



## Stellungnahme zur Prüfung von Ausbauvarianten am Knotenpunkt B39/ Franz-Reichle-Straße in Heilbronn

Im Auftrag der Stadt Heilbronn

23.04.2018

Bearbeiter: Dipl.-Ing. Anja Baumann-Mare

### Allgemeines

Für die Nordumfahrung Frankenbach/ Neckargartach wird der Streckenabschnitt zwischen der Grundäckerstraße und der L1100 neu gebaut (Lückenschluss). Die bestehende Alexander-Baumann-Straße wird in Teilen in beide Fahrtrichtungen zweispurig ausgebaut, die Knotenpunkte entsprechend umgebaut.

In einer durch die Stadt Heilbronn bereits durchgeführten Verkehrsuntersuchung wurde die Dimensionierung der Nordumfahrung und der Knotenpunkte vorgenommen. Ein ebenfalls vorangegangenes Sicherheitsaudit stellte fest, dass die Knotenpunkte entlang der Nordumfahrung mit Lichtsignalanlagen (LSA) zu regeln sind.

Die Nordumfahrung soll im Westen an die bestehende B39 angebunden werden. Hierfür soll die bestehende Kreuzung B39/ Franz-Reichle-Straße zu einer Einmündung umgebaut und entsprechend der Voruntersuchung signalisiert werden. Des Weiteren war durch die Stadt Heilbronn vorgegeben, dass die aus Kirchhausen kommende B39 am Knotenpunkt als übergeordnete Straße in die Nordumfahrung übergeht. Die bestehende B39 soll von Frankenbach kommend als künftig untergeordnete Straße südlich im Knotenpunkt angebunden werden.

Ergänzend soll geprüft werden, ob der Knotenpunkt B39/Franz-Reichle-Straße in seiner ursprünglichen Knotenpunktgeometrie beibehalten werden kann. Auch die Straßenwidmung soll aus dem Bestand übernommen werden, d. h. die B39 aus Kirchhausen und Frankenbach bleibt weiterhin die übergeordnete Straße, an die die Franz-Reichle-Straße von Norden und der Wirtschaftsweg im Süden als untergeordnete Straßen anbinden. Die Kreuzungsvariante wird ebenfalls mit einer LSA ausgestattet.

Diese Stellungnahme beschreibt und vergleicht die folgenden Knotenpunktvarianten:

- Variante 1 „signalisierte Einmündung“
- Variante 2 „signalisierte Kreuzung“

Um eine vergleichende Bewertung der Verkehrsqualität am betrachteten Knotenpunkt durchführen zu können, wurden Verkehrsqualitätsberechnungen für die beiden Knotenpunktvarianten jeweils für die Vormittags- und Nachmittagsspitzenstunde aufgestellt. Den Berechnungen liegen Verkehrszahlen für das Prognosejahr 2030 zugrunde, hierfür wurden die Verkehrszahlen aus dem Gutachten „Verkehrsuntersuchung der Nordumfahrung Frankenbach/ Neckargartach“ [gevas humberg & partner, 2018] herangezogen. Die Untersuchungen und Ermittlungen der theoretischen Leistungsfähigkeiten der Knotenpunkte erfolgt nach dem Handbuch für die Bemessung von Straßenverkehrsanlagen (HBS 2015). Die Berechnungstabellen mit den Eingangsdaten und Ergebnissen sind im Anhang ersichtlich.

Das Berechnungsverfahren für signalisierte Knotenpunkte prüft, ob die zu erwartende Verkehrsbelastung in der Bemessungsstunde mit der gewünschten Qualität des Verkehrsablaufs abgefertigt werden kann. Zur Einteilung der Qualitätsstufen des Verkehrsablaufs (QSV) A bis F gelten für den Kfz-Verkehr die Grenzwerte der mittleren Wartezeiten. Die Grenzwerte und verbalen Beschreibungen der Qualitätsstufen des HBS 2015 sind im Anhang beigefügt.

Über die Verkehrsqualität hinaus ist die Länge des Rückstaus von Bedeutung. Der Stauraum der Abbiegespuren ist so zu bemessen, dass zum einen die wartenden Abbieger nicht in den Nachbarstreifen (Grundfahrstreifen) stauen und zum anderen der Zufluss in den Abbiegestreifen gewährleistet ist. Um die Erreichbarkeit der Abbiegespuren in allen Fällen zu gewährleisten, sollte der jeweils höchste Wert der Staulänge in einer Zufahrt gewählt werden. Aus verkehrstechnischer Sicht ist der jeweils höhere Wert für die Aufstelllänge zu empfehlen, damit die Erreichbarkeit der schwach belasteten

Abbiegespuren gewährleistet ist. Neben der Verkehrsqualität werden auch die erforderlichen Umbaumaßnahmen, die Attraktivität der Wege-/Streckenführung und das Signalkonzept vergleichend bewertet.

## Beschreibung der Knotenpunktvarianten:

### Variante 1 „signalisierte Einmündung“

Die bestehende Kreuzung B39/ Franz-Reichle-Straße wurde in der bereits durchgeführten Verkehrsuntersuchung als Einmündung umgebaut (Vorgabe Stadt Heilbronn, siehe Abbildung 1). Dabei soll die Nordumfahrung zur Steigerung der Attraktivität in eine übergeordnete Straße umgewidmet und die B39 von Frankenbach kommend als untergeordnete Straße südlich angebunden werden. Der Wirtschaftsweg zu den süd-westlich gelegenen Einsiedlerhöfen bindet unsignalisiert in der Nebenrichtungszufahrt an (abgerückt vom Knotenpunkt) und kann somit in seinem heutigen Verlauf beibehalten werden. Im Zuge der Nordumfahrung soll die Einmündung zukünftig mit einer Lichtsignalanlage (LSA) geregelt werden.

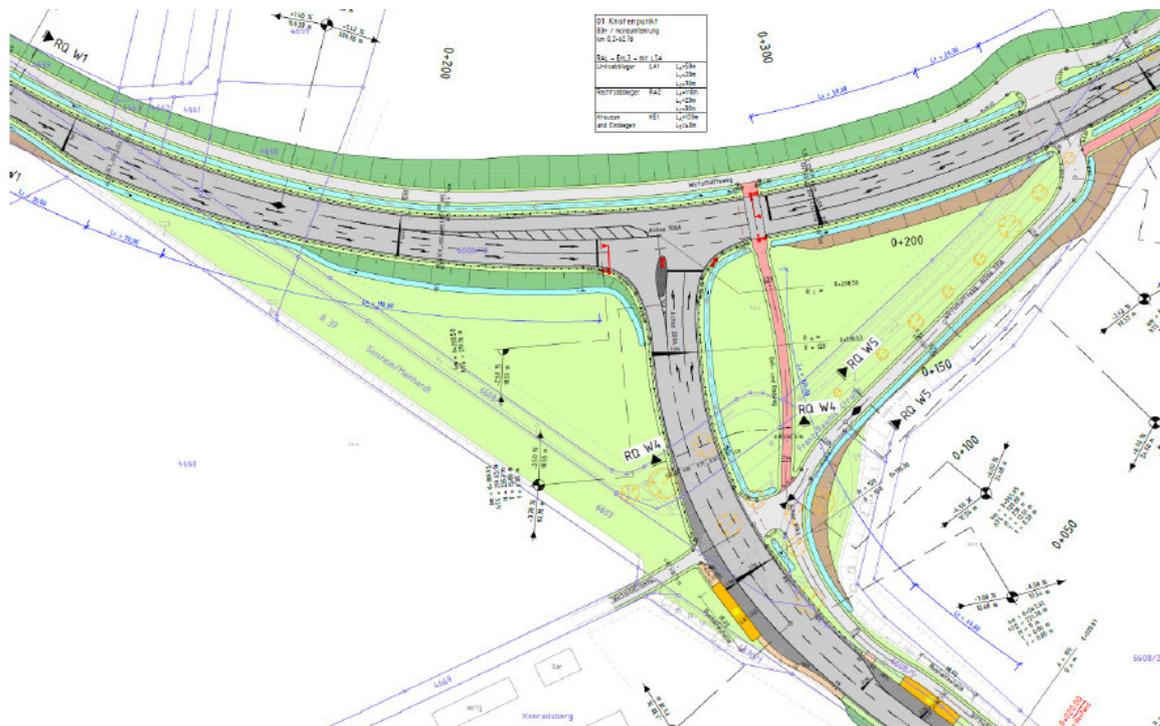


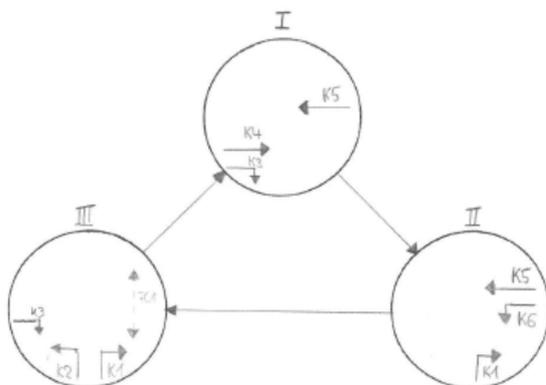
Abbildung 1: Lageplan Variante 1 „signalisierte Einmündung“

Die Hauptrichtung verläuft entlang der B39 von Kirchhausen zu der neu geplanten Nordumfahrung (Vorfahrtsstraße). Am Knotenpunkt sind alle Kfz-Fahrtrichtungsbeziehungen erlaubt. Für die Linksabbieger der östlichen Hauptrichtungszufahrten sind separate Abbiegespuren vorhanden. Auch für die Links- und Rechtseinbieger sind eigene Spuren vorgesehen. Entlang der Hauptrichtung verläuft nördlich ein Geh- und Radweg. Für Fußgänger und Radfahrer wird in der östlichen Knotenpunktzufahrt eine Furt zur Querung der Hauptrichtung geschaffen. Damit sind alle erforderlichen Wegeverbindungen geschaffen.

Die Lage der geplanten Bushaltestelle bleibt in etwa an der heutigen Stelle und wird in der untergeordneten B39 mit Busbuchten ausgebildet. Die Bushaltestelle ist derzeit nur sehr schwach frequentiert. Auf Querungshilfen oder Ähnliches kann somit verzichtet werden.

Die LSA soll zukünftig koordiniert mit den Nachbaranlagen im Zuge der Nordumfahrung betrieben werden, um die Attraktivität der Strecke zu steigern. Zur Einrichtung einer Koordination wurden dieselben Umlaufzeiten wie an der LSA L1100/ Nordumfahrung als maßgebendem Knotenpunkt gewählt, auch wenn diese lokal geringer gewählt werden könnten. D. h. in der Morgenspitzenstunde liegt eine Umlaufzeit von 100 s und in der Abendspitzenstunde von 115 s vor. Die Festzeitprogramme wurden durch gevas humberg & partner entwickelt, die Zwischenzeiten wurden geschätzt.

Zur Steuerung der LSA stehen 3 Phasen zur Verfügung (siehe Abbildung 2).



**Abbildung 2: Phasenfolgeplan Variante 1 „signalisierte Einmündung“**

Am Knotenpunkt berechnet sich für die Morgen- und Abendspitzenstunde die Gesamt-Qualitätsstufe C (Auslastungsgrad von 53 % bzw. 44 %). Bei der Verkehrsqualitätsberechnung zeigt sich in beiden Spitzenstunden, dass sich für alle Verkehrsbeziehungen wegen kurzer Wartezeiten mindestens die Qualitätsstufe A (sehr gut), B (gut) und C (befriedigend) erreichen lässt.

Es ergeben sich am betrachteten Knotenpunkt aus den Verkehrsqualitätsberechnungen der beiden Spitzenstunden folgende erforderlichen Aufstelllängen (95%-Staulänge):

- Zufahrt West: Empfehlung 120 m
  - Geradeaus: 120 m
  - Rechtsabbieger: 110 m
- Zufahrt Ost: Empfehlung 60 m
  - Geradeaus: 25 m
  - Linksabbieger: 60 m
- Zufahrt Süd: Empfehlung 130 m
  - Rechtsabbieger: 40 m
  - Linksabbieger: 130 m

Die Berechnungsergebnisse sind Tabelle 1 zu entnehmen.

## Variante 2 „signalisierte Kreuzung“

Die bestehende unsignalisierte Kreuzung B39/ Franz-Reichle-Straße soll zukünftig mit einer Lichtsignalanlage (LSA) geregelt werden (siehe Abbildung 3). Ein kompletter Umbau des Knotenpunkts erfolgt nicht, nur geringe bauliche Anpassungen werden vorgesehen (z. B. Verschiebung der Busbucht wegen Fußgängerfurt).



**Abbildung 3: Lageplan Variante 2 „signalisierte Kreuzung“ (Quelle: Google Earth)**

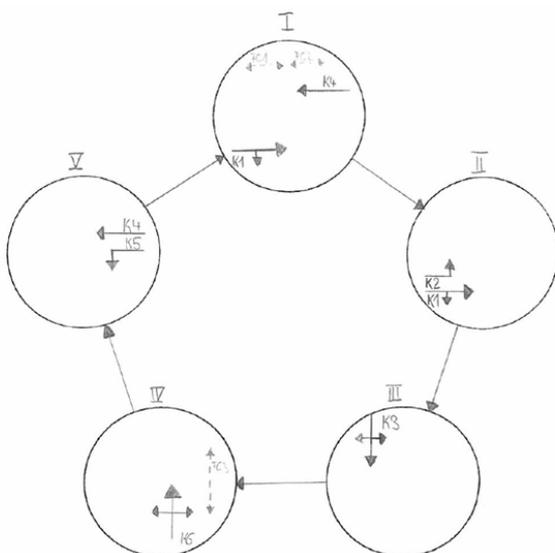
Die Hauptrichtung verläuft entlang der B39. Die Franz-Reichle-Straße von Norden und der Wirtschaftsweg zu den Einsiedlerhöfen binden als untergeordnete Straße an die B39 (übergeordnete Straße) an. Am Knotenpunkt sind alle Kfz-Fahrtrichtungsbeziehungen erlaubt. Für die Linksabbieger der beiden Hauptrichtungszufahrten sind separate Abbiegespuren vorhanden. Die Rechtsabbieger der süd-östlichen Zufahrt werden frei und signalisiert wegen der Fußgänger-/ Radfahrer-Querung neben einer Dreiecksinsel geführt. Beide Nebenrichtungszufahrten sind einspurig befahrbar, d. h. werden als Mischspuren betrieben.

Entlang der Hauptrichtung verläuft nördlich ein Geh- und Radweg, der im Knotenpunktbereich über Fußgängerfurten (Doppelfurt und über Rechtsabbiegespur) geführt wird. Eine zusätzliche Fußgängerfurt ist zur Herstellung aller Wegeverbindungen über die süd-östliche Hauptrichtung vorgesehen.

In der östlichen Zufahrt kann die bestehende Busbucht, die ca. 40 m vor dem Knotenpunkt liegt beibehalten werden, in der Gegenrichtung ist eine Verschiebung der Busbucht erforderlich (Fußgängerquerung).

Die LSA soll wie in Variante 1 koordiniert mit den Nachbaranlagen im Zuge der Nordumfahrung betrieben werden, um die Attraktivität der Strecke zu steigern. Auch hier werden zur Aufrechterhaltung der Koordinierung dieselben Umlaufzeiten wie an der LSA L1100/ Nordumfahrung als maßgebender Knotenpunkt gewählt, auch wenn diese lokal geringer gewählt werden könnten. D. h. in der Morgenspitzenstunde liegt eine Umlaufzeit von 100 s und in der Abendspitzenstunde von 115 s vor. Die Festzeitprogramme wurden durch gevas humberg & partner entwickelt, die Zwischenzeiten sind dabei geschätzt.

Zur Steuerung der LSA stehen 5 Phasen zur Verfügung (siehe Abbildung 4).



**Abbildung 4: Phasenfolgeplan Variante 2 „signalisierte Kreuzung“**

Die Nebenrichtungszufahrten werden aufgrund der schwachen Verkehrszusammensetzung in der südwestlichen Zufahrt getrennt freigegeben. Dabei werden die Fußgänger über die Hauptrichtung bedingt verträglich mit der schwachen Nebenrichtung geführt.

Für die signalisierte Kreuzung berechnet sich für die Morgenspitzenstunde die Gesamt-Qualitätsstufe F (Auslastungsgrad von 113 %) und für die Abendspitzenstunde die Qualitätsstufe D (Auslastungsgrad von 66 %).

In der Morgenspitzenstunde ist das Verkehrsaufkommen in der nord-westlichen Zufahrt so hoch, dass zum einen die vor Rot wartenden Linksabbieger in den Grundfahrstreifen stauen und zum anderen das hohe Aufkommen der Geradeausfahrer in Richtung Frankenbach die Erreichbarkeit der Abbiegespur behindern. Deshalb weist die Berechnung der Verkehrsqualität für die Zufahrt West in der Morgenspitzenstunde die Qualitätsstufe F (ungenügend) und einem Sättigungsgrad von  $x = 1,172$  deutliche Überlastung aus, gleiches gilt für die östliche Zufahrt.

Auch der Mischfahrstreifen der nördlichen Zufahrt erreicht morgens mit QSV E (mangelhaft) eine schlechte Qualitätsstufe, der Auslastungsgrad liegt mit  $x = 0,803$  jedoch unter der Sättigungsgrenze (0,90).

In der Abendspitzenstunde berechnet sich in allen Zufahrten jeweils für mindestens eine Fahrspur die Qualitätsstufe D (ausreichend), alle Sättigungsgrade liegen aber unter 0,90 (keine Übersättigung).

Die Berechnungsergebnisse sind Tabelle 2 zu entnehmen.

### **Variante 2 - optimiert**

Zusätzlich wurde untersucht, mit welchen baulichen Maßnahmen die Verkehrsqualität an dem bereits im Bestand leistungskritischen Knotenpunkt verbessert werden kann. Aufgrund der starken Linksabbieger der westlichen Zufahrt und der daraus resultierenden Rückstaus wird die Verlängerung der Linksabbiegespur von 115 m auf mindestens 180 m (Verlängerung um mindestens 65 m) vorgeschlagen und bewertet. Darüber hinaus wird eine zusätzliche Rechtseinbiegespur in der nördlichen Zufahrt mit einer Aufstelllänge von mindestens 60 m angeboten. Dies erfordert zusätzliche Umbau- und Ausbaumaßnahmen. Das Signalisierungskonzept wird weiterhin mit einer Umlaufzeit von 100 s morgens und 115 s abends übernommen.

Am Knotenpunkt berechnet sich mit Umsetzung der genannten Optimierungsmaßnahmen für die Morgenspitzenstunde die Gesamt-Qualitätsstufe E (Auslastungsgrad von 80 %) und für die Abend-

spitzenstunde die Gesamt-Qualitätsstufe D (Auslastungsgrad von 57 %). Dadurch verbessert sich die Qualitätsstufe morgens von QSV F auf E (der Auslastungsgrad sinkt von 113 % auf 80 %), abends bleibt weiterhin QSV D (der Auslastungsgrad sinkt von 66 % auf 57 %).

Die Mischspur für Geradeausfahrer und Rechtsabbieger der westlichen Zufahrt weist morgens QSV E aus, der Sättigungsgrad liegt knapp über der Leistungsgrenze ( $x = 0,929$ ). Für alle anderen Verkehrsbeziehungen wird morgens und abends wegen kurzer Wartezeiten mindestens die Qualitätsstufe D (ausreichend) oder besser erreicht, die Sättigungsgrade liegen alle deutlich unter 0,90 (keine Übersättigung der Zufahrt).

Die Berechnungsergebnisse sind Tabelle 3 zu entnehmen.

## Vergleichende Bewertung der Knotenpunktvarianten:

### **Erforderliche Umbaumaßnahmen**

Die Einmündung (Variante 1) wird nördlich des bestehenden Knotenpunkts neu gebaut, die nicht mehr genutzte Verkehrsfläche ist zu begrünen. Der Wirtschaftsweg wird in seiner Lage beibehalten und bindet im Nebenrichtungsarm an. Die Bushaltestellen (Busbuchten) sind neu in der Nebenrichtungszufahrt anzulegen. Für die Neugestaltung des Knotenpunkts sind umfangreiche Baumaßnahmen und ein hoher Flächenverbrauch erforderlich.

An der bestehenden Kreuzung (Variante 2) soll die vorhandene Verkehrsfläche genutzt werden, zusätzliche Fahrspuren oder die Verlängerung von bestehenden Abbiegespuren sind nicht geplant. Für die Querung von Fußgänger und Radfahrern sind zusätzliche Fußgängerfurten vorzusehen. Die Lage der östlichen Furt erfordert die Verlegung der Bushaltestelle. Um am Knotenpunkt eine ausreichende Verkehrsqualität zu erreichen sind zu den schon o.g. vorgeschlagenen Optimierungsmaßnahmen zusätzliche bauliche Ertüchtigungsmaßnahmen erforderlich.

### **Attraktivität der Wege-/ Streckenführung**

Mit der Nordumfahrung Frankenbach/ Neckargartach soll eine verkehrliche Entlastung der Gemeinden Frankenbach und Neckargartach erzielt werden. Um die Attraktivität der Nordumfahrung zu steigern wurde der bestehende Knotenpunkt B39/ Franz-Reichle-Straße in eine Einmündung (Variante 1) umgebaut, bei der die B39 aus Kirchhausen als übergeordnete Straße in die Nordumfahrung übergeht und die aus Frankenbach kommende B39 als untergeordnete Straße südlich anbindet. Damit wird die Streckenführung (Vorfahrtrichtung) den gewünschten verkehrlichen Entwicklungen angepasst bzw. unterstützt diese. Mit Hilfe der geplanten LSA soll die Verkehrsbelastung von Kirchhausen in Fahrtrichtung Frankenbach (Rechtsabbieger der westlichen Zufahrt) zusätzlich gesteuert, d. h. reduziert bzw. dosiert werden und somit zur Verkehrsentslastung der Gemeinden Frankenbach und Neckargartach beitragen.

Bei der Beibehaltung der bestehenden Kreuzung (Variante 2) bleibt die B39 von Kirchhausen nach Frankenbach bzw. umgekehrt weiterhin übergeordnete Straße. Die Kfz, die zukünftig die Nordumfahrung nutzen wollen, treten am Knotenpunkt als wartepflichtige Linksabbieger auf und müssen ihre

Freigabezeit anfordern. Neben der Freigabezeitanforderung stellt zusätzlich die Kurvenfahrt – insbesondere für den Schwerlastverkehr – einen sogenannten „Widerstand“ dar, der dazu beiträgt, dass die Attraktivität der Nordumfahrung sinkt und die Nutzung der B39 durch die Gemeinden Frankentbach begünstigt. Es wäre ggf. mittels makroskopischer Verkehrsmodelle zu überprüfen, in welchem Ausmaß sich dies auf die Verkehrsverlagerung auswirkt.

### **Signalisierungskonzept und Verkehrsqualität**

An der signalisierten Einmündung (Variante 1) ist ein dreiphasiger Grundablauf versorgt. Die baulich getrennte Rechts- und Linkseinbiegespur in der Nebenrichtungszufahrt ermöglicht die richtungsbezogene Signalisierung beider Fahrtrichtungsbeziehungen. Insofern nur eine Anforderung der Rechts- einbieger vorliegt, kann eine gemeinsame Schaltung mit den Linksabbiegern (Übereckbeziehung) und der Geradeausfahrern der östlichen Hauptrichtungszufahrt erfolgen (ohne Schaltung der Nebenrichtungsphase).

Die Eigensignalisierung in der Nebenrichtung ermöglicht somit ein hohes Maß an Flexibilität bei der Schaltung der Fahrtrichtungsbeziehungen miteinander und erhöht dadurch die Verkehrsqualität am Knotenpunkt, da sowohl eine unnötige Unterbrechung der östlichen Hauptrichtung vermieden wird (insofern keine Linkseinbiegeanforderung ansteht), aber auch während der Nebenrichtungsphase zusätzliche Freigabezeiten für die Rechtseinbieger in der Linksabbiegephase angeboten werden. Die neu zu bauende Einmündung wurde so dimensioniert, dass die Verkehre sowohl in der Morgens als auch in der Abendspitzenstunde leistungsfähig abgewickelt werden können. Hierfür wurden separate Abbiegespuren mit ausreichender Aufstelllänge vorgesehen.

Der signalisierten Kreuzung (Variante 2) liegt ein 5-phasiger Grundablauf zu Grunde. Um die zusätzlichen Phasen zu schalten bzw. um den zusätzlichen Fahrtrichtungsbeziehungen (4. Zufahrt) ausreichende Freigabezeit unter Beibehaltung der Umlaufzeit anbieten zu können, sind die Freigabezeiten der anderen Zufahrten zu reduzieren (Freigabezeitumverteilung). Dadurch verschlechtert sich die Verkehrsqualität der einzelnen Fahrzeugströme an der Kreuzung gegenüber der der Einmündung. Da in den Nebenrichtungszufahrten jeweils nur eine Fahrspur zur Verfügung steht, kann nicht unterschieden werden, welche Fahrtrichtungsbeziehung angefordert hat, d. h. eine selektive Schaltung von Rechts- und Linkseinbiegern ist nicht möglich. Bei Anforderung der Nebenrichtung ist somit immer eine Unterbrechung beider Hauptrichtungszufahrten erforderlich, wodurch die Leistungsfähigkeit der Hauptrichtungszufahrten und somit auch die des Knotenpunkts ggf. auch unnötigerweise

verschlechtert wird.

An der Kreuzung kann ohne zusätzliche bauliche Maßnahmen in der Morgenspitzenstunde aufgrund der hohen Verkehrsbelastung keine ausreichende Verkehrsqualität am Knotenpunkt erreicht werden (QSV F). Den Verkehrsqualitätsberechnungen ist zu entnehmen, dass sich morgens massive Rückstausituationen in der westlichen Hauptrichtungszufahrt einstellen werden. In der Abendspitzenstunde können die Verkehre leistungsfähig abgewickelt werden.

## Zusammenfassung und Empfehlung

Die Nordumfahrung hat zum Ziel die Gemeinden Frankenbach und Neckargartach verkehrlich zu entlasten. Um eine Verkehrsverlagerung, insbesondere des Schwerlastverkehrs zu erzielen, ist eine hohe Attraktivität der Nordumfahrung zu gewährleisten. Zu diesem Zweck wird die Nordumfahrung in Teilen zweispurig in beide Fahrtrichtungen ausgebaut, die Knotenpunkte sind so zu dimensionieren, dass eine ausreichende Verkehrsqualität (maximal QSV D) erreicht wird. Sogenannte „Widerstände“ sind zu vermeiden.

Die Nordumfahrung Frankenbach/ Neckargartach bindet im Westen an den Knotenpunkt B39/Franz-Reichle-Straße an. Der Knotenpunkt ist zukünftig mit einer LSA zu regeln. Für diesen Knotenpunkt wurden die beiden Ausbauvarianten „signalisierte Einmündung“ (Variante 1) und „signalisierte Kreuzung“ (Variante 2) untersucht und bewertet.

Die Variante 1 „signalisierte Einmündung“ sieht den Umbau der bestehenden Kreuzung zu einer Einmündung vor, bei der die B39 aus Kirchhausen als übergeordnete Straße in die Nordumfahrung übergeht. Die bauliche Trennung der Rechts- und Linksabbiegespuren ermöglicht ein hohes Maß an Flexibilität bei der Schaltung der Fahrtrichtungsbeziehungen miteinander und erhöht dadurch die Verkehrsqualität am Knotenpunkt. Der Knotenpunkt erreicht sowohl in der Morgen- als auch Abendspitzenstunde jeweils  $QSV = C$ .

Bei der Variante 2 „signalisierte Kreuzung“ wird die ursprüngliche Lage und Ausbauf orm des Knotenpunkts beibehalten. Die B39 von Kirchhausen nach Frankenbach soll weiterhin übergeordnete Straße bleiben, so dass die Kfz, die die Nordumfahrung nutzen wollen, am Knotenpunkt als wartepflichtige Linksabbieger auftreten („Widerstand“). Die Bedienung der zusätzlichen Fahrtrichtungsbeziehungen der vierten Zufahrt erfordert das Schalten von separaten Phasen. Unter Beibehaltung der Umlaufzeit erfolgt dies zu Lasten der Freigabezeit der anderen Zufahrten (Freigabezeitumverteilung) und führt somit zur Verschlechterung der Verkehrsqualität. In der Abendspitzenstunde wird zwar an der Kreuzung  $QSV = D$  erreicht, morgens wird aber mit  $QSV = F$  keine ausreichende Verkehrsqualität erzielt. Selbst mit den vorgeschlagenen kurzfristigen Optimierungsmaßnahmen erreicht die Kreuzung in der Morgenspitzenstunde weiterhin nur  $QSV = E$  und es wären zusätzliche bauliche Maßnahmen vorzunehmen.

Es wird empfohlen Variante 1 umzusetzen, da neben einer besseren Verkehrsqualität (QSV C) auch sogenannte „Widerstände“ für die starken Verkehrsströme der Nordumfahrung durch den Umbau des Knotenpunkts zur Einmündung inklusive Umwidmung der Straßen vermieden werden. Durch die Steigerung der Attraktivität trägt diese Ausbauvariante auch zur Entlastung der Stadtteile Frankenbach und Neckargartach bei.

# Anhang

## Abkürzungsverzeichnis

C	=	Kapazität eines Verkehrsstroms oder Fahrstreifens
$f_{in}$	=	Instationaritätsfaktor
FS	=	Fahrstreifen
G, R, L	=	Fahrrichtung Gerade, Rechts, Links
HBS	=	Handbuch für die Bemessung von Straßenverkehrsanlagen
Kfz	=	Kraftfahrzeuge
$L_s$	=	Stauraumlänge
LSA	=	Lichtsignalanlage
m	=	mittlere Eintreffenzahl
Pkw	=	Personenkraftwagen
q	=	Verkehrsstärke
QSV	=	Qualitätsstufe des Verkehrsablaufs
S	=	Sicherheit gegen Überstauung
$t_B$	=	Zeitbedarfswert
$t_F$	=	Freigabezeit
$t_U$	=	Umlaufzeit
$t_w$	=	mittlere Wartezeit
T	=	Untersuchungszeitraum
$T_w$	=	Wartezeit Untersuchungszeitraum
x	=	Auslastungsgrad/ Sättigungsgrad

**Tabelle 1: Verkehrsqualitätsberechnung für die Morgen- und Abendspitzenstunde (Variante 1)**

Knotenpunkt mit Lichtsignalanlage (HBS 2015) - Zusammenfassung der Berechnungsergebnisse														
<b>Projekt:</b> Verkehrsuntersuchung Böllinger Höfe - Hauptstraßennetz														
<b>Stadt:</b> Heilbronn														
<b>Knotenpunkt:</b> B39/ Franz-Reichle-Straße														
<b>Variante:</b> "signalisierte Einmündung" Prognose 2030														
<b>Zeitabschnitt:</b> vormittags (07:00 -08:00 Uhr)														
<b>Kennwerte:</b> $t_U [s] = 100$ $T [h] = 1,0$ $S [\%] = 95$												<b>Bearbeiter:</b> gevas		
Kfz-Verkehrsströme														
FS-Bez.	SG-Bez.	Strom	q [Kfz/h]	m [Kfz]	$t_B$ [s/Kfz]	$t_F$ [s]	C [Kfz/h]	x [-]	$f_{in,FS}$ [-]	$t_W$ [s]	$L_S$ [m]	Wertung [ja/nein]	QSV [-]	$T_W$ [h]
K1, Süd	1	R	136	3,8	1,9	34	658	0,207	1,100	24	36	ja	B	0,89
K2, Süd	2	L	202	5,6	1,9	17	344	0,587	1,100	47	64	ja	C	2,63
K3, We	3	R	911	25,3	1,9	78	1.513	0,602	1,100	7	105	ja	A	1,65
K4, We	4	G	632	17,6	1,9	55	1.081	0,585	1,100	17	114	ja	A	3,05
K5, Ost	5	G	130	3,6	2,3	72	1.155	0,112	1,100	4	22	ja	A	0,15
K6, Ost	6	L	68	1,9	2,2	11	196	0,347	1,100	46	33	ja	C	0,87
<b>Summe:</b>			<b>2.079</b>	<b>gew. Mittel:</b>			<b>0,530</b>			<b>16,0</b>	<b>max. QSV:</b>		<b>C</b>	<b>9,24</b>
Knotenpunkt mit Lichtsignalanlage (HBS 2015) - Zusammenfassung der Berechnungsergebnisse														
<b>Projekt:</b> Verkehrsuntersuchung Böllinger Höfe - Hauptstraßennetz														
<b>Stadt:</b> Heilbronn														
<b>Knotenpunkt:</b> B39/ Franz-Reichle-Straße														
<b>Variante:</b> "signalisierte Einmündung" Prognose 2030														
<b>Zeitabschnitt:</b> nachmittags (16:00 -17:00 Uhr)														
<b>Kennwerte:</b> $t_U [s] = 115$ $T [h] = 1,0$ $S [\%] = 95$												<b>Bearbeiter:</b> gevas		
Kfz-Verkehrsströme														
FS-Bez.	SG-Bez.	Strom	q [Kfz/h]	m [Kfz]	$t_B$ [s/Kfz]	$t_F$ [s]	C [Kfz/h]	x [-]	$f_{in,FS}$ [-]	$t_W$ [s]	$L_S$ [m]	Wertung [ja/nein]	QSV [-]	$T_W$ [h]
K1, Süd	1	R	65	2,1	2,2	69	979	0,066	1,100	9	18	ja	A	0,17
K2, Süd	2	L	496	15,9	1,9	45	770	0,645	1,100	34	127	ja	B	4,62
K3, We	3	R	304	9,7	1,9	85	1.396	0,218	1,100	5	39	ja	A	0,40
K4, We	4	G	245	7,8	2,1	34	516	0,475	1,100	36	80	ja	C	2,47
K5, Ost	5	G	81	2,6	2,1	58	896	0,091	1,100	15	23	ja	A	0,33
K6, Ost	6	L	140	4,5	2,0	18	296	0,473	1,100	50	55	ja	C	1,94
<b>Summe:</b>			<b>1.332</b>	<b>gew. Mittel:</b>			<b>0,436</b>			<b>26,9</b>	<b>max. QSV:</b>		<b>C</b>	<b>9,94</b>

**Tabelle 2: Verkehrsqualitätsberechnung für die Morgen- und Abendspitzenstunde (Variante 2)**

Knotenpunkt mit Lichtsignalanlage (HBS 2015) - Zusammenfassung der Berechnungsergebnisse														
<b>Projekt:</b> Verkehrsuntersuchung der Nordumfahrung														
<b>Stadt:</b> Heilbronn														
<b>Knotenpunkt:</b> B39/ Franz-Reichle-Straße														
<b>Variante:</b> Variante 2, "signalisierte Kreuzung" Prognose 2030														
<b>Zeitabschnitt:</b> vormittags (07:00 - 08:00Uhr)														
<b>Kennwerte:</b> $t_U [s] = 100$ $T [h] = 1,0$ $S [\%] = 95$												<b>Bearbeiter:</b> gevas		
Kfz-Verkehrsströme														
FS-Bez.	SG-Bez.	Strom	q [Kfz/h]	m [Kfz]	$t_B$ [s/Kfz]	$t_F$ [s]	C [Kfz/h]	x [-]	$f_{in,FS}$ [-]	$t_W$ [s]	$L_S$ [m]	Wertung [ja/nein]	QSV [-]	$T_W$ [h]
<b>Zufahrt 1, B39 West</b>														
K1+2	AST	R, G, L	1543	42,9	1,2	42	1.316	1,172	1,100	332	1130	ja	F	142,44
<b>Zufahrt 2, A.Baumann-Str.</b>														
K3	3	R, G, L	198	5,5	2,5	16	246	0,803	1,100	81	97	ja	E	4,45
<b>Zufahrt 3, B39 Ost</b>														
K5	5	L	15	0,4	1,8	5	120	0,129	1,100	47	10	ja	C	0,20
K4	4.1	R, G	338	9,4	1,9	13	266	1,271	1,100	560	374	ja	F	52,57
<b>Zufahrt 4, Einsiedlerhof</b>														
K6	6	R, G, L	30	0,8	1,8	5	120	0,250	1,100	51	16	ja	D	0,42
<b>Summe:</b>			<b>2.124</b>	<b>gew. Mittel:</b>			<b>1,133</b>			<b>339,1</b>	<b>max. QSV:</b>		<b>F</b>	<b>200,09</b>
Knotenpunkt mit Lichtsignalanlage (HBS 2015) - Zusammenfassung der Berechnungsergebnisse														
<b>Projekt:</b> Verkehrsuntersuchung der Nordumfahrung														
<b>Stadt:</b> Heilbronn														
<b>Knotenpunkt:</b> B39/ Franz-Reichle-Straße														
<b>Variante:</b> Variante 2, "signalisierte Kreuzung" Prognose 2030														
<b>Zeitabschnitt:</b> nachmittags (16:00 - 17:00Uhr)														
<b>Kennwerte:</b> $t_U [s] = 115$ $T [h] = 1,0$ $S [\%] = 95$												<b>Bearbeiter:</b> gevas		
Kfz-Verkehrsströme														
FS-Bez.	SG-Bez.	Strom	q [Kfz/h]	m [Kfz]	$t_B$ [s/Kfz]	$t_F$ [s]	C [Kfz/h]	x [-]	$f_{in,FS}$ [-]	$t_W$ [s]	$L_S$ [m]	Wertung [ja/nein]	QSV [-]	$T_W$ [h]
<b>Zufahrt 1, B39 West</b>														
K1	1	R, G	304	9,7	2,1	60	921	0,330	1,100	16	64	ja	A	1,39
K2	2	L	245	7,8	2,3	25	357	0,687	1,100	56	96	ja	D	3,78
<b>Zufahrt 2, A.Baumann-Str.</b>														
K3	3	R, G, L	221	7,1	2,2	21	311	0,711	1,100	63	89	ja	D	3,86
<b>Zufahrt 3, B39 Ost</b>														
K5	5	L	15	0,5	1,8	5	104	0,148	1,100	55	11	ja	D	0,24
K4	4.1	R, G	561	17,9	1,9	40	671	0,837	1,100	58	183	ja	D	9,06
<b>Zufahrt 4, Einsiedlerhof</b>														
K6	6	R, G, L	30	1,0	1,8	5	104	0,288	1,100	60	18	ja	D	0,50
<b>Summe:</b>			<b>1.377</b>	<b>gew. Mittel:</b>			<b>0,658</b>			<b>49,2</b>	<b>max. QSV:</b>		<b>D</b>	<b>18,83</b>

**Tabelle 3: Verkehrsqualitätsberechnung für die Morgen- und Abendspitzenstunde (Var. 2 opt.)**

Knotenpunkt mit Lichtsignalanlage (HBS 2015) - Zusammenfassung der Berechnungsergebnisse														
Projekt:		Verkehrsuntersuchung der Nordumfahrung												
Stadt:		Heilbronn												
Knotenpunkt:		B39/ Franz-Reichle-Straße												
Variante:		Variante 2 "signalisierte Kreuzung" Prognose 2030 optimiert												
Zeitabschnitt:		vormittags (07:00 - 08:00Uhr)												
Kennwerte:		t <sub>u</sub> [s] = 100    T [h] = 1,0    S [%] = 95										Bearbeiter: gevas		
Kfz-Verkehrsströme														
FS-Bez.	SG-Bez.	Strom	q	m	t <sub>B</sub>	t <sub>F</sub>	C	x	f <sub>in,FS</sub>	t <sub>w</sub>	L <sub>s</sub>	Wertung	QSV	T <sub>w</sub>
			[Kfz/h]	[Kfz]	[s/Kfz]	[s]	[Kfz/h]	[-]	[-]	[s]	[m]	[ja/nein]	[-]	[h]
<b>Zufahrt 1, B39 West</b>														
K1	1	R, G	911	25,3	2,0	54	980	0,929	1,100	78	309	ja	E	19,70
K2	2	L	632	17,6	2,0	43	790	0,800	1,100	39	160	ja	C	6,88
<b>Zufahrt 2, A.Baumann-Str.</b>														
K3	3	G, L	68	1,9	2,4	7	121	0,560	1,100	67	39	ja	D	1,26
K3	3	R	130	3,6	2,4	56	839	0,155	1,100	11	31	ja	A	0,38
<b>Zufahrt 3, B39 Ost</b>														
K5	5	L	15	0,4	1,8	5	120	0,125	1,100	47	10	ja	C	0,20
K4	4.1	R, G	338	9,4	1,9	21	418	0,809	1,100	65	114	ja	D	6,09
<b>Zufahrt 4, Einsiedlerhof</b>														
K6	6	R, G, L	30	0,8	2,1	5	104	0,288	1,100	53	16	ja	D	0,44
<b>Summe:</b>			<b>2.124</b>	<b>gew. Mittel:</b>			<b>0,798</b>		<b>59,3</b>	<b>max. QSV:</b>			<b>E</b>	<b>34,96</b>
Knotenpunkt mit Lichtsignalanlage (HBS 2015) - Zusammenfassung der Berechnungsergebnisse														
Projekt:		Verkehrsuntersuchung der Nordumfahrung												
Stadt:		Heilbronn												
Knotenpunkt:		B39/ Franz-Reichle-Straße												
Variante:		Variante 2 "signalisierte Kreuzung" Prognose 2030 optimiert												
Zeitabschnitt:		nachmittags (16:00 - 17:00Uhr)												
Kennwerte:		t <sub>u</sub> [s] = 115    T [h] = 1,0    S [%] = 95										Bearbeiter: gevas		
Kfz-Verkehrsströme														
FS-Bez.	SG-Bez.	Strom	q	m	t <sub>B</sub>	t <sub>F</sub>	C	x	f <sub>in,FS</sub>	t <sub>w</sub>	L <sub>s</sub>	Wertung	QSV	T <sub>w</sub>
			[Kfz/h]	[Kfz]	[s/Kfz]	[s]	[Kfz/h]	[-]	[-]	[s]	[m]	[ja/nein]	[-]	[h]

### S4.2.2 Qualitätsstufen des Verkehrsablaufs

Zur Einteilung der Qualitätsstufen des Verkehrsablaufs (QSV) A bis F gelten für die einzelnen Verkehrsarten und Verkehrsmittel die Grenzwerte der mittleren oder der maximalen Wartezeit nach Tabelle S4-1.

**Tabelle S4-1: Grenzwerte für die Qualitätsstufen der verschiedenen Verkehrsarten**

Zulässige Wartezeit für...	Kfz-Verkehr signalisierte Knotenpunkte Mittlere Wartezeit	Kfz-Verkehr unsignalisierte Knotenpunkte Mittlere Wartezeit	ÖPNV Mittlere Wartezeit	Fußgänger und Radverkehr Maximale Wartezeit
QSV A	≤ 20 s	≤ 10 s	≤ 5 s	≤ 30 s
QSV B	≤ 35 s	≤ 20 s	≤ 15 s	≤ 40 s
QSV C	≤ 50 s	≤ 30 s	≤ 25 s	≤ 55 s
QSV D	≤ 70 s	≤ 45 s	≤ 40 s	≤ 70 s
QSV E	> 70 s	> 45 s	≤ 60 s	≤ 85 s
QSV F	q > C	q > C	> 60 s	> 85 s

Die Qualitätsstufen des Verkehrsablaufs bedeuten:

- QSV A:** Die Wartezeiten sind für die jeweils betroffenen Verkehrsteilnehmer sehr kurz.
- QSV B:** Die Wartezeiten sind für die jeweils betroffenen Verkehrsteilnehmer kurz. Alle während der Sperrzeit auf dem betrachteten Fahrstreifen ankommenden Kraftfahrzeuge können in der nachfolgenden Freigabezeit weiterfahren.
- QSV C:** Die Wartezeiten sind für die jeweils betroffenen Verkehrsteilnehmer spürbar. Nahezu alle während der Sperrzeit auf dem betrachteten Fahrstreifen ankommenden Kraftfahrzeuge können in der nachfolgenden Freigabezeit weiterfahren. Auf dem betrachteten Fahrstreifen tritt im Kfz-Verkehr am Ende der Freigabezeit nur gelegentlich ein Rückstau auf.
- QSV D:** Die Wartezeiten sind für die jeweils betroffenen Verkehrsteilnehmer beträchtlich. Auf dem betrachteten Fahrstreifen tritt im Kfz-Verkehr am Ende der Freigabezeit häufig ein Rückstau auf.
- QSV E:** Die Wartezeiten sind für die jeweils betroffenen Verkehrsteilnehmer lang. Auf dem betrachteten Fahrstreifen tritt im Kfz-Verkehr am Ende der Freigabezeit in den meisten Umläufen ein Rückstau auf.
- QSV F:** Die Wartezeiten sind für die jeweils betroffenen Verkehrsteilnehmer sehr lang. Auf dem betrachteten Fahrstreifen wird die Kapazität im Kfz-Verkehr überschritten. Der Rückstau wächst stetig. Die Kraftfahrzeuge müssen bis zur Weiterfahrt mehrfach vorrücken.

**Tabelle 4: Qualitätsstufen des Verkehrsablaufs**