DIW ECON

Das Consulting-Unternehmen des DIW Berlin

Wie belastbar sind die Wirtschaftlichkeitsanalysen zur festen Fehmarnbeltquerung?

Finanzierungsmodell und Kosten-Nutzen-Analyse auf dem Prüfstand

Eine Analyse im Auftrag von Scandlines ApS

DIW Econ GmbH

Dr. Rafael Aigner
Dr. Ferdinand Pavel
Katharina Weber

Mohrenstraße 58
10117 Berlin

Tel. +49.30.20 60 972 - 0
Fax +49.30.20 60 972 - 99
service@diw-econ.de
www.diw-econ.de

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis iii
Tabellenverzeichnis iv
Kurzfassung 1
1. Einleitung 4
2. Wettbewerbsanalyse – Wie beeinflusst die Konkurrenz durch die Fähre die Finanzierung der festen Fehmarnbeltquerung? 9
2.1 Modell 10
2.1.1 Preise und Nachfrage 12
2.1.2 Strategische Interaktion und Gleichgewichte 13
2.1.3 Optimale Reaktion der Fähre bei Referenzpreisen 14
2.1.4 Stackelberg-Duopol 14
2.1.5 Bertrandwettbewerb 15
2.2 Zentrale Parameter 16
2.3 Ergebnisse 18
2.3.1 Referenzwerte – der Tunnel als Monopolist 18
2.3.2 Nachbildung der Sensitivitätsanalysen der Verkehrsprognose 19
2.3.3 Optimale Reaktion der Fähre 21
2.3.4 Stackelberg-Duopol 23
2.3.5 Bertrandwettbewerb 26
2.4 Diskussion alternativer Parameter (qualitative Sensitivitätsanalysen) 29
2.5 Fazit 32
3. Wettbewerbsanalyse – Wie beeinflusst die Fährkonkurrenz die Kosten-Nutzen-Analyse der festen Querung? 35
3.1 Methodik 35
3.2 Ergebnis und Fazit 38
4. Neubewertung der Routenwahl 39
4.1 Schätzung des Verkehrsvolumens 40
4.1.2 Ergebnisse 44
4.2 Auswirkungen auf die Kosten-Nutzen-Analyse 45
4.2.1 Methodik 46

4.2.2 Ergebnis und Fazit 48
4.3 Auswirkungen auf die Finanzanalyse 50
4.3.1 Methodik 50
4.3.2 Ergebnis und Fazit 52
5. Zusammenfassung und Diskussion 54
Literaturverzeichnis 57
6. Anhang A: Parameter der Wettbewerbsanalyse 59
6.1 Zeithorizont und Zinssatz 59
6.2 Verkehrsvolumen und Nachfrageelastizität 59
6.3 Baukosten, Umsatz und Überschuss des Tunnel 62
6.4 Kosten und Umsätze der Fähre 63
6.5 Preise und Umsatzsteuer 65
6.6 Zeitwerte 66
6.7 Fahrzeiten, Wartezeiten und geldwerter Vorteil 67
7. Anhang B: Parameter der Routenwahl 69
8. Anhang C: Zeitreihen zu Abschnitt 4 70
9. Anhang D: Methodik zur Quantifizierung des Einflusses der Fährkonkurrenz auf die Kosten-Nutzen-Analyse 72

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Stackelberg-Duopol – unelastische Nachfrage 24

Abbildung 2: Stackelberg-Duopol – elastische Nachfrage 25

Abbildung 3: Vorgehensweise zur Neubewertung der Kosten-Nutzen-Analyse 47

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Zentrale Parameter der Wettbewerbsanalyse 17

Tabelle 2: Referenzwerte – der Tunnel als Monopolist 18

Tabelle 3: Nachbildung der Sensitivitätsanalysen der Verkehrsprognose bei Fährbetrieb im Zwei-Stundentakt 20

Tabelle 4: Nachbildung der Sensitivitätsanalysen der Verkehrsprognose bei Fährbetrieb im Stundentakt 20

Tabelle 5: Die optimale Preisreaktion der Fähre bei Referenzpreisen des Tunnels 23

Tabelle 6: Bertrandwettbewerb – unelastische Nachfrage 27

Tabelle 7: Bertrandwettbewerb – elastische Nachfrage 28

Tabelle 8: Wirtschaftlichkeit (Überschüsse) des Tunnels über 50 Jahre im Wettbewerb mit der Fähre 32

Tabelle 9: Auswirkungen der Fährkonkurrenz auf den gesamtwirtschaftlichen Nettonutzen 38

Tabelle 10: Verteilung des Verkehrsaufkommens Skandinavien-Europa 43

Tabelle 11: Verkehrsströme über die Feste Querung des Fehmarnbelts 45

Tabelle 12: Kosten-Nutzen-Analyse mit verändertem Verkehrsvolumen 49

Tabelle 13: Parameter der Finanzanalyse 51

Tabelle 14: Ergebnis der Finanzanalyse 52

Tabelle 15: Nachfrage 61

Tabelle 16: Passierdauer und Wartezeiten im Vergleich (Mittelwerte) 67

Tabelle 17: Geldwerter Vorteil des Tunnels gegenüber der Fähre (Mittelwerte) 68

Tabelle 18: Parameter zur Bestimmung der generalisierten Kosten 69

Tabelle 19: Passagiervolumen auf dem Fehmarnbelt (Puttgarden-Rødby) 70

Tabelle 20: Umsätze und Betriebskosten des Tunnelbetreibers 71

Kurzfassung

Das Königreich Dänemark und die Bundesrepublik Deutschland planen in der Ostsee den Bau einer festen Verbindung der dänischen Insel Lolland mit der deutschen Insel Fehmarn. Der dazwischen liegende Fehmarnbelt wird derzeit im Regelbetrieb von vier Hybridfähren der Reederei Scandlines befahren. Die geplante feste Querung über den Fehmarnbelt soll primär durch Mautgebühren von den Nutzern refinanziert werden. Dieses Finanzierungskonzept wird jedoch mit hoher Wahrscheinlichkeit nicht aufgehen: Denn entweder es werden hohe Mautpreise angesetzt, die dazu führen, dass die Fähre große Teile des Marktes und der geplanten Einnahmen der festen Querung abzieht. Oder es werden niedrige Mautpreise gesetzt, so dass die Fähre zwar aus dem Markt gedrängt wird, die Mauteinnahmen die Baukosten aber selbst dann nicht werden decken können.

Selbst im nicht zu erwartenden Fall, dass die Fähre keine Konkurrenz für den Tunnel darstellen sollte, ist das aktuelle Finanzierungsmodell keineswegs sicher. Neubewertungen der Routenwahl durch DIW Econ zeigen, dass das Verkehrsvolumen auf dem Fehmarnbelt und damit die Umsätze der festen Querung deutlich unter den bisherigen Prognosen liegen könnten.

Im Ergebnis steht zu befürchten, dass die dänischen Steuerzahler für die Kosten des Projekts aufkommen, da Dänemark mit Staatsgarantien den Bau der festen Querung erst ermöglicht. Die Analysen zeigen außerdem, dass der gesamtwirtschaftliche Nettonutzen des Projekts entgegen aktueller Studien auch negativ ausfallen kann.

Zum Hintergrund: Die Baukosten für die feste Fehmarnbeltquerung, sowie für die dänische und deutsche Hinterlandanbindung auf Schienen (Puttgarden-Lübeck) und Straße (Heiligenhafen-Puttgarden) betragen nach aktuellen Schätzungen 10,2 Milliarden Euro.[1] Die

[1] Die Baukosten der festen Querung sowie der dänischen Hinterlandanbindung schätzt Femern A/S (2015) auf insgesamt rund 8,6 Milliarden Euro. Davon entfallen knapp 1,3 Milliarden Euro auf die Hinterlandanbindung. Die Kosten für die deutsche Anbindung schätzt das Bundesverkehrsministerium (2015) auf 1,5 Milliarden Euro für die Schiene und 109 Millionen Euro für den Straßenteil. Das geht aus einem Schreiben an den Rechnungsprüfungsausschuss des Deutschen Bundestages vom 23.01.2015 hervor (Bundesverkehrsministerium, 2015). Mit einem weiteren Anstieg der gesamten Kosten ist zu rechnen. So beziffert das Bundesverkehrsministerium (2015) die zusätzlichen Kosten für den notwendigen Ersatz der Fehmarnsundbrücke mit 250 bis 600 Millionen Euro. Da allerdings die

Betreibergesellschaft Femern A/S gibt an, dass diese Kosten nach 39 Betriebsjahren abgezahlt sein werden (Femern A/S, 2015). Demnach kann das Finanzierungsmodell durch Mautgebühren unter bestimmten Voraussetzungen funktionieren: Diese Einschätzung beruht auf einer Verkehrsprognose von Intraplan/BVU (2014), welche die zukünftigen Verkehrsvolumen und somit die Einnahmepotenziale prognostiziert. Der Wettbewerb zwischen der festen Querung und einem parallelen Fährbetreiber wird dabei aber unzureichend berücksichtigt: Im Hauptszenario wird von einer Beendigung des Fährbetriebs ausgegangen, obwohl der Fährbetreiber angekündigt hat, auch nach Eröffnung einer festen Querung weiterzufahren. In einer Sensitivitätsanalyse wird ein stark reduzierter Fahrplan unterstellt, der nur zu einer leichten Abnahme der Nachfrage auf der festen Querung führen soll. Eine fundierte Analyse des zu erwartenden Verhaltens des Fährbetreibers fehlt allerdings. Dieses wesentliche Defizit überträgt sich auf die Studien zum Finanzierungsmodell (Femern A/S, 2014) und zur Kosten-Nutzen-Analyse (Incentive, 2015a).[2] Des Weiteren werden auch die Auswirkungen von veränderten Passagierpräferenzen nicht weiter analysiert.

In der vorliegenden Studie präsentieren wir zunächst eine modellgestützte Analyse des Wettbewerbs zwischen fester Querung und Fähre. Die Analyse verdeutlicht, dass der Fährbetreiber auch dauerhaft in Konkurrenz mit dem Tunnel im Markt verbleiben kann:

- Wenn die Betreiber der festen Querung wie geplant und in der Verkehrsprognose unterstellt Mautgebühren in Höhe von 65 Euro (Pkw) beziehungsweise 267 Euro (Lkw) erheben, wird der Fährbetrieb aufrechterhalten und erringt durch niedrigere Preise hohe Marktanteile.
  - Damit verringern sich die Mauteinnahmen der festen Querung massiv und der Tunnel schreibt über den in der Finanzanalyse betrachteten Zeitraum von 50 Betriebsjahren Verluste im Milliardenbereich. Die Verluste übersteigen die erwarteten Zuschüsse der EU.

Höhe dieser Kosten derzeit noch unklar ist, und auch nicht geklärt ist, ob sie auch ohne die feste Fehmarnbeltquerung anfallen würden, werden diese in der vorliegenden Studie (sowie auch in Incentive, 2015a) nicht berücksichtigt. Dies führt tendenziell zu einer Unterbewertung der Baukosten der festen Fehmarnbeltquerung in der folgenden Analyse.

[2] Das Fehlen einer realistischen Wettbewerbsanalyse wird unter anderem auch in DIW Econ (2015a) sowie in den „Einwendungen der Scandlines Deutschland GmbH zum Planfeststellungsverfahren der festen Fehmarnbeltquerung vom 03.07.14 (S. 337)“, welche DIW Econ vorliegen, bemängelt.

- Unter diesen Umständen geht auch der gesamtwirtschaftliche Nettonutzen der festen Querung massiv zurück.

- Daraus folgt: Nur mit Mautpreisen weit unter den oben genannten Referenzwerten kann es gelingen, den Fährbetreiber aus dem Markt zu drängen. Dies würde aber aller Wahrscheinlichkeit nach hohe eigene Verluste für den Tunnelbetreiber nach sich ziehen. und steht unter Vorbehalt der Wettbewerbsaufsichtsbehörden.

In einer separaten Analyse prognostizieren wir das zukünftige Verkehrsvolumen auf dem Fehmarnbelt unter der Annahme veränderter Passagierpräferenzen. Sollten diese Prognosen eintreffen, wäre die Wirtschaftlichkeit des Tunnels auch ohne Fährkonkurrenz gefährdet:

- Der Rückzahlungszeitraum weitet sich auf 48 bis 59 Jahre aus, wenn die Betreiber die erwarteten TEN-V-Zuschüsse der EU erhalten. Ohne diese Zuschüsse könnte die Rückzahlung mehr als 100 Jahre dauern.
- Der gesamtwirtschaftliche Nettonutzen des Projekts fällt mit minus 460 Millionen Euro negativ aus.

Insgesamt wird deutlich, dass das Projekt einer festen Fehmarnbeltquerung mit hoher Wahrscheinlichkeit als staatlich subventioniertes Zuschussprojekt enden wird. In Anbetracht des enormen Investitionsvolumens muss die Frage, ob dieses Risiko eingegangen werden sollte, neu gestellt und bewertet werden.

1. Einleitung

Der Bau einer festen Querung über den Fehmarnbelt ist ein deutsch-dänisches Infrastrukturprojekt. Es sieht einen 17,6 Kilometer langen Absenktunnel und einen Ausbau der landseitigen verkehrlichen Anbindungen auf sowohl der deutschen als auch der dänischen Seite vor. Die Finanzierung der festen Fehmarnbeltquerung beruht auf Staatsgarantien. Das Projekt wird über Darlehen finanziert, die wiederum über Garantien des dänischen Staates abgesichert sind, und über Nutzergebühren zurückgezahlt werden sollen. Hinzu kommen CEF-Fördermittel der Europäischen Union im Rahmen der TEN-V-Programme.[3] Deutschland trägt hierbei gemäß einem Staatsvertrag mit Dänemark aus dem Jahr 2008 die Kosten der Hinterlandanbindung auf deutscher Seite.[4]

Drei aktuelle Studien befassen sich mit der Wirtschaftlichkeit der festen Fehmarnbeltquerung:

- Die **Verkehrsprognose** von Intraplan/BVU (2014) prognostiziert das (zu erwartende) Verkehrsaufkommen nach Inbetriebnahme des Tunnels. Die Prognose ist die Grundlage der beiden anderen Studien.
- Die **Finanzanalyse** des Vorhabenträgers Femern A/S (2014) kommt zu dem Ergebnis, dass die gesamten Bau- und Betriebskosten innerhalb von 32 bis 37 Jahren durch Mauteinnahmen und TEN-V-Zuschüsse der EU abbezahlt werden können. Demzufolge sei das Tunnelprojekt als wirtschaftlich zu betrachten, und dem dänischen Steuerzahler entstünden keine direkten Kosten; die neuesten Berechnungen von Femern A/S (2015) berücksichtigen die zwischenzeitlich vorliegenden Angebote der Baukonsortien und damit einen Anstieg des Baukostenetats. Sie taxieren den Rückzahlungszeitraum auf 39 Jahre.

---

[3] Die „Verordnung (EU) Nr. 1315/2013 vom 11. Dezember 2013 über Leitlinien der Union für den Aufbau eines transeuropäischen Verkehrsnetzes" (TEN-V) zählt die feste Fehmarnbeltquerung als Teil des TEN-Kernnetzes. Die Betreiber der festen Querung erwarten Zuschüsse aus der TEN-Finanzierungsverordnung "Connecting Europe Facility (CEF)". (http://www.bmvi.de/DE/VerkehrUndMobilitaet/Verkehrspolitik/EuropaeischeVerkehrspolitik/Fehmarnbeltquerung/fehmarnbeltquerung_node.html, http://www.bmvi.de/DE/VerkehrUndMobilitaet/Verkehrspolitik/EuropaeischeVerkehrspolitik/TranseuropaeischeNetzeTEN/transeuropaeische-netze_node.html, beide abgerufen am 25.06.2015) Femern A/S (2014) taxiert die erwarteten Zuschüsse auf rund 1,4 Milliarden Euro.

[4] Nach vorläufigen Schätzung des Bundesverkehrsministeriums betragen die Kosten 1,609 Milliarden Euro (Bundesverkehrsministerium, 2015).

- Die **Kosten-Nutzen-Analyse** von Incentive (2015a) bescheinigt dem Bauprojekt über einen Zeitraum von 50 Jahren einen Nettonutzen von nur 3,57 Milliarden Euro, was einer gesamtwirtschaftlichen Rendite von 5,0 Prozent entspricht. Diese liegt nur knapp über dem relevanten Diskontierungssatz von 4,0 Prozent, der zur Sicherung der Wirtschaftlichkeit des Projekts mindestens erreicht werden muss.[5] Gemäß der Aktualisierung von Incentive (2015b) sinkt der Nettonutzen auf 2,87 Milliarden Euro, wenn die aktuellen Schätzungen der Baukosten der festen Fehmarnbeltquerung, inklusive dänischer und deutscher Baukosten der Straßen- und Schienenanbindung zugrunde gelegt werden. Dies entspricht einer Reduzierung der gesamtwirtschaftlichen Rendite des Projekts auf 4,7 Prozent. Die Kosten der deutschen Straßen- und Schienenanbindung sind jedoch noch nicht endgültig geklärt und können sich bis Abschluss der Finanzierungsvereinbarung, geplant für 2016, noch erhöhen (Bundesrechnungshof, 2015). Somit ist auch ohne Wettbewerb, modifizierte Verkehrsströme und/oder zusätzlichen Kosten für die Fehmarnsundbrücke eine weitere Reduktion des Nettonutzens denkbar. Wenn zusätzlich das von Deutschland zu finanzierende Ersatzbauwerk über den Fehmarnsund mit eingerechnet wird, sinkt die Rendite weiter auf nunmehr 4,5 Prozent (Incentive, 2015b).

Im Rahmen einer umfassenden Bewertung hat DIW Econ die drei Studien umfassend analysiert und dabei eine Reihe von Schwachpunkten und Problemen identifiziert (DIW Econ 2015a, 2015b). Box 1-1 und Box 1-2 fassen die Hauptkritikpunkte an den jeweiligen Studien zusammen. Um die Bedeutung dieser Aspekte für die Wirtschaftlichkeit des gesamten Projekts aufzuzeigen, werden in der vorliegenden Studie die Auswirkungen zweier zentraler Kritikpunkte eingehend untersucht.

Der erste Kritikpunkt mit dem die folgende Studie sich beschäftigt, betrifft die in allen drei Studien unzureichende Berücksichtigung von Anpassungsspielräumen des Fährbetreibers im Wettbewerb mit der festen Querung. Dies ist insofern relevant, als die aktuelle Verkehrsprognose (an wesentlichen Stellen) unterstellt, dass ein paralleler Fährbetrieb wirtschaftlich nicht sinnvoll sei. Sollte sich diese Annahme jedoch als nicht haltbar erweisen,

[5] Der Diskontierungssatz in einer Kosten-Nutzen Analyse spiegelt die soziale Zeitpräferenzrate wider. Ausgangspunkt ist die Abwägung zwischen heutigem Konsum oder Investition in ein Projekt, das einen Ertrag im Folgejahr liefert. Der Diskontierungssatz gibt an, um wieviel Prozent der Ertrag (Nutzen) der Investition mindestens über den Aufwendungen (Kosten) liegen muss, um den Verzicht auf heutigem Konsum zu rechtfertigen. Der von Incentive (2015a) angesetzte Wert von 4,0 Prozent entspricht den Vorgaben des dänischen Transportministeriums.

liegt nahe, dass sich die Wirtschaftlichkeit der festen Fehmarnbeltquerung erheblich verschlechtert oder ganz entfällt.

Zum zweiten basiert das für die Feste Fehmarnbeltquerung erwartete Verkehrsaufkommen stark auf exogenen Annahmen und ist von der Wahl kritischer Parameter(werte) wie der Zeitpräferenz einzelner Passagiersegmente abhängig. Tatsächlich zeigt sich, dass bereits geringe Änderungen bestimmter Parameter grundlegende Verschiebungen beim Verkehrsaufkommen bewirken können. Ein hohes Verkehrsaufkommen auf der festen Querung ist aber die Grundlage der gesamt- und einzelwirtschaftlichen Rentabilität des Bauprojekts. Daher wird als zweiter Kritikpunkt ein verändertes Verkehrsvolumen durch gegebenenfalls realistischere Zeitwerte näher betrachtet.

Die vorliegende Studie erläutert die sich daraus ergebenen Schlussfolgerungen mit Blick auf die Rentabilität des Projekts. Die Analyse gliedert sich in zwei Teile:

- **Wettbewerbsanalyse** (Abschnitte 2 und 3): Bestanteil der Analyse ist eine modellgestützte Prognose zum Verhalten von Tunnel- und Fährbetreiber. Zentral ist dabei die Frage, ob der Tunnel auch dann wirtschaftlich ist, wenn die Konkurrenz durch die Fähre hinreichend berücksichtigt wird. In einem zweiten Schritt wird geklärt, welche Auswirkungen die Fährkonkurrenz auf die gesamtwirtschaftliche Kosten-Nutzen-Bewertung hat.
- **Neuschätzung des Verkehrsvolumens** (Abschnitt 4): Wir nehmen eine Neubewertung der Routenwahl und der generalisierten Kosten vor, welche auf anderen Zeitwerten basiert und die sich in einer veränderten Prognose zum Verkehrsaufkommen niederschlägt. Schließlich klären wir die Auswirkungen der Neubewertung auf die Kosten-Nutzen-Analyse und die Finanzanalyse.

Der Fokus dieser Studie auf zwei Kritikpunkte soll nicht implizieren, dass andere Schwachpunkte der Verkehrsprognose (DIW Econ 2015a) und der Kosten-Nutzen-Analyse (DIW Econ 2015b) weniger stark ins Gewicht fallen. Sofern allerdings die Analyse bereits bei Fokussierung auf zwei Kritikpunkte zu dem Schluss kommt, dass die Wirtschaftlichkeit der festen Fehmarnbeltquerung nicht gegeben ist, so ist dieses Ergebnis umso robuster, da für dieses Ergebnis die Wirkung der übrigen Kritikpunkte gar nicht erfasst werden musste.

Box 1-1
Zentrale Ergebnisse DIW Econ Bewertung der Kosten-Nutzen Analyse von Incentive (2015a)

Im Allgemeinen lassen sich folgende Kritikpunkte äußern:

- Die Analyse ist nicht auf dem neusten Stand; insbesondere die jüngste Erhöhung der Baukostenschätzung vom Februar 2015 wird nicht vollumfänglich berücksichtigt.
- Weder die Analysen noch die Ergebnisse lassen sich genau nachvollziehen. Letztere werden lediglich als aggregierte Größen ausgewiesen.

Auch im Speziellen lassen sich einige Schwachstellen der Analyse ausmachen:

- Wichtige Parameter wie das Verkehrswachstum oder der Wert von Zeiteinsparungen werden tendenziell so gewählt, dass sie einen höheren Nutzen erzeugen. Eine kritische Bewertung im Rahmen der Sensitivitätsanalysen unterbleibt.
- In den Sensitivitätsszenarien werden mögliche Risiken des Projekts nicht hinreichend abgebildet. Beispielsweise wird nicht mit einem „Worst-Case“ Szenario für das Verkehrswachstum gerechnet. Außerdem ist kein paralleler Fährbetrieb mit zweckmäßigem Geschäftskonzept berücksichtigt worden.
- Relevante Projektalternativen wie alternative Tunnelkapazitäten oder ein verbesserter Fährbetrieb werden a priori von der Untersuchung ausgeschlossen.
- Soweit nachvollziehbar wird der Verbrauchernutzen überschätzt.

Das führt zu folgender Gesamtbewertung der vorliegenden Kosten-Nutzen Analyse:

- Trotz durchgehend optimistischer Parameterwahl ist der Nettonutzen des Projekts relativ gering.
- Die Abschätzung möglicher Projektrisiken im Rahmen der Sensitivitätsanalyse ist unzureichend. Bei Zusammentreffen ungünstiger Entwicklungen beziehungsweise Ereignisse kann der Nettonutzen des Projekts negativ sein. Auf die damit verbundenen Risiken wird in der Analyse nicht eingegangen.
- Insgesamt ist die vorliegende Kosten-Nutzen Analyse als Grundlage für den weiteren Entscheidungsprozess nicht ausreichend.

Box 1-2
Zentrale Ergebnisse der DIW Econ Bewertung der Verkehrsprognose von Intraplan/BVU (2014)

Im Allgemeinen lassen sich folgende Kritikpunkte äußern:

- Viele wichtige Details bleiben im Unklaren, etwa zur Verknüpfung der Modellansätze für Verkehrsvolumen oder Verkehrsträger- und Routenwahl.
- Die berechneten Verkehrsströme und Verschiebungen werden nicht konsistent nach einzelnen Routen und differenziert nach Verkehrsträgern und Reisezweck (geschäftlich und privat) ausgewiesen.
- Für das Wachstum der Verkehrsvolumina und die Verkehrsträgerwahl werden keine Modellparameter ausgewiesen.

Betrachtet man nun die ausgewiesen Modellparameter für Pkw-Passagierverkehr fällt auf, dass das prognostizierte Verkehrsaufkommen signifikant von Modellspezifikation sowie den unterstellten Parameterwerten abhängt. Unsere beispielhaften Berechnungen zeigen, dass besonders eine andere Wahl der Zeitwerte für privat Reisende in Pkw die Routenwahl stark beeinflusst und zu anderen Routenverkehrsverlagerungen im Pkw-Passagierverkehr führen kann. Insgesamt bedeute dies, dass das prognostizierte Verkehrsaufkommen auf dem Fehmarnbelt nicht als robust bewertet werden kann, auch wenn die abgeleiteten Annahmen grundsätzlich nachvollzogen werden können. Bei Weiterverarbeitung der Verkehrsprognose, wie zum Beispiel innerhalb der Kosten-Nutzen Analyse, sollten auch Szenarien hinsichtlich der Zeitwerte und somit des veränderten Verkehrsaufkommens betrachtet werden.

Ein weiteres, grundsätzliches Defizit der vorliegenden Verkehrsprognose ist die unzureichende Berücksichtigung möglicher Anpassungsspielräume der Fährbetreiber im Wettbewerb mit der festen Querung. Dies ist insofern relevant, als dass der Wettbewerb zu einem veränderten Verkehrsaufkommen der festen Fehmarnbeltquerung führen kann.

Insgesamt stellt die hier dargestellte Kritik die Relevanz der vorliegenden Verkehrsprognose und damit in der Konsequenz die Wirtschaftlichkeit des gesamten Investitionsprojekts in Frage.

2. Wettbewerbsanalyse – Wie beeinflusst die Konkurrenz durch die Fähre die Finanzierung der festen Fehmarnbeltquerung?

Seit 1963 kann der Fehmarnbelt per Fähre überquert werden. Die Reederei Scandlines betreibt die Fährlinie Puttgarden-Rødby typischerweise in einem 30-Minutenregeltakt[6]. Der maßgebliche Vorteil des Tunnels gegenüber der Fähre ist die um etwa 60 Minuten reduzierte Reisezeit.[7] Intraplan/BVU (2014) geht im Hauptszenario der Verkehrsprognose unter anderem deshalb davon aus, dass der Fährbetrieb mit Inbetriebnahme des Tunnels eingestellt wird. Femern A/S (2014) und Incentive (2015a) übernehmen diese Annahme in ihren Hauptergebnissen. Jedoch wurde wiederholt darauf hingewiesen, dass ein Aufrechterhalten des Fährbetriebs durchaus möglich und beabsichtigt sei. Intraplan/BVU (2014) begegnet diesem Einwand mit zwei Sensitivitätsanalysen, die einen fortgesetzten Fährbetrieb unterstellen (*Parallel ferry cases*). In den Analysen wird angenommen, dass der Fährbetreiber die Zahl der eingesetzten Schiffe und damit den Abfahrtstakt deutlich reduziere und außerdem die Preise des Tunnels um 25 Prozent unterbiete. Intraplan/BVU (2014) kommt zu dem Ergebnis, dass das Verkehrsvolumen im Tunnel gegenüber der Referenzprognose um zirka 9 bis 14 Prozent (Pkw) beziehungsweise zirka 12 bis 15 Prozent (Lkw) zurückgehe. Dies wirkt sich negativ auf die die Ergebnisse der Finanzanalyse sowie der Kosten-Nutzen-Analyse aus. Der Rückzahlungszeitraum steigt um 9 Jahre (Femern A/S, 2014), die gesamtwirtschaftliche Rendite sinkt auf 4,1 Prozent (Incentive, 2015a). Die Zahlen beruhen noch auf Kostenschätzungen aus 2014, eine Aktualisierung der Sensitivitätsanalyse liegt nicht vor. Es ist davon auszugehen, dass die von Incentive (2015a) angegebene Rendite von 4,1 Prozent auf unter 4 Prozent sinkt, sobald die aktuellen Kostenschätzungen (Incentive, 2015b; Femern A/S, 2015) der Sensitivitätsanalyse zugrunde gelegt würden.

Der Bericht von Intraplan/BVU (2014) weist in Bezug auf die Analyse der Fährkonkurrenz einige wesentliche Defizite aus.

---

[6] Der Fahrplan fällt auf einen 40-Minutentakt zurück, wenn eine der vier Fähren nicht einsatzfähig ist, beispielsweise durch einen notwendigen Werftaufenthalt.

[7] Diese Zeitdifferenz berücksichtigt auch Wartezeiten sowie Check-In/Out. Die reine Fahrzeit beträgt zirka 15 Minuten (Tunnel) beziehungsweise 45 Minuten (Fähre). Siehe Tabelle 16 im Anhang.

- Es wird nicht weiter ausgeführt, warum die Fähre gerade die im Bericht unterstellten Abfahrtsfrequenzen und Preise wählen sollte. Die präsentierte Analyse wirkt daher willkürlich.
- Die Verschiebungen des Verkehrs von Tunnel zur Fähre werden nicht transparent begründet.
- Intraplan/BVU (2014) bezeichnet den fortgesetzten Fährbetrieb als nicht profitabel, begründet dies aber nicht, analysiert also weder die Kosten noch die Einnahmen der Fähre.
- Mit keinem Wort wird diskutiert, ob der Tunnelbetreiber mögliche Anpassungsreaktionen (beispielsweise Preissenkungen) vornehmen könnte, falls die Fähre im Betrieb bleibt.

Zusammengefasst: Es fehlt eine Wettbewerbsanalyse. Eine solche Analyse ist aber unerlässlich, um abzuschätzen, ob ein Weiterbetrieb der Fähre zu erwarten ist, und welche Folgen dies für den Tunnelbetreiber hat. DIW Econ präsentiert nun eine modellgestützte Analyse zum möglichen Wettbewerb zwischen Tunnel- und Fährbetreiber. Damit soll geklärt werden, ob der Tunnel auch dann wirtschaftlich wäre, wenn die Konkurrenz durch die Fähre hinreichend berücksichtigt wird.

2.1 Modell

Um den Wettbewerb auf dem Fehmarnbelt zu modellieren, entwickeln wir ein spieltheoretisches Modell mit zwei Spielern: Fähre und Tunnel. Wir beschränken uns auf die Analyse von Pkw- und Lkw-Verkehr.[8] Damit erfasst die Analyse knapp 80 Prozent des erwarteten Personenverkehrsaufkommens[9] sowie das gesamte Güterverkehrsaufkommen auf der Straße, welches den Fehmarnbelt überquert. Die mathematischen Details des Modells sind bei Aigner (2015) ausgeführt. Betrachtet wird die strategische Interaktion nach der Fertigstellung des Tunnels. Dabei sollen zwei verknüpfte Fragen geklärt werden:

- Wird der Bau des Tunnels zum Marktaustritt der Fähre führen?

---

[8] Die derzeitigen Einnahmen der Fähre durch Fußgänger, Zugverkehr und Busse machen nur einen Bruchteil der Gesamteinnahmen aus. Für den Tunnel wird der Zug- und Busverkehr insofern berücksichtigt, als dass Einnahmen die Bilanz des Tunnels verbessern.

[9] Intraplan/BVU (2014) weisen für den Planfall mit fester Querung im Jahr 2022 insgesamt 10,7 Millionen Passagiere aus, davon 8,3 Millionen in Pkw.

- Wird der Tunnel *wirtschaftlich* sein?

Der Tunnel ist dann als wirtschaftlich zu betrachten, wenn der Barwert der Einnahmen aus Nutzungsentgelten den Barwert der gesamten Betriebs- und Baukosten des Tunnels übersteigt. Ein wirtschaftlicher Tunnel erfüllt das Prinzip des marktwirtschaftlich handelnden Kapitalgebers; das Projekt wäre also auch für einen privaten Investor attraktiv (*Market Economy Investor Principle*[10]).

Die wesentliche Abfolge der Ereignisse im Rahmen der Analyse ist wie folgt:

1. Fähre und Tunnel setzen Mautpreise. Die Fähre kann darüber hinaus auch die Fährfrequenz anpassen.
2. In Abhängigkeit der Mautpreise verteilt sich die Nachfrage nach Überfahrten auf Tunnel und Fähre.[11]

Für die Analyse definieren wir drei Zeithorizonte[12]:

- **Kurze Frist:** Als kurze Frist wird derjenige Zeitraum bezeichnet, in dem die Fähre ausschließlich die Preise ändern kann.
- **Mittlere Frist:** Als mittlere Frist wird derjenige Zeitraum bezeichnet, in dem die Fähre neben den Preisen auch den Fahrplan anpassen kann.
- **Lange Frist:** Als lange Frist wird derjenige Zeitraum bezeichnet, in dem die Fähre den Markt verlassen wird, wenn der Betrieb trotz Anpassung von Preisen und Fahrplänen Verluste bringt.

Nach Inbetriebnahme kann der Tunnel in allen Zeithorizonten nur noch Mautpreise anpassen.

---

[10] Der Begriff *Market Economy Investor Principle* wird allgemein als Kriterium im Rahmen von staatlichen Beihilfeverfahren verwendet und schließt eine Reihe von direkten und indirekten staatlichen Mitteln und Hilfen aus. In Kontext der vorliegenden Studie bezieht sich der Begriff hingegen ausschließlich auf die im Text dargestellten Aspekte der Wirtschaftlichkeit. Siehe dazu auch Fußnote18.

[11] Andere Faktoren wie spezifische Präferenzen der Nutzer werden an dieser Stelle noch nicht berücksichtigt. Dies erfolgt explizit in Abschnitt 4 im Rahmen der Neubewertung der Routenwahl.

[12] Wesentlich ist in diesem Zusammenhang die Unterscheidung nach alternativen Handlungsoptionen (Preisänderung, Fahrplananpassung beziehungsweise Marktaustritt). Eine Festlegung auf bestimmte Zeiträume (beispielsweise die Anzahl von Jahren) ist dabei nicht erforderlich.

2.1.1 Preise und Nachfrage

Zentral für das Modell ist die Frage des Einflusses der durch die einzelnen Akteure gesetzten Preise auf die Nachfrage. Dabei ergibt sich die Nachfrage nach Fährüberfahrten und Tunnelpassagen aus der Marktgröße (= gesamter Nachfrage) und den jeweiligen Marktanteilen. Wir nehmen vereinfachend an, dass die Marktgröße allein durch den Preis des Tunnels bestimmt wird. Die Fähre hat mit ihrer Preissetzung nur Einfluss auf ihren Marktanteil. Der Vorteil dieser methodischen Vereinfachung besteht darin, dass für die empirische Kalibrierung auf die Werte der Verkehrsprognose von Intraplan/BVU (2014) zurückgegriffen werden kann.[13] Tatsächlich ist zu erwarten, dass ein Fährbetrieb auch solche Passagiere anzieht, die ohne das Fährangebot keine Überfahrt machten. Die diesem Modell zugrunde liegende Annahme ist somit sogar konservativ, da sie in der Tendenz die Fähre benachteiligt und die Position des Tunnels stärkt.

Gegenüber der Fähre bietet der Tunnel insbesondere einen Zeitvorteil. Wir gehen vereinfachend davon aus, dass die unterschiedlichen Reisezeiten aus Sicht der Passagiere den alleinigen Unterschied bei der Wahl der Verkehrsträger ausmachen. Einer komplexeren Modellierung der Routenwahl wird im zweiten Teil der Studie Beachtung geschenkt. Innerhalb der Wettbewerbsanalyse wird davon aber abgesehen, um dank der Übernahme der meisten Parameter von Intraplan/BVU (2014) und Incentive(2015a) Vergleichbarkeit der Studien zu gewährleisten. Im Folgenden bietet der Tunnel somit einen *geldwerten Vorteil,* der sich aus dem Produkt von Zeitdifferenz und Zeitwert ergibt. Ein Passagier wählt die Fähre dann, wenn der Fährpreis so weit unter dem Mautpreis des Tunnels liegt, dass der geldwerte Vorteil des Tunnels kompensiert wird. Die Zeitwerte – und somit die geldwerten Vorteile – unterscheiden sich von Passagier zu Passagier. Auf Grundlage dieser Annahmen berechnen wir die Marktanteile von Fähre und Tunnel (vgl. Box 2-1).

[13] Für das Hauptszenario gibt Intraplan/BVU (2014) jährliche Verkehrsströme über den Fehmarnbelt an. Dabei wird angenommen, dass nur der Tunnel betrieben wird, nicht aber die Fähre.

Box 2-1
Bestimmung des Marktanteils

Wir postulieren, dass Passagier i die Fähre wählt wenn

$$P_F + v_i < P_T,$$

wobei P_F der Preis der Fähre, P_T der Preis des Tunnels und v_i der geldwerte Vorteil des Tunnels, aus Sicht des Passagiers i ist. Der geldwerte Vorteil subsumiert jedwede Differenzen zwischen Tunnel und Fähre aus Sicht der Passagiere. Der wichtigste Bestimmungsfaktor ist der Zeitvorteil des Tunnels. Wir beschränken uns auf diesen Unterschied, weshalb der geldwerte Vorteil dem Produkt aus der Differenz der Fahrzeiten und dem Zeitwert [in Euro/h] entspricht. Der Zeitwert variiert von Passagier zu Passagier. Für Geschäftsreisende wird in der Literatur typischerweise ein hoher, für private Passagiere ein geringerer Wert angenommen. Wir gehen konservativ davon aus, dass Geschäftsreisende grundsätzlich so hohe Werte aufweisen, dass die Fähre unattraktiv ist. Gleiches gilt für Lkw mit zeitkritischer Ladung. Für private Passagiere und die übrigen Lkw nehmen wir an, dass der Zeitwert Werte zwischen Null und einer oberen Grenze annehmen kann. Innerhalb dieser Werte wird von einer stetigen Gleichverteilung ausgegangen. Für weitere Details zur Methodik siehe Aigner (2015), zu den konkreten Werten siehe Abschnitte 6.6 und 6.7.

- **Beispiel 1**: Die Betreiber des Tunnels verlangen 65 Euro pro Pkw, die Betreiber der Fähre verlangen 35 Euro. Der durchschnittliche geldwerte Vorteil des Tunnels liegt somit bei 30 Euro pro Pkw. Die Hälfte der Passagiere weist Zeitwerte unterhalb des Durchschnitts auf. Daher ergibt sich ein Marktanteil von 50 Prozent für die Fähre.
- **Beispiel 2:** Für die Tunneldurchfahrt werden 267 Euro pro Lkw verlangt, für die Fährüberfahrt 192 Euro, 75 Euro unter dem Preis des Tunnels. Der geldwerte Vorteil des Tunnels liegt bei 50 Euro pro Lkw. Dann ergibt sich ein Marktanteil von 75 Prozent für die Fähre, da Dreiviertel der Lkw mit Zweitwerten unter 75 Euro kalkulieren.

2.1.2 Strategische Interaktion und Gleichgewichte

Bei der Modellierung der strategischen Interaktion gehen wir grundsätzlich von folgenden Zielen der Akteure aus:

- Der Fährbetreiber möchte Gewinne maximieren. Wenn die Kosten langfristig über den Einnahmen liegen, tritt er aus dem Markt aus.

- Sämtliche Kosten des Tunnels sind entweder „versunken“ (Baukosten) oder „fix“ (Betriebskosten). Ein Marktaustritt ist keine Option.

2.1.3 Optimale Reaktion der Fähre bei Referenzpreisen

Intraplan/BVU (2014), Incentive (2015a) und Femern A/S (2014) gehen allesamt davon aus, dass die Mautgebühren des Tunnels 65 Euro (Pkw) beziehungsweise 267 Euro (Lkw) betragen werden.[14] Diese Mautpreise – im Folgenden *Referenzpreise* genannt – sollen das aktuelle Preisniveau des Fährbetriebs auf dem Fehmarnbelt widerspiegeln. Auch wenn diese tatsächlich deutlich zu hoch sein dürften,[15] bilden sie den Ausgangspunkt der nachfolgenden Analyse.[16] DIW Econ analysiert in einem ersten Schritt, welche Reaktion der Fähre zu erwarten ist, wenn der Tunnel die Referenzpreise setzt: Wird der Fährbetrieb aufrechterhalten? Welche Preise wird die Fähre verlangen?

In einem zweiten Schritt fragen wir, welche Preise aus Sicht des Tunnelbetreibers optimal sind, wenn die Konkurrenz durch die Fähre in das Preissetzungskalkül des Tunnels einfließt. Dazu verwenden DIW Econ zwei spieltheoretische Modelle, die im Folgenden erläutert werden. In diesen wird entweder einem Akteur eine Marktführer-Stellung eingeräumt, oder es werden beide Akteure mit gleicher Marktmacht beschrieben. Dies entspricht der in der ökonomischen Modellierung eines Duopols üblichen Vorgehensweise.

2.1.4 Stackelberg-Duopol

Das Stackelbergmodell geht auf den deutschen Ökonomen Heinrich Freiherr von Stackelberg zurück. Es modelliert zwei Oligopolisten, wobei ein Spieler als Stackelbergführer, der andere als Stackelbergfolger bezeichnet wird. Der Stackelbergführer bestimmt als erster seine

---

[14] Es handelt sich um die effektive Maut für die Nutzer: der Pkw-Wert schließt die Umsatzsteuer ein, der Lkw-Wert ist eine Nettoangabe. Femern A/S (2014) berücksichtigt beim Lkw zusätzlich einen Rabatt von 13 Prozent (Fermen A/S (2014), S. 38/59).

[15] Nach Aussage des Fährbetreibers Scandlines entsprechen diese zwar ungefähr dem Niveau der aktuellen Listenpreise, berücksichtigen allerdings nicht die teilweise erheblichen Rabatte, die sowohl im Lkw- als auch im Pkw-Verkehr gewährt werden. Laut Scandlines sind Kosten der alternativen Route über den Großen Belt (105-120 Euro je Lkw) maßgeblich für die zum Teil erheblichen Rabatte, die Großkunden gewährt werden. Im Pkw-Verkehr resultieren Preisnachlässe vor allem aus den vergünstigten Bordershop-Tarifen, die in hohem Umfang (beispielsweise knapp 30 Prozent aller Passagiere in 2013) nachgefragt werden.

[16] Auch aufgrund der Übernahme des überschätzten Preisniveaus aus Intraplan/BVU (2014) fallen die Ergebnisse der Modellierung tendenziell zu Gunsten des Tunnels aus.

Strategie. Der Stackelbergfolger kann nur noch reagieren. Der erste Spieler ist im Vorteil, daher spricht die Literatur vom *First-mover-Vorteil*. Wir betrachten eine Variante des Stackelbergmodells, bei dem der Tunnel eine Marktführer-Stellung gegenüber der Fähre inne hat (Stackelbergführer). Diese erlaubt es dem Tunnel, als erster einen Preis zu setzen, auf den die Fähre dann nur reagieren kann. Damit wird dem Tunnel eine besonders große Marktmacht eingeräumt, denn er hat schließlich immer die Möglichkeit, den Preis so zu setzen, wie er ihn auch unter anderen strategischen Konstellationen setzen würde.

Die Abfolge des Spiels ist wie folgt:

1. Der Tunnel wählt seine Mautpreise für Pkw und Lkw. Dabei wird das Verhältnis der Referenzpreise beibehalten, das heißt die Mautpreise für Lkw sind rund 4,1 (≈ 267/65) mal so hoch wie beim Pkw.
2. Die Fähre entscheidet, ob sich bei gegebenen Mautpreisen des Tunnels ein Verbleib im Markt lohnt. Verbleibt die Fähre im Markt, setzt sie eigene Preise für Pkw und Lkw.
3. Die Passagiere verteilen sich auf die angebotenen Verkehrsmittel.
4. Tunnel und Fähre realisieren ihre Gewinne. Das Spiel endet.

Diese angesetzte Variante des Stackelbergmodells basiert auf einer langfristigen Betrachtungsweise, da dem Fährbetreiber die Möglichkeit eingeräumt wird, den Markt zu verlassen.

Der Vorteil der Marktführerschaft erwächst aus der Fähigkeit des Tunnels, sich auf eine Preisstrategie festzulegen. Setzt der Tunnel sehr niedrige Preise und kann glaubhaft vermitteln, an dieser Strategie festzuhalten, so wird die Fähre sich für den Marktaustritt entscheiden. Sobald die Fähre aber aus dem Markt ausgetreten ist, hat der Tunnel einen Anreiz, die Preise wieder zu erhöhen. Dann aber könnte es auch für die Fähre wieder attraktiv werden, in den Markt einzutreten (vgl. Abschnitt 2.3.4). Sollte es dazu kommen, wird der Tunnel abermals die Preise senken wollen. Der First-mover-Vorteil kommt also nur zum Tragen, wenn die ursprüngliche Preisstrategie des Tunnels langfristig glaubwürdig ist. Ob der Tunnel sich als Stackelbergführer wird etablieren können, ist nicht sicher abzuschätzen. Deshalb wird eine als Nächstes eine weitere Modellvariante – ein sogenannter Bertrandwettbewerb – betrachtet, bei dem Tunnel und Fähre simultan agieren.

2.1.5 Bertrandwettbewerb

Das Bertrand-Modell des Preiswettbewerbs geht auf Joseph Bertrand zurück. Es beschreibt ein Oligopol, bei dem die beiden Spieler simultan ihre Preise setzen. Das hier angewandte

Modell weicht vom klassischen Bertrand-Modell in zweifacher Hinsicht ab: Die Kostenstrukturen der Konkurrenten unterscheiden sich und die Oligopolisten bieten kein homogenes Gut an. Vielmehr bietet der Tunnel aufgrund der Zeitersparnis ein höherwertiges Gut an.

Das Spiel analysiert eine Situation nach Fertigstellung des Tunnels und unter der Annahme, dass der Fährbetreiber im Markt verbleibt. Es wird also nur das kurz- und mittelfristige Verhalten der Fähre analysiert. Der Ablauf des Spiels ist wie folgt:

1. Fähre und Tunnel setzen simultan ihre Preise. Pkw- und Lkw-Preise werden jeweils separat gesetzt.
2. Die Passagiere verteilen sich auf die Verkehrsmittel.
3. Tunnel und Fähre realisieren ihre Gewinne. Das Spiel endet.

Ein sogenantes *Nash-Gleichgewicht* ist erreicht, wenn die Preise der Fähre (bei gegebenen Preisen des Tunnels) den Gewinn der Fähre maximieren und gleichzeitig die Mautpreise des Tunnels (bei gegebenen Preisen der Fähre) die Einnahmen des Tunnels maximieren.

Ein Nash-Gleichgewicht des Spiels beschreibt das kurzfristige Verhalten der Akteure. Wenn zudem die gewählte Fährfrequenz optimal ist, liegt auch ein mittelfristiges Gleichgewicht vor. Langfristig ist das gefundene Nash-Gleichgewicht nur dann realistisch, wenn die Gewinne der Fähre im Nash-Gleichgewicht positiv sind. Ansonsten wird die Fähre auf lange Sicht aus dem Markt austreten. Das tatsächliche Verhalten der Akteure lässt sich in diesem Fall nicht ohne Weiteres vorhersagen. Bei allgemein niedrigen Preisen möchte die Fähre aus dem Markt austreten. Nach Marktaustritt der Fähre aber möchte der Tunnel hohe Preise verlangen. Daraufhin ist es für die Fähre attraktiv, ihre Dienstleistung erneut anzubieten.

2.2 Zentrale Parameter

Die Analyseergebnisse hängen maßgeblich von Parametern ab, die empirisch bestimmt werden müssen. Nicht zu allen Parametern liegen verlässliche Daten vor. Teilweise muss auf Prognosen, hypothetische Szenarien oder Schätzungen zurückgegriffen werden. Um eine hohe Vergleichbarkeit und Konsistenz mit bisherigen Studien zu gewährleisten, wurden – wo immer möglich und sinnvoll – Parameter aus den bestehenden Studien (Intraplan/BVU, 2014; Incentive, 2015a/b; Femern A/S, 2014) übernommen.

Einen Überblick über die zentralen Parameter bietet Tabelle 1. Eine vollständige Beschreibung der Parameter und weitere Details zur Methodik finden sich im Anhang (Abschnitt 6). Bei allen im Bericht ausgewiesenen Parametern kann es zu Rundungsdifferenzen kommen.

Tabelle 1: Zentrale Parameter der Wettbewerbsanalyse

Parameter	PKW	LKW	Wert	Quelle
Allgemeine Parameter				
Referenzpreis [EUR]	65	267		Intraplan/BVU (2014)
Verkehrsvolumen (Referenz) pro Jahr	4.304.200	715.980		Siehe Abschnitt 6.2
Zeitwert [EUR] pro h	38	49		Siehe Abschnitt 6.6
Fähre				
Grenzkosten [EUR]	5	15		(a)
Überschuss Gastronomie & Einzelhandel [EUR]	7	0		Siehe Abschnitt 6.4
Anteil Fixkosten			32%	(a)
Umsatzbesteuerung	0%	0%		Siehe Abschnitt 6.5
Maximale Kapazität pro Schiff	124	35		(a)
Maximaler Marktanteil	85%	80%		Siehe Abschnitt 6.6
Tunnel				
Baukosten inkl. dänischer Hinterlandanbindung [Mrd. EUR]			8,6	Femern A/S (2015)
EU-Fördermittel [Mrd. EUR]			1,4	Femern A/S (2014)
Realzins			3%	Femern A/S (2014)
Betrachtungszeitraum [Jahre]			50	Incentive (2015)
Jährliche Einnahmen Eisbahn [Mio. EUR]			52,90	Femern A/S (2014)
Jahrliche Einnahmen Bus [Mio. EUR]			10,33	Siehe Abschnitt 6.3
Umsatzbesteuerung	19%	0%		Siehe Abschnitt 6.5

Notiz: (a) Schätzung der DIW Econ auf Basis von Unternehmensangaben (Scandlines)

Quelle: Femern A/S (2014/2015), Incentive (2015), Intraplan/BVU (2014)

2.3 Ergebnisse

2.3.1 Referenzwerte – der Tunnel als Monopolist

Als Referenz bilden wir zunächst die Hauptszenarien der bisherigen Studien (Intraplan/BVU, 2014; Femern A/S, 2014; Incentive, 2015) nach. Dort wird unterstellt, dass die Fähre nach Bau des Tunnels umgehend den Markt verlässt; der Tunnel befindet sich somit in einer Monopolsituation ohne Konkurrenz. Wir setzen die Parameter wie im Abschnitt „Zentrale Parameter“ (Abschnitt 2.2) beschrieben und übernehmen die Referenzpreise von 65 Euro (Pkw) beziehungsweise 267 Euro (Lkw). Daraus berechnen wir den Überschuss des Tunnels als Barwert über 50 Betriebsjahre. Tabelle 2 listet die Ergebnisse:

Tabelle 2: Referenzwerte – der Tunnel als Monopolist

Monopol-Situation		PKW	LKW	Ergebnis
Tunnel	Mautpreis, Referenzwert [EUR]	65	267	
	Marktanteil	100%	100%	
	Nettoumsatz, jährlich [Mio. EUR]	235	191	
	Überschuss, Barwert			
	- mit TEN-V-Zuschüssen der EU [Mio. EUR]			2.721
	- ohne TEN-V-Zuschüssen der EU [Mio. EUR]			1.321

Quelle: DIW Econ

Wenn die Fähre unabhängig von wirtschaftlichen Erwägungen den Betrieb einstellt und somit der Tunnel keine Konkurrenz hat, wird ein Überschuss von 2,72 Milliarden Euro erwirtschaftet. Der Tunnel erfüllt somit das Prinzip des marktwirtschaftlich handelnden Kapitalgebers (*Market Economy Investor Principle).* Dies gilt auch dann noch, wenn die EU-Mittel von aufgerundet 1,4 Milliarden Euro[17] nicht fließen sollten: ohne den TEN-V-Zuschuss der EU[18] beträgt der Überschuss noch gut 1,3 Milliarden Euro.

Voraussetzung für das gute Abschneiden des Tunnels sind die Referenzpreise, ein vollständiges Eintreten der Verkehrsprognose und ein Marktanteil von 100 Prozent. Sobald die Fährkonkurrenz Eingang in die Analyse findet, zeigt sich jedoch, dass die Wirtschaftlichkeit

[17] http://www.femern.de/servicemenu/presse--materialien/nachrichten/die-wirtschaftlichkeit-der-festen-fehmarnbeltquerung-ist-solide, abgerufen am 16.6.2015

[18] Die TEN-V-Zuschüsse beinhalten keine darüber hinausgehenden staatlichen Hilfen wie die „unentgeltliche Nutzung des Meeresbodens“ oder staatliche Zahlungen zum Zugverkehr.

des Tunnels und das *Market Economy Investor Principle* stark in Frage gestellt werden. Wie die Analysen der folgenden Abschnitte zeigen, wird die Fähre dem Tunnel den Markt nicht kampflos überlassen, sondern sich um Marktanteile bemühen.

Gemäß den vorliegenden Modellannahmen muss der Fährbetreiber, um konkurrenzfähig zu sein, die Mautpreise des Tunnels deutlich unterbieten. Die operativen Gewinne des Fährbetriebs werden unter dem heutigen Niveau liegen. Gleichzeitig fällt aber zum Zeitpunkt der Tunneleröffnung die aktuelle Schuldenbelastung weg, sodass der Fährbetrieb auch bei sinkenden Umsätzen attraktiv bleibt.[19]

2.3.2 Nachbildung der Sensitivitätsanalysen der Verkehrsprognose

Auch Intraplan/BVU (2014) betrachtet im Rahmen von Sensitivitätsanalysen die Möglichkeit eines fortgesetzten Fährbetriebs (*parallel ferry cases*). Dabei werden zwei Varianten eines parallelen Fährbetriebs unterschieden (Intraplan/BVU, 2014, Abschnitte 8.1/2):

- Durchgehender Fährbetrieb im Zwei-Stundentakt.
- Durchgehender Fährbetrieb im Stundentakt.

In beiden Varianten liegen die Fährpreise bei 49 Euro (Pkw) beziehungsweise 200 Euro (Lkw) und damit 25 Prozent unter den Referenzpreisen des Tunnels. Wie diese Rabatte zustande kommen, wird nicht erläutert. Es liegt der Schluss nahe, dass sie keiner expliziten Optimierung entspringen, sondern Schätzwerte für eine Anpassung des Fährbetreibers darstellen.

Intraplan/BVU (2014) kommt nach Analyse der beiden Varianten zu dem Schluss, dass der Fährbetrieb nicht wirtschaftlich ist und begründet damit die Entscheidung, in der Hauptprognose einen Marktaustritt der Fähre zu unterstellen. Die Methodik der Analyse wird nicht näher erläutert.

Wir bilden die beiden Varianten in unserem Modellrahmen nach. Dabei übernehmen wir der Vergleichbarkeit halber die Taktungen und die Preise von Intraplan/BVU (2014), bestimmen aber die Marktanteile und Überschüsse gemäß der von uns beschriebenen Vorgehensweise. Die Ergebnisse sind in Tabelle 3 und Tabelle 4 dargestellt.

---

[19] Nach Angaben von Scandlines muss der Fährbetreiber aktuell noch Schulden in dreistelliger Millionenhöhe abbezahlen. Bis zur Eröffnung der festen Querung wird dieser Betrag voraussichtlich abgezahlt sein.

Tabelle 3: Nachbildung der Sensitivitätsanalysen der Verkehrsprognose bei Fährbetrieb im Zwei-Stundentakt

Fähre im Zwei-Stundentakt		PKW	LKW	Ergebnis
Tunnel	Mautpreis, Referenz [EUR]	65	267	
	Marktanteil	89%	68%	
	Nettoumsatz, jährlich [Mio. EUR]	210	131	
	Überschuss, Barwert			
	- mit TEN-V-Zuschüssen der EU [Mio. EUR]			533
	- ohne TEN-V-Zuschüssen der EU [Mio. EUR]			-867
Fähre	Preis [EUR]	49	200	
	Marktanteil	11%	32%	
	Umsatz, jährlich [Mio. EUR]	22	45	
	Überschuss, jährlich (*)			20 bis 30 Mio. EUR
Vergleichswerte Intraplan/BVU (2014)	Marktanteil			
	- Tunnel	90%	86%	
	- Fähre	10%	14%	

Notiz: (*) Der genaue Wert wurde von DIW Econ berechnet, vom Auftraggeber aber nicht zur Veröffentlichung freigegeben.

Quelle: DIW Econ

Tabelle 4: Nachbildung der Sensitivitätsanalysen der Verkehrsprognose bei Fährbetrieb im Stundentakt

Fähre im Stundentakt		PKW	LKW	Ergebnis
Tunnel	Mautpreis, Referenz [EUR]	65	267	
	Marktanteil	85%	56%	
	Nettoumsatz, jährlich [Mio. EUR]	200	106	
	Überschuss, Barwert			
	- mit TEN-V-Zuschüssen der EU [Mio. EUR]			-366
	- ohne TEN-V-Zuschüssen der EU [Mio. EUR]			-1.766
Fähre	Preis [EUR]	49	200	
	Marktanteil	15%	44%	
	Umsatz, jährlich [Mio. EUR]	31	64	
	Überschuss, jährlich (*)			20 bis 30 Mio. EUR
Vergleichswerte Intraplan/BVU (2014)	Marktanteil			
	- Tunnel	87%	82%	
	- Fähre	13%	18%	

Notiz: (*) Der genaue Wert wurde von DIW Econ berechnet, vom Auftraggeber aber nicht zur Veröffentlichung freigegeben.

Quelle: DIW Econ

Die Pkw-Marktanteile der Fähre liegen mit 11 bis 15 Prozent, je nach Fahrplantaktung, in einer ähnlichen Größenordnung wie bei der Verkehrsprognose von Intraplan/BVU (2014), welche sie auf 10 bis 13 Prozent beziffert. Die Lkw-Marktanteile liegen deutlich über den Werten von

Intraplan/BVU (2014).[20] Beide Varianten sind aus Sicht des Fährbetreibers wirtschaftlich und es werden attraktive Umsatzrenditen erzielt. Ein Marktaustritt ist bei beiden Varianten also sehr unwahrscheinlich. Die Schlussfolgerung von Intraplan/BVU (2014) kann daher nicht bestätigt werden.

Eine Fährkonkurrenz mit Zweistundentakt kann der Tunnel in dieser Modellrechnung verkraften – der Überschuss (Barwert über 50 Jahre) bleibt positiv (Tabelle 3). Jedoch ist dies nur der Fall, wenn die TEN-V-Zuschüsse der EU einberechnet werden. Ohne besagte Zuschüsse fällt der Barwert über 50 Jahre negativ aus und der Verlust des Tunnels beziffert sich auf 867 Millionen Euro. Schon beim Stundentakt gerät der Tunnelbetreiber auch mit TENT-V-Zuschüssen deutlich in die Verlustzone (Tabelle 4). Bedrohlich für den Tunnel: der jährliche Überschuss der Fähre fällt beim Stundentakt rund acht Millionen Euro höher aus als beim Zweistundentakt; ein Fährbetrieb im Stundentakt ist also wahrscheinlicher als der Betrieb im Zweistundentakt.

Die obige Analyse ist noch unvollständig, weil die strategischen Möglichkeiten von Fähre und Tunnel nur unzureichend berücksichtigt werden. Daher führen wir nun in zwei Schritten eine strategische Komponente ein. Im folgenden Abschnitt fragen wir zunächst, welche Preise aus Sicht der Fähre optimal sind, wenn der Tunnel bei den Referenzpreisen bleibt und die Fähre einen angepassten Fahrplan wählt. Anschließend loten wir die strategischen Möglichkeiten des Tunnels aus, seinerseits mit Preisänderungen auf die Fährkonkurrenz zu reagieren.

2.3.3 Optimale Reaktion der Fähre

Der Fährbetreiber kann zur Optimierung seines Gewinns Fahrplan und Preis ändern.

Fahrplan

Der Fahrplan der Fähre bestimmt sowohl die Taktung als auch die Gesamtkapazität. Derzeit setzt die Fähre typischerweise vier Schiffe im regelmäßigen Pendelverkehr und eine Fähre für Gefahrgut ein. In den Häfen Häfen von Puttgarden und in Rødby kommt es damit in der Regel alle 30 Minuten zu einer Abfahrt. Ein so enger Takt lohnt sich nur bei entsprechender

[20] Der Unterschied in Lkw-Marktanteilen weist erneut darauf hin, dass die Prognosen von vielerlei Faktoren abhängen, welche im Einzelnen mit Unsicherheiten behaftet sind – ein weiterer Indiz darauf, dass die vorhandene Datengrundlage nur unzureichende Evidenz für die Sinnhaftigkeit der festen Fehmarnbeltquerung liefert.

Nachfrage. Es ist also zu erwarten, dass nach Eröffnung des Tunnels die Reederei ihren Fahrplan der Nachfrage anpasst. Für die Analyse betrachten wir daher zwei unterschiedliche Fahrpläne:

- Fahrplan A: Ähnlich der aktuellen Taktung setzt die Fähre in der Hauptsaison vier Schiffe ein, reduziert den Einsatz in der Nebensaison aber auf drei Schiffe. Die Schiffe fahren durchgehend im Pendelverkehr. Dies entspricht je nach Saison einem 30- oder 40-Minutentakt. Die durchschnittlichen Wartezeiten betragen 15 Minuten (Hauptsaison) beziehungsweise 20 Minuten (Nebensaison).
- Fahrplan B: Tagsüber setzt die Fähre zwei Schiffe ein, nachts ein Schiff. Zwischen Haupt- und Nebensaison wird nicht differenziert. Tagsüber ergibt sich ein Einstundentakt, nachts ein Zweistundentakt. Die durchschnittlichen Wartezeiten betragen 30 Minuten (tagsüber) beziehungsweise 60 Minuten (nachts).

Fahrplan B verursacht weniger Kosten, bietet aber über das Jahr verteilt weniger Kapazität, kann also nur zum Einsatz kommen, wenn die Nachfrage nach Fährfahrten gering ausfällt. Bei allen Modellvarianten prüfen wir, ob der gewählte Fahrplan im Jahresdurchschnitt ausreichend Kapazität gewährleistet.

Optimale Preisreaktion

Wie Intraplan/BVU (2014) gehen wir weiterhin davon aus, dass der Tunnel Mautpreise in Höhe der Referenzwerte verlangt. Welche Preise und welchen Fahrplan sollte die Fähre wählen, um ihren Gewinn zu maximieren? Unsere Analyse kommt zu dem Ergebnis, dass die Fähre mit sehr starken Preisnachlässen reagiert.[21] Die Fähre unterbietet auf beiden Märkten deutlich die Mautpreise des Tunnels. Besonders drastisch ist die Preisdifferenz bei den Lkw. Die Fähre verlangt einen Preis, der so weit unter dem Mautpreis des Tunnels liegt, dass fast der gesamte Lkw-Verkehr[22] auf die Fähre wechselt. Auch im Pkw-Bereich verliert der Tunnel deutlich an

[21] Für eine detaillierte Herleitung aller strategischen Ergebnisse siehe Aigner (2015). Dort wird u. a. gezeigt, dass die Fähre einen Preis setzt, der exakt in der Mitte zwischen dem Mautpreis des Tunnels und den Grenzkosten der Fähre liegt.

[22] Lediglich für Güter, die in hohem Maße zeitabhängig sind und bei denen die Transportroutenwahl daher nicht einem einfachen Kostenminimierungsprinzip folgt, wird erwartet, dass diese in unabhängig von den jeweiligen Preisen den Tunnel präferieren. Konkret wird angenommen, dass 20 Prozent des gesamten Lkw-Verkehrs Güter transportiert, die in hohem Maße zeitabhängig sind, was sich aus der Auflistung der Gütergruppen in Intraplan/BVU (2014) ablesen lässt.

Marktanteilen und Überschuss. Die Fähre hingegen erwirtschaftet in dieser Situation attraktive Überschüsse (Tabelle 5). Der Fährbetreiber wählt dafür den hohen, an Tages- und Jahreszeiten angepassten Fahrplan A.

Ein Marktaustritt der Fähre – wie von Intraplan/BVU (2014) vorgebracht – ist auch bei dieser Modellvariante nicht zu erwarten. Problematisch für den Tunnel: Über einen Zeitraum von 50 Jahren entsteht ein Verlust von mehr als 3 Milliarden Euro wenn TEN-V-Zuschüsse inkludiert werden. Ohne die Einberechnung besagter EU-Zuschüsse steigt der Verlust auf mehr als 4,8 Milliarden Euro.

Tabelle 5: Die optimale Preisreaktion der Fähre bei Referenzpreisen des Tunnels

Optimale Preisreaktion auf Referenzpreise		PKW	LKW	Ergebnis
Tunnel	Mautpreis, Referenzwert [EUR]	65	267	
	Marktanteil	63%	20%	
	Nettoumsatz, jährlich [Mio. EUR]	147	38	
	Überschuss, Barwert			
	- mit TEN-V-Zuschüssen der EU [Mio. EUR]			-3.471
	- ohne TEN-V-Zuschüssen der EU [Mio. EUR]			-4.871
Fähre	Preis [EUR]	31	141	
	Marktanteil	37%	80%	
	Umsatz, jährlich [Mio. EUR]	51	81	
	Überschuss, jährlich (*)			über 30 Mio. EUR

Notiz: (*) Der genaue Wert wurde von DIW Econ berechnet, vom Auftraggeber aber nicht zu Veröffentlichung freigegeben.

Quelle: DIW Econ

2.3.4 Stackelberg-Duopol

Im Stackelbergmodell gibt der Tunnel als Marktführer (sogenannter Stackelbergführer) die Mautpreise für Pkw und Lkw vor. Erst anschließend reagiert die Fähre. Wie oben verdeutlicht, macht der Tunnel hohe Verluste, wenn er die Mautpreise auf die Referenzwerte festsetzt und die Fähre darauf mit deutlich niedrigeren Preisen reagiert. Ist der Tunnel in der Lage durch vorausschauende Preisgestaltung in die Gewinnzone zu gelangen? Eine entscheidende Rolle spielt hierbei die Annahme der Elastizität der Nachfrage. Die Details der Nachfragemodellierung werden im Anhang (Abschnitt 6.2) erläutert.

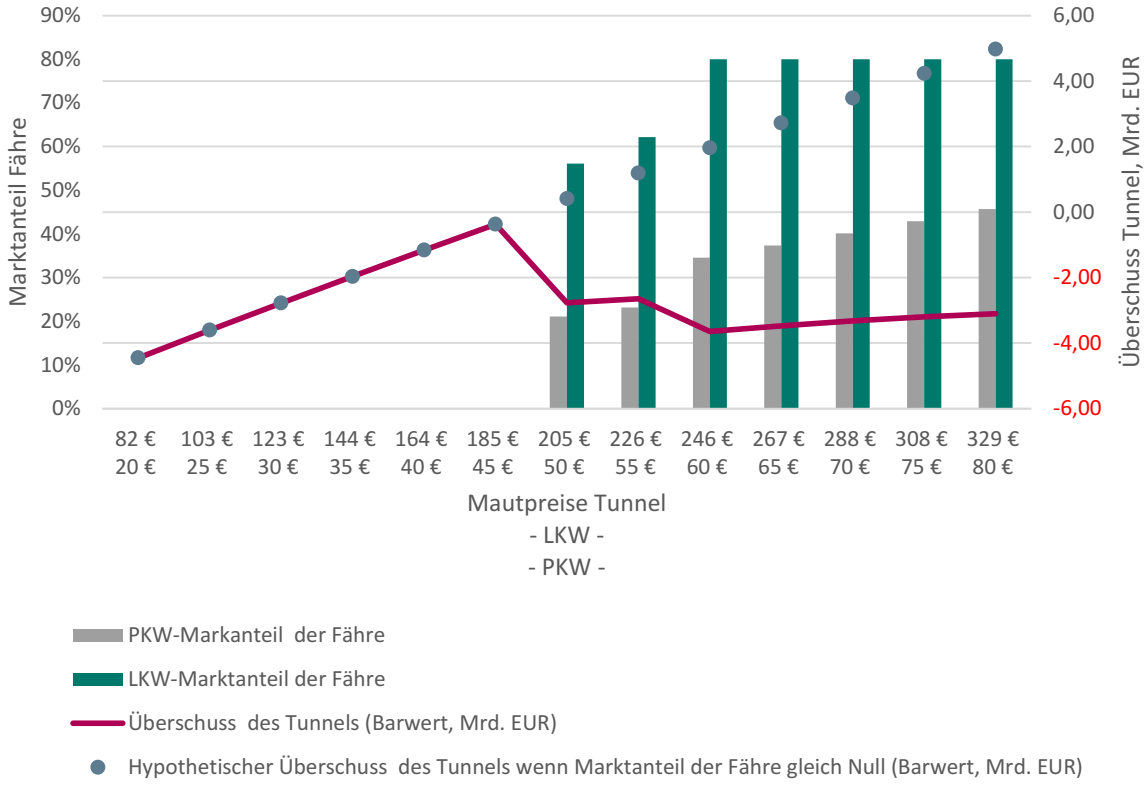
Unelastische Nachfrage

Die nachfolgende Abbildung 1 illustriert das Optimierungskalkül des Tunnels. Auf der horizontalen Achse sind die Mautpreise des Tunnels für Pkw beziehungsweise Lkw aufgeführt. Grüne beziehungsweise graue Balken stehen für die optimale Reaktion der Fähre auf die jeweiligen Mautpreise des Tunnels und zeigen die sich ergebenden Marktanteile der Fähre. Bei Mautpreisen unterhalb von 50 Euro (Pkw) beziehungsweise 205 Euro (Lkw) lohnt sich der Fährbetrieb nicht – die Marktanteile der Fähre sind gleich Null.

Die rote Linie zeigt den Überschuss des Tunnels (als Barwert über 50 Jahre). Es zeigen sich zwei zentrale Erkenntnisse:

- Der Verlust des Tunnelbetreibers wird minimiert, wenn die Mautpreise gerade so niedrig sind, dass die Fähre aus dem Markt gedrängt wird.
- Der Überschuss des Tunnels ist jedoch bei allen Mautpreisen negativ. Bei unelastischer Nachfrage führt der Tunnelbau somit immer zu Verlusten.

Abbildung 1: Stackelberg-Duopol – unelastische Nachfrage



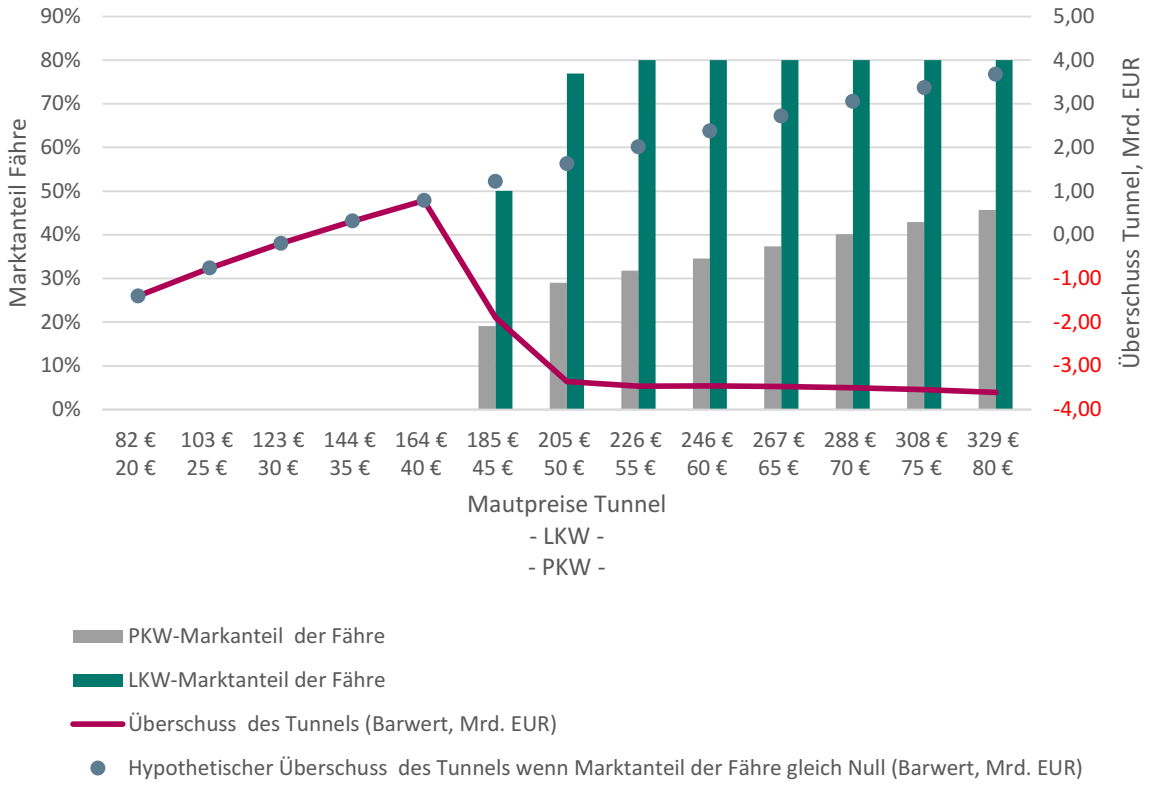
Quelle: DIW Econ

Zur besseren Einordung und zum Vergleich mit früheren Studien enthält die obenstehende Abbildung eine weitere Datenreihe. Mit dunkelgrauen Punkten ist der hypothetische Überschuss verzeichnet, der sich ergeben würde, wenn die Fähre ihren Betrieb einstellt – und zwar unabhängig von der Wirtschaftlichkeit. Bei niedrigen Mautpreisen sind der hypothetische und tatsächliche Überschuss identisch (denn dann verlässt die Fähre in jedem Fall den Markt). Bei höheren Mautpreisen steigt der hypothetische Überschuss deutlich über das tatsächliche Niveau. Die Gewinnzone wird ab etwa 50 Euro (Pkw) beziehungsweise 205 Euro (Lkw) erreicht. Insbesondere zeigt sich, dass bei den Referenzpreisen ein Überschuss von 2,72 Milliarden Euro erzielt werden könnte – wenn die Fähre freiwillig den Markt verließe.

Elastische Nachfrage

Die Ergebnisse im Szenario elastischer Nachfrage sind analog zum Szenario unelastischer Nachfrage dargestellt (vgl. Abbildung 2).

Abbildung 2: Stackelberg-Duopol – elastische Nachfrage



Quelle: DIW Econ

Zentrale Ergebnisse hierbei sind:

- Der Überschuss des Tunnels wird maximiert, wenn die Mautpreise gerade so niedrig sind, dass die Fähre aus dem Markt gedrängt wird.
- Der Überschuss des Tunnels ist bei optimal gewählten Mautpreisen positiv und liegt bei rund 790 Millionen Euro.

Bei elastischer Nachfrage kann es dem Tunnelbetreiber also gelingen, durch starke Preissenkungen nicht nur die Fähre aus dem Markt zu drängen, sondern auch in der Gewinnzone zu bleiben. Dieses Szenario ist jedoch voraussetzungsreich: Möglich wird dies nur durch Verkehrsvolumina, die rund 34 Prozent über den Referenzwerten aus der Prognose von Intraplan/BVU (2014) liegen.[23] Ein so starker Anstieg ist mehr als unwahrscheinlich, denn gemäß der vorliegenden Prognose vereint die feste Querung bereits einen Großteil des Verkehrs zwischen Deutschland und Skandinavien auf sich.[24] Eine Steigerung um rund ein Drittel bedeutet weitere deutliche Abflüsse von anderen Routen, zum Beispiel vom Großen Belt, oder aber die Schaffung von hohen und gänzlich neuen Verkehrsvolumina. Das für den Tunnel optimistische Szenario mit elastischer Nachfrage ist daher weniger wahrscheinlich als das Szenario mit unelastischer Nachfrage, welches im Ergebnis nur zu einem um 5 Prozent höheren Verkehrsvolumen führt.
Die Belastbarkeit der von Intraplan/BVU (2014) vorgelegten Verkehrsvolumen war bereits Gegenstand einer vorangegangenen Untersuchung (DIW Econ, 2015a). Dort wird gezeigt, dass die den Prognosen von Intraplan/BVU zugrunde liegenden Annahmen tendenziell optimistisch sind und somit den oberen Rand des zu erwartenden Verkehrsaufkommens darstellen.[25] Eine darüber hinausgehende Erhöhung um rund ein Drittel erscheint insbesondere vor diesem Hintergrund eher unwahrscheinlich.

2.3.5 Bertrandwettbewerb

Im Bertrand-Modell wählen Tunnel und Fähre gleichzeitig ihre Preise für Pkw und Lkw. Ein kurzfristiges Nash-Gleichgewicht ist erreicht, wenn keine der beiden Parteien einen Anreiz hat, weitere Änderungen an den eigenen Preisen vorzunehmen. Durch den starken Wettbewerb

[23] Bei noch höherer Elastizität steigt der rechnerische Überschuss weiter an, erfordert aber noch deutlich größere Verkehrsvolumina.
[24] Zur Kritik an der aktuellen Verkehrsprognose vergleiche insbesondere DIW Econ (2015a).
[25] Tatsächlich führen kritisches Hinterfragen der relevanten Annahmen sowie eigene Rechnungen mit alternativen Annahmen zu deutlich geringeren Verkehrsaufkommen. Vergleiche hierzu die Ergebnisse im nachfolgenden Abschnitt 4.

zwischen Tunnel und Fähre wird der Tunnel auch in dieser Modellvariante die Preise nach unten korrigieren, insbesondere die Lkw-Mautpreise. Die Fähre wählt als Reaktion einen reduzierten Fahrplan, der je nach Tages- und Nachtzeit einem Ein- beziehungsweise Zweistundentakt entspricht. (siehe auch Abschnitt 2.3.3). Die weiteren Ergebnisse werden in Tabelle 6 – zunächst unter der Annahme des unelastischen Nachfrageanstiegs dargestellt.

Tabelle 6: Bertrandwettbewerb – unelastische Nachfrage

Bertrand-Wettbewerb (Nachfrage unelastisch)		PKW	LKW	Ergebnis
Tunnel	Preis [EUR]	76	110	
	Marktanteil	68%	72%	
	Nettoumsatz, jährlich [Mio. EUR]	185	62	
	Überschuss, Barwert			
	- mit TEN-V-Zuschüssen der EU [Mio. EUR]			-1.897
	- ohne TEN-V-Zuschüssen der EU [Mio. EUR]			-3.297
Fähre	Preis [EUR]	37	63	
	Marktanteil	26%	28%	
	Umsatz, jährlich [Mio. EUR]	52	10	
	Überschuss, jährlich (*)			0 bis 10 Mio. EUR

Notiz: (*) Der genaue Wert wurde von DIW Econ berechnet, vom Auftraggeber aber nicht zur Veröffentlichung freigegeben.

Quelle: DIW Econ

Der Gewinn der Fähre ist im positiven einstelligen Bereich. Ein langfristiger Verbleib der Fähre im Markt ist damit möglich. Der Tunnel erleidet im Bertrandwettbewerb Verluste von über 1,8 Milliarden Euro. Auch hier gilt zu beachten, dass der Verlust des Tunnels auf über 3,2 Milliarden Euro ansteigt, wenn die TEN-V-Zuschüsse nicht in die Barwertberechnung mit einbezogen werden.

Die Gewinnsituation der Fähre ändert sich, wenn eine elastische Nachfrage zugrunde gelegt wird, wie in Tabelle 7 dargestellt.

Tabelle 7: Bertrandwettbewerb – elastische Nachfrage

Bertrand-Wettbewerb (Nachfrage elastisch)		PKW	LKW	Ergebnis
Tunnel	Preis [EUR]	41	59	
	Marktanteil	83%	87%	
	Nettoumsatz, jährlich [Mio. EUR]	161	91	
	Überschuss, Barwert			
	- mit TEN-V-Zuschüssen der EU [Mio. EUR]			-1.759
	- ohne TEN-V-Zuschüssen der EU [Mio. EUR]			-3.159
Fähre	Preis [EUR]	19	37	
	Marktanteil	26%	13%	
	Umsatz, jährlich [Mio. EUR]	21	5	
	Überschuss, jährlich (*)			negativ

Notiz: (*) Der genaue Wert wurde von DIW Econ berechnet, vom Auftraggeber aber nicht zur Veröffentlichung freigegeben.

Quelle: DIW Econ

Der Barwert des Tunnels ist nach wie vor negativ und ist nur geringfügig kleiner als im Szenario mit unelastischer Nachfrage. Ohne die TEN-V-Zuschüsse der EU steigt auch hier der Verlust des Tunnels auf fast 3,2 Milliarden Euro. Jedoch erleidet nun auch die Fähre Verluste. Langfristig ist daher mit Marktaustritt zu rechnen. Das weitere Verhalten der Akteure lässt sich in diesem Fall nur sehr schwer prognostizieren. Denn bei niedrigen Preisen gibt es für den Fährbetreiber den Anreiz, aus dem Markt auszutreten. Nach einem Marktaustritt jedoch könnte der Tunnel die Preise deutlich erhöhen, was wiederum die Fähre auf den Plan rufen könnte. In diesem Fall würden die Preise erneut sinken.[26]

Unter der Annahme einer elastischen Nachfrage führt der Bertrandwettbewerb zu sehr hohen Steigerungen der Lkw-Nachfrage. Das Lkw-Verkehrsvolumen ist mehr als doppelt so hoch wie der Referenzwert aus der Verkehrsprognose von Intraplan/BVU (2014). Eine so starke Reaktion der Nachfrage ist allerdings fragwürdig, wie bereits im Abschnitt 2.3.4 diskutiert. Eine unelastische Nachfrage scheint die Realität also auch hier am besten widerzuspiegeln.

[26] Technisch gesprochen existiert kein Nash-Gleichgewicht in reinen Strategien. Siehe hierzu auch die Diskussion zur Verdrängungstaktik im Fazit.

2.4 Diskussion alternativer Parameter (qualitative Sensitivitätsanalysen)

Wie bereits dargelegt hängen die Analyseergebnisse maßgeblich von den gewählten Parametern ab. Nicht immer lässt sich ein einziger, „richtiger“ Wert zweifelsfrei bestimmen. Teilweise muss auf Prognosen, hypothetische Szenarien oder Schätzungen zurückgegriffen werden. Insgesamt arbeitet die vorliegende Analyse mit tendenziell positiven Parametern für die feste Fehmarnbeltquerung, um die Robustheit der Ergebnisse sicherzustellen.

Grenzkosten der Fähre

Nach Angaben der Reederei sind die Grenzkosten der Fähre (Kosten eines zusätzlichen Pkw/Lkw) vernachlässigbar gering. Um jedoch ein Unterschätzen der Betriebskosten der Fähre auszuschließen, nehmen wir dennoch Grenzkosten in Höhe von 5 Euro (Pkw) beziehungsweise 15 Euro (Lkw) an. Die von uns ermittelten Kosten liegen damit in der Tendenz über den tatsächlichen Werten. Prognosen, nach denen die Fähre im Markt verbleibt, sind daher als robust zu bewerten.

Anteil der Geschäftsreisenden

Der Anteil der Geschäftsreisenden am prognostizierten Verkehrsaufkommen wird von Incentive (2015a) mit 15 Prozent angesetzt; wir übernehmen diesen Wert. Scandlines geht nach internen Untersuchungen jedoch von einem deutlich geringeren Anteil aus. Gemäß Modellannahme nutzen Geschäftsreisende grundsätzlich den Tunnel. Das heißt, je kleiner der Anteil an Geschäftsreisenden, desto größer der Marktanteil der Fähre. Die im Modell ermittelten Marktanteile für die Fähre liegen damit möglicherweise unter den tatsächlichen Werten. Prognosen, nach denen die Fähre im Markt verbleibt, sind daher als robust zu bewerten. Allerdings beziehen sich die Erkenntnisse von Scandlines auf den aktuellen Stand, wohingegen die Angaben von Incentive (2015a) eine Prognose für den relevanten Zeitraum ab 2022 darstellen.

Zinssatz

In Übereinstimmung mit der vorliegenden Finanzanalyse wird ein Zinssatz von 3 Prozent angesetzt. Je höher der Zinssatz, desto niedriger ist der Überschuss (Barwert) des Tunnels, da über die Jahre mehr Zinszahlungen anfallen. Der Unterschied im Überschuss kann dabei signifikant ausfallen. Ein Anstieg auf 4 Prozent senkt den Überschuss in einer Größenordnung

von einer Milliarde Euro. Umgekehrt steigt der Überschuss in der Größenordnung von einer Milliarde Euro, wenn die Zinsen auf 2 Prozent sinken.[27] Bei günstiger Zinsentwicklung hat der Tunnel also Chancen, auch trotz Fährkonkurrenz wirtschaftlich betrieben zu werden. Über einen Gesamtzeitraum von 50 Jahren hinweg ist eine solche günstige Zinsentwicklung aber eher unwahrscheinlich. Umgekehrt haben ungünstige Zinsentwicklungen auch deutliche Auswirkungen auf etwaige Defizite, die in letzter Instanz über das Mittel der Staatsgarantien von den dänischen Steuerzahlern getragen werden müssen. Insgesamt ist das Zinsrisiko als hoch zu bewerten.

Shopping-Kunden

Gemäß Angaben von Scandlines ist derzeit ein wesentlicher Anteil der Passagiere (zirka 32 Prozent) dem Shoppingsegment zuzuordnen. Diese überwiegend dänischen und schwedischen Passagiere profitieren insbesondere vom niedrigeren Steuersatz in Deutschland und treten nach dem Einkauf[28] umgehend die Rückreise an. Diesen Kunden steht ein besonders rabattiertes „Shopping-Ticket“ zur Verfügung. Das Modell berücksichtigt solche Spezialpreise nicht. Wenn die Fähre nach Eröffnung des Tunnels weiterhin durch maßgeschneiderte Angebote viele Shopping-Kunden anlocken kann, wird dies in der Tendenz positive Auswirkungen auf den Marktanteil der Fähre haben. Andererseits könnte prinzipiell auch der Tunnel Spezialangebote entwickeln, die auf Tageskunden abzielen.

Fahrplan

Die Fährfrequenz der im Modell genutzten Fahrpläne A und B ist deutlich höher als der in den Sensitivitätsanalyse von Intraplan/BVU (2014) unterstellte Betrieb im Ein- beziehungsweise Zweistundentakt. Trotzdem ließen sich die Fahrpläne nach Angaben der Reederei Scandlines noch weiter gezielt auf die Nachfrage hin optimieren. Denkbar wären etwa stärker saisonal angepasste Abfahrtspläne und Frequenzen. In dem hier verwendeten Modell wird der Gewinn der Fähre also in der Tendenz unterschätzt.

---

[27] Die Angabe „in der Größenordnung von einer Milliarde Euro“ ist als grobe Einordnung des Effekts zu verstehen. Der tatsächliche Effekt des Zinssatzes unterscheidet sich je nach Modellvariante und wiederum in Abhängigkeit anderer Parameter.

[28] Scandlines betreibt einen eigenen BorderShop direkt im Fährhafen Puttgarden

Zeitwerte Pkw

Intraplan/BVU (2014, S. 85) setzt für Pendler, Kurz- und Urlaubsreisende Zeitwerte von 10 Euro bis 15 Euro pro Person an. Wir übernehmen in der Wettbewerbsanalyse konservativ, das heißt zu Gunsten des Tunnelbetreibers, den höheren Wert. Aus den Prognosen von Intraplan/BVU (2014) folgt, dass Pkw im Mittel mit 2,54 Personen besetzt sind. Bei einem Zeitwert von 15 Euro pro Person und Stunde ergibt sich damit ein Zeitwert von 38,11 Euro pro Pkw und Stunde. Falls die Zeitwerte generell geringer ausfallen oder im Pkw auch Personen mit niedrigen Zeitwerten sitzen, sind die 38,11 Euro sehr hoch angesetzt. Beispielsweise sollen gemäß den Regeln des dänischen Verkehrsministeriums für Kosten-Nutzen-Analysen bei der Zeitwertberechnung nur knapp zwei privatreisende Personen pro Pkw berücksichtigt werden (*Transport Economics Unit Prices*). Je niedriger der Zeitwert pro Pkw und Stunde, desto kleiner der Vorteil des Tunnels und desto höher der Marktanteil der Fähre (bei gegebenen Preisen). Die im Modell ermittelten Marktanteile liegen damit möglicherweise unter den tatsächlichen Werten. Prognosen, nach denen die Fähre im Markt verbleibt, sind daher als robust zu bewerten.

Anzahl der Fährpassagiere

Annahmegemäß bestimmt sich das gesamte Verkehrsvolumen auf dem Fehmarnbelt allein durch die Preissetzung des Tunnels. Der Fährbetreiber kann mit seinem Angebot Passagiervolumen vom Tunnel abwerben und somit die Marktanteile beeinflussen, nicht aber die Marktgröße. Tatsächlich ist zu erwarten, dass ein Fährbetrieb auch solche Passagiere anzieht, welche ohne das Fährangebot keine Überfahrt machen; das Fährangebot vergrößert also das gesamte Verkehrsvolumen auf dem Fehmarnbelt. Die Annahme ist somit konservativ, da sie in der Tendenz die Fähre benachteiligt und die Position des Tunnels stärkt.

Zeitliche Verteilung der Baukosten und TEN-V-Zuschüsse

Über die zeitliche Verteilung der Baukosten liegen uns keine gesicherten Informationen vor. Um die Kreditkosten des Tunnels nicht zu überschätzen, wird vereinfachend davon ausgegangen, dass sämtliche Kosten in unmittelbarer zeitlicher Nähe zur Eröffnung des Tunnels anfallen. Damit entfallen die Finanzierungskosten, die während der Bauphase entstehen. Eine andere Aufteilung – etwa eine gleichmäßige Verteilung über alle Baujahre – führt zu deutlich höheren Zinsbelastungen und senkt den Überschuss (Barwert) des Tunnels signifikant (siehe Kapitel 4.3 und insbesondere Tabelle 14).

Ähnliches gilt für die TEN-V-Zuschüsse der EU. Die Analyse geht vereinfachend davon aus, dass die gesamten Zuschüsse zu einem Zeitpunkt fließen, zeitgleich mit den Baukosten. Sollten die Zuschüsse auf mehrere Jahre verteilt fließen, ändert sich auch deren Barwert und im Ergebnis der Überschuss (Barwert) des Tunnel. Auch hier gilt der Grundsatz: je später die Zuschüsse fließen, desto geringer der Überschuss.

2.5 Fazit

Im Rahmen der Wettbewerbsanalyse werden verschiedene Modellvarianten analysiert, die das Spektrum der strategischen Interaktion zwischen Tunnel und Fähre abbilden. Welche Variante die besten Vorhersagen trifft, ist nicht eindeutig zu klären. Zusätzliche Unsicherheit entsteht dadurch, dass viele Parameter aufgrund des Fehlens genauerer Informationen wie beispielsweise Passagierbefragungen geschätzt werden müssen. Insbesondere diejenigen Ergebnisse, die hohe Preisdifferenzen zu den Referenzpreisen aufweisen, stehen unter Vorbehalt, da Preise und Nachfragen (über Elastizitätsannahmen) stark von den Prognosewerten von Intraplan/BVU (2014) abweichen.

Tabelle 8: Wirtschaftlichkeit (Überschüsse) des Tunnels über 50 Jahre im Wettbewerb mit der Fähre

Wettbewerbsmodell	mit TEN-V-Zuschüssen	ohne TEN-V-Zuschüssen
Tunnel als Monopolist	Positiv	Positiv
Nachbildung Intraplan/BVU (2014)	Negativ / positiv	Negativ
Optimale Reaktion der Fähre	Negativ	Negativ
Stackelberg-Duopol	Negativ / positiv	Negativ
Bertrand-Wettbewerb	Negativ	Negativ

Quelle: DIW Econ

Das wichtigste Ergebnis im Hinblick auf die hier untersuchte Fragestellung ist die Höhe des Überschusses, den Fähre und vor allem der Tunnel realisieren können. Die Analyse der hier betrachteten Modellvarianten zeigt, dass der Tunnel nur dann einen positiven Überschuss erzielen kann, wenn er entweder (a) eine Monopolstellung beziehungsweise eine (b) Marktführer-Stellung gegenüber der Fähre innehat, oder wenn (c) die Fähre einen stark reduzierten Fahrplan fährt und TEN-V-Zuschüsse mit eingerechnet werden wie von Incentive (2015a) in der Sensitivitätsanalyse angenommen (Tabelle 8). Möglichkeit (a) ist allerdings unwahrscheinlich, da sich die Fähre als starker Konkurrent zum Tunnel erweist. Zwar ist der geldwerte Vorteil des Tunnels (Zeitersparnis) beträchtlich, die Fähre kann diesen aber bereits durch Preissenkungen bei Fährverkehr im Zweistundentakt (Abschnitt 2.3.2) oder durch

Preissenkungen in Verbindung mit einem optimierten Fahrplan (Abschnitt 2.3.3) kompensieren – in beiden Fällen erleidet der Tunnel Verluste. Auch als Marktführer im Wettbewerb mit der Fähre (Möglichkeit (b)) kann der Tunnel nur dann positive Überschüsse realisieren, wenn gleichzeitig das Passagieraufkommen (die Nachfrage) vergleichsweise elastisch auf Preisänderungen reagiert. Auch diese Konstellation ist unrealistisch, da das damit einhergehende Passagieraufkommen um über 30 Prozent über dem aus der Prognose von Intraplan/BVU (2014) liegen müsste, und letzteres bereits zuvor als sehr hoch kritisiert wurde (DIW Econ 2015a). Unwahrscheinlich ist schließlich auch Möglichkeit (c), da der jährliche Überschuss der Fähre bei Fährverkehr in höherer Frequenz (beispielsweise stündlich) höher ist als bei einem stark reduzierten Fahrplan.

Im Wettbewerb mit der Fähre lässt das Finanzierungsmodell der festen Querung, wonach die Kosten über Nutzungsentgelte in Form von Mauteinnahmen getragen werden sollen, dem Tunnel nur sehr begrenzten Spielraum für Preissenkungen. Die Wirtschaftlichkeit der festen Querung ist somit stark von der zu erwartenden Konkurrenz durch die Fähre beeinträchtigt. Eine Belastung der dänischen Steuerzahler, die über die Staatsgarantien in letzter Instanz Verluste des Projektes tragen, ist daher weitaus wahrscheinlicher als bisher dargestellt.

Schließlich zeigt die Analyse, dass der Tunnel in keinem der betrachteten Wettbewerbsmodelle Überschüsse generiert, welche die erwartete Höhe der TEN-V-Zuschüsse der EU von 1,4 Milliarden Euro übersteigen. Nach Abzug dieses Förderbetrages steht also grundsätzlich ein Minus. Dies ist volks- und betriebswirtschaftlich bedenklich. Denn bei enger Auslegung des *Market Economy Investor Principle* und des angestrebten Finanzierungsmodells sollen ausschließlich die Nutzer des Tunnels zur Finanzierung herangezogen werden. Die Mautgebühren alleine sind aber in keiner der untersuchten Varianten kostendeckend.

Denkbar ist, dass der Tunnelbetreiber über Kampfpreise (*predatory pricing*) eine Verdrängungstaktik verfolgen wird: Dabei verlangt der Tunnelbetreiber zunächst über einen mittleren Zeitraum sehr niedrige Mautgebühren und zwingt die Fähre zu Verlusten, die den Marktaustritt der Fähre bedeuten. Anschließend wird die Mautgebühr drastisch erhöht, um in den Folgejahren in die Gewinnzone zu gelangen. Allerdings ist davon auszugehen, dass eine

solche Strategie wettbewerbsrechtlich unzulässig ist.[29] Im Rahmen der vorliegenden Analyse erfolgt daher auch keine nähere Bewertung einer solchen Verdrängungstaktik aus ökonomischer Sicht.[30]

Die Ergebnisse lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- Wenn der Tunnel wie geplant, und in der Verkehrsprognose unterstellt, Mautgebühren in Höhe von 65 Euro (Pkw) beziehungsweise 267 Euro (Lkw) erhebt, ist davon auszugehen, dass die Fähre ihren Betrieb aufrecht erhält und durch niedrige Preise hohe Marktanteile erringen kann.
- In fast allen Modellvarianten macht der Tunnel Verluste, die Mauteinnahmen reichen also nicht aus, um die Bau- und Betriebskosten zu decken.
- Ohne die TEN-V-Zuschüsse der EU von 1,4 Milliarden Euro erwirtschaftet der Tunnel in sämtlichen Modellvarianten und Szenarien Verluste.
- Nur mit Mautpreisen weit unter den Referenzwerten kann es dem Tunnel gelingen, die Fähre aus dem Markt zu verdrängen. Dies würde aller Wahrscheinlichkeit nach aber hohe eigene Verluste seitens des Tunnels verursachen. Jedoch ist fraglich, ob eine solche Strategie aus wettbewerbsrechtlicher Sicht zulässig ist.

[29] In den „Einwendungen der Scandlines Deutschland GmbH zum Planfeststellungsverfahren der festen Fehmarnbeltquerung vom 03.07.14“, welche DIW Econ vorliegen, werden die kartellrechtliche Grenzen der Mautpreisbildung in diesem Zusammenhang dargelegt (S. 52 ff.).

[30] Auch aus ökonomischer Sicht ist der Erfolg einer Verdrängungstaktik keinesfalls eindeutig. So ist beispielsweise auch denkbar, dass spätere Erhöhungen der Mautpreise zum Markteintritt eines alternativen Fährbetreibers oder sogar zum Wiedereintritt des zuvor verdrängten Konkurrenten führen.

3. Wettbewerbsanalyse – Wie beeinflusst die Fährkonkurrenz die Kosten-Nutzen-Analyse der festen Querung?

Die Kosten-Nutzen-Analyse von Incentive (2015a) weist für das Projekt einen Nettonutzen von 26 Milliarden DKK (3,49 Milliarden EUR) aus (Incentive, 2015a, Table 1). Der Wert beruht auf der Annahme, dass die Fähre den Markt verlässt. Unsere Analysen in Abschnitt 2 legen aber nahe, dass die Fähre im Markt verbleiben wird – insbesondere dann, wenn die Mautpreise des Tunnels im Bereich der Referenzwerte liegen. Die Referenzpreise sind wiederum die Grundlage der Verkehrsprognose (Intraplan/BVU, 2014) und damit die Basis der Kosten-Nutzen-Analyse von Incentive (2015a).

Es stellt sich nun also die Frage, wie sich der Nettonutzen des Projekts ändert, wenn die Fähre im Markt verbleibt. Auch Incentive (2015a) beschäftigt sich mit dieser Frage und kommt zu dem Ergebnis, dass die gesamtwirtschaftliche Rendite des Projekts von 5,0 Prozent auf 4,1 Prozent sinkt, wenn der Fährbetrieb in reduzierter Form fortgesetzt wird. Werden auch die gestiegenen Baukosten (Femern A/S, 2015, Incentive, 2015b) berücksichtigt, sinkt die Rendite mit hoher Wahrscheinlichkeit unter den relevanten Diskontierungssatz von 4,0 Prozent[31] – das Projekt wäre unter diesen Umständen nicht mehr wirtschaftlich. Eine abschließende Aussage dazu lässt sich allerdings nicht treffen, da Incentive (2015b) zum fortgesetzten Fährszenario bei gleichzeitig gestiegenen Baukosten bisher keine Angaben gemacht hat. Incentive (2015a) basiert die Analyse des Fährszenarios auf der Annahme eines parallelen Fährbetriebs im Einstundentakt welches von Intraplan/BVU (2014) beschrieben und untersucht wird. Unsere Analysen in Abschnitt 2 kommen jedoch zu dem Ergebnis, dass die von Intraplan/BVU (2014) skizzierten Szenarien nicht unbedingt wahrscheinlich sind.

3.1 Methodik

DIW Econ hat eine Methodik entwickelt, um die Auswirkungen eines weitergeführten Fährbetriebs zu quantifizieren. Ausgangspunkt ist der von Incentive errechnete gesamtwirtschaftliche Nettonutzen des Projekts, der sich *ohne* Fährkonkurrenz ergibt. Mithilfe

[31] Zur Bedeutung des Diskontierungssatzes vergleiche Fußnote 5.

der entwickelten Methode kann bestimmt werden, wie sich der Nettonutzen ändert, wenn der Tunnel mit der Fähre konkurriert. Es muss also keine vollständig neue Kosten-Nutzen-Analyse durchgeführt werden, sondern lediglich die Differenz der Nettonutzen *mit* und *ohne* Fährkonkurrenz quantifiziert werden. Die Details der Methode finden sich in Box 3-1 sowie im Anhang D. Eckpunkte und wesentliche Annahmen sind nachfolgend gelistet.

- Ausgangspunkt für den gesamtwirtschaftlichen Nettonutzen ohne Fährkonkurrenz ist der von Incentive (2015a, Table 1) angegebene Wert. Die Baukosten werden gemäß Incentive (2015b) auf den neuesten Stand gebracht. Wie auch in Incentive (2015b) werden die notwendigen Baukosten des Ersatzbauwerks für die Fehmarnsundbrücke in der folgenden Analyse nicht berücksichtigt. Als gesamtwirtschaftlicher Nettonutzen verbleiben 2,87 Milliarden Euro.
- Die Mautpreise des Tunnels verbleiben sowohl mit als auch ohne Fährkonkurrenz auf dem Referenzlevel. Dies sichert die Vergleichbarkeit mit vorangegangenen Studien. Insbesondere für das Verkehrsvolumen wird auf die Prognosen von Intraplan/BVU (2014) zurückgegriffen.
- Die Fähre reagiert optimal auf die Referenzpreise des Tunnels; sie verhält sich wie in den Abschnitten 2.1.3 und 2.3.3 beschrieben.
- Die Diskontrate entspricht den Werten aus Incentive (2015a): 4,0 Prozent für die ersten 35 Jahre (2014 bis 2048), 3,0 Prozent für die übrigen Jahre bis 2071.
- Die Fährkonkurrenz hat (gegenüber dem Szenario ohne Fährkonkurrenz) keine Auswirkungen auf folgende Elemente der Kosten-Nutzen-Analyse (vgl. Incentive, 2015a):
  - Baukosten des Tunnels sowie laufende Kosten des Tunnelbetriebs
  - Sämtliche Kosten, die im Zusammenhang mit dem Eisenbahnbetrieb stehen
  - Steuern, EU-Mittel
  - Externe Kosten, Arbeitsangebot
- Im Umkehrschluss beeinflusst die Fährkonkurrenz
  - die Umsätze von Fähre und Tunnel,
  - die Kosten des Fährbetriebs sowie
  - den Nutzen der Reisenden auf dem Fehmarnbelt.

Box 3-1
Quantifizierung des Effekts der Fährkonkurrenz auf den gesamtwirtschaftlichen Nettonutzen

Die Einbeziehung der Fährkonkurrenz in die Kosten-Nutzen-Analyse ruft folgende Auswirkungen auf den gesamtwirtschaftlichen Nettonutzen hervor (eine detaillierte Herleitung findet sich im Anhang):

- **Bruttonutzen der wechselnden Passagiere** *(Passagiere, die ohne Fährangebot den Fehrmarnbelttunnel nutzen würden, mit Fährangebot aber zur Fähre wechseln):* In die Berechnung fließen die maximalen Zahlungsbereitschaften der wechselnden Passagiere ein, nicht aber die gezahlten Maut- beziehungsweise Fährpreise. Da sämtliche Passagiere gemäß Modellannahme eine höhere Zahlungsbereitschaft für den Tunnel aufweisen (vgl. Box 2-1), reduzieren die wechselnden Passagiere den gesamtwirtschaftlichen Nettonutzen. Sowohl die Differenz der maximalen Zahlungsbereitschaft, als auch das Volumen lassen sich mithilfe des in Abschnitt 2.1 dargestellten Wettbewerbsmodells bestimmen.
- **Bruttonutzen der neuen Passagiere** *(Passagiere, die nur dann die Fehmarnbeltroute wählen, wenn ein Fährangebot existiert):* In die Berechnung fließen die maximalen Zahlungsbereitschaften der neuen Passagiere ein, nicht aber die gezahlten Fährpreise. Die Fähre ist ein zusätzliches Angebot, welches von den neuen Passagieren gegenüber allen Alternativen präferiert wird. Die neuen Passagiere erhöhen daher den gesamtwirtschaftlichen Nettonutzen. Da neue Passagiere im Rahmen des Wettbewerbsmodells (Abschnitt 2.1) nicht berücksichtigt werden, müssen andere Schätzungen zur Quantifizierung genutzt werden. Beim Volumen des neuen Verkehrs werden die Angaben übernommen, die Intraplan/BVU (2014) im Stundentakt Szenario angibt. Bei den Zahlungsbereitschaften wird vereinfachend davon ausgegangen, dass die Differenz dieselbe Höhe hat, wie im Falle der wechselnden Passagiere.
- **Kosten des Fährbetriebs.** Die Betriebskosten des parallelen Fährbetriebs reduzieren den gesamtwirtschaftlichen Nettonutzen. Die Höhe der Betriebskosten entspricht dem für die Wettbewerbsanalyse ermittelten Betrag.

3.2 Ergebnis und Fazit

Tabelle 9 zeigt den gesamtwirtschaftlichen Nettonutzen des Projektes unter Berücksichtigung eines fortgesetzten Fährbetriebs.

Tabelle 9: Auswirkungen der Fährkonkurrenz auf den gesamtwirtschaftlichen Nettonutzen

Posten	Mrd. DKK	Mrd. EUR	Quelle
Ausgangswert			
Gesamtwirtschaftlicher Nettonutzen	26,60	3,57	Incentive (2015a)
Änderungen			
Baukosten	-5,19	-0,70	Incentive (2015b), DIW Econ
Fährkonkurrenz	-19,09	-2,56	DIW Econ
Total (Summe)	**2,32**	**0,31**	DIW Econ

Notiz: Barwerte (diskontiert auf 2014).Die Baukosten beinhalten nur die gestiegenen Kosten für den Bau der festen Fehmarnbeltquerung, sowie der deutschen und dänischen Hinterlandanbindung, nicht aber die Kosten des Ersatzbauwerks für die Fehmarnsundbrücke.

Quelle: Incentive (2015a), Incentive (2015b), und DIW Econ.

Ausgangspunkt ist der von Incentive (2015a) ausgewiesene Nettonutzen von 26,60 Milliarden Euro. Dieser beruht allerdings noch auf alten Baukostenschätzungen. Auf Basis aktueller Zahlen zu gestiegenen Baukosten (Femern A/S, 2015) reduziert sich der Nettonutzen um rund 0,70 Milliarden Euro (Incentive, 2015b).[32] Ein fortgesetzter Fährbetrieb (wie in Abschnitt 3.1 beschrieben) reduziert den Wert um weitere 2,56 Milliarden Euro. Der gesamtwirtschaftliche Nutzen des Querungsprojektes liegt damit nur noch bei 0,31 Milliarden Euro beziehungsweise weniger als einem Zehntel des in der Kosten-Nutzen-Analyse von Incentive (2015a) ausgewiesenen Wertes. Nicht Eingang in die Berechnung finden die Kosten für das Ersatzbauwerk der Fehmarnsundbrücke. Das Bundesverkehrsministerium (2015) beziffert diese Kosten auf 250 bis 600 Millionen Euro. Inwiefern diese ausschließlich dem Bau der festen Fehmarnbeltquerung zugeordnet werden können, ist nicht abschließend geklärt, eine Berücksichtigung dieser zusätzlichen Kosten würde jedoch eine weitere Reduzierung des Nettonutzens bewirken.

Das Ergebnis in Tabelle 9 bestätigt die Sensitivitätsanalysen von Incentive (2015a). Dort führt die Fährkonkurrenz zu einer deutlichen Reduktion der gesamtwirtschaftlichen Rendite von

[32] Laut Bundesverkehrsministerium (2015) können jedoch die Kosten der deutschen Hinterlandanbindung für Straße und Schiene nur als vorläufig betrachtet werden, weitere Erhöhungen der Baukosten können daher nicht ausgeschlossen werden. Erst 2016 werden dazu genauere Kostenschätzungen vorliegen.

5,0 Prozent auf 4,1 Prozent (Incentive, 2014, Table 23) und liegt damit nur sehr knapp über dem angesetzten Diskontierungssatz von 4,0 Prozent[33]. Die gestiegenen Baukosten sind dabei nicht berücksichtigt. Incentive nutzt eine andere Methodik und weist für die Sensitivitätsanalysen keine Nettonutzen (Barwerte) aus. Daher sind die Ergebnisse nicht direkt vergleichbar. Sie weisen jedoch in eine ähnliche Richtung: Die Fährkonkurrenz reduziert erheblich den gesamtwirtschaftlichen Nutzen des Querungsprojektes. Der in Tabelle 9 ausgewiesene, sehr geringe Barwert von 0,31 Milliarden Euro ist konsistent zu der von Incentive (2015a) ausgewiesenen gesamtwirtschaftlichen Rendite, die nur geringfügig über dem Diskontierungssatz liegt.[34]

4. Neubewertung der Routenwahl

Die Analysen der Abschnitte 2 und 3 weichen in zentralen Punkten von den bisherigen Studien ab, basieren aber ebenfalls auf der Verkehrsprognose von Intraplan/BVU (2014). DIW Econ (2015a) hat bereits kritisiert, dass diese Verkehrsprognose keine alternativen Parameter-Szenarien durchspielt, und tendenziell optimistische Annahmen trifft. Demnach fehlen wichtige Sensitivitätsanalysen.

Die nachfolgende Analyse zeigt auf, welche Verkehrsvolumen zu erwarten sind, wenn Parameter- und Modellannahmen von Intraplan/BVU (2014) abweichen. DIW Econ führt dazu eine eigene Schätzung der Routen- und Verkehrsträgerwahl, sowie eine Neubewertung des Verkehrsvolumens auf dem Fehmarnbelt durch.

Die Schätzungen der DIW Econ führen letztendlich zu einem veränderten Ergebnis sowohl der Kosten-Nutzen-Analyse als auch der Finanzanalyse:

- Veränderte Zeitwerte führen mit Blick auf den Fehmarnbelt zu veränderten generalisierten Kosten.

[33] Zu Ausführungen über den Diskontsatz siehe Fußnote 5.

[34] Je weniger der interne Zinsfuß einer Investition den angesetzten Diskontierungssatz übersteigt, desto geringer der Barwert. Entspricht der interne Zinsfuß der angesetzten Diskontierungssatz, so ist der Barwert der Investition gleich Null, das heißt die Investition erwirtschaftet keine zusätzlichen Erträge.

- Veränderte generalisierte Kosten über den Fehmarnbelt beeinflussen die Routenwahl der Fahrer.
- Eine veränderte Routenwahl führt zur Notwendigkeit einer Neubewertung der Verkehrsströme über den Fehmarnbelt.
- Veränderte Verkehrsströme wiederum beeinflussen das Ergebnis der Kosten-Nutzen-Analyse und der Finanzanalyse durch veränderte Ticketeinnahmen und Nutzergewinne.

4.1 Schätzung des Verkehrsvolumens

Wie schon in DIW Econ (2015a, 2015b) besprochen variiert der Zeitwert nicht nur nach Wegstrecke, Nationalität und Einkommensklassen, sondern auch nach Passagierpräferenzen. Zu solchen Präferenzen gehört die Wertschätzung von Rastzeiten (beziehungsweise für Lkw-Fahrer auch die Einhaltung obligatorischer Ruhezeiten), wofür eine Fährüberfahrt alle notwendigen Angebote wie Gastronomie, sanitäre Einrichtungen und Bewegungsmöglichkeiten bei frischer Luft bietet.[35] Durch die Gleichsetzung der Überfahrtszeit mit dem durchschnittlichen Zeitwert für die Wartezeit werden solche Passagierpräferenzen nicht berücksichtigt.[36] Ausgehend von dieser Beobachtung führen wir eine Neubewertung der Routenwahl durch, die sich in einem veränderten Verkehrsvolumen niederschlägt.

4.1.1 Methodik

Die Wahl der einzelnen Verkehrsrouten erfolgt bei Intraplan und BVU (2014) auf Basis eines Vergleichs der gesamten Reisekosten auf alternativen Routen. Die hierbei zu Grunde gelegten *generalisierten Kosten* setzen sich aus den direkten Kosten (Fähr- und Mautpreise, sowie Pkw-Kraftstoffkosten) und den Zeitkosten, das heißt den angenommenen Zeitwerten multipliziert mit der Reisezeit, zusammen. Bei der Modellierung der Routenwahl wird davon ausgegangen, dass die Route mit den niedrigsten generalisierten Kosten am stärksten präferiert wird. Um die oben beschriebenen Passagierpräferenzen zu berücksichtigen, setzen wir für die Überquerung des Fehmarnbelts geringere Zeitwerte für die Überfahrtszeit an als für

[35] Solche Präferenzen zu Gunsten des Fährbetriebs spiegeln sich beispielsweise in der Zufriedenheit der Passagiere während der Überfahrt wider. Laut eines internen *Customer Satisfaction Survey* von Scandlines vom November 2014 bestätigen knapp 80 Prozent der Passagiere auf dem Fehmarnbelt, dass die Überfahrt ihren Erwartungen entspricht, 64 Prozent geben an, die Fähre aufgrund des erlebten Services wieder zu nutzen, und 72 Prozent würden die Fährüberfahrt aufgrund des erlebten Services auch weiterempfehlen.

[36] Tunnelangst ist eine weitere mögliche Passagierpräferenz. Da hierfür allerdings keine verlässlichen Zahlen vorliegen, wird dies im Rahmen der vorliegenden Analyse nicht weiter berücksichtigt.

die Warte- und Hinterlandzeiten. Damit sinken die generalisierten Kosten der Fährroute über den Fehmarnbelt. Mit anderen Worten: Passagiere bewerten die Kosten der Fährroute geringer, da die Überfahrtszeit gleichzeitig als Pause genutzt werden kann. Folglich reduziert sich auch der Kostenvorteil des Tunnels gegenüber der Fähre und somit verändert sich der Unterschied zwischen Basis- und Projektszenario, welchen prinzipiell eine Kosten-Nutzen Analyse ausweist.

Mit einer modellgestützten Analyse der Routenwahl (Box 4-1) wird der Anteil der Passagiere geschätzt, welche in den Jahren 2011 und 2025 (vor und nach der Inbetriebnahme der festen Querung) unter Berücksichtig der neu berechneten generalisierten Kosten die Strecke über den Fehmarnbelt wählen.

Box 4-1

Schätzung der neuen Marktanteile des Fehmarnbelts am Pkw Gesamtvolumen auf der Route zwischen Skandinavien und Europa

Die Neubewertung der Routenwahl zwischen der Skandinavischen und dem europäischen Festland basiert auf einer modellgestützten Simulation. Dazu wird mit Hilfe eines *Multinominal Logit Model* (MNL) die Entscheidung zwischen den Routen Puttgarden-Rødby (Fähre beziehungsweise feste Fehmarnbeltquerung), Großem Belt oder Rostock-Gedser simuliert.[37] Auf diese Weise kann die Wahrscheinlichkeit für die Wahl einer bestimmten Route und somit der Anteil dieser Route am gesamten Verkehrsaufkommen zwischen Skandinavien und dem europäischen Festland ermittelt werden. Die Wahrscheinlichkeit P_i für die Wahl einer bestimmten Routen i ist dabei abhängig von der Bewertung routenspezifischer Attribute (hier: generalisierte Kosten) relativ zu den Attributen der anderen Routen:

$$P_i = \frac{e^{\beta \times gC_i}}{\sum_j e^{\beta \times gC_j}}$$

Dabei sind gC_i die generalisierten Kosten je Routen i und β ein exogener Parameter. Dieser wird so kalibriert, dass das Modell die im Jahr 2011 tatsächlich beobachtete Verteilung des gesamten Verkehrsaufkommens auf die drei Routen bei gegebenen generalisierten Kosten je Route nachvollziehen kann. Zur Simulation der Routenwahl nach Inbetriebnahme der festen Querung (sowie unterstellter Einstellung des Fährbetriebs) im Jahr 2025 werden die generalisierten Kosten der Fährverbindung über den Fehmarnbelt durch die der festen Querung ersetzt und die Anteile der drei Routen bei gegebenem Parameter β neu berechnet. Details zu den zu Grunde liegenden Parametern finden sich in Tabelle 18 im Anhang.

[37] Laut Intraplan/BVU (2014, Annex, Abbildung 1-1 und 1-2) fließt der wesentliche Teil des Passagierverkehrs zwischen Skandinavien und Europa über die folgenden Routen: Fehmarnbelt, Großem Belt und Rostock-Gedser. Daher basiert die Schätzung der Routenverlagerung auf diesen drei Routenoptionen. Vereinfachend gehen wir davon aus, dass sämtlicher Verkehr über die zwei wichtigsten Verbindungen fließt: Kopenhagen-Hamburg und Kopenhagen-Berlin. Im Detail wird angenommen, dass der gesamte Skandinavien-Westeuropa-Verkehr und 60 Prozent des Skandinavien-Zentraleuropa-Verkehrs die Route Kopenhagen-Hamburg wählen, während der Skandinavien-Osteuropa-Verkehr und 40 Prozent des Skandinavien-Zentraleuropa-Verkehrs die Route Kopenhagen-Berlin wählen. Basierend auf den Daten der Verkehrsverflechtungsprognose des Bundesverkehrsministeriums (BVU/Intraplan/IVV/Planco, 2014) für 2010 ergibt sich, dass 67 Prozent des gesamten Verkehrsvolumens zwischen Kopenhagen-Hamburg verkehren und 33 Prozent zwischen Kopenhagen-Berlin.

Die aus der Analyse resultierenden Anteile der drei Routen am Verkehrsaufkommen zwischen Skandinavien und dem europäischen Festland sind in Tabelle 10 separat für Privat- und Geschäftsreisende ausgewiesen. Die jeweils erste Zeile (2011 – beobachtet) gibt dabei die im Jahr 2011 tatsächlich beobachteten-, die jeweils zweite Zeile (2011 – simuliert) die für die drei Routen simulierten Anteile wieder. Die jeweils dritte Zeile (2025 – simuliert) weist schließlich die Anteile nach Inbetriebnahme des Tunnels und Einstellung des Fährbetriebs im Jahr 2025 aus.

Tabelle 10: Verteilung des Verkehrsaufkommens Skandinavien-Europa

	Puttgarden-Rødby		Rostock-Gedser	Großer Belt
	Fähre	Tunnel		
Privatreisende				
2011 - beobachtet	62,8%		9,7%	27,5%
- simuliert	63,0%		9,0%	28,0%
2025 - simuliert		71,8%	6,9%	21,3%
Geschäftsreisende				
2011 - beobachtet	56,1%		11,4%	32,4%
- simuliert	56,1%		10,1%	33,8%
2025 - simuliert		75,0%	5,9%	19,1%

Quelle: *Schätzungen:* DIW Econ, *Beobachtung:* Berechnungen auf Basis von Intraplan/BVU (2014, Table 6-8) und Intraplan/BVU (2014, Annex, Figure 1-2)

Zunächst zeigt der Vergleich von beobachteten und simulierten Anteilen im Jahr 2011 auf, dass der Modellansatz geeignet ist, die Routenwahl zwischen der drei verfügbaren Alternativen für Privat- und Geschäftsreisende unter Berücksichtigung der beschriebenen Passagierpräferenzen hinreichend gut wiederzugeben. Die auf Basis dieses Modellansatzes geschätzten Anteile der festen Querung über den Fehmarnbelt im Jahr 2025 liegen bei 71,8 Prozent für Privatreisende und 75,2 Prozent für Geschäftsreisende. Diese sind deutlich geringer als die von Intraplan berechneten Anteile von 94,4 Prozent beziehungsweise 89,1 Prozent.[38] Dies liegt daran, dass der Vorteil des Tunnels gegenüber der Fähre (Zeitersparnis) geringer ausfällt, wenn Passagiere die Überfahrtszeiten auch als Pause nutzten und die längere Reisezeit somit nicht als höhere Kosten ansehen. Folglich wählen weniger Passagiere den Tunnel wählen.

Ausgangspunkt der weiteren Schätzung sind die Volumenströme zwischen Skandinavien und Europa, welche insgesamt über die Routen Großer Belt, Rostock-Gedser und Puttgarden-

[38] Berechnet auf Grundlage von Intraplan/BVU (2014, Annex, Figure 3-19).

Rødby (feste Fehmarnbeltquerung) fließen. Diese Zahl bestimmen wir auf Basis der Intraplan/BVU (2014) Prognose für 2025. In Verbindung mit den in Tabelle 10 ausgewiesenen Anteilen je Route erhalten wir das Verkehrsvolumen auf der festen Querung im Jahr 2025. Bei der Prognose für die Jahre vor und nach 2025 orientieren wir uns an den Wachstumsraten, die Intraplan/BVU (2014) prognostizieren.[39]

Für die Kosten-Nutzen-Analyse in Abschnitt 4.2 muss neben dem Verkehrsvolumen auf der festen Querung auch das Verkehrsvolumen auf der Fähre für das Basis-Szenario „keine feste Querung“ bestimmt werden. Intraplan/BVU (2014, Tabelle 6-8) gibt für das Basis-Szenario letztmalig für 2022 eine Prognose ab. Wir übernehmen diesen Wert und schreiben die Zeitreihe bis zum Jahr 2071 fort. Um den von Intraplan/BVU (2014) unterstellten Verkehrssprung nicht mit einzurechnen, wird zwischen 2022 und 2025 eine Wachstumsrate von jährlich 1,5 Prozent fortgeschrieben; ab 2026 werden die Wachstumsraten des Projektszenarios wieder übernommen (Intraplan/BVU, 2014, Annex, Table 3-27). Ab 2048 übernehmen auch wir das Null-Wachstum von Incentive (2015a, Table 3).

4.1.2 Ergebnisse

Durch die veränderten Marktanteile der festen Fehmarnbeltquerung am gesamten Pkw-Volumen zwischen dem östlichen Skandinavien und dem europäischen Festland reduziert sich der Verkehrssprung, den die feste Querung induziert. In 2022 entsteht ein Pkw-Verkehrsvolumen, das nur 87 Prozent des von Intraplan/BVU (2014) geschätzten Pkw-Volumens ausmacht. In 2047 reduziert sich nach unseren Schätzungen das Pkw-Volumen noch einmal weiter auf nur noch 77 Prozent des von Intraplan/BVU prognostizierten Volumens (Tabelle 11).

[39] Nach Inbetriebnahme des Tunnels im Jahr 2022 kommt es für 4 Jahre zu einem *Ramp-Up-Effekt.* Von 2025 bis 2048 schwankt die jährliche Wachstumsrate zwischen 1 und 1,5 Prozent. Ab 2049 wird ein Nullwachstum unterstellt.

Tabelle 11: Verkehrsströme über die Feste Querung des Fehmarnbelts

Jahr	Schätzung Intraplan/BVU (2014)			Schätzung DIW Econ
	PKW	LKW	Bus	PKW
2022	2.885.000	555.000	34.000	2.522.768
2023	3.109.000	568.000	35.000	2.580.483
2024	3.282.000	581.000	35.000	2.618.960
2025	3.417.000	594.000	36.000	2.638.198
2026	3.487.000	602.000	36.000	2.692.243
2027	3.557.000	610.000	36.000	2.746.289
2028	3.627.000	618.000	36.000	2.800.335
2029	3.697.000	626.000	36.000	2.854.380
2030	3.767.000	634.000	37.000	2.908.426
2031	3.824.000	642.000	37.000	2.952.434
2032	3.881.000	649.000	37.000	2.996.443
2033	3.938.000	657.000	37.000	3.040.452
2034	3.995.000	665.000	37.000	3.084.460
2035	4.054.000	673.000	37.000	3.130.013
2036	4.111.000	681.000	37.000	3.174.021
2037	4.169.000	689.000	37.000	3.218.802
2038	4.223.000	697.000	38.000	3.260.494
2039	4.278.000	705.000	38.000	3.302.959
2040	4.330.000	713.000	38.000	3.343.107
2041	4.382.000	720.000	38.000	3.383.255
2042	4.431.000	728.000	38.000	3.421.087
2043	4.480.000	736.000	38.000	3.458.919
2044	4.525.000	744.000	38.000	3.493.663
2045	4.570.000	752.000	39.000	3.528.406
2046	4.616.000	760.000	39.000	3.563.922
2047	4.663.000	768.000	39.000	3.600.210
2048	4.663.000	768.000	39.000	3.600.210
:	:	:	:	:
2071	4.663.000	768.000	39.000	3.600.210

Notiz: Die Tabelle gibt die Anzahl an Fahrzeugen an. Nach 2048 liegen von Intraplan/BVU (2014) keine Prognosen vor. Die Fortschreibung unterstellt Nullwachstum. Für die Bus- und Lkw-Volumen werden die Werte von Intraplan/BVU (2014) übernommen, die Pkw-Volumen werden von DIW Econ geschätzt.

Quelle: DIW Econ und Intraplan/BVU (2014, Annex)

Die geänderten Fahrzeugvolumen ziehen entsprechend geänderte Passagiervolumen nach sich, welche in Tabelle 19 im Anhang dargelegt sind. Bei der Schätzung des Passagiervolumens wird eine Differenzierung nach Reisezweck vorgenommen. Die Differenzierung folgt den Angaben aus Intraplan/BVU (2014).

4.2 Auswirkungen auf die Kosten-Nutzen-Analyse

Die Kosten-Nutzen-Analyse von Incentive (2015a) beruht auf dem von Intraplan/BVU (2014) prognostizierten Verkehrsaufkommen auf dem Fehmarnbelt. Abschnitt 3 zeigt die

Auswirkungen eines fortgesetzten Fährbetriebs, übernimmt aber die grundsätzlichen Verkehrsprognosen von Intraplan/BVU (2014). Nun soll gesondert untersucht werden, wie sich der gesamtwirtschaftliche Nutzen darstellt, wenn das Verkehrsvolumen auf dem Fehmarnbelt von den Intraplan/BVU-Werten abweicht und stattdessen den in Abschnitt 4.1 dargelegten Werten entspricht.

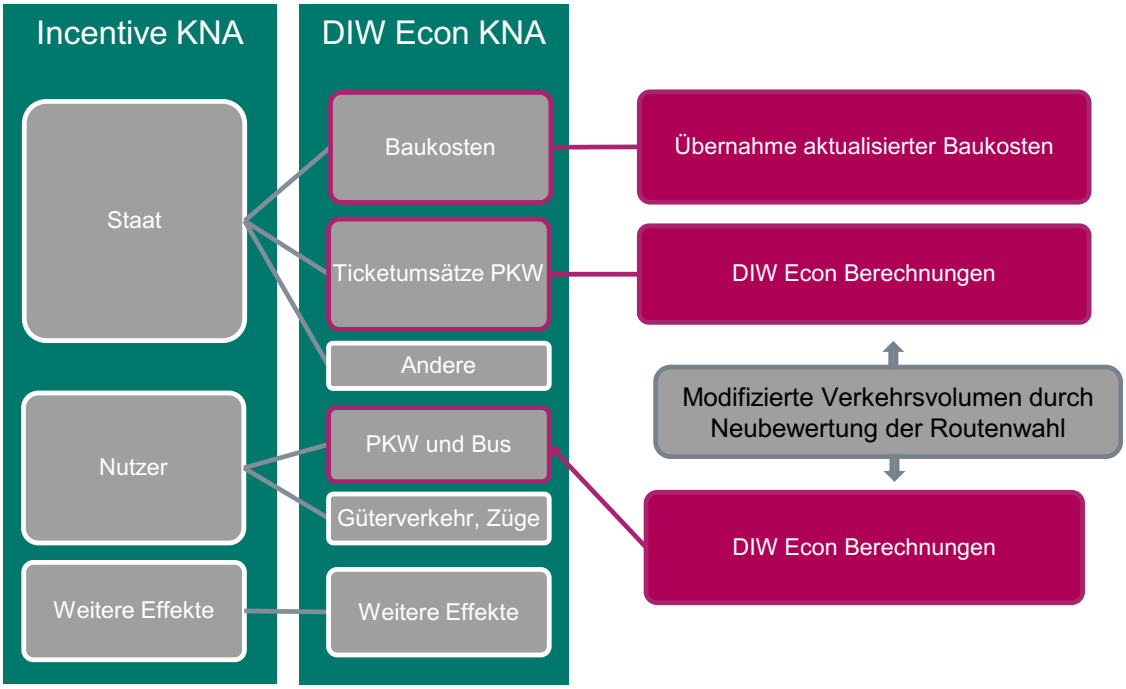
4.2.1 Methodik

Wie bei der Kosten-Nutzen Analyse der Wettbewerbssituation wird auch hier die Kosten-Nutzen-Analyse von Incentive (2015a) als Ausgangspunkt genommen für eine bessere Vergleichbarkeit. Eine schematische Darstellung dieser Vorgehensweise ist in Abbildung 3 dargestellt. Die Methodik der Kosten-Nutzen Analyse folgt dem Vorgehen von Incentive (2015a) und damit dem Tool TERESA.[40] Auch die Einzelposten werden größtenteils übernommen (vgl. Incentive, 2015a, Table 1). Lediglich drei Posten werden modifiziert: Baukosten[41], Pkw-Umsätze der festen Querung und Nutzengewinne der Tunnelnutzer. Die Änderung der Baukosten resultiert aus den neuen Baukostenschätzungen von Femern A/S (2015) beziehungsweise Incentive (2015b). Ticket-Umsätze und Nutzengewinne ändern sich aufgrund der Neuschätzung des Verkehrsvolumens. Dabei gilt (in Übereinstimmung mit Incentive, 2015a):

- Betrachtungszeitraum sind die ersten 50 Betriebsjahre. Aus den jährlichen Werten berechnen wir den Barwert und diskontieren auf das Jahr 2014.
- Die Diskontrate entspricht 4,0 Prozent für die ersten 35 Jahre (2014 bis 2048) und 3,0 Prozent für die übrigen Jahre bis 2071.

[40] http://www.modelcenter.transport.dtu.dk/Publikationer/TERESA, abgerufen am 26.05.2015
[41] Auch hier werden die Baukosten für die Fehmarnsundbrücke nicht berücksichtigt. Alle anderen Kosten finden Eingang in die Analyse.

Abbildung 3: Vorgehensweise zur Neubewertung der Kosten-Nutzen-Analyse



Quelle: DIW Econ

Ticketumsätze

Die Ticketumsätze ergeben sich aus dem Produkt von Ticketpreis und Verkehrsvolumen. Da die Schätzung der DIW Econ nur die Pkw betrifft, wie in Abbildung 3 unter Einnahme durch Pkw-Passagiere dargestellt, ist nur der Pkw-Umsatz relevant. Der Ticketpreis entspricht dem Referenzwert von (gerundet) 65 Euro.

Für unsere Analyse benötigen wir die Änderung der Ticketumsätze gegenüber dem Referenzwert aus Incentive (2015a). Dazu führen wir folgende Schritte durch:

1. Wir bestimmen den Barwert der Umsätze auf Grundlage der Intraplan/BVU-Prognose. Die angesetzten Pkw-Volumenströme stammen aus Intraplan/BVU (2014, Annex, Table 3-27).
2. Wir bestimmen den Barwert der Umsätze auf Grundlage der DIW Econ Prognose (Abschnitt 4.1.2).
3. Wir bestimmen die Differenz der beiden Barwerte.

Nutzengewinne

Die Nutzengewinne, die den Nutzern der festen Querung entstehen, werden gemäß der sogennanten *Rule of Half* bestimmt (European Commission, 2014, S. 78). Für unsere Analyse

benötigen wir die Änderung der Nutzengewinne gegenüber dem Referenzwert aus Incentive (2015a). Dazu führen wir folgende Schritte durch:

1. Wir berechnen die Nutzengewinne der Pkw- und Bus-Passagiere auf Basis von DIW Econ ermittelten *generalisierten Kosten,* sowie von DIW Econ geschätzten Verkehrsvolumen. Aus den jährlichen Werten berechnen wir den Barwert. Siehe Box 4-2.
2. Den berechneten Barwert vergleichen wir mit dem von Incentive (2015a) ermittelten Wert. Dieser liegt bei 3,47 Milliarden Euro.

Box 4-2
Berechnung der Nutzengewinne

Gemäß der *Rule of Half* (European Commission, 2014, S. 78) beträgt der zusätzliche Nutzen eines Verkehrsprojekts

$$\Delta CS = \frac{1}{2}(GC_o - GC_1)(T_0 + T_1).$$

Dabei bezeichnen GC_o und GC_1 die sogenannten generalisierten Kosten der Wegstrecke vor und nach Bau der Projekts. T_0 und T_1 stehen für die entsprechenden Volumenströme.

Die generalisierten Kosten umfassen sämtliche Ausgaben und Opportunitätskosten, die mit der Wahl einer Strecke und eines Verkehrsmittels verbunden sind (vgl. Abschnitt 4.1). Dazu gehören direkte Kosten wie Kraftstoff und Ticket- oder Mautgebühren sowie Opportunitätskosten der Reisezeit (Zeitwerte). Für die Rule of Half werden jeweils die Differenzen benötigt. Folgende Differenzen hat DIW Econ ermittelt (Werte gerundet): drei Euro pro privaten Passagier (Bus oder Pkw), 39 Euro pro Geschäftsreisenden (Pkw).

Die angesetzten Volumenströme sind in Tabelle 19 im Anhang mit Verweis auf Quellen dargelegt. Grundlage der Schätzung sind zum einen Angaben aus Intraplan/BVU (2014), zum anderen die DIW Econ Prognose zum Verkehrsvolumen.

4.2.2 Ergebnis und Fazit

Tabelle 12 zeigt die Ergebnisse der Kosten-Nutzen-Analyse auf Basis der im vorangegangenen Abschnitt berechneten Verkehrsströme.

Tabelle 12: Kosten-Nutzen-Analyse mit verändertem Verkehrsvolumen

Posten	Mrd. DKK	Mrd. EUR	Quelle
Ausgangswert			
Gesamtwirtschaftlicher Nettonutzen	26,60	3,57	Incentive (2015a)
Änderungen			
Baukosten	-5,19	-0,70	Incentive (2015b), DIW Econ
Nutzengewinne	-17,83	-2,39	DIW Econ
Ticketumsätze des Betreibers	-7,03	-0,94	DIW Econ
Gesamtwirtschaftlicher Nettonutzen	**-3,45**	**-0,46**	

Quelle: Incentive (2015a), Incentive (2015b) und DIW Econ

Die größte Änderung geht von den Nutzengewinnen aus. Im Vergleich zur Analyse von Incentive (2015a) fällt der zusätzliche Nutzen um über zwei Milliarden Euro niedriger aus. Die Ticketumsätze gehen um knapp eine Milliarde Euro zurück.

Fazit

Bei einer alternativen Bewertung der Passagierpräferenzen in der monetären Bewertung der Reisezeiten und der auf dieser Basis errechneten Verkehrsströme, wird die feste Fehmarnbeltquerung über 50 Betriebsjahre zu einem gesamtwirtschaftlichen Verlustgeschäft. Aus diesem Ergebnis folgt auch, dass die gesamtwirtschaftliche Rendite des Projekts geringer ausfällt als die in der Kosten-Nutzen Analyse von Incentive (2015) angesetzte Diskontierungsrate.[42] Damit ist die Umsetzung des Projekts aus gesamtwirtschaftlicher Sicht nicht sinnvoll. Wie hier erläutert gilt dieses Ergebnis sogar dann, wenn – entgegen der in Abschnitt 2 begründeten Wahrscheinlichkeit – kein paralleler Fährverkehr existiert.

Ob die hier vorgenommene Bewertung der Passagierpräferenzen realistischer ist als die bei Intraplan/BVU (2014) beziehungsweise Incentive (2015) kann nicht abschließend geklärt werden. Hierzu wäre eine Befragung der Passagiere erforderlich, die in der hierfür erforderlichen Form bisher nicht erfolgt ist. Die verfügbare Evidenz zur Zufriedenheit der Passagiere auf dem Fehmarnbelt mit dem dort gebotenen Service[43] legt allerdings nahe, dass die hier gewählte Bewertung der Passagierpräferenzen wahrscheinlich realistischer ist.

---

[42] Grundsätzlich impliziert ein positiver gesamtwirtschaftlicher Nettonutzen, dass die gesamtwirtschaftliche Rendite über der Diskontierungsrate liegt. Umgekehrt bedeutet ein negativer gesamtwirtschaftlicher Nettonutzen, dass die gesamtwirtschaftliche Rendite geringer ist als die Diskontierungsrate. Die Diskontierungsrate spiegelt die soziale Zeitpräferenzrate wider. Sie gibt an, um wieviel Prozent der Ertrag (Nutzen) einer Investition mindestens über den Aufwendungen (Kosten) liegen muss, um die Ausgaben zu rechtfertigen.

[43] Vgl. Fußnote 35.

4.3 Auswirkungen auf die Finanzanalyse

Die Finanzanalyse von Femern A/S (2014), welche die Wirtschaftlichkeit des Projekts bewertet, beruht auf dem von Intraplan/BVU (2014) prognostizierten Verkehrsaufkommen auf dem Fehmarnbelt. Abschnitt 2 zeigt die Auswirkungen eines fortgesetzten Fährbetriebs, übernimmt aber die grundsätzlichen Verkehrsprognosen von Intraplan/BVU (2014). Nun soll untersucht werden, wie sich die Wirtschaftlichkeit darstellt, wenn das Verkehrsvolumen auf dem Fehmarnbelt vom Intraplan/BVU-Wert abweicht und stattdessen den in Abschnitt 4.1 dargelegten Werten entspricht.

4.3.1 Methodik

Um die Wirtschaftlichkeit des Projekts zu prüfen, werden Baukosten und laufende Betriebskosten den Umsätzen durch Maut- und Eisenbahngebühren gegenübergestellt. Die Methodik folgt im Wesentlichen der Finanzanalyse der Betreibergesellschaft (Femern A/S, 2014). Folgende Eckpunkte und Annahmen liegen der Analyse zu Grunde:

- Die jährlichen Pkw-Volumen werden von DIW Econ bestimmt (Abschnitt 4.1).
- Die jährlichen Bus- und Lkw-Volumen werden von Intraplan/BVU (2014, Appendix) übernommen. Ab 2047 wird wie in der vorliegenden Verkehrsprognose von einem Nullwachstum ausgegangen.
- Der Tunnel wird als Monopolist betrachtet. Eine mögliche Fährkonkurrenz bleibt unberücksichtigt.[44]
- Die jährlichen Ausgaben für Betrieb, Instandhaltung und Reinvestition werden auf Grundlage von Femern A/S (2014, Abbildung 4, Tabellen 8 und 9) approximiert.
- Zentrale Parameter wie Mautgebühren, Zinssatz und Baukosten werden von Femern A/S (2014) übernommen und punktuell durch neuere oder zusätzliche Werte ergänzt. Siehe dazu Tabelle 13.

[44] Tatsächlich ist wie in Abschnitt 2 begründet mit hoher Wahrscheinlichkeit von einem parallelen Wettbewerb zwischen Tunnel und Fähre auszugehen. Die hier vorgenommene Analyse liefert also tendenziell positivere Ergebnisse für den Tunnel. Zeigt sich dennoch, dass die Wirtschaftlichkeit gefährdet oder sogar nicht gegeben ist, so ist dieses Ergebnis umso robuster.

Tabelle 13: Parameter der Finanzanalyse

Parameter			Quelle
Maut: PKW, inkl. USt.	[EUR]	65,00	Femern A/S (2014, Tabelle 12)
Maut: LKW, inkl. USt.	[EUR]	277,00	Femern A/S (2014, Tabelle 12)
Maut: Bus, inkl. USt.	[EUR]	272,52	Incentive (2014, Table 11)
Umsatz Eisenbahn, netto, jährlich	[Mio. EUR]	52,90	Femern A/S (2014, Tabelle 13)
Umsatzsteuer	[%]	19,00	Femern A/S (2014, Tabelle 17)
Realzins	[%]	3,00	Femern A/S (2014, Tabelle 16)
Darlehensmarge	[%]	0,15	Femern A/S (2014, Tabelle 18)
Zinssatz (Summe)	[%]	3,15	
Baukosten*	[Mrd. EUR]	8,60	Femern A/S (2015)
EU-Förderung	[Mrd. EUR]	1,40	Femern A/S (2014, S. 41/59)
Betriebskosten, Jahresmittel	[Mio. EUR]	103,90	Femern A/S (2014, Tabellen 8/9)

Notiz: (*) Baukosten inkl. dänischer Hinterlandanbindung.

Quelle: Femern A/S (2014), Femern A/S (2015) und Incentive (2014)

Femern A/S (2015) beziffert die Baukosten der festen Fehmarnbeltquerung inklusive dänischer Hinterlandanbindung mit 8,6 Milliarden Euro und erwartet TEN-V-Zuschüsse in Höhe von 1,4 Milliarden Euro (Femern A/S ,2014). Über den zeitlichen Verlauf der Kosten und TEN-V-Zuschüsse während der Bauphase liegen uns keine gesicherten Angaben vor. Daher bestimmen wir die Finanzierbarkeit für verschiedene Szenarien:

- **1 Jahr Baukosten**: sämtliche Baukosten sowie die TEN-V-Zuschüsse der EU fallen erst unmittelbar vor Eröffnung des Tunnels an. Nach Inbetriebnahme muss eine Kreditsumme von 7,2 Milliarden Euro (= 8,6 – 1,4) abbezahlt werden.
- **2 Jahre Baukosten**: Die Baukosten sowie die TEN-V-Zuschüsse der EU verteilen sich gleichmäßig auf die letzten zwei Jahre vor Eröffnung des Tunnels. Während der Bauphase fallen Zinsen an, welche die Kreditsumme erhöhen. Nach Inbetriebnahme muss eine Kreditsumme von 7,31 Milliarden Euro abbezahlt werden.
- **4 Jahre Baukosten**: Analog zum Szenario mit zwei Jahren. Nach Inbetriebnahme muss eine Kreditsumme von 7,55 Milliarden Euro abbezahlt werden.
- **7 Jahre Baukosten**: Analog zum Szenario mit zwei Jahren. Nach Inbetriebnahme muss eine Kreditsumme von 7,92 Milliarden Euro abbezahlt werden.

Tabelle 20 im Anhang listet die berechneten Umsätze und Betriebskosten über den gesamten Betrachtungszeitraum.

4.3.2 Ergebnis und Fazit

Tabelle 14 listet die Ergebnisse der Finanzanalyse.

Tabelle 14: Ergebnis der Finanzanalyse

Finanzanalyse	Jahre mit Baukosten			
	1 Jahr	2 Jahre	4 Jahre	7 Jahre
Überschuss (Barwert über die ersten 50 Betriebsjahre)				
- mit TEN-V-Zuschüssen der EU [Mrd. EUR]	0,178	0,064	-0,170	-0,539
- ohne TEN-V-Zuschüssen der EU [Mrd. EUR]	-1,222	-1,358	-1,637	-2,079
Rückzahlungszeitraum ab Inbetriebnahme				
- mit TEN-V-Zuschüssen der EU [Jahre]	48	50	53	59
- ohne TEN-V-Zuschüssen der EU [Jahre]	76	80	93	135

Quelle: DIW Econ

Die Finanzierbarkeit des Projekts hängt maßgeblich davon ab, wann die Baukosten anfallen. Wenn während der Bauphase keine Zahlungen nötig sind beziehungsweise keine Zinsen anfallen (Szenario: 1 Jahr Baukosten), dann wird die Rückzahlung 48 Jahre in Anspruch nehmen. Müssen hingehen schon während der Bauphase Zahlungen geleistet werden, welche die Kreditsumme weiter erhöhen, so dauert die Rückzahlung mindestens 50 Jahre. Der Überschuss beziehungsweise der Verlust über die ersten 50 Betriebsjahre verhält sich analog; in den ersten beiden Szenarien wird ein leichter Überschuss erwirtschaftet, in den anderen Szenarien macht der Tunnelbetreiber über die ersten 50 Jahre Verluste. Neben der Verteilung der anfallenden Baukosten ist die Verteilung der TEN-V-Zuschüsse auch ein relevanter Faktor der Bestimmung des Tunnelüberschuss und des Rückzahlungszeitraums ab Inbetriebnahme. Ohne TEN-V-Zuschüsse verlängert sich der Rückzahlungszeitraum drastisch, auf nunmehr 76 bis 135 Jahre. Der Barwert über die ersten 50 Betriebsjahre ändert sich entsprechend und ist unabhängig von der Verteilung der Baukosten negativ.

Fazit

Bei einer realistischer erscheinenden Berücksichtigung der Passagierpräferenzen in der monetären Bewertung der Reisezeiten und der auf dieser Basis in Abschnitt 4.1 ausgewiesenen Verkehrsströme kann die vom dänischen Transportministerium genannte Amortisationszeit für die feste Fehmarnbeltquerung einschließlich Hinterlandanbindung von

37-39 Jahren[45] nicht erreicht werden. Auch die in der Finanzanalyse von Femern A/S (2014) genannte Vorgabe, die Baukosten nach spätestens 50 Betriebsjahren zu begleichen, ist stark gefährdet. Der Analyse zufolge kann das 50-Jahre-Ziel nur dann eingehalten werden, wenn erst in den letzten beiden Jahren der Bauphase Zahlungen und Zinsen geleistet werden müssen. Dies dürfte allerdings unwahrscheinlich sein. Somit ist davon auszugehen, dass die Rückzahlung deutlich länger dauern wird.

[45] „*Tilbagebetalingstiden for kyst til kyst-forbindelsen er beregnet til 30 år. Udgifterne til de danske landanlæg er uændret 9,5 mia. kr. Det betyder, at tilbagebetalingstiden for det samlede projekt inklusive landanlæg stiger fra 37 til 39 år.*“ http://www.trm.dk/da/nyheder/2015/nyt-anlaegsbudget-for-femern-baeltprojektet. Vgl. dazu auch http://www.femern.dk/servicemenu/presse-og-dokumenter/nyhedsbreve/femern-as-nyhedsbrev-juni-2014/debatindlag-i-dagspressen-af-transportminister-magnus-heunicke-mf-s (alle abgerufen am 12.06.2015)

5. Zusammenfassung und Diskussion

Aktuelle Studien zur festen Fehmarnbeltquerung zeichnen ein optimistisches Bild, wenn sie zu dem Schluss kommen, der Tunnel lohne sich sowohl aus betriebswirtschaftlicher als auch als gesamtwirtschaftlicher Sicht. Diese Einschätzungen können die vorliegenden Analysen nicht bestätigen. Vielmehr zeigt sich, dass die Wirtschaftlichkeit der festen Querung gefährdet ist. Insbesondere eine Rückzahlung im Zeitraum von 37 bis 39 Jahren, wie sie etwa das dänische Verkehrsministerium angibt,[46] wird unter realistischer Berücksichtigung der Wettbewerbsfähigkeit des Fährbetriebs, sowie unter einer für die spezifischen Bedingungen des Fehmarnbelts wahrscheinlich realistischeren Präferenzstruktur der Passagiere nicht möglich sein.

Die Möglichkeit des Fährbetreibers, auch nach dem Bau des Tunnels seinen Betrieb aufrecht zu erhalten, ist gegeben. Ungeachtet der Zeitersparnis, die der Tunnel bietet, kann die Fähre als Konkurrent im Passagier- und Lkw-Verkehr durch Preissenkungen signifikante Marktanteile erringen. Der Tunnel würde dadurch die für die Nutzerrefinanzierung notwendigen Umsätze verlieren. Abwehrstrategien, welche die Fähre aus dem Markt drängen könnten, sind teuer und aus wettbewerbsrechtlicher Perspektive fragwürdig.

Das hier vorgetragene Ergebnis zur Wettbewerbsfähigkeit des Fährbetriebs in Konkurrenz zur festen Querung entspricht auch der Erfahrung aus anderen, ähnlich gelagerten Fällen, insbesondere der Fährverbindung Helsingør-Helsingborg. Diese wurde nach Öffnung der Øresundbrücke nicht eingestellt und hat kann insbesondere im Lkw-Verkehr Marktanteile von 50 Prozent halten.[47] Ein weiteres Beispiel ist der Eurotunnel auf der Strecke Dover-Calais, die weiterhin von verschiedenen Fähren bedient wird. Auch die Einstellung des Fährbetriebs nach Öffnung der festen Querung Großen Belt steht nicht im Widerspruch zu den Ergebnissen der hier beschriebenen Analyse. Schließlich befanden sich sowohl Brücke als auch Fährbetrieb

---

[46] Vgl. Fußnote 45.

[47] Intraplan/BVU (2014) begründen Ihre Annahme der fehlenden Wettbewerbsfähigkeit einer Fährverbindung nahezu ausschließlich mit Verweis auf die Limmhamn-Dragör Fähre und deren Schließung nach Öffnung der Øresundbrücke. Bei genauerer Betrachtung dieses Falls scheinen aber eher die geringe Fährfrequenz mit lediglich zwei Schiffen sowie der schlechte Zustand der Infrastruktur ursächlich für die Schließung des Fährbetriebs gewesen zu sein.

im Besitz des dänischen Staates, der damit eine Monopolstellung für die Querungen über den großen Belt innehatte. Wäre der dänische Staat nicht nur Mehrheitsgesellschafter der Betreibergesellschaft des Tunnels sondern auch des Fährbetriebs, so könnte dieser durch Einstellung des Fährverkehrs und Betrieb des Tunnels als Monopol hohe Überschüsse realisieren – was in der Verkehrsprognose und der Kosten-Nutzen-Analyse von Intraplan/BVU (2014) und Incentive (2015) angenommen und in Abschnitt 2.3.1 unserer Analyse bestätigt wird. Tatsächlich wird die feste Fehmarnbeltquerung aber im Wettbewerb mit privaten Unternehmen stehen und wird sich dieser Konkurrenzsituation stellen müssen. Die Fährlinie Puttgarden-Rødby ist dabei der größte, aber nicht der einzige Konkurrent zum geplanten Tunnel.

Aber selbst wenn sich der Fährbetreiber – entgegen seiner guten Wettbewerbschancen – gegen die Fortsetzung des Fährbetriebs entscheiden sollte, bestehen Zweifel an der Wirtschaftlichkeit des Tunnels. Neubewertungen der Routenwahl auf Basis einer für die spezifischen Bedingungen des Fehmarnbelts wahrscheinlich realistischeren Berücksichtigung der Passagierpräferenzen in der monetären Bewertung der Reisezeiten bewirken, dass das nach Inbetriebnahme des Tunnels erwartete Verkehrsaufkommen deutlich geringer ausfällt als in der Verkehrsprognose von Intraplan/BVU (2014). Der Tunnel erwirtschaftet somit geringere Mauteinnahmen. Dies führt dazu, dass der betriebswirtschaftlich relevante Rückzahlungszeitraum auf 48 bis 59 Jahre steigt, falls die TEN-V-Zuschüsse mit einberechnet werden. Auf bis zu 135 Jahre verlängert sich der Rückzahlungszeitraum ohne Inklusion der TEN-V-Zuschüsse der EU.

Neben der betriebswirtschaftlichen Rentabilität untersucht die vorliegende Studie auch das zweite zentrale Bewertungskriterium: die gesamtwirtschaftliche Rentabilität. Die Kosten-Nutzen-Analyse von Incentive (2015a) bescheinigt dem Querungsprojekt einen gesamtwirtschaftlichen Nettonutzen von gut 3,5 Milliarden Euro. Dieser Wert kann von der vorliegenden Analyse nicht bestätigt werden: Im Wettbewerbsszenario reduziert sich der gesamtwirtschaftlichen Nettonutzen auf rund 0,31 Milliarden; im Szenario mit neu berechneten Verkehrsströmen ergibt sich gar ein gesamtwirtschaftlicher Verlust von rund 0,46 Milliarden Euro. Es bestehen damit erhebliche Zweifel an der gesellschaftlichen Sinnhaftigkeit des Projektes.

Sowohl Modellrechnungen als auch Prognosen sind grundsätzlich mit Unsicherheit behaftet und müssen sich teilweise auf Annahmen verlassen. Insbesondere bei der Wettbewerbsanalyse wurden kritische Annahmen bewusst so gewählt, dass sie eher optimistische Annahmen zu Gunsten der Wirtschaftlichkeit des Tunnels als der Fähre darstellen. Vor diesem Hintergrund können die hier dargestellten Ergebnisse – insbesondere die stark gefährdete Wirtschaftlichkeit der festen Querung – als robust angesehen werden. Die vorliegenden Studien zur Verkehrsprognose (Intraplan/BVU, 2014) und Kosten-Nutzen-Analyse (Incentive, 2015a) für die feste Querung über den Fehmarnbelt stellen mit Blick auf diese Ergebnisse keine ausreichende Planungsgrundlage für die Finanzierung und Umsetzung eines so umfangreichen Infrastrukturprojekts dar. Dies gilt umso mehr, als dass die hier vorgetragene und empirisch fundierte Kritik sich nur auf zwei – wenn auch zentrale – Kritikpunkte an diesen Studien bezieht und deren Einfluss auch nur sequentiell, nicht hingegen gemeinsam, bewertet.

Auch die vorliegende Studie liefert keine abschließende Prognose, zeigt aber auf, wie stark die Wirtschaftlichkeit der festen Fehmarnbeltquerung bedroht ist. Das Projekt einer festen Fehmarnbeltquerung ist dem hohen Risiko ausgesetzt ist, als staatlich subventioniertes Zuschussprojekt zu enden. In Anbetracht des enormen Investitionsvolumens muss die Frage, ob dieses Risiko eingegangen werden sollte, neu gestellt und bewertet werden.

Literaturverzeichnis

Aigner (2015), Competition on the Fehmarn Belt, Juni 2015, http://diw-econ.de/en/?p=511

Bundesverkehrsministerium (2015), Aussschussdrucksache 18/116, Bericht an den Rechnungsprüfungsausschuss des Deutschen Bundestages, betreffend Bericht des Bundesrechnungshofes nach § 88 Abs. 2 BHO über die feste Verbindung über den Fehmarnbelt mit Hinterlandanbindung, Januar 2015, http://www.allianz-beltquerung.info/products/pm2015/Rechnungspruefungsaus schuss_FBQ.pdf

BVU, Intraplan, IVV, Planco (2014), Verkehrsverflechtungsprognose 2030, Los 3: Erstellung der Prognose der deutschlandweiten Verkehrsverflechtungen unter Berücksichtigung des Luftverkehrs, Juni 2014, Daten erhältlich unter http://daten.clearingstelle-verkehr.de/276/, abgerufen am 31.3.2015

DIW Econ (2015a), Stellungnahme zur aktuellen Verkehrsprognose für eine feste Querung über den Fehmarnbelt, Januar 2015

DIW Econ (2015b), Stellungnahme zur aktuellen Kosten-Nutzen Analyse für eine feste Querung über den Fehmarnbelt, Februar 2015

European Commission (2014), Guide to Cost-benefit Analysis of Investment Projects: Economic appraisal tool for Cohesion Policy 2014-2020, December 2014

Femern A/S (2014), Finanzanalyse der Festen Fehmarnbeltquerung inkl. dänischer Schienen- und Straßenanbindungen, http://www.femern.de/material-folder/documents/2014/finanzanalyse-2014, abgerufen am 31.3.2015

Femern A/S (2015), Status des Baukostenetats für die Feste Fehmarnbeltquerung Februar 2015, http://www.femern.de/material-folder/documents/2015/status-des-baukostenetats-fr-die-feste-fehmarnbeltquerung, abgerufen am 31.3.2015

Heatco (2006), Developing Harmonised European Approaches for Transport Costing and Project Assessment – Deliverable 5 Proposal for Harmonised Guidelines, http://heatco.ier.uni-stuttgart.de/HEATCO_D5_summary.pdf,

Incentive (2015a), Cost–benefit analysis of The Fehmarn Belt Fixed Link, http://www.trm.dk/~/media/files/publication/english/eng-rapport_samfundsoekonomi-femern_incentive.pdf,

Incentive (2015b), Svar på kritik af den samfundsøkonomiske analyse af en fast Femern Bælt-forbindelse

Intraplan/BVU (2014), Fehmarnbelt Forecast 2014 - Update of the FTC-Study of 2002, http://www.femern.dk/material-folder/documents/2014-publikationer/fehmarnbelt-forecast-2014.pdf,

Intraplan/BVU (2014, Annex), Fehmarnbelt Forecast 2014 - Update of the FTC-Study of 2002 – ANNEX, http://www.femern.dk/material-folder/documents/2014-publikationer/fehmarnbelt-forecast-2014annex.pdf

6. Anhang A: Parameter der Wettbewerbsanalyse

Tabelle 1 im Hauptteil listet eine Übersicht der zentralen Parameter der Wettbewerbsanalyse. Eine vollständige Beschreibung der Paramater und Details zur Methode finden sich in den folgenden Abschnitten. Bei allen Parametern kann es zu Rundungsdifferenzen kommen.

6.1 Zeithorizont und Zinssatz

Die Feste Querung über den Fehmarnbelt ist ein langfristiges Projekt. Die Modellierung des Wettbewerbs muss vereinfachende Annahmen treffen, um die Analyse handhabbar und nachvollziehbar zu gestalten. Hier wird wie folgt verfahren:

- Betrachtet wird ein Zeitraum von 50 Jahren ab Bau des Tunnels. Dies entspricht der Vorgehensweise von Incentive (2015a) und sichert somit die Vergleichbarkeit.
- Die Preisentscheidungen von Tunnel und Fähre bleiben über den gesamten Zeitraum konstant.
- Beim Verkehrsvolumen und bei sämtlichen Betriebs-, Wartungs- und Instandhaltungskosten werden die jährlichen Durchschnitte über den Gesamtzeitraum angesetzt.

Im Ergebnis sind Einnahmen und laufende Kosten von Tunnel und Fähre in jedem Jahr identisch. Für die Fähre wird direkt dieser periodische Gewinn betrachtet. Beim Tunnel wird der Barwert über 50 Jahre gebildet und den Baukosten gegenübergestellt. In Übereinstimmung mit Femern A/S (2014) wird ein Realzins von 3,0 Prozent zu Grunde gelegt. Je höher dieser Zins, desto mehr jährliche Einnahmen benötigt der Tunnel, um wirtschaftlich zu sein.

6.2 Verkehrsvolumen und Nachfrageelastizität

Intraplan/BVU (2014, Annex, Tabellen 3-27, 3-36) weist den prognostizierten Verkehr über den Fehmarnbelt für die Jahre 2022 bis 2047 aus, d.h. für die ersten 35 Betriebsjahre. Die Prognose unterstellt, dass die Fähre nicht operiert und dass sämtlicher Verkehr den Tunnel nutzt. Für die restlichen 15 Betriebsjahre des Betrachtungszeitraumes wird – wie auch in den Studien von Incentive (2015a) und Femern A/S (2014) – von einem Nullwachstum ausgegangen. Über alle 50 Betriebsjahre wird das arithmetische Mittel gebildet und als Ausgangspunkt für sämtliche 50 Betriebsjahre genommen. Das Verkehrsaufkommen wird also vereinfachend als über die Jahre konstant betrachtet.

Die Verkehrsprognose von Intraplan/BVU (2014, Annex) setzt voraus, dass die Mautpreise des Tunnels auf dem Referenzlevel (65 Euro pro Pkw, 267 Euro pro Lkw) liegen. Für abweichende Mautpreise müssen wir die Verkehrsvolumen daher mithilfe von Nachfrageelastizitäten abschätzen (vgl. Box 6-1). Hohe Elastizitäten bedeuten, dass Preisänderungen eine starke Veränderung der Nachfrage induzieren. Niedrige Elastizitäten bedeuten, dass die Nachfrage bei Preisänderungen relativ konstant bleibt. Wir betrachten zwei Szenarien:

- Unelastische Nachfrage: Als Wert der absoluten Preiselastizität wird 0,1 gesetzt.
- Elastisch Nachfrage: Als Wert der absoluten Preiselastizität wird 0,6 gesetzt.

Die angesetzten Werte beruhen auf Erfahrungswerten. Ein Wert von 0,1 gilt als sehr niedrig, was den Umstand widerspiegelt, dass die Wahl der meisten Reisenden nur mäßig vom etwaigen Mautgebühren abhängt – schließlich haben die meisten keine Alternative um von Punkt A zu Punkt B zu kommen. Auch der Wert von 0,6 zählt noch in den Bereich der niedrigen Elastizitäten. Trotzdem ergeben sich bei den modellierten Preisänderungen bereits sehr große absolute Veränderungen im Verkehrsvolumen. Höhere Elastizitäten (welche bei anderen Gütern typisch wären) würden zur extremen Veränderungen im Verkehrsvolumen führen, welche als nicht realistisch zu betrachten sind.

Es zeigt sich, dass einige Ergebnisse entscheidend von der Elastizität abhängen. Es wird aber auch deutlich, dass das Modell bei Annahme einer elastischen Nachfrage sehr hohe Verkehrsvolumina liefert, die als unwahrscheinlich zu betrachten sind. Eine unelastische Nachfrage scheint daher grundsätzlich die realistische Variante zu sein; das Szenario mit elastischer Nachfrage ist als Sensitivitätsanalyse zu verstehen.

Box 6-2
Modellierung der Nachfrage

Die Verkehrsprognose von Intraplan/BVU (2014) liefert keine Informationen über die Veränderungen des Verkehrsaufkommens bei Preisänderungen. Im Sinne einer einfachen und nachvollziehbaren Analyse nehmen wir an, dass die Nachfragefunktion D folgende funktionale Form aufweist:

$$D(P_T) = \alpha P_T^{-\epsilon}$$

Dabei ist P_T der Mautpreis des Tunnels und ϵ ist die absolute Preiselastizität der Nachfrage. Parameter α ist ein Skalierungsparamter. Er stellt sicher, dass die Nachfrage der (durchschnittlichen) Prognose entspricht, wenn der Mautpreis dem Referenzpreis entspricht.

Die hier beschriebene Nachfrage gibt das Verkehrsvolumen im Tunnel an – unter der Voraussetzung, dass die Fähre nicht operiert. Diese Verkehrsvolumen ist gleichzeitig die Größe des Gesamtmarktes (vgl. Abschnitt 2.1.1). Entsprechend spielt nur der Mautpreis des Tunnels eine Rolle. Die Elastizität ist somit auch nur für diejenigen Modellvarianten relevant, in denen die Mautpreise von den Referenzwerten abweichen. Die Aufteilung der Marktanteile auf Fähre und Tunnel erfolgt wie in Abschnitt 2.1.1 erläutert.

Tabelle 15 listet die verwendeten Parameterwerte zur Bestimmung der Nachfrage.

Tabelle 15: Nachfrage

Szenario	Elastizität ϵ		Skalierungsparameter α		Jährliches Verkehrsvolumen bei Referenzpreisen	
	PKW	LKW	PKW	LKW	PKW	LKW
Unelastische Nachfrage	0,1	0,1	6.528.863	1.251.849	4.300.770	715.980
Elastische Nachfrage	0,6	0,6	52.637.376	20.455.385	4.300.770	715.980

Quelle: DIW Econ, Ausgangsdaten: Intraplan/BVU (2014, Annex)

6.3 Baukosten, Umsatz und Überschuss des Tunnel

Baukosten

Bei den Baukosten des Tunnels wird vereinfachend davon ausgegangen, dass sämtliche Kosten in unmittelbarer zeitlicher Nähe zur Eröffnung anfallen. Damit entfallen die Finanzierungskosten während der Bauphase. Femern A/S (2015) weist für den aktuellen Baukostenetat eine Gesamtbausumme von 8,6 Milliarden Euro aus. Für die Analyse übernehmen wir diese Werte.

TEN-V-Zuschüsse der EU

Femern A/S (2014) erwartet für das Gesamtprojekt EU-Fördermittel in Höhe von „etwa 1,4 Milliarden EUR“ (Femern A/S, 2014, S. 41/59). Diesen Betrag ziehen wir von der Bausumme ab. Damit verbleibt ein Wert von 7,2 Milliarden Euro, welcher durch Mautgebühren refinanziert werden muss. Da die Zuschüsse noch unter Vorbehalt stehen, weisen wir sämtliche Ergebnisse alternativ auch ohne TEN-V-Zuschüsse aus.

Betrieb, Instandhaltung, Reinvestition

Femern A/S (2014, Tabelle 7) weist für die ersten 40 Betriebsjahre durchschnittliche, jährliche Ausgaben von 72,5 Millionen Euro aus. Dieser Wert wird übernommen und für die restlichen 10 Jahre des Betrachtungszeitraums ohne Veränderung fortgeschrieben.

Mauteinnahmen

Die jährlichen Einnahmen aus Pkw- und Lkw-Maut werden durch unser Modell bestimmt und variieren je nach Modellvariante. Ausgangspunkt ist das von Intraplan/BVU (2014) bestimmte Verkehrsvolumen. Zur Kritik an der Verkehrsprognose vergleiche DIW Econ (2015a).
Eisenbahn: Femern A/S (2014, Tabelle 13) weist Eisenbahneinnahmen von 52,9 Millionen Euro pro Jahr aus. Auch dieser Wert wird übernommen.

Reisebusse: Durchschnittlich passieren pro Jahr 37.980 Busse den Fehmarnbelt.[48] Incentive (2015a) setzt pro Bus einen Nettopreis von 2033 DKK an, dies entspricht 272,07 Euro.[49] Damit ergeben sich Einnahmen aus dem Busverkehr von rund 10,3 Millionen Euro pro Jahr.

Überschuss

In jedem Betriebsjahr entsteht ein operatives Ergebnis in Höhe von

Mauteinnahmen (Pkw + Lkw + Bus) + Eisenbahneinnahmen – Betriebskosten

Das operative Ergebnis wiederholt sich jedes Jahr. Wir berechnen daraus den Barwert über 50 Jahre. Der Überschuss des Tunnels ergibt sich aus der Differenz dieses Barwerts und den Baukosten abzüglich der TEN-V-Zuschüsse der. Nur wenn der Überschuss positiv ist, wird das Investorenprinzip gewahrt.

6.4 Kosten und Umsätze der Fähre

Zur Analyse der Kosten des Fährbetreibers wurden von Scandlines Finanz- und Abfahrtsdaten des Geschäftsjahres 2014 zur Verfügung gestellt und ausgewertet. In dieser Zeit wurden insgesamt 33.712 Fährfahrten durchgeführt. Die in Abschnitt 2.3.3 näher erläuterten Modellfahrpläne A und B benötigen 30.660 beziehungsweise 13.140 Überfahrten. Die Betriebskosten dieser Fahrpläne müssen geschätzt werden. Die Kosten werden unter der Bedingung modelliert, dass der Fährbetrieb langfristig finanzierbar sein muss. Es wird also ein Vollkostenansatz gewählt, der auch zukünftige Ausgaben, etwa für neue Fährschiffe berücksichtigt. Gleichzeitig werden etwaige „Altlasten“ nicht berücksichtig: Der Fährbetreiber Scandlines hat nach der Privatisierung noch hohe Verbindlichkeiten, plant aber diese vor Inbetriebnahme des Tunnels zu begleichen. Unser Kostenmodell unterstellt, dass dies der Fall sein wird. Es werden also nur solche Kosten berücksichtigt, die unmittelbar durch die Transportdienstleistung entstehen.

Die folgenden Kostenblöcke werden in der Schätzung berücksichtigt.

---

[48] Vgl. Intraplan/BVU (2014, Annex, Table 3-27). Ab 2047 gehen wir in Übereinstimmung mit Incentive (2015a) und Femern A/S (2014) von einem Nullwachstum aus.

[49] In den Studien von Intraplan/BVU (2014) und Femern A/S (2014) sind keine Werte zu Buspreisen ausgewiesen.

Variable Kosten pro Trip

Der Posten beschreibt die durchschnittlichen Kosten, die durch eine zusätzliche Überfahrt entstehen. Zur Berechnung ziehen wir von den Gesamtkosten einen Fixkostenanteil sowie die Abschreibungen ab. Den Restbetrag teilen wir durch die Anzahl der Überfahrten in 2014.

Finanzierungskosten pro Fähre und Jahr

Statt der bilanzierten Abschreibung bestimmen wir die jährlichen Finanzierungkosten eines Fährschiffes. Somit stellen wir sicher, dass die langfristigen Kosten für einen dauerhaften Fährbetrieb in die Berechnungen mit einbezogen werden. Pro Fähre und Jahr ermitteln wir einen Finanzierungsbedarf von rund 3,56 Millionen Euro.[50]

Grenzkosten

Ein zusätzlicher Pkw beziehungsweise Lkw auf der Fähre erhöht die Kosten des Fährbetriebs nur unwesentlich, da der Großteil der Betriebskosten auch dann anfällt, wenn die Fähre keine Passagiere transportiert. Die oben genannten Kosten der beiden Fährfrequenzen sind zudem Ergebnisse einer Vollkostenbetrachtung, sollten somit bereits sämtliche Aufwendungen enthalten. Um sicher zu gehen, dass unsere Analyse nicht durch zu geringe Kostenschätzungen verfälscht wird, setzen wir dennoch Werte für die Grenzkosten an. Für Pkw werden pauschal 5 Euro, für Lkw 15 Euro angenommen.

Gastronomie und Einzelhandel

Unsere Analyse der Kosten und Einnahmen im Bereich Gastronomie und Einzelhandel an Bord ergibt, dass 2014 pro Pkw-Passagier ein Überschuss von 2,79 Euro erzielt werden konnte. Das Angebot in diesem Bereich lässt sich flexibel an die Nachfrage anpassen. Wir betrachten die Überschüsse aus Gastronomie und Einzelhandel daher als negative Grenzkosten. Nach Angaben von Scandlines können die Einnahmen aus Gastronomie und Einzelhandel im Lkw-Geschäft vernachlässigt werden, da sie ein geringes Niveau aufweisen.

Kosten und Gewinn

Alle Kosten außer der Grenzkosten fassen wir als *semi-fix* zusammen; diese Kosten sind fix, sobald die Fähre einen regelmäßigen Fahrplan hat, unterscheiden sich aber von Fahrplan- zu

[50] Kaufwert: 80 Millionen Euro, Schrottwert: 10 Millionen Euro, Einsatzjahre 35, Zinssatz 3 Prozent.

Fahrplanvariante. Die berechneten semi-fixen Kosten wurden vom Auftraggeber nicht zur Veröffentlichung freigegeben. Daher geben wir diese nur in Relation zu aktuellen Betriebskosten an.

- Fahrplan A erfordert 4 Schiffe, die insgesamt 30.660 Fährfahrten pro Jahr absolvieren. Dabei entstehen semi-fixe Kosten, welche rund 9 Prozent über den von Scandlines für 2014 berichteten Betriebskosten liegen. Wesentlicher Unterschied sind die von DIW Econ bestimmten langfristigen Finanzierungskosten der Fähren. Hinzu kommen noch Grenzkosten für Pkw und Lkw.
- Fahrplan B erfordert 2 Schiffe, die insgesamt 13.140 Fährfahrten pro Jahr absolvieren. Dabei entstehen semi-fixe Kosten, welche rund 35 Prozent unter den von Scandlines für 2014 berichteten Betriebskosten liegen. Hinzu kommen noch Grenzkosten für Pkw und Lkw.

Der jährliche Gewinn der Fähre ergibt sich aus

Mauteinnahmen (Pkw + Lkw) + Einnahmen Gastronomie und Einzelhandel (Pkw)
- Grenzkosten (Lkw + Pkw) - semi-fixe Kosten

Nur wenn der jährliche Überschuss positiv ist, ist ein langfristiger Verbleib der Fähre im Markt zu erwarten.

6.5 Preise und Umsatzsteuer

Ausgangspunkt der empirischen Analysen sind die Prognosen von Intraplan/BVU (2014). Dort werden die Referenzpreise von 65 Euro (Pkw) beziehungsweise 267 Euro (Lkw) angesetzt. Beim Pkw ist dies als Bruttopreis (inkl. Umsatzsteuer) zu verstehen, beim Lkw handelt es sich um Nettopreise (exkl. Umsatzsteuer). Diese Differenzierung ist angemessen, denn in beiden Fällen ist der für den Kunden relevante Preis angesetzt. Privatpersonen müssen den vollen Bruttopreis zahlen, geschäftsmäßig agierende Lkw können Vorsteuer geltend machen und zahlen effektiv nur den Nettopreis.[51] Unsere Analyse übernimmt dies. Mit Blick auf die Umsatzsteuer ergibt sich folgendes Bild:

[51] Bei Pkw mit Geschäftskunden ist unter Umständen ebenfalls ein Vorsteuerabzug möglich. Da Intraplan nicht transparent macht, inwieweit dies die Prognose beeinflusst und geschäftsmäßige Pkw in unserer Analyse nur eine untergeordnete Rolle spielen, nehmen wir hier keine Differenzierung vor.

- Die Fähre ist umsatzsteuerbefreit.[52] Von den genannten Preisen für Pkw und Lkw müssen daher keine Umsatzsteuern abgeführt werden.
- Der Tunnel wird Umsatzsteuer abführen müssen, d. h. entscheidend für die Einnahmen ist der Nettoumsatz. Beim Lkw ist dies durch die Preisangabe bereits berücksichtigt. Beim Pkw muss vom Bruttoumsatz die Umsatzsteuer abgeführt werden. Femern A/S (2014, Tabelle 17) rechnet mit einem durchschnittlichen Umsatzsteuersatz von 19,0 Prozent.[53] Diesen Wert übernehmen wir.

6.6 Zeitwerte

Der Zeitwert entspricht den (Opportunitäts-)Kosten je Stunde, welche den Passagieren durch eine erhöhte Reisedauer entsteht. Die Fahrt mit der Fähre dauert länger als die Fahrt durch den Tunnel. Hinzu kommen Wartezeiten, die beim Tunnel im Normalfall nicht anfallen. Wir nehmen an, dass von der Zeitdifferenz alle Passagiere gleichermaßen betroffen sind. Die Bewertung der Zeitdifferenz variiert hingegen. Wir unterscheiden verschiedene Passagiergruppen:

- *Pkw mit Privatleuten*. Intraplan/BVU (2014, S. 85) setzt für Pendler, Kurz- und Urlaubsreisende Zeitwerte von 10 Euro bis 15 Euro pro Person an. Wir übernehmen konservativ, d.h. zu Gunsten des Tunnelbetreibers, den höheren Wert. Pro Pkw gehen wir von 2,54 Personen pro Auto aus – dieser Wert lässt sich aus den Prognosen von Intraplan/BVU ableiten (siehe Intraplan/BVU, 2014, Table 6-8 und Intraplan/BVU, 2014, Annex, Table 3-27). Im Durchschnitt ergibt sich für Pkw ein Zeitwert von 38,11 Euro pro Stunde.
- *Pkw mit Geschäftsleuten*. In der Literatur wird allgemein bei Geschäftsleuten von einem hohen Zeitwert ausgegangen. Intraplan/BVU (2014, S. 75) setzt hier bis zu 75 Euro pro Stunde an. Wir gehen vereinfachend davon aus, dass Geschäftsleute aufgrund ihrer hohen Opportunitätskosten grundsätzlich den Tunnel wählen. Incentive (2015a, Table 4) geht von einem Geschäftskundenanteil von 15 Prozent aus. Wir übernehmen diesen Wert.[54] Die

[52] Siehe z.B. http://ec.europa.eu/competition/consultations/2011_aviation_guidelines/t_and_e_annex_en.pdf, abgerufen am 17.04.2015

[53] Zu den Hintergründen des Wertes siehe Femern A/S (2014, Abschnitt 5.5.2).

[54] Untersuchungen von Scandlines kommen auf einen Geschäftskundenanteil von rund 5 Prozent. Die von Incentive (2015a) angesetzten und von uns übernommenen 15 Prozent sind daher konservativ. Je niedriger die Zahl, desto mehr Kunden wechseln vom Tunnel auf die Fähre.

Fähre wird also maximal 85 Prozent des Pkw-Marktes bedienen – dies ist der Anteil der Privat-Pkw.

- *Lkw mit zeitkritischer Ladung.* Lkw mit besonders zeitkritischer Ladung werden auch bei hohen Preisdifferenzen den schnelleren Weg durch den Tunnel wählen. Wir schätzen, dass dies auf 20 Prozent aller Lkw zutrifft. Die Fähre wird also maximal 80 Prozent des Lkw-Marktes bedienen.
- *Lkw mit normaler Ladung*. Intraplan/BVU (2014) legt die Zeitwerte für Frachttransport nicht offen. Incentive (2015a) verweist auf Standardwerte des dänischen Transportministeriums. Wir greifen auf Werte des Heatco Projekts (*Developing Harmonised European Approaches for Transport Costing and Project Assessment*) zurück. Heatco (2006) hat Zeitwerte von 3,34 Euro (Deutschland) beziehungsweise 3,63 Euro (Dänemark) pro transportierter Tonne Fracht berechnet (Preise von 2002). Wir setzen den inflationsbereinigten, einfachen Durchschnitt aus deutschen und dänischen Werten an. Dieser beträgt 4,27 Euro. Aus den Angaben von Intraplan/BVU (2014, Figure 6-2 und Figure 6-3) geht hervor, dass gemäß Prognose rund 11,56 Tonnen Fracht je Lkw transportiert werden. Pro Lkw ergibt sich ein Zeitwert von 49,38 Euro pro Stunde.

6.7 Fahrzeiten, Wartezeiten und geldwerter Vorteil

Der geldwerte Vorteil des Tunnels ergibt sich aus dem Zeitvorteil, multipliziert mit dem Zeitwert der jeweiligen Passagiere. Zeitwerte werden in Abschnitt 6.6 ausgewiesen. Der Zeitvorteil entsteht durch die geringe Passierdauer und den Wegfall der Wartezeit. Die nachfolgende Tabelle listet die angesetzten Fahr- und Wartezeiten für Tunnel und Fähre.

Tabelle 16: Passierdauer und Wartezeiten im Vergleich (Mittelwerte)

[Minuten]	Tunnel	Fähre		Quelle
		Fahrplan A	Fahrplan B	
Reine Fahrzeit	15	45	45	Intraplan/BVU (2014) Table 4-2
Check-In/Out	2	15	15	Intraplan/BVU (2014) Table 4-2
Wartezeit	0	17	40	DIW Econ

Quelle: Intraplan/BVU (2014), DIW Econ

Wie in Abschnitt 2.3.3 beschrieben unterscheidet sich die Wartezeit je nach Fahrplan, Tageszeit und Saison. Wir kombinieren die dort ausgewiesenen Werte mit statistischen

Auswertungen der Verkehrsvolumina der Fähre.[55] Dazu gewichten wir die nach Saison und Tageszeit differenzierten Werte mit ihrem Anteil am Gesamtvolumen und bilden so ein gewichtetes arithmetisches Mittel. Gemessen an den Gesamtvolumen nutzen beispielsweise 40 Prozent aller Passagier die Fähre tagsüber in der Hauptsaison, 14 Prozent entfallen auf die Nächte der Nebensaison.

Der Zeitvorteil des Tunnels beträgt insgesamt rund 60 Minuten, wenn die Fähre im hohen Takt fährt und 83 Minuten, wenn die Fähre mit niedrigem Takt operiert. Der durchschnittliche geldwerte Vorteil wird in Tabelle 17 ausgewiesen.

Tabelle 17: Geldwerter Vorteil des Tunnels gegenüber der Fähre (Mittelwerte)

Fahrplan	PKW (privat)	LKW
A	38 €	49 €
B	52 €	68 €

Quelle: DIW Econ

Gemäß Modellannahme variiert der geldwerte Vorteil von Passagier zu Passagier und folgt dabei einer stetigen Gleichverteilung (siehe Box 2-1 und Aigner (2015)). Die untere Grenze der Gleichverteilung wird auf Null gesetzt, die obere Grenze würde so gewählt, dass der Erwartungswert der Verteilung dem Wert in Tabelle 17 entspricht. Dabei wurde zwischen Fahrplan A und B sowie zwischen Pkw und Lkw unterschieden.

[55] Basierend auf Unternehmensangaben von Scandlines für das Jahr 2014.

7. Anhang B: Parameter der Routenwahl

Tabelle 18: Parameter zur Bestimmung der generalisierten Kosten

Parameter	Wert	Einheit	Quelle
Maut			
- Fähre Puttgarden-Rødby	61	EUR	Scandlines
- Feste Fehmarnbeltquerung	65	EUR	Intraplan/BVU (2014), Table 4-4
- Rostock-Gedser	81,5	EUR	Intraplan/BVU (2014), Table 4-4
- Great Belt	33	EUR	Intraplan/BVU (2014), Table 4-4
Zeitwerte (pro h)			
- Geschäftlich	60	EUR	Wert zwischen Intraplan Angaben (bis 75 EUR) und Teresa 3.03, Enhedspriser
- Private	11	EUR	Teresa 3.03, Enhedspriser
Zeitwerte während Fährüberfahrten (pro h)			
- geschäftlich, Puttgarden-Rødby	45	EUR	Schätzungen DIW Econ
- geschäftlich, Rostock-Gedser	60	EUR	
- privat, Puttgarden-Rødby	5,5	EUR	
-privat, Rostock-Gedser	9,9	EUR	
Routenverteilung 2011 - beobachtet			
Privatreisende			
- Fähre Puttgarden-Rødby	62,8	Prozent	(a)
- Rostock-Gedser	9,7	Prozent	(a)
- Great Belt	27,5	Prozent	(a)
Geschäftreisende			
- Fähre Puttgarden-Rødby	56,1	Prozent	(a)
- Rostock-Gedser	11,4	Prozent	(a)
- Great Belt	32,4	Prozent	(a)
Personen pro Auto	2,54	Personen	(a)
Treibstoffverbrauch je 100 km	7,8	EUR	Durchschnitt für Ottomotoren in 2013 gemäß "Verkehr in Zahlen 2014/2015" (BMVI, 2015)
Kosten je Liter Super Benzin	1,8	EUR	DIW Econ

Notiz: (a) Anhand von in Intraplan/BVU (2014) angegebenen Werten errechnet.

Quelle: Intraplan/BVU (2014), Teresa 3.03, Enhedspriser, BMVI (2015) und DIW Econ

8. Anhang C: Zeitreihen zu Abschnitt 4

Tabelle 19: Passagiervolumen auf dem Fehmarnbelt (Puttgarden-Rødby)

Jahr	Ohne feste Querung			Mit fester Querung		
	PKW (privat)	PKW (gesch.)	Bus	PKW (privat)	PKW (gesch.)	Bus
2022	4.221.688	780.312	1.003.190	5.405.403	1.002.428	1.258.000
2023	4.285.013	792.017	1.032.695	5.511.008	1.043.419	1.295.000
2024	4.349.289	803.897	1.032.695	5.581.411	1.070.746	1.295.000
2025	4.414.528	815.955	1.062.201	5.616.613	1.084.410	1.332.000
2026	4.504.963	832.671	1.062.201	5.731.673	1.106.625	1.332.000
2027	4.595.398	849.386	1.062.201	5.846.734	1.128.840	1.332.000
2028	4.685.833	866.102	1.062.201	5.961.795	1.151.055	1.332.000
2029	4.776.268	882.817	1.062.201	6.076.856	1.173.270	1.332.000
2030	4.866.704	899.533	1.091.707	6.191.917	1.195.485	1.369.000
2031	4.940.344	913.144	1.091.707	6.285.609	1.213.574	1.369.000
2032	5.013.984	926.755	1.091.707	6.379.302	1.231.664	1.369.000
2033	5.087.624	940.366	1.091.707	6.472.994	1.249.753	1.369.000
2034	5.161.264	953.978	1.091.707	6.566.686	1.267.842	1.369.000
2035	5.237.488	968.066	1.091.707	6.663.666	1.286.566	1.369.000
2036	5.311.128	981.678	1.091.707	6.757.359	1.304.656	1.369.000
2037	5.386.060	995.528	1.091.707	6.852.695	1.323.062	1.369.000
2038	5.455.824	1.008.422	1.121.212	6.941.456	1.340.200	1.406.000
2039	5.526.880	1.021.556	1.121.212	7.031.861	1.357.654	1.406.000
2040	5.594.061	1.033.973	1.121.212	7.117.335	1.374.157	1.406.000
2041	5.661.241	1.046.391	1.121.212	7.202.808	1.390.660	1.406.000
2042	5.724.546	1.058.091	1.121.212	7.283.351	1.406.210	1.406.000
2043	5.787.850	1.069.792	1.121.212	7.363.894	1.421.761	1.406.000
2044	5.845.987	1.080.538	1.121.212	7.437.861	1.436.042	1.406.000
2045	5.904.124	1.091.284	1.150.718	7.511.829	1.450.323	1.443.000
2046	5.963.553	1.102.268	1.150.718	7.587.440	1.464.921	1.443.000
2047	6.024.274	1.113.491	1.150.718	7.664.696	1.479.837	1.443.000
2048	6.024.274	1.113.491	1.150.718	7.664.696	1.479.837	1.443.000
:	:	:	:	:	:	:
2071	6.024.274	1.113.491	1.150.718	7.664.696	1.479.837	1.443.000

Notiz: Werte geben die Anzahl der Passiere an.

Quellen: *Bus*: Berechnung auf Basis von Intraplan/BVU (2014, Annex, Table 3-27), Annahmen: 37 Personen pro Bus (vgl. Intraplan/BVU, 2014, Table 6-8), Verkehrssprung (Zunahme durch feste Querung) 25,4 Prozent (vgl. Intraplan/BVU, Table 6-9). *Pkw mit fester Querung*: DIW Econ, auf Basis eigener Prognosen (siehe Abschnitt 4.1). *Pkw ohne feste Querung:* Hochrechnung DIW Econ auf Grundlage von Intraplan/BVU-Angaben zum Pkw-Passagiervolumen in 2022 ohne feste Querung (Intraplan/BVU, Table 6-9). Annahme: 2,54 Personen pro Pkw (Intraplan/BVU, Table 6-8)

Tabelle 20 zeigt die Umsätze und Betriebskosten des Tunnels, welche der Finanzanalyse in Abschnitt 4.3 zu Grunde liegen. Im Zeitraum ab 2062 sind sämtliche Zahlungsströme als konstant angenommen.

Tabelle 20: Umsätze und Betriebskosten des Tunnelbetreibers

Jahr	Umsätze [EUR]				Betriebskosten
	PKW	Bus	LKW	Eisenbahn	[EUR]
2022	137.798.266	7.786.289	129.189.076	52.900.000	88.200.000
2023	140.950.754	8.015.297	132.215.126	52.900.000	88.200.000
2024	143.052.412	8.015.297	135.241.176	52.900.000	88.200.000
2025	144.103.242	8.244.306	138.267.227	52.900.000	88.200.000
2026	147.055.313	8.244.306	140.129.412	52.900.000	88.200.000
2027	150.007.384	8.244.306	141.991.597	52.900.000	88.200.000
2028	152.959.455	8.244.306	143.853.782	52.900.000	88.200.000
2029	155.911.526	8.244.306	145.715.966	52.900.000	88.200.000
2030	158.863.597	8.473.314	147.578.151	52.900.000	88.200.000
2031	161.267.426	8.473.314	149.440.336	52.900.000	88.200.000
2032	163.671.256	8.473.314	151.069.748	52.900.000	121.000.000
2033	166.075.085	8.473.314	152.931.933	52.900.000	88.200.000
2034	168.478.914	8.473.314	154.794.118	52.900.000	88.200.000
2035	170.967.089	8.473.314	156.656.303	52.900.000	88.200.000
2036	173.370.918	8.473.314	158.518.487	52.900.000	88.200.000
2037	175.816.920	8.473.314	160.380.672	52.900.000	105.500.000
2038	178.094.232	8.702.323	162.242.857	52.900.000	88.200.000
2039	180.413.716	8.702.323	164.105.042	52.900.000	88.200.000
2040	182.606.683	8.702.323	165.967.227	52.900.000	88.200.000
2041	184.799.650	8.702.323	167.596.639	52.900.000	88.200.000
2042	186.866.100	8.702.323	169.458.824	52.900.000	194.200.000
2043	188.932.550	8.702.323	171.321.008	52.900.000	88.200.000
2044	190.830.310	8.702.323	173.183.193	52.900.000	88.200.000
2045	192.728.070	8.931.331	175.045.378	52.900.000	88.200.000
2046	194.668.002	8.931.331	176.907.563	52.900.000	94.200.000
2047	196.650.107	8.931.331	178.769.748	52.900.000	183.200.000
2048	196.650.107	8.931.331	178.769.748	52.900.000	94.200.000
2049	196.650.107	8.931.331	178.769.748	52.900.000	88.200.000
2050	196.650.107	8.931.331	178.769.748	52.900.000	88.200.000
2051	196.650.107	8.931.331	178.769.748	52.900.000	96.200.000
2052	196.650.107	8.931.331	178.769.748	52.900.000	408.200.000
2053	196.650.107	8.931.331	178.769.748	52.900.000	96.200.000
2054	196.650.107	8.931.331	178.769.748	52.900.000	88.200.000
2055	196.650.107	8.931.331	178.769.748	52.900.000	88.200.000
2056	196.650.107	8.931.331	178.769.748	52.900.000	90.200.000
2057	196.650.107	8.931.331	178.769.748	52.900.000	113.200.000
2058	196.650.107	8.931.331	178.769.748	52.900.000	90.200.000
2059	196.650.107	8.931.331	178.769.748	52.900.000	88.200.000
2060	196.650.107	8.931.331	178.769.748	52.900.000	88.200.000
2061	196.650.107	8.931.331	178.769.748	52.900.000	88.200.000
2062	196.650.107	8.931.331	178.769.748	52.900.000	103.900.000
:	:	:	:	:	:
2081	196.650.107	8.931.331	178.769.748	52.900.000	103.900.000

Quelle: DIW Econ, Fermen A/S (2015)

9. Anhang D: Methodik zur Quantifizierung des Einflusses der Fährkonkurrenz auf die Kosten-Nutzen-Analyse