



WASSER- UND VERKEHRS- KONTOR
INGENIEURWISSEN FÜR DAS BAUWESEN
BERATENDE INGENIEURE BEHREND & KRÜGER

Feste Fehmarnbeltquerung

Verkehrsgutachten

zur Anbindung des Hafens Puttgarden
an die Europastraße E 47
über die Anschlussstelle Puttgarden

Bearbeitungsstand: 03. Juni 2016

Auftraggeber:

Femern A/S
Vester Søgade 10
DK-1601 København V

Verfasser:

Wasser- und Verkehrs- Kontor GmbH
Havelstraße 33
24539 Neumünster
Telefon 04321 . 260 27 0
Telefax 04321 . 260 27 99

Dipl.-Ing. (FH) Michael Hinz | Dipl.-Ing. (FH) Arne Rohkohl

INHALTSVERZEICHNIS

1 Einleitung 4

1.1 Aufgabenstellung 4

1.2 Darstellung der Vorgehensweise 5

2 Verkehrsanalyse 2013 6

2.1 Verkehrserhebung..... 6

2.2 Verkehrsverteilung 8

2.3 Bemessungsverkehrsstärke - DTV 9

3 Allgemeine Verkehrsentwicklung 11

4 Planfall 2030 „Fall B“ 11

4.1 Bemessungsverkehrsstärke DTV 11

4.2 Bemessungsverkehrsstärke MSV 14

4.3 Nachweis des Verkehrsflusses gemäß RAS-K-1 16

4.4 Nachweis der Leistungsfähigkeit gemäß HBS 01/09 17

4.4.1 Grundlagen 17

4.4.2 Berechnung 18

4.5 Schlussfolgerung aus Planfall 2030 „Fall B“ 19

5 Planfall 2030 „Fährbetrieb parallel zur FBQ“ 20

5.1 Bemessungsverkehrsstärke DTV 20

5.2 Bemessungsverkehrsstärke MSV 23

5.3 Nachweis der Leistungsfähigkeit gemäß HBS 01/09 25

5.3.1 Berechnung 25

5.4 Schlussfolgerung aus Planfall 2030 „Fährbetrieb parallel zur FBQ“ 26

6 Planfall 2030 „Fährbetrieb Spitzenlast“ 27

6.1 Bemessungsverkehrsstärke DTV 27

6.2 Bemessungsverkehrsstärke - 10 Minuten Verkehrsspitze 27

6.3 Beurteilung der Verkehrsqualität durch Verkehrsflusssimulation..... 28

6.3.1 Grundlagen des Verfahrens..... 28

6.3.2 Bewertung anhand der Simulation 30

6.4 Schlussfolgerung aus Planfall 2030 „Fährbetrieb Spitzenlast“ 33

7 Zusammenfassung 34

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Bild 2.1: Übersichtsplan, Zählstellen	6
Bild 2.2: Verkehrsstärken der Knotenpunkte – Erhebungszeitraum.....	7
Bild 2.3: Verkehrsverteilung, 11.04.2013, 15.00 – 19.00 Uhr	8
Bild 2.4: Jahresganglinie des Fährbetriebs, Scandlines (2011).....	9
Bild 2.5: Verkehrsverteilung, Analyse 2013 (DTV).....	10
Bild 4.1: Verkehrsverteilung, Planfall 2030 „Fall B“ (DTV)	12
Bild 4.2: Verkehrsbelastung, Planfall 2030 „Fall B“ (DTV).....	13
Bild 4.3: Planfall 2030 „Fall B“ (MSV)	15
Bild 5.1 Verkehrsverteilung, Planfall 2030 „Fährbetrieb parallel zur FBQ“ (DTV).....	21
Bild 5.2: Verkehrsbelastung, Planfall 2030 „Fährbetrieb parallel zur FBQ“ (DTV)	22
Bild 5.3: Planfall 2030 „Fährbetrieb parallel zur FBQ“ (MSV)	24
Bild 6.1: Fahrzeugfolgemodell nach Wiedemann (1974)	29
Bild 6.2: Skizze des veränderten und ergänzten Anschlusssystems AS Puttgarden	32

TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 4.1: Beurteilung nach RAS-K-1, Kreisstraße K 49	16
Tabelle 4.2: Zuordnung der Verkehrsanlagen zur QSV	17
Tabelle 4.3: Zusammenfassung der Leistungsfähigkeiten, Planfall 2030 „Fall B“	18
Tabelle 5.1: Zusammenfassung der Leistungsfähigkeiten, Planfall 2030 „Fährbetrieb parallel zur FBQ“25	
Tabelle 6.1: Verkehrsbeziehungsmatrix Stundenwerte MSV in Kfz/h	28
Tabelle 6.2: Verkehrsbeziehungsmatrix 10 Minuten-Werte in Kfz/10 min	28

ANLAGENVERZEICHNIS

Automatische Verkehrserhebung, 24 Stunden.....	Anlage 1
Berechnung der Leistungsfähigkeit nach HBS 2001 / 2009 – Planfall 2030 „Fall B“	Anlage 2
Berechnung der Leistungsfähigkeit nach HBS 2001 / 2009 – Planfall 2030 „Fährbetrieb parallel zur FBQ“	Anlage 3

1 Einleitung

1.1 Aufgabenstellung

Der Neubau der Festen Fehmarnbeltquerung bedingt eine östliche Verlegung der Fahrbahn der *Bundesstraße B 207 / Europastraße E 47* (im Folgenden *E 47*) mit der Konsequenz, dass eine direkte Anbindung des Hafens Puttgarden an die *E 47* nicht mehr besteht. Da die Feste Fehmarnbeltquerung zukünftig ein **Alternativangebot zur** bisherigen Fährlinie **anbietet**, ist eine fortführende Anbindung an die *E 47* südlich des geplanten Tunnelportals vorgesehen.

Die Erschließung des Ortsteils Puttgarden sowie des Hafens erfolgt dann über die neu geschaffene Anschlussstelle der *Kreisstraße K 49* an die *E 47*. Um die Ortslage von Puttgarden im Zuge der *Dorfstraße* und *Fährhafenstraße* nicht mit den Verkehren des Hafens und des Bordershops zu belasten, ist der Bau einer neuen parallel geführten Erschließungsstraße mit Anschluss an die *Kreisstraße K 49* ca. 250 m nördlich der zukünftigen Anschlussstelle Puttgarden vorgesehen.

Über das vorliegende Verkehrsgutachten ist zu klären, wie die geplanten Verkehrsanlagen, insbesondere die Knotenpunkte *Kreisstraße K 49 / Fährhafenanbindung* sowie die Anschlussknoten der Anschlussstelle *E 47 / Kreisstraße K 49* zu gestalten sind. Hierfür sind die Leistungsfähigkeiten der Verkehrsanlagen zu untersuchen und Empfehlungen zur Gestaltung auszusprechen.

Dem Verkehrsgutachten liegen drei Planfälle zugrunde:

1. Der **Planfall 2030 „Fall B“** geht davon aus, dass nach Fertigstellung der Festen Fehmarnbeltquerung die gesamten zukünftigen Verkehre zwischen Puttgarden und Rødby ausschließlich durch den Tunnel abgewickelt werden.
2. Der **Planfall 2030 „Fährbetrieb parallel zur FBQ“** berücksichtigt einen Hafenbetrieb mit Fährankünften. Auf einer Fährroute Puttgarden – Rødby entsprechend des Kapitels 8 der fortgeschriebenen FTC-Studie (Anlage 26.3), welche für die richtlinienkonforme Berechnung auf eine stündliche Beurteilungsgröße bezogen werden.
3. Für die maßgebliche Sondersituation der Fährrentladung im **Planfall 2030 „Fährbetrieb Spitzenlast“** ist es in der verkehrlichen Beurteilung nicht von Bedeutung, welche Fährroute befahren wird oder wie stark der Tagesverkehr ist. Ausschlaggebend für das Straßennetz ist dagegen die pulkartige Entladung einer Fähre mit 300 Kfz innerhalb eines Zeitraumes von 10 Minuten.

1.2 Darstellung der Vorgehensweise

Die vorhandenen Verkehrsstärken wurden durch eigene Verkehrserhebungen erfasst. Eine Berechnung der maßgebenden stündlichen Verkehrsstärke (MSV) aus den Erhebungsdaten erfolgt entsprechend des *Handbuchs für die Bemessung von Straßenverkehrsanlagen (HBS 2001/2009)* (1).

Als Prognosehorizont für die Verkehrsberechnungen wird entsprechend der berücksichtigten Grundlagen das Jahr 2030 angesetzt.

Auf der Basis dieser Überlegungen werden die Leistungsfähigkeiten der Verkehrsanlagen berechnet (Verkehrsfluss, Wartezeiten, Staulängen, Verträglichkeit, etc.). Als Bewertungsverfahren dienen hier das *Handbuch für die Bemessung von Straßenverkehrsanlagen (HBS 2001/2009)* (1) sowie die *Richtlinien für die Anlage von Straßen, Teil: Knotenpunkte, Abschnitt 1: Plangleiche Knotenpunkte (RAS-K-1)* (2).

2 Verkehrsanalyse 2013

2.1 Verkehrserhebung

Zur Ermittlung des derzeitigen Verkehrsgeschehens im Planungsraum wurden am Donnerstag, dem 11.04.2013 durch die Wasser- und Verkehrs- Kontor GmbH Verkehrserhebungen an den Knotenpunkten Bundesstraße B 207 / Zufahrt Fährhafen, Fährhafenstraße / An der Mole und An der Mole / Kampenweg gemäß den Empfehlungen für Verkehrserhebungen, EVE 12 (3) durchgeführt. Als Zeitraum der Verkehrserhebung wurde die nachmittägliche Spitzenverkehrszeit von 15.00 bis 19.00 Uhr erfasst. Die Spitzenstunde des Tages liegt zwischen 15.15 und 16.15 Uhr.

Die Lage der Zählstellen ist dem Bild 2.1 zu entnehmen. Die Verkehrsstärken des Erhebungszeitraumes werden in Bild 2.2 dargestellt. Gezeigt werden die Verkehrsstärken als Kraftfahrzeuge (Kfz) und dem davon anteiligen absoluten Schwerverkehr > 3,5 t (SV).

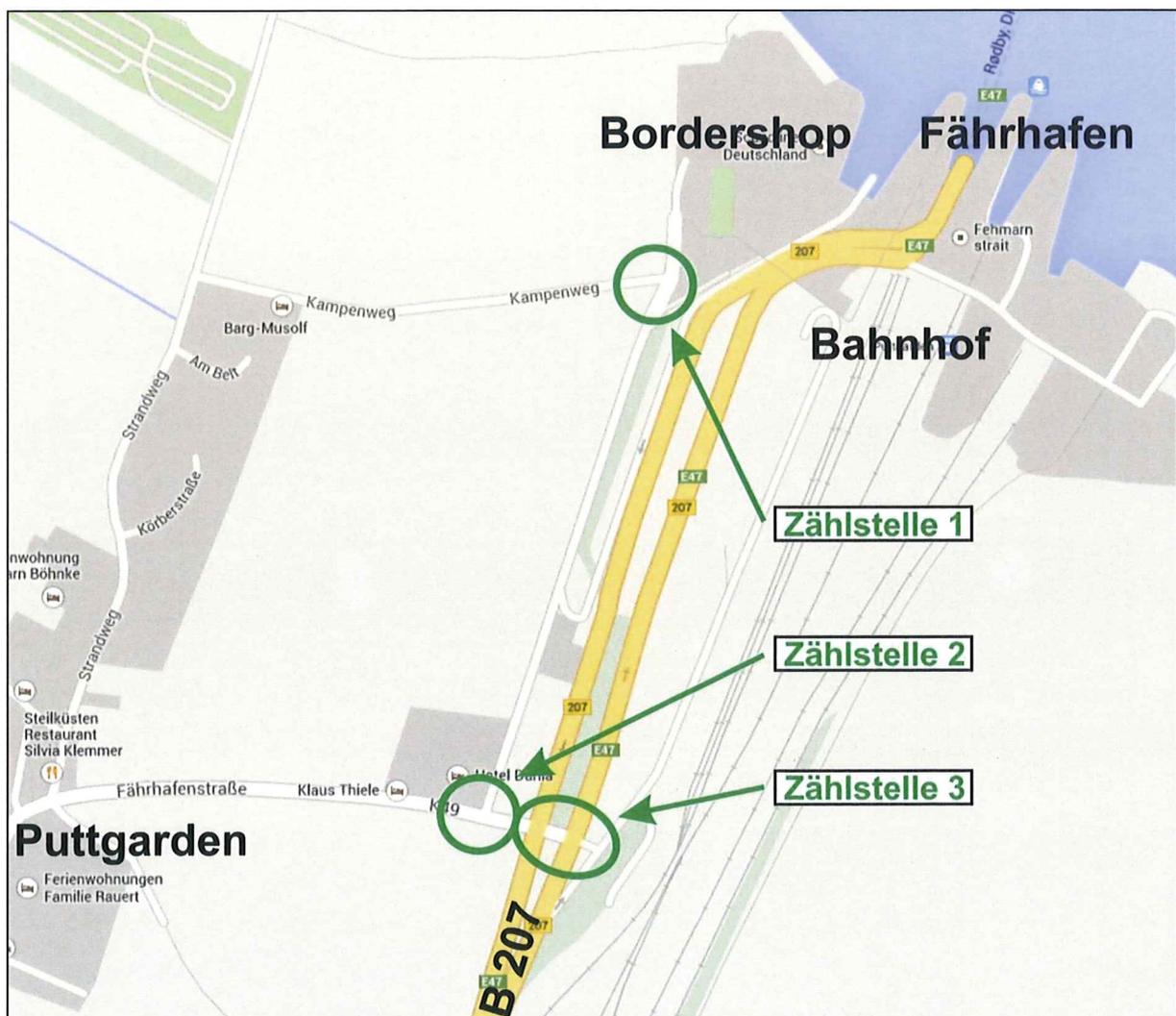


Bild 2.1: Übersichtsplan, Zählstellen

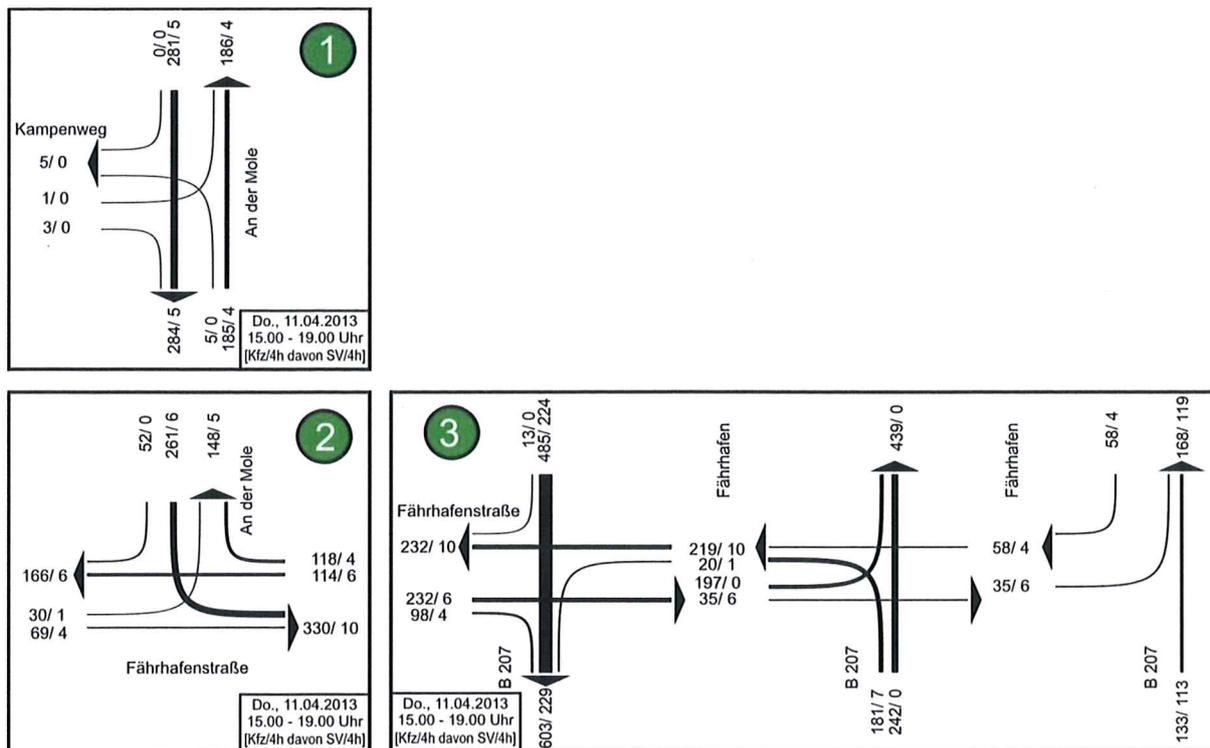


Bild 2.2: Verkehrsstärken der Knotenpunkte – Erhebungszeitraum

Desweiteren wurde eine automatische Verkehrserhebung im Zuge der *Fährhafenstraße* sowie der Straße *An der Mole* vorgenommen. Innerhalb der 24-stündigen Zählzeit wurden die Fahrzeuge in Viertelstundenintervallen fahrzeugspezifisch und richtungstrennt erfasst.

In der **Anlage 1** wird die Ganglinie des Erhebungstages sowohl für den Kfz-Verkehr als auch für den Schwerverkehr tabellarisch dargestellt.

2.2 Verkehrsverteilung

Ausgehend von eindeutigen Verkehrsrelationen an den erhobenen Knotenpunkten lässt sich der Verkehrsaustausch zwischen den Verkehrszellen *Fährhafen*, *Bordershop*, *Bahnhof*, *Puttgarden* und südlicher *E 47* ermitteln. Es zeigt sich der erwartete Hauptaustausch zwischen Fährhafen und der *E 47*.

Desweiteren ist durch die aktuelle Verkehrserhebung der Verbundverkehr zwischen den Einzelnutzungen bekannt. Hieraus rührt u.a. die Erkenntnis, dass ein Teil der Fährhafennutzer aus Richtung *E 47* kommend den Bordershop anfährt, um anschließend zum Fährhafen zu gelangen. Im Erhebungszeitraum beträgt dieser Anteil ca. 100 Kfz/4h.

Das nachfolgende Bild 2.3 stellt den Austausch zwischen den fünf betrachteten Verkehrszellen für den Erhebungszeitraum dar. Es werden hier ebenfalls die jeweiligen Anteile des Quellverkehrs (QV) sowie des Zielverkehrs (ZV) angegeben.

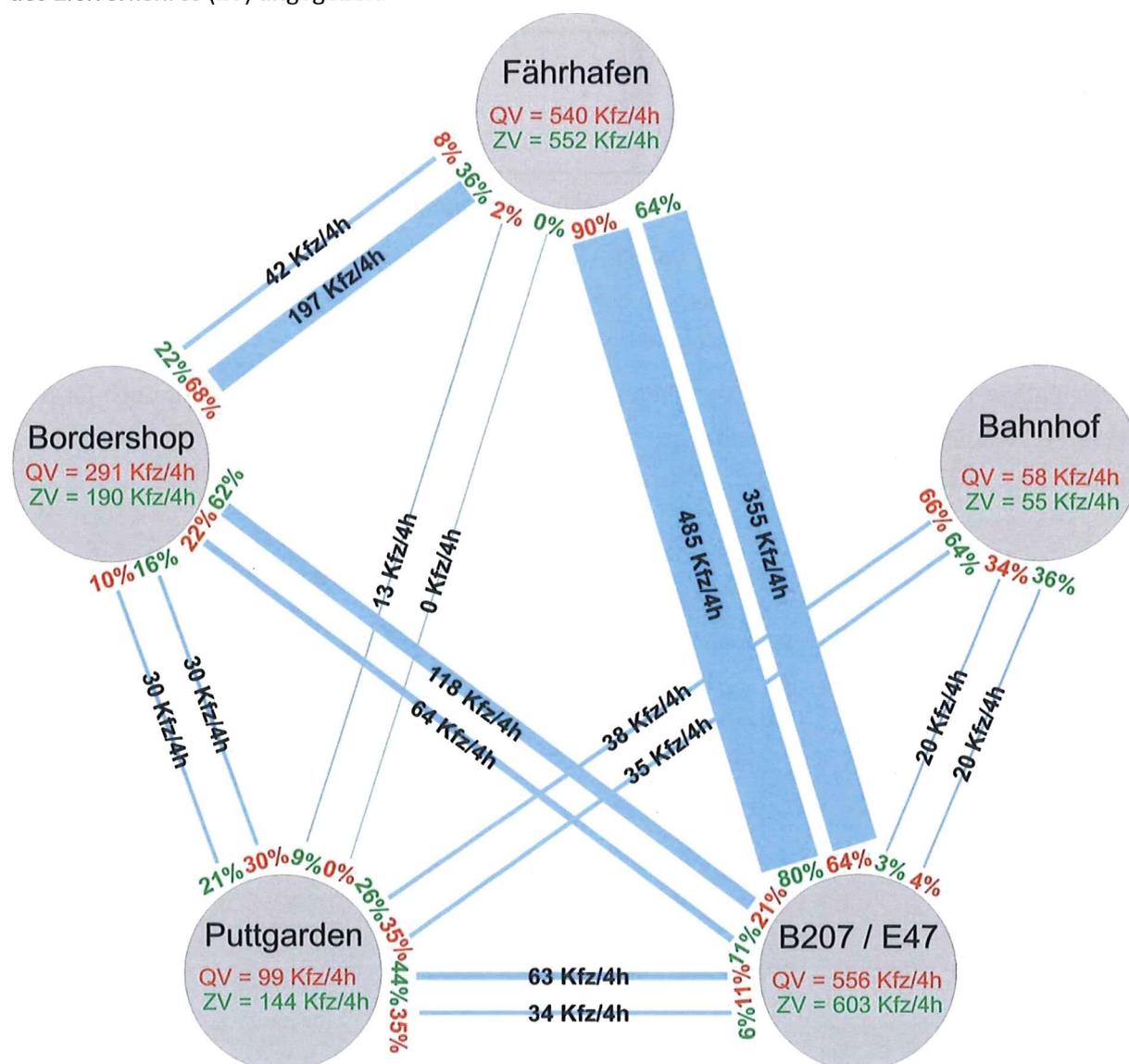


Bild 2.3: Verkehrsverteilung, 11.04.2013, 15.00 – 19.00 Uhr

2.3 Bemessungsverkehrsstärke - DTV

Der vorhandene Verkehr im Planungsraum wird im Wesentlichen durch den bestehenden Fährbetrieb geprägt. Die Hochrechnung des vierstündigen Erhebungszeitraumes (15.00 bis 19.00 Uhr) auf den durchschnittlichen Tagesverkehr eines Jahres (DTV) erfolgt daher über die durch die Firma Scandlines zur Verfügung gestellten Beförderungszahlen aus dem Jahr 2011. Die entsprechende Jahressganglinie wird im Bild 2.4 dargestellt. Demnach beträgt das Verkehrsaufkommen des Fährhafens im Mittel ca. 5.300 Kfz-Fahrten bei einem Schwerververkehrsanteil von ca. 500 Lkw/24h, was dem DTV entspricht. Es ergibt sich hieraus ein Hochrechnungsfaktor für den vierstündigen Erhebungszeitraum von 4,85 auf den DTV.

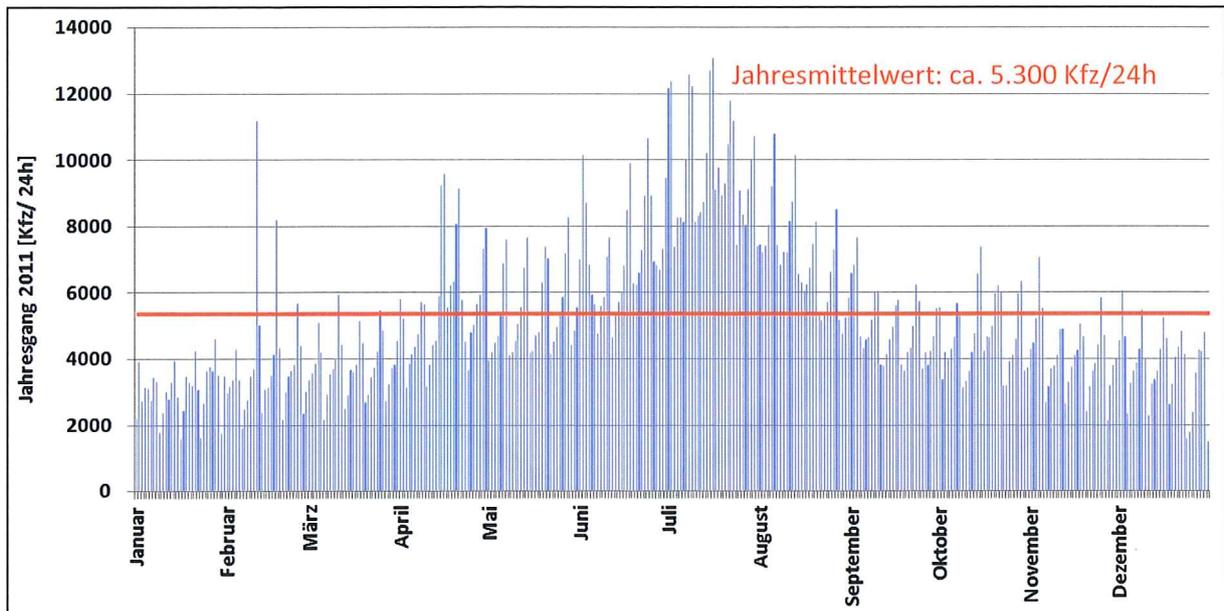


Bild 2.4: Jahresganglinie des Fährbetriebs, Scandlines (2011)

Das nachfolgende Bild 2.5 stellt den Austausch im durchschnittlichen Tagesverkehr (DTV) zwischen den fünf betrachteten Verkehrszellen dar.

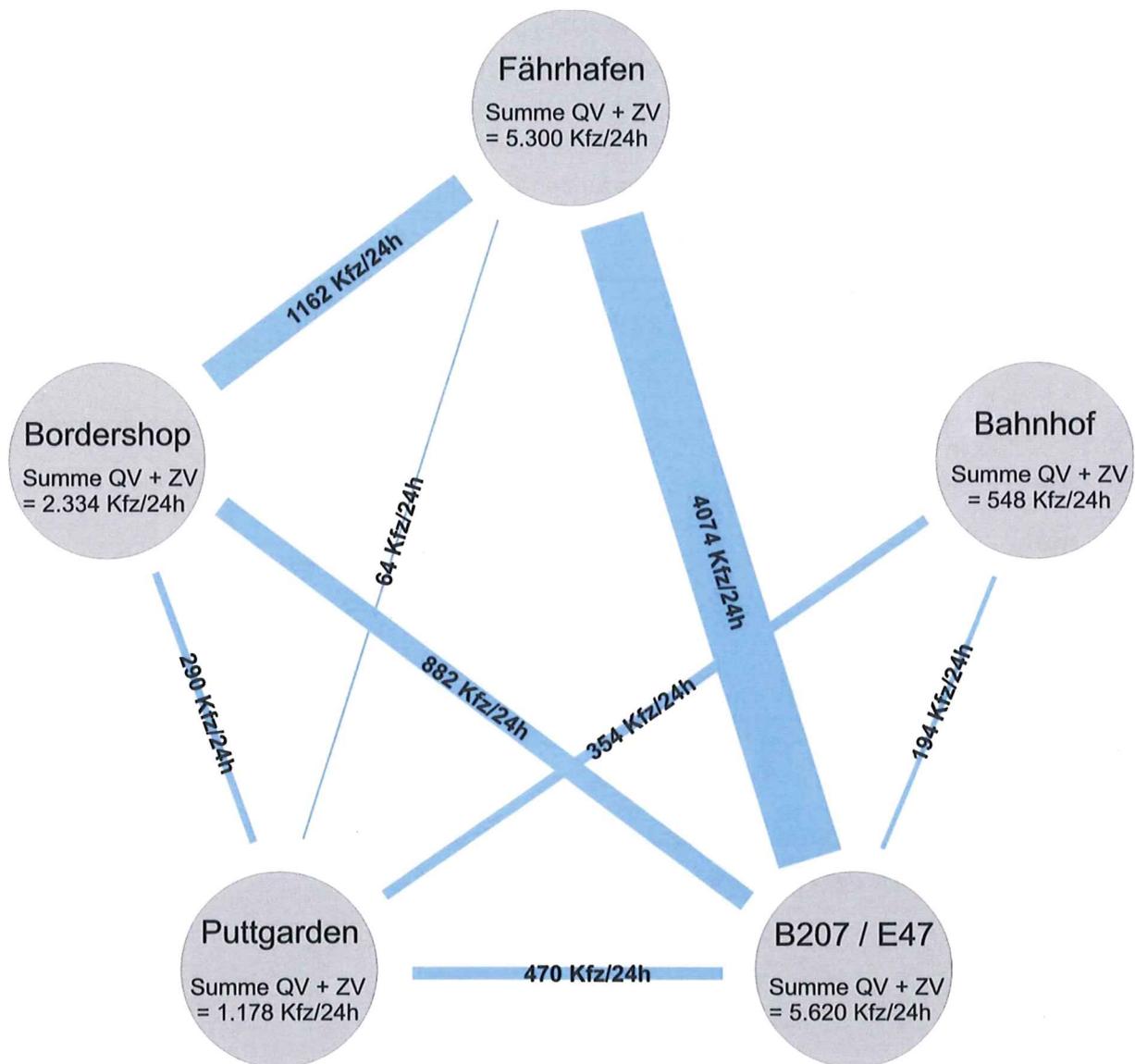


Bild 2.5: Verkehrsverteilung, Analyse 2013 (DTV)

3 Allgemeine Verkehrsentwicklung

Für die Grundbelastung der *Kreisstraße K 49* wird eine Verkehrsstärke von 3.300 Kfz/24h im DTV_w bzw. von 3.635 Kfz/24h im DTV gemäß des Nullfalls 2 des *Verkehrsgutachtens zur Hinterlandanbindung Fehmarnbeltquerung* (4) berücksichtigt. Hierbei wird eine allgemeine Verkehrsprognose bedingt durch bevölkerungsstrukturelle Entwicklungen, sowie Maßnahmen außerhalb des Planungsraumes, wie die Auswirkung der Anschlussstelle Avendorf und die Ortsumfahrung Burg, beachtet. Die Fortschreibung der allgemeinen Verkehrsentwicklung aus dem *Verkehrsgutachten zur Hinterlandanbindung Fehmarnbeltquerung* (4) vom Prognosejahr 2025 auf 2030 bedeutet einen Zuwachs von unter 1%. Diese Steigerung wird dabei nur auf den vorhandenen Verkehr berücksichtigt und lässt die in der dortigen Prognose erfassten sonstigen Gebietsentwicklungsmaßnahmen, deren Verkehrserzeugung für die Einzelmaßnahmen berechnet wurde unbeeinflusst. Wegen dieser Geringfügigkeit entsprechen im nachgeordneten Netz die Verkehre 2025 auch denen im Jahr 2030. Die Herstellung der Festen Fehmarnbeltquerung führt zu keiner relevanten Steigerung der Grundbelastung im nachgeordneten Netz des Planungsraumes, da hieraus resultierende zusätzliche Verkehre im Wesentlichen über die *E 47* abfließen.

4 Planfall 2030 „Fall B“

4.1 Bemessungsverkehrsstärke DTV

Der betrachtete Planfall geht von einer vollständigen Abwicklung der Kfz-Verkehre zwischen Rødby und Puttgarden über die geplante Feste Fehmarnbeltquerung aus. Demnach verlagern sich hierbei alle Quell- und Zielverkehre des jetzigen Fährbetriebs auf die neue Verbindung.

Das Verkehrsaufkommen des Bordershops wird weiterhin in bestehender Größe berücksichtigt, jedoch aufgrund des fehlenden Verbundeffektes zum Fährhafen mit einer stärkeren Orientierung in Richtung der geplanten Anschlussstelle Puttgarden.

Voraussichtlich wird der Bahnhof Puttgarden weiterhin für den Regionalverkehr genutzt. Es wird daher zur Absicherung auch im Planfall 2030 „Fall B“ der bisherige Quell- und Zielverkehr zwischen Bahnhof und der Ortslage Puttgarden sowie zwischen Bahnhof und der *E 47* in gleicher Höhe berücksichtigt.

Die Verkehrsbelastung auf der *Fährhafenanbindung* ergibt sich aus den Verkehren zwischen dem Bordershop bzw. dem Bahnhof und der Anschlussstelle Puttgarden. Sie beträgt im vorliegenden Planfall 2.238 Kfz/24h. Aufgrund der neuen Anschlussstelle Puttgarden wird der Verkehrsaustausch zwischen der Verkehrszelle Puttgarden und der südlichen *E 47* aus der *Fährhafenstraße* auf den Abschnitt der *Kreisstraße K 49* zwischen Ortslage und Anschlussstelle Puttgarden verlagert. Ausgehend von der Verkehrserhebung und anschließender Hochrechnung auf den Tagesverkehr umfasst dieser Anteil 470 Kfz/24h, die sich mit der Grundbelastung der *Kreisstraße K 49* überlagern, sodass sich für den Abschnitt nördlich der *Fährhafenanbindung* eine Verkehrsstärke von 4.105 Kfz/24h ergibt.

Für den Streckenabschnitt der *Kreisstraße K 49* zwischen der *Fährhafenanbindung* und der Anschlussstelle Puttgarden ergibt sich eine Verkehrsbelastung von 6.343 Kfz/24h. Nach Verlagerung der

470 Kfz/24h aus dem Abschnitt der *Fährhafenstraße* zwischen der Ortslage Puttgarden und dem Hafen verbleiben hier 764 Kfz/24h. Nachfolgend wird in Bild 4.1 der Austausch im durchschnittlichen Tagesverkehr (DTV) zwischen den vier betrachteten Verkehrszellen dargestellt. Die resultierenden Verkehrsbelastungen der Streckenabschnitte werden über das Bild 4.2 gezeigt.

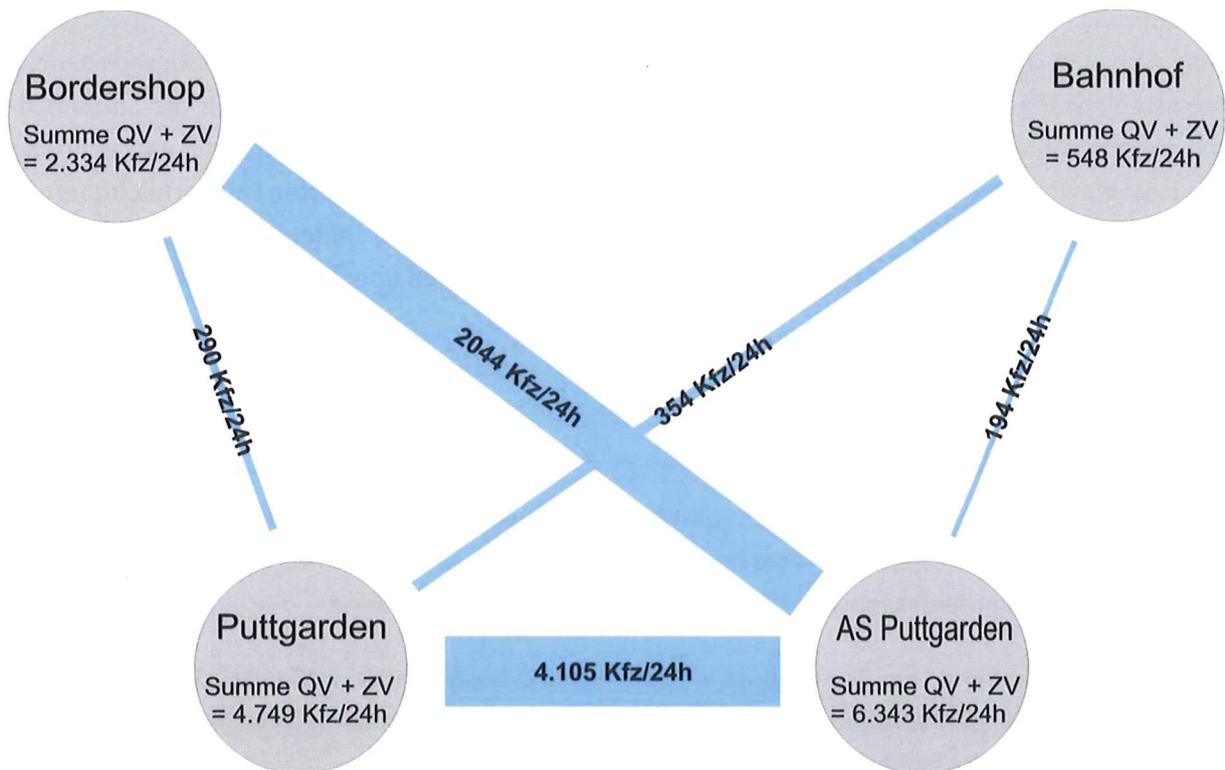


Bild 4.1: Verkehrsverteilung, Planfall 2030 „Fall B“ (DTV)

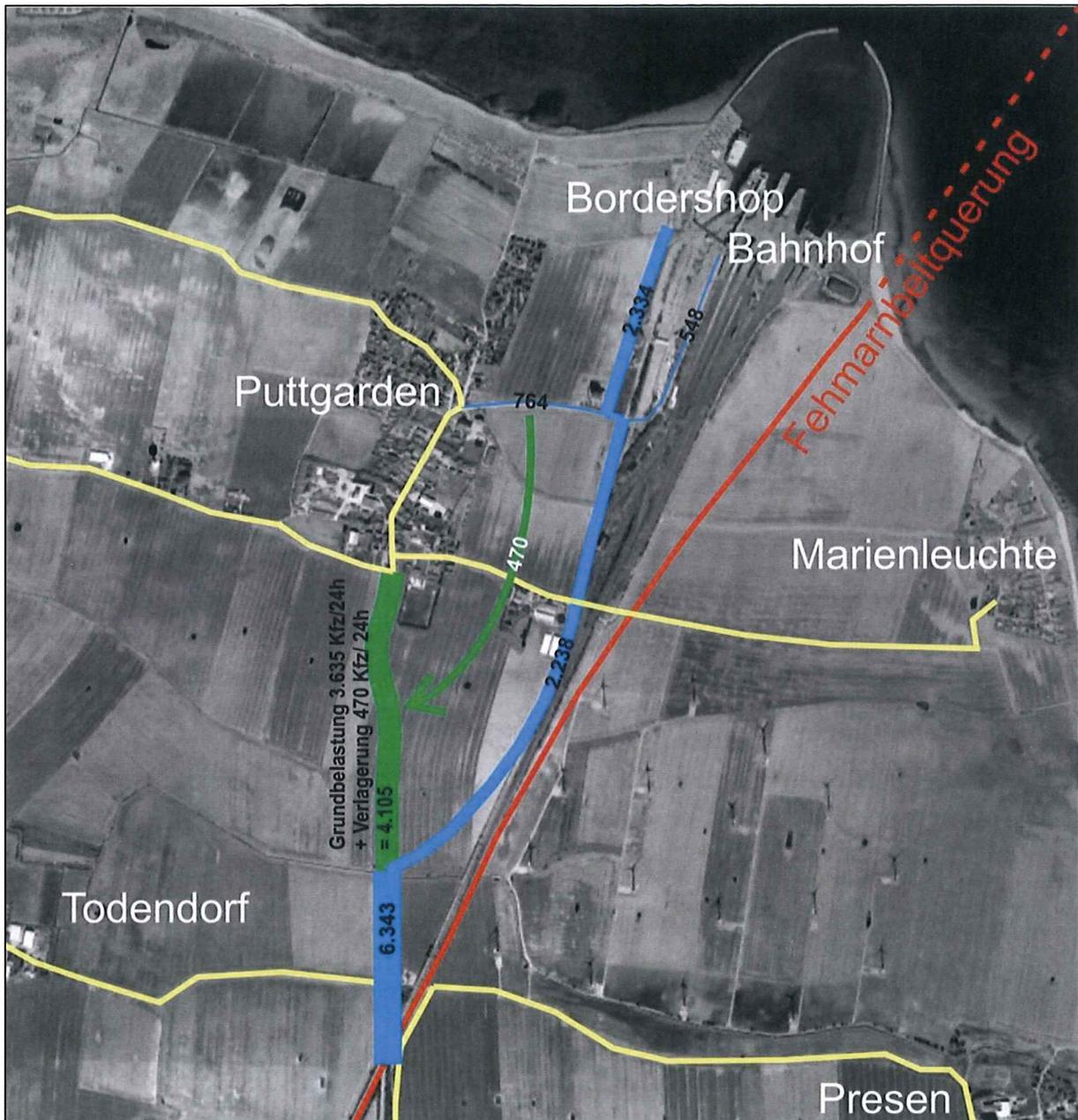


Bild 4.2: Verkehrsbelastung, Planfall 2030 „Fall B“ (DTV)

4.2 Bemessungsverkehrsstärke MSV

Die maßgebende stündliche Verkehrsstärke (MSV) stellt die Bemessungsgrundlage für die Beurteilung der Leistungsfähigkeit dar. Sie bezieht sich auf die 30. Stunde einer nach stündlichen Verkehrsstärken absteigend sortierten Dauerlinie der 8.760 Stunden eines Jahres. Hiervon wird die 30. höchste Stunde als Bemessungsverkehrsstärke ausgewählt. Dies bedeutet, dass in 29 Stunden des Jahres eine höhere Verkehrsstärke mit entsprechend schlechterem Verkehrsablauf in Kauf genommen wird, während in 8.730 Stunden geringere Verkehre und somit eine bessere Verkehrsqualität vorliegen. Eine Bewertung für die absolute Verkehrsspitze des Jahres ist gemäß der Richtlinie HBS (1) nicht zweckmäßig, weil dieses zu einer deutlichen Überdimensionierung der Verkehrsanlagen in den übrigen Tages des Jahres führen würde.

Zur Ermittlung der maßgeblichen stündlichen Verkehrsstärke (MSV) wird eine Umrechnung gemäß des Anteils der zugeordneten Dauerzählstelle 1532/1131 der intervallmäßigen Straßenverkehrszählung (2010) durchgeführt. Demnach beträgt die Verkehrsstärke in der MSV einen Anteil von 15,9 % des DTV.

Der Schwerverkehrsanteil des Bordershops und somit auch der *Fährhafenanbindung* beträgt gemäß der Verkehrserhebung zur Spitzenstunde ca. 1,5 %. Gemäß der intervallmäßigen Straßenverkehrszählung beträgt der Schwerverkehrsanteil der *Kreisstraße K 49* zur maßgebenden stündlichen Verkehrsstärke einen Anteil von 2,6 %.

Nachfolgend werden die resultierenden Verkehrsstärken des geplanten Knotenpunktes der *Fährhafenanbindung* an die *Kreisstraße K 49* sowie der *plangleichen Teilknotenpunkte* der Anschlussstelle Puttgarden dargestellt.

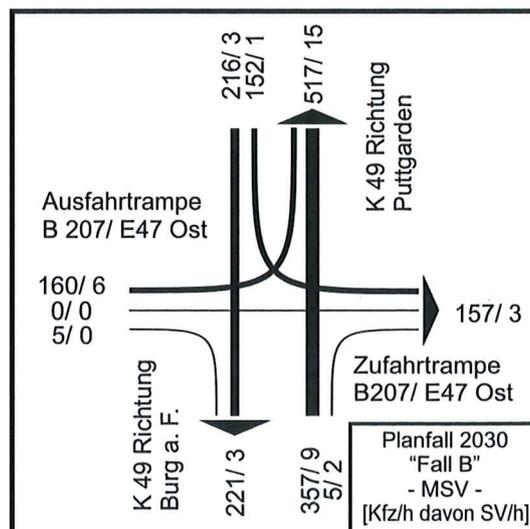
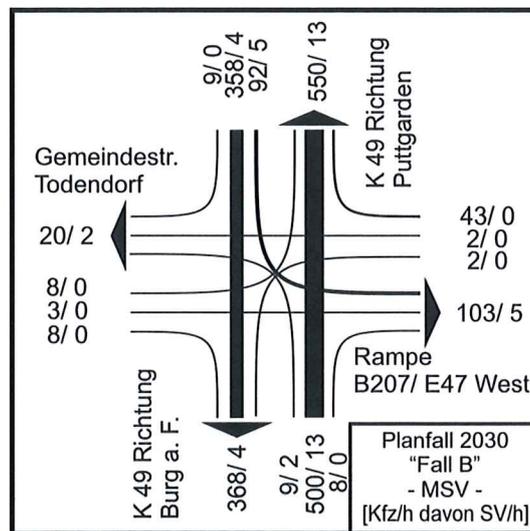
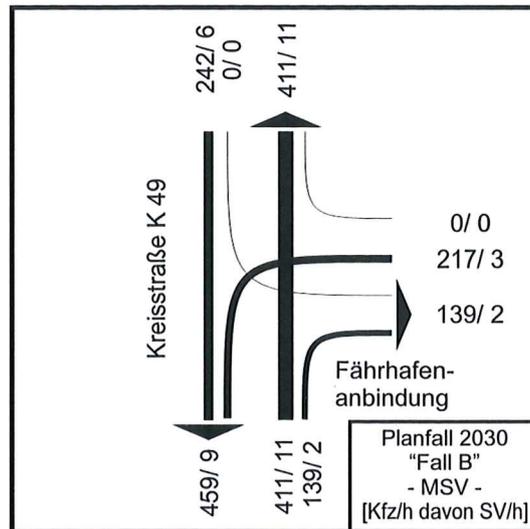


Bild 4.3: Planfall 2030 „Fall B“ (MSV)

4.3 Nachweis des Verkehrsflusses gemäß RAS-K-1

Um der Leichtigkeit des Verkehrsflusses und der Verkehrssicherheit auf klassifizierten Straßen außerhalb von Ortsdurchfahrten ausreichend Sorge zu tragen, ist ein behinderungsarmes Abbiegen aus der Hauptverkehrsstraße in Erschließungsstraßen anzustreben. Hierbei ist insbesondere der den nachfolgenden Verkehr behindernden Linksabbieger aus der Hauptstraße zu betrachten. Die *Kreisstraße K 49* ist gemäß der *Richtlinien für integrierte Netzgestaltung (RIN)* (5) als nahräumige Verbindung mit Verbindungsfunktionsstufe LS IV bzw. A III einzustufen.

Der Knotenpunkt *Kreisstraße K 49 / Fährhafenanbindung* weist bei Erhalt der *Kreisstraße K 49* als Vorfahrtbeziehung im Linksabbieger annähernd keine Verkehrsbelastung auf, da diese *Übereckbeziehung über die vorhandene nördlich gelegene Fährhafenstraße übernommen wird*. In diesem Fall kann auf die Einrichtung eines Linksabbiegestreifens an dieser Stelle verzichtet werden.

Am Knotenpunkt *Kreisstraße K 49 / Rampe E 47 West* beträgt die Verkehrsstärke des Hauptstromes, aus dem nach links auf die *E 47* abgelenkt wird, 459 Kfz/h (MSV). Die Anzahl der Linksabbieger beträgt zur nachmittäglichen Spitzenstunde 92 Kfz/h und liegt somit über dem Stufenwert von 50 Kfz/h. Zum Erhalt der Leichtigkeit des Verkehrsflusses ist die Einrichtung einer baulichen Abbiegehilfe in Form eines Linksabbiegestreifens nach Typ 1 erforderlich.

Am Knotenpunkt *Kreisstraße K 49 / Zufahrtrampe E 47 Ost* beträgt die Verkehrsstärke des Hauptstromes, aus dem nach links auf die *E 47* abgelenkt wird, 368 Kfz/h (MSV). Die Anzahl der Linksabbieger beträgt zur nachmittäglichen Spitzenstunde 152 Kfz/h und liegt somit deutlich über dem Stufenwert von 50 Kfz/h. Zum Erhalt der Leichtigkeit des Verkehrsflusses ist die Einrichtung einer baulichen Abbiegehilfe in Form eines Linksabbiegestreifens nach Typ 1 erforderlich.

gemäß RAS-K-1							
Einsatzbereich für Linksabbieger und Aufstellbereiche an zweistreifigen Straßen							
Straßenkategorie	Verkehrsstärke MSV [Kfz/h] in der Richtung aus der abgelenkt wird						
	100	200	300	400	500	600	>600
A I	2	2 1	1	1	1	1	1
A II	2	2	2 1	1	1	1	1
A III	3 2	2	2	2 1	1	1	1
A IV	3	3 2	2	2	2	2	2
A V	4 3	3	3 2	2	2	2	2
B II	keine zweistreifigen Straßen						
B III	3	3	3 2	2	2	2	2
B IV	4	4 3	3	3 2	2	2	2
C III	4	4	4 3	3	3 2	2	2
C IV	4	4	4	4 3	3	3 2	2
Anhaltspunkt für die Überlappungsbereiche:							
q _L ≥ 50 Kfz/h oder v _{max} - v _k > 20 km/h: höherer Entwurfsstandard							
q _L < 50 Kfz/h: niedrigerer Entwurfsstandard							

➔

Tabelle 4.1: Beurteilung nach RAS-K-1, Kreisstraße K 49

4.4 Nachweis der Leistungsfähigkeit gemäß HBS 01/09

4.4.1 Grundlagen

Die Beurteilung der Leistungsfähigkeit der Knotenpunkte erfolgt nach dem *Handbuch zur Bemessung von Straßenverkehrsanlagen* aus dem Jahr 2001/2009 (1).

Entsprechend des Handbuchs erfolgt eine Einstufung der Leistungsfähigkeit in Qualitätsstufen des Verkehrsablaufs (QSV). Diese werden mit den Buchstaben A bis F bezeichnet. Die Zuordnung einer Verkehrsanlage in eine Qualitätsstufe erfolgt anhand der berechneten mittleren Wartezeiten der Verkehrsteilnehmer. Die folgende Darstellung beschreibt die den QSV zugeordnete Verkehrsqualität.

- A: sehr gute Verkehrsbedingungen, nahezu keine Wartezeiten, kein Stau,
- B: gute Verkehrsbedingungen, hinnehmbare Wartezeiten, kein Stau,
- C: befriedigende Verkehrsbedingungen, Wartezeiten sind spürbar, geringer Stau,
- D: Auslastung des Knotenpunktes, deutliche Wartezeiten, nennenswerter Stau,
- E: Verkehr kann gerade noch abgewickelt werden, deutlicher Stau,
- F: unzureichende Verkehrsbedingungen, Abbau des Staus nach Spitzenstunde.

QSV	zulässige mittlere Wartezeit w [s] ohne Lichtsignalanlage
A	≤ 10
B	≤ 20
C	≤ 30
D	≤ 45
E	> 45
F	-

Tabelle 4.2: Zuordnung der Verkehrsanlagen zur QSV

Die Bewertung des gesamten Knotenpunktes erfolgt immer entsprechend der schwächsten Leistungsfähigkeit eines Fahrzeugstromes.

In der hier durchgeführten Berechnung der Leistungsfähigkeit sollte die Qualitätsstufe „D“ mit einer Wartezeit von ≤ 45 s bei Knotenpunkten ohne Lichtsignalanlage als höchstens zulässige Verkehrsqualität angestrebt werden. Die Qualitätsstufen E und F sind ein Indikator für eine nicht vorhandene Leistungsfähigkeit eines Knotenpunktes.

4.4.2 Berechnung

Grundlagen der Leistungsfähigkeitsberechnung sind die ermittelten Bemessungsverkehrsstärken (MSV). Gemäß der Verkehrsflussbetrachtung werden an den betrachteten Knotenpunkten der Anschlussstelle Puttgarden Linksabbiegestreifen in der Hauptrichtung berücksichtigt.

Gemäß des *Handbuchs für die Bemessung von Straßenverkehrsanlagen, HBS (1)* wird bei Knotenpunkten ohne Lichtsignalanlage die Staulänge berücksichtigt, die in 95 % der Zeit während eines Bemessungsintervalls nicht überschritten wird. Die folgende Tabelle 4.3 fasst die Ergebnisse der Leistungsfähigkeitsberechnungen zusammen.

Zusammenfassung der Leistungsfähigkeiten							
Betrachtungsfall	Bezeichnung	maßgebender Verkehrsstrom	mittl. Wartezeit [s]	Auslastung [%]	max. Staulänge [Kfz]	QSV [-]	Anlagennr.
Kreisstraße K 49 / Fährhafenanbindung							
Planfall 2030 „Fall B“ (MSV)	vorfahrtgeregelt, Kreisstraße K 49 als Vorfahrtstraße	Linkseinbieger in die südliche K 49	29,9	65	5	C	Anl. 2.1
Kreisstraße K 49 / Anschlussknoten West							
Planfall 2030 „Fall B“ (MSV)	vorfahrtgeregelt mit L-Streifen	Linkseinbieger in die nördliche Kreisstraße K 49	22,8	5	0	C	Anl. 2.2
Kreisstraße K 49 / Anschlussknoten Ost							
Planfall 2030 „Fall B“ (MSV)	vorfahrtgeregelt mit L-Streifen	Linkseinbieger in die nördliche Kreisstraße K 49	31,7	59	4	D	Anl. 2.3

Tabelle 4.3: Zusammenfassung der Leistungsfähigkeiten, Planfall 2030 „Fall B“

Kreisstraße K 49 / Fährhafenanbindung

Der Knotenpunkt ist bei Erhalt der Vorfahrtbeziehung der *Kreisstraße K 49* in der Lage das Verkehrsaufkommen des Planfalls 2030 „Fall B“ leistungsfähig mit der Qualitätsstufe „C“ des Verkehrsablaufes abzuwickeln. Der rechnerische Rückstau beträgt 5 Pkw-Einheiten (30 m) für den relevanten Verkehrsstrom des Linkseinbiegers in die *Kreisstraße K 49*.

Kreisstraße K 49 / Anschlussknoten B207/ E 47 West

Der Knotenpunkt ist bei Vorfahrtregelung ohne Lichtsignalanlage und mit Einrichtung zweier Linksabbiegestreifen im Zuge der *Kreisstraße K 49* in der Lage das Verkehrsaufkommen des Planfalls 2030 „Fall B“ leistungsfähig mit der befriedigenden Qualitätsstufe „C“ des Verkehrsablaufes abzuwickeln.

Kreisstraße K 49 / Anschlussknoten B207/ E 47 Ost

Der Knotenpunkt ist bei Vorfahrtregelung ohne Lichtsignalanlage und Einrichtung eines Linksabbiegestreifens in der Zufahrt der nördlichen *Kreisstraße K 49* in der Lage das Verkehrsaufkommen des Planfalls 2030 „Fall B“ leistungsfähig mit der ausreichenden Qualitätsstufe „D“ des Verkehrsablaufes abzuwickeln. Der Linksabbiegestreifen ist hierfür jedoch maßgeblich verantwortlich.

4.5 Schlussfolgerung aus Planfall 2030 „Fall B“

Der Planfall 2030 „Fall B“, welcher eine vollständige Verlagerung der Verkehre von der Fährverbindung Puttgarden – Rødby annimmt, stellt keine unüblich hohe Verkehrsbelastung für vorfahrtgeregeltere Knotenpunkte dar, so dass diese die erwarteten Verkehre leistungsfähig abwickeln können.

Aufgrund der unter diesen Voraussetzungen ergeben sich folgende Schlussfolgerungen:

- Vorfahrtstraßenführung am Knotenpunkt *Kreisstraße K 49 / Fährhafenanbindung* liegt im Verlauf der *Kreisstraße K 49*
- Beide plangleichen Teilknotenpunkte der Anschlussstelle Puttgarden erfordern Linksabbiegestreifen.
- Die Verkehre werden vorfahrtgeregelt an den drei Knotenpunkten abgeleitet.

5 Planfall 2030 „Fährbetrieb parallel zur FBQ“

5.1 Bemessungsverkehrsstärke DTV

Im vorliegenden Planfall wird untersucht, ob die bisher geplante Verkehrsführung der Anschlussstelle Puttgarden bei der Annahme eines parallelen Fährverkehrs ausreicht. Im Weiteren werden planerische Vorschläge unterbreitet, um die Anschlussstelle so auszubilden, damit die Verkehre leistungsfähig abgewickelt werden können.

In Kapitel 8 der fortgeschriebenen FTC-Studie (Anlage 26.3) wurde basierend auf dem „Fall B“ in zwei Planfällen ein Fährbetrieb Rødby – Puttgarden parallel zur Fehmarnbeltquerung untersucht. Als Ergebnis wurde festgestellt, dass bei einer zweistündlichen Bedienung (Variante PFA) ein DTV von 1.326 Kfz/24h / davon 269 SV/24h erreicht würde. Bei einer Ausweitung des Fährangebotes auf eine stündliche Bedienung (Variante PFB) stiege der DTV auf 1.726 Kfz/24h / davon 332 SV/24h an.

Für die verkehrliche Grundlast des Straßennetzes wird das Verkehrsaufkommen des Bordershops weiterhin in bestehender Größe berücksichtigt. Aber auch in einem Planfall mit Fährbetrieb stellt sich eine stärkere Ausrichtung der Verkehre des Bordershop in Richtung der Anschlussstelle Puttgarden und der E 47 ein, da dort die größere Verkehrsleistung erbracht würde, aus welcher die Kunden geworben werden. Folglich wird dessen Verkehr entsprechend des Planfalls 2030 „Fall B“ als Hin- und Rückfahrt von der E 47 berücksichtigt. Dieser Ansatz liegt damit zur Bemessung der Verkehrsanlagen auf der sicheren Seite, da die Verkehre nicht wie heute nur im Zielverkehr auftreten und anschließend über den Fährhafen aus dem Straßennetz verschwinden.

Auch im Planfall 2030 „Fährbetrieb parallel zur FBQ“ wird der Bahnhof Puttgarden weiterhin für den Regionalverkehr genutzt. Es wird daher der bisherige Quell- und Zielverkehr zwischen Bahnhof und der Ortslage Puttgarden sowie zwischen Bahnhof und der E 47 in gleicher Höhe berücksichtigt.

Aufgrund der neuen Anschlussstelle Puttgarden wird auch in diesem Planfall der Verkehrsaustausch zwischen der Verkehrszelle *Puttgarden* und der südlichen E 47 aus der *Fährhafenstraße* auf den Abschnitt der *Kreisstraße K 49* zwischen Ortslage und Anschlussstelle Puttgarden verlagert.

An dieser Stelle wird deutlich, dass sich die vom Fährhafen unabhängigen Verkehre des Bordershops, des Bahnhofes und der Ortslage Puttgarden vergleichbar der Verkehrsverteilung des Planfalls 2030 „Fall B“ sein werden. Die dort erläuterten Verkehrsstärken des DTV stellen für den Planfall 2030 „Fährbetrieb parallel zur FBQ“ daher eine verkehrliche Grundlast dar, auf welche die Verkehre des parallelen Fährbetriebes aufgeschlagen werden.

Nachfolgend wird in Bild 5.1 der Austausch im durchschnittlichen Tagesverkehr (DTV) zwischen den betrachteten Verkehrszellen dargestellt. Die resultierenden Verkehrsbelastungen der Streckenabschnitte werden über das Bild 5.2 gezeigt.

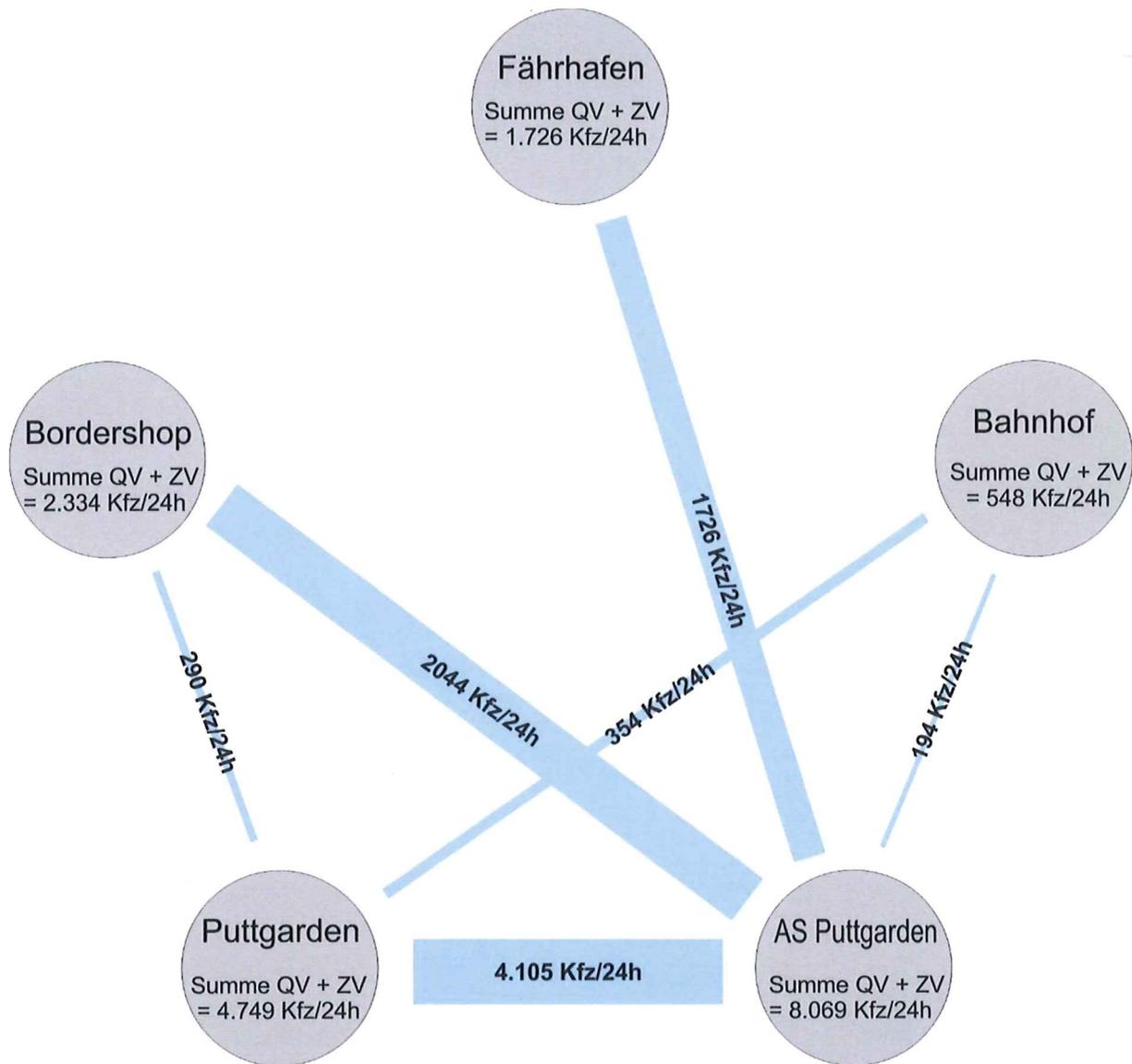


Bild 5.1 Verkehrsverteilung, Planfall 2030 „Fährbetrieb parallel zur FBQ“ (DTV)

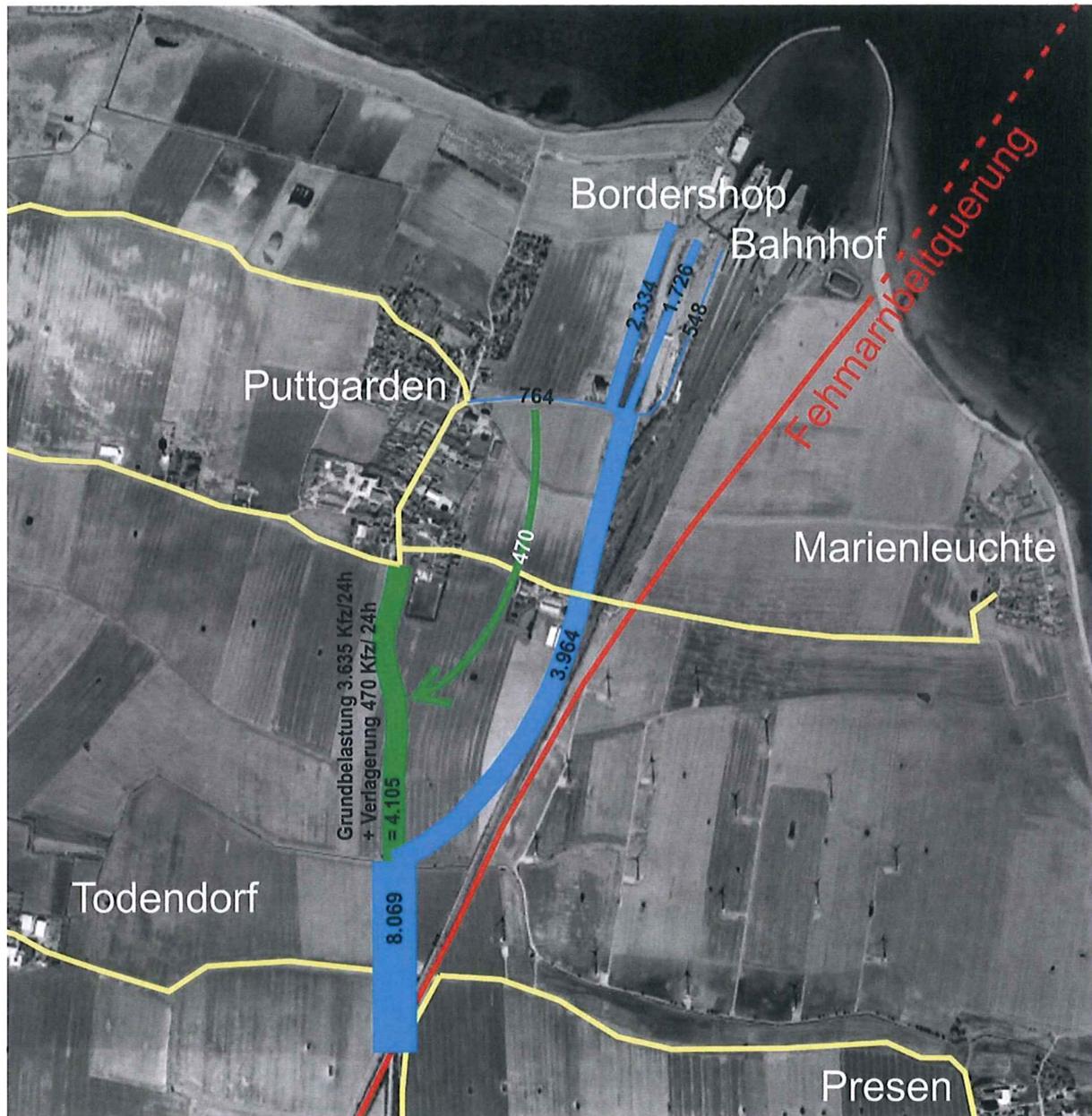


Bild 5.2: Verkehrsbelastung, Planfall 2030 „Fährbetrieb parallel zur FBQ“ (DTV)

5.2 Bemessungsverkehrsstärke MSV

Wie unter Abschnitt 4.2 beschrieben, stellt die maßgebende stündliche Verkehrsstärke (MSV), welche die 30. höchste Stunde des Verkehrsablaufes eines Jahres abbildet, die übliche Bemessungsgrundlage der Verkehrsanlagen dar.

Im Planfall 2030 „Fährbetrieb parallel zur FBQ“ bildet sich die Bemessungsverkehrsstärke daher zum einen aus der verkehrlichen Grundlast, welche wie auch im Planfall 2030 „Fall B“ über den Anteil von 15,9% der MSV am DTV auf den Stundenwert heruntergebrochen wird, so dass die verkehrliche Grundlast im Straßennetz genau dem Planfall 2030 „Fall B“ entspricht.

Der Planfall 2030 „Fährbetrieb parallel zur FBQ“ beaufschlagt nunmehr diese Grundbelastung mit der ebenfalls über den Anteil von 15,9% aus dem DTV der Fährverkehre aus der Variante PFB berechneten MSV. Der prognostizierte DTV von 1.726 Kfz/24h / davon 332 SV/24h beträgt damit in der MSV 274 Kfz/h / davon 52 SV/h in der Summe aus Quell- und Zielverkehr der Fährverbindung. Die Verkehrsstärken je Fahrtrichtung werden sich gleichmäßig aufteilen, so dass in der MSV 137 Kfz/h / davon 26 SV/h im Quellverkehr und ebenfalls im Zielverkehr zwischen dem Fährhafen und der *E 47 Süd* berücksichtigt werden.

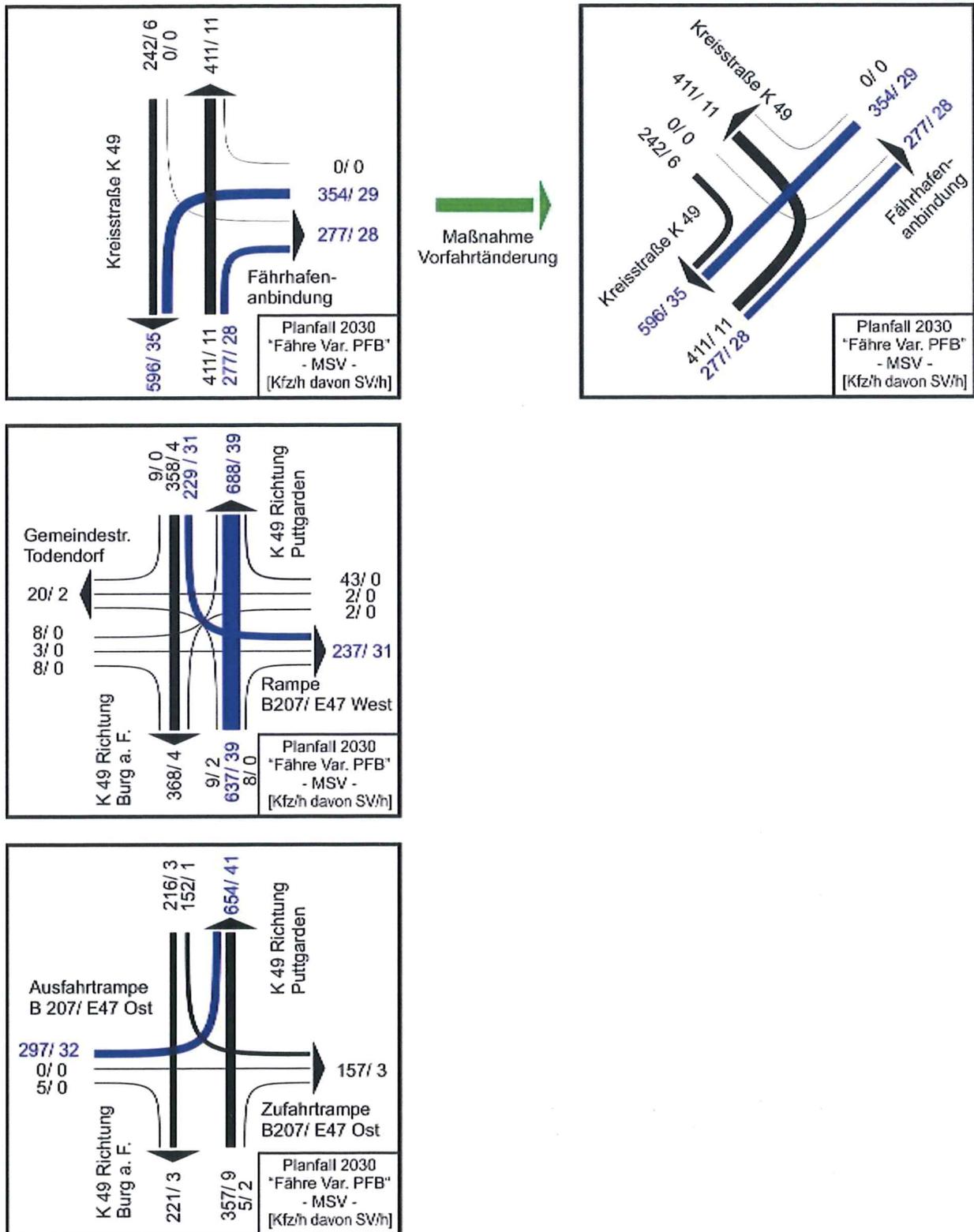


Bild 5.3: Planfall 2030 „Fährbetrieb parallel zur FBQ“ (MSV)

5.3 Nachweis der Leistungsfähigkeit gemäß HBS 01/09

5.3.1 Berechnung

Grundlagen der Leistungsfähigkeitsberechnung sind die ermittelten Bemessungsverkehrsstärken (MSV). Gemäß der Verkehrsflussbetrachtung nach Abschnitt 4.3 für den Planfall 2030 „Fall B“ werden an den betrachteten plangleichen Teilknotenpunkten der Anschlussstelle Puttgarden Linksabbiegestreifen in der Hauptrichtung berücksichtigt.

Gemäß des *Handbuchs für die Bemessung von Straßenverkehrsanlagen, HBS (1)* wird bei Knotenpunkten ohne Lichtsignalanlage die Staulänge berücksichtigt, die in 95 % der Zeit während eines Bemessungsintervalls nicht überschritten wird; bei Knotenpunkten mit Lichtsignalanlage beträgt die Sicherheit 90%. Die folgende Tabelle 5.1 fasst die Ergebnisse der Leistungsfähigkeitsberechnungen zusammen.

Zusammenfassung der Leistungsfähigkeiten							
Betrachtungsfall	Bezeichnung	maßgebender Verkehrsstrom	mittl. Wartezeit [s]	Auslastung [%]	max. Staulänge [Kfz]	QSV [-]	Anlagennr.
Kreisstraße K 49 / Fährhafenanbindung							
Planfall 2030 "Fährbetrieb parallel zur FBQ" (MSV)	vorfahrtgeregelt, Kreisstraße K 49 als Vorfahrtstraße	Linkseinbieger in die südliche K 49	> 100	122	46	F	Anl. 3.1.1
Planfall 2030 "Fährbetrieb parallel zur FBQ" (MSV)	vorfahrtgeregelt mit L-Streifen, Fährhafenstraße als Vorfahrtstraße	Rechtseinbieger aus Richtung Puttgarden	8,7	37	2	A	Anl. 3.1.2
Kreisstraße K 49 / Anschlussknoten West							
Planfall 2030 "Fährbetrieb parallel zur FBQ" (MSV)	vorfahrtgeregelt mit L-Streifen	Linkseinbieger von Todendorf in die nördliche Kreisstraße K 49	81,7	15	1	E	Anl. 3.2.1
Planfall 2030 "Fährbetrieb parallel zur FBQ" (MSV)	Lichtsignalanlage mit L-Streifen	Linkseinbieger von Todendorf in die nördliche Kreisstraße K 49	37,2	7	1	C	Anl. 3.2.2
Kreisstraße K 49 / Anschlussknoten Ost							
Planfall 2030 "Fährbetrieb parallel zur FBQ" (MSV)	vorfahrtgeregelt mit L-Streifen	Linkseinbieger in die nördliche Kreisstraße K 49	> 100	114	33	F	Anl. 3.3.1
Planfall 2030 "Fährbetrieb parallel zur FBQ" (MSV)	Lichtsignalanlage mit L-Streifen	Linkseinbieger in die Zufahrtrampe E47	33,6	45	4	B	Anl. 3.3.2

Tabelle 5.1: Zusammenfassung der Leistungsfähigkeiten, Planfall 2030 „Fährbetrieb parallel zur FBQ“

Kreisstraße K 49 / Fährhafenanbindung

Der Knotenpunkt ist bei Erhalt der Vorfahrtbeziehung der *Kreisstraße K 49* nicht in der Lage das Verkehrsaufkommen des Planfalls 2030 „Fährbetrieb parallel zur FBQ“ abzuwickeln. Erst mit Veränderung der Vorfahrtbeziehung von der *Kreisstraße K 49 Süd* in die *Fährhafenanbindung* kann die Leistungsfähigkeit eines vorfahrtgeregelten Knotenpunktes mit der Qualitätsstufe „A“ des Verkehrsablaufes wieder erreicht werden. Der rechnerische Rückstau beträgt 2 Pkw-Einheiten (12 m) für den relevanten Verkehrsstrom des Rechtseinbiegers von der abgekröpften *Kreisstraße K 49 Nord* in die in die *Kreisstraße K 49 Süd*.

Kreisstraße K 49 / Anschlussknoten B207/ E 47 West

Der Knotenpunkt ist bei Vorfahrtregelung ohne Lichtsignalanlage und mit Einrichtung zweier Linksabbiegestreifen im Zuge der *Kreisstraße K 49* nicht in der Lage das Verkehrsaufkommen des Planfalls 2030 „Fährbetrieb parallel zur FBQ“ abzuwickeln. Hier wird nur die Qualitätsstufe „E“ des Verkehrsablaufes erreicht.

Um die Leistungsfähigkeit wiederherzustellen, ist die Einrichtung einer Lichtsignalanlage erforderlich. Durch diese Maßnahme ist es möglich den Knotenpunkt leistungsfähig zu betreiben. Beispielsweise kann der *Kreisstraße K 49* eine größere Freigabezeit eingeräumt werden, als den beiden untergeordneten Knotenpunktarmen. Mit dieser beispielhaften Signalsteuerung kann die Qualitätsstufe „C“ des Verkehrsablaufes erreicht werden. Sie wird durch die Gemeindestraße aus Todendorf bestimmt, während die *Kreisstraße K 49* eine Qualitätsstufe „B“ erreicht (siehe Anlage 3.2.2)

Kreisstraße K 49 / Anschlussknoten B207/ E 47 Ost

Der Knotenpunkt ist bei Vorfahrtregelung ohne Lichtsignalanlage und Einrichtung eines Linksabbiegestreifens in der Zufahrt der nördlichen *Kreisstraße K 49* nicht in der Lage das Verkehrsaufkommen des Planfalls 2030 „Fährbetrieb parallel zur FBQ“ abzuwickeln. Hier wird die Qualitätsstufe „F“ des Verkehrsablaufes erreicht.

Um die Leistungsfähigkeit wiederherzustellen, ist die Einrichtung einer Lichtsignalanlage erforderlich. Durch diese Maßnahme ist es möglich den Knotenpunkt leistungsfähig zu betreiben. Mit der in Anlage 3.3.2 dargestellten beispielhaften Signalsteuerung kann die Qualitätsstufe „B“ des Verkehrsablaufes erreicht werden.

5.4 Schlussfolgerung aus Planfall 2030 „Fährbetrieb parallel zur FBQ“

Der Planfall 2030 „Fährbetrieb parallel zur FBQ“, welcher auf Grundlage des Kapitel 8 der fortgeschriebenen FTC-Studie (Anlage 26.3) zusätzlich eine Verkehrsstärke berücksichtigt, welche über die Fähre abgewickelt würde zeigt, dass die noch im Planfall 2030 „Fall B“ ausreichenden Maßnahmen hier nicht mehr genügen, um den Verkehr leistungsfähig abzuwickeln.

Aufgrund der unter diesen Voraussetzungen ergeben sich folgende Schlussfolgerungen:

- Vorfahrtstraßenführung am Knotenpunkt *Kreisstraße K 49 / Fährhafenanbindung* wird verlegt in den Verlauf *Kreisstraße K 49 Süd* in die *Fährhafenanbindung*. Die nördliche *Kreisstraße K 49* aus Puttgarden ist an den neuen Vorfahrtstraßenverlauf abzukröpfen und anzupassen. Die Verkehre werden am Knotenpunkt *Kreisstraße K 49 / Fährhafenanbindung* dann vorfahrtgerecht abgeleitet.
- Alle drei plangleichen Knotenpunkte erfordern Linksabbiegestreifen.
- Die beiden plangleichen Teilknotenpunkte an der Anschlussstelle Puttgarden müssen zwingend Lichtsignalanlagen erhalten.

6 Planfall 2030 „Fährbetrieb Spitzenlast“

6.1 Bemessungsverkehrsstärke DTV

Im vorliegenden Planfall 2030 „Fährbetrieb Spitzenlast“ wird untersucht, ob die Anschlussstelle Puttgarden auch unter Berücksichtigung der Besonderheiten eines Fährverkehrs ausreichend dimensioniert ist.

Für die Beurteilung des Verkehrsablaufes an den Verkehrsanlagen ist unerheblich, wie hoch der aus einer Weiternutzung des Fährhafens resultierende DTV ist. Ausschlaggebend für das Straßennetz ist dabei vielmehr die Spitzenbelastung der Verkehrsanlagen durch die pulkartige Entladung einer Fähre mit 300 Kfz innerhalb eines Zeitraumes von 10 Minuten, welche das Straßennetz kurzzeitig in einer Fahrtrichtung hoch belastet und anschließend auf ein Normalmaß zurück fällt.

6.2 Bemessungsverkehrsstärke - 10 Minuten Verkehrsspitze

Wie unter Abschnitt 4.2 beschrieben, stellt die maßgebende stündliche Verkehrsstärke (MSV), welche die 30. höchste Stunde des Verkehrsablaufes eines Jahres abbildet, die übliche Bemessungsgrundlage der Verkehrsanlagen dar.

Im Planfall 2030 „Fährbetrieb Spitzenlast“ bildet sich die Bemessungsverkehrsstärke daher zum einen aus der verkehrlichen Grundlast, welche wie auch im Planfall 2030 „Fall B“ über den Anteil von 15,9% der MSV am DTV auf den Stundenwert heruntergebrochen wird, so dass die verkehrliche Grundlast im Straßennetz genau dem Planfall 2030 „Fall B“ entspricht.

Der Planfall 2030 „Fährbetrieb Spitzenlast“ beaufschlagt nunmehr diese Grundbelastung mit einem Zufluss zum Fährhafen in Größenordnung einer Vollbeladung einer Fähre mit 300 Kfz von der E 47 Süd kommend. Dieser Zufluss zum Fährhafen wird gleichmäßig über einen Zeitraum von einer Stunde angenommen. Zusätzlich resultiert in der Gegenrichtung aber ein für die Bemessung der Verkehrsanlage besonderer Verkehrszustand mit einer Fährankunft, welche sich dadurch auszeichnet, dass innerhalb von 10 Minuten ein Fahrzeugpulk von 300 Kfz die Fähre verlässt und in Richtung E 47 Süd fährt.

Dieser besondere Verkehrszustand stellt den Bemessungsansatz für die Leistungsfähigkeitsbetrachtung dar. Dabei wird die Fährrentladung von 300 Kfz über einen Zeitraum von 10 Minuten als ungünstigster Belastungsfall berücksichtigt. Das bedeutet, dass für die Dimensionierung der Verkehrsanlage nur ein Zeitraum von 10 Minuten innerhalb der 30. höchsten stündlichen Verkehrsbelastung maßgebend wird. Da dieser Bemessungsfall nicht mit den üblichen Bemessungsverfahren des *Handbuchs für die Bemessung von Straßenverkehrsanlagen, HBS (1)* untersucht werden kann, wurde durch das Ingenieurbüro Ramboll-Arup-TEC JV eine Verkehrsflusssimulation durchgeführt, um zu einer Bewertung der Verkehrssituation innerhalb der für die Bemessung maßgebenden 10 Minuten zu kommen.

Aus den Verkehrsstärken der in Abschnitt 2.1 beschriebenen Erhebung (siehe Bild 2.2) und der MSV des Planfalls 2030 „Fall B“ lässt sich für die drei Knotenpunkte eine Verkehrsbeziehungsmatrix ableiten,

welche um die Fährverkehre ergänzt wird. Diese Matrix dient als Grundlage der Verkehrsflusssimulation und wird in der Tabelle 6.1 über die Stundenwerte der MSV und in der Tabelle 6.2 über die für die Beurteilung der Verkehrsanlagen maßgebenden 10 Minuten dargestellt. Die durch X gekennzeichneten Tabellenfelder enthalten Verkehrsbeziehungen, die nicht über die drei betrachteten Knotenpunkte abgewickelt werden; sie fließen daher nicht in die weitere Beurteilung ein.

nach \ von [MSV]	Puttgarden	Süd (E47)	Burg (K49)	Todendorf	Nord (E47)	Bordershop + Bahnhof	Fähre (10min)	Summe ohne X
Puttgarden		49	343	8	10	69	0	410
Süd (E47)	26		8	3	373	64	300	401
Burg (K49)	207	5		8	2	0	0	222
Todendorf	9	0	9		2	0	0	20
Nord (E47)	0	273	5	0		152	0	157
Bordershop + Bahnhof	50	106	0	0	32		0	138
Fähre	0	300	0	0	0	0		300
Summe ohne X	242	460	365	19	46	216	300	

Tabelle 6.1: Verkehrsbeziehungsmatrix Stundenwerte MSV in Kfz/h

nach \ von [10 min]	Puttgarden	Süd (E47)	Burg (K49)	Todendorf	Nord (E47)	Bordershop + Bahnhof	Fähre (10min)	Summe ohne X
Puttgarden		8	57	1	2	12	0	68
Süd (E47)	4		1	1	62	11	300	317
Burg (K49)	35	1		1	0	0	0	37
Todendorf	2	0	2		0	0	0	4
Nord (E47)	0	46	1	0		25	0	26
Bordershop + Bahnhof	8	18	0	0	5		0	23
Fähre	0	50	0	0	0	0		50
Summe ohne X	41	77	61	3	7	36	300	

Tabelle 6.2: Verkehrsbeziehungsmatrix 10 Minuten-Werte in Kfz/10 min

6.3 Beurteilung der Verkehrsqualität durch Verkehrsflusssimulation

6.3.1 Grundlagen des Verfahrens

Durch das Ingenieurbüro Ramboll-Arup-TEC JV wurde anhand der Verkehrsbeziehungsmatrix der Tabelle 6.2 eine Verkehrsflusssimulation zur Beurteilung der Verkehrssituationen durchgeführt.

Die Verkehrssimulation mit dem Programmsystem VISSIM stellt eine mikroskopische und damit fahrzeuggenaue Betrachtung von Verkehrssituationen und Zusammenhängen eines Straßennetzes dar. Durch die Beeinflussung der Fahrzeuge untereinander hinsichtlich der einzuhaltenden Abstände und des Beschleunigungs- und Bremsverhaltens wird eine realistische Verkehrssituation simuliert. Hierdurch soll eine Bewertung der Auswirkung von geplanten Vorhaben erleichtert werden.

Grundlage bildet ein Straßennetzmodell, in welchem Knotenpunkte mit Vorfahrtregelungen und Störungsstellen modelliert werden.

In das mikroskopische Verkehrsmodell werden aus der Verkehrsbeziehungsmatrix für jeden Zufahrtsquerschnitt die Anteile übertragen und der Routenentscheidung der Fahrzeuge zugrunde gelegt. Ebenfalls wird die Verkehrsstärke des Quellverkehrs der Verkehrszellen übergeben. Dieser wird an den Zufahrtquerschnitten über eine Zufallsverteilung in das Straßennetzmodell eingespeist und befährt dieses entlang der Routenentscheidungen nach den Gesetzmäßigkeiten eines Fahrzeugfolgmodells.

Das Programmsystem *VISSIM* basiert auf einem Fahrzeugfolgmodell für die Nachbildung der Kolonnenfahrt von *WIEDEMANN (1974)* auf einem Fahrstreifen sowie einem Fahrstreifenwechselmodell.

Wesentlich für die Güte des Simulationssystems ist die Qualität des Verkehrsflussmodells, d.h. des Verfahrens, nach dem die Fahrzeuge im Netz bewegt werden. *VISSIM* verwendet das psycho-physische Wahrnehmungsmodell von *WIEDEMANN (1974)*. Die Grundidee des Modells mündet in der Erkenntnis, dass der Fahrer eines schneller fahrenden Fahrzeuges bei Erreichen seiner individuellen Wahrnehmungsschwelle zum vorausfahrenden Fahrzeug zu bremsen beginnt. Da er die Geschwindigkeit des vorausfahrenden Fahrzeugs nicht genau einschätzen kann, sinkt seine Geschwindigkeit unter dessen Geschwindigkeit, so dass er wiederum nach Erreichen einer Wahrnehmungsschwelle leicht beschleunigt. Es kommt zu einem ständigen leichten Beschleunigen und Verzögern. Verteilungsfunktionen über Geschwindigkeits- und Abstandsverhalten tragen dem unterschiedlichen Fahrerverhalten Rechnung.

Das Folgemodell wurde anhand zahlreicher Messungen am Institut für Verkehrswesen, Universität (TH) Karlsruhe, geeicht. Messungen neueren Datums stellen sicher, dass mittlerweile geändertes Fahrverhalten und technische Möglichkeiten der Fahrzeuge korrekt abgebildet werden.

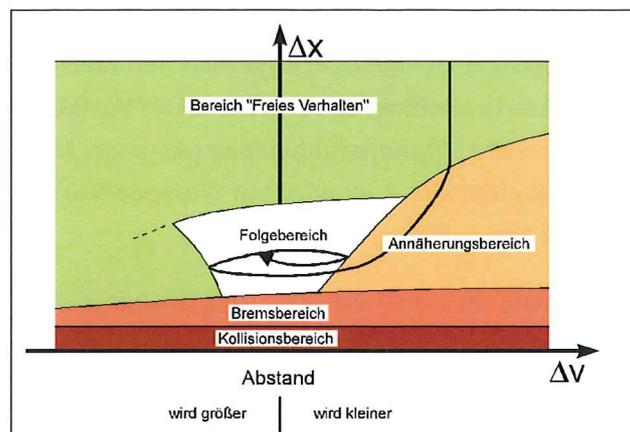


Bild 6.1: Fahrzeugfolgmodell nach Wiedemann (1974)

Bei mehrstreifigen Fahrbahnen berücksichtigt ein Fahrer im *VISSIM*-Modell nicht nur die vorausfahrenden Fahrzeuge, sondern auch die Fahrzeuge auf den beiden Nachbarfahrstreifen. Zusätzlich bewirkt eine Signalanlage in einem gewissen Abstand vor Erreichen der Haltelinie eine besondere Aufmerksamkeit beim Fahrer.

In *VISSIM* werden so genannte Fahrer-Fahrzeug-Einheiten durch ein Netz bewegt. Jeder Fahrer ist mit seinen Verhaltensparametern einem bestimmten Fahrzeug zugeordnet. Das Fahrerverhalten stimmt damit mit den technischen Möglichkeiten des Fahrzeugs überein. Die Attribute, die eine Fahrer-Fahrzeug-Einheit charakterisieren, lassen sich in drei Kategorien untergliedern:

- Technische Spezifikation eines Fahrzeuges, z.B.
 - Fahrzeuglänge
 - Höchstgeschwindigkeit
 - Beschleunigungsvermögen
 - aktuelle Fahrzeugposition im Netz
 - aktuelle Geschwindigkeit und Beschleunigung

- Verhalten einer Fahrer-Fahrzeug-Einheit, z.B.
 - psycho-physische Wahrnehmungsgrenzen des Fahrers (Schätzvermögen, Sicherheitsempfinden, Risikobereitschaft)
 - Gedächtnis des Fahrers
 - Beschleunigung in Abhängigkeit von der derzeitigen Geschwindigkeit und der Wunschgeschwindigkeit des Fahrers
- Abhängigkeit zwischen Fahrer-Fahrzeug-Einheiten, z.B.
 - Verknüpfung zu vorausfahrenden und nachfolgenden Fahrzeugen auf dem eigenen und den benachbarten Fahrstreifen
 - Hinweise auf den aktuell benutzten Netzabschnitt und den nächsten Knotenpunkt
 - Hinweise zum nächsten Lichtsignal

6.3.2 Bewertung anhand der Simulation

Im Ergebnis der Simulation wurde festgestellt, dass es unter Aufrechterhaltung der Vorfahrtsbeziehung der *Kreisstraße K 49* in ihrem heutigen Verlauf nicht möglich sein wird, den von der Fähre ankommenden Fahrzeugpulk als Linkseinbieger in die bevorrechtigte *Kreisstraße K 49* abzuwickeln.

Es ist daher als erste Schlussfolgerung zwingend erforderlich den Knotenpunkt *Kreisstraße K 49 / Fährhafenanbindung* in der Vorfahrtbeziehung zu verändern. Der Vorfahrtstraßenverlauf muss zwischen der *Kreisstraße K 49 Süd* und der *Fährhafenanbindung* bestehen. Die von Norden aus der Ortslage Puttgarden herangeführte *Kreisstraße K 49* wird auf die neue Vorfahrtstraße abgekröpft und verkehrsrechtlich untergeordnet angebunden.

Aufgrund der hohen Verkehrsstärke, die durch die Entladung der Fähre mit 300 Kfz über 10 Minuten bewirkt wird, wird nahezu die maximale Kapazität eines Fahrstreifens erreicht. Es wird daher erforderlich Lichtsignalanlagen vorzusehen, welche einerseits den Verkehrsfluss regeln und andererseits der Verkehrssicherheit dienen, um die Abbiegevorgänge an den Knotenpunkten zu sichern. **Lichtsignalanlagen werden an allen drei Knotenpunkten *Kreisstraße K 49 / Fährhafenanbindung*, *Kreisstraße K 49 / Anschlussknoten E 47 West* und *Kreisstraße K 49 / Anschlussknoten E 47 Ost* zwingend erforderlich.**

Bewertung des bisherigen Systems der Anschlussstelle Puttgarden

Üblicherweise wird über eine verkehrsabhängige untereinander koordinierte Lichtsignalsteuerung der Verkehr durch eine Folge von Knotenpunkten geleitet, um die Wartezeit für alle Fahrzeugströme möglichst gering und ausgeglichen zu halten. Im Laufe der Simulation wurde festgestellt, dass eine solche koordinierte Signalsteuerung nicht geeignet ist, die Verkehrsspitze der Fährentladung über das bisherige System der Anschlussstelle Puttgarden abzuwickeln. Der mit 300 Kfz äußerst starke Verkehrsstrom in südlicher Fahrtrichtung auf die *E 47* tritt im westlichen plangleichen Teilknotenpunkt der Anschlussstelle als Linksabbiegestrom auf, der nicht mehr über eine konventionelle Signalsteuerung abgewickelt werden kann, ohne zu einer Überlastung des Systems zu führen.

Es wurde daraufhin ein Sondersignalprogramm „Fährentladung“ untersucht, welches dem nach Süden führenden Verkehr eine verlängerte Freigabezeit einräumt. Dies hat jedoch zur Folge, dass alle übrigen in die Knotenpunkte einfließenden Verkehre gehalten werden müssen. Nach einer maximalen Freigabezeit von 2:30 Minuten erreicht der Rückstau des von der *E 47* von Süden ausfahrende Verkehrs in

Richtung Puttgarden und Fährhafen den Hauptfahrstreifen der *E 47*. Spätestens zu diesem Zeitpunkt muss der auf der *Kreisstraße K 49* nach Norden fließende Verkehr wieder freigegeben werden. Dies hat zur Folge, dass der Verkehr der Fährrentladung gehalten werden muss.

Diese Verkehrsabwicklung stellt einen äußerst unbefriedigenden Zustand dar, welche in keinem Fall einer angemessenen Verkehrsqualität entspricht. Der Schwachpunkt in diesem System ist die untergeordnete Führung des infolge der Fährrentladung äußerst starken Linksabbiegers auf die *E 47* in Richtung Süden.

Es ist daher von erheblicher Bedeutung den Entladungsverkehr der Fähre ohne vorfahrtrechtliche Unterordnung auf die Richtungsfahrbahn Süd der *E 47* zu leiten. Das bisherige System der Anschlussstelle Puttgarden ist dafür nicht geeignet.

Bewertung einer erweiterten Anschlussstelle Puttgarden

Die Erweiterung der Anschlussstelle erfolgt unter der Maßgabe, den von der Fähre im Fahrzeugpulk eintreffenden Verkehr am plangleichen Teilknotenpunkt *Kreisstraße K 49 / Anschlussknoten E 47 West* unbeeinflusst von vorfahrtrechtlicher Unterordnung durch den Knotenpunkt und auf die *E 47* zu führen.

Zu diesem Zweck wird zwischen der *Kreisstraße K 49* und der *Gemeindestraße nach Todendorf* eine Einfahrtrampe auf die *E 47* positioniert, so dass auf der *E 47* ein nach den *Richtlinien für die Anlage von Autobahnen, RAA (6)* standardisierter Einfahrttyp EE 1 resultiert. Im Zuge der *Kreisstraße K 49* liegt die Überleitung auf den durch Spurenaddition angefügten Fahrstreifen der Einfahrtrampe direkt südwestlich des neuen Knotenpunktes *Kreisstraße K 49 / Fährhafenanbindung*. Diese Maßnahme ermöglicht dem nach Süden auf die *E 47* auffahrenden Verkehr eine bevorrechtigte Verkehrsführung. Hiervon begünstigt sind alle nach Süden fahrenden Verkehre aus der *Fährhafenanbindung*, der Ortslage Puttgarden und der *Gemeindestraße Todendorf*. Eine weitere Folge der Maßnahme ist, dass ein Linksabbiegestreifen von der *Kreisstraße K 49* auf die ursprünglich alleinig geplante Einfahrtrampe entfällt. Im folgenden Bild 6.2 sind die Veränderungen im Anschlussystem als schematische Skizze dargestellt.

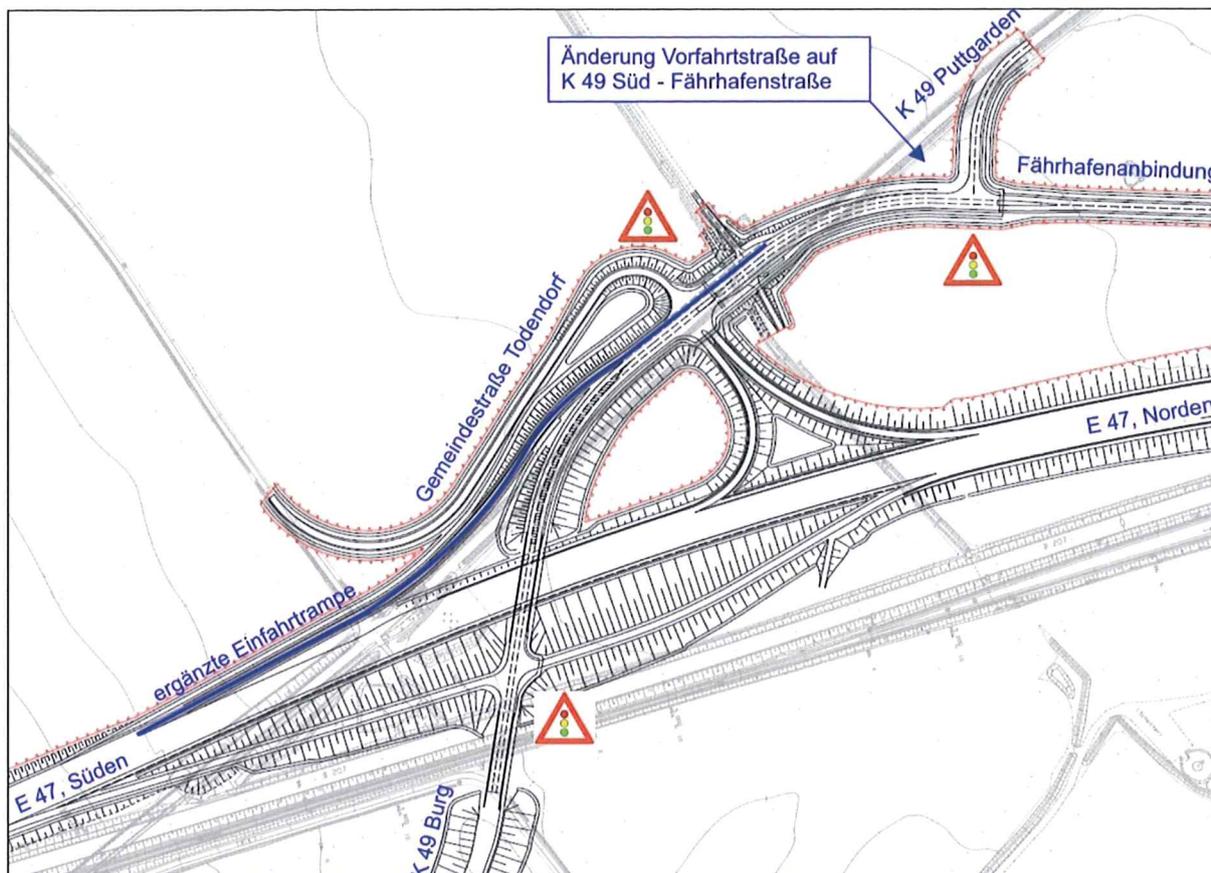


Bild 6.2: Skizze des veränderten und ergänzten Anschlusssystems AS Puttgarden

Auf Grundlage des ergänzten Anschlusssystems der Anschlussstelle Puttgarden wurde die Verkehrsflusssimulation durchgeführt. Dies erfolgte zunächst auf Grundlage einer konventionellen verkehrsabhängigen Lichtsignalsteuerung über die drei Knotenpunkte, um alle Verkehrsströme an den Knotenpunkten gleichmäßig zu berücksichtigen. Als Ergebnis war festzustellen, dass mit dieser Lichtsignalsteuerung der von der Fähre abfließende Verkehr am Knotenpunkt *Kreisstraße K 49 / Fährhafenanbindung* nicht in angemessener Art abgewickelt werden kann und dass deutliche Rückstauerscheinungen mit Zeitverlusten auftreten.

Zur Optimierung des Verkehrsabflusses infolge der Fährankunft wurde ein Sondersignalprogramm „Fährrentladung“ untersucht, welches den südwärts fahrenden Fährverkehr über die Lichtsignalanlagen *Kreisstraße K 49 / Fährhafenanbindung* und *Kreisstraße K 49 / Anschlussknoten E 47 West* soweit möglich priorisiert.

Die Folge der Priorisierung ist eine längere ROT-Zeit insbesondere des Linksabbiegestreifens von der *Kreisstraße K 49* in Richtung der Ortslage Puttgarden. Die damit verbundene Staubildung wird zu einer Verkehrsverlagerung von Zielverkehren nach Puttgarden auch über die *Fährhafenanbindung* und anschließend über die heutige *Fährhafenstraße* führen.

Zur Vermeidung eines Rückstaus vom Linksabbiegestreifen in den durchgehenden Fahrstreifen der *Kreisstraße K 49* ist es erforderlich, bei Vollbelegung seines Stauraumes diesem Verkehrsstrom eine Freigabe einzuräumen, welche die Priorisierung des Verkehrsstromes von der Fähre unterbricht. Aufgrund der, bei einer Entladung der Fähre mit 300 Kfz/10 min erreichten Auslastung des Fahrstreifens der *Fährhafenanbindung*, resultiert infolge dieser Unterbrechung ein längerer Rückstau mit zeitlichen Verlusten.

6.4 Schlussfolgerung aus Planfall 2030 „Fährbetrieb Spitzenlast“

Die Entladung einer mit 300 Kfz ausgelasteten Fahrzeugfähre im Hafen Puttgarden stellt für das Anschlussstellensystem eine erhebliche verkehrliche Belastung dar, da während der zehnminütigen Entladungsdauer eine Verkehrsstärke erreicht wird, welche an der Fahrstreifenkapazität liegt.

Die Beurteilung der Verkehrsanlagen erfolgte daher speziell für diesen Sonderfall. In dem diese 10 Minuten-Spitze der Fährverkehre auf die ansonsten üblichen Bemessungsverkehre beaufschlagt wurden. Da die üblichen Bemessungsverkehre aus der 30. höchsten Verkehrsbelastung aller Stunden eines Jahres gebildet werden, greift diese einen Verkehrszustand in der auf Fehmarn verkehrlich stärkeren Urlaubszeit auf.

Unter diesen hohen ungünstigen verkehrlichen Voraussetzungen ist es mit den folgenden Maßnahmen möglich, einen Rückstau von Fahrzeugen sowohl auf die *E 47* als auch in den Fährhafen Puttgarden zu vermeiden.

- Vorfahrtstraßenführung am Knotenpunkt *Kreisstraße K 49 / Fährhafenanbindung* wird verlegt in den Verlauf *Kreisstraße K 49 Süd* in die *Fährhafenanbindung*. Die nördliche *Kreisstraße K 49* aus Puttgarden ist an den neuen Vorfahrtstraßenverlauf abzukröpfen und anzupassen.
- Alle drei plangleichen Knotenpunkte erfordern Linksabbiegestreifen.
- Alle drei plangleichen Knotenpunkte müssen zwingend Lichtsignalanlagen erhalten.
- Einrichtung eines Sondersignalprogramms „Fährentladung“
- Anlage einer zusätzlichen Einfahrtrampe beginnend im Knotenpunkt *Kreisstraße K 49 / Anschlussknoten E 47 West* nach Süden auf die *E 47*.

7 Zusammenfassung

Aufgabenstellung

Der Neubau der Festen Fehmarnbeltquerung bedingt eine östliche Verlegung der Fahrbahn der *Euro-pastrasse E 47* mit der Folge, dass eine direkte Anbindung des Hafens Puttgarden an die *E 47* nicht mehr besteht. Da die Feste Fehmarnbeltquerung zukünftig **ein Alternativangebot** zu der bisherigen Fährlinie **anbietet**, ist eine fortführende Anbindung an die *E 47* südlich des geplanten Tunnelportals vorgesehen. Die Erschließung des Ortsteils Puttgarden sowie des Hafens erfolgt dann über die neu geschaffene Anschlussstelle der *Kreisstraße K 49* an die *E 47*. Um die Ortslage von Puttgarden im Zuge der *Dorfstraße* und *Fährhafenstraße* nicht mit den Verkehren des Hafens zu belasten, ist der Bau einer neuen parallel geführten Erschließungsstraße (**Fährhafenanbindung**) mit Anschluss an die *Kreisstraße K 49* ca. 250 m nördlich der zukünftigen Anschlussstelle Puttgarden geplant. Über das vorliegende Verkehrsgutachten ist zu klären, wie die geplanten Verkehrsanlagen, insbesondere die Knotenpunkte *Kreisstraße K 49 / Fährhafenanbindung* sowie die Anschlussknoten der Anschlussstelle *E 47 / Kreisstraße K 49* zu gestalten sind. Hierfür sind die Leistungsfähigkeiten der Verkehrsanlagen zu untersuchen und Empfehlungen zur Gestaltung auszusprechen.

Dem Verkehrsgutachten liegen drei Szenarien zugrunde:

1. Der **Planfall 2030 „Fall B“** geht davon aus, dass nach Fertigstellung der Festen Fehmarnbeltquerung die gesamten zukünftigen Verkehre zwischen Puttgarden und Rødby ausschließlich durch den Tunnel abgewickelt werden.
2. Der **Planfall 2030 „Fährbetrieb parallel zur FBQ“** berücksichtigt einen Hafenbetrieb mit Fährankünften. Auf einer Fährroute Puttgarden – Rødby entsprechend des Kapitels 8 der fortgeschriebenen FTC-Studie (Anlage 26.3), welche für die richtlinienkonforme Berechnung auf eine stündliche Beurteilungsgröße bezogen werden.
3. Für die maßgebliche Sondersituation der Fährrentladung im **Planfall 2030 „Fährbetrieb Spitzenlast“** ist es in der verkehrlichen Beurteilung nicht von Bedeutung, wie hoch der aus einer Weiternutzung des Fährhafens resultierende Tagesverkehr ist. Ausschlaggebend für das Straßennetz ist vielmehr die Spitzenbelastung der Verkehrsanlagen durch die pulkartige Entladung einer Fähre mit 300 Kfz innerhalb eines Zeitraumes von 10 Minuten.

Verkehrsanalyse

Zur Ermittlung des derzeitigen Verkehrsgeschehens im Planungsraum wurden am Donnerstag, dem 11.04.2013 durch die Wasser- und Verkehrs- Kontor GmbH Verkehrserhebungen an den Knotenpunkten *Bundesstraße B 207 / Zufahrt Fährhafen, Fährhafenstraße / An der Mole* und *An der Mole / Kampenweg* durchgeführt. Als Zeitraum der Verkehrserhebung wurde die nachmittägliche Spitzenverkehrszeit von 15.00 bis 19.00 Uhr erfasst. Des Weiteren wurde eine automatische Verkehrserhebung über 24 Stunden im Zuge der *Fährhafenstraße* sowie der Straße *An der Mole* vorgenommen.

Planfall 2030 „Fall B“

Der betrachtete Planfall geht von einer vollständigen Abwicklung der Kfz-Verkehre zwischen Rødby und Puttgarden über die geplante Feste Fehmarnbeltquerung aus. Demnach verlagern sich hierbei alle Quell- und Zielverkehre des jetzigen Fährbetriebs auf die neue Verbindung.

Der Knotenpunkt *Kreisstraße K 49 / Fährhafenanbindung* ist bei Erhalt der Vorfahrtbeziehung der *Kreisstraße K 49* in der Lage das Verkehrsaufkommen des Planfalls 2030 „Fall B“ mit der Qualitätsstufe „C“ leistungsfähig abzuwickeln.

An den Knotenpunkten *Kreisstraße K 49 / Anschlussknoten E 47 West* und *Kreisstraße K 49 / Anschlussknoten E 47 Ost* ist zum Erhalt der Leichtigkeit des Verkehrsflusses in der Hauptrichtung entsprechend der RAS-K-1 (2) die Einrichtung von baulichen Abbiegehilfen in Form von Linksabbiegestreifen erforderlich.

Die Knotenpunkte *Kreisstraße K 49 / Anschlussknoten E 47 West* und *Kreisstraße K 49 / Anschlussknoten E 47 Ost* sind bei Vorfahrtregelung ohne Lichtsignalanlage und Einrichtung von Linksabbiegestreifen im Zuge der *Kreisstraße K 49* in der Lage das Verkehrsaufkommen des Planfalls 2030 „Fall B“ leistungsfähig abzuwickeln.

Maßnahmen:

- **Einrichtung von Linksabbiegestreifen an den Teilknoten der Anschlussstelle Puttgarden.**

Planfall 2030 „Fährbetrieb parallel zur FBQ“

Der betrachtete Planfall überlagert die in der Urlaubszeit liegende Bemessungsstunde der 30. höchsten stündlichen Verkehrsbelastung eines Jahres mit den über die in Kapitel 8 der fortgeschriebenen FTC-Studie (Anlage 26.3) berechneten Verkehrsstärken einer parallel zur FBQ betriebenen Fährverbindung im Stundentakt.

Der Knotenpunkt *Kreisstraße K 49 / Fährhafenanbindung* erfordert zum Erhalt der Leistungsfähigkeit eine Veränderung der Vorfahrtstraßenführung in den Verlauf *Kreisstraße K 49 Süd* in die *Fährhafenanbindung*. Die nördliche *Kreisstraße K 49* aus Puttgarden ist an den neuen Vorfahrtstraßenverlauf abzukröpfen und anzupassen. Die Leistungsfähigkeit erreicht durch die Maßnahme die Qualitätsstufe „A“ des vorfahrtgeregelten Verkehrsablaufes.

An den Knotenpunkten *Kreisstraße K 49 / Anschlussknoten E 47 West* und *Kreisstraße K 49 / Anschlussknoten E 47 Ost* ist zum Erhalt des Verkehrsflusses in der Hauptrichtung entsprechend der RAS-K-1 (2) die Einrichtung von baulichen Abbiegehilfen in Form von Linksabbiegestreifen erforderlich. Zusätzlich ist die Einrichtung von Lichtsignalanlagen an den beiden Teilknotenpunkten zwingend notwendig.

Maßnahmen:

- **Änderung der Vorfahrtstraßenführung auf *Kreisstraße K 49 Süd* in die *Fährhafenanbindung***
- **Einrichtung von Linksabbiegestreifen an allen drei plangleichen Knotenpunkten.**
- **Anlage von Lichtsignalanlagen an den beiden Teilknoten der Anschlussstelle Puttgarden**

Planfall 2030 „Fährbetrieb Spitzenlast“

Der betrachtete Planfall überlagert die in der Urlaubszeit liegende Bemessungsstunde der 30. höchsten stündlichen Verkehrsbelastung eines Jahres mit der während 10 Minuten erfolgenden Entladung einer mit 300 Kfz beladenen Fähre und berücksichtigt darüber hinaus einen Zufluss zum Fährhafen in gleicher Größenordnung über die Stunde verteilt.

Da die zehnminütige Verkehrsspitze einen verkehrlichen Sonderfall darstellt, greifen die üblichen Beurteilungsmethoden des *Handbuchs für die Bemessung von Straßenverkehrsanlagen, HBS (1)* nicht, so dass eine Verkehrsflusssimulation dieses Zustandes durchgeführt wurde.

Auch im Planfall 2030 „Fährbetrieb Spitzenlast“ ist am Knotenpunkt *Kreisstraße K 49 / Anschlussknoten E 47 Ost* zum Erhalt der Leichtigkeit des Verkehrsflusses in der Hauptrichtung entsprechend der *RAS-K-1 (2)* die Einrichtung von baulichen Abbiegehilfen in Form von Linksabbiegestreifen erforderlich. Am Knotenpunkt *Kreisstraße K 49 / Anschlussknoten E 47 West* ist dies nur noch für den Linksabbieger in Richtung Todendorf erforderlich. Der Linksabbieger von der *Kreisstraße K 49* auf die *E 47* nach Süden wird über die zusätzliche Einfahrtrame direkt geführt und bedarf daher keines Linksabbiegestreifens.

Unter diesen hohen ungünstigen verkehrlichen Voraussetzungen ist es mit den folgenden Maßnahmen möglich, einen Rückstau von Fahrzeugen sowohl auf die *E 47* als auch in den Fährhafen Puttgarden zu vermeiden.

Maßnahmen(siehe auch Bild 6.2):

- **Änderung der Vorfahrtstraßenführung auf *Kreisstraße K 49* Süd in die *Fährhafenanbindung***
- **Einrichtung von Linksabbiegestreifen an allen drei plangleichen Knotenpunkten.**
- **Anlage von Lichtsignalanlagen an allen drei plangleichen Knotenpunkten**
- **Einrichtung eines Sondersignalprogramms „Fährentladung“**
- **Anlage einer zusätzlichen Einfahrtrame nach Süden auf die *E 47***

Aufgestellt:

Neumünster, den 03. Juni 2016

i.A. 
i.A. Arne Rohkohl
Dipl.-Ing. (FH)


ppa. Michael Hinz
Dipl.-Ing. (FH)

Wasser- und Verkehrs- Kontor



WASSER- UND VERKEHRS- KONTOR
INGENIEURWISSEN FÜR DAS BAUWESEN
BERATENDE INGENIEURE BEHREND & KRÜGER
Havelstraße 33 • 24539 Neumünster
Tel.:04321-260 27-0 Fax:04321-260 27-99

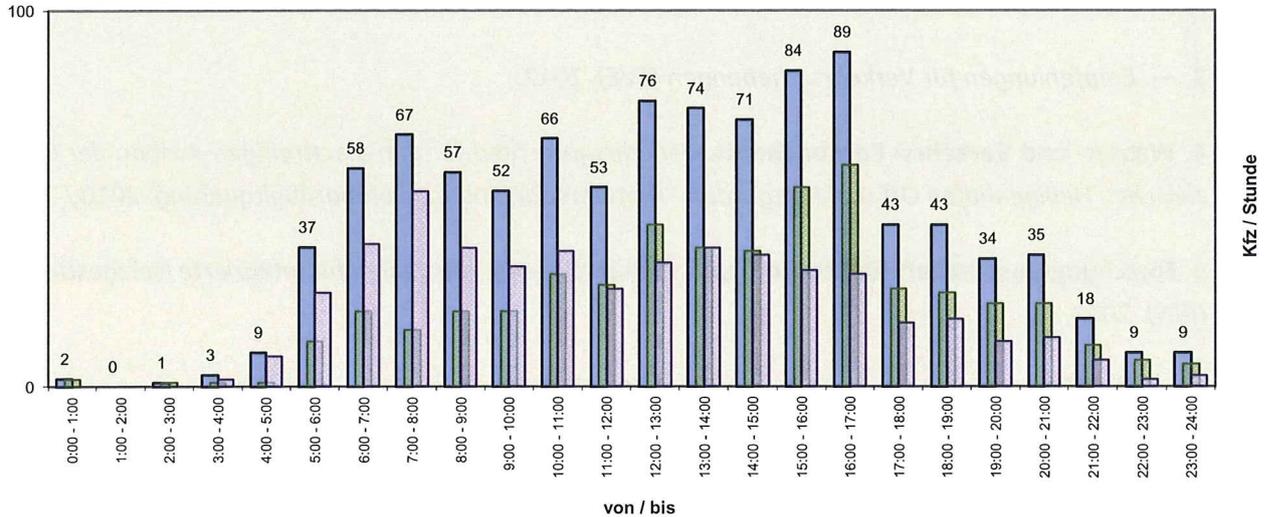
LITERATURVERZEICHNIS

1. **Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen.** *Handbuch für die Bemessung von Straßenverkehrsanlagen (HBS).* 2001/2009.
2. —. *Richtlinien für die Anlage von Straßen, Teil: Knotenpunkte, Abschnitt1: Plangleiche Knotenpunkte (RAS-K-1).* 1988.
3. —. *Empfehlungen für Verkehrserhebungen (EVE).* 2012.
4. **Wasser- und Verkehrs- Kontor GmbH.** *Verkehrsgutachten für den vierstreifigen Ausbau der B 207 zwischen Heiligenhafen Ost und Puttgarden - Hinterlandanbindung Fehmarnbeltquerung.* 2010 / 2012.
5. **Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen.** *Richtlinien für integrierte Netzgestaltung (RIN).* 2008.
6. —. *Richtlinie für die Anlage von Autobahnen (RAA).* 2008.



Stadt: Fehmarn
 Straße: Fährhafenstraße
 Datum: Donnerstag, 11. April 2013

Tagesganglinie (alle Kfz, Querschnitt und richtungsgetreunt) - Fährhafenstraße

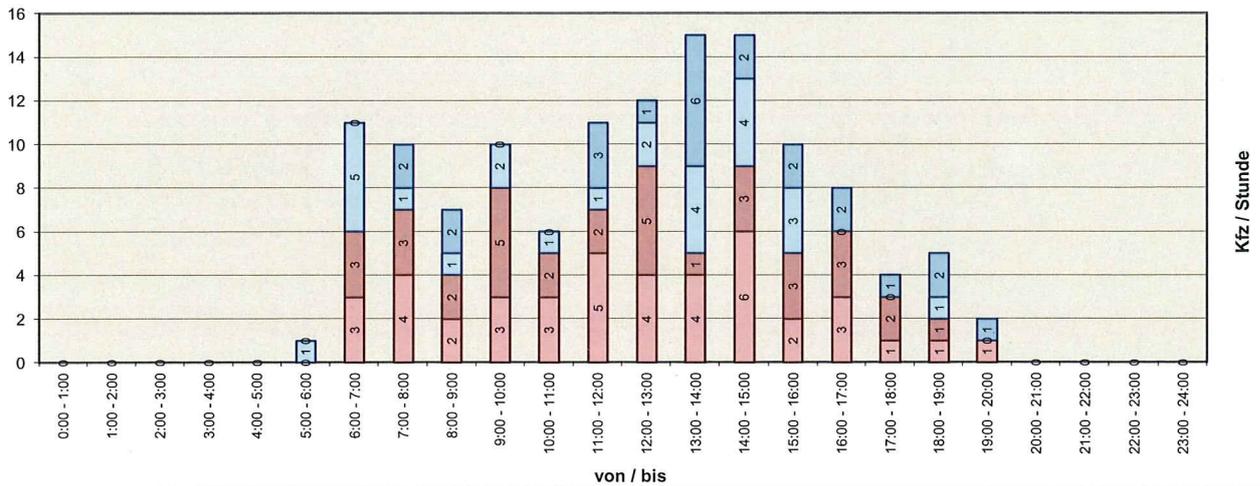


Richtung	0:00-1:00	1:00-2:00	2:00-3:00	3:00-4:00	4:00-5:00	5:00-6:00	6:00-7:00	7:00-8:00	8:00-9:00	9:00-10:00	10:00-11:00	11:00-12:00	12:00-13:00	13:00-14:00	14:00-15:00	15:00-16:00	16:00-17:00	17:00-18:00	18:00-19:00	19:00-20:00	20:00-21:00	21:00-22:00	22:00-23:00	23:00-24:00	Summe / Tag
West	2	0	1	1	1	12	20	15	20	20	30	27	43	37	36	53	59	26	25	22	22	11	7	6	496
Ost	0	0	0	2	8	25	38	52	37	32	36	26	33	37	35	31	30	17	18	12	13	7	2	3	494
Summe	2	0	1	3	9	37	58	67	57	52	66	53	76	74	71	84	89	43	43	34	35	18	9	9	990
Anteil	0,2%	0,0%	0,1%	0,3%	0,9%	3,7%	5,9%	6,8%	5,8%	5,3%	6,7%	5,4%	7,7%	7,5%	7,2%	8,5%	9,0%	4,3%	4,3%	3,4%	3,5%	1,8%	0,9%	0,9%	100,0%

* bezogen auf Lkw>3,5 l entsprechend des Runderlasses des LBV SH

15:00 bis 19:00	259 Kfz/4h	26,2%
-----------------	------------	-------

Tagesganglinie (Güterverkehr, Querschnitt) - Fährhafenstraße



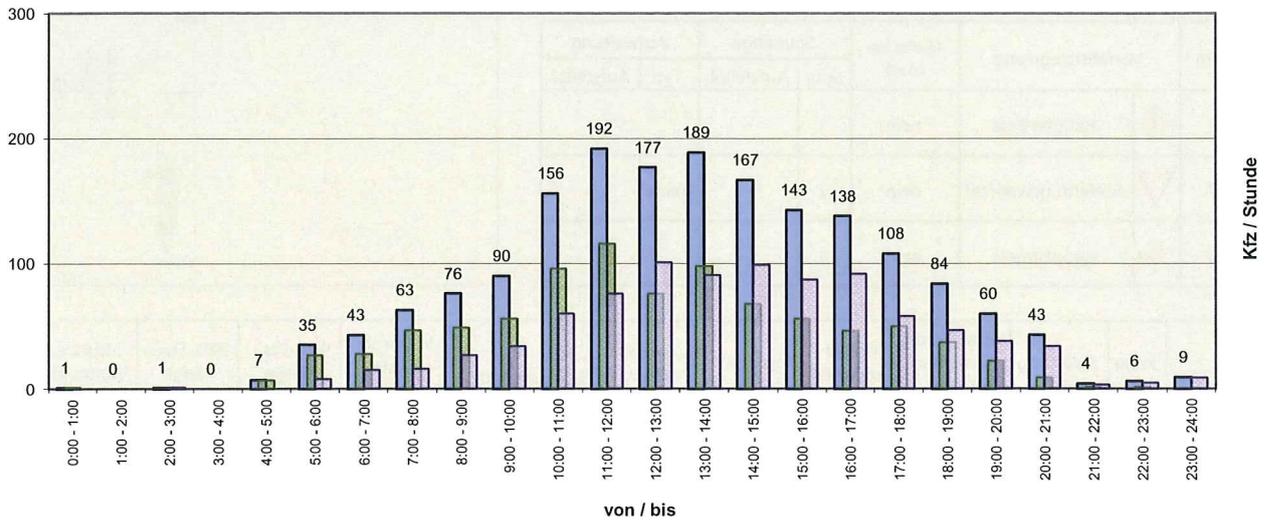
Richtung	0:00-1:00	1:00-2:00	2:00-3:00	3:00-4:00	4:00-5:00	5:00-6:00	6:00-7:00	7:00-8:00	8:00-9:00	9:00-10:00	10:00-11:00	11:00-12:00	12:00-13:00	13:00-14:00	14:00-15:00	15:00-16:00	16:00-17:00	17:00-18:00	18:00-19:00	19:00-20:00	20:00-21:00	21:00-22:00	22:00-23:00	23:00-24:00	Summe / Tag
West; Lfw	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0	0	3	1	6	2	2	2	1	2	1	0	0	0	0	24
Ost; Lfw	0	0	0	0	0	1	5	1	1	2	1	1	2	4	4	3	0	0	1	0	0	0	0	0	26
West; Lkw	0	0	0	0	0	0	3	3	2	5	2	2	5	1	3	3	3	2	1	0	0	0	0	0	35
Ost; Lkw	0	0	0	0	0	0	3	4	2	3	3	5	4	4	6	2	3	1	1	1	0	0	0	0	42
Summe	0	0	0	0	0	1	11	10	7	10	6	11	12	15	15	10	8	4	5	2	0	0	0	0	127
Anteil	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,8%	8,7%	7,9%	5,5%	7,9%	4,7%	8,7%	9,4%	11,8%	11,8%	7,9%	6,3%	3,1%	3,9%	1,6%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%

15:00 - 19:00 Uhr	
Lfw	11 = 22,0%
Lkw	16 = 20,8%
GV	27 = 21,3%



Stadt: Fehmarn
 Straße: An der Mole
 Datum: Donnerstag, 11. April 2013

Tagesganglinie (alle Kfz, Querschnitt und richtungsgetreunt) - Mole

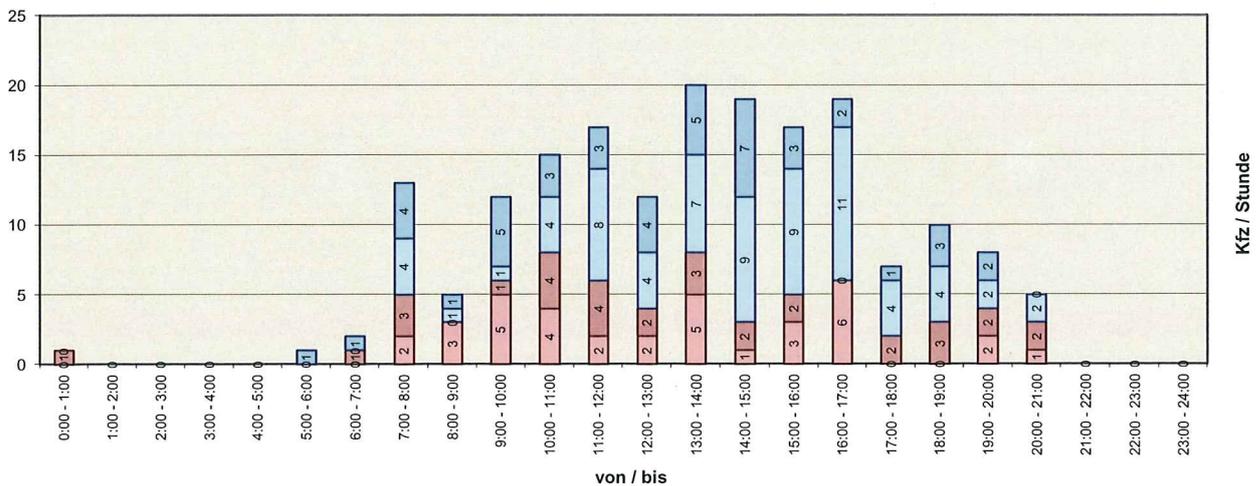


Richtung	0:00-1:00	1:00-2:00	2:00-3:00	3:00-4:00	4:00-5:00	5:00-6:00	6:00-7:00	7:00-8:00	8:00-9:00	9:00-10:00	10:00-11:00	11:00-12:00	12:00-13:00	13:00-14:00	14:00-15:00	15:00-16:00	16:00-17:00	17:00-18:00	18:00-19:00	19:00-20:00	20:00-21:00	21:00-22:00	22:00-23:00	23:00-24:00	Summe / Tag
Nord	1	0	0	0	7	27	28	47	49	56	96	116	76	98	68	56	46	50	37	22	9	1	1	0	891
Süd	0	0	1	0	0	8	15	16	27	34	60	76	101	91	99	87	92	58	47	38	34	3	5	9	901
Summe	1	0	1	0	7	35	43	63	76	90	156	192	177	189	167	143	138	108	84	60	43	4	6	9	1.792
Anteil	0,1%	0,0%	0,1%	0,0%	0,4%	2,0%	2,4%	3,5%	4,2%	5,0%	8,7%	10,7%	9,9%	10,5%	9,3%	8,0%	7,7%	6,0%	4,7%	3,3%	2,4%	0,2%	0,3%	0,5%	100,0%
RLS-90*	Nacht: 59	Mn: 7,38	pn: 1,7%	Tag: 1.733	Mt: 108	pt: 3,9%																			
VBUS	Night: 59	Mn: 7,38	pn: 1,7%	Day: 1.542	Md: 129	pd: 3,7%	Me: 48	pe: 5,2%																	

* bezogen auf Lkw>3,5t entsprechend des Runderlasses des LBV SH

15:00 bis 19:00
 473 Kfz/4h 26,4%

Tagesganglinie (Güterverkehr, Querschnitt) - Mole



Richtung	0:00-1:00	1:00-2:00	2:00-3:00	3:00-4:00	4:00-5:00	5:00-6:00	6:00-7:00	7:00-8:00	8:00-9:00	9:00-10:00	10:00-11:00	11:00-12:00	12:00-13:00	13:00-14:00	14:00-15:00	15:00-16:00	16:00-17:00	17:00-18:00	18:00-19:00	19:00-20:00	20:00-21:00	21:00-22:00	22:00-23:00	23:00-24:00	Summe / Tag
Nord; Lfw	0	0	0	0	0	1	1	4	1	5	3	3	4	5	7	3	2	1	3	2	0	0	0	0	45
Süd; Lfw	0	0	0	0	0	0	0	4	1	1	4	8	4	7	9	9	11	4	4	2	2	0	0	0	70
Nord; Lkw	1	0	0	0	0	0	1	3	0	1	4	4	2	3	2	2	0	2	3	2	2	0	0	0	32
Süd; Lkw	0	0	0	0	0	0	0	2	3	5	4	2	2	5	1	3	6	0	0	2	1	0	0	0	36
Summe	1	0	0	0	0	1	2	13	5	12	15	17	12	20	19	17	19	7	10	8	5	0	0	0	183
Anteil	0,5%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,5%	1,1%	7,1%	2,7%	6,6%	8,2%	9,3%	6,6%	10,9%	10,4%	9,3%	10,4%	3,8%	5,5%	4,4%	2,7%	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%

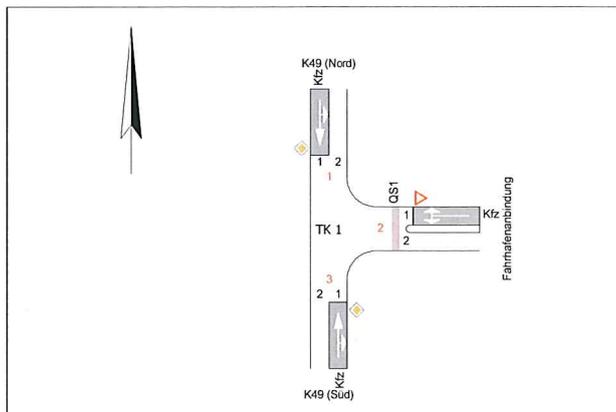
15:00 - 19:00 Uhr
 Lfw 37 = 32,2%
 Lkw 16 = 23,5%
 GV 53 = 29,0%

Bewertung Einmündung ohne LSA

LISA+

Bewertungsmethode : HBS Ausgabe 2001, Fassung 2009
Knotenpunkt : TK 1 (Einmündung)
Lage des Knotenpunktes : Außerorts, Außerhalb von Ballungsräumen
Belastung : Planfall 2030 "Fall B" - MSV (100 %)

Arm	Vorfahrtsregelung	Dreiecksinsel	Spurlänge		Aufweitung	
			Spur	Aufstellpl.	Typ	Aufstellpl.
1		Hauptstrasse	nein	1	~	-
2		Vorfahrt gewähren!	nein	1	~	keine
3		Hauptstrasse	nein	1	~	-



Strom	Rang	Belastung		übergeordn. Verkehrsstärke Fz/h	Grundkapazität Pkw-E/h	Kapazität Pkw-E/h	Kapazitätsreserve Pkw-E/h	Sättigungsgrad	Wahrsch. rückstaufreier Zustand	95%-Staulänge		99%-Staulänge		Mittlere Wartezeit s	QSV A..F	Verkehrstrom (HBS)
		1..4	Pkw-E/h							Pkw-E	Pkw-E					
3 » 1	1	411				2000	1589	0,21	1,000					0,0	A	2
3 » 2	1	139				1800	1661	0,08	1,000					0,0	A	3
2 » 3	3	219	723	337	337	337	118	0,65	0,350	5	8	29,9		C	4	
2 » 1	2	0	481	539	539	539	539	0,00	1,000	0	0	0,0		A	6	
1 » 2	2	0	550	686	686	686	686	0,00	1,000	0	0	0,0		A	7	
1 » 3	1	242				2000	1758	0,12	1,000					0,0	A	8
3		550				1900	1350	0,29	-					0,0	A	2+3
2		219				337	118	0,65	-					29,9	C	4+6
1		242				1900	1658	0,13	-					2,2	A	7+8

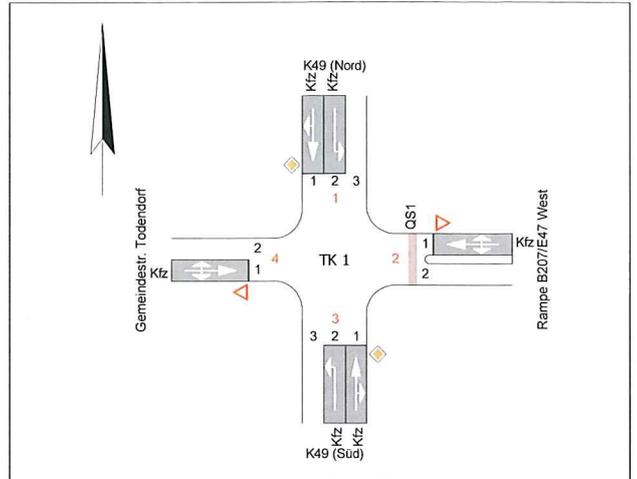
Projekt	Verkehrsgutachten zur Anbindung des Hafens Puttgarden an die E 47 über die Anschlussstelle Puttgarden				
Knoten	Kreisstraße K 49 / Fährhafenanbindung				
Auftr.-Nr.	113.2222	Variante	Vorfahrt K 49	Datum	03.05.2016
Bearbeiter	Wasser- und Verkehrs-Kontor GmbH	Signum		Anlage	2.1

Bewertung Knotenpunkt ohne LSA

LISA+

Bewertungsmethode : HBS Ausgabe 2001, Fassung 2009
Knotenpunkt : TK 1 (Knotenpunkt)
Lage des Knotenpunktes : Außerorts, Außerhalb von Ballungsräumen
Belastung : Planfall 2030 "Fall B" - MSV (100 %)

Arm	Vorfahrtsregelung	Dreiecksinsel	Spurlänge		Aufweitung	
			Spur	Aufstellpl.	Typ	Aufstellpl.
1	 Hauptstrasse	nein	1 2	~ ~	-	
2	 Vorfahrt gewähren!	nein	1	~	keine	-
3	 Hauptstrasse	nein	1 2	~ ~	-	
4	 Vorfahrt gewähren!	nein	1	~	keine	-



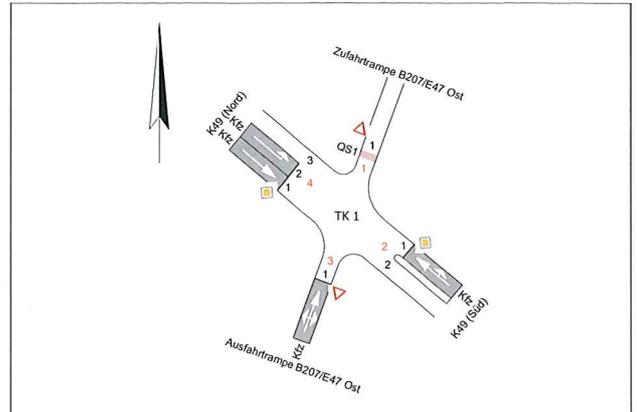
Strom	Rang	Belastung	übergeordn. Verkehrsstärke	Grundkapazität	Kapazität	Kapazitätsreserve	Sättigungsgrad	Wahrsch. rückstaufreier Zustand	95%-Staulänge	99%-Staulänge	Mittlere Wartezeit	QSV	Verkehrstrom (HBS)
	1..4								Pkw-E/h	Fz/h		Pkw-E/h	
1 » 2	2	95	508	723	723	628	0,13	0,869	0	1	5,7	A	1
1 » 3	1	358			2000	1642	0,18	1,000			0,0	A	2
1 » 4	1	9			1800	1791	0,01	1,000			0,0	A	3
4 » 1	4	8	1013	213	166	158	0,05	0,952	0	0	22,8	C	4
4 » 2	3	3	972	249	214	211	0,01	0,986	0	0	17,1	B	5
4 » 3	2	8	363	650	650	642	0,01	0,988	0	0	5,6	A	6
3 » 4	2	10	367	866	866	856	0,01	0,988	0	0	4,2	A	7
3 » 1	1	500			2000	1500	0,25	1,000			0,0	A	8
3 » 2	1	8			1800	1792	0,00	1,000			0,0	A	9
2 » 3	4	2	979	225	189	187	0,01	0,989	0	0	19,3	B	10
2 » 4	3	2	972	249	214	212	0,01	0,991	0	0	17,0	B	11
2 » 1	2	43	504	519	519	476	0,08	0,917	0	0	7,6	A	12
1		367			1900	1533	0,19	-			0,0	A	2+3
4		19			255	236	0,07	-			15,3	B	4+5+6
3		508			1900	1392	0,27	-			0,0	A	8+9
2		47			457	410	0,10	-			8,8	A	10+11+12

Projekt	Verkehrsgutachten zur Anbindung des Hafens Puttgarden an die E 47 über die Anschlussstelle Puttgarden				
Knoten	Kreisstraße K 49 / Anschluss E 47 West				
Auftr.-Nr.	113.2222	Variante	ohne LSA	Datum	03.05.2016
Bearbeiter	Wasser- und Verkehrs-Kontor GmbH	Signum		Anlage	2.2

Bewertung Knotenpunkt ohne LSA

LISA+

Bewertungsmethode : HBS Ausgabe 2001, Fassung 2009
Knotenpunkt : TK 1 (Knotenpunkt)
Lage des Knotenpunktes : Außerorts, Außerhalb von Ballungsräumen
Belastung : Planfall 2030 "Fall B" - MSV (100 %)



Arm	Vorfahrtsregelung	Dreiecksinsel	Spurlänge		Aufweitung	
			Spur	Aufstellpl.	Typ	Aufstellpl.
2	 Hauptstrasse	nein	1	~	-	
3	 Vorfahrt gewähren!	nein	1	~	keine	-
4	 Hauptstrasse	nein	1	~	-	
			2	~		

Strom	Rang	Belastung	übergeordn. Verkehrsstärke	Grundkapazität	Kapazität	Kapazitätsreserve	Sättigungsgrad	Wahrsch. rückstaufreier Zustand	95%-Stau-	99%-Stau-	Mittlere Wartezeit	QSV	Verkehrsstrom (HBS)
	1..4								Pkw-E/h	Fz/h			
4 » 1	2	153	362	872	872	719	0,18	0,825	1	1	5,0	A	1
4 » 2	1	216			2000	1784	0,11	1,000			0,0	A	2
4 » 3	1	0				0	-	-			0,0	A	3
3 » 4	4	163	728	334	275	112	0,59	0,407	4	6	31,7	D	4
3 » 1	3	0	730	355	293	293	0,00	1,000	0	0	0,0	A	5
3 » 2	2	5	216	822	822	817	0,01	0,994	0	0	4,4	A	6
2 » 3	2	0	216	1051	1051	1051	0,00	1,000	0	0	0,0	A	7
2 » 4	1	357			2000	1643	0,18	1,000			0,0	A	8
2 » 1	1	5			1800	1795	0,00	1,000			0,0	A	9
1 » 2	4	0	733	332	272	272	0,00	1,000	0	0	0,0	A	10
1 » 3	3	0	728	356	294	294	0,00	1,000	0	0	0,0	A	11
1 » 4	2	0	360	653	653	653	0,00	1,000	0	0	0,0	A	12
3		168			281	113	0,60	-			31,4	D	4+5+6
2		362			1900	1538	0,19	-			0,0	A	8+9

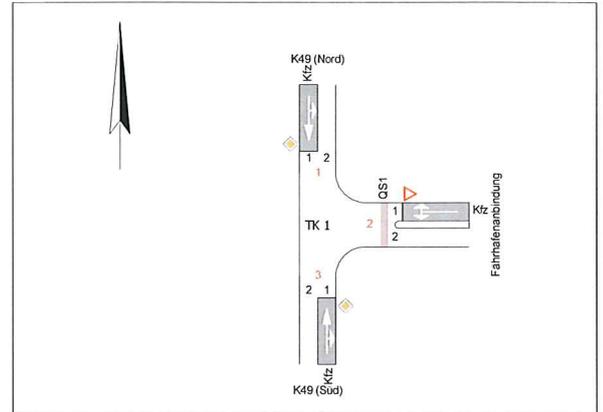
Projekt	Verkehrsgutachten zur Anbindung des Hafens Puttgarden an die E 47 über die Anschlussstelle Puttgarden					
Knoten	Kreisstraße K 49 / Anschluss E 47 Ost					
Auftr.-Nr.	113.2222	Variante	ohne LSA		Datum	03.05.2016
Bearbeiter	Wasser- und Verkehrs-Kontor GmbH	Signum			Anlage	2.3

Bewertung Einmündung ohne LSA

LISA+

Bewertungsmethode : HBS Ausgabe 2001, Fassung 2009
Knotenpunkt : TK 1 (Einmündung)
Lage des Knotenpunktes : Außerorts, Außerhalb von Ballungsräumen
Belastung : Planfall 2030 "Fährbetrieb parallel zur FBQ" (100 %)

Arm	Vorfahrtsregelung	Dreiecksinsel	Spurlänge		Aufweitung	
			Spur	Aufstellpl.	Typ	Aufstellpl.
1	 Hauptstrasse	nein	1	~	-	
2	 Vorfahrt gewähren!	nein	1	~	keine	-
3	 Hauptstrasse	nein	1	~	-	



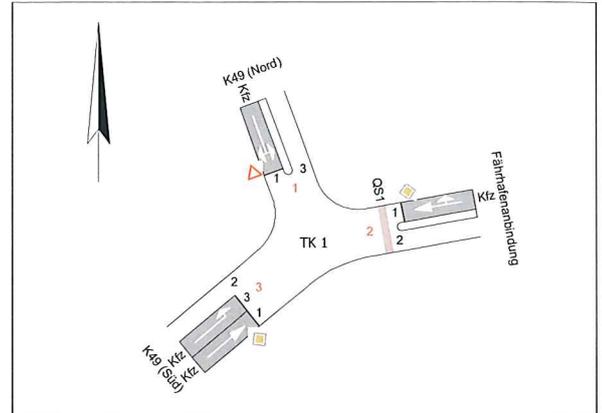
Strom	Rang	Belastung	übergeordn. Verkehrsstärke	Grundkapazität	Kapazität	Kapazitätsreserve	Sättigungsgrad	Wahrsch. rückstaufreier Zustand	95%-Staulänge	99%-Staulänge	Mittlere Wartezeit	QSV	Verkehrstrom (HBS)
	1..4								Pkw-E/h	Fz/h		Pkw-E/h	
3 > 1	1	411			2000	1589	0,21	1,000			0,0	A	2
3 > 2	1	277			1800	1523	0,15	1,000			0,0	A	3
2 > 3	3	369	792	302	302	-	1,22	0,000	46	50	~	F	4
2 > 1	2	0	550	482	482	482	0,00	1,000	0	0	0,0	A	6
1 > 2	2	0	688	575	575	575	0,00	1,000	0	0	0,0	A	7
1 > 3	1	242			2000	1758	0,12	1,000			0,0	A	8
3		688			1900	1212	0,36	-			0,0	A	2+3
2		369			302	-	1,22	-			~	F	4+6
1		242			1900	1658	0,13	-			2,2	A	7+8

Projekt	Verkehrsgutachten zur Anbindung des Hafens Puttgarden an die E 47 über die Anschlussstelle Puttgarden				
Knoten	Kreisstraße K 49 / Fährhafenanbindung				
Auftr.-Nr.	113.2222	Variante	Vorfahrt K 49	Datum	03.05.2016
Bearbeiter	Wasser- und Verkehrs-Kontor GmbH	Signum		Anlage	3.1.1

Bewertung Einmündung ohne LSA

LISA+

Bewertungsmethode : HBS Ausgabe 2001, Fassung 2009
Knotenpunkt : TK 1 (Einmündung)
Lage des Knotenpunktes : Außerorts, Außerhalb von Ballungsräumen
Belastung : Planfall 2030 "Fährbetrieb parallel zur FBQ" (100 %)



Arm	Vorfahrtsregelung	Dreiecksinsel	Spurlänge		Aufweitung	
			Spur	Aufstellpl.	Typ	Aufstellpl.
2	 Hauptstrasse	nein	1	~	-	-
3	 Hauptstrasse	nein	1 3	~ ~	-	-
1	 Vorfahrt gewähren!	nein	1	~	keine	-

Strom	Rang	Belastung	übergeordn. Verkehrsstärke Fz/h	Grundkapazität Pkw-E/h	Kapazität Pkw-E/h	Kapazitätsreserve Pkw-E/h	Sättigungsgrad	Wahrsch. rückstaufreier Zustand	95%-Stau- länge	99%-Stau- länge	Mittlere Wartezeit s	QSV A..F	Verkehrstrom (HBS)
	1..4	Pkw-E/h							Pkw-E	Pkw-E			
2 » 3	1	354			1800	1446	0,20	1,000			0,0	A	2
2 » 1	1	0			1800	1800	0,00	1,000			0,0	A	3
1 » 2	3	0	1042	203	107	107	0,00	1,000	0	0	0,0	A	4
1 » 3	2	245	354	660	660	415	0,37	0,629	2	3	8,7	A	6
3 » 1	2	417	354	881	881	464	0,47	0,527	3	4	7,7	A	7
3 » 2	1	277			1800	1523	0,15	1,000			0,0	A	8
2		354			1800	1446	0,20	-			0,0	A	2+3
1		245			660	415	0,37	-			8,7	A	4+6

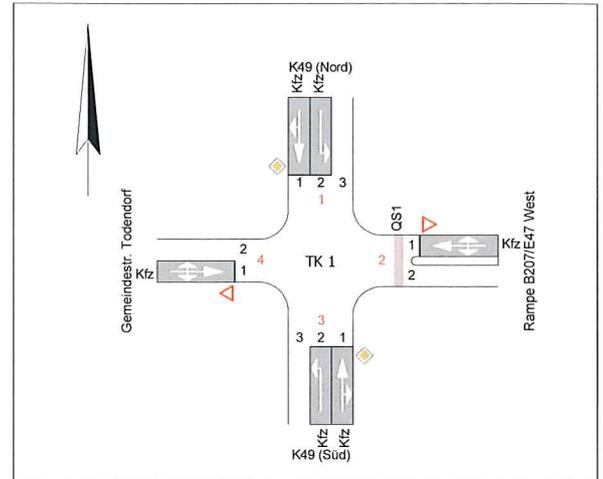
Projekt	Verkehrsgutachten zur Anbindung des Hafens Puttgarden an die E 47 über die Anschlussstelle Puttgarden				
Knoten	Kreisstraße K 49 / Fährhafenanbindung				
Auftr.-Nr.	113.2222	Variante	Vorfahrt Fährhafenanbin	Datum	03.05.2016
Bearbeiter	Wasser- und Verkehrs-Kontor GmbH	Signum		Anlage	3.1.2

Bewertung Knotenpunkt ohne LSA

LISA+

Bewertungsmethode : HBS Ausgabe 2001, Fassung 2009
Knotenpunkt : TK 1 (Knotenpunkt)
Lage des Knotenpunktes : Außerorts, Außerhalb von Ballungsräumen
Belastung : Planfall 2030 "Fährbetrieb parallel zur FBQ" (100 %)

Arm	Vorfahrtsregelung	Dreiecksinsel	Spurlänge		Aufweitung		
			Spur	Aufstellpl.	Typ	Aufstellpl.	
1	◇	Hauptstrasse	nein	1	~	-	
				2	~		
2	▽	Vorfahrt gewähren!	nein	1	~	keine	-
3	◇	Hauptstrasse	nein	1	~	-	
				2	~		
4	▽	Vorfahrt gewähren!	nein	1	~	keine	-

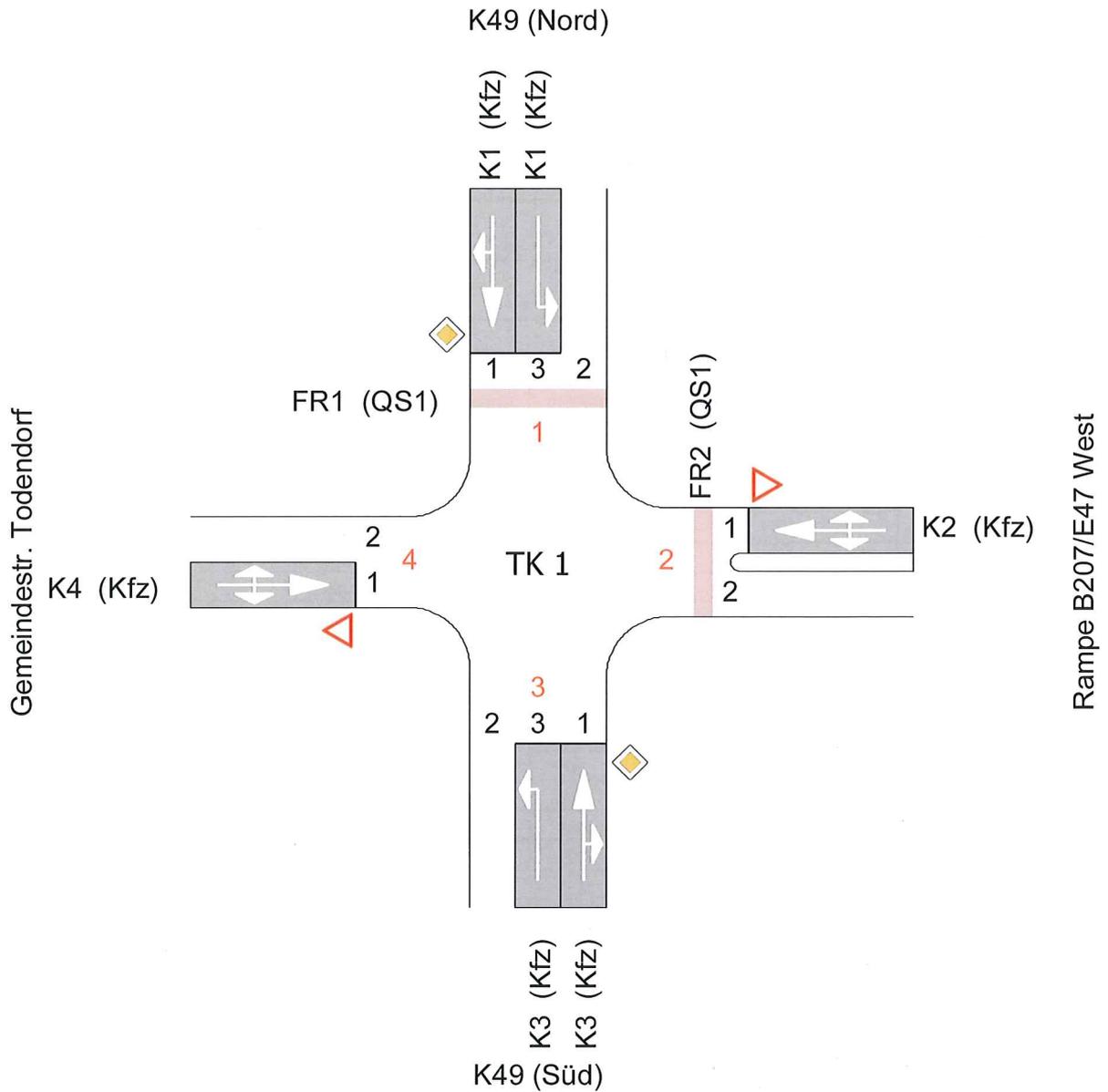


Strom	Rang	Belastung	übergeordn. Verkehrsstärke	Grundkapazität	Kapazität	Kapazitätsreserve	Sättigungsgrad	Wahrsch. rückstaufreier Zustand	95%-Staulänge	99%-Staulänge	Mittlere Wartezeit	QSV	Verkehrstrom (HBS)
	1..4								Pkw-E/h	Fz/h		Pkw-E/h	
1 » 2	2	315	645	607	607	292	0,52	0,481	3	5	12,3	B	1
1 » 3	1	358			2000	1642	0,18	1,000			0,0	A	2
1 » 4	1	9			1800	1791	0,01	1,000			0,0	A	3
4 » 1	4	8	1357	124	52	44	0,15	0,846	1	1	81,7	E	4
4 » 2	3	3	1316	151	72	69	0,04	0,958	0	0	52,2	E	5
4 » 3	2	8	363	650	650	642	0,01	0,988	0	0	5,6	A	6
3 » 4	2	10	367	866	866	856	0,01	0,988	0	0	4,2	A	7
3 » 1	1	637			2000	1363	0,32	1,000			0,0	A	8
3 » 2	1	8			1800	1792	0,00	1,000			0,0	A	9
2 » 3	4	2	1323	130	60	58	0,03	0,967	0	0	62,1	E	10
2 » 4	3	2	1316	151	72	70	0,03	0,972	0	0	51,4	E	11
2 » 1	2	43	641	417	417	374	0,10	0,897	0	1	9,6	A	12
1		367			1900	1533	0,19	-			0,0	A	2+3
4		19			91	72	0,21	-			49,9	E	4+5+6
3		645			1900	1255	0,34	-			0,0	A	8+9
2		47			286	239	0,16	-			15,1	B	10+11+12

Projekt	Verkehrsgutachten zur Anbindung des Hafens Puttgarden an die E 47 über die Anschlussstelle Puttgarden				
Knoten	Kreisstraße K 49 / Anschluss E 47 West				
Auftr.-Nr.	113.2222	Variante	ohne LSA	Datum	03.05.2016
Bearbeiter	Wasser- und Verkehrs-Kontor GmbH	Signum		Anlage	3.2.1

Knotendaten

LISA+



Projekt	Verkehrsgutachten zur Anbindung des Hafens Puttgarden an die E 47 über die Anschlussstelle Puttgarden				
Knoten	Kreisstraße K 49 / Anschluss E 47 West				
Auftr.-Nr.	113.2222	Variante	mit LSA	Datum	03.05.2016
Bearbeiter	Wasser- und Verkehrs-Kontor GmbH	Signum		Anlage	3.2.2 - Seite 1 / 3

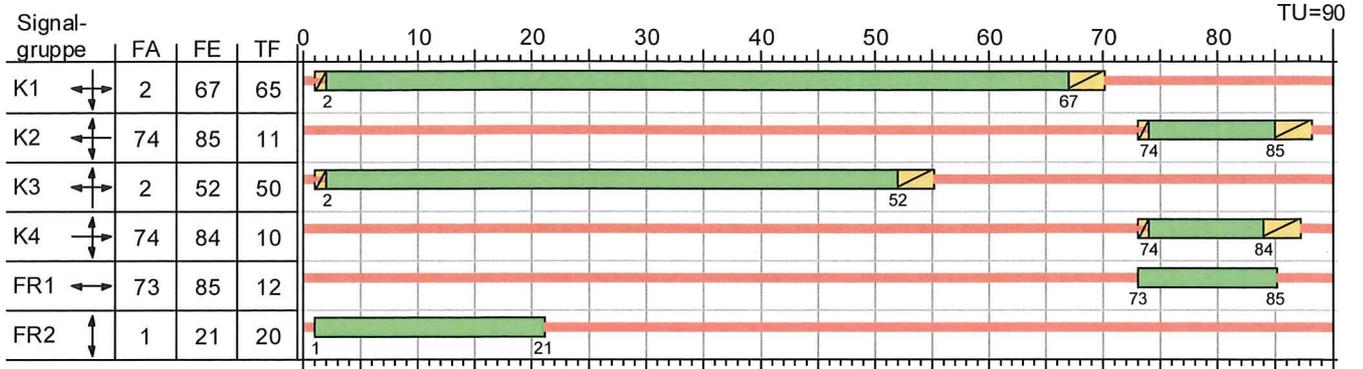
SZP - Beispiel



WASSER- UND VERKEHRS- KONTOR
INGENIEURWISSEN FÜR DAS BAUWESEN
BERATENDE INGENIEURE BEHREND & KRÖGER

LISA+

SZP - Beispiel



Projekt	Verkehrsgutachten zur Anbindung des Hafens Puttgarden an die E 47 über die Anschlussstelle Puttgarden				
Knoten	Kreisstraße K 49 / Anschluss E 47 West				
Auftr.-Nr.	113.2222	Variante	mit LSA	Datum	03.05.2016
Bearbeiter	Wasser- und Verkehrs- Kontor GmbH	Signum		Anlage	3.2.2 - Seite 2 / 3

HBS-Bewertung

LISA+

Sättigungsbelastung unter konkreten Bedingungen, SZP - Beispiel (TU=90)

Zuf	Fstr.Nr.	Symbol	SGR	t _f [s]	SV [%]	q _{S,stat} [Fz/h]	f1		f2		f3		q _S [Fz/h]	Bemerkung
							Faktor	Name	Faktor	Name	Faktor	Name		
1	1		K1	65	1,09	2000	1,00	Schwerverkehrsanteil	1,00	Fahrstreifenbreite	1,00	Fahrbahnlängsneigung	2000	
	3		K1	65	13,54	2000	0,86	Schwerverkehrsanteil	1,00	Fahrstreifenbreite	1,00	Fahrbahnlängsneigung	1716	
2	1		K2	11	0,00	2000	1,00	Schwerverkehrsanteil	1,00	Fahrstreifenbreite	1,00	Fahrbahnlängsneigung	2000	
3	3		K3	50	22,22	2000	0,75	Schwerverkehrsanteil	1,00	Fahrstreifenbreite	1,00	Fahrbahnlängsneigung	1500	
	1		K3	50	6,05	2000	0,97	Schwerverkehrsanteil	1,00	Fahrstreifenbreite	1,00	Fahrbahnlängsneigung	1940	
4	1		K4	10	0,00	2400	1,00	Schwerverkehrsanteil	1,00	Fahrstreifenbreite	1,00	Fahrbahnlängsneigung	2400	

Planfall 2030 "Fährbedienung parallel zur FBQ", SZP - Beispiel

Zuf	Fstr.Nr.	Symbol	SGR	t _f [s]	f	t _s [s]	q [Fz/h]	m [Fz]	q _S [Fz/h]	t _B [s/Fz]	n _C [Fz]	C [Fz/h]	g	N _{GE} [Fz]	n _H [Fz]	h [%]	S [%]	N _{RE} [Fz]	N _{RE} [m]	w [s]	QSV	
1	1		K1	65	0,72	25	367	9,2	2000	1,80	36,10	1444	0,25	0	3	32,7	90,0	5	30	4,25	A	
	3		K1	65	0,72	25	229	5,7	1716	2,10	9,25	370	0,62	0	5	87,3	90,0	3	18	31,95	B	
2	1		K2	11	0,12	79	47	1,2	2000	1,80	5,30	212	0,22	0	1	85,1	90,0	2	12	36,83	C	
3	3		K3	50	0,56	40	9	0,2	1500	2,40	9,90	396	0,02	0	0	0,0	90,0	1	6	24,52	B	
	1		K3	50	0,56	40	645	16,1	1940	1,86	26,95	1078	0,60	0	11	68,2	90,0	11	66	13,27	A	
4	1		K4	10	0,11	80	19	0,5	2400	1,50	6,67	267	0,07	0	0	0,0	90,0	1	6	37,24	C	
Knotenpunktsummen:							1316					3767										
Gewichtete Mittelwerte:													0,48								15,27	
TU = 90 s T = 3600 s																						

Tabelle gemäß Formblatt 3a) HBS 2001 Kapitel 6 Knotenpunkte mit Lichtsignalanlage

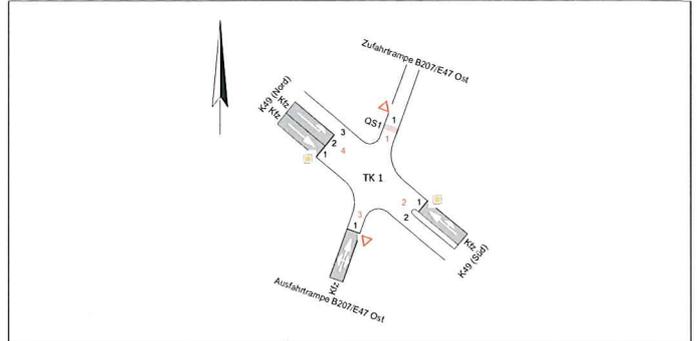
Zuf	Zufahrt	[-]
Fstr.Nr.	Fahrstreifen-Nummer	[-]
Symbol	Fahrstreifen-Symbol	[-]
SGR	Signalgruppe	[-]
t _f	Freigabezeit	[s]
SV	Schwerverkehrsanteil	[%]
q _{S,stat}	Sättigungsbelastung unter Standardbedingungen	[Fz/h]
Faktor	Einflussgröße	[-]
Name	Bezeichnung der Einflussgröße	[-]
q _S	Sättigungsbelastung unter konkreten Bedingungen	[Fz/h]
f1	Einflussgröße 1	[-]
f2	Einflussgröße 2	[-]
f3	Einflussgröße 3	[-]
f	Freigabezeitanteil	[-]
t _s	Sperrzeit	[s]
q	Belastung	[Fz/h]
m	Mittlere Eintreffenzahl	[Fz]
t _B	Mittlerer Zeitbedarfswert	[s/Fz]
n _C	Abflusskapazität pro Umlauf	[Fz]
C	Kapazität des Fahrstreifens	[Fz/h]
g	Sättigungsgrad	[-]
N _{GE}	Mittlere Anzahl der gestauten Fahrzeuge bei Grünende	[Fz]
n _H	Anzahl der haltenden Fahrzeuge pro Umlauf	[Fz]
h	Anteil der haltenden Fahrzeuge	[%]
S	Statistische Sicherheit	[%]
N _{RE}	Maximale Anzahl der gestauten Fahrzeuge bei Rotende	[Fz]
N _{RE}	Maximale Staulänge bei Rotende	[m]
w	Mittlere Wartezeit	[s]
QSV	Qualitätsstufe des Verkehrsablaufs	[-]
TU	Umlaufzeit	[s]
T	Untersuchungszeitraum	[s]

Projekt	Verkehrsgutachten zur Anbindung des Hafens Puttgarden an die E 47 über die Anschlussstelle Puttgarden				
Knoten	Kreisstraße K 49 / Anschluss E 47 West				
Auftr.-Nr.	113.2222	Variante	mit LSA	Datum	03.05.2016
Bearbeiter	Wasser- und Verkehrs- Kontor GmbH	Signum		Anlage	3.2.2 - Seite 3 / 3

Bewertung Knotenpunkt ohne LSA

LISA+

Bewertungsmethode : HBS Ausgabe 2001, Fassung 2009
Knotenpunkt : TK 1 (Knotenpunkt)
Lage des Knotenpunktes : Außerorts, Außerhalb von Ballungsräumen
Belastung : Planfall 2030 "Fährbedienug parallel zur FBQ" (100 %)



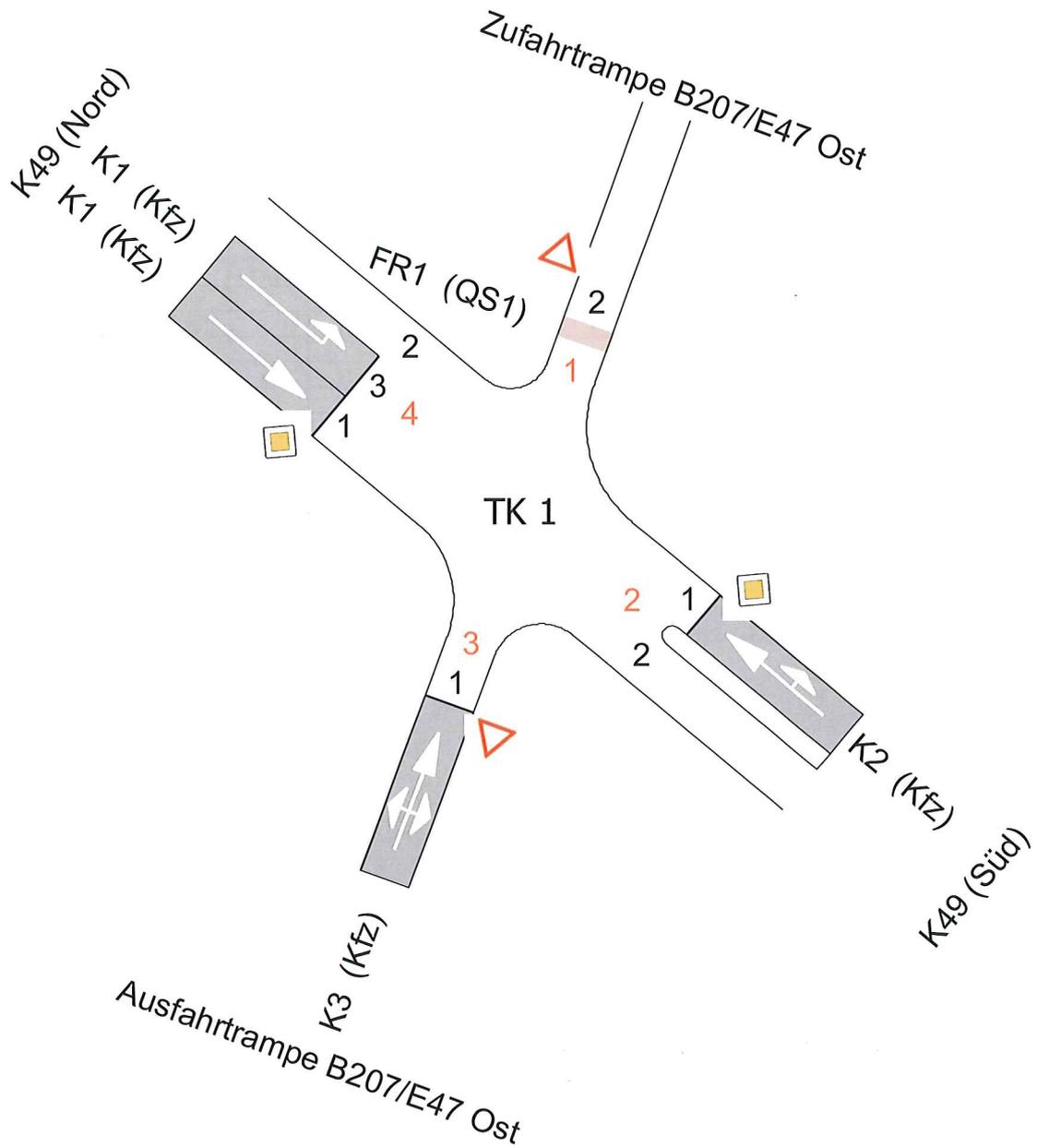
Arm	Vorfahrtsregelung	Dreiecksinsel	Spurlänge		Aufweitung	
			Spur	Aufstellpl.	Typ	Aufstellpl.
2		Hauptstrasse	nein	1	~	-
3		Vorfahrt gewähren!	nein	1	~	keine
4		Hauptstrasse	nein	1	~	-
				2	~	

Strom	Rang	Belastung	übergeordn. Verkehrsstärke	Grundkapazität	Kapazität	Kapazitätsreserve	Sättigungsgrad	Wahrsch. rückstaufreier Zustand	95%-Stau-	99%-Stau-	Mittlere Wartezeit	QSV	Verkehrsstrom (HBS)	
									länge	länge				
		Pkw-E/h	Fz/h	Pkw-E/h	Pkw-E/h	Pkw-E/h			Pkw-E	Pkw-E	s	A..F		
4 » 1	2	153	362	872	872	719	0,18	0,825	1	1	5,0	A	1	
4 » 2	1	216			2000	1784	0,11	1,000			0,0	A	2	
4 » 3	1	0				0	-	-			0,0	A	3	
3 » 4	4	313	728	334	275	-	1,14	0,000	33	38	~	F	4	
3 » 1	3	0	730	355	293	293	0,00	1,000	0	0	0,0	A	5	
3 » 2	2	5	216	822	822	817	0,01	0,994	0	0	4,4	A	6	
2 » 3	2	0	216	1051	1051	1051	0,00	1,000	0	0	0,0	A	7	
2 » 4	1	357			2000	1643	0,18	1,000			0,0	A	8	
2 » 1	1	5			1800	1795	0,00	1,000			0,0	A	9	
1 » 2	4	0	733	332	272	272	0,00	1,000	0	0	0,0	A	10	
1 » 3	3	0	728	356	294	294	0,00	1,000	0	0	0,0	A	11	
1 » 4	2	0	360	653	653	653	0,00	1,000	0	0	0,0	A	12	
3		318			278	-	1,14	-			~	F	4+5+6	
2		362			1900	1538	0,19	-			0,0	A	8+9	

Projekt	Verkehrsgutachten zur Anbindung des Hafens Puttgarden an die E 47 über die Anschlussstelle Puttgarden				
Knoten	Kreisstraße K 49 / Anschluss E 47 Ost				
Auftr.-Nr.	113.2222	Variante	ohne LSA	Datum	03.05.2016
Bearbeiter	Wasser- und Verkehrs- Kontor GmbH	Signum		Anlage	3.3.1

Knotendaten

LISA+

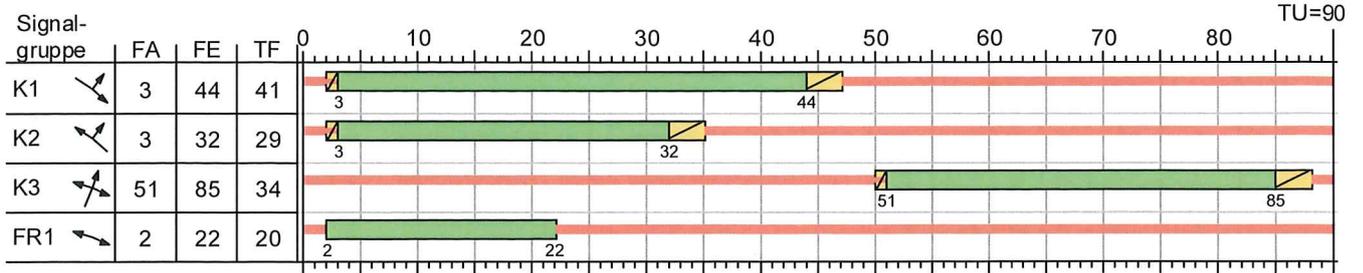


Projekt	Verkehrsgutachten zur Anbindung des Hafens Puttgarden an die E 47 über die Anschlussstelle Puttgarden				
Knoten	Kreisstraße K 49 / Anschluss E 47 Ost				
Auftr.-Nr.	113.2222	Variante	mit LSA	Datum	03.05.2016
Bearbeiter	Wasser- und Verkehrs-Kontor GmbH	Signum		Anlage	3.3.2 - Seite 1 / 3

SZP - Beispiel

LISA+

SZP - Beispiel



Projekt	Verkehrsgutachten zur Anbindung des Hafens Puttgarden an die E 47 über die Anschlussstelle Puttgarden				
Knoten	Kreisstraße K 49 / Anschluss E 47 Ost				
Auftr.-Nr.	113.2222	Variante	mit LSA	Datum	03.05.2016
Bearbeiter	Wasser- und Verkehrs-Kontor GmbH	Signum		Anlage	3.3.2 - Seite 2 / 3

HBS-Bewertung



LISA+

Sättigungsbelastung unter konkreten Bedingungen, SZP - Beispiel (TU=90)

Zuf	Fstr.Nr.	Symbol	SGR	t _F [s]	SV [%]	q _{s,st} [Fz/h]	f1		f2		f3		q _s [Fz/h]	Bemerkung
							Faktor	Name	Faktor	Name	Faktor	Name		
2	1		K2	29	3,04	2000	0,98	Schwerverkehrsanteil	1,00	Fahrbahnlängsneigung	1,00	Fahrbahnlängsneigung	1968	
3	1		K3	34	10,60	2000	0,92	Schwerverkehrsanteil	1,00	Fahrbahnlängsneigung	1,00	Fahrbahnlängsneigung	1846	
4	3		K1	41	0,66	2000	1,00	Schwerverkehrsanteil	1,00	Fahrbahnlängsneigung	1,00	Fahrbahnlängsneigung	2000	
	1		K1	41	1,39	2000	1,00	Schwerverkehrsanteil	1,00	Fahrbahnlängsneigung	1,00	Fahrbahnlängsneigung	2000	

Planfall 2030 "Fährbetrieb parallel zur FBQ", SZP - Beispiel

Zuf	Fstr.Nr.	Symbol	SGR	t _F [s]	f	t _S [s]	q [Fz/h]	m [Fz]	q _s [Fz/h]	t _b [s/Fz]	n _c [Fz]	C [Fz/h]	g	N _{GE} [Fz]	n _H [Fz]	h [%]	S [%]	N _{RE} [Fz]	N _{RE} [m]	w [s]	QSV	
2	1		K2	29	0,32	61	362	9,1	1968	1,83	15,85	634	0,57	0	8	88,4	90,0	10	60	25,28	B	
3	1		K3	34	0,38	56	302	7,5	1846	1,95	17,43	697	0,43	0	6	79,5	90,0	8	48	20,83	B	
4	3		K1	41	0,46	49	152	3,8	2000	1,80	8,45	338	0,45	0	3	78,9	90,0	4	24	33,63	B	
	1		K1	41	0,46	49	216	5,4	2000	1,80	22,77	911	0,24	0	3	55,6	90,0	5	30	14,95	A	
Knotenpunktssummen:							1032					2580										
Gewichtete Mittelwerte:													0,44								23,05	
TU = 90 s T = 3600 s																						

Tabelle gemäß Formblatt 3a) HBS 2001 Kapitel 6 Knotenpunkte mit Lichtsignalanlage

Zuf	Zufahrt	[-]
Fstr.Nr.	Fahrbahnlängsneigung	[-]
Symbol	Fahrbahnlängsneigung	[-]
SGR	Signalgruppe	[-]
t _F	Freigabezeit	[s]
SV	Schwerverkehrsanteil	[%]
q _{s,st}	Sättigungsbelastung unter Standardbedingungen	[Fz/h]
Faktor	Einflussgröße	[-]
Name	Bezeichnung der Einflussgröße	[-]
q _s	Sättigungsbelastung unter konkreten Bedingungen	[Fz/h]
f1	Einflussgröße 1	[-]
f2	Einflussgröße 2	[-]
f3	Einflussgröße 3	[-]
f	Freigabezeitanteil	[-]
t _S	Sperrzeit	[s]
q	Belastung	[Fz/h]
m	Mittlere Eintreffenzahl	[Fz]
t _b	Mittlerer Zeitbedarfswert	[s/Fz]
n _c	Abflusskapazität pro Umlauf	[Fz]
C	Kapazität des Fahrbahnlängsstreifens	[Fz/h]
g	Sättigungsgrad	[-]
N _{GE}	Mittlere Anzahl der gestauten Fahrzeuge bei Grünende	[Fz]
n _H	Anzahl der haltenden Fahrzeuge pro Umlauf	[Fz]
h	Anteil der haltenden Fahrzeuge	[%]
S	Statistische Sicherheit	[%]
N _{RE}	Maximale Anzahl der gestauten Fahrzeuge bei Rotende	[Fz]
N _{RE}	Maximale Staulänge bei Rotende	[m]
w	Mittlere Wartezeit	[s]
QSV	Qualitätsstufe des Verkehrsablaufs	[-]
TU	Umlaufzeit	[s]
T	Untersuchungszeitraum	[s]

Projekt	Verkehrsgutachten zur Anbindung des Hafens Puttgarden an die E 47 über die Anschlussstelle Puttgarden				
Knoten	Kreisstraße K 49 / Anschluss E 47 Ost				
Auftr.-Nr.	113.2222	Variante	mit LSA	Datum	03.05.2016
Bearbeiter	Wasser- und Verkehrs- Kontor GmbH	Signum		Anlage	3.3.2 - Seite 3 / 3