





# Forschungsprojekt – DSZF – Automatisierte Betriebsfunktionen von Straßenbahnfahrzeugen

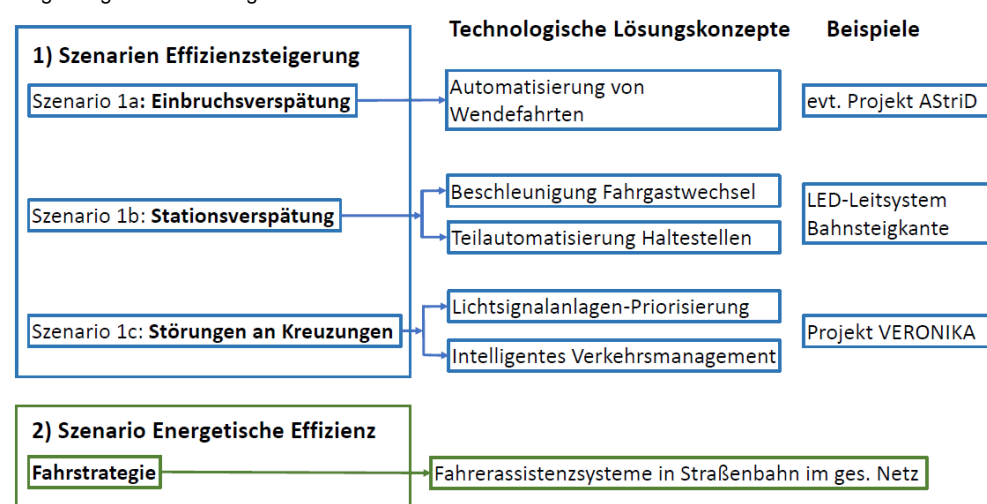
## Bewertung der Potentiale von Technologien zum vernetzten Fahren

Automation im übrigen Schienenverkehr	Fahrerassistenzsysteme	Automatisierte Straßenbahn	Vernetzung und Kommunikation
 <b>Basistechnologien:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lokalisierungssensorik</li> <li>• Kommunikationstechnologie</li> <li>• Kommunikationsinfrastruktur</li> </ul> <b>Funktionen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zugsicherung</li> <li>• Zugführung</li> <li>• Zugüberwachung</li> </ul>	 <b>Basistechnologien:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sensorik für Umgebungserfassung</li> <li>• Intelligente Datenverarbeitung</li> </ul> <b>Funktionen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Objektdetektion</li> <li>• Risikobewertung</li> <li>• Warnung oder Bremsengriff</li> </ul>	 <b>Basistechnologien:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sensorik für Umgebungserfassung und Lokalisierung</li> <li>• Intelligente Datenverarbeitung</li> </ul> <b>Funktionen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Teilautom. Zugführung</li> <li>• Reaktion auf andere Verkehrsteilnehmer</li> <li>• Objekt- und Signalerkennung</li> <li>• Automatisierung von Depotprozessen</li> </ul>	 <b>Basistechnologien:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lokalisierungssensorik</li> <li>• Kommunikationstechnologie</li> <li>• Kommunikationsinfrastruktur</li> </ul> <b>Funktionen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Direktkommunikation zwischen Fahrzeug und Ampelsteuerung</li> <li>• Anmeldung und Prioritätsanforderung an Ampeln (LSA)</li> <li>• Vorgabe optimaler Geschwindigkeit</li> </ul>

### Stand der Technik: Automatisierung und Vernetzung auf der Schiene – Technologien und Funktionen

<b>Radar</b>  <ul style="list-style-type: none"> <li>• robuste, wetterunabhängige Detektion (v.a.) größerer Objekte im Nah bis Fernbereich</li> <li>• Entfernungs- und Geschwindigkeitsmessung</li> <li>• kostengünstig</li> </ul>	 <ul style="list-style-type: none"> <li>• geringe Auflösung und Genauigkeit</li> <li>• Klassifizierung von Objekten kaum möglich</li> <li>• Probleme bei nicht-metallischen Objekten</li> </ul>
<b>Lidar</b>  <ul style="list-style-type: none"> <li>• präzise, hochauflösende Detektion und Klassifizierung von Umgebung und Objekten</li> <li>• Erstellen von 3D-Karten</li> </ul>	 <ul style="list-style-type: none"> <li>• anfällig gegenüber Wetterbedingungen</li> <li>• Kosten und Energiebedarf</li> <li>• spiegelnde Oberflächen</li> <li>• Datenverarbeitungsaufwand</li> </ul>
<b>Ultraschall</b>  <ul style="list-style-type: none"> <li>• Robuste, wetterunabhängige Detektion von Objekten im direkten Umfeld</li> <li>• kostengünstig</li> </ul>	 <ul style="list-style-type: none"> <li>• sehr geringe Reichweite (wenige Meter)</li> <li>• keine Objektklassifizierung möglich</li> </ul>
<b>Kamera</b>  <ul style="list-style-type: none"> <li>• präzise Detektion und Klassifizierung von Objekten und Umgebung</li> <li>• Erkennen von Verkehrszeichen und Signalen</li> <li>• Situationsinterpretation und Intentionsschätzung</li> </ul>	 <ul style="list-style-type: none"> <li>• anfällig gegenüber Wetter und Belichtung</li> <li>• Datenverarbeitungsaufwand</li> </ul>
<b>Infrarot-Kamera</b>  <ul style="list-style-type: none"> <li>• robuste, wetterunabhängige Detektion von Objekten im Nah bis Fernbereich</li> <li>• belichtungsunabhängig</li> <li>• Klassifizierung von Objekten möglich</li> </ul>	 <ul style="list-style-type: none"> <li>• vergleichsweise geringe Auflösung</li> <li>• Kosten</li> <li>• Datenverarbeitungsaufwand</li> </ul>

### Automatisierungsfunktionen, notwendige Querschnittstechnologien und Lösungskonzepte – Sensorische Umgebungswahrnehmung



### Komplexe, vielschichtige Rahmenbedingungen & Abhängigkeiten zum übrigen Verkehr

Betriebliche Potentiale der Automatisierungsszenarien – Simulation von Automatisierungsszenarien im gesamten Netz

## Forschung

Kunde: Eisenbahn-Bundesamt

Ende: 2022



Eisenbahn-Bundesamt

Im Pkw- und Kleinbusbereich sind bereits einzelne teil- bis vollautomatisierte bzw. autonome Fahrzeuge kommerziell verfügbar. Und auch bei U-Bahnen und Peoplemovern existieren bereits fahrerlose Systeme. Dagegen sind für Straßen- und Stadtbahnssysteme nur sehr wenige automatisierte Funktionen verfügbar. Eine systematische Analyse der Potentiale von Techniken, die Fahrfunktionen automatisieren können, existiert bisher nicht, was den betrieblichen Nutzen nicht bewertbar macht. Hier setzen die Ziele dieses Projektes an:

- Zusammenstellung & Kategorisierung bereits im Einsatz befindlicher Technologien
- Abschätzung Potentiale einer breiteren Entwicklung automatisierter Fahrfunktionen
- Identifikation struktureller Hemmnisse und Ableitung von Vorschlägen für rechtliche Rahmenbedingungen

Die TTK wurde beauftragt, folgende Aufgaben durchzuführen:

### Darstellung Stand der Technik

- Automatisierung – U-Bahnen
- Fahrerassistenzsysteme und Automatisierung in Straßenbahnen
- Vernetzungstechnologien und digitale Infrastruktur

### Potentiale, Technologien und Konzepte

- Identifikation von Automatisierungspotentialen & zugrundeliegender Querschnittstechnologien
- Entwicklung & Bewertung von Lösungskonzepten

### Potentialabschätzung

- Quantitative Abschätzung der Potentiale basierend auf Simulationen
- Überschlägige Hochrechnung der Modellergebnisse auf Straßenbahnnetze in Deutschland

### Rahmenbedingungen für breiten Einsatz

- Identifikation ökonomischer und rechtlicher Hindernisse
- Entwicklung einer Roadmap