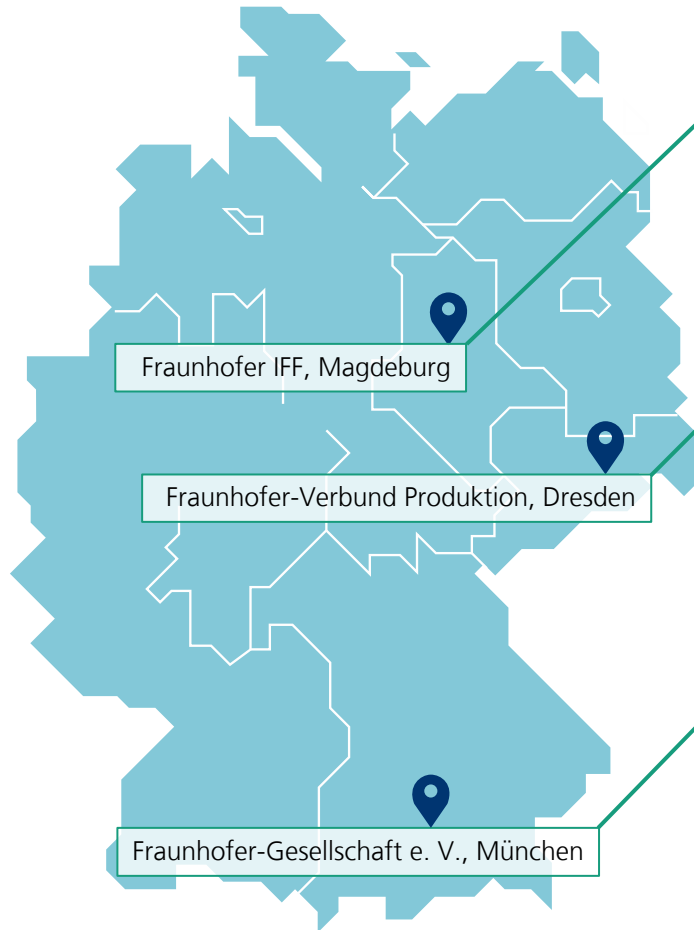


Innovation im Verkehr: V2X – Die Zukunft des vernetzten Fahrens

Dipl.-Inf. Tobias Kutzler, Fraunhofer IFF Magdeburg
29. September 2023, Radebeul, JUG Saxony Days

Wir sind Fraunhofer

Gemeinsam. Vernetzt. Zukunftsorientiert.



Der Fraunhofer-Verbund Produktion

ist Technologie- und Forschungspartner für Unternehmen, die »Industrie 4.0« Wirklichkeit werden lassen wollen. Gemeinsam gestalten wir die Zeitenwende hin zu Digitalisierung und Automatisierung. Unser Ziel: Forschung für nachhaltige Entwicklungen im Sinne ökologisch intakter, ökonomisch erfolgreicher und sozial ausgewogener Wertschöpfungsketten.

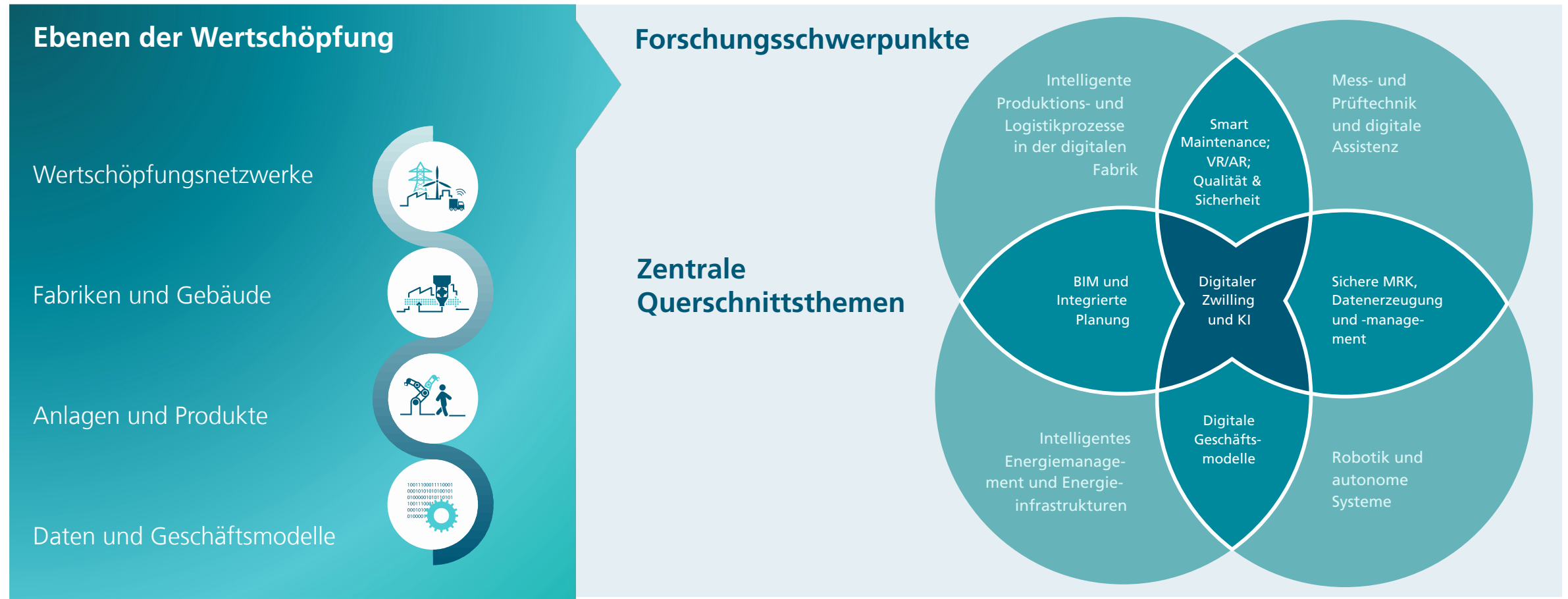
Der Fraunhofer-Verbund Produktion

ist eine Kooperation von 11 Fraunhofer-Instituten, die mit rund 2.300 Mitarbeitenden produktionsorientiert forschen. Dabei wird der gesamte Wertschöpfungsprozess betrachtet und durch die neuesten Erkenntnisse aus den Bereichen Produktions-, Ingenieurwissenschaften und Informatik geleitet.

Die Fraunhofer-Gesellschaft

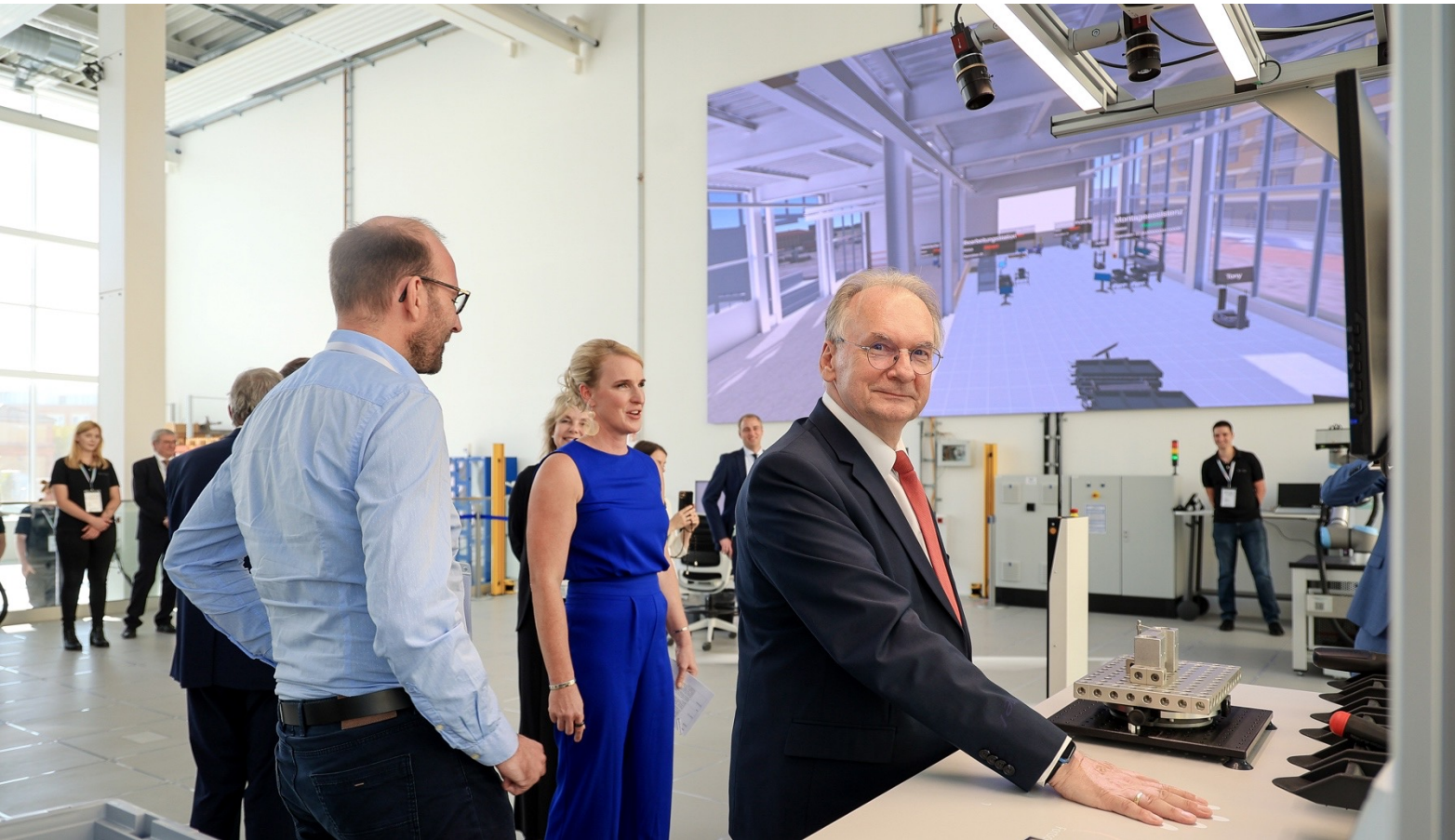
ist mit mehr als 30.000 Mitarbeitenden in 76 Instituten die weltweit führende Organisation für anwendungsorientierte Forschung. Mit einem Forschungsvolumen von 2,9 Mrd. Euro aus Vertragsforschung fokussiert sie auf zukunftsrelevante Schlüsseltechnologien. Die Verwertung der Ergebnisse in der Wirtschaft spielen eine zentrale Rolle im Innovationsprozess. Sie ist Wegweiser und Impulsgeber für die Gestaltung unserer Zukunft.

Das Fraunhofer IFF unterstützt branchenübergreifend bei der Gestaltung effizienter, flexibler, nachhaltiger und sicherer Wertschöpfungsprozesse



Elbfabrik

Forschungs- und Demonstrationsfabrik im Magdeburger Wissenschaftshafen

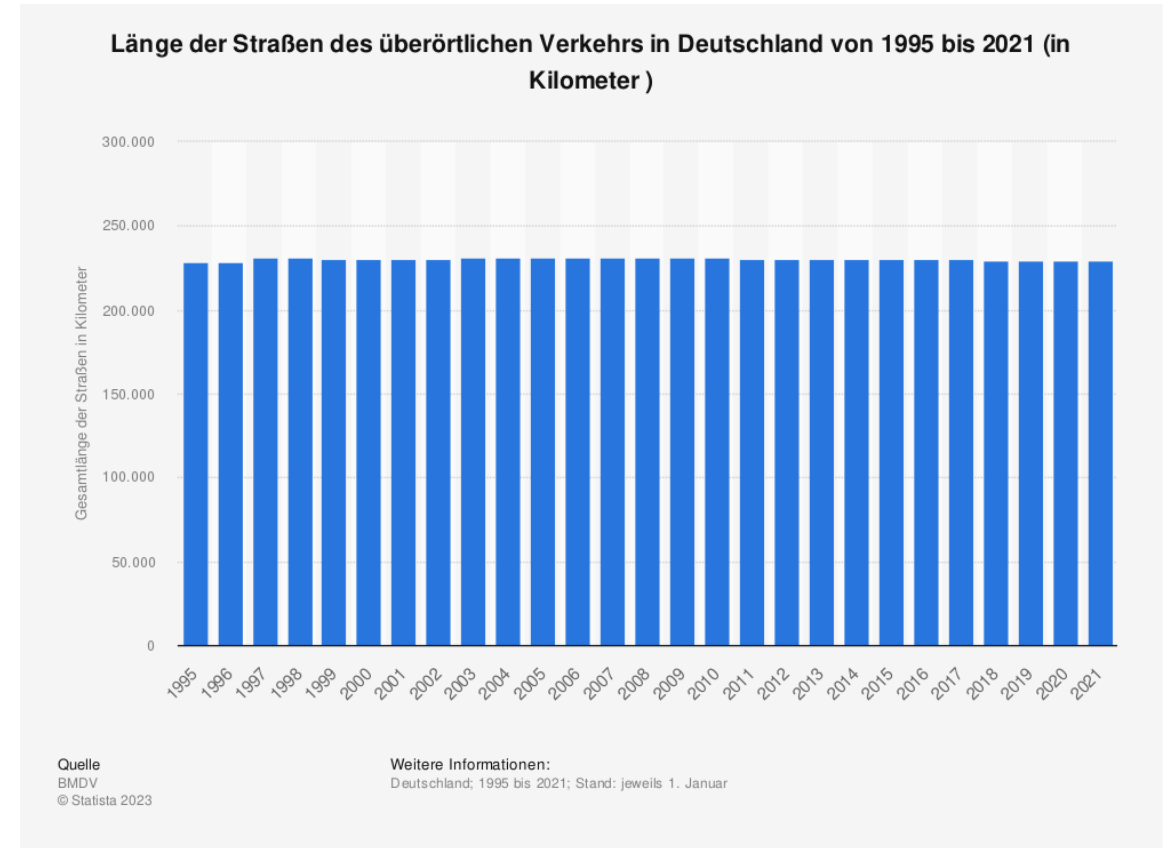
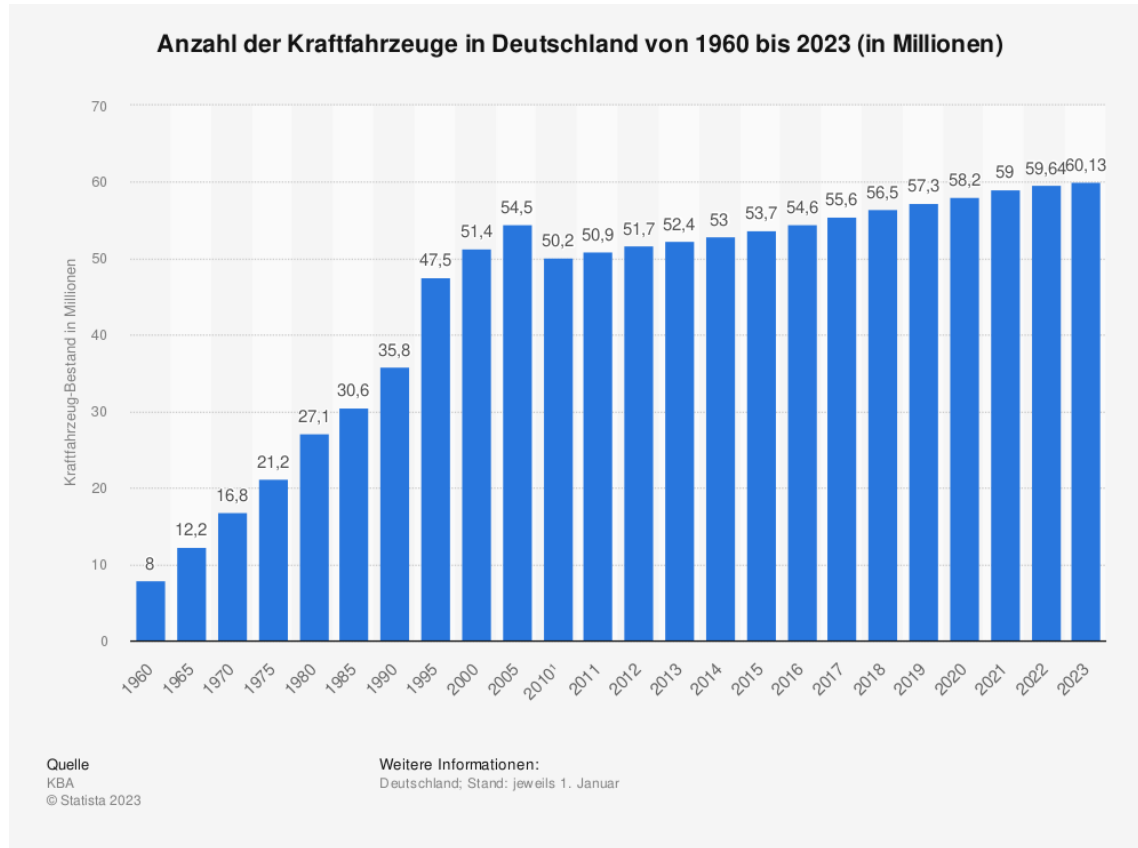


Forschung für die resiliente Produktion

1. Spitzentechnologie für den Mittelstand, schnell in die Anwendung gebracht
2. Abbildung des gesamten Produktionszyklus, von der digitalen Entwicklung über die Produktion und die Instandhaltung bis zum intelligenten Energiemanagement
3. Entwicklung innovativer Geschäftsmodelle
4. Erweiterung des Virtual Development and Training Center um 1.100 qm neue Laborflächen / 500 qm neue Büroflächen
5. Fördermix aus Beiträgen des EFRE, des Bundes, des Landes Sachsen-Anhalt und Eigenleistungen der Fraunhofer Gesellschaft e.V.

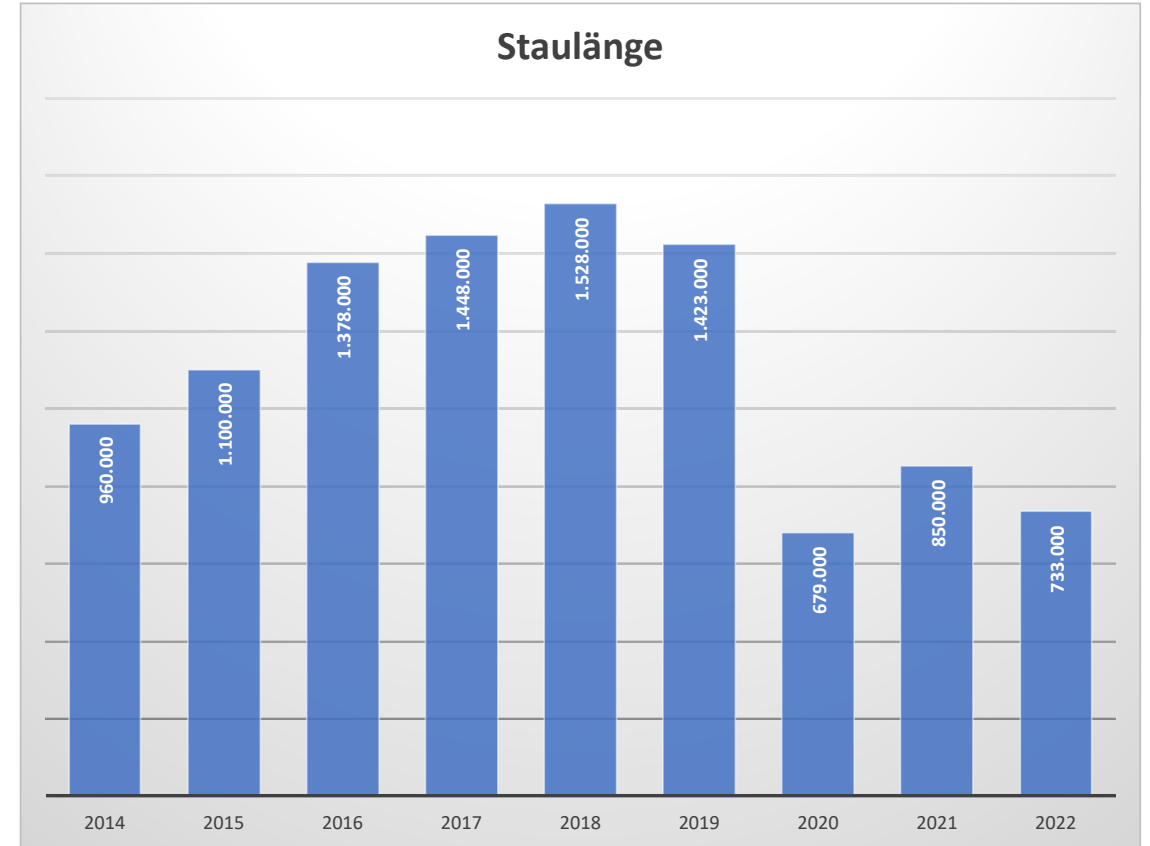
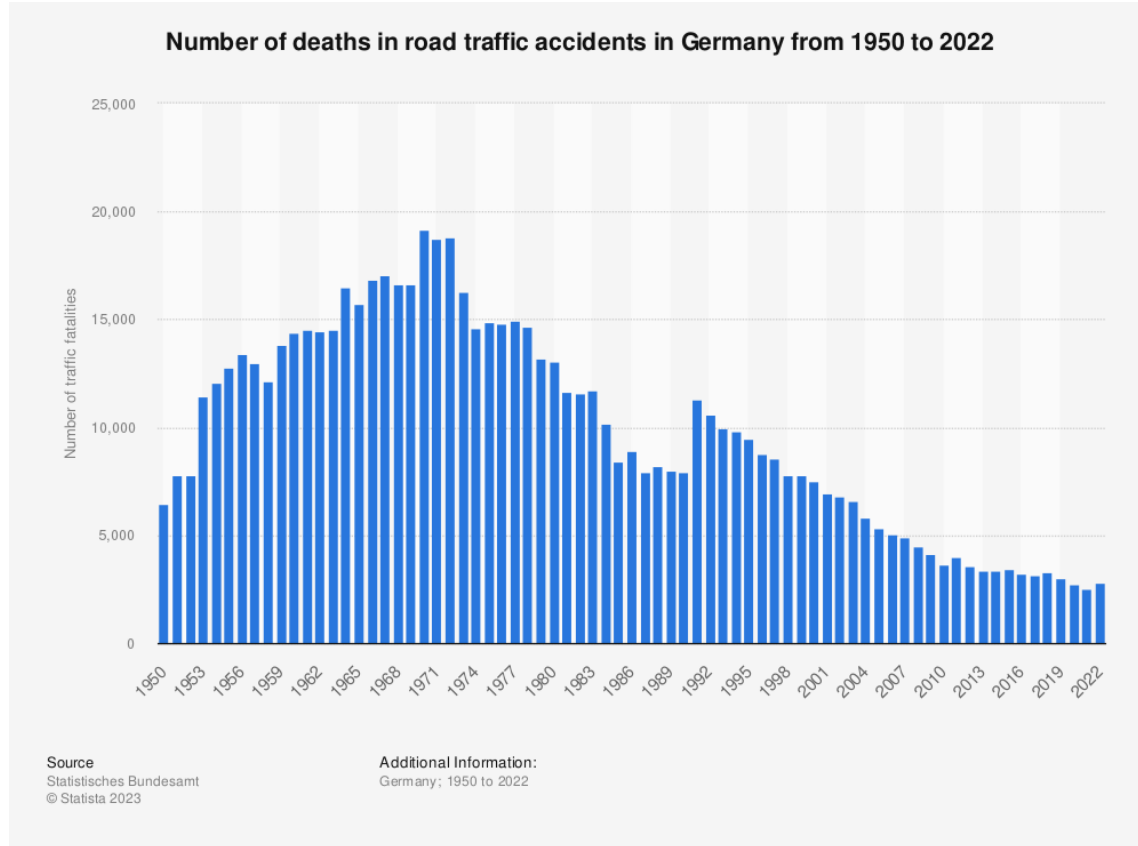
Einführung

Ein paar Statistiken



Einführung

Ein paar Statistiken



ADAC. (2. Februar, 2023). Staulänge auf Autobahnen in Deutschland von 2002 bis 2022 (in Kilometer) [Graph]. In Statista. Zugriff am 25. Oktober 2023, von <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/200201/umfrage/gesamte-staulaenge-auf-autobahnen-in-deutschland/>

Innovationen und Ideen

Beispiele der letzten 100 Jahre

Ampel

Erste Ampel in Deutschland: 1924 am Potsdamer Platz

Verkehrsfunk und RDS → Stauinfo

Navigationssysteme mit Stauinfo: TMC (Traffic Message Channel)

Telematiklösungen für Spediteure → Disposition und Steuerung der Fahrzeugflotte

Abstandsradar (2000)

Spurhalteassistent – passiv (ohne Lenkeingriff), aktiv (mit Lenkeingriff)

Handlungsfelder

Lösungsansätze und weitere Entwicklungen

Intelligente Verkehrssysteme Gesetz

- Einführung intelligenter Verkehrssysteme im Straßenverkehr
- Schnittstellen zu anderen Verkehrsträgern
- Nutzung von Informations- und Kommunikationstechnologien

Vernetztes Fahren

- Kommunikation zwischen Fahrzeugen oder zwischen Infrastruktur und Fahrzeugen
- Austausch verkehrsbezogener Informationen per Funk

Automatisiertes Fahren

- Fahrzeugführung in speziellen Situationen → Assistenzfunktion

Autonomes Fahren

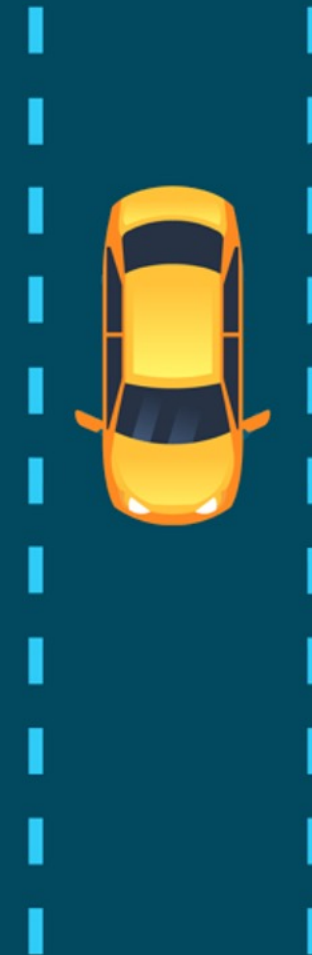
- Fahrerlos → komplett eigenständige Steuerung

Technologie

Stand der Technik

Sicherheitsgurte, Airbag, ABS, ESP oder Assistenzsysteme wie ACC

- Aktive Sicherheitssysteme → direkter Eingriff in Fahrzeugdynamik
- Kenntnisse der Umgebung jedoch hilfreich → Sensorik und Informationsaustausch
- Hier Fokus auf Informationsaustausch



designed by  freepik.com

Technologie

V2X – was ist das überhaupt

V2X – Vehicle to everything

Spezifizierung:

- V2V (Vehicle to Vehicle) – Kommunikation nur zwischen Fahrzeugen
- V2I (Vehicle to Infrastructure) – Kommunikation nur zwischen Fahrzeug und Infrastruktur
- V2X (Vehicle to X) – Kommunikation mit Fahrzeugen und Infrastruktur

Synonyme Begriffe analog der obigen: Car2Car oder Car2Infrastructure bzw. Car2X



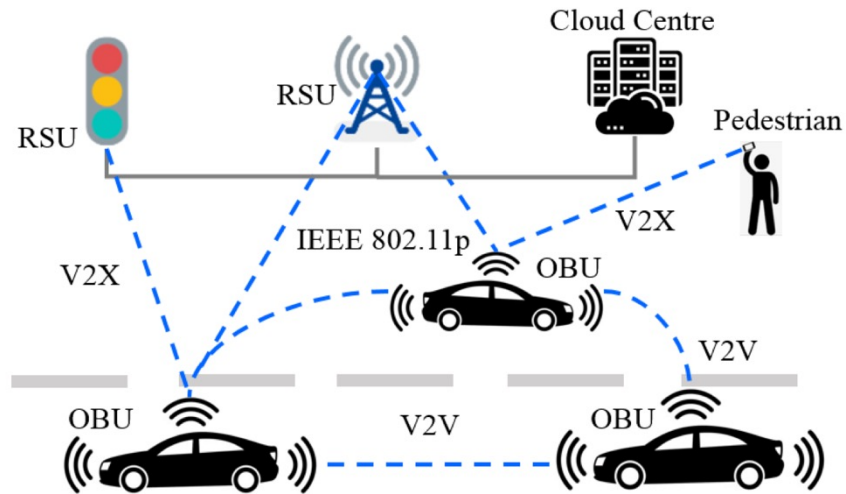
Technologie

Zwei Lösungsansätze

ITS-G5 für die V2X-Kommunikation

Europäischer Standard ITS-G5 auf Basis des IEEE-Standards 802.11p (2004)

- WLAN-ähnlicher Datenübertragung
- Anpassung an Anforderungen für V2X

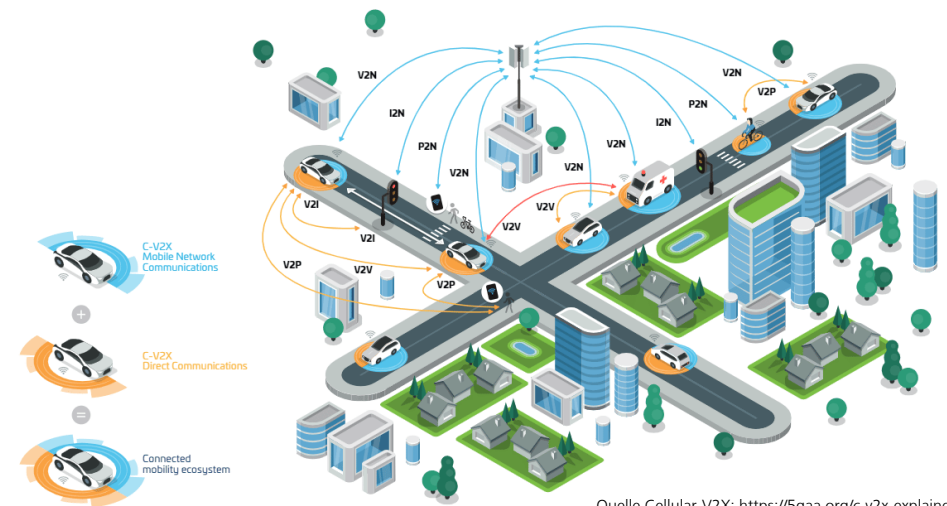


<https://hpcn.exeter.ac.uk/iucc2021/proceedings/pdfs/IUCC-CIT-DSCI-SmartCNS2021-40WP54zLa9Wagib9WOs48p/666700a537/666700a537.pdf>

5G und LTE-V2V (Cellular V2X)

Internationaler Standard basierend auf LTE/5G (Cellular V2X)

- Nutzung der traditionellen Struktur des Mobilfunknetzes
- Kommunikation und Verbindung innerhalb Mobilfunkzellen
- Erweiterung: direkte Kommunikation über LTE/5G-Komponenten in Fahrzeugen oder Infrastruktur



Quelle Cellular-V2X: <https://5gaa.org/c-v2x-explained/>

Technologie

Zwei Lösungsansätze – ihre Gemeinsamkeiten und Unterschiede

ETSI ITS-G5 für die V2X-Kommunikation

Vorteile

- Explizit entwickelt für Anwendung bei V2X
- Adhoc WLAN – schnelle Einwahl und Datenübertragung
- Direkte Kommunikation zwischen Teilnehmern und Komponenten
- Studien zeigen bessere Performance bei mittlerer und hoher Verkehrsdichte (insbesondere bei aperiodischen Meldungen variabler Länge)
- kostenlos

Nachteile

- Infrastrukturkomponenten müssen nachgerüstet werden → Aufwand und Kosten (inkl. Herausforderungen an Datenübertragung)
- Reichweite begrenzt

5G und LTE-V2V (Cellular V2X)

Vorteile

- Nutzung existierender Technologie sowie bereits in Fahrzeugen und Infrastruktur verbauter Technik
- größere Reichweite

Nachteile

- Primär mobilfunkzellenbasiert und Kommunikation darauf ausgerichtet
- Erreichbarkeit und Abdeckung nicht immer gewährleistet
- Aktualisierung der Infrastrukturkomponenten für Kompatibilität erforderlich
- Begrenzung hinsichtlich Teilnehmern in Mobilfunkzellen und Bandbreite
- Ggf. Kosten für Nutzung

Technologie

Security

Fahrzeuge senden Daten per Broadcast

Je nach Frequenz und Art der Daten sehr viele Daten

Wie Unterscheidung, ob korrekte bzw. valide Daten?

→ Lösung: Zertifikate

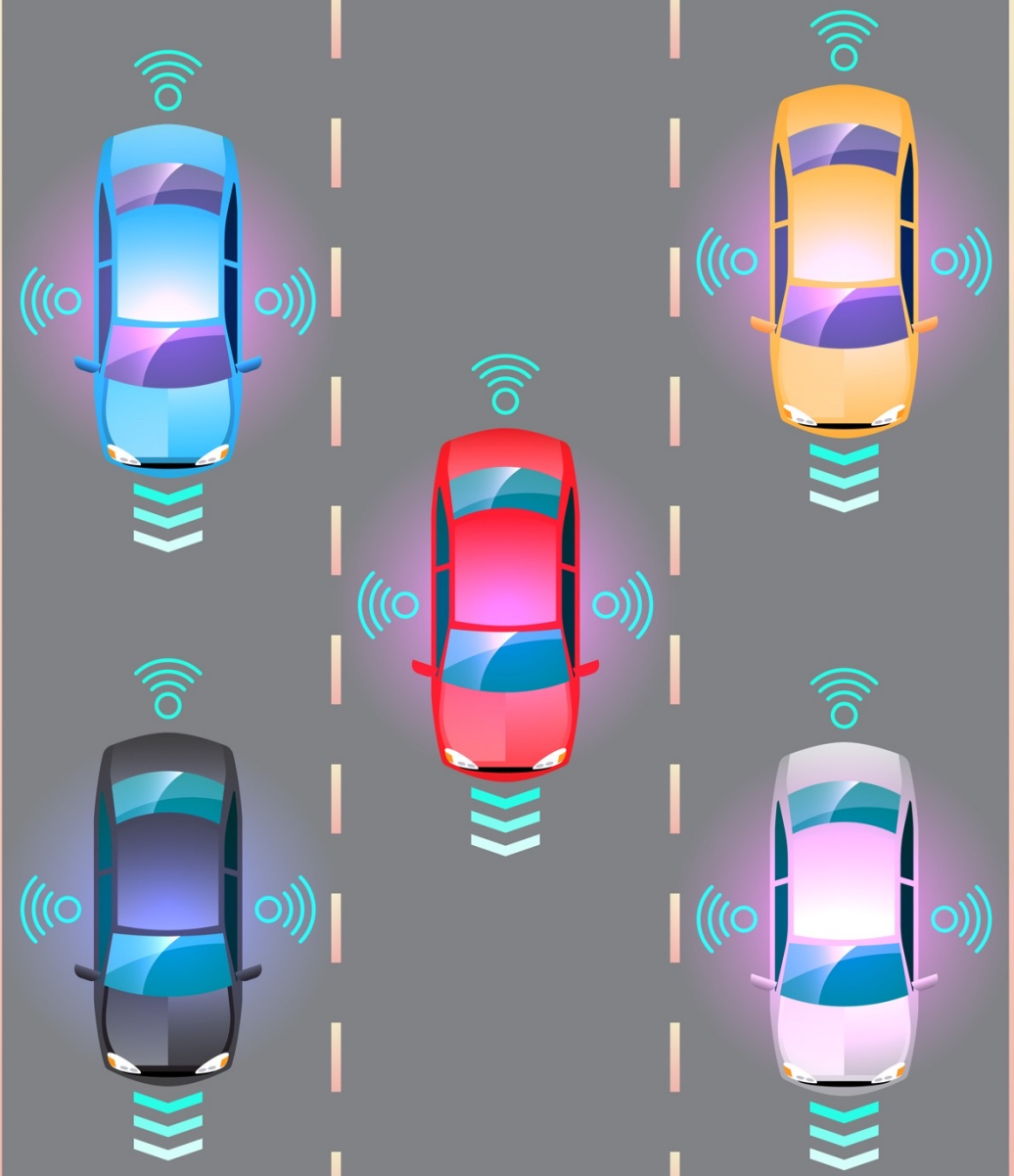
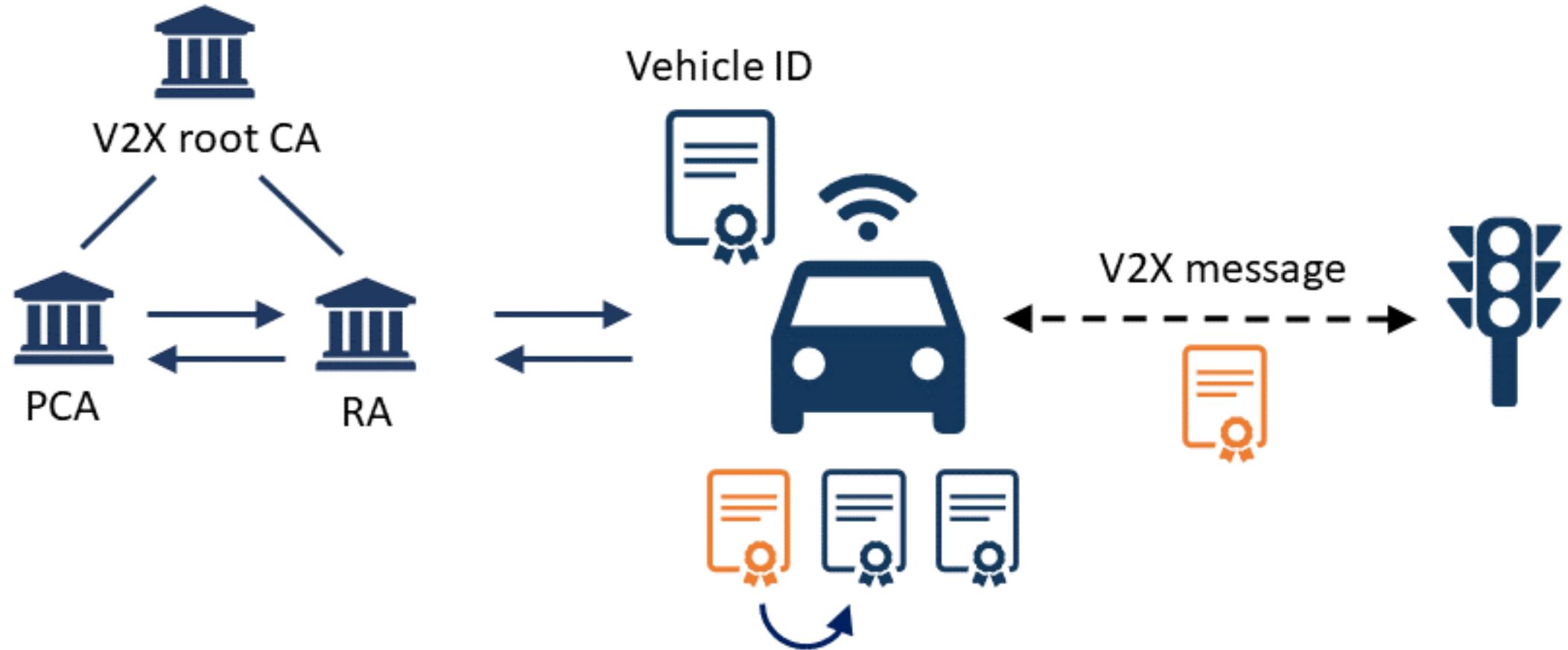


Image by jcomp on Freepik

Technologie

Security



<https://doc.nexusgroup.com/display/PUB/Identities+for+vehicle-to-everything++V2X+PKI>

Technologie

Messages – DENM und CAM

Decentralized Environmental Notification Message (DENM)

Spezifische Informationen über Gefahren und Ereignisse in der Umgebung des Fahrzeugs

Versand: bei Ereignis

- **Event-Typ:** Eine Kennung, die den Typ des Ereignisses oder der Gefahr angibt
- **Ereignisdaten:** Informationen über das Ereignis oder die Gefahr, wie Position, Art des Ereignisses, Zeitdauer usw.
- **Fahrzeugdaten:** Informationen über das eigene Fahrzeug, wie Geschwindigkeit, Position, Richtung usw.
- **Zusätzliche Informationen:** Zusätzliche Details oder Beschreibungen des Ereignisses oder der Gefahr
- **Zeitstempel:** Ein Zeitstempel, der angibt, wann die Nachricht erstellt wurde.

Cooperative Awareness Message (CAM)

Informationen über das Fahrzeug und seine Umgebung

Versand: zyklisch (z.B. 10Hz)

- **TemporaryID:** Eine eindeutige Kennung für das Fahrzeug.
- **Fahrzeugdaten:** Informationen über das Fahrzeug, wie Geschwindigkeit, Position, Beschleunigung, Richtung usw.
- **Umgebungsdaten:** Informationen über die Umgebung des Fahrzeugs, wie Straßenzustand, Sichtverhältnisse, Hindernisse usw.
- **Statusinformationen:** Informationen über den aktuellen Zustand des Fahrzeugs, wie Blinker, Bremsen, Lichter usw.
- **Zeitstempel:** Ein Zeitstempel, der angibt, wann die Nachricht erstellt wurde.

Technologie

V2X Use Cases

Einteilung nach Car2Car Consortium (ETSI ITS-G5)

- Vehicles Coordination
- Intersection Crossing Assist
- Partial and high automation
- Advanced warning and information
- Agricultural specific use cases

Einteilung nach 5G Automotive Association (5GAA) (C-V2X)

- Safety
- Vehicle Operations Management
- Convenience
- Autonomous driving
- Platooning
- Traffic efficiency and Environmental friendliness
- Society and Community

Technologie

Beispiele

<https://www.youtube.com/watch?v=YPCAtCJGaU0>

<https://www.youtube.com/watch?v=YokekT9r9sM>

Entwicklung

Forschungsprojekte & Testfelder – Auswahl

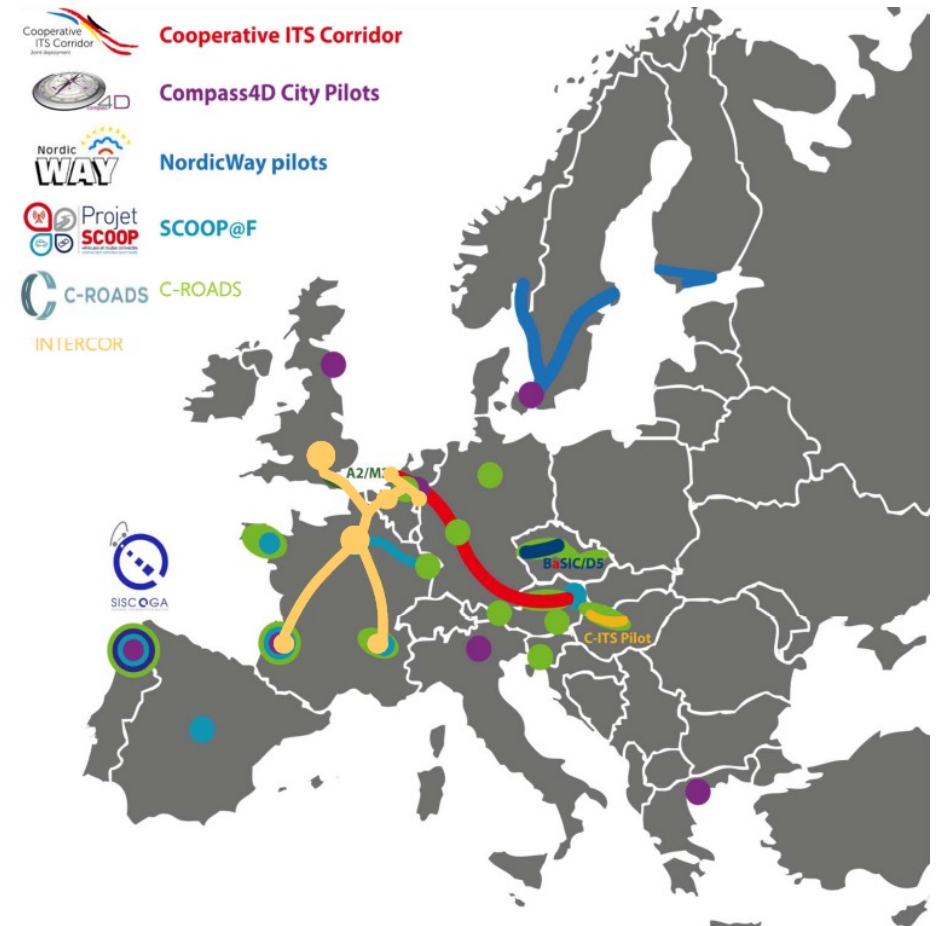
Europa

Deutschland

- Digitales Testfeld A9
- ANIKA II
- Testfeld Niedersachsen
- TAVF - Teststrecke für automatisiertes und vernetztes Fahren Hamburg
- TF Urban – Testfeld Urban in Magdeburg

Andere Verkehrsbereiche

- Digitales Testfeld Elbe



Quelle: <https://ec.europa.eu/research/participants/documents/downloadPublic?documentId=080166e5b21a8b5d&appId=PPGMS> (editiert)

Referenzprojekte

ANIKA II – Hauptziel / -innovationen

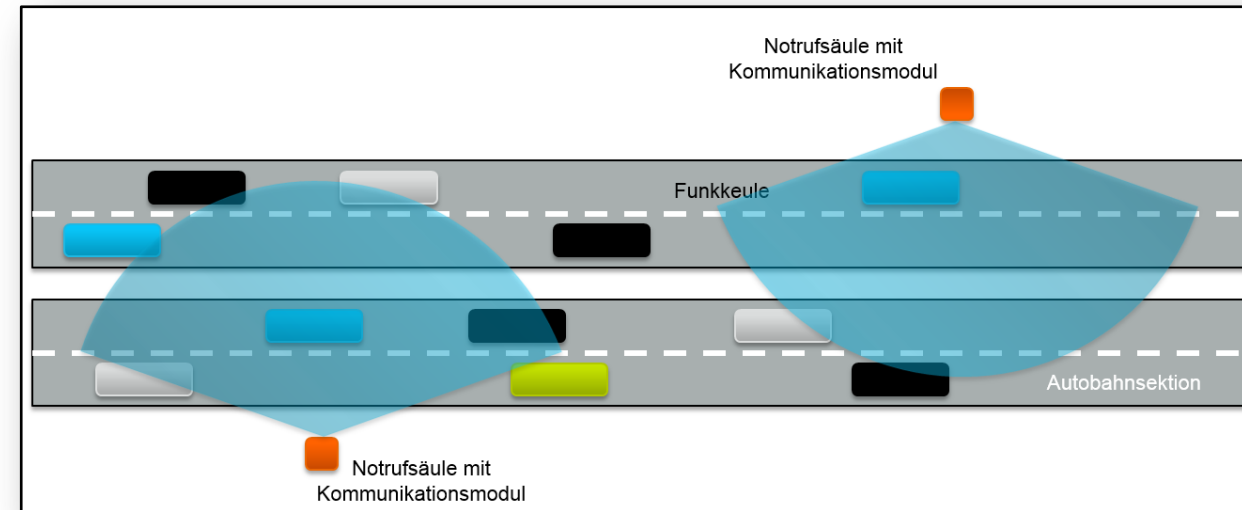
Digitale „informationstechnische“ Anbindung von Car2X Funkmodulen entlang der Autobahn

Datenaustausch für vernetztes und autonomes Fahren

Innovation: Realisierung entlang Autobahnen ohne wesentliche Anpassungen oder zusätzliche Einspeisungen (Nutzung Fernmeldekabel)

Beispielanwendungen / Use Cases

- Echtzeitinformation (Gefahrsituation wie Unfall, Baustelle, Wetter, Falschfahrer)
- Präzise Verkehrserfassung – Stau, Verkehrsfluss



Gefördert aus Mitteln des
„Innovationsprogramms
Straße“ durch

bast
Bundesanstalt
für Straßenwesen

 Bundesministerium
für Verkehr und
digitale Infrastruktur

Referenzprojekte

ANIKA II – Konsortium und Ergebnisse

Fraunhofer IFF Magdeburg

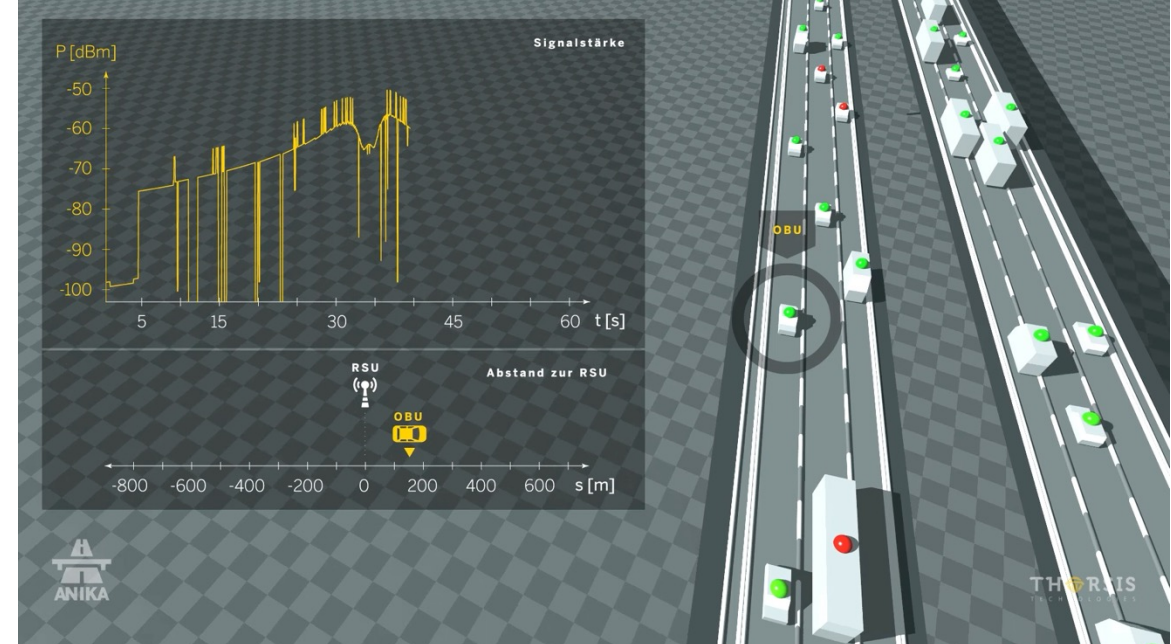
Tobias Kutzler (Projektleitung ANIKA-II)

Thorsis technologies GmbH

Thorsten Szczepanski (Geschäftsführer)

Galileo-Testfeld Sachsen-Anhalt / Innovation Center f. Digitale Infrastruktur, Mobilität und Logistik

Andreas Müller (Geschäftsführende Koordination)



Referenzprojekte

Digitales Testfeld Elbe

1

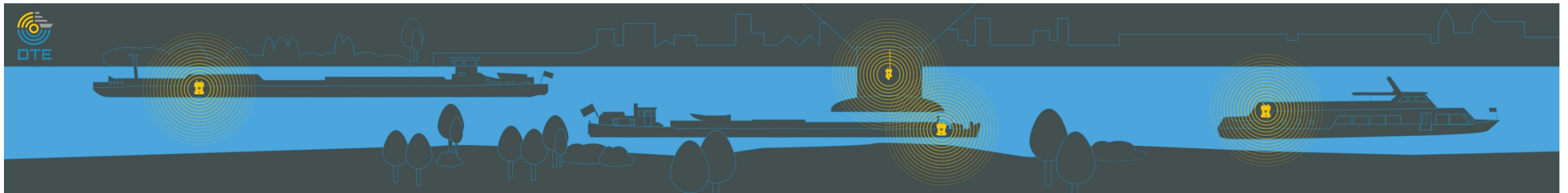
Einbindung von Binnenschiffen in digitale Logistikketten

2

Verbesserung der Befahrbarkeit der Elbe

3

Reduzierung von Ausfallzeiten und Energiebedarfen



Handlungsfelder

Verkehrssysteme der Zukunft

Anforderungen Verkehrssysteme steigen stetig

- Straßenverkehr sicherer, effizienter und umweltfreundlicher gestalten
- Bewältigung der Verkehrsdichte
- Autonomes Fahren

Roadmap Intelligente Mobilität (2017)

- Verkehrsübergreifende Koordination aller Akteure
- Daten und Datenverfügbarkeit
- Infrastrukturen
- Interoperabilität
- Rechtlich-regulatorischer Rahmen
- Öffentliche Förderung
- Gesellschaftlicher Nutzen

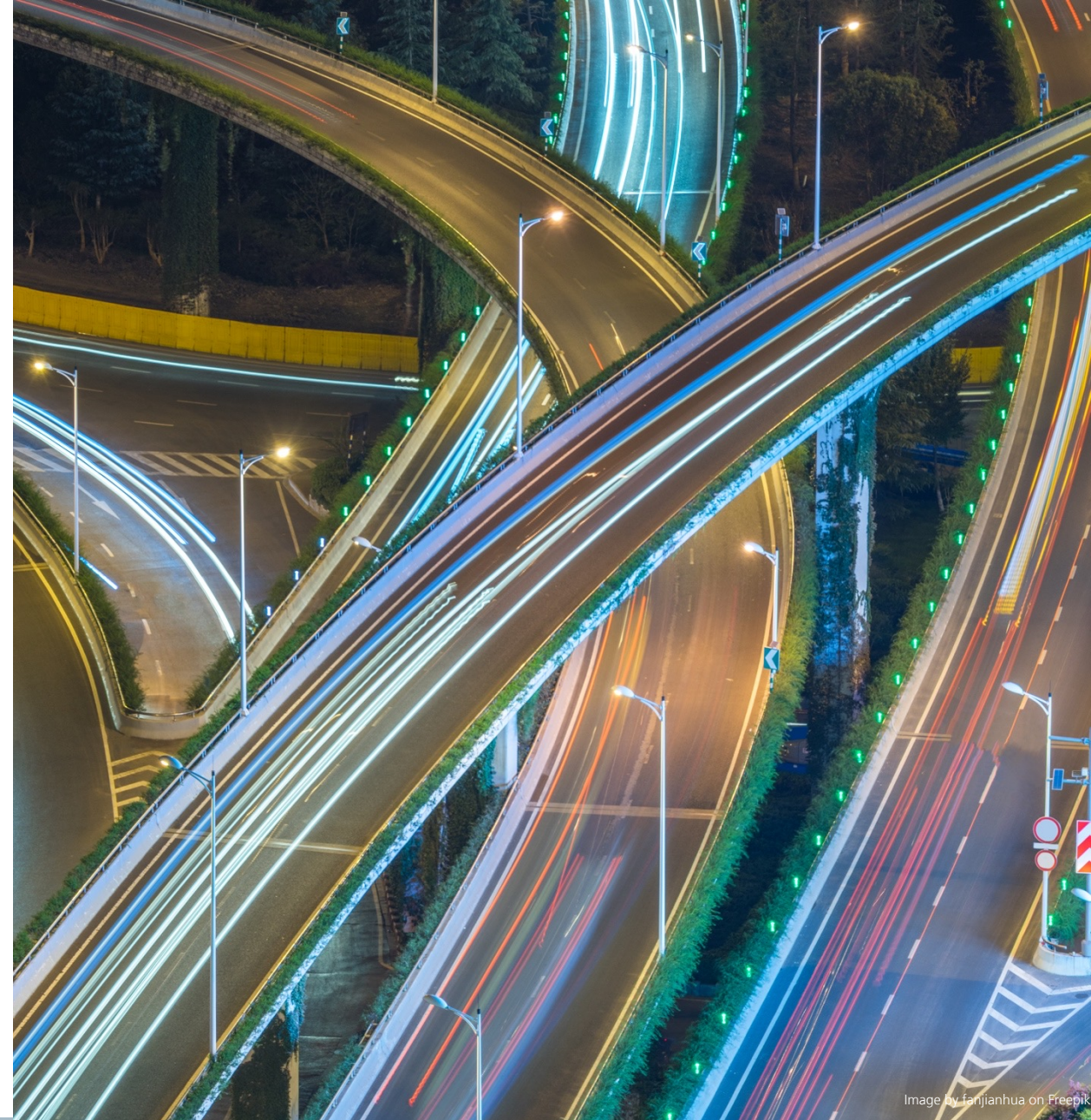


Image by fanjianhua on Freepik

Ausblick

Wohin geht die Reise?

Cybersicherheit und Datenschutz

Maschinelles Lernen und KI in V2X

Standardisierung und Interoperabilität

Anwendungsgebiete

- Autonome Fahrzeuge
- Rettungsdienste
- Fußgängersicherheit

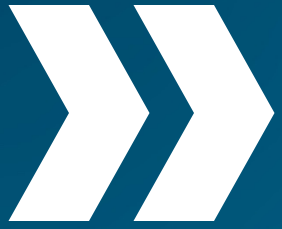
Energieeffizienz und Nachhaltigkeit

Regulatorische und politische Aspekte

Marktdurchdringung und Anwendungen



Image By vecstock (freepik.com)



Die größte Gefahr im Straßenverkehr sind Autos, die schneller fahren, als ihr Fahrer denken kann.«

Robert Lembke,
Deutscher Journalist und Fernsehmoderator

A portrait of a man with short brown hair, glasses, and a light beard, wearing a white shirt and a dark blue suit jacket. He is smiling slightly. The background is a blurred office setting.

Dipl.-Inf. Tobias Kutzler

Logistik- und Fabrikssysteme
Gruppenleiter Digitale Logistikinfrastrukturen
und -systeme

Telefon +49 391 4090-415
tobias.kutzler@iff.fraunhofer.de