

Qualitätsanalyse des Verkehrsablaufs signalisierter urbaner Straßennetze mittels kooperativ gewonnener Messgrößen

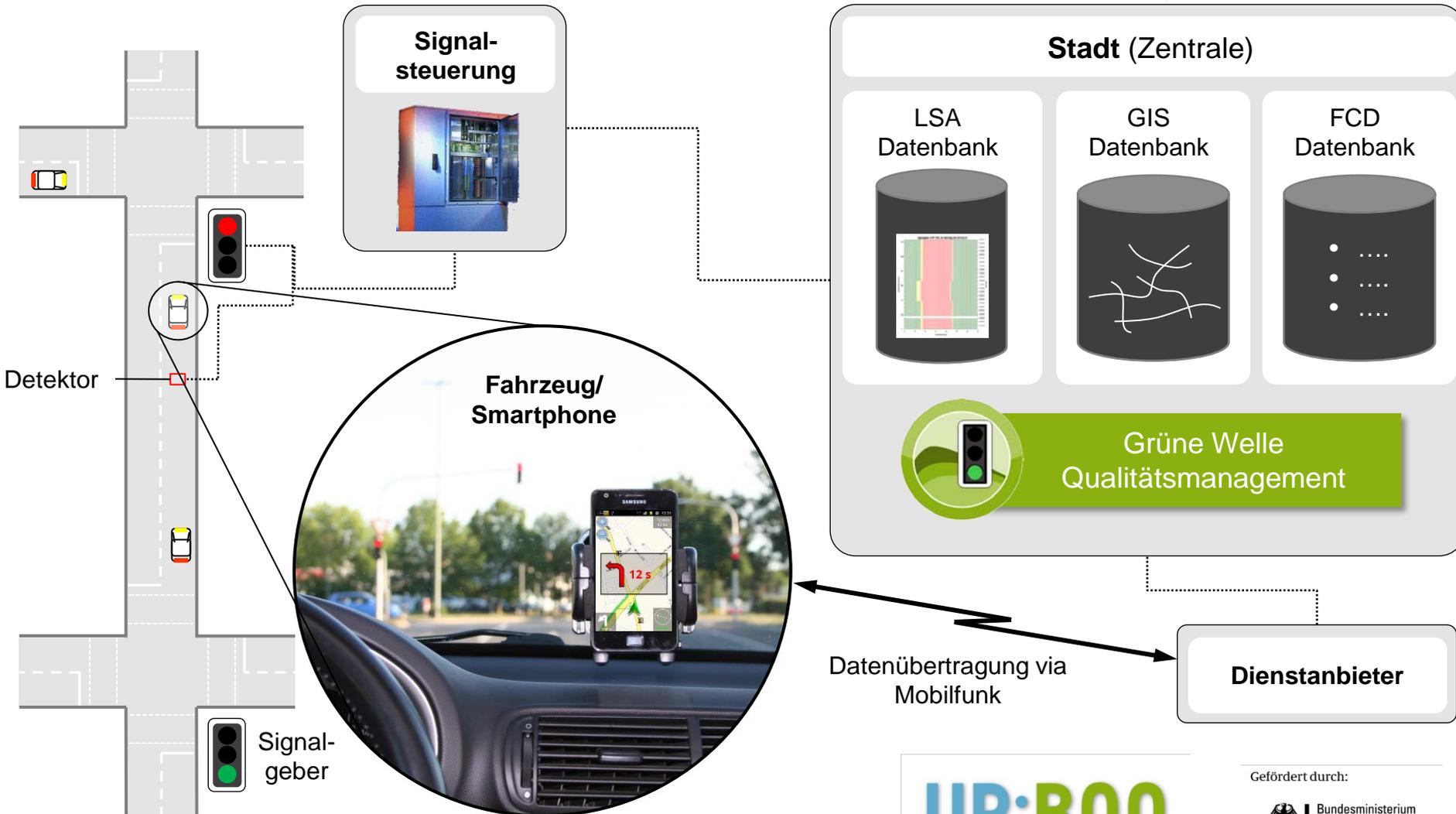
Felix Rudolph – felix.rudolph@uni-kassel.de

Universität Kassel
Fachgebiet Verkehrstechnik und Transportlogistik

- 1 Motivation**
- 2 Kooperatives System in UR:BAN**
- 3 Qualitätsbewertung koordinierter LSA-Steuerung**
 - Herausforderung**
 - Bewertung mit Signal- und Geoinformationsdaten**
 - Bewertung mit Fahrtverlaufsdaten**
- 4 erste Ergebnisse**
- 5 Ausblick**

- ▶ Entstehung von Rückstaus und Wartezeiten vor Knotenpunkten u. a. durch
 - unpassende, teilweise veraltete Parametereinstellungen von Steuerungsverfahren (Einzellichtsignalanlagen)
 - schlecht bzw. nicht vorhandene Koordinierungen
- ▶ LSA beeinflussen
 - Emissionen des urbanen Kraftfahrzeugverkehrs
 - Energieeffizienz und Wirtschaftlichkeit des Fahrens
- ▶ Qualitätsanalysen werden gegenwärtig mit aufwendigen Befahrungen und manuellen Auswertungen durchgeführt
- ▶ Wunsch einer **automatisierten und kontinuierlichen Qualitätsüberwachung** zum Auffinden von Schwachstellen
- ▶ Realisierung über Signalisierungsdaten und kooperativ gewonnene Messgrößen
- ▶ (Weiter-) Entwicklung von Verfahren zur Qualitätsbewertung von Koordinierungen

2. Kooperative Systeme in UR:BAN



UR:BAN

Urbane Raum:
Benutzergerechte Assistenzsysteme
und Netzmanagement

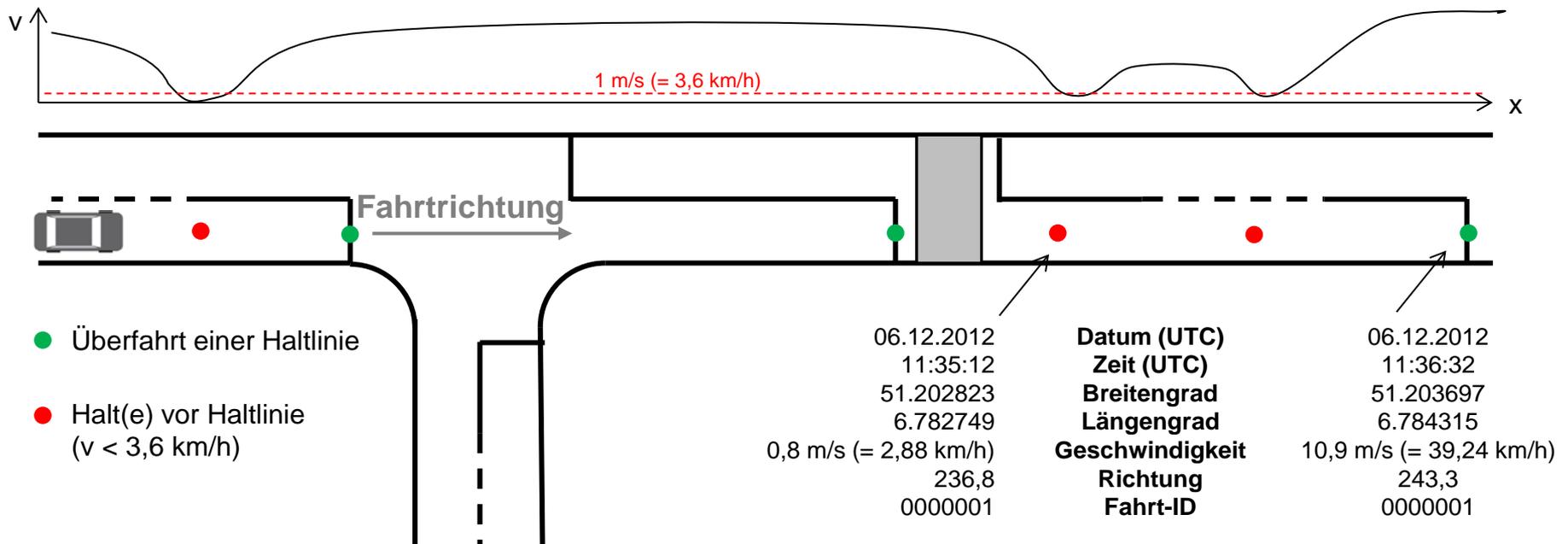
Gefördert durch:



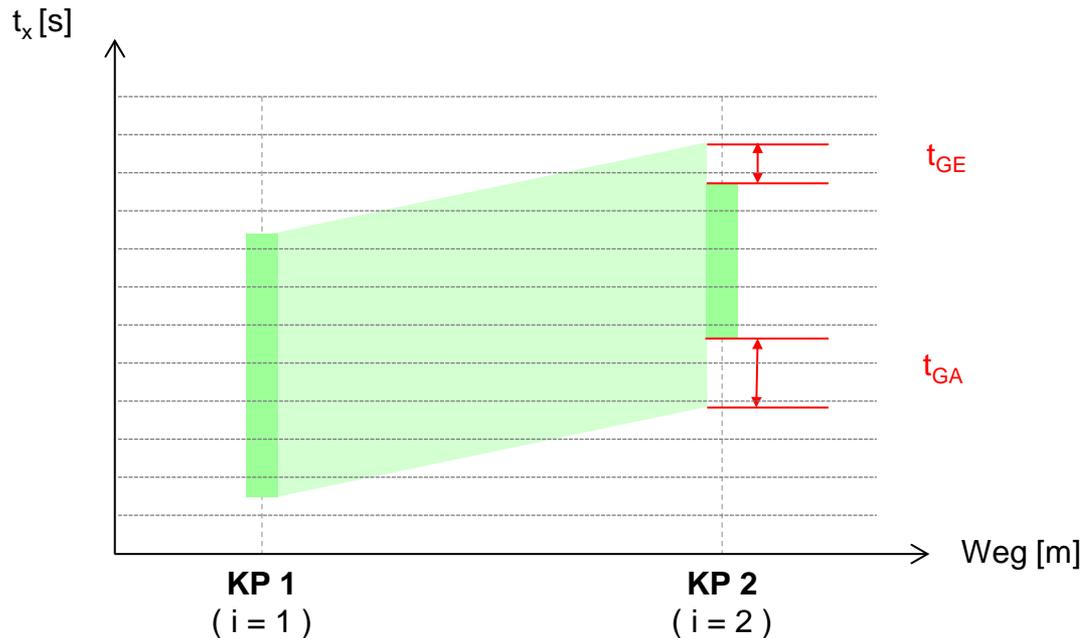
aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

3. Herausforderungen bei der Verfahrensentwicklung

- ▶ Bewertung der Koordinierung unabhängig vom Steuerungsverfahren
- ▶ Implementierung in Echtzeit-Analyse-Tool
- ▶ Multivariate Bewertung anhand folgender Parameter:
 - LSA-Prozessdaten / Fahrzeugdaten / Detektordaten
- ▶ begrenzter Umfang von Fahrzeugdaten, Beispiel:



- ▶ Ermittlung von Störintensitäten des Grünbandes
- ▶ Störintensität (SI) = Prozentuale Störung des (durchgehenden) Grünbandes



$$SI = \frac{t_{GA} + t_{GE}}{t_{GB}}$$

$$SI = \frac{(t_{GA} + t_{VZ}) \cdot f_{GE} + t_{GE} \cdot f_{GA}}{f_{GA} \cdot f_{GE} \cdot t_{GB}}$$

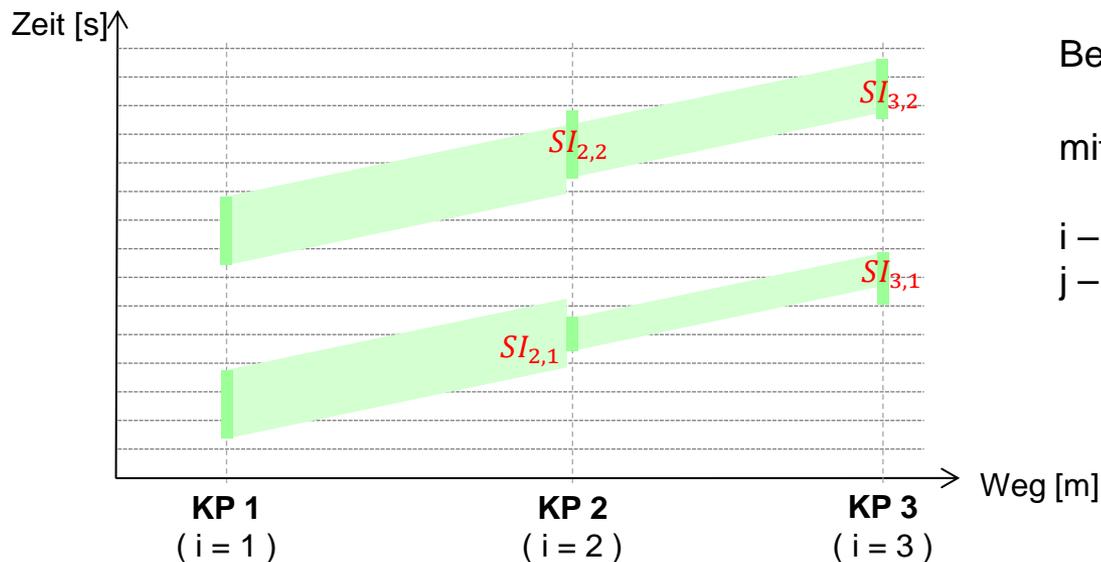
Qualitätsstufe (QSV)	Störintensität
A	≤ 15 % (0,15)
B	≤ 30 % (0,30)
C	≤ 45 % (0,45)
D	≤ 60 % (0,60)
E	≤ 75 % (0,75)
F	> 75 % (0,75)

QSV-Schema mit Standardwerten

- ▶ Qualitätseinstufung mittels QSV-Schema

3. Qualitätsbewertung mittels Signaldaten

- ▶ schrittweise Betrachtung einzelner Knotenpunkte
- ▶ Vergleich durchgehendes Grünband mit vorhandener Grünzeit am Knotenpunkt



Berechnung von $SI_{i,j}$

mit:

- i – Nummer des KP bzw. Haltlinie
- j – Nummer des Umlaufes bzw. des zeitlich nächsten Grünbandes

3. Qualitätsbewertung mittels Signaldaten

- ▶ Übertragung der Störintensitäten in SI-Matrix
- ▶ Ermittlung der maximalen Störintensität (SI_{max}) und Anzahl der Brüche (n_ψ)
- ▶ Ermittlung \bar{n}_ψ , $SI_{maßg}$ und $QSV_{maßg}$
- ▶ Ermittlung QSV für Teilabschnitte

\backslash GW _j	KP _i / HL _i	1	2	3	...	i _{max}	max SI(j)	n _ψ (j)	QSV(j)
1		SI _{1,1}	SI _{2,1}	SI _{3,1}	...	SI _{max i,1}	max SI(j=1)	n _ψ (j=1)	QSV(j=1)
2		SI _{1,2}	SI _{2,2}	SI _{3,2}	...	SI _{max i,2}	max SI(j=2)	n _ψ (j=2)	QSV(j=2)
3		SI _{1,3}	SI _{2,3}	SI _{3,3}	...	SI _{max i,3}	max SI(j=3)	n _ψ (j=3)	QSV(j=3)
4		SI _{1,4}	SI _{2,4}	SI _{3,4}	...	SI _{max i,4}	max SI(j=4)	n _ψ (j=4)	QSV(j=4)
5		SI _{1,5}	SI _{2,5}	SI _{3,5}	...	SI _{max i,5}	max SI(j=5)	n _ψ (j=5)	QSV(j=5)
...	
j _{max}		SI _{1,max j}	SI _{2,max j}	SI _{3,max j}	...	SI _{max i,max j}	max SI(j=j _{max})	n _ψ (j=j _{max})	QSV(j=j _{max})
$\bar{SI}(i)$		$\bar{SI}(i=1)$	$\bar{SI}(i=2)$	$\bar{SI}(i=3)$...	$\bar{SI}(i=i_{max})$	$\bar{n}_\psi =$		
$\sigma_{SI}(i)$		$\sigma(i=1)$	$\sigma(i=2)$	$\sigma(i=3)$...	$\sigma(i=i_{max})$	$SI_{maßg} =$		
n _ψ (i)		n _ψ (i=1)	n _ψ (i=2)	n _ψ (i=3)	...	n _ψ (i=i _{max})	$QSV_{maßg} =$		
QSV(i)		QSV(i=1)	QSV(i=2)	QSV(i=3)	...	QSV(i=i _{max})			

- ▶ Anwendung bestehender Verfahren als Ausgangspunkt für weitere Entwicklung
- ▶ **Bewertung nach HBS**

- Qualitätskriterium:
Durchfahrten ohne Halte [%]

Verkehrsqualität von Grünen Wellen			
QSV	Prozentsatz der Durchfahrten [%]	Prozentsatz der Halte [%]	Erläuterung der Qualität
A	≥ 95	< 5	ausgezeichnet
B	≥ 85	< 15	noch sehr gut
C	≥ 75	< 25	gut
D	≥ 65	< 35	ausreichend
E	≥ 50	< 50	mangelhaft*
F	< 50	≥ 50	ungenügend*

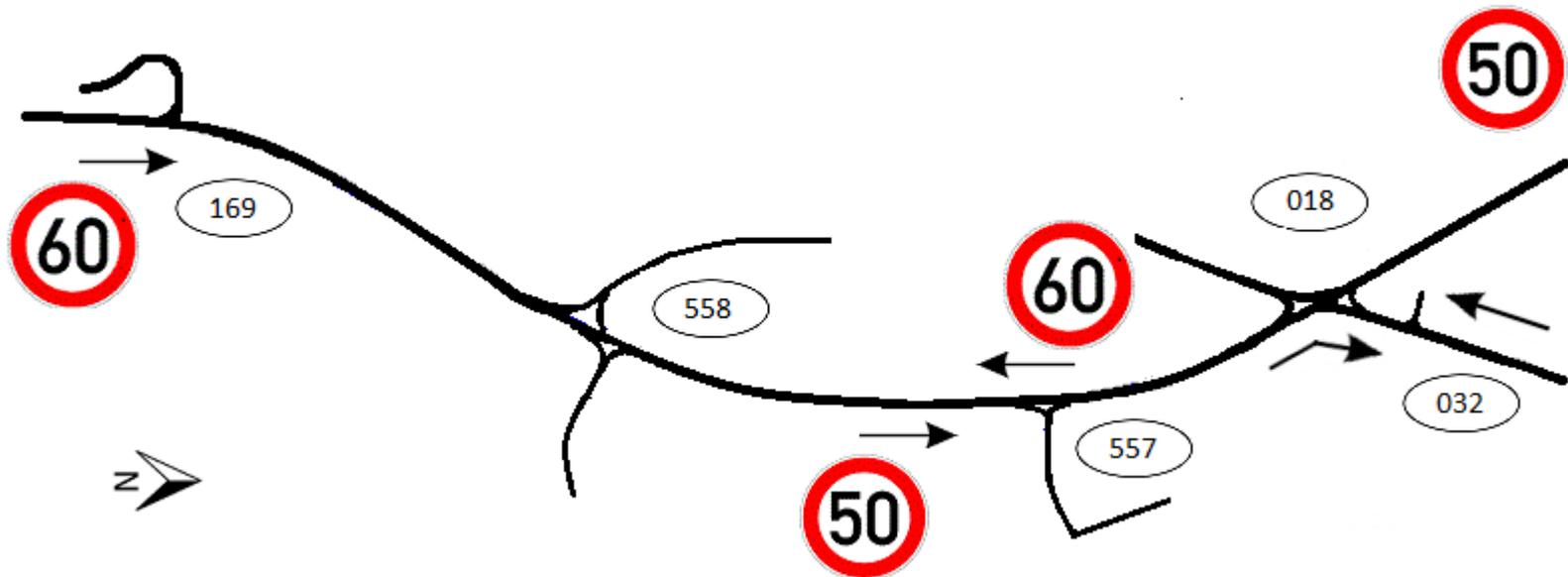
* Koordinierung unwirksam

- ▶ **Bewertung nach Brilon / Schnabel 2003**

- Qualitätskriterium:
mittlere Reisegeschwindigkeit [km/h]

QSV	Mittlere Reisegeschwindigkeit [km/h] bei		
	V _{zul} =		
	50 km/h	60 km/h	70 km/h
A	≥ 40	≥ 50	≥ 60
B	≥ 30	≥ 35	≥ 40
C	≥ 25	≥ 25	≥ 30
D	≥ 20	≥ 20	≥ 25
E	≥ 15	≥ 15	≥ 15
F	< 15	< 15	< 15

- ▶ Analyse basiert auf mikroskopischer Verkehrssimulation eines Streckenzuges
 - ca. 1200 m Gesamtlänge
 - fünf signalisierte Knotenpunkte
 - vorliegende Steuerungsverfahren implementiert
 - Belastung aus Detektordaten



▶ allgemeine Auswertung (Richtung: Süd – Nord, stadteinwärts)

Streckenlänge: 1.200 m mit 5 signalisierten Knotenpunkten										
Anzahl der Durchfahrten	Anzahl der Halte	Anzahl der Messfahrten	Koordinierungsmaß [%]	QSV (HBS)	mittlere Reisegeschwindigkeit [km/h]	mittlere Reisegeschwindigkeit [km/h]	QSV (Brilon / Schnabel 2003)	mittlere Störintensität $\bar{\sigma}_{SI} (i)$	mittlere Anzahl der Brüche $\bar{\sigma}_{n\psi} (i)$	QSV (Grünbandverletzung)
0	4	20	50.70	E	13.7	25.15	C	1	2.70	F
1	3	403			19.2					
2	2	775			24.3					
3	1	326			31.6					
4	0	81			39.4					

▶ **Bewertung mit Fahrzeugdaten** (100 % Ausstattungsrate)

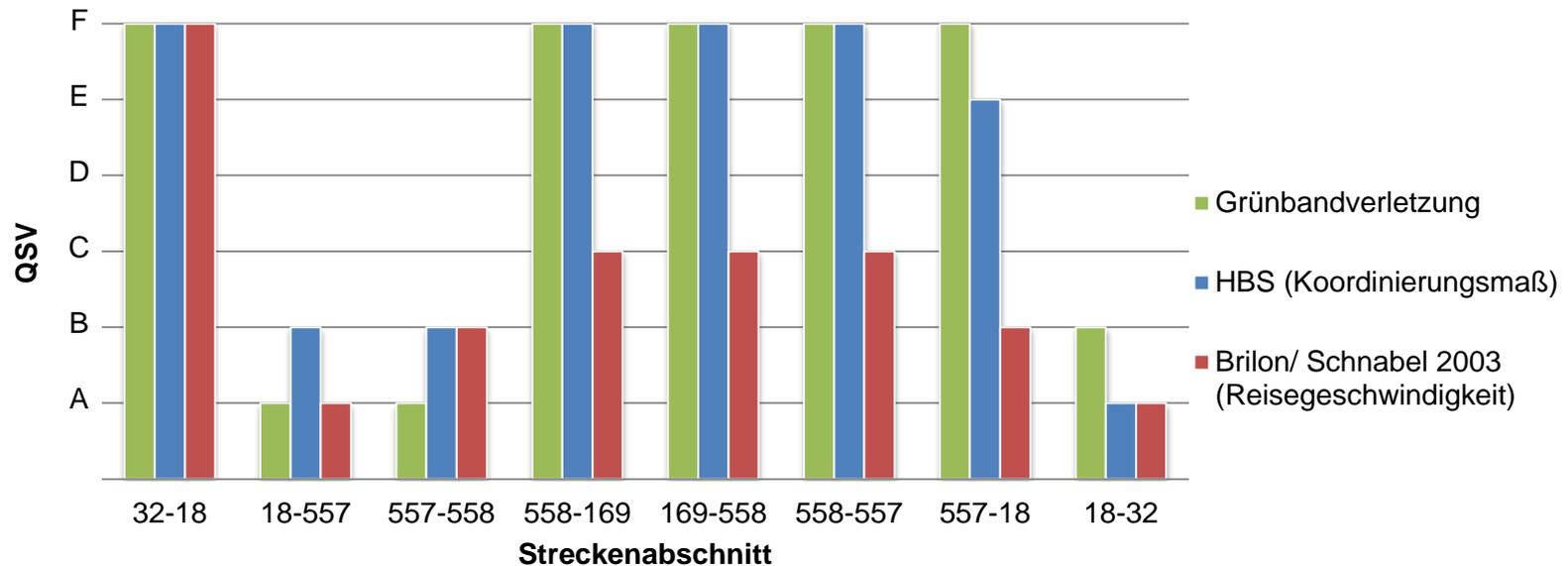
- HBS: Koordinierung unwirksam (QSV E)
- Brilon / Schnabel 2003: Koordinierung ist für den größten Teil der Kraftfahrzeuge noch wirksam (QSV C)

▶ **Bewertung mit Signaldaten**

- Koordinierung unwirksam (QSV F)

► Auswertung nach Streckenabschnitt

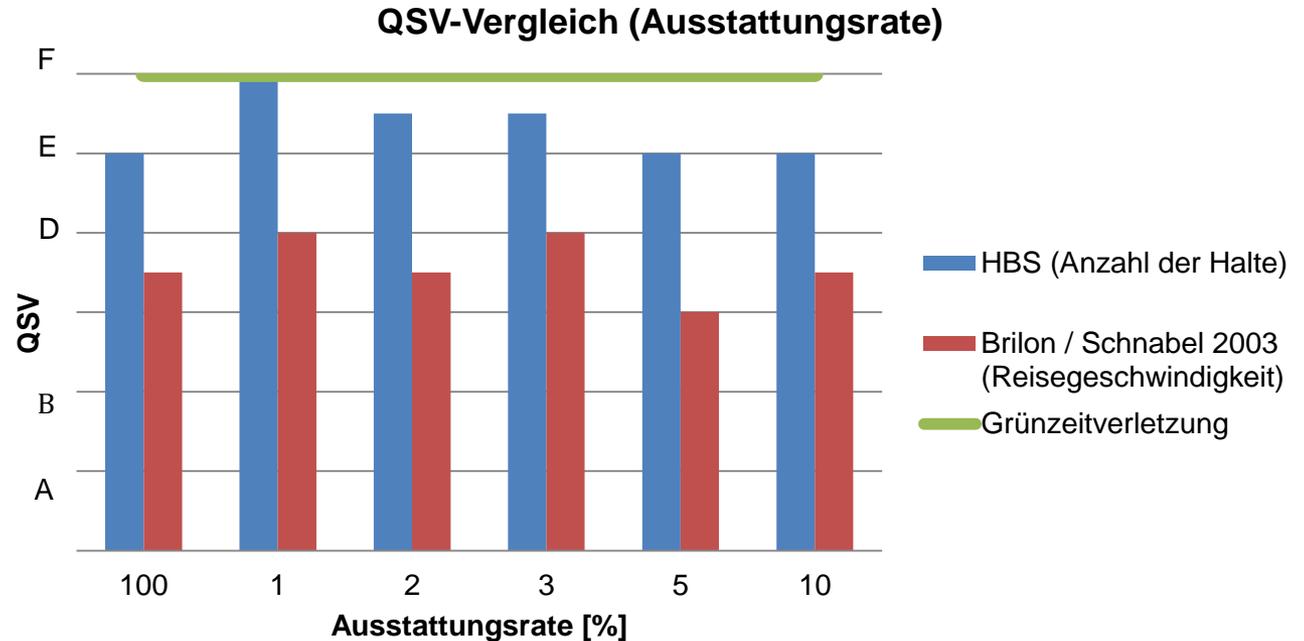
QSV-Vergleich (Streckenabschnitt)



► durchschnittliche Bewertung (QSV \triangleq Schulnoten):

- HBS: 4,25
- Brilon / Schnabel 2003: 2,63
- Grünbandverletzung: 4,25

► Auswertung nach Ausstattungsrate



► relative Abweichung

- zur Vollausrüstung (100 % Ausstattungsrate, HBS und Brilon): 6,5 %
- zw. HBS und Brilon / Schnabel 2003: 27,1 %
- zw. HBS und Grünbandverletzung: 8,3 %
- zw. Brilon / Schnabel 2003 und Grünbandverletzung : 31,25 %

- ▶ Einbeziehung Performance-Index nach Robertson 1969 (gewichteter Mittelwert aller Wartezeiten und Halte)
- ▶ Erweiterung der Datengrundlage
 - erweiterte Fahrzeugdaten
 - Einbeziehen von Detektordaten
- ▶ Untersuchung weiterer Parameter, bspw.:
 - Rückstaulängen
 - Fahrtrajektorien
 - Beschleunigungswerte
- ▶ Untersuchung der Auswirkungen unterschiedlicher Steuerungsarten
- ▶ **Ergebnisse der Datenauswertung liefern neue Ansätze / Erkenntnisse zur Entwicklung eines multivariaten Qualitätsbewertungsverfahrens**

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit.