

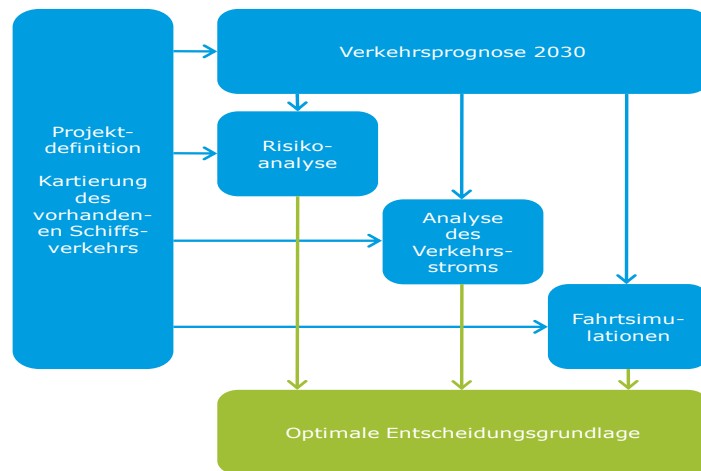
## Anhang 3 – Sicherheit für den Schiffsverkehr

### 1. Einleitung

Femern A/S hat ein umfassendes Programm an Schifffahrtsstudien im Hinblick auf eine Kartierung der Auswirkungen auf den Schiffsverkehr im Fehmarnbelt für den Fall durchgeführt, dass eine Brücke gebaut wird. Dieser Hintergrundbericht bietet eine kurze Beschreibung der Ergebnisse aus den durchgeführten Schifffahrtsstudien.

Die Schifffahrtsstudien wurden in folgenden Stufen durchgeführt, wie aus der Abbildung hervorgeht:

- Kartierung des vorhandenen Schiffsverkehrs
- Verkehrsprognose
- Risikoanalyse
- Analyse des Verkehrsstroms
- Fahrtsimulationen

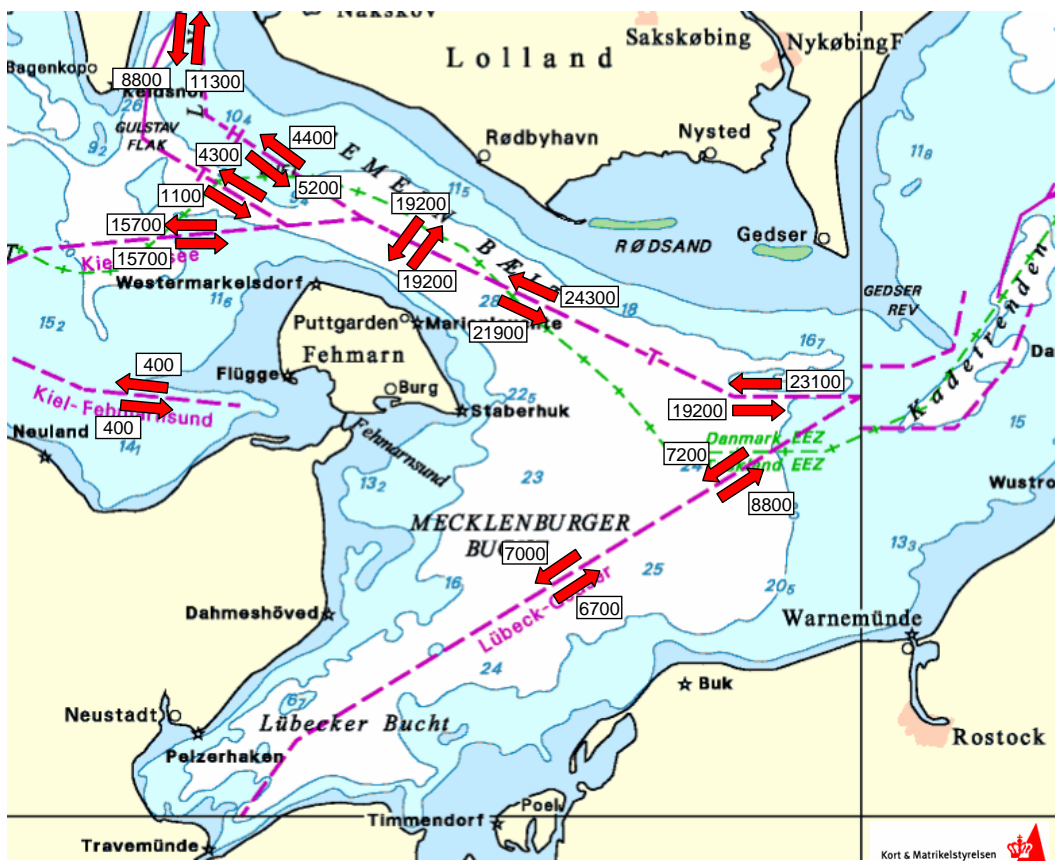


Die einzelnen Schritte werden in den folgenden Abschnitten durchgegangen.

## 2. Kartierung des vorhandenen Schiffsverkehrs

In den Jahren 2006 – 2007 wurde der Schiffsverkehr im Fehmarnbelt kartiert. Die Zählung ergab, dass der Fehmarnbelt von etwa 47.000 Schiffen jährlich passiert wird. Der Große Belt wird im Vergleich dazu von etwa 20.000 Schiffen jährlich passiert. Der jährliche Fährverkehr zwischen Rødbyhavn und Puttgarden wurde mit zweimal 19.200 Fahrten gezählt, d. h. insgesamt etwa 38.400 quer verlaufende Passagen.

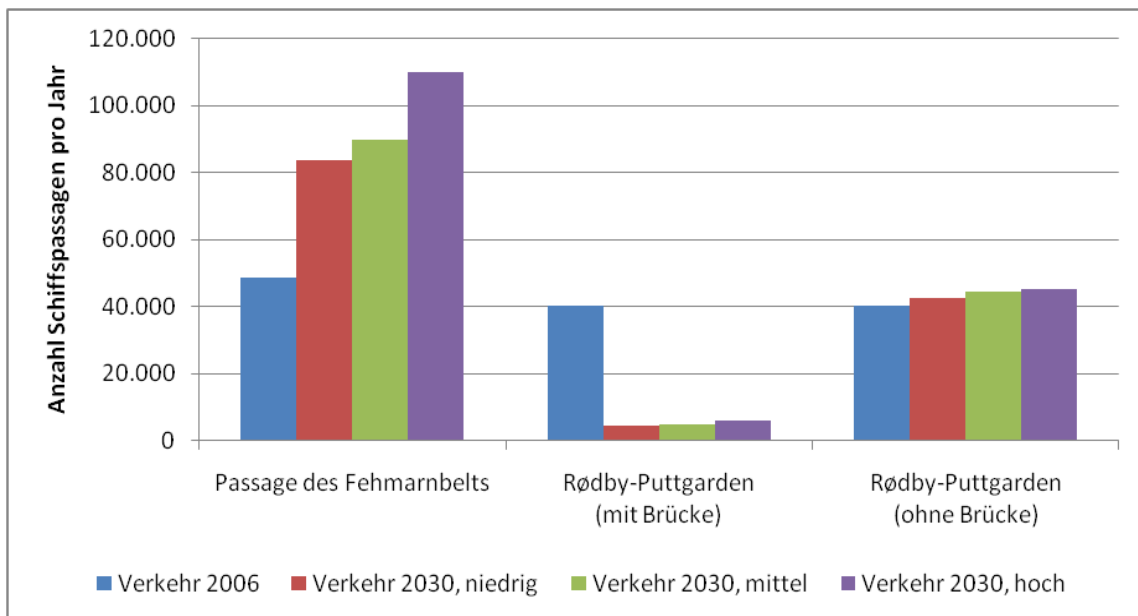
Die Anzahl der gezählten Schiffspassagen für die einzelnen Fahrrinnen vom Langelandsbelt bis zur Kadetrinne ist auf unten stehender Abbildung zu sehen.



### 3. Verkehrsprognose

Femern A/S hat eine Verkehrsprognose für den Schiffsverkehr für das Jahr 2030 ausarbeiten lassen, laut der zu erwarten ist, dass jährlich zwischen 80.000 und 110.000 Schiffe den Fehmarnbelt passieren werden. Die Anzahl der Schiffspassagen wird u. a. von der Entwicklung des Handels zu und von den Ostseeanrainerstaaten abhängen.

Die Prognose enthält drei Szenarien. Ein Szenarium mit niedrigem, eines mit mittlerem und eines mit hohem Wachstum. Die erwartete Anzahl von Schiffspassagen durch den Fehmarnbelt ist in der nachfolgenden Abbildung zu sehen.



In den Risikoanalysen der Femern A/S wurde das Szenarium mit mittlerem Wachstum (grüne Säule) als Ausgangspunkt genommen.

#### 4. Risikoanalyse

Die Internationale Seeschiffahrts-Organisation (IMO) der UNO hat Richtlinien ausgearbeitet, wie Risikoanalysen in Bezug auf den Schiffsverkehr durchzuführen sind. Diese Richtlinien wurden der Risikoanalyse bei Errichtung einer Brücke über den Fehmarnbelt zugrunde gelegt.

Die Analyse umfasst ein Referenzszenarium mit fortgesetztem Fährbetrieb ohne feste Querung, das mit folgenden Szenarien für Schrägkabelbrückenlösungen verglichen wird (siehe Anlage B):

- Eine Schrägkabelbrücke mit drei Hauptfeldern von 724 m bzw. 888 m.
- Eine Schrägkabelbrücke mit zwei Hauptfeldern von 724 m bzw. 888 m.

Bei allen Brückenszenarien wird davon ausgegangen, dass mittels ausgelegter Bojen einige wenige Seemeilen beiderseits der Durchfahrtfelder der Brücke ein Verkehrstrennungssystem errichtet wird.

Die Risikofaktoren, die in die Risikoanalyse einfließen, und die dem Gesamtrisiko zugrunde liegen, sind folgende:

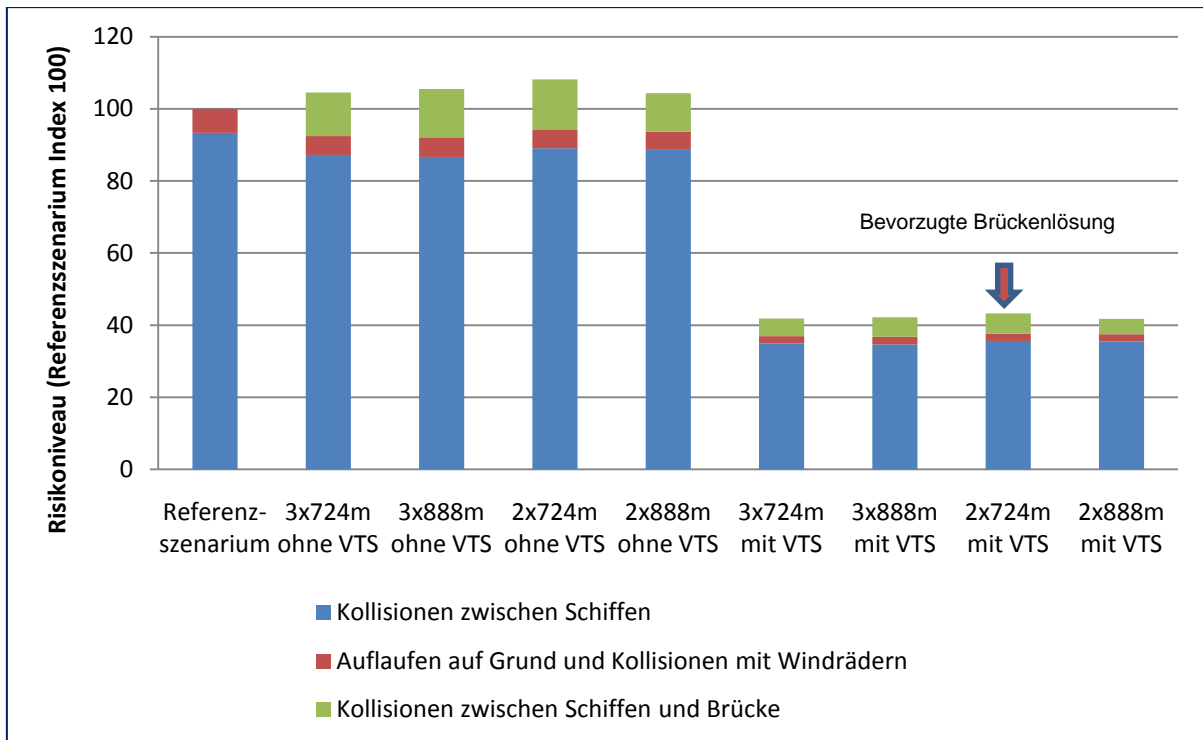
- Kollisionen zwischen Schiffen
- Kollisionen zwischen Schiffen und Brücke
- Auflaufen auf Grund und Kollisionen mit Windrädern

Die Risikoanalyse umfasst ferner eine Untersuchung einer Reihe risikoverringender Maßnahmen, von denen vor allem die Einführung eines VTS-Systems, das das gesamte Gewässer vom Langelandsbelt im Westen bis zur Kadetrinne im Osten abdeckt, als kosteneffektive Verbesserung der Sicherheit des Schiffsverkehrs angesehen wird.

Vor dem Hintergrund der Ergebnisse aus der Risikoanalyse kann gefolgert werden (siehe Abbildung), dass sich das gesamte Risikoniveau für das betreffende Fahrwasser nicht signifikant vom **Referenzszenarium (fortgesetzter Fährbetrieb)** zu den **genannten "Brückenszenarien" (zwei oder drei Felder von entweder 724 m oder 888 m)** verändern wird, und dass sich die Sicherheit des Schiffsverkehrs in einer Situation mit Brücke und VTS-System im Vergleich zum Referenzszenarium verbessern wird.

---

<sup>1</sup> In die Analyse flossen auch Szenarien mit Hängebrücken ein, doch da eine Hängebrücke für den kombinierten Schienen- und Straßenverkehr über den Fehmarnbelt als nicht geeignet angesehen wird, werden sie in diesem Hintergrundbericht nicht näher behandelt.



Hintergrund für die Ergebnisse sind folgende Effekte:

- Die Errichtung einer Brücke wird das Risiko für Unfälle infolge von Kollisionen zwischen Schiffen und der Brücke erhöhen.
- Die Einführung einer Verkehrstrennung stellt sicher, dass sich die Schiffe mehr in der Mitte der Fahrrinne halten, was das Risiko eines Auflaufens auf Grund und Kollisionen mit Offshore-Windrädern verringert.
- Die Errichtung einer Brücke wird vermutlich zu einer wesentlichen Verringerung oder Einstellung des Fährverkehrs quer zum Belt führen, was das Risiko von Kollisionen zwischen Schiffen und Fähren verringert.
- Die Einrichtung eines VTS-Systems wird das Risiko von Unfällen um etwa 60 Prozent verringern.

Vor dem Hintergrund der Ergebnisse der Risikoanalyse wurde eine Kosten-Nutzen-Analyse der verschiedenen Brückenlösungen durchgeführt, die zeigt, dass eine Schrägkabelbrücke mit zwei Feldern von 724 m in Kombination mit einem VTS-System die kosteneffektivste Lösung darstellt. Diese Lösung hat somit wesentlich niedrigere Baukosten zur Folge als eine Brücke mit Feldern von 888 m und gewährleistet im Vergleich zum Referenzszenarium eine verbesserte Sicherheit für den Schiffsverkehr.

### 5. Analyse des Verkehrsstroms

Ergänzend zur Risikoanalyse wurde eine Studie zum Verlauf des Schiffsverkehrs durch den Fehmarnbelt in einer Situation mit errichteter Brücke durchgeführt. Die Studie analysiert, wie viele Schiffe „free flow“ (ungehinderte Passage) haben.

Ein Schiff hat „free flow“, wenn es das Verkehrstrennungssystem ohne Geschwindigkeitsänderung passieren kann, ohne dabei dicht an andere Schiffe oder die Pylone der Brücke zu kommen. Sofern ein Schiff keinen „free flow“ hat, wird es die Geschwindigkeit oder den Kurs verändern müssen, um den normalen Abstand zu anderen Objekten beizubehalten.

Die Studie zeigt, dass eine Brücke mit zwei Feldern mit Spannweiten von 724 m bzw. 888 m dazu führen wird, dass 22 Prozent bzw. 10 Prozent der Schiffe bei Passage keinen „free flow“ haben. Bei diesen Passagen muss akzeptieren werden, dass entweder eine starke Annäherung an andere Schiffe/Pylone erfolgt oder eine Geschwindigkeitsänderung vorgenommen werden muss. Im Vergleich dazu zeigt eine Analyse, dass etwa 7 Prozent des Schiffsverkehrs derzeit eine Geschwindigkeitsänderung aufgrund des kreuzenden Fährverkehrs vornimmt.

### 6. Fahrtsimulationen

Ferner wurde eine Reihe von Fahrtsimulationen durchgeführt, bei der insgesamt 118 Navigatoren aus Europa und Asien simulierte Durchfahrten des Fehmarnbelts am Fahrtsimulator von Force Technology vorgenommen haben.

Die Fahrtsimulationen ergänzen die Risikoanalyse und werden als Ergänzung der theoretischen Analysen der Schifffahrtsbedingungen verwendet. Unter anderem wird Folgendes untersucht und optimiert:

- Spannweiten von Durchfahrtfeldern über der Fahrrinne
- Verkehrstrennungssysteme
- Markierung der Fahrrinne
- Markierung der Brücke

Die Fahrtsimulationen haben unter anderem nachgewiesen, dass eine Brücke mit drei Feldern, bei der das eine Feld als Trennungsfeld fungiert, keine positiven Auswirkungen auf die Schifffahrtsbedingungen hatte.

## **7. Zusammenfassung**

Die Gesellschaft ist der Auffassung, dass auf Grundlage der durchgeführten Risikoanalysen und sonstigen Untersuchungen nachgewiesen ist, dass eine Lösung mit zwei Durchfahrtspfeln von 724 m bei gleichzeitiger Einrichtung eines VTS-Systems für das Gebiet zu verbesserten Bedingungen für die Sicherheit des Schiffsverkehrs führt, wenn man sie mit einer Situation mit fortgesetztem Fährbetrieb ohne VTS-System vergleicht.

Zugleich ist die Gesellschaft der Auffassung, dass die bisher durchgeführten Untersuchungen gezeigt haben, dass durch Gestaltung der Schrägkabelbrücke mit drei Hauptfeldern keine Verbesserung für die Sicherheit des Schiffsverkehrs erreicht wird. Das liegt daran, dass durch Errichtung von nur zwei Durchfahrtspfeln einfachere, weniger verwirrende Schifffahrtsbedingungen erzielt werden.

Vor dem Hintergrund einer Nutzenanalyse empfiehlt die Gesellschaft daher, bei Wahl einer Schrägkabelbrückenlösung eine Brücke mit zwei Durchfahrtspfeln von 724 m als Ausgangspunkt zu wählen.

Schifffahrtsbehörden haben zu den Ergebnissen von Risikoanalysen, Fahrtsimulationen etc. noch keine Stellung genommen.

## Anlage A: Organisation

Auf unten stehender Abbildung ist zu sehen, welche Behörden aus Dänemark und Deutschland die durchgeführten Schifffahrtsstudien verfolgt haben.

Es ist auch zu sehen, welche Berater und Experten beteiligt waren.

