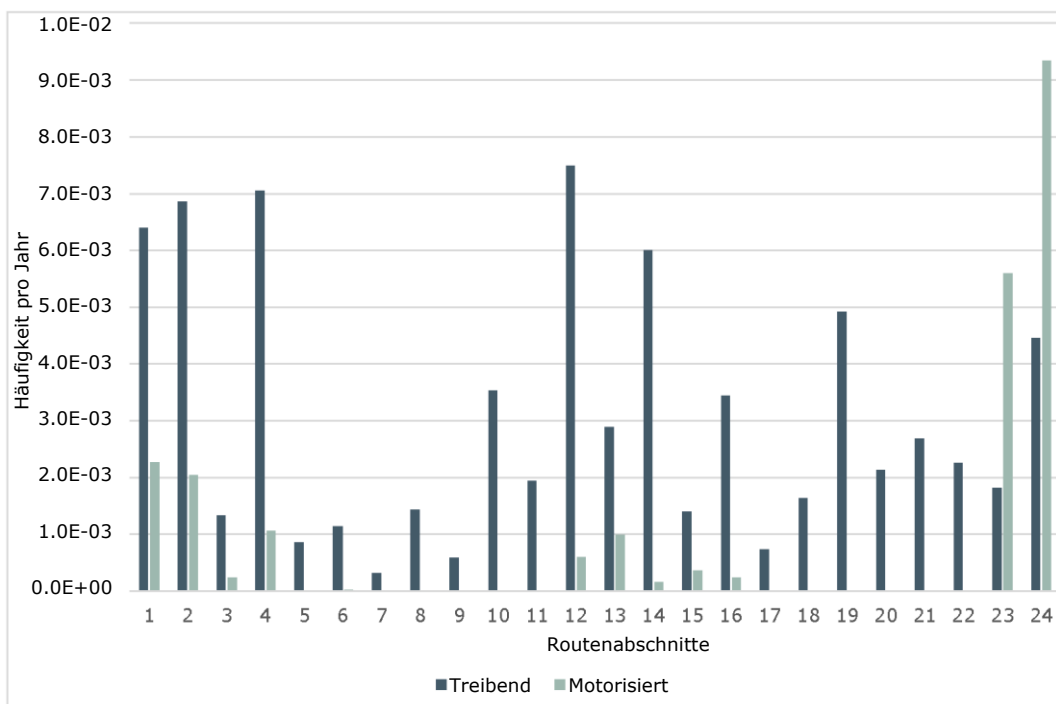


Abbildung 5-3 Kollisionen von Anlagen durch Drift- (Kat. V) und motorisierte Vorfälle (Kat. I-IV)

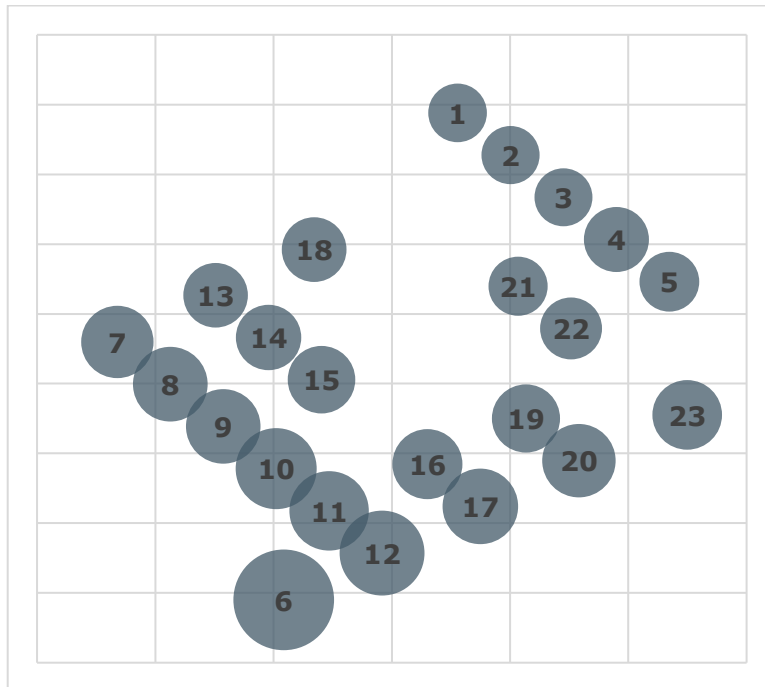


Abbildung 5-4 Anteil der Kollisionen treibender Schiffe mit Anlagen verteilt auf die einzelnen Anlagen. Die Mitte jedes Kreises steht für eine Anlage

In der folgenden Abbildung ist das Gesamtrisiko für jede Anlage dargestellt. Hier zeigt sich, dass die südwestlichen Anlagen am stärksten exponiert sind.

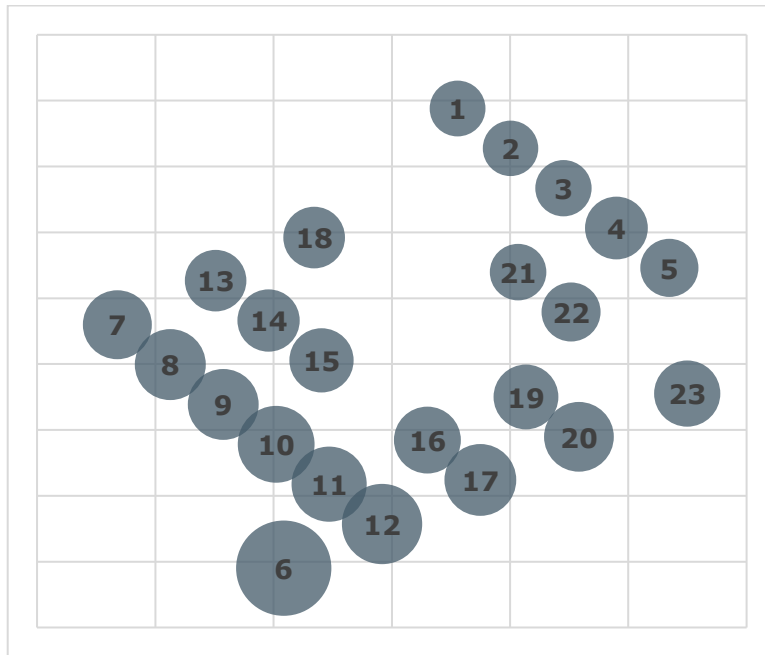


Abbildung 5-5 Anteil der Kollisionen (treibender und motorisierter) Schiffe mit Anlagen verteilt auf die einzelnen Anlagen. Die Mitte jedes Kreises steht für eine Anlage.

Tabelle 5-2 zeigt die Wiederkehrzeit verteilt auf die verschiedenen Windenergieanlagen. Es ist zu erkennen, dass Anlage 6 am meisten zum Risiko beiträgt, gefolgt von Anlage 12. Dies liegt daran, dass Anlage 6 in der Nähe der Routen im südlichen Teil des Windparks liegt und die Fahrtrichtung so ist, dass Schiffe von den südlichen Routen in Richtung der Anlage 6 treiben.

Tabelle 5-2 Wiederkehrzeit verteilt auf die Windenergieanlagen

Anlagen-Nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Wiederkehrzeit (Jahre)	35,6	36,3	36,5	29,0	34,3	12,1	23,4	22,0	22,1	18,7	19,4	17,0
Anlagen-Nr.	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	-
Wiederkehrzeit (Jahre)	29,4	28,7	26,9	25,0	21,5	29,3	26,4	22,7	35,1	32,0	25,3	-

5.3 Qualitative Bewertung alternativer Anlagenanordnungen

In diesem Abschnitt wird das Risiko für andere Anordnungen der Windenergieanlagen (Szenario 1, Szenario 3, Szenario 5) mit 11, 14 und 10 Windenergieanlagen qualitativ bewertet.

Um beurteilen zu können, wie sich das Schifffahrtsrisiko durch die drei neuen Szenarien verändert würde, wird eine Reihe von Faktoren mit dem analysierten Szenario 4 verglichen. Die folgenden Parameter haben den größten Einfluss auf diese Bewertung:

- > Anzahl der Anlagen
- > Physikalische Größe (Durchmesser) der Anlagen
- > Anordnung (Abstand zwischen den Anlagen und relative Position in Arrays, einschließlich der Änderung der Verkehrsmuster aufgrund des relativen Standorts der Anlagen)
- > Entfernung zu Schiffsverkehr/Routen außerhalb des Windparks

Für die Bewertung der vorstehenden Faktoren wurde eine Reihe von Schlüsselparametern in Tabelle 5-3 zusammengefasst.

Tabelle 5-3 Überblick über die wichtigsten Parameter für den Vergleich der drei aktuellen Windenergieanlagen szenarien mit dem Basisszenario.

Szenarien	Anzahl der Anlagen	Leistung pro Anlage	Durchmesser der Anlage (einschließlich Eiskegel)	Gondelhöhe (m über der Geländeoberfläche)	Abstand zwischen den Anlagen (Array)
Basisszenario (Szenario 3)	23	7,2 MW	7,5 m (12,5)	106	1,3-1,7
Szenario 1	11	11 MW	7,5 m (12,5)	131	2,1
Szenario 3	14	11 MW	7,5 m (12,5)	120	2,1
Szenario 5	10	15 MW	7,5 m (12,5)	138	1,3-1,7

Das gesamte Projektgebiet bleibt unverändert und alle Szenarien sind in der folgenden Abbildung zusammen mit der Anordnung für das Basisszenario dargestellt.

Für die Alternativszenarien 1, 3 und 5 sind deutlich weniger Anlagen vorgesehen, die in der Regel auch weiter vom Schiffsverkehr im Osten und Westen entfernt liegen. Hier wird ein reduziertes Anlagenkollisionsrisiko erwartet. Darüber hinaus verlaufen die breiteren und klarer definierten Korridore in Nord-Süd-Richtung durch den Windpark, was das Durchfahren von Sportbooten erleichtert. Dies kann möglicherweise auch das Risiko mit sich ziehen, dass Frachtschiffe fälschlicherweise versuchen, durch den Windpark zu fahren, wobei die Gefahr besteht, dass sie sich verirren und möglicherweise mit den Anlagen im Inneren des Windparks kollidieren.

Insgesamt wird erwartet, dass das Risiko für alle Alternativen geringer ist als für das Basisszenario (Szenario 3).

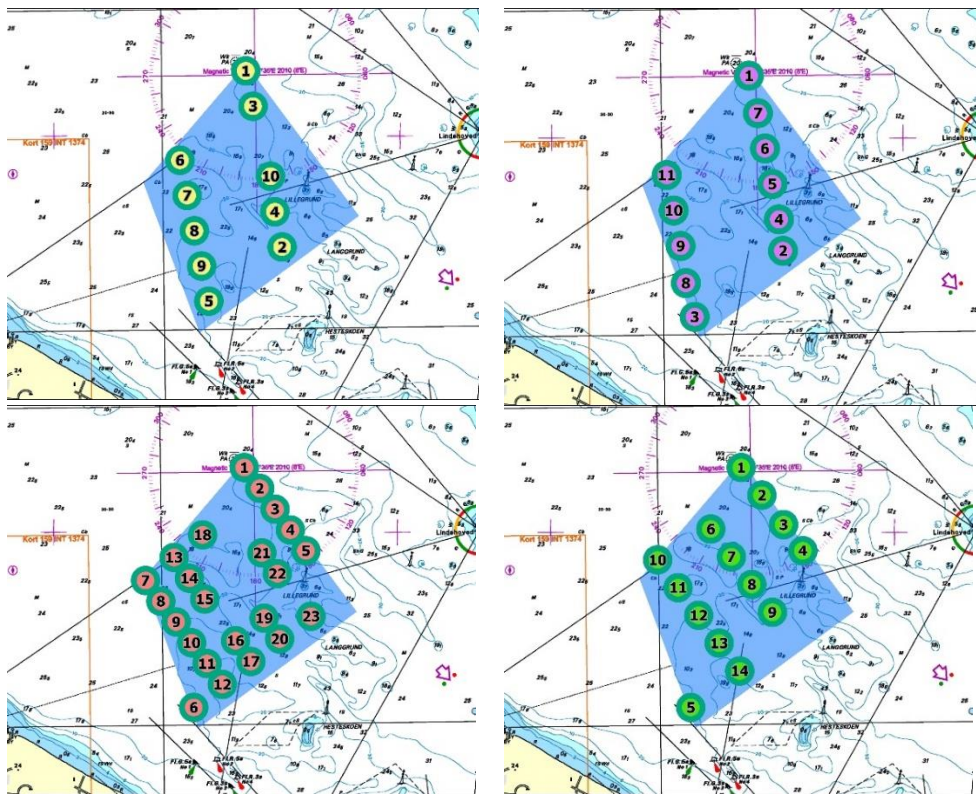


Abbildung 5-6 Überblick über die vier aktuellen Szenarien. O. li. Szenario 1 mit 11 Anlagen, o. r. Szenario 3 mit 14 Anlagen, u. li. Szenario 4 mit 23 Anlagen, u. r. Szenario 5 mit 10 Anlagen. Hier ist die Variation des Standorts und der Anzahl der Windenergieanlagen für die verschiedenen Szenarien angegeben.

6 Folgenabschätzungen

In diesem Kapitel wird untersucht, wie sich die im vorherigen Kapitel gefundenen Häufigkeiten ändern, wenn die Folgen von Kollisionen mit Windenergieanlagen einbezogen werden. Die Folgen werden nicht im finanziellen Sinne, sondern als die Jahre berechnet, die zwischen den verschiedenen Folgen vergehen.

Die Häufigkeitsanalyse im vorigen Kapitel zeigt, dass treibende Schiffe die dominierende Quelle der Vorfälle sind. Motorisierte Schiffe auf oder abseits der Routen spielen nur eine untergeordnete Rolle.

Die Folgen gliedern sich in:

- > Kollisionsfolgen
 - > Verlust des Schiffes und/oder Personenschäden als direkte Folge einer Kollision
 - > Verlust des Schiffes und/oder Personenschäden als indirekte Folge einer Kollision (herabgefallene Anlagenteile).
- > Umweltfolgen
 - > Austritt von Schweröl
 - > Austritte aus Öl- und Gastankern

In der Schifffahrtsanalyse für Horns Rev 3 wurde die Wahrscheinlichkeit verschiedener Folgen von Kollisionen mit den Windenergieanlagen bewertet, siehe Tabelle 6-1.

Tabelle 6-1 Unterschiedliche Auswirkungsszenarien und angenommene Wahrscheinlichkeit schwerwiegender Vorfälle in jedem Szenario

Wahrscheinlichkeit	Treibend	Motorisiert
- Einsturz einer Windenergieanlage - Schwerwiegende Schäden am Schiff - Personenschäden/Tod	0 %	33 %
- Kein Einsturz der Windenergieanlage - Erhebliche Schäden am Schiff - Personenschäden/Tod	33 %	33 %
- Kein Einsturz der Windenergieanlage auf das Schiff - Keine nennenswerten Schäden am Schiff	67 %	33 %

Für dieses Projekt ist zu erkennen, dass Kollisionen mit treibenden Sportbooten dominieren. Die Folgen solcher Situationen werden im Folgenden bewertet.

Es wird allgemein erwartet, dass Driftkollisionen mit Sportbooten während der Lebensdauer des Windparks wahrscheinlich sind, da sich in dem Gebiet eine beträchtliche Anzahl von Sportbooten befindet und der Windpark in lokalen Gewässern liegt. In der Regel würde man erwarten, dass der Aufprall zwischen Schiff und Anlage bei Driftkollisionen keine nennenswerten Schäden verursacht, da die Driftgeschwindigkeit niedrig und ähnlich wie bei einem Schiff ist, das im Hafen anlegt.

Neben der Kollision zwischen Boot und Anlagenfundament besteht auch die Gefahr, dass Boote mit einer Masthöhe von mehr als 20 m von den Rotorblättern der Windenergieanlage getroffen werden. Die Masthöhe eines Schiffes ist im AIS nicht dokumentiert und wurde daher auf Grundlage früherer Studien zu diesem Thema, siehe Abschnitt 2.5.4, sowie auf Grundlage des Kontakts mit den Häfen in dem Gebiet bewertet. Auf dieser Grundlage wird geschätzt, dass bei Schiffen mit einer Länge von mehr als 15 m im Durchschnitt mit Masthöhen von über 20 m gerechnet werden kann, was in etwa 10 % der Sportboote in diesem Gebiet entspricht. Da der Verkehr von Sportbooten dominiert wird, kann konservativ angenommen werden, dass 33 % aller Driftkollisionen zu Verletzungen/Tod führen können.

Auf Grundlage der Annahmen über die Auswirkungen von Kollisionen in Tabelle 6-1 wird die Wiederkehrzeit für schwere Anlagenkollisionen mit Frachtschiffen und kleinen Schiffen (Fischereifahrzeuge und Sportboote) geschätzt, siehe Tabelle 6-2.

Tabelle 6-2 Wiederkehrzeiten bei schwerwiegenden Vorfällen

Vorfallstyp	Frachtschiffe usw.	Sportboote und Fischereifahrzeuge	Beide Schiffstypen
Kollisionen mit Anlagen von Routen aus	1409	220	190
Driftkollisionen mit Anlagen von Routen aus	226	57	45
Kollisionen durch Schiffe, die nicht auf den Routen verkehren (nur Fischereifahrzeuge und Sportboote)	-	101	101
Driftkollisionen mit Anlagen durch Schiffe außerhalb der Routen (nur Fischereifahrzeuge und Sportboote)	-	484	484
Alle Kollisionen mit Anlagen	195	29	25

In Bezug auf die Umweltfolgen wird konservativ davon ausgegangen, dass es bei allen Vorfällen, bei denen nach einer Kollision ein schwerwiegender/erheblicher Schaden am Schiff entsteht, zu Schwerölaustritten kommen wird, siehe Tabelle 6-1. Daher wird davon ausgegangen, dass die Wiederkehrperiode von Schwerölaustritten nur einen Bruchteil aller schwerwiegenden Vorfälle betragen wird, die in Tabelle 6-2 dargestellt sind.

Schäden an Windenergieanlagen, die keine Folgen für Dritte oder die Umwelt haben, werden im Bericht nicht behandelt.

7 Risikobeurteilung während der Bauphase

Die Bauzeit wird voraussichtlich etwa 1 Jahr betragen. In der Umgebung des Windparks wird es zu verstärkten Aktivitäten kommen. Es wird erwartet, dass Baggerschiffe, verschiedene Bauschiffe, Lastkähne und Serviceschiffe für die Personenbeförderung zum Einsatz kommen, siehe detaillierte Beschreibung der Bauphase in Abschnitt 3.2 der Umweltverträglichkeitsprüfung.

Das Befördern von Material zu der Stelle, an der Aushub entladen wird, wird voraussichtlich etwa 6 Monate dauern, wobei etwa 1–3 Fahrten pro Tag erfolgen. Dieser Bereich steht noch nicht fest, wird aber voraussichtlich in unmittelbarer Nähe des Baugebiets liegen. Die Auswirkungen dieses Verkehrs auf die Schifffahrt und die Sicherheit der Schifffahrt werden in gesonderten Umweltverträglichkeitsprüfungen behandelt und sind daher hier nicht enthalten.

Darüber hinaus werden während der Bauphase folgende Fahrten erwartet.

- > 1–3 Fahrten/Tag für 6 Monate mit größeren Baufahrzeugen wie Schwimmkränen, Hubinseln, Lastkähnen usw. Diese sollen von großen Häfen wie Grenå, Esbjerg, Aalborg, Lindø, Rostock, Swinoujscie oder Stettin verschifft werden.
- > 1–5 Fahrten/Tag für 10 Monate für die Personenbeförderung von den Häfen Sønderborg, Assens, Fåborg oder Aabenraa.

So wird während der Bauzeit mit maximal 550 Fahrten mit größeren Baufahrzeugen und 1500 Fahrten zwecks Personenbeförderung gerechnet. In Verbindung mit dem bestehenden Verkehr ist dies ein deutlicher Anstieg. Insgesamt wird erwartet, dass die Anzahl der täglichen Fahrten weiterhin extrem begrenzt sein wird, ohne dass dies zu erheblichen Auswirkungen auf die Sicherheit der Schifffahrt führt.

8 Referenzen

- COWI, 2009 Skibskollisioner, grundlag og beregninger. A/S Storebælt. 2009 Bericht Nr. 57846-007, COWI
- Eurocode, 2007 Eurocode DS/EN 1991-1-7, 2007
- GL, 2010 Offshore-Windparks – Parameter für Risikoanalysen im Genehmigungsverfahren und Wirksamkeit kollisionsverhindernder Maßnahmen, Berichtsnummer SO-ER 2010.095, Version 1.0, Germanischer Lloyd (GL)
- HR3, 2017 Horns Rev 3 Offshore-Windpark. NAVIGATIONAL RISK ANALYSIS. 2017, Orbicon und COWI
- IHS, 2017 IHS Fairplay: Maritime Intelligence and Publications. Database, 2013. Web: www.ihs.com
- IMO, 2002 Internationale Seeschiffahrtsorganisation (IMO), *Guidelines for Formal Safety Assessment (FSA) for use in IMO rule-making process*. 5. April 2002
- JV, 2013 Memo omkring sejladsforhold: Koordinering af metoder for Horns Rev 3 og Kriegers Flak, Af DNV & COWI, 2013
- Lentz & Kroon, 2010 Oil Spill Risk and the Socio-economic Effect of Mandatory Pilotage. Albrecht Lentz und Inger B. Kroon. COWI A/S International Journal of Engineering Under Uncertainty 2010
- NIRAS 2016 NIRAS. WINDPARK LILLEBÆLT SYD. ANALYSE AF AREALER TIL VINDMØLLEPARK OG MULIGE NETTILSLUTNINGSPUNKTER. Juni 2016
- Peter Friis-Hansen 2008 Basic Modelling Principles for prediction of collision and grounding frequencies. DTU. 2008
- SFS AIS-data in the area received from the Danish Maritime Authority for 2017
- Vinnem, 2007 Offshore Risk Assessment – Principles, Modelling and Applications of QRA Studies, 2. Ausgabe, Springer 2007 von Jan Vinnem

Anhang A HazID-Protokoll

Die Besprechung zur Gefahrenidentifikation (HazID) fand am 6. März 2018 im Versorgungsunternehmen Sønderborg Forsyning in Sønderborg statt.

Teilnehmer

Name	Position	Unternehmen/Institution
Ole Knudsen	Hafenleiter	Assens Havn
Flemming Sørensen	Nautischer Berater	Dänische Schifffahrtsbehörde
Rolf Bonnichsen		Stema Shipping A/S
Henrik Thykjær	Hafendirektor	Aabenraa Havn
Steffen Esbensen	Business Manager	Shipping.dk
Chresten Nissen		Ensted Havn
Jóhann Petersen		Fredericia Havn
Hans Mortensen		Inter Terminals, Aabenraa
Henrik Bode	Fischer	Mommark
John J. Bork	Fischer	Årø
Knud Erik Pedersen	Lotse	DanPilot
Morten Hørlyck	Sportbootfahrer	Fynshav Sejlklub
Iben Nielsen	Senior Project Manager	Sønderborg Forsyning
Stig Balduin Andersen	Leitender Berater, Wind	HOFOR
Anne Eiby	Projektleiterin, Wasser und Umwelt	COWI A/S
Albrecht Lentz	Fach-/Teilprojektleiter, Risikoanalyse	COWI A/S
Erik Sonne Ravn	Spezialisierte Risikoanalyse	COWI A/S

A.1 Protokoll zur Gefahrenidentifikation für die Schifffahrtsbedingungen während der Betriebsphase

Um den Prozess einfach zu halten, ist die Gefahrenidentifikation in zwei Hauptschritte unterteilt:

- 1 Identifikation aller schifffahrtsbezogenen Gefahren, die sich aus dem Vorhandensein eines neuen Windparks ergeben können
- 2 Identifikation der spezifischen Gefahren auf jeder Route, einschließlich Kommentaren zu ihrer Häufigkeit, Schwere und möglichen Sicherheitsmaßnahmen.

Allgemeine Überprüfung der mit dem Windpark verbundenen schifffahrtsbezogenen Gefahren

Gefahr	Folge	Schweregrad	Kommentar
Schiff-Schiff-Kollisionen	<ul style="list-style-type: none"> > Personenschäden > Ölaustritt 	<p>Bereitschaft? Schwimmbarrieren?</p> <p>Der Schweregrad einer Kollision kann höher ausfallen, da der Kleine Belt von allen Seiten durch Land begrenzt ist.</p> <p>Andere Stoffe als Öl. Chemikalien und Asphalt</p>	<p>Zu beachten ist, dass sich die Schiffe mit der Zeit verändern. Sie werden immer größer. In Ensted manchmal 300.000 t.</p> <p>Tankschiffe unterliegen Lotsenpflicht. Trockenfrachtschiffe sind in der Regel kleiner als Tankschiffe.</p> <p>Bei >11 m wird Lotse empfohlen.</p> <p>Die Windenergieanlagen stören das Radar nicht.</p>
Grundberührungen	<ul style="list-style-type: none"> > Ölaustritt 	<p>Weicher Boden reduziert den Schweregrad. Größere Steine können immer noch einen Rumpfbuch verursachen. Schweröl befindet sich meist im hinteren Teil des Schiffs</p>	<p>Schiffsbrände können dazu beitragen, dass ein Schiff zu treiben beginnt.</p>
Kollisionen mit Windenergieanlagen	<ul style="list-style-type: none"> > Ölaustritt > Stromschlag (Personenschäden) > Herabfallende Anlagenkomponenten (Personenschäden) 	<p>Stromschläge werden nicht als relevant erachtet, da das Schiff stets geerdet ist (der Rumpf befindet sich im Wasser)</p>	

Vier Gefahrentypen werden in der Analyse für jede Route (falls zutreffend) dargestellt:

- > Motorisierte Schiffe, die Navigationsfehler begehen.
- > Treibende Schiffe, die mit der Anlage kollidieren (aufgrund von Treiben oder eines Motorschadens)
- > Kollision zwischen bestehenden Schiffen aufgrund von Verkehrsumleitung
- > Gefahr vor Grundberührungen aufgrund von Verkehrsumleitung

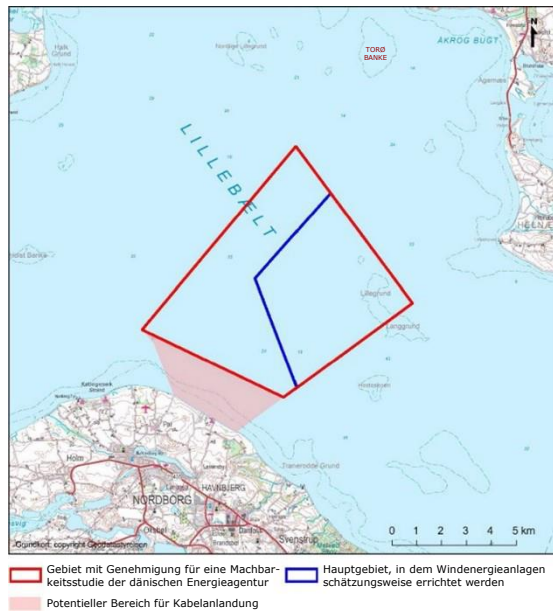


Abbildung A-8-1 Projektgebiet

HERVORZUHEBEN IST, DASS DIE TEILNEHMER IHRE MEINUNG UNTER DER BEDINGUNG ABGEGEBEN HABEN, DASS DAS GEPLANTE WINDPARKGEBIET INNERHALB DES MIT BLAU MARKIERTEN RECHTECKS BLEIBT, SIEHE Abbildung A-8-1.

Route/Szenario	Beschreibung von Unfällen	Sicherheitsmaßnahmen	Häufigkeit	Folge	Kommentar
A1-1	Schiff-Schiff-Kollision: Schiffe fahren in Richtung Helnæs. Aber nicht weiter als bis zur Kennzeichnung. Mehre Sportboote fahren auf die Route. Weniger Spielraum für Ausweichmanöver	Ostseite des Windparks kennzeichnen, da sich die Schiffe dann näher herantrauen und somit eine geringere Konzentration vorherrscht.	Häufigere Kollisionen mit kleineren Schiffen. Höhere Kollisionshäufigkeit, aber immer noch gering. Es ist zu beachten, dass die Schiffe nicht unbedingt gleichmäßig über den Tag verteilt sind.	Kleinere Trockenfrachtschiffe haben Schweröl bis zum Rumpf und in Bodentanks.	Die Schiffe, die aktuell südlich-nördlich durch den Windpark (A5) fahren, werden auf dieser Route kreuzen. Die Konzentration steigt. Die Sportboote fahren vorher dicht an der Küste entlang. So sind sie vom Güterverkehr getrennt
A1-2	Grundberührung	Ostseite des Windparks kennzeichnen, da sich die Schiffe dann näher an den Windpark herantrauen und somit eine geringere Konzentration vorherrscht.	Keine höhere Frequenz	Im Allgemeinen weicher Boden, der keinen Rumpbruch verursacht. Doch es gibt größere Steine, die einen Rumpbruch verursachen könnten.	Aufgrund der deutschen Vorschriften werden deutsche Sportboote nicht auf der Route fahren. Schiffe werden in der Regel nicht durch den Windpark fahren, obwohl sie es dürfen.
A1-3	Treibende Schiffe	Bis zu 20.000 Tonnen können mit Anker gestoppt werden Große Schiffe können nicht gestoppt werden, wenn sie mit mehr als 1½ Knoten treiben.	Kommt nicht selten vor. Aber nur bei Ostwind treffen sie auf die Anlagen	Alle Schiffe auf dieser Route wiegen weniger als 10.000 t.	Bei plötzlichem Maschinenstopp gerät das Schiff außer Kontrolle. Es dauert eine Weile, bis die Geschwindigkeit auf z. B. 2 Knoten gesunken ist, bevor der Anker geworfen wird.
A1-4	Kollision mit Fischereifahrzeug	Keine, die über Kollisionsalarme hinausgehen	Nicht größer als heute		Diese Route ist kein Problem. Doch im gesamten geplanten Gebiet wird gefischt. Nur in dem kleinen Dreieck in der südöstlichen Ecke wird nicht gefischt.
A2-1	Schiff-Schiff-Kollision	Die nördlichste Ecke sollte verkleinert oder gekennzeichnet werden. Dann kann der Verkehr auf dieser Route so weitergehen wie bisher.	Nicht größer.	Bei Sinken von Sportbooten besteht eine hohe Wahrscheinlichkeit für den Verlust von Menschenleben	Entscheidend sind nicht Kollisionen zwischen Frachtschiffen, sondern zwischen Frachtschiffen und Sportbooten. Große Schiffe haben

Route/Szenario	Beschreibung von Unfällen	Sicherheitsmaßnahmen	Häufigkeit	Folge	Kommentar
					Schwierigkeiten, kleine Schiffe nah am Bug zu sehen
A2-2	Grundberührung		Nicht größer als derzeit.		Die Qualität der Messung ist nicht so gut, da es sich um alte Messungen handelt
NR. A2-3	Treibende Schiffe		Kommt nicht selten vor. Aber nur bei Ostwind treffen sie auf die Anlagen		
A2-4	Anlagenkollision	Warnungen, wenn Anlagenteile im Wasser treiben	Selten	Kollision mit Rotorblättern usw.	
NR. A3-1	Grundberührung	Die Route ist bereits gut markiert	Selten	Weicher Boden	
A3-2	Grundberührung oben an Kabel		Selten	Nicht schlechter als andere Grundberührungen. Aber die Rechnung könnte beim Schiffseigentümer landen.	
A3-3	Treibende Schiffe		Bei Westwinden, die in Dänemark am häufigsten vorkommen, können die Schiffe gegen die Anlagen prallen.	Bei größeren Schiffen können Anlagen umstürzen und der Boden durch die Spitzen aufgerissen werden.	Die sehr großen Schiffe laufen vorher auf Grund.
A3-4	Anlagenkollision			Bei größeren Schiffen können Anlagen umstürzen und der Boden durch die Spitzen aufgerissen werden.	Die sehr großen Schiffe laufen vorher auf Grund. Die kleineren fahren bereits in einiger Entfernung von den Anlagen
A4					Diese Route ist auf die A3 herabverlegt.

Route/Szenario	Beschreibung von Unfällen	Sicherheitsmaßnahmen	Häufigkeit	Folge	Kommentar
A4-1	Schiff-Schiff-Kollision	Könnten das südliche „Dreieck“ entfernt und die Anlagen nach Norden verlegt werden?	Mehrere	Mehr Schiffe auf der Tiefseeroute	Die Schiffe wechseln auf A3. Das „Dreieck“ kann für einzelne Schiffe ein Problem darstellen. Doch dann werden die Anlagen in Richtung A1 verschoben
A4-2	Fischereifahrzeug, Trawler: Kabel reißt	Kabel muss eingegraben werden. Der Anlagenbesitzer muss die Erlaubnis zum Schleppnetzfishen erteilen.	Kommt vor.	Keine sicherheitsrelevanten Folgen	
A4-3	Kollision mit Fynshav-Fähre. Kann eine Änderung der Route zu Problemen für die Fähre führen?	Fähren sind sicherer als gewöhnliche Schiffe. Die Fähren kennen ihr Gebiet sehr gut.	Sehr selten. Als Erinnerung: Helsingør-Helsingborg	Kann sehr groß sein	Die Teilnehmer waren nicht der Meinung, dass dies ein Problem darstellen würde.
A5-1	Treibende Schiffe. Bei Westwind können sie schnell auf die Anlagen prallen		Kommt zu Maschinenstopp. Vielleicht 1–2 Mal pro Jahr.	Kann ein Loch im Rumpf verursachen. Die größte Folge sind aber wohl herabgefallene Teile aus der Anlage, wenn sie durch den Aufprall zusammenbricht.	Diese Route wird leicht nach Westen verlegt
A6-1	Treibende Schiffe. Bei Westwind können sie auf die Anlagen prallen	Ihr Anker sollte sich festsetzen, bevor sie die Anlagen erreichen	Maschinenstopps treten relativ häufig auf. Ein Schiff hat vielleicht einen Maschinenstopp pro Jahr.	Kann ein Loch im Rumpf verursachen. Die größte Folge sind aber wohl herabgefallene Teile aus der Anlage, wenn sie durch den Aufprall zusammenbricht.	

Route/Szenario	Beschreibung von Unfällen	Sicherheitsmaßnahmen	Häufigkeit	Folge	Kommentar
B1-1	Treibende Sportboote	Bei gutem Wetter können sie ankern.	Kommt vor	Ein Sportboot, das auf eine Anlage zutreibt, sollte in der Lage sein, damit umzugehen. Gegebenenfalls besteht auch die Möglichkeit, das Boot festzumachen. Das hängt jedoch vom Wetter ab.	
B7-1	Grundberührung auf Hesteskoen	Hesteskoen kann besser markiert werden. Sportbootfahrer sollten darüber informiert werden, dass sie durch den Windpark fahren dürfen. Die überwiegende Mehrheit wird versuchen, dies zu vermeiden.	Oft	Verlust des Bootes bei schlechtem Wetter. Wenn das Sportboot nicht über ein Funkgerät oder Signalraketen verfügt, besteht Lebensgefahr.	Die Boote werden entweder durch den Windpark fahren oder nördlich von Hesteskoen einen Knick fahren. B7 ist wohl die einzige Route, die die Sportboote direkt betrifft
Sonstiges-1	Anlagen als möglicher Ausschlussgrund für den Einsatz von Rettungshubschraubern	Forderung der dänischen Streitkräfte, die Anlagen mit Lichtern zu markieren			Besteht ein Problem bei der Rettung mit Hubschraubern? Können die vier Personen abheben/landen? Bitte dänische Streitkräfte fragen.
Sonstiges-2	Versorgungsschiffe des Windparks				Die Versorgungsschiffe kommen aus Fynshav, Aabenraa oder Assens. Die Serviceschiffe verursachen keine Probleme, da es nur wenige sind.
Sonstiges-3	Gewinnung von Rohstoffen in Abbaugbiet		Sehr geringe Schifffahrtsaktivität		

A.2 Gefahrenidentifikationsprotokoll für die Schifffahrtsbedingungen während der Bauphase

Route/Szenario	Beschreibung von Unfällen	Sicherheitsmaßnahmen	Häufigkeit	Folge	Kommentar
E1	Kollision mit Kabelschiff, Baggerschiff oder Kranschiff	Das Gebiet ist für den unbefugten Verkehr gesperrt. Muss gut markiert sein. In der Installationsphase sind die Anlagen schwer zu erkennen. Höhere Wahrscheinlichkeit einer Kollision. Sie sind mit einem Radarreflektor versehen.			Bauphase: Die Schiffe kommen wahrscheinlich aus Aabenraa Havn. Auch aus Lindø/Odense. Viele Elemente werden wahrscheinlich einen langen Weg zurücklegen.
E2	Bauschiffe kollidieren miteinander	Bauschiffe fahren nicht bei schlechtem Wetter.			
E3	Bauschiffe rammen Anlagenfundamente, Anlagen und andere Ausrüstung	Bauschiffe fahren nicht bei schlechtem Wetter. Die Fahrt ist so kurz, dass man bei schlechtem Wetter im Hafen bleibt und auf gute Wetterberichte wartet. - Schiffen in Not kann von anderen Schiffen geholfen werden – Risikominderung.		Besonders gravierend ist dies bei größeren Bauschiffen. - Kleinere Bauschiffe: Sind in geringem Ausmaß eine Gefahr für die Baustelle.	
E4	Schiffe treiben in den Baubereich	Bauschiffe können helfen und die Notfallkette kann schnell in Gang gesetzt werden. Schlepper, Tauchschiffe und Mannschaftsboote vor Ort. Nur bei gutem Wetter vor Ort. Sonst ist niemand vor Ort.			