



PVT Planungsbüro für Verkehrstechnik Essen GmbH

Langemarckstraße 37
D 45141 Essen
Telefon +49 201-3191420 Telefax +49 201-3191421
pvt.essen@pvtgmbh.de
www.pvtgmbh.de

Mikroskopische Simulation des Verkehrsflusses

für das Streckennetz:

**Bonn-Brühler-Straße (L183) / Beethovenstraße /
Lortzingstraße**

in Bornheim

erstellt von
M. Sc. I. Ridder
M. Sc. M. Haben
und
Dipl. Ing. (TH) P. Nolden

April 2022

Inhaltsverzeichnis

1. Aufgabenstellung und Ausgangssituation	2
2. Verkehrsbelastung.....	5
2.1 Verkehrsbelastung für den Ist-Fall	5
2.2 Verkehrsbelastung für den Prognose-Null-Fall 2030.....	7
2.3 Verkehrsbelastung für den Prognose-Mit-Fall 2030	7
3. Mikroskopische Simulation des Verkehrsablaufes	8
3.1 Methodik.....	8
3.2 Modellaufbau	9
3.3 Kalibrierung und Validierung.....	11
4. Simulationsergebnisse	13
4.1 Simulationsergebnisse 1 (Gutachten: Dezember 2020).....	14
4.1.1 Variante A: Prognose-Null-Fall 2030 (MIN).....	14
4.1.2 Variante B: Prognose-Mit-Fall 2030 (MIN)	15
4.1.3 Fazit	20
4.2 Simulationsergebnisse 2 (Gutachten: Januar 2021)	21
4.2.1 Variante C: Prognose-Null-Fall 2030 (MAX)	21
4.2.2 Variante D: Prognose-Mit-Fall 2030 (MAX).....	23
4.2.3 Fazit	24
4.3 Simulationsergebnisse 3 (Gutachten: Oktober 2021).....	25
4.3.1 Variante E: Prognose-Mit-Fall 2030 (MAX)	26
4.3.2 Fazit	28
4.4 Simulationsergebnisse 4 (März 2022).....	29
4.4.1 Variante F: Prognose-Mit-Fall 2030 (ohne Linksabbieger)	31
4.4.2 Variante G: Prognose-Mit-Fall 2030 (mit Linksabbieger).....	32
4.4.3 Fazit	37
5. Zusammenfassung	38
Literaturverzeichnis	42
Anlagenverzeichnis	42

1. Aufgabenstellung und Ausgangssituation

In der Stadt Bornheim sollen zwei neue Wohngebiete entstehen. Wohngebiet ME16 wird zwischen den Straßen Offenbachstraße, Schubertstraße und Bonn-Brühler-Straße liegen. Anschlusspunkte an das örtliche Verkehrsnetz bildet zum einen der Knotenpunkt Schubertstraße / Offenbachstraße – Schulstraße und zum anderen der Knotenpunkt L183 (Bonn-Brühler-Straße) / Beethovenstraße – Lortzingstraße. Das Wohngebiet ME18 wird an der L183 zwischen den Straßen Lannerstraße und Händelstraße gebaut und wird auch über diese beiden Straßen an das Verkehrsnetz angeschlossen. Außerdem entstehen weitere KiTa- und ein Schulstandort. Durch die Entwicklung dieser Standorte sind Zusatzverkehre zu erwarten.

Im Rahmen verschiedener verkehrstechnischer Gutachten ist, mithilfe einer mikroskopischen Verkehrsflusssimulation, die Leistungsfähigkeit der Knotenpunkte auf der Bonn-Brühler-Straße sowie Schubertstraße, unter Berücksichtigung der Zuflüsse von den benachbarten Knotenpunkten, für die Verkehrssituation des Jahres 2030 ermittelt worden. Zudem wird der Prognose-Mit-Fall für das Jahr 2030 mit den einhergehenden Umbaumaßnahmen untersucht. Das Gutachten soll Schwachstellen im zukünftigen Netz aufdecken und Lösungsvorschläge eruieren.

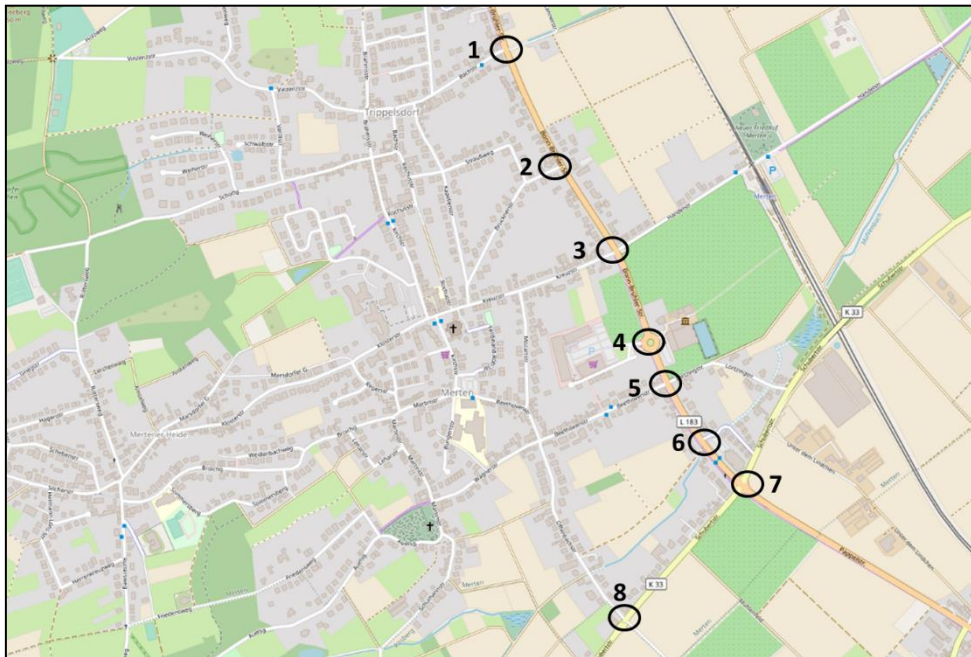


Abbildung 1: Nummerierung und Lage der zu untersuchenden Knotenpunkte [Quelle: OpenStreetMap]

In der Simulation soll folgendes Streckennetz betrachtet werden.

1. L183 (Bonn-Brühler-Straße) / Bachstraße – Lannerstraße
2. L183 (Bonn-Brühler-Straße) / Brucknerstraße
3. L183 (Bonn-Brühler-Straße) / Kreuzstraße – Händelstraße
4. L183 (Bonn-Brühler-Straße) / Am Roten Boskoop
5. L183 (Bonn-Brühler-Straße) / Beethovenstraße – Lortzingstraße
6. L183 (Bonn-Brühler-Straße) / Hildegard-von-Bingen-Straße
7. L183 (Bonn-Brühler-Straße) – Pappelstraße / Schubertstraße
8. Schubertstraße / Offenbachstraße - Schulstraße

Mikroskopische Simulation des Verkehrsabflusses Bonn-Brühler-Straße (L183) / Beethovenstraße / Lortzingstraße

Knotenpunkt 1 (L183 (Bonn-Brühler-Straße) / Bachstraße – Lannerstraße) ist eine nicht signalisierte, vierarmige Kreuzung. Über die Bachstraße führt ein Überweg für den Fuß- und Radverkehr. Knotenpunkt 2 (L183 (Bonn-Brühler-Straße) / Brucknerstraße) ist eine zweispurig geführte T-Kreuzung. Auch hier kann der Fuß- und Radverkehr die Nebenstraßen mithilfe eines Überwegs passieren.



Abbildung 2: Knotenpunkt 1 (L183 (Bonn-Brühler-Straße) / Bachstraße – Lannerstraße), Knotenpunkt 2 (L183 (Bonn-Brühler-Straße) / Brucknerstraße)

Knotenpunkt 3 (L183 (Bonn-Brühler-Straße) / Kreuzstraße – Händelstraße) ist eine signalisierte, vierarmige Kreuzung. Der Verkehr wird in alle Richtungen einspurig geführt. Fußgängerüberquerungen gibt es über die beiden Nebenrichtungen sowie über die südliche Hauptrichtung. Knoten 4 ist als einspuriger Kreisverkehr ausgebaut. Im Westen (über die Straße Am roten Boskoop) und im Süden (über die Hauptrichtung) befinden sich Furten für den Fußverkehr.

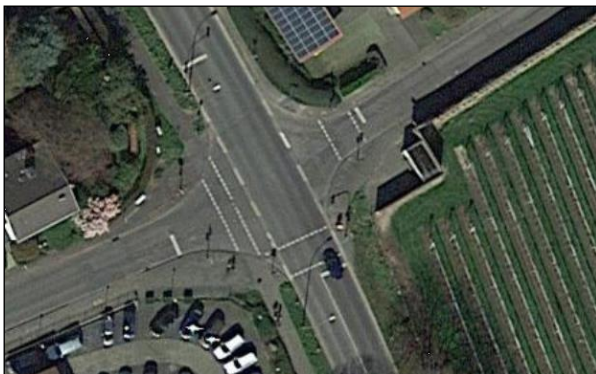


Abbildung 3: Knotenpunkt 3 (L183 (Bonn-Brühler-Straße) / Kreuzstraße – Händelstraße), Knotenpunkt 4 (L183 (Bonn-Brühler-Straße) / Am Roten Boskoop)

Knotenpunkt 5 (L183 (Bonn-Brühler-Straße) / Beethovenstraße – Lortzingstraße) wird derzeit nicht signalisiert und in alle Richtungen einspurig geführt. Ein Fuß- und Radweg besteht über die Beethoven Straße. Eine Furt mit Mittelsinsel führt, südlich der Nebenstraßen, über die Hauptrichtung. Auch Knotenpunkt 6 (L183 (Bonn-Brühler-Straße) / Hildegard-von-Bingen-Straße) wird nicht signalisiert. Fuß- und Radwege über die Kfz-Wege sind nicht vorhanden.



Abbildung 4: Knotenpunkt 5 (L183 (Bonn-Brühler-Straße) / Beethovenstraße – Lortzingstraße), Knotenpunkt 6 (L183 (Bonn-Brühler-Straße) / Hildegard-von-Bingen-Straße)

Knotenpunkt 7 (L183 (Bonn-Brühler-Straße) – Pappelstraße / Schubertstraße) ist eine signalisierte Kreuzung. Der Verkehr der Hauptrichtungen wird zweispurig, der der Nebenrichtungen einspurig geführt. Die Rechtsabbieger aller Richtungen können unabhängig von den Signalprogrammen abbiegen. Eine Fußgängerfurt ist nur im Westen der Hauptrichtung vorhanden. Knotenpunkt 8 (Schubertstraße / Offenbachstraße – Schulstraße) wird ebenfalls signalisiert betrieben. Der Kraftverkehr aller Richtungen wird einspurig geführt. Der von Nord-Osten kommende Verkehr wird kurzzeitig einspurig mit dem Gegenverkehr geführt. Eine Fußgängerfurt mit Mittelinsel ist südlich von der Nebenrichtung über die Schubertstraße vorhanden.



Abbildung 5: Knotenpunkt 7 (L183 (Bonn-Brühler-Straße) – Pappelstraße / Schubertstraße), Knotenpunkt 8 (Schubertstraße / Offenbachstraße – Schulstraße)

2. Verkehrsbelastung

Im Verlauf der Gutachten wurden sechs verschiedene Verkehrsbelastungen ermittelt und angesetzt.

1. Ist-Belastung: Ergebnisse Verkehrszählung (2018/2020)
2. Prognose-Null-Belastung (MIN): IST-Belastung 2020 (MIN) + 10 %
3. Prognose-Null-Belastung (MAX): IST-Belastung 2018 (MAX) + 10 %
4. Prognose-Mit-Belastung (MIN): Prognose-Belastung (MIN) + Mehrverkehr (Plangebiete)
5. Prognose-Mit-Belastung 1 (MAX): Prognose-Belastung (MAX) + Mehrverkehr (Plangebiete)
6. Prognose-Mit-Belastung 2 (MAX): Prognose-Belastung (MAX) + Mehrverkehr (Plangebiete + Vollversorger)

2.1 Verkehrsbelastung für den Ist-Fall

Für die Ist-Verkehrsbelastung wurden, seitens der Stadt Bornheim, Belastungszahlen aus dem Jahr 2018 für die Morgen- und Abendspitzenstunde für die Knotenpunkte Bonn-Brühler-Straße / Bachstraße – Lannerstraße (KP 1) und Bonn-Brühler-Straße / Kreuzstraße – Händelstraße (KP 3) zur Verfügung gestellt. Diese wurden im Rahmen eines Verkehrsgutachtens von der AB Stadtverkehr – Büro für Stadtverkehrsplanung A. Blase erhoben.

Die Belastung an den weiteren 6 Knotenpunkten wurde mittels Videoanalyse durch die PVT – Planungsbüro für Verkehrstechnik Essen GmbH ermittelt. Dazu wurden Videokameras der Firma MIOVISION, an den jeweiligen Knotenpunkten, aufgestellt und das Verkehrsgeschehen am 27.10.2020 von 07:30 Uhr bis 08:30 Uhr (Morgenspitzenstunde) und 16:30 Uhr bis 17:30 Uhr (Abendspitzenstunde) ausgewertet.

Auffällig war, dass im Jahr 2018 deutlich höhere Verkehrszahlen als im Jahr 2020 gezählt wurden. Die Verkehrsmenge der Fahrzeuge, die beispielsweise am Knotenpunkt Bonn-Brühler-Straße / Bachstraße – Lannerstraße Richtung Süden fahren, ist viel höher als die Verkehrsmenge die am Knotenpunkt Bonn-Brühler-Straße / Brucknerstraße ankommt. Dieses Beispiel wird in der Abbildung 6 dargestellt. Links im Bild sind die Ergebnisse aus der Verkehrszählung 2018 und rechts im Bild sind die Daten aus der Zählung 2020 dargestellt. Vom nördlichen Knoten sollten z.B. 581 Fahrzeuge (davon 18 Schwerverkehr) Richtung Süden fahren, laut Zählung 2020 wurden hier jedoch nur 499 Fahrzeuge (davon 7 Schwerverkehr) gezählt.

In der Gegenrichtung ist das Verhältnis ebenfalls sehr ungünstig (s. Abbildung 6). Laut Videozählung fahren 447 Fahrzeuge mit 12 Lkw in Richtung Lannerstraße / Bachstraße. Im Jahr 2018 sollten von Süden 539 Fahrzeuge mit 16 Lkw ankommen.

Mikroskopische Simulation des Verkehrsabflusses Bonn-Brühler-Straße (L183) / Beethovenstraße / Lortzingstraße

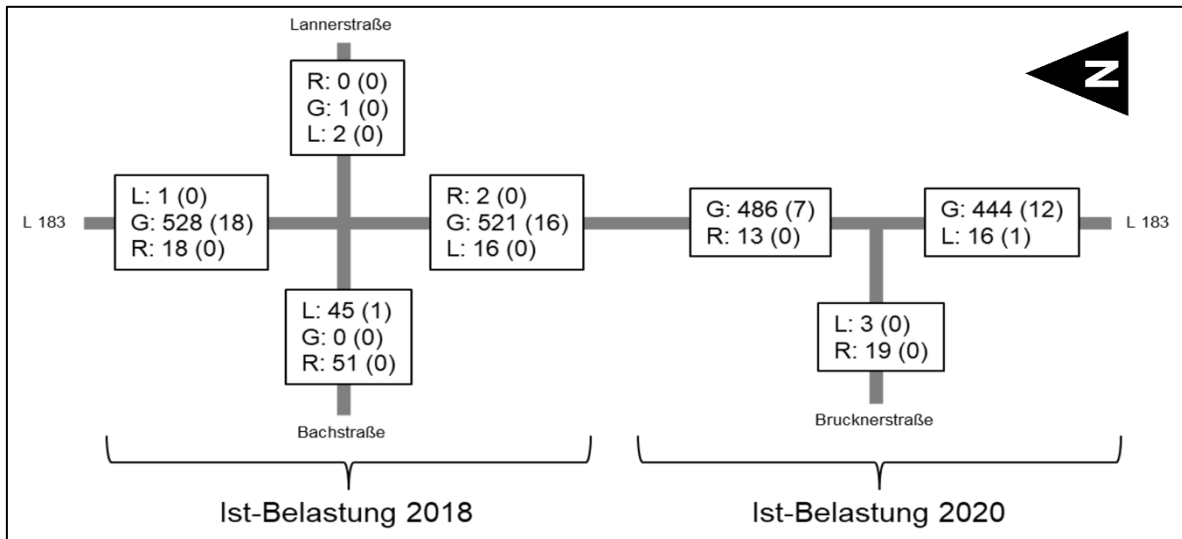


Abbildung 6: Vergleich der Verkehrsbelastungen aus den Jahren 2018 und 2020 am Beispiel von den Knotenpunkten 1 und 2

Für die Simulation ist es notwendig, dass die Verkehrsbelastungszahlen eines Knotenpunktes mit den benachbarten Knotenpunkten abgestimmt werden.

Ist-Belastung 2020 (MIN)

Da die Zählung aus dem Jahr 2020 am aktuellsten ist und somit die derzeitige Ist-Belastung darstellt, wurden im Gutachten 1 zunächst, in Absprache mit der Stadt Bornheim, die Belastungszahlen aus dem Jahr 2020 als Grundlage für die Simulation verwendet und die Belastungszahlen der Knotenpunkte Bonn-Brühler-Straße / Bachstraße – Lannerstraße und Bonn-Brühler-Straße / Kreuzstraße – Händelstraße daran angepasst.

Diese Belastung wird mit dem Vermerk (MIN) versehen, da die Verkehrsbelastung 2020 im Vergleich zur Verkehrsbelastung 2018 niedriger ausfällt.

Die für das Modell angesetzten Ist-Belastungen sind in den Anlagen A1 bis A16 dargestellt.

Ist-Belastung 2018 (MAX)

Um sicherzustellen, dass die Verkehrszählung 2020 nicht durch die Corona-Pandemie beeinflusst wurde, wurden in den Gutachten 2, 3 und 4 die höheren Werte aus der Verkehrszählung 2018 angesetzt.

Die Verkehrsdichte des Knotenpunkts Bonn-Brühler-Straße / Brucknerstraße wird, in dem Beispiel aus Abbildung 6, an die Werte des benachbarten Knotenpunktes angepasst. Genauso wird mit den anderen Knotenpunkten verfahren.

Diese Belastung wird mit dem Vermerk (MAX) versehen, da die Verkehrsbelastung 2018 im Vergleich zur Verkehrsbelastung 2020 höher ausfällt.

Die für das Modell angesetzten Ist-Belastungen sind in den Anlagen A17 bis A32 dargestellt.

2.2 Verkehrsbelastung für den Prognose-Null-Fall 2030

Grundsätzlich kann davon ausgegangen werden, dass der Verkehr jedes Jahr um 1 % steigt. Für den Prognose-Null-Fall 2030 wird also davon ausgegangen, dass die Ist-Belastung um 10 % steigt.

Beide IST-Belastungen werden für die Prognose-Null-Fälle um 10 % erhöht, daher ergeben sich nachfolgende Belastungsvarianten. Da immer das Jahr 2020 als Ausgangspunkt für die Ist-Belastung gilt, wurde in Absprache mit der Stadt Bornheim, auch für die Verkehrszahlen aus dem Jahr 2018 ein Anstieg von 10 % angenommen.

Prognose-Null-Belastung (MIN) = Ist-Belastung 2020 (MIN) + 10 %

Prognose-Null-Belastung (MAX) = Ist-Belastung 2018 (MAX) + 10 %

Die sich damit ergebenden jeweiligen Knotenpunktbelastungen sind in den Anlagen A33 bis A48 (Prognose-Null-Belastung (MIN)) und Anlagen A49 bis A64 (Prognose-Null-Belastung (MAX)) dargestellt.

2.3 Verkehrsbelastung für den Prognose-Mit-Fall 2030

Zudem kann davon ausgegangen werden, dass sich das Verkehrsaufkommen an den Anschlussknotenpunkten der Wohngebiete, aufgrund der neuen Nutzung, verändert.

Der Mehrverkehr in und aus dem Plangebiet ME18 wurde im Rahmen eines Verkehrsgutachtens von der AB Stadtverkehr – Büro für Stadtverkehrsplanung A. Blase ermittelt. Es standen Verkehrsfluss-Diagramme für die verschiedenen Fälle und Spitzenstunden zur Verfügung. Daraus konnte die Verkehrsbelastung allein durch das Plangebiet ermittelt werden. Dieser wurde auf die Verkehrsbelastung an den Knotenpunkten 1 und 3 für die Prognose-Null-Fälle 2030 addiert.

Der Mehrverkehr in und aus dem Plangebiet ME16 wurde im Rahmen eines Gutachtens von der IVV – Ingenieurgruppe IVV Aachen/ Berlin ermittelt. Hier standen DTV-Daten für die verschiedenen Fälle zur Verfügung, aus denen die Belastung durch das Wohngebiet, an den Anschlussknoten 5 und 8 ermittelt werden konnte. Auch dieser Zusatzverkehr wurde auf die Belastung der Prognose-Null-Fälle 2030 addiert.

Auf Höhe der Bonn-Brühler-Straße 42 wird zukünftig ein nicht signalisierter Fußgängerüberweg geplant. Da keine genauen Verkehrsdaten vorliegen wird hier eine realistische Belastung angenommen, um den durch das Wohngebiet (im Westen) und der Apotheke, dem Hausarztzentrum und dem Gebrauchtwagenhändler (im Osten) entstehenden Verkehr abbilden zu können.

Für den neuen Schulstandort wird südlich der Lannerstraße ein 100 Meter langer Bussteig gebaut, über den der Schulbetrieb abwickelt werden soll. Morgens und abends sollen hier vier Gelenkbusse eingesetzt werden. Es kann angenommen werden, dass die Schule um 08:00 Uhr beginnt und um 16:00 Uhr endet. Der Schulbusverkehr wird nur in der Morgenspitze berücksichtigt, da zu Beginn der Abendspitze die Busse schon abgefahren sind.

Auch hier ergeben sich im Verlauf der Gutachten zwei Belastungsgrundlagen:

Prognose-Mit-Belastung (MIN) = Prognose-Null-Belastung (MIN) + Mehrverkehr (Plangebiete)

Prognose-Mit-Belastung 1 (MAX) = Prognose-Null-Belastung (MAX) + Mehrverkehr (Plangebiete)

Die sich damit ergebenden jeweiligen Knotenpunktbelastungen sind in den Anlagen A65 bis A80 (Prognose-Mit-Belastung (MIN)) und Anlagen A81 bis A96 (Prognose-Null-Belastung 1 (MAX)) dargestellt.

Am Knotenpunkt Bonn-Brühler-Straße / Am Roten Boskoop wird der Verkehr voraussichtlich weiterhin steigen. Möglicherweise wird hier anstelle des Getränkemarktes ein Vollversorger entstehen. Es ist daher davon auszugehen, dass es zu einer um etwa 10 % erhöhten Verkehrsmenge in und aus der Straße Am Roten Boskoop kommt. In der Morgenspitzenstunde bedeutet das, dass es zu einem Zusatzverkehr von 7 Pkw aus und 11 Pkw in Am Roten Boskoop kommt. In der Abendspitzenstunde wird der Verkehr in beide Richtungen um 20 Fahrzeuge erhöht.

Prognose-Mit-Belastung 2 (MAX) = Prognose-Null-Belastung (MAX) + Mehrverkehr (Plangebiete + Vollversorger)

3. Mikroskopische Simulation des Verkehrsablaufes

Es besteht eine komplexe Wechselwirkung zwischen Lichtsignalanlagen, Knotenpunkten und Kreisverkehren, die bei einer Einzelknotenbetrachtung nach dem HBS nicht berücksichtigt wird. Daher wurde eine mikroskopische Verkehrsflusssimulation erstellt, um Aussagen hinsichtlich der Leistungsfähigkeit des gesamten betrachteten Streckenabschnitts unter Berücksichtigung dieser Wechselwirkung zu erhalten.

3.1 Methodik

Die Simulation des Verkehrsablaufes wurde mit Hilfe des Programmsystems VISSIM (Verkehr in Städten Simulation), Versionen 2020 und 2022 durchgeführt. Dabei handelt es sich um eine raumkontinuierliche, zeitschrittbasierte mikroskopische Simulation. Mit dieser Simulationssoftware besteht die Möglichkeit, komplexe Verkehrsabläufe nachzubilden und zu visualisieren.

Die Firma PTV GmbH hat in der Simulationssoftware die Hinweise für die mikroskopische Verkehrsflusssimulation der Forschungsgesellschaft für Straßen und Verkehrswesen berücksichtigt. Das Fahrverhalten im innerstädtischen Verkehr basiert auf dem psychophysischen Abstandsmodell von Wiedemann (mit einer zeitlichen Auflösung von 1/10-Sekunde). Das Fahrstreifenwechsel-Modell, das VISSIM bietet, ist für den innerstädtischen Verkehr, aber auch für den Außerortsverkehr, optimiert.

Mit Hilfe des Simulationsprogramms VISSIM besteht die Möglichkeit realitätsgetreue Messungen des Verkehrsablaufes in einem prognostizierten Zustand hinsichtlich der Verkehrsqualität und Leistungsfähigkeit zu erzielen.

Die Beurteilung der Verkehrsqualität erfolgt in Anlehnung an das HBS („Handbuch für die Bemessung von Straßenverkehrsanlagen der Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen“). Dabei ist die mittlere Verlustzeit (= mittlere Wartezeit) maßgebend zur Einstufung der Verkehrsqualität eines Knotenpunktes.

Das HBS ist ein technisches Regelwerk, welches standardisierte Verfahren zur Beurteilung der Leistungsfähigkeit einer Einmündung oder Lichtsignalanlage beschreibt. Die Verkehrsqualität wird, anhand der sich einstellenden mittleren Wartezeit, in Qualitätsstufen von A bis F eingestuft. Grundsätzlich soll bei Einmündungen mindestens die Qualitätsstufe D mit einer Wartezeit ≤ 45 s nicht unterschritten werden. Auch Knotenpunkte mit Lichtsignalanlage sollten mindestens die Qualitätsstufe D erreichen, bei der sich ein stabiler Verkehrszustand mit großen Wartezeiten an der Lichtsignalanlage bildet.



Abbildung 7: Ausschnitt aus der Simulation

3.2 Modellaufbau

Die Streckenmodellierung wurde in Anlehnung an den vorhandenen Ausbau und an die von der Stadt Bornheim zur Verfügung gestellten Dateien nachgebildet.

Der Modellaufbau stellt einen wichtigen Arbeitsschritt dar, da dies einen wesentlichen Einfluss auf die Ergebnisqualität der Simulation hat. Dementsprechend wurde auf die Streckenmodellierung besonders geachtet.

Simulationsnetz

- Die Simulation des Verkehrsablaufs umfasst den Streckenbereich vom Knotenpunkt Bonn-Brühler-Straße / Bachstraße – Lannerstraße bis zum Knotenpunkt Schubertstraße / Offenbachstraße - Schulstraße.
- Strecken für zu Fuß Gehende und Kfz wurden nachgebildet.
- Die Strecken wurden durch Streckenverbinder miteinander verknüpft.

- Zur Einspeisung des Verkehrs wurden ausreichend lange Vor- und Nachlaufstrecken angelegt.
- Wunsch- / Höchstgeschwindigkeitsvorgaben wurden zugeordnet.
- Langsamfahrbereiche in Kurven wurden berücksichtigt.
- Konfliktflächen wurden eingepflegt, damit eine Straßenverkehrsordnung entsprechenden Verhalten der Fahrzeuge und zu Fuß Gehenden gewährleistet ist.
- An maßgebenden Strecken sind Messeinrichtungen eingesetzt worden für die Messung der Verkehrsströme in der Simulation (Rückstaulängen, Fahrzeugzählungen und Verlustzeit).

LSA-Modellierung

Den Lichtsignalanlagen an den Knotenpunkten kommen hohe Bedeutung zu, da die zu analysierenden Knotenpunkte den Verkehrsfluss beeinflussen. Für die verkehrsabhängige Steuerung wurde die COM-Schnittstelle mit LISA+, Version 6.2, verwendet. Entsprechend der Planungen der Knotenpunkte wurden Signalgeber, Detektoren, etc. modelliert.

Fahrzeugklassen

In der Simulation wurde der Verkehr über zwei Fahrzeugklassen dargestellt. Die erste Klasse repräsentiert alle Personenkraftwagen und die zweite Klasse den Schwerverkehr, also den Verkehr durch Lastkraftwagen. Busse werden separat dargestellt.

Verkehrseinspeisung

Die Simulation verläuft von Umlaufsekunde 400 bis Umlaufsekunde 4000 Sekunden. Die ersten 400 Sekunden dienen zur Vorlaufphase, damit zu Beginn der Simulation der Spitzenzustand das tatsächliche Verkehrsaufkommen vorhanden ist.

Routendefinition

Die Routendefinition wird über Zuflüsse und Routen abgebildet. Die Quelle der Fahrt eines Fahrzeuges ist durch den Einspeisepunkt festgelegt. Die Zielzuweisung erfolgt mithilfe der Routendefinition. Außerdem werden durch die Definition der Routen die Abbiegeanteile zugewiesen.

Anzahl der Simulationsläufe

Ein einziger Simulationslauf kann zu einem nicht ausreichenden Ergebnis führen. Daher müssen mehrere Simulationsläufe mit unterschiedlichen Startzufallszahlen durchgeführt werden. Dies bestätigen auch die „Hinweise zur mikroskopischen Verkehrsflusssimulation“ der Forschungsgesellschaft für Straßenwesen. Aufgrund dessen wurde die Simulation 10-mal mit unterschiedlichen Startzufallszahlen durchgeführt. Bei Auswertungen werden die gewichteten arithmetischen Mittelwerte gebildet.

3.3 Kalibrierung und Validierung

Für die Zuverlässigkeit der Simulationsergebnisse ist der Arbeitsschritt der Kalibrierung und Validierung von großer Bedeutung. Denn nur bei einem ausreichend validierten Modell ist die quantitative Aussage aus der Simulation auf die Realität zulässig.

Aufgrund dessen wurden die Simulationsergebnisse mit den Zähldaten überprüft und gegebenenfalls angepasst.

Für die übersichtliche Darstellung aller Soll-/Ist-Werte, wird eine Regressionsanalyse durchgeführt. Anhand des Bestimmungsmaßes (R^2) aus der Regressionsanalyse wird verdeutlicht, dass dieses nahezu den Wert 1 liefert. Dies bedeutet, dass eine sehr gute Anpassung der simulierten Verkehrsmengen zu den gemessenen Zählwerten vorliegt.

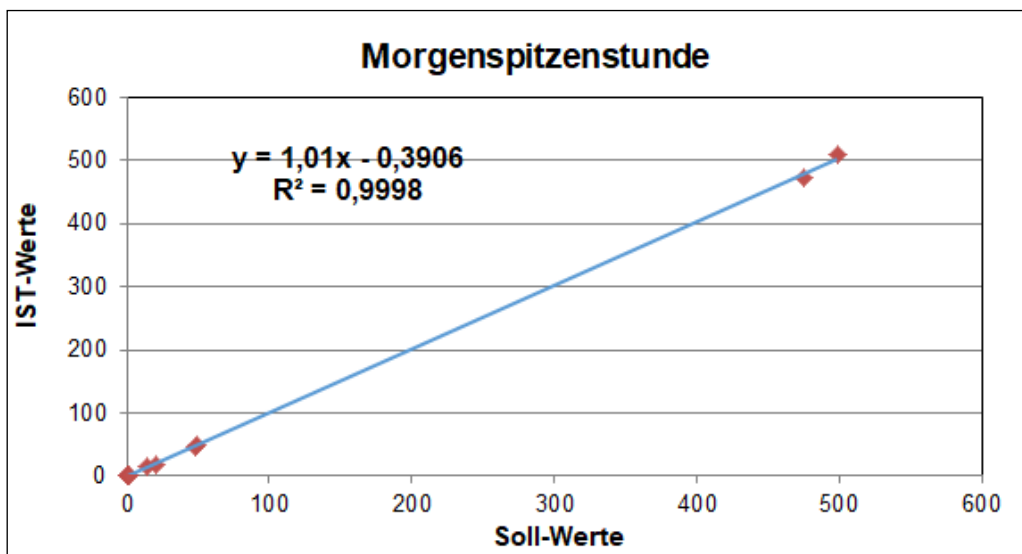


Abbildung 8: Regressionsanalyse am Beispiel von Knotenpunkt 1 in der Morgenspitzenstunde (Anlage B1)

Nach dem Handbuch für die Bemessung von Straßenverkehrsanlagen (HBS) werden die simulierten und tatsächlich gezählten Verkehrsstärken über den GEH-Wert auf die Übereinstimmung überprüft. Ein GEH-Wert kleiner fünf bedeutet eine gute Übereinstimmung der Verkehrsstärken. Das Simulationsmodell ist ausreichend kalibriert, wenn:

GEH < 5,0 für alle Zählstellen im Einflussbereich der geplanten Maßnahmen,
 GEH < 5,0 für 85 % aller Zählstellen im gesamten Untersuchungsgebiet und
 GEH < 4,0 für die Summe der Verkehrsstärken über alle Zählstellen.

Der GEH-Wert wird wie folgt berechnet:

$$GEH = \sqrt{\frac{2 * (q_{Um,FzG} - q_{Z,FzG})^2}{q_{Um,FzG} + q_{Z,FzG}}}$$

mit GEH	=	Faktor zur Überprüfung der Modellierungsqualität [-]
q_{Um}	=	Verkehrsstärke im Umlegungsmodell [Fz/h]
q_Z	=	Verkehrsstärke in der Zählung (zur Verfügung gestellte Verkehrsbelastungen) [Fz/h]

**Mikroskopische Simulation des Verkehrsabflusses
Bonn-Brühler-Straße (L183) / Beethovenstraße / Lortzingstraße**

	SOLL-WERT	IST-WERT	Abweichung	Geh-Wert	
1-K1(R)	2	2	0,00	0,4	<5
1-K1(G)	475	474	0,00	0,1	<5
1-K1(L)	14	14	0,00	0,0	<5
1-K2(R)	20	18	0,11	0,5	<5
1-K2(G)	499	509	-0,02	0,4	<5
1-K2(L)	1	1	0,00	0,0	<5
1-K3(R)	48	46	0,04	0,3	<5
1-K3(G)	0	0	0		
1-K3(L)	49	50	-0,03	0,2	<5
1-K4(R)	0	0	0		
1-K4(G)	1	1	0,00	0,3	<5
1-K4(L)	2	2	0,00	0,3	<5

Tabelle 1: GEH-Wert-Analyse am Beispiel von Knotenpunkt 1 in der Morgenspitzenstunde (Anlage B1)

Die vollständigen Kalibrierungsergebnisse sind den Anlagen B1 bis B56, C1 bis C32, D1 bis D16 und E1 bis E32 zu entnehmen.

Die Regressionsanalyse der Knotenpunkte zeigt, dass in der Simulation keine nennenswerten Abweichungen zu den Soll-Werten auftreten und ein realitätsgetreuer Verkehrsablauf im Modell dargestellt wird.

4. Simulationsergebnisse

Im Verlauf der Gutachten wurden verschiedene Varianten betrachtet und simuliert. Für einen besseren Überblick werden die drei Gutachten weiterhin getrennt voneinander betrachtet, sodass folgende Kapitelstruktur entsteht.

4.1. Simulationsergebnisse 1 (Gutachten: Dezember 2020)

4.1.1. Variante A

- Prognose-Null-Fall 2030 – mit Prognose-Null-Belastung (MIN) – Morgen
- Prognose-Null-Fall 2030 – mit Prognose-Null-Belastung (MIN) – Abend

4.1.2. Variante B

- Prognose-Mit-Fall 2030 – mit Prognose-Mit-Belastung (MIN) – Morgen
- Prognose-Mit-Fall 2030 – mit Prognose-Mit-Belastung (MIN) – Abend (Variante 1)
- Prognose-Mit-Fall 2030 – mit Prognose-Mit-Belastung (MIN) – Abend (Variante 2)
- Prognose-Mit-Fall 2030 – mit Prognose-Mit-Belastung (MIN) – Abend (Variante 3)
- Prognose-Mit-Fall 2030 – mit Prognose-Mit-Belastung (MIN) – Abend (Variante 4)

4.2. Simulationsergebnisse 2 (Gutachten: Januar 2021)

4.2.1 Variante C

- Prognose-Null-Fall 2030 – mit Prognose-Null-Belastung (MAX) – Morgen
- Prognose-Null-Fall 2030 – mit Prognose-Null-Belastung (MAX) – Abend

4.2.2 Variante D

- Prognose-Mit-Fall 2030 – mit Prognose-Mit-Belastung (MAX) – Morgen
- Prognose-Mit-Fall 2030 – mit Prognose-Mit-Belastung (MAX) – Abend

4.3. Simulationsergebnisse 3 (Gutachten: Oktober 2021)

4.3.1 Variante E

- Prognose-Mit-Fall 2030 – mit Prognose-Mit-Belastung (MAX) und weiteren Anpassungen – Morgen
- Prognose-Mit-Fall 2030 – mit Prognose-Mit-Belastung (MAX) und weiteren Anpassungen – Abend

4.4. Simulationsergebnisse 4

4.4.1 Variante F

- Prognose-Mit-Fall 2030 – mit Prognose-Mit-Belastung (MAX), ohne getrennt signalisierte Linksabbieger – Morgen
- Prognose-Mit-Fall 2030 – mit Prognose-Mit-Belastung (MAX), ohne getrennt signalisierte Linksabbieger – Abend

4.4.2 Variante G

- Prognose-Mit-Fall 2030 – mit Prognose-Mit-Belastung (MAX), mit getrennt signalisierten Linksabbiegern – Morgen
- Prognose-Mit-Fall 2030 – mit Prognose-Mit-Belastung (MAX), mit getrennt signalisierten Linksabbiegern – Abend

4.1 Simulationsergebnisse 1 (Gutachten: Dezember 2020)

Ziel des ersten Gutachtens war die Simulation des bestehenden Verkehrsnetzes für den Prognose-Null-Fall 2030 (MIN) sowie im Prognose-Mit-Fall 2030 (MIN) (erhöhte Verkehrsbelastung durch die Wohngebiete). Mögliche Schwachstellen des derzeitigen Verkehrssystems sollten so aufgedeckt werden. Weiterhin sollte geprüft werden, welche Maßnahmen im Jahr 2030 zu einem leistungsfähigen Verkehrsablauf führen.

4.1.1 Variante A: Prognose-Null-Fall 2030 (MIN)

Für den Prognose-Null-Fall 2030 wurde das bestehende Verkehrsnetz (ohne Umbaumaßnahmen) mit der Prognose-Null-Belastung (MIN) für 2030 simuliert.

- KP 1: L183 (Bonn-Brühler-Straße) / Bachstraße – Lannerstraße
- KP 2: L183 (Bonn-Brühler-Straße) / Brucknerstraße
- KP 3: L183 (Bonn-Brühler-Straße) / Kreuzstraße – Händelstraße
- KP 4: L183 (Bonn-Brühler-Straße) / Am Roten Boskoop
- KP 5: L183 (Bonn-Brühler-Straße) / Beethovenstraße – Lortzingstraße
- KP 6: L183 (Bonn-Brühler-Straße) / Hildegard-von-Bingen-Straße
- KP 7: L183 (Bonn-Brühler-Straße) – Pappelstraße / Schubertstraße
- KP 8: Schubertstraße / Offenbachstraße - Schulstraße

	KP 1	KP 2	KP 3	KP 4	KP 5	KP 6	KP 7	KP 8
Morgen (Var. A)	A	A	B	A	B	A	C	B
Abend (Var. A)	B	A	B	C	D	C	D	B

Tabelle 2: Gesamtknotenbewertung für den Prognose-Null-Fall 2030

Morgenspitze

In der Morgenspitzenstunde zeigt sich, dass alle Knotenpunkte leistungsfähig betrieben werden können. Knotenpunkt 7 (L183 - Pappelstraße / Schubertstraße) erreicht als schlechteste Qualitätsstufe die QSV C. Alle weiteren Knotenpunkte werden in die Qualitätsstufen A und B eingestuft.

Die vollständigen Ergebnisse sind den Anlagen B57 bis B64 zu entnehmen.

Abendspitze

In der Abendspitzenstunde werden die Knotenpunkte 1 bis 3 und 8 wieder in die guten und sehr guten Qualitätsstufen A und B eingestuft. Der Linksabbiegerstrom K4L aus der Hildegard-von-Bingen-Straße (Knotenpunkt 6) wird mit QSV C bewertet. Alle anderen Ströme dieses Knotenpunktes erhalten die Qualitätsstufen A und B.

Im Gesamtergebnis werden die Knoten 4 und 6 als befriedigend (QSV C) eingestuft. Dies bezieht sich jeweils auf einen Verkehrsstrom aus der Nebenrichtung. Die anderen Ströme erreichen gute bis sehr gute Bewertungen.

Die Kreuzungen L183 / Lortzingstraße – Beethovenstraße (Knotenpunkt 5) und L183 - Pappelstraße / Schubertstraße (Knotenpunkt 7) erreichen im Gesamtergebnis die ausreichende Qualitätsstufe D. Knoten 5 erreicht auf der nach Süden fahrenden Hauptrichtung

und aus der Lortzingstraße kommenden Nebenrichtung auch gut bis sehr gute Bewertungen. Knoten 7 erreicht dagegen maximal eine befriedigende Bewertung.

Insgesamt sind alle Knotenpunkte auch in der Abendspitzenstunde leistungsfähig. Die vollständigen Ergebnisse können den Anlagen B65 bis B72 entnommen werden.

4.1.2 Variante B: Prognose-Mit-Fall 2030 (MIN)

Für den Prognose-Mit-Fall 2030 (MIN) wird die Prognose-Mit-Belastung (MIN) angesetzt. Außerdem sind verschiedene Umbaumaßnahmen vorgesehen. Folgende Änderungen wurden in der Simulation berücksichtigt und ergänzt.

- Knotenpunkte 1 und 8 sollen zukünftig in Kreisverkehre umgebaut werden (s. Abbildungen 9 und 10, rechts)
- Knotenpunkt 5 wird über eine Lichtsignalanlage geregelt
- Knotenpunkt 3 wird umgebaut, es sollen Linksabbiegespuren von der Hauptrichtung (L 183) in die Nebenrichtungen ergänzt (s. Abbildung 10, links)
- Die Lichtsignalanlagen auf der L183 sollen koordiniert betrieben werden
- Nicht signalisierter Fußgängerüberweg auf Höhe von der Bonn-Brühler-Straße 42
- Bushaltestelle für den neuen Schulstandort (s. Abbildung 9)

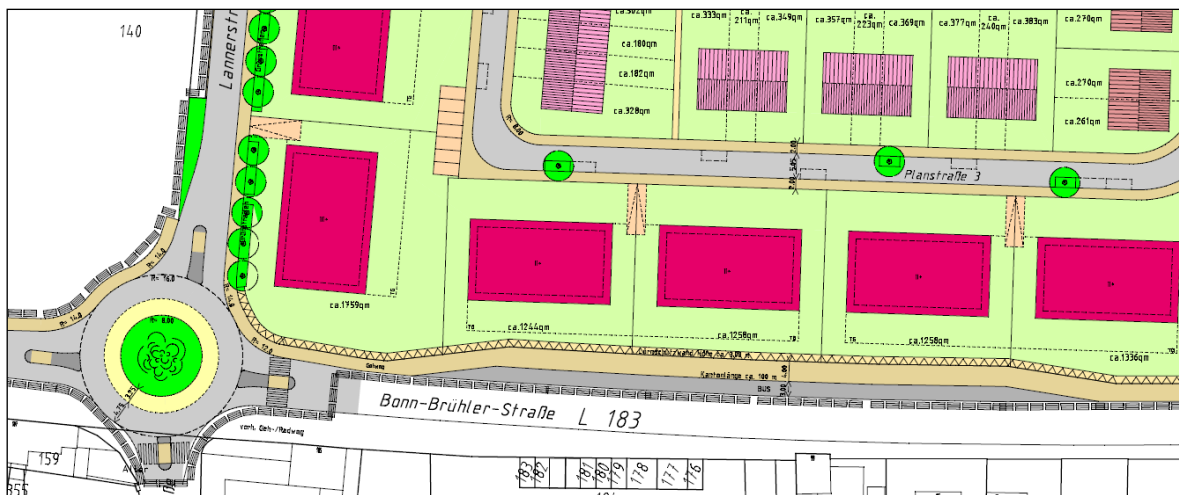


Abbildung 9: geplanter Kreisverkehr und Busspur am Knotenpunkt L183 / Bachstraße – Lannerstraße

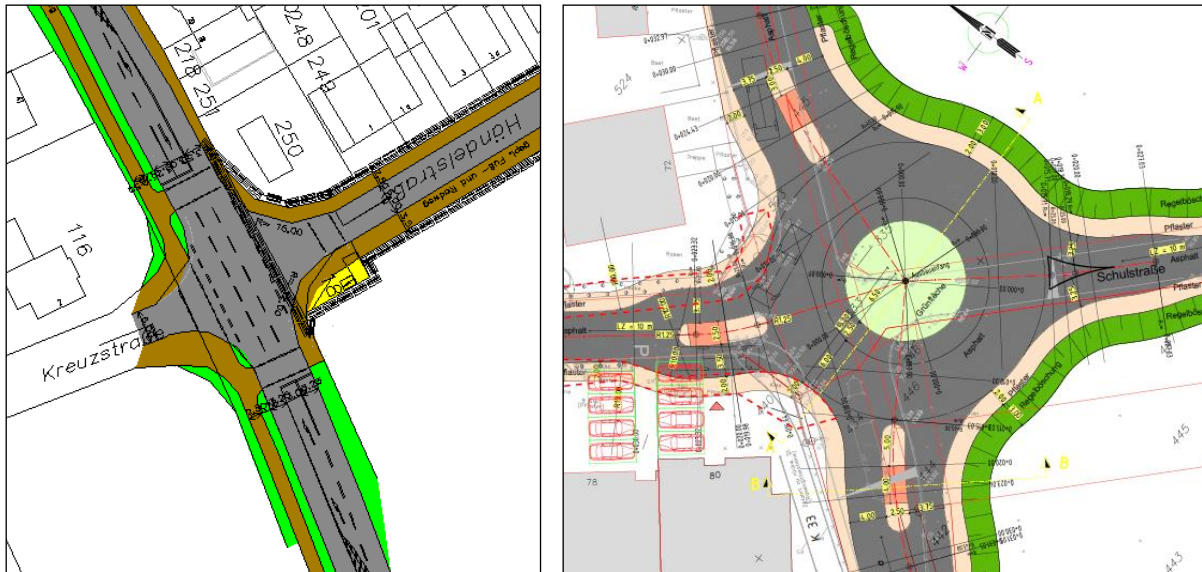


Abbildung 10: geplante Linksabbiegespuren am Knotenpunkt L183 / Kreuzstraße – Händelstraße (links) und geplanter Kreisverkehr am Knotenpunkt Schubertstraße / Offenbachstraße – Schulstraße (rechts)

Morgenspitze

Für den Prognose-Mit-Fall 2030 (MIN) wurde zunächst die Morgenspitzenstunde simuliert.

Morgens zeigt sich, dass die geplanten Kreisverkehre an den Knotenpunkten 1 und 8, trotz der Belastung durch die Wohngebiete, voll leistungsfähig betrieben werden können. Alle Richtungen erreichen eine sehr gute Qualitätsstufe (QSV A).

Auch die Knotenpunkte 2, 4 und 6 erreichen gute und sehr gute Qualitätsstufen. Lediglich der Linksabbieger aus der Hildegard-von-Bingen-Straße erreicht die QSV B, alle anderen Richtungen werden mit QSV A bewertet.

Etwas schlechter, aber dennoch leistungsfähig, werden die übrigen Knotenpunkte beurteilt. Im Gesamtergebnis erreichen die, an die Wohngebiete angeschlossenen, Knoten 3 und 5 mindestens die Qualitätsstufe C. Die Lichtsignalanlage L183 / Schubertstraße erreicht eine ausreichende Bewertung auf den von Nord-Osten kommenden, signalisierten Fahrstreifen. Die Süd-Westliche Schubertstraße und die weiteren Linksabbieger, erreichen befriedigende Qualitätsstufen. Alle anderen Ströme werden mindestens mit einer QSV B bewertet.

Die Lichtsignalanlage L183 – Pappelstraße / Schubertstraße wird insgesamt mit einer ausreichenden Qualitätsstufe (QSV D) bewertet.

Die vollständigen Ergebnisse können den Anlagen B73 bis B80 entnommen werden.

Da das System in der Morgenspitze leistungsfähig betrieben werden kann, werden für dieses Verkehrsgeschehen keine weiteren Varianten geprüft. Eine Verbesserung des Systems würde sich weiterhin positiv auf die Qualitätsstufen in der Morgenspitze auswirken.

Abendspitze – Variante 1

Die Ergebnisse der Abendspitze ergeben, dass das System bei dieser Variante nicht mehr leistungsfähig betrieben werden kann.

Die Knotenpunkte 1, 2, 3, 4 und 8 erreichen nach wie vor gute bis sehr gute Qualitätsstufen. Auch die Knoten 5 und 6 können noch leistungsfähig (KP5: QSV D, KP6: QSV D) betrieben werden.

An der Lichtsignalanlage L183 – Pappelstraße / Schubertstraße erreichen jedoch alle Ströme auf der Pappelstraße und auf der von Norden kommenden Schubertstraße, die schlechteste Qualitätsstufe F.

Diese Bewertung wird auch von den umliegenden Knotenpunkten und der koordinierten Signalisierung verursacht. Aufgrund der Koordinierung erhält die Nebenrichtung zu wenig Freigabe und kann nicht abgebaut werden. An der geplanten Lichtsignalanlage L183 / Beethovenstraße – Lortzingstraße wird der Geradeausverkehr von dem Linksabbieger in die Beethovenstraße blockiert. Dies sorgt für Rückstau, der über den Knotenpunkt 7 hinausgeht.

Die vollständigen Ergebnisse können den Anlagen B81 bis B88 entnommen werden.

Abendspitze – Variante 2

Für die Variante 2 wird die Lichtsignalanlage L183 – Pappelstraße / Schubertstraße nicht mehr koordiniert betrieben. Eine verkehrsabhängige Einzelsteuerung der Anlage kann hier für einen besseren Verkehrsfluss sorgen, da individuell auf das Verkehrsgeschehen eingegangen werden kann.

Am Knotenpunkt 5 wird geprüft, ob ein indirekter Linksabbieger, für eine Entlastung des Systems sorgt. Das Linksabbiegen in die Beethovenstraße wird verboten und der Verkehr über den Kreisverkehr (Knotenpunkt 4) zurückgeführt. Die Geradeausfahrer würden somit nicht mehr blockiert (vgl. Abbildung 11).

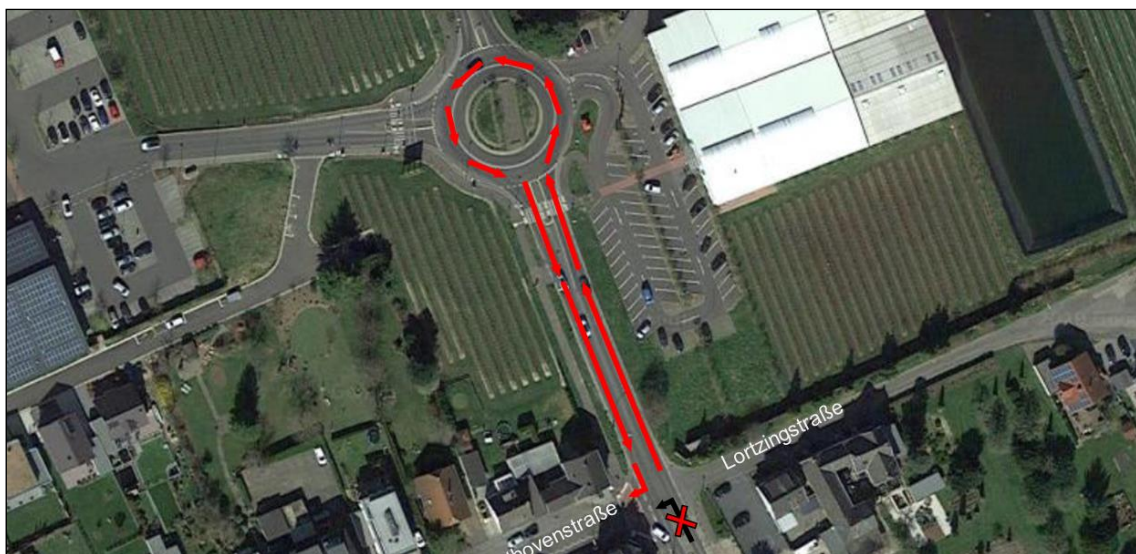


Abbildung 11: Fahrweg des indirekten Linksabbiegers in die Beethovenstraße

Die Simulation zeigt, dass genau dieser Effekt eintritt. Der Geradeausfahrer wird nicht mehr blockiert und wird nun in die Qualitätsstufe B eingeordnet. Insgesamt erreicht dieser Knoten eine Bewertung von QSV D. Auch Knotenpunkt 6 wird deutlich besser bewertet. Die nach Norden fahrende Hauptrichtung wird nun sogar mit QSV A bewertet. Insgesamt erreicht der Knoten die QSV C.

Noch nicht leistungsfähig, aber mit einer deutlichen Verbesserung läuft nun die Lichtsignalanlage L183 – Pappelstraße / Schubertstraße. Lediglich der aus Nord-Osten kommende Verkehr auf der Schubertstraße ist nicht leistungsfähig. Die anderen Ströme werden in die befriedigenden und ausreichenden Qualitätsstufen C und D eingestuft. Dies ist zum einen auf die Einzelsteuerung zurückzuführen, zum anderen auf den besseren Verkehrsfluss am Knoten 5.

Der Kreisverkehr (Knotenpunkt 4) läuft aufgrund des Zusatzverkehrs jedoch nicht mehr leistungsfähig und erhält nur noch eine Gesamtbewertung von QSV E. Dies ist allein auf die, durch den Kreisverkehr, umgeleiteten Verkehre von Knotenpunkt 5 zurückzuführen. Aus demselben Grund erfährt die Nebenrichtung von Knoten 3 (Kreuzstraße) höhere Wartezeiten und wird daher etwas schlechter als in Variante 1, eingestuft. Dennoch kann der Verkehr ausreichend schnell abfließen.

Die Knotenpunkte 1, 2 und 8 sind weiterhin unproblematisch und werden gut bis sehr gut eingeschätzt.

Die vollständigen Ergebnisse können den Anlagen B89 bis B96 entnommen werden.

Abendspitze – Variante 3

Für Variante 3 wird die Einzelsteuerung des Knotenpunktes L 183 – Pappelstraße / Schubertstraße (KP 7) beibehalten. Weiterhin wird ein separater Linksabbieger auf der Bonn-Brühler-Straße in die Beethovenstraße erprobt. Der Geradeausstrom kann dann die abbiegenden Fahrzeuge umfahren (s. Abbildung 12). In der Abbildung ist der Linksabbieger nur skizzenhaft dargestellt. Die genaue Lage der Fahrstreifen müsste anhand der örtlichen Geometrie geprüft und geplant werden.



Abbildung 12: Skizzenhafte Darstellung des separaten Linksabbiegers in die Beethovenstraße

Die Ergebnisse zeigen, dass auf der Linksabbiegespur in die Beethovenstraße (Knotenpunkt 5) eine mittlere Rückstaulänge von 8,5 Metern entsteht. Daher sollte die Spur auf mindestens 12 Meter (= 2 Fahrzeuglängen) + Verziehbereich bemessen werden.

Es zeigt sich, dass diese Variante als leistungsfähiges System betrieben werden kann. Alle Knotenpunkte erreichen mindestens die ausreichende Qualitätsstufe D.

Die vollständigen Ergebnisse können den Anlagen B97 bis B104 entnommen werden.

Abendspitze – Variante 4

Um die Qualitätsstufen am Knotenpunkt L183 – Pappelstraße / Schubertstraße noch weiter zu verbessern ist es sinnvoll eine Rechtsabbiegespur für den von Nord-Osten kommenden Verkehr einzurichten. Durch die separierten Aufstellflächen blockieren sich die Ströme nicht mehr gegenseitig und können unabhängig voneinander abfließen.

Die örtliche Geometrie würde eine etwa 50 Meter lange Abbiegespur ermöglichen. Dies ist in Abbildung 13 skizziert.

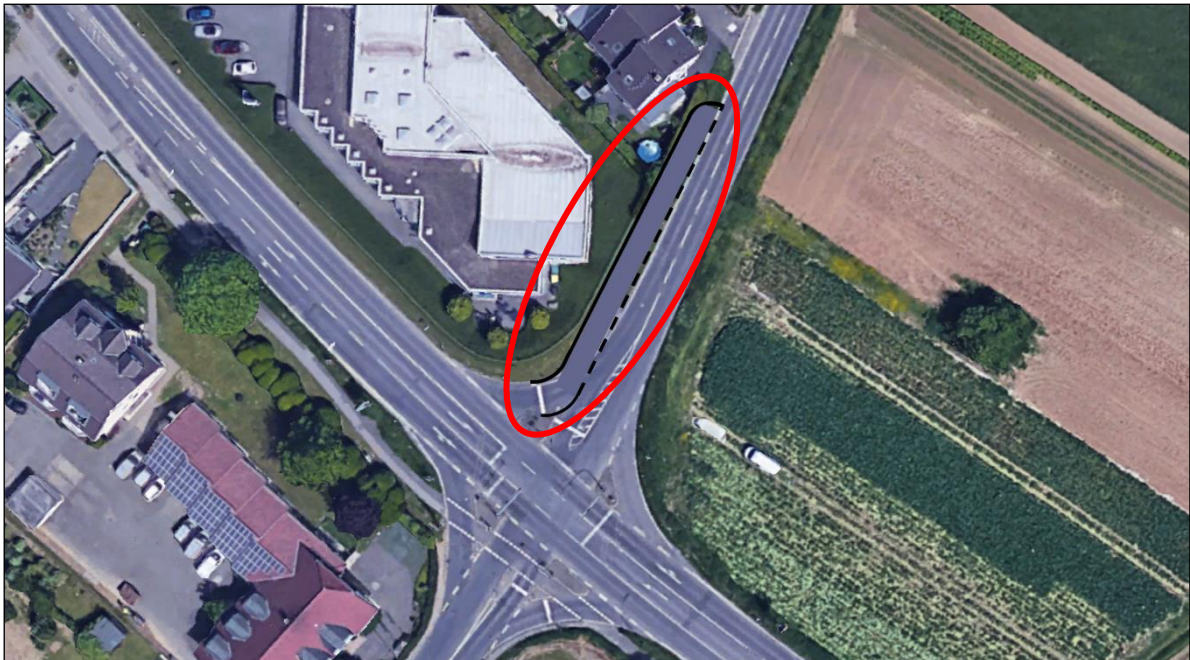


Abbildung 13: Skizzenhafte Darstellung der Rechtsabbiegespur in die Bonn-Brühler-Straße

Es zeigt sich, dass durch die längere Rechtsabbiegespur alle Ströme mindestens um eine Qualitätsstufe verbessert werden. Die beiden Geradeausströme auf der Hauptrichtung (Signalgruppe K1 und K2) erfahren sogar eine Verbesserung um zwei Stufen und erreichen nun eine gute Bewertung.

Die Verbesserung aller Ströme wird durch die Kombination aus der längeren Rechtsabbiegespur und der vollverkehrsabhängigen Einzelsteuerung der Lichtsignalanlage erreicht. Dadurch, dass sich der von Nord-Osten kommende Verkehr nicht mehr gegenseitig blockiert und sich auf zwei Spuren verteilt, benötigt dieser eine kürzere Freigabezeit. Die gewonnene Freigabe wird durch die Verkehrsabhängigkeit auf die Hauptrichtung verteilt und sorgt damit für einen deutlich verbesserten Verkehrsfluss. Auch der Rückstau auf den ver-

Mikroskopische Simulation des Verkehrsabflusses Bonn-Brühler-Straße (L183) / Beethovenstraße / Lortzingstraße

schiedenen Strömen wird so deutlich verringert. Auf der nach Nord-Osten fahrenden Spur (K1) wurde in Variante 3 noch eine mittlere Staulänge von 58 Metern erreicht. Nun liegt diese bei 32,8 Meter. Auch auf der Gegenrichtung (K2) entstehen nun nur noch im Mittel 29,8 Meter anstelle von 50,9 Meter Rückstau (Variante 3).

Es lässt sich auch eine Verbesserung an den nachfolgenden Knotenpunkten auf der Bonn-Brühler-Straße erkennen. Durch den gleichmäßiger abfließenden Rechtsabbiegestrom lässt sich insgesamt ein verbessertes Verkehrsgeschehen an den nachfolgenden Knotenpunkten erkennen.

Am Knotenpunkt 5 wird der Verkehr aus der Lortzingstraße um eine Qualitätsstufe schlechter bewertet als in der Simulationsvariante 3. Dies lässt sich dadurch erklären, dass der von Süd-Osten kommende Verkehr nun stetiger an diesem Knotenpunkt ankommt und die maximale Freigabezeit, die die Hauptrichtung erhalten darf, ausschöpft. Vorher fuhr auf der Hauptrichtung phasenweise kein Verkehr, sodass durch die Verkehrsabhängigkeit die Freigabe der Hauptrichtung, unter bestimmten Voraussetzungen, früher abgebrochen wurde und der Nebenrichtung beigegeben wird.

Auf der Linksabbiegerspur in die Beethovenstraße entsteht auch in dieser Variante eine mittlere Rückstaulänge von 8,5 Metern. Die Länge dieser Spur sollte auf mindestens 12 Meter (= 2 Fahrzeuglängen) + Verziehungsbereich bemessen werden.

Die vollständigen Ergebnisse können den Anlagen B105 bis B112 entnommen werden.

	KP 1	KP 2	KP 3	KP 4	KP 5	KP 6	KP 7	KP 8
Morgen (Var. B)	A	A	C	A	C	B	D	A
Abend 1 (Var. B)	A	A	C	B	D	D	F	A
Abend 2 (Var. B)	B	A	D	E	D	C	F	A
Abend 3 (Var. B)	B	A	D	C	C	D	D	A
Abend 4 (Var. B)	B	A	D	B	C	B	C	A

Tabelle 3: Gesamtknotenbewertung für den Prognose-Mit-Fall 2030

Um einen besseren Überblick über die Ergebnisse zu bekommen, wurden diese in den Anlagen B113 und B114 für die einzelnen Knotenpunkte und die einzelnen Verkehrsströme noch einmal in Tabellenform zusammengefasst.

4.1.3 Fazit

Um auch in Zukunft einen leistungsfähigen Verkehrsablauf herzustellen, müssen weitere Umbaumaßnahmen auf der Bonn-Brühler-Straße in Betracht gezogen werden. Im Prognose-Mit-Fall stellt sich zwar in der Morgenspitze ein leistungsfähiges System ein, in der stärker belasteten Abendspitzenstunde kommt es jedoch zu keinen zufriedenstellenden Ergebnissen.

Verbesserungen können durch die Einzelsteuerung von Knotenpunkt 7 (L 183 – Pappelstraße / Schubertstraße) erreicht werden. Am Knotenpunkt L 183 / Beethovenstraße – Lortzingstraße sollte darüber hinaus jedoch noch eine Linksabbiegespur für den von Süden kommenden und in die Beethovenstraße abbiegenden Linksabbiegeverkehr zur Verfügung gestellt werden. Nur so können alle Knotenpunkte leistungsfähig betrieben werden.

4.2 Simulationsergebnisse 2 (Gutachten: Januar 2021)

Um sicherzugehen, dass die Verkehrszählung 2020 nicht durch Schwankungen aufgrund von der Corona-Pandemie beeinflusst wurde und um auf der sicheren Seite zu liegen, ist die Simulation noch einmal mit den höheren Verkehrszahlen auf Grundlage von der Zählung aus dem Jahr 2018 (Prognose-Null-Belastung (MAX) und Prognose-Mit-Belastung 1 (MAX)) durchgeführt worden.

Zuerst wurde der Prognose-Null-Fall 2030 (MAX) mit den höheren Werten simuliert und dient als Vergleichsvariante.

Im weiteren Schritt wird der Prognose-Mit-Fall 2030 (MAX) betrachtet. Wie schon im vorherigen Kapitel werden verschiedene bereits geplante Baumaßnahmen berücksichtigt.

- Knotenpunkte 1 und 8 sollen zukünftig in Kreisverkehre umgebaut werden (vgl. Abbildung 9 und 10, Seite 15)
- Knotenpunkt 5 wird über eine Lichtsignalanlage geregelt
- Die Lichtsignalanlagen auf der L 183 sollen koordiniert betrieben werden
- Knotenpunkt 3 wird umgebaut, es werden Linksabbiegespuren von der Hauptrichtung (L 183) in die Nebenrichtungen ergänzt (vgl. Abbildung 10, Seite 15)
- Ein nicht signalisierter Fußgängerüberweg entsteht auf Höhe der Bonn-Brühler-Straße 42
- Für den Schulstandort im Wohngebiet ME18 wird eine Bushaltestelle gebaut (vgl. Abbildung 9, Seite 15)

Da vorherige Simulationen gezeigt haben, dass das System im derzeit geplanten Netz nicht leistungsfähig betrieben werden kann, werden darüber hinaus die Empfehlungen aus der ersten Simulationsstudie (Kapitel 4.1, Seite 14) berücksichtigt. Schon bei der niedrigeren Belastungssituation wurden diese notwendig, daher wird nun überprüft, ob diese auch bei einer höheren Belastung ausreichend leistungsfähige Ergebnisse erbringen.

- Knotenpunkt 5 soll umgebaut werden, es wurde für den von Süden kommenden Verkehr eine separate Linksabbiegespur von der Bonn-Brühler-Straße in die Beethovenstraße empfohlen (vgl. Abbildung 12, Seite 18)
- Knotenpunkt 7 wird in der Abendspitzenstunde in Einzelsteuerung betrieben
- Knotenpunkt 7 bekommt in beiden Spitzenstunden eine ca. 50 Meter lange Rechtsabbiegespur für den von der nördlichen Schubertstraße kommenden und auf die Bonn-Brühler-Straße abbiegenden Verkehrsstrom (vgl. Abbildung 13, Seite 19)

4.2.1 Variante C: Prognose-Null-Fall 2030 (MAX)

Für den Prognose-Null-Fall 2030 (MAX) wurde das bestehende Verkehrsnetz (ohne Umbaumaßnahmen) mit der Prognose-Null-Belastung (MAX) für das Jahr 2030 simuliert.

Morgenspitze

In der Morgenspitzenstunde zeigt sich, dass alle Knotenpunkte leistungsfähig betrieben werden können. Knotenpunkt 7 (L183 - Pappelstraße / Schubertstraße) erreicht als schlechteste Qualitätsstufe auf fast allen Verkehrsströmen die befriedigende QSV C.

Knotenpunkt Schubertstraße / Schulstraße Offenbachstraße erzielt ebenfalls ein befriedigendes Gesamtergebnis. Dies betrifft lediglich den von Süden kommenden Rechtsabbiegeverkehr. Alle anderen Ströme kommen mindestens auf ein gutes Ergebnis.

Alle weiteren Knotenpunkte werden in die guten und sehr guten Qualitätsstufen A und B eingestuft.

Die vollständigen Ergebnisse sind den Anlagen C33 bis C40 zu entnehmen.

Abendspitze

Die Abendspitzenstunde sieht dagegen deutlich schlechter aus. Die Knotenpunkte 4 bis 7 erreichen keine leistungsfähigen Qualitätsstufen.

Am Knotenpunkt L183 / Am Roten Boskoop (KP 4) erreichen die Hauptrichtungen die Qualitätsstufen B und C. Problematisch sind dagegen die Nebenrichtungen. Der von Westen kommende Verkehr erreicht eine ausreichende Qualität, der von Osten kommende Verkehr wird jedoch in die QSV E eingestuft.

Auch am Knotenpunkt 5 erreichen die Hauptrichtungen ebenfalls leistungsfähige Qualitätsstufen. Der von Norden kommende Verkehr erreicht im schlechtesten Fall die gute QSV B, die von Süden kommenden Ströme erreichen dagegen noch die ausreichende Qualitätsstufe D. Problematisch ist der aus der Beethovenstraße kommende Verkehr, welcher mittlere Wartezeiten zwischen 76 und 140 Sekunden erreicht und damit in die nicht mehr ausreichenden Qualitätsstufen E und F eingestuft wird.

An der Hildegard-von-Bingen-Straße wird ebenfalls für die Nebenrichtung kein zufriedenstellendes Ergebnis erzielt. So erreichen die Verkehrsteilnehmer die mangelhafte QSV E.

Am Knotenpunkt L183 – Pappelstraße / Schubertstraße erreichen der von Nord-Westen kommende Verkehr und der von Süd-Westen kommende Geradeausverkehr die ausreichende Qualitätsstufe D. Alle weiteren Ströme können nicht leistungsfähig abgewickelt werden.

Knotenpunkt 3 (L 183 / Kreuzstraße – Händelstraße) erreicht insgesamt die ausreichende QSV D. Diese Qualitätsstufe wird nur auf der von Norden kommenden Linksabbiegespur in die Händelstraße erreicht. Alle anderen Richtungen erreichen die gute oder befriedigende Qualitätsstufen B und C.

Die Knotenpunkte 1, 2 und 8 erreichen die guten und sehr guten Qualitätsstufen A und B.

Die vollständigen Ergebnisse können den Anlagen C41 bis C48 entnommen werden.

4.2.2 Variante D: Prognose-Mit-Fall 2030 (MAX)

Für den Prognose-Mit-Fall 2030 (MAX) sind verschiedene Umbaumaßnahmen vorgesehen. Auch bereits ermittelte Verbesserungsvorschläge aus vorangegangenen Untersuchungen wurden berücksichtigt.

Morgenspitze

Morgens zeigt sich, dass die geplanten Kreisverkehre an den Knotenpunkten 1 und 8, trotz der Belastung durch die Wohngebiete, voll leistungsfähig betrieben werden können. Genauso gut werden die Knotenpunkte 2, 4 und 6 eingestuft. Alle Richtungen erreichen eine sehr gute Qualitätsstufe (QSV A).

In der Gesamtbewertung werden die Knotenpunkte 3 und 5 mit der guten Qualitätsstufe B bewertet.

Die Lichtsignalanlage L 182 – Pappelstraße / Schubertstraße (KP 7) erreicht auf fast allen Richtungen QSV C. Die Geradeauspuren auf den Hauptrichtungen werden sogar mit guten und sehr guten Qualitätsstufen bewertet.

Die vollständigen Ergebnisse können den Anlagen C49 bis C56 entnommen werden.

Abendspitze

In der Abendspitze wird das System etwas schlechter, aber dennoch leistungsfähig bewertet. Die Knotenpunkte, die im Prognose-Null-Fall 2030 noch unzureichende Qualitätsstufen erreicht haben, werden nun zum Teil deutlich besser bewertet und erreichen alle leistungsfähige Qualitätsstufen.

Die Knotenpunkte 2, 6 und 8 erreichen auf allen Strömen die guten und sehr guten Qualitätsstufen A und B.

Am Knotenpunkt L 183 / Kreuzstraße – Händelstraße (KP 3) wird aus der Kreuzstraße und auf der Linksabbiegespur in die Händelstraße die befriedigende Qualitätsstufe C erreicht. Alle anderen Richtungen erreichen die guten und sehr guten QSV A und B.

Der an das Wohngebiet ME18 angeschlossene Kreisverkehr L 183 / Bachstraße - Lannerstraße (KP 1) erreicht in der Gesamtbewertung die befriedigende Qualitätsstufe C. Betroffen ist jedoch nur die von Norden kommende Spur. Alle anderen Ströme werden mit der QSV B bewertet.

Am Knotenpunkt 7 wurden zuvor fünf von acht Strömen mit nicht leistungsfähigen Qualitätsstufen bewertet, jetzt erreichen alle Ströme die Qualitätsstufe C.

Knotenpunkt 4 erreicht insgesamt die Qualitätsstufe D. Dies betrifft den aus Norden und aus Westen kommenden Verkehr. Die östliche Zufahrt wird mit der befriedigenden QSV C bewertet, die aus Süden kommende Hauptrichtung erreicht sogar QSV B.

Die Lichtsignalanlage am Knotenpunkt L 183 / Beethovenstraße – Lortzingstraße (KP 5) erreicht lediglich aufgrund des Geradeausstroms aus der Beethovenstraße in der Gesamtbewertung eine ausreichende Qualität (QSV D). Alle anderen Ströme erreichen im schlech-

**Mikroskopische Simulation des Verkehrsabflusses
Bonn-Brühler-Straße (L183) / Beethovenstraße / Lortzingstraße**

testen Fall die befriedigende Qualitätsstufe C. Die Ergebnisse zeigen, dass auf der separaten Linksabbiegespur in die Beethovenstraßen eine mittlere Rückstaulänge von 12,5 Metern entsteht. Daher sollte die Spur auf mindestens 15 Meter (= 2,5 Fahrzeuglängen) + Verziehungsbereich bemessen werden.

Die vollständigen Ergebnisse können den Anlagen C57 bis C64 entnommen werden.

4.2.3 Fazit

Durch die höher angenommene Verkehrsmenge zeigt sich im Prognose-Null-Fall 2030 (MAX), dass vier Knotenpunkte im bestehenden Netz keine leistungsfähigen Ergebnisse erzielen (vgl. Tabelle 4).

	KP 1	KP 2	KP 3	KP 4	KP 5	KP 6	KP 7	KP 8
Morgen (Var. C)	A	A	B	A	B	A	C	C
Abend (Var. C)	C	B	D	E	F	E	F	B

Tabelle 4: Gesamtknotenbewertung für den Prognose-Null-Fall 2030 (MAX)

Durch Anwendung der vorgegebenen und der zuvor ermittelten Maßnahmen, erreichen dagegen alle Knotenpunkte leistungsfähige Qualitätsstufen (vgl. Tabelle 5). Am Knotenpunkt 5 sollte daher für den von Süden kommenden und in die Beethovenstraße abbiegenden Linksabbiegestrom eine separate Spur vorgesehen werden. Knotenpunkt 7 sollte auf der östlichen Schubertstraße eine separate Rechtsabbiegespur erhalten, damit sich der Rechtsabbiege- und Geradeausverkehr nicht gegenseitig blockieren. Für eine bessere Flexibilität im verkehrsabhängigen Signalprogramm, sollte dieses in der Abendspitzenstunde am Knotenpunkt 7 in Einzelsteuerung betrieben werden.

	KP 1	KP 2	KP 3	KP 4	KP 5	KP 6	KP 7	KP 8
Morgen (Var. D)	A	A	B	A	B	A	C	A
Abend (Var. D)	C	B	C	D	D	B	C	A

Tabelle 5: Gesamtknotenbewertung für den Prognose-Mit-Fall 2030 (MAX)

Um einen besseren Überblick über die Ergebnisse zu bekommen, wurden diese in den Anlage C65 und C66 für die einzelnen Knotenpunkte und die einzelnen Verkehrsströme noch einmal in Tabellenform zusammengefasst.

4.3 Simulationsergebnisse 3 (Gutachten: Oktober 2021)

Im dritten Gutachten wird ebenfalls die maximalen Verkehrsbelastung (Prognose-Mit-Belastung (MAX)) angesetzt. Da der Prognose-Null-Fall 2030 (MAX) schon im vorherigen Gutachten simuliert wurde, wird in dieser Simulationsstudie nur der Prognose-Mit-Fall 2030 (MAX) betrachtet.

Diese Simulationsvariante berücksichtigt folgende Änderungen und Umbaumaßnahmen.

- Knotenpunkte 1 und 8 sollen zukünftig in Kreisverkehre umgebaut werden (vgl. Abbildung 9 und 10, Seite 15)
- Knotenpunkt 5 wird über eine Lichtsignalanlage geregelt. Zudem wird der von Süden kommende und in die Beethovenstraße abbiegende Linksabbiegeverkehr über eine separate Spur geführt (vgl. Abbildung 12, Seite 18)
- Die Lichtsignalanlagen auf der L 183 werden in der Morgenspitzenstunde koordiniert betrieben; in der Abendspitzenstunde werden die Knotenpunkte 3 und 5 koordiniert betrieben, Knotenpunkt 7 wird dagegen in Einzelsteuerung betrieben
- Knotenpunkt 7 bekommt in beiden Spitzenstunden eine ca. 50 Meter lange Rechtsabbiegespur für den von der nördlichen Schubertstraße kommenden und auf die Bonn-Brühler-Straße abbiegenden Verkehrsstrom (vgl. Abbildung 13, Seite 19)
- Knotenpunkt 3 wird umgebaut, es werden Linksabbiegespuren von der Hauptrichtung (L 183) in die Nebenrichtungen ergänzt (vgl. Abbildung 10, Seite 15)
- Ein nicht signalisierter Fußgängerüberweg entsteht auf Höhe der Bonn-Brühler-Straße 42
- Für den Schulstandort im Wohngebiet ME18 wird eine Bushaltestelle gebaut (vgl. Abbildung 9, Seite 15)

Am Knotenpunkt 5 – L183 (Bonn-Brühler-Straße) / Beethovenstraße – Lortzingstraße wird in dieser Simulationsvariante jedoch eine weitere separate Linksabbiegespur auf der Bonn-Brühler-Straße berücksichtigt, um die Sicherheit der Verkehrsteilnehmer weiter zu erhöhen (s. Abbildung 14).

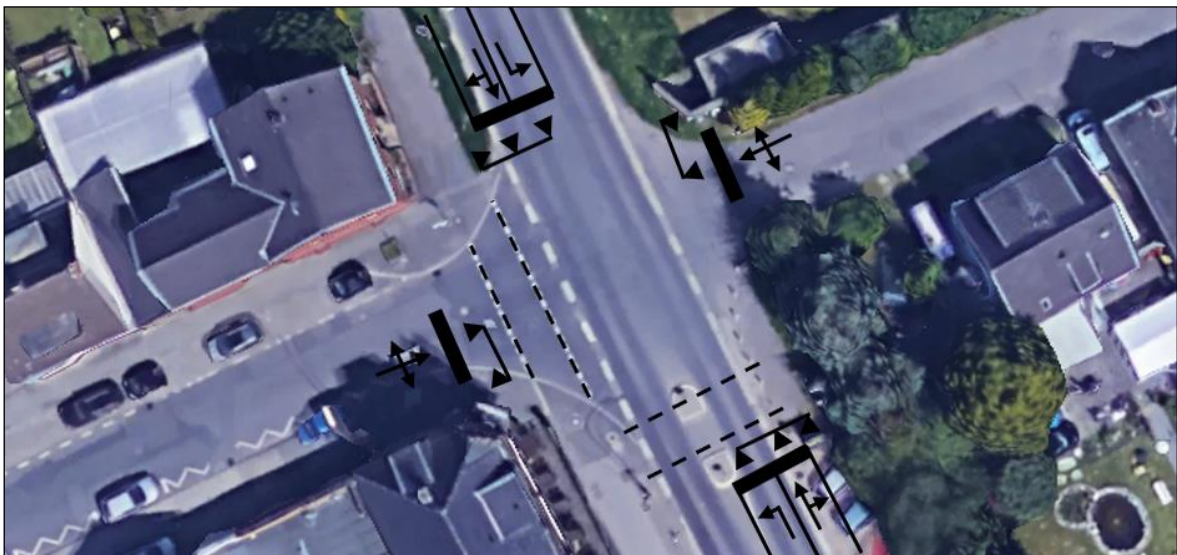


Abbildung 14: Skizzenhafte Darstellung des signalisierten Knotenpunktes 5 mit separaten Linksabbiegespuren von der Bonn-Brühler-Straße in die Nebenrichtungen

Mikroskopische Simulation des Verkehrsabflusses Bonn-Brühler-Straße (L183) / Beethovenstraße / Lortzingstraße

Zudem werden im Prognose-Mit-Fall 2030 (MAX) erhöhte Fußgängerzahlen angenommen und ergänzt. Diese sind in Abbildung 15 dargestellt. „FG“ steht hier für die zu Fuß Gehenden und „R“ für die Radfahrenden.

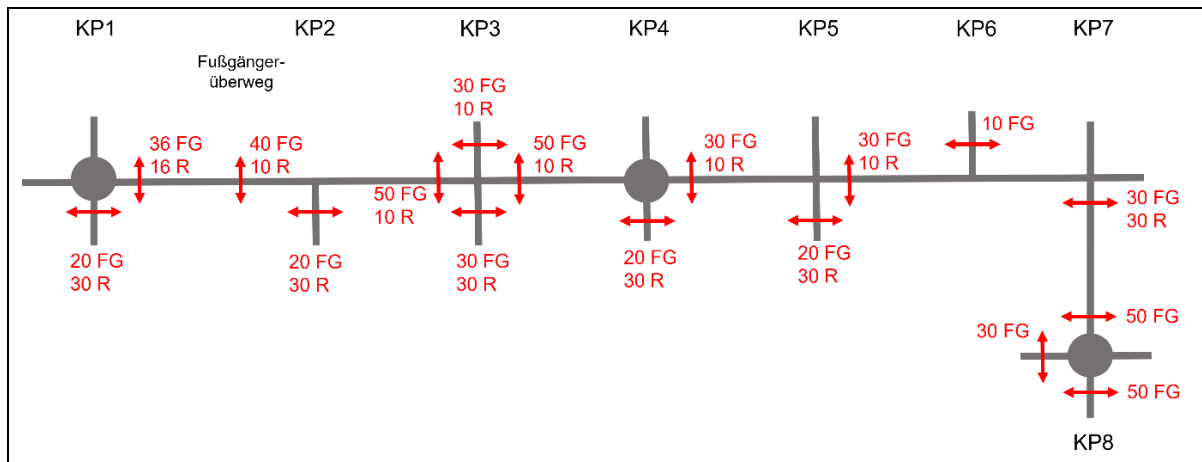


Abbildung 15: Angesetztes Fuß- und Radverkehrsaufkommen an den jeweiligen Knotenpunkten im Prognose-Mit-Fall 2030 (MAX)

4.3.1 Variante E: Prognose-Mit-Fall 2030 (MAX)

Morgenspitze

Morgens zeigt sich, dass die geplanten Kreisverkehre an den Knotenpunkten 1 und 8, trotz der Belastung durch die Wohngebiete, voll leistungsfähig betrieben werden können. Genauso gut werden die Knotenpunkte 2, 4 und 6 eingestuft. Alle Richtungen erreichen eine sehr gute Qualitätsstufe (QSV A).

In der Gesamtbewertung werden die Knotenpunkte 3 und 5 mit der guten Qualitätsstufe B bewertet.

Die Lichtsignalanlage L 182 – Pappelstraße / Schubertstraße (KP 7) erreicht in fast allen Richtungen QSV C. Die Geradeauspuren auf den Hauptrichtungen werden sogar mit guten und sehr guten Qualitätsstufen bewertet. Die Ergebnisse der einzelnen Ströme können Abbildung 16 entnommen werden.

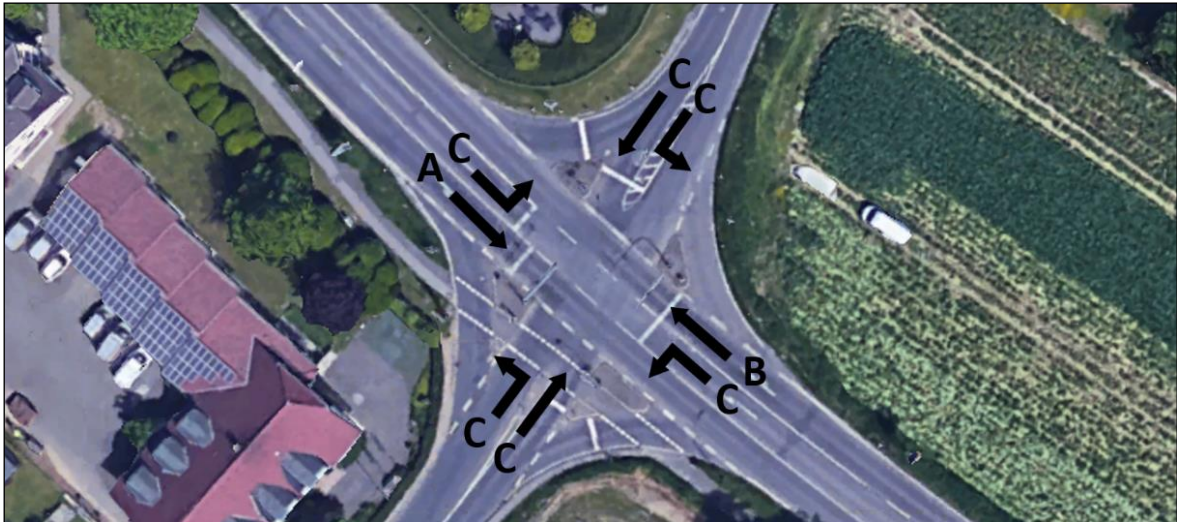


Abbildung 16: Ergebnisse der einzelnen Ströme am Knotenpunkt 7 (L 182 – Pappelstraße / Schubertstraße) in der Morgenspitzenstunde

Die vollständigen Ergebnisse aller Knotenpunkte können den Anlagen D17 bis D24 entnommen werden.

Abendspitze

In der Abendspitze wird das System etwas schlechter, aber dennoch leistungsfähig bewertet. Alle Knotenpunkte erreichen leistungsfähige Qualitätsstufen.

Die Knotenpunkte 2, 6 und 8 erreichen auf allen Strömen die guten und sehr guten Qualitätsstufen A und B.

Der an das Wohngebiet ME18 angeschlossene Kreisverkehr L 183 / Bachstraße - Lannerstraße (KP 1) erreicht in der Gesamtwertung die befriedigende Qualitätsstufe C. Betroffen ist jedoch nur die von Norden kommende Spur (K2). Alle anderen Ströme werden mit der guten QSV B bewertet.

Am Knotenpunkt L 183 / Kreuzstraße – Händlerstraße (KP 3) wird lediglich auf der Linksabbiegespur in die Händlerstraße die befriedigende Qualitätsstufe C erreicht. Alle anderen Richtungen erreichen die guten und sehr guten QSV A und B.

Knotenpunkt 4 erreicht insgesamt die Qualitätsstufe C. Dies betrifft den aus Westen, Norden und Osten kommenden Verkehr. Die aus Süden kommende Hauptrichtung erreicht sogar QSV B.

Die Lichtsignalanlage am Knotenpunkt L 183 / Beethovenstraße – Lortzingstraße (KP 5) erreicht in der Gesamtbewertung eine ausreichende Qualität (QSV D). Betroffen ist hier lediglich der aus der Beethovenstraße kommende Verkehr. Alle anderen Ströme erreichen die guten und sehr guten Qualitätsstufen A und B.

Die Länge der Linksabbiegespuren von Lichtsignalanlagen ist laut RiLSA (Richtlinien für Lichtsignalanlagen) so zu wählen, dass angrenzende Fahrstreifen nicht überstaut werden. Die Ergebnisse zeigen, dass auf der von Süden und in die Beethovenstraße einfahrende Linksabbiegespur eine mittlere Rückstaulänge von 9,1 Metern entsteht. Daher sollte die Spur auf mindestens 12 Meter (= 2 Fahrzeuglängen) + Verziehbereich bemessen werden.

den. Der von Norden kommende Linksabbiegeverkehr in die Lortzingstraße erfährt eine mittlere Rückstaulänge von 6,3 Meter. Daher sollte die Spur auf mindestens 9 Meter (=1,5 Fahrzeuglängen) + Verziehungsbereich bemessen werden.

Knotenpunkt 7 (L183 (Bonn-Brühler-Straße) – Pappelstraße / Schubertstraße) erreicht auf fast allen Strömen die befriedigende Qualitätsstufe QSV C. Verkehrsstrom K2 erreicht sogar die gute QSV B. Die Ergebnisse der einzelnen Ströme können Abbildung 17 entnommen werden.

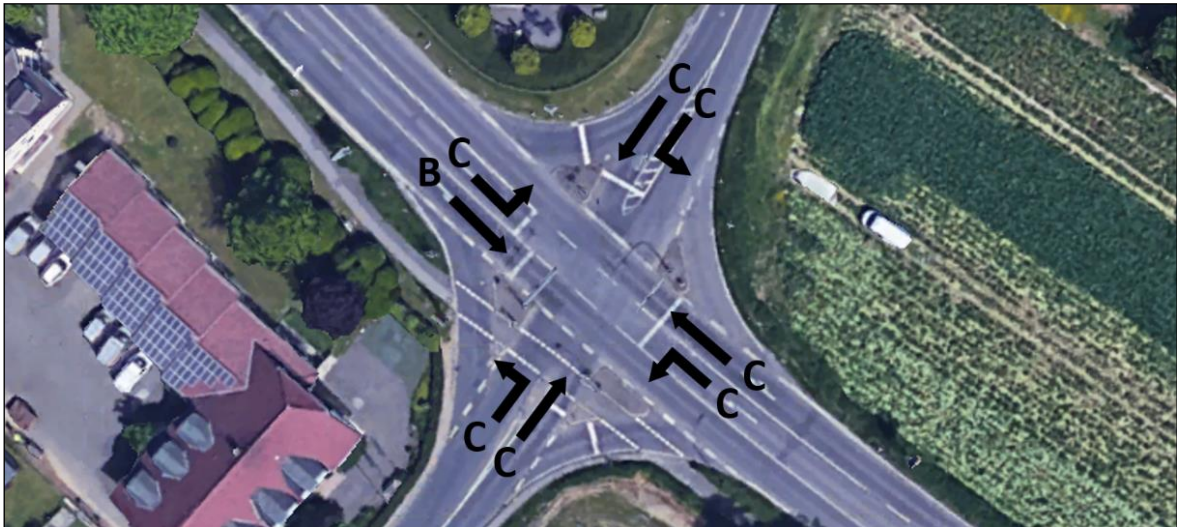


Abbildung 17: Ergebnisse der einzelnen Ströme am Knotenpunkt 7 (L 182 – Pappelstraße / Schubertstraße) in der Abendspitzenstunde

Die vollständigen Ergebnisse aller Knotenpunkte können den Anlagen D25 bis D32 entnommen werden.

4.3.2 Fazit

Tabelle 6 zeigt die Gesamtbewertungen der Knotenpunkte für den Prognose-Mit-Fall 2030 (MAX). Das heißt, dass die schlechteste Qualitätsstufe an dem jeweiligen Knotenpunkt dargestellt wird. Für die Bezeichnung der Knotenpunkte siehe Kapitel 1. *Aufgabenstellung und Ausgangssituation* auf Seite 2.

Trotz der erhöhten Radfahrer- und Fußgängerzahlen an allen Knotenpunkten, bleibt das System in der Morgen- und Abendspitzenstunde leistungsfähig. Am Knotenpunkt 5 kommt es, trotz der weiteren Linksabbiegespur auf der Hauptrichtung, zu keinen Veränderungen in den Qualitätsstufen.

	KP 1	KP 2	KP 3	KP 4	KP 5	KP 6	KP 7	KP 8
Morgen (Var. E)	A	A	B	A	B	A	C	A
Abend (Var. E)	C	B	C	C	D	B	C	A

Tabelle 6: Gesamtknotenbewertung für den Prognose-Mit-Fall 2030 (MAX)

4.4 Simulationsergebnisse 4 (März 2022)

Eine vierte Simulationsstudie wurde durchgeführt, da weitere Änderungen in dem Netz berücksichtigt werden sollen. Grundlage für diese Simulation bildet das Simulationsnetz aus dem Gutachten 3 (Oktober 2021).

Diese Simulationsvariante berücksichtigt folgende Änderungen und Umbaumaßnahmen.

- Knotenpunkte 1 und 8 sollen zukünftig in Kreisverkehre umgebaut werden (vgl. Abbildung 9 und 10, Seite 15)
- Knotenpunkt 5 wird über eine Lichtsignalanlage geregelt. Zudem werden die von Norden und von Süden kommenden und in die Nebenrichtungen abbiegenden Linksabbiegeverkehre über separate Spuren geführt (s. Abbildung 14, Seite 25).
- Die Lichtsignalanlagen auf der L 183 werden in der Morgenspitzenstunde koordiniert betrieben; in der Abendspitzenstunde werden die Knotenpunkte 3 und 5 koordiniert betrieben, Knotenpunkt 7 wird dagegen in Einzelsteuerung betrieben
- Knotenpunkt 7 bekommt in beiden Spitzenstunden eine ca. 50 Meter lange Rechtsabbiegespur für den von der nördlichen Schubertstraße kommenden und auf die Bonn-Brühler-Straße abbiegenden Verkehrsstrom (vgl. Abbildung 13, Seite 19)
- Knotenpunkt 3 wird umgebaut, es werden Linksabbiegespuren von der Hauptrichtung (L 183) in die Nebenrichtungen ergänzt (vgl. Abbildung 10, Seite 15)
- Eine nicht signalisierte Querungshilfe für die zu Fuß Gehenden entsteht auf Höhe der Bonn-Brühler-Straße 42
- Für den Schulstandort im Wohngebiet ME18 wird eine Bushaltestelle gebaut (vgl. Abbildung 9, Seite 15)
- An Knotenpunkt 4 (Am Roten Boskoop) wird möglicherweise ein Vollversorger statt des Getränkemarktes angeschlossen. Daher wurde die Verkehrsmenge im gesamten Modell erhöht (s. Seite 8).

Am Knotenpunkt 1 wird der aktuelle Plan für den Kreisverkehr herangezogen. So werden Rad- und Fußwege über die vier Furten berücksichtigt. Zudem werden Radfahrende auf der Lannerstraße abgebildet. Diese werden östlich von der Furt auf die Straße geleitet und teilen sich anschließend die Fahrbahn mit dem Fahrverkehr (vgl. Abbildung 17). Die Verkehrsregelung sieht hier Zebrastreifen für die Radfahrenden und zu Fuß Gehenden vor.



Abbildung 17: Knotenpunkt 1

Die südlich von Knotenpunkt 1 liegende Bushaltestelle wird in der Morgenspitzenstunde weiterhin von vier Schulbussen angefahren. Einer der Busse fährt anschließend geradeaus durch den Kreisverkehr in Richtung Norden, die übrigen Busse wenden im Kreisverkehr. Ein Bus wird dann in Richtung Sechtem und zwei Richtung Süden weiterfahren.

Die Anzahl der Radfahrenden und zu Fuß Gehenden wurde in Absprache mit der Stadt Bornheim angepasst, um ein realistisches Verhältnis darzustellen und die maximal mögliche Anzahl abzubilden. Diese Überschreitungen sind in Abbildung 18 dargestellt.

Mikroskopische Simulation des Verkehrsabflusses Bonn-Brühler-Straße (L183) / Beethovenstraße / Lortzingstraße

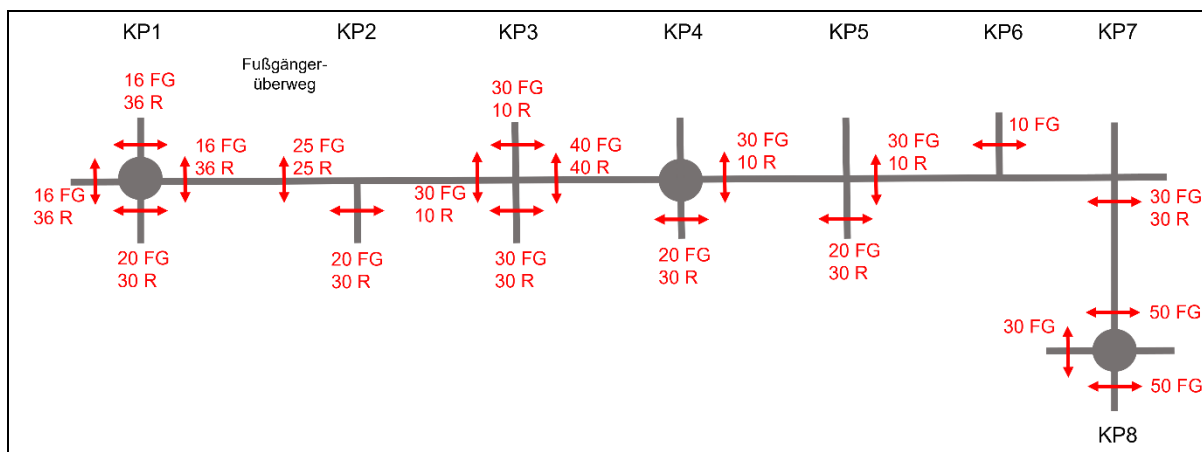


Abbildung 18: Angesetztes Fuß- und Radverkehrsaufkommen an den jeweiligen Knotenpunkten im Prognose-Mit-Fall 2030 (MAX)

Im weiteren Verlauf werden zwei Varianten unterschieden. In Variante F werden die Linksabbiegenden von der Bonn-Brühler-Straße in die Nebenrichtungen der Knotenpunkte 3 und 5 nicht getrennt signalisiert. Das bedeutet, dass die Signalgruppen gemeinsam mit dem Geradeaus- und Rechtsabbiegeverkehr freigegeben werden. Die Linksabbiegenden müssen dann im Knoteninnenraum warten, bis der Geradeaus- und Rechtsabbiegeverkehr abgeflissen ist, bevor diese abbiegen können.

In Variante G werden die Linksabbiegenden dagegen getrennt signalisiert und können somit den Knotenpunkt ohne Wartezeit im Knoteninnenraum passieren.

4.4.1 Variante F: Prognose-Mit-Fall 2030 (ohne Linksabbieger)

In der Morgenspitzenstunde sind in der Variante F alle Knotenpunkte leistungsfähig. Kein Knotenpunkt erreicht ein schlechteres Gesamtergebnis als die ausreichende QSV D.

Dennoch spiegeln sich die anders angenommenen Knotenpunktgeometrien sowie die erhöhte Verkehrsmenge (Vollversorger statt Getränkemarkt) in den Qualitätsstufen wider. Ein Vergleich der Variante E (Gutachten 3) und Variante F macht dies deutlich (s. Tabelle 7).

	KP 1	KP 2	KP 3	KP 4	KP 5	KP 6	KP 7	KP 8
Morgen (Var. E)	A	A	B	A	B	A	C	A
Morgen (Var. F)	D	A	B	A	C	A	C	A
Abend (Var. E)	C	B	C	C	D	B	C	A
Abend (Var. F)	D	B	C	D	D	C	D	A

Tabelle 7: Gesamtknotenbewertung für den Prognose-Mit-Fall 2030 (MAX, ohne Linksabbieger) der Varianten E (Gutachten 3) und F

Morgenspitze

In der Morgenspitze verschlechtert sich das Ergebnis von KP 1 im Vergleich zur Variante E um drei Qualitätsstufen. Dies ist vor allem auf die weiteren Fußgängerüberwege zurückzuführen. In Variante E wurden nur im Osten und im Süden Furten berücksichtigt. In Variante F können die zu Fuß Gehenden und Radfahrenden alle Knotenpunktarme überqueren. Die Nebenrichtungen Bachstraße und Lannerstraße kommen weiterhin auf sehr gute Er-

gebnisse (QSV A). Auch die südliche Hauptrichtung wird mit einer guten Qualitätsstufe beurteilt. Die nördliche Bonn-Brühler-Straße kommt auf die ausreichende und leistungsfähige QSV D.

Auch der Knotenpunkt L 183 / Lortzingstraße – Beethovenstraße hat sich im Gesamtergebnis um eine Qualitätsstufe verschlechtert und erzielt nun ein befriedigendes Resultat. Die Hauptrichtungen kommen noch immer auf die sehr gute QSV A. Die Rechtsabbiegenden aus der Lortzingstraße erzielen weiterhin ein gutes Ergebnis. Alle Fahrrichtungen aus der Beethovenstraße sowie die Geradeausfahrenden aus der Lortzingstraße erreichen die befriedigende QSV C (in Variante E wurden diese Richtungen in die QSV B eingestuft). Die Verschlechterung in der Nebenrichtung lässt sich auf die Verkehrsabhängigkeit der LSA und den erhöhten Verkehr auf der Hauptrichtung zurückführen. Die Hauptrichtung kann ihre Freigabezeit verlängern. Durch das erhöhte Verkehrsaufkommen passiert genau das, so dass die Nebenrichtung länger warten muss.

Trotz der erhöhten Verkehrsmenge am Kreisverkehr L 183 / Zufahrt Aldi erreicht dieser ähnliche Wartezeiten und jeder Strom erzielt die selben Ergebnisse wie schon in Variante E.

Abendspitze

Auch in der Abendspitzenstunden erzielen alle Knotenpunkte leistungsfähige Qualitätsstufen.

Das Ergebnis vom Knotenpunkt 1 (L 183 / Lannerstraße – Bachstraße) hat sich in Bezug auf Variante E verschlechtert. Insgesamt wird die QSV D (in Variante E die QSV C) erreicht. Der Verkehr aus der Bachstraße wird weiterhin in die gute QSV B eingestuft. Die aus der Lannerstraße und von Süden kommenden Fahrzeuge verschlechtern sich um eine Qualitätsstufe und erzielen nun eine befriedigende Qualitätsstufe. Der von Norden kommende Verkehr kommt auf ein ausreichendes Ergebnis und verschlechtert sich ebenfalls um eine Qualitätsstufe in Bezug auf Variante E.

Im Gesamtergebnis kommt es an den übrigen Knotenpunkten zu keiner Verschlechterung der Qualitätsstufen, jedoch verschlechtern sich einzelne Verkehrsströme.

So verzeichnet der Knotenpunkt 3 (L 183 / Händelstraße – Kreuzstraße) weiterhin ein befriedigendes Gesamtergebnis. Die Nebenrichtung Kreuzstraße verschlechtert sich um eine Qualitätsstufe und erzielt nun die QSV C für alle Richtungen (zuvor QSV B). Alle anderen Bewertungen sind gleichgeblieben.

Die vollständigen Ergebnisse können den Anlagen E41 bis E48 entnommen werden.

4.4.2 Variante G: Prognose-Mit-Fall 2030 (mit Linksabbieger)

In einer weiteren Variante G wird erneut der Prognose-Mit-Fall 2030 (MAX) betrachtet. Grundlage ist die Variante E. Der einzige Unterschied liegt darin, dass an den Knotenpunkten L 183 / Kreuzstraße – Händelstraße und L 183 / Lortzingstraße – Beethovenstraße die Linksabbiegenden von den Hauptrichtungen in die Nebenrichtungen gesichert geführt werden. Das bedeutet, dass die Linksabbiegenden ohne kreuzende Ströme Freigabe erhalten.

Mikroskopische Simulation des Verkehrsabflusses Bonn-Brühler-Straße (L183) / Beethovenstraße / Lortzingstraße

Durch die ähnlich verteilte Verkehrsbelastung auf den Linksabbiegespuren am Knotenpunkt L 183 / Kreuzstraße – Händelstraße bietet es sich an diese Linksabbieger gemeinsam freizugeben. Im Signalprogramm erhält zuerst der von der südlichen und nördlichen Bonn-Brühler-Straße kommende Geradeaus- und Rechtsabbiegeverkehr Freigabe (Signalgruppen K1 und K2). Anschließend erhalten allein die Linksabbiegeverkehre von der Bonn-Brühler-Straße in die Nebenrichtungen (Signalgruppen K1L und K2L) „Grün“ und zuletzt werden die Nebenrichtungen freigegeben (vgl. Abbildung 19).

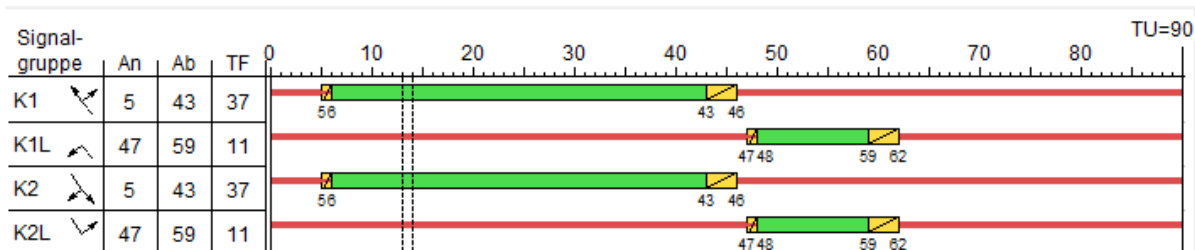


Abbildung 19: Freigabe der Hauptrichtungen mit gesichert geführten Linksabbiegeströmen am Knotenpunkt L 183 / Kreuzstraße - Händelstraße

Am Knotenpunkt L 183 / Lortzingstraße – Beethovenstraße ist der von Süden kommende und in die Beethovenstraße abbiegende Verkehrsstrom deutlich stärker belastet als der Linksabbiegestrom von der nördlichen Bonn-Brühler-Straße in die Lortzingstraße (vgl. Anlagen A89 und A90). Das Signalprogramm sieht daher vor, dass zuerst nur die von Norden kommende Hauptrichtung (Signalgruppen K1 und K1L) freigegeben wird. Anschließend erhalten der von der südlichen und nördlichen Bonn-Brühler-Straße kommende Geradeaus- und Rechtsabbiegeverkehr (Signalgruppen K1 und K2) „Grün“ und nachfolgend die von Süden kommende Hauptrichtung (Signalgruppen K2 und K2L) (vgl. Abbildung 20). Durch die Verkehrsabhängigkeit wird das Signalprogramm kurzfristig an die unterschiedlich belasteten Verkehrsströme angepasst.

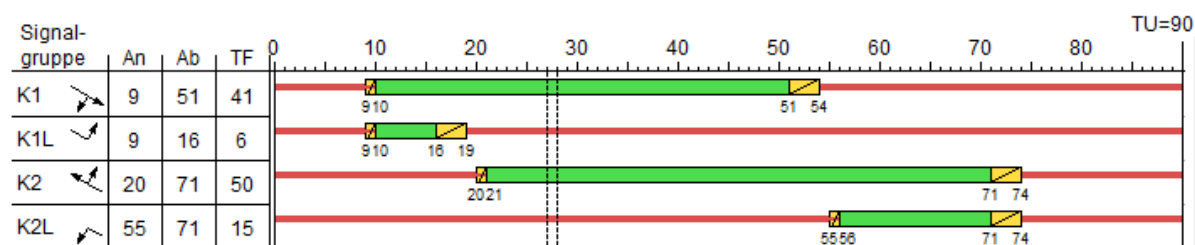


Abbildung 20: Freigabe der Hauptrichtungen mit gesichert geführten Linksabbiegeströmen am Knotenpunkt L 183 / Lortzingstraße - Beethovenstraße

Morgenspitze

In der Morgenspitzenstunde werden alle Knotenpunkte mit leistungsfähigen Qualitätsstufen bewertet.

Die Knotenpunkte L 183 / Brucknerstraße (KP 2), L 183 / Am Roten Boskoop (KP 4), L 183 / Hildegard-von-Bingen-Straße (KP 6) und Schubertstraße / Schulstraße – Offenbachstraße (KP 8) kommen auf gute oder sogar sehr gute Gesamtergebnisse. Das bedeutet, dass alle Ströme dieser Knotenpunkte mindestens mit einer guten Qualitätsstufe bewertet werden.

Knotenpunkt L 183 / Schubertstraße (KP 7) erreicht insgesamt ein befriedigendes Ergebnis. Die Geradeauspuren der Hauptrichtungen kommen auf gute (südlicher Strom) und sehr gute (nördlicher Strom) Qualitätsstufen. Alle anderen Ströme erzielen die QSV C.

Die übrigen drei Knotenpunkte (KP 1, KP 3 und KP 5) erreichen ausreichende Gesamtergebnisse (QSV D).

Der Kreisverkehr L 183 / Lannerstraße – Bachstraße kommt auf der von Norden kommenden Hauptrichtung auf die ausreichende QSV D. Alle anderen Knotenpunktarme werden mindestens mit einer guten Qualitätsstufe bewertet.

Die LSA L 183 / Händelstraße – Kreuzstraße erzielt in der Nebenrichtung Kreuzstraße für alle Verkehrsströme die ausreichende QSV D. Die Linksabbiegenden aus der Händelstraße sowie die Linksabbiegeströme von den Hauptrichtungen in die Nebenrichtungen werden befriedigenden Qualitätsstufen zugeordnet. Alle anderen Ströme kommen mindestens auf die gute QSV B. Die gute Bewertung der Geradeaus- und Rechtsabbiegeströme der Hauptrichtungen bietet zudem weitere Reserven, um den Nebenrichtungen höhere Freigabezeiten zu gewähren. Dies würde das Gesamtergebnis des Knotenpunktes verbessern.

Am Knotenpunkt L 183 / Lortzingstraße – Beethovenstraße werden der von Norden kommende und in die Lortzingstraße abbiegende Linksabbiegeverkehr sowie der aus der Beethovenstraße kommende Geradeausverkehr mit der QSV D bewertet. Die von Süden kommenden und in die Beethovenstraße abbiegende Linksabbiegestrom und die Rechts- und Linksabbiegeströme aus der Beethovenstraße erzielen befriedigende Ergebnisse. Alle anderen Ströme kommen auf gute oder sehr gute Qualitätsstufen.

Die vollständigen Ergebnisse können den Anlagen E49 bis E56 entnommen werden.

Abendspitze

In der Abendspitzenstunde kann jedoch kein leistungsfähiger Verkehrsfluss hergestellt werden. Drei Knotenpunkte erzielen kein zufriedenstellendes Ergebnis.

Die Knotenpunkte 2 und 8 kommen auf ein gutes oder sehr gutes Gesamtergebnis.

Knotenpunkt L 183 / Hildegard-von-Bingen-Straße (KP 6) erzielt insgesamt ein befriedigendes Ergebnis. Diese QSV C wird den von Süden kommenden Geradeausfahrenden sowie den aus der Hildegard-von-Bingen-Straße kommenden und nach Süden abbiegenden Linksabbiegern zugeordnet. Alle anderen Ströme werden mit guten oder sehr guten Qualitätsstufen bewertet.

Die LSA L 183 / Händelstraße – Kreuzstraße wird auf allen Strömen der Nebenrichtung Kreuzstraße mit der QSV D bewertet. Dasselbe Ergebnis erzielt der von Norden kommende und in die Händelstraße abbiegende Linksabbiegestrom. Ein etwas besseres Resultat erzielen der von Süden kommende und in die Kreuzstraße abbiegende Linksabbiegeverkehr sowie die aus der Händelstraße kommenden Verkehre und erzielen die QSV C. Die Geradeaus- und Rechtsabbiegeströme auf den Hauptrichtungen werden guten und sehr guten Qualitätsstufen zugeordnet.

Mikroskopische Simulation des Verkehrsabflusses Bonn-Brühler-Straße (L183) / Beethovenstraße / Lortzingstraße

Der Kreisverkehr L 183 / Lannerstraße – Bachstraße erzielt insgesamt ein befriedigendes Ergebnis (QSV C). Dies betrifft die Nebenrichtung Lannerstraße. Alle anderen Knotenpunktarme kommen auf gute Qualitätsstufen. Die bessere Bewertung des Knotenpunktes im Gegensatz zur Variante F lässt sich daher erklären, dass die Freigabezeit der Hauptrichtungen an den signalisierten Knotenpunkten verkürzt wurde und so weniger Fahrzeuge an dem Kreisverkehr ankommen. Dies sorgt dafür, dass die Fahrzeuge leichter in den Knotenpunkt einfahren können.

Die Knotenpunkte 4, 5 und 7 verschlechtern sich im Vergleich zur Variante F und kommen nun auf keine leistungsfähigen Ergebnisse. Im Gesamtergebnis werden diese Knotenpunkte in die mangelhafte QSV E eingestuft.

Am Kreisverkehr L 183 / Am Roten Boskoop kann der aus Westen kommende Verkehr nur die QSV E erzielen. Die Simulation zeigt, dass es immer wieder zu langen Rückstauungen vom Knotenpunkt L 183 / Lortzingstraße – Beethovenstraße bis in den Kreisverkehr kommt (vgl. Abbildung 21). Dies sorgt dafür, dass die von Westen kommenden Fahrzeuge nicht in den Kreisverkehr einfahren können und längere Wartezeiten in Kauf nehmen müssen. Die Rückstauungen lassen sich auf die getrennte Signalisierung der Linksabbieger und die damit einhergehende kürzere Freigabe der Hauptrichtungen zurückführen.



Abbildung 21: Rückstau an den Knotenpunkten 5 und 6 in der Abendspitzenstunde

LSA L 183 / Lortzingstraße – Beethovenstraße kommt ebenfalls auf ein mangelhaftes Gesamtergebnis. Die Ströme der Nebenrichtung Beethovenstraße erreichen diese QSV E. Die Nebenrichtung Lortzingstraße kommt dagegen auf gute Qualitätsstufen. Die von den Hauptrichtungen kommenden Linksabbiegeverkehre erzielen ausreichende Ergebnisse (QSV D). Die übrigen Spuren der Hauptrichtungen kommen auf die QSV C (südliche Bonn-Brühler-Straße) und QSV A (nördliche Bonn-Brühler-Straße). Verbesserungen in dem Signalprogramm sind kaum möglich. Um die Freigabe der Nebenrichtung zu erhöhen, muss die Freigabe der Hauptrichtung verkürzt werden. Wie in Abbildung 21 erkennbar, kommt es schon jetzt zu Rückstauungen bis in den Kreisverkehr hinein. Die Freigabe für die von Norden kommenden Ströme kann daher nicht verkürzt werden. Auch die von Süden kommenden Ströme kommen auf eine mittlere Rückstaulänge von etwa 74 Metern und staut sich zeitweise bis zu 155 Meter (maximale Rückstaulänge). Dies bedeutet einen Rückstau bis hin und zweitweise sogar über die Hildegard-von-Bingen-Straße hinaus. Auch hier sollte die Freigabezeit nicht verkürzt werden.

Die LSA L 183 – Pappelstraße / Schubertstraße wird auf der von Süden kommenden Pappelstraße als nicht leistungsfähig (QSV E) bewertet. Wie in Abbildung 22 erkennbar, kommt es zeitweise zu Rückstauungen von Knotenpunkt 5 bis hin zum Knotenpunkt 7. Dieser geht vom Knotenpunkt L 183 / Lortzingstraße – Beethovenstraße aus und blockiert die nach Norden verkehrenden Ströme. Trotz Freigabe können diese Ströme den Knotenpunkt nicht passieren und müssen wie im Bild zu Sehen abwarten, bis die Bonn-Brühler-Straße wieder frei ist.

Die beiden Nebenrichtungen (Schubertstraße) werden einer ausreichenden Qualitätsstufe (QSV D) zugeordnet. Auch der von Süden kommende Richtung Westen abbiegende Linksabbiegestrom erreicht dieses Ergebnis. Die von Norden kommenden Verkehrsströme erzielen die befriedigende QSV C.



Abbildung 22: Rückstau am Knotenpunkt 7 in der Abendspitzenstunde

Die vollständigen Ergebnisse können den Anlagen E57 bis E64 entnommen werden.

4.4.3 Fazit

Im Vergleich zu der vorherigen Variante F zeigen sich deutlich die Anpassungen in den Signalprogrammen der Knotenpunkte 3 und 4. Da die Linksabbiegenden von den Hauptrichtungen in die Nebenrichtungen nicht mehr gemeinsam mit der Hauptrichtung freigegeben werden, werden die Freigabezeiten der übrigen Richtungen im Gegenzug verkürzt. Dies zieht Leistungsfähigkeitseinbußen mit sich. In der Morgenspitzenstunde kann dennoch ein leistungsfähiger Verkehrsablauf hergestellt werden. In der Nachmittagspitzenstunde kommt es dagegen zu Verschlechterungen an vier Knotenpunkten. Drei dieser Knotenpunkte erreichen jedoch nur ein mangelhaftes und nicht leistungsfähiges Ergebnis.

Var. F – Signalprogramm ohne gesichert geführte Linksabbiegespuren

Var. G – Signalprogramm mit gesichert geführte Linksabbiegespuren

	KP 1	KP 2	KP 3	KP 4	KP 5	KP 6	KP 7	KP 8
Morgen (Var. F)	D	A	B	A	C	A	C	A
Morgen (Var. G)	D	A	D	B	D	A	C	A
Abend (Var. F)	D	B	C	D	D	C	D	A
Abend (Var. G)	C	B	D	E	E	C	E	A

Tabelle 8: Gesamtknotenbewertungen für den Prognose-Mit-Fall 2030 (MAX, mit/ohne Linksabbieger)

5. Zusammenfassung

Um die Auswirkungen der beiden Wohngebiete ME16 und ME18 an der Bonn-Brühler-Straße auf die umliegenden Knotenpunkte zu untersuchen, wurde eine mikroskopische Simulation mit dem Programm VISSIM erstellt.

Für die Ausgangssituation wurden am 27.10.2020 zunächst Videozählungen an den Knotenpunkten durchgeführt. Außerdem wurden seitens der Stadt Bornheim Verkehrszahlen für zwei Knotenpunkte aus dem Jahre 2018 zur Verfügung gestellt. Die Ergebnisse der Zählungen gaben Auskunft über die Verkehrsbelastung sowie die Abbiegebeziehungen an den Knotenpunkten.

Für den Prognose-Null-Fall 2030 wurden die Ergebnisse der Zählungen entsprechend für das Jahr 2030 erhöht. Für den Prognose-Mit-Fall 2030 wurden die Zusatzverkehre, die durch die Wohngebiete entstehen, aus den bestehenden Gutachten der *AB Stadtverkehr – Büro für Stadtverkehrsplanung A und IVV – Ingenieurgruppe IVV Aachen/ Berlin* abgeleitet und zu der Prognose-Null-Belastung addiert. Es ergaben sich somit sechs Belastungsfälle die jeweils für die Morgen- und Abendspitzenstunde in den Simulationen berücksichtigt wurden.

1. Ist-Belastung: Ergebnisse Verkehrszählung (2018/2020)
2. Prognose-Null-Belastung 2030 (MIN): IST-Belastung 2020 (MIN) + 10 %
3. Prognose-Null-Belastung 2030 (MAX): IST-Belastung 2018 (MAX) + 10 %
4. Prognose-Mit-Belastung 2030 (MIN): Prognose-Belastung (MIN) + Mehrverkehr (Plangebiete)
5. Prognose-Mit-Belastung 2030 - 1 (MAX): Prognose-Belastung (MAX) + Mehrverkehr (Plangebiete)
6. Prognose-Mit-Belastung 2030 - 2 (MAX): Prognose-Belastung (MAX) + Mehrverkehr (Plangebiete + Vollversorger)

Simulation 1 (Gutachten: Dezember 2020)

Untersucht wurde zunächst der Prognose-Null-Fall 2030 der das Verkehrsgeschehen für das Jahr 2030, ohne die Wohngebiete und die geplanten Baumaßnahmen, betrachtet. Es wurde die Prognose-Null-Belastung 2030 (MIN) zugrunde gelegt. Das System wird in beiden Spitzenstunden als leistungsfähig eingestuft.

Anschließend wurde ein Modell für die Belastungssituation 2030 mit Zusatzverkehr (Prognose-Mit-Fall) aus und in die Wohngebiete und den verschiedenen Umbaumaßnahmen erzeugt. Zudem sollen die Lichtsignalanlagen auf der Bonn-Brühler-Straße koordiniert betrieben werden. Hier wurde die Prognose-Mit-Belastung 2030 (MIN) im Modell berücksichtigt. Die Simulation zeigt, dass auch für diesen Fall die Morgenspitze leistungsfähig betrieben werden kann. In der Abendspitze stellte sich jedoch kein zufriedenstellendes Verkehrsgeschehen ein. Da die Morgenspitze unproblematisch war, wurde im weiteren Verlauf nur noch die Abendspitze untersucht.

Zunächst wurde in Variante 2 die Lichtsignalanlage L183 – Pappelstraße / Schubertstraße in Einzelsteuerung betrieben. Weiterhin wurde der Linksabbieger in die Beethovenstraße gesperrt und der Verkehr über den Kreisverkehr L183 / Am Roten Boskoop umgeleitet. Dies sollte die Blockade des Geradeausverkehrs auflösen und die Rückstauungen zum Knotenpunkt 7 vermindern. Dieser Lösungsansatz zeigte an mehreren Knotenpunkten Ver-

besserungen. Die Lichtsignalanlage L183 – Pappelstraße / Schubertstraße erreichte jedoch noch keine ausreichende Qualitätsstufe, zudem konnte der zuvor gut bewertete Kreisverkehr L183 / Am Roten Boskoop aufgrund des Zusatzverkehrs nicht mehr leistungsfähig betrieben werden.

In der dritten Variante wurde Knotenpunkt 7 in Einzelsteuerung betrieben und an dem Knotenpunkt L183 / Beethovenstraße – Lortzingstraße ein separater Linksabbiegestreifen in die Beethovenstraße eingerichtet. Insgesamt konnte in dieser Variante ein stabiles Verkehrsgeschehen erzeugt werden. Auch der stark befahrene Knotenpunkt L183 - Pappelstraße / Schubertstraße erreichte leistungsfähige Qualitätsstufen.

Aufgrund des Zusatzverkehrs durch die Wohngebiete muss die L183 umgestaltet werden. Schon geplante Maßnahmen, wie der Bau von Kreisverkehren und die Errichtung einer Lichtsignalanlage am Knotenpunkt L183 / Beethovenstraße – Lortzingstraße sowie der Umbau von dem Knotenpunkt L 183 / Kreuzstraße - Händelstraße zeigen Verbesserungen für den Verkehrsablauf. Dennoch zeigte die Simulation des Verkehrsgeschehens, dass an dem Knotenpunkt 5 (L183 / Beethovenstraße – Lortzingstraße) Handlungsbedarf besteht. Ein separater Linksabbiegestreifen sollte hier eingerichtet werden, um den Geradeausverkehr nicht zu blockieren. Die Länge der Abbiegerspur sollte auf mindestens 12 Meter plus Verziehungsspur bemessen werden, um die entstehende Rückstaulänge abzudecken.

Die Simulation des Netzes mit einer zusätzlichen Linksabbiegespur (Variante 4) für den von Nord-Osten kommenden Verkehr an der Kreuzung L183 – Pappelstraße / Schubertstraße, ergab eine Verbesserung des Verkehrsflusses auf allen Strömen. Die Nebenrichtung benötigte dadurch weniger Freigabe. Durch die vollverkehrsabhängige Einzelsteuerung konnte die dadurch gewonnene Freigabe auf die anderen Richtungen verteilt werden, was sich wiederum positiv auf den Verkehrsfluss der anderen Ströme auswirkte. Auch der Rückstau wurde dadurch verringert.

Simulation 2 (Gutachten: Januar 2021)

Da bei der Verkehrszählung aus dem Jahr 2018 ein höheres Verkehrsaufkommen ermittelt wurde, wurde die Verkehrsmenge an allen Knotenpunkten erhöht. Für den Prognose-Null-Fall 2030 wurde daher die Prognose-Mit-Belastung 2030 (MAX) angesetzt. Im Prognose-Mit-Fall 2030 wird nun die Prognose-Mit-Belastung 2030 (MAX) berücksichtigt.

Untersucht wurde zunächst der Prognose-Null-Fall 2030, der das Verkehrsgeschehen für das Jahr 2030, ohne die Wohngebiete und die geplanten Baumaßnahmen, betrachtet. Das System wurde in der Morgenspitzenstunde als leistungsfähig eingestuft. In der Abendspitze erreichten vier Knotenpunkte keine zufriedenstellenden Ergebnisse. Betroffen waren dabei vor allem die Nebenrichtungen.

Anschließend wurde ein Modell für die Belastungssituation 2030 mit Zusatzverkehr (Prognose-Mit-Fall 2030) aus und in die Wohngebiete und den verschiedenen Umbaumaßnahmen erzeugt. Dazu zählen schon geplante Maßnahmen, wie der Bau von Kreisverkehren und die Errichtung einer Lichtsignalanlage am Knotenpunkt L183 / Beethovenstraße – Lortzingstraße sowie der Umbau des Knotenpunktes L 183 / Kreuzstraße – Händelstraße. Die Lichtsignalanlagen auf der Bonn-Brühler-Straße sollen zudem koordiniert betrieben werden.

Am Knotenpunkt L183 / Beethovenstraße – Lortzingstraße wurde eine separate Linksabbiegespur von der Bonn-Brühler-Straße in die Beethovenstraße (von Süden kommend) berücksichtigt, da der Geradeausverkehr von dem Linksabbieger blockiert wurde.

Zudem wurde am Knotenpunkt L 183 – Pappelstraße / Schubertstraße auf der von Nord-Osten kommenden Schubertstraße eine separate Rechtsabbiegespur ergänzt. Dadurch, dass sich der von Nord-Osten kommende Verkehr (Geradeausfahrende und Rechtsabbieger) nicht mehr gegenseitig blockiert und sich auf zwei Spuren verteilt, benötigt diese Richtung eine kürzere Freigabezeit. Die gewonnene Freigabe wird durch die Verkehrsabhängigkeit auf die Hauptrichtung verteilt und sorgt damit für einen deutlich verbesserten Verkehrsfluss. Auch der Rückstau auf den verschiedenen Strömen wird so deutlich verringert. Es lässt sich auch eine Verbesserung an den nachfolgenden Knotenpunkten auf der Bonn-Brühler-Straße erkennen. Durch den gleichmäßiger abfließenden Rechtsabbiegestrom lässt sich insgesamt ein verbessertes Verkehrsgeschehen an den nachfolgenden Knotenpunkten erkennen.

Für beide Spitzenstunden konnten so leistungsfähige Qualitätsstufen erreicht werden.

Voruntersuchungen haben auch gezeigt, dass weitere Verbesserungen auf allen Strömen des Knotenpunktes L 183 – Pappelstraße / Schubertstraße durch eine vollverkehrsabhängige Einzelsteuerung dieses Knotenpunktes erreicht werden kann.

Simulation 3 (Gutachten: Oktober 2021)

In einer dritten Simulation wurde noch einmal die Abendspitzenstunde im Prognose-Mit-Fall 2030 betrachtet. Als Verkehrsbelastung wurde die Prognose-Mit-Belastung 2030 (MAX) angesetzt.

Für den Knotenpunkt L 183 / Lortzingstraße – Beethovenstraße wurden nun jedoch zwei Linksabbiegespuren von der Hauptrichtung in die Nebenrichtungen berücksichtigt. Zudem wurde am Knotenpunkt L 183 – Pappelstraße / Schubertstraße auf der von Nord-Osten kommenden Schubertstraße eine separate Rechtsabbiegespur ergänzt. Zudem wurden auf allen Fußgängerüberwegen sowohl zu Fuß Gehende als auch Radfahrende berücksichtigt und die Anzahl dieser erhöht.

In der Simulation konnten an allen Knotenpunkten leistungsfähige Qualitätsstufen erreicht werden.

Simulation 4 (Gutachten: März 2022)

In einer weiteren Simulation wurden weitere Anpassungen in dem Modell berücksichtigt. So wurden die Belastungszahlen der zu Fuß Gehenden und Radfahrenden angepasst. Der Grundriss vom Knotenpunkt L 183 / Lannerstraße – Bachstraße wurde an die aktuellen Pläne angepasst und berücksichtigt nun Fußgängerfurten über alle Knotenpunktarme. Auch die Route der Schulbusse wurde geändert. Ein Schulbus setzt seine Fahrt in Richtung Norden fort. Die drei übrigen Schulbusse wenden im Kreisverkehr. Einer der Busse biegt am Knotenpunkt L 183 / Händelstraße – Kreuzstraße in Richtung Sechtem ab. Die restlichen Busse verkehren weiter in Richtung Süden. Da der Getränkemarkt Am Roten Booskop in Zukunft in einen Vollversorger umgebaut wird, wurden an diesem Kreisverkehr für beide Spitzenstunden höhere Verkehrsdaten angenommen. Verkehrsgrundlage ist weiterhin die die Prognose-Mit-Belastung 2030 (MAX).

Der Prognose-Mit-Fall 2030 wurde in zwei unterschiedlichen Varianten simuliert. Simulation F berücksichtigte die oben genannten Punkte. Simulation G berücksichtigte darüber

hinaus eine getrennt signalisierte Schaltung der Linksabbieger von den Hauptrichtungen in die Nebenrichtungen, an den Knotenpunkten L 183 / Händelstraße – Kreuzstraße und L 183 / Lortzingstraße - Beethovenstraße.

In den beiden Spitzenstunden konnten in Variante F alle Knotenpunkte leistungsfähige Qualitätsstufen erreichen, auch wenn es teilweise zu schlechteren Ergebnissen kam als noch in Variante E. Dies betrifft vor allem den Kreisverkehr L 183 / Lannerstraße – Bachstraße. In der Morgenspitzenstunde verschlechtert sich das Gesamtergebnis um vier Qualitätsstufen, in der Abendspitzenstunde um eine Qualitätsstufe. Dies ist auf die angepasste Knotenpunktgeometrie zurückzuführen. In Variante E konnten zu Fuß Gehende und Radfahrende den Knotenpunkt im Süden und im Westen überqueren. In Variante F sind Fußgängerfurten über alle Knotenpunktarme vorgesehen.

Im Vergleich zu der vorherigen Variante F zeigten sich deutlich die Anpassungen in den Signalprogrammen der Knotenpunkte 3 und 4. Da die Linksabbiegenden von den Hauptrichtungen in die Nebenrichtungen nicht mehr gemeinsam mit der Hauptrichtung freigegeben wurden, wurden die Freigabezeiten der übrigen Richtungen im Gegenzug verkürzt. Dies zog Leistungsfähigkeitseinbußen mit sich. In der Morgenspitzenstunde konnte dennoch ein leistungsfähiger Verkehrsablauf hergestellt werden. In der Nachmittagsspitzenstunde kam es dagegen zu Verschlechterungen an vier Knotenpunkten. Drei dieser Knotenpunkte erreichten jedoch nur ein mangelhaftes und nicht leistungsfähiges Ergebnis. Die Simulation zeigte zudem, dass durch die verkürzte Freigabezeit am Knotenpunkt L 183 / Lortzingstraße – Beethovenstraße lange Rückstauungen auftreten. In Richtung Norden kam es teilweise sogar zu Rückstauungen bis in den Kreisverkehr L 183 / Am Roten Boskoop hinein.

Literaturverzeichnis

1. „Verfahren für die Berechnung der Leistungsfähigkeit und Qualität des Verkehrsablaufes auf Straßen“; Forschung Straßenbau und Straßenverkehrstechnik, Heft 668, BMV
2. „Richtlinie für Lichtsignalanlagen (RiLSA)“; Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Arbeitsgruppe Straßenentwurf, 2015

Anlagenverzeichnis

Anlagen A1 bis A16:	Strombelastungspläne Ist-Belastung (MIN)
Anlagen A17 bis A32:	Strombelastungspläne Ist-Belastung (MAX)
Anlagen A33 bis A48:	Prognose-Null-Belastung 2030 (MIN)
Anlagen A49 bis A64:	Prognose-Null-Belastung 2030 (MAX)
Anlagen A65 bis A80:	Prognose-Mit-Belastung 2030 (MIN)
Anlagen A81 bis A96:	Prognose-Mit-Belastung 2030 (MAX)
Anlagen B1 bis B56:	Kalibrierungsergebnisse – Verkehrssimulation 1
Anlagen B57 bis B112:	Leistungsfähigkeitsberechnung – Verkehrssimulation 1
Anlagen C1 bis C32:	Kalibrierungsergebnisse – Verkehrssimulation 2
Anlagen C33 bis C64:	Leistungsfähigkeitsberechnung – Verkehrssimulation 2
Anlagen D1 bis D8:	Kalibrierungsergebnisse – Verkehrssimulation 3
Anlagen D9 bis D32:	Leistungsfähigkeitsberechnung – Verkehrssimulation 3
Anlagen E1 bis E32:	Kalibrierungsergebnisse – Verkehrssimulation 4
Anlagen E33 bis E64:	Leistungsfähigkeitsberechnung – Verkehrssimulation 4