

Verkehrstechnische Untersuchung für den zweigleisigen Ausbau des Bahnübergangs Bahnstraße in der Gemeinde Ellerau



Im Auftrag der

AKN Eisenbahn AG
Abteilung Bauwesen
Infrastruktur
Rudolf-Diesel-Straße 2
24568 Kaltenkirchen

Februar 2018

Verkehrstechnische Untersuchung für den zweigleisigen Ausbau des Bahnübergangs Bahnstraße in der Gemeinde Ellerau

Auftraggeber: AKN Eisenbahn AG
Abteilung Bauwesen Infrastruktur
Rudolf-Diesel-Straße 2
24568 Kaltenkirchen

Auftragnehmer: SBI Beratende Ingenieure für
Bau-Verkehr-Vermessung GmbH
Hasselbrookstraße 33
22089 Hamburg
040/25 19 57-0
office@sbi.de
www.sbi.de

Bearbeiter: Dipl.-Ing. Olaf Drangusch
Irfan Irfan M.Sc.
Reza Alamdar Milani M.Sc.

Stand: Februar 2018

Projekt: 7656K01
G:\PRJ\7600-7699\7656-Ellerau_Bahnstrasse\10-VU\Bericht\7656_VTU BÜ
Ellerau_Bericht_180212.docx

Inhalt

1	Aufgabenstellung	4
2	Verkehrsanalyse	5
2.1	Knotenpunkt Bahnstraße/Ellerauer Straße/Berliner Damm	5
2.2	Einmündung Bahnstraße/Erleneck.....	7
2.3	Bahnübergang Bahnstraße	8
2.4	Stichprobenartige Beobachtung der Rückstaulängen.....	9
2.4.1	Ellerauer Straße.....	10
2.4.2	Bahnstraße	11
2.4.3	Berliner Damm	12
3	Verkehrsprognose	13
3.1	Allgemeine Verkehrsentwicklung bis 2030.....	13
3.2	Verkehrserzeugung Wohnbauvorhaben Erleneck	14
3.3	Prognosefälle.....	15
3.3.1	Prognosenullfall 2025 mit eingleisigem BÜ: „97 WE Erleneck“	15
3.3.2	Prognosenullfall 2030 mit eingleisigem BÜ: „97 WE Erleneck“ plus weitere Wachstumspotenziale	16
3.3.3	Prognoseplanfälle 2025 und 2030 mit zweigleisigem BÜ	17
4	Verkehrstechnische Bewertung nach HBS	19
4.1	Knotenpunkt Bahnstraße/Ellerauer Straße/Berliner Damm	20
4.2	Einmündung Bahnstraße/Erleneck.....	23
5	Verkehrsflusssimulation	26
5.1	Grundlagen	26
5.2	Ergebnisse.....	27
6	Zusammenfassung und Fazit	31
	Literaturverzeichnis	34
	Anlagenverzeichnis	35

1 Aufgabenstellung

Im Rahmen der geplanten Elektrifizierung der AKN-Strecke zwischen Kaltenkirchen und Eidelstedt ist durch die AKN Eisenbahn AG auch der zweigleisige Ausbau des derzeit signalisierten Bahnübergangs Bahnstraße in der Gemeinde Ellerau vorgesehen. Der Streckenabschnitt wird zurzeit durch die AKN-Linie A1 befahren und soll nach Inbetriebnahme der Elektrifizierung durch S-Bahnzüge der Linie S21 in der heutigen Taktfrequenz ersetzt werden [1].

In der vorliegenden verkehrstechnischen Untersuchung werden die Auswirkungen des zweigleisigen Ausbaus des Bahnübergangs (BÜ) auf die allgemeine Verkehrsabwicklung am unmittelbar westlich befindlichen Straßenknotenpunkt (BÜSTRA-Anlage) Bahnstraße/Ellerauer Straße/Berliner Damm (L76/L234) analysiert. Außerdem sind für die Einmündung Bahnstraße/Erleneck die Leistungsfähigkeit und die Notwendigkeit einer Einbeziehung in die signaltechnische Sicherung der BÜSTRA-Anlage zu prüfen. Hierfür sind zunächst HBS-Bewertungen durchzuführen und anschließend die Ergebnisse durch eine Simulation des Verkehrsablaufes in einem projektbezogenen Netzmodell nachzuweisen.

Neben der allgemeinen Verkehrsentwicklung bis 2030 ist auch ein Planfall zu bewerten, der im Bereich Erleneck eher kurzfristig den Neubau von insgesamt 97 Wohneinheiten berücksichtigt.

Zur Analyse der aktuellen Verkehrssituation sind die Knotenstrombelastungen in den maßgebenden Spitzenstunden und die Schrankenschließzeiten am Bahnübergang zu erfassen.

Die Abbildung 1 zeigt den Untersuchungsraum im Gemeindebereich von Ellerau mit dem relevanten Straßennetz (rot), den Verlauf der AKN-Trasse (blau) und die Lage des in Aussicht genommenen Wohnbaugebietes (türkis).

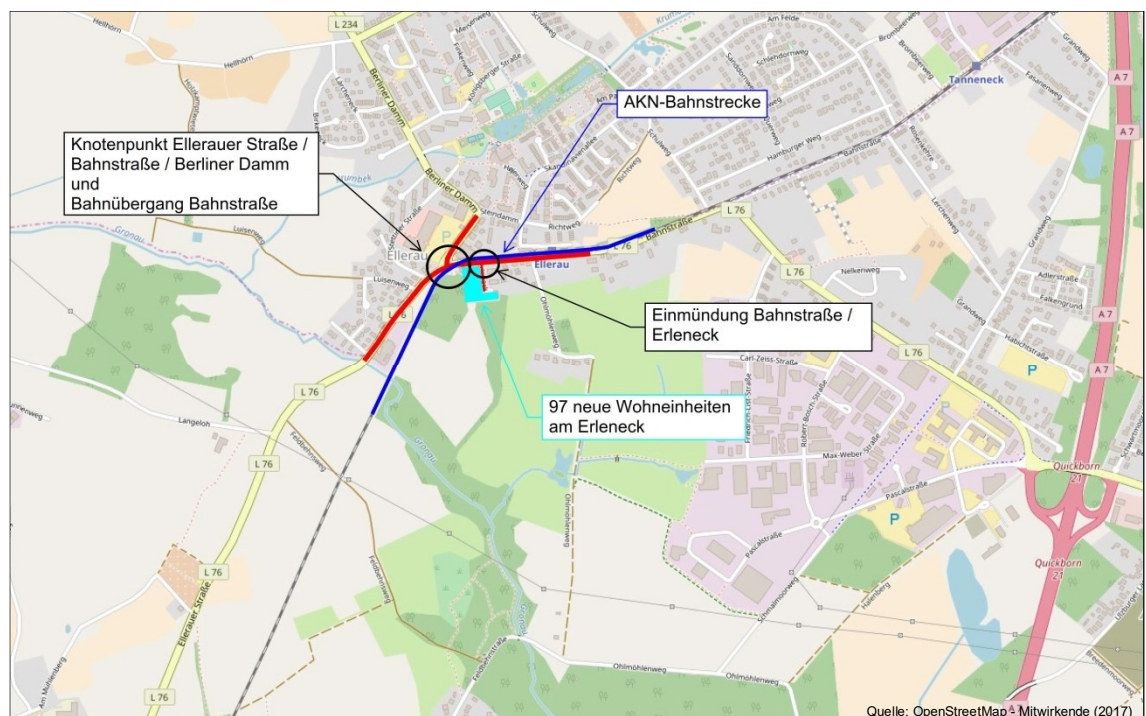


Abbildung 1: Übersichtsplan

2 Verkehrsanalyse

Zur Ermittlung einer aktuellen Datengrundlage wurde am Knotenpunkt Bahnstraße/Ellerauer Straße/Berliner Damm und an der Einmündung Bahnstraße/Erleneck (siehe Abbildung 2) eine Verkehrserhebung am Dienstag, den 12.09.2017 in den beiden Zeitintervallen 06:00 – 10:00 Uhr und 15:00 – 19:00 Uhr durchgeführt. Neben dem Kfz-Verkehr mit der Differenzierung nach den Kategorien Leichtverkehr (Kräder, Pkw, Lieferwagen und Lkw bis 3,5 t zulässiges Gesamtgewicht) und Schwerverkehr (Lkw über 3,5 t ohne/mit Anhänger, Sattelzüge, Busse) wurden auch die Staulängen am Knotenpunkt stichprobenartig erfasst. Die Überquerung der Fußgänger und Radfahrer im Knotenpunktbereich erfolgt durch eine Unterführung, so dass auf eine separate Zählung verzichtet werden konnte.

Während der Verkehrszählung lag im näheren und erweiterten Umfeld ein ungestörtes Verkehrsnetz ohne Baumaßnahmen oder andere verkehrliche Einschränkungen vor, so dass die Zählwerte im Rahmen der üblichen Schwankungsbreiten [2] als repräsentativ für einen Normalwerktag zu bezeichnen sind.

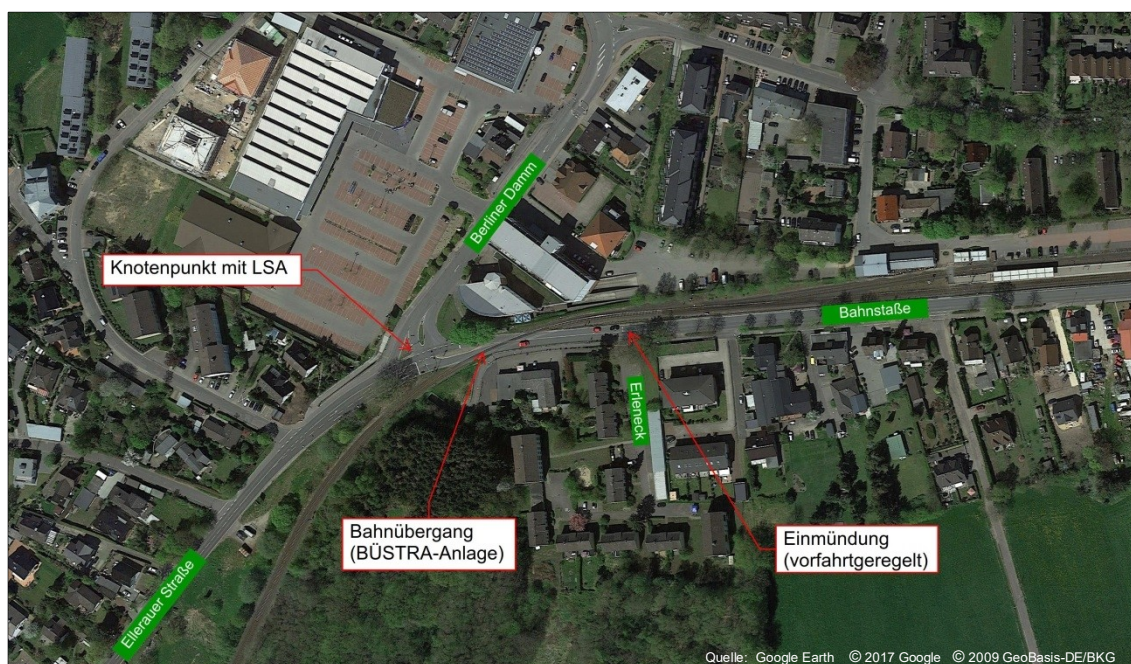


Abbildung 2: Knotenpunkt Bahnstraße/Ellerauer Straße/Berliner Damm und Einmündung Bahnstraße/Erleneck (Luftbild)

2.1 Knotenpunkt Bahnstraße/Ellerauer Straße/Berliner Damm

An dem signalisierten dreiarmligen Knotenpunkt werden die einzelnen zufließenden Knotenströme in der Ellerauer Straße und im Berliner Damm über jeweils eigene Fahrstreifen abgewickelt. Die Länge der Abbiegestreifen beträgt etwa 63 m in der Ellerauer Straße und ca. 55 m im Berliner Damm. Der Verkehrszufluss aus der Bahnstraße (Geradeaus und Rechtsabbieger) wird einstreifig geführt. Der Verlauf der Landstraße L76 (Ellerauer Straße <-> Bahnstraße) ist als Vorfahrtstraße ausgeschildert.

In den nachfolgenden Grafiken sind die Tagesganglinien des Verkehrs in den Zufahrten (Abbildung 3) und die Knotenströme (Abbildung 4) während der gezählten Zeitintervalle

darstellt. Der Knotenpunkt ist gekennzeichnet vom starken Geradeausverkehr auf der L76 aus der Ellerauer Straße in die Bahnstraße. Der Gegenverkehr ist durchweg etwas geringer ausgeprägt. Die anderen Verkehrsbeziehungen sind zeitweise auch relativ stark und weisen in den Hauptverkehrszeiten früh und spät z.T. deutliche Lastrichtungen auf. Das Gesamtverkehrsaufkommen betrug im Erhebungszeitraum knapp 11.200 Kfz/8h mit einem Schwerververkehrsanteil (Lkw > 3,5 t zGG) von rund 4,5 %.

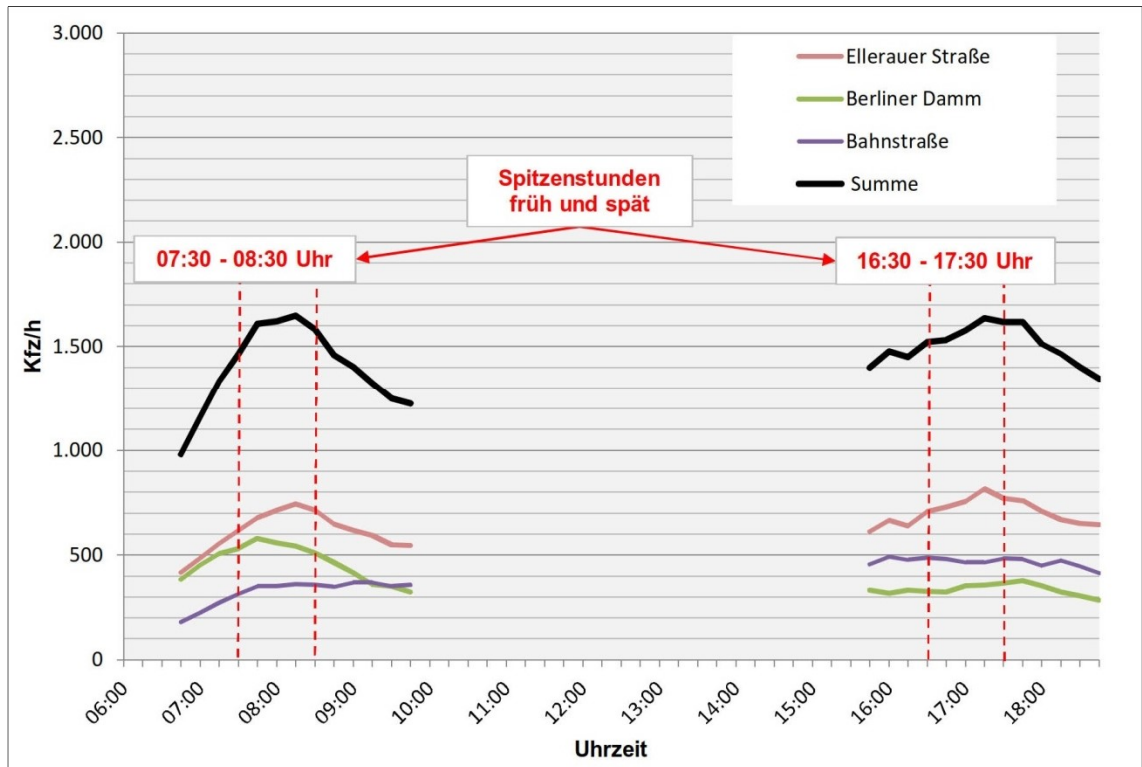


Abbildung 3: Knotenpunkt Bahnstraße/Ellerauer Straße/Berliner Damm – Tagesganglinie am Zähltag

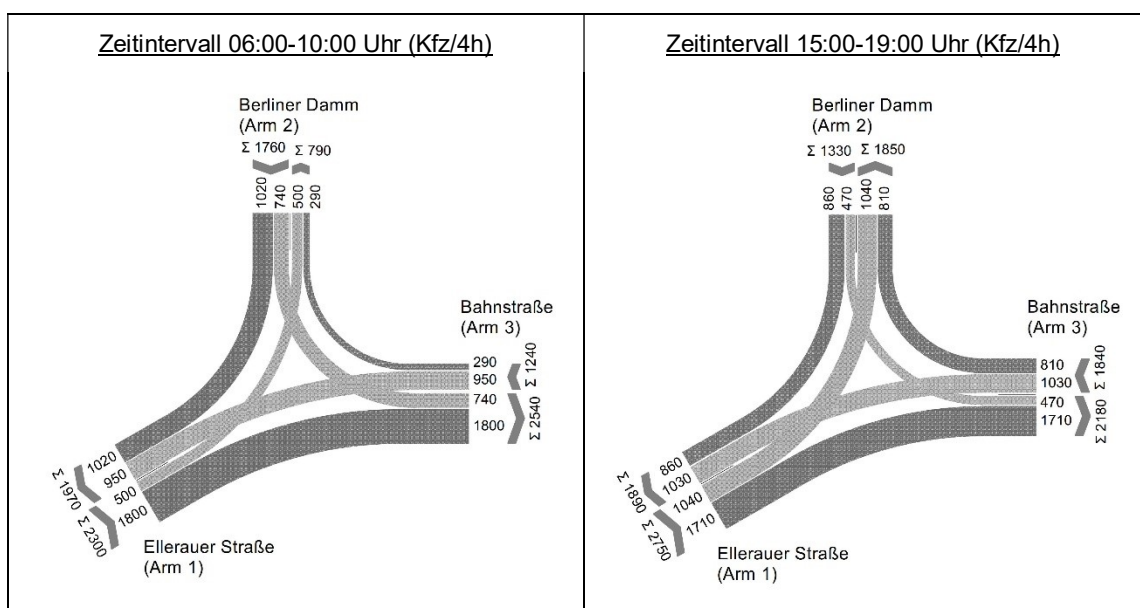


Abbildung 4: Knotenpunkt Bahnstraße/Ellerauer Straße/Berliner Damm – Knotenstrombelastungen in den Hauptverkehrszeiten am Zähltag (aufgerundet)

Die absoluten Spitzenstunden des Kfz-Verkehrs sind morgens von 07:30 bis 08:30 Uhr und nachmittags von 16:30 bis 17:30 Uhr zu verzeichnen (siehe Abbildung 5). Die Knotenpunktbelastungen in den Spitzenstunden lagen bei rund 1.650 Kfz/h mit einem SV-Anteil von 5,6 % morgens bzw. 2,5 % nachmittags/abends.

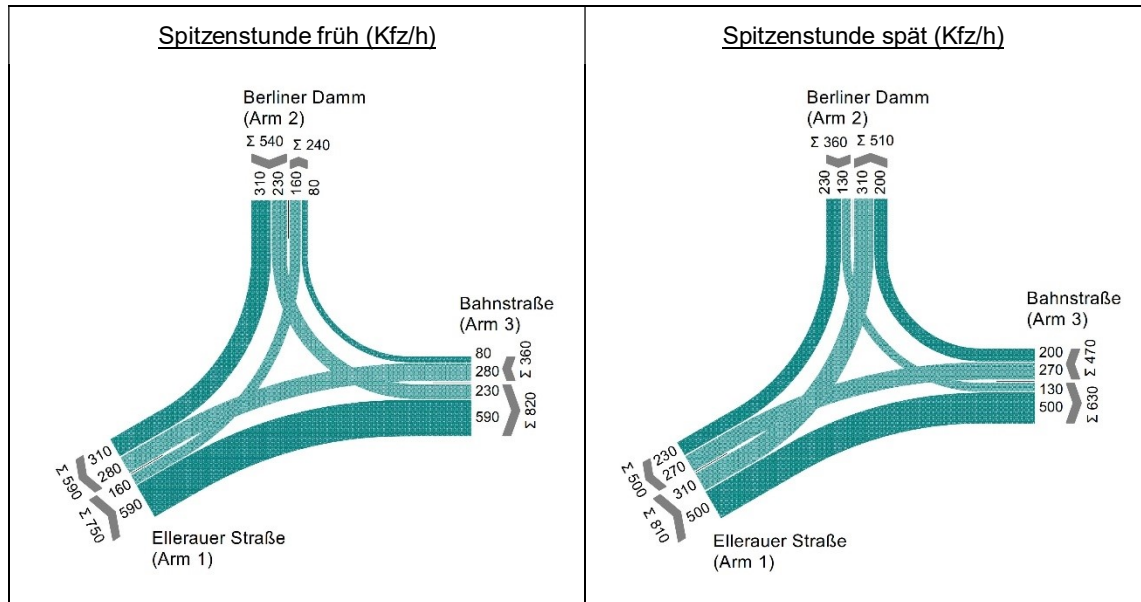


Abbildung 5: Knotenpunkt Bahnstraße/Ellerauer Straße/Berliner Damm – Knotenstrombelastungen in den Spitzenstunden am Zähltag (aufgerundet)

2.2 Einmündung Bahnstraße/Erleneck

Die Erschließungsstraße Erleneck weist eine äußerst geringe Verkehrsbelastung auf. Während der Erhebung waren nur vereinzelte Abbiegevorgänge zu registrieren. In den nachfolgenden Abbildungen sind die Knotenpunktströme im Erhebungszeitraum und in den ermittelten Spitzenstunden ausgewiesen.

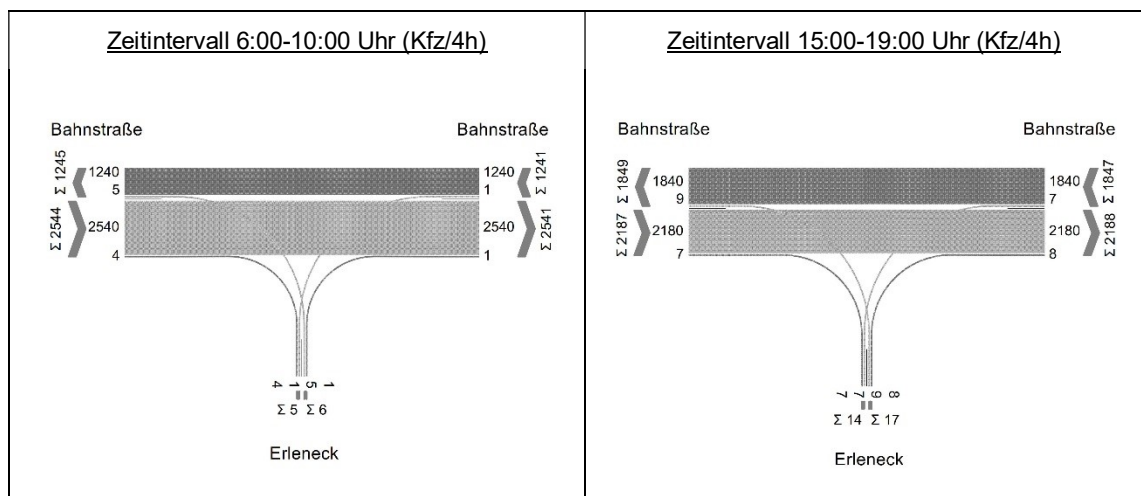


Abbildung 6: Einmündung Bahnstraße/Erleneck – Knotenstrombelastungen in den Hauptverkehrszeiten am Zähltag (tw. aufgerundet)

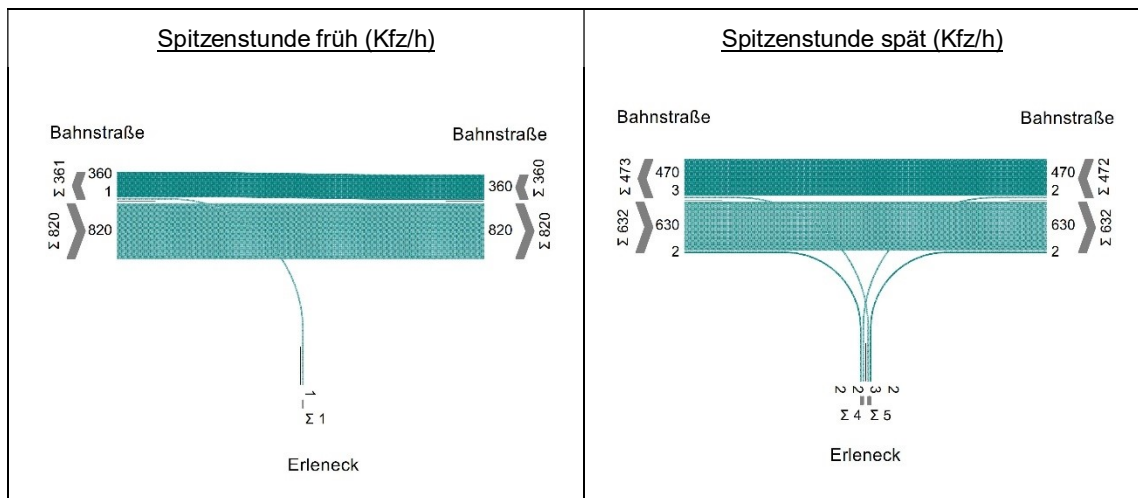


Abbildung 7: Einmündung Bahnstraße/Erleneck – Knotenstrombelastungen in den Spitzenstunden am Zähltag (tw. aufgerundet)

2.3 Bahnübergang Bahnstraße

Die theoretische, mittlere Dauer der Schrankenschließungen wird von der AKN mit 2:31 Minuten für Züge aus Richtung Kaltenkirchen und mit 2:05 Minuten für Züge aus Hamburg angegeben. Für die Ermittlung der tatsächlichen Schrankenschließzeiten wurden sekundengenaue Zeitreihen für alle Schließvorgänge am Zähltag aus der automatischen Aufzeichnung der Schaltvorgänge an der BÜSTRA-Anlage zur Verfügung gestellt [3].

Die Analyse der Daten zeigt, dass stündlich in der Regel 6 Schrankenschließungen erfolgten. Diese Anzahl entspricht dem aktuellen Fahrplan bzw. der aktuellen Taktfrequenz (alle 20 min pro Richtung). Eine zusätzliche Schließung pro Stunde war nur vereinzelt zu registrieren. Die erfassten Schrankenschließungen dauerten zwischen 1:39 Minuten und 3:16 Minuten. Der Mittelwert in den Hauptverkehrszeiten beträgt morgens 2:24 Minuten und nachmittags 2:17 Minuten. Die einzelnen Schrankenschließzeiten in den Zählzeitintervallen sind in den Abbildungen 8 und 9 dargestellt.

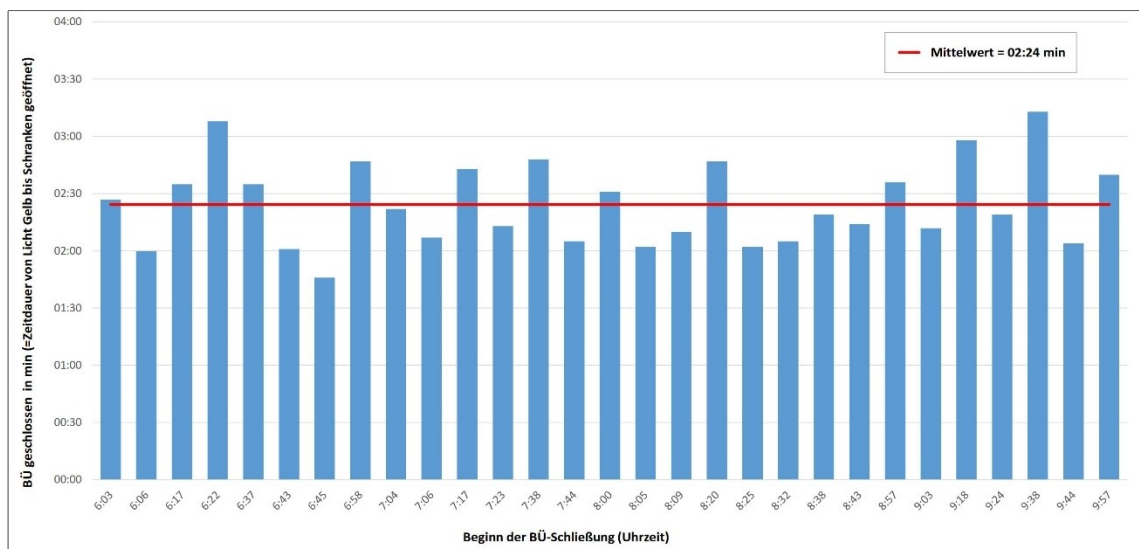


Abbildung 8: Schrankenschließdaten – Hauptverkehrszeit morgens am Zähltag (06-10:00 Uhr)

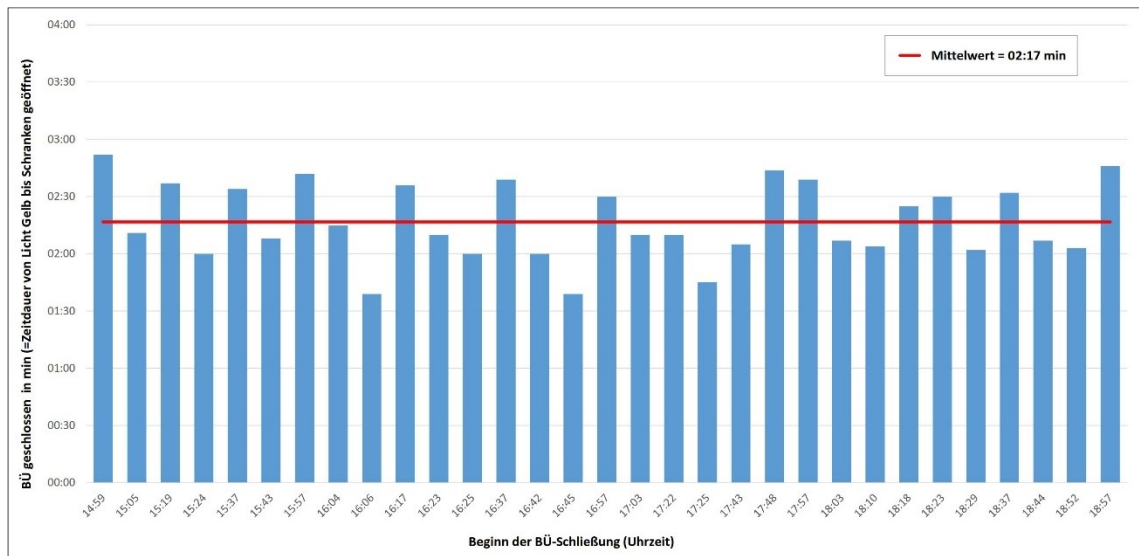


Abbildung 9: Schrankenschließdaten – Hauptverkehrszeit nachmittags am Zähltag (15-19:00 Uhr)

2.4 Stichprobenartige Beobachtung der Rückstaulängen

Am Knotenpunkt Bahnstraße/Ellerauer Straße/Berliner Damm wurden die Rückstaulängen in den Spitzenstunden morgens und nachmittags stichprobenartig erfasst. Die Abbildung 10 zeigt die maximalen Rückstaulängen in den einzelnen Knotenzufahrten während einer Schrankenschließung. Die Rückstaus haben sich meist nach zwei bis drei LSA-Phasen, vereinzelt aber auch erst nach vier bis fünf Phasen wieder vollständig abgebaut.

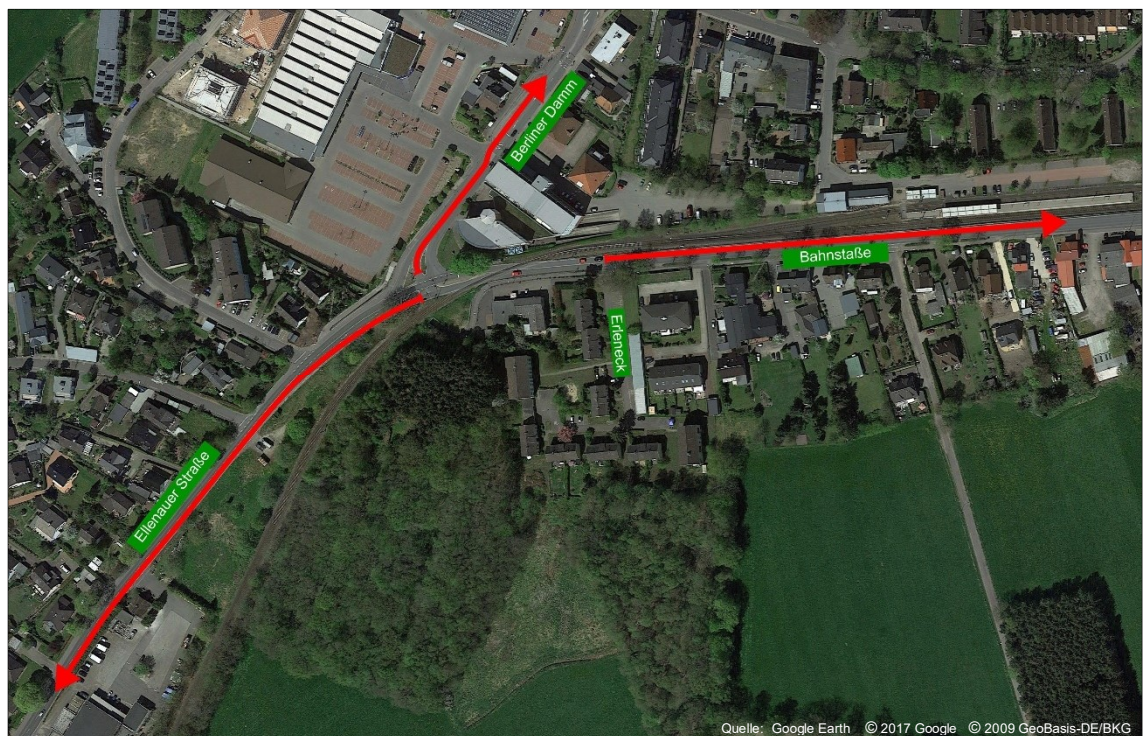


Abbildung 10: Maximale Rückstaulängen in den Spitzenstunden

2.4.1 Ellerauer Straße

In der Ellerauer Straße waren die Rückstaus infolge der Schrankenschließungen in der Hauptverkehrszeit morgens am längsten. Bei Staubildungen über 60 m sind auch die linksabbiegenden Kfz betroffen, die nun nicht mehr ihren Abbiegestreifen erreichen (In der Regel haben die Linksabbieger eine Dauerfreigabe während einer Schrankenschließung.). Vereinzelt wurde beobachtet, dass in diesen Situationen die Gegenfahrbahn genutzt wurde, um in den Linksabbiegestreifen zu gelangen.

Die Auswertung der Daten bezogen auf die Spitzenstunde früh (siehe Abbildung 11) zeigt einen Maximalwert von knapp 300 m (ca. 50 Pkw-Einheiten). Während drei Schrankenschließungen wurden Rückstaus länger als 150 m (bis hinter der Einmündung Luisenweg) beobachtet. Die Rückstaus haben sich meist nach zwei bis drei LSA-Umläufen, vereinzelt aber auch erst nach vier bis fünf Phasen wieder abgebaut. In der Spitzenstunde spät (siehe Abbildung 12) wurden keine Rückstaus länger als 150 m beobachtet.

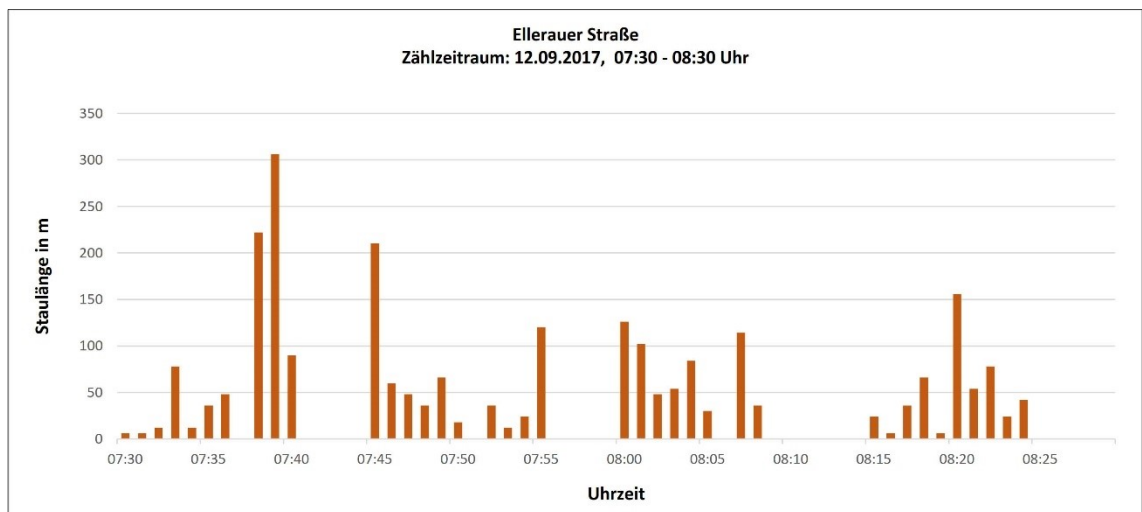


Abbildung 11: Ellerauer Straße – Beobachtete Staulängen in der Spitzenstunde früh

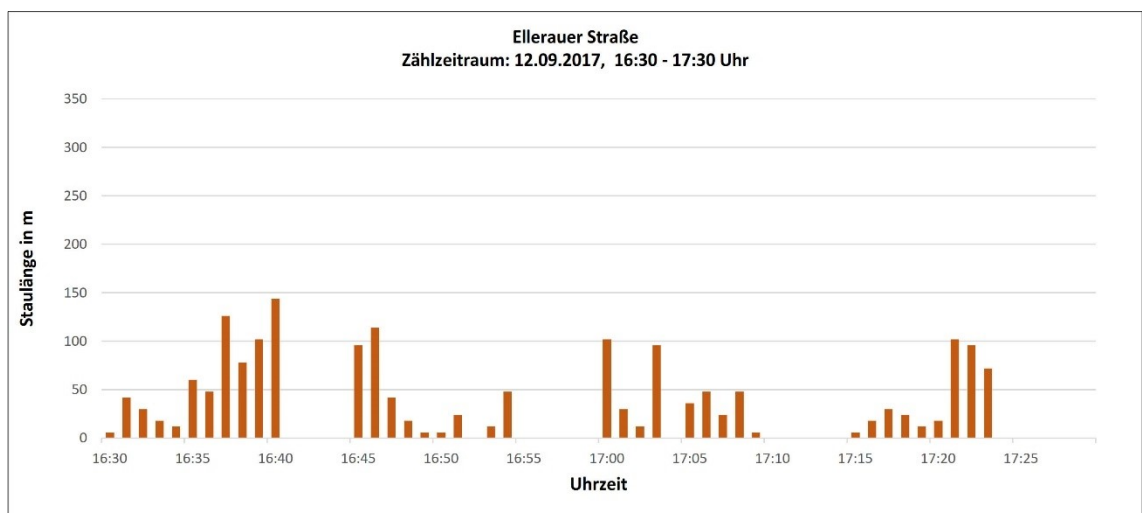


Abbildung 12: Ellerauer Straße – Beobachtete Staulängen in der Spitzenstunde spät

2.4.2 Bahnstraße

Die Rückstaus in der Bahnstraße waren in der Spitzenstunde früh relativ gering. Trotz der Schrankenschließungen war kein Rückstau länger als 80 m (= ca. 13 Pkw-Einheiten) zu verzeichnen (siehe Abbildung 13). Im Normalfall wurden die Rückstaus in ein bis zwei Umläufen schnell wieder abgebaut.

Dagegen konnten in der Spitzenstunde spät deutlich längere Staus in Richtung Quickborn beobachtet werden: mehrmals wurde die 100 m-Marke übertroffen. Der maximale Rückstau infolge einer Schrankenschließung kann mit ca. 250 m (= ca. 42 Pkw-Einheiten) angegeben werden. Die nachmittags aufgezeichneten Staus haben sich meist nach ein bis drei LSA-Umläufen wieder abgebaut (siehe Abbildung 14).

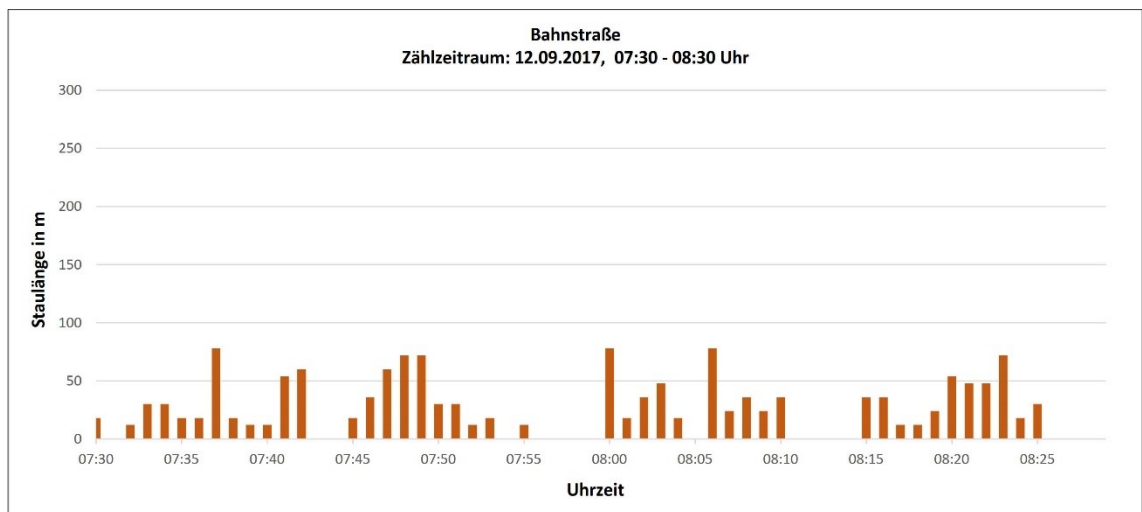


Abbildung 13: Bahnstraße – Beobachtete Staulängen in der Spitzenstunde früh

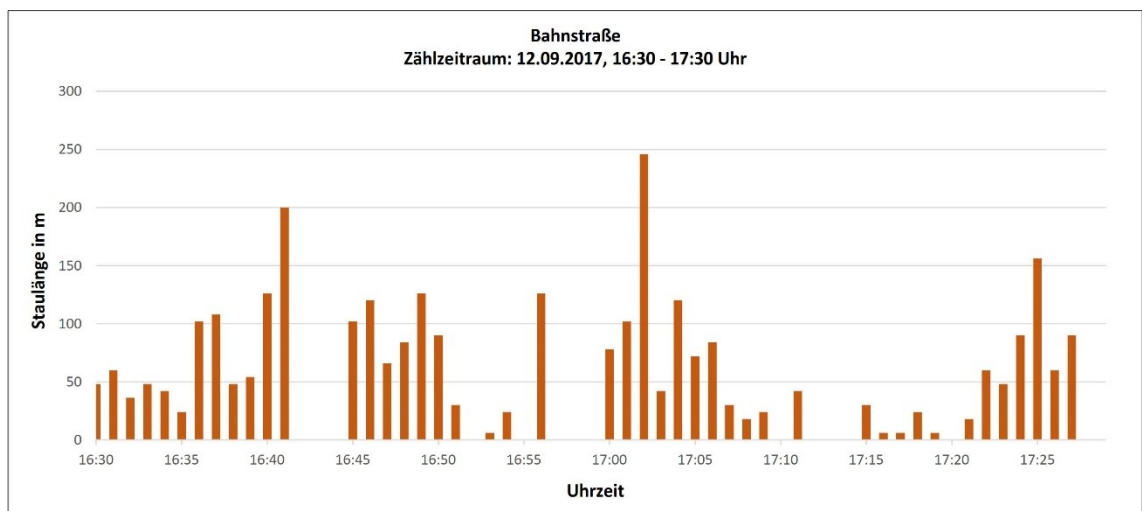


Abbildung 14: Bahnstraße – Beobachtete Staulängen in der Spitzenstunde spät

2.4.3 Berliner Damm

Im Berliner Damm werden zuallererst die Linkseinbieger in die Bahnstraße durch eine Schrankenschließung beeinflusst. Der Aufstellbereich für gestaute Kfz beträgt ca. 60 m. Bei einer längeren Staubildung sind dann auch die Rechtseinbieger betroffen, die ansonsten während der Schrankenschließzeiten frei abfließen können.

Vereinzelt wurden auch Rückstaulängen bis zu ca. 130 m (= ca. 22 Pkw-Einheiten) in den Spitzenzeiten aufgezeichnet. Hierdurch können Behinderungen an den Parkplatz-Zu-/Ausfahrten der Verbrauchermärkte Edeka/Aldi entstehen. Eher selten werden die Rückstaus den Verkehrsablaufs an dem etwa 180 m entfernten Knotenpunkt Berliner Damm/Steindamm beeinflussen; diese Situation wurde am Zähltag nicht beobachtet.

Die aktuelle Aufschaltung berücksichtigt eine verlängerte Grünphase für die Hauptrichtung nach einer Schrankenschließung. Infolge der damit verbundenen längeren Rotphase für Linksabbieger aus dem Berliner Damm wurden (stichprobenartig) Wartezeiten bis etwa 240 s gemessen, die sich auch in entsprechend langen Rückstaus ausdrücken.

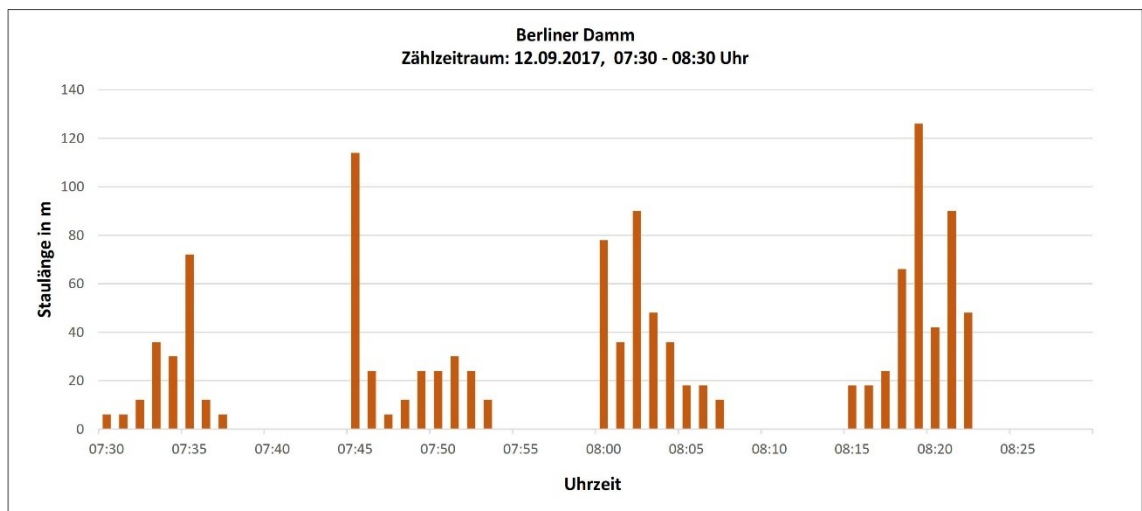


Abbildung 15: Berliner Damm – Beobachtete Staulängen in der Spitzenstunde früh

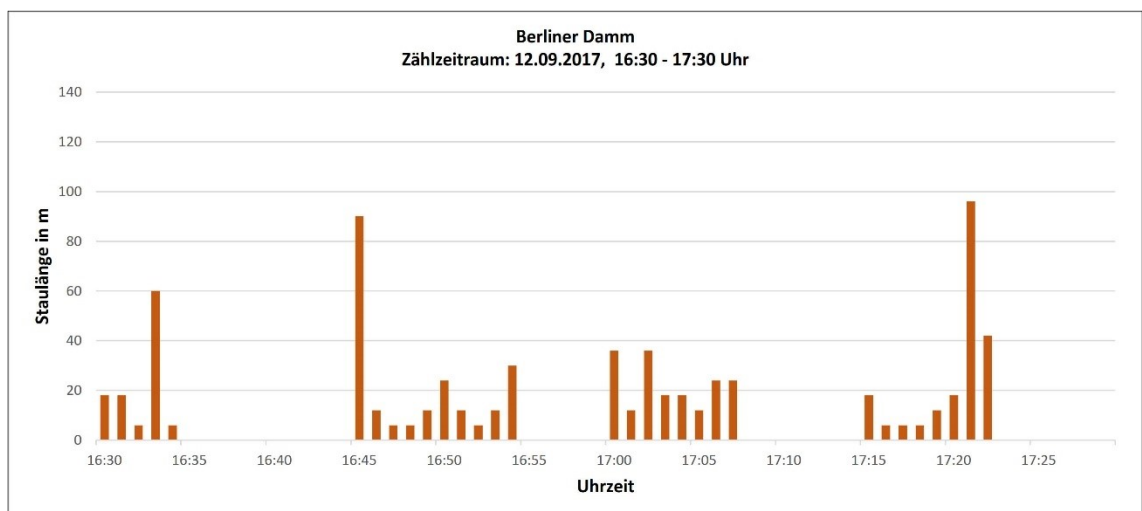


Abbildung 16: Berliner Damm – Beobachtete Staulängen in der Spitzenstunde spät

3 Verkehrsprognose

3.1 Allgemeine Verkehrsentwicklung bis 2030

Die allgemeine Entwicklung des Straßenverkehrs hängt grundsätzlich u.a. von demographischen Veränderungen, von der künftigen Motorisierung und Nutzungsintensität der Kfz, der Modal Split – Entwicklung, möglichen Gewerbeansiedlungen und auch klein- und großräumigen Verkehrsverlagerungen infolge von Infrastrukturmaßnahmen ab. Für den näheren Untersuchungsbereich ist insgesamt von einer eher nur geringfügigen Verkehrszunahme der allgemeinen Grundlast (heutiges Aufkommen) auszugehen.

Diese moderate allgemeine Prognoseeinschätzung begründet sich einerseits auf folgende Angaben:

- In der Gemeinde Ellerau sind als Entwicklungsvorhaben die geplante Wohn(neu)-bebauung am Erleneck (siehe Kapitel 3.2) und die Vollnutzung des Gewerbegebiets Ellerau-Ost (Bebauungsplan Nr. 24) [4] zu berücksichtigen. Aus dem Gewerbegebiet sind jedoch nur sehr geringe Verkehrszuwächse im projektbezogenen Untersuchungsraum zu erwarten. Weitere konkrete Bebauungspläne oder Einzelprojekte sind nicht bekannt. Allerdings wird nach Aussage der Gemeindeverwaltung ein Potenzial für 200 bis 300 zusätzliche Einwohner im Gemeindegebiet (ohne räumliche Verortung) gesehen.
- Im Bereich der Stadt Quickborn wird vom zuständigen Fachbereich Stadtentwicklung eine Nachverdichtung im Siedlungsbestand in den nächsten Jahren mit 1.200 bis 1.500 neuen Wohneinheiten in Aussicht gestellt. Dies bedeutet eine Zunahme um ca. +12 bis +15 %. Außerdem wird aktuell eine Erweiterung des Gewerbegebiets Nord (in Verlängerung der Pascalstraße) an der BAB-Anschlussstelle Quickborn um ca. 20 ha projektiert. Zwar können die Nutzungen noch nicht weiter konkretisiert werden, in jedem Fall ist aber anzunehmen, dass der Großteil des Neuverkehrs auch über die Autobahn A7 und nur ein sehr geringer Anteil durch Ellerau abgewickelt werden.

Andererseits wird im Rahmen der Verflechtungsprognose 2030 des Bundesverkehrswegeplanes [5] für den Zeitraum von 2010 bis 2030 von einer jährlichen Verkehrsentwicklung deutschlandweit im motorisierten Individualverkehr von etwa +0,2 % und im Straßengüterverkehr von +0,9 % für die Region Schleswig-Holstein ausgegangen.

Ähnliche Entwicklungen werden in den Shell-Pkw-Szenarien bis 2040 [6] angegeben. Demnach steigt die Pkw-Fahrleistung zwischen 2012 bis ca. 2020 um jährlich rund +0,3 %; nach 2020 wird eine stagnierende Entwicklung oder sogar ein leichter Rückgang erwartet.

Unter Berücksichtigung dieser Aspekte wird für die Prognose der allgemeinen Grundlast im Untersuchungsraum eine Verkehrszunahme bis etwa 2030 um pauschal +10 % in Ansatz gebracht, die aus heutiger Sicht als oberer Grenzwert angesehen werden kann und gleichzeitig eine mögliche Unterschätzung der aktuellen (erhobenen) Verkehrsströme sowie die Unwägbarkeiten der Verkehrsprognose ausgleichen soll.

3.2 Verkehrserzeugung Wohnbauvorhaben Erleneck

Das Wohnquartier Erleneck soll nach derzeitigen Planungen bis zum Jahr 2025 mit insgesamt 97 Wohneinheiten neu bebaut werden. Derzeit werden Teilflächen durch Wohnen und Einzelhandel genutzt; teilweise liegen Flächen auch brach.

Die Abschätzung des Neuverkehrs aus dem Wohnbauvorhaben orientiert sich am Verfahren zur Schätzung des Verkehrsaufkommens von Gebietstypen [7] und wird um eigene Erfahrungswerte ergänzt:

- 2,5 Einwohner/Wohneinheit bei ca. 100 m² BGF/Wohneinheit
(Spannweite: 1,9 bis 2,2 Ew/WE; bei sozialem Wohnungsbau und in Neubaugebieten bis zu 3,0 Ew/WE, zum Teil auch höhere Werte möglich)
- 3,5 Wege/Einwohner und Tag
- 50% MIV-Anteil und 1,3 Personen/Kfz

In der Summe ergibt sich aus den gewählten Ansätzen ein Neuverkehrsaufkommen von rund 340 Kfz-Fahrten/24h. Der Schwerverkehr (> 3,5 t zGG) wird auf rund 3 % geschätzt.

In den maßgebenden Spitzenstunden sind maximale Verkehrsstärken morgens von ca. 50 Kfz/h im Quellverkehr und 10 Kfz/h im Zielverkehr bzw. nachmittags von rund 30 Kfz/h im Quellverkehr und 50 Kfz/h im Zielverkehr zu erwarten.

Unter Berücksichtigung der aktuellen Abbiegeanteile an der Einmündung Bahnstraße/ Erleneck und der Lage des Plangebietes wird für die räumliche Verteilung des Neuverkehrs angenommen, dass 40 % von/nach Osten (Richtung A7) und 60 % von/nach Westen (Richtung Quickborn/Ellerau-Mitte) abgewickelt werden.



Abbildung 17: Verkehrsverteilung des Neuverkehrs Wohnbauvorhaben Erleneck

3.3 Prognosefälle

3.3.1 Prognosenullfall 2025 mit eingleisigem BÜ: „97 WE Erleneck“

Der Prognosenullfall (P0) 2025 beschreibt ein zukünftiges Verkehrsgeschehen ohne Veränderungen im Straßennetz (eingleisiger BÜ) und einer eher kurzfristigen Realisierung des Wohnbuvorhabens Erleneck. In Abbildung 18 sind die Verkehrsstrombelastungen in den maßgebenden Spitzenstunden dargestellt.

Hinweis: Abweichungen der ausgewiesenen Belastungen am Querschnitt Bahnstraße zwischen den beiden Knotenpunkten resultieren aus den (Auf)Rundungen der Verkehrsstromwerte!

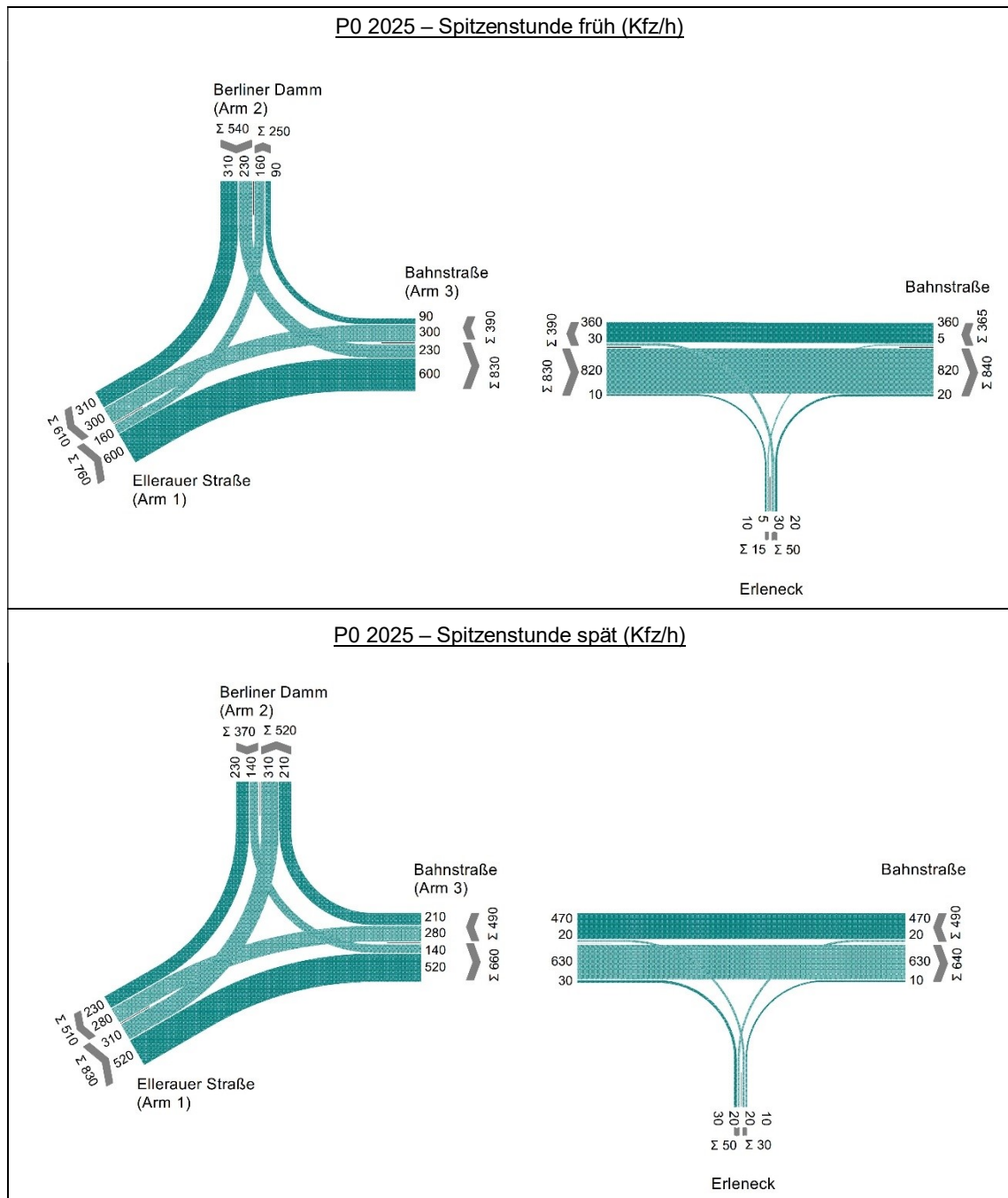


Abbildung 18: Prognosenullfall 2025 mit eingleisigem BÜ – Spitzenstundebelastungen

3.3.2 Prognosenullfall 2030 mit eingleisigem BÜ: „97 WE Erleneck“ plus weitere Wachstumspotenziale

In Sinne einer langfristigen Verkehrsprognose bezogen auf den Zeithorizont 2030 sind die allgemeine Verkehrsentwicklung sowie die Verkehrserzeugung aus dem Neubauvorhaben Erleneck zu berücksichtigen. Mit den beschriebenen Annahmen sind die in Abbildung 19 ausgewiesenen Verkehrsstärken in den maßgebenden Spitzenstunden zu erwarten.

Hinweis: Abweichungen der ausgewiesenen Belastungen am Querschnitt Bahnstraße zwischen den beiden Knotenpunkten resultieren aus den (Auf)Rundungen der Verkehrsstromwerte!

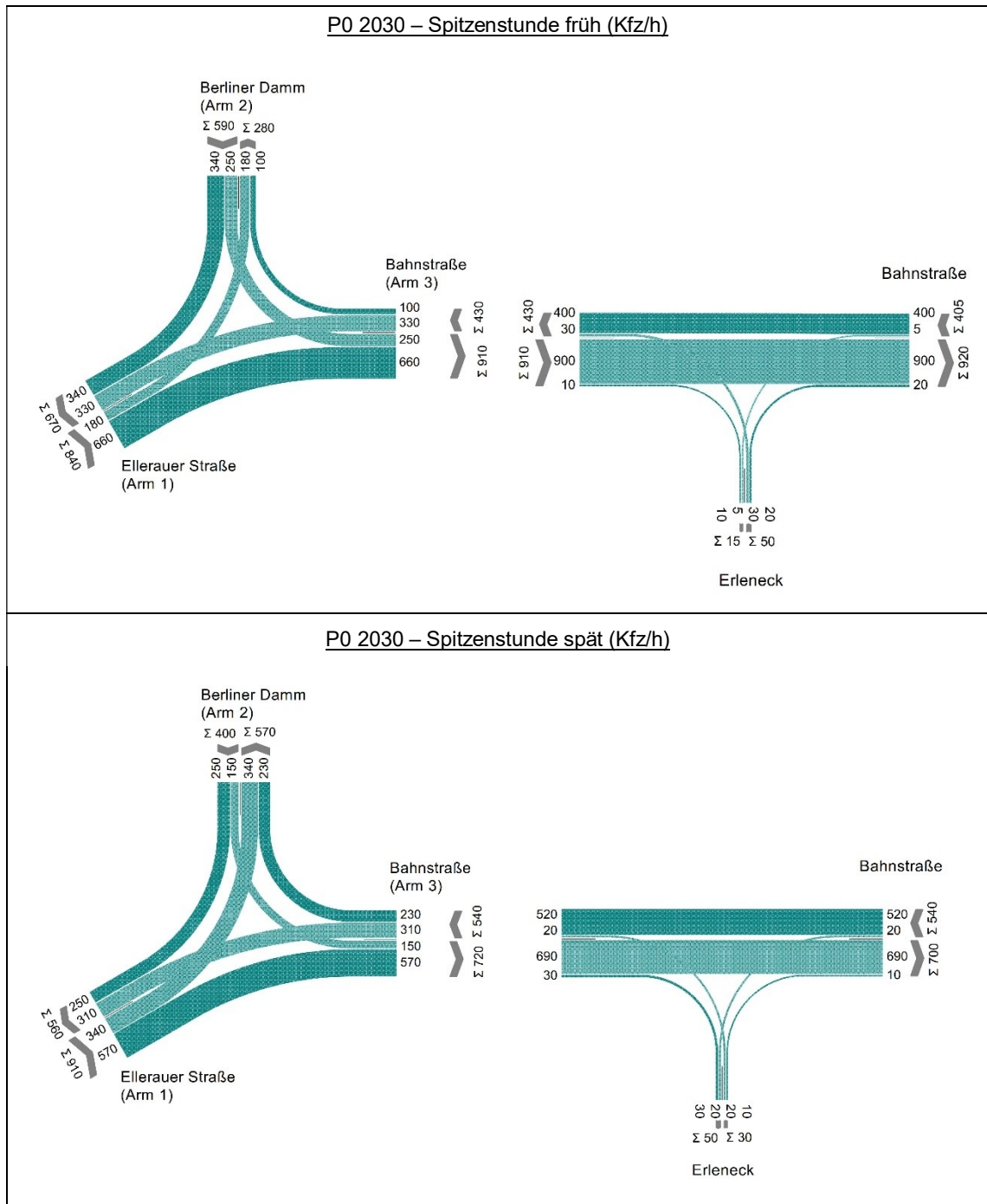


Abbildung 19: Prognosenullfall 2030 mit eingleisigem BÜ – Spitzenstundebelastungen

3.3.3 Prognoseplanfälle 2025 und 2030 mit zweigleisigem BÜ

Die für die Prognoseplanfälle 2025 und 2030 berechneten Verkehrsstärken am Knotenpunkt Bahnstraße/Ellerauer Straße/Berliner Damm und an der Einmündung Bahnstraße/Erleneck sind gleichermaßen für die Prognoseplanfälle (PF) 2025 und 2030 zugrunde zu legen (siehe Abbildungen 18 und 19).

Durch den geplanten zweigleisigen Ausbau des BÜ verlängert sich der erweiterte Knotenpunktbereich der BÜSTRA-Anlage um etwa 33 m in östliche Richtung [8]. D.h., der Haltebalken in der Bahnstraße vor der Bahnschranke ist nunmehr vor die Einmündung Erleneck zu verschieben. Dadurch ist auch die vorfahrtgeregelt Einmündung in die Signalsicherung des BÜ einzubeziehen (siehe Abbildung 20).

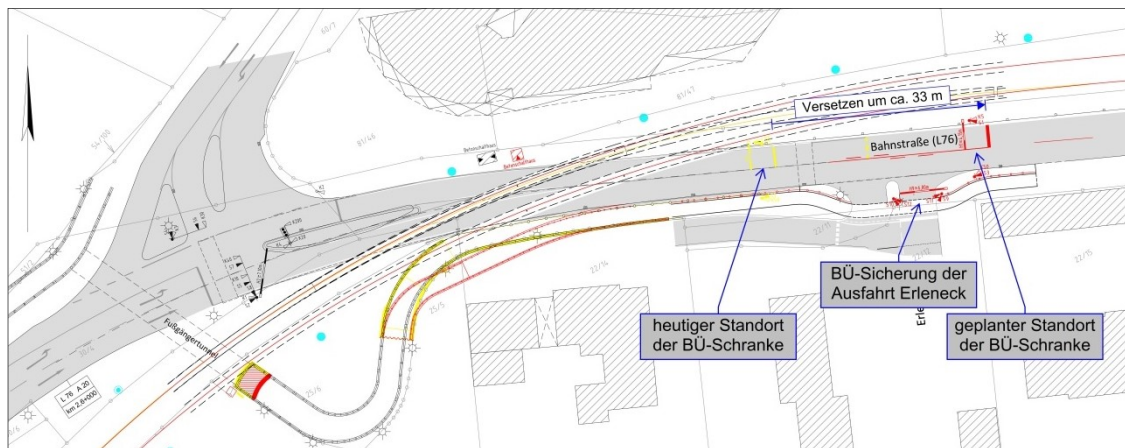


Abbildung 20: Zweigleisiger Ausbau des BÜ Bahnstraße [8]

Durch diese notwendigen Maßnahmen im Rahmen des zweigleisigen Ausbaus verlängern sich auch die Räumzeiten des Kreuzungsbereiches bei einer Schrankenschließung. Neben der Räumzeit des Verkehrs aus Richtung des Knotenpunktes (Geradeausverkehr aus der Ellerauer Straße, Linksabbieger aus dem Berliner Damm) ist nunmehr zusätzlich das Räumen eines Linksabbiegers an der Einmündung Erleneck (+ 5 s) und – da das nachfolgende (geradeausfahrende) Kfz schon den Haltebalken bzw. das Rotsignal überfahren haben kann – auch noch das vollständige Räumen des Geradeausverkehrs zum Knotenpunkt aus Richtung Osten (+ 15 s) zu berücksichtigen.

Aus den eisenbahnbetrieblichen Berechnungen betragen die reinen „Soll“-Zeiten einer Schrankenschließung voraussichtlich 108 s für Züge aus Richtung Kaltenkirchen bzw. 75 s für Züge aus Hamburg [9]. Die notwendigen Vorlaufzeiten zur Sicherung des BÜ im Zusammenhang mit dem Knotenpunkt liegen nochmals bei ca. 20 s. Daraus ergeben sich in der Summe die in Tabelle 1 ausgewiesenen vollständigen Schrankenschließzeiten bei einem zweigleisigen Bahnübergang in den Prognoseplanfällen.

Züge aus Richtung	Schließzeiten bei eingleisigem BÜ (= P0)	Schließzeiten bei zweigleisigem BÜ (= PF)
... Kaltenkirchen (Norden)	151 s	148 s
... Hamburg (Süden)	125 s	115 s

Tabelle 1: Vergleich der Schrankenschließzeiten am Bahnübergang

Der Vergleich der theoretischen Schrankenschließzeiten bei einem eingleisigen und einem zweigleisigen Bahnübergang zeigt eine minimale Verkürzung gegenüber dem Ist-Zustand.

Eine Änderung des Fahrplans der Linie A1 bzw. der künftigen S21 ist derzeit nicht geplant [1]. Demzufolge wird in den definierten Prognosefällen weiterhin von durchschnittlich insgesamt sieben Schließungen des Bahnüberganges pro Spitzenstunde ausgegangen.

Bezogen auf die Spitzenstunden liegt demnach der zukünftige Sperrzeitenanteil am Bahnübergang bzw. gleichermaßen am Knotenpunkt aufgrund der Schrankenschließungen bei durchschnittlich ca. 25,5 %. D.h., innerhalb einer Stunde ist der Bahnübergang insgesamt 920 s geschlossen und somit auch der Zufluss bzw. Abfluss am Knotenpunkt beeinträchtigt. Momentan liegt der Sperrzeitenanteil gemäß den Diagnosedaten der AKN [3] in der Spitzenstunde früh bei ca. 27 % (= 970 s) und in der Spitzenstunde spät bei ca. 25 % (= 900 s).

4 Verkehrstechnische Bewertung nach HBS

Die überschlägige Bemessung und verkehrstechnische Bewertung der Leistungsfähigkeit des Knotenpunkts erfolgt auf Grundlage des Handbuchs für die Bemessung von Straßenverkehrsanlagen für vorfahrtsregelte und signalisierte Knotenpunkte (HBS 2015) [10]. Zur Bewertung der Verkehrsabwicklung wird das Programmsystem Lisa+ [11] verwendet.

Maßgebliches Kriterium für die Qualitätsbeurteilung der Verkehrsabwicklung ist nach HBS die mittlere Wartezeit der Kraftfahrzeuge. Der Verkehrsablauf wird dabei durch die Qualitätsstufen (QSV) für die einzelnen Verkehrsströme im Wertebereich A...sehr gut bis F...ungenügend (überlastet) beschrieben. Grundsätzlich kennzeichnet die Qualitätsstufe D bei ausreichender Verkehrsqualität einen noch stabilen Verkehrszustand, weshalb sie in der Regel als mindestens erreichbare Verkehrsqualität angegeben wird.

QSV	Wartezeiten am Knotenpunkt (bzw. Sättigungsgrad x)				Beschreibung des Verkehrsablaufes	
	mit LSA		ohne LSA			
	Kfz	Rad ¹ / Fuß	Kfz / Rad ²	Rad ³ / Fuß		
A	≤ 20 s	≤ 30 s	≤ 10 s	≤ 5 s	sehr gut	nahezu keine Behinderungen; sehr geringe Wartezeiten
B	≤ 35 s	≤ 40 s	≤ 20 s	≤ 10 s	gut	geringe Beeinflussung der wartepflichtigen Kraftfahrzeuge
C	≤ 50 s	≤ 55 s	≤ 30 s	≤ 15 s	zufrieden- stellend	spürbare Wartezeiten; geringe, kurzzeitige Staubildungen
D	≤ 70 s	≤ 70 s	≤ 45 s	≤ 25 s	ausreichend	höhere Wartezeiten, Staubildung; noch stabiler Verkehrszustand
E	> 70 s	≤ 85 s	> 45 s	≤ 35 s	mangelhaft	Kapazität wird erreicht: hohe Wartezeiten, erhebliche Staubildung
F	x ≥ 1	> 85 s	x ≥ 1	> 35 s	ungenügend	Überlastung: sehr hohe Wartezeiten, ständig zunehmender Stau

1 ...Grenzwerte gelten für den Radverkehr auch bei gemeinsamer Führung mit Kfz auf der Fahrbahn

2 ... gilt auch für Radverkehr auf der Fahrbahn

3 ... gilt auch für Radverkehr auf Radverkehrsanlagen

Tabelle 2: Qualitätsstufen des Verkehrsablaufs an Knotenpunkten [10]

Die Staulänge N kann ebenfalls als Qualitätskriterium maßgebend werden, wenn die Gefahr besteht, dass z.B. andere Verkehrsströme beeinträchtigt werden. Außerdem charakterisieren verbleibende Rückstaus nach „Grün-Ende“ einen stockenden, zähfließenden Verkehrsablauf bis hin zum Stop-and-Go-Verkehr.

Der Knotenpunkt Bahnstraße/ Ellerauer Straße/ Berliner Damm ist zurzeit verkehrsabhängig gesteuert. Die Bewertungen beziehen sich jeweils auf die Festzeitprogramme in den Hauptverkehrszeiten morgens und nachmittags mit einer Umlaufzeit von $T_u = 90$ s [12]. Mögliche Verbesserungen im Verkehrsablauf durch die Schaltung verkehrsabhängiger Programme werden durch eine „manuelle Optimierung“ der Festzeitsteuerung (Anpassung der Freigabezeiten) berücksichtigt.

4.1 Knotenpunkt Bahnstraße/Ellerauer Straße/Berliner Damm

Den aktuellen Knotenpunktausbau zeigt die Prinzipskizze in Abbildung 21.

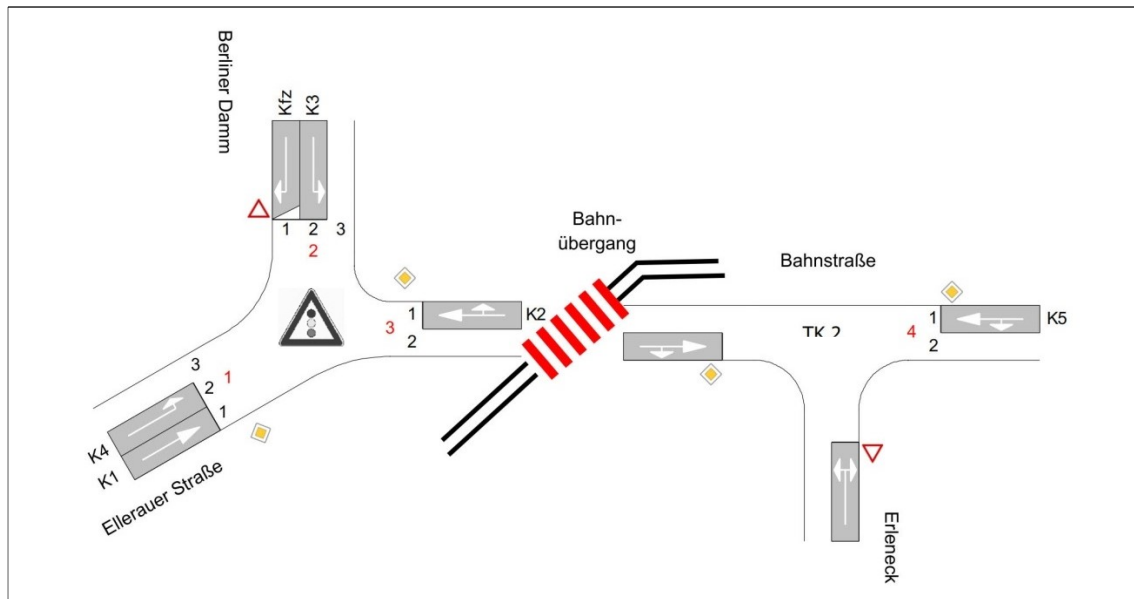


Abbildung 21: Knotenpunkt Bahnstraße/Ellerauer Straße/Berliner Damm – Prinzipskizze

In Tabelle 3 sind die **fahrstreifenbezogenen Knotenstrombelastungen** im Vergleich der heutigen Situation zu den prognostizierten Entwicklungen bis zu den Zeithorizonten 2025 und 2030 ausgewiesen. In der Summe sind aktuell ca. 1.650 Kfz in den Spitzenstunden früh und spät abzuwickeln. Kurzfristig bis etwa 2025 ist nur eine sehr geringe Zunahme zu erwarten; bis 2030 wird dagegen eine Erhöhung um knapp 13% prognostiziert.

Knotenzufahrt	Fahrstreifen	Kfz-Aufkommen [Kfz/h] in den Spitzenstunden früh / spät <i>prozentuale Veränderung gegenüber Analyse</i>		
		ANA 2017	P0 und PF 2025	P0 und PF 2030
Bahnstraße	Geradeaus+Rechts	360 / 470	390 / 490 +8,3% / +4,3%	430 / 540 +19,4% / +14,9%
Ellerauer Straße	Geradeaus	590 / 500	600 / 520 +1,7% / +4,0%	660 / 570 +11,9% / +14,0%
	Links	160 / 310	160 / 310 +/- 0% / +/- 0%	180 / 340 +12,5% / +9,7%
Berliner Damm	Rechts	310 / 230	310 / 230 +/- 0% / +/- 0%	340 / 250 +9,7% / +8,7%
	Links	230 / 130	230 / 140 +/- 0% / + 7,7%	250 / 150 +8,7% / +15,4%
SUMME		1.650 / 1.640	1.690 / 1.690 +2,4% / + 3,0%	1.860 / 1.850 +12,7% / + 12,8%

Tabelle 3: Knotenpunkt Bahnstraße/Ellerauer Straße/Berliner Damm – Knotenströme

Um den Einfluss der Schrankenschließzeiten in der verkehrstechnischen Bewertung des signalisierten Knotenpunktes näherungsweise zu berücksichtigen, werden die Sättigungsverkehrsstärken der einzelnen Fahrstreifen, die über den Bahnübergang führen (Signalgruppen K1, K2, K3 und K5), in Abhängigkeit des prozentualen Schrankenschließanteils innerhalb einer Stunde pauschal reduziert.

Des Weiteren wird hilfsweise eine so genannte „Pseudo-Signalgruppe“ für die nicht signalisierten Rechtsabbieger im Berliner Damm definiert, da die aktuelle HBS-Bewertungsmethodik frei geführte Rechtsabbiegeströme nicht berücksichtigt. Hierdurch kann der Einfluss des Rechtsabbiegeaufkommens und dessen Rückstaulänge auf den übrigen Verkehr im Berliner Damm zumindest abgeschätzt werden. Außerdem kann die Abwicklung der Rechtsabbieger mit einer Qualitätsstufe beschrieben werden. Die Freigabezeit für diese Pseudo-Signalgruppe entspricht dem Zeitfenster, in dem sich keine feindlichen/vorfahrtberechtigten Verkehrsströme an der jeweiligen Konfliktfläche befinden können.

Somit ist zumindest eine vergleichende (fahrstreifenbezogenen) Bewertung zwischen dem Analysezustand und den Prognoseplanfällen hinsichtlich der theoretisch ermittelten Werte für die verkehrlichen Kenngrößen Verkehrsqualität, Auslastung und Erforderliche Stauraumlänge möglich. Die entsprechenden Leistungsfähigkeitsnachweise für die maßgebenden Spitzenstunden sind in den Anlagen 1 ausgewiesen.

Die **Verkehrsqualität** in den einzelnen Fahrstreifen ist nach den HBS-Bewertungsmaßstäben als gut bis mindestens ausreichend zu bezeichnen (siehe Tabelle 4). Durch die verkehrsabhängige Steuerung der LSA kann auch bei der zu erwartenden Verkehrszunahme bis 2030 mindestens die Qualitätsstufe D gewährleistet werden.

Allerdings ist aber auch festzuhalten, dass bei einem Qualitätssprung bspw. in der Hauptverkehrszeit nachmittags für den Geradeausverkehr aus der Ellerauer Straße von A (im Analysezustand bzw. 2025) nach D (im Prognosejahr 2030) bzw. für die Linksabbieger von B nach D schon deutlich spürbar längere Wartezeiten in der Knotenzufahrt zu erwarten sind. Dies hängt aber keineswegs mit dem ein- oder zweigleisigen Ausbau des Bahnübergangs zusammen, sondern vielmehr mit dem insgesamt erhöhten Verkehrsaufkommen am Knotenpunkt.

Knotenzufahrt	Fahrstreifen	Verkehrsqualität QSV in den Spitzenstunden früh / spät				
		ANA 2017	P0 2025	P0 2030	PF 2025	PF 2030
Bahnstraße	Geradeaus / Rechts	B / C	B / C	C / C	B / C	C / C
Ellerauer Straße	Geradeaus	A / A	A / A	A / D	A / A	A / D
	Links	B / B*	B / B*	B / D*	B / B*	B / D*
Berliner Damm	Rechts	B / A	B / A	B / A	B / A	B / A
	Links	C* / C	C* / C	C* / C	C* / C	C* / C
insgesamt		C	C	D	C	D

* ... Rückstau länger als verfügbarer Aufstellbereich (Bewertung abgeleitet)

Tabelle 4: Knotenpunkt Bahnstraße/Ellerauer Straße/Berliner Damm – Verkehrsqualität

Die fahrstreifenbezogene **Auslastung** (siehe Tabelle 5) liegt derzeit und bei einer geringfügigen Verkehrszunahme bis 2025 höchstens bei rund 70 % in der Spitzenstunde früh und bei rund 80 % in der Spitzenstunde spät. Hier sind theoretisch noch ausreichende Kapazitätsreserven vorhanden, um auch bei den üblichen täglichen bzw. stündlichen Aufkommensschwankungen eine qualitätsgerechte Verkehrsabwicklung gewährleisten zu können.

Dagegen ist bei der prognostizierten Zunahme der Knotenpunktströme bis zum Jahr 2030 eine deutlich erhöhte Auslastung vor allem in der Ellerauer Straße zu verzeichnen. Trotz einer Optimierung der Freigabezeiten ist eine Überstauung des Linksabbiegestreifens nicht zu vermeiden, so dass die Auslastung des Geradeausfahrstreifens insgesamt schon bei rund 90 % liegt. Auch durch die verkehrshängige Steuerung sind kaum noch Optimierungspotenziale vorhanden: Eine längere Freigabe für die Linksabbieger aus der Ellerauer Straße würde gleichbedeutend sein mit verkürzten Freigabezeiten für den Verkehr aus der Bahnstraße und/oder für die Linksabbieger im Berliner Damm, wodurch sich dann hier höhere Auslastungen und längere Rückstaus ergeben.

Insgesamt wird deutlich, dass die Unterschiede zwischen einem eingleisigen Ausbau (= P0) und einem zweigleisigen Ausbau (= PF) des Bahnübergangs bezogen auf die jeweiligen Prognosehorizonte 2025 bzw. 2030 nur marginal sind. D.h., die Veränderungen resultieren einzig aus der prognostizierten Verkehrsentwicklung.

Knotenzufahrt	Fahrstreifen	Auslastung [%] in den Spitzenstunden früh / spät				
		ANA 2017	P0 2025	P0 2030	PF 2025	PF 2030
Bahnstraße	Geradeaus / Rechts	66 / 79	72 / 83	79 / 80	70 / 83	78 / 80
Ellerauer Straße	Geradeaus	64 / 72	65 / 73	71 / 90	64 / 73	70 / 90
	Links	37 / 56*	37 / 56*	42 / 77*	37 / 56*	42 / 77*
Berliner Damm	Rechts	68 / 25	68 / 25	74 / 30	67 / 26	73 / 32
	Links	60* / 44	60* / 48	66* / 51	59* / 48	64* / 51
insgesamt		64 / 69	66 / 71	72 / 77	65 / 71	71 / 77

* ... Rückstau länger als verfügbarer Aufstellbereich (Bewertung abgeleitet)

Tabelle 5: Knotenpunkt Bahnstraße/Ellerauer Straße/Berliner Damm – Fahrstreifenauslastung

Die **erforderliche Stauraumlänge** in den einzelnen Fahrstreifen ist in Tabelle 6 ausgewiesen. Die (theoretischen) Berechnungen der Rückstaulängen zeigen, dass schon heute in der Spitzenstunde früh der Rückstau im Linksabbiegestreifen im Berliner Damm länger als der verfügbare Aufstellbereich (ca. 55 m) ist und in der Spitzenstunde nachmittags der Linksabbiegestreifen in der Ellerauer Straße (ca. 63 m) überstaut wird.

Die Veränderungen im P0 und PF bezogen auf 2025 sind für die Bewertung nur von untergeordneter Bedeutung.

Dagegen sind durch die Verkehrszunahme bis 2030 in beiden Planfällen P0 und PF deutlich längere Rückstaus vor allem in der Ellerauer Straße zu verzeichnen. Im Berliner Damm

werden in der Hauptverkehrszeit morgens Werte erreicht, die zeitweilig bzw. häufiger auch Behinderungen an der Einmündung Berliner Damm/Steindamm erwarten lassen.

Knotenzufahrt	Fahrstreifen	Erforderliche Stauraumlänge [m] in den Spitzenstunden früh / spät				
		ANA 2017	P0 2025	P0 2030	PF 2025	PF 2030
Bahnstraße	Geradeaus / Rechts	102 / 136	114 / 150	137 / 149	111 / 150	131 / 149
Ellerauer Straße	Geradeaus	109 / 143	112 / 146	132 / 279	108 / 147	126 / 279
	Links	44 / 73*	44 / 73*	49 / 97*	44 / 73*	49 / 97*
Berliner Damm	Rechts	125 / 44	125 / 44	144 / 52	121 / 46	138 / 54
	Links	72* / 45	72* / 48	80* / 51	69* / 48	77* / 51

* ... Rückstau länger als verfügbarer Aufstellbereich (Bewertung abgeleitet)

Tabelle 6: Knotenpunkt Bahnstraße/Ellerauer Straße/Berliner Damm – Erforderliche Stauraumlänge

4.2 Einmündung Bahnstraße/Erleneck

Der aktuelle Ausbau der vorfahrtsregelten Einmündung ist als Prinzipskizze in Abbildung 22 dargestellt.

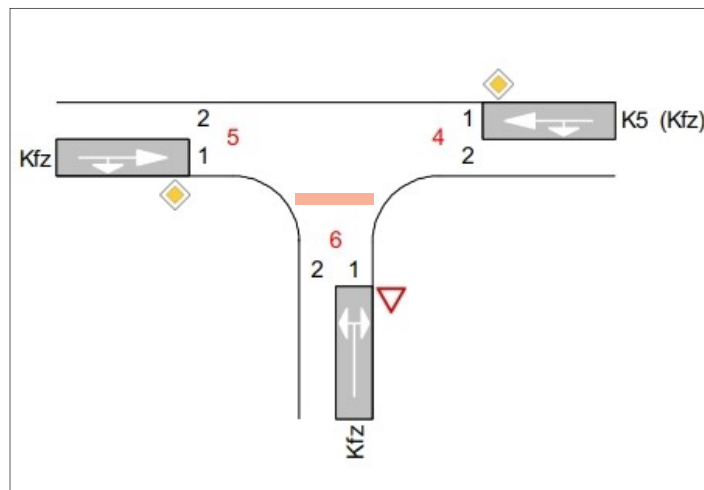


Abbildung 22: Einmündung Bahnstraße/Erleneck – Prinzipskizze

Die Leistungsfähigkeitsnachweise für die maßgebenden Spitzenstunden sind in den Anlagen 2 ausgewiesen. Verfahrensbedingt können bei der Bewertung weder der Einfluss der benachbarten LSA noch die Schrankenschließzeiten am Bahnübergang berücksichtigt werden. Allerdings können die Ergebnisse einen näherungsweisen Anhaltswert zur Beurteilung der Verkehrsabwicklung geben und stellen eine Vergleichsmöglichkeit der Planfälle her.

Zusammenfassend kann die **Verkehrsqualität** an der Einmündung für den heutigen Zustand und in allen betrachteten Planfällen insgesamt als gut (QSV = B) bis zufriedenstellend (QSV = C) bezeichnet werden (siehe Tabelle 7).

Hiermit werden auch die Beobachtungen der aktuellen Verkehrsabwicklung bestätigt: Bei einem Rückstau in der Bahnstraße vor dem Knotenpunkt bzw. Bahnübergang wird den linkseinbiegenden Kfz aus dem Erleneck durch ein „Verzicht auf Vorfahrt“ oder durch ein „Freihalten der Ausfahrt“ in der Regel das Einfahren ermöglicht.

Knotenzufahrt	Fahrtrichtung	Verkehrsqualität QSV in den Spitzenstunden früh / spät				
		ANA 2017	P0 2025	P0 2030	PF 2025	PF 2030
Bahnstraße Ost	Geradeaus	A / A	A / A	A / A	A / A	A / A
	Links	A / A	A / A	A / A	A / A	A / A
Bahnstraße West	Geradeaus	A / A	A / A	A / A	A / A	A / A
	Rechts	A / A	A / A	A / A	A / A	A / A
Erleneck	Rechts	A / A	A / A	A / A	A / A	A / A
	Links	B / B	B / B	C / C	B / B	C / C
insgesamt		B	B	C	B	C

Tabelle 7: Einmündung Bahnstraße/Erleneck – Verkehrsqualität

Zudem zeigen die Ergebnisse der verkehrstechnischen Bewertungen, dass es keine signifikanten Unterschiede hinsichtlich der Kenngrößen Mittlere Wartezeit, Auslastungsgrad und 95%-Rückstaulänge gibt (siehe Tabellen 8 bis 10).

Durch das erhöhte Verkehrsaufkommen im Prognosejahr 2030 sind zwar leicht höhere bzw. schlechtere Werte gegenüber der Bestandssituation bzw. einer kurzfristigen Entwicklung bis 2025 zu erwarten, aber ein maßgeblicher Einfluss auf die Gesamtbewertung der Verkehrsabwicklung kann nicht festgestellt werden.

Knotenzufahrt	Fahrtrichtung	Mittlere Wartezeit [s] in den Spitzenstunden früh / spät				
		ANA 2017	P0 2025	P0 2030	PF 2025	PF 2030
Bahnstraße Ost	Geradeaus	3 / 4	3 / 4	4 / 4	3 / 4	4 / 4
	Links	8 / 6	8 / 7	9 / 7	8 / 7	9 / 7
Bahnstraße West	Geradeaus	5 / 4	5 / 4	5 / 4	5 / 4	5 / 4
	Rechts	3 / 3	3 / 3	3 / 3	3 / 3	3 / 3
Erleneck	Rechts	9 / 7	9 / 7	10 / 8	9 / 7	10 / 8
	Links	17 / 15	19 / 18	24 / 22	19 / 18	24 / 22

Tabelle 8: Einmündung Bahnstraße/Erleneck – Mittlere Wartezeit

Knotenzufahrt	Fahrtrichtung	Auslastung [%] in den Spitzenstunden früh / spät				
		ANA 2017	P0 2025	P0 2030	PF 2025	PF 2030
Bahnstraße Ost	Geradeaus	24 / 29	24 / 30	26 / 33	24 / 30	26 / 33
	Links	1 / 1	1 / 4	2 / 4	1 / 4	2 / 4
Bahnstraße West	Geradeaus	52 / 39	52 / 39	57 / 44	52 / 39	57 / 44
	Rechts	1 / 1	1 / 2	1 / 2	1 / 2	1 / 2
Erleneck	Rechts	2 / 1	5 / 2	6 / 2	5 / 2	6 / 2
	Links	3 / 2	14 / 9	17 / 11	14 / 9	17 / 11

Tabelle 9: Einmündung Bahnstraße/Erleneck – Fahrstreifenauslastung

Knotenzufahrt	Fahrtrichtung	95%-Rückstaulänge [m] in den Spitzenstunden früh / spät				
		ANA 2017	P0 2025	P0 2030	PF 2025	PF 2030
Bahnstraße Ost	Geradeaus	-- / --	-- / --	-- / --	-- / --	-- / --
	Links	6 / 6	6 / 6	6 / 6	6 / 6	6 / 6
Bahnstraße West	Geradeaus	-- / --	-- / --	-- / --	-- / --	-- / --
	Rechts	6 / 6	6 / 6	6 / 6	6 / 6	6 / 6
Erleneck	Rechts	6 / 6	6 / 6	6 / 6	6 / 6	6 / 6
	Links	6 / 6	6 / 6	6 / 6	6 / 6	6 / 6

Tabelle 10: Einmündung Bahnstraße/Erleneck – 95%-Rückstaulänge

5 Verkehrsflusssimulation

5.1 Grundlagen

Eine praxisnahe Überprüfung der Funktions- und Leistungsfähigkeit des signalisierten Knotenpunktes Bahnstraße/Ellerauer Straße/Berliner Damm in Verbindung mit der Abwicklung am ein- bzw. zweigleisigen Bahnübergang Bahnstraße und an der vorfahrtgeregelten Einmündung Bahnstraße/Erleneck kann aufgrund der gegenseitigen Abhängigkeiten insbesondere zwischen LSA und Bahnübergang nur mit Hilfe von Verkehrsflusssimulationen in den maßgebenden Spitzenstunden morgens und nachmittags durchgeführt werden.

Hierfür wird das Programmsystems VISSIM, Version 9.00-06 [13] verwendet. Gegenüber den herkömmlichen „statischen“ Einzelknotenbetrachtungen mit der Annahme eines zufälligen Eintreffens der Kfz (wie z.B. bei der HBS-Bewertung) können hiermit komplexe Verkehrsabläufe und gegenseitige Abhängigkeiten beurteilt werden. Unter Berücksichtigung realitätsnaher fahrdynamischer, fahrgeometrischer und verhaltensabhängiger Parameter werden als maßgebende Kenngrößen für die Beurteilung des Verkehrsablaufes im Wesentlichen die mittleren Verlustzeiten – erfahrungsgemäß liegen diese etwa 6 bis 10 s über den mittleren Wartezeiten der HBS-Bewertung – und die maximalen Staulängen am Knotenpunkt bzw. Bahnübergang ausgewertet.

Abbildung 23 zeigt das modellierte Straßennetz und den Bahnübergang.

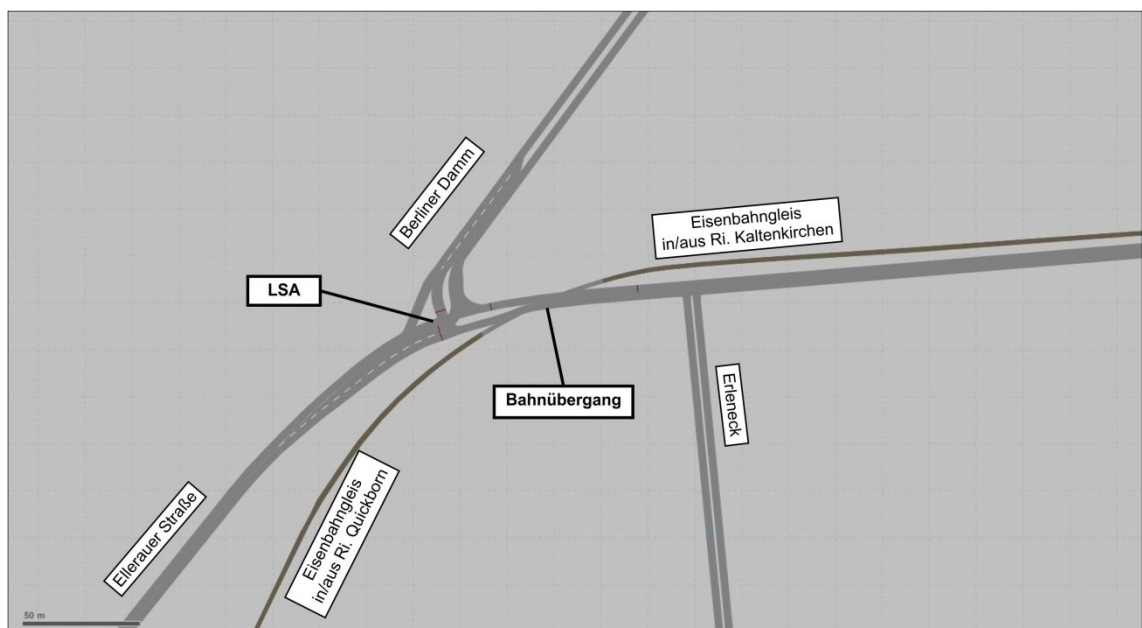


Abbildung 23: Vissim-Netzmodell

Bei der Netzmodellierung wird ein eingleisiger Ausbau (= P0) und ein zweigleisiger Ausbau (= PF) des Bahnübergangs unterschieden. Die Schrankschließzeiten orientieren sich an den aktuellen Zeiten beim eingleisigen Querschnitt [3] und an die theoretisch berechneten Zeiten nach dem zweigleisigen Ausbau der Bahnstrecke (siehe [9] bzw. Kapitel 3.3.3).

Für die Simulation des Verkehrsablaufes an der Lichtsignalanlage wird die jeweils aktuelle Festzeitsteuerung [12] bzw. die optimierte Festzeitsteuerung (siehe Kapitel 4.1) zugrunde gelegt.

Zur Überprüfung der „realitätsnahen“ Abbildung des Verkehrsablaufes für den gesamten Straßenzug bzw. Netzausschnitt erfolgt eine Kalibrierung des Vissim-Netzmodells mit den Analysebelastungen in den maßgebenden Spitzenstunden morgens und nachmittags anhand der HBS-Bewertungsergebnisse sowie im Abgleich mit dem beobachteten Verkehrsablauf. Zur Absicherung der Simulationsergebnisse werden die beiden Spitzenstunden jeweils zehnmal durchlaufen und ausgewertet.

5.2 Ergebnisse

Die HBS-Bewertungsergebnisse (siehe Kapitel 4.1 und 4.2) werden im Wesentlichen durch die Verkehrsflusssimulationen bestätigt.

In Anlehnung an den HBS-Bewertungsmaßstab charakterisieren die ermittelten „mittleren Verlustzeiten“ bezogen auf die betrachteten Spitzenstunden auch bei den regelmäßigen Schrankenschließungen eine insgesamt noch akzeptable Verkehrsqualität mindestens im Wertebereich der Stufe QSV = D. Demnach gleichen sich die erhöhten Wartezeiten bei einem geschlossenen Bahnübergang mit den relativ geringen Verlustzeiten am signalisierten Knotenpunkt (in Umläufen ohne Schrankenschließung) über den Betrachtungszeitraum von einer Stunde in etwa aus (siehe Tabellen 11 und 12).

Der Unterschied der Verkehrsabläufe zwischen einem eingleisigen und zweigleisigen Bahnübergang ist in der Gesamtbetrachtung derart gering, dass der Ausbauzustand für die Beurteilung nicht relevant ist.

Die etwas günstigeren Werte für die Kfz aus dem Erleneck bei einem zweigleisigen Ausbau des Bahnübergangs (PF 2025 und 2030) resultieren in erster Linie aus der Verlegung der Sicherungsanlagen in der Bahnstraße und der Einbeziehung der Einmündung Erleneck in die signaltechnische Sicherung.

Knotenzufahrt	Fahrstreifen	Mittlere Verlustzeiten [s] in den Spitzenstunden früh / spät				
		ANA 2017	P0 2025	P0 2030	PF 2025	PF 2030
Bahnstraße	Geradeaus/Rechts	21 / 23	22 / 25	23 / 21	22 / 26	23 / 21
Ellerauer Straße	Geradeaus	8 / 5	8 / 6	9 / 6	8 / 6	9 / 6
	Links	30 / 30	31 / 29	30 / 42	31 / 29	30 / 42
Berliner Damm	Rechts	2 / 1	2 / 2	3 / 2	2 / 2	3 / 2
	Links	28 / 31	28 / 31	29 / 31	28 / 31	29 / 32
Erleneck	Rechts/Links	13 / 17	13 / 14	14 / 15	7 / 6	9 / 7

Tabelle 11: Ergebnisse der Verkehrsflusssimulationen ohne Schrankenschließungen – Mittlere Verlustzeiten

Knotenzufahrt	Fahrstreifen	Mittlere Verlustzeiten [s] in den Spitzenstunden früh / spät				
		ANA 2017	P0 2025	P0 2030	PF 2025	PF 2030
Bahnstraße	Geradeaus/Rechts	44 / 43	55 / 59	62 / 61	55 / 62	57 / 57
Ellerauer Straße	Geradeaus	39 / 34	39 / 33	40 / 34	37 / 30	37 / 32
	Links	35 / 33	37 / 29	36 / 53	36 / 33	36 / 50
Berliner Damm	Rechts	4 / 2	5 / 3	6 / 3	5 / 3	5 / 3
	Links	51 / 61	53 / 62	53 / 63	50 / 62	52 / 63
Erleneck	Rechts/Links	49 / 47	68 / 48	74 / 41	36 / 26	35 / 31

Tabelle 12: Ergebnisse der Verkehrsflusssimulationen mit Schrankenschließungen
– Mittlere Verlustzeiten

In Abbildung 24 ist die aufsummierte Verteilung der tatsächlichen Verlustzeiten jedes einzelnen Fahrzeuges unterteilt in vordefinierte Zeitbereiche dargestellt. Grundlage dieser Auswertungen ist das Verkehrsaufkommen in den Spitzenstunden früh und spät im Netzmodell mit Schrankenschließungen.

Hier zeigt sich deutlich, dass die Verteilungskurven keine signifikanten Unterschiede aufweisen. Die nur sehr geringen Abweichungen im 5%-Bereich resultieren vor allem aus dem prognostizierten Mehrverkehr in 2025 und 2030, sind andererseits aber auch modellbedingt bzw. resultieren aus dem zufälligen Zufluss des Verkehrsaufkommens an den Einspeisepunkten.

Insgesamt können ca. 10% das Gesamtsystem ohne Verlustzeit durchfahren. Rund 70% aller Kfz im Netzmodell weisen eine Verlustzeit von unter 70 s auf. Näherungsweise kann die Verkehrsqualität für diese Verkehrsteilnehmer mit gut bis ausreichend beschrieben werden. Für ca. 10% des Gesamtaufkommens werden Verlustzeiten zwischen 70 und 120 s gemessen; die übrigen 10% haben eine Verlustzeit über 2 min zu verzeichnen.

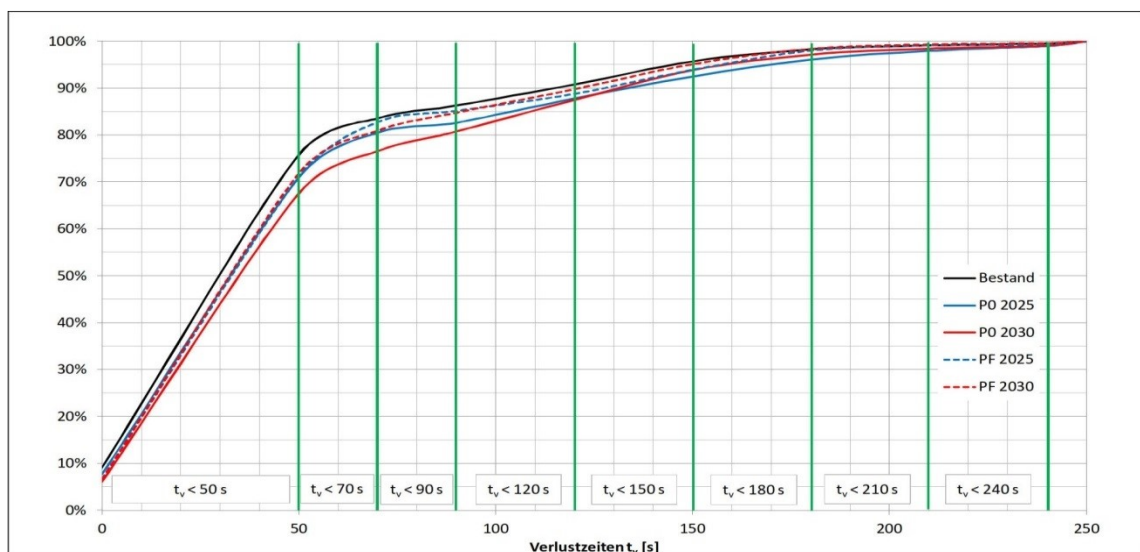


Abbildung 24: Ergebnisse der Verkehrsflusssimulationen mit Schrankenschließungen
– Verlustzeitenverteilung in den Spitzenstunden im Netzmodell

Aus den ermittelten maximalen Staulängen (siehe Tabellen 13 und 14) ist abzuleiten, dass auch ohne Schrankenschließungen der Linksabbiegestreifen in der Ellerauer Straße zeitweilig überstaut wird. In Abhängigkeit der zu erwarteten Verkehrsentwicklung wäre eine Verlängerung des Aufstellbereiches um etwa 12 m bezogen auf den Prognosehorizont 2025 bzw. um 36 m bezogen auf 2030 zu empfehlen.

Weiterhin ist eine deutliche Zunahme der maximalen Staulängen vor allem in der Ellerauer Straße und in der Bahnstraße im Prognosehorizont 2030 – unabhängig vom Ausbauzustand des Bahnüberganges – zu verzeichnen. Die Auswertung der Einzelwerte zeigt, dass die ausgewiesenen Maximalwerte keine sogenannten Ausreißer sind, sondern vielmehr in dieser Größenordnung regelmäßig auftreten. So sind bei normalen Verkehrsverhältnissen während und unmittelbar nach Schrankenschließungen in der Ellerauer Straße schon beträchtliche Staulängen von etwa 700 m (spät) bzw. 800 m (früh) zu erwarten. Die maximalen Staulängen in der Bahnstraße liegen bei knapp unter 500 m (nachmittags).

Insgesamt sind die Abweichungen zwischen den Planfällen mit eingleisigen und mit zweigleisigen Bahnübergang (P0 und PF) in der ausgewiesenen Größenordnung relativ gering und als Resultat des modellhaften Zufluss-Generators eher zufällig.

Im Berliner Damm treten längere Rückstaus vor allem in der Hauptverkehrszeit morgens auf. Dabei wird während der Zeit ohne Schrankenschließung der Linkseinbiegestreifen eher nur gelegentlich überstaut, so dass auch nur kurzzeitig Behinderungen für den rechts-einbiegenden Verkehr auftreten. Dagegen reichen die Rückstaus während und unmittelbar nach Schrankenschließungen schon mal bis kurz vor die Einmündung Steindamm. In der Praxis können stärkere Verkehrsschwankungen (vereinzelt) auch schon mal zu Behinderungen des Verkehrsablaufes an dieser Einmündung führen. Vor diesem Hintergrund sollte im Weiteren die tatsächliche Verkehrsabwicklung genauestens beobachtet und die Notwendigkeit und Möglichkeit einer Verlängerung des Linkseinbiegestreifens geprüft werden.

Knotenzufahrt	Fahrstreifen	Maximale Staulängen [m] in den Spitzenstunden früh / spät				
		ANA 2017	P0 2025	P0 2030	PF 2025	PF 2030
Bahnstraße	Geradeaus/Rechts	87 / 115	93 / 121	93 / 124	84 / 129	98 / 141
Ellerauer Straße	Geradeaus	88 / 90	96 / 91	114 / 143	96 / 91	114 / 146
	Links	50 / 92	51 / 93	62 / 138	51 / 91	62 / 140
Berliner Damm	Rechts	29 / 17	28 / 19	33 / 26	33 / 21	35 / 25
	Links	67 / 46	67 / 48	68 / 48	67 / 48	68 / 48
Erleneck	Rechts/Links	1 / 0	12 / 14	15 / 12	8 / 8	11 / 8

Tabelle 13: Ergebnisse der Verkehrsflusssimulationen ohne Schrankenschließungen
– Maximale Staulängen

Knotenzufahrt	Fahrstreifen	Maximale Staulängen [m] in den Spitzenstunden früh / spät				
		ANA 2017	P0 2025	P0 2030	PF 2025	PF 2030
Bahnstraße	Geradeaus/Rechts	224 / 327	241 / 428	291 / 465	214 / 387	236 / 467
Ellerauer Straße	Geradeaus	609 / 529	642 / 547	862 / 716	576 / 479	743 / 679
	Links	53 / 191	59 / 246	69 / 576	63 / 190	66 / 532
Berliner Damm	Rechts	62 / 24	54 / 22	75 / 31	56 / 25	74 / 31
	Links	172 / 93	177 / 115	165 / 110	170 / 115	164 / 109
Erleneck	Rechts/Links	4 / 1	30 / 22	39 / 18	25 / 18	26 / 19

Tabelle 14: Ergebnisse der Verkehrsflusssimulationen mit Schrankenschließungen
– Maximale Staulängen

6 Zusammenfassung und Fazit

Die geplante Elektrifizierung der AKN-Strecke zwischen Kaltenkirchen und Eidelstedt durch die AKN Eisenbahn AG schließt auch einen zweigleisigen Ausbau des plangleichen, derzeit eingleisigen Bahnübergangs Bahnstraße in der Gemeinde Ellerau ein.

Im Rahmen der vorliegenden verkehrstechnischen Untersuchung werden die Auswirkungen eines zweigleisigen Ausbaus des Bahnübergangs (BÜ) auf die allgemeine Verkehrsabwicklung am unmittelbar westlich befindlichen signalisierten Straßenknotenpunkt Bahnstraße/Ellerauer Straße/Berliner Damm (L76/L234) und an der vorfahrtgeregelten Einmündung Bahnstraße/Erleneck analysiert. Der Bahnübergang und die Lichtsignalanlage sind derzeit als so genannte BÜSTRA-Anlage signalsicherungstechnisch verbunden.

Neben der allgemeinen Verkehrsentwicklung bis zum Prognosehorizont 2030 ist auch ein Planfall bezogen auf das Jahr 2025 zu bewerten, der im Bereich Erleneck eher kurzfristig den Neubau von insgesamt 97 Wohneinheiten berücksichtigt.

Insgesamt sind folgende Planfälle zu betrachten:

- β Bestandssituation (**Analyse**) mit eingleisigem BÜ
- β Planungsnullfall **P0 2025** mit eingleisigem BÜ und Wohnbauvorhaben Erleneck
- β Planungsnullfall **P0 2030** mit eingleisigem BÜ und Wohnbauvorhaben Erleneck sowie weiteren strukturellen Entwicklungen
- β Planungsplanfall **PF 2025** mit zweigleisigem BÜ und Wohnbauvorhaben Erleneck
- β Planungsplanfall **PF 2030** mit zweigleisigem BÜ und Wohnbauvorhaben Erleneck sowie weiteren strukturellen Entwicklungen

Zur Ermittlung einer aktuellen, belastbaren Datengrundlage wurde eine Verkehrserhebung am Dienstag, den 12.09.2017 in den Hauptverkehrszeiten 06:00 – 10:00 Uhr und 15:00 – 19:00 Uhr durchgeführt.

Die verkehrstechnische Bewertung der Verkehrsabwicklung in den einzelnen Planfällen erfolgt zunächst auf Grundlage der Knotenpunktbewertung nach der HBS-Methodik. Anschließend ist die Funktions- und Leistungsfähigkeit unter Berücksichtigung des Einflusses des Bahnübergangs im Rahmen von realitätsnahen Verkehrsflusssimulationen nachzuweisen.

Die wesentlichen Ergebnisse der Verkehrsuntersuchung lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- ⇒ Grundsätzlich ist der signalisierte Knotenpunkt nach dem gültigen HBS-Bewertungsmaßstab sowohl heute als auch in Zukunft (bis zum Prognosejahr 2030) ausreichend leistungsfähig. Bei normalen Verkehrsverhältnissen ist die Verkehrsabwicklung im Bestand und in den P0-Fällen insgesamt mit der Qualitätsstufe QSV = C bzw. in den PF-Fällen mit QSV = D zu beschreiben.

Nach einer Schließung des Bahnübergangs wird in der Regel nach ca. 2 bis 3 Umläufen (= 180 bis 270 s) wieder der Normalzustand am Knotenpunkt erreicht.

- ⇒ Die Einmündung Bahnstraße/Erleneck ist vorfahrts geregelt in allen Planfällen – d.h. auch bei einer Neubebauung mit 97 Wohneinheiten – ausreichend leistungsfähig. Bei einem zweigleisigen Ausbau des BÜ ist die Einmündung in die technische Signalsicherung des BÜ einzubeziehen.
- ⇒ Die Dauer der Schrankenschließzeiten wird sich bei einem zweigleisigen Ausbau des Bahnübergangs gegenüber dem heutigen eingleisigen Zustand nicht spürbar ändern. Dies hängt im Wesentlichen zusammen mit der Verlegung des Haltebalkens bzw. der Bahnschranke in der Bahnstraße vor die Einmündung Erleneck und mit der Einbindung der Zufahrt Erleneck in die technische BÜ-Sicherung.

Züge aus Richtung	Schließzeiten bei eingleisigem BÜ	Schließzeiten bei zweigleisigem BÜ
... Kaltenkirchen (Norden)	151 s	148 s
... Hamburg (Süden)	125 s	115 s

Der Vergleich der theoretischen Schrankenschließzeiten zeigt eine minimale Verkürzung zum Ist-Zustand: ca. -3 s für Züge aus Richtung Kaltenkirchen und ca. -10 s für Züge aus Richtung Hamburg.

Durchschnittlich wird der Sperrzeitenanteil des BÜ je Stunde bei einem zweigleisigen Querschnitt ca. 25,5 % betragen. D.h., innerhalb einer Stunde ist der Bahnübergang insgesamt 920 s geschlossen und somit auch der Zufluss bzw. Abfluss am Knotenpunkt beeinträchtigt. Momentan liegt der tatsächliche Sperrzeitenanteil in der Spitzenstunde früh bei ca. 27 % (= 970 s) und in der Spitzenstunde spät bei ca. 25 % (= 900 s).

Da – nach dem aktuellen Planungsstand – keine Änderungen der Taktzeiten vorgesehen sind, werden die aktuellen und zukünftigen Behinderungen im Straßenverkehr durch den Bahnübergang demnach nahezu identisch sein. Bezogen auf eine Stunde ist eine durchschnittliche Verkürzung der Schrankenschließzeit von insgesamt lediglich 39 s zu erwarten. Dies entspricht einem Zeitanteil von knapp 1,1 % einer Stunde.

- ⇒ Vielmehr wirkt sich die prognostizierte allgemeine Verkehrszunahme auf die Verkehrsabwicklung am Knotenpunkt Ellerauer Straße / Bahnstraße / Berliner Damm bzw. am Bahnübergang aus.

Insgesamt ist bei einer allgemeinen Verkehrsentwicklung am Knotenpunkt/Bahnübergang von knapp +13 % bis zum Prognosejahr 2030 mit deutlich längeren Rückstaus am Knotenpunkt sowohl mit als auch ohne Schrankenschließungen zu rechnen.

Eine kurzfristige Realisierung des Wohnbauvorhabens im Bereich Erleneck hat keinen maßgeblichen Einfluss auf die Verkehrsabwicklung am Knotenpunkt und am Bahnübergang.

- ⇒ Durch die Verkehrszunahme bis zum Prognosehorizont 2030 ist vor allem in der Ellerauer Straße und Bahnstraße während und unmittelbar nach einer Schrankenschließung eine spürbare Verlängerung der Rückstaulängen zu erwarten.

Im Berliner Damm steigt bei einer zunehmenden Verkehrsentwicklung auch die Wahrscheinlichkeit regelmäßiger Rückstaus während und unmittelbar nach einer Schrankenschließung bis zur Einmündung Steindamm.

Eine leicht verbesserte Verkehrsabwicklung könnten schon Verlängerungen des Linksabbiegestreifens in der Ellerauer Straße und des Linkseinbiegestreifens im Berliner Damm bewirken.

- ⇒ Die modellhafte Verkehrsflusssimulation zeigt, dass – ungeachtet des Planfalls – insgesamt ca. 10% des Kfz-Verkehrs das Gesamtsystem ohne Verlustzeit durchfahren. Rund 70% aller Fahrzeuge weisen eine Gesamtverlustzeit von unter 70 s auf. Für diese insgesamt 80% kann die Verkehrsqualität näherungsweise mit gut bis ausreichend beschrieben werden.

Für ca. 10% des Gesamtaufkommens liegen die Verlustzeiten zwischen 70 und 120 s; ebenfalls 10% aller Kfz weisen eine Verlustzeit über 2 min auf.

Literaturverzeichnis

- [1] AKN Eisenbahn AG, Abteilung Bauwesen Infrastruktur, Planfeststellungsunterlage zur Planfeststellung nach AEG § 18 für die Elektrifizierung der AKN-Strecke A1 / S21 zwischen Landesgrenze SH/FHH und Kaltenkirchen - Planfeststellungsabschnitt 2 (PFA 2), Kaltenkirchen, 2016.
- [2] SBI GmbH, Erhebung der Querschnittsbelastungen auf der Bahnstraße, Ellerauer Straße und Berliner Damm vom 09. bis 15.09.2017, Hamburg, September 2017.
- [3] AKN Eisenbahn AG, Abteilung Signal- und Fernmeldetechnik, BÜ-Name: Bahnstraße, BÜ-Strecke: 9121 HH Eidelstedt - Neumünster Süd, BÜ-Kilometer: 22,460 : Diagnosedaten 12.09.2017, Kaltenkirchen, 09/2017.
- [4] SBI GmbH, Gutachterliche Stellungnahme zum Bebauungsplan Nr. 24 " Erweiterung des Gewerbegebiets Ellerau-Ost", Hamburg, 2015.
- [5] Intraplan Consult GmbH (u.a.), Verkehrsverflechtungsprognose 2030 - Zusammenfassung der Ergebnisse, München, 2014.
- [6] Shell Deutschland Oil GmbH (Hrsg.), Shell PKW-Szenarien bis 2040 - Fakten, Trends und Perspektiven für Auto-Mobilität, Hamburg, 2014.
- [7] Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Hinweise zur Schätzung des Verkehrsaufkommens von Gebietstypen, Köln, 2006.
- [8] AKN Eisenbahn AG, Elektrifizierung der AKN-Strecke A1: Bahnübergang Bahnstraße zur Planfeststellung, BÜP93 - LzH - ÜS, km 22,460, EP, Plannummer A6.4, Kaltenkirchen, 10./13.10.2016.
- [9] AKN Eisenbahn AG, Abteilung Signal- und Fernmeldetechnik, S21: Schließzeiten Bahnstraße ELA - Sollzeiten bei zweigleisigem Ausbau, Kaltenkirchen, per E-Mail am 08.11.2017.
- [10] Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Handbuch für die Bemessung von Straßenverkehrsanlagen HBS - Teil S Stadtstraßen, Köln, 2015.
- [11] Schlothauer & Wauer - Ingenieurgesellschaft für Straßenwesen, Lisa+ - Planungssoftware für Lichtsignalanlagen im Straßenverkehr (Version 6.1.1), Berlin, 2017.
- [12] VTU Planungsbüro Verkehr Technik Umwelt GmbH, Verkehrstechnische Planung L76/Berliner Damm (L234) in Ellerau - Überplanung verkehrabhängige Steuerung, Hamburg, 10/1997.
- [13] Planung Transport Verkehr AG (PTV), VISSIM - Simulationssystem zur Nachbildung von Stadt- und Außerortsverkehr (Version 9.06), Karlsruhe, 2017.

Anlagenverzeichnis

Leistungsfähigkeitsnachweise nach HBS für den Verkehrsablauf in den maßgebenden Spitzenstunden früh und spät

Anlage 1 Knotenpunkt Bahnstraße/Ellerauer Straße/Berliner Damm

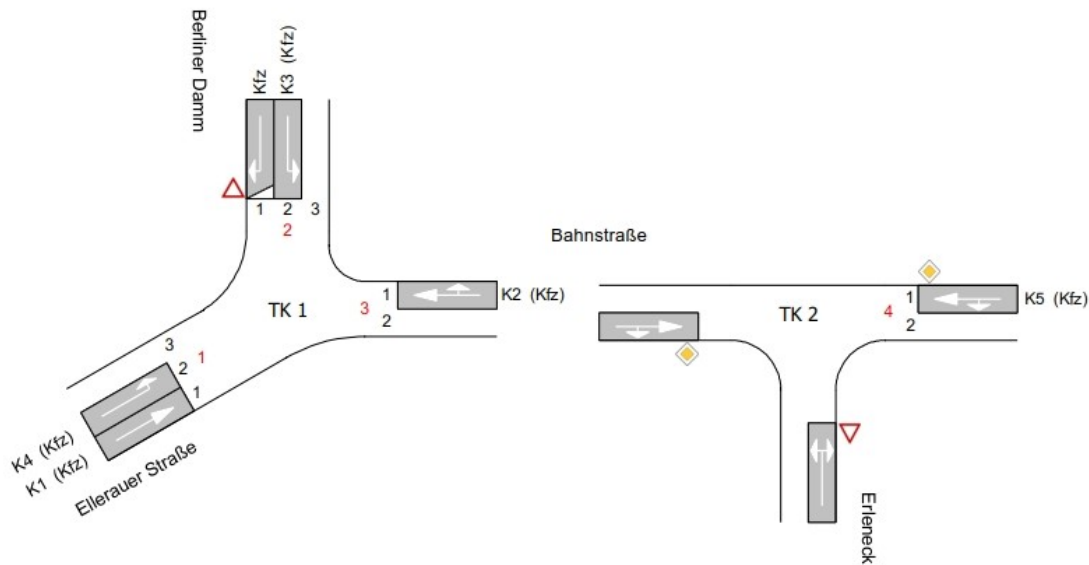
- 1.1 Analyse (Bestand)
- 1.2 P0 2025 (eingleisiger BÜ)
- 1.3 P0 2030 (eingleisiger BÜ)
- 1.4 PF 2025 (zweigleisiger BÜ)
- 1.5 PF 2030 (zweigleisiger BÜ)

Anlage 2 Einmündung Bahnstraße/Erleneck

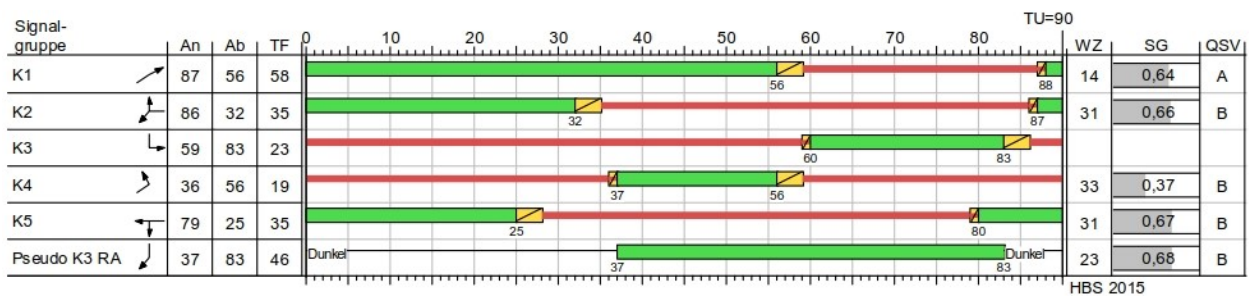
- 2.1 Analyse (Bestand)
- 2.2 P0 2025 (eingleisiger BÜ)
- 2.3 P0 2030 (eingleisiger BÜ)
- 2.4 PF 2025 (zweigleisiger BÜ)
- 2.5 PF 2030 (zweigleisiger BÜ)

Anlage 3 Legende der HBS-Bewertungstabellen

Knotenpunkt Bahnstraße/ Ellerauer Straße/ Berliner Damm: Bestand (LSA)

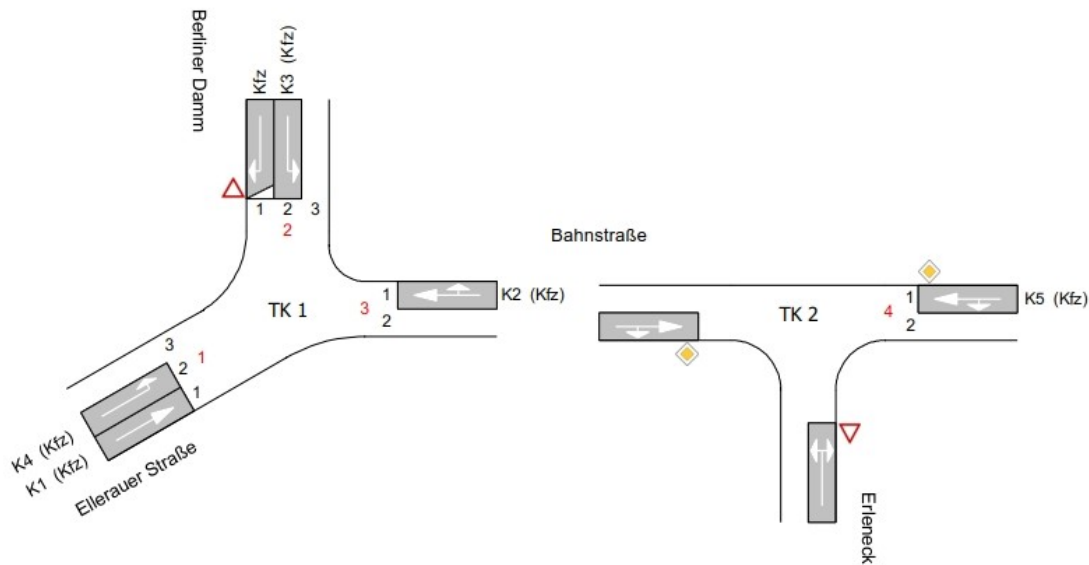


Bewertung Analyse – Spitzenstunde früh

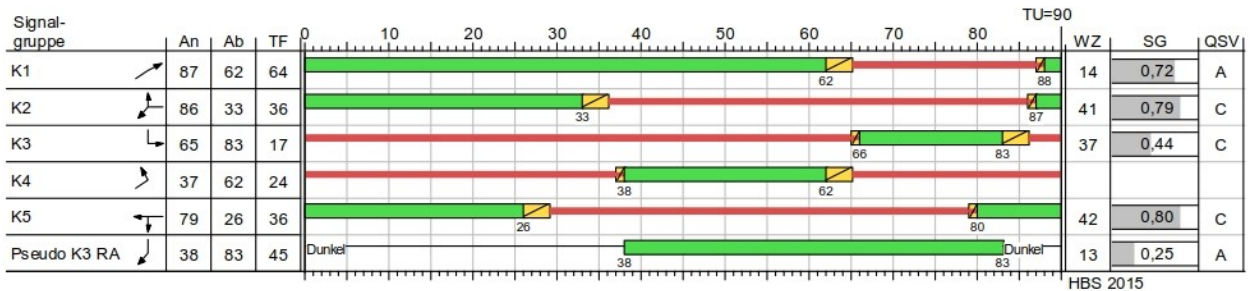


Zuf	Fstr.Nr.	Symbol	SGR	tr [s]	ta [s]	ts [s]	fa	q [Kfz/h]	m [Kfz/U]	tb [s/Kfz]	qs [Kfz/h]	N _{M5,95>PK}	nc [Kfz/U]	C [Kfz/h]	x	tw [s]	N _{GE} [Kfz]	N _{M5} [Kfz]	N _{M5,95} [Kfz]	L _x [m]	QSV
1	2		K4	19	20	71	0,222	160	4,000	1,868	1927	-	11	428	0,374	32,631	0,348	3,742	7,014	43,683	B
	1		K1	58	59	32	0,656	590	14,750	2,553	1410	-	23	925	0,638	13,673	1,160	9,886	15,204	108,921	A
2	1		Pseudo K3 RA	46	47	44	0,507	310	7,750	2,153	1559	-	20	791	0,683	23,430	1,472	11,653	17,426	125,049	B
	2		K3	23	24	67	0,267	230	5,750	2,521	1428	x								71,653	
3	1		K2	35	36	55	0,400	360	9,000	2,655	1355	-	14	542	0,664	30,787	1,314	8,667	13,646	101,608	B
4	1		K5	35	36	55	0,400	365	9,125	2,649	1359	-	14	543	0,672	31,245	1,371	8,859	13,893	103,531	B

Knotenpunkt Bahnstraße/ Ellerauer Straße/ Berliner Damm: Bestand (LSA)

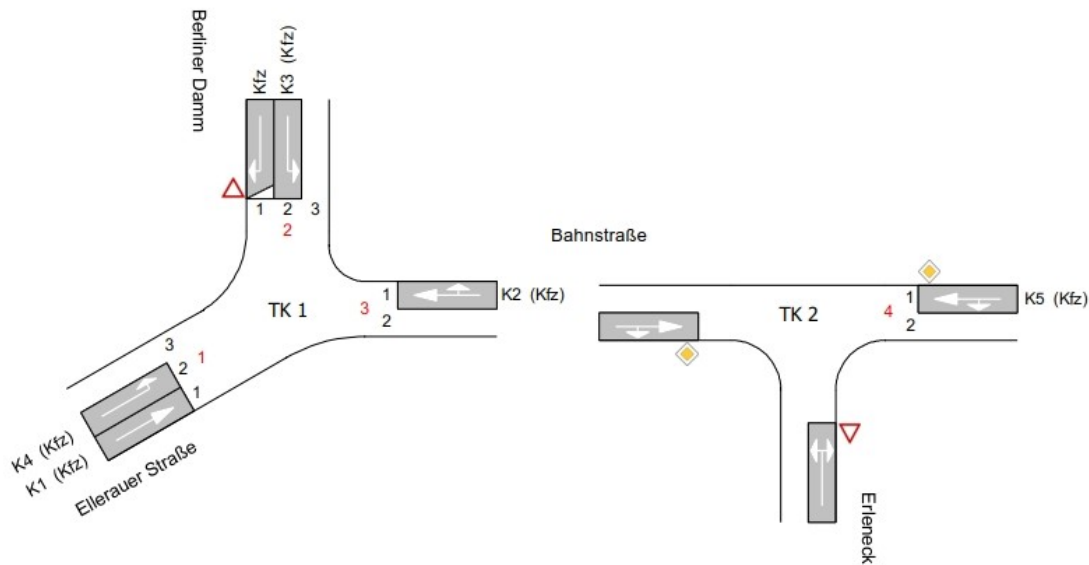


Bewertung Analyse – Spitzenstunde spät

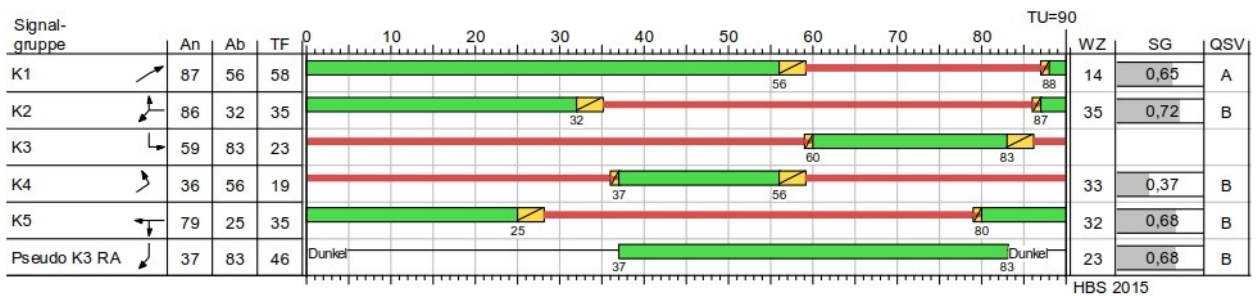


Zuf	Fstr.Nr.	Symbol	SGR	t _r [s]	t _a [s]	t _s [s]	f _A	q [Kfz/h]	m [Kfz/U]	t _B [s/Kfz]	q _s [Kfz/h]	N _{M5,95>Nk}	n _c [Kfz/U]	C [Kfz/h]	x	t _w [s]	N _{GE} [Kfz]	N _{M5} [Kfz]	N _{M5,95} [Kfz]	L _x [m]	QSV	
1	2		K4	24	25	66	0,278	310	7,750	1,818	1980	x									73,059	
	1		K1	64	65	26	0,692	500	12,500	2,459	1626	-	28	1126	0,719	14,385	1,842	14,255	20,640	142,416	A	
2	1		Pseudo K3 RA	45	46	45	0,511	230	5,750	2,000	1800	-	23	920	0,250	13,076	0,189	3,413	6,537	43,576	A	
	2		K3	17	18	73	0,200	130	3,250	2,459	1464	-	7	293	0,444	37,406	0,472	3,325	6,409	44,222	C	
3	1		K2	36	37	54	0,411	470	11,750	2,490	1446	-	15	594	0,791	41,059	2,958	13,212	19,359	135,203	C	
4	1		K5	36	37	54	0,411	475	11,875	2,485	1448	-	15	595	0,798	42,157	3,128	13,536	19,758	137,990	C	

Knotenpunkt Bahnstraße/ Ellerauer Straße/ Berliner Damm: Bestand (LSA)

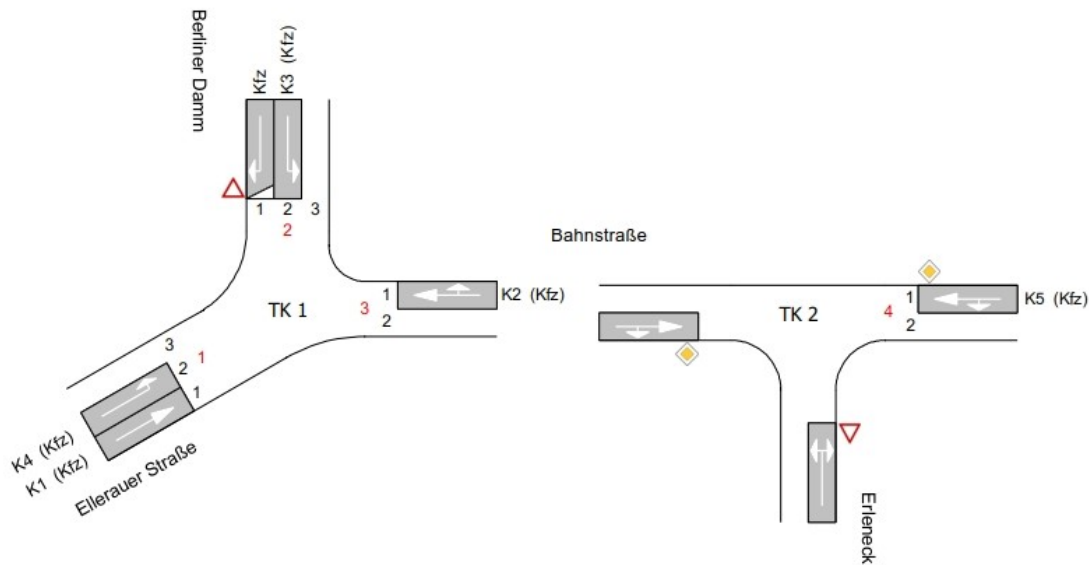


Bewertung P0 2025 mit einglisigem BÜ – Spitzenstunde früh

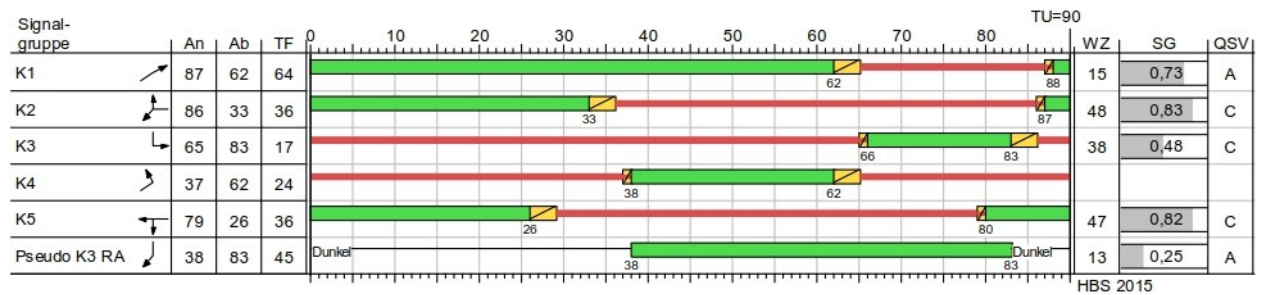


Zuf	Fstr.Nr.	Symbol	SGR	tr [s]	ta [s]	ts [s]	fa	q [Kfz/h]	m [Kfz/U]	tb [s/Kfz]	qs [Kfz/h]	N _{M5,95>N_K}	nc [Kfz/U]	C [Kfz/h]	x	tw [s]	N _{GE} [Kfz]	N _{M5} [Kfz]	N _{M5,95} [Kfz]	Lx [m]	QSV
1	2		K4	19	20	71	0,222	160	4,000	1,868	1927	-	11	428	0,374	32,631	0,348	3,742	7,014	43,683	B
	1		K1	58	59	32	0,656	600	15,000	2,555	1409	-	23	924	0,649	14,057	1,228	10,214	15,619	111,988	A
2	1		Pseudo K3 RA	46	47	44	0,507	310	7,750	2,153	1559	-	20	791	0,683	23,430	1,472	11,653	17,426	125,049	B
	2		K3	23	24	67	0,267	230	5,750	2,521	1428	x								71,653	
3	1		K2	35	36	55	0,400	390	9,750	2,653	1357	-	14	543	0,718	34,548	1,783	9,990	15,335	114,092	B
4	1		K5	35	36	55	0,400	365	9,125	2,686	1340	-	13	536	0,681	31,937	1,440	8,965	14,029	106,059	B

Knotenpunkt Bahnstraße/ Ellerauer Straße/ Berliner Damm: Bestand (LSA)

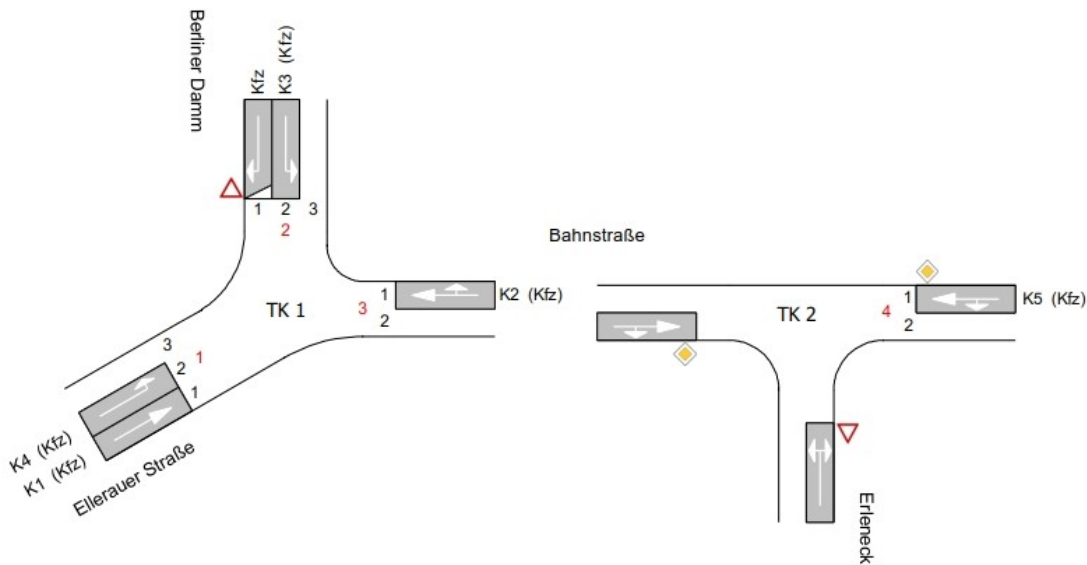


Bewertung P0 2025 mit eingleisigem BÜ – Spitzenstunde spät

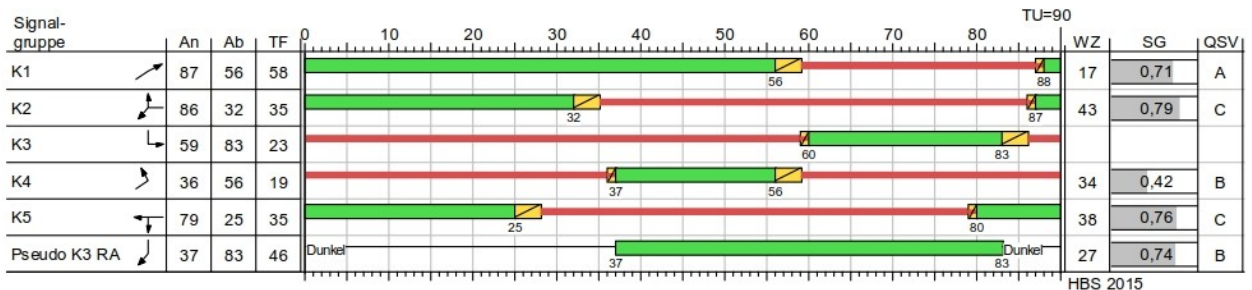


Zuf	Fstr.Nr.	Symbol	SGR	tr [s]	ta [s]	ts [s]	fa	q [Kfz/h]	m [Kfz/U]	tb [s/Kfz]	qs [Kfz/h]	N _{M5,95>nK}	nc [Kfz/U]	C [Kfz/h]	x	tw [s]	N _{AE} [Kfz]	N _{M5} [Kfz]	N _{M5,95} [Kfz]	L _x [m]	QSV	
1	2		K4	24	25	66	0,278	310	7,750	1,818	1980	x									73,059	
	1		K1	64	65	26	0,700	520	13,000	2,451	1625	-	28	1137	0,730	14,545	1,978	14,708	21,194	145,730	A	
2	1		Pseudo K3 RA	45	46	45	0,511	230	5,750	2,000	1800	-	23	920	0,250	13,076	0,189	3,413	6,537	43,576	A	
	2		K3	17	18	73	0,200	140	3,500	2,448	1471	-	7	294	0,476	38,467	0,542	3,637	6,862	47,142	C	
3	1		K2	36	37	54	0,411	490	12,250	2,491	1445	-	15	593	0,826	47,775	3,968	14,897	21,425	149,889	C	
4	1		K5	36	37	54	0,411	490	12,250	2,491	1446	-	15	595	0,824	47,203	3,900	14,810	21,319	149,915	C	

Knotenpunkt Bahnstraße/ Ellerauer Straße/ Berliner Damm: Bestand (LSA)

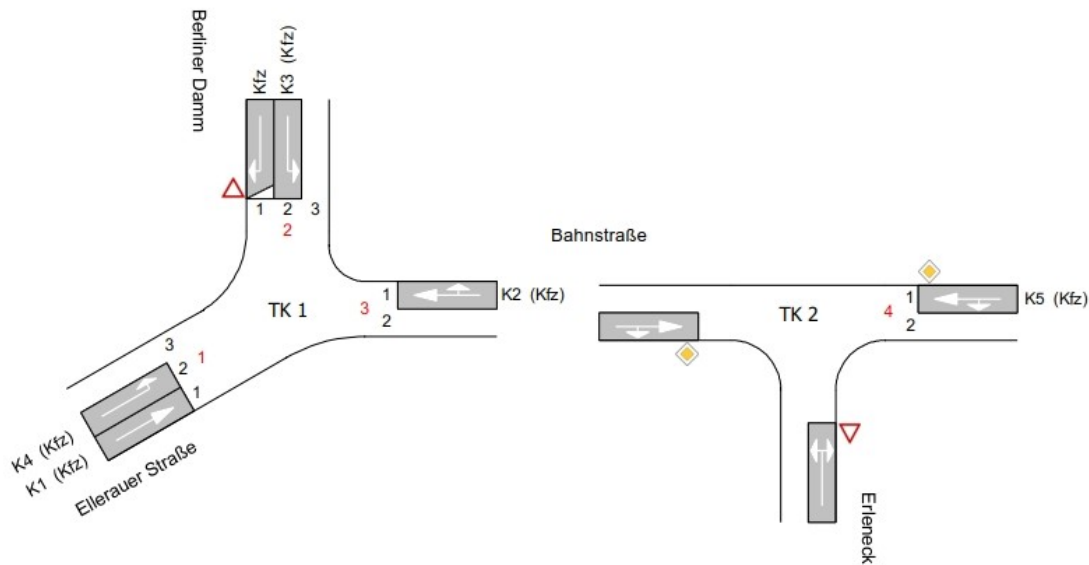


Bewertung P0 2030 mit eingleisigem BÜ – Spitzenstunde früh

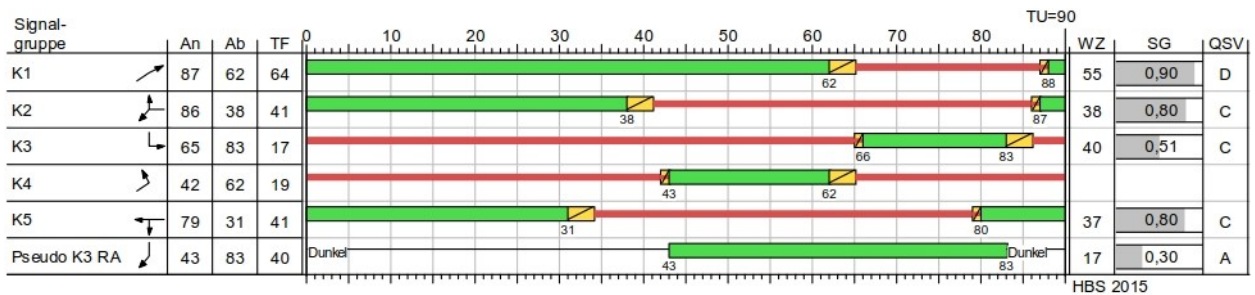


Zuf	Fstr.Nr.	Symbol	SGR	tr [s]	ta [s]	ts [s]	fa	q [Kfz/h]	m [Kfz/U]	tb [s/Kfz]	qs [Kfz/h]	N _{M5,95>nK}	nc [Kfz/U]	C [Kfz/h]	x	tw [s]	N _{GE} [Kfz]	N _{M5} [Kfz]	N _{M5,95} [Kfz]	Lx [m]	QSV
1	2		K4	19	20	71	0,222	180	4,500	1,868	1927	-	11	428	0,421	33,654	0,429	4,291	7,794	48,541	B
	1		K1	58	59	32	0,656	660	16,500	2,555	1409	-	23	924	0,714	16,933	1,775	12,452	18,420	132,071	A
2	1		Pseudo K3 RA	46	47	44	0,508	340	8,500	2,149	1560	-	20	793	0,744	27,240	2,143	13,809	20,094	143,953	B
	2		K3	23	24	67	0,267	250	6,250	2,523	1427	x								79,367	
3	1		K2	35	36	55	0,400	430	10,750	2,654	1356	-	14	542	0,793	43,486	2,975	12,421	18,381	136,865	C
4	1		K5	35	36	55	0,400	405	10,125	2,685	1340	-	13	536	0,756	38,482	2,272	10,980	16,584	125,276	C

Knotenpunkt Bahnstraße/ Ellerauer Straße/ Berliner Damm: Bestand (LSA)

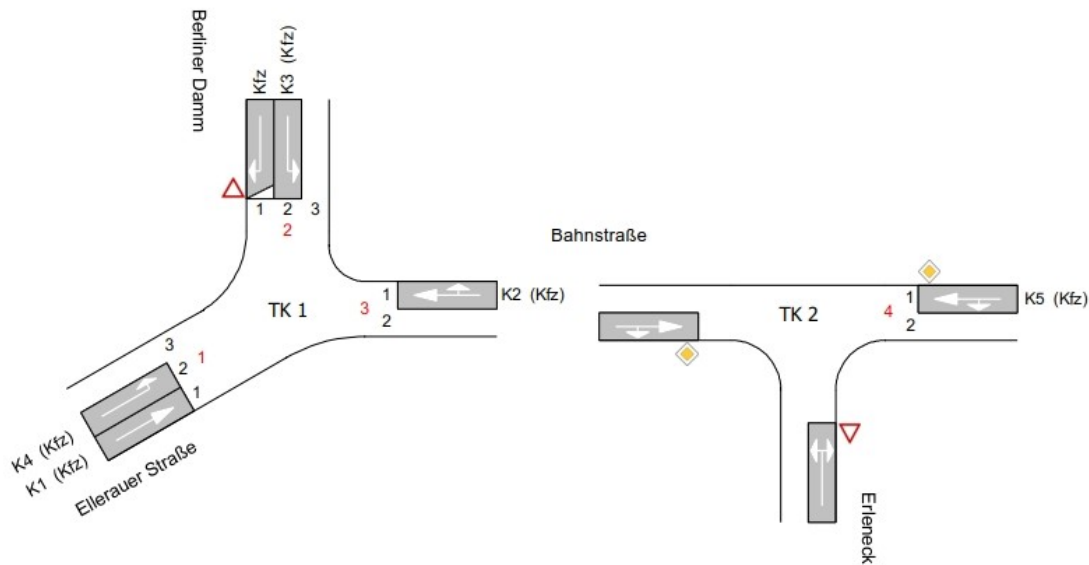


Bewertung P0 2030 mit einglisigem BÜ – Spitzenstunde spät

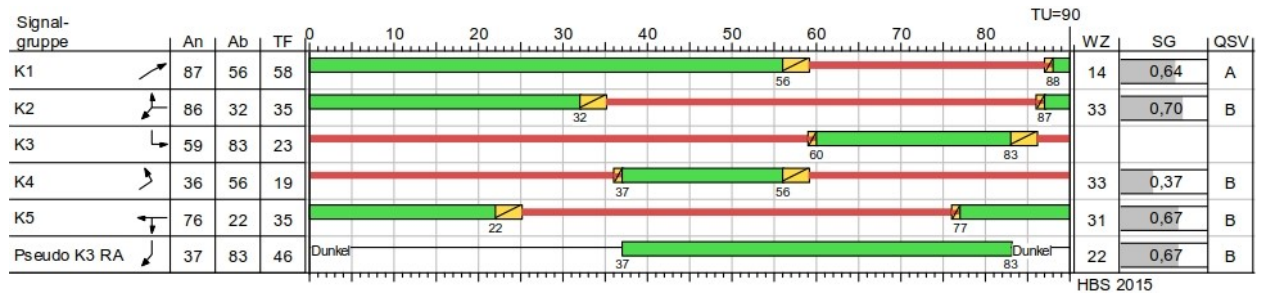


Zuf	Fstr.Nr.	Symbol	SGR	tr [s]	ta [s]	ts [s]	fa	q [Kfz/h]	m [Kfz/U]	ta [s/Kfz]	qs [Kfz/h]	N _{M5,95>nK}	nc [Kfz/U]	C [Kfz/h]	x	tw [s]	N _{ca} [Kfz]	N _{M5} [Kfz]	N _{M5,95} [Kfz]	L _x [m]	QSV
1	2		K4	19	20	71	0,222	340	8,500	1,816	1982	x								96,688	
	1		K1	64	65	26	0,620	570	14,250	2,459	1623	-	25	1007	0,904	55,038	11,260	30,929	40,335	278,311	D
2	1		Pseudo K3 RA	40	41	50	0,456	250	6,250	2,005	1796	-	20	819	0,305	16,576	0,252	4,201	7,667	51,246	A
	2		K3	17	18	73	0,200	150	3,750	2,438	1477	-	7	295	0,508	39,660	0,623	3,962	7,328	50,124	C
3	1		K2	41	42	49	0,467	540	13,500	2,492	1445	-	17	675	0,800	37,604	3,224	14,711	21,198	148,174	C
4	1		K5	41	42	49	0,467	540	13,500	2,480	1452	-	17	678	0,796	36,920	3,121	14,574	21,030	147,126	C

Knotenpunkt Bahnstraße/ Ellerauer Straße/ Berliner Damm: Planung (LSA)

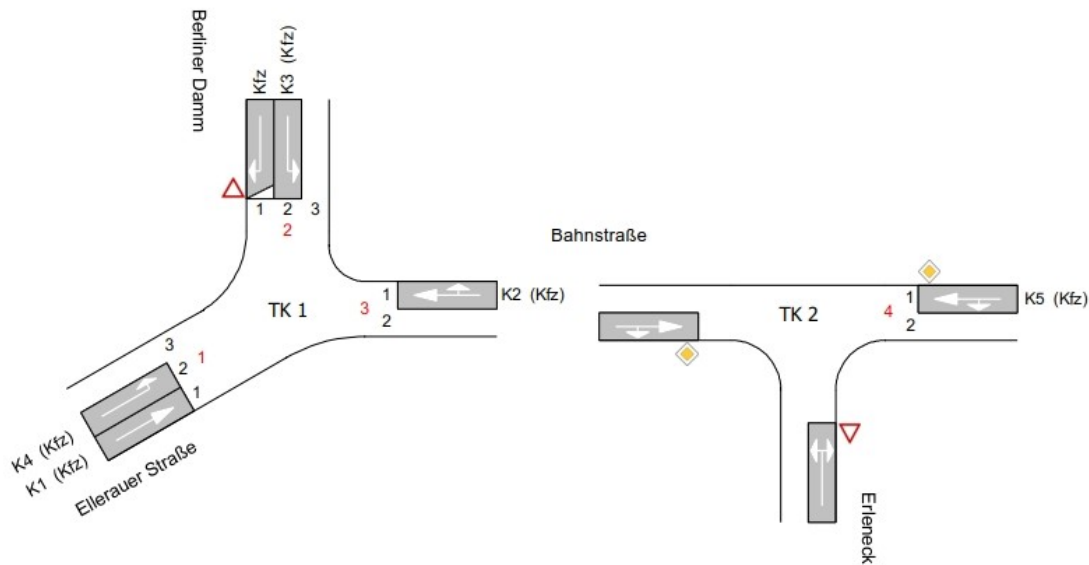


Bewertung PF 2025 mit zweigleisigem BÜ – Spitzenstunde früh

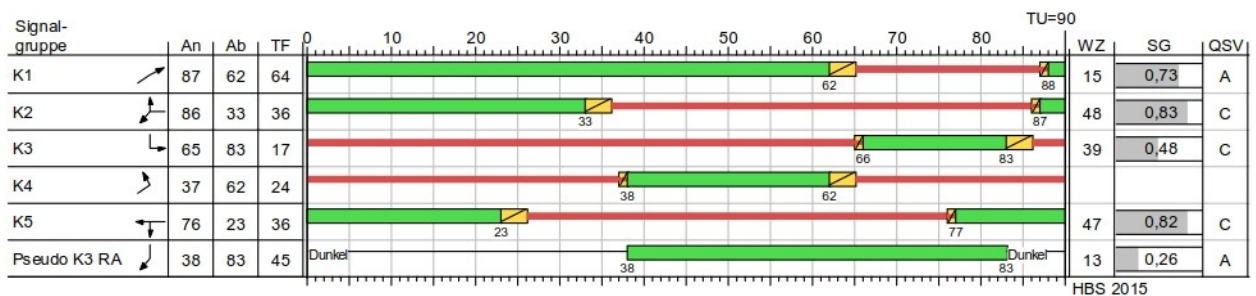


Zuf	Fstr.Nr.	Symbol	SGR	tr [s]	ta [s]	ts [s]	fa	q [Kfz/h]	m [Kfz/U]	tb [s/Kfz]	qs [Kfz/h]	NMS,95>Nk	nc [Kfz/U]	C [Kfz/h]	x	tw [s]	Nge [Kfz]	Nms [Kfz]	NMS,95 [Kfz]	Lx [m]	QSV
1	2		K4	19	20	71	0,222	160	4,000	1,868	1927	-	11	428	0,374	32,631	0,348	3,742	7,014	43,683	B
	1		K1	58	59	32	0,656	600	15,000	2,502	1439	-	24	944	0,636	13,515	1,148	10,002	15,351	107,764	A
2	1		Pseudo K3 RA	46	47	44	0,508	310	7,750	2,110	1594	-	20	810	0,667	22,471	1,349	11,395	17,104	120,275	B
	2		K3	23	24	67	0,267	230	5,750	2,459	1464	x								69,021	
3	1		K2	35	36	55	0,400	390	9,750	2,604	1382	-	14	553	0,705	33,311	1,651	9,799	15,093	110,300	B
4	1		K5	35	36	55	0,400	365	9,125	2,634	1367	-	14	546	0,668	31,009	1,342	8,819	13,841	102,562	B

Knotenpunkt Bahnstraße/ Ellerauer Straße/ Berliner Damm: Planung (LSA)

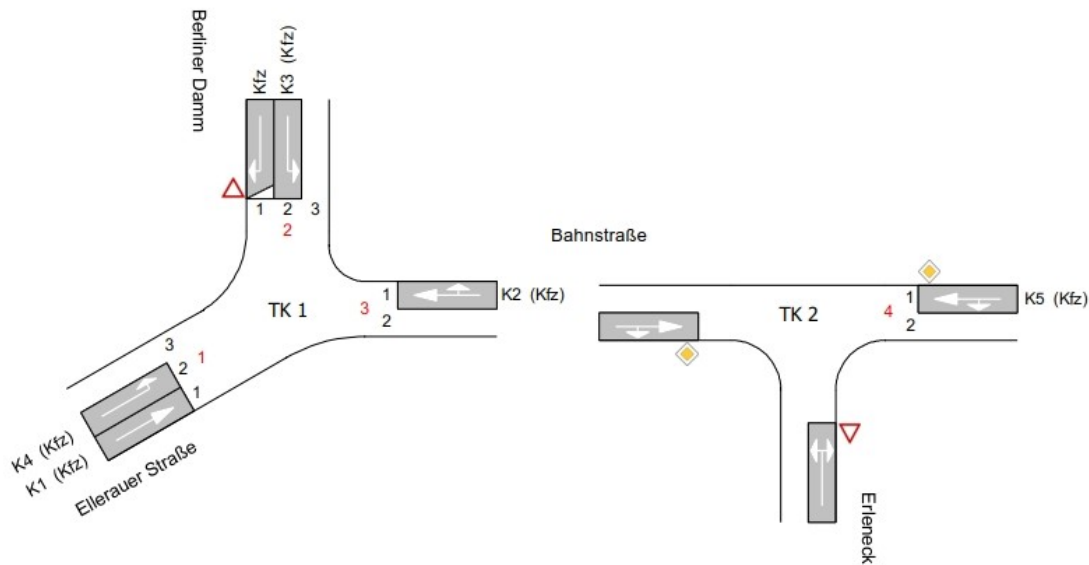


Bewertung PF 2025 mit zweigleisigem BÜ – Spitzenstunde spät

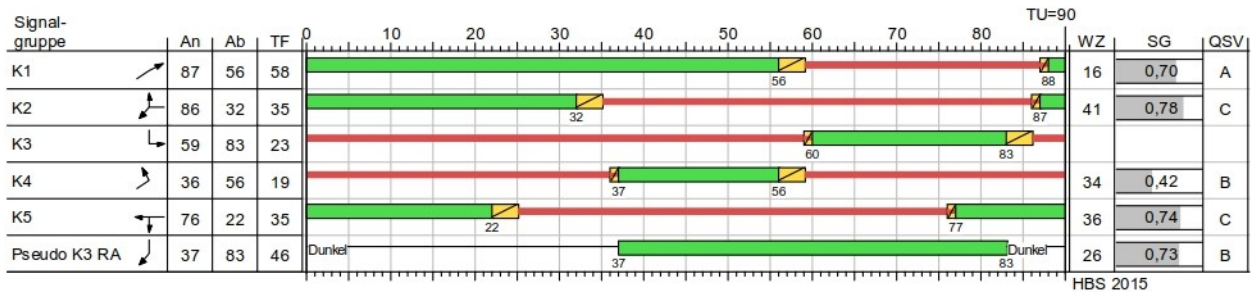


Zuf	Fstr.Nr.	Symbol	SGR	tr [s]	ta [s]	ts [s]	fa	q [Kfz/h]	m [Kfz/U]	tb [s/Kfz]	qs [Kfz/h]	N _{MS,95>PK}	nc [Kfz/U]	C [Kfz/h]	x	tw [s]	N _{GE} [Kfz]	N _{MS} [Kfz]	N _{MS,95} [Kfz]	L _x [m]	QSV
1	2		K4	24	25	66	0,278	310	7,750	1,818	1980	x								73,059	
	1		K1	64	65	26	0,700	520	13,000	2,459	1622	-	28	1136	0,731	14,604	1,991	14,739	21,232	146,501	A
2	1		Pseudo K3 RA	45	46	45	0,511	230	5,750	2,070	1739	-	22	889	0,259	13,208	0,199	3,440	6,577	45,381	A
	2		K3	17	18	73	0,200	140	3,500	2,459	1464	-	7	293	0,478	38,565	0,547	3,643	6,871	47,410	C
3	1		K2	36	37	54	0,411	490	12,250	2,491	1445	-	15	593	0,826	47,775	3,968	14,897	21,425	149,889	C
4	1		K5	36	37	54	0,411	490	12,250	2,491	1446	-	15	595	0,824	47,203	3,900	14,810	21,319	149,915	C

Knotenpunkt Bahnstraße/ Ellerauer Straße/ Berliner Damm: Planung (LSA)

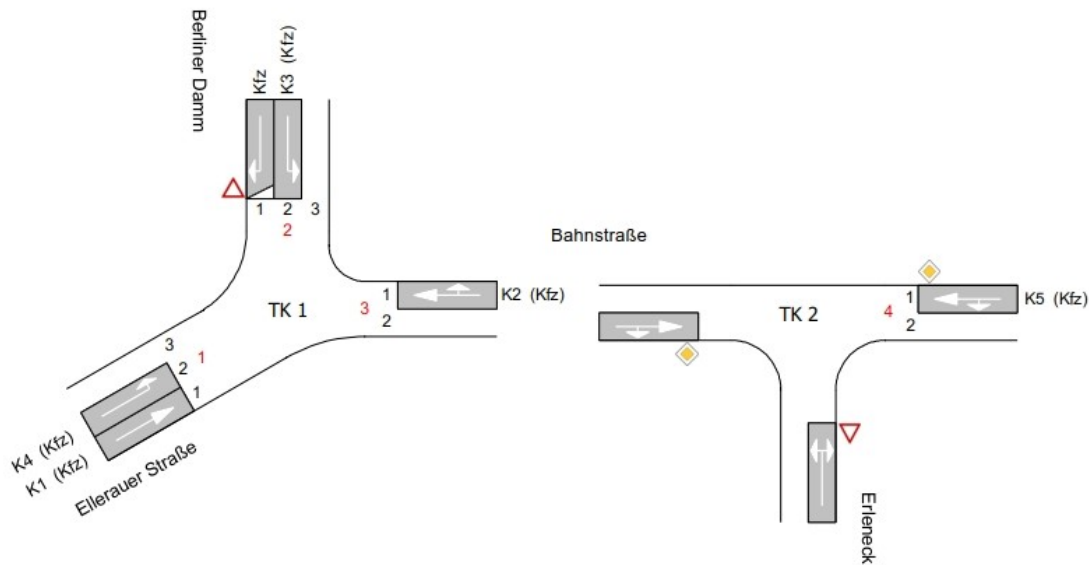


Bewertung PF 2030 mit zweigleisigem BÜ – Spitzenstunde früh

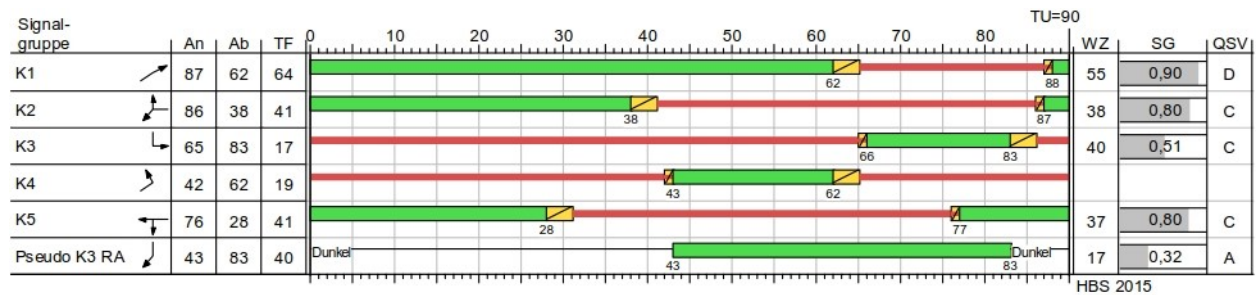


Zuf	Fstr.Nr.	Symbol	SGR	tr [s]	ta [s]	ts [s]	fa	q [Kfz/h]	m [Kfz/U]	tb [s/Kfz]	qs [Kfz/h]	N _{MS,95>N_K}	nc [Kfz/U]	C [Kfz/h]	x	tw [s]	N _{GE} [Kfz]	N _{MS} [Kfz]	N _{MS,95} [Kfz]	L _x [m]	QSV
1	2		K4	19	20	71	0,222	180	4,500	1,868	1927	-	11	428	0,421	33,654	0,429	4,291	7,794	48,541	B
	1		K1	58	59	32	0,656	660	16,500	2,498	1441	-	24	945	0,698	15,964	1,612	12,082	17,961	125,871	A
2	1		Pseudo K3 RA	46	47	44	0,509	340	8,500	2,110	1592	-	20	811	0,727	25,735	1,918	13,414	19,608	137,883	B
	2		K3	23	24	67	0,267	250	6,250	2,466	1460	x								76,472	
3	1		K2	35	36	55	0,400	430	10,750	2,605	1382	-	14	553	0,778	40,842	2,661	12,025	17,890	130,740	C
4	1		K5	35	36	55	0,400	405	10,125	2,633	1367	-	14	547	0,740	36,476	2,046	10,675	16,201	119,952	C

Knotenpunkt Bahnstraße/ Ellerauer Straße/ Berliner Damm: Planung (LSA)

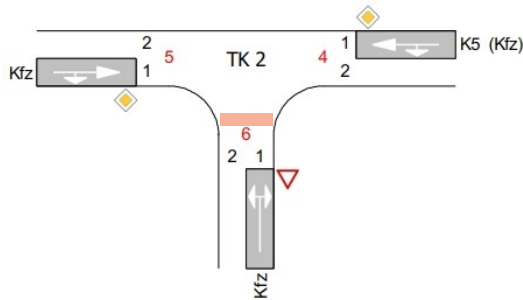


Bewertung PF 2030 mit zweigleisigem BÜ – Spitzenstunde spät



Zuf	Fstr.Nr.	Symbol	SGR	tr [s]	ta [s]	ts [s]	fa	q [Kfz/h]	m [Kfz/U]	tb [s/Kfz]	qs [Kfz/h]	N _{M5,95>nK}	nc [Kfz/U]	C [Kfz/h]	x	tw [s]	N _{ca} [Kfz]	N _{M5} [Kfz]	N _{M5,95} [Kfz]	L _x [m]	QSV
1	2		K4	19	20	71	0,222	340	8,500	1,816	1982	x								96,688	
	1		K1	64	65	26	0,620	570	14,250	2,459	1623	-	25	1007	0,904	55,038	11,260	30,929	40,335	278,311	D
2	1		Pseudo K3 RA	40	41	50	0,456	250	6,250	2,070	1739	-	20	793	0,315	16,754	0,265	4,235	7,715	53,233	A
	2		K3	17	18	73	0,200	150	3,750	2,459	1464	-	7	293	0,512	39,876	0,634	3,976	7,348	50,701	C
3	1		K2	41	42	49	0,467	540	13,500	2,492	1445	-	17	675	0,800	37,604	3,224	14,711	21,198	148,174	C
4	1		K5	41	42	49	0,467	540	13,500	2,480	1452	-	17	678	0,796	36,920	3,121	14,574	21,030	147,126	C

Einmündung Bahnstraße/Erleneck: Bestand (vorfahrtgeregelt)



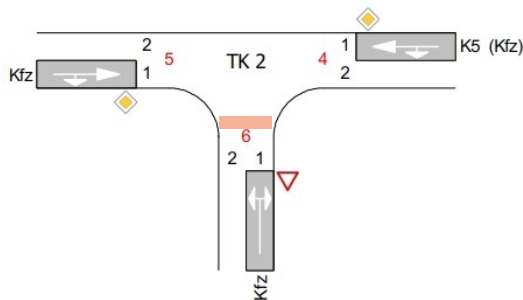
Bewertung Analyse – Spitzenstunde früh

Arm	Zufahrt	Strom	Verkehrsstrom	q_{Fz} [Fz/h]	q_{PE} [Pkw-E/h]	C_{PE} [Pkw-E/h]	C_{Fz} [Fz/h]	x_i [-]	p_0 [-]	R [Fz/h]	N_{95} [m]	t_w [s]	QSV
5	A	5 → 4	2	820,0	924,0	1.800,0	1.597,0	0,513	-	777,0	-	4,6	A
		5 → 6	3	5,0	5,0	1.587,0	1.587,0	0,003	-	1.582,0	6,0	2,3	A
6	B	6 → 5	4	5,0	5,0	220,5	220,5	0,023	-	215,5	6,0	16,7	B
		6 → 4	6	5,0	5,0	439,0	439,0	0,011	-	434,0	6,0	8,3	A
4	C	4 → 6	7	5,0	5,0	498,5	498,5	0,010	1,0	493,5	6,0	7,3	A
		4 → 5	8	360,0	418,0	1.800,0	1.550,5	0,232	-	1.190,5	-	3,0	A
Mischströme													
6	B	-	4+6	10,0	10,0	294,0	294,0	0,034	-	284,0	6,0	12,7	B
4	C	-	7+8	365,0	423,0	1.800,0	1.553,0	0,235	-	1.188,0	6,0	3,0	A
Gesamt QSV													B

Bewertung Analyse – Spitzenstunde spät

Arm	Zufahrt	Strom	Verkehrsstrom	q_{Fz} [Fz/h]	q_{PE} [Pkw-E/h]	C_{PE} [Pkw-E/h]	C_{Fz} [Fz/h]	x_i [-]	p_0 [-]	R [Fz/h]	N_{95} [m]	t_w [s]	QSV
5	A	5 → 4	2	630,0	692,5	1.800,0	1.638,0	0,385	-	1.008,0	-	3,6	A
		5 → 6	3	5,0	5,0	1.587,0	1.587,0	0,003	-	1.582,0	6,0	2,3	A
6	B	6 → 5	4	5,0	5,0	246,5	246,5	0,020	-	241,5	6,0	14,9	B
		6 → 4	6	5,0	5,0	554,0	554,0	0,009	-	549,0	6,0	6,6	A
4	C	4 → 6	7	5,0	5,0	619,0	619,0	0,008	1,0	614,0	6,0	5,9	A
		4 → 5	8	470,0	521,5	1.800,0	1.621,5	0,290	-	1.151,5	-	3,1	A
Mischströme													
6	B	-	4+6	10,0	10,0	345,0	345,0	0,029	-	335,0	6,0	10,7	B
4	C	-	7+8	475,0	526,5	1.800,0	1.624,5	0,293	-	1.149,5	12,0	3,1	A
Gesamt QSV													B

Einmündung Bahnstraße/Erleneck: Bestand (vorfahrtgeregelt)



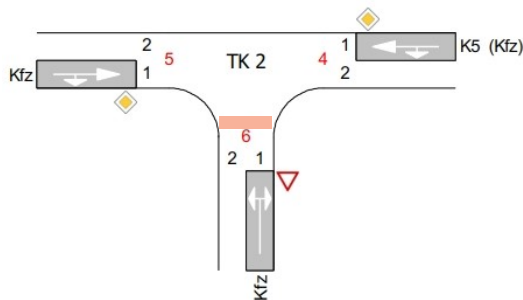
Bewertung P0 2025 mit eingleisigem BÜ – Spitzenstunde früh

Arm	Zufahrt	Strom	Verkehrsstrom	q_{Fz} [Fz/h]	q_{PE} [Pkw-E/h]	C_{PE} [Pkw-E/h]	C_{Fz} [Fz/h]	x_i [-]	p_0 [-]	R [Fz/h]	N_{95} [m]	t_w [s]	QSV
5	A	5 → 4	2	820,0	926,0	1.800,0	1.594,5	0,514	-	774,5	-	4,6	A
		5 → 6	3	10,0	10,0	1.587,0	1.587,0	0,006	-	1.577,0	6,0	2,3	A
6	B	6 → 5	4	30,0	30,0	219,5	219,5	0,137	-	189,5	6,0	19,0	B
		6 → 4	6	20,0	20,0	438,0	438,0	0,046	-	418,0	6,0	8,6	A
4	C	4 → 6	7	5,0	5,0	495,5	495,5	0,010	1,0	490,5	6,0	7,3	A
		4 → 5	8	360,0	422,5	1.800,0	1.533,0	0,235	-	1.173,0	-	3,1	A
Mischströme													
6	B	-	4+6	50,0	50,0	273,0	273,0	0,183	-	223,0	6,0	16,1	B
4	C	-	7+8	365,0	427,5	1.800,0	1.537,0	0,238	-	1.172,0	6,0	3,1	A
Gesamt QSV													B

Bewertung P0 2025 mit eingleisigem BÜ – Spitzenstunde spät

Arm	Zufahrt	Strom	Verkehrsstrom	q_{Fz} [Fz/h]	q_{PE} [Pkw-E/h]	C_{PE} [Pkw-E/h]	C_{Fz} [Fz/h]	x_i [-]	p_0 [-]	R [Fz/h]	N_{95} [m]	t_w [s]	QSV
5	A	5 → 4	2	630,0	695,5	1.800,0	1.630,5	0,386	-	1.000,5	-	3,6	A
		5 → 6	3	30,0	30,0	1.587,0	1.587,0	0,019	-	1.557,0	6,0	2,3	A
6	B	6 → 5	4	20,0	20,0	228,5	228,5	0,088	-	208,5	6,0	17,3	B
		6 → 4	6	10,0	10,0	545,5	545,5	0,018	-	535,5	6,0	6,7	A
4	C	4 → 6	7	20,0	20,0	601,5	601,5	0,033	1,0	581,5	6,0	6,2	A
		4 → 5	8	470,0	524,0	1.800,0	1.614,5	0,291	-	1.144,5	-	3,1	A
Mischströme													
6	B	-	4+6	30,0	30,0	283,0	283,0	0,106	-	253,0	6,0	14,2	B
4	C	-	7+8	490,0	544,0	1.800,0	1.621,5	0,302	-	1.131,5	12,0	3,2	A
Gesamt QSV													B

Einmündung Bahnstraße/Erleneck: Bestand (vorfahrtgeregelt)



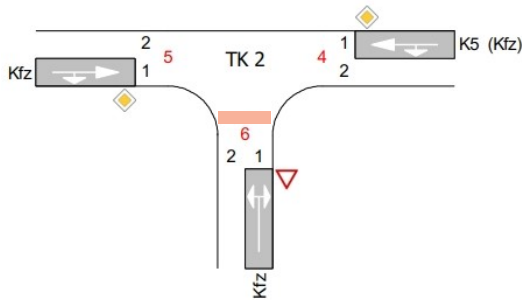
Bewertung PO 2030 mit eingleisigem BÜ – Spitzenstunde früh

Arm	Zufahrt	Strom	Verkehrsstrom	q_{Fz} [Fz/h]	q_{PE} [Pkw-E/h]	C_{PE} [Pkw-E/h]	C_{Fz} [Fz/h]	x_i [-]	p_0 [-]	R [Fz/h]	N_{95} [m]	t_w [s]	QSV
5	A	5 → 4	2	910,0	1.009,0	1.800,0	1.623,0	0,561	-	713,0	-	5,0	A
		5 → 6	3	10,0	10,0	1.587,0	1.587,0	0,006	-	1.577,0	6,0	2,3	A
6	B	6 → 5	4	30,0	30,0	183,5	183,5	0,163	-	153,5	6,0	23,4	C
		6 → 4	6	20,0	20,0	392,0	392,0	0,051	-	372,0	6,0	9,7	A
4	C	4 → 6	7	5,0	5,0	447,5	447,5	0,011	1,0	442,5	6,0	8,1	A
		4 → 5	8	400,0	469,0	1.800,0	1.534,5	0,261	-	1.134,5	-	3,2	A
Mischströme													
6	B	-	4+6	50,0	50,0	233,5	233,5	0,214	-	183,5	6,0	19,6	B
4	C	-	7+8	405,0	474,0	1.800,0	1.538,5	0,263	-	1.133,5	12,0	3,2	A
Gesamt QSV													C

Bewertung PO 2030 mit eingleisigem BÜ – Spitzenstunde spät

Arm	Zufahrt	Strom	Verkehrsstrom	q_{Fz} [Fz/h]	q_{PE} [Pkw-E/h]	C_{PE} [Pkw-E/h]	C_{Fz} [Fz/h]	x_i [-]	p_0 [-]	R [Fz/h]	N_{95} [m]	t_w [s]	QSV
5	A	5 → 4	2	720,0	792,0	1.800,0	1.636,5	0,440	-	916,5	-	3,9	A
		5 → 6	3	30,0	30,0	1.587,0	1.587,0	0,019	-	1.557,0	6,0	2,3	A
6	B	6 → 5	4	20,0	20,0	188,0	188,0	0,106	-	168,0	6,0	21,4	C
		6 → 4	6	10,0	10,0	488,5	488,5	0,020	-	478,5	6,0	7,5	A
4	C	4 → 6	7	20,0	20,0	542,5	542,5	0,037	0,9	522,5	6,0	6,9	A
		4 → 5	8	520,0	577,5	1.800,0	1.620,0	0,321	-	1.100,0	-	3,3	A
Mischströme													
6	B	-	4+6	30,0	30,0	238,0	238,0	0,126	-	208,0	6,0	17,3	B
4	C	-	7+8	540,0	597,5	1.800,0	1.627,5	0,332	-	1.087,5	12,0	3,3	A
Gesamt QSV													C

Einmündung Bahnstraße/Erleneck: Planung (vorfahrtgeregelt)



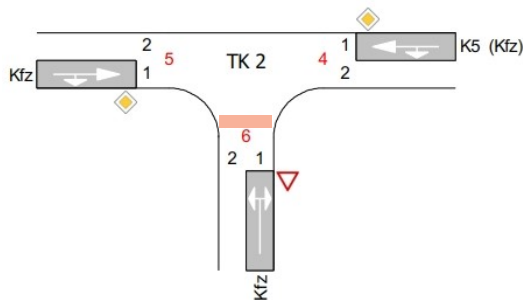
Bewertung PF 2025 mit zweigleisigem BÜ – Spitzenstunde früh

Arm	Zufahrt	Strom	Verkehrsstrom	q_{Fz} [Fz/h]	q_{PE} [Pkw-E/h]	C_{PE} [Pkw-E/h]	C_{Fz} [Fz/h]	x_i [-]	p_0 [-]	R [Fz/h]	N_{95} [m]	t_w [s]	QSV
5	A	5 → 4	2	820,0	926,0	1.800,0	1.594,5	0,514	-	774,5	-	4,6	A
		5 → 6	3	10,0	10,0	1.587,0	1.587,0	0,006	-	1.577,0	6,0	2,3	A
6	B	6 → 5	4	30,0	30,0	219,5	219,5	0,137	-	189,5	6,0	19,0	B
		6 → 4	6	20,0	20,0	438,0	438,0	0,046	-	418,0	6,0	8,6	A
4	C	4 → 6	7	5,0	5,0	495,5	495,5	0,010	1,0	490,5	6,0	7,3	A
		4 → 5	8	360,0	416,5	1.800,0	1.555,5	0,231	-	1.195,5	-	3,0	A
Mischströme													
6	B	-	4+6	50,0	50,0	273,0	273,0	0,183	-	223,0	6,0	16,1	B
4	C	-	7+8	365,0	421,5	1.800,0	1.558,5	0,234	-	1.193,5	6,0	3,0	A
Gesamt QSV													B

Bewertung PF 2025 mit zweigleisigem BÜ – Spitzenstunde spät

Arm	Zufahrt	Strom	Verkehrsstrom	q_{Fz} [Fz/h]	q_{PE} [Pkw-E/h]	C_{PE} [Pkw-E/h]	C_{Fz} [Fz/h]	x_i [-]	p_0 [-]	R [Fz/h]	N_{95} [m]	t_w [s]	QSV
5	A	5 → 4	2	630,0	695,5	1.800,0	1.630,5	0,386	-	1.000,5	-	3,6	A
		5 → 6	3	30,0	30,0	1.587,0	1.587,0	0,019	-	1.557,0	6,0	2,3	A
6	B	6 → 5	4	20,0	20,0	228,5	228,5	0,088	-	208,5	6,0	17,3	B
		6 → 4	6	10,0	10,0	545,5	545,5	0,018	-	535,5	6,0	6,7	A
4	C	4 → 6	7	20,0	20,0	601,5	601,5	0,033	1,0	581,5	6,0	6,2	A
		4 → 5	8	470,0	524,0	1.800,0	1.614,5	0,291	-	1.144,5	-	3,1	A
Mischströme													
6	B	-	4+6	30,0	30,0	283,0	283,0	0,106	-	253,0	6,0	14,2	B
4	C	-	7+8	490,0	544,0	1.800,0	1.621,5	0,302	-	1.131,5	12,0	3,2	A
Gesamt QSV													B

Einmündung Bahnstraße/Erleneck: Planung (vorfahrtgeregelt)



Bewertung PF 2030 mit zweigleisigem BÜ – Spitzenstunde früh

Arm	Zufahrt	Strom	Verkehrsstrom	q _{Fz} [Fz/h]	q _{PE} [Pkw-E/h]	C _{PE} [Pkw-E/h]	C _{Fz} [Fz/h]	x _i [-]	p ₀ [-]	R [Fz/h]	N ₉₀ [m]	t _w [s]	QSV	
5	A	5 → 4	2	910,0	1.009,0	1.800,0	1.623,0	0,561	-	713,0	-	5,0	A	
		5 → 6	3	10,0	10,0	1.587,0	1.587,0	0,006	-	1.577,0	6,0	2,3	A	
6	B	6 → 5	4	30,0	30,0	183,5	183,5	0,163	-	153,5	6,0	23,4	C	
		6 → 4	6	20,0	20,0	392,0	392,0	0,051	-	372,0	6,0	9,7	A	
4	C	4 → 6	7	5,0	5,0	447,5	447,5	0,011	1,0	442,5	6,0	8,1	A	
		4 → 5	8	400,0	462,5	1.800,0	1.557,0	0,257	-	1.157,0	-	3,1	A	
Mischströme														
6	B	-	4+6	50,0	50,0	233,5	233,5	0,214	-	183,5	6,0	19,6	B	
4	C	-	7+8	405,0	467,5	1.800,0	1.560,0	0,260	-	1.155,0	12,0	3,1	A	
													Gesamt QSV	C

Bewertung PF 2030 mit zweigleisigem BÜ – Spitzenstunde spät

Arm	Zufahrt	Strom	Verkehrsstrom	q _{Fz} [Fz/h]	q _{PE} [Pkw-E/h]	C _{PE} [Pkw-E/h]	C _{Fz} [Fz/h]	x _i [-]	p ₀ [-]	R [Fz/h]	N ₉₀ [m]	t _w [s]	QSV	
5	A	5 → 4	2	720,0	792,0	1.800,0	1.636,5	0,440	-	916,5	-	3,9	A	
		5 → 6	3	30,0	30,0	1.587,0	1.587,0	0,019	-	1.557,0	6,0	2,3	A	
6	B	6 → 5	4	20,0	20,0	188,0	188,0	0,106	-	168,0	6,0	21,4	C	
		6 → 4	6	10,0	10,0	488,5	488,5	0,020	-	478,5	6,0	7,5	A	
4	C	4 → 6	7	20,0	20,0	542,5	542,5	0,037	0,9	522,5	6,0	6,9	A	
		4 → 5	8	520,0	577,5	1.800,0	1.620,0	0,321	-	1.100,0	-	3,3	A	
Mischströme														
6	B	-	4+6	30,0	30,0	238,0	238,0	0,126	-	208,0	6,0	17,3	B	
4	C	-	7+8	540,0	597,5	1.800,0	1.627,5	0,332	-	1.087,5	12,0	3,3	A	
													Gesamt QSV	C

Legende der Bewertungstabellen

für signalisierte Einmündungen/Knotenpunkte (mit LSA)

Zuf.	Zufahrt	[-]
Fstr.Nr.	Fahrstreifen-Nummer	[-]
Symbol	Fahrstreifen-Symbol	[-]
SGR	Signalgruppen	[-]
t_F	Freigabezeit	[s]
t_A	Abflusszeit	[s]
t_S	Sperrzeit	[s]
f_A	Abflusszeitanteil	[-]
q	Belastung	[Kfz/h]
m	Mittlere Anzahl eintreffender Kfz pro Umlauf	[Kfz/U]
t_B	Mittlerer Zeitbedarfswert	[s/Kfz]
q_S	Sättigungsverkehrsstärke unter konkreten Bedingungen	[Kfz/h]
$N_{MS,95} > N_K$	Kurzer Aufstellstreifen vorhanden	[-]
n_C	Abflusskapazität pro Umlauf	[Kfz/U]
C	Kapazität des Fahrstreifens	[Kfz/h]
x	Auslastungsgrad	[-]
t_W	Mittlere Wartezeit	[s]
N_{GE}	Mittlere Rückstaulänge bei Freigabeende	[Kfz]
N_{MS}	Mittlere Rückstaulänge bei Maximalstau	[Kfz]
$N_{MS,95}$	Rückstau bei Maximalstau, der mit einer stat. Sicherheit von 95% nicht überschritten wird	[Kfz]
L_x	Erforderliche Stauraumlänge	[m]
QSV	Qualitätsstufe des Verkehrsablaufes	[-]
TU	Umlaufzeit der Lichtsignalanlage	[s]
T	Untersuchungszeitraum	[s]

für vorfahrtgeregelt Einmündungen/Knotenpunkte (ohne LSA)

q_{Fz}	Verkehrsstärke	[Fz/h]
q_{PE}	Sättigungsverkehrsstärke unter konkreten Bedingungen	[Pkw-E/h]
C_{PE}, C_{Fz}	Kapazität	[Pkw-E/h] bzw. [Fz/h]
x_i	Auslastungsgrad	[-]
p_0	Wahrscheinlichkeit des rückstaufreien Zustandes	[-]
R	Kapazitätsreserve	[Fz/h]
N_{95}	Rückstau, der mit einer stat. Sicherheit von 95% nicht überschritten wird	[m]
t_W	Mittlere Wartezeit	[s]
QSV	Qualitätsstufe des Verkehrsablaufes	[-]