

Konzept einer Parallelführung des Rad- und Eisenbahnverkehrs in die Flensburger Innenstadt

Till Schwarzer
Matrikelnummer: 63584

Danksagung

Mein Dank gilt den Kieler Kollegen, die mir während meiner Zeit bei der NAH.SH GmbH viele neue und interessante Einblicke in das Themenfeld des SPNV ermöglicht haben.

Insbesondere danke ich herzlich Torsten Weppler, Sven Ostermeier, Dr. Christina Jakob und meinem Betreuer Jochen Schulz für die hilfreichen Anregungen und Hinweise bei der Themenfindung und dem Schreiben meiner Arbeit.

Darüber hinaus danke ich meinem Lehrprofessor und Prüfer Prof. Dr.-Ing. Jan Riel, der sich als Betreuer für meine hochschulexterne Thesis bereiterklärt hat.

Eidesstattliche Erklärung

Hiermit erkläre ich, dass die vorliegende Ausarbeitung von mir selbstständig verfasst wurde. Ich habe keine anderen als die im Literatur- und Abbildungsverzeichnis genannten Quellen zur Erarbeitung dieser Arbeit verwendet.

Sämtliche Stellen dieser Arbeit, die anderen Quellen sinngemäß entnommen wurden, sind gekennzeichnet.

Karlsruhe, den 31.01.2020

Till Schwarzer

Kurzfassung

Die Stadt Flensburg benötigt im Zuge der Verkehrswende ein neues Mobilitätsangebot im Bereich des Schienenpersonennahverkehrs (SPNV), da die Fahrgastzahlen für ein Oberzentrum dieser Größe äußerst unbefriedigend sind. Besonders niedrig sind die Fahrgastzahlen im Berufspendlerverkehr. Neben dem ländlichen Umfeld der Stadt ist auch die schlechte Anbindung der Eisenbahn an das Zentrum und den ZOB eine maßgebliche Ursache für den heutigen Zustand. Eine stillgelegte Bahnanlage, die vom bestehenden Eisenbahnnetz bis hin zum innerstädtischen Hafen führt, bietet für eine mögliche Attraktivitätssteigerung des SPNV gute Voraussetzungen. So ist es denkbar, Züge zukünftig direkt im Zentrum anstatt wie heute im Süden der Stadt enden zu lassen.

Die Bahnanlage steht schon seit Längerem im Fokus unterschiedlicher Nutzerinteressen: Die Stadt Flensburg möchte die Bahnstrecke zukünftig zu einem Radschnellweg umnutzen und hat hierzu ein Gutachten [1] erarbeiten lassen, welches enorme Nutzerpotenziale im Radverkehr prognostiziert. Das Land Schleswig-Holstein mit seiner Aufgabenträgerin des SPNV (NAH.SH GmbH) fokussiert hingegen eine Reaktivierung der Bahnanlage und stützt sich auf ein Gutachten [2], welches einen hohen Nutzen des Eisenbahnverkehrs auf der Strecke nachweist. Somit ist die Strecke Konfliktfeld zweier umweltverträglicher Verkehrsmittel. Da beide Varianten die Verlagerung des motorisierten Individualverkehrs hin zum Rad bzw. zur Schiene ermöglichen, erscheint eine Parallelnutzung der Anlage durch beide Verkehrsmittel auch hinsichtlich des Klimaschutzes sinnvoll.

Eine Umnutzung der Bahnstrecke in teils dicht bebautem Gebiet hin zu einer parallel geführten Eisenbahn- und Fahrradtrasse erfordert einen Mehrbedarf an Flächen und ist in baulicher Hinsicht teilweise aufwändig. Dennoch: Prinzipiell ist es möglich, den Rad- und Eisenbahnverkehr aus dem Süden gebündelt entlang der Achse ins Flensburger Zentrum zu führen. Der Radweg ist über verschiedene Anschlussstellen an das Straßennetz verknüpft. In einem letzten Teilabschnitt im Zentrum der Stadt verläuft der Radweg entlang des Straßenraums. Im gesamten Abschnitt ist eine hochwertige Radverkehrsanlage vorgesehen, die das Radfahren mit hohen Fahrt- und Reisegeschwindigkeiten ermöglicht. Der Radweg ist wesentlicher Bestandteil einer besseren Anbindung des Flensburger Stadtteils Weiche und kann einen großen Beitrag für eine umweltgerechte und stadtverträgliche Nahmobilität leisten. Eine neue Bahnstation im Süden der Stadt und ein zentraler Bahnhof am ZOB bieten zudem einen verbesserten Zugang zum nachhaltigen Regionalverkehr auf der Schiene.

In volkswirtschaftlicher Hinsicht ist dieses Projekt ebenfalls lohnenswert und wird demnach zur weiteren Planung empfohlen.

Inhaltsverzeichnis

1.	Einleitung und Fragestellung	1
2.	Untersuchungsraum Flensburg	2
2.1	Geografische Lage	2
2.2	Flensburgs Funktion als Oberzentrum	3
3.	Flensburgs Verkehrsinfrastruktur	4
3.1	Historische Entwicklung der Flensburger Infrastruktur	4
3.2	Heutige Straßeninfrastruktur	5
3.3	Heutige Eisenbahninfrastruktur	6
3.4	Derzeitiger Eisenbahnbetrieb	7
4.	Mobilitätsverhalten in Flensburg	8
4.1	Modal Split in Flensburg	8
4.2	Pendlerverkehre in Flensburg	9
4.3	Darstellung und Interpretation der Fahrgasttagesganglinien am Flensburger Bahnhof	10
4.3.1	RE 72 (Flensburg - Kiel)	10
4.3.2	RE 7 (Flensburg - Hamburg)	12
4.3.3	Deutsch-dänischer IC-Verkehr	14
4.4	Bewertung der Fahrgastzahlen im Flensburger SPNV	15
4.5	Ursachen für niedrige Fahrgastzahlen im Flensburger SPNV	17
5.	Gutachten zur Rad- und Eisenbahninfrastruktur in Flensburg	21
5.1	Gutachten zur zukünftigen Bahnstruktur Flensburg	21
5.2	Masterplan Mobilität 2030	22
5.3	Potenzialanalyse und Machbarkeitsstudie für einen Radweg auf dem Bahndamm mit dem Standard eines Radschnellweges	23
6.	Konfliktanalyse und Erschließungspotenziale des Eisenbahn- und Radverkehrs	25
6.1	Konfliktanalyse	25
6.2	Erschließungspotenzial des Eisenbahnverkehrs und denkbare Haltepunkte entlang der Trasse	26
6.3	Erschließungspotenzial des Radverkehrs	29

7.	Konzept einer Parallelführung des Rad- und Eisenbahnverkehrs	30
7.1	Idee	30
7.2	Radschnellwege in der Praxis: Die Veloroute 10 in Kiel	31
7.3	Erforderliche Querschnittsbreiten	31
7.3.1	Eisenbahn	31
7.3.2	Radverkehrsanlagen	35
7.3.3	Parallelführung des Rad- und Eisenbahnverkehrs	37
8.	Ausgestaltung der Trassenführung	39
8.1	Grundsätzliches Vorgehen	39
8.2	Lokalisierung kritischer Querschnittsbreiten entlang der Trasse und Lösungsansätze für diese Bereiche	40
8.3	Anschlussstellen des Radwegs an das bestehende Netz	44
8.4	Verknüpfung des Eisenbahnverkehrs mit dem Radverkehr und weiteren Verkehrsmitteln	46
8.5	Städtebauliche Aspekte	47
9.	Potenzialabschätzung und Untersuchung der Verkehrsqualität	48
9.1	Abschätzung der Verkehrsstärken im Rad- und Fußverkehr	48
9.2	Radverkehrsqualität	50
9.2.1	Bewertung der Radverkehrsqualität	50
9.2.2	Reisezeitgewinn im Radverkehr durch Neu- und Ausbau der Infrastruktur sowie LSA-Koordinierung	52
9.2.3	Qualitätsstandard des Radwegs	55
10.	Abschätzung der Kosten und des Nutzens	55
10.1	Kostenabschätzung	55
10.2	Nutzen-Kosten-Betrachtung	58
10.3	Möglichkeiten der finanziellen Förderung	61
11.	Fazit und Ausblick	62
	Literaturverzeichnis	63
	Abbildungsverzeichnis	69
	Anlagenverzeichnis	73
	Abkürzungsverzeichnis	85
	Planverzeichnis	86

1. Einleitung und Fragestellung

Im Zuge einer angestrebten Verkehrswende stellt sich auch in Flensburg die Frage, wie zukünftig die städtische Verkehrsinfrastruktur entsprechend angepasst werden kann, um den Anteil der umweltverträglichen Verkehrsmittel am Modal Split zu erhöhen. Die Fahrgastzahlen im Schienenpersonennahverkehr (SPNV) in der Region Flensburg sind vergleichsweise niedrig, was unter anderem auf die dezentrale Lage des Bahnhofs am südlichen Stadtrand zurückzuführen ist. Eine mögliche Verlagerung des Bahnhofs ins Stadtzentrum zur Attraktivitätssteigerung des SPNV wird seit Längerem diskutiert [3].

Die Stadt Flensburg hat zur umweltgerechten Mobilität zwei Gutachten [1] [2] erarbeiten lassen, die die Belange des SPNV sowie die des Radverkehrs näher beleuchten. Beide Gutachten thematisieren unter anderem das Erschließungspotenzial einer derzeit ungenutzten Bahntrasse zwischen dem südlichen Stadtgebiet und der Innenstadt. In beiden Fällen wird für die Trasse eine hohe Verkehrsnachfrage prognostiziert, die das jeweilige Verkehrsmittel in Flensburg nachhaltig stärken könnte. Aus den unterschiedlichen Sichtweisen auf die zukünftige Nutzung der heutigen Bahnanlage ergeben sich Interessenskonflikte, die in dieser Arbeit gegenübergestellt werden. Ziel der Arbeit ist es, den Interessen beider Verkehrsmittel gerecht zu werden, indem ein paralleles Nutzungskonzept erarbeitet wird, um somit die Verkehrsmittel des Umweltverbunds Rad und Bahn gleichermaßen zu stärken.

2. Untersuchungsraum Flensburg

2.1 Geografische Lage

Die kreisfreie Stadt Flensburg liegt unweit der deutsch-dänischen Staatsgrenze im nördlichen Bereich des Landes Schleswig-Holstein (Abbildung 1). Flensburg hat rund 96.000 Einwohner und ist somit nach den Städten Kiel und Lübeck die drittbevölkerungsreichste Stadt des Landes [4]. Das Stadtgebiet grenzt unmittelbar an die Flensburger Förde und hat somit direkten Zugang zur Ostsee.

Das Umland von Flensburg ist überwiegend ländlich geprägt. Größere städtische Siedlungsgebiete sind im direkten Umfeld Flensburgs nicht vorhanden. Die nächstgelegenen Klein- bzw. Mittelstädte sind Schleswig (25.278 Einwohner [4]), Niebüll (10.021 Einwohner [5]) und Kappeln (8.597 Einwohner [4]). Die an Flensburg süd-westlich angrenzende Gemeinde Handewitt hat 11.071 Einwohner [4].



Abbildung 1: Geografische Lage von Flensburg (eigene Darstellung; Kartengrundlage: Openstreetmap [6])

Die Landeshauptstadt Kiel liegt mit ihren rund 246.000 Einwohnern [4] etwa 75 km südöstlich von Flensburg. Hamburg liegt zirka 160 km südlich von Flensburg und hat rund 1,84 Millionen Einwohner [7].

2.2 Flensburgs Funktion als Oberzentrum

Flensburg hat nach dem Ansatz des Systems der zentralen Orte die Funktion eines Oberzentrums und gilt als Versorgungszentrum für die in Flensburg und in den angrenzenden Gemeinden lebende Bevölkerung [8, S. 9-10]. So ist eine Vielzahl von Versorgungseinrichtungen mit oberzentraler Funktion in der Stadt vorhanden: Die Innenstadt ist durch eine große Zahl von Einzelhandelsgeschäften geprägt und ist überregional hierfür bekannt. Zwei große Einkaufszentren (Förde Park und CITTI-Park) befinden sich in südlicher Stadtrandlage.

Darüber hinaus hat Flensburg auch aus Sicht der medizinischen Versorgung eine oberzentrale Funktion. Neben dem Malteser Krankenhaus St. Franziskus-Hospital, dem zweitgrößten Krankenhausstandort Schleswig-Holsteins mit rund 100.000 Patienten pro Jahr, hat auch das Flensburger DIAKO Krankenhaus (jährlich rund 80.000 Patienten) seine Einrichtungen in der Stadt [9, 10].

Zudem hat Flensburg verschiedene öffentliche Bildungs- und Wirtschaftseinrichtungen. So befinden sich eine Fachhochschule und eine Universität mit ihren insgesamt rund 10.000 Studierenden im Stadtgebiet [11]. Außerdem haben mehrere Berufsschulen und Fachakademien ihren Standort in der Stadt. Ebenfalls hat die Wirtschaftsförderungs- und Regionalentwicklungsgesellschaft (kurz: WiREG) in Flensburg ihren Sitz. Sie fördert Start-Ups und Ansiedlungsvorhaben im Wirtschaftsraum Flensburg [12].

Rund 5.000 Betriebe sind in der Stadt angesiedelt und beschäftigen zirka 44.000 Arbeitnehmer. Eine Vielzahl der Unternehmen ist in den Bereichen Gesundheit, Dienstleistungen, Maschinen- und Schiffbau tätig [13].

Auch im Sport- und Kulturbereich zeichnet sich Flensburg durch bedeutsame Einrichtungen aus. So ist die erstklassige Handballspielgemeinschaft Flensburg-Handewitt in der Stadt beheimatet und spielt regelmäßig in der Flens-Arena. Die Arena auf dem Flensburger Universitätscampus wird sowohl für sportliche Großereignisse und den Hochschulsport, als auch für andere Veranstaltungen, wie zum Beispiel Konzerte, genutzt. Weitere kulturelle Einrichtungen in der Stadt sind beispielsweise das Flensburger Stadttheater und das Deutsche Haus, ein Veranstaltungsgebäude, welches heute zugleich auch eines der zahlreichen städtischen Kulturdenkmäler ist [14, S. 47]. [15]

Flensburg ist aufgrund seines ausgeprägten innerstädtischen Einzelhandels, seiner historischen Bebauung und seiner attraktiven Lage am Wasser ein beliebtes überregionales Touristenziel.

3. Flensburgs Verkehrsinfrastruktur

3.1 Historische Entwicklung der Flensburger Infrastruktur

Flensburgs Stadtentwicklung wurde stark durch seine Lage zum Meer geprägt. Der ursprüngliche Kern entspricht ungefähr den heutigen Grenzen des Stadtteils Innenstadt. Nach Erlangen des Stadtrechts im Jahr 1284 erfuhr die Stadt im 16. Jahrhundert unter dänischer Regentschaft einen wirtschaftlichen Aufstieg. Dank seines Hafens wurde Flensburg zur größten Handelsstadt im dänischen Königreich. [16]

1806 erlebte die Stadt den Höhepunkt seiner Schifffahrt, sie war entscheidender Wirtschaftsfaktor der Stadt. 1854 eröffnete die Eisenbahnstrecke Flensburg - Husum - Tönning, die es britischen Handelsleuten ohne die riskante Umfahrung des Skagerraks ermöglichte, ihre Waren in den Ostseeraum zu verfrachten [17]. Flensburg wurde somit wichtiger Umschlagsplatz der Güter von der Eisenbahn zum Schiff. Zunächst endete die Eisenbahnstrecke am Bahnhof *Holzkrug* im heutigen Stadtteil *Weiche*, kurz darauf – noch im Jahr 1854 – wurde sie als zweigleisige Hafenbahn bis zum neuen Flensburger Bahnhof (*Staatsbahnhof*) in der Nähe des Hafens geführt [18] [19] (vgl. Anlage 9). Im folgenden Jahrzehnt wurden die Eisenbahnstrecken zwischen Flensburg-*Weiche* und Padborg/Tinglev (1864) sowie Flensburg und Rendsburg (1869) eröffnet [16]. 1881 eröffnete die Strecke Flensburg - Kiel, die in Flensburg am *Kieler Bahnhof* endete [20]. Ende des 19. Jahrhunderts bekam die Stadt ein innerstädtisches Massenverkehrsmittel: Die Flensburger Straßenbahn, anfangs eine normalspurige Pferdestraßenbahnlinie startete 1881 ihren Fahrbetrieb [21]. Vor dem damaligen Kommunalverein warb der Civilingenieur Herr von Alten für den elektrischen Ausbau der Straßenbahn:

„Es hätte der elektrische Betrieb dem Dampf- und auch Pferdebahnbetrieb gegenüber manche Vorzüge. Die Fahrgeschwindigkeit werde wesentlich erhöht, der Raum, den eine Pferdebahn in der Straße beanspruche, werde, weil der Vorspann der Pferde fehle, wesentlich herabgemindert und die Belastung der Straßen sei beim elektrischen Betrieb um fast 50 % geringer. Als fernere Vorzüge bezeichnete der Redner die im Wegfall kommende Abnutzung des Straßenpflasters zwischen den Schienen, die Reinhaltung der Straße vom Pferdedung und vor allem der Umstand, daß selbst beim schlechten Wetter im Winter eine Einstellung des Betriebes verhindert werden kann.“ [22]

Er warnte zudem vor schlechter Verkehrsqualität, sofern das Verkehrsnetz in Flensburg im Zuge des konjunkturellen Aufschwungs nicht ausgebaut werde:

„Der Redner schloß seinen beifällig aufgenommenen Vortrag mit dem Wunsche, daß dem Emporblühen der Stadt die Verkehrsverhältnisse gleichen Schritt halten möchten.“ [22]

Im Jahr 1907 wurde die Straßenbahn elektrifiziert und ausgebaut. Sie war jetzt wichtiges Verkehrsmittel in den am dichtest besiedelten Stadtteilen Neustadt, Innenstadt und Engelsby. Die Stammstrecke mit nord-südlicher Ausdehnung zwischen *Apenrader* und *Angelburger Straße* wurde abschnittsweise zweigleisig als Meterspur ausgebaut. Weitere drei Linien kamen in den Folgejahren hinzu: Linie 2 führte als Ost-West-Verbindung von der Marienhölzung zum Kreisbahnhof. Vom Kreisbahnhof fuhr die Kreisbahn, eine regionale Eisenbahnlinie, in Richtung Osten nach Kappeln, um die dortigen ländlichen Gebiete besser zu erschließen. Die Straßenbahnlinie 3 schloss die neue Marineschule im süd-östlichen Stadtteil Mürwik an und verlief

abschnittsweise auch auf dem Verlauf der Linie 1. Linie 4 führte seit 1925 nach Glücksbург auf der Strecke der Kreisbahn, die in diesem Zuge auf dem Abschnitt elektrifiziert wurde. [21]

1927 wurde der damalige Bahnhof in den Süden der Stadt an seinen heutigen Standort verlegt. Ziel war es, die drei Flensburger Bahnhöfe - den *Englischen Bahnhof* (Linie in Richtung Rendsburg und Dänemark), den *Kieler Bahnhof* (Linie nach Kiel) und den *Kreisbahnhof* (in Richtung Kappeln) - in einem Bahnhof zu bündeln. Insbesondere für umsteigende Fahrgäste war das damalige Eisenbahnkonzept in Flensburg unbefriedigend, da zum Teil weite Laufwege zum Umstieg nötig waren. [20] Auf der ehemals zweigleisigen Hafenbahn wurde nach der Eröffnung des neuen Bahnhofs nur noch Güterverkehr abgewickelt, sodass 1928 eines der zwei Hafenbahngleise zurückgebaut wurde [19]. 1929 wurden die noch heute bestehenden Brückenbauwerke auf Höhe *Bahnhofstraße*, *Heinrichstraße* und *Angelburger Straße* errichtet [14]. Sie wurden für den eingleisigen Bahnbetrieb dimensioniert. Anstelle des alten Staatsbahnhofes entstand 1931 der erste ZOB Deutschlands, der dort bis heute existiert [16]. Neben der Eisenbahninfrastruktur veränderte sich auch der innerstädtische Straßenbahnbetrieb: Bereits 1934 wurde der Linienbetrieb auf der Linie 4 eingestellt, auf der Linie 2 wurde die Straßenbahn im zweiten Weltkrieg durch Oberleitungsbusse ersetzt. 1957 wurde der Betrieb auf den Linien 2 und 3 auf Dieselbusse umgestellt, Linie 1 fuhr noch bis 1973. Seitdem wird der städtische ÖPNV mit Bussen ausgeführt. [21]

Gleichzeitig wurde das Straßennetz verstärkt ausgebaut. Die Fertigstellung der Autobahn 7 bis zur dänischen Grenze im Jahr 1978 schloss Flensburg an das Fernstraßennetz an. Aufgrund steigender Verkehrsbelastungen im innerstädtischen Bereich wurde der Bau der Flensburger Osttangente beschlossen, die ab 1992 abschnittsweise freigegeben wurde. 2006 wurde die Osttangente vollständig fertiggestellt. Sie verbindet heute das östliche Umland Flensburgs mit der B 200, welche der Autobahnzubringer für die A 7 und die Verbindung in Richtung Husum ist. [16]

3.2 Heutige Straßeninfrastruktur

Flensburg ist über zwei Zubringer (Bundesstraßen 199 und 200) an die Bundesautobahn A7 überregional an das Straßenverkehrsnetz angeknüpft. Die BAB 7 führt in Richtung Süden nach Hamburg, in Richtung Norden nach Dänemark und ist Teilabschnitt der Europastraße 45.

Die B 199 bindet Flensburg in ost-westlicher Richtung (Kappeln bzw. Leck) an das Umland an. Die Osttangente (Teilabschnitt der B199) ist eine der verkehrsstärksten Straßenabschnitte im Stadtgebiet (36.600 Kfz/24h auf Höhe Eckernförder Landstraße). Auch die B 200 zeigt hohe Verkehrsstärken (39.000 Kfz/24h, Höhe Stadtteil *Weiche* / *Südstadt*) innerhalb Flensburgs auf. [23]

Eine sehr zentrale Verkehrsachse in Flensburg ist die L 249 (*Zur Exe*). Sie führt aus Westen in Richtung Stadtzentrum / ZOB. Die Verkehrsstärke liegt auf Höhe *Deutsches Haus* bei 26.600 Kfz/24h [23]. Entlang der stark belasteten Straßen wird der Radverkehr meist auf eigenständig geführten Radwegen geführt, wobei die Qualität hinsichtlich des Fahrkomforts in Richtung Stadtzentrum tendenziell zunimmt.

3.3 Heutige Eisenbahninfrastruktur

Flensburg ist Netzknoten dreier Eisenbahnstrecken im Norden Schleswig-Holsteins. In Flensburg endet eine aus Dänemark kommende Eisenbahnstrecke. Sie verbindet die dänischen Städte Kolding, Fredericia, Horsens und Aarhus mit Flensburg. Auf deutscher Landesseite führt eine Eisenbahnstrecke von Flensburg in Richtung Hamburg über Schleswig, Rendsburg und Neumünster. Des Weiteren gibt es eine Eisenbahnstrecke von Flensburg nach Kiel über Eckernförde (Abbildung 2). Eine in Schleifenform geführte Eisenbahntrasse ermöglicht das Halten am Flensburger Bahnhof ohne Fahrtrichtungswechsel („Kopfmachen“) von Zügen auf der Relation Dänemark (Jütland) – Hamburg.

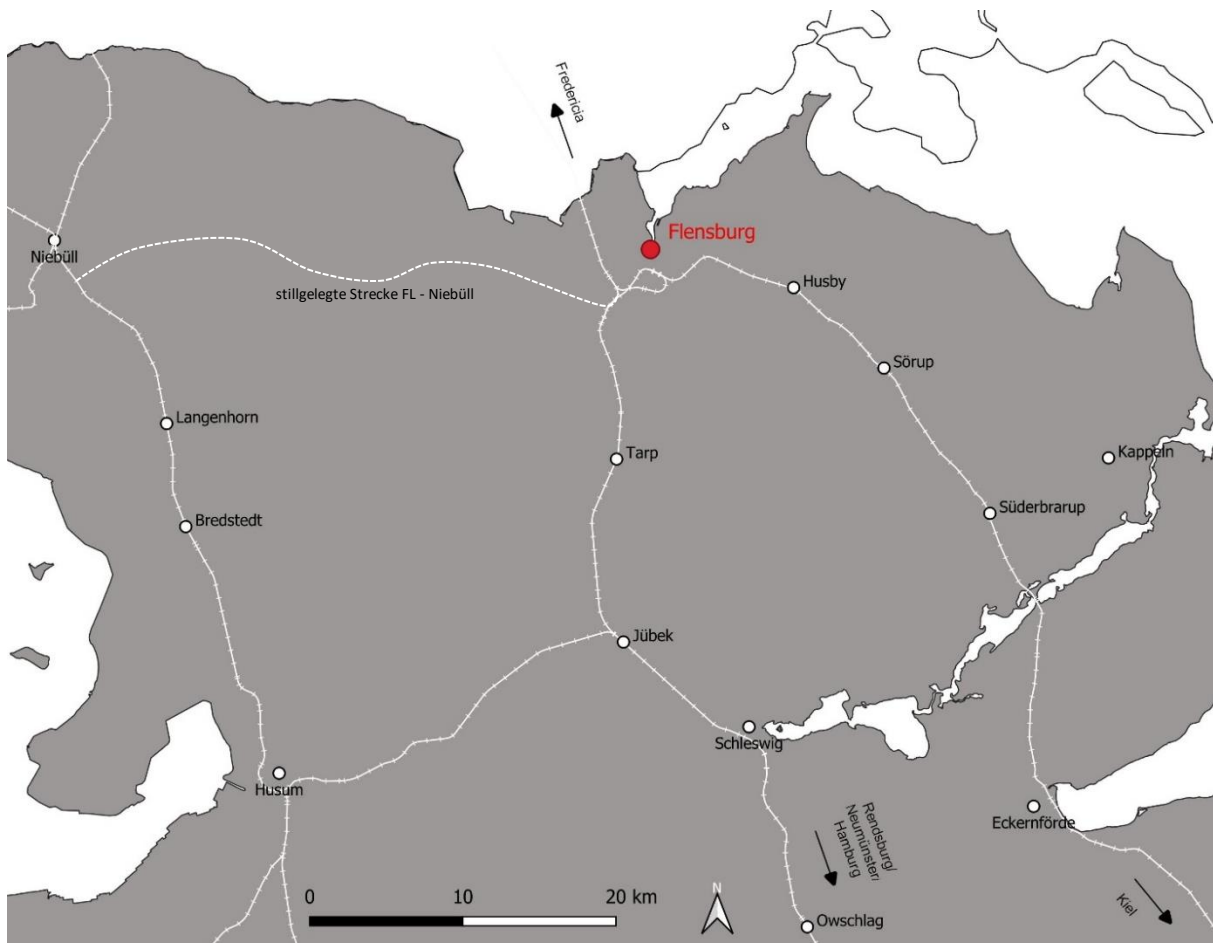


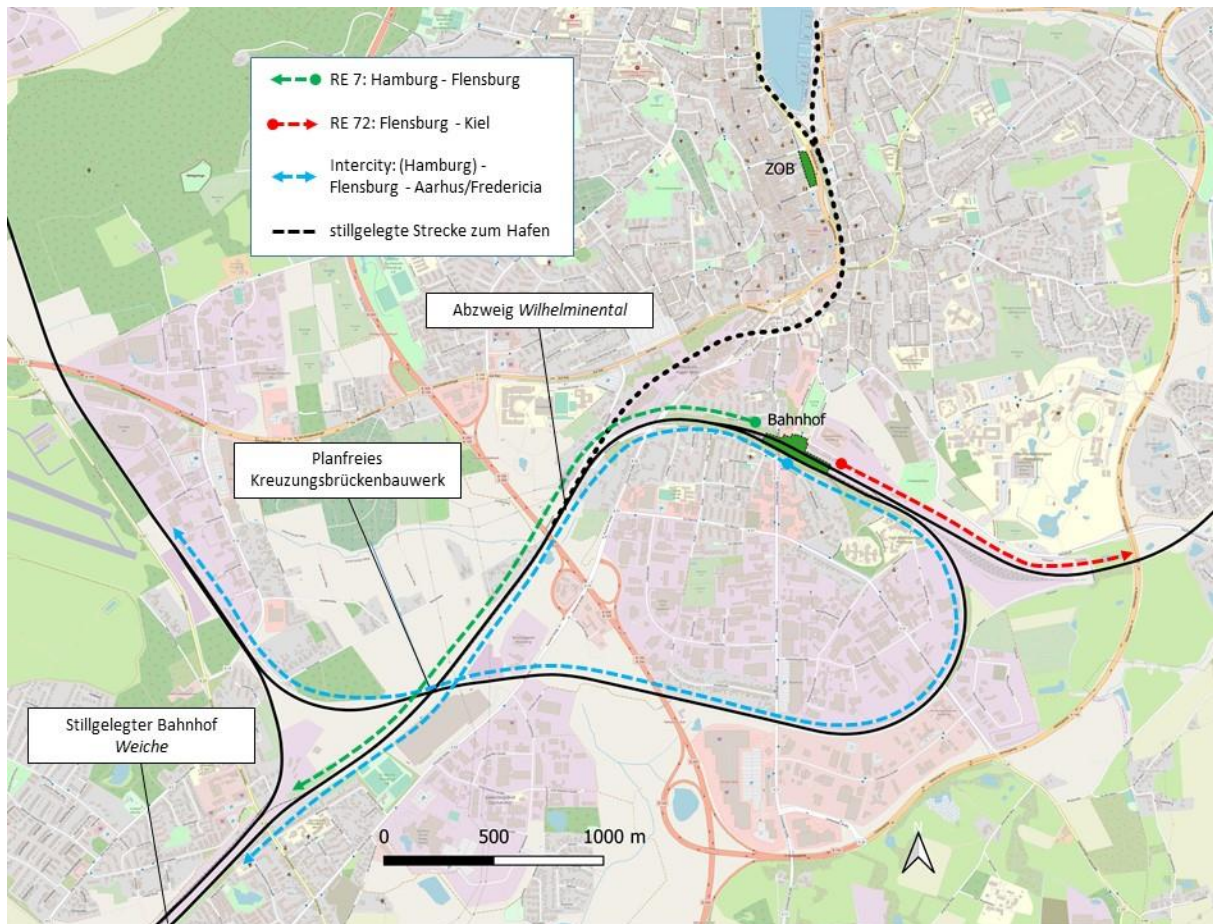
Abbildung 2: Ausschnitt aus dem schleswig-holsteinischen Eisenbahnstreckennetz (eigene Darstellung; Kartengrundlage: Openstreetmap [6]; Infrastrukturdaten: Deutschen Bahn AG [24])

Zudem befindet sich eine ca. 2,6 km lange Eisenbahnstrecke zwischen dem Abzweig *Wilhelminental* und dem Flensburger Hafen (Abbildung 3, Anlage 1). Sie wird derzeit nicht vom Eisenbahnverkehr genutzt. Die Anschlussweiche an das bestehende aktive Eisenbahnnetz wurde zurückgebaut, sodass die Strecke derzeit nicht befahrbar ist. Die Strecke verläuft sowohl in Dammlage, als auch im Einschnitt. Sie kreuzt planfrei zahlreiche Verkehrswege im Stadtgebiet. Bahnsteiganlagen sind auf diesem Abschnitt nicht vorhanden [25]. Für die Strecke besteht ein gültiger Trassensicherungsvertrag. Sie ist somit für den Bahnverkehr weiterhin gewidmet [26, S. 4].

Der Flensburger Bahnhof befindet sich im Stadtteil *Südstadt*. Vor dem Eingangsportal des Bahnhofgebäudes befindet sich eine Bushaltestelle des Flensburger Stadtbusverkehrs, sowie eine Haltestelle für den Fernbuslinienbetrieb. Im Umfeld des Bahnhofes sind zahlreiche Parkstände für den motorisierten Individualverkehr (MIV) vorhanden.

3.4 Derzeitiger Eisenbahnbetrieb

Der Flensburger Bahnhof wird vom Schienenpersonenfernverkehr (SPFV) und vom Schienenpersonennahverkehr (SPNV) angefahren (Abbildung 3).



**Abbildung 3: SPNV-Linienbetrieb Flensburg (eigene Darstellung;
Kartengrundlage: Openstreetmap [6][6]; Infrastrukturdaten: Deutschen Bahn AG [24])**

Der SPNV bedient mit zwei Eisenbahnlinien derzeit (Fahrplanstand Oktober 2019) den Bahnhof von Flensburg:

Der Regionalexpress 7 fährt an allen Wochentagen stündlich auf der Relation Hamburg - Flensburg. Am Endhalt Flensburger Bahnhof wird ein Fahrtrichtungswechsel durchgeführt. Der Betrieb wird mit modernen Doppelstocktriebzügen von dem Eisenbahnverkehrsunternehmen (EVU) DB Regio durchgeführt. Die Fahrt mit dem RE 7 nach Hamburg dauert zirka zwei Stunden (vgl. Anlage 2).

Der Regionalexpress 72 fährt an allen Wochentagen stündlich auf der Relation Flensburg - Kiel. Der Betrieb wird mit Dieseltriebzügen von der DB Regio durchgeführt. Am Endhalt Flensburger Bahnhof wird ein Fahrtrichtungswechsel durchgeführt. Die Fahrt nach Kiel dauert 73 Minuten (vgl. Anlage 2).

Im Fernverkehr fahren im Zwei-Stunden-Takt regelmäßig Züge der dänischen Staatsbahn auf der Relation Flensburg - Aarhus bzw. Fredericia. Die Intercityzüge (IC) fahren dabei über eine Schleifenfahrt zum Bahnhof. Bei diesen Zügen wird ein Fahrtrichtungswechsel am Flensburger Bahnhof durchgeführt. Zweimal am Tag verkehrt zudem ein Intercity aus Dänemark nach Hamburg. Ein Fahrtrichtungswechsel ist dabei nicht notwendig, jedoch die Fahrt über die Schleife. Im aktuellen Fahrplan verkehrt zudem freitags und sonntags jeweils ein IC der DB Fernverkehr nach Köln. [27]

4. Mobilitätsverhalten in Flensburg

4.1 Modal Split in Flensburg

Der MIV besitzt in Flensburg den größten Anteil am Gesamtverkehrsaufkommen aller Verkehrsmittel. Der Anteil des MIV (Fahrer und Mitfahrer) beträgt 53 % (Diagramm 1). Verglichen mit dem durchschnittlichen MIV-Anteil am Modal Split einer zentralen Stadt im ländlichen Raum (56 %) fällt der Wert leicht unterdurchschnittlich aus. Die umweltverträglichen Verkehrsmittel Rad (19 %, Durchschnitt 2017: 13 %) und ÖPNV (11 %, Durchschnitt 2017: 7 %) schneiden in Flensburg leicht überdurchschnittlich ab. Der Anteil der Wege, die zu Fuß zurückgelegt werden, ist deutlich unterdurchschnittlich (16 %, Durchschnitt 2017: 24 %). [28, S. 6] [29, S. 47]

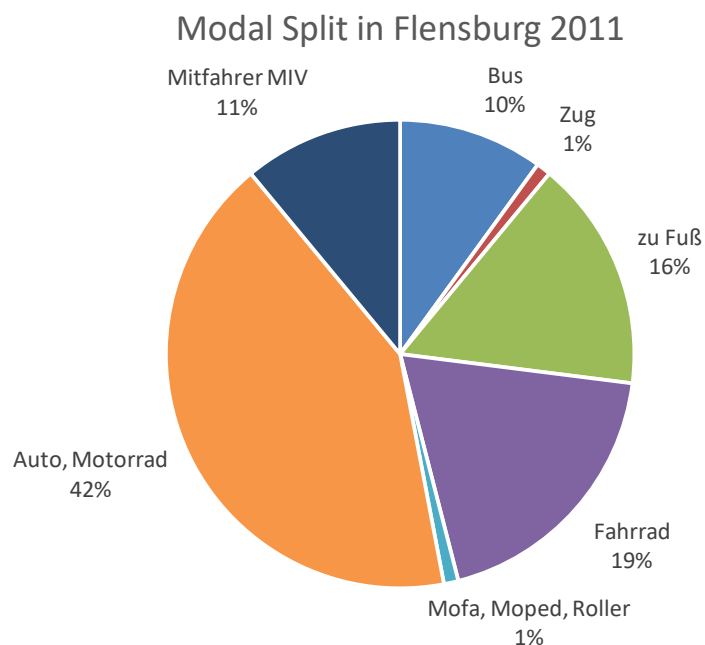


Diagramm 1: Anteil der Verkehrsmittel am Gesamtverkehrsaufkommen 2011 in Flensburg
(Anteile der Wege; eigene Darstellung; Datengrundlage: SHP Ingenieure [28])

4.2 Pendlerverkehre in Flensburg

In Flensburg wohnen rund 31.600 sozialversicherungspflichtige Beschäftigte, was einen Anteil an der Flensburger Gesamtbevölkerung von zirka 33 % entspricht. Von ihnen haben rund 10.800 Beschäftigte ihren Arbeitsort außerhalb von Flensburg (Auspendler). Davon kommen rund 6.100 Beschäftigte aus dem umliegenden Kreis Schleswig-Flensburg und stellen somit den größten Anteil aller Auspendler dar. [30]

Von den insgesamt rund 44.000 sozialversicherungspflichtigen Beschäftigten, die in Flensburg arbeiten, haben zirka 23.200 Menschen ihren Wohnsitz außerhalb der Stadtgrenze (Stand: Juni 2018). Somit sind rund 53 % aller Beschäftigten in Flensburg Einpendler. Der Großteil der Einpendler entstammt dem angrenzenden Kreis Schleswig-Flensburg (rund 16.200 Beschäftigte). [30]

Der Pendlersaldo von zirka 12.400 zugunsten der Einpendler zeigt die (über)regionale Bedeutung des Flensburger Arbeitsmarktes. Die Pendlerbeziehungen zwischen Flensburg und den Großstädten Kiel und Hamburg bilden dabei eine Ausnahme. In beide Großstädte pendeln mehr Arbeitnehmer aus Flensburg als in die umgekehrte Richtung. Nach Hamburg pendeln ca. 700 Berufstätige, in umgekehrte Richtung rund 280. Für die Relation Flensburg - Kiel ergeben sich ca. 660 Auspendler aus Flensburg bzw. 370 Einpendler nach Flensburg. [30]

In den Pendlerzahlen sind deutsch-dänische Pendlerverflechtungen noch nicht erfasst. Aufgrund der grenznahen Lage Flensburgs ist der Anteil an Grenzpendlern in der Stadt nicht unerheblich: Im Jahr 2015 wurden zirka 14.500 Grenzpendler (Ein- und Auspendler) geschätzt. [31]

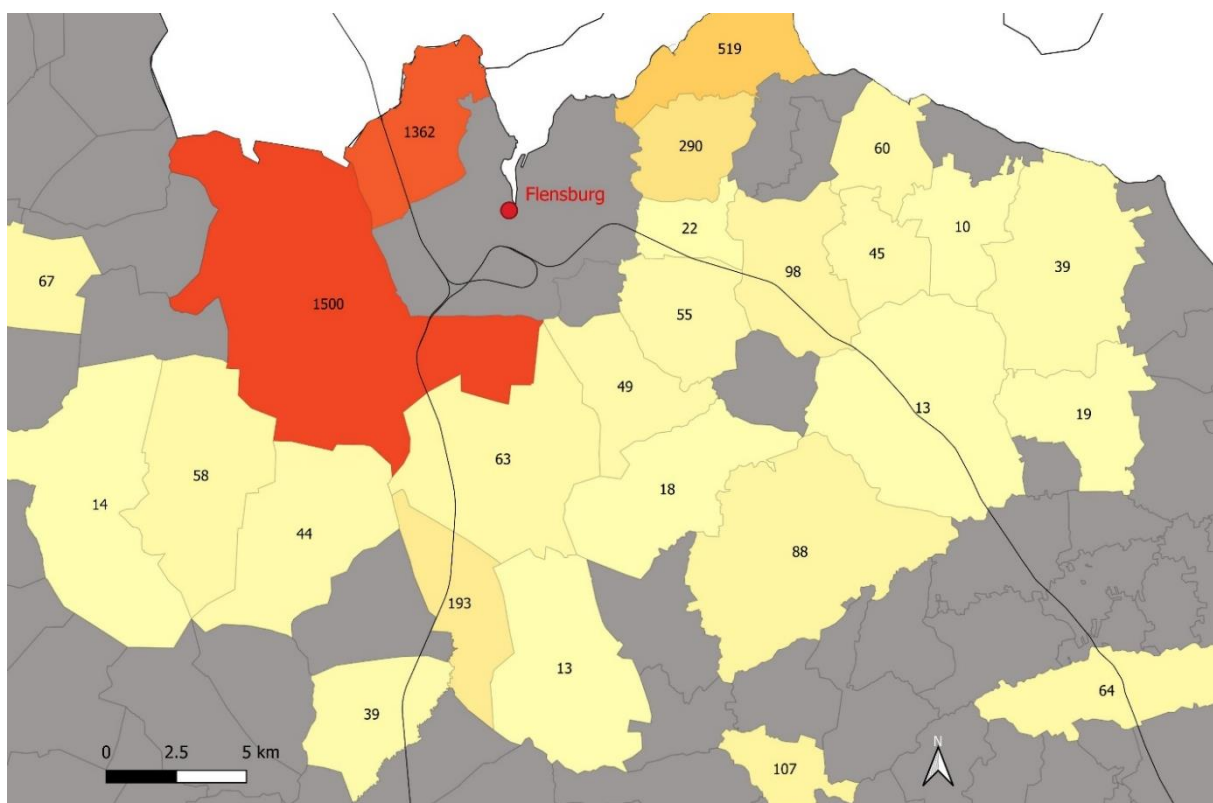


Abbildung 4: Auspendler ins Flensburger Umland (eigene Darstellung; Kartengrundlage: Openstreetmap [6]; Datengrundlage: RWIS [32]; Stand: 2018)

Die Pendlerzahlen schließen nur die sozialversicherungspflichtigen Beschäftigten, die der Agentur für Arbeit gemeldet werden, ein. Weitere Pendlergruppen, wie Studierende, Arbeitnehmer aus Dänemark und Selbstständige, werden in den Zahlen nicht erfasst. Insbesondere durch die Vielzahl von Studierenden an den Flensburger Hochschulen dürften die realen Einpendlerzahlen höher ausfallen.

Im unmittelbaren Umland von Flensburg besteht eine besonders stark ausgeprägte Pendlerbeziehung zwischen den Gemeinden Handewitt bzw. Harrislee und der Stadt Flensburg (Abbildungen 4 und 5).

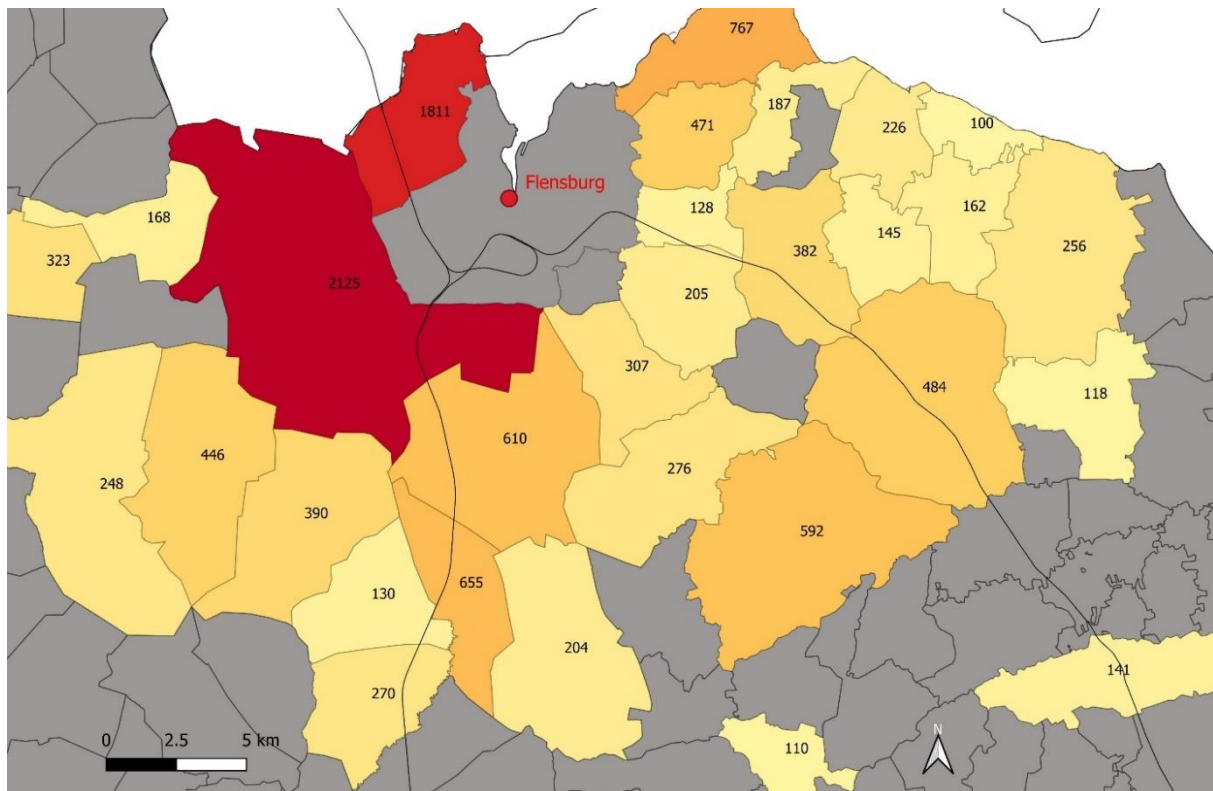


Abbildung 5: Einpendler aus Flensburger Umland (eigene Darstellung; Kartengrundlage: Openstreetmap [6]; Datengrundlage: RWIS [32]; Stand: 2018)

4.3 Darstellung und Interpretation der Fahrgasttagesganglinien am Flensburger Bahnhof

Im Folgenden werden die Fahrgastzahlen des SPNV am Flensburger Bahnhof näher untersucht. Hierfür werden die erhobenen Daten aus dem zweiten Quartal 2019 hinzugezogen [33]. Es werden die beiden SPNV-Linien (Flensburg - Kiel und Flensburg - Hamburg) näher betrachtet. Da aktuelle Fahrgastzahlen aus dem deutsch-dänischen IC-Fahrbetrieb nicht verfügbar sind, wird das Fahrgastaufkommen auf dieser Fahrtrelation nur grob dargestellt.

4.3.1 RE 72 (Flensburg - Kiel)

Die Tagesganglinien des Fahrgastaufkommens auf der Linie des RE 72 unterscheiden sich je nach Wochentag zum Teil stark (Diagramm 2 und 3). Tendenziell lässt sich an den Werktagen

Montag bis Donnerstag eine klassische Tagesganglinie beim Aufkommen der ein- und aussteigenden Fahrgäste in Flensburg erkennen: sowohl morgens als auch nachmittags gibt es eine Hauptverkehrszeit (HVZ), in der das Fahrgastaufkommen erhöht ist. Werden die morgendlichen Fahrgastzahlen (Montag bis Donnerstag) im Gesamtverlauf der Linie betrachtet, so ist zu erkennen, dass die meisten Fahrgäste, die in Flensburg in den Zug einsteigen, Kiel als Fahrtziel haben. In der Gegenrichtung stammen die meisten in Flensburg ankommenden Fahrgäste aus dem näheren Umland Flensburgs (Süderbrarup, Sörup).

Das größte Fahrgastaufkommen ab Flensburg Richtung Kiel ist freitagnachmittags zu verzeichnen. In diesem Zeitraum überlagert sich das Aufkommen der Berufspendler (Rückfahrt der Einpendler aus Flensburger Umland) mit dem Wochenendverkehr. Zum Wochenendverkehr zählen beispielsweise die Personengruppen, die einen Zweitwohnsitz außerhalb Flensburgs haben, an den Werktagen Montag bis Freitag jedoch in Flensburg ausbildungs- bzw. berufsbedingt in Flensburg wohnen (z.B. Studenten). Diese Personengruppe stammt nicht zwangsläufig aus dem Flensburger Umland: Ein Großteil der Fahrgäste steigt in Kiel aus bzw. um (hier nicht grafisch dargestellt). Viele von ihnen kehren am Sonntagabend zurück nach Flensburg: eine erhöhte Anzahl an aussteigenden Fahrgästen in Flensburg zwischen 17:57 Uhr und 19:57 Uhr lässt dies vermuten.

Sonntags unterscheiden sich die Tagesganglinien zwischen ein- und aussteigenden Fahrgästen am Flensburger Bahnhof: Das Fahrgastaufkommen in Richtung Kiel zeigt tagsüber tendenziell einen eher ausgeglichenen Verlauf. In der Gegenrichtung lassen sich ausgeprägte Spitzen erkennen: in den frühen Morgenstunden nutzen überdurchschnittlich viele Menschen den Zug nach Flensburg. Hierbei handelt es sich wahrscheinlich überwiegend um Fahrgäste, die das abendliche Freizeitangebot in Kiel nutzen. Eine weitere Spitze lässt sich am Vormittag erkennen. Dies deutet auf einen erhöhten Anteil an Tagesgästen hin, die das touristische Angebot der Stadt nutzen. Am frühen Abend steigt die Zahl der Fahrgäste nach Kiel nochmals an. Dieser Anstieg der Ganglinie lässt sich mit dem erhöhten Anteil an Wochenendpendlern und heimfahrenden Tagestouristen erklären.

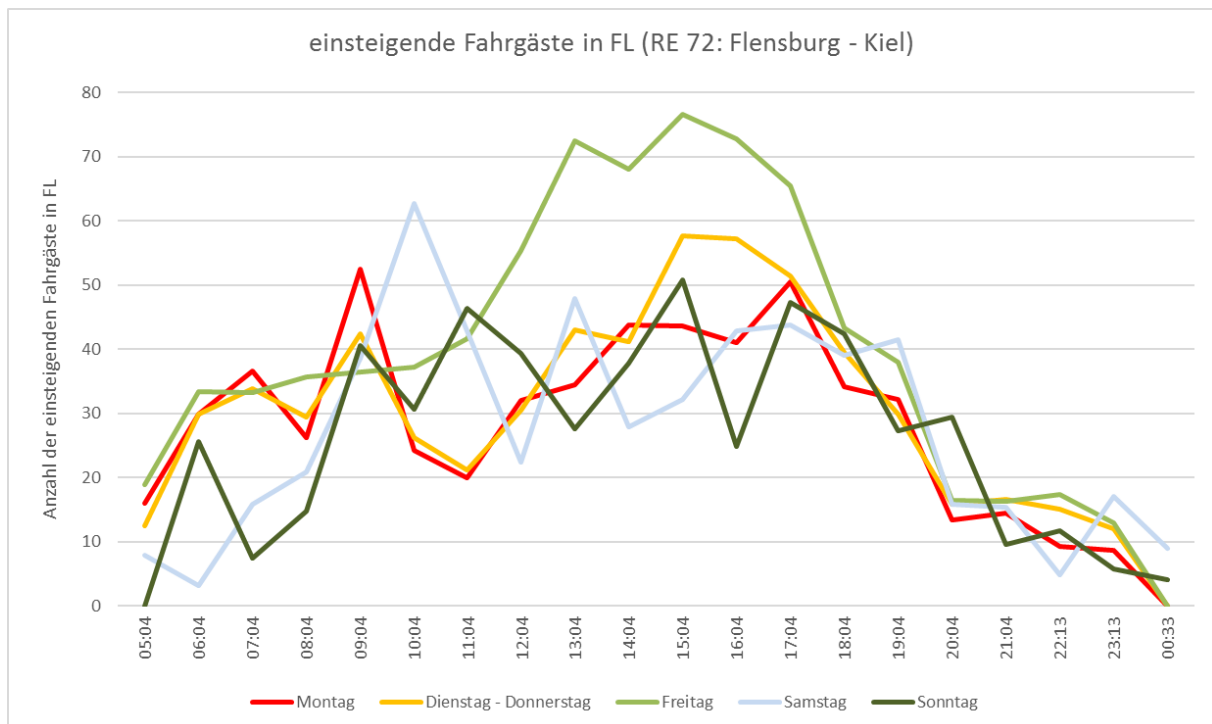


Diagramm 2: Anzahl der einsteigenden Fahrgäste in Flensburg auf der Linie RE 72 im 2. Quartal 2019
(eigene Darstellung; Datengrundlage: NAH.SH GmbH [33])

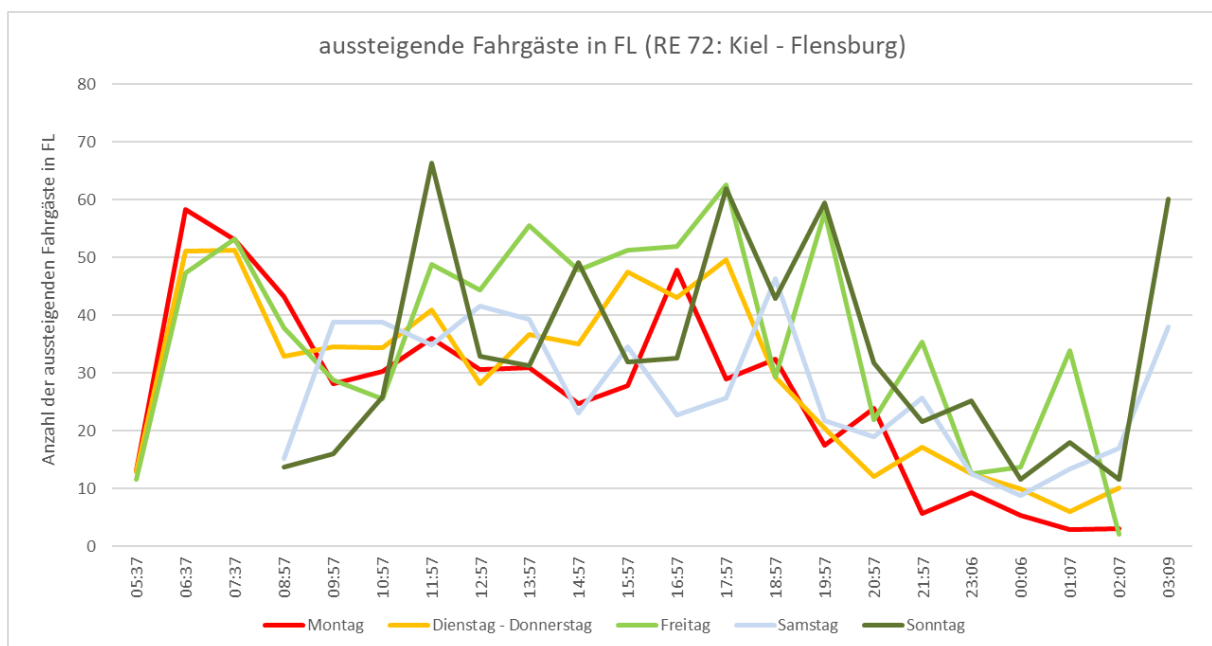


Diagramm 3: Anzahl der aussteigenden Fahrgäste in Flensburg auf der Linie RE 72 im 2. Quartal 2019
(eigene Darstellung; Datengrundlage: NAH.SH GmbH [33])

4.3.2 RE 7 (Flensburg - Hamburg)

Im Vergleich zur Linie des RE 72 sind die Fahrgastzahlen auf der Linie des RE 7 höher (Diagramm 4 und 5). Betrachtet man die Ein- und Aussteigerzahlen der Bahnhalte auf der Strecke nach Hamburg, fällt auf, dass ein Großteil der Fahrgäste, die in Flensburg einsteigen, das

Fahrtziel Hamburg haben. Vergleichsweise hoch fallen auf der Linie des RE 7 die Fahrgastzahlen an den Tagen Freitag bis Sonntag aus. Dies lässt einen erhöhten Anteil an Tagestouristen, die am Wochenende nach Hamburg fahren, vermuten.

Sehr niedrig sind die Fahrgastzahlen im morgendlichen Berufsverkehr. Besonders gering fallen dabei die Fahrgastzahlen an den Tagen Dienstag bis Donnerstag aus: Rund 140 Personen fahren im Zeitraum von 06:42 Uhr bis 09:42 Uhr (vier Zugfahrten) mit dem Zug nach Flensburg. Höher fallen die Zahlen in der Gegenrichtung aus: Im Zeitraum von 05:15 Uhr bis 08:15 Uhr steigen rund 260 Personen am Flensburger Bahnhof in die Bahn. Das Fahrgastaufkommen pro Zug steigt bei den Fahrten um 09:15 Uhr und 10:15 Uhr auf rund 100 Einsteigern pro Zug. Ein erhöhter Anteil an Berufspendlern ist in diesen Zugfahrten jedoch nicht zu erwarten: Da ein Großteil der Fahrgäste Hamburg als Um- und Ausstiegsziel haben und die Züge in Hamburg um 11:10 Uhr bzw. 12:10 Uhr ankommen, können diese Fahrten nicht eindeutig dem Berufsverkehr zugeordnet werden.

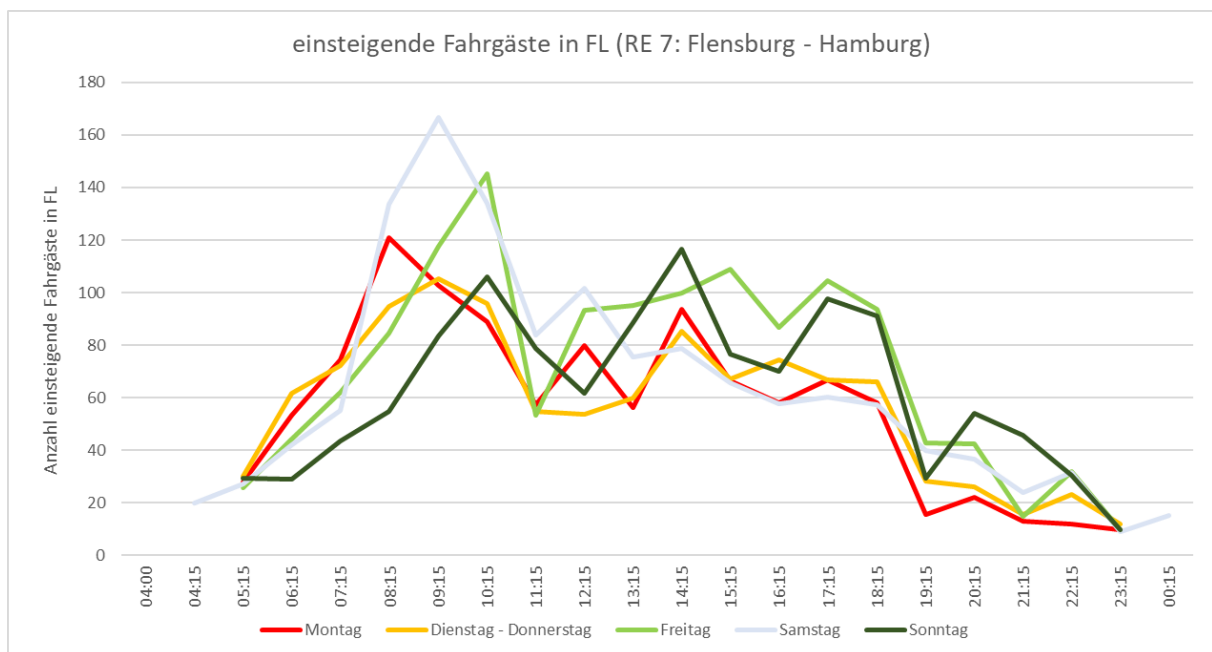


Diagramm 4: Anzahl der einsteigenden Fahrgäste in Flensburg auf der Linie RE 7 im 2. Quartal 2019
(eigene Darstellung; Datengrundlage: NAH.SH GmbH [33])

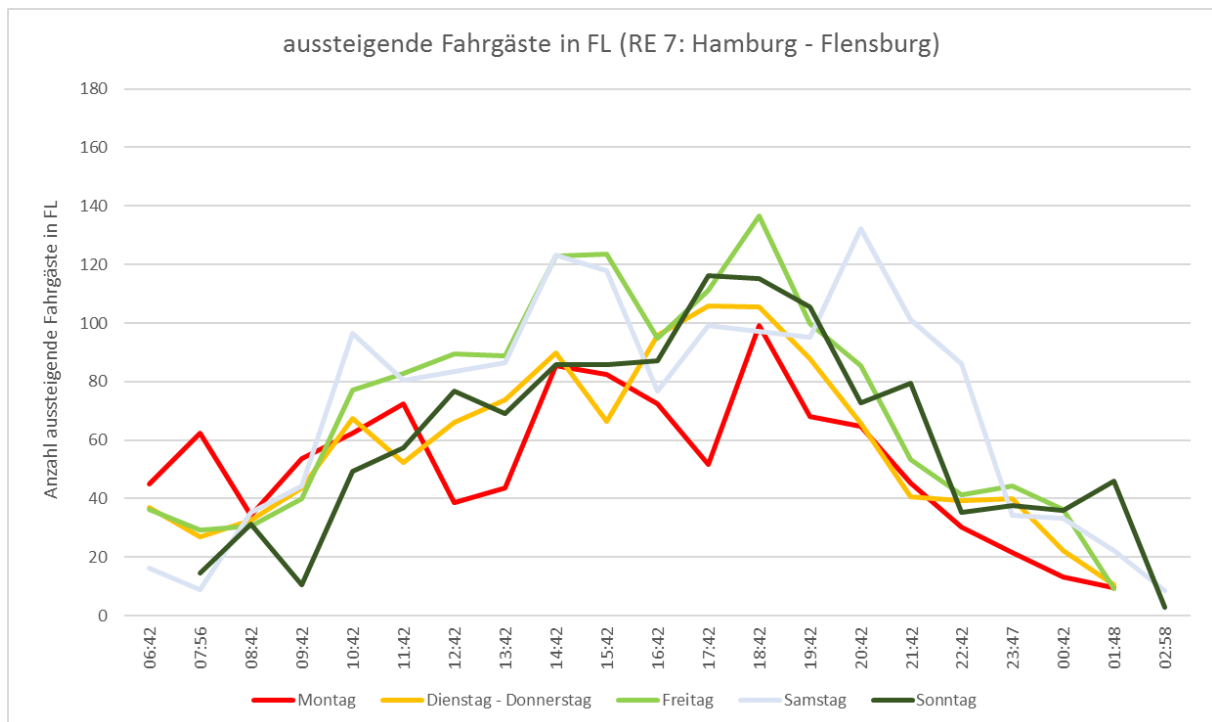


Diagramm 5: Anzahl der aussteigenden Fahrgäste in Flensburg auf der Linie RE 7 im 2. Quartal 2019
(eigene Darstellung; Datengrundlage: NAH.SH GmbH [33])

Der IC-Betrieb aus Dänemark mit Endhalt Flensburg bzw. Durchbindung nach Hamburg lässt keine Auswirkungen auf die Fahrgastzahlen im SPNV erkennen.

4.3.3 Deutsch-dänischer IC-Verkehr

Derzeit stehen keine aktuellen Fahrgastzahlen des IC-Verkehrs zwischen Flensburg und Dänemark zur Verfügung. Um einen groben Eindruck der Fahrgastzahlen auf dieser Fahrtrelation zu gewinnen, werden an dieser Stelle die Fahrgastzahlen auf dem Streckenabschnitt zwischen Flensburg und Padborg (erster Halt nach Flensburg auf dänischem Staatsgebiet) aus dem Jahr 2012 dargestellt (Tabelle 1).

Im Tagesdurchschnitt wurden 426 Fahrgäste im IC (Summe aus beiden Fahrtrichtungen) gezählt. Die Nachfrage ist - wie bei den Linien RE 72 bzw. RE 7 - an den Wochenenden höher: An den Tagen von Freitag bis Sonntag wurden durchschnittlich täglich rund 480 Fahrgäste gezählt, an den Tagen Montag bis Donnerstag hingegen nur 370 Fahrgäste. [34]

Fahrtbeziehung	Wochentag	durchschnittliche tägliche Fahrgastzahl
Flensburg - Padborg	Montag - Donnerstag	180
	Freitag - Sonntag	248
Padborg - Flensburg	Montag - Donnerstag	189
	Freitag - Sonntag	236

Tabelle 1: Querschnittsbelastung im IC-Verkehr zwischen Flensburg und Padborg 2012
(Datengrundlage: Danske Statsbaner [34]; Stand 2012)

4.4 Bewertung der Fahrgastzahlen im Flensburger SPNV

Aus der Betrachtung der Fahrgastzahlen lassen sich folgende Erkenntnisse schließen:

Das Verkehrsmittel Eisenbahn dient in Flensburg überwiegend den Fahrtzwecken Freizeit und Erledigungen. Dies zeigen bereits die vergleichsweise hohen Fahrgastzahlen in den Zügen der beiden Linien RE 72 und RE 7 an den Tagen Freitag bis Sonntag.

Der Anteil an Berufspendlern spielt im SPNV im Raum Flensburg eine eher untergeordnete Rolle. Die Fahrgastzahlen sind im morgendlichen Berufsverkehr überwiegend niedrig. Zwar bilden die erhöhten Fahrgastzahlen am Morgen auf der Linie des RE 72 hier eine Ausnahme, doch sind auch diese Zahlen für eine Stadt in der Größe Flensburgs verhältnismäßig gering. Im morgendlichen (deutschen) SPNV - Berufsverkehr steigen in Flensburg im Zeitraum 05:30 Uhr bis 09:00 Uhr an den Tagen Montag bis Donnerstag täglich insgesamt rund 280 Fahrgäste aus (RE 72: 160 Aussteiger, RE 7: 120 Aussteiger). Im Zeitraum von 05:04 Uhr bis 08:15 Uhr steigen insgesamt rund 380 Fahrgäste (RE 7: 270, RE 72: 110) am Flensburger Bahnhof in den (deutschen) SPNV ein. Somit überwiegt im SPNV die Zahl der Auspendler die Zahl der Einpendler. Dies entspricht nicht dem allgemeinen Pendlersaldo (vgl. Kapitel 4.2). Das deutet wiederum darauf hin, dass die Arbeitsplätze in Flensburg aus dem Flensburger Umland mit der Bahn bzw. dem ÖPNV besonders schlecht zu erreichen sind.

An dieser Stelle sei angemerkt, dass es sich hierbei nicht zwangsläufig nur um Berufspendler handelt. Werden diese Zahlen ins Verhältnis mit der Gesamtzahl der Einpendler (23.300 Beschäftigte) bzw. Auspendler (10.800 Beschäftigte) gesetzt, fällt der Anteil an Berufspendlern, die die Bahn nutzen, mit 1,2 % bzw. 3,5 % gering aus.

Die Linie RE 7 wird überwiegend für die Fahrtbeziehung Hamburg - Flensburg genutzt. Größere Aussteigerzahlen an den Zwischenhalten sind nicht zu beobachten (grafisch nicht dargestellt).

Auf der Linie RE 72 fährt ein Großteil der Fahrgäste ebenfalls den Gesamtstreckenverlauf Flensburg - Kiel. Hinzu kommt ein geringerer Anteil an Fahrgästen, der die Linie auf der Relation Flensburg - Husby / Sörup / Süderbrarup nutzt (grafisch nicht dargestellt).

Das Fahrgastaufkommen im grenzüberschreitenden Verkehr hat einen geringen Anteil am Gesamtfahrgastaufkommen am Flensburger Bahnhof (Diagramm 6). Dies ist auf ein schlechtes Fahrplanangebot (IC-Verkehr im 2-Stunden-Takt) und hohe Ticketpreise (9,70 € für die rund 10 km lange Strecke Padborg – Flensburg, Preisstand: 07.01.2020) zurückzuführen [27].

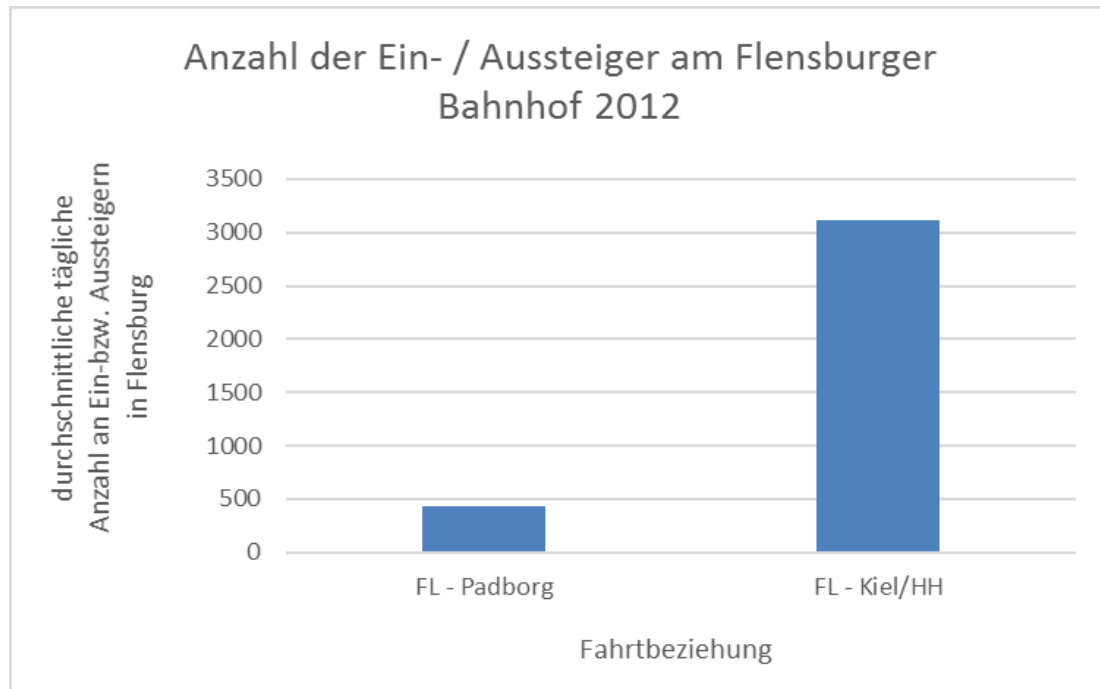


Diagramm 6: Belastung des Flensburger Bahnhofs

(eigene Darstellung; Datengrundlage: Danske Statsbaner [34], NAH.SH GmbH [33]; Stand: 2012)

Die Anzahl an Menschen, die von bzw. nach Flensburg die Eisenbahn nutzen, ist vergleichsweise gering. Diagramm 7 stellt die Einwohnergröße verschiedener Städte in Schleswig-Holstein den dortigen täglichen Ein- und Aussteigern (Mittelwerte der Tage Montag bis Donnerstag) im SPNV gegenüber. Da Flensburg aufgrund seiner dezentralen Lage im Netz keine bedeutende Funktion als Umsteigebahnhof aufweist, wurden als Vergleich nur Bahnhöfe gewählt, die im Eisenbahnnetz Schleswig-Holsteins ebenfalls überwiegend als Start- / Zielbahnhöfe fungieren und somit eine ähnliche Nutzungsfunktion haben. Umsteigebahnhöfe (wie beispielsweise Neumünster) haben in der Regel deutlich höhere Ein- und Aussteigerzahlen, bilden jedoch nicht zwangsläufig die Popularität des SPNV im jeweiligen Ort ab, da die Reise der Fahrgäste häufig nicht dort anfängt bzw. endet.

Da die dänischen Grenzpendler in den Fahrgastzahlen nicht erfasst sind, wurde an dieser Stelle ein pauschaler Zuschlag von 400 Fahrgästen aus dem Bahnverkehr zwischen Dänemark und Flensburg bereits berücksichtigt.

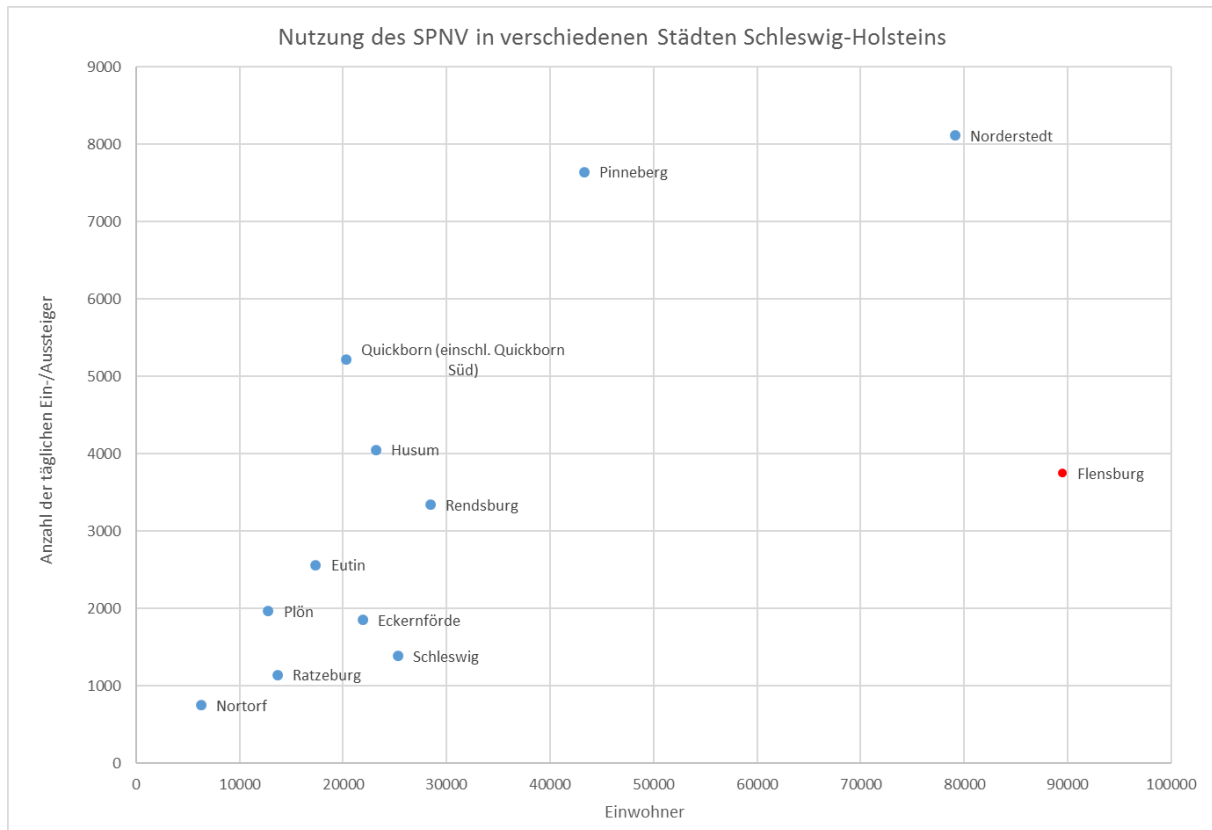


Diagramm 7: mittlere tägliche (Mo.-Do.) Anzahl der ein- und aussteigenden Fahrgäste in verschiedenen Städten (eigene Darstellung; Datengrundlage: NAH.SH GmbH [35], Statistisches Amt für Hamburg und Schleswig-Holstein [4]; Stand: 2019)

4.5 Ursachen für niedrige Fahrgastzahlen im Flensburger SPNV

Im Folgenden werden verschiedene Ursachen für die niedrigen Fahrgastzahlen im Flensburger SPNV näher beleuchtet. Grundsätzlich bestimmen unterschiedliche Faktoren die Nachfrage eines Verkehrsmediums. In Flensburg hemmen vier wesentliche Faktoren die Nachfrage im SPNV:

Ländliches Umland

Das Flensburger Umland ist ländlich geprägt und dünn besiedelt. Der Flensburg umgrenzende Landkreis Schleswig-Flensburg hat eine geringe Bevölkerungsdichte von 94 Einwohnern / km² (Landkreis Karlsruhe: 398 Einw. / km²) [36]. Tendenziell ist der ÖPNV-Anteil am Gesamtverkehrsaufkommen im ländlichen Raum kleiner als in dichter besiedelten Gebieten. In ländlichen Gebietsstrukturen hat hingegen der MIV einen erhöhten Anteil am Modal Split. [29, S. 47] Dies liegt insbesondere an dem Reisezeitvorteil zugunsten des MIV gegenüber dem ÖPNV im ländlichen Raum.

Fehlende SPNV-Anbindung im westlichen Einzugsgebiet Flensburgs

Flensburg ist in nördlicher, süd-östlicher und südlicher Ausdehnung an das Eisenbahnstreckennetz angebunden. Auffällig ist jedoch, dass keine Anbindung an das westliche Umland

(Richtung Niebüll) besteht. Über eine Reaktivierung der stillgelegten Eisenbahnstrecke zwischen Niebüll und Flensburg (vgl. Abbildung 2) wird seit Längerem diskutiert [37]. Eine Reaktivierung könnte zusätzliche Nutzerpotenziale des SPNV in der Großregion Flensburg abrufen.

Dezentrale Lage des Flensburger Bahnhofs

Die Nutzung des SPNV ist maßgeblich von der Erreichbarkeit dieses Verkehrsmediums abhängig. Mit zunehmender Entfernung des potentiellen SPNV-Nutzers vom Bahnhof steigt der Widerstand, den SPNV zu nutzen und stattdessen ein anderes, besser verfügbares Verkehrsmittel zu wählen, um die Reisezeit möglichst gering zu halten. Da die Kürze der komplexen Reisezeit ein wesentliches Qualitätsmerkmal des jeweiligen Verkehrsmittels darstellt, sollte diese bei der Planung von öffentlichen Verkehrssystemen stets berücksichtigt werden. Die Reisezeit von der Startadresse zur Zieladresse im SPNV setzt sich aus verschiedenen Zeitanteilen zusammen [38, S. 25 f.]:

- Zugangszeit t_{zu} : Zeit für den Weg von Startadresse bis Haltestelle. Aufgrund der dezentralen Lage des Flensburger Bahnhofs fällt die Zugangszeit im Mittel überdurchschnittlich lang aus.
- Startwartezeit t_{sw} : Wartezeit an der Haltestelle abhängig von der Taktzeit. Zur Bestimmung der Wartezeit können je nach Gegebenheit zwei Ansätze gewählt werden: Bei geringer Taktzeit kommen Fahrgäste überwiegend unabhängig von den genauen Abfahrzeiten zur Haltestelle. In einem solchen Ansatz wird die mittlere Wartezeit mit $t_{sw} = 0,5 \cdot t_{takt}$ angenommen. Die Richtlinie für integrierte Netzgestaltung (RIN) verwendet einen empirischen Ansatz zur Bestimmung der Startwartezeit: $t_{sw} = 0,53 \cdot t_{takt}^{0,75}$ [8]. Flensburg ist bisher an den SPNV über 60-Minuten-Takte angebunden. Zur Abschätzung der Startwartezeit am Flensburger Bahnhof ist daher der empirische Ansatz nach RIN sinnvoll, da nach ersterem Ansatz die Startwartezeit unrealistisch hoch ausfallen würde. Die Startwartezeit am Flensburger Bahnhof beträgt somit zirka $t_{sw} = 0,53 \cdot 60 \text{ min}^{0,75} \approx 11 \text{ min}$.
- Beförderungszeit t_{bef} : Aufenthaltszeit im Verkehrsmittel (Summe aus Fahr- und Standzeit). Sie ist abhängig vom Fahrtziel und fällt auf den Verbindungen zwischen den Oberzentren Flensburg - Kiel/Hamburg aufgrund langer Reiseweiten lang aus.
- Abgangszeit t_{ab} : Zeit für den Weg von Haltestelle bis Zieladresse.

Diagramm 8 zeigt den Zusammenhang zwischen Entfernung des Bahnhofs zum Stadtzentrum und den Fahrgastzahlen auf: Tendenziell steigt die Zahl der ein- und aussteigenden Fahrgäste am Bahnhof mit verkürzter Entfernung zum Stadtzentrum und damit einhergehenden kurzen Zu- und Abgangszeiten an (Hinweis: ein pauschaler Zuschlag von 400 Fahrgästen aus dem deutsch-dänischen Grenzverkehr ist bereits am Flensburger Bahnhof berücksichtigt). Daher erscheint es sinnvoll, die Lage des Flensburger Bahnhofs zentraler zu gestalten.

Der Anteil des ÖPNV am Modal Split steigt mit zunehmender Bebauungsdichte mit gleichzeitiger Minderung des MIV-Anteils [29, S. 47]. Dies liegt zum einen an der vergleichsweise großen Attraktivität des ÖPNV in dicht besiedelten Räumen im Vergleich zu dünner besiedelten Gebieten (i.d.R. geringere Taktfolgezeiten, bessere Erreichbarkeit der Haltestellen). Zum anderen sinkt mit zunehmender Bevölkerungsdichte der Anteil an Personen mit Besitz eines

PKW [29, S. 69]. Dieser Effekt wird beispielsweise durch erhöhten Parkdruck im innerstädtischen Bereich begünstigt. Somit hat der SPNV insbesondere im innerstädtischen Bereich ein erhöhtes Fahrgastpotenzial.

Der Flensburger Bahnhof kann die vorhandenen Fahrgastpotenziale nicht zufriedenstellend abschöpfen.

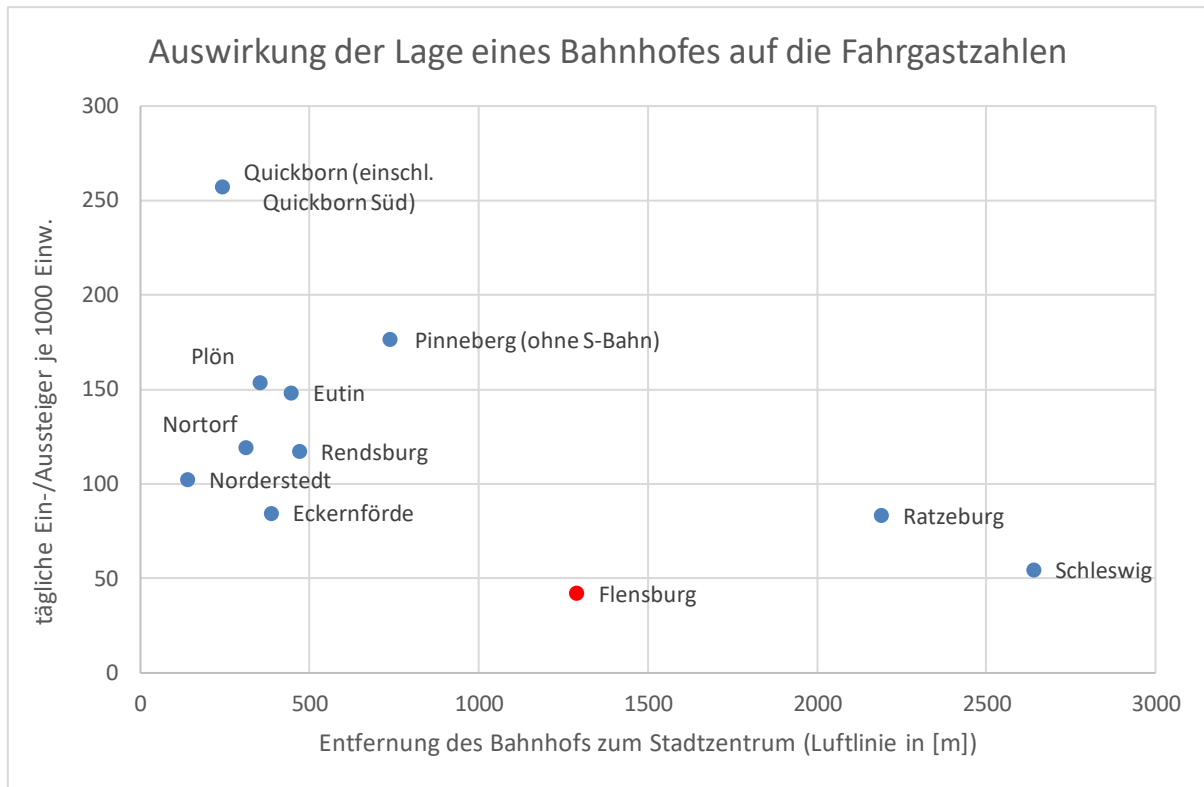


Diagramm 8: Zusammenhang zwischen Lage des Bahnhofes und Haltestellenbelastung
(eigene Darstellung; Datengrundlage: NAH.SH GmbH [35], Openstreetmap [6])

Unzureichende Verknüpfung des Flensburger Bahnhofes mit dem ZOB

Die Attraktivität eines Bahnhofes bemisst sich neben der zentralen Lage auch nach der Qualität der Verknüpfung mit dem Öffentlichen Straßenpersonennahverkehr (ÖSPV). Prinzipiell gilt: Je näher ein ZOB bzw. eine von zahlreichen Buslinien angefahrene Haltestelle am Bahnhof liegt, desto attraktiver ist das Gesamtangebot des ÖPNV. Eine enge Schnittstelle zwischen den beiden Verkehrsmitteln fördert in der Regel verkürzte Reisezeiten und eine verringerte Zahl von notwendigen Umstiegen. Die beiden Verkehrsmittel können sich dabei gegenseitig positiv beeinflussen.

Insbesondere die SPNV-Nutzer, die ihren Reisetart bzw. ihr Reiseziel in den nördlichen Stadtteilen bzw. ländlichem Umland haben, sind auf eine gute Busanbindung zum Bahnhof im Vor- bzw. Nachlauf angewiesen. Diagramm 9 zeigt den Zusammenhang zwischen Entfernung des Bahnhofes zum ZOB und den Fahrgastzahlen am Bahnhof auf (Hinweis: ein pauschaler Zuschlag von 400 Fahrgästen aus dem deutsch-dänischen Grenzverkehr ist bereits am Flensburger Bahnhof berücksichtigt).

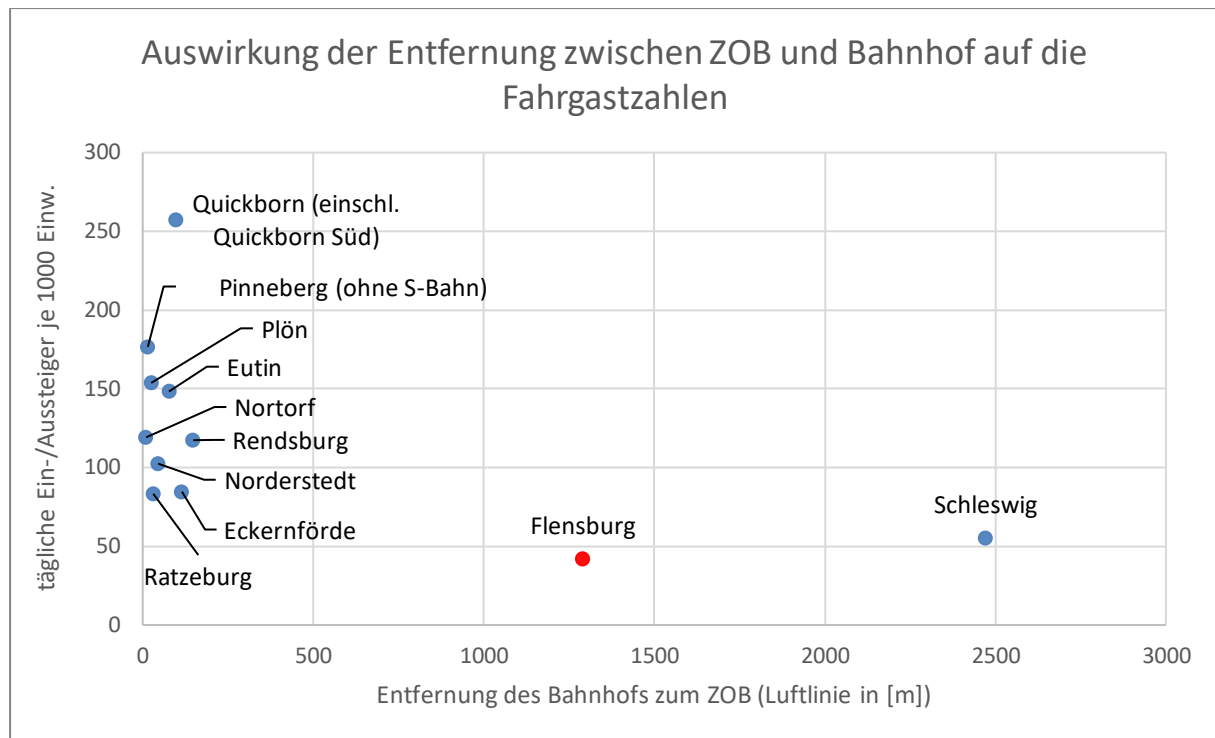


Diagramm 9: Zusammenhang zwischen Entfernung Bahnhof - ZOB und Fahrgastaufkommen im SPNV
(eigene Darstellung; Datengrundlage: NAH.SH GmbH [35], Openstreetmap [6])

Aufgrund der schlechten Anbindung des Bahnhofs an den ZOB fällt der relative Anteil der Zugangszeit an der Gesamtreisezeit insbesondere bei Reisen in das Flensburger Umland hoch aus. Im Beispiel (Tabelle 2) fällt die Zugangszeit sogar höher als die SPNV-Beförderungszeit aus.

Beispiel: Reisezeit im ÖPNV von Flensburg ZOB nach Sörup Bhf (Luftlinie: ca. 16,8 km)	
Zugangszeit Flensburg ZOB - Bahnhof (ÖSPV)	0 min
Zugangszeit	+ 3 min ($= 0,5 \cdot t_{\text{takt}}^{0,75} = 0,5 \cdot 10 \text{ min}^{0,75}$)
Startwartezeit	+ 6 min
Beförderungszeit	+ 2 min (pauschal)
Abgangszeit	+ 11 min ($= 0,5 \cdot t_{\text{takt}}^{0,75} = 0,5 \cdot 60 \text{ min}^{0,75}$)
Startwartezeit Flensburg Bahnhof	= 22 min
<u>Zwischensumme</u>	
Beförderungszeit (SPNV)	+ 16 min
Abgangszeit Sörup	+ 2 min (pauschal)
<u>Summe</u>	= 40 min

Tabelle 2: Beispielrechnung der komplexen Reisezeit im ÖPNV
(Datengrundlage: Fahrplanauskunft der Deutschen Bahn [27])

5. Gutachten zur Rad- und Eisenbahninfrastruktur in Flensburg

Im Folgenden werden die Kernaussagen der Gutachten [2] [39] [1], die im Rahmen der Mobilitätsplanung in Flensburg verfasst wurden, kurz dargestellt.

5.1 Gutachten zur zukünftigen Bahnstruktur Flensburg

Im Jahr 2015 wurde ein Gutachten im Auftrag der Stadt Flensburg, der NAH.SH, der Region Syddanmark und der Kommune Aabenraa erstellt, das unter anderem die möglichen Potenziale eines Bahnhofs am ZOB darstellt [2]. Die wesentlichen Erkenntnisse sind:

- In einem Vergleich von insgesamt acht verschiedenen Varianten fällt bei einer ausgewogenen Gewichtung der unterschiedlichen Bewertungsaspekte die Variante „heutiger Bahnhof + FL-Weiche + ZOB“ am besten aus [2, S. 99]. Die Variante sieht vor, dass der heutige Flensburger Bahnhof weiterhin bestehen bleibt, allerdings nur noch vom RE aus Kiel angefahren wird. Die Fernverkehrsverbindung zwischen Dänemark und Hamburg hält am reaktivierten Fernverkehrsbahnhof Flensburg-Weiche. Alle weiteren Linien (einschließlich der in Flensburg endenden IC-Linien und einer neuen Linie aus Niebüll) enden am Flensburger ZOB (Abbildung 6).
- Von dieser Variante würden besonders Fahrgäste aus dem dänischen, aber auch deutschen Umland profitieren, die das Fahrtziel Flensburger Innenstadt haben. Die Verkürzung der mittleren Reisezeit gegenüber des heutigen Fahrplans beträgt in einem solchen Planfall bis zu sieben Minuten. [2, S. 88]
- Auch Fahrgäste mit Fahrtziel Hamburg würden von teils erheblich verkürzten mittleren Reisezeiten in dieser Variante profitieren: Die mittlere Reisezeit würde sich für Fahrgäste aus Dänemark um ca. 20 Minuten reduzieren, für Fahrgäste aus Flensburg um fast 15 Minuten. [2, S. 91]

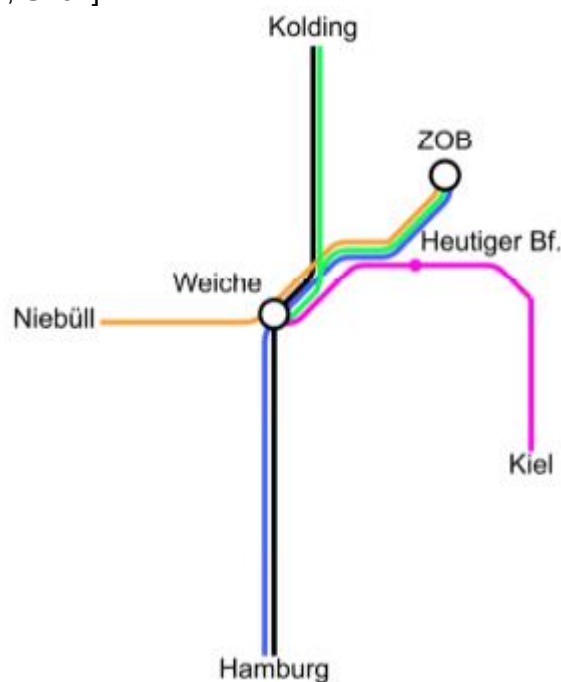


Abbildung 6: Netzschema des Planfalls Weiche + heutiger Bahnhof + ZOB
(aus: Gutachten zur zukünftigen Bahnstruktur Flensburg [2, S. 82])

- Die Wirtschaftlichkeit des SPNV-Betriebs wird in dem Planfall als sehr gut bewertet, erhöhte Betriebskosten werden nicht erwartet. [2, S. 92]
- Die Investitionskosten für die Reaktivierung bzw. des Neubaus der Infrastruktur fallen hoch aus: Für die Gesamtmaßnahme wurden Investitionskosten in Höhe von 24 Mio. (günstige Voraussetzungen) bis 57 Mio. (ungünstige Voraussetzungen) Euro geschätzt. Die Kosten setzen sich aus
 - einer Reaktivierung der Strecke zum ZOB (4,35 Mio. - 14,28 Mio. Euro),
 - Bau eines Bahnhofs am ZOB (4 Mio. - 13 Mio. Euro),
 - einer Reaktivierung und Anpassung des Fernverkehrshalts Flensburg-Weiche (13 Mio. - 23 Mio. Euro),
 - einem Bau einer Verbindungskurve der dänischen Zulaufstrecke zum ZOB (2 Mio. bis 7 Mio. Euro)zusammen. [2, S. 93]
- Die ersten rund 800 Meter der Strecke Abzweig *Wilhelminental* (siehe Abb. 3) in Richtung ZOB könnten zweigleisig ausgebaut werden. Der verbleibende Abschnitt bis zum ZOB weist überwiegend räumliche Engstellen (insbesondere auf Höhe der Brückenbauwerke) auf, dass eine durchgängige zweigleisige Trassierung nur mit erheblichem Aufwand möglich wäre. [2, S. 93]
- Es könnten erhebliche Steigerung der Fahrgastzahlen erreicht werden. Für die Linie des RE 7 (Hamburg-Flensburg) schätzen die Gutachter rund 2.000 zusätzliche Fahrgäste pro Tag bei einer Durchbindung zum ZOB. Weitere 1.900 zusätzliche Fahrgäste pro Tag auf werden auf der Linie Flensburg – Niebüll (- Sylt) erwartet. Ein Anstieg der Fahrgastzahlen wird auch auf der deutsch-dänischen Verbindung erwartet (+ 853 Fahrgäste pro Tag). Über 238,5 Millionen Pkw-Kilometer können somit jährlich eingespart werden. [2, S. 123-125]

Im Nachgang wurde zudem eine Nutzen-Kosten-Analyse für die Reaktivierung der Strecke zum ZOB durchgeführt. Der errechnete Nutzen-Kosten-Faktor liegt bei 8,25 und weist somit eine sehr hohe Nutzenreserve auf [40]. Die Förderfähigkeit durch Bundes- bzw. Landesmittel nach dem Gemeindeverkehrsfinanzierungsgesetz (GVFG) wäre somit gegeben.

5.2 Masterplan Mobilität 2030

Die Stadt Flensburg hat im Jahr 2018 den *Masterplan Mobilität 2030* erstellen lassen. In ihm sind die Leitbilder abgebildet, die eine nachhaltige Verkehrsentwicklung in der Stadt ermöglichen sollen. [39]

Prinzipielle Leitbilder sind [39, S. 65 f.]:

- Stärkung des Umweltverbundes durch attraktivere Führung der Verkehrsmittel ÖPNV (engere Taktung) und Rad (verbesserte und sicherere Infrastruktur) entlang der Hauptzufahrtsstraßen ins Flensburger Zentrum (Radialanordnung),
- Stärkung der Nahmobilität durch erhöhte Aufenthaltsqualität im öffentlichen Raum und bessere Anbindung an den Bahnhof,
- Bündelung des MIV auf bestimmten Achsen, Minimierung des Durchgangsverkehrs,

- Minimierung der Bevorrechtigung des MIV insbesondere im Stadtzentrum gegenüber dem Umweltverbund.

Um insbesondere den Radverkehr zu stärken, wird ein großräumiges Veloroutennetz in Radial- und Ringform vorgeschlagen. Über ein detailliertes Erschließungsnetz werden Flensburgs Stadtgebiete an die Velorouten angeschlossen. [39, S. 72 f.]

Einer Radschnellroute entlang des Bahndamms vom Abzweig *Wilhelminental* ins Stadtzentrum wird eine erhöhte Verkehrsnachfrage zugeschrieben. Das Potenzial wird in dem Masterplan jedoch nicht anhand von Zahlen konkretisiert. Ein Radschnellweg würde nach Auffassung der Gutachter eine sinnvolle Ergänzung zum Veloroutennetz darstellen. [39, S. 74]

In dem angestrebten Umweltverbund-Szenario soll bis zum Jahr 2030 (verglichen mit 2011) der Fahrradanteil im Modal Split von 19 % auf 25 % und der ÖPNV-Anteil von 11 % auf 18 % steigen [39, S. 61]. Im *Masterplan Mobilität 2030* spielt die Eisenbahn eine untergeordnete Rolle.

5.3 Potenzialanalyse und Machbarkeitsstudie für einen Radweg auf dem Bahndamm mit dem Standard eines Radschnellweges

Im Auftrag der Stadt Flensburg wurde im Jahr 2018 eine Potenzialanalyse und Machbarkeitsstudie für einen Radschnellweg entlang des Bahndamms erstellt [1].

In der Potenzialanalyse wurden anhand eines Verkehrsmodells bereits mögliche Nutzungspotenziale des Radschnellwegs für den Prognosehorizont 2030 ermittelt. Die Gutachter haben hierzu als Grundlage ein Kfz-Verkehrsmodell für die Ermittlung der Wege verwendet. In Verbindung mit dem angestrebten Fahrradanteil im Modal-Split im Jahr 2030 (25 %) haben sie den entsprechenden Fahrradwegeanteil ermittelt. Es wurden die Einzugsgebiete des Radschnellwegs ermittelt und anschließend alle potenziellen Wege über den Bahndamm herausgefiltert und darüber die Querschnittsbelastungen entlang des Radschnellwegs prognostiziert. Dabei wurden Wegelängen kleiner 2 km und größer 7 km nur zu 50 % berücksichtigt. [1, S. 9-11]

Inwiefern die kurzen Wegelängen, die nicht zwangsläufig über den MIV abgewickelt werden, im ursprünglichen Kfz-Verkehrsmodell berücksichtigt wurden, führen die Gutachter dabei nicht aus. Da sehr kurze Wegdistanzen (< 2 km) in Bezug auf den Radschnellweg jedoch ohnehin nicht zwangsläufig ins Gewicht fallen, werden die Prognosewerte als plausibel angenommen. In der Modellierung wurden bereits die Maßnahmen aus dem Masterplan Mobilität 2030 zur Verbesserung des Radverkehrsnetzes berücksichtigt [1, S. 10].

Die Potenzialanalyse zeigt dabei ein hohes Verkehrsnachfragepotenzial auf, welches bei einer Realisierung des Radschnellweges zwischen *Wilhelminental* und Flensburger Hafen mit begleitendem Gehweg zu erwarten wäre. Eine potenzielle Querschnittsbelastung von bis zu 6.300 Radfahrern pro Tag wurde ermittelt [1, S. 11]. Die Gutachter richten sich bei der Dimensionierung der Radverkehrsanlage an die entsprechenden Empfehlungen der Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV). Die Querschnittsgestaltung orientiert sich

dabei an den Empfehlungen des „Arbeitspapiers Einsatz und Gestaltung von Radschnellwegen“ [1, S. 17 ff.], die Ausgestaltung der Gradienten erfolgte nach den „Empfehlungen für Radverkehrsanlagen (ERA)“ [1, S. 21].

Die Machbarkeitsstudie kommt zu dem Ergebnis, dass der Bau eines Radschnellweges auf dem Bahndamm mit hohen Qualitätsstandards möglich ist. Aufgrund der kreuzungsfreien Trassenführung und des daraus resultierenden Wegfalls von Haltezeiten an Knotenpunkten kann die Reisezeit mit dem Verkehrsmittel Fahrrad spürbar reduziert werden. Ein vom Radweg getrennt verlaufender Gehweg mindert das Konfliktpotenzial zwischen Rad- und Fußgängerverkehr und durch überwiegend ausreichende Querschnittsbreiten des Radschnellweges wird der Fahrkomfort, wie auch die Verkehrssicherheit auf der Trasse erhöht. [1, S. 49]

Über Rampenbauwerke kann der Radschnellweg an das Veloroutennetz sinnvoll angeschlossen werden. Acht Verknüpfungspunkte binden den Radschnellweg an das Radroutennetz in dem Planungsentwurf an (Abbildung 7). Sie befinden sich auf Höhe der Straßen *Wilhelminen-tal* (1a + 1b), *Husumer Straße* (2a), *Munketoft* (2b), *Bahnhofstraße* (3), *Heinrichstraße* (4), ZOB (5) und Hafenspitze (6). [1, S. 13 ff.]

Die Kosten für den Bau eines Radschnellweges werden auf ca. 4,16 Mio. Euro geschätzt. Hinzu kommen Kosten für die Sanierung der Brückenbauwerke. [1, S. 46 ff.]

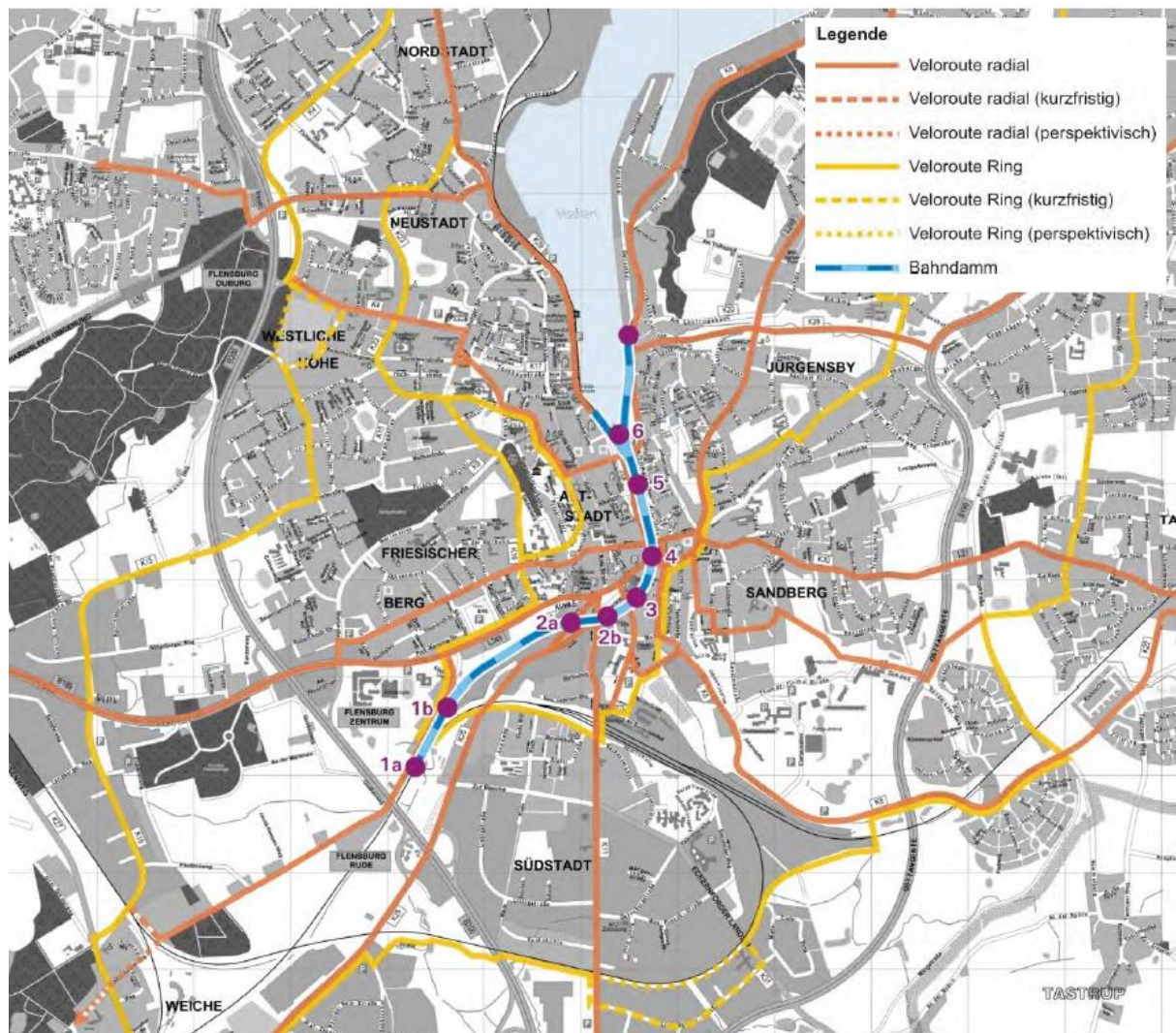


Abbildung 7: Trassenverlauf des Radschnellwegs auf dem Bahndamm mit Anschlussstellen an das Veloroutennetz
(aus: Potenzialanalyse und Machbarkeitsstudie für einen Radweg auf dem Bahndamm
mit dem Standard eines Radschnellweges [1, S. 14])

6. Konfliktanalyse und Erschließungspotenziale des Eisenbahn- und Radverkehrs

6.1 Konfliktanalyse

Die in Kapitel 5 zusammengefassten Gutachten schreiben der Bahnanlage zwischen Abzweig *Wilhelminental* und Hafen ein großes Nutzungspotenzial für den Rad- und Eisenbahnverkehr zu, sofern bauliche Maßnahmen eine Neu- bzw. Umnutzung der Anlage ermöglichen. Derzeit besteht ein Trassensicherungsvertrag, der die Widmung der Anlage zu eisenbahnbetrieblichen Zwecken festsetzt. Eigentümerin der Bahnanlage ist derzeit die DB Netz AG, ein Eigentümerwechsel steht jedoch bevor (Stand: November 2019). Zukünftig wird voraussichtlich die Norddeutsche Eisenbahngesellschaft Niebüll GmbH (neg) als Eisenbahninfrastrukturunternehmen (EIU) die Strecke betreiben. Das Land Schleswig-Holstein mit seiner Aufgabenträgerin im SPNV - die NAH.SH GmbH - strebt langfristig wieder den Eisenbahnbetrieb auf der Trasse mit der Errichtung eines neuen Bahnhofs am ZOB bzw. zumindest die Sicherung der

Trasse an. Die Stadt Flensburg hingegen strebt eine Umnutzung der Bahnanlage an: Sie spricht sich für den Bau eines Radschnellweges auf dem Bahndamm aus. Es bildet sich somit ein Konflikt zweier unterschiedlicher Nutzungsansprüche in Hinsicht auf die zukünftige Gestaltung des Bahndamms. [41]

Dieser Konflikt ist deshalb besonders kritisch anzusehen, da die Ansprüche zweier umweltverträglicher Verkehrsmittel aufeinanderstoßen. Sowohl das Fahrrad, das insbesondere im Bereich der Nahmobilität eine herausragende Stellung im klimaschonenden Verkehr einnimmt, als auch der Eisenbahnverkehr, der eine nachhaltige Mobilität im Nah- und Fernverkehr ermöglicht, beanspruchen berechtigterweise die zukünftige Nutzung der alten Bahnanlage für sich. Die Notwendigkeit, den Eisenbahnverkehr in der Region Flensburg attraktiver zu gestalten, wurde bereits in Kapitel 4 dargestellt. Hierfür bietet die Führung des SPNV in die Flensburger Innenstadt die Möglichkeit, die niedrigen Fahrgastzahlen im SPFV und SPNV – insbesondere die Pendlerzahlen – in Zukunft zu erhöhen. Die Verlagerung des Verkehrs vom MIV hin zum Eisenbahnverkehr würde in Flensburg hohe Einsparungen an Pkw-Kilometern und somit auch an Treibhausgasen bewirken, da aufgrund der räumlichen Lage der Stadt die Reisedistanzen in Richtung Kiel und Hamburg groß sind. Eine jährliche Einsparung von rund 238,5 Millionen Pkw-km würde bei einem durchschnittlichen CO_2 -Ausstoß von $261 \frac{\text{g CO}_2}{\text{Pkw-km}}$ [42] jährlich rund 62.249 Tonnen CO_2 einsparen. Der Radverkehr bietet zwar nicht derart hohe Pkw-km- bzw. CO_2 -Einsparpotenziale, doch bietet auch dieses Verkehrsmittel hinsichtlich des volkswirtschaftlichen Nutzens und der hohen Umweltverträglichkeit enorme Chancen (Kapitel 10).

Der dringende Handlungsbedarf im Klimaschutz steht außer Frage: Der Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) hat errechnet, dass weltweit noch 580 bis 770 Milliarden Tonnen CO_2 emittiert werden dürfen, um eine Klimaerwärmung von 1,5 Grad Celsius im Vergleich zur Zeit vor der Industrialisierung nicht zu überschreiten [43, S. 16]. Im Jahr 2018 wurden weltweit 36,6 Milliarden Tonnen CO_2 emittiert [44]. Zwar würden selbst bei einem solchen Temperaturanstieg die Folgen für Mensch und Umwelt spürbar sein, jedoch würde ein noch stärkerer Anstieg der Temperaturen deutlich schwerwiegendere Folgen haben [43, S. 11 ff.].

6.2 Erschließungspotenzial des Eisenbahnverkehrs und denkbare Haltepunkte entlang der Trasse

Im fußläufigen Einzugsgebiet des heutigen Flensburger Bahnhofs befindet sich aufgrund der dezentralen Lage ein vergleichsweise geringer Anteil an Einzelhandelsgeschäften und öffentlichen Einrichtungen (Abbildung 8).

Durch eine Verlegung des Bahnhofs ins Zentrum würde somit besonders der Einzelhandel in der Innenstadt profitieren (Abbildung 9), da potenzielle Kunden deutlich komfortabler die Innenstadt mit dem SPNV erreichen könnten. Die Vermarktung eines zentralen Flensburger Bahnhofs sollte landesweit (beispielsweise durch Touristikverbände und der NAH.SH) und zudem staatsübergreifend in Dänemark erfolgen. Hierdurch lassen sich zusätzliche Fahrgäste akquirieren.

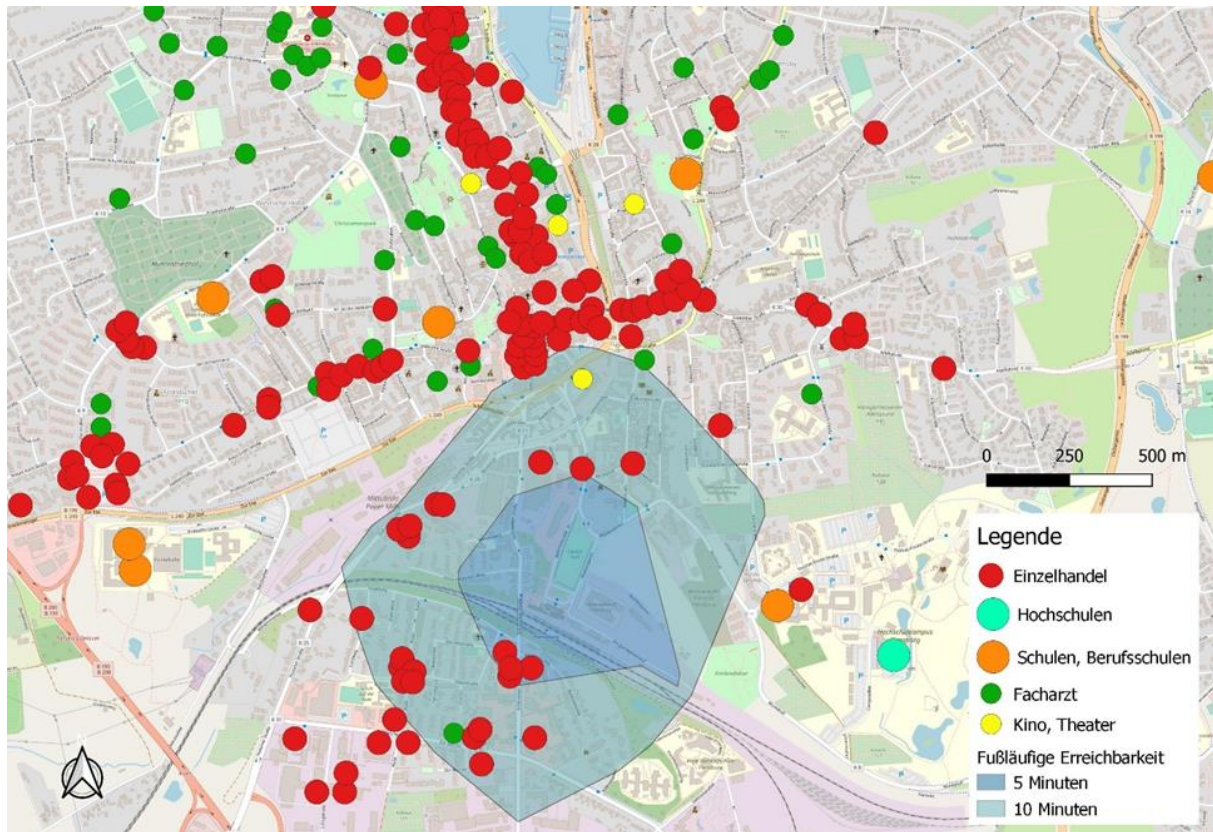


Abbildung 8: Erreichbarkeitskarte heutiger Bahnhof (eigene Darstellung;
Kartengrundlage: Openstreetmap [6]; Datengrundlage: Gertz Gutsche Rümenapp [45])

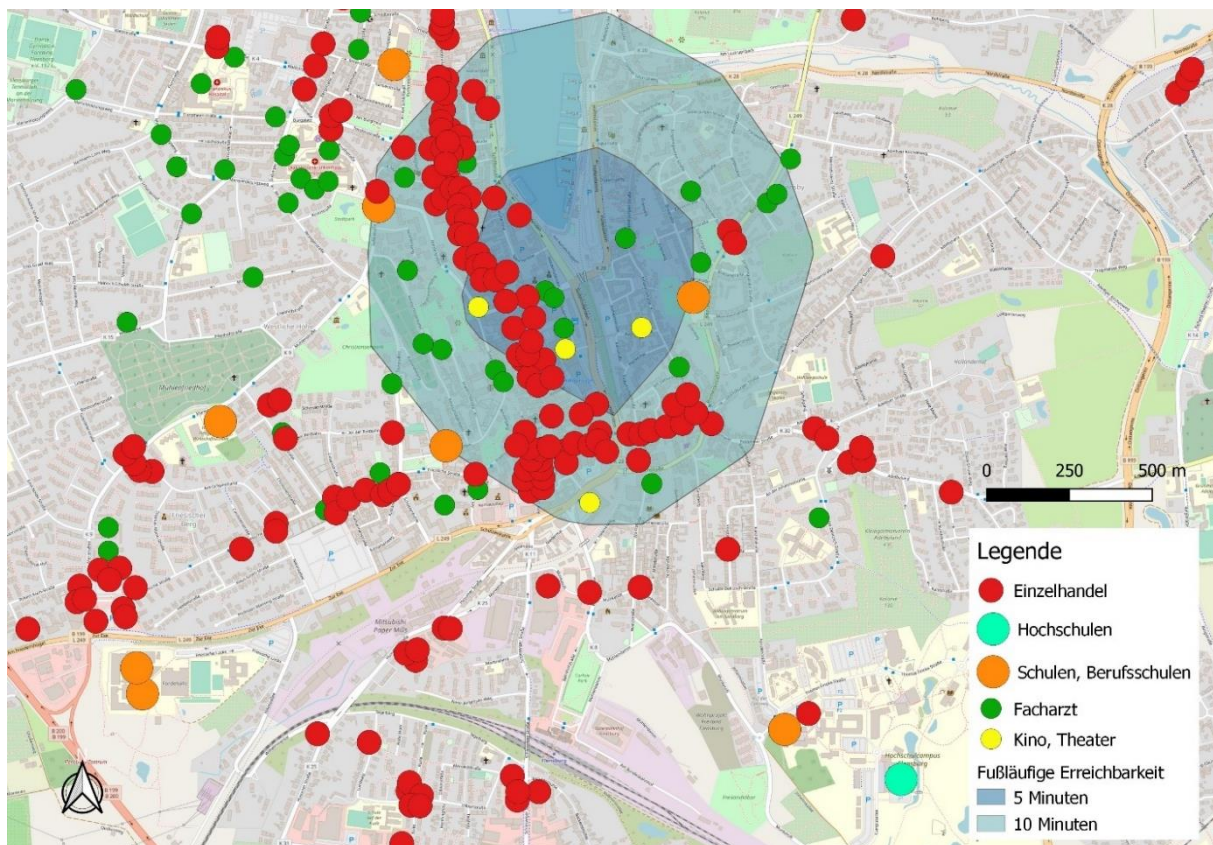


Abbildung 9: Erreichbarkeitskarte möglicher Bahnhof am ZOB (eigene Darstellung;
Kartengrundlage: Openstreetmap [6]; Datengrundlage: Gertz Gutsche Rümenapp [45])

Die Stadtteile Innenstadt, Neustadt und Jürgensby mit ihrer hohen Bevölkerungsdichte hätten eine attraktive Anbindung an das SPNV-Netz (Abbildung 10, Tabelle 3). Die Verknüpfung zwischen Bahn und Bus am ZOB würde maßgeblich verbessert werden. Große Arbeitgeber außerhalb des Zentrums (z.B. Kraftfahrt-Bundesamt und Marineschule in Mürwik, Krones AG in Friesischer Berg, Flensburger Fahrzeugbau GmbH in der Nordstadt) würden zwar weiterhin nicht im fußläufigen Einzugsgebiet des Bahnhofs liegen, könnten jedoch von der besseren Verknüpfung zwischen Bus und Bahn profitieren.

	heutiger Standort	Standort ZOB
Einzugsgebietsradius [m]	Einwohner	Einwohner
250	490	760
500	2 650	4050
750	4 780	8710
1000	8 210	16140

Tabelle 3: Einwohner im Einzugsgebiet (Messdaten: Städtische Ämter des Bundes und der Länder [46])

Entsprechend des Gutachtens zur zukünftigen Bahnstruktur Flensburg wird es im weiteren Verlauf der Arbeit als sinnvoll erachtet, den heutigen Bahnhof weiterhin zu betreiben (Halt des RE 72 nach / aus Kiel) und zusätzlich einen Fernverkehrshalt in Flensburg-Weiche zu schaffen. Die bereits heute bestehende Bahnhofsanlage in Flensburg-Weiche muss entsprechend reaktiviert werden. An diesem Fernbahnhof würden alle Linien des Regional- und Fernverkehrs halten, sodass die Verkehre optimal verknüpft werden.

Darüber hinaus sind weitere Haltepunkte im Zulauf zum Bahnhof am ZOB denkbar:

- Haltepunkt *Wilhelminental*: Dieser Haltepunkt bietet eine bessere Erschließung der westlichen Stadtteile Flensburgs (*Friesischer Berg*, *Westliche Höhe*) und könnte von allen Regionalverkehrslinien und dem in Flensburg endenden Intercity aus Dänemark angefahren werden. Dieser Haltepunkt wird in dieser Arbeit als sinnvoll erachtet und im weiteren Verlauf berücksichtigt.
- Haltepunkt *Deutsches Haus*: Auf Höhe des Veranstaltungszentrums *Deutsches Haus* wäre ein weiterer Haltepunkt denkbar und würde den Menschen in den Stadtteilen Jürgensby und Sandberg eine alternative Bahnstation zum Bahnhof am ZOB bieten. Aufgrund des geringen Abstands zum Bahnhof am ZOB (ca. 700 m) wird dieser Haltepunkt im Folgenden jedoch nicht weiter berücksichtigt. Ein zusätzlicher Halt würde die Fahrzeit der Fahrgäste zum bzw. aus Richtung ZOB verlängern und die betriebliche Kapazität der in diesem Bereich eingleisigen Eisenbahnstrecke reduzieren.

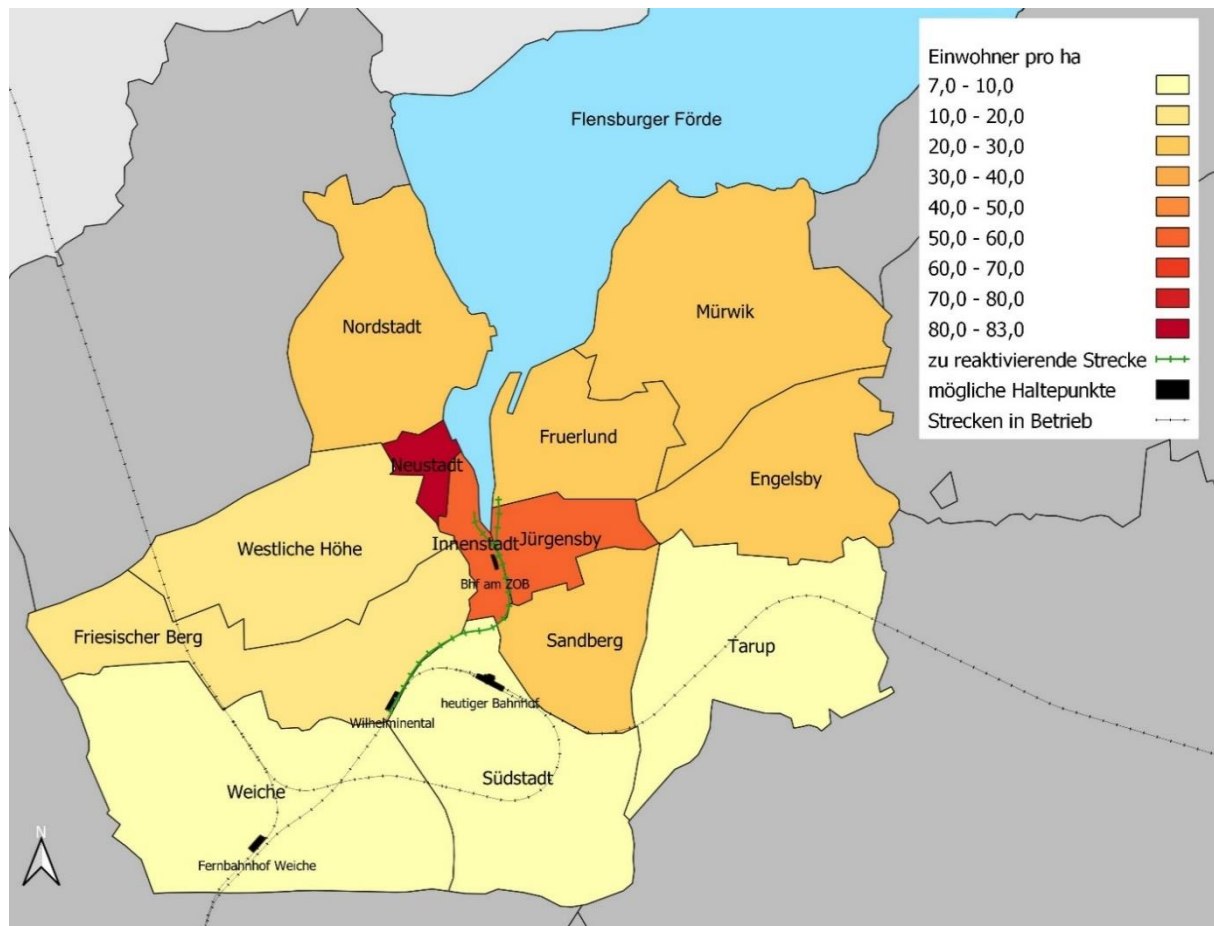


Abbildung 10: Planfall Eisenbahninfrastruktur mit Bevölkerungsdichte der Flensburger Stadtteile
(eigene Darstellung; Kartengrundlage: Openstreetmap [6]; Datengrundlage: Stadt Flensburg [47])

6.3 Erschließungspotenzial des Radverkehrs

Ein Radschnellweg könnte die Nahmobilität im Süden der Stadt Flensburg wesentlich stärken und insbesondere eine bessere Anbindung der Stadtteile *Weiche*, *Friesischer Berg* und *Südstadt* an das Stadtzentrum ermöglichen. Die Anbindung des Stadtteils *Weiche* könnte darüber hinaus noch attraktiver gestaltet werden, wenn der Radverkehr auf direktem Wege auf der *Nikolaiallee* und dem *Alten Husumer Weg* weiter zum Stadtteil *Weiche* geführt wird. Hierfür wäre der Bau einer planfreien Kreuzung des Rad- und Eisenbahnverkehrs im Bereich zwischen *Nikolaiallee* und *Alter Husumer Weg* notwendig (Abbildung 11). Da im Bereich der *Nikolaiallee* ($v_{zul} = 30 \text{ km/h}$) der MIV mit 100 bis 1400 Kfz / 24 h nur geringe Verkehrsstärken aufweist, ist eine gemeinsame Führung des Fahrrad- und Kfz-Verkehrs im Straßenraum vertretbar [23]. Eine Ausweisung der *Nikolaiallee* als Fahrradstraße wird empfohlen. Die regionale Verbindungsfunktion des Radwegs würde damit weiter verbessert werden.

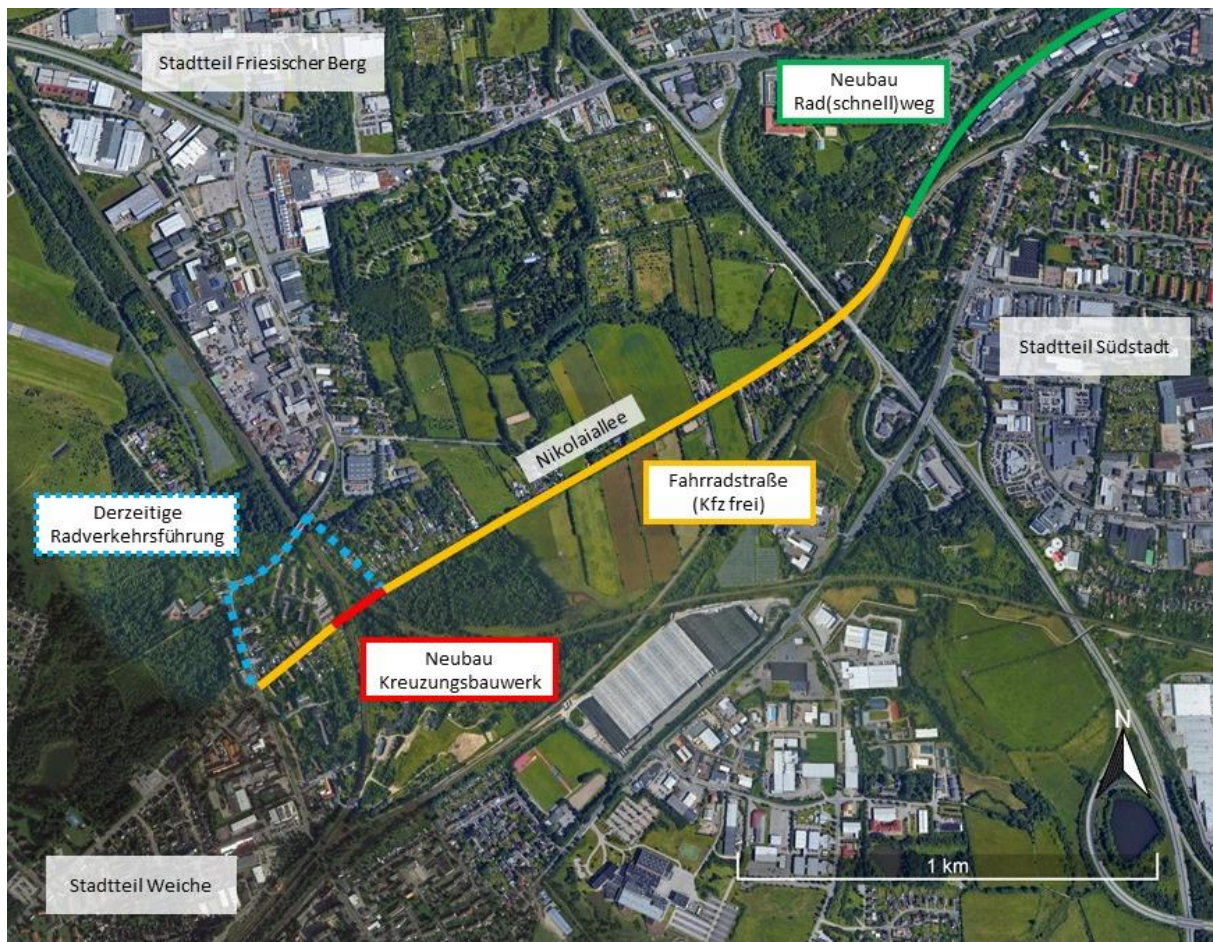


Abbildung 11: Mögliche Führung des Radverkehrs zwischen *Weiche* und Rad(schnell)weg
(eigene Darstellung; Satellitenbild: Google [48])

Durch die zunehmende Beliebtheit der Pedelecs kann sich zukünftig die durchschnittliche Reisedistanz im Fahrradverkehr erhöhen, sodass der Radschnellweg zusätzliche Nutzer aus noch weiter entfernten Siedlungsgebieten gewinnen kann. Voraussetzung hierfür ist eine gut ausgebaut Radwegeninfrastruktur im Bereich des Stadtteils *Weiche* und in den angrenzenden Gemeindegebieten.

7. Konzept einer Parallelführung des Rad- und Eisenbahnverkehrs

7.1 Idee

Ein möglicher Ansatz zur Lösung des im vorherigen Kapitel dargestellten Konflikts ist die Parallelführung beider Verkehrsmittel auf der Trasse. Sollte es gelingen, sowohl Rad- als auch Eisenbahnverkehr auf der Anlage zu bündeln, könnte der Umweltverbund Rad und Bahn maßgeblich gestärkt werden, sodass sowohl die Nahmobilität durch den Radverkehr als auch der Regionalverkehr im SPNV gleichermaßen profitieren könnten.

Häufig werden stillgelegte Eisenbahnstrecken, die zukünftig für den Eisenbahnbetrieb nicht mehr benötigt werden, entwidmet und in zahlreichen Fällen zu Geh- und Radwegen umfunktioniert. Die Trassen eignen sich besonders gut für den Radverkehr, da sie meist kreuzungsfrei

und mit geringen Steigungen verlaufen. Eine Parallelführung des Rad- und Eisenbahnverkehrs auf Flächen von Eisenbahninfrastrukturanlagen, wie es sich diese Arbeit zum Ziel setzt, ist in der Praxis bisher nicht üblich.

7.2 Radschnellwege in der Praxis: Die Veloroute 10 in Kiel

Die 4,4 km lange ehemalige Eisenbahnstrecke zwischen Kiel-Hassee und dem früheren Güterbahnhof Kiel-West wurde bis 1995 vom Schienengüterverkehr genutzt und 2004 endgültig aufgegeben. Ab 2012 wurde die heutige Veloroute 10 in mehreren Bauabschnitten realisiert, im September 2019 wurde sie fertiggestellt. Die Projektkosten belaufen sich auf ca. fünf Millionen Euro [49]. Der mit Beleuchtung ausgestattete Radweg besitzt eine beinahe durchgängige Mindestbreite von 4,00 m. Die Breite wird im Bereich von Brückenbauwerken teilweise auf 3,00 m eingeschränkt. Ein begleitender Gehweg ist größtenteils nicht vorhanden. Die Veloroute 10 kreuzt acht Straßen, fünf von ihnen planfrei. Die Trasse verläuft durch überwiegend mäßig bebautes Gelände bogenförmig um das Kieler Zentrum. An zahlreichen Stellen ist die Strecke über Auf- und Abfahrten an das angrenzende Straßen- und Veloroutennetz der Stadt Kiel verknüpft. Aufgrund der Dammlage sind die Anschlussstellen teilweise auch als Rampenbauwerke ausgeführt (Abbildung 12). Der Radweg wird als Premiumradweg vermarktet und im öffentlichen Raum auch dementsprechend gekennzeichnet (Abbildung 13).



Abbildung 12: Anschlussstelle Gutenbergstraße
(eigene Abbildung)



Abbildung 13: Kennzeichnung der Veloroute 10
(eigene Abbildung)

7.3 Erforderliche Querschnittsbreiten

Um eine kombinierte Eisenbahn- und Radverkehrsanlage zu trassieren, werden zunächst die erforderlichen Querschnittsbreiten beider Verkehrsträger separat ermittelt und anschließend miteinander kombiniert.

7.3.1 Eisenbahn

Aufgrund langer Bremswege von Schienenfahrzeugen und großer Kräfte, die bei schienengebundenen Verkehrsmitteln wirken, geht von dem Betrieb dieser Fahrzeuge ein großes Gefahrenpotenzial aus. Daher ist es unerlässlich, bestimmte Gefahren- und Sicherheitsräume beim

Planen von entsprechenden Infrastrukturanlagen zum Schutz systemeigener bzw. -fremder Objekte zu berücksichtigen. Diese Geometrieanforderungen an die Trasse sind in entsprechenden Regelwerken festgelegt.

Schienengebundener Personenverkehr kann nach unterschiedlichen Grundsätzen betrieben werden. Die gängigsten Formen sind dabei der Betrieb von Straßenbahn- und Eisenbahnsystemen. Diese Systeme unterscheiden sich in vielerlei Hinsicht. So kann beispielsweise im Eisenbahnbetrieb in der Regel mit deutlich höheren Geschwindigkeiten gefahren werden. Hieraus resultieren entsprechend höhere Anforderungen an die Infrastruktur als im Straßenbahnbetrieb. Die zukünftige Streckengeschwindigkeit auf dem Abschnitt zwischen *Wilhelminental* und ZOB wird aufgrund des vergleichsweise geringen Haltestellenabstands (Abstand zwischen den Halten *Wilhelminental* und ZOB beträgt ca. 2500 m) voraussichtlich zwischen 60 und 80 km/h betragen. Straßenbahnbetrieb mit derartigen Geschwindigkeiten ist prinzipiell denkbar und somit auch auf diesem Streckenabschnitt möglich. Jedoch müssten die Schienenfahrzeuge, die den Flensburger Bahnhof am ZOB anfahren sowohl den Anforderungen des Eisenbahn- als auch des Straßenbahnbetriebs entsprechen, da diese Fahrzeuge im übrigen Netz (z. B. Richtung Hamburg und Kiel) im Eisenbahnbetrieb verkehren. Derartige Zweisystem-Fahrzeuge sind aufgrund der aufwändigen technischen Ausrüstung in ihrer Anschaffung deutlich teurer als Einsystem-Fahrzeuge [50]. Somit ist es wirtschaftlich sinnvoll, den Betrieb auf der zu planenden Trasse zwischen *Wilhelminental* und ZOB nach dem Grundsatz des Eisenbahnbetriebs durchzuführen. Es gelten daher bei der weiteren Planung die einschlägigen Gesetze und Richtlinien des Eisenbahnbaus und -betriebs. Hierzu zählt die Eisenbahn-Bau- und Betriebsordnung (EBO) [51] und das entsprechende technische Regelwerk des Infrastrukturbetreibers. Je nach EIU können unterschiedliche Richtlinien zur Planung der Eisenbahnanlage verwendet werden. Die DB Netz AG hat für ihre Anlagen konzerneigene Richtlinien veröffentlicht, die bei der Planung und dem Betrieb von Gleisanlagen zu berücksichtigen sind. Hinweise zu Lichtraumprofilen und Aufbau des Oberbaus sind in der DB Ril. 800.0130 „Netzinfrastuktur Technik entwerfen; Streckenquerschnitte auf Erdkörpern“ [52] angegeben. Nichtbundeseigene Bahnen (NE-Bahnen) planen in der Regel ihre Anlagen nach den Grundsätzen eigener Richtlinien für NE-Bahnen. Der Verband deutscher Verkehrsunternehmen (VDV) hat für NE-Bahnen die „Oberbau-Richtlinien für Nichtbundeseigene Eisenbahnen, VDV-Schrift 612“ (kurz „Ob-Ri NE 612“) [53] entworfen.

	DB Ril. 800.0130	Ob-Ri NE 612 (VDV)
Lichtraumprofilbreite ab Gleisachse bei Hauptgleisen mit Gleisradien $r \geq 250$ m	2,50 m (2,40 m)	2,50 m (2,40 m)
Mindestbreite Sicherheitsraum	0,80 m	0,70 m
Anzahl der Sicherheitsräume bei eingleisiger Strecke	zweiseitig	min. einseitig
Anordnung des Sicherheitsraums	angrenzend an den Lichtraum	angrenzend an die Grenzlinie des Fahrzeugbereichs
Abstand Gleisachse – Planumskante bei eingleisiger Strecke	3,30 m (3,20 m)	keine Angabe

Tabelle 4: Vergleich maßgeblicher Vorgaben bei der Planung des Streckenquerschnitts
(Klammerwerte für S-Bahn-Betrieb; Datengrundlage: DB Ril. 800.0130 [52], Ob-Ri NE 612 [53])

Die Ob-Ri NE 612 bietet dem Planer im Vergleich zur DB Ril. 800.0130 teils mehr Freiheiten beim Entwurf der Eisenbahnanlage (Tabelle 4). So fällt auf, dass der Sicherheitsraum, in dem sich auch der Randweg befindet, gemäß der DB-Richtlinie außerhalb des Lichtraumprofils liegt (vgl. Abbildung 14). In der VDV-Richtlinie hingegen liegt der Sicherheitsraum an den Grenzlinien des Fahrzeugs an und fällt somit in den Bereich des Lichtraumprofils. Prinzipiell fordert die VDV-Richtlinie mindestens einen einseitigen Sicherheitsraum, die DB-Richtlinie hingegen einen zweiseitigen Sicherheitsraum. Die Mindestbreite einer nach VDV-Standard entworfenen eingleisigen Eisenbahnstrecke (bestehend aus Sicherheits- und Regellichtraum) ist somit 1,60 m schmaler (bei S-Bahn-Betrieb 1,44 m) als nach DB-Standard (vgl. Abbildungen 14 und 15). Zusätzlicher Raum wird durch Entwässerungsanlagen und anderweitige Infrastrukturkomponenten (z.B. Oberleitungsmasten) beansprucht (vgl. Pläne 2.1 bis 2.3 im Anhang).

Die Eisenbahnanlage wird zukünftig voraussichtlich nach von einem nichtbundeseigenen Eisenbahnunternehmen betrieben, sodass die Vorgaben der Ob-Ri NE 612 (VDV) für diese Arbeit maßgebend sind.

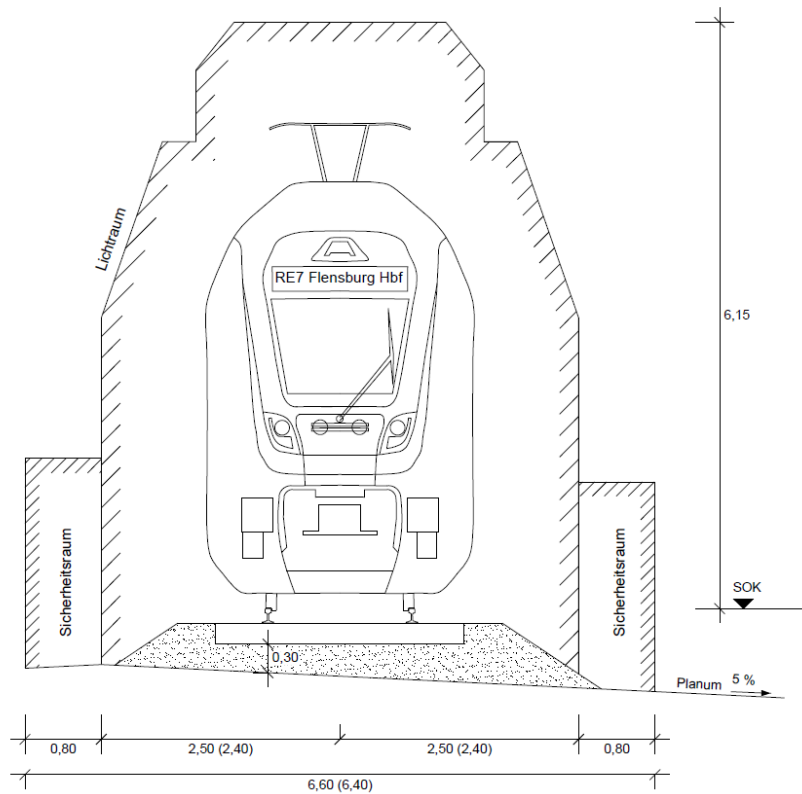


Abbildung 14: Sicherheits- und Regellichtraum nach DB RIL 800.0130
(eigene Darstellung gem. Richtlinie; Klammerwerte für S-Bahn-Betrieb)

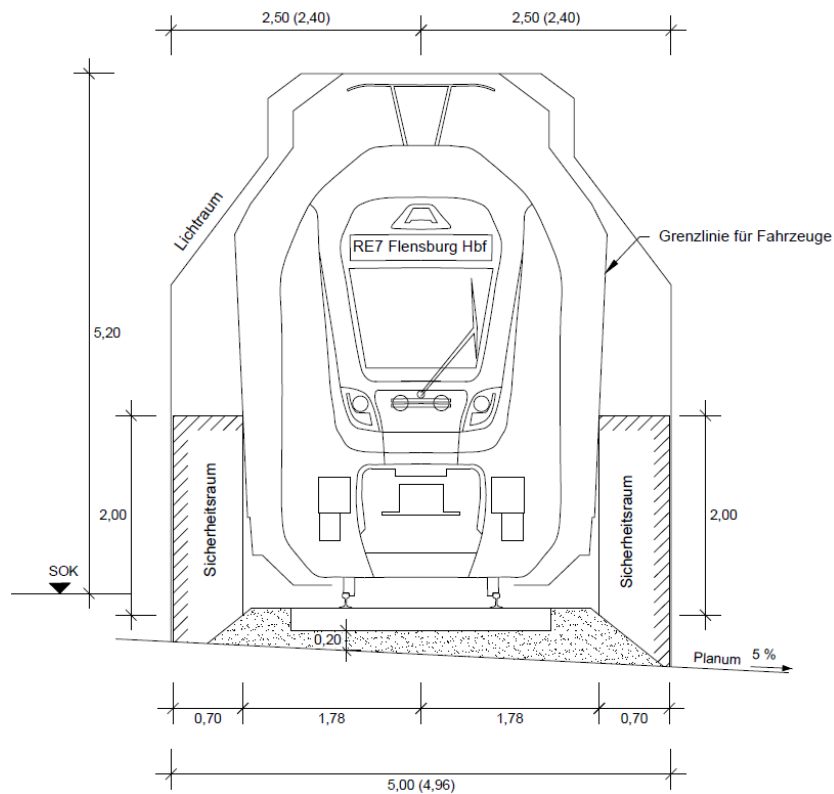


Abbildung 15: Sicherheits- und Regellichtraum nach Ob-Ri NE 612 (VDV)
(eigene Darstellung gem. Richtlinie; Klammerwerte für S-Bahn-Betrieb)

Die erforderliche Raumbreite im Bereich von Bahnhöfen bzw. Haltepunkten bemisst sich nach der Breite der Bahnsteige und dem erforderlichen Raumbedarf der Gleisanlage. Da der VDV für NE-Bahnen keine eigenen Richtlinien geschaffen hat, wird die DB Ril. 813 „Personenbahnhöfe planen“ verwendet. Im Planfall Bahnhof am ZOB sind drei Bahnhofsgleise vorgesehen, die über einen Seiten- und einen Mittelbahnsteig erreichbar sind. Die erforderliche Querschnittsbreite der Bahnhofsanlage beträgt 20,81 m (siehe Anlage 4, 5).

7.3.2 Radverkehrsanlagen

Die Qualität von Radverkehrsanlagen zeichnet sich durch einen großen Nutzungskomfort und hohe Sicherheitsstandards aus. Maßgeblichen Einfluss auf die Verkehrsqualität hat unter anderem die Querschnittsbreite einer solchen Anlage. Die FGSV hat hierzu in ihren *Empfehlungen für Radverkehrsanlagen (ERA)* Richtwerte veröffentlicht, die einen Mindeststandard an Qualität gewährleisten sollen. Das Mindestmaß eines Radweges mit Zweirichtungsverkehr beträgt 3,00 m (bei geringen Radverkehrsstärken 2,50 m) [54, S. 16]. Eine gemeinsame Führung des Rad- und Fußgängerverkehrs sollte nach Möglichkeit vermieden werden, um Nutzungskonflikte zu vermeiden und somit die Verkehrssicherheit zu erhöhen. Eine Mischnutzung des Rad- und Fußgängerverkehrs ist nur bei geringer Radverkehrsbelastung empfehlenswert. Die FGSV hat für straßenbegleitende Fuß- und Radverkehre auf innerstädtischen Mischflächen Einsatzgrenzen ausgearbeitet (Abbildung 16). [54, S. 27]

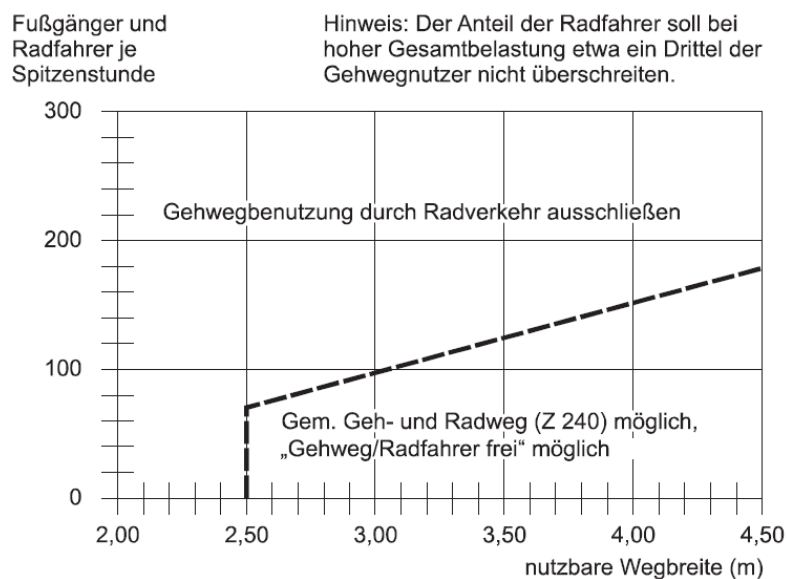


Abbildung 16: Nutzungsabhängige Einsatzgrenzen für die gemeinsame Führung von straßenbegleitendem Fußgänger- und Radverkehr (aus: *Empfehlungen für Radverkehrsanlagen (ERA)* [54, S. 27])

Im anzustrebenden Entwurf eines vom Radweg separierten Gehweges sollte der Gehweg eine Mindestbreite von 2,50 m haben. Es handelt sich bei diesen Angaben um Mindestanforderungen (Abbildung 17).

Sogenannte Radschnellverbindungen (auch „Radschnellwege“) haben erhöhte Qualitätsanforderungen. Zwar gibt es bisher in Deutschland keine rechtlich bindende Definition von Radschnellwegen, doch hat die FGSV in ihrem *Arbeitspapier „Einsatz und Gestaltung von Radschnellverbindungen“* wesentliche Merkmale von Radschnellwegen aufgelistet [55, S. 5 ff.]:

- Die Unterschreitung der Mindestbreiten von 4,00 m im Zweirichtungsverkehr beträgt höchstens 10 % der Gesamtstrecke. Die Engstellen müssen eine Mindestbreite von 2,50 m einhalten.
- Zeitverluste durch Wartezeiten (an signalisierten Knotenpunkten) und Anhalten sollen 15 Sekunden außerorts und 30 Sekunden innerorts je Kilometer nicht überschreiten.
- Störungen des Radverkehrs durch den Kfz- und Fußgängerverkehr sollen ausgeschlossen werden. Ein radwegbegleitender Gehweg ist erforderlich.
- Eine hochwertige Wegoberfläche in geschlossener Bauweise (Asphalt, Beton) ermöglicht gute fahrdynamische Eigenschaften.
- Die Streckenlänge der Anlage beträgt mindestens 5 km.

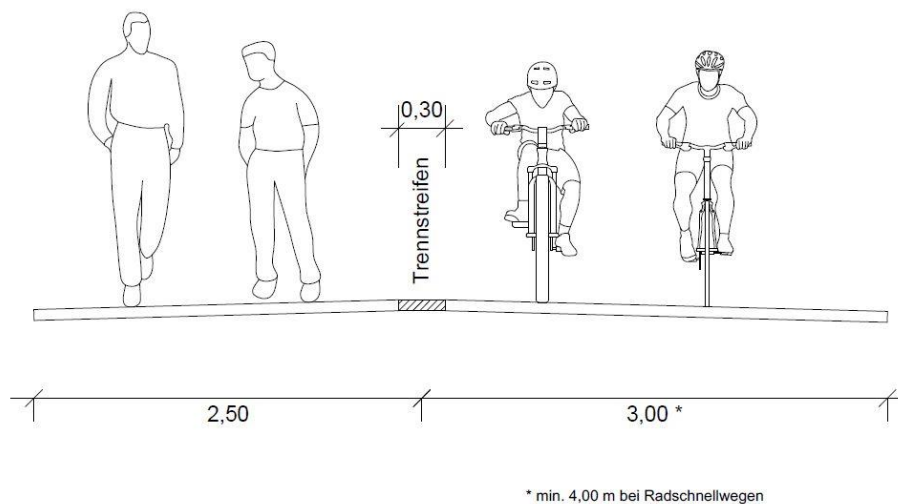


Abbildung 17: Erforderliche Querschnittsbreiten von Radverkehrsanlagen im Zweirichtungsverkehr
 (eigene Darstellung; nach *Empfehlungen für Radverkehrsanlagen (ERA)* [54] und
Arbeitspapier „Einsatz und Gestaltung von Radschnellverbindungen“ [55])

7.3.3 Parallelführung des Rad- und Eisenbahnverkehrs

Bei einer Parallelführung des Eisenbahn- und Radverkehrs ergeben sich je nach baulicher Ausgestaltung folgende erforderliche Gesamtquerschnittsbreiten:

Anz. Gleise	Eisenbahn inkl. Entwässerung	Zwischenraum Radweg/Eisenbahn	Radweg	Fußweg	Summe
eingleisige Trassenführung	5,71 m	0,30 m	Zweirichtungsverkehr: 3,00 m	2,50 m	11,51 m
			Zweirichtungsverkehr: 3,00 m	-	9,01 m
			Radschnellweg: 4,00 m	2,50 m	12,51 m
			Radschnellweg: 4,00 m	-	10,01 m
			Radschnellweg (Engstelle): 2,50 m	2,50 m	11,01 m
			gemeinsamer Fuß-/Radweg (innerorts): 2,50 m		8,51 m

Tabelle 5: Erforderliche Querschnittsbreiten bei Parallelführung des Rad- und Eisenbahnverkehrs

Die in Tabelle 5 dargestellten Querschnittsbreiten unterscheiden sich lediglich aufgrund der unterschiedlichen Ausgestaltung der Radverkehrsanlage. Die erforderliche Querschnittsbreite der Eisenbahnanlage bleibt hingegen in allen Ausführungsvarianten gleich. Der Zwischenraum zwischen Rad- und Eisenbahntrasse wird mit 30 cm angenommen. Eine Vorgabe in den entsprechenden Regelwerken im Eisenbahnverkehr gibt es nicht, jedoch muss der Regellichtraum der Eisenbahnstrecke freigehalten werden. Eine bauliche Trennung zwischen beiden Verkehrswegen ist ebenfalls nicht zwingend erforderlich, macht jedoch in sicherheitsrelevanter Hinsicht Sinn. Ein verunfallender Radfahrer könnte ohne bauliche Trennung im schlimmsten Fall in den Lichtraum eines vorbeifahrenden Zuges stürzen und mit dem vorbeifahrenden Zug kollidieren. Um einen solchen Fall unter allen Umständen zu verhindern, bietet sich die Installation von Trennelementen im Bereich des Zwischenraums zwischen Radweg und Eisenbahnstrecke an. Die bauliche Trennung kann dabei nicht nur die unfallverhütende Funktion wahrnehmen, sondern hinsichtlich des emittierenden Schienenlärms auch schallabsorbierend bzw. -reflektierend wirken. Ob schallschützende Maßnahmen an Verkehrswegen zwingend notwendig sind, legt die 16. Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (16. BImSchV) fest. Gesetzlichen Anspruch auf Lärmschutz haben Anwohner demnach nur bei wesentlichen baulichen Änderungen am Schienenweg und gleichzeitiger Überschreitung

der Immissionsgrenzwerten. Eine wesentliche Änderung des Schienenwegs wird beispielsweise durch den Bau eines zusätzlichen Gleises hervorgerufen. Eine Erhöhung der verkehrenden Zugzahlen erwirkt dabei keinen rechtlichen Anspruch auf Lärmschutz [56, §1]. Bis heute besteht für die Trasse zwischen *Wilhelminental* und ZOB ein Trassensicherungsvertrag, der die Widmung als Eisenbahnanlage festschreibt. Da eine Reaktivierung der Gleisanlage nicht unter die Voraussetzungen für gesetzlich erforderliche Lärmschutzmaßnahmen fällt, ist der Lärmschutz erwartungsgemäß in weiten Bereichen der Trasse nicht zwingend notwendig. Unter Umständen kann es jedoch in bestimmten Abschnitten der Trasse zu einer geringfügigen Verschiebung der Gleisachse kommen. In einem solchen Fall kann die Voraussetzung für zwingend erforderlichen Lärmschutz geschaffen sein. Im Zuge dieser Ausarbeitung wird eine bauliche Trennung in Form eines Geländers empfohlen. Es ermöglicht eine schmale Bauweise, gute Einsehbarkeit des Radwegs für den Triebfahrzeugführer und zudem ein angrenzendes Bankett am Radweg. In der Praxis wird auf eine bauliche Trennung zwischen Geh-/Radwegen und Schienenweg teilweise verzichtet (Abbildung 18).



**Abbildung 18: Parallelführung Gehweg und Schienenweg entlang der Karlsruher *Rheinbrückenstraße*,
hier: Betrieb nach BOStrab, $v_{zul} = 70 \text{ km/h}$ (eigene Abbildung)**

Im Bereich von Gleisbögen ist eine Überhöhung des Gleises erforderlich. Hierdurch kommt es zu einer Neigung des Fahrzeughülle in Richtung Bogeninnenseite. Der in dieser Arbeit zugrunde gelegte Regellichtraum nach Anhang 1 der EBO gewährleistet die Hindernisfreiheit für Fahrzeuge bis zu einem Bogenradius von 250 m, sodass es in Kurvenbereichen keiner zusätzlichen Verbreiterung der Trasse bedarf.

8. Ausgestaltung der Trassenführung

8.1 Grundsätzliches Vorgehen

Zur näheren Analyse der heutigen Bahnanlage stehen IVL-Pläne (Ingenieurvermessung Lageplan) seitens der DB Netz AG zur Verfügung [25]. Den Plänen können unter anderem die Flurgrundstücksgrenzen, der Verlauf der Gleisachse, die Ausstattung der Bahnanlage und die Ausbildung der Geländetopographie (Geländeeinschnitt /-damm) entnommen werden.

Zunächst werden die IVL-Pläne korrekt ausgerichtet in das Konstruktionsprogramm AutoCAD eingefügt, um anschließend Entwurfsskizzen basierend auf der IVL-Planvorlage zu entwerfen. In einem ersten Schritt werden hierzu die IVL-Pläne, deren Koordinaten dem DB-eigenen Koordinatensystem DB-Ref zugeordnet sind, mithilfe des Geoinformationssystems QGIS georeferenziert. Durch die Georeferenzierung werden aus den vorliegenden PDF-Plänen Rasterdateien (geo-Tiff-Dateien) erzeugt, die in einem zweiten Schritt in das Gauß-Krüger-Koordinatensystem (WGS84) transformiert werden. Abschließend werden die korrekt ausgerichteten Pläne in das WGS84-kompatible AutoCAD importiert.

Folgende Grundsätze werden für die anschließende Trassenplanung festgelegt:

1. Es wird vorausgesetzt, dass in bahnbetrieblicher Hinsicht ein eingleisiger Streckenbetrieb vom Abzweig *Wilhelminental* bis zum neuen Bahnhof am ZOB möglich ist. Es wird empfohlen, diese Annahme mithilfe eines Betriebskonzepts zu überprüfen. Die betriebliche Machbarkeit für einen eingleisigen Streckenabschnitt zwischen Papierfabrik (ca. 800 nördlich vom Abzw. *Wilhelminental*) und ZOB wurde bereits bestätigt [57].
2. Zunächst wird überprüft, welcher Trassenquerschnitt hinsichtlich der örtlichen Gegebenheiten am sinnvollsten ist. Die erforderliche Mindestquerschnittsbreite der Eisenbahntrasse einschließlich der Entwässerungsanlage beträgt 5,71 m. Im Idealfall hat der parallelverlaufende Radweg eine Breite von 4,00 m mit einem angrenzenden 2,50 m breiten Gehweg. Die Gesamtbreite der Trasse beträgt in diesem Fall 12,51 m. Da diese Breite aufgrund von Engstellen entlang der Trasse nicht in allen Bereichen möglich ist, wird gegebenenfalls eine Reduzierung der Radwegbreite nötig. Eine möglichst einheitliche Gestaltung des Radwegquerschnitts wird angestrebt, um dem Radfahrer möglichst konstante Fahrbedingungen zu ermöglichen.
3. Es wird angestrebt, den Bedarf von zusätzlichen, angrenzenden Flächen möglichst gering zu halten. Bauliche Anlagen auf angrenzenden Flächen, die sich im Besitz Dritter befinden, schließen die Beanspruchung dieser (Teil-) Flächen für die Planung aus. Ein Rückbau oder Ersatz von baulichen Anlagen hätte rechtliche und finanzielle Unwägbarkeiten und einen massiven Eingriff in das Eigentum Dritter zur Folge.
4. Aufgrund räumlicher Zwänge wird angestrebt, die Lage der zukünftigen Gleisachse gegenüber dem heutigen Zustand unverändert zu lassen. Eine Änderung der Gleisachsentrassierung könnte zudem negative Auswirkungen auf die fahrdynamischen Eigenschaften der Strecke haben, da sich im ungünstigen Falle Gleisradien verkleinern und somit die Gleisüberhöhung angepasst werden muss.
5. Es wird als sinnvoll erachtet, dass der Fuß- und Radweg in Kilometrierungsrichtung (Richtung Hafen) links der Eisenbahnstrecke verläuft. So lässt sich der Fuß- und Rad-

weg in den überwiegenden Fällen besser mit dem angrenzenden Verkehrsnetz verknüpfen und die heutige Lage der Gleisachse kann weitgehend unverändert bleiben (vgl. Punkt 4).

6. Erdbauwerke (z.B. Winkelstützwände) werden als bautechnisch ausführbar angesehen. Sie werden in einer anschließenden Kostenschätzung berücksichtigt.
7. Die Verbreiterung der Trasse hat in einigen Bereichen die Rodung von Bäumen zur Folge. In dieser Arbeit wird vorausgesetzt, dass in enger Abstimmung mit den zuständigen Behörden eine Rodung mit gleichzeitigen Ersatzpflanzungen erfolgen kann.

8.2 Lokalisierung kritischer Querschnittsbreiten entlang der Trasse und Lösungsansätze für diese Bereiche

Die heutige Bahnanlage befindet sich abschnittsweise in Trog- bzw. Dammlage. Auf weiten Teilen des Trassenverlaufs beträgt die niveaugleiche Querschnittsbreite der Strecke rund 7,00 m. Zwar ist das Flurgrundstück der Bahnanlage in der Regel deutlich breiter, doch befinden sich die seitlichen Flächenbereiche aufgrund der topografischen Trassenlage in ansteigendem bzw. abfallendem Gelände. Eine Verbreiterung des niveaugleichen Querschnitts auf eine Breite von 12,51 m (vgl. Kapitel 7.3.3) würde einen erheblichen baulichen Aufwand bedeuten. Darüber hinaus sind auf kurzen Abschnitten die Querschnittsbreiten des Flurgrundstücks eingeschränkt: Im Bereich der Eisenbahn- bzw. Straßenüberführungen und auf Höhe der Papierfabrik von *Mitsubishi* (vgl. Plan 1.2: ca. km 175,850) beträgt die Flurgrundstücksbreite rund 6,70 m. Nördlich der *Angelburger Straße* befindet sich die Bahntrasse auf einem Bahndamm, der mit einem Stützbauwerk an die Straße *Süderhofenden* grenzt (Abbildung 19, Plan 1.4). In diesem Bereich ist die Trasse auf rund 8,70 m eingeengt.



Abbildung 19: Stützbauwerk an Straße *Süderhofenden*.
(Blickrichtung Norden, eigene Abbildung)



Abbildung 20: EÜ *Angelburger Straße*.
(Blickrichtung Süden, eigene Abbildung)

Um eine Parallelführung beider Verkehre mit einer Trassenbreite von 12,51 m auch in diesen Bereichen zu ermöglichen, wäre der Neubau sämtlicher 14 Brückenbauwerke und des Stützbauwerks an der *Angelburger Straße* notwendig. Auf Höhe der Papierfabrik müssten zusätzliche Flächen erworben werden. Da im Bereich der Papierfabrik bauliche Anlagen zum Teil unmittelbar an der Flurgrundstücksgrenze seitlich der Bahnanlage liegen, hätte eine bauliche Breite der Trasse von 12,51 m auch den Rückbau von Gebäuden zur Folge. Somit ist nur in kurzen Trassenabschnitten eine Parallelführung einer Bahnstrecke mit angrenzendem Geh- und Radweg mit baulich vertretbarem Aufwand denkbar. Aus dieser Betrachtung wird deutlich, dass eine Reduzierung der Querschnittsbreite des Rad- und Fußwegs gemäß Tabelle 5 bzw.

der Verzicht eines Gehweges geprüft werden sollte: Bei einer angenommenen Radwegbreite von 4,00 m ohne begleitenden Gehweg könnte die Gesamtquerschnittsbreite der Trasse von ursprünglichen 12,51 m auf 10,01 m verringert werden. Der notwendige Flächenerwerb würde sich hierdurch erheblich reduzieren. Bei einer geringfügigen Verschiebung der heutigen Gleisachse in den Bereichen *Wilhelminental* und der Papierfabrik könnten die Eisenbahnüberführung an der Straße *Wilhelminental* (vgl. Plan 1.1: ca. km 175,216), die Rohrbrücken auf Höhe der Papierfabrik (vgl. Plan 1.2: km 175,629; Plan 1.3: km 176,003), sowie eine Fußgängerüberführung (vgl. Plan 1.2: km 175,881) bestehen bleiben. Wird die Radwegbreite im Bereich von unmittelbar angrenzenden baulichen Anlagen der Papierfabrik auf eine Querschnittsbreite von 3,00 m reduziert, ist in diesen Bereichen eine parallele Führung des Rad- und Eisenbahnverkehrs ebenfalls denkbar. Der Abschnitt hat eine Länge von ca. 144 m (s. Plan 1.3).

Dennoch hat auch diese Variante erhebliche bauliche Veränderungen der übrigen Brückenbauwerke zur Folge: Die Straßenüberführungen der *Husumer Straße* und *Schleswiger Straße* (bieten der Bahntrasse heutzutage eine lichte Durchfahrtsbreite von rund 7,60 m bzw. 5,30 m. Eine Trasse mit einer Querschnittsbreite von 10,10 m liegt somit im Bereich der heutigen Widerlager der Brücken (vgl. Plan 1.3). Dabei sei darauf hingewiesen, dass die Brückenbauwerke an der *Husumer Straße* und *Schleswiger Straße* (Abbildungen 21 und 22) in den nächsten Jahren aufgrund von mangelnder Standsicherheit durch Neubauten ersetzt werden müssen [58]. Somit bietet sich die Möglichkeit, etwaige Neubauten den Raumbedürfnisse einer Rad- und Eisenbahntrasse anzupassen.



Abbildung 21: SÜ Schleswiger Str.
(eigene Abbildung)



Abbildung 22: SÜ Husumer Str.
(eigene Abbildung)

Die beiden Bauwerke über den Mühlenstrom (km 176,088) und den Betriebsweg auf Höhe der Papierfabrik (km 176,125) müssen in diesem Planfall ebenfalls ersetzt werden (vgl. Plan 1.3). Zudem beträgt die Breite der Brückenbauwerke auf Höhe der *Bahnhofstraße*, *Heinrichstraße* und *Angelburger Straße* weniger als 8,00 m (vgl. Plan 1.4). Eine Verbreiterung der Bauwerke auf eine Breite von 10,01 m durch einen Neubau der Eisenbahnüberführungen wird hinsichtlich der hohen Baukosten und der teilweise stadtbildprägenden Funktion der heute denkmalgeschützten Brücken nicht empfohlen. Daher muss geprüft werden, ob eine niveaugleiche Kreuzung des Radverkehrs mit dem Straßenverkehr eine sinnvolle Alternative ist: Auf Höhe der *Bahnhofstraße* grenzt die Bahnanlage mit einem Stützbauwerk und dem Widerlager der Brücke an den Straßenraum der *Bahnhofstraße* (Abbildungen 23 und 24, vgl. Plan 1.4).



Abbildung 23: EÜ Bahnhofstraße
(Blickrichtung Süden, eigene Abbildung)



Abbildung 24: EÜ Bahnhofstraße
(Blickrichtung Norden, eigene Abbildung)

In diesem Bereich bietet sich ein Parallelbrückenbauwerk für den Radweg an, sodass dieser die *Bahnhofstraße* niveaufrei kreuzen kann. Auf Höhe der *Heinrichstraße* (Abbildungen 25 und 26) wird empfohlen, den Radweg über ein 100 m langes Rampenbauwerk auf das Niveau des Straßenraums zu führen (vgl. Plan 1.4). Die Steigung der Rampe beträgt 5 %, sodass die Vorgaben der ERA eingehalten werden [54, S. 17].



Abbildung 25: EÜ Heinrichstraße
(Blickrichtung Süden, eigene Abbildung)



Abbildung 26: EÜ Heinrichstraße
(Blickrichtung Nord-Osten, eigene Abbildung)

Eine Fortführung des Radweges auf dem Bahndamm hätte zudem einen Neu- bzw. Ausbau des Brückenbauwerks über die *Heinrichstraße* zur Folge. Zudem wird der Bahndamm rund 100 Meter weiter nördlich auf Höhe der *Angelburger Straße* von dem bereits genannten Stützbauwerk in seiner Breite begrenzt, sodass dort eine Parallelführung des Radweges mit geringem baulichen Aufwand nicht möglich ist (Seite 40: Abbildungen 19 und 20). Zwar wirkt sich dieser Entwurf negativ auf die Reisezeit der Radfahrer aus, da diese sich durch Haltezeiten an den lichtsignalgeregelten Knotenpunkten auf Höhe *Heinrichstraße*, *Angelburger Straße* und *Hafendamm* verlängert. Mithilfe einer fahrradverkehrsoptimierten Koordinierung der Lichtsignalanlagen („Grüne Welle“) können die Reisezeitverluste jedoch für Radfahrer minimiert werden. In Kapitel 9.2.2 wird diese Thematik näher erläutert.

Die sichere Straßenquerung des Radverkehrs ist durch die lichtsignalisierte Furt für Radfahrer gewährleistet. Im Abschnitt zwischen *Heinrichstraße* und *Angelburger Straße* besteht heute ein 2,00 m breiter Radweg mit ausgewiesenem Zweirichtungsverkehr und begleitendem Geh-

weg ($b = 3,00$ m). Somit erfüllt der Radweg nicht die Anforderungen der ERA, die eine Mindestbreite von 3,00 m für den Radweg empfiehlt. Um den Radweg als Radschnellweg auszubauen, wäre eine Verbreiterung des Radwegs auf 4 m nötig. Eine Verbreiterung der Radverkehrsanlage würde zum Wegfall einer Kfz-Fahrspur führen. Derzeit ist der entsprechende Abschnitt einer der am stärksten belasteten Straßenverkehrsachsen in Flensburg mit rund 26.600 Kfz / 24 h [23]. Eine Fahrstreifenreduzierung kann zu erheblichen Einbußen der Kfz-Verkehrsqualität auf dem Abschnitt führen. Davon betroffen wäre auch der städtische Busverkehr. Es wird an dieser Stelle empfohlen, bei einer weiterführenden Planung neben einer genaueren Ausgestaltung des Straßenraums auch die konkreten Auswirkungen auf die Verkehrsqualität zu untersuchen. Im Bereich nördlich der *Angelburger Straße* reduziert sich die Querschnittsbreite des heutigen Radwegs auf rund 1,50 m. Obwohl der Radweg die erforderliche Breite von 3,00 gemäß ERA deutlich unterschreitet, ist der Radweg heute für den Zweirichtungsverkehr freigegeben. Besonders ungünstig ist die heutige Situation der Bushaltestelle *Angelburger Straße* (Seite 40: Abbildung 19). Dort kreuzen sich Fußgänger- und Radverkehre. Eine Entflechtung der Verkehre durch Neugestaltung dieses Abschnitts sollte ebenfalls in einer weiteren Planung verfolgt werden.

Ein innovativer Ansatz wäre, den Radweg als vom Bahndamm auskragendes Element ab der *Heinrichstraße* weiterhin auf Höhe der Bahntrasse zu führen. Somit könnte der Radverkehr planfrei die Straßen queren. Um einen solchen Ansatz sinnvoll ins Stadtbild zu integrieren, gäbe es hohe architektonische Anforderungen an ein solches Bauwerk. Jedoch würde der Bau von Anschlussrampen ebenfalls zum Flächenkonflikt zwischen Radverkehrsanlage und Straßenraum führen. Weiterhin sind für die Lösung hohe Baukosten zu erwarten. Insbesondere im Bereich *Heinrichstraße* bis ZOB ist eine Feinverteilung der Radverkehre aufgrund des verästelten Verkehrsnetzes mit unterschiedlichen Routen zu erwarten. Somit stellt die Führung des Radverkehrs auf das Straßenniveau einen sinnvollen Verknüpfungspunkt zwischen neuem Radweg und dem angrenzenden Netz dar. Der Entwurf dieser Arbeit sieht eine durchgängige Querschnittsbreite des Radwegs von der *Heinrichstraße* bis zur Hafenspitze von 4,00 m vor (vgl. Plan 1.4 und 1.5). Eine daraus resultierende Neugestaltung des angrenzenden Straßenraums wird an dieser Stelle nicht vorgenommen. Durch eine Neugestaltung des Straßenraums kann das Ziel, den (durchgehenden) MIV durch entsprechende verkehrslenkende Maßnahmen im Stadtzentrum zu reduzieren [39, S. 66], verfolgt werden.

Nördlich der *Angelburger Straße* auf Höhe des ZOB befindet sich im Trassierungsentwurf der Kopfbahnhof. Die Gleisanlage weitet sich von der eingleisigen Strecke zu drei Bahnhofsgleisen auf. Der Entwurf sieht vor, dass der Bahnhof einen Seiten- und einen Mittelbahnsteig hat. Die erforderliche Mindestbreite der Bahnhofsanlage beträgt 20,81 m (s. Anlage 5). Da der Bahndamm auf Höhe des ZOB eine maximale niveaugleiche Breite von rund 17 Metern aufweist, muss im Bereich des geplanten Bahnhofs die niveaugleiche Fläche mithilfe von Stützbauwerken verbreitert werden. Zwar würde eine Rückführung des Radwegs auf den Bahndamm zwischen *Angelburger Straße* und *Hafendamm* die planfreie Kreuzung des Radwegs mit dem *Hafendamm* über das bestehende Brückenbauwerk ermöglichen, doch würde der Personenzugang des Bahnhofs aus Richtung ZOB den Radweg niveaugleich kreuzen. Da insbesondere während des Abgangs der SPNV-Fahrgastströme in diesem Bereich erhöhte Fußverkehrsstärken zu erwarten sind, ist eine niveaufreie Kreuzung zwischen Rad- und Fußverkehr zur Entflechtung der beiden Verkehre empfehlenswert. Dies ermöglicht eine Fußgängerüberführung über die Straße *Süderhofenden*. Radfahrer in Richtung Hafen queren in diesem

Fall die Straße *Hafendamm* plangleich am lichtsignalgeregelten Knotenpunkt. Reisezeitverluste können durch die Koordinierung des Lichtsignalprogramms minimiert werden (Kapitel 9.2.2).

8.3 Anschlussstellen des Radwegs an das bestehende Netz

Anschlussstellen des Radwegs an das übrige Netz sind nur dort denkbar, wo die Radwegtrasse Straßen kreuzt oder Straßen sich in unmittelbarer Nähe zum Radweg befinden. In der Machbarkeitsstudie der Stadt Flensburg ist der Radschnellweg über acht Anschlussstellen an das Netz angebunden (Seite 25: Abbildung 7). Da die Trasse abseits der Anschlussstellen auf dem Abschnitt *Wilhelminental* bis *Heinrichstraße* ausschließlich an private und überwiegend dicht bebaute Flurgrundstücke grenzt, ist der Bau weiterer Anschlussstellen nicht ohne Weiteres möglich.

Im Folgenden wird überprüft, inwiefern die in der Machbarkeitsstudie dargestellten Anschlussstellen auch bei einer Paralleltrasse Eisenbahn / Rad möglich sind. Eine Übersicht der in dieser Arbeit geplanten Anschlussstellen kann der Anlage 6 entnommen werden.

Anschlussstelle 1a + 1b: *Wilhelminental*

Anschlussstellen im Bereich *Wilhelminental* sind prinzipiell möglich und mit vergleichsweise geringem baulichem Aufwand realisierbar. Es ist sinnvoll, sowohl südlich als auch nördlich der Straße *Wilhelminental* eine Anschlussstelle zu realisieren. Radfahrer auf der Fahrt aus bzw. in Richtung des Stadtteils *Weiche* können die südliche Anschlussstelle nutzen, sodass die Straße *Wilhelminental* über das bestehende Brückenbauwerk planfrei gekreuzt werden kann. Im Jahr 2018 verletzte sich ein Radfahrer in diesem Bereich schwer, zudem verunfallte ein PKW [59]. Radfahrer auf der Straße *Wilhelminental* können hingegen die nördliche Anschlussstelle nutzen.

Anschlussstelle 2a: *Husumer Straße*

Der Trassenentwurf ergibt, dass ein Rampenbauwerk westlich der *Husumer Straße* möglich ist, jedoch mit größerem baulichem Aufwand und Inanspruchnahme kleinerer Flächen der anliegenden Grundstücke (ca. 40 m²) einhergeht. Die Empfehlungen der ERA hinsichtlich der Längsneigung der Rampe können nicht eingehalten werden, da die Länge der Rampe durch angrenzende Verkehrsflächen der Papierfabrik begrenzt wird. Der Höhenunterschied zwischen *Husumer Straße* und dem Radschnellweg beträgt rund 6,00 m, sodass nach ERA eine Rampenlänge von 120 m bei einer Längsneigung von 5 % erforderlich ist. Im vorliegenden Trassenentwurf beträgt die Rampenlänge 85 m und hat demnach eine Längsneigung von rund 7,1 %. Das Befahren der Rampe in Richtung *Husumer Straße* erfordert demnach beim Radfahrer eine erhöhte körperliche Anstrengung. Allerdings wird der Anschluss an die *Husumer Straße* als sehr sinnvoll angesehen, da die Straße eine direkte Verbindung zwischen Radweg und Innenstadt / Rathaus darstellt. Die Breite der Rampe beträgt 3,00 m. In der *Husumer Straße* wird der Rad- und Kfz-Verkehr derzeit ausschließlich in Richtung Süden abgewickelt. Sinnvoll wäre zukünftig eine Radverkehrsführung im Zweirichtungsverkehr, sodass nicht nur Radfahrer aus Richtung des Radschnellwegs, sondern auch die Anlieger der *Husumer Straße* und der angrenzenden Straßen mit dem Rad die Straße in beide Richtungen befahren können.

Bei Einführung eines Zweirichtungsradverkehrs müsste der Radweg entlang der heute zweistreifigen *Husumer Straße* von heute rund 1,60 m auf 3,00 m verbreitert werden, was eine Querschnittsbreitenminderung des Straßenraums für den MIV bedeuten würde. Die Minderung der Verkehrsqualität des MIV durch eine Reduzierung der Fahrstreifenanzahl von zwei auf einen Fahrstreifen muss in einem solchen Fall überprüft und ggf. neu bewertet werden. Auf der *Husumer Straße* verkehren im Tagesdurchschnitt rund 10.100 Kfz [23]. Sollte der Radverkehr zukünftig weiterhin im Einrichtungsverkehr abgewickelt werden, bietet die Anschlussstelle *Schleswiger Straße* (s. folgende Seite) Radfahrern in Richtung Rathaus eine sinnvolle Routenwahl.

Anschlussstelle 2b: *Munketoft* (alternativ: Anschlussstelle *Schleswiger Straße*)

Die Anschlussstelle entfällt im Entwurf, da die Eisenbahntrasse zwischen *Munketoft* und Radweg verläuft. Einen alternativen Anschluss an den Radweg bietet die *Schleswiger Straße*. Auch hier ist der Bau eines Rampenbauwerks notwendig. Eine Realisierung der Rampe ($b = 3,00$ m) ist ausschließlich zwischen *Schleswiger Straße* und *Husumer Straße* möglich, da östlich der *Schleswiger Straße* die notwendigen Flächen für ein Rampenbauwerk nicht vorhanden sind. Zudem grenzen Wohngebäude unmittelbar an die Flurgrundstücksgrenzen an. Wie bei der Anschlussstelle *Husumer Straße* kann die Rampenneigung von 5 % nach den Empfehlungen der ERA nicht eingehalten werden. Die Längsneigung beträgt bei einem Höhenunterschied beider Rampenenden von 6,00 m rund 6,8 %. Dennoch wird die Anschlussstelle als sehr sinnvoll betrachtet, da sie einen direkten Anschluss des Radwegs an die Südstadt und zahlreiche Unternehmen sowie Einrichtungen gewährleistet. Hierzu zählen u.a. die Flensburger Brauerei und eine Einrichtung der Universität auf Höhe *Munketoft*. In der *Schleswiger Straße* besteht heute Einrichtungsverkehr in Richtung Innenstadt ohne ausgewiesenen Radweg. Durch die Schaffung eines Radweges mit Zweirichtungsverkehr könnte die Radverkehrsführung entlang der *Schleswiger Straße* attraktiver gestaltet werden, sodass die Radverkehre zukünftig auch in Richtung Südstadt abgewickelt werden können. Hierzu wäre (wie im Fall der *Husumer Straße*) eine Querschnittsbreitenminderung des Straßenraums für den MIV erforderlich. Die Minderung der Verkehrsqualität des MIV und insbesondere des dortigen ÖSPV durch eine Reduzierung der Fahrstreifenanzahl von zwei auf einen Fahrstreifen muss in einem solchen Fall überprüft und ggf. neu bewertet werden. Die *Schleswiger Straße* hat eine Querschnittsbelastung im Bereich der geplanten Anschlussstelle von zirka 15.000 Kfz/d (Schätzwert, da in diesem Bereich nicht konkret angegeben) [23].

Anschlussstelle 3: *Bahnhofstraße*

Die Anschlussstelle entfällt aufgrund mangelnder Flächenverfügbarkeit und angrenzender Bebauung auf Grundstücken Dritter. Radfahrer aus Richtung Stadtmitte/Rathaus mit Ziel Richtung *Weiche* steht mit dem Anschluss an der *Schleswiger Straße* eine sinnvolle Alternative zur Verfügung. Bei einer Realisierung eines Bahnhofs auf Höhe ZOB würde der heutige Bahnhof nur noch vom Zug aus Kiel angefahren werden. SPNV-Fahrgäste aus Kiel, die per Rad Richtung Hafen fahren möchten, steht mit den Straßen *Munketoft* und *Waitzstraße* eine sinnvolle Alternativroute zur Verfügung, die im verkehrsberuhigten Straßenraum verläuft.

Anschlussstelle 4: Heinrichstraße

Da der Radweg über ein Rampenbauwerk in die *Heinrichstraße* mündet, ist ein Anschluss an das dortige Straßennetz gegeben. Das Rampenbauwerk hält die Empfehlungen der ERA bezüglich Rampenneigung / -länge ein.

Anschlussstelle 5: ZOB

Der Radweg wird entlang der Straße *Süderhofenden* geführt. Eine Verknüpfung an das dortige Straßennetz ist somit gegeben.

Anschlussstelle 6: Hafenspitze

Der Radweg wird entlang der Straße *Norderhofenden* geführt. Eine Verknüpfung an das dortige Straßennetz ist somit auch hier gegeben.

Der Vergleich der möglichen Anschlussstellen im Entwurf dieser Arbeit mit der Machbarkeitsuntersuchung der Stadt Flensburg ergibt, dass ein Großteil der Anschlussstellen entweder übernommen werden kann oder sinnvolle Alternativen bestehen.

8.4 Verknüpfung des Eisenbahnverkehrs mit dem Radverkehr und weiteren Verkehrsmitteln

Wie bereits in der Zielsetzung formuliert, soll durch das erarbeitete Konzept eine umweltverträgliche Nahmobilität mithilfe eines verstärkten Radverkehrs und eines attraktiven Regional- und Fernverkehrs durch die Eisenbahn erreicht werden. Umso wichtiger ist es, umsteigenden Reisenden zwischen Rad und Bahn sinnvolle Verknüpfungsstellen beider Verkehrsmittel zu bieten. Die Errichtung hochwertiger Fahrradabstellanlagen spielt hier eine elementare Rolle. Der heutige Bahnhof bietet nur unzureichende Abstellmöglichkeiten in schlechter Qualität für Fahrräder. Es wird empfohlen, beleuchtete Abstellanlagen zu errichten, die ausreichenden Schutz für hochwertige Räder und zudem überdachte Stellplätze bieten. Entsprechende Abstellanlagen sind in dem Entwurf an der Haltestelle *Wilhelminental* und dem Bahnhof am ZOB vorgesehen (vgl. Plan 1.1 und 1.5). Eine Bewachung der Abstellanlage – wie beispielsweise an den Bahnhöfen in Rendsburg und Kiel – kann insbesondere für Eigentümer hochwertiger Fahrräder von Vorteil sein und sollte in einer weiterführenden Planung abgewogen werden. Um auch Besuchern der Stadt die Möglichkeit des Radfahrens zu ermöglichen, sollte das heute bestehende Bikesharing-Angebot an die entsprechende Planung angepasst werden.

Um möglichst vielen Benutzergruppen einen attraktiven Zugang zum Bahnverkehr zu ermöglichen, sind zudem Pkw-Stellflächen westlich des Bahnhofs am ZOB vorgesehen, die bereits heute bestehen. Ausreichende Flächen für Carsharing-Angebote müssen berücksichtigt werden. Weitere Parkstände sind in zahlreichen Parkhäusern in fußläufiger Entfernung zum ZOB vorhanden. Die enge Verknüpfung zwischen Bus und Bahn wird mithilfe des Bahnhofs am ZOB sichergestellt.

8.5 Städtebauliche Aspekte

Um eine große Akzeptanz für dieses Projekt in der Bevölkerung zu erreichen, ist neben seinem hohen funktionalen Nutzen auch die Gestaltung der Trasse ein wichtiger Aspekt. Es sollte das Ziel verfolgt werden, die Gleisanlage (die sonst vielerorts als ein Fremdkörper im städtischen Umfeld empfunden wird) in die städtebauliche Umgebung sinnvoll zu integrieren. Hierfür stehen verschiedene Mittel zur Verfügung:

- Gestaltung des Oberbaus

Als Alternative zum heute auf vielen Eisenbahnstrecken eingebauten Schotteroberbau ist der Einsatz eines Rasengleises denkbar (Abbildung 30). Rasengleise werden vorwiegend im Bereich der Straßenbahnanlagen realisiert. Dennoch gibt es auch Oberbausysteme, die ein Rasengleis im Bereich der Eisenbahn ermöglichen. Das Eisenbahnbundesamt (EBA) hat hierfür entsprechende Zulassungen für bestimmte Bauweisen erteilt [60]. Der tragende Oberbau besteht dabei aus einer Festen Fahrbahn (FF) in Fertigteil- und / oder Ortbetonbauweise. Die an die Schienen angrenzenden Flächen können mit Rasen begrünt werden. Das Rasengleis bietet gegenüber konventionellen Bauweisen zahlreiche Vorteile: Neben der optischen Aufwertung des Gleises verbessert sich auch das örtliche Kleinklima und die Wasserhaltung des Oberbaus: Rund 80 % des Oberflächenwassers kann mithilfe eines solchen Systems gespeichert und wieder an die Umgebung abgegeben werden [61]. Dies führt zu einer Entlastung der Entwässerungsanlagen.

Feste Fahrbahnen ermöglichen zudem bei korrekter Bauausführung eine höhere Gleislagestabilität, verhältnismäßig geringen Instandhaltungsaufwand und somit eine Reduzierung der Instandhaltungskosten und eine geringere Körperschallausbreitung bei Einsatz von elastisch gelagerten Schienensystemen. Etwas höhere Unterhaltungskosten sind in der Grünpflege (Rasenschnitt) zu erwarten.



Abbildung 27: Beispiel einer Oberbauausführung mittels Fester Fahrbahn und Rasengleis
(aus: Der Eisenbahningenieur [62])

Im Falle einer Ausführung als Rasengleis ist eine physische Trennung zwischen Radweg und Eisenbahntrasse empfehlenswert, um eine deutliche Abgrenzung des Gefahrenbereichs der Eisenbahn zu schaffen (vgl. Pläne 2.1 bis 2.3).

- Gestaltung der Oberleitungsmasten

Oberleitungsmasten haben wesentlichen Einfluss auf das Erscheinungsbild einer Eisenbahnanlage. Der bei der DB häufig verwendete Beton- oder Stahlgittermast überzeugt in seinem Aussehen nur wenig. Daher wird der Einsatz von schlanken Stahlrohrmasten entlang der Trasse vorgeschlagen. Solche Masten werden vermehrt bei innerstädtischen Straßenbahnanlagen eingesetzt. Sie fügen sich mit ihrem schlichten Erscheinungsbild sehr gut ins Umfeld ein und können bei Mittellage zwischen Eisenbahnstrecke und Radweg zusätzlich als Beleuchtungsmast des Radwegs dienen.

9. Potenzialabschätzung und Untersuchung der Verkehrsqualität

9.1 Abschätzung der Verkehrsstärken im Rad- und Fußverkehr

Im Bereich *Wilhelminental* bis *Heinrichstraße* wird auf eine ausgewiesene Mischnutzung des Fuß- und Radverkehrs (Verkehrszeichen der StVO Nr. 240) verzichtet, sodass es sich in diesem Abschnitt um eine ausschließlich für den Radverkehr bestimmte Anlage handelt. Die Nutzung der Anlage durch Fußgänger kann zwar nicht ausgeschlossen werden, doch ein verstärkter Fußgängerverkehr auf der Trasse ist nicht wahrscheinlich: Da Fußgänger in der Regel die kürzeste Route wählen, erscheint die Trasse, die in bogenförmigem Verlauf die Innenstadt umfährt und erst auf Höhe ZOB unmittelbar am Zentrum anknüpft, wenig attraktiv für Fußgänger. Außerdem ist die Siedlungsdichte auf Höhe *Wilhelminental* nur gering. Potenzielle Ziel- und Quellverkehre aus den Stadtteilen *Weiche* und *Südstadt* werden aufgrund der langen Wegstrecken in den meisten Fällen nicht zu Fuß abgewickelt. Der über 800 m lange Abschnitt zwischen *Wilhelminental* und *Schleswiger Straße* bietet keinerlei weitere Verknüpfungspunkte zum übrigen Verkehrsnetz, sodass die „Flexibilität“ der Routenwahl und damit die Attraktivität der Strecke für Fußgänger gering ist. Gleiches gilt für den anschließenden ca. 530 m langen Abschnitt zwischen *Schleswiger Straße* und *Heinrichstraße*. Daher wird die Fußgängerverkehrsstärke als vernachlässigbar gering eingestuft.

Um das Nachfragepotenzial im Radverkehr auf dem in dieser Arbeit entworfenen Radschnellweg näher zu beleuchten, ist es hilfreich, die Prognosedaten aus der Potenzialanalyse der Stadt Flensburg zu berücksichtigen. Die Anordnung der Anschlussstellen sind in beiden Entwürfen ähnlich, sodass auch die Nachfragepotenziale ähnlich abgeschätzt werden können. Grundsätzlich wäre ein Verkehrsmodell in diesem Fall für eine genauere Abschätzung der Verkehrsnachfrage auf dem Radweg sinnvoll, jedoch übersteigt ein solches Modell den Umfang dieser Arbeit.

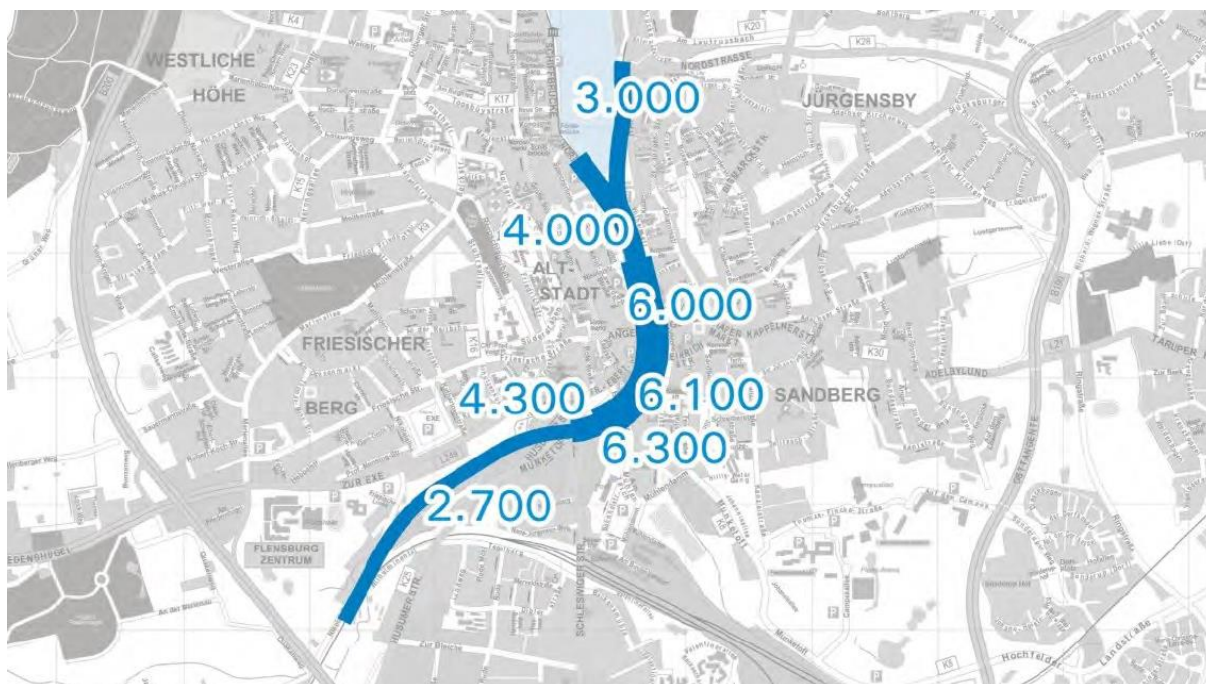


Abbildung 28: Potenzielle Querschnittsbelastungen entlang des Radwegs (aus: Potenzialanalyse und Machbarkeitsstudie für einen Radweg auf dem Bahndamm mit dem Standard eines Radschnellweges [1, S. 11])

In Anlehnung an die Potenzialanalyse der Stadt Flensburg (Abbildung 27) ergeben sich folgende Querschnittsbelastungen in den jeweiligen Abschnitten:

Abschnitt	Länge der Teilstrecke	Querschnittsbelastung [Rad / 24 h]
Wilhelminental - Husumer Straße	1.097 m	2.700
Husumer Straße - Schleswiger Straße	115 m	4.300
Schleswiger Straße - Heinrichstraße	526 m	6.300

Tabelle 6: Potenzielle Querschnittsbelastung auf dem Neubauabschnitt

Im Bereich *Heinrichstraße* - Hafenspitze können die Querschnittsbelastungen nur schwer abgeschätzt werden, da der Radweg im Gegensatz zur Machbarkeitsuntersuchung der Stadt Flensburg entlang des Straßenraums verläuft und mehr Verknüpfungspunkte an das Netz bietet. Daher wird auf eine Potenzialabschätzung in diesem Abschnitt verzichtet.

Eine Realisierung des Radweges würde eine erhebliche Verbesserung der Radverkehrsanbindung der Stadtteile *Weiche* und *Südstadt* bedeuten. Im südlichen Einzugsgebiet der Anschlussstellen *Wilhelminental*, *Husumer Straße* und *Schleswiger Straße* leben ca. 14.500 Menschen [46]. Darüber hinaus sind zahlreiche Gewerbeansiedlungen (ca. 300 ha, vgl. Anlage 6) in den entsprechenden Einzugsgebieten vorhanden, sodass der Radweg insbesondere für Berufspendler relevant ist. Rund 60 % aller Wege zur Arbeit werden in Flensburg mit dem PKW bestritten [28, S. 7]. Zwar liegt dieser Wert noch unterm dem landes- und bundesweiten

Durchschnitt (jeweils 69 %) [63], doch sollte angestrebt werden, diesen Anteil zu senken, um eine klimafreundliche Mobilität im Berufspendlerverkehr zu ermöglichen.

Auf der Karte in Anlage 6 sind die potenziellen Einzugsgebiete der Anschlussstellen *Wilhelminental*, *Husumer Straße* und *Schleswiger Straße* für die Fahrten in Richtung Stadtzentrum dargestellt. Hieraus wird deutlich, dass diese Einzugsgebiete den gesamten südlichen Stadtbereich Flensburgs abdecken. Die Erreichbarkeit wurde in dieser Arbeit mithilfe des QGIS-Plugins „ORS Tools“ abgeschätzt. Anhand dieses Werkzeugs können Erreichbarkeiten der verschiedenen Verkehrsmodi - so auch im Radverkehr - ermittelt werden. Die Einzugsgebiete werden in ihrer radialen Ausdehnung von einer angenommenen maximalen Wegdistanz (in Bezug auf das heutige Wegenetz) von 7 km begrenzt (in Anlehnung an [1, S. 10]). Hierbei dient der ZOB als Referenzpunkt. Es wird erwartet, dass alle Wege mit dem Rad zwischen den dargestellten Einzugsgebieten und der Innenstadt über den Radweg verlaufen, da der Radweg im Gesamtnetz auf dieser Relation die schnellste und attraktivste Routenwahl ist. Das Einzugsgebiet der Ziel- und Quellverkehre der Anschlussstellen am *Wilhelminental* lassen sich sinnvoll eingrenzen: Das Gebiet wird in süd-östlicher Ausdehnung durch die heute in Betrieb befindliche Eisenbahnstrecke abgegrenzt. In nördlicher Ausdehnung wird das Einzugsgebiet am Verlauf der Straße *Am Friedenshügel* bzw. *Zur Exe* eingegrenzt. Diese Straßen führen parallel zum möglichen Radweg ins Flensburger Zentrum und bieten somit alternative Routen für Radfahrer in Richtung Innenstadt. In süd-westlicher Richtung wird das Einzugsgebiet von der vordefinierten Wegdistanz (7 km) im Radverkehr begrenzt. Das Einzugsgebiet der Radweg-Anschlussstellen *Schleswiger Straße* und *Husumer Straße* wird nach dem gleichen Ansatz definiert. Es ist in Anlage 6 grün dargestellt. Das Gebiet wird im westlichen und nördlichen Bereich von der Eisenbahnstrecke und im Süden mithilfe der 7 km-Distanz definiert (in Anlehnung an [1, S. 10][1, S. 10]). Die östliche Abgrenzung erfolgt in der abschätzenden Überlegung, in welchem Bereich eine Routenwahl in Richtung Flensburger Innenstadt entweder entlang des Campus oder über die *Eckernförder Landstraße* sinnvoll erscheint.

9.2 Radverkehrsqualität

9.2.1 Bewertung der Radverkehrsqualität

Da die in Kapitel 9.1 prognostizierten Querschnittsbelastungen der Radverkehrsanlage im Bereich der Neubaustrecke (*Wilhelminental* - *Heinrichstraße*) hoch ausfallen und dies möglicherweise Einfluss auf die Radverkehrsqualität hat, wird im Folgenden die Radverkehrsqualität mithilfe der Bewertungsmethodik des HBS (Handbuch für die Bemessung von Straßenverkehrsanlagen) für diesen Abschnitt ermittelt. Die Radverkehrsstärken im Bereich *Heinrichstraße* - Hafenspitze können nicht konkret abgeschätzt werden, sodass dieser Bereich bei der Bewertung nicht berücksichtigt wird.

Zur Bewertung der Radverkehrsqualität werden folgende Annahmen getroffen:

- Das HBS berücksichtigt keine Konflikte zwischen Fußgängern und Radfahrern [64, S 8-2]. Der Fußverkehr auf dem Radschnellweg wird gemäß Kapitel 9.1 als gering eingestuft und beeinflusst somit nicht die Verkehrsqualität für die Radfahrer.
- Überholungsvorgänge im Zweirichtungsverkehr werden im HBS ebenso nicht berücksichtigt [64, S 8-5]. Bei einer Radwegbreite von 3,00 bis 4,00 m wird der störende

Einfluss durch Überholvorgänge auf die Verkehrsqualität der Radfahrer als sehr gering eingeschätzt.

- Der Anteil an überbreiten Rädern am Gesamtfahrradaufkommen wird als gering eingeschätzt (< 15 %) und findet im Bewertungsverfahren keine Berücksichtigung.
- Die Bemessungsverkehrsstärke [Rad/h] wird mit 10 % der prognostizierten Tagesverkehrsstärke angenommen.
- Die durchschnittliche Fahrgeschwindigkeit wird auf 20 km/h geschätzt.
- Die Querschnittsbelastungen auf den Rampen werden über die in Anlage 7 angenommene Aufteilung der Ströme ermittelt.

Die Bewertung der Radverkehrsqualität wird abschnittsweise durchgeführt. Die Abschnitte werden unter Berücksichtigung der Längsneigung, Wegbreite und Querschnittsbelastungen gebildet, da diese die maßgeblichen Einflussfaktoren auf die Verkehrsqualität im HBS sind.

Bei der Bewertung der Verkehrsqualität nach dem HBS wird zunächst eine fiktive Wegbreite ermittelt. Sie ergibt sich aus Reduzierung der baulichen Breite der Radverkehrsanlage durch den zusätzlichen Breitenbedarf (bis 0,45 m) für Radfahrer an Steigungen und erhöhten Anteil von überbreiten Fahrrädern (pauschal 0,30 m). Da der Anteil an überbreiten Fahrrädern hier vernachlässigt wird, wird die Breite des Radschnellwegs nur im Bereich Rampen fiktiv reduziert. Wesentliches Maß, um die Radverkehrsstärke zu ermitteln, ist die Begegnungsrate BR. Sie hängt von der Querschnittsbelastung des Radwegs ab. Das Bewertungsmaß der Radverkehrsqualität ist die Störungsrate SR_B . Sie ergibt sich aus der ermittelten Begegnungsrate BR und der fiktiven Breite. Punktuelle Störungseinflüsse können ebenfalls pauschal berücksichtigt werden. In dem vorliegenden Fall wird der kreuzende Betriebsweg auf Höhe der Papierfabrik (vgl. Plan 1.2: km 175,720) als punktuelle Störung angenommen, da an dieser Stelle der Werksverkehr den Radweg kreuzt. Die resultierende Radverkehrsqualität der einzelnen Abschnitte wird im Anschluss arithmetisch gemittelt.

Die Bewertung ergibt, dass auf dem Großteil der Neubaustrecke die Radverkehrsqualität sehr gut ist (Qualitätsstufe A) und ein hoher Fahrkomfort aufgrund von uneingeschränkter Bewegungsfreiheit der Radfahrer zu erwarten ist. Dabei bezieht sich die ermittelte Verkehrsqualität auf das Prognosejahr 2030. Lediglich in den am stärksten belasteten Streckenabschnitten (Bemessungsverkehrsstärke 630 Räder/h) sinkt die Verkehrsqualität leicht auf die Qualitätsstufe B ab, jedoch ist auch hier der Fahrkomfort für die Radfahrer noch hoch. Die für die Gesamtneubaustrecke gemittelte Qualitätsstufe ist sehr gut (Stufe A). Die ermittelten Werte sind der Anlage 8 zu entnehmen.

Bei genauerer Betrachtung der Bewertungsmethodik fällt auf, dass sich selbst größere Steigungen (> 6 %) bei baulichen Wegbreiten von mehr als 2,95 m nicht negativ auf die Verkehrsqualität im Zweirichtungsverkehr auswirken. Zudem wird die höchste Verkehrsqualitätsstufe A im Zweirichtungsverkehr bei einer Wegbreite von 2,95 m bis zu einer Querschnittsbelastung von 500 Räder/h erreicht. Punktuelle Störeinflüsse und niedrigere mittlere Fahrgeschwindigkeiten (< 20 km/h) können die Qualität mindern.

9.2.2 Reisezeitgewinn im Radverkehr durch Neu- und Ausbau der Infrastruktur sowie LSA-Koordinierung

Im Folgenden wird untersucht, um welches Maß sich die Reisezeit im Radverkehr zwischen der Anschlussstelle *Wilhelminental* und Hafenspitze durch die in Kapitel 8 dargestellten Maßnahmen reduzieren lassen kann. Zunächst wurde hierzu die heute hierfür kürzeste Route abgefahren und mit der Reisezeitberechnung von Google Maps verglichen. Die Route führt von Süden aus über die Straßen *Wilhelminental*, *Zur Exe*, *Schützenkuhle*, *Friedrich-Ebert-Straße*, *Süderhofenden* und *Norderhofenden* zur Hafenspitze. Die Route führt zunächst bergauf entlang der Straße *Wilhelminental* (ca. 9 Höhenmeter) und anschließend bis zur Hafenspitze bergab (ca. 34 Höhenmeter). Google Maps gibt hierfür eine Strecke von 2,6 km und eine benötigte Zeit von 9 Minuten an. Es wird jedoch nicht deutlich, ob es sich hierbei um die Reise- oder Fahrtzeit handelt. Zudem gibt Google die angenommene Fahrtgeschwindigkeit nicht an. Der Einfluss der Topographie wird bei der Zeitberechnung berücksichtigt, da die Fahrtzeit der Route bergauf in Gegenrichtung (identische Strecke) 11 Minuten beträgt [65].

Vor Ort wurden folgende Messwerte ermittelt: Bei einer durchschnittlichen Fahrtgeschwindigkeit von 20,3 km/h beträgt die Fahrtzeit 07:54 Minuten (Richtung Hafen, Strecke: 2,67 km). Hinzu kommen Haltezeiten an lichtsignalgeregelten Knotenpunkten von insgesamt 02:10 Minuten, sodass die Reisezeit 10:04 Minuten beträgt. Die durchschnittliche Reisegeschwindigkeit beträgt somit 15,9 km/h.

Im Folgenden wird die Reisezeit berechnet, die für die Fahrt über den Neu- und Ausbauabschnitt von der Anschlussstelle *Wilhelminental* bis zur Hafenspitze benötigt wird. Für den Neubauabschnitt wird die aus der örtlichen Messung ermittelte Fahrtgeschwindigkeit von 20,3 km/h angenommen. Der störende Einfluss des kreuzenden Betriebswegs auf Höhe der Papierfabrik (Plan 1.3) wird aufgrund geringer Werksverkehrsstärke vernachlässigt. Weitere störende Einflüsse auf dem Neubauabschnitt sind nicht zu erwarten, sodass die durchschnittliche Reisegeschwindigkeit der durchschnittlichen Fahrtgeschwindigkeit (20,3 km/h) entspricht. Auf dem Ausbauabschnitt *Heinrichstraße* bis zur Hafenspitze werden zusätzlich Sperrzeiten an den lichtsignalgeregelten Knotenpunkten berücksichtigt. Am Knotenpunkt *Heinrichstraße / Süderhofenden* wurde eine Freigabezeit t_f von 20 s (entspricht 22,2 % der Umlaufzeit t_U) und eine Sperrzeit t_s von 70 s (entspricht 77,8 % der Umlaufzeit t_U) für Radfahrer ermittelt.¹ Somit ergibt sich eine durchschnittliche Haltezeit von 27 s² für Radfahrer an diesem Knotenpunkt. Um die Reisezeit für Radfahrer in Richtung Hafen gering zu halten, wird wie bereits erwähnt eine Koordinierung der Signalprogramme der Knotenpunkte („Grüne Welle“) auf Höhe *Heinrichstraße*, *Angelburger Straße*, *Mauseloch* (gesicherte Querung der Fußgänger) und *Hafendamm* vorgeschlagen.

Eine Koordinierung der Signalprogramme aufeinander folgender lichtsignalgeregelter Knotenpunkte erfolgt heutzutage überwiegend nur für den ÖPNV und MIV. Da die individuellen Fahrtgeschwindigkeiten im Radverkehr prinzipiell größere Schwankungen als im MIV aufweisen, ist eine Koordinierung der Lichtsignalanlagen (LSA) für den Radverkehr insbesondere bei große-

¹ Messungen wurden am 28.12.2019 im Zeitraum von 12:00 Uhr bis 13:30 Uhr durchgeführt.

² mittlere Haltezeit aller haltenden Radfahrer: $0,5 \cdot 70 \text{ s} = 35 \text{ s}$,
durchschnittliche Haltezeit aller Radfahrer: $0,222 \cdot 0 \text{ s} + 0,778 \cdot 35 \text{ s} \approx 27 \text{ s}$

ren Abständen zwischen den Knotenpunkten anspruchsvoll. Dennoch sind in der Praxis bereits erste „Grüne Wellen“ für den Radverkehr umgesetzt [66]. Um den Radfahrern die erforderliche Fahrtgeschwindigkeit für das Erreichen der „Grünen Welle“ zu signalisieren, ist beispielsweise eine solche Signalisierung über digitale Bildschirme in bestimmten Abständen denkbar. Die niederländischen Städte Utrecht, Eindhoven und Antwerpen erproben derzeit ein solches System namens „Flo“ in der Praxis: Hierfür wird die Fahrtgeschwindigkeit der Fahrradfahrer gemessen und Displays zeigen daraufhin mittels einfacher Symbole 100 Meter vor den jeweiligen Knotenpunkten den Radfahrern an, ob ihre Fahrtgeschwindigkeit angepasst werden muss, um die Freigabephase am nächsten Knotenpunkt ohne Anhalten zu erreichen (Abbildung 28). [67]

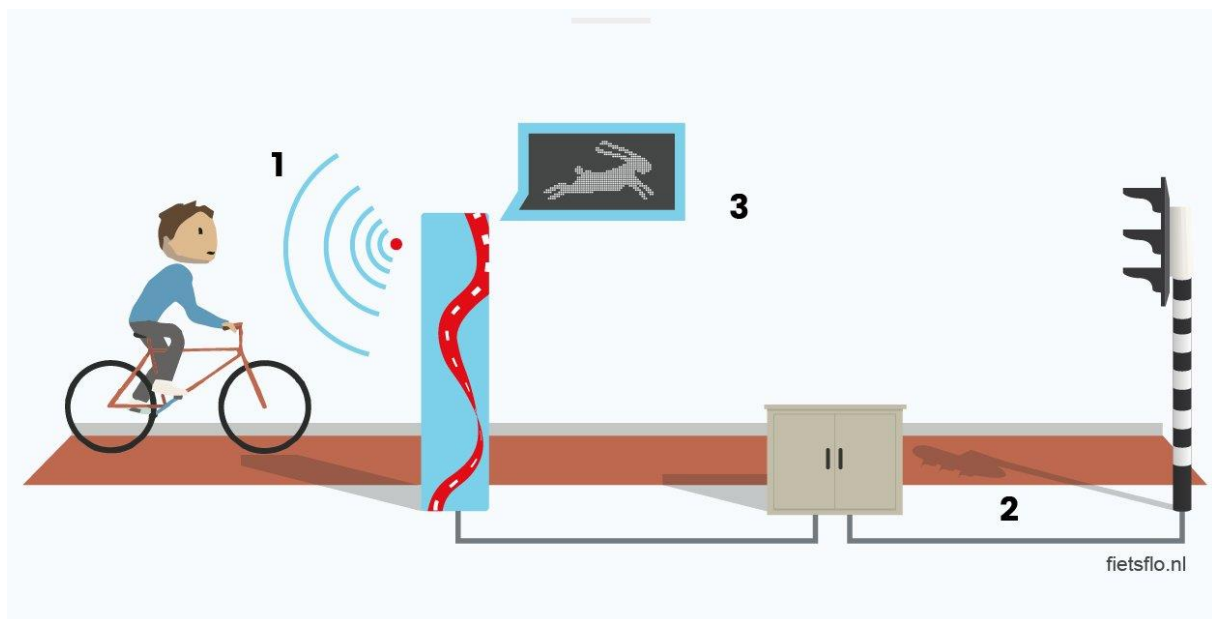


Abbildung 29: Funktionsprinzip des Koordinierungssystems „Flo“ [67]

Für den Abschnitt zwischen *Heinrichstraße* und *Hafendamm* wird eine Progressionsgeschwindigkeit von 18 km/h angenommen. Der anschließende Abschnitt bis zur Hafenspitze wird mit einer durchschnittlichen Fahrtgeschwindigkeit von 20,3 km/h berücksichtigt.

Abschnitt	Distanz	Fahrtgeschwindigkeit		Fahrtzeit
<i>Wilhelminental - Heinrichstraße</i>	1742 m	20,3 km/h	5,6 m/s	309 s
<i>Heinrichstraße - Hafendamm</i>	600 m	18 km/h	5,0 m/s	120 s
<i>Hafendamm - Hafenspitze</i>	250 m	20,3 km/h	5,6 m/s	44 s
Summe	2592 m			473 s

Tabelle 7: Berechnung der Fahrtzeit Wilhelminental - Hafenspitze

Um die Reisezeit zu ermitteln, wird neben der Fahrtzeit (Tabelle 7) auch die durchschnittliche Haltezeit an dem jeweils ersten Knotenpunkt (*Heinrichstraße* bzw. *Hafendamm*) mit 27 s berücksichtigt. Somit ergibt sich eine durchschnittliche Reisezeit von 500 s bzw. 8:20 Minuten. Die durchschnittliche Reisegeschwindigkeit beträgt 5,2 m/s bzw. 18,7 km/h.

Der Reisezeitvergleich bezieht sich hierbei auf die Fahrtrichtung von *Wilhelminental* bis zur Hafenspitze. Die Reisezeiten in Gegenrichtung fallen erwartungsgemäß aufgrund der ansteigenden Gradienten etwas höher aus.

Verglichen mit dem heutigen Reisezeitbedarf fällt die Reisezeit im Planfall geringer aus (Tabelle 8). Die um 78 m kürzere Strecke hat dabei keinen wesentlichen Einfluss auf die Reisezeitreduzierung, sondern vielmehr eine Koordinierung der Lichtsignalprogramme der entsprechenden Knotenpunkte.

	Messung vor Ort	Planfall
Strecke	2670 m	2592 m
Fahrtzeit	474 s	473 s
Reisezeit	604 s	500 s
Reisegeschwindigkeit	15,9 km/h	18,7 km/h

Tabelle 8: Vergleich heutiger Fall mit Planfall

Darüber hinaus würden sich für Radfahrer auf der Fahrtrelation *Weiche* - Hafenspitze durch einen Bau einer planfreien Kreuzung zwischen *Nikolaiallee* und *Alter Husumer Weg* (vgl. Kapitel 6.3) zusätzliche Reisezeitreduzierungen ergeben: Die Streckendistanz kann von heute 710 m (blau gestrichelte Linie in Abbildung 11 auf Seite 30) auf 370 m reduziert werden. Bei einer angenommenen Fahrtgeschwindigkeit von 20,3 km/h ergibt sich eine (rechnerische) Fahrt- und Reisezeitreduzierung von 61 s. Örtliche Messungen ergaben in diesem Bereich deutlich niedrigere Fahrtgeschwindigkeiten (14,9 km/h) aufgrund schlechter Belagsqualität und geschwindigkeitshemmender Führung des heutigen Radwegs (Abbildung 24), sodass der Reisezeitunterschied zwischen heutigem Fall und Planfall mit bis zu 107 s noch größer ausfallen kann.

Bestimmte Fahrtbeziehungen, wie beispielsweise vom Hafen in Richtung Südstadt (über *Husumer Straße*), profitieren besonders stark von einem Radweg entlang der Eisenbahnstrecke, da sie nicht mehr



Abbildung 30: Schlechte Streckenbedingungen auf Höhe Rampenbauwerk *Nikolaiallee* / *Lilienthalstraße* (eigene Abbildung)

über den Knotenpunkt am Flensburger Rathaus (Höhe *Schleswiger* und *Husumer Straße*) führen. Der Knotenpunkt führt momentan durch das erforderliche Queren von drei lichtsignalisierten Furten zu einer signifikanten Verlängerung der Reisezeit.

9.2.3 Qualitätsstandard des Radwegs

Der in dieser Arbeit entworfene Radweg entlang der Eisenbahnstrecke stellt eine hochqualitative Radverkehrsanlage dar, die über die Mindestanforderungen der ERA hinausgeht. Der Entwurf bezieht sich hierbei bisher ausschließlich auf den Neubauabschnitt *Wilhelminental - Heinrichstraße* (1,742 km) und den Ausbauabschnitt *Heinrichstraße* bis *Hafendamm* (600 m). Der Radweg kann hinsichtlich seiner Verbindungsfunktion als leistungsfähige Nord-Süd-Fahrradachse angesehen werden. Hierzu ist es sinnvoll, den Radweg im südlichen Bereich bis zum Stadtteil *Weiche* (*Alter Husumer Weg*, vgl. Kapitel 6.3) und im nördlichen Bereich den Radweg über die Hafenspitze hinaus in Richtung Nordstadt zu führen. Somit kann - je nach Verlängerung im Norden - eine Gesamtstreckenlänge von über 5 km erreicht werden. Mit dieser Voraussetzung erfüllt der Radweg weitgehend die Anforderungen einer Radschnellverbindung nach Definition der FGSV (vgl. Kapitel 7.3.2). Da jedoch der Radweg im Neubauabschnitt keinen parallelverlaufenden Gehweg besitzt, wird auf die Kennzeichnung des Radwegs als Radschnellweg verzichtet. Dennoch sollte der hohe Qualitätsstandard der Anlage öffentlich vermarktet werden, damit die Akzeptanz für dieses Projekt bei der Bevölkerung gefördert und die Nutzerzahlen der Anlage erhöht werden [55, S. 19 f.]. Der Radweg könnte - ähnlich wie die Veloroute 10 in Kiel (vgl. Kapitel 7.2) - als Premiumradweg vermarktet und somit im öffentlichen Bewusstsein verankert werden.

10. Abschätzung der Kosten und des Nutzens

10.1 Kostenabschätzung

Die Kostenabschätzung für den Neubau des Radwegs (Abschnitt *Wilhelminental - Heinrichstraße*) erfolgt in Anlehnung an die Kostenermittlung des Radschnellwegs aus der *Potenzialanalyse und Machbarkeitsstudie für einen Radweg auf dem Bahndamm mit dem Standard eines Radschnellweges* [1]. Mögliche Kostensteigerungen wurden dabei nicht berücksichtigt.

Eine genauere Kostenschätzung für den Neubau der Brückenbauwerke erfolgt in dieser Arbeit nicht, sondern wird pauschal angenommen. Es wird darüber hinaus angenommen, dass die Kosten für den Neubau der Straßenüberführungen der *Husumer* und *Schleswiger Straße* nicht vom Baulastträger des Radwegs (Stadt Flensburg) getragen werden. Das *Eisenbahnkreuzungsgesetz (EBKrG)* regelt für einen solchen Fall die Aufteilung der Kosten: Veranlasst ein an der Kreuzung Beteiligter die Änderung oder den Neubau eines Kreuzungsbauwerkes, so muss dieser die hierfür anfallenden Kosten tragen [68, §13, Abs. 1]. Bei der Aufnahme des elektrifizierten Eisenbahnbetriebs auf der Strecke reicht die heutige lichte Höhe der Überführungsbauwerke aufgrund der Montage der Oberleitung voraussichtlich nicht mehr aus, sodass ein Neubau der heute baufälligen Brücken ohnehin notwendig wird. Hierbei handelt es um eine eigene Annahme, die durch eine Abschätzung der lichten Höhe während einer Ortsbegehung getroffen wurde. Für genauere Angaben ist eine Vermessung zwingend erforderlich, die je-

doch nicht Gegenstand dieser Arbeit ist. Unter Umständen müssen Mehrkosten durch die vergrößerte Spannweite der Brückenbauwerke aufgrund des neuen Radwegs von der Stadt Flensburg getragen werden (Vorteilsausgleich). Da im *Gutachten zur zukünftigen Bahnstruktur Flensburg* [2] für den Bau der Eisenbahninfrastruktur bereits eine erste grobe Kostenschätzung durchgeführt wurde, werden die Kosten für diesen Teil der Infrastruktur (einschließlich der Baukosten für die Bahnstationen am ZOB und *Wilhelminental* und deren Anbindungen) nicht weiter betrachtet. Zusätzliche Kosten entstehen durch den Neubau der Brückenbauwerke.

Zunächst wird der notwendige Flächenerwerb ermittelt. Bei einem 4,00 m breiten Radweg würde der notwendige Erwerb von Flächen Dritter bei rund 606 m² liegen. Der größte Flächenanteil entfällt dabei auf das Grundstück der Papierfabrik von Mitsubishi Papers mit ca. 540 m². Der zusätzliche Erwerb von privaten Flächen wäre auf Höhe *Bahnhofstraße* erforderlich (ca. 25 m²). Um auf Höhe *Wilhelminental* eine Verknüpfung zwischen Radweg und Straßennetz herzustellen, sind weitere ca. 40 m² erforderlich. Baustelleneinrichtungsflächen werden nicht berücksichtigt. Zur Ermittlung der Flächenerwerbskosten wurden die aktuellen Bodenrichtwerte verwendet [69].

Kosten Flächenerwerb:

Grundstück	Fläche	Bodenrichtwert [69]	Kosten Flächenerwerb
AS <i>Wilhelminental</i>	41 m ²	Schätzwert: 35 €/m ²	1.435 €
Papierfabrik (Gewerbefläche)	540 m ²	35 €/m ²	18.900 €
Bahnhofstraße	25 m ²	145 €/m ²	3.625 €
Summe	606 m ²		23.960 €

Tabelle 9: Kostenübersicht Flächenerwerb

Baukosten Radweg *Wilhelminental* - *Heinrichstraße* (einschl. AS *Heinrichstraße*):

Flächenermittlung:

Radweg (b = 4,00 m): l = 1.596 m, Fläche: 6.384 m²

Radweg (b = 3,00 m): l = 144 m, Fläche: 432 m²

Trennstreifen / Bankett (b = 0,30 m): l = 1740 m, Fläche 522 m²

Hinweis: Kosten für den Bau der Anschlussrampen *Husumer* und *Schleswiger Straße* werden separat ermittelt. Die Baukosten für die Brückenbauwerke wurden lediglich grob geschätzt. In der Praxis fallen die Investitionskosten für Rad- und Fußgängerbrücken teils deutlich günstiger aus [70].

	Menge	Einheitspreis	Summe
Baufeld freimachen	7.338 m ²	20 €/m ²	146.760 €
Unter- / Oberbau Radweg herstellen	6.816 m ²	70 €/m ²	477.120 €
Bankett herstellen	522 m ²	30 €/m ²	15.660 €
Geländer	1.740 m	130 €/m	226.200 €
Markierung	1.740 m	30 €/m	52.200 €
Beleuchtung (Abstand 50 m)	35 Einheiten	2.000 €/Einheit	70.000 €
Beleuchtung Verkabelung herstellen	1.740 m	70 €/m	121.800 €
Stützwände (ausgenommen Stützwände an der Rampenbauwerke <i>Husumer / Schleswiger Straße</i>)	709 m	500 €/m	354.500 €
Brückenbauwerk <i>Bahnhofstraße</i> (Spannweite ca. 24 m)	1 Einheit	750.000 €/Einheit	750.000 €
Brückenbauwerke <i>Mühlenstrom</i> (Spannweite ca. 7 m)	2 Einheiten	500.000 €/Einheit	1.000.000 €
Summe			3.214.240 €

Tabelle 10: Baukosten Radweg Wilhelminental - Heinrichstraße (einschl. AS Heinrichstraße)

Gesamtkosten Radweg Neubauabschnitt (Wilhelminental - Heinrichstraße):

Flächenerwerb		23.960 €
Baukosten Radweg (einschl. AS <i>Heinrichstraße</i>)		3.214.240 €
Baukosten AS <i>Wilhelminental</i> 1a	gem. Machbarkeitsuntersuchung [1]	19.800 €
Baukosten AS <i>Wilhelminental</i> 1b	davon jeweils Fahrweg: ca. 11.050 €	19.700 €
Baukosten Rampenbauwerk AS <i>Husumer Straße</i>	gem. Machbarkeitsuntersuchung [1], einschl. Stützwände, davon Fahrweg: ca. 9100 €	545.600 €
Baukosten Rampenbauwerk AS <i>Schleswiger Straße</i>	vgl. AS <i>Husumer Straße</i> aufgrund ähnlicher Bauweise, einschl. Stützwände, davon Fahrweg: ca. 9100 €	545.600 €
Gesamtkosten		4.368.900 €

Tabelle 11: Gesamtkosten Radweg Neubauabschnitt (Wilhelminental - Heinrichstraße)

Die Kosten für den Ausbauabschnitt (*Heinrichstraße* - Hafenspitze) werden nicht ermittelt, da bei einer Verbreiterung des heutigen Radwegs zusätzliche Anpassungen im Straßenraum notwendig werden und somit die Kosten an dieser Stelle nicht zuverlässig ermittelt werden können.

10.2 Nutzen-Kosten-Betrachtung

Im folgenden Abschnitt werden die anfallenden Kosten für den Neubauabschnitt *Wilhelminental* bis *Heinrichstraße* dem resultierenden Nutzen gegenübergestellt. Dieser Bauabschnitt ist elementarer Teil eines zukünftigen Radschnellwegs zwischen dem Stadtteil *Weiche* und der Flensburger Innenstadt. Es wird in dieser Arbeit davon ausgegangen, dass eine alleinige Umsetzung des Neubauabschnittes bereits einen messbaren Anstieg des Radverkehrsanteils in den entsprechenden Einzugsgebieten des Radwegs zur Folge hat. Dies wird mit dem Umstand begründet, dass der Neubauabschnitt im Gegensatz zur heutigen Route einen deutlich flacheren Verlauf der Trassengradienten aufweist und die Qualität der Anlage (Oberflächenbeschaffenheit, Wegbreite, abseitige Lage vom MIV) eine hohe Attraktivität für Radfahrer bietet. Durch höhere Fahrtgeschwindigkeiten wird Fahrtzeit eingespart. Eine weitere Erhöhung des Radverkehrsanteils kann durch die Umsetzung des Ausbaus der Radverkehrsanlage (einschließlich der LSA-Koordinierung für den Radverkehr) bis zum Hafen und in Richtung Süden mit der Errichtung eines Kreuzungsbauwerkes zum Stadtteil *Weiche* erreicht werden.

In Kapitel 9.1 wurden bereits die Querschnittsbelastungen im Bereich des Neubauabschnitts abgeschätzt. Mithilfe dieser Verkehrsstärken wird im Folgenden der Nutzen berechnet. Die Nutzen-Kosten-Analyse (NKA) erfolgt in Anlehnung an das Verfahren aus der „NKA-Rad“ aus dem Jahr 2008 [71]. Die Monetarisierungsansätze werden – wie bei der NKA-Rad [71] – aus der Standardisierten Bewertung 2006 [42], herangezogen (Tabelle 13).

Zunächst werden jedoch die Annuitätskosten berechnet (Tabelle 12), um den Kosten-Nutzen-Vergleich jahresbasierend durchführen zu können. Zu den Ingenieurbauwerken werden in der Rechnung die Brückenbauwerke und die Stützwände gezählt. Der Betriebstechnik werden die Beleuchtungseinrichtungen zugeordnet.

Komponente	Kosten in €	Nutzungsdauer	Annuitätenfaktor	Annuität in €
Grunderwerb	23.960	∞ Jahre	0,0300	718,80
Fahrweg	957.440	25 Jahre	0,0574	54.957,06
Ingenieurbauwerke	3.195.700	50 Jahre	0,0389	124.312,73
Betriebstechnik	191.800	25 Jahre	0,0574	11.009,32
Summe	4.368.900			190.997,91

Tabelle 12: Annuitätskosten (Neubauabschnitt)

Komponente	Wertansatz	Bewertungsverfahren
Kosten Treibhausgasemissionen	$231 \frac{\text{€}}{\text{t CO}_2} / \text{t}$	Standardisierte Bewertung [42]
Betriebskosten Pkw	$0,28 \frac{\text{€}}{\text{Pkw-km}}$	Standardisierte Bewertung [42]
Betriebskosten Fahrrad	$0,08 \frac{\text{€}}{\text{Pkw-km}}$	NKA-Rad [71]
CO ₂ -Emissionsrate Pkw-Verkehr	$261 \frac{\text{g CO}_2}{\text{Pkw-km}}$	Standardisierte Bewertung [42]
Emissionskostenrate sonstige Schadstoffe Pkw-Verkehr	$0,01 \frac{\text{€}}{\text{Pkw-km}}$	Standardisierte Bewertung [42]
Unfallfolgekosten		
Leichtverletzte Person	$3.900 \frac{\text{€}}{\text{Leichtverletzter}}$	Standardisierte Bewertung [42]
Schwerverletzte Person	$87.500 \frac{\text{€}}{\text{Schwerverletzter}}$	Standardisierte Bewertung [42]
Getötete Person	$1.210.000 \frac{\text{€}}{\text{Getöteter}}$	Standardisierte Bewertung [42]
Unterhaltungskosten der Infrastruktur	2,5 % der Investitions- kosten	NKA-Rad [71]

Tabelle 13: verwendete Wertansätze für die Nutzen-Kosten-Analyse

Um den Nutzen des Radwegs zu beziffern, ist es notwendig, die Verlagerung bisheriger Pkw-Fahrten hin zum Radverkehr abzuschätzen. Hierzu wurde angenommen, dass 50 % aller Radfahrer auf dem neuen Radweg ehemalige Pkw-Fahrer sind, die aufgrund der verbesserten Fahrradinfrastruktur auf das Rad umgestiegen sind. Diese Annahme wird auch in anderen Projektuntersuchungen angewendet [72, S. 22]. Zur Berechnung wurde die prognostizierte Querschnittsbelastung im Abschnitt *AS Schleswiger Straße - Heinrichstraße* verwendet. Die durchschnittliche Wegedistanz der dort verkehrenden Radfahrer wurde auf 2,7 km pro Weg geschätzt. Dies entspricht der halben Wegstrecke der (Pkw-) Route zwischen dem Stadtteil *Weiche* (Referenzpunkt: Knotenpunkt *Alter Husumer Weg / Ochsenweg*) und der Hafenspitze [65]. Der durchschnittliche Pkw-Besetzungsgrad wurde mit 1,46 Personen / Pkw angesetzt [73]. Aus diesen Werten ergeben sich täglich 5.825 Pkw-km, die durch den steigenden Anteil des Radverkehrs eingespart werden können. Da die Fahrten nicht an jedem Tag im Jahr durchgeführt werden (beispielsweise Fahrtzweck Arbeit nur an Arbeitstagen), wird angenommen, dass die entsprechenden Fahrten nur an 200 Tagen im Jahr stattfinden. Somit ergibt sich ein jährliches Einsparungspotenzial von insgesamt 1.165.000 Pkw-km. Dieser Wertansatz wird in der anschließenden Nutzen-Betrachtung verwendet (Tabelle 15). Die Bestimmung des Nutzens resultiert aus der Betrachtung verschiedener Komponenten. So fließen Aspekte des Klima- und Umweltschutzes, sowie sinkende Betriebs- als auch Unfallfolgekosten in die Betrachtung mit ein [71]. Für die Berechnung der Unfallfolgekosten wurde die Unfallrate aus der Standardisierten Bewertung herangezogen (Tabelle 14).

	Leichtverletzter	Schwerverletzter	Getöteter
Anz. Schäden je Mio. Pkw-km	1,359	0,232	0,009
Anz. Schäden pro 1,165 Mio. Pkw-km	1,583	0,270	0,010

Tabelle 14: Ermittlung der Anzahl der Personenschäden

Komponente	Monetarisierungsansatz	Berechnung
Einsparung von Treibhausgasen	$231 \frac{\text{€}}{\text{t CO}_2} / \text{t}$	$1.165.000 \text{ Pkw-km} * 261 \frac{\text{g CO}_2}{\text{Pkw-km}} * 231 \frac{\text{€}}{\text{t CO}_2} / \text{t}$ $\text{CO}_2 * 0,000001 \frac{\text{t}}{\text{g}}$ = 70.239,02 €
Einsparung sonstiger Schadstoffe	$0,01 \frac{\text{€}}{\text{Pkw-km}}$	$1.165.000 \text{ Pkw-km} * 0,01 \frac{\text{€}}{\text{Pkw-km}}$ = 11.650 €
Verbesserung der Verkehrssicherheit	$3.900 \frac{\text{€}}{\text{Leichtverletzter}}$	$1,583 \text{ Leichtverletzte} * 3.900 \frac{\text{€}}{\text{Leichtverletzter}}$ $+ 0,270 \text{ Schwerverletzte} * 87.500 \frac{\text{€}}{\text{Schwerverletzter}}$ $+ 0,010 \text{ Getöteter} * 1.210.000 \frac{\text{€}}{\text{Getöteter}}$ $+ 1,165 * 64.000 \frac{\text{€ Sachschaden}}{\text{Mio Pkw-km}}$ = 116.458,70 €
	$87.500 \frac{\text{€}}{\text{Schwerverletzter}}$	
	$1.210.000 \frac{\text{€}}{\text{Getöteter}}$	
	$64.000 \frac{\text{€ Sachschaden}}{\text{Mio. Pkw-km}}$	
Senkung der Betriebskosten (abzgl. Fahrradbetriebskosten)	$0,28 \frac{\text{€}}{\text{Pkw-km}} - 0,08 \frac{\text{€}}{\text{Pkw-km}}$ $= 0,20 \frac{\text{€}}{\text{km}}$	$1.165.000 \text{ Pkw-km} * 0,20 \frac{\text{€}}{\text{Pkw-km}}$ = 233.000 €
Unterhaltungskosten des Radwegs	2,5 % der Investitionskosten	$- 4.368.900 \text{ €} * 0,025$ = - 109.222,5 €
Summe		322.125,22 €

Tabelle 15: Bestimmung des jährlichen monetären Nutzens

Zusätzliche positive Auswirkungen können durch die Senkung der Instandhaltungskosten der Straßeninfrastruktur durch die sinkende Pkw-Fahrleistung, gesundheitsfördernde Wirkung des Radfahrens, Reduzierung von erforderlichen Pkw-Stellflächen und Verkehrslärm und weitere

städtebauliche Verbesserungen erwartet werden [71]. Der Nutzen der Radverkehrsanlage wird möglicherweise noch höher ausfallen. Jedoch lassen sich diese Komponenten aufgrund schwer abschätzbarer Wirkungsweisen nicht ausreichend genau monetarisieren, sodass diese Komponenten in der NKA nicht berücksichtigt werden.

Nutzen pro Jahr	322.125,22 €
Kapitaldienst	190.997,91 €
Nutzen-Kosten-Verhältnis	1,69

Tabelle 16: Bestimmung Nutzen-Kosten-Verhältnis

Das Nutzen-Kosten-Verhältnis fällt in der NKA gut aus: So beläuft sich der Nutzen-Kosten-Quotient auf ca. 1,69. Dies bedeutet einen volkswirtschaftlichen Nutzen des Projekts und somit die mögliche Förderfähigkeit durch Bundes- bzw. Landesmittel (GVFG), da das Verhältnis über der kritischen Grenze von 1,0 liegt.

10.3 Möglichkeiten der finanziellen Förderung

Um kostenintensive, jedoch aus volkswirtschaftlicher Sicht lohnende Projekte finanziell zu unterstützen, stellen Bund und Länder Fördermittel zur Verfügung. Bei Projekten mit zuwendungsfähigen Kosten von über 50 Millionen Euro können Mittel aus dem *Gemeindeverkehrsfinanzierungsgesetz (GVFG)* [74] genutzt werden. Das *Bundes-GVFG* fördert den Aus- und Neubau von NE-Bahnen mit bis zu 75 % der Investitionskosten [74, §4, Abs. 1]. In Ausnahmefällen sind ebenfalls Baumaßnahmen, die unter das *EBKrG* fallen, förderfähig [74, §2, Abs. 1, Nr. 5]. Unter Umständen betrifft dies auch den erforderlichen Neubau der SÜ auf Höhe *Husumer* und *Schleswiger Straße*. Ein Gesetzentwurf der Bundesregierung sieht zudem eine Anhebung der Förderquote für Reaktivierung von Eisenbahnstrecken von 75 % auf 90 % vor [75]. Davon würde die Reaktivierung der Eisenbahnstrecke von *Wilhelminental* bis zum ZOB erheblich profitieren.

Der Bau von Radverkehrsanlagen kann durch Fördermittel des Landes kofinanziert werden. Das *Gemeindeverkehrsfinanzierungsgesetz Schleswig-Holstein (GVFG-SH)* sieht hierfür eine Förderhöhe von 75 % vor [76, 77]. Somit kann die Stadt Flensburg als Baulastträger des Radwegs finanziell entlastet werden.

11. Fazit und Ausblick

Die Arbeit zeigt, dass mithilfe einer baulichen Neugestaltung der heutigen Bahnanlage in das Flensburger Stadtzentrum die Trasse vom Rad- und Eisenbahnverkehr gleichermaßen genutzt werden kann. Beide Verkehrsmittel würden von einer besseren Anbindung in die Innenstadt immens profitieren. Entsprechende Gutachten bestätigen dies in ihren Verkehrsmodellierungen.

Der Stadt Flensburg bietet sich somit die Möglichkeit, einen Teil des MIV hin zu den umweltverträglichen Verkehrsmitteln Rad und Bahn zu verlagern. Hierdurch können die negativen Auswirkungen des MIV auf Mensch und Umwelt minimiert werden, sodass das Projekt in volkswirtschaftlicher Hinsicht trotz hoher Investitionskosten lohnenswert ist. Die Belastung des Finanzhaushaltes der Stadt würde bei diesem Projekt gering ausfallen: Großteile der Infrastruktur können durch Bund und Land gefördert werden. Zudem trägt das zuständige Eisenbahninfrastrukturunternehmen (EIU) die Instandsetzungskosten der Bahnanlage.

Offensichtlich ist, dass das Verkehrsmittel Eisenbahn in Flensburg einer wirkungsvollen Attraktivitätssteigerung bedarf, um einen Anstieg der heute sehr unbefriedigenden Fahrgastzahlen im klimafreundlichen SPNV zu erreichen. Der Bedarf eines attraktiven Massenverkehrsmittels mit kurzen Reisezeiten ist insbesondere im Bereich des Pendlerverkehrs vorhanden.

Der Trassenentwurf des erarbeiteten Konzepts sieht eine Aufteilung des Radwegs in einen Neu- und Ausbauabschnitts vor. Es wird empfohlen, beide Abschnitte umzusetzen. Falls die entsprechend notwendigen Umgestaltungsmaßnahmen des angrenzenden Straßenraums im Bereich des Ausbauabschnitts nicht umsetzbar sind, würde auch der alleinige Neubau des Abschnitts *Wilhelminental* bis *Heinrichstraße* eine Verbesserung der Radweginfrastruktur erzielen. Auf weiten Teilen der Neubautrasse ist eine Realisierung des Radwegs mit entsprechender Ausführung als Regelquerschnitt möglich. Eine Minderung der Wegbreite ist nur in kurzen Abschnitten erforderlich.

Das Konzept einer parallelen Trassenführung erfordert eine enge Zusammenarbeit aller Beteiligten, insbesondere zwischen EIU und der Stadt: Der trassierte Radweg mit Baulast der Stadt Flensburg liegt überwiegend auf Flurgrundstücken der dem EIU zugehörigen Bahnanlage. Ein Betrieb der Bahnanlage durch eine NE-Bahn würde der Stadt Flensburg die Möglichkeit der kurzen Kommunikationswege und engen Zusammenarbeit bei einem solchen Projekt bieten und somit auch eine zielstrebige Umsetzung des Vorhabens ermöglichen.

Das Projekt wäre ein starkes Signal der Stadt Flensburg, den Umweltverbund Rad und Bahn nachhaltig zu stärken und somit zu zeigen, die Klimaziele und Vorschläge des *Masterplans Mobilität 2030* ernst zu nehmen. Es böte sich zudem die Möglichkeit, mit innovativen Mobilitätskonzepten – hierunter zählt zum Beispiel auch die Koordinierung von Lichtsignalanlagen für Radfahrer – überregional positiv ins Erscheinungsbild zu treten. Es wäre ein erster Schritt des Modal Shifts weg von der autogerechten Stadt hin zur nachhaltigen Nah- und Regionalmobilität. Weitere Maßnahmen für eine flächendeckende Verbesserung der Infrastruktur sind unabdingbar. Hierzu hat die Stadt Flensburg sinnvolle Konzepte bereits erarbeiten lassen. Die Entwicklung der Flensburger Mobilität hängt somit neben dem individuellen Mobilitätsverhalten der Nutzer überwiegend vom politischen Kurs der Stadt ab.

Literaturverzeichnis

- [1] SHP Ingenieure im Auftrag der Stadt Flensburg, *Potenzialanalyse und Machbarkeitsstudie für einen Radweg auf dem Bahndamm mit dem Standard eines Radschnellweges*. Hannover, 2018.
- [2] Gertz Gutsche Rümenapp Stadtentwicklung und Mobilität GbR, SMA und Partner AG und im Auftrag von: Stadt Flensburg, Nahverkehrsverbund Schleswig-Holstein, Region Syddanmark, Aabenraa Kommune, *Gutachten zur zukünftigen Bahnstruktur Flensburg*. Hamburg, Zürich, 2015.
- [3] Verkehrsclub Deutschland Landesverband Nord e.V., *Wie kommt der Zug zum ZOB - Bericht vom Workshop von VCD und Pro Bahn in Flensburg*. [Online] Verfügbar unter: <https://nord.vcd.org/themen/verkehrspolitik/flensburg-zug-zum-zob/>. Zugriff am: 13. Januar 2020.
- [4] Statistisches Amt für Hamburg und Schleswig-Holstein, *Bevölkerung der Gemeinden in Schleswig-Holstein 2. Quartal 2019*. [Online] Verfügbar unter: https://www.statistik-nord.de/fileadmin/Dokumente/Statistische_Berichte/bevoelkerung/A_I_2_S/A_I_2_vj_192_Zensus_SH.pdf. Zugriff am: 18. Oktober 2019.
- [5] Stadt Niebüll, *Zahlen und Daten zu Niebüll: Bevölkerungsstruktur*. [Online] Verfügbar unter: <https://www.niebuell.de/Unsere-Stadt/Zahlen-Daten>. Zugriff am: 18. Oktober 2019.
- [6] Openstreetmap. [Online] Verfügbar unter: <https://www.openstreetmap.org/>. Zugriff am: 7. Januar 2020.
- [7] Statistisches Amt für Hamburg und Schleswig-Holstein, *Bevölkerung in Hamburg 2018*. [Online] Verfügbar unter: <https://www.statistik-nord.de/zahlen-fakten/bevoelkerung/bevoelkerungsstand-und-entwicklung/dokumentenansicht/bevoelkerung-in-hamburg-2018-61427/>. Zugriff am: 18. Oktober 2019.
- [8] Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, *Richtlinien für integrierte Netzgestaltung (RIN)*. Köln, 2008.
- [9] Malteser Krankenhaus St. Franziskus-Hospital, *Medizinischer Klinik-Verbund Flensburg*. [Online] Verfügbar unter: <https://www.malteser-franziskus.de/ueber-uns/unser-profil/medizinischer-klinik-verbund-flensburg.html>. Zugriff am: 4. Januar 2020.
- [10] Ev.-Luth. Diakonissenanstalt zu Flensburg, *Historie der DIAKO*. [Online] Verfügbar unter: <https://www.diako.de/ueber-uns/geschichte>. Zugriff am: 23. Oktober 2019.
- [11] Studentenwerk Schleswig-Holstein, *Studieren in Schleswig-Holstein: Zahlen zu den Studierenden in Schleswig-Holstein*. [Online] Verfügbar unter: <https://www.studentenwerk.sh/presse/hintergrund/studieren-in-schleswig-holstein/index.html>.

- [12] Stadt Flensburg, *Wirtschaftsförderung - WiREG und WTSH*. [Online] Verfügbar unter: <https://www.flensburg.de/Wohnen-Wirtschaft/Wirtschaftsstandort/Wirtschafts%C3%B6rderung-WiREG-und-WTSH>. Zugriff am: 23. Oktober 2019.
- [13] Stadt Flensburg, *Wirtschaftsprofil: Wirtschaftsstruktur*. [Online] Verfügbar unter: <https://www.flensburg.de/Wohnen-Wirtschaft/Wirtschaftsstandort/Wirtschaftsprofil>. Zugriff am: 14. Dezember 2019.
- [14] Landesamt für Denkmalpflege Schleswig-Holstein, *Denkmalliste Flensburg*. [Online] Verfügbar unter: https://www.schleswig-holstein.de/DE/Landesregierung/LD/Downloads/Denkmallisten/Denkmalliste_Flensburg.pdf;jsessionid=2902829BE37E8CC5C5072885759D633B.delivery2-replication?__blob=publicationFile&v=1. Zugriff am: 6. Januar 2020.
- [15] Stadt Flensburg, *Kultureinrichtungen*. [Online] Verfügbar unter: <https://www.flensburg.de/index.php?NavID=2306.51>. Zugriff am: 14. Dezember 2019.
- [16] Stadt Flensburg, *Stadtportrait*. [Online] Verfügbar unter: <https://www.flensburg.de/Leben-Soziales/Stadtportrait>. Zugriff am: 21. Oktober 2019.
- [17] J. Selle und J. A. Schmidt, *Vom Hansen-Plan 1837 zum Neuen Hansen-Plan 2020: Machbarkeitsstudie zur Wiedereinrichtung von Bahnhaltepunkten an der Deutschen Bahn Trasse zwischen Husum und Jübeck*. [Online] Verfügbar unter: <http://www.ahrenvioletfeld.de/bahnhof/Machbarkeitsstudie.pdf>.
- [18] F. Steen, *Bau der Bahnlinie Flensburg - Tönning*. [Online] Verfügbar unter: <http://www.tönning-geschichte.de/Historisches/Bahnlinie/mobile/>. Zugriff am: 13. Januar 2020.
- [19] E. Preuß, *Bahnhöfe A-Z: Flensburg*. GeraNova Verlag, o. J.
- [20] G. Nowc, „Bahnhof Flensburg: Wie eine alte Bahnstrecke von Flensburg nach Kiel führte“, *Flensburger Tageblatt*, 19 Sep., 2019. [Online] Verfügbar unter: <https://www.shz.de/lokales/flensburger-tageblatt/wie-eine-alte-bahnstrecke-von-flensburg-nach-kiel-fuehrte-id25656312.html>.
- [21] Aktiv Bus Flensburg GmbH, *Der Stadtverkehr in Flensburg*. [Online] Verfügbar unter: <https://www.aktiv-bus.de/ueberuns/unternehmensentwicklung/DerStadtverkehr.pdf?m=1421690681>. Zugriff am: 5. Januar 2020.
- [22] Flensburger Nachrichten, *Zeitungsartikel vom 15. März 1900 (in: Stadtarchiv Flensburg)*. Flensburg.
- [23] Stadt Flensburg, *Verkehr und Mobilität - Verkehrsmengenkarte*. [Online] Verfügbar unter: <https://www.flensburg.de/Leben-Soziales/Verkehr-Mobilit%C3%A4t>. Zugriff am: 23. Oktober 2019.
- [24] DB Netz AG, *Geo-Streckennetz*. [Online] Verfügbar unter: <https://data.deutschebahn.com/dataset/geo-strecke>. Zugriff am: 12. November 2019.

- [25] DB Netz AG, *IVL-Plan Strecke 1002*. Hamburg, 2007.
- [26] Schleswig-Holsteinischer Landtag, *Antwort der Landesregierung auf die Kleine Anfrage des Abgeordneten Dr. Patrick Breyer (PIRATEN)*. Kiel, 2014.
- [27] DB Vertrieb GmbH, *Reiseauskunft*. [Online] Verfügbar unter: <https://reiseauskunft.bahn.de/>. Zugriff am: 7. Januar 2020.
- [28] SHP Ingenieure im Auftrag der Stadt Flensburg, *Mobilitätsbefragung*. Hannover, 2011.
- [29] Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur, *Mobilität in Deutschland – Ergebnisbericht 2017*. [Online] Verfügbar unter: http://www.mobilitaet-in-deutschland.de/pdf/MiD2017_Ergebnisbericht.pdf. Zugriff am: 1. November 2019.
- [30] Bundesagentur für Arbeit, *Pendleratlas*. [Online] Verfügbar unter: <https://statistik.arbeitsagentur.de/Navigation/Statistik/Statistische-Analysen/Interaktive-Visualisierung/Pendleratlas/Pendleratlas-Nav.html>. Zugriff am: 28. Oktober 2019.
- [31] Stadt Flensburg, *Grenzpendeln*. [Online] Verfügbar unter: <https://www.flensburg.de/Wohnen-Wirtschaft/Wirtschaftsstandort/Grenzpendeln>. Zugriff am: 1. November 2019.
- [32] RIWIS Online, *Pendlerverflechtungen für Flensburg*. [Online] Verfügbar unter: https://www.rwis.de/online_test/riwis.php3?cityid=01001000&use=wo&topic=pendler.php3. Zugriff am: 28. Oktober 2019.
- [33] NAH.SH GmbH, „Fahrgastzahlen im Netz Mitte“, Kiel, 2019.
- [34] Danske Statsbaner, „Udtræk data fra KIT (Kunder i tog)“, Kopenhagen, 2012.
- [35] NAH.SH GmbH, „Ein- und Aussteigerzahlen an Bahnhöfen in Schleswig-Holstein“, Kiel, 2019.
- [36] Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft, *Landatlas - Bevölkerungsdichte*. [Online] Verfügbar unter: <https://www.landatlas.de/laendlich/bevdichte.html>. Zugriff am: 2. November 2019.
- [37] neg Niebüll GmbH, *121 Jahre Eisenbahn in Nordfriesland + mehr: Anmerkungen Reaktivierung Strecke Lindholm - FL*. [Online] Verfügbar unter: https://www.neg-niebuell.de/PDF/PDF-Infra/neg_zu_Reaktivierung_Nb-FL_29092016.pdf. Zugriff am: 7. Januar 2020.
- [38] L. Schnieder, *Betriebsplanung im öffentlichen Personennahverkehr*. Berlin: Springer-Verlag, 2018.
- [39] SHP Ingenieure im Auftrag der Stadt Flensburg, *Masterplan Mobilität 2030 Endbericht*. Hannover, 2018.
- [40] KCW GmbH, im Auftrag der NAH.SH GmbH, *Reaktivierung des innerstädtischen Bahnhofes in Flensburg (ZOB/Stadtbahnhof): Vorabesinschätzung zu einer Standardisierten Bewertung*. Hamburg, 2018.

- [41] J. Heldt, „Bahndamm in Flensburg: NEG will Trasse für den Zugverkehr reaktivieren“, *Flensburger Tageblatt*, 20 Mrz., 2019. [Online] Verfügbar unter: <https://www.shz.de/23058367>.
- [42] ITP Intraplan Consult GmbH und im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr und digitale Infrastruktur, *Standardisierte Bewertung von Verkehrswegeinvestitionen im schienengebundenen öffentlichen Personennahverkehr (Version 2006)*. München, 2006.
- [43] Intergovernmental Panel on Climate Change, *1,5 °C globale Erwärmung: Ein IPCC-Sonderbericht über die Folgen einer globalen Erwärmung um 1,5 °C gegenüber vorindustriellem Niveau und die damit verbundenen globalen Treibhausgasemissionspfade im Zusammenhang mit einer Stärkung der weltweiten Reaktion auf die Bedrohung durch den Klimawandel, nachhaltiger Entwicklung und Anstrengungen zur Beseitigung von Armut: Zusammenfassung für politische Entscheidungsträger*. Genf, 2018.
- [44] Global Carbon Project, *Global Carbon Atlas*. [Online] Verfügbar unter: <http://www.globalcarbonatlas.org/en/CO2-emissions>. Zugriff am: 8. Januar 2020.
- [45] Gertz Gutsche Rümenapp Stadtentwicklung und Mobilität GbR, „Standortvergleich Flensburg“, Hamburg, 2016.
- [46] Städtische Ämter des Bundes und der Länder, *Zensus 2011*. [Online] Verfügbar unter: <https://atlas.zensus2011.de/>. Zugriff am: 21. Oktober 2019.
- [47] Stadt Flensburg, *Zahlenspiegel 2019: Bevölkerung / Bevölkerungsbestand*. [Online] Verfügbar unter: https://www.flensburg.de/PDF/Zahlenspiegel_2019_Kapitel_02_Bestand.PDF?ObjSvrID=2306&ObjID=9807&ObjLa=1&Ext=PDF&WTR=1&ts=1565600307. Zugriff am: 15. Oktober 2019.
- [48] Google Maps, *Screenshot - Flensburg*. [Online] Verfügbar unter: <https://www.google.de/maps>. Zugriff am: 8. Januar 2020.
- [49] Landeshauptstadt Kiel, *Kieler Velorouten*. [Online] Verfügbar unter: https://www.kiel.de/de/umwelt_verkehr/fahrrad/velorouten.php. Zugriff am: 23. Dezember 2019.
- [50] Saarbahn GmbH, *Betreiber des „Karlsruher Modells“ wollen künftig gemeinsam Stadtbahnen bestellen*. [Online] Verfügbar unter: <https://www.saarbahn.de/artikeldetail/article-5d08eeced96f2>. Zugriff am: 16. Dezember 2019.
- [51] *Eisenbahn-Bau- und Betriebsordnung: EBO*, 1967.
- [52] DB Netz AG, *DB Ril. 800.0130 „Netzinfrastuktur Technik entwerfen; Streckenquerschnitte auf Erdkörpern“*. Frankfurt, 1997.
- [53] Verband Deutscher Verkehrsunternehmen e.V., *Oberbau-Richtlinien für Nichtbundeseigene Eisenbahnen, VDV-Schrift 612*. Köln, 2017.
- [54] Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, *Empfehlungen für Radverkehrsanlagen (ERA)*. Köln, 2010.

- [55] Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, *Arbeitspapier „Einsatz und Gestaltung von Radschnellverbindungen“*. Köln, 2014.
- [56] *Sechzehnte Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes: 16. BImSchV*, 2014.
- [57] SMA und Partner AG im Auftrag der DB Netz AG, *Zeithorizont 2030plus - Vorzugsvariante*, 2018.
- [58] H. Ohlsen, „Einsturzgefahr der Bahnbrücke: Flensburg droht Verkehrschaos“, *Flensburger Tageblatt*, 13 Apr., 2018. [Online] Verfügbar unter: <https://www.shz.de/19576796>. Zugriff am: 17. Dezember 2019.
- [59] Statistische Ämter des Bundes und der Länder, *Unfallatlas*. [Online] Verfügbar unter: <https://unfallatlas.statistikportal.de/>. Zugriff am: 8. Januar 2020.
- [60] L. Mattner und H. Freystein, „Zulassung von Bauarten im Oberbau durch das Eisenbahn-Bundesamt“, *Der Eisenbahningenieur*, Nr. 08, 2002.
- [61] U. Früh, „Rasengleissysteme INPLACE - eine innovative Lösung“, *Der Eisenbahningenieur*, Nr. 01, 2003.
- [62] A. Rauhaus, „Personennahverkehr rollt vermehrt über Inplace-Gleise“, *Der Eisenbahningenieur*, Nr. 08, 2016.
- [63] Statistisches Landesamt Baden-Württemberg, *Berufspendler im Bundesländervergleich*. [Online] Verfügbar unter: https://www.statistik-bw.de/Service/Veroeff/Monatshefte/PDF/Beitrag19_02_02.pdf. Zugriff am: 9. Januar 2020.
- [64] Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, *Handbuch für die Bemessung von Straßenverkehrsanlagen (HBS)*. Köln, 2015.
- [65] Google Maps, *Routenberechnung*. [Online] Verfügbar unter: <https://www.google.de/maps>. Zugriff am: 9. Januar 2020.
- [66] Deutsches Institut für Urbanistik gGmbH, *Fahrradportal*. [Online] Verfügbar unter: <https://nationaler-radverkehrsplan.de/de/taxonomy/term/4055>. Zugriff am: 9. Januar 2020.
- [67] M. Wagenbuur, *Flo, your guide to the green light*. [Online] Verfügbar unter: <https://bicycledutch.wordpress.com/2017/05/23/flo-your-guide-to-the-green-light/>. Zugriff am: 9. Januar 2020.
- [68] *Eisenbahnkreuzungsgesetzes: EBKrG*, 1963.
- [69] Geodateninfrastruktur Schleswig-Holstein, *Bodenrichtwerte SH*. [Online] Verfügbar unter: <https://danord.gdi-sh.de/viewer/resources/apps/VBORIS/index.html?lang=de&lod=5¢er=536533%2C6042114%2C25832>. Zugriff am: 9. Januar 2020.

- [70] Ohligschläger | Ribarek | Roll Beratende Ingenieure, *Geh- und Radwegbrücken*. [Online] Verfügbar unter: <http://www.statikaalen.de/geh-und-radwegbruecken/>.
- [71] C. Walther und T. Schäfer, *Kosten-Nutzen-Analyse: Bewertung der Effizienz von Radverkehrsmaßnahmen - Leitfaden*. Karlsruhe, 2008.
- [72] PTV Transport Consult GmbH und im Auftrag der Städteregion Aachen, *Radschnellweg Euregio: Potenzialanalyse, Nutzen-Kosten-Analyse*. [Online] Verfügbar unter: <http://www.radschnellweg-euregio.de/wp-content/uploads/2017/07/Potentialanalyse-Nutzen-kosten-Analyse.pdf>. Zugriff am: 8. Januar 2020.
- [73] Deutscher Bundestag, *Nur 1,46 Personen pro Pkw unterwegs*, 2018.
- [74] *Gesetz über Finanzhilfen des Bundes zur Verbesserung der Verkehrsverhältnisse der Gemeinden*, 1971.
- [75] *Entwurf eines Dritten Gesetzes zur Änderung des Gemeindeverkehrsfinanzierungsgesetzes*, 2019.
- [76] *Gemeindeverkehrsfinanzierungsgesetz Schleswig-Holstein: GVFG-SH*, 2019.
- [77] Ministerium für Wirtschaft, Verkehr, Arbeit, Technologie und Tourismus Schleswig-Holstein, *Richtlinie über Zuwendungen aus Finanzhilfen für den kommunalen Straßenbau in Schleswig-Holstein*. [Online] Verfügbar unter: https://www.schleswig-holstein.de/DE/Fachinhalte/V/verkehrsinfrastruktur/Downloads/KSB_RL_zuwendung.pdf?__blob=publicationFile&v=3. Zugriff am: 9. Januar 2020.
- [78] Stadtarchiv Flensburg, *Plan der Stadt Flensburg 1912*.
- [79] NAH.SH GmbH, „Linienband gesamt“, Kiel, 2018.

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Geografische Lage von Flensburg (eigene Darstellung; Kartengrundlage: Openstreetmap [6])	2
Abbildung 2: Ausschnitt aus dem schleswig-holsteinischen Eisenbahnstreckennetz (eigene Darstellung; Kartengrundlage: Openstreetmap [6]; Infrastrukturdaten: Deutschen Bahn AG [24])	6
Abbildung 3: SPNV-Linienbetrieb Flensburg (eigene Darstellung; Kartengrundlage: Openstreetmap [6][6]; Infrastrukturdaten: Deutschen Bahn AG [24])	7
Abbildung 4: Auspendler ins Flensburger Umland (eigene Darstellung; Kartengrundlage: Openstreetmap [6]; Datengrundlage: RIWIS [32]; Stand: 2018)	9
Abbildung 5: Einpendler aus Flensburger Umland (eigene Darstellung; Kartengrundlage: Openstreetmap [6]; Datengrundlage: RIWIS [32]; Stand: 2018)	10
Abbildung 6: Netzschema des Planfalls <i>Weiche</i> + heutiger Bahnhof + ZOB (aus: <i>Gutachten zur zukünftigen Bahnstruktur Flensburg</i> [2, S. 82])	21
Abbildung 7: Trassenverlauf des Radschnellwegs auf dem Bahndamm mit Anschlussstellen an das Veloroutennetz (aus: <i>Potenzialanalyse und Machbarkeitsstudie für einen Radweg auf dem Bahndamm mit dem Standard eines Radschnellweges</i> [1, S. 14])	25
Abbildung 8: Erreichbarkeitskarte heutiger Bahnhof (eigene Darstellung; Kartengrundlage: Openstreetmap [6]; Datengrundlage: Gertz Gutsche Rümenapp [45])	27
Abbildung 9: Erreichbarkeitskarte möglicher Bahnhof am ZOB (eigene Darstellung; Kartengrundlage: Openstreetmap [6]; Datengrundlage: Gertz Gutsche Rümenapp [45])	27
Abbildung 10: Planfall Eisenbahninfrastruktur mit Bevölkerungsdichte der Flensburger Stadtteile (eigene Darstellung; Kartengrundlage: Openstreetmap [6]; Datengrundlage: Stadt Flensburg [47])	29
Abbildung 11: Mögliche Führung des Radverkehrs zwischen <i>Weiche</i> und Rad(schnell)weg (eigene Darstellung; Satellitenbild: Google [48])	30
Abbildung 12: Anschlussstelle Gutenbergstraße (eigene Abbildung)	31
Abbildung 13: Kennzeichnung der Veloroute 10 (eigene Abbildung)	31
Abbildung 14: Sicherheits- und Regellichtraum nach DB Ril. 800.0130 (eigene Darstellung gem. Richtlinie; Klammerwerte für S-Bahn-Betrieb)	34

Abbildung 15: Sicherheits- und Regellichtraum nach Ob-Ri NE 612 (VDV) (eigene Darstellung gem. Richtlinie; Klammerwerte für S-Bahn-Betrieb)	34
Abbildung 16: Nutzungsabhängige Einsatzgrenzen für die gemeinsame Führung von straßenbegleitendem Fußgänger- und Radverkehr (aus: <i>Empfehlungen für Radverkehrsanlagen (ERA)</i> [54, S. 27])	35
Abbildung 17: Erforderliche Querschnittsbreiten von Radverkehrsanlagen im Zweirichtungsverkehr (eigene Darstellung; nach <i>Empfehlungen für Radverkehrsanlagen (ERA)</i> [54] und <i>Arbeitspapier „Einsatz und Gestaltung von Radschnellverbindungen“</i> [55])	36
Abbildung 18: Parallelführung Gehweg und Schienenweg entlang der Karlsruher <i>Rheinbrückenstraße</i> , hier: Betrieb nach BOStrab, $v_{zul} = 70$ km/h (eigene Abbildung)	38
Abbildung 19: Stützbauwerk an Straße <i>Süderhofenden</i> . (Blickrichtung Norden, eigene Abbildung)	40
Abbildung 20: EÜ <i>Angelburger Straße</i> . (Blickrichtung Süden, eigene Abbildung)	40
Abbildung 21: SÜ <i>Husumer Str.</i> (eigene Abbildung)	41
Abbildung 22: SÜ <i>Schleswiger Str.</i> (eigene Abbildung)	41
Abbildung 23: EÜ <i>Bahnhofstraße</i> (Blickrichtung Süden, eigene Abbildung)	42
Abbildung 24: EÜ <i>Bahnhofstraße</i> (Blickrichtung Norden, eigene Abbildung)	42
Abbildung 25: EÜ <i>Heinrichstraße</i> (Blickrichtung Süden, eigene Abbildung)	42
Abbildung 26: EÜ <i>Heinrichstraße</i> (Blickrichtung Nord-Osten, eigene Abbildung)	42
Abbildung 27: Beispiel einer Oberbauausführung mittels Fester Fahrbahn und Rasengleis (aus: <i>Der Eisenbahningenieur</i> [62])	47
Abbildung 28: Potenzielle Querschnittsbelastungen entlang des Radwegs (aus: Potenzialanalyse und Machbarkeitsstudie für einen Radweg auf dem Bahndamm mit dem Standard eines Radschnellweges [1, S. 11])	49
Abbildung 29: Funktionsprinzip des Koordinierungssystems „Flo“ [67]	53
Abbildung 30: Schlechte Streckenbedingungen auf Höhe Rampenbauwerk Nikolaiallee / Lilienthalstraße (eigene Abbildung)	54

Tabelle 1: Querschnittsbelastung im IC-Verkehr zwischen Flensburg und Padborg 2012 (Datengrundlage: Danske Statsbaner [34]; Stand 2012)	15
Tabelle 2: Beispielrechnung der komplexe Reisezeit im ÖPNV (Datengrundlage: Fahrplanauskunft der Deutschen Bahn [27])	20
Tabelle 3: Einwohner im Einzugsgebiet (Messdaten: Städtische Ämter des Bundes und der Länder [46])	28
Tabelle 4: Vergleich maßgeblicher Vorgaben bei der Planung des Streckenquerschnitts (Klammerwerte für S-Bahn-Betrieb; Datengrundlage: DB Ril. 800.0130 [52], Ob-Ri NE 612 [53])	33
Tabelle 5: Erforderliche Querschnittsbreiten bei Parallelführung des Rad- und Eisenbahnverkehrs	37
Tabelle 6: Potenzielle Querschnittsbelastung auf dem Neubauabschnitt	49
Tabelle 7: Berechnung der Fahrtzeit Wilhelminental - Hafenspitze	53
Tabelle 8: Vergleich heutiger Fall mit Planfall	54
Tabelle 9: Kostenübersicht Flächenerwerb	56
Tabelle 10: Baukosten Radweg Wilhelminental - Heinrichstraße (einschl. AS Heinrichstraße)	57
Tabelle 11: Gesamtkosten Radweg Neubauabschnitt (Wilhelminental - Heinrichstraße)	57
Tabelle 12: Annuitätskosten (Neubauabschnitt)	58
Tabelle 13: verwendete Wertansätze für die Nutzen-Kosten-Analyse	59
Tabelle 14: Ermittlung der Anzahl der Personenschäden	60
Tabelle 15: Bestimmung des jährlichen monetären Nutzens	60
Tabelle 16: Bestimmung Nutzen-Kosten-Verhältnis	61

Diagramm 1: Anteil der Verkehrsmittel am Gesamtverkehrsaufkommen 2011 in Flensburg (Anteile der Wege; eigene Darstellung; Datengrundlage: SHP Ingenieure [28])	8
Diagramm 2: Anzahl der einsteigenden Fahrgäste in Flensburg auf der Linie RE 72 im 2. Quartal 2019 (eigene Darstellung; Datengrundlage: NAH.SH GmbH [33])	12
Diagramm 3: Anzahl der aussteigenden Fahrgäste in Flensburg auf der Linie RE 72 im 2. Quartal 2019 (eigene Darstellung; Datengrundlage: NAH.SH GmbH [33])	12
Diagramm 4: Anzahl der einsteigenden Fahrgäste in Flensburg auf der Linie RE 7 im 2. Quartal 2019 (eigene Darstellung; Datengrundlage: NAH.SH GmbH [33][33])	13
Diagramm 5: Anzahl der aussteigenden Fahrgäste in Flensburg auf der Linie RE 7 im 2. Quartal 2019 (eigene Darstellung; Datengrundlage: NAH.SH GmbH [33][33])	14
Diagramm 6: Belastung des Flensburger Bahnhofs (eigene Darstellung; Datengrundlage: Danske Statsbaner [34], NAH.SH GmbH [33]; Stand: 2012)	16
Diagramm 7: mittlere tägliche (Mo.-Do.) Anzahl der ein- und aussteigenden Fahrgäste in verschiedenen Städten (eigene Darstellung; Datengrundlage: NAH.SH GmbH [35], Statistisches Amt für Hamburg und Schleswig-Holstein [4]; Stand: 2019)	17
Diagramm 8: Zusammenhang zwischen Lage des Bahnhofs und Haltestellenbelastung (eigene Darstellung; Datengrundlage: NAH.SH GmbH [35], Openstreetmap [6])	19
Diagramm 9: Zusammenhang zwischen Entfernung Bahnhof - ZOB und Fahrgastaufkommen im SPNV (eigene Darstellung; Datengrundlage: NAH.SH GmbH [35], Openstreetmap [6])	20

Anlagenverzeichnis

Anlage 1	Übersichtskarte
Anlage 2	Reiseweiten und -zeiten des SPNV ab Flensburg
Anlage 3	Ein- / Aussteiger und Besetzung der SPNV-Linien ab Flensburg
Anlage 4	Bemessung der Bahnsteigbreite /-länge nach DB Ril 813.0201A03
Anlage 5	Erforderliche Querschnittsbreiten eines dreigleisigen Bahnhofs
Anlage 6	Einzugsgebiet AS <i>Wilhelminental, Husumer / Schleswiger Straße</i>
Anlage 7	Querschnittsbelastungen im Bereich der AS <i>Husumer / Schleswiger Straße</i>
Anlage 8	Bestimmung der Verkehrsqualität der Radverkehrsanlage nach HBS [64]
Anlage 9	Plan der Stadt Flensburg 1912 [78]

Anlage 1: Übersichtskarte



Kartengrundlage: Openstreetmap [6]

Anlage 2: Reiseweiten und -zeiten des SPNV ab Flensburg

RE 7 (Flensburg – Hamburg)

Haltestelle	Distanz ab Flensburg [km]	Fahrzeit ab Flensburg [min]
Flensburg	0,0	0
Tarp	14,3	9
Jübek	26,8	16
Schleswig	37,8	24
Owschlag	50,8	32
Rendsburg	62,4	41
Nortorf	87,4	57
Neumünster	101,5	67
Elmshorn	145,5	93
Hamburg Dammtor	178,2	116
Hamburg Hbf	180,7	121

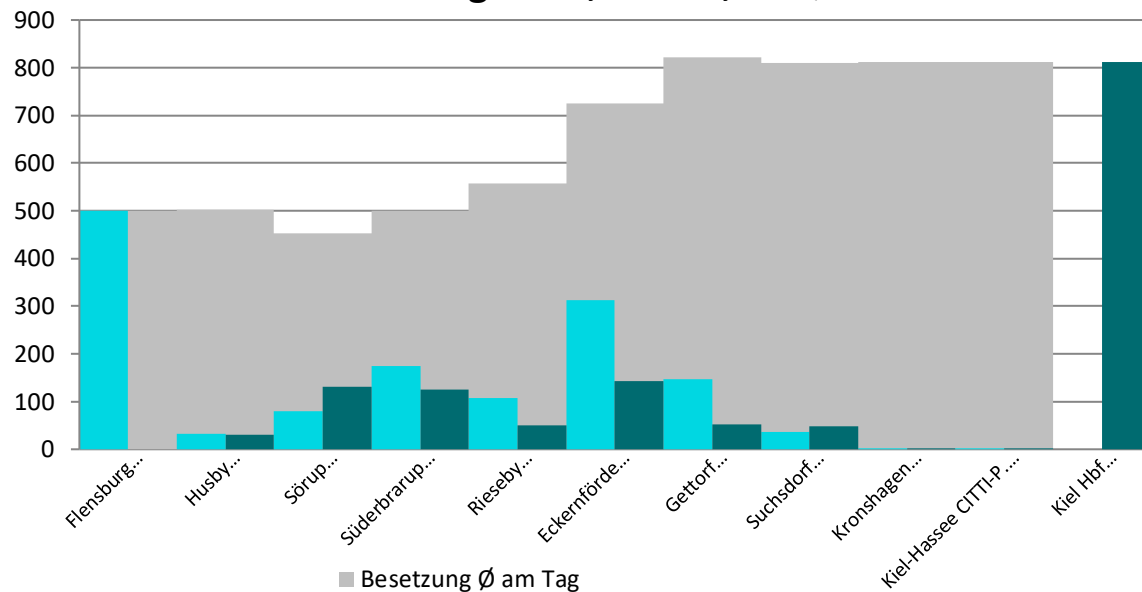
RE 72 (Flensburg – Kiel)

Haltestelle	Distanz ab Flensburg [km]	Fahrzeit ab Flensburg [min]
Flensburg	0,0	0
Husby	10,1	9
Sörup	18,2	16
Süderbrarup	29,4	25
Rieseby	41,0	36
Eckernförde	49,6	44
Gettorf	61,6	54
Suchsdorf	72,9	64
Kiel Hbf	80,7	73

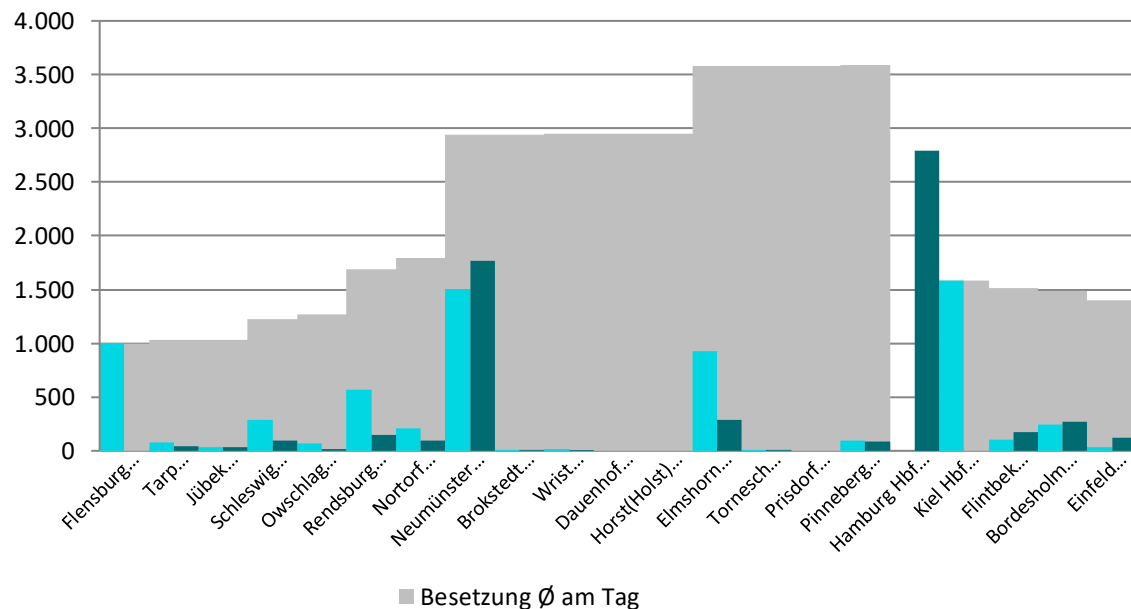
Quelle: DB Vertrieb GmbH [27], DB Netz AG [24]

Anlage 3: Ein- / Aussteiger und Besetzung der SPNV-Linien ab Flensburg

RE 72 Flensburg - Kiel, Mo-So, 1. Quartal 2018



RE 7 Flensburg - Hamburg (Hbf), Mo-So, 1. Quartal 2018



Quelle: NAH.SH GmbH [79]

Anlage 4: Bemessung der Bahnsteigbreite /-länge nach DB Ril 813.0201A03

Angaben:

- Überhöhung: 0 mm
- $v \leq 160$ km/h
- großes Hindernis ($b = 0,90$ m, $1,00$ m $\leq l \leq 10,00$ m) auf Mittelbahnsteig (Rückseite Wetterschutzhaus)
- kleines Hindernis ($b = 0,90$ m, $l < 1,00$ m) auf Seitenbahnsteig (Trennwand Wetterschutzhaus)
- Annahme: Bahnsteiglänge ausreichend für zwei Zügeinheiten des Typs „Bombardier Twindexx“

Bemessung:

- Einbaumaß a_B : 1,67 m (gem. DB Ril 813.0201A03)
- Gefahrenbereich $b_S = 2,50$ m - $a_B = 2,50$ m - 1,67 m = 0,83 m $\approx$ 0,90 m
- Mindestbreite ohne Hindernisse $b_{min,o}$
 - Seitenbahnsteig: $b_{min,o} = 2,50$ m
 - Mittelbahnsteig: $b_{min,o} = 3,30$ m
- Mindestbreite Seitenbahnsteig b_{SBstg} mit Hindernis

Gefahrenbereich	0,90 m
Trennstreifen	0,30 m
Durchgangsbreite	0,60 m
Hindernisbreite	0,90 m
Zuschlag Hindernis	0,15 m

$$b_{SBstg} \quad 2,85 \text{ m} \geq b_{min,o} = 2,50 \text{ m}$$

Gewählte Breite: 3,00 m

- Mindestbreite Mittelbahnsteig b_{MBstg}

Gefahrenbereich	0,90 m
Trennstreifen	0,30 m
Durchgangsbreite	0,90 m
Hindernisbreite	0,90 m
Durchgangsbreite	0,60 m
Trennstreifen	0,30 m
Gefahrenbereich	0,90 m

$$b_{SBstg} \quad 4,80 \text{ m} \geq b_{min,o} = 3,30 \text{ m}$$

Gewählte Breite: 5,00 m

- Mindestlänge Bahnsteig
 Eine Zügeinheit besteht jeweils aus zwei Steuerwagen ($l = 27,27$ m) und zwei Mittelwagen ($l = 26,8$ m). Zusätzlich ist ein Aufschlag von 5,00 m für Halteungenaugigkeit veranschlagt.
 Die Mindestlänge der Bahnsteige beträgt somit

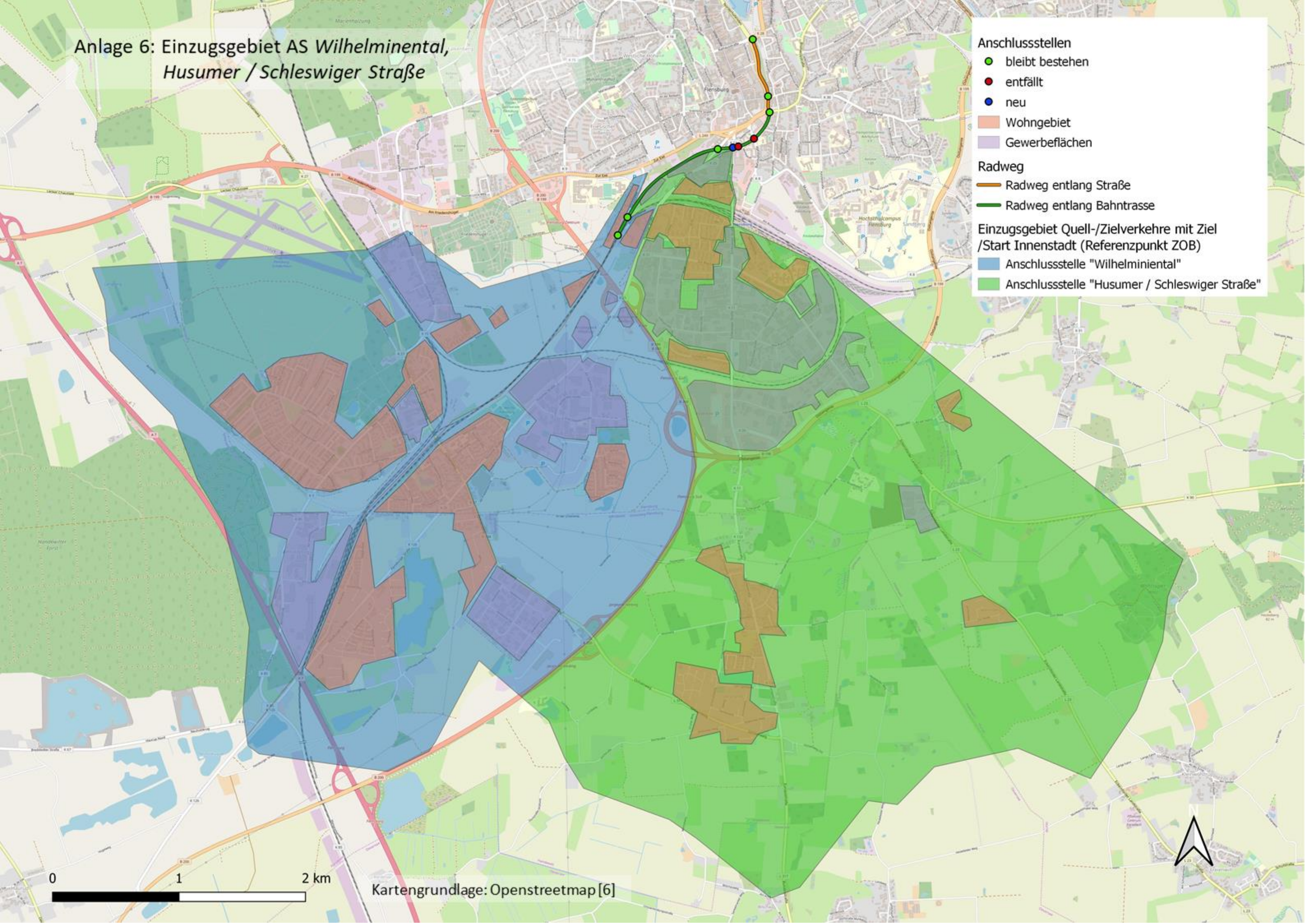
$$l_{Bstg} = 2 \cdot (2 \cdot 26,80 \text{ m} + 2 \cdot 27,27 \text{ m}) + 5,00 \text{ m} = 221,28 \text{ m} \approx 225,00 \text{ m}$$

Gewählte Länge Mittelbahnsteig: 225 m

Gewählte Länge Seitenbahnsteig: 325 m (gewährleistet zusätzliche betriebliche Flexibilität bei etwaigen Betriebsänderungen)

Anlage 6: Einzugsgebiet AS Wilhelminental, Husumer / Schleswiger Straße

- Anschlussstellen**
- bleibt bestehen
 - entfällt
 - neu
- Wohngebiet**
- Gewerbeflächen**
- Radweg**
- Radweg entlang Straße
 - Radweg entlang Bahntrasse
- Einzugsgebiet Quell-/Zielverkehre mit Ziel
/Start Innenstadt (Referenzpunkt ZOB)**
- Anschlussstelle "Wilhelminental"
 - Anschlussstelle "Husumer / Schleswiger Straße"



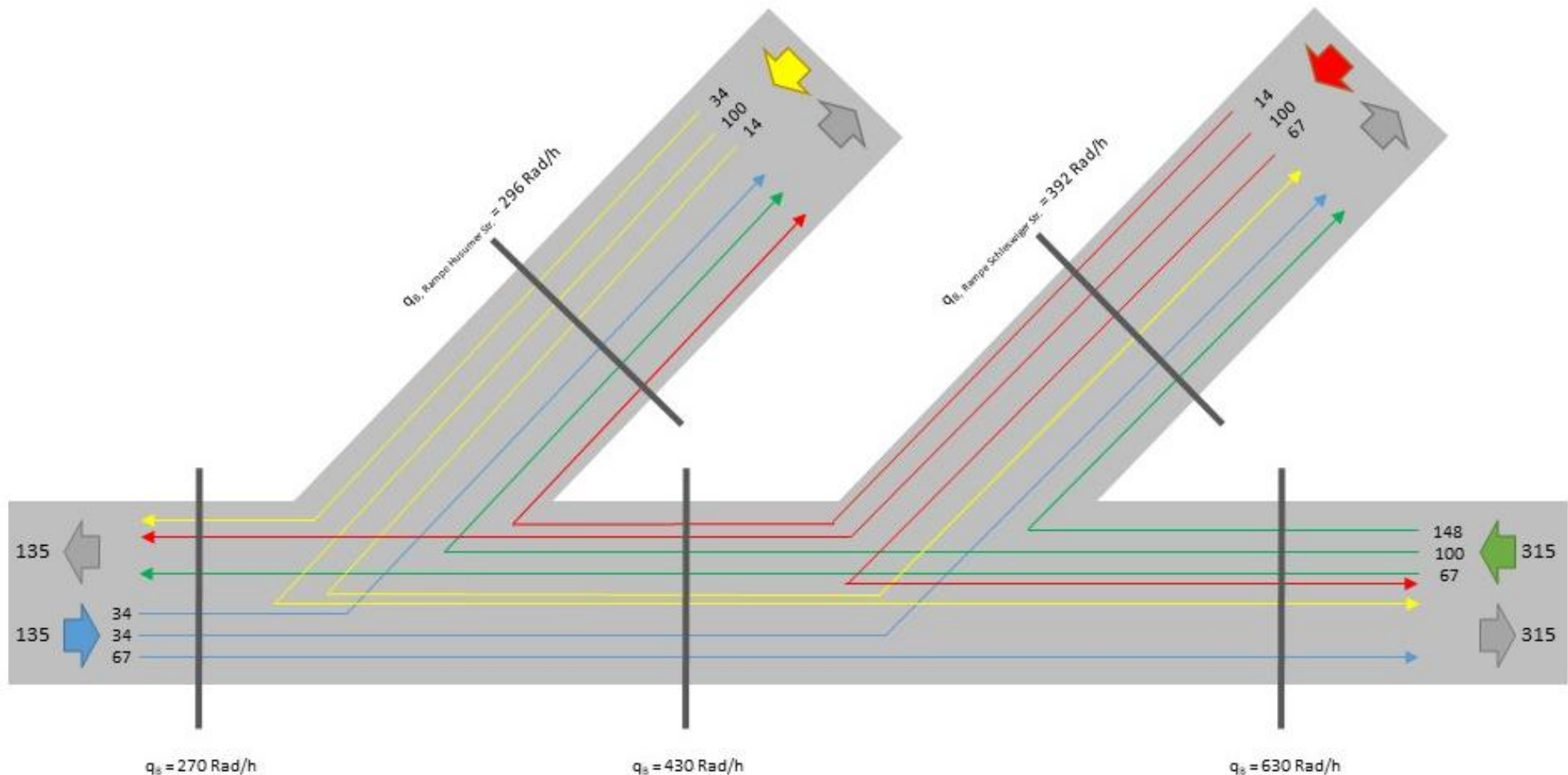
0

1

2 km

Kartengrundlage: Openstreetmap [6]

Anlage 7: Querschnittsbelastungen im Bereich der AS Husumer / Schleswiger Straße



Querschnittsbelastungen auf durchgehendem Radweg in Anlehnung an: Potenzialanalyse und Machbarkeitsstudie für einen Radweg auf dem Bahndamm mit dem Standard eines Radschnellweges [1], Belastungen auf Rampen abgeschätzt

Anlage 8: Bestimmung der Verkehrsqualität der Radverkehrsanlage nach HBS [64][64]**S8 Anlagen für den Radverkehr****HBS 2015**

Formblatt S8-2: Verkehrsqualität auf einer Radverkehrsanlage mit Zweirichtungsverkehr				
Strecke: AS Wilhelminental - AS Heinrichstraße				
Art der Radverkehrsanlage: Zweirichtungsradweg ($s < 2 \%$)				
Länge der Strecke 1913 m (einschl. 173 m parallele Rampenzufahrt)				
Teilstrecke		km 175,041 - km 176,025	km 176,025 - km 176,145	km 176,145 - km 176,255
1	Länge der Teilstrecke L_i [km]	0,984	0,120	0,110
2	angestrebte Qualitätsstufe QSV [-]	A	A	A
3	Breite der Radverkehrsanlage b [m]	4,00	3,00	4,00
4	Steigung s [%]	$< 2 \%$	$< 2 \%$	$< 2 \%$
5	zusätzlicher Breitenbedarf auf Grund von Steigungen b_{z1} (Tabelle S8-2) [m]	0,00	0,00	0,00
6	fiktive Breite der Radverkehrsanlage auf Grund von Steigungen b_{f1} (Gl. (S8-1) oder Zeile 3 – Zeile 5) [m]	-	-	-
7	zusätzlicher Breitenbedarf auf Grund von überbreiten Fahrrädern $b_{z2} = 0,30$ m [m]	0,00	0,00	0,00
8	fiktive Breite der Radverkehrsanlage auf Grund von überbreiten Fahrrädern b_{f2} (Gl. (S8-2) oder Zeile 3 – Zeile 7) [m]	-	-	-
9	fiktive Breite der Radverkehrsanlage b_f (Gl. (S8-3) oder $\min\{\text{Zeile 6; Zeile 8}\}$) [m]	-	-	-
10	Bemessungsverkehrsstärke q_B (Kapitel S2, Gl. S2-10) [Rad/h]	270	270	430
11	Begegnungsrate BR (Bild S8-2) [B/(Rad · km)]	27	27	43
12	Faktor für das Maß der Beeinträchtigung bei Begegnungen f_{BB} (Tabelle S8-4) [-]	0,2	0,2	0,2
13	Störungsrate aus Begegnungen SR_B (Gl. (S8-5) oder Zeile 11 · Zeile 12) [S/(Rad · km)]	5,4	5,4	5,4
14	Anzahl der punktuellen Störeinflüsse P	1	-	-
15	Störungsrate aus punktuellen Störeinflüssen SR_P (Gl. (S8-6) oder Zeile 14 / Zeile 1) [S/(Rad · km)]	1,0	-	-
16	Störungsrate einer Teilstrecke SR (Gl. (S8-8) oder Zeile 13 + Zeile 15) [S/(Rad · km)]	6,4	5,4	5,4
17	erreichte Qualitätsstufe einer Teilstrecke QSV (Tabelle S8-1) [-]	A	A	A
18	Bewertung einer Strecke (Gl. S8-9) [S/(Rad · km)]	s. Blatt 3		
19	erreichte Qualitätsstufe einer Strecke QSV (Tabelle S8-1)	s. Blatt 3		

Blatt 1

S8-14

S8 Anlagen für den Radverkehr

HBS 2015

Formblatt S8-2: Verkehrsqualität auf einer Radverkehrsanlage mit Zweirichtungsverkehr				
Strecke: AS Wilhelminental - AS Heinrichstraße				
Art der Radverkehrsanlage: Zweirichtungsradweg ($s < 2 \%$)				
Länge der Strecke		1913 m (einschl. 173 m parallele Rampenzufahrt)		
Teilstrecke		km 176,255 - km 176,681		
1	Länge der Teilstrecke L_i	[km]	0,426	
2	angestrebte Qualitätsstufe QSV	[-]	A	
3	Breite der Radverkehrsanlage b	[m]	4,00	
4	Steigung s	[%]	< 2 %	
5	zusätzlicher Breitenbedarf auf Grund von Steigungen b_{z1} (Tabelle S8-2)	[m]	0,00	
6	fiktive Breite der Radverkehrsanlage auf Grund von Steigungen b_{f1} (Gl. (S8-1) oder Zeile 3 – Zeile 5)	[m]	-	
7	zusätzlicher Breitenbedarf auf Grund von überbreiten Fahrrädern $b_{z2} = 0,30$ m	[m]	0,00	
8	fiktive Breite der Radverkehrsanlage auf Grund von überbreiten Fahrrädern b_{f2} (Gl. (S8-2) oder Zeile 3 – Zeile 7)	[m]	-	
9	fiktive Breite der Radverkehrsanlage b_f (Gl. (S8-3) oder $\min\{\text{Zeile 6; Zeile 8}\}$)	[m]	-	
10	Bemessungsverkehrsstärke q_B (Kapitel S2, Gl. S2-10)	[Rad/h]	630	
11	Begegnungsrate BR (Bild S8-2)	[B/(Rad · km)]	63	
12	Faktor für das Maß der Beeinträchtigung bei Begegnungen f_{BB} (Tabelle S8-4)	[-]	0,2	
13	Störungsrate aus Begegnungen SR_B (Gl. (S8-5) oder Zeile 11 · Zeile 12)	[S/(Rad · km)]	12,6	
14	Anzahl der punktuellen Störeinflüsse P		-	
15	Störungsrate aus punktuellen Störeinflüssen SR_P (Gl. (S8-6) oder Zeile 14 / Zeile 1)	[S/(Rad · km)]	-	
16	Störungsrate einer Teilstrecke SR (Gl. (S8-8) oder Zeile 13 + Zeile 15)	[S/(Rad · km)]	12,6	
17	erreichte Qualitätsstufe einer Teilstrecke QSV (Tabelle S8-1)	[-]	B	
18	Bewertung einer Strecke (Gl. S8-9)	[S/(Rad · km)]	s. Blatt 3	
19	erreichte Qualitätsstufe einer Strecke QSV (Tabelle S8-1)		s. Blatt 3	

Blatt 2

S8-14

S8 Anlagen für den Radverkehr

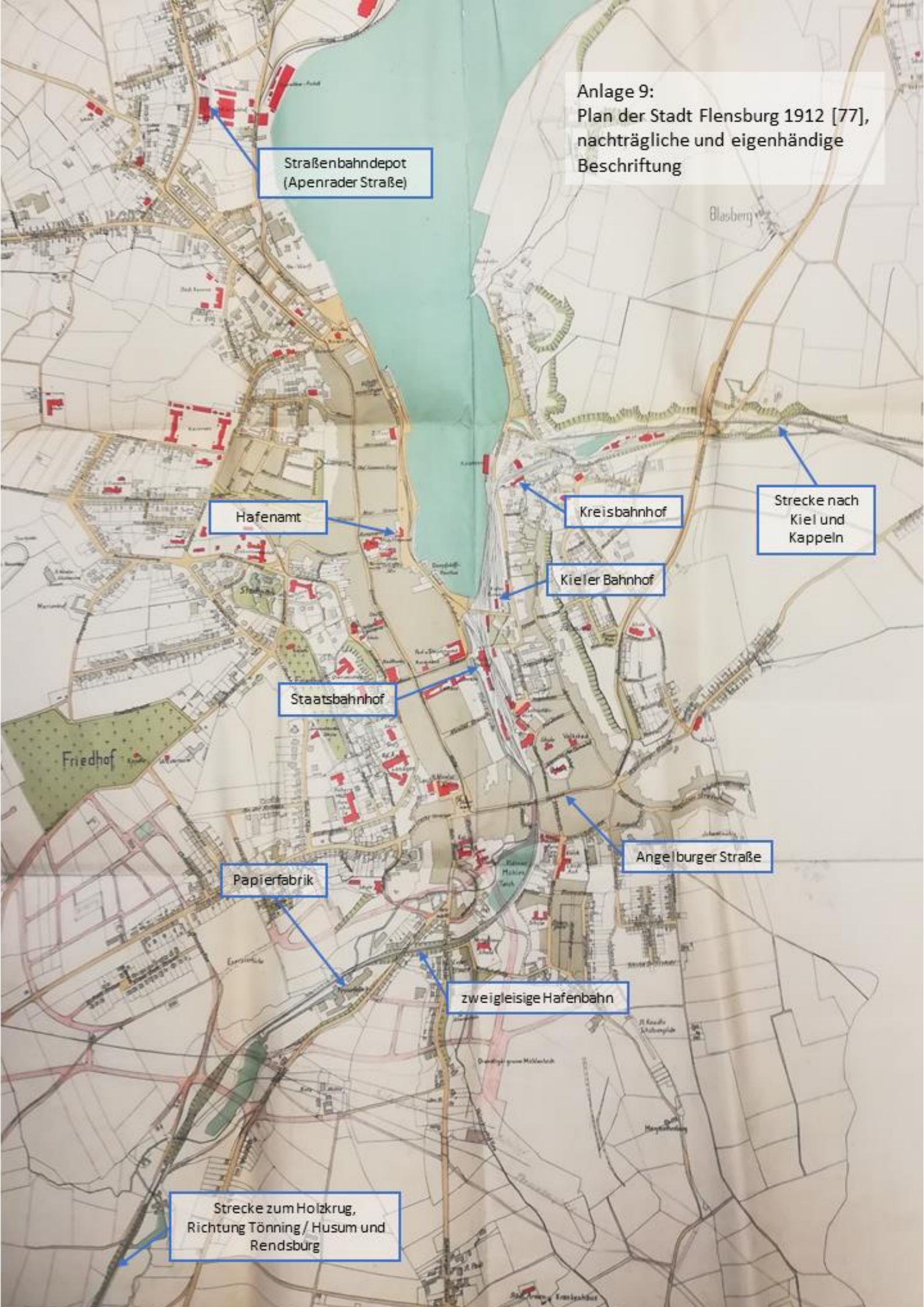
HBS 2015

Formblatt S8-2: Verkehrsqualität auf einer Radverkehrsanlage mit Zweirichtungsverkehr				
Strecke: Wilhelminental - Heinrichstraße				
Art der Radverkehrsanlage: Rampenbauwerken mit Zweirichtungsverkehr				
Länge der Strecke 1913 m (einschl. 173 m parallele Rampenzufahrt)				
Teilstrecke		Rampe AS Husumer Str.	Rampe AS Schleswiger Str.	Rampe AS Heinrichstr.
1	Länge der Teilstrecke L_i [km]	0,085	0,088	0,100
2	angestrebte Qualitätsstufe QSV [-]	A	A	A
3	Breite der Radverkehrsanlage b [m]	3,00	3,00	4,00
4	Steigung s [%]	7,1 %	6,8 %	5,0 %
5	zusätzlicher Breitenbedarf auf Grund von Steigungen b_{z1} (Tabelle S8-2) [m]	0,45	0,45	0,30
6	fiktive Breite der Radverkehrsanlage auf Grund von Steigungen b_{f1} (Gl. (S8-1) oder Zeile 3 – Zeile 5) [m]	2,55	2,55	3,70
7	zusätzlicher Breitenbedarf auf Grund von überbreiten Fahrrädern $b_{z2}= 0,30$ m [m]	0,00	0,00	0,00
8	fiktive Breite der Radverkehrsanlage auf Grund von überbreiten Fahrrädern b_{f2} (Gl. (S8-2) oder Zeile 3 – Zeile 7) [m]	-	-	-
9	fiktive Breite der Radverkehrsanlage b_f (Gl. (S8-3) oder $\min\{\text{Zeile 6; Zeile 8}\}$) [m]	2,55	2,55	3,70
10	Bemessungsverkehrsstärke q_B (Kapitel S2, Gl. S2-10) [Rad/h]	296	392	630
11	Begegnungsrate BR (Bild S8-2) [B/(Rad · km)]	29,6	39,2	63,0
12	Faktor für das Maß der Beeinträchtigung bei Begegnungen f_{BB} (Tabelle S8-4) [-]	0,2	0,2	0,2
13	Störungsrate aus Begegnungen SR_B (Gl. (S8-5) oder Zeile 11 · Zeile 12) [S/(Rad · km)]	5,9	7,8	12,6
14	Anzahl der punktuellen Störeinflüsse P	-	-	-
15	Störungsrate aus punktuellen Störeinflüssen SR_P (Gl. (S8-6) oder Zeile 14 / Zeile 1) [S/(Rad · km)]	-	-	-
16	Störungsrate einer Teilstrecke SR (Gl. (S8-8) oder Zeile 13 + Zeile 15) [S/(Rad · km)]	5,9	7,8	12,6
17	erreichte Qualitätsstufe einer Teilstrecke QSV (Tabelle S8-1) [-]	A	A	B
18	Bewertung einer Strecke (Gl. S8-9) [S/(Rad · km)]	8,0		
19	erreichte Qualitätsstufe einer Strecke QSV (Tabelle S8-1)	A		

Blatt 3

S8-14

Anlage 9:
Plan der Stadt Flensburg 1912 [77],
nachträgliche und eigenhändige
Beschriftung



Straßenbahndepot
(Apenrader Straße)

Hafenamt

Staatsbahnhof

Papierfabrik

Strecke zum Holzkrug,
Richtung Tönning / Husum und
Rendsburg

Kreisbahnhof

Kieler Bahnhof

Strecke nach
Kiel und
Kappeln

Angelburger Straße

zweigleisige Hafenbahn

Abkürzungsverzeichnis

B	Bundesstraße
BAB	Bundesautobahn
DB	Deutsche Bahn
EBKrG	Eisenbahnkreuzungsgesetz
EIU	Eisenbahninfrastrukturunternehmen
EÜ	Eisenbahnüberführung
EVU	Eisenbahnverkehrsunternehmen
FF	Feste Fahrbahn
GVFG	Gemeindeverkehrsfinanzierungsgesetz
HVZ	Hauptverkehrszeit
IC	Intercity
ÖPNV	Öffentlicher Personennahverkehr
ÖSPV	Öffentlichen Straßenpersonennahverkehr
MIV	Motorisierter Individualverkehr
NE-Bahn	Nichtbundeseigene Bahn
NKA	Nutzen-Kosten-Analyse
L	Landesstraße
LSA	Lichtsignalanlage
RE	Regionalexpress
SPFV	Schienenpersonenfernverkehr
SPNV	Schienenpersonennahverkehr
SÜ	Straßenüberführung

Planverzeichnis

Plan 0.1	Planübersichtskarte (Maßstab 1:9000)
Plan 1.1	Lageplan 1 (Maßstab 1:1000)
Plan 1.2	Lageplan 2 (Maßstab 1:1000)
Plan 1.3	Lageplan 3 (Maßstab 1:1000)
Plan 1.4	Lageplan 4 (Maßstab 1:1000)
Plan 1.5	Lageplan 5 (Maßstab 1:1000)
Plan 2.1	Querschnitt A-A (Maßstab 1:50)
Plan 2.2	Querschnitt B-B (Maßstab 1:50)
Plan 2.3	Querschnitt C-C (Maßstab 1:50)