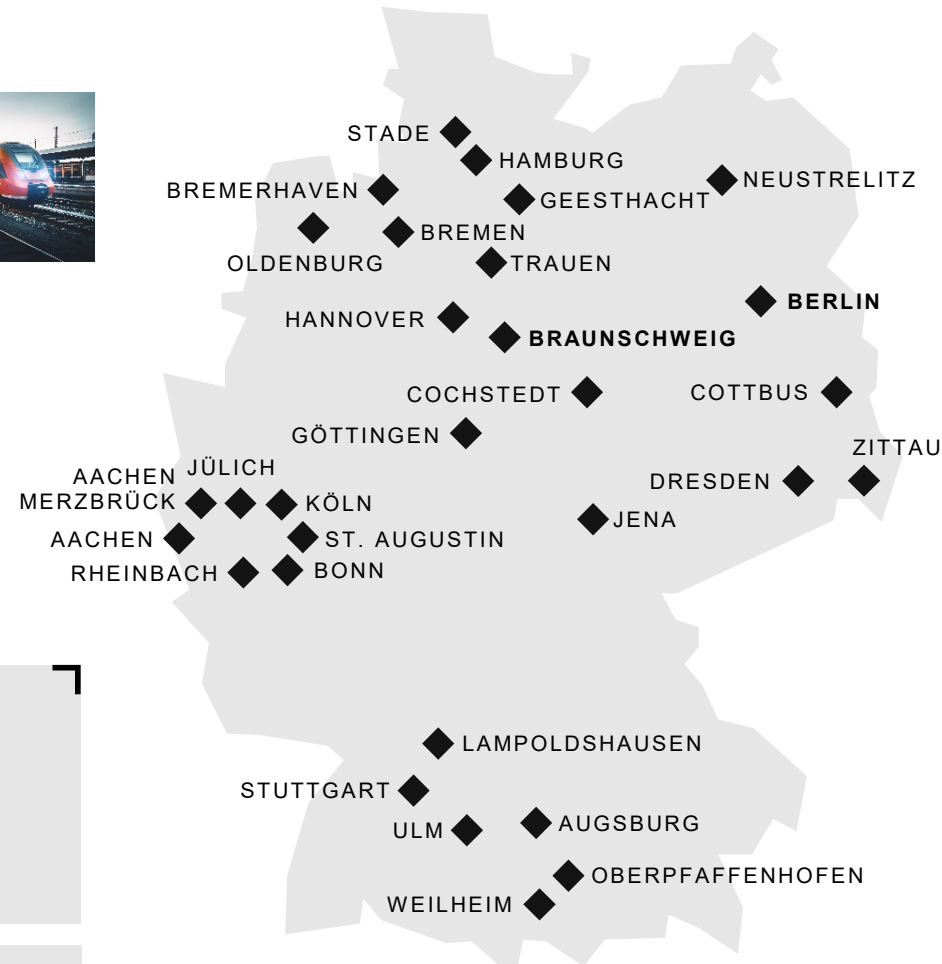
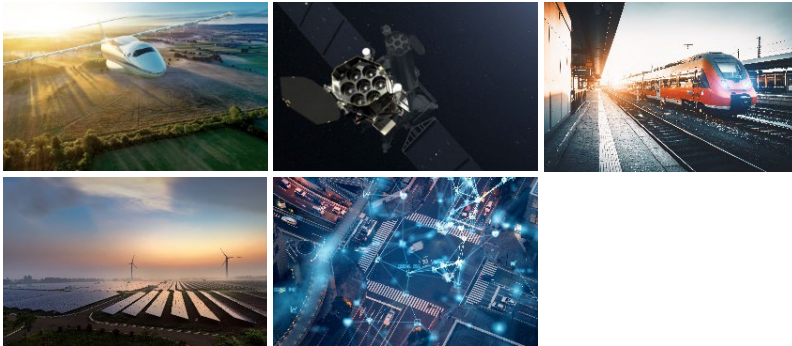


VERKEHRSSICHERHEIT DURCH DIGITALISIERUNG

Ein Einblick in den Stand der Forschung



Das DLR im Überblick



FORSCHUNGSBEREICHE

Luftfahrt
Raumfahrt
Energie

Verkehr
Sicherheit
Digitalisierung

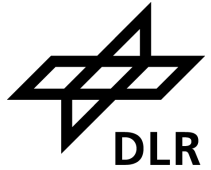
ZAHLEN UND FAKTEN

9000+ Mitarbeitende
55 Institute/Einrichtungen
an 30 Standorten
Büros in Brüssel, Paris,
Tokio und Washington

FORSCHUNGSEINRICHTUNG
RAUMFAHRTAGENTUR
PROJEKTTRÄGER

Mitglied der Helmholtz-Gemeinschaft

Bereich Verkehr – Programmatische Domänen



VERKEHRSSYSTEM

Verkehrsentwicklungen
und -wirkungen,
Urbane Mobilität und
Stadtentwicklung,
Intermodale
Verkehrsknoten



STRASSENVERKEHR

Fahrzeuge,
Verkehrsmanagement,
Infrastruktur



SCHIENENVERKEHR

Fahrzeuge,
Verkehrsmanagement,
Infrastruktur

Technologietrends: Digitalisierung, Automation, Künstliche Intelligenz, Smart Data,
Sektorenkopplung Energie und Verkehr

Institut für Verkehrssystemtechnik im Überblick



Standorte: Berlin, Braunschweig



Mitarbeitende: ca. 250 aus Ingenieurwissenschaft, IT-Wissenschaft, Psychologie etc.



Großforschungsanlagen: Teststrecken, Simulatoren, Forschungsfahrzeuge etc.



Forschungsgebiete: Straße, Schiene, intermodale Knoten



Das digitalisierte Verkehrssystem – ein Zielbild



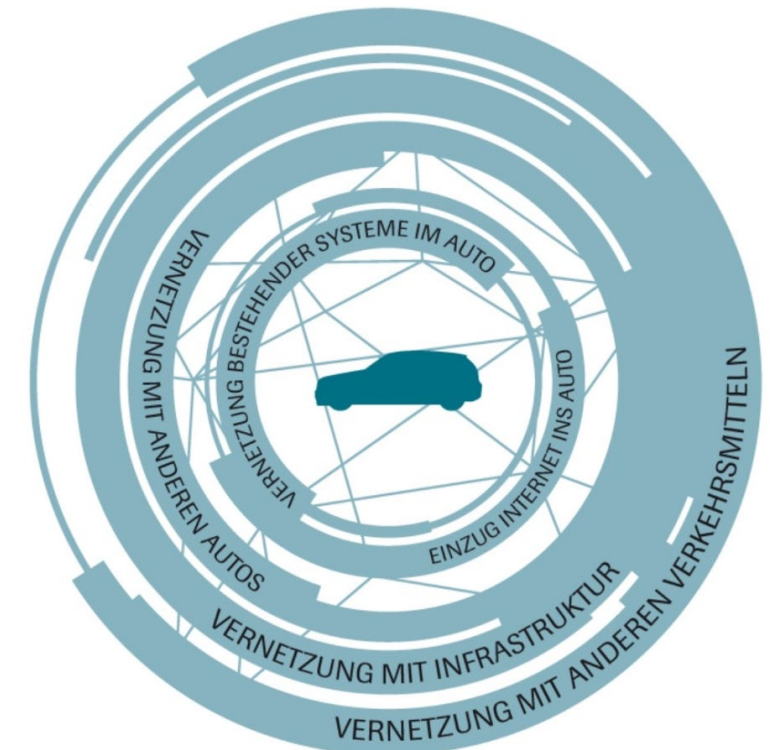
Zielbild automatisierter Straßenverkehr der Zukunft (acatech)

Das digitalisierte Verkehrssystem

Vom physischen zum digitalen Asset



- Physische Assets werden digital abbildbar und vernetzbar
→ Digitalisierung ist service-orientiert → Service-Ökosysteme
- Vernetzung wird zur Grundlage vieler Funktionen
→ Internet of Things (IoT) / Cyber-Physical Systems
- Es entsteht ein neuer Layer im Verkehrssystem
 - überdeckt etablierte und i.Allg. durch physische Instanzen geprägte Systeme
 - neuartige Funktionszusammenhänge sind abbildbar
 - ermöglicht den agilen Aufbau neuer Systemverbünde
 - stimuliert neue Wertschöpfung



Vernetzte Mobilität, Informations- und Kommunikationssysteme (VDA)

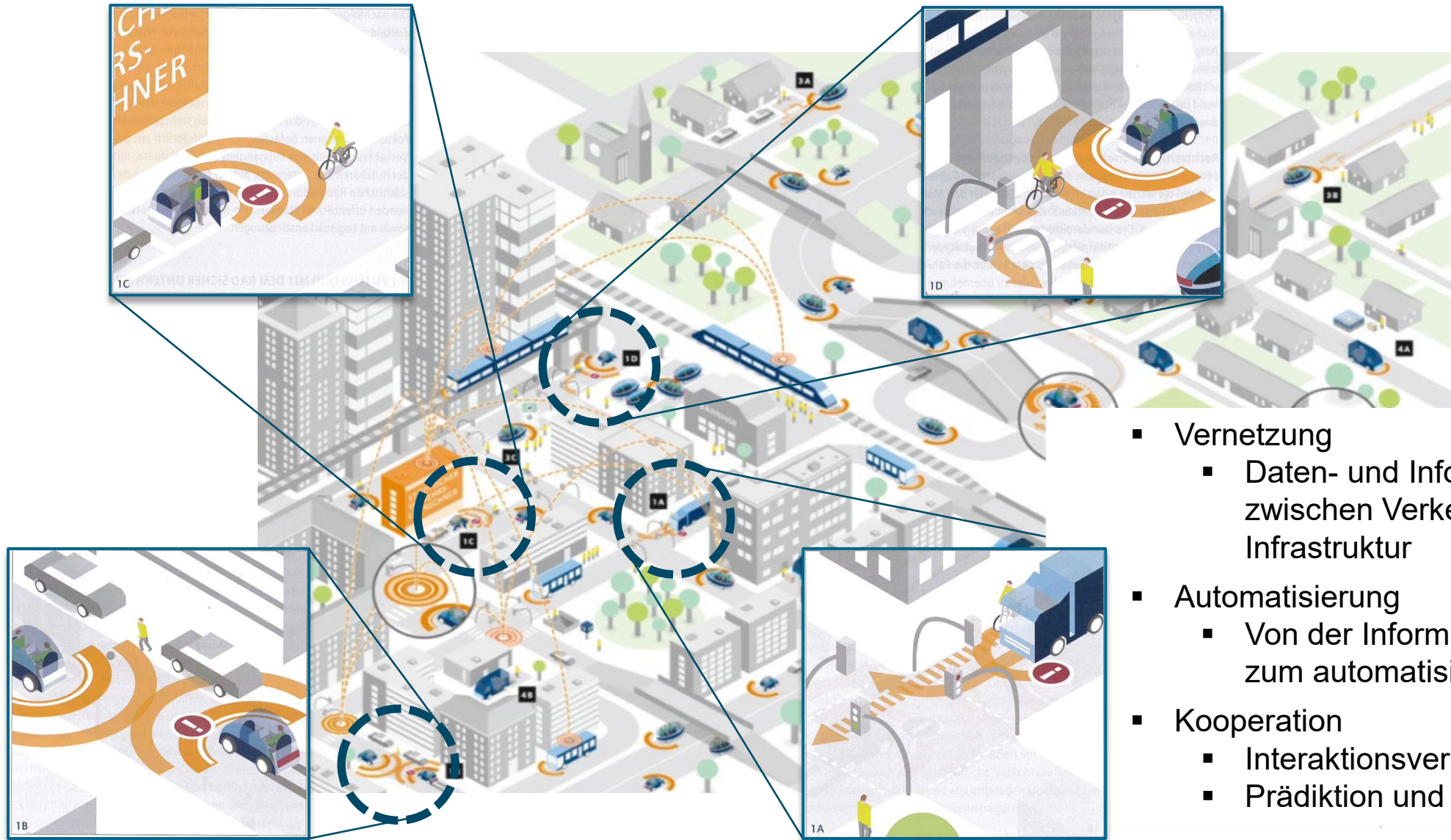
Digitalisierung des Verkehrssystems – ein Zielbild

Wo finden sich Aspekte der **Verkehrssicherheit** in dem Bild?



Zielbild automatisierter Straßenverkehr der Zukunft (acatech)

Digitalisierung des Verkehrssystems – ein Zielbild



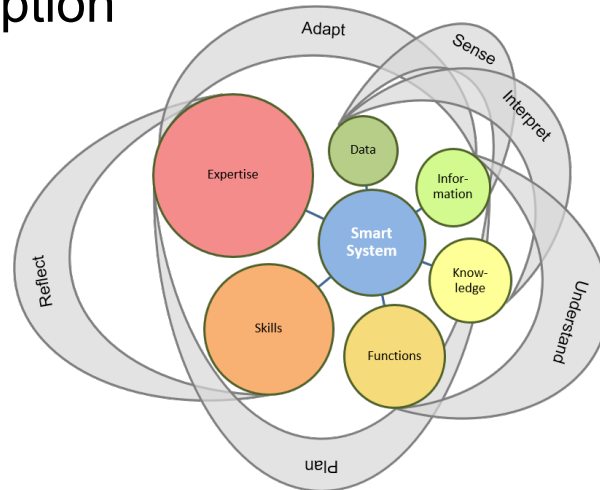
- Vernetzung
 - Daten- und Informationsaustausch zwischen Verkehrsteilnehmern und Infrastruktur
- Automatisierung
 - Von der Informationsweitergabe zum automatisierten Fahren
- Kooperation
 - Interaktionsverhalten
 - Prädiktion und Prognose

Vernetzung | Automatisierung | Kooperation

Teilherausforderungen der Automatisierung & Stufen der Automatisierung



- Situationserfassung
- Interpretieren Antizipieren/Prädizieren → Verstehen
- Handlungsplanung
- Handlungsausführung und Online-Absicherung
- Bewertung und ggf. Adaption
- Interaktion
- Technische Einbettung in das Gesamtsystem

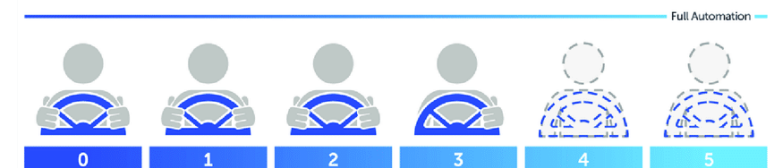


Aspekte der Informationsverarbeitung in der Automatisierung (DLR)

SAE INTERNATIONAL **SAE J3016™ LEVELS OF DRIVING AUTOMATION**

	SAE LEVEL 0	SAE LEVEL 1	SAE LEVEL 2	SAE LEVEL 3	SAE LEVEL 4	SAE LEVEL 5
What does the human in the driver's seat have to do?	You are driving whenever these driver support features are engaged – even if your feet are off the pedals and you are not steering			You are not driving when these automated driving features are engaged – even if you are seated in “the driver’s seat”		
	You must constantly supervise these support features; you must steer, brake or accelerate as needed to maintain safety			When the feature requests, you must drive	These automated driving features will not require you to take over driving	
	These are driver support features			These are automated driving features		
What do these features do?	These features are limited to providing warnings and momentary assistance	These features provide steering OR brake/acceleration support to the driver	These features provide steering AND brake/acceleration support to the driver	These features can drive the vehicle under limited conditions and will not operate unless all required conditions are met		This feature can drive the vehicle under all conditions
Example Features	<ul style="list-style-type: none"> • automatic emergency braking • blind spot warning • lane departure warning 	<ul style="list-style-type: none"> • lane centering OR adaptive cruise control 	<ul style="list-style-type: none"> • lane centering AND adaptive cruise control at the same time 	• traffic jam chauffeur	<ul style="list-style-type: none"> • local driverless taxi • pedals/steering wheel may or may not be installed 	• same as level 4, but feature can drive everywhere in all conditions

For a more complete description, please download a free copy of SAE J3016: https://www.sae.org/standards/content/J3016_201806/



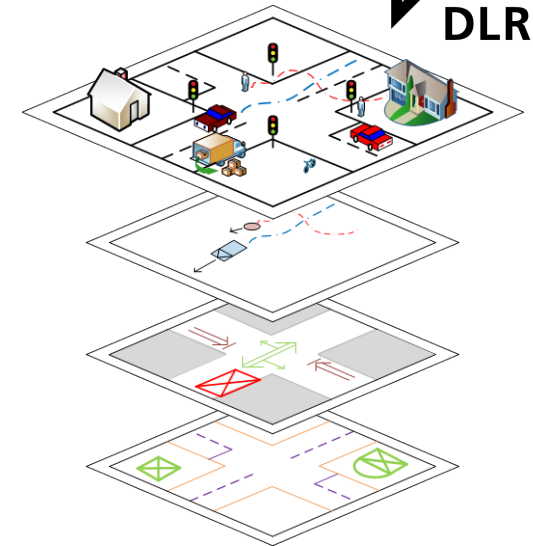
Automationsstufen nach SAE J3016 Standard (SAE, NHSTA)

Digitaler Zwilling des Verkehrsraums

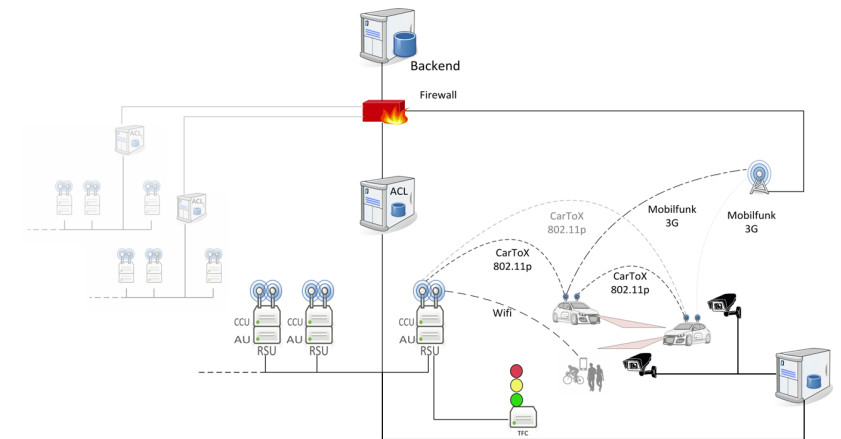
Grundlage des automatisierten und vernetzten Fahrens (AVF)



- Automatisierte Fahrzeuge benötigen diverse Informationen im Fahrbetrieb
 - Dynamisch: Stützung der fahrzeugeigenen Erfassung durch Infrastruktur
 - Betrieblich: LSA-Status etc.
 - Semistatisch: Wanderbaustellen, virtuelle Haltestellen etc.
 - Statisch: Digitale Karten und Kataster (stationäre Informationen)
- Fahrzeuge ermöglichen aber auch die Weitergabe relevanter und wertvoller Daten und Informationen für z.B.
 - Perzeptionsdaten (verteilte Umfeldmodelle)
 - Daten-Plausibilisierung (z.B. von Kartendaten)
 - Monitoring: techn. Zustandsinformationen
 - Betriebsdaten für Absicherung und Überwachung
- Aufbau von Wirkketten und Plattformverbänden über verschiedene Systemebenen hinweg
 - Fahrzeug / Edge / zentrale Hintergrundsysteme (Cloud)



Mehrebenen-Datenmodell (DLR)

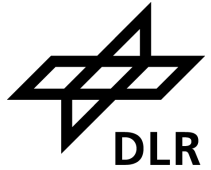


Verteilter Systemverbund unter Einbindung intelligenter Infrastrukturen (DLR)

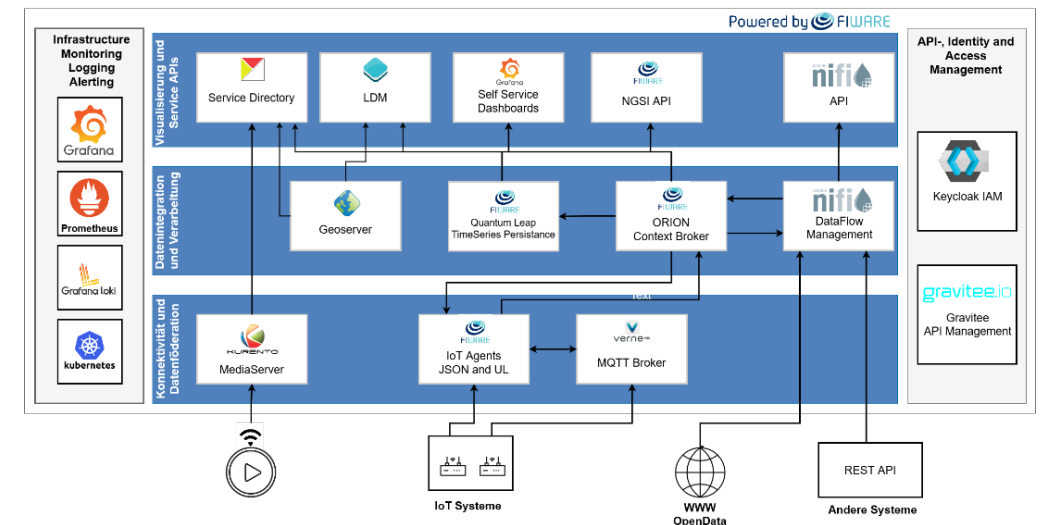
→ Einbindung verteilter Strukturen und Stakeholder in föderierte Systemlandschaften

Aufbau von IT-gestützter Plattformstrukturen

Integrale Gesamtarchitektur für allen relevanten Systemebenen



- **Grundlegende Aufgabe**
 - Entwicklung von föderierten Plattform- und Servicearchitekturen
 - Konzeption abstrahierender Serviceschichten (Middlewares)
 - Aufgaben: Kommunikation, Datenspeicherung, Datensicherheit, Authentifizierung, Rechenkapazitäten,...
- **Wichtige Anforderungen**
 - Einbindung von Legacy Systemen, verschiedener Plattformarchitekturen und -entwürfe
 - Kopplungsfähigkeit mit anderen Anwendungen, z.B. City Maut, Umwelt- und Parkplatzmanagement, VRU Safety
 - Harmonisierung von unterschiedliche lokale Ausprägungen in Funktionsvielfalt und Ausgestaltung
 - Verknüpfung mit anderen Sektoren und Domänen
- **Gesamtarchitektur ist Gegenstand aktueller Forschung und Entwicklung**
 - Zielanforderungen: flexibel, offen, sicher, skalierbar, resilient und interoperabel,...



Schema der Serviceschicht aus 5G Reallabor (DLR)

Digitale Testfelder zur Beforschung und prototypischen Umsetzung



Erfassungstechnik – Fahrzeuge, weitere Objekte und Umwelt



Kommunikationstechnik – Car2X über Mobilfunk und WLAN



Karten – hochgenaue und aktuelle Karten



Szenarien und Modelle – Beschreibungen und ausgewählte Modelle bzw. Simulationen (z.B. Fahr- und Verkehrssim.)



Schnittstellen

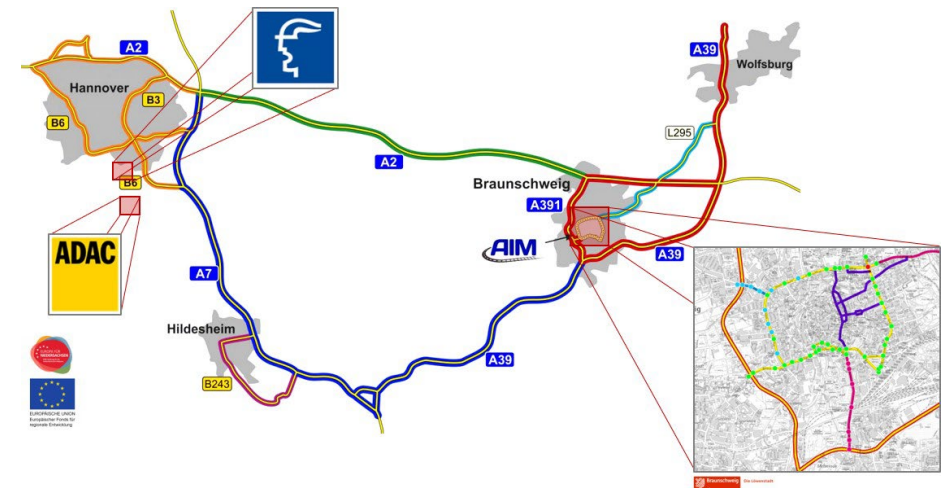
- Signal- und Erfassungstechnik – Wechselverkehrszeichen und vorhandene Erfassungstechnik
- Informationssysteme des Verkehrsmanagements – Sonderereignisse (z.B. Standstreifenfreigabe) und Verkehrslage



Serverbasierte Hintergrundsysteme – Datenmanagement und Daten-/Dienstebereitstellung



Kataster zum Testfeldzustand – Zustand des Testfeldes (u.a. zu Spurmarkierungen und Beschilderung)



Digitale Testfelder des DLR e.V. (DLR)

Beispiele der Testfeldnutzung im Forschungskontext der Verkehrssicherheit

■ Scenario Mining

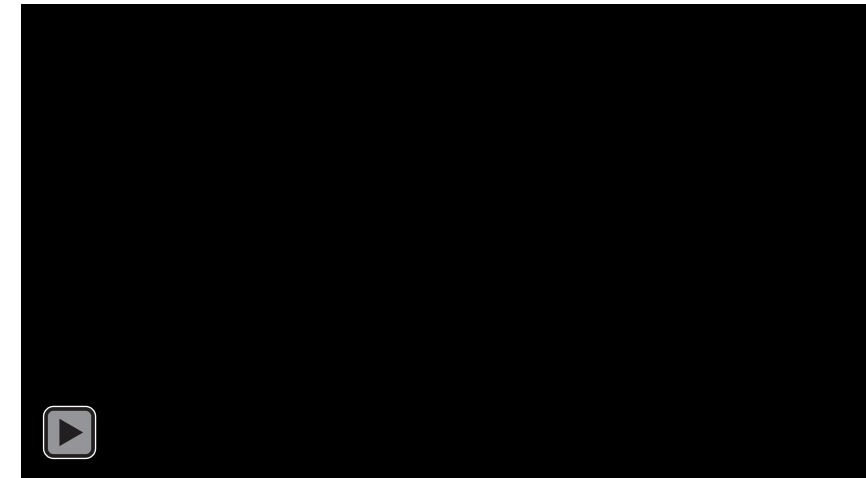
- Trajektoriengestützte Szenarienanalyse
- Automatisierte Erfassung von normalen, kritischen und atypischen Situationen
- Berechnung von spezifischen Metriken wie Post-Encroachment-Time (PET)
- Ziel: Modellierung und Wissensableitung

■ Grundlage für Entwicklung von automatisierten Fahrfunktionen

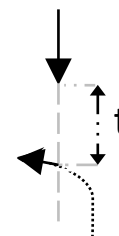
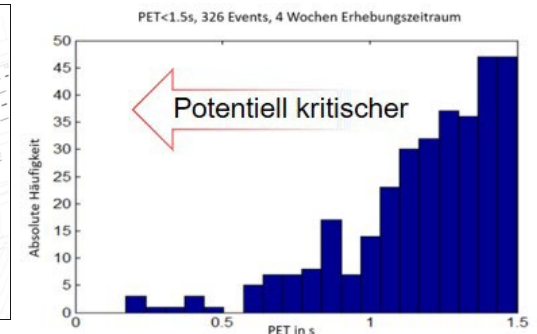
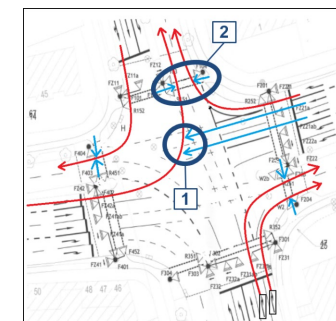
- Anforderungsermittlung
- Ground Truth für simulationsgestützte Entwicklung und Validierung

■ Realisierung von verteilten Systemfunktionen durch Verknüpfung der Dienste, z.B.

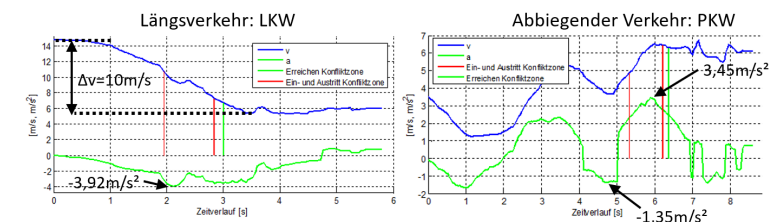
- Fußgänger- und Radfahrersicherheit (VRU)
- Infrastrukturelle Absicherung von AVF



Prinzip der trajektoriengestützten Szenarienanalyse (DLR)



Symbolhafte Darstellung der PET (DLR)



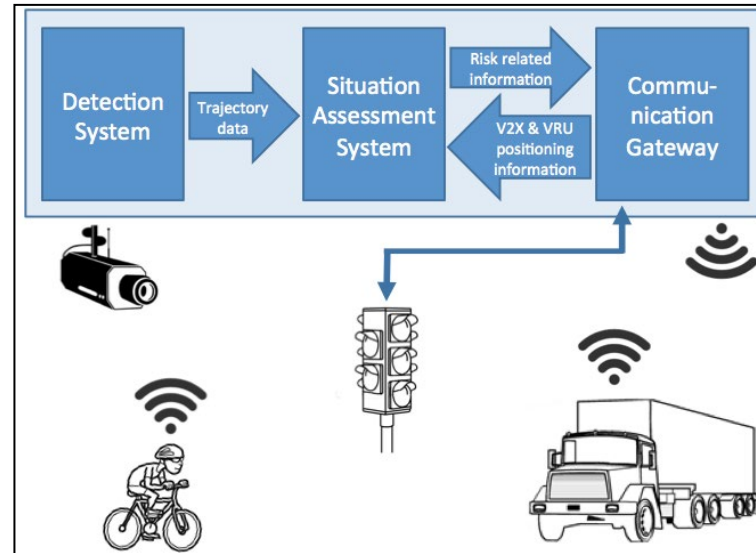
Beispiele für Einzel- und Verlaufsanalysen (DLR)

Intelligente Infrastruktur für kooperative Systemansätze

Beitrag zu VRU-Safety aus dem EU Projekt XCYCLE



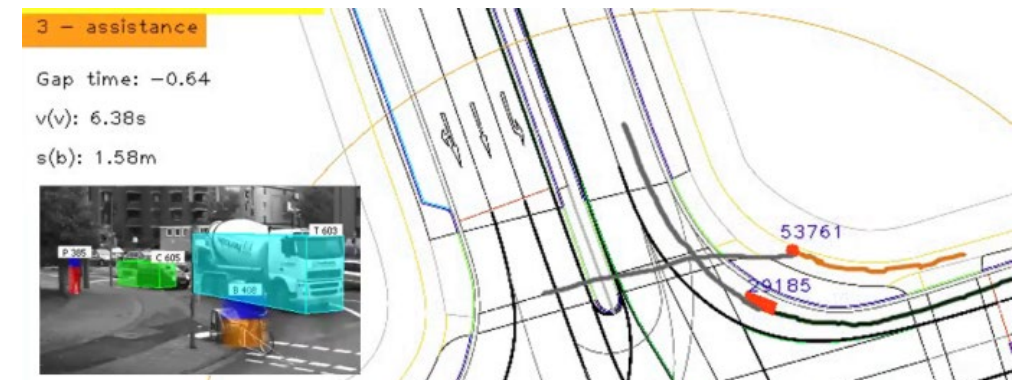
- Aufbau eines vernetzten Systemverbunds als infrastrukturell gestütztes Assistenzsystem
- Zusammenführung fahrzeug- und infrastruktureller Informationen in ein Gesamtlagebild
- Aufbau einer Risikoprädiktion für Rechtsabbiegerfall
- Austausch mit Verkehrsteilnehmern über Drahtloskommunikation (802.11p, ITS G5)
- Einbindung nicht instrum. Verkehrsteilnehmer über eine visuelle Signalisierung im Verkehrsraum (adapt. Schutzblinker)



Symboldarstellung des Systemkonzepts (XCYCLE)



Elemente des integrierten Demonstrators (XCYCLE)



Konfliktbehaftete Interaktion zwischen Rechtsabbiegern und Radfahrern (XCYCLE)

Zusammenfassung und Einordnung in den Kontext ländlicher Raum



- Merkmale eines digitalisierten Verkehrssystems
 - Vernetzung, Automatisierung und Kooperation
 - IT-gestützte und föderierte Plattformstrukturen
- Möglichkeiten eines digitalisierten Verkehrssystems
 - Innovative technologische Ansätze, u.a. zur Erhöhung der verkehrlichen Sicherheit
 - Nutzung verteilter Perzeption und maschineller Intelligenz
- Aktuell liegen urbane Räume im starken Fokus der Forschung und Entwicklung
 - insbes. automatisiertes und vernetztes Fahren
- Direkte Transferfähigkeit urbaner Wirkkonzepte in den ländlichen Raum eingeschränkt
 - Ländlicher Verkehrsraum besitzt eigene Rahmenbedingungen und Problemstellungen
 - Machbarkeit und Sinnhaftigkeit von Digitalisierungsansätzen in der Fläche
- Aber: Forschungsinstrumente für den Einsatz im ländlichen Raum sehr gut geeignet
 - z.B. mobile infrastr. Erfassung für die Analyse des Verkehrsgeschehens, Wirksamkeitsuntersuchungen etc.



Mobile Aufbauten im TF NDS (DLR)

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Kontakt:

Dr.-Ing. Sascha Knake-Langhorst

Tel.: +49 (531) 295-3474

Mail: sascha.knake-langhorst@dlr.de

