



Gefördert durch:



Bundesministerium  
für Digitales  
und Verkehr

aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

## Erforschung des Lateralen Fahrverhalten:

### Fahrstreifenaufteilung auf Autobahn

29.03.2022

Charlotte Fléchon

Dominik Mussack

Peter Sukennik

Jochen Lohmiller

Marilo Martin Gasulla



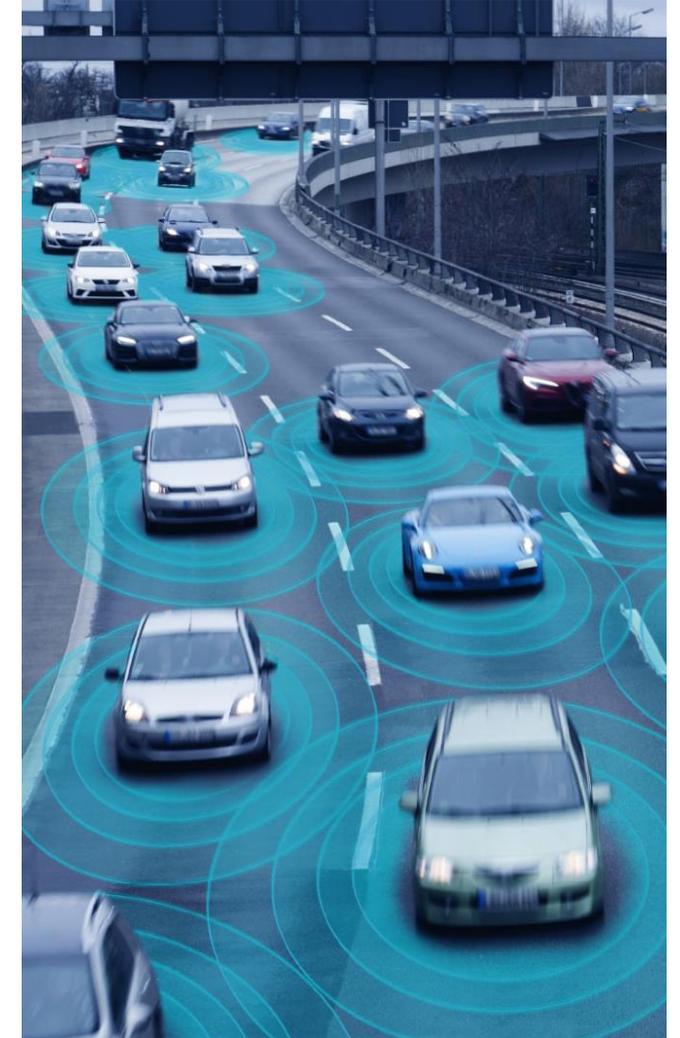
# Fahrstreifenaufteilung - Motivation

Wie teilen sich die Fahrzeuge auf die verfügbaren Fahrstreifen auf?

Warum:

- meist werden querschnittsübergreifende Größen wie beispielsweise die Kapazität zur Kalibrierung genutzt. Die Verkehrsstärke auf den einzelnen Fahrstreifen bleibt dabei häufig unberücksichtigt.
- Relevanz der Unterschiede zwischen AVF und konventionellen Autos für die Untersuchung der Auswirkungen von automatisierten Fahrzeugen auf den Verkehrsfluss

**Ziel: Welche Parameter beeinflussen die Fahrstreifenaufteilung?**



# Fahrstreifenaufteilung – HighD Datensatz



- HighD-Datensatz (RWTH Aachen) <https://www.highd-dataset.com/>
- Autobahnen in Deutschland
- Einzelfahrzeugtrajektorien, welche mithilfe von Drohnen-Aufnahmen erzeugt wurden



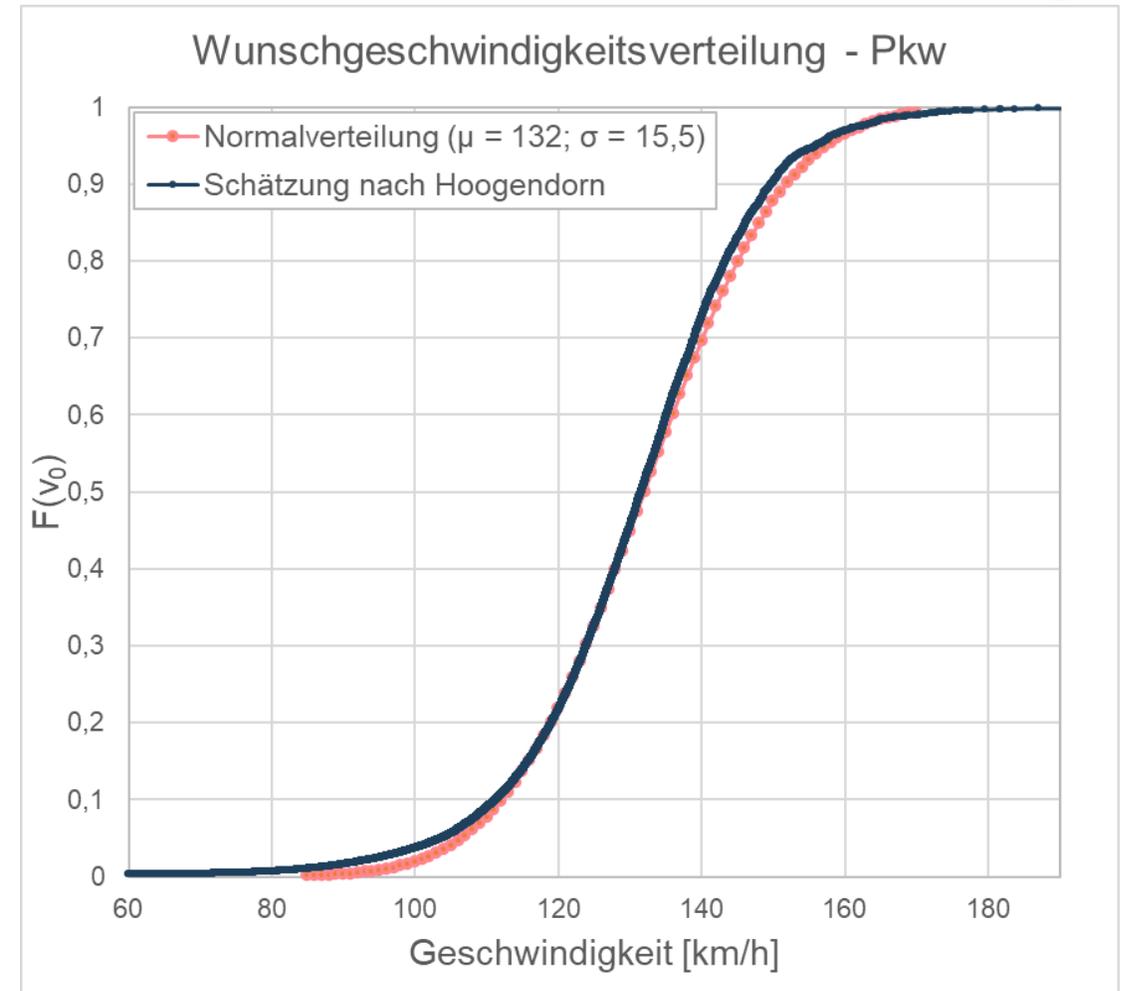
- Länge der Korridore ca. 420 m
- Konventionelle Fahrzeuge

# Fahrstreifenaufteilung - Datenanalyse



- 3-spurige Autobahn
- Geschwindigkeitsbegrenzung: 120 km/h
- Mehr als 1.000 m von Rampen entfernt
- Gesamtverkehrsstärke:
  - Realdaten: von 2.000 bis 6.800 Fzg/h
  - In Vissim: Zeitabhängig von 1.800 bis 7.000, +100 Fzg/h jede 15 min
- Wunschgeschwindigkeit:

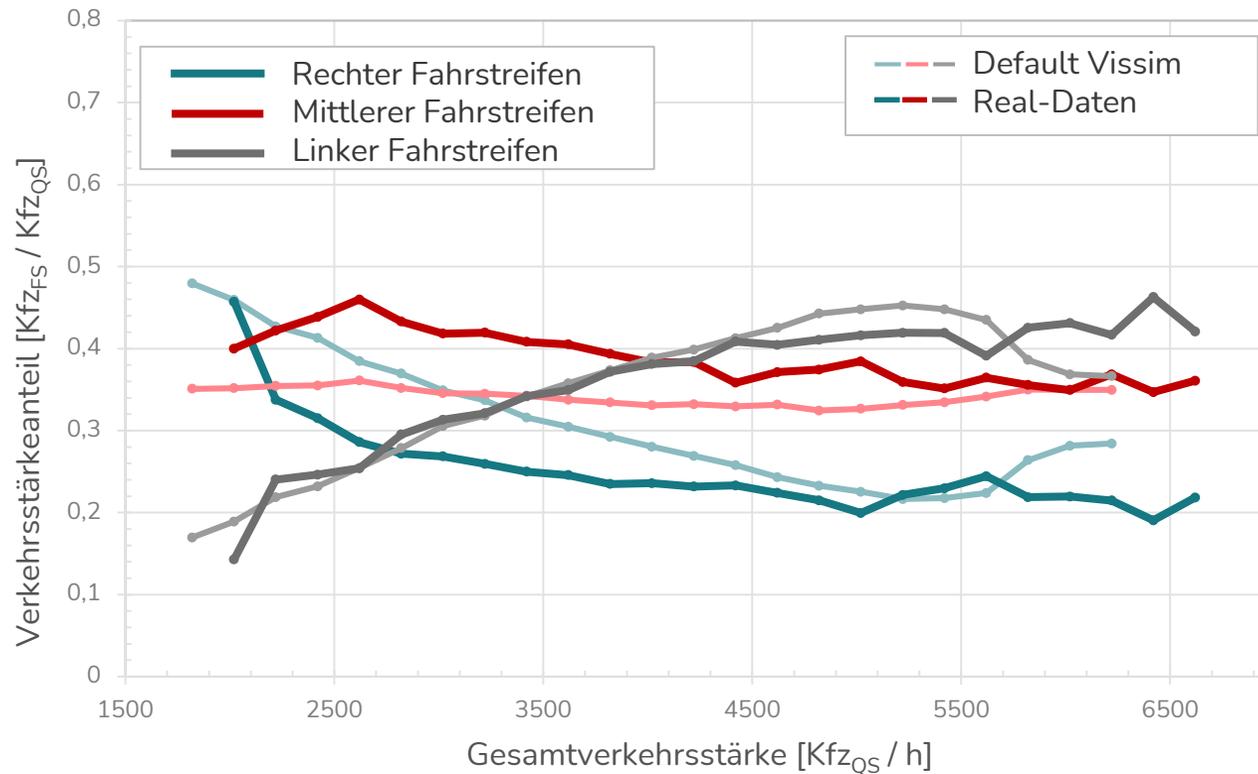
Hoogendoorn Methode  
(Wahrscheinlichkeiten, dass Geschwindigkeit und Abstand begrenzt sind)



# Fahrstreifenaufteilung - Default



Fahrstreifenaufteilung



- In der Simulation nutzen zu viele Fahrzeuge den rechten und zu wenige den mittleren Fahrstreifen, verglichen mit der Realität.
- Das entsteht vermutlich durch Fahrer, die sich nicht an das Rechtsfahrgebot halten und auf dem mittleren Fahrstreifen bleiben.

# Fahrstreifenaufteilung - Sensitivitätsanalyse

## Welche Parameter beeinflussen die Fahrstreifenaufteilung?

### Parameter des Fahrzeugfolgmodells (Wiedemann 99)

- CC0 [m] – Stillstandsabstand
- CC1 [s] – Folgezeitlücken-Verteilung
- CC2 [m] – Folgeabstand-Oszillation
- CC3 [s] – Wahrnehmungsschwelle für Folgen
- CC4 & CC5 [m/s] – negative bzw. positive Geschwindigkeitsdifferenz
- CC6 [1/(m\*s)] – Einfluss Entfernung auf Oszillation
- CC7 [m/s<sup>2</sup>] – Beschleunigung bei Oszillation
- CC8 [m/s<sup>2</sup>] – Beschleunigung aus Stillstand
- CC9 [m/s<sup>2</sup>] – Beschleunigung bei 80 km/h

### Parameter des Fahrstreifenwechselmodells:

- Mindestweglücke [m]
- Freifahrzeit [s]
- Sicherheitsabstandsfaktor [-]
- Maximale kooperative Verzögerung [m/s<sup>2</sup>]
- Kooperativer Fahrstreifenwechsel [-]

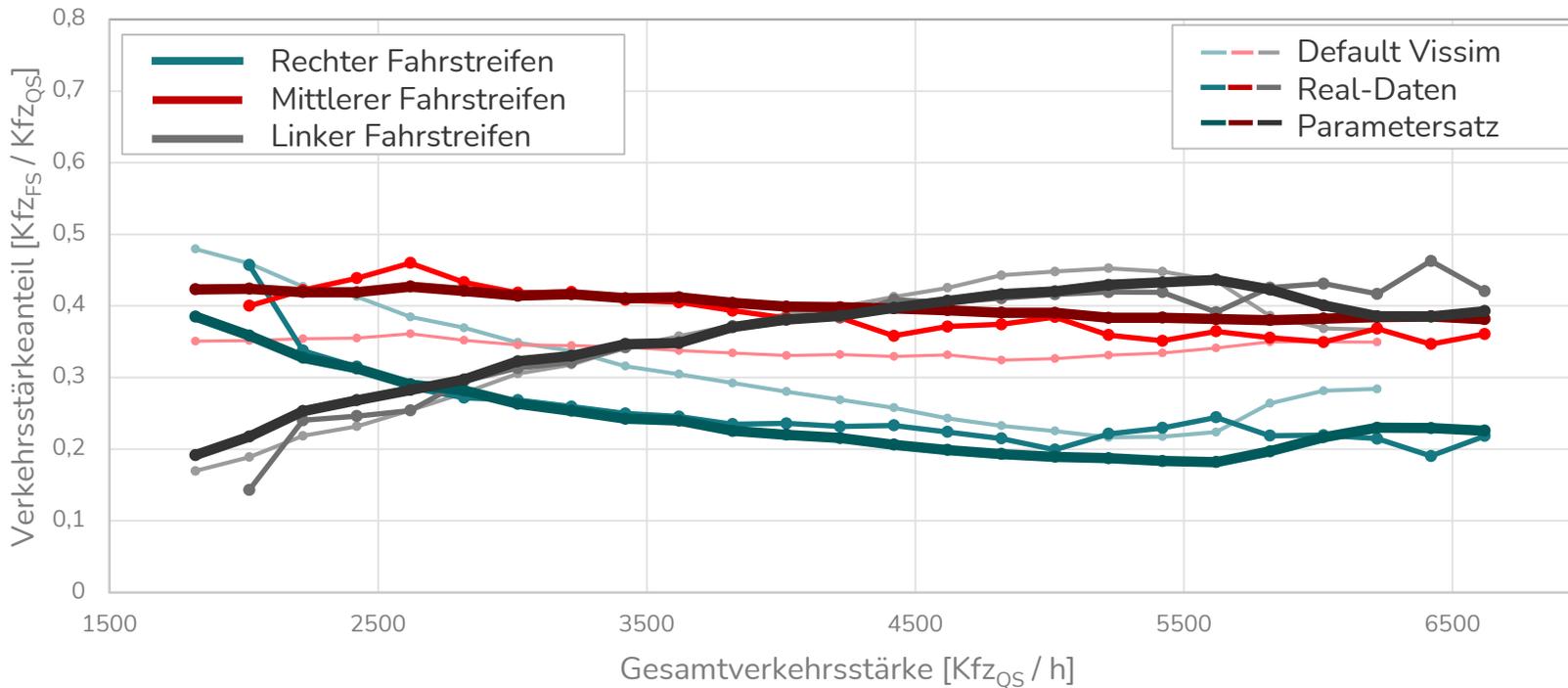


# Fahrstreifenaufteilung - Kalibrierungsprozess

## CC1, Sicherheitsabstandsfaktor & Freifahrzeit:



Fahrstreifenaufteilung



Dadurch ändert sich der Fahrzeugfolgevorgang und wird eventuell nicht mehr so realistisch abgebildet, wie mit den Default-Werten

### Root Mean Square Percent Error (RMSPE)

|               | Rechter FS    |               | Mittlerer FS  |               | Linker FS |      | Σ     | Max. erreichte Verkehrsstärke -klasse |
|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|-----------|------|-------|---------------------------------------|
|               | 85% der Werte | 85% der Werte | 85% der Werte | 85% der Werte |           |      |       |                                       |
| Parametersatz | 11,0%         | 8,0%          | 5,8%          | 4,7%          | 12,2%     | 4,5% | 28,9% | 6620 Kfz/h                            |

Einführung von:

- **Zeitverteilte Freifahrzeit**

gibt die minimale Kollisionszeit an, die auf dem langsameren Fahrstreifen zum nächsten vorausfahrenden Fahrzeug vorhanden sein muss, damit ein Fahrzeug vom schnelleren Fahrstreifen aus dorthin wechselt

- Verbesserung des rechten Fahrstreifens, aber Verschlechterung des linken Fahrstreifens

- **Wunschgeschwindigkeitstoleranz**

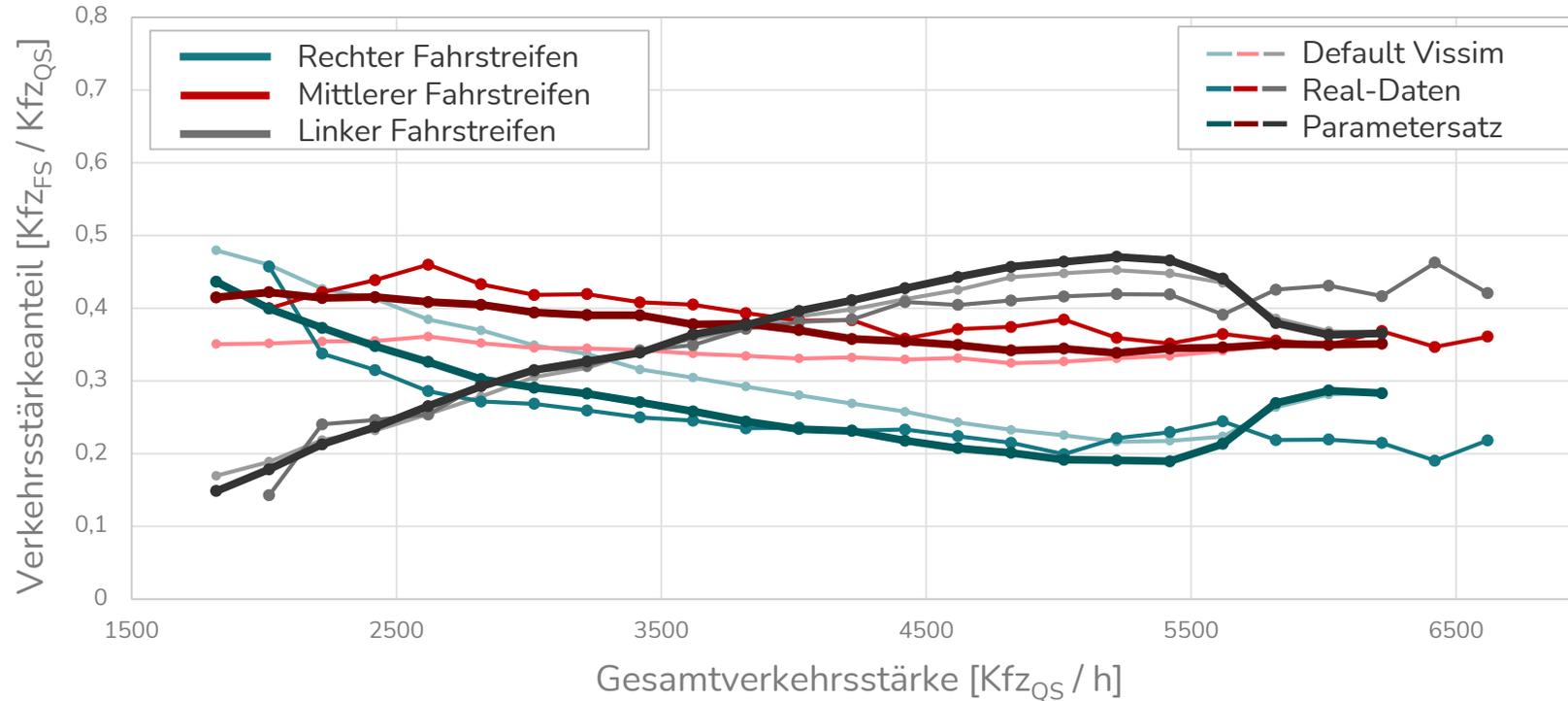
Verringerung der eigenen Wunschgeschwindigkeit in m/s, verursacht durch ein langsames vorausfahrendes Fahrzeug, die ein Fahrzeug toleriert, ohne zu versuchen, auf die schnellere Fahrspur zu wechseln

- Verbesserung des mittleren Fahrstreifens, aber Verschlechterung des linken Fahrstreifens

# Fahrstreifenaufteilung - Modellerweiterung



Fahrfreizeit rechts & SpwVwunschToleranz mittleres



Modifikation der Freifahrzeit als Zeitverteilung und Einführung einer Wunschgeschwindigkeitstoleranz (SpwVwunschToleranz)

| Freifahrzeit rechter Fahrstreifen | SpwVwunsch Toleranz<br>Mittlerer Fahrstreifen | Root Mean Square Percent Error (RMSPE) |               |               |               |               |               | Σ     | Max. erreichte Verkehrsstärke-klasse |
|-----------------------------------|---|--|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|-------|--------------------------------------|
|                                   |   | Rechter FS                             | Mittlerer FS  |               | Linker FS     |               |               |       |                                      |
| Normalverteilt (μ=25s; σ=5s)      | 4 m/s   | 85% der Werte                          | 85% der Werte | 85% der Werte | 85% der Werte | 85% der Werte | 85% der Werte | 29,7% | 6220 Kfz/h                           |
|                                   |   | 13,9%                                  | 9,7%          | 5,8%          | 4,8%          | 10,0%         | 7,8%          |       |                                      |

- **Fortsetzung der Erforschung von: Freifahrzeit und Wunschgeschwindigkeitstoleranz**
  - zeitlich verteilte Wunschgeschwindigkeitstoleranz?
  - Anwendung von statistischen Methoden?
- **Verhalten bei hohen Verkehrsstärken**
- **Vergleich mit automatisierten Fahrzeugen und Evaluierung des Verkehrsflusses**



ACCORD

PTV | GROUP

**Adresse** PTV GmbH  
Haid-und-Neu Straße 15  
D – 76131 Karlsruhe

**Kontakt** Charlotte Fléchon  
charlotte.flechon@ptvgroup.com  
+49 721 9651 7263

[www.accord-testfeld.de](http://www.accord-testfeld.de)