

Kramnitz - Busvorlaufbetrieb
Leistungsfähigkeitsbetrachtung
Straßennetz

Voruntersuchung



W&K
Ingenieurgesellschaft
für Verkehr und
Infrastruktur mbH

Auftraggeber:



Landeshauptstadt Potsdam
Fachbereich Mobilität und technische Infrastruktur
Bereich Verkehr und Technik
Friedrich-Ebert-Straße 79-81
14469 Potsdam

Auftragnehmer:



Hegelallee 32
14467 Potsdam
Tel: 0331 / 201 29 19
Fax: 0331 / 201 29 50
e-mail: info@w-k-potsdam.de
Bearbeiter: M. Sc. Oliver Tschöke
Stand: 14.04.2021

INHALTSVERZEICHNIS

1	ANLASS UND ZIELSETZUNG	5
2	PHASE 1 - ERSTE BESIEDLUNG KRAMPNITZ	5
2.1	Leistungsfähigkeitsbetrachtung KP230	6
2.2	Verkehrsbelastungen KP280	13
3	PHASE 2 - BAUPHASE TRAM	18
3.1	Bauphase 1: Georg-Hermann-Allee – Südbrücke	20
3.2	Bauphase 2: Südbrücke – Gellertstraße	22
3.3	Bauphase 3: Gellertstraße – B2/Erschließungsstraße	23
3.4	Bauphase Tram – Anpassung Randbedingungen	25
4	ZUSAMMENFASSUNG	29

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1: Verortung KP230 und KP280	6
Abbildung 2: SBP KP230, Nullfall FSP	7
Abbildung 3: SBP KP230, Nullfall NSP	8
Abbildung 4: SZP KP230 Nullfall FSP	9
Abbildung 5: Leistungsfähigkeitsbetrachtung KP230 Nullfall FSP	9
Abbildung 6: SZP KP230, Nullfall NSP	9
Abbildung 7: Leistungsfähigkeitsbetrachtung KP230 Nullfall NSP	10
Abbildung 8: SBP KP230, ESII FSP	10
Abbildung 9: SBP KP230, ESII NSP	11
Abbildung 10: SZP KP230 ESII FSP	12
Abbildung 11: Leistungsfähigkeitsbetrachtung KP230 ESII FSP	12
Abbildung 12: SZP KP230 ESII NSP	12
Abbildung 13: Leistungsfähigkeitsbetrachtung KP230 ESII NSP	13
Abbildung 14: SBP KP280, Nullfall FSP	14
Abbildung 15: SBP KP280, Nullfall NSP	15
Abbildung 16: SBP KP280, ESII FSP	16
Abbildung 17: SBP KP280, ESII NSP	17
Abbildung 18: Verortung Bauabschnitte der Phase 2	18

TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1: Baustellenlänge, Bauphase 1, Nullfall	20
Tabelle 2: Baustellenlänge, Bauphase 1, ESII	21
Tabelle 3: Baustellenlänge, Bauphase 2, Nullfall	22
Tabelle 4: Baustellenlänge, Bauphase 2, ESII	23
Tabelle 5: Erforderliche Freigabezeiten Bauphase 3	24
Tabelle 6: Bauphase 3, Minimum erforderliche Freigabezeiten	25
Tabelle 7: Baustellenlänge, Bauphase 1, ESII, Anpassung Anzahl Busfahrten	26
Tabelle 8: Baustellenlänge, Bauphase 1, Nullfall, Anpassung Anzahl Busfahrten	26
Tabelle 9: Baustellenlänge, Bauphase 2, Nullfall, Anpassung Anzahl Busfahrten	27
Tabelle 10: Baustellenlänge, Bauphase 2, ESII, Anpassung Anzahl Busfahrten	28

1 Anlass und Zielsetzung

Zur Anbindung des Neubaugebiets Krampnitz an das Potsdamer Stadtgebiet ist geplant, die Straßenbahnlinie vom Campus Jungfernsee bis in diesen Bereich hinein zu verlängern. Die aufwändigen Baumaßnahmen beeinflussen den Verkehr auf der B2. Aus diesem Grund werden die Baumaßnahmen in zwei Phasen unterteilt:

- Phase 1 (Erste Besiedlung Krampnitz): Baumaßnahmen ohne Beeinflussung des Verkehrs auf der B2
- Phase 2 (Bauzeit Tram): Baumaßnahmen mit Beeinflussung des Verkehrs auf der B2, halbseitige Sperrung der Straße erforderlich

Bis zum Abschluss der Baumaßnahmen muss das neue Gebiet über die vorhandenen Straßen erschlossen werden. Für den Zeitraum bis zur Fertigstellung der Tramtrasse erfolgt der ÖPNV-Anschluss des Gebietes durch Busse. In der zweiten Bauphase ist eine halbseitige Sperrung der B2 erforderlich, sodass lediglich der Verkehr stadtauswärts den Streckenabschnitt befahren kann. Der übrige MIV wird über die umliegenden Straßen umgeleitet. Der Busverkehr soll hingegen im einstreifigen Gegenverkehr geführt werden. Hierfür sollen für den zweiten Bauabschnitt, welcher in mehrere Unterabschnitte unterteilt ist, die maximal möglichen Baustellenlängen ermittelt werden, um die geforderten Nutzungsgrade in der Gegenrichtung nicht zu überschreiten. Für die sich ergebenden Verkehrsbelastungen wurden mit der Verkehrswirkungsanalyse für den Entwicklungsbereich Krampnitz in Potsdam durch Brenner BERNARD Ingenieure GmbH zwei Prognosefälle (Nullfall und Entwicklungsstufe II) erarbeitet, welche zu betrachten sind (Ausgabezustand 02.06.2020).

2 Phase 1 - Erste Besiedlung Krampnitz

In diesem Abschnitt sollen zunächst die Auswirkungen der Baumaßnahmen der Phase 1 auf den Verkehrsablauf betrachtet werden. Hierfür wird der Knotenpunkt KP230, welcher in Abbildung 1 verortet ist, untersucht. Es wird die Frühspitzenstunde (FSP) und die Nachmittagsspitzenstunde (NSP) für den Nullfall (derzeitige Ausgangssituation) und die Entwicklungsstufe II (Einwohnerzahl in Krampnitz beträgt 5.000) bei der Leistungsfähigkeitsbetrachtung nach HBS 2015 betrachtet. Zusätzlich ist der KP280 dargestellt. Die Leistungsfähigkeitsbetrachtung für diesen Knotenpunkt wurde bereits in der Verkehrswirkungsanalyse für den Entwicklungsbereich Krampnitz in Potsdam durch Brenner BERNARD Ingenieure GmbH durchgeführt. An dieser Stelle werden lediglich die Verkehrsbelastungszahlen für den Nullfall und die Entwicklungsstufe II in Form von Strombelastungsplänen dargestellt, da diese für die Betrachtungen in Kapitel drei benötigt werden.

Abbildung 1: Verortung KP230 und KP280



2.1 Leistungsfähigkeitsbetrachtung KP230

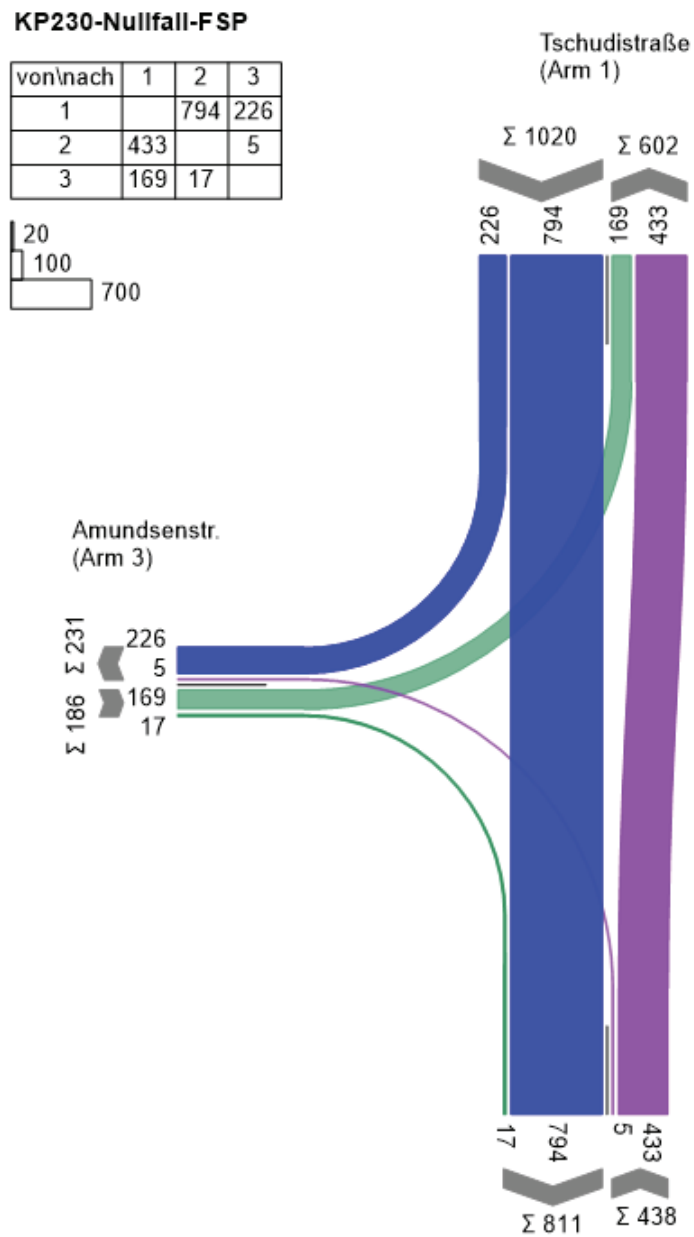
Die Knotenpunktzufahrten des KP230 sind im Folgenden benannt:

- Norden: Tschudistraße
- Westen: Amundsenstraße
- Süden: Nedlitzer Straße

Nullfall

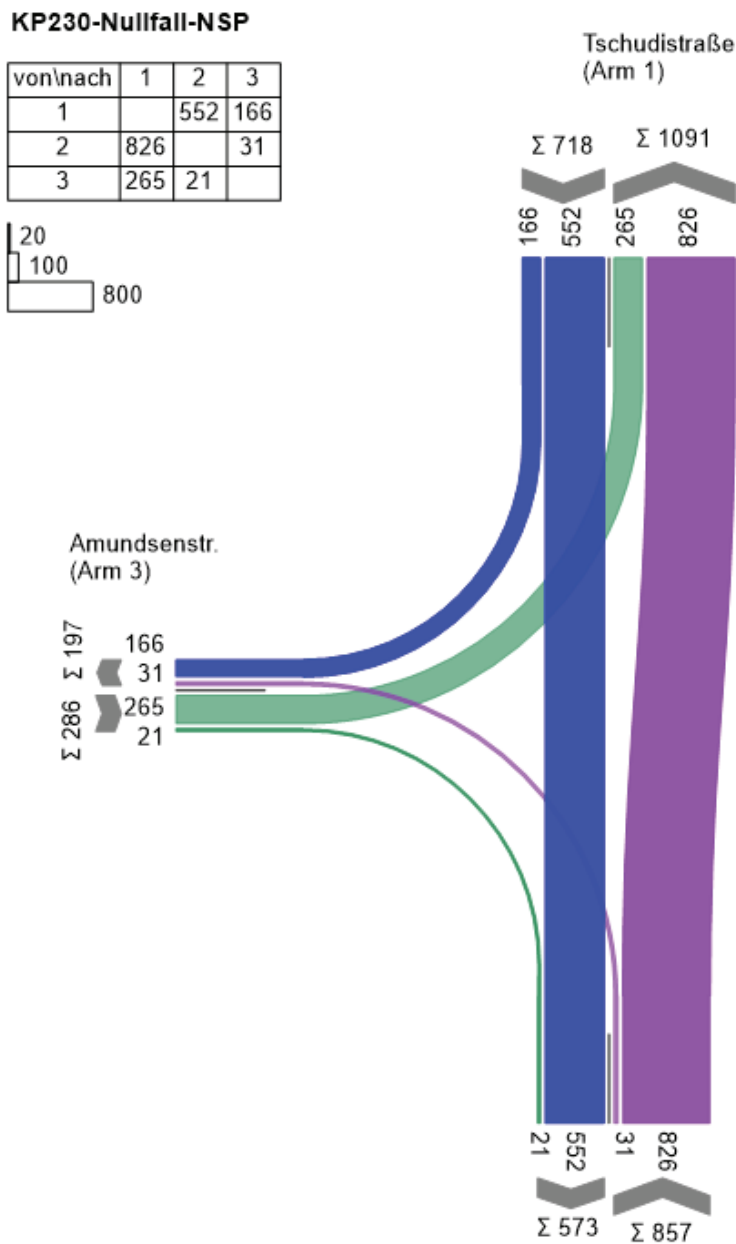
Für die derzeitige Verkehrsbelastung wurden die öffentlich zugänglichen Zählraten der Stadt Potsdam vom 11.04.2019 verwendet. Die Strombelastungspläne für die FSP und NSP sind in Abbildung 2 und Abbildung 3 dargestellt.

Abbildung 2: SBP KP230, Nullfall FSP



Voruntersuchung

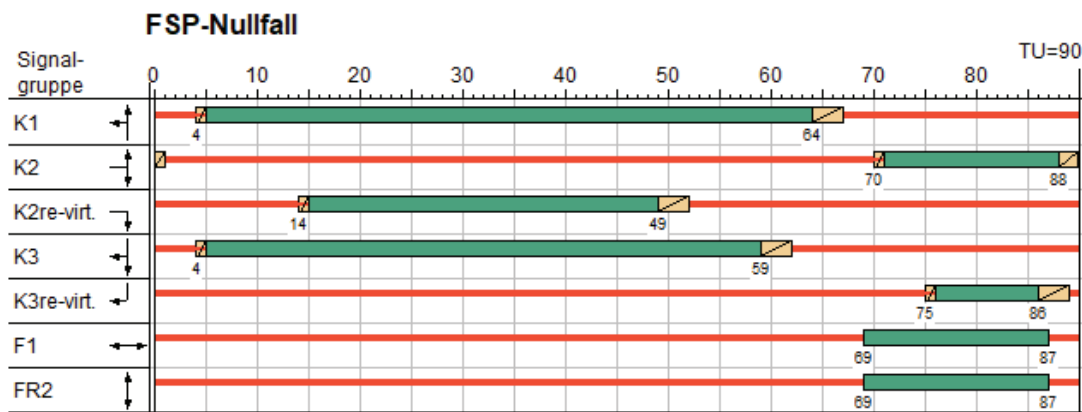
Abbildung 3: SBP KP230, Nullfall NSP



Für die Bewertung der Leistungsfähigkeit wurde die Bestandssignalschaltung der FSP und NSP verwendet. Zur Berücksichtigung der angeordneten Grünpeilschilde (VZ-720) wurden die Signalgruppen K2re-virt. und K3re-virt. hinzugefügt. Die Freigabezeiten für diese künstlich hinzugefügte Signalgruppen wurden so gewählt, dass zur Freigabebeginn und -ende der feindlichen Signalgruppe jeweils 10 Sekunden Verkürzung vorherrschen. Auf diese Weise sollen zögerliches Einbiegeverhalten sowie die nicht zu jedem Zeitpunkt gegebene Einbiegemöglichkeit berücksichtigt werden.

Voruntersuchung

Abbildung 4: SZP KP230 Nullfall FSP



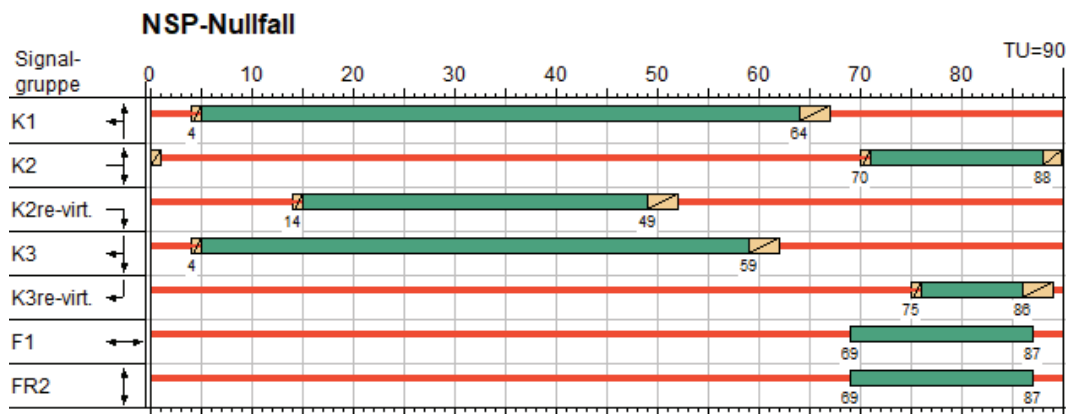
In Abbildung 5 ist die Leistungsfähigkeitsbetrachtung der FSP für den Nullfall des KP230 dargestellt.

Abbildung 5: Leistungsfähigkeitsbetrachtung KP230 Nullfall FSP

Zuf	Fstr.Nr.	Symbol	SGR	q [Kfz/h]	m [Kfz/U]	t ₀ [s/Kfz]	q _s [Kfz/h]	C [Kfz/h]	n _c [Kfz/U]	N _{GE} [Kfz]	N _{MS} [Kfz]	N _{MS,95} [Kfz]	L _x [m]	x	t _w [s]	QSV [-]
1	1	↔	K3, K3re-virt.	1020	25,500	1,841	1955	1412	35	1,887	16,695	23,605	144,887	0,722	12,076	A
2	1	↔	K1	438	10,950	1,841	1956	1224	31	0,324	5,602	9,605	58,955	0,358	9,065	A
3	1	↔	K2, K2re-virt.	186	4,650	1,844	1953	1129	28	0,111	2,280	4,834	29,642	0,165	9,213	A

In Abbildung 6 ist der SZP für die NSP des KP230 für den Nullfall dargestellt.

Abbildung 6: SZP KP230, Nullfall NSP



In Abbildung 7 ist die Leistungsfähigkeitsbetrachtung für die NSP des KP230 für den Nullfall abgebildet.

Voruntersuchung

Abbildung 7: Leistungsfähigkeitsbetrachtung KP230 Nullfall NSP

Zuf	Fstr.Nr.	Symbol	SGR	q [Kfz/h]	m [Kfz/U]	t _b [s/Kfz]	q _s [Kfz/h]	C [Kfz/h]	n _c [Kfz/U]	N _{GE} [Kfz]	N _{MS} [Kfz]	N _{MS,95} [Kfz]	L _x [m]	x	t _w [s]	QSV [-]
1	1	↔	K3, K3re-virt.	718	17,950	1,841	1955	1412	35	0,631	8,511	13,445	82,525	0,508	7,101	A
2	1	↔	K1	857	21,425	1,841	1955	1180	30	1,929	17,039	24,020	147,435	0,726	18,453	A
3	1	↔	K2, K2re-virt.	286	7,150	1,843	1954	1129	28	0,193	3,727	6,992	42,917	0,253	10,001	A

Für die derzeitige Belastung des KP230 konnte sowohl für die FSP als auch für die NSP die Leistungsfähigkeit nachgewiesen werden. Für alle Knotenpunktarme wird die Qualitätsstufe A erreicht. Der Auslastungsgrad liegt im Maximum bei 0,73.

Entwicklungsstufe II

Die prognostizierten Verkehrsbelastungen für die Entwicklungsstufe 2 basieren auf den Ergebnissen der Verkehrswirkungsanalyse für den Entwicklungsbereich Krampnitz und wurden von der Stadtverwaltung Potsdam zur Verfügung gestellt. Die Strombelastungspläne sind in den folgenden beiden Abbildungen dargestellt.

Abbildung 8: SBP KP230, ESII FSP

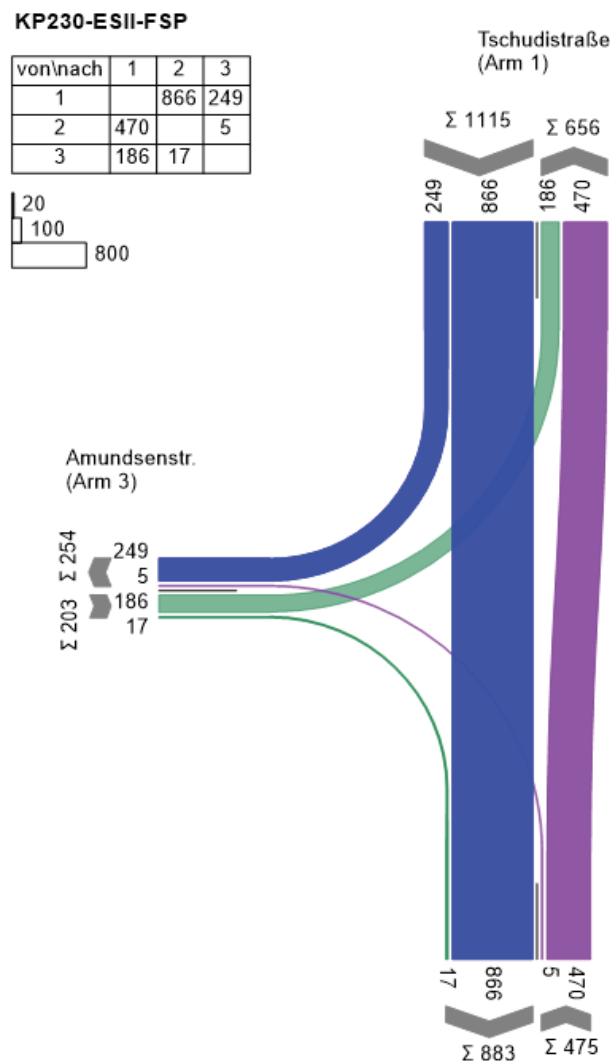
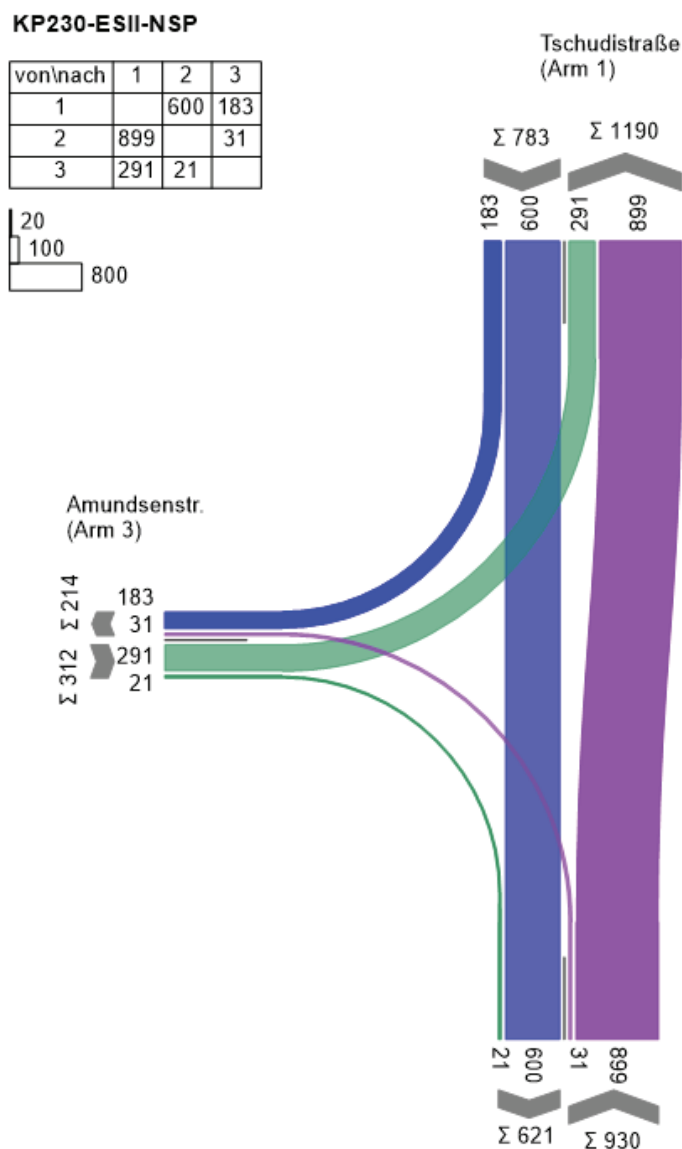
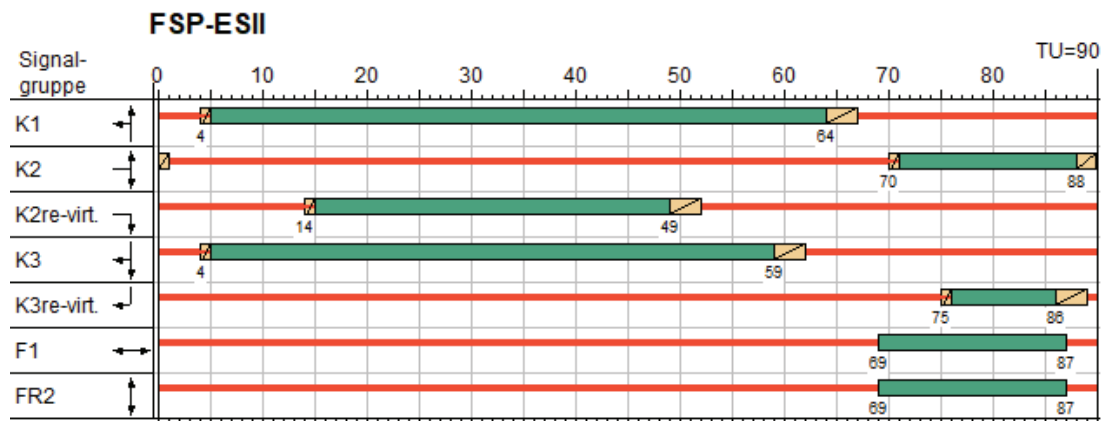


Abbildung 9: SBP KP230, ESII NSP



Für die Bewertung der Leistungsfähigkeit wurden erneut die Bestandssignalschaltung der FSP und NSP verwendet. Zur Berücksichtigung der angeordneten Grünpfeilschilde (VZ-720) wurden ebenfalls die Signalgruppen K2re-virt. und K3re-virt. hinzugefügt.

Abbildung 10: SZP KP230 ESII FSP

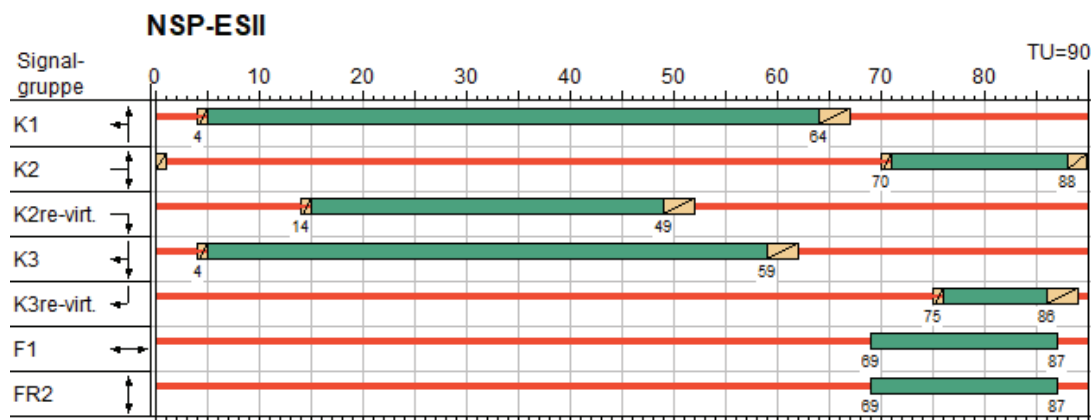


In Abbildung 11 ist die Leistungsfähigkeitsbetrachtung der FSP für die Entwicklungsstufe II des KP230 dargestellt.

Abbildung 11: Leistungsfähigkeitsbetrachtung KP230 ESII FSP




Zuf	Fstr.Nr.	Symbol	SGR	q [Kfz/h]	m [Kfz/U]	t _b [s/Kfz]	q _s [Kfz/h]	C [Kfz/h]	n _c [Kfz/U]	N _{GE} [Kfz]	N _{MS} [Kfz]	N _{MS,95} [Kfz]	L _k [m]	x	t _w [s]	QSV [-]
1	1	↔	K3, K3re-virt.	1115	27,875	1,840	1956	1412	35	3,134	21,171	28,953	177,714	0,790	16,085	A
2	1	↔	K1	475	11,875	1,840	1957	1199	30	0,385	6,454	10,751	65,925	0,396	10,056	A
3	1	↔	K2, K2re-virt.	203	5,075	1,846	1950	1127	28	0,123	2,513	5,194	31,912	0,180	9,337	A

Abbildung 12: SZP KP230 ESII NSP



In Abbildung 13 Abbildung 11 ist die Leistungsfähigkeitsbetrachtung der NSP für die Entwicklungsstufe II des KP230 dargestellt.

Abbildung 13: Leistungsfähigkeitsbetrachtung KP230 ESII NSP

Zuf	Fstr.Nr.	Symbol	SGR	q [Kfz/h]	m [Kfz/U]	t _B [s/Kfz]	q _S [Kfz/h]	C [Kfz/h]	n _C [Kfz/U]	N _{GE} [Kfz]	N _{MS} [Kfz]	N _{MS,95} [Kfz]	L _x [m]	x	t _w [s]	QSV [-]
1	1		K3, K3re-virt.	783	19,575	1,827	1970	1422	36	0,766	9,803	15,098	91,947	0,551	7,714	A
2	1		K1	930	23,250	1,828	1970	1182	30	3,024	20,644	28,328	172,518	0,787	22,852	B
3	1		K2, K2re-virt.	312	7,800	1,825	1972	1140	29	0,216	4,127	7,563	46,059	0,274	10,204	A

Für die prognostizierten Belastungen der Entwicklungsstufe II des KP230 konnte sowohl für die FSP als auch für die NSP die Leistungsfähigkeit nachgewiesen werden. Für alle Knotenpunktarme werden die Qualitätsstufen A oder B erreicht. Der Auslastungsgrad liegt im Maximum bei 0,79.

2.2 Verkehrsbelastungen KP280

Die Knotenpunktzufahrten des KP280 sind im Folgenden benannt:

- Norden: Am Wiesenrand (Nord)
- Westen: Gellertstraße
- Osten: Ganghoferstraße
- Süden: Am Wiesenrand (Süd)

Für die Leistungsfähigkeitsbetrachtung wird an dieser Stelle auf die *Verkehrswirkungsanalyse für den Entwicklungsbereich Krampnitz in Potsdam* der Brenner Bernard Gruppe mit Ausgabestand vom 02.06.2020 verwiesen. Im Folgenden werden ausschließlich die Verkehrsbelastungen für den Nullfall und die Entwicklungsstufe II in Form von Strombelastungsplänen dargestellt, da diese im weiteren Verlauf dieser Untersuchung benötigt werden.

Abbildung 14: SBP KP280, Nullfall FSP

KP280-Nullfall FSP

von/nach	1	2	3	4
1		174	7	387
2	49		2	544
3	9	7		26
4	133	495	3	

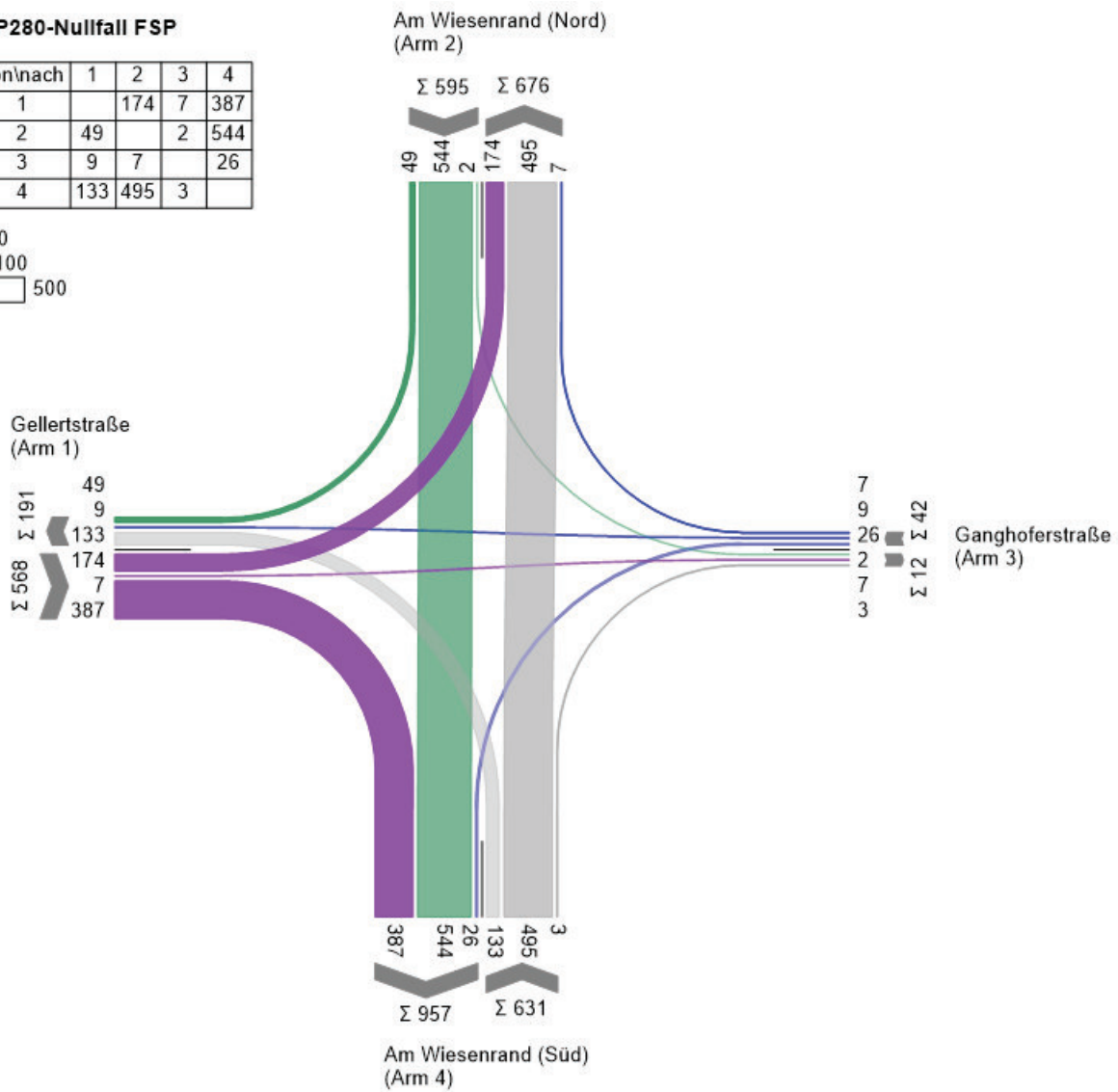
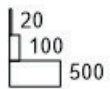


Abbildung 15: SBP KP280, Nullfall NSP

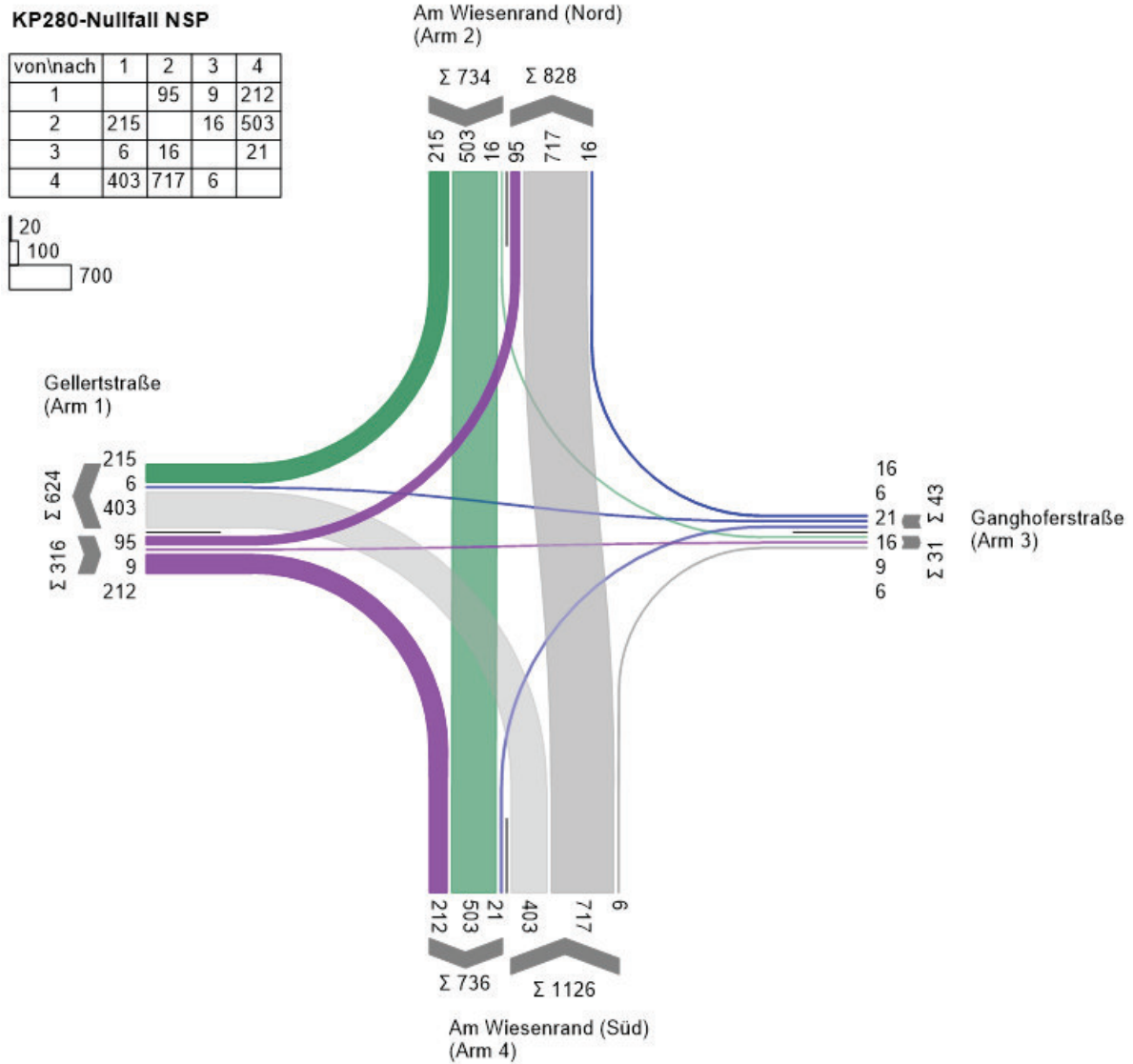


Abbildung 16: SBP KP280, ESII FSP

KP280-ESII FSP

von\nach	1	2	3	4
1		202	8	450
2	51		2	564
3	20	16		59
4	149	554	3	

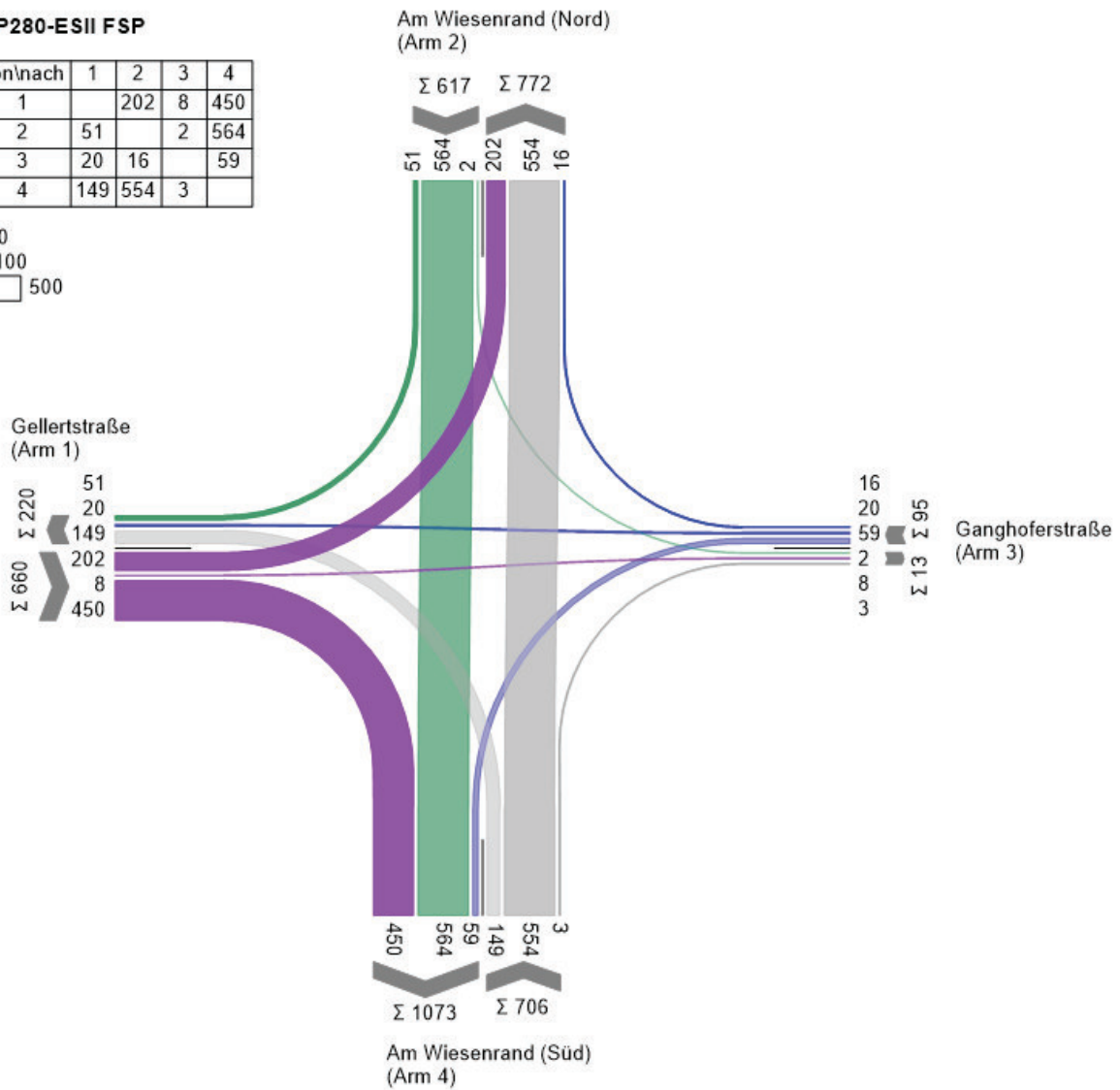
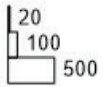
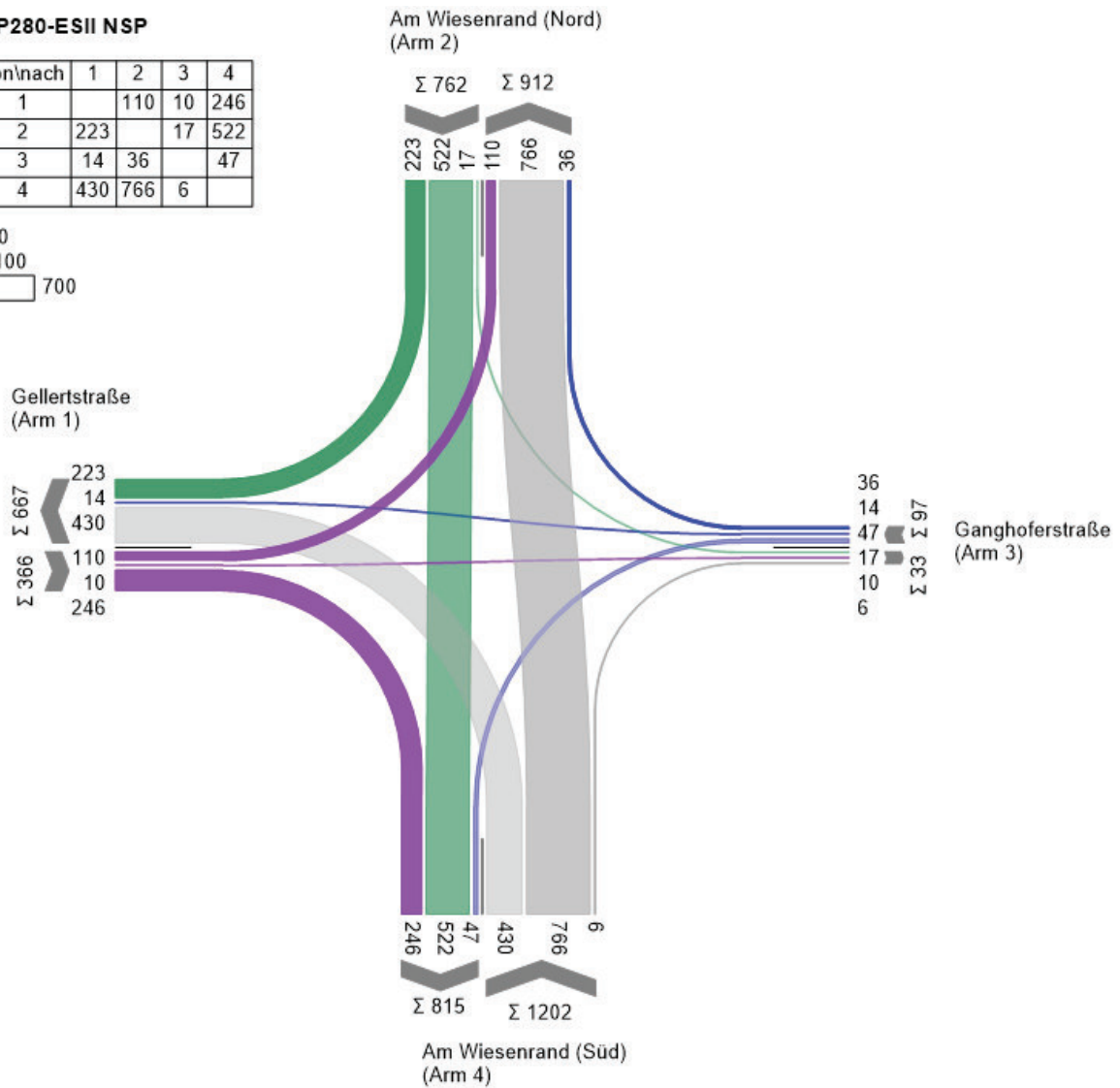
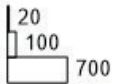


Abbildung 17: SBP KP280, ESII NSP

KP280-ESII NSP

von/nach	1	2	3	4
1		110	10	246
2	223		17	522
3	14	36		47
4	430	766	6	

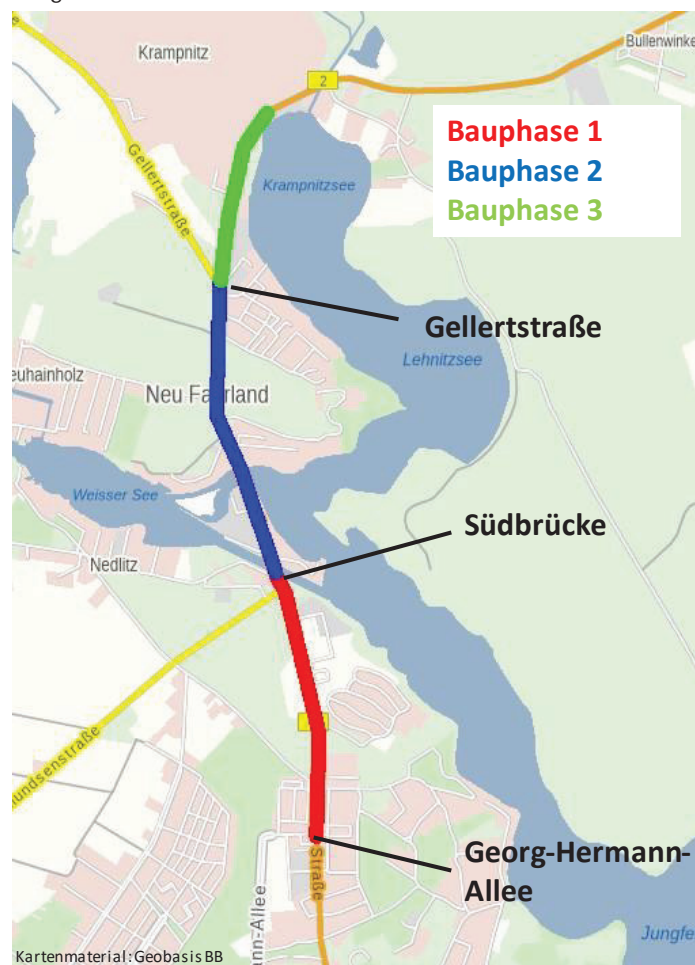


3 Phase 2 - Bauphase Tram

In Phase 2 wird die Tramverbindung zwischen dem bisherigen Ende am Campus Jungferensee bis nach Krampnitz verlängert. In diesem Zeitraum muss zur Durchführung der Baumaßnahmen die B2 einseitig gesperrt werden, sodass lediglich ein KFZ-Fahrstreifen zur Abwicklung des Verkehrs zur Verfügung steht. Der gesamte Streckenabschnitt wurde im Rahmen der Aufgabenstellung durch den Auftraggeber in drei Bauphasen unterteilt:

- Bauphase 1: Georg-Herrmann-Allee - Südbrücke
- Bauphase 2: Südbrücke - Gellertstraße
- Bauphase 3: Gellertstraße - B2/Erschließungsstraße

Abbildung 18: Verortung Bauabschnitte der Phase 2



In den Bauphasen 1 und 2 soll lediglich der stadtauswärtige Verkehr auf der B2 geführt werden. Der stadteinwärtige Kfz-Verkehr wird dafür umgeleitet. Die im Busvorlauf verkehrenden Busse des ÖPNV sollen jedoch auch weiterhin auf der B2 geführt werden (Führung im Gegenverkehr). Hierfür werden im Folgenden die jeweils maximal möglichen Baustellenlängen ermittelt, um trotz Engstelle eine leistungsfähige Verkehrsabwicklung zu gewährleisten. Eine Ausnahme bildet hierbei die Bauphase 3. An dieser Stelle soll der stadtein- und stadtauswärtige Verkehr auf der B2 geführt werden. Für die Betrachtungen

Voruntersuchung

sollen die Verkehrsbelastungen des Nullfalls und der Entwicklungsstufe II (analog zum Kapitel 2) angesetzt werden. Weiterhin werden folgende Annahmen getroffen:

- Der Radverkehr wird in dieser Betrachtung nicht berücksichtigt, d.h. dieser wird in den Engstellen weder signalisiert noch auf dem Fahrstreifen des KFZ-Verkehrs geführt. Es sind geeignete Maßnahmen zur Führung des Radverkehrs zu ergreifen, bspw. auf vorhandenen Nebenanlagen oder auf einem separat markiertem Radstreifen auf der Fahrbahn (ohne Behinderung des KFZ-Verkehrs).
- Die Anzahl der Busfahrten werden entsprechend dem Konzept ÖPNV-Angebotskonzept Krampnitz in der Version 06 vom 29.09.2020 gewählt.
 - Nullfall: 12 Busfahrten pro Stunde und Richtung
 - ESII: 17 Busfahrten pro Stunde und Richtung
- Zur Ermittlung der maximalen Baustellenlängen wird ein maximaler Nutzungsgrad der Verkehrsanlagen von 85% angesetzt.
- Für die Errechnung der maximalen Baustellenlängen stehen folgende Verkehrsdaten als Ausgangsbasis zur Verfügung:
 - KP230: Nullfall (siehe Abbildung 2 und Abbildung 3) und ESII (siehe Abbildung 8 und Abbildung 9)
 - KP280: Nullfall (siehe Abbildung 14 und Abbildung 15) ESII (siehe Abbildung 16 und Abbildung 17)
 - Die angesetzten Belastungen werden für die jeweiligen Abschnitte aus den Daten des KP230 und KP280 abgeleitet.
- FG-Querungen im Bereich der Baustellenabschnitte werden für den Bauzeitraum abgeschaltet.
- Es befinden sich keine ÖPNV-Haltestellen unmittelbar vor oder in den Baustellenabschnitten.
- Es erfolgt keine Beeinflussung des KFZ-Verkehrs auf der B2 durch einbiegende Fahrzeuge
- Der KFZ-Strom wird als kontinuierlicher Zufluss angenommen.
- Die Ankunft der ÖPNV-Fahrzeuge am Baustellenabschnitt wird als gleichmäßig verteilt angenommen.

Vorgehen

Für die Bauphasen 1 und 2, in denen lediglich der Busverkehr stadteinwärts auf der B2 geführt werden soll, werden jeweils 4 Baustellenlängen betrachtet. Auf Basis der zur Verfügung stehenden Verkehrsbelastungszahlen wird jeweils für die FSP und die NSP die benötigte Freigabezeit für den KFZ-Verkehr je Stunde errechnet. Für jede untersuchte Baustellenlänge wird unter Berücksichtigung der Anzahl der Busfahrten die tatsächlich vorhandene Freigabezeit ermittelt. Wenn die vorhandene Freigabezeit größer als die zur Abwicklung des Verkehrs benötigte ist, kann von einem leistungsfähigen Verkehrsablauf ausgegangen werden. Für diese Fälle werden zusätzlich die zu erwartenden

Voruntersuchung

Rückstaulängen sowie die mittlere Wartezeit des KFZ-Verkehrs in stadtauswärtiger Richtung berechnet. Den Berechnungen der Rückstaulänge sowie der Wartezeit liegt ein zeitlich gleichverteiltes Eintreffen der Busse an der Engstelle zu Grunde. Andernfalls ist von höheren Werten auszugehen. Es werden die FSP und NSP einzeln betrachtet, jedoch ist lediglich der kleinere maximale Wert für die Baustellenlänge entscheidend, da der gesperrte Streckenabschnitt vormittags und nachmittags die gleiche Länge aufweisen muss.

3.1 Bauphase 1: Georg-Hermann-Allee – Südbrücke

Für die Verkehrsbelastung im Bauabschnitt Georg-Hermann-Allee bis zur Südbrücke werden die Daten des KP230 (südliche Zufahrt) verwendet.

Nullfall

Tabelle 1: Baustellenlänge, Bauphase 1, Nullfall

Bauphase 1, Nullfall, FSP				
Eingangswerte	FSP [KFZ/h]	438	Leistungsfähige Verkehrsabwicklung	
	Busfahrten [1/h]	12	Keine leistungsfähige Verkehrsabwicklung	
n.a.: nicht anwendbar				
Länge Baustelle [m]	Benötigte Freigabezeit KFZ FSP pro Stunde [s]	Vorhandene Freigabezeit KFZ pro Stunde [s]	Rückstaulänge FSP [m]	Wartezeit KFZ FSP [s]
200	1082	2814	47,8	66
300		2526	65,3	90
400		2238	82,9	114
500		1950	100,4	138

Bauphase 1, Nullfall, NSP				
Eingangswerte	NSP [KFZ/h]	857	Leistungsfähige Verkehrsabwicklung	
	Busfahrten [1/h]	12	Keine leistungsfähige Verkehrsabwicklung	
n.a.: nicht anwendbar				
Länge Baustelle [m]	Benötigte Freigabezeit KFZ NSP pro Stunde [s]	Vorhandene Freigabezeit KFZ pro Stunde [s]	Rückstaulänge NSP [m]	Wartezeit KFZ NSP [s]
200	2117	2814	93,6	66
300		2526	127,9	90
400		2238	162,1	114
500		1950	n.a.	n.a.

Für die Bauphase 1 ergibt sich für den Nullfall eine maximale Baustellenlänge von ca. 400 m. Es ist von einer Rückstaulänge von ca. 162 m auszugehen.

Voruntersuchung

Entwicklungsstufe II

Tabelle 2: Baustellenlänge, Bauphase 1, ESII

Bauphase 1, ESII, FSP				
Eingangswerte	FSP [KFZ/h]	475	Leistungsfähige Verkehrsabwicklung	
	Busfahrten [1/h]	17	Keine leistungsfähige Verkehrsabwicklung	
n.a.: nicht anwendbar				
Länge Baustelle [m]	Benötigte Freigabezeit KFZ FSP pro Stunde [s]	Vorhandene Freigabezeit KFZ pro Stunde [s]	Rückstaulänge FSP [m]	Wartezeit KFZ FSP [s]
100	1174	2894	32,9	42
200		2486	51,9	66
300		2078	70,9	90
400		1670	89,9	114

Bauphase 1, ESII, NSP				
Eingangswerte	NSP [KFZ/h]	930	Leistungsfähige Verkehrsabwicklung	
	Busfahrten [1/h]	17	Keine leistungsfähige Verkehrsabwicklung	
n.a.: nicht anwendbar				
Länge Baustelle [m]	Benötigte Freigabezeit KFZ NSP pro Stunde [s]	Vorhandene Freigabezeit KFZ pro Stunde [s]	Rückstaulänge NSP [m]	Wartezeit KFZ NSP [s]
100	2298	2894	64,4	42
200		2486	101,6	66
300		2078	n.a.	n.a.
400		1670	n.a.	n.a.

Für die Bauphase 1 ergibt sich für die Entwicklungsstufe II eine maximale Baustellenlänge von ca. 200 m. Es ist von einer Rückstaulänge von ca. 102 m auszugehen.

Voruntersuchung

3.2 Bauphase 2: Südbrücke – Gellertstraße

Für die Verkehrsbelastung im Bauabschnitt Südbrücke - Gellertstraße werden die Daten des KP230 (nördliche Ausfahrt) verwendet. Diese wurden den Daten des KP280 vorgezogen, da die Verkehrszählung des KP230 aktuelleren Ursprungs (2019) ist.

Nullfall

Tabelle 3: Baustellenlänge, Bauphase 2, Nullfall

Bauphase 2, Nullfall, FSP				
Eingangswerte	FSP [KFZ/h]	602	Leistungsfähige Verkehrsabwicklung	
	Busfahrten [1/h]	12	Keine leistungsfähige Verkehrsabwicklung	
n.a.: nicht anwendbar				
Länge Baustelle [m]	Benötigte Freigabezeit KFZ FSP pro Stunde [s]	Vorhandene Freigabezeit KFZ pro Stunde [s]	Rückstaulänge FSP [m]	Wartezeit KFZ FSP [s]
100	1487	3102	41,7	42
200		2814	65,7	66
300		2526	89,8	90
400		2238	113,9	114

Bauphase 2, Nullfall, NSP				
Eingangswerte	NSP [KFZ/h]	1091	Leistungsfähige Verkehrsabwicklung	
	Busfahrten [1/h]	12	Keine leistungsfähige Verkehrsabwicklung	
n.a.: nicht anwendbar				
Länge Baustelle [m]	Benötigte Freigabezeit KFZ NSP pro Stunde [s]	Vorhandene Freigabezeit KFZ pro Stunde [s]	Rückstaulänge NSP [m]	Wartezeit KFZ NSP [s]
100	2695	3102	75,5	42
200		2814	119,1	66
300		2526	n.a.	n.a.
400		2238	n.a.	n.a.

Für die Bauphase 2 ergibt sich für den Nullfall eine maximale Baustellenlänge von ca. 200 m. Es ist von einer Rückstaulänge von ca. 119 m auszugehen.

Tabelle 4: Baustellenlänge, Bauphase 2, ESII

Bauphase 2, ESII, FSP				
Eingangswerte	FSP [KFZ/h]	656	Leistungsfähige Verkehrsabwicklung	
	Busfahrten [1/h]	17	Keine leistungsfähige Verkehrsabwicklung	
n.a.: nicht anwendbar				
Länge Baustelle [m]	Benötigte Freigabezeit KFZ FSP pro Stunde [s]	Vorhandene Freigabezeit KFZ pro Stunde [s]	Rückstaulänge FSP [m]	Wartezeit KFZ FSP [s]
25	1621	3200	25,7	24
50		3098	32,3	30
75		2996	38,8	36
100		2894	45,4	42

Bauphase 2, ESII, NSP				
Eingangswerte	NSP [KFZ/h]	1190	Leistungsfähige Verkehrsabwicklung	
	Busfahrten [1/h]	17	Keine leistungsfähige Verkehrsabwicklung	
n.a.: nicht anwendbar				
Länge Baustelle [m]	Benötigte Freigabezeit KFZ NSP pro Stunde [s]	Vorhandene Freigabezeit KFZ pro Stunde [s]	Rückstaulänge NSP [m]	Wartezeit KFZ NSP [s]
25	2940	3200	46,6	24
50		3098	58,5	30
75		2996	70,4	36
100		2894	n.a.	n.a.

Für die Bauphase 2 ergibt sich für die Entwicklungsstufe II eine maximale Baustellenlänge von ca. 75 m. Es ist von einer Rückstaulänge von ca. 70 m auszugehen.

3.3 Bauphase 3: Gellertstraße – B2/Erschließungsstraße

In der dritten Bauphase soll sowohl der stadtein- als auch der stadtauswärtige Verkehr auf der B2 durch die Baustellenengstelle geführt werden. Für dieses Szenario ist die Anzahl der Busfahrten nicht relevant. Es sind die KFZ-Ströme in beide Verkehrsrichtungen hinsichtlich der erforderlichen Freigabezeiten zu prüfen. Für die Gesamtfreigabezeit ergeben sich folgende Zusammenhänge:

$$t_{f, KFZ,gesamt} = \sum_{i=1}^2 t_{f,Ki}$$

$$t_{f,Ki} = \frac{q_{Ki} \cdot t_b}{A}$$

Voruntersuchung

Mit:

$t_{f,KFZ,gesamt}$	Benötigte Freigabezeit zur Abwicklung des stadtaus- und stadteinwärtigen KFZ-Verkehrs
$t_{f,Ki}$	Mindestfreigabezeit der einzelnen KFZ-Richtungen
q_{Ki}	Verkehrsstärken der einzelnen KFZ-Richtungen
t_b	Zeitbedarfswert
A	Maximal gewünschter Auslastungsgrad

Tabelle 5: Erforderliche Freigabezeiten Bauphase 3

Bauphase 3, Nullfall			
Eingangswerte	Zeitbedarfswert [s/KFZ]	2,1	
	Nutzungsgrad [1]	0,85	
	K1 (stadtauswärts) [KFZ/h]	K2 (Stadteinwärts) [KFZ/h]	Benötigte Freigabezeit [s]
FSP	676	595	3140
NSP	828	734	3859

Bauphase 3, ESII			
Eingangswerte	Zeitbedarfswert [s/KFZ]	2,1	
	Nutzungsgrad [1]	0,85	
	K1 (stadtauswärts) [KFZ/h]	K2 (Stadteinwärts) [KFZ/h]	Benötigte Freigabezeit [s]
FSP	772	617	3432
NSP	912	762	4136

In Tabelle 5 sind die erforderlichen Freigabezeiten für den Nullfall und die Entwicklungsstufe II dargestellt. Es ist ersichtlich, dass diese jeweils in der NSP über 3600 Sekunden liegen. Somit ist eine leistungsfähige Abwicklung der vorhandenen beziehungsweise prognostizierten Verkehrsmengen durch eine Engstelle nicht möglich.

In Tabelle 6 wurde die identische Betrachtung wie in Tabelle 5 durchgeführt. Es wurde lediglich der Zeitbedarfswert von 2,1 auf 2,0 abgesenkt und der Nutzungsgrad von 0,85 auf 0,9 angehoben. Selbst für dieses knapper bemessene Betrachtungsszenario übersteigt die insgesamt benötigte Freigabezeit für die Entwicklungsstufe II den maximalen Stundenwert von 3600 Sekunden. Für den Nullfall ergibt sich ein benötigter Freigabezeitbedarf von 3471 Sekunden. Es sei nochmals erwähnt, dass es sich bei diesem Wert ausschließlich um die benötigten Freigabezeiten handelt. Es sind keine Zwischenzeiten enthalten. Selbst bei einer Baustellenlänge von lediglich 50m ergibt sich eine Zwischenzeitbedarf von ca. 20 Sekunden pro Umlauf. Bei einer verbleibenden Restzeit von 129 Sekunden (3600 Sekunden – 3471 Sekunden) wären lediglich 6 Umläufe je

Voruntersuchung

Stunde möglich, was einer Umlaufzeit von 600 Sekunden entspricht. Laut RiLSA 2015 sollte die Umlaufzeit für Engstellensignalisierungen nicht größer als 300 Sekunden sein.

Tabelle 6: Bauphase 3, Minimum erforderliche Freigabezeiten

Bauphase 3, Nullfall			
Eingangswerte	Zeitbedarfswert [s/KFZ]	2	
	Nutzungsgrad [1]	0,9	
	K1 (stadtauswärts) [KFZ/h]	K2 (Stadteinwärts) [KFZ/h]	Benötigte Freigabezeit [s]
FSP	676	595	2824
NSP	828	734	3471

Bauphase 3, ESII			
Eingangswerte	Zeitbedarfswert [s/KFZ]	2	
	Nutzungsgrad [1]	0,9	
	K1 (stadtauswärts) [KFZ/h]	K2 (Stadteinwärts) [KFZ/h]	Benötigte Freigabezeit [s]
FSP	772	617	3087
NSP	912	762	3720

Für die dritte Bauphase ist selbst bei sehr knapp bemessenen Eingangsparametern eine leistungsfähige Abwicklung des stadtein- und -auswärtigen Verkehrs auf nur einem Fahrstreifen nicht möglich.

3.4 Bauphase Tram – Anpassung Randbedingungen

Die bisherigen Betrachtungen haben insbesondere für die Bauphase zwei eine geringe maximale Baustellenlänge ergeben. Aus diesem Grund erfolgte eine weiterführende Berechnung für die Bauphasen eins und zwei. Hierbei wurden anstelle eines über die Stunde gleichverteilten Busaufkommens gebündelte Bus-Freigabezeiten angenommen, in denen jeweils mehrere Busse die Engstelle passieren können. Auf diese Weise wird die Anzahl der erforderlichen Sperrungen der Engstelle für den stadtauswärtigen KFZ-Verkehr reduziert. Für die beiden Belastungsszenarien werden die nachfolgend aufgeführten Busfreigabezeitfenster für die Berechnungen angesetzt. Es wird davon ausgegangen, dass diese zeitlich gleichmäßig verteilt auftreten.

- Nullfall: 8 Busfreigaben [1/h]
- ESII: 10 Busfreigaben [1/h]

Die übrigen Annahmen bleiben analog zu Kapitel 3 unverändert. Im Folgenden werden die Berechnungsergebnisse für die Bauphasen eins und zwei aufgezeigt.

Voruntersuchung

Tabelle 7: Baustellenlänge, Bauphase 1, Nullfall, Anpassung Anzahl Busfahrten

Bauphase 1, Nullfall, FSP				
Eingangswerte	FSP [KFZ/h]	438	Leistungsfähige Verkehrsabwicklung	
	Busfahrten [1/h]	8	Keine leistungsfähige Verkehrsabwicklung	
n.a.: nicht anwendbar				
Länge Baustelle [m]	Benötigte Freigabezeit KFZ FSP pro Stunde [s]	Vorhandene Freigabezeit KFZ pro Stunde [s]	Rückstaulänge FSP [m]	Wartezeit KFZ FSP [s]
1000	1082	1540	188,0	258
1100		1348	205,5	282
1200		1156	223,0	306
1300		964	n.a.	n.a.

Bauphase 1, Nullfall, NSP				
Eingangswerte	NSP [KFZ/h]	857	Leistungsfähige Verkehrsabwicklung	
	Busfahrten [1/h]	8	Keine leistungsfähige Verkehrsabwicklung	
n.a.: nicht anwendbar				
Länge Baustelle [m]	Benötigte Freigabezeit KFZ NSP pro Stunde [s]	Vorhandene Freigabezeit KFZ pro Stunde [s]	Rückstaulänge NSP [m]	Wartezeit KFZ NSP [s]
400	2117	2692	162,1	114
500		2500	196,4	138
600		2308	230,7	162
700		2116	n.a.	n.a.

Für den Nullfall beträgt die maximale Baustellenlänge in der Bauphase 1 mit reduzierter Anzahl an Busfreigabezeitfenstern 600 m. Es ist von einer Rückstaulänge von ca. 231 m auszugehen.

Tabelle 8: Baustellenlänge, Bauphase 1, ESII, Anpassung Anzahl Busfahrten

Bauphase 1, ESII, FSP				
Eingangswerte	FSP [KFZ/h]	475	Leistungsfähige Verkehrsabwicklung	
	Busfahrten [1/h]	10	Keine leistungsfähige Verkehrsabwicklung	
n.a.: nicht anwendbar				
Länge Baustelle [m]	Benötigte Freigabezeit KFZ FSP pro Stunde [s]	Vorhandene Freigabezeit KFZ pro Stunde [s]	Rückstaulänge FSP [m]	Wartezeit KFZ FSP [s]
700	1174	1745	146,9	186
800		1505	165,9	210
900		1265	184,9	234
1000		1025	n.a.	n.a.

Bauphase 1, ESII, NSP				
Eingangswerte	NSP [KFZ/h]	930	Leistungsfähige Verkehrsabwicklung	
	Busfahrten [1/h]	10	Keine leistungsfähige Verkehrsabwicklung	
n.a.: nicht anwendbar				
Länge Baustelle [m]	Benötigte Freigabezeit KFZ NSP pro Stunde [s]	Vorhandene Freigabezeit KFZ pro Stunde [s]	Rückstaulänge NSP [m]	Wartezeit KFZ NSP [s]
200	2298	2945	101,6	66
300		2705	138,8	90
400		2465	176,0	114
500		2225	n.a.	n.a.

Voruntersuchung

Für die ESII beträgt die maximale Baustellenlänge in der Bauphase 1 mit reduzierter Anzahl an Busfreigabezeitfenstern 400 m. Es ist von einer Rückstaulänge von ca. 176 m auszugehen.

Tabelle 9: Baustellenlänge, Bauphase 2, Nullfall, Anpassung Anzahl Busfahrten

Bauphase 2, Nullfall, FSP				
Eingangswerte	FSP [KFZ/h]	602	Leistungsfähige Verkehrsabwicklung	
	Busfahrten [1/h]	8	Keine leistungsfähige Verkehrsabwicklung	
n.a.: nicht anwendbar				
Länge Baustelle [m]	Benötigte Freigabezeit KFZ FSP pro Stunde [s]	Vorhandene Freigabezeit KFZ pro Stunde [s]	Rückstaulänge FSP [m]	Wartezeit KFZ FSP [s]
800	1487	1924	210,2	210
900		1732	234,3	234
1000		1540	258,4	258
1100		1348	n.a.	n.a.

Bauphase 2, Nullfall, NSP				
Eingangswerte	NSP [KFZ/h]	1091	Leistungsfähige Verkehrsabwicklung	
	Busfahrten [1/h]	8	Keine leistungsfähige Verkehrsabwicklung	
n.a.: nicht anwendbar				
Länge Baustelle [m]	Benötigte Freigabezeit KFZ NSP pro Stunde [s]	Vorhandene Freigabezeit KFZ pro Stunde [s]	Rückstaulänge NSP [m]	Wartezeit KFZ NSP [s]
100	2695	3268	75,5	42
200		3076	119,1	66
300		2884	162,8	90
400		2692	n.a.	n.a.

Für den Nullfall beträgt die maximale Baustellenlänge in der Bauphase 2 mit reduzierter Anzahl an Busfreigabezeitfenstern 300 m. Es ist von einer Rückstaulänge von ca. 163 m auszugehen.

Voruntersuchung

Tabelle 10: Baustellenlänge, Bauphase 2, ESII, Anpassung Anzahl Busfahrten

Bauphase 2, ESII, FSP				
Eingangswerte	FSP [KFZ/h]	656	Leistungsfähige Verkehrsabwicklung	
	Busfahrten [1/h]	10	Keine leistungsfähige Verkehrsabwicklung	
n.a.: nicht anwendbar				
Länge Baustelle [m]	Benötigte Freigabezeit KFZ FSP pro Stunde [s]	Vorhandene Freigabezeit KFZ pro Stunde [s]	Rückstaulänge FSP [m]	Wartezeit KFZ FSP [s]
500	1621	2225	150,4	138
600		1985	176,6	162
700		1745	202,8	186
800		1505	n.a.	n.a.
Bauphase 2, ESII, NSP				
Eingangswerte	NSP [KFZ/h]	1190	Leistungsfähige Verkehrsabwicklung	
	Busfahrten [1/h]	10	Keine leistungsfähige Verkehrsabwicklung	
n.a.: nicht anwendbar				
Länge Baustelle [m]	Benötigte Freigabezeit KFZ NSP pro Stunde [s]	Vorhandene Freigabezeit KFZ pro Stunde [s]	Rückstaulänge NSP [m]	Wartezeit KFZ NSP [s]
100	2940	3185	82,3	42
150		3065	106,1	54
200		2945	129,9	66
250		2825	n.a.	n.a.

Für die ESII beträgt die maximale Baustellenlänge in der Bauphase 2 mit reduzierter Anzahl an Busfreigabezeitfenstern 200 m. Es ist von einer Rückstaulänge von ca. 130 m auszugehen.

Durch das Herabsetzen der Anzahl der Busfreigabezeitfenster, ergeben sich grundsätzlich größere maximale Baustellenlängen. Bei der Interpretation und Weiterverwendung der Werte ist jedoch darauf zu achten, dass hierdurch benachbarte Knotenpunktanlagen überstaut werden können. Dies ist im Einzelfall gesondert zu prüfen. Weiterhin erhöhen sich die Wartezeiten für den KFZ-Verkehr. Die vorgenommenen Änderungen bezüglich der Anpassung der Busfreigabezeitfenster haben keine Auswirkungen auf die Ergebnisse für die Bauphase 3 aus Abschnitt 3.3.

Grundsätzlich gilt auch für diese weiterführende Berechnung, dass für die FSP größere maximale Baustellenlängen möglich sind. Es ist jedoch, wie in dem vorhergehenden Abschnitt ebenfalls, der kleinere Wert aus FSP und NSP für die Wahl der Baustellenlänge ausschlaggebend. Zur Verbesserung des ÖPNV-Angebots könnten jedoch am Vormittag mehr Busfreigabezeitfenster als am Nachmittag eingerichtet werden.

4 Zusammenfassung

Im ersten Schritt der Untersuchung wurde eine Leistungsfähigkeitsbetrachtung für den KP230 durchgeführt. Hierbei konnten sowohl für den Nullfall (Ausgangssituation) als auch für die Entwicklungsstufe II (Kramnitz ist mit ca. 5000 Einwohnern besiedelt) für die FSP und die NSP leistungsfähige Verkehrsabläufe nachgewiesen werden. Es sind keine signifikanten Verlängerungen der mittleren Wartezeiten durch die Belastungsänderung (Nullfall zu ES II) zu erwarten.

Im zweiten Schritt wurden für die drei definierten Bauphasen des Tramlinien-Ausbaus nach Kramnitz die maximal möglichen Baustellenlängen berechnet, für die der Verkehr durch eine einstreifige Engstelle geführt werden kann. Hierfür wurde zunächst von einer gleichverteilten Busfolge und Einzeldurchfahrten ausgegangen.

Bauphase 1: Georg-Herrmann-Allee - Südbrücke

Für den Nullfall wurde eine maximale Baustellenlänge von 400m ermittelt. Während der Entwicklungsstufe II beträgt die maximale Baustellenlänge 200m.

Bauphase 2: Südbrücke - Gellertstraße

Während des Nullfalls beträgt die maximale Baustellenlänge 200m, für den Zeitraum der Entwicklungsstufe II konnten 75m ermittelt werden.

Bauphase 3: Gellertstraße – B2/Erschließungsstraße

Sowohl für den Nullfall als auch für die prognostizierten Belastungen der Entwicklungsstufe II ist eine leistungsfähige Verkehrsabwicklung des stadtein- und stadtauswärtigen Verkehrs durch eine einstreifige Engstelle nicht möglich. Es muss ein mindestens zweistreifiger Straßenquerschnitt während der Baumaßnahmen verbleiben oder eine Umleitungsstrecke erarbeitet werden.

Für die Bauphase eins und zwei erfolgte zudem eine weiterführende Berechnung zur maximalen Baustellenlänge. Für die Busfahrten wurden dabei anstelle eines über die Stunde gleichverteilten Busaufkommens gebündelte Bus-Freigabezeiten angesetzt, in denen jeweils mehrere Busse die Engstelle passieren. Hierdurch konnten größere Werte für die maximal mögliche Baustellenlänge ermittelt werden.

- Bauphase 1, Nullfall: 600m
- Bauphase 1, Entwicklungsstufe II: 400m
- Bauphase 2, Nullfall: 300m
- Bauphase 2, Entwicklungsstufe II: 200m

Für die Frühspitzen wurden grundsätzlich längere mögliche Baustellenabschnitte errechnet. Für die Wahl der Baustellenlänge ist jedoch der kleinere Wert von FSP und NSP entscheidend. Es besteht jedoch die Möglichkeit, zu Zeiten der FSP zusätzliche

Voruntersuchung

Busfreigabezeitfenster zu schaffen und somit das ÖPNV-Angebot beispielsweise für die morgendlichen Pendler zu verbessern.