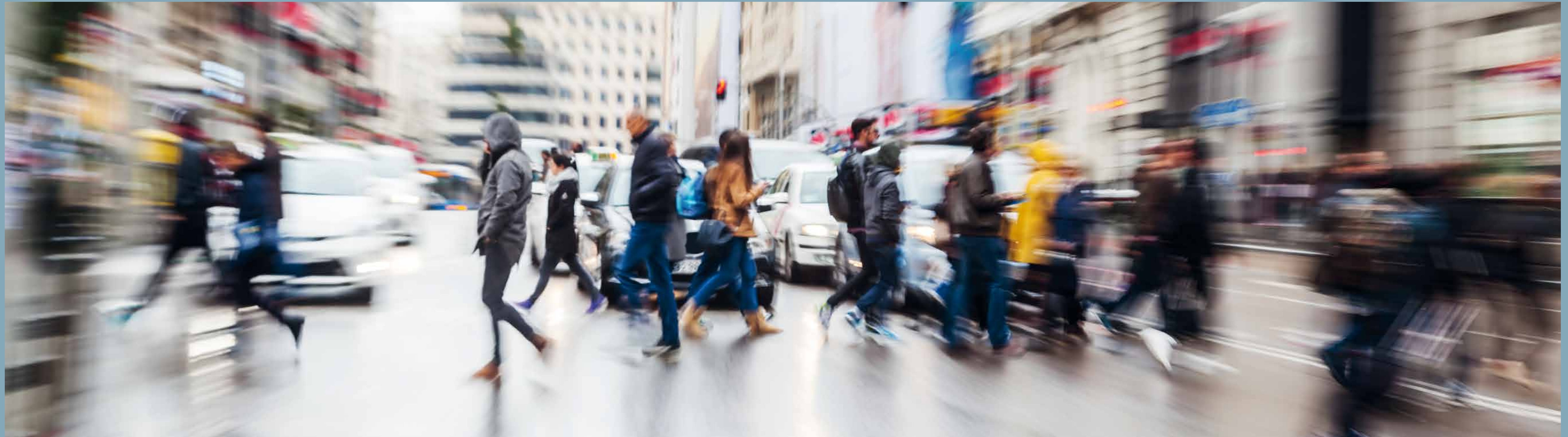


Interaktion mit schwächeren Verkehrsteilnehmern (TP 7)

Übersicht

Motivation und Ziele



- ☹ Antizipieren der Intention und Vorhersage des Verhaltens von schwächeren Verkehrsteilnehmern
- ☹ Sicheres Beherrschen von Situationen mit schwächeren Verkehrsteilnehmern im innerstädtischen Verkehr

Arbeitsschwerpunkte

- ☹ Systemspezifikation und Anforderungsableitung
- ☹ Datenakquise für Training und Evaluierung von Perzeptions- und Prädiktionsalgorithmen
- ☹ Verfahren zur Erkennung schwächerer Verkehrsteilnehmer sowie zur Extraktion von verhaltensrelevanten Merkmalen
- ☹ Verhaltensanalyse von schwächeren Verkehrsteilnehmern und Entwicklung von Interaktionsstrategien in Feld- und Simulatorstudien
- ☹ Entwicklung von Verhaltens- und Prädiktionsmodellen für schwächere Verkehrsteilnehmer unter Einbeziehung des Szenenkontexts
- ☹ Verhaltensplanung für die Interaktion mit schwächeren Verkehrsteilnehmern
- ☹ Optimierung und Evaluierung des Gesamtsystems für adressierte Szenarien



Ergebnisse

- ☹ Integration der entwickelten Erkennungs- und Prädiktionsverfahren ins Fahrzeug
- ☹ Realisieren einer situationsangepassten Systemreaktion in Interaktionsszenarien mit schwächeren Verkehrsteilnehmern

www.atcity-online.de

Partner:

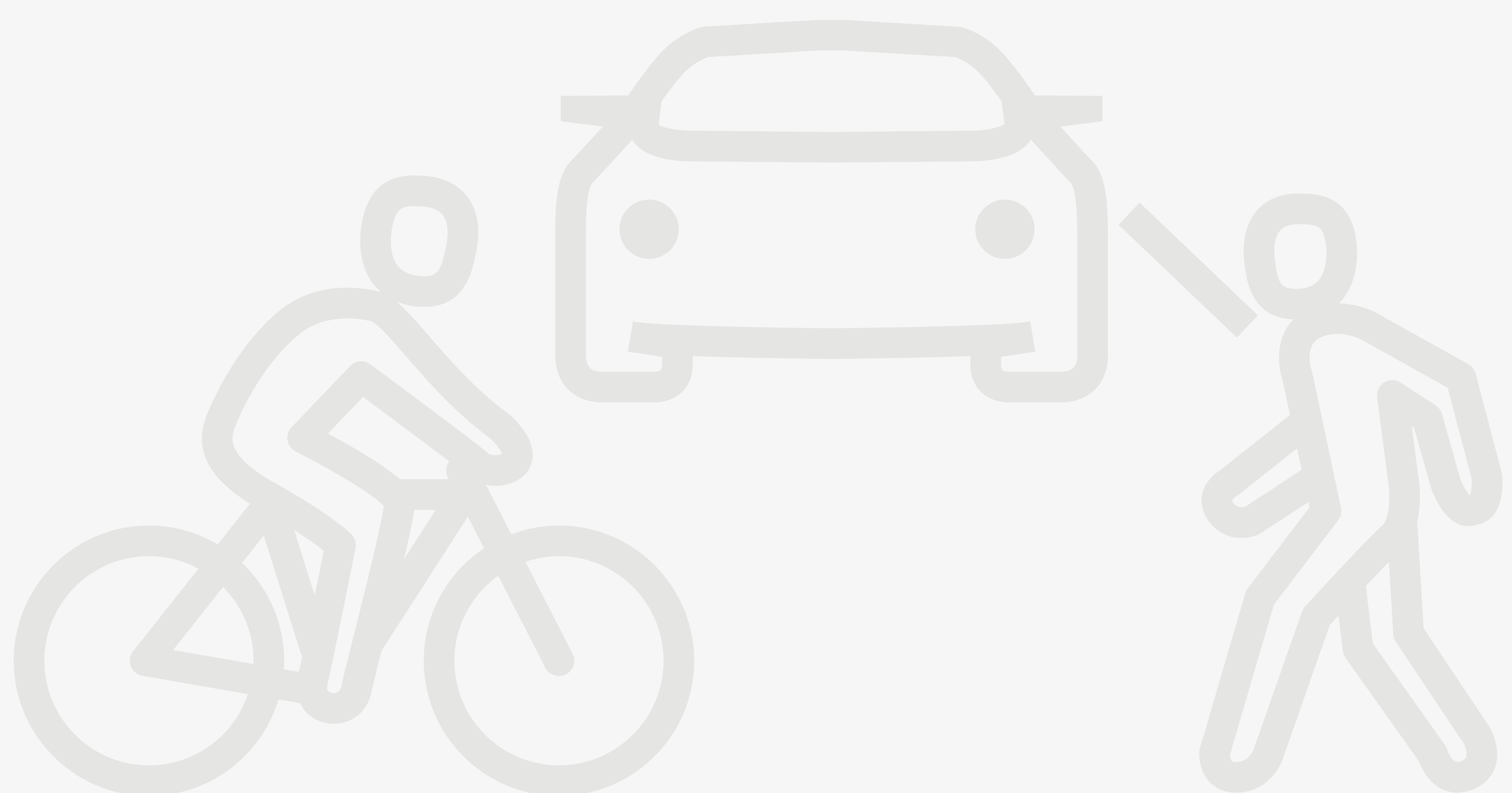
- Aptiv Services Deutschland GmbH
- Continental Safety Engineering International GmbH
- Continental Teves AG & Co. oHG
- Mercedes-Benz AG
- Robert Bosch GmbH
- Technische Universität München

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Klimaschutz

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

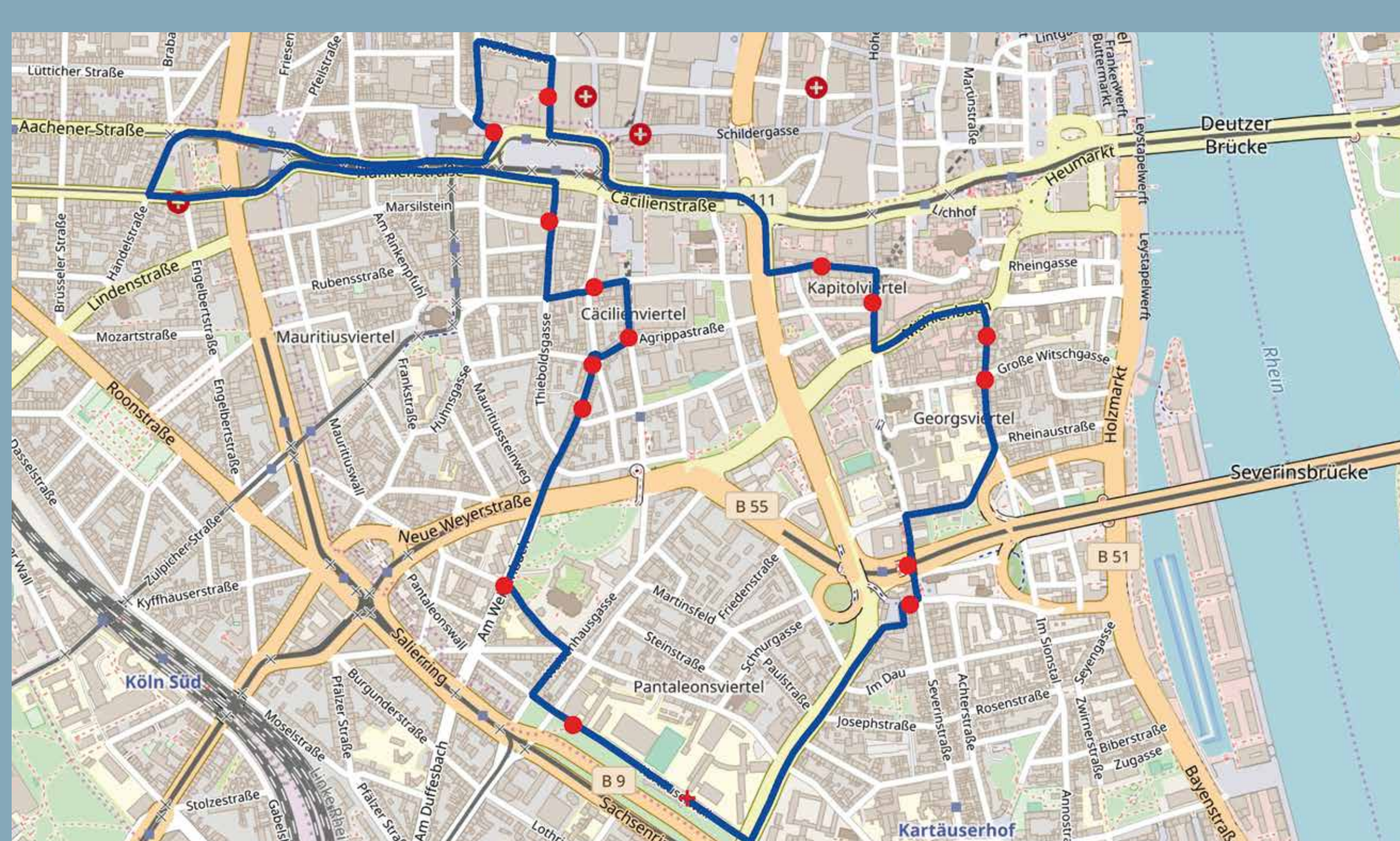


Datenakquise

Interaktion mit schwächeren Verkehrsteilnehmern (TP 7)

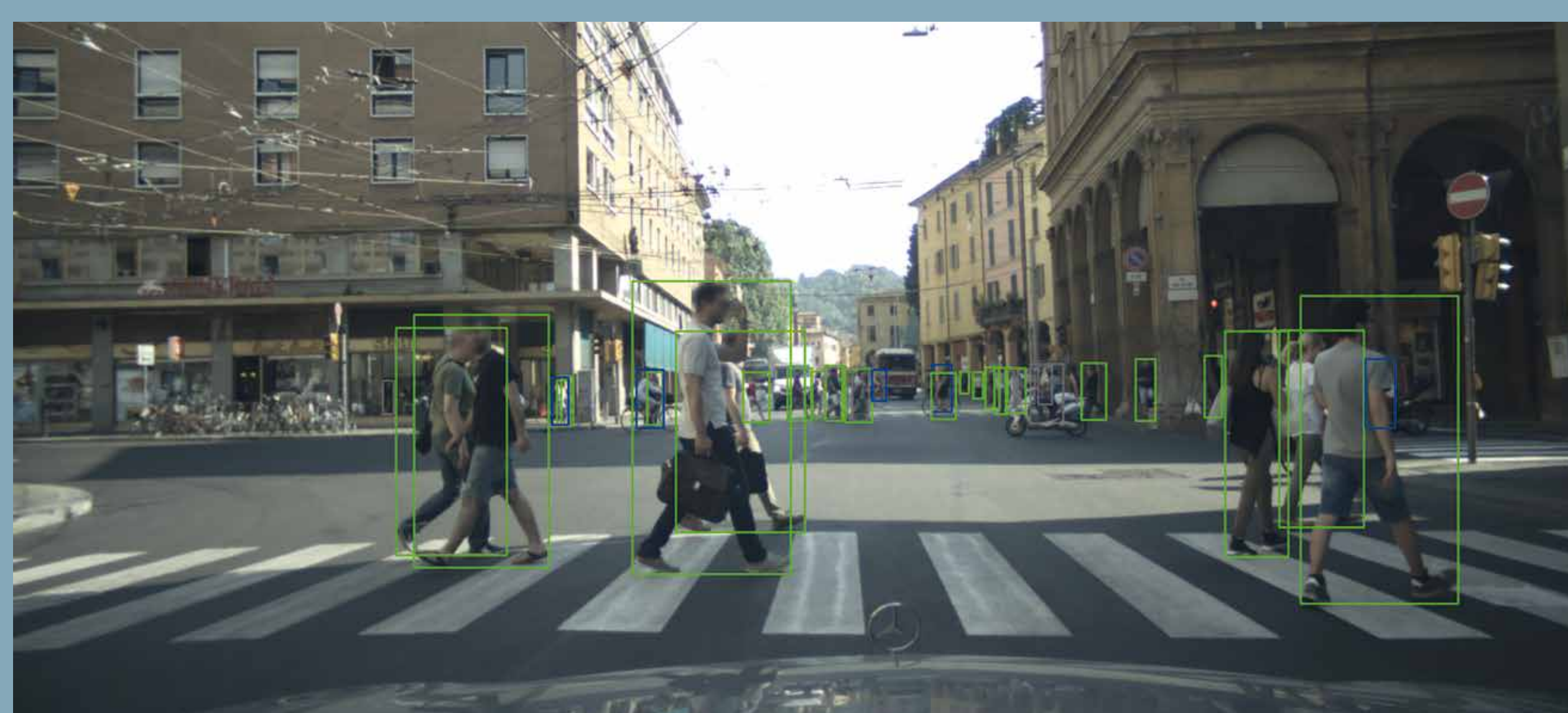
Datenakquise für Training und Evaluierung von Erkennungsalgorithmen

- ☹ Durchführung von Messfahrten im innerstädtischen Verkehr und auf der Teststrecke
- ☹ Dabei zusätzlicher Einsatz von Statisten, um eine umfassende Szenarienabdeckung zu gewährleisten, z.B.
 - Fußgänger quert am Zebrastreifen
 - Fahrradfahrer biegt links ab
 - Verkehrspolizist regelt den Kreuzungsverkehr
- ☹ Manuelles Annotieren der Messdaten



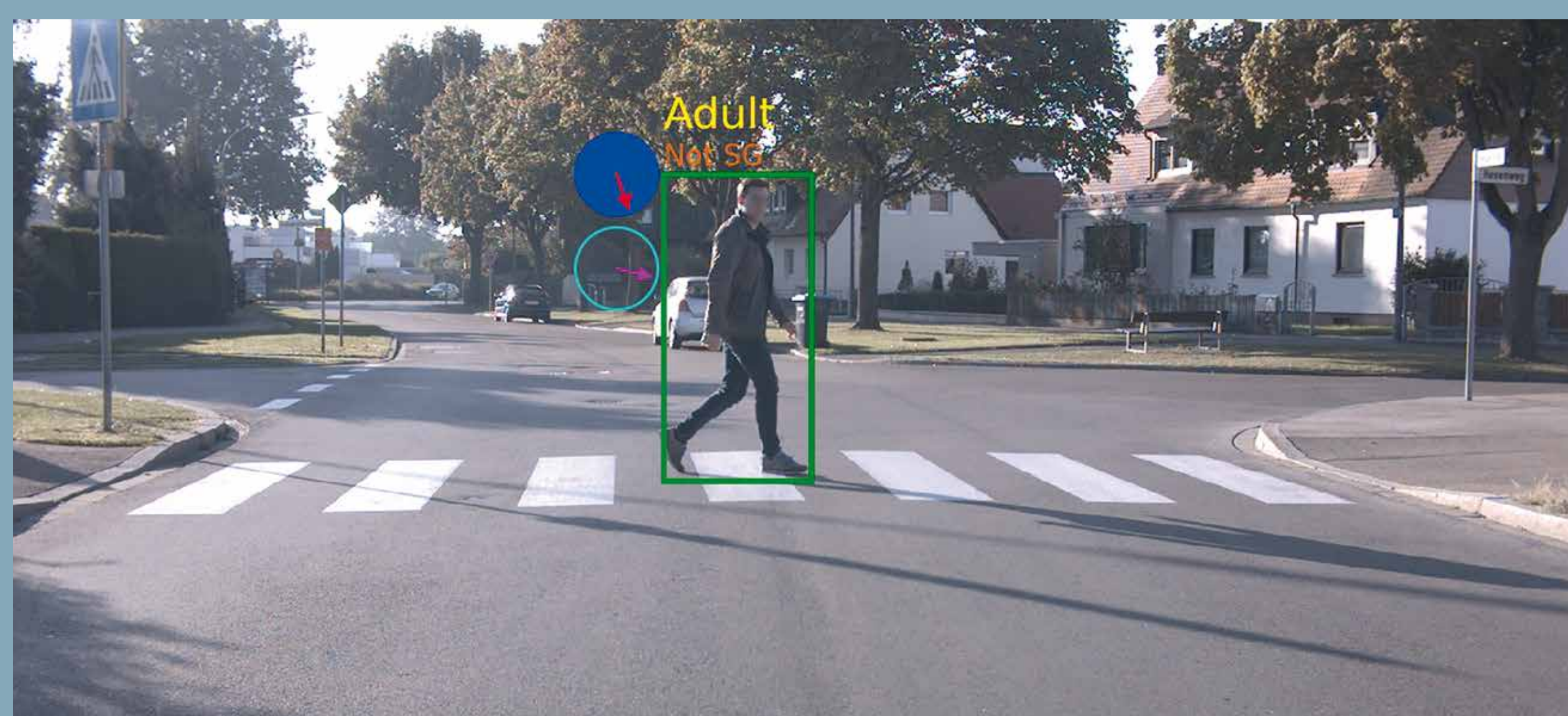
Annotation von schwächeren Verkehrsteilnehmern

- ☹ Objektattribute für die Entwicklung von Erkennungsalgorithmen
 - Begrenzungsrahmen in 2D und 3D
 - Objektklasse (Fußgänger, Radfahrer,...)
- ☹ Objekttracks für die Entwicklung von Tracking- und Prädiktionsalgorithmen



Annotation verhaltensrelevanter Merkmale von Fußgängern

- ☹ Annotierte Attribute
 - Skelettmodell
 - Kopf- und Körperorientierung
 - Explizite Gesten
 - Blickzuwendung
 - Bewegungszustand
 - Altersgruppe
 - Zugehörigkeit zu einer Gruppe



www.atcity-online.de

Partner:

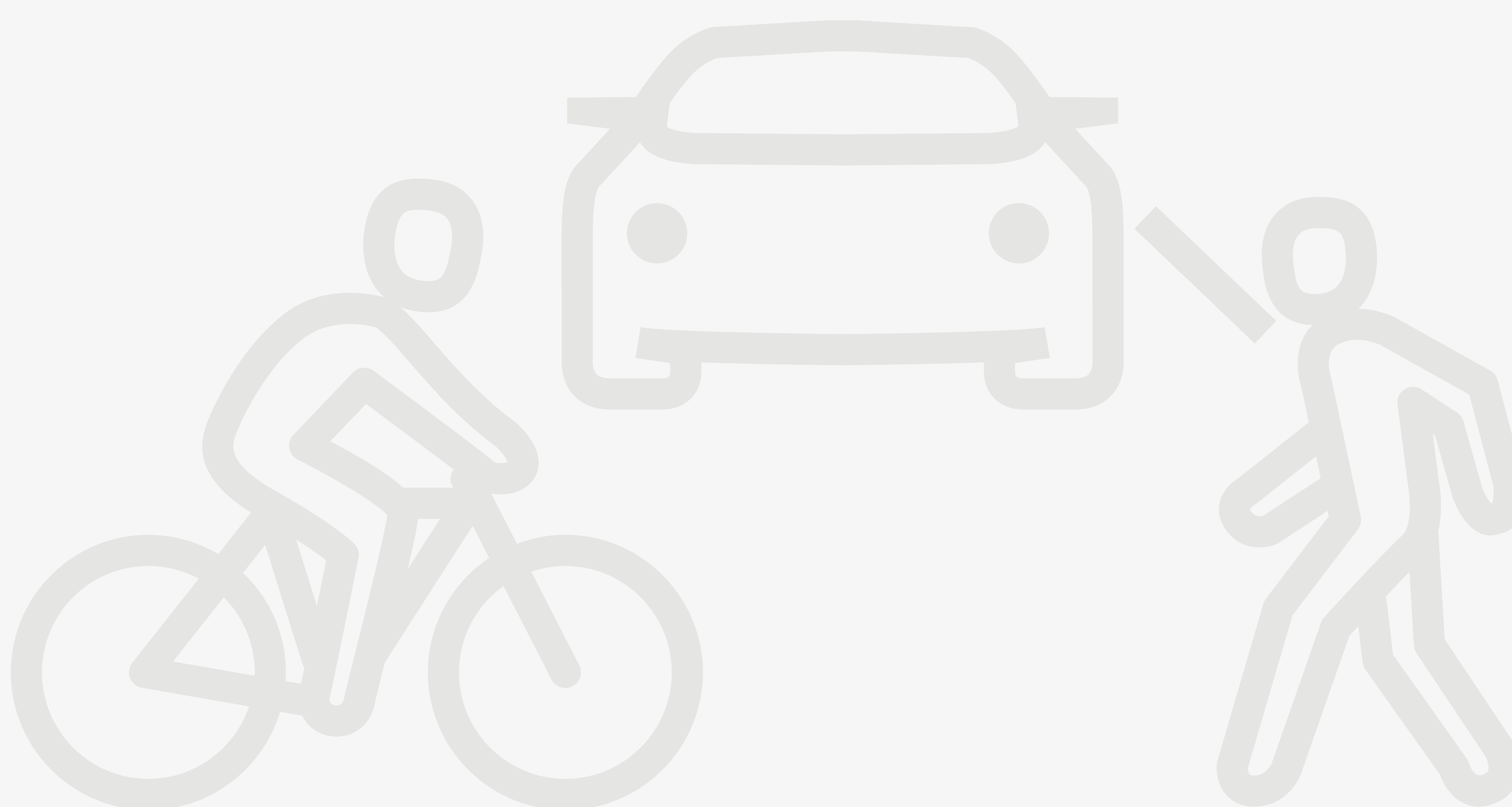
- Aptiv Services Deutschland GmbH
- Continental Safety Engineering International GmbH
- Continental Teves AG & Co. oHG
- Mercedes-Benz AG
- Robert Bosch GmbH
- Technische Universität München

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Klimaschutz

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

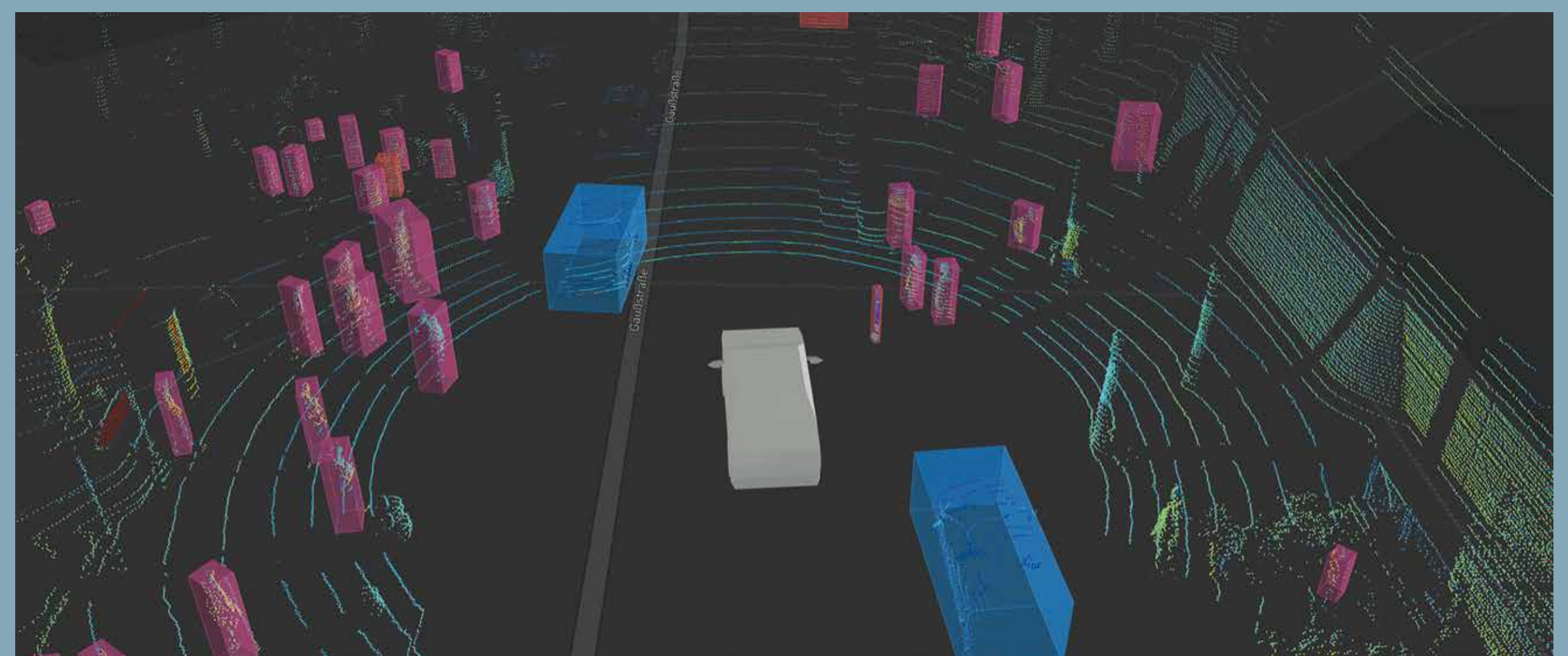
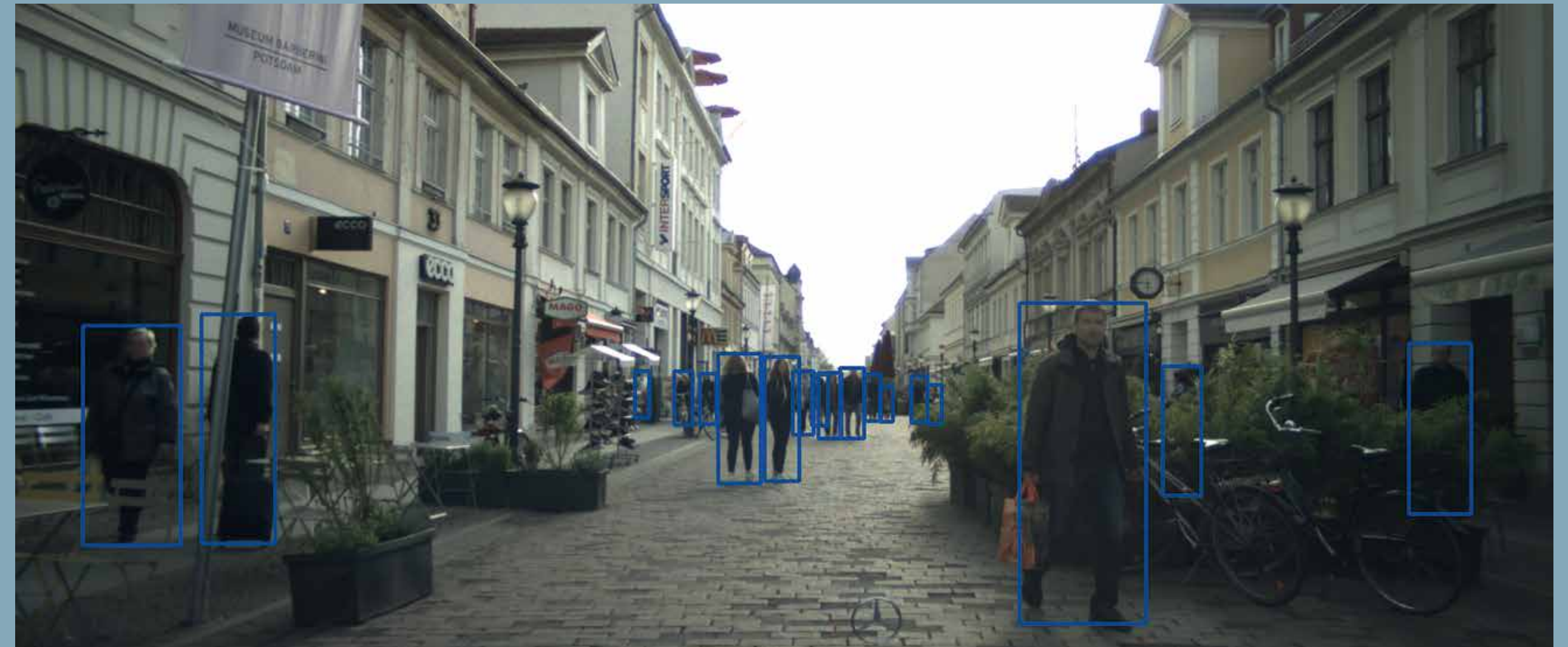


Umfeldwahrnehmung

Interaktion mit schwächeren Verkehrsteilnehmern (TP 7)

Erkennen von schwächeren Verkehrsteilnehmern

- ⊖ **Detektion** auch bei teilweiser Verdeckung und in großer Distanz
- ⊖ **Klassifikation** von Fußgängern, Fahrradfahrern und anderen Verkehrsteilnehmern
- ⊖ **Fusion** unterschiedlicher Sensormodalitäten
 - Videosensor
 - Scannender LiDAR-Sensor
- ⊖ **Tracking** auch bei kurzzeitiger Verdeckung oder von einzelnen Personen in einer Gruppe



Erkennen verhaltensrelevanter Merkmale

Durch den Einsatz von Lernalgorithmen werden Hinweise erfasst, die helfen die Intention von schwächeren Verkehrsteilnehmern zu erkennen

- ⊖ Bildbasiert mit tiefen neuronalen Netzen
 - **Implizite Gesten, wie**
 - Blickrichtung bzw. Blickkontakt
 - Kopf- und Körperorientierung
 - Bewegungszustände (Stehen, Gehen)
- ⊖ Auf Basis von objektspezifischen Merkmalen, wie z.B. Skelettmodellen
 - **Explizite Gesten** von Fußgängern, Fahrradfahrern oder Verkehrspolizisten
 - **Bewegungsabläufe**



www.atcity-online.de

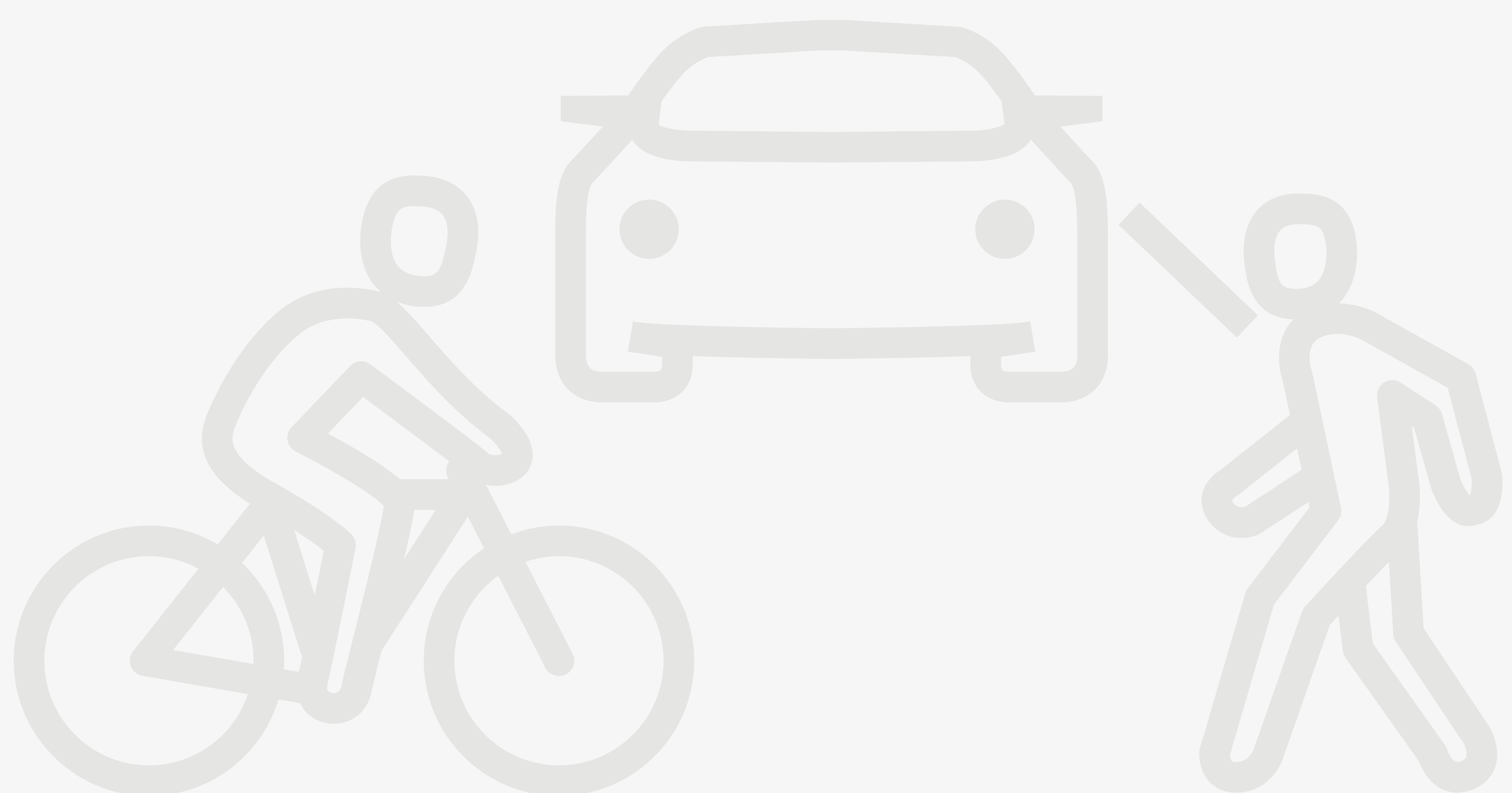
Partner:

- Aptiv Services Deutschland GmbH
- Continental Safety Engineering International GmbH
- Continental Teves AG & Co. oHG
- Mercedes-Benz AG
- Robert Bosch GmbH
- Technische Universität München

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages



Verhaltensanalyse

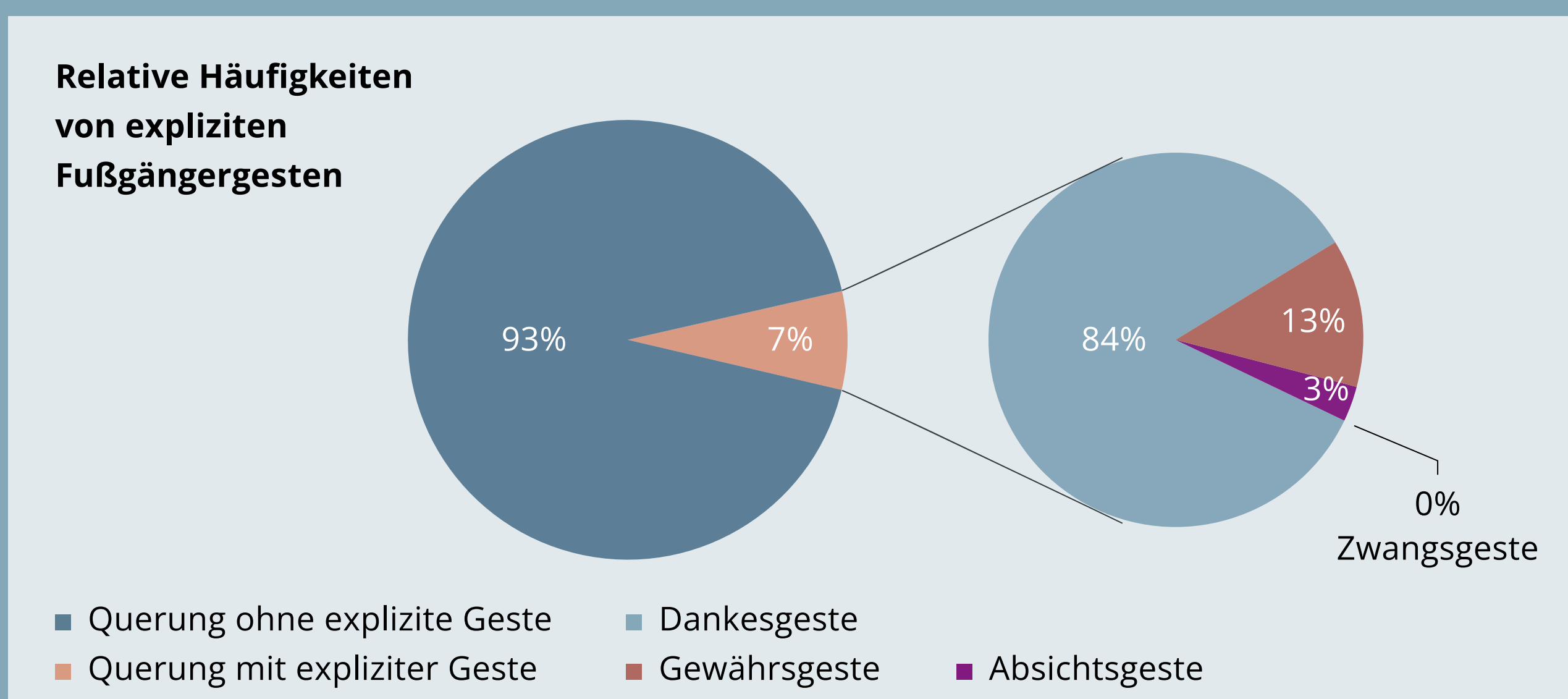
Interaktion mit schwächeren Verkehrsteilnehmern (TP 7)

Methodik

- ☹ Ermitteln des Verhaltens von schwächeren Verkehrsteilnehmern und Fahrzeugführern anhand von Verkehrsbeobachtungen, Simulatorstudien und Realfahrten
- ☹ Erproben der Verhaltens- und Kommunikationsstrategie von automatisierten Fahrzeugen im Simulator und in Versuchsfahrzeugen

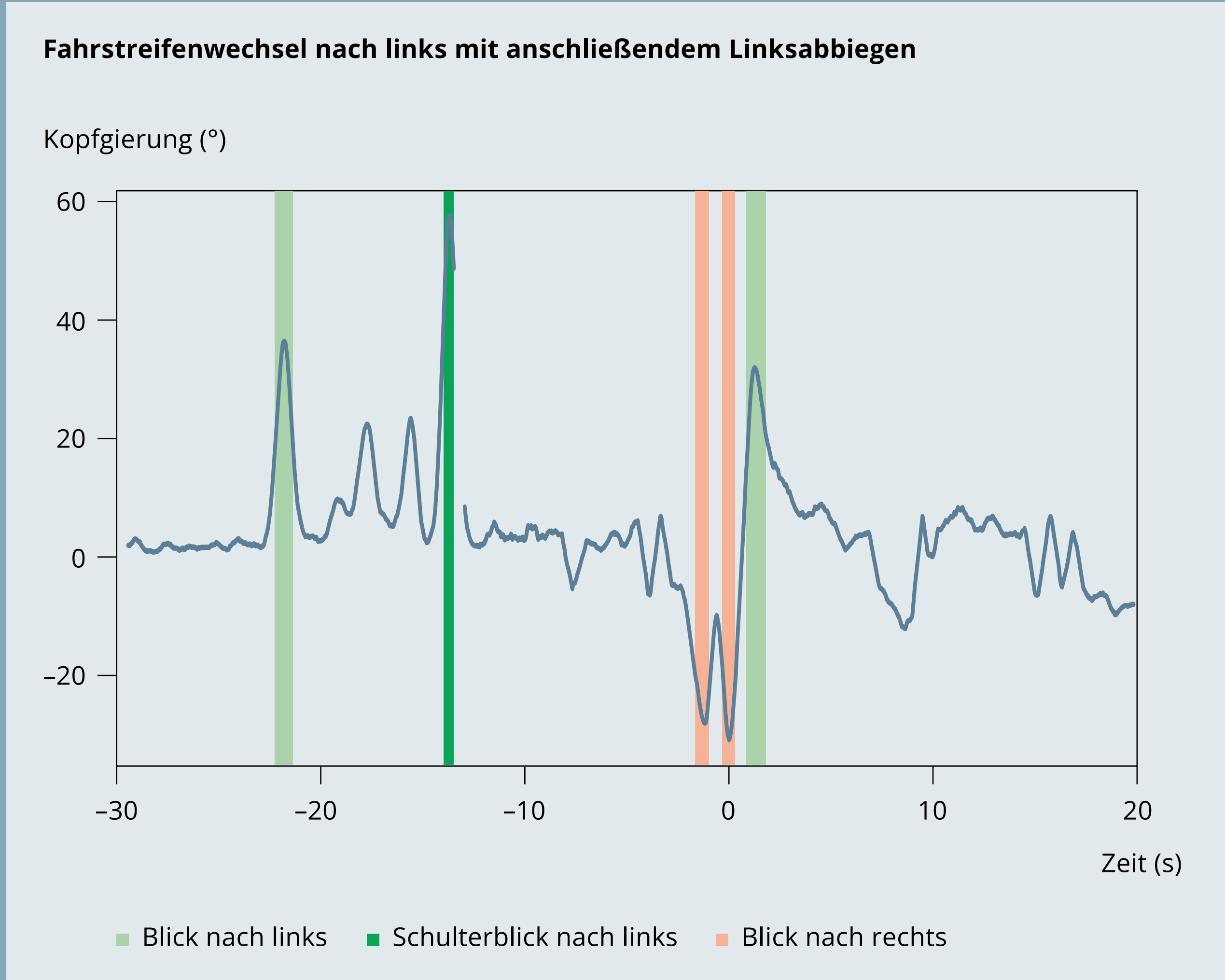
Fußgängerverhalten beim Überqueren der Fahrbahn

- ☹ 38 umwelt- und personenbezogene Faktoren beeinflussen das Querungsverhalten
- ☹ Verkehrsbeobachtung: Geringe Nutzung expliziter Gesten, überwiegend implizite Kommunikation
- ☹ Virtual-Reality Studie: Einfluss von Fahrbahnbreite und Fahrzeuggröße auf akzeptierte Zeitlücken



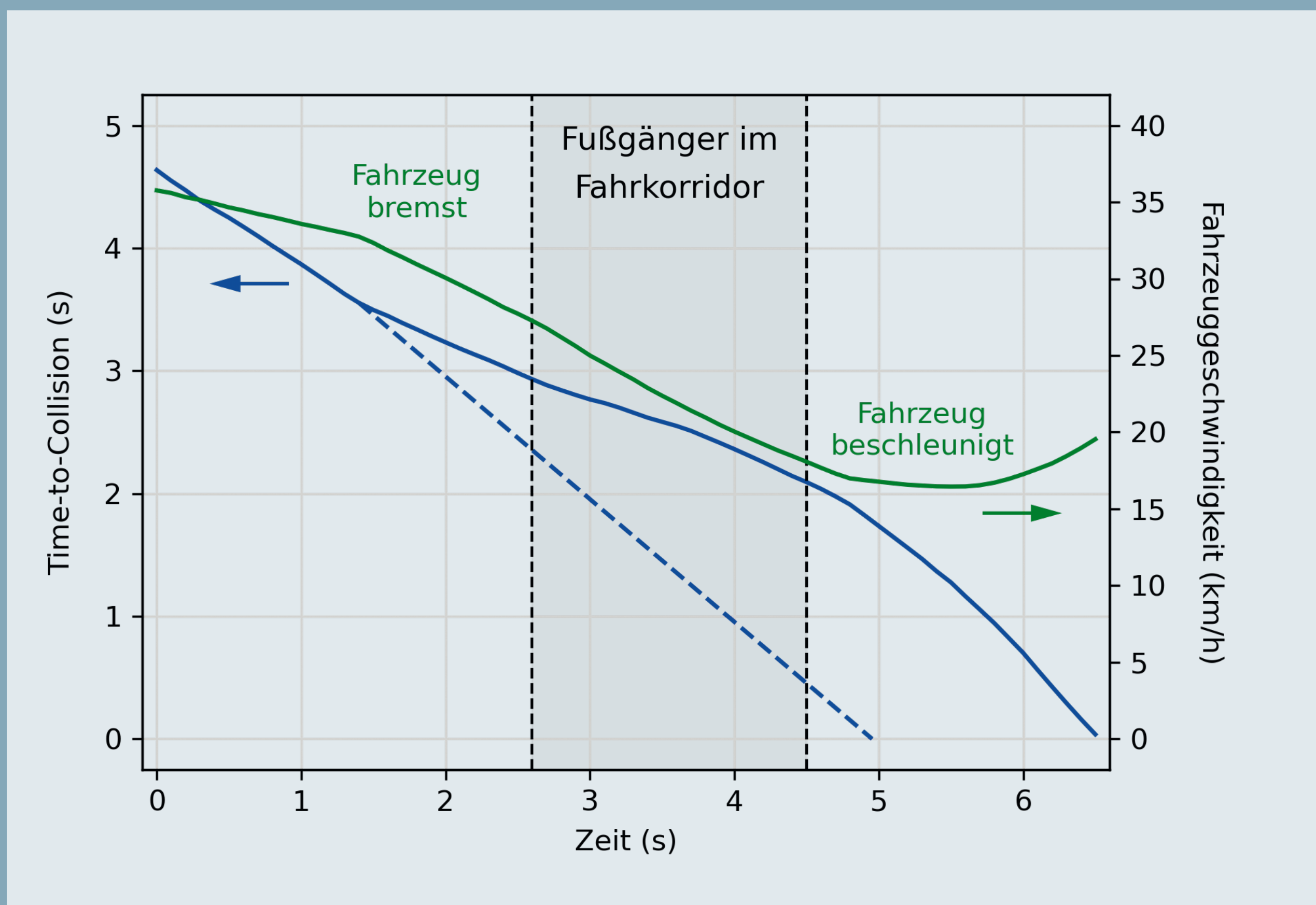
Radfahrerverhalten

- ☹ Simulatorstudie: Untersuchung von 6 Szenarien mit 31 Probanden. Es wurden 303 implizite und 54 explizite Gesten beobachtet
- ☹ Explizite Gesten werden überwiegend vor fahrtrichtungsbezogenen impliziten Gesten verwendet
- ☹ Korrelation von impliziten und expliziten Gesten mit Fahrmanövern zur Prädiktion von Radfahrertrajektorien



Fahrerverhalten

- ☹ Analyse der Interaktionen zwischen Fußgänger und Fahrzeugführer anhand von Messdaten aus Realfahrten
- ☹ Modellierung des Fahrerverhaltens
- ☹ Untersuchung des Einflusses der Fahrzeugbewegung (Zeitlücke, Verzögerung usw.) auf das Fußgängerverhalten



www.atcity-online.de

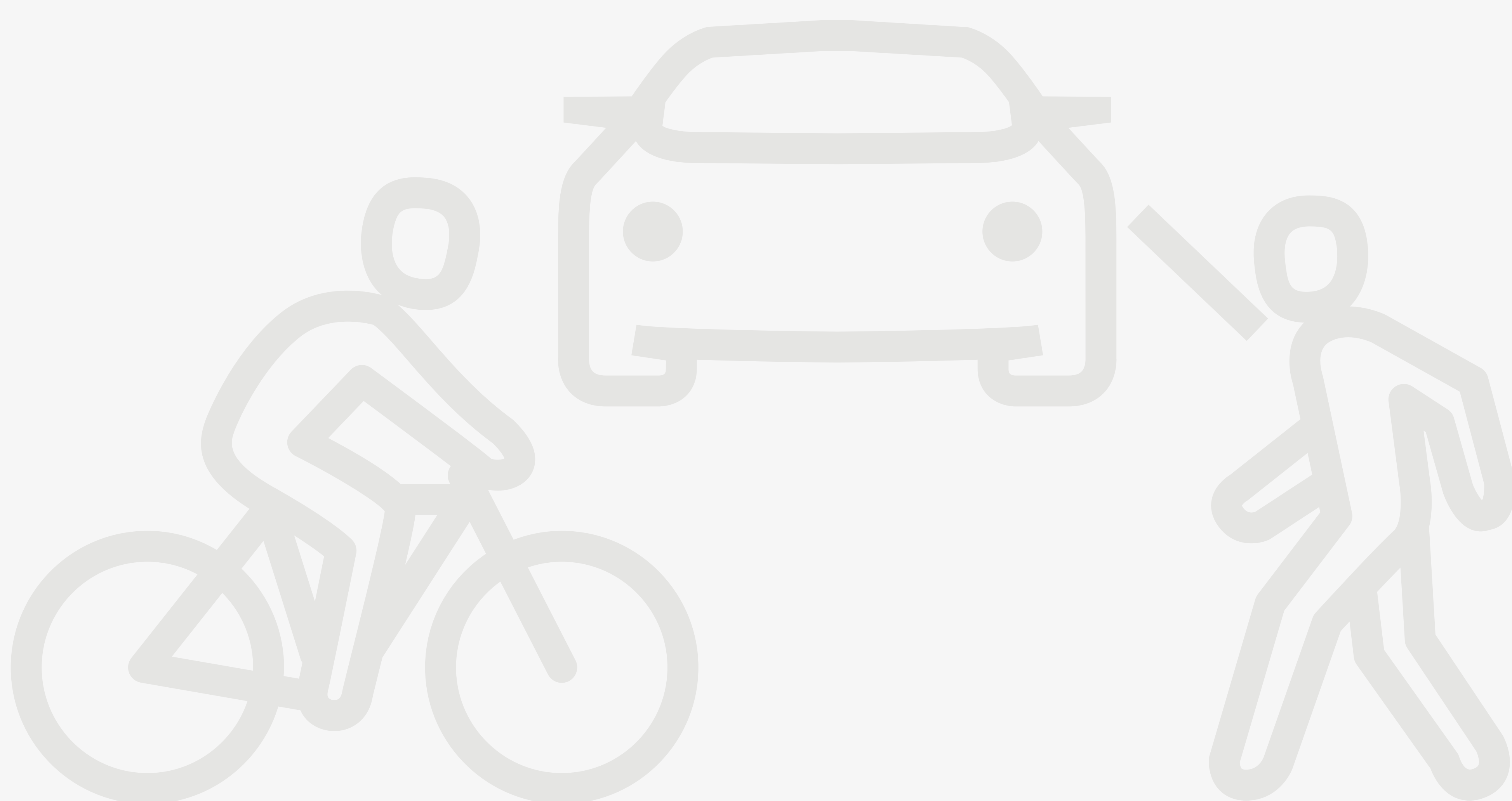
Partner:

- Aptiv Services Deutschland GmbH
- Continental Safety Engineering International GmbH
- Continental Teves AG & Co. oHG
- Mercedes-Benz AG
- Robert Bosch GmbH
- Technische Universität München

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages



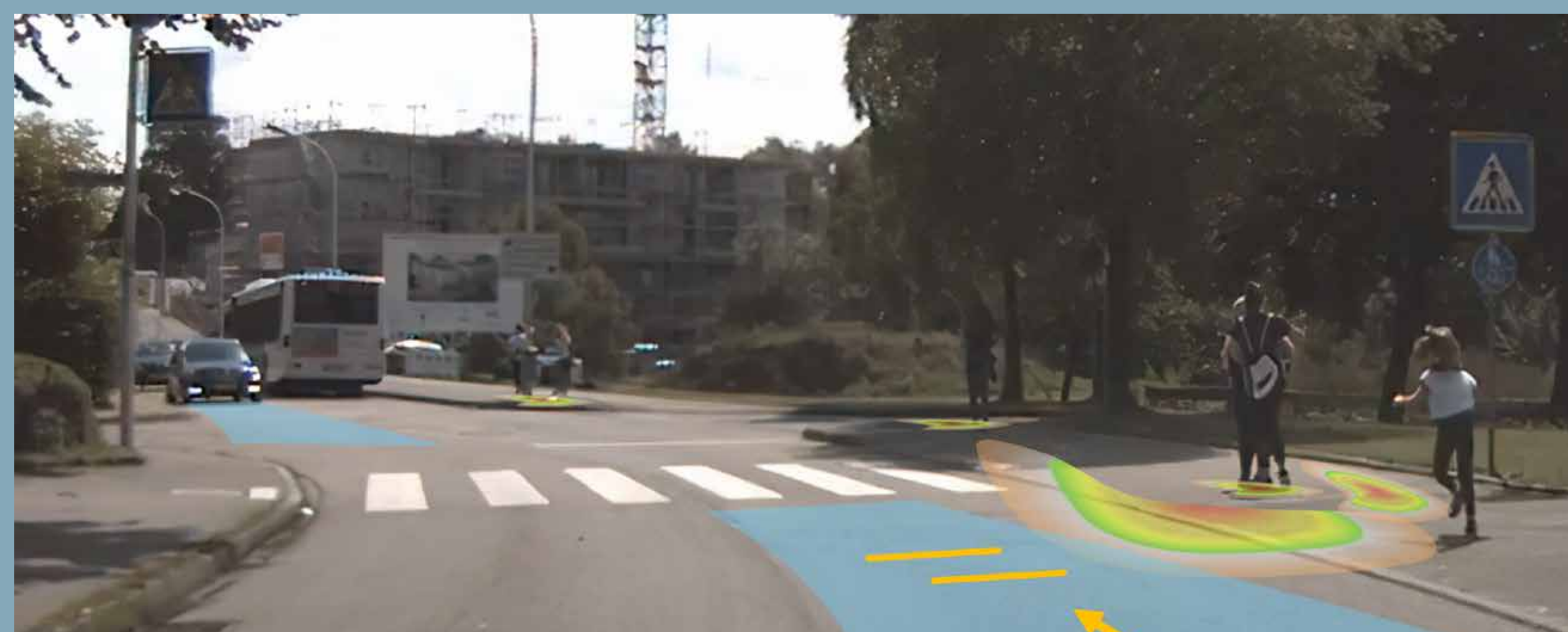
Verhaltensprädiktion

Interaktion mit schwächeren Verkehrsteilnehmern (TP 7)

Motivation und Ziele

- Antizipieren der Intention und Vorhersage des Verhaltens von schwächeren Verkehrsteilnehmern
- Vorausschauendes Fahrverhalten und verbesserter Schutz von schwächeren Verkehrsteilnehmern

Herausforderung: große Variabilität des Verhaltens von schwächeren Verkehrsteilnehmern



Vorgehen

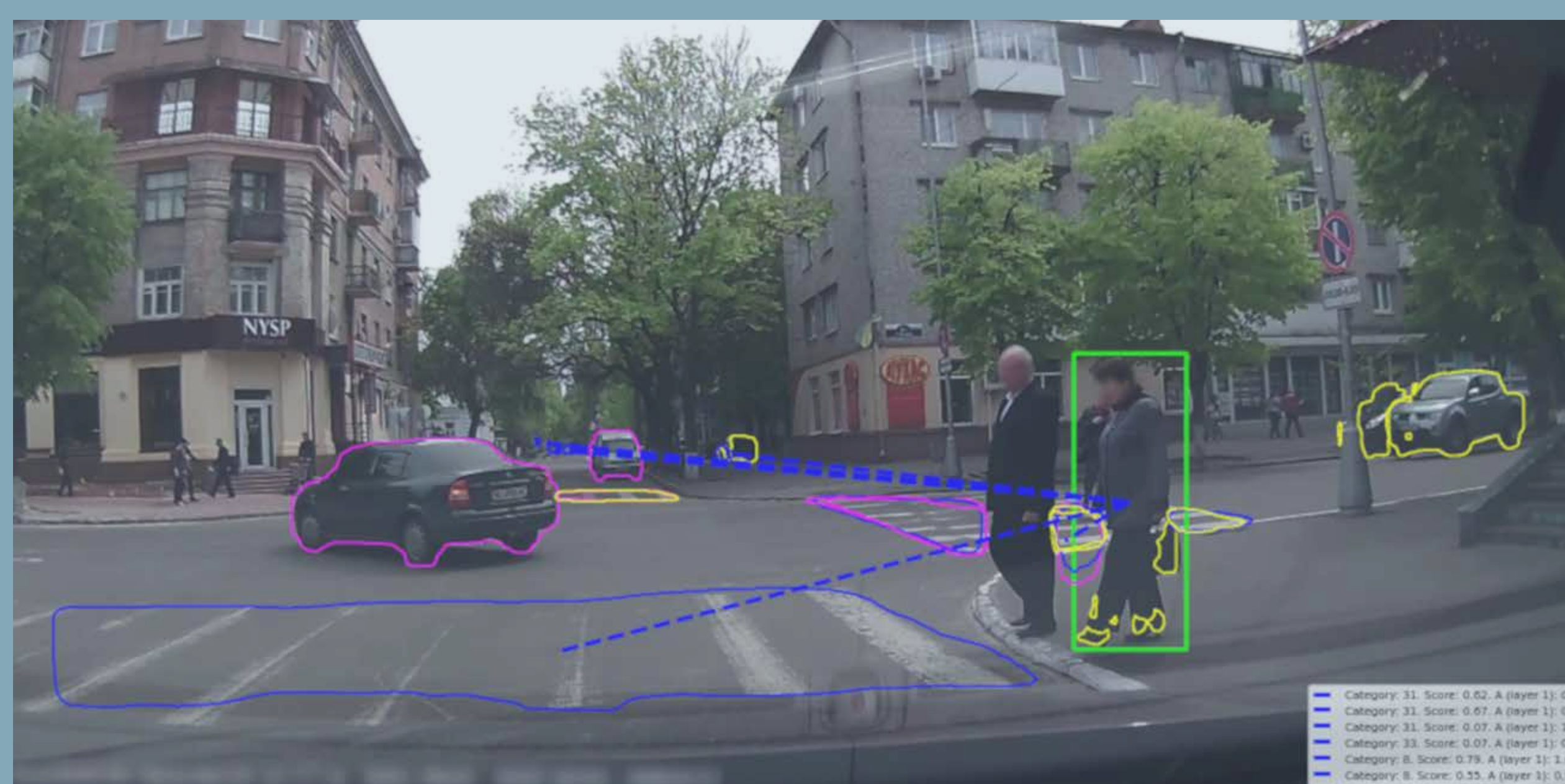
- Multimodalität:** Prädiktion mehrerer möglicher zukünftiger Trajektorien mit Konfidenzwerten
- Einbeziehung des Szenenkontexts**
 - Statischer Kontext
 - Interaktionen zwischen Verkehrsteilnehmern
 - Erscheinungsbasierte und explizite Kommunikation (implizite/explicite Gesten)



Untersuchte Methoden

Deep-Learning basierte Vorhersagemodelle, Modellierung der zeitlichen Abhängigkeit durch rekurrente Elemente (RNN)

- Manövriervorhersage (für Radfahrer)
- Trajektorienvorhersage im Kamerabild
 - Modellierung von Interaktionen zwischen Fußgänger und Kontext mithilfe von Graph Convolutions
- Trajektorienvorhersage in globalen, ortsfesten Koordinaten
 - Repräsentation des statischen Kontexts als semantische Karte



Bilddatenquelle: JAAD Datensatz (Rasouli et al.)



www.atcity-online.de

Partner:

- Aptiv Services Deutschland GmbH
- Continental Safety Engineering International GmbH
- Continental Teves AG & Co. oHG
- Mercedes-Benz AG
- Robert Bosch GmbH
- Technische Universität München

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Klimaschutz

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

