

Das 5G-Reallabor in der Mobilitätsregion Braunschweig-Wolfsburg

Zugsteuerung und -beeinflussung

5G-Fernsteuerung von automatisierten Zügen im Störfall

Niels Brandenburger, DLR

Braunschweig, 20.6.2023



Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Konsortium



Zugsteuerung und -beeinflussung

5G-Fernsteuerung von automatisierten Zügen im Störfall

Mobilität

Straße, Luft, Schiene

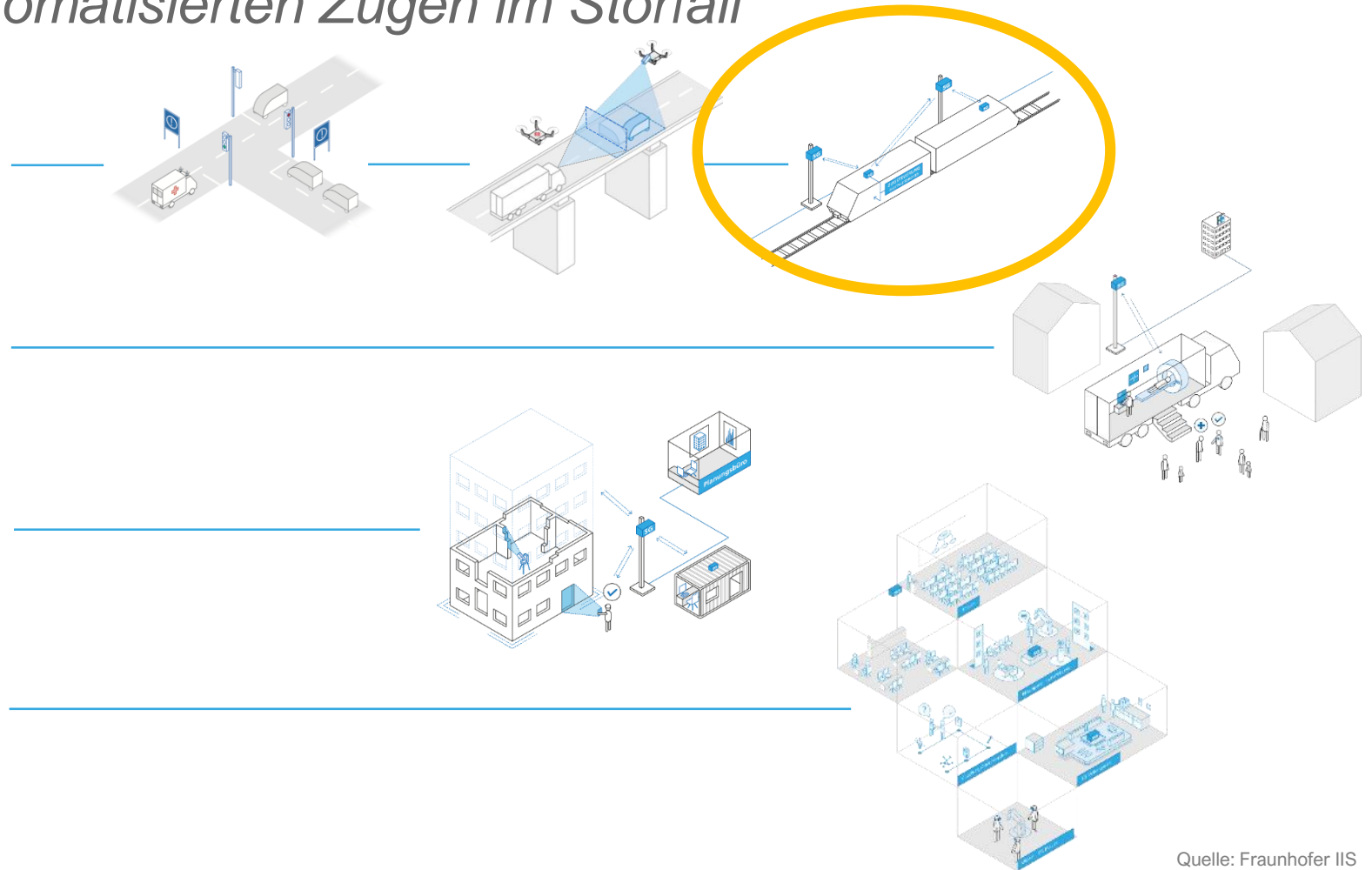
eHealth

mobile Diagnostik

Smart Construction

Smart-City-Dienste

Querschnittsaktivitäten und Technologiebewertung



Quelle: Fraunhofer IIS

Zugsteuerung und -beeinflussung

Motivation und Ziele des Teilprojekts

- **Motivation**

- Das Fehlen einer **nachgewiesenermaßen sicheren Rückfallebene** für den **automatisierten Bahnbetrieb ohne Personal** (Grade of Automation 3/4) an Bord **behindert die Einführung** von hochautomatisiertem Bahnbetrieb **im Regelbetrieb**.
- UND: Die Eisenbahnwelt sucht nach einem **Nachfolger für GSM-R** als Kommunikationstechnologie

- **Ziele**

- Demonstration einer **Fernsteuerungslösung als Rückfallebene** für den automatisierten Bahnbetrieb auf Basis von **5G-Kommunikationstechnologie** aus einer Leitstelle in Braunschweig heraus.
 - Rückfallebene: Fernzugriff
 - Kommunikationstechnologie: 5G

- **Szenario**

- **Räumung eines Streckenabschnitts**, der durch ein **gestörtes, unbemanntes Schienenfahrzeug** blockiert wird, mit Hilfe von 5G-basierter **Fernsteuerung**.



Zugsteuerung und -beeinflussung

5G-Fernsteuerung von automatisierten Zügen im Störfall



Systemgrenze erreicht

Automatisierter Zug erfährt nicht-routine Situation



Anfrage an die Leitstand

Manuelle Übernahme der Situation durch den Menschen



Übernahme durch Leitstand

Video, Zustände und Fahrbefehle werden übertragen



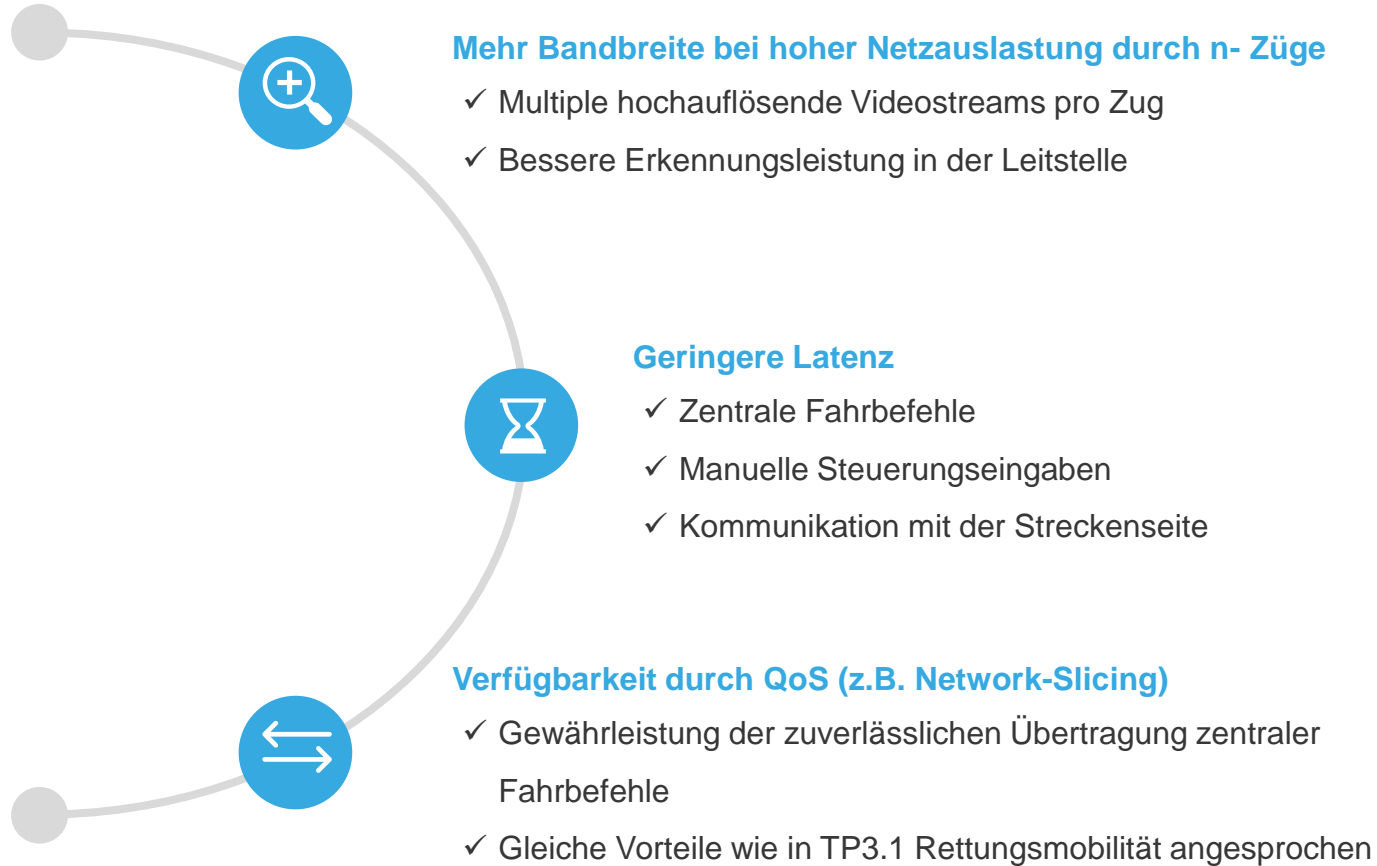
Manuelle Abhilfe

Durch Diagnose/ Ferneingriff/ Fernsteuerung

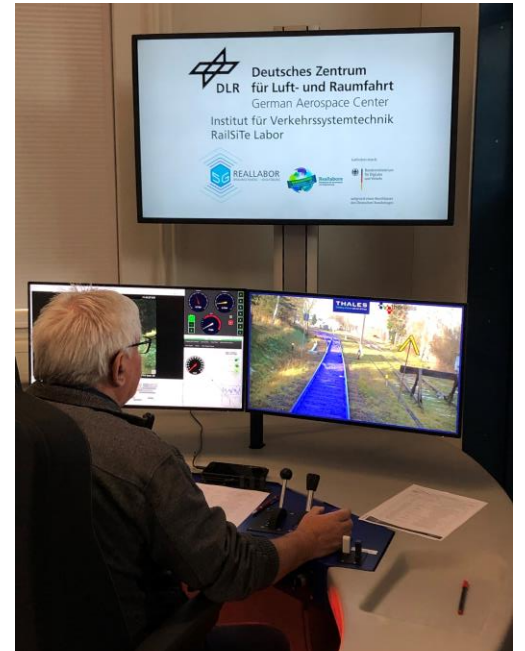


Zugsteuerung und -beeinflussung

Vorteile von 5G



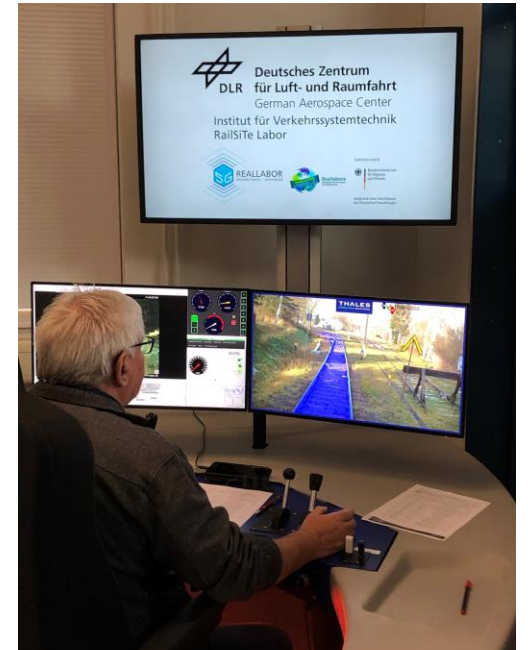
Quelle: Piktogramme von flaticon.com & thenounproject.com



Zugsteuerung und -beeinflussung

Unsere Arbeiten & Ergebnisse

- Sicherheitsnachweisführung und Netzqualität
 - Systematische **Langzeitmessung der tatsächlichen 5G-Netzqualität** zwischen Fahrzeug und Leitstelle
 - Erstellung eines Konzeptes zur **Sicherheitsnachweisführung** für die Fernsteuerung
- Human Factors **Nutzeranforderungen** an Leitstand
 - Systematische Erhebung der Nutzeranforderungen
 - Untersuchung der benötigten **Videoqualität** im Leitstand
- Demonstration 5G Fernsteuerung
 - **Schnittstellendefinition** für ein Kommunikationsprotokoll zwischen Fahrzeug und Leitstelle (Zustände, Befehle, Video, Audio; Subset 139,121)
 - **Aufrüstung** des Schienenfahrzeugs und **Aufbau** des Leitstandes für Fernsteuerung
 - Demonstration der Fernsteuerung



Zugsteuerung und -beeinflussung

Unsere Key Learning

- Sicherheitsnachweisführung und Netzqualität
 - **tatsächliche 5G- Netzqualität** ausreichend (Latenz < 150ms)
 - Konzepte zur **Sicherheitsnachweisführung** erarbeitet
- Human Factors Nutzeranforderungen an Leitstand
 - Systematische Erfassung von **Nutzeranforderungen** ist zentral und Szenario-abhängig (iteratives Vorgehen erforderlich)
 - **Videoqualität** im Leitstand mindestens
 - Bitrate: 6000 bit/s; Framerate: 15 FPS
- Demonstration 5G Fernsteuerung
 - **Kommunikationsprotokolle für technische Umsetzung** sind bereits zu Großteilen spezifiziert (z.B. Subset 139)
 - Eingriff in **Zugsicherungssystem** bleibt zentrale Herausforderung
 - **Komplexität der Aufrüstung** des Schienenfahrzeugs steigt mit Baujahr an



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Besuchen Sie heute oder morgen
unseren Stand im Erdgeschoss.

Weitere Informationen unter:
www.5G-Reallabor.de

Ansprechpartner:
Niels Brandenburger
DLR Institut für Verkehrssystemtechnik
niels.brandenburger@dlr.de