

Heinz Dörr

Automatisiert Bewegten durch Stadt und Land

Gesellschaftliche Implikationen der Implementierung von ITS-Technologien in das Verkehrsgeschehen des künftigen Mobilitätssystem



Fragen zu den Ansprüchen, Erwartungen und Konsequenzen

- ❑ Automatisierungsoptionen im **System der Verkehrsträger**
- ❑ Treiber und **Strategien** zur Automatisierung im Verkehrsablauf
- ❑ Verhältnis **Mensch–Maschine** und **Fahrzeug–öffentlicher Straßenraum**
- ❑ Technologische Wirkungskette **Sensorik–Steuerung–Motorik**
- ❑ Humane Wirkungskette „hands off“–“eyes off“–„mind off“
- ❑ Entscheidungspfad **Interpretation–Prediction–Decision–Controlling**
- ❑ Nutzenerwartungen an einen **robotisierten Verkehr**
- ❑ Kostenverteilung auf die **Kreise der Betroffenen**
- ❑ Nachweis der **Einsatzfähigkeit, der Verkehrstauglichkeit und der Marktbewährung**

Stand der Forschungs- und Entwicklungsschwerpunkte

□ **Treiber und Strategien der Automatisierung im Verkehrsablauf**

- Weltmarkt-Wettlauf der europäischen Auto-Industrie mit USA und Ostasien
- Strategie der Bundesregierung 2015, Berichte der Ethikkommission und des Beirates 2017 beim BMVI
- ERTRAC-Strategiepapier 2016 (EU)
- Werbepropaganda der Automotive-Branche prägt die Eindrücke in der Öffentlichkeit

□ **Verhältnis *Mensch – Maschine* (Human-Machine-Interaction, HMI)**

- Derzeit internationaler u. interdisziplinärer Forschungsschwerpunkt, aber hauptsächlich fahrzeugzentriert

□ **Verhältnis *Fahrzeug – öffentlicher Straßenraum***

- **Henne-Ei-Problem** (über Funktionalitäten und Automat-Systeme noch zu wenig bekannt)
- Derzeit werden urbanistische (suggestive) Zukunftsbilder entworfen
- Zu den Verkehrsabläufen gibt es ein generelles Wissensdefizit
- Zu den technischen Entwicklungsständen gibt es eine Informationsblockade
- Forschungseinstieg über Testanordnungen aus Sicht der Betroffenenheiten fehlt (X2V)

Funktionalitäten automatisierter Fahrzeuge

❑ **Technologische Wirkungskette *Sensorik–Steuerung–Motorik***

- **Verschiedene Sensortechnologien in Entwicklung für Kfz-Bewegungen**
- **Schlüssel ist die Bildinterpretation** (Objekterkennung und -einschätzung)
- **Rundumerfassung unerlässlich** (für Interkonnektivität im Verkehrsfluss)
- **Koordinations- und Priorisierungsregelungen für Steuerungsbefehle backend**

❑ **Humane Wirkungskette „hands off“–“eyes off“–„mind off“**

- **Stufen der *Fahrerabsenz*** (unter welchen Umständen: wo?, wie lange?, wann?)
- **Übernahme bei Verkehrsschnittstellen oder Fehlleistungen des Systems**
- ***Fahrerverantwortung*** (Ausschaltfunktion ja/nein, derzeit volle Verantwortung)
- ***Verkehrs- vs. Kundennutzen*** (Korrektur von StVO-Regelwidrigkeiten, z.B. Tempomat)

❑ **Entscheidungspfad *Interpretation–Prediction–Decision–Controlling***

- ***Verhaltensprognose* von adjazenten Verkehrsteilnehmern im relevanten Umkreis**
- ***Entscheidungsregeln* nach Werthaltungen u. Prinzipien, wie *Vorteilnahme vs. Rücksichtnahme***

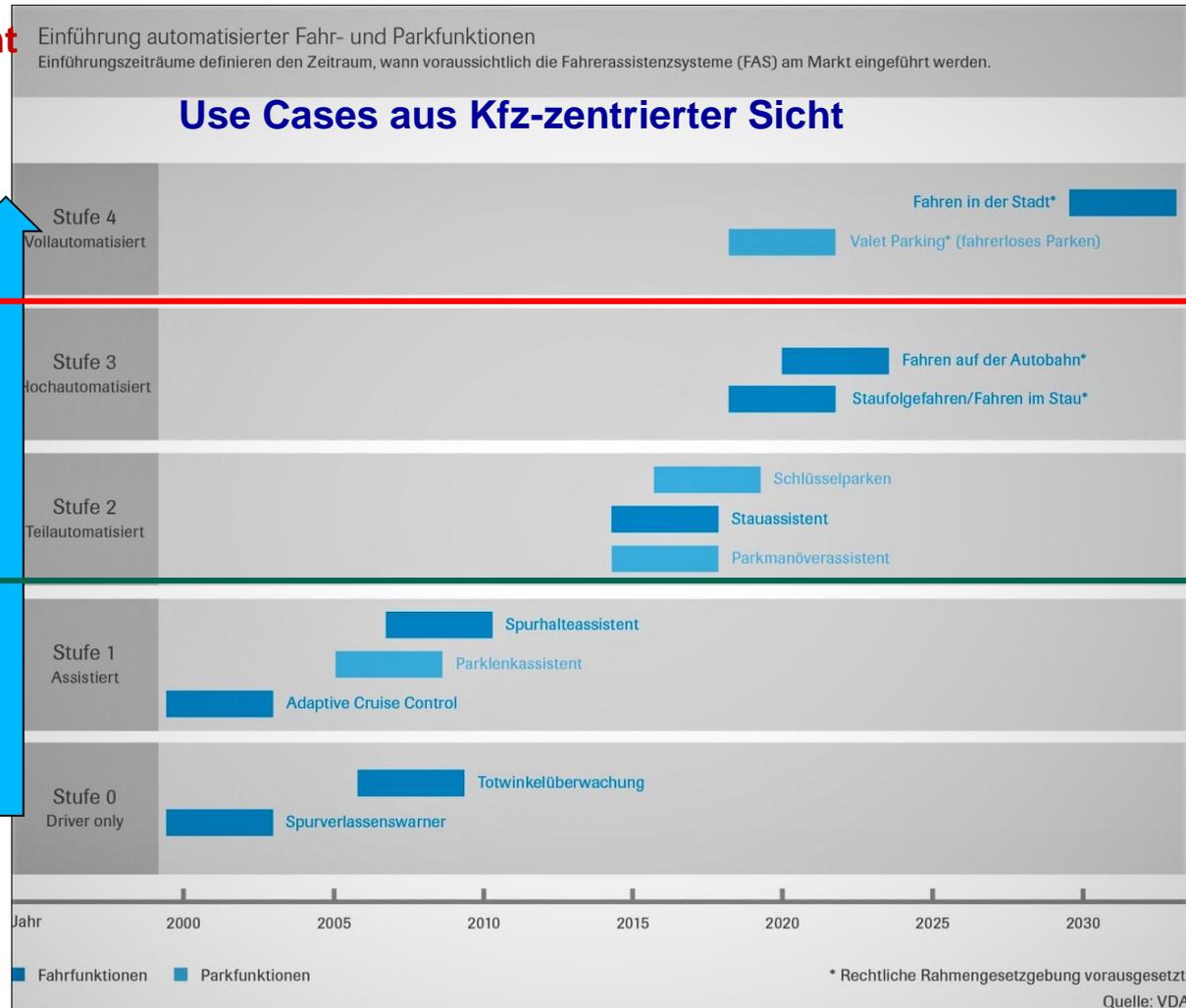
❑ **Automatisierungslevels (nicht-, teil-, hochautomatisiert, teil-, vollautonom)**

- **nach SAE-Levels 1-5, derzeit 3 in Perfektionierung, Übergang zu 4 in Vorbereitung**
- **im Mischverkehr: a0, a1 („Oldtimer“), a2 (Gegenwart), a3 (nahe Zukunft), a4 (fernere Zukunft), a5 (driverless=FZ-Roboter)**

Road Map zur Automatisierung und Autonomisierung der Fahrzeuge

Zuordnungsmerkmale aus Sicht der Verkehrsteilnahme:

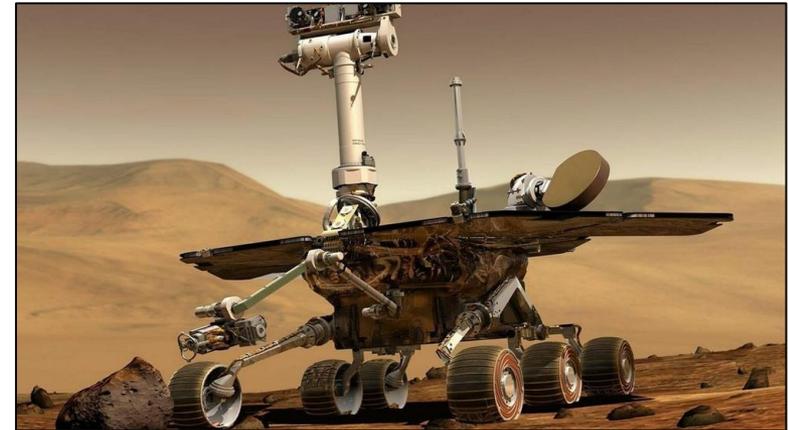
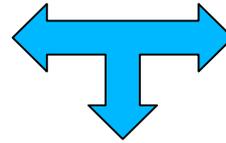
- Human-Machine-Interaction
- ???
 - Personallos-prinzipiell insassenfrei (a5c)
 - Fahrerlos (a5b)
-
- Lenkerverantwortung
- (voll)autonom (a5) (überall einsetzbar)
 - teilautonom (a4) (auf zugelassenen Netzteilen)
 - hochautomatisiert (a3)
 - teilautomatisiert (a2)
 - herkömmlich (a1)
 - unbekannt (a0)



Road Map zur Automatisierung und Autonomisierung der Fahrzeuge

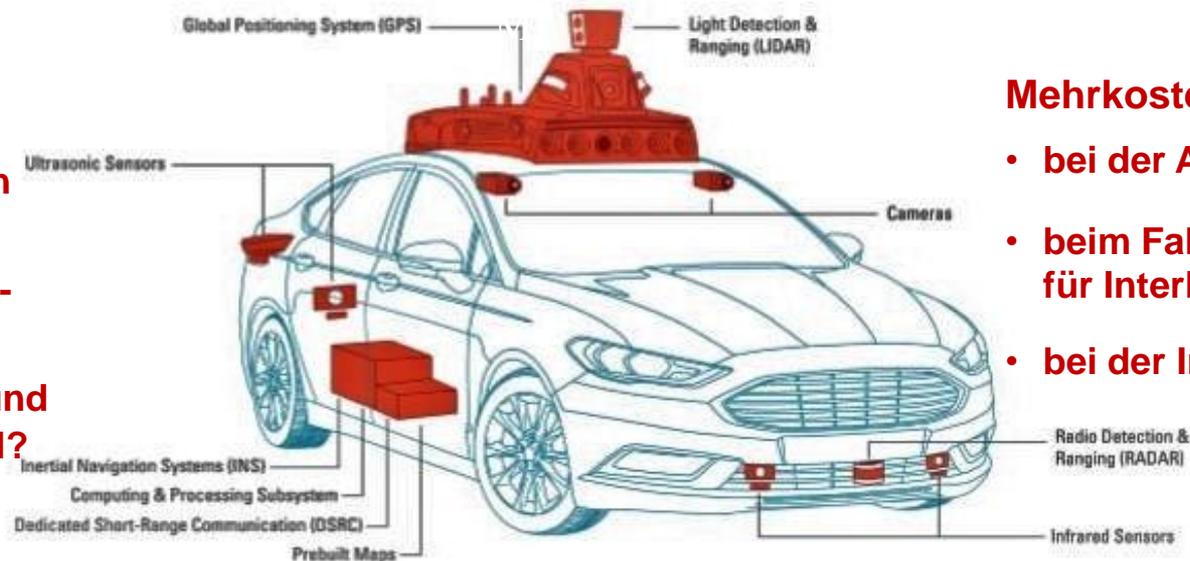


Von den Vorläufern
zu den Nachfolgern



Mehr Nutzen?:

- Disziplinierung des Fahrverhaltens durch Systemkorrekturen
- Sprit- und emissions-sparender Fahrstil
- Trotzdem schneller und kurzweiliger zum Ziel?



Mehrkosten?:

- bei der Anschaffung
- beim Fahrbetrieb (z.B. für Interkonnektivität)
- bei der Infrastruktur

Automatisierungsoptionen in den Teilsystemen der Verkehrsträger Erwartungen der Wirtschaft an die (Güter-)Mobilität 4.0

❑ Luftfahrt Air Cargo-Transportkette

- Landtransport (Platooning Road Feeder Service)
- Rampenmanagement (Air Cargo Center landside)
- Ground handling (Robotisierung)
- Lufttransport durch Frachtluftfahrzeuge (1-Pilot)

❑ Schienengüterverkehr

- Werksinterne Bahnverkehre (Hafenbahnen)
- Erste/Letzte Meile (Standortbedienung)
- Zugbildung (Ganzzüge, ZBA, KV-Terminals)
- Hauptlauf (Leitsysteme wie ETCS, LZB)

❑ Logistikbedienung der Warensenken

- Bordsteinanlieferung (problematisch)
- Rampenanlieferung (Automatisierung)

❑ Binnenschifffahrt

- Navigation Wasserstraße (NW-Betrieb)
- Schleusung
- Hafenbetrieb



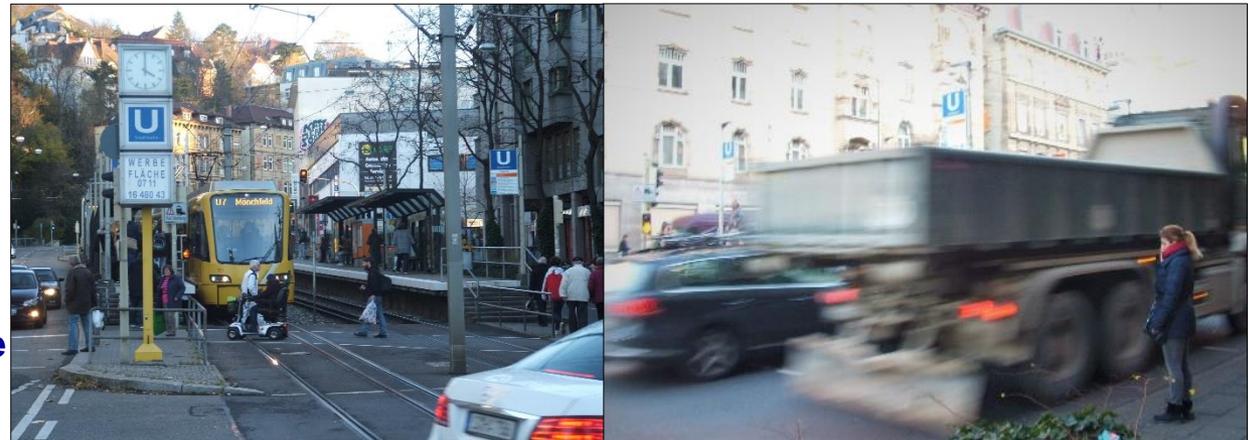
Automatisierungsoptionen in den Teilsystemen der Verkehrsträger aus der Sicht der Straßeninfrastruktur und der VerkehrsteilnehmerInnen

❑ Öffentlicher Verkehr im Straßenraum

- Bus-Spuren, Schienenwege und im Mischverkehr (wer detektiert wen?)



- Haltestellenanlagen u. Zugänge als neuralgische Orte
- Bevorzugungsregeln zwischen ÖV und autonomen Kfz
- Druck auf die Bewegungsräume nicht-motorisierter Gruppen
- Interkonnektivität zwischen Schienenverkehrsmitteln und autonomen Kfz



„Humans-Machines-Interactions“

Betroffene Mobilitätsgruppen im täglichen Verkehrsgeschehen oder die Komplexität der Trivialität

- ❑ VLS-geregelter Hauptstraßenknoten mit Richtungsfahrbahnen als zufälliger gesellschaftlicher Treffpunkt

Legende

Bewegungsflächen:

- Bewegungsflächen des regelkonformen Verhaltens des Fußverkehrs
- Bewegungsflächen des regelkonformen Verhaltens des Radverkehrs
- Bewegungsflächen des geradeausfahrenden Kfz-Verkehr
- Bewegungsflächen des rechtsabbiegenden Kfz-Verkehr
- Bewegungsflächen der Straßenbahn

Motorisierter Individualverkehr:

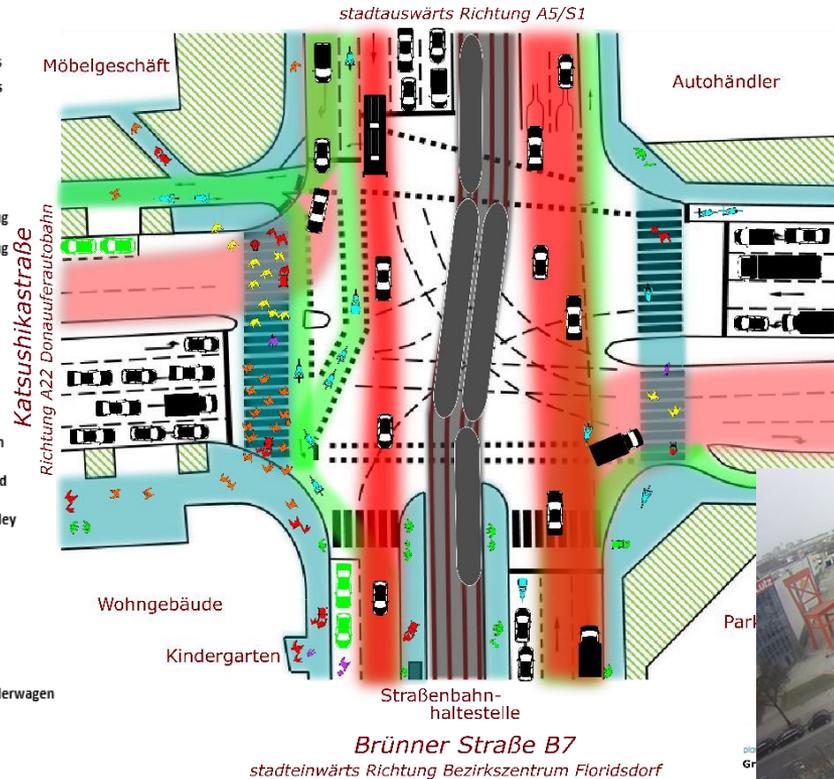
- Einspurige Kfz (Motorrad)
- Pkw kompakt
- Pkw Limousine
- Pkw regelkonform abgestellt
- Lkw-N1-Lieferfahrzeug
- Lkw-N2-Lieferfahrzeug
- Lkw-N3-Sattelzug

Öffentlicher Verkehr:

- Bus
- Straßenbahn

Nichtmotorisierter Individualverkehr:

- RadfahrerIn
- FußgängerIn
- FußgängerIn wartend
- FußgängerIn im Abbiegeverkehr
- LastenradfahrerIn
- FußgängerIn mit Hund
- FußgängerIn mit Trolley
- Person auf Skateboard
- Person auf Scooter
- FußgängerIn mit Kind
- FußgängerIn mit Kinderwagen
- FußgängerIn mit Rollator
- RollstuhlfahrerIn
- FußgängerIn mit Kinderwagen und Kind



Szenarie: Suburban-gewerbliche Nutzungsstruktur der auto-gerechten Stadt mit dem planerischen Bemühen dem nicht-motorisierten Verkehr Bewegungsraum erübrigen

Aufgaben für Forschung & Entwicklung & Prüfung

Verkehrsoperative NAH-Ziele der Forschung und Entwicklung zur Automatisierung im Straßenverkehr als Grundlage der Algorithmik:

- Konfliktfreie Annäherungen
- Vermeidung von Berührungen

Die Optimierungsziele dazu lauten:

- ✓ Reduzierung von kritischen Vorfällen
- ✓ Hebung der gefühlten Verkehrssicherheit
- ✓ Senkung der Unfallwahrscheinlichkeit
- ✓ unter möglicher Wahrung der individuellen Souveränität
- ✓ unter weitgehender Sicherstellung der Verantwortungszuordnung
- ✓ unter Gewährleistung der Entlastung von der „Verkehrsarbeit“
- ✓ bei Vermeidung von Überforderungen der Verkehrsteilnehmer/innen

Verkehrswirtschaftliche FERN-Ziele können sein:

- Vergleichmäßigung der Verkehrsabläufe
- Kapazitätsgerechte Umlegung im Netz
- Betriebswirtschaftliche Ressourceneinsparungen

Detektion und Prädiktion im Zulauf auf Richtungsfahrstreifen vor Doppel-T-Knoten (Original)

Haltelinie oder VLSA-abhängige Übertritte in Knoten

Phase der Verkehrslichtsignalanlage (rechts & geradeaus rot, links wird grün)

Daten zur **Interaktionsbox**: Kantenlänge: 50 m ab Übergang zur Dreistreifigkeit bis zur Haltelinie; darin können sich mehrere Interaktionsräume abspielen.

theoretische Aufnahmekapazität der Richtungsfahrstreifen vor Stillstand:

in Einheiten von Fahrzeugkategorien oder tageszeitlich repräsentativem Fahrzeugmix

Zahl der momentan anwesenden Fahrzeuge ist die maximale Zahl der Interakteure

Detektions- und Prädiktionsräume für autonome Kfz-Bewegungen

Frontal in Fahrtrichtung:

Teilautonomisiertes Kfz a4 (Fahrer im Kfz anwesend)

Bewegungsbahn mit Geschwindigkeitsreduktion von/um

Fremde Bewegungsbahn abgeschätzt

Präsumtive Bewegungsbahn nichtautomatisierter Verkehrsmittel

Rear end detection zwecks Gefahrenminderung

Lateral in Fahrtrichtung:

Side end detection für Seitenabstandslenkung beidseitig

Spurführung akut/prognostisch \longleftrightarrow Seitenabstandsprognose \longleftrightarrow

Detektionsräume für Fahrerassistenz

Frontal in Fahrtrichtung:

Hochautomatisiertes Kfz a3 (Fahrer handlungsmächtig)

Bremsabstand nach Relativgeschwindigkeit und kinetischer Masse

Bewegungsbahn in Echtzeit auf Hindernisse geprüft

Spurhalteassistent am Fahrweg (Bodenmarkierung, Bordstein)

Richtungsfahrstreifen auf Straßenkategorie städtische Hauptstraße: III₃^E

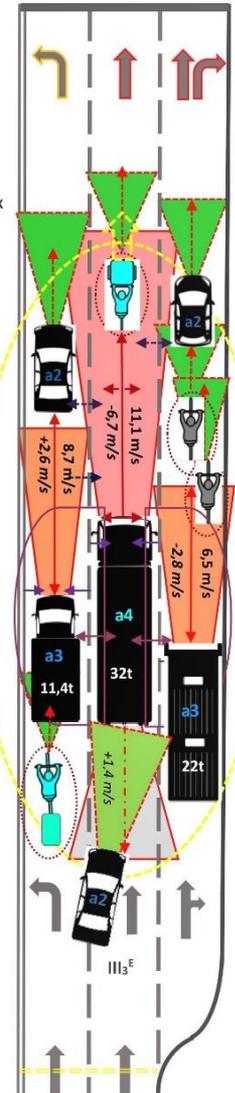
dynamischer Interaktionsraum

fiktiver Schutzmantel besonders verletzlicher Verkehrsteilnehmer

Automatisierungsgrad der Kfz: a0 unbekannt, a2 heutiger Standard,

a3 hochautomatisiert, a4 teilautonomisiert

Übergang von zweistreifigem Verkehrsfluss auf dreistreifige Laufwegsortierung



Szenarienbildung für Testanordnungen

Mobilitätszentrierte Szenarienbildung für Testanordnungen

Computer-generierte Simulation, Modellbau-Labor, Sets im Testgelände, Prüfstrecken im Realverkehr

Szenerie:

Interaktionsbox:

- Laufwegsortierung
- Fußgängerquerung

Szene:

Zeitfenster: Geradeaus- & Rechtsabbiege-Grün

Auswahl an „Mitspielern“ aus den Mobilitätsgruppen

Interakteure im Ablauf:

Initialer Akteur:

abgestiegener Radfahrer

Reagierender Interakteur:

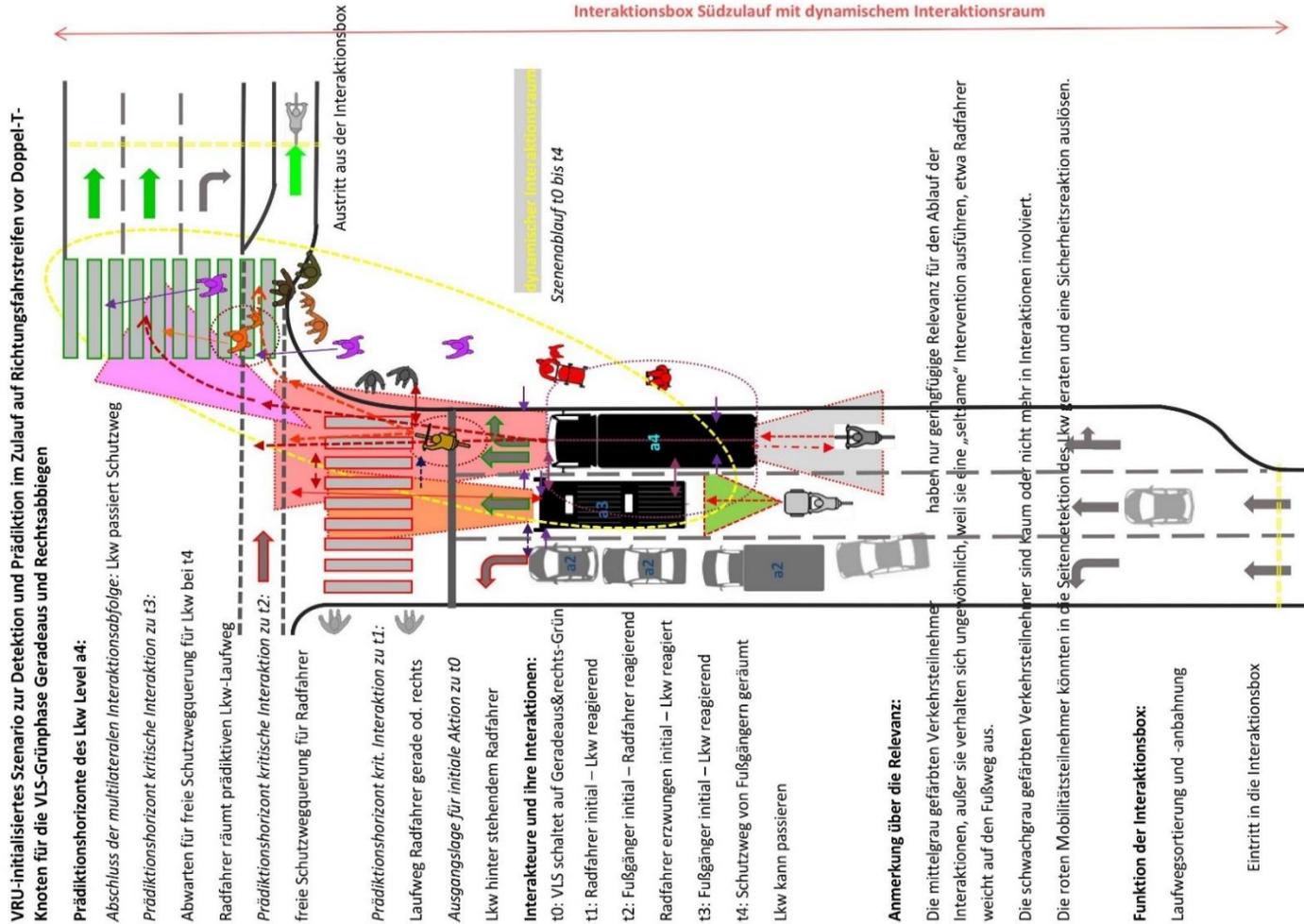
teilautonomer Lkw (a4)

Intervenierende

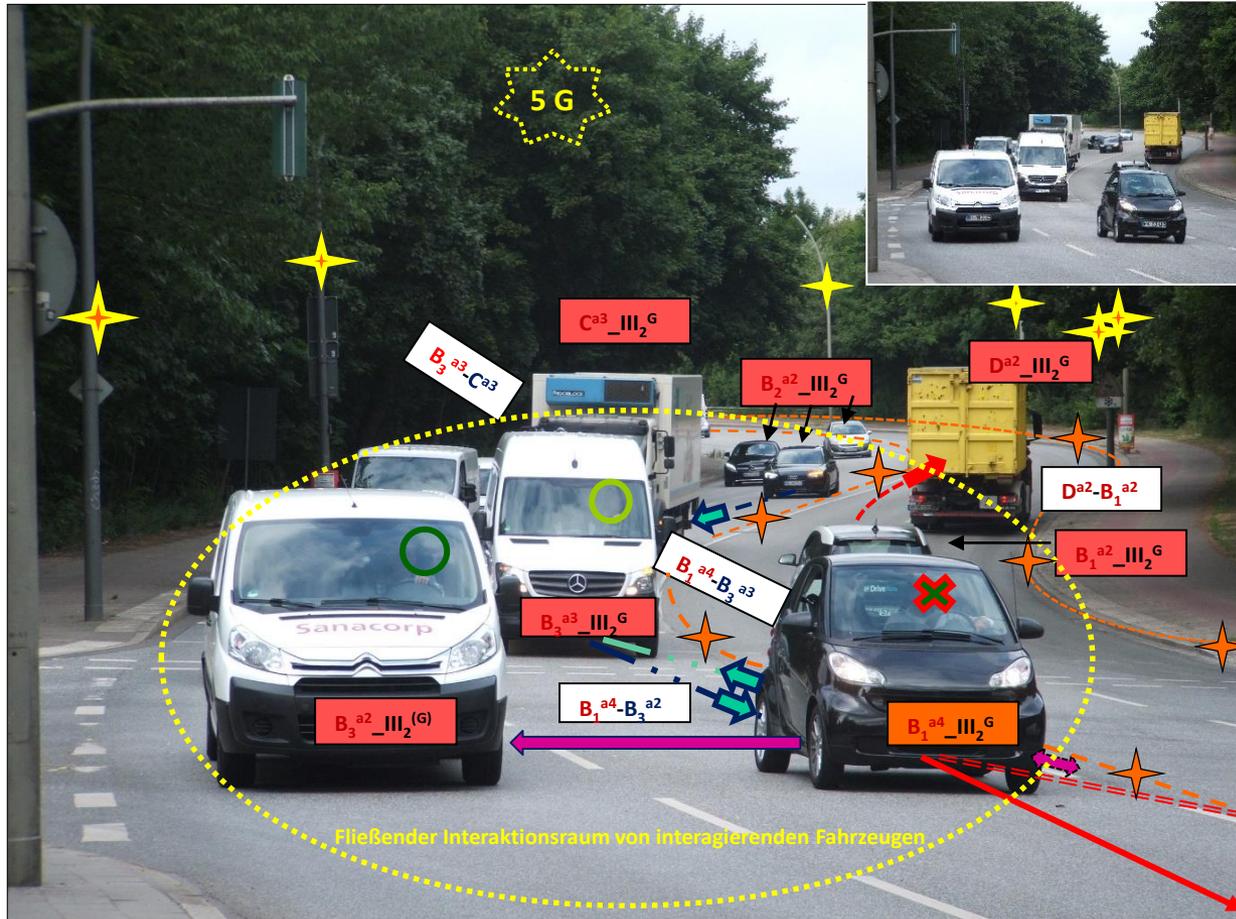
Interakteure: Fußgänger

Kritische Interaktionen:

- Verhaltensprognose
- Trajektorienprognose
- Eventualitätsvorsorge



Fließender Interaktionsraum im Kfz-Verkehr auf Augenhöhe des Beobachters



Beziehungen und Interakteure im Kfz-Verkehr:

Mitspieler am Spielfeld

Fahrweg: $B_1^{a4} - III_2^G$

Akute Interakteure

zum Zeitpunkt t_n :

$B_1^{a4} - B_3^{a2}$

Pfeile bezeichnen den Einsatz der Automat-Funktionen

Blitze bezeichnen Transponder des WLAN zur Interkonnektivität

Kreise und Kreuze beschreiben die Fahrerabsenz

**Spannende Fragen: Wie verhalten sich Kfz unterschiedlichen Automat-Levels zueinander?
Wie sieht die *Human-Machine resp. Robot-Interaction* zwischen Fahrzeugen dann aus?**

Ein Zwischenresümee

- ❑ **Zum Arbeitsstand der Entwicklung (soweit bekannt geworden)**
 - **Sensorik-Technologien: Übergang auf SAE-Level 3** (aber Mensch derzeit unverzichtbar)
 - **Segmentierte Technologien-Entwicklung von „Advanced Driver Assistance Systems“**
 - **Fahrerabsenz: Hands-off für max. 10 Minuten für Realtests zugelassen**
 - **Künstliche Intelligenz: Objektklassifikation und Ereignis-Interpretation**
 - **Technologie ist noch nicht Systementwicklung in Hinblick auf das Verkehrsgeschehen**
 - **Die Kostenübernahmen wurden noch kaum thematisiert**
- ❑ **Zur der Bewertung der Einsatzfähigkeit und der Verkehrstauglichkeit**
 - **Künftig werden Algorithmen auf den Prüfstand zu stellen sein**
 - **Die Einsatzfähigkeit von Automat-Funktionen testet die Fahrzeugindustrie**
 - **Die Verkehrstauglichkeit der Automat-Systeme zu prüfen ist eine behördliche Aufgabe.**
 - **Dabei sollten die Betroffenenkreise einbezogen sein, wie Interessenverbände der Mobilitätsgruppen, Infrastrukturerhalter, Gebietskörperschaften, Verkehrspolizei, Fuhrparkhalter u.a.m.**
- ❑ **Zur medialen Reflexion**
 - **Narrative und Werbebotschaften (Kundennutzen) dominieren, Sachinformation ist auf kleinste Zirkel beschränkt und ein strukturierter Sachdiskurs daher überfällig**

Automatisiert Bewegen in der Stadt und durch das Land?

Aktuelle Testfelder und F&E-Schwerpunkte zur Automatisierung der Kraftfahrzeuge



„Stauassistent übernehmen sie!“ Einklinken in interkonnektives Platooning Fahrspaß oder Autopilot?

Aktuelle Beispiele des Umbaus und der Umnutzung der städtischen Mobilitätslandschaft



Besten Dank für Ihr Interesse! heinz.doerr@arp.co.at www.researchgate.net/profile/Heinz_Doerr