



Anlage 22.9

Stand: 03.06.2016

**Feste Fehmarnbeltquerung  
Planfeststellung**

**Monitoringkonzept zur  
marinen Umwelt  
einschließlich  
ausgewählter Habitate  
und streng geschützter  
Arten**

**Diese Unterlage ist eine vollständig neue Anlage der  
Planfeststellungsunterlagen, 03.06.2016**

S. 1-69

**Grundlage der Entscheidung**  
vom 31.01.2019

Az.: APV-622.228-16.1-1

Dieser Plan ist Bestandteil der vorbezeichneten Entscheidung. Für die Angabe der Rechtsgrundlage und deren Fundstelle wird auf die Entscheidung verwiesen.

Kiel, den 31.01.2019

Amt für Planfeststellung Verkehr  
-Planfeststellungsbehörde-

gez. Dörte Hansen

# Feste Fehmarnbeltquerung Planfeststellung

## Monitoringkonzept zur marinen Umwelt einschließlich ausgewählter Habitate und streng geschützter Arten

Diese Unterlage ist eine vollständig neue Anlage  
der Planfeststellungsunterlagen, 03.06.2016

Aufgestellt:



Landesbetrieb  
Straßenbau und Verkehr  
Schleswig-Holstein  
Niederlassung Lübeck



Kopenhagen, 03.06.2016  
Femern A/S

Lübeck, 03.06.2016  
LBV-SH Niederlassung Lübeck

gez. Claus Dynesen

gez. Torsten Conradt

Die alleinige Verantwortung für diese Veröffentlichung liegt beim Autor.  
Die Europäische Union haftet nicht für die Verwendung der darin enthaltenen Informationen.



Von der Europäischen Union kofinanziert  
Transeuropäisches Verkehrsnetz (TEN-V)

Seite 2/69

## Inhaltsverzeichnis

<b>1. EINLEITUNG .....</b>	<b>10</b>
1.1. Konzept und Ziele .....	10
1.2. Definitionen .....	12
1.3. Monitoringtätigkeiten .....	12
1.4. Rollen und Zuständigkeiten.....	13
<b>2. PROGRAMM ZUM MONITORING DER AUSWIRKUNGEN VON SEDIMENTFREISETZUNGEN .....</b>	<b>14</b>
<b>2.1. Subprogramm Modellierung von Sedimentfreisetzungen.....</b>	<b>14</b>
2.1.1. Hintergrund.....	14
2.1.2. Monitoring von Freisetzungsraten.....	15
2.1.3. Spezifische Ziele .....	16
2.1.4. Begründung.....	16
2.1.5. Methodik.....	16
2.1.5.1. Beschreibung des gesamten Subprogrammkonzepts .....	16
2.1.5.2. Natura 2000, WRRL und MSRL.....	17
2.1.6. Monitoringzeiträume.....	17
2.1.7. Zusammenfassung des Subprogramms .....	17
2.1.8. Berichterstattung .....	18
<b>2.2. Subprogramm für das Monitoring der Wasserqualität/Trübung .....</b>	<b>18</b>
2.2.1. Monitoring durch andere Parteien.....	19
2.2.2. Spezifische Ziele .....	19
2.2.3. Begründung.....	20
2.2.4. Methodik.....	20
2.2.4.1. Beschreibung des Gesamtkonzepts für das Subprogramm .....	20
2.2.5. Monitoringzeiträume.....	24
2.2.6. Zusammenfassung des Subprogramms .....	24
2.2.7. Berichterstattung .....	24
<b>2.3. Sedimentation .....</b>	<b>25</b>
2.3.1. Monitoring durch andere Parteien.....	25
2.3.2. Spezifische Ziele .....	25
2.3.3. Begründung.....	26

2.3.4.	Methodik .....	26
2.3.5.	Monitoringzeiträume .....	28
2.3.6.	Zusammenfassung des Subprogramms zur Sedimentation .....	29
2.3.7.	Berichtserstattung .....	29
<b>2.4.</b>	<b>Subprogramm für das Monitoring der benthischen Flora und Fauna .....</b>	<b>29</b>
2.4.1.	Hintergrund .....	29
2.4.2.	Monitoring durch andere Parteien .....	30
2.4.3.	Spezifische Ziele .....	32
2.4.4.	Begründung .....	33
2.4.5.	Methodik .....	33
2.4.5.1.	Beschreibung des gesamten Subprogramms .....	33
2.4.5.2.	Natura 2000, Wasserrahmenrichtlinie, Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie und streng geschützte Arten .....	35
2.4.6.	Monitoringzeiträume .....	36
2.4.7.	Zusammenfassung des Subprogramms .....	36
2.4.8.	Berichterstattung .....	37
<b>2.5.</b>	<b>Subprogramm für das Monitoring der Vogelwelt .....</b>	<b>38</b>
2.5.1.	Hintergrund .....	38
2.5.2.	Monitoring durch andere Parteien .....	38
2.5.3.	Spezifische Ziele .....	39
2.5.4.	Begründung .....	39
2.5.5.	Methodik .....	39
2.5.5.1.	Beschreibung des Gesamtkonzepts für das Subprogramm .....	40
2.5.5.2.	Natura 2000, Wasserrahmenrichtlinie, Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie und streng geschützte Arten .....	40
2.5.6.	Monitoringzeiträume .....	40
2.5.7.	Zusammenfassung des Subprogramms .....	40
2.5.8.	Berichterstattung .....	41
<b>2.6.</b>	<b>Subprogramm für das Monitoring der Meeressäugetiere .....</b>	<b>41</b>
2.6.1.	Hintergrund .....	41
2.6.2.	Monitoring durch andere Parteien .....	42
2.6.3.	Spezifische Ziele .....	43
2.6.4.	Begründung .....	43
2.6.5.	Methodik .....	43
2.6.5.1.	Beschreibung des Gesamtkonzepts für das Subprogramm .....	43
2.6.5.2.	Natura 2000, Wasserrahmenrichtlinie, Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie und streng geschützte Arten .....	44

2.6.6.	Monitoringzeiträume.....	45
2.6.7.	Zusammenfassung des Subprogramms .....	45
2.6.8.	Berichterstattung .....	45
<b>3.</b>	<b>MONITORINGPROGRAMME ZUR LANDGEWINNUNG UND STÖRUNGEN DES MEERESBODENS .....</b>	<b>46</b>
<b>3.1.</b>	<b>Zustand der Küste.....</b>	<b>46</b>
3.1.1.	Hintergrund.....	46
3.1.2.	Monitoring durch andere Parteien.....	46
3.1.3.	Spezifische Ziele .....	47
3.1.4.	Begründung .....	47
3.1.5.	Methodik (geplantes Monitoring).....	47
3.1.5.1.	Beschreibung des Gesamtkonzepts für das Subprogramm .....	47
3.1.5.2.	Natura 2000, Wasserrahmenrichtlinie, Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie und streng geschützte Arten .....	48
3.1.6.	Monitoringzeiträume.....	48
3.1.7.	Zusammenfassung des Subprogramms .....	48
3.1.8.	Berichterstattung .....	50
<b>3.2.</b>	<b>Meeresboden- und Habitatbedingungen im Projektgebiet und näheren Umfeld.....</b>	<b>51</b>
3.2.1.	Hintergrund.....	51
3.2.2.	Monitoring durch andere Parteien.....	53
3.2.3.	Spezifische Ziele .....	54
3.2.4.	Begründung.....	54
3.2.5.	Methodik.....	54
3.2.5.1.	Beschreibung des Gesamtkonzepts für das Subprogramm .....	54
3.2.5.2.	Natura 2000, Wasserrahmenrichtlinie, Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie und streng geschützte Arten .....	55
3.2.6.	Monitoringzeiträume.....	55
3.2.7.	Zusammenfassung des Subprogramms .....	55
3.2.8.	Berichterstattung .....	56
<b>4.</b>	<b>WEITERE ELEMENTE DES MONITORINGKONZEPTES DER MARINEN UMWELT .....</b>	<b>57</b>
<b>4.1.</b>	<b>Meteorologie.....</b>	<b>57</b>
4.1.1.	Hintergrund.....	57
4.1.2.	Monitoring durch andere Parteien.....	57

4.1.3. Spezifische Ziele .....	57
4.1.4. Begründung .....	58
4.1.5. Methodik (geplantes Monitoring) .....	58
4.1.5.1. Beschreibung des Gesamtkonzepts für das Subprogramm .....	58
4.1.6. Monitoringzeiträume .....	58
4.1.7. Zusammenfassung des Subprogramms .....	58
4.1.8. Berichterstattung .....	60
<b>4.2. Hydrographische Bedingungen im Fehmarnbelt .....</b>	<b>60</b>
4.2.1. Hintergrund .....	60
4.2.2. Monitoring durch andere Parteien .....	61
4.2.3. Spezifische Ziele .....	61
4.2.4. Begründung .....	62
4.2.5. Methodik .....	62
4.2.5.1. Beschreibung des Gesamtkonzepts für das Subprogramm .....	62
4.2.5.2. Natura 2000, WRRL und MSRL .....	62
4.2.6. Monitoringzeiträume .....	62
4.2.7. Zusammenfassung des Subprogramms .....	62
4.2.8. Berichterstattung .....	64
<b>I. ANHANG .....</b>	<b>65</b>

## Abbildungsverzeichnis

Abb. 2-1	Untersuchungsgebiet des Fehmarnbelt-Modellsystems (links) und Abbildung der Elemente im Modellkomplex und der nachgeschalteten Bewertungen.....	15
Abb. 2-2	Positionen der vorgeschlagenen festen Trübungsmessstationen. Die Hauptmessstationen messen zudem hydrographische Parameter (siehe Abschnitt 4.2). Die übrigen Stationen (CM21 bis CM32) befinden sich in der Küstenzone. ....	22
Abb. 2-3	Beispiel eines sediment profile image (SPI).....	27
Abb. 2-4	Stationen zur Messung der Nettosedimentation. Vier Stationen entlang der deutschen Küstenlinie. Die Karte zeigt ebenfalls die Lage der Trübungsmessstationen.....	28
Abb. 2-5	Monitoringstationen für die benthische Fauna in deutschen Gewässern (BLMP-Programm).....	31
Abb. 2-6	Monitoringstationen für die benthische Flora in deutschen Gewässern (BLMP-Programm).....	31
Abb. 2-7	Monitoringstationen für die benthische Flora und Fauna in dänischen Gewässern (NOVANA-Programm). Die Häufigkeit der Probenahmen variiert je nach gemessenen Parametern.....	32
Abb. 2-8	Übersicht der geplanten Probenahmestellen im Rahmen des Monitoring der Auswirkungen von Sedimentfreisetzungen auf die benthische Flora und Fauna.....	37
Abb. 2-9	Transektschema für Erfassungen aus der Luft.....	41
Abb. 2-10	Standorte der geplanten C-POD-Monitoringstationen.....	44
Abb. 3-1	Skizzen der Messprofile für das Monitoringprogramm der Küsten.....	50
Abb. 3-2	Verteilung der benthischen Habitate.....	52
Abb. 3-3	Verteilung der Meeresbiotope im deutschen Meeresgebiet (§ 30 BNatSchG).....	53
Abb. 4-1	Projektspezifisches meteorologisches Monitoring (und Monitoring durch andere Parteien) Untersuchungsgebiet und Standort der Messstationen...	60
Abb. 4-2	Position der Hauptmessstationen (MS01 und MS02), versehen mit Geräten zur Messung von hydrographischen Parametern im zentralen Bereich des Fehmarnbelts nahe der Linienführung.....	64

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 2-1 Zusammenfassung der Ziele im Rahmen des Subprogramms zur Modellierung der Sedimentfreisetzen	16
Tabelle 2-2 Zusammenfassung des Subprogramms der Hindcast- und prognostischen Modellierung	17
Tabelle 2-3 Zusammenfassung der Ziele des Subprogramms zur Monitoring der Trübungs- und Schwebstoffkonzentrationen	20
Tabelle 2-4 Standorte fester Monitoringstationen für die Messung mit NTU-Sensoren. MS bezeichnet die Hauptstation (siehe auch Abschnitt 4.2 für weitere Informationen). CM bezeichnet die Baumonitoringstationen, die sich insgesamt entlang den Küsten von Lolland und Fehmarn befinden. Die Standorte sind auf der Karte in Abb. 2-2 abgebildet.	23
Tabelle 2-5 Zusammenfassung des Subprogramms zum Monitoring der Wassertrübungs-/ Schwebstoffkonzentrationswerte	24
Tabelle 2-6 Zusammenfassung der spezifischen Ziele des Subprogramms zum Monitoring der benthischen Flora und Fauna	33
Tabelle 2-7 Zusammenfassung des Subprogramms zum Monitoring der benthischen Flora und Fauna	36
Tabelle 2-8 Zusammenfassung der Ziele für das Subprogramm des Vogelmonitorings	39
Tabelle 2-9 Zusammenfassung des Subprogramms für das Vogelmonitoring	40
Tabelle 2-10 Zusammenfassung der Ziele des Subprogramms zum Monitoring der Meeressäuger	43
Tabelle 2-11 Zusammenfassung des Subprogramms zum Monitoring der Meeressäugetiere	45
Tabelle 3-1 Zusammenfassung der spezifischen Ziele des Küstenmonitorings	47
Tabelle 3-2 Spezifische Ziele des Subprogramms für die Regeneration der benthischen Flora und Fauna in der Tunneltrasse	54
Tabelle 3-3 Zusammenfassung des Subprogramms für das Monitoring des Meeresbodens und seines Habitats in der Nahzone	56
Tabelle 4-1 Zusammenfassung der Ziele des meteorologischen Subprogramms	57
Tabelle 4-2 Zusammenfassung des Subprogramms für das meteorologische Monitoring	59
Tabelle 4-3 Spezifische Ziele des Monitorings der hydrographischen Parameter	61

Tabelle 4-4 Zusammenfassung des Subprogramms des hydrographischen Monitorings an den Hauptstationen.....	63
Tabelle I-1 Koordinaten der Anfangs- und Endpositionen der Messprofile entlang der dänischen Küste. ....	65
Tabelle I-2 Koordinaten der Anfangs- und Endpositionen der Messprofile entlang der deutschen Küste. ....	66

UNGÜLTIG!  
Siehe Deckblatt!

## 1. Einleitung

Der Bau der Festen Fehmarnbeltquerung (FBQ) erfordert die Einhaltung von Umweltauflagen. In den Planfeststellungsunterlagen, Anlage 22 „Schutz- und Überwachungskonzepte“, werden alle entsprechend vorgesehenen Maßnahmen in Rahmenkonzepten zusammengefasst dargestellt.

Das vorliegende Rahmenkonzept Anlage 22.9 stellt die Anforderungen an das marine Monitoring vor.

Die Vorhabenträger erstellen auf Basis dieses Rahmenkonzepts und auf Grundlage der von den Bauunternehmen erstellten Managementpläne entsprechend der vorgesehenen Bauausführung das Detailkonzept mit einer hinreichenden Detaillierung. Dieses muss mit den zuständigen Behörden vor Baubeginn einvernehmlich abgestimmt werden.

Die Vorhabenträger haben ein Monitoringkonzept zur Überwachung der Meeresumwelt im Zusammenhang mit dem Bau der Festen Fehmarnbeltquerung entwickelt. Auf der Grundlage der Ergebnisse der Umweltverträglichkeitsstudie berücksichtigt das Konzept alle relevanten Schutzgüter mit dem Ziel, die Umweltverträglichkeit des Projektes in Übereinstimmung mit den Planfeststellungsunterlagen zu dokumentieren.

Die Ergebnisse des Monitorings werden den Behörden und der Öffentlichkeit durch entsprechende Berichte und durch Veröffentlichung von Ergebnissen auf der Website der Vorhabenträger zur Verfügung gestellt. Alle Monitoringdaten werden den Behörden zur Verfügung gestellt, und eine detaillierte Planübersicht wird angegeben, wie und wann die Datenlieferung stattfindet und welche Organisation die Daten empfangen soll.

Im Landschaftspflegerischen Begleitplan (Anlage 12) wird das vorliegende Konzept im Anhang IB zum LBP als Konzeptblatt-Nr. 22.9 sowie im Textteil des LBP in Kap. 9.8 aufgegriffen.

### 1.1. Konzept und Ziele

Insgesamt sieht das Konzept für das Monitoring der Meeresumwelt ein adaptives Monitoring vor. Das heißt, die Programmergebnisse werden regelmäßig geprüft, um das Monitoring den Ergebnissen entsprechend anzupassen.

Das Bauphasenmonitoring umfasst neben dem Monitoring während der Bauphase auch ein Nullmonitoring vor Baubeginn. Mit dem Nullmonitoring sollen Daten über den Zustand der Schutzgüter unmittelbar vor Baubeginn im Meeresgebiet erhoben werden. Die Erkenntnisse aus dem Nullmonitoring und der Bestandsbeschreibung im Rahmen der Umweltverträglichkeitsstudie und neuere Datenerhebungen durch andere Parteien werden gute Kenntnisse der Entwicklung und Variabilität der Umwelt hervorbringen und dienen zusammen als Ausgangspunkt (Baseline) für die Bewertung der tatsächlichen Auswirkungen.

## 1. Einleitung

Der Bau der Festen Fehmarnbeltquerung (FBQ) erfordert die Einhaltung von Umweltauflagen. In den Planfeststellungsunterlagen, Anlage 22 „Schutz- und Überwachungskonzepte“, werden alle entsprechend vorgesehenen Maßnahmen in Rahmenkonzepten zusammengefasst dargestellt.

Das vorliegende Rahmenkonzept Anlage 22.9 stellt die Anforderungen an das marine Monitoring vor.

Die Vorhabenträger erstellen **vor Baubeginn im Benehmen mit den zuständigen Behörden** auf Basis dieses Rahmenkonzepts und auf Grundlage der von den Bauunternehmen erstellten Managementpläne entsprechend der vorgesehenen Bauausführung das Detailkonzept mit einer hinreichenden Detaillierung.

Die Vorhabenträger haben ein Monitoringkonzept zur Überwachung der Meeresumwelt im Zusammenhang mit dem Bau der Festen Fehmarnbeltquerung entwickelt. Auf der Grundlage der Ergebnisse der Umweltverträglichkeitsstudie berücksichtigt das Konzept alle relevanten Schutzgüter mit dem Ziel, die Umweltverträglichkeit des Projektes in Übereinstimmung mit den Planfeststellungsunterlagen zu dokumentieren.

Die Ergebnisse des Monitorings werden den Behörden und der Öffentlichkeit durch entsprechende Berichte und durch Veröffentlichung von Ergebnissen auf der Website der Vorhabenträger zur Verfügung gestellt. Alle Monitoringdaten werden den Behörden zur Verfügung gestellt, und eine detaillierte Planübersicht wird angegeben, wie und wann die Datenlieferung stattfindet und welche Organisation die Daten empfangen soll.

Im Landschaftspflegerischen Begleitplan (Anlage 12) wird das vorliegende Konzept im Anhang IB zum LBP als Konzeptblatt-Nr. 22.9 sowie im Textteil des LBP in Kap. 9.8 aufgegriffen.

### 1.1. Konzept und Ziele

Insgesamt sieht das Konzept für das Monitoring der Meeresumwelt ein adaptives Monitoring vor. Das heißt, die Programmergebnisse werden regelmäßig geprüft, um das Monitoring den Ergebnissen entsprechend anzupassen.

Das Bauphasenmonitoring umfasst neben dem Monitoring während der Bauphase auch ein Nullmonitoring vor Baubeginn. Mit dem Nullmonitoring sollen Daten über den Zustand der Schutzgüter unmittelbar vor Baubeginn im Meeresgebiet erhoben werden. Die Erkenntnisse aus dem Nullmonitoring und der Bestandsbeschreibung im Rahmen der Umweltverträglichkeitsstudie und neuere Datenerhebungen durch andere Parteien werden gute Kenntnisse der Entwicklung und Variabilität der Umwelt hervorbringen und dienen zusammen als Ausgangspunkt (Baseline) für die Bewertung der tatsächlichen Auswirkungen.



Dabei werden auch die natürliche Variabilität der Ausgangsbedingungen und die allgemeine Entwicklung der Meeresökosysteme in der Ökoregion der westlichen Ostsee berücksichtigt. Daten aus innerstaatlichen Monitoringprogrammen und anderen Erhebungen werden in die Bewertungen miteinbezogen. Im Mittelpunkt stehen dabei Schutzgüter, die durch nationales und internationales Recht geschützt sind, insbesondere durch BNatSchG, FFH-Richtlinie und Vogelschutzrichtlinie (Natura 2000), Wasserrahmenrichtlinie und Meeresstrategierichtlinie.

Somit besteht das ausdrückliche Ziel des Monitorings der Meeresumwelt während der Bauphase darin, Daten zu relevanten Schutzgütern in der Umgebung des Fehmarnbelts zu erheben, um so die Auswirkungen im Zusammenhang mit dem Projekt bewerten zu können. Aus den Bauarbeiten im Meer ergeben sich folgende primäre Belastungen:

1. Sedimentfreisetzungen infolge von Aushub- und Landgewinnungsarbeiten
2. Landgewinnung und Störungen des Meeresbodens
3. Lärmemissionen aufgrund der Bauarbeiten

Die Planung des Monitoringkonzeptes beruht auf den im Rahmen der UVS ermittelten Auswirkungsprognosen sowie den ausdrücklichen Anforderungen im Zusammenhang mit den geltenden natur- und umweltschutzrechtlichen Bestimmungen und Vorschriften (z. B. Schutzgebiete Natura 2000, Europäische Wasserrahmenrichtlinie (WRRL), Meeresrahmenstrategierichtlinie (MSRL)). Im nachstehenden Text werden die einzelnen Monitoringziele beschrieben.

Die im Monitoringkonzept vorgesehenen Methoden sind weitestgehend auf die Methoden der Bestandserfassung abgestimmt. Das Ziel des Monitorings hingegen unterscheidet sich naturgemäß von dem der Bestandserfassung, insofern als das Monitoring darauf abzielt, ausgewählte Auswirkungen auf die Schutzgüter zu dokumentieren, während im Rahmen von Bestandserfassungen der Zustand der wesentlichen Schutzgüter in den Wirkräumen beschrieben wurde. Die angewandten Methoden richten sich an internationalen Standards aus, die in den HELCOM- und OSPAR-Leitlinien, den deutschen Leitlinien zu Offshore-Windparks (StUK) und den Leitlinien für laufende nationale Monitoringprogramme (einschließlich Natura-2000-Monitoring in Dänemark und Deutschland) beschrieben sind. Dabei wird sichergestellt, dass die Vergleichbarkeit mit der grundlegenden Bestandsbeschreibung aufrechterhalten wird.

Um den adaptiven Ansatz zu unterstützen, werden die Ergebnisse des Überwachungsprogramms regelmäßig (in der Regel auf Jahresbasis) beurteilt. Als Entscheidungsgrundlage für die Fortsetzung des Monitorings werden die Ergebnisse aus dem Monitoring mit einer Gruppe von kompetenten Teilnehmern diskutiert (Vertretern der Behörden und unabhängigen Experten). Die Empfehlungen der Gruppe können eine Erweiterung oder Einschränkung des Monitoringprogramms zur Folge haben und werden von den Auswirkungen und der Validierung gegen die Prognosen der UVP abhängen.

## 1.2. Definitionen

Kontrolle bezeichnet die Prüfung, ob die gegebenen Verhältnisse und Auswirkungen den erwarteten oder gesetzlich vorgeschriebenen Bedingungen entsprechen.

Nullmonitoring bezeichnet die Erhebung von Daten vor dem Beginn der Bauarbeiten.

Bauphasenmonitoring bezeichnet die regelmäßige In-situ-Datenerhebung sowie die Überprüfung der adäquaten Übereinstimmung mit den Aussagen der UVS und Einhaltung von Umweltschutzvorschriften.

Bauphase bezeichnet den Zeitraum der laufenden Bauarbeiten.

Betriebsphase bezeichnet den Zeitraum nach Abschluss der Bauarbeiten.

Störung des Meeresbodens ist eine zusammengefasste Bezeichnung von Projektwirkungen, die aus der vorübergehenden Flächeninanspruchnahme des Meeresbodens entlang der Tunneltrasse sowie den begleitenden physischen Wirkungen in den Arbeitszonen (z.B. durch Anker, Jack-ups, Ablagerungen von Sediment, usw.) bestehen.

## 1.3. Monitoringtätigkeiten

Im Aufbau richtet sich das Monitoringkonzept an den Projektwirkungen aus, insbesondere Sedimentfreisetzung, Flächeninanspruchnahme des Meeresbodens, temporäre Inanspruchnahme und Störung des Meeresbodens in den Arbeitszonen und Unterwasserlärm, und wird durch ein grundlegendes meteorologisches und hydrographisches Monitoring unterstützt. Das Konzept sieht folgende Aktivitäten vor:

- 1) Monitoring der Auswirkungen von Sedimentfreisetzungen (Abschnitt 2, in Bezug auf Meeressäuger, einschließlich Unterwasserlärm)
- 2) Monitoring der Auswirkungen von Landgewinnungen und Störungen des Meeresbodens (Abschnitt 3)
- 3) Meteorologische und hydrographische Bedingungen im Fehmarnbelt (Abschnitt 4)

Jeder Teil des Monitorings geht auf die einzelnen von den Projektwirkungen betroffenen Schutzgüter ein. Damit sind die laut UVS für die jeweiligen Projektwirkungen empfindlichen Schutzgüter gemeint und diejenigen Schutzgüter, für die im Einklang mit geltendem Umweltrecht besondere Schutzvorschriften bestehen.

Das Monitoringkonzept der Meeresumwelt legt ein besonderes Augenmerk auf die Erhaltungsziele für die Natura-2000-Gebiete sowie auf die Umweltqualitätsziele für die von WRRL und MSRL betroffenen Gewässer hinsichtlich des Schutzes und der Verbesserung der Natur und der Funktionsfähigkeit des Ökosystems.

## 1.4. Rollen und Zuständigkeiten

Die Vorhabenträger sind für die Veranlassung der Monitoringaktivitäten und die Berichterstattung über die Ergebnisse an die Behörden verantwortlich.

## **2. Programm zum Monitoring der Auswirkungen von Sedimentfreisetzungen**

Projektwirkungen entstehen, wenn Sedimente baubedingt in der Wassersäule freigesetzt werden. Die Freisetzungen ergeben sich bei den Aushubarbeiten des Tunnelgrabens und des Arbeitshafens auf Lolland sowie den Landgewinnungsarbeiten entlang der Küste.

Dieser Teil des Programms zum Monitoring der Meeresumwelt erhebt Informationen für die Validierung von Auswirkungsprognosen auf das Meeresökosystem im Zusammenhang mit Sedimentfreisetzungen.

Die Sedimentmengen, die bei den Aushub- und Landgewinnungsarbeiten aus den jeweiligen Arbeitszonen entweichen, werden gemessen und daraus die gesamten Sedimentfreisetzungen berechnet. Diese Berechnung dient als Grundlage für die Steuerung der weiteren Sedimentfreisetzung sowie für die Modellierung der Verbreitung der freigesetzten Sedimente.

Die Verbreitung der Sedimentfreisetzungen wird von den hydrographischen Bedingungen gesteuert. Aufgrund der variablen Hydrographie im Fehmarnbelt und der Art und Weise des Verbreitungsprozesses, der zahlreichen aufeinanderfolgenden Ablagerungs- und Resuspendierungsereignissen unterliegt, wurde im Rahmen der UVS ein konservativer Modellierungsansatz für die vorsorgliche, numerische Prognose der Auswirkungen der erwarteten Sedimentfreisetzungen verwendet. Mit dem Modellierungssystem können Simulationen von Auswirkungen auf die Wasserqualität und -trübung sowie die benthische Flora und Fauna (Muscheln) durchgeführt werden. Das entwickelte Modellierungssystem wird integraler Bestandteil des Monitoringkonzepts der Meeresumwelt sein.

Umweltauswirkungen infolge von Sedimentfreisetzungen werden sich naturgemäß erst mehrere Monate nach der Verbreitung der Primärsedimente feststellen lassen. Die Umweltauswirkungen werden mittels Überprüfungen der Kernparameter und Umweltschutzvorschriften des Meeresökosystems im Fehmarnbelt ermittelt.

In den folgenden Abschnitten werden Hintergrund und Konzeptvorschläge für die Monitoringaktivitäten beschrieben.

### **2.1. Subprogramm Modellierung von Sedimentfreisetzungen**

#### **2.1.1. Hintergrund**

Anhand von Hindcastmodellierungen der Verbreitung von Primärfreisetzungen aus den Arbeitszonen sollen die tatsächlichen Einwirkungen auf die Wasserqualität und die biologischen Schutzgüter, insbesondere benthische Flora und Fauna, Vögel und Säugetiere, beurteilt werden. Des Weiteren dient das Modell als Grundlage für die Genehmigung von

wesentlichen Änderungen der Bauausführungsplanung, wenn unvorhergesehene Bedingungen dies erfordern.

Für die UVS wurde ein umfassendes Modellsystem entwickelt. Das Modellsystem umfasst die mechanistische Modellierung der Hydrodynamik (einschließlich Wellen), der Verbreitung von freigesetzten Sedimenten sowie der Sedimentauswirkungen auf die Lichtverhältnisse und die resultierenden Auswirkungen auf pelagische und benthische Primärproduktion sowie Muscheln. Das komplexe Modellsystem erstreckt sich auf das in

Abb. 2-1 dargestellte Gebiet. Auf der rechten Seite sind die Modellierungselemente zu ersehen. Die Randbedingungen für die hydrodynamische Modellierung werden anhand größerer Modelle, die sich auf die gesamte Ostsee erstrecken, definiert (Wasservorhersagemodell von DHI). Das hydrodynamische Modell ist gegen Messungen von Strömung, Wasserstand und Wellen während der Bestandsaufnahme kalibriert und validiert worden. Das Sedimentverdriftungsmodell ist als Bestandteil der UVP mit Daten aus einem Vollskala-Test einer realistischen Sedimentfreisetzung im Fehmarnbelt kalibriert worden.

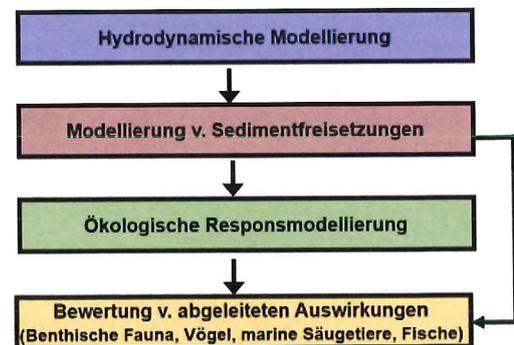
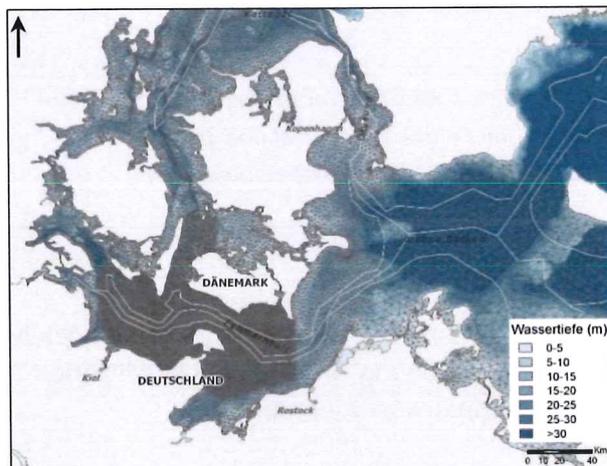


Abb. 2-1 Untersuchungsgebiet des Fehmarnbelt-Modellsystems (links) und Abbildung der Elemente im Modellkomplex und der nachgeschalteten Bewertungen.

### 2.1.2. Monitoring von Freisetzungsraten

Der Fokus des Monitorings in den Arbeitszonen richtet sich auf die Freisetzungsmengen innerhalb bestimmter Zonen und Jahreszeiträume. Ziel ist es, damit sicherzustellen, dass die in den Bauarbeitsvorschriften festgelegten Mengen- und Zeitbeschränkungen nicht überschritten werden. Diese Monitoringmaßnahme, die in Anlage 22.6 (Konzept zur Steuerung und Kontrolle der Sedimentfreisetzung) dargestellt ist, versteht sich als separate Aktivität und ist somit nicht integraler Bestandteil des Monitoringprogramms der

Meeresumwelt. Die Sedimentfreisetzungsraten dienen jedoch als Dateneingabe und Kriterien für die Hindcastmodellierung.

### 2.1.3. Spezifische Ziele

Anhand der Hindcastmodellierung sollen Verbreitung und Auswirkung der tatsächlichen Freisetzungsmengen unter den aktuellen hydrographischen Bedingungen erfasst werden. Mithilfe von Forecastprognosen zur Sedimentverbreitung sollen künftige und gesamte Auswirkungen bei unvorhergesehenen wesentlichen Änderungen der geplanten Aushub- und Landgewinnungsarbeiten dokumentiert werden. Die spezifischen Ziele der Hindcast- und Forecastmodellierung sind in Tabelle 2-1 aufgeführt.

**Tabelle 2-1 Zusammenfassung der Ziele im Rahmen des Subprogramms zur Modellierung der Sedimentfreisetzungen**

Ziele
<i>Bereitstellung von Modelldaten zur Verbreitung von tatsächlichen Sedimentfreisetzungen, um damit projektbedingte Änderungen der Trübungs-/Schwebstoffkonzentrationen (Wasserqualität) in den betroffenen Natura-2000-Gebieten sowie WRRL- und MSRL-Gebietsgewässern des Fehmarnbelts unterstützend zu beurteilen.</i>
<i>Bereitstellung von Modelldaten zur Verbreitung von tatsächlichen Sedimentfreisetzungen, um damit die Auswirkungen auf die Schutzgüter des Meeresökosystems im Fehmarnbeltgebiet und betroffenen Abschnitte der Natura-2000- sowie WRRL- und MSRL-Gewässer unterstützend zu beurteilen.</i>

### 2.1.4. Begründung

Es ist erforderlich, die tatsächliche Sedimentverbreitung infolge der Freisetzung (retrospektiv) zu dokumentieren. Bei Änderungen der Bauausführungsplanung sind zudem aktualisierte Bewertungen der Auswirkungen infolge solcher Revisionen vorzunehmen.

### 2.1.5. Methodik

#### 2.1.5.1. Beschreibung des gesamten Subprogrammkonzepts

Die Modellierungsaktivität beinhaltet zwei Konzepte:

1. Hindcastmodellierung der tatsächlichen Sedimentfreisetzung. Die Modellierung beschreibt die Entwicklung bis zum jeweils aktuellen Tag (Enddatum der Modellierung).
2. Prognosemodellierung der zukünftigen planmäßigen Sedimentfreisetzung auf Basis der im Rahmen der UVS-Prognosen (z. B. Bedingungen von 2005) angewendeten

Bedingungen. Die Ergebnisse der Modellierung der vorherigen Periode beschreiben die Ausgangsbedingungen für die Prognosemodellierung.

Beide Modellierungsarten beschreiben Kernparameter, die für die Beurteilung der Auswirkungen auf die Meeresumwelt erforderlich sind: Sediment-, Lichtverhältnisse, Einwirkungen auf die benthische Flora (Makroalgen und Seegras) sowie Auswirkungen auf Muscheln. Das hydrodynamische Modell wird anhand von Strömungs- und Wasserstandsdaten validiert, welche während des Nullmonitorings erhoben wurden (s. Abschnitt 4). Die Ergebnisse des Hindcastmodells zur Sedimentfreisetzung werden mit den laufenden Online-Messdaten zu den Schwebstoffgehalten (korrigiert mit Hilfe der Hintergrundkonzentrationen) und mit gemessener Sedimentation validiert, s. Abschnitt 2.2 und 2.3. Die Ergebnisse des Hindcastmodells zur Ökologie werden mit gegenwärtig beobachteten Beeinträchtigungen der benthischen Flora und Fauna validiert.

#### 2.1.5.2. Natura 2000, WRRL und MSRL

Die Modellierungsergebnisse ermöglichen die Beurteilung der Auswirkungen infolge von Sedimentfreisetzungen auf relevante Abschnitte der Natura-2000-Gebiete und WRRL- und MSRL-Gewässer.

#### 2.1.6. Monitoringzeiträume

Die Hindcastmodellierung anhand des UVS-Modellierungssystems wird halbjährlich während der intensiven Phasen der Sedimentfreisetzungen vorgenommen. Die Prognosemodellierung erfolgt bei Bedarf.

#### 2.1.7. Zusammenfassung des Subprogramms

Das Hindcast- und prognostische Modellierungsverfahren wird in Tabelle 2-2 zusammengefasst. Das modellierte Gebiet wird in Abb. 2-1 gezeigt. Die Modellierung der Lichtverfügbarkeit sowie der Verteilung und Biomasse der benthischen Flora liefern zusätzliche Daten für das Subprogramm der benthischen Flora (s. Kapitel 2.4).

**Tabelle 2-2 Zusammenfassung des Subprogramms der Hindcast- und prognostischen Modellierung**

Parameter	Probenahmeverfahren	Bereich	Frequenz
Konzentration und Verbreitung der freigesetzten Sedimente	Hindcastmodellierung der tatsächlichen Sedimentfreisetzung infolge der Bauarbeiten	Weitere Fehmarnbeltregion  Abb. 2-1)	Halbjährliche Aktualisierung

Lichtverfügbarkeit	Hindcastmodellierung der tatsächlichen Sedimentfreisetzung infolge der Bauarbeiten	Weitere Fehmarnbeltregion  Abb. 2-1)	Halbjährliche Aktualisierung
Verteilung und Biomasse der benthischen Flora	Hindcastmodellierung der tatsächlichen Sedimentfreisetzung infolge der Bauarbeiten	Weitere Fehmarnbeltregion  Abb. 2-1)	Halbjährliche Aktualisierung
Prognose in Bezug auf die vorstehenden Parameter	Forecastmodellierung der prognostizierten Sedimentfreisetzungen in der verbleibenden Bauphase	Weitere Fehmarnbeltregion  Abb. 2-1)	Auf Anfrage

### 2.1.8 Berichterstattung

Die Modellierungsaktivitäten werden in Berichten vorgestellt, in denen die Ergebnisse der retrospektiven Modellierung der tatsächlichen Sedimentfreisetzung beschrieben werden. Die Berichte werden auch in digitaler Form inkl. Visualisierungen zur Verfügung gestellt. Die Ergebnisse werden mit den während der UVS identifizierten Projektwirkungen und Auswirkungen sowie mit den aktualisierten Beobachtungen verglichen.

Bei der Validierung der Auswirkungen auf Wasserqualität/-trübung, benthische Flora und Fauna sowie Vögel und Säugetiere werden Daten der Hindcastmodellierung zugrunde gelegt.

Bei Bedarf der prognostischen Modellierung werden ähnliche Berichte erstellt, in denen erhebliche Änderungen im Aushubszenario sowie die entsprechenden Folgen in Bezug auf Sedimentfreisetzungen und Auswirkungen auf die Meeresumwelt beschrieben werden. Die Ergebnisse werden mit den im Rahmen der UVS identifizierten Projektwirkungen und bewerteten Auswirkungen verglichen.

## 2.2. Subprogramm für das Monitoring der Wasserqualität/Trübung

Beträchtliche Auswirkungen auf die Wasserqualität sind nur in den dänischen Gewässern absehbar. Diese werden durch temporäre Zuschläge zur natürlichen Trübung, d. h. Schwebstoffkonzentration, die nach Aushub- und Landgewinnungsarbeiten eintreten, hervorgerufen. Solche Arbeiten werden auch in der Nähe von Fehmarn stattfinden. Aber die Auswirkungen auf die Trübung werden einerseits wegen der Arbeitsplanung und der

begrenzten Sedimentfreisetzung und andererseits wegen der zeitlichen Arbeitseinschränkungen sehr gering sein. Die Arbeiten nahe Fehmarn sind auf die Landgewinnungsflächen um den Tunneleingang, einen temporären Arbeitshafen und den Tunnelgraben begrenzt, wobei die Arbeiten an der dänischen Küste eine große Landgewinnungsfläche, errichtet aus dem ausgehobenen Boden des Tunnelgrabens, eine Produktionsstätte der Tunnelelemente und einen großen Arbeitshafen mit Fahrrinne sowie den Tunnelgraben umfassen. All diese Aktivitäten an der dänischen Küste werden eine wesentliche Sedimentfreisetzung in den dänischen Gewässern verursachen, während eine ähnliche Freisetzung in den deutschen Gewässern nicht erfolgt. Des Weiteren sind die erlaubten Freisetzungsmengen während der sensitiven Frühlings- und Sommermonate an der deutschen Küste geringer als an der dänischen Küste. Im Zusammenhang mit anderen Parametern der Wasserqualität wie Nährstoffkonzentrationen, Chlorophyll, Schwermetalle und organischen Schadstoffen werden in der UVS nur unbedeutende Auswirkungen prognostiziert. Daher wurden sie in diesem Konzept zum Monitoring der Meeresumwelt nicht miteinbezogen.

In der Mitte des Fehmarnbelts werden im Allgemeinen nur geringe Sedimentkonzentrationen und Konzentrationsschwankungen festgestellt. In Küstennähe hingegen können an einigen Stationen im Winter mittlere Konzentrationen von bis zu 30 mg/l beobachtet werden. Bei schlechtem Wetter oder hoher Strömungsgeschwindigkeit können die Konzentrationen in Küstennähe beträchtlich zunehmen (4-500 mg/l).

Während der Aushubarbeiten und Handhabung des Meeresbodenmaterials (etwa zur Landgewinnung) werden unweigerlich Sedimente in die Gewässer im Fehmarnbelt freigesetzt. Die Verbreitung von Freisetzungen ist von der hydrodynamischen Lage und der Partikelgröße abhängig. Unter normalen Verhältnissen werden grobes Material und Klumpen in der Nähe der Arbeitszone abgelagert. Feine Substanzen werden dagegen von der Aushubzone wegtransportiert. Somit stellen die feinen Substanzen ein Risiko für das Ökosystem dar. Bei schlechtem Wetter können Sedimentablagerungen in der Nähe der Arbeitszone teilweise wieder resuspendiert werden. Solche Resuspensionsereignisse treten wahrscheinlich fünf- bis zehnmal jährlich ein und können vorübergehend in Meeresbodennähe zu erhöhten Sedimentkonzentrationen führen.

Die Umweltverträglichkeitsstudie enthält zwei Ansätze zur Beurteilung der Wassertrübung beziehungsweise Schwebstoffkonzentration. Im Rahmen der Bestandserfassung wurden an elf (11) Bojenstationen, die mit NTU-Sensoren ausgestattet waren, kontinuierlich Trübungsmessungen in der Küstenregion von Lolland und Fehmarn sowie in der Mitte des Fehmarnbelts vorgenommen. Im Rahmen der UVS wurde die Verbreitung von durch Bauarbeiten freigesetzten Sedimenten mithilfe eines Systems mechanistischer Modelle simuliert. Beide Ansätze finden im Monitoringkonzept Anwendung. In diesem Abschnitt wird das In-situ-Monitoring der Gesamtkonzentrationen im Fehmarnbelt beschrieben.

### 2.2.1. Monitoring durch andere Parteien

Messungen durch andere Parteien werden nur begrenzt vorgenommen. Trübungs- und Schwebstoffkonzentrationen bilden keine Kernparameter im Rahmen der nationalen Monitoringprogramme.

### 2.2.2. Spezifische Ziele

Der Gesamtzweck des Subprogramms in Bezug auf die Wasserqualität besteht darin, Schwebstoff- und Trübungskonzentrationen zu beobachten, um die Ergebnisse der UVS zu validieren. Zusammen mit den Ergebnissen der Modellierung unterstützt diese Aktivität die Beurteilung der projektbedingten Änderungen der Trübungs- und Schwebstoffkonzentrationen sowie der Auswirkungen von Sedimentfreisetzungen auf das Meeresökosystem und seine wesentlichen biologischen Komponenten.

**Tabelle 2-3 Zusammenfassung der Ziele des Subprogramms zum Monitoring der Trübungs- und Schwebstoffkonzentrationen**

Ziele
<i>Bereitstellung von In-situ-Daten zur unterstützenden Beurteilung von projektbedingten Änderungen der Trübungs- und Schwebstoffkonzentrationen im Fehmarnbelt-Gebiet</i>
<i>Bereitstellung von In-situ-Daten zur unterstützenden Beurteilung von projektbedingten Änderungen der Trübungs- und Schwebstoffkonzentrationen in betroffenen Abschnitten der Natura-2000-Gebiete sowie der WRRL- und MSRL-Gewässer</i>
<i>Bereitstellung von In-situ-Daten zur Beurteilung der Auswirkungen von projektbedingten Wirkungen auf die Schutzgüter des Meeresökosystems in der Fehmarnbeltregion und in betroffenen Abschnitten des Natura-2000-Gebiets sowie der WRRL- und MSRL-Gewässer</i>

### 2.2.3. Begründung

Um die projektbedingten Sedimentfreisetzungen und deren Auswirkungen dokumentieren zu können, müssen neben den Daten über die gemessenen Trübungs- und Schwebstoffkonzentrationen (Summe der natürlichen und freisetzungsbedingten Konzentrationen) überdies Modellierungen der Verteilung und Menge der Sedimentfreisetzungen durchgeführt werden. Mit dem hier beschriebenen Monitoringkonzept werden die In-situ-Bedingungen des Ökosystems erfasst, die sich aus der Summe der projektbedingten und natürlichen Trübungs- und Schwebstoffkonzentrationen zusammensetzen.

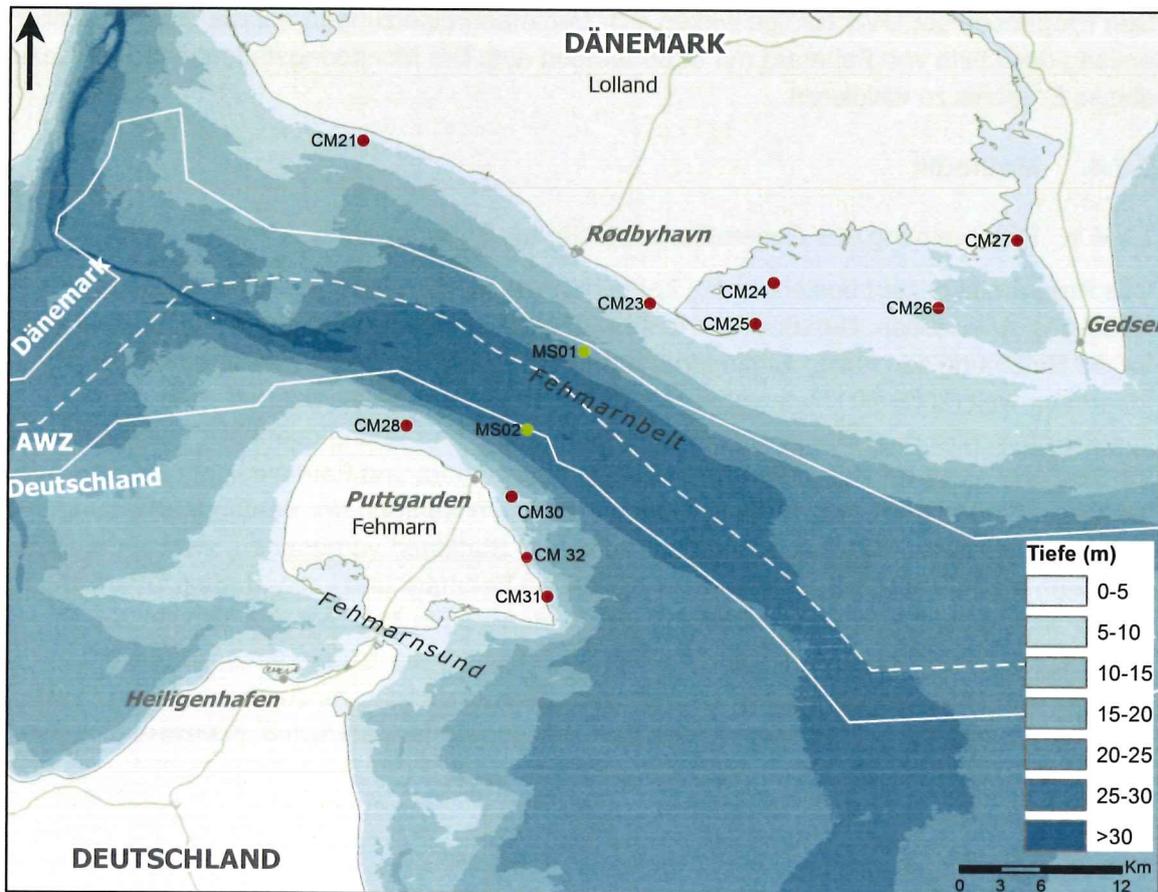
Das Natura-2000-Gebiet der Rødsand-Lagune wurde als ein Gebiet identifiziert, das temporär substantiell erhöhten Trübungskonzentrationen ausgesetzt sein wird. Daher wird die Monitoringaktivität in diesem Gebiet gegenüber den Ausgangsuntersuchungen leicht erweitert.

Den Prognosen der UVS zufolge wirken sich Sedimentfreisetzungen auf die Wasserqualität entlang der Küste von Fehmarn nur unbedeutend aus. Die Monitoringstationen dienen dazu, dieses Ergebnis zu validieren.

## **2.2.4. Methodik**

### **2.2.4.1. Beschreibung des Gesamtkonzepts für das Subprogramm**

Das Programmkonzept besteht darin, Zeitreihen von In-situ-Daten mit hoher zeitlicher Auflösung zu erfassen. Dazu werden feste Stationen eingesetzt. Die Auswahl der Positionen für die Errichtung von festen Stationen beruht auf den bei der Bestandsaufnahme der Meeresumwelt (2009-2011) gewonnenen Erfahrungswerten sowie auf den Datenerfordernissen in Bezug auf die benthische Flora und Fauna (siehe Probenahmestellen für das Monitoring der Auswirkung auf die benthische Flora und Fauna in Abb. 2-5 und Abb. 2-6). Vorwiegend decken sich die Stationen mit den im Rahmen der Bestandserfassung ausgewählten Stationen. Insgesamt sind zwölf (12) Stationen vorgesehen: zwei in der Mitte des Fehmarnbelts und zehn entlang der Küste von Fehmarn und Lolland. Eine Übersicht der Stationsstandorte sowie Kurzbeschreibungen finden sich in Abb. 2-2 und Tabelle 2-4. Es wird ein adaptiver Monitoringansatz gewählt. Die Stationen für die Trübungsmessung werden während dem Null-Monitoring sowie über einen Zeitraum intensiver Aushubarbeiten hinweg betrieben. Wenn die Trübungswerte den Schwankungen der natürlichen Konzentrationswerte entsprechen, werden die Messungen eingestellt.



Messtationen

- Bauüberwachungstationen
- Hauptmesstationen

**Abb. 2-2** Positionen der vorgeschlagenen festen Trübungsmesstationen. Die Hauptmesstationen messen zudem hydrographische Parameter (siehe Abschnitt 4.2). Die übrigen Stationen (CM21 bis CM32) befinden sich in der Küstenzone.

An der Station im Übergangsbereich zwischen der Rødsand-Lagune und Guldborgsund (CM27) wird ein Strömungsmessgerät (ADCP) angebracht, um die Strömungsdynamik in diesem Gebiet zu messen. Dieses Monitoring wird nur während des Null-Monitorings durchgeführt, um Daten zur Verbesserung der Modelleistung während Zu- und Abflüssen durch Guldborgsund zu erhalten.

**Tabelle 2-4 Standorte fester Monitoringstationen für die Messung mit NTU-Sensoren. MS bezeichnet die Hauptstation (siehe auch Abschnitt 4.2 für weitere Informationen). CM bezeichnet die Baumonitoringstationen, die sich insgesamt entlang den Küsten von Lolland und Fehmarn befinden. Die Standorte sind auf der Karte in Abb. 2-2 abgebildet.**

Messstation	Beschreibung
CM21	Standort im östlichen Teil des FFH-Gebiets Fehmarnbelt. Position leicht östlich einer der Basismessstationen. Wassertiefe 5 m
CM23	Standort an der Grenze des FFH-Gebiets Hyllekrog-Rødsand. Position leicht östlich einer der Basismessstationen. Wassertiefe 5 m
CM24	Standort im westlichen Teil der Rødsand-Lagune. Fortsetzung der Messung an einer Basismessstation. Wassertiefe 4 m
CM25	Standort am westlichen Einlauf zur Rødsand-Lagune. Fortsetzung der Messung an einer Basismessstation. Wassertiefe 2 m
CM26	Standort im zentralöstlichen Teil der Rødsand-Lagune. Fortsetzung der Messung an einer Basismessstation. Wassertiefe 5 m
CM27	Standort in der Übergangszone zwischen der Rødsand- Lagune und Guldborgsund. Wassertiefe 6 m.
CM28	Standort an der Nordküste von Fehmarn. Fortsetzung der Messung an einer Basismessstation. Wassertiefe 10 m.
CM30	Standort an der Nordküste von Fehmarn östlich der Linienführung. Position leicht westlich einer der Basismessstationen. Wassertiefe 8 m.
CM31	Standort an der Nordküste Fehmarns, östlich der Linienführung innerhalb des Natura-2000-Gebiets Staberhuk. Wassertiefe 5 m.
CM32	Standort an der Nordküste Fehmarns, östlich der Linienführung im nördlichen Teil des Natura-2000-Gebiets Staberhuk. Wassertiefe 6m.
MS01	Multiparameter-Station drei Seemeilen von der dänischen Küste östlich des Tunnelgrabens.*) Fortsetzung des Programms der Bestandserfassung. Wassertiefe 20 m.
MS02	Multiparameter-Station drei Seemeilen von der deutschen Küste östlich des Tunnelgrabens.*) Fortsetzung des Programms der Bestandserfassung. Wassertiefe 28 m.

\*) siehe auch Abschnitt 4.2 in Bezug auf andere an den Stellen MS01 und MS02 zu messende Parameter. An beiden MS-Stationen werden Sensoren in drei Tiefen angebracht.

Die Sensoren messen die Trübung in NTU-Trübungseinheiten. Diese Messdaten werden anhand eines entwickelten Verfahrens auf Basis von Laborauswertungen von Schwebstoffdaten aus Wasserproben in Schwebstoffkonzentrationswerte konvertiert. Die Daten werden online übertragen und können einfach abgerufen werden.

### 2.2.5. Monitoringzeiträume

Die Trübungswerte werden alle 15 Minuten gemessen. Da die Stationen online eingerichtet werden, können Daten in nahezu Echtzeit zur Verfügung gestellt werden. Die Monitoringaktivitäten werden vor der Bauphase zur Bereitstellung von Nullmonitoringdaten beginnen und werden sich über einen Zeitraum der intensiven Aushubarbeiten erstrecken. Die Ergebnisse werden in der Projektphase fortlaufend analysiert. Das Monitoring wird abgebrochen, wenn sich die Trübungswerte nach den intensiven Aushubarbeiten auf die Basiswerte einpendeln.

### 2.2.6. Zusammenfassung des Subprogramms

Das Subprogramm zum Monitoring der Wasserstrübungs-/Schwebstoffkonzentrationswerte ist in Tabelle 2-5 zusammengefasst.

**Tabelle 2-5 Zusammenfassung des Subprogramms zum Monitoring der Wassertrübungs-/Schwebstoffkonzentrationswerte**

Parameter	Probenahmeverfahren	Anzahl der Stationen	Frequenz
In-situ-Schwebstoffkonzentrationen in Küstennähe	Stationen mit optischen Rückstreuensensoren (NTU)	Sechs Stationen auf dänischer Seite  Vier Stationen auf deutscher Seite	15 Minuten (Online-Daten)
In-situ-Schwebstoffkonzentrationen im Offshore-Gebiet	Stationen mit optischen Rückstreuensensoren (NTU)	Zwei Stationen in der Mitte des Fehmarnbelts	15 Minuten (Online-Daten)

### 2.2.7. Berichterstattung

Nach dem Nullmonitoring werden die Ergebnisse entsprechend mitgeteilt und mit den während der Basisstudie erhobenen Daten kombiniert.

Während der Bauphase, in der intensive Aushub- und Landgewinnungsarbeiten durchgeführt werden, wird über die Ergebnisse monatlich berichtet. Danach wird halbjährlich zum 1. März und 1. September Bericht erstattet, bis sich die Trübungswerte über einen sechsmonatigen Zeitraum hinweg auf die im Rahmen der Bestandserfassung und des Nullmonitorings ermittelten Werte einpendeln. Die Berichte werden die Ergebnisse in Bezug auf den Fehmarnbelt sowie die relevanten Natura-2000-Gebiete und WRRL- und MSRL-Wasserkörper bewerten.

## 2.3. Sedimentation

Generell sind die natürlichen Sedimentbewegungen im Fehmarnbelt moderat und die natürliche Sedimentation außerhalb der küstennahen Zonen ist gering. Küstennah erreicht die mittlere Schwebstoffkonzentration bis zu 30 mg/l während der Wintermonate, bei rauem Wetter können die küstennahen Konzentrationen auf 4-500 mg/l steigen. Die natürlich vorkommenden Feinsedimente werden in sich wiederholenden Resuspensionsereignissen mit der Strömung in permanente Absetzgebiete transportiert. Der Bruttotransport von Feinsedimenten durch den Fehmarnbelt wurde auf über 5 Mio. m<sup>3</sup>/Jahr abgeschätzt.

Die in der Umweltverträglichkeitsstudie festgestellten temporären Beeinträchtigungen infolge der Aushubaktivitäten werden durch eine temporäre Zunahme von Feinsedimenten in der Wassersäule verursacht. Die Feinsedimente setzen sich entweder temporär oder dauerhaft ab. Es wird angemerkt, dass die Menge an Feinsedimenten, die aufgrund der Aushub- und Landgewinnungsarbeiten freigesetzt wird, während des Jahres mit den intensivsten Erdarbeiten geringer als 10 % des natürlicherweise durch den Fehmarnbelt transportierten jährlichen Bruttotransports von Feinsedimenten ist. Die temporäre Ablagerung der Feinfraktion erfolgt großräumig, bei natürlichen starken Ein- und Ausstromereignissen resuspendieren die feineren Sedimentpartikel wiederholt und werden zu den dauerhaften natürlichen Ablagerungsgebieten außerhalb des Fehmarnbelts transportiert. In diesen natürlichen Absetzgebieten (z.B. im Arkonabecken) bewirken die projektbedingt eingetragenen Feinsedimente einen temporären, kleinen und unbedeutenden Zuschlag zur natürlichen Sedimentation. Das vorliegende Kapitel beschreibt das Monitoring der Sedimentation in deutschen Gewässern entlang der Küste Fehmarns.

### 2.3.1. Monitoring durch andere Parteien

Sedimentation wird nicht durch andere Parteien erfasst. Die Sedimentationsraten stellen keine Schlüsselparameter in den nationalen Überwachungsprogrammen dar.

### 2.3.2. Spezifische Ziele

Ziel dieser Untersuchungen ist es, die Projektwirkung (temporäre Sedimentation) im deutschen Teil des Fehmarnbelts zu dokumentieren und mit den in der UVS getroffenen Vorhersagen (modellbasiert) in ausgewählten Gebieten im Fehmarnbelt abzugleichen (die Gebiete wurden aufgrund ihres Schutzstatus sowie den prognostizierten projektbedingten Auswirkungen festgelegt). Die Validierung der Vorhersagen für diese Gebiete im Fehmarnbelt bekräftigt stark die Gültigkeit der Vorhersagen für alle anderen Gebiete (u.a. auch Natura 2000-, WRRL- und MSRL-Gebiete außerhalb Fehmarnbelts).

**Tabelle 2-6 Zusammenfassung der Ziele im Subprogramm zur Sedimentation**

<b>Ziele</b>
--------------

*Bereitstellung von In-situ-Daten, um die Auswertung der projektbedingten temporären Änderungen der Sedimentation zu unterstützen.*

*Bereitstellung von In-situ-Daten, um die Erfassung der Auswirkungen der Projektwirkungen auf die Teilschutzgüter des marinen Ökosystems im Fehmarnbeltgebiet zu unterstützen.*

### **2.3.3. Begründung**

Um die projektbedingten Auswirkungen infolge von Sedimentfreisetzung zu dokumentieren, sind sowohl Daten zur natürlichen als auch zur projektbezogenen Sedimentation und Schwebstoffkonzentration erforderlich. Das Monitoringprogramm zu den Schwebstoffen wird in Kapitel 2.2 beschrieben. Die möglichen Beeinträchtigungen auf Fauna und Flora infolge von Sedimentation stehen in Bezug zu der Sedimentationsmächtigkeit. Die zusätzliche Sedimentationsmächtigkeit infolge von Sedimentfreisetzung wurde als gering und aufgrund von Resuspension der freigesetzten Sedimente als zeitlich variabel prognostiziert. Es ist daher im Nullmonitoring geplant, die Sedimentation in ausgewählten repräsentativen Gebieten mit Hilfe von Unterwasservideo zu dokumentieren, um so die natürlicherweise auftretende Nettosedimentation auswerten zu können. Während dieser Untersuchungen wird die Nettosedimentation ebenfalls mit Hilfe von sediment profile imaging (SPI) quantifiziert. Die aufgezeichnete Nettosedimentation wird mit der Nettosedimentation während der Bauphase verglichen, um die prognostizierten projektbedingten Auswirkungen durch temporäre Sedimentationszuschläge zu validieren.

### **2.3.4. Methodik**

Für jedes der vier ausgewählten Gebiete entlang der Küste Fehmarns (siehe Abb. 2-4), in welchen ebenfalls eine Online-Messung der Trübung stattfindet, wird ein 500 x 500 m großes Untersuchungsgebiet definiert. In diesem Gebiet wird die Nettosedimentation mit einer Kombination von zwei Methoden bestimmt:

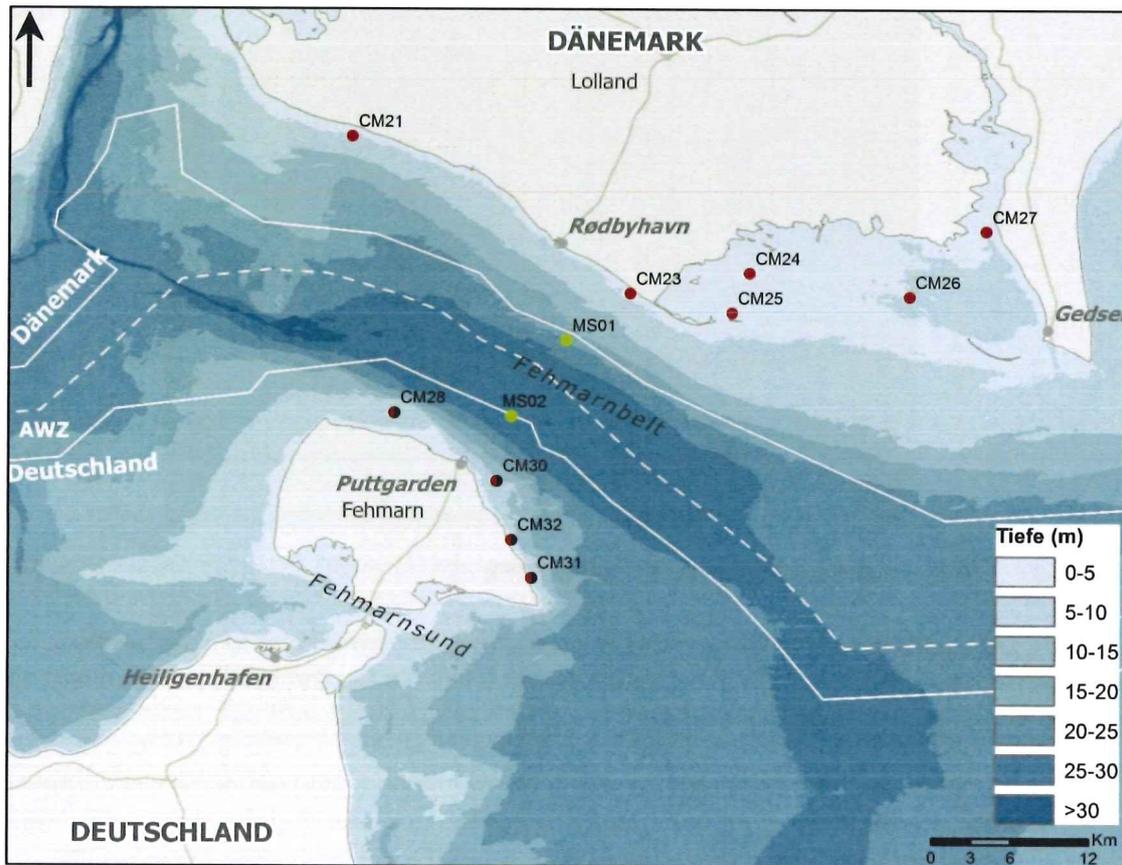
1. Dokumentation des Meeresbodens mit Unterwasservideo. Die ausgewiesene Fläche wird mit zwei Linien parallel und zwei Linien senkrecht zur Küste erfasst.
2. 8 bis 10 Bilder des Sedimentprofils (sediment profiling images (SPIs)) werden erstellt. Die SPI-Kamera dringt in die oberen Sedimente ein und macht ein Profil-Bild der obersten 5 bis 10 cm des Meeresbodens (beispielhaft in Abb. 2-3 dargestellt). Auf Basis dieser Bilder kann die Sedimentablagerung quantifiziert werden.



**Abb. 2-3 Beispiel eines sediment profile image (SPI)**

Das Konzept sieht die Durchführung der Untersuchungen viermal pro Jahr vor, wobei drei Untersuchungen die biologisch aktivste Jahreszeit (April bis September) abdecken und eine Untersuchung in die Wintermonate fällt.

Die Monitoringkampagnen, hierunter auch das Nullmonitoring, sind daher für alle Jahreszeiten repräsentativ. Während der Bauphase erfolgt die detaillierte Planung der Untersuchungen unter Einbeziehung des Zeitplans für die Aushubarbeiten, um besonders Perioden mit Sedimentfreisetzung in küstennahen deutschen Gebieten abzudecken und zu validieren.



Messstationen

- Hauptmessstationen
- Bauüberwachungstationen
- Bauüberwachungstationen/Sedimentationstationen

Abb. 2-4 Stationen zur Messung der Nettosedimentation. Vier Stationen entlang der deutschen Küstenlinie. Die Karte zeigt ebenfalls die Lage der Trübungs-Messstationen.

2.3.5. Monitoringzeiträume

Das Nullmonitoring beinhaltet vier Untersuchungskampagnen, eine während des Winters und drei während der biologisch aktivsten Jahreszeit. Jede Kampagne beinhaltet Videoaufzeichnungen und Sediment Profile Imaging (SPI) in jedem der vier Gebiete.

Nach Baubeginn wird das Monitoring mit vier Untersuchungskampagnen pro Jahr während der intensiven Phase der Aushubaktivitäten fortgesetzt. Nach Ende der intensiven Aushubphase wird das Untersuchungsintervall im Rahmen des adaptiven Untersuchungsansatzes erhöht.

### 2.3.6. Zusammenfassung des Subprogramms zur Sedimentation

Parameter	Art der Beprobung	Anzahl der Stationen	Häufigkeit
Sedimentation	Videoaufzeichnung des Meeresbodens 8 – 10 sediment profiling images (SPIs) je Gebiet	4 Stationen auf der deutschen Seite	Untersuchungskampagnen viermal jährlich, drei Kampagnen fokussieren auf die biologisch aktivste Jahreszeit (April –September)

### 2.3.7. Berichtserstattung

Nach dem Nullmonitoring werden die Ergebnisse in einem Bericht dokumentiert. Die gemessene natürliche Sedimentation von Feinsedimenten wird mit den gleichzeitig gemessenen und/ oder modellierten Wind-, Wellen-, Strömungs- und Wasserstandswerten sowie mit ähnlichen Ergebnissen aus der Bestandserfassung verglichen.

Während des ersten Teils der Bauphase, welcher die hauptsächlichen Aushub- und Landgewinnungsarbeiten umfasst, erfolgt eine unmittelbare Berichtserstattung für die Untersuchungen, in welcher die Ergebnisse der Bestandserfassung mit denen des Nullmonitorings verglichen werden. Danach erfolgt die Berichtserstattung halbjährlich, am 1. März und am 1. September, zusammen mit dem Bericht zu den Trübungsmessungen. Der Bericht setzt die Untersuchungsergebnisse in Bezug zur Hindcastmodellierung der Verdriftung der freigesetzten Sedimente, sofern dies sachdienlich erscheint.

## 2.4. Subprogramm für das Monitoring der benthischen Flora und Fauna

### 2.4.1. Hintergrund

Die Auswirkungen auf die benthische Flora werden vorwiegend durch vorübergehend erhöhte Trübungswerte verursacht, die von freigesetzten Sedimentmengen während der Aushub- und Landgewinnungsarbeiten herrühren. Dadurch kommt es zu einer Beeinträchtigung der Lichtverhältnisse für die benthische Flora. Dies hat Folgen für die Wachstumsbedingungen von Makroalgen und Seegras. Wesentliche vorübergehende Auswirkungen sind nur entlang der Küste von Lolland zu erwarten. Entlang der Küste Fehmarns werden die Auswirkungen auf das Wachstum gering sein und liegen in der Größenordnung der natürlichen Schwankungen. Die Auswirkungen behindern jedoch in keinem Fall die vollständige Regeneration der benthischen Gemeinschaften innerhalb von wenigen Jahren nach Abschluss der Bauarbeiten.

Innerhalb der geschützten Natura-2000-Gebiete bilden Seegras in der Rødsand-Lagune südlich von Lolland und mehrjährige Makroalgen auf deutschem Gebiet in den Natura 2000 Gebieten Staberhuk und Fehmarnbelt einen wesentlichen Bestandteil der Flora. Die einzelnen Arten der benthische Flora sind nicht Teil der Erhaltungsziele, aber die Makrophyten bilden wichtige Gemeinschaften innerhalb des in den Schutzgebieten ausgewiesenen Lebensraumtyps ‚Riffe‘. Für die Seegrasgemeinschaft in der Rødsand-Lagune wird eine temporäre Reduktion der Biomasse prognostiziert.

Prognostizierte Auswirkungen auf die benthische Fauna werden durch vorübergehend erhöhte Schwebstoffwerte im Wasser und Ablagerungen von Sedimentpartikeln am Meeresboden verursacht. Die Beeinträchtigungen wirken sich auf Muscheln und andere benthische Faunagemeinschaften nicht substantiell aus und behindern die vollständige und schnelle Regeneration der benthischen Gemeinschaften nicht.

Wie die benthische Flora ist auch die benthische Fauna als solche nicht geschützt, aber sie bildet wichtige Gemeinschaften innerhalb der in den Schutzgebieten ausgewiesenen Habitattypen. Überdies dient sie in Bezug auf die Wasserrahmenrichtlinie als Indikator des ökologischen Status der Gewässer.

#### **2.4.2. Monitoring durch andere Parteien**

Die bestehenden innerstaatlichen Programme zum Monitoring der Meeresumwelt in der Region Fehmarnbelt (Abb. 2-5 bis Abb. 2-7) liefern zur Unterstützung des gezielten Monitoringprogramms zusätzlich Informationen zu den Veränderungen von Flora und Fauna vor, während und nach der Bauphase. In deutschen Territorialgewässern werden im Rahmen des Bund/Länder-Messprogramms für die Meeresumwelt von Nord- und Ostsee (BLMP) in den vier benthischen Flora- und fünf Faunahabitaten des deutschen Teils der Fehmarnbeltregion jährlich Messungen durchgeführt. Diese erstrecken sich auf Makroalgen-, Seegras- und Muschelhabitate. In den dänischen Gewässern beinhaltet das NOVANA-Programm (Det nationale program for overvågning af vandmiljøet og naturen) die Beprobung von Bedeckungs- und Tiefengrenzdaten aus jeweils einer Monitoringstation im Seegras- und im Makroalgenhabitat der Rødsand-Lagune sowie Beprobungen an drei Stellen der benthischen Faunahabitate: in Nakskov Fjord, Guldborgsund und in der Mitte des Fehmarnbelts (mit einer von Deutschland aus betriebenen HELCOM-Station).

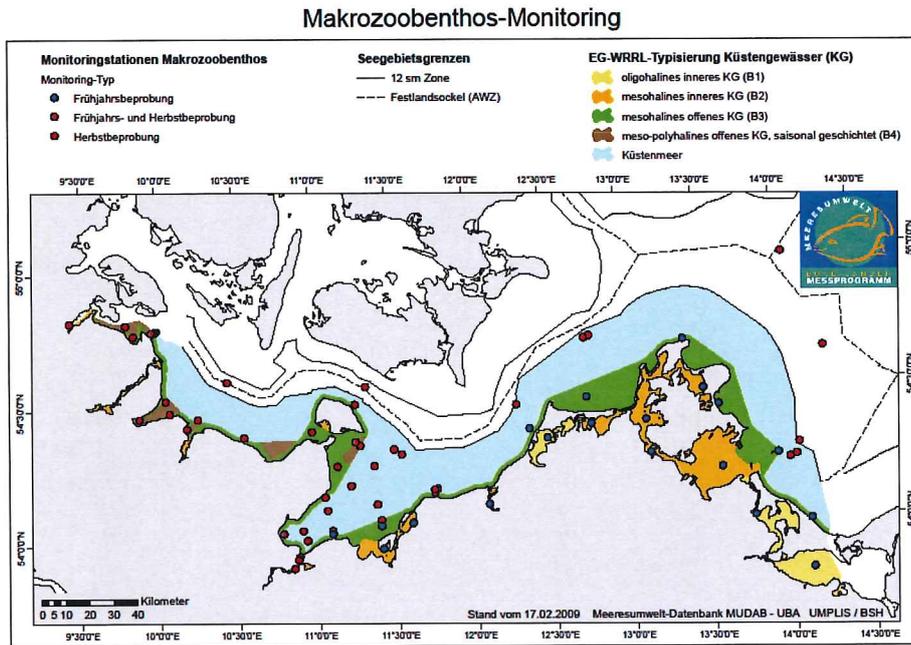


Abb. 2-5 Monitoringstationen für die benthische Fauna in deutschen Gewässern (BLMP-Programm)

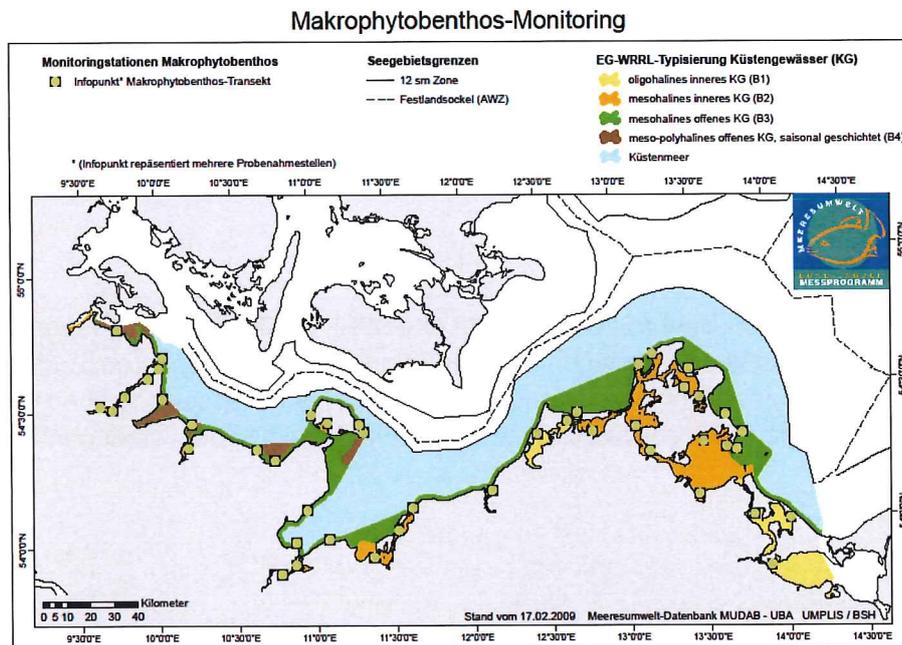
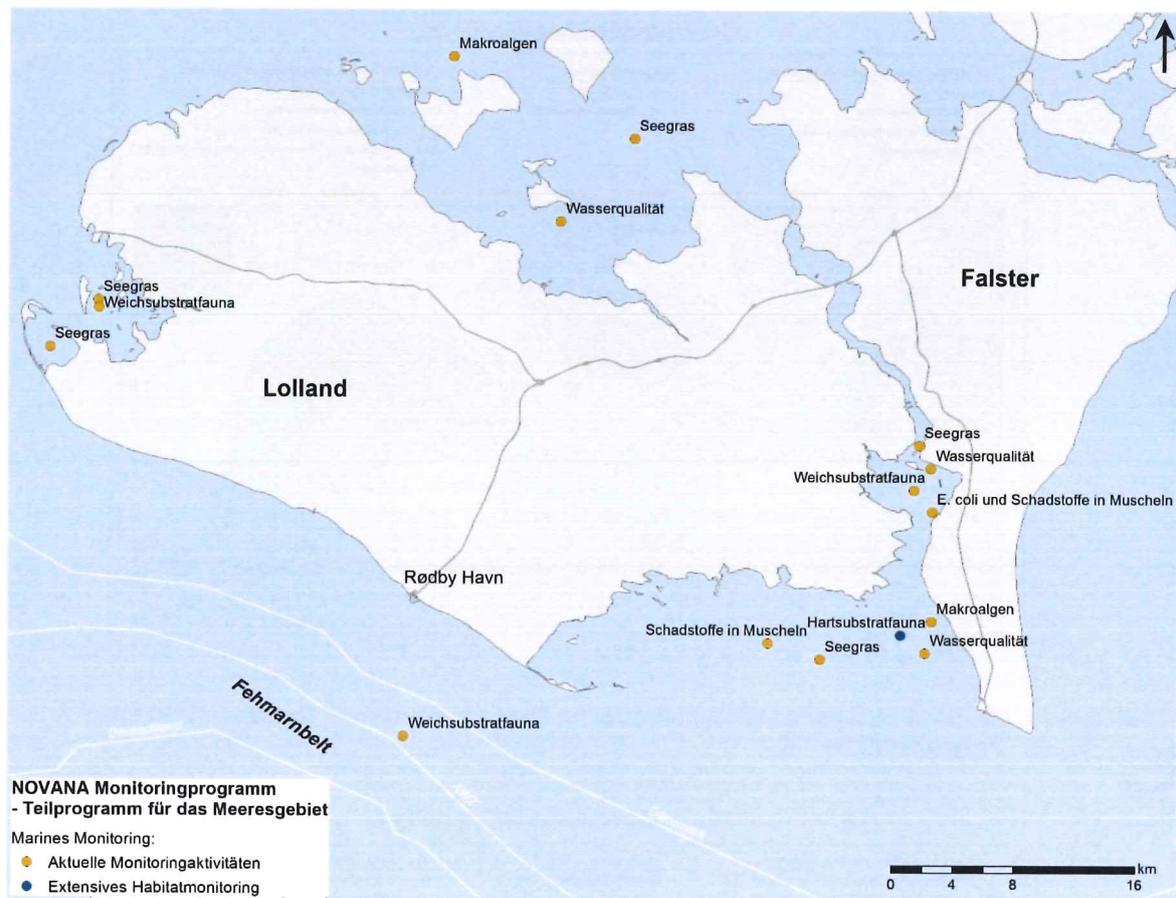


Abb. 2-6 Monitoringstationen für die benthische Flora in deutschen Gewässern (BLMP-Programm)



**Abb. 2-7** Monitoringstationen für die benthische Flora und Fauna in dänischen Gewässern (NOVANA-Programm). Die Häufigkeit der Probenahmen variiert je nach gemessenen Parametern

### 2.4.3. Spezifische Ziele

Insgesamt wird mit dem Subprogramm darauf abgezielt, die Beeinträchtigungen zu beurteilen und die Regeneration der benthischen Flora und Fauna zu dokumentieren. Zudem dient es als Grundlage für die Beurteilung von Belangen im Rahmen der Wasserrahmenrichtlinie und der Natura-2000-Auflagen. Die einzelnen Ziele der Monitoringaktivitäten werden in Tabelle 2-6 aufgeführt.

**Tabelle 2-6 Zusammenfassung der spezifischen Ziele des Subprogramms zum Monitoring der benthischen Flora und Fauna**

<b>Ziele</b>
<i>Beurteilung projektbedingter Auswirkungen und Regeneration der Schlüsselart <i>Furcellaria lumbricalis</i> entlang der Südküste von Lolland</i>
<i>Beurteilung projektbedingter Auswirkungen und Regeneration der Schlüsselart <i>Seegrass (Zostera marina)</i> in der Rødsand-Lagune</i>
<i>Beurteilung projektbedingter Auswirkungen auf die Muschelgemeinschaften entlang der Südküste von Lolland</i>
<i>Beurteilung projektbedingter Auswirkungen auf die Makroalgenflora und die Flachwasser-Infafauna in WRRL-Gewässern rund um Fehmarn</i>
<i>Beurteilung projektbedingter Auswirkungen auf das deutsche Natura-2000-Gebiet Fehmarnbelt mit Fokus auf die <i>Arctica</i>-Gemeinschaft östlich der Linienführung und auf Makroalgen des Westriffs</i>

#### **2.4.4. Begründung**

Das Monitoring beruht auf den vorstehenden im Rahmen der UVS prognostizierten Auswirkungen und konzentriert sich auf charakteristische benthische Habitate entlang der Küste von Lolland und Fehmarn, die durch die Verbreitung von freigesetzten Sedimentmengen infolge der Bauarbeiten beeinträchtigt werden. Gleichzeitig unterstützen die Daten aus den identifizierten Untersuchungsgebieten die Dokumentation der Einhaltung der Ziele für die in der FFH-Richtlinie abgedeckten Schutzgebiete (Natura-2000-Gebiete Fehmarnbelt, Rødsand-Lagune und Staberhuk) sowie der Ziele zur Erhaltung eines guten ökologischen Zustands und Umweltzustands in den deutschen und dänischen Gewässern im Einklang mit der Europäischen Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) und der Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie (MSRL). Darüber hinaus sind von den Behörden genannte Bedenken im Rahmen der deutschen Anhörung einbezogen und dienen als Grundlage bei der Festlegung des optimalen Monitoringprogramms.

#### **2.4.5. Methodik**

##### **2.4.5.1. Beschreibung des gesamten Subprogramms**

Die Methode des Subprogramms für das Monitoring beruht auf den Bestandsaufnahmen, abgesehen von einigen Abweichungen, die dem Ziel Rechnung tragen, die tatsächlichen während der Bauphase auftretenden kurzfristigen Auswirkungen und nachfolgende Regeneration zu dokumentieren. Da die prognostizierten Ergebnisse im dänischen Küstengebiet maßgeblich sind und sie die natürliche Variabilität überschreiten, ist es möglich einen statistischen Ansatz zu verwenden (siehe unten). Unter Beachtung der geringen Auswirkungen im deutschen Küstengebiet ist ein vergleichbarer Ansatz hierfür nicht

anwendbar, da es eine unrealistische Anzahl von Proben erfordert. Stattdessen folgt das Monitoring den Richtlinien der BALCOSIS für die Flora. Die Ergebnisse liefern die Basis für die Validierung der Auswirkungen in Bezug auf die Prognosen der UVS. Im Folgenden werden die spezifischen Ziele der vorgeschlagenen Monitoringaktivitäten kurz kommentiert:

#### **Monitoring der Schlüsselart *Furcellaria lumbricalis* entlang der Südküste von Lolland**

*Furcellaria lumbricalis* sind heterogen verteilt entlang der Küste von Lolland in Tiefenintervallen von 3 bis 8 m, in Abhängigkeit von Hartsubstratvorkommen. Ziel des Monitorings ist es, etwaige Veränderungen entlang der Küste westlich der Linienführung zu ermitteln. Für Probenahmen werden zwei Gebiete ausgewählt, die sich 7,5 bis 11 km beziehungsweise 15 bis 19 km westlich der Linienführung befinden (siehe Abb. 2-8). Statistische Analysen der Basisdaten zeigen, dass sich mit einer paarweisen Ausrichtung, wodurch die Analyse von zueinander passenden Paaren unterstützt wird, Veränderungen optimal ermitteln lassen. Analysen der statistischen Aussagekraft zeigen, dass sich mit dem paarweisen Probenesign eine Reduktion der Biomasse von 25 % mit einer statistischen Power von 0,8 im Umfeld der Linienführung anhand von zwölf Probenahmen (wobei sich jede Probe aus fünf Subproben zusammensetzt) und in einem Gebiet 15 bis 19 km von der Linienführung entfernt anhand von fünf Proben (wobei sich jede Probe aus fünf Subproben zusammensetzt) ermitteln lässt. Daher ist geplant, 15 beziehungsweise sieben Proben an zwei Stellen zu entnehmen, wobei jede Probe aus fünf Subproben besteht. Da es für die Habitate der *Furcellaria lumbricalis* kein relevantes Referenzgebiet gibt, stützen sich die Bewertungen der durch Sedimentfreisetzungen bewirkten Veränderungen auf bereits vorhandenes Wissen über Sedimentverteilungen (siehe 2.1 und 2.2). Zudem lässt sich durch den Vergleich in zwei Bereichen, etwa im unmittelbaren Umfeld der Bauarbeiten und auch leicht davon entfernt, möglicherweise ein Auswirkungsgefälle in Bezug auf die vorübergehenden Sedimentfreisetzungen erkennen.

#### **Monitoring der Auswirkungen und Regeneration der Schlüsselart Seegras (*Zostera marina*) in der Rødsand-Lagune**

Das Seegras-Monitoring verfolgt die Verteilung und Abundanz anhand von Video-Transekten und Probenahmen von Sprossbiomasse. Aufgrund einer räumlich sehr heterogenen Verteilung von Seegras in der Lagune zeigen Analysen der statistischen Aussagekraft, dass sich ein Vor-Nach-Kontroll-Auswirkungs (BACI)-Design in Bezug auf die Dokumentation der Projektauswirkungen erübrigt. Stattdessen sieht das vorgeschlagene Monitoring ein paarweises Probenesign mit Schwerpunkt auf zehn Probenahmestellen vor, an denen Seegrasvorkommen beobachtet und in beiden Basisjahren Beprobungen vorgenommen wurden. Im Rahmen einer Analyse der statistischen Aussagekraft der Basisdaten, die auf jeweils drei Subproben (verarbeitet als Mischprobe) an diesen zehn Probenahmestellen beruhte, konnte eine Reduktion der Biomasse von 27 % mit einer statistischen Power von 0,8 ermittelt werden. Es ist daher vorgesehen, ein Monitoring basierend auf 13 Probenahmestellen (Entnahme von jeweils drei Mischproben) durchzuführen.

### **Monitoring der Auswirkungen auf die Muschelgemeinschaft entlang der Südküste von Lolland**

Das Muschel-Monitoring konzentriert sich auf drei Bereiche, wo sich die größten Biomassevorkommen befinden, das heißt an der Südküste von Lolland nahe der Linienführung und westlich davon (siehe Abb. 2-8). Das Probendesign wurde durch die Verwendung von Mischproben optimiert. Das heißt, es werden vier Proben zusammengefasst und daraus eine repräsentative Durchschnittsprobe gebildet. Bei Nutzung dieser Methode zeigen Analysen der statistischen Aussagekraft der Basisdaten, dass sich mit fünf Proben in jedem Bereich eine Biomassenreduktion von 33 % mit einer statistischen Power von 0,9 ermitteln lässt. Insgesamt werden 60 Proben entnommen. Auf Basis der Monitoringergebnisse entscheidet sich, ob der Bereich rund um Albuen als Referenzgebiet betrachtet werden kann.

#### **2.4.5.2. Natura 2000, Wasserrahmenrichtlinie, Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie und streng geschützte Arten**

Die benthische Flora und Fauna umfassen keine streng geschützten Arten. Diese sind für diesen Teil des Monitoringkonzeptes der Meeresumwelt nicht Gegenstand der Betrachtung. Um die etwaigen Auswirkungen auf den Umweltzustand nach Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie zu bewerten, werden sowohl die Daten aus dem Flachwasser als auch aus dem Monitoring des FFH-Gebiets zusammengefasst ausgewertet.

### **Monitoring der Auswirkungen auf die benthische Flora sowie die Flachwasser- und Weichboden-Infana**

Dieses Monitoring zielt darauf ab, etwaige vorübergehende Veränderungen in den benthischen Floragemeinschaften sowie den Flachwasser- und Weichboden-Infanagemeinschaften in den deutschen WRRL-Wasserkörpern rund um Fehmarn zu ermitteln. Mit den Monitoringdaten soll es möglich sein, den ökologischen Zustand der beprobten WRRL-Gewässer zu ermitteln und damit etwaige Auswirkungen auf die Gewässerfunktionen zu dokumentieren. Dazu wird das Monitoring nach den Vorgaben und Handlungsanweisungen der jeweiligen WRRL-Bewertungssysteme durchgeführt. Monitoringmaßnahmen werden im WRRL-Gewässer Fehmarnbelt (benthische Flora und Weichboden-Infana) und Fehmarnsund (nur Weichboden-Infana) durchgeführt. Letzteres Gewässer dient als Referenzgewässer, um natürliche Entwicklungen und projektbedingte Auswirkungen auf die Infana voneinander unterscheiden zu können. Bei den gewählten Transekten werden, soweit sinnvoll, die offiziellen Transekte des nationalen WRRL-Monitoring herangezogen. Beprobungen werden nur durchgeführt, sofern die gewählten Transekte nicht im nationalen WRRL-Monitoringprogramm enthalten sind.

### **Monitoring der Auswirkungen auf das deutsche Natura-2000-Gebiet Fehmarnbelt (die Arctica-Gemeinschaft östlich der Linienführung und Makroalgen auf dem Westriff)**

Dieses Monitoring zielt darauf ab, etwaige Veränderungen der Arctica-Gemeinschaft (Infana) in der Nähe des Tunnelgrabens sowie der Riff-Gemeinschaft (Makroalgen) auf dem Westriff des FFH-Gebiets „Fehmarnbelt“ zu dokumentieren. Die Daten sollen es erlauben, den Zustand der Erhaltungsziele innerhalb des FFH-Gebietes zu bewerten. Dazu wird das

Monitoring an die Methoden des deutschen BLMP-Programms angelehnt und die langjährigen Datenreihen und laufenden Bestandserfassungen bestehender Stationen als Referenzstationen miteinbezogen. Beprobungen werden im Habitattyp „Riffe“ (EU-Code 1170) und innerhalb der Arctica-Gemeinschaft nahe am Tunnelgraben durchgeführt.

#### 2.4.6. Monitoringzeiträume

Das Monitoring umfasst ein Nullmonitoring vor Beginn der Bauarbeiten im marinen Bereich. Daraufhin folgen einmal jährlich Probenahmen am Anfang der Bauphase, in dem die Aushub- und Landgewinnungsarbeiten am intensivsten sind. Auf Grundlage dieser Ergebnisse muss das Anschlussmonitoring mit den Behörden einvernehmlich abgestimmt werden.

#### 2.4.7. Zusammenfassung des Subprogramms

Das Monitoring der benthischen Meeresflora und -fauna wird in Tabelle 2-7 zusammengefasst. Die Standorte für Probenahmen werden in Abb. 2-8 aufgeführt.

**Tabelle 2-7 Zusammenfassung des Subprogramms zum Monitoring der benthischen Flora und Fauna**

Parameter	Probenahmeverfahren	Anzahl der Stellen	Frequenz
<i>Furcellaria</i> <i>lumbricalis</i>	Unterwasser-Video  Probenahmen von Biomasse	Zwei Stellen entlang der Südküste von Lolland	Einmal jährlich
Seegras	Unterwasser-Video  Probenahmen von Biomasse	Sechs Videotransekte (wie bei der Bestandserfassung)  Dreizehn Probenahmestellen in der Rødsand-Lagune	Einmal jährlich
Miesmuscheln	Muschelbeprobung mittels Unterwasser-Video und Probenahmen von Biomasse	Vier Stellen entlang der Südküste von Lolland	Einmal jährlich
Flachwasser-Infafauna (WRRL)	Nach dem Bewertungsverfahren MarBIT	Drei Stellen in drei deutschen WRRL-Wasserkörpern	Einmal jährlich
Makrophyten (WRRL)	Nach dem Bewertungsverfahren BALCOSIS	Zwei Transekte in einem WRRL-Wasserkörper	Einmal jährlich

Monitoring an die Methoden des deutschen BLMP-Programms angelehnt und die langjährigen Datenreihen und laufenden Bestandserfassungen bestehender Stationen als Referenzstationen miteinbezogen. Beprobungen werden im Habitattyp „Riffe“ (EU-Code 1170) und innerhalb der Arctica-Gemeinschaft nahe am Tunnelgraben durchgeführt.

#### 2.4.6. Monitoringzeiträume

Das Monitoring umfasst ein Nullmonitoring vor Beginn der Bauarbeiten im marinen Bereich. Daraufhin folgen einmal jährlich Probenahmen am Anfang der Bauphase, in dem die Aushub- und Landgewinnungsarbeiten am intensivsten sind. Auf Grundlage dieser Ergebnisse muss das Anschlussmonitoring im Benehmen mit den Behörden festgelegt werden.

#### 2.4.7. Zusammenfassung des Subprogramms

Das Monitoring der benthischen Meeresflora und -fauna wird in Tabelle 2-7 zusammengefasst. Die Standorte für Probenahmen werden in Abb. 2-8 aufgeführt.

**Tabelle 2-7 Zusammenfassung des Subprogramms zum Monitoring der benthischen Flora und Fauna**

Parameter	Probenahmeverfahren	Anzahl der Stellen	Frequenz
<i>Furcellaria</i> <i>lumbricalis</i>	Unterwasser-Video Probenahmen von Biomasse	Zwei Stellen entlang der Südküste von Lolland	Einmal jährlich
Seegras	Unterwasser-Video Probenahmen von Biomasse	Sechs Videotransekte (wie bei der Bestandserfassung) Dreizehn Probenahmestellen in der Rødsand-Lagune	Einmal jährlich
Miesmuscheln	Muschelbeprobung mittels Unterwasser-Video und Probenahmen von Biomasse	Vier Stellen entlang der Südküste von Lolland	Einmal jährlich
Flachwasser-Infauna (WRRL)	Nach dem Bewertungsverfahren MarBIT	Drei Stellen in drei deutschen WRRL-Wasserkörpern	Einmal jährlich
Makrophyten (WRRL)	Nach dem Bewertungsverfahren BALCOSIS	Zwei Transekte in einem WRRL-Wasserkörper	Einmal jährlich



Arctica-Gemeinschaft (Natura 2000, Fehmarnbelt)	Unterwasser-Video Greiferbeprobung	Vier Positionen	Einmal jährlich
Makroalgen (Natura 2000, Fehmarnbelt)	Unterwasser-Video Dredge-Beprobung	Zwei Transekte	Einmal jährlich

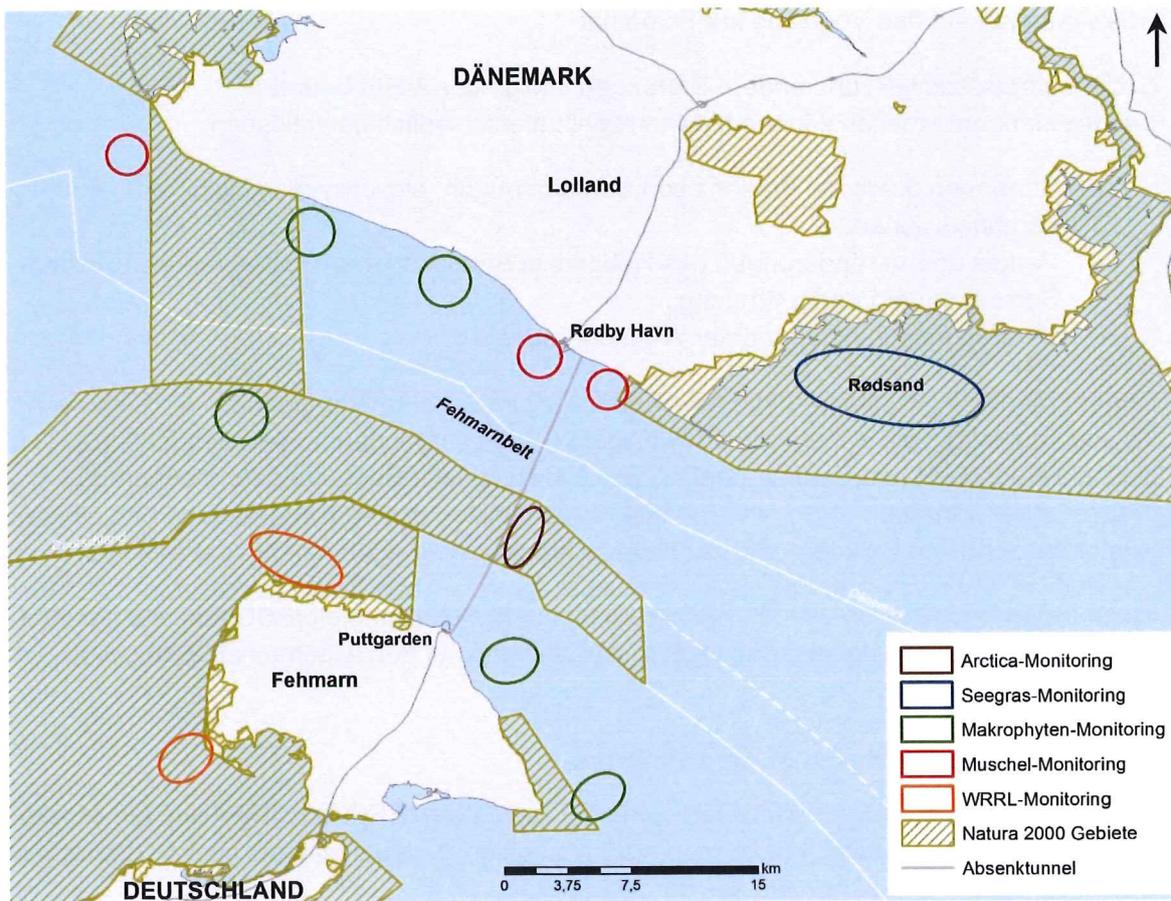


Abb. 2-8 Übersicht der geplanten Probenahmestellen im Rahmen des Monitoring der Auswirkungen von Sedimentfreisetzungen auf die benthische Flora und Fauna.

#### 2.4.8. Berichterstattung

Die Berichterstattung wird nach dem Nullmonitoring und dem ersten Teil der Bauphase, in dem vorrangig die Aushub- und Landgewinnungsarbeiten stattfinden, erfolgen. Die anschließende Berichterstattung erfolgt in Anlehnung an die vereinbarten Monitoringaktivitäten und soll dem im Rahmen der WRRL und MSRL festgelegten 6-Jahres-Zyklus Rechnung tragen.

## **2.5. Subprogramm für das Monitoring der Vogelwelt**

### **2.5.1. Hintergrund**

Im Rahmen der Umweltverträglichkeitsstudie wurden keine erheblichen Auswirkungen auf die Populationsebene von brütenden und nicht brütenden Wasservögeln prognostiziert. Es wird nur zu temporären und kurzfristigen Verdrängungen in den wechselnden Arbeitszonen kommen, und die Vögel können in vorhandene alternative Habitats im nahen Umfeld ausweichen. Es wird außerdem nicht davon ausgegangen, dass der Absenktunnel Auswirkungen auf den Vogelzug zur Folge hat.

Sedimentfreisetzungen und andere Störungen infolge der Aushub- und Landgewinnungsarbeiten können Meeresevögel unterschiedlich beeinflussen:

- Störungen durch die Präsenz von Baufahrzeugen, einschließlich Licht- und Lärmemissionen.
- Verlust und Veränderungen des Habitats in Bereichen des Tunnelgrabens und den Bereichen der Landgewinnung
- Verdrängung infolge erhöhter Wassertrübung

Der Fehmarnbelt ist von internationaler Bedeutung im Zusammenhang mit einer Reihe von Wasservögeln, die die Wintermonate in diesem Gebiet verbringen. Einige Bereiche wie z. B. die Rødsand-Lagune sind ebenfalls von internationaler Bedeutung für mausernde Wasservögel während der Sommermonate. Zudem bilden die Rødsand-Lagune und einige Küstenbereiche von Fehmarn und der Hohwachter Bucht Brutgebiete für Wasservögel.

In der Fehmarnbeltregion wurden mehrere besondere Schutzgebiete/BSG (special areas of conservation, SAC) festgelegt und weitere SACs zielen auf den allgemeinen Schutz von Wasservögeln ab.

### **2.5.2. Monitoring durch andere Parteien**

Aufgrund des allgemeinen Schutzstatus und der regulativen BSG-Initiativen wird ein bereits bestehendes umfassendes Monitoringprogramm sowohl in deutschen als auch in dänischen Gewässern in der westlichen Ostsee durchgeführt:

Landbasierte Mittwinter- (Januar) und mittmonatliche (September – April) Zählungen von Wasservögeln entlang der Ostseeküste von Schleswig-Holstein durch Ornithologen. Die Daten umspannen mehr als 50 Jahre und sind Bestandteil des Standardmonitoringprogramms des Bundesamts für Seeschifffahrt und Hydrographie – Bund/Länder-Messprogramm für die Meeresumwelt von Nord- und Ostsee (BLMP-Programm). Die erhobenen Daten werden so in die deutschland- und europaweiten Monitoringsysteme eingebettet und sind gleichzeitig integraler Bestandteil des innerstaatlichen Monitorings der Natura-2000-Gebiete in Schleswig-Holstein.

Zählungen der gesamten Wasservogelbestände in allen Teilen der deutschen Ostsee erfolgen zweimal alle sechs Jahre entlang von Lufttransekten und synchron zu landbasierten Winterzählungen und werden jährlich um Luftzählungen in ausgewählten Gebieten und Natura-2000-Gebieten mit Schwerpunkt auf Meereseenten ergänzt.

Das dänische Zentrum für Umwelt und Energie (DCE – Danish Centre for Environment and Energy) stellt jährlich oder alle paar Jahre landbasierte Bestandsergebnisse aus Vogelschutzgebieten (z. B. Hyllekrog-Rødsand) und Lufttransekten sowie den gesamten Populationsbeständen in den dänischen Gewässern der westlichen Ostsee bereit. Im dänischen Teil des Fehmarnbells stehen Linientransekte und Gesamtbestände aus den Jahren 2004, 2008 und 2012 zur Verfügung.

Die Dänische Ornithologische Gesellschaft (Dansk Ornitologisk Forening (DOF)) stellt jährlich landbasierte Beobachtungsdaten zu Wasservögeln entlang der Küste Lollands, in Hyllekrog-Rødsand und beispielsweise den Maribo-Seen zur Verfügung.

### 2.5.3. Spezifische Ziele

Das Gesamtziel des Subprogramms für Wasservogel besteht darin, die Projektwirkungen im Rahmen des Monitoring mit Fokus auf die überwinterten Wasservogelpopulationen zu beurteilen. Die spezifischen Ziele sind in Tabelle 2-8 aufgeführt.

**Tabelle 2-8 Zusammenfassung der Ziele für das Subprogramm des Vogelmonitorings**

Ziele
<i>Bewertung der projektbedingten Veränderungen in Bezug auf Abundanz und Verbreitung der nicht brütenden Wasservogel im Fehmarnbelt im Allgemeinen und im Natura-2000-Gebiet im Besonderen</i>
<i>Bewertung der projektbedingten Veränderungen in Bezug auf die in der MSRL festgelegten Deskriptoren für Vögel</i>

### 2.5.4. Begründung

Veränderungen bei den Wasservogelpopulationen sind von grundlegender Bedeutung im Zusammenhang mit dem Erhaltungsinteresse. Es wird als wichtig erachtet, die Entwicklungen zu verfolgen und zu dokumentieren, dass etwaige Auswirkungen den Erhaltungszielen nicht zuwiderlaufen. Das Monitoring konzentriert sich auf überwinterte (nicht brütende) Wasservogel, da der Fehmarnbelt für diese Artengruppen von internationaler Bedeutung ist.

### 2.5.5. Methodik

Die Methoden zur Durchführung von Erfassungen aus der Luft werden an internationalen Standards ausgerichtet. Die Ergebnisse der Beobachtungen orientieren sich an der Bestandsbeschreibung und ermöglichen so den Vergleich der Basissituation mit der Situation der Bauphase unter Einbeziehung der Projektwirkungen. Die Erfassungen aus der Luft

erfolgen gemeinsam mit den Säugetieruntersuchungen. Auf diese Weise können das ganze Jahr über Daten erhoben werden (vier Vogelbeobachtungen im Winter, vier Säugetierbeobachtungen im Sommer).

#### 2.5.5.1. Beschreibung des Gesamtkonzepts für das Subprogramm

Das Monitoring von nicht brütenden Wasservögeln erfolgt mittels der in Abb. 2-9 gezeigten Transektausrichtung.

#### 2.5.5.2. Natura 2000, Wasserrahmenrichtlinie, Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie und streng geschützte Arten

Natura-2000- und MSRL-Gebiete sind in den oben beschriebenen Monitoringaktivitäten miteinbezogen, und keine weiteren Maßnahmen sind hinsichtlich der Deskriptoren für diese Gebiete erforderlich. Vögel gehören nicht zu den Qualitätselementen der WRRL. Ein spezifisches Monitoring in Bezug auf diese Richtlinie ist daher nicht relevant. Gleichermaßen ist auch das Monitoring von streng geschützten Arten nicht zutreffend.

#### 2.5.6. Monitoringzeiträume

Die Erfassungen mit besonderer Betonung auf Vögeln erfolgen von Oktober bis April. Die Wintererhebungen erfolgen über den Zeitraum, in dem sich nicht brütende Wasservögel im Bereich aufhalten. Insgesamt werden vier Erhebungen durchgeführt. Überdies werden Vögel auch im Sommer im Rahmen von vier Erhebungen von Meeressäugetieren erfasst. Damit werden insgesamt acht Erhebungsergebnisse pro Jahr zur Verfügung gestellt.

Die Monitoringaktivitäten werden ab dem Nullmonitoring ein Jahr vor Baubeginn und während der vorrangigen Aushubarbeiten im Tunnelgraben durchgeführt. Das anschließende Monitoring wird auf Basis der Ergebnisse der ersten Phase festgelegt und muss mit den Behörden einvernehmlich abgestimmt werden.

#### 2.5.7. Zusammenfassung des Subprogramms

Das Subprogramm für das Monitoring der Wasservögel wird in Tabelle 2-9 zusammengefasst. Die Transekte für die Erfassungen aus der Luft werden in Abb. 2-9 gezeigt.

**Tabelle 2-9 Zusammenfassung des Subprogramms für das Vogelmonitoring**

Parameter	Probenahmeverfahren	Anzahl der Transekte	Frequenz
Abundanz und Distribution von nicht brütenden Vögeln	Erfassungen aus der Luft	Siehe Abb. 2-9	Acht Erfassungen pro Jahr (vier mit Schwerpunkt auf Vögeln)

erfolgen gemeinsam mit den Säugetieruntersuchungen. Auf diese Weise können das ganze Jahr über Daten erhoben werden (vier Vogelbeobachtungen im Winter, vier Säugetierbeobachtungen im Sommer).

#### 2.5.5.1. Beschreibung des Gesamtkonzepts für das Subprogramm

Das Monitoring von nicht brütenden Wasservögeln erfolgt mittels der in Abb. 2-9 gezeigten Transektausrichtung.

#### 2.5.5.2. Natura 2000, Wasserrahmenrichtlinie, Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie und streng geschützte Arten

Natura-2000- und MSRL-Gebiete sind in den oben beschriebenen Monitoringaktivitäten miteinbezogen, und keine weiteren Maßnahmen sind hinsichtlich der Deskriptoren für diese Gebiete erforderlich. Vögel gehören nicht zu den Qualitätselementen der WRRL. Ein spezifisches Monitoring in Bezug auf diese Richtlinie ist daher nicht relevant. Gleichmaßen ist auch das Monitoring von streng geschützten Arten nicht zutreffend.

#### 2.5.6. Monitoringzeiträume

Die Erfassungen mit besonderer Betonung auf Vögeln erfolgen von Oktober bis April. Die Wintererhebungen erfolgen über den Zeitraum, in dem sich nicht brütende Wasservögel im Bereich aufhalten. Insgesamt werden vier Erhebungen durchgeführt. Überdies werden Vögel auch im Sommer im Rahmen von vier Erhebungen von Meeressäugetieren erfasst. Damit werden insgesamt acht Erhebungsergebnisse pro Jahr zur Verfügung gestellt.

Die Monitoringaktivitäten werden ab dem Nullmonitoring ein Jahr vor Baubeginn und während der vorrangigen Aushubarbeiten im Tunnelgraben durchgeführt. Das anschließende Monitoring wird auf Basis der Ergebnisse der ersten Phase festgelegt und muss im Benehmen mit den Behörden entwickelt werden.

#### 2.5.7. Zusammenfassung des Subprogramms

Das Subprogramm für das Monitoring der Wasservögel wird in Tabelle 2-9 zusammengefasst. Die Transekte für die Erfassungen aus der Luft werden in Abb. 2-9 gezeigt.

Tabelle 2-9 Zusammenfassung des Subprogramms für das Vogelmonitoring

Parameter	Probenahmeverfahren	Anzahl der Transekte	Frequenz
Abundanz und Distribution von nicht brütenden Vögeln	Erfassungen aus der Luft	Siehe Abb. 2-9	Acht Erfassungen pro Jahr (vier mit Schwerpunkt auf Vögeln)



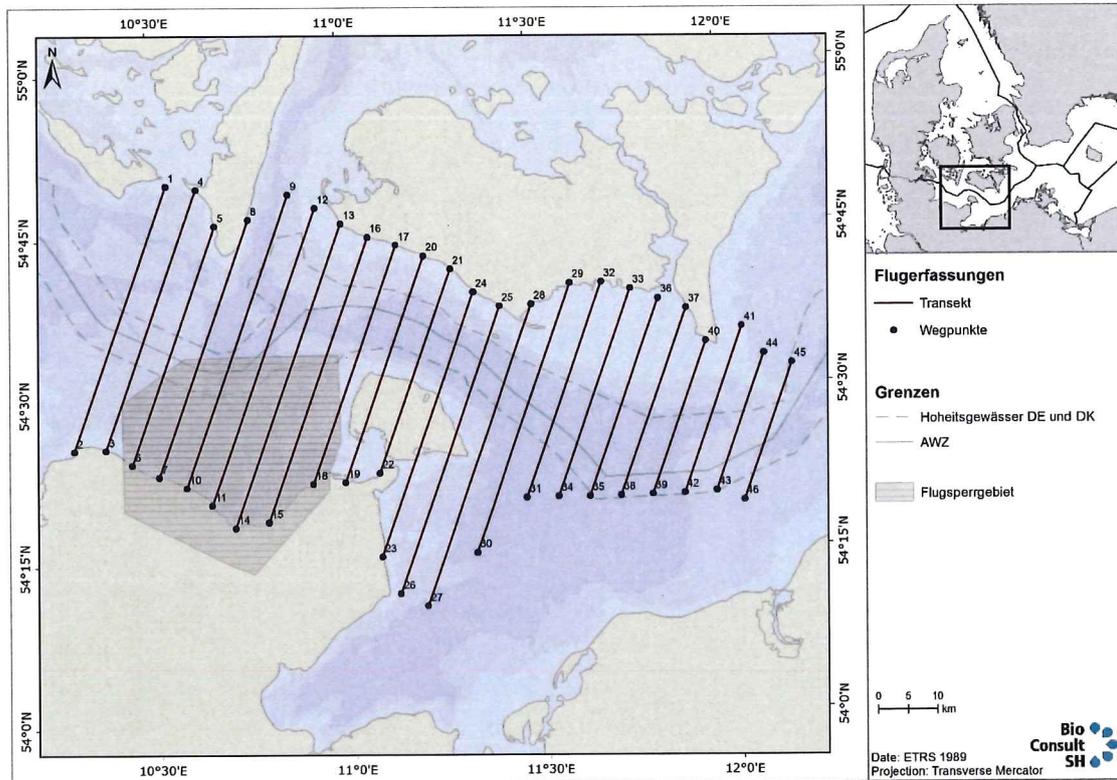


Abb. 2-9 Transektschema für Erfassungen aus der Luft

## 2.5.8. Berichterstattung

Die Berichterstattung wird nach dem Nullmonitoring und dem ersten Teil der Bauphase, in dem vorrangig die Aushub- und Landgewinnungsarbeiten stattfinden, erfolgen. Die Anforderungen für spätere Berichterstattungen müssen **im Benehmen** mit den Behörden festgelegt werden.

## 2.6. Subprogramm für das Monitoring der Meeressäuger

### 2.6.1. Hintergrund

Meeressäuger, insbesondere Schweinswale, können durch Projektwirkungen in der Bauphase des Absenktunnels auf unterschiedliche Weise in Mitleidenschaft gezogen werden:

- Störungen durch die Präsenz von Baufahrzeugen, einschließlich Licht- und Lärmimmissionen
- Störungen aufgrund von Lärmimmissionen während der Errichtung von Spundwänden in den Bauhäfen
- Verlust und Veränderungen des Habitats in Bereichen des Tunnelgrabens und den Bereichen der Landgewinnung



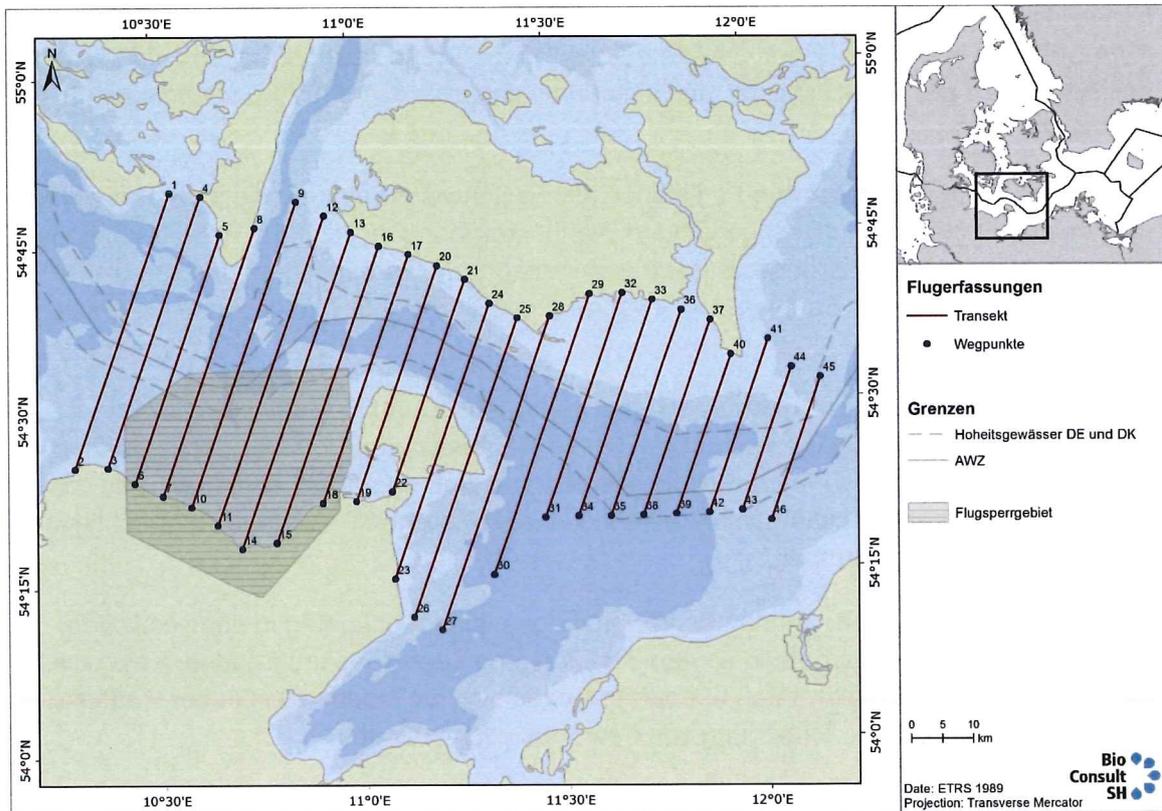


Abb. 2-9 Transektenschema für Erfassungen aus der Luft

### 2.5.8. Berichterstattung

Die Berichterstattung wird nach dem Nullmonitoring und dem ersten Teil der Bauphase, in dem vorrangig die Aushub- und Landgewinnungsarbeiten stattfinden, erfolgen. Die Anforderungen für spätere Berichterstattungen müssen mit den Behörden einvernehmlich abgestimmt werden.

## 2.6. Subprogramm für das Monitoring der Meeressäugtiere

### 2.6.1. Hintergrund

Meeressäugtiere, insbesondere Schweinswale, können durch Projektwirkungen in der Bauphase des Absenktunnels auf unterschiedliche Weise in Mitleidenschaft gezogen werden:

- Störungen durch die Präsenz von Baufahrzeugen, einschließlich Licht- und Lärmimmissionen
- Störungen aufgrund von Lärmimmissionen während der Errichtung von Spundwänden in den Bauhäfen
- Verlust und Veränderungen des Habitats in Bereichen des Tunnelgrabens und den Bereichen der Landgewinnung

Schweinswale gehören zu den streng geschützten Arten. Sie sind eine in einer Reihe von FFH-Gebieten in der westlichen Ostsee ausgewiesene Art und gehören auch zu den Arten des Anhangs 4 der FFH-Richtlinie, und sind damit generell in ihrem Verbreitungsgebiet geschützt.

Der Fehmarnbelt erfüllt mehrere Funktionen für die Schweinswale und dient als Rastgebiet (allgemeine Funktion), Aufzuchtgebiet und Wanderkorridor. Obgleich der Fehmarnbelt für diese Spezies nicht bedeutender ist als die umgebenden Meeresgebiete, müssen diese Funktionen während der Bauphase und während des Betriebs des Absenktunnels erhalten bleiben.

Gemäß den UVS-Prognosen werden die von den Aushub- und Spundwandarbeiten ausgehenden Lärmemissionen potenziell auf die Meeressäuger Einfluss nehmen. Jedoch ergeben sich mit den erwarteten Wirkintensitäten, separat, aggregiert oder kumulativ mit den bereits bestehenden Belastungen betrachtet, keine erheblichen Funktionsbeeinträchtigungen für Säugetiere im Fehmarnbelt.

Die beiden Seehundarten, Seehund und Kegelrobbe, sind regelmäßig in der westlichen Ostsee präsent und gebären und säugen ihre Jungen in der Rødsand-Lagune. Keine dieser Arten wird von den Bauaktivitäten betroffen sein, da sich die Liegestellen in der Rødsand-Lagune in ausreichender Entfernung von den Baustellen befinden.

### **2.6.2. Monitoring durch andere Parteien**

Aufgrund des hohen Schutzstatus und des allgemeinen Anliegens, Schweinswale zu schützen, werden fortlaufende nationale Monitoringprogramme und -projekte betrieben, um die Erkenntnisse zu unterschiedlichen Schweinswalpopulationen sowie zu ihren möglichen Interaktionen und ihrer Empfindlichkeit gegenüber den unterschiedlichen Verhältnissen und Belastungen in der Meeresumwelt zu verbessern.

#### *Laufende Programme:*

Im Juli 2012 wurde auf dem Ansatz der SCANS-Studien von 1994 und 2005 eine kleine SCANS-Studie in deutsch-dänischer Kooperation durchgeführt. Die Durchführung von konsekutiven und kooperativen Erhebungen sind zweimal alle sechs Jahre geplant, so in den Jahren 2015, 2018, 2021, 2024 usw. Die Erhebungsdaten werden zum Status der Schweinswalpopulationen in der Region beitragen. Darüber hinaus wird im Zeitraum von 2015-2017 eine volle SCANS-III-Studie in deutsch-dänischer Zusammenarbeit in Erwägung gezogen.

Als Teil des deutschen Bund/Länder-Messprogramms wird ein permanentes akustisches Monitoring (POD-Messungen) der Schweinswale in den deutschen Gewässern durchgeführt.

Im Rahmen des dänischen NOVANA-Programms wird ein spezifisches Monitoring von Schweinswalen in den dafür ausgewiesenen marinen Habitaten durchgeführt. Ein POD-basiertes Monitoring findet an wechselnden Habitatstandorten auf mehrjähriger Basis statt.

Von Juli 2014 bis Juli 2015 wird ein POD-Programm in Øresund und im Fehmarnbelt (DK 00VA260) durchgeführt.

### 2.6.3. Spezifische Ziele

Das Gesamtziel des Subprogramms für Meeressäuger besteht darin, die Auswirkungen im Rahmen des Monitorings der Schweinswale zu bewerten. Die spezifischen Ziele sind in Tabelle 2-10 aufgeführt

**Tabelle 2-10 Zusammenfassung der Ziele des Subprogramms zum Monitoring der Meeressäuger**

Ziele
<i>Bewertung der projektbedingten Auswirkungen auf die jahreszeitliche Abundanz und Verbreitung sowie die Reproduktion der Schweinswale im Fehmarnbelt im Allgemeinen</i>
<i>Bewertung der projektbedingten Auswirkungen auf die jahreszeitliche Abundanz und Verbreitung der Schweinswale in den Natura-2000-Gebieten im Fehmarnbelt</i>
<i>Bewertung der projektbedingten Veränderungen in Bezug auf die in der MSRL festgelegten Deskriptoren für Meeressäuger</i>

### 2.6.4. Begründung

Das Monitoring von Schweinswalen wird wegen der Bedeutung des Gebiets und den potenziellen Auswirkungen infolge der Bauarbeiten vorgeschlagen. Da der Fehmarnbelt unterschiedliche Funktionen für die Schweinswalpopulation erfüllt, die während der Errichtung des Absenktunnels aufrechtzuerhalten sind, sollen jahreszeitliches Auftreten und Verbreitung der Schweinswale überwacht werden. Da Seehundvorkommen im Fehmarnbelt nicht zahlreich sind und keine relevanten Projektauswirkungen abzusehen sind, sind dahin gehend keine Untersuchungen geplant.

### 2.6.5. Methodik

Die Erhebungsmethoden richten sich an internationalen Standards aus. Zwei Methoden sollen zur Anwendung kommen: Erfassungen aus der Luft und akustische Erhebungen mit C-POD-Aufzeichnungen. Die Erfassungen aus der Luft erfolgen gemeinsam mit den Vogelerhebungen. Auf diese Weise können das ganze Jahr über Daten erhoben werden und es werden alle Präsenzzeiträume von Schweinswalen im Fehmarnbelt abgedeckt.

#### 2.6.5.1. Beschreibung des Gesamtkonzepts für das Subprogramm

Schweinswale werden mithilfe von flugbasierten Erfassungen aus der Luft überwacht. Insgesamt sollen acht Erhebungen über Sommer (vier Erhebungen) und Winter (vier Wasservogelerhebungen) verteilt durchgeführt werden. Gleichzeitig mit den Sommererhebungen zu Schweinswalen werden Daten zu Wasservögeln erhoben.

Neben den Erhebungen aus der Luft wird ein akustisches Monitoring anhand von C-PODs vorgenommen. Die Ausrichtung der Studien geht von den Basisstudien aus. Gleichwohl wird die Anzahl der PODs in den am weitesten westlich und östlich gelegenen Teilen reduziert, da die Bauarbeiten keine weitreichenden Effekte haben werden. Die PODs belaufen sich insgesamt auf 22 Geräte (fünf weniger als bei der Bestandserfassung). Die Positionen einiger C-PODs werden geändert, um das Monitoring in der Festen Fehmarnbeltquerung mit dem Natura-2000-Monitoring im dänischen FFH-Gebiet und in langfristig geplanten BLMP-Monitoringstationen zu kombinieren. Die Verwendung der C-PODs zielt darauf ab, fortlaufende Daten mit hoher zeitlicher Auflösung zu erzeugen, womit sich zeitliche Präsenzschwankungen infolge der Bauarbeiten und das Migrationsverhalten analysieren lassen.

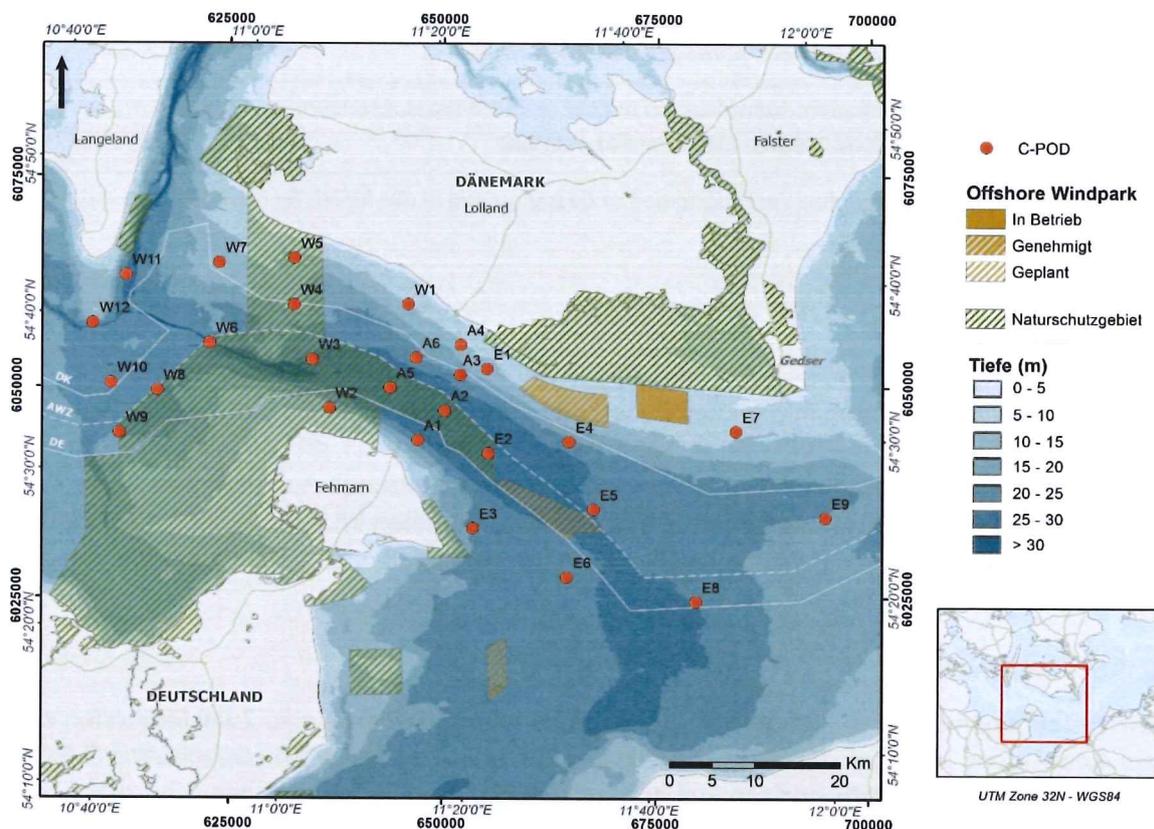


Abb. 2-10 Standorte der geplanten C-POD-Monitoringstationen

### 2.6.5.2. Natura 2000, Wasserrahmenrichtlinie, Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie und streng geschützte Arten

Das Monitoring der Natura-2000- und MSRL-Gebiete ist in den oben beschriebenen Monitoringaktivitäten miteinbezogen und keine weiteren Maßnahmen sind hinsichtlich der Deskriptoren für diese Gebiete erforderlich. Gleichmaßen sind keine Aktivitäten in Bezug auf streng geschützte Arten indiziert, da der Schweinswal als einzig streng geschütztes Meeressäugetier ausführlich im Rahmen des beschriebenen Subprogramms überwacht wird.

Meeressäuger gehören nicht zu den Qualitätselementen der WRRL. Ein spezifisches Monitoring in Bezug auf diese Richtlinie ist daher nicht relevant.

### 2.6.6. Monitoringzeiträume

Die Aktivitäten der Schweinswale werden fortlaufend mit C-PODs gemessen. Erhebungen aus der Luft werden jeweils viermal über den Sommer und Winter durchgeführt. Die Monitoringaktivitäten werden ab dem Nullmonitoring ein Jahr vor Baubeginn und während der vorrangigen Aushubarbeiten im Tunnelgraben durchgeführt. Das anschließende Monitoring wird auf Basis der Ergebnisse der ersten Phase **im Benehmen mit den Behörden** festgelegt.

### 2.6.7. Zusammenfassung des Subprogramms

Das Subprogramm zum Monitoring der Meeressäugetiere wird in Tabelle 2-11 zusammengefasst. Die vorläufigen Standorte der vorgeschlagenen C-POD-Stationen werden in Abb. 2-10 abgebildet. Die Transektzonen für die Erhebungen aus der Luft werden in Abb. 2-9 dargestellt.

**Tabelle 2-11 Zusammenfassung des Subprogramms zum Monitoring der Meeressäugetiere**

Parameter	Probenahmeverfahren	Anzahl der Flüge/Stellen/Transekte	Frequenz
Abundanz und Verbreitung von Schweinswalen, Anzahl der Kälber	Erfassungen aus der Luft	Siehe Abb. 2-9	8 Erhebungen pro Jahr
Akustische Aktivität von Schweinswalen	Akustisches Monitoring durch C-PODs	22 Stationen	Fortlaufendes Monitoring

### 2.6.8. Berichterstattung

Die Berichterstattung wird nach dem Nullmonitoring und während dem ersten Teil der Bauphase, in dem vorrangig Aushub- und Landgewinnungsarbeiten stattfinden, erfolgen. Die Berichterstattung wird in Einklang mit der Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie die umgesetzten Maßnahmen für einen guten Zustand des Meeresökosystems beinhalten.



UNGÜLTIG!  
Siehe Deckblatt!

Meeressäuger gehören nicht zu den Qualitätselementen der WRRL. Ein spezifisches Monitoring in Bezug auf diese Richtlinie ist daher nicht relevant.

### 2.6.6. Monitoringzeiträume

Die Aktivitäten der Schweinswale werden fortlaufend mit C-PODs gemessen. Erhebungen aus der Luft werden jeweils viermal über den Sommer und Winter durchgeführt. Die Monitoringaktivitäten werden ab dem Nullmonitoring ein Jahr vor Baubeginn und während der vorrangigen Aushubarbeiten im Tunnelgraben durchgeführt. Das anschließende Monitoring wird auf Basis der Ergebnisse der ersten Phase festgelegt und muss mit den Behörden einvernehmlich abgestimmt werden.

### 2.6.7. Zusammenfassung des Subprogramms

Das Subprogramm zum Monitoring der Meeressäugetiere wird in Tabelle 2-11 zusammengefasst. Die vorläufigen Standorte der vorgeschlagenen C-POD-Stationen werden in Abb. 2-10 abgebildet. Die Transektzonen für die Erhebungen aus der Luft werden in Abb. 2-9 dargestellt.

**Tabelle 2-11 Zusammenfassung des Subprogramms zum Monitoring der Meeressäugetiere**

Parameter	Probenahmeverfahren	Anzahl der Flüge/Stellen/Transekte	Frequenz
Abundanz und Verbreitung von Schweinswalen, Anzahl der Kälber	Erfassungen aus der Luft	Siehe Abb. 2-9	8 Erhebungen pro Jahr
Akustische Aktivität von Schweinswalen	Akustisches Monitoring durch C-PODs	22 Stationen	Fortlaufendes Monitoring

### 2.6.8. Berichterstattung

Die Berichterstattung wird nach dem Nullmonitoring und während dem ersten Teil der Bauphase, in dem vorrangig Aushub- und Landgewinnungsarbeiten stattfinden, erfolgen. Die Berichterstattung wird in Einklang mit der Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie die umgesetzten Maßnahmen für einen guten Zustand des Meeresökosystems beinhalten.

### **3. Monitoringprogramme zur Landgewinnung und Störungen des Meeresbodens**

Dieser Teil des marinen Monitoringkonzeptes befasst sich mit den Auswirkungen infolge von Landgewinnung und Störungen des Meeresbodens. Es werden die potenziellen Auswirkungen auf folgende Umweltelemente behandelt: a) Küstenbedingungen und b) Meeresboden- und Habitatbedingungen im nahen Projektumfeld, einschließlich Wiederherstellung der Meeresbodenbedingungen und Regeneration der benthischen Flora- und Fauna-Habitate.

#### **3.1. Zustand der Küste**

##### **3.1.1. Hintergrund**

Aufgrund der Landgewinnungen werden örtlich Veränderungen der küstenparallelen Sedimenttransportkapazität auftreten. Dies kann zu Retrogradation (Erosion) oder Akkretion (Akkumulation) der Küstenlinien führen.

Auf Lolland kommt es durch die Landgewinnung östlich des Landgewinnungsgebiets zu einer Erhöhung des Erosionsdrucks. Diese Projektwirkung wird durch die natürliche Erosion und die Sandnachlieferung (durchschnittlich 5.000 m<sup>3</sup> pro Jahr) eines Kliffs, das als Projektmaßnahme im östlichen Teil der Landgewinnungsfläche errichtet wird, sowie durch zusätzliche Sandvorspülungen (durchschnittlich 14.000 m<sup>3</sup> pro Jahr) gemindert. Es wird davon ausgegangen, dass die Auswirkungen durch diese Minderungsmaßnahmen neutralisiert werden und somit der derzeitige Zustand der Küste erhalten bleibt.

Die aktuelle Küstenakkumulation unmittelbar westlich von Rødbyhavn, welche von den Hafentmolen und dem ostwärts verlaufenden Sandtransport entlang Lollands Südküste verursacht wird, wird in ein Gebiet unmittelbar westlich der Landgewinnungsfläche verschoben.

Auf Fehmarn wird die kleine Landgewinnungsfläche östlich des Hafens von Puttgarden zu einem lokal leicht erhöhten Erosionsdruck bei Ohlenborgs Huk führen (südöstlich der Landgewinnungsfläche). Die Küste bei Ohlenborgs Huk ist unter den derzeitigen Bedingungen bereits der Erosion ausgesetzt und die Küste wird hier durch Buhnen und eine natürlich gebildete Steinschicht am Meeresboden stabilisiert und vor weiterer Erosion geschützt.

Projektauswirkungen auf den Zustand der Küste westlich von Puttgarden werden als vernachlässigbar angesehen.

##### **3.1.2. Monitoring durch andere Parteien**

Ein systematisches Monitoring an der dänischen Küste durch andere Parteien erfolgt nicht. Der Landesbetrieb für Küstenschutz Nationalpark und Meeresschutz, Schleswig-Holstein (LKN) dokumentiert kontinuierlich die Umweltbedingungen entlang der deutschen Küstenlinie.

Dies umfasst eine Fotodokumentation sowie eine Beschreibung der Küstenbauwerke und des Zustands der Küsten einschließlich einer Erhebung der Küstenprofile.

### 3.1.3. Spezifische Ziele

Das Monitoring zielt auf dänischer Seite darauf ab, den Sandverlust aus dem Bereich östlich der Landgewinnungsflächen auf der dänischen Seite zu überwachen und entsprechende Maßnahmen für die Sandanreicherung zu planen, um eine unvertretbare Erosion zu vermeiden. Weiterhin zielt das Monitoring auf deutscher Seite darauf ab, den Zustand der Anlagen zum Küstenschutz zu überwachen und deren Stärkung zu planen, sollte die Funktionsfähigkeit verringert werden. Zudem soll die morphologische Entwicklung östlich von Puttgarden erfasst werden. Die spezifischen Ziele sind in Tabelle 3-1 zusammengefasst.

**Tabelle 3-1 Zusammenfassung der spezifischen Ziele des Küstenmonitorings**

Ziele
<i>Monitoring der morphologischen Entwicklung und Planung von Maßnahmen zur Sandanreicherung an der Küste von Lolland östlich der Landgewinnungsfläche, um eine unvertretbare Erosion zu vermeiden</i>
<i>Monitoring des Zustands von Buhnen und Küstenschutz rund um Ohlenborgs Huk, um Maßnahmen hinsichtlich einer Stärkung des Küstenschutzes zu planen</i>
<i>Monitoring der morphologischen Entwicklung östlich von Puttgarden</i>

### 3.1.4. Begründung

Eine Erosion der Küste bei Hyldtofte Østersøbad wird einsetzen, sobald der Umschließungsdeich östlich Rødbyhavns fertig gestellt ist. Es sind daher ausgleichende Sandvorspülungen nach Bau des Umschließungsdeichs notwendig, die sowohl während der Bauphase als auch während des Betriebs stattfinden. Entsprechend wird die Erosion auch rund um Ohlenburgs Huk nach dem Anlegen der Umschließungsdeiche der späteren Landgewinnungsfläche östlich von Puttgarden zunehmen. Um mögliche Minderungsmaßnahmen (Sandvorspülungen und Stärkung der Küstenschutzanlagen) planen zu können, ist die Beobachtung der Entwicklung der Küstenlinie und des Meeresbodens erforderlich.

### 3.1.5. Methodik (geplantes Monitoring)

#### 3.1.5.1. Beschreibung des Gesamtkonzepts für das Subprogramm

Entlang der erwähnten Küstenabschnitte in Projektnähe werden Höhenprofile vermessen. Die Profilaufnahmen erstrecken sich gewöhnlich von der Spitze des Deichs oder Küstenkliffs bis zur 6-m-Tiefenlinie mit einer maximalen Profillänge von 800 m auf dänischer Seite und 900 m auf deutscher Seite.

Vor und während der Bauphase wird die morphologische Entwicklung östlich des Umschließungsdeichs auf der dänischen Seite durch wiederholte Profilmessungen überwacht. Die Profile werden durch die Kartierung der Hochwasserlinie unter Verwendung von Satellitenbildern ergänzt. Eine drei Kilometer lange Strecke östlich der Landgewinnungsfläche auf dänischer Seite und eine 4.500 m lange Strecke rund um Ohlenborgs Huk wird vor und während der Bauphase überwacht, um ausgleichende Sandvorspülungen planen zu können und möglicherweise die Küstenschutzanlagen zu stärken.

Mit dem geplanten Monitoring sollen die Auswirkungen der oben geschilderten Minderungsmaßnahmen zum Erhalt der Küstenstabilität östlich der Landgewinnung auf Lolland sowie der sich einstellende Grundzustand westlich der Landgewinnung auf Lolland und bei Ohlenborgs Huk dokumentiert werden.

#### 3.1.5.2. Natura 2000, Wasserrahmenrichtlinie, Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie und streng geschützte Arten

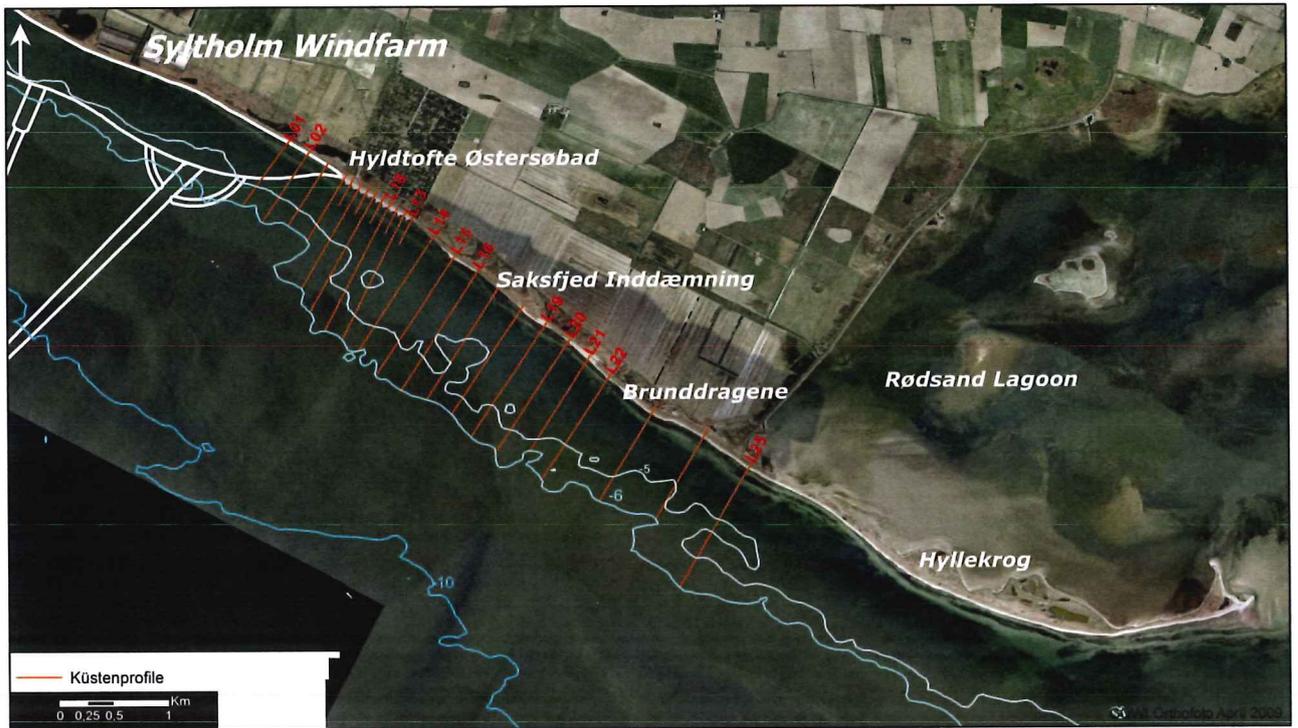
Nicht relevant.

#### 3.1.6. Monitoringzeiträume

Das Monitoring wird an der dänischen Küste von vor Projektbeginn (Nullmonitoring) bis zum Abschluss der Bauarbeiten jedes zweite Jahr durchgeführt. An der deutschen Küste wird das Monitoring analog, jedoch bis 10 Jahre nach Bauende durchgeführt. Das Monitoringprogramm an der dänischen Küste wird ggf. erweitert, wenn es für die Planung der Sandvorspülungen als notwendig erachtet wird (adaptives Monitoring).

#### 3.1.7. Zusammenfassung des Subprogramms

Dieses Subprogramm des Monitorings besteht aus Profilmessungen und Analysen der Hochwasserlinie mithilfe von Satellitenaufnahmen. Die Hochwasserlinie wird auf einer drei Kilometer langen Strecke östlich der Landgewinnung auf dänischer Seite verzeichnet. Die relevanten Profile sind in Abb. 3-1 skizziert. Die Koordinaten der Start- und Endpunkte der zu erhebenden Profillinien sind in Tabelle I-1 und Tabelle I-2 im Anhang dargestellt. Der Abstand zwischen den Messprofilen variiert entlang der dänischen Küste. Der Abstand zwischen den Profilen auf deutscher Seite beträgt etwa 50 m entlang der Küstenlinie. Anmerkung: die Messprofile auf deutscher Seite sind teilweise deckungsgleich mit den Profilen des LKN. Die Prüfung der Küstenschutzbauten bei Ohlenborgs Huk erfolgt in den gleichen zeitlichen Abständen wie das Monitoring.



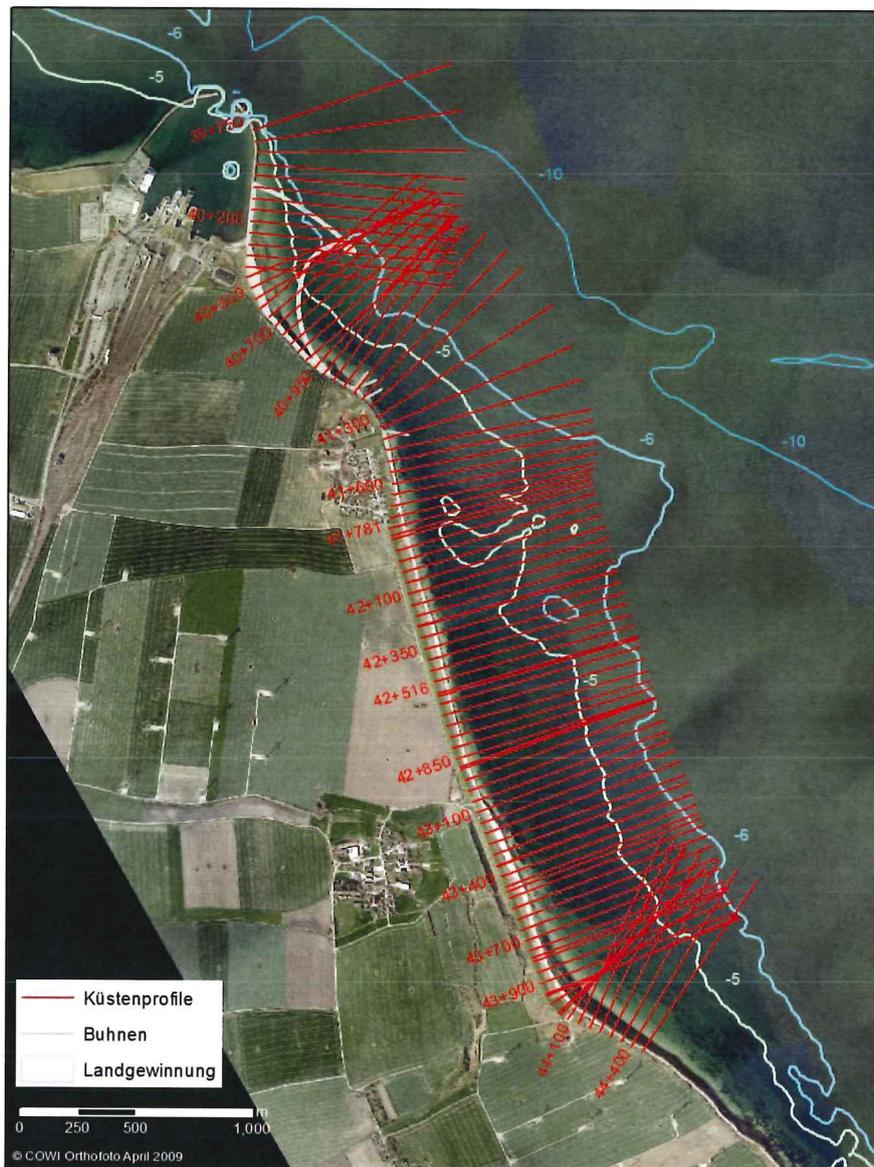


Abb. 3-1 Skizzen der Messprofile für das Monitoringprogramm der Küsten

### 3.1.8. Berichterstattung

Berichte über die Ergebnisse des Küstenmonitorings und der Prüfung der Küstenschutzbauten bei Ohlenborgs Huk werden in den Jahren der Monitoringprogramme erstellt, d. h. jedes zweite Jahr ab dem Zeitraum von vor Beginn bis 10 Jahre nach Abschluss der Bauphase.

## **3.2. Meeresboden- und Habitatbedingungen im Projektgebiet und näheren Umfeld**

### **3.2.1. Hintergrund**

Im Bereich der Tunneltrasse, der direkt von den Aushubarbeiten betroffen sein wird, und aufgrund der Verankerungsarbeiten und der temporären Sedimentation in der unmittelbar benachbarten Arbeitszone werden Meeresbodengebiete und damit verbundene Habitate vorübergehend verloren gehen oder beeinträchtigt.

Landgewinnungen einschließlich der Portal- und Rampenbereiche sowie der Schutzriffe in Küstennähe werden zu Verlusten und Veränderungen am Meeresboden führen. Der Aushub des Tunnelgrabens, des Arbeitshafens und eines Zugangskanals für den Arbeitshafen auf Lolland werden eine temporäre Senkung und Veränderung des Meeresbodens zur Folge haben. Alle dadurch bedingten Auswirkungen auf das physische Umfeld des Meeresbodens werden als unerheblich eingestuft.

Die bestehende Meeresbodendynamik, einschließlich der relativ hohen Sedimenttransportrate im Fehmarnbelt, sorgt für die Wiederherstellung der Meeresbodenbedingungen in unterschiedlichen Zeitskalen in Abhängigkeit vom Ausmaß der erfahrenen Beeinträchtigung. Die Veränderungen wirken sich zumeist nur geringfügig auf die Größe und Geometrie unterschiedlicher Meeresbodenformen aus und lassen sich nur schwer dokumentieren. In kleineren betroffenen Gebieten mit großflächigen Meeresbodenformen sowie in den Bereichen oberhalb der Schutzschicht zur Abdeckung der Tunnelelemente und in den tieferen Bereichen des ausgehobenen Zugangskanals kann die natürliche Auffüllung des Meeresbodens und die Wiederherstellung der bestehenden Bedingungen normalerweise 15 bis 25 Jahre bzw. bis zu 40 Jahre dauern.

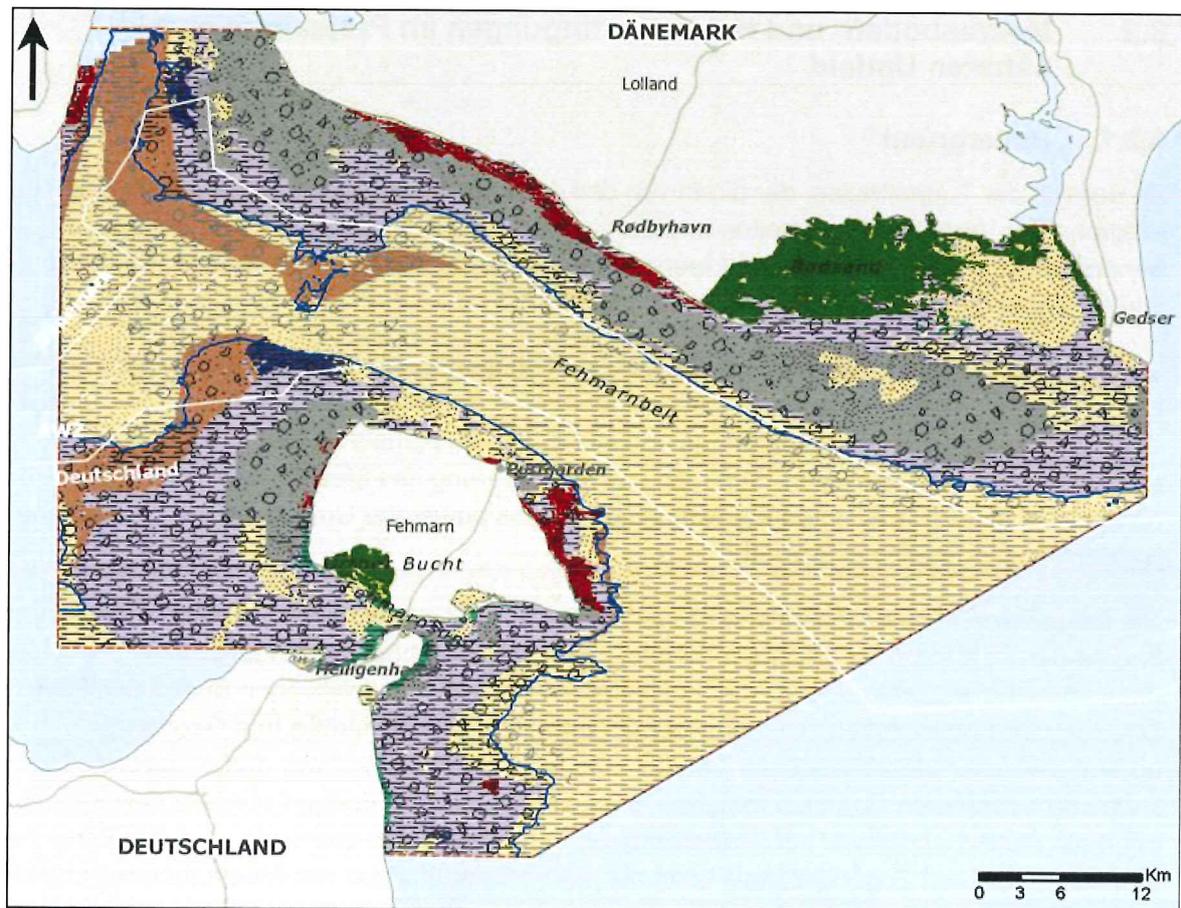


Abb. 3-2 Verteilung der benthischen Habitate

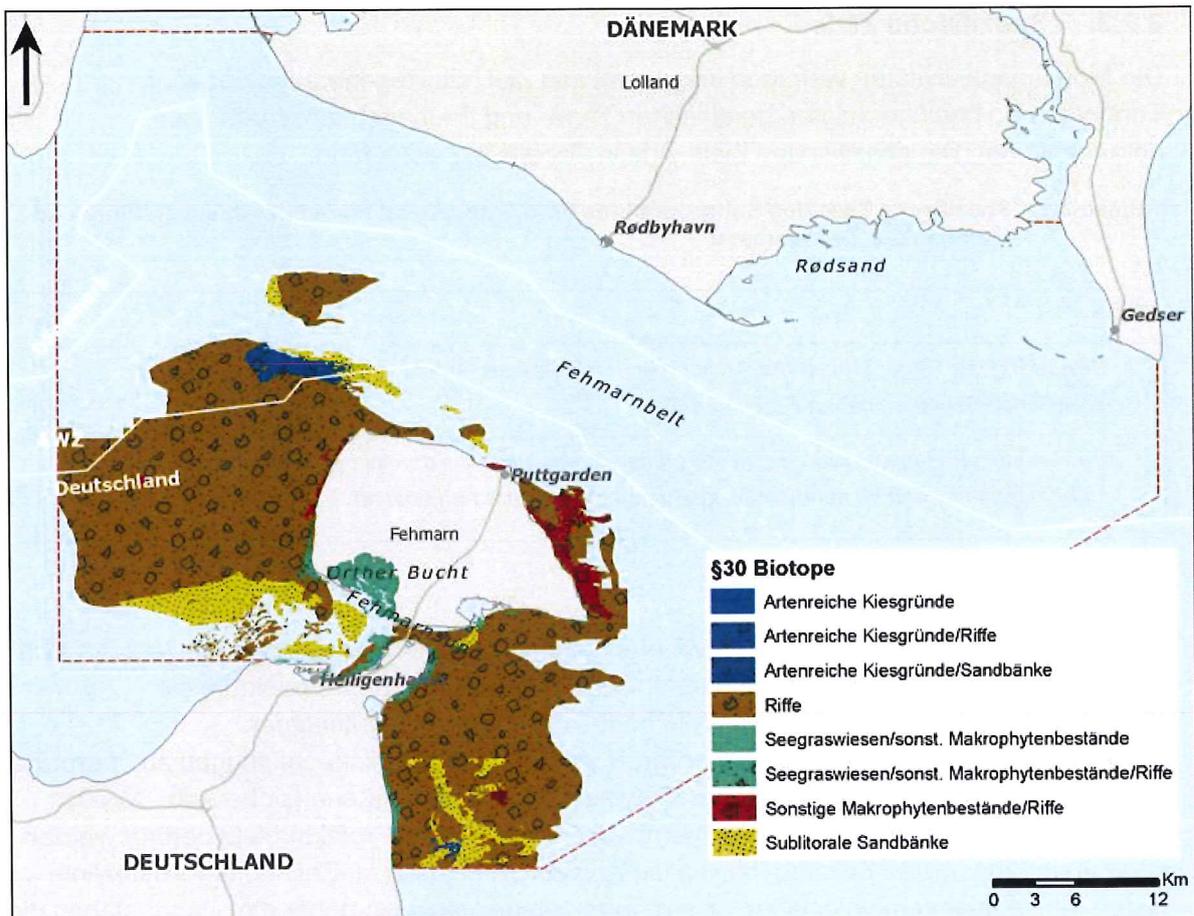


Abb. 3-3 Verteilung der Meeresbiotope im deutschen Meeresgebiet (§ 30 BNatSchG)

Die benthischen Habitate in der Tunneltrasse und die Habitate in der Nahzone des Projekts werden aufgrund der Verankerungen und der temporären Sedimentierung in der Nähe der Aushubarbeiten temporär Verluste erfahren oder beeinträchtigt, können sich danach aber in unterschiedlichen Zeitskalen wieder vollständig regenerieren.

Die Gesamtverteilung der benthischen Habitate im Fehmarnbelt wird in Abb. 3-2 dargestellt. Indes wird die Verteilung von geschützten (§ 30 BNatSchG) Biotopen auf deutscher Seite in Abb. 3-3 dargestellt.

### 3.2.2. Monitoring durch andere Parteien

Siehe Abschnitt 3.2.

### 3.2.3. Spezifische Ziele

Die Monitoringaktivitäten verfolgen insgesamt das Ziel, die Regeneration der vom Tunnelgraben beeinträchtigten benthischen Flora- und Faunagemeinschaften zu dokumentieren. Die spezifischen Ziele sind in Tabelle 3-2 aufgeführt.

**Tabelle 3-2 Spezifische Ziele des Subprogramms für die Regeneration der benthischen Flora und Fauna in der Tunneltrasse**

Ziele
<i>Bewertung der Regeneration der Arctica-Gemeinschaft als im Tiefwasser vorherrschende Weichbodenfauna im nahen Projektumfeld</i>
<i>Bewertung der Regeneration der küstennahen Makroalgen als dominierende benthische Habitatgemeinschaft im nahen Projektumfeld bei Fehmarn und Lolland</i>

### 3.2.4. Begründung

Basierend auf den im Rahmen der UVS ermittelten Auswirkungsprognosen konzentriert sich das Monitoring auf charakteristische benthische Habitate im nahen Projektumfeld (Tunnelgraben und Arbeitszone), um die natürliche Wiederherstellung der Meeresbodenbedingungen nach temporären Verlusten und Beeinträchtigungen zu überprüfen. Die benthischen Schlickhabitate in der Tiefwasser-(Circalitoral-)Zone (siehe Abb. 3-2) des deutschen Natura-2000-Gebiets Fehmarnbelt, die vom nahen Projektumfeld berührt werden, beheimatet über große Flächen hinweg die Arctica-Gemeinschaft. Entlang der Küstenlinie bilden Makroalgengemeinschaften die vorherrschende Habitatkomponente. Daher stehen die Tiefwasser-Arctica-Gemeinschaften und die Makroalgengemeinschaften im Küstenbereich im Mittelpunkt der Monitoringaktivitäten.

### 3.2.5. Methodik

#### 3.2.5.1. Beschreibung des Gesamtkonzepts für das Subprogramm

Im Rahmen des Subprogramms zum Monitoring des Meeresbodens und seiner Habitate in der Tunneltrasse und in der Nahzone der Projektarbeiten werden sowohl temporäre Verluste und Auswirkungen auf die Meeresbodenbedingungen als auch die anschließende natürliche Regenerierung erfasst. Die Ergebnisse unterstützen die Bewertung der Einhaltung der im Rahmen des LBP (Landschaftspflegerischer Begleitplan) festgelegten Eingriffs-Ausgleichsregelung.

Die Meeresbodenbedingungen werden mittels hydroakustischer Verfahren (Side-scan-sonar (SSS)) und dem Einsatz von Fächerecholoten (multi-beam echosounder, MBES) erfasst. Um die Entwicklungen in den Habitaten dokumentieren zu können, werden die Erhebungen in etwa zwölf (12) Habitattransekten, die repräsentative größere Habitattypen in der Zentralregion des Fehmarnbelts, im Natura-2000-Gebiet Fehmarnbelt und an den Küsten abdecken, durch Videoaufnahmen begleitet. Die Beschreibung der Habitatveränderungen wird

durch Abschätzungen der Bedeckung und Biomasseproben aus ausgewählten benthischen Habitaten unterstützt.

#### 3.2.5.2. Natura 2000, Wasserrahmenrichtlinie, Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie und streng geschützte Arten

Das beschriebene Monitoring trägt zu den Erkenntnissen über den WRRL-Wasserkörper Fehmarnbelt und das küstenferne Natura-2000-Gebiet Fehmarnbelt bei. Streng geschützte Arten der benthischen Flora und Fauna werden nicht gefährdet.

#### 3.2.6. Monitoringzeiträume

Um Verluste und Beeinträchtigungen dokumentieren zu können, wird im Vorjahr des Beginns der Bauarbeiten ein Nullmonitoring durchgeführt. Während der Phase intensiver Aushub- und Landgewinnungsarbeiten ist die Nahzone des Projekts nicht zugänglich und bleibt bis zur Auffüllung der Tunnelschutzschicht und der Abdeckung mit Sediment gesperrt. Das Monitoring beginnt zwei (2) Jahre nach Abschluss der Bauarbeiten, um die Dokumentation der Primärbesiedlung zu erfassen. Die Frequenz ist höher zu Beginn der Besiedlung. Der Plan lautet wie folgt:

- Untersuchung mittels Fernerkundung im Jahr 2 (Frühjahr)
- Untersuchung mittels Fernerkundung und Videotransekten im Jahr 5 (Frühjahr)
- In Abhängigkeit der Ergebnisse (Besiedlungszustand) werden Habitatproben im Sommer (Flora) und Herbst (Fauna) vorgenommen.
- Untersuchung mittels Fernerkundung und Videotransekte im Jahr 7 und 10 (Frühjahr)
- In Abhängigkeit der Ergebnisse (Besiedlungszustand) werden Habitatproben im Sommer (Flora) und Herbst (Fauna) vorgenommen.
- Ab Jahr 10 erfolgen Untersuchungen mittels Fernerkundungen und Videotransekten jedes fünfte Jahr. Der Endzeitpunkt des Monitorings hängt von der Dauer der natürlichen Regeneration ab. Hier gilt es zu berücksichtigen, dass sich die Wiederbesiedlung entlang der Küsten voraussichtlich schneller vollziehen und der Endzeitpunkt gegenüber den zentralen Abschnitten in der Nahzone des Projekts daher variieren wird. Wenn die Ergebnisse vorliegen, muss der zukünftige Plan im Benehmen mit den Behörden festgelegt werden.

#### 3.2.7. Zusammenfassung des Subprogramms

Das Subprogramm des Monitorings des Meeresbodens und seiner Habitats in der Nahzone des Projekts wird in Tabelle 3-3 zusammengefasst.



durch Abschätzungen der Bedeckung und Biomasseproben aus ausgewählten benthischen Habitaten unterstützt.

### 3.2.5.2. Natura 2000, Wasserrahmenrichtlinie, Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie und streng geschützte Arten

Das beschriebene Monitoring trägt zu den Erkenntnissen über den WRRL-Wasserkörper Fehmarnbelt und das küstenferne Natura-2000-Gebiet Fehmarnbelt bei. Streng geschützte Arten der benthischen Flora und Fauna werden nicht gefährdet.

### 3.2.6. Monitoringzeiträume

Um Verluste und Beeinträchtigungen dokumentieren zu können, wird im Vorjahr des Beginns der Bauarbeiten ein Nullmonitoring durchgeführt. Während der Phase intensiver Aushub- und Landgewinnungsarbeiten ist die Nahzone des Projekts nicht zugänglich und bleibt bis zur Auffüllung der Tunnelschutzschicht und der Abdeckung mit Sediment gesperrt. Das Monitoring beginnt zwei (2) Jahre nach Abschluss der Bauarbeiten, um die Dokumentation der Primärbesiedlung zu erfassen. Die Frequenz ist höher zu Beginn der Besiedlung. Der Plan lautet wie folgt:

- Untersuchung mittels Fernerkundung im Jahr 2 (Frühjahr)
- Untersuchung mittels Fernerkundung und Videotransekten im Jahr 5 (Frühjahr)
- In Abhängigkeit der Ergebnisse (Besiedlungszustand) werden Habitatproben im Sommer (Flora) und Herbst (Fauna) vorgenommen.
- Untersuchung mittels Fernerkundung und Videotransekte im Jahr 7 und 10 (Frühjahr)
- In Abhängigkeit der Ergebnisse (Besiedlungszustand) werden Habitatproben im Sommer (Flora) und Herbst (Fauna) vorgenommen.
- Ab Jahr 10 erfolgen Untersuchungen mittels Fernerkundungen und Videotransekten jedes fünfte Jahr. Der Endzeitpunkt des Monitorings hängt von der Dauer der natürlichen Regeneration ab. Hier gilt es zu berücksichtigen, dass sich die Wiederbesiedlung entlang der Küsten voraussichtlich schneller vollziehen und der Endzeitpunkt gegenüber den zentralen Abschnitten in der Nahzone des Projekts daher variieren wird. Wenn die Ergebnisse vorliegen, muss der zukünftige Plan mit den Behörden einvernehmlich abgestimmt werden.

### 3.2.7. Zusammenfassung des Subprogramms

Das Subprogramm des Monitorings des Meeresbodens und seiner Habitats in der Nahzone des Projekts wird in Tabelle 3-3 zusammengefasst.

**Tabelle 3-3 Zusammenfassung des Subprogramms für das Monitoring des Meeresbodens und seines Habitats in der Nahzone**

Parameter	Probenahmeverfahren	Anzahl der Bereiche/Transekte	Frequenz
Beschaffenheit des Meeresbodens und Bathymetrie	Schiffsbasierte Erfassungen mittels Fernerkundung mit dem Side-scan-sonar (SSS) und unter Einsatz des Fächerecholots (MBES)	Zone von Küste zu Küste, über eine ca. 2 km breite Fläche	Jahr 0, 2, 5, 7, 10; anschließend jedes fünfte Jahr, oder je nach Bedarf (eine Probe pro Jahr)
Ausmaß der Wiederbesiedlung	Videoaufzeichnungen entlang von Transekten	Zwölf (12) Transekte quer durch die ca. 2 km breite Zone von Küste zu Küste	Jahr 0, 5, 7, 10; anschließend jedes fünfte Jahr, oder je nach Bedarf (eine Probe pro Jahr)
Abundanz und Artenzusammensetzung der Arctica-Gemeinschaft im Tiefwasser	Schiffsbasierte Proben im zentralen Fehmarnbelt	Vier (4) Transekte (identisch mit Videotransekten)	Jahr 0, 5, 10 usw. jedes fünfte Jahr, oder je nach Bedarf (eine Probe pro Jahr)

### 3.2.8. Berichterstattung

Nach jeder Inspektion werden die Ergebnisse berichtet und bilden die Grundlage für die Planung des weiteren Monitorings, falls entsprechende Anpassungen notwendig sind.

## 4. Weitere Elemente des Monitoringkonzeptes der marinen Umwelt

Das meteorologische und hydrographische Monitoring ist ein zentrales Element eines jeden großen marinen Projekts. Die Informationen werden für Planungszwecke sowie die Dokumentation der aktuellen Wetterverhältnisse und hydrographischen Bedingungen verwendet und fließen in die Umweltuntersuchungen ein. Dieses allgemeine Monitoringprogramm wird in diesem Abschnitt kurz beschrieben.

### 4.1. Meteorologie

#### 4.1.1. Hintergrund

Bei der Bewertung der Schutzgüter müssen natürliche und projektbedingte Entwicklungen voneinander abgegrenzt werden. Es ist daher äußerst wichtig, die meteorologischen Bedingungen zu kennen, denn deren Variationen können sich auf die Meeresumwelt spürbar auswirken.

#### 4.1.2. Monitoring durch andere Parteien

Das laufende meteorologische Monitoring durch andere Parteien umfasst folgende Stationen:

- Gedser (Falster, DMI, 40 km von Rødbyhavn)
- Offshore-Windpark Nysted (Dong, 20 km) oder Offshore-Windpark Rødsand 2 (E.ON, 10 km)
- Westernmarkelsdorf (Fehmarn, DWD, 15 km von Puttgarden)

An den Landstationen werden die standardmäßigen meteorologischen Parameter (Windgeschwindigkeit und -richtung, Luftdruck, Lufttemperatur, Feuchtigkeit, Niederschlag, Sonnenschein, Bewölkung usw.) alle 10 bis 60 Minuten überwacht. Die genauen Spezifikationen für das Monitoring an den Offshore-Windpark-Stationen stehen noch aus.

Die MARNET-Boje Fehmarnbelt (Wind/Lufttemperatur/Luftdruck/Luftfeuchtigkeit) westlich der Tunnelführung ist seit 2013 außer Betrieb, und es ist nicht bekannt, wann sie wieder eingesetzt wird.

#### 4.1.3. Spezifische Ziele

Tabelle 4-1 Zusammenfassung der Ziele des meteorologischen Subprogramms

Ziele
<i>Grundlegende Informationen zu aktuellen und historischen lokalen Wetterbedingungen im Fehmarnbelt allgemein und im Umfeld der Baustellen bei Lolland und Fehmarn</i>

#### **4.1.4. Begründung**

Wie oben erklärt, ist das unterstützende meteorologische Monitoring für das Umweltprogramm und das Management der Baumaßnahme generell erforderlich.

#### **4.1.5. Methodik (geplantes Monitoring)**

##### **4.1.5.1. Beschreibung des Gesamtkonzepts für das Subprogramm**

Neben der Datenerhebung bei anderen Parteien, die meteorologisches Monitoring durchführen, werden die Vorhabenträger lokale Wetterstationen bei Rødbyhavn und an der vorgeschlagenen Hauptmessstation MS02 (siehe Abschnitt 2.2) in der Nähe von Puttgarden einrichten.

Die Monitoringparameter umfassen:

- Windrichtung und -geschwindigkeit (im Landbereich bei 10 m Höhe, im Offshore-Bereich bei ca. 3 m Höhe)
- Luftdruck
- Lufttemperatur
- Niederschlag (nur im Landbereich)

Zudem wird empfohlen, Wetterprognosedaten bei den standardmäßigen meteorologischen Diensten einzuholen.

#### **4.1.6. Monitoringzeiträume**

Sowohl die Daten anderer Parteien als auch die eigenen Monitoringdaten werden online nahezu in Echtzeit zur Verfügung gestellt. Mit der Einholung von Daten wird etwa sechs (6) Monate vor Aufnahme der Bauaktivitäten begonnen, und sie wird bis zum Beginn der Betriebsphase fortgesetzt.

#### **4.1.7. Zusammenfassung des Subprogramms**

Das meteorologische Subprogramm wird in Tabelle 4-2 zusammengefasst. Die Standorte der vorgeschlagenen Messstationen werden in Abb. 4-1 aufgeführt.

**Tabelle 4-2 Zusammenfassung des Subprogramms für das meteorologische Monitoring**

<b>Parameter</b>	<b>Probenahme- verfahren</b>	<b>Anzahl der Stationen</b>	<b>Frequenz</b>
Wind, Luftdruck, Lufttemperatur, Niederschlag	Verschiedene Sensoren	Zwei Stationen: Rødbyhavn und Offshore-Position MS02	Fortlaufende Messungen
Wind, Luftdruck, Lufttemperatur, Niederschlag	Modellierte Prognosen durch Anbieter von Forecast services	Fehmarnbeltgebiet	Täglich

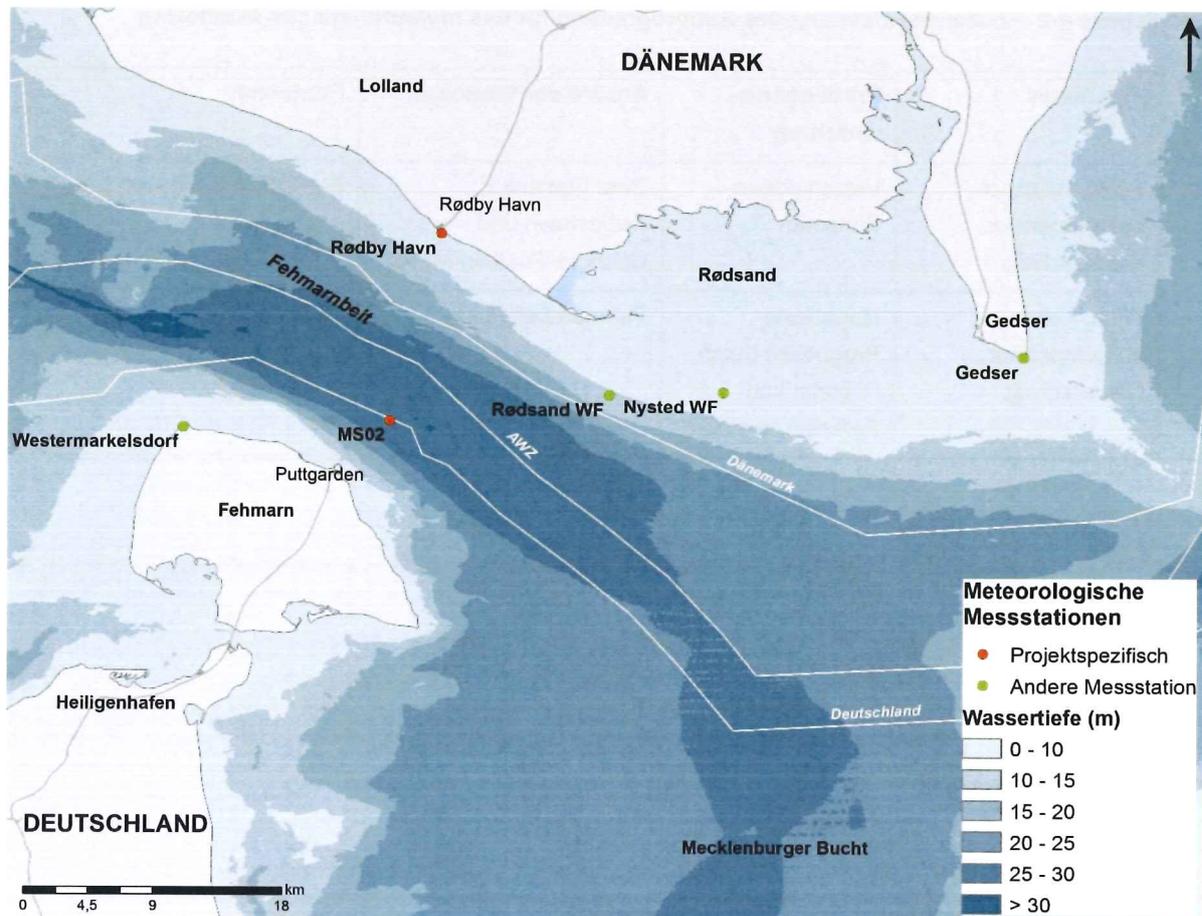


Abb. 4-1 Projektspezifisches meteorologisches Monitoring (und Monitoring durch andere Parteien) Untersuchungsgebiet und Standort der Messstationen

#### 4.1.8. Berichterstattung

Die entsprechenden Daten werden über eine Website nahezu in Echtzeit zur Verfügung gestellt. Zudem werden sie in den hydrographischen Berichten enthalten sein (siehe Abschnitt 4.2.8).

### 4.2. Hydrographische Bedingungen im Fehmarnbelt

#### 4.2.1. Hintergrund

Die hydrographischen Bedingungen im Fehmarnbelt werden vor allem von den meteorologischen Bedingungen beeinflusst sowie vom Süßwasser, das über die Flüsse in die Ostsee gelangt. Die astronomische Tide ist mit einem Höchstwert von 0,08 m sehr gering. Windrosen, basierend auf einem Messzeitraum von 63 Jahren, Strömungsrosen, basierend auf einem Messzeitraum von zwei Jahren auf einem Niveau von 5 m und 27 m unterhalb des Meeresspiegels an Position MS02, und Wellenrosen, basierend auf einen Messzeitraum von

zwei Jahren an Position MS01, zeigen, dass starke Westwinde bis zu 2 m hohe Wellen erzeugen. Die Strömungsgeschwindigkeit in Meeresbodennähe überschreitet nur selten 0,4 m/s, und die mittlere Strömungsrichtung ist ostseeinwärts. Dagegen erreichen die Strömungen im oberen Teil der Wassersäule eine Geschwindigkeit von über 1,2 m/s und sind im Mittel ostseeauswärts gerichtet. Die Wassersäule enthält gewöhnlich eine Brackwasserschicht von geringerer Dichte im oberen Teil und eine salzhaltige Wasserschicht von höherer Dichte in einem Tiefenbereich unter 10 bis 20 m.

Die hydrographischen Bedingungen im Fehmarnbelt sind für das Meeresökosystem dieser Region und seine biologischen Komponenten determinierend, und hydrographische Daten sind daher erforderlich, um die Daten, die im Rahmen der in den vorherigen Abschnitten beschriebenen Monitoringaktivitäten erhoben werden, auszuwerten zu können. Überdies sind die hydrographischen Daten für die Modellierung der Sedimentfreisetzungen (siehe Abschnitt 2.1) unabdingbar. Die hydrographischen Daten fließen auch in die Entscheidung über die Bestimmung des optimalen Zeitpunkts von Bauaktivitäten ein, wie etwa die Absenkung der Tunnelelemente. Daher wird im Zeitraum der Bauphase ein Monitoring der zentralen hydrographischen Parameter im Bereich der Linienführung durchgeführt.

#### 4.2.2. Monitoring durch andere Parteien

An bestehenden Stationen bei Kiel-Holtenau, Gedser und Warnemünde werden Wasserstandsdaten erhoben. Überdies werden Meereis-Daten an deutschen Stationen erhoben: Meerstation 3, Westermarkelsdorf und Marienleuchte.

Die MARNET-Boje Fehmarnbelt (Salzgehalt/Temperatur/Sauerstoff) westlich der Tunnelführung ist seit 2013 außer Betrieb, und es ist nicht bekannt, wann sie wieder eingesetzt wird.

#### 4.2.3. Spezifische Ziele

Das wesentliche Ziel des Monitorings an den Hauptstationen besteht in der Bereitstellung von allgemeinen Informationen zur Hydrodynamik des Fehmarnbeltgebiets, um das weitere Monitoring, darunter auch die Modellierung der Sedimentfreisetzungen, und die Ausführung der marinen Bauarbeiten im Rahmen des Projekts Feste Fehmarnbeltquerung zu unterstützen.

**Tabelle 4-3 Spezifische Ziele des Monitorings der hydrographischen Parameter**

Ziele
<i>Bereitstellung von Daten zur Hydrodynamik des Fehmarnbelts zur Unterstützung der Subprogramme für die biologischen Schutzgüter</i>

#### 4.2.4. Begründung

Um ein verlässliches Bild über die hydrographischen Bedingungen im Fehmarnbelt zu erhalten, wird vorgeschlagen, das Monitoring an den Positionen MS01 und MS02 fortzusetzen. Die Stationen messen die hydrographischen und Wasserqualitäts-Parameter. Die Messungen werden für alle Beteiligten von Bedeutung sein, die während der Bauphase im Fehmarnbelt tätig sind.

#### 4.2.5. Methodik

##### 4.2.5.1. Beschreibung des Gesamtkonzepts für das Subprogramm

Das Konzept des Subprogramms sieht vor, Zeitreihen von Daten zu erheben, die für die Analyse von natürlichen Schwankungen und die Bewertung der projektbedingten Umweltauswirkungen genutzt werden können.

Bojenstationen (als Hauptmessstationen bzw. *main stations*, MS bezeichnet) werden an den gleichen Standorten wie während der Bestandserfassung errichtet. MS01 befindet sich drei (3) Seemeilen vor der Küste von Rødbyhavn auf der östlichen Seite des Tunnelgrabens. MS02 befindet sich drei (3) Seemeilen vor der Küste von Puttgarden auf der östlichen Seite des Tunnelgrabens (siehe Abb. 4-2). Die Sensoren an den Hauptstationen werden Daten in Bezug auf folgende Parameter liefern: Wasserstände, Wellen und Strömungen, Temperatur, Sauerstoff, Fluoreszenz und Trübung über die gesamte Wassersäule.

##### 4.2.5.2. Natura 2000, WRRL und MSRL

Die oben beschriebene Datenerhebung unterstützt die Prüfungen bezüglich der Ziele von Natura 2000, WRRL und MSRL.

#### 4.2.6. Monitoringzeiträume

Die Hauptstationen werden für die kontinuierliche Datenbereitstellung im Online-Modus konfiguriert. Außer Wellen werden alle erwähnten Parameter alle 15 Minuten gemessen. Die Messung der Wellen erfolgt stündlich. Die Daten werden online nahezu in Echtzeit zur Verfügung gestellt.

Die Monitoringaktivitäten beginnen zwölf (12) Monate vor der Bauphase zur Bereitstellung von Nullmonitoringdaten und werden über den Zeitraum der Bauphase fortgesetzt.

#### 4.2.7. Zusammenfassung des Subprogramms

Das Teilprogramm des hydrographischen Monitorings wird in Tabelle 4-4 zusammengefasst. Die hydrographischen Hauptmessstationen sind auch Teil des Subprogramms zum Monitoring der Wasserqualität/Trübung (siehe Abschnitt 2.2) und sind entsprechend auch mit NTU-Sensoren ausgestattet.

**Tabelle 4-4 Zusammenfassung des Subprogramms des hydrographischen Monitorings an den Hauptstationen**

Parameter	Anzahl der Tiefen	Frequenz	Ziele
Strömungs- geschwindigkeit und -richtung	Messung pro Meter durch die Wassersäule hindurch	15 Minuten	Allgemeine Hydrographie Operationelle Zwecke
Salzgehalt	Sensoren alle 2 m durch die Wassersäule hindurch	15 Minuten	Allgemeine Hydrographie Dichteveriationen
Temperatur	Sensoren alle 2 m durch die Wassersäule hindurch	15 Minuten	Allgemeine Hydrographie Dichteveriationen
Chlorophyll a	Sensoren oben, Wassersäulenmitte, in Bodennähe	15 Minuten	Allgemeine Wasserqualität
Gelöster Sauerstoff	Sensoren oben, Wassersäulenmitte, in Bodennähe	15 Minuten	Allgemeine Wasserqualität
Wellenparameter	Profilmessung	1 Stunde	Allgemeine Hydrographie Operationelle Zwecke

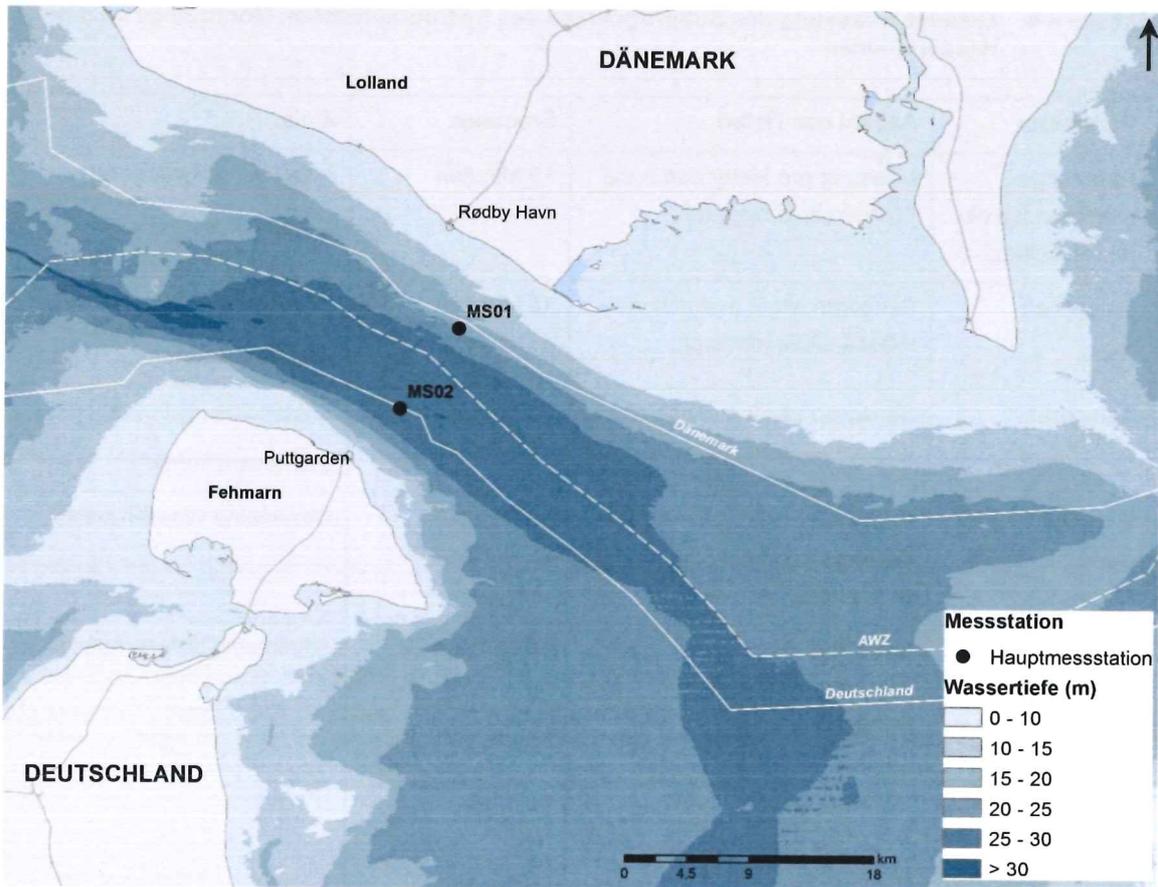


Abb. 4-2 Position der Hauptmessstationen (MS01 und MS02), versehen mit Geräten zur Messung von hydrographischen Parametern im zentralen Bereich des Fehmarnbelts nahe der Linienführung

#### 4.2.8. Berichterstattung

Nach dem Nullmonitoring wird über die natürliche Hydrodynamik Bericht erstattet. Die entsprechenden Ergebnisse werden mit der Bestandsbeschreibung verglichen. Das Monitoring wird bis zum Abschluss der Bauphase erfolgen.

## I. Anhang

Tabelle I-1 Koordinaten der Anfangs- und Endpositionen der Messprofile entlang der dänischen Küste.

ID	Start coordinates UTM32		End coordinates UTM32		length [m]
	Easting	Northing [m]	Easting	Northing [m]	
L01	654694	6057102	654261	6056505	737
L02	654888	6057012	654448	6056356	790
L03	655059	6056901	654686	6056326	685
L04	655236	6056805	654854	6056176	736
L05	655301	6056763	655154	6056505	297
L06	655376	6056719	654808	6055742	1130
L07	655442	6056679	655301	6056424	291
L08	655511	6056645	654875	6055507	1304
L09	655580	6056595	655442	6056338	293
L10	655641	6056543	655014	6055341	1356
L11	655698	6056485	655582	6056244	267
L12	655768	6056443	655180	6055264	1318
L13	655835	6056391	655709	6056144	277
L14	656030	6056221	655318	6055146	1289
L15	656228	6056045	655489	6054930	1338
L16	656440	6055904	655717	6054784	1333
L17	656631	6055747	655952	6054703	1246
L18	656851	6055573	656184	6054565	1208
L19	657066	6055414	656359	6054353	1275
L20	657277	6055260	656590	6054215	1250
L21	657460	6055101	656903	6054227	1036
L22	657651	6054926	657009	6053955	1164
L23	658086	6054662	657541	6053756	1057
L24	658549	6054426	658058	6053581	978
L25	658948	6054097	658277	6052951	1328

Tabelle I-2 Koordinaten der Anfangs- und Endpositionen der Messprofile entlang der deutschen Küste.

Station	Start coordinates UTM32		End coordinates UTM32		Length [m]
	Easting [m]	Northing [m]	Easting [m]	Northing [m]	
39+750	644629	6042092	645479	6042389	900
39+800	644641	6042044	645530	6042182	900
39+850	644648	6041995	645548	6042011	900
39+900	644644	6041945	645541	6041880	900
39+950	644639	6041895	645535	6041813	900
40+000	644634	6041846	645531	6041763	900
40+050	644630	6041796	645526	6041714	900
40+100	644625	6041746	645522	6041664	900
40+150	644621	6041696	645517	6041614	900
40+200	644616	6041646	645512	6041564	900
40+250	644612	6041597	645508	6041514	900
40+300	644607	6041547	645503	6041465	900
40+350	644602	6041497	645499	6041415	900
40+400	644604	6041448	645432	6041801	900
40+450	644624	6041402	645432	6041799	900
40+500	644644	6041356	645413	6041823	900
40+550	644665	6041312	645345	6041902	900
40+600	644698	6041274	645377	6041864	900
40+650	644731	6041236	645410	6041827	900
40+700	644764	6041199	645443	6041789	900
40+750	644796	6041161	645476	6041751	900
40+800	644829	6041123	645509	6041714	900
40+850	644862	6041085	645541	6041676	900
40+900	644898	6041052	645498	6041724	900

40+950	644940	6041025	645491	6041736	900
41+000	644982	6040997	645511	6041725	900
41+050	645024	6040970	645564	6041689	900
41+100	645067	6040945	645631	6041646	900
41+150	645105	6040917	645724	6041570	900
41+200	645138	6040879	645792	6041498	900
41+250	645167	6040840	645921	6041331	900
41+300	645186	6040793	646009	6041157	900
41+350	645198	6040745	646058	6041012	900
41+400	645208	6040696	646090	6040877	900
41+450	645218	6040647	646100	6040828	900
41+500	645228	6040598	646110	6040779	900
41+550	645239	6040549	646120	6040730	900
41+600	645237	6040500	646118	6040683	900
41+650	645232	6040450	646111	6040642	900
41+700	645227	6040400	646101	6040614	900
41+750	645223	6040351	646090	6040592	900
41+781	645233	6040321	646098	6040572	900
41+800	645239	6040303	646105	6040548	900
41+850	645252	6040255	646115	6040511	900
41+900	645267	6040207	646129	6040464	900
41+950	645281	6040159	646144	6040413	900
42+000	645295	6040111	646159	6040364	900
42+050	645309	6040063	646173	6040316	900
42+100	645323	6040016	646187	6040268	900
42+150	645337	6039968	646201	6040220	900
42+193	645349	6039926	646214	6040176	900
42+200	645351	6039920	646215	6040172	900

42+250	645365	6039872	646229	6040124	900
42+300	645379	6039824	646243	6040076	900
42+350	645393	6039776	646257	6040028	900
42+400	645407	6039728	646271	6039980	900
42+450	645421	6039680	646285	6039932	900
42+500	645435	6039632	646299	6039884	900
42+516	645440	6039617	646302	6039873	900
42+550	645449	6039584	646313	6039836	900
42+600	645463	6039536	646327	6039787	900
42+650	645477	6039488	646343	6039732	900
42+700	645491	6039440	646356	6039689	900
42+750	645505	6039392	646364	6039659	900
42+800	645520	6039344	646377	6039620	900
42+839	645533	6039307	646378	6039617	900
42+850	645536	6039297	646380	6039612	900
42+900	645554	6039250	646396	6039568	900
42+950	645572	6039204	646415	6039517	900
43+000	645589	6039157	646434	6039468	900
43+050	645607	6039110	646447	6039434	900
43+100	645625	6039063	646465	6039386	900
43+103	645626	6039061	646465	6039386	900
43+150	645643	6039017	646485	6039336	900
43+200	645661	6038970	646507	6039276	900
43+250	645678	6038923	646518	6039246	900
43+300	645696	6038876	646537	6039196	900
43+302	645697	6038874	646538	6039194	900
43+350	645714	6038830	646556	6039147	900
43+400	645732	6038783	646569	6039112	900

43+422	645740	6038762	646578	6039089	900
43+450	645750	6038736	646590	6039059	900
43+500	645767	6038690	646607	6039014	900
43+550	645785	6038643	646625	6038967	900
43+600	645803	6038596	646645	6038914	900
43+650	645821	6038550	646661	6038871	900
43+700	645839	6038503	646683	6038815	900
43+732	645850	6038473	646691	6038792	900
43+750	645856	6038456	646697	6038776	900
43+800	645874	6038409	646717	6038726	900
43+850	645892	6038363	646735	6038678	900
43+900	645910	6038316	646745	6038651	900
43+910	645914	6038307	646743	6038657	900
43+950	645934	6038273	646680	6038776	900
44+000	645966	6038235	646599	6038875	900
44+014	645976	6038225	646602	6038872	900
44+050	646007	6038207	646510	6038953	900
44+100	646053	6038187	646414	6039011	900
44+150	646098	6038167	646460	6038991	900
44+200	646144	6038147	646505	6038971	900
44+250	646190	6038127	646574	6038941	900
44+300	646236	6038107	646654	6038903	900
44+350	646281	6038086	646736	6038863	900
44+400	646326	6038064	646820	6038816	900

