

Radverkehr in Interaktion mit anderen Verkehrsteilnehmern – Leistungsfähigkeits- und Kritikalitätsbetrachtungen

Marek Junghans

DLR, Institut für Verkehrssystemtechnik

Aachener Straßenbau- und Verkehrstage (ASVT)

26.11.2020



Wissen für Morgen



Ausgangspunkt, Zielstellung

Interaktion = räumlich-zeitliche Wechselbeziehung zwischen zwei Verkehrsteilnehmern, die Auswirkungen auf Effizienz (Leistungsfähigkeit) u/o Sicherheit (Kritikalität) von Verkehr haben kann.

Quelle: www.udv.de



- Radfahrer sind an ca. 17% der U(P) beteiligt (Stand 2019)
- Gefährlich: Konflikte zwischen geradeaus-fahrenden Radfahrern und rechtsabb. Lkw
→ Situationsbewusstsein erhöhen, z.B. mit ADAS und Radfahrererkennung



Ausgangspunkt, Zielstellung

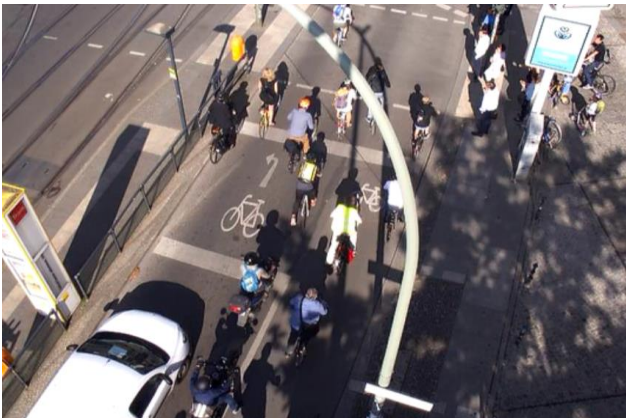
Interaktion = räumlich-zeitliche Wechselbeziehung zwischen zwei Verkehrsteilnehmern, die Auswirkungen auf Effizienz (Leistungsfähigkeit) u/o Sicherheit (Kritikalität) von Verkehr haben kann.

Quelle: www.udv.de



- Radfahrer sind an ca. 17% der U(P) beteiligt (Stand 2019)
- Gefährlich: Konflikte zwischen geradeaus-fahrenden Radfahrern und rechtsabb. Lkw
→ Situationsbewusstsein erhöhen, z.B. mit ADAS und Radfahrererkennung

Quelle: Schlussbericht FE
70.0925/2015



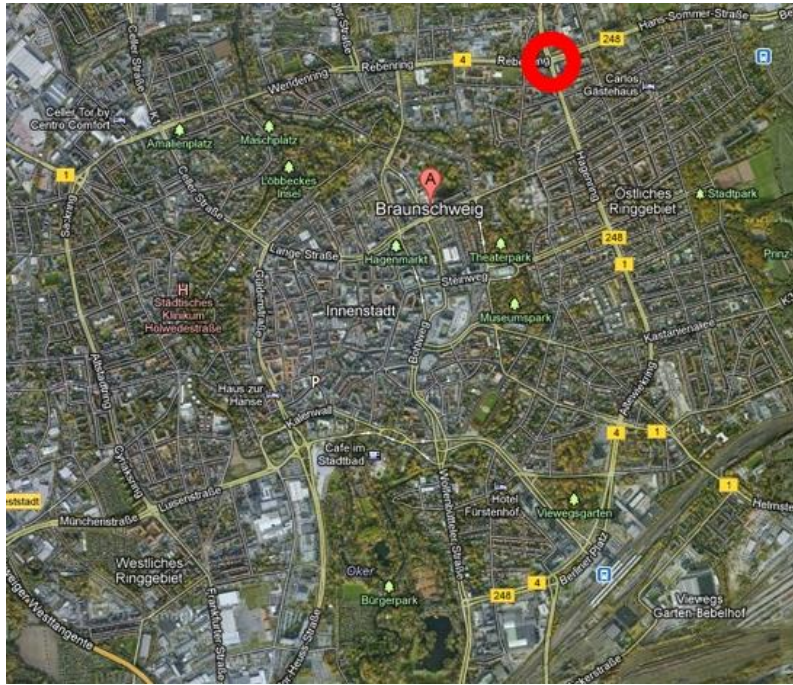
- Beeinflussung Kfz-Verkehr durch hohes Radverkehrsaufkommen (Radverkehrsführungs- und -signalisierungsform)
- Problem: kein Verfahren im HBS vorhanden
→ Hohes Radverkehrsaufkommen bei Planung berücksichtigen



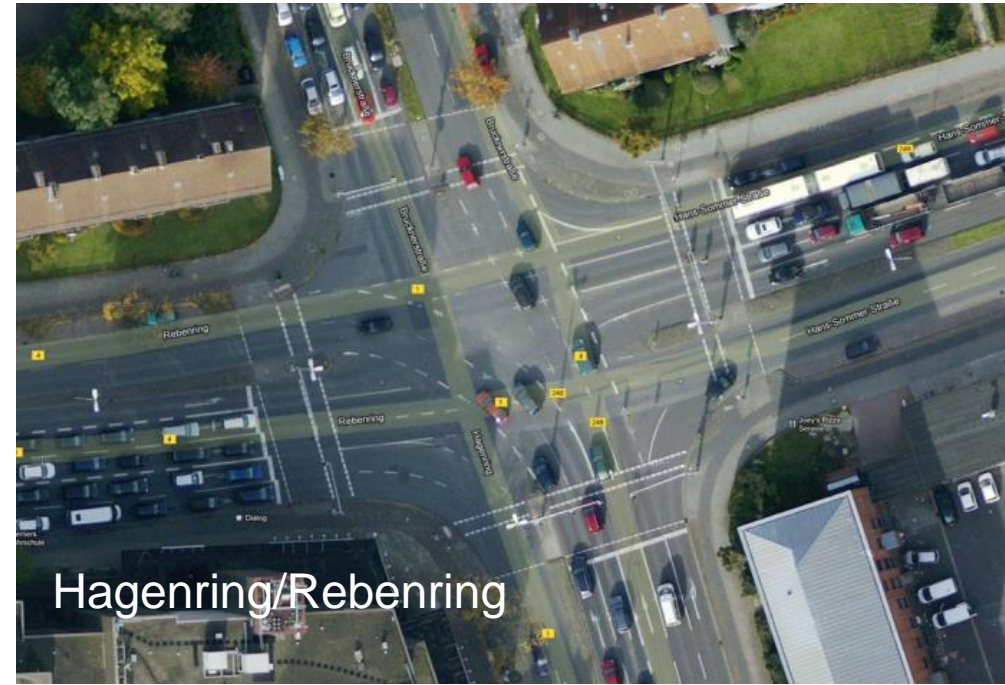
Objekterkennung, -klassifizierung und -Tracking

Empirische Erhebung: AIM-Forschungskreuzung Braunschweig

- Applikationsplattform Intelligente Mobilität 
- Gesamte Stadt Braunschweig als Plattform für anwendungsorientierte Verkehrsforschung
- Forschungskreuzung mit 24/7-videobasierter Verkehrserhebung und C2X-Kommunikation



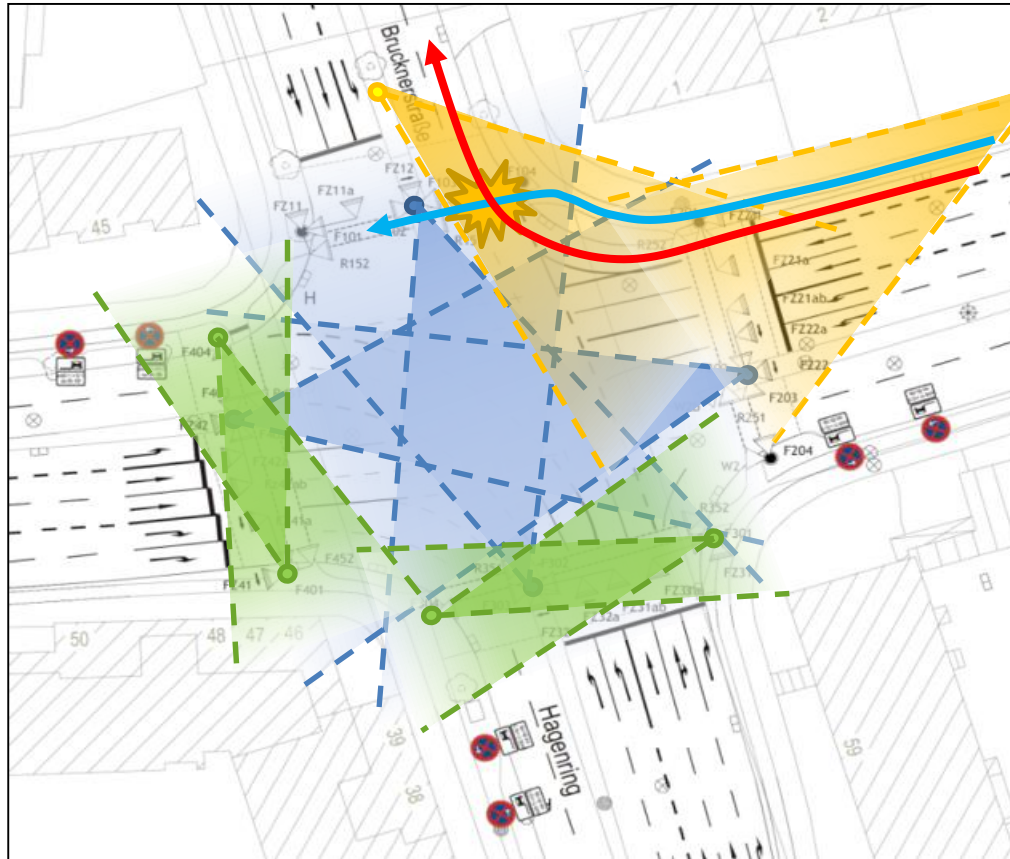
Quelle: Google



Quelle: Google

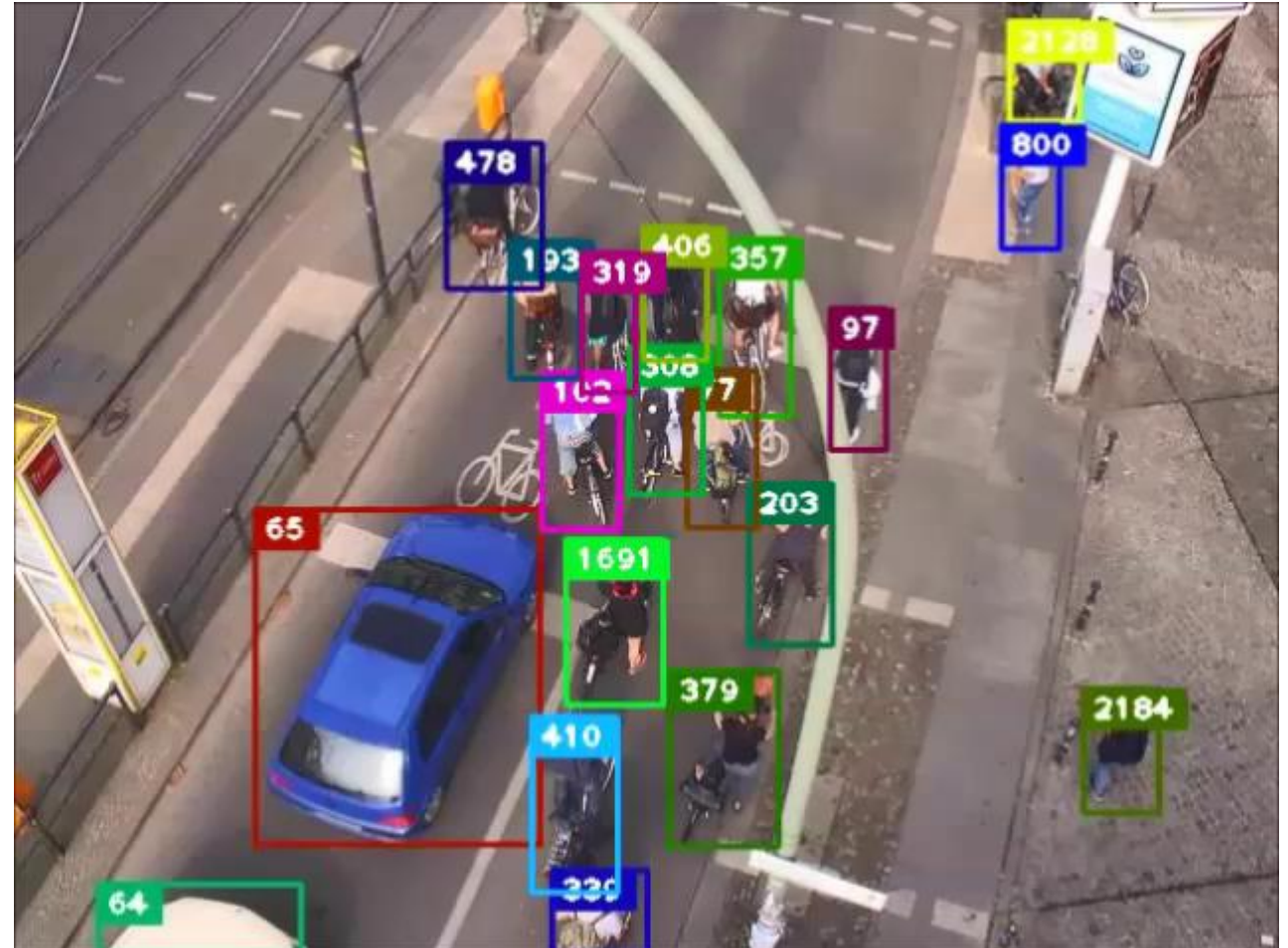
Objekterkennung, -klassifizierung und -Tracking

AIM-Forschungskreuzung Braunschweig



Objekterkennung, -klassifizierung und -Tracking

Mobile Erhebung mit UTRaCar

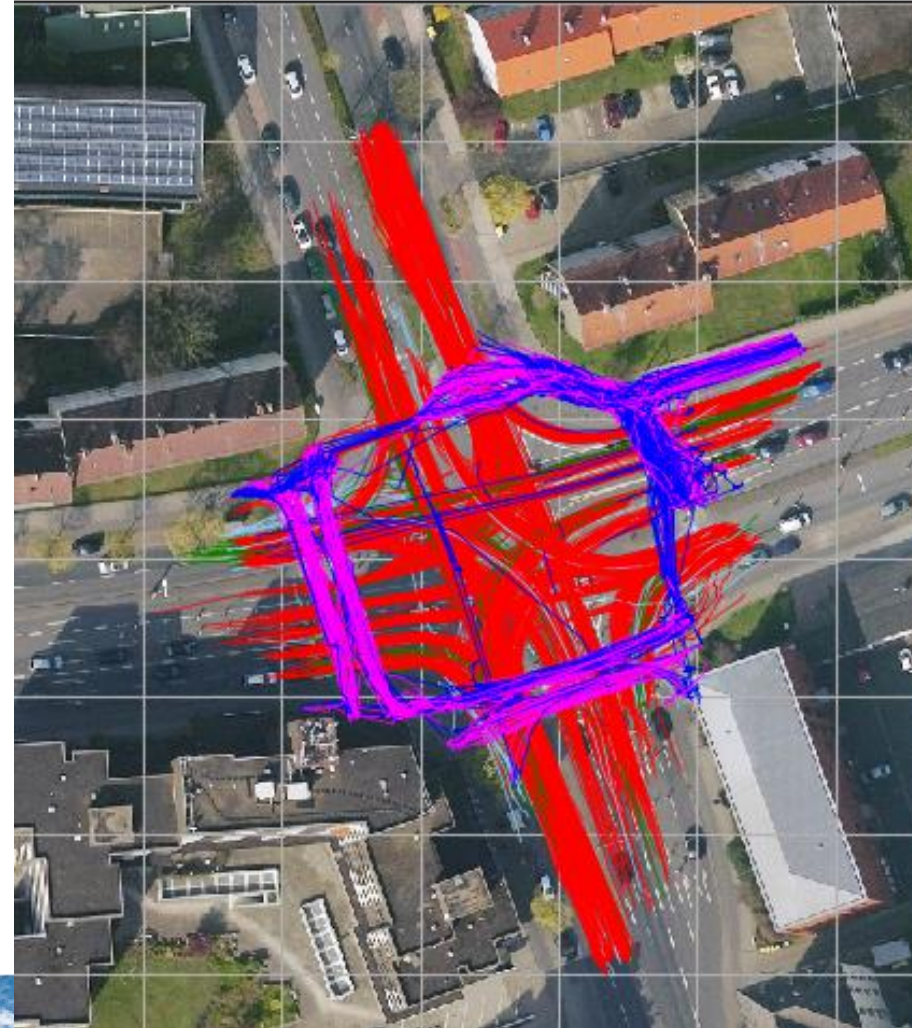


Objekterkennung, -klassifizierung und -Tracking

Verkehrsteilnehmertrajektorien als Grundlage für die Analyse

- Bildwiederholrate: 25 Hz
- Zeitstempel, Position, Geschwindigkeit, Beschleunigung, Heading, Objektgröße
- Klassifikation
 - Pkw
 - Lkw
 - Lfw
 - Radfahrer
 - Fußgänger

4306 Trajektorien (20.08.2018, 17-18 Uhr)



Vorgehen

Bestimmung von Kritikalität und Leistungsfähigkeit

- Kritikalität: ...räumlich-zeitliche Nähe zwischen zwei interagierenden Verkehrsteilnehmern mit einem (potentiellen) Konfliktbereich
- Leistungsfähigkeit(s-beeinflussung):
...Beeinflussung von Kapazität und nominalen Reisezeiten eines Verkehrsraumes durch Interaktion

Kritikalität (Projekt XCYCLE)	Leistungsfähigkeit (Projekt FE 70.0925/2015)
<ol style="list-style-type: none">1. Berechnung von Metriken wie PET (post encroachment time) für alle Situationen2. Untersuchung des beobachtbaren Verhaltens ausgewählter Situationen und deskriptive Statistik3. Entwicklung einer fünfstufigen Risikoskala (0-kein Risiko ... 4-Kollision steht unmittelbar bevor)4. Aufbau und Training eines Entscheidungsbaums5. Risikokommunikation an die Verkehrsteilnehmer per I2X6. Bewertung der Wirkung	<ol style="list-style-type: none">1. Bestimmung verkehrsablaufbezogener Kenngrößen (Verlustzeit/Zeitbedarfswert, Reise-/Wunschgeschwindigkeit, Belegungszeit, Beschleunigungsfunktion)2. Kalibrierung und Validierung der mikrosk. Verkehrssimulation3. Simulation sog. Musterknotenpunkte für unterschiedliche Randbedingungen (z.B. Verkehrsstärken)4. Verbesserung HBS-Verfahren

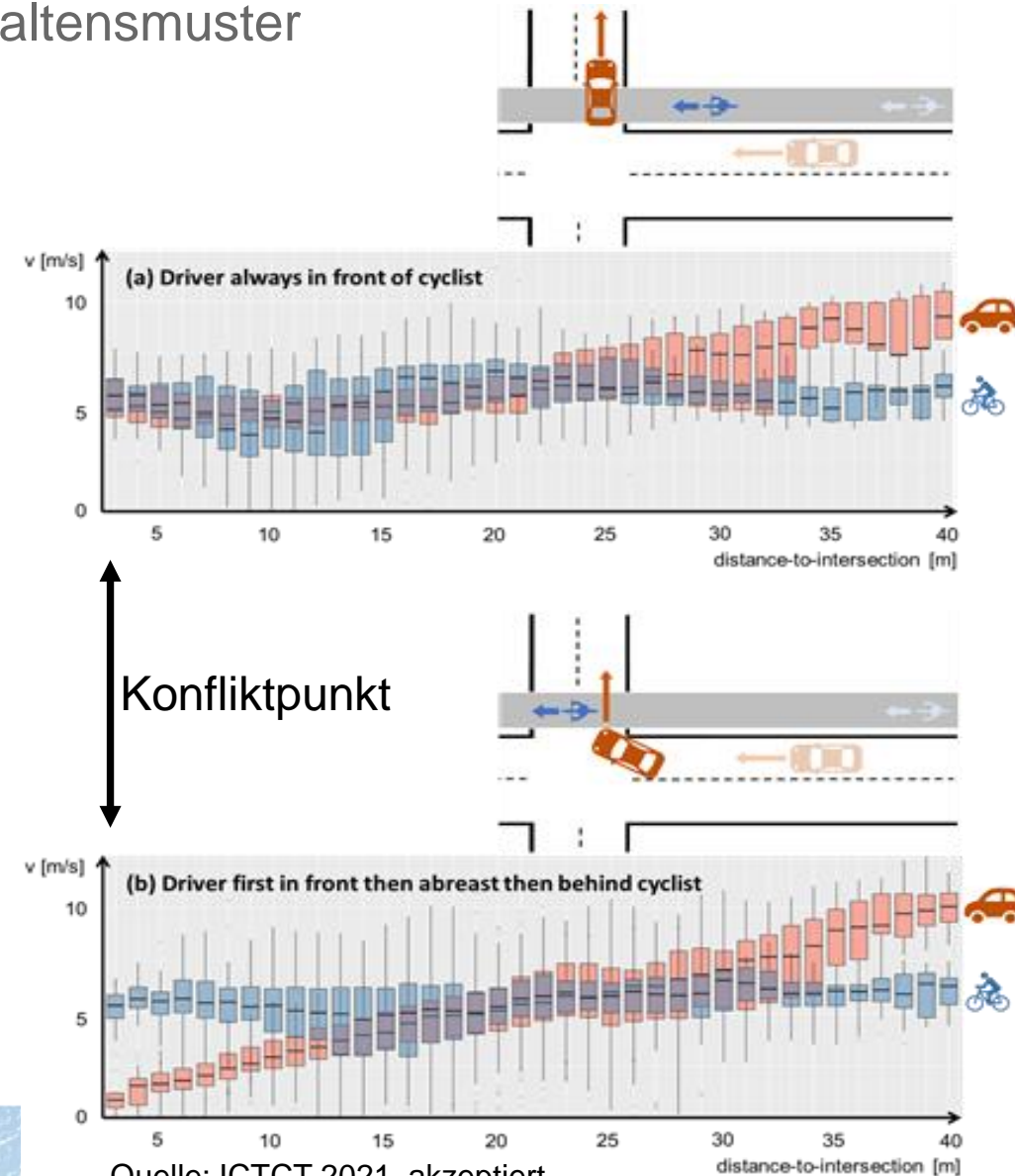


Ergebnisse

Kritikalität: Beeinflussung der Verkehrssicherheit durch Verhaltensmuster

- Vorauswahl von Situationen für $PET < 2,5s$ aus 4 Wochen Trajektorien Daten (22.08. – 18.09.2016)
- Identifikation von Verhaltensmustern (z.B. relative Position Radfahrer zu Kfz)
- Deskriptive Statistik und Signifikanztests dieser Verhaltensmuster
- Trainieren eines Entscheidungsbaums anhand der Ergebnisse sowie entwickelter Risikoskala

- signifikante Verhaltensmuster bei kritischen Situationen:
- Die letzten 10 Meter vor dem Konfliktpunkt machen den Unterschied
 - Radfahrer relativ hinter Kfz
 - Geschwindigkeiten der Radfahrer deutlich höher



Ergebnisse

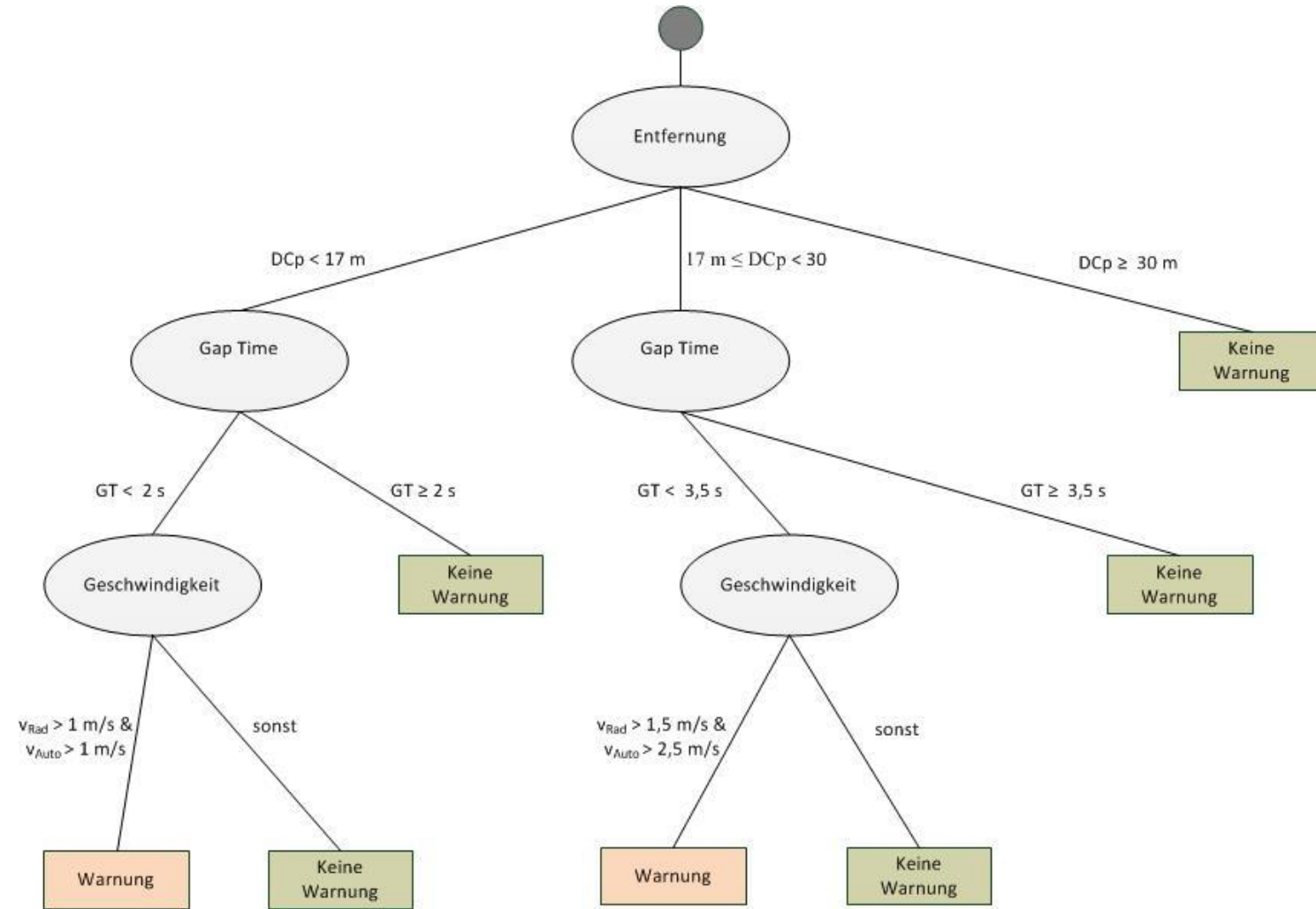
Kritikalität: Entscheidungsbaum

- Trainiert auf der Grundlage der Trajektorien- und Daten aus insgesamt 10 ausgewählten Szenen und Bewertung durch 3 Experten

→ Relevante Parameter eines Interaktionspaares:

- Abstände zum Konfliktbereich DCp
- Geschwindigkeiten v_{Rad} , v_{Auto}
- Prädizierte PET, d.h. GT (gap time)

- Entscheidungsbaum verschickt bei Notwendigkeit eine Warnung



Quelle: Schlussbericht FE 82.0698/2017



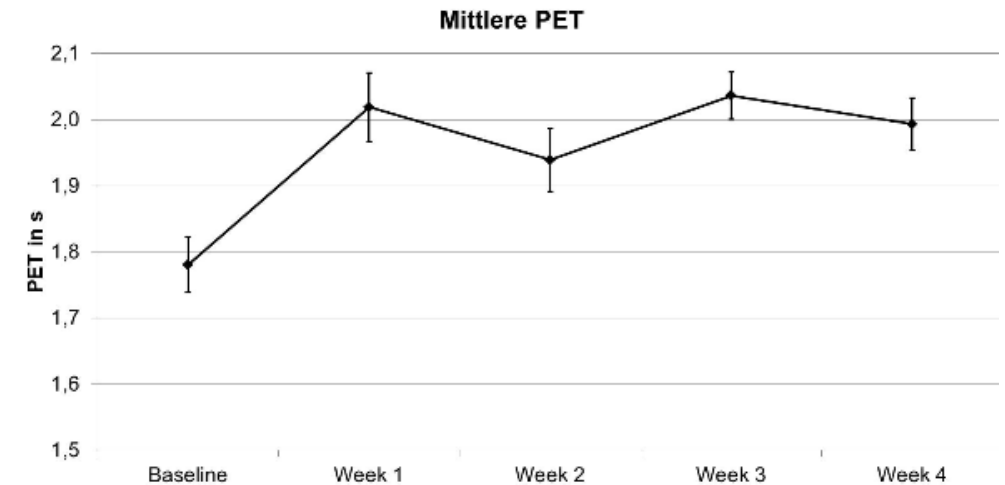
Ergebnisse

Kritikalität: Erhöhung des Situationsbewusstseins der Verkehrsbeteiligten

- Installation der mobilen Baustellenampel „Amberlight“ für einen Zeitraum von fünf Wochen (April – Juni 2018)
- Versorgung mit Informationen zum Risikolevel per I2X-Kommunikation
- Warnung der Verkehrsteilnehmer per I2X-Kommunikation zur Erhöhung Situationsbewusstseins
- Auswertung der Trajektorien
 - Woche 1: Baseline (ohne Amberlight)
 - Wochen 2 – 5: Untersuchung



Quelle: Risk Analysis 2018



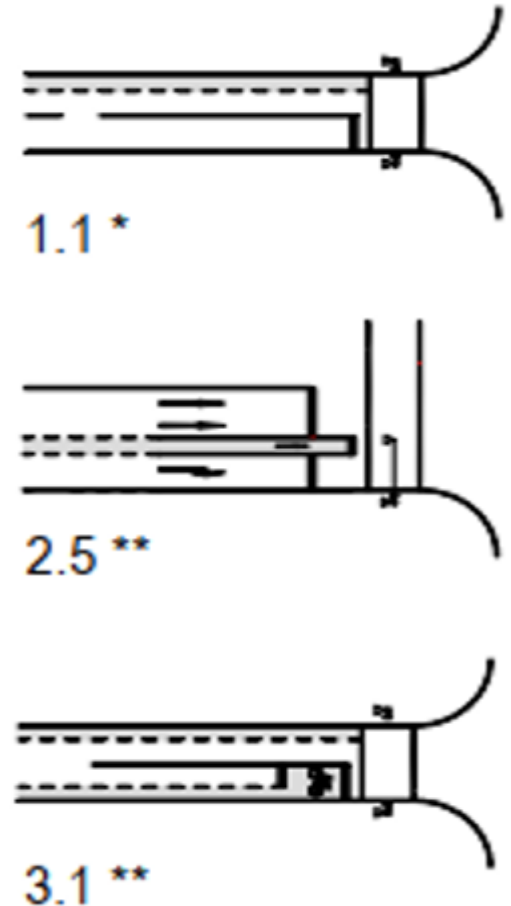
Quelle: XCYCLE Del WP73



Ergebnisse

Leistungsfähigkeit: Datenerhebung und Knotenpunktauswahl

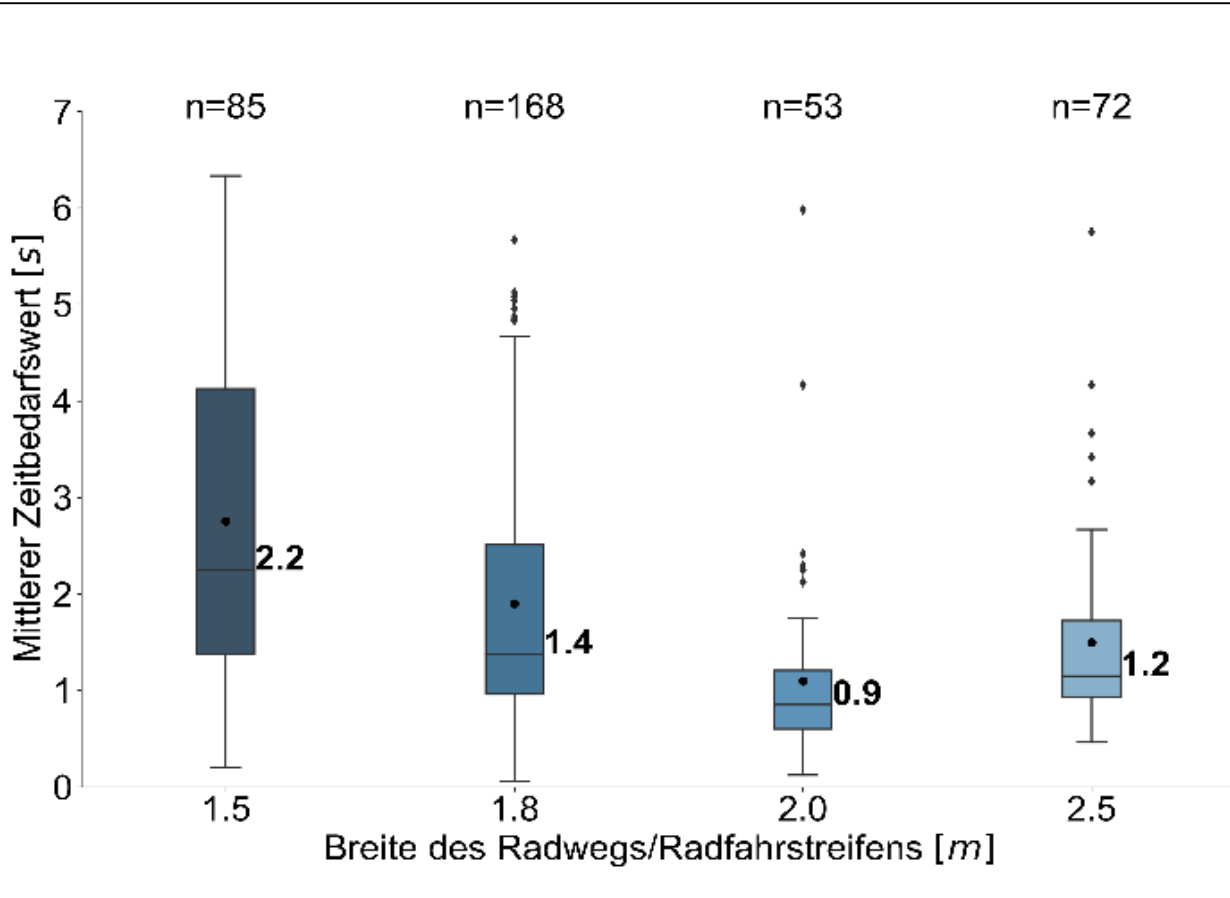
- Kreuzungen in den Städten München, Freiburg und Berlin mit unterschiedlichen Radverkehrsführungs- und -signalisierungsformen
 - Berlin: Friedrichstraße / Oranienstraße
 - Berlin: Karl-Liebknecht-Str. / Spandauer Str.
 - München: Marsstraße / Seidlstraße
 - München: Arnulfstraße / Kapuzinerstraße
 - München: Kapuzinerplatz
 - München: Schellingstraße / Luisenstraße
 - Freiburg: Lehner Straße / Eschholzstraße
 - Freiburg: Basler Straße / Lörracher Straße
- Erhebung 1-3 h Videomaterial in der Spitzenstunde im Juli 2017
- Analyse der verkehrsablaufbezogenen Kenngrößen
- Kalibrierung und Durchführung der Simulation
- Modifikation des Berechnungsverfahrens des HBS



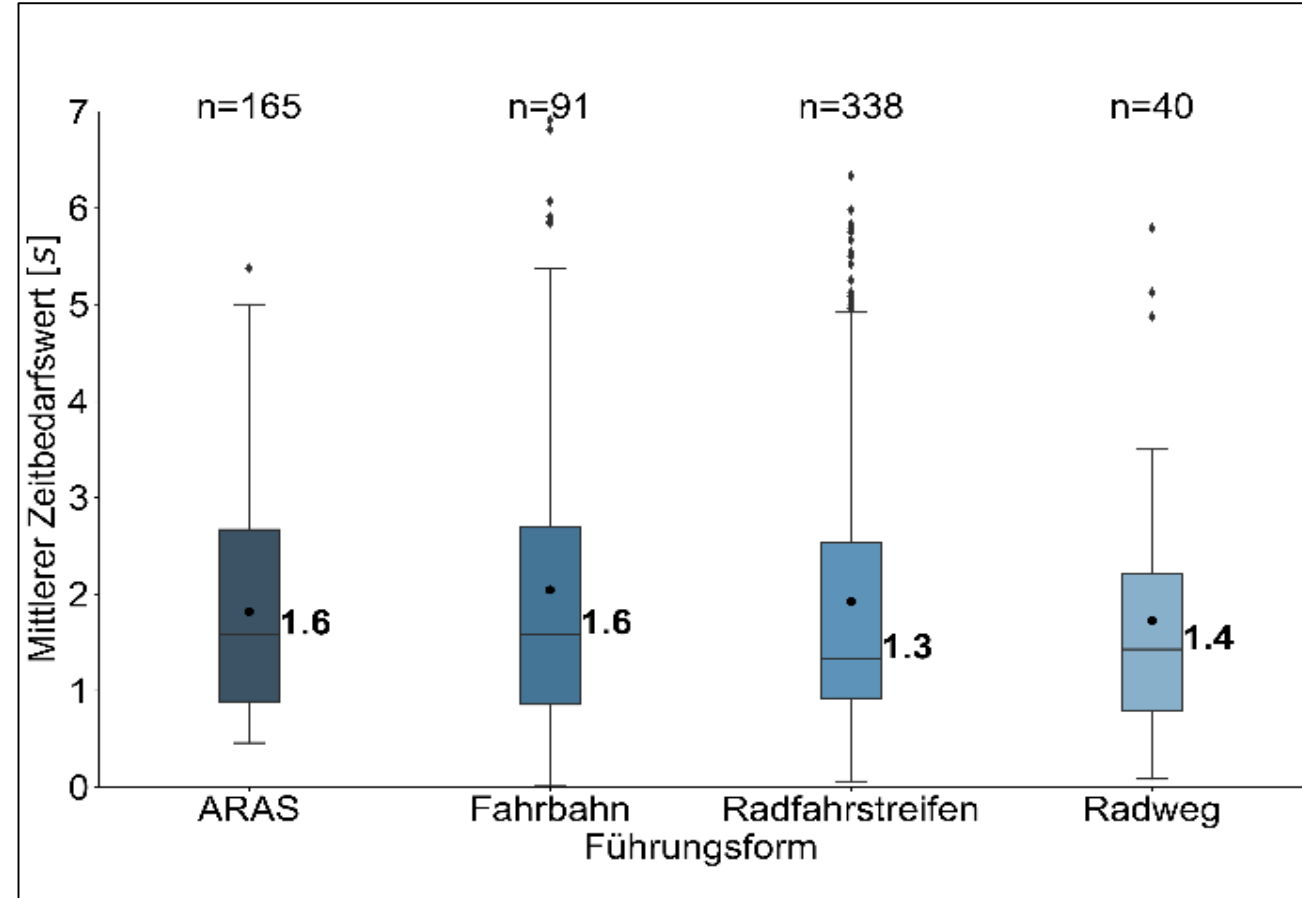
Quelle: BSV GmbH

Ergebnisse

Leistungsfähigkeit: Zeitbedarfswerte t_{ZB}



Zeitbedarfswerte bei Radweg/Radfahrstreifen



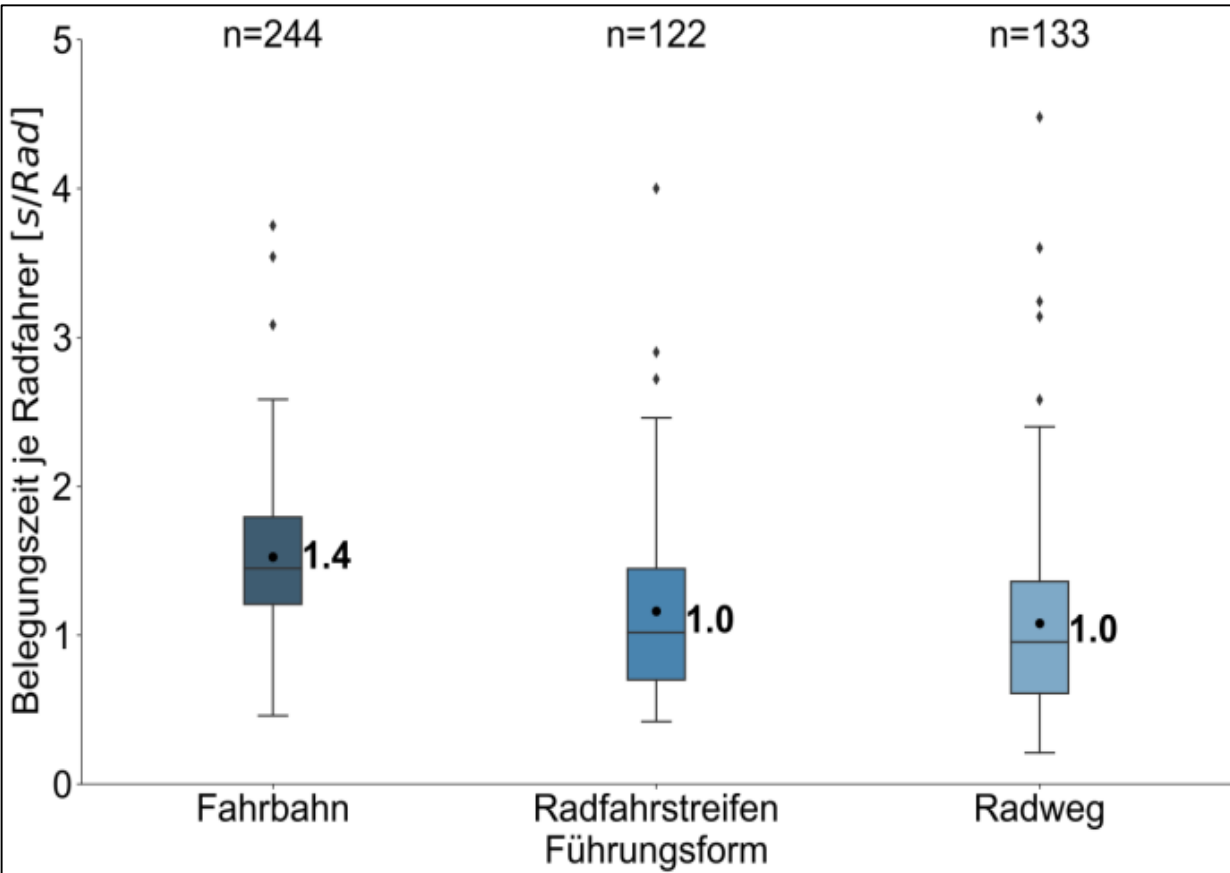
Zeitbedarfswerte in Abhängigkeit der Führungsform

Quellen: Schlussbericht FE 70.0925/2015

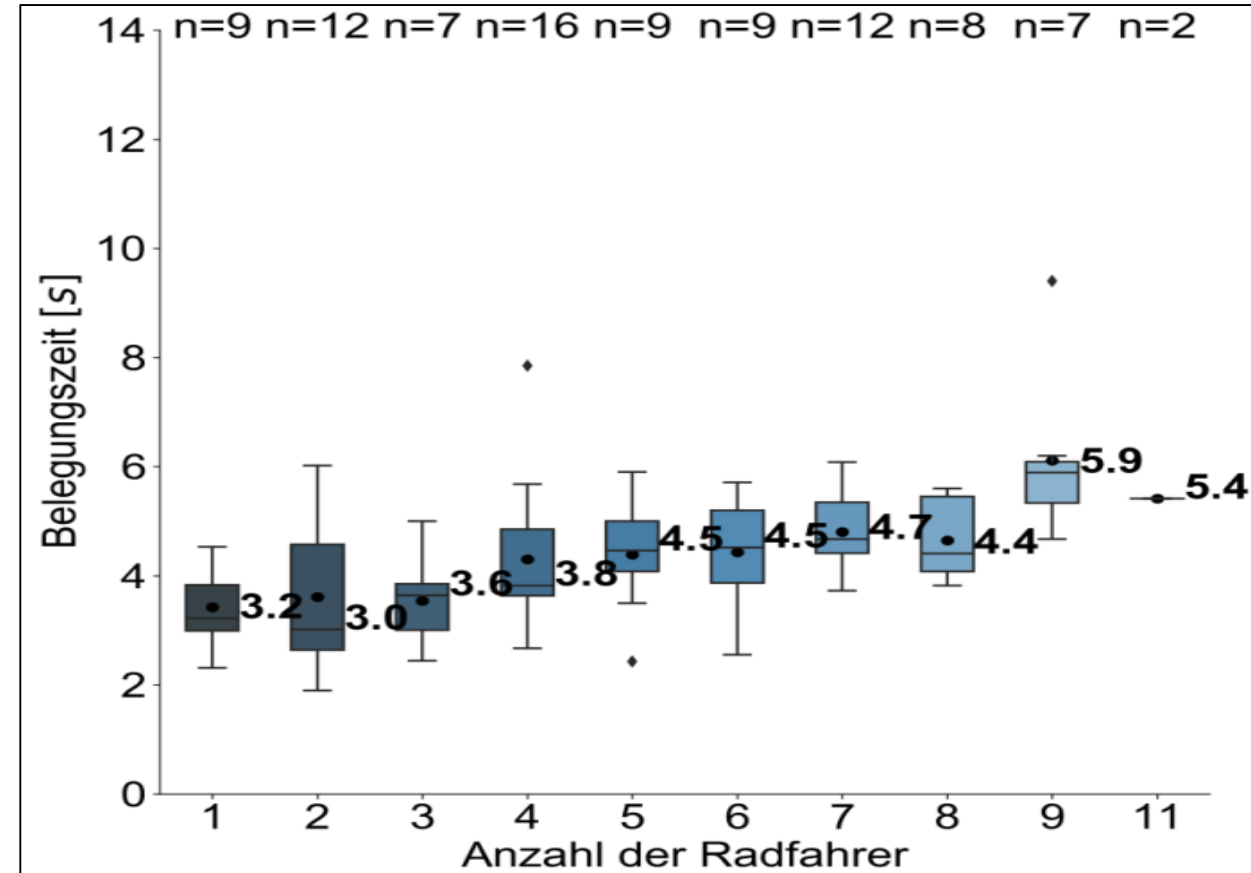


Ergebnisse

Leistungsfähigkeit: Belegungszeiten t_{BZ} Radfahrererfurt / ARAS



Belegungszeiten für Radwege/Radfahrstreifen



Gemessene Belegungszeiten für ARAS am Knotenpunkt Oranienburger Str. / Friedrichstraße, Berlin

Zusammenfassung & Ausblick

Kritikalitätsbetrachtungen

Zusammenfassung

- Infrastrukturseitiges Verfahren zur Trajektorien- und Risikoprädiktion erfolgreich erprobt
- Anzahl der kritischen PET-Situationen verringert und PET-Verteilung verschoben
- Warnung der Verkehrsteilnehmer wird offensichtlich wahrgenommen, so dass eine Erhöhung des Situationsbewusstseins von Kfz-Führern vermutet werden kann

Ausblick

- Prüfung, ob Erhöhung des Situationsbewusstseins signifikant ist
- Erweiterung auf unterschiedlichen Verflechtungsrelationen sowie Erwirkung einer Geometrieunabhängigkeit



Zusammenfassung & Ausblick

Leistungsfähigkeitsbetrachtungen

Zusammenfassung

- Beobachtbares Verhalten der Radfahrer-Kfz-Interaktionen mit Kenngrößen des Verkehrsablaufes analysiert
- Mikroskopische Verkehrssimulation kalibriert, validiert und für u.a. für nicht beobachtete Situationen und Parameterkonstellation durchgeführt
- Erweiterung/Anpassung bestehender Berechnungsverfahren um die erhobenen und simulierten Erkenntnisse (Führungsform, Zufahrtstyp, Radwegbreite, Längsneigung)

Ausblick

- Untersuchung des umgekehrten Falles, d.h. die Beeinflussung des Radverkehrs durch den Kfz-Verkehr



Vielen Dank für die Aufmerksamkeit!

Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. (DLR)

Institut für Verkehrssystemtechnik

Marek Junghans

Rutherfordstraße 2

12489 Berlin

E-Mail: marek.junghans@dlr.de

Tel.: 030 67055 214

