



## **Trotz Fehlern weiterfahren: Wie fahrerlose Shuttle-Fahrzeuge sicher von A nach B kommen** Projekt 3F stellt Ergebnisse für automatisiertes Fahren im Niedergeschwindigkeitsbereich vor

02. April 2020  
PI 11117 RB cs/af

- ▶ Auf Kurs: Fahrzeug kann Fahrt trotz Abweichungen auf der vorgegebenen Strecke und technischen Ausfällen im System fortsetzen
- ▶ An Bord: Transport von Personen und Gütern auf Teststrecken in Renningen und Aachen erprobt
- ▶ Im Team: Sechs Partner an dem öffentlich geförderten Projekt beteiligt

Renningen – Besucher von der Straßenbahnhaltestelle zum Messegelände befördern, den öffentlichen Nahverkehr ergänzen, Container mit Paketen im Logistikzentrum transportieren: All das sind mögliche Einsatzgebiete für fahrerlose Shuttle-Fahrzeuge. Voraussetzung ist, dass sie sicher von A nach B kommen – im doppelten Wortsinn: gefahrlos und zuverlässig. Hier hat das Projekt 3F „Fahrerlose und fehlertolerante Fahrzeuge im Niedriggeschwindigkeitsbereich“ angesetzt und den Fokus auf Ausfallsicherheit gelegt. „Ziel war, Lösungen zu erarbeiten, damit automatisierte Shuttle-Fahrzeuge sicher unterwegs sind, auch wenn es zu einer technischen Störung kommt oder plötzlich Hindernisse auftauchen“, sagt Steffen Knoop, Projektleiter in der Forschung und Voraentwicklung der Robert Bosch GmbH.

Konkret ging es darum, dass im Falle eines Fehlers das System nicht komplett ausfällt, sondern das Fahrzeug weiterfahren kann. An dem vom Bundeswirtschaftsministerium mit 4,3 Millionen Euro geförderten Projekt waren neben Bosch als Konsortialführer drei weitere Unternehmen, eine Hochschule und eine Forschungseinrichtung beteiligt: die StreetScooter GmbH, RA Consulting GmbH, das FZI Forschungszentrum Informatik, die Finepower GmbH und die RWTH Aachen.

### **Doppelt hält besser: Redundante Energieversorgung und Sensorik**

„Fahrerlose Shuttle-Busse müssen andere Voraussetzungen erfüllen als beispielsweise hochautomatisierte Pkw“, erläutert Bosch-Projekt Koordinator Thomas Schamm. Shuttle-Fahrzeuge können nur dann ohne (Sicherheits-) Fahrer zum Einsatz kommen, wenn sie selbstständig ihr System überwachen – also Diagnoseaufgaben durchführen – und erkannte technische Störungen bewältigen und weiterfahren können. Zugleich müssen sie bei kritischen Fehlern das System in einen sicheren Zustand überführen und beispielsweise stoppen. Wie die Anforderungen im Einzelnen aussehen, wie die Systeme davon ausgehend ausgelegt werden müssen und wie das Zusammenspiel der Einzelkomponenten optimiert werden kann, daran hat das Projekt 3F gearbeitet.

Ein Lösungsansatz: Redundanz, also das Vorhandensein sicherheitsrelevanter Funktionen in doppelter Ausführung. So haben die Forscher beispielsweise redundante Systeme zur Stromversorgung entwickelt, damit Elektroantrieb und Bordnetz zuverlässig abgesichert sind und die Sensorik auf die Bauform der Fahrzeuge abgestimmt und verfeinert. Um Hindernisse zuverlässig erkennen zu können, wurden mehrere Lidar- und Radarsensoren an unterschiedlichen Fahrzeugstellen positioniert. Das ermöglicht, das Umfeld aus verschiedenen Positionen zu beobachten, eine 360-Grad-Rundumsicht zu erreichen, tote Winkel zu vermeiden und so gewissermaßen ein 3D Schutzfeld zu erzeugen. Nicht nur Hindernisse auf der Straße wie Schranken werden so erkannt, sondern auch herabhängende Äste.

### **Erkennen, einordnen, Fahrverhalten anpassen**

Ein weiterer Lösungsansatz: Fehlertoleranz, also die zumindest stückweise Kompensation eines Teilsystemausfalls durch andere Funktionen. Das funktioniert ähnlich wie bei Menschen: Wenn in einem geschlossenen Raum plötzlich das Licht ausgeht, tasten sie sich langsam weiter statt in Starre zu verfallen. Vergleichbar verhält sich das Shuttle-Fahrzeug: Ist es in einem Teilbereich blind, weil Blätter vor dem Sensor kleben oder ein großes Objekt wie ein Müllcontainer die Sicht in eine Richtung komplett versperrt, verlangsamt es seine Fahrt oder spart die nicht mehr erkennbaren Bereiche auf der Route aus.

Zudem hat das Projekt daran gearbeitet, dass Shuttle-Busse im Rahmen ihrer festgelegten Strecke auch auf Abweichungen im Umfeld reagieren. Die Fahrzeuge sollen langsamer werden, wenn sich bewegliche Objekte nähern oder unbekannte Gegenstände im Zweifel großzügig umfahren. Bei wiederkehrenden Wegmarken wie Laternen wiederum setzen sie die Fahrt in unverminderter Geschwindigkeit fort. Ist Gefahr im Verzug, verordnet sich das Shuttle sicherheitshalber einen Stopp. Das Ziel: Das Fahrzeug passt sein Fahrverhalten

in Echtzeit den Gegebenheiten an, setzt aber seinen Weg nach Möglichkeit auch bei Störungen im System oder trotz Hindernissen auf der Strecke selbsttätig fort.

### **Telemetrie hoch drei, Anwendung hoch zwei**

Daten über die aktuelle Fahrt und den technischen Zustand können aus dem Fahrzeug heraus und an das Fahrzeug zurück übertragen werden. Dabei gehen Informationen hinsichtlich drei Funktionen hin und her: Diagnose, Überwachung, Steuerung. Telemetrie, also Übertragung von Messwerten, hoch drei sozusagen, und deshalb: Teletrimetrie. Auf der Basis kann künftig per Leitstelle ein ganzer Fuhrpark an automatisierten Shuttle-Bussen aus der Ferne kontrolliert, bei Bedarf repariert oder gesteuert werden, um beispielsweise Türen zu öffnen. So lassen sich die Fahrzeuge unterstützen, falls sie in Sachen Fehlererkennung und Fehlerkompensation doch einmal an ihre Grenzen kommen oder auch ganz planmäßig eine Wartung benötigen.

Die im Projekt erarbeiteten Lösungen lassen sich nicht nur in fahrerlosen Shuttle-Bussen einsetzen, sondern ermöglichen auch die robuste Unterstützung von Logistikprozessen. Es wurde ein Assistenzsystem im Zusammenspiel zwischen Fahrer und Fahrzeug entwickelt, welches eine hochgenaue Positionierung von Wechselbrückenhubwagen – Spezialfahrzeuge zum Versetzen von Containern in Logistikzentren – ermöglicht. Ziel war, die Fahrzeuge zentimetergenau unter Containerbrücken zu bewegen, um so die Transportbehälter schnell aufzunehmen. Dazu sind eine genaue Lokalisierung und eine Art automatisiertes Einparken unter der Brücke notwendig. In der Praxis ermöglicht dieses automatisierte Manöver ein fehlerfreies Aufnehmen und Positionieren der Container.

Erprobt wurden die Entwicklungen auf mehreren Testrecken: Mit zwei Shuttle-Bussen auf dem Bosch-Forschungscampus in Renningen wurde die Beförderung von Personen auf einem Gelände getestet, auf dem auch Fußgänger unterwegs sind. Auf einem Innovationspark bei Aachen sowie im Umfeld eines Paketzentrums der Deutschen Post/DHL wurde mit einem Logistikfahrzeug das Zusammenspiel von Fahrer und automatisiertem Fahrzeug untersucht.

Weitere Informationen im Internet unter: [www.3f-projekt.de](http://www.3f-projekt.de)

Gefördert vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages.

**Pressebilder:** #2957711, #2957715, #2958381

**Journalistenkontakt:**

Caroline Schulke,

Telefon: +49 711 811-7088

Twitter: @BoschPresse

*Die Bosch-Gruppe ist ein international führendes Technologie- und Dienstleistungsunternehmen mit weltweit rund 403 000 Mitarbeitern (Stand: 31.12.2019). Sie erwirtschaftete im Geschäftsjahr 2019 nach vorläufigen Zahlen einen Umsatz von 77,9 Milliarden Euro. Die Aktivitäten gliedern sich in die vier Unternehmensbereiche Mobility Solutions, Industrial Technology, Consumer Goods sowie Energy and Building Technology. Als führender Anbieter im Internet der Dinge (IoT) bietet Bosch innovative Lösungen für Smart Home, Smart City, Connected Mobility und Industrie 4.0. Mit seiner Kompetenz in Sensorik, Software und Services sowie der eigenen IoT Cloud ist das Unternehmen in der Lage, seinen Kunden vernetzte und domänenübergreifende Lösungen aus einer Hand anzubieten. Strategisches Ziel der Bosch-Gruppe sind Lösungen für das vernetzte Leben. Mit innovativen und begeisterten Produkten und Dienstleistungen verbessert Bosch weltweit die Lebensqualität der Menschen. Bosch bietet „Technik fürs Leben“. Die Bosch-Gruppe umfasst die Robert Bosch GmbH und ihre rund 440 Tochter- und Regionalgesellschaften in 60 Ländern. Inklusive Handels- und Dienstleistungspartnern erstreckt sich der weltweite Fertigungs-, Entwicklungs- und Vertriebsverbund von Bosch über fast alle Länder der Welt. Basis für künftiges Wachstum ist die Innovationskraft des Unternehmens. Bosch beschäftigt weltweit rund 72 000 Mitarbeiter in Forschung und Entwicklung an 125 Standorten.*

*Das Unternehmen wurde 1886 als „Werkstätte für Feinmechanik und Elektrotechnik“ von Robert Bosch (1861–1942) in Stuttgart gegründet. Die gesellschaftsrechtliche Struktur der Robert Bosch GmbH sichert die unternehmerische Selbstständigkeit der Bosch-Gruppe. Sie ermöglicht dem Unternehmen langfristig zu planen und in bedeutende Vorleistungen für die Zukunft zu investieren. Die Kapitalanteile der Robert Bosch GmbH liegen zu 92 Prozent bei der gemeinnützigen Robert Bosch Stiftung GmbH. Die Stimmrechte hält mehrheitlich die Robert Bosch Industrietreuhand KG; sie übt die unternehmerische Gesellschafterfunktion aus. Die übrigen Anteile liegen bei der Familie Bosch und der Robert Bosch GmbH.*

Mehr Informationen unter [www.bosch.com](http://www.bosch.com), [www.iot.bosch.com](http://www.iot.bosch.com), [www.bosch-presse.de](http://www.bosch-presse.de), [www.twitter.com/BoschPresse](https://www.twitter.com/BoschPresse).