



PLANUNGSBUERO RICHTER-RICHARD

Stadt Leonberg

Machbarkeitsstudie zum
Umbau der Sonnenkreuzung

Entwurf, Arbeitsstand: 2019-04-27



Machbarkeitsstudie zum Umbau der Sonnenkreuzung

im Auftrag der
Stadt Leonberg

bearbeitet von
PLANUNGSBUERO RICHTER-RICHARD, Aachen

Jochen Richard
Hildegard Richter-Richard

Sophia Seelbach
Melanie Sackert

Aachen, April 2019



INHALTSVERZEICHNIS

1.	AUFGABENSTELLUNG	1
2.	BESTANDSSITUATION	3
3.	LEISTUNGSFÄHIGKEITSNACHWEIS BESTAND	9
	3.1 Leistungsfähigkeitsnachweis im Bestand	10
	3.2 Leistungsfähigkeitsnachweis Planfall Kreisverkehr	12
4.	LEISTUNGSFÄHIGKEITSNACHWEIS PROGNOSE	14
	4.1 Berechnung Prognoseverkehrsstärke	14
	4.2 Leistungsfähigkeit der Bestandssituation.....	15
	4.3 Leistungsfähigkeitsnachweis im Planfall	16
5.	PRÜFUNG FÜHRUNGSFORMEN RADVERKEHR	17
	5.1 Rechtliche Grundlagen	17
	5.2 Lichte Breite Radverkehrsanlagen	18
	5.3 Prüfkriterien	19
	5.4 Empfehlung geeignete Führungsform und Handlungskonzept	21
	5.4.1 Grabenstraße.....	21
	5.4.2 Feuerbacher Straße.....	22
	5.4.3 Stuttgarter Straße.....	22
	5.5 Querungsstellen	23
6.	STRABENBAULICHE OPTIMIERUNG DER SONNENKREUZUNG	26
	6.1 Umbau zum Kreisverkehr	26
	6.2 Optimierung der Bestandssituation (LSA-geregelter Knotenpunkt).....	30
7.	EMPFEHLUNG	32

Anlage I – Nachweis Leistungsfähigkeit Bestand mit IST-Verkehrsstärke

Anlage II – Nachweis Leistungsfähigkeit Kreisverkehr mit IST-Verkehrsstärke

Anlage III – Nachweis Leistungsfähigkeit Bestand mit Prognoseverkehrsstärke 2025

Anlage IV – Nachweis Leistungsfähigkeit Kreisverkehr mit Prognoseverkehrsstärke 2025

Anlage V – Nachweis Leistungsfähigkeit Bestand mit Prognoseverkehrsstärke 2030

Anlage VI – Nachweis Leistungsfähigkeit Kreisverkehr mit Prognoseverkehrsstärke 2030



ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abb. 2.1:	Übersichtsplan Sonnenkreuzung.....	3
Abb. 2.2:	Ausschnitte Elektronische Unfallsteckkarte (EUSKA)	5
Abb. 2.3:	Radverkehr – maßgebende Spitzenstunde Stuttgarter Straße/ Grabenstraße	7
Abb. 3.1:	Signallageplan Stuttgarter Straße/ Feuerbacher Straße (Quelle: Stadt Leonberg).....	11
Abb. 6.1:	Lage des Kreisverkehrs.....	29

TABELLENVERZEICHNIS

Tab. 3.1:	Qualitätsstufen nach HBS für Knotenpunkte mit Lichtsignalanlage	9
Tab. 3.2:	Knotenbelastung Stuttgarter Straße/ Feuerbacher Straße.....	10
Tab. 3.3:	Leistungsfähigkeit Stuttgarter Straße/ Feuerbacher Straße – Bestand	12
Tab. 3.4:	Leistungsfähigkeit Kreisverkehr Stuttgarter Straße/ Feuerbacher Straße.....	13
Tab. 4.1:	Prognoseverkehrsstärke Stuttgarter Straße/ Feuerbacher Straße für das Jahr 2025.....	14
Tab. 4.2:	Prognoseverkehrsstärke Stuttgarter Straße/ Feuerbacher Straße für das Jahr 2030.....	14
Tab. 4.3:	Leistungsfähigkeit Knoten Stuttgarter Straße/ Feuerbacher Straße Prognose 2025	15
Tab. 4.4:	Leistungsfähigkeit Knoten Stuttgarter Straße/ Feuerbacher Straße Prognose 2030	15
Tab. 4.5:	Leistungsfähigkeit Kreisverkehr Stuttgarter Straße/ Feuerbacher Straße 2025.....	16
Tab. 4.6:	Leistungsfähigkeit Kreisverkehr Stuttgarter Straße/ Feuerbacher Straße 2030.....	16
Tab. 5.1:	Zusammenfassung Prüfkriterien Radverkehrsführung	20

1. AUFGABENSTELLUNG

Der Knotenpunkt Grabenstraße/ Stuttgarter Straße, die sog. Sonnenkreuzung, bildet einen zentralen Knotenpunkt im unmittelbaren Umfeld der Altstadt. Die Stadt Leonberg beabsichtigt, die stark auf den Kfz-Verkehr ausgerichtete Gestaltung des Knotenpunkts stadtgestalterisch befriedigender umzubauen.

Im Herbst 2019 durchgeführte Verkehrszählungen und darauf aufbauend eine erste planerische Einschätzung kam zu der vorläufigen Einschätzung, dass für den Umbau zu einem Kreisverkehr der benötigte Raum fehlt, aber auch stadtgestalterisch am unmittelbaren Rand der Altstadt mit dem Thema sensibel umgegangen werden sollte.

Aktuell haben sich drei Ansatzpunkte ergeben, die Sonnenkreuzung vertieft zu betrachten:

- Südlich der Stuttgarter Straße will die Sparkasse ihr Areal neu entwickeln mit einer kompletten Neubebauung und einem Schwerpunkt im Bereich Wohnungsbau.
- Nördlich der Stuttgarter Straße hat die Stadt Leonberg Grunderwerbgespräche mit den Eigentümern des Gasthauses/ Hotels Sonne über den Kauf des Altbaus an der Ecke Stuttgarter Straße/ Feuerbacher Straße aufgenommen. Für diesen Bereich soll der Gemeinderat in Kürze über einen Aufstellungsbeschluss für einen Bebauungsplan und den Erlass einer Veränderungssperre beraten.
- Die Stadt Leonberg hat im Jahr 2013 ein Radverkehrskonzept erarbeitet und an hoch priorisierten Achsen bereits erste Maßnahmen umgesetzt. Für die Grabenstraße, Feuerbacher Straße und Stuttgarter Straße soll nun die bestehenden Führungsformen überprüft werden. Diese wurde an die topografischen Verhältnisse der Stadt Leonberg angepasst, müssen aber auch den Empfehlungen der VwV-StVO, der RAST und der ERA wie auch den Zielen des Radverkehrskonzepts entsprechen.

Um in den verkehrlichen Belangen eine planerische Basis zu erhalten, ist in einem nächsten Schritt eine verkehrsplanerische Konzeption für die Sonnenkreuzung erforderlich.

Diese soll konzeptionell eine Kreisverkehrslösung wie auch einen signalgesteuerten Knotenpunkt prüfen und aus städtebaulicher (z. B. Flächeninanspruchnahme, städtebauliche Ausbildung der Eckbereiche), funktionaler (z. B. Einbindung des Kreisverkehrs in das umgebende Straßennetz, Auswirkungen auf den Fuß- und Radverkehr) und verkehrlicher Sicht (z. B. Leistungsfähigkeit, Zukunftsfähigkeit) gegenübergestellt und bewertet werden. Die Führung des Radverkehrs auf der Stuttgarter Straße, Grabenstraße und Feuerbacher Straße ist hierbei zu beachten und ggf. anzupassen.

Die nachfolgenden gutachterlichen Ausführungen gehen davon aus, dass die auf die Sonnenkreuzung zuströmenden Kfz-Verkehrsmengen im Grundsatz unverändert bleiben. Da Probleme hinsichtlich der Leistungsfähigkeit nicht nur an der Sonnenkreuzung, sondern an weiteren Knotenpunkten bestehen, versucht die Stadt Leonberg gegenzusteuern. Aus der Sitzungsvorlage vom Juli 2018 wurden für die problematische Situation der Umleitungsverkehre von der A 81 bereits Strategien entwickelt, um vor allem Überlastungen auf der BAB-Umleitungsstrecke durch periodische Belastungsschwankungen und unplanbare Ereignisse auf den umliegenden Autobahnen entgegenzuwirken.



Dazu zählen mehrere vorhandene und neu zu installierende Lichtsignalanlagen im Zuflussbereich zur Stadt Leonberg, die den Ausweich- und Umleitungsverkehr der Autobahnen mittels Zuflussregulierung steuern sollen.¹

In diesem Maßnahmenansatz liegt ein wesentlicher Schlüssel, um zu vermeiden, dass man von Kleinen ins Große plant, wie mit diesem Gutachten, sondern zukunftsorientiert vom Großen ins Kleine.

¹ STADT LEONBERG, Regionale Mobilitätsplattform (RMP) – Beteiligung der Stadt Leonberg, 2018



- Die Zufahrt Grabenstraße verfügt über einen Geradeaus- und einen separaten Rechtsabbiegefahrstreifen. Das Linksabbiegen in die Graf-Ulrich-Straße ist aus dieser Richtung unterbunden. Der Rechtsabbiegerverkehr wird über eine Dreiecksinsel zügig aus der Grabenstraße in die Stuttgarter Straße geführt (Bypass).
- Aus Richtung Graf-Ulrich-Straße steht dem Verkehr ein Mischfahrstreifen für alle Fahrrichtungen zur Verfügung.
- Die Feuerbacher Straße verfügt über einen separaten Linksabbiegefahrstreifen und einen gemeinsamen Fahrstreifen für Rechtsabbiege- und Geradeausverkehre.
- Die Zufahrt Stuttgarter Straße besitzt einen eigenen Linksabbiegefahrstreifen. Die Rechtsabbieger und Geradeausfahrer werden auf einen gemeinsamen Mischfahrstreifen geführt.

Unfallaufkommen

Für die Feuerbacher Straße, Grabenstraße, Stuttgarter Straße liegen einschließlich der Sonnenkreuzung Unfallzahlen aus dem Jahr 2018 vor.

Auf der Grabenstraße haben sich im Jahr 2018 fünf Unfälle ereignet, davon zwei mit Personenschaden. Die zehn Unfälle auf der Feuerbacher Straße waren ohne Personenschaden. Auf der Stuttgarter Straße ereigneten sich im Jahr 2018 drei Unfälle, davon ein Unfall mit Personenschaden. Auf den drei Straßen hat sich kein Unfall mit Radfahrerbeteiligung ereignet.

An der Sonnenkreuzung ereigneten sich in den drei Jahren zwischen 1. Januar 2016 und dem 31. Dezember 2018 acht Unfälle, alle mit Personenschaden. Es handelt sich hierbei somit um eine Unfallhäufungsstelle. Einer der acht Unfälle war mit Radfahrerbeteiligung.

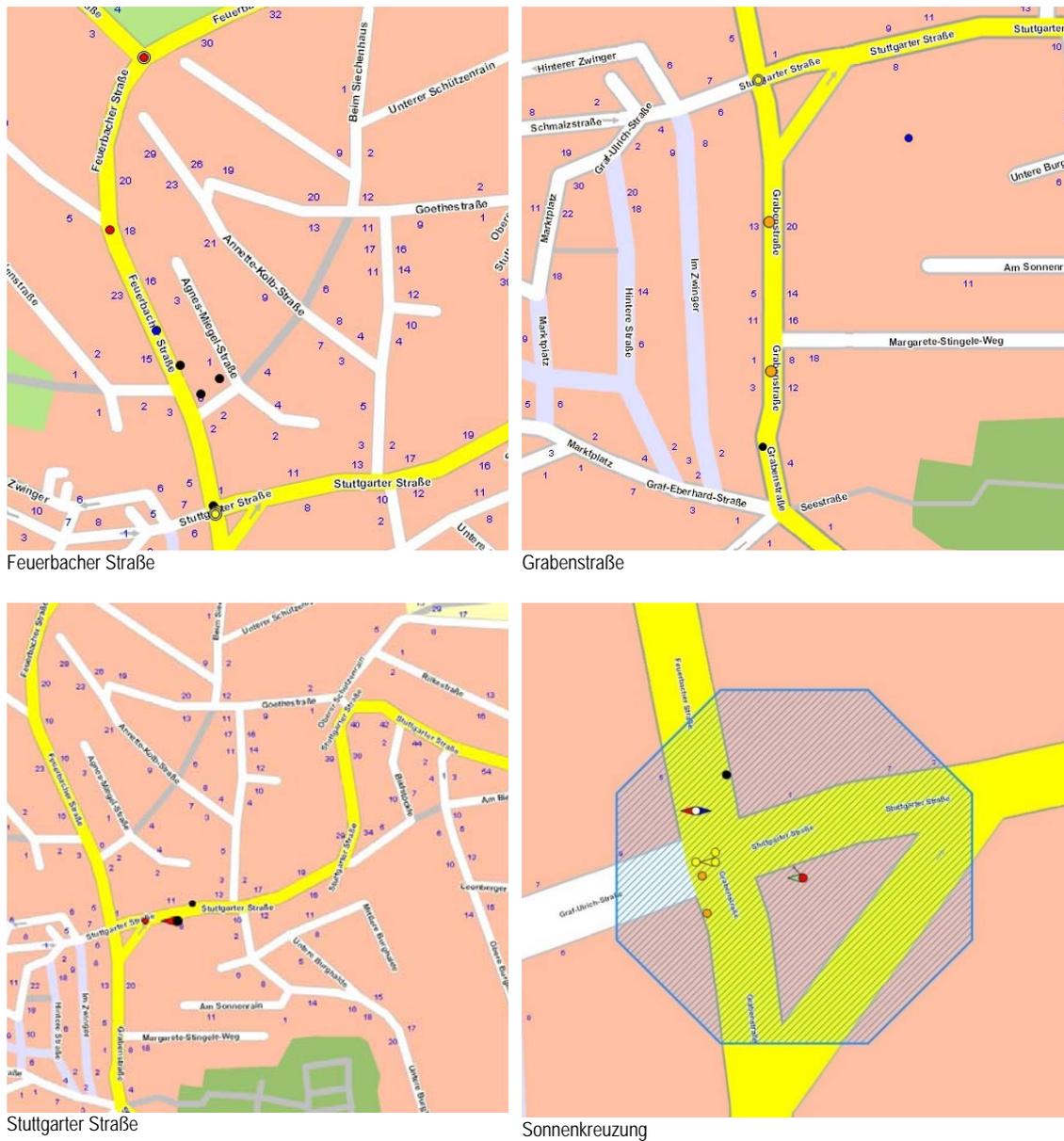


Abb. 2.2: Ausschnitte Elektronische Unfallsteckkarte (EUSKA)

Radverkehr

Die Radverkehrsführung wurde auf der Stuttgarter Straße, Grabenstraße und Feuerbacher Straße der Topografie folgend angelegt. Folgende Führungsformen sind derzeit vorhanden:

- Grabenstraße
 - in Richtung Bahnhofstraße: Schutzstreifen,
 - in Richtung Sonnenkreuzung: Gehweg mit dem Zusatz "Radfahrer frei".

- **Stuttgarter Straße**
 - In Richtung Goethestraße: Gehweg mit Zusatz "Radfahrer frei", ab der Straße Untere Burghalde gemeinsamer Geh- und Radweg,
 - In Richtung Sonnenkreuzung: Radfahrstreifen bis zur Goethestraße, Schutzstreifen von der Goethestraße bis kurz vor der Herderstraße, dann Führung im Mischverkehr und vorgezogene Aufstellbereiche am Knotenpunkt.
- **Feuerbacher Straße**
 - In Richtung Strohgäustraße: Mischverkehr,
 - In Richtung Sonnenkreuzung: Gehweg mit dem Zusatz "Radfahrer frei", der Radverkehr wird vor dem Knotenpunkt auf einen Radfahrstreifen geführt.

Um Aussagen zur Radverkehrsstärke tätigen zu können, wurde die Kfz-Knotenstromzählung, die im November 2018 mittels Videoaufzeichnung durchgeführt wurde, nachträglich für den Radverkehr mit folgendem Ergebnis ausgewertet:

- Die Spitzenstunde vormittags findet liegt zwischen 7.00 und 8.00 Uhr. In dieser Zeit passieren 42 Radfahrer den Knotenpunkt.
- Die Spitzenstunde nachmittags tritt zwischen 17.00 und 18.00 Uhr ein. In dieser Zeit passieren 50 Radfahrer den Knotenpunkt.
- Da der Radverkehr stärker als der Kfz-Verkehr ganztägig stärkeren Schwankungen unterliegt (z. B. Schüler-, Berufs- und Einkaufsverkehr), ist die Aussagekraft der Spitzenstunde nicht optimal. Daher wird der auftretende Radverkehr für den gesamten Tag (00.00 bis 24.00 Uhr) dargestellt. In diesem Zeitraum passieren 313 Radfahrer den Knotenpunkt.
- Mit 72 Radfahrern stellt der Geradeausverkehr von der Feuerbacher Straße in die Grabenstraße den stärksten Strom dar.
- Den zweitstärksten Strom (63 Radfahrer) stellt der Linksabbiegeverkehr der Graf-Ulrich-Straße in die Feuerbacher Straße dar.
- Die kleinsten und damit nachrangigsten Ströme sind der
 - Linksabbiegeverkehr von der Feuerbacher Straße in die Stuttgarter Straße (3 Radfahrer),
 - Linksabbiegeverkehr von der Grabenstraße in die Graf-Ulrich-Straße (4 Radfahrer),
 - Rechtsabbiegeverkehr von der Graf-Ulrich-Straße in die Grabenstraße (6 Radfahrer),
 - Rechtsabbiegeverkehr von der Stuttgarter Straße in die Feuerbacher Straße (9 Radfahrer).

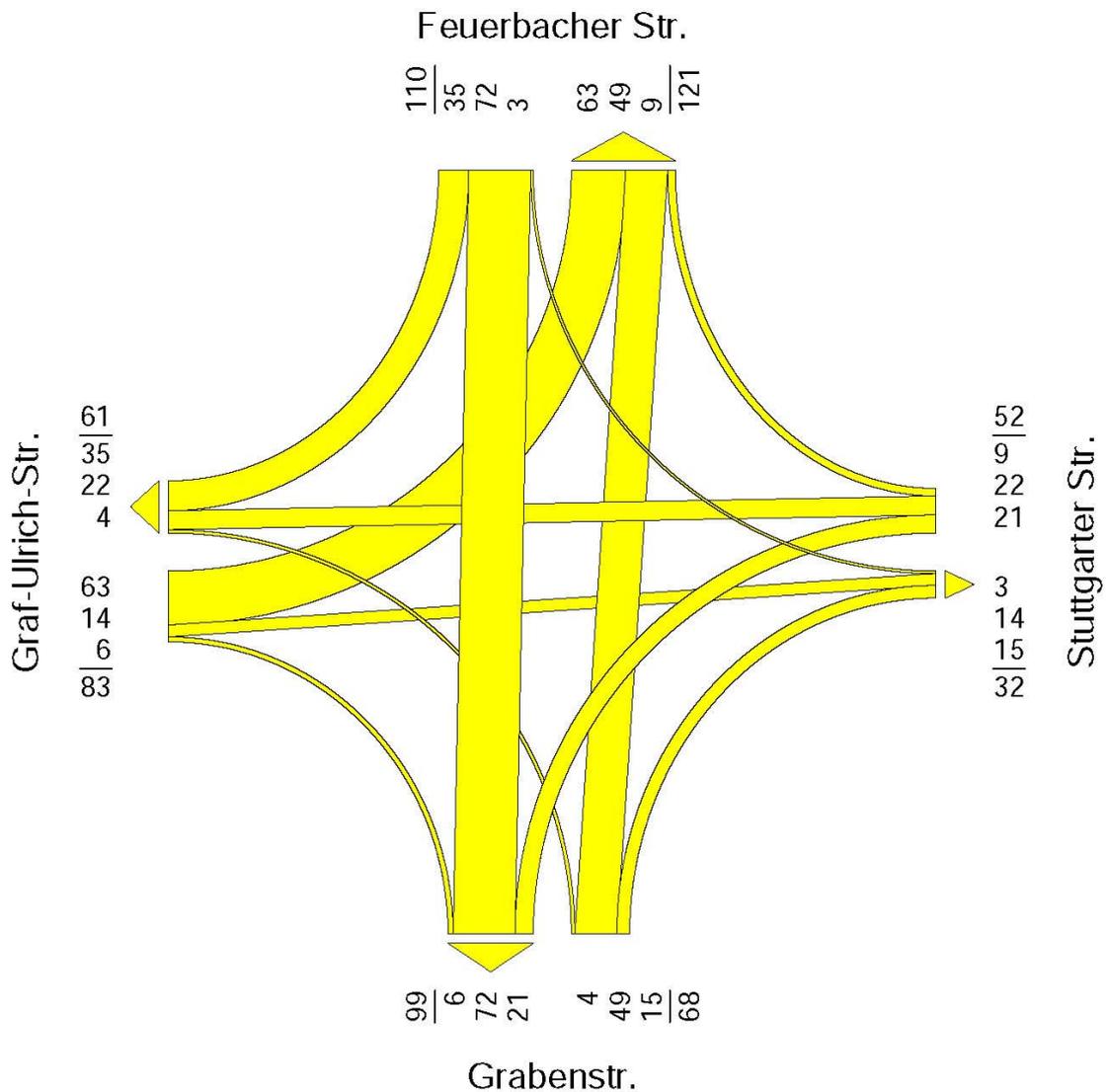


Abb. 2.3: Radverkehr – maßgebende Spitzenstunde Stuttgarter Straße/ Grabenstraße

Da die Videokamera bei der Erhebung aufgrund ihrer primären Ausrichtung auf die Erfassung des Kfz-Verkehrs nicht alle rechtsabbiegenden Radfahrer von der Grabenstraße in die Stuttgarter Straße (im Seitenraum) sicher erfassen konnte, wurde zusätzlich der Radverkehr am Knotenpunkt Grabenstraße/ Bahnhofstraße ausgewertet, um eine mögliche Differenz abzuleiten. Die auftretende Differenz ist auf verschiedene Ursachen zurückzuführen:

- Abbiegeverkehre in den Margarete-Stingele-Weg und auf das Sparkassengelände.
- Das Schieben des Fahrrads aufgrund der extremen Steigung die Grabenstraße bergauf. Diese Radfahrenden wurden bei der Auswertung nicht dem Radverkehr, sondern richtigerweise dem Fußverkehr zugeordnet.



Fußverkehr

An allen Zufahrten gibt es signalisierte Fußgängerfurten. Eine Ausnahme stellt die Querungsanlage an der Dreiecksinsel des Bypasses dar, die über den Rechtsabbieger der Grabenstraße führt.

ÖPNV

Der Knotenpunkt wird auf drei Zufahrten von Bussen befahren:

- Die vom Marktplatz kommenden Busse fahren aus der Zufahrt Graf-Ulrich-Straße in alle Richtungen.
- Die Busse aus der Feuerbacher Straße fahren geradeaus in die Grabenstraße.
- Die aus der Stuttgarter Straße kommenden Busse biegen nach links in die Grabenstraße ab.²

² DR. BRENNER INGENIEURGESELLSCHAFT MBH, Steuertechnische Unterlagen, Aalen 2014



3. LEISTUNGSFÄHIGKEITSNACHWEIS BESTAND

Der Leistungsfähigkeitsnachweis wird unter Anwendung der Berechnungsverfahren für Knotenpunkte mit Lichtsignalanlage des "Handbuches für die Bemessung von Straßenverkehrsanlagen" (HBS, Fassung 2015) geführt.³ Die rechen-technische Durchführung erfolgt mit dem "HBS Rechenprogramm" der Arbeitsgruppe Verkehrstechnik Prof. Dr.-Ing. habil. W. Schnabel (TU Dresden).

Die ausreichende Kapazität wird im Kfz-Verkehr gemäß HBS 2015 anhand der mittleren Wartezeiten nachgewiesen, die als Indikator für die Qualität des Verkehrsablaufs verwendet wird. Er stellt allerdings einen "theoretischen" Wert dar, der sich an der Spitzenstunde orientiert. Im realen Verkehrsablauf sind deshalb Abweichungen von diesen rechnerisch-statistisch ermittelten Werten möglich.

Zudem werden im HBS die Knotenpunkte als Signalanlage mit Festzeitsteuerung betrachtet. Verbesserungen der Leistungsfähigkeit, die durch eine verkehrabhängige Steuerung erzielt werden können, werden im Berechnungsverfahren des HBS nicht berücksichtigt.

Dieses Vorgehen dient vor allem dazu, den Verkehrsablauf an den Knotenpunkten für den bestehenden und zukünftigen Zustand auf der sicheren Seite zu vergleichen.

Tab. 3.1: Qualitätsstufen nach HBS für Knotenpunkte mit Lichtsignalanlage

QSV	Mittlere Wartezeit [s]	Qualität des Verkehrsablaufes
A	< 20	Die Mehrzahl der Verkehrsteilnehmer kann nahezu ungehindert den Knotenpunkt passieren. Die Wartezeiten sind sehr gering.
B	< 35	Alle während der Sperrzeit ankommenden Verkehrsteilnehmer können in der nachfolgenden Freigabezeit weiterfahren. Die Wartezeiten sind kurz.
C	< 50	Nahezu alle während der Sperrzeit ankommenden Verkehrsteilnehmer können in der nachfolgenden Freigabezeit weiterfahren. Die Wartezeiten sind spürbar. Beim Kraftfahrzeugverkehr tritt im Mittel nur geringer Stau am Ende der Freigabezeit auf.
D	< 70	Im Kraftfahrzeugverkehr ist ständiger Reststau vorhanden. Die Wartezeiten für alle Verkehrsteilnehmer sind beträchtlich. Der Verkehrszustand ist noch stabil.
E	< 100	Die Verkehrsteilnehmer stehen in erheblicher Konkurrenz zueinander. Im Kraftfahrzeugverkehr stellt sich ein allmählich wachsender Stau ein. Die Wartezeiten sind sehr lang. Die Kapazität wird erreicht.
F	> 100	Die Nachfrage ist größer als die Kapazität. Die Fahrzeuge müssen bis zu ihrer Abfertigung mehrfach vorrücken. Der Stau wächst stetig. Die Wartezeiten sind extrem lang. Die Anlage ist überlastet.

³ FORSCHUNGSGESELLSCHAFT FÜR STRASSEN- UND VERKEHRSWESEN, Handbuch für die Bemessung von Straßenverkehrsanlagen, Ausgabe 2015, Fassung 2015 (HBS 2015), Köln 2015



3.1 Leistungsfähigkeitsnachweis im Bestand

Mit den von der Stadt Leonberg zu Verfügung gestellten signaltechnischen Unterlagen mit Stand 2018 wurde die Leistungsfähigkeit des Knotenpunkts Stuttgarter Straße/ Feuerbacher Straße beurteilt. Die Knotenstromzählungen, führte die Firma GEOVISTA GmbH am Donnerstag, den 15. November 2018 mit Videotechnik am Knotenpunkt Feuerbacher Straße/ Stuttgarter Straße durch und wurden bereits in einem Gutachten vom Planungsbüro Richter-Richard im Dezember des Jahres 2018 ausgewertet.⁴

Die Spitzenstunde tritt am Nachmittag zwischen 16.30 und 17.30 Uhr auf. Die Verkehrsstärke, die den Knotenpunkt innerhalb dieser Stunde passiert, liegt bei 2.150 Kfz/h. Der SV-Anteil beträgt 5,4 %. Die stärksten Ströme sind der Strom von der Grabenstraße zur Feuerbacher Straße (580 Kfz/h) und von der Feuerbacher Straße zur Grabenstraße (603 Kfz/h). Die Verkehrsströme in die Graf-Ulrich-Straße weisen mit weniger als 50 Kfz/h die geringsten Verkehrsstärken auf.

Tab. 3.2: Knotenbelastung Stuttgarter Straße/ Feuerbacher Straße

Von	Nach		Nachmittagsspitze		
			Kfz/h	SV/h	SV-Anteil [%]
Grabenstraße	Graf-Ulrich-Straße	links/	0	0	0
	Feuerbacher Straße	gerade/	580	29	5,0
	Stuttgarter Straße	rechts	218	12	5,5
Graf-Ulrich-Straße	Feuerbacher Straße	links/	40	4	10,0
	Stuttgarter Straße	gerade/	31	0	0
	Grabenstraße	rechts	53	3	5,7
Feuerbacher Straße	Stuttgarter Straße	links/	97	6	6,2
	Grabenstraße	gerade/	603	30	5,0
	Graf-Ulrich-Straße	rechts	47	1	2,1
Stuttgarter Straße	Grabenstraße	links/	306	22	7,2
	Graf-Ulrich-Straße	gerade/	35	0	0
	Feuerbacher Straße	rechts	140	8	5,7
Knotenbelastung			2.150	115	5,4

Für die Berechnung der Leistungsfähigkeit der Lichtsignalanlage werden folgende Rahmenbedingungen berücksichtigt:

- Für die betrachtete Spitzenstunde ist Signalprogramm 3 maßgebend: 3-Phasen-Festzeit-Steuerung, Zwischenzeit 18 Sekunden, Umlaufzeit 120 Sekunden:
 - Phase 1: Freigabe Feuerbacher Straße, Grabenstraße,
 - Phase 2: Freigabe Graf-Ulrich-Straße,
 - Phase 3: Freigabe Stuttgarter Straße.
- Die Ermittlung der Sättigungsverkehrsstärke der Einzelströme erfolgt über Angleichungsfaktoren für den Schwerverkehrsanteil sowie Abbiegehalbmesser gemäß HBS 2015.

⁴ PLANUNGSBUERO RICHTER-RICHARD, Einschätzung Kreisverkehrsvarianten für den Knotenpunkt Stuttgarter Straße/ Grabenstraße, Aachen 2018

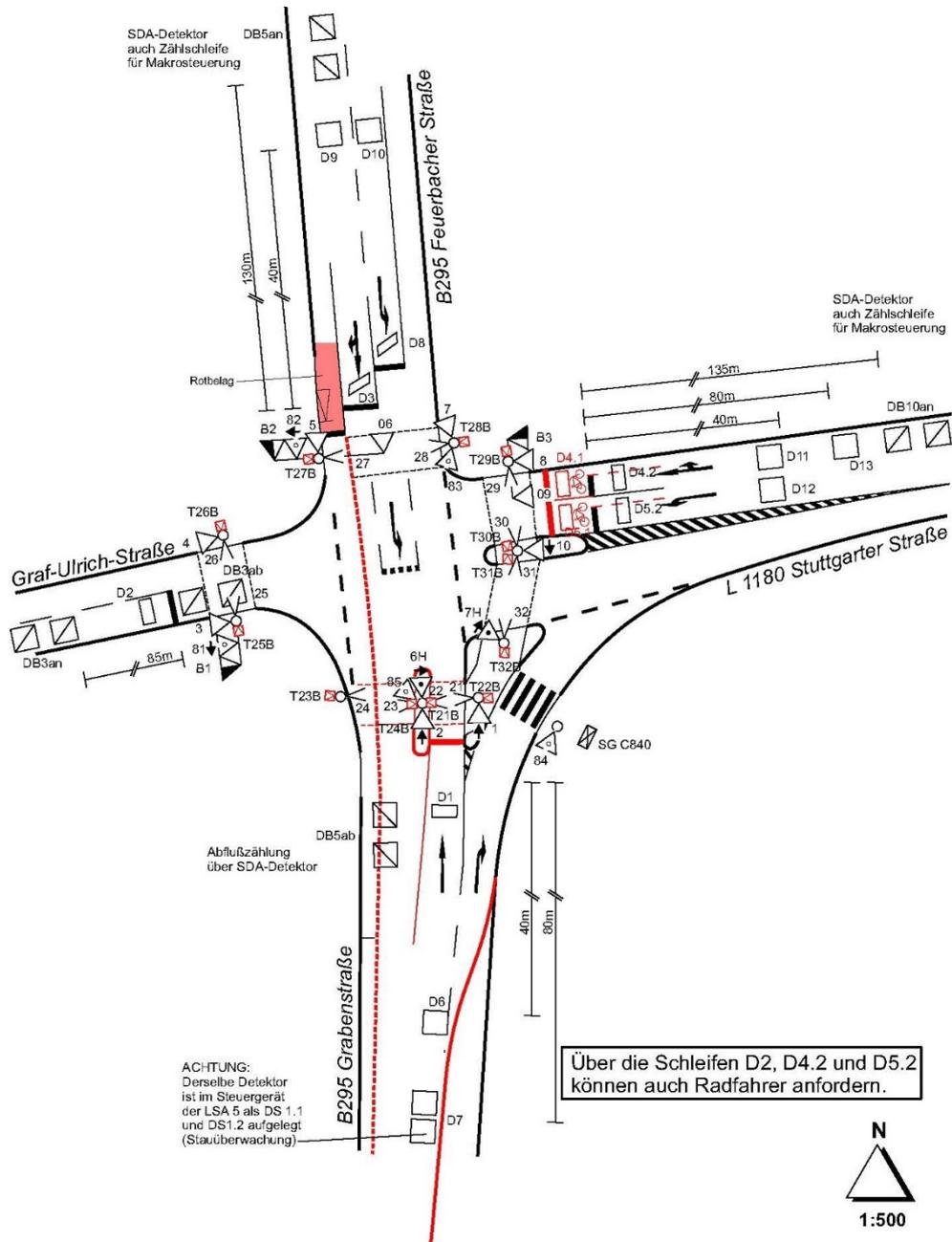


Abb. 3.1: Signallageplan Stuttgarter Straße/ Feuerbacher Straße (Quelle: Stadt Leonberg)

Tab. 3.3: Leistungsfähigkeit Stuttgarter Straße/ Feuerbacher Straße – Bestand

Signalgruppe	Fahstreifen (Straße)	Auslastung [-]	Mittlere Wartezeit [s]	QSV	I _{stau} [m]
1	L – Feuerbacher Straße	0,523	62,7	D	44
1	GR – Feuerbacher Straße	0,957	121,1	E	300
1	G – Grabenstraße	0,823	53,0	D	175
1	R – Grabenstraße	0,311	26,6	B	54
2	LGR – Graf-Ulrich-Straße	0,423	48,7	C	47
3	L – Stuttgarter Straße	0,725	58,0	D	55
3	GR – Stuttgarter Straße	0,445	44,4	C	59
Gesamtqualität				E	
Knotensumme (gewichtete Mittelwerte)		0,601	66,8		

Die mittlere Wartezeit liegt für den gesamten Knotenpunkt bei 66,8 Sekunden. Der Verkehrsablauf entspricht einer Qualitätsstufe (QSV) von E. Die Leistungsfähigkeit des Knotenpunkts ist somit bereits mit der derzeitigen Verkehrsstärke nicht mehr gewährleistet. Es besteht Handlungsbedarf. Problematisch ist vor allem die Zufahrt Feuerbacher Straße. Auch der Linksabbieger der Stuttgarter Straße und der Geradeausfahrstreifen der Grabenstraße zeigen erhebliche Schwächen.

Zusammenfassung der Berechnungen

Die Berechnung der Leistungsfähigkeit für die Bestandssituation haben gezeigt, dass der LSA-regelte Knotenpunkt mit der Qualitätsstufe des Verkehrsablaufs von E nicht mehr ausreichend leistungsfähig ist. Es kommt zu regelmäßigen Staus und langen Wartezeiten. Vor allem die Feuerbacher Straße zeigt deutliche Probleme. Mit steigender Verkehrsbelastung werden im Jahr 2030, zusätzlich zur Feuerbacher Straße, auch der Geradeausfahrstreifen der Grabenstraße und der Linksabbiegefahrstreifen der Stuttgarter Straße nicht mehr leistungsfähig sein. Der gesamte Knoten weist mit der Prognoseverkehrsstärke die Qualitätsstufe F auf.

3.2 Leistungsfähigkeitsnachweis Planfall Kreisverkehr

Um vorab einschätzen zu können, wie sich ein Ausbau dieses Knotenpunkts zu einem Kreisverkehr auswirkt, soll für diesen Planfall die Leistungsfähigkeit bestimmt werden. Angenommen wird ein kleiner Kreisverkehr mit einem Durchmesser von 30,0 m. Dieser Wert liegt über dem Wert im vorlaufenden Kurzgutachten, da sich durch den Umbau auf dem Areal der Sparkasse und den Abriss des Hotels Sonne eine größere nutzbare Fläche ergibt.

Die Zielvorgaben sind eine mittlere Wartezeit von 45 Sekunden und die Qualitätsstufe D. Für die Berechnung der Leistungsfähigkeit des Kreisverkehrs werden folgende Randbedingungen berücksichtigt:

- Aufgrund der Beobachtungen vor Ort, der Lage der Bushaltestelle, Stadtparkasse und des Einzelhandels als Zielpunkte wird die Fußgängerverkehrsstärke auf den einzelnen Knotenpunktarmen wie folgt angenommen:

- Grabenstraße: 250 Fg/h,
 - Stuttgarter Straße: 150 Fg/h,
 - Feuerbacher Straße: 150 Fg/h,
 - Graf-Ulrich-Straße: 250 Fg/h,
- sowohl ein Fahrstreifen in der Zufahrt als auch im Kreis,
 - Verwendung der Aufschlüsselung nach Fahrzeugarten, jedoch ohne genaue Differenzierung des Schwerverkehrs,
 - die Radverkehrsstärke bestimmt die Spitzenstunde, die eine halbe Stunde vorher beginnt als die des Kfz-Verkehrs.

Tab. 3.4: Leistungsfähigkeit Kreisverkehr Stuttgarter Straße/ Feuerbacher Straße

Zufahrt	Kapazität [Fz/h]	Kapazitätsreserve [Fz/h]	Mittlere Wartezeit [s]	QSV
Zufahrt 1: Grabenstraße	942	140	24,1	C
Zufahrt 2: Stuttgarter Straße	643	157	22,3	C
Zufahrt 3: Feuerbacher Straße	869	105	31,0	D
Zufahrt 4: Graf-Ulrich-Straße	392	252	14,2	B
Erreichbare Qualitätsstufe QSV _{ges}				D

Das Ergebnis der Leistungsfähigkeitsberechnung zeigt, dass der Kreisverkehr mit einer Qualitätsstufe von D die Kfz-Verkehrsmenge aufnehmen kann. Diese Qualitätsstufe ergibt sich ausschließlich für die Feuerbacher Straße. Für die Graf-Ulrich-Straße gilt hingegen die Qualitätsstufe B.

Im HBS findet die Steigung der Knotenpunktzufahrten bei der Berechnung der Leistungsfähigkeit eines Kreisverkehrs keine Berücksichtigung. Durch eine verringerte Einsehbarkeit durch die Kuppenlage und mögliche Anfahrschwierigkeiten sind Beeinträchtigungen im Verkehrsfluss und somit weitere Einbußen in der Leistungsfähigkeit nicht auszuschließen. Die berechnete QSV-Stufe gilt deshalb nur unter Vorbehalt.

Bei einem weiter ansteigenden Kfz-Verkehr verschlechtert sich die Leistungsfähigkeit zunehmend.

4. LEISTUNGSFÄHIGKEITSNACHWEIS PROGNOSE

4.1 Berechnung Prognoseverkehrsstärke

Der Knotenpunkt soll zukünftig auftretende Verkehrsmengen aufnehmen können. Aus diesem Grund wird die Verkehrsstärke auf die Prognosehorizonte 2025 und 2030 hochgerechnet. Bis zum Jahr 2025 wird von einer Zunahme des Kfz-Verkehrs von insgesamt 6 % (jährlich 1 %) ausgegangen. Daraus ergeben sich folgende Verkehrsstärken:

Tab. 4.1: Prognoseverkehrsstärke Stuttgarter Straße/ Feuerbacher Straße für das Jahr 2025

Von	Nach		Nachmittagsspitze		
			Kfz/h	SV/h	SV-Anteil [%]
Grabenstraße	Graf-Ulrich-Straße	links/	0	0	0
	Feuerbacher Straße	gerade/	615	31	5,0
	Stuttgarter Straße	rechts	231	13	5,6
Graf-Ulrich-Straße	Feuerbacher Straße	links/	42	4	10,0
	Stuttgarter Straße	gerade/	33	0	0
	Grabenstraße	rechts	56	3	5,4
Feuerbacher Straße	Stuttgarter Straße	links/	103	6	5,8
	Grabenstraße	gerade/	639	32	5,0
	Graf-Ulrich-Straße	rechts	50	1	2,0
Stuttgarter Straße	Grabenstraße	links/	324	23	7,1
	Graf-Ulrich-Straße	gerade/	37	0	0
	Feuerbacher Straße	rechts	148	9	6,1
Knotenbelastung			2.278	122	5,7

Bis zum Jahr 2030 wird mit einer weiteren Zunahme von 5,0 % gerechnet. Die Berechnung der Prognoseverkehrsstärke für 2030 wird ausgehend von den Prognosewerten 2025 berechnet. Diese entsprechen den nachstehenden Werten:

Tab. 4.2: Prognoseverkehrsstärke Stuttgarter Straße/ Feuerbacher Straße für das Jahr 2030

Von	Nach		Nachmittagsspitze		
			Kfz/h	SV/h	SV-Anteil [%]
Grabenstraße	Graf-Ulrich-Straße	links/	0	0	0
	Feuerbacher Straße	gerade/	646	32	5,0
	Stuttgarter Straße	rechts	243	13	5,4
Graf-Ulrich-Straße	Feuerbacher Straße	links/	45	5	10,0
	Stuttgarter Straße	gerade/	35	0	0
	Grabenstraße	rechts	59	3	5,1
Feuerbacher Straße	Stuttgarter Straße	links/	108	7	6,5
	Grabenstraße	gerade/	671	33	4,9
	Graf-Ulrich-Straße	rechts	52	1	1,9
Stuttgarter Straße	Grabenstraße	links/	341	25	7,3
	Graf-Ulrich-Straße	gerade/	39	0	0
	Feuerbacher Straße	rechts	156	9	5,8
Knotenbelastung			2.395	128	5,8

4.2 Leistungsfähigkeit der Bestandssituation

Mit den Prognoseverkehrsstärken wird die Leistungsfähigkeit des bestehenden Knotenpunkts für die Jahre 2025 und 2030 berechnet.

Für das Jahr 2025 wird eine mittlere Wartezeit von 71,6 Sekunden ermittelt. Der Verkehrsablauf entspricht der schlechtesten Qualitätsstufe (F). Die Leistungsfähigkeit des Knotenpunkts ist somit nicht mehr gewährleistet. Problematisch sind vor allem die beiden Fahrstreifen der Feuerbacher Straße. Alle übrigen Zufahrten können noch leistungsfähig abgewickelt werden.

Tab. 4.3: Leistungsfähigkeit Knoten Stuttgarter Straße/ Feuerbacher Straße Prognose 2025

Signalgruppe	Fahrstreifen (Straße)	Auslastung [-]	Mittlere Wartezeit [s]	QSV	Istau [m]
1	L – Feuerbacher Straße	0,613	72,3	E	49
1	GR – Feuerbacher Straße	1,014	176,6	F	387
1	G – Grabenstraße	0,873	67,5	D	214
1	R – Grabenstraße	0,329	26,9	B	61
2	LGR – Graf-Ulrich-Straße	0,447	49,4	C	50
3	L – Stuttgarter Straße	0,766	63,3	D	62
3	GR – Stuttgarter Straße	0,472	45,2	C	63
Gesamtqualität				F	
Knotensumme (gewichtete Mittelwerte)		0,645	71,6		

Für das Jahr 2030 ergibt sich eine mittlere Wartezeit von voraussichtlich 86,0 Sekunden. Die Qualitätsstufe des Verkehrsablaufs liegt bei F. Der Geradeausfahrstreifen der Grabenstraße und der Linksabbiegefahrstreifen der Stuttgarter Straße erreicht nur noch die Qualitätsstufe E. Die Leistungsfähigkeit des Knotenpunkts würde sich somit im Vergleich zum Jahr 2025 weiter verschlechtern.

Tab. 4.4: Leistungsfähigkeit Knoten Stuttgarter Straße/ Feuerbacher Straße Prognose 2030

Signalgruppe	Fahrstreifen (Straße)	Auslastung [-]	Mittlere Wartezeit [s]	QSV	Istau [m]
1	L – Feuerbacher Straße	0,709	89,0	E	56
1	GR – Feuerbacher Straße	1,06	227,4	F	462
1	G – Grabenstraße	0,917	91,0	E	257
1	R – Grabenstraße	0,346	27,3	B	64
2	LGR – Graf-Ulrich-Straße	0,475	50,4	D	53
3	L – Stuttgarter Straße	0,809	71,2	E	65
3	GR – Stuttgarter Straße	0,492	45,8	C	71
Gesamtqualität				F	
Knotensumme (gewichtete Mittelwerte)		0,687	86,0		

Mit den prognostizierten Verkehrsstärken für die Jahre 2025 und 2030 ist der derzeitige Ausbauzustand nicht mehr leistungsfähig.

4.3 Leistungsfähigkeitsnachweis im Planfall

Die Ergebnisse der Leistungsfähigkeitsberechnungen mit den Prognoseverkehrsstärken im Planfall zeigen, dass auch der Umbau zu einem Kreisverkehr nur noch die Qualitätsstufe E erreicht und damit die Kfz-Verkehrsmengen nicht mehr aufnehmen kann. Diese Qualitätsstufe ergibt sich für das Jahr 2025 nur auf der Feuerbacher. Bis zum Jahr 2030 erreicht auch die Grabenstraße nur noch die Qualitätsstufe E. Unter Berücksichtigung von weiteren Leistungsfähigkeitseinbußen aufgrund der Steigungsverhältnisse ist ein Kreisverkehr zukünftig bei nicht mehr tragfähig.

Tab. 4.5: Leistungsfähigkeit Kreisverkehr Stuttgarter Straße/ Feuerbacher Straße 2025

Zufahrt	Kapazität [Fz/h]	Kapazitätsreserve [Fz/h]	Mittlere Wartezeit [s]	QSV
Zufahrt 1: Grabenstraße	934	84	36,2	D
Zufahrt 2: Stuttgarter Straße	617	106	31,9	D
Zufahrt 3: Feuerbacher Straße	856	46	53,3	E
Zufahrt 4: Graf-Ulrich-Straße	350	202	17,8	B
Erreichbare Qualitätsstufe QSV _{ges}				E

Tab. 4.6: Leistungsfähigkeit Kreisverkehr Stuttgarter Straße/ Feuerbacher Straße 2030

Zufahrt	Kapazität [Fz/h]	Kapazitätsreserve [Fz/h]	Mittlere Wartezeit [s]	QSV
Zufahrt 1: Grabenstraße	927	34	59,5	E
Zufahrt 2: Stuttgarter Straße	590	76	42,0	D
Zufahrt 3: Feuerbacher Straße	852	2	89,1	E
Zufahrt 4: Graf-Ulrich-Straße	318	161	22,3	C
Erreichbare Qualitätsstufe QSV _{ges}				E

Zusammenfassung der Berechnungen

Bei der Berechnung der Leistungsfähigkeit für einen Kreisverkehr ergibt sich mit der derzeitigen Verkehrsstärke die Qualitätsstufe D, wobei nur die Feuerbacher Straße diese noch akzeptable Qualitätsstufe aufweist. Sie würde sich zukünftig zur Qualitätsstufe E verschlechtern. Im Jahr 2030 gilt diese Qualitätsstufe sowohl für die Feuerbacher als auch für die Grabenstraße. Der Kreisverkehr ist bezüglich der Leistungsfähigkeit im Bestand und auch mit der Prognoseverkehrsstärke besser als der konventionelle Knotenpunkt. Unter Berücksichtigung der weiteren oben aufgeführten, leistungsfähigkeitseinschränkenden Rahmenbedingungen ist die Qualitätsstufe kritischer zu bewerten.

5. PRÜFUNG FÜHRUNGSFORMEN RADVERKEHR

5.1 Rechtliche Grundlagen

Die rechtlichen Grundlagen für die Prüfung der Führungsformen bilden die Straßenverkehrsordnung (StVO), die Verwaltungsvorschrift zur Straßenverkehrsordnung (VwV-StVO) sowie ergänzende technische Richtlinien und Empfehlungen. Hierzu zählen die Richtlinie für die Anlage von Stadtstraßen (RASt) und die Empfehlungen für Radverkehrsanlagen (ERA). Für Knotenpunkte sind die Richtlinien für Lichtsignalanlagen (RiLSA) relevant. Hierbei ist die Hierarchie der verschiedenen Normen einzuhalten. Die Straßenverkehrsverordnung (StVO) steht dabei auf der obersten Ebene, gefolgt von der Verwaltungsvorschrift zur Straßenverkehrsverordnung (VwV-StVO) und als unterste Ebene die Richtlinien und technischen Regelwerke.

Straßenverkehrsordnung (StVO)

Die Straßenverkehrsordnung als zentrale Norm zur Regelung des Straßenverkehrs ist allgemeinverbindlich und richtet sich in erster Linie an die Verkehrsteilnehmer. In § 2, Absatz 4 wird ausgeführt, dass mit Fahrrädern einzeln hintereinandergefahren werden muss und nur nebeneinander gefahren werden darf, wenn der Verkehr nicht behindert wird. Eine Radwegbenutzungspflicht besteht nur dann, wenn das Zeichen 237, 240 oder 241 angeordnet ist.

§ 45, Absatz 9, Satz 2 definiert, dass "insbesondere Beschränkungen und Verbote des fließenden Verkehrs nur angeordnet werden, wenn auf Grund der besonderen örtlichen Verhältnisse eine Gefahrenlage besteht, die das allgemeine Risiko einer Beeinträchtigung der in den vorstehenden Absätzen genannten Rechtsgüter erheblich übersteigt". Eine Radwegbenutzungspflicht ist somit ausschließlich zur Wahrung und Erhöhung der Sicherheit anzuordnen. Fehlt diese Grundlage, ist die Straßenverkehrsbehörde zu beauftragen, die Radwegbenutzungspflicht entsprechend zurückzunehmen.

Verwaltungsvorschrift zur Straßenverkehrsordnung (VwV-StVO)

Die VwV-StVO konkretisiert die Vorgaben der StVO. Gemäß § 2 Abs.4 S.2 StVO IV. Rn.29 ist die "Straßenverkehrsbehörde, die Straßenbaubehörde sowie die Polizei gehalten, bei jeder sich bietenden Gelegenheit Radverkehrsanlagen auf ihre Zweckmäßigkeit hin zu prüfen".

Zusätzlich werden in der Verwaltungsvorschrift weitergehende Bedingungen und bauliche Anforderungen für Radverkehrsanlagen und deren Benutzungspflicht definiert, hauptsächlich zum Flächenbedarf für den Fußverkehr (VwV zu § 2 Abs.4 Satz 2 Rn.9) und zu den Mindest- und Regelbreiten sowie den Führungsformen (VwV zu § 2 Abs.4 Satz 2 Rn.13 ff.).

Richtlinien und Technische Regelwerke

Richtlinien und Technische Regelwerke stellen keine bindenden Vorgaben dar, können aber als Anhaltspunkte für den Stand der Technik verwendet werden.

Die Regelwerke (RASt, RiLSA und ERA) sollen einerseits für die baulichen Anforderungen an die Radverkehrsanlagen angewendet und andererseits zur Beurteilung herangezogen werden,

wann eine Trennung des Rad- und Kfz-Verkehrs aus Sicherheitsgründen geboten und eine Radwegbenutzungspflicht angezeigt werden sollte.

Bei der Verwendung von Regelwerken ist die Hierarchie der Rechtsgrundlagen zu beachten. Treten Abweichungen auf, haben konkrete Angaben aus den übergeordneten Normen wie der StVO und der VwV-StVO Vorrang gegenüber den oben genannten Regelwerken. Dies betrifft u.a. die Mindestbreiten für bauliche Radwege.

5.2 Lichte Breite Radverkehrsanlagen

Die lichte Breite einer Radverkehrsanlage (baulich angelegter Radweg, Radfahrstreifen, getrennter Geh- und Radweg) ist in VwV-StVO zu § 2 Absatz 4 Satz 2 Nr. II 2a) Rn.17 ff als "befestigter Verkehrsraum mit Sicherheitsraum" definiert. Der Sicherheitsraum sollte durchgehend frei von Hindernissen sein und somit unbedingt niveaugleich zum Verkehrsraum ausgebildet werden, damit er im Notfall bedenkenlos überfahren werden kann. Der Verkehrsraum sollte gemäß Kapitel 4.6 der RASSt mindestens 1,00 m betragen (absolutes Mindestmaß), der Sicherheitsraum zu Hindernissen, wie z.B. Gebäuden, Verkehrseinrichtungen oder Verkehrsräume des Fußverkehrs, jeweils 0,25 m. Daraus ergibt sich die in der VwV-StVO geforderte lichte Breite von 1,50 m.

Die in der VwV-StVO genannten Mindestmaße ermöglichen kein gegenseitiges Überholen von Fahrrädern auf dem Radweg. Bei einem erhöhten Radverkehrsaufkommen sind höhere lichte Breiten entsprechend der VwV-StVO zu § 2 Abs. 4 Satz 2 Nr. II. 2. Rn 17 anzusetzen. In diesem Fall sind die "möglichst"-Werte der VwV-StVO oder die Maße der ERA maßgebend, die i.d.R. oberhalb der Mindestwerte der StVO liegen.

Wird eine benutzungspflichtige Radverkehrsanlage unmittelbar an Längsparkständen oder am Fahrbahnrand entlanggeführt, soll zu dieser Seite gemäß Kapitel 4.6 der RASSt ein größerer Sicherheitsabstand zu den Parkständen bzw. zur Borsteinkante eingehalten werden, um so das Gefahrenpotenzial beim Öffnen von Autotüren zu verringern.

Bei einer Führung entlang von Längsparkständen erhöhen sich die Breiten benutzungspflichtiger Radwege um 0,50 m. Werden die benutzungspflichtigen Radwege ohne Parkstände längs zur Fahrbahn auf dem Bordstein geführt, sind die Breiten um 0,25 m zu erhöhen. Entlang von Senkrechtparkständen wird ein Fahrzeugüberhang von 0,70 m angenommen, so dass sich auch die lichte Breite der Radverkehrsanlage um 0,70 m erhöht.

- Lichte Breite:
 - Einrichtungsrweg (baulich angelegter Radweg) mindestens 1,50 m,
 - Radfahrstreifen 1,50 m,
 - Radspur eines getrennten Geh- und Radweges mindestens 1,50 m,
 - Zweirichtungsrweg mindestens 2,0 m,
 - Gemeinsamer Geh- und Radweg
 - innerorts 2,50 m,
 - außerorts 2,00 m.

Die empfohlen Mindestbreiten der ERA entsprechen größtenteils den Vorgaben der VwV-StVO. Folgende Abweichungen treten jedoch auf:

- Einrichtungsradweg (baulich angelegter Radweg) mindestens 1,60 m,
- Radfahrstreifen mindestens 1,85 m,
- Radspur eines getrennten Geh- und Radweges mindestens 1,60 m.

Die Mindestbreiten der VwV-StVO sind zwingend einzuhalten. Es wird jedoch empfohlen, sofern möglich, die Mindestbreiten der ERA zu gewährleisten. Im besten Fall sollten die Regelbreiten nach ERA eingehalten werden.

5.3 Prüfkriterien

Die Frage nach einer geeigneten Führungsform für den Radverkehr hängt insbesondere von der Stärke und der zulässigen Höchstgeschwindigkeit des Kfz-Verkehrs ab. Auch die Steigung sowie das Schwerverkehrsaufkommen haben Einfluss auf die Führungsform des Radverkehrs.

Zur Beurteilung der bestehenden Führungsform können zusätzlich noch die Beschaffenheit der Fahrbahnoberfläche, das Unfallaufkommen sowie die Bedeutung der Achsen im Netzzusammenhang betrachtet werden.

Netzbedeutung der Straßen

Die Stadt Leonberg hat im Jahr 2013 ein Radverkehrskonzept erarbeitet, das eine Bestandsanalyse, die Entwicklung eines Radverkehrsnetzes und ein entsprechendes Handlungskonzept enthält.

Die Grabenstraße, die Feuerbacher Straße und die Stuttgarter Straße wurden in der Netzkonzeption als Haupttrouten ausgewiesen. Diese zeichnen sich durch eine möglichst schnelle und direkte, lückenlose Verbindung zwischen quantitativ bedeutsamen Quellen mit wichtigen Zielen aus. Das Haupttroutennetz bewältigt einen Großteil des gesamten Alltags- und Freizeitverkehrs, so dass ein hohes Maß an Sicherheit und Attraktivität für den Radverkehr erforderlich ist.

Eine sichere und attraktive Führung des Radverkehrs hat somit eine besonders hohe Bedeutung.

Verkehrsstärke und Zusammensetzung Kfz-Verkehr

Die im November 2018 durchgeführte Verkehrserhebung über den Zeitraum von 00.00 bis 24.00 Uhr hat auf den drei zu untersuchenden Straßen folgenden Verkehrsstärken im Querschnitt ergeben:

- Grabenstraße: 22.756 Kfz/24 Std.
- Feuerbacher Straße: 19.931 Kfz/24 Std.
- Stuttgarter Straße: 10.705 Kfz/24 Std.

In der maßgebenden Spitzenstunde zwischen 16.30 und 17.30 Uhr wurden folgende Verkehrsmengen im Querschnitt erhoben:



- Grabenstraße: 1.760 Kfz/Std.
- Feuerbacher Straße: 1.507 Kfz/Std.
- Stuttgarter Straße: 827 Kfz/Std.

Das Schwerverkehrsaufkommen liegt am gesamten Knotenpunkt bei 5,0 %. Auf die einzelnen Zufahrten verteilt sich der Schwerverkehr wie folgt:

- Grabenstraße: 96 Fzg./Std. (5,5 %),
- Feuerbacher Straße: 78 Fzg./Std. (5,2 %)
- Stuttgarter Straße: 48 Fzg./Std. (5,8 %).

Zulässige Höchstgeschwindigkeit

Auf der Grabenstraße sowie der Feuerbacher Straße ist seit November 2018 aus Lärmschutzgründen eine zulässige Höchstgeschwindigkeit von 30 km/h angeordnet. Auf der Stuttgarter Straße beträgt die zulässige Höchstgeschwindigkeit 50 km/h.

Steigung

Die Sonnenkreuzung ist durch die Kuppenlage topografisch gesehen problematisch. Die Grabenstraße weist mit im Mittel 7,4 % eine relativ große Steigung auf, so dass der Knotenpunkt von Süden kommend nicht mehr eingesehen werden kann. Die Feuerbacher Straße führt mit einer Steigung von ca. 2,8 % auf die Sonnenkreuzung zu. Die Stuttgarter Straße führt hingegen über den Höhenrücken, wodurch sich unterschiedliche Längsneigungen im Straßenverlauf (zwischen 3 und 10 %) ergeben.⁵

Sofern aus Platzgründen die Einrichtung von Radverkehrsanlagen nur in eine Fahrtrichtung möglich ist, übernimmt die Topografie die entscheidende Rolle für die Führung des Radverkehrs. Aufgrund der hohen Geschwindigkeiten nahe denen des Kfz-Verkehrs sollte bergab der Radverkehr, auch zum Schutz des Fußverkehrs, eher auf der Fahrbahn geführt werden. Bergauf sollte der langsamere und teilweise schwankende Radverkehr ausreichenden Platz erhalten.

Zusammenfassung Kriterien

Die zuvor dargestellten Kriterien werden für die drei Straßen abschließend zusammengefasst.

Tab. 5.1: Zusammenfassung Prüfkriterien Radverkehrsführung

Kriterien/ Straße	Grabenstraße	Feuerbacher Straße	Stuttgarter Straße
zul. Höchstgeschwindigkeit [km/h]	30	30	50
Verkehrsstärke [Kfz/h]	1.760	1.507	827
SV-Anteil	5,5 %	5,2 %	5,8 %
Steigung	im Mittel 7,4 %	im Mittel 2,8 %	im Streckenverlauf 3-10 %

⁵ GAUSS + LÖRCHER Ingenieurtechnik GmbH, "Ausbau Grabenstraße" und "Umbau Stuttgarter Straße", Rottenburg 2014 und 2008

Netzbedeutung	Hauptroute	Hauptroute	Hauptroute
---------------	------------	------------	------------

5.4 Empfehlung geeignete Führungsform und Handlungskonzept

Nach den Empfehlungen für Radverkehrsanlagen (ERA) können die Streckenabschnitte im Gesamtnetz vier verschiedenen Belastungsbereichen zugeordnet werden. Die Zuordnung bildet eine Entscheidungshilfe bei der Vorauswahl geeigneter Führungsformen. Die Grenzen der zulässigen Verkehrsstärken sind jedoch nicht als absolut zu betrachten, sondern definieren einen Korridor mit Spielraum nach oben und unten.

Es ergeben sich folgende Belastungsbereiche:

- | | | |
|---|--------------------|-----------------------|
| ■ | Grabenstraße | Belastungsbereich III |
| ■ | Feuerbacher Straße | Belastungsbereich II |
| ■ | Stuttgarter Straße | Belastungsbereich II |

Aus den Belastungsbereichen ergeben sich folgende Führungsformen:

- Auf der Grabenstraße ist auf Grund des Belastungsbereichs III die Markierung eines Radfahrstreifens, die Anlage eines baulichen Radwegs oder die Ausweisung eines gemeinsamen Geh- und Radwegs möglich.
- Auf der Feuerbacher Straße sowie der Stuttgarter Straße ist einerseits die Markierung eines Schutzstreifens denkbar, andererseits können auch verschiedene Kombinationen zum Einsatz kommen:
 - Mischverkehr auf der Fahrbahn und "Gehweg" mit Zusatz "Radfahrer frei",
 - Mischverkehr auf der Fahrbahn und Radweg ohne Benutzungspflicht,
 - Schutzstreifen und "Gehweg" mit Zusatz "Radfahrer frei" oder
 - Schutzstreifen und vorhandener Radweg ohne Benutzungspflicht.
 Bei geringem Schwerverkehrsaufkommen, Gefällestrecken über 3 % Längsneigung, einer übersichtlichen Linienführung und geeigneten Fahrbahnbreiten kann auch die Führung im Mischverkehr zweckmäßig sein.

Die Gradienten von fahrbahnbegleitenden Radverkehrsanlagen orientiert sich an der Fahrbahngradienten. Bei Längsneigungen von mehr als 3 % bietet sich aufgrund der unterschiedlichen Radfahrgeschwindigkeiten aufwärts und abwärts eine asymmetrische Querschnittsaufteilung an. Angepasst an die räumliche Situation werden vor diesem Hintergrund folgende Empfehlung ausgesprochen:

5.4.1 Grabenstraße

Die Grabenstraße besitzt auf der Strecke eine Fahrbahnbreite von 6,45 m und weitet sich im Knotenpunkt Grabenstraße/ Feuerbacher Straße auf 10 m auf. Eine beidseitige Markierung von Radfahrstreifen ist bei diesen Breiten nicht möglich. Die Trennung vom Kfz-Verkehr wird aufgrund des Belastungsbereichs allerdings empfohlen, wobei die Trennung bergauf in Richtung Sonnenkreuzung wichtiger ist als die Trennung vom Kfz-Verkehr in Richtung Bahnhofstraße.

Da die Grabenstraße 2014 bereits saniert wurde, werden bauliche Änderungen, wie die Anlage eines getrennten Geh- und Radwegs, nicht empfohlen. Der bestehende Gehweg auf der Ostseite mit dem Zusatz "Radfahrer frei" weist eine Breite von 4,00-4,50 m auf. Durch die Ausweitung als gemeinsamer Geh- und Radweg wird die Radverkehrsanlage benutzungspflichtig und das Fahren im Mischverkehr ist nicht mehr erlaubt. Die Breite des vorhandenen Gehwegs erfüllt die Anforderungen gemäß VwV-StVO und ERA.

In Richtung Bahnhofstraße wäre ein Radfahrstreifen sinnvoll, da der vorhandene Schutzstreifen aufgrund der räumlichen Enge und des hohen Kfz-Verkehrsaufkommens von den Radfahrern wenig anerkannt wird. Bei einem Radfahrstreifen mit einer Breite von 1,85 m würde jedoch für den Kfz-Verkehr nur noch eine Fahrbahnbreite von 4,60 m verbleiben. Gemäß ERA sollen die angrenzenden Fahrstreifen jedoch mindestens 2,75 m breit sein, woraus sich eine Fahrbahnbreite von 5,50 m ergibt. Das hat zur Folge, dass aufgrund der räumlichen Verhältnisse auf der Grabenstraße kein Radfahrstreifen markiert werden kann. Eine Trennung vom Kfz-Verkehr in Richtung Bahnhofstraße ist wegen der Fahrbahnbreite daher nicht möglich. Der Schutzstreifen sollten somit erhalten bleiben, um ein Mindestmaß an Trennung vom Kfz-Verkehr beizubehalten.

5.4.2 Feuerbacher Straße

Die Feuerbacher Straße besitzt auf der Strecke eine Fahrbahnbreite von 6,50 m. Am Knotenpunkt Stuttgarter Straße weitet sie sich auf 9,40 m auf. Bei dieser Fahrbahnbreite ist nur die einseitige Markierung eines Schutzstreifens mit einer Breite von 1,50 m möglich.

Nachdem die Feuerbacher Straße von der Sonnenkreuzung in Richtung Norden zunächst abfällt, steigt sie nach einem kurzen Abschnitt wieder an, so dass eine Führung im Mischverkehr im Sinne einer Durchgängigkeit der Infrastruktur nicht optimal ist. Es wird deshalb empfohlen, in Richtung Norden einen Schutzstreifen zu markieren. Der Anschluss an den einseitigen Zweirichtungsradweg am Knotenpunkt Feuerbacher Straße/ Strohgäustraße ist planerisch vertieft zu untersuchen.

In Fahrtrichtung Sonnenkreuzung besteht die Möglichkeit, da es überwiegend bergab geht und die Straße erst kurz vor der Sonnenkreuzung ansteigt, den Radverkehr im Mischverkehr auf der Fahrbahn zu führen und den Zusatz "Radfahrer" frei auf dem Gehweg anzubringen. Diese Führungsform ist bereits umgesetzt und der vorhandene Gehweg ist mit 3,00-3,50 m ausreichend breit.

5.4.3 Stuttgarter Straße

Die Stuttgarter Straße weist durch die Lage auf dem Höhenrücken unterschiedliche Längsneigungen auf. Die Verkehrsstärke und Zusammensetzung des Kfz-Verkehrs erlaubt sowohl eine Führung auf Schutzstreifen als auch verschiedene Kombinationslösung.

Die Fahrbahn besitzt eine Breite von 7,30 m, so dass eine beidseitige Markierung von Schutzstreifen möglich ist. In Fahrtrichtung Sonnenkreuzung ist bereits ein Schutzstreifen bzw. Radfahrstreifen markiert. Auch die Führung auf Gehwegen mit dem Zusatz "Radfahrer frei" in Kombination mit der Führung im Mischverkehr ist im Belastungsbereich II geeignet. Diese Führungsform ist in Fahrtrichtung Goethestraße ebenfalls bereits umgesetzt. Der Gehweg erfüllt mit einer Breite von 2,50 m die Vorgaben der VwV-StVO.

Das bestehende Radverkehrsangebot entspricht daher den Vorgaben der ERA. Eine Änderung der vorhandenen Radverkehrsführung erscheint nicht notwendig.

5.5 Querungsstellen

Die Einrichtung von Querungsstellen soll das Überqueren der Fahrbahn für Fußgänger erleichtern. Überquerungsanlagen sind grundsätzlich notwendig, wenn

- ausgeprägter Überquerungsbedarf vorliegt,
- die Verkehrsstärke mehr als 1.000 Kfz/h im Querschnitt und die zulässige Höchstgeschwindigkeit 50 km/h beträgt oder
- die Verkehrsstärke mehr als 500 Kfz/h im Querschnitt beträgt und die zulässige Höchstgeschwindigkeit über 50 km/h liegt.

Überquerungsanlagen sind jedoch unabhängig von den Belastungen zu empfehlen, wenn regelmäßig mit schutzbedürftigen Fußgängern (z. B. Kinder oder ältere Menschen) zu rechnen ist.

Vorhandene Querungsstellen

Auf der Stuttgarter Straße sind zwischen der Sonnenkreuzung und dem Kreisverkehr Stuttgarter Straße/ August-Lämmle-Weg zwei Querungsstellen eingerichtet. Beide befinden sich im Bereich von Bushaltestellen und ermöglichen somit ein sicheres Queren zwischen den Richtungshaltestellen.

Unmittelbar vor dem Kreisverkehr Stuttgarter Straße/ August-Lämmle-Weg ist eine Mittelinsel zur Querung eingerichtet, da sich die Fahrbahn dort um einen Grünstreifen bzw. Abbiegefahrstreifen aufweitet. Die zweite Querungsstelle befindet sich im Bereich der Straße Obere Burghalde. Hier ist zwischen den beiden Richtungshaltestellen ein Fußgängerüberweg markiert.

Im Kurvenbereich der Einmündung Goethestraße/ Stuttgarter Straße ist derzeit eine Sperrfläche markiert.

Notwendige Querungsstellen

Die Nutzungen an der Stuttgarter Straße dienen überwiegend dem Wohnen. Nutzungen, die einen hohen Fußgängerquerverkehr verursachen, wie z. B. Schulen, Kindertagesstätten, Versorgungseinrichtungen oder Restaurants, sind nicht vorhanden.

Im Bereich der Bushaltestelle Engelberg, dem Zugang zum Wald am Engelbergturm und der Sportanlage (Tennisplätze) ist mit einem erhöhten punktuellen Fußgängerquerverkehr zu rechnen. An folgenden Stellen bieten sich somit Querungsanlagen an:

- Zwischen der Straße Am Bierkeller und der Goethestraße,
- zwischen dem Rebenweg und der Straße Im Wengert,
- zwischen den Richtungshaltestellen Leonberg Engelberg,
- im Bereich der Straße Hinterer Bergweg (Höhe Tennisplätze).

Durch die Einrichtung von Querungsanlagen innerhalb dieser vier Abschnitte würde ein Abstand von ca. 200 bis 300 m zwischen den einzelnen Querungsstellen erreicht werden. Dieser erscheint auf den ersten Blick sehr groß, erscheint aber aufgrund der angrenzenden Wohnnutzung ausreichend.

Die Art der Überquerungsanlage ist dabei abhängig von den Umfeldbedingungen und Nutzungen (zul. Höchstgeschwindigkeit, Verkehrsstärke und Fußverkehrsaufkommen). Für die Stuttgarter Straße liegen folgende Randbedingungen vor:

- Verkehrsstärke: 827 Kfz/h (Spitzenstunde),
- Fußverkehrsstärke: 50 Fg/h (Annahme),
- zulässige Höchstgeschwindigkeit: 50 km/h.

Daraus können gemäß RAS 06 (Bild 77) folgende Querungsanlagen abgeleitet werden (gilt für zweistreifige Straßen mit Fahrbahnbreiten <8,50 m):

- Mitteltrennung,
- Fußgängerüberweg,
- Fußgängerüberweg mit baulichen Maßnahmen.

Plateau- bzw. Teilaufpflasterungen sind bei der Funktion und Lage der Straße nicht sinnvoll.

Das Land Baden-Württemberg hat im Jahr 2019 den Leitfaden "Fußgängerüberwege – Leitfaden zur Anlage und Ausstattung von Fußgängerüberwegen in Baden Württemberg" als Unterstützung für die Kommunen veröffentlicht, um die Städte fußgängerfreundlicher zu gestalten und die Fortbewegung sicherer zu machen. Es werden in Abhängigkeit der Kfz-Verkehrsstärke und des Fußverkehrsaufkommens Empfehlungen zum Einsatz von Fußgängerüberwegen ausgesprochen. Bei einer Verkehrsstärke von 827 Kfz in der Spitzenstunde ergibt sich folgende Empfehlung:

- 0-50 Fußgänger pro Stunde: Fußgängerüberwege möglich bei besonders Schutzbedürftigen, bei Haltestellen sowie auf Straßen ohne gesicherte Überquerungsmöglichkeiten in zumutbarer Entfernung.
- 50-100 Fußgänger pro Stunde: Fußgängerüberwege sind bei strenger Einhaltung aller möglichen Sicherheitsanforderungen möglich. Mögliche Auswirkungen auf die Qualität des ÖPNV und des Kfz-Verkehrs sind zu prüfen und abzuwägen. Hierfür bietet sich z. B. eine Simulation an.

Es wird empfohlen, zwischen der Straße Am Bierkeller und Gothestraße einen Fußgängerüberweg zu markieren. Da die Sichtbeziehungen wegen der angrenzenden 270°-Kurve eingeschränkt sind, wird aus Gründen der Verkehrssicherheit die Anordnung einer zulässigen Höchstgeschwindigkeit von 30 km/h bis zum vorhandenen Überweg in Höhe der Bushaltestelle Bildstöcke in Kombination mit Verkehrsspiegeln empfohlen. Auch in Höhe der Bushaltestelle Engelberg sollte zwischen den beiden Richtungshaltestellen sowie zwischen dem Rebenweg und der Straße Im Wengert ein Fußgängerüberweg markiert werden.

Im Gegensatz dazu sollte im Bereich der Straße Hinterer Bergweg (Höhe Tennisplätze) eine bauliche Mitteltrennung eingesetzt werden. Von außerorts kommend und wegen des Straßencharakters (keine angrenzende Bebauung bis zur Straße Hinterer Bergweg und ein gerader



Streckenverlauf) sind auf diesem Abschnitt Geschwindigkeitsüberschreitungen nicht auszuschließen. Eine Mittelinsel würde neben der Querungssicherung deshalb auch zur Einhaltung der zulässigen Höchstgeschwindigkeit beitragen.

6. STRAßENBAULICHE OPTIMIERUNG DER SONNENKREUZUNG

6.1 Umbau zum Kreisverkehr

Unter Berücksichtigung des Kfz-Verkehrsaufkommens, der Verkehrszusammensetzung und der Ergebnisse der durchgeführten Leistungsfähigkeitsprüfung werden straßenbauliche Lösungen für die Sonnenkreuzung erarbeitet. Die Kreisverkehrsvariante stellt eine Option dar.

Kreisverkehr mit Radverkehrsanlage im Seitenraum

Gemäß Verkehrszählung befahren in der Summe 27.000 Kfz pro Tag den Knotenpunkt. Die nachmittägliche Spitzenstunde liegt bei 2.100 Kfz. Das Verkehrsaufkommen ist im Tagesgang breit gestreut.

Mit einer Tagesbelastung von 27.000 Kfz im Bestand ist ein großer Kreisverkehr mit einem Durchmesser von 40,00 – 60,00 m erforderlich, bei 25.000 Kfz käme noch ein kleiner Kreisverkehr mit einem vergrößerten Durchmesser ($\varnothing = 30/35/40$ m) infrage. Insofern wäre die Zuordnung grenzwertig. Bei einem weiteren Anstieg der Kfz-Verkehrsmenge ist die Leistungsfähigkeit nicht mehr gewährleistet. Entsprechend der Leistungsfähigkeitsberechnung erreicht der Kreisverkehr bereits innerhalb der nächsten sechs Jahre nur noch die Qualitätsstufe E.

Aufgrund der Platzverhältnisse ist allerdings auch unter Nutzung der Grundstücksfläche des Altbaus des Hotels Sonne ein Kreisverkehr mit einem Durchmesser von 30,00 m, also die untere Grenze eines vertretbaren kleinen Kreisverkehrs, umsetzbar (unter der Voraussetzung, nicht auch Hotelgebäude Haus Nr. 3 anzugreifen). Die notwendige Leistungsfähigkeit des Kreisverkehrs kann mit den bestehenden Verkehrsmengen nicht gesichert werden.

Rad- und Fußverkehr

Gemäß dem Merkblatt für die Anlagen von Kreisverkehren ist die Führung des Radverkehrs auf der Fahrbahn bis zu einer Kfz-Verkehrsstärke von 15.000 Kfz/24 h noch akzeptabel. Da an der Sonnenkreuzung hier eine wesentlich höhere Verkehrsstärke vorliegt, muss der Radfahrer im Kreisverkehr im Seitenraum geführt werden.

Geh- und Radwege sind in einem Abstand von 3,00 m zur Kreisfahrbahn zu führen. Bereits das Mindestmaß für Radweg und Gehweg von jeweils 1,50 m Breite hinter dem Grünstreifen (Abstandstreifen) führt somit zu einem "Brutto"-Durchmesser für den Kreisverkehr von 42,00 m.

Die Führung über Radwege erfordert, dass der Radverkehr aller zulaufenden Straße vor dem Knotenpunkt von der Fahrbahn auf die Nebenanlagen geführt wird. Dadurch kann dem Prinzip einer möglichst einheitlichen und durchgängigen Führung des Radverkehrs nicht mehr gefolgt werden.

Auf der Feuerbacher Straße und Grabenstraße muss deshalb bei der Festlegung des Durchmessers die ausreichende Breite der Nebenanlagen gesichert werden: Gemeinsame Geh- und Radwege $\geq 3,00$ m Breite, getrennte Geh- und Radwege $\geq 3,50$ m. In der Graf-Ulrich-Straße und der Stuttgarter Straße kann der Radverkehr auf der Fahrbahn geführt werden, muss jedoch vor dem Kreisverkehr auf die Nebenanlagen gelenkt werden (siehe oben).

Nach ERA sind an allen Querungsmöglichkeiten an den Einmündungen Fahrbahnteiler vorzusehen. Nur an gering belasteten Einmündungen kann darauf verzichtet werden. An Bypässen wird der Rad- und Fußverkehr über die Dreiecksinsel geführt. Die Überquerungsstellen sollen in 4,00-5,00 m Abstand über die Fahrbahnteiler führen. Ist dies nicht möglich, sollten die Überquerungsstellen nicht weiter als 7,00-8,00 m von der Kreisfahrbahn abrücken.

In den Einmündungen Stuttgarter Straße und Feuerbacher Straße können Rad- und Fußverkehr gemeinsam über den Fahrbahnteiler geführt werden. Schwierigkeiten ergeben sich an der Einmündung Grabenstraße, da die Dreiecksinsel nicht groß genug ist, den Rad- und Gehweg aufzunehmen. Der Gehweg muss deshalb nach Süden mit 13,00 m Abstand zum Kreisverkehr verschoben werden. Die weite Distanz ergibt sich infolge des einmündenden Bypasses. Ähnlich muss in der Einmündung der Graf-Ulrich-Straße verfahren werden. Der Fußgängerüberweg muss vor dem Abzweig des Bypasses angeboten werden. Hierdurch wird das für innerörtliche Kreisverkehre bestehende Problem verlängerter Wegstrecken für den Fuß- und Radverkehr weiter verschärft.

Lage des Kreisverkehrs

Der nutzbare Raum zur Anlage eines Kreisverkehrs kann um das Grundstück Feuerbacher Straße/ Stuttgarter Straße erweitert werden, da der Altbau zum Abbruch ansteht. Der Kreisverkehr wird damit aus dem Schnittpunkt der Achsen der zulaufenden Straßen gerückt, so dass alle zulaufenden Straßen mit einem Bogen auf den Kreismittelpunkt zugeführt werden müssen.

Durch die erforderliche Verschiebung des Kreisverkehrs aus der Mittelachse ist die Fahrbeziehung von der Graf-Ulrich-Straße in die Grabenstraße über die Kreisverkehrsfahrbahn nicht möglich, weshalb für die Abbiegebeziehung trotz des geringsten Verkehrsaufkommens ein Bypass erforderlich ist. Um die Abbiegebeziehung von der Feuerbacher Straße in die Graf-Ulrich-Straße zu ermöglichen, wird die Fahrbahnkante von der Kreisfahrbahn abgesetzt. Nach den geltenden Richtlinien sind tangentiale und spitzwinklige Knotenpunktzufahrten aus Gründen der Verkehrssicherheit zu vermeiden.

Das einbezogene Grundstück des Altbaus des Hotels Sonne (Haus Nr. 1) wird soweit tangiert, dass außer dem Altbau auch Bettenhaus des Hotels (Haus Nr. 3) tangiert wird und ein (Teil-) Abbruch erforderlich würde. Das Gelände vor der Sparkasse wird dagegen nur geringfügig, hauptsächlich von Radweg und Gehweg, tangiert. Das gleiche gilt für das Grundstück vor dem Seniorenhaus, auf dessen Grundstück der Radweg über die heutige Grünfläche geführt wird.

Um das Gebäude Haus Nr. 3 nicht zu tangieren, müsste der Grünstreifen entfallen. Das wäre problematisch für die Verkehrssicherheit des Radverkehrs, der auf den Nebenanlagen geführt wird, da kein Sicherheitsabstand zur Kreisfahrbahn mehr gegeben ist. Wegen des spitzwinkligen Zulaufs der Graf-Ulrich-Straße und der Grabenstraße ist ein Verschieben des Kreisverkehrs Richtung Süden nicht realisierbar. Dabei würde auch die Feuerbacher Straße spitzwinklig an Kreisfahrbahn herangeführt, was verkehrsplanerisch nicht sinnvoll ist und zudem einen wesentlich größeren Flächenanspruch auf dem Areal der Sparkasse zur Folge hätte.

Fahrbahnbreiten der zulaufenden Arme / Einmündungsbereiche

Die Einmündungen der Stuttgarter Straße und Grabenstraße sind zz. durch den Bypass stark aufgeweitet. Hier ergibt sich die Möglichkeit, die Fahrstreifen mit 3,50 m Breite auf den

Kreisverkehr zuzuführen. Der Straßenraum der Feuerbacher Straße ist enger, so dass bei Berücksichtigung ausreichender Nebenanlagen eine Fahrbahnbreite von maximal 7,00 m verbleibt und die Fahrstreifen im Einmündungsbereich 3,25 m betragen. Die Fahrstreifen werden im Einmündungsbereich durch Mittelinseln getrennt.

Die Graf-Ulrich-Straße ist mit ca. 6,00 m ihrer Verkehrsfunktion entsprechend sehr schmal. Die Fahrbahn kann nur im Einmündungsbereich auf 3,25 m erweitert werden, eine Mittelinsel im Einmündungsbereich entfällt dabei.

Topografie

Sichtbeziehungen sind für den zulaufenden Verkehr abhängig von der Höhenlage. Dazu gehört die rechtzeitige Wahrnehmung und vor allem auch die Einsehbarkeit des Kreisverkehrs.

Der Knotenpunkt liegt auf einem Höhenrücken, der sich über die Stuttgarter Straße in die Graf-Ulrich-Straße mit 3-3,5 % Gefälle zieht. Die Feuerbacher Straße führt mit einer Steigung von ca. 2,8 % auf den Knotenpunkt zu. Von diesen zulaufenden Armen ist der Kreisverkehr noch gut einsehbar. Auf der mit etwa 7,4 % Steigung auf den Kreisverkehr zulaufenden Grabenstraße ist das nicht mehr gegeben.

Der Kreisverkehr wird von der Grabenstraße ggf. zu spät wahrgenommen, die Sichtbeziehungen sind für einlaufende Fahrzeuge eingeschränkt und ein schweres Kraftfahrzeug fährt an einer Steigung zwangsläufig deutlich langsamer in den Kreisverkehr ein als auf einer ebenen Strecke. Das sind alles Merkmale, die theoretische Leistungsfähigkeit einschränken.

Aus der Höhenlage ergibt sich, dass der Bypass von der Graf-Ulrich-Straße in die Grabenstraße mit starkem Gefälle und unterhalb des Niveaus des Kreisrings geführt wird.

Ein Höhenausgleich auf der Grabenstraße ist aufgrund der angrenzenden Bebauung nicht möglich. Bestenfalls könnte die Grabenstraße ca. 30 m vor der Einmündung in den Kreisverkehr leicht in Dammlage gebracht werden. Die Nebenanlagen würden in diesem Fall unter dem Fahrbahnniveau liegen.

Steuerbarkeit der Verkehrsströme

Wenn die Sonnenkreuzung zu einem Kreisverkehr ausgebaut wird, kann es im bestehenden Verkehrssystem durch den südlich gelegenen LSA-gesteuerten Knotenpunkt Eltinger Straße/ Bahnhofstraße zu einem Rückstau in den Kreisverkehr kommen. Der Kreisverkehr ist dann im schlechtesten Fall nicht mehr funktionsfähig.

Beurteilung des Kreisverkehrs aus straßenbaulicher Sicht

Die unvermeidliche Lage des Kreismittelpunkts außerhalb der kreuzenden Fahrbahnachsen führt zur Einmündung der Graf-Ulrich-Straße im spitzen Winkel, wodurch ein Bypass auf der am geringsten belasteten Abbiegebeziehung Graf-Ulrich-Straße – Grabenstraße erforderlich wird. Aus dieser Situation ergeben sich weite Wege für die Rad- und Fußverkehrsführung mit einer geringeren Verkehrssicherheit, vor allem durch das Gefälle der Grabenstraße.

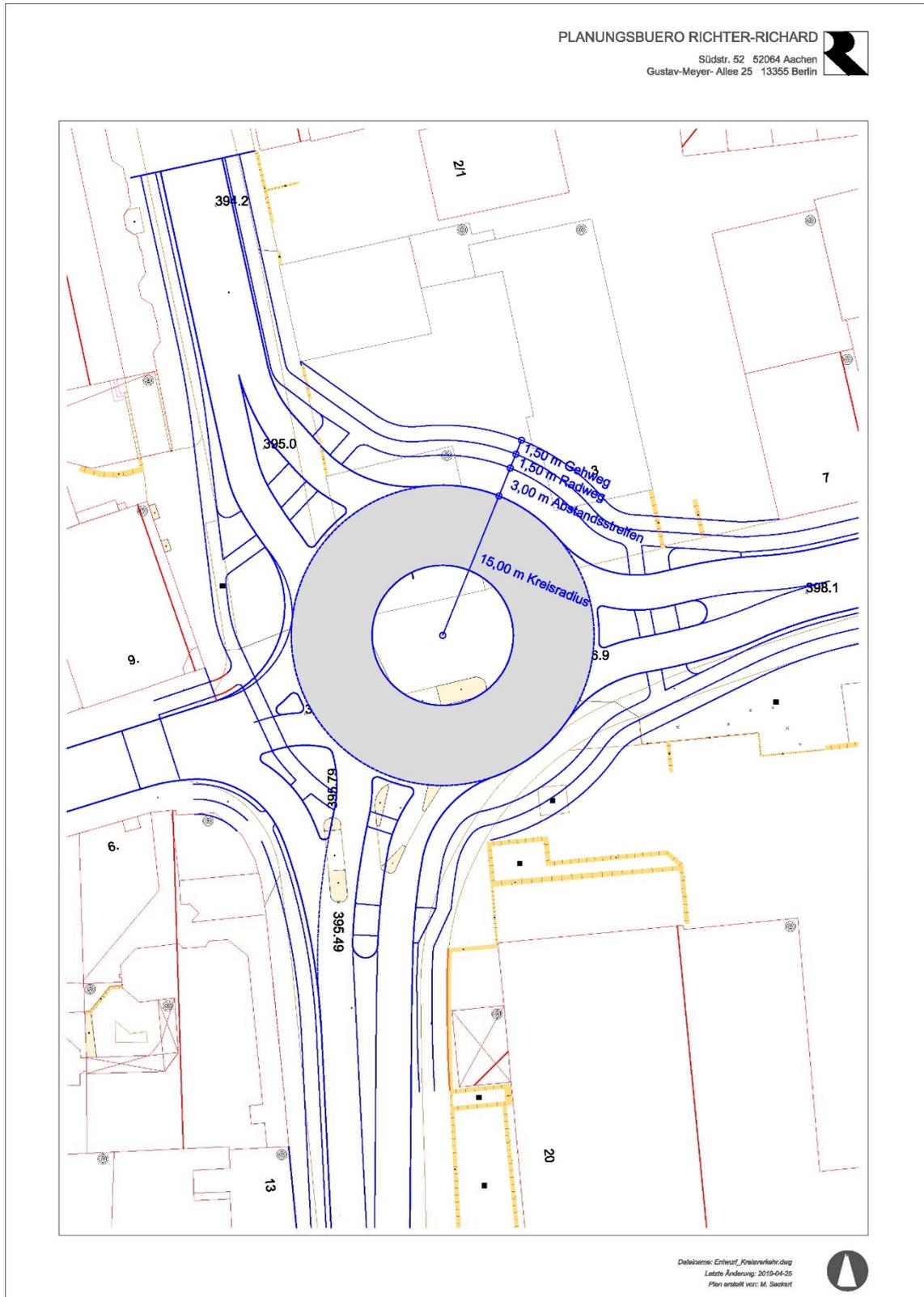


Abb. 6.1: Lage des Kreisverkehrs

6.2 Optimierung der Bestandssituation (LSA-geregelter Knotenpunkt)

Straßenbauliche Optimierung

Ein auf den ersten Blick wünschenswerter Rückbau des freien Rechtsabbiegers von der Garbenstraße in die Stuttgarter Straße ist nicht sinnvoll, da dieser dazu beiträgt, den Rückstau auf der Grabenstraße durch den in Richtung Norden zur Feuerbacher Straße fließenden Kfz-Strom abzubauen.

Eine gleichfalls nur auf den ersten Blick sinnvoll erscheinende Abhängung der Graf-Ulrich-Straße kommt wegen der Erschließungsfunktion für die Altstadt und den dortigen Parkierungsanlagen gleichfalls nicht in Betracht.

Es gibt somit unter den derzeitigen Planungsvoraussetzungen im straßenbaulichen Bereich keine Optimierungspotenziale, den Flächenbedarf des Kfz-Verkehrs zu verringern.

Ein Rückbau der Fahrbahnbreiten ist im Kreuzungsbereich nicht möglich, da diese schon Mindestmaße aufweisen.

Optimierung der Verkehrssteuerung

Da mit dem HBS eine Berechnung der Leistungsfähigkeit nur mit der Annahme einer Festzeitsteuerung möglich ist, hier jedoch eine verkehrsabhängige Steuerung vorliegt, sollte im weiteren Verfahren geprüft werden, ob eine Optimierung der Signalsteuerung möglich ist. Beobachtungen vor Ort deuten aber darauf hin, dass hierin kein wesentliches Optimierungspotenzial liegen wird.

Zu prüfen wäre über die Sonnenkreuzung hinaus, ob unter Einschluss der benachbarten signalgeregelten Knotenpunkte eine Grüne Welle unter Einschluss der bereits zum Lärmschutz ausgewiesenen Tempo 30-Abschnitte einzurichten. Damit würde dem Prinzip gefolgt, dass langsam und stetiger fließender Kfz-Verkehr die geringsten Umweltbelastungen erzeugt.

Optimierung Führung des Rad- und Fußverkehrs

Für die einzelnen Knotenpunktarme werden zusammenfassend folgende Lösungen bezüglich der Radwegführung vorgeschlagen:

- Grabenstraße:
 - Nördliche Fahrtrichtung: Gehweg mit Radfahrer frei als gemeinsamen Geh- und Radweg ausweisen,
 - südliche Fahrtrichtung: Markierung Radfahrstreifen nicht möglich, Schutzstreifen belassen.
- Stuttgarter Straße:
 - Kann weiterhin geführt werden wie bisher.
- Feuerbacher Straße:
 - Nördliche Fahrtrichtung: Einrichtung eines Schutzstreifens,
 - südliche Fahrtrichtung: kann so geführt werden wie bisher.



- Graf-Ulrich-Straße:
 - Kann auf Grund der geringen Verkehrsstärke weiter im Mischverkehr geführt werden.

Der Fußverkehr kann so geführt werden wie bisher. Es sind keine Umbaumaßnahmen diesbezüglich erforderlich.

7. EMPFEHLUNG

Da die Sonnenkreuzung vorrangig wegen der Autobahnumfahrung in der Spitzenstunde überlastet ist, sollten an der Herstellung der Leistungsfähigkeit in der Spitzenstunde orientierte Lösungen nicht in Betracht kommen. Dies würde lediglich eine noch stärkere Sogwirkung von der Autobahn auf die Stadtstraßen erzeugen und hätte zur Folge, dass freiwerdende Kapazitäten schnell wieder aufgefüllt würden und die Gesamtbelastung ansteigt. Das Planen vom Kleinen (hier Sonnenkreuzung) ins Große (hier gesamte Ortsdurchfahrt) ist vor diesem Hintergrund nicht zielführend.

Das Ziel der Stadt Leonberg sollte deshalb zunächst darin liegen, die bereits geplante Zuflussregulierung einzuführen und die erreichbaren Wirkungen zu beobachten.

Anschließend kann eine zukunftsfähige Entscheidung getroffen werden, wie die Sonnenkreuzung nicht nur verkehrlich, sondern auch städtebaulich befriedigend als Tor zur Altstadt umgestaltet werden kann.

Das Gutachten hat gezeigt, dass sowohl die Leistungsfähigkeit des Verkehrsablaufs der Bestandssituation als auch die des Kreisverkehrs unter Berücksichtigung der Steigungs- und Sichtverhältnisse und der Prognoseverkehrsstärken nicht gewährleistet ist. Ist der Kreisverkehr überlastet und der Kfz-Verkehr staut sich über die Kreisfahrbahn hinaus zurück, wächst der Rückstau sehr schnell in alle Zufahrten. Dadurch dass bei signalgeregelten Knotenpunkten bei Rückstau die Innenfläche des Knotenpunkts freizuhalten ist, tritt diese Folgewirkung eines Kreisverkehrs bei einem signalisierten Knoten nicht auf.

Durch die Topografie entstehen bei einem Kreisverkehr weitere Probleme bezüglich der Sicherheit und der Führung des Rad- und Fußverkehrs. Der Flächenanspruch geht über die zur Verfügung stehende Fläche des Altbaus der Sonne hinaus und würde weitere Gebäude tangieren.

Im Bestand lässt sich die oben aufgeführte optimierte Radverkehrsführung umsetzen. Aber auch hier gilt, dass das Sicherheitsgefühl für die Radfahrer nur erhöht werden kann, wenn zukünftig das Kfz-Verkehrsaufkommen deutlich reduziert werden kann. Darüber hinaus erscheinen derzeit weitergehende, straßenbauliche Optimierungsmaßnahmen nicht sinnvoll.

Aus der vorgelegten Untersuchung lassen sich jedoch unabhängig von den derzeit noch nicht quantifizierbaren Entlastungspotenzialen durch die Pfortnerung des auf die Stadt Leonberg zufließenden Kfz-Verkehrs folgende Hinweise ableiten:

- Unabhängig von der zukünftigen Kfz-Verkehrsbelastung ist ein Umbau des Knotenpunkts zu einem Kreisverkehr nicht zu empfehlen. Selbst wenn sich die Verkehrsmengen deutlich verringern würden und die Leistungsfähigkeit gesichert wäre, bleiben die aufgeführten topografischen Probleme und die spezifischen Nachteile eines Kreisverkehrs für die Verkehrsmittel des Umweltverbundes an diesem wichtigen Zugang zur Altstadt bestehen.
- Die Fläche der Sparkasse wird durch einen Umbau der Sonnenkreuzung nicht bzw. nur in geringem Maß in Anspruch genommen. Verzichtet man auf den Bau eines Kreisverkehrs, kann sich die Planung der Neubauten vollumfänglich auf die bestehenden Grundstückflächen beziehen. Sofern sich durch gesamtstädtische Planungsansätze die Kfz-Verkehrsmengen im Knotenpunkt deutlich reduzieren, so dass beispielsweise auf den freien Rechtsabbieger in die Stuttgarter Straße verzichtet werden kann, könnte diese Flächen dem Straßenraum im Vorbereich der



Gebäude zugeschlagen werden. Zunächst werden die bestehenden Kapazitäten jedoch noch benötigt.

Der Verzicht auf den Kreisverkehr und das Abwarten der Wirkung der Pfortnerung des zufließenden Kfz-Verkehrs mit einer anschließenden Überprüfung der Rückbaupotenziale des bestehenden Knotenpunkts bietet die robustere Lösung, auf zukünftige Entwicklungen angemessen reagieren zu können. Es würde auch dem Planungsprinzip vom "Gesamtstädtischen zum Lokalen" folgen.



Stadt Leonberg – Machbarkeitsstudie zum Umbau der Sonnenkreuzung

Knotenpunkt mit Lichtsignalanlage						
Bedingt verträgliche Linksabbieger						
Projekt:		Umgestalt. Stuttgarter Str./ Feuerbacher Str.				
Stadt:		Leonberg				
Knotenpunkt:		Stuttgarter Straße/ Feuerbacher Straße				
Zeitabschnitt:		16:30-17:30				
Bearbeiter:		Melanie Sackert				
f_{in}	=	1,100	Nr.	1	2	3
Bezeichnung		FS 42, L				
Bemerkungen						
Berechnungsfall		0				
t_U	[s]	{1}	120			
LA	q_{LV}	[Kfz/h]	{2}			
	q_{kw+BUS}	[Kfz/h]	{3}			
	q_{LKWK}	[Kfz/h]	{4}			
	q_{SV}	[Kfz/h]	{5}	6		
	q_{Kfz}	[Kfz/h]	{6}	97		
	SV	{%}	{7}	6,2		
	b	{m}	{8}	3,00		
	R	{m}	{9}	8,00		
	s	{%}	{10}	3,0		
	L _{LA}	{m}	{11}	19,0		
	t _F	{s}	{12}	51		
Diagonalgrün?	{13}	nein				
GV	q_G	[Kfz/h]	{14}	580		
	q_{RA}	[Kfz/h]	{15}	0		
	x_{gegen}	{-}	{16}	0,77		
	n_{gegen}	{-}	{17}	getrennt		
	$t_{e,gegen}$	{s}	{18}	43		
t_z	{s}	{19}	5,0			
LA	q_{Kfz}	[Kfz/h]	{20}	97		
	f_{SV}	{-}	{21}	1,056		
	f_b	{-}	{22}	1,000		
	f_R	{-}	{23}	1,180		
	f_e	{-}	{24}	1,089		
	f_l	{-}	{25}	1,180		
	f_p	{-}	{26}	1,000		
	t_B	{s}	{27}	2,243		
	q_S	[Kfz/h]	{28}	1605		
	$t_{F,durch}$	{s}	{29}	51		
	$t_{F,GF}$	{s}	{30}	0		
GV	q_{gegen}	[Kfz/h]	{31}	580		
			{31'}	0		
	$m_{s,gegen}$	[Kfz]	{32}	11,117		
			{32'}	0,000		
	$t_{sb,gegen}$	{s}	{33}	31,89		
		{33'}	0,00			
LA	C_0	[Kfz/h]	{34}	696		
	t_e	{s}	{35}	19,11		
			{35'}	51,00		
	G_0	[Kfz/h]	{36}	643		
			{36'}	1286		
	C_D	[Kfz/h]	{37}	96		
			{37'}	511		
	C_{FW}	[Kfz/h]	{38}	90		
	C_{GF}	[Kfz/h]	{39}	0		
	C_{LA}	[Kfz/h]	{40}	186		
	x	{-}	{41}	0,523		
	$q_{S,LA}$	[Kfz/h]	{42}	428		
	f_A	{-}	{43}	0,116		
	N_{GE}	[Kfz]	{44}	0,657		
	$t_{W,G}$	{s}	{45}	49,9		
	$t_{W,R}$	{s}	{46}	12,7		
	t_W	{s}	{47}	62,7		
	QSV	{-}	{48}	D		
	N_{MS}	[Kfz]	{49}	3,700		
	S	{%}	{50}	95		
	$N_{MS,S}$	[Kfz]	{51}	6,954		
	L_S	{m}	{52}	44		



Stadt Leonberg – Machbarkeitsstudie zum Umbau der Sonnenkreuzung

MFS – Feuerbacher Straße

Knotenpunkt mit Lichtsignalanlage														
Mischfahrstreifen														
Projekt: Umgestalt. Stuttgarter Str./ Feuerbacher Str.														
Stadt: Leonberg														
Knotenpunkt: Stuttgarter Straße/ Feuerbacher Straße												$t_U = 120$	[s]	
Zeitabschnitt: 16:30-17:30												$t_F = 51$	[s]	
Bearbeiter: Melanie Sackert												$f_m = 1,100$	[-]	
Ausgangsdaten														
Richt.	q_{LV}	$q_{Lkw+Bus}$	q_{LkwK}	q_{sv}	q_{ktz}	SV	b	R	s	t_B	q_s	C	Bez./Bem.	
	[Kfz/h]	[Kfz/h]	[Kfz/h]	[Kfz/h]	[Kfz/h]	[%]	[m]	[m]	[%]	[s]	[Kfz/h]	[Kfz/h]	{13}	
	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}	{7}	{8}	{9}	{10}	{11}	{12}	{13}	
GF				30	603	5,0	3,25		3,0	2,30	1565	678		
RA				1	47	2,1	3,25	5,00	3,0					
LA														
Einzelströme														
Richt.	q_{ktz}	a	f_{sv}	f_b	f_R	f_s	f_1	f_2	t_B	q_s	C	Bez./Bem.		
	[Kfz/h]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[s]	[Kfz/h]	[Kfz/h]	{12}		
	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}	{7}	{8}	{9}	{10}	{11}	{12}		
GF	603	0,9277	1,045	1,000		1,089	1,089	1,000	2,300	1565	678			
RA	47	0,0723	1,019	1,000	1,225	1,089	1,225	1,000	2,247	1602	694			
LA														
Mischfahrstreifen														
q_{ktz}	f_{sv}	$q_{s,M}$	C_M	x	f_A	N_{GE}	$t_{w,G}$	$t_{w,R}$	t_w	QSV	N_{MS}	S	$N_{MS,s}$	L_s
[Kfz/h]	[-]	[Kfz/h]	[Kfz/h]	[-]	[-]	[Kfz]	[s]	[s]	[s]	[-]	[Kfz]	[%]	[Kfz]	[m]
{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}	{7}	{8}	{9}	{10}	{11}	{12}	{13}	{14}	{15}
650	1,043	1567	679	0,9571	0,4333	16,629	32,9	88,1	121,1	E	37,607	95	47,978	300
GF Geradeausfahrer RA Rechtsabbieger LA Linksabbieger														

MFS – Stuttgarter Straße

Knotenpunkt mit Lichtsignalanlage														
Mischfahrstreifen														
Projekt: Umgestalt. Stuttgarter Str./ Feuerbacher Str.														
Stadt: Leonberg														
Knotenpunkt: Stuttgarter Straße/ Feuerbacher Straße												$t_U = 120$	[s]	
Zeitabschnitt: 16:30-17:30												$t_F = 26$	[s]	
Bearbeiter: Melanie Sackert												$f_m = 1,100$	[-]	
Ausgangsdaten														
Richt.	q_{LV}	$q_{Lkw+Bus}$	q_{LkwK}	q_{sv}	q_{ktz}	SV	b	R	s	t_B	q_s	C	Bez./Bem.	
	[Kfz/h]	[Kfz/h]	[Kfz/h]	[Kfz/h]	[Kfz/h]	[%]	[m]	[m]	[%]	[s]	[Kfz/h]	[Kfz/h]	{13}	
	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}	{7}	{8}	{9}	{10}	{11}	{12}	{13}	
GF				0	35	0,0	3,00		-4,0	2,05	1760	396		
RA				8	140	5,7	3,00	4,00	-4,0					
LA														
Einzelströme														
Richt.	q_{ktz}	a	f_{sv}	f_b	f_R	f_s	f_1	f_2	t_B	q_s	C	Bez./Bem.		
	[Kfz/h]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[s]	[Kfz/h]	[Kfz/h]	{12}		
	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}	{7}	{8}	{9}	{10}	{11}	{12}		
GF	35	0,2000	1,000	1,000		0,879	1,000	0,879	2,045	1760	396			
RA	140	0,8000	1,051	1,000	1,240	0,879	1,240	0,879	2,064	1745	393			
LA														
Mischfahrstreifen														
q_{ktz}	f_{sv}	$q_{s,M}$	C_M	x	f_A	N_{GE}	$t_{w,G}$	$t_{w,R}$	t_w	QSV	N_{MS}	S	$N_{MS,s}$	L_s
[Kfz/h]	[-]	[Kfz/h]	[Kfz/h]	[-]	[-]	[Kfz]	[s]	[s]	[s]	[-]	[Kfz]	[%]	[Kfz]	[m]
{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}	{7}	{8}	{9}	{10}	{11}	{12}	{13}	{14}	{15}
175	1,041	1748	393	0,4450	0,2250	0,476	40,0	4,4	44,4	C	5,500	95	9,466	59
GF Geradeausfahrer RA Rechtsabbieger LA Linksabbieger														



Stadt Leonberg – Machbarkeitsstudie zum Umbau der Sonnenkreuzung

MFS – Graf-Ulrich-Straße

Knotenpunkt mit Lichtsignalanlage														
Mischfahrstreifen														
Projekt:		Umgestalt. Stuttgarter Str. / Feuerbacher Str.												
Stadt:		Leonberg												
Knotenpunkt:		Stuttgarter Straße/ Feuerbacher Straße										$t_U =$	120	[s]
Zeitabschnitt:		16:30-17:30										$t_F =$	21	[s]
Bearbeiter:		Melanie Sackert										$f_{in} =$	1,100	[-]
Ausgangsdaten														
Richt.	q_{LV}	$q_{Lkw+Bus}$	q_{Lkw}	q_{SV}	q_{Kfz}	SV	b	R	s	t_B	q_S	C	Bez./Bem.	
	[Kfz/h]	[Kfz/h]	[Kfz/h]	[Kfz/h]	[Kfz/h]	[%]	[m]	[m]	[%]	[s]	[Kfz/h]	[Kfz/h]	{13}	
	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}	{7}	{8}	{9}	{10}	{11}	{12}	{13}	
GF				0	31	0,0	3,25		6,0	2,23	1612	296		
RA				3	53	5,7	3,25	10,00	6,0					
LA				4	40	10,0	3,25	8,00	6,0					
Einzelströme														
Richt.	q_{Kfz}	a	f_{SV}	f_b	f_R	f_S	f_1	f_2	t_B	q_S	C	Bez./Bem.		
	[Kfz/h]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[s]	[Kfz/h]	[Kfz/h]	{12}		
	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}	{7}	{8}	{9}	{10}	{11}	{12}		
GF	31	0,2500	1,000	1,000		1,180	1,180	1,000	2,233	1612	296			
RA	53	0,4274	1,051	1,000	1,150	1,180	1,180	1,000	2,233	1612	296			
LA	40	0,3226	1,090	1,000	1,180	1,180	1,180	1,000	2,315	1555	285			
Mischfahrstreifen														
q_{Kfz}	f_{SV}	$q_{S,M}$	C_M	x	f_A	N_{GE}	$t_{w,G}$	$t_{w,R}$	t_w	QSV	N_{MS}	S	$N_{MS,S}$	L_S
[Kfz/h]	[-]	[Kfz/h]	[Kfz/h]	[-]	[-]	[Kfz]	[s]	[s]	[s]	[-]	[Kfz]	[%]	[Kfz]	[m]
{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}	{7}	{8}	{9}	{10}	{11}	{12}	{13}	{14}	{15}
124	1,051	1594	292	0,4244	0,1833	0,434	43,4	5,3	48,7	C	4,094	95	7,516	47
GF Geradeausfahrer RA Rechtsabbieger LA Linksabbieger														



Anlage II – Nachweis Leistungsfähigkeit Kreisverkehr mit IST-Verkehrsstärke

Beurteilung eines Kreisverkehrs, 4 Arme	
	<p>Knotenpunkt: <i>Kleiner Kreisverkehr mit D = 30 m</i></p> <p>Verkehrsdaten: Datum: 15.11.2018 Analyse Uhrzeit: 16:30-17:30</p> <p>Zielvorgaben: Mittlere Wartezeit $t_w = 45$ s Qualitätsstufe: D</p> <p>Knotenverkehrsstärke: 2192 Fz/h 2253 Pkw-E/h</p>

Aufschlüsselung nach Fahrzeugarten: liegt vor, ohne genaue Differenzierung des Schwerverkehrs

Kapazitäten der Zufahrten							
Zufahrt	Fahrzeuge Zufahrt q_{zi} [Fz/h]	Pkw-E / Fz Zufahrt $f_{PE,zi}$ [-]	Verkehrsstärke in der Zufahrt $q_{PE,zi}$ [Pkw-E/h]	Verkehrsstärke im Kreis $q_{PE,ki}$ [Pkw-E/h]	Grundkapazität $G_{PE,i}$ [Pkw-E/h]	Abminderungs- faktor Fußgänger $f_{f,i}$ [-]	Kapazität $C_{PE,i}$ [Pkw-E/h]
1	802	1,033	829	183	1073	0,907	974
2	486	1,040	506	651	684	0,978	669
3	764	1,023	781	360	920	0,966	889
4	140	0,978	137	1055	384	1,000	384

Beurteilung der Verkehrsqualität				
Zufahrt	Kapazität C_i [Fz/h]	Kapazitätsreserve R_i [Fz/h]	mittlere Wartezeit $t_{w,i}$ [s]	Qualitäts- stufe QSV
1	942	140	24,1	C
2	643	157	22,3	C
3	869	105	31,0	D
4	392	252	14,2	B
erreichbare Qualitätsstufe QSV _{ges}				D

Beurteilung der Ausfahrten		
Ausfahrt	Verkehrsstärke [Pkw-E/h]	
1	1010	nicht ausgelastet
2	361	nicht ausgelastet
3	796	nicht ausgelastet
4	87	nicht ausgelastet



Stadt Leonberg – Machbarkeitsstudie zum Umbau der Sonnenkreuzung

Knotenpunkt mit Lichtsignalanlage						
Bedingt verträgliche Linksabbieger						
Projekt:		Umgestalt. Stuttgarter Str./ Feuerbacher Str.				
Stadt:		Leonberg				
Knotenpunkt:		Stuttgarter Straße/ Feuerbacher Straße				
Zeitabschnitt:		16:30-17:30				
Bearbeiter:		Melanie Sackert				
f_{in}	=	1,100	Nr.	1	2	3
Bezeichnung		FS 42, L				
Bemerkungen						
Berechnungsfall		0				
t_U	[s]	{1}	120			
LA	q_{LV}	[Kfz/h]	{2}			
	q_{kw+BUS}	[Kfz/h]	{3}			
	q_{LKWK}	[Kfz/h]	{4}			
	q_{SV}	[Kfz/h]	{5}	6		
	q_{Kfz}	[Kfz/h]	{6}	103		
	SV	{%}	{7}	5,8		
	b	[m]	{8}	3,00		
	R	[m]	{9}	8,00		
	s	{%}	{10}	3,0		
	L_{LA}	[m]	{11}	19,0		
	t_F	[s]	{12}	51		
	Diagonalgrün?		{13}	nein		
	GV	q_G	[Kfz/h]	{14}	615	
q_{RA}		[Kfz/h]	{15}	0		
x_{gegen}		{-}	{16}	0,82		
n_{gegen}		{-}	{17}	getrennt		
$t_{e,gegen}$		[s]	{18}	43		
t_Z	[s]	{19}	5,0			
LA	q_{Kfz}	[Kfz/h]	{20}	103		
	f_{SV}	{-}	{21}	1,052		
	f_b	{-}	{22}	1,000		
	f_R	{-}	{23}	1,180		
	f_e	{-}	{24}	1,089		
	f_l	{-}	{25}	1,180		
	f_p	{-}	{26}	1,000		
	t_B	[s]	{27}	2,235		
	q_S	[Kfz/h]	{28}	1611		
	$t_{F,durch}$	[s]	{29}	51		
	$t_{F,GF}$	[s]	{30}	0		
	GV	q_{gegen}	[Kfz/h]	{31}	615	
			{31'}	0		
$m_{s,gegen}$		[Kfz]	{32}	11,788		
			{32'}	0,000		
$t_{sb,gegen}$		[s]	{33}	34,78		
		{33'}	0,00			
LA	C_0	[Kfz/h]	{34}	698		
	t_e	[s]	{35}	16,22		
			{35'}	51,00		
	G_0	[Kfz/h]	{36}	616		
			{36'}	1286		
	C_D	[Kfz/h]	{37}	78		
			{37'}	511		
	C_{FW}	[Kfz/h]	{38}	90		
	C_{GF}	[Kfz/h]	{39}	0		
	C_{LA}	[Kfz/h]	{40}	168		
	x	{-}	{41}	0,613		
	$q_{S,LA}$	[Kfz/h]	{42}	388		
	f_A	{-}	{43}	0,104		
	N_{GE}	[Kfz]	{44}	0,974		
	$t_{W,G}$	[s]	{45}	51,4		
	$t_{W,R}$	[s]	{46}	20,9		
	t_W	[s]	{47}	72,3		
	OSV	{-}	{48}	E		
	N_{MS}	[Kfz]	{49}	4,259		
	S	{%}	{50}	95		
$N_{MS,S}$	[Kfz]	{51}	7,749			
L_S	[m]	{52}	49			



Stadt Leonberg – Machbarkeitsstudie zum Umbau der Sonnenkreuzung

MFS – Feuerbacher Straße

Knotenpunkt mit Lichtsignalanlage														
Mischfahrstreifen														
Projekt: Umgestalt. Stuttgarter Str./ Feuerbacher Str.														
Stadt: Leonberg														
Knotenpunkt: Stuttgarter Straße/ Feuerbacher Straße												$t_U = 120$	[s]	
Zeitabschnitt: 16:30-17:30												$t_F = 51$	[s]	
Bearbeiter: Melanie Sackert												$f_m = 1,100$	[-]	
Ausgangsdaten														
Richt.	q_{LV}	$q_{Lkw+Bus}$	q_{LkwK}	q_{sv}	q_{ktz}	SV	b	R	s	t_B	q_s	C	Bez./Bem.	
	[Kfz/h]	[Kfz/h]	[Kfz/h]	[Kfz/h]	[Kfz/h]	[%]	[m]	[m]	[%]	[s]	[Kfz/h]	[Kfz/h]	{13}	
	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}	{7}	{8}	{9}	{10}	{11}	{12}	{13}	
GF				32	639	5,0	3,25		3,0	2,30	1565	678		
RA				1	50	2,0	3,25	5,00	3,0					
LA														
Einzelströme														
Richt.	q_{ktz}	a	f_{sv}	f_b	f_R	f_s	f_1	f_2	t_B	q_s	C	Bez./Bem.		
	[Kfz/h]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[s]	[Kfz/h]	[Kfz/h]	{12}		
	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}	{7}	{8}	{9}	{10}	{11}	{12}		
GF	639	0,9274	1,045	1,000		1,089	1,089	1,000	2,300	1565	678			
RA	50	0,0726	1,018	1,000	1,225	1,089	1,225	1,000	2,245	1604	695			
LA														
Mischfahrstreifen														
q_{ktz}	f_{sv}	$q_{s,M}$	C_M	x	f_A	N_{GE}	$t_{w,G}$	$t_{w,R}$	t_w	QSV	N_{MS}	S	$N_{MS,s}$	L_s
[Kfz/h]	[-]	[Kfz/h]	[Kfz/h]	[-]	[-]	[Kfz]	[s]	[s]	[s]	[-]	[Kfz]	[%]	[Kfz]	[m]
{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}	{7}	{8}	{9}	{10}	{11}	{12}	{13}	{14}	{15}
689	1,043	1567	679	1,0144	0,4333	26,906	34,0	142,6	176,6	F	49,873	95	61,817	387
GF Geradeausfahrer RA Rechtsabbieger LA Linksabbieger														

MFS – Stuttgarter Straße

Knotenpunkt mit Lichtsignalanlage														
Mischfahrstreifen														
Projekt: Umgestalt. Stuttgarter Str./ Feuerbacher Str.														
Stadt: Leonberg														
Knotenpunkt: Stuttgarter Straße/ Feuerbacher Straße												$t_U = 120$	[s]	
Zeitabschnitt: 16:30-17:30												$t_F = 26$	[s]	
Bearbeiter: Melanie Sackert												$f_m = 1,100$	[-]	
Ausgangsdaten														
Richt.	q_{LV}	$q_{Lkw+Bus}$	q_{LkwK}	q_{sv}	q_{ktz}	SV	b	R	s	t_B	q_s	C	Bez./Bem.	
	[Kfz/h]	[Kfz/h]	[Kfz/h]	[Kfz/h]	[Kfz/h]	[%]	[m]	[m]	[%]	[s]	[Kfz/h]	[Kfz/h]	{13}	
	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}	{7}	{8}	{9}	{10}	{11}	{12}	{13}	
GF				0	37	0,0	3,00		-4,0	2,05	1755	395		
RA				9	148	6,1	3,00	4,00	-4,0					
LA														
Einzelströme														
Richt.	q_{ktz}	a	f_{sv}	f_b	f_R	f_s	f_1	f_2	t_B	q_s	C	Bez./Bem.		
	[Kfz/h]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[s]	[Kfz/h]	[Kfz/h]	{12}		
	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}	{7}	{8}	{9}	{10}	{11}	{12}		
GF	37	0,2000	1,000	1,000		0,879	1,000	0,879	2,051	1755	395			
RA	148	0,8000	1,055	1,000	1,240	0,879	1,240	0,879	2,071	1739	391			
LA														
Mischfahrstreifen														
q_{ktz}	f_{sv}	$q_{s,M}$	C_M	x	f_A	N_{GE}	$t_{w,G}$	$t_{w,R}$	t_w	QSV	N_{MS}	S	$N_{MS,s}$	L_s
[Kfz/h]	[-]	[Kfz/h]	[Kfz/h]	[-]	[-]	[Kfz]	[s]	[s]	[s]	[-]	[Kfz]	[%]	[Kfz]	[m]
{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}	{7}	{8}	{9}	{10}	{11}	{12}	{13}	{14}	{15}
185	1,044	1742	392	0,4720	0,2250	0,535	40,3	4,9	45,2	C	5,882	95	9,983	63
GF Geradeausfahrer RA Rechtsabbieger LA Linksabbieger														



Stadt Leonberg – Machbarkeitsstudie zum Umbau der Sonnenkreuzung

MFS – Graf-Ulrich-Straße

Knotenpunkt mit Lichtsignalanlage														
Mischfahrstreifen														
Projekt:		Umgestalt. Stuttgarter Str./ Feuerbacher Str.												
Stadt:		Leonberg												
Knotenpunkt:		Stuttgarter Straße/ Feuerbacher Straße										t _U = 120 [s]		
Zeitabschnitt:		16:30-17:30										t _F = 21 [s]		
Bearbeiter:		Melanie Sackert										f _m = 1,100 [-]		
Ausgangsdaten														
Richt.	q _{LV} [Kfz/h]	q _{Lkw+Bus} [Kfz/h]	q _{LkwK} [Kfz/h]	q _{sv} [Kfz/h]	q _{Ktz} [Kfz/h]	SV [%]	b [m]	R [m]	s [%]	t _B [s]	q _s [Kfz/h]	C [Kfz/h]	Bez./Bem.	
	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}	{7}	{8}	{9}	{10}	{11}	{12}	{13}	
GF				0	33	0,0	3,25		6,0	2,23	1618	297		
RA				3	56	5,4	3,25	10,00	6,0					
LA				4	42	10,0	3,25	8,00	6,0					
Einzelströme														
Richt.	q _{Ktz} [Kfz/h]	a [-]	f _{sv} [-]	f _b [-]	f _R [-]	f _s [-]	f ₁ [-]	f ₂ [-]	t _B [s]	q _s [Kfz/h]	C [Kfz/h]	Bez./Bem.		
	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}	{7}	{8}	{9}	{10}	{11}	{12}		
GF	33	0,2519	1,000	1,000		1,180	1,180	1,000	2,225	1618	297			
RA	56	0,4275	1,049	1,000	1,150	1,180	1,180	1,000	2,227	1616	296			
LA	42	0,3206	1,090	1,000	1,180	1,180	1,180	1,000	2,315	1555	285			
Mischfahrstreifen														
q _{Ktz} [Kfz/h]	f _{sv} [-]	q _{s,M} [Kfz/h]	C _M [Kfz/h]	x [-]	f _A [-]	N _{GE} [Kfz]	t _{w,G} [s]	t _{w,R} [s]	t _w [s]	QSV [-]	N _{MS} [Kfz]	S [%]	N _{MS,S} [Kfz]	L _s [m]
{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}	{7}	{8}	{9}	{10}	{11}	{12}	{13}	{14}	{15}
131	1,050	1597	293	0,4474	0,1833	0,479	43,6	5,9	49,5	C	4,364	95	7,897	50
GF Geradeausfahrer RA Rechtsabbieger LA Linksabbieger														



Anlage IV – Nachweis Leistungsfähigkeit Kreisverkehr mit Prognoseverkehrsstärke 2025

Beurteilung eines Kreisverkehrs, 4 Arme	
	<p>Knotenpunkt: <i>Kleiner Kreisverkehr mit $D = 30\text{ m}$</i></p>
	<p>Verkehrsdaten: Datum: 15.11.2018 Analyse Uhrzeit: 16:30-17:30</p>
	<p>Zielvorgaben: Mittlere Wartezeit $t_w = 45\text{ s}$ Qualitätsstufe: D</p>
	<p>Knotenverkehrsstärke: 2319 Fz/h 2383 Pkw-E/h</p>

Aufschlüsselung nach Fahrzeugarten: liegt vor, ohne genaue Differenzierung des Schwerverkehrs

Kapazitäten der Zufahrten							
Zufahrt	Fahrzeuge Zufahrt q_{zi} [Fz/h]	Pkw-E / Fz Zufahrt $f_{PE,zi}$ [-]	Verkehrsstärke in der Zufahrt $q_{PE,zi}$ [Pkw-E/h]	Verkehrsstärke im Kreis $q_{PE,ki}$ [Pkw-E/h]	Grundkapazität $G_{PE,i}$ [Pkw-E/h]	Abminderungsfaktor Fußgänger $f_{r,i}$ [-]	Kapazität $C_{PE,i}$ [Pkw-E/h]
1	850	1,034	879	193	1064	0,908	966
2	511	1,040	531	690	654	0,980	641
3	810	1,023	828	377	906	0,967	875
4	148	0,976	144	1116	341	1,000	341

Beurteilung der Verkehrsqualität				
Zufahrt	Kapazität C_i [Fz/h]	Kapazitätsreserve R_i [Fz/h]	mittlere Wartezeit $t_{w,i}$ [s]	Qualitätsstufe QSV
1	934	84	36,2	D
2	617	106	31,9	D
3	856	46	53,3	E
4	350	202	17,8	B
erreichbare Qualitätsstufe QSV_{ges}				E

Beurteilung der Ausfahrten		
Ausfahrt	Verkehrsstärke [Pkw-E/h]	
1	1067	nicht ausgelastet
2	382	nicht ausgelastet
3	843	nicht ausgelastet
4	90	nicht ausgelastet



Stadt Leonberg – Machbarkeitsstudie zum Umbau der Sonnenkreuzung

Knotenpunkt mit Lichtsignalanlage						
Bedingt verträgliche Linksabbieger						
Projekt:		Umgestalt. Stuttgarter Str./ Feuerbacher Str.				
Stadt:		Leonberg				
Knotenpunkt:		Stuttgarter Straße/ Feuerbacher Straße				
Zeitabschnitt:		16:30-17:30				
Bearbeiter:		Melanie Sackert				
f_{in}	=	1,100	Nr.	1	2	3
Bezeichnung		FS 42, L				
Bemerkungen						
Berechnungsfall		0				
t_U	[s]	{1}	120			
LA	q_{LV}	[Kfz/h]	{2}			
	q_{kw+BUS}	[Kfz/h]	{3}			
	q_{LKWK}	[Kfz/h]	{4}			
	q_{SV}	[Kfz/h]	{5}	7		
	q_{Kfz}	[Kfz/h]	{6}	108		
	SV	{%}	{7}	6,5		
	b	{m}	{8}	3,00		
	R	{m}	{9}	8,00		
	s	{%}	{10}	3,0		
	L _{LA}	{m}	{11}	19,0		
	t _F	{s}	{12}	51		
	Diagonalgrün?	{13}	nein			
	GV	q_G	[Kfz/h]	{14}	646	
q_{RA}		[Kfz/h]	{15}	0		
x_{gegen}		{-}	{16}	0,86		
n_{gegen}		{-}	{17}	getrennt		
$t_{e,gegen}$		{s}	{18}	43		
t_z		{s}	{19}	5,0		
LA	q_{Kfz}	[Kfz/h]	{20}	108		
	f_{SV}	{-}	{21}	1,059		
	f_b	{-}	{22}	1,000		
	f_R	{-}	{23}	1,180		
	f_e	{-}	{24}	1,089		
	f_l	{-}	{25}	1,180		
	f_p	{-}	{26}	1,000		
	t_B	{s}	{27}	2,248		
	q_S	[Kfz/h]	{28}	1601		
	$t_{F,durch}$	{s}	{29}	51		
	$t_{F,GF}$	{s}	{30}	0		
	GV	q_{gegen}	[Kfz/h]	{31}	646	
			{31'}	0		
$m_{s,gegen}$		[Kfz]	{32}	12,382		
			{32'}	0,000		
$t_{sb,gegen}$		{s}	{33}	37,49		
		{33'}	0,00			
LA	C_0	[Kfz/h]	{34}	694		
	t_e	{s}	{35}	13,51		
			{35'}	51,00		
	G_0	[Kfz/h]	{36}	594		
			{36'}	1286		
	C_D	[Kfz/h]	{37}	62		
			{37'}	511		
	C_{FW}	[Kfz/h]	{38}	90		
	C_{GF}	[Kfz/h]	{39}	0		
	C_{LA}	[Kfz/h]	{40}	152		
	x	{-}	{41}	0,709		
	$q_{S,LA}$	[Kfz/h]	{42}	351		
	f_A	{-}	{43}	0,095		
	N_{GE}	[Kfz]	{44}	1,534		
	$t_{W,G}$	{s}	{45}	52,7		
	$t_{W,R}$	{s}	{46}	36,3		
	t_W	{s}	{47}	89,0		
	QSV	{-}	{48}	E		
	N_{MS}	[Kfz]	{49}	5,027		
	S	{%}	{50}	95		
	$N_{MS,S}$	[Kfz]	{51}	8,819		
	L_S	{m}	{52}	56		



Stadt Leonberg – Machbarkeitsstudie zum Umbau der Sonnenkreuzung

MFS – Feuerbacher Straße

Knotenpunkt mit Lichtsignalanlage														
Mischfahrstreifen														
Projekt: Umgestalt. Stuttgarter Str./ Feuerbacher Str.														
Stadt: Leonberg														
Knotenpunkt: Stuttgarter Straße/ Feuerbacher Straße												$t_U = 120$	[s]	
Zeitabschnitt: 16:30-17:30												$t_F = 51$	[s]	
Bearbeiter: Melanie Sackert												$f_m = 1,100$	[-]	
Ausgangsdaten														
Richt.	q_{LV}	$q_{Lkw+Bus}$	q_{LkwK}	q_{sv}	q_{ktz}	SV	b	R	s	t_B	q_s	C	Bez./Bem.	
	[Kfz/h]	[Kfz/h]	[Kfz/h]	[Kfz/h]	[Kfz/h]	[%]	[m]	[m]	[%]	[s]	[Kfz/h]	[Kfz/h]	{13}	
	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}	{7}	{8}	{9}	{10}	{11}	{12}	{13}	
GF				33	671	4,9	3,25		3,0	2,30	1566	679		
RA				1	52	1,9	3,25	5,00	3,0					
LA														
Einzelströme														
Richt.	q_{ktz}	a	f_{sv}	f_b	f_R	f_s	f_1	f_2	t_B	q_s	C	Bez./Bem.		
	[Kfz/h]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[s]	[Kfz/h]	[Kfz/h]	{12}		
	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}	{7}	{8}	{9}	{10}	{11}	{12}		
GF	671	0,9281	1,044	1,000		1,089	1,089	1,000	2,298	1566	679			
RA	52	0,0719	1,017	1,000	1,225	1,089	1,225	1,000	2,243	1605	696			
LA														
Mischfahrstreifen														
q_{ktz}	f_{sv}	$q_{s,M}$	C_M	x	f_A	N_{GE}	$t_{w,G}$	$t_{w,R}$	t_w	QSV	N_{MS}	S	$N_{MS,s}$	L_s
[Kfz/h]	[-]	[Kfz/h]	[Kfz/h]	[-]	[-]	[Kfz]	[s]	[s]	[s]	[-]	[Kfz]	[%]	[Kfz]	[m]
{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}	{7}	{8}	{9}	{10}	{11}	{12}	{13}	{14}	{15}
723	1,042	1570	680	1,0630	0,4333	36,544	34,0	193,4	227,4	F	60,644	95	73,815	462
GF Geradeausfahrer RA Rechtsabbieger LA Linksabbieger														

MFS – Stuttgarter Straße

Knotenpunkt mit Lichtsignalanlage														
Mischfahrstreifen														
Projekt: Umgestalt. Stuttgarter Str./ Feuerbacher Str.														
Stadt: Leonberg														
Knotenpunkt: Stuttgarter Straße/ Feuerbacher Straße												$t_U = 120$	[s]	
Zeitabschnitt: 16:30-17:30												$t_F = 26$	[s]	
Bearbeiter: Melanie Sackert												$f_m = 1,100$	[-]	
Ausgangsdaten														
Richt.	q_{LV}	$q_{Lkw+Bus}$	q_{LkwK}	q_{sv}	q_{ktz}	SV	b	R	s	t_B	q_s	C	Bez./Bem.	
	[Kfz/h]	[Kfz/h]	[Kfz/h]	[Kfz/h]	[Kfz/h]	[%]	[m]	[m]	[%]	[s]	[Kfz/h]	[Kfz/h]	{13}	
	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}	{7}	{8}	{9}	{10}	{11}	{12}	{13}	
GF				0	39	0,0	3,00		-4,0	2,05	1760	396		
RA				9	156	5,8	3,00	4,00	-4,0					
LA														
Einzelströme														
Richt.	q_{ktz}	a	f_{sv}	f_b	f_R	f_s	f_1	f_2	t_B	q_s	C	Bez./Bem.		
	[Kfz/h]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[s]	[Kfz/h]	[Kfz/h]	{12}		
	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}	{7}	{8}	{9}	{10}	{11}	{12}		
GF	39	0,2000	1,000	1,000		0,879	1,000	0,879	2,045	1760	396			
RA	156	0,8000	1,052	1,000	1,240	0,879	1,240	0,879	2,065	1743	392			
LA														
Mischfahrstreifen														
q_{ktz}	f_{sv}	$q_{s,M}$	C_M	x	f_A	N_{GE}	$t_{w,G}$	$t_{w,R}$	t_w	QSV	N_{MS}	S	$N_{MS,s}$	L_s
[Kfz/h]	[-]	[Kfz/h]	[Kfz/h]	[-]	[-]	[Kfz]	[s]	[s]	[s]	[-]	[Kfz]	[%]	[Kfz]	[m]
{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}	{7}	{8}	{9}	{10}	{11}	{12}	{13}	{14}	{15}
195	1,042	1746	393	0,4962	0,2250	0,594	40,6	5,4	46,0	C	6,265	95	10,498	66
GF Geradeausfahrer RA Rechtsabbieger LA Linksabbieger														



Stadt Leonberg – Machbarkeitsstudie zum Umbau der Sonnenkreuzung

MFS – Graf-Ulrich-Straße

Knotenpunkt mit Lichtsignalanlage														
Mischfahrstreifen														
Projekt:		Umgestalt. Stuttgarter Str./ Feuerbacher Str.												
Stadt:		Leonberg												
Knotenpunkt:		Stuttgarter Straße/ Feuerbacher Straße												
Zeitabschnitt:		16:30-17:30												
Bearbeiter:		Melanie Sackert												
											$t_U =$	120	[s]	
											$t_F =$	21	[s]	
											$f_m =$	1,100	[-]	
Ausgangsdaten														
Richt.	q_{LV}	$q_{Lkw+Bus}$	q_{LkwK}	q_{sv}	q_{Ktz}	SV	b	R	s	t_B	q_s	C	Bez./Bem.	
	[Kfz/h]	[Kfz/h]	[Kfz/h]	[Kfz/h]	[Kfz/h]	[%]	[m]	[m]	[%]	[s]	[Kfz/h]	[Kfz/h]	{13}	
	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}	{7}	{8}	{9}	{10}	{11}	{12}	{13}	
GF				0	35	0,0	3,25		6,0	2,24	1611	295		
RA				3	59	5,1	3,25	10,00	6,0					
LA				5	45	10,0	3,25	8,00	6,0					
Einzelströme														
Richt.	q_{Ktz}	a	f_{sv}	f_b	f_R	f_s	f_1	f_2	t_B	q_s	C	Bez./Bem.		
	[Kfz/h]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[s]	[Kfz/h]	[Kfz/h]	{12}		
	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}	{7}	{8}	{9}	{10}	{11}	{12}		
GF	35	0,2518	1,000	1,000		1,180	1,180	1,000	2,235	1611	295			
RA	59	0,4245	1,046	1,000	1,150	1,180	1,180	1,000	2,221	1621	297			
LA	45	0,3237	1,090	1,000	1,180	1,180	1,180	1,000	2,315	1555	285			
Mischfahrstreifen														
q_{Ktz}	f_{sv}	$q_{s,M}$	C_M	x	f_A	N_{GE}	$t_{w,G}$	$t_{w,R}$	t_w	QSV	N_{MS}	S	$N_{MS,S}$	L_s
[Kfz/h]	[-]	[Kfz/h]	[Kfz/h]	[-]	[-]	[Kfz]	[s]	[s]	[s]	[-]	[Kfz]	[%]	[Kfz]	[m]
{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}	{7}	{8}	{9}	{10}	{11}	{12}	{13}	{14}	{15}
139	1,049	1596	293	0,4751	0,1833	0,540	43,8	6,6	50,5	D	4,685	95	8,346	53
GF Geradeausfahrer RA Rechtsabbieger LA Linksabbieger														



Anlage VI – Nachweis Leistungsfähigkeit Kreisverkehr (Prognoseverkehrsstärke 2030)

Beurteilung eines Kreisverkehrs, 4 Arme	
	<p style="text-align: center;">Knotenpunkt: <i>Kleiner Kreisverkehr mit D = 30 m</i></p> <p>Verkehrsdaten: Datum: 15.11.2018 Analyse Uhrzeit: 16:30-17:30</p> <p>Zielvorgaben: Mittlere Wartezeit $t_w = 45$ s Qualitätsstufe: D</p> <p>Knotenverkehrsstärke: 2414 Fz/h 2482 Pkw-E/h</p>

Aufschlüsselung nach Fahrzeugarten: liegt vor, ohne genaue Differenzierung des Schwerverkehrs

Kapazitäten der Zufahrten							
Zufahrt	Fahrzeuge Zufahrt q_{zi} [Fz/h]	Pkw-E / Fz Zufahrt $f_{PE,zi}$ [-]	Verkehrsstärke in der Zufahrt $q_{PE,zi}$ [Pkw-E/h]	Verkehrsstärke im Kreis $q_{PE,ki}$ [Pkw-E/h]	Grundkapazität $G_{PE,i}$ [Pkw-E/h]	Abminderungs- faktor Fußgänger $f_{r,i}$ [-]	Kapazität $C_{PE,i}$ [Pkw-E/h]
1	893	1,033	923	205	1053	0,909	957
2	514	1,043	536	725	626	0,982	615
3	850	1,023	869	383	901	0,967	871
4	157	0,978	154	1160	311	1,000	311

Beurteilung der Verkehrsqualität				
Zufahrt	Kapazität C_i [Fz/h]	Kapazitätsreserve R_i [Fz/h]	mittlere Wartezeit $t_{w,i}$ [s]	Qualitäts- stufe QSV
1	927	34	59,5	E
2	590	76	42,0	D
3	852	2	89,1	E
4	318	161	22,3	C
erreichbare Qualitätsstufe QSV_{ges}				E

Beurteilung der Ausfahrten		
Ausfahrt	Verkehrsstärke [Pkw-E/h]	
1	1109	nicht ausgelastet
2	402	nicht ausgelastet
3	879	nicht ausgelastet
4	92	nicht ausgelastet