

# Quickborn

## Engstellensignalisierung Ulzburger Landstraße Verkehrstechnische Untersuchung - Sachstand Dez. 2020

### Inhalt

1. **Problemstellung**
2. **Vorhandene Situation inkl. Verkehrsdaten**
3. **Engstellensignalisierung und Verkehrssimulation**
4. **Belange des Rad- und Fußverkehrs**



## 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 – Blickrichtung Nord nach Süd



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 – Blickrichtung Süd nach Nord



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

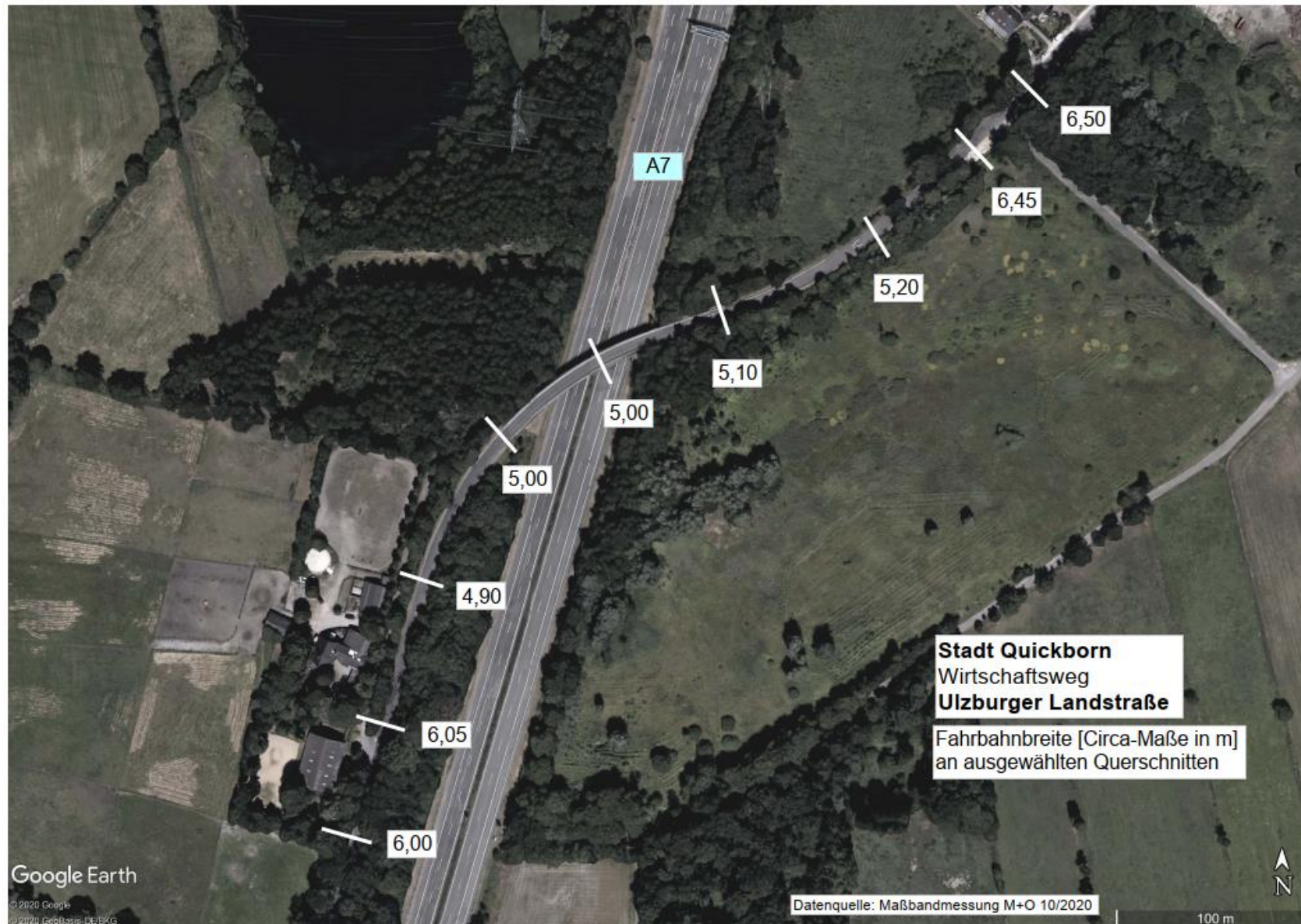


„Punktuelle“ Leitlinie im Engstellenbereich



50 cm breiter Streifen ohne Sicherheitsabstand zur Fahrbahn für den Fußverkehr

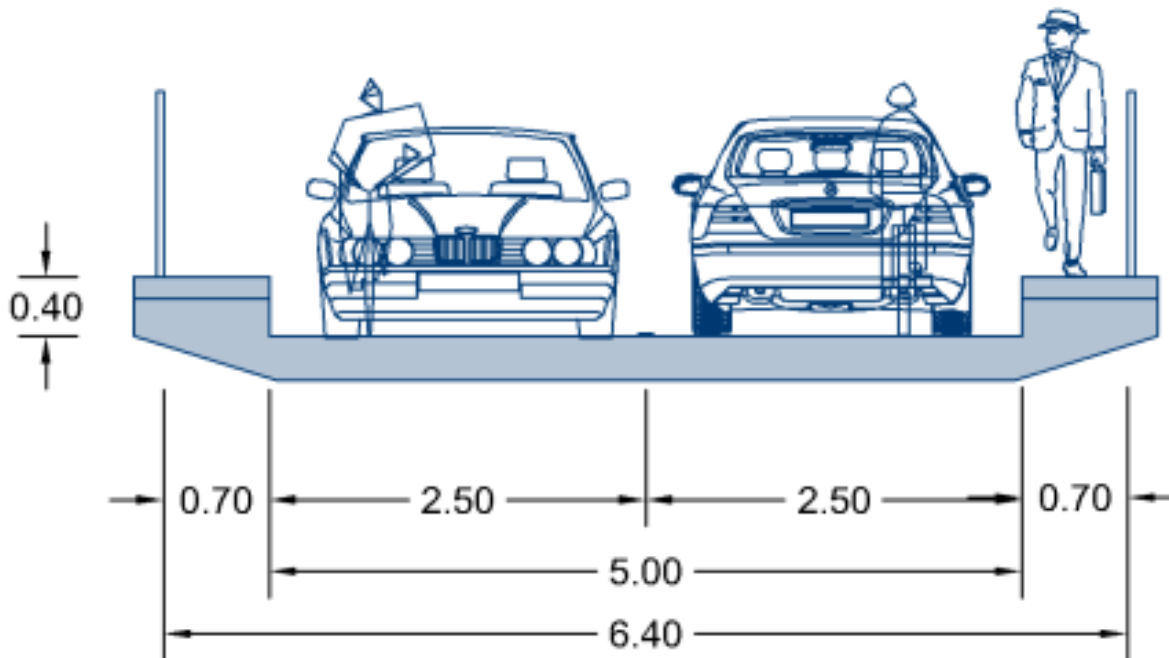
## Vorhandene Situation – Querschnittsabmessungen



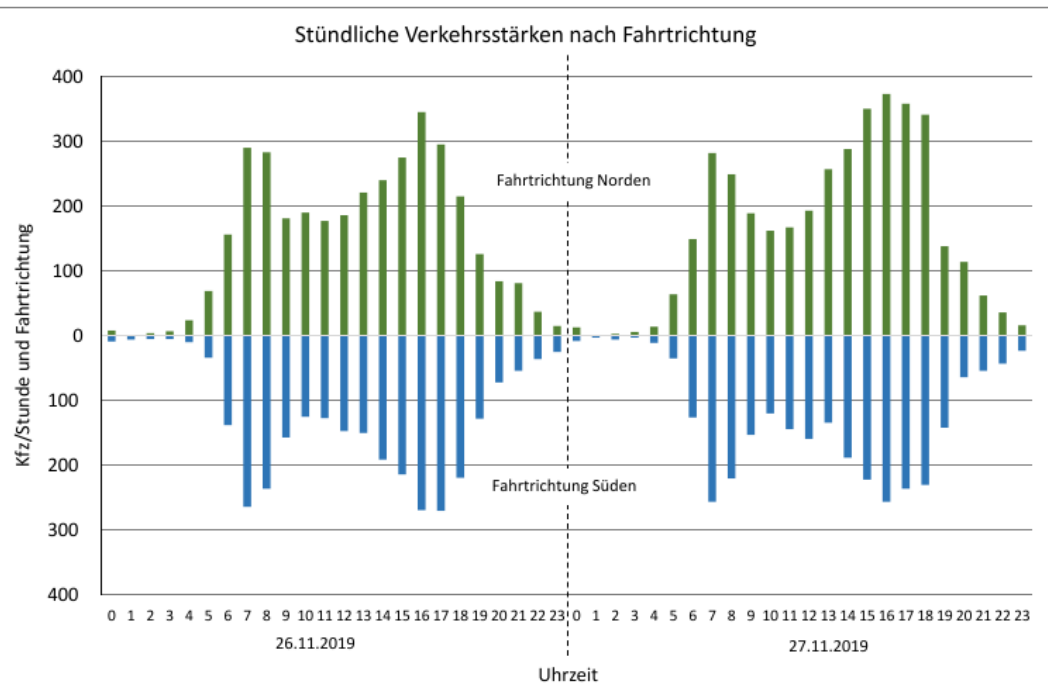
## Vorhandene Situation – Fahrbahnquerschnitt und StVO-Beschilderung

### Autobahnbrücke Wirtschaftsweg Ulzburger Landstraße Querschnitt im Bestand

(Fußg.) Kfz + Rad Kfz + Rad (Fußg.)



# Verkehrsdaten



- Überprüfung der Verkehrserhebung auf Aktualität durch Stichprobenzählung am 06.10.2020
- Auf eine Stunde hochgerechnet waren im Engstellenquerschnitt 600 Kfz zu verzeichnen (Fahrtrichtung Süden geringfügig schwächer ausgeprägt)
- Schwerverkehr (>3,5t zulässiges Gesamtgewicht) wurde während der 15minütigen Stichprobenzählung nicht beobachtet.

- Tagesganglinien nach der im November durchgeführten Verkehrserhebung
- Spitzenstunde früh: zwischen 7 und 9 Uhr
- Spitzenstunde spät: zwischen 16 und 17 Uhr
- Richtungsbelastung in den Spitzenstunden von ca. **350 Kfz/h**

Stadt Quickborn										
BAB-Brücke im Zuge der Ulzburger Landstraße										
Verkehrszählung am Di 06.10.2020 (15 Minuten-Stichprobe)										
Richtung Süd					Richtung Nord					
Uhr	Pkw	Transporter	Krad	Rad	Pkw	Transporter	Krad	Rad		
16:15	22	2	2	1	20	1		1		
16:20	18				25	4	1			
16:25	30	3			17	5				
15 min	70	5	2	1	62	10	1	1		
Uhr	Kfz	Rad			Kfz	Rad				
16:15	26	1			21	1				
16:20	18				30					
16:25	33				22					
15 min	77	1			73	1				
		Kfz/h	Radfahrer/h			Kfz/h	Radfahrer/h			
auf 1h linear hochgerechnet:		<b>308</b>	4			<b>292</b>	4			

## Idealkonzept einer Engstellensignalisierung



- **Wechselweise Freigabe der Engstelle** für den Kfz-Verkehr
- Trotz großer Längenentwicklung der Engstelle (bzw. langer Räumzeit) **akzeptable Umlaufzeit ermöglichen** durch
  - zulässige Höchstgeschwindigkeit 50 km/h
  - Mindestgeschwindigkeit 40 km/h
  - **separate (unabhängige) Führung des Radverkehrs** auf einem einseitigen Zweirichtungsradweg bzw. auf einem gemeinsamen Geh- und Radweg





## Szenarien zur Engstellensignalisierung

### **Szenario 1:** → bestmögliche Umlaufzeit

Es wird eine zulässige Höchstgeschwindigkeit von 50 km/h vorgegeben, ebenso eine *Mindestgeschwindigkeit von 40 km/h*.

Dies schließt landwirtschaftliche Maschinen und langsame Zweiräder aus.

Es wird eine Geschwindigkeitsverteilung von 40-65 km/h angenommen.

### **Szenario 2:** → weniger Restriktionen, aber erhöhte Umlaufzeit

Es wird eine zulässige Höchstgeschwindigkeit von 50 km/h vorgegeben, jedoch keine Mindestgeschwindigkeit.

Daher verändert sich die reale Geschwindigkeitsverteilung auf ein Spektrum von 30-65 km/h.

Es wird ausgeschlossen, dass der Radverkehr auf der Kfz-Fahrbahn geführt wird.

### **Szenario 3:** → geringer baulicher Aufwand, aber unrealistisch hohe Umlaufzeit

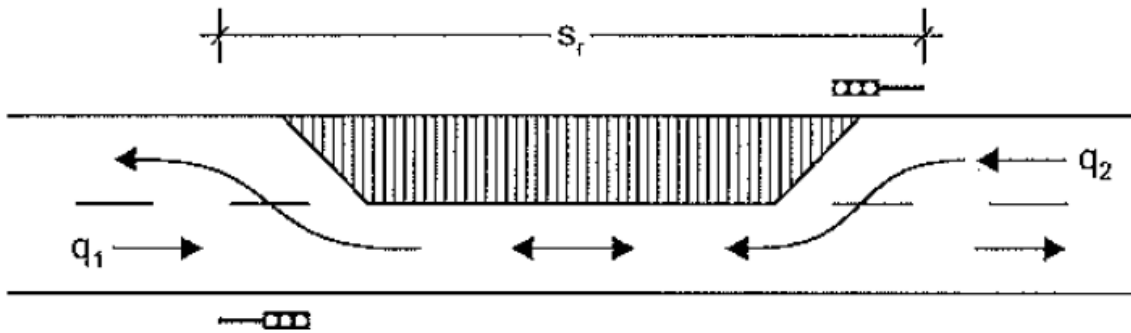
Der Radverkehr wird wie im Bestand auf der Fahrbahn für Kfz geführt. Im Unterschied zum Bestand gibt es aber keinen Gegenverkehr.

Die Höchstgeschwindigkeit ist 50 km/h. Für den Radverkehr wird eine Räumgeschwindigkeit von 18 km/h angenommen.

Für den Kfz-Verkehr wird eine Geschwindigkeitsverteilung von 30-65 km/h angesetzt, da der Radverkehr überholt werden kann.

## Grundlagen zur Berechnung des Signalprogramms

### Berechnungsgrundlagen Engstellensignalisierung gemäß RiLSA 2015 und RSA-Handbuch



#### Signalzeiten:

Die Übergangszeit GELB ( $t_G$ ) sollte 4 s betragen.

Die Übergangszeit ROT/GELB ( $t_{RG}$ ) dauert 1 s.

Die **Zwischenzeit**  $t_z$  wird ohne Berücksichtigung einer Einfahrzeit ermittelt:

$$t_z = t_{\ddot{u}} + (s_r/v_r) \cdot 3,6$$

mit

$t_z$  = Zwischenzeit [s]

$t_{\ddot{u}}$  = Überfahrzeit [s], Ansatz:  $t_{\ddot{u}} = 4$  s

$s_R$  = Räumweg [m]

$v_R$  = mittlere Räumgeschwindigkeit [km/h]

Die **Umlaufzeit**  $t_U$  setzt sich zusammen aus den beiden Freigabezeiten  $t_{F1}$  und  $t_{F2}$  und den beiden Zwischenzeiten  $t_{z1}$  und  $t_{z2}$ :

$$t_U = t_{F1} + t_{z1} + t_{F2} + t_{z2}$$

$$t_U = \frac{1,3 T_z + 4}{1 - \left( \frac{q_1}{q_{S1}} + \frac{q_2}{q_{S2}} \right)}$$

$T_z$  = Summe der Zwischenzeiten [s] der beiden Fahrrichtungen,  $T_z = t_{z1} + t_{z2}$ ,

$q_1$  bzw.  $q_2$  = Verkehrsstärke [Fz/h] für die betreffende Fahrrichtung,

$q_{S1}$  bzw.  $q_{S2}$  = Sättigungsverkehrsstärke [Fz/h] für die betreffende Fahrrichtung.

Dabei muss  $(q_1/q_{S1} + q_2/q_{S2}) < 1$  sein.

Sättigungsverkehrsstärke  $q_s$ : 1500 Kfz/h

Die **Freigabezeit**  $T_{Fi}$  ergibt sich zu:

$$t_{Fi} = \frac{\frac{q_i}{q_{Si}}}{\frac{q_1}{q_{S1}} + \frac{q_2}{q_{S2}}} \cdot (t_U - T_z)$$

## Berechnung Umlaufzeit (Beispiel Szenario 1)

### Engstellensignalisierung gemäß RiLSA2015, Kap. 5.2

**Vzul = 50 km/h**

Keine besonders langsamen Kfz wegen Mindestgeschwindigkeit  $v_{min}=40$  km/h

**==> Vr=40 km/h**

#### Räumwege

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

#### Zulässige Höchstgeschwindigkeiten und resultierende Räumgeschwindigkeiten

Fahrtrichtung 1	vzul1	50	[km/h]	vr1	40	[km/h]
Fahrtrichtung 2	vzul2	50	[km/h]	Vr2	40	[km/h]

**Überfahrzeit**                      tÜ              4      [s]

#### Resultierende Zwischenzeiten

Zwischenzeit 1	tz1	44,5	[s]
Zwischenzeit 2	tz2	44,5	[s]
Summe der Zwischenzeiten	TZ	89	[s]

#### Verkehrsstärken und Sättigungsverkehrsstärken

Verkehrsstärke der Fahrtrichtung 1	q1	350	[Fz/h]	qS1	1500	[Fz/h]
Verkehrsstärke der Fahrtrichtung 2	q2	350	[Fz/h]	qS2	1500	[Fz/h]

**Umlaufzeit**                      **tu**              **224** [s]                      03:44 [mm:ss]

#### Freigabezeiten

Freigabezeit Richtung 1	tF1	67,5	[s]	Sperrzeit	02:37	[mm:ss]
Freigabezeit Richtung 2	tF2	67,5	[s]	Sperrzeit	02:37	[mm:ss]

## Umlaufzeiten und Sperrzeiten in den Szenarien

Räumweg: 450 m

Szenario 1:  $v_r = 40$  km/h

Szenario 2:  $v_r = 30$  km/h

Szenario 3:  $v_r = 18$  km/h (Rad)

Variiert wird: Verkehrsstärke je Fahrtrichtung 100 – 450 [Kfz/h]

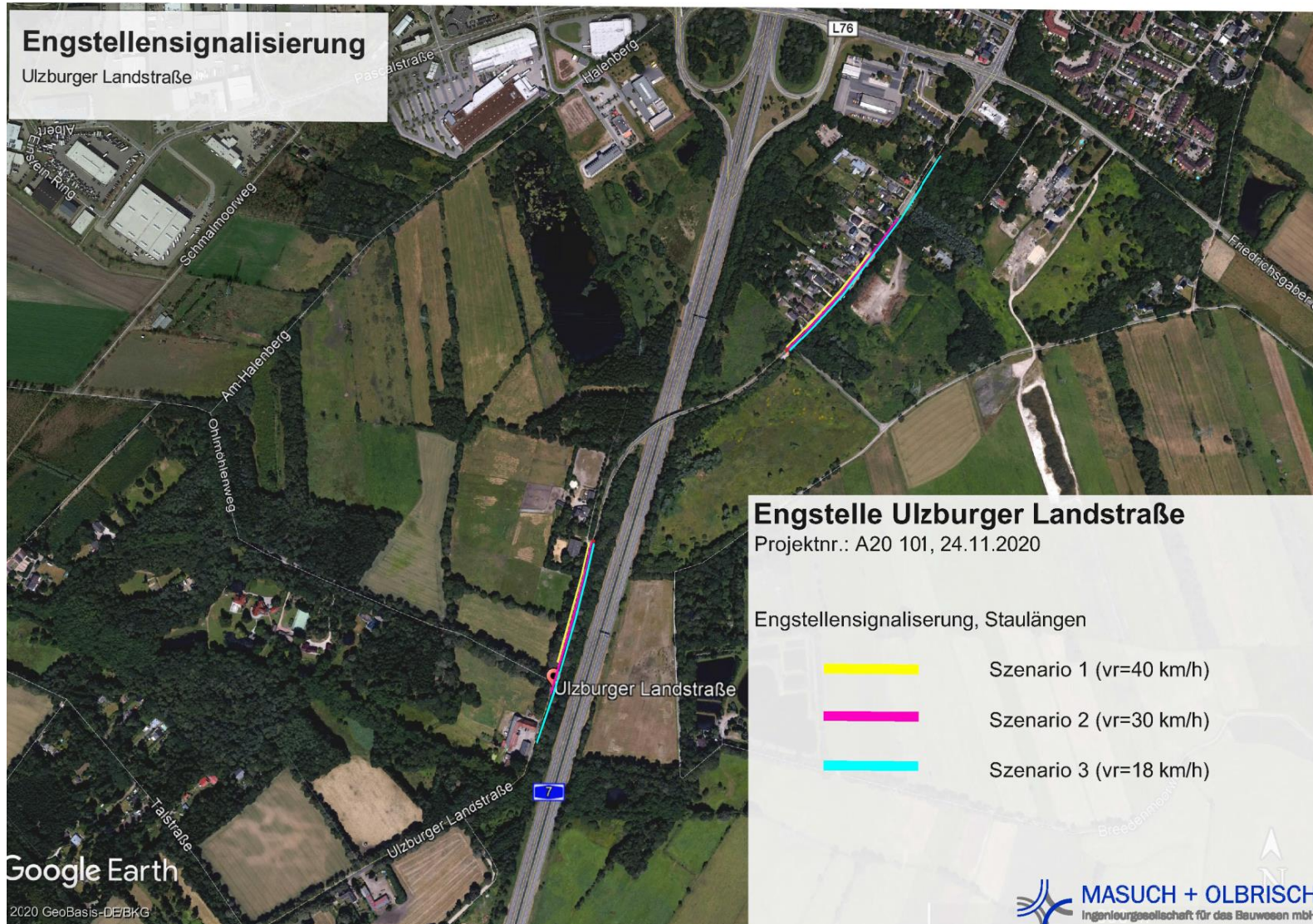
Verkehrsstärke je Richtung [Kfz/h]	Szenario 1		Szenario 2		Szenario 3	
	erforderliche Umlaufzeit		erforderliche Umlaufzeit		erforderliche Umlaufzeit	
	[s]	[mm:ss]	[s]	[mm:ss]	[s]	[mm:ss]
100	138	02:18	179	02:59	287	04:47
150	150	02:30	194	03:14	311	05:11
200	163	02:43	211	03:31	339	05:39
250	180	03:00	232	03:52	373	06:13
300	200	03:20	258	04:18	414	06:54
<b>350</b>	<b>224</b>	<b>03:44</b>	<b>290</b>	<b>04:50</b>	<b>466</b>	<b>07:46</b>
400	257	04:17	332	05:32	532	08:52
450	299	04:59	387	06:27	621	10:21

Verkehrsstärke je Richtung [Kfz/h]	Szenario 1		Szenario 2		Szenario 3	
	erforderliche Sperrzeit		erforderliche Sperrzeit		erforderliche Sperrzeit	
	[s]	[mm:ss]	[s]	[mm:ss]	[s]	[mm:ss]
100	114	01:54	148	02:28	238	03:58
150	120	02:00	155	02:35	250	04:10
200	126	02:06	164	02:44	264	04:24
250	135	02:15	174	02:54	281	04:41
300	145	02:25	187	03:07	301	05:01
<b>350</b>	<b>157</b>	<b>02:37</b>	<b>203</b>	<b>03:23</b>	<b>327</b>	<b>05:27</b>
400	173	02:53	224	03:44	360	06:00
450	194	03:14	252	04:12	405	06:44

## Verkehrssimulation - Ergebnisse

Fahrtrichtung	Szenario 1		Szenario 2		Szenario 3	
	<i>Nord</i>	<i>Süd</i>	<i>Nord</i>	<i>Süd</i>	<i>Nord</i>	<i>Süd</i>
<b>Eingangsparameter</b>						
Verkehrsbelastung [Kfz/h]	350	350	350	350	350	350
Zulässige Höchstgeschwindigkeit [km/h]	50		50		50	
Mindestgeschwindigkeit [km/h]	40		-		-	
Räumgeschwindigkeit [km/h]	40		30		18	
Geschwindigkeitsverteilung						
Maximum [km/h]	65		65		65	
Minimum (vr) [km/h]	40		30		30	
<b>Lichtsignalprogramm</b>						
Umlaufzeit [s]	226		290		466	
[mm:ss]	03:46		04:50		07:46	
Freigabezeit [s]	68	68	87	87	139	139
Zwischenzeit [s]	45	45	58	58	94	94
Sperrzeit [mm:ss]	02:38	02:38	03:23	03:23	05:27	05:27
<b>Ergebnisse Verkehrssimulation</b>						
Maximale Reisezeit [s]	36	36	46	46	49	48
Durchschnittl. Staulänge [m]	49	51	64	67	104	107
entspricht Rückstau [Pkw]	8	9	11	11	17	18
Maximale Staulänge [m]	219	211	258	266	385	323
entspricht Rückstau [Pkw]	36	35	43	44	64	54

# Verkehrssimulation - Rückstaulängen



## 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 durch tageszeitabhängig geschaltete Signalprogramme die erforderlichen Umlauf- und Sperrzeiten deutlich reduziert werden

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

- Rückfallebene „Temporärer Zweirichtungsverkehr für Kfz“ nicht machbar, da aufgrund baulicher Separierung des Geh- und Radweges (Sicherheit, Dunkelheit, Witterungsverhältnisse) nur eine Einrichtungsfahrbahn zur Verfügung steht.
- Keine kleinräumige Ausweichmöglichkeit (von Süd nach Nord nicht, da die Route Ohlmühlenweg – Schmalmoorweg in eine Sackgasse führt)
- → Ausfall der Anlage durch redundante Schaltung verhindern

## Belange des Rad- und Fußverkehrs - 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

- Die Breite für einen **gemeinsamen Geh- und Radweg** innerorts beträgt gemäß ERA 2010 mindestens 2,50 m. Für Sicherheitstrennstreifen gelten die gleichen Maße wie für Radwege.
- Ein starkes Gefälle (> 3%) ist ein Ausschlusskriterium für die Anlage eines gemeinsamen Geh- und Radweges.
- Zweirichtungsrادwege werden innerorts in der Regel nicht als gemeinsame Geh- und Radwege ausgebildet.



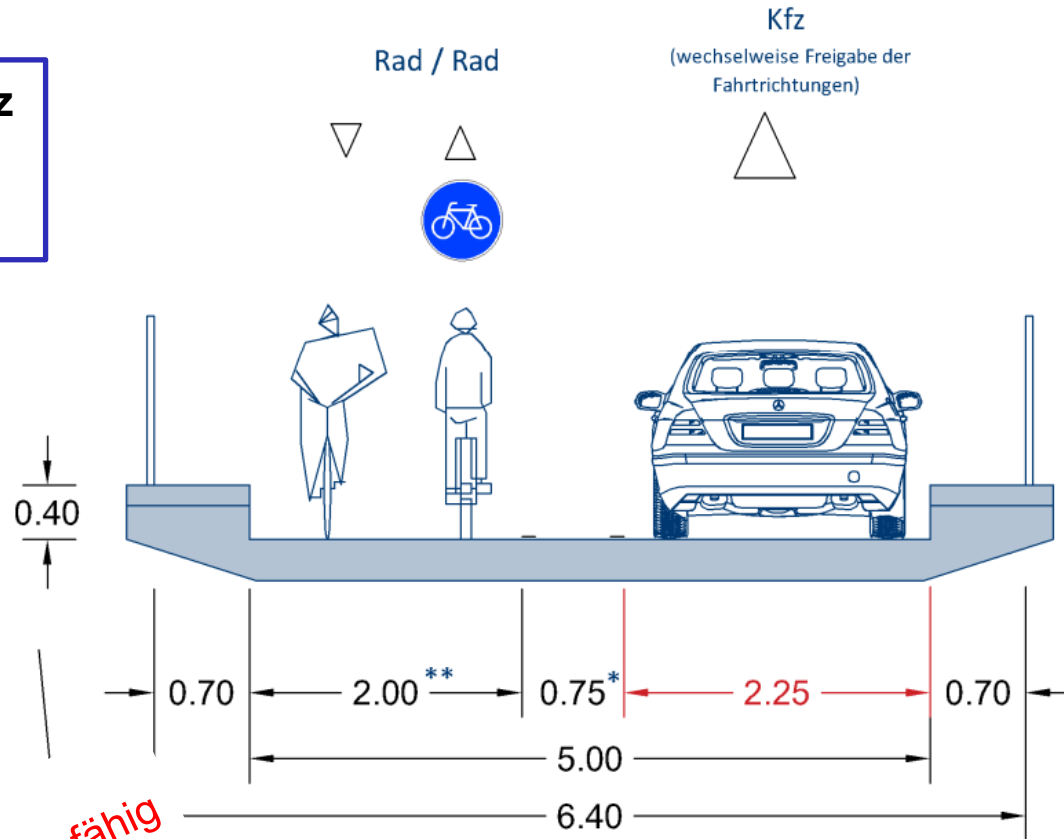
## Belange des Rad- und Fußverkehrs – sonstige Randbedingungen

Weitere Randbedingungen:

- Die verfügbare Breite für Verkehrsanlagen des Radverkehrs wird beeinflusst durch die **erforderliche Fahrbahnbreite für den Kfz-Verkehr** bei  $v_{zul}=50$  km/h (3,00m, wegen Kollisionsgefahr mit hoher Schutzkappe der Brücke besser 3,25m)
- 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)
- Bei einseitiger Führung des Radverkehrs im Zweirichtungsverkehr ist eine **bauliche Trennung der Verkehrsflächen** für Kfz und Rad/Fuß erforderlich, ansonsten Gefahr der Desorientierung bei Dunkelheit und schlechten Witterungsverhältnissen.

# Belange des Rad- und Fußverkehrs – Prüfung eines realisierbaren Querschnittes mit Radverkehr

**Resultierende Fahrbahnbreite Kfz**  
bei Vorgabe der Abmessungen  
für einen **Zweirichtungsradweg**



**Nicht  
genehmigungsfähig**

\*\*Regelbreite Zweirichtungsradweg  
(bei geringer Radverkehrsbelastung,  
sonst 2,50m)

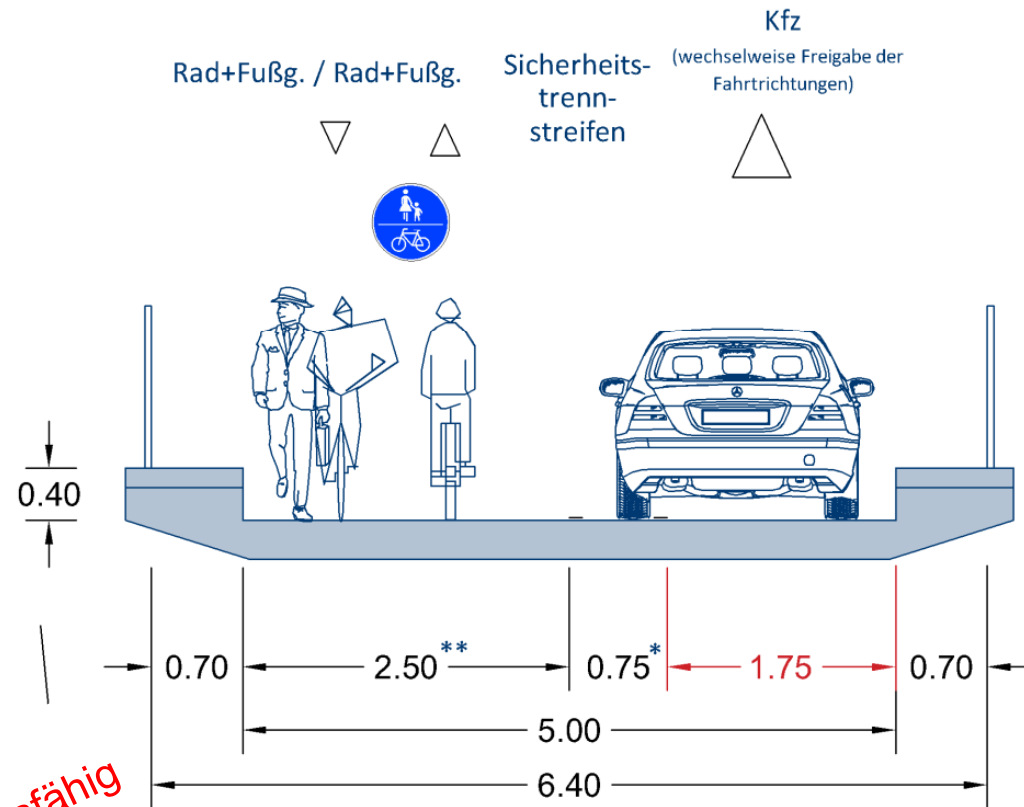
Die mögliche Fahrbahnbreite  $FB=2,25m$   
ist wesentlich kleiner als die  
erforderliche Fahrbahnbreite  $FB=3,25m$

\*Sicherheitsstrennstreifen  
(bei Zweirichtungsradwegen)

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

# Belange des Rad- und Fußverkehrs – Prüfung eines realisierbaren Querschnittes mit Rad- und Fußverkehr

**Resultierende Fahrbahnbreite Kfz**  
bei Vorgabe der Abmessungen  
für einen gemeinsamen  
(Zweirichtungs-) **Geh- und Radweg**



**Nicht genehmigungsfähig**

\*\*Regelbreite bei gemeinsamen Geh- / Radweg für beide Richtungen (Ausschlusskriterium bei Gefälle >3%)

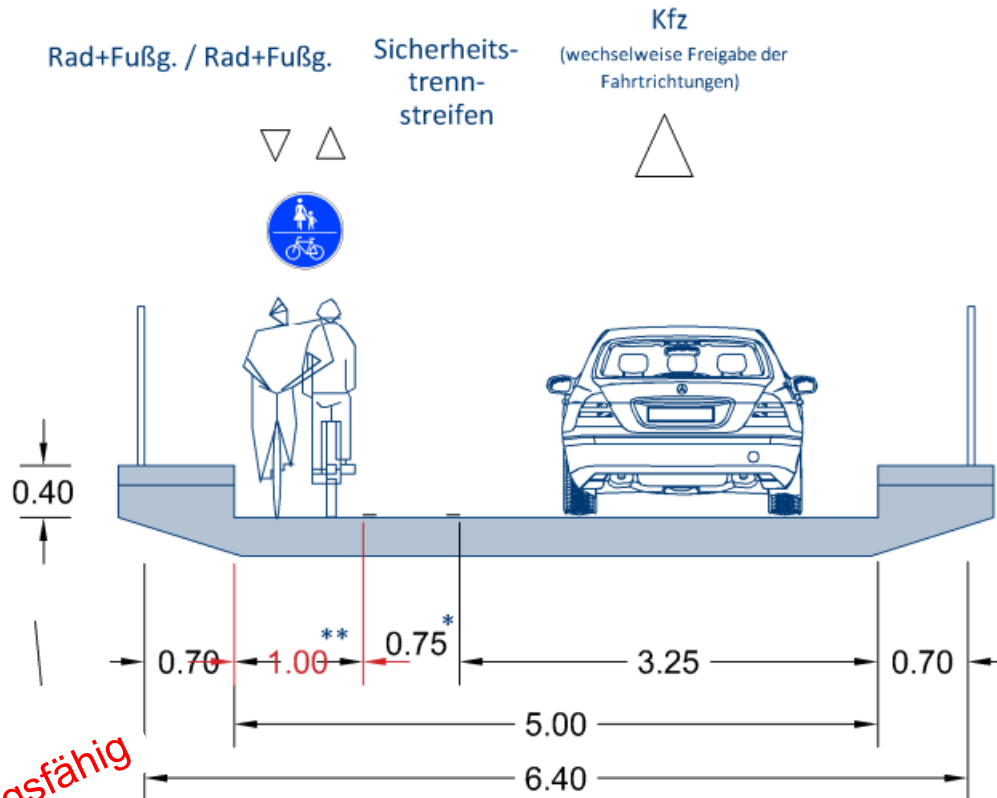
Die mögliche Fahrbahnbreite FB=1,75m ist 1,50m geringer als die erforderliche Fahrbahnbreite FB=3,25m

\*Sicherheits-trennstreifen (bei Zweirichtungsradwegen)

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

# Belange des Rad- und Fußverkehrs – Prüfung eines realisierbaren Querschnittes mit Rad- und Fußverkehr

**bzw.**  
**Resultierende Breite für einen gemeinsamen (Zweirichtungs-) Geh- und Radweg**  
bei Vorgabe der Abmessungen für die **Kfz-Spur**



**Nicht genehmigungsfähig**

\*\*Die mögliche Breite für kombinierten Geh- / Radweg beträgt 1,00m und ist wesentlich geringer als das erforderliche Maß von 2,50m!

Vorgabe: Fahrbahnbreite FB=3,25m (wegen Abstand zur hohen Brückenkappe und zul. v=50 km/h)

\*Sicherheitstrennstreifen (bei Zweirichtungsradwegen)

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