



Studienprojekt TU / HCU - Hamburg

#Grüne Welle für den Radverkehr in Hamburg am Eilbekkanal

Technische Universität Hamburg

Die Arbeit entstand im Rahmen eines selbstständig initiierten Studienprojektes im Sommersemester 2019 an der Technischen Universität Hamburg.

Dozenten:

Prof. Dr.-Ing. Carsten Gertz

Verfasser:

Sebastian Clausen

[REDACTED]

Malte Gartzke

[REDACTED]

#0



- #1** Worum geht's ?
- #2** Reunion des Fahrrads ?
- #3** Wie machen's andere ?
- #4** Toolbox für die Grüne Welle
- #5** Grüne Welle am Eilbekkanal
- #6** Grüne Welle - und jetzt ?

Projektteam

Studienprojekt in Eigeninitiative



Sebastian Clausen



Malte Gartzke



Methodiken

Strukturierung des Projekts



FORSCHEN

IDEEN ENTWICKLEN

TESTEN

ERGEBNISSE SICHERN

Im Rahmen des Projektes werden die Rahmenbedingungen und die Machbarkeit einer Grünen Welle vor dem Hintergrund der Radverkehrsförderung in Hamburg untersucht. Dazu erfolgt eine Bestandsaufnahme, ein Vergleich mit Referenzen, Verfolgungsfahrten und die technische Prüfung mit Hilfe eines Lichtsignalanlagenprogramms.

Ziel ist eine Handreichung zu liefern in der aufgezeigt wird, welche Konsequenzen die Einrichtung einer Grünen Welle im Radverkehr nach sich zieht, vielmehr aber auch welche Mittel nötig sein werden, um den Radverkehr zielgerichtet zu fördern. Weiterhin soll herausgestellt werden, welche Eingriffe durch einen künftig höheren Radverkehrsanteil notwendig werden. Dies alles steht vor dem Hintergrund mögliche Wege zur Erreichung der Verkehrswende aufzuzeigen und eine stadtvertäglichere Mobilität zu ermöglichen.



Quelle: Eigene Aufnahme

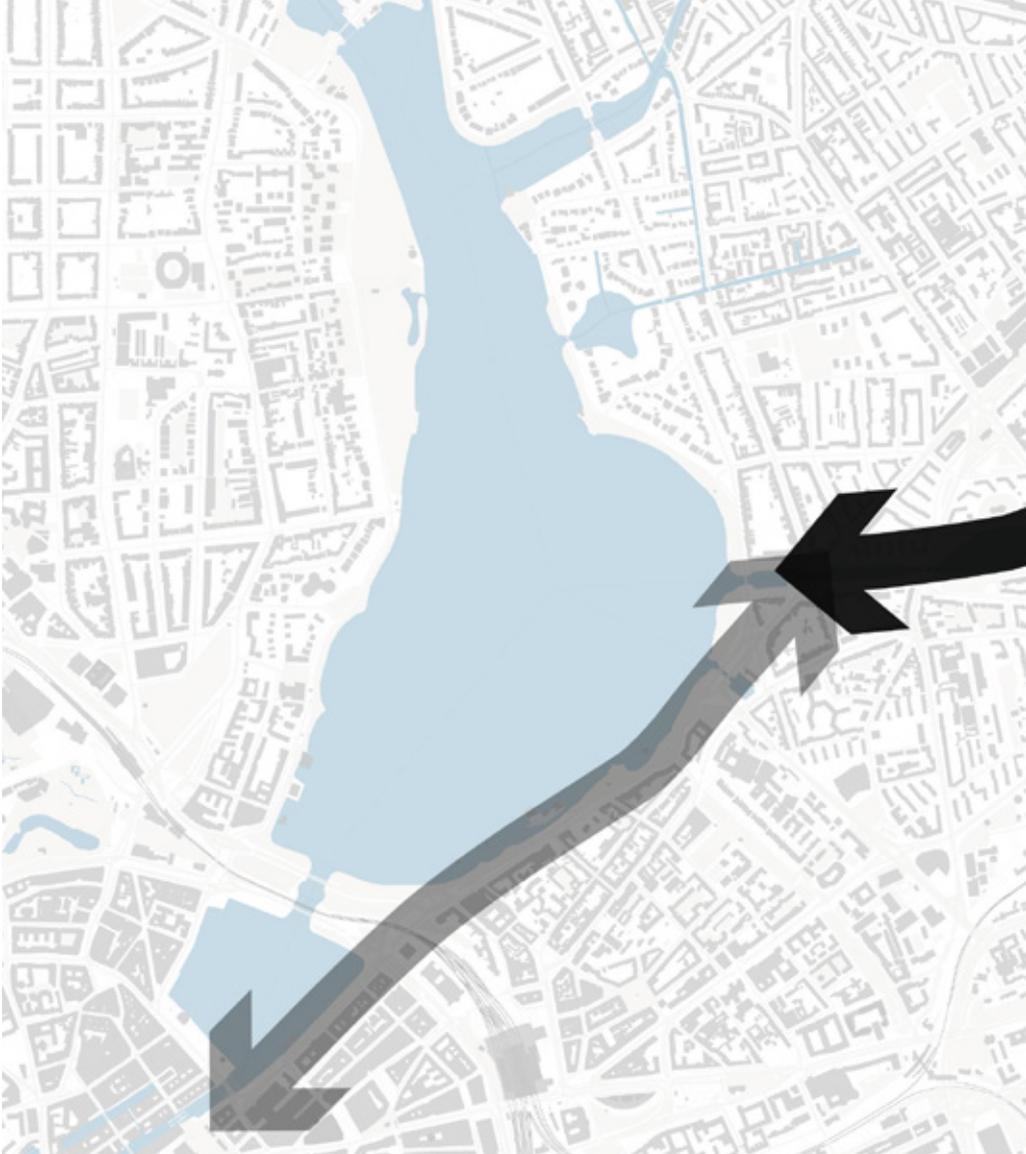
#1



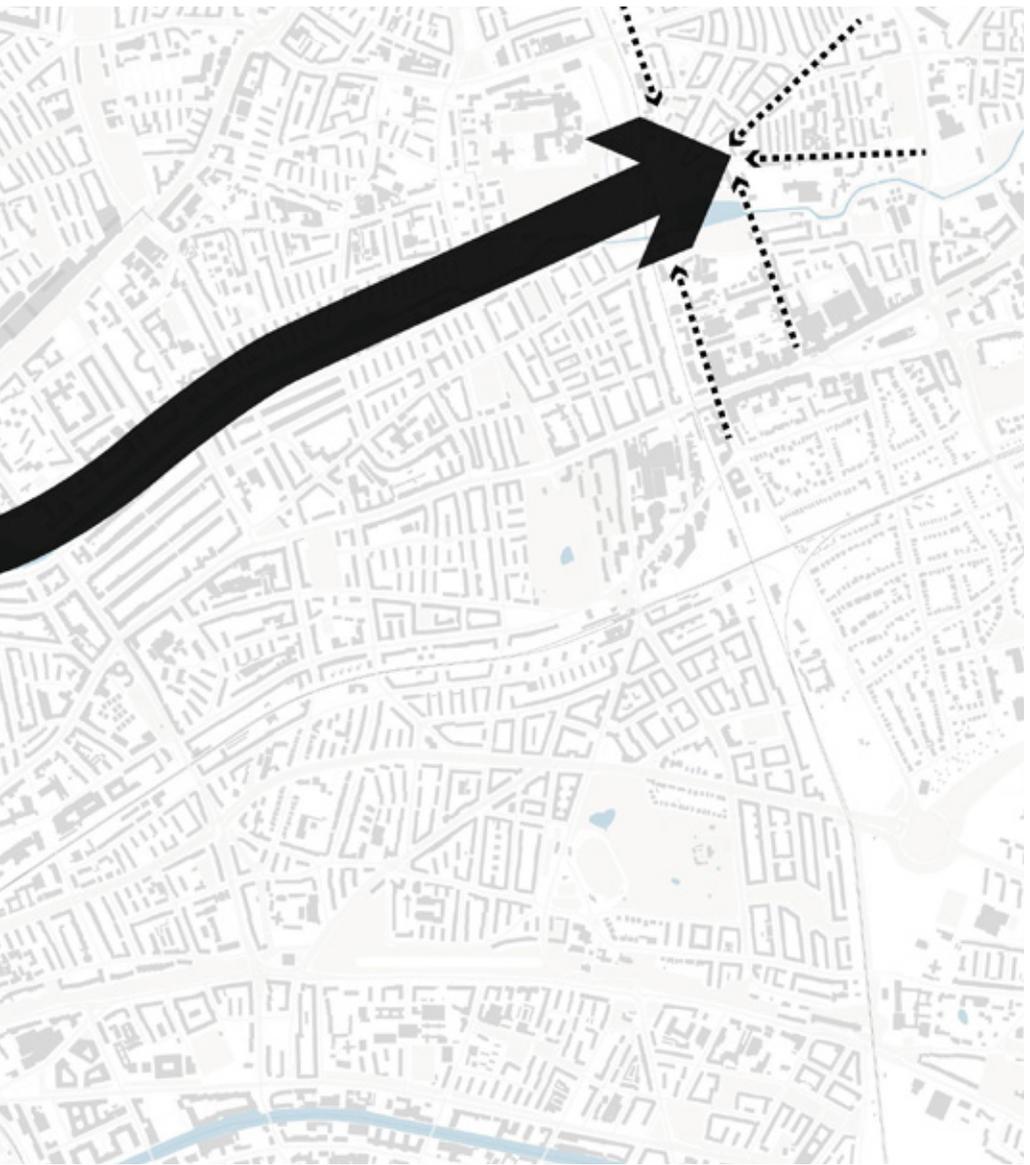
Worum gehts?

Übersicht Projektgebiet

Untersuchungsgebiet entlang des Eilbekkanals und der östlichen Außen- und Binnenalster

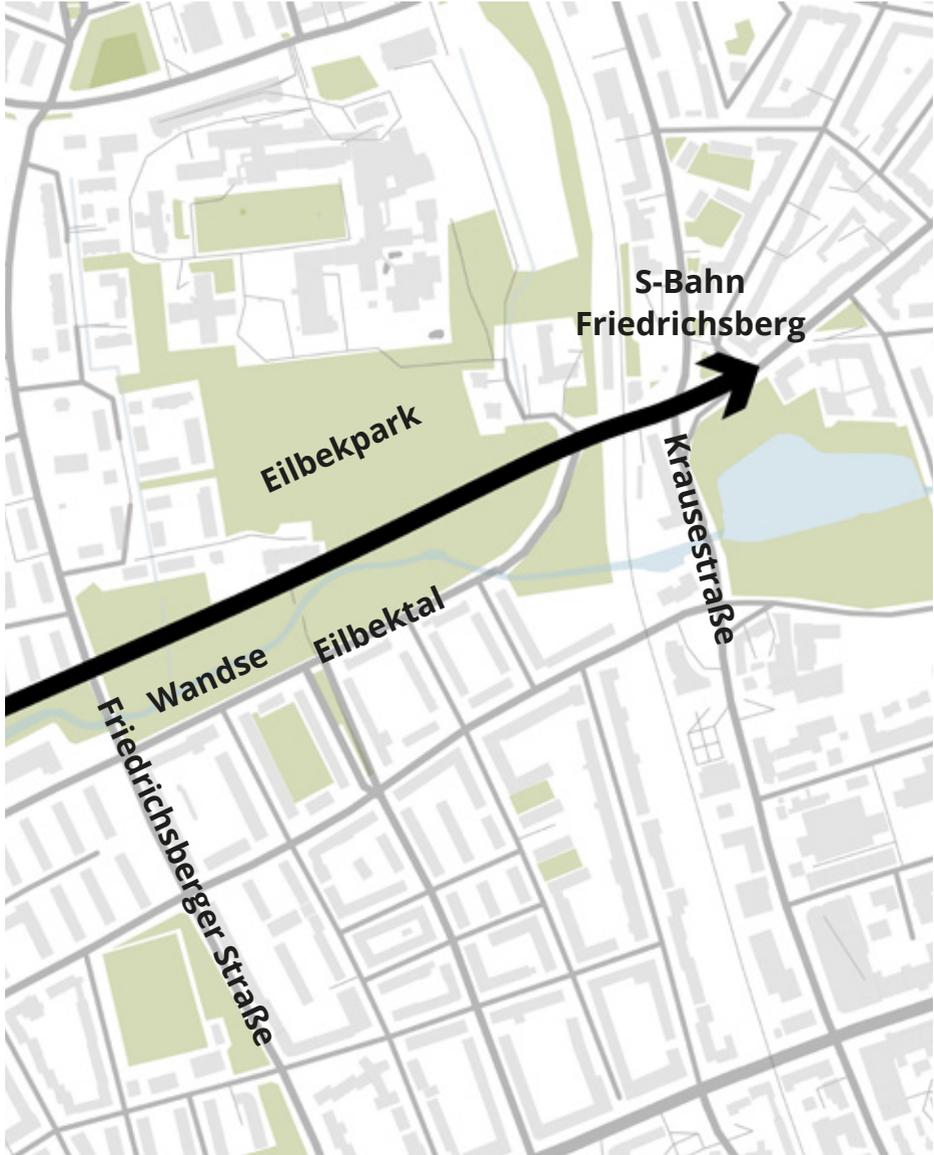


Quelle: Kartengrundlage: Landesbetrieb Geoinformation und Vermessung 2019



Fokus Eilbekkanal - VR6

Von der S-Bahnstation Friedrichberg durch den Eilbekpark bis zur Friedrichsberger Straße



Quelle: Kartengrundlage: Landesbetrieb Geoinformation und Vermessung 2019



Veloroute 6 am Eilbekpark Quelle: Eigene Aufnahmen

Fokus Eilbekkanal - VR6

Von der Friedrichsberger Straße entlang der Uferstraße bis zu den Berufsschulen



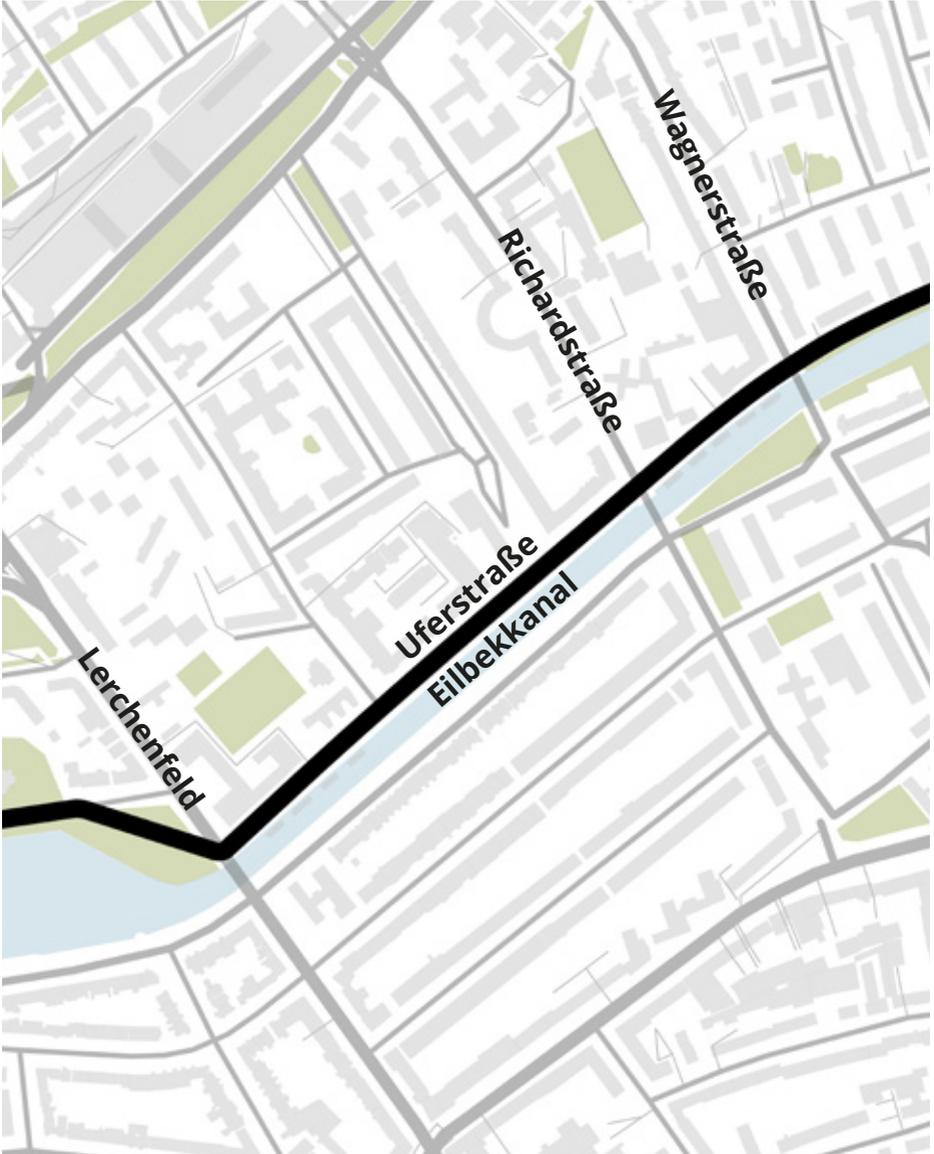
Quelle: Kartengrundlage: Landesbetrieb Geoinformation und Vermessung 2019



Veloroute 6 an der Uferstraße Quelle: Eigene Aufnahmen

Fokus Eilbekkanal - VR6

Von den Berufsschulen entlang der HAW und HBK bis nach Lerchenfeld zur Bundesstraße 5



Quelle: Kartengrundlage: Landesbetrieb Geoinformation und Vermessung 2019



Veloroute 6 an der HAW Quelle: Eigene Aufnahmen

Fokus Eilbekkanal - VR6

Vom Lerchenfeld entlang des Kuhmühlenteichs bis zur Mundsburger Brücke



Quelle: Kartengrundlage: Landesbetrieb Geoinformation und Vermessung 2019



Veloroute 6 am Kuhmühlenteich Quelle: Eigene Aufnahmen



Quelle: Eigene Aufnahme

#2



Reunion des Fahrrads ?

Thematische Einführung

Reunion des Fahrrads in Deutschland und Hamburg?

Der Radverkehr spielt eine wichtige Rolle in Deutschland. Neben dem eigentlich primären Zweck als Fortbewegungsmittel ergeben sich weitere positive Effekte. So können durch den Radverkehr beispielsweise Klima, Umwelt, Lebensqualität in Städten und Gemeinden sowie die Gesundheit der Menschen gefördert werden, da der Radverkehr keinen Lärm oder schädliche Emissionen verursacht. Außerdem hat der Radverkehr nur einen geringen Flächenbedarf, weswegen es ihn insbesondere in Innenstädten als eine attraktive Möglichkeit für einen umweltfreundlichen Verkehr erscheinen lässt (vgl. BMVBS 2012, S. 7f).

Die wachsende Bedeutung des Radverkehrs in Deutschland lässt sich unter anderem auch daran erkennen, dass das Fahrrad beim Verkehrsaufkommen im Vergleich zu Fuß-, Auto- oder öffentlichem Verkehr prozentual den größten Zuwachs (+13%) in den Jahren 2002 bis 2017 verzeichnet hat. In demselben Zeitraum ist ebenfalls die Verkehrsleistung des Radverkehrs um 37%, von 82 auf 112 Mio. Kilometern, gestiegen. Zuwachs beim Radverkehr können vor allem städtische Räume verzeichnen (sowohl Alltags- als auch Freizeitfahrten). In Hamburg ist der Anteil der mit dem Fahrrad zurückgelegten Wege von 9% im Jahr 2002, über 12% im Jahr 2008 auf 15% im Jahr 2017 gestiegen (vgl. infas et. al. 2019, S. 19ff).

Da in Hinblick auf die Kosten die Nutzungsschwelle für den Radverkehr sehr niedrig liegt, ist das Fahrrad ein Verkehrsmittel

„Es ist ein Comeback, das vor noch zehn Jahren in Deutschland kaum vorstellbar war. Doch mittlerweile ist es nicht mehr zu übersehen: Das Fahrrad ist zurück. [...] Als (endlich) ernst genommenes Verkehrsmittel. [...]

Bäumer 2014, S. 161



für Jedermann. Bei allen Altersgruppen zwischen 7 und 74 Jahren ist der Fahrradbestand ähnlich hoch. Mit zunehmendem Alter nimmt dieser nur leicht ab. Erst ab 75 Jahren bricht der Fahrradbestand ein. Dieses Bild spiegelt sich auch bei einem Blick auf die Ausstattung der Haushalte mit Fahrrädern wieder: In über 80% der Haushalte in Deutschland gibt es mindestens ein Rad. Bei 25% der Haushalte sogar drei oder mehr Räder (vgl. BMVBS 2012, S. 8f und BMVI 2014, S. 8). Alles in allem ist das Fahrrad als Verkehrsmittel in deutschen Haushalten somit weit verbreitet, denn mit einer Pro-Kopf-Ausstattung von 0,93 Fahrrädern im Jahr 2017 steht den Bürgerinnen und Bürgern kein anderes Verkehrsmittel häufiger zur Verfügung als das Fahrrad (vgl. infas et. al. 2019, S. 26).

Momentan werden rund 90% aller Fahrradfahrten in einem Bereich von bis zu fünf Kilometern absolviert. Interessant hierbei ist, dass beim MIV rund 40% der Fahrten in demselben Entfernungsbereich liegen. Da das Fahrrad aber bei einer Entfernung von bis zu sechs Kilometern das schnellste Verkehrsmittel sein kann, gibt es hier dementsprechend ein erhebliches Potential die Fahrradnutzung auszubauen. Durch die Verbreitung von Pedelecs, E-Bikes o. ä. wird die durchschnittliche Wegelänge aller Fahrradfahrten steigen und das Potential des Fahrradverkehrs nochmals verstärkt (vgl. BMVBS 2012, S. 9).

„Elektroräder sind die stille Revolution. Die meisten Menschen unterschätzen diese neuen Verkehrsmittel. Gerade im urbanen Raum kann hier eine Alternative zum Auto entwickelt werden. Dafür muss entsprechende Infrastruktur vorhanden sein.“ (Prof. Dr. Carsten Gertz; TUHH; RVR 2014, S. 32)

Allerdings muss festgestellt werden, dass das Pedelec bislang kaum Einfluss auf die durchschnittliche Wegelänge hat. Von 2002 bis 2017 sind die Fahrradwege im Durchschnitt um 0,6 Kilometer länger geworden und haben eine Länge von 3,8 Kilometern. Ohne Pedelecs ist die durchschnittliche Wegelänge

nur unwesentlich geringer bei 3,7 Kilometern. Gleichwohl zeigt die durchschnittliche Länge der mit elektrisch unterstützten Fahrrädern zurückgelegten Wege (6,1 Kilometer) welches Potential zur Erhöhung der Reichweite im Radverkehr noch vorhanden ist (vgl. infas et. al. 2019, S. 20).

Jedoch verhilft nicht nur diese Entwicklung dem Fahrrad derzeit zu einem Wiederauferleben. Allerdings sei dabei auch erwähnt, dass der Pedelec-Besitz in der Altersklasse der über 65-jährigen am höchsten ist. Daher muss hinterfragt werden, ob diese Gruppe aufgrund ihres Mobilitätsverhaltens (im Tagesverlauf) und der gefahrenen Geschwindigkeiten mit zu den wesentlichen Zielgruppen für eine Grüne Welle gezählt werden kann.

Fachkreise beobachten derzeit die Entwicklung einer neuen Fahrradkultur, die sich auf verschiedenen Wegen bemerkbar macht. Einerseits verliert das Auto bei jungen Erwachsenen (18 bis 35-Jährige) an Bedeutung, welches sich an einer abnehmenden regelmäßigen PKW-Verfügbarkeit und dem sinkenden Anteil an Personen mit Führerschein zeigt. Andererseits steigt die Bereitschaft mehr Geld für Fahrrad und entsprechendes Zubehör auszugeben. Von 2008 ist der durchschnittliche Verkaufspreis für Fahrräder um knapp 30% auf 495 Euro im Jahr 2011 gestiegen (vgl. BMVBS 2012, S. 10).

„Das Fahrrad wird als praktisches Verkehrsmittel zur Arbeit oder Ausbildung, im Beruf, als Familienfahrzeug für Kindertransporte, für Besorgungen und in der Freizeit genutzt. Längst hat das Fahrrad den Ruf überwunden, nur Verkehrsmittel für all diejenigen zu sein, die sich kein Auto leisten können und keine Alternative im öffentlichen Verkehr haben. Radfahren gilt zunehmend als Chance gegen Stau und Parkplatzmangel, stellt über kurze und mittlere Distanzen eine überzeugende Alternative zum Auto dar und ist eine sinnvolle Ergänzung des öffentlichen Verkehrs in Stadt und Land.“ (BMVI 2014, S. 6)

Für Stadt- und Verkehrsplanung bietet der Radverkehr somit eine Perspektive, möglichen Verkehrsproblemen entgegenzuwirken. Nicht zu vernachlässigen für die Entwicklung des Radverkehrs, ist die Veränderung des Ölpreises. Zwei wichtige Stichworte in diesem Zusammenhang sind „Peak Oil“ bzw. „Peak Car“. Aber ebenso Zeitverluste im Kfz-Verkehr führen mitunter zu einer



Der Radverkehr in Deutschland boomt. Immer mehr Menschen nutzen das Fahrrad, insbesondere in urbanen Räumen, als umweltfreundliche, schnelle und kostengünstige Alternative zum Auto.

BMVBS 2012, S. 17

veränderten Bewertung

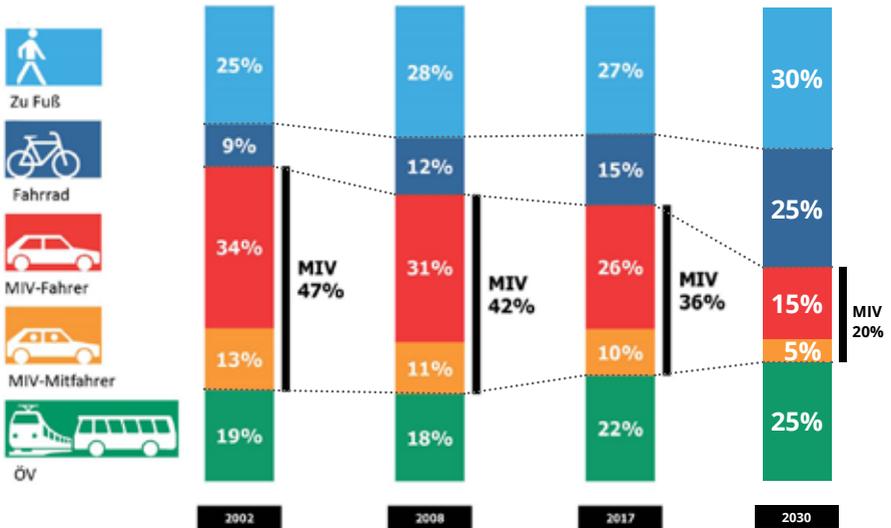
Betrachtet man die Förderung des Radverkehrsanteils, ist der Ausbau einer sicheren, bedarfsgerechten und komfortablen Radverkehrsinfrastruktur elementar. Dies allein reicht jedoch nicht aus. Gleichmaßen müssen Öffentlichkeitsarbeit/Kommunikation und Serviceleistungen ausgeweitet werden. Langfristig muss es ebenso Ziel sein, nicht nur viele lokale Radverkehrsnetze zu bauen, sondern zusammenhängende regionale bzw. landesweite Systeme zu erstellen (vgl. BMVBS 2012, S. 17ff). Auch das subjektive Gefühl der Verkehrssicherheit spielt eine große Rolle, um die Bereitschaft zum Radfahren zu steigern. Werden verkehrssichere Rahmenbedingungen geschaffen, können gleichzeitig einige Hemmnisse von vornherein beseitigt werden (vgl. BMVI 2014, S. 24).

Beispielsweise wird im Nationalen Radverkehrswegeplan für Hamburg bis zum Jahr 2020 eine Verdoppelung des Radverkehrsanteils auf 18% geschätzt (vgl. BMVBS 2012, S. 77).

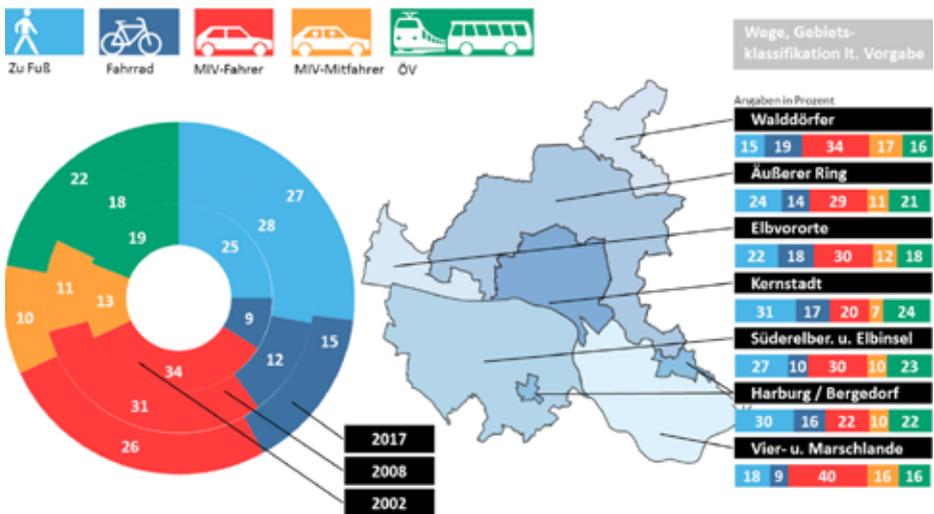
Zu beachten ist, dass Radfahrer eine heterogene Gruppe sind und sich somit ihre Nutzungsansprüche unterscheiden. So lassen sich die Radfahrer kategorisieren und anhand dessen unterschiedliche Anforderungen an Radwege ableiten. Gleichzeitig deuten sich allerdings hier erste mögliche Nutzungskonflikte zwischen den unterschiedlichen Radfahrern an (vgl. RVR 2014, S. 34ff).

Modal Split Stadt Hamburg

Zuwächse vor allem im Radverkehr und ÖPNV - Rückgänge im MIV - auch in der Prognose



Quelle: MiD 2017 - Kurzreport Hamburg

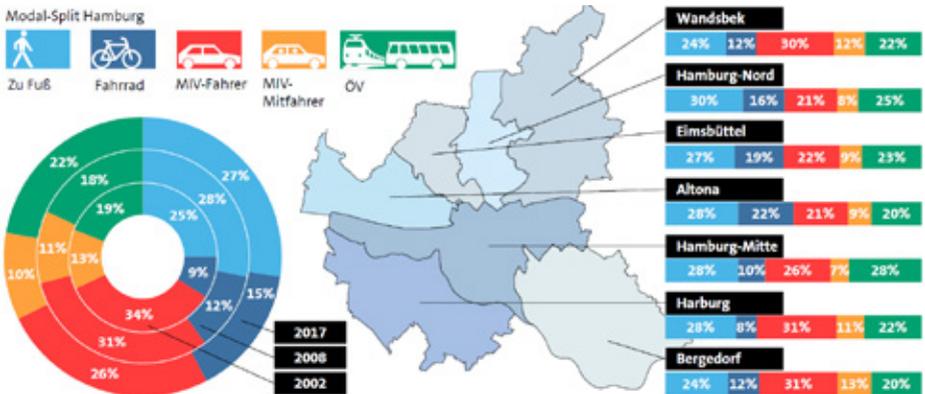


Quelle: MiD 2017 - Kurzreport Hamburg



Von 2002 bis 2017 ist der Anteil des Radverkehrs am Modal Split um 6% auf 15% in ganz Hamburg angestiegen. Im Bereich der Kernstadt liegt der Radverkehrsanteil sogar bei 17%. Neben dem Radverkehr legen auch der ÖV (+3%) und der Fußverkehr (+2%) hamburgweit zu. Dieser Zuwachs geht vor allen Dingen zu Lasten des MIV, der im gleichen Zeitraum um 11% zurückgegangen ist.

Die im Bündis für den Radverkehr formulierte Zielmarke einen Radverkehrsanteil von 25% zu erreichen, ist in einer selbst verfassten Prognose des Modal Splits für das Jahr 2030 aufgegriffen (vgl. FHH 2018, S. 12). Neben dem Radverkehr sollen auch die Anteile von Fußverkehr und ÖV weiter steigen. Lediglich der MIV nimmt von 2017 bis 2030 um 16% ab. Um einen stärkeren Anstieg des Radverkehrsanteils als bisher zu erreichen, sind zusätzliche Maßnahmen erforderlich.

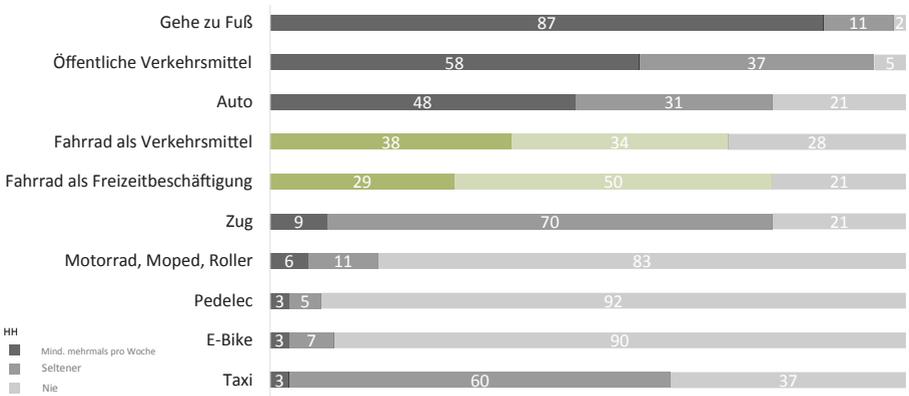


Quelle: MiD 2017 - Kurzreport Hamburg

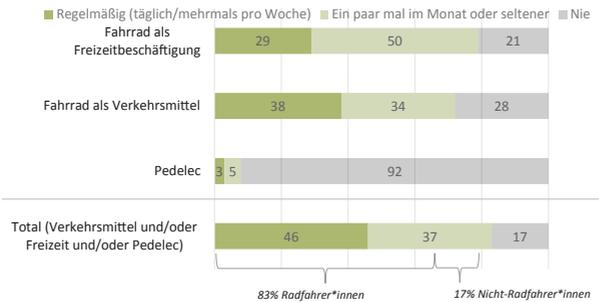
Erkenntnisse der Forschung

Radverkehr und Lebensqualität in Hamburg

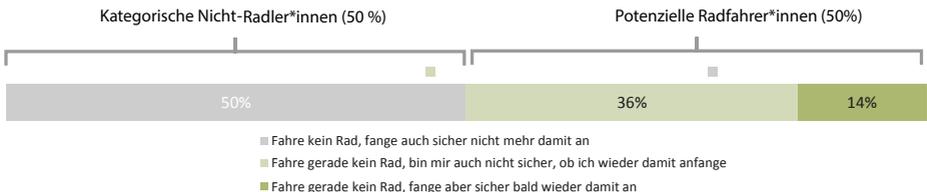
Häufigkeit der Verkehrsmittelwahl



Nutzung des Fahrrads



Anteil der „Potentiell Radfahrenden“



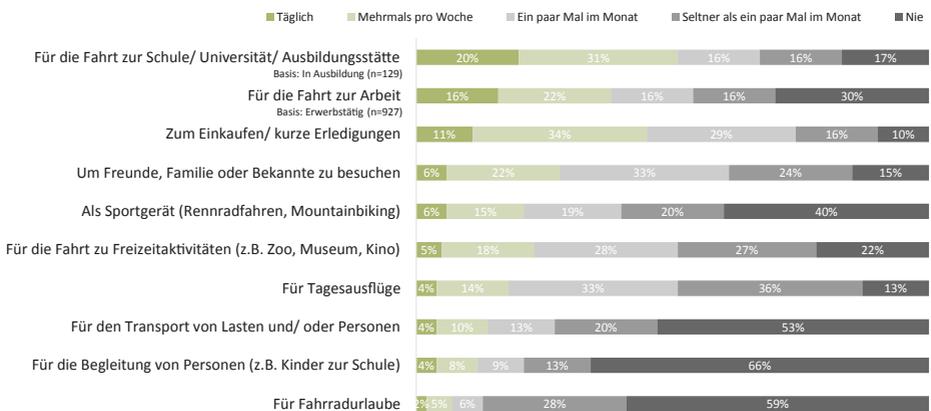
Quelle: Sinus Markt- und Sozialforschung GmbH - Radverkehr und Lebensqualität in Hamburg 2018



Einflüsse auf das Radfahren - Radfahren als Lebensgefühl

Leit-Items einer Faktorenanalyse	Total	Geschlecht		Altersgruppe			Schulbildung		
		männlich	weiblich	16-29	30-49	50-69	Niedrig	Mittel	Hoch
Das Fahrrad ist ein Verkehrsmittel der Zukunft.	69	67	71	65	71	70	67	69	71
Ich möchte dazu beitragen, dass sich das Radfahren stärker durchsetzt.	58	57	60	58	60	56	52	56	63
Radfahren ist mehr als nur Fortbewegung. Es ist ein Lebensgefühl.	57	57	58	48	59	62	60	58	56
Radfahrer müssen im Straßenverkehr zusammenhalten.	56	54	58	58	54	56	56	58	55
Als Radfahrer muss man sich im Straßenverkehr gegen andere durchsetzen können, wenn man vorankommen will.	45	46	45	46	46	42	44	47	45
Über sein Rad kann man sich von der Masse abgrenzen.	32	37	29	37	33	29	28	34	34
Radfahren zu sehen.	30	33	26	28	29	33	33	31	28
Radfahren macht mir Spaß.	81	83	79	86	81	77	76	80	84
Ich halte mich für eine gute Radfahrerin bzw. einen guten Radfahrer.	77	82	73	82	77	74	68	77	82
Radfahren ist eine der schönsten Sachen der Welt.	55	55	55	48	57	58	52	57	57
Die Verkehrsteilnehmer auf der Straße gehen nicht respektvoll miteinander um.	83	82	84	75	83	88	81	86	83
Radfahrer sind ein Sicherheitsrisiko für den Verkehr.	49	47	51	47	50	48	47	58	47
Im Großen und Ganzen finde ich, dass Radfahren im Straßenverkehr sicher ist.	42	50	35	45	42	40	40	40	43

Einflüsse auf das Radfahren - Radfahranlässe



Erkenntnisse der Forschung

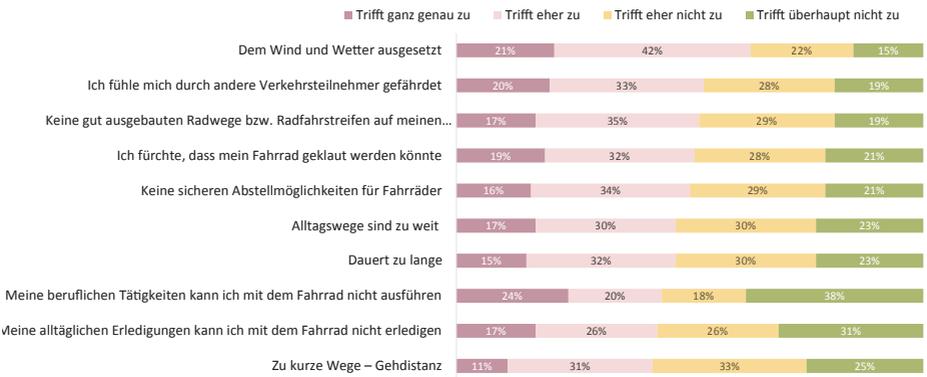
Radverkehr und Lebensqualität in Hamburg

Einflüsse auf das Radfahren - Motive

trifft ganz genau zu / trifft eher zu Angaben in % <i>„Wie sehr treffen die folgenden Aussagen auf Sie zu? Ich fahre Rad, weil...“</i>	Total	Geschlecht		Altersgruppe			Schulbildung		
		männlich	weiblich	16-29	30-49	50-69	Niedrig	Mittel	Hoch
es für meine Gesundheit gut ist	87	87	87	81	87	92	89	86	87
um mich fit zu halten	82	83	81	78	81	88	80	85	83
ich damit die Umwelt schonen	76	74	79	74	75	81	79	74	77
ich so die Stadt/ Umgebung besser genießen kann	72	73	70	70	71	75	73	72	72
es mir ein Gefühl von Unabhängigkeit gibt	70	69	72	67	72	72	74	69	71
ich dabei den Kopf frei bekomme	69	71	68	68	70	70	70	71	70
ich so oft schneller vorwärtskomme als mit anderen Verkehrsmitteln	68	66	70	67	71	64	67	68	68
ich so Geld sparen kann	55	53	56	62	53	50	60	52	55
um Autofahrten gezielt zu vermeiden	52	54	50	48	55	51	44	55	56
ich den Öffentlichen Personennahverkehr zu anstrengend finde	50	47	54	57	52	42	46	51	51
viele meiner Freunde und Familienangehörigen das auch tun	34	35	32	36	32	33	34	37	32
ich mein Ziel anders nicht erreiche	27	25	28	31	27	22	26	24	28
ich keinen Führerschein für Auto, Motorrad, Moped habe	22	22	23	33	19	18	28	25	16

Überdurchschnittlich
 Unterdurchschnittlich

Barrieren - allgemein Themen





Barrieren - geringe Alltagskompatibilität

Leit-Items einer Faktorenanalyse	Geschlecht			Altersgruppe			Schulbildung		
	Total	männlich	weiblich	16-29	30-49	50-69	Niedrig	Mittel	Hoch
Dauert zu lange	47	45	49	49	50	41	43	48	49
Alltagswege sind zu weit	47	45	49	50	48	44	43	45	51
Meine alltäglichen Erledigungen (z.B. Kinder transportieren, Einkäufe) kann ich mit dem Fahrrad nicht erledigen	43	42	44	44	46	39	39	51	41
Meine beruflichen Tätigkeiten kann ich mit dem Fahrrad nicht ausführen (z.B. um zu Kundenterminen zu kommen)	44	48	41	40	48	42	43	42	48
Dem Wind und Wetter ausgesetzt	63	60	66	64	64	60	59	63	65
Es gibt keine Waschmöglichkeiten für mich auf der Arbeit/ bei der Ausbildungsstätte	40	40	40	45	45	29	33	39	45

Barrieren - Radunfreundliche Infrastruktur

Leit-Items einer Faktorenanalyse	Geschlecht			Altersgruppe			Schulbildung		
	Total	männlich	weiblich	16-29	30-49	50-69	Niedrig	Mittel	Hoch
Keine sicheren Abstellmöglichkeiten für Fahrräder	50	49	51	52	51	47	46	56	50
Zu wenig Abstellmöglichkeiten für Fahrräder	41	39	42	43	42	36	37	45	41
Ich fürchte, dass mein Fahrrad geklaut werden könnte	52	53	50	54	52	49	49	56	51
Zu kurze Wege – Gehdistanz	42	41	42	41	42	43	45	39	42
Keine gut ausgebauten Radwege bzw. Radfahrstreifen auf meinen Alltagswegen vorhanden	52	50	55	54	54	49	45	55	56
Es gibt keine Waschmöglichkeit für mich auf der Arbeit/ bei der Ausbildungsstätte	40	40	40	45	45	29	33	39	45
Es gibt zu wenige Fahrradleihstationen, wo ich lebe	25	27	23	33	24	19	23	24	26
Fahrrad ist unbequem zu erreichen (z.B. abgestellt im Keller)	33	29	38	39	35	28	28	38	34

Bekanntheit von städtischen Mobilitätsangeboten

StadtRAD

534 Nennungen (33%)

Keine

457 Nennungen (29%)

Leihräder (allg.)

447 Nennungen (28%)

Velorouten

35 Nennungen (2,2%)

Öffentliche Luftpumpen

31 Nennungen (1,9%)

Bike&Ride

29 Nennungen (1,8%)

Freizeitrouten&Radfernwege

12 Nennungen (0,8%)

Fahrradhäuschen

12 Nennungen (0,8%)

Fahrrad Routenplaner

3 Nennungen (0,2%)

Informationen auf der Webseite

1 Nennung

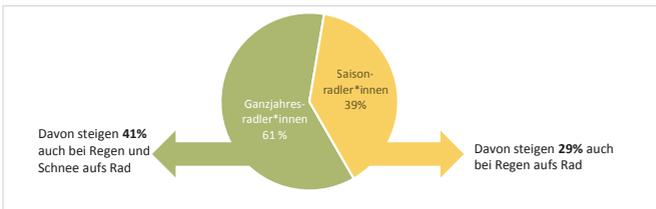
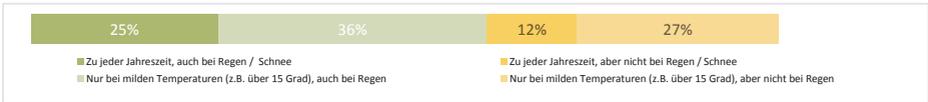
Fahrradstraßen

1 Nennung

Erkenntnisse der Forschung

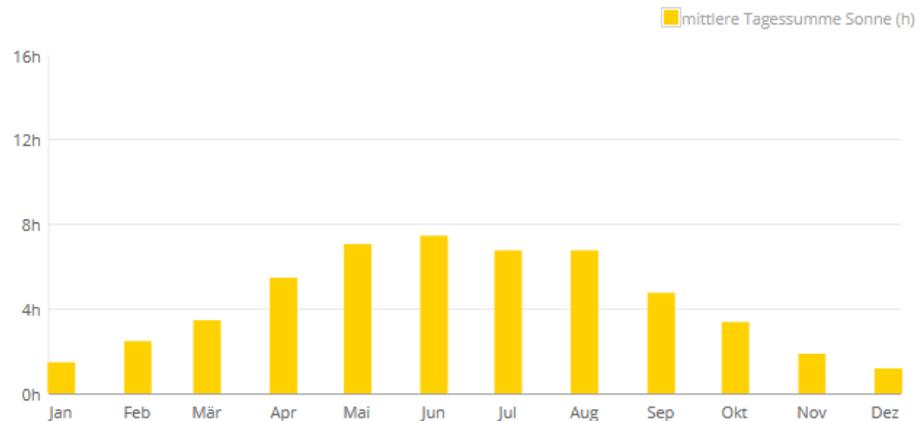
Radverkehr und Wetter in Hamburg

Einfluss des Wetters auf die Radfahrbereitschaft



Quelle: Sinus Markt- und Sozialforschung GmbH - Radverkehr und Lebensqualität in Hamburg 2018

Einfluss des Wetters - Sonnenschein



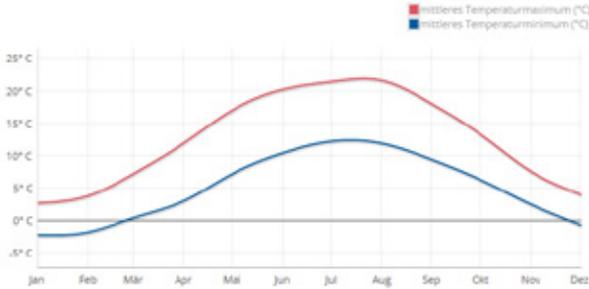
mittlere Tagessumme Sonne (h)

Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
1,4	2,4	3,4	5,4	7	7,4	6,7	6,7	4,7	3,3	1,8	1,1	4,3

Quelle: Deutscher Wetterdienst Hamburg, 2019



Einfluss des Wetters - Temperatur über das Gesamtjahr



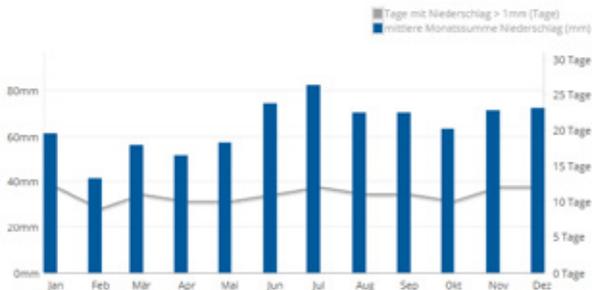
mittleres Temperaturmaximum (°C)

Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
2,7	3,8	7,2	11,9	17	20,2	21,4	21,6	18	13,3	7,6	4	12,4

mittleres Temperaturminimum (°C)

Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
-2,2	-1,8	0,4	3	7,2	10,4	12,2	11,9	9,4	6,3	2,5	-0,7	4,9

Einfluss des Wetters - Regen



mittlere Monatssumme Niederschlag (mm)

Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
61	41	56	51	57	74	82	70	70	63	71	72	770

Tage mit Niederschlag > 1mm (Tage)

Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
12	9	11	10	10	11	12	11	11	10	12	12	133

Quelle: Deutscher Wetterdienst Hamburg, 2019

Zukunftsthesen

Zukunft der Mobilität in der Stadt?

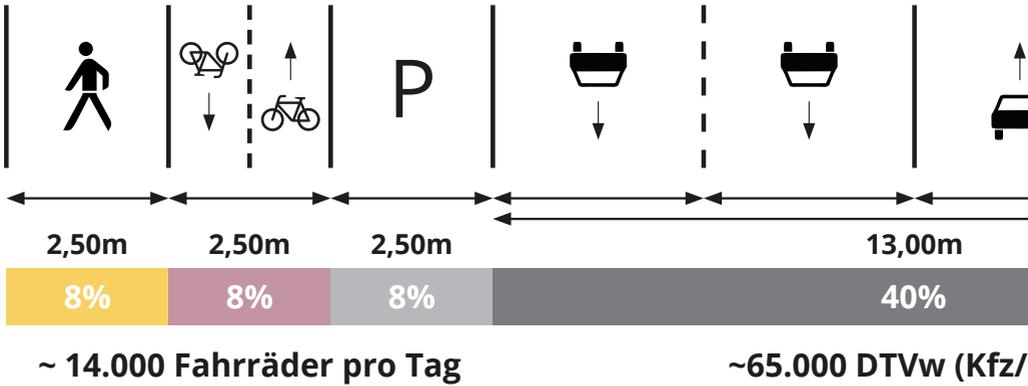
- **Reunion des Fahrrads**
- **Radverkehr stadtvträgliche Mobilität**
- **Gute Radverkehrsinfrastruktur und Einbindung neuer Technologien**
- **Umweltfreundliches, individuelles Verkehrsmittel**
- **Soziale Teilhabe**



Quelle: Eigene Aufnahme

Stadtverträgliche Mobilität

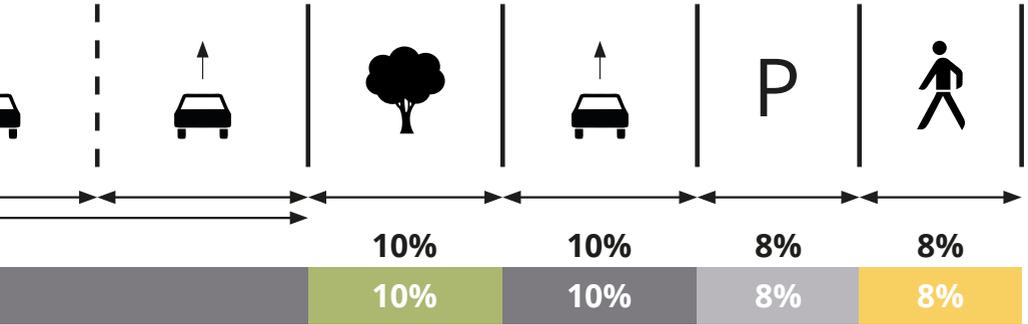
Beispiel Radverkehr in Hamburg an der Außenalster



Hamburg - Außenalster - Verhältnis Straßenraum



Quelle: Eigene Aufnahme

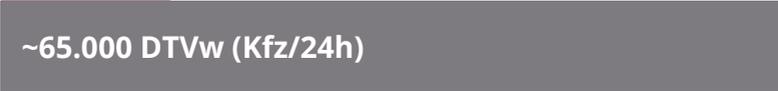


(24h)

Verkehrsstärken



~ 14.000 Fahrräder pro Tag



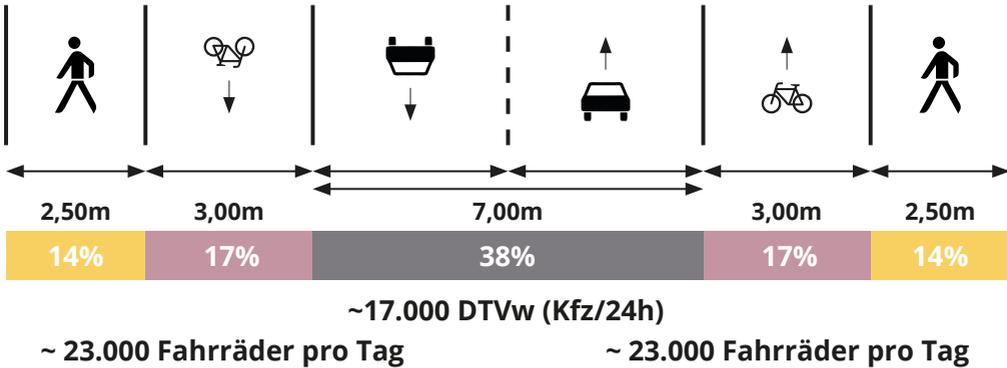
~65.000 DTVw (Kfz/24h)



Quelle: Eigene Aufnahme

Stadtverträgliche Mobilität

Beispiel Radverkehr in Kopenhagen auf der Nørrebrogade



Kopenhagen Nørrebrogade - Verhältnis Straßenraum



34%



38%



Quelle: Eigene Aufnahme



Die Betrachtung der Verkehrsmengen und dem in Anspruch genommenen Raum der Verkehrsmittel in Hamburg und Kopenhagen zeigt auf, dass im Verhältnis die Flächen für den Radverkehr effizienter genutzt werden, er beansprucht pro Radfahrer deutlich weniger Fläche. Darüber hinaus ermöglicht der Radverkehr wie auch der MIV eine individuelle Mobilität. Die Studie soll beispielhaft zeigen, wie stadtvträglich der Radverkehr im Vergleich zum MIV ist. Deshalb wird der Radverkehr zukünftig eine zentrale Rolle im Umweltverbund des Modal Splits in Hamburg einnehmen.

Verkehrsstärken



~ 46.000 Fahrräder pro Tag



~17.000 DTVw (Kfz/24h)



Quelle: Eigene Aufnahme



Quelle: Eigene Aufnahme

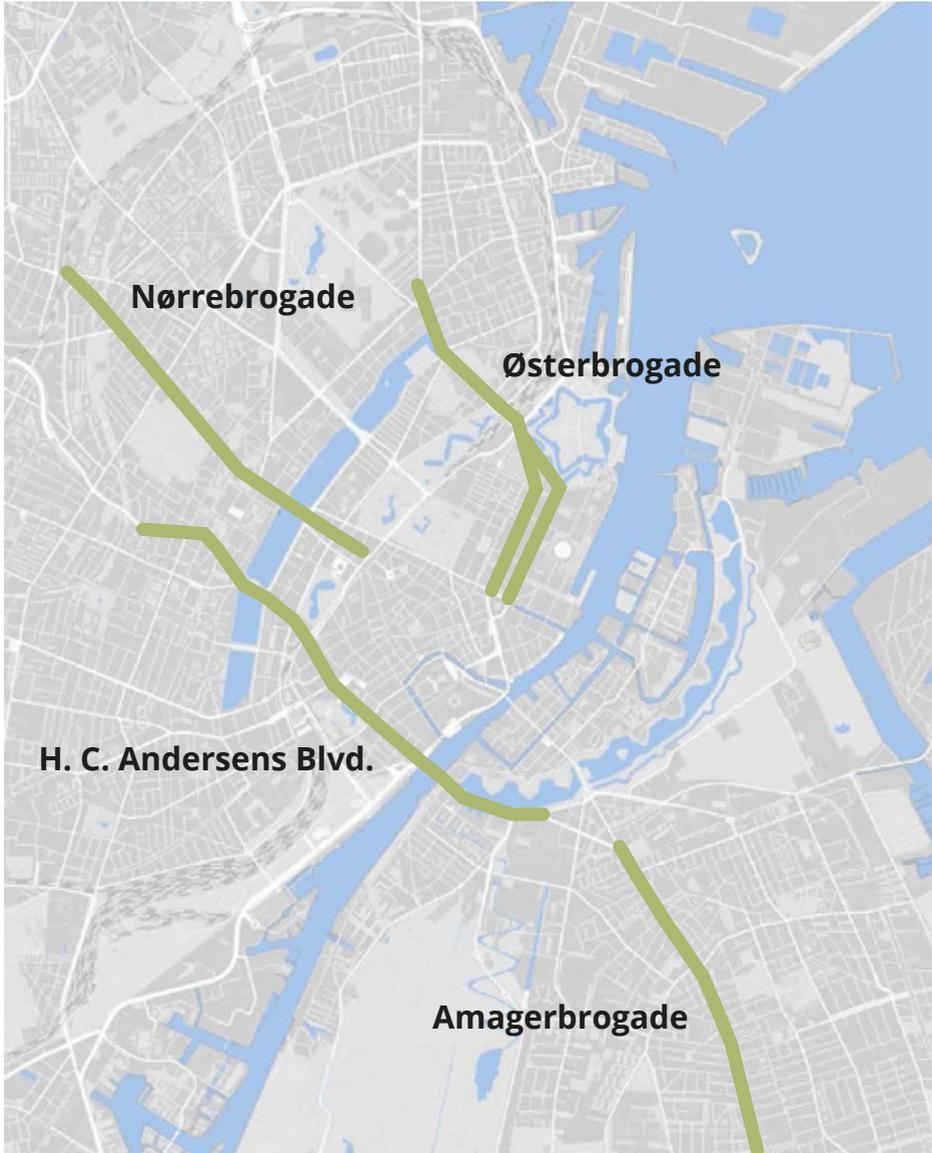
#3



Wie machen's andere ?

Kopenhagen macht es vor ...

Mehrere Grüne Wellen sind bereits eingerichtet worden



Übersicht über die Grünen Wellen in Kopenhagen Quelle: Mapz.com



Die Stadt Kopenhagen hat im Jahr 2017 einen Radverkehrsanteil von 25% am Modal Split und strebt bis 2025 eine Steigerung um 9% an (vgl. City of Copenhagen, S. 2).

Im Jahr 2007 ist die erste Grüne Welle für den Radverkehr auf der Nørrebrogade in Betrieb gegangen, heute fahren dort bis zu 46.000 Fahrräder pro Tag (vgl. Copenhagenize).

Für Radfahrende, die mit 20 km/h auf der Strecke fahren, funktioniert die Grüne Welle je nach Tageszeit stadtein- oder auswärts, sodass sie auf einer Strecke von circa 2,2 km mit 12 Lichtsignalanlagen freie Fahrt haben. Im Verlauf der Zeit kamen weitere Straßen hinzu.

Durch Schilder am Straßenrand, Markierungen auf der Fahrbahn und teilweise auch durch LED-Leuchten im Boden werden die relevanten Informationen, wie Zeiten der Grünen Welle, Richtgeschwindigkeit und Streckenverlauf, an die Radfahrer weitergegeben.



Grüne Welle in Kopenhagen - Bodenleuchten Quelle: TU Berlin, 2014

Kopenhagen macht es vor ...

Nørrebrogade mit ~46.000 Fahrrädern pro Tag



Grüne Welle auf der Nørrebrogade Quelle: Mapz.com



Beschilderung und Geschwindigkeitsbegrenzung Quelle: Eigene Aufnahme

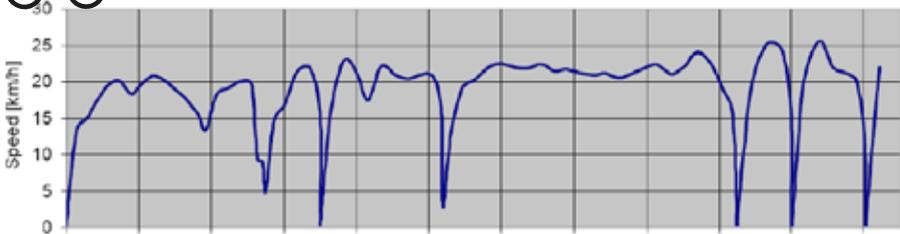
Kopenhagen macht es vor ...

Veränderung der Reisezeiten für den Radverkehr, MIV und ÖV auf der Nørrebrogade



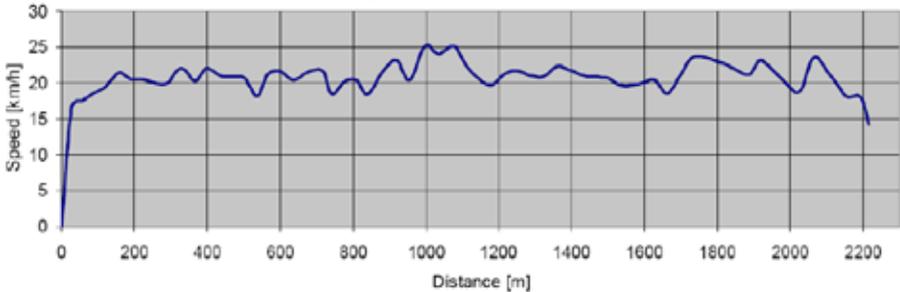
Speed profile - Nørrebrogade - bicycle (Before green wave)

To city centre in the morning - Travel time 08:54 - Average speed 15,12 km/h



Speed profile - Nørrebrogade - bicycle (After green wave)

To city centre in the morning - Travel time 06:25 - Average speed 20,72 km/h



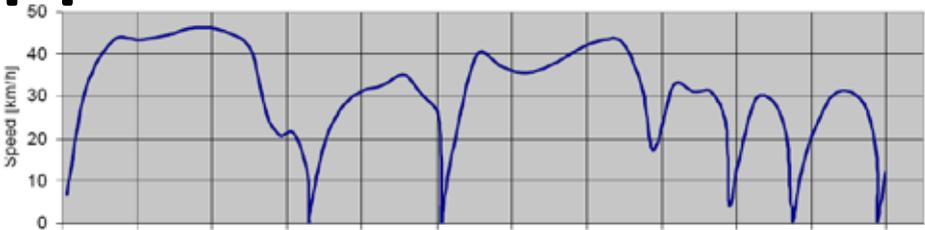
Effekte der Grünen Welle für den Radverkehr

	6 - 12			12 - 18		
	Grüne Welle	Anzahl Stops	Reisezeit sec.	Grüne Welle	Anzahl Stops	Reisezeit sec.
stadteinwärts	ja	-6x	-150	nein	0	-35
stadtauswärts	nein	-1x	-35	ja	-3x	-75

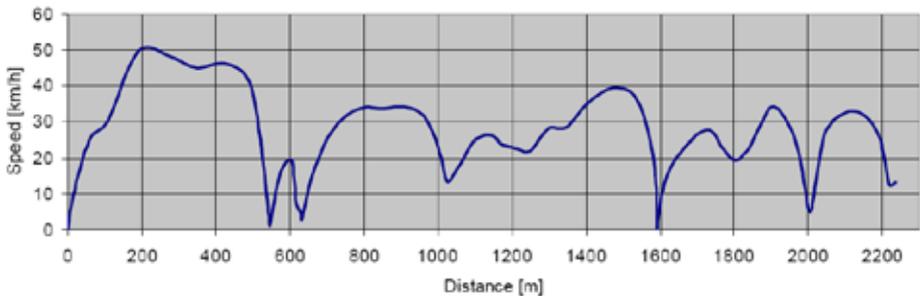
Quelle: City of Copenhagen, Velo-City 2007



Speed profile - Norrebrogade - car (Before green wave)
 To city centre in the morning - Travel time 05:54 - Average speed 22.34 km/h



Speed profile - Norrebrogade - car (After green wave)
 To city centre in the morning - Travel time 06:00 - Average speed 22.36 km/h



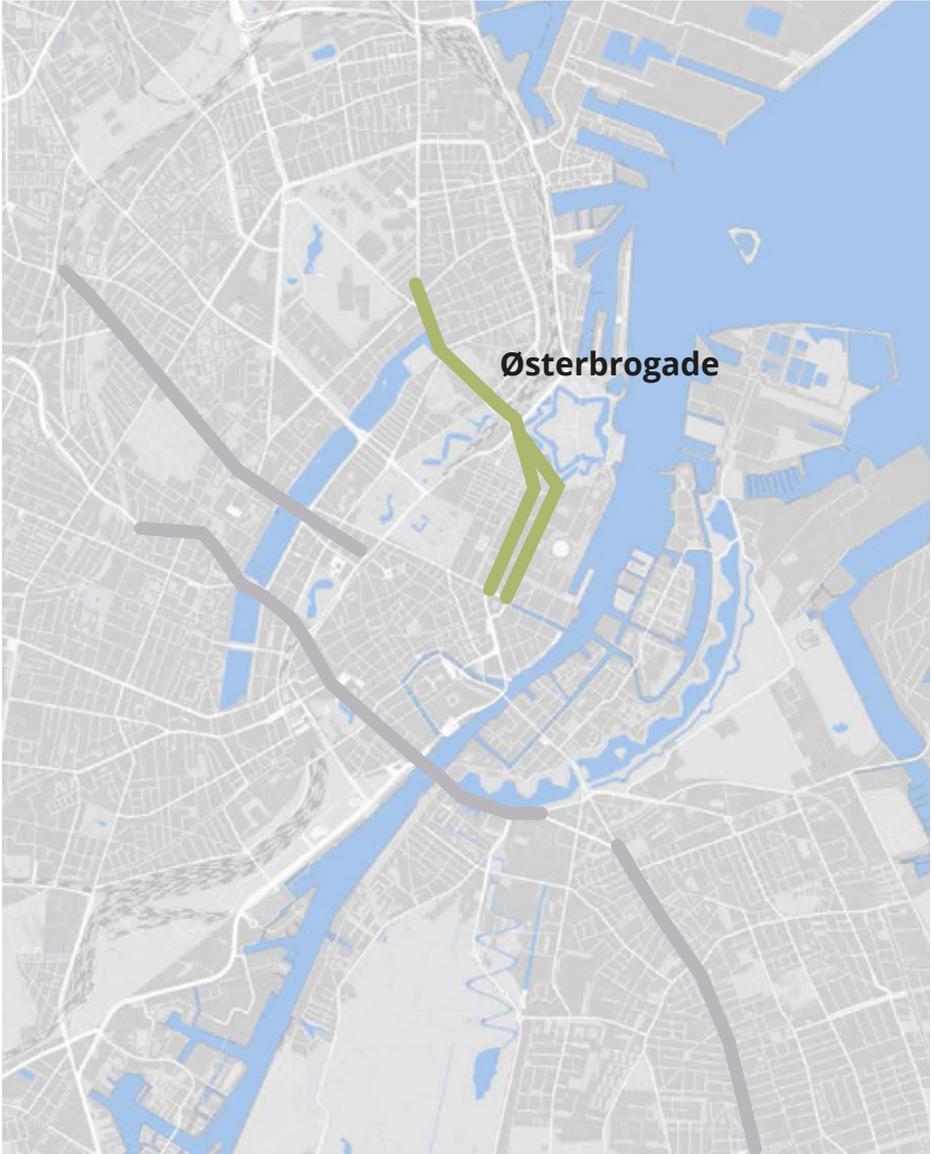
Effekte der Grünen Welle für den Kfz-Verkehr

	6 - 12			12 - 18		
	Grüne Welle	Anzahl Stops	Reisezeit sec.	Grüne Welle	Anzahl Stops	Reisezeit sec.
stadteinwärts	ja	-1x	0	nein	0	-30
stadtauswärts	nein	-1x	-30	ja	-1x	-50

Quelle: City of Copenhagen, Velo-City 2007

Kopenhagen macht es vor ...

Østerbrogade mit ~25.000 Fahrrädern pro Tag



Grüne Welle auf der Østerbrogade Quelle: Mapz.com



Beschilderung und Bodenmarkierung Quelle: Eigene Aufnahme

Grüne Welle weltweit ...

Zentrale Parameter bei bereits vorhandenen Grünen Wellen

	San Francisco	Amsterdam
Länge	1,6 km	0,6 km
Richtgeschwindigkeit	21 km/h	15 - 18 km/h
Art der Funktionsweise	Beschilderung	Beschilderung App

Bei der Betrachtung unterschiedlicher, bereits bestehenden Grünen Wellen hinsichtlich der Streckenlänge, der Progressionsgeschwindigkeit und der Art der funktionsweise lassen sich einige Gemeinsamkeiten feststellen.

Eine Streckenlänge einer Grünen Welle von über 3 km findet sich nicht. Die unterschiedlichen Geschwindigkeiten von Kfz- und Radverkehr in Längsrichtung der Grünen Welle und die Netzstrukturen der jeweiligen Stadt limitieren somit die maximale Länge.

Ebenso wird deutlich, dass es bei der Wahl der Progressions-



Kopenhagen	München	Bremen
2,2 km	2,3 km	2,5 km
20 km/h	20 km/h	18 km/h
Beschilderung LED	LSA	LSA

geschwindigkeit für die Grüne Welle des Radverkehrs große Unterschiede gibt. Die Spanne von 6 km/h zwischen der niedrigsten (Amsterdam: 15 km/h) und der höchsten (San Francisco: 21 km/h) ist im Radverkehr erheblich und verdeutlicht die Problematik der heterogenen Geschwindigkeiten.

Genauso gibt es starke Unterschiede bei der Informationsvermittlung, von Beschilderungen oder LED-Leuchten im Boden über Apps bis zu komplett fehlenden Informationen.

Quelle: TU Berlin, 2014



Quelle: Eigene Aufnahme

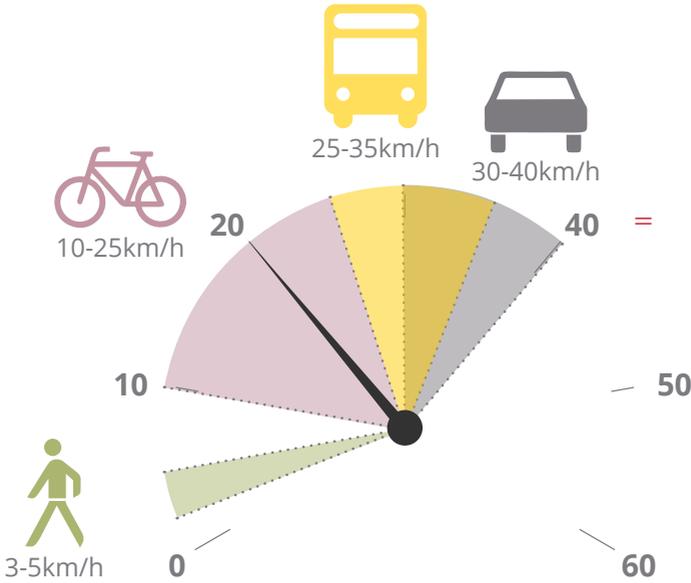
#4



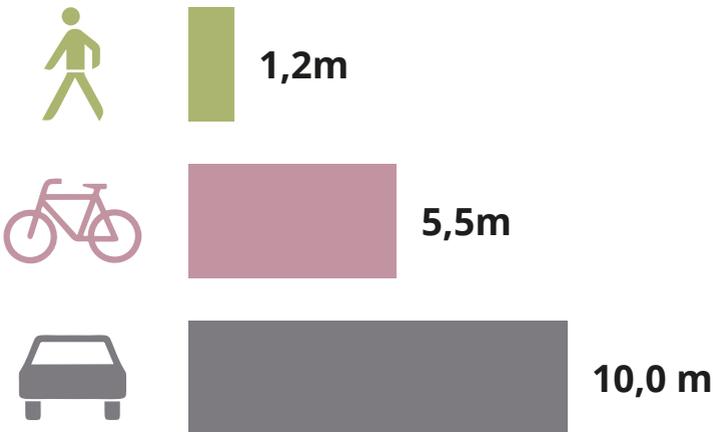
Toolbox für die Grüne Welle

Faktoren im Radverkehr

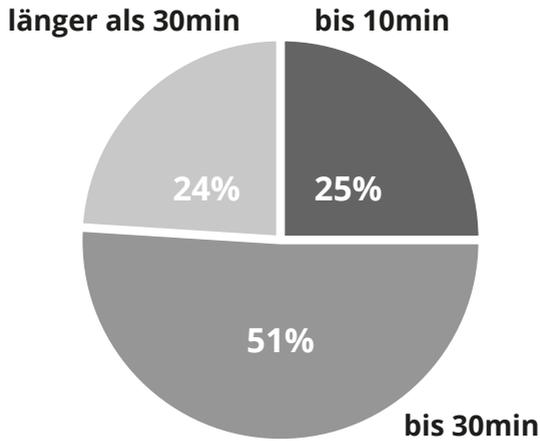
Herausforderung Geschwindigkeit - Zeit - Wege



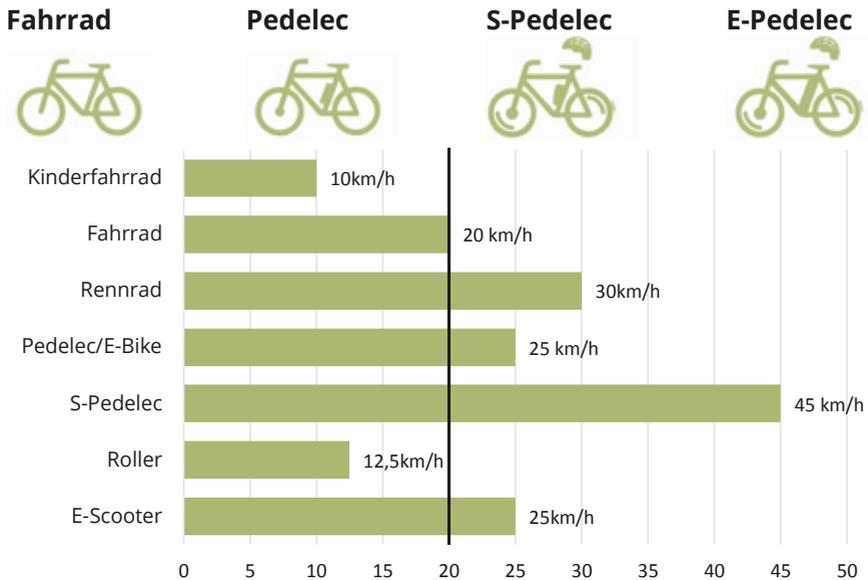
Reisegeschwindigkeit im Stadtverkehr Quelle: BMVIT Österreich



Zurückgelegter Weg in einer Sekunde Quelle: BMVIT Österreich



Wegezeit vom Wohnort zum Arbeitsort Quelle: BMVIT Österreich



Ø Geschwindigkeiten verschiedener Fahrradtypen Quelle: BMVIT Österreich

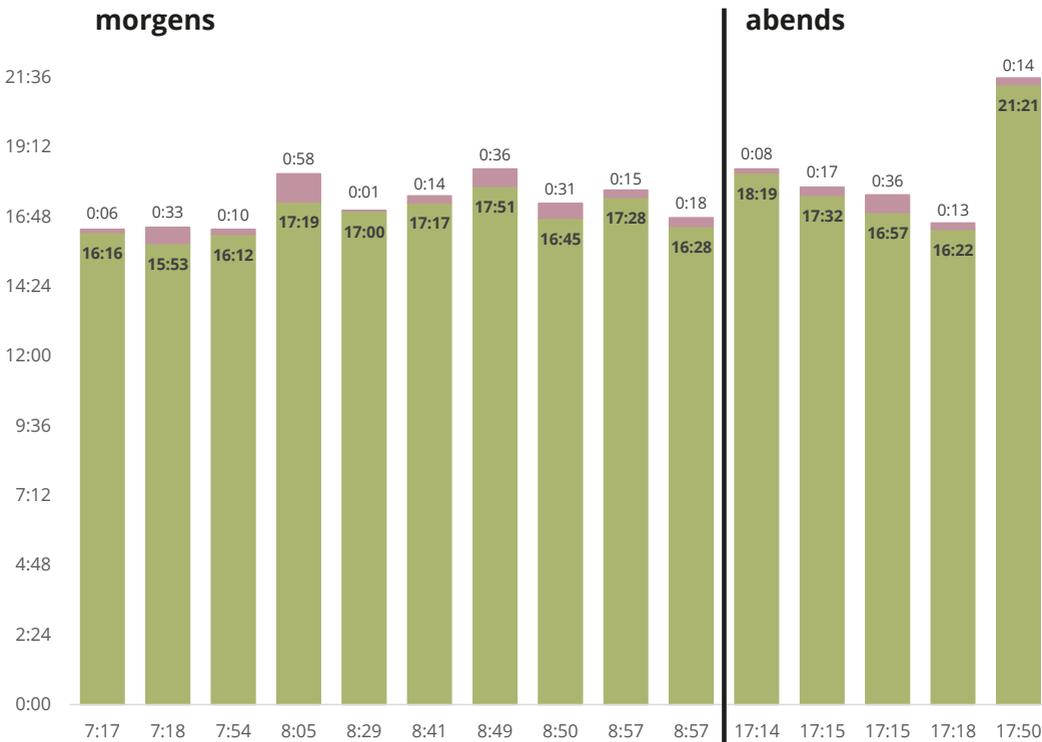
Untersuchung - Reisezeiten

Eigene Verfolgungsfahrten an Eilbekkanal und Alster

stadteinwärts - morgens, abends und nachts - Distanz 5,5km

Fahrtzeit **Ø 17:00 min**

Reisezeit **Ø 17:20 min**

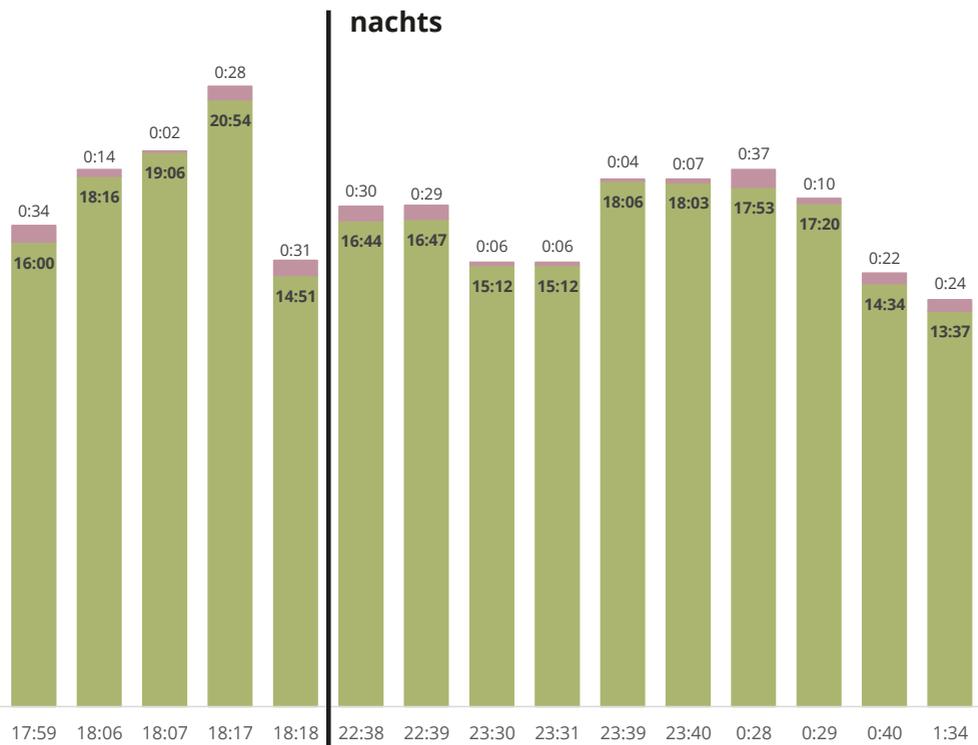


Quelle: Eigene Darstellung - Datengrundlage Strava, Inc.



Wartezeit **Ø 00:20 min**

km/h **Ø 19,5 km/h**



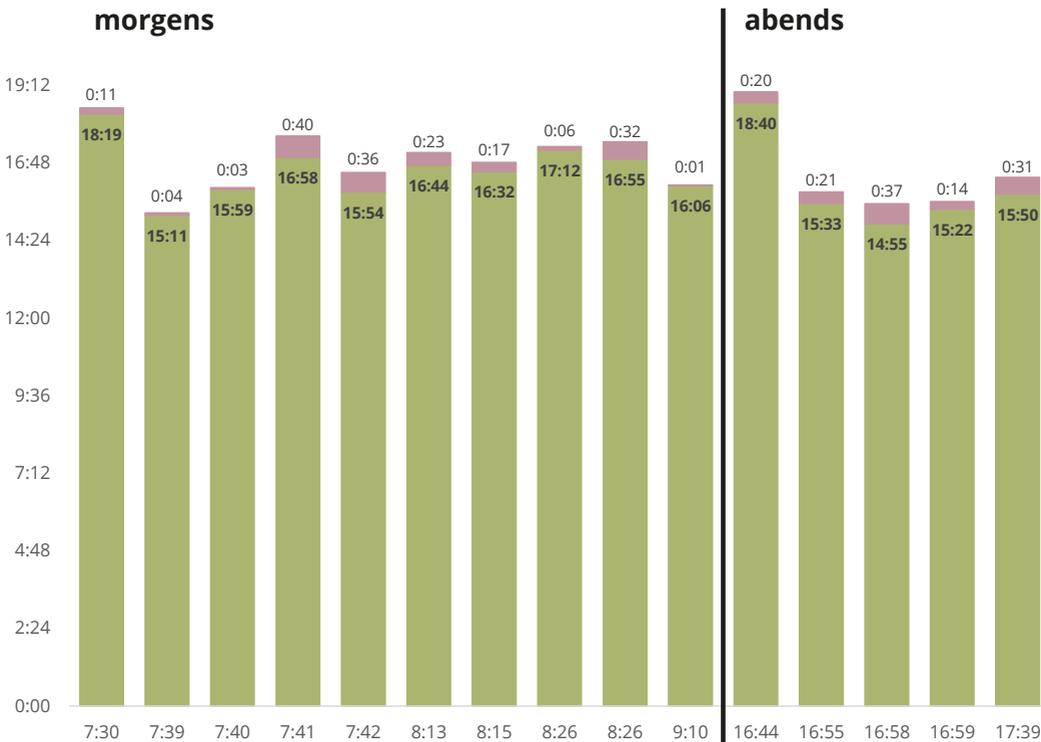
Untersuchung - Reisezeit

Eigene Verfolgungsfahrten an Eilbekkanal und Alster

stadtauswärts - morgens, abends und nachts - Distanz 5,5km

Fahrtzeit **Ø 16:00 min**

Reisezeit **Ø 16:20 min**

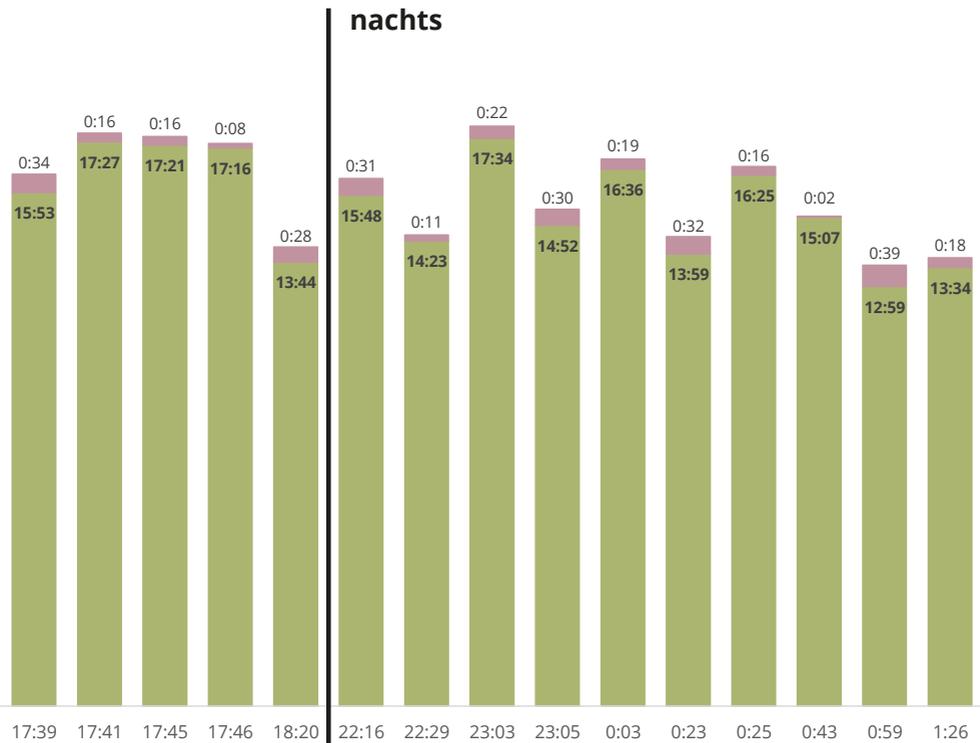


Quelle: Eigene Darstellung - Datengrundlage Strava, Inc.



Wartezeit **Ø 00:20 min**

km/h **Ø 20,9 km/h**



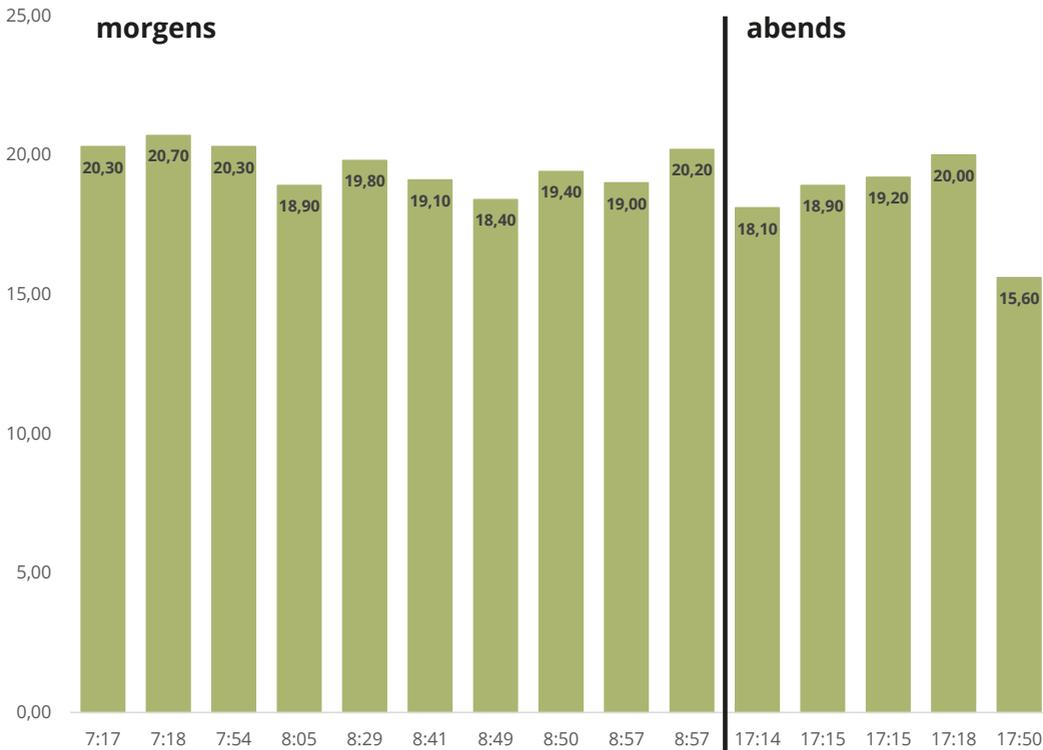
Untersuchung - Geschwindigkeit

Eigene Verfolgungsfahrten an Eilbekkanal und Alster

stadteinwärts - morgens, abends und nachts - Distanz 5,5km

Fahrtzeit **Ø 17:00 min**

Reisezeit **Ø 17:20 min**

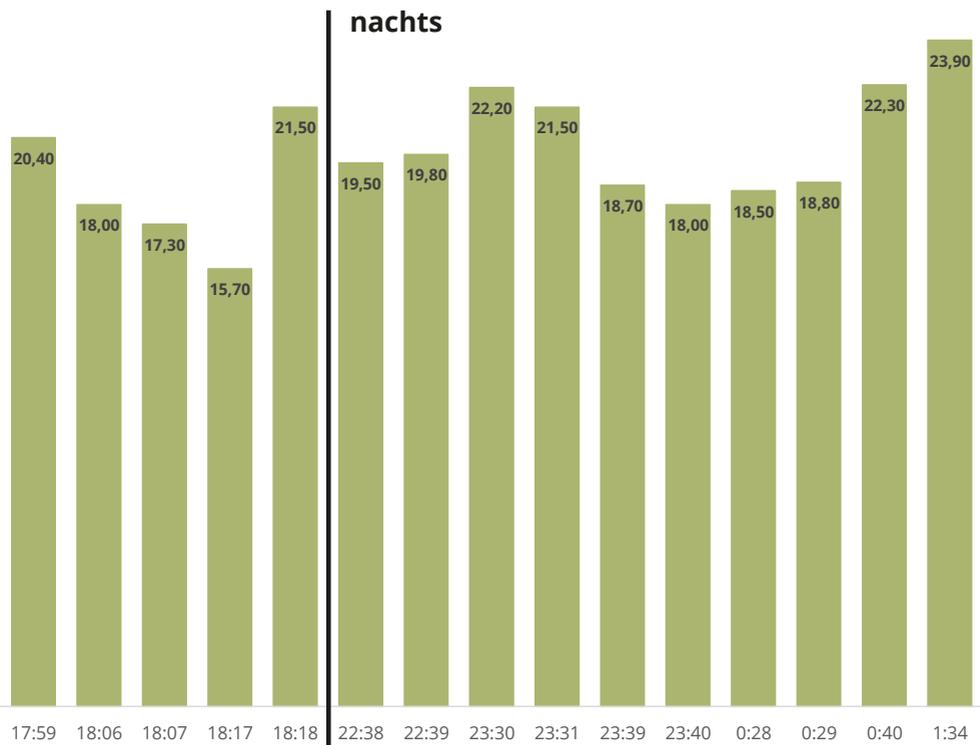


Quelle: Eigene Darstellung - Datengrundlage Strava, Inc.



Wartezeit **Ø 00:20 min**

km/h **Ø 19,5 km/h**



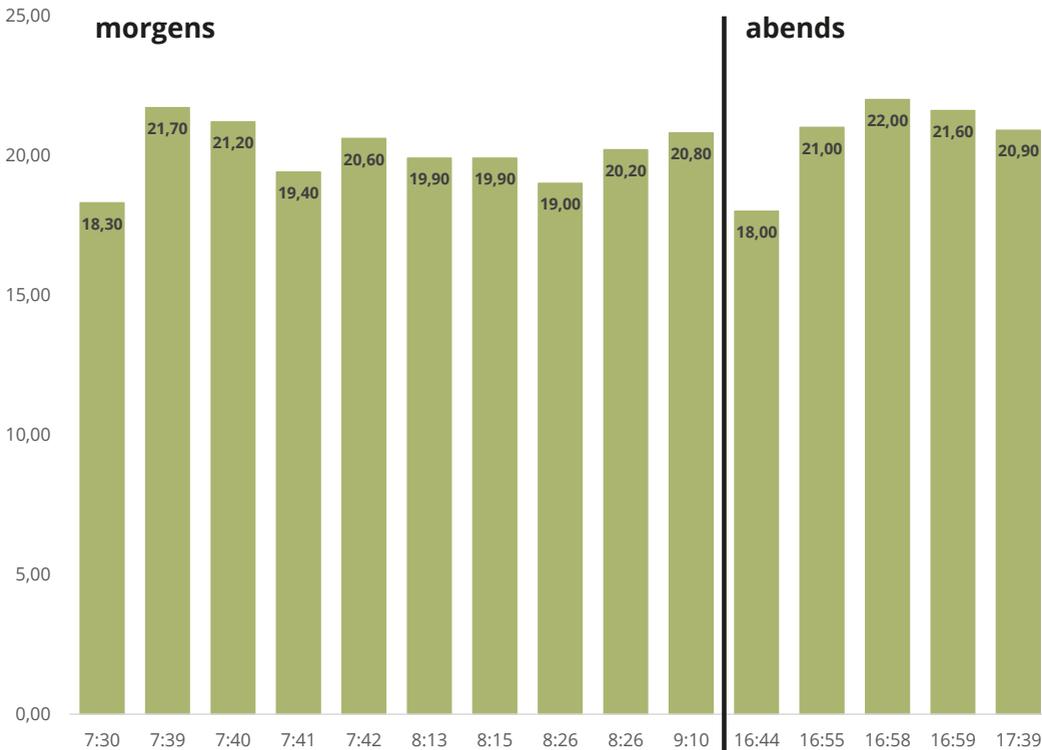
Untersuchung - Geschwindigkeit

Eigene Verfolgungsfahrten an Eilbekkanal und Alster

stadtauswärts - morgens, abends und nachts - Distanz 5,5km

Fahrtzeit **Ø 16:00 min**

Reisezeit **Ø 16:20 min**

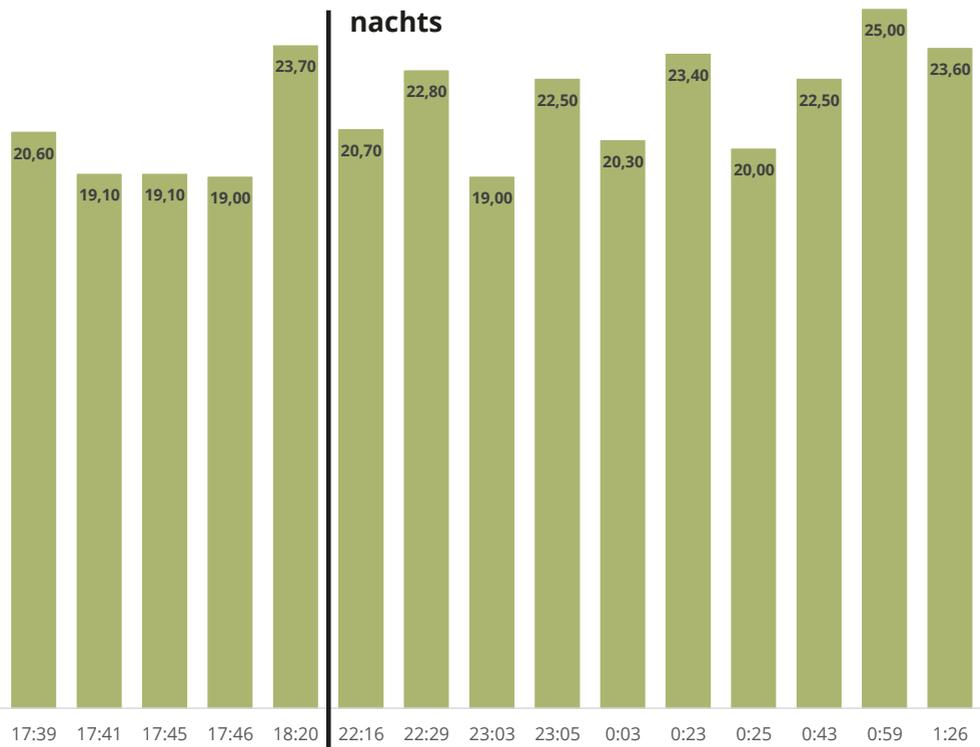


Quelle: Eigene Darstellung - Datengrundlage Strava, Inc.



Wartezeit **Ø 00:20 min**

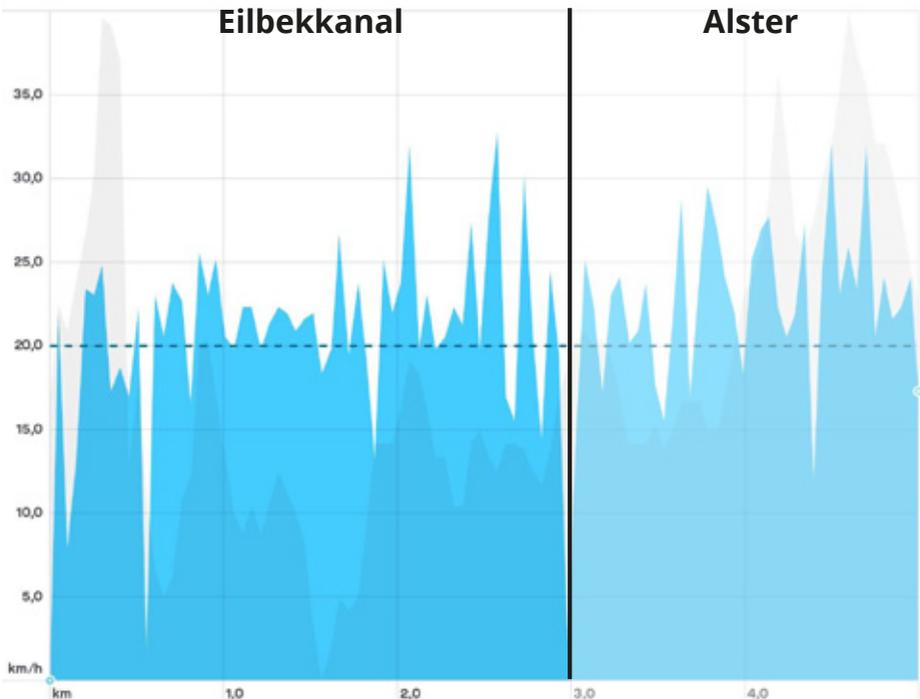
km/h **Ø 20,9 km/h**



Untersuchung - Beispiel

Eigene Verfolgungsfahrten an Eilbekkanal und Alster
Grafische Auswertung der Untersuchungsfahrten

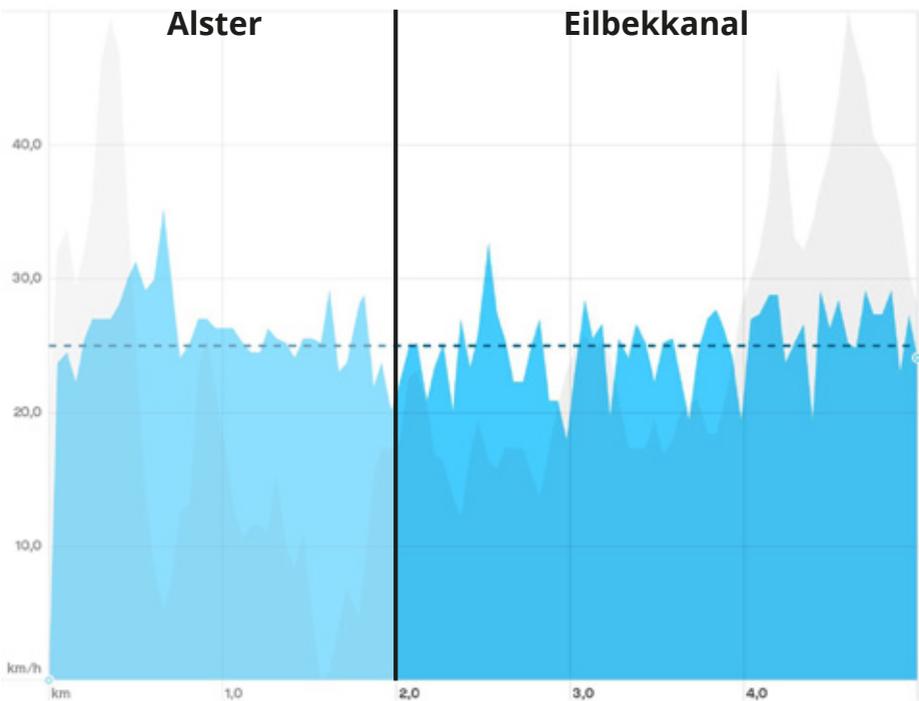
Referenz morgens stadteinwärts - „Klassiker“



Quelle: Eigene Darstellung - Datengrundlage Strava, Inc.



Referenz nachts stadtauswärts - „Simulation“ Grüne Welle



Quelle: Eigene Darstellung - Datengrundlage Strava, Inc.

Thesen zur Grünen Welle

Was kann die Grüne Welle für den Radverkehr leisten und welche Verbesserungen sind möglich?

#komfortabel + bequem + abschätzbar

#Reduzierung der Verlustzeiten und Anzahl der Haltevorgänge

#gleichzeitige Erhöhung der durchschnittlichen Reisegeschwindigkeiten

#Verbesserung des Verkehrsflusses

#Erhöhung der Verkehrssicherheit

#Homogenisierung der Geschwindigkeiten im Radverkehr



Quelle: Eigene Aufnahme

Grüne-Welle-Toolbox

Zentrale Rahmenbedingungen und Herausforderungen für die Einrichtung einer Grünen Welle für den Radverkehr

2-3km Länge

~20km/h

Lichtsignalanlagen

Kodex



+ **Wegequalität**

+ **Wegeführung**

+ **Querverkehr / Knotenpunkte**

+ **Abstände der Knotenpunkte**

+ **Geschwindigkeitsbegrenzung Kfz**

+ **Busverkehr**



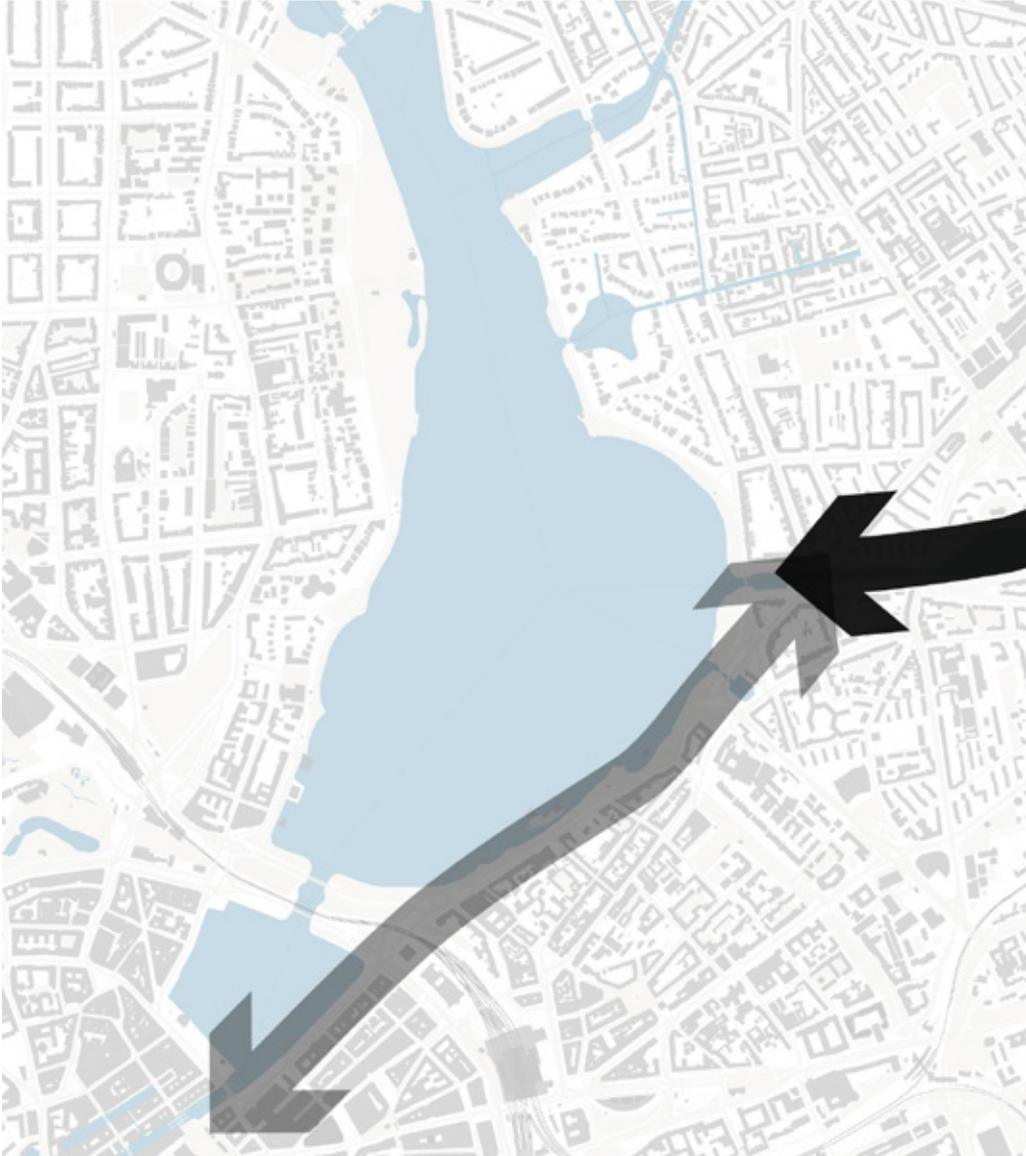
#5



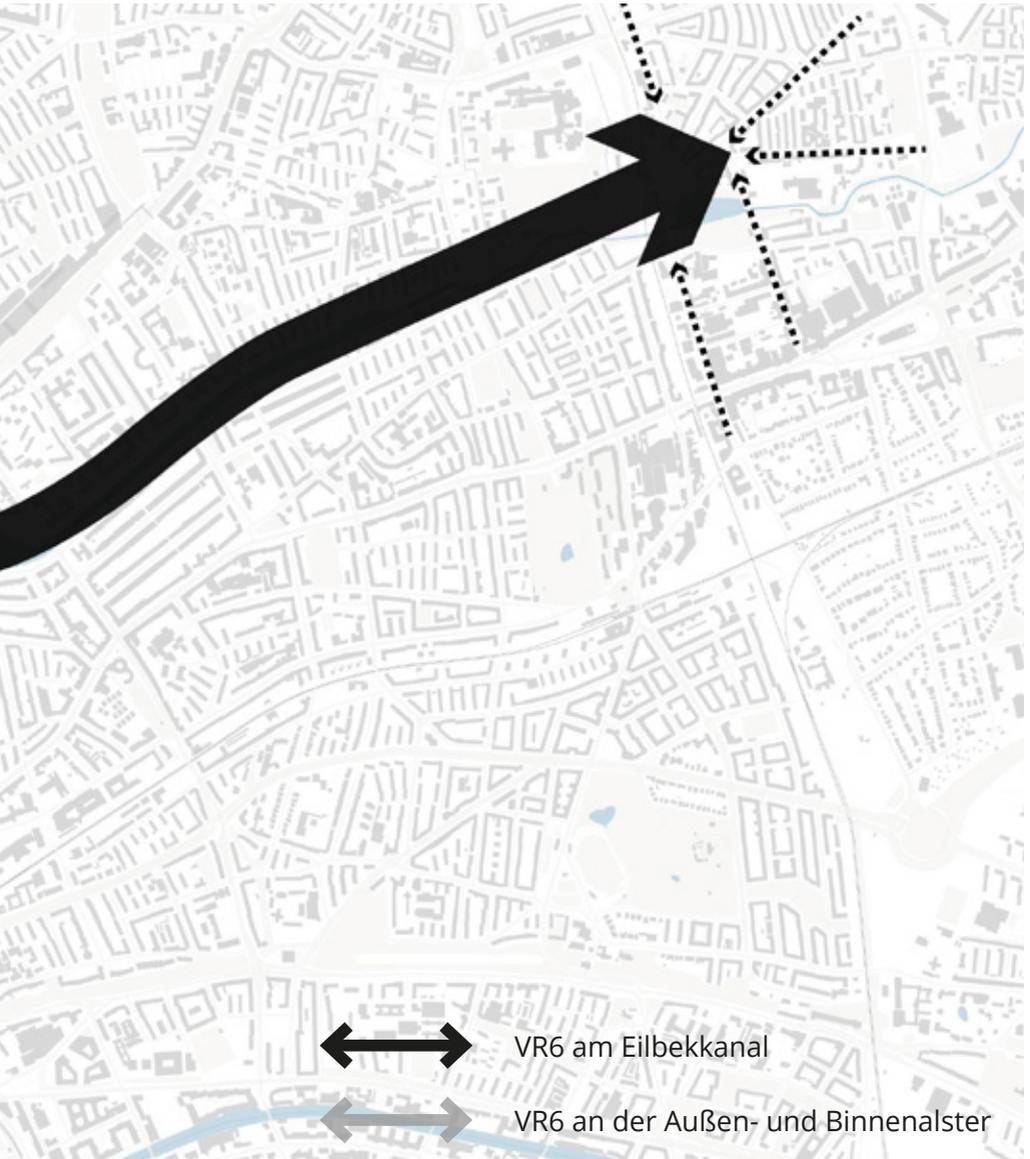
Grüne Welle am Eilbekkanal

Fokus Eilbekkanal -VR 6

Von der S-Bahnstation Friedrichsberg entlang des Eilbekkanals bis zur Mundsbürger Brücke



Quelle: Kartengrundlage: Landesbetrieb Geoinformation und Vermessung 2019



VR6 am Eilbekkanal



VR6 an der Außen- und Binnentalster

Straßentypisierung

Fahrradstraße, Fahrrad im Mischverkehr und grüne Radwege
abseits des Kfz-Verkehrs

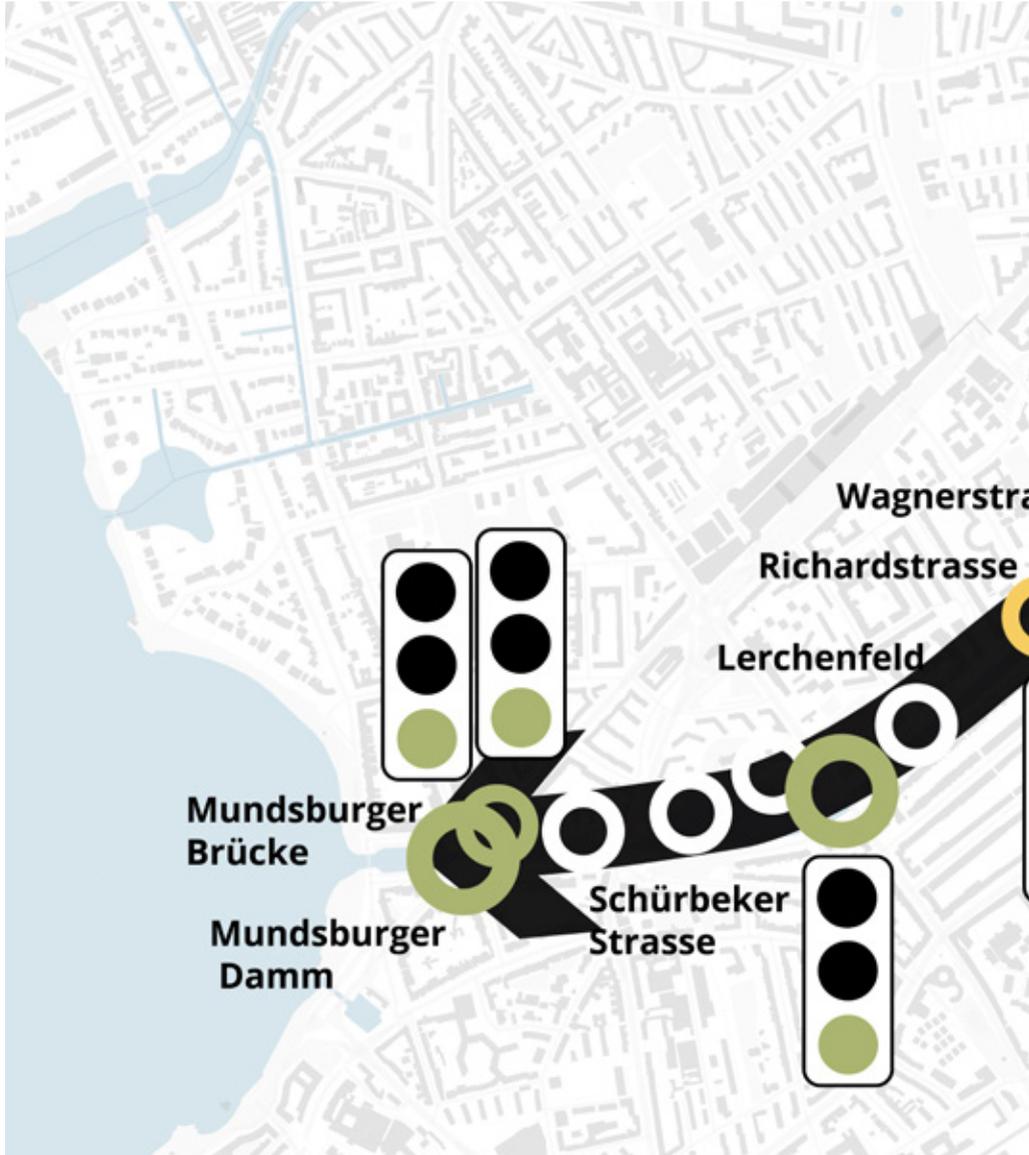


Quelle: Kartengrundlage: Landesbetrieb Geoinformation und Vermessung 2019

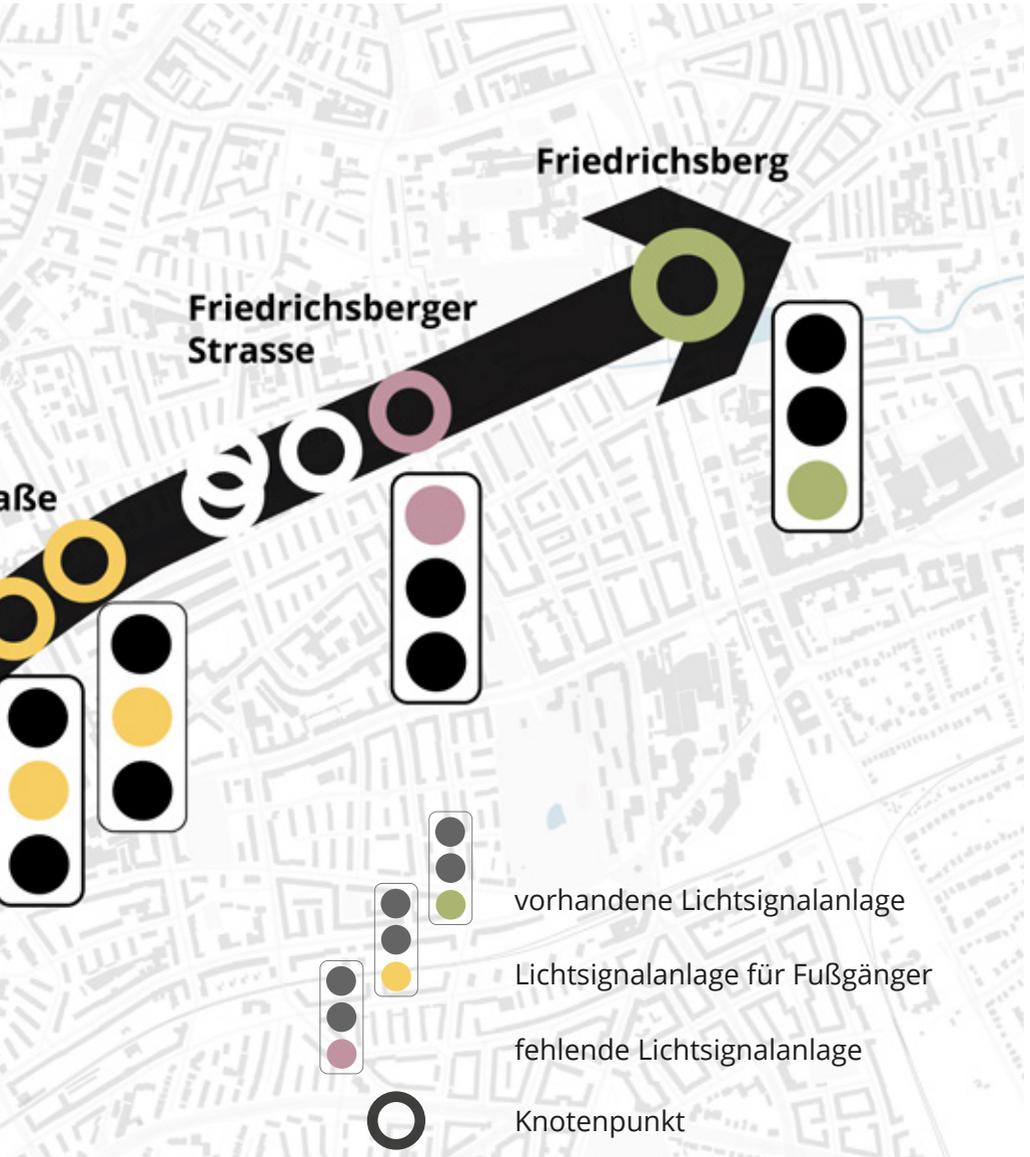


Knotenpunkte

Bestehende und fehlende Lichtsignalanlagen entlang des Teilschnittes der Veloroute 6

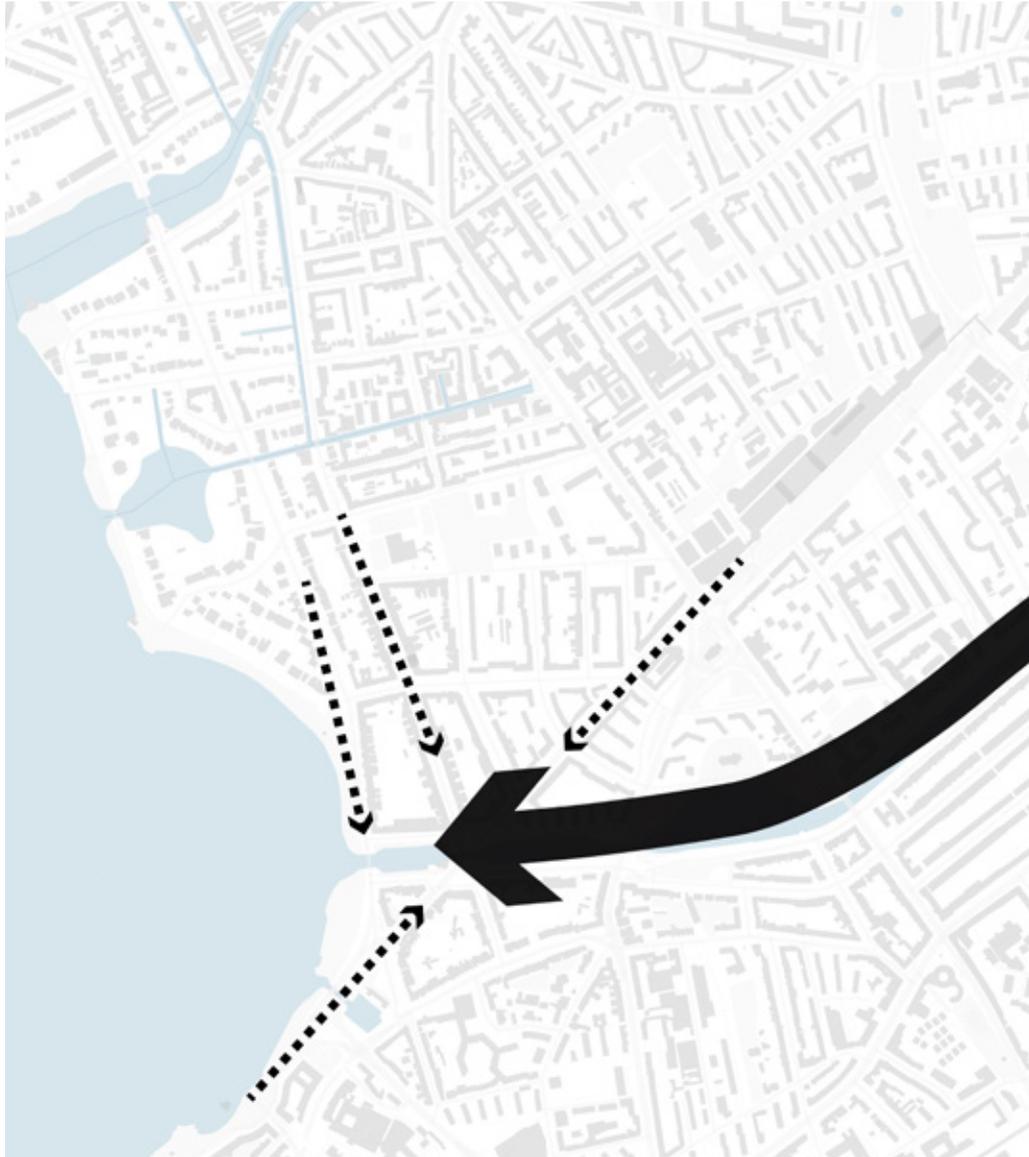


Quelle: Kartengrundlage: Landesbetrieb Geoinformation und Vermessung 2019

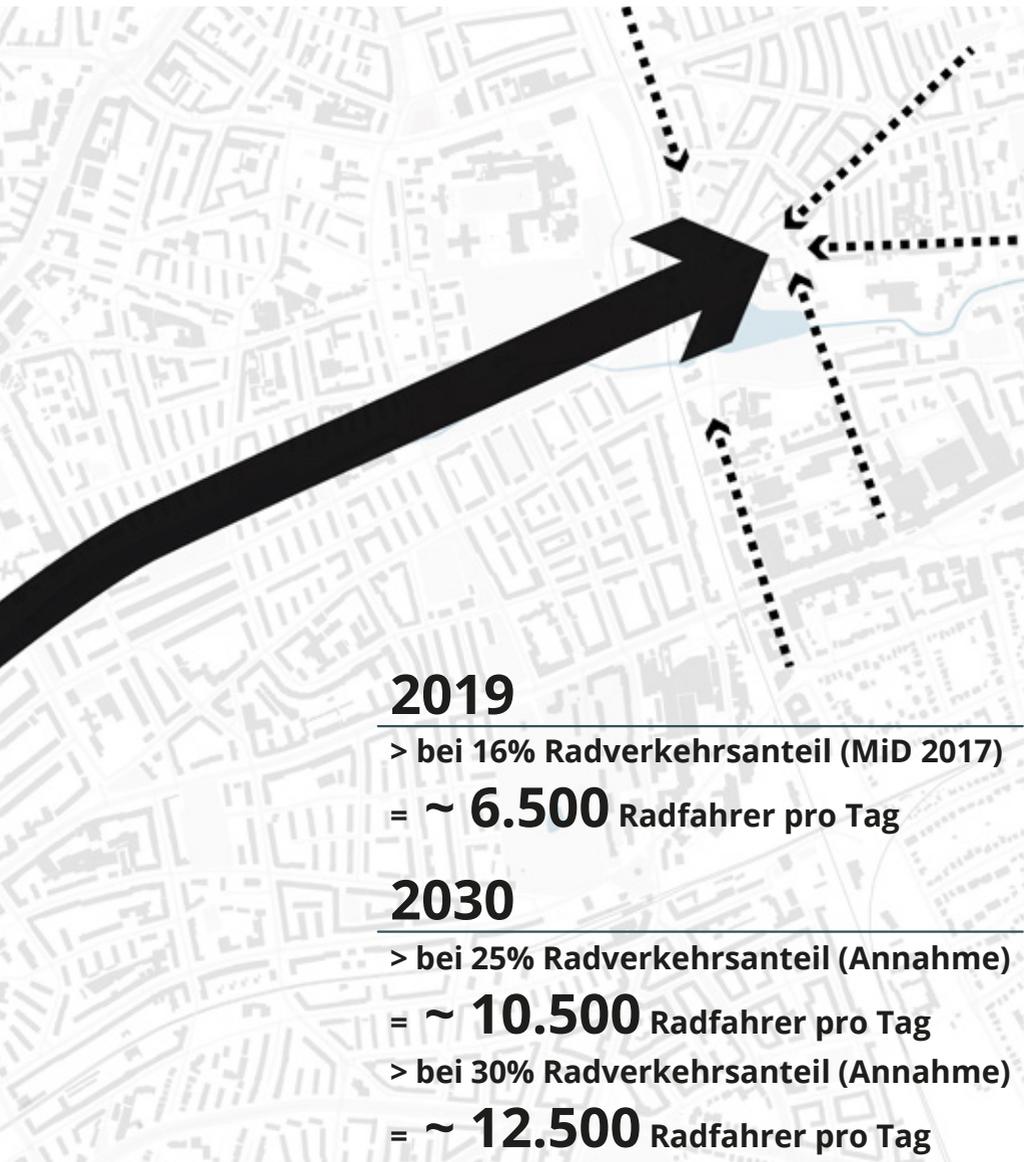


Vergleich 2019 und 2030

Gezählte max. Radverkehrsstärken an der Uferstraße mit
prozentualem Anteil laut MiD2017 und eigener Prognose

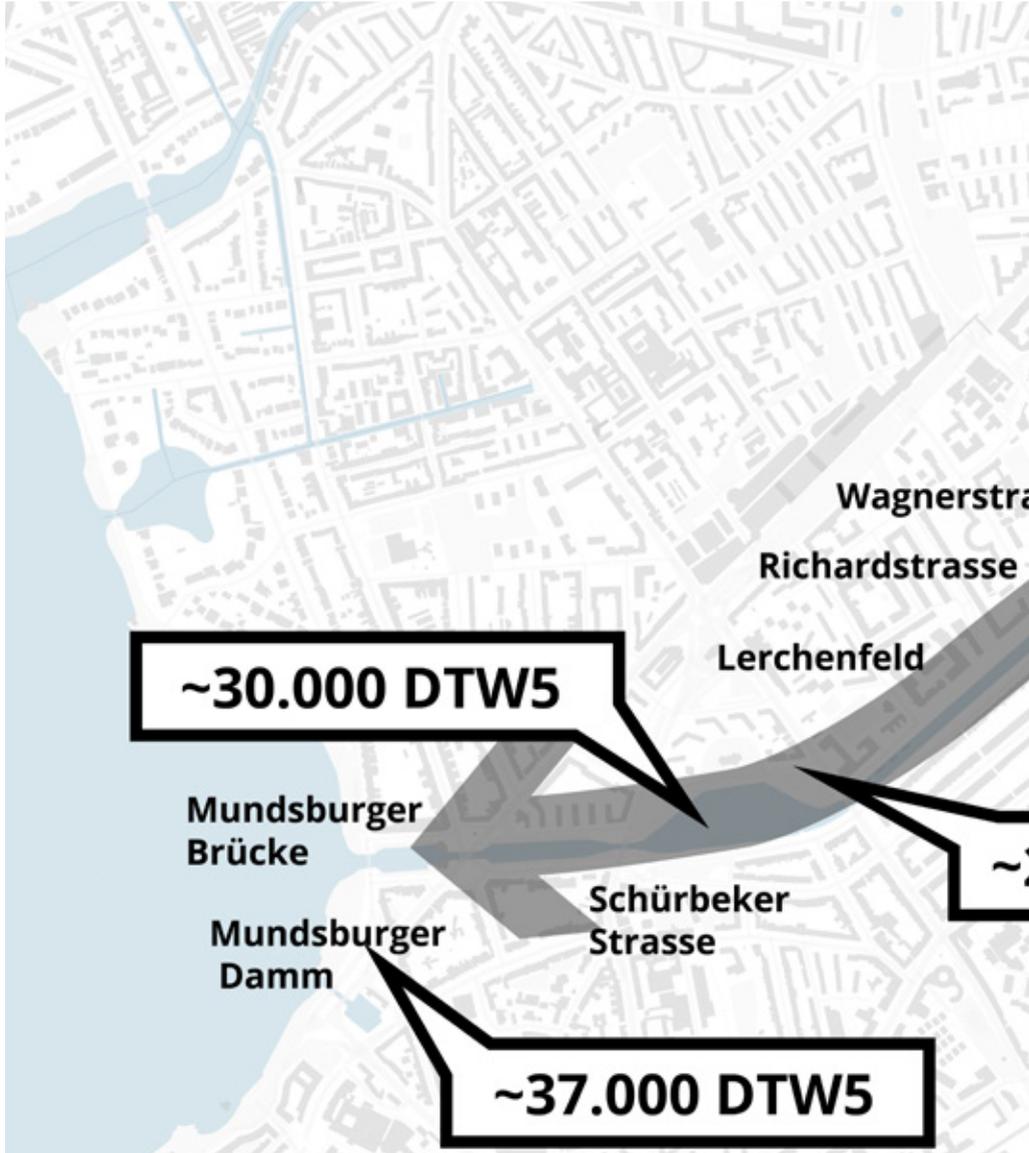


Quelle: Kartengrundlage: Landesbetrieb Geoinformation und Vermessung 2019

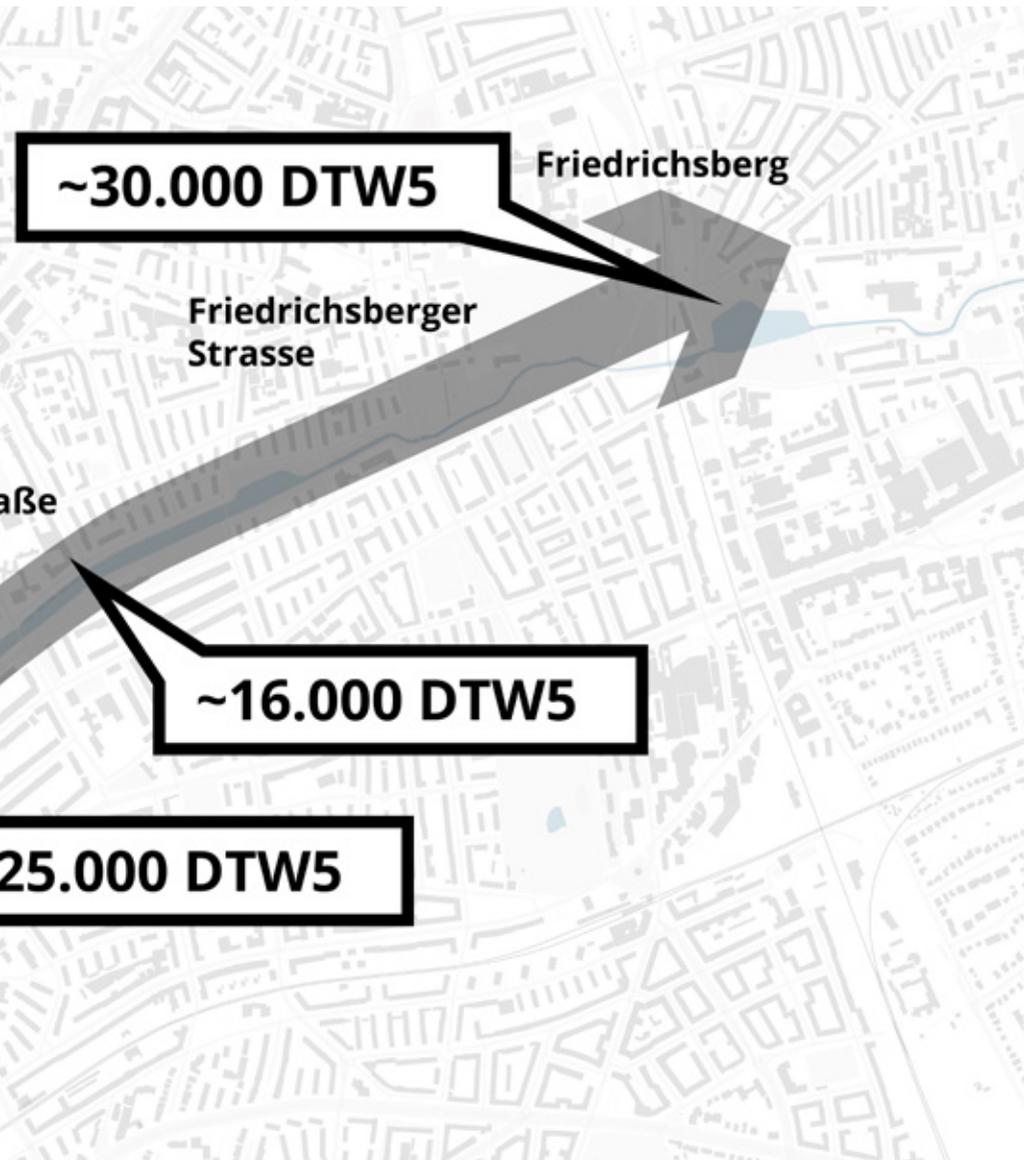


DTVw - Verkehrsstärken

Verkehrsstärken des querenden Kfz-Verkehrs auf dem Teilabschnitt der Veloroute 6



Quelle: Kartengrundlage: Landesbetrieb Geoinformation und Vermessung 2019



Grüne Welle Kfz-Verkehr

Koordinierungen im Bestand rund um den Eilbekkanal



Quelle: Kartengrundlage: Landesbetrieb Geoinformation und Vermessung 2019



Was können wir für die Grüne Welle für den Radverkehr lernen?

#einheitliche Umlaufzeiten der LSA (90s, 60s, 45s je nach Tageszeit)

#verkehrsabhängige oder (Festzeit-)Steuerung der LSA

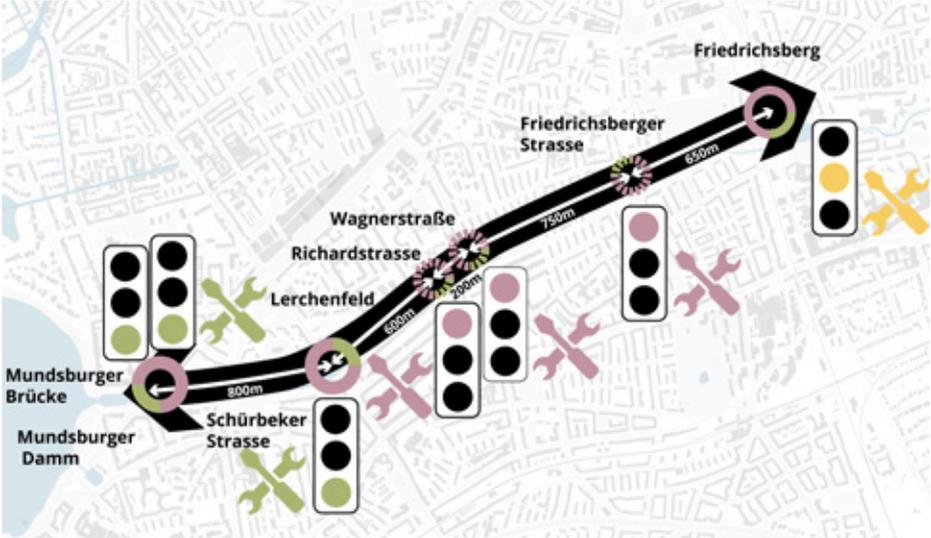
#Knotenpunktabstände bei koordinierten LSA im Kfz-Verkehr bis zu 750m (RiLSA)

#keine Entfernungsangabe der Knotenpunkt-abstände bei Koordinierung des Radverkehrs

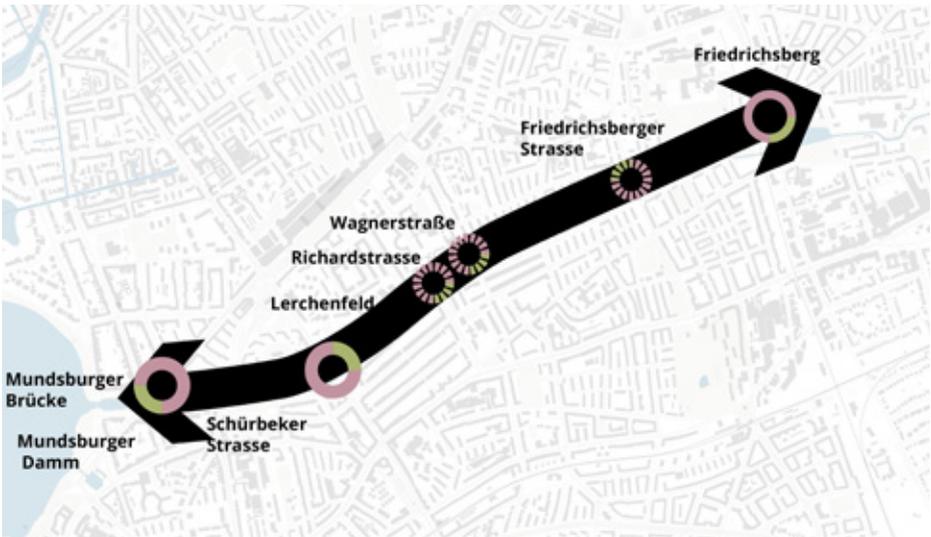
#Homogenisierung der Geschwindigkeiten (Progressionsgeschwindigkeiten zwischen 16-20km/h)

Grüne Welle Radverkehr

verknüpfen - koordinieren - anzeigen



Grüne Welle LSA ertüchtigen Quelle: Kartengrundlage: LBV Hamburg 2019



Grüne Welle verknüpfen Quelle: Kartengrundlage: LBV Hamburg 2019



Grüne Welle koordinieren Quelle: Kartengrundlage: LBV Hamburg 2019



Grüne Welle anzeigen Quelle: Kartengrundlage: LBV Hamburg 2019

Grüne Welle Radverkehr

Wichtige Parameter für die Konzeptionierung der Grünen Welle

20 km/h bzw. 5,5 m/s
durchschnittliche Geschwindigkeit

90 s
Umlaufzeit
2019



90 s
Umlaufzeit
2030



3.000 m
Streckenlänge



max. sechs Wellen



10 s =
Freigabezeit

14 Radfahrer pro Welle

(2 m Rad, 2 m Abstand)

ca. **500 – 600**

Radfahrer/h

aktuelle Spitze

Eilbekkanal

~ **500** Radfahrer/h

(heute bei 16%

Radverkersanteil)

= **10 s Freigabe**
ausreichend

20 s =
Freigabezeit

28 Radfahrer pro Welle

(2 m Rad, 2 m Abstand)

ca. **1000 – 1200**

Radfahrer/h

aktuelle Spitze

Eilbekkanal

~ **1250** Radfahrer/h

(2030 bei 25%

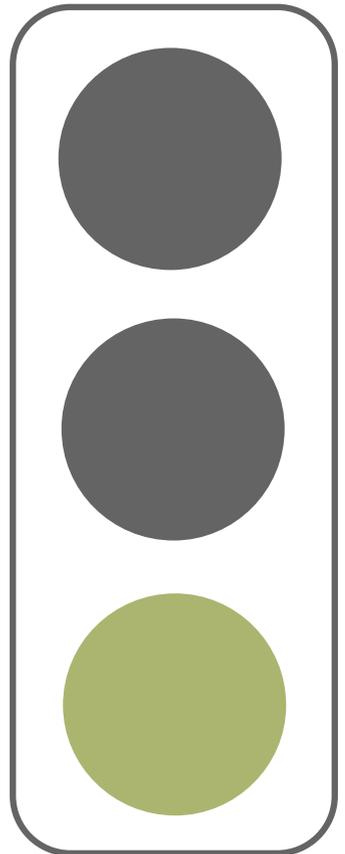
Radverkersanteil)

= **20 s Freigabe** nur
knapp ausreichend

Grüne Welle Radverkehr

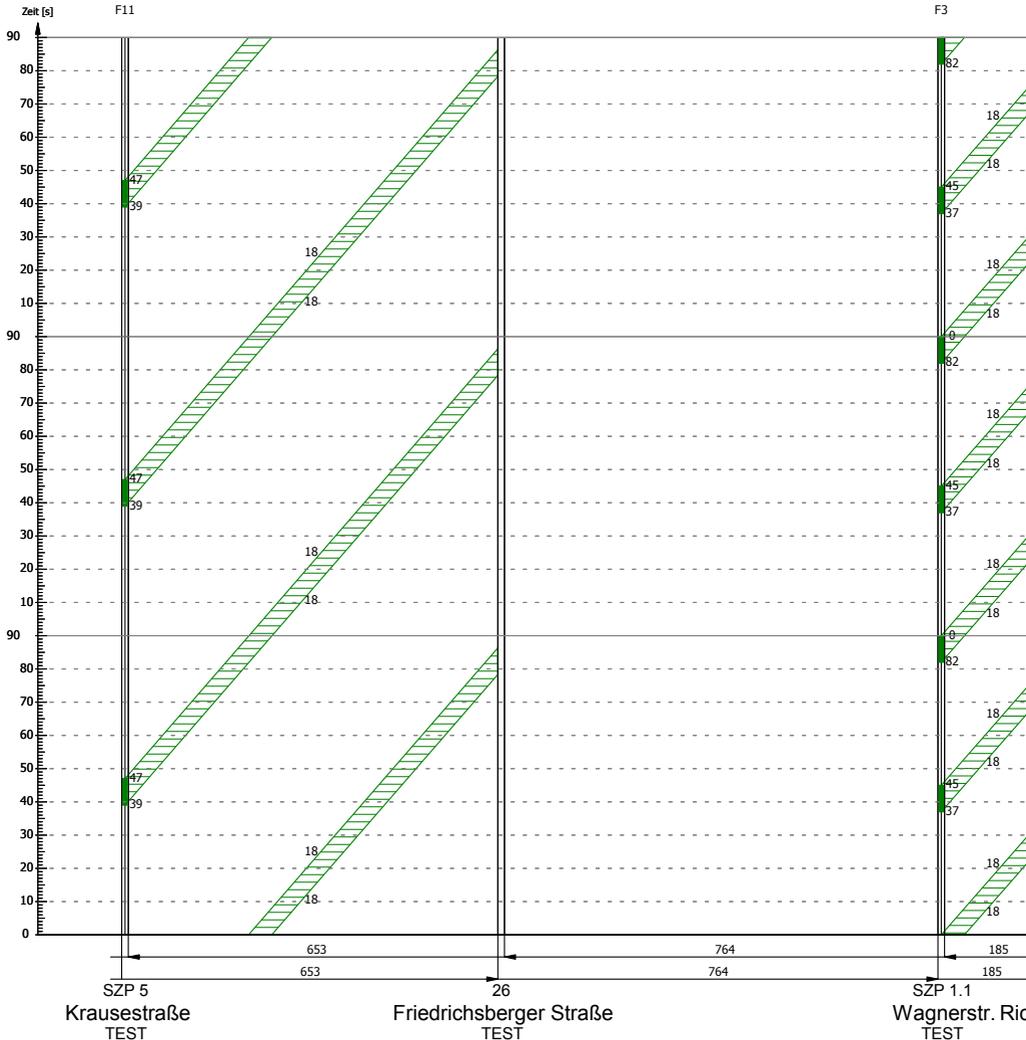
Technische Machbarkeit und Umsetzung





Bestand 18 km/h

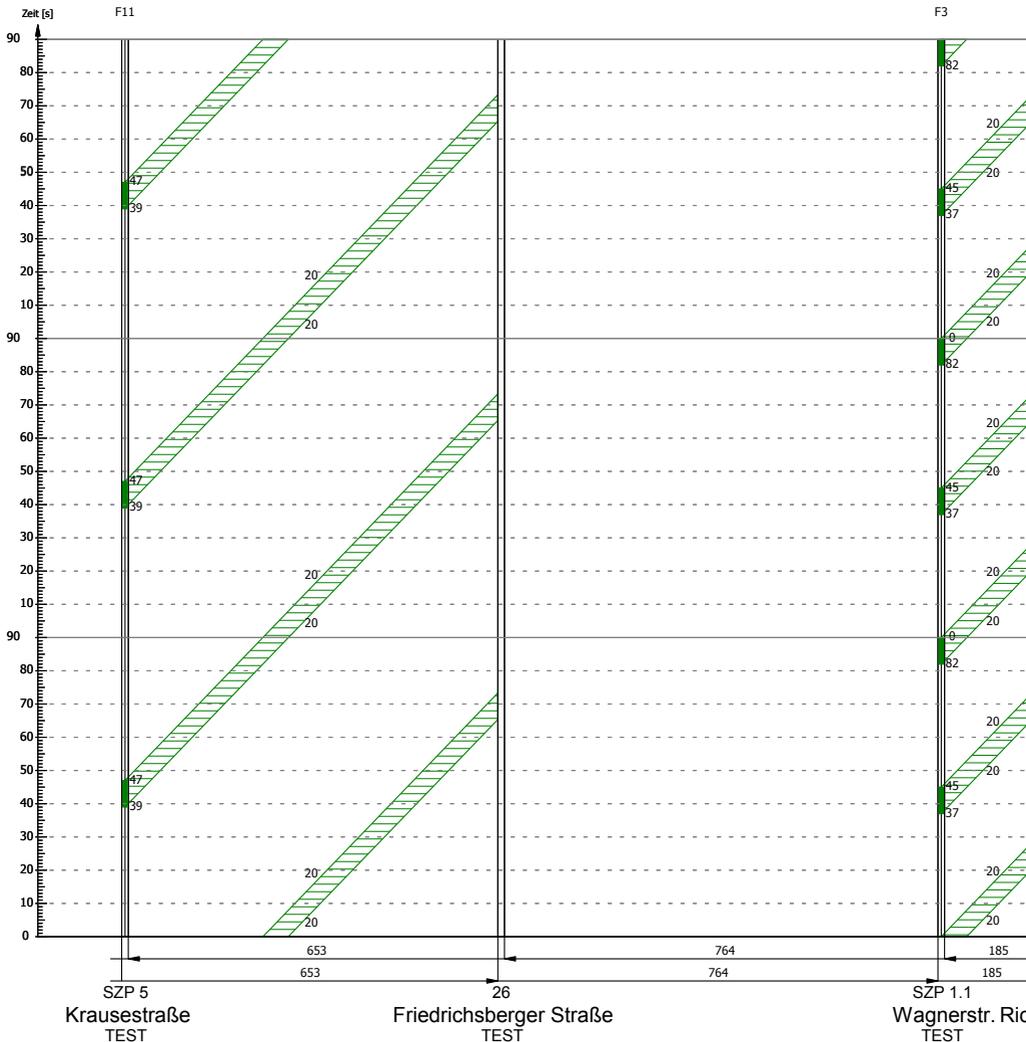
STADTEINWÄRTS - Grüne Welle für den Radverkehr?



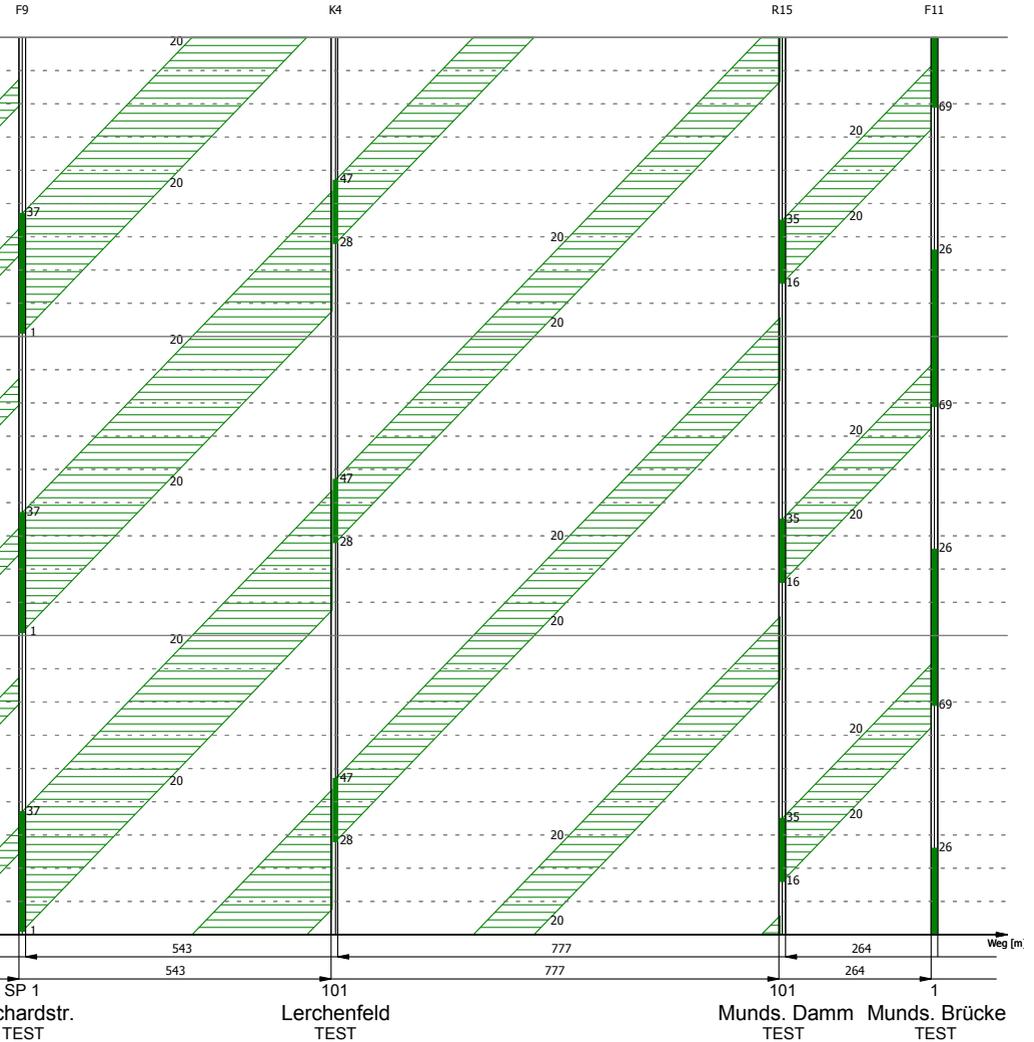
Quelle: Eigene Darstellung - Landesbetrieb Straßen, Brücken und Gewässer, 2019

Bestand 20 km/h

STADTEINWÄRTS - Grüne Welle für den Radverkehr?



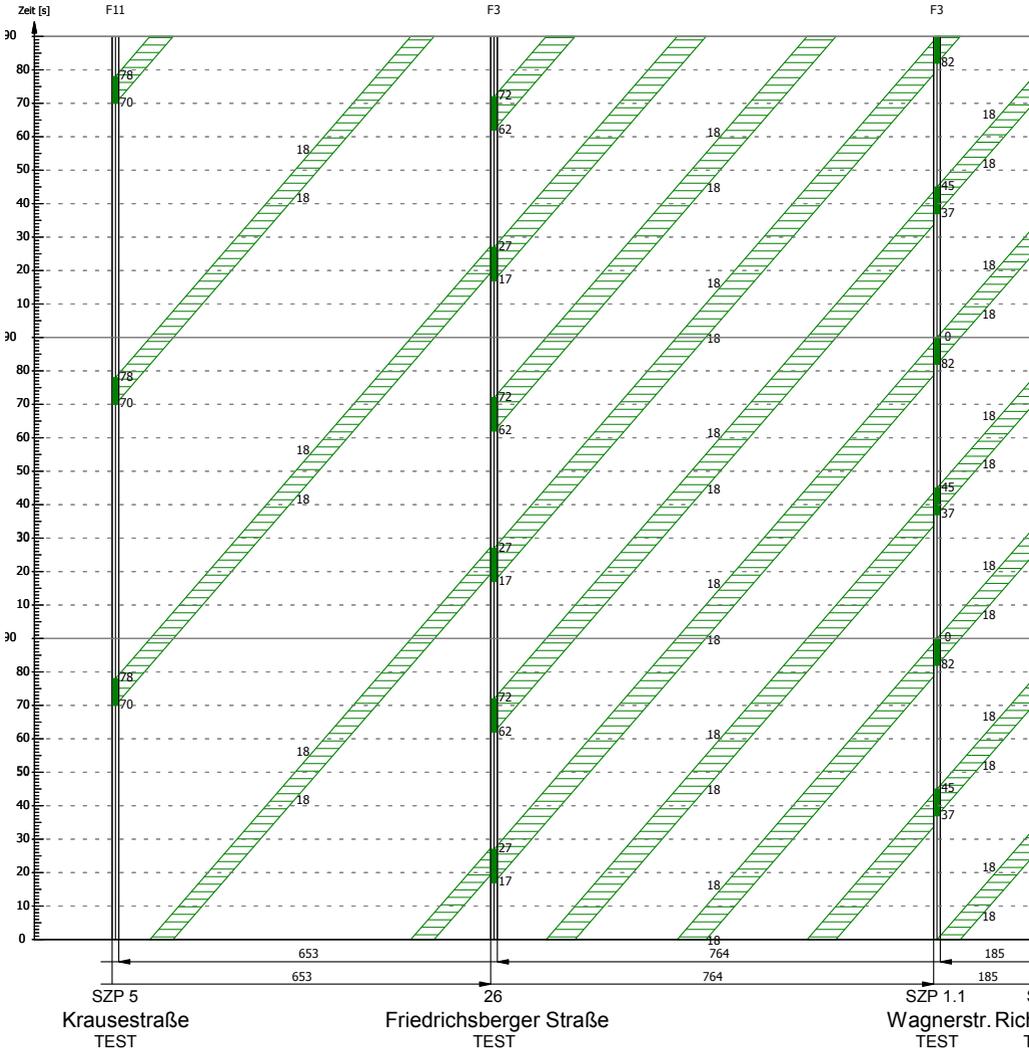
Quelle: Eigene Darstellung - Landesbetrieb Straßen, Brücken und Gewässer, 2019



Planung 18 km/h

STADTEINWÄRTS - FREIGABEZEITEN UNVERÄNDERT

Grüne Welle für den Radverkehr!

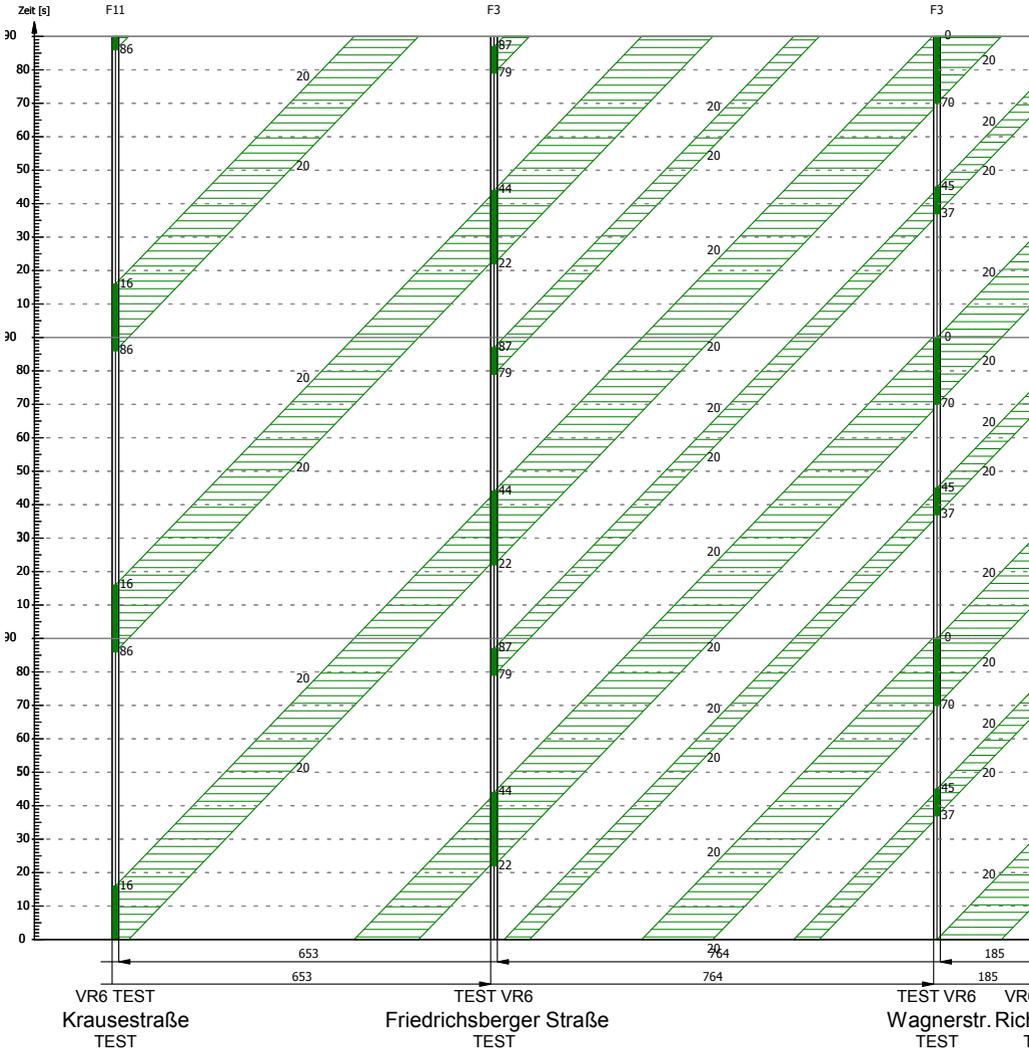


Quelle: Eigene Darstellung - Landesbetrieb Straßen, Brücken und Gewässer, 2019

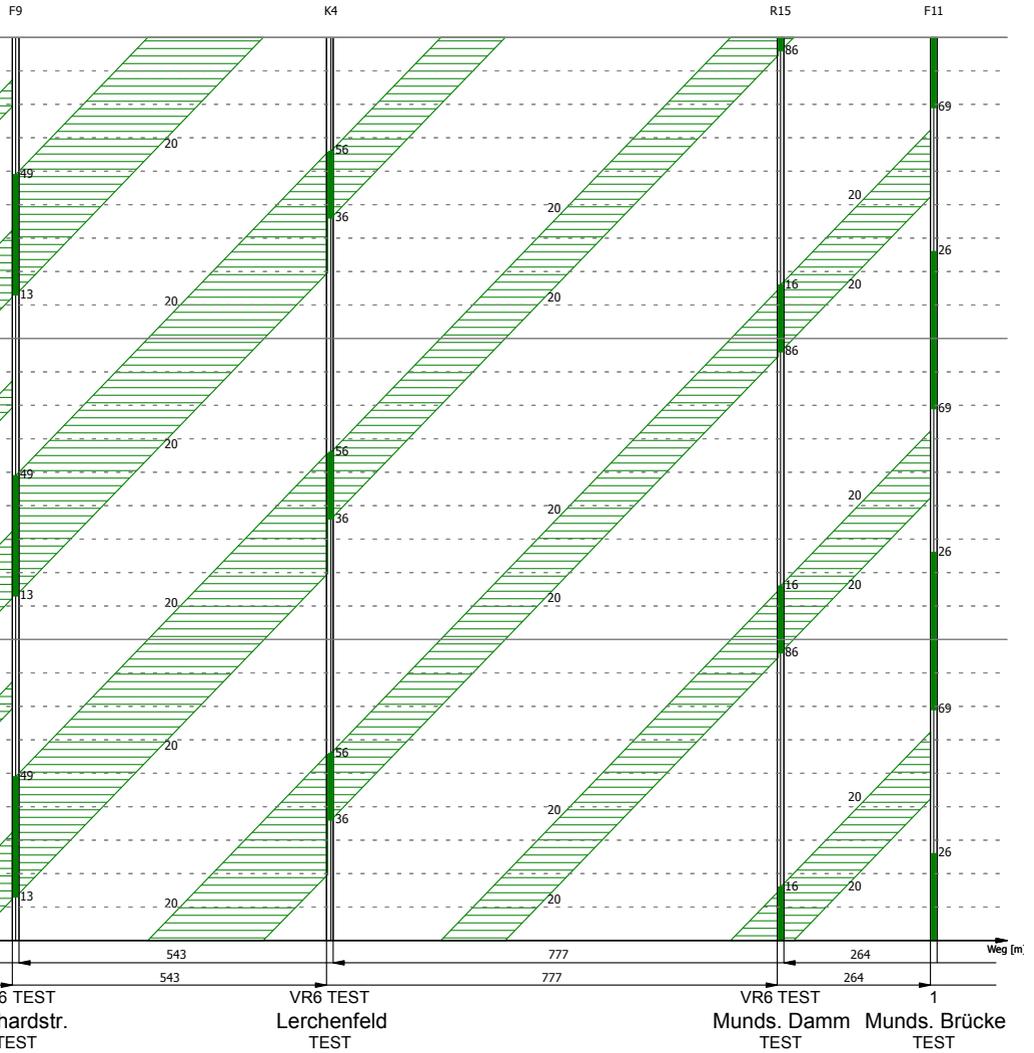
Planung 20 km/h

STADTEINWÄRTS - FREIGABEZEITEN BEI MIND. 20 SEC.

Grüne Welle für den Radverkehr!



Quelle: Eigene Darstellung - Landesbetrieb Straßen, Brücken und Gewässer, 2019



Planung Auswirkungen

STADTEINWÄRTS - Gewinne und Verluste bei den Freigabezeiten für den Kfz-Verkehr und den ÖV

Eingriffe in die bestehende Koordinierung bei 18 km/h



Eingriffe in die bestehende Koordinierung bei 20 km/h



Quelle: Eigene Darstellung - Landesbetrieb Straßen, Brücken und Gewässer, 2019



Vergleich Auswirkungen stadtein- und -auswärts

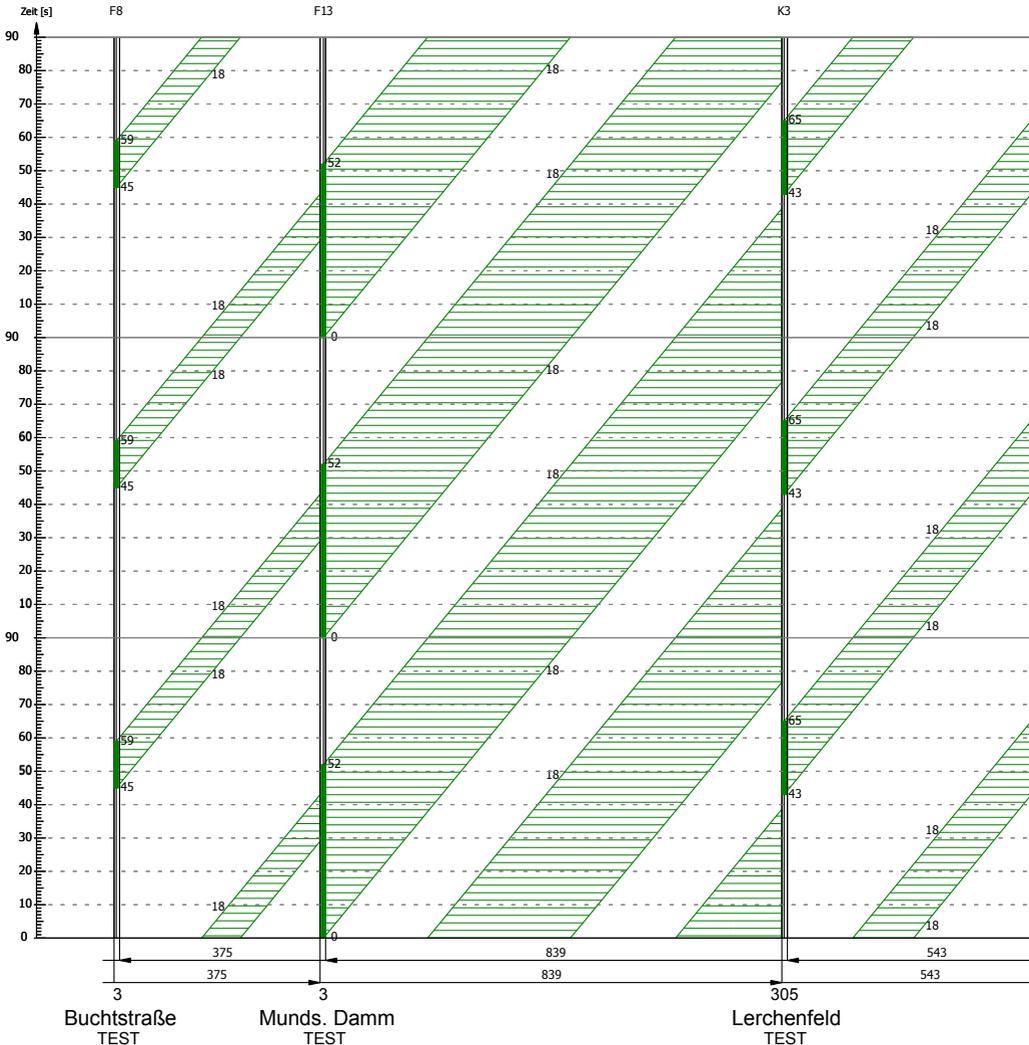
stadteinwärts	18 km/h		20 km/h	
	+/-	Verschiebung	+/-	Verschiebung
Krausestraße	0	31	0	57
Friedrichsberger Str.	0	0	-10	5
Wagnerstraße	0	0	-12	0
Richardstraße	0	0	0	12
Lerchenfeld	0	3	-1	8
Mundsburger Damm	0	8	-1	20
Mundsburger Br.	0	0	0	0
Buchtstraße				

stadtauswärts	18 km/h		20 km/h	
	+/-	Verschiebung	+/-	Verschiebung
Krausestraße	0	0	0	0
Friedrichsberger Str.	0	8	-10	17
Wagnerstraße	0	0	-10	10
Richardstraße	0	6	0	9
Lerchenfeld	0	42	0	42
Mundsburger Damm	0	0	0	0
Mundsburger Br.				
Buchtstraße	0	0	-6	0

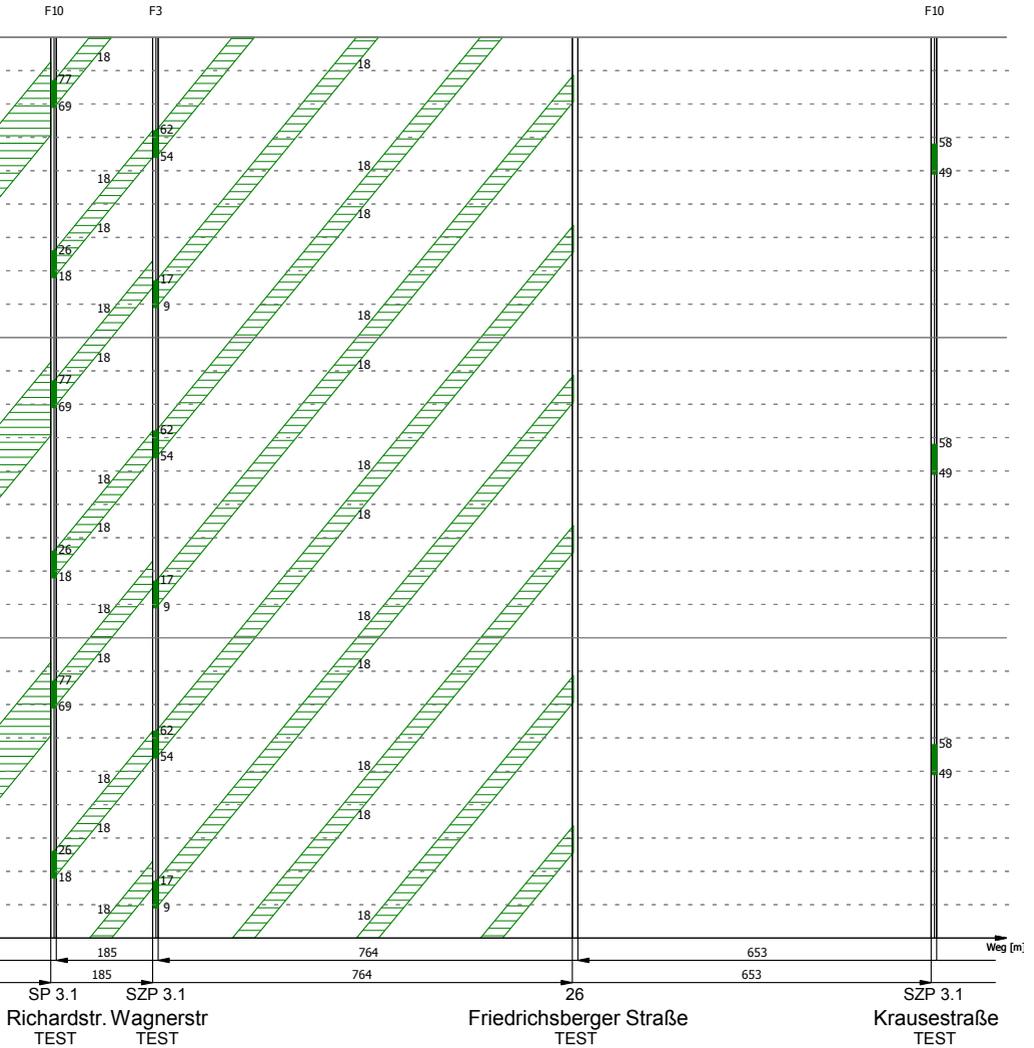
Quelle: Eigene Darstellung - Landesbetrieb Straßen, Brücken und Gewässer, 2019

Bestand 18 km/h

STADTAUSWÄRTS - Grüne Welle für den Radverkehr?

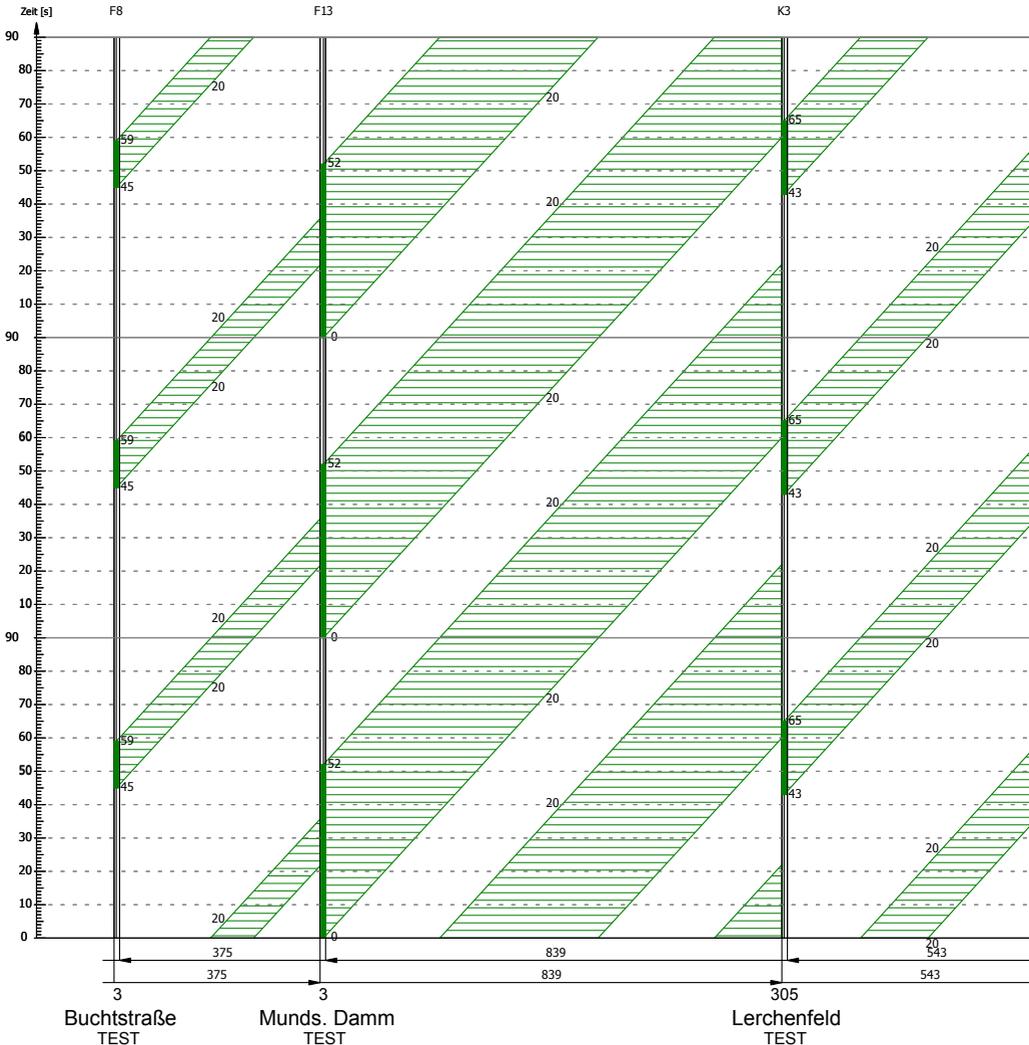


Quelle: Eigene Darstellung - Landesbetrieb Straßen, Brücken und Gewässer, 2019

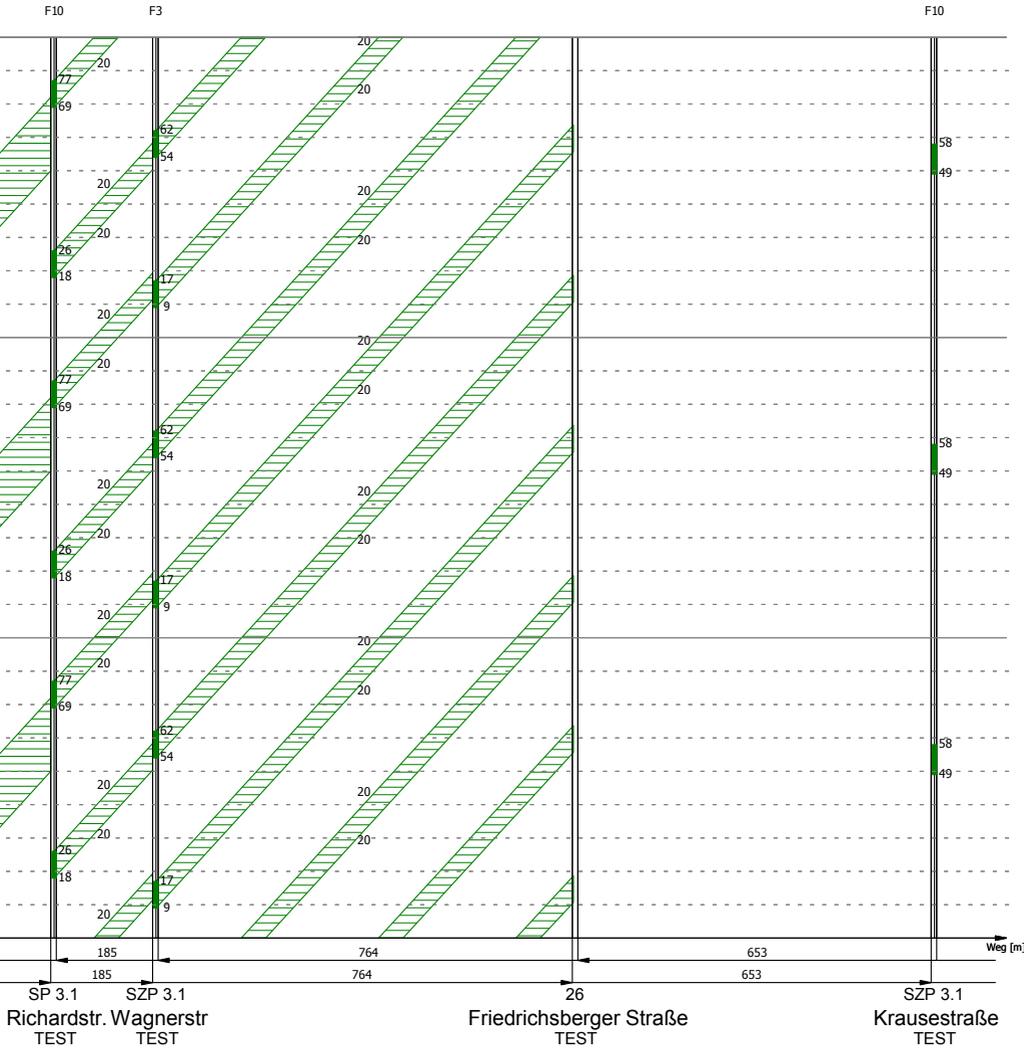


Bestand 20 km/h

STADTAUSWÄRTS - Grüne Welle für den Radverkehr?

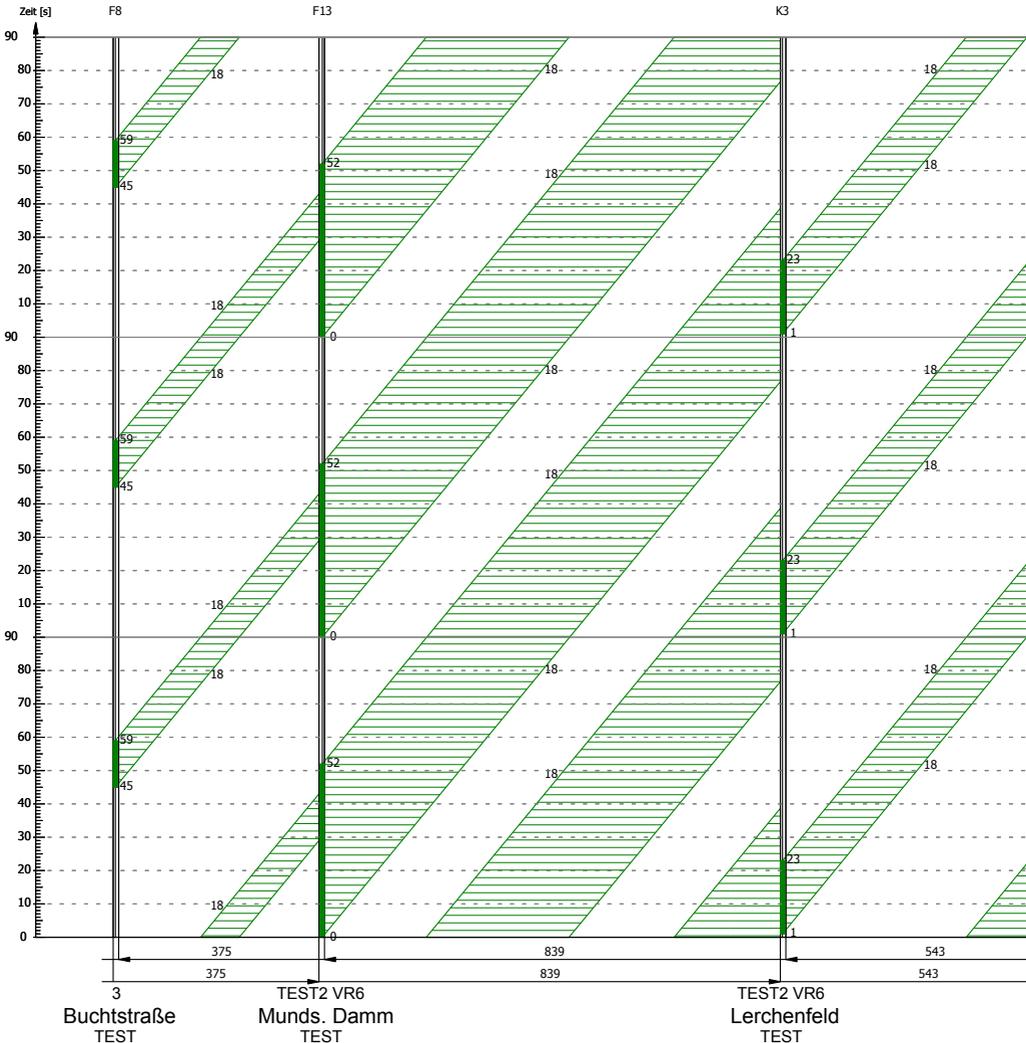


Quelle: Eigene Darstellung - Landesbetrieb Straßen, Brücken und Gewässer, 2019

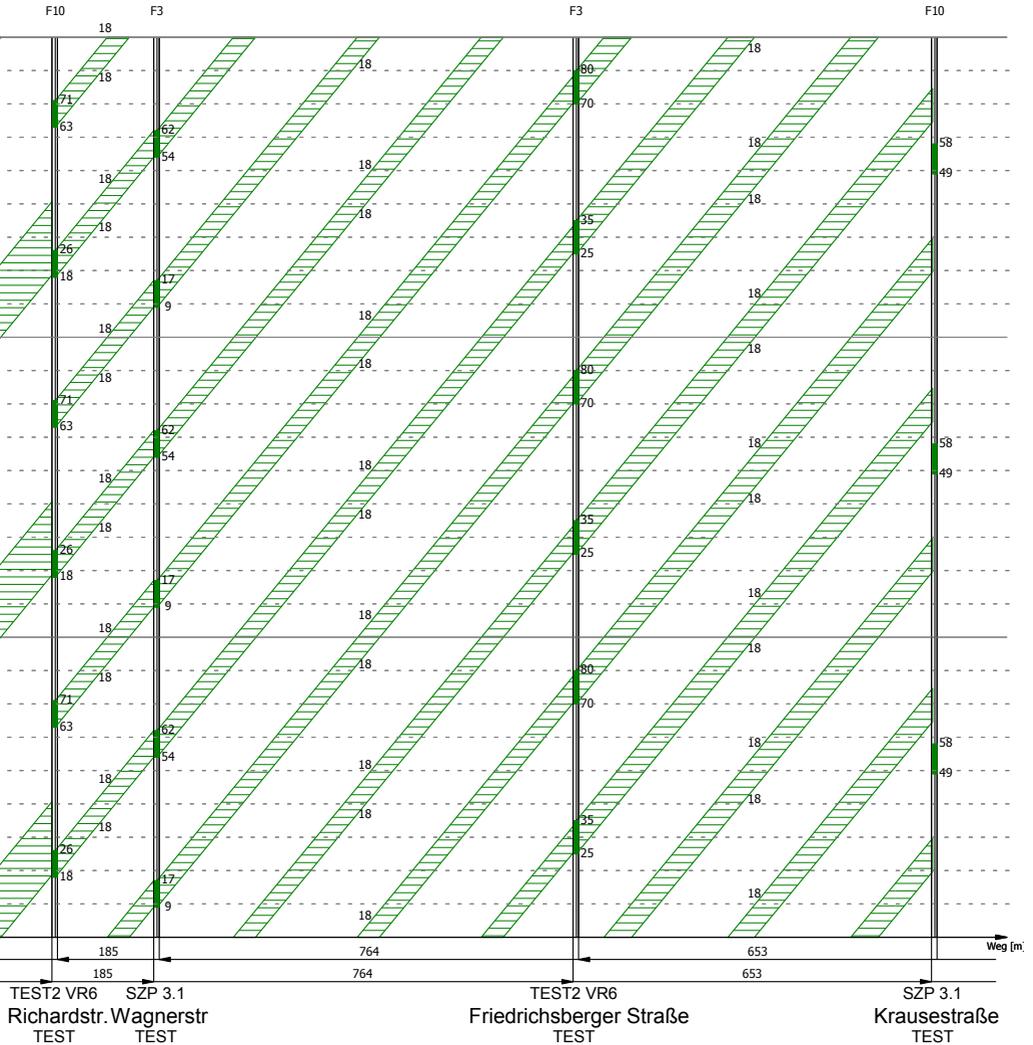


Planung 18 km/h

STADTAUSWÄRTS - FREIGABEZEITEN UNVERÄNDERT
Grüne Welle für den Radverkehr!

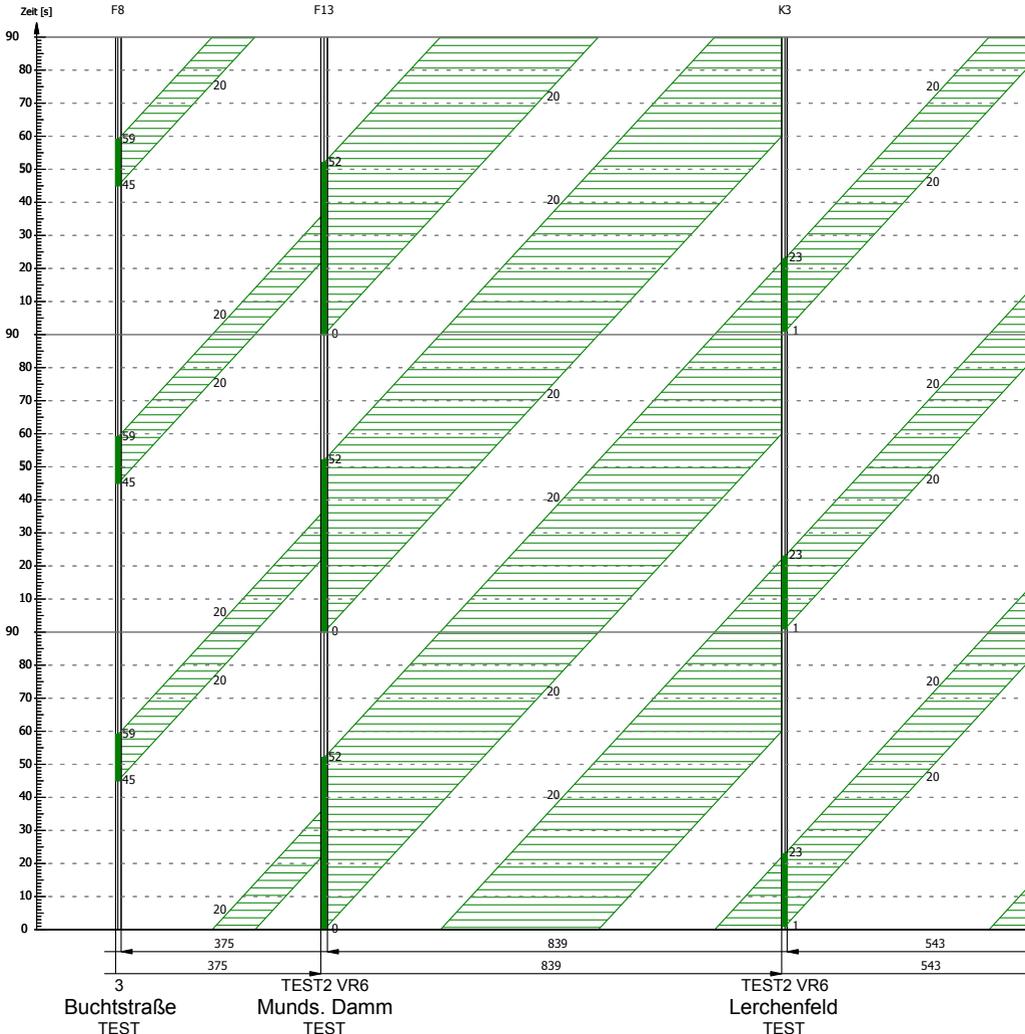


Quelle: Eigene Darstellung - Landesbetrieb Straßen, Brücken und Gewässer, 2019

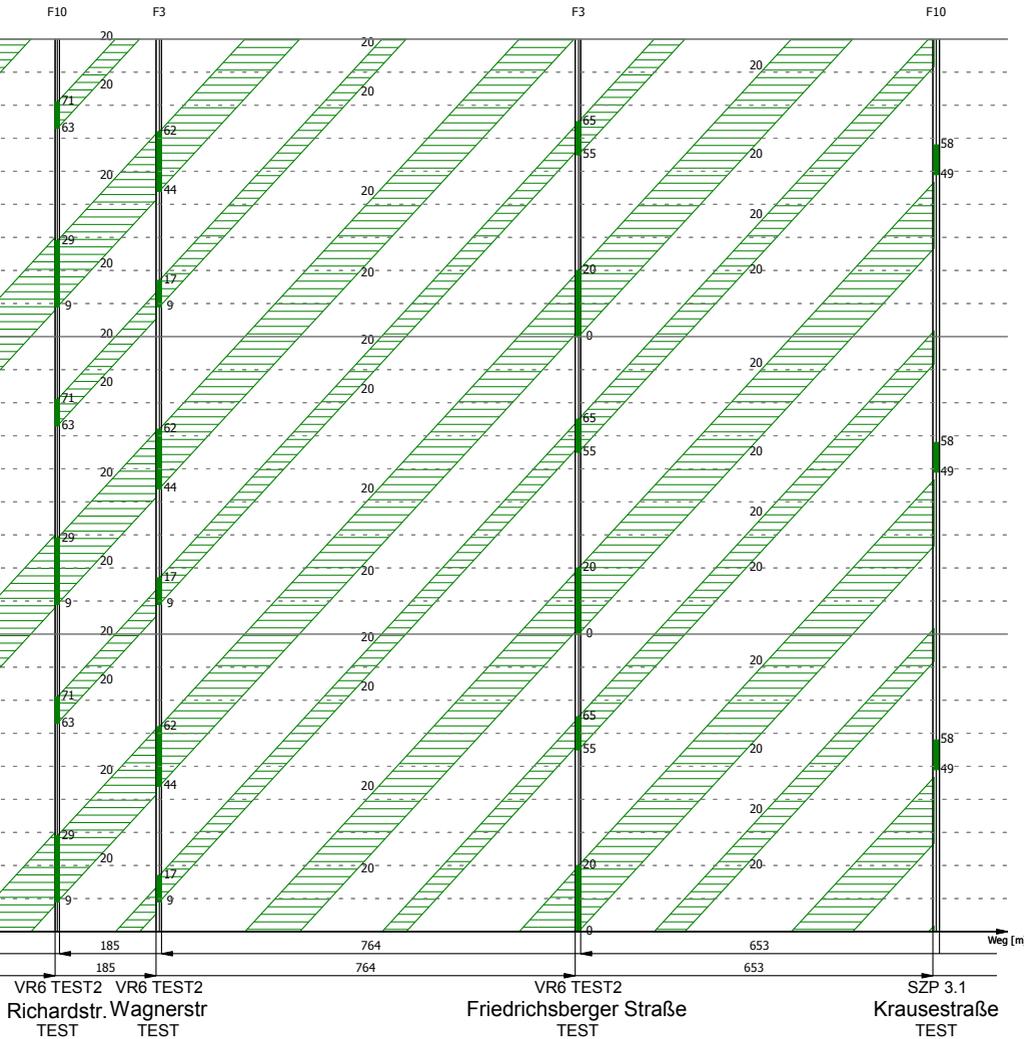


Planung 20 km/h

STADTAUSWÄRTS - FREIGABEZEITEN BEI MIND. 20 SEC.
Grüne Welle für den Radverkehr!



Quelle: Eigene Darstellung - Landesbetrieb Straßen, Brücken und Gewässer, 2019



Planung Auswirkungen

STADTAUSWÄRTS - Gewinne und Verluste bei den Freigabezeiten für den Kfz-Verkehr und den ÖV

Eingriffe in die bestehende Koordinierung bei 18 km/h



Eingriffe in die bestehende Koordinierung bei 20 km/h



Quelle: Eigene Darstellung - Landesbetrieb Straßen, Brücken und Gewässer, 2019



Vergleich Auswirkungen stadtein- und -auswärts

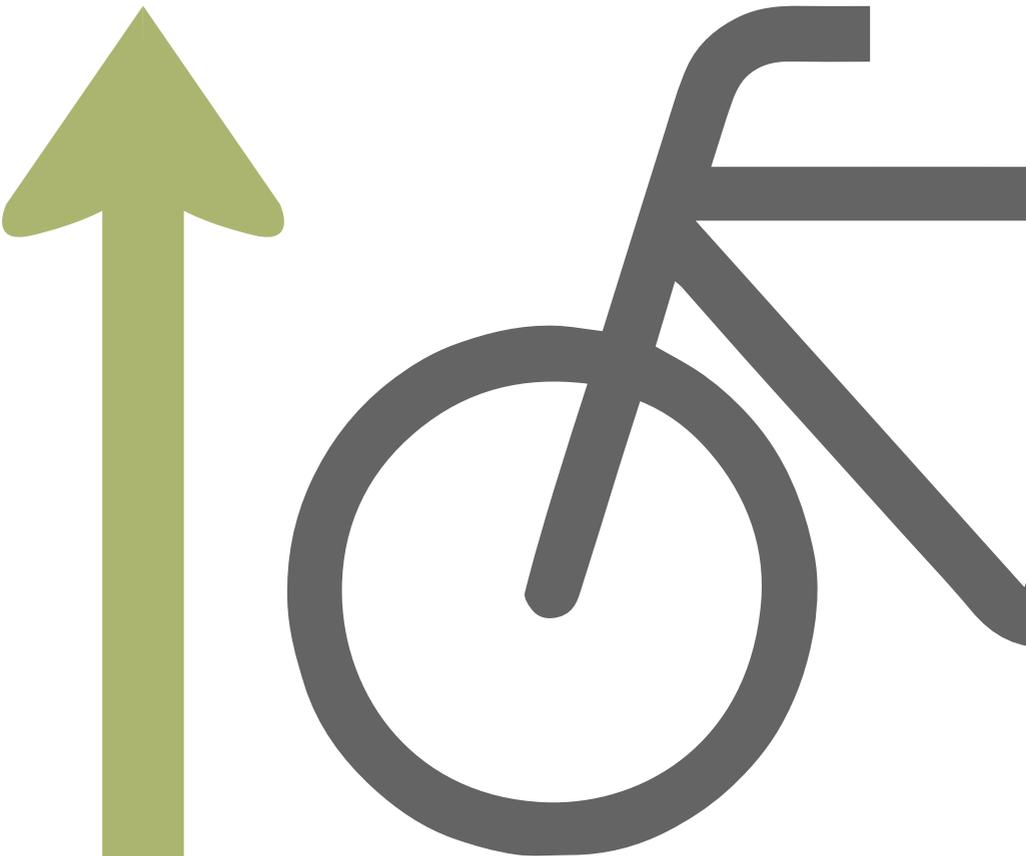
stadteinwärts	18 km/h		20 km/h	
	+/-	Verschiebung	+/-	Verschiebung
Krausestraße	0	31	0	57
Friedrichsberger Str.	0	0	-10	5
Wagnerstraße	0	0	-12	0
Richardstraße	0	0	0	12
Lerchenfeld	0	3	-1	8
Mundsburger Damm	0	8	-1	20
Mundsburger Br.	0	0	0	0
Buchtstraße				

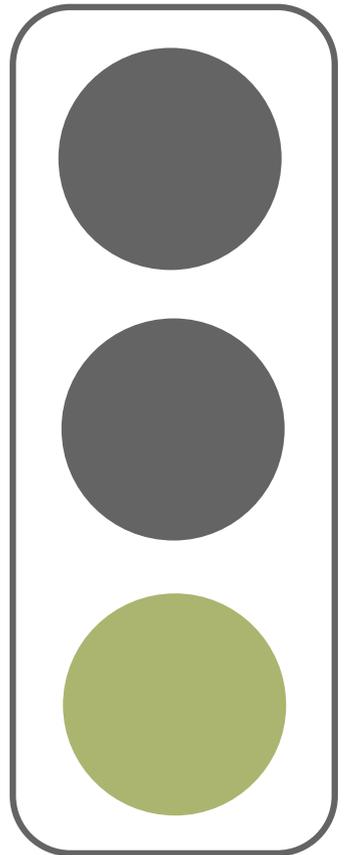
stadtauswärts	18 km/h		20 km/h	
	+/-	Verschiebung	+/-	Verschiebung
Krausestraße	0	0	0	0
Friedrichsberger Str.	0	8	-10	17
Wagnerstraße	0	0	-10	10
Richardstraße	0	6	0	9
Lerchenfeld	0	42	0	42
Mundsburger Damm	0	0	0	0
Mundsburger Br.				
Buchtstraße	0	0	-6	0

Quelle: Eigene Darstellung - Landesbetrieb Straßen, Brücken und Gewässer, 2019

Grüne Welle Radverkehr

Grüne Welle-Kodex

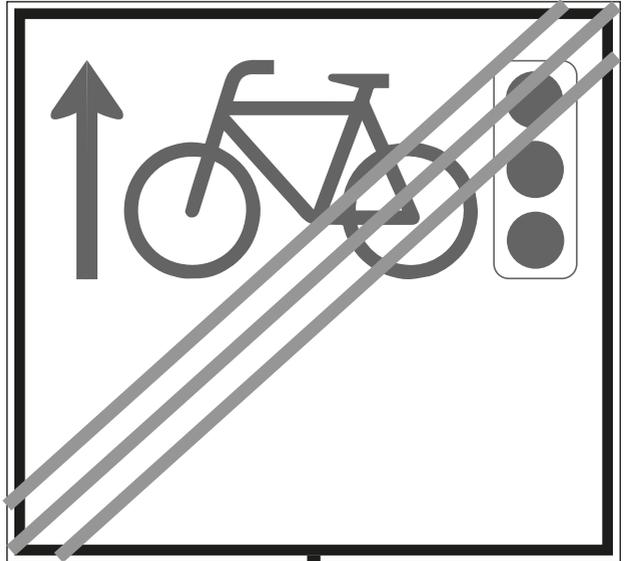




Grüne Welle-Kodex

Beschilderung - Zeitliche Begrenzung - Geschwindigkeit





Grüne Welle-Kodex - digital

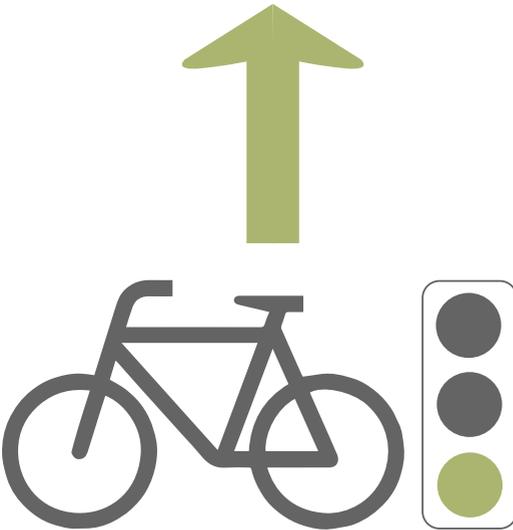
Ergänzung des Grüne Welle-Kodex durch die Grüne-Welle-App für den Hamburger Radverkehr





Grüne Welle-Kodex

Bodenmarkierung zur besseren Erkennbarkeit des Verlaufs der Grünen Welle entlang des Eilbekkanals



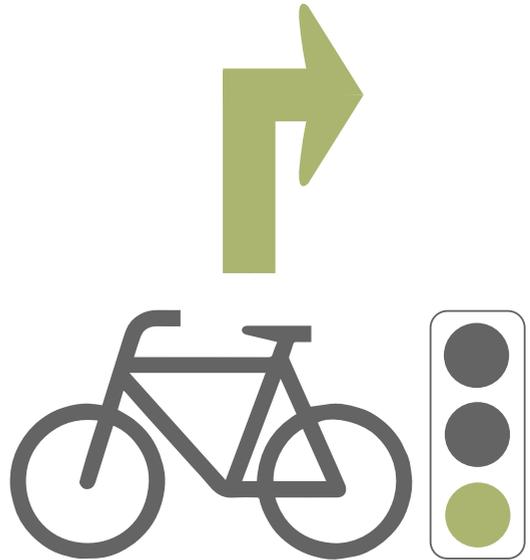
Grüne Welle
geradeaus



Grüne Welle
Fahrtrichtung



Welle
Fahrtrichtung links



Grüne Welle
Fahrtrichtung rechts



Quelle: Eigene Aufnahme

#6



Grüne Welle -
und jetzt ?

Grüne Welle - und jetzt ?

Chancen nutzen - Möglichkeiten ausloten - Grüne Welle testen

Das Fahrrad als Verkehrsmittel gewinnt wieder zunehmend an Bedeutung, wie durch den zunehmenden Modal Split Anteil erkennbar ist. Dabei zeigt sich, dass die Beweggründe mit dem Fahrrad zu fahren, verschieden sind. Der Faktor Zeit spielt hierbei nicht immer die zentrale Rolle, es rücken vermehrt Motive wie Umweltbewusstsein, Gesundheit und Komfort in den Vordergrund. Obgleich sich hier vielleicht ein leichter Wandel abzeichnen mag, bleiben die Fahrmotivationen sehr verschieden. Dies zeugt wiederum von der stark heterogenen Gruppe der Radfahrer und den somit unterschiedlichen Reisegeschwindigkeiten eben dieser. Folglich lassen sich mit einer Grünen Welle im Radverkehr zweifelsohne nicht alle Radfahrer ansprechen. Hauptzielgruppe sind deshalb die Pendler zu Berufs- und Ausbildungsstätten, da sie zum einen regelmäßig unterwegs sind. Zum anderen ergibt sich in den Spitzenstunden oftmals eine Konzentration, die eine Einrichtung einer Grünen Welle für den Radverkehr rechtfertigen und deren Fahrkomfort hierdurch deutlich erhöht werden kann..

Darüber hinaus zeigt sich auch, dass zur Erreichung verkehrs- und klimapolitischer Ziele über weitere Maßnahmen zur Förderung des Radverkehrs nachgedacht werden muss. In Zeiten, in denen das Thema der Verkehrswende in aller Munde ist, müssen daher ebenso Ideen diskutiert werden, die Einschränkungen für den Kfz-Verkehr bringen können. Denn dies lässt sich anhand der im Rahmen dieses Projektes angestellten Untersuchungen aufzeigen. Gewisse negative Auswirkungen für den Kfz-Verkehr werden sich stets durch die Einrichtung einer Grünen Welle im Radverkehr ergeben, unabhängig davon welche Progressionsgeschwindigkeit und welche Freigabezeiten für den Radverkehr gewählt werden. Einschränkungen für den Kfz-Verkehr können herabgesetzte Höchstgeschwindigkeiten, zusätzliche Stopps, weniger Freigabezeit an den Knotenpunkten oder der Bruch be-



stehender Koordinierungen sein. Problematisch sind an dieser Stelle teilweise miteinander in Konflikt stehende Ziele wie Busbeschleunigung und Radverkehrsförderung.

Erwähnenswert ist, dass bei der Zielsetzung den Radverkehrsanteil am Modal Split auf 25% zu erhöhen, zwangsläufig längere Freigabezeiten für den Radverkehr erforderlich werden, um die Zahl der Fahrradfahrer in den Spitzenstunden abwickeln zu können. Daher wird ersichtlich, sofern die voran genannten Ziele erreicht werden, dass der Zeitpunkt einer Handlungserfordernis kommen wird. Insbesondere vor dem Hintergrund stadtverträgliche Mobilitätsformen weiter auszubauen, um die Umweltbelastungen zu reduzieren und Verkehrsflächen effizienter zu nutzen, ergibt sich die Frage, ob es sinnvoll ist, mit einer Angebotsplanung für den Radverkehr zu arbeiten. Der Blick in andere Städte zeigt, dass gute Radverkehrsangebote angenommen werden und die Zahl der Radfahrer zunimmt, wenn insbesondere wie in Kopenhagen die Wege für den Radverkehr komfortabler und bequemer gemacht werden.

Die in naher Zukunft stattfindenden Veranstaltungen wie der ITS 2021 oder der Nationale Radverkehrskongress werfen ihre Schatten voraus. Im Hinblick auf diese zentralen Ereignisse sollte die Chance ergriffen werden und vorab einige innovative Projekte ausgelotet, Möglichkeiten abgewogen und diese dann ausgetestet werden. Die Grüne Welle ist aus unserer Sicht ein solches Testfeld, welches am Eilbekkanal in Hamburg für den Radverkehr erprobt werden sollte, um den bereits guten Standard der ausgebauten Veloroute 6 in diesem Abschnitt noch deutlich komfortabler zu machen.

Literatur und Quellen

Verzeichnis der im Projektzeitraum genutzten Literatur

Bäumer, Mario (2014): DAS FAHRRAD. Kultur, Technik, Mobilität. Junius Verlag GmbH, Hamburg.

Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur [BMVI] (Hrsg. Deutsches Institut für Urbanistik) (2014): Radverkehr in Deutschland - Zahlen, Daten, Fakten. Deutsches Institut für Urbanistik, Berlin.

Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung [BMVBS] (Hrsg.) (2012): Nationaler Radverkehrsplan 2020. BMVBS, Berlin.

Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie [BMVT] (Hrsg.) (2016): Der Faktor Zeit im Radverkehr. Wien.

City of Copenhagen (2017): Facts & Figures 2017. Kopenhagen.
Freie und Hansestadt Hamburg [FHH] (2017): Velorouten in Hamburg. Grundlagen und Leitlinien. Behörde für Wirtschaft, Verkehr und Innovation.

Copenhagenize (2014): The Green Waves of Copenhagen. Online abrufbar unter: <http://www.copenhagenize.com/2014/08/the-green-waves-of-copenhagen.html> (Aufruf: 07.09.2019).

Freie und Hansestadt Hamburg [FHH] (2018): Bündnis für den Radverkehr. Radverkehrsstrategie für Hamburg. Fortschrittsbericht 2018. Behörde für Wirtschaft, Verkehr und Innovation.



infas et al. (Hrsg.) (2018): Mobilität in Deutschland 2017. Kurzreport - Hamburg und Metropolregion. Infas, Bonn.
infas et al. (Hrsg.) (2019): Mobilität in Deutschland 2017. Ergebnisbericht. Infas, Bonn.

Regionalverband Ruhr [RVR] (2014): Machbarkeitsstudie RS1 - Radschnellweg Ruhr. Online abrufbar unter: http://www.mbwsv.nrw.de/presse/pressemitteilungen/Archiv_2016/2016_09_23_RS1/index.php (Aufruf: 06.06.2019).

Sinus (2018): Radverkehr und Lebensqualität in Hamburg. Köln.

TU Berlin (2014): Beschleunigung des Radverkehrs im Zuge lichtsignalisierter Streckenabschnitte auf Radverkehrsrouten hoher Bedeutung. Berlin.



Quelle: Eigene Aufnahme





Verfasser:

Sebastian Clausen



Malte Gartzke

