



Kontakt

Projektleitung

Technische Universität Dresden
Vodafone Chair Mobile
Communications Systems
Dirk Stachorra
Telefon +49 351 463 41055
dirk.stachorra@tu-dresden.de

Demonstratoren

Fraunhofer-Institut für Verkehrs-
und Infrastruktursysteme IVI
Dr. Thomas Otto
Telefon +49 351 4640 813
thomas.otto@ivi.fraunhofer.de



Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages



FORSCHUNGSFELD LAUSITZ

Das durch das Bundesministerium für Digitales und Verkehr (BMDV) geförderte Projekt »5G Lab Germany Forschungsfeld Lausitz« (5GFoLa) widmete sich aktuellen Herausforderungen bei der Einführung der neuen Mobilfunkgeneration 5G.

Ziel des von der TU Dresden koordinierten Vorhabens war es, die Lausitz als eine bundeslandübergreifende 5G-Modellregion zur Erforschung und Erprobung entsprechender Technologien und Anwendungen für automatisiertes und teleoperiertes Bauen, Fahren und Fliegen zu etablieren.

Innerhalb des Teilprojekts 5G Fahren stand die Untersuchung verschiedenster Szenarien im Bereich des vernetzten Fahrens im Fokus. Einen besonderen Schwerpunkt bildete die Erprobung automatisierter Fahrkonzepte unter der Maßgabe, dass die Fahr-funktionen nicht ausschließlich im Fahrzeug selbst, sondern von Seiten der Infrastruktur assistiert oder auch realisiert werden. Dabei ermöglicht eine 5G-Edge-Cloud, zentrale Informationen des gesamten Verkehrsablaufes in Echtzeit zu bündeln und Fahrmanöver zu orchestrieren. So lassen sich Fahrzeuge automatisiert steuern und kooperative Fahrmanöver sicher umsetzen.

Das Fraunhofer IVI entwickelte dafür mit der Vodafone Stif-tungsprofessur für Mobile Nachrichtensysteme der TU Dresden zwei Demonstratoren, um die Ergebnisse des Projektes anschau-lich darzulegen. Mit dem infrastrukturassistenten Fahren werden Fahr-funktionen durch die 5G-Cloud abgebildet. Das zweite Szenario adressiert das teleoperierte Fahren mittels 5G-Campus-netz. Das Barkhausen Institut steuerte Lösungen für die sichere und datenschutzgerechte Nachrichtenverarbeitung bei. Ein von der Firma Meshmerize konzipiertes Netzwerk sorgte für eine dynamische Netzerweiterung.

5G Lab Germany Forschungsfeld Lausitz

Im 5G-Innovationsprogramm des BMDV
Teilprojekt 5G Fahren

5G-Campusnetzwerke

Die **Vodafone Stiftungsprofessur für Mobile Nachrichtensysteme der TU Dresden** konzipierte ein portables Campusnetz, das – unabhängig von der Versorgung durch öffentliche Netzbetreiber – eine robuste 5G-Infrastruktur für schwierige Umgebungsbedingungen bereitstellt.

Die lokale Umgebung wird hierbei kontinuierlich mit einem echtzeit- und leistungsfähigen Mobilfunknetz versorgt. Erweitert um die Funktechnologien WLAN und LoRaWAN vergrößert sich die Spannbreite der unterstützten Endgeräte für alltägliche IT-Aufgaben und Sensorik. Integriert ist ein Edge-Cloud-Server, der die verschiedenen Datenströme aller angeschlossenen Geräte zusammenführt, lokal verarbeitet und somit Reaktionszeiten (Latenzen) des Netzes minimieren kann. Abgesicherte Internetanbindungen für den Zugriff auf zentrale Cloud-Server erfolgen über ein vor Ort vorhandenes Kabelnetz oder drahtlos mittels öffentlich verfügbarer Netze.

Für die Anpassung eines Campusnetzes, welche aufgrund der dynamischen Umgebungsinfrastruktur erforderlich sein könnte, sieht 5GFoLa den Einsatz von Drohnen vor. Dadurch wird es möglich, die Fahrmanöver kameragestützt zu überwachen und die Erkenntnisse in einen automatisierten Optimierungsprozess zu überführen. Potentiell können Drohnen auch als Relais zur temporären Erweiterung des Mobilfunknetzes zum Einsatz kommen.

Die in einem Baucontainer enthaltene Komplettlösung lässt sich innerhalb kürzester Zeit auf- und abbauen und per Lkw an den gewünschten Standort transportieren.

Demonstratoren

Automatisiertes Fahren ist hochkomplex. Über die Bewertung der Verkehrssituation allein aus der Fahrzeugsensorik heraus kann zukünftig nicht immer ein sicherer und effizienter Verkehr realisiert werden. Zur Umsetzung neuer vernetzt-automatisierter Mobilitätslösungen demonstriert das **Fraunhofer IVI** die Kooperation von Fahrzeug und Infrastruktur mittels einer hochperformanten und resilienten 5G-Mobilfunkverbindung, um so neue Mobilitätslösungen zuverlässig realisieren zu können. Dabei werden Fahrfunktionen aus dem Fahrzeug in die 5G-Edge-Cloud verlagert und von dort assistiert bzw. teleoperiert.

Zur Realisierung der geteilten Verantwortung zwischen der Cloud-Infrastruktur und dem Fahrzeug werden für das infrastruktur-assistierte Fahren die Daten aus der Ego-Perspektive des Fahrzeugs mit dem peripheren Birdview der Infrastruktur fusioniert und so die cloudbasierte Verkehrsanalyse und Situationsprädiktion ermöglicht. Abgeleitete Manöverempfehlungen lassen sich über standardisierte V2X-Nachrichten und 5G aus der Cloud an das Fahrzeug übermitteln.



Sogenannte Deadlock-Situationen stellen autonome Systeme und hochautomatisiertes Fahren vor große Herausforderungen. Die automatisierte Fahrfunktion ist hier nicht mehr in der Lage, gezielt Entscheidungen zu treffen. Auf Basis des Gesetzes zum autonomen Fahren erfolgt eine Übergabe der Fahrfunktion zur technischen Aufsicht. Der unmittelbare Eingriff des Leitstands über teleoperiertes Fahren und Disponieren mittels 5G in die Fahrzeugaktoriik wird unter realen, jedoch sicheren und kontrollierbaren Randbedingungen erprobt und demonstriert.

Dank einer latenzarmen und unterbrechungsfreien Kommunikation im 5G-Netz können die Use Cases des infrastruktur-assistierten und teleoperierten Fahrens erstmalig erforscht, entwickelt und gezeigt werden. Die Leistungsmerkmale des 5G-Standards erfüllen zudem hinsichtlich Bandbreite, Zuverlässigkeit, Latenz und Sicherheit die wesentlichen Voraussetzungen für die Assistenz, das Monitoring, die Fernüberwachung und das teleoperierte Fahren von automatisierten Fahrzeugen. In diesem Zusammenspiel werden die technischen Ansprüche der Mobilität von Morgen Realität.

Sicherheit und Vernetzung

Eine Grundvoraussetzung für das teleoperierte und vernetzte Fahren ist eine sichere und datenschutzgerechte Nachrichtenverarbeitung. Manipulationen müssen erkannt werden, um die damit im Zusammenhang stehenden Auswirkungen, wie etwa das Herbeiführen von Unfällen, zu verhindern.

Das **Barkhausen Institut** entwickelte Protokolle, die den existierenden ETSI-ITS-Standard erweitern. Der notwendige Schlüsselaustausch erfolgte mit Hilfe von authenticated-key-agreement-Protokollen. Zur Absicherung der Datenverarbeitung gegen Manipulationen innerhalb der Edge-Cloud kamen Methoden des Confidential Computings zum Einsatz. Für die breite Akzeptanz spielt der Datenschutz eine entscheidende Rolle. Die Vielzahl an eingesetzter Sensorik sowie die Datenübertragungsprozesse stellen hier ein starkes Bedrohungspotential dar. Die Möglichkeiten zur genaueren Quantifizierung des Datenschutzproblems mit Verkettbarkeitsmetriken der übertragenen Nachrichten wurden untersucht sowie Anonymisierungskonzepte auf der Grundlage von Verschleierungsstrategien entwickelt und evaluiert.

Die Firma **Meshmerize** erweiterte die Netzabdeckung durch ein Mesh-Netzwerk, das den direkten Datenaustausch bis zu entfernten Zielen ermöglicht. So werden Datenpakete auch dann zu Fahrzeugen weitergeleitet, wenn einzelne Bereiche nicht durch die 5G-Infrastruktur abgedeckt werden können. Die Flexibilität, kooperative Netzwerke schnell und zuverlässig aufzubauen, erleichtert den Einsatz autonomer Maschinen und Fahrzeuge.