

# Quickborn

## Engstellensignalisierung Ulzburger Landstraße

### Verkehrstechnische Untersuchung

### Inhalt

1. **Vorhandene Situation inkl. Verkehrsdaten**
2. **Belange des Kfz- und Radverkehrs**
3. **Engstellensignalisierung und Verkehrssimulation**
4. **Fazit**



## Fahrbahneinengung – Ulzburger Landstraße



Fahrbahneinengung:  
5,00 m auf einem Abschnitt  
von 450 m Länge

Länge  
des Brückenbauwerks: 110 m

Verkehrsabwicklung:

- Rad- und Kraftfahrzeugverkehr teilen sich die verengte Fahrbahn
- Fußverkehr auf der Brücke kann allenfalls auf die 70 cm breiten Kappen ausweichen
- Im Dammbereich muss der Fußverkehr die Fahrbahn nutzen

## Vorhandene Situation – Fahrtrichtung: von Anschlußstelle in Richtung Ortsmitte



Überholverbot, vzul. =30km/h, zul. Gesamtgewicht 7,5t  
maximale Fahrzeugbreite 2,00m



Fahrbahnverengung auf ca. 5,00m



Beginn der Autobahnbrücke (70 cm  
breite Kappen notfalls von Fußgängern  
nutzbar)



Begegnungsfall Pkw/Pkw auf 5 m breiter Fahrbahn

## Vorhandene Situation – Fahrtrichtung Süd nach Nord (Ri Anschlußstelle Quickborn)



Bodenmarkierung Verengte Fahrbahn, Überholverbot, vzul. =30km/h, zul. Gesamtgewicht 7,5t, maximale Fahrzeugbreite 2,00m, Gefahrenzeichen „Radverkehr“



Radfahrende wechseln vom gemeinsamen Geh-/Radweg auf die verengte Fahrbahn

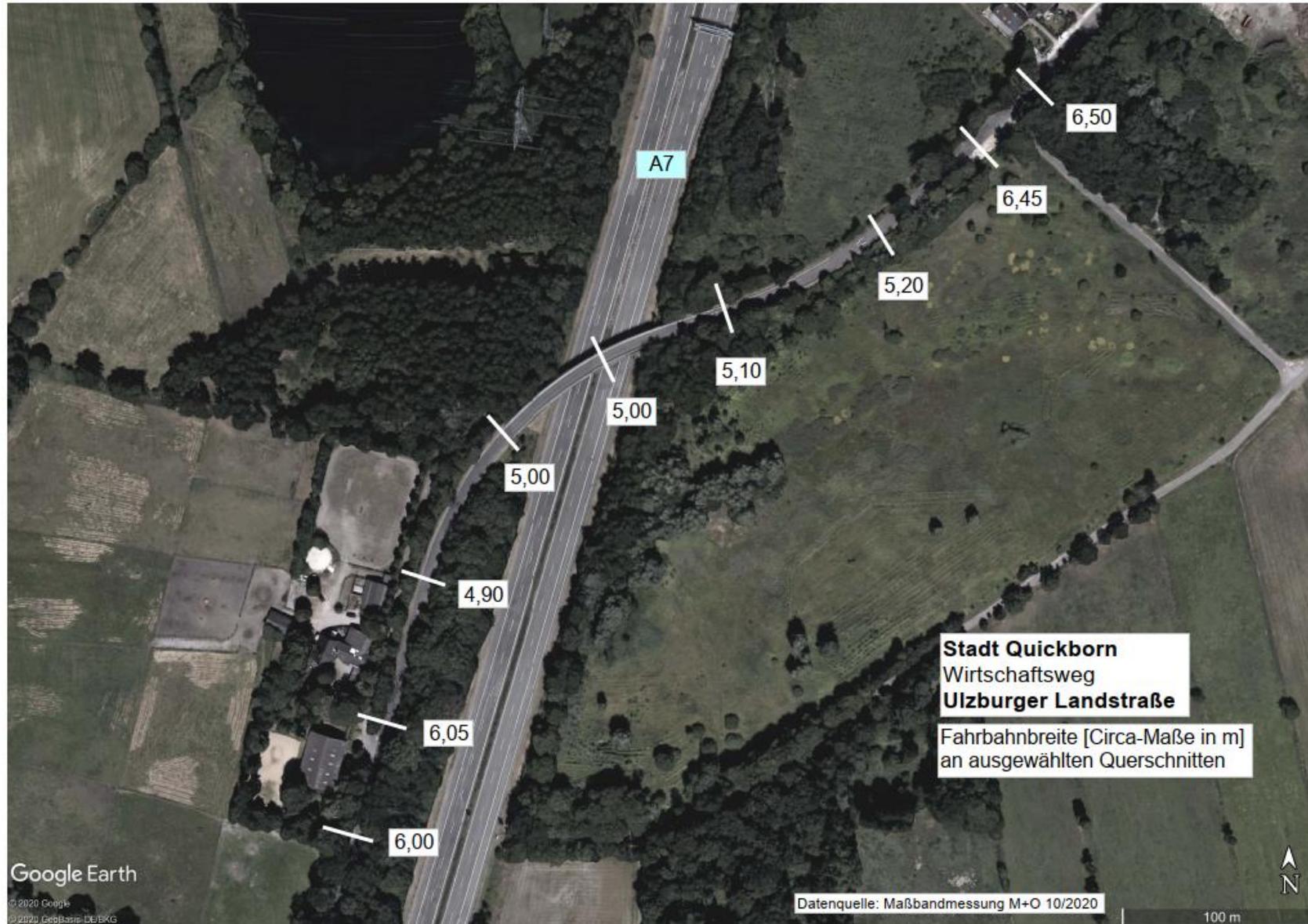


„Punktuelle“ Leitlinie im Engstellenbereich



50 cm breiter Streifen ohne Sicherheitsabstand zur Fahrbahn für den Fußverkehr

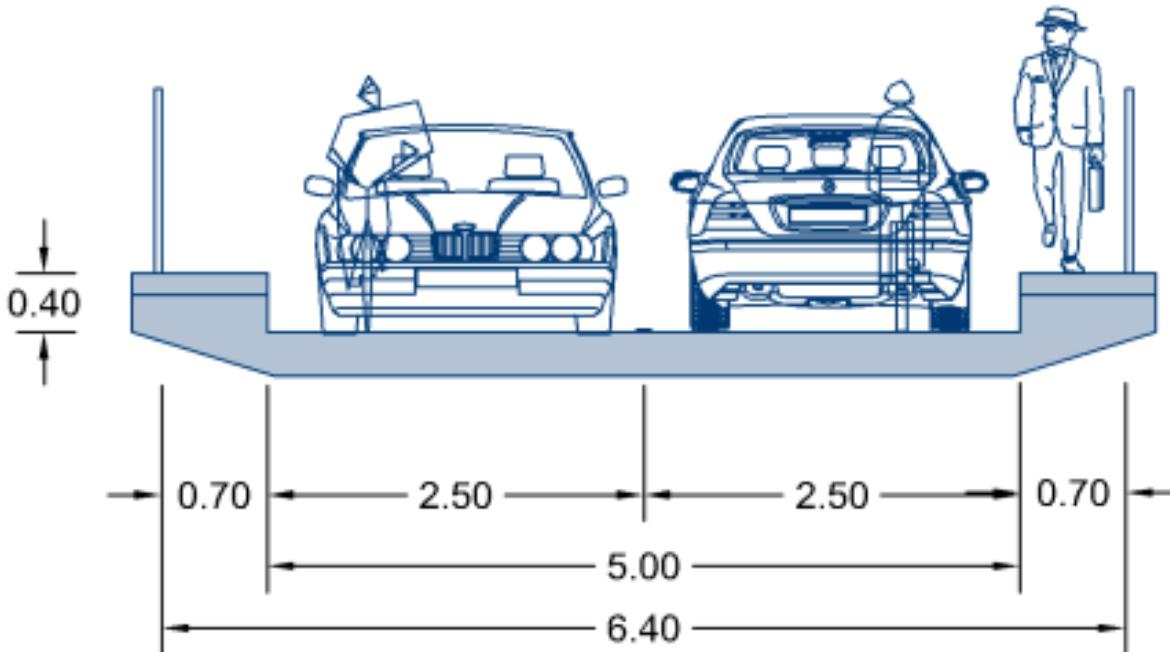
## Vorhandene Situation – Querschnittsabmessungen



# Vorhandene Situation – Fahrbahnquerschnitt und StVO-Beschilderung

## Autobahnbrücke Wirtschaftsweg Ulzburger Landstraße Querschnitt im Bestand

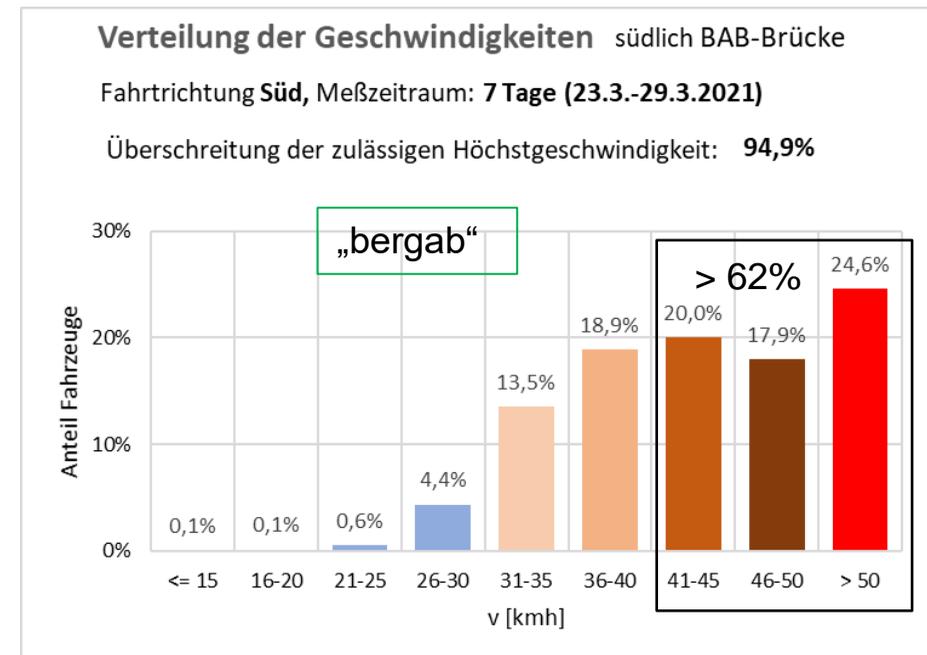
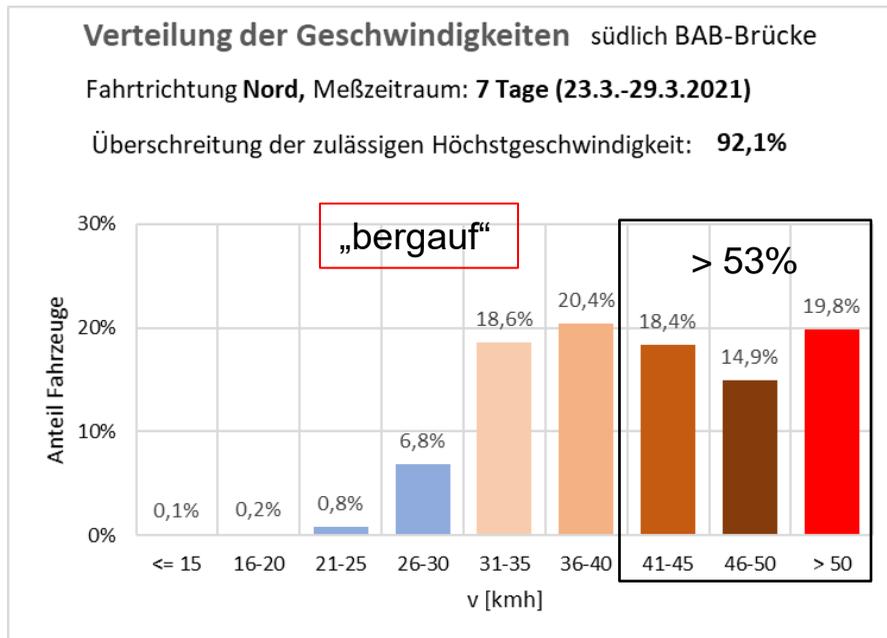
(Fußg.)      Kfz + Rad      Kfz + Rad      (Fußg.)



## Verkehrsdaten: Geschwindigkeitsverteilung



- 7tägige Pegelmessung vom 23. März bis zum 29. März 2021
- Die durchschnittlichen Geschwindigkeiten werden richtungsgetreunt ausgewiesen → Geschwindigkeitsverteilung
- Die zulässige Höchstgeschwindigkeit wird von über 92% aller verkehrenden Fahrzeuge nicht eingehalten.
- Schneller als 40 km/h fahren mehr als 50% aller bergauf fahrenden Fahrzeuge und sogar mehr als 60% aller bergab fahrenden Fahrzeuge.
- Richtungsgetrennte Ermittlung der Verkehrsstärken und zu Stunden- und Tagesbelastungen aggregierte Auswertung



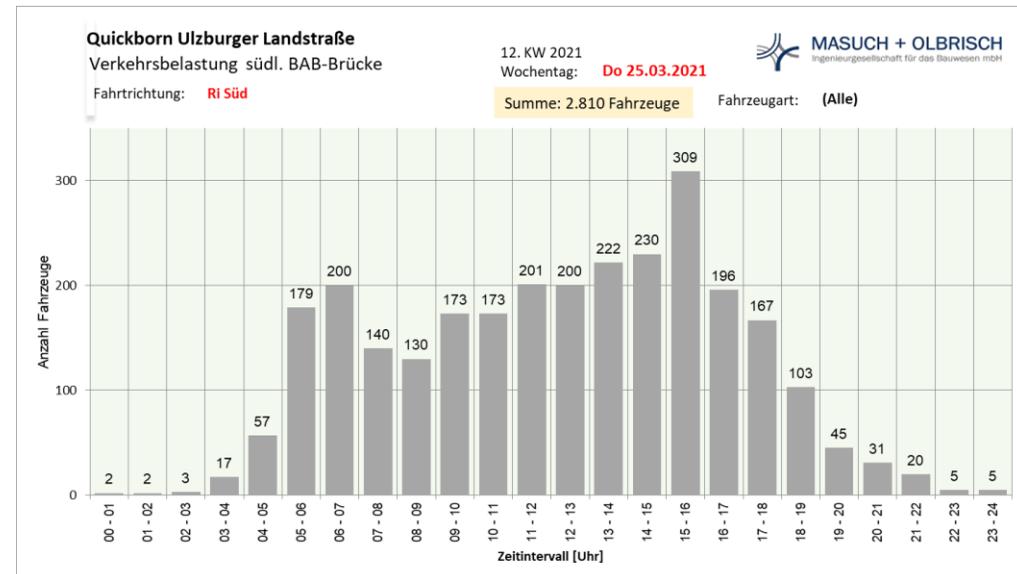
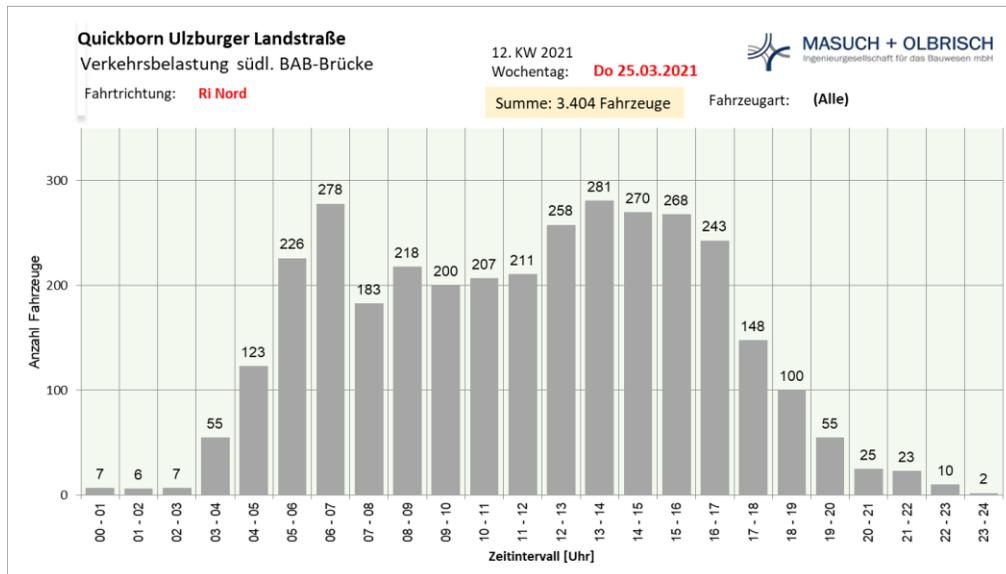
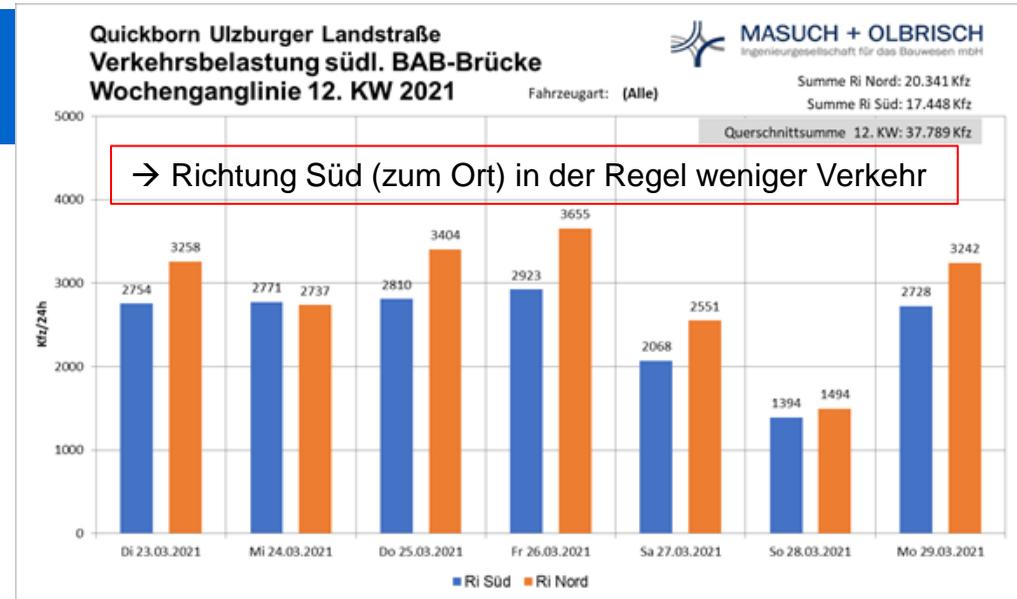
## Verkehrsdaten: Verkehrsstärken

Höchste Tagesbelastung: Freitag, 26.03.2021

- 3.655 Kfz/24h, Ri Nord
- 2.923 Kfz/24h, Ri Süd
- Querschnitt: 6.578 Kfz/24h

Geringste Tagesbelastung: Sonntag, 28.03.2021

- 1.394 Kfz/24h, Ri Nord
- 1.494 Kfz/24h, Ri Süd
- Querschnitt: 2.888 Kfz/24h



- Die höchste Stundenbelastung wurde am Donnerstag zwischen 15 und 16 Uhr registriert
- In Richtung Süden fahren in diesem Zeitraum ca. 310 Fahrzeuge und in Richtung Norden ca. 270 Fahrzeuge

## Belange des Kfz-Verkehrs - Erforderliche Abmessungen

### Anzustrebende Fahrbahnbreite

Die optimale Fahrbahnbreite für Kfz-Verkehr ist 3,25 m. Im Einrichtungsverkehr ist eine Breite von 3,00 m das Regelmaß. Bei einer zulässigen Geschwindigkeit von weniger als 50 km/h und bei Ausschluss des Lkw-Verkehrs ist auch eine geringere Fahrbahnbreite denkbar.

Eine **Fahrbahnbreite von 2,75 m ist als absolutes Mindestmaß** anzusehen, wobei im Bereich der hohen Brückenkappen mehr seitlicher Bewegungsspielraum wünschenswert wäre.

## Belange des Radverkehrs - Erforderliche Abmessungen

### Abmessungen straßenbegleitender Radwege

Radweg	Regelbreite		Sicherheitstrennstreifen bei angrenzender Fahrbahn
	Standardfall	bei geringer Radverkehrsbelastung	
Einrichtungsrادweg	2,00 m	1,60 m	0,75 m (0,50 m)*
Zweirichtungsrادweg	2,50 m	2,00 m	0,75 m
*bei Verzicht auf Einbauten im Sicherheitstrennstreifen und geringer Radverkehrsbelastung			

Abmessungen straßenbegleitender Radwege gemäß RAST 06, Tabelle 28

- Radverkehrsbelastung: Im November 2019 wurden lediglich 12 Radfahrende pro Tag und Richtung gezählt, im Oktober 2020 waren im Rahmen einer Stichprobenzählung am Nachmittag nicht mehr als 4 Radfahrende pro Stunde und Richtung zu beobachten
- Der Radverkehr muss auf der Nordseite nach der Brückenquerung wieder auf die rechte Straßenseite geführt werden. Hierfür ist eine **gesicherte Aufstellposition** für den Radverkehr notwendig. Gleichzeitig muss der Kfz-Verkehr, der von Norden kommend die Brücke queren will, auf die einstreifige Fahrbahn verschwenkt werden (markierte Sperrfläche, Verkehrsinsel o.ä. erforderlich)
- **Keine Widmung einer Verkehrsfläche für den Fußverkehr**: Ein starkes Gefälle (> 3%) ist ein Ausschlusskriterium für die Anlage eines gemeinsamen Geh- und Radweges

# Belange des Kfz- und Radverkehrs – Prüfung eines realisierbaren Querschnittes mit Radverkehr

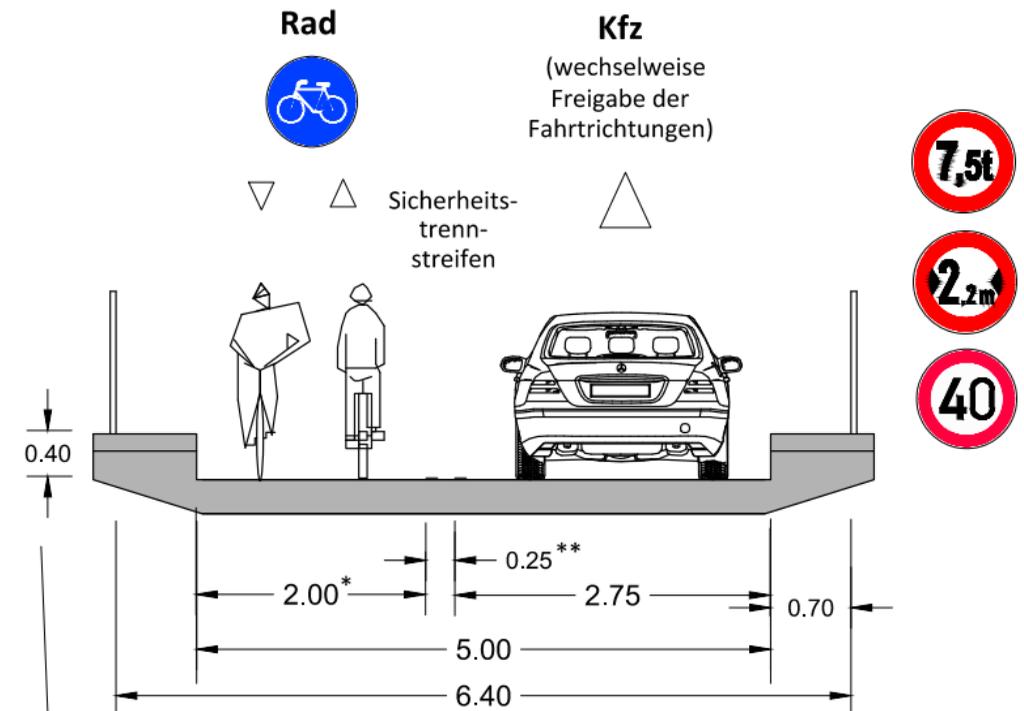
**Resultierende Radwegbreite ist: 2,00 m**  
bei Vorgabe einer Fahrbahnbreite von 2,75 m

## Sonstige Merkmale des gewählten Querschnittes:

- Sicherheitstrennstreifen beträgt nur noch 0,25 m
- Fußverkehr wird nicht explizit ausgeschildert
- Fahrzeuge ab einer Breite über 2,20 m werden von der Engstelle ausgeschlossen (→ auch breite Pkw und kleine Lieferwagen dürfen die Engstelle nutzen)
- Fahrzeuge > 7,5t haben Durchfahrverbot
- Höchstgeschwindigkeit 40 km/h, um Wartezeiten vor der Ampel zu verkürzen

**Achtung:**  
Eine in jeder Hinsicht richtlinienkonforme Dimensionierung ist nicht möglich.

## Autobahnbrücke Wirtschaftsweg Ulzburger Landstraße Mögliche Querschnittsaufteilung bei Engstellensignalisierung



\*Vorgabe: Zweirichtungsradweg bei geringer Radverkehrsbelastung: 2,00 m

\*\*Sicherheitstrennstreifen 0,25 m (Schmalstrichmarkierung 2 x 0,12 m und Lücke)  
Erforderliche Breite von 0,75 m (bei Radfahrstreifen und angrenzender Fahrbahn)  
wird deutlich unterschritten

Überdurchschnittlich hohe Kappe (0,40m) im Bestand  
als Rammschutz gegen landwirtschaftliche Fahrzeuge

## Idealkonzept einer Engstellensignalisierung

Abbildung: Screenshot einer Verkehrssimulation mit dem mikroskopischen Simulationsmodell VISSIM



- **Wechselweise Freigabe der Engstelle** für den Kfz-Verkehr
- Trotz großer Längenenwicklung der Engstelle (bzw. langer Räumzeit) **akzeptable Umlaufzeit ermöglichen** durch
  - zulässige Höchstgeschwindigkeit 40 km/h
  - **separate (unabhängige) Führung des Radverkehrs** auf einem einseitigen Zweirichtungsradweg

## Belastungsszenarien zur Engstellensignalisierung

- Anhand der im Wochenverlauf ermittelten Tagesganglinie werden bestimmten Zeiträumen charakteristische Belastungsszenarien zugeordnet
- Für diese Belastungsszenarien kann **jeweils ein gesondertes Signalprogramm** geschaltet werden
- Die folgenden vier Belastungsszenarien berücksichtigen unterschiedliche Belastungsniveaus während des Tages, der Nacht und am Wochenende:

Belastungs- szenario	Schaltuhr		Verkehrsbelastung max q [Kfz/h]		
	Wochentag	Zeitintervall	Ri Süd	Ri Nord	beide Richtungen
1	Mo – Fr	19 bis 5 Uhr	90	90	180
	Sa	18 bis 9 Uhr			
	So	17 bis 5 Uhr			
2	Mo – Fr	5 bis 19 Uhr	290	270	560
3	Sa	6 bis 18 Uhr	200	260	460
4	So	9 bis 17 Uhr	140	160	300

## Ermittlung der Umlauf- und Freigabezeit Beispiel: Belastungsszenario 2

### Engstellensignalisierung gemäß RiLSA2010, Kap. 5.2

Vzul = 40 km/h

Keine Radfahrer und Fußgänger auf Fahrbahn, Geschwindigkeitsmessung berücksichtigt

==> Vr = 30 km/h

#### Räumwege

Fahrtrichtung 1	sr1	450	[m]
Fahrtrichtung 2	Sr2	450	[m]

#### Zulässige Höchstgeschwindigkeiten und resultierende Räumgeschwindigkeiten

Fahrtrichtung 1	vzul1	40	[km/h]	vr1	30	[km/h]
Fahrtrichtung 2	vzul2	40	[km/h]	Vr2	30	[km/h]

#### Überfahrzeit

tÜ	4	[s]
----	---	-----

#### Resultierende Zwischenzeiten

Zwischenzeit 1	tz1	58	[s]
Zwischenzeit 2	tz2	58	[s]
Summe der Zwischenzeiten	TZ	116	[s]

#### Verkehrsstärken und Sättigungsverkehrsstärken

Verkehrsstärke der Fahrtrichtung Süd	q1	290	[Fz/h]	qS1	1500	[Fz/h]
Verkehrsstärke der Fahrtrichtung Nord	q2	270	[Fz/h]	qS2	1500	[Fz/h]

#### Umlaufzeit

tu	247	[s]
----	-----	-----

ca. werktags tagsüber ca. 4 Minuten

#### Freigabezeiten

Freigabezeit Richtung Süd	tF1	68	[s]
Freigabezeit Richtung Nord	tF2	63	[s]

#### Sperrzeiten

Sperrzeit Richtung Süd	tF1	179	[s]
Sperrzeit Richtung Nord	tF2	184	[s]

## Sensitivitätsanalyse Belastungsszenarien

Verkehrsstärke je Richtung [Kfz/h]	erforderliche Umlaufzeit	
	[s]	[mm:ss]
	155*	02:35
50	166	02:46
100	179	02:59
150	194	03:14
200	211	03:31
250	232	03:52
300	258	04:18
350	290	04:50
400	332	05:32
450	387	06:27
500	464	07:44

Verkehrsstärke je Richtung [Kfz/h]	maximale Sperrzeit	
	[s]	[mm:ss]
	136*	02:16
50	141	02:21
100	148	02:28
150	155	02:35
200	164	02:44
250	174	02:54
300	187	03:07
350	203	03:23
400	224	03:44
450	252	04:12
500	290	04:50

\* Mindestzeiten aufgrund der langen Räumwege

- Höhere Bemessungsverkehrsstärken erfordern höhere Freigabezeiten bzw. Umlaufzeiten.
- Demzufolge erhöht sich auch die maximale Sperrzeit (Wartezeit) der nicht freigegebenen Fahrtrichtung.
- Die maximal zu erwartenden stündlichen Verkehrsstärken (ca. 300 Kfz/h und Richtung) ergeben eine Umlaufzeit, die geringer ist als der bei Engstellensignalisierungen empfohlene Maximalwert von 5 Minuten

## Umlaufzeiten und Sperrzeiten (maximale Wartezeiten) im Wochenverlauf

Umlaufzeit			
Uhrzeit	Montag bis Freitag	Samstag	Sonntag
00 - 01			
01 - 02			
02 - 03	176 s	176 s	
03 - 04			176 s
04 - 05			
05 - 06			
06 - 07			2:56 min
07 - 08			
08 - 09			
09 - 10			
10 - 11			
11 - 12	247 s	223 s	
12 - 13			194 s
13 - 14			
14 - 15	4:07 min	3:43 min	3:14 min
15 - 16			
16 - 17			
17 - 18			
18 - 19			
19 - 20			
20 - 21	176 s	176 s	176 s
21 - 22			
22 - 23			
23 - 24			

### Maximale Umlaufzeiten

zwischen 2:56 min und 4:07 min

Wartezeit						
Uhrzeit	Montag bis Freitag		Samstag		Sonntag	
	Ri Süd	Ri Nord	Ri Süd	Ri Nord	Ri Süd	Ri Nord
00 - 01						
01 - 02						
02 - 03	146 s	146 s	146 s	146 s		
03 - 04						
04 - 05					146 s	146 s
05 - 06						
06 - 07						
07 - 08						
08 - 09						
09 - 10						
10 - 11						
11 - 12	184 s	179 s	176 s	163 s		
12 - 13					158 s	152 s
13 - 14	3:04 min					
14 - 15						
15 - 16						
16 - 17						
17 - 18						
18 - 19						
19 - 20	2:26 min					
20 - 21			146 s	146 s	146 s	146 s
21 - 22	146 s	146 s				
22 - 23						
23 - 24						

### Maximale Wartezeiten

zwischen 2:26 min und 3:04 min

## Verkehrssimulation mittels Simulationssoftware VISSIM - Staulängenberechnung

Fahrtrichtung	Szenario 1		Szenario 2		Szenario 3		Szenario 4		
	<i>Nord</i>	<i>Süd</i>	<i>Nord</i>	<i>Süd</i>	<i>Nord</i>	<i>Süd</i>	<i>Nord</i>	<i>Süd</i>	
<b>Eingangsparameter</b>									
Verkehrsbelastung [Kfz/]	90	90	270	290	260	200	160	140	
Zulässige Höchstgeschwindigkeit [km/h]	40		40		40		40		
Räumgeschwindigkeit [km/h]	30		30		30		30		
Geschwindigkeitsverteilung									
Maximum [km/h]	60		60		60		60		
Minimum (vr) [km/h]	30		30		30		30		
<b>Lichtsignalprogramm</b>									
Umlaufzeit [s] [mm:ss]		176 02:56		247 04:07		223 03:43		194 03:14	
Freigabezeit [s]	30	30	63	68	60	47	42	36	
Zwischenzeit [s]	58	58	58	58	58	58	58	58	
Sperrzeit [s]	146	146	184	179	163	176	152	158	
<b>Ergebnisse Verkehrssimulation</b>									
Durchschnittliche Staulänge [m]	8	8	32	37	20	31	8	16	
entspricht Rückstau [Pkw]	1	1	5	6	3	5	1	3	
Maximale Staulänge [m]	46	46	137	152	97	119	57	78	
entspricht Rückstau [Pkw]	8	8	23	25	16	20	9	13	

→ **Kein Rückstau in benachbarte Knotenpunkte**

→ **Die Freigabezeit ist so bemessen, dass alle Fahrzeuge innerhalb eines Umlaufs die Engstelle passieren können**

## Weitere betriebliche Aspekte

### Möglichkeit zur **Anzeige einer Restwartezeit**

Denkbar, um dem Verkehrsteilnehmer bei langen Sperrzeiten die Gewissheit zu geben, dass die Anlage in Ordnung ist → Vermeidung von Rotlichtverstößen

### **Verkehrsabhängige oder Festzeitsteuerung**

- Verkehrsabhängige Steuerung mit Anpassung der Freigabezeiten ist zweckmäßig.
- Voraussetzung: Verwendete Detektoren müssen besonders zuverlässig und störungsfrei arbeiten und regelmäßig überwacht werden.
- Auch bei Festzeitsteuerung können, wie anhand der Belastungsszenarien zu sehen ist, durch **tageszeitabhängig geschaltete Signalprogramme** die erforderlichen Umlauf- und Sperrzeiten deutlich reduziert werden

### **Sicherung des Verkehrsablaufs bei Ausfall der Lichtsignalanlage**

- Ein Ausfall der Lichtsignalanlage muss durch eine redundante Schaltung abgesichert werden oder die **Kfz-Durchfahrt für die Fahrtrichtung Nord → Süd muss unterbunden werden**
- Auf der Nordseite ist das Kehren von Fahrzeugen aufgrund der örtlichen Gegebenheiten am ehesten möglich.
- Um auszuschließen, dass es im Engstellenbereich zu einem Begegnungsfall kommt, müsste das Durchfahrverbot auch auf Südseite der Brücke für einen Übergangszeitraum, der etwa der Räumzeit entspricht, angezeigt werden.

## Versuchsphase

- Da es kaum Erfahrungen mit permanenten Engstellensignalisierungen gibt - zumal in Kombination mit einem auf selbem Niveau geführten Zweirichtungsradweg – wird empfohlen, die **beschriebene Konfiguration zunächst im Rahmen einer zweijährigen Versuchsphase** zu erproben
- Um den baulichen Aufwand zu minimieren, kann eine **Baustellen-Lichtsignalanlage** zum Einsatz kommen. Die technischen Einzelheiten (Kommunikation zwischen den Signalgebern per Funk oder Kabel, Möglichkeiten zur Berücksichtigung einer verkehrsabhängigen Steuerung) wird der zuständige Fachbereich mit einschlägigen Anbietern von Baustellenampeln abklären
- Während des Versuchszeitraums sollte die **Möglichkeit bestehen, die vorkonfigurierte Steuerung zu modifizieren**, falls zum Beispiel aufgrund veränderter Verkehrsbelastungen Optimierungsbedarf besteht

## Fazit

- Das **Ziel**, das Begegnen von Kraftfahrzeugen im Engstellenbereich zu verhindern und gleichzeitig dem Radverkehr in beiden Richtungen eine kontinuierliche Nutzung der Ulzburger Landstraße zu ermöglichen, **kann durch eine Engstellensignalisierung realisiert werden**
- Die **Führung des Radverkehrs** auf der Fahrbahn wird im Rahmen einer Engstellensignalisierung **ausgeschlossen**, da diese mit **unzumutbar hohen Umlauf- und Sperrzeiten** verbunden wäre
- Ein gemeinsamer Geh- und Radweg ist auszuschließen, da dieser eine Mindestbreite von 2,50 m erfordern würde und das Gefälle stärker ist als 3%. Auch die Belange des Kfz- und Radverkehrs können in der verfügbaren Querschnittsbreite **nicht vollständig richtlinienkonform** erfüllt werden
- Untersuchungen zur Aufteilung des Querschnittes haben ergeben, dass an der maßgebenden Engstelle ein **2 Meter breiter Zweirichtungsradweg** und eine **2,75 Meter breite Kfz-Fahrbahn** realisiert werden kann. Für den **Sicherheitstrennstreifen** verbleiben lediglich **25 cm**

## Fazit - Fortsetzung

- **Betrieblich kommt eine Engstellensignalisierung** (wechselweise Freigabe des Kfz-Verkehrs) **trotz der außergewöhnlich großen Länge** der Engstelle **in Betracht**. Die erforderliche Umlaufzeit, die von der abzuwickelnden Verkehrsmenge und der zulässigen Geschwindigkeit abhängt, liegt in jedem Fall unter dem nicht zu überschreitenden Limit von 5 Minuten
- Die zulässige **Höchstgeschwindigkeit** soll auf **40 km/h** begrenzt werden. Eine **zu niedrige Höchstgeschwindigkeit** wirkt sich ungünstig auf die erforderlichen Umlauf- und Wartezeiten aus, wohingegen **zu hohe Höchstgeschwindigkeiten** nicht vereinbar mit den Sicherheitsbelangen sind (geringer Bewegungsspielraum zur Brückenkappe und zum Zweirichtungsradweg)
- Die Umlaufzeit und die daraus resultierenden Sperr- bzw. Wartezeiten für Kraftfahrzeuge können in bestimmten Zeiträumen minimiert werden, wenn die Signalzeiten bzw. die zu schaltenden **Signalprogramme in Entsprechung zur Tagesganglinie der Verkehrsstärken** konzipiert werden
- Umsetzung in einer **2-jährigen Versuchsphase** durch „Baustellen-Lichtsignalanlage“
- **Verkehrsmonitoring**: Regelmäßige Beobachtung / Messung von Verkehrsstärken (auch Radfahreranteil), Geschwindigkeiten, Unfallgeschehen