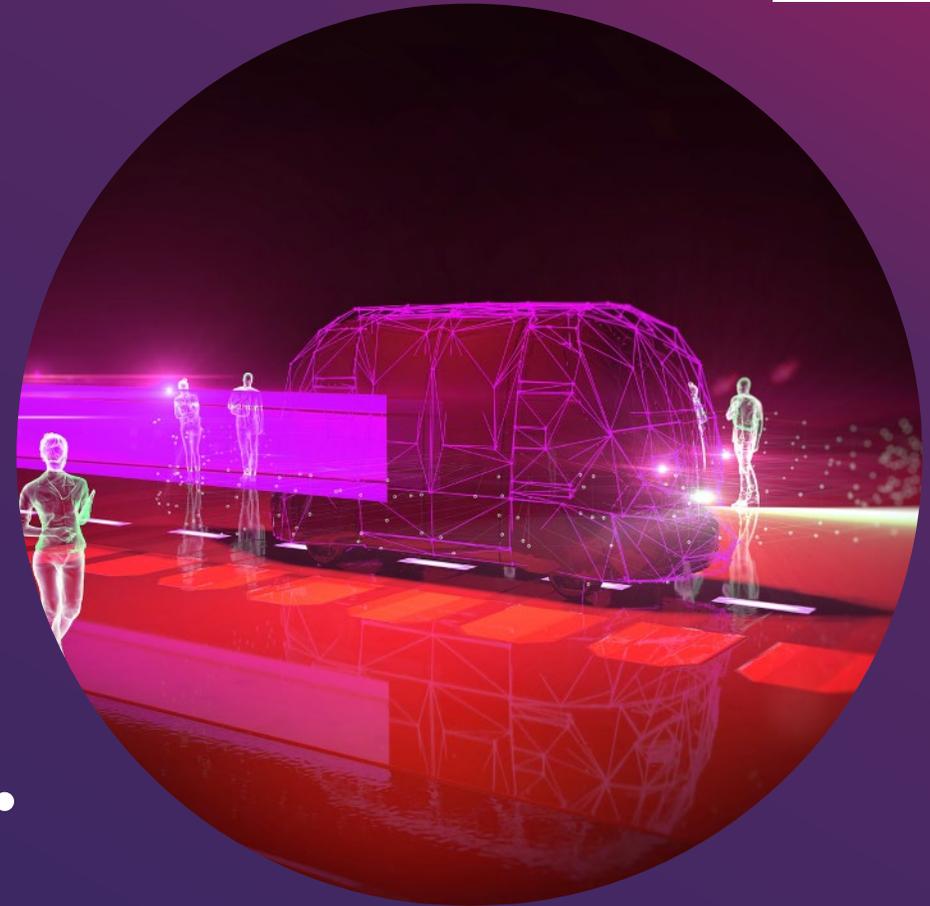
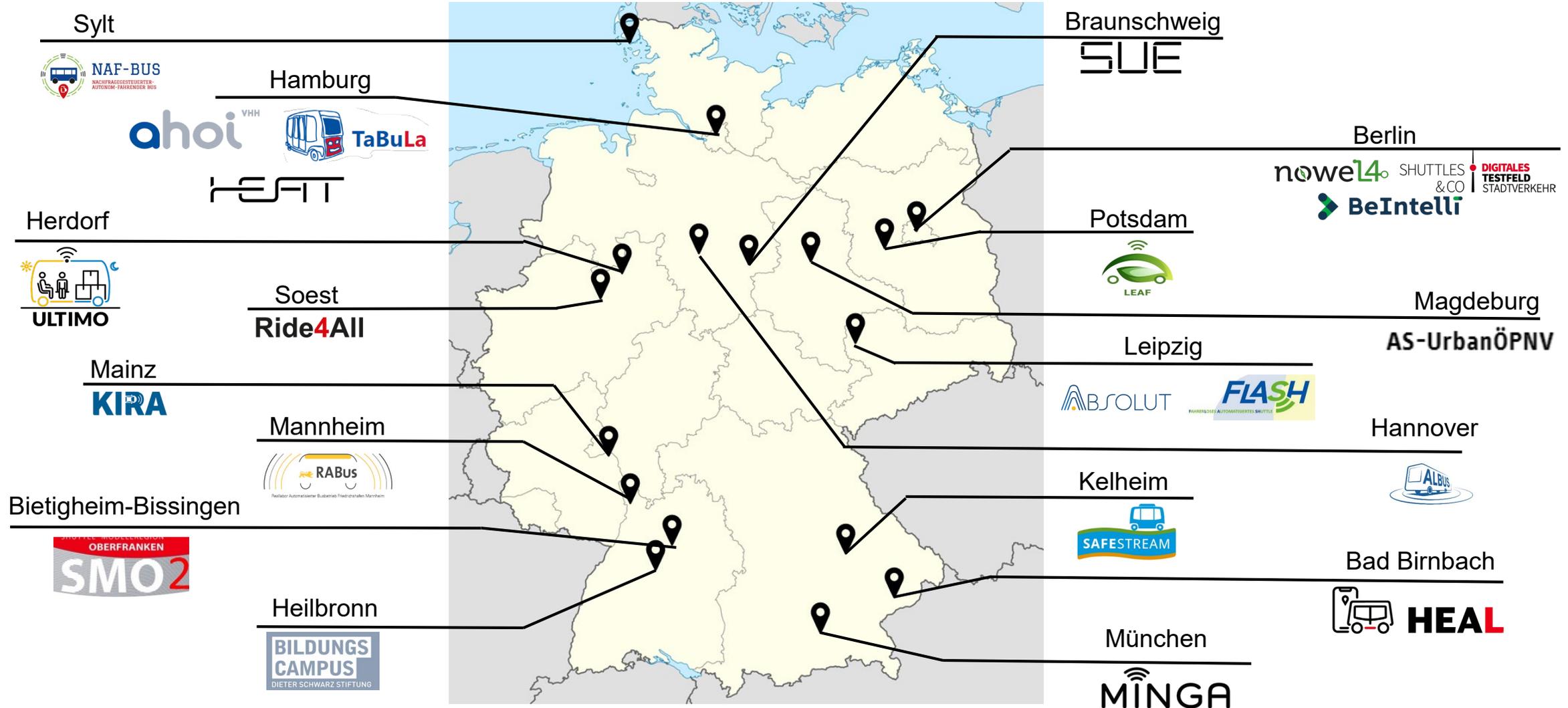


Akteurslandkarte: Automatisierte Bussysteme in Deutschland

Bassem Hichri
Institut für Fahrzeugtechnik
Niedersächsisches Forschungszentrum Fahrzeugtechnik



Standorte der Projekte



Auflistung aller Projekte



Name	Ort	Projektlaufzeit	Gesamtprojektvolumen	Genutztes Fahrzeug	Einsatzart
Bad Birnbach Shuttle / Linie 7015	Bad Birnbach	Apr17 - noch aktiv	Unbekannt	EasyMile EZ10	Linienbetrieb
NAF-BUS - Nachfragegesteuerter Autonom-Fahrender Bus	Sylt	Jul 17 - Sep 21	4,4 Millionen Euro	Navya	On-Demand
HEAT - Hamburg Electric Autonomous Transportation	Hamburg	Jan 18 - Dez 21	3,7 Millionen Euro	von IAV entwickelt	Linienbetrieb
TaBuLa	Lauenburg	Jan 18 - März 21	2,25 Millionen Euro	Navya	Linienbetrieb
FLASH - FahrerLoses Automatisiertes Shuttle	Landkreis Nordsachsen	Jan 19 - Dez 25	bisher: 1,07 Millionen Euro	VW Crafter	Linienbetrieb
Ride4All	Soest	Jan 20 - Dez 21	2,24 Millionen Euro	EasyMile EZ10	Linienbetrieb
AS-UrbanÖPNV - Automatisierte Shuttlebusse – Urbaner ÖPNV	Magdeburg	Jan 20 - Sep 22	Unbekannt	EasyMile EZ10	Linienbetrieb
Shuttles&Co	Berlin	Jan 20 - Dez 21	9,78 Millionen Euro	EasyMile EZ10	Linienbetrieb
RABus - Reallabor für den Automatisierten Busbetrieb im ÖPNV in der Stadt und auf dem Land	Friedrichshafen, Mannheim	Sep 20 - Dez 24	14 Millionen Euro	von ZF entwickelt	Linienbetrieb
Heilbronn Autonomer Shuttle	Heilbronn	2022 - 2024	Unbekannt	EasyMile EZ10	Linienbetrieb
KelRide	Kelheim	Jan 21 - Sep 23	15,6 Millionen Euro	EasyMile EZ10	On-Demand
SMO-II - Shuttle-Modellregion Oberfranken II	Bietigheim-Bissingen	Jan 22 - Jun 24	14,77 Millionen Euro	Navya	On-Demand
SUE - Self-Driving Urban E-Shuttle	Braunschweig	Jan 22 - Sep 24	18,9 Millionen Euro	Wird im Projekt entwickelt	Unbekannt
KIRA - KI-basierter Regelbetrieb Autonomer On-Demand-Verkehre	Mainz	Dez 22 - Dez 24	3,28 Millionen Euro	Nio ES8	On-Demand
ULTIMO - Advancing Sustainable User-centric Mobility with Automated Vehicles	Herford	Okt 22 - Sep 26	55,96 Millionen Euro	Unbekannt	On-Demand
ahoi - Automatisierung des Hamburger On-Demand-Angebots mit Integration in den ÖPNV	Hamburg	März 23 - Juni 27	37 Millionen Euro	Unbekannt	On-Demand
ALBUS - Integration von drei Autonomen Linien-BUSsen in der Region Hannover	Hannover	März 23 - Dez 25	6,28 Millionen Euro	Unbekannt	Linienbetrieb
MINGA - Münchens automatisierter Nahverkehr mit Ridepooling, Solobus und Bus-Platoons	München	März 23 - Dez 25	20,08 Millionen Euro	Unbekannt	Linienbetrieb
NoWeL4 - NordWestraum Level 4	Berlin	Apr 23 - Jun 27	17,18 Millionen Euro	Unbekannt	On-Demand
LEAF - Ländliche Erschließung mit autonomen Fahrzeugen	Potsdam	Sep 23 - Jun 26	5,15 Millionen Euro	Unbekannt	On-Demand
BeIntelli - KI für die Autonome Mobilität	Berlin	Okt 23 - offen	16,5 Millionen Euro	Umgebauter Linienbus	Erklärfahrt
ABSOLUT II	Leipzig	Okt 23 - Sept 26	12 Millionen Euro	VW e-Crafter	On-Demand

Auflistung aller Projekte



Name	Ort	Projektlaufzeit	Gesamtprojektvolumen	Genutztes Fahrzeug	Einsatzart
Bad Birnbach Shuttle / Linie 7015	Bad Birnbach	Apr17 - noch aktiv	Unbekannt	EasyMile EZ10	Linienbetrieb
NAF-BUS - Nachfragegesteuerter Autonom-Fahrender Bus	Sylt	Jul 17 - Sep 21	4,4 Millionen Euro	Navya	On-Demand
HEAT - Hamburg Electric Autonomous Transportation	Hamburg	Jan 18 - Dez 21	3,7 Millionen Euro	von IAV entwickelt	Linienbetrieb
TaBuLa	Lauenburg	Jan 18 - März 21	2,25 Millionen Euro	Navya	Linienbetrieb
FLASH - FahrerLoses Automatisiertes Shuttle	Landkreis Nordsachsen	Jan 19 - Dez 25	bisher: 1,07 Millionen Euro	VW Crafter	Linienbetrieb
Ride4All	Soest	Jan 20 - Dez 21	2,24 Millionen Euro	EasyMile EZ10	Linienbetrieb
AS-UrbanÖPNV - Automatisierte Shuttlebusse – Urbaner ÖPNV	Magdeburg	Jan 20 - Sep 22	Unbekannt	EasyMile E710	Linienbetrieb
Shuttles&Co	Berlin	Jan 20 - Dez 21	9,78 Mill	Linienbetrieb	Linienbetrieb
RABus - Reallabor für den Automatisierten Busbetrieb im ÖPNV in der Stadt und auf dem Land	Friedrichshafen, Mannheim	Sep 20 - Dez 24	14 Millio	ickelt	Linienbetrieb
Heilbronn Autonomer Shuttle	Heilbronn	2022 - 2024	Unbekan	On-Demand	Linienbetrieb
KelRide	Kelheim	Jan 21 - Sep 23	15,6 Millionen Euro	EasyMile EZ10	On-Demand
SMO-II - Shuttle-Modellregion Oberfranken II	Bietigheim-Bissingen	Jan 22 - Jun 24	14,77 Millionen Euro	Navya	On-Demand
SUE - Self-Driving Urban E-Shuttle	Braunschweig	Jan 22 - Sep 24	18,9 Millionen Euro	Wird im Projekt entwickelt	Unbekannt
KIRA - KI-basierter Regelbetrieb Autonomer On-Demand-Verkehre	Mainz	Dez 22 - Dez 24	3,28 Millionen Euro	Nio ES8	On-Demand
ULTIMO - Advancing Sustainable User-centric Mobility with Automated Vehicles	Herford	Okt 22 - Sep 26	55,96 Millionen Euro	Unbekannt	On-Demand
ahoi - Automatisierung des Hamburger On-Demand-Angebots mit Integration in den ÖPNV	Hamburg	März 23 - Juni 27	37 Millionen Euro	Unbekannt	On-Demand
ALBUS - Integration von drei Autonomen Linien-BUSsen in der Region Hannover	Hannover	März 23 - Dez 25	6,28 Millionen Euro	Unbekannt	Linienbetrieb
MINGA - Münchens automatisierter Nahverkehr mit Ridepooling, Solobus und Bus-Platoons	München	März 23 - Dez 25	20,08 Millionen Euro	Unbekannt	Linienbetrieb
NoWeL4 - NordWestraum Level 4	Berlin	Apr 23 - Jun 27	17,18 Millionen Euro	Unbekannt	On-Demand
LEAF - Ländliche Erschließung mit autonomen Fahrzeugen	Potsdam	Sep 23 - Jun 26	5,15 Millionen Euro	Unbekannt	On-Demand
BeIntelli - KI für die Autonome Mobilität	Berlin	Okt 23 - offen	16,5 Millionen Euro	Umgebauter Linienbus	Erklärfahrt
ABSOLUT II	Leipzig	Okt 23 - Sept 26	12 Millionen Euro	VW e-Crafter	On-Demand

Auflistung aller Projekte



Name	Ort	Projektlaufzeit	Gesamtprojektvolumen	Genutztes Fahrzeug	Einsatzart
Bad Birnbach Shuttle / Linie 7015	Bad Birnbach	Apr17 - noch aktiv	Unbekannt	EasyMile EZ10	Linienbetrieb
NAF-BUS - Nachfragegesteuerter Autonom-Fahrender Bus	Sylt	Jul 17 - Sep 21	4,4 Millionen Euro	Navya	On-Demand
HEAT - Hamburg Electric Autonomous Transportation	Hamburg	Jan 18 - Dez 21	3,7 Millionen Euro	von IAV entwickelt	Linienbetrieb
TaBuLa	Lauenburg	Jan 18 - März 21	2,25 Millionen Euro	Navya	Linienbetrieb
FLASH - FahrerLoses Automatisiertes Shuttle	Landkreis Nordsachsen	Jan 19 - Dez 25	bisher: 1,07 Millionen Euro	VW Crafter	Linienbetrieb
Ride4All	Soest	Jan 20 - Dez 21	2,24 Millionen Euro	EasyMile EZ10	Linienbetrieb
AS-UrbanÖPNV - Automatisierte Shuttlebusse – Urbaner ÖPNV	Magdeburg	Jan 20 - Sep 22	Unbekannt	EasyMile EZ10	Linienbetrieb
Shuttles&Co	Berlin	Jan 20 - Dez 21	9,78 Millionen Euro	EasyMile EZ10	Linienbetrieb
RABus - Reallabor für den Automatisierten Busbetrieb im ÖPNV in der Stadt und auf dem Land	Friedrichshafen, Mannheim	Sep 20 - Dez 24	14 Millionen Euro	von ZF entwickelt	Linienbetrieb
Heilbronn Autonomer Shuttle	Heilbronn			EasyMile EZ10	Linienbetrieb
KelRide	Kelheim			EasyMile EZ10	On-Demand
SMO-II - Shuttle-Modellregion Oberfranken II	Bietigheim-Bissingen			VW Crafter	On-Demand
SUE - Self-Driving Urban E-Shuttle	Braunschweig			EasyMile EZ10	Wird im Projekt entwickelt
KIRA - KI-basierter Regelbetrieb Autonomer On-Demand-Verkehre	Mainz	Dez 22 - Dez 24	3,28 Millionen Euro	Nio ES8	On-Demand
ULTIMO - Advancing Sustainable User-centric Mobility with Automated Vehicles	Herford	Okt 22 - Sep 26	55,96 Millionen Euro	Unbekannt	On-Demand
ahoi - Automatisierung des Hamburger On-Demand-Angebots mit Integration in den ÖPNV	Hamburg	März 23 - Juni 27	37 Millionen Euro	Unbekannt	On-Demand
ALBUS - Integration von drei Autonomen Linien-BUSsen in der Region Hannover	Hannover	März 23 - Dez 25	6,28 Millionen Euro	Unbekannt	Linienbetrieb
MINGA - Münchens automatisierter Nahverkehr mit Ridepooling, Solobus und Bus-Platoons	München	März 23 - Dez 25	20,08 Millionen Euro	Unbekannt	Linienbetrieb
NoWeL4 - NordWestraum Level 4	Berlin	Apr 23 - Jun 27	17,18 Millionen Euro	Unbekannt	On-Demand
LEAF - Ländliche Erschließung mit autonomen Fahrzeugen	Potsdam	Sep 23 - Jun 26	5,15 Millionen Euro	Unbekannt	On-Demand
BeIntelli - KI für die Autonome Mobilität	Berlin	Okt 23 - offen	16,5 Millionen Euro	Umgebauter Linienbus	Erklärfahrt
ABSOLUT II	Leipzig	Okt 23 - Sept 26	12 Millionen Euro	VW e-Crafter	On-Demand

Beliebtste Shuttles

EasyMile ist ein französisches Unternehmen, das sich auf die Entwicklung und den Betrieb autonomer Fahrzeuglösungen spezialisiert hat.

- **Fahrzeugmodell:** EZ10
- **Kapazität:** bis zu 12 Passagiere
- **Max. Geschwindigkeit:** bis zu 25 km/h
- **Automatisierungsstufe:** SAE Level 4
- **Preis:** ~250.000 €



[1]

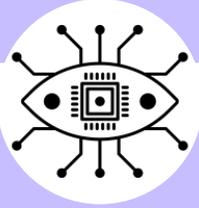
Navya ist ein französisches Unternehmen, das auf die Entwicklung und Produktion autonomer, elektrischer Shuttle-Fahrzeuge spezialisiert ist

- **Fahrzeugmodell:** EVO
- **Kapazität:** bis zu 15 Passagiere
- **Max. Geschwindigkeit:** bis zu 25 km/h
- **Automatisierungsstufe:** SAE Level 4
- **Preis:** ~250.000 €



[2]

Technische Anforderungen an das Fahrzeug



Wahrnehmung

- Hochauflösende Umfoldsensoren (Kameras, Lidar- und Radarsensoren)
- 360°-Sicht
- Objekterkennung (Fahrzeugen, Fußgänger, Fahrspuren, usw.)



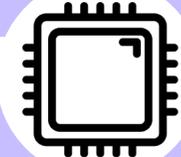
Lokalisierung

- Hochpräzise Lokalisierung des Fahrzeugs
- Kombination mehrerer Sensoren (GPS, Lidar, Inertiale Messeinheit, Odometer)



Kommunikation

- Sichere Interaktion mit der Umgebung
- Erhöhte Sicherheit
- Optimierung des Verkehrsflusses



Rechenleistung

- Verarbeitung riesiger Datenmengen in Echtzeit



Kosten: ~100.000€

Technische Anforderungen an die Infrastruktur



Straßen und Verkehrsleitsysteme

- Gut erkennbare Fahrbahnmarkierungen
- Intelligente Verkehrsleitsysteme
- Detaillierte HD-Straßenkarten.



Sensorik und Überwachungssysteme

- Erfassen von wichtigen Umgebungsdaten
- Unterstützung der Fahrzeuge bei sicherer Navigation



Kommunikationsinfrastruktur

- Datenaustausch zwischen Fahrzeugen und Infrastruktur (V2I)
- Verbesserung der Verkehrssicherheit
- Erhöhung der Verkehrseffizienz



Dateninfrastruktur

- Verarbeitung großer Datenmengen in Echtzeit (Rechenzentren, Edge-Computing)
- Gewährleistung der Datenintegrität
- Sicherstellung der Datensicherheit

Entwicklung der technischen Aufsicht



- Eine der größten Herausforderungen ist es, den **Sicherheitsfahrer** aus dem Fahrzeug zu nehmen.
→ Gemäß dem neuen **Gesetz zum Autonomen Fahren (GAF)** und der **Automatisiertes Fahren Genehmigungs- und Betriebsvorschriftenverordnung (AFGBV)** kann der Sicherheitsfahrer durch eine **technische Aufsicht** ersetzt.
- Der Fokus bei den Forschungsprojekten liegt bei:
 - Definition der Rolle einer technischen Aufsicht im Einklang mit den rechtlichen Rahmenbedingungen.
 - Implementierung einer Plattform für die Technische Aufsicht hochautomatisierter Fahrzeuge.
 - Technische, organisatorische sowie ergonomische Entwicklung eines Arbeitsplatzes für die Technische Aufsicht.

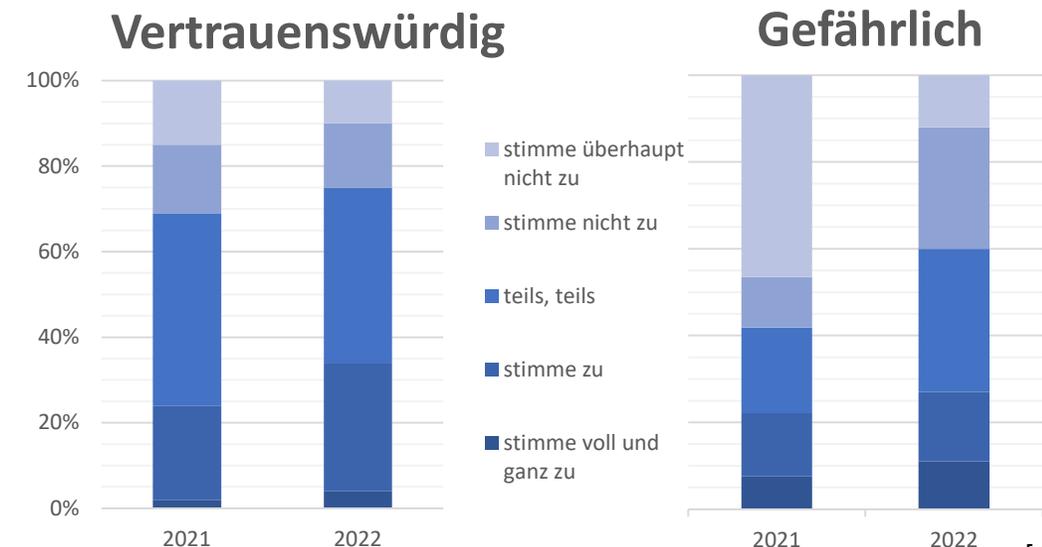
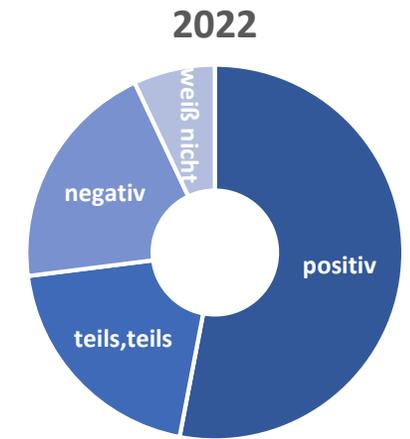
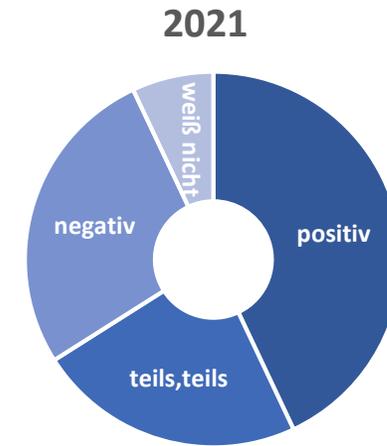


[3]

Förderung der Nutzerakzeptanz



- Nutzerakzeptanzstudien aus den Forschungsprojekten zeigen, dass die Einstellung der Nutzer durch die Bereitstellung autonomer Mobilitätsangebote positiver wird.
- Das Vertrauen in autonome Bussysteme muss jedoch weiter gefördert werden.
- Im Rahmen des Projekts **BeIntelli** wurden Fahrten mit einem autonomen Bus angeboten, bei denen die **Wahrnehmung der Umgebung** und **Erklärungen für Entscheidungen** visuell dargestellt wurden.

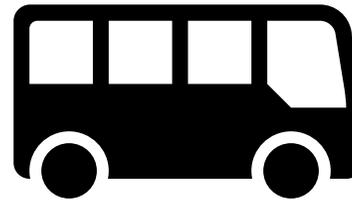


Rechtslage des autonomen Fahrens in Deutschland



Autonomes Fahren

Technische Systeme, die (zeitweise) die Fahraufgabe unter bestimmten Bedingungen/in einem bestimmten Bereich übernehmen. Ein Fahrzeugführer an Bord des KfZ ist nicht mehr erforderlich.



Zentrale Vorschriften

1. §§ 1d ff StVG
2. AFGBV
3. VO (EU) 2019/2144
4. VO (EU) 2022/1426 (sog. ADS-VO)
5. UN/ECE-Regeln

Elemente des zulässigen Regelbetriebs

Zulassung

Festgelegter Betriebsbereich

AFGBV- oder ADS-VO-konforme technische Ausrüstung

Technische Aufsicht

Rechtsslage des autonomen Fahrens in Deutschland



Zulassung

Hersteller:

- Technische Ausrüstung des Fahrzeuges in Konformität zum AFGBV / ADS-VO
- Antrag auf Betriebserlaubnis / Typengenehmigung
- Schulungen für Technische Aufsichten

Festgelegter Betriebsbereich

Halter:

- Bestellung der technische Aufsicht
- Antrag auf Genehmigung des Betriebsbereiches
- Datenspeicherung
- Wartungspflicht
- Haftpflichtversicherung

AFGBV- oder ADS-VO-konforme technische Ausrüstung

KBA:

- Erteilung der Betriebserlaubnis / Typengenehmigung
- Erteilung der Erprobungs-Genehmigung
- Marktüberwachung

Technische Aufsicht

Technische Aufsicht:

- Freigabe von Fahrmanövern
- Deaktivierung, sobald Fahrsystem dies anzeigt
- Maßnahmen der Verkehrssicherung
- Kontaktaufnahme zu den Insassen

Rechtslage des autonomen Fahrens in Deutschland



Hersteller:

- Technische Ausrüstung des Fahrzeuges in Konformität zum AFGBV / ADS-VO
- Antrag auf Betriebserlaubnis / Typengenehmigung
- Schulungen für Technische Aufsichten

Halter:

- Bestellung der technische Aufsicht
- Antrag auf Genehmigung des Betriebsbereiches
- Datenspeicherung
- Wartungspflicht
- Haftpflichtversicherung

KBA:

- Erteilung der Betriebserlaubnis / Typengenehmigung
- Erteilung der Erprobungs-Genehmigung
- Marktüberwachung

Technische Aufsicht:

- Freigabe von Fahrmanövern
- Deaktivierung, sobald Fahrsystem dies anzeigt
- Maßnahmen der Verkehrssicherung
- Kontaktaufnahme zu den Insassen

Quelle: Fellenberg, Zukunftsmobilität im Recht, Teil 1: Regulierung des Betriebs von automatisierten und autonomen Kraftfahrzeugen

Schriftseite aus dem Transformationshub MIAMy der TU Braunschweig, Institut für Rechtswissenschaften

DOI: <https://doi.org/10.24355/dbbs.084-202312060841-0>

Quellen



- [1] J. Billington, “Singapore to trial first self-driving bus service in real-world traffic,” ADAS & Autonomous Vehicle International. Accessed: Aug. 01, 2024. [Online]. Available: <https://www.autonomousvehicleinternational.com/news/adas/singapore-self-driving-bus.html>
- [2] H. Fratty, “Navya Field Self-Drive Shuttle Order,” DVN. Accessed: Aug. 01, 2024. [Online]. Available: <https://www.drivingvisionnews.com/news/2022/09/13/navya-field-self-drive-shuttle-order/>
- [3] “image-1600-6c4f1ee50c0901e7cbf9d86ed8cd7b6a.jpeg (JPEG-Grafik, 1600 × 1005 Pixel).” Accessed: Aug. 01, 2024. [Online]. Available: https://www.dlr.de/de/bilder/2022/02/arbeitsplatz-fuer-teleoperation/@_images/image-1600-6c4f1ee50c0901e7cbf9d86ed8cd7b6a.jpeg
- [4] James_T, “Akzeptanz für autonome Shuttles nimmt zu, zeigt aktuelle Studie,” INTERNATIONALES VERKEHRSWESSEN. Accessed: Aug. 01, 2024. [Online]. Available: <https://www.internationales-verkehrswesen.de/akzeptanz-fuer-autonome-shuttles-nimmt-zu-zeigt-aktuelle-studie/>
- [5] P. Fellenberg, “Regulierung des Betriebes von automatisierten und autonomen Kraftfahrzeugen,” Institut für Rechtswissenschaften (TU Braunschweig), Braunschweig, report, 2023. doi: [10.24355/dbbs.084-202312060841-0](https://doi.org/10.24355/dbbs.084-202312060841-0).



Vielen Dank für Ihre
Aufmerksamkeit

