

Testfeld Niedersachsen für automatisierte und vernetzte Mobilität – Bausteine und Anwendungsmöglichkeiten

Prof. Dr. Frank Köster

Institut für Verkehrssystemtechnik



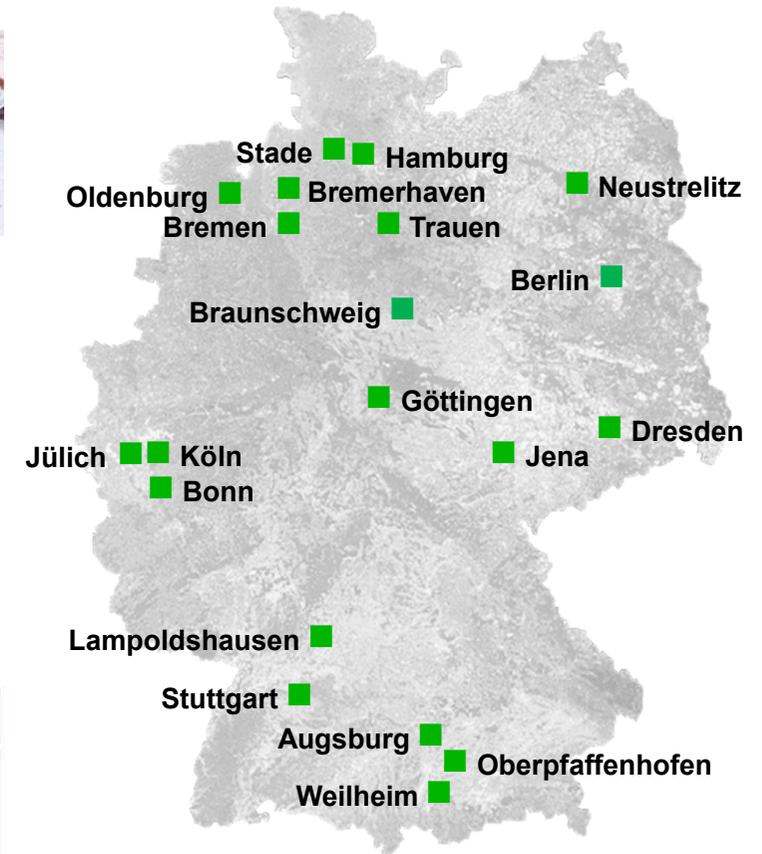
Wissen für Morgen



Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt



- Forschungseinrichtung, Raumfahrt-Agentur und Projektträger
- Mitglied der Helmholtz-Gemeinschaft
 - Luftfahrt / Raumfahrt / Energie / Verkehr
 - Sicherheit
- Circa 8.000 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter in mehr als 35 Instituten/Einrichtungen an 20 Standorten in Deutschland
- Büros in Brüssel, Paris, Tokio und Washington



Automatisierte und vernetzte Transportsysteme

Mobility—the easiest, fastest, surest kind possible—turns your world of tomorrow into an accessible and amicable place. The fret is removed from traffic and it is fun, not frustrating, to take short jaunts on a pad of air or to Sunday-drive down automatic highways. The General Motors Corporation exhibit in the Coliseum presents a preview of the fascinating changes coming in the automobile industry. You see now the full-size, experimental Firebird III. This pace-setter for the car of the future, proven in road tests, is thrust with a turbine engine. Its simple control stick accelerates, brakes and turns. Push the control forward and the Firebird III moves ahead; swing it left or right and the wheels turn; pull back and it brakes. The electronic guide system can rush it over an automatic highway while the driver relaxes. Although the Firebird III stands as the center attraction in the exhibit, you see other displays of the future. There is a model of the automatic highway, prototype of a stretch of experimental roadway which was built in New Jersey to demonstrate how electronics can steer cars and even stop them. This quarter-mile stretch of road has been received enthusiastically by officials, who predict that electronic mechanisms in the future can eliminate routine driving chores and make long distance highway travel safer and easier. The General Motors exhibit includes solar energy demonstrations and you may test your skill with sun-powered guns which activate parts of the display. Yet another exhibit reveals the principles of ground effect machinery, where objects are moved along a flat surface on a cushion of air. In the next century, more people will be going more places in fascinating new vehicles . . . and they'll go safely.

We're setting a course for the future . . . come along! The fully operational Firebird III space-age car is featured in our Coliseum Century 21 exhibition, plus automatic highways, solar and atomic-energy displays, a thermal engine, and other exhibits that make today tomorrow.

GENERAL MOTORS CORPORATION



Automatisierte und vernetzte Transportsysteme



Abbildung: acatech



Automatisierte und vernetzte Transportsysteme → Motivation mit Blick auf Straßenverkehr ^(1/3)

- Zielvorstellung: automatisiertes und vernetztes Fahren leistet Beiträge zur
 - Reduktion der Anzahl kritischer Ereignisse
 - Verbesserung des Verkehrsflusses
 - Handhabung geplanter und ungeplanter Vorfälle
 - Verringerung des Drucks auf Umwelt und Fahrer bzw. Nutzer
 - Entwicklung neuartiger Geschäftsmodelle mit hohem Kundennutzen
- Mit steigender Sichtbarkeit automatisierter und vernetzter Fahrzeugsysteme im Markt, steigen ebenfalls die messbaren Vorteile der Systeme.



Abbildung: acatech

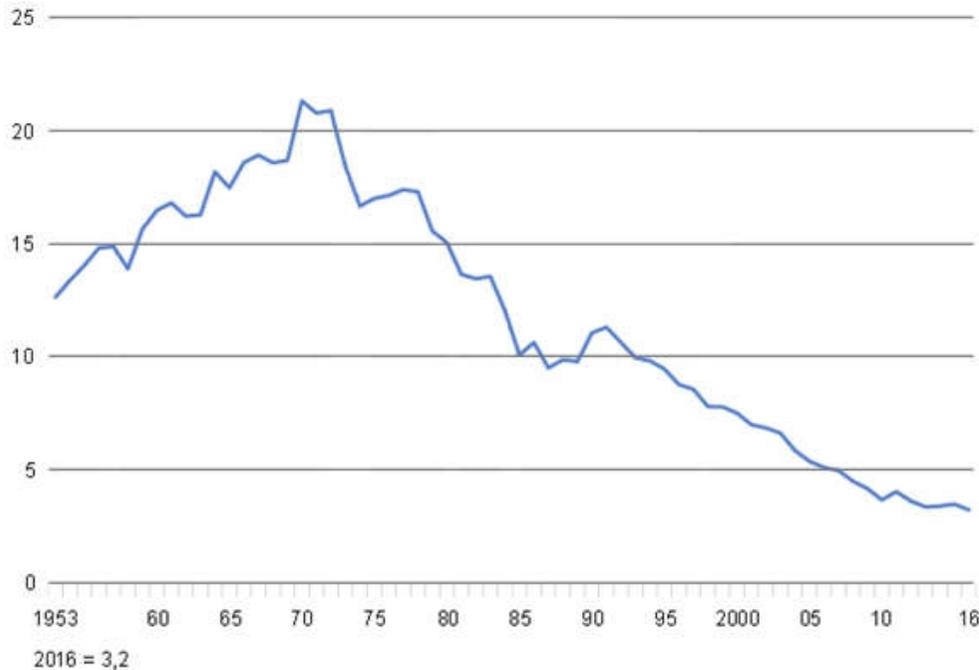


Automatisierte und vernetzte Transportsysteme → Motivation mit Blick auf Straßenverkehr ^(2/3)

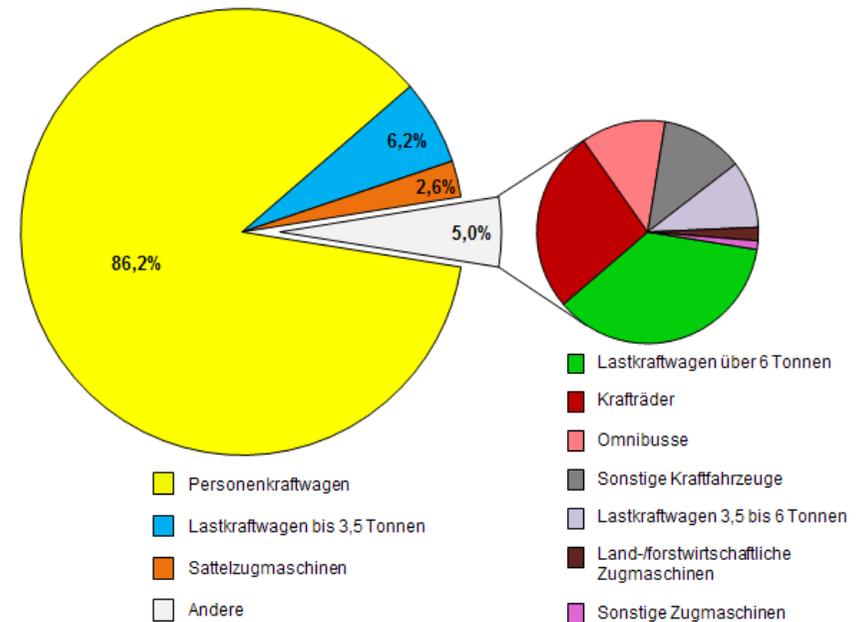
- Reduktion der Anzahl kritischer Ereignisse → Sicherheit

Entwicklung der Zahl der im Straßenverkehr Getöteten

Tsd.



Die jährliche Gesamtfahrleistung der in Deutschland zugelassenen Kraftfahrzeuge stieg im Jahr 2016 auf mehr als 725 Milliarden Kilometer – Gesamtfahrleistung aufgeschlüsselt nach Fahrzeugarten:

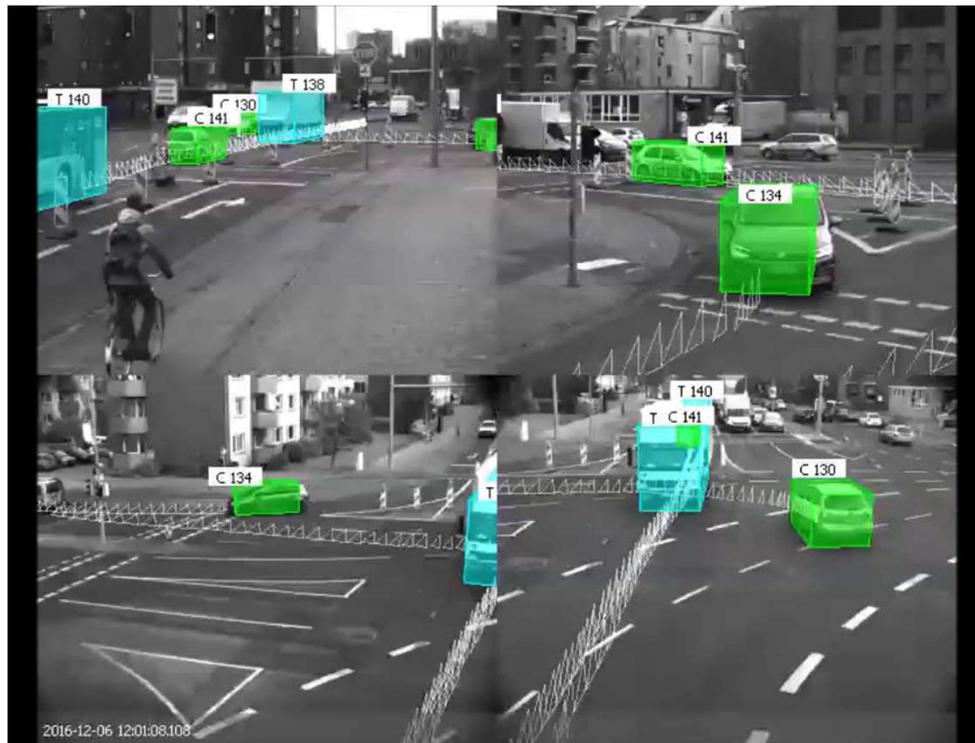


Anzahl der im Straßenverkehr Getöteten – vgl. Statistisches Bundesamt (2017)
 Jährliche Gesamtfahrleistung – vgl. Kraftfahrtbundesamt (2017)



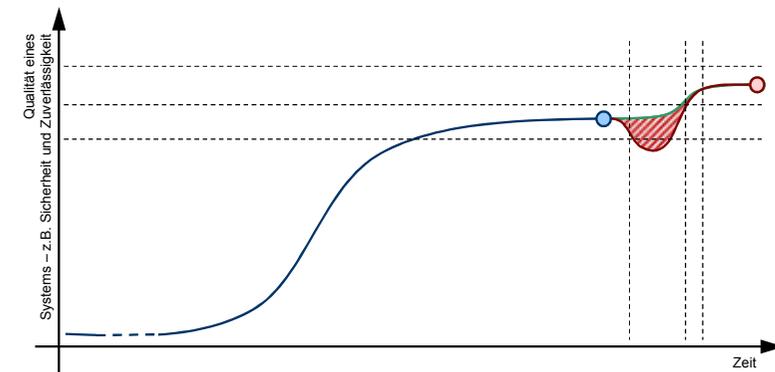
Automatisierte und vernetzte Transportsysteme → Motivation mit Blick auf Straßenverkehr ^(3/3)

- Reduktion der Anzahl kritischer Ereignisse → Sicherheit

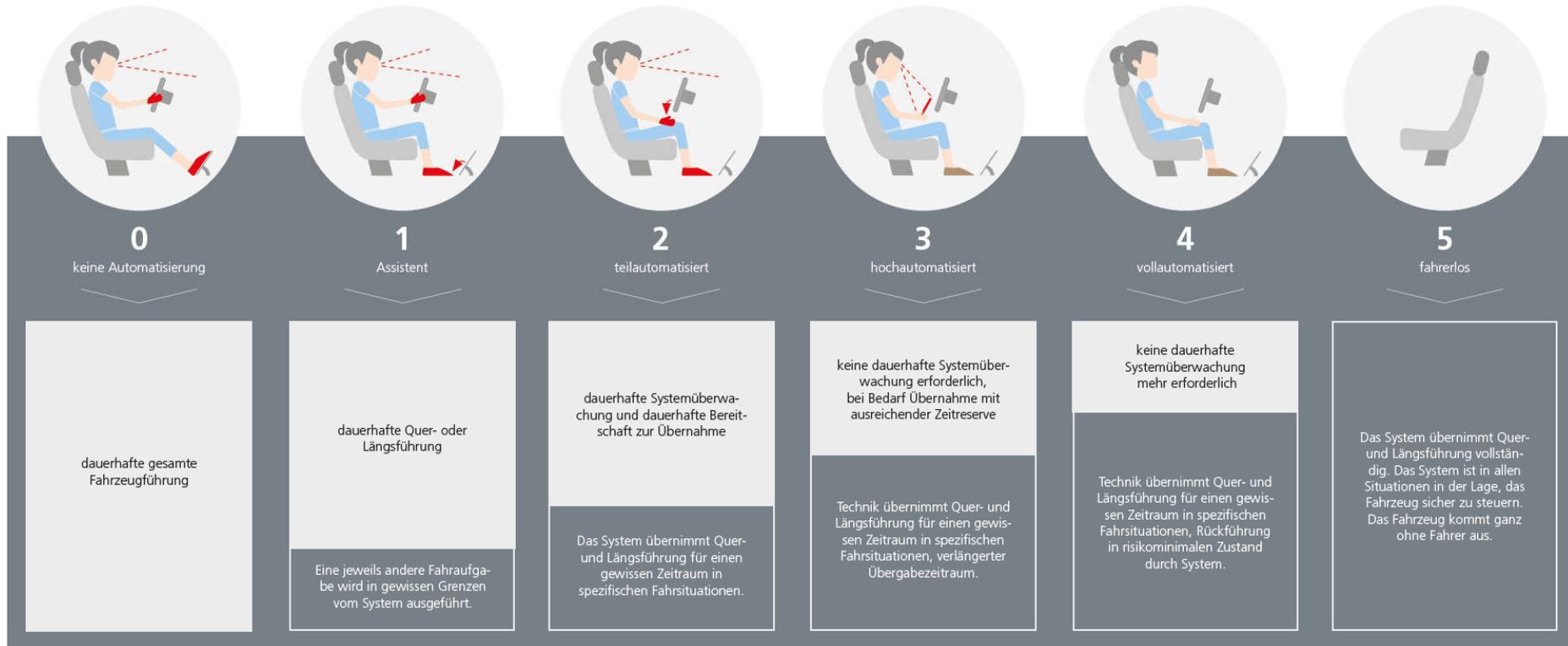


Automatisierung und Vernetzung von Fahrzeugen ist durchaus mehr als evolutionäre Fortschreibung etablierter Assistenz → neue Technologien zur Performance-Steigerung des Straßenverkehrs – Herausforderungen sind u.a.

- komplexe/komplizierte Technologiebausteine
- neue Konzepte zur Interaktion automatisierter und vernetzter Fahrzeuge mit anderen Verkehrsteilnehmern
- explizite Handhabung kooperativer Systemverbünde
- Umgang mit Mischverkehren und insbesondere nicht-normativen Verhaltensweisen im Straßenverkehr ...



Automatisierte und vernetzte Transportsysteme → verschiedene Stufen von Automation



(Quelle: DLR-Magazin, 2017)



Automatisierte und vernetzte Transportsysteme → verschiedene Stufen von Kooperation

- **Stufe a** – keine Kooperation
- **Stufe b** – Bereitstellung funktionspezifischer Daten/Information (Wahrnehmung ermöglichen); ggf. Nutzung ohne explizites Feedback an Sender
- **Stufe c** – Bereitstellung funktionspezifischer Daten/Information (Wahrnehmung ermöglichen); Integration in Lagebild des Empfängers und Feedback an Sender
- **Stufe d** – Stufe c + kooperativer Aufbau von Lagebild (ggf. inklusive Interpretation bzw. Plausibilitätsprüfung) mit dem Ziel eines gemeinsamen Lagebildes
- **Stufe e** – Stufe d + kooperatives Planen bei fester Zielstruktur (hier ist ggf. eine Differenzierung nach Ebenen der Fahraufgabe sinnvoll (strategisch / taktisch / operativ))
- **Stufe f** – Stufe d + kooperatives Planen bei beweglicher Zielstruktur (hier ist ggf. eine Differenzierung nach Ebenen der Fahraufgabe sinnvoll (strategisch / taktisch / operativ))



Arbeitsergebnis bzw. Diskussionsvorschlag: AG Vernetztes Fahren des Runden Tisches des BMVI (2017)



Automatisierte und vernetzte Transportsysteme → verschiedene Verkehrsräume

- Autobahnen
- Ausgewählte Bereiche in urbanen Räumen
- Parkflächen / -Häuser
- etc.

- Gestaltung von Hubs bzw. Micro Hubs als
Grundlage für Modewechsel
→ intermodale Mobilität





Anwendungsplattform für intelligente Mobilität (AIM)

Eine Stadt als Plattform für anwendungsorientierte Forschung und Entwicklung im Bereich intelligenter Mobilitätsdienste

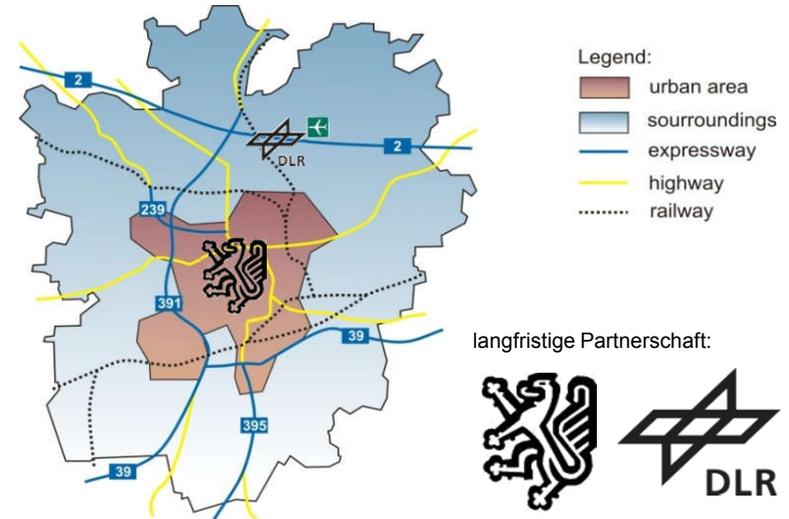
Diese besitzt wesentliche Anteile im realen Umfeld einer Stadt sowie ausgewählter umliegender Regionen, spezielle Teststrecken und ein leistungsfähiges Instrumentarium zur Simulation und Beeinflussung großräumiger (z.B. Verkehrsflüssen) und mikroskopischer (z.B. Fahrsimulationen) Aspekte von Verkehr/Mobilität.

Wesentliches Strukturierungsmerkmal sind (aktuell 23) Dienste

Referenzstrecken
 Daten/Karten, Modelle und Szenarien →
 Simulation
 Verkehrsflussdaten der Region BS
 Prüfstände und Fahr simulatoren
 Modulares Mock-up

Teststrecken
 Referenzstrecken
 Testfelder und Feldtests – insbesondere Testinfrastruktur
 Hochpräzise Ortung im Stadtgebiet BS
 Virtuelle Verkehrsmanagementzentrale

Fahrzeugflotte
 Verkehrsmanagementplattform / Verkehrsdatenplattform
 Fahrleistungsdatenbank
 NDS-Plattform
 Einbindung an Verkehrsmanagement und Dienste-Plattformen
 Mobilitätsdienste





Anwendungsplattform für intelligente Mobilität (AIM)

Eine Stadt als Plattform für anwendungsorientierte Forschung und Entwicklung im Bereich intelligenter Mobilitätsdienste



Wesentliches Strukturierungsmerkmal sind (aktuell 23) Dienste

Referenzstrecken d...
 F...
 S...
 S...
 Verkehrsflussdaten der Region BS
 Modular and Scal...
 Modulares Mock-l...

Daten/Karten, Modelle und Szenarien → Simulation

Prüfstände und Fahr simulatoren

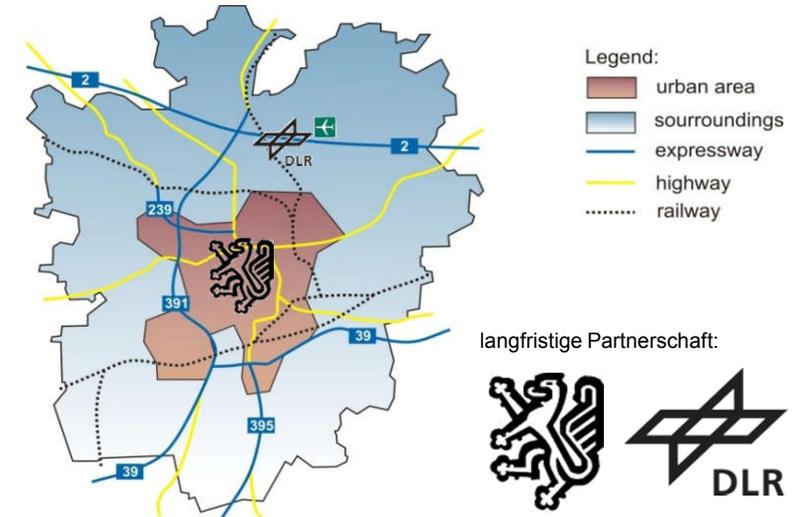
...m for ITS Components

Teststrecken
 Referenzstrecke...
 Testfelder und Feldtests – insbesondere Testinfrastruktur
 Hochpräzise Ortung im Stadtgebiet BS
 Virtuelle Verkehrsmanagementzentrale

Fahrzeugflotte
 Verkehrsmanagementplattform / Verkehrsdatenplattform
 Fahrleistungsdatenbank
 NDS-Plattform
 Einb...
 Mobi...

Fahrzeugflotte

Anbindung an Verkehrsmanagement und Dienste-Plattformen



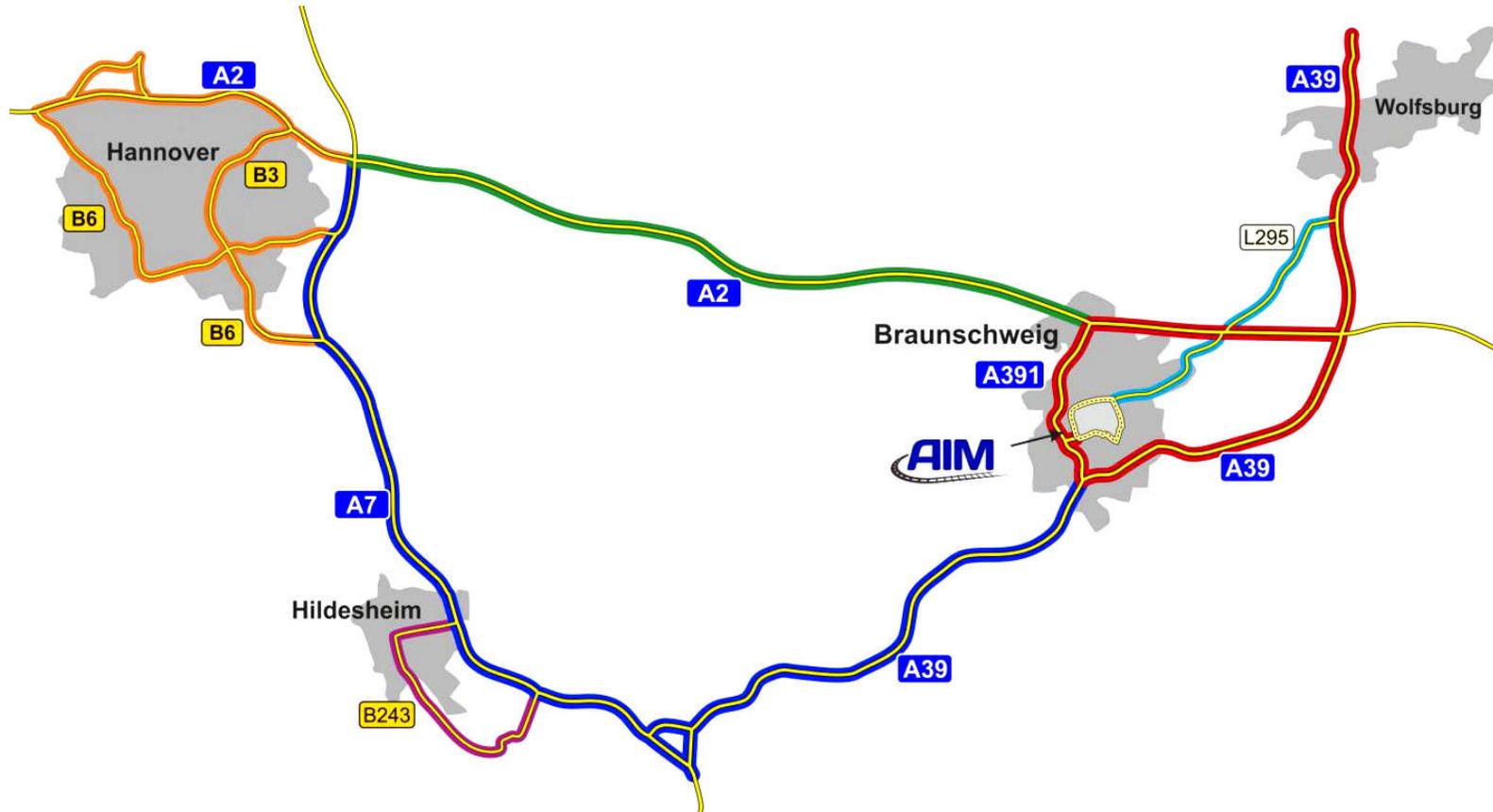
langfristige Partnerschaft:

Niedersächsisches Ministerium für Wirtschaft, Arbeit und Verkehr
 Niedersächsisches Ministerium für Wissenschaft und Kultur



Testfeld Niedersachsen

Baut auf praxiserprobten Bausteinen aus AIM auf (2016 ... 2018 ...)



Testfeld Niedersachsen – Dienste-Cluster / Bausteine

Baut auf praxiserprobten Bausteinen aus AIM auf (2016 ... **2018** ...)



Erfassungstechnik – Fahrzeuge, weitere Objekte und Umwelt



Kommunikationstechnik – Car2X über Mobilfunk und WLAN



Karten – hochgenaue und aktuelle Karten



Szenarien und Modelle – Szenariobeschreibungen und ausgewählte Modelle bzw. Simulationen (z.B. Fahr- und Verkehrssimulationen)



Schnittstellen

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



Hintergrundsysteme – Datenmanagement und Daten-/Dienstebereitstellung



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



Testfeld Niedersachsen – Erfassungstechnik ^(1/2)

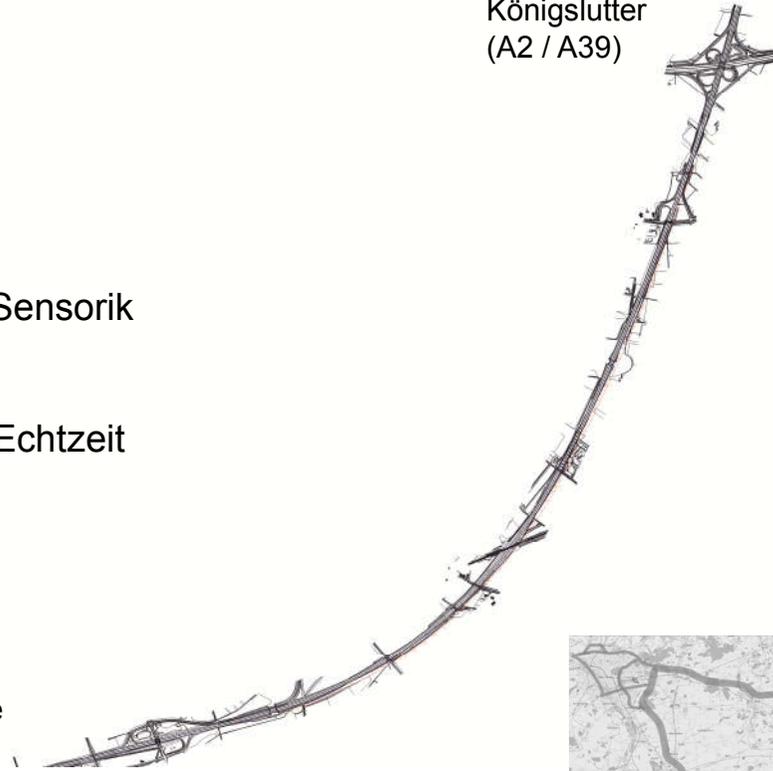
Baut auf praxiserprobten Bausteinen aus AIM auf (2016 ... **2018** ...)



- **Streckenabschnitt auf der A39** – voraussichtlich Kreuz Wolfsburg/Königslutter bis Anschlussstelle Cremlingen
 - Streckenlänge ca. 7 km
 - 7 Segmente mit jeweils ca. 1 km Länge
 - Jedes Segment besitzt 10 Masten, die mit jeweils geeigneter Sensorik (insbesondere Kamera) ausgerüstet werden
 - lokale Datenaggregation pro Segment / Datenverarbeitung in Echtzeit
 - Anbindung über Architektur bzw. Komponenten aus AIM an Hintergrundsystem

Kreuz Wolfsburg/
Königslutter
(A2 / A39)

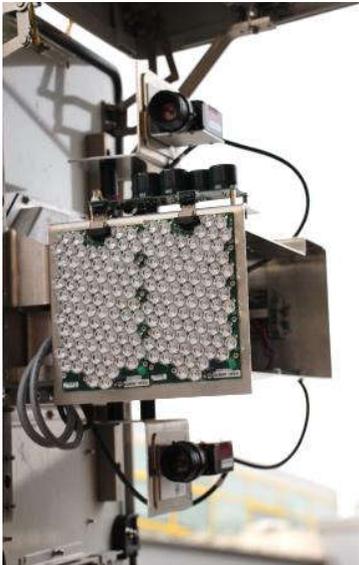
Anschlussstelle
Cremlingen
(A39)



Testfeld Niedersachsen – Erfassungstechnik ^(2/2)

Baut auf praxiserprobten Bausteinen aus AIM auf (2016 ... **2018** ...)

- Technologieerprobung im Oktober 2017



Testfeld Niedersachsen – Kommunikationstechnik ^(1/2)

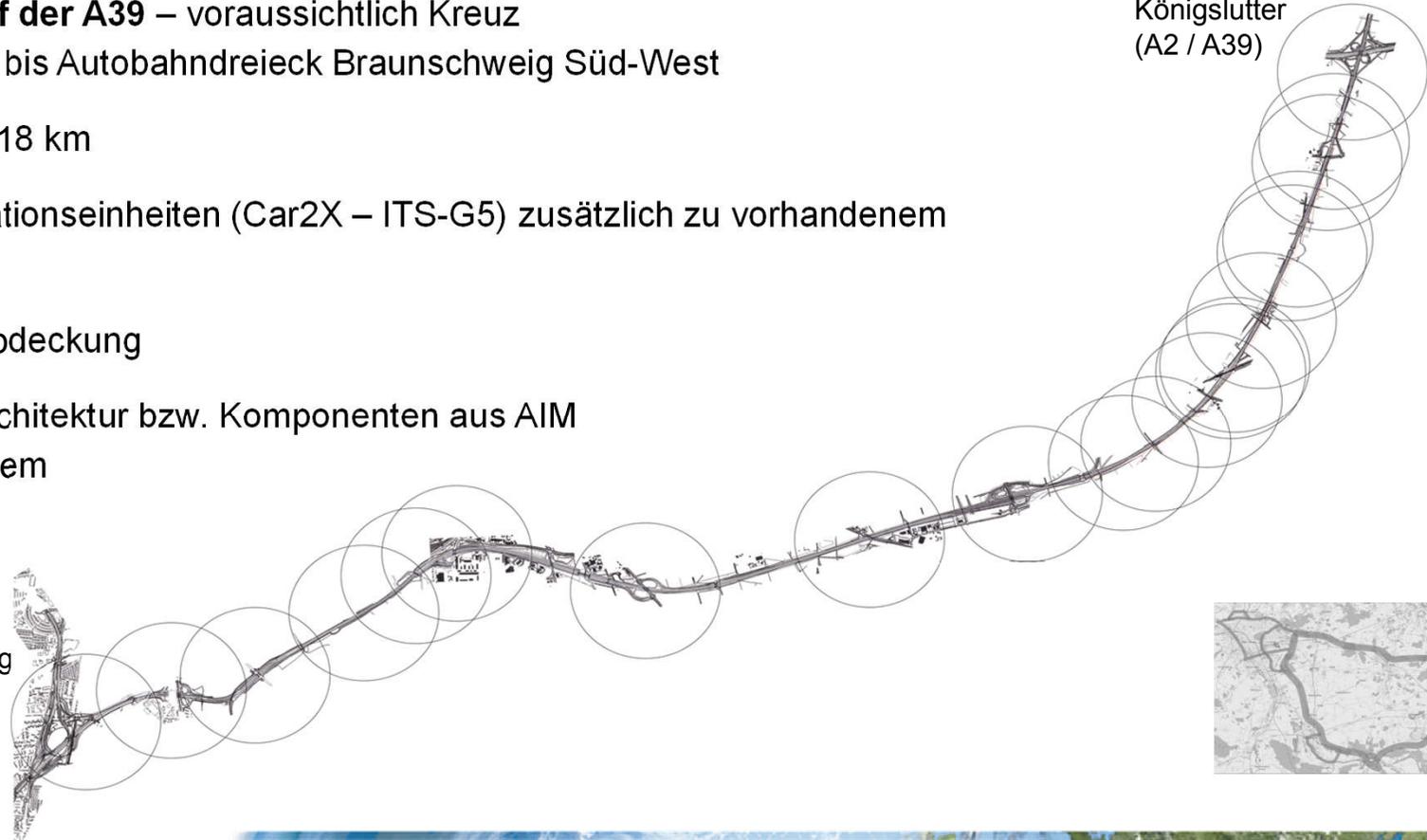
Baut auf praxiserprobten Bausteinen aus AIM auf (2016 ... **2018** ...)



- **Streckenabschnitt auf der A39** – voraussichtlich Kreuz Wolfsburg/Königslutter bis Autobahndreieck Braunschweig Süd-West
 - Streckenlänge ca. 18 km
 - Ca. 20 Kommunikationseinheiten (Car2X – ITS-G5) zusätzlich zu vorhandenem Mobilfunk
 - Annähernd volle Abdeckung
 - Anbindung über Architektur bzw. Komponenten aus AIM an Hintergrundsystem

Kreuz Wolfsburg/
Königslutter
(A2 / A39)

AD Braunschweig
Süd-West
(A39 / A391)



Testfeld Niedersachsen – Kommunikationstechnik ^(2/2)

Baut auf praxiserprobten Bausteinen aus AIM auf (2016 ... **2018** ...)

- **Technologieerprobung im Feld aktuell laufend**



Testfeld Niedersachsen – Karten

Baut auf praxiserprobten Bausteinen aus AIM auf (2016 ... **2018** ...)

- **Hochgenaue und aktuelle Karten** werden über Hintergrundsystem für Simulationen (z.B. OpenDRIVE) und Realfahrten (z.B. NDS) zur Verfügung gestellt
 - Karten enthalten topographische und topologische Informationen über die Straße, Verkehrszeichen und die Infrastruktur
 - Die Vermessung als Grundlage zur Erstellung der Karten erfolgt nach dem Road2Simulation-Ansatz
 - Die Infrastrukturdaten dienen nicht nur zur Visualisierung sondern können auch als hochgenau georeferenzierte Landmarken genutzt werden
- Begonnen wird in Modulen 1 und 4 – die weiteren Module werden im Anschluss ergänzt.



Testfeld Niedersachsen – Szenarien und Modelle

Baut auf praxiserprobten Bausteinen aus AIM auf (2016 ... **2018** ...)

- **Streckenführung und Umfeldmodell des Testfeldes** werden zur Verfügung gestellt für
 - Fahrsimulationen
 - Verkehrssimulationen
 - simulationsbasierte Prüfstände etc.
- Verkehrssimulationen werden inklusive Parametrisierungen zur Verfügung gestellt – verkehrliche Charakteristika im Testfeld können so bereits in simulationsbasierten (Vor-)Erprobungen (z.B. im OpenSCENARIO-Format) durchgeführt werden.



Testfeld Niedersachsen – Schnittstellen

Baut auf praxiserprobten Bausteinen aus AIM auf (2016 ... **2018** ...)

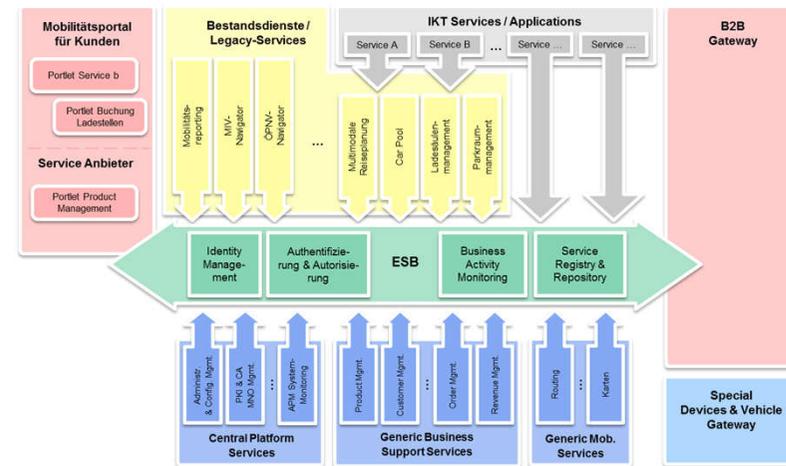
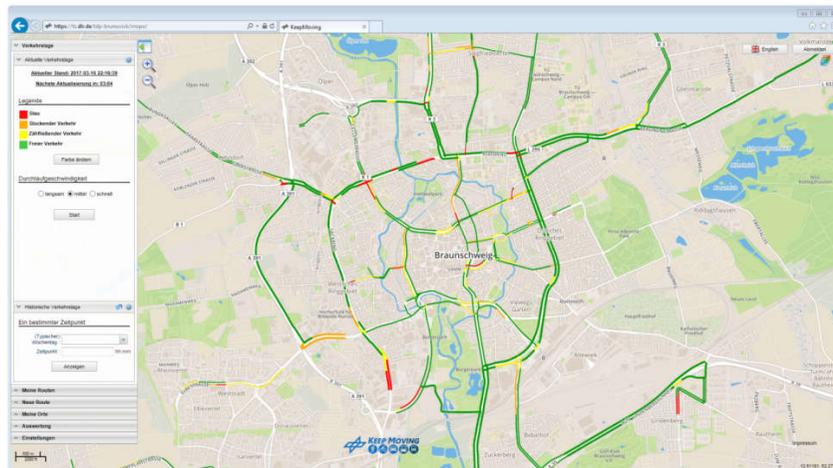
- **Schnittstellen zur Signal- und Erfassungstechnik** – Schnittstellen zum Verkehrsmanagement – insbesondere Status der Wechselverkehrszeichen und Daten aus vorhandener Erfassungstechnik werden verfügbar gemacht.
- **Schnittstellen zu Informationssystemen** – Schnittstellen zum Zugriff auf Sonderereignisse (z.B. Standstreifenfreigabe und (Wander-)Baustellen) und Informationen zur vorliegenden Verkehrslage etc.



Testfeld Niedersachsen – Hintergrundsysteme und Kataster

Baut auf praxiserprobten Bausteinen aus AIM auf (2016 ... 2018 ...)

- **Hintergrundsystem** basierend auf AIM-Backend bzw. IKT-Plattform für Speicherung und Management von Testfelddaten sowie die Daten- und Informationsbereitstellung.



- **Kataster relevanter Verkehrsinfrastruktur** wird aufgebaut und gepflegt Schäden und z.B. fehlende Spurmarkierungen in relevanten Bereichen des Testfeldes werden im Kataster dokumentiert.



Testfeld Niedersachsen – Aufbauprinzipien

Baut auf praxiserprobten Bausteinen aus AIM auf (2016 ... 2018 ...)

- **Bedarfsgerechter Aufbau** – ermittelt in Zusammenarbeit mit Industrie und wissenschaftlichen Einrichtungen
- **Ausstattung des Testfeldes mit Augenmaß** – z.B. keine flächendeckende Ausstattung mit Erfassungstechnik notwendig
- **Berücksichtigung von Standards** – existierende Standards werden aufgegriffen, wie z.B.
 - Schnittstellenspezifikation des Mobilitäts-Daten-Marktplatz (BAST)
 - NDS
 - OpenDRIVE / OpenSCENARIO
- **Etablierte Lösungen bevorzugen** – Testfeldaufbau greift praxiserprobte Komponenten aus AIM auf (insbesondere mit dem Ziel der Steigerung von Zuverlässigkeit und Qualität)
- **Umsetzung hoher Datenschutzstandards** – Aufgreifen von Konzepten aus der Anwendungsplattform Intelligente Mobilität (AIM)



Testfeld Niedersachsen – Kernpartner





AIM & Testfeld Niedersachsen

Nutzungsmöglichkeiten / Anwendungssituationen

– Verschiedene Klassen – u.a.

– Anforderungsermittlung / Systemverstehen	Exploration
– Funktionskonzeption	Machbarkeit / Lösungsfindung und Synthese / Exploration
– Funktionsentwicklung	
– Funktionsdemonstration	
– Erprobung	
– Test	Verifikation und Validierung / Integrationsfähigkeit darstellen
– Wirkung	
– Akzeptanz	
– Aufbau von Referenzimplementierungen und Piloten	Standardisierung / Integrationsfähigkeit darstellen
– Information (Politik / Gesellschaft)	Information / Kommunikation





AIM & Testfeld Niedersachsen – Anwendungssituationen

Bereitstellung von Ground-Truth Daten

- Ermittlung und Charakterisierung normativer und nicht-normativer Verhaltensweisen
 - Identifikation relevanter kritischer Szenarien
 - Datengrundlage zum Aufbau von Modellen (→ Validierung) – inklusive Fehlverhalten
 - Bewertung der Leistungsfähigkeit von Versuchsträgern
 - kritische Situationen aufgrund externer Zustände und Verhaltensweisen
 - kritische Situationen aufgrund des Zustands und Verhaltens automatisierter Fahrzeuge
 - Situationserfassung, Antizipations- und Prädiktionsfähigkeit automatisierter Fahrzeuge
- KI-orientierte bzw. datenzentrierte Forschung
- Bereitstellung zuverlässiger Echtzeitinformationen zu Verkehrsobjekten und zum Verkehrsgeschehen
 - Aufbau kooperativer Systemverbände aus Fahrzeugen und infrastrukturseitigen Systemen
- etc.

Exploration
Machbarkeit / Lösungsfindung und Synthese / Exploration
Verifikation und Validierung / Integrationsfähigkeit darstellen
Standardisierung / Integrationsfähigkeit darstellen
Information / Kommunikation



AIM & Testfeld Niedersachsen – Anwendungssituationen ITS-G5-basierte Kommunikation aus Infrastruktur heraus



- Aufbau kooperativer Systemverbände aus Fahrzeugen und infrastrukturseitigen Systemen – z.B. Kommunikation verkehrlicher Informationen (u.a. Baustellen und Stau)
 - Stufe 0 – keine Kooperation
 - Stufe 1 – Bereitstellung funktionspezifischer Daten/Information (Wahrnehmung ermöglichen); ggf. Nutzung ohne explizites Feedback an Sender
 - Stufe 2 – Bereitstellung funktionspezifischer Daten/Information (Wahrnehmung ermöglichen); Integration in Lagebild des Empfängers und Feedback an Sender
 - Stufe 3 – Stufe 2 + kooperativer Aufbau von Lagebild (ggf. inklusive Interpretation bzw. Plausibilitätsprüfung) mit dem Ziel eines gemeinsamen Lagebildes
 - Stufe 4 – Stufe 3 + kooperatives Planen bei fester Zielstruktur (ggf. ist Differenzierung nach Ebenen der Fahraufgabe sinnvoll)
 - Stufe 5 – Stufe 3 + kooperatives Planen bei beweglicher Zielstruktur (ggf. ist Differenzierung nach Ebenen der Fahraufgabe sinnvoll)
- Augmentierung (→ Erweiterung der Realität) von ITS-G5-Ausstattung für reale Fahrzeuge
 - Echtzeitinformationen zu Verkehrsobjekten (reale Objekte) und zum Verkehrsgeschehen werden in Hintergrundsystem „augmentiert“
 - Kommunikation der Fahrzeuge wird über infrastrukturseitige Car2X-Komponenten simuliert
- etc.

Exploration

Machbarkeit / Lösungsfindung und Synthese / Exploration

Verifikation und Validierung / Integrationsfähigkeit darstellen

Standardisierung / Integrationsfähigkeit darstellen

Information / Kommunikation





AIM & Testfeld Niedersachsen – Anwendungssituationen

Simulationsbasierte Werkzeuge bzw. Werkzeugketten

- Simulationsbasierte Vorbereitung von Felderprobungen

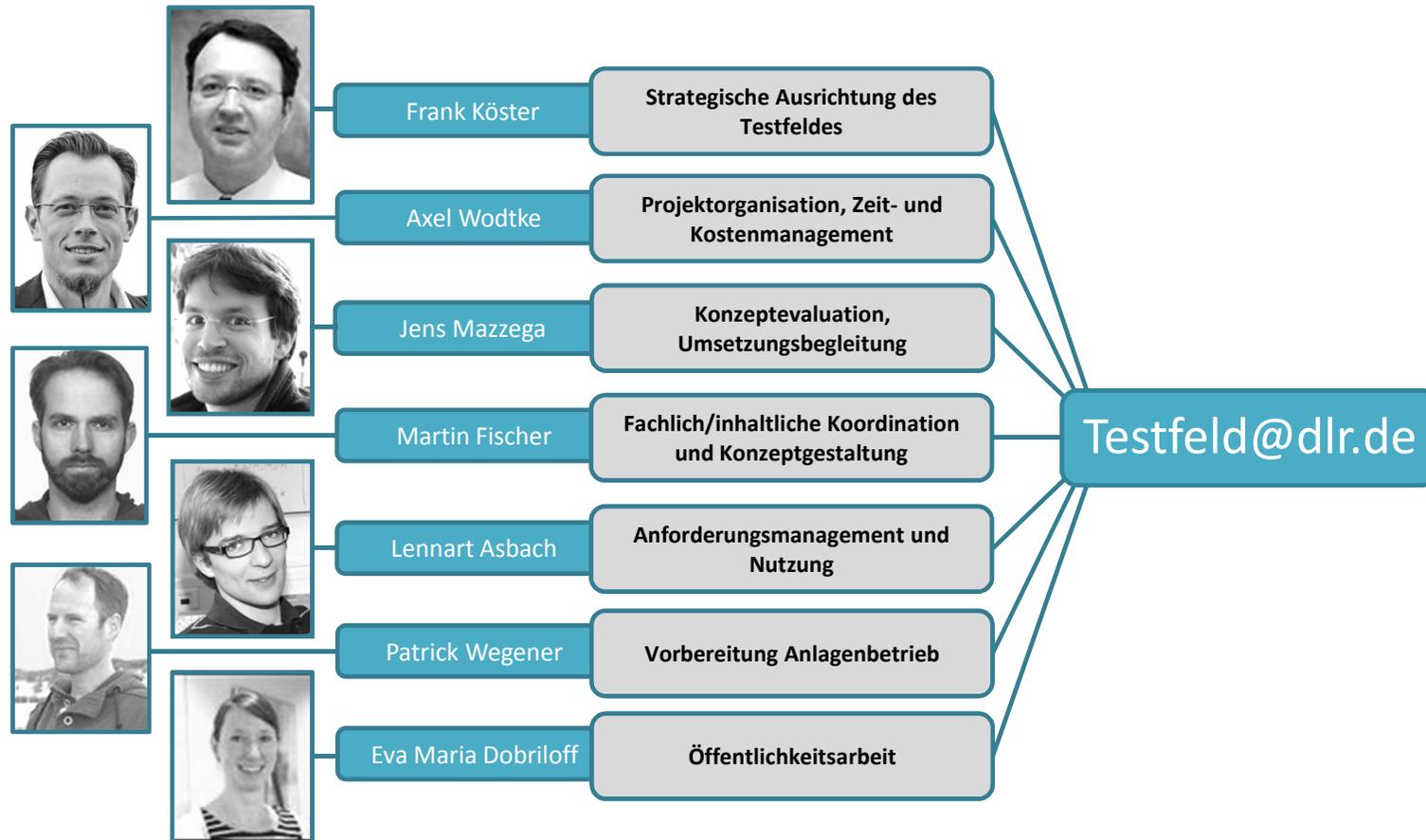


- Simulationsbasiertes Entwickeln und Testen
- Generieren synthetischer Szenarien bzw. Daten
- etc.

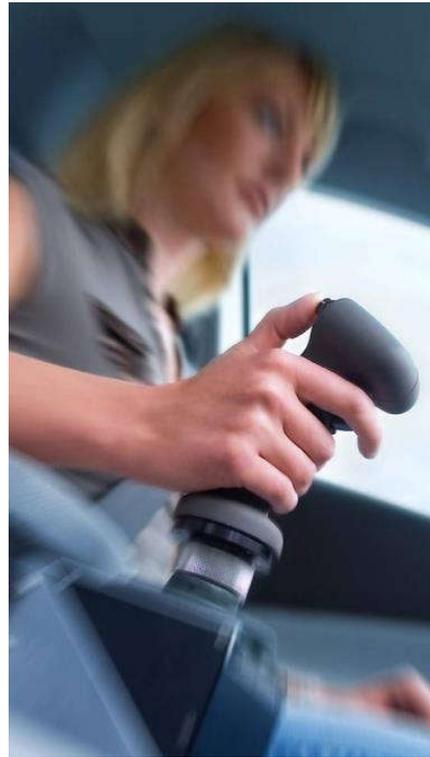
Exploration
Machbarkeit / Lösungsfindung und Synthese / Exploration
Verifikation und Validierung / Integrationsfähigkeit darstellen
Standardisierung / Integrationsfähigkeit darstellen
Information / Kommunikation



AIM & Testfeld Niedersachsen – Kontakt



Danke für die Aufmerksamkeit ...



Kontakt

Prof. Dr. Frank Köster
Institut für Verkehrssystemtechnik
Lilienthalplatz 7
38108 Braunschweig
Frank.Koester@dlr.de

