



PVT Planungsbüro für Verkehrstechnik und Verkehrssteuerung GmbH

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

Verkehrsgutachten
neue Feuer- und Rettungswache
in Waltrop

erstellt von
M. Sc. I. Ridder
und
M. Sc. M. Haben

März 2024

Inhaltsverzeichnis

1. Aufgabenstellung und Ausgangssituation	2
2. Verkehrsbelastung.....	3
3. Beschreibung des Verfahrens zur Ermittlung der Leistungsfähigkeit eines Knotenpunktes nach HBS.....	4
4. Leistungsfähigkeitsberechnungen.....	5
4.1 Bauzustand.....	5
4.2 Rettungs- und Feuerwache.....	5
4.3 Fazit.....	7
5. Zusammenfassung	7
Literaturverzeichnis	8
Anlagenverzeichnis	8

Anlagen
Anhang

1. Aufgabenstellung und Ausgangssituation

An der Recklinghäuser Straße (L 511) wird eine Feuer- und Rettungswache gebaut. Diese wird in Zukunft über eine neue Einmündung an die Recklinghäuser Straße (L 511) angebunden.

Im Rahmen dieses Gutachtens sollen Leistungsfähigkeitsprüfungen nach dem Handbuch für die Bemessung von Straßenverkehrsanlagen (HBS 2015) an der Einmündung durchgeführt werden. Es werden dabei drei Belastungsfälle überprüft. Zuerst wird der Bauzustand überprüft. Hier wird von einer unsignalisierten Einmündung ausgegangen, die von zusätzlichen Lastkraftwagen befahren wird. Im nächsten Schritt wird die Einmündung nach Fertigstellung der Feuer- und Rettungswache betrachtet. Dabei wird zum einen der Belastungsfall bei gleichzeitigem Schichtwechsel und Rettungsfahrt überprüft. Möchte in diesem Fall ein Rettungsfahrzeug aus der Einmündung ausfahren, erhalten die Kraftfahrzeuge auf der Recklinghäuser Straße (L 511) über eine vorgesehene Signalisierung „Rot“. So ist gewährleistet, dass die Rettungsfahrzeuge sicher ausfahren können. Zum anderen wird der Belastungsfall bei Schichtwechsel und ohne Rettungsfahrt überprüft. Das bedeutet, dass die Einmündung zu diesem Zeitpunkt unsignalisiert bleibt. Abbildung 1 zeigt den Entwurf der neuen Feuer- und Rettungswache, welcher im Rahmen einer Machbarkeitsstudie von Wolters Partner Architekten GmbH angefertigt wurde.

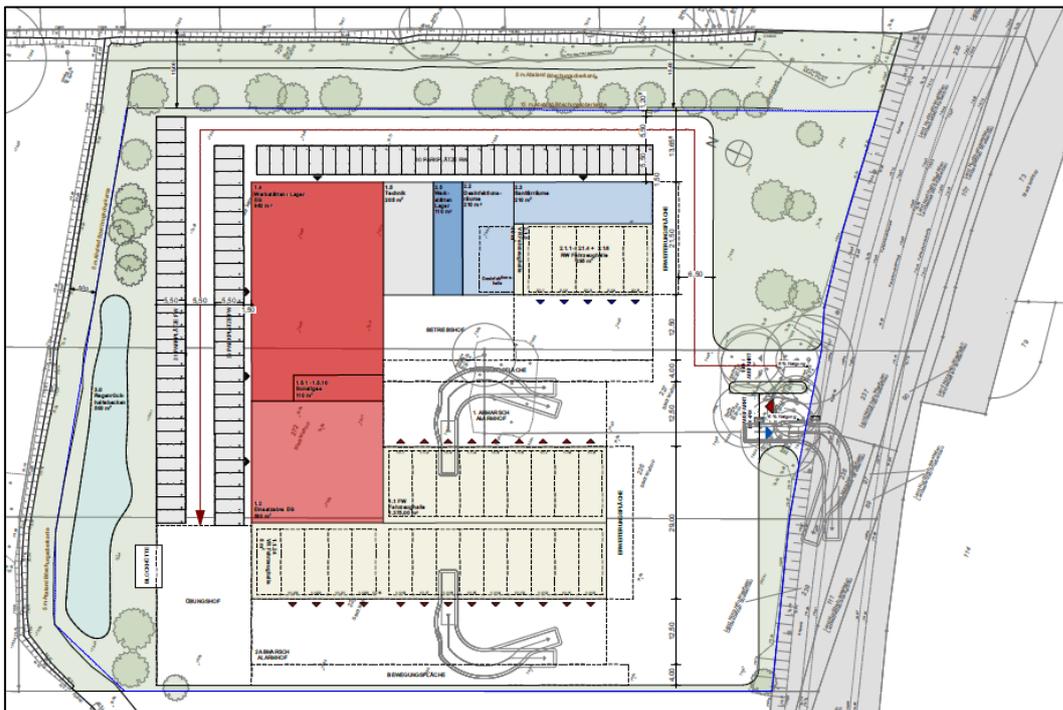


Abbildung 1: Neubau der Feuer- und Rettungswache [Quelle: Wolters Partner Architekten GmbH]

2. Verkehrsbelastung

Um realistische Verkehrszahlen in den Leistungsfähigkeitsberechnungen zu berücksichtigen, wurden am 08.02.2024 Videosysteme der Firma MIOVISION auf der Strecke aufgestellt. Es wurde Videomaterial für die Zeiträume 06.00 bis 09.00 Uhr und 15.00 bis 19.00 Uhr erhoben und ausgewertet.

Bei der Zählung wurden die Verkehrsarten PKW / Busse / LKW / Lastzug (LZ) / Krad und Fahrrad erfasst. Aus den Ergebnissen wurde jeweils die Morgen- und Abendspitzenstunde ermittelt. Diese ergaben sich aus der jeweils höchsten stündlichen Verkehrsbelastung im jeweiligen Zählzeitraum.

Die Ergebnisse der Verkehrszählungen können den Anlagen A1 und A2 entnommen werden.

Für den Bauzustand wird angenommen, dass in beiden Spitzenstunden pro Stunde jeweils 30 Lastzüge in die Einmündung einbiegen bzw. ausfahren. Diese teilen sich zu gleichen Teilen in die beiden Fahrrichtungen auf. Abbildung 2 kann die Verkehrsaufteilung der Lastzüge entnommen werden. Die angesetzten Verkehrszahlen können den Anlagen A3 und A4 entnommen werden.

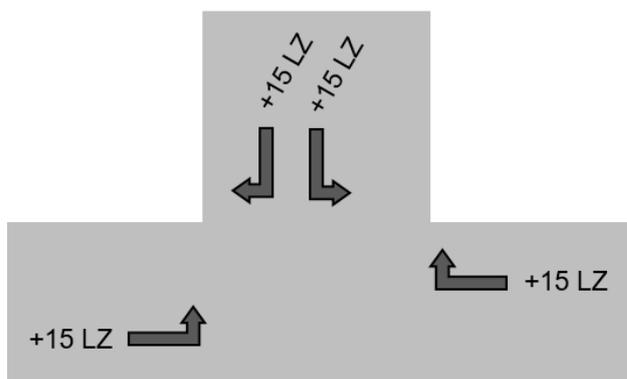


Abbildung 2: Verkehrsaufteilung der Lastzüge im Bauzustand

Im nächsten Schritt wird der Knotenpunkt nach Fertigstellung der Feuer- und Rettungswache betrachtet. Laut dem Lageplan aus der Machbarkeitsstudie zur Feuer- und Rettungswache (s. Anlage B1) sollen hier 90 Pkw-Parkplätze, 5 Rettungswagengaragen und 23 Garagen für Feuerwehrfahrzeuge entstehen.

Mit großer Wahrscheinlichkeit werden die Parkplätze während einer Schicht nicht alle belegt sein. Es wird daher davon ausgegangen, dass in etwa 50 Parkplätze belegt sind. Im Falle eines Schichtwechsels fahren 50 Personenkraftwagen (Pkw) zu gleichen Teilen aus Richtung Osten sowie Westen auf das Gelände und 50 weitere Pkw verlassen das Gelände.

Hinzu kommen die Rettungsfahrten. Es wird angenommen, dass maximal 20 Rettungsfahrten in einer Stunde stattfinden. In den Spitzenstunden ergibt sich daher ein Mehrverkehr von 70 Fahrzeugen in und 70 Fahrzeugen aus der Rettungswache (vgl. Abbildung 3). Die Belastungszahlen dieser Variante können den Anlagen A5 und A6 entnommen werden.

Verkehrsgutachten; neue Feuer- und Rettungswache in Waltrop

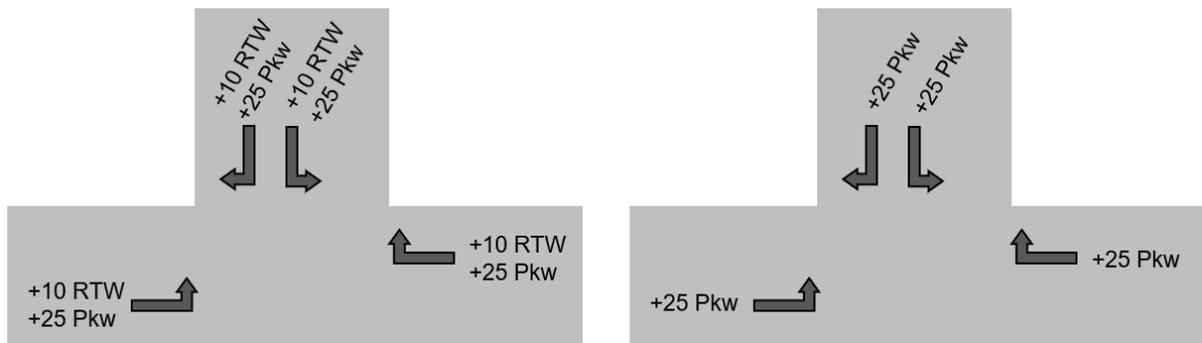


Abbildung 3: geschätzter Mehrverkehr nach Fertigstellung der Feuer- und Rettungswache: gleichzeitige Rettungsfahrt und Schichtwechsel (Fall 1, links); nur Schichtwechsel (Fall 2, rechts)

3. Beschreibung des Verfahrens zur Ermittlung der Leistungsfähigkeit eines Knotenpunktes nach HBS

Die zugrunde gelegten Berechnungsverfahren zum Nachweis der Verkehrsqualität für den Kraftfahrzeugverkehr an Knotenpunkten mit und ohne Lichtsignalanlagen an Landstraßen basieren auf dem HBS, „Handbuch für die Bemessung von Straßenverkehrsanlagen der Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen“; Ausgabe 2015.

Zur Beurteilung der Leistungsfähigkeit einer Einmündung ohne Lichtsignalanlage wird anhand der sich einstellenden mittleren Wartezeiten die Verkehrsqualität (siehe Anhang) der einzelnen Zufahrten festgelegt. Grundsätzlich soll mindestens die Qualitätsstufe D mit einer Wartezeit ≤ 45 s nicht unterschritten werden.

Zur Beurteilung der Leistungsfähigkeit eines Knotenpunktes mit Lichtsignalanlage wird anhand der sich einstellenden mittleren Wartezeiten die Verkehrsqualität (siehe Anhang) der einzelnen Zufahrten festgelegt. Anzustrebende Qualitätsstufe eines Knotenpunktes bzw. jeder Fahrbeziehung sollte ebenfalls mindestens die Qualitätsstufe D sein, bei der sich ein stabiler Verkehrszustand mit beträchtlichen Wartezeiten an der Lichtsignalanlage bildet. Auf dem betrachteten Fahrstreifen tritt im Kfz-Verkehr am Ende der Freigabezeit häufig ein Rückstau auf.

Die Berechnung der Leistungsfähigkeiten für Lichtsignalanlagen nach HBS 2015 wird mit dem Verkehringenieursarbeitsplatz LISA Version 6.2 durchgeführt. Die Beurteilung der Verkehrsqualität eines Knotenpunktes mit Lichtsignalanlage ist im Anhang, Kapitel A und die Beurteilung der Verkehrsqualität eines unsignalisierten Knotenpunktes ist im Anhang, Kapitel B, beschrieben.

Ferner wird der sogenannte Maximalstau der Abbiege- und Aufstellstreifen, der sich kurz nach Ende der Rotzeit einstellt, für eine statistische Sicherheit gegen Überstauung von 95 % berechnet.

Grundsätzlich gehen alle durchgeführten Berechnungen betreffend lichtsignalgeregelter Knotenpunkte von Festzeitprogrammen aus. Da die Festzeitprogramme immer die Darstellung des ungünstigsten Verkehrsablaufs am Knotenpunkt (alle Fahrzeugrichtungen haben angefordert und wollen maximal verlängern) sind, basieren auch verkehrabhängig geschaltete Programme immer auf diesen ermittelten Festzeitprogrammen.

Für die Festzeitprogramme, die den Leistungsfähigkeitsberechnungen zugrunde gelegt worden sind, wurden die Zwischenzeiten geschätzt. Für eine ausführungsfähige Schaltung der Festzeitprogramme bedarf es einer weitergehenden Detailplanung.

4. Leistungsfähigkeitsberechnungen

Im ersten Schritt wird die Einmündung im unsignalisierten Zustand für den Bauzustand überprüft. Anschließend werden HBS-Leistungsfähigkeitsnachweise für die fertiggestellte Rettungs- und Feuerwache mit Alarmausfahrt durchgeführt.

4.1 Bauzustand

Im Bauzustand wird von einer unsignalisierten Einmündung ausgegangen. Der Verkehr aus den Verkehrszählungen wird um den geschätzten Baustellenverkehr erhöht. Für alle Knotenpunkte wird dabei von jeweils einer Fahrspur ausgegangen.

In beiden Spitzenstunden kann der Verkehr weiterhin leistungsfähig abgewickelt werden. Bei beiden Belastungsfällen erreicht der aus der Baustelle ausfahrende und Richtung Osten abbiegende Linksabbiegestrom die ausreichende, aber noch leistungsfähige Qualitätsstufe D (QSV D). Alle übrigen Verkehrsströme erreichen eine gute oder sehr gute Bewertung.

Die vollständigen Ergebnisse können den Anlagen C1 und C2 entnommen werden.

4.2 Rettungs- und Feuerwache

Ist die Rettungswache fertiggestellt wird in der Grundstellung, also wenn keine Rettungsfahrt ansteht, die Lichtsignalanlage im Zustand „dunkel“ betrieben. Das bedeutet, dass der Knotenpunkt als unsignalisierte Einmündung fungiert. Auf der Recklinghäuser Straße (L 511) wird für jede Fahrrichtung eine Fahrspur vorgesehen. Für die Rettungswache sind zwei Ein- und Ausfahrten vorgesehen. Eine für die Rettungsfahrzeuge und eine für Pkw's.

Steht eine Rettungsfahrt an, werden die Signale K1 und K2 des Kraftfahrzeugverkehrs auf der Recklinghäuser Straße (L 511) über 5 Sekunden Gelb auf Rot geschaltet. Zusätzlich wird den Autofahrenden über ein blinkendes Signal „Feuerwehr Einsatz“ (Signalgruppen BRW1 und BRW2) die Anstehende Rettungsfahrt angezeigt. Auch die Radfahrenden und zu Fuß Gehenden (Signalgruppe FR3) werden auf Rot geschaltet. Nach Ablauf der notwendigen Zwischenzeit, können die Rettungsfahrzeuge dann die Recklinghäuser Straße konfliktfrei befahren. Dies wird den Einsatzfahrzeugen durch das vorhandene Permissiv-Signal (Signalgruppe RW3) angezeigt. Auch Pkw können über eine eigene Ausfahrt vom Gelände der Feuer- und Rettungswache die Recklinghäuser Straße befahren. Die Ausfahrt ist jedoch nur erlaubt, wenn keine Rettungsfahrt ansteht. Daher wird auch hier die Ausfahrt über ein rotes Signal (Signalgruppe K3) gesperrt, wenn eine Rettungsfahrt ansteht. Die Lage der Signale und die Signalgruppen können Abbildung 4 oder Anlage B2 entnommen werden.

Es werden daher zwei Fälle betrachtet. In **Fall 1** stehen Rettungsfahrten an, weshalb die Signalanlage eingeschaltet wird und ein Leistungsfähigkeitsnachweis mit Lichtsignalanlage erfolgt. Außerdem werden Pkw-Fahrten für den Fall, dass zeitgleich ein Schichtwechsel erfolgt, berücksichtigt. Im **Fall 2** stehen keine Rettungsfahrten an, aber ein Schichtwechsel, weshalb an dieser Stelle ein Leistungsfähigkeitsnachweis für einen unsignalisierten Knotenpunkt durchgeführt wird.

Verkehrsgutachten; neue Feuer- und Rettungswache in Waltrop

Fall 1 – signalisierte Zufahrt zur Rettungswache

Die zuvor beschriebene Signalisierung ist verkehrsabhängig und wird nur nach Bedarf geschaltet, die Leistungsfähigkeitsberechnung nach dem HBS berücksichtigt aber nur Festzeitprogramme, welches für die Rettungswache geschätzt werden muss. Es wird angenommen, dass maximal 20 Rettungseinsätze pro Stunde gefahren werden. In diesem Fall würde das Festzeitprogramm 20 Mal abgerufen und wäre 3600 Sekunden (1 Stunde) geteilt durch 20 Fahrten = 180 Sekunden lang. In diesem Programm würde die Rettungswache 60 Sekunden lang Freigabe erhalten. Unter Berücksichtigung der Zwischenzeiten würden die Fahrzeuge auf der Recklinghäuser Straße (L 511) die restliche Zeit Freigabe erhalten.

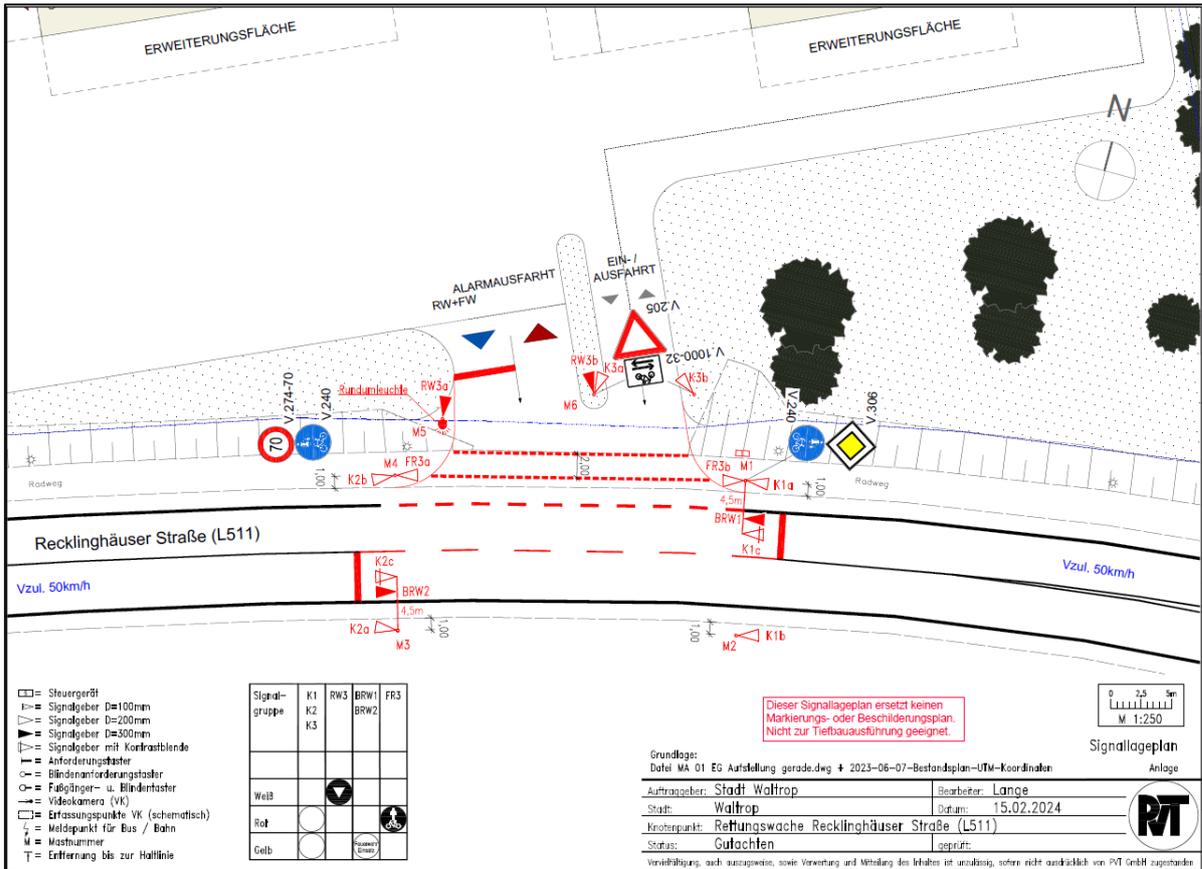


Abbildung 4: Signallageplan der LSA Recklinghäuser Straße /L 511) / Feuer- und Rettungswache

Als Verkehrsbelastung werden die Verkehrszahlen aus den Anlagen A5 und A6 angesetzt. Die Pkw-Zufahrt zur Feuer- und Rettungswache wird sowohl morgens als auch nachmittags wird leistungsfähig (QSV A) bewertet. In beiden Spitzenstunden wird auf der Recklinghäuser Straße (L 511) mindestens ein gutes Ergebnis (QSV B) erzielt. In diesem Fall ist es auch wichtig die Rückstaulänge (Lx) zu betrachten. In Richtung Osten entsteht eine maximale Rückstaulänge von 166,149 Metern in der Morgenspitze. Die benachbarte Kreuzung Recklinghäuser Straße (L 511) / Ottostraße liegt etwa 180 Meter von der Einfahrt entfernt und wird somit nicht vom Rückstau überstaut oder beeinträchtigt. In Richtung Westen kommt es maximal zu einem Rückstau von 177,296 Metern. In unmittelbarer Nähe liegen in diese Richtung keine Knotenpunkte, sodass es zu keiner Beeinträchtigung kommt.

Die vollständigen Ergebnisse können den Anlagen C3 und C4 entnommen werden.

Fall 2 – unsignalisierte Zufahrt zur Rettungswache

Auch im unsignalisierten Zustand, unter Betrachtung eines Schichtwechsels, bleibt der Knotenpunkt leistungsfähig. In beiden Spitzenstunden werden gute sowie sehr gute Qualitätsstufen für alle Verkehrsströme erzielt.

Die vollständigen Ergebnisse können den Anlagen C5 und C6 entnommen werden.

4.3 Fazit

Die neue Feuer- und Rettungswache sorgt während des Bauzustands sowie im Betrieb für keine erheblichen Beeinträchtigungen auf der Recklinghäuser Straße (L 511) und kann leistungsfähig abgewickelt werden.

Eine separate Linksabbiegespur wurde auf der Recklinghäuser Straße (L 511) nicht berücksichtigt, dennoch ist die Leistungsfähigkeit gegeben. Auffällige Staulängen konnten darüber hinaus nicht festgestellt werden.

5. Zusammenfassung

An der Recklinghäuser Straße (L 511) wird eine Feuer- und Rettungswache gebaut. Diese wird in Zukunft über eine Einmündung an die Recklinghäuser Straße (L 511) angebunden. Derzeit ist hier nur eine gerade Strecke vorhanden.

Im Rahmen dieses Gutachtens sollten Leistungsfähigkeitsprüfungen nach dem Handbuch für die Bemessung von Straßenverkehrsanlagen (HBS 2015) an der Einmündung durchgeführt werden. Es wurden dabei drei Belastungsfälle überprüft.

Zuerst wurde der **Bauzustand** betrachtet. Hier wurde von einer unsignalisierten Einmündung ausgegangen, die von Lastkraftwagen befahren wird. Es zeigte sich, dass mit einer ausreichenden aber leistungsfähigen Qualität für den aus dem Baustellengelände kommenden Verkehr zu rechnen ist. Auf der Recklinghäuser Straße (L 511) konnten dagegen für alle Verkehrsströme gute oder sogar sehr gute Ergebnisse erzielt werden.

Im nächsten Schritt wurde die Einmündung im Fall einer **Rettungsfahrt** betrachtet. Hier wurden zwei Varianten unterschieden. In Variante 1 wurde die Einmündung im Falle einer Alarmausfahrt und gleichzeitigem Schichtwechsel betrachtet. In diesem Fall wird die Einmündung signalisiert. Steht eine Rettungsfahrt an, werden die Signale K1 und K2 des Kraftfahrzeugverkehrs auf der Recklinghäuser Straße (L 511) und in der Pkw-Zufahrt der Feuer- und Rettungswache (Signalgruppe K3) über 5 Sekunden Gelb auf Rot geschaltet. Zusätzlich wird den Autofahrenden über ein blinkendes Signal „Feuerwehr Einsatz“ (Signalgruppen BRW1 und BRW2) die Anstehende Rettungsfahrt angezeigt. Auch die Radfahrenden und zu Fuß Gehenden (Signalgruppe FR3) werden auf Rot geschaltet. Nach Ablauf der notwendigen Zwischenzeit, können die Rettungsfahrzeuge dann die Recklinghäuser Straße konfliktfrei befahren. Dies wird den Einsatzfahrzeugen durch das vorhandene Permissiv-Signal (Signalgruppe RW3) angezeigt.

Da das Handbuch zur Bemessung von Straßenverkehrsanlagen nur Festzeitprogramme berücksichtigt, wurde anhand der angenommenen Rettungsfahrten ein Signalprogramm entworfen, das den Fall von 20 Rettungsfahrten in einer Stunde (schlechtester Fall) widergibt.

In beiden Spitzenstunden konnten auch hier leistungsfähige Ergebnisse erzielt werden. Auf der Recklinghäuser Straße (L 511) wurde mindestens eine gute Qualitätsstufe B erzielt. Auch die Rückstaulängen wurden in die Beurteilung einbezogen und es zeigte sich, dass keine angrenzenden Knotenpunkte vom Rückstau überstaut oder beeinträchtigt werden.

In einer zweiten Variante wurde die Einmündung unsignalisiert, während eines Schichtwechsels untersucht. Auch hier konnten leistungsfähige Ergebnisse erzielt werden.

Die neue Feuer- und Rettungswache sorgt somit während des Bauzustands sowie im Betrieb der Rettungswache für keine erheblichen Beeinträchtigungen auf der Recklinghäuser Straße (L 511). Eine separate Linksabbiegespur wurde auf der Recklinghäuser Straße (L 511) nicht berücksichtigt, dennoch ist die Leistungsfähigkeit gegeben. Auffällige Staulängen konnten darüber hinaus nicht festgestellt werden.

Literaturverzeichnis

1. „Handbuch für die Bemessung von Straßenverkehrsanlagen, Ausgabe 2015 (HBS); Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, FGSV
2. „Richtlinie für Lichtsignalanlagen (RiLSA)“; Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Arbeitsgruppe Straßenentwurf, 2015

Anlagenverzeichnis

Anlagen A1, A2	Strombelastungspläne – Verkehrszählung
Anlagen A3, A4	Strombelastungspläne – Bauzustand
Anlagen A5, A6	Strombelastungspläne – Betriebszustand / Alarmausfahrt
Anlage B1	Lageplan der Rettungs- und Feuerwache
Anlage B2	Signallageplan
Anlagen C1, C2	Leistungsfähigkeitsnachweise – Bauzustand (unsignalisiert)
Anlagen C3, C4	Leistungsfähigkeitsnachweise – Alarmausfahrt (signalisiert)
Anlagen C5, C6	Leistungsfähigkeitsnachweise – Schichtwechsel (unsignalisiert)

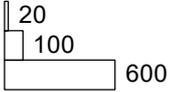
Anlagen

LISA

Morgenspitze_07.15-08.15

von/nach	1	2	3
1		601	
2	479		
3			

Feuerwache
(Arm 3)



Recklinghäuser Straße (L 511) (Westen)
(Arm 2)

Recklinghäuser Straße (L 511) (Osten)
(Arm 1)

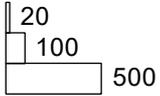


Projekt	Waltrop				
Knotenpunkt	Rettungswache Recklinghäuser Straße (L 511)				
Auftragsnr.		Variante	Gutachten - signalisierte	Datum	28.02.2024
Bearbeiter	I. Ridder	Abzeichnung		Blatt	Anlage A1

LISA

Nachmittagsspitze_16.15-17.15

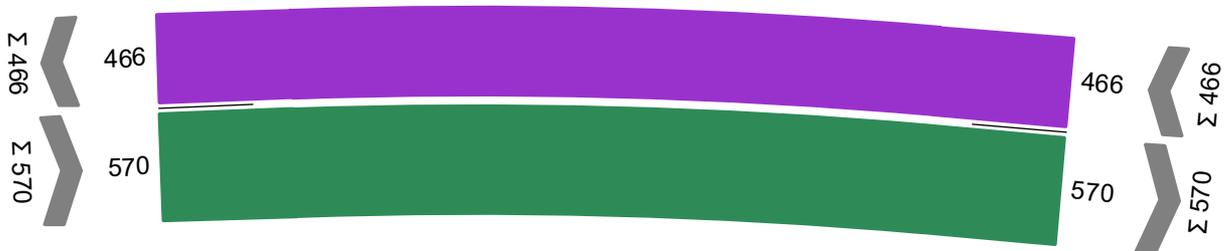
von\nach	1	2	3
1		466	
2	570		
3			



Feuerwache
(Arm 3)

Recklinghäuser Straße (L 511) (Westen)
(Arm 2)

Recklinghäuser Straße (L 511) (Osten)
(Arm 1)

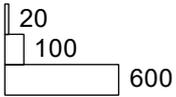


Projekt	Waltrop				
Knotenpunkt	Rettungswache Recklinghäuser Straße (L 511)				
Auftragsnr.		Variante	Gutachten - signalisierte	Datum	28.02.2024
Bearbeiter	I. Ridder	Abzeichnung		Blatt	Anlage A2

LISA

Morgenspitze_Bauzustand

von\nach	1	2	3
1		601	15
2	479		15
3	15	15	



Feuerwache
(Arm 3)

$\Sigma 30$ $\Sigma 30$

$\Sigma 1$ $\Sigma 1$ $\Sigma 1$ $\Sigma 1$

Recklinghäuser Straße (L 511) (Westen)
(Arm 2)

Recklinghäuser Straße (L 511) (Osten)
(Arm 1)

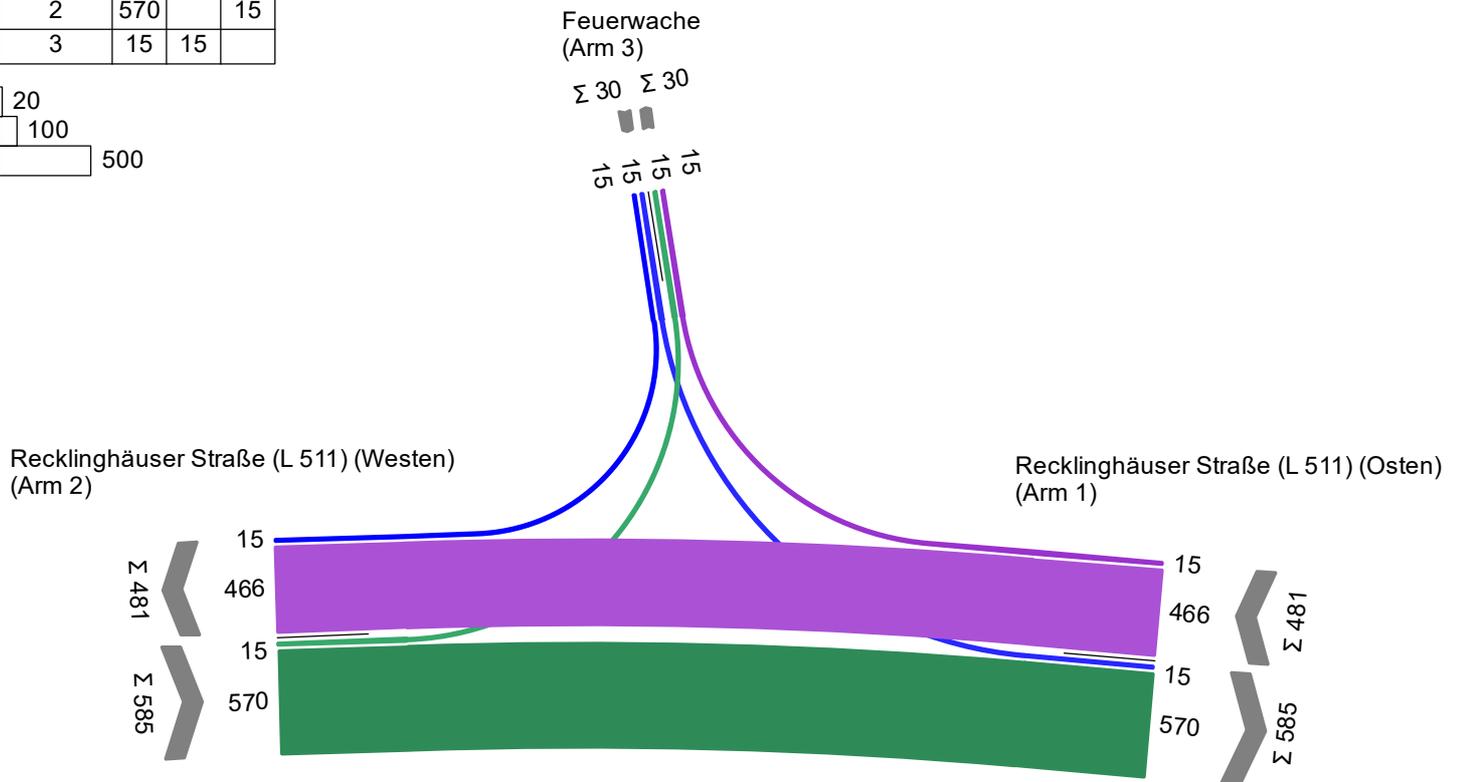
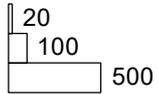


Projekt	Waltrop				
Knotenpunkt	Rettungswache Recklinghäuser Straße (L 511)				
Auftragsnr.		Variante	Gutachten - signalisierte	Datum	28.02.2024
Bearbeiter	I. Ridder	Abzeichnung		Blatt	Anlage A3

LISA

Nachmittagsspitze_Bauzustand

von\nach	1	2	3
1		466	15
2	570		15
3	15	15	

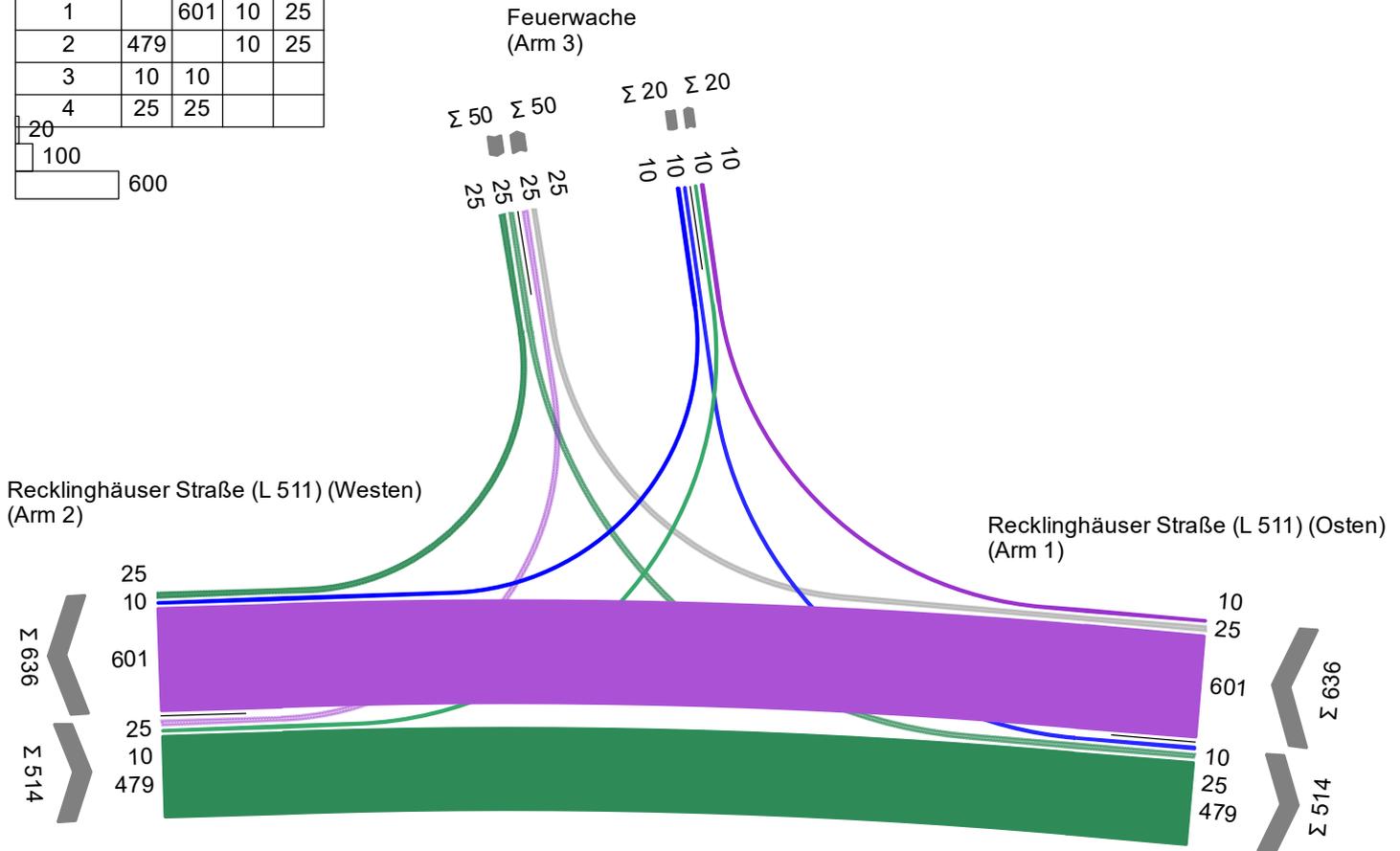
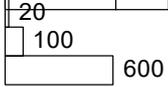


Projekt	Waltrop				
Knotenpunkt	Rettungswache Recklinghäuser Straße (L 511)				
Auftragsnr.		Variante	Gutachten - signalisierte	Datum	28.02.2024
Bearbeiter	I. Ridder	Abzeichnung		Blatt	Anlage A4

LISA

Morgenspitze-Feuerwehr+Parkplatz

von\nach	1	2	3	4
1		601	10	25
2	479		10	25
3	10	10		
4	25	25		

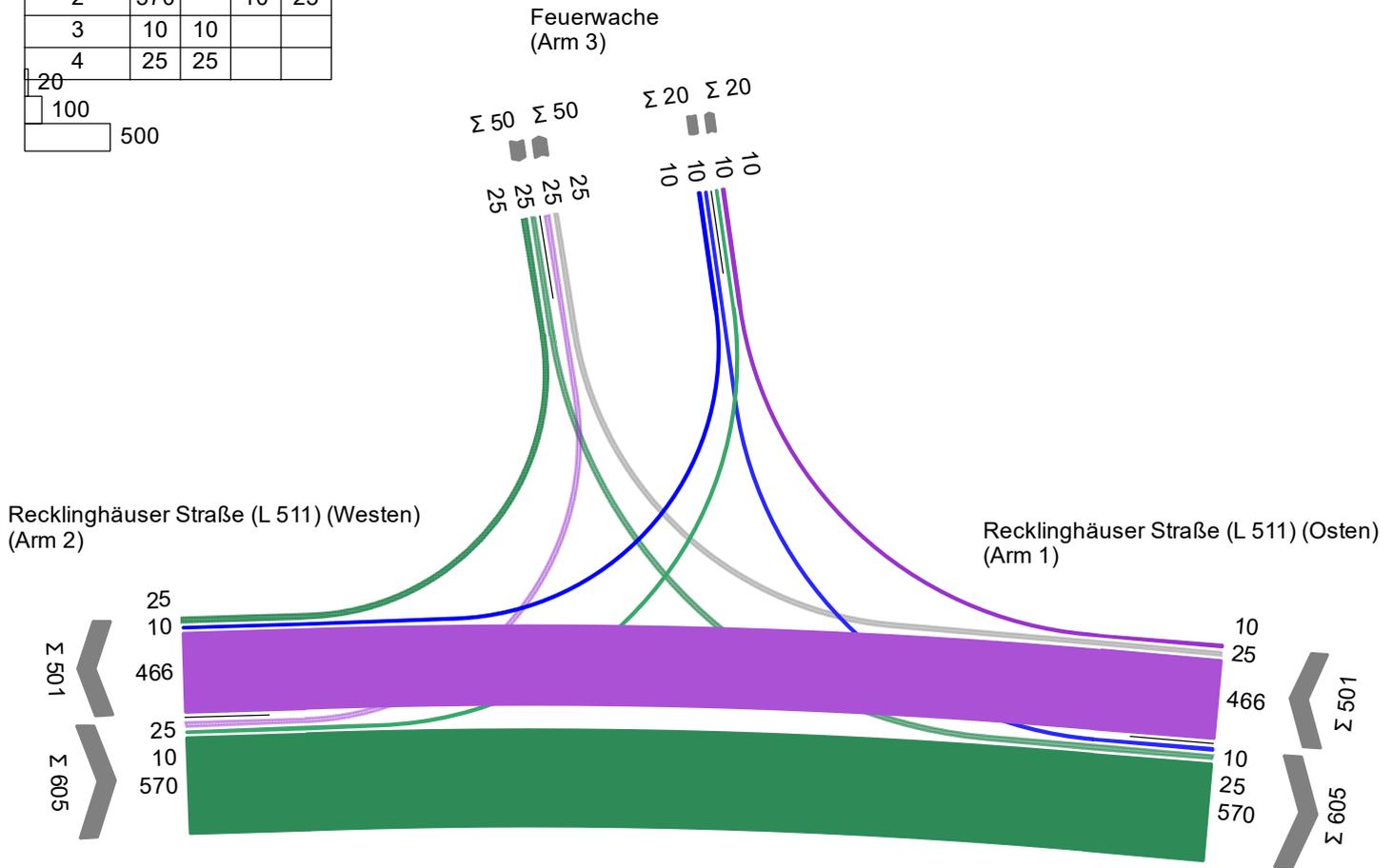
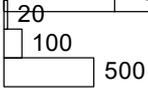


Projekt	Waltrop				
Knotenpunkt	Rettungswache Recklinghäuser Straße (L 511)				
Auftragsnr.		Variante	Gutachten - signalisierte	Datum	06.03.2024
Bearbeiter	Ridder	Abzeichnung		Blatt	Anlage A5

LISA

Nachmittagsspitze-Feuerwehr+Parkplatz

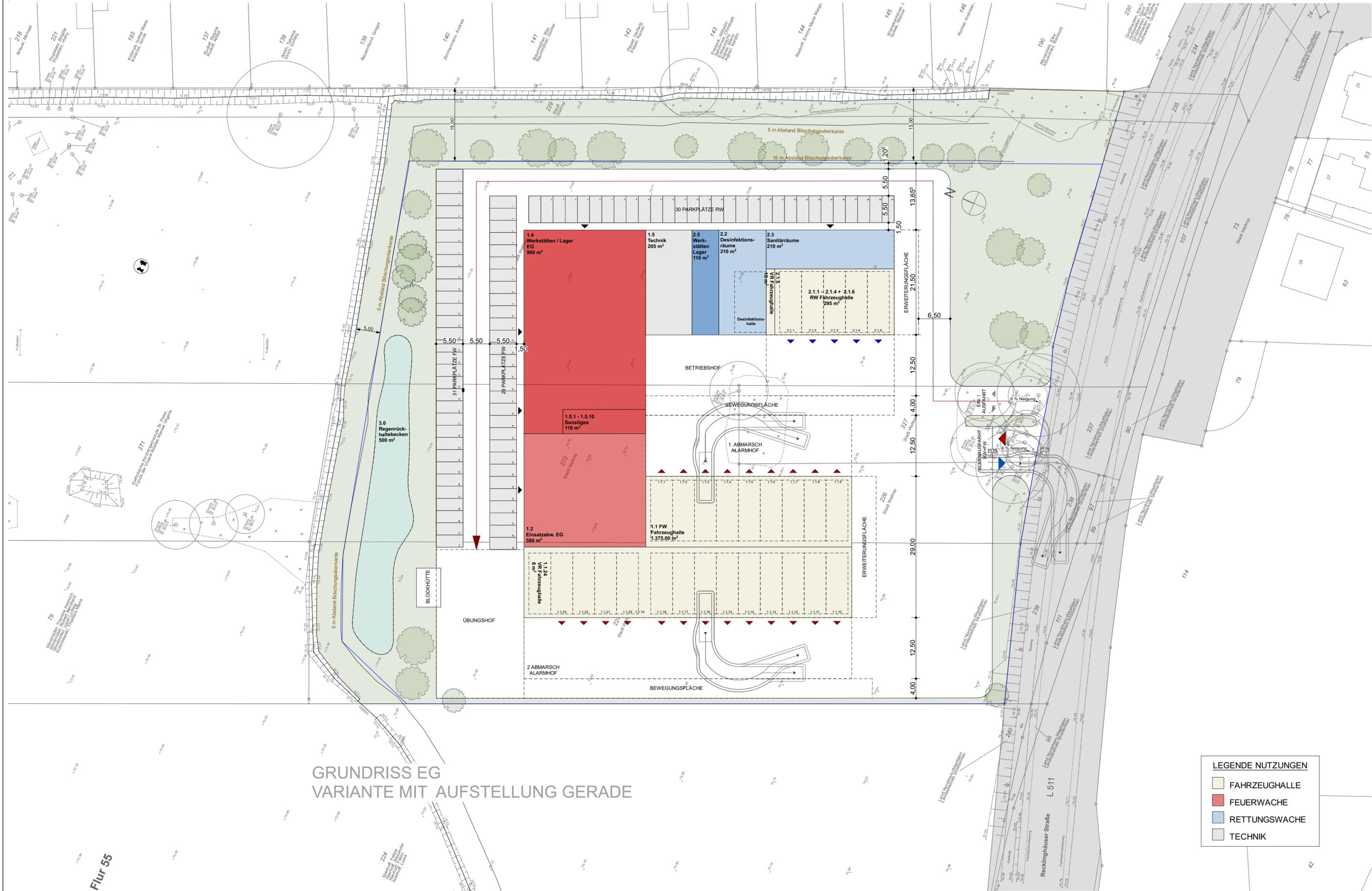
von\nach	1	2	3	4
1		466	10	25
2	570		10	25
3	10	10		
4	25	25		



Projekt	Waltrop				
Knotenpunkt	Rettungswache Recklinghäuser Straße (L 511)				
Auftragsnr.		Variante	Gutachten - signalisierte	Datum	06.03.2024
Bearbeiter	Ridder	Abzeichnung		Blatt	Anlage A6

Machbarkeitsstudie

Neubau einer Feuer- und Rettungswache in Waltrop



GRUNDRISS EG
VARIANTE MIT AUFSTELLUNG GERADE

LEGENDE NUTZUNGEN	
	FAHRZEUGHALLE
	FEUERWACHE
	RETTUNGSWACHE
	TECHNIK

ERWEITERUNGSFLÄCHE

ERWEITERUNGSFLÄCHE

N

ALARMAUSFAHRT
RW+FW

EIN-/
AUSFAHRT

V.205

V.1000-32

V.240

V.306

70

V.274-70

V.240

Rundumleuchte RW3a

M5

M4 FR3a

K2b

RW3b

K3a

M6

K3b

V.240

FR3b

M1

BRW1

K1a

K1c

M2

K1b

K2c

BRW2

K2a

M3

4,5m

1,00

1,00

4,5m

2,00

2,00

1,00

1,00

Recklinghäuser Straße (L511)

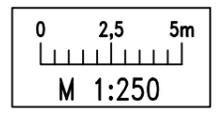
Vzul. 50km/h

Vzul. 50km/h

- = Steuergerät
- = Signalgeber D=100mm
- = Signalgeber D=200mm
- = Signalgeber D=300mm
- = Signalgeber mit Kontrastblende
- = Anforderungstaster
- = Blindenanforderungstaster
- = Fußgänger- u. Blindentaster
- = Videokamera (VK)
- = Erfassungspunkte VK (schematisch)
- = Meldepunkt für Bus / Bahn
- = Mastnummer
- = Entfernung bis zur Haltlinie

Signalgruppe	K1 K2 K3	RW3	BRW1 BRW2	FR3
Weiß				
Rot				
Gelb				

Dieser Signallageplan ersetzt keinen Markierungs- oder Beschilderungsplan. Nicht zur Tiefbauausführung geeignet.



Signallageplan

Anlage B2

Grundlage:
Datei MA 01 EG Aufstellung gerade.dwg + 2023-06-07-Bestandsplan-UTM-Koordinaten

Auftraggeber: Stadt Waltrop	Bearbeiter: Lange
Stadt: Waltrop	Datum: 15.02.2024
Knotenpunkt: Rettungswache Recklinghäuser Straße (L511)	
Status: Gutachten	geprüft:



Vervielfältigung, auch auszugsweise, sowie Verwertung und Mitteilung des Inhaltes ist unzulässig, sofern nicht ausdrücklich von PVT GmbH zugestanden

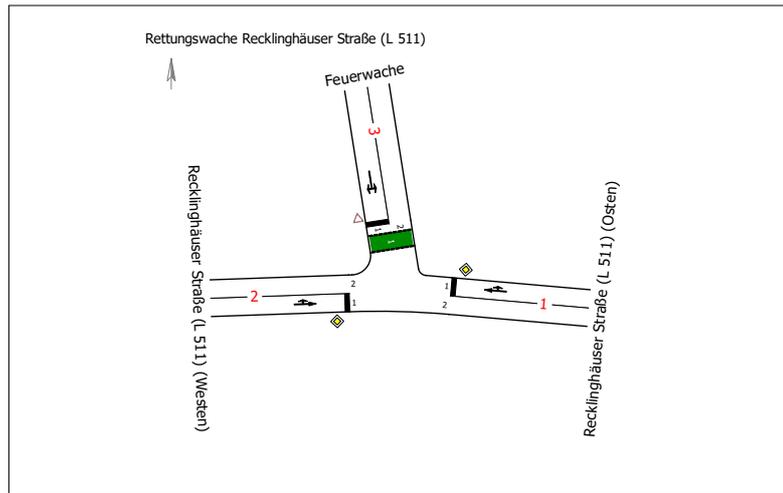
F:\CAD\PLANUNG\IT-ZWAL\TROP\RTW RECKLINGHÄUSER\RTW RECKLINGHÄUSER.DWG

Bewertung Einmündung ohne LSA

PVT GmbH

LISA

Bewertungsmethode : HBS 2015
Knotenpunkt : TK 1 (Einmündung)
Lage des Knotenpunktes : Innerorts
Belastung : Morgenspitze_Bauzustand



Arm	Zufahrt	Vorfahrtsregelung	Verkehrsstrom	
1	A		Vorfahrtsstraße	2
				3
2	C		Vorfahrtsstraße	7
				8
3	B		Vorfahrt gewähren!	4
				6

Arm	Zufahrt	Strom	Verkehrsstrom	q [Fz/h]	q ^{PE} [Pkw-E/h]	C ^{PE} [Pkw-E/h]	C _{Fz} [Fz/h]	x [-]	R [Fz/h]	t _w [s]	QSV
1	A	1 → 2	2	601,0	614,0	1.800,0	1.761,5	0,341	1.160,5	3,1	A
		1 → 3	3	15,0	30,0	1.600,0	800,0	0,019	785,0	4,6	A
3	B	3 → 1	4	15,0	30,0	234,5	117,5	0,128	102,5	35,1	D
		3 → 2	6	15,0	30,0	570,5	285,5	0,053	270,5	13,3	B
2	C	2 → 3	7	15,0	30,0	637,5	319,0	0,047	304,0	11,8	B
		2 → 1	8	479,0	490,0	1.800,0	1.759,5	0,272	1.280,5	2,8	A
Mischströme											
3	B	-	4+6	30,0	60,0	331,5	166,0	0,181	136,0	26,5	C
2	C	-	7+8	494,0	520,0	1.800,0	1.709,5	0,289	1.215,5	3,0	A
Gesamt QSV											D

PE : Pkw-Einheiten
q : Belastung
C : Kapazität
x : Auslastungsgrad
R : Kapazitätsreserve
t_w : Mittlere Wartezeit

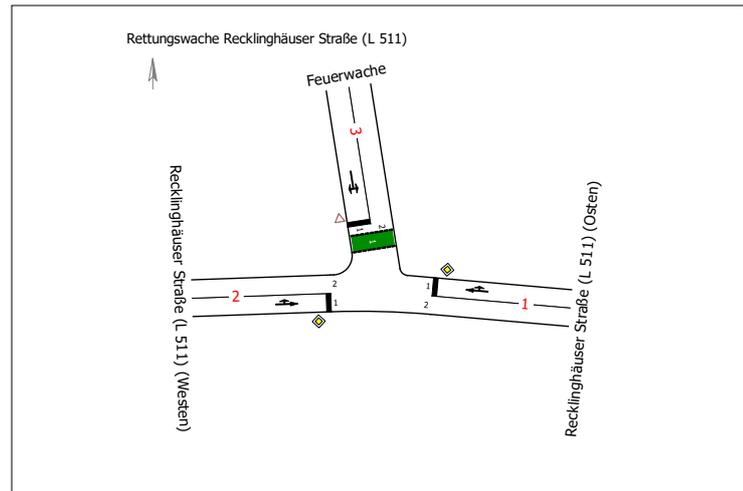
Projekt	Waltrop				
Knotenpunkt	Rettungswache Recklinghäuser Straße (L 511)				
Auftragsnr.		Variante	Gutachten - signalisierte	Datum	28.02.2024
Bearbeiter	I. Ridder	Abzeichnung		Blatt	Anlage C1

Bewertung Einmündung ohne LSA

PVT GmbH

LISA

Bewertungsmethode : HBS 2015
Knotenpunkt : TK 1 (Einmündung)
Lage des Knotenpunktes : Innerorts
Belastung : Nachmittagsspitze_Bauzustand



Arm	Zufahrt	Vorfahrtsregelung	Verkehrsstrom	
1	A		Vorfahrtsstraße	2
				3
2	C		Vorfahrtsstraße	7
				8
3	B		Vorfahrt gewähren!	4
				6

Arm	Zufahrt	Strom	Verkehrsstrom	q [Fz/h]	q ^{PE} [Pkw-E/h]	C ^{PE} [Pkw-E/h]	C _{Fz} [Fz/h]	x [-]	R [Fz/h]	t _w [s]	QSV
1	A	1 → 2	2	466,0	470,5	1.800,0	1.782,0	0,261	1.316,0	2,7	A
		1 → 3	3	15,0	30,0	1.600,0	800,0	0,019	785,0	4,6	A
3	B	3 → 1	4	15,0	30,0	251,0	125,5	0,120	110,5	32,6	D
		3 → 2	6	15,0	30,0	672,5	336,5	0,045	321,5	11,2	B
2	C	2 → 3	7	15,0	30,0	743,5	372,0	0,040	357,0	10,1	B
		2 → 1	8	570,0	575,0	1.800,0	1.784,0	0,319	1.214,0	3,0	A
Mischströme											
3	B	-	4+6	30,0	60,0	363,5	182,0	0,165	152,0	23,7	C
2	C	-	7+8	585,0	605,0	1.800,0	1.741,0	0,336	1.156,0	3,1	A
Gesamt QSV											D

PE : Pkw-Einheiten
q : Belastung
C : Kapazität
x : Auslastungsgrad
R : Kapazitätsreserve
t_w : Mittlere Wartezeit

Projekt	Waltrop				
Knotenpunkt	Rettungswache Recklinghäuser Straße (L 511)				
Auftragsnr.		Variante	Gutachten - signalisierte	Datum	28.02.2024
Bearbeiter	I. Ridder	Abzeichnung		Blatt	Anlage C2

MIV - SZP1 (TU=180) - Morgenspitze-Feuerwehr+Parkplatz

Zuf	Fstr.Nr.	Symbol	SGR	t _f [s]	t _A [s]	t _S [s]	f _A [-]	q [Kfz/h]	m [Kfz/U]	t _B [s/Kfz]	q _S [Kfz/h]	C [Kfz/h]	n _C [Kfz/U]	N _{GE} [Kfz]	N _{MS} [Kfz]	N _{MS,95} [Kfz]	L _x [m]	LK [m]	N _{MS,95>n_K} [-]	x	t _w [s]	QSV [-]	Bemerkung	
1	1		K1	109	110	71	0,611	635	31,750	1,902	1893	1156	58	0,758	19,343	26,781	166,149		-	0,549	22,854	B		
2	1		K2	109	110	71	0,611	513	25,650	1,903	1892	937	47	0,750	18,513	25,790	160,311		-	0,547	34,356	B		
3	1		RW3	60	61	120	0,339	20	1,000	3,552	1014	343	17	0,034	0,709	2,133	22,397		-	0,058	40,588	C		
4	1		K3	107	108	73	0,600	50	2,500	1,800	2000	1200	60	0,024	1,050	2,783	16,698		-	0,042	14,844	A		
Knotenpunktsummen:								1218				3636												
Gewichtete Mittelwerte:																					0,519	27,661		
TU = 180 s T = 3600 s Instationaritätsfaktor = 1,1																								

Zuf	Zufahrt	[-]
Fstr.Nr.	Fahrstreifen-Nummer	[-]
Symbol	Fahrstreifen-Symbol	[-]
SGR	Signalgruppe	[-]
t _f	Freigabezeit	[s]
t _A	Abflusszeit	[s]
t _S	Sperrzeit	[s]
f _A	Abflusszeitanteil	[-]
q	Belastung	[Kfz/h]
m	Mittlere Anzahl eintreffender Kfz pro Umlauf	[Kfz/U]
t _B	Mittlerer Zeitbedarfswert	[s/Kfz]
q _S	Sättigungsverkehrsstärke	[Kfz/h]
C	Kapazität des Fahrstreifens	[Kfz/h]
n _C	Abflusskapazität pro Umlauf	[Kfz/U]
N _{GE}	Mittlere Rückstaulänge bei Freigabeende	[Kfz]
N _{MS}	Mittlere Rückstaulänge bei Maximalstau	[Kfz]
N _{MS,95}	Rückstau bei Maximalstau, der mit einer stat. Sicherheit von 95% nicht überschritten wird	[Kfz]
L _x	Erforderliche Stauraumlänge	[m]
LK	Länge des kurzen Aufstellstreifens	[m]
N _{MS,95>n_K}	Kurzer Aufstellstreifen vorhanden	[-]
x	Auslastungsgrad	[-]
t _w	Mittlere Wartezeit	[s]
QSV	Qualitätsstufe des Verkehrsablaufs	[-]

Projekt	Waltrop				
Knotenpunkt	Rettungswache Recklinghäuser Straße (L 511)				
Auftragsnr.		Variante	Gutachten - signalisierte	Datum	06.03.2024
Bearbeiter	Ridder	Abzeichnung		Blatt	Anlage C3

LISA

MIV - SZP1 (TU=180) - Nachmittagsspitze-Feuerwehr+Parkplatz

Zuf	Fstr.Nr.	Symbol	SGR	t _f [s]	t _A [s]	t _s [s]	f _A [-]	q [Kfz/h]	m [Kfz/U]	t _b [s/Kfz]	q _s [Kfz/h]	C [Kfz/h]	n _C [Kfz/U]	N _{GE} [Kfz]	N _{MS} [Kfz]	N _{MS,95} [Kfz]	L _x [m]	LK [m]	N _{MS,95>n_K} [-]	x	t _w [s]	QSV [-]	Bemerkung	
1	1		K1	109	110	71	0,611	500	25,000	1,884	1911	1167	58	0,444	13,613	19,853	121,024		-	0,428	19,811	A		
2	1		K2	109	110	71	0,611	603	30,150	1,863	1932	1033	52	0,891	21,282	29,084	177,296		-	0,584	31,408	B		
3	1		RW3	60	61	120	0,339	20	1,000	3,552	1014	343	17	0,034	0,709	2,133	22,397		-	0,058	40,588	C		
4	1		K3	107	108	73	0,600	50	2,500	1,800	2000	1200	60	0,024	1,050	2,783	16,698		-	0,042	14,844	A		
Knotenpunktssummen:								1173				3743												
Gewichtete Mittelwerte:																					0,485	25,915		
TU = 180 s T = 3600 s Instationaritätsfaktor = 1,1																								

Zuf	Zufahrt	[-]
Fstr.Nr.	Fahrstreifen-Nummer	[-]
Symbol	Fahrstreifen-Symbol	[-]
SGR	Signalgruppe	[-]
t _f	Freigabezeit	[s]
t _A	Abflusszeit	[s]
t _s	Sperrzeit	[s]
f _A	Abflusszeitanteil	[-]
q	Belastung	[Kfz/h]
m	Mittlere Anzahl eintreffender Kfz pro Umlauf	[Kfz/U]
t _b	Mittlerer Zeitbedarfswert	[s/Kfz]
q _s	Sättigungsverkehrsstärke	[Kfz/h]
C	Kapazität des Fahrstreifens	[Kfz/h]
n _C	Abflusskapazität pro Umlauf	[Kfz/U]
N _{GE}	Mittlere Rückstaulänge bei Freigabeende	[Kfz]
N _{MS}	Mittlere Rückstaulänge bei Maximalstau	[Kfz]
N _{MS,95}	Rückstau bei Maximalstau, der mit einer stat. Sicherheit von 95% nicht überschritten wird	[Kfz]
L _x	Erforderliche Stauraumlänge	[m]
LK	Länge des kurzen Aufstellstreifens	[m]
N _{MS,95>n_K}	Kurzer Aufstellstreifen vorhanden	[-]
x	Auslastungsgrad	[-]
t _w	Mittlere Wartezeit	[s]
QSV	Qualitätsstufe des Verkehrsablaufs	[-]

Projekt	Waltrop				
Knotenpunkt	Rettungswache Recklinghäuser Straße (L 511)				
Auftragsnr.		Variante	Gutachten - signalisierte	Datum	06.03.2024
Bearbeiter	Ridder	Abzeichnung		Blatt	Anlage C4

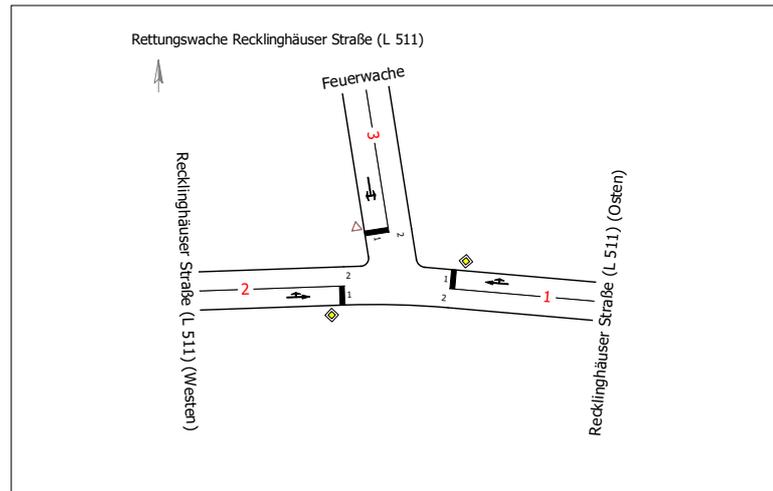
Bewertung Einmündung ohne LSA

PVT GmbH

LISA

Bewertungsmethode : HBS 2015
Knotenpunkt : TK 1 (Einmündung)
Lage des Knotenpunktes : Innerorts
Belastung : Morgenspitze_Berufsverkehr

Arm	Zufahrt	Vorfahrtsregelung	Verkehrsstrom	
1	A		Vorfahrtsstraße	2
				3
2	C		Vorfahrtsstraße	7
				8
3	B		Vorfahrt gewähren!	4
				6



Arm	Zufahrt	Strom	Verkehrsstrom	q [Fz/h]	q ^{PE} [Pkw-E/h]	C ^{PE} [Pkw-E/h]	C _{Fz} [Fz/h]	x [-]	R [Fz/h]	t _w [s]	QSV
1	A	1 → 2	2	601,0	614,0	1.800,0	1.761,5	0,341	1.160,5	3,1	A
		1 → 3	3	25,0	25,0	1.600,0	1.600,0	0,016	1.575,0	2,3	A
3	B	3 → 1	4	25,0	25,0	232,5	232,5	0,108	207,5	17,3	B
		3 → 2	6	25,0	25,0	567,0	567,0	0,044	542,0	6,6	A
2	C	2 → 3	7	25,0	25,0	630,5	630,5	0,040	605,5	5,9	A
		2 → 1	8	479,0	490,0	1.800,0	1.759,5	0,272	1.280,5	2,8	A
Mischströme											
3	B	-	4+6	50,0	50,0	329,0	329,0	0,152	279,0	12,9	B
2	C	-	7+8	504,0	515,0	1.800,0	1.761,5	0,286	1.257,5	2,9	A
Gesamt QSV											B

PE : Pkw-Einheiten
q : Belastung
C : Kapazität
x : Auslastungsgrad
R : Kapazitätsreserve
t_w : Mittlere Wartezeit

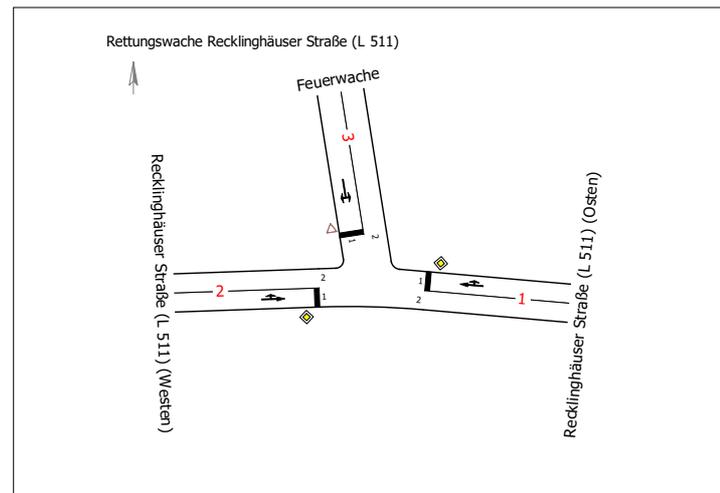
Projekt	Waltrop				
Knotenpunkt	Rettungswache Recklinghäuser Straße (L 511)				
Auftragsnr.		Variante	Gutachten	Datum	27.02.2024
Bearbeiter	I. Ridder	Abzeichnung		Blatt	Anlage C5

Bewertung Einmündung ohne LSA

PVT GmbH

LISA

Bewertungsmethode : HBS 2015
Knotenpunkt : TK 1 (Einmündung)
Lage des Knotenpunktes : Innerorts
Belastung : Nachmittagsspitze_Berufsverkehr



Arm	Zufahrt	Vorfahrtsregelung	Verkehrsstrom
1	A	Vorfahrtsstraße	2
			3
2	C	Vorfahrtsstraße	7
			8
3	B	Vorfahrt gewähren!	4
			6

Arm	Zufahrt	Strom	Verkehrsstrom	q [Fz/h]	q ^{PE} [Pkw-E/h]	C ^{PE} [Pkw-E/h]	C _{Fz} [Fz/h]	x [-]	R [Fz/h]	t _w [s]	QSV
1	A	1 → 2	2	466,0	470,5	1.800,0	1.782,0	0,261	1.316,0	2,7	A
		1 → 3	3	25,0	25,0	1.600,0	1.600,0	0,016	1.575,0	2,3	A
3	B	3 → 1	4	25,0	25,0	248,0	248,0	0,101	223,0	16,1	B
		3 → 2	6	25,0	25,0	668,5	668,5	0,037	643,5	5,6	A
2	C	2 → 3	7	25,0	25,0	735,0	735,0	0,034	710,0	5,1	A
		2 → 1	8	570,0	575,0	1.800,0	1.784,0	0,319	1.214,0	3,0	A
Mischströme											
3	B	-	4+6	50,0	50,0	362,5	362,5	0,138	312,5	11,5	B
2	C	-	7+8	595,0	600,0	1.800,0	1.785,5	0,333	1.190,5	3,0	A
Gesamt QSV											B

PE : Pkw-Einheiten
q : Belastung
C : Kapazität
x : Auslastungsgrad
R : Kapazitätsreserve
t_w : Mittlere Wartezeit

Projekt	Waltrop				
Knotenpunkt	Rettungswache Recklinghäuser Straße (L 511)				
Auftragsnr.		Variante	Gutachten	Datum	27.02.2024
Bearbeiter	I. Ridder	Abzeichnung		Blatt	Anlage C6

Anhang

Inhaltsverzeichnis

A. Beurteilung der Verkehrsqualität eines Knotenpunktes <u>mit</u> Lichtsignalanlage	3
a.1 Beschreibung des Verfahrens zur Ermittlung der Verkehrsqualität eines Knotenpunktes mit Lichtsignalanlage	3
a.2 Stufen der Verkehrsqualität	4
B. Beurteilung der Verkehrsqualität eines Knotenpunktes <u>ohne</u> Lichtsignalanlage	5
b.1 Beschreibung des Verfahrens zur Ermittlung der Verkehrsqualität eines Kreisverkehrs	5
b.2 Stufen der Verkehrsqualität	6
C. Abkürzungsverzeichnis	7

A. Beurteilung der Verkehrsqualität eines Knotenpunktes mit Lichtsignalanlage

a.1 Beschreibung des Verfahrens zur Ermittlung der Verkehrsqualität eines Knotenpunktes mit Lichtsignalanlage

Die zugrunde gelegten Berechnungsverfahren zum Nachweis der Verkehrsqualität für den Kraftfahrzeugverkehr an Knotenpunkten mit Lichtsignalanlagen lehnen sich an das HBS, Handbuch für die Bemessung von Straßenverkehrsanlagen (Ausgabe 2015) der Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen an.

Anhand der sich einstellenden mittleren Wartezeiten wird in den Berechnungen nach dem HBS die Verkehrsqualität der einzelnen Fahrbeziehungen festgelegt. Anzustrebende Qualitätsstufe eines Knotenpunktes bzw. jeder Fahrbeziehung sollte mindestens die Qualitätsstufe D sein, die sich durch einen stabilen Verkehrszustand mit beträchtlichen Wartezeiten an der Lichtsignalanlage auszeichnet.

Ferner wird der sogenannte Maximalstau der Abbiege- und Aufstellstreifen, der sich kurz nach Ende der Rotzeit einstellt, für eine statistische Sicherheit gegen Überstauung von 95% berechnet.

Die Berechnung erfolgt jeweils mit der aktuellsten Version des Verkehrsingenieursarbeitsplatzes LISA der Firma Schlothauer + Wauer GmbH.

Eingangsgrößen für die Berechnung mit dem Verkehrsingenieursarbeitsplatz sind:

- Signalgruppen
- Spurzuordnung
- Parameter für jeden einzelnen Fahrstreifen:
 - Fahrstreifenbreite [m]
 - Abbiegeradius [m]
 - Fahrbahnlängsneigung [%]
 - Aufstelllänge vor rechter Furt [m]
 - Aufstelllänge im Knoteninnenraum [m]
 - Fahrstreifenlänge [m]; Quellfahrstreifen
 - Haltestelle
- die Verkehrsbelastung
 - Spitzenstunde in Kategorien (PKW, LKW, Lastzug, Kräder, Bus)
 - PKW-E/h
- Erstelltes Festzeitprogramm mit der entsprechenden Umlaufzeit t_U

Jedem Fahrstreifen wird eine bestimmte Signalgruppe zugeordnet. Danach werden für jeden Fahrstreifen die Parameter und die Verkehrsbelastung eingegeben. Die Verkehrsbelastung der Spitzenstunde kann in Kategorien als auch in PKW-Einheiten im Arbeitsplatz LISA eingetragen werden. Nachdem man das Festzeitprogramm mit einer Umlaufzeit t_U erstellt hat, wird beim Klicken des Buttons „Bewertung des Signalzeitenplanes“ die HBS-Berechnung automatisch durchgeführt.

Die Sättigungsverkehrsstärke q_s , die angibt, wie viele Fahrzeuge theoretisch in einer Grünstunde aus einer Signalzufahrt abfließen könnten, wird anhand der eingetragenen Eingangsgrößen automatisch berechnet. Die statistische Sicherheit S gegen Überstauung liegt bei 95% und ermittelt die Länge des erforderlichen Stauraums für den Fahrstreifen.

a.2 Stufen der Verkehrsqualität:

- Stufe A: Die Mehrzahl der Verkehrsteilnehmer kann ungehindert den Knotenpunkt passieren. Die Wartezeiten sind sehr kurz.
- Stufe B: Alle während der Sperrzeit ankommenden Verkehrsteilnehmer können in der nachfolgenden Freigabezeit weiterfahren oder -gehen. Die Wartezeiten sind kurz.
- Stufe C: Nahezu alle während der Sperrzeit ankommenden Verkehrsteilnehmer können in der nachfolgenden Freigabezeit weiterfahren oder -gehen. Die Wartezeiten sind spürbar. Beim Kraftfahrzeugverkehr tritt im Mittel nur geringer Stau am Ende der Freigabezeit auf.
- Stufe D: Im Kraftfahrzeugverkehr ist ständig Reststau vorhanden. Die Wartezeiten für alle Verkehrsteilnehmer sind beträchtlich. Der Verkehrszustand ist noch stabil.
- Stufe E: 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.
- Stufe F: 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.

QSV	Kfz-Verkehr mittlere Wartezeit t_w [s]	ÖPNV auf Sonderfahrstreifen ¹⁾ mittlere Wartezeit t_w [s]	Fußgänger- und Radverkehr ²⁾ maximale Wartezeit $t_{w,max}$ [s]
A	≤ 20	≤ 5	≤ 30
B	≤ 35	≤ 15	≤ 40
C	≤ 50	≤ 25	≤ 55
D	≤ 70	≤ 40	≤ 70
E	> 70	≤ 60	≤ 85
F	– ³⁾	> 60	> 85 ⁴⁾

¹⁾ Die Werte gelten auch für den ÖPNV, der durch eine verkehrsabhängige Steuerung priorisiert wird.

²⁾ Die Grenzwerte gelten für den Radverkehr auch, wenn er auf der Fahrbahn gemeinsam mit dem Kfz-Verkehr geführt wird.

³⁾ Die QSV F ist erreicht, wenn die nachgefragte Verkehrsstärke q über der Kapazität C liegt ($q > C$).

⁴⁾ Die Grenze zwischen den QSV E und F ergibt sich aus dem in den [RiLSA \(2015\)](#) vorgegebenen Richtwert für die maximale Umlaufzeit von 90 s und der Mindestfreigabezeit von 5 s.

B. Beurteilung der Verkehrsqualität eines Knotenpunktes ohne Lichtsignalanlage

b.1 Beschreibung des Verfahrens zur Ermittlung der Verkehrsqualität eines Knotenpunktes ohne Lichtsignalanlage

Die zu Grunde gelegten Berechnungsverfahren zum Nachweis der Verkehrsqualität für den Kraftfahrzeugverkehr an Knotenpunkten ohne Lichtsignalanlagen lehnen sich an das HBS, Handbuch für die Bemessung von Straßenverkehrsanlagen, der Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Ausgabe 2015, an.

Anhand der sich einstellenden mittleren Wartezeiten wird die Verkehrsqualität der einzelnen Zufahrten festgelegt. Ziel ist es, die Qualitätsstufe D mit einer Wartezeit ≤ 45 s nicht zu unterschreiten.

Die Berechnung erfolgt jeweils mit der aktuellsten Version des Verkehrsingenieursarbeitsplatzes LISA der Firma Schlothauer + Wauer GmbH.

Eingangsgrößen für die Berechnung mit dem Verkehrsingenieursarbeitsplatz sind:

- Lage und Geometrie des Knotenpunktes und
- Verkehrsstärke $q_{PE,i}$

b.2 Stufen der Verkehrsqualität:

- Stufe A: Die Mehrzahl der Verkehrsteilnehmer kann nahezu ungehindert den Knotenpunkt passieren. Die Wartezeiten sind sehr gering.
- Stufe B: Die Abflussmöglichkeiten der wartepflichtigen Kraftfahrzeugströme werden vom bevorrechtigten Verkehr beeinflusst. Die dabei entstehenden Wartezeiten sind gering.
- Stufe C: Die Verkehrsteilnehmer in den Nebenströmen müssen auf eine merkbare Anzahl von bevorrechtigten Verkehrsteilnehmern achten. Die Wartezeiten sind spürbar. Es kommt zur Bildung von Stau, der jedoch weder hinsichtlich seiner räumlichen Ausdehnung noch bezüglich der zeitlichen Dauer eine starke Beeinträchtigung darstellt.
- Stufe D: Die Mehrzahl der Verkehrsteilnehmer in den Nebenströmen muss Haltevorgänge, verbunden mit deutlichen Zeitverlusten, hinnehmen. Für einzelne Verkehrsteilnehmer können die Wartezeiten hohe Werte annehmen. Auch wenn sich vorübergehend ein merklicher Stau in einem Nebenstrom ergeben hat, bildet sich dieser wieder zurück. Der Verkehrszustand ist noch stabil.
- Stufe E: Es bilden sich Staus, die sich bei der vorhandenen Belastung nicht mehr abbauen. Die Wartezeiten nehmen sehr große und dabei stark streuende Werte an. Geringfügige Verschlechterungen der Einflussgrößen können zum Verkehrszusammenbruch führen. Die Kapazität wird erreicht.
- Stufe F: Die Anzahl der Verkehrsteilnehmer, die in einem Verkehrsstrom dem Knotenpunkt je Zeiteinheit zufließen, ist über ein längeres Zeitintervall größer als die Kapazität für diesen Verkehrsstrom. Es bilden sich lange, ständig wachsende Staus mit besonders hohen Wartezeiten. Diese Situation löst sich erst nach einer deutlichen Abnahme der Verkehrsstärken im zufließenden Verkehr wieder auf. Der Knotenpunkt ist überlastet.

QSV	mittlere Wartezeit t_w [s]			
	Regelung durch Vorfahrtbeschilderung		Regelung „rechts vor links“	
	Fahrzeugverkehr auf der Fahrbahn	Radverkehr auf Radverkehrsanlagen und Fußgänger	Kreuzung	Einmündung
A	≤ 10	≤ 5	} ≤ 10	} ≤ 10
B	≤ 20	≤ 10		
C	≤ 30	≤ 15	≤ 15	} ≤ 15
D	≤ 45	≤ 25	≤ 20	
E	> 45	≤ 35	≤ 25	≤ 20
F	– ¹⁾	> 35	> 25 ²⁾	> 20 ²⁾

¹⁾ Die QSV F ist erreicht, wenn die nachgefragte Verkehrsstärke q_i über der Kapazität C_i liegt ($q_i > C_i$).

²⁾ In diesem Bereich funktioniert die Regelungsart „rechts vor links“ nicht mehr.

C. Abkürzungsverzeichnis

C	=	resultierende Kapazität	[-]
C _K	=	Gesamtkapazität des Knotenpunktes	[Fz/h]
x	=	Auslastungsgrad	[-]
G	=	Grundkapazität	[Pkw-E/h]
H	=	durchschnittlicher Anteil haltender Fahrzeuge	[%]
L _x	=	Erforderliche Stauraumlänge	[m]
m	=	mittlere Eintreffenzahl	[Fz/h]
n _c	=	Abflusskapazität pro Umlauf	[Fz]
n _H	=	mittlere Anzahl haltender Fahrzeuge	[Fz]
N _{GE}	=	mittlere Rückstaulänge bei Freigabeende	[Fz]
N _{MS}	=	mittlere Rückstaulänge bei Maximalstau	[Fz]
N _{MS, 95}	=	Rückstau bei Maximalstau, stat. Sicherheit von 95%	[Fz]
N _{MS, 95>nk}	=	Kurzer Aufstellstreifen vorhanden	[-]
f _A	=	Abflusszeitanteil	[-]
n _{FS}	=	Fahrstreifenanzahl*)	[-]
q	=	Fahrstreifenverkehrsstärke	[Fz/h]
q _S	=	Sättigungsverkehrsstärke	[Fz/h]
q _K	=	Gesamtverkehrsstärke des Knotenpunktes	[Fz/h]
QSV	=	Qualitätsstufe des Verkehrsablaufs	[-]
R	=	Kapazitätsreserve	[Pkw-E/h]
S	=	statistische Sicherheit gegen Überstauung	[%]
t _U	=	Umlaufzeit	[s]
T	=	betrachteter Untersuchungszeitraum	[min]
t _F	=	Freigabezeit	[s]
t _S	=	Sperrzeit	[s]
t _B	=	mittlerer Zeitbedarfswert	[s/Fz]
t _w	=	mittlere Wartezeit	[s]

Gegenüber dem HBS zusätzlich verwendete Abkürzungen und Formelzeichen sind mit *) gekennzeichnet.