



UNGÜLTIG!
Siehe Deckblatt!

**Fehmarnbelt Fixed Link / Feste Fehmarnbeltquerung
Navigational Safety during tunnel construction phase / Sicherheit des
Seeschiffsverkehrs in der Tunnelbauphase**

May 2016 / Mai 2016

**FEMERN BELT FIXED LINK
NAVIGATIONAL SAFETY DURING
TUNNEL CONSTRUCTION PHASE /
SICHERHEIT DES SEESCHIFFSVERKEHRS
IN DER TUNNELBAUPHASE**



**NAVIGATIONAL SAFETY DURING
TUNNEL CONSTRUCTION PHASE / SICHERHEIT DES
SEESCHIFFSVERKEHRS IN DER TUNNELBAUPHASE**

Index **1**
Datum **Mai 2016**
Aufgestellt von **FMR/APE/LNA**
Geprüft von **TOKJ/SAT/TCO**
Genehmigt von **Finn Mølsted Rasmussen**

gez. Finn Mølsted Rasmussen

Mai 2016

Ref [Anlage_28_01_00_A_Deckblatt_B](#)

Revision	Date	Made by	Checked by	Approved by	Description



TABLE OF CONTENTS / INHALTSVERZEICHNIS

1. Introduction	1	1. Einleitung	1
2. List of terms	2	2. Begriffserklärungen	2
3. Risk control options during construction phase	3	3. Maßnahmen zur Risikominderung in der Bauphase	3
3.1 Maritime coordination group	4	3.1 Maritime Koordinierungsgruppe	4
3.2 Other risk control options	8	3.2 Weitere Maßnahmen zur Risikominderung	8
3.3 Additional safety measures	13	3.3 Zusätzliche Sicherheitsmaßnahmen	13
4. Risk control options after the construction phase	14	4. Maßnahmen zur Risikominderung nach der Bauphase	14
5. Concepts and measures before construction starts	15	5. Konzepte und Maßnahmen vor Baubeginn	15
5.1 Maritime Safety Concept	15	5.1 Maritimes Sicherheitskonzept	15
5.2 Maritime Emergency Plan	16	5.2 Maritimer Notfallplan	16
5.3 Work Vessel Coordination Plan	16	5.3 Koordinationsplan der Arbeitsfahrzeuge	16
5.4 Marking Concept	17	5.4 Kennzeichnungskonzept	17
5.5 Real-time Simulations	17	5.5 Echtzeitsimulationen	17
5.6 Depth Surveys	17	5.6 Wassertiefenmessungen	17
6. Process for evaluation of risk control options	18	6. Verfahren zur Bewertung der Maßnahmen zur Risikominderung	18
7. Organisation	20	7. Organisation	20
8. Description of the construction corridors	22	8. Beschreibung der Arbeitsbereiche	22
9. Existing ship traffic	23	9. Bestehender Schiffsverkehr	23
10. Traffic forecast	25	10. Verkehrsprognose	25
10.1 Trends in development since 2006	26	10.1 Entwicklungstrends seit 2006	26
11. Construction activities	28	11. Bautätigkeiten	28
11.1 Dredging phase	29	11.1 Aushubphase	29
11.2 Immersion phase	31	11.2 Absenkphase	31
12. Hazard and risk control options workshop	35	12. Workshop zu Gefährdungen und Maßnahmen zur Risikominderung	35
12.1 Follow up on identified hazards	36	12.1 Weiterverfolgung der ermittelten Gefährdungen	36
12.2 Follow up on risk control options	36	12.2 Weiterverfolgung der Maßnahmen zur Risikominderung	36
13. Risk assessment	37	13. Risikobewertung	37
ATTACHMENT 28.1.1	40	ANLAGE 28.1.1	40



1. INTRODUCTION

The objective of the navigational studies is to deliver a decision basis for the authorities' evaluation of marine safety and navigational arrangements. With an immersed tunnel as the preferred solution the focus will be on maintaining safety and efficiency for the ship traffic both during the construction phase and after the construction phase of an immersed tunnel crossing Fehmarnbelt.

The studies are therefore concerned with navigational safety for the non-construction ship traffic. Non-construction ship traffic is here defined as ship traffic in Fehmarnbelt not involved in the construction activities, i.e. commercial traffic on route T, ferry traffic, local commercial traffic, fishing boats and pleasure crafts. When analysing navigational safety during the construction phase the interaction between the non-construction ship traffic and the tunnel offshore construction activities is included.

In recognition of the complexity of the offshore construction activities a set of risk control options is introduced during the construction phase (see section 3). After the construction phase all navigational conditions will appear as they do today so no risk control options are planned after the construction phase (see section 4).

The set of risk control options for the construction phase described in detail in the following chapters shall be considered as guaranteed by the project proponents as minimum requirements to maintain the safety and availability of the vessel traffic.

As the specific construction schedule is not yet known at this stage of planning, and the descriptions in Anlage 27.1 "Baulogistik" with associated working areas and minimum distances are to be considered indicative only, the details of the risk control options must be adjusted to the actual construction schedule.

If unforeseen developments in the navigational safety arise during the construction phase, additional or complementary mitigation

1. EINLEITUNG

Ziel der Navigationsstudien ist es, den Behörden für die Bewertung der Seeverkehrssicherheit und der Navigationssysteme eine Entscheidungsgrundlage zu bieten. Mit einem Absenktunnel als bevorzugte Lösung steht die Aufrechterhaltung der Sicherheit und Leichtigkeit des Schiffsverkehrs in der Bauphase eines Absenktunnels und nach der Bauphase im Fokus.

Die Studien befassen sich deshalb mit der Sicherheit des „non-construction“ Schiffsverkehrs. Der „non-construction“ Schiffsverkehr wird hier als der nicht an den Bauarbeiten beteiligte Schiffsverkehr im Fehmarnbelt definiert, d. h. Handelsschiffe der T-Route, Fähren, lokale gewerbliche Schiffe, Fischereifahrzeuge und Yachten. Die Interaktion zwischen dem „non-construction“ Verkehr und den Offshore-Bautätigkeiten des Tunnelbaus wird in den Analysen der nautischen Sicherheit in der Bauphase berücksichtigt.

Angesichts der Komplexität der Offshore-Bautätigkeiten wird eine Reihe von Maßnahmen zur Risikominderung in der Bauphase eingeführt (siehe Abschnitt 3). Nach der Bauphase werden keine Maßnahmen zur Risikominderung geplant, da alle Navigationsbedingungen dann dem heutigen Stand entsprechen (siehe Abschnitt 4).

Die in dieser Anlage festgelegten Maßnahmen zur Risikominderung in der Bauphase werden in den nachfolgenden Kapiteln im Detail beschrieben und sind als von den Vorhabenträgern zugesicherte Mindestmaßnahmen zur Aufrechterhaltung der Sicherheit und Leichtigkeit des Schiffsverkehrs zu verstehen.

Vor dem Hintergrund, dass die detaillierten Bauabläufe in diesem Planungsstadium noch nicht feststehen, und die in der Anlage 27.1 „Baulogistik“ aufgeführten Bauabläufe mit den dazugehörigen Arbeitsbereichen und Mindestabständen lediglich als indikativ zu betrachten sind, müssen die risikominimierenden Maßnahmen im Einzelnen noch auf den konkreten, tatsächlichen Bauablauf abgestimmt werden.

Sollten während der Bauphase unvorhergesehene Entwicklungen in der Navigationssicherheit entstehen, werden



measures are developed in the Maritime Coordination Group described in section 3.1, and submitted to the competent Danish and German maritime authorities for approval. This ensures that the current level of safety for the ship traffic is maintained.

weitere bzw. ergänzende risikomindernde Maßnahmen in der im Abschnitt 3.1 beschriebenen Maritimen Koordinierungsgruppe erarbeitet und den zuständigen dänischen und deutschen Seeschiffverkehrsbehörden zur Genehmigung vorgelegt. Dadurch kann das gegenwärtige Sicherheitsniveau für den Schiffsverkehr aufrechterhalten werden.



2. LIST OF TERMS	2. BEGRIFFSERKLÄRUNGEN
Non-construction	<i>Non-construction</i> (nicht an den Bauarbeiten beteiligt)
Risk control option (RCO)	Maßnahmen zur Risikominderung (RCO)
Vessel traffic service (VTS)	VTS (Verkehrszentrale; Verkehrsleit- und Informationssystem) (Schiffsverkehrsdienste)
Work vessel coordination (WVC)	Koordination der Arbeitsfahrzeuge (WVC)



3. RISK CONTROL OPTIONS DURING CONSTRUCTION PHASE

The offshore construction activities will be intense during the construction phase and this will influence the navigational safety for the non-construction ship traffic. Therefore, a set of risk control options are **developed and** decided with the purpose of maintaining **safety and efficiency** for the non-construction ship traffic during the construction phase.

The introduced set of risk control options relate to **the following areas and activities**:

- **Establishing a** maritime coordination group
- **Establishing a** Vessel Traffic Service VTS Fehmarn Belt
- **Use of** Guard ships
- **Optimising** number and location of work areas
- **Marking of** work areas
- **Work vessel coordination (WVC) and** restrictions for construction vessels
- **Measures related to** guiding the non-construction ship traffic
- **Allocation of** Tug boat

The risk control options cannot be fully developed at the present stage of the project. Therefore, tasks to be performed in order to further detail the risk control options before starting construction works are described in section 5. This detailing includes setting up concepts and plans as well as performing simulations and depth surveys.

The decided principles for the minimum required risk control options are described in the following.

3. MASSNAHMEN ZUR RISIKOMINDERUNG IN DER BAUPHASE

Die in der Bauphase intensiven Offshore-Bautätigkeiten werden die Seeverkehrssicherheit des „non-construction“ Schiffsverkehrs beeinflussen. Deshalb werden eine Reihe von Maßnahmen zur Risikominderung entwickelt und festgelegt, um die **Sicherheit und Leichtigkeit** des „non-construction“ Schiffsverkehrs in der Bauphase aufrecht zu erhalten.

Die Maßnahmen zur Risikominderung umfassen folgende Bereiche **und Aktivitäten**:

- **Bildung einer** Maritimen Koordinierungsgruppe
- **Einrichtung einer** Verkehrszentrale (VTS Fehmarn Belt)
- **Einsatz von** Verkehrssicherungsschiffen
- **Optimierung von** Anzahl und Lage der Arbeitsbereiche
- **Visuelle und funktechnische** Kennzeichnung der Arbeitsbereiche
- **Koordinierung der** Arbeitsfahrzeuge (WVC) **und Festlegen von** Operationsbedingungen
- **Maßnahmen im Hinblick auf die** Routenführung für den „non-construction“ Schiffsverkehr
- **Schlepperbereitstellung**

Die Maßnahmen zur Risikominderung können zum jetzigen Projektstand nicht im Detail abschließend entwickelt werden. Deshalb sind die Aufgaben, die zur weiteren Ausarbeitung der Risikominderungsmaßnahmen vor Baubeginn erforderlich sind, in Abschnitt 5 beschrieben. Diese Beschreibung schließt sowohl die Aufstellung von Konzepten und Plänen als auch die Durchführung von Simulationen und Wassertiefenmessungen ein.

Die beschlossenen Grundsätze für die erforderlichen Mindestmaßnahmen zur Risikominderung werden im Folgenden beschrieben.



3.1 Maritime coordination group

In order to develop solutions and risk reduction measures, to fulfil the requirements, from the competent Danish and German maritime authorities, concerning navigational safety the project proponents will establish a Maritime Coordination Group.

The organisation, participants and assignments of the Maritime Coordination Group and the relation between the Maritime Coordination Group and the competent Danish and German maritime authorities is described in the following.

Organisation and participants

The Maritime Coordination Group will be established by the project proponents. The Maritime Coordination Group will not comprise participants from the Danish or German maritime authorities.

The participants in the Maritime Coordination Group will be selected by the project proponents and the Danish and German maritime authorities will be notified in written form before the first meeting.

Furthermore, the project proponents will establish two ad-hoc sub-groups (a 'Real-Time Simulation Group' and a 'Nautical Expert Panel') to support the project proponents in relation to the work with real-time simulations and navigational risk assessment.

The participants in the Real-Time Simulation Group will be selected by the project proponents and the Danish and German maritime authorities will be notified in written form prior to the first meeting.

The initiation, termination and frequency of meetings of the Maritime Coordination Group and the two sub-groups will be decided by the project proponents adjusted according to the project stage.

It is expected that the Maritime Coordination Group will be initiated during the planning process and terminated after completion of the offshore construction activities. The two sub-groups will be active on an ad-hoc basis during the planning process.

3.1 Maritime Koordinierungsgruppe

Die Vorhabenträger werden eine Maritime Koordinierungsgruppe gründen, um Lösungen und risikominimierende Maßnahmen zu entwickeln, damit die Anforderungen der zuständigen dänischen und deutschen Seeschiffverkehrsbehörden hinsichtlich der Navigationssicherheit erfüllt werden können.

Die Organisation, die Mitglieder und die Aufgaben der Maritimen Koordinierungsgruppe sowie die Beziehung zwischen der Maritimen Koordinierungsgruppe und den zuständigen dänischen und deutschen Seeschiffverkehrsbehörden wird im Folgenden beschrieben.

Organisation und Mitglieder

Die Maritime Koordinierungsgruppe wird von den Vorhabenträgern gegründet. Seitens der dänischen und deutschen Seeschiffverkehrsbehörden wird es keine Mitglieder in der Maritimen Koordinierungsgruppe geben.

Die Mitglieder der Maritimen Koordinierungsgruppe werden von den Vorhabenträgern ausgewählt und den deutschen und dänischen Seeschiffverkehrsbehörden vor der ersten Sitzung schriftlich bekanntgegeben.

Darüber hinaus werden die Vorhabenträger zwei Ad-hoc-Untergruppen gründen (eine Echtzeitsimulationsgruppe und ein nautisches Expertenpanel), die die Vorhabenträger in Bezug auf Echtzeitsimulationen und Risikoanalysen für die Seeschiffahrt unterstützen sollen.

Die Mitglieder der Echtzeitsimulationsgruppe und des nautischen Expertenpanels werden von den Vorhabenträgern ausgewählt und den deutschen und dänischen Seeschiffverkehrsbehörden vor der ersten Sitzung schriftlich bekanntgegeben.

Die Vorhabenträger entscheiden über Einberufung, Beendigung sowie Häufigkeit der Besprechungen der Maritimen Koordinierungsgruppe und der zwei Untergruppen. Diese werden je nach Projektphase angepasst.

Die Maritime Koordinierungsgruppe wird während des Planungsprozesses eingeführt und nach Abschluss der Offshore-Bautätigkeiten aufgelöst. Die zwei Untergruppen werden während der Planungsphase auf Ad-hoc-Basis tätig sein.



Assignments

The assignments of the Maritime Coordination Group will be the following:

1. Assist the project proponents in the development of risk control options as suggested in the navigational risk assessment
2. Assist the project proponents in the development of solutions and measures to comply with instructions from the competent Danish and German maritime authorities
3. Assist the project proponents in the implementation of solutions, measures and risk control options
4. Assist the project proponents in verifying navigational safety in the project area
5. Assist the project proponents in suggesting new solutions and measures in case of an unforeseen development in navigational safety.

The assignments of the Real-Time Simulation Group will be to assist the project proponents during planning, execution and reporting of real-time simulations related to the offshore construction phase.

The assignments of the Nautical Expert Panel will be to assist the project proponents if the navigational risk assessment is updated.

Relation to competent Danish and German maritime authorities

The competent Danish and German maritime authorities work together in a joint contact group (the DenGer Administration Group). The DenGer Administration Group coordinates overall mutual decisions by the respective competent authorities in Denmark and Germany on shipping safety matters affecting both the Danish and the German territorial waters and EEZ.

Aufgaben

Die Maritime Koordinierungsgruppe hat folgende Aufgaben:

1. Unterstützung der Vorhabenträger bei der Entwicklung von Risikosteuerungsmaßnahmen gemäß der Empfehlung der Risikoanalyse für die Seeschifffahrt
2. Unterstützung der Vorhabenträger bei der Entwicklung von Lösungen und Maßnahmen zur Einhaltung der Vorgaben der zuständigen dänischen und deutschen Seeschiffahrtsbehörden
3. Unterstützung der Vorhabenträger bei der Umsetzung der Lösungen, Maßnahmen und Risikosteuerungsmaßnahmen
4. Unterstützung der Vorhabenträger bei der Gewährleistung der Navigationssicherheit im Projektgebiet
5. Unterstützung der Vorhabenträger durch Vorschläge von neuen Lösungen und Maßnahmen im Falle von unvorhersehbaren Entwicklungen in der Navigationssicherheit.

Die Echtzeitsimulationsgruppe unterstützt die Vorhabenträger bei Planung, Durchführung und Berichtswesen hinsichtlich der Echtzeitsimulationen für die Offshore-Bauphase.

Das nautische Expertenpanel unterstützt die Vorhabenträger für den Fall, dass die Risikoanalyse für den Schiffsverkehr überarbeitet werden soll.

Beziehung zu den zuständigen dänischen und deutschen Seeschiffahrtsbehörden

Die zuständigen dänischen und deutschen Seeschiffahrtsbehörden arbeiten in einer gemeinsamen Kontaktgruppe zusammen (DenGer Verwaltungsgruppe). Die DenGer Verwaltungsgruppe koordiniert übergeordnete gemeinsame Entscheidungen der jeweiligen zuständigen Behörden in Dänemark und Deutschland in Bezug auf Angelegenheiten der Schifffahrtssicherheit, die sowohl dänisches als auch deutsches Hoheitsgewässer sowie die AWZ betreffen.

Die Beziehung zwischen der DenGer Verwaltungsgruppe, den Vorhabenträgern und der Maritimen Koordinierungsgruppe wird im Folgenden beschrieben.

Die Maritime Koordinierungsgruppe unterstützt die Vorhabenträger durch die Erstellung und Umsetzung von Lösungen und Risikominderungsmaßnahmen, um die



The relation between the DenGer Administration Group, the project proponents and the Maritime Coordination Group is described in the following.

The Maritime Coordination Group will assist the project proponents with developing and implementing solutions and risk reducing measures to fulfil the requirements from the competent authorities and the DenGer Administration Group.

In addition to the competent authorities, the DenGer Administration Group will monitor the implementation of the measures and decide on proposals related to navigational safety made by the project proponents.

On demand, and according to the agenda of the meetings of the local competent authorities or the DenGer Administration Group, the project proponents is invited to take part in the discussion on singular issues in connection with the construction of the fixed link across Fehmarn Belt.

When deemed necessary it is possible to invite representatives of the competent Danish and German maritime authorities or the DenGer Administration Group to meetings in the Maritime Coordination Group.

However, it is emphasized that the tasks of the Maritime Coordination Group and the DenGer Administration Group will stay strictly separate.

Anforderungen der zuständigen Behörden und der DenGer Verwaltungsgruppe zu erfüllen.

Neben den zuständigen Behörden überwacht die DenGer Verwaltungsgruppe die Umsetzung der Maßnahmen und entscheidet über Vorschläge zur Navigationssicherheit seitens der Vorhabenträger.

Auf Anforderung und nach Maßgabe der Tagesordnung der Sitzungen der örtlich zuständigen Behörden bzw. der DenGer Verwaltungsgruppe werden die Vorhabenträger eingeladen, an Gesprächen zu einzelnen Fragestellungen teilzunehmen, die in Zusammenhang mit dem Bau der Festen Fehmarnbeltquerung stehen.

Wenn es als notwendig erachtet wird, ist es möglich, Vertreter der zuständigen dänischen und deutschen Seeschiffsbehörden oder der DenGer Verwaltungsgruppe zu Sitzungen der Maritimen Koordinierungsgruppe einzuladen.

Es wird jedoch ausdrücklich darauf hingewiesen, dass die Aufgaben der Maritimen Koordinierungsgruppe und der DenGer Verwaltungsgruppe strikt voneinander getrennt bleiben.



3.2 Other risk control options

In the effort of maintaining safety and efficiency for the non-construction ship traffic in Fehmarnbelt during the construction phase the principle has been to limit the disturbance of the non-construction ship traffic in Fehmarnbelt as much as possible. This is done by containing all stationary construction equipment (pontoons with dredgers, multi-purpose pontoons, immersion rigs, etc.) inside marked work areas of limited size and conducting all traffic with construction vessels to or from these work areas east of the tunnel alignment. Non-construction ship traffic is not allowed to enter the work areas.

With the purpose of limiting the implications on navigational safety for the non-construction ship traffic during the construction phase, the following risk control options have been decided as a minimum requirement in addition to establishing the maritime coordination group:

- 1 Vessel Traffic Service VTS Fehmarn Belt,
- 2 guard ships,
- 3 optimising number and location of work areas,
- 4 marking of work areas,
- 5 work vessel coordination (WVC) and restrictions for construction vessels
- 6 measures related to guiding non-construction ship traffic, and
- 7 Allocation of tug boat

Vessel Traffic Service (VTS)

Central to ensuring the safety and efficiency of the non-construction ship traffic is the establishment and operation of the Vessel Traffic Service (VTS) Fehmarn Belt.

The Fehmarn Belt VTS covering the construction area and areas leading up to the construction area is established to be in operation during the construction phase.

3.2 Weitere Maßnahmen zur Risikominderung

Um in der Bauphase die Sicherheit und Leichtigkeit des „non-construction“ Schiffsverkehrs im Fehmarnbelt aufrecht zu erhalten, sollen Störungen des „non-construction“ Schiffsverkehrs im Fehmarnbelt so weit wie möglich begrenzt werden. Dazu werden alle ortfesten Baugeräte (Pontons mit Baggern, Mehrzweck-Pontons, Absenkausrüstung usw.) innerhalb begrenzter, gekennzeichnete Arbeitsbereiche ausgeführt und der Gesamtverkehr der Arbeitsfahrzeuge zu und von diesen Arbeitsbereichen wird östlich der Tunneltrasse abgewickelt. „Non-construction“ Schiffsverkehr wird innerhalb der Arbeitsbereiche nicht zugelassen.

Um die Auswirkungen auf die Navigationssicherheit des „non-construction“ Schiffsverkehrs in der Bauphase zu beschränken, sind die folgenden Maßnahmen zur Risikoverminderung als Mindestanforderung zusätzlich zur Bildung der Maritimen Koordinierungsgruppe beschlossen worden:

- 1 Verkehrszentrale VTS Fehmarn Belt
- 2 Verkehrssicherungsschiffe
- 3 Optimierung von Anzahl und Lage der Arbeitsbereiche
- 4 Visuelle und funktechnische Kennzeichnung der Arbeitsbereiche
- 5 Koordinierung der Arbeitsfahrzeuge (WVC) und Festlegen von Operationsbedingungen
- 6 Maßnahmen im Hinblick auf die Routenführung für den „non-construction“ Schiffsverkehr und
- 7 Schlepperbereitstellung

Verkehrszentrale VTS Fehmarn Belt

Kernstück zur Gewährleistung der Sicherheit und Leichtigkeit des Schiffsverkehrs ist die Errichtung und der Betrieb der Verkehrszentrale VTS Fehmarn Belt (VTS= Vessel Traffic System).

Die Verkehrszentrale VTS Fehmarn Belt wird während der Bauphase eingeführt und wird die Arbeitsbereiche sowie die zur Baustelle führenden Gebiete abdecken.

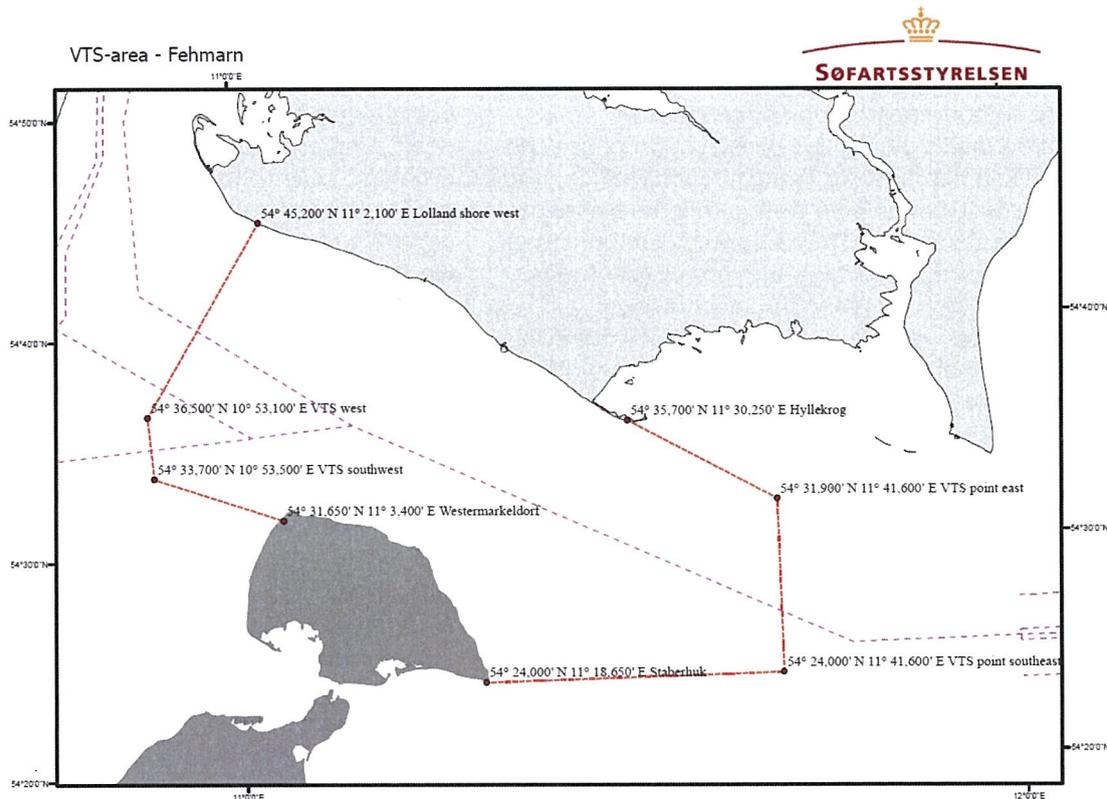


Figure 3-1 Area covered by Fehmarn Belt VTS during the tunnel construction phase.

Abbildung 3-1 Das Gebiet des Fehmarn Belt VTS in der Tunnelbauphase.

Fehmarn Belt VTS is a common German and Danish VTS operated by the German and Danish authorities during the construction period. In the Fehmarn Belt VTS all operational activities are coordinated.

In der Verkehrszentrale VTS Fehmarn Belt wird der Schiffsverkehr während der Bauphase gemeinsam von den deutschen und den dänischen Seeschiffahrtsbehörden überwacht. In ihr werden alle operativen Maßnahmen zusammenlaufen.

In matters concerning navigational safety for the non-construction ship traffic Fehmarn Belt VTS will be the acting authority in the area. In these matters guard ships and work vessel coordination shall assist the Fehmarn Belt VTS.

Die Verkehrszentrale VTS Fehmarn Belt ist während der Bauphase maßgeblich für die Verkehrssicherheit des „non construction“ Schiffsverkehrs im Fehmarnbelt zuständig. Die Verkehrssicherungsfahrzeuge und die Koordination der Arbeitsfahrzeuge sollen diesbezüglich die Verkehrszentrale VTS Fehmarn Belt unterstützen.

VTS will provide information to non-construction ships about the construction activities. VTS will also provide information about specific and urgent situations, which could cause conflicting traffic movements as well as other information concerning safety of navigation for instance, information about weather, current, ice, water level, navigational problems or other hazards.

Die Verkehrszentrale VTS Fehmarn Belt wird die „non-construction“ Schiffe über die Bautätigkeiten sowie über spezielle und dringende Situationen informieren, die einen Verkehrskonflikt verursachen könnten. Darüber hinaus wird sie Informationen zur Navigationsicherheit wie Wetterverhältnisse, Strömungen, Eis, Wasserstand, Navigationsprobleme oder andere Gefährdungen übermitteln.

Guard ships

Guard ships will guard the work areas. Personnel onboard guard ships will try to

Verkehrssicherungsfahrzeuge

Verkehrssicherungsfahrzeuge werden für die Sicherung der Arbeitsbereiche und des



prevent non-construction ships from entering the work areas. If a non-construction ship is heading towards a work area the guard ship personnel will, under the authority of VTS, try to establish contact (e.g. using acoustic signals or light signals) and advise the non-construction ship to steer clear of the work area. If the non-construction ship does not react then the guard ship personnel can warn personnel onboard the construction vessels in the work area to give them time to react.

Each work area will be guarded by one guard ship at all times. The guard ships will be operated by a contractor working for the project proponents with representatives from the German and Danish authorities onboard. The guard ships will be acting under the authority of the VTS.

Optimising number and size of work areas

In order to ensure sufficient space in Fehmarnbelt to safely and efficiently conduct the non-construction ship traffic during the construction phase restrictions to the layout of work areas are introduced as a risk control option.

The restrictions may be formulated as restrictions to the size of work areas, the number of simultaneous work areas, the distance between work areas or the free passage distance for non-construction ship traffic on route T. The restrictions may be different for work areas close to route T and work areas away from route T.

The description of restrictions to layout of work areas will be agreed in co-operation with the German and Danish authorities in the Maritime coordination group.

Marking of work areas

Schiffsverkehrs eingesetzt. Wenn ein „non-construction“ Schiff in Richtung eines Arbeitsbereiches fährt, wird das Personal des Verkehrssicherungsfahrzeugs unter der Aufsicht des VTS versuchen, durch unmittelbare Maßnahmen (z. B. Schall- oder Lichtsignale) Kontakt aufzunehmen und das „non-construction“ Schiff anweisen, die Arbeitsbereiche zu vermeiden. Sollte das „non-construction“ Schiff nicht reagieren, kann das Personal des Wachschiffes das Personal an Bord der Arbeitsfahrzeuge in den Arbeitsbereichen warnen, um Zeit zur Reaktion zu geben.

Jeder Arbeitsbereich wird stets von einem Verkehrssicherungsfahrzeug überwacht. Die Verkehrssicherungsfahrzeuge werden von einem für die Vorhabenträger tätigen Bauunternehmer betrieben. An Bord der Schiffe befinden sich Vertreter der deutschen und dänischen Behörden. Die Verkehrssicherungsfahrzeuge arbeiten unter Aufsicht des VTS.

Optimierung von Anzahl und Lage der Arbeitsbereiche

Um ausreichend Raum im Fehmarnbelt zum sicheren und leichten „non-construction“ Schiffsverkehr in der Bauphase zu bieten, werden als eine Maßnahme zur Risikominderung Beschränkungen bei der Auslegung der Arbeitsbereiche eingeführt.

Die Beschränkungen können hinsichtlich der Größe der Arbeitsbereiche, der Anzahl gleichzeitiger Arbeitsbereiche, des Abstands zwischen den Arbeitsbereichen oder der freien Passierdistanz des „non-construction“ Schiffsverkehrs der T-Route formuliert werden. Die Beschränkungen können abhängig vom Abstand des Arbeitsbereichs zur T-Route variieren.

Die Beschreibung der Beschränkungen für die Arbeitsbereiche wird in Zusammenarbeit mit den deutschen und den dänischen Behörden im Rahmen der Maritimen Koordinierungsgruppe definiert.

Visuelle und funktechnische Kennzeichnung der Baustellen



The perimeter of the work areas will be marked to clearly define the borders of the work areas as a help to both the non-construction ship traffic and the traffic with construction vessels.

The marking will be managed by the contractors. Details about the marking of the working areas will be decided in co-operation with the German and Danish authorities. [For this purpose, a marking concept will be introduced.](#)

Work Vessel Coordination (WVC) and restrictions for construction vessels

A Work Vessel Coordination (WVC) [office](#) will monitor and coordinate all construction activities inside the work areas and all traffic with construction vessels in the entire construction area.

The WVC will be operated by [the project proponents](#). In matters concerning navigational safety for the non-construction ship traffic the WVC will act under the authority of the VTS.

A large temporary work harbour is constructed east of Rødbyhavn and a small temporary work harbour is constructed east of Puttgarden. The traffic with construction vessels between the work harbours and the work areas along the tunnel alignment will be kept east of the tunnel alignment. When entering or leaving the work areas the construction vessels may sail close west of the alignment for a short period of time. But in general all traffic with construction vessels will be kept east of the alignment.

One exception from this is when tugs are towing barges to and from the reclamation area west of Rødbyhavn. In this case the tug and barge traffic will keep east of the tunnel alignment and, at a given location, it will turn west and cross the tunnel alignment and the Rødbyhavn-Puttgarden ferry route at a designated crossing location somewhere between route T and Rødbyhavn harbour.

[All main offshore construction activities related to the stationary construction equipment \(pontoons with dredgers, multi-purpose pontoons, immersion rigs, etc.\) will be performed inside the work areas. Additional activities will be performed outside the work areas with self-propelled construction vessels.](#)

Die Grenzen der [Arbeitsbereiche](#) werden eindeutig markiert, um sowohl den „*non-construction*“ Schiffsverkehr als auch den Verkehr der Arbeitsfahrzeuge zu unterstützen.

Die Markierung wird von den Bauunternehmern durchgeführt. Einzelheiten bezüglich der Markierung der [Arbeitsbereiche](#) werden in Zusammenarbeit mit den deutschen und den dänischen Behörden festgelegt. [Hierzu ist ein Kennzeichnungskonzept vorzulegen.](#)

Koordination der Arbeitsfahrzeuge (WVC) und Festlegen von Operationsbedingungen

Eine WVC-Zentrale wird alle Bautätigkeiten innerhalb der [Arbeitsbereiche](#) sowie den Gesamtverkehr mit den Arbeitsfahrzeugen im gesamten Baustellenbereich überwachen und koordinieren.

Die WVC wird von [den Vorhabenträgern](#) betrieben. Bei der Verkehrssicherheit des „*non-construction*“ Schiffsverkehrs wird die WVC unter der Aufsicht der VTS arbeiten.

Östlich von Rødbyhavn wird ein großer temporärer Arbeitshafen und östlich von Puttgarden ein kleiner temporärer Arbeitshafen gebaut. Der Verkehr mit Arbeitsfahrzeugen zwischen den Arbeitshäfen und den Arbeitsbereichen entlang der Tunneltrasse wird östlich der Tunneltrasse verlaufen. Bei der Einfahrt oder beim Verlassen der [Arbeitsbereiche](#) können die Arbeitsfahrzeuge kurzzeitig westlich der Trasse fahren, aber grundsätzlich hat der Gesamtverkehr mit Arbeitsfahrzeugen östlich der Trasse zu verlaufen.

Eine Ausnahme ist, wenn Schlepper die Schuten zum und vom Landgewinnungsfeld westlich von Rødbyhavn transportieren. In diesem Fall sind der Schlepper- und Lastkahnverkehr östlich der Tunneltrasse zu halten. An einem bestimmten Querungspunkt kann dann nach Westen gefahren werden, um die Tunneltrasse und die Fährlinie zwischen Rødbyhavn und Puttgarden zwischen der T-Route und dem Hafen von Rødbyhavn zu kreuzen.

[Innerhalb der Arbeitsbereiche werden die marinen Bautätigkeiten mit ortfesten Baugeräten \(Pontons mit Baggern, Mehrzweck-Pontons, Absenkausrüstung etc.\) durchgeführt. Außerhalb der Arbeitsbereiche werden sämtliche marinen Bautätigkeiten mit selbstfahrenden Arbeitsfahrzeugen durchgeführt.](#)



Whether marking of the construction traffic route east of the tunnel alignment is useful and details concerning this will be agreed in co-operation with the German and Danish authorities. Similarly, the crossing location between the Rødbyhavn-Puttgarden ferry route and the tug and barge traffic to and from the reclamation area west of Rødbyhavn will be agreed in co-operation with the German and Danish authorities.

Measures related to guiding the non-construction ship traffic

The non-construction ship traffic in Fehmarnbelt is sub-divided into four groups: *Rødbyhavn-Puttgarden ferry traffic, commercial traffic including traffic on route T, pleasure crafts and fishing vessels.*

The *Rødbyhavn-Puttgarden ferry traffic* will continue throughout the construction phase. In order to ensure that the ferry traffic is undisturbed by the construction activities it is planned to keep the ferries west of the construction area. The ferries will continue to use Rødbyhavn and Puttgarden harbours but after leaving the harbour they will go further west compared to the tracks seen today.

For the *non-construction commercial traffic (including traffic on route T)* there will be no restrictions. The location and marking of the centre line of route T will be unchanged. However, during the construction phase the non-construction ship traffic must plan their sailing routes around the work areas and take traffic with construction vessels into account. The VTS will, in due time, inform the non-construction traffic about all changes in the navigation conditions.

Risk control options to protect the *pleasure craft* traffic in Fehmarnbelt from the construction activities will be agreed in co-operation with the German and Danish authorities.

Die Frage der Zweckmäßigkeit einer Markierung des Baustellenverkehrsweges östlich der Tunneltrasse sowie die Einzelheiten der Markierung werden in Zusammenarbeit mit den deutschen und dänischen Behörden vereinbart. Dementsprechend wird der Querungspunkt zwischen der Fährlinie Rødbyhavn-Puttgarden und dem Schlepp- und Lastkahnverkehr zum und vom Landgewinnungsfeld westlich von Rødbyhavn ebenfalls in Zusammenarbeit mit den deutschen und den dänischen Behörden geregelt.

Maßnahmen im Hinblick auf die Routenführung für den „non-construction“ Schiffsverkehr

Der „non-construction“ Schiffsverkehr im Fehmarnbelt wird in vier Gruppen unterteilt: *Fährverkehr zwischen Rødbyhavn und Puttgarden, Handelsverkehr einschließlich Verkehr auf der T-Route, Sport- und Freizeitschiffahrt und Fischereifahrzeuge.*

Der *Fährverkehr* zwischen *Rødbyhavn und Puttgarden* wird während der gesamten Bauphase fortgeführt. Zur Vermeidung von Störungen des Fährverkehrs durch Bautätigkeiten wird geplant, die Fähren westlich der *Arbeitsbereiche* zu halten. Die Fähren werden weiterhin die Häfen von Rødbyhavn bzw. Puttgarden nutzen, nach dem Verlassen der Häfen werden sie jedoch im Vergleich zu den heutigen Verkehrswegen weiter westlich fahren.

Für den „non-construction“ *Handelsverkehr (einschließlich Verkehr auf der T-Route)* wird es keine Maßnahmen zur Beschränkung geben. Die Lage und die Markierung der Mittellinie der T-Route bleiben unverändert. Entsprechend des Baufortschritts wird es jedoch in der Bauphase verkehrsbedingte Routenänderungen geben, die für den „non-construction“ Handelsverkehr bedeuten, dass Verkehrsrouten außerhalb der *Arbeitsbereiche* sowie unter Berücksichtigung des Verkehrs mit Arbeitsfahrzeugen geplant werden müssen. Alle Änderungen werden der Schifffahrt rechtzeitig bekanntgegeben und die Schifffahrt wird laufend durch das VTS über die aktuelle Verkehrssituation informiert.

In Zusammenarbeit mit den deutschen und den dänischen Behörden werden zum Schutz der *Sport- und Freizeitschiffahrt* während der Bautätigkeiten im Fehmarnbelt Maßnahmen zur Risikominderung festgelegt.



Similarly, risk control options to protect the *fishing vessels* in Fehmarnbelt from the construction activities will be agreed in co-operation with the German and Danish authorities.

Allocation of tug boat

In the construction phases where a work area is inside the 95% band for commercial traffic on Route T, a tug boat with sufficient capacity shall be available to assist an average-sized vessels which should get a sudden "black out" (e. g. loss of engine power or steering capability). Risk for grounding and/or collision with the construction ship traffic shall thereby be reduced.

3.3 Additional safety measures

Additional safety measures can be implemented to enhance the navigational safety especially in the period during the final weeks of the immersion phase, described in section 11.2, when two work areas are influencing the west bound traffic on route T. The following measures can be included in a later phase if and when deemed necessary:

- During the period when the two work areas approach each other and the distance between the areas decreases, the work areas can be connected and combined to one work area when the areas are within a certain distance. This prevents ship traffic through a relatively small strip between two work areas.
- The 20 m depth contour can be buoyed. This defines a clear and distinct shipping lane between the 20 m depth contour and the work areas. This avoids that ships will keep too much space between the ship and shallower waters. Instead of the 20 m depth contour another depth can be selected.
- Free pilot services can be provided by the project proponents during this period to all vessels which, according to the IMO recommendation, should use a pilot.
- During the final weeks of the immersion phase two work areas are located just north of route T centerline. Marking with buoys can be used to guide the westgoing vessels on Route T north of the two work areas where the best conditions for safe passage are found.

Auch zum Schutz der *Fischereifahrzeuge* während der Bautätigkeiten im Fehmarnbelt werden in Zusammenarbeit mit den deutschen und den dänischen Behörden Maßnahmen zur Risikominderung festgelegt.

Schlepperbereitstellung

Wenn während der Bauphase ein Arbeitsbereich innerhalb des 95%-Bereichs der Handelsschifffahrt der T-Route liegt, wird ein Schlepper mit entsprechender Kapazität zur Verfügung stehen, um mittelgroße Schiffe bei plötzlichem Ausfall (z. B. Verlust an Motorleistung oder Steuerfähigkeit) zu unterstützen. Dadurch sollen die Risiken von Auflaufen und/oder Kollision mit dem „non-construction“ Schiffsverkehr reduziert werden.

3.3 Zusätzliche Sicherheitsmaßnahmen

Zur Verbesserung der Navigationsicherheit können zusätzliche Sicherheitsmaßnahmen durchgeführt werden, insbesondere im Zeitraum der letzten Wochen der Absenkphase, wie in Abschnitt 11.2 beschrieben, wenn zwei Arbeitsbereiche den westgehenden Verkehr der T-Route beeinflussen. Die folgenden Maßnahmen können in eine spätere Phase eingearbeitet werden, sofern dies erforderlich erscheint:

- In dem Zeitraum, in dem sich die zwei Arbeitsbereiche einander nähern, und der Abstand zwischen den Bereichen reduziert wird, können die zwei Arbeitsbereiche zu einem Arbeitsbereich verbunden werden, wenn sich die Bereiche in einem bestimmten Abstand befinden. Dies verhindert, dass der Schiffsverkehr einen relativ schmalen Streifen zwischen zwei Arbeitsbereichen befährt.
- Die 20 m-Tiefenlinie kann ausgebojet werden. Dies definiert einen klaren und eindeutigen Schifffahrtsweg zwischen der 20 m-Tiefenlinie und den Arbeitsbereichen und verhindert, dass die Schiffe zu viel Raum zwischen dem Schiff und geringeren Wassertiefen halten. Anstatt der 20 m-Tiefenlinie kann eine andere Tiefe gewählt werden.
- In dieser Periode können für alle Schiffe, die nach IMO-Empfehlung einen Lotsen einsetzen müssen, durch den Vorhabenträger kostenfreie Lotsendienste zur Verfügung gestellt werden.
- Im Zeitraum der letzten Wochen der Absenkphase sind zwei Arbeitsbereiche nördlich der Mittellinie der T-Route gelegen. Markierung mit Bojen kann verwendet werden, um die Seeschiffe der T-Route mit westlichem Kurs nördlich von den zwei Arbeitsbereichen an den



Bereichen mit den besten
Voraussetzungen für eine sichere Passage
zu führen.



4. RISK CONTROL OPTIONS AFTER THE CONSTRUCTION PHASE

No risk control options are planned after the construction phase as all navigational conditions after the construction phase will appear as they do today.

4. MASSNAHMEN ZUR RISIKOMINDERUNG NACH DER BAUPHASE

Für die Phase nach den Bauarbeiten sind keine Maßnahmen zur Risikominderung geplant, da alle Navigationsbedingungen nach der Bauphase dem heutigen Stand entsprechen werden.





5. DETAILING OF RISK CONTROL BEFORE CONSTRUCTION START

Following concepts and plans will be developed before marine construction works commence:

1. Maritime Safety Concept
2. Maritime Emergency Plan
3. Work Vessel Coordination Plan
4. Marking Concept

Along with the concepts and plans, additional activities will be carried out to support the Maritime Coordination Group and the competent German and Danish maritime authorities to assess the efficiency of and approve the risk control options:

5. Real-time simulations
6. Depth surveys

Both German and Danish authorities will be presented with the below concepts for approval before construction starts.

5.1 Maritime Safety Concept

A Maritime Safety Concept will be developed by the project proponents. The concept is a combined Traffic Concept (Verkehrskonzept) and Transport Safety Concept (Verkehrssicherungskonzept).

The Maritime Safety Concept will provide detailed description of the risk control options: Maritime coordination group, VTS, Guard ships, Work vessel coordination, Marking of work areas. The description includes description of effect and implementation of the risk control options.

The concept will also

- Refer to Marking Concept.
- Refer to risk assessment for documentation of the effect on navigational safety for the non-construction ship traffic.
- Refer to real-time simulations.
- Provide illustrations of how the non-construction ship traffic is expected to pass the work areas.

5. KONZEPTE UND MASSNAHMEN VOR BAUBEGINN

Folgende Konzepte und Pläne werden vor Beginn der Bauarbeiten entwickelt:

1. Maritimes Sicherheitskonzept
2. Maritimer Notfallplan
3. Koordinationsplan für die Arbeitsfahrzeuge
4. Kennzeichnungskonzept

Im Zusammenhang mit diesen Konzepten und Plänen werden weitere Maßnahmen durchgeführt, um die Maritime Koordinierungsgruppe und die zuständigen deutschen und dänischen Seeschiffverkehrsbehörden im Hinblick auf die Bewertung und Genehmigung der Maßnahmen zur Risikominderung weiter zu unterstützen:

5. Echtzeitsimulationen
6. Wassertiefenmessungen

Sowohl den deutschen als auch den dänischen Behörden werden die nachstehenden Konzepte vor Baubeginn zur Genehmigung vorgelegt.

5.1 Maritimes Sicherheitskonzept

Die Vorhabenträger entwickeln ein Maritimes Sicherheitskonzept. Das Konzept ist ein kombiniertes Verkehrskonzept und Verkehrssicherungskonzept.

Das Maritime Sicherheitskonzept wird eine detaillierte Beschreibung der Maßnahmen zur Risikominderung im Hinblick auf Maritime Koordinierungsgruppe, VTS, Verkehrssicherungsfahrzeuge, Koordination der Arbeitsfahrzeuge und visuelle und funktechnische Kennzeichnung der Arbeitsbereiche liefern. Es beschreibt sowohl die Wirkung als auch die Umsetzung der Maßnahmen zur Risikominderung.

Zudem wird sich das Konzept

- auf das Kennzeichnungskonzept,
- auf eine Risikobewertung für die Dokumentation der Auswirkungen auf die Seeverkehrssicherheit für den „non-construction“ Schiffsverkehr sowie
- auf Echtzeitsimulationen beziehen und
- Illustrationen beinhalten, wie der „non-construction“ Schiffsverkehr die Arbeitsbereiche passieren wird.



The Maritime Safety Concept will be developed in draft as part of the basis for real-time simulations. The final concept is presented to the German Authorities for approval three month before the start of construction.

5.2 Maritime Emergency Plan

A Maritime Emergency Plan will be developed by the project proponents. The plan will detail communication and emergency procedures, and include detailing of the risk control option regarding allocation of tugs.

The Maritime Emergency Plan will be finalised and presented to the German maritime authorities for approval three month before the start of construction.

5.3 Work Vessel Coordination Plan (WVC)

A plan describing the role, organisation and tasks of the WVC will be developed by the project proponents. The plan will include details on the Work Vessel Coordinator's role and activities, including:

- Handling of specific events which impair navigational safety such as:
 - Interruptions and situations with inadequate marking
 - Sunken or floating objects
 - Munitions
- Plan for providing information to Fehmarn Belt VTS and reporting notable events to the Danish and German maritime authorities and the Fehmarn Belt VTS daily by e-mail and/or fax.

The WVC Plan will detail the implementation of the WVC risk control option.

5.4 Marking Concept

The Marking Concept (Kennzeichnungskonzept) describing the proposed marking system will be developed by the project proponents.

Ein Entwurf für das Maritime Sicherheitskonzept wird bereits als Teil der Grundlage für die Echtzeitsimulationen entwickelt. Das abschließende Konzept ist drei Monate vor Baubeginn den deutschen Behörden zur Genehmigung vorzulegen.

5.2 Maritimer Notfallplan

Ein Maritimer Notfallplan wird von den Vorhabenträgern entwickelt werden. Der Plan wird Kommunikations- und Notfallverfahren beschreiben und Einzelheiten zur Bereitstellung von Schleppern als Risikominderungsmaßnahme beinhalten.

Der Maritime Notfallplan wird drei Monate vor Baubeginn fertiggestellt und den deutschen Behörden zur Genehmigung vorgelegt.

5.3 Koordinationsplan der Arbeitsfahrzeuge (WVC)

Der Koordinationsplan beschreibt die Rolle, Organisation und Aufgaben der WVC und wird von den Vorhabenträgern erstellt. Der Plan wird Einzelheiten über die Rolle und Aktivitäten des Koordinators der Arbeitsfahrzeuge enthalten, einschließlich

- der Beschreibung mit dem Umgang von möglichen Vorfällen, die die Seeverkehrssicherheit beeinträchtigen könnten, wie etwa:
 - Unterbrechungen und Situationen mit nicht ausreichender Markierung
 - gesunkene oder treibende Gegenstände
 - Munitionsfunde
- und eines Plans zur Übermittlung von Informationen an die Verkehrszentrale VTS Fehmarn Belt und zur Meldung über besondere Vorkommnisse an die dänischen und deutschen Seeschiffahrtsbehörden und die Verkehrszentrale VTS Fehmarn Belt täglich per E-Mail und/oder Fax.

Der Koordinationsplan wird die Umsetzung der WVC-Maßnahmen zur Risikominderung im Detail beschreiben.

5.4 Visuelles und funktechnisches Kennzeichnungskonzept

Das Kennzeichnungskonzept, welches das vorgeschlagene Markierungssystem beschreibt, wird von den Vorhabenträgern erstellt.



Details concerning navigational marking of work areas and holding areas shall be agreed between the German and Danish competent authorities to ensure uniformity because the construction activities are executed both in German, Danish and international waters.

A draft version of the marking concept will be prepared as basis for the real-time simulations. After performing the real-time simulations the concept will be finalised and presented to the German maritime authorities for approval three month before the start of construction.

5.5 Real-time Simulations

Simulations of the ship traffic in Fehmarn Belt will be conducted after the plan approval phase when more details are known about the Contractors' plans for construction activities and the risk control options. The simulations will be conducted before construction activities commence and serve as basis for implementing the risk control options. Details concerning the simulations shall be agreed in dialog between the project proponents and the German and Danish competent maritime authorities.

5.6 Depth Surveys

The project proponents will conduct a depth survey of the areas which are currently not used by ship traffic but will be used during the construction phase in order for the non-construction ship traffic to stay clear of the work areas. The purpose is to ensure that the areas have sufficient water depth to ensure good conditions for the non-construction ship traffic.

Einzelheiten zur Markierung der Arbeits- und Vorhaldebereiche für die Schifffahrt sollen zwischen den zuständigen deutschen und dänischen Behörden vereinbart werden um eine einheitliche Markierung zu gewährleisten, da die Bautätigkeiten in deutschen, dänischen und internationalen Gewässern ausgeführt werden.

Eine Entwurfsversion des Kennzeichnungskonzepts wird als Grundlage für die Echtzeitsimulationen ausgearbeitet. Nach Durchführung der Echtzeitsimulationen wird das Konzept bis drei Monate vor Baubeginn fertiggestellt und den deutschen Behörden zur Genehmigung vorgelegt.

5.5 Echtzeitsimulationen

Simulationen des Schiffsverkehrs im Fehmarnbelt werden vor Baubeginn durchgeführt, wenn konkrete Einzelheiten zu den Plänen der Bauunternehmer über Bautätigkeiten und sämtliche Risikominderungsmaßnahmen im Detail feststehen. Die Simulationen werden vor Baubeginn durchgeführt und dienen als Grundlage für die Umsetzung der risikominimierenden Maßnahmen. Einzelheiten für die Simulationen werden im Dialog zwischen den Vorhabenträgern und den zuständigen deutschen und dänischen Behörden vereinbart.

5.6 Wassertiefenmessungen

Die Vorhabenträger werden Wassertiefenmessungen in den Gebieten durchführen, in denen zwar derzeit kein Schiffsverkehr stattfindet, die jedoch während der Bauphase vom „non-construction“ Schiffsverkehr genutzt werden sollen, damit dieser außerhalb der Arbeitsbereiche verbleiben kann. Zweck der Messungen ist sicherzustellen, dass die Wassertiefen für den „non-construction“ Schiffsverkehr ausreichend sind.



6. PROCESS FOR EVALUATION OF RISK CONTROL OPTIONS

In co-operation with the German and Danish authorities a process was set up to investigate if safety during the construction phase can be maintained with the set of risk control options described in section 3. The process also handles introduction of additional risk control options if necessary.

6. VERFAHREN ZUR BEWERTUNG DER MASSNAHMEN ZUR RISIKOMINDERUNG

In Zusammenarbeit mit den deutschen und den dänischen Behörden wurde ein Verfahren eingesetzt, welches untersucht, ob die Sicherheit in der Bauphase durch die in Abschnitt 3 beschriebenen Maßnahmen zur Risikominderung aufrecht erhalten werden kann. Bei Bedarf wird das Verfahren außerdem die Einführung zusätzlicher Maßnahmen zur Risikominderung erfassen.

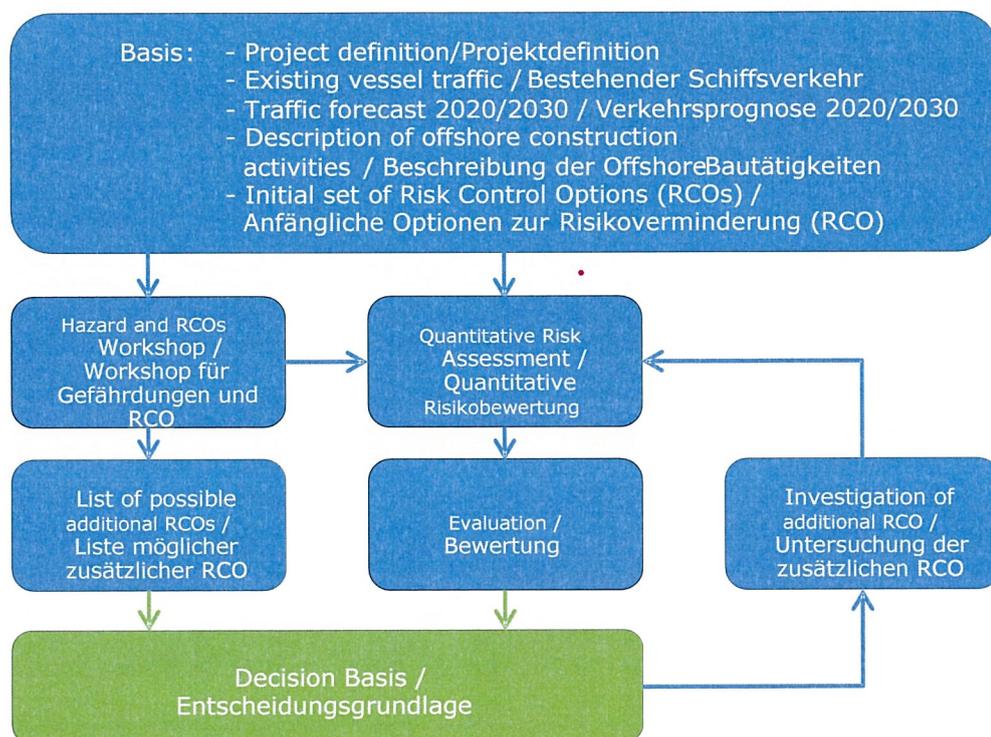


Figure 6-1 Process for evaluation of risk control options.

The "Basis" for the navigational studies was a project definition, detailed analyses of existing vessel traffic, a traffic forecast 2020/2030, a description of offshore construction activities and (defined for the construction phase) an initial set of Risk Control Options (RCOs).

With this basis a "hazard and risk control options workshop" (see chapter 12) was conducted. The identified hazards were used as input to a "quantitative risk assessment" and any proposed additional risk control options were gathered in a "list of possible

Abbildung 6-1 Verfahren zur Bewertung der Maßnahmen zur Risikominderung.

Die „Grundlagen“ für die Navigationsstudien waren die Projektdefinitionen, detaillierte Analysen des bestehenden Schiffsverkehrs, die Verkehrsprognose 2020/2030, eine Beschreibung der Offshore-Bautätigkeiten und (für die Bauphase definiert) eine Reihe einleitender Maßnahmen zur Risikominderung (RCO).

Auf dieser Grundlage wurde ein Workshop zu „Gefährdungen und Maßnahmen zur Risikominderung“ (s. Kapitel 12) durchgeführt. Die ermittelten Gefährdungen dienen als *Input* (=Vorgaben) für eine „quantitative Risikobewertung“. Mögliche vorgeschlagene zusätzliche Maßnahmen zur Risikominderung waren in einer „Liste möglicher zusätzlicher



additional risk control options" as input to the authorities "decision basis".

Using a "quantitative risk assessment" the risk from the identified hazards during the construction phase was quantified and in an "evaluation" the estimated risk level during the construction phase was compared to the estimated risk level in a reference situation without any construction activities. The result of this "evaluation" was also input to the authorities "decision basis".

In a continuous process until and during the construction phase a maritime coordination group (see section 3.1) will monitor the safety and if necessary initiate an "investigation of additional RCO" or in another way adjust the initial set of risk control options with focus on maintaining safety and efficiency for the non-construction ship traffic during the construction phase. Final decision on proposed risk control options are taken by the competent Danish and German maritime authorities (see section 3.1).

In the following an overview of the different elements in this process is given. Since focus is on navigational safety the initial set of risk control options during the construction phase are described above (see section 3). After this section the organisation responsible for conducting the process is described (section 7). This is then followed by an overview of the remaining items in the process ("Project definition", "Existing vessel traffic", "Traffic forecast", "Construction activities", "Hazard and risk control options workshop" and "Risk assessment"), these are described in section 8 to 13.

Maßnahmen zur Risikominderung" als „Entscheidungsgrundlage“ für die Behörden zusammengefasst.

Mit Hilfe einer „quantitativen Risikobewertung“ wurde das Risiko bei den ermittelten Gefährdungen in der Bauphase quantitativ bestimmt. In einer „Bewertung“ wurde das geschätzte Risikoniveau in der Bauphase mit dem geschätzten Risikoniveau im Referenzszenario ohne Bautätigkeiten verglichen. Das Ergebnis dieser „Bewertung“ diente ebenfalls als „Entscheidungsgrundlage“ für die Behörden.

Vor und während der Bauphase wird eine Maritime Koordinierungsgruppe (siehe Abschnitt 3.1) die Sicherheit kontinuierlich überwachen und – falls erforderlich – entweder eine „Untersuchung der zusätzlichen RCO“ einleiten oder auf andere Weise die einleitenden Maßnahmen zur Risikominderung mit dem Fokus auf die Aufrechterhaltung der Sicherheit und Leichtigkeit des „non-construction“ Schiffsverkehrs in der Bauphase anpassen. Die endgültige Entscheidung über die vorgeschlagenen Maßnahmen zur Risikominderung wird von den zuständigen dänischen und deutschen Seeschiffverkehrsbehörden getroffen (siehe Abschnitt 3.1).

Nachstehend werden die einzelnen Elemente dieses Verfahrens zusammengefasst. Da die Seeverkehrssicherheit im Fokus steht, werden die einleitenden Maßnahmen zur Risikominderung in der Bauphase oben beschrieben (siehe Abschnitt 3). Nach diesem Abschnitt wird die für die Durchführung des Verfahrens verantwortliche Organisation beschrieben (Abschnitt 7). Danach folgt eine Übersicht der restlichen Punkte des Verfahrens („Projektdefinition“, „Bestehender Schiffsverkehr“, „Verkehrsprognose“, „Bautätigkeiten“, „Workshop zu Gefährdungen und Maßnahmen zur Risikominderung“ und „Risikobewertung“), die in den Abschnitten 8 bis 13 beschrieben werden.



7. ORGANISATION

The organisation of the navigational studies performed until now is shown in the figure below.

7. ORGANISATION

Die Organisation der Navigationsstudien, die bis auf Weiteres ausgeführt worden sind, ist in der Abbildung unten illustriert.

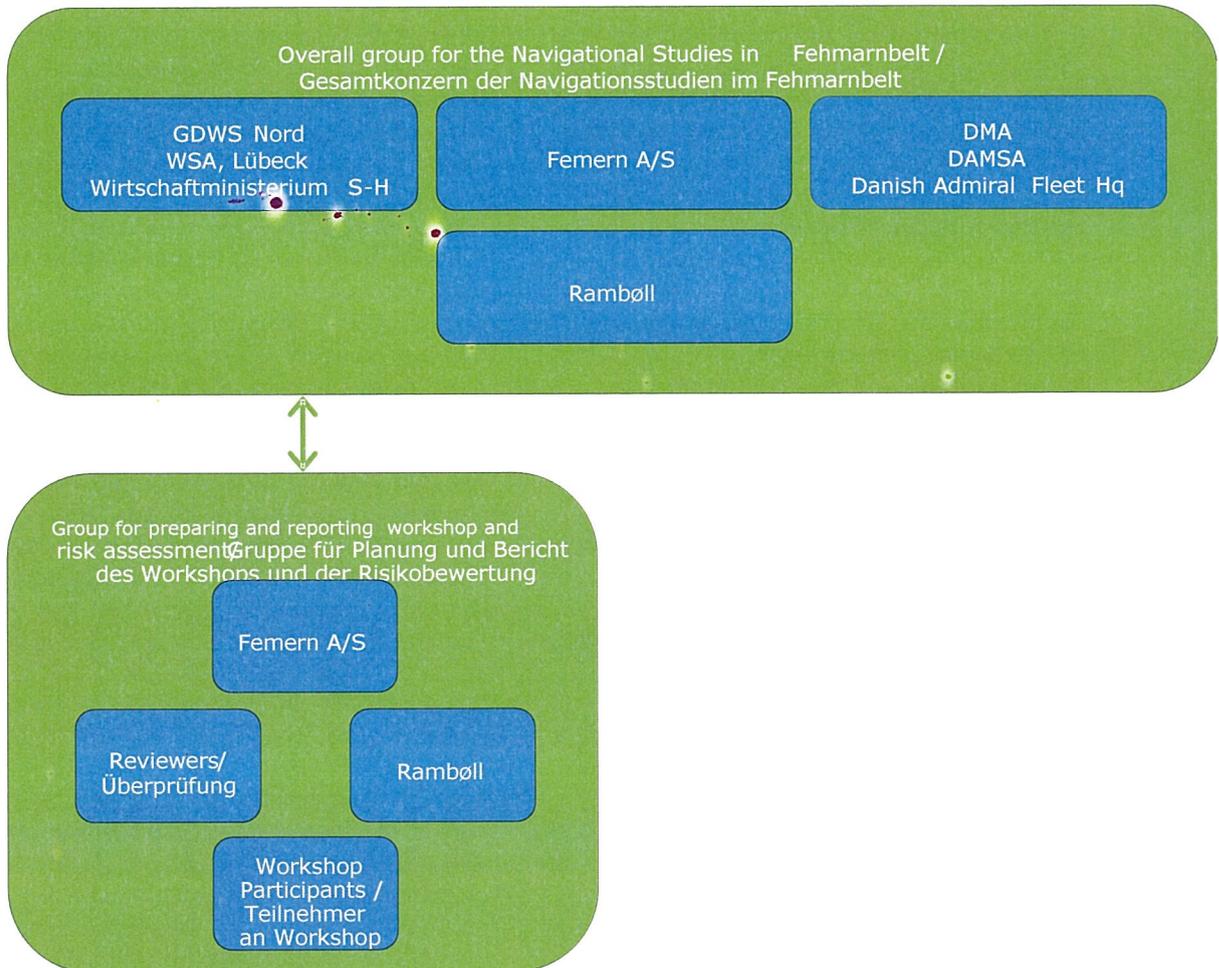


Figure 7-1 Organisation of navigational studies.

The project proponents, Rambøll and the reviewers were responsible for preparing the basis for the analyses and preparing any investigations of additional risk control options.

All studies were carried out by Rambøll. These studies are continuously reviewed by:

- Prof. Jens Froese - Maritime Logistics/ISSUS at Hamburg Technical University (TUHH); International Logistics Management and Engineering at Jacobs University Bremen
- Prof. Preben Terndrup Pedersen - Department of Mechanical Engineering at Technical University of Denmark

Abbildung 7-1 Die Organisation der Navigationsstudien.

Die Vorhabenträger, Rambøll und die Review-Gruppe waren für die Erstellung der Grundlage für die Analysen und für die Erstellung möglicher Untersuchungen von zusätzlichen Maßnahmen zur Risikominderung verantwortlich.

Alle Studien wurden von Rambøll durchgeführt. Diese Studien werden ständig von den folgenden Personen überprüft:

- Prof. Jens Froese – Technische Universität Hamburg-Harburg (TUHH); International Logistics Management and Engineering an der Jacobs University Bremen
- Prof. Preben Terndrup Pedersen – Department of Mechanical Engineering an der Technischen Universität Dänemark



Before the construction activities start, the organisation for navigational safety will be build up around the Maritime Coordination Group as described in section 3.1.

Vor Baubeginn wird, wie in Abschnitt 3.1 beschrieben, die Maritime Koordinierungsgruppe im Zentrum der Organisation zur Sicherheit und Leichtigkeit des Seeschiffsverkehrs stehen.



8. DESCRIPTION OF THE CONSTRUCTION CORRIDORS

The navigational studies analyse the risk from identified hazards in the Fehmarnbelt area. Focus is on the sailing routes close to the alignment of the fixed link (i.e. route T, Rødbyhavn-Puttgarden route (ferry), route H, and Kiel Ostsee route) and the offshore construction activities. The investigated area is limited to the area covered by Fehmarn Belt VTS as shown in Figure 3-1.

The tunnel will be approximately 18 km long and the alignment will lie along a corridor east of the ferry ports at Puttgarden and Rødbyhavn as shown in figure 8-1.

8. BESCHREIBUNG DER ARBEITSBEREICHE

Die Navigationsstudien analysieren das Risiko bei den ermittelten Gefährdungen im Gebiet des Fehmarnbelts. Im Fokus stehen die Fahrtrouten nahe an der Trassenführung der Festen Fehmarnbeltquerung (d. h. T-Route, „Rødbyhavn-Puttgarden“-Route (Fähre), H-Route und „Kiel-Ostsee“-Route) sowie die Offshore-Bautätigkeiten. Das untersuchte Gebiet beschränkt sich auf das in Abbildung 3-1 dargestellte Gebiet des Fehmarn Belt VTS.

Der Tunnel wird etwa 18 km lang. Die Trasse wird entlang eines Korridors östlich der Fährhäfen von Puttgarden und Rødbyhavn, wie in Abbildung 8-1 dargestellt, liegen.

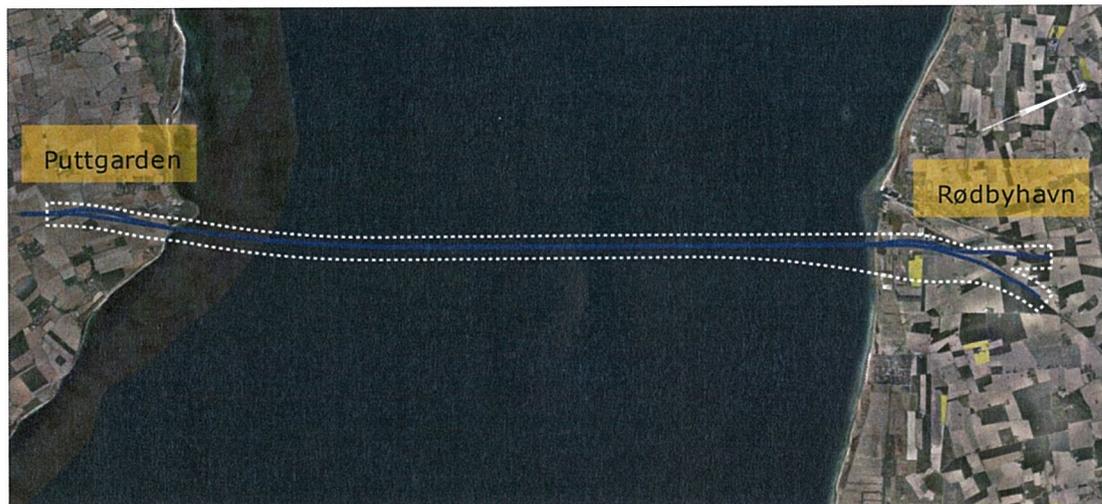


Figure 8-1 Tunnel alignment.

Abbildung 8-1 Tunneltrasse.



9. EXISTING SHIP TRAFFIC

Extensive studies of the existing vessel traffic in the Fehmarnbelt are performed throughout the project in order to provide and continuously improve the basis for conducting the studies of navigational safety.

Data from various sources have been collected and analysed. The most important data sources are data from AIS (Automatic Identification System) which is a GPS based system for tracking ships, accident registrations from the entire Fehmarnbelt area and radar data from the area near the fixed link.

From the analysis of AIS data, covering ships with a gross tonnage of 300 and upwards, the intensity of ships and the annual number of ship movements is determined for the main routes in the Fehmarnbelt area.

9. BESTEHENDER SCHIFFSVERKEHR

Umfangreiche Untersuchungen der heutigen Schifffahrt im Fehmarnbelt werden während des gesamten Projektzeitraumes durchgeführt, um die Grundlagen für die Durchführung der Navigationsstudien zu liefern und kontinuierlich zu verbessern.

Daten aus verschiedenen Quellen werden dabei erhoben und analysiert. Die wichtigsten Datenquellen sind AIS-Daten (GPS-basiertes System zur Verfolgung der Schiffe), Unfallregistrierungen aus dem gesamten Gebiet des Fehmarnbelts sowie Radardaten aus dem Gebiet in der Nähe der Festen Fehmarnbeltquerung.

Basierend auf der Analyse der AIS-Daten von Schiffen mit über 300 Bruttoregistertonnen wurden die Intensität des Schiffsverkehrs und die jährliche Zahl der Schiffsbewegungen auf den Hauptstrecken im Fehmarnbelt festgelegt.

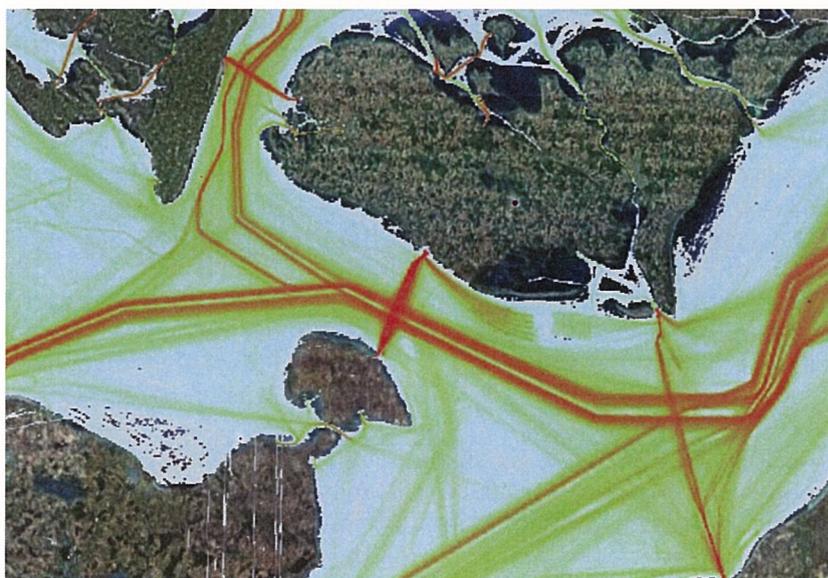


Figure 9-1 Intensity of ship traffic in 2010 (blue: small intensity, yellow: medium intensity, red: high intensity).

Abbildung 9-1 Intensität des Schiffsverkehrs im Jahre 2010 (blau: geringe Intensität, gelb: mittlere Intensität, rot: hohe Intensität).

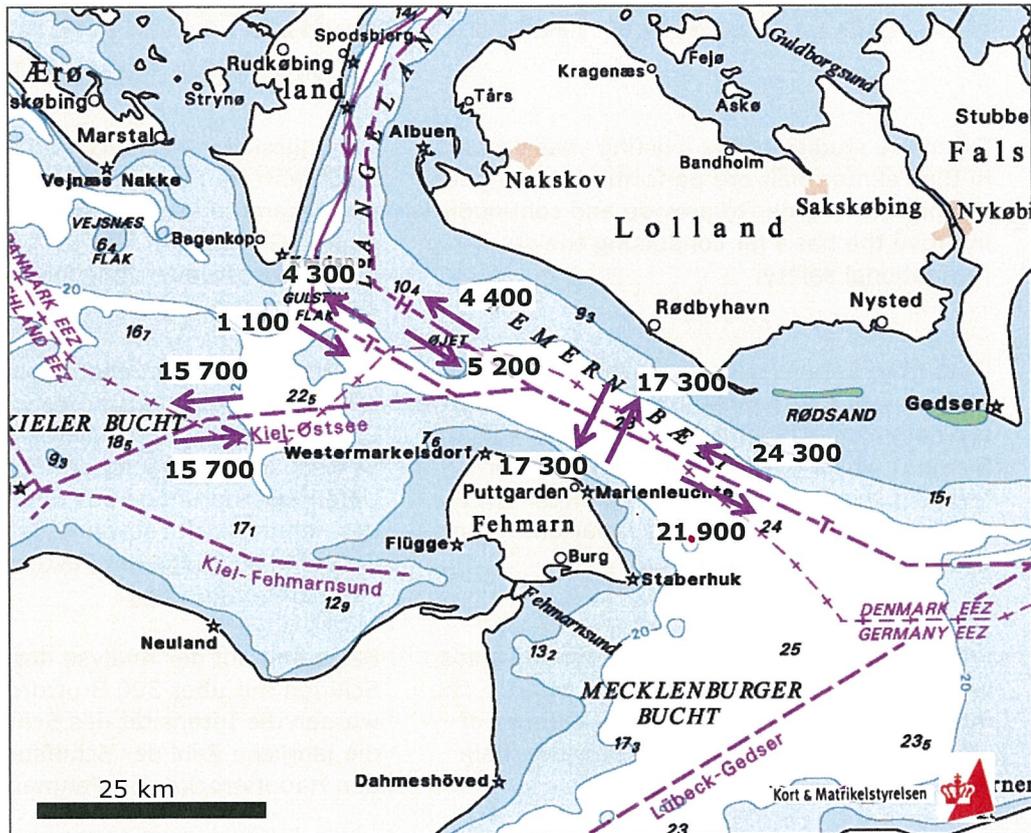


Figure 9-2 Observed annual number of ship movements on main routes (April 2006 to March 2007).

Abbildung 9-2 Ermittelte jährliche Zahl der Schiffsbewegungen auf den Hauptstrecken (April 2006 bis März 2007).

The traffic on the "Rødbyhavn-Puttgarden" route mainly consists of ferries. However, it also contains some movements from cargo ships. It is judged that the cargo ships to/from Rødbyhavn or Puttgarden will join the traffic on route T rather than follow the ferry route between Rødbyhavn and Puttgarden. This is taken into account in the studies.

Der Verkehr auf der „Rødbyhavn-Puttgarden“-Strecke besteht hauptsächlich aus Fähren, es gibt jedoch auch Bewegungen von Frachtschiffen. Es wird angenommen, dass die Frachtschiffe zum/vom Hafen von Rødbyhavn oder Puttgarden dem Verkehr der T-Route statt der Fährroute zwischen Rødbyhavn und Puttgarden folgen werden. Dies wird in den Studien berücksichtigt.

The annual number of ship movements on main routes for the period April 2006 to March 2007 is shown because this is the basis for the traffic forecast (see section 10). Traffic on the main routes is evenly distributed over the year.

Es wird die jährliche Anzahl der Schiffsbewegungen auf den Hauptstrecken für den Zeitraum April 2006 bis März 2007 dargestellt, da diese die Grundlage für die Verkehrsprognose bildet (siehe Abschnitt 10). Der Verkehr auf den Hauptstrecken ist auf das Jahr gleichmäßig verteilt.

The traffic segment with a gross tonnage below 300 consists of small commercial ships, small tugs, workboats, fishing vessels and pleasure crafts and the intensity varies over the year. The majority of the ship traffic in this segment does not use the main navigational routes and is described as background traffic with constant intensity throughout the area.

Das Verkehrsegment mit einer Bruttoregistertonnage unter 300 umfasst kleine Handelsschiffe, kleine Schlepper, Arbeitsschiffe, Fischereifahrzeuge und Yachten. Die Intensität variiert im Laufe des Jahres. Die Schiffe dieses Segments benutzen größtenteils nicht die Hauptstrecken und sind damit als Hintergrundverkehr im ganzen Gebiet mit gleichmäßiger Intensität zu beschreiben.



10. TRAFFIC FORECAST

A forecast of the ship traffic in the Fehmarnbelt for the years 2020 and 2030 has been developed based on the analysis of the existing vessel traffic and defined through a number of influencing factors for the development of traffic volume and composition.

The traffic forecast depends first and foremost on the development of trade in the Baltic Sea Region. The Baltic Sea Region is one of the densest shipping traffic areas in the world handling around 15% of the world wide maritime transport volume.

Three prognoses – a Low, Medium and High Case – have been developed. They differ in their degree and interpretation of the various influencing factors, i.e. all three scenarios are based on assumptions regarding

- Political developments
- Macro-economical developments
- Foreign trade and seaborne transport developments
- Seaborne transport route distribution developments
- Ro-Ro and ferry transport developments
- Ship type and size developments

During the forecast period, decreasing growth rates are assumed, which on the one hand reflects expression of a certain caution in a forecasting model and on the other hand mirrors the trend that economies, after a period of constant and steep growth, tend to show reduced rates or even short periods of consolidation.

In general:

- The Low Case scenario is characterised by limited development potentials regarding economics, trade and transport.
- The Medium Case scenario is characterised by continuous positive development of economics, trade and transport in all countries of the Baltic Sea Region.
- The High Case scenario is characterised by a very positive development of economics, trade and transport in all countries of the Baltic Sea Region.

10. VERKEHRSPROGNOSE

Eine Prognose des Schiffsverkehrs im Fehmarnbelt für die Jahre 2020 und 2030 wurde auf der Basis der Analyse des heutigen Schiffsverkehrs erstellt und anhand verschiedener Einflussfaktoren auf die Entwicklung des Verkehrsvolumens und der Verkehrszusammensetzung bestimmt.

In erster Linie hängt die Verkehrsprognose von der Entwicklung des Handels in der Ostseeregion ab. Der Verkehr der Ostseeregion ist einer der dichtesten der Welt und bewältigt rund 15 % des weltweiten Seeverkehrsvolumens.

Drei Prognosen – ein Niedrig-, Mittel- und Hochszenario – wurden entwickelt. Sie unterscheiden sich im Grad und in der Auslegung unterschiedlicher Einflussfaktoren, d. h. alle drei Szenarien basieren auf Annahmen über

- die politische Entwicklung,
- die makroökonomische Entwicklung,
- die Entwicklung des Außenhandels und Seeverkehrs,
- die Entwicklung der Verteilung der Seeverkehrsrouten,
- die Entwicklung des Ro-Ro- und des Fährverkehrs sowie
- Schiffstypen und Größenentwicklung.

Während des Prognosezeitraums wird von einem Rückgang der Wachstumsraten ausgegangen, was einerseits auf eine gewisse Vorsicht im Prognosemodell zurückzuführen ist und andererseits dem Trend entspricht, dass Volkswirtschaften nach einer stetigen und steilen Wachstumsphase geringere Steigerungsraten oder sogar kurze Konsolidierungsphasen erleben.

Allgemein gilt:

- Das Niedrigszenario ist durch begrenzte Entwicklungspotenziale bezüglich Wirtschaft, Handel und Verkehr gekennzeichnet.
- Das Mittelszenario ist durch die positive Weiterentwicklung von Wirtschaft, Handel und Verkehr in allen Ländern der Ostseeregion gekennzeichnet.
- Das Hochszenario ist durch eine sehr positive Entwicklung von Wirtschaft, Handel und Verkehr in allen Ländern der Ostseeregion gekennzeichnet.

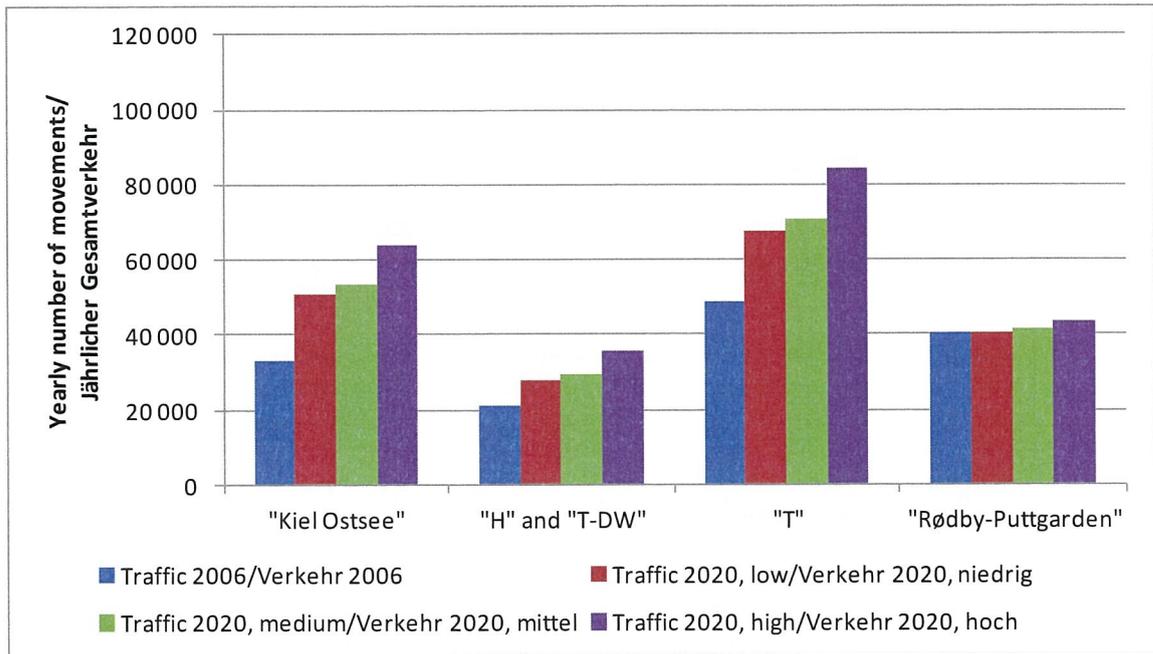


Figure 10-1 Total yearly traffic in 2006 and 2020 low, medium and high forecast.

Abbildung 10-1 Jährlicher Gesamtverkehr 2006 und 2010 Niedrig-, Mittel- und Hochprognose.

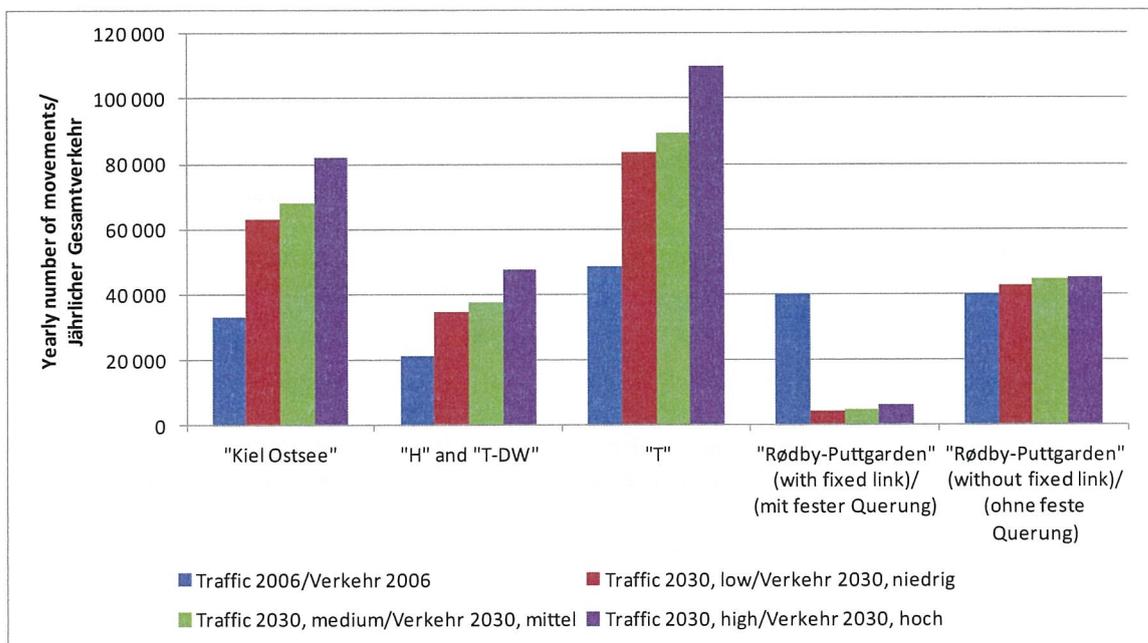


Figure 10-2 Total yearly traffic in 2006 and 2030 low, medium and high forecast.

Abbildung 10-2 Jährlicher Gesamtverkehr 2006 und 2030 Niedrig-, Mittel- und Hochprognose.

10.1 Trends in development since 2006

In 2007 and 2008, the traffic intensity on Route T through Fehmarn Belt was comparable to the yearly number of ship movements in 2006. From 2009 the impact of the financial crisis is evident from the amount of ship traffic which dropped to below 40,000 yearly movements on Route T. The decrease is mainly due to a decrease in the number of general cargo and container ships. The traffic intensity has been relatively stable and below 40,000 since then, but with an increase seen especially for larger container ships. The traffic

10.1 Entwicklungstrends seit 2006

In den Jahren 2007 und 2008 war die Verkehrsintensität auf der T-Route durch den Fehmarnbelt mit der jährlichen Anzahl der Schiffsbewegungen im Jahr 2006 vergleichbar. Von 2009 an waren die Auswirkungen der Finanzkrise auf den Schiffsverkehr – bei einem Abfall auf unter 40.000 jährliche Schiffsbewegungen auf der T-Route – deutlich wahrnehmbar. Der Rückgang ist vor allem auf die verringerte Anzahl von Fracht- und Containerschiffen zurückzuführen. Seitdem ist das Verkehrsaufkommen relativ stabil und liegt



development varies slightly between the routes, but the general trend is a lower overall traffic volume today than seen in 2006.

weiterhin bei unter 40.000 Schiffsbewegungen, jedoch mit einer Zunahme insbesondere bei größeren Containerschiffen. Die Verkehrsentwicklung variiert leicht zwischen den Routen, aber der generelle Trend zeigt heute eine niedrigere Gesamtverkehrsdichte als im Jahr 2006.

The development in ship traffic will be continuously followed by the project proponents in order to ensure that the prognosis is still representative or conservative in the actual construction years.

Die Vorhabenträger werden die Entwicklung des Seeschiffsverkehrs kontinuierlich verfolgen, um sicherzustellen, dass auch zum Zeitpunkt der Bauarbeiten die Einschätzung des Verkehrsaufkommens als repräsentativ oder konservativ gelten kann.



11. CONSTRUCTION ACTIVITIES

The navigational studies are concerned with the safety of the non-construction ship traffic. The vast majority of the non-construction ship traffic is seen in the areas away from the coastline. Therefore, focus is on the offshore construction activities away from the coast line.

11. BAUTÄTIGKEITEN

Die Studien zur Seeverkehrssicherheit befassen sich mit der Sicherheit des „non-construction“ Schiffsverkehrs. Zum größten Teil befindet sich der „non-construction“ Schiffsverkehr in den von der Küste entfernten Gebieten. Deshalb stehen die von der Küste entfernten Offshore-Bautätigkeiten im Fokus.

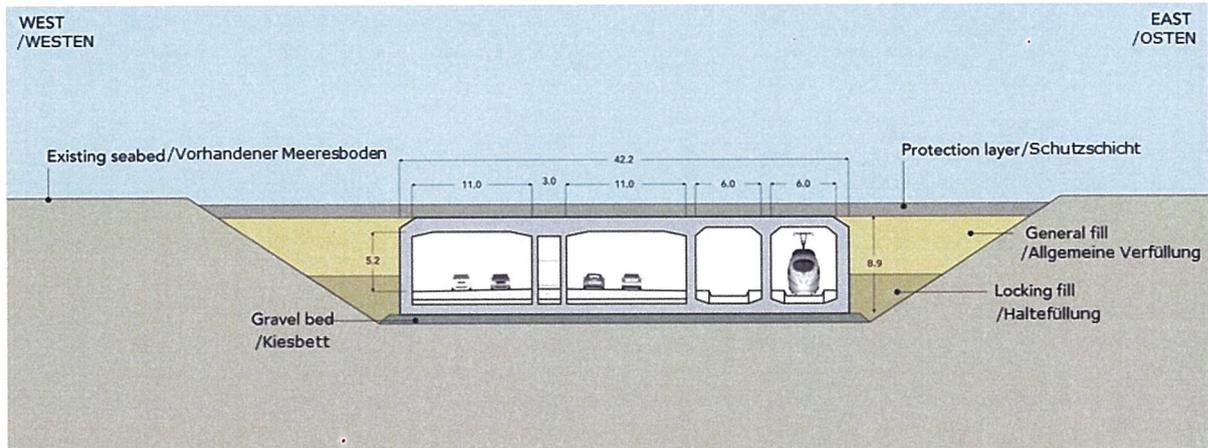


Figure 11-1 Fehmarnbelt tunnel (here standard element) appearance after the construction phase.

Abbildung 11-1 Der Fehmarnbelttunnel (hier Standardelement) nach der Bauphase.

The offshore construction phase can be divided in two main phases:

1. Dredging phase includes dredging of a trench across the Fehmarnbelt. The trench is dredged deep and wide enough to accommodate the immersed tunnel.
2. Immersion phase includes placing of foundation in the trench, immersion and connection of tunnel elements in the trench and backfilling of the trench.

Die Offshore-Bauphase kann in zwei Hauptphasen unterteilt werden:

1. Die Aushubphase umfasst das Ausheben eines Grabens durch den Fehmarnbelt. Der Graben wird so tief und breit ausgebaggert, dass er Platz für den Absenktunnel bietet.
2. Die Absenkphase umfasst die Herstellung des Fundaments im Graben, das Absenken und das Zusammenfügen der Tunnelelemente sowie das Wiederverfüllen des Grabens.

The duration of the entire offshore construction phase is scheduled for around 4 years. The dredging phase will last for around 18 month and the immersion phase will last for around 38 month. It is expected that there will be a small overlap in time between the two phases, where dredging in the centre of Fehmarnbelt and immersion in the coastal areas are carried out simultaneously.

Die geplante Dauer der gesamten Offshore-Bauphase beträgt rund 4 Jahre. Die Aushubphase wird etwa 18 Monate und die Absenkphase etwa 38 Monate dauern. Eine geringe Zeitüberlappung zwischen den zwei Phasen wird erwartet, da der Aushub inmitten des Fehmarnbelts und das Absenken in den Küstenregionen gleichzeitig erfolgen.

At the present stage of the project the plans for the construction phase shall be considered as indicative. Contractors are selected later in the project. The contractors may change the plan for the activities during the construction phase. If future contractors change the plans for the construction activities then the new

Im derzeitigen Stadium des Projektes sind die Pläne für die Bauphase als indikativ (nach bestem Wissen) zu betrachten. Die Bauunternehmer werden zu einem späteren Zeitpunkt im Projektverlauf ausgewählt. Die Bauunternehmer können den Plan für die Tätigkeiten in der Bauphase ändern. Wenn

plans must comply with the [minimum required risk control options](#) outlined in section 3 and the plans must be approved by the maritime coordination group [and the competent authorities](#) (see section 3.1).

11.1 Dredging phase

During the dredging phase seabed material is dredged and loaded onto barges. The barges are then towed, by tugs, to the coast and the dredged material is unloaded in designated reclamation areas close to the shore.

Three different kinds of dredgers are expected to be used to dredge the trench. Backhoe dredgers will be used in the shallow parts of Fehmarnbelt, grab dredgers will be used in the deeper parts of Fehmarnbelt and a trailing suction hopper dredger (with a ripper-head attached to the drag arm) will pre-treat areas with very hard soil so that it can be dredged by grab dredgers.



Figure 11-2 Dredgers (left: backhoe dredger, centre: grab dredger, right: trailing suction hopper dredger).

It is expected that the dredged material is loaded onto barges of around 1,000m³ and that tugs will tow these barges from the dredgers to the designated reclamation areas close to the shore.

künftige Bauunternehmer die Pläne für die Bautätigkeiten ändern, müssen die neuen Pläne die in Abschnitt 3 dargestellten [Mindestanforderungen an Maßnahmen zur Risikominderung](#) einhalten. Die Pläne müssen darüber hinaus von der Maritimen Koordinierungsgruppe [und den zuständigen Behörden](#) genehmigt werden (siehe Abschnitt 3.1).

11.1 Aushubphase

In der Aushubphase wird der Meeresboden ausgebaggert und auf Schuten verladen. Die Schuten werden anschließend von Schleppern zur Küste geschleppt, und das Baggergut wird in den angegebenen Landgewinnungsfeldern in der Nähe der Küste entladen.

Das Ausheben des Tunnelgrabens erfolgt voraussichtlich mit drei verschiedenen Typen von Baggern. Im Fehmarnbelt werden im Flachwasserbereich Tieflöffelbagger und im tiefen Bereich Greifbagger eingesetzt. Ein Laderaumsaugbagger (mit einem Saugkopf am Ausleger, der die obersten Bodenschichten auflockert) behandelt dann die Bereiche mit sehr hartem Boden vor, um den Aushub durch die Greifbagger zu ermöglichen.

Abbildung 11-2 Bagger (links: Tieflöffelbagger, zentriert: Greifbagger, rechts: Laderaumsaugbagger).

Voraussichtlich wird das Baggergut auf Schuten von rund 1.000 m³ verladen. Schlepper werden diese Kähne von den Baggern zu den angegebenen Landgewinnungsfeldern in der Nähe der Küste befördern.



Figure 11-3 Reclamation areas in scale (left: reclamation area at Fehmarn, right: reclamation area at Lolland).

The reclamation areas will be located on both the Lolland shore and the Fehmarn shore. Two large reclamation areas, holding the vast majority of the dredged material, are planned on the Lolland shore, east and west of the existing harbor in Rødbyhavn. Another small reclamation area is planned on the Fehmarn shore east of the existing harbor in Puttgarden.

During the entire dredging phase the total volume to be dredged in Fehmarnbelt is around 14,500,000 m³. With barges of around 1,000 m³ it is expected that a total of 42,000 tug and barge movements to or from a dredger will be performed. Around 20,000 of these tug and barge movements will cross route T and around 16,000 tug and barge movements will cross the Rødbyhavn-Puttgarden ferry route. Apart from the traffic with tugs and barges it is expected that around 13,000 movements with other construction support vessels (e.g. survey launches, multi cats and personnel transfer vessels) will be seen between the construction harbor east of Rødbyhavn and the dredgers working along the tunnel alignment.

The main dredging work will be performed in work areas containing stationary construction equipment; either two backhoe dredgers or five grab dredgers. Nominal size work areas blocking 1.25 nm of the Fehmarnbelt are used in most cases whereas minimum size work areas blocking 0.35 nm of the Fehmarnbelt are used when dredging activities are performed near route T. Additional construction activities using the trailing suction hopper dredger to pre-treat areas with very hard soil are performed outside the work areas.

Abbildung 11-3 Maßstabgerechte Landgewinnung (links: Landgewinnung auf Fehmarn, rechts: Landgewinnung auf Lolland).

Die Landgewinnungsfelder werden sich sowohl an der Küste von Lolland als auch an der Küste von Fehmarn befinden. Es sind zwei große Landgewinnungsfelder mit der weit überwiegenden Menge des Baggerguts an der Küste von Lolland geplant. Sie liegen östlich und westlich des heutigen Hafens in Rødbyhavn. Ein weiteres kleines Landgewinnungsfeld ist an der Küste von Fehmarn, östlich des heutigen Hafens in Puttgarden, geplant.

Während der gesamten Aushubphase wird das Gesamtvolumen des Aushubs im Fehmarnbelt rund 14.500.000 m³ umfassen. Mit Schuten von etwa 1.000 m³ werden voraussichtlich insgesamt 42.000 Schlepper- und Schutenbewegungen zu oder von einem Bagger durchgeführt. Rund 20.000 dieser Schlepper- und Schutenbewegungen werden die T-Route und rund 16.000 Schlepper- und Schutenbewegungen das Fährfahrwasser zwischen Rødbyhavn und Puttgarden kreuzen. Abgesehen vom Verkehr mit Schleppern und Schuten werden rund 13.000 Bewegungen mit anderen Baufahrzeugen (z. B. Vermessungsbooten, MultiCats und Mannschaftstransportfahrzeugen) zwischen dem Bauhafen östlich von Rødbyhavn und den entlang der Tunneltrasse arbeitenden Baggern erwartet.

Die Hauptaushubarbeiten erfolgen in den Arbeitsbereichen mit ortfesten Baugeräten; entweder mit zwei Tieflöffelbaggern oder mit fünf Greifbaggern. In den meisten Fällen werden die Arbeitsbereiche 1,25 nm des Fehmarnbelts sperren. Im Bereich der T-Route werden Arbeitsbereiche mit einer Größe von 0,35 nm für die Aushubarbeiten eingerichtet. Weitere Bauaktivitäten, bei denen der Laderaumsaugbagger zur Vorbereitung der Bereiche mit härteren Bodenbedingungen

eingesetzt wird, werden außerhalb der Arbeitsbereiche ausgeführt.

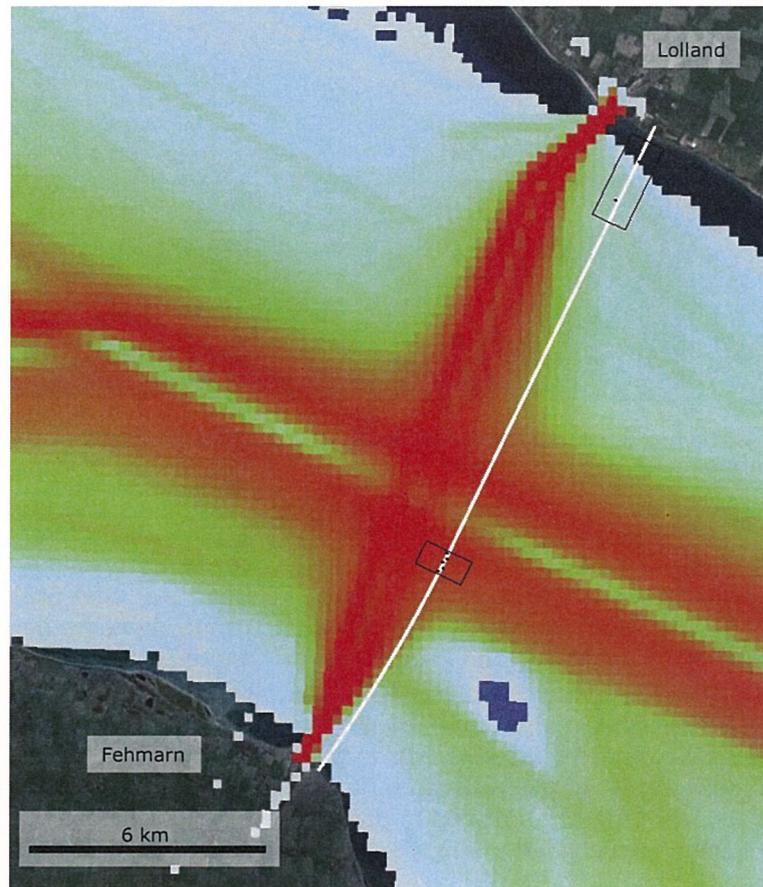


Figure 11-4 Two backhoe dredgers in a nominal size work area (near the Lolland shore) and five grab dredgers in a minimum size work area (near route T).

Abbildung 11-4 Zwei Tieflöffelbagger in einem Arbeitsbereich in der Nähe der Küste von Lolland und fünf Greifbagger in einem Arbeitsbereich in der Nähe der T-Route.

The location of the work areas changes during the dredging phase

Die Einrichtung der Arbeitsbereiche wechselt während der Aushubphase.

11.2 Immersion phase

When the trench is ready 89 tunnel elements, each with a length of 217m are immersed into the trench, one at a time, and connected to the other tunnel elements to form the tunnel across the Fehmarnbelt.

11.2 Absenkphase

Nach Fertigstellung des Grabens werden zur Errichtung des Tunnels durch den Fehmarnbelt 89 je ca. 217 m lange Tunnelelemente nacheinander in den Graben abgesenkt und miteinander verbunden.

The production facility for the construction of tunnel elements will be located on the Lolland coast east of Rødbyhavn. The tunnel elements will be towed, probably in a configuration with four tugs, from the production facility to holding areas adjacent to the immersion location.

Die Produktionsstätte zur Herstellung der Tunnelelemente wird an der Küste von Lolland, östlich von Rødbyhavn errichtet. Die Tunnelelemente werden voraussichtlich von vier Schleppern aus der Produktionsstätte zu den der Absenkstelle angrenzenden Lagerstätten geschleppt.



Figure 11-5 Towing of a tunnel element mounted with immersion pontoons from a production facility.

Abbildung 11-5 Schleppen eines Tunnelelements, montiert mit Absenkpontons aus einer Produktionsstätte.

Before immersion of a tunnel element a gravel or rock bedding layer is placed as foundation for the tunnel elements. The tunnel elements, stored adjacent to the immersion location, are then towed into position and immersed. Once a tunnel element is correctly positioned, and connected to the other tunnel elements in the trench, the locking fill (gravel), back fill (sand) and a cover layer (stones) is placed to protect the tunnel element and keep it in position.

Vor dem Absenken eines Tunnelelements wird eine Kies- oder Steinschicht als Fundament der Tunnelelemente hergestellt. Die in der angrenzenden Absenkstelle gelagerten Tunnelelemente werden dann in Position gezogen und abgesenkt. Nachdem ein Tunnelelement in der richtigen Position verlegt und mit den anderen Tunnelelementen im Graben verbunden ist, wird die Haltefüllung (Kies), die Auffüllung (Sand) sowie eine Deckschicht (Geröllschicht) hergestellt, um den Tunnel zu schützen.

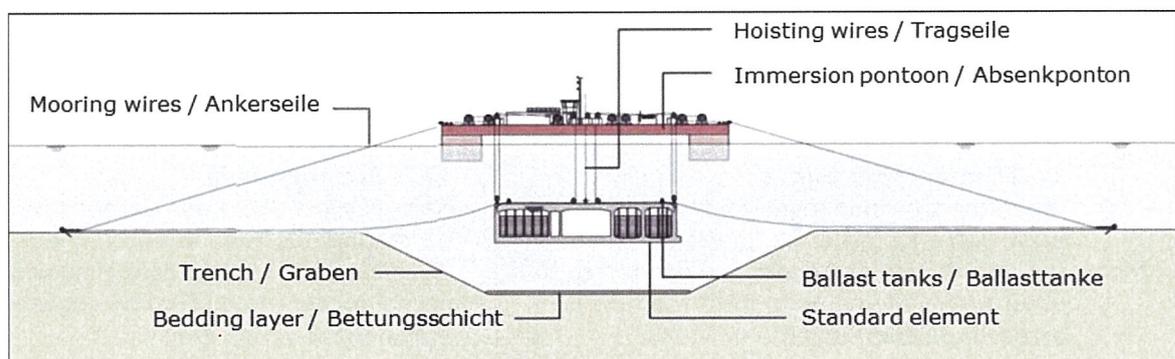


Figure 11-6 Immersion of a tunnel element from an immersion pontoon into the dredged trench with bedding layer.

Abbildung 11-6 Absenken eines Tunnelelements vom Absenkponton in den ausgebaggerten Graben mit Bettungsschicht.

The aggregates to produce the concrete tunnel elements at the production facility (sand, gravel, cement and reinforcement) will be delivered by bulk carriers. Rock carriers will be used to bring gravel and stones for the bedding layer and cover layer. Pontoons will be used for immersion of the tunnel elements and for placing the bedding layer, and cover layer and a trailing suction hopper dredger will bring sand to the construction area for backfilling of the tunnel trench.

Die Zuschlagsstoffe zur Herstellung des Absenktunnels in der Produktionsstätte (Sand, Kies, Zement und Bewehrung) werden mit Massengutschiffen antransportiert. Mit Steinfrachtschiffen werden Kies und Gesteine für die Bettungsschicht und die Deckschicht transportiert. Pontons dienen zum Absenken der Tunnelelemente sowie zur Platzierung der Bettungsschicht und Deckschicht. Ein Laderaumsaugbagger transportiert Sand zur Auffüllung des Tunnelgrabens im Baustellenbereich.



To construct the 89 tunnel elements 2,800,000m³ of concrete and 300,000 tonnes of reinforcements are used. This supply results in around 3,000 bulk carriers entering or leaving the production facility. Rock carriers and the trailing suction hopper dredger will perform around 9,000 movements to or from the work areas. Finally, it is expected that around 62,000 movements with small construction vessels (e.g. tugs, survey launches, multicats and personnel transfer vessels) will be seen between the construction harbor east of Rødbyhavn and the immersion locations along the tunnel alignment.

The immersion work will be performed in work areas. Nominal size work areas blocking 1.25 nm of the Fehmarnbelt are used in most cases. The nominal size work area can store four tunnel elements waiting to be immersed. The minimum size work areas blocking 0.35 nm of the Fehmarnbelt are used when immersion of elements is performed near route T. No tunnel elements are stored in a minimum size work area.

Two storage areas are planned to store tunnel elements before they are transported to the work areas.

Zur Herstellung der 89 Tunnelelemente werden ca. 2.800.000 m³ Beton und ca. 300.000 Tonnen Bewehrungsstahl benötigt. Die Lieferung der Materialien führt dazu, dass rund 3.000 Frachtschiffe die Produktionsstätte anfahren bzw. verlassen. Die Steinfrachtschiffe und der Laderaumsaugbagger werden rund 9.000 Bewegungen zu oder von den Arbeitsbereichen ausführen. Schließlich werden rund 62.000 Bewegungen mit kleinen Arbeitsfahrzeugen (z. B. Schlepper, Vermessungsboote, MultiCats und Mannschaftstransportfahrzeuge) zwischen dem Bauhafen östlich von Rødbyhavn und den Absenkstellen entlang der Tunneltrasse erwartet.

Die Absenkarbeiten werden in den Arbeitsbereichen durchgeführt. In den meisten Fällen werden die Arbeitsbereiche in einer nominalen Größe von 1,25 nm ausgeführt, die den Fehmarnbelt sperren. In den Arbeitsbereichen von nominaler Größe können vier zum Absenken gefertigte Tunnelelemente lagern. Im Bereich der T-Route werden Arbeitsbereiche mit Mindestgrößen von 0,35 nm zum Absenken der Elemente verwendet. Die Arbeitsbereiche mit Mindestgröße werden keine Tunnelelemente lagern.

Zwei Lagerbereiche werden zur Lagerung der Tunnelelemente vor dem Transport zu den Arbeitsbereichen geplant.

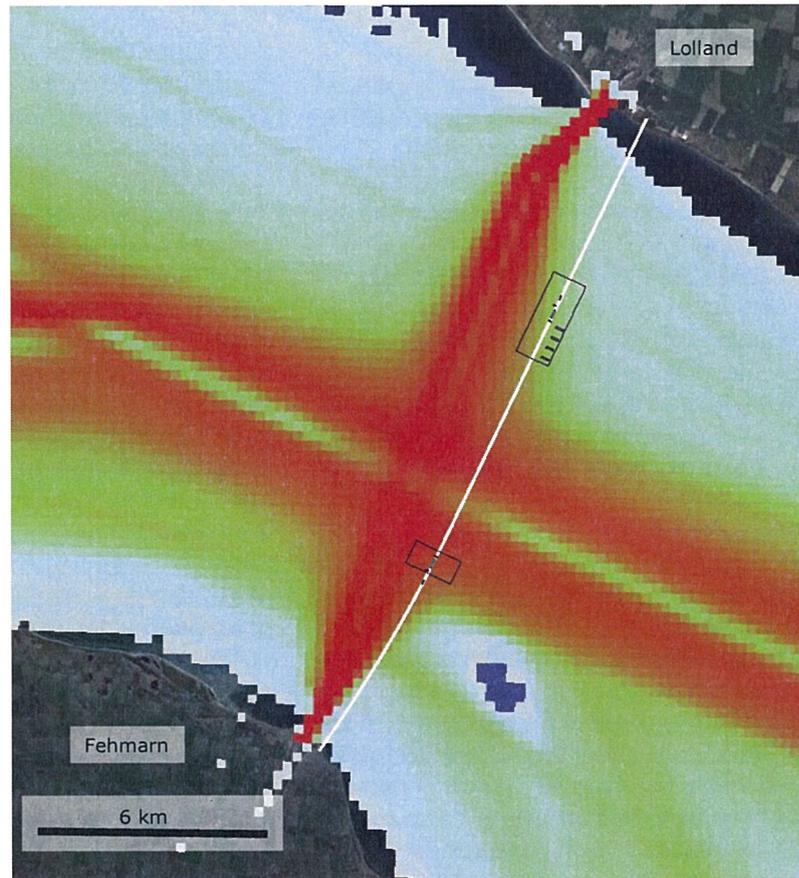


Figure 11-7 Nominal work area (near the Lolland shore) and minimum size work area (near route T).

Abbildung 11-7 Arbeitsbereich von nominaler Größe (in der Nähe der Küste von Lolland) und Arbeitsbereich von Mindestgröße (in der Nähe der T-Route).

The immersion will progress from the Lolland and Fehmarn shores simultaneously and the two fronts will meet in the centre of the Fehmarnbelt.

Das Absenken erfolgt gleichzeitig von den Küsten Lollands und Fehmarns aus. Die zwei Fronten werden sich in der Mitte des Fehmarnbelts treffen.



12. HAZARD AND RISK CONTROL OPTIONS WORKSHOP

A two day workshop was held in Maribo September 6-7 2011 with the purpose of identifying hazards and risk control options for the non-construction ship traffic during the construction phase.

The workshop had participants invited by the German and Danish authorities, representatives from German and Danish authorities, representatives from [the project proponents](#) and consultants from the navigational safety team and the tunnel design team. The workshop had a total of 36 participants. 25 of the participants were invited by the authorities and covered pilots, captains, representatives from [Scandlines](#), fishing and pleasure craft organisations and representatives from the Danish and the German authorities with experience within various aspects of navigational safety.

The basis for the workshop were results from analyses of the existing vessel traffic in Fehmarnbelt, the ship traffic volumes for 2020 as presented in the traffic forecast, the construction activities as described above and an initial set of five risk control options (maritime coordination group, VTS, guard ships, work vessel coordination and marking of work areas).

At the workshop 23 hazards, related to loss of life, loss of property and damage to the environment, were identified. Once hazards had been identified the participants were asked to identify possible risk control options for each hazard. Risk control options were identified for the individual hazards. However, most risk control options were relevant for more than one hazard.

From the workshop a long list of possible risk control options is compiled. The list comprises more than 100 entries in 20 categories - some of the entries are very similar. Some entries

12. WORKSHOP ZU GEFÄHRDUNGEN UND MASSNAHMEN ZUR RISIKOMINDERUNG

Am 6. und 7. September 2011 wurde ein zweitägiger Workshop in Maribo durchgeführt. Ziel des Workshops war die Ermittlung der Gefährdungen sowie von Maßnahmen zur Risikominderung für den „non-construction“ Schiffsverkehr in der Bauphase.

Teilnehmer des Workshops waren die von den deutschen und den dänischen Behörden eingeladenen Teilnehmer, Vertreter der deutschen und der dänischen Behörden, Vertreter der [Vorhabenträger](#), Berater des nautischen Sicherheitsteams sowie des Tunnelentwurfsteams. Insgesamt 36 Teilnehmer nahmen am Workshop teil, 25 davon wurden von Behörden eingeladen. Unter ihnen waren Lotsen, Kapitäne, Vertreter [von Scandlines](#), der Fischereiorganisationen und Organisationen der nichtgewerblichen Schifffahrt sowie Vertreter der dänischen und der deutschen Behörden mit Erfahrung in unterschiedlichen Bereichen der nautischen Sicherheit.

Die Grundlagen für den Workshop waren die Ergebnisse der Analysen des bestehenden Schiffsverkehrs im Fehmarnbelt, das in der Verkehrsprognose vorgelegte Verkehrsaufkommen für 2020, die oben beschriebenen Bautätigkeiten sowie die einleitenden fünf Maßnahmen zur Risikominderung (Maritime Koordinierungsgruppe, VTS, Verkehrssicherungsfahrzeuge, Koordination der Arbeitsfahrzeuge und Markierung der Arbeitsbereiche).

Im Workshop wurden 23 Gefährdungen ermittelt, die mit Verlust an Menschenleben, Sach- oder Umweltschäden zusammenhängen. Nach der Ermittlung dieser Gefährdungen definierten die Teilnehmer mögliche Maßnahmen zur Risikominderung für jede Gefährdung. Dabei wurden für die einzelnen Gefährdungen Maßnahmen zur Risikominderung ermittelt. Die meisten Maßnahmen zur Risikominderung waren jedoch für mehr als eine der Gefährdungen relevant.

Ergebnis des Workshops war eine Liste möglicher Maßnahmen zur Risikominderung. Die Liste umfasst mehr als 100 Einträge in 20 Kategorien – von denen einige sehr ähnlich



relate to the set of initial risk control options and some entries relate to possible additional risk control options. Some risk control options are identified in relation to specific hazards and some are identified as general risk control options having effect on many hazards. [The minimum required risk control options for the construction phase mentioned in section 3 result from this workshop.](#)

12.1 Follow up on identified hazards

The identified hazards are input to the quantitative risk assessment (see section 13). In the risk assessment they influence the formulation and modelling of the included accident scenarios.

12.2 Follow up on risk control options

The information about risk control options compiled at the workshop is structured and reported in a risk control options catalogue. The purpose of the risk control options catalogue is to structure input about the initial set of risk control options and the suggested possible additional risk control options, so that this input can be used if it is found feasible in the process up until and during the construction phase.

sind. Einige Einträge beziehen sich auf die einleitenden fünf Maßnahmen zur Risikominderung und einige auf die möglichen zusätzlichen Maßnahmen zur Risikominderung. Einige der Maßnahmen werden in Zusammenhang mit spezifischen Gefährdungen und einige als allgemeine Maßnahmen zur Risikominderung definiert. [Die in Abschnitt 3 genannten risikomindernden Maßnahmen während der Bauphase resultieren aus den Ergebnissen dieses Workshops.](#)

12.1 Weiterverfolgung der ermittelten Gefährdungen

Die ermittelten Gefährdungen sind *Inputs (=Vorgaben)* für die quantitative Risikobewertung (siehe Abschnitt 13). In der Risikobewertung haben sie einen Einfluss auf die Formulierung und Modellierung der einbezogenen Unfallszenarien.

12.2 Weiterverfolgung der Maßnahmen zur Risikominderung

Die während des Workshops zusammengestellten Informationen über Maßnahmen zur Risikominderung werden in einem Katalog der Maßnahmen zur Risikominderung strukturiert und wiedergegeben. Ziel dieses Kataloges ist es, die *Inputs* zu den einleitenden Maßnahmen und die möglichen zusätzlichen Maßnahmen zur Risikominderung zu strukturieren, so dass sie verwendet werden können, wenn dies während des Prozesses bis zur und in der Bauphase für machbar gehalten wird.



13. RISK ASSESSMENT

The risk assessment quantifies the risk from hazards identified at the workshop (see section 12). Risks related to human safety, property and environment are included and the quantification is based on a theoretical risk model for estimation of frequencies and consequences from ship accidents.

This section summarises the risk assessment results. In addition, the original risk assessment is provided as an attachment together with an introduction.

The results are given both in terms of the yearly frequency of having an accident and in terms of risk – the combination of accident frequency and accident consequence. The risk is quantified as average annual risk in euro ([EUR]) using capitalisation figures for the various risk types (human safety, property and environment), and shown as risk index values.

The risk assessment includes a number of scenarios including a reference scenario and a construction scenario:

- **Reference scenario**
Covers a situation with no construction works in the area and is based on the traffic forecast for year 2020. No VTS system is established.
- **Construction scenario**
Covers the construction phase with activities conducted as described in section 11 and is based on the traffic forecast for year 2020. Also an initial set of five risk control options (maritime coordination group, VTS, guard ships, work vessel coordination and marking of work areas) is included.

The risk from accidents involving the non-construction ship traffic is quantified for each scenario.

When analysing risk during the construction phase the interaction between the non-construction ship traffic and the offshore construction activities is included. All collisions between the construction vessels and non-construction ships are included. Also the potential for increasing the frequency of

13. RISIKOBEWERTUNG

Die Risikobewertung quantifiziert die Risiken der auf dem Workshop ermittelten Gefährdungen (siehe Abschnitt 12). Es handelt sich dabei um Risiken für Personensicherheit, Sachwerte und Umwelt. Die Quantifizierung basiert auf einem theoretischen Risikomodell für die Abschätzung von Häufigkeiten sowie der Konsequenzen von Schiffsunfällen.

In diesem Abschnitt werden die Ergebnisse der Risikobewertung zusammengefasst. Ergänzend ist die Risikobewertung selbst mit einer Einleitung als Anhang beigefügt.

Die Ergebnisse werden durch die jährliche Unfallhäufigkeit sowie das Risiko – die Kombination der Häufigkeit und der Folgen eines Unfalls – dargelegt. Das Risiko wird durch das durchschnittliche Risiko in Euro (EUR) auf der Grundlage der Kapitalisierungskosten für die verschiedenen Risikotypen (Personensicherheit, Sachwerte und Umwelt) quantifiziert und als Risikoindexwerte angezeigt.

Die Risikobewertung umfasst eine Reihe Szenarien, hierunter ein Referenzszenario und ein Bauszenario:

- **Das Referenzszenario**
Bezieht sich auf eine Situation ohne Bauarbeiten im Gebiet und basiert auf der Verkehrsprognose 2020. Kein VTS ist eingerichtet.
- **Das Bauszenario**
Bezieht sich auf die Bauphase mit den in Abschnitt 11 beschriebenen Tätigkeiten und basiert auf der Verkehrsprognose 2020. Auch die anfänglichen fünf Maßnahmen zur Risikominderung (die Maritime Koordinierungsgruppe, VTS, Verkehrssicherungsfahrzeuge, Koordination der Arbeitsfahrzeuge und Markierung der Arbeitsbereiche) werden berücksichtigt.

Für jedes Szenario wird das Unfallrisiko mit dem „non-construction“ Schiffsverkehr quantifiziert.

Die Interaktion zwischen dem „non-construction“ Verkehr und den Offshore-Bautätigkeiten wird in den Analysen des Risikos in der Bauphase berücksichtigt. Alle Kollisionen zwischen den Arbeitsfahrzeugen und „non-construction“ Schiffen werden eingeschlossen. Auch die mögliche erhöhte



collisions between non-construction ships due to the presence of the work areas is included in the models for collision between non-construction ships.

All risk results are given as the average annual risk and shown as index values with the reference scenario having index 100. Hence, all risk values are directly comparable regardless of the duration of the construction period.

Kollisionshäufigkeit zwischen „non-construction“ Schiffen durch die Arbeitsbereiche wird in den Modellen für die Kollision zwischen „non-construction“ Schiffen berücksichtigt.

Alle Risikoergebnisse werden als durchschnittliches jährliches Risiko dargestellt, und als Indexwerte angezeigt, wobei der Indexwert des Referenzszenarios 100 ist. Infolgedessen sind ungeachtet der Dauer der Bauzeit alle Risikowerte direkt vergleichbar.

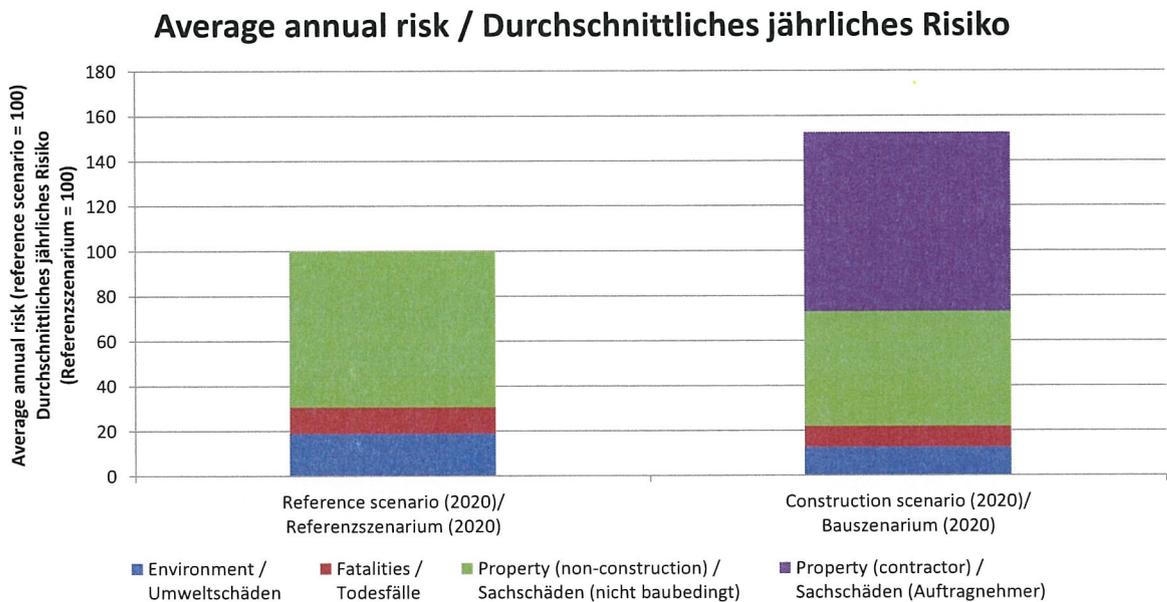


Figure 13-1 Average annual risk, medium prognosis.

The average annual risk in the construction scenario is higher than the risk in the reference scenario. However, more than half of the risk in the construction scenario is related to property damage to construction vessels and in particular to tunnel elements.

The risk of environmental damage and fatalities is reduced from the reference scenario to the construction scenario. This is due to the initial set of risk control options which reduces the number of accidents and hence reduces the risk related to accidents that would have occurred also without construction activities (as modelled in the reference scenario). Also the risk of property damage to non-construction vessels is reduced in the construction scenario.

Property damage to the tunnel elements occurs as a consequence of collisions between non-construction ships and tunnel elements

Abbildung 13-1 Durchschnittliches jährliches Risiko, Mittelprognose.

Das durchschnittliche jährliche Risiko im Bauszenario ist höher als das im Referenzszenario. Mehr als die Hälfte des Risikos in dem Bauszenario bezieht sich jedoch auf Sachschäden an Arbeitsfahrzeugen und insbesondere an den Tunnelelementen.

Das Risiko für Umweltschäden und tödliche Unfälle ist vom Referenzszenario bis zum Bauszenario reduziert. Dies ist auf die eingangs festgelegten Maßnahmen zur Risikominderung zurückzuführen, die die Anzahl der Unfälle reduzieren und damit auch das Risiko, das mit Unfällen, die auch ohne Bautätigkeiten entstanden wären, verbunden ist (wie im Referenzszenario modelliert). Auch das Risiko für Sachschäden an „non-construction“ Fahrzeugen wird im Bauszenario reduziert.

Sachschäden an den Tunnelelementen finden als eine Folge von Kollisionen zwischen „non-construction“ Schiffen und Tunnelelementen



towed to or stored in the holding areas or the work areas. The tunnel elements are expensive to repair or replace in case of a collision, and therefore even a low frequency for collisions with tunnel elements leads to a high risk.

In conclusion the risk assessment shows that with the initial set of risk control options, the risk for non-construction ships during the construction phase can in general be kept at the same level as the risk in the reference scenario without construction activities. The most significant risk contribution during the construction phase originates from property damage to the tunnel elements.

statt, die zu den Lagerstätten oder Arbeitsbereichen geschleppt oder in den Lagerstätten oder Arbeitsbereichen gelagert werden. Die Reparatur oder der Ersatz der Tunnelelemente bei einer Kollision ist teuer, weshalb selbst eine niedrige Kollisionshäufigkeit mit den Tunnelelementen als ein hohes Risiko bewertet wird.

Abschließend zeigt die Risikobewertung, dass das Risiko für „*non-construction*“ Schiffe in der Bauphase im Allgemeinen mit den einleitenden Maßnahmen zur Risikominderung in der gleichen Größenordnung liegt wie das Risiko im Referenzszenario ohne Bautätigkeiten. Der signifikanteste Risikobeitrag in der Bauphase stammt aus Schäden an Tunnelelementen.



ATTACHMENT 28.1.1

Attached in the following is the complete risk assessment from September 2012 in Attachment 28.1.1 with the title "Immersed Tunnel. Construction phase risk assessment. Impact from offshore construction activities on non-construction ship traffic in Fehmarnbelt" (hereafter: the risk assessment).

The risk assessment was developed and updated during 2011 and 2012. The construction program has been updated since then is described in the current document and in Anlage 27.1:

- Ship traffic related to establishment of work harbours is not included in the risk assessment
- An activity removing additional sediments formed between dredging and immersion of tunnel elements is described in Anlage 27.1, but not explicitly included in the risk assessment.
- The size of the work areas and the detail level of the construction schedule differ between the risk model and the current descriptions.
- The northern holding area for offshore storage of tunnel elements is, in Anlage 27.1, placed closer to Route T and has a different shape than assumed in the risk assessment.

Validity of the risk assessment

Overall, the risk assessment still provides a valid assessment of the general risk related to the impact of offshore construction activities to non-construction traffic for the currently indicative construction schedule. The following is noted:

- Construction activities related to the work harbours do not have a significant impact on the risk assessment related to non-construction traffic as the work harbours are established at the shores of Lolland and Fehmarn.
- The risk model is a simplification of the construction schedule providing an overall risk assessment related to the type, intensity and placement of construction activities. The further detailing of the construction schedule into more time periods and the smaller changes to the work areas, etc. do not have a significant

ANLAGE 28.1.1

In Anlage 28.1.1 ist die vollständige Risikobewertung vom September 2012 mit dem Titel „Absenktunnel. Risikobewertung für die Bauphase. Auswirkungen der Offshore-Baumaßnahmen auf den nicht baubedingten Schiffsverkehr im Fehmarnbelt“ (nachstehend: die Risikobewertung) beigefügt.

Die Risikobewertung wurde in den Jahren 2011 und 2012 entwickelt und aktualisiert. Das Bauprogramm ist seit dem konkretisiert worden, welches in dem vorliegenden Dokument und in Anlage 27.1 beschrieben ist:

- Der Schiffsverkehr zur Einrichtung von Arbeitshäfen ist nicht in der Risikobewertung eingeschlossen.
- Mögliche Aktivitäten zur Beseitigung von Sediment im Zeitraum zwischen dem Aushub des Grabens und der Absenkung der Tunnelelemente sind in Anlage 27.1 beschrieben aber nicht explizit in der Risikobewertung eingeschlossen.
- Die Größe der Arbeitsbereiche und die Detailtiefe des Bauablaufs unterscheiden sich in dem Risikomodell und in der aktuellen Beschreibung voneinander.
- In Anlage 27.1 ist der nördliche Vorhaldebereich für die Offshore-Bereithaltung der Tunnelelemente näher an der T-Route gelegen und hat eine andere Form als in der Risikobewertung angenommen.

Plausibilitätsprüfung der Risikobewertung

Insgesamt liefert die Risikobewertung auch weiterhin eine zulässige Bewertung des generellen Risikos bezüglich der Auswirkungen der Offshore-Bauaktivitäten auf den „non-construction“ Verkehr für den aktuell vorgesehenen Bauablauf. Folgendes ist zu beachten:

- Bauaktivitäten für die Arbeitshäfen haben keine signifikante Auswirkung auf die Risikobewertung in Bezug auf „non-construction“ Verkehr, weil die Arbeitshäfen an den Küsten von Lolland und Fehmarn liegen.
- Das Risikomodell ist eine Vereinfachung des Bauablaufs und liefert eine Gesamtrisikobewertung in Bezug auf Art, Intensität und Lage der Bauaktivitäten. Die detailliertere Aufteilung des Bauablaufs in Zeiträume und Konkretisierungen an den Arbeitsgebieten usw. werden keine signifikante Auswirkung auf die Ergebnisse des Risikomodells haben, weil die generelle



- impact on the risk model results as the overall location and intensity of the construction activities is unchanged.
- The final location and use of the holding areas may have a potential impact on the risk assessment results. However, it is assumed in the risk assessment that the maximum possible number of tunnel elements is stored along the tunnel alignment within the work areas; even close to and in Route T. The risk assessment results related to collisions between non-construction traffic and tunnel elements is therefore still assessed to be valid or even conservative.
 - The current development in non-construction traffic in Fehmarnbelt seems to indicate that the traffic intensity in 2020 and 2030 will be lower than forecasted; primarily due to the financial crisis. The relative comparisons between scenarios in the risk assessment are still valid, or even conservative in case the non-construction traffic volume is lower than forecasted for the risk assessment.
- Lage und die Intensität der Bauaktivitäten unverändert bleiben.
 - Die endgültige Lage und die Nutzung der Vorhaltebereiche können sich potenziell auf die Resultate der Risikobewertung auswirken. In der Risikobewertung wird jedoch angenommen, dass die höchstmögliche Anzahl von Tunnelelementen entlang der Tunnelstreckenführung innerhalb der Arbeitsgebiete gelagert werden, auch auf und in der Nähe der T-Route. Die Risikobewertung möglicher Kollisionen zwischen „non-construction“ Verkehr und Tunnelelementen ist deshalb auch weiterhin als zulässig bzw. sogar als konservativ zu betrachten.
 - Die aktuelle Entwicklung des „non-construction“ Verkehrs im Fehmarnbelt deutet darauf hin, dass das Verkehrsaufkommen in den Jahren 2020 und 2030, vor allem aufgrund der Finanzkrise, niedriger sein wird als prognostiziert. Die relativen Vergleiche zwischen den Szenarien der Risikobewertung sind auch weiterhin zulässig bzw. sogar konservativ angesetzt, falls der „non-construction“ Verkehr niedriger sein wird als in der Bewertung vorausgesagt.

The development in ship traffic will be continuously followed by the project proponents in order to ensure that the prognosis is still representative or conservative in the actual construction years. Moreover, the risk assessment will be re-evaluated based on the final construction schedules as part of the basis for the work of the Maritime Coordination Group.

Die Vorhabenträger werden die Entwicklung des Seeschiffsverkehrs kontinuierlich verfolgen, um sicherzustellen, dass auch zum Zeitpunkt der Bauarbeiten die Einschätzung des Verkehrsaufkommens als repräsentativ oder konservativ gelten kann. Außerdem wird die Risikobewertung, basierend auf dem endgültigen Bauablauf, als Teil der Arbeitsgrundlage für die Maritime Koordinierungsgruppe neu bewertet werden.

Femern A/S

Fehmarnbelt Fixed Link / Feste Fehmarnbeltquerung

Navigational Safety during tunnel construction phase / Sicherheit des
Schiffsverkehrs in der Tunnelbauphase

September 2013 / September 2013



UNGÜLTIG!
Siehe Deckblatt!

FEMERN BELT FIXED LINK

NAVIGATIONAL SAFETY DURING

TUNNEL CONSTRUCTION PHASE /

SICHERHEIT DES SEESCHIFFSVERKEHRS

IN DER TUNNELBAUPHASE

**NAVEGATION SAFETY DURING
TUNNEL CONSTRUCTION PHASE / SICHERHEIT DES
SEESCHIFFSVERKEHRS IN DER TUNNELBAUPHASE**

Index **0**
Datum **10/09/2013**
Aufgestellt von **FMR/APE/LNA**
Geprüft von **TOKJ/SAT/TCO**
Genehmigt von **Finn Mølsted Rasmussen**

gez. Finn Mølsted Rasmussen

01.10.2013

Ref R-6681020-029-0

Revision	Date	Made by	Checked by	Approved by	Description



TABLE OF CONTENTS / INHALTSVERZEICHNIS

1. Introduction	1	1. Einleitung	1
2. List of terms	2	2. Begriffserklärungen	2
3. Risk control options during construction phase	3	3. Maßnahmen zur Risikoverminderung in der Bauphase	3
3.1 Maritime coordination group	3	3.1 Maritime Koordinierungsgruppe	3
3.2 Other risk control options	4	3.2 Andere Maßnahmen zur Risikoverminderung	4
3.3 Additional safety measures	9	3.3 Zusätzliche Sicherheitsmaßnahmen	9
4. Risk control options after the construction phase	10	4. Maßnahmen zur Risikoverminderung nach der Bauphase	10
5. Process for evaluation of risk control options	11	5. Verfahren zur Bewertung der Maßnahmen zur Risikoverminderung	11
6. Organisation	13	6. Organisation	13
7. Project definition	14	7. Projektdefinition	14
8. Existing vessel traffic	15	8. Bestehender Schiffsverkehr	15
9. Traffic forecast	17	9. Verkehrsprognose	17
10. Construction activities	19	10. Bautätigkeiten	19
10.1 Dredging phase	20	10.1 Aushubphase	20
10.2 Immersion phase	23	10.2 Absenkphase	23
11. Hazard and risk control options workshop	26	11. Workshop zu Gefährdungen und Maßnahmen zur Risikoverminderung	26
11.1 Follow up on identified hazards	27	11.1 Weiterverfolgung der ermittelten Gefährdungen	27
11.2 Follow up on risk control options	27	11.2 Weiterverfolgung der Maßnahmen zur Risikoverminderung	27
12. Risk assessment	28	12. Risikobewertung	28



1. INTRODUCTION

The objective of the navigational studies is to deliver a decision basis for the authorities' evaluation of marine safety and navigational arrangements. With an immersed tunnel as the preferred solution the focus will be on maintaining safety and efficiency for the ship traffic both during the construction phase and after the construction phase of an immersed tunnel crossing Fehmarnbelt.

The studies are therefore concerned with navigational safety for the non-construction ship traffic. Non-construction ship traffic is here defined as ship traffic in Fehmarnbelt not involved in the construction activities, i.e. commercial traffic on route T, ferry traffic, local commercial traffic, fishing boats and pleasure crafts. When analysing navigational safety during the construction phase the interaction between the non-construction ship traffic and the tunnel offshore construction activities is included.

In recognition of the complexity of the offshore construction activities a set of risk control options is introduced during the construction phase (see section 3). After the construction phase all navigational conditions will appear as they do today so no risk control options are planned after the construction phase (see section 4).

At the present time the set of risk control options shall be considered as a minimum standard described to provide the necessary input to the plan approval phase in Germany. After the approval phase details in the set of risk control options may be changed or new risk control options may be introduced. Changes or additions to the set of risk control options will, in all cases, be decided in co-operation with the German and Danish authorities.

1. EINLEITUNG

Ziel der Navigationsstudien ist es, den Behörden für die Bewertung der Seeverkehrssicherheit und der Navigationssysteme eine Entscheidungsgrundlage zu bieten. Mit einem Absenktunnel als bevorzugte Lösung steht die Aufrechterhaltung der Sicherheit und Leichtigkeit des Schiffsverkehrs in der Bauphase eines Absenktunnels und nach der Bauphase im Fokus.

Die Studien befassen sich deshalb mit der Sicherheit des „non-construction“ Schiffsverkehrs. Der „non-construction“ Schiffsverkehr wird hier als der nicht an den Bauarbeiten beteiligte Schiffsverkehr im Fehmarnbelt definiert, d.h. Handelsschiffe der T-Route, Fähren, lokale gewerbliche Schiffe, Fischereifahrzeuge und Yachten. Die Interaktion zwischen dem „non-construction“ Verkehr und den Offshore-Bautätigkeiten des Tunnelbaus wird in den Analysen der nautischen Sicherheit in der Bauphase berücksichtigt.

Angesichts der Komplexität der Offshore-Bautätigkeiten werden eine Reihe von Maßnahmen zur Risikoverminderung in der Bauphase eingeführt (siehe Abschnitt 3). Nach der Bauphase werden keine Maßnahmen zur Risikoverminderung geplant, da alle Navigationsbedingungen dann dem heutigen Stand entsprechen (siehe Abschnitt 4).

Die Maßnahmen zur Risikoverminderung sollen derzeit als Mindeststandard betrachtet werden, welcher für das Planfeststellungsverfahren in Deutschland notwendig ist. Nach dem Planfeststellungsverfahren können die Maßnahmen zur Risikoverminderung geändert oder neue Maßnahmen eingeführt werden. Die Änderungen und Ergänzungen der Maßnahmen zur Risikoverminderung sind in jedem Fall in Zusammenarbeit mit den deutschen und dänischen Behörden festzulegen.

2. LIST OF TERMS	2. BEGRIFFSERKLÄRUNGEN
Non-construction	<i>Non-construction</i> (nicht an den Bauarbeiten beteiligt)
Risk control option (RCO)	Maßnahmen zur Risikoverminderung (RCO)
Vessel traffic service (VTS)	VTS (Verkehrsleit- und Informationssystem) (Schiffsverkehrsdienste)
Work vessel coordination (WVC)	Koordination der Arbeitsfahrzeuge (WVC)

RISK CONTROL OPTIONS DURING CONSTRUCTION PHASE

The offshore construction activities will be intense during the construction phase and this will influence the navigational safety for the non-construction ship traffic. Therefore, a set of risk control options are decided with the purpose of maintaining safety for the non-construction ship traffic during the construction phase.

The introduced set of risk control options relate to:

- Maritime coordination group
- Vessel Traffic Service (VTS)
- Guard ships
- Work vessel coordination
- Marking of work areas
- Number and location of work areas
- Conditions for non-construction ship traffic
- Restrictions for construction vessels
- Allocation of Tug boat

3.1 Maritime coordination group

In the maritime coordination group the German and Danish maritime authorities and Femern A/S have organised their common effort to maintain safety and efficiency for the non-construction ship traffic in the Fehmarnbelt during the construction phase.

In a continuous process until and during the construction phase the maritime coordination group will monitor navigational safety to test if the applied risk control options are working as planned. If it is judged to be necessary, the maritime coordination group will adjust the applied risk control options or introduce new risk control options.

The plans for the construction phase shall be considered as indicative at the present stage of the project. Contractors are selected after the plan approval period. The contractors may change the plans for the construction phase. If future contractors change the plans for the offshore construction activities then the new plans must comply with the decided set of risk control options and the plans must be approved by the "maritime coordination group".

3. MAßNAHMEN ZUR RISIKOVERMINDERUNG IN DER BAUPHASE

Die in der Bauphase intensiven Offshore-Bautätigkeiten werden die Seeverkehrssicherheit des „non-construction“ Schiffsverkehrs beeinflussen. Deshalb werden eine Reihe von Maßnahmen zur Risikoverminderung festgelegt, um die Sicherheit des „non-construction“ Schiffsverkehrs in der Bauphase aufrecht zu erhalten.

Die eingeführten Maßnahmen zur Risikoverminderung umfassen die folgenden Bereiche:

- Maritime Koordinierungsgruppe
- VTS (Schiffsverkehrsdienste)
- Verkehrssicherungsfahrzeuge
Koordinierung der Arbeitsfahrzeuge
- Markierung der Baubereiche
- Anzahl und Lage der Baubereiche
- Bedingungen für den „non-construction“ Schiffsverkehr
- Beschränkungen für Arbeitsfahrzeuge
- Schlepperbereitstellung

3.1 Maritime Koordinierungsgruppe

Zur Aufrechterhaltung der Sicherheit und Leichtigkeit des „non-construction“ Schiffsverkehrs im Fehmarnbelt während der Bauphase haben die deutschen und die dänischen Seeschiffahrtsbehörden gemeinsam mit Femern A/S ihre Arbeit in der sogenannten maritimen Koordinierungsgruppe organisiert.

Vor und während der Bauphase wird die maritime Koordinierungsgruppe die Seeverkehrssicherheit kontinuierlich überwachen, um die ordnungsgemäße Funktion der Maßnahmen zur Risikoverminderung zu gewährleisten. Falls erforderlich wird die maritime Koordinierungsgruppe die angewandten Maßnahmen zur Risikoverminderung anpassen bzw. neue Maßnahmen einführen.

Im derzeitigen Stadium des Projektes sind die Ablaufpläne für die Bauphase als indikativ (nach bestem Wissen) zu betrachten. Die Bauunternehmer werden nach dem Planfeststellungsverfahren beauftragt. In der Bauphase können die Bauunternehmer den Ablaufplan ändern. Wenn hier jedoch der Ablaufplan für die Offshore-Bautätigkeiten geändert wird, müssen die neuen Ablaufpläne die in diesem Abschnitt dargestellten Maßnahmen zur Risikoverminderung

Seen in this view the main risk control option is to establish a "maritime coordination group".

In this context, it is pointed out that the maritime coordination group cannot make any sovereign decisions, but identify, assess and professionally prepare the requirement of such measures.

The maritime coordination group represents the link between the conceptual planning and the operational implementation so to speak. If sovereign measures are required, they will be taken up by the respective German or Danish representatives of authority and assigned to the responsible authorities for decision and implementation.

3.2 Other risk control options

In the effort of maintaining safety and efficiency for the non-construction ship traffic in Fehmarnbelt during the construction phase the principle has been to limit the disturbance of the non-construction ship traffic in Fehmarnbelt as much as possible. This is done by containing all construction activities inside marked work areas of limited size and conducting all traffic with construction vessels to or from these work areas east of the tunnel alignment. Non-construction ship traffic is not allowed to enter the work areas.

So, apart from the work areas and the construction traffic to and from the work areas the navigational conditions for the non-construction ship traffic during the construction phase will appear as today.

With the purpose of limiting the implications on navigational safety for the non-construction ship traffic during the construction phase, a minimum standard of a maritime coordination group and eight other risk control options are introduced:

- 1 Vessel Traffic Service (VTS),
- 2 guard ships,
- 3 work vessel coordination,

einhalten. Darüber hinaus müssen die Ablaupläne von der maritimen Koordinierungsgruppe genehmigt werden.

Vor diesem Hintergrund ist die Hauptaufgabe der Maßnahmen zur Risikoverminderung die Einrichtung einer „maritimen Koordinierungsgruppe“.

In diesem Zusammenhang ist darauf hinzuweisen, dass diese Koordinierungsgruppe keine hoheitlichen Entscheidungen treffen kann, sondern die Notwendigkeit von solchen Maßnahmen erkennt, bewertet und fachlich vorbereitet.

Die „maritime Koordinierungsgruppe“ stellt das Bindeglied zwischen der konzeptionellen Planung und der operativen Umsetzung dar. Sofern hoheitliche Maßnahmen erforderlich sind, werden diese durch die jeweiligen deutschen oder dänischen Behördenvertreter aufgegriffen und an die zuständigen Behörden zwecks Entscheidung und Realisierung überwiesen.

3.2 Weitere Maßnahmen zur Risikoverminderung

Um in der Bauphase die Sicherheit und Leichtigkeit des „non-construction“ Schiffsverkehrs im Fehmarnbelt aufrecht zu erhalten, sollen Störungen des „non-construction“ Schiffsverkehrs im Fehmarnbelt so weit wie möglich begrenzt werden. Dazu werden alle Bautätigkeiten innerhalb begrenzter, gekennzeichnete Baubereiche ausgeführt und der Gesamtverkehr der Arbeitsfahrzeuge zu und von diesen Baubereichen östlich der Tunneltrasse abgewickelt. „Non-construction“ Schiffsverkehr wird innerhalb der Baubereiche nicht zugelassen.

Damit werden, abgesehen von den Baubereichen und dem Arbeitsverkehr zu und von den Baubereichen, die Navigationsbedingungen für den „non-construction“ Schiffsverkehr dem heutigen Stand entsprechen.

Um die Auswirkungen auf die Navigationssicherheit des „non-construction“ Schiffsverkehrs in der Bauphase zu beschränken, wird ein Mindeststandard von einer maritimen Koordinationsgruppe sowie acht weitere Maßnahmen zur Risikoverminderung eingeführt:

- 1 Vessel Traffic Service VTS,
- 2 Verkehrssicherungsfahrzeuge,
- 3 Koordination von Arbeitsfahrzeugen,

- 4 marking of work areas,
- 5 number and location of work areas,
- 6 conditions for non-construction ship traffic and
- 7 restrictions for construction vessels.
- 8 Allocation of tug boat

Vessel Traffic Service (VTS)

A temporary VTS (Fehmarn Belt VTS) covering the construction area and areas leading up to the construction area is established during the construction phase.

- 4 Markierung der Baubereiche,
- 5 Anzahl und Lage der Baubereiche,
- 6 Bedingungen für den „non-construction“ Schiffsverkehr und
- 7 Beschränkungen für Arbeitsfahrzeuge.
- 8 Schlepperbereitstellung

Verkehrsleit- und Informationssystem (VTS)

Während der Bauphase wird für die Baubereiche sowie die zur Baustelle führenden Gebiete ein temporäres VTS (Fehmarn Belt VTS) installiert.

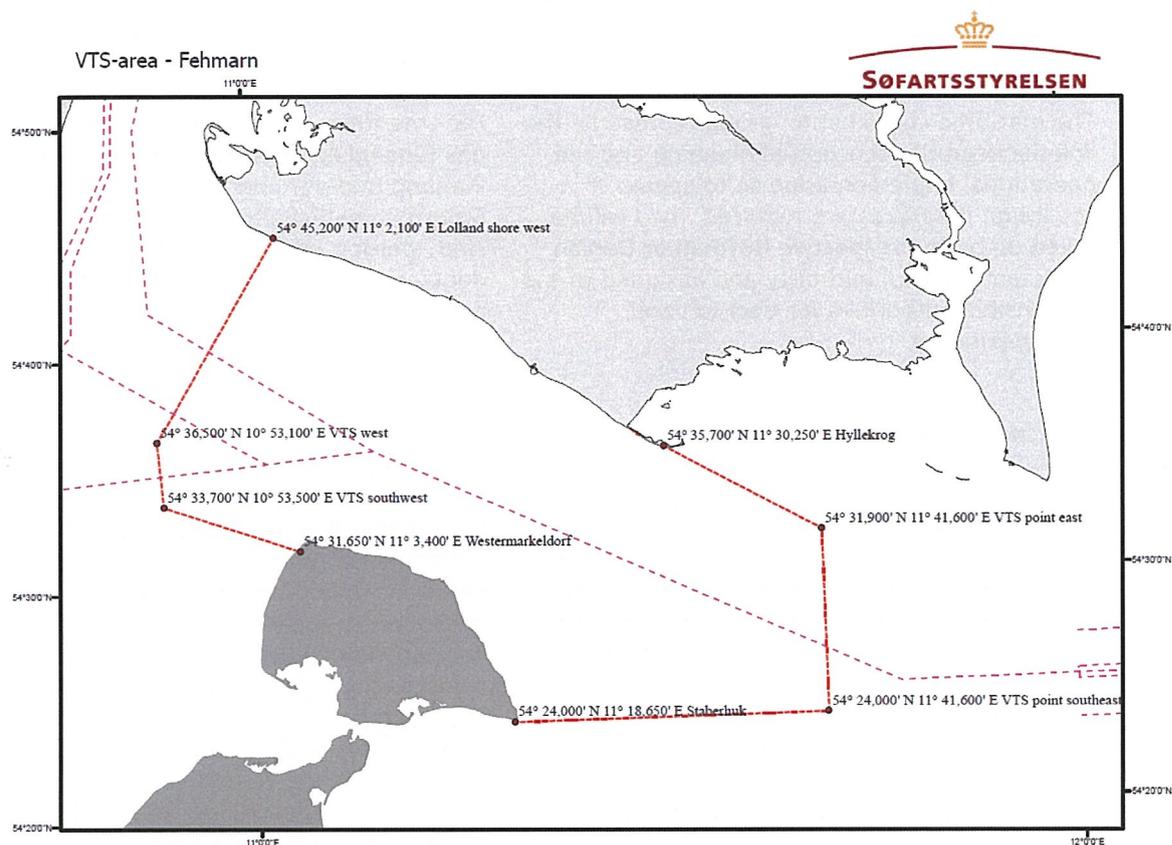


Figure 3-1 Area covered by Fehmarn Belt VTS during the tunnel construction phase.

Abbildung 3-1 Das Gebiet des Fehmarn Belt VTS in der Tunnelbauphase.

Fehmarn Belt VTS is a common German and Danish VTS operated by the German and Danish authorities.

Das Fehmarn Belt VTS ist ein System, das von den deutschen und dänischen Behörden gemeinsam betrieben wird.

In matters concerning navigational safety for the non-construction ship traffic Fehmarn Belt VTS will be the acting authority in the area. In these matters guard ships and work vessel coordination shall assist and coordinate with the Fehmarn Belt VTS.

Das Fehmarn Belt VTS ist während der Bauphase maßgeblich für die Verkehrssicherheit des „non construction“ Schiffsverkehrs im Fehmarnbelt zuständig. Die Verkehrssicherungsfahrzeuge und die Koordination der Arbeitsfahrzeuge sollen diesbezüglich das Fehmarn Belt VTS unterstützen und mit dem Fehmarn Belt VTS koordinieren.

VTS will provide information to non-construction ships about the construction activities. VTS will

Das VTS wird die „non-construction“ Schiffe über die Bautätigkeiten sowie über spezielle

also provide information about specific and urgent situations, which could cause conflicting traffic movements as well as other information concerning safety of navigation for instance, information about weather, current, ice, water level, navigational problems or other hazards.

Guard ships

Guard ships will guard the work areas. Personnel onboard guard ships will try to prevent non-construction ships from entering the work areas. If a non-construction ship is heading towards a work area the guard ship personnel will, under the authority of VTS, try to establish contact and advise the non-construction ship to steer clear of the work area. If the non-construction ship does not react then the guard ship personnel can warn personnel onboard the construction vessels in the work area to give them time to react.

Each work area will be guarded by one guard ship at all times. The guard ships will be operated by a contractor working for Femern A/S with representatives from the German and Danish authorities onboard. The guard ships will be acting under the authority of the VTS.

Work Vessel Coordination (WVC)

A Work Vessel Coordination (WVC) function will monitor and coordinate all construction activities inside the work areas and all traffic with construction vessels in the entire construction area.

The WVC will be operated by Femern A/S. In matters concerning navigational safety for the non-construction ship traffic the WVC will act under the authority of the VTS.

Marking of work areas

The perimeter of the work areas will be marked to clearly define the borders of the work areas as a help to both the non-construction ship traffic and the traffic with construction vessels.

The marking will be managed by the contractors. Details about the marking of the working areas will be decided in co-operation with the German and Danish authorities.

und dringende Situationen informieren, die einen Verkehrskonflikt verursachen könnten. Darüber hinaus wird es Informationen zur Navigationssicherheit wie Wetterverhältnisse, Strömungen, Eis, Wasserstand, Navigationsprobleme oder andere Gefährdungen übermitteln.

Verkehrssicherungsfahrzeuge

Verkehrssicherungsfahrzeuge werden für die Sicherung der Baubereiche und des Schiffsverkehrs eingesetzt. Das Personal an Bord dieser Fahrzeuge wird versuchen, den Einlauf von „non-construction“ Schiffen in die Baubereiche zu verhindern. Wenn ein „non-construction“ Schiff in Richtung eines Baubereiches fährt, wird das Personal des Verkehrssicherungsfahrzeugs unter der Aufsicht des VTS versuchen, Kontakt aufzunehmen und das „non-construction“ Schiff anweisen, die Baubereiche zu vermeiden. Sollte das „non-construction“ Schiff nicht reagieren, kann das Personal des Wachschiffes das Personal an Bord der Arbeitsfahrzeuge in den Baubereichen warnen, um Zeit zur Reaktion zu geben.

Jeder Baubereich wird stets von einem Verkehrssicherungsfahrzeug überwacht. Die Verkehrssicherungsfahrzeuge werden von einem für Femern A/S tätigen Bauunternehmer betrieben. An Bord der Schiffe befinden sich Vertreter der deutschen und dänischen Behörden. Die Verkehrssicherungsfahrzeuge arbeiten unter Aufsicht des VTS.

Koordination der Arbeitsfahrzeuge (WVC)

Eine WVC-Funktion wird alle Bautätigkeiten innerhalb der Baubereiche sowie den Gesamtverkehr mit den Arbeitsfahrzeugen der ganzen Baustelle überwachen und koordinieren.

Das WVC wird von Femern A/S betrieben. Bei der Verkehrssicherheit des „non-construction“ Schiffsverkehrs wird das WVC unter der Aufsicht des VTS arbeiten.

Markieren der Baustellen

Die Grenzen der Baubereiche werden eindeutig markiert, um sowohl den „non-construction“ Schiffsverkehr als auch den Verkehr der Arbeitsfahrzeuge zu unterstützen.

Die Markierung wird von den Bauunternehmern durchgeführt. Einzelheiten bezüglich der Markierung der Baubereiche werden in Zusammenarbeit mit den deutschen und den dänischen Behörden festgelegt.



Number and size of work areas

In order to ensure sufficient space in Fehmarnbelt to safely and efficiently conduct the non-construction ship traffic during the construction phase restrictions to the layout of work areas are introduced as a risk control option.

The restrictions may be formulated as restrictions to the size of work areas, the number of simultaneous work areas, the distance between work areas or the free passage distance for non-construction ship traffic on route T. The restrictions may be different for work areas close to route T and work areas away from route T.

The formulation of restrictions to layout of work areas will be agreed in co-operation with the German and Danish authorities in the Maritime coordination group.

Conditions for non-construction ship traffic

The non-construction ship traffic in Fehmarnbelt is sub-divided into four groups: *Rødbyhavn-Puttgarden ferry traffic, commercial traffic including traffic on route T, pleasure crafts and fishing vessels.*

The *Rødbyhavn-Puttgarden ferry traffic* will continue throughout the construction phase. In order to ensure that the ferry traffic is undisturbed by the construction activities it is planned to keep the ferries west of the construction area. The ferries will continue to use Rødbyhavn and Puttgarden harbours but after leaving the harbour they will go further west compared to the tracks seen today.

For the *non-construction commercial traffic (including traffic on route T)* there will be no restrictions. The location and marking of the centre line of route T will be unchanged. However, during the construction phase the non-construction ship traffic must plan their sailing routes around the work areas and take traffic with construction vessels into account. The VTS will, in due time, inform the non-construction traffic about all changes in the navigation conditions.

Anzahl und Lage der Baubereiche

Um ausreichend Raum im Fehmarnbelt zum sicheren und leichten „non-construction“ Schiffsverkehr in der Bauphase zu bieten, werden als eine Maßnahme zur Risikoverminderung Beschränkungen bei der Auslegung der Baubereiche eingeführt.

Die Beschränkungen können hinsichtlich der Größe der Baubereiche, der Anzahl gleichzeitiger Baubereiche, des Abstands zwischen den Baubereichen oder der freien Passierdistanz des „non-construction“ Schiffsverkehrs der T-Route formuliert werden. Die Beschränkungen können abhängig vom Abstand des Baubereichs zur T-Route variieren.

Der Wortlaut der Beschränkungen für die Baubereiche wird in Zusammenarbeit mit den deutschen und den dänischen Behörden im Rahmen der maritimen Koordinierungsgruppe definiert.

Bedingungen für den „non-construction“ Schiffsverkehr

Der „non-construction“ Schiffsverkehr im Fehmarnbelt wird in vier Gruppen unterteilt: *Fährverkehr zwischen Rødbyhavn und Puttgarden, Handelsverkehr einschließlich Verkehr auf der T-Route, Jachten und Fischereifahrzeuge.*

Der *Fährverkehr* zwischen Rødbyhavn und Puttgarden wird während der gesamten Bauphase fortgeführt. Zur Vermeidung von Störungen des Fährverkehrs durch Bautätigkeiten wird geplant, die Fähren westlich der Baubereiche zu halten. Die Fähren werden weiterhin die Häfen von Rødbyhavn bzw. Puttgarden nutzen, nach dem Verlassen der Häfen werden sie jedoch im Vergleich zu den heutigen Verkehrswegen weiter westlich fahren.

Für den „non-construction“ *Handelsverkehr (einschließlich Verkehr auf der T-Route)* wird es keine Maßnahmen zur Beschränkung geben. Die Lage und die Markierung der Mittellinie der T-Route bleiben unverändert. Entsprechend des Baufortschritts wird es jedoch in der Bauphase verkehrsbedingte Routenänderungen geben, die für den „non-construction“ Handelsverkehr bedeuten, dass Verkehrsrouten außerhalb der Baubereiche sowie unter Berücksichtigung des Verkehrs mit Arbeitsfahrzeugen geplant werden müssen. Alle Änderungen werden der Schifffahrt rechtzeitig bekanntgegeben und die

Schifffahrt wird laufend durch das V⁺ über die aktuelle Verkehrssituation informiert.

Risk control options to protect the *pleasure craft* traffic in Fehmarnbelt from the construction activities will be agreed in co-operation with the German and Danish authorities.

In Zusammenarbeit mit den deutschen und den dänischen Behörden werden zum Schutz der Yachten während der Bautätigkeiten im Fehmarnbelt Maßnahmen zur Risikoverminderung festgelegt.

Similarly, risk control options to protect the *fishing vessels* in Fehmarnbelt from the construction activities will be agreed in co-operation with the German and Danish authorities.

Auch zum Schutz der *Fischereifahrzeuge* während der Bautätigkeiten im Fehmarnbelt werden in Zusammenarbeit mit den deutschen und den dänischen Behörden Maßnahmen zur Risikoverminderung festgelegt.

Restrictions for construction vessels

A large temporary work harbour is constructed east of Rødbyhavn and a small temporary work harbour is constructed east of Puttgarden. The traffic with construction vessels between the work harbours and the work areas along the tunnel alignment will be kept east of the tunnel alignment. When entering or leaving the work areas the construction vessels may sail close west of the alignment for a short period of time. But in general all traffic with construction vessels will be kept east of the alignment.

Beschränkungen für die Arbeitsfahrzeuge

Östlich von Rødbyhavn wird ein großer temporärer Arbeitshafen und östlich von Puttgarden ein kleiner temporärer Arbeitshafen gebaut. Der Verkehr mit Arbeitsfahrzeugen zwischen den Arbeitshäfen und den Baubereichen entlang der Tunneltrasse wird östlich der Tunneltrasse verlaufen. Bei der Einfahrt oder beim Verlassen der Baubereiche können die Arbeitsfahrzeuge kurzzeitig westlich der Trasse fahren, aber grundsätzlich hat der Gesamtverkehr mit Arbeitsfahrzeugen östlich der Trasse zu verlaufen.

One exception from this is when tugs are towing barges to and from the reclamation area west of Rødbyhavn. In this case the tug and barge traffic will keep east of the tunnel alignment and, at a given location, it will turn west and cross the tunnel alignment and the Rødbyhavn-Puttgarden ferry route at a designated crossing location somewhere between route T and Rødbyhavn harbour.

Eine Ausnahme ist, wenn Schlepper die Schuten zum und vom Landgewinnungsfeld westlich von Rødbyhavn transportieren. In diesem Fall sind der Schlepper- und Lastkahnverkehr östlich der Tunneltrasse zu halten. An einem bestimmten Querungspunkt kann dann nach Westen gefahren werden, um die Tunneltrasse und die Fährlinie zwischen Rødbyhavn und Puttgarden zwischen der T-Route und dem Hafen von Rødbyhavn zu kreuzen.

Apart from transport to and from the work areas all offshore construction activities shall be performed inside the work areas.

Abgesehen vom Transport zu und von den Baubereichen erfolgen alle Offshore-Bautätigkeiten innerhalb der Baubereiche.

Whether marking of the construction traffic route east of the tunnel alignment is useful and details concerning this will be agreed in co-operation with the German and Danish authorities. Similarly, the crossing location between the Rødbyhavn-Puttgarden ferry route and the tug and barge traffic to and from the reclamation area west of Rødbyhavn will be agreed in co-operation with the German and Danish authorities.

Die Frage der Zweckmäßigkeit einer Markierung des Baustellenverkehrsweges östlich der Tunneltrasse sowie die Einzelheiten der Markierung werden in Zusammenarbeit mit den deutschen und dänischen Behörden vereinbart. Dementsprechend wird der Querungspunkt zwischen der Fährlinie Rødbyhavn-Puttgarden und dem Schlepp- und Lastkahnverkehr zum und vom Landgewinnungsfeld westlich von Rødbyhavn ebenfalls in Zusammenarbeit mit den deutschen und den dänischen Behörden



Allocation of tug boat

In the construction phases where a work area is so close to route T, so that the non-construction ships on route T have to change their sailing direction, tug boat with sufficient capacity shall assist the vessels which should get a sudden "black out" (e. g. loss of engine power or steering capability). Risk for grounding and/or collision with the construction ship traffic shall thereby be reduced.

3.3 Additional safety measures

Additional safety measures can be included to enhance the navigational safety especially in the period during the final weeks of the immersion phase, described in section 10.2, when two work areas are influencing the west bound traffic on route T. The following measures can be included in a later phase if and when deemed necessary:

- During the period when the two work areas approach each other and the distance between the areas decreases, the work areas can be connected and combined to one work area when the areas are within a certain distance. This prevents ship traffic through a relatively small strip between two work areas.
- The 20 m depth contour can be buoyed. This defines a clear and distinct shipping lane between the 20 m depth contour and the work areas. This avoids that ships will keep too much space between the ship and shallower waters. Instead of the 20 m depth contour another depth can be selected.
- Free pilot services can be provided during this period to all vessels which, according to the IMO recommendation, should use a pilot.
- To prevent vessels from sailing through the small strip south of the work areas, the vessels can be guided by marking the routes, to be used, with buoys.

geregelt.

Schlepperbereitstellung

Wenn in der Bauphase ein Baubereich in der Nähe der T-Route liegt und die „non-construction“ Schiffe dadurch ihre Fahrtrichtung ändern müssen, sollen Schlepper mit entsprechender Kapazität diesen Schiffen bei plötzlichem Ausfall (z.B. Verlust an Motorleistung oder Steuerfähigkeit) unterstützen. Dadurch sollen die Risiken von Auflaufen und/oder Kollision mit dem „non-construction“ Schiffsverkehr reduziert werden.

3.3 Zusätzliche Sicherheitsmaßnahmen

Zur Verbesserung der Navigationssicherheit können zusätzliche Sicherheitsmaßnahmen einbezogen werden, insbesondere im Zeitraum der letzten Wochen der Absenkphase, wie im Abschnitt 10.2 beschrieben, wenn zwei Baubereiche den westgehenden Verkehr der T-Route beeinflussen. Die folgenden Maßnahmen können in eine spätere Phase eingearbeitet werden, sofern dies erforderlich erscheint:

- In der Periode, in der sich die zwei Baubereiche einander nähern, und der Abstand zwischen den Bereichen reduziert wird, können die zwei Baubereiche zu einem Baubereich verbunden werden, wenn sich die Bereiche in einem bestimmten Abstand befinden. Dies verhindert, dass der Schiffsverkehr einen relativ schmalen Streifen zwischen zwei Baubereichen befährt.
- Die 20 m-Tiefenlinie kann ausgebojrt werden. Dies definiert einen klaren und eindeutigen Schifffahrtsweg zwischen der 20 m-Tiefenlinie und den Baubereichen und verhindert, dass die Schiffe zu viel Raum zwischen dem Schiff und geringeren Wassertiefen halten. Anstatt der 20 m-Tiefenlinie kann eine andere Tiefe gewählt werden.
- In dieser Periode können für alle Schiffe, die nach IMO-Empfehlung einen Lotsen nehmen müssen, kostenfreie Lotsendienste zur Verfügung gestellt werden.
- Um Sicherzustellen, dass keine Schiffe den schmalen Streifen südlich der Baubereiche befahren, können die Schiffe, durch Markierung der zu benutzenden Routen mit Bojen, gesteuert werden.

4. RISK CONTROL OPTIONS AFTER THE CONSTRUCTION PHASE

No risk control options are planned after the construction phase as all navigational conditions after the construction phase will appear as they do today.

4. MAßNAHMEN ZUR RISIKOVERMINDERUNG NACH DER BAUPHASE

Für die Phase nach den Bauarbeiten sind keine Maßnahmen zur Risikoverminderung geplant, da alle Navigationsbedingungen nach der Bauphase dem heutigen Stand entsprechen werden.

+ PROCESS FOR EVALUATION OF RISK CONTROL OPTIONS

In co-operation with the German and Danish authorities a process is set up to investigate if safety during the construction phase can be maintained with the set of risk control options described in section 3. The process also handles introduction of additional risk control options if necessary.

5. VERFAHREN ZUR BEWERTUNG DER MAßNAHMEN ZUR RISIKOVERMINDERUNG

In Zusammenarbeit mit den deutschen und den dänischen Behörden wird ein Verfahren eingesetzt, welches untersucht, ob die Sicherheit in der Bauphase durch die im Abschnitt 3 beschriebenen Maßnahmen zur Risikoverminderung aufrecht erhalten werden kann. Bei Bedarf wird das Verfahren außerdem die Einführung zusätzlicher Maßnahmen zur Risikoverminderung erfassen.

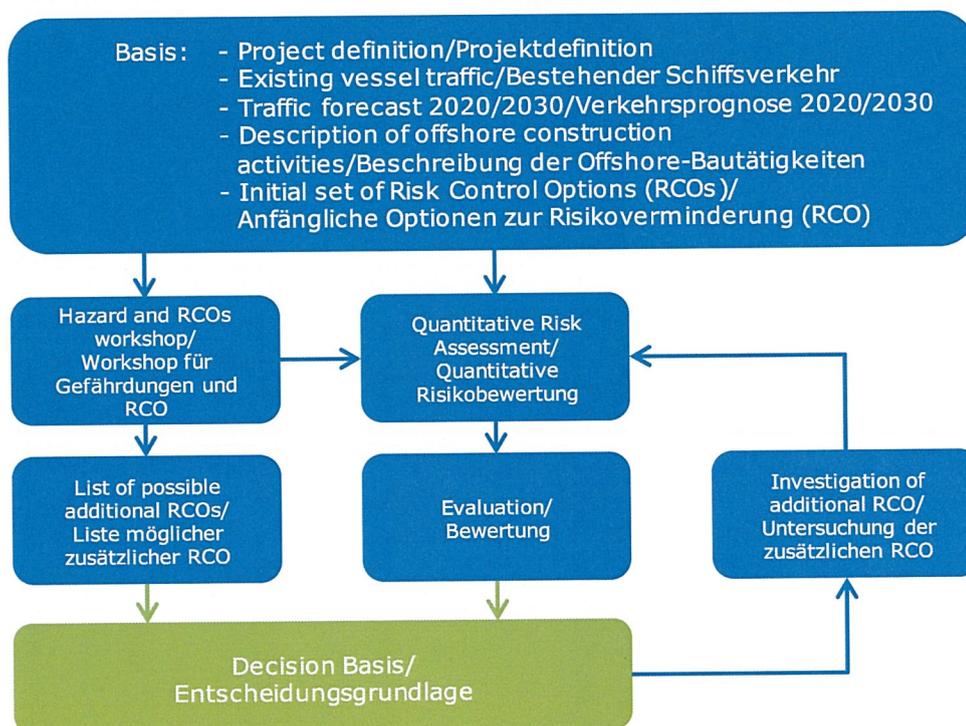


Figure 5-1 Process for evaluation of risk control options.

The "Basis" for the navigational studies is a project definition, detailed analyses of existing vessel traffic, a traffic forecast 2020/2030, a description of offshore construction activities and (during the construction phase) an initial set of Risk Control Options (RCOs).

With this basis a "hazard and risk control options workshop" was conducted. The identified hazards are used as input to a "quantitative risk assessment" and any proposed additional risk control options are gathered in a "list of possible additional risk control options" as input to the authorities "decision basis".

Abbildung 5-1 Verfahren zur Bewertung der Maßnahmen zur Risikoverminderung.

Die "Grundlagen" für die Navigationsstudien sind die Projektdefinitionen, detaillierte Analysen des bestehenden Schiffsverkehrs, die Verkehrsprognose 2020/2030, eine Beschreibung der Offshore-Bautätigkeiten und (in der Bauphase) eine Reihe einleitender Maßnahmen zur Risikoverminderung (RCO).

Auf dieser Grundlage wurde ein Workshop für "Gefährdungen und Maßnahmen zur Risikoverminderung" durchgeführt. Die ermittelten Gefährdungen dienen als *Input* (=Vorgaben) für eine "quantitative Risikobewertung". Mögliche vorgeschlagene zusätzliche Maßnahmen zur Risikoverminderung werden in einer "Liste möglicher zusätzlicher Maßnahmen zur

Risikoverminderung" als
 "Entscheidungsgrundlage" für die Behörden
 zusammengefasst.



Using a "quantitative risk assessment" the risk from the identified hazards during the construction phase is quantified and in an "evaluation" the estimated risk level during the construction phase is compared to the estimated risk level in a reference situation without any construction activities. The result of this "evaluation" is also input to the authorities "decision basis".

Mit Hilfe einer "quantitativen Risikobewertung" wird das Risiko bei den ermittelten Gefährdungen in der Bauphase quantitativ bestimmt. In einer "Bewertung" wird das geschätzte Risikoniveau in der Bauphase mit dem geschätzten Risikoniveau im Referenzszenarium ohne Bautätigkeiten verglichen. Das Ergebnis dieser "Bewertung" dient ebenfalls als "Entscheidungsgrundlage" für die Behörden.

In a continuous process until and during the construction phase a maritime coordination group (see section 3.1) will monitor the safety and if necessary initiate an "investigation of additional RCO" or in another way adjust the initial set of risk control options with focus on maintaining safety and efficiency for the non-construction ship traffic during the construction phase.

Vor und während der Bauphase wird eine maritime Koordinierungsgruppe (siehe Abschnitt 3.1) die Sicherheit kontinuierlich überwachen und - falls erforderlich - entweder eine "Untersuchung der zusätzlichen RCO" einleiten oder auf andere Weise die einleitenden Maßnahmen zur Risikoverminderung mit dem Fokus auf die Aufrechterhaltung der Sicherheit und Leichtigkeit des „non-construction“ Schiffsverkehrs in der Bauphase anpassen.

In the following an overview of the different elements in this process is given. Since focus is on navigational safety the initial set of risk control options during the construction phase are described above (see section 3). After this section the organisation responsible for conducting the process is described (section 6). This is then followed by an overview of the remaining items in the process ("Project definition", "Existing vessel traffic", "Traffic forecast", "Construction activities", "Hazard and risk control options workshop" and "Risk assessment"), these are described in section 7 to 12.

Nachstehend werden die einzelnen Elemente dieses Verfahrens zusammengefasst. Da die Seeverkehrssicherheit im Fokus steht, werden die einleitenden Maßnahmen zur Risikoverminderung in der Bauphase oben beschrieben (siehe Abschnitt 3). Nach diesem Abschnitt wird die für die Durchführung des Verfahrens verantwortliche Organisation beschrieben (Abschnitt 6). Danach folgt eine Übersicht der restlichen Punkte des Verfahrens ("Projektdefinition", "Bestehender Schiffsverkehr", "Verkehrsprognose", "Bautätigkeiten", "Workshop für Gefährdungen und Maßnahmen zur Risikoverminderung" und "Risikobewertung"), die im Abschnitt 7 bis 12 beschrieben werden.

ORGANISATION

Rambøll is on behalf of Femern A/S carrying out navigational studies of the vessel traffic conditions in Fehmarnbelt. Femern A/S, a subsidiary of Sund & Bælt A/S, is responsible for the preparatory activities for the establishment of a fixed link across Fehmarnbelt.

The organisation of the navigational studies is shown in the figure below.

6. ORGANISATION

Im Auftrag der Femern A/S ist Rambøll mit der Aufgabe betraut, Navigationsstudien der Schiffsverkehrsverhältnisse des Fehmarnbelts durchzuführen. Femern A/S, Teil der staatlichen dänischen Sund & Bælt A/S, ist für die Errichtung der Festen Fehmarnbeltquerung verantwortlich.

Die Organisation der Navigationsstudien ist in der Abbildung unten illustriert.

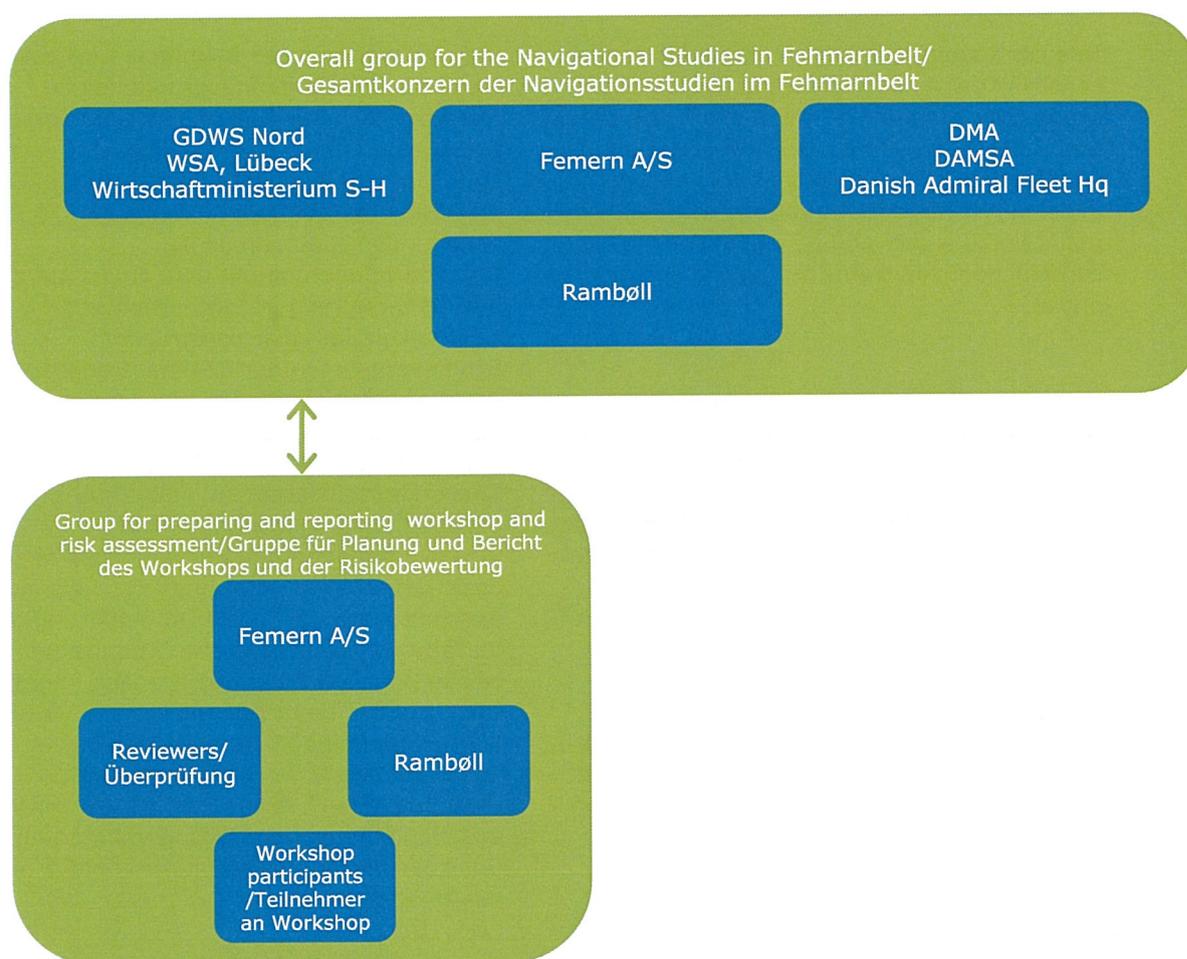


Figure 6-1 Organisation of navigational studies.

Femern A/S, Rambøll and the reviewers are responsible for preparing the basis for the analyses and preparing any investigations of additional risk control options.

Abbildung 6-1 Die Organisation der Navigationsstudien.

Femern A/S, Rambøll und die Review-Gruppe sind für die Erstellung der Grundlage für die Analysen und möglicher Untersuchungen der zusätzlichen Maßnahmen zur Risikoverminderung verantwortlich.

All studies are being carried out by Rambøll. These studies are continuously reviewed by:

- Prof. Jens Froese - Maritime Logistics/ISSUS at Hamburg Technical University (TUHH); International Logistics Management and Engineering at Jacobs University Bremen
- Prof. Preben Terndrup Pedersen - Department of Mechanical Engineering at Technical University of Denmark

7. PROJECT DEFINITION

The navigational studies analyse the risk from identified hazards in the Fehmarnbelt area. Focus is on the sailing routes close to the alignment of the fixed link (i.e. route T, Rødbyhavn-Puttgarden route (ferry), route H, and Kiel Ostsee route) and the offshore construction activities. The investigated area is limited to the area covered by Fehmarn Belt VTS as shown in Figure 3-1.

The tunnel will be approximately 18 km long and the alignment will lie along a corridor east of the ferry ports at Puttgarden and Rødbyhavn.

Alle Studien werden von Rambøll durchgeführt. Diese Studien werden ständig von den folgenden Personen überprüft:

- Prof. Jens Froese - Technische Universität Hamburg-Harburg (TUHH); International Logistics Management and Engineering an der Jacobs University Bremen
- Prof. Preben Terndrup Pedersen - Department of Mechanical Engineering an der Technischen Universität Dänemark

7. PROJEKTDEFINITION

Die Navigationsstudien analysieren das Risiko bei den ermittelten Gefährdungen im Gebiet des Fehmarnbelts. Im Fokus stehen die Fahrtrouten nahe an der Trassenführung der Festen Fehmarnbeltquerung (d.h. T-Route, "Rødbyhavn-Puttgarden"-Route (Fähre), H-Route und "Kiel Ostsee"-Route) sowie die Offshore-Bautätigkeiten. Das untersuchte Gebiet beschränkt sich auf das in Abbildung 3-1 dargestellte Gebiet des Fehmarn Belt VTS.

Der Tunnel wird etwa 18 km lang. Die Trasse wird entlang eines Korridors östlich der Fährhäfen von Puttgarden und Rødbyhavn liegen.

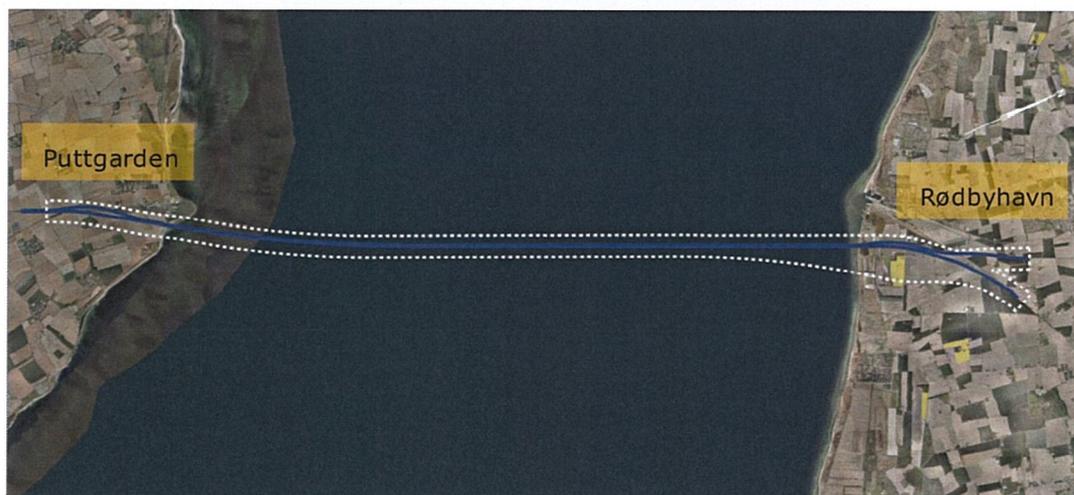


Figure 7-1 Tunnel alignment.

Abbildung 7-1 Tunneltrasse.

EXISTING VESSEL TRAFFIC

Extensive studies of the existing vessel traffic in the Fehmarnbelt are performed throughout the project in order to provide and continuously improve the basis for conducting the studies of navigational safety.

Data from various sources have been collected and analysed. The most important data sources are data from AIS (Automatic Identification System) which is a GPS based system for tracking ships, accident registrations from the entire Fehmarnbelt area and radar data from the area near the fixed link.

From the analysis of AIS data, covering ships with a gross tonnage of 300 and upwards, the intensity of ships and the annual number of ship movements is determined for the main routes in the Fehmarnbelt area.

8. BESTEHENDER SCHIFFSVERKEHR

Umfangreiche Untersuchungen der heutigen Schifffahrt im Fehmarnbelt werden während des gesamten Projektzeitraumes durchgeführt, um die Grundlagen für die Durchführung der Navigationsstudien zu liefern und kontinuierlich zu verbessern.

Daten aus verschiedenen Quellen werden dabei erhoben und analysiert. Die wichtigsten Datenquellen sind AIS-Daten (GPS-basiertes System zur Verfolgung der Schiffe), Unfallregistrierungen aus dem gesamten Gebiet des Fehmarnbelts sowie Radardaten aus dem Gebiet in der Nähe der Festen Fehmarnbeltquerung.

Basierend auf der Analyse der AIS-Daten von Schiffen mit über 300 Bruttoregistertonnen wurden die Intensität des Schiffsverkehrs und die jährliche Zahl der Schiffsbewegungen auf den Hauptstrecken im Fehmarnbelt festgelegt.



Figure 8-1 Intensity of ship traffic in 2010 (blue: small intensity, yellow: medium intensity, red: high intensity).

Abbildung 8-1 Intensität des Schiffsverkehrs im Jahre 2010 (blau: geringe Intensität, gelb: mittlere Intensität, rot: hohe Intensität).

TRAFFIC FORECAST

A forecast of the ship traffic in the Fehmarnbelt for the years 2020 and 2030 has been developed based on the analysis of the existing vessel traffic and defined through a number of influencing factors for the development of traffic volume and composition.

The traffic forecast depends first and foremost on the development of trade in the Baltic Sea Region. The Baltic Sea Region is one of the densest shipping traffic areas in the world handling around 15% of the world wide maritime transport volume.

Three prognoses – a Low, Medium and High Case – have been developed. They differ in their degree and interpretation of the various influencing factors, i.e. all three scenarios are based on assumptions regarding

- Political developments
- Macro-economical developments
- Foreign trade and seaborne transport developments
- Seaborne transport route distribution developments
- Ro-Ro and ferry transport developments
- Ship type and size developments

During the forecast period, decreasing growth rates are assumed, which on the one hand reflects expression of a certain caution in a forecasting model and on the other hand mirrors the trend that economies, after a period of constant and steep growth, tend to show reduced rates or even short periods of consolidation.

In general:

- The Low Case scenario is characterised by limited development potentials regarding economics, trade and transport.
- The Medium Case scenario is characterised by continuous positive development of economics, trade and transport in all countries of the Baltic Sea Region.
- The High Case scenario is characterised by a very positive development of economics, trade and transport in all countries of the Baltic Sea Region.

9. VERKEHRSPROGNOSE

Eine Prognose des Schiffsverkehrs im Fehmarnbelt für die Jahre 2020 und 2030 wurde auf der Basis der Analyse des heutigen Schiffsverkehrs erstellt und durch verschiedene Einflüsse der Entwicklung des Verkehrsvolumens und der -zusammensetzung bestimmt.

In erster Linie hängt die Verkehrsprognose von der Entwicklung des Handels in der Ostseeregion ab. Der Verkehr der Ostseeregion ist einer der dichtesten der Welt und bewältigt rund 15% des weltweiten Seeverkehrsvolumens.

Drei Prognosen – ein Niedrig-, Mittel- und Hochszenarium – wurden entwickelt. Sie unterscheiden sich im Grad und in der Auslegung unterschiedlicher Einflussfaktoren, d.h. alle drei Szenarien basieren auf Annahmen über

- Politische Entwicklung
- Makroökonomische Entwicklung
- Entwicklung des Außenhandels und Seeverkehrs
- Entwicklung der Verteilung der Seeverkehrsrouten
- Entwicklung des Ro-Ro- und des Fährverkehrs
- Schiffstypen und Größenentwicklung

Während des Prognosezeitraums wird von einem Rückgang der Wachstumsraten ausgegangen, was einerseits auf eine gewisse Vorsicht im Prognosemodell zurückzuführen ist und andererseits dem Trend entspricht, dass Volkswirtschaften nach einer stetigen und steilen Wachstumsphase geringere Steigerungsraten oder sogar kurze Konsolidierungsphasen zeigen.

Allgemein gilt:

- Das Niedrigszenarium ist durch begrenzte Entwicklungspotenziale bezüglich Wirtschaft, Handel und Verkehr gekennzeichnet.
- Das Mittelszenarium ist durch die positive Weiterentwicklung von Wirtschaft, Handel und Verkehr in allen Ländern der Ostseeregion gekennzeichnet.
- Das Hochszenarium ist durch eine sehr positive Entwicklung von Wirtschaft, Handel und Verkehr in allen Ländern der Ostseeregion gekennzeichnet.

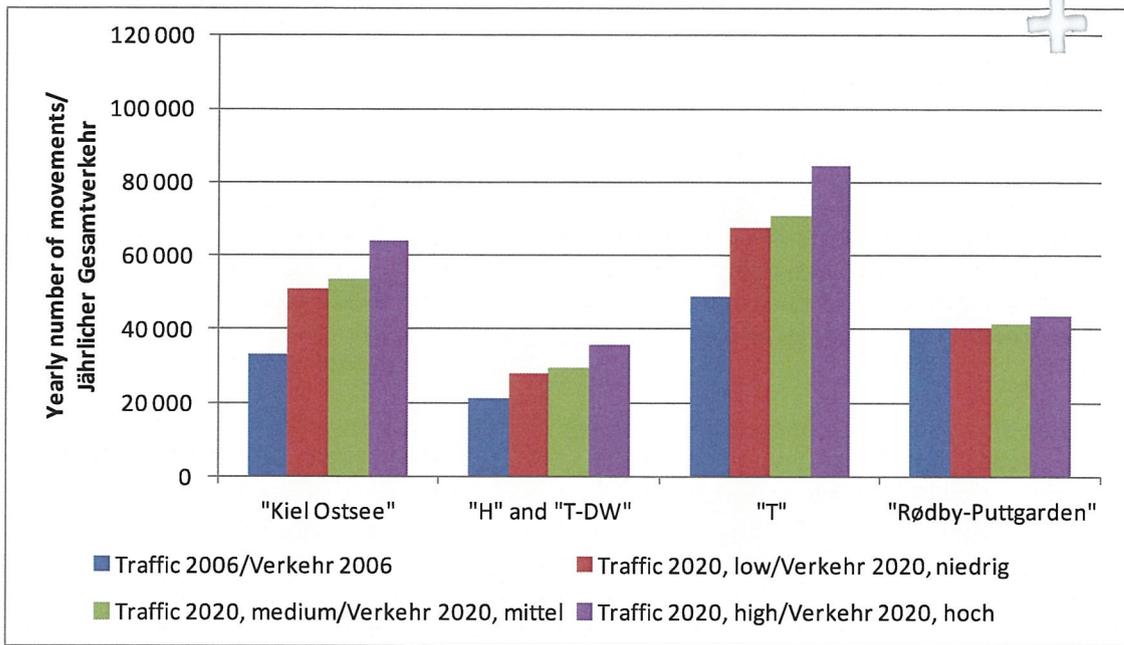


Figure 9-1 Total yearly traffic in 2006 and 2020 low, medium and high forecast.

Abbildung 9-1 Jährlicher Gesamtverkehr 2006 und 2010 Niedrig-, Mittel- und Hochprognose.

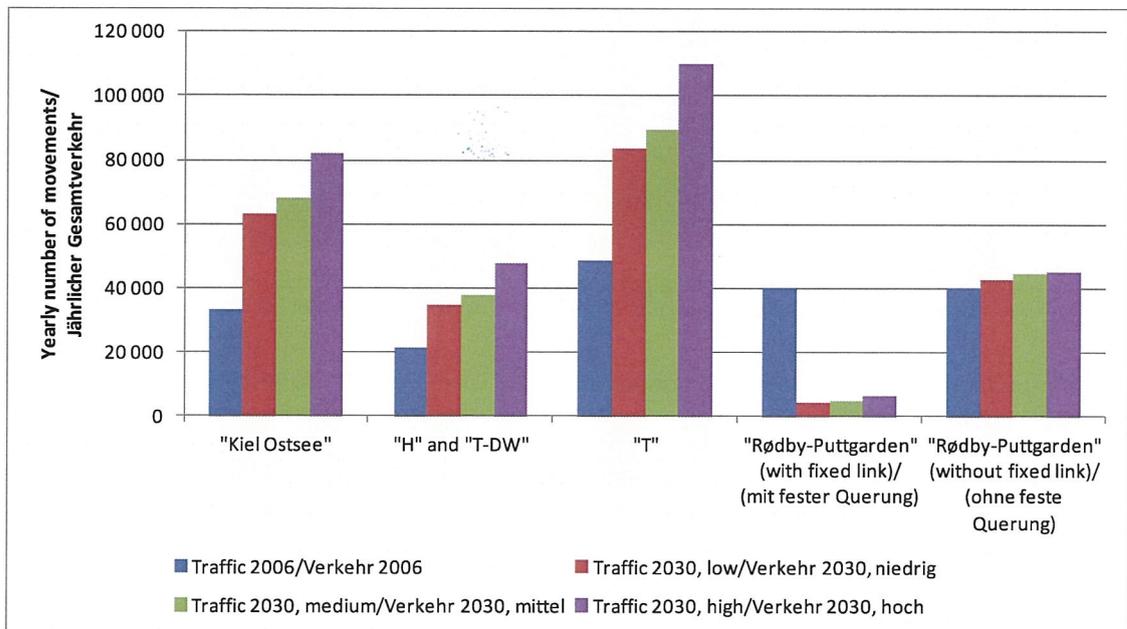


Figure 9-2 Total yearly traffic in 2006 and 2030 low, medium and high forecast.

Abbildung 9-2 Jährlicher Gesamtverkehr 2006 und 2030 Niedrig-, Mittel- und Hochprognose.

10. CONSTRUCTION ACTIVITIES

10. BAUTÄTIGKEITEN

The navigational studies are concerned with the safety of the non-construction ship traffic. The vast majority of the non-construction ship traffic is seen in the areas away from the coastline. Therefore, focus is on the offshore construction activities, away from the coast line.

Die Studien zur Seeverkehrssicherheit befassen sich mit der Sicherheit des „non-construction“ Schiffsverkehrs. Zum größten Teil befindet sich der „non-construction“ Schiffsverkehr in den von der Küste entfernten Gebieten. Die von der Küste entfernten Offshore-Bautätigkeiten stehen deshalb im Fokus.

After the construction phase the tunnel, with two road tubes and two rail tubes, will be immersed into the seabed and protected by a stone layer.

Nach der Bauphase wird der Tunnel mit zwei Straßenröhren und zwei Bahnröhren in den Meeresboden abgesenkt und mit einer Steinschicht geschützt.

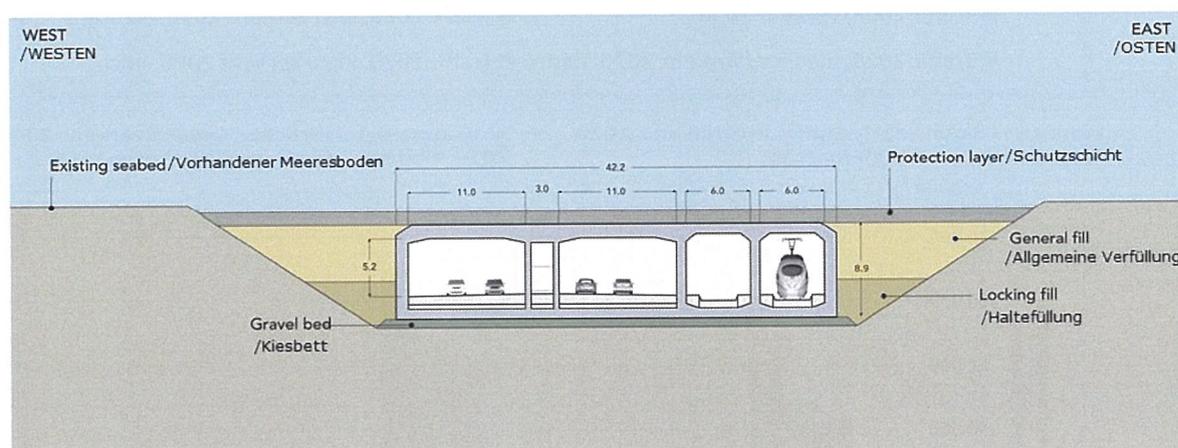


Figure 10-1 Fehmarnbelt tunnel (here standard element) appearance after the construction phase.

Abbildung 10-1 Der Fehmarnbelttunnel (hier Standardelement) nach der Bauphase.

The offshore construction phase can be divided in two main phases:

- 1 Dredging phase includes dredging of a trench across the Fehmarnbelt. The trench is dredged deep and wide enough to accommodate the immersed tunnel.
- 2 Immersion phase includes placing of foundation in the trench, immersion and connection of tunnel elements in the trench and backfilling of the trench.

Die Offshore-Bauphase kann in zwei Hauptphasen unterteilt werden:

- 1 Die Aushubphase umfasst das Ausheben eines Grabens durch den Fehmarnbelt. Der Graben wird so tief und breit ausgebaggert, dass er Platz für den Absenktunnel bietet.
- 2 Die Absenkphase umfasst die Herstellung des Fundaments im Graben, das Absenken und das Zusammenfügen der Tunnelelemente sowie das Wiederverfüllen des Grabens.

The duration of the entire offshore construction phase is scheduled for approximately 200 weeks, i.e. around 4 years. The dredging phase will last for around 70 weeks and the immersion phase will last for around 135 weeks. It is expected that there will be a small overlap in time between the two phases, where dredging in the centre of Fehmarnbelt and immersion in the coastal areas are carried out simultaneously.

Die geplante Dauer der gesamten Offshore-Bauphase beträgt etwa 200 Wochen, d.h. rund 4 Jahre. Die Aushubphase wird etwa 70 Wochen und die Absenkphase etwa 135 Wochen dauern. Eine geringe Zeitüberlappung zwischen den zwei Phasen wird erwartet, da der Aushub inmitten des Fehmarnbelts und das Absenken in den Küstenregionen gleichzeitig erfolgen.

At the present stage of the project the plans for the construction phase shall be considered as indicative. Contractors are selected later in the project. The contractors may change the plan for the activities during the construction phase. If future contractors change the plans for the construction activities then the new plans must comply with the risk control options outlined in section 3 and the plans must be approved by the maritime coordination group (see section 3.1).

10.1 Dredging phase

During the dredging phase seabed material is dredged and loaded onto barges. The barges are then towed, by tugs, to the coast and the dredged material is unloaded in designated reclamation areas close to the shore.

Three different kinds of dredgers are expected to be used to dredge the trench. Backhoe dredgers will be used in the shallow parts of Fehmarnbelt, grab dredgers will be used in the deeper parts of Fehmarnbelt and a trailing suction hopper dredger (with a ripper-head attached to the drag arm) will pre-treat areas with very hard soil so that it can be dredged by grab dredgers.



Figure 10-2 Dredgers (left: backhoe dredger, centre: grab dredger, right: trailing suction hopper dredger).

It is expected that the dredged material is loaded onto barges of around 1,000m³ and that tugs will tow these barges from the dredgers to the designated reclamation areas close to the shore.

Im derzeitigen Stadium des Projektes ⁺ die Pläne für die Bauphase als indikativ (nach bestem Wissen) zu betrachten. Die Bauunternehmer werden zu einem späteren Zeitpunkt im Projektverlauf ausgewählt. Die Bauunternehmer können den Plan für die Tätigkeiten in der Bauphase ändern. Wenn künftige Bauunternehmer die Pläne für die Bautätigkeiten ändern, müssen die neuen Pläne die im Abschnitt 3 dargestellten Maßnahmen zur Risikoverminderung eingehalten werden. Die Pläne müssen darüber hinaus von der maritimen Koordinierungsgruppe genehmigt werden (siehe Abschnitt 3.1).

10.1 Aushubphase

In der Aushubphase wird der Meeresboden ausgebaggert und auf Schuten verladen. Die Schuten werden anschließend von Schleppern zur Küste geschleppt, und das Baggergut wird in den angegebenen Landgewinnungsfeldern in der Nähe der Küste entladen.

Das Ausheben des Tunnelgrabens erfolgt voraussichtlich mit drei verschiedenen Typen von Baggern. Im Fehmarnbelt werden im Flachwasserbereich Tieflöffelbagger und im tiefen Bereich Greifbagger eingesetzt. Ein Laderaumsaugbagger (mit einem Saugkopf am Ausleger, der die obersten Bodenschichten auflockert) behandelt dann die Bereiche mit sehr hartem Boden vor, um den Aushub durch die Greifbagger zu ermöglichen.

Abbildung 10-2 Bagger (links: Tieflöffelbagger, zentriert: Greifbagger, rechts: Laderaumsaugbagger).

Voraussichtlich wird das Baggergut auf Schuten von rund 1.000 m³ verladen. Schlepper werden diese Kähne von den Baggern zu den angegebenen Landgewinnungsfeldern in der Nähe der Küste befördern.



Figure 10-3 Reclamation areas in scale (left: reclamation area at Fehmarn, right: reclamation area at Lolland).

Abbildung 10-3 Maßstabsgerechte Landgewinnung (links: Landgewinnung auf Fehmarn, rechts: Landgewinnung auf Lolland).

The reclamation areas will be located on both the Lolland shore and the Fehmarn shore. Two large reclamation areas, holding the vast majority of the dredged material, are planned on the Lolland shore, east and west of the existing harbor in Rødbyhavn. Another small reclamation area is planned on the Fehmarn shore east of the existing harbor in Puttgarden.

Die Landgewinnungsfelder werden sich sowohl an der Küste von Lolland als auch an der Küste von Fehmarn befinden. Es sind zwei große Landgewinnungsfelder mit der weit überwiegenden Menge des Baggergutes an der Küste von Lolland geplant. Sie liegen östlich und westlich des heutigen Hafens in Rødbyhavn. Ein weiteres kleines Landgewinnungsfeld ist an der Küste von Fehmarn, östlich des heutigen Hafens in Puttgarden, geplant.

During the entire dredging phase the total volume to be dredged in Fehmarnbelt is around 14,500,000 m³. With barges of around 1,000 m³ it is expected that a total of 42,000 tug and barge movements to or from a dredger will be performed. Around 20,000 of these tug and barge movements will cross route T and around 16,000 tug and barge movements will cross the Rødbyhavn-Puttgarden ferry route. Apart from the traffic with tugs and barges it is expected that around 13,000 movements with other construction support vessels (e.g. survey launches, multi cats and personnel transfer vessels) will be seen between the construction harbor east of Rødbyhavn and the dredgers working along the tunnel alignment.

Während der gesamten Aushubphase wird das Gesamtvolumen des Aushubs im Fehmarnbelt rund 14.500.000 m³ umfassen. Mit Schuten von etwa 1.000 m³ werden voraussichtlich insgesamt 42.000 Schlepper- und Schutenbewegungen zu oder von einem Bagger durchgeführt. Rund 20.000 dieser Schlepper- und Schutenbewegungen werden die T-Route und rund 16.000 Schlepper- und Kahnbewegungen das Fährfahrwasser zwischen Rødbyhavn und Puttgarden kreuzen. Abgesehen vom Verkehr mit Schleppern und Schuten werden rund 13.000 Bewegungen mit anderen Baufahrzeugen (z.B. Vermessungsbooten, MultiCats und Mannschaftstransportfahrzeugen) zwischen dem Bauhafen östlich von Rødbyhavn und den entlang der Tunneltrasse arbeitenden Baggern erwartet.

The dredging work will be performed in work areas containing either two backhoe dredgers or five grab dredgers. Nominal size work areas blocking 1.25 nm of the Fehmarnbelt are used in most cases whereas minimum size work areas blocking 0.35 nm of the Fehmarnbelt are used when dredging activities are performed near route T.

Die Aushubarbeiten erfolgen in den Baubereichen entweder mit zwei Tieflöffelbaggern oder mit fünf Greifbaggern. In den meisten Fällen werden die Baubereiche 1.25 nm des Fehmarnbelts sperren. Im Bereich der T-Route werden Baubereiche mit einer Größe von 0.35 nm für die Aushubarbeiten eingerichtet.

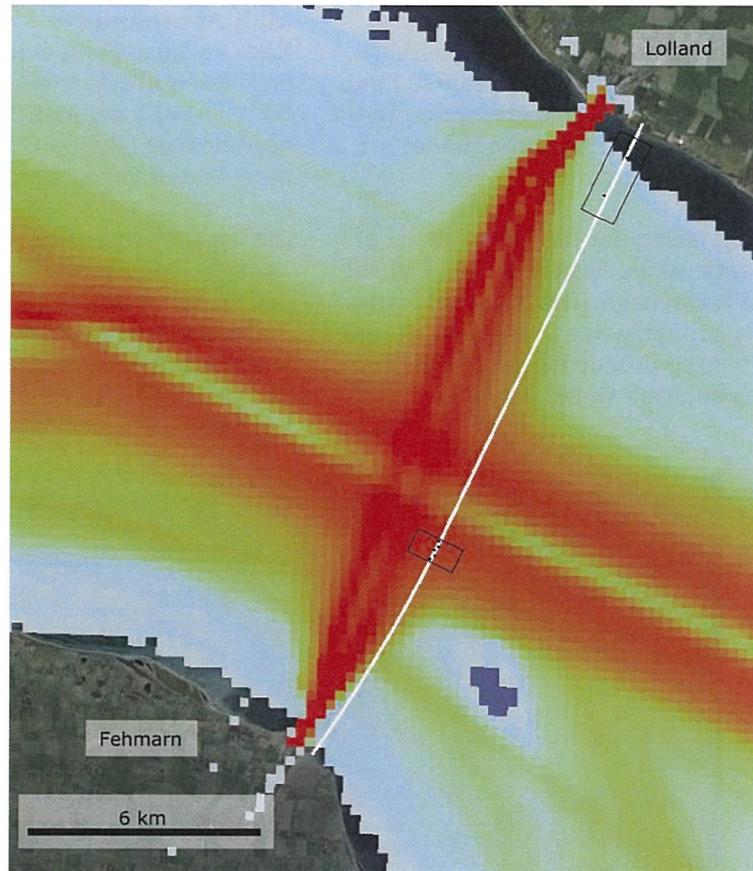


Figure 10-4 Two backhoe dredgers in a nominal size work area (near the Lolland shore) and five grab dredgers in a minimum size work area (near route T).

The location of the work areas changes during the dredging phase. No more than two work areas are planned at any time.

Abbildung 10-4 Zwei Tieflöffelbagger in einem Baubereich in der Nähe der Küste von Lolland und fünf Greifbagger in einem Baubereich in der Nähe der T-Route.

Die Einrichtung der Baubereiche wechselt während der Aushubphase. Es werden jedoch nicht mehr als zwei Baubereiche gleichzeitig eingerichtet.

2 Immersion phase

When the trench is ready 89 tunnel elements, each with a length of 217m are immersed into the trench, one at a time, and connected to the other tunnel elements to form the tunnel across the Fehmarnbelt.

The production facility for the construction of tunnel elements will be located on the Lolland coast east of Rødbyhavn. The tunnel elements will be towed, probably in a configuration with four tugs, from the production facility to holding areas adjacent to the immersion location.

10.2 Absenkphase

Nach Fertigstellung des Grabens werden zur Errichtung des Tunnels durch den Fehmarnbelt 89 je ca. 217 m lange Tunnelelemente nacheinander in den Graben abgesenkt und miteinander verbunden.

Die Produktionsstätte zur Herstellung der Tunnelelemente wird an der Küste von Lolland, östlich von Rødbyhavn errichtet. Die Tunnelelemente werden voraussichtlich von vier Schleppern aus der Produktionsstätte zu den der Absenkstelle angrenzenden Lagerstätten geschleppt.



Figure 10-5 Towing of a tunnel element mounted with immersion pontoons from a production facility.

Abbildung 10-5 Schleppen eines Tunnelements, montiert mit Absenkpontons aus einer Produktionsstätte.

Before immersion of a tunnel element a gravel or rock bedding layer is placed as foundation for the tunnel elements. The tunnel elements, stored adjacent to the immersion location, are then towed into position and immersed. Once a tunnel element is correctly positioned, and connected to the other tunnel elements in the trench, the locking fill (gravel), back fill (sand) and a cover layer (stones) is placed to protect the tunnel element and keep it in position.

Vor dem Absenken eines Tunnelementes wird eine Kies- oder Steinschicht als Fundament der Tunnelemente hergestellt. Die in der angrenzenden Absenkstelle gelagerten Tunnelemente werden dann in Position gezogen und abgesenkt. Nachdem ein Tunnelement in der richtigen Position verlegt und mit den anderen Tunnelementen im Graben verbunden ist, wird die Haltefüllung (Kies), die Auffüllung (Sand) sowie eine Deckschicht (Geröllschicht) hergestellt, um den Tunnel zu schützen.

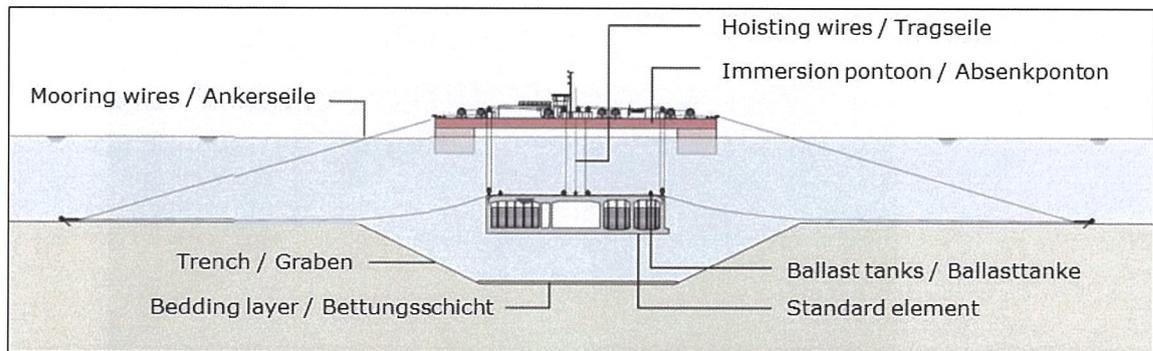


Figure 10-6 Immersion of a tunnel element from an immersion pontoon into the dredged trench with bedding layer.

Abbildung 10-6 Absenken eines Tunnelements vom Absenkpontoon in den ausgebaggerten Graben mit Bettungsschicht.

The aggregates to produce the concrete tunnel elements at the production facility (sand, gravel, cement and reinforcement) will be delivered by bulk carriers. Rock carriers will be used to bring gravel and stones for the bedding layer and cover layer. Pontoons will be used for immersion of the tunnel elements and for placing the bedding layer, and cover layer and a trailing suction hopper dredger will bring sand to the construction area for backfilling of the tunnel trench.

Die Zuschlagsstoffe zur Herstellung des Absenktunnels in der Produktionsstätte (Sand, Kies, Zement und Bewehrung) werden mit Massengutschiffen antransportiert. Mit Steinfrachtschiffen werden Kies und Gesteine für die Bettungsschicht und die Deckschicht transportiert. Pontons dienen zum Absenken der Tunnelemente sowie zur Platzierung der Bettungsschicht und Deckschicht. Ein Laderaumsaugbagger transportiert Sand zur Auffüllung des Tunnelgrabens zu den Baubereichen.

To construct the 89 tunnel elements 2,800,000m³ of concrete and 300,000 tonnes of reinforcements are used. This supply results in around 3,000 bulk carriers entering or leaving the production facility. Rock carriers and the trailing suction hopper dredger will perform around 9,000 movements to or from the work areas. Finally, it is expected that around 62,000 movements with small construction vessels (e.g. tugs, survey launches, multicats and personnel transfer vessels) will be seen between the construction harbor east of Rødbyhavn and the immersion locations along the tunnel alignment.

Zur Herstellung der 89 Tunnelemente werden ca. 2.800.000 m³ Beton und ca. 300.000 Tonnen Bewehrungsstahl benötigt. Die Lieferung der Materialien führt dazu, dass rund 3.000 Frachtschiffe die Produktionsstätte anfahren bzw. verlassen. Die Steinfrachtschiffe und der Laderaumsaugbagger werden rund 9.000 Bewegungen zu oder von den Baubereichen ausführen. Schließlich werden rund 62.000 Bewegungen mit kleinen Arbeitsfahrzeugen (z.B. Schlepper, Vermessungsboote, MultiCats und Mannschaftstransportfahrzeuge) zwischen dem Bauhafen östlich von Rødbyhavn und den Absenkstellen entlang der Tunneltrasse erwartet.

The immersion work will be performed in work areas. Nominal size work areas blocking 1.25

Die Absenkarbeiten werden in den Baubereichen durchgeführt. In den meisten

of the Fehmarnbelt are used in most cases. The nominal size work area can store four tunnel elements waiting to be immersed. The minimum size work areas blocking 0.35 nm of the Fehmarnbelt are used when immersion of elements is performed near route T. No tunnel elements are stored in a minimum size work area.

Fällen werden die Baubereiche in einer nominalen Größe von 1.25 nm ausgeführt, die den Fehmarnbelts sperren. In den Baubereichen von nominaler Größe können vier zum Absenken gefertigte Tunnelelemente lagern. Im Bereich der T-Route werden Baubereiche mit Mindestgrößen von 0.35 nm zum Absenken der Elemente verwendet. Die Baubereiche mit Mindestgröße werden keine Tunnelelemente lagern.

Two storage areas are planned to store tunnel elements before they are transported to the work areas.

Zwei Lagerbereiche werden zur Lagerung der Tunnelelemente vor dem Transport zu den Baubereichen geplant.

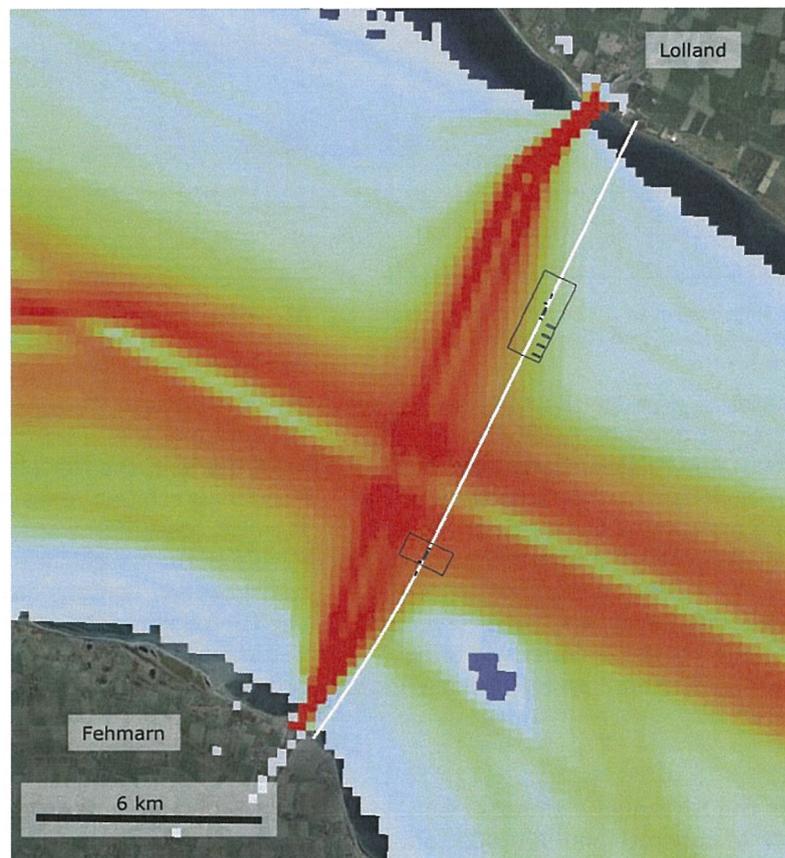


Figure 10-7 Nominal work area (near the Lolland shore) and minimum size work area (near route T).

Abbildung 10-7 Baubereiche von nominaler Größe (in der Nähe der Küste von Lolland) und Baubereiche von Mindestgröße (in der Nähe der T-Route).

The immersion will progress from the Lolland and Fehmarn shores simultaneously and the two fronts will meet in the centre of the Fehmarnbelt. No more than two work areas are planned at any time.

Das Absenken erfolgt gleichzeitig von den Küsten Lollands und Fehmarns. Die zwei Fronten werden sich in der Mitte des Fehmarnbelts treffen. Es sind höchstens zwei Baubereiche gleichzeitig geplant.

11. HAZARD AND RISK CONTROL OPTIONS WORKSHOP

A two day workshop was held in Maribo September 6-7 2011 with the purpose of identifying hazards and risk control options for the non-construction ship traffic during the construction phase.

The workshop had participants invited by the German and Danish authorities, representatives from German and Danish authorities, representatives from Femern A/S and consultants from the navigational safety team and the tunnel design team. The workshop had a total of 36 participants. 25 of the participants were invited by the authorities and covered pilots, captains, representatives from fishing and pleasure craft organisations and representatives from the Danish and the German authorities with experience within various aspects of navigational safety.

The basis for the workshop were results from analyses of the existing vessel traffic in Fehmarnbelt, the ship traffic volumes for 2020 as presented in the traffic forecast, the construction activities as described above and an initial set of five risk control options (maritime coordination group, VTS, guard ships, work vessel coordination and marking of work areas).

At the workshop 23 hazards, related to loss of life, loss of property and damage to the environment, were identified. Once hazards had been identified the participants were asked to identify possible risk control options for each hazard. Risk control options were identified for the individual hazards. However, most risk control options were relevant for more than one hazard.

From the workshop a long list of possible risk control options is compiled. The list comprises more than 100 entries in 20 categories - some of the entries are very similar. Some entries

11. WORKSHOP ZU GEFÄHRDUNG UND MAßNAHMEN ZUR RISIKOVERMINDERUNG

Am 6. und 7. September 2011 wurde ein zweitägiger Workshop in Maribo durchgeführt. Ziel des Workshops war die Ermittlung der Gefährdungen sowie von Maßnahmen zur Risikoverminderung für den „non-construction“ Schiffsverkehr in der Bauphase.

Teilnehmer des Workshops waren die von den deutschen und den dänischen Behörden eingeladenen Teilnehmer, Vertreter der deutschen und der dänischen Behörden, Vertreter der Femern A/S, Berater des nautischen Sicherheitsteams sowie des Tunnelentwurfsteams. Insgesamt 36 Teilnehmer nahmen am Workshop teil, 25 davon wurden von Behörden eingeladen. Unter ihnen waren Lotsen, Kapitäne, Vertreter der Fischereiorganisationen und Organisationen der nichtgewerblichen Schifffahrt sowie Vertreter der dänischen und der deutschen Behörden mit Erfahrung in unterschiedlichen Bereichen der nautischen Sicherheit.

Die Grundlagen für den Workshop waren die Ergebnisse der Analysen des bestehenden Schiffsverkehrs im Fehmarnbelt, das in der Verkehrsprognose vorgelegte Verkehrsaufkommen für 2020, die oben beschriebenen Bautätigkeiten sowie die einleitenden fünf Maßnahmen zur Risikoverminderung (maritime Koordinationsgruppe, VTS, Verkehrssicherungsfahrzeuge, Koordination der Arbeitsfahrzeuge und Markierung der Baubereiche).

Im Workshop wurden 23 Gefährdungen ermittelt, die mit Verlust an Menschenleben, Sach- oder Umweltschäden zusammenhängen. Nach der Ermittlung dieser Gefährdungen definierten die Teilnehmer mögliche Maßnahmen zur Risikoverminderung für jede Gefährdung. Dabei wurden für die einzelnen Gefährdungen Maßnahmen zur Risikoverminderung ermittelt. Die meisten Maßnahmen zur Risikoverminderung waren jedoch für mehr als eine der Gefährdungen relevant.

Ergebnis des Workshops war eine Liste möglicher Maßnahmen zur Risikoverminderung. Die Liste umfasst mehr als 100 Einträge in 20 Kategorien - von denen einige sehr ähnlich

te to the set of initial risk control options and some entries relate to possible additional risk control options. Some risk control options are identified in relation to specific hazards and some are identified as general risk control options having effect on many hazards.

11.1 Follow up on identified hazards

The identified hazards are input to the quantitative risk assessment (see section 12). In the risk assessment they influence the formulation and modelling of the included accident scenarios.

11.2 Follow up on risk control options

The information about risk control options compiled at the workshop is structured and reported in a risk control options catalogue. The purpose of the risk control options catalogue is to structure input about the initial set of risk control options and the suggested possible additional risk control options, so that this input can be used if it is found feasible in the process up until and during the construction phase.

sind. Einige Einträge beziehen sich auf die einleitenden fünf Maßnahmen zur Risikoverminderung und einige auf die möglichen zusätzlichen Maßnahmen zur Risikoverminderung. Einige der Maßnahmen werden in Zusammenhang mit spezifischen Gefährdungen und einige als allgemeine Maßnahmen zur Risikoverminderung definiert.

11.1 Weiterverfolgung der ermittelten Gefährdungen

Die ermittelten Gefährdungen sind *Inputs (=Vorgaben)* für die quantitative Risikobewertung (siehe Abschnitt 12). In der Risikobewertung haben sie einen Einfluss auf die Formulierung und Modellierung der einbezogenen Unfallszenarien.

11.2 Weiterverfolgung der Maßnahmen zur Risikoverminderung

Die während des Workshops zusammengestellten Informationen über Maßnahmen zur Risikoverminderung werden in einem Katalog der Maßnahmen zur Risikoverminderung strukturiert und wiedergegeben. Ziel dieses Kataloges ist es, die *Inputs* zu den einleitenden Maßnahmen und die möglichen zusätzlichen Maßnahmen zur Risikoverminderung zu strukturieren, so dass sie verwendet werden können, wenn dies während des Prozesses bis zur und in der Bauphase für machbar gehalten wird.

12. RISK ASSESSMENT

The risk assessment quantifies the risk from hazards identified at the workshop (see section 11). Risks related to human safety, property and environment are included and the quantification is based on a theoretical risk model for estimation of frequencies and consequences from ship accidents.

The results are given both in terms of the yearly frequency of having an accident and in terms of risk – the combination of accident frequency and accident consequence. The risk is quantified as average annual risk in euro ([EUR]) using capitalisation figures for the various risk types (human safety, property and environment).

The risk assessment includes a number of scenarios including a reference scenario and a construction scenario:

- **Reference scenario**
Covers a situation with no construction works in the area and is based on the traffic forecast for year 2020. No VTS system is established.
- **Construction scenario**
Covers the construction phase with activities conducted as described in section 10 and is based on the traffic forecast for year 2020. Also an initial set of five risk control options (maritime coordination group, VTS, guard ships, work vessel coordination and marking of work areas) is included.

The risk from accidents involving the non-construction ship traffic is quantified for each scenario.

When analysing risk during the construction phase the interaction between the non-construction ship traffic and the offshore construction activities is included. All collisions between the construction vessels and non-construction ships are included. Also the potential for increasing the frequency of collisions between non-construction ships due to the presence of the work areas is included in the models for collision between non-construction ships.

12. RISIKOBEWERTUNG

Die Risikobewertung quantifiziert die Risiken der auf dem Workshop ermittelten Gefährdungen (siehe Abschnitt 11). Es handelt sich dabei um Risiken für Personensicherheit, Sachwerte und Umwelt. Die Quantifizierung basiert auf einem theoretischen Risikomodell für die Abschätzung von Häufigkeiten sowie der Konsequenzen von Schiffsunfällen.

Die Ergebnisse werden durch die jährliche Unfallhäufigkeit sowie das Risiko – die Kombination der Häufigkeit und der Folgen eines Unfalls – dargelegt. Das Risiko wird durch das durchschnittliche Risiko in Euro (EUR) auf der Grundlage der Kapitalisierungskosten für die verschiedenen Risikotypen (Personensicherheit, Sachwerte und Umwelt) quantifiziert.

Die Risikobewertung umfasst eine Reihe Szenarien, hierunter ein Referenzszenarium und ein Bauszenarium:

- **Das Referenzszenarium**
Bezieht sich auf eine Situation ohne Bauarbeiten im Gebiet und basiert auf der Verkehrsprognose 2020. Kein VTS ist eingerichtet.
- **Das Bauszenarium**
Bezieht sich auf die Bauphase mit den im Abschnitt 10 beschriebenen Tätigkeiten und basiert auf der Verkehrsprognose 2020. Auch die anfänglichen fünf Maßnahmen zur Risikoverminderung (die maritime Koordinationsgruppe, VTS, Verkehrssicherungsfahrzeuge, Koordination der Arbeitsfahrzeuge und Markierung der Baubereiche) werden berücksichtigt.

Für jedes Szenarium wird das Unfallrisiko mit dem „*non-construction*“ Schiffsverkehr quantifiziert.

Die Interaktion zwischen dem „*non-construction*“ Verkehr und den Offshore-Bautätigkeiten wird in den Analysen des Risikos in der Bauphase berücksichtigt. Alle Kollisionen zwischen den Arbeitsfahrzeugen und den „*non-construction*“ Schiffen werden eingeschlossen. Auch die mögliche erhöhte Kollisionshäufigkeit zwischen den „*non-construction*“ Schiffen durch die Baubereiche wird in den Modellen für die Kollision zwischen „*non-construction*“ Schiffen berücksichtigt.

Risk results are given as the average annual risk; e.g. an average annual risk of about 12.7 million EUR is estimated for the construction scenario. Hence, all risk values are directly comparable regardless of the duration of the construction period.

Alle Risikoergebnisse werden als durchschnittliches jährliches Risiko dargestellt, z.B. wird für das Bauszenarium ein durchschnittliches jährliches Risiko von rund 12,7 Mio. EUR geschätzt. Infolgedessen sind ungeachtet der Dauer der Bauzeit alle Risikowerte direkt vergleichbar.

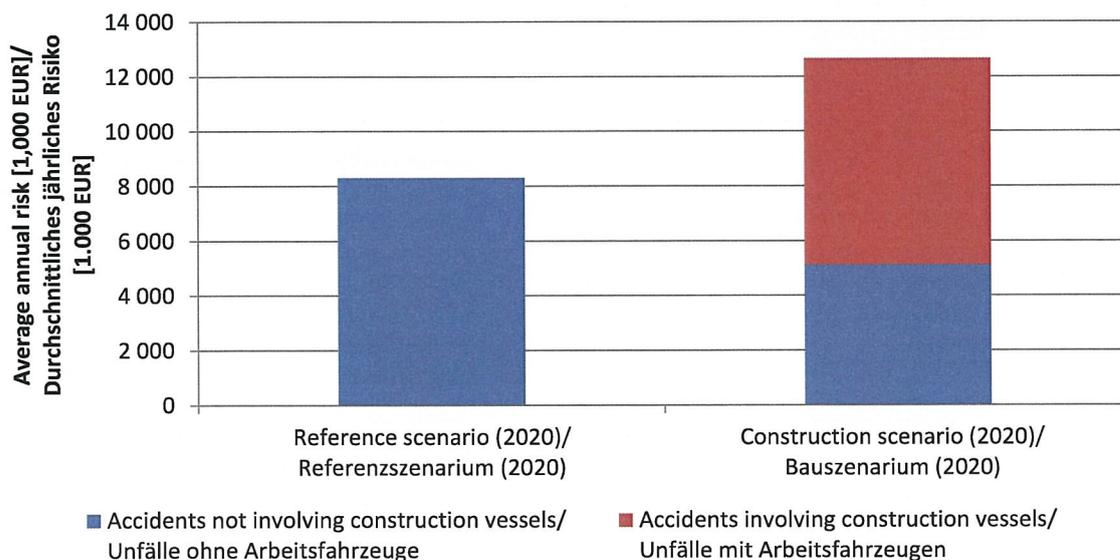


Figure 12-1 Average annual risk, medium prognosis.

The average annual risk in the construction scenario is higher than the risk in the reference scenario.

The risk related to accidents not involving construction vessels is reduced from the reference scenario to the construction scenario. This is due to the temporary VTS which reduces the number of accidents and hence reduces the risk related to accidents that would have occurred also without construction activities (as modelled in the reference scenario).

In the construction scenario the average annual risk from accidents involving construction vessels accounts for around 7.5 million EUR or almost 60% of the total average annual risk. The main part of this risk (around 5.1 million EUR) originates from property damage to the tunnel elements. The remaining part of risk from accidents involving construction vessels (about 2.4 million EUR) covers damage to other construction vessels and non-construction ships.

Property damage to the tunnel elements occurs as a consequence of collisions between non-construction ships and tunnel elements towed to or stored in the holding areas or the

Abbildung 12-1 Durchschnittliches jährliches Risiko, Mittelprognose.

Das durchschnittliche jährliche Risiko im Bauszenarium ist höher als das im Referenzszenarium.

Das Risiko für Unfälle ohne Arbeitsfahrzeuge ist vom Referenzszenarium bis zum Bauszenarium reduziert. Dies ist auf das temporäre VTS zurückzuführen, das die Anzahl der Unfälle reduziert und damit auch das Risiko, das mit Unfällen verbunden ist, die auch ohne Bautätigkeiten entstanden wären (wie im Referenzszenarium modelliert).

Im Bauszenarium macht das durchschnittliche jährliche Unfallrisiko mit Arbeitsfahrzeugen rund 7,5 Mio. EUR bzw. knapp 60% des durchschnittlichen jährlichen Risikos aus. Der größte Teil dieses Risikos (rund 5,1 Mio. EUR) stammt aus Tunnелеlementschäden. Der verbleibende Teil des Unfallrisikos mit Arbeitsfahrzeugen (rund 2,4 Mio. EUR) umfasst Schäden an anderen Arbeitsfahrzeugen und „non-construction“ Schiffen.

Sachschäden an den Tunnелеlementen finden als eine Folge von Kollisionen zwischen „non-construction“ Schiffen und Tunnелеlementen statt, die zu den Lagerstätten oder

work areas. The tunnel elements are expensive to repair or replace in case of a collision, and therefore even a low frequency for collisions with tunnel elements leads to a high risk.

In conclusion the risk assessment shows that with the initial set of risk control options, the risk for non-construction ships during the construction phase can in general be kept at the same level as the risk in the reference scenario without construction activities. The most significant risk contribution during the construction phase originates from property damage to the tunnel elements.

Baubereichen geschleppt oder in den Lagerstätten oder Baubereichen gelagert werden. Die Reparatur oder der Ersatz der Tunnelelemente bei einer Kollision ist teuer, weshalb selbst eine niedrige Kollisionshäufigkeit mit den Tunnelelementen als ein hohes Risiko bewertet wird.

Abschließend zeigt die Risikobewertung, dass das Risiko für „*non-construction*“ Schiffe in der Bauphase im Allgemeinen mit den einleitenden Maßnahmen zur Risikoverminderung in der gleichen Größenordnung liegt wie das Risiko im Referenzszenarium ohne Bautätigkeiten. Der signifikanteste Risikobeitrag in der Bauphase stammt aus Schäden an Tunnelelementen.