

**Analyse der verkehrlichen
Auswirkungen einer
Stufenkonzeption beim
Ausbau der Schienenachse
Hamburg – Puttgarden**

Schlussbericht

Dr. Kristina Birn

Juli 2006

BVU GmbH
Basler Straße 115
79115 Freiburg i. Br.

Telefon: 0761/479 30-0
Telefax: 0761/479 30-40
eMail: post@bvu.de

Inhaltsverzeichnis

1. Aufgabenstellung und Zielsetzung	1
2. Mengenprognose Schienengüterverkehr 2015	4
3. Szenario „Öresund“	6
3.1 Bezugsfall	6
3.2 Ergebnis der Planfälle	12
3.2.1 Netzstruktur	12
3.2.2 Streckenbe- und –auslastung	14
3.3 Bewertung	17
3.3.1 Mengengerüst	17
4. Szenario „Fehmarnbelt“	21
4.1 Streckenbe- und –auslastung	22
4.2 Bewertung	25
4.3 Variante 2 mit verringerter PFV-Belastung	26

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1.1:	Lage im Netz	3
Abb. 3.1:	Infrastruktur Bezugsfall	9
Abb. 3.2:	PFV-Belastung (grenzüberschreitende und Binnenverkehre)	10
Abb. 3.3:	Belastung mit innerdänischen Güterzügen	10
Abb. 3.4:	Streckenbe- und –auslastung „Öresund-Szenario“ im Bezugsfall	11
Abb. 3.5:	Netzstruktur der Planfälle	13
Abb. 3.6:	Differenzbelastung Schienengüterverkehr „Öresund-Szenario“	15
Abb. 3.7:	Streckenbe- und -auslastung „Öresund-Szenario“ im Planfall	16
Abb. 4.1:	Streckenbe- und -auslastung „Fehmarnbelt-Szenario“ Bezugsfall	23
Abb. 4.2:	Streckenbe- und –auslastung „Fehmarnbelt-Szenario“	24
Abb. 4.3:	Streckenbe- und -auslastung Planfall Stufe 1 „Fehmarnbelt“ (Var. 2)	27

Tabellenverzeichnis

Tab. 2.1:	Vergleich BVWP-Integrationsszenario – Fehmarnbelt-Prognose	4
Tab. 2.2:	Ermittlung der relationsspezifischen Anpassungsfaktoren nach Gütergruppen	5
Tab. 3.1:	Zugbelastung im dänischen Netz (Bezugsfall Vogelfluglinie)	7
Tab. 3.2:	Netzeigenschaften im Bezugsfall	8
Tab. 3.3:	Vergleich der Netzeigenschaften im Planfall 1 und 2	12
Tab. 3.4:	Nachfragereaktion Güterverkehr	17
Tab. 3.5:	Fahrzeiten Schienenpersonenverkehr (gemäß Fehmarn Belt Forecast 2002)	18
Tab. 3.6:	Investitionen nach Planfällen (Preisstand 2002)	19
Tab. 3.7:	Bewertungsergebnis nach Planfällen	19
Tab. 4.1:	Streckenbe- und –auslastung im „Fehmarnbelt-Szenario“	25
Tab. 4.2:	Nachfragereaktion Güterverkehr Planfälle 1 und 2	26
Tab. 4.3:	Nachfragereaktion Güterverkehr Planfall 1	27

1. Aufgabenstellung und Zielsetzung

Im Frühjahr 2003 wurde eine Untersuchung abgeschlossen, mit der basierend auf den Festen Querungen über den Großen Belt und den Öresund Ausbaumaßnahmen im Korridor Hamburg – Öresund-Region festgestellt wurden, die im deutschen und dänischen Schienennetz bei Realisierung der Festen Querung über den Fehmarnbelt erforderlich werden.¹ Die Planfallmaßnahmen im Bereich der Jütlandlinie und der Vogelfluglinie wurden auf Basis der Mengenprognose 2015 (Integrationszenario) durchgeführt. Angewandt wurde das im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr entwickelte BVU-WIZUG-Verfahren für die Umlegung der Güterverkehre und die Ableitung des Mengengerüsts im Güterverkehr. Die Bewertung erfolgte nach dem für die BVWP entwickelten Bewertungsverfahren.

im Bereich der Vogelfluglinie wurden nach Bau einer Festen Querung des Fehmarnbelts wurden folgende Einzelnen definiert

- zweigleisiger Ausbau zwischen Orehoved und Rødby $V_{max} = 160$ km/h (Størestrombrücke bleibt eingleisig),
- Ertüchtigung Ringsted – Vordingborg auf $V_{max} = 160$ km/h,
- Elektrifizierung Ringstedt – Rødby, viergleisiger Ausbau Hamburg-Wandsbek – Ahrensburg, $V_{max} = 160$ km/h,
- dreigleisiger Ausbau Ahrensburg – Bad Oldesloe, $V_{max} = 160$ km/h,
- kleine Linienverbesserungen in Bad Schwartau und Neustadt (Geschwindigkeitseinbrüche in Bad Oldesloe ($V_{max} = 150$ km/h) und Oldenburg ($V_{max} = 90$ km/h) bleiben bestehen),
- zweigleisiger Ausbau Bad Schwartau – Puttgarden (Fehmarnsundbrücke bleibt eingleisig),
- Elektrifizierung Lübeck – Puttgarden.
-

Die Realisierung des Bedarfsplanvorhabens ABS Hamburg – Lübeck ist unterstellt.

Die Untersuchung ergab, dass ohne die untersuchten Ausbauten massive Engpässe im Schienennetz zwischen Hamburg und der Öresundregion auftreten. Das Nutzen-Kosten-Verhältnis der Ausbauten im Bereich der Vogelfluglinie lag bei 9,9. Das

insgesamt sehr hohe Bewertungsergebnis ergab sich durch eine erhebliche Fahrzeitverkürzung und eine insgesamt höhere Betriebsqualität für die Güterverkehre über den Fehmarnbelt. Für grenzüberschreitende Güterzüge zwischen Deutschland und Ostdänemark wurde durch den Ausbau der Vogelfluglinie eine kürzere Alternative zur Route über die Jütlandlinie geschaffen. Die neue Reisezeit machte die Schienenverbindung darüber hinaus auch gegenüber der Straße deutlich attraktiver, was sich in entsprechenden Nachfragesteigerungen bemerkbar machte.

2002 wurde der Fehmarn Belt Traffic Forecast² (im Folgenden FBF) auf das Prognosejahr 2015 aktualisiert. Im Zuge dessen wurden unter anderem die Nachfrage-matrizen für den relevanten Korridor auf Basis der zwischen 1999 und 2002 eingetretenen Entwicklung angepasst und die Maßnahmendefinition überprüft. Diese Erkenntnisse sollten sinnvoll mit der im Jahre 2003 abgeschlossenen Korridorstudie Hamburg – Öresund-Region verknüpft werden.

Vor diesem Hintergrund sollte der festgestellte Ausbaubedarf im Korridor Hamburg – Lübeck – Puttgarden in verkehrlich wirksame und gesamtwirtschaftlich vorteilhafte Einzelmaßnahmen aufgegliedert werden. Bei der Festlegung eines möglichen Stufenkonzepts für eine zeitliche Reihung dieser Maßnahmen galt es, eine sinnvolle Unterteilung des Gesamtaufbaus in eigenständige Ausbauphasen zu finden. In Abstimmung mit dem Auftraggeber wurde festgelegt, für einen ersten Schritt diejenigen Maßnahmen, die unmittelbar und vorrangig den internationalen Schienenverkehren über den Fehmarnbelt dienen, zusammenzufassen und von denjenigen zu trennen, von denen überwiegend deutsche Binnenverkehre profitieren.

Unter diesem Gesichtspunkt wurde der Schienenknoten Lübeck als Scheitelpunkt identifiziert, von dem das Schienennetz über Hamburg/Büchen/Bad Kleinen erschlossen wird. Die Ausbauten zwischen Puttgarden und Lübeck wurden zu einem ersten Paket mit dem Ziel der Behebung der Engpässe im Zu- und Ablauf zur Festen Querung des Fehmarnbelts zusammengefasst. Die Kapazitätserweiterungen zwischen Lübeck und Hamburg dienen dem nördlichen Zulauf auf Hamburg Hbf und Maschen und stellen im Prinzip eine Erweiterung des VB01 dar; sie wurden daher zu einem zweiten Paket gebündelt.

¹ BVU: Verkehrsstudie Korridor Hamburg – Öresund Region, FE-Nr. 96.987/2001, Februar 2003.

Diese Betrachtung beschränkt sich auf die deutschen Maßnahmenbestandteile im Gesamtkorridor. Es wurde davon ausgegangen, dass die Maßnahmen auf dänischer Seite unabhängig davon umgesetzt werden. Alle Ausbauten sowohl auf der Jütland- als auch auf der Vogelfluglinie auf dänischem Gebiet wurden als bereits realisiert unterstellt:

- zweigleisiger Ausbau Örehoved – Rödby,
- Ertüchtigung Ringsted – Vordingborg auf $V_{\max} = 160$ km/h,
- Elektrifizierung Ringsted – Rödby,
- zweigleisiger Ausbau Vamdrup – Voje,
- zweigleisiger Ausbau Tinglev – Padborg.

Abb. 1.1: Lage im Netz



² Fehmarnbelt Traffic Consortium: Fehmarn Belt Forecast 2002, April 2003

2. Mengenprognose Schienengüterverkehr 2015

Der Bezugsfall aus der Korridor-Studie „Hamburg – Öresund“ (2003, im folgenden „Korridor-Studie“) wurde unter Berücksichtigung zwischenzeitlich eingetretener Erkenntnisse aus der Aktualisierung des FBF fortgeschrieben.

Ein Vergleich der Schienengüterverkehrsprognose 2015 zwischen den beiden Studien ergab, dass der zwischen den jeweiligen Analysejahren 1997 respektive 2001 eingetretene Rückgang der Gesamtmenge zu einer entsprechenden Reduktion der Prognosemenge um 15 Prozent von rd. 17,2 Mio. t/a auf rd. 14,6 Mio. t/a auf den für die Vogelfluglinie relevanten Relationen geführt hat (vgl. Tab. 2.1).

Tab. 2.1: Vergleich BVWP-Integrationsszenario – Fehmarnbelt-Prognose

Relation	BVWP Integrationsszenario			Fehmarnbelt-Prognose			Vergleich 2015 [%]	
	1997	2015int	1997-2015	2001	2015	2001-2015		
	[Tsd t/a]	[Tsd t/a]	[% p.a.]	[Tsd t/a]	[Tsd t/a]	[% p.a.]		
Ost-Dänemark ¹	Ziel	1.040	2.629	5,3	829	1.822	5,8	-30,7
	Quelle	689	1.505	4,4	457	910	5,0	-39,6
Norwegen	Ziel	110	215	3,8	116	346	8,1	60,9
	Quelle	159	508	6,7	212	621	8,0	22,2
Schweden	Ziel	1.759	4.159	4,9	1.946	4.139	5,5	-0,5
	Quelle	3.445	8.144	4,9	3.009	6.732	5,9	-17,3
SUMME		7.203	17.160	4,9	6.569	14.570	5,9	-15,1

¹ Für BVWP Anteil Ost-Dänemark = 60% angenommen

Für die Güterströme zwischen dem westlichen Dänemark und Deutschland lagen aus dem FBF keine neueren Erkenntnisse vor, da diese einen klaren Fokus auf den für die Vogelfluglinie relevanten Nachfrageströmen hatte. Im BVWP wiederum wurde die Auslandszone Dänemark nicht weiter unterteilt, sodass der Vergleich nur über eine abschlägige Abschätzung der ostdänischen Anteile an der Gesamtmenge möglich war.

Im Sinne einer vorsichtigen Betrachtungsweise wurde daher die BVWP-Güterverkehrsmatrix 2015, die der Korridor-Studie zugrunde lag, lediglich auf den relevanten Relationen mit entsprechenden Abschlagsfaktoren nach Quelle-Ziel-Relationen und Gütergruppen angepasst und die übrigen Nachfrageströme unverändert übernommen. In Tab. 2.2 sind die Eckwerte der Abschlagsfaktoren beispielhaft für die wichtigste Gütergruppe aufgeführt. Die Anpassung der Schienengütermatrix erfolgte differenziert nach Relationen und Gütergruppen, d.h., dass für jede

Zelle der Quelle-Ziel-Matrix der entsprechende Abschlagsfaktor zur Berücksichtigung der mittlerweile eingetretenen Entwicklung ermittelt wurde. Je nach Datenlage wurden dabei die Transportströme auch nach oben korrigiert: Während im Verkehr mit Schweden und Ost-Dänemark die prognostizierte Transportmenge um bis zu 38 Prozent reduziert wurde, erfuhren die Güterströme von/nach Norwegen eine deutliche Korrektur nach oben.

Allerdings ist hierbei anzumerken, dass die Gesamtmenge der Güterströme zwischen Deutschland und Norwegen mit knapp 1 Mio. t/a nur rund 7 Prozent der Gesamtmenge über den Fehmarnbelt entspricht, weshalb dieser Zuwachs kaum Einfluss auf die Gesamtentwicklung hat.

Tab. 2.2: Ermittlung der relationsspezifischen Anpassungsfaktoren nach Gütergruppen

	Landw. Erzeugnisse, Nahrungs-/ Futtermittel	Kohle, Rohöl, Mineralölprodukte	Erze, Schrott, Metalle	Steine und Erden	Chem. Erzeugnisse, Düngemittel	Investitions- u. Verbrauchsgüter	Summe	
Gesamtmenge BVWP [Tsd t/a]	496	13	2.957	220	1.092	12.381	17.160	
Gesamtmenge Fehmarnbelt-Prognose [Tsd t/a]	516	8	2.920	209	1.126	9.791	14.570	
Abweichung in %	3,9%	-39,8%	-1,3%	-5,2%	3,2%	-20,9%	-15,1	
Abschlagsfaktoren	Ost-Dänemark ¹	Ziel				-20%		
		Quelle				-38%		
	Norwegen	Ziel					51%	
		Quelle					14%	
	Schweden	Ziel					-20%	
		Quelle					-22%	

¹ Für BVWP Anteil Ost-Dänemark = 80% angenommen

Entsprechende Beobachtungen sind auch bei einer gütergruppenspezifischen Betrachtung der Eckwerte möglich: Hier fällt auf, dass insbesondere der Rückgang bei den Investitions- und Verbrauchsgütern zum niedrigeren Eckwert der Gesamtmenge führt. Die Veränderung in den anderen Gütergruppen ist entweder deutlich niedriger (vgl. z. B. die Gütergruppe „Erze, Schrott, Metalle“), oder aber die in dieser Gütergruppe transportierte Menge ist absolut gesehen so niedrig, dass die starke Veränderung dort nur wenig Einfluss auf den Gesamteckwert hat (Gütergruppe „Kohle, Rohöl und Mineralölprodukte“).

3. Szenario „Öresund“

3.1 Bezugsfall

Die Definition des Bezugsfalls für diese Studie erfordert Anpassungen im Schienennetz. So wurde die Annahme getroffen, dass neben den laufenden und fest disponierten Vorhaben und den Bestandsnetzmaßnahmen weitere Bedarfsplanprojekte im unmittelbaren Einflussbereich der Maßnahmen realisiert sind. Der Vordringliche Bedarf des BVWP 2003 enthält im Untersuchungsraum folgende Maßnahmen:

- VB01 (ABS Hamburg – Lübeck),
- VB02 (ABS Neumünster – Bad Oldesloe) sowie
- VB24/WB01 (ABS Hamburg – Elmshorn).

Der Ausbau zwischen Hamburg und Lübeck (Elektrifizierung und Dreigleisigkeit zwischen Hamburg und Ahrensburg) war in der Korridor-Studie bereits Bestandteil des Bezugsfalls. Die ABS Neumünster – Bad Oldesloe wurde im Ergebnis des im Rahmen der Korridorstudie festgestellten Ausbaubedarfs auf der Jütlandlinie im Bezugsfall zur vorliegenden Studie berücksichtigt. Diese Maßnahme dient der weiträumigen Entlastung des Knotens Hamburg und ist Bestandteil der langfristigen Ausbaukonzeption im norddeutschen Raum. Weiterhin wurde im aktualisierten Bezugsfall unterstellt, dass alle Maßnahmen auf dänischem Gebiet realisiert sind. Insofern ergeben sich im Vergleich zur Korridor-Studie signifikante Abweichungen sowohl im deutschen als auch im dänischen Untersuchungsraum (vgl. Abb. 3.1f).

Die Belastung mit innerdänischen Güter- und Personenzügen wurde unverändert aus der Korridor-Studie übernommen und durch die zu untersuchenden Planfallmaßnahmen nicht beeinflusst (vgl. Tab. 3.1 und Abb. 3.2f).

Tab. 3.1: Zugbelastung im dänischen Netz (Bezugsfall Vogelfluglinie)

Nach - zu	PV-Züge*	GV-Züge*
1. Innerdänische Personenzüge		
Kopenhagen - Arhus/Aalborg	34	1/1
Kopenhagen - Esbjerg	10	10/10
Kopenhagen - Sonderborg	9	13/15
Summe Großer Belt	53	0/0
Kopenhagen - Ringsted	2	1/1
Kopenhagen Nykobing F	23	0/0
Kopenhagen - Nastved/Vordingborg	9	0/0
Arhus - Sonderborg/Padborg	2	0/0
Fredericia - Esbjerg	17	0/0
Arhus - Esbjerg	6	0/0
Esbjerg - Ribe / Tonder	10	nach Ribe / 15 nach Tonder
Esbjerg - Varde / Ringkobing / Holstebro / Struer	16	nach Varde / 10 nach Ringkobing /3 nach Holstebro / 1 nach Struer
Kopenhagen - Malmö	64	
2. Grenzüberschreitende Personenzüge		
HH - Fredericia	1	
HH - Fredericia - Arhus	8	
HH - Fehmarn - Kopenhagen	12	

* Tägliche Abfahrten/Richtung

Hinsichtlich der Belastung mit grenzüberschreitenden Personenzügen wurde in Anlehnung an die Korridor-Studie angenommen, dass die zwischen Bezugs- und Planfall zu erwartenden Fahrzeitänderung nur Nachfrage- und Auslastungssteigerungen, aber keine Änderungen des SPV-Angebots zur Folge haben. Im Bezugsfall verkehren daher wie in den beiden Planfällen 11 PFV-Zugpaare je Tag über den Fehmarnbelt. Die mittlerweile realisierte Aktualisierung des FBF umfasst auch umfangreiche Anpassungen der Nachfragewirkungen im Personenverkehr. Da in der vorliegenden Studie der Schwerpunkt auf einer Sensitivitätsanalyse des Güterverkehrs lag, wurde auf eine Betrachtung der Nachfragewirkung des Personenverkehrs verzichtet und der Personenverkehr nur in seiner Eigenschaft als Grundlast im Netz berücksichtigt.

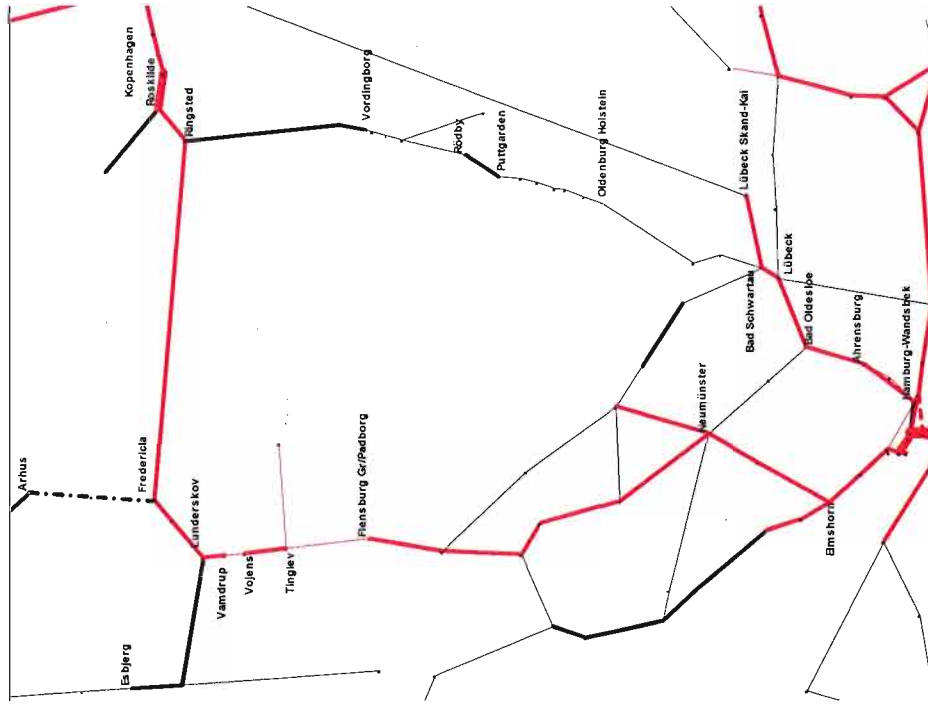
Die Netzeigenschaften des Bezugsfalls sowie die Streckenauslastung sind in Tab. 3.2 gegenübergestellt. Für das übrige Netz wurden die Eigenschaften des Bezugsfalls des BVWP 2003 unverändert übernommen.

Tab. 3.2: Netzeigenschaften im Bezugsfall

Streckenabschnitt		Länge (km)	Vmax (km/h)	Anzahl Gleise	Traktion	Züge Querschnitt			Auslastung	
						GV	PV	Summe*	L	%
Ringstedt	Naestved	27	180	2	E	52	88	162	290	56
Naestved	Vordingborg	30	180	2	E	52	68	139	290	48
Vordingborg	Masnedo	4	180	2	E	52	68	139	290	48
Masnedo	Orehoved	5	100	1	E	52	68	139	160	87
Orehoved	Nykobing	23	180	2	E	52	68	139	290	48
Nykobing	Rödby	37	180	2	E	52	22	86	290	30
Rödby	Puttgarden	20	160	2	E	52	22	86	290	30
Puttgarden	Burg	6	140	1	D	52	22	90	80	113
Burg	Strukkamp	5	140	1	D	52	22	90	80	113
Strukkamp	Fehmarnsund Nord	2	140	1	D	52	22	90	80	113
Fehmarnsund Nord	Fehmarnsund Süd	2	140	1	D	52	22	90	80	113
Fehmarnsund Süd	Großenbrode	3	120	1	D	52	22	90	80	113
Großenbrode	Oldenburg	18	100	1	D	52	22	90	80	113
Oldenburg	Neustadt	24	140	1	D	52	60	134	85	158
Neustadt	Timmend. Strand	14	140	1	D	52	60	134	106	127
Timmend. Strand	Bad Schwartau	10	140	1	D	52	60	134	106	127
Bad Schwartau	Lübeck	6	120	2	E	67	172	270	362	75
Lübeck	Bad Oldesloe	23	140	2	E	85	96	215	295	73
Bad Oldesloe	Ahrensburg	19	160	2	E	108	146	299	330	91
Ahrensburg	HH-Wandsbek	14	160	3	E	108	198	360	382	94

* Summe = Summe aller Züge incl. Zuschlägen (Baustellenfahrten etc.)

**Abb. 3.1: Infrastruktur Bezugsfall
der Korridorstudie „Hamburg – Öresund“ (2001)**



der Aktualisierung

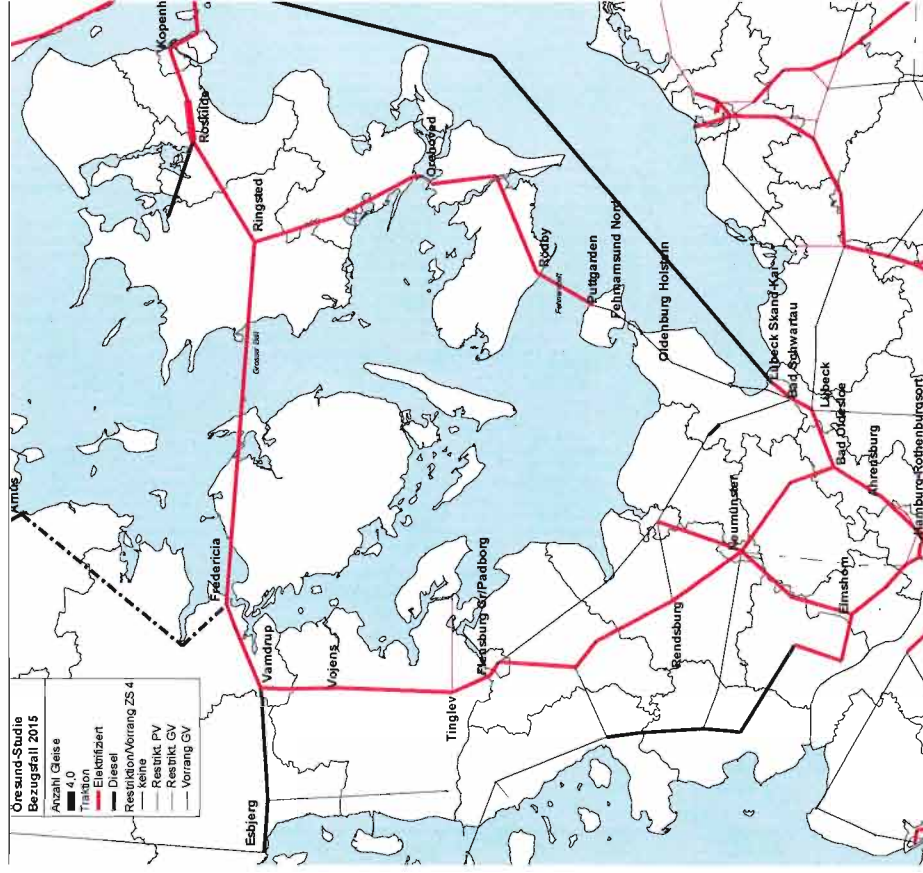


Abb. 3.2: PFV-Belastung (grenzüberschreitende und Binnenverkehre)

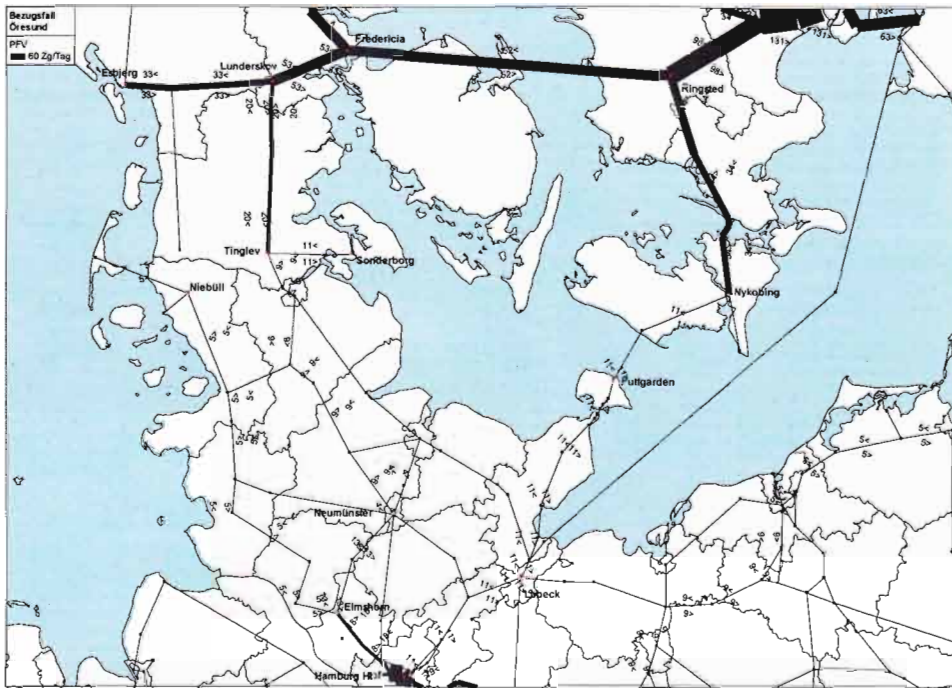


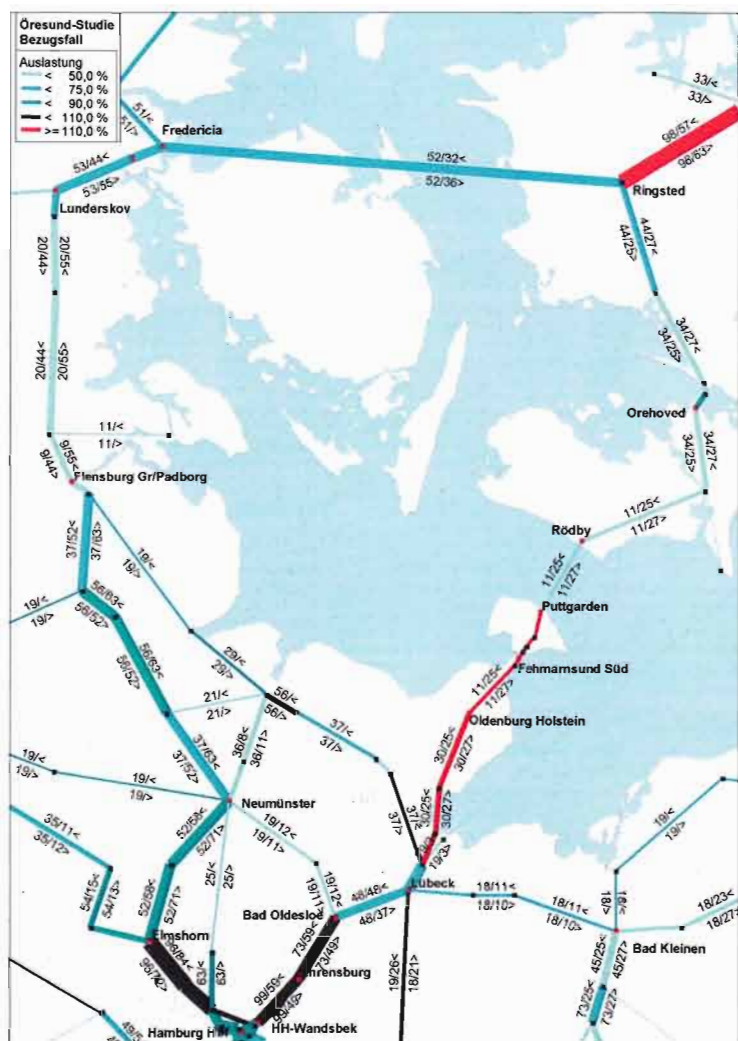
Abb. 3.3: Belastung mit innerdänischen Güterzügen



Die Analyse der Streckenauslastung im Bezugsfall zeigt eine deutliche Überlastung des nicht elektrifizierten eingleisigen Abschnitts zwischen Puttgarden und Bad Schwartau ebenso wie des Streckenzugs von Ringsted Richtung Kopenhagen.

Die Strecke zwischen Bad Oldesloe und Hamburg-Wandsbek ist ebenso wie der Abschnitt zwischen Pinneberg und Elmshorn voll ausgelastet, während der übrige Verlauf der Vogelfluglinie ebenso wie die parallele Jütlandlinie mäßige bis gute Streckenauslastungen aufweisen. Im Bezugsfall fahren täglich 11 Personenzugpaare und 25/27 Güterzüge über den Fehmarnbelt (vgl. Abb. 3.4).

Abb. 3.4: Streckenbe- und -auslastung „Öresund-Szenario“ im Bezugsfall



3.2 Ergebnis der Planfälle

3.2.1 Netzstruktur

Die Ausbaumaßnahmen des Planfalls 1 umfassen

- die Elektrifizierung Lübeck - Puttgarden sowie
- die Herstellung der Zweigleisigkeit zwischen Puttgarden und Bad Schwartau (mit Ausnahme der Fehmarnsundbrücke).

Im Planfall 2 werden hierauf aufbauend

- der viergleisige Ausbau Hamburg-Wandsbek – Ahrensburg ($V_{max}=160$ km/h) und
- der dreigleisige Ausbau Ahrensburg – Bad Oldesloe ($V_{max}=160$ km/h)

untersucht. Der Ausbauzustand der Vogelfluglinie im Planfall 2 entspricht damit dem im der Korridorstudie untersuchten Vollausbau.

Die Netztopographie ist im Folgenden sowohl tabellarisch als auch grafisch veranschaulicht.

Tab. 3.3: Vergleich der Netzeigenschaften im Planfall 1 und 2

Streckenabschnitt	Vmax (km/h)	Anzahl Gleise		Traktion	PV	Züge Querschnitt GV		Summe*	Auslastung (%)		
		PF1	PF2			PF1	PF2		PF1	PF2	
Ringstedt Naestved	180	2	2	E	88	142	149	267	275	83	86
Naestved Vordingborg	180	2	2	E	68	142	149	243	251	70	72
Vordingborg Masnedo	180	2	2	E	68	142	149	243	251	70	72
Masnedo Orehoved	100	1	1	E	68	142	149	243	251	152	157
Orehoved Nykobing	180	2	2	E	68	142	149	243	251	70	72
Nykobing Rödby	180	2	2	E	22	142	149	190	198	49	51
Rödby Puttgarden	160	2	2	E	22	142	149	190	198	49	51
Puttgarden Burg	160	2	2	E	22	142	149	190	198	49	51
Burg Strukkamp	160	2	2	E	22	142	149	195	203	50	52
Strukkamp Fehmarnsund Nord	160	2	2	E	22	142	149	195	203	50	52
Fehmarnsund Nord Fehmarnsund Süd	160	1	1	E	22	142	149	195	203	122	127
Fehmarnsund Süd Großenbrode	160	2	2	E	22	142	149	195	203	48	50
Großenbrode Oldenburg	160	2	2	E	22	142	149	195	203	48	50
Oldenburg Neustadt	160	2	2	E	60	142	149	239	247	61	63
Neustadt Timmend. Strand	160	2	2	E	60	142	149	239	247	61	63
Timmend. Strand Bad Schwartau	160	2	2	E	60	142	149	239	247	61	63
Bad Schwartau Lübeck	120	2	2	E	172	147	154	375	383	96	98
Lübeck Bad Oldesloe	140	2	2	E	96	152	177	293	321	81	89
Bad Oldesloe Ahrensburg	160	2	3	E	146	155	189	354	393	107	89
Ahrensburg HH-Wandsbek	160	3	4	E	198	155	189	415	454	109	85

* Summe = Summe aller Züge incl. Zuschlägen (Baustellenfahrten etc.)

Planfall 1 = blau

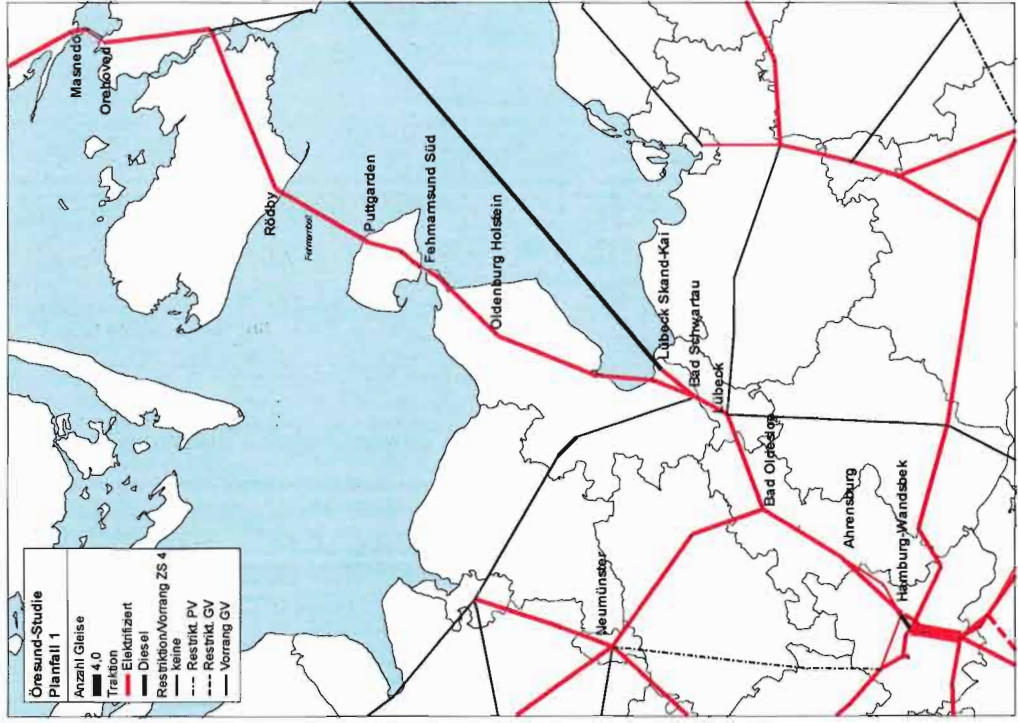
Planfall 2 = pink

Streckenausbauten im Planfall 1 = blau markiert

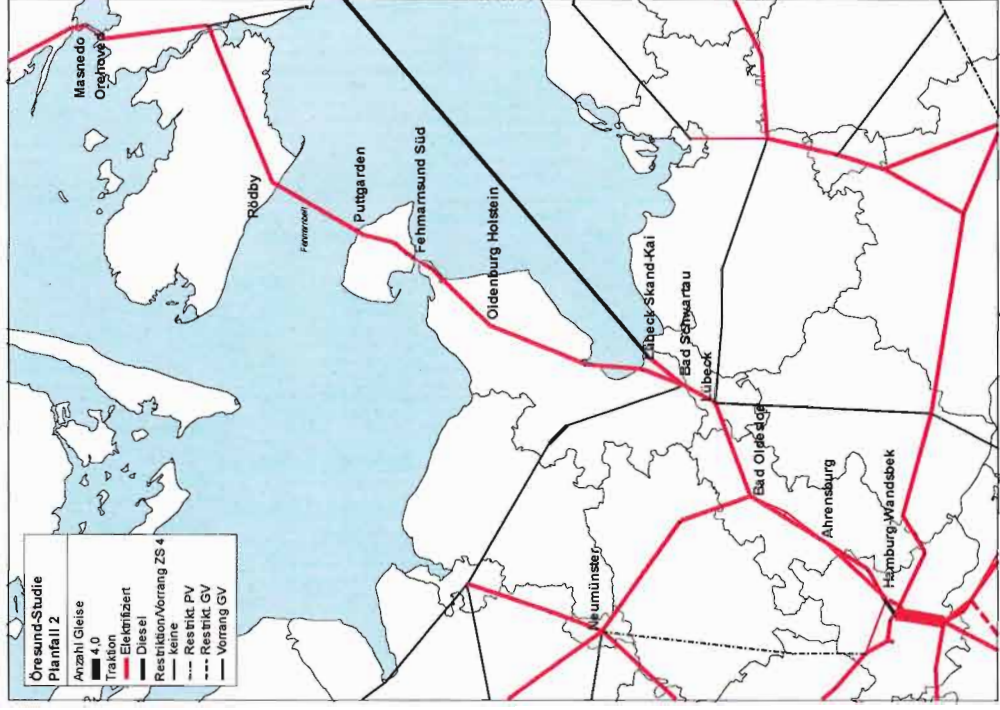
Zusätzliche Ausbauten im Planfall 2 = rosa markiert

Abb. 3.5: Netzstruktur der Planfälle

Stufe 1



Stufe 2

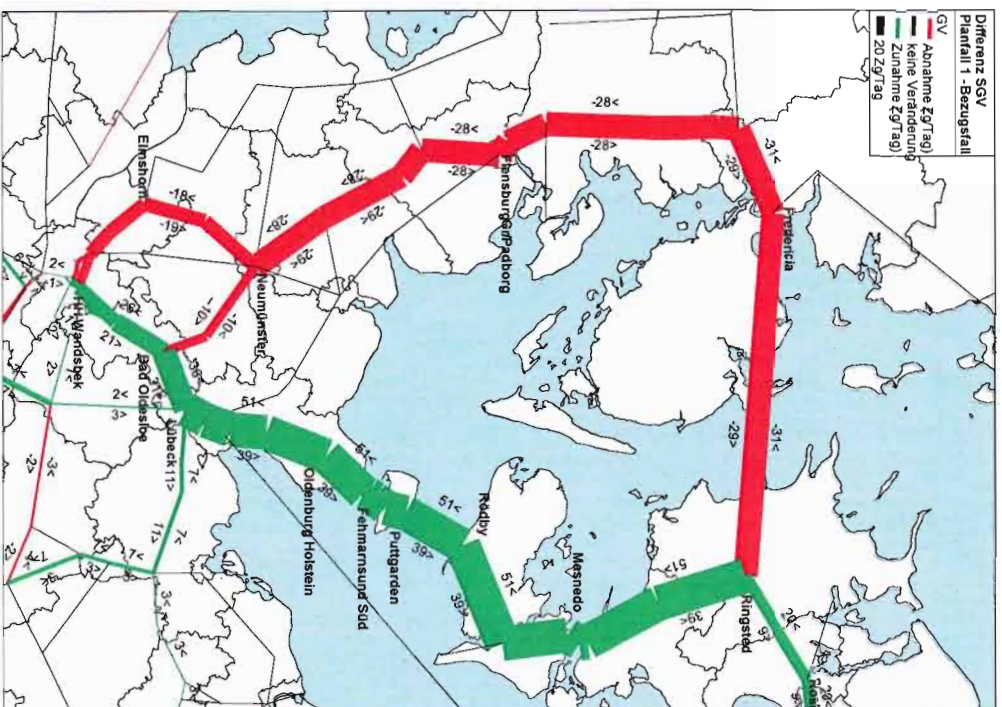


3.2.2 Streckenbe- und –auslastung

Im **Planfall 1** führt der Streckenausbau zur Auflösung des Engpasses zwischen Puttgarden und Bad Schwartau mit Ausnahme der nicht ausgebauten Fehmarnsund-Brücke, die nach wie vor überlastet bleibt. Auch die Storeström-Brücke überlastet aufgrund der zusätzlichen Belastung mit 51/39 Güterzüge je Tag. Die Streckenauslastung der Jütlandlinie sinkt demgegenüber deutlich ab, da im Planfall 28 Güterzugpaare/Tag statt über Flensburg über Puttgarden die deutsch-dänische Grenze überqueren (vgl. Abb. 3.6). Der Streckenausbau führt also einerseits zu einer Verlagerung von Güterzugströmen, andererseits aber auch zu Mehrverkehren in Höhe von 23/11 Zügen/Tag, die von der Straße gewonnen werden können.

Im **Planfall 2** sind keine großräumigen Verlagerungen mehr zu beobachten, da der ausgebaute Streckenabschnitt mit 33 km nur einen relativ geringen Anteil am Gesamtlauf der Züge hat. Außerdem können bereits im Planfall 1 entscheidende Streckenengpässe im Bereich der Vogelfluglinie aufgelöst werden, während der bereits im Bezugsfall gegenüber dem Status Quo ausgebauter Streckenabschnitt zwischen Hamburg und Bad Oldesloe zwar hochbelastet, aber trotz der deutlichen höheren Güterzugzahlen noch nicht überlastet ist. Der Streckenausbau führt daher zu geringfügigen Mehrverkehren in Höhe von 4/3 Zügen/Tag über den Fehmarnbelt und zu einer spürbaren Streckenentlastung im Bereich der Maßnahme zwischen Bad Oldesloe und Hamburg. Im übrigen Untersuchungsgebiet treten keine signifikanten Auslastungsänderungen auf (vgl. Abb. 3.7).

**Abb. 3.6: Differenzbelastung Schienengüterverkehr „Öresund-Szenario“
Planfall 1 zu Bezugsfall**



Planfall 2 zu Planfall 1



3.3 Bewertung

3.3.1 Mengengerüst

Die Nachfragewirkung des Schienengüterverkehrs liegt mit rd. 2,8 Mrd. Tkm im Planfall 1 und weiteren 358 Mio. Tkm im Planfall 2 deutlich unter den Leistungszuwächsen aus der Korridor-Studie. Dies ist zum Teil auf die Reduktion der Güterstrommatrix (und damit der Güterzüge) auf der Vogelfluglinie zurückzuführen, zum deutlich größeren Teil aber auf die geänderten Annahmen zur Netzstruktur des Bezugsfalls: Die unterstellten Ausbauten im dänischen Netz lösen bereits auf rd. 43 % Prozent der Gesamtstrecke zwischen Ringstedt und Hamburg die meisten Streckenengpässe auf und verkürzen dadurch die Fahrzeit bis Rødby erheblich. Dadurch werden auf dem dänischen Teil der Vogelfluglinie die dem Güterverkehr zur Verfügung stehenden Streckenkapazitäten bereits deutlich erhöht.

Mit den Maßnahmen des Planfalls 1 werden auf weiteren 30% des betrachteten Streckenzugs teilweise erhebliche Engpässe aufgelöst und damit die Gesamtfahrzeit weiter gesenkt. Die Wirkung des Planfalls 1 erstreckt sich daher auch auf den gesamten Untersuchungsraum und liegt um knapp das siebenfache über der Wirkung des Planfalls 2.

Tab. 3.4: Nachfragereaktion Güterverkehr

[Mio/a]	Korridor-Studie	Planfall 1	Planfall 2
Tonnenkilometer	4.436,4	2.777,0	358,3
Zugkilometer	14,1	7,3	1,2
Wagenkilometer	489,2	278,2	47,6
Zugstunden	0,08	0,09	0,01
Wagenstunden	8,2	3,6	0,8
Eingesparte Lkw-Kilometer	422,5	264,5	34,1

Die Nachfragewirkung des Schienenpersonenfernverkehrs wurde im Rahmen dieser Betrachtung *nicht* berücksichtigt. Es ist aber davon auszugehen, dass die im Folgenden aufgeführten Fahrzeitgewinne in Höhe von 22 Minuten zu einer deutlichen Nachfragewirkung führen.

Die möglichen Fahrzeitgewinne gemäss FBF zwischen Status Quo (2002) und Bezugsfall 2015 belaufen sich auf 82 Minuten, im Einzelnen:

- -46 Minuten Puttgarden – Rödby (Feste Querung des Fehmarnbelts),
- -32 Minuten Rödby – Kopenhagen (Zweigleisigkeit + Elektrifizierung + 12 Minuten Fahrzeitgewinn durch veränderte Haltepolitik in Dänemark),
- -4 Minuten Hamburg – Lübeck (3 Gleise HH-Wandsbek – Ahrensburg + Elektrifizierung, Übernahme aus VB01).

Die (hier relevanten) Fahrzeitgewinne von insgesamt 22 Minuten zwischen Bezugsfall und Planfällen 2015 (vgl. Tab. 3.5) verteilen sich auf die beiden Teilabschnitte wie folgt:

- -6 Minuten Lübeck – Oldenburg (2 Gleise +Elektrifizierung) → Planfall 1,
- -11 Minuten Oldenburg – Puttgarden (2 Gleise +Elektrifizierung) → Planfall 1,
- -5 Minuten Hamburg – Lübeck (Mehrgleisigkeit) → Planfall 2.

Insgesamt könnten in die Bewertung also noch personenverkehrliche Nachfragewirkungen durch 17 Minuten Fahrzeitverkürzung für Planfall 1 und weitere 5 Minuten für Planfall 2 einfließen.

Tab. 3.5: Fahrzeiten Schienenpersonenverkehr (gemäß FBF 2002)

Streckenabschnitt	km	Status Quo (min.)	Bezugsfall (min.)	Fahrzeitgewinn BF - SQ (min)	Planfall (min.)	Fahrzeitgewinn PF - BF (min)
Hamburg - Lübeck	62	39	35	-4	30	-5
Lübeck - Oldenburg	52	32	32	0	26	-6
Oldenburg - Puttgarden	36	31	31	0	20	-11
Puttgarden - Rödby	11	50	4	-46	4	0
Rödby - Kopenhagen	190	119	87	-32	87	0
Summe	351	271	189	-82	167	-22

Die Investitionskosten wurden aus der Korridor-Studie direkt übernommen und lediglich in Euro umgerechnet sowie auf den Preisstand 2002 aktualisiert. Sie betragen für den Planfall 1 rund 744 Mio. € und für den Planfall 2 gut 348 Mio. €; die Kosten für den deutschen Ausbau insgesamt liegen folglich bei rund 1,1 Mrd. € (vgl. Tab. 3.6).

Tab. 3.6: Investitionen nach Planfällen (Preisstand 2002)

Investitionssachbereiche	Investitionen (Mio€)		
	Planfall 1	Planfall 2	Gesamt
Grunderwerb	4,8	6,9	11,7
Bahnkörper	110,9	6,4	117,3
Stützmauern	12,5	6,2	18,8
Tunnel	0,0	0,0	0,0
Talbrücken	0,0	0,0	0,0
Kreuzungsbauwerke	92,6	124,6	217,3
Schallschutz	19,2	57,8	77,0
Oberbau	79,8	12,8	92,6
bauliche Anlagen	7,9	60,6	68,5
Signalanlagen	85,0	5,4	90,4
Fernmeldeanlagen	16,9	1,1	18,0
Bahnstromversorgung	83,1	0,0	83,1
Fahrleitung	125,6	17,1	142,6
Anlagen Dritter	2,4	0,0	2,4
Mittelbare Kosten	6,4	3,1	9,5
Planungskosten	97,0	46,4	143,4
Summe Investitionskosten	744,1	348,3	1.092,4

Alle Nutzen und Kosten wurden über den betrachteten Nutzungszeitraum aufsummiert und auf das gleiche Bezugsjahr abgezinst. Dabei wurden bei den Investitionskosten auch Reinvestitionen sowie Restwerte berücksichtigt. Beide Maßnahmen für sich erreichen ein NKV deutlich über 1, die Ausbaumaßnahmen von Planfall 1 erbringen sogar den knapp fünffachen Nutzen gegenüber den Investitionskosten (vgl. Tab. 3.7).

**Tab. 3.7: Bewertungsergebnis nach Planfällen
(Barwerte 2002 in Mio €, Nutzungszeitraum 2000 - 2035)**

Kosten- bzw. Nutzenkategorien	Öresund-Studie	Planfall 1	Planfall 2
Fahrzeugvorhaltung und Betriebsführung	-2.002,6	-858,4	-180,4
Unterhalt der neuen Verkehrswege(-teile)	-232,5	-142,4	-22,2
Erhöhung der Verkehrssicherheit	185,8	123,1	13,8
Erreichbarkeit, Räumliche Vorteile und Umweltwirkungen	1.476,5	763,7	110,2
Volksw. Kostenänderung durch Aufkommensverlagerung	14.493,2	3.994,8	515,4
Summe der Folgewirkungen (Nutzen)	13.920,5	3.880,8	436,9
Investitionskosten (Barwerte 2000)	-1.405,8	-806,1	-317,2
Nutzen-/Kosten-Verhältnis	9,9	4,8	1,4

Das Nutzen-Kosten-Verhältnis der beiden Maßnahmen liegt deutlich unter den Ergebnissen der Korridor-Studie aufgrund

- der Infrastruktur im Bezugsfall,
- der gegenüber der Korridor-Studie reduzierten Ausgangsmenge und
- von aktualisierten Kostensätzen.

Wie oben (vgl. Kap.3.3.1) bereits ausgeführt, wurden im Bezugsfall bereits umfangreiche Ausbauten auf dänischer Seite ebenso wie auf deutschem Territorium bereits unterstellt. Mit den Ausbauten auf dänischer Seite kann der größere Teil der Kapazitätsengpässe (mit Ausnahme der Brücke) sowohl auf der Jütlandlinie als auch auf der Vogelfluglinie aufgehoben werden. Die Ausbauten auf deutschem Gebiet wie z.B. die ABS Neumünster – Bad Oldesloe haben eine Stärkung der Jütland-Linie zur Folge, während der Ausbau zwischen Bad Oldesloe und Wandsbek den nördlichen Zulauf auf Hamburg für beide Relationen begünstigt. Das heißt, dass die Gesamtkapazität der *beiden* Relationen zwischen Dänemark und Deutschland bereits im Bezugsfall dieser Studie deutlich höher lag als im Bezugsfall der Korridor-Studie.

Die niedrigere Güterverkehrsmenge bei den für den Fehmarnbelt relevanten Schienengüterströmen führt bei ansonsten gleichen Rahmenbedingungen zu weniger Güterzügen, was die Gesamtstreckenbelastung reduziert.

Außerdem wurden in dieser Studie aktualisierte Kostensätze verwendet. Im Rahmen eines zwischenzeitlich abgeschlossenen Forschungsvorhabens³ wurden die Kostensätze des BVWP 2003 aktualisiert und fortgeschrieben und dabei auch europäische Entwicklungen in Betracht gezogen. Im Rahmen dieser Studie führt dabei insbesondere die Anwendung des vereinheitlichten EU-Kostensatzes für die Nutzen aus Aufkommensverlagerungen zu einer Reduktion des Bewertungsergebnisses.

³ BVU Beratergruppe Verkehr + Umwelt, Intraplan Consult GmbH, Ex-post-Bewertung als Erfolgskontrolle für fertiggestellte Vorhaben des Schienenwegebbaus, im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen, Freiburg/München2005

4. Szenario „Fehmarnbelt“

Die Korridor-Studie basierte auf den Annahmen des BVWP 2003. Das betrifft auch die allgemeinen Zug- und Wagenbildungsregeln. Danach lag die durchschnittliche Auslastung der internationalen Züge auf der entsprechenden Relation als Ergebnis der Zug- und Wagenbildung bei rd. 350 t/Zug.

Im Rahmen des FBF wurde keine detaillierte Zug- und Wagenbildung gerechnet, sondern die ermittelte Menge mit Hilfe durchschnittlicher Zugbeladungen in Züge je Tag umgerechnet. Diese durchschnittliche Beladung wurde im projektbegleitenden Arbeitskreis in Abstimmung mit den beteiligten Eisenbahnverkehrsunternehmen speziell für die Güterverkehre über den Fehmarnbelt mit 533 t/Zug festgesetzt.

In der vorliegenden Studie wurde die Zug- und Wagenbildung im Rahmen einer Sensitivitätsanalyse mit den Annahmen des FBF erneut gerechnet, wobei für die grenzüberschreitenden Güterverkehre die höhere Auslastung zugrunde gelegt wurde. Für alle anderen Verkehre wurden die Durchschnittsannahmen des BVWP beibehalten. Die Sensitivitätsrechnung wurde in erster Linie aus Gründen der Vergleichbarkeit mit dem FBF durchgeführt und trifft keine Aussage zur Plausibilität der erhöhten Auslastung. Angesichts des hohen Anteils an Investitions- und Verbrauchsgütern (rd. zwei Drittel der Transportmenge), die tendenziell eher zu einer niedrigeren Wagenauslastung führen, ist zu vermuten, dass die beteiligten Bahnunternehmen bei den grenzüberschreitenden Güterverkehren entsprechende Effizienzgewinne hinsichtlich Leerwagenanteil und Zugauslastung (-länge) planen.

Des Weiteren wurde im FBF für die internationalen Personenfernverkehrszüge abweichend von der Korridor-Studie ein Stundentakt unterstellt, was einer täglichen Belastung von 20 Zugpaaren (statt 11) entspricht. Auch diese Annahme wurde im Rahmen der Sensitivitätsanalyse berücksichtigt. Da auf der Basis der aktuellen Nachfrageprognosen in diesem Punkt aber noch keine eindeutige Aussage zu treffen ist, wurde in einer weiteren Variante des „Fehmarnbelt-Szenarios“ ein Zweistundentakt (11 Zugpaare/Tag) unterstellt. Die jeweiligen Binnenverkehre in Deutschland und Dänemark wurden unverändert übernommen.

Das hieraus resultierende „Fehmarnbelt-Szenario“ bildet also im Vergleich zum „Öresund-Szenario“ die Auswirkungen dieser verschiedenen Annahmen in Korridor-Studie und FBF ab. Der Bezugsfall und die beiden Planfälle „Fehmarnbelt“ unterscheiden sich zu den „Öresund“-Fällen sowohl hinsichtlich der **PV-Grundlast** auf der Vogelfluglinie als auch im Bezug auf die **durchschnittliche Beladung der Güterzüge**, was mit Blick auf die Streckenauslastung zu gegenläufigen Effekten führt: Einer höhere Belastung mit Personenzügen stehen geringere Güterzugzahlen gegenüber.

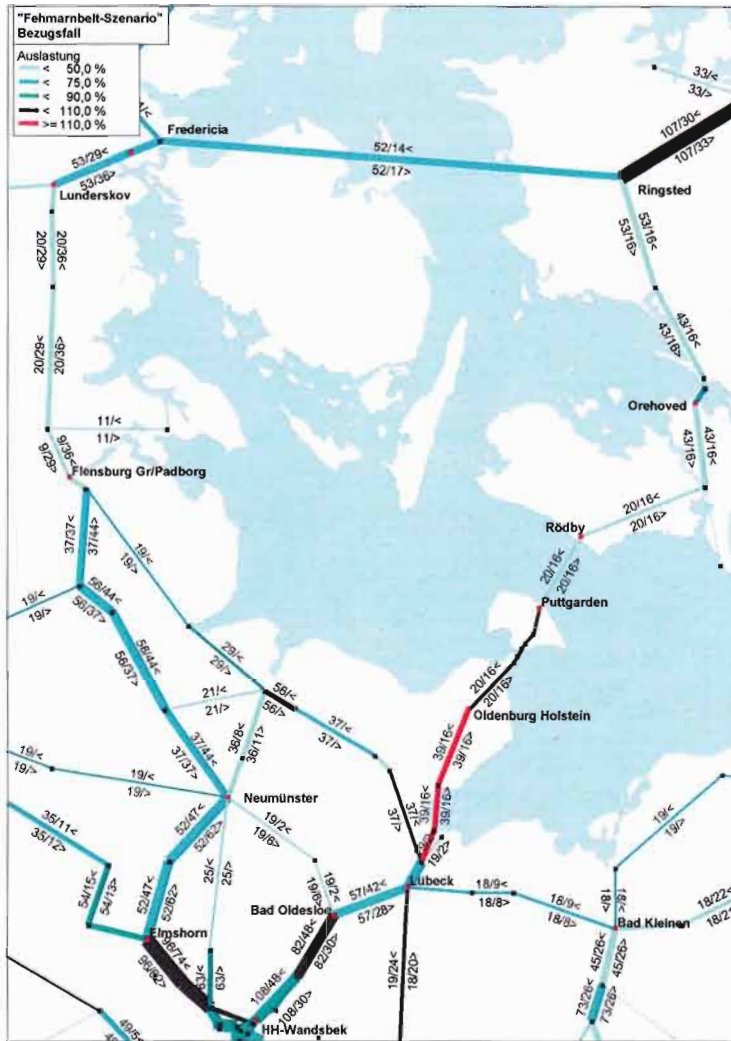
Um die daraus resultierenden Auswirkungen auf die geplanten Ausbaumaßnahmen abzuschätzen, wurden die im Folgenden aufgeführten Varianten gerechnet:

Variante	Ausbauzustand "Fehmarnbelt Szenario"	Netzstruktur	PFV-Linien über den Fehmarnbelt	SGV-Auslastung
1	BF	wie BF "Öresund"	20	533 t/Zug
	PF 1	wie PF 1 "Öresund"	20	533 t/Zug
	PF 2	wie PF 2 "Öresund"	20	533 t/Zug
2	PF 1	wie PF 1 "Öresund"	11	533 t/Zug

4.1 Streckenbe- und -auslastung

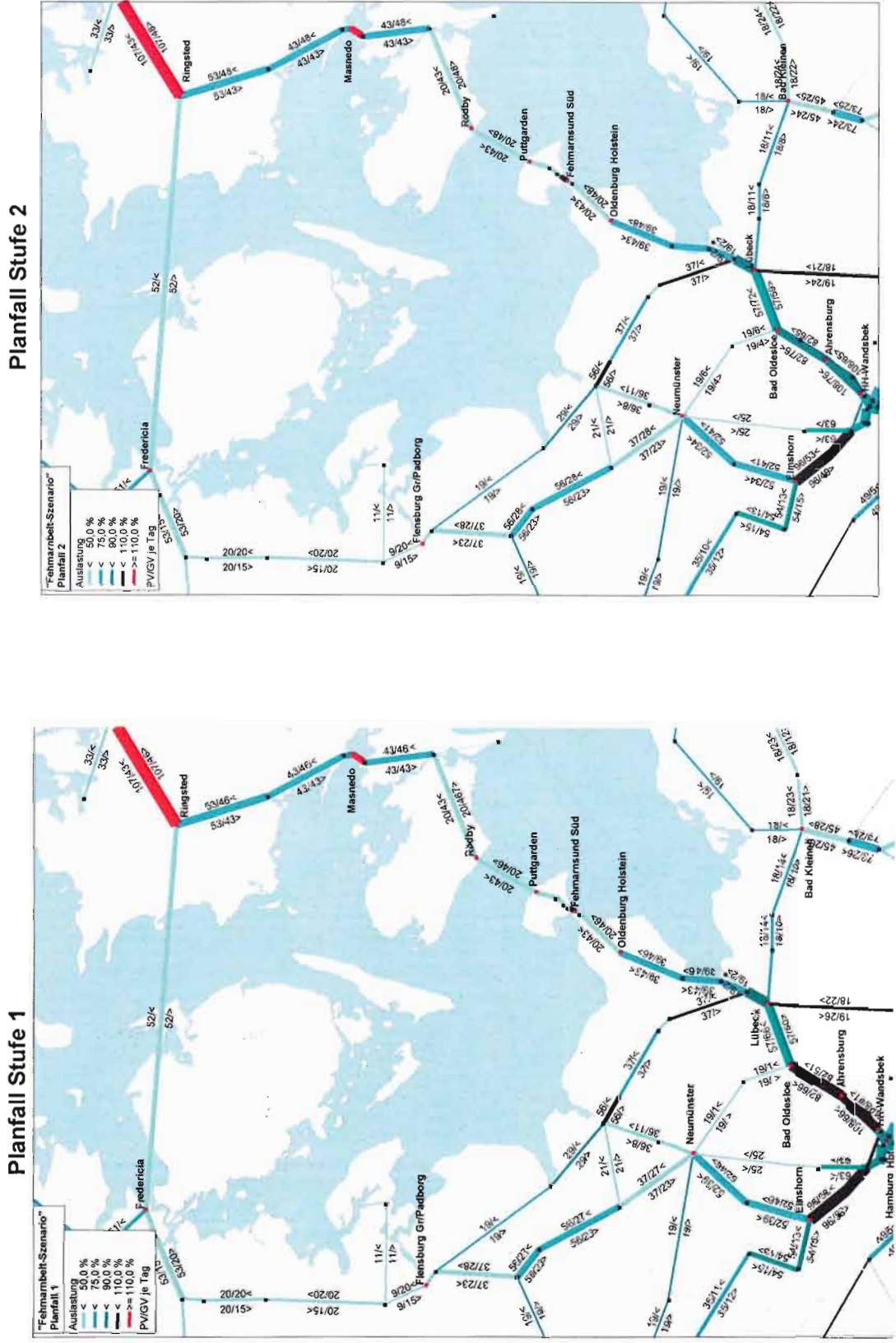
Der Bezugsfall „Fehmarnbelt“ weist aufgrund der höheren Zugauslastung gegenüber dem Bezugsfall „Öresund“ sowohl über die Jütland-Linie (29/36 Züge/Tag) als auch über die Vogelfluglinie (16 Zugpaare/Tag) eine deutlich niedrigere Güterzugbelastung auf. Die Streckenentlastung über den Fehmarnbelt wird durch die 9 zusätzlichen PFV-Zugpaare wieder kompensiert, sodass in beiden Fällen insgesamt 36 Zugpaare die Feste Querung passieren. Der niedrigere Anteil an Güterverkehr ermöglicht aber, dass ohne eine Anpassung der Fahrgeschwindigkeiten die Zugarten im Tagesverlauf besser entmischt werden können (Güterverkehr kann fast vollständig in der Nacht verkehren) und dadurch zwischen Puttgarden und Oldenburg die Strecke nicht überlastet; gleiches gilt für die Strecke Ringsted – Kopenhagen. Der Abschnitt Oldenburg – Bad Schwartau bleibt auch im Bezugsfall „Fehmarnbelt“ ein Engpass, die Auslastung zwischen Bad Oldesloe und Hamburg geht hier zurück. Im übrigen Untersuchungsgebiet ist die Streckenauslastung weitgehend vergleichbar (vgl. Abb. 4.1).

Abb. 4.1: Streckenbe- und -auslastung „Fehmarnbelt-Szenario“ Bezugsfall



Ein Vergleich der Streckenbe- und -auslastung der Planfälle in beiden Szenarien zeigt ein ähnliches Bild, mit Ausnahme der Beobachtung, dass in den beiden Planfällen des „Fehmarnbelt-Szenarios“ die Fehmarnsund-Brücke nicht überlastet, sondern lediglich voll ausgelastet ist (vgl. Abb. 4.2f).

Abb. 4.2: Streckenbe- und -auslastung „Fehmarnbelt-Szenario“



Im Planfall 1 „Öresund“ fahren insgesamt 90 Güterzüge/Tag zusätzlich über den Fehmarnbelt, in der Variante „Fehmarnbelt“ sind es 58. Die zusätzlichen Ausbauten des Planfalls 2 führen bei letzterer zu keinem nennenswerten Anstieg des Güterverkehrsaufkommens über die Fehmarnbeltquerung. Im Bereich der Maßnahme entsteht jedoch ein Zuwachs von 26 Güterzüge/Tag („Öresund-Szenario“: 34 Züge/Tag). Diese resultieren sowohl aus Verlagerungen von Schienengüterverkehr von der Jütlandlinie als auch durch Nachfrageverlagerungen von der Straße. In Tab. 4.1 sind die Zugbe- und -auslastungen streckenspezifisch für Bezugsfall und Planfälle des „Fehmarnbelt-Szenarios“ aufgeführt. Die Streckenauslastung liegt im Vergleich zum „Öresund-Szenario“ insgesamt niedriger, da im Güterverkehr durch die höhere durchschnittliche Zugauslastung die gleiche Ausgangsmenge in deutlich weniger Zügen abgefahren werden kann, was auf den Strecken zu einer geringeren Beanspruchung der Kapazitäten führt.

Tab. 4.1: Streckenbe- und -auslastung im „Fehmarnbelt-Szenario“

Streckenabschnitt	PV	Bezugsfall			Planfall 1			Planfall 2		
		Züge Querschnitt GV	Summe	Auslastg. %	Züge Querschnitt GV	Summe	Auslastg. %	Züge Querschnitt GV	Summe	Auslastg. %
Ringstedt Naestved	106	32	160	50	89	226	71	91	229	71
Naestved Vordingborg	86	32	137	39	89	203	58	91	205	59
Vordingborg Masnedo	86	32	137	39	89	203	58	91	205	59
Masnedo Orehoved	86	32	137	86	89	203	127	91	205	128
Orehoved Nykobing	86	32	137	39	89	203	58	91	205	59
Nykobing Rødby	40	32	84	21	89	150	38	91	152	39
Rødby Puttgarden	40	32	84	21	89	150	38	91	152	39
Puttgarden Burg	40	32	88	23	89	154	40	91	157	40
Burg Strukkamp	40	32	88	23	89	154	40	91	157	40
Strukkamp Fehmamsund Nord	40	32	88	23	89	154	40	91	157	40
Fehmamsund Nord Fehmamsund Süd	40	32	88	55	89	154	96	91	157	98
Fehmamsund Süd Großenbrode	40	32	88	110	89	154	38	91	157	39
Großenbrode Oldenburg	40	32	88	110	89	154	38	91	157	39
Oldenburg Neustadt	78	32	132	156	89	198	51	91	201	51
Neustadt Timmend. Strand	78	32	132	125	89	198	51	91	201	51
Timmend. Strand Bad Schwartau	78	32	132	125	89	198	51	91	201	51
Bad Schwartau Lübeck	190	36	267	74	94	334	86	96	336	86
Lübeck Bad Oldesloe	114	70	218	74	116	271	75	131	289	80
Bad Oldesloe Ahrensburg	164	78	285	94	117	331	108	141	368	81
Ahrensburg HH-Wandsbek	216	78	346	90	117	391	102	141	419	79

* Summe = Summe aller Züge incl. Zuschlägen (Baustellenfahrten etc.)

4.2 Bewertung

Der Nutzen der Ausbaustufe 1 im „Fehmarnbelt-Szenario“ übersteigt den Nutzen aus dem Öresund-Szenario, da die Ausbaumaßnahmen in beiden Fällen die gleiche Kapazitätserweiterung schaffen, sodass - aufgrund der höheren durchschnittlichen Zugauslastung über den Fehmarnbelt - beim „Fehmarnbelt-Szenario“ mehr Menge mit befriedigender Betriebsqualität abgefahren werden kann.

Der Nutzen aus der Ausbaustufe 2 ist demgegenüber im „Fehmarnbelt-Szenario“ deutlich niedriger, da die Streckenauslastung zwischen Lübeck und Hamburg in der Ausbaustufe 1 „Fehmarnbelt“ und damit auch der Entlastungsdruck niedriger ist als im Öresund-Szenario.

Tab. 4.2: Nachfragereaktion Güterverkehr Planfälle 1 und 2

[Mio/a]	Szenario "Öresund"		Szenario "Fehmarnbelt"	
	Planfall 1	Planfall 2	Planfall 1	Planfall 2
Tonnenkilometer	2.777,0	358,3	3.214,2	203,1
Zugkilometer	7,3	1,2	3,7	0,4
Wagenkilometer	278,2	47,6	131,6	14,7
Zugstunden	0,09	0,01	0,05	0,00
Wagenstunden	3,6	0,8	2,5	0,2
Eingesparte Lkw-Kilometer	264,5	34,1	306,1	19,3

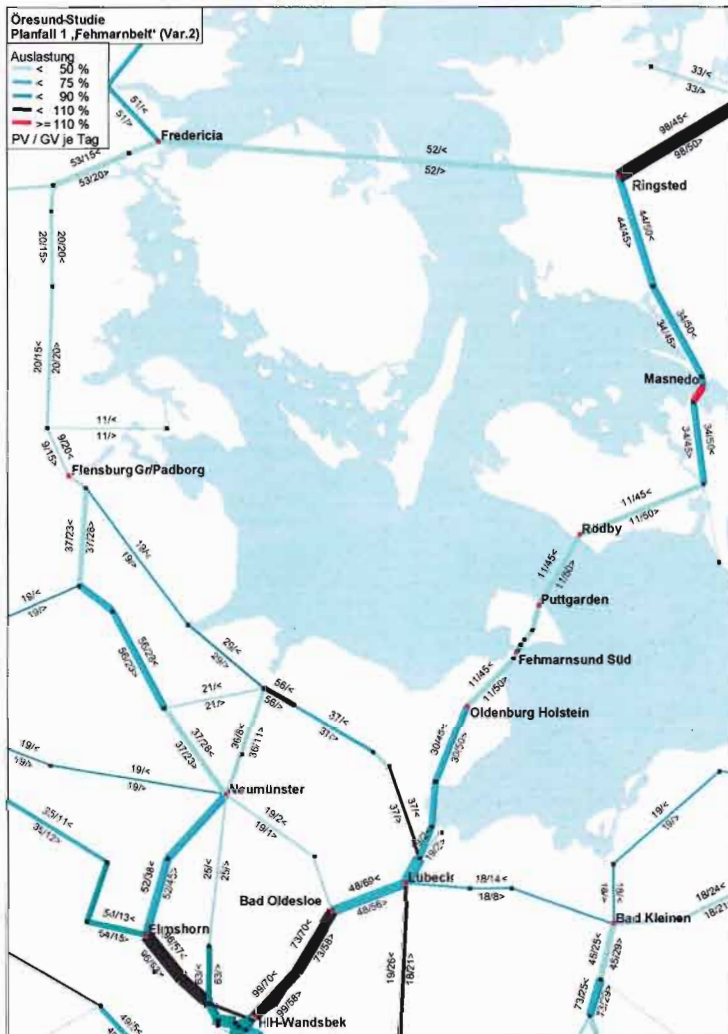
4.3 Variante 2 mit verringerter PFV-Belastung

Der Ausbau zwischen Puttgarden und Lübeck wurde zusätzlich unter Annahme der verringerten PFV-Belastung aus der Korridorstudie (11 Zugpaare/Tag) untersucht. Der Vergleich zur Variante mit Stundentakt zeigt, dass zwischen Ringsted und Kopenhagen keine Streckenüberlastung auftritt und die Auslastung über den Fehmarnsund noch weiter zurückgeht (vgl. Abb. 4.3). Die Auslastung im übrigen Untersuchungsraum ist weitgehend vergleichbar. Damit zeigt sich, dass aus Sicht der Infrastruktur sowohl ein Stunden- als auch ein Zweistundentakt für den Personenfernverkehr über den Fehmarnbelt abwickelbar sind. Dies betrifft aber lediglich das Zugangebot und macht keine Aussage über die entsprechende verkehrliche Nachfrage.

Bei der Ausbaustufe 1 im „Fehmarnbelt-Szenario“ übersteigt der Effekt der Variante 2 (nur 11 Zugpaare SPFV) denjenigen der Variante 1 (siehe Tab. 4.3), da durch die niedrigere PFV-Last

- mehr Kapazität für den Güterverkehr frei ist und
- die Streckenauslastung niedriger ist, also die vorhandenen Güterzüge mit einer besseren Betriebsqualität abgewickelt werden können.

Abb. 4.3: Streckenbe- und -auslastung Planfall Stufe 1 „Fehmarnbelt“ (Var. 2)



Tab. 4.3: Nachfragereaktion Güterverkehr Planfall 1

[Mio/a]	Öresund	Fehmarnbelt	
		Var. 1 (20 PFV-Paare)	Var. 2 (11 PFV-Paare)
Tonnenkilometer	2.777,0	3.214,2	3.886,0
Zugkilometer	7,3	3,7	5,1
Wagenkilometer	278,2	131,6	172,3
Zugstunden	0,09	0,05	0,06
Wagenstunden	3,6	2,5	3,0
Eingesparte Lkw-Kilometer	264,5	306,1	370,1