

Anhang zu:

Autonome Systeme für Straßenbetriebsdienste (AETAS BAB)

von

Christian Lüpkes
Daniel Kleer

AlbrechtConsult GmbH
Aachen

Christian Holldorb

Steinbeis-Transferzentrum
Infrastrukturmanagement im Verkehrswesen (IMV)
Karlsruhe

Frank Zielke

KoDeCs GmbH
Detmold

**Berichte der
Bundesanstalt für Straßenwesen**

Verkehrstechnik Heft V 372

bast

Anhang

- Anhang 1: Liste öffentlich geförderter Projekte
- Anhang 2: Factsheets
- Anhang 3: Fahrzeugklassen
- Anhang 4: Liste mit Tätigkeiten der Autobahnmeistereien
- Anhang 5: Checkliste zur Identifikation potenzieller funktionaler Sicherheitsrisiken für UC3
- Anhang 6: Checkliste zur Identifikation potenzieller funktionaler Sicherheitsrisiken für UC5
- Anhang 7: Checkliste zur Identifikation potenzieller funktionaler Sicherheitsrisiken für UC9
- Anhang 8: Checkliste zur Identifikation potenzieller Cybersecurity-Risiken für UC3
- Anhang 9: Checkliste zur Identifikation potenzieller Cybersecurity-Risiken für UC5
- Anhang 10: Checkliste zur Identifikation potenzieller Cybersecurity-Risiken für UC9
- Anhang 11: System zur Absicherung von Fahrstreifen mit einem autonomen Absicherungsfahrzeug
- Anhang 12: System zum automatisierten Aufstellen, Einsammeln und Bewegen von Vorwarntafeln
- Anhang 13: System für die automatisierte Streckenkontrolle mit einer Drohne

Anhang 1: Liste öffentlich geförderter Projekte

Relevanz: 0 = gar nicht; 1 = gering; 2 = hoch; 3 = sehr hoch

Nr.	Projektkürzel	Projekttitle	Gefördert durch	Projektziel	Projektwebseite	Use Case	Technik	Sonstiges	Interessant für AETAS BAB	Anmerkung
1	@CITY	Automatisierte Fahrzeuge und Intelligenter Verkehr in der Stadt	BMWK	Ziel von @CITY ist es, automatisiertes Fahren auch in der Stadt zu ermöglichen: Automatisierte Fahrzeuge und intelligenter Verkehr werden dabei als die zentralen Elemente für den sicheren, effizienten und stressfreien Stadtverkehr der Zukunft betrachtet. Automatisierte Fahrzeuge sollen dem Fahrer nicht nur den höchstmöglichen Unterstützungsgrad bieten, sondern auch die Interaktion zwischen Fahrzeug und Fahrer, aber auch zwischen Fahrzeug und Fußgängern bzw. Radfahrern verbessern.	https://www.atcity-online.de/	0	2	0	Leistungsfähige, robuste Algorithmen für die Umfelderkennung und das Situationsverstehen, auf eine präzise digitale Karte und Selbstlokalisierung. Evtl. interessant für den Weg von Meisterei bis zur Autobahn.	Primär zielt das Projekt auf automatisiertes Fahren im urbanen Umfeld ab
2	@CITY-AF	Automatisierte Fahrfunktionen für die Stadt	BMWK	Ziel von @CITY-AF ist es, erstmalig automatisierte Fahrfunktionen für das urbane Umfeld prototypisch in Versuchsträgern umzusetzen und unter realitätsnahen Bedingungen zu erproben. Hierfür werden die in @CITY erarbeiteten Algorithmen für Situationsverstehen, hochgenaue Karte und präzise Eigenlokalisierung sowie Fusions- und Bahnplanungsansätze gezielt in automatisierte Fahrfunktionen umgesetzt. Ausgehend von ersten in @CITY erarbeiteten Pilotanwendungen werden weitere Anwendungsszenarien erschlossen.		0	0	0		Interaktion mit schwächeren Verkehrsteilnehmern
3	ACCORd	Korridor für neue Mobilität Aachen – Düsseldorf	BMDV	Mit dem Korridor für neue Mobilität Aachen - Düsseldorf wird unter Einbindung bestehender Testfelder im Raum Aachen - Düsseldorf eine integrierte Entwicklungsumgebung geschaffen, um automatisierte Fahrzeuge in Interaktion mit vernetzter Infrastruktur systematisch zu testen und abzusichern. Um vielfältige Verkehrsszenarien abbilden zu können, enthält der Korridor einen Autobahnabschnitt, einen urbanen und einen ländlichen Bereich.		0	0	1	Autobahnabschnitt zum Testen und Absichern automatisierter Fahrzeuge	
4	aFAS	Automatisch fahrerlos fahrendes Absicherungsfahrzeug für Arbeitsstellen auf Autobahnen	BMWK	Entwicklung eines automatisch fahrerlos fahrendes Absicherungsfahrzeug für Arbeitsstellen kürzerer Dauer		3	3	0	Ist ein Use-Case auf der Autobahn	
5	AFiM	Automatisiertes Fahren im Mischverkehr	BMDV	Die Ziele des Forschungsvorhabens liegen in der Untersuchung und Beurteilung der Wechselwirkungen zwischen dem Risiko ausgewählter kritischer Fahrfunktionen automatisierter Fahrzeuge und der Leistungsfähigkeit von typischen urbanen Verkehrsnetzen, welche in Abhängigkeit zur Risikobereitschaft methodisch beurteilt werden sollen, um eine verlässliche Grundlage für die gesellschaftliche Diskussion zu schaffen.		0	0	0		
6	AI4OD	Embedded Integration von Verfahren der Künstlichen Intelligenz für eine verbesserte Objekterkennung im automatisierten Fahren	BMWK	Ziel des Vorhabens ist es, die Detektion von Objekten durch kamerabasierte Sensoren in Verbindung mit KI-Algorithmen in Nachtsituationen zu optimieren. Konkret sollen dazu die Lichtkegel bzw. Reflexionen erkannt und nachverfolgt werden. Weitere Projektziele sind die A-SPICE-konforme Umsetzung des Entwicklungsprozesses sowie die Entwicklung eines Tool-gestützten Datenmanagements, welches die Prozessschritte von der Aufnahme der Sensordaten, über die Aufbereitung bis zur Speicherung abdeckt.		0	2	0	Ziel des Vorhabens ist es, die Detektion von Objekten durch kamerabasierte Sensoren in Verbindung mit KI-Algorithmen in Nachtsituationen zu optimieren.	Fahrzeuge der Meisterei sind auch bei Dunkelheit unterwegs z.B. im Winterdienst. Objekte auf der Autobahn erkennen.
7	AirPortMover	Entwicklung und Erprobung autonomer, digitaler Nutzfahrzeuge für Flughafenaußenflächen und Hallen eines Flughafens	BMWK	Ziel des Projekts ist die Entwicklung von autonomen, elektrisch angetriebenen Nutzfahrzeugen für das Einsatzszenario Flughafen und Flughafenvorfeld und die Einbindung der autonomen Nutzfahrzeuge in die realen Betriebsabläufe.		2	2	0	Interessant für den Einsatz auf Betriebshöfen.	
8	AKIT	Autonomie-KIT für seriennahe Arbeitsfahrzeuge zur vernetzten und assistierten Bergung von Gefahrenquellen	BMBF	Das Ziel des Verbundprojekts ist deshalb die Erforschung einer neuartigen Bergeskette aus hochautomatisiert arbeitenden Bergungsfahrzeug, Supportshuttle und Kommunikationskomponenten. Hierbei liegt ein besonderer Schwerpunkt der Arbeiten auf der Konzeption eines Autonomie-KIT, welches es ermöglicht, weltweit verfügbare Bau- und Arbeitsmaschinen, wie z.B. Bagger und Traktoren, innerhalb kürzester Zeit durch die Zurüstung von Sensoren und anderen Komponenten in unbemannt operierende Bergegeräte umzurüsten. Dieses Autonomie-KIT unterstützt durch Funktionen wie autonome Navigation in unstrukturierter Umgebung, die 3D-basierte assistierte Objektmanipulation und situationsangepasste Vernetzung optimal und ermöglicht damit den Bergungskräften eine zügige Beräumung von Gefahrenquellen. Durch die Umsetzung als Zurüst-Kit müssen keine speziell umgerüsteten Fahrzeuge weltweit vorgehalten werden, sondern können am Einsatzort beschafft und qualifiziert werden.	http://a-kit.de/	1	3	1	Nachrüstbares Fernsteuerungs- und Automatisierungssystem für seriennahe Fahrzeuge --> kostengünstig	Projekt seit 09/2019 abgeschlossen

Nr.	Projektkürzel	Projekttitle	Gefördert durch	Projektziel	Projektwebseite	Use Case	Technik	Sonstiges	Interessant für AETAS BAB	Anmerkung
9	ALFRIED	Automatisiertes und vernetztes Fahren in der Logistik am Testfeld Friedrichshafen	BMDV	Ziel von ALFRIED ist die Weiterentwicklung des komplexen Mobilitätssystems der Stadt Friedrichshafen mit den Schwerpunkten Infrastruktur und Smart City Leitstelle. Friedrichshafen bietet als deutsches Mittelzentrum ein hervorragendes Anwendungsfeld für ein auf viele Städte und Regionen übertragbares Mobilitätskonzept. Automatisiertes und vernetztes Fahren (AVF), Datenintegration, Routenoptimierung, Störprädiktion sowie intelligente Echtzeitinformation sollen innerstädtische Warenfahrten zwischen Werksstandorten so optimieren, dass Einsparungen der Fahrten und/oder der damit verbundenen Emissionen erreicht werden und das innerstädtische Verkehrsaufkommen entlastet wird.		0	0	0		
10	ANITA	Autonome Innovation im Terminalablauf	BMWK	Das Verbundprojekt „ANITA“ zielt darauf ab, einen vollautomatisierten, fahrerlosen Lkw (Sattelzug) zu entwickeln und in zwei realen Logistikterminals in Ulm zu erproben sowie dessen Anwendung zu validieren. Dazu stehen neben der Fahrzeugentwicklung insbesondere auch die Technologieerprobung sowie die Interaktionsmechanismen zwischen Lkw und Mensch/Infrastruktur im Mittelpunkt des FE-Projekts. Zudem werden neuartige Verfahren zur Umfelderkennung und Objekterkennung im Nahbereich erforscht.		3	3	0	Technologieerprobung sowie die Interaktionsmechanismen zwischen Lkw und Mensch/Infrastruktur.	Vollautomatisierter und fahrerloser Ansatz
11	AnRox	Ausfallsicheres und effizientes elektrisches Antriebssystem für Robotertaxis	BMWK	Ziel des Forschungsvorhabens AnRox ist die Entwicklung eines ganzheitlich optimierten Antriebssystems für das automatisierte elektrische Fahren. Als Anwendungsfall wurde ein Robotertaxi gewählt, die Ergebnisse sollen sich jedoch generell auf alle elektrisch angetriebenen Fahrzeuge übertragen lassen. Die Forschungs- und Entwicklungstätigkeiten fokussieren sich dabei auf alle Fahrzeug-Systemebenen (Fahrzeugebene, Systemebene und Komponentenebene) im gesamten Antriebssystem (u.a. Antrieb und Energiebordnetz). Hauptziel bei der Entwicklung der Lösungen ist es, eine Fehleroperabilität ohne Mehraufwand (z.B. Redundanz) zu erreichen bzw. notwendige Mehraufwände zumindest durch eine Funktionserweiterung an anderer Stelle zu kompensieren.		0	1	0	Eine Fehleroperabilität ohne Mehraufwand (z.B. Redundanz) zu erreichen bzw. notwendige Mehraufwände zumindest durch eine Funktionserweiterung an anderer Stelle zu kompensieren.	Falls elektrisch angetriebene Fahrzeuge im Betriebsdienst eine Rolle spielen
12	APEROL	Autonome, personenbezogene Organisation des Straßenverkehrs und digitale Logistik	BMDV	Ziel des Projekts ist neben der konkreten Umsetzung eines Pilotbetriebs von autonomen, elektrisch fahrenden Fahrzeugen im Straßenverkehr auch eine umfassende Softwareunterstützung und Entwicklung, die sowohl Bürgerinnen und Bürgern als auch Unternehmen passgenaue Mobilitäts- und Transportdienste anbietet. Darüber hinaus werden Algorithmen entwickelt, die den entstehenden Ressourceneinsatz optimieren und eine Übertragbarkeit der Lösungen auf andere Städte und Regionen ermöglichen.		0	0	0		
13	ARCADIA	Airborne tRaffiC AcciDent Identification – PoC Analysis	BMDV	Projektziel ist es, Luftbeobachtungsdaten zu realen Verkehrs- und Unfallsituationen zu erfassen, zu analysieren und zu bewerten. Dazu sollen mithilfe der Projektergebnisse genügend Informationen zum realen Verkehrs- und Unfallgeschehen an einem ausgewählten Unfallschwerpunkt erfasst werden.		0	0	0		
14	ATLAS-L4	Automatisierter Transport zwischen Logistikzentren auf Schnellstraßen im Level 4	BMWK	Projektziel ist es, mit autonomem Fahren zwischen Logistik Hubs auf der Autobahn einen wirksamen Beitrag zur Vermeidung von Staus und Unfällen zu leisten, die Fahrzeuge verbrauchseffizienter zu betreiben und dem Fahrpersonalmangel durch den Wegfall weniger attraktiver Fahraufgaben zu begegnen.		3	3	0	Interessant für die Entwicklung eines autonomen Basisfahrzeugs für die Ausführung verschiedener Tätigkeiten.	Das Projekt ist Anfang 2022 gestartet. Es liegen noch keine verwertbaren Ergebnisse vor.
15	ATLAS 60G	Automobiltunnel- und Parkhaus-Lokalisierungs-Assistenz-System im 60-GHz-Band	BMDV	Das Bestreben des Vorhabens liegt in der Technologieentwicklung für eine verbesserte, zielorientierte Navigation in Tunneln und Parkhäusern durch die Bereitstellung von genaueren, absoluten Positionen des Fahrzeugs. ATLAS 60G soll für die zukünftige Parkplatz- und Tunnelnavigation sowie Einparkassistenzsysteme eine neue Genauigkeitsstufe ermöglichen, mit der eine minimale Anzahl von Rangierwiederholungen, z. B. über mehrere Parkdecks hinweg, entlang enger Kurven oder durch Tunnel bis hin zum freien Parkplatz, möglich wird.		0	0	0		
16	AutoAkzept	Automation ohne Unsicherheit zur Erhöhung der Akzeptanz automatisierten und vernetzten Fahrens	BMDV	Das Ziel von AutoAkzept ist die Entwicklung von nutzerfokussierten Assistenzleistungen zur Reduktion der subjektiven Unsicherheiten der Insassen in Fahrzeugen mit automatisierten und vernetzten Systemen. Damit soll die Akzeptanz des AVF erhöht werden.		0	0	0		

Nr.	Projektkürzel	Projekttitle	Gefördert durch	Projektziel	Projektwebseite	Use Case	Technik	Sonstiges	Interessant für AETAS BAB	Anmerkung
17	AutoTruck	Vollautomatischer Verteiler-Lkw für Automatisierungszonen	BMWK	Inhalt des Vorhabens ist die Entwicklung eines Systems, mit dessen Hilfe sich Verteiler-Lkw und andere Nutzfahrzeuge in Logistikzentren sowie definierten, räumlich begrenzten Bereichen des öffentlichen Straßenraums (nachfolgend als Automatisierungszone bezeichnet) vollautomatisiert – also ohne Fahrer sicher betreiben lassen. Dabei soll der vollautomatische Betrieb an der Zufahrt zur Automatisierungszone beginnen und mit dem Verlassen enden. In dieser Zeit sind vielfältige Fahraufgaben in komplexen Umgebung zu absolvieren: Übergabe des Fahrzeugs vom Fahrer an den Leitstand bei Einfahrt in die Automatisierungszone, Abarbeiten von Transportmissionen, automatisches Abfahren von Trajektorien mit Zwischenzielen wie Parkpositionen, automatisches Andocken an Laderampen oder Nachladestationen, dynamische Anpassung der Trajektorien an die aktuelle Hindernissituation in der Automatisierungszone, Kooperation mit anderen Fahrzeugen, Übergabe des Fahrzeugs an den Fahrer bei Verlassen der Automatisierungszone. In diesem Kontext ist die Kerninnovation des Verbundvorhabens die Entwicklung und praktische Demonstration eines seriennahen, zulassungsfähigen Verteiler-Lkw, der in definierten Automatisierungszonen vollautomatisch von einem Leitstand vorgegebene Missionen ausführt (Stufe 5 der VDA Klassifizierung zum automatisierten Fahren). Für diese Kerninnovation soll der Technologie-Reifegrad von derzeit TRL 4 auf TRL 6 bis 7 (Technology Readiness Level nach Definition des BMWK) angehoben werden, indem ein System aufgebaut und demonstriert wird, das aus einem mit der notwendigen Sensor-, Ortungs- und Kommunikationstechnik ausgerüsteten Verteiler-Lkw (15 - 18 t) sowie dem übergeordneten Online-Leitstand helyOS besteht, über den sich Missionen live vorgeben lassen.	https://www.autotruck-projekt.de/index.php/ziele	2	2	0	Fahrerloser Ansatz mit Nutzfahrzeugen	Projekt seit 08/2019 abgeschlossen
18	BeIntelli	Schaufenster: KI für die Mobilität der Zukunft auf Basis von Plattformökonomie	BMDV	Das Projekt BeIntelli schafft das Schaufenster Künstliche Intelligenz (KI) für die Mobilität der Zukunft, welches im Kern fünf Ziele umfasst.		0	0	0		
19	BiDiMoVe	Bidirektional, Multimodal, Vernetzt	BMDV	Auf Basis der ganzheitlichen IVS-Strategie der Stadt Hamburg wollen die Projektpartner die Implementierung und Erprobung einer Public Key Infrastructure für den informationstechnisch sicheren Betrieb kooperierender IVS-Komponenten erreichen und so einen Piloten für zukünftige Einsatzszenarien erarbeiten. Als Anwendungsfelder dienen die Einsatzoptimierung und gesicherte Priorisierung des ÖPNV sowie die Erprobung eines Abbiegeassistenten für die Busfahrer, mit dem vor parallel querenden Radfahrern und Fußgängern gewarnt wird.		0	0	1	Verkehrssicherheit (Safety) und Sicherheit der Dienste und Daten (Security)	
20	EDDI	Elektronische Deichsel – Digitale Innovation	BMDV	Im Rahmen des Förderprojekts EDDI wurden digital vernetzte LKW-Kolonnen weiterentwickelt und im realen Straßen- und Logistikverkehr über einen längeren Zeitraum erprobt. Die Praxistauglichkeit und Systemsicherheit dieser sogenannten Platooning-Technologie standen bei dem weltweit ersten Praxis-Test für den Logistiker DB Schenker und den Hersteller MAN Truck & Bus im Vordergrund. Auf der BAB 9 zwischen München und Nürnberg wurden über 3 Monate alltägliche Straßengütertransporte in Platoons mit einem Fahrzeugabstand zwischen 15 und 21 Metern durchgeführt und daraus Erkenntnisse für einen Regeleinsatz gezogen. Die Auswirkungen auf die Berufskraftfahrer wurden durch den wissenschaftlichen Partner Hochschule Fresenius sowohl psychosozial in offenen Interviews als auch neurophysiologisch mit mobiler EEG und Eye-Tracking Messungen untersucht.		3	3	0		Projekt seit 06/2019 abgeschlossen
21	EMMI	Empathische Mensch-Maschine-Interaktion zur Erhöhung der Akzeptanz des Automatisierten Fahrens	BMWK	Ziel des Projekts ist die Entwicklung einer empathischen Mensch-Maschine-Schnittstelle, die den individuellen Nutzerzustand sowie die Verkehrssituation berücksichtigt. Durch diese soll sowohl das Vertrauen in die Automatisierung als auch der wahrgenommene Kundennutzen erhöht und somit die Technikakzeptanz gesteigert werden. Im Rahmen des Projekts werden drei konkrete Maßnahmen detailliert untersucht: Die situationsangepasste Visualisierung von Fahrzeuginformationen, der Einsatz eines intelligenten Assistenten und die Ermöglichung einer indirekten Beeinflussung des Fahrverhaltens durch den Nutzer.		0	0	0		
22	EVA-Shuttle-Busse	Elektrische, vernetzte und autonom fahrende Elektro-Mini-Busse im ÖPNV	BMDV	Die Zielsetzung des Verbundvorhabens ist die erstmalige vollständige Schließung der Mobilitätskette. Diese soll durch eine Kombination der herkömmlichen ÖPNV-Verkehrsmittel mit einer Flotte autonom agierender Elektrofahrzeuge, den EVA-Shuttles, erreicht werden. Durch die vernetzten EVA-Shuttle-Busse und die Einbindung in eine ÖPNV-Zentrale sollen Fahrtwünsche zukünftig so aufeinander abgestimmt werden, dass eine verkehrsreduzierende und klimafreundliche Wirkung auf der sogenannten „ersten und letzten Meile“ erzielt wird.		0	0	0		

Nr.	Projektkürzel	Projekttitle	Gefördert durch	Projektziel	Projektwebseite	Use Case	Technik	Sonstiges	Interessant für AETAS BAB	Anmerkung
23	FAS-VidGen	Prädiktion von Bildfolgen aus FAS-Videosequenzen	BMDV	Angesichts der überwältigenden Fortschritte im Bereich des maschinellen Lernens und der künstlichen Intelligenz – allem voran durch künstliche neuronale Netze – soll ein System zur Prädiktion visueller Beobachtungen auf Grundlage von zuvor beobachteten Bildsequenzen entwickelt werden. Die Prädiktion von Aktivitätsmustern anderer Verkehrsteilnehmer kann dann dazu genutzt werden, bestimmte Interventionsroutinen vorausschauend auszulösen oder die Aufmerksamkeit des Fahrers auf die relevanten Regionen im Sichtfeld zu lenken.		0	0	0		
24	FLOOW	Flexibles Mobilitäts- und Cargo-System für den Werksverkehr	BMWK	FLOOW verfolgt das Ziel, die Komplexität der automatisierten Fahraufgaben in diesem speziellen Anwendungsfall, des Werksverkehrs, beherrschbar und gleichzeitig wirtschaftlich umzusetzen. Dazu soll die Nutzung von hochintegrierter Low-Power Hardware im Kontext eines Mikromobilitätssystems untersucht werden. Die entwickelten Methoden sollen auf speziellen Plattformen integriert und auf einem Versuchsgelände im Flottenverbund evaluiert werden.		0	0	0	Evtl. interessant auf dem Betriebshof. Eher aber uninteressant.	speziell für Werksbereiche
25	GEWAF	Generische Entwicklungs- und Absicherungsmethodik für vernetzte und automatisierte Fahrfunktionen	BMDV	Im Rahmen des Projekts sollen Werkzeuge und Methoden entwickelt werden, die an ausgewählten Manövern auf ihre Einsatzfähigkeit hin überprüft werden. Kernstück des Vorhabens ist die enge Rückkopplung zwischen verschiedenen Stufen von Simulationen und der Einbeziehung möglichst vieler Messungen aus realen Fahrversuchen zur Bewertung und Freigabe hochautomatisierter Fahrfunktionen.		0	0	0		
26	HALC	Highway Assist with Lane Change (SAE Level 2)	BMWK	Das Ziel des Projekts ist die Untersuchung, Entwicklung und Einführung von Funktionen zur integrierten Längs- und Querverführung für automatisiertes Fahren speziell für schwere und mittlere Nutzfahrzeuge.		2	3	0	Längs- und Querverführung für automatisiertes Fahren -> Könnte interessant sein für den automatisierten Einsatz auf der Autobahn z.B. Winterdienst	Speziell für schwere und mittlere Nutzfahrzeuge. Auf Bundesautobahnen.
27	Hambach-Shuttle	Selbstfahrende Elektroshuttles zum Hambacher Schloss	BMDV	Durch Einsatz der Technologie des „Autonomen Fahrens“ soll eine positive Standortentwicklung erreicht werden, indem das Verkehrsaufkommen reduziert und die Umweltbelastung gesenkt wird. Das Projektziel soll durch den Einsatz von zunächst zwei und im Regelbetrieb von vier selbstfahrenden On-Demand-Elektroshuttles zum Hambacher Schloss erreicht werden. Strategisch ist der „Hambach-Shuttle“ der erste Meilenstein für die Einführung von „Mobility-on-Demand“ im öffentlichen Personennahverkehr in Neustadt a. d. Weinstraße.		0	0	0		
28	HEAL	Hochautomatisiert gesellschaftlich nachfrageorientiert ländlich	BMDV	Ziel des Projekts ist es, einen langfristigen und übertragbaren Beitrag für eine gesellschaftliche Teilhabe durch neue Mobilitätsangebote für die Gesundheitsversorgung im ländlichen Raum zu schaffen. Die praxisorientierte Nutzung vernetzter, automatisierter Fahrzeuge im realen Straßenverkehr soll auch Erkenntnisse mit Blick auf Verkehrssicherheit, Effizienz und Emissionsreduktion liefern. Die Analyse potenzieller Wirkungen der Digitalisierung, Automatisierung und Vernetzung im Bereich der Mobilität auf die Gesellschaft stellen weitere Schwerpunkte des HEAL-Projekts dar.		0	0	0		
29	IFAS	Insassenüberwachung in autonomen Fahrzeugen zur adaptiven Aktivierung von Sicherheitssystemen	BMWK	Das Ziel des Verbundprojekts „IFAS“ ist es, einen Prototyp zur Insassenüberwachung im Fahrzeuginnenraum zu entwickeln und zu validieren. Mithilfe von Kamera- und Radarsensoren soll das System die Position, Gesten und den Zustand von Fahrzeuginsassen erfassen sowie mögliche Gegenstände (z.B. Tablet, Smartphone) erkennen. Neben der Interpretation und Kategorisierung der gesammelten Daten soll auch ein Modell zur Risikobewertung von fahrfremden Tätigkeiten entwickelt und getestet werden.		0	0	0		
30	IMAGinE	Intelligente Manöver Automatisierung – kooperative Gefahrenvermeidung in Echtzeit	BMWK	Im Projekt IMAGinE wird die Entwicklung neuer Assistenzsysteme entlang der Prinzipien kooperativen Verhaltens erforscht. Hierdurch sollen zum einen der erforderliche wechselseitige Austausch zwischen kooperierenden Fahrzeugen technisch realisiert und zum anderen die Abstimmung und Entscheidungsfindung zwischen intelligenten Systemen sowie zwischen Mensch und Maschine dargestellt werden. Zentrale Herausforderung ist es, den Sprung vom informativen oder reagierenden Charakter heutiger isoliert agierender Assistenzsysteme hin zu kooperativen Manövern mehrerer Verkehrsteilnehmer zu realisieren.	www.imagine-online.de	1	2	0	Wechselseitiger Austausch zwischen kooperierenden Fahrzeugen. Abstimmung und Entscheidungsfindung zwischen intelligenten Systemen.	MAN: Manöverabstimmung zwischen den beteiligten Verkehrsteilnehmern unter Berücksichtigung nutzfahrzeugspezifischer Anforderungen
31	InfraRob	Maintaining integrity, performance and safety of the road infrastructure through autonomous robotized solutions and modularization	EU Horizon 2020	InfraROB ist ein von der Europäischen Union im Rahmen von Horizon 2020 finanziertes Projekt (09/2021 - 02/2025), das darauf abzielt, die Gefährdung von Mitarbeitern durch Straßenverkehr und Baumaschinen zu verringern, die Verfügbarkeit des Verkehrsnetzes zu erhöhen, die Kosten für sich wiederholende Aufgaben zu senken und die Sicherheit der Verkehrsteilnehmer zu erhöhen, indem bedeutende Fortschritte bei der Automatisierung, Robotisierung und Modularisierung des Baus, der Modernisierung und der Instandhaltung der Straßeninfrastruktur gefördert werden.	https://infrarobproject.com/	3	3		Autonome robotergestützte Maschinen für den Bau, die Erneuerung oder die (routinemäßige oder regelmäßige) Instandhaltung von Straßenbelägen.	

Nr.	Projektkürzel	Projekttitle	Gefördert durch	Projektziel	Projektwebseite	Use Case	Technik	Sonstiges	Interessant für AETAS BAB	Anmerkung
32	INITIATIVE	INtelligenTe Mensch-Technik KommunikATIOn im gemischten Verkehr	BMWK	Das Projekt verfolgt daher das Ziel eine KI-gestützte adaptive Kommunikation für die Integration automatisierter Fahrzeuge in gemischten Verkehrsszenarien zu realisieren.		0	0	0		
33	kantSaar	Kooperatives, automatisiertes Fahren im neurokognitiven Testfeld Saarland	BMDV	Die fusionierten Daten sollen Informationen liefern, die beispielsweise für die Abschätzung der Übernahmebereitschaft der Fahraufgabe durch den Fahrer verwendet werden können. Die ganzheitliche Verkehrssituationsbetrachtung soll dabei innerhalb einer cloudbasierten Lernmaschine erfolgen, um eine entsprechende Datenbank bereitzustellen.		0	0	0		
34	KI Absicherung	Methoden und Maßnahmen zur Absicherung KI-basierter Wahrnehmungsfunktionen für das automatisierte Fahren	BMWK	Ziel des Projekts KI Absicherung ist die Entwicklung und Untersuchung von Methoden und Maßnahmen für die Absicherung KI-basierter Fahrfunktionen für den Use Case Fußgängererkennung.		0	0	0		
35	KI Data Tooling	Methoden und Werkzeuge für das Generieren und Veredeln von Trainings-, Validierungs- und Absicherungsdaten für KI-Funktionen autonomer Fahrzeuge	BMWK	KI Data Tooling hat zum Ziel, die essentielle Datenbasis für KI-Systeme automatisierter Fahrfunktionen effizient und systematisch zu erweitern. In einem gesamtheitlichen Ansatz sollen Methoden und Werkzeuge entwickelt werden, um Daten optimiert zu generieren, zu veredeln und bereitzustellen. Dabei werden die Datensätze hinsichtlich ihrer Modalität (Radar-, Lidar-, Kameradaten), ihres Ursprungs (real, synthetisch und hybrid, d.h. synthetisch augmentierte Daten), ihrer Güte und der zugrundeliegenden Sensorsetups und -technologien unterschieden. Die geschaffene Datenbasis soll für alle Entwicklungsschritte von KI-Funktionen, das Training, die Validierung sowie das Testen und Absichern, zum Einsatz kommen.		0	0	0		
36	KI Delta Learning	Methoden und Werkzeuge zur effizienten Erweiterung und Transformation vorhandener KI-Module autonomer Fahrzeuge	BMWK	Ziel von KI Delta Learning ist die Entwicklung von Methoden und Werkzeugen zur effizienten Erweiterung und Transformation vorhandener KI-Module autonomer Fahrzeuge auf die Herausforderungen neuer Domänen oder komplexerer Szenarien. Im Projekt werden neue KI-Verfahren entwickelt, um bereits erworbenes Wissen optimal zu nutzen und nur die zusätzlichen Anforderungen – das Delta – mit möglichst geringem Aufwand neu lernen zu müssen. Zentrale Fragestellungen sind: Wie kann gelerntes Wissen weiter genutzt werden, auch wenn ein neuer Sensor genutzt wird? Wie kann ein KI-System mit einer neuen Umwelt zurechtkommen ohne alles von vorn zu lernen oder wie kann ein Trainingsprozess speziell für Deltas (z. B. hin zu neuen Anwendungsbereichen, neuen Umgebungen, neuen Sensorsetups) aussehen?		0	0	0		
37	KI Wissen	Entwicklung von Methoden für die Einbindung von Wissen in maschinelles Lernen	BMWK	KI Wissen geht die Herausforderung auf eine neuartige Art und Weise an und entwickelt Methoden und Tools zur Einbindung von Wissen in das maschinelle Lernen. Ziel von KI Wissen ist die Erschaffung eines umfassenden Ökosystems für die Einbindung von Wissen in das Training und die Absicherung von KI-Funktionen. Die im Projekt erzielten Ergebnisse adressieren die zentralen Problemstellungen auf dem Weg zum autonomen Fahren: die Steigerung der funktionalen Güte, die Dateneffizienz, die Plausibilisierung und die Absicherung von KI-gestützten Funktionen.		0	0	0		
38	KISSaF	KI-basierte Situationsinterpretation für das Automatisierte Fahren	BMWK	Das Projekt KISSaF setzt sich zum Ziel, eine KI-basierte Situationsprädiktion für die gesamte Szene über einen weiten Zeitraum zu entwickeln. Durch Kopplung der Prädiktion mit der Trajektorienplanung des Ego-Fahrzeugs soll die Sicherheit erhöht und das automatisierte Fahren ab SAE-Level 3 ermöglicht werden.		0	0	0		
39	KISsME	Künstliche Intelligenz zur selektiven echtzeitnahen Aufnahme von Szenarien- und Manöverdaten bei der Erprobung von hochautomatisierten Fahrzeugen	BMWK	Das Projekt KISsME hat zum Ziel, ein KI-basiertes Verfahren zu entwickeln, welches Daten, die eine besondere Relevanz für das Trainieren und Validieren von KI-Algorithmen für automatisierte Fahrfunktionen haben, eigenständig und selektiv während der automatisierten Fahrt in Echtzeit erkennt sowie auswählt. Damit können selektiv und ressourcenschonend Daten für das Trainieren und Validieren von KI-Algorithmen für das automatisierte Fahren gesammelt werden.		0	0	0		
40	KOMET	Korrektur von GNSS-Mehrwegeeffekten für die zuverlässige Eigenlokalisierung von hochautomatisierten Fahrzeugen in innerstädtischen Bereichen	BMWK	Das Ziel des Projekts ist die Entwicklung und Anwendung von innovativen Korrekturverfahren zur Reduktion von Mehrwegeeffekten bei der trägerphasenbasierten GNSS-Ortung. Die entwickelten Korrekturverfahren sollen die Genauigkeit und Robustheit der GNSS-Ortung erhöhen und somit eine zuverlässige Lokalisierung der hochautomatisierten Fahrzeuge im urbanen Raum ermöglichen.		0	0	0		

Nr.	Projektkürzel	Projekttitle	Gefördert durch	Projektziel	Projektwebseite	Use Case	Technik	Sonstiges	Interessant für AETAS BAB	Anmerkung
41	KoMoDnext	Automatisiertes Fahren im digitalen Testfeld Düsseldorf	BMDV	Das Ziel von KoMoDnext ist die Vorbereitung aus-gewählter Netzabschnitte für deren Befahrbarkeit mit automatisierten Level-4-Fahrzeugen. Dabei steht die Absicherung des automatisierten Fahrens durch die Entwicklung neuer Steuerungsverfahren unter Nutzung mobiler Sensornetze sowie durch Sicherung der Kommunikation zwischen Fahrzeug und Infrastruktur im Vordergrund. Mittels Integration standardisierter Verfahren der IT-Security sollen erstmals Serienfahrzeuge als größere Fahrzeugflotte in das mobile Sensornetzwerk eingebunden werden. Aufgrund der Komplexität bei der Automatisierung an städtischen Knoten wird eine multimodale Absicherung durch mobile Fußgänger- und Radfahrerdaten sowie durch hochauflösende stationäre Daten verfolgt. In Abhängigkeit der Verkehrs- und Umfeldsituationen kann auch die rechtzeitige Übergabe der Fahrfunktion zurück an den Fahrer zur Sicherheit des Gesamtsystems beitragen.		0	0	0		
42	LiDARshared	Vernetzter LiDAR-Bus zum sicheren autonomen Einsatz im Shared Space	BMDV	Im Rahmen des Projekts LiDARshared werden eine Infrastruktur zur adaptiven Erfassung hochauflösender LiDAR-Umgebungsdaten (LiDAR = Light Detection And Ranging – optische Umgebungsvermessung in 3D), deren Vernetzung über mehrere Verkehrsteilnehmer hinweg, sowie Künstliche Intelligenz (KI) Algorithmen zur vorausschauenden Bewertung der Verkehrssituation im Shared Space entwickelt. Dadurch werden die Grundlagen für sicheres, autonomes Fahren im Shared Space gelegt.		0	2	0	Erfassung hochauflösender LiDAR-Umgebungsdaten	
43	LINKTEST	Anpassung und Erweiterung von Testverfahren für vernetzte Luftfahrzeuge auf Testverfahren vernetzter Automobile im Straßenverkehr	BMDV	Das Projektziel besteht in der Erarbeitung von Test- und Bewertungsmethoden, um die Zuverlässigkeit und Sicherheit der für das vernetzte Fahren benötigten Datenlinks wissenschaftlich fundiert und in wirtschaftlich angemessener Weise gewährleisten zu können.		0	0	0		
44	LOGIN Hannover	Lichtsignalanlagen optimal gesteuert im Nahverkehr	BMDV	Das Projekt erforscht Ansätze zur Neugestaltung der ÖPNV-Bevorrechtigung. Die Projektpartner erarbeiten geeignete Systemkonfigurationen und setzen die erforderlichen Komponenten in den Fahrzeugen und auf der Strecke ein. Zudem soll eine Ankunftszeitprognose für eine Ankunft an der LSA kontinuierlich erzeugt werden. Die Entscheidungslogik der Signalsteuerungen ist an diese neue Form der Anmeldung anzupassen und hinsichtlich einer verlustfreien ÖPNV-Fahrt zu optimieren. Zudem soll eine Schaltzeitprognose dezentral im Steuergerät erzeugt werden. Für die neuen Funktionen sollen Analysetools entwickelt und erprobt werden. Gleichzeitig besteht der Anspruch, die neue Kommunikationstechnik in typische Systemumgebungen von Verkehrsunternehmen zu integrieren und die Möglichkeiten zum autonomen Fahren vorzubereiten.		0	0	0		
45	LUKAS	Lokales Umfeldmodell für das Kooperative, Automatisierte Fahren in komplexen Verkehrssituationen	BMWK	Das Projekt LUKAS hat zum Ziel, durch eine Vernetzung der Infrastruktur und möglichst aller Verkehrsteilnehmer die Verkehrssicherheit und –effizienz insbesondere für urbane Verkehrssituationen mit Mischverkehr zu erhöhen. Dabei soll das Potential innovativer Kommunikationstechnologie und KI-gestützter Methoden für eine Nutzung im vernetzten, automatisierten Fahren in komplexen urbanen Verkehrssituationen erforscht werden.		0	0	0		
46	MoFFa	Holistisches Modell der Aufgabenverteilung zwischen Fahrer und Fahrerassistenzsystem beim automatisierten Fahren	BMDV	Ziel des Vorhabens ist die Entwicklung, mathematische Beschreibung und Evaluation eines holistischen Modells zur Abbildung der Interaktionen und Interdependenzen zwischen dem Fahrer und dem Assistenzsystem für automatisierte und vernetzte Fahrfunktionen. Dieses Modell bildet die Grundlage, um Verfahren und Bewertungsmethoden zu entwickeln, die der Aufrechterhaltung der je nach Automatisierungsgrad notwendigen Fahreraufmerksamkeit und der Erfassung der Übernahmebereitschaft des Fahrers dienen. Die Verteilung der Aufgaben zwischen Mensch und Technik soll zudem durch einen technisch implementierten „Kordinator“ geregelt werden, der beispielsweise die Einhaltung normativ-regulativer Vorgaben überprüft.		0	0	0		Projekt seit 08/2020 abgeschlossen
47	MOSAik:D	M2M-gestützte Optimierung der Sicherheit in Arbeitsstellen kürzerer Dauer	BMDV	Das Projekt MOSAik:D zielt auf die Erhöhung der Sicherheit des Verkehrs in AKD sowie die Verbesserung des Schutzes des Baustellenpersonals mit Hilfe von M2M-Kommunikation (Mensch-zu-Maschine). Durch die Kombination moderner Kommunikations- und Ortungsmethoden sollen zum einen ankommende Fahrzeuge über Personen im unmittelbaren Gefahrenbereich des Verkehrsraums informiert werden. Zum anderen soll auch das Baustellenpersonal vor potenziellen Gefahren durch unkontrolliert herannahende Fahrzeuge gewarnt werden.		3	3	0	Optimierung der Sicherheit in Arbeitsstellen kürzerer Dauer z.B. auf Autobahnen	
48	NAIXTransit	Szenarien zu Netzkonfiguration und Organisation eines automatisierten ÖPNV am Beispiel Aachen - Studie	BMDV	Im Projekt NAIXTransit wird am Beispiel von Aachen ganzheitlich untersucht, wie sich eine zunehmende Automatisierung und Vernetzung unterschiedlicher Angebote auf Netzkonfigurationen und Betriebsformen des öffentlichen Verkehrs auswirken.		0	0	0		

Nr.	Projektkürzel	Projekttitle	Gefördert durch	Projektziel	Projektwebseite	Use Case	Technik	Sonstiges	Interessant für AETAS BAB	Anmerkung
49	progressivKI	Unterstützung der Entwicklung von effizienten und sicheren Elektroniksystemen für zukünftige KFZ-Anwendungen mit automatisierten Fahrfunktionen mittels einer modular strukturierten KI-Plattform	BMWK	Das Ziel des Vorhabens progressivKI ist die Entwicklung einer modularen Plattform KI-gestützter Methoden zur Einbindung in die Entwurfsprozesse von Mikroelektroniksystemen, wie sie in Fahrzeuganwendungen eingesetzt werden. Mittels innovativer KI-basierter Entwurfs- und Validierungsmethoden soll der Entwurfsprozess unterstützt und optimiert werden, um Elektroniksysteme effizienter, zuverlässiger und sicherer entwickeln zu können. Ein besonderes Augenmerk liegt dabei auf einer hohen Übertragbarkeit und Portabilität des neu entwickelten KI-Systems.		0	0	0		
50	Providentia	Proactive Video-Based Use of Telecommunication Technologies in Innovative Highway Scenarios	BMDV	Der Vorausblick soll zuverlässig, robust und situationsangepasst sein, und die Sicht eines individuellen Fahrers oder Fahrzeugs deutlich übertreffen, ohne den Fahrer mit zu vielen Informationen zu überfrachten. Er soll bei Tag und Nacht und auch bei widrigen Umweltverhältnissen möglich sein.		0	1	1	Testfeld Autobahn, kritische Situationen im Vorfeld erkennen	Projekt seit 12/2019 abgeschlossen
51	RADSPOT	Hochautomatisiertes und straßenschonendes Fahren auf Basis der Bodenradarsignale	BMDV	Ziel des Forschungsvorhabens ist insgesamt die Entwicklung von cloudbasierten Verkehrsdiensten zum Health-Monitoring für Verkehrswege und straßenschonenden automatisierten Fahren. Zur Einführung eines neuartigen straßenschonenden Fahrens dient der Einsatz von on-board-Bodenradarsensoren als Grundlage für eine automatische Früherkennung von drohenden Schäden in den tieferen Straßenschichten. Zugleich liefern die Radargramme nützliche Information zur weiteren Lokalisation.		3	3	0	Einsatz von on-board-Bodenradarsensoren als Grundlage für eine automatische Früherkennung von drohenden Schäden in den tieferen Straßenschichten	
52	Ride4All	Entwicklung eines integrierten und inklusiven Verkehrssystems für autonom fahrende Busse	BMDV	In Ride4All sollen automatisiert fahrende Busse in den Regelbetrieb des bestehenden ÖPNV-Systems der Regionalverkehr Ruhr-Lippe GmbH integriert werden. Darauf aufbauend soll im Schwerpunkt die inklusive Nutzung und barrierefreie Bedienung autonom fahrender Busse für Jedermann im „Design for All“ entwickelt, konzeptionell erfasst und evaluiert werden.		0	0	0		
53	RoSSHAF	Robustheit von Sensoren und Sensorsystemen gegenüber Umweltbedingungen für HochAutomatisiertes Fahren	BMWK	Das Ziel des Projekts ist die Robustheit von Sensoren und Sensorsystemen gegenüber Umweltbedingungen zu erhöhen und somit auch bei widrigen Umwelteinflüssen die sichere Nutzung von automatisierten Fahrfunktionen zu ermöglichen.		1	3	0	Robustheit von Sensoren und Sensorsystemen gegenüber Umwelteinflüssen erhöhen -> Interessant für Winterdienst	
54	RUMBA	Realisierung einer positiven User Experience Mittels Benutzerfreundlicher Ausgestaltung des Innenraums für Automatisierte Fahrfunktionen	BMWK	Das Ziel des Projekts ist die Entwicklung und Implementierung adaptiver Innenraum- und Interaktionskonzepte (Bedienelemente, Sitzpositionen und HMI-Konzepte) inklusive eines neuartigen, auf Steer-by-Wire basierenden Konzeptes zur Fahrzeugführung, welches Quer- und Längsführung in einem Bedienelement vereint. Die Konzepte werden kontinuierlich in Bezug auf die User und Customer Experience, insbesondere hinsichtlich Ergonomie, Raumgefühl, Fahr- und Insassenkomfort sowie Systemvertrauen evaluiert.		0	0	0		
55	SAFE20	Sicheres autonomes Fahren und Erprobung in Automatisierungszonen mit mindestens 20 km/h	BMWK	Ziel des Vorhabens ist es, ein Sicherheitskonzept zu entwickeln und umzusetzen, das erstmalig einen Regelbetrieb von vollautomatischen Fahrzeugen auf Betriebshöfen mit mindestens 20 km/h im Mischbetrieb erlaubt. Konkret sollen rechtlich belastbare, sicherheitsorientierte Anforderungen an das Gesamtsystem, bestehend aus Fahrzeug und einer hofseitigen Automatisierungszone, sowie für die verwendeten Technologien (z.B. Sensoren, Aktuatoren, Steuergeräte, Software und Algorithmen) erarbeitet werden.		3	3	0	Regelbetrieb von vollautomatischen Fahrzeugen mit mindestens 20 km/h im Mischbetrieb.	Nur auf Betriebshöfe
56	SafeADArchitect	Entwicklung einer risikosensitiven Gesamtsystemarchitektur und echtzeitfähiger Methoden zur Absicherung von Automatisierten Fahrzeugen	BMWK	Ziel des Vorhabens ist es, Methoden und Ansätze zu entwickeln, um autonome Fahrzeuge insbesondere für den urbanen Verkehr abzusichern. Die Absicherung soll dabei nicht durch Redundanzen, sondern durch eine risikosensitive Gesamtsystemarchitektur erreicht werden, welche Unsicherheiten auf allen Fahrzeugebenen zulässt sowie notwendige Absicherungsmaßnahmen und -ebenen vorsieht. Wichtige Teilaspekte dieser Entwicklung sind die Risiko abschätzung, -überwachung und -minimierung.		1	3	0	Absicherung nicht durch Redundanzen sondern sondern durch eine risikosensitive Gesamtsystemarchitektur, welche Unsicherheiten auf allen Fahrzeugebenen zulässt sowie notwendige Absicherungsmaßnahmen und -ebenen vorsieht --> Kostenersparnis	
57	SAFEAI	Autonomes Fahren bei mobilen Arbeitsmaschinen - Aspekte funktionaler Sicherheit unter Einbezug leistungsfähiger KI Methoden	BMWK	Das Projekt SAFEAI hat zum Ziel, automatisierte Fahrfunktionen von Nutzfahrzeugen - hier im Projekt konkret Arbeitsmaschinen - unter Berücksichtigung der besonderen Anforderungen zur funktionalen Absicherung hin zu höheren Automatisierungsgraden weiterentwickeln. Funktional wird dabei der vermehrte Einsatz von KI-Algorithmen berücksichtigt.		3	3	0	Explizit für Nutzfahrzeuge bzw. Arbeitsmaschinen; Automatisierungsgrad erhöhen mit Berücksichtigung der Anforderungen für die funktionale Sicherheit	

Nr.	Projektkürzel	Projekttitle	Gefördert durch	Projektziel	Projektwebseite	Use Case	Technik	Sonstiges	Interessant für AETAS BAB	Anmerkung
58	SAVe	Funktions- und Verkehrssicherheit im Automatisierten und Vernetzten Fahren	BMDV	Ziel des Projekts „SAVe:“ ist die methodische Entwicklung von kombinierter virtueller und physischer Absicherung von Verkehrsszenarien, vor allem im urbanen Umfeld, um eine gesamthafte Basis für die zukünftigen Fahrzeug- und Verkehrsinfrastrukturentwicklungen zu schaffen. Dabei stellt die konzeptionelle Schaffung und Umsetzung eines „multifunktionalen virtuellen Regionsmodells“ als virtuelles Testfeld eine zentrale IT-Einheit dar, die den urbanen Raum digital anhand geometrischer, statischer, aber insbesondere auch dynamischer Daten abbildet.		0	0	0		
59	SAVeNoW	Funktions- und Verkehrs-Sicherheit für Automatisierte und Vernetzte Mobilität – Nutzen für die Gesellschaft und oekologische Wirkung	BMDV	Ziel von SAVeNoW ist die Erforschung, Entwicklung und Erprobung eines komplementären und synchronisierten digitalen und virtuellen Testfeldes. Der reale und der virtuelle Teil werden durch eine serviceorientierte IT- und Dateninfrastruktur sowie durch den Einsatz von offenen und harmonisierten Daten- und Simulationsstandards miteinander verbunden und bilden damit einen Digitalen Zwilling. Es wird ein standardisiertes, ganzheitliches sowie nachhaltig betreibbares Simulationsmodell für verschiedene Anwendungsfälle und Zielgruppen geschaffen, das permanent durch unterschiedlichste Echtzeitdaten angereichert und aktualisiert werden kann. Das im Forschungsprojekt SAVe: bereits prototypisch entwickelte Werkzeugset und die entsprechende Referenzarchitektur für die virtuelle Entwicklung, Verifikation und Validierung von hochautomatisierter und vernetzter Mobilität werden skaliert und operationalisiert. Mit dem gesellschaftlich akzeptierten Gesamtwerkzeug des digitalen Zwillings können wesentliche, komplexe Fragestellungen der urbanen Mobilität einer Lösung zugeführt werden.		0	0	0		
60	SEMULIN	Selbstunterstützende Multimodale Interaktion	BMWK	Das Ziel des Projekts ist es, ein natürliches und widerspruchsfreies Human-Machine-Interface für automatisierte Fahrzeuge (Level 4 und 5, mit Übergängen zu Level 3) zu entwickeln. Dabei bedient sich das System multimodaler Ein- und Ausgabekonzepte, die eine ganzheitliche, natürliche und effiziente Kommunikation ermöglichen. Die von verschiedenen Sensoren aufgenommenen Daten sollen semantisch interpretiert und in den Kontext eingebettet werden können. Das entwickelte System soll sich zudem durch kontinuierliche Beobachtung und Interpretation eigenständig an die Bedürfnisse seiner Nutzer anpassen.		0	0	0		
61	SituWare	Erfassung des Fahrersituationsbewusstseins für adaptive kooperative Übergabestrategien beim hochautomatisierten Fahren	BMWK	Das Ziel des Verbundprojekts „SituWare“ ist die Erforschung und Entwicklung eines Systems zur Erfassung und Modellierung des Fahrersituationsbewusstseins. Mithilfe dieser Information sollen durch adaptive Interaktionsstrategien sowohl die Übergabeszenarien optimiert als auch das Automationsverhalten des Fahrzeugs angepasst werden. Dadurch soll die Zeit und Qualität der Übergabe verbessert und die Akzeptanz der Fahrzeugautomation gesteigert werden.		0	0	1	Übergabeszenario zwischen Fahrzeug und Fahrer zwischen Automatisierungsstufen 3 und 4.	
62	SmartFleet	Autonome Nutzfahrzeuge für den sicheren und effizienten Flughafeneinsatz	BMWK	Ziel des Projekts ist es, vollautomatisierte Fahrzeuge der Geräteklasse Gepäckschlepper und Kehrblasgeräte für den luftseitigen Einsatz am Flughafen zu entwickeln und unter realen Bedingungen, mit all seinen kritischen Prozessen und Situationen zu erproben. Damit soll den steigenden und dynamischen sowie umwelttechnischen Anforderungen im internationalen Fluggeschäft gerecht werden. Besonders herausfordernd ist neben dem Ansatz, die Fahrzeugautomatisierung auch unter besonderen Verkehrsbedingungen und widrigen Wetterbedingungen zu realisieren, die technische und organisatorische Einbindung der Fahrzeuge in die üblichen, flughafenseitigen Prozessabläufe.		3	3	0	Fahrzeugautomatisierung auch unter besonderen Verkehrsbedingungen und widrigen Wetterbedingungen.	Beschränkt sich auf den Einsatz von Gepäckschleppern und Kehrblasgeräte auf Flughäfen.
63	SynCoPark	Synergien aus Kooperation und Standardisierung im herstellerunabhängigen automatisierten Parken	BMDV	Mit der Umsetzung des Vorhabens sollen Grundlagen für Standards zur Qualifizierung und Zertifizierung von Parkhausinfrastrukturen und Fahrzeugfunktionalitäten für das automatisierte Parken in Parkhäusern geschaffen werden. Die Standards sollen von allen Fahrzeugherstellern, Infrastrukturdienstleistern und Parkhausbetreibern sowie bei Nachrüstlösungen für bereits existierende Parkhäuser nutzbar sein. Zudem werden auch rechtliche Fragestellungen betrachtet und im Rahmen einer Geschäftsfeld- und Geschäftsmodellentwicklung neue wirtschaftliche Perspektiven untersucht.		0	0	0		
64	UNICARagil	Disruptive modulare Architektur für agile automatisierte Fahrzeugkonzepte	BMBF	Neue Architekturen in Software und Hardware zur Gestaltung der autonomen Mobilität der Zukunft. Entwicklung von vier vollautomatisierten und fahrerlosen Fahrzeugen.		1	1	0	Leitwarte als Überwacher, Sensormodule zur ausfallsicheren Umgebungswahrnehmung	
65	ViVre	Vernetzung virtualisierter Verkehrsinfrastrukturen und automatisierter Fahrfunktionen für nachhaltige Mobilitätslösungen	BMDV	Ziel des Projekts ViVre ist die Vernetzung virtualisierter Verkehrsinfrastrukturen und automatisierter Fahrfunktionen für zentrale Verkehrsknoten, um damit Bausteine für innovative und nachhaltige Mobilitätslösungen zu entwickeln. Insbesondere werden Konzepte für neue virtuelle Haltestellen erarbeitet, im Straßenverkehr umgesetzt und evaluiert. Dabei werden neue Funktionen automatisierter vernetzter Fahrzeuge und virtualisierter Infrastruktur entwickelt.		0	0	0		

Nr.	Projektkürzel	Projekttitle	Gefördert durch	Projektziel	Projektwebseite	Use Case	Technik	Sonstiges	Interessant für AETAS BAB	Anmerkung
66	VVMethoden	Verifikations- und Validierungsmethoden automatisierter Fahrzeuge Level 4 und 5	BMWK	Ziel des Projekts VVMethoden ist die Entwicklung von Methoden für den Sicherheitsnachweis hochautomatisierter und autonomer Fahrfunktionen für die Homologation zukünftiger L4- und L5-Fahrzeuge. Dies geschieht am komplexen Anwendungsfall urbane Kreuzung. Das Projekt erweitert den datengetriebenen State-of-the-Art- Ansatz zur Identifikation relevanter Szenarien um analytische Methoden. Neu ist die integrierte Betrachtung von Entwicklungsprozess und Sicherheitsnachweis. Durch VVMethoden soll es ermöglicht werden, die effiziente Testbarkeit von Anfang an in die Entwicklung von L4/L5-Systemen einzubeziehen und relevante Kosten- und Zeitersparnisse zu realisieren.		0	0	1	Homologation	
67	ZobaS	Zonenbasierte, Serviceorientierte Fahrzeug-EE-Architektur als Enabler für das automatisierte Fahren	BMWK	Ziel des Projekts ist die Entwicklung einer zonenbasierten, serviceorientierten Fahrzeug-EE Architektur. Diese soll den steigenden Anforderungen an die Signalverarbeitung gerecht werden sowie eine signifikante Gewichtseinsparung des Kabelbaums ermöglichen.		0	0	0		

Anhang 2: Factsheets

Factsheet Nr. 01

„Semi Autonomous Road Maintenance Truck“ von Arctic (Aebi Schmidt Group)

Kenndaten

<i>Einsatzbereich:</i>	öffentliche Straßen
<i>Technik:</i>	Radar, Thermalkamera, 3D-Kamera, GPS
<i>Jahr:</i>	2018
<i>Land:</i>	Finnland

Produktreife

Das Fahrzeug wurde auf einer Teststrecke in Finnland (Aurora intelligent road, Muonio Highway 21) bei unterschiedlichen Witterungsbedingungen gefahren.

Über konkrete Anwendungsfälle, auch außerhalb Finnlands, ist Stand Juni 2021 nichts bekannt. Ebenso ist nicht bekannt, ob der „Semi Autonomous Road Maintenance Truck“ in Zukunft beim Hersteller zu kaufen sein wird.

Funktionsbeschreibung

Das zur Aebi Schmidt Group gehörende, finnische Unternehmen Arctic hat ein teilautonomes Winterdienstfahrzeug entwickelt, welches 2018 im Rahmen des Forschungsprojekts Infra Challenge entwickelt und getestet wurde. Als Basis dient dabei ein Lkw von Volvo, welcher mit einem autonom agierenden Seitenpflug und einem ebenfalls autonomen Streumechanismus ausgestattet ist.

Die maßgebliche Sensorik, auf deren Grundlage das System autonome Entscheidungen zu den Pflug- und Streueinstellungen trifft, besteht aus einem Radar, einer Thermalkamera und einer 3D-Kamera. Mit dem Radar können metallische Objekte, wie zum Beispiel Schutzplanken, unabhängig der Witterungsbedingungen über eine große Distanz erkannt werden. Das funktioniert auch dann, wenn diese von Schnee bedeckt sind. Um Personen und Tiere zu erkennen, wird eine Thermalkamera verwendet, deren Funktion aber durch Niederschlag beeinträchtigt wird. Die 3D-Kamera dient der Computer Vision (maschinelles Sehen). Mit Hilfe dieser speziellen Kamera können Entfernungen von Objekten, Fahrzeugen, Menschen und Tieren ermittelt werden. Die Erkennung mittels 3D-Kamera ist allerdings nur über eine kurze Distanz möglich. Arctic stellt zudem Anforderungen an sogenannte HD-Maps (High Definition Maps). Diese müssen die Fahrstreifenmarkierung als Mittellinie und Fahrbahnbegrenzungslinie, Busbuchten und andere Fahrbahnverbreiterungen sowie Verkehrszeichen als RTK-Daten (Real Time Kinematic) beinhalten.

Echtzeit-Informationen über Wetter und Straßenzustand werden an das Fahrzeug mittels eines Cloud-Dienstes des Unternehmens „infoTripla“ gesendet. Dadurch wird eine sogenannte „AM2X“-Kommunikation in beide Richtungen ermöglicht, also Informationen von der Umwelt werden an das Fahrzeug gesendet und vom Fahrzeug an die Umwelt, bzw. das Cloud-System. (AM2X in Anlehnung an Car2X, AM bedeutet an dieser Stelle „Arctic Machine“, was der frühere Name des Unternehmens war)

Getestet wurde der „Semi Autonomous Road Maintenance Truck“ auf der Aurora intelligent road, die Teil des Highway 21 bei Muonio ist und sich im Nordwesten Finnlands befindet. Die Teststrecke ist mit diverser Sensorik ausgestattet und ermöglicht Hochgeschwindigkeits-Datenkommunikation.

Quellen

Tervamäki, Petteri (2020): The Development of autonomous road maintenance, URL: <https://www.tieyhdistys.fi/tieyhdistys-ry/tapahtumat/esitelmat/winter-road-congress-12-13.2.2020/>, abgerufen am 24.06.2021.

Arctic (2020): WINTER ROAD CONGRESS 2020, URL: <https://arcticmachine.kuvat.fi/kuvat/Winter+Road+Congress+2020/>, abgerufen am 24.06.2021.

Kontakt – Arctic

Website:	https://www.arcticmachine.fi/en/
Ansprechpartner:	-
E-Mail:	am@aebi-schmidt.com
Telefon:	+358 (0)20 7791 500

Factsheet Nr. 02

„Smart Sweeping“ von Autowise.ai

Kenndaten

<i>Einsatzbereich:</i>	kommunale Straßen, Hochstraßen
<i>Technik:</i>	Lidar, mm-Wave Radar, Ultraschall-Radar, Kameras, SLAM
<i>Jahr:</i>	seit 2017
<i>Land:</i>	China/Deutschland

Produktreife

In China sind bereits in mehreren Städten (z.B. Shanghai, Peking und Suzhou) Flotten von autonomen Kehrmaschinen auf Werksflächen sowie auf öffentlichen Teststrecken im Straßenverkehr im Einsatz. Die Flottenstärke für das Beispiel Suzhou beträgt laut Autowise.ai 30 Fahrzeuge. In Deutschland wird auf dem Gelände des Recycling-Unternehmens ALBA in Wilhelmshaven eine autonome Kehrmaschine von Autowise.ai eingesetzt, die sich eigenständig in ihrer Umwelt orientiert, zu kehrende Flächen definiert und schließlich möglichst effizient reinigt.

Funktionsbeschreibung

Das Unternehmen Autowise.ai mit Sitz in Shanghai bietet Kehrfahrzeuge unterschiedlicher Größe an, deren Einsatzgebiete von Gehwegen über abgeschlossene Werksgelände bis hin zu größeren Stadtstraßen reichen. Die Fahrzeuge erkennen dabei Lichtsignalanlagen, Verkehrszeichen und Fahrbahnmarkierung mittels der verbauten Sensorik automatisch. Gleichzeitig werden Radfahrer, Fußgänger, vorausfahrende Fahrzeuge und andere Hindernisse erfasst. Statische Hindernisse können von den Fahrzeugen eigenständig umfahren werden. Zudem wird im Notfall eine automatische Notbremsung eingeleitet. Laut dem Hersteller kommen die Fahrzeuge in diesem Fall kontrolliert am Fahrbahnrand zum Stehen.

Die verbaute Sensorik umfasst Lidar, Millimeter-Wave Radar, Ultraschall-Radar sowie Kameras. Zudem kommt das SLAM-Verfahren (Simultaneous Localization and Mapping) zum Einsatz. Bei diesem Verfahren erstellt das Fahrzeug während des Betriebs eine Karte der Umgebung, um dann die eigene Position darin abzuschätzen. So kann die Software analysieren, welche Flächen gesäubert wurden und wo sich Hindernisse befinden. Diese Technik erlaubt es, nicht auf GPS angewiesen zu sein.

In Shanghai wurde Autowise.ai der Probetrieb auf Stadt- und Hochstraßen erlaubt und das Unternehmen liefert die Flotten für mehrere Projekte von autonomer Straßenreinigung in chinesischen Städten. In Deutschland ist auf dem Gelände der ALBA Group in Wilhelmshaven das Modell RUIQING im Einsatz.

Quellen

ALBA Group [Hrsg.] (2019): Zukunftstechnologie in der Probezeit, URL:
<https://inside.albagroup.de/zukunftstechnologie-in-der-probezeit/>, abgerufen am 21.06.2021.

Autowise.ai [Hrsg.] (2021): Smarter driving technology, better urban life, URL:
<https://www.autowise.ai/#first-page>, abgerufen am 21.06.2021.

Roy, Rahul Dutta (2020): Making Driverless Street Sweepers A Reality on Three Continents – China’s Autowise.ai, URL: <https://www.autofutures.tv/2020/09/08/making-driverless-street-sweepers-a-reality-on-three-continents-chinas-autowise-ai/>, abgerufen am 21.06.2021.

Kontakt – Autowise.ai

Website: <http://www.autowise.ai/>
Ansprechpartner: -
E-Mail: info@autowise.ai
Telefon: 021–37891028

Factsheet Nr. 03

„Urban-Sweeper S2.0 Autonomous“ von Boschung

Kenndaten

<i>Einsatzbereich:</i>	kommunale Straßen Flugbetriebsflächen
<i>Technik:</i>	Lidar, Kameras, Millimeter- Wave Radar, GNSS
<i>Jahr:</i>	2020
<i>Land:</i>	Schweiz/China

Produktreife

Die autonome Kehrmaschine wurde im Juni 2020 offiziell von Boschung und Autowise.ai vorgestellt. Seitdem wurde jedoch nichts Weiteres über den Urban-Sweeper S2.0 Autonomous berichtet. Es sind keine Einsatzfälle bekannt, auch nicht, ob das Fahrzeug schon zum Kauf verfügbar oder vorbestellbar ist.

Funktionsbeschreibung

Der „Urban-Sweeper S2.0 Autonomous“ ist eine autonom fahrende, elektrische Kehrmaschine, die laut dem Hersteller Boschung neben abgeschlossenen Gebieten, wie z.B. Flugbetriebsflächen, auch auf öffentlichen Verkehrsflächen eingesetzt werden kann. Nach dem Ausführen spezifischer Reinigungsaufträge kehrt das Fahrzeug automatisch zu Basis zurück, wo es für den nächsten Einsatz wieder aufgeladen wird. Es soll eine maximale Einsatzzeit von acht Stunden erreicht werden können.

Als Software kommt „WIBOT“ zum Einsatz. Die Software ist eine gemeinsame Entwicklung des Unternehmens Boschung aus der Schweiz und Autowise.ai aus China. „WIBOT“ dient zur Erkennung von Schmutz und Abfällen auf der Fahrbahn und zur Ausführung der Lenkvorgänge. Zur Umfelderkennung (360°) werden Lidar- und Millimeter-Wave Radar-Sensoren sowie Kameras verwendet. Für die präzise Standortbestimmung des Fahrzeugs dient ein globales Navigationssatellitensystem (GNSS). Diese Spezifikationen erlauben laut dem Hersteller einen Betrieb der Kehrmaschine gemäß SAE Level 5. Das Fahrzeug besitzt dennoch auf beiden Seiten einen Notausschalter, um im Notfall auch von außen eingreifen zu können.

Quellen

Boschung (2020): Boschung unveils fully autonomous street sweeper: Urban-Sweeper S2.0 driven by WIBOT, URL: <https://www.boschung.com/news/?s=wibot-30-06-20>, abgerufen am 21.06.2021.

Boschung (2021): Products - Urban-Sweeper S2.0 Autonomous, URL: <https://www.boschung.com/product/urban-sweeper-s2-0-autonomous>, abgerufen am 21.06.2021.

Kontakt – Boschung

Website: <https://www.boschung.com/>
Ansprechpartner: -
E-Mail: -
Telefon: -

Factsheet Nr. 04

„Autonomous Impact Protection Vehicle“ (AIPV)

von Colas UK und Royal Truck & Equipment (RT&E)

Kenndaten

<i>Einsatzbereich:</i>	Autobahnen Landstraßen mit höherer Geschwindigkeit
<i>Technik:</i>	Radar, GPS
<i>Jahr:</i>	2017
<i>Land:</i>	USA/United Kingdom

Produktreife

Das AIPV wurde mit Unterstützung des Colorado Department of Transportation entwickelt und anschließend unter realen Bedingungen getestet. Mittlerweile haben auch andere US-Bundesstaaten Testprojekte begonnen und mehrere AIPV auf die Straßen der USA gebracht.

Funktionsbeschreibung

Das „Autonomous Impact Protection Vehicle“ (AIPV) ist ein autonomes Absperrfahrzeug, welches den Zweck hat, ein vorausfahrendes Fahrzeug des Straßenbetriebsdienstes vor einem Aufprall durch Dritte zu schützen. So soll die Anzahl von Unfällen mit verletzten Fahrern reduziert werden, zum Schutz des Fahrers des aufprallenden Fahrzeugs ist zusätzlich eine Dämpfungsvorrichtung montiert. Neben Colas UK und RT&E waren außerdem noch Micro Systems Inc., Kratos Defense und das Colorado Department of Transportation (CDOT) an der Entwicklung beteiligt.

Das Fahrzeug operiert in Kombination mit dem vorausfahrenden Fahrzeug in einer Leader-Follower-Funktionsweise, dabei kann das Follower-Fahrzeug, also das AIPV, ständig vom Leader-Fahrzeug überwacht werden. Das Leader-Fahrzeug sendet in bestimmten Intervallen Daten mittels Funk an das AIPV aus, die den genauen GPS-Standort, die gefahrene Geschwindigkeit und die Trajektorie beinhalten. Zwischen dem Leader- und dem Follower-Fahrzeug liegen während des Betriebs dauerhaft zehn solcher Punkte. Um zusätzlich auf bewegliche Hindernisse zu reagieren, die zwischen das Leader- und das Follower-Fahrzeug auf den Fahrstreifen gelangen, ist das AIPV mit einem Radar ausgestattet. In solchen Ausnahmefällen oder bei einer technischen Störung leitet das AIPV eine automatische Notbremsung ein. Um dann wieder den autonomen Betrieb zu starten, bedarf es eines menschlichen Eingriffs. Wendemanöver werden ebenfalls manuell durchgeführt. Die Funkverbindung ist aufgrund unterschiedlicher Frequenzen redundant, somit soll das AIPV in jeder Situation auch vom Leader-Fahrzeug aus zum Stopp gebracht werden können.

Mit der Technologie für das Leader-Fahrzeug können alle vorhandenen Fahrzeuge ausgestattet werden, nur das Follower-Fahrzeug muss das AIPV von Colas UK und RT&E sein. In Zukunft soll das AIPV auch als Dedicated Short Range Communication Roadside Unit (DSRC RSU) eingesetzt werden können und dadurch Teil von C2X (Car-to-everything) werden.

Quellen

Colas UK (2017): Colas and US Partners Global Launch of First Autonomous Road Safety Vehicle, URL: <https://www.colas.co.uk/colas-news/colas-and-us-partners-global-launch-of-first-autonomous-road-safety-vehicle/>, abgerufen am 22.06.2021.

Colorado Department of Transportation (2017): Demonstration of World's First Self-Driving Work Zone Vehicle [Video], YouTube, URL: <https://www.youtube.com/-watch?v=N-GkbFXq3Ts>

Royal Truck & Equipment Inc. (o. J.): Royal Truck & Equipment - Autonomous, URL: <https://royaltruckandequipment.com/autonomous/>, abgerufen am 22.06.2021.

Kontakt – Colas UK

Website: <https://www.colas.co.uk/>
Ansprechpartner: -
E-Mail: info@colas.co.uk
Telefon: +44 (0) 1342 711 000

Kontakt – Royal Truck & Equipment Inc.

Website: <https://royaltruckandequipment.com>
Ansprechpartner: -
E-Mail: sales@royaltruckequip.com
Telefon: +1 855 202 7129

Factsheet Nr. 05

„AXYARD“ von Daimler Truck AG

Kenndaten

<i>Einsatzbereich:</i>	Flugbetriebsflächen
<i>Technik:</i>	Differenzial-GPS, restliche Sensorik unbekannt
<i>Jahr:</i>	seit 2017
<i>Land:</i>	Deutschland

Produktreife

Die Daimler Truck AG testet das gemeinsam mit Aebi Schmidt entwickelte Winterdienstfahrzeug auf dem Testzentrum Immenzingen, wo es bei Schneefall täglich eingesetzt wird. Ob bzw. wann dieses oder ähnliche Fahrzeuge verfügbar sind, ist nicht bekannt. Aebi Schmidt gibt jedoch an, dass keine Standard-systeme verkauft werden, sondern nur Systeme, die an die einsatzspezifischen Bedingungen angepasst sind.

Funktionsbeschreibung

Die AXYARD-Technologie zum automatisierten Schneeräumen von abgeschlossenen, nicht öffentlichen Verkehrsflächen ermöglicht einen fahrerlosen Betrieb. Weitere Anwendungen von AXYARD finden sich in der Landwirtschaft und der Logistik.

Gestartet als Pilotprojekt im Jahr 2017, sind nun auf dem Testzentrum Immenzingen täglich zwei selbstfahrende Mercedes-Benz Arocs im Einsatz, um bei Bedarf auf 20 Hektar den Schnee zu räumen. Dabei werden sie von Fachpersonal überwacht. Die Abstimmung zwischen Fahrzeug, Software und Geräten wurde in Kooperation mit Aebi Schmidt erarbeitet. Diverse Sensoren und Steuergeräte sammeln Daten, die verarbeitet und in einem Intervall von 0,1 Sekunden zur Überwachung an das Leitsystem übermittelt werden. Über das hochpräzise Differenzial-GPS (DGPS) kann die Fahrspur zentimetergenau festgelegt und eine vordefinierte Route abgefahren werden. Für die Bedienung der Fahrzeugfunktionen aus der Ferne verfügen die Fahrzeuge über ein Remote Truck Interface (RTI). Mittels C2C-Kommunikation (car-to-car) ist eine automatisierte Koordinierung der Fahrzeuge untereinander möglich.

Aebi Schmidt verfolgt bei dem Projekt einen dreistufigen Ansatz. Begonnen wurde mit Fahrerassistenzsystemen, die einen Fahrer beispielsweise auf Routenabweichungen hinweisen. Im zweiten Schritt folgt die Automatisierung. Sie ermöglicht Eingriffe in das Fahrverhalten über längere Zeiträume und eine automatisierte Steuerung der angebauten Maschinen, wie Pflug oder Kehrwalze. Der letzte Schritt sind autonome (Flotten-)Einsätze, bei denen aus einer Kommandozentrale Arbeitsaufträge an einzelne Fahrzeuge oder die gesamte Flotte verteilt werden. Der Auftrag wird von den Fahrzeugen dann autonom ausgeführt.

Quellen

Aebi Schmidt Group (o. J.) : Autonome Einsätze auf Flughäfen, URL: https://www.aebi-schmidt.com/CMS/solutions/next-generation/aebischmidt_autonomes_fahren_de_Flyer_web.pdf

Aebi Schmidt Group (2021) : Autonome Einsätze am Flughafen: die Zukunft ist heute schon angekommen, URL: <https://blog-de.aebi-schmidt.com/2021/02/26/autonome-einsaetze-am-flughafen-die-zukunft-ist-heute-schon-angekommen/>, abgerufen am 23.03.2021.

Daimler (2021) : Automatisierte Schneeräumung: Vom Projekt zum Produkt: Lab1886 und Daimler Trucks automatisieren mit AXYARD den Betrieb von Nutzfahrzeugen, URL: <https://media.daimler.com/marsMediaSite/de/instance/ko/Automatisierte-Schneeraeumung-Vom-Projekt-zum-Produkt-Lab1886-und-Daimler-Trucks-automatisieren-mit-AXYARD-den-Betrieb-von-Nutzfahrzeuge.xhtml?oid=45702832>, abgerufen am 23.06.2021.

Kontakt – Daimler Truck AG

Website: <https://www.daimler-truck.com/de/>
Ansprechpartner: Alexandros Mitropoulos
E-Mail: alexandros.mitropoulos@daimler.com
Telefon: +49 711 17-77868

Kontakt – Aebi Schmidt Group

Website: <https://www.aebi-schmidt.com/de/>
Ansprechpartner: -
E-Mail: marketing@aebi-schmidt.com
Telefon: +41 44 308 58 00 +49 76 72 412 0

Factsheet Nr. 06

„Hands Free Hectare“ von Harper Adams University

Kenndaten

<i>Einsatzbereich:</i>	Landwirtschaft
<i>Technik:</i>	C2C, GPS, Sensorik unbekannt
<i>Jahr:</i>	seit 2016
<i>Land:</i>	UK

Produktreife

Das Projekt ist auf einer Fläche von einem Hektar gestartet und wird nun auf einer 35 Hektar umfassenden Farm weitergeführt. Es wird kontinuierlich neue Technik getestet und eine Vielzahl verschiedener Fahrzeuge eingesetzt. In den nächsten Jahren wird weiter an der vollständigen Automatisierung der Landwirtschaft gearbeitet.

Funktionsbeschreibung

„Hands Free Hectare“ war ein Projekt zur Erforschung, Entwicklung und Anwendung von sogenanntem Precision Farming, bei dem ausschließlich Drohnen und autonome Nutzfahrzeuge zum Einsatz kommen. Es handelt sich dabei um das erste Projekt, bei dem von der Vorbereitung des Ackers bis zur Ernte alle Schritte nur von Maschinen ausgeführt wurden, also ohne dass ein Mensch das ein Hektar große Feld betreten musste. Das Projekt wird seit 2019 unter dem Namen „Hands Free Farm“ auf einer insgesamt 35 Hektar großen, aus mehreren einzelnen Feldern bestehenden Fläche fortgeführt.

Die eingesetzten Fahrzeuge und landwirtschaftlichen Maschinen können während der Ausführung ihrer Aufgaben mittels C2C kommunizieren und so auch Arbeiten erledigen, die zwei nebeneinander herfahrende Fahrzeuge voraussetzen. Welche Sensorik, neben hochpräzisem GPS, dabei verwendet wird, ist nicht bekannt.

In Zukunft soll das Flottenmanagement weiter erforscht werden, ebenso wie das autonome Navigieren vom Hof zum Feld über Wirtschaftswege, auf denen es zur Begegnung mit anderen Maschinen oder Menschen kommt.

Quellen

DESIRA – Digitisation: Economic and Social Impacts in Rural Areas (2020) : Practice Abstracts: Agriculture, Auf den Seiten von DESIRA, URL: https://desira2020.eu/wp-content/uploads/2020/11/4_HUTTON_HandsFreeHectare_fv.pdf, abgerufen am 24.06.2021.

Harper Adams University (2019) : Hands Free Hectare broadens out to 35-hectare farm, URL: <https://www.harper-adams.ac.uk/news/203368/hands-free-hectare-broadens-out-to-35hectare-farm>, abgerufen am 24.06.2021.

Kontakt – Harper Adams University

Website: <https://www.harper-adams.ac.uk/>
Ansprechpartner: Jonathan Gill
E-Mail: -
Telefon: +44 (0) 1952 815182 +44 (0) 1952 820280

Factsheet Nr. 07

„BoniRob“ von der Hochschule Osnabrück

Kenndaten

<i>Einsatzbereich:</i>	Landwirtschaft
<i>Technik:</i>	SLAM, RTK, Laser- Abstandssensoren, 3D- Kameras, Farbkameras und Spectral Imaging
<i>Jahr:</i>	seit 2008
<i>Land:</i>	Deutschland

Produktreife

BoniRob wurde im Rahmen eines Forschungsprojekts ab 2008 entwickelt. Seitdem wird die Software kontinuierlich weiterentwickelt. Mittlerweile wird außerdem die Kommunikation mit einer Drohne ermöglicht, die das Feld aus der Luft aufnimmt.

Funktionsbeschreibung

BoniRob ist ein autonom fahrender Landwirtschaftsroboter, der von der Hochschule Osnabrück in Kooperation mit der Bosch GmbH und der Amazonen-Werke H. Dreyer SE & Co. KG entwickelt wurde.

Die Aufgabe des Roboters ist es, die einzelnen Feldreihen zu durchfahren und eine Typisierung der Pflanzen durchzuführen. Dabei findet eine Unterscheidung zwischen Nutzpflanzen und Unkraut statt, welches dann mit hoher Geschwindigkeit in den Boden gerammt wird, um auf den Einsatz von Gift zu verzichten.

Mit Hilfe von SLAM (Simultaneous Localization and Mapping) und RTK (Real Time Kinematic) orientiert und bewegt sich BoniRob autonom im Feld. Eine Vielzahl von weiteren Sensoren dient der visuellen Verarbeitung der Pflanzen. Darunter sind 3D- und Farbkameras sowie Sensoren für Spectral Imaging. Diese Technik ermöglicht es, die Feuchtigkeitsverteilung der Pflanzen zu messen und mit den für die Pflanzen charakteristischen Werten abzugleichen.

Hat der Roboter eine Pflanze als Unkraut identifiziert und vernichtet, wird diese Position in einem Geoinformationssystem (GIS) gespeichert, um den Erfolg der Maßnahme zu einem späteren Zeitpunkt zu überprüfen.

Quellen

Hochschule Osnabrück (2011): Robots meet nature: Autonomer Feldroboter „BoniRob“ zur Pflanzenphänotypisierung, URL: https://www.hs-osnabrueck.de/fileadmin/HSOS/Forschung/Recherche/Laboreinrichtungen_und_Versuchsbetriebe/Labor_fuer_Mikro_und_Optoelektronik/FB_2011_Robots_meet_nature_-_Autonomer_Feldroboter_BoniRob_zur_Pflanzenphaenotypisierung.pdf, abgerufen am 23.06.2021.

Fraunhofer (o. J.): Spectral Imaging – Neue Möglichkeiten in der Mess- und Sortiertechnik, URL: <https://www.wki.fraunhofer.de/de/fachbereiche/hnt/profil/forschungsprojekte/-spectral-imaging.html>, abgerufen am 23.06.2021.

top agrar (2018): BoniRob – mit Bolzen gegen Unkräuter, URL: <https://www.topagrar.com/acker/news/bonirob-mit-bolzen-gegen-unkraeuter-9844736.html>, abgerufen am 23.06.2021.

Kontakt – Hochschule Osnabrück

Website: <https://www.hs-osnabrueck.de/>
Ansprechpartner: Prof. Dr. rer. nat. Arno Ruckelshausen
E-Mail: a.ruckelshausen@hs-osnabrueck.de
Telefon: +49 541 969-2090

Factsheet Nr. 08

„Teleoperierte Fahrzeuge“ von Roboauto

Kenndaten

<i>Einsatzbereich:</i>	diverse Industriezweige
<i>Technik:</i>	Kameras, Mobilfunk, zusätzliche Sensorik nach Bedarf bzw. Anforderung
<i>Jahr:</i>	seit 2007 (Unternehmensgründung)
<i>Land:</i>	Tschechien

Produktreife

Laut Roboauto sind die Einsatzbereiche bei teleoperierten Nutzfahrzeugen vielfältig. Sie können zum Beispiel in der Baubranche, auf Flughäfen oder in der Logistik Verwendung finden. In welchen Industrien das Unternehmen bereits tätig war, ist nicht bekannt.

Funktionsbeschreibung

Das Unternehmen Roboauto bietet Umrüstungslösungen zum teleoperierten Fahren für herkömmliche Nutzfahrzeuge. Diese können dann von einem Büroarbeitsplatz aus, der mit mehreren Bildschirmen, Pedalen und einem Lenkrad ausgestattet ist, über Mobilfunk ferngesteuert werden. Beispielhafte Anwendungen dieser Technik sind Grasmahd, Gebäudeabbruch, Bergbau und Logistik. Laut dem Hersteller sind noch viele weitere Einsatzgebiete möglich.

Die Lösung von Roboauto weist durch die Kombination verschiedener LTE-Netzbetreiber mit unabhängigen Netzen eine redundante Verbindung auf, die durch den flächendeckenden Ausbau von 5G noch optimiert werden kann. Genaue Angaben über die Latenz, also die Zeitverzögerung zwischen Aussenden und Befolgen des Steuerungsbefehls sind nicht bekannt. Aufgrund der Verwendung einer von Roboauto entwickelten Software soll die sogenannte Totzeit eine der geringsten auf dem Markt sein, bezogen auf eine maximale Geschwindigkeit von 80 km/h. Die gesamte Datenkommunikation, wie Videoübertragung und Steuerungsbefehle, ist verschlüsselt. Somit ist das Risiko von Cyber-Angriffen auf einem Minimum reduziert.

Um ein Fahrzeug umzurüsten, werden keine speziellen Anforderungen an das Fahrzeug gestellt, denn es handelt sich um eine flexible modulare Lösung. Außerdem ist die Sensorik anpassbar und kann je nach Anforderung variieren. Neben den Kameras, die in jedem Fall installiert sind, können beispielsweise zusätzliche Radarsensoren verbaut werden.

Im Falle einer unzureichenden Verbindung oder eines Verbindungsabbruchs ist die Software in der Lage, das Fahrzeug kontrolliert zum Stehen zu bringen.

Quellen

Roboauto (o. J.) : Roboauto - Home, URL: <https://roboauto.tech/>, abgerufen am 23.06.2021

Kontakt – Roboauto

Website:	https://roboauto.tech/	
Ansprechpartner:	Michal Dozbaba	Martin Svoboda
E-Mail:	michal.dozbaba@roboauto.tech	martin.svoboda@roboauto.tech
Telefon:	+420 704 603 848	+420 777 705 158

Factsheet Nr. 09

„RT-1000“ von Left Hand Robotics

Kenndaten

<i>Einsatzbereich:</i>	Grünflächen (Mahd) Fußgängerflächen und Radwege (Winterdienst und Kehren)
<i>Technik:</i>	GNSS RTK, Lidar, Radar, Kameras
<i>Jahr:</i>	2019
<i>Land:</i>	USA

Produktreife

Der RT-1000 kann nach Angaben des Herstellers auf dem Mittelstreifen sowie auf dem Bankett eingesetzt werden und ist bei verschiedenen Händlern in den USA und Kanada zu erwerben. Des Weiteren wird er bereits von mehreren Städten in Parks, auf Gehwegen oder auf Radwegen eingesetzt.

Die Utah State University prüft im Rahmen eines Forschungsprojekts, wie der RT-1000 bei sich wiederholenden Arbeiten im Freien und bei saisonalen Personallücken nützlich sein kann (laut Pressemitteilung vom Juli 2020).

Funktionsbeschreibung

Bei dem RT-1000 handelt es sich um einen benzinbetriebenen autonomen Arbeitsroboter des US-amerikanischen Unternehmens Left Hand Robotics, welches im März 2021 von The Toro Company gekauft wurde. Das System RT-1000 besteht aus dem RT-1000 Tractor, an den an der Front ein Mähwerk oder eine Kehrwalze und am Heck eine Streueinrichtung montiert werden kann, was einen ganzjährigen Einsatz ermöglicht. Für einen Einsatz ist es erforderlich, die zu mähende oder zu kehrende Fläche/Strecke mit dem hauseigenen „Robot Operations Center“ am Computer oder an einem Smartphone zu definieren. Optimale Einsatzbedingungen sind laut Left Hand Robotics gegeben, wenn von dem Roboter sich wiederholende Aufgaben zu erledigen sind.

Der RT-1000 ist mit umfangreicher Sensorik ausgestattet. Sie umfasst zwei RTK-Empfänger (Real Time Kinematic) zur zentimetergenauen Positionsbestimmung sowie Lidar, Radar, Kontaktsensoren und sechs Kameras zur Hinderniserkennung. Als Sicherheitsmaßnahme ist zudem an beiden Seiten des Roboters jeweils ein Notausschalter vorhanden.

Quellen

Left Hand Robotics (2021) : RT-1000 Robotic Tractor, URL: <https://lefthandrobotics.com/>, abgerufen am 23.06.2021.

Left Hand Robotics (2020) : Utah State University Deploys Autonomous Mowing Robot by Left Hand Robotics, URL: <https://lefthandrobotics.com/utah-state-university-deploys-autonomous-mowing-robot-by-left-hand-robotics/>, abgerufen am 23.06.2021.

Kontakt – The Toro Company (seit März 2021 Inhaber von Left Hand Robotics)

Website:	https://www.thetorocompany.com/	https://lefthandrobotics.com/
Ansprechpartner:	-	
E-Mail:	pr@toro.com	
Telefon:	+1 952-888-8801	

Factsheet Nr. 10

„Ariamatic 240“ von TSM

Kenndaten

<i>Einsatzbereich:</i>	Parks und Plätze
<i>Technik:</i>	Follow-Me-System, Sensorik unbekannt
<i>Jahr:</i>	2018
<i>Land:</i>	Italien

Produktreife

Obwohl der „Ariamatic 240“ bereits im Jahr 2018 vorgestellt wurde, fand die erste Auslieferung einer Flotte der Straßenmüllsauger erst im Jahr 2021 statt.

Seit Februar 2021 reinigen in Bassano del Grappa in Italien mehrere Sauger die historische Altstadt.

Funktionsbeschreibung

Bei dem „Ariamatic 240“ handelt es sich um einen elektrisch fahrenden Straßenmüllsauger vom italienischen Unternehmen TSM. Im Gegensatz zu herkömmlichen Geräten verfügt dieses Modell über das sogenannte Follow-Me-System, das die Arbeit für das bedienende Personal erleichtert und ein manuelles Steuern nicht mehr erfordert. Mittels des Follow-Me-Systems wird die vor dem Sauger stehende Arbeitskraft identifiziert und getrackt, um ihr dann im sicheren Abstand zu folgen. Die Sensorik ermöglicht es außerdem, feste und bewegliche Hindernisse, einschließlich Personen, zu erkennen und ihnen auszuweichen. Vom autonomen Folgen kann dennoch auf eine manuelle Steuerung gewechselt werden, wenn dazu im Einsatz Bedarf besteht. Zusätzlich verfügt die Maschine in der Ausführung „Ariamatic 240 Super“ über ein automatisches Filterreinigungssystem, welches die Sammeleffizienz konstant hält. Eine manuelle Filterreinigung während der Arbeitszeit ist dadurch nicht mehr erforderlich.

TSM gibt für den Straßenmüllsauger eine Einsatzdauer von bis zu 14 Stunden und eine Saugleistung von bis zu 1500 W an. Die maximale Arbeitsgeschwindigkeit beträgt 6 km/h. Zudem soll das Gerät Flächen mit Neigungen von bis zu 20 % befahren können.

Quellen

TSM (2021) : Der Straßenmüllsauger Ariamatic 240 reinigt Bassano del Grappa, URL:
<https://www.tsmitaly.com/de/news-de/der-strassenmullsauger-ariamatic-240-reinigt-bassano/>,
abgerufen am 20.06.2021.

TSM (o. J.) : Ariamatic 240, URL: <https://www.tsmitaly.com/de/professionelle-reinigungsmaschinen/strassenmullsaugern-2/ariamatic-240/>, abgerufen am 20.06.2021.

Kontakt – TSM - Technological Systems

Website: <https://www.tsmitaly.com/de/>
Ansprechpartner: -
E-Mail: info@tsmitaly.com
Telefon: +39 0434.564167

Factsheet Nr. 11

„X-Cone 2.0“ von Traffic Safety Services

Kenndaten

<i>Einsatzbereich:</i>	mehrstreifige Richtungsfahrbahnen
<i>Technik:</i>	unbekannt
<i>Jahr:</i>	2019
<i>Land:</i>	Österreich

Produktreife

Der Leitkegelsetzer „X-Cone 2.0“ wird von der ASFINAG in einem ca. 50 km langen Abschnitt der Tauern Autobahn A 10 eingesetzt, der unter anderem den Tauerntunnel und den Katschbergtunnel umfasst. Die zuständige Autobahnmeisterei ist St. Michael im Lungau.

Funktionsbeschreibung

Das vollautomatische Leitkegelmanagement System „X-Cone 2.0“ vom österreichischen Hersteller Traffic Safety Services ist ein System zum automatischen Setzen und Einsammeln von Leitkegeln, welches mehr Sicherheit und Effizienz gegenüber der herkömmlichen händischen Vorgehensweise verspricht. Für das Setzen und Einsammeln wird nur eine Person benötigt, die das Fahrzeug fährt bzw. für das Setzen zuvor den gewünschten Abstand der Leitkegel einstellt. Dies geschieht über eine Kontrolleinheit im Fahrerhaus.

Bei „X-Cone 2.0“ handelt sich im Detail um einen Aufbau in Leichtbauweise, der flexibel an Fahrzeuge mit einem zulässigen Gesamtgewicht von mindestens 3,5 Tonnen montiert werden kann. Die Hauptbestandteile sind zum einen der Ausleger und der sich daran bewegende Greifer und zum anderen die beiden Leitkegelpositionierer an den Seiten des Fahrzeuges. Letztere dienen dazu, die Leitkegel beim Einsammelprozess an einer bestimmten Stelle neben dem Fahrzeug zu positionieren, wo der Greifer sie dann aufnimmt. Insgesamt können 255 Leitkegel mit einer Höhe von 75 cm auf der X-Cone-Ladepritsche verstaut werden.

Im Automatikmodus können bei einem Abstand von 10 m sechs Leitkegel pro Minute aufgestellt werden, im manuellen Modus ist auch ein geringerer Abstand möglich. Die maximale Arbeitsgeschwindigkeit beträgt laut Hersteller 9 km/h. Zudem kann „X-Cone 2.0“ in beiden Fahrtrichtungen eingesetzt werden, beispielsweise können die Leitkegel, wenn sie beim Vorwärtsfahren aufgestellt wurden, entweder beim Rückwärtsfahren oder beim Vorwärtsfahren wieder eingesammelt werden. Dafür muss der Leitkegelpositionierer für die entsprechende Richtung gegebenenfalls rotiert werden. Außerdem spielt es keine Rolle, auf welcher Seite des Fahrzeugs sich der abzusperrende Bereich befindet, das System kann auf beiden Seiten arbeiten.

Die einzige Voraussetzung an das Fahrzeug außer dem zulässigen Gesamtgewicht (s.o.) ist, dass es nicht über Ladebordwände verfügt. Montiert wird das System entweder auf der Ladepritsche oder direkt auf dem Fahrgestell.

Quellen

Traffic Safety Services (o. J.) : X-Cone® 2.0 - Leitkegel-Management-System, URL: <https://www.traffic-safety-services.com/de/x-cone-leitkegel-management-system.html>, abgerufen am 22.07.2021.

Traffic Safety Services (2021) : X Cone 2.0 - Vollautomatischer Leitkegelsetzer im Einsatz bei der ASFINAG [Video], YouTube, URL: <https://www.youtube.com/watch?v=prA6n8DTF9g>

Kontakt – Traffic-Safety-Services

Website: <https://www.traffic-safety-services.com/de/>
Ansprechpartner: -
E-Mail: office@traffic-safety-services.com
Telefon: +43 4262 2251-0

Factsheet Nr. 12

„Coner“ von Senn

Kenndaten

<i>Einsatzbereich:</i>	mehrstreifige Richtungsfahrbahnen
<i>Technik:</i>	-
<i>Jahr:</i>	unbekannt
<i>Land:</i>	Schweiz

Produktreife

In Deutschland und der Schweiz wird der Leitkegelsetzer Coner über den Vertriebspartner FRIKE angeboten. Dagegen befindet sich beim britischen Partner Highway Care die sogenannte „Falcon Automated Cone Laying Machine“ noch in der Testphase und soll dort ab Ende 2021 bis Anfang 2022 im Regelbetrieb eingesetzt werden.

Funktionsbeschreibung

Der Leitkegelsetzer „Coner“ ist ein Aufbaugerät für Serien-Lkw und dient dem vollautomatischen Setzen und Einsammeln von Leitkegeln mit einer Höhe von 75 bzw. 100 cm. Da mit dem „Coner“ nur noch eine Person des Betriebsdienstes pro Einsatz benötigt wird und diese Person das Fahrerhaus nicht verlassen muss, wird die Arbeitssicherheit erheblich verbessert.

Die Ladefläche des Fahrzeugs ist mit mehreren Leitkegelstapeln bestückt. Eine Vorrichtung am Heck greift einen dieser Stapel und stellt die einzelnen Leitkegel nacheinander auf. Dabei wird bei jedem Arbeitsschritt ein Kegel mittels zweier beweglicher Führungsschienen an die gewünschte Position befördert. Gleichzeitig ist die Vorrichtung mit dem Leitkegelstapel ebenfalls seitlich beweglich. Das Setzen der Leitkegel kann nur während der Geradeausfahrt und das Einsammeln nur während der Rückwärtsfahrt ausgeführt werden. Beim Einsammeln werden die Leitkegel mit Hilfe der v-förmigen Führungsschienenkonstruktion an den Aufnahmepunkt der Setz- und Einsammelvorrichtung geführt. Über eine Rückfahrkamera wird das Einsammeln erleichtert.

In Abhängigkeit des Trägerfahrzeugs kommen verschiedene Aufbaugrößen des „Coner“-Systems zum Einsatz, die eine Kapazität von 100 bis 500 Leitkegeln haben. Bei einem Abstand der Leitkegel von 25 m kann die maximale Arbeitsgeschwindigkeit von 12 km/h erreicht werden. In einer Minute ist es möglich, bis zu sechs Kegel zu setzen. Es sind die drei Arbeitsmodi Gerade, Diagonale und Zickzack ausführbar.

Quellen

Senn Maschinenbau (o. J.) : Senn - Kommunaltechnik, URL: <https://www.senn-maschinenbau.ch/kommunaltechnik>, abgerufen am 24.07.2021.

FRIKE (o. J.) : Leitkegelsetzer, URL: <https://frike.ch/de/component/jshopping/leitkegelsetzer/leitkegelsetzer.html?Itemid=0>, abgerufen am 24.07.2021.

Highway Care (o. J.) : Latest Innovations, URL: <https://www.highwaycare.com/latest-innovations>, abgerufen am 24.07.2021.

Kontakt – Senn Konstruktionswerkstätte AG

Website: <https://www.senn-maschinenbau.ch/>
Ansprechpartner: -
E-Mail: info@senn-maschinenbau.ch
Telefon: +41 61 721 1303

Kontakt – FRIKE electronic AG

Website: <https://frike.ch/de/>
Ansprechpartner: -
E-Mail: info@frike.ch
Telefon: +41 44 869 2344

Factsheet Nr. 13

„Drop&Pick“ Vorwarntafeln von Nissen

Kenndaten

<i>Einsatzbereich:</i>	mehrstreifige Richtungsfahrbahnen
<i>Technik:</i>	-
<i>Jahr:</i>	2019
<i>Land:</i>	Deutschland

Produktreife

Es handelt sich um ein fertig entwickeltes System, das über die Website des Herstellers angefragt werden kann. Die Straßenmeisterei Neusitz war eine der ersten, die sich für diese Lösung entschieden hat und sie einsetzt.

Funktionsbeschreibung

Das deutsche Unternehmen Nissen hat eine Lösung zum automatisierten Aufstellen von Vorwarntafeln entwickelt, bei der der Personaleinsatz auf eine Person reduziert wird und diese das Fahrzeug nicht verlassen muss. So können Gefahrenstellen auf Autobahnen mit drei Vorwarntafeln abgesichert werden, dabei wird nur ein Fahrzeug benötigt. Die drei ausfahrbaren LED-Tafeln sind auf einer Ladefläche mit drei Hubmodulen aufgeladen und werden dann vor Ort nacheinander abgelassen. Nissen bietet das System als Komplettlösung auf einem Serienfahrzeug montiert sowie als Anhänger an. Bei der Ausführungsvariante als Anhänger kann dieser zum Beispiel von einem Absperrfahrzeug gezogen werden, welches dann die Gefahrenstelle noch zusätzlich schützt.

Die Vorwarner haben eine Breite von 1,70 m und klappen den oberen Teil der LED-Tafel beim Aufstellen automatisch aus und beim Einsammeln dementsprechend wieder ein. Um das Einsammeln, bei dem mit der Ladefläche des Fahrzeugs rückwärts unter die Vorwarntafel gefahren werden muss, zu erleichtern, ist eine Rückfahrkamera zur Prozessüberwachung vorhanden. Über eine Kontrolleinheit kann zudem vom Fahrerhaus aus die LED-Anzeige konfiguriert werden, in der Regel werden diese allerdings vor dem Einsatz in der Meisterei programmiert. Das Laden aller Akkus der Tafeln ist über einen zentralen Anschluss möglich. Die Vorwarner sind für Windgeschwindigkeiten bis 80 km/h ausgelegt.

Quellen

Nissen (o. J.): Drop&Pick, URL: <https://nissen-germany.com/drop-pick/>, abgerufen am 24.07.2021.

Nissen (2019): Nissen Drop & Pick System – Die sichere Lösung, URL: https://nissen-germany.com/redaktion/downloads/kataloge/NIS-18-0048_Drop___Pick_System_RZ_DE_Einzelseiten.pdf, abgerufen am 24.07.2021.

Kontakt – Adolf Nissen Elektrobau GmbH + Co. KG

Website: <https://nissen-germany.com/>
Ansprechpartner: -
E-Mail: vertrieb@nissen-germany.com
Telefon: +49 4861 612 - 0

Factsheet Nr. 14

„Satellitengestütztes Vegetationsmanagement“ von LiveEO

Kenndaten

<i>Einsatzbereich:</i>	Schiennetze, Pipelines, Stromtrassen
<i>Technik:</i>	Machine-Learning
<i>Jahr:</i>	seit 2017
<i>Land:</i>	Deutschland

Produktreife

Im Bereich Vegetationsmanagement von Schiennetzen arbeitet LiveEO bereits seit 2018 für die Deutsche Bahn in einem Pilotprojekt. Des Weiteren ist das Unternehmen für Auftraggeber wie E.ON und Netze BW, sowie für diverse internationale Energieversorger tätig.

Funktionsbeschreibung

Das Berliner Startup LiveEO gilt weltweit als Marktführer für satellitengestütztes Vegetationsmanagement an Schienenwegen, Pipelines oder Stromtrassen. Das Unternehmen bezieht für seine Kunden Satellitendaten, welche von einer KI ausgewertet werden und so ein zustandsbasiertes Vegetationsmanagement ermöglichen. So sollen beispielsweise für Kunden wie die Deutsche Bahn Abschnitte entlang der Trasse definiert werden, in denen ein Grünrückschnitt bzw. anderweitiger Eingriff in die Vegetation notwendig ist. Es werden dabei entlang der Strecken unter anderem stand- und bruchgefährdete Bäume identifiziert. Auf Kundenseite fallen durch den Einsatz von Satellitenbildern und Machine-Learning geringere Kosten für die Grünpflege an als bei zeitintensiven Vegetationskontrollen oder einem präventivem Grünrückschnitt.

Die verwendeten Satellitenbilder haben eine Auflösung von ca. 30 * 30 cm pro Pixel, deshalb ist es nicht möglich, die Baumarten anhand der Kronenstruktur oder der Astdichte zu identifizieren. Stattdessen nehmen Satelliten wie der Sentinel 2 Bilder über 13 verschiedene Spektralbänder auf und erfassen so ein sehr großes Spektrum an Wellenlängen, die für das menschliche Auge nicht sichtbar sind. Die Identifizierung der Bäume und anderen Pflanzen erfolgt daher anhand der spezifischen Eigenschaften und Zusammensetzung der Blätter. Jede Pflanzenart weist einen charakteristischen Wassergehalt sowie photosynthetische Pigmente auf, wodurch Licht auf eine bestimmte Weise reflektiert wird. In jedem der 13 Spektralbänder weist ein bestimmter Pflanzentyp eine typische Reflektion auf, deren Kombination zur Identifikation der Pflanze genutzt werden kann.

Das satellitengestützte Vegetationsmanagement des DB-Netzes wird Stand Juli 2021 in einem Pilotprojekt im Raum Fulda getestet. Zukünftig soll dies jedoch bundesweit angewendet werden. Dann sollen neben den Satellitendaten auch noch Wetterdaten und betriebliche Daten in das System integriert werden, um es zu optimieren.

Quellen

LiveEO (o. J.): Satellite-Based Vegetation Management, URL: <https://live-eo.com/vegetation-management/>, abgerufen am 19.07.2021.

LiveEO (o. J.): How do we identify Tree Species with Satellite Imagery?, URL: <https://hier-einfuegen.de>, abgerufen am tt.mm.jjjj.

LiveEO (o. J.): Monitor Infrastructure Networks from Space, URL: <https://live-eo.com/>, abgerufen am 19.07.2021.

Deutsche Bahn (2020): Unterstützung aus dem Weltall [Video], URL: https://www.deutschebahn.com/de/presse/pressestart_zentrales_uebersicht/Vegetationspflege-mit-kuenstlicher-Intelligenz-Deutsche-Bahn-erfasst-Baumbestand-aus-dem-Weltall-5537866

Kontakt – LiveEO GmbH

Website: <https://live-eo.com/>
Ansprechpartner: -
E-Mail: info@live-eo.com
Telefon: +49 162 3414693

Factsheet Nr. 15

„FreeRail“-Forschungsprojekt von Quantum Systems, DB Fahrwegdienste, geo-konzept

Kenndaten

<i>Einsatzbereich:</i>	Trassen der Deutschen Bahn
<i>Technik:</i>	GNSS, 5G
<i>Jahr:</i>	2019 - 2022
<i>Land:</i>	Deutschland

Produktreife

Das Forschungsprojekt hat 2019 begonnen und soll im Jahr 2022 abgeschlossen werden. Das Ziel des Projekts ist unter anderem, auf einer definierten Teststrecke einen autonomen Betrieb der Vegetationskontrolle durchzuführen. Über die aktuell laufenden Tests ist nur bekannt, dass die Datenübertragung mit einem 5G-Netz durchgeführt wird.

Funktionsbeschreibung

Jedes Jahr verursachen Stürme beachtliche Schäden an der Vegetation neben Bahngleisen, was zu Störfällen und so zu Verspätungen oder Ausfällen im Fahrplan führt. Des Weiteren muss das ca. 33.400 km lange Streckennetz im Rahmen der Verkehrssicherungspflicht einer jährlichen Vegetationskontrolle unterzogen werden. Dies wird von Fachpersonal manuell durchgeführt und ist dementsprechend zeit- und personalintensiv.

Das Forschungsprojekt „FreeRail“, unter anderem gefördert durch das BMDV, hat zum Ziel, den Prozess der Vegetationskontrolle zu digitalisieren und zu automatisieren. Es sollen dabei Drohnen des Projektkoordinators Quantum Systems sowie eine eigens entwickelte KI von geo-konzept, einem der Projektpartner, eingesetzt werden. Das Projekt sieht vor, dass die Drohnen in Hangars nahe der Strecke bereitstehen und, wenn nach einem Sturm oder zur turnusmäßigen Kontrolle ein Einsatzbefehl ausgelöst wird, den ihnen zugeteilten Streckenabschnitt selbstständig abfliegen und dabei Daten aufnehmen. Nach dem Einsatz kehren sie autonom zum Hangar zurück, die Daten werden an einen Server gesendet und von der Software analysiert. Ein Einsatzleiter wird dann über die Stellen informiert, die das System als problematisch ausgewertet hat und legt schließlich fest, wie viel Personal für den Rückschnitt der Vegetation benötigt wird.

Die Drohnen von Quantum Systems sind bereits seit 2017 in unterschiedlichen Projekten einsatzerprobt, beispielsweise bei der Bestandsaufnahme von Agrarflächen, bei der Erfassung von Vogelnestern und weiteren Einsätzen zur Kartierung, Vermessung und Inspektion. Bei „FreeRail“ sollen Drohnen der Serie „Trinity F90+“ eingesetzt werden. Sie können bis zu 90 Minuten in der Luft bleiben und dabei eine Strecke von 100 km zurücklegen. Die Drohnen werden mit einer Referenzstation am Boden gekoppelt, die die aufgenommenen Daten mittels GNSS referenziert. Laut Hersteller liegt der Preis für ein Modell bei 15.900 € zuzüglich Steuern.

Quellen

Quantum Systems (2020): Drones with 5G technology – The “FreeRail” project consortium successfully completes first test series together with Ericsson, URL: <https://www.quantum-systems.com/2020/12/21/drones-with-5g-technology-the-freerail-project-consortium-successfully-completes-first-test-series-together-with-ericsson/>, abgerufen am 26.07.2021.

geo-konzept (2020): AUF PATROILLE, in Drones 02/2020, Seite 78 - 81, URL: https://geo-konzept.de/wp-content/uploads/2020/02/DR_0220_FreeRail.pdf

Bundesamt für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMDV) (o. J.): Automatisierte Erfassung der gleisnahen Vegetation und von Unwetterschäden entlang des Streckennetzes der Deutschen Bahn mit autonom betriebenen Drohnen - FreeRail, URL: <https://www.BMDV.de/SharedDocs/DE/Artikel/DG/mfund-projekte/free-rail.html>, abgerufen am 26.07.2021.

Kontakt – Quantum Systems GmbH

Website: <https://www.quantum-systems.com/>
Ansprechpartner: Pierre Ulfig
E-Mail: pulfig@quantum-systems.com
Telefon: +49 8105 24150-22

Kontakt – DB Fahrwegdienste GmbH

Website: https://fahrweg.dbnetze.com/fahrweg-de/unternehmen/db_netz_ag/externe_organisationen/fahrwegdienste-1368662
Ansprechpartner: -
E-Mail: vegetation@deutschebahn.com

Kontakt – geo-konzept

Website: <https://geo-konzept.de/>
Ansprechpartner: -
E-Mail: geo@geo-konzept.de
Telefon: +49 8424 89890

Anhang 3: Fahrzeugklassen

Die in den jeweiligen Normen referenzierten Fahrzeugklassen sind in den folgenden EU-Richtlinien spezifiziert:

M, N, O gemäß (EU) 2018/858

Klasse M umfasst vorwiegend für die Beförderung von Personen und deren Gepäck ausgelegte und gebaute Kraftfahrzeuge, unterteilt in:

- Klasse M1: Kraftfahrzeuge mit höchstens acht Sitzplätzen zusätzlich zum Fahrersitz und ohne Stehplätze, unabhängig davon, ob die Anzahl der Sitzplätze auf den Fahrersitz beschränkt ist;
- Klasse M2: Kraftfahrzeuge mit mehr als acht Sitzplätzen zusätzlich zum Fahrersitz und mit einer Gesamtmasse von höchstens 5 Tonnen, unabhängig davon, ob diese Fahrzeuge über Stehplätze verfügen, und
- Klasse M3: Kraftfahrzeuge mit mehr als acht Sitzplätzen zusätzlich zum Fahrersitz und mit einer Gesamtmasse über 5 Tonnen, unabhängig davon, ob diese Fahrzeuge über Stehplätze verfügen.

Die Klasse N umfasst vorwiegend für die Beförderung von Gütern ausgelegte und gebaute Kraftfahrzeuge, unterteilt in:

- Klasse N1: Kraftfahrzeuge mit einer zulässigen Gesamtmasse von höchstens 3,5 Tonnen;
- Klasse N2: Kraftfahrzeuge mit einer zulässigen Gesamtmasse über 3,5 Tonnen bis höchstens 12 Tonnen und
- Klasse N3: Kraftfahrzeuge mit einer zulässigen Gesamtmasse über 12 Tonnen;

Klasse O umfasst Anhänger, unterteilt in:

- Klasse O1: Anhänger mit einer zulässigen Gesamtmasse von höchstens 0,75 Tonnen;
- Klasse O2: Anhänger mit einer zulässigen Gesamtmasse über 0,75 Tonnen bis höchstens 3,5 Tonnen;
- Klasse O3: Anhänger mit einer zulässigen Gesamtmasse über 3,5 Tonnen bis höchstens 10 Tonnen und
- Klasse O4: Anhänger mit einer zulässigen Gesamtmasse über 10 Tonnen

T, C, R, S gemäß (EU) Nr. 167/2013

Klasse T umfasst Zugmaschinen auf Rädern, unterteilt in:

- Klasse T1: Zugmaschinen auf Rädern mit einer Spurweite der dem Fahrer am nächsten liegenden Achse von mindestens 1 150 mm, einer Leermasse in fahrbereitem Zustand von mehr als 600 kg und einer Bodenfreiheit bis 1 000 mm;
- Klasse T2: Zugmaschinen auf Rädern mit einer Mindestspurweite von weniger als 1 150 mm, einer Leermasse in fahrbereitem Zustand von mehr als 600 kg, einer Bodenfreiheit bis 600 mm; wenn der Quotient aus der Höhe des Schwerpunkts der Zugmaschine über dem Boden

und der mittleren Mindestspurweite der Achsen mehr als 0,90 beträgt, ist die bauartbedingte Höchstgeschwindigkeit auf 30 km/h begrenzt;

- Klasse T3: Zugmaschinen auf Rädern mit einer Leermasse in fahrbereitem Zustand bis 600 kg;
- Klasse T4: Zugmaschinen auf Rädern mit besonderer Zweckbestimmung

Klasse C umfasst Zugmaschinen auf Gleisketten, die über die Gleisketten oder über eine Kombination von Rädern und Gleisketten angetrieben werden (Definition der Unterklassen analog zu der Klasse T)

Klasse R umfasst land- und forstwirtschaftliche Anhänger, unterteilt in:

- Klasse R1: Anhänger, bei denen die Summe der technisch zulässigen Massen je Achse bis zu 1 500 kg beträgt;
- Klasse R2: Anhänger, bei denen die Summe der technisch zulässigen Massen je Achse mehr als 1 500 kg und bis zu 3 500 kg beträgt;
- Klasse R3: Anhänger, bei denen die Summe der technisch zulässigen Massen je Achse mehr als 3 500 kg und bis zu 21 000 kg beträgt;
- Klasse R4: Anhänger, bei denen die Summe der technisch zulässigen Massen je Achse mehr als 21 000 kg beträgt;

Klasse S umfasst gezogene auswechselbare Geräte, unterteilt in:

- Klasse S1: gezogene auswechselbare Geräte, bei denen die Summe der technisch zulässigen Massen je Achse bis zu 3 500 kg beträgt;
- Klasse S2: gezogene auswechselbare Geräte, bei denen die Summe der technisch zulässigen Massen je Achse über 3 500 kg beträgt

Anhang 4: Liste mit Tätigkeiten der Autobahnmeistereien

Leistungsbereiche 1-6 sind Teil des Leitungsheftes für den Straßenbetrieb auf Bundesfernstraßen (Ausgabe 2021).

Leistungsbereich 7 wurde selbst ergänzt und ist nicht Teil des Leistungsheftes für den Straßenbetrieb auf Bundesfernstraßen (Ausgabe 2021).

Leistungsbereich	Leistungsgruppe	Leistungsposition	BAB	Relevant?	Gefährdungspotenzial	Automatisierungspotenzial	Relevante Projekte Use Case	Relevante Projekte Technik	Relevante Projekte Sonstiges	Anmerkungen	
1 Bauliche Unterhaltung	1.1 Sofortmaßnahmen an befestigten Flächen	1.1.1 Schäden an Fahrbahnen beseitigen	JA	JA	hoch	mittel	RADSPOT	RADSPOT			
		1.1.2 Schäden an befestigten Radwegen und Gehwegen beseitigen	NEIN	NEIN							
	1.2 Maßnahmen an unbefestigten Flächen	1.2.1 Schäden und Mängel an unbefestigten Flächen beseitigen	JA	NEIN							
		1.2.2 Wartung von steinschlaggefährdeten Felshängen	JA	NEIN							
	1.3 Sofortmaßnahmen an Ingenieurbauwerken	1.3.1 Schäden an Ingenieurbauwerken und deren Entwässerungseinrichtungen beseitigen	JA	NEIN							
	1.4 Maßnahmen an Entwässerungsanlagen	1.4.1 Schäden und Mängel an Straßenrinnen, befestigten Straßengräben und Straßenabläufen beseitigen	JA	NEIN							
		1.4.2 Schäden und Mängel an Schächten, Rohrleitungen und Durchlässen beseitigen	JA	NEIN							
1.4.3 Schäden und Mängel an Rückhalte- und Versickerungsanlagen beseitigen		JA	NEIN								
2 Grünpflege	2.1 Rasenflächen im Intensivbereich	2.1.1 Bankette, Gräben und Mulden mähen	JA	JA	hoch	hoch	ANITA, MOSAiK:D	AirPortMover, ANITA, MOSAiK:D	ACCorD		
		2.1.2 Rasenflächen an Radwegen und Gehwegen mähen	NEIN	NEIN							
		2.1.3 Mittel- und Trennstreifen zwischen Fahrbahnen mähen	JA	JA	hoch	hoch	MOSAiK:D	AirPortMover, ANITA, MOSAiK:D	ACCorD		
		2.1.4 Sichtfelder im Bereich von Knotenpunkten mähen	JA	JA	gering	hoch					
		2.1.5 Erholungs- und Aufenthaltsflächen mähen	JA	JA	gering	mittel					
	2.2 Sonstige Rasenflächen	2.2.1 Rasenflächen im Extensivbereich mähen	JA	JA	mittel	hoch				Gefährdungspotenzial mittel z.B. bei steiler Böschung	
		2.2.2 Rückhalte-, Absetz- und Versickerungsbecken mähen	JA	JA	gering	mittel					
		2.2.3 Bekämpfung von Problempflanzen und gesundheitsgefährdenden Insekten	JA	NEIN							
	2.3 Gehölzpflegearbeiten und Tätigkeiten an Einzelbäumen	2.3.1 Gehölze im Straßenrandbereich zurückschneiden	JA	JA	hoch	gering	ANITA, MOSAiK:D	AirPortMover, ANITA, MOSAiK:D	ACCorD		
		2.3.2 Gehölze in Mittel- und Trennstreifen zwischen Fahrbahnen zurückschneiden	JA	JA	hoch	gering	ANITA, MOSAiK:D	AirPortMover, ANITA, MOSAiK:D	ACCorD		
		2.3.3 Gehölze an Erholungs- und Aufenthaltsflächen zurückschneiden	JA	NEIN							
		2.3.4 Gehölze außerhalb des Straßenrandbereiches pflegen	JA	JA	mittel	mittel					
		2.3.5 Einzelbäume pflegen	JA	NEIN							
	3 Wartung und Instandhaltung der Straßenausstattung	3.1 Straßenausstattung warten und instand halten	3.1.1 Verkehrszeichen warten und instand halten	JA	JA	hoch	gering	MOSAiK:D	MOSAiK:D	ACCorD	
			3.1.2 Leitpfosten und Stationierungszeichen instand halten	JA	JA	hoch	gering	MOSAiK:D	MOSAiK:D	ACCorD	
3.1.3 Passive Schutzeinrichtungen instand halten			JA	JA	hoch	gering			ACCorD		
3.1.4 Wild- und Amphibienschutzanlagen instand halten			JA	JA	gering	gering				evtl. Kontrolle mit z.B. einer Drohne möglich	
3.1.5 Ausstattung von Rastanlagen warten und instand halten			JA	NEIN							
3.2 Elektrotechnische Anlagen warten und instand halten		3.2.1 Lichtsignalanlagen (LSA) und Verkehrsbeeinflussungsanlagen (VBA) warten und instand halten	JA	JA	hoch	gering	MOSAiK:D	MOSAiK:D			
		3.2.2 Beleuchtungsanlagen warten und instand halten	JA	JA	hoch	gering	MOSAiK:D	MOSAiK:D			
		3.2.3 Betriebstechnische Anlagen in und an Tunneln warten und instand halten	JA	JA	hoch	gering					
		3.2.4 Betriebstechnische Anlagen für den Winterdienst warten und instand halten	JA	NEIN							
		3.2.5 Pumpanlagen warten und instand halten	JA	NEIN							
		3.2.6 Telekommunikationsanlagen warten und instand halten	JA	NEIN							

4 Reinigung	4.1 Reinigung von Verkehrsflächen	4.1.1 Fahrbahnen kehren	JA	JA	hoch	hoch	aFAS, HALC, SAFE20, ANITA, MOSAiK:D, ATLAS-L4	AirPortMover, ANITA, HALC, SAFE20, MOSAiK:D, ATLAS-L4	ACCorD	
		4.1.2 Radwege und Gehwege sowie begehbbare Flächen kehren	NEIN	NEIN						
		4.1.3 Verkehrsflächen im Bereich von Rastanlagen kehren	JA	JA	gering	mittel				
		4.1.4 Verkehrsbehindernde oder -gefährdende Verschmutzungen auf Verkehrsflächen beseitigen	JA	JA	hoch	mittel	aFAS, ANITA, SAFE20, MOSAiK:D, ATLAS-L4	aFAS, ANITA, SAFE20, MOSAiK:D, ATLAS-L4		
	4.2 Entwässerungseinrichtungen reinigen	4.2.1 Straßenrinnen, befestigte Straßenmulden und -gräben und Straßenabläufe reinigen	JA	JA	hoch	mittel	aFAS, ANITA, MOSAiK:D	aFAS, ANITA, MOSAiK:D		
		4.2.2 Schächte, Rohrleitungen, Durchlässe und Düker reinigen	JA	NEIN						
		4.2.3 Sonstige Entwässerungseinrichtungen reinigen	JA	NEIN						
4.3 Bauwerke und Straßenausstattung reinigen	4.3 Bauwerke und Straßenausstattung reinigen	4.3.1 WC-Anlagen von Rastanlagen reinigen	JA	JA	mittel	hoch				selbstreinigendes Klo
		4.3.2 Ingenieurbauwerke und deren Entwässerungseinrichtungen reinigen	JA	NEIN						
		4.3.3 Tunnel reinigen	JA	JA	mittel	hoch	aFAS, ANITA, MOSAiK:D, ATLAS-L4	aFAS, ANITA, MOSAiK:D, ATLAS-L4		
		4.3.4 Verkehrszeichen reinigen	JA	JA	hoch	mittel	aFAS, ANITA, MOSAiK:D, ATLAS-L4	AirPortMover, aFAS, ANITA, MOSAiK:D, ATLAS-L4		
		4.3.5 Leitpfosten reinigen	JA	JA	hoch	hoch	aFAS, ANITA, MOSAiK:D, ATLAS-L4	AirPortMover, aFAS, ANITA, MOSAiK:D, ATLAS-L4		
	4.4 Abfallbeseitigung	4.4.1 Abfälle und Müllablagerungen entlang der Strecke einsammeln	JA	JA	mittel	mittel	aFAS, ANITA, MOSAiK:D, ATLAS-L4	aFAS, ANITA, MOSAiK:D, ATLAS-L4		
		4.4.2 Abfälle und Müllablagerungen auf Rastanlagen einsammeln	JA	JA	gering	mittel				
5 Winterdienst	5.1 Streuen	5.1.1 Fahrbahnen streuen	JA	JA	gering	hoch	AI4OD, HALC, ANITA, SAFE20, SmartFleet, MOSAiK:D, ATLAS-L4	AirPortMover, HALC, ANITA, RoSSHAF, SAFE20, SmartFleet, MOSAiK:D, ATLAS-L4	ACCorD	
		5.1.2 Radwege streuen	NEIN	NEIN						
		5.1.3 Sonstige Verkehrsflächen streuen	JA	JA	gering	mittel	SAFE20	RoSSHAF, SAFE20	ACCorD	
	5.2 Räumen und Streuen	5.2.1 Fahrbahnen räumen und streuen	JA	JA	gering	hoch	ANITA, aFAS, HALC, SAFE20, SmartFleet, MOSAiK:D, ATLAS-L4	AirPortMover, aFAS, HALC, ANITA, RoSSHAF, SAFE20, SmartFleet, MOSAiK:D, ATLAS-L4	ACCorD	
		5.2.2 Radwege räumen und streuen	NEIN	NEIN						
		5.2.3 Sonstige Verkehrsflächen räumen und streuen	JA	JA	gering	mittel	AI4OD, HALC, SAFE20	HALC, RoSSHAF, SAFE20		
		5.2.4 Erhebliche Schneesverwehungen und Randwälle beseitigen	JA	NEIN						
	5.3 Schneezäune, Gefahr- und Schneezeichen auf- und abbauen	6.1.1 Schneezäune, Gefahr- und Schneezeichen auf- und abbauen	JA	NEIN						
6 Weitere Leistungen	6.1 Weitere Leistungen	6.1.2 Beseitigung von Unfallschäden	JA	NEIN						
		6.1.3 Kleinteilige Wartungstätigkeiten	JA	NEIN						
		6.1.4 Maßnahmen bei außergewöhnlichen Witterungsereignissen und Katastrophenfällen	JA	NEIN						
		7.1.1 Bauwerkskontrolle	JA	JA	gering	hoch				
7 Sonstiges	7.1 Kontrollen	7.1.2 Streckenkontrolle	JA	JA	hoch	hoch	RADSPOT	RADSPOT	ACCorD	Vorhanden: Kontrolle mit einer Drohne z.B. mit einer Drohne
		7.1.3 Baumkontrolle	JA	JA	gering	gering				
		7.1.4 Überprüfung elektronischer Anlagen	JA	NEIN						
		7.1.5 Kontrolle von Entwässerungsanlagen	JA	NEIN						
		7.2 Absicherung	7.2.1 Absicherung	JA	JA	hoch	hoch	aFAS, SAFE20, ANITA, MOSAiK:D, ATLAS-L4	AirPortMover, ANITA, SAFE20, MOSAiK:D, ATLAS-L4	ACCorD

Anhang 5: Checkliste zur Identifikation potenzieller funktionaler Sicherheitsrisiken für UC3

Bewertungskriterium	Funktion Basisfahrzeug										Funktion Gerüststeuerung											
	Trajektorie bestimmen	Fahrzeugsysteme steuern		Bremsen		Antreiben		Lenken		Licht steuern	Umfeld überwachen	Extern kommunizieren	Fahrzeugzustand überwachen	Extern kommunizieren	Aufbaugerät steuern							
Gefährdung von Personen im Fahrzeug bei fehlerhafter Funktion	Sehr wahrscheinlich	10	Sehr wahrscheinl	10	Wahrscheinlich	6	Weniger wahrscheinlich	3	Sehr wahrsch	10	Weniger wahrsch	3	Sehr wahrscheinli	10	Weniger wahrschei	3	Weniger wahrscheinlic	3	Weniger wahrsche	3		
Gefährdung von Personen in der Nähe bei fehlerhafter Funktion	Sehr wahrscheinlich	10	Sehr wahrscheinl	10	Wahrscheinlich	6	Weniger wahrscheinlich	3	Sehr wahrsch	10	Weniger wahrsch	3	Sehr wahrscheinli	10	Weniger wahrschei	3	Weniger wahrscheinlic	3	Weniger wahrsche	3		
Gefährdung für andere Verkehrsteilnehmer bei fehlerhafter Funktion	Sehr wahrscheinlich	10	Sehr wahrscheinl	10	Wahrscheinlich	6	Weniger wahrscheinlich	3	Sehr wahrsch	10	Weniger wahrsch	3	Sehr wahrscheinli	10	Weniger wahrschei	3	Weniger wahrscheinlic	3	Weniger wahrsche	3		
Schadenschwere																						
Gefahr von leichten bis mittelschweren Verletzungen von Personen bei fehlerhafter Funktion	Hoch	10	Hoch	10	Hoch	10	Mittel	6	Hoch	10	Hoch	10	Hoch	10	Vernachlässigbar	1	Niedrig	3	Niedrig	3		
Gefahr von schweren bis tödlichen Verletzungen von Personen bei fehlerhafter Funktion	Hoch	10	Hoch	10	Hoch	10	Mittel	6	Hoch	10	Mittel	6	Hoch	10	Vernachlässigbar	1	Mittel	6	Mittel	6		
Häufigkeit der sicherheitsrelevanten Betriebsituationen																						
Häufigkeit der Betriebsituationen, die bei Funktionsausfall potenziell gefährlich sind	Hoch	10	Hoch	10	Hoch	10	Mittel	6	Hoch	10	Mittel	6	Hoch	10	Hoch	10	Niedrig	3	Hoch	10	Hoch	10
Kontrollierbarkeit bei Funktionsausfall																						
Vorhandensein einer Eingriffsmöglichkeit und die Erfolgswahrscheinlichkeit mit der ein Fahrer oder Operator bei Funktionsausfall einen Schaden abwenden kann	Nicht vorhanden	10	Nicht vorhanden	10	Nicht vorhanden	10	Nicht vorhanden	10	Nicht vorhand	10	Nicht vorhanden	10	Nicht vorhande	10	Nicht vorhanden	10	Nicht vorhanden	10	Nicht vorhanden	10		
Vorhandensein einer Eingriffsmöglichkeit und die Erfolgswahrscheinlichkeit mit der ein anderes elektronisches System bei Funktionsausfall einen Schaden abwenden kann	Mittel	3	Niedrig	6	Niedrig	6	Mittel	3	Mittel	3	Nicht vorhanden	10	Nicht vorhande	10	Mittel	3	Nicht vorhanden	10	Nicht vorhanden	10		
Ausfallszenarien																						
Ungewollte Betätigung der Funktion	Kritisch	6	Kritisch	6	Kritisch	6	Kritisch	6	Sehr kritisch	10	Unkritisch	1	Kritisch	6	Weniger kritisch	3	Unkritisch	1	Weniger kritisch	3	Weniger kritisch	3
Ausbleiben der Funktion nach Betätigung	Unkritisch	1	Kritisch	6	Sehr kritisch	10	Unkritisch	1	Sehr kritisch	10	Kritisch	6	Sehr kritisch	10	Weniger kritisch	3	Weniger kritisch	3	Weniger kritisch	3		
Ist-Verhalten der Funktion weicht deutlich vom Soll-Verhalten ab	Sehr kritisch	10	Sehr kritisch	10	Kritisch	6	Weniger kritisch	3	Sehr kritisch	10	Kritisch	6	Sehr kritisch	10	Sehr kritisch	10	Weniger kritisch	3	Kritisch	6	Kritisch	6
Umkehr der Wirkrichtung der Funktion	Sehr kritisch	10	Kritisch	6				0	Sehr kritisch	10	Kritisch	6	Sehr kritisch	10	0	0	Kritisch	6	Kritisch	6		
Verzögertes Ansprechen der Funktion	Weniger kritisch	3	Kritisch	6	Weniger kritisch	3	Weniger kritisch	3	Kritisch	6	Weniger kritisch	3	Kritisch	6	Weniger kritisch	3	Weniger kritisch	3	Weniger kritisch	3		
Mögliche Folgen eines Funktionsausfalls																						
Kollision des Fahrzeugs oder der gesteuerten Bauteile mit dem schnell fließenden Verkehr einer Richtungsfahrbahn	Sehr wahrscheinlich	10	Sehr wahrscheinl	10	Wahrscheinlich	6	Weniger wahrscheinlich	3	Sehr wahrsch	10	Weniger wahrsch	3	Wahrscheinlich	6	Weniger wahrsch	3	Unwahrscheinlich	1	Weniger wahrscheinlich	3	Weniger wahrsche	3
Kollision des Fahrzeugs oder der gesteuerten Bauteile mit dem Gegenverkehr	Wahrscheinlich	6	Wahrscheinlich	6	Unwahrscheinlich	1	Unwahrscheinlich	1	Wahrscheinlic	6	Unwahrscheinlich	1	Weniger wahrs	3	Unwahrscheinlich	1	Unwahrscheinlich	1	Unwahrscheinlich	1		
Kollision des Fahrzeugs oder der gesteuerten Bauteile mit Personen, Gegenständen oder Fahrzeugen auf der eigenen Fahrspur	Sehr wahrscheinlich	10	Sehr wahrscheinl	10	Wahrscheinlich	6	Weniger wahrscheinlich	3	Wahrscheinlic	6	Weniger wahrsch	3	Sehr wahrschein	10	Weniger wahrsch	3	Unwahrscheinlich	1	Weniger wahrscheinlic	3	Weniger wahrsche	3
Gesamtrisiko		129		136		102		60		141		80		141		99		47		76		76
Hohes Risikopotenzial (> 100)		x		x		x				x				x								
Mittleres Risikopotenzial (> 75)																						
Niedriges Risikopotenzial (> 50)								x														
Kein relevantes Risikopotenzial (< 50)																						

Auswahlfelder	Wichtung
Sehr wahrscheinlich	10
Wahrscheinlich	6
Weniger wahrscheinlich	3
Unwahrscheinlich	1
Hoch	10
Mittel	6
Niedrig	3
Vernachlässigbar	1
Nicht vorhanden	10
Niedrig	6
Mittel	3
Hoch	1
Sehr kritisch	10
Kritisch	6
Weniger kritisch	3
Unkritisch	1

Anhang 6: Checkliste zur Identifikation potenzieller funktionaler Sicherheitsrisiken für UC5

Bewertungskriterium	Funktion Selbstfahrendes Trägerfahrzeug für Vorwarntafel										Funktion Gerätesteuering (Absetzvorrichtung)									
	Trajektorie bestimmen	Fahrzeugsysteme steuern	Bremsen	Antreiben	Lenken	Licht steuern	Umfeld überwachen	Extern kommunizieren	Extern kommunizieren	Arbeitsauftrag bestimmen	Aufbaugerät steuern									
Gefährdung von Personen in der Nähe bei fehlerhafter Funktion	Sehr wahrscheinlich	10	Sehr wahrscheinlich	10	Wahrscheinlich	6	Weniger wahrscheinl	3	Sehr wahrscheinlich	10	Weniger wahrscheinl	3	Sehr wahrscheinlich	10	Unwahrscheinlich	1	Unwahrscheinlich	1	Unwahrscheinlich	1
Gefährdung für andere Verkehrsteilnehmer bei fehlerhafter Funktion	Sehr wahrscheinlich	10	Sehr wahrscheinlich	10	Wahrscheinlich	6	Weniger wahrscheinl	3	Sehr wahrscheinlich	10	Weniger wahrscheinl	3	Sehr wahrscheinlich	10	Unwahrscheinlich	1	Unwahrscheinlich	1	Unwahrscheinlich	1
Schadensschwere																				
Gefahr von leichten bis mittelschweren Verletzungen von Personen bei fehlerhafter Funktion	Hoch	10	Hoch	10	Hoch	10	Mittel	6	Hoch	10	Mittel	6	Hoch	10	Niedrig	3	Niedrig	3	Niedrig	3
Gefahr von schweren bis tödlichen Verletzungen von Personen bei fehlerhafter Funktion	Mittel	6	Mittel	6	Mittel	6	Niedrig	3	Mittel	6	Niedrig	3	Mittel	6	Niedrig	3	Niedrig	3	Niedrig	3
Häufigkeit der sicherheitsrelevanten Betriebsituationen																				
Häufigkeit der Betriebsituationen, die bei Funktionsausfall potenziell gefährlich sind	Hoch	10	Hoch	10	Hoch	10	Mittel	6	Hoch	10	Mittel	6	Hoch	10	Hoch	10	Hoch	10	Hoch	10
Kontrollierbarkeit bei Funktionsausfall																				
Vorhandensein einer Eingriffsmöglichkeit und die Erfolgswahrscheinlichkeit mit der ein Fahrer oder Operator bei Funktionsausfall einen Schaden abwenden kann	Nicht vorhanden	10	Nicht vorhanden	10	Nicht vorhand	10	Nicht vorhanden	10	Nicht vorhanden	10	Nicht vorhanden	10	Nicht vorhanden	10	Mittel	3	Hoch	1	Mittel	3
Vorhandensein einer Eingriffsmöglichkeit und die Erfolgswahrscheinlichkeit mit der ein anderes elektronisches System bei Funktionsausfall einen Schaden abwenden kann	Mittel	3	Niedrig	6	Niedrig	6	Mittel	3	Mittel	3	Nicht vorhanden	10	Nicht vorhanden	10	Mittel	3	Mittel	3	Mittel	3
Ausfallszenarien																				
Ungewollte Betätigung der Funktion	Kritisch	6	Kritisch	6	Kritisch	6	Kritisch	6	Sehr kritisch	10	Unkritisch	1	Kritisch	6	Weniger kritisch	3	Weniger kritisch	3	Weniger kritisch	3
Ausbleiben der Funktion nach Betätigung	Unkritisch	1	Kritisch	6	Sehr kritisch	10	Unkritisch	1	Sehr kritisch	10	Weniger kritisch	3	Kritisch	6	Weniger kritisch	3	Unkritisch	1	Unkritisch	1
Ist-Verhalten der Funktion weicht deutlich vom Soll-Verhalten ab	Sehr kritisch	10	Sehr kritisch	10	Kritisch	6	Weniger kritisch	3	Sehr kritisch	10	Kritisch	6	Sehr kritisch	10	Kritisch	6	Weniger kritisch	3	Kritisch	6
Umkehr der Wirkrichtung der Funktion	Sehr kritisch	10	Kritisch	6	0	0	0	Sehr kritisch	10	Kritisch	6	Sehr kritisch	10	0	Kritisch	6	Weniger kritisch	3	Kritisch	6
Verzögertes Ansprechen der Funktion	Weniger kritisch	3	Kritisch	6	Weniger kritis	3	Weniger kritisch	3	Weniger kritisch	3	Weniger kritisch	3	Weniger kritisch	3	Unkritisch	1	Unkritisch	1	Unkritisch	1
Mögliche Folgen eines Funktionsausfalls																				
Kollision des Fahrzeugs oder der gesteuerten Bauteile mit dem schnell fließenden Verkehr einer Richtungsfahrbahn	Sehr wahrscheinlich	10	Sehr wahrscheinlich	10	Wahrscheinlich	6	Weniger wahrscheinl	3	Sehr wahrscheinlich	10	Weniger wahrscheinl	3	Wahrscheinlich	6	Weniger wahrscheinlich	3	Unwahrscheinlich	1	Unwahrscheinlich	1
Kollision des Fahrzeugs oder der gesteuerten Bauteile mit dem Gegenverkehr	Unwahrscheinlich	1	Unwahrscheinlich	1	Unwahrscheinl	1	Unwahrscheinlich	1	Unwahrscheinlich	1	Unwahrscheinlich	1	Unwahrscheinlich	1	Unwahrscheinlich	1	Unwahrscheinlich	1	Unwahrscheinlich	1
Kollision des Fahrzeugs oder der gesteuerten Bauteile mit Personen, Gegenständen oder Fahrzeugen auf der eigenen Fahrspur	Sehr wahrscheinlich	10	Sehr wahrscheinlich	10	Wahrscheinlich	6	Weniger wahrscheinl	3	Wahrscheinlich	6	Weniger wahrscheinl	3	Wahrscheinlich	6	Weniger wahrscheinlich	3	Weniger wahrscheinlic	3	Weniger wahrsche	3
Gesamtrisiko		110		117		92		54		119		67		114		85		46		38
Hohes Risikopotenzial (> 100)		x		x						x				x						
Mittleres Risikopotenzial (> 75)						x										x				
Niedriges Risikopotenzial (> 50)								x				x								
Kein relevantes Risikopotenzial (< 50)																	x		x	

Auswahlfelder	Wichtung
Sehr wahrscheinlich	10
Wahrscheinlich	6
Weniger wahrscheinlich	3
Unwahrscheinlich	1
Hoch	10
Mittel	6
Niedrig	3
Vernachlässigbar	1
Nicht vorhanden	10
Niedrig	6
Mittel	3
Hoch	1
Sehr kritisch	10
Kritisch	6
Weniger kritisch	3
Unkritisch	1

Anhang 7: Checkliste zur Identifikation potenzieller funktionaler Sicherheitsrisiken für UC9

Bewertungskriterium	Funktion Basisflugzeug										Funktion Gerätesteuerung					
	Trajektorie bestimmen		Bewegung steuern		Propeller antreiben		Umfeld überwachen		Energie managen		Extern kommunizieren		Extern kommunizieren		Kamera steuern	
Gefährdung des Bedieners bei fehlerhafter Funktion	Unwahrscheinlich	1	Unwahrscheinlich	1	Unwahrscheinlich	1	Unwahrscheinlich	1	Unwahrscheinlich	1	Unwahrscheinlich	1	Unwahrscheinlich	1	Unwahrscheinlich	1
Gefährdung von Personen in der Nähe bei fehlerhafter Funktion	Wahrscheinlich	6	Wahrscheinlich	6	Wahrscheinlich	6	Wahrscheinlich	6	Wahrscheinlich	6	Wahrscheinlich	6	Unwahrscheinlich	1	Unwahrscheinlich	1
Gefährdung für andere Verkehrsteilnehmer bei fehlerhafter Funktion	Wahrscheinlich	6	Wahrscheinlich	6	Wahrscheinlich	6	Wahrscheinlich	6	Unwahrscheinlich	1	Wahrscheinlich	6	Unwahrscheinlich	1	Unwahrscheinlich	1
Schadensschwere																
Gefahr von leichten bis mittelschweren Verletzungen von Personen bei fehlerhafter Funktion	Hoch	10	Hoch	10	Hoch	10	Hoch	10	Hoch	10	Hoch	10	Vernachlässigbar	1	Vernachlässigbar	1
Gefahr von schweren bis tödlichen Verletzungen von Personen bei fehlerhafter Funktion	Mittel	6	Mittel	6	Mittel	6	Mittel	6	Mittel	6	Mittel	6	Vernachlässigbar	1	Vernachlässigbar	1
Häufigkeit der sicherheitsrelevanten Betriebsituationen																
Häufigkeit der Betriebsituationen, die bei Funktionsausfall potenziell gefährlich sind	Hoch	10	Hoch	10	Hoch	10	Hoch	10	Hoch	10	Hoch	10	Hoch	10	Hoch	10
Kontrollierbarkeit bei Funktionsausfall																
Wahrscheinlichkeit mit der ein Fahrer oder Operator bei Funktionsausfall einen möglichen Schaden durch Eingreifen abwenden kann	Nicht vorhanden	10	Nicht vorhanden	10	Nicht vorhanden	10	Nicht vorhanden	10	Nicht vorhanden	10	Nicht vorhanden	10	Nicht vorhanden	10	Nicht vorhanden	10
Ausfallszenarien																
Ungewollte Betätigung der Funktion	Weniger kritisch	3	Weniger kritisch	3	Kritisch	6	Weniger kritisch	3	Weniger kritisch	3	Unkritisch	1	Unkritisch	1	Unkritisch	1
Ausbleiben der Funktion nach Betätigung	Weniger kritisch	3	Weniger kritisch	3	Kritisch	6	Kritisch	6	Kritisch	6	Kritisch	6	Unkritisch	1	Unkritisch	1
Ist-Verhalten der Funktion weicht deutlich vom Soll-Verhalten ab	Kritisch	6	Kritisch	6	Kritisch	6	Kritisch	6	Kritisch	6	Kritisch	6	Unkritisch	1	Unkritisch	1
Umkehr der Wirkrichtung der Funktion	Kritisch	6	Kritisch	6	Kritisch	6		0		0	Weniger kritisch	3	Unkritisch	1	Unkritisch	1
Verzögertes Ansprechen der Funktion	Weniger kritisch	3	Weniger kritisch	3	Weniger kritisch	3	Weniger kritisch	3	Weniger kritisch	3	Weniger kritisch	3	Unkritisch	1	Unkritisch	1
Mögliche Folgen eines Funktionsausfalls																
Kollision des Fahrzeugs oder der gesteuerten Bauteile mit dem schnell fließenden Verkehr einer Richtungsfahrbahn	Wahrscheinlich	6	Wahrscheinlich	6	Wahrscheinlich	6	Wahrscheinlich	6	Wahrscheinlich	6	Wahrscheinlich	6	Unwahrscheinlich	1	Unwahrscheinlich	1
Kollision des Fahrzeugs oder der gesteuerten Bauteile mit dem Gegenverkehr	Weniger wahrscheinlich	0	Weniger wahrscheinlich	0	Weniger wahrscheinlich	3	Weniger wahrscheinlich	3	Weniger wahrscheinlich	3	Weniger wahrscheinlich	3	Unwahrscheinlich	1	Unwahrscheinlich	1
Kollision des Fahrzeugs oder der gesteuerten Bauteile mit Personen, Gegenständen oder Fahrzeugen auf der eigenen Fahrspur	Wahrscheinlich	6	Wahrscheinlich	6	Wahrscheinlich	6	Wahrscheinlich	6	Wahrscheinlich	6	Wahrscheinlich	6	Unwahrscheinlich	1	Unwahrscheinlich	1
Gesamtrisiko		82		82		91		82		77		83		33		33
Hohes Risikopotenzial (> 100)																
Mittleres Risikopotenzial (> 75)		x		x		x		x		x		x				
Niedriges Risikopotenzial (> 50)																
Kein relevantes Risikopotenzial (< 50)													x			x

Auswahlfelder	Wichtung
Sehr wahrscheinlich	10
Wahrscheinlich	6
Weniger wahrscheinlich	3
Unwahrscheinlich	1
Hoch	10
Mittel	6
Niedrig	3
Vernachlässigbar	1
Nicht vorhanden	10
Niedrig	6
Mittel	3
Hoch	1
Sehr kritisch	10
Kritisch	6
Weniger kritisch	3
Unkritisch	1

Anhang 8: Checkliste zur Identifikation potenzieller Cybersecurity-Risiken für UC3

Checkliste zur Identifikation potenzieller Cybersecurity-Risiken - Use Case 3: Fahrstreifen absichern mit einem autonomen Absicherungsfahrzeug																
Sub-Systeme (inklusive Schnittstellen)																
	Missions-Kontroll-Einheit (MKE)	Zentrale-Fahr-Steuerung (ZFS)	Fahrer-Assistenz-System (FAS)	Getriebe-Steuer-Gerät (GSG)	Motor-Steuer-Gerät (MSG)	Steer-By-Wire-System (SBW)	Licht-Steuer-Gerät (LSG)	Brake-By-Wire-System (BBW)	Reifen-Druck-Kontroll-System (RDKS)	Arbeits-Geräte-Steuerung (AGS)						
Cybersecurity Eigenschaften																
Vertraulichkeit																
Schutz der technischen Daten vor unberechtigtem Zugang	Stark betroffen	10	Stark betroffen	10	Wenig betroffen	3	Wenig betroffen	3	Wenig betroffen	3	Wenig betroffen	3	Wenig betroffen	3	Wenig betroffen	3
Schutz der Meta-Daten vor unberechtigtem Zugang (Fahrzeugidentifikation, Einsatzdauer, -ort, Betriebsstunden, Pausenzeiten, Personeninformationen etc.)	Stark betroffen	10	Stark betroffen	10	Wenig betroffen	3	Wenig betroffen	3	Wenig betroffen	3	Wenig betroffen	3	Wenig betroffen	3	Wenig betroffen	3
Unversehrtheit																
Schutz der Daten und Funktionen vor Manipulation	Stark betroffen	10	Stark betroffen	10	Betroffen	6	Wenig betroffen	3	Wenig betroffen	3	Wenig betroffen	3	Wenig betroffen	3	Wenig betroffen	3
Verfügbarkeit																
Sicherstellen der Systemverfügbarkeit	Stark betroffen	10	Stark betroffen	10	Betroffen	6	Betroffen	6	Betroffen	6	Betroffen	6	Betroffen	6	Betroffen	6
Mögliche Auswirkungen eines Cyberangriffs																
Einschränkung der Sicherheit																
Einschätzung der möglichen Auswirkungen auf die Sicherheit von Personen durch einen Cyberangriff auf das System	Hoch	10	Hoch	10	Hoch	10	Niedrig	3	Mittel	6	Hoch	10	Niedrig	3	Hoch	10
Verlust finanzieller Werte																
Einschätzung der möglichen Schwere eines finanziellen Schadens durch einen Cyberangriff auf das System	Hoch	10	Hoch	10	Hoch	10	Mittel	6	Mittel	6	Hoch	10	Niedrig	3	Hoch	10
Einschränkung der Gesamtverfügbarkeit																
Einschätzung der möglichen Auswirkungen eines Cyberangriffs auf die Verfügbarkeit des Systems	Hoch	10	Hoch	10	Hoch	10	Hoch	10	Hoch	10	Hoch	10	Hoch	10	Mittel	6
Einschränkung oder Verlust des Datenschutzes																
Einschätzung der möglichen Auswirkungen auf den Schutz von persönlichen Daten durch einen Cyberangriff auf das System	Mittel	6	Mittel	6	Mittel	6	Niedrig	3	Niedrig	3	Niedrig	3	Niedrig	3	Niedrig	3
Mögliche Pfade eines Cyberangriffs (Gesamtsystem und Sub-Systeme im Fahrzeug)																
System- und Fahrzeugschnittstellen																
Drahtlosverbindung mit dem Internet oder Mobilfunknetz (x4)	Vorhanden	16	Vorhanden	16	Nicht vorhanden	0	Nicht vorhanden	0	Nicht vorhanden	0	Nicht vorhanden	0	Nicht vorhanden	0	Nicht vorhanden	0
Lokale Drahtlosverbindung mit begrenzter Reichweite (z.B. Bluetooth, lokales WLAN) (x2)	Vorhanden	8	Vorhanden	8	Nicht vorhanden	0	Nicht vorhanden	0	Nicht vorhanden	0	Nicht vorhanden	0	Nicht vorhanden	0	Vorhanden	8
GNSS (GPS oder anderes Positionssystem) (x2)	Nicht vorhanden	0	Nicht vorhanden	0	Nicht vorhanden	0	Nicht vorhanden	0	Nicht vorhanden	0	Nicht vorhanden	0	Nicht vorhanden	0	Nicht vorhanden	0
Interne physische Schnittstellen (z.B. CAN, Ethernet) (x0,5)	Nicht vorhanden	0	Vorhanden	2	Vorhanden	2	Vorhanden	2	Vorhanden	2	Vorhanden	2	Vorhanden	2	Vorhanden	2
Externe physische Schnittstellen (z.B. OBD, USB)	Nicht vorhanden	0	Vorhanden	4	Vorhanden	4	Vorhanden	4	Vorhanden	4	Vorhanden	4	Vorhanden	4	Vorhanden	4
Gesamtrisiko		100		106		60		43		46		54		40		54
Hohes Risikopotenzial (> 80)		x		x												
Mittleres Risikopotenzial (> 50)						x						x			x	
Niedriges Risikopotenzial (> 10)								x			x			x		
Kein relevantes Risikopotenzial (< 10)																
Mögliche Pfade eines Cyberangriffs (Außerhalb des Fahrzeugs)																
Zugang zu Steuereinrichtungen																
Steuerung nur von einem oder mehreren stationären PC's in Räumen mit Zugangsbeschränkung					Geringses Risiko	1										
Steuerung von einem oder mehreren stationären PC's in Räumen ohne Zugangsbeschränkung					Hohes Risiko	10										
Steuerung über mobile Endgeräte an beliebigen Orten (z.B. Laptop, Tablet) mit Zugangsbeschränkung					Mittleres Risiko	3										
Steuerung über mobile Endgeräte an beliebigen Orten (z.B. Laptop, Tablet) ohne Zugangsbeschränkung					Hohes Risiko	10										
Zugang zu Produktions- und Montageeinrichtungen																
Produktion oder Montage unter Serienbedingungen in abgesichertem und zugangsbeschränkten Räumen					Geringses Risiko	1										
Produktion oder Montage unter Kleinserienbedingungen oder Musterbau in flexiblen Werkstätten mit Zugangskontrolle					Geringses Risiko	1										
Produktion oder Montage unter Serienbedingungen ohne Zugangskontrolle					Erhöhtes Risiko	6										
Produktion oder Montage unter Kleinserienbedingungen oder Musterbau in flexiblen Werkstätten ohne Zugangskontrolle					Erhöhtes Risiko	6										
Zugang zu Wartungseinrichtungen																
Durchführung von Software-Updates nur in abgesicherter und zugangsbeschränkter Umgebung					Geringses Risiko	1										
Wartung und Reparaturen nur in abgesicherter und zugangsbeschränkter Umgebung					Geringses Risiko	1										
Durchführung von Software-Updates auch in nicht abgesicherten und zugangsbeschränkten Umgebungen					Hohes Risiko	10										
Wartung und Reparaturen auch in nicht abgesicherten und zugangsbeschränkten Umgebungen					Hohes Risiko	10										

Auswahlfelder	Wichtung
Stark betroffen	10
Betroffen	6
Wenig betroffen	3
Nicht betroffen	1
Hoch	10
Mittel	6
Niedrig	3
Vernachlässigbar	1
Vorhanden	4
Nicht vorhanden	0
Hohes Risiko	10
Erhöhtes Risiko	6
Mittleres Risiko	3
Geringses Risiko	1

Anhang 9: Checkliste zur Identifikation potenzieller Cybersecurity-Risiken für UC5

Sub-Systeme (inklusive Schnittstellen)																
	Missions-Kontroll-Einheit (MKE)	Zentrale-Fahr-Steuerung (ZFS)	Fahrer-Assistenz-System (FAS)	Motor-Steuer-Gerät (MSG)	Steer-By-Wire-System (SBW)	Licht-Steuer-Gerät (LSG)	Brake-By-Wire-System (BBW)	Arbeits-Geräte-Steuerung (AGS)								
Cybersecurity Eigenschaften																
Vertraulichkeit																
Schutz der technischen Daten vor unberechtigtem Zugang	Stark betroffen	10	Stark betroffen	10	Wenig betroffen	3	Wenig betroffen	3	Wenig betroffen	3	Wenig betroffen	3	Wenig betroffen	3		
Schutz der Meta-Daten vor unberechtigtem Zugang (Fahrzeugidentifikation, Einsatzdauer, -ort, Betriebsstunden, Pausenzeiten, Personeninformationen etc.)	Stark betroffen	10	Stark betroffen	10	Wenig betroffen	3	Wenig betroffen	3	Wenig betroffen	3	Wenig betroffen	3	Wenig betroffen	3		
Unversehrtheit																
Schutz der Daten und Funktionen vor Manipulation	Stark betroffen	10	Stark betroffen	10	Betroffen	6	Wenig betroffen	3	Wenig betroffen	3	Wenig betroffen	3	Wenig betroffen	3		
Verfügbarkeit																
Sicherstellen der Systemverfügbarkeit	Stark betroffen	10	Stark betroffen	10	Betroffen	6	Betroffen	6	Betroffen	6	Betroffen	6	Betroffen	6		
Mögliche Auswirkungen eines Cyberangriffs																
Einschränkung der Sicherheit																
Einschätzung der möglichen Auswirkungen auf die Sicherheit von Personen durch einen Cyberangriff auf das System	Hoch	10	Hoch	10	Hoch	10	Mittel	6	Hoch	10	Mittel	6	Hoch	10	Niedrig	3
Verlust finanzieller Werte																
Einschätzung der möglichen Schwere eines finanziellen Schadens durch einen Cyberangriff auf das System	Hoch	10	Hoch	10	Hoch	10	Mittel	6	Hoch	10	Niedrig	3	Hoch	10	Mittel	6
Einschränkung der Gesamtverfügbarkeit																
Einschätzung der möglichen Auswirkungen eines Cyberangriffs auf die Verfügbarkeit des Systems	Hoch	10	Hoch	10	Hoch	10	Hoch	10	Hoch	10	Hoch	10	Hoch	10	Hoch	10
Einschränkung oder Verlust des Datenschutzes																
Einschätzung der möglichen Auswirkungen auf den Schutz von persönlichen Daten durch einen Cyberangriff auf das System	Mittel	6	Mittel	6	Mittel	6	Niedrig	3	Niedrig	3	Niedrig	3	Niedrig	3	Niedrig	3
Mögliche Pfade eines Cyberangriffs (Gesamtsystem und Sub-Systeme im Fahrzeug)																
System- und Fahrzeugschnittstellen																
Drahtlosverbindung mit dem Internet oder Mobilfunknetz (x4)	Vorhanden	16	Vorhanden	16	Nicht vorhanden	0	Nicht vorhanden	0	Nicht vorhanden	0	Nicht vorhanden	0	Nicht vorhanden	0	Vorhanden	16
Lokale Drahtlosverbindung mit begrenzter Reichweite (z.B. Bluetooth, lokales WLAN) (x2)	Vorhanden	8	Vorhanden	8	Nicht vorhanden	0	Nicht vorhanden	0	Nicht vorhanden	0	Nicht vorhanden	0	Nicht vorhanden	0	Nicht vorhanden	0
GNSS (GPS oder anderes Positionssystem) (x2)	Nicht vorhanden	0	Vorhanden	8	Nicht vorhanden	0	Nicht vorhanden	0	Nicht vorhanden	0	Nicht vorhanden	0	Nicht vorhanden	0	Vorhanden	8
Interne physische Schnittstellen (z.B. CAN, Ethernet) (x0,5)	Nicht vorhanden	0	Vorhanden	2	Vorhanden	2	Vorhanden	2	Vorhanden	2	Vorhanden	2	Vorhanden	2	Vorhanden	2
Externe physische Schnittstellen (z.B. OBD, USB)	Nicht vorhanden	0	Vorhanden	4	Vorhanden	4	Vorhanden	4	Vorhanden	4	Vorhanden	4	Vorhanden	4	Vorhanden	4
Gesamtrisiko		100		114		60		46		54		43		54		67
Hohes Risikopotenzial (> 80)		x		x												
Mittleres Risikopotenzial (> 50)						x				x				x		x
Niedriges Risikopotenzial (> 10)								x				x				
Kein relevantes Risikopotenzial (< 10)																

Mögliche Pfade eines Cyberangriffs (Außerhalb des Fahrzeugs)		
Zugang zu Steuereinrichtungen		
Steuerung nur von einem oder mehreren stationären PC's in Räumen mit Zugangsbeschränkung	Geringes Risiko	1
Steuerung von einem oder mehreren stationären PC's in Räumen ohne Zugangsbeschränkung	Erhöhtes Risiko	6
Steuerung über mobile Endgeräte an beliebigen Orten (z.B. Laptop, Tablet) mit Zugangsbeschränkung	Mittleres Risiko	3
Steuerung über mobile Endgeräte an beliebigen Orten (z.B. Laptop, Tablet) ohne Zugangsbeschränkung	Hohes Risiko	10
Zugang zu Produktions- und Montageeinrichtungen		
Produktion oder Montage unter Serienbedingungen in abgesichertem und zugangsbeschränkten Räumen	Geringes Risiko	1
Produktion oder Montage unter Kleinserienbedingungen oder Musterbau in flexiblen Werkstätten mit Zugangskontrolle	Geringes Risiko	1
Produktion oder Montage unter Serienbedingungen ohne Zugangskontrolle	Erhöhtes Risiko	6
Produktion oder Montage unter Kleinserienbedingungen oder Musterbau in flexiblen Werkstätten ohne Zugangskontrolle	Erhöhtes Risiko	6
Zugang zu Wartungseinrichtungen		
Durchführung von Software-Updates nur in abgesicherter und zugangsbeschränkter Umgebung	Geringes Risiko	1
Wartung und Reparaturen nur in abgesicherter und zugangsbeschränkter Umgebung	Geringes Risiko	1
Durchführung von Software-Updates auch in nicht abgesicherten und zugangsbeschränkten Umgebungen	Erhöhtes Risiko	6
Wartung und Reparaturen auch in nicht abgesicherten und zugangsbeschränkten Umgebungen	Erhöhtes Risiko	6

Auswahlfelder	Wichtung
Stark betroffen	10
Betroffen	6
Wenig betroffen	3
Nicht betroffen	1
Hoch	10
Mittel	6
Niedrig	3
Vernachlässigbar	1
Vorhanden	4
Nicht vorhanden	0
Hohes Risiko	10
Erhöhtes Risiko	6
Mittleres Risiko	3
Geringes Risiko	1

Anhang 10: Checkliste zur Identifikation potenzieller Cybersecurity-Risiken für UC9

Checkliste zur Identifikation potenzieller Cybersecurity-Risiken - Use Case 9: Automatisierte Streckenkontrollen mit einer Drohne

Sub-Systeme (inklusive Schnittstellen)										
	Missions-Kontroll-Einheit (MKE)	Flug-Steuer-Gerät (FSG)	Umfeld-Überwachungs-System (UÜS)	Batterie-Lade-Management (BLM); Ladestation	Kamera-Steuerung (KS)					
Cybersecurity Eigenschaften										
Vertraulichkeit										
Schutz der technischen Daten vor unberechtigtem Zugang	Stark betroffen	10	Stark betroffen	10	Wenig betroffen	3	Nicht betroffen	1	Stark betroffen	10
Schutz der Meta-Daten vor unberechtigtem Zugang (Fahrzeugidentifikation, Einsatzdauer, -ort, Betriebsstunden, Pausenzeiten, Personeninformationen etc.)	Stark betroffen	10	Stark betroffen	10	Wenig betroffen	3	Nicht betroffen	1	Stark betroffen	10
Unversehrtheit										
Schutz der Daten und Funktionen vor Manipulation	Stark betroffen	10	Stark betroffen	10	Betroffen	6	Wenig betroffen	3	Wenig betroffen	3
Verfügbarkeit										
Sicherstellen der Systemverfügbarkeit	Stark betroffen	10	Stark betroffen	10	Betroffen	6	Betroffen	6	Betroffen	6
Mögliche Auswirkungen eines Cyberangriffs										
Einschränkung der Sicherheit										
Einschätzung der möglichen Auswirkungen auf die Sicherheit von Personen durch einen Cyberangriff auf das System	Hoch	10	Hoch	10	Mittel	6	Niedrig	3	Vernachlässigbar	1
Verlust finanzieller Werte										
Einschätzung der möglichen Schwere eines finanziellen Schadens durch einen Cyberangriff auf das System	Hoch	10	Hoch	10	Mittel	6	Mittel	6	Niedrig	3
Einschränkung der Gesamtverfügbarkeit										
Einschätzung der möglichen Auswirkungen eines Cyberangriffs auf die Verfügbarkeit des Systems	Hoch	10	Hoch	10	Hoch	10	Hoch	10	Hoch	10
Einschränkung oder Verlust des Datenschutzes										
Einschätzung der möglichen Auswirkungen auf den Schutz von persönlichen Daten durch einen Cyberangriff auf das System	Mittel	6	Mittel	6	Mittel	6	Niedrig	3	Niedrig	3
Mögliche Pfade eines Cyberangriffs (Gesamtsystem und Sub-Systeme im Fluggerät)										
System- und Fluggerätschnittstellen										
Drahtlosverbindung mit dem Internet oder Mobilfunknetz (x4)	Vorhanden	16	Vorhanden	16	Nicht vorhanden	0	Vorhanden	16	Nicht vorhanden	0
Lokale Drahtlosverbindung mit begrenzter Reichweite (z.B. Bluetooth, lokales WLAN) (x2)	Vorhanden	8	Vorhanden	8	Nicht vorhanden	0	Vorhanden	8	Nicht vorhanden	0
GNSS (GPS oder anderes Positionssystem) (x2)	Nicht vorhanden	0	Vorhanden	8	Nicht vorhanden	0	Nicht vorhanden	0	Nicht vorhanden	0
Interne physische Schnittstellen (z.B. CAN, Ethernet) (x0,5)	Nicht vorhanden	0	Nicht vorhanden	0	Nicht vorhanden	0	Vorhanden	2	Nicht vorhanden	0
Externe physische Schnittstellen (z.B. OBD, USB)	Nicht vorhanden	0	Nicht vorhanden	0	Nicht vorhanden	0	Vorhanden	4	Nicht vorhanden	0
Gesamtrisiko		100		108		46		63		46
Hohes Risikopotenzial (> 80)		x		x				x		
Mittleres Risikopotenzial (> 50)										
Niedriges Risikopotenzial (> 10)						x				x
Kein relevantes Risikopotenzial (< 10)										

Mögliche Pfade eines Cyberangriffs (Außerhalb des Fluggerätes)			Auswahlfelder	Wichtung
Zugang zu Steuereinrichtungen				
Steuerung nur von einem oder mehreren stationären PC's in Räumen mit Zugangsbeschränkung	Geringes Risiko	1	Stark betroffen	10
Steuerung von einem oder mehreren stationären PC's in Räumen ohne Zugangsbeschränkung	Erhöhtes Risiko	6	Betroffen	6
Steuerung über mobile Endgeräte an beliebigen Orten (z.B. Laptop, Tablet) mit Zugangsbeschränkung	Mittleres Risiko	3	Wenig betroffen	3
Steuerung über mobile Endgeräte an beliebigen Orten (z.B. Laptop, Tablet) ohne Zugangsbeschränkung	Hohes Risiko	10	Nicht betroffen	1
Zugang zu Produktions- und Montageeinrichtungen				
Produktion oder Montage unter Serienbedingungen in abgesichertem und zugangsbeschränkten Räumen	Geringes Risiko	1	Hoch	10
Produktion oder Montage unter Kleinserienbedingungen oder Musterbau in flexiblen Werkstätten mit Zugangskontrolle	Geringes Risiko	1	Mittel	6
Produktion oder Montage unter Serienbedingungen ohne Zugangskontrolle	Erhöhtes Risiko	6	Niedrig	3
Produktion oder Montage unter Kleinserienbedingungen oder Musterbau in flexiblen Werkstätten ohne Zugangskontrolle	Erhöhtes Risiko	6	Vernachlässigbar	1
Zugang zu Wartungseinrichtungen				
Durchführung von Software-Updates nur in abgesicherter und zugangsbeschränkter Umgebung	Geringes Risiko	1	Vorhanden	4
Wartung und Reparaturen nur in abgesicherter und zugangsbeschränkter Umgebung	Geringes Risiko	1	Nicht vorhanden	0
Durchführung von Software-Updates auch in nicht abgesicherten und zugangsbeschränkten Umgebungen	Erhöhtes Risiko	6	Hohes Risiko	10
Wartung und Reparaturen auch in nicht abgesicherten und zugangsbeschränkten Umgebungen	Erhöhtes Risiko	6	Erhöhtes Risiko	6
			Mittleres Risiko	3
			Geringes Risiko	1

**AETAS BAB –
Analyse zum Einsatz von Technologien für autonomes
Fahren im Straßenbetriebsdienst auf BAB**

**Lastenheft (Use Case 3)
System zur Absicherung von Fahrstreifen mit einem
autonomen Absicherungsfahrzeug**

Version 01-00-00

Inhaltsverzeichnis

1. Dokument-Attribute und Abkürzungen	1
2. Einführung in das Problem	2
2.1 Systemübersicht	2
2.2 Bedürfnisse Stakeholder	3
2.2.1 Überblick	3
2.2.2 Autobahn GmbH, ÖPP-Betreiber	3
2.2.3 Nachunternehmer	3
2.2.4 Bundesrepublik Deutschland, vertreten durch Bundesministerium für Digitales und Verkehr	4
2.2.5 Betriebsrat Autobahn GmbH	4
2.2.6 ADAC, AvD, Speditions- und Logistikverbände	4
2.2.7 Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung	4
2.3 Bedürfnisse Benutzer	5
2.3.1 Überblick	5
2.3.2 Fahrer Absicherungsfahrzeug	5
2.3.3 Straßenwärter	5
2.3.4 Werkstattmitarbeiter	6
2.3.5 Einsatzleiter	6
2.3.6 Technische Aufsicht	6
3. Fähigkeiten und Eigenschaften	7
3.1 Funktionale Anforderungen	7
3.1.1 Strukturdiagramm	7
3.2 Sicherheitsziele / Sicherheitsanforderungen	11
3.3 Cybersecurity-Ziele / -Anforderungen	11
4. Empfehlung / Referenz	12
4.1 Vorgeschlagene funktionale Architektur	12
4.1.1 Missionskontrolle	12
4.1.2 Fahrzeugsteuerung	13
4.1.3 Gerätesteuerung	13
4.2 Vorgeschlagene technische Architektur	13

1. Dokument-Attribute und Abkürzungen

Dokumentenzweck

Das Dokument dient der Spezifikation von Anforderungen an ein autonomes Absicherungsfahrzeug für den Einsatz im Straßenbetriebsdienst. Mit diesem System soll die Realisierung des Use Cases „System zur Absicherung von Fahrstreifen mit einem autonomen Absicherungsfahrzeug“ im Rahmen des Projekts AETAS BAB ermöglicht werden.

Autoren

		
Dipl.-Ing. Christian Lüpkes c.luepkes@albrechtconsult.com	Prof. Dr.-Ing. Christian Holldorb Christian.Holldorb@stw.de	Dipl.-Ing. Frank Zielke Frank.Zielke@KoDeCs.de
Daniel Kleer, M.Sc. d.kleer@albrechtconsult.com		

Einschränkungen/Kommentar

Dieses Lastenheft im Rahmen des Projekts AETAS BAB stellt keine ausschöpfende Beschreibung einer Lieferleistung für automatisierte Fahr- oder Gerätefunktionen dar, sondern soll Anregungen für Entwickler liefern und als Orientierung dienen.

Adressaten

Das vorliegende Dokument richtet sich an alle Personen, die sich mit der Entwicklung von Automatisierungsfunktionen im Nutzfahrzeugbereich, insbesondere im Straßenbetriebsdienst befassen.

Abkürzungen

Akronym	Langbezeichnung
ADAC	Allgemeine Deutsche Automobil-Club
AdB	Autobahn GmbH des Bundes
aFAS	automatisch fahrerlos fahrendes Absicherungsfahrzeug für Arbeitsstellen auf Bundesautobahnen
AkD	Arbeitsstellen kürzerer Dauer
AvD	Automobilclub von Deutschland
FA	Funktionale Anforderung
ÖPP	Öffentlich-private Partnerschaft
UC	Use Case

2. Einführung in das Problem

2.1 Systemübersicht

In der nachfolgenden Tabelle werden für das System in einem Steckbrief Ziel, Anwendungsbereich, Nutzen und Systembeschränkungen zusammengefasst.

Leistungsbereich / Einsatzbereich	Absicherung auf Fahrstreifen für vorausfahrende Arbeitsfahrzeuge auf dem Fahrstreifen oder Standstreifen.
Kurzbeschreibung	Erweiterung aFAS durch Einsatz auf Fahrstreifen: <ul style="list-style-type: none"> • Einsatz bei mobilen Arbeitsstellen kürzerer Dauer (AkD): autonomer Auf- und Abbau sowie autonome Folgefahrt hinter einem Führungsfahrzeug, • Einsatz bei stationären AkD: autonomer Auf- und Abbau, • Orientierung an Markierung und Umfeld sowie Führungsfahrzeug, • Bediener kann qualifizierter Fahrzeugführer in der Arbeitsstelle sein, technische Aufsicht wird durch Operator in einer zentralen Einheit gewährleistet.
Zielsetzung / Nutzen	<ul style="list-style-type: none"> • Sicherheitsgewinn für das Betriebsdienstpersonal, da keine Fahrer im Absperrfahrzeug sind und kein Ein- und Aussteigen auf der Fahrbahn mehr notwendig ist. • Personal kann andere Aufgaben übernehmen -> Effizienzgewinn.
Akteure	Fahrer Absperrfahrzeug, Fahrer Arbeitsfahrzeug, Operator
Auslöser / Trigger	Alle Arbeitsstellen, bei denen Fahrstreifen abgesperrt werden müssen, insbesondere Reparatur von Fahrbahnschäden, Arbeiten am Mittelstreifen, Arbeiten am Bankett, bei nicht ausreichender Seitenstreifenbreite (in der Praxis wird bis 3 m der rechte Fahrstreifen gesperrt).
Vorbedingungen	AkD kann aufgrund der Verkehrs- und Witterungssituation eingerichtet werden.
Standardablauf / Essenzielle Schritte	<ul style="list-style-type: none"> • Modus Manueller Betrieb: Nicht-autonome Fahrt von Arbeitsfahrzeug und Absperrfahrzeug an Übergabestelle im Vorfeld der AkD (Parkplatz, Betriebsumfahrt etc.), die ein sicheres Verlassen des Fahrzeugs erlaubt. • Modus Gekoppelter Betrieb: Absperrfahrzeug folgt dem Führungsfahrzeug im Verbund (elektron. Deichsel) auf dem 1. Fahrstreifen mit 60 km/h. • Modus Folgebetrieb (max. 10 km/h): An der AkD entfernt sich das Arbeitsfahrzeug auf den Regelabstand (50 bis 100 m), Absperrfahrzeug bleibt stehen (stationäre AkD) oder folgt dem Arbeitsfahrzeug (mobile AkD). • Wechsel der beiden Modi bis zum Ende des Einsatzes, Übernahme des Absperrfahrzeugs an Übergabestelle durch Fahrer oder Abstellen.
Nachbedingungen	Absperrfahrzeug befindet sich im sicheren Zustand, autonome Funktion deaktiviert.
Systemgrenzen / Abgrenzung des Use Cases	<ul style="list-style-type: none"> • Keine autonome An- und Abfahrt auf BAB. Kein Einsatz im nachgeordneten Netz bei Querverkehr, Fußgängern, Radfahrern. • Keine Fernüberwachung oder -steuerung. • Überwachung des Systemzustands durch technische Aufsicht.
Spezielle Anforderungen	<ul style="list-style-type: none"> • Hochautomatisiertes Fahren (Level 4) bis 65 km/h und Platooning marktreif, insbesondere Überquerung der Anschlussstellen; hierfür Anforderung an Sensorik (Beobachtung Verkehr auf Zufahrts-/Einfädelungstreifen), • Arbeitsstellen bei Dunkelheit, • Ausreichende Qualifikation Betriebsdienstpersonal und technische Aufsicht
Nutzenpotenzial	<ul style="list-style-type: none"> • Sicherheitsgewinn für Betriebsdienstpersonal, • Reduktion der Einsätze im Verkehrsraum, • Effizienzgewinn: Fahrer Absperrfahrzeug kann temporär für andere Arbeiten eingesetzt werden.

2.2 Bedürfnisse Stakeholder

2.2.1 Überblick

Stakeholder	Name	Repräsentanz, Rolle
Betreiber Bundesautobahnen	Autobahn GmbH, ÖPP-Betreiber	Operative Durchführung des Straßenbetriebsdienstes auf den Bundesautobahnen
Nachunternehmer	Nachunternehmer (zahlreiche Unternehmen)	Operative Durchführung einzelner Betriebsdienstleistungen incl. Absicherung im Auftrag der Autobahn GmbH, z.B. Schutzplankenreparatur, Markierungsarbeiten
Baulastträger Bundesfernstraßen	Bundesrepublik Deutschland, vertreten durch Bundesministerium für Digitales und Verkehr	Finanzierung des Straßenbetriebsdienstes auf den Bundesautobahnen und Bundesstraßen Umsetzung des parlamentarisch legitimierten Gemeininteresses
Mitarbeiter	Betriebsrat Autobahn GmbH	Vertretung der Arbeitnehmerinteressen der Autobahn GmbH
Verkehrsteilnehmer	ADAC, AvD, Speditions- und Logistikverbände, etc.	Interessenvertretung der Verkehrsteilnehmer (privater und gewerblicher Kfz-Verkehr)
Unfallversicherung	Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung	Finanzierung von Unfallfolgekosten

2.2.2 Autobahn GmbH, ÖPP-Betreiber

Bedürfnis	Kommentar
Optimierte Arbeitssicherheit	Minimierung der Gefährdungen für das Betriebsdienstpersonal
Effizienter Betriebsablauf	Optimierte Durchführung der AkD auf Fahrstreifen
Optimierte Investitionen	Geringe Investitionskosten bei langer Nutzungsdauer
Systemintegration	Integration in das Baustellenmanagement und in Systeme zur Einsatzplanung, -steuerung und -dokumentation
Optimierter Betrieb	Minimierte Aufwendungen zum Betrieb (Nutzen, Warten, Reparieren)
Marktneutralität	System soll marktneutral in Fahrzeugen versch. Hersteller nutzbar sein

2.2.3 Nachunternehmer

Bedürfnis	Kommentar
Optimierte Arbeitssicherheit	Minimierung der Gefährdungen für das Betriebsdienstpersonal
Effizienter Betriebsablauf	Optimierte Durchführung der AkD auf Fahrstreifen
Optimierte Investitionen	Geringe Investitionskosten bei langer Nutzungsdauer
Optimierter Betrieb	Minimierte Aufwendungen zum Betrieb (Nutzen, Warten, Reparieren)
Marktneutralität	System soll marktneutral in Fahrzeugen versch. Hersteller nutzbar sein

2.2.4 Bundesrepublik Deutschland, vertreten durch Bundesministerium für Digitales und Verkehr

Bedürfnis	Kommentar
Wirtschaftlicher Einsatz der Haushaltsmittel	Minimierung der Kosten für AkD (Vollkosten für Personal und Maschinen)
Sicherheit und Leichtigkeit des Verkehrs	Minimierung der Gefährdungen für Verkehrsteilnehmer durch AkD Minimierung von Verkehrsbehinderungen durch AkD (Minimierung der Einschränkungen von Kapazität und Geschwindigkeit)
Innovationsförderung	Förderung von technischen Innovationen im Bereich des automatisierten Fahrens

2.2.5 Betriebsrat Autobahn GmbH

Bedürfnis	Kommentar
Optimierte Arbeitsbedingungen für die Mitarbeiter	Sichere, ergonomische und komfortable Arbeitsbedingungen
Minimierung des Unfallrisikos	Minimierung der Gefährdungen der Straßenwärter in AkD
Ausreichende Qualifikation der Mitarbeiter	Anpassung der Benutzerschnittstellen an die vorhandene Qualifikation der Mitarbeiter Ausreichende Schulung zur Nutzung des Systems

2.2.6 ADAC, AvD, Speditions- und Logistikverbände

Bedürfnis	Kommentar
Minimierung von Verkehrsbehinderungen	Minimierung von Staus, keine Verkehrsbeschränkungen für Lkw, AkD zu verkehrssamen Zeiten
Minimierung der Gefährdungen für die Verkehrsteilnehmer	Optimierte Ausstattung der AkD zur Minimierung des Gefährdungsrisikos (Anprallschutz) Minimierung der Gefährdung am Stauende durch Reduktion von Verkehrsstaus
Information, Warnung über AkD	Automatische Warnung und Information der Verkehrsteilnehmer

2.2.7 Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung

Bedürfnis	Kommentar
Optimierung der Arbeitssicherheit	Minimierung der Unfallfolgekosten durch Minimierung des Gefährdungsrisikos und der Unfallschwere für das Betriebsdienstpersonal
Optimierung der Verkehrssicherheit	Minimierung der Unfallfolgekosten durch Minimierung des Gefährdungsrisikos und der Unfallschwere für gewerbliche Verkehrsteilnehmer

2.3 Bedürfnisse Benutzer

2.3.1 Überblick

Benutzer	Beschreibung	Stakeholder
Fahrer Absicherungsfahrzeug	Operativer Mitarbeiter, der das Absicherungsfahrzeug fährt und bedient	Betreiber Bundesautobahnen, Nachunternehmer
Straßenwärter	Operativer Mitarbeiter, der in der AkD eingesetzt wird	Betreiber Bundesautobahnen, Nachunternehmer
Werkstattmitarbeiter	Mitarbeiter, der einfache Wartungstätigkeiten am Absicherungsfahrzeug durchführt	Betreiber Bundesautobahnen, Nachunternehmer
Einsatzleiter	Mitarbeiter der die Einsatzplanung durchführt, z.B. Meistereileiter, Stellvertreter	Betreiber Bundesautobahnen, Nachunternehmer
Technische Aufsicht	Qualifizierte Person gemäß der Verordnung zur Regelung des Betriebs von Kraftfahrzeugen mit automatisierter und autonomer Fahrfunktion und zur Änderung straßenverkehrsrechtlicher Vorschriften	Betreiber Bundesautobahnen, Nachunternehmer

2.3.2 Fahrer Absicherungsfahrzeug

Bedürfnis	Kommentar
Benutzerfreundlichkeit	Intuitive Bedienung, geringer Einarbeitungsaufwand, keine überflüssigen Funktionen
Sicheres Ein- und Aussteigen	Minimierung der Gefährdungen durch den fließenden Verkehr
Zuverlässigkeit	Hohe Systemstabilität, Minimierung der Häufigkeit des Zustandes „Sicheres Anhalten“ auf der Strecke
Eindeutige Einsatzgrenzen	Eindeutige und einfach bestimmbare Einsatzgrenzen (Verkehr, Witterung, Fahrbahn etc.)
Nutzenstiftende Arbeitsabläufe	Eindeutige Prozessabläufe und sinnvolle Integration in die Arbeitsabläufe während des autonomen Betriebs des Absicherungsfahrzeugs

2.3.3 Straßenwärter

Bedürfnis	Kommentar
Benutzerfreundlichkeit	Intuitive Bedienung, geringer Einarbeitungsaufwand, keine überflüssigen Funktionen bei der Überwachung, Einfache Modus-Wahl für das Absicherungsfahrzeug, eindeutige Statusanzeige
Zuverlässigkeit	Einhaltung der Soll-Vorgaben zur Absicherung der AkD (Abstände, Spurtreue etc.) Minimierung der Häufigkeit des Zustandes „Sicheres Anhalten“ auf der Strecke

2.3.4 Werkstattmitarbeiter

Bedürfnis	Kommentar
Wartungsfreundlichkeit	Einfache Zugänglichkeit der Bauteile, einfacher Ein- und Ausbau der Bauteile, einfache Diagnose und Systemtests
Zuverlässigkeit	Minimierung von Systemausfällen im Einsatz, die Werkstattmitarbeiter erforderlich machen
Klare Systemdokumentation	Transparente Systembeschreibung, eindeutige Wartungspläne, eindeutige Einbau- und Inbetriebnahmeanleitungen

2.3.5 Einsatzleiter

Bedürfnis	Kommentar
Hohe Verfügbarkeit	Minimierung der Einsatzgrenzen infolge unzureichender Verkehrs-, Witterungs-, Sicht- oder Streckenbedingungen
Zuverlässigkeit	Minimierung von Systemausfällen im Einsatz, die zu ineffizienten Arbeitsabläufen und -stillstand führen
Modulare Verwendbarkeit	Flexible Nutzung in unterschiedlichen Fahrzeugkombinationen (keine feste Zuordnung von Absicherungs- und Arbeitsfahrzeugen)

2.3.6 Technische Aufsicht

Bedürfnis	Kommentar
Automatisierte Warn- und Zustandsmeldungen	Automatisierte akustische und optische Meldungen, wenn Systemzustand eine Reaktion (Prüfen, Informieren, Eingreifen) erforderlich macht
Zuverlässigkeit	Minimierung von Warn- und Zustandsmeldungen durch hohe Systemstabilität
Automatisierte Kommunikation	Automatisierter Aufbau der Kommunikationsverbindungen, eindeutige Kommunikationsabläufe im Falle von Informationen und Eingriffen mit Straßenwärter in der AkD, Verkehrsleitzentrale, Polizei etc.
Benutzerfreundlichkeit	Intuitive Bedienung, geringer Einarbeitungsaufwand, keine überflüssigen Funktionen bei der Überwachung
Visualisierung	Übersichtliche, anbieterunabhängige Visualisierung aller notwendigen Daten und Bilder

3. Fähigkeiten und Eigenschaften

3.1 Funktionale Anforderungen

3.1.1 Strukturdiagramm

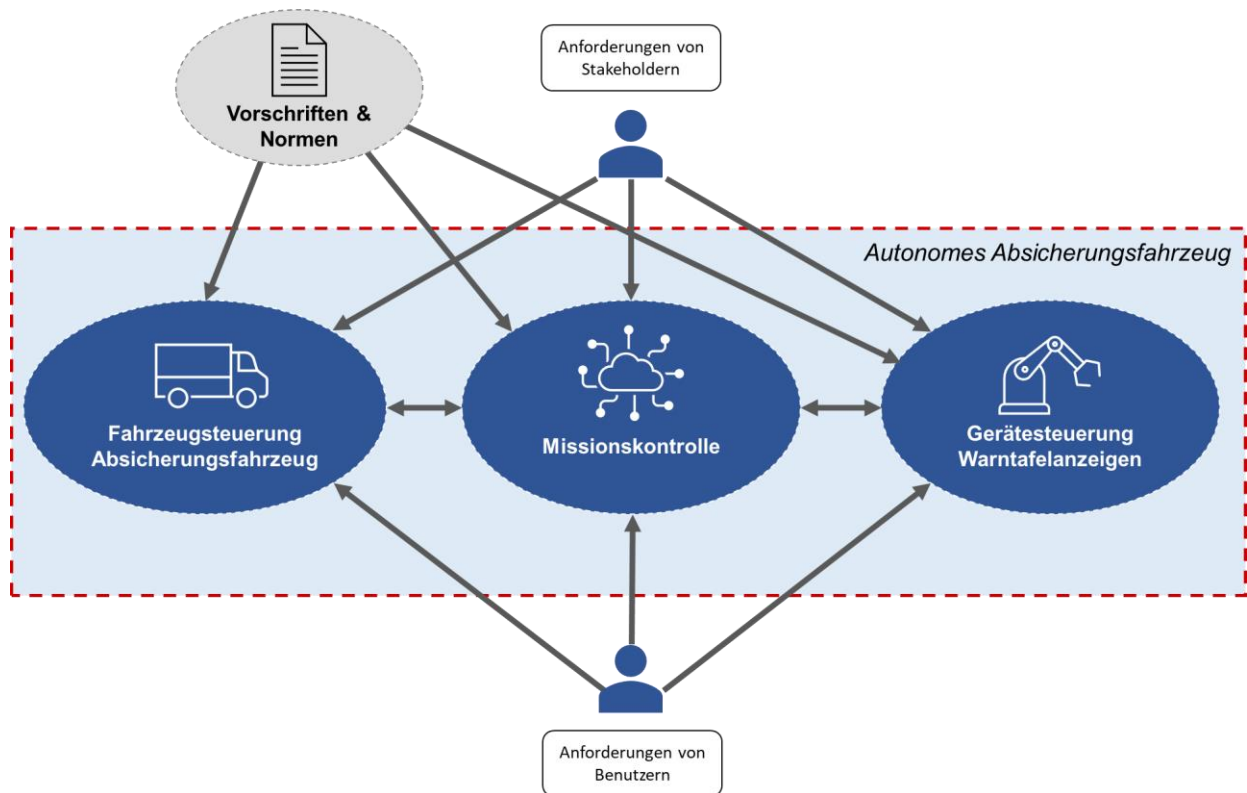


Abbildung 1: Funktionale Struktur

3.1.1.1 Gesamtsystem

Anforderungen von Stakeholdern, Benutzern und aus Vorschriften an das Gesamtsystem

Kennzeichen	Anforderung	Betreiber Bundesautobahnen	Baulastträger Bundesfernstr.	Mitarbeiter (Betriebsrat AdB)	Verkehrsteilnehmer	Unfallversicherung	Nachunternehmer	Fahrer Absicherungsfahrzeug	Straßenwärter	Werkstattmitarbeiter	Einsatzleiter	Technische Aufsicht
UC3FA_01	Das Gesamtsystem, bestehend aus dem autonomen Absicherungsfahrzeug und der gezogenen Absperrtafel, soll alle zulassungs- und betriebsrelevanten Vorschriften erfüllen (u.a. alle in der Verordnung (EU) 2019/2144 zusammengefassten technischen Vorschriften, in den Richtlinien für die Sicherung von Arbeitsstellen an Straßen (RSA) inkl. zugehöriger Technischer Lieferbedingungen und DIN-Normen)	X	X			X						
UC3FA_02	Das Gesamtsystem, bestehend aus dem autonomen Absicherungsfahrzeug und der gezogenen Absperrtafel, muss sich aus Sicht der anderen Verkehrsteilnehmer wie ein vergleichbares konventionelles System verhalten	X			X							

3.1.1.2 Missionskontrolle

Anforderungen von Stakeholdern, Benutzern und aus Vorschriften an die Missionskontrolle

Kennzeichen	Anforderung	Betreiber Bundesautobahnen	Baulastträger Bundesfernstr.	Mitarbeiter (Betriebsrat AdB)	Verkehrsteilnehmer	Unfallversicherung	Nachunternehmer	Fahrer Absicherungsfahrzeug	Straßenwärter	Werkstattmitarbeiter	Einsatzleiter	Technische Aufsicht
Fahrzeugmission kontrollieren												
UC3FA_03	Über die Missionskontrolle soll der Betriebsmodus ausgewählt werden							x	x		x	
UC3FA_04	Die Missionskontrolle soll die Vorgaben des Bedieners für den Einsatz empfangen, auswerten und an die Fahrzeugsteuerung kommunizieren							x	x		x	x
UC3FA_05	Die Missionskontrolle soll 3 verschiedene Betriebsmodi enthalten: Manueller Betrieb Gekoppelter Betrieb Folgebetrieb							x	x		x	
UC3FA_06	Im manuellen Betrieb sollen keine Automatisierungsfunktionen aktiv sein							x	x		x	
UC3FA_07	Im gekoppelten Betrieb soll das Absicherungsfahrzeug dem Führungsfahrzeug mit max. 60 km/h automatisiert folgen (elektronische Deichsel)	x							x		x	
UC3FA_08	Im Folgebetrieb soll das Fahrzeug mit dem Absicherungsabstand mit max. 10 km/h automatisiert folgen	x							x		x	
UC3FA_09	Der Absicherungsabstand soll einstellbar sein (Regelabstand: 100m)	x							x		x	
UC3FA_10	Die Missionskontrolle soll auf ein bestimmtes Führungsfahrzeug einstellbar sein	x						x	x		x	
UC3FA_11	Der Folgeabstand im gekoppelten Betrieb soll einstellbar sein							x	x		x	
UC3FA_12	Die Missionskontrolle soll den aktuell gültigen Status und die gewählten Betriebsparameter dem Bediener anzeigen							x	x		x	x
UC3FA_13	Über die Missionskontrolle sollen Software-Updates auf die Steuergeräte der Fahrzeugsteuerung geladen werden	x								x	x	
UC3FA_14	Die Missionskontrolle soll relevante Einsatzparameter und Messwerte datenschutzkonform speichern	x		x		x						
UC3FA_15	Die Bedienung der Missionskontrolle soll einfach und unmissverständlich möglich sein			x				x	x		x	
Gerätemission kontrollieren												
UC3FA_16	Die Missionskontrolle soll die Vorgaben zu Steuerung der Lichtzeichen der Absperrtafel vom Bediener empfangen								x	x		x
UC3FA_17	Die Missionskontrolle soll die Steuerbefehle für die Lichtzeichen der Absperrtafel an die Gerätesteuerung kommunizieren	x						x	x			
UC3FA_18	Die Missionskontrolle soll die Statusmeldungen der Absperrtafel für den Bediener anzeigen	x							x			x

Kennzeichen	Anforderung	Betreiber Bundesautobahnen	Baulastträger Bundesfernstr.	Mitarbeiter (Betriebsrat AdB)	Verkehrsteilnehmer	Unfallversicherung	Nachunternehmer	Fahrer Absicherungsfahrzeug	Straßenwärter	Werkstattmitarbeiter	Einsatzleiter	Technische Aufsicht
UC3FA_19	Die Steuerung der Absperrtafel soll den Vorschriften für die Baustellenabsicherung entsprechen	x	x									
UC3FA_20	Die Bedienung der Gerätemissionskontrolle soll einfach und unmissverständlich möglich sein							x	x			

3.1.1.3 Fahrzeugsteuerung

Anforderungen von Stakeholdern, Benutzern und aus Vorschriften an die Fahrzeugsteuerung

Kennzeichen	Anforderung	Betreiber Bundesautobahnen	Baulastträger Bundesfernstr.	Mitarbeiter (Betriebsrat AdB)	Verkehrsteilnehmer	Unfallversicherung	Nachunternehmer	Fahrer Absicherungsfahrzeug	Straßenwärter	Werkstattmitarbeiter	Einsatzleiter	Technische Aufsicht
UC3FA_21	Die Fahrzeugsteuerung soll die Vorgaben der Missionskontrolle empfangen und auswerten							x				x
UC3FA_22	Die Fahrzeugsteuerung soll die aktuellen Betriebsdaten und Statusinformationen an die Missionskontrolle kommunizieren							x				x
UC3FA_23	Die Fahrzeugsteuerung soll je nach Betriebsmodus und Verhalten des Voraus-Fahrzeugs den Sollwert für die Fahrgeschwindigkeit ermitteln							x				x
UC3FA_24	Die Fahrzeugsteuerung soll mittels Vorgaben an die Motorsteuerung die Fahrgeschwindigkeit regeln											x
UC3FA_25	Die Fahrzeugsteuerung soll automatisch bremsen, wenn die Umfelderkennung Hindernisse detektiert, um Kollisionen zu vermeiden				x	x		x	x			x
UC3FA_26	Die Fahrzeugsteuerung soll mittels Vorgaben an das Lenksystem automatisch der Trajektorie des Voraus-Fahrzeugs folgen				x			x	x		x	x
UC3FA_27	Die Fahrzeugsteuerung soll auch bei Gefälle dem Voraus-Fahrzeug folgen können	x	x					x	x		x	x
UC3FA_28	Die Fahrzeugsteuerung soll auch bei kurzfristigen Kommunikationsunterbrechungen zur Missionskontrolle ohne Einschränkungen funktionieren							x	x		x	x
UC3FA_29	Die Fahrzeugsteuerung soll den Reifendruck überwachen und bei Druckverlust eine Warnung an die Missionskontrolle senden							x	x	x	x	x
UC3FA_30	Die Fahrzeugsteuerung soll die Beleuchtungsanlage abhängig vom der Umgebungshelligkeit automatisch steuern				x	x		x	x		x	x

Kennzeichen	Anforderung	Betreiber Bundesautobahnen	Baulastträger Bundesfernstr.	Mitarbeiter (Betriebsrat AdB)	Verkehrsteilnehmer	Unfallversicherung	Nachunternehmer	Fahrer Absicherungsfahrzeug	Straßenwärter	Werkstattmitarbeiter	Einsatzleiter	Technische Aufsicht
UC3FA_31	Die Fahrzeugsteuerung soll die Fahrtrichtungsanzeigen und die Warnblinkanlage abhängig von der Fahrsituation automatisch betätigen				X	X		X	X		X	X
UC3FA_32	Die Fahrzeugsteuerung soll Hindernisse erkennen und Kollisionen vermeiden				X	X		X	X		X	X

3.1.1.4 Gerätesteuerung

Anforderungen von Stakeholdern, Benutzern und aus Vorschriften an die Gerätesteuerung

Kennzeichen	Anforderung	Betreiber Bundesautobahnen	Baulastträger Bundesfernstr.	Mitarbeiter (Betriebsrat AdB)	Verkehrsteilnehmer	Unfallversicherung	Nachunternehmer	Fahrer Absicherungsfahrzeug	Straßenwärter	Werkstattmitarbeiter	Einsatzleiter	Technische Aufsicht
UC3FA_33	Die Gerätesteuerung soll die Vorgaben der Missionskontrolle empfangen und auswerten							X	X		X	X
UC3FA_34	Die Gerätesteuerung soll die aktuellen Betriebsdaten und Statusinformationen an die Missionskontrolle kommunizieren										X	X
UC3FA_35	Die Gerätesteuerung soll die verschiedenen Leucht- und Warneinrichtungen steuern							X	X		X	
UC3FA_36	Die Gerätesteuerung soll auch bei kurzfristigen Kommunikationsunterbrechungen zur Missionskontrolle ohne Einschränkungen funktionieren	X				X		X	X		X	X
UC3FA_37	Die Gerätesteuerung soll den Zustand der Leuchtmittel überwachen und auftretende Defekte an die Missionskontrolle kommunizieren	X				X			X		X	X
UC3FA_38	Die Gerätesteuerung muss Absperrtafeln gemäß aktuellem Stand der Technik unterstützen	X	X								X	X
UC3FA_39	Die für den Verkehr sichtbaren Eigenschaften dürfen sich nicht von konventionellen Absperrtafeln unterscheiden				X							

3.2 Sicherheitsziele / Sicherheitsanforderungen

Sicherheitsziele / -anforderungen an die Missionskontrolle, Fahrzeugsteuerung und Gerätesteuerung

Kennzeichen	Anforderung	Missionskontrolle	Fahrzeugsteuerung	Gerätesteuerung
UC3SZ_01	Eine unbeabsichtigte oder unautorisierte Änderung der Missionsvorgabe soll verhindert werden	x		
UC3SZ_02	Ein unbeabsichtigtes oder unautorisiertes Starten oder Stoppen der Mission soll verhindert werden	x		
UC3SZ_03	Eine unbeabsichtigte oder unautorisierte Änderung der Fahrtrajektorie soll verhindert werden		x	
UC3SZ_04	Eine fehlerhafte Erkennung von Hindernissen in Bezug auf Größe, Abstand und Relativgeschwindigkeit soll verhindert werden		x	
UC3SZ_05	Eine sicherheitskritische Abweichung zwischen dem Soll- und Istwert einer Bremsansteuerung soll verhindert werden		x	
UC3SZ_06	Eine sicherheitskritische Abweichung zwischen dem Soll- und Istwert der Antriebssteuerung soll verhindert werden		x	
UC3SZ_07	Eine sicherheitskritische Abweichung zwischen dem Soll- und Istwert einer Lenkwinkelvorgabe soll verhindert werden		x	
UC3SZ_08	Das Ausbleiben oder die Richtungsumkehr von Lichtsteuerungsvorgaben am Absicherungsfahrzeug soll verhindert werden		x	
UC3SZ_09	Das Ausbleiben oder die Richtungsumkehr von Vorgaben zur Lichtsteuerung und Richtungsanzeige an der Absperrtafel soll verhindert werden			x

3.3 Cybersecurity-Ziele / -Anforderungen

Cybersecurity-Ziele / -Anforderungen an die Peripherie, Missionskontrolle, Fahrzeugsteuerung und Gerätesteuerung

Kennzeichen	Anforderung	Peripherie	Missionskontrolle	Fahrzeugsteuerung	Gerätesteuerung
UC3CZ_01	Eine Manipulation der relevanten Missionsparameter soll verhindert werden		x		
UC3CZ_02	Eine Manipulation der Kommunikation zwischen der Missionskontrolle und der Fahrzeugsteuerung soll verhindert werden		x		
UC3CZ_03	Das unautorisierte Auslesen der Missionsdaten soll verhindert werden		x		
UC3CZ_04	Eine Manipulation der Umfelddaten für die Fahrzeugsteuerung soll verhindert werden			x	
UC3CZ_05	Eine Manipulation der Missionsdaten durch unautorisierten Zugang zu den Kontrolleinrichtungen soll verhindert werden	x			
UC3CZ_06	Eine Manipulation der Software durch unautorisierte Personen bei der Fahrzeugwartung und -Reparatur soll verhindert werden.	x			
UC3CZ_07	Eine Manipulation der Absperrtafelfunktionen soll verhindert werden				x

4. Empfehlung / Referenz

Zur weitergehenden Erläuterung der obenstehenden Anforderungen soll im Folgenden ein möglicher funktionaler und technischer Aufbau eines autonomen Absicherungsfahrzeugs skizziert werden.

4.1 Vorgeschlagene funktionale Architektur

Um die Funktionalität des autonomen Absicherungsfahrzeugs mit einer gezogenen Absperrtafel beispielhaft darzustellen, wird die nachstehende Aufteilung in Funktionsblöcke vorgeschlagen:

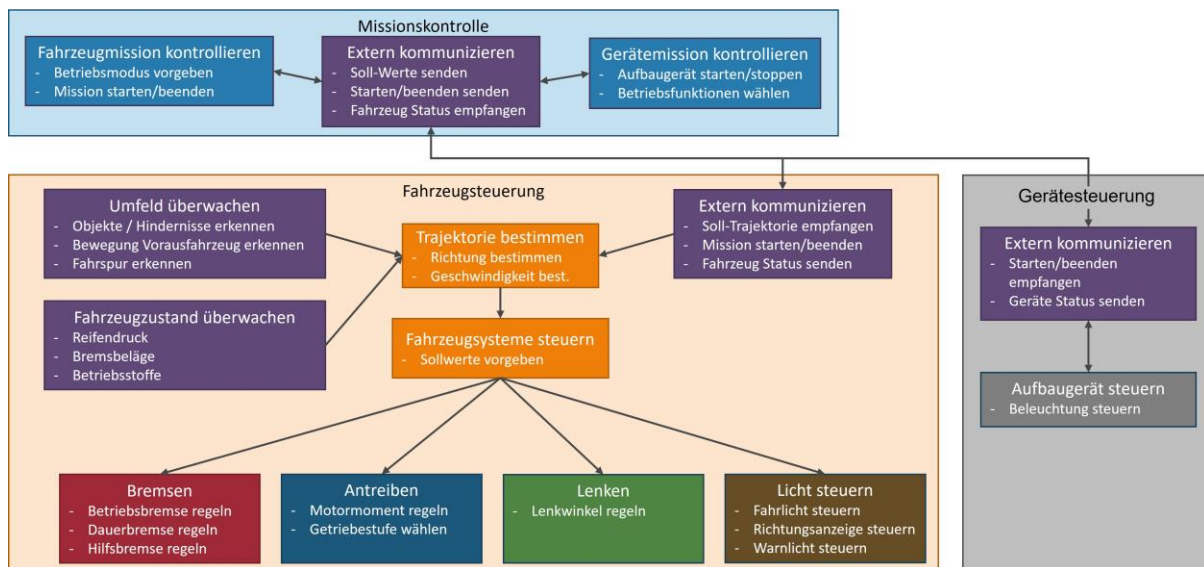


Abbildung 2: Funktionale Architektur

4.1.1 Missionskontrolle

Die Missionskontrolle beinhaltet die Definition sämtlicher Randbedingungen des Einsatzes, die Kommunikation mit dem Fahrzeug und dem Arbeitsgerät und das Auswählen sowie Starten und Stoppen der Funktionen. Dazu gehören u.a. Angaben zum/zur

- Start- und Endpunkt des Einsatzes und der Festlegung des Führungsfahrzeugs
- Betriebsmodus (gekoppelter Betrieb oder Folgebetrieb)
- Einsatzkonfiguration (Sollabstand, max. Geschwindigkeit, ...)
- Betriebsmodus des Aufbaugerätes (gezogener Anhänger mit Absperrtafel und Lichtzeichen)

Die Missionskontrolle stellt auch die Schnittstelle zum Bediener des Fahrzeugs dar. Auf die näheren Eigenschaften der Mensch-Maschine-Schnittstelle soll jedoch an dieser Stelle nicht weiter eingegangen werden. Hier sind verschiedene kabelgebundene oder drahtlose Lösungen vorstellbar, die entweder fest im Fahrzeug eingebaut oder mobil sein können. Die Rückmeldungen der Systeme zu den aktuellen Betriebsdaten und Status- sowie Fehlermeldungen würden ebenfalls über die jeweiligen Lösungen zur Mensch-Maschine-Schnittstelle erfolgen. Von dort aus wäre in einem weiteren Schritt auch die Bündelung und Weiterleitung sämtlicher operativer Daten an eine zentrale Leitstelle möglich.

4.1.2 Fahrzeugsteuerung

Die Fahrzeugsteuerung umfasst alle Systeme, die notwendig sind, damit das Fahrzeug dem Führungsfahrzeug im ausgewählten Betriebsmodus folgen und dabei auf Hindernisse reagieren kann. Die Fahrzeugsteuerung kommuniziert mit der Missionskontrolle und überwacht außerdem den Zustand des Fahrzeugs (Reifendrucke, Bremsbeläge, Füllstände, Fehlerinformationen, ...).

Die erforderlichen Sicherheitskonzepte sind ebenfalls Bestandteile der Fahrzeugsteuerung. Im Fehlerfall muss ein sicherer Zustand (d.h. ein sicheres Anhalten und Warnen der Umgebung, d.h. der Arbeitsstelle und der Verkehrsteilnehmer) durch die Fahrzeugsteuerung autark erfolgen.

4.1.3 Gerätesteuerung

Für diesen Use Case ist die Gerätesteuerung beschränkt auf die Steuerung der Lichtzeichen und Richtungsanzeige auf dem gezogenen Absperrtafelanhänger. Die Gerätesteuerung kann entweder manuell durch den Fahrer des Absicherungsfahrzeugs oder automatisiert erfolgen. Beide Wege sind mit dem Konzept einer zentralen Missionskontrolle umsetzbar.

4.2 Vorgeschlagene technische Architektur

Für ein konkretes Fahrzeugkonzept müssen die beschriebenen Funktionen physischen Subsystemen zugeordnet werden. Eine mögliche Aufteilung ist unten dargestellt. Sie orientiert sich an üblichen und im Wesentlichen marktverfügbaren Lösungen. Die Zuordnung der Funktionen zu den Subsystemen ist über die Farbcodierung erkennbar.

Sämtliche Umfelderkassungsfunktionen (einschließlich der im Bild symbolisch dargestellten Kameras und Radarsensoren) sind dem Fahrer-Assistenz-System zugeordnet.

Dabei sind die Kommunikationsschnittstellen innerhalb des Fahrzeugs kabelgebunden – mit Ausnahme des Reifendruck-Kontrollsystems, welches mit den Sensoren im Reifen über eine Funkverbindung kommuniziert. Die Schnittstellen zwischen der Missions-Kontrolleinheit und der zentralen Fahrsteuerung sowie der Arbeitsgerätesteuerung werden als drahtlose Schnittstellen angenommen. Damit ist die Missionskontrolle räumlich vom Fahrzeug getrennt und könnte sowohl über ein mitgeführtes Endgerät (z.B. Tablet), als auch über eine zentrale Leitstelle realisiert werden.

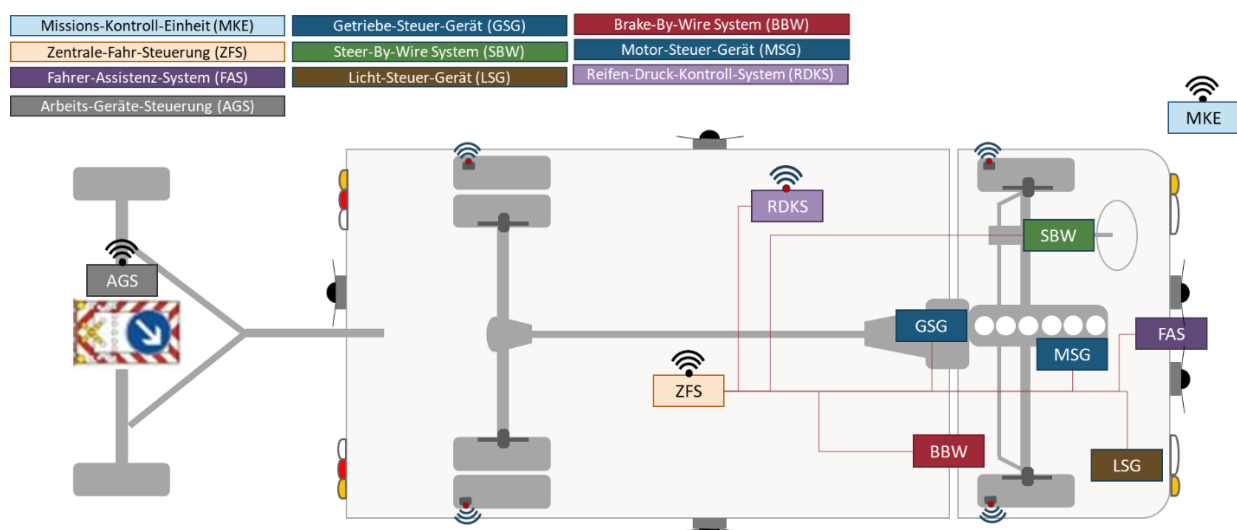


Abbildung 3: Technische Architektur

**AETAS BAB –
Analyse zum Einsatz von Technologien für autonomes
Fahren im Straßenbetriebsdienst auf BAB**

**Lastenheft (Use Case 5)
System zum automatisierten Aufstellen, Einsammeln und
Bewegen von Vorwarntafeln**

Version 01-00-00

Inhaltsverzeichnis

1. Dokument-Attribute und Abkürzungen	1
2. Einführung in das Problem	2
2.1 Systemübersicht	2
2.2 Bedürfnisse Stakeholder	3
2.2.1 Überblick	3
2.2.2 Autobahn GmbH, ÖPP-Betreiber	3
2.2.3 Nachunternehmer	3
2.2.4 Bundesrepublik Deutschland, vertreten durch Bundesministerium für Digitales und Verkehr	4
2.2.5 Betriebsrat Autobahn GmbH	4
2.2.6 ADAC, AvD, Speditions- und Logistikverbände	4
2.2.7 Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung	4
2.3 Bedürfnisse Benutzer	5
2.3.1 Überblick	5
2.3.2 Fahrer Einsatzfahrzeug Vorwarntafeln	5
2.3.3 Operator Einsatzzentrale	5
2.3.4 Straßenwärter	6
2.3.5 Werkstattmitarbeiter	6
2.3.6 Einsatzleiter	6
3. Fähigkeiten und Eigenschaften	7
3.1 Funktionale Anforderungen	7
3.1.1 Strukturdiagramm	7
3.2 Sicherheitsziele / Sicherheitsanforderungen	11
3.3 Cybersecurity-Ziele / -Anforderungen	11
4. Empfehlung / Referenz	12
4.1 Vorgeschlagene funktionale Architektur	12
4.1.1 Missionskontrolle	12
4.1.2 Steuerung des fahrenden Arbeitsgerätes	13
4.1.3 Gerätesteuerung	13
4.2 Vorgeschlagene technische Architektur	13

1. Dokument-Attribute und Abkürzungen

Dokumentenzweck

Das Dokument dient der Spezifikation von Anforderungen an ein System, mit welchem Vorwarntafeln für den Einsatz im Straßenbetriebsdienst ferngesteuert fortbewegt sowie automatisiert aufgestellt und eingesammelt werden können. Mit diesem System soll die Realisierung des Use Cases „Vorwarntafeln automatisiert aufstellen, einsammeln und bewegen“ im Rahmen des Projekts AETAS BAB ermöglicht werden.

Autoren

		
Dipl.-Ing. Christian Lüpkes c.luepges@albrechtconsult.com	Prof. Dr.-Ing. Christian Holldorb Christian.Holldorb@stw.de	Dipl.-Ing. Frank Zielke Frank.Zielke@KoDeCs.de
Daniel Kleer, M.Sc. d.kleer@albrechtconsult.com		

Einschränkungen/Kommentar

Dieses Lastenheft im Rahmen des Projekts AETAS BAB stellt keine ausschöpfende Beschreibung einer Lieferleistung für automatisierte Fahr- oder Gerätefunktionen dar, sondern soll Anregungen für Entwickler liefern und als Orientierung dienen.

Adressaten

Das vorliegende Dokument richtet sich an alle Personen, die sich mit der Entwicklung von Automatisierungsfunktionen im Nutzfahrzeugbereich, insbesondere im Straßenbetriebsdienst befassen.

Abkürzungen

Akronym	Langbezeichnung
ADAC	Allgemeine Deutsche Automobil-Club
AdB	Autobahn GmbH des Bundes
AkD	Arbeitsstellen kürzerer Dauer
AvD	Automobilclub von Deutschland
FA	Funktionale Anforderung
GNSS	Globales Navigationssatellitensystem
ÖPP	Öffentlich-private Partnerschaft
UC	Use Case

2. Einführung in das Problem

2.1 Systemübersicht

In der nachfolgenden Tabelle werden für das System in einem Steckbrief Ziel, Anwendungsbereich, Nutzen und Systembeschränkungen zusammengefasst.

Leistungsbereich / Einsatzbereich	Absicherung von mobilen Arbeitsstellen auf den Fahrstreifen (Vorwarner auf dem Seitenstreifen)
Kurzbeschreibung	Vorwarntafeln werden mit einem Einsatzfahrzeug an den Einsatzort gebracht und dort wieder eingesammelt, bei mobilen AkD werden die Vorwarntafeln von einer Einsatzzentrale ferngesteuert auf dem Standstreifen bewegt, wobei die Fahraufgabe ferngesteuert ausgelöst, dann aber autonom ausgeführt wird.
Zielsetzung / Nutzen	<ul style="list-style-type: none"> Keine Mitarbeiter im Fahrzeug notwendig, daraus resultiert Sicherheitsgewinn, kein Ein- und Aussteigen auf dem Standstreifen notwendig. Vorwarneinheiten sind leichter und können kleiner ausgeführt werden, so dass die Unfallfolgen für die Verkehrsteilnehmer beim Auffahren reduziert werden. Es wird nur ein Mitarbeiter zum Auf- und Abstellen benötigt, ein Mitarbeiter in der Einsatzzentrale kann mehrere Vorwarneinheiten steuern.
Akteure	Straßenwärter, Operator (Zentrale)
Auslöser / Trigger	<ul style="list-style-type: none"> Leistungen auf den Fahrstreifen erfordern Vorwarneinheiten Auslöser für teleoperierte Bewegung: Abstand zur AkD wird zu groß, (automatisch GNSS-überwacht) oder auf Anforderung aus der AkD
Vorbedingungen	AkD kann aufgrund der Verkehrs- und Witterungssituation eingerichtet werden; Standstreifen ist vorhanden. Es besteht Kommunikation mit der Einsatzzentrale.
Standardablauf / Essenzielle Schritte	<ul style="list-style-type: none"> Vorwarneinheiten werden mit Einsatzfahrzeug an den Einsatzort oder in die Nähe des Einsatzortes gefahren und von der Fahrerkabine aus aufgestellt, ohne dass der Fahrer aussteigen muss. Modus Teleoperierter Betrieb: Bei mobilen AkD kann die Vorwarneinheit von einer Einsatzzentrale aus ferngesteuert der AkD in den vorgesehenen Abständen folgen, Fahrt auf dem Standstreifen mit max. 10 km/h Bei Ende der AkD werden die Vorwarneinheiten auf das Einsatzfahrzeug geladen; hierfür teleoperierte Fahrt zum Einsatzfahrzeug und Aufladen durch den Fahrer des Einsatzfahrzeugs ohne Rückwärtsfahrt oder Aussteigen
Nachbedingungen	Vorwarneinheiten sind sicher auf dem Einsatzfahrzeug aufgenommen
Systemgrenzen / Abgrenzung des Use Cases	<ul style="list-style-type: none"> Keine eigenständige autonome Fahrt, sondern teleoperierte Auslösung der autonomen Fahrt mit anschließender Überwachung aus der Einsatzzentrale Teleoperierte Fahrt nur auf dem Standstreifen mit max. 10 km/h
Spezielle Anforderungen	<ul style="list-style-type: none"> Leistungsfähige Kommunikationsverbindung in Echtzeit für teleoperierten Betrieb während der autonomen Fahrt Gewicht ca. 900 kg je Vorwarneinheit
Nutzenpotenzial	Sicherheitsgewinn für Betriebsdienstpersonal, keine separaten Fahrer für das Bewegen der Vorwarneinheiten bei mobilen AkD notwendig.

2.2 Bedürfnisse Stakeholder

2.2.1 Überblick

Stakeholder	Name	Repräsentanz, Rolle
Betreiber Bundesautobahnen	Autobahn GmbH, ÖPP-Betreiber	Operative Durchführung des Straßenbetriebsdienstes auf den Bundesautobahnen
Nachunternehmer	Nachunternehmer (zahlreiche Unternehmen)	Operative Durchführung einzelner Betriebsdienstleistungen inkl. Absicherung im Auftrag der Autobahn GmbH, z.B. Schutzplankenreparatur, Markierungsarbeiten
Baulastträger Bundesfernstraßen	Bundesrepublik Deutschland, vertreten durch Bundesministerium für Digitales und Verkehr	Finanzierung des Straßenbetriebsdienstes auf den Bundesautobahnen und Bundesstraßen Umsetzung des parlamentarisch legitimierten Gemeininteresses
Mitarbeiter	Betriebsrat Autobahn GmbH	Vertretung der Arbeitnehmerinteressen der Autobahn GmbH
Verkehrsteilnehmer	ADAC, AvD, Speditions- und Logistikverbände, etc.	Interessenvertretung der Verkehrsteilnehmer (privater und gewerblicher Kfz-Verkehr)
Unfallversicherung	Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung	Finanzierung von Unfallfolgekosten

2.2.2 Autobahn GmbH, ÖPP-Betreiber

Bedürfnis	Kommentar
Optimierte Arbeitssicherheit	Minimierung der Gefährdungen für das Betriebsdienstpersonal
Effizienter Betriebsablauf	Optimierte Durchführung der AkD auf Fahrstreifen
Optimierte Investitionen	Geringe Investitionskosten bei langer Nutzungsdauer
Systemintegration	Integration in das Baustellenmanagement und in Systeme zur Einsatzplanung, -steuerung und -dokumentation
Optimierter Betrieb	Minimierte Aufwendungen zum Betrieb (Nutzen, Warten, Reparieren)
Marktneutralität	System soll marktneutral in Fahrzeugen versch. Hersteller nutzbar sein

2.2.3 Nachunternehmer

Bedürfnis	Kommentar
Optimierte Arbeitssicherheit	Minimierung der Gefährdungen für das Betriebsdienstpersonal
Effizienter Betriebsablauf	Optimierte Durchführung der AkD auf Fahrstreifen
Optimierte Investitionen	Geringe Investitionskosten bei langer Nutzungsdauer
Optimierter Betrieb	Minimierte Aufwendungen zum Betrieb (Nutzen, Warten, Reparieren)
Marktneutralität	System soll marktneutral in Fahrzeugen versch. Hersteller nutzbar sein

2.2.4 Bundesrepublik Deutschland, vertreten durch Bundesministerium für Digitales und Verkehr

Bedürfnis	Kommentar
Wirtschaftlicher Einsatz der Haushaltsmittel	Minimierung der Kosten für AkD (Vollkosten für Personal und Maschinen)
Sicherheit und Leichtigkeit des Verkehrs	Minimierung der Gefährdungen für Verkehrsteilnehmer durch AkD Minimierung von Verkehrsbehinderungen durch AkD (Minimierung der Einschränkungen von Kapazität und Geschwindigkeit)
Innovationsförderung	Förderung von technischen Innovationen im Bereich des automatisierten Fahrens

2.2.5 Betriebsrat Autobahn GmbH

Bedürfnis	Kommentar
Optimierte Arbeitsbedingungen für die Mitarbeiter	Sichere, ergonomische und komfortable Arbeitsbedingungen
Minimierung des Unfallrisikos	Minimierung der Gefährdungen der Straßenwärter in AkD
Ausreichende Qualifikation der Mitarbeiter	Anpassung der Benutzerschnittstellen an die vorhandene Qualifikation der Mitarbeiter Ausreichende Schulung zur Nutzung des Systems

2.2.6 ADAC, AvD, Speditions- und Logistikverbände

Bedürfnis	Kommentar
Minimierung von Verkehrsbehinderungen	Minimierung von Staus, keine Verkehrsbeschränkungen für Lkw, AkD zu verkehrssarmen Zeiten
Minimierung der Gefährdungen für die Verkehrsteilnehmer	Optimierte Vorwarnung der AkD zur Minimierung des Gefährdungsrisikos (Positionierung und Erkennbarkeit) Minimierung der Gefährdung am Stauende
Information, Warnung über AkD	Automatische Warnung und Information der Verkehrsteilnehmer

2.2.7 Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung

Bedürfnis	Kommentar
Optimierung der Arbeitssicherheit	Minimierung der Unfallfolgekosten durch Minimierung des Gefährdungsrisikos und der Unfallschwere für das Betriebsdienstpersonal
Optimierung der Verkehrssicherheit	Minimierung der Unfallfolgekosten durch Minimierung des Gefährdungsrisikos und der Unfallschwere für gewerbliche Verkehrsteilnehmer

2.3 Bedürfnisse Benutzer

2.3.1 Überblick

Benutzer	Beschreibung	Stakeholder
Fahrer Einsatzfahrzeug Vorwarntafeln	Operativer Mitarbeiter, der das Absicherungsfahrzeug fährt und bedient	Betreiber Bundesautobahnen, Nachunternehmer
Operator Einsatzzentrale	Operator, der Fahrbewegungen der Vorwarntafel auf dem Standstreifen auslöst und überwacht	Betreiber Bundesautobahnen, Nachunternehmer
Straßenwärter	Operativer Mitarbeiter, der in der AkD eingesetzt wird	Betreiber Bundesautobahnen, Nachunternehmer
Werkstattmitarbeiter	Mitarbeiter, der einfache Wartungstätigkeiten am Absicherungsfahrzeug durchführt	Betreiber Bundesautobahnen, Nachunternehmer
Einsatzleiter	Mitarbeiter der die Einsatzplanung durchführt, z.B. Meistereileiter, Stellvertreter	Betreiber Bundesautobahnen, Nachunternehmer

2.3.2 Fahrer Einsatzfahrzeug Vorwarntafeln

Bedürfnis	Kommentar
Benutzerfreundlichkeit	Intuitive Bedienung, geringer Einarbeitungsaufwand, keine überflüssigen Funktionen
Kein Ein- und Aussteigen auf dem Standstreifen	Minimierung der Gefährdungen durch den fließenden Verkehr
Zuverlässigkeit	Hohe Systemstabilität beim Aufstellen und Aufladen der Vorwarntafel
Eindeutige Einsatzgrenzen	Eindeutige und einfach bestimmbare Einsatzgrenzen (Verkehr, Witterung, Fahrbahn etc.)

2.3.3 Operator Einsatzzentrale

Bedürfnis	Kommentar
Benutzerfreundlichkeit	Intuitive Bedienung, geringer Einarbeitungsaufwand, keine überflüssigen Funktionen bei der Überwachung,
Zuverlässigkeit	Einhaltung der Soll-Vorgaben zur Absicherung der AkD (Abstände, Spurtreue etc.) Minimierung der Häufigkeit des Zustandes „Sicheres Anhalten“ auf der Strecke
Umfassende Informationen	Ausreichende Informationen zu Verkehr, Umfeld etc. durch Messdaten, Sensorik und Kamerabilder in der erforderlichen Aktualität und Auflösung
Automatisierte Kommunikation mit Straßenwärter in der AkD	Automatisierter Aufbau der Kommunikationsverbindungen, eindeutige Kommunikationsabläufe
Visualisierung	Übersichtliche, anbieterunabhängige Visualisierung aller notwendigen Daten und Bilder

2.3.4 Straßenwärter

Bedürfnis	Kommentar
Einfache Kommunikation	Einfache Kommunikation mit Operator, Statusanzeige zum Vorwarner
Zuverlässigkeit	Einhaltung der Soll-Vorgaben zur Vorwarnung Absicherung der AkD (Abstände, Spurtreue etc.) Minimierung der Ausfälle

2.3.5 Werkstattmitarbeiter

Bedürfnis	Kommentar
Wartungsfreundlichkeit	Einfache Zugänglichkeit der Bauteile, einfacher Ein- und Ausbau der Bauteile, einfache Diagnose und Systemtests
Zuverlässigkeit	Minimierung von Systemausfällen im Einsatz, die Werkstattmitarbeiter erforderlich machen
Klare Systemdokumentation	Transparente Systembeschreibung, eindeutige Wartungspläne, eindeutige Einbau- und Inbetriebnahmeanleitungen

2.3.6 Einsatzleiter

Bedürfnis	Kommentar
Hohe Verfügbarkeit	Minimierung der Einsatzgrenzen infolge unzureichender Verkehrs-, Witterungs-, Sicht- oder Streckenbedingungen
Zuverlässigkeit	Minimierung von Systemausfällen im Einsatz, die zu ineffizienten Arbeitsabläufen und -stillstand führen
Flexibilität	Bedienung durch unterschiedliche Mitarbeiter

3. Fähigkeiten und Eigenschaften

3.1 Funktionale Anforderungen

3.1.1 Strukturdiagramm

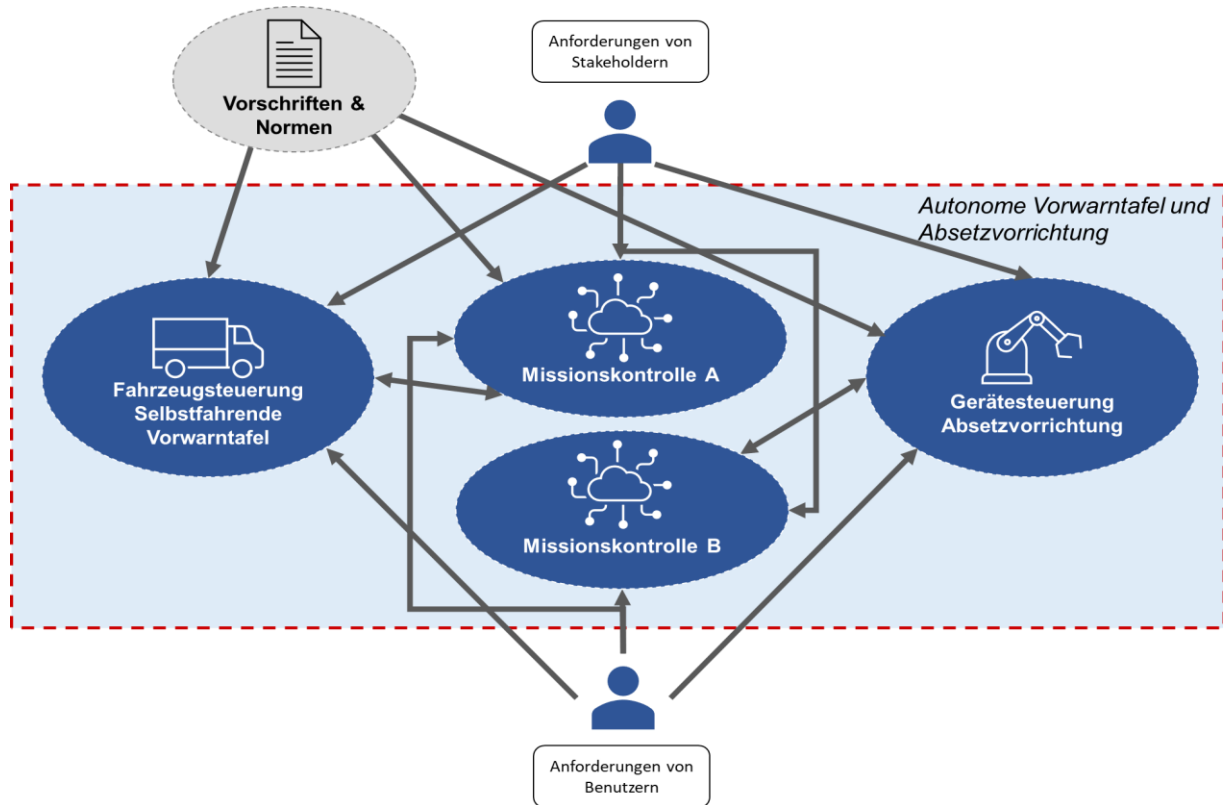


Abbildung 1: Funktionale Struktur

3.1.1.1 Gesamtsystem

Anforderungen von Stakeholdern, Benutzern und aus Vorschriften an das Gesamtsystem

Kennzeichen	Anforderung	Betreiber Bundesautobahnen	Baulastträger Bundesfernstr.	Mitarbeiter (Betriebsrat AdB)	Verkehrsteilnehmer	Unfallversicherung	Nachunternehmer	Fahrer Einsatzfahrzeug	Operator Einsatzzentrale	Straßenwärter	Werkstattmitarbeiter	Einsatzleiter
UC5FA_01	Das Gesamtsystem, bestehend aus dem Trägerfahrzeug mit Absetzvorrichtung und der autonom fahrenden Vorwarntafel, soll alle zulassungs- und betriebsrelevanten Vorschriften erfüllen (u.a. alle in der Verordnung (EU) 2019/2144 zusammengefassten technischen Vorschriften), in den Richtlinien für die Sicherung von Arbeitsstellen an Straßen (RSA) inkl. zugehöriger Technischer Lieferbedingungen und DIN-Normen).	x	x			x						
UC5FA_02	Das Gesamtsystem, bestehend aus dem Trägerfahrzeug mit Absetzvorrichtung und der autonom fahrenden Vorwarntafel, muss sich aus Sicht der anderen Verkehrsteilnehmer wie ein vergleichbares konventionelles System verhalten	x			x							

3.1.1.2 Missionskontrolle

Anforderungen von Stakeholdern, Benutzern und aus Vorschriften an die Missionskontrolle

Kennzeichen	Anforderung	Betreiber Bundesautobahnen	Baulastträger Bundesfernstr.	Mitarbeiter (Betriebsrat AdB)	Verkehrsteilnehmer	Unfallversicherung	Nachunternehmer	Fahrer Einsatzfahrzeug	Operator Einsatzzentrale	Straßenwärter	Werkstattemitarbeiter	Einsatzleiter
Fahrzeugmission kontrollieren												
UC5FA_03	Über die Missionskontrolle A soll der Betriebsmodus für das Fahrzeug (Selbstfahrende Vorwarntafel) ausgewählt werden							x	x	x		x
UC5FA_04	Die Missionskontrolle A soll die Vorgaben des Bedieners für den Einsatz empfangen, auswerten und an die Fahrzeugsteuerung kommunizieren								x			x
UC5FA_05	Die Missionskontrolle A soll 3 verschiedene Betriebsmodi enthalten: <ul style="list-style-type: none"> Ferngesteuerte Initialisierung Automatisierter Betrieb Automatisierte Rückfahrt zum Trägerfahrzeug 								x			x
UC5FA_06	In der ferngesteuerten Initialisierung soll der Betrieb durch den Bediener konfiguriert und gestartet werden								x			
UC5FA_07	Im automatisierten Betrieb soll das Fahrzeug automatisiert auf dem Standstreifen der Baustelle folgen	x	x		x				x			x
UC5FA_08	In der automatisierten Rückfahrt soll das Fahrzeug automatisiert zum Trägerfahrzeug fahren	x	x		x				x			x
UC5FA_09	Die Geschwindigkeit für den automatisierten Betrieb und die Rückfahrt soll einstellbar sein								x			x
UC5FA_10	Die Missionskontrolle A soll den aktuell gültigen Status und die gewählten Betriebsparameter dem Bediener anzeigen								x			
UC5FA_11	Über die Missionskontrolle A sollen Software-Updates auf die Steuergeräte der Fahrzeugsteuerung geladen werden										x	
UC5FA_12	Die Missionskontrolle A soll relevante Einsatzparameter und Messwerte speichern	x				x			x			
UC5FA_13	Die Bedienung der Missionskontrolle A soll einfach und unmissverständlich möglich sein								x			
Gerätemission kontrollieren												
UC5FA_14	Die Missionskontrolle B soll die Vorgaben zur Steuerung der Absetzvorrichtung vom Bediener empfangen							x	x			
UC5FA_15	Die Missionskontrolle B soll die Steuerbefehle für die Absetzvorrichtung an die Gerätesteuerung kommunizieren							x	x			
UC5FA_16	Die Missionskontrolle B soll die Statusmeldungen der Absetzvorrichtung für den Bediener anzeigen							x	x			
UC5FA_17	Über die Missionskontrolle B sollen Software-Updates auf das Steuergerät der Absetzvorrichtung geladen werden										x	
UC5FA_18	Die Bedienung der Missionskontrolle B soll einfach und unmissverständlich möglich sein							x	x			

3.1.1.3 Fahrzeugsteuerung

Anforderungen von Stakeholdern, Benutzern und aus Vorschriften an die Fahrzeugsteuerung

Kennzeichen	Anforderung	Betreiber Bundesautobahnen	Baulastträger Bundesfernstr.	Mitarbeiter (Betriebsrat AdB)	Verkehrsteilnehmer	Unfallversicherung	Nachunternehmer	Fahrer Einsatzfahrzeug	Operator Einsatzzentrale	Straßenwärter	Werkstattemitarbeiter	Einsatzleiter
UC5FA_19	Die Fahrzeugsteuerung soll die Vorgaben der Missionskontrolle A empfangen und auswerten							X				X
UC5FA_20	Die Fahrzeugsteuerung soll die aktuellen Betriebsdaten und Statusinformationen an die Missionskontrolle A kommunizieren							X				X
UC5FA_21	Die Fahrzeugsteuerung soll je nach Betriebsmodus den Sollwert für die Fahrgeschwindigkeit ermitteln und auf den für den jeweiligen Modus zulässigen Höchstwert begrenzen.							X				X
UC5FA_22	Die Fahrzeugsteuerung soll mittels Vorgaben an die Motorsteuerung die Fahrgeschwindigkeit regeln							X				X
UC5FA_23	Die Fahrzeugsteuerung soll automatisch bremsen, wenn die Umfelderkennung Hindernisse detektiert, um Kollisionen zu vermeiden				X	X		X				X
UC5FA_24	Die Fahrzeugsteuerung soll mittels Vorgaben an das Lenksystem automatisch dem Verlauf des Standstreifens folgen				X			X				X
UC5FA_25	Die Fahrzeugsteuerung soll auch bei Gefälle eine konstante Geschwindigkeit halten können	X	X					X				X
UC5FA_26	Die Fahrzeugsteuerung soll auch bei kurzfristigen Kommunikationsunterbrechungen zur Missionskontrolle A ohne Einschränkungen funktionieren							X				X
UC5FA_27	Die Fahrzeugsteuerung soll die Leucht- und Warneinrichtungen abhängig von der Umgebungshelligkeit automatisch steuern				X	X		X				X
UC5FA_28	Die Fahrzeugsteuerung soll bei Hindernissen, die nicht ohne ein Verlassen des Standstreifens umfahren werden können, stehen bleiben und eine Information an die Missionskontrolle A senden				X	X		X				X

3.1.1.4 Gerätesteuerung

Anforderungen von Stakeholdern, Benutzern und aus Vorschriften an die Gerätesteuerung

Kennzeichen	Anforderung	Betreiber Bundesautobahnen	Baulastträger Bundesfernstr.	Mitarbeiter (Betriebsrat AdB)	Verkehrsteilnehmer	Unfallversicherung	Nachunternehmer	Fahrer Einsatzfahrzeug	Operator Einsatzzentrale	Straßenwärter	Werkstattemitarbeiter	Einsatzleiter
UC5FA_29	Die Gerätesteuerung soll die Vorgaben der Missionskontrolle B empfangen und auswerten							X	X			X

Kenn- zeichen	Anforderung	Betreiber Bundesautobahnen	Baulastträger Bundesfernstr.	Mitarbeiter (Betriebsrat AdB)	Verkehrsteilnehmer	Unfallversicherung	Nachunternehmer	Fahrer Einsatzfahrzeug	Operator Einsatzzentrale	Straßenwärter	Werkstattemitarbeiter	Einsatzleiter
UC5FA_30	Die Gerätesteuerung soll die aktuellen Betriebsdaten und Statusinformationen an die Missionskontrolle B kommunizieren							X	X			X
UC5FA_31	Die Gerätesteuerung soll die Verriegelung und Entriegelung der Ladungssicherung für die Warntafel auf dem Trägerfahrzeug betätigen und überwachen							X	X			X
UC5FA_32	Die Gerätesteuerung soll den Absetz- und Aufladevorgang automatisch durchführen und überwachen							X	X			X

3.2 Sicherheitsziele / Sicherheitsanforderungen

Sicherheitsziele / -anforderungen an die Missionskontrolle, Fahrzeugsteuerung und Gerätesteuerung

Kennzeichen	Anforderung	Missionskontrolle	Fahrzeugsteuerung	Gerätesteuerung
UC5SZ_01	Unbeabsichtigte oder unautorisierte Änderungen der Missionsvorgabe sowohl im ferngesteuerten als auch im automatisierten Betrieb sollen verhindert werden	x		
UC5SZ_02	Ein unbeabsichtigtes oder unautorisiertes Starten oder Stoppen der Mission soll verhindert werden	x		
UC5SZ_03	Eine unbeabsichtigte oder unautorisierte Änderung der ferngesteuert oder automatisiert vorgegebenen Fahrtrajektorie soll verhindert werden		x	
UC5SZ_04	Eine fehlerhafte Erkennung von Hindernissen in Bezug auf Größe, Abstand und Relativgeschwindigkeit soll verhindert werden		x	
UC5SZ_05	Eine sicherheitskritische Abweichung zwischen dem Soll- und Istwert einer Lenkwinkelvorgabe soll verhindert werden		x	
UC5SZ_06	Das Ausbleiben oder die Richtungsumkehr von Lichtsteuerungsvorgaben soll verhindert werden		x	
UC5SZ_07	Ein unbeabsichtigtes oder unautorisiertes Entriegeln der Ladungssicherung soll verhindert werden			x
UC5SZ_08	Ein unbeabsichtigtes oder unautorisiertes Ausführen des Absetz- oder Aufladevorgangs soll verhindert werden			x

3.3 Cybersecurity-Ziele / -Anforderungen

Cybersecurity-Ziele / -Anforderungen an die Peripherie, Missionskontrolle, Fahrzeugsteuerung und Gerätesteuerung

Kennzeichen	Anforderung	Peripherie	Missionskontrolle	Fahrzeugsteuerung	Gerätesteuerung
UC5CZ_01	Eine Manipulation der relevanten Missionsparameter soll verhindert werden		x		
UC5CZ_02	Eine Manipulation der Kommunikation zwischen der Missionskontrolle und der Fahrzeugsteuerung soll verhindert werden		x		
UC5CZ_03	Das unautorisierte Auslesen der Missionsdaten soll verhindert werden		x		
UC5CZ_04	Eine Manipulation der Umfelddaten für die Fahrzeugsteuerung soll verhindert werden			x	
UC5CZ_05	Eine Manipulation der Missionsdaten durch unautorisierten Zugang zu den Kontrolleinrichtungen soll verhindert werden	x			
UC5CZ_06	Eine Manipulation der Software durch unautorisierte Personen bei der Fahrzeugwartung und -reparatur soll verhindert werden.	x			
UC5CZ_07	Eine Manipulation der Funktionen der Absetzvorrichtung soll verhindert werden				x

4. Empfehlung / Referenz

Zur weitergehenden Erläuterung der obenstehenden Anforderungen soll im Folgenden ein möglicher funktionaler und technischer Aufbau einer automatisiert selbstfahrenden Vorwarntafel mit einem manuell gesteuerten Trägerfahrzeug skizziert werden.

4.1 Vorgeschlagene funktionale Architektur

Um die Funktionalität der automatisiert selbstfahrenden Vorwarntafel und der teilautomatisierten Absetzvorrückung auf dem Trägerfahrzeug beispielhaft darzustellen, wird die nachstehende Aufteilung in Funktionsblöcke vorgeschlagen:

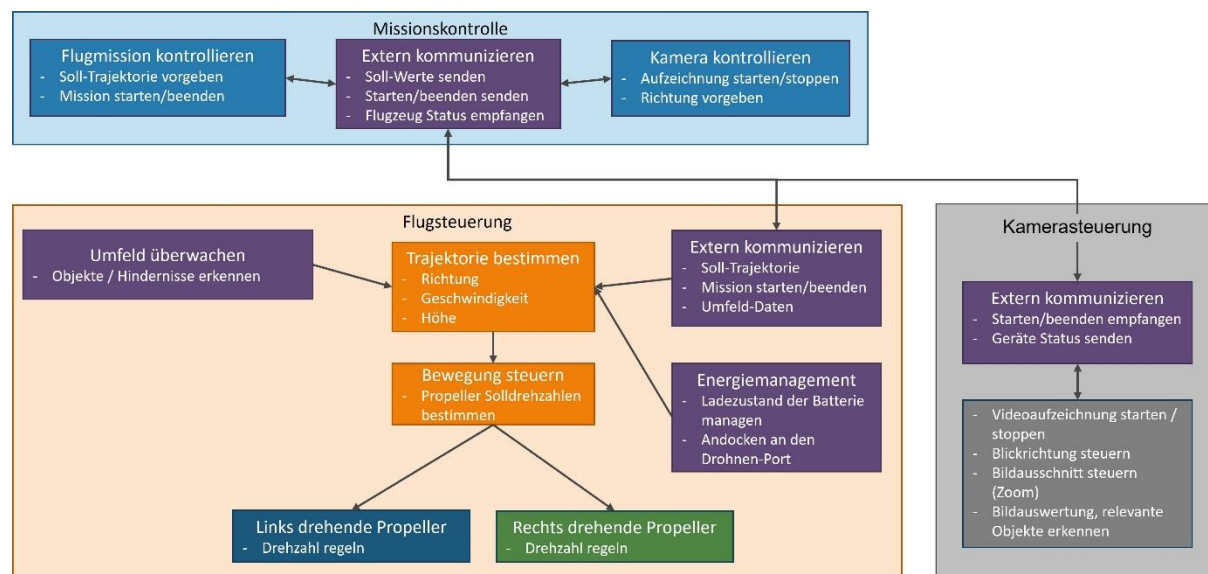


Abbildung 2: Funktionale Architektur

4.1.1 Missionskontrolle

Mit dem Use Case 5 werden zwei Hauptfunktionen abgedeckt: Zum einen soll eine auf einem selbstfahrenden Fahrgestell montierte Vorwarntafel automatisch einer beweglichen Arbeitsstelle folgen und zum Ausbringfahrzeug zurückkehren können. Zum anderen soll auf einem manuell gesteuerten Ausbringfahrzeug eine (teil-)automatisierte Absetz- und Hebevorrückung installiert sein, die die selbstfahrende Vorwarntafel vom Ausbringfahrzeug ab- und wieder aufladen kann.

Da diese Hauptfunktionen voneinander unabhängig sind, wird die Missionskontrolle in einen Teil A und B unterteilt. Die Missionskontrolle A beinhaltet die Definition sämtlicher Randbedingungen des Einsatzes für die selbstfahrende Vorwarntafel, die Kommunikation mit dem Fahrzeug und das Auswählen sowie Starten und Stoppen der Funktionen. Dazu gehören u.a. Angaben zum/zur:

- Start- und Endpunkt des Einsatzes
- Betriebsmodus (stationärer oder beweglicher Betrieb)
- Einsatzkonfiguration (Sollabstand, max. Geschwindigkeit, ...)
- Steuerung der Warntafel und Lichtzeichen

Die Missionskontrolle B beinhaltet alle Steuerungen zum Absetzen und Aufladen der Vorwarntafel auf das Ausbringfahrzeug. In erster Annahme wird davon ausgegangen, dass die Missionskontrolle B kabelgebunden aus dem Fahrerhaus des Ausbringfahrzeugs stattfindet. Nach dem Start des Vorgangs zum Absetzen oder Aufladen sollen diese dann automatisiert ablaufen.

4.1.2 Steuerung des fahrenden Arbeitsgerätes

Die Steuerung umfasst alle Systeme, die notwendig sind, damit die selbstfahrende Vorwarntafel im ausgewählten Betriebsmodus automatisiert vorrücken, dabei auf Hindernisse reagieren sowie die Fahrspur halten kann. Die Fahrzeugsteuerung kommuniziert mit der Missionskontrolle und steuert die Subsysteme für das Lenken, Bremsen, Antreiben.

4.1.3 Gerätesteuerung

Die Gerätesteuerung setzt alle Befehle der Missionskontrolle B zum Absetzen und Aufladen der Vorwarntafel auf das Ausbringfahrzeug um. Diese Vorgänge werden manuell durch den Fahrer des Trägerfahrzeugs ausgelöst, sollen dann aber automatisiert bis zum Erreichen der jeweiligen Endposition (aufgeladen und verriegelt bzw. abgesetzt und entriegelt) ablaufen.

4.2 Vorgeschlagene technische Architektur

Für ein konkretes Fahrzeugkonzept müssen die beschriebenen Funktionen physischen Subsystemen zugeordnet werden. Eine mögliche Aufteilung ist unten dargestellt. Sie orientiert sich an üblichen und im Wesentlichen marktverfügbaren Lösungen. Die Zuordnung der Funktionen zu den Subsystemen ist über die Farbcodierung erkennbar.

Sämtliche Umfelderkennungsfunktionen (einschließlich der im Bild symbolisch dargestellten Kameras und/oder Radarsensoren) sind dem Fahrer-Assistenzsystem zugeordnet. Aufgrund der geringen Geschwindigkeit wird angenommen, dass kein zusätzliches Schaltgetriebe erforderlich ist.

Dabei sind die Kommunikationsschnittstellen innerhalb des Fahrzeugs kabelgebunden. Die Schnittstelle zwischen der Missions-Kontrolleinheit A und der zentralen Fahrsteuerung wird als drahtlose Schnittstelle angenommen. Damit ist die Missionskontrolle A räumlich vom Fahrzeug getrennt und kann über eine zentrale Leitstelle realisiert werden.

Das automatisierte Rückkehren der Vorwarntafel zum Trägerfahrzeug lässt sich über ein GNSS Positionssignal steuern. Da die Missions-Kontrolleinheit B fest mit dem Trägerfahrzeug verbunden ist, bietet es sich an, über dieses Steuergerät die Position zu erfassen und drahtlos mit der zentralen Fahrsteuerung auszutauschen, um das Ziel für die Rückkehrfunktion vorzugeben.

Die Arbeitsgerätesteuerung steuert die (nicht dargestellte) Hydraulik der Hebevorrichtung und der Verriegelungsmechanik.

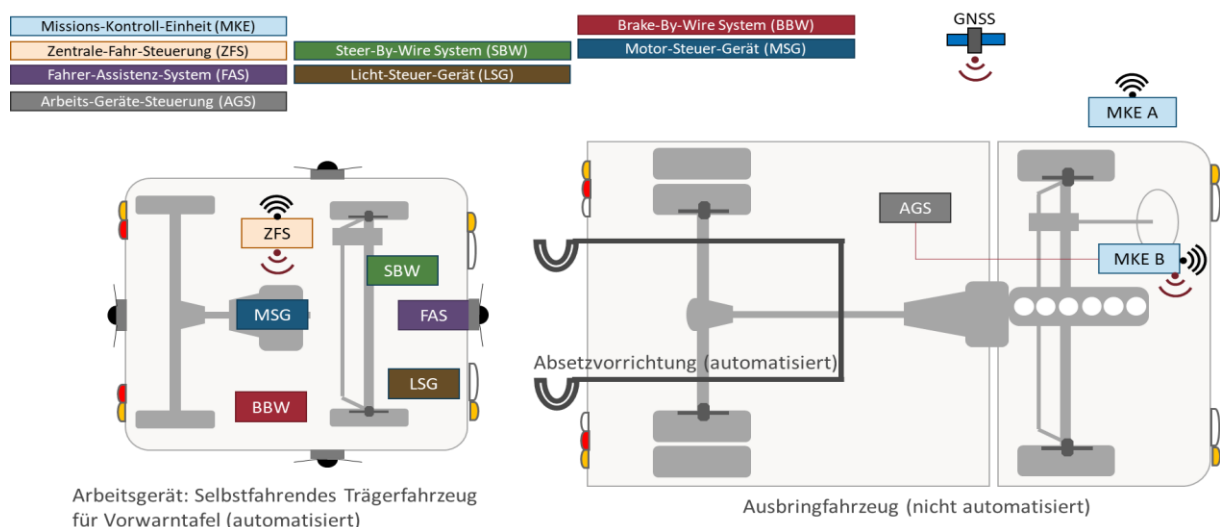


Abbildung 3: Technische Architektur

**AETAS BAB –
Analyse zum Einsatz von Technologien für autonomes
Fahren im Straßenbetriebsdienst auf BAB**

**Lastenheft (Use Case 9)
System für die automatisierte Streckenkontrolle mit einer
Drohne**

Version 01-00-00

Inhaltsverzeichnis

1. Dokument-Attribute und Abkürzungen	1
2. Einführung in das Problem	2
2.1 Systemübersicht	2
2.2 Bedürfnisse Stakeholder	3
2.2.1 Überblick	3
2.2.2 Autobahn GmbH, ÖPP-Betreiber	3
2.2.3 Bundesrepublik Deutschland, vertreten durch Bundesministerium für Digitales und Verkehr	3
2.2.4 Betriebsrat Autobahn GmbH	4
2.2.5 ADAC, AvD, Speditions- und Logistikverbände	4
2.2.6 Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung	4
2.2.7 Datenschutzbeauftragte	4
2.2.8 Flugsicherheitsbehörden	4
2.3 Bedürfnisse Benutzer	5
2.3.1 Überblick	5
2.3.2 Operator Drohne	5
2.3.3 Straßenwärter	5
2.3.4 Werkstattmitarbeiter	6
2.3.5 Einsatzleiter	6
3. Fähigkeiten und Eigenschaften	7
3.1 Funktionale Anforderungen	7
3.1.1 Strukturdiagramm	7
3.2 Sicherheitsziele / Sicherheitsanforderungen	10
3.3 Cybersecurity-Ziele / -Anforderungen	11
4. Empfehlung / Referenz	12
4.1 Vorgeschlagene funktionale Architektur	12
4.1.1 Missionskontrolle	12
4.1.2 Flugzeugsteuerung	12
4.1.3 Kamerasteuerung	13
4.2 Vorgeschlagene technische Architektur	13

1. Dokument-Attribute und Abkürzungen

Dokumentenzweck

Das Dokument dient der Spezifikation von Anforderungen an eine automatisiert fliegende Drohne zur Streckenkontrolle für den Einsatz im Straßenbetriebsdienst. Mit diesem System soll die Realisierung des Use Cases „Automatisierte Streckenkontrolle mit einer Drohne“ im Rahmen des Projekts AETAS BAB ermöglicht werden.

Autoren

		
Dipl.-Ing. Christian Lüpkes c.luepges@albrechtconsult.com	Prof. Dr.-Ing. Christian Holldorb Christian.Holldorb@stw.de	Dipl.-Ing. Frank Zielke Frank.Zielke@KoDeCs.de
Daniel Kleer, M.Sc. d.kleer@albrechtconsult.com		

Einschränkungen/Kommentar

Dieses Lastenheft im Rahmen des Projekts AETAS BAB stellt keine ausschöpfende Beschreibung einer Lieferung für automatisiert fliegende Drohnen dar, sondern soll Anregungen für Entwickler liefern und als Orientierung dienen.

Adressaten

Das vorliegende Dokument richtet sich an alle Personen, die sich mit der Entwicklung von Drohnen und Automatisierungsfunktionen in diesem Bereich befassen.

Abkürzungen

Akronym	Langbezeichnung
ADAC	Allgemeine Deutsche Automobil-Club
AdB	Autobahn GmbH des Bundes
AkD	Arbeitsstellen kürzerer Dauer
AvD	Automobilclub von Deutschland
FA	Funktionale Anforderung
ÖPP	Öffentlich-private Partnerschaft
UC	Use Case

2. Einführung in das Problem

2.1 Systemübersicht

In der nachfolgenden Tabelle werden für das System in einem Steckbrief Ziel, Anwendungsbereich, Nutzen und Systembeschränkungen zusammengefasst.

Leistungsbereich / Einsatzbereich	Kontrolle – Streckenkontrolle
Kurzbeschreibung	Die reguläre Streckenkontrolle erfolgt durch automatisierte Drohnen von einem Leitstand in der Meisterei mit unterstützender, automatisierter Bildauswertung
Zielsetzung / Nutzen	Keine Streckenkontrolle mit Langsamfahrt auf dem Standstreifen notwendig, auf Abschnitten ohne Standstreifen Streckenkontrolle ohne Gefährdung durch Langsamfahrt möglich.
Akteure	Operator im Leitstand
Auslöser / Trigger	Streckenkontrolle nach Kontrollplan
Vorbedingungen	Geeignete Witterungsbedingungen, keine Abschnitte mit Drohnenflugverbot (Flughafen)
Standardablauf / Essenzielle Schritte	<ul style="list-style-type: none"> • Drohnen auf Gehöft und Stützpunkten in autonomen Drohnenports (autonomes Starten, Landen, Akku-Ladung, witterungsgeschützte Stationierung) stationiert • Operator aktiviert Drohnenflug nach Prüfung der Einsatzbedingungen • Drohnen fliegen autonom definierte Streckenabschnitte ab, Operator überwacht die Drohne bei Bedarf (Trajektorie und Kamera) • Drohnenflug über Bankett bzw. Böschung neben der Richtungsfahrbahn • Automatisierte Mängelerkennung durch automatische Bildauswertung, Operator bestätigt und klassifiziert Mängel am Bildschirm • Mängel werden in Datenbank protokolliert (Bild und Position werden automatisch hinzugefügt) • Drohne kehrt zum Ausgangsort zurück
Nachbedingungen	Akku der Drohne kann automatisch geladen werden, z.B. Induktion
Systemgrenzen / Abgrenzung des Use Cases	<ul style="list-style-type: none"> • Kontrolle im Rahmen der Verkehrssicherungspflicht, keine Zustands- oder Funktionskontrolle • Tätigkeiten zur Beseitigung der Mängel müssen in einem separaten Arbeitsgang erfolgen
Spezielle Anforderungen	<ul style="list-style-type: none"> • Ausreichende Akku-Kapazität/Reichweite • Ausreichende Bildauflösung zur automatischen Erkennung und Klassifizierung von Mängeln • Speicherung von anonymisierten Aufnahmen
Nutzenpotenzial	<ul style="list-style-type: none"> • Keine Gefährdung der Streckenkontrolle durch Langsamfahrt auf dem Seitenstreifen. • Alle Arbeiten zur Mängelbeseitigung und die dafür erforderlichen Ressourcen (z.B. Absicherung) können vorab geplant werden, die Sicherheitsstandards zur Mängelbeseitigung werden eingehalten.

2.2 Bedürfnisse Stakeholder

2.2.1 Überblick

Stakeholder	Name	Repräsentanz, Rolle
Betreiber Bundesautobahnen	Autobahn GmbH, ÖPP-Betreiber	Operative Durchführung des Straßenbetriebsdienstes auf den Bundautobahnen
Baulastträger Bundesfernstraßen	Bundesrepublik Deutschland, vertreten durch Bundesministerium für Digitales und Verkehr	Finanzierung des Straßenbetriebsdienstes auf den Bundesautobahnen und Bundesstraßen Umsetzung des parlamentarisch legitimierten Gemeininteresses
Mitarbeiter	Betriebsrat Autobahn GmbH	Vertretung der Arbeitnehmerinteressen der Autobahn GmbH
Verkehrsteilnehmer	ADAC, AvD, Speditions- und Logistikverbände, etc.	Interessenvertretung der Verkehrsteilnehmer (privater und gewerblicher Kfz-Verkehr)
Unfallversicherung	Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung	Finanzierung von Unfallfolgekosten
Datenschutzbeauftragte	Datenschutzbeauftragte Bund und Bundesländer	Vertretung der Datenschutz- und Persönlichkeitsrechte von Verkehrsteilnehmern, Anwohnern und Mitarbeitern
Flugsicherheitsbehörden	Luftfahrtbundesamt, Luftfahrtbehörden der Länder	Gewährleistung eines sicheren Luftverkehrs

2.2.2 Autobahn GmbH, ÖPP-Betreiber

Bedürfnis	Kommentar
Optimierte Arbeitssicherheit	Minimierung der Gefährdungen für das Betriebsdienstpersonal
Effizienter Betriebsablauf	Optimierte Durchführung der regulären Streckenkontrolle und -wartung, hohes Nutzen-Kosten-Verhältnis
Optimierte Investitionen	Geringe Investitionskosten bei langer Nutzungsdauer
Systemintegration	Integration in das Mängelmanagement und in Systeme zur Einsatzplanung, -steuerung und -dokumentation
Optimierter Betrieb	Minimierte Aufwendungen zum Betrieb (Nutzen, Warten, Reparieren)

2.2.3 Bundesrepublik Deutschland, vertreten durch Bundesministerium für Digitales und Verkehr

Bedürfnis	Kommentar
Wirtschaftlicher Einsatz der Haushaltsmittel	Minimierung der Kosten für die Streckenkontrolle (Vollkosten unter Berücksichtigung von Personalkosten, Investitionen in Geräte, bauliche und digitale Infrastruktur)
Sicherheit und Leichtigkeit des Verkehrs	Minimierung der Gefährdungen für Verkehrsteilnehmer durch die Streckenkontrolle Minimierung von Verkehrsbehinderungen durch die Streckenkontrolle (Minimierung der Einschränkungen von Kapazität und Geschwindigkeit)
Innovationsförderung	Förderung von technischen Innovationen im Bereich des unbemannten Luftverkehrs

2.2.4 Betriebsrat Autobahn GmbH

Bedürfnis	Kommentar
Optimierte Arbeitsbedingungen für die Mitarbeiter	Sichere, ergonomische und komfortable Arbeitsbedingungen, eindeutige Arbeitsplatzbeschreibung mit klarer Abgrenzung von Verantwortlichkeiten und Zuständigkeiten
Minimierung des Unfallrisikos	Minimierung der Gefährdungen der Streckenwarte bei der Streckenkontrolle und -wartung
Ausreichende Qualifikation der Mitarbeiter	Anpassung der Benutzerschnittstellen an die vorhandene Qualifikation der Mitarbeiter Ausreichende Schulung zur Nutzung des Systems
Datenschutz für die Mitarbeiter	Gewährleistung des Datenschutzes der Straßenwärter in AkD und ggf. der Operatoren

2.2.5 ADAC, AvD, Speditions- und Logistikverbände

Bedürfnis	Kommentar
Minimierung von Verkehrsbehinderungen	Keine Verkehrseinschränkungen durch Befliegung außerhalb des Verkehrsraums
Minimierung der Gefährdungen für die Verkehrsteilnehmer	Minimierung des Gefährdungsrisikos durch Drohnen im Verkehrsraum (ungewollte Flugbewegungen, Absturz)

2.2.6 Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung

Bedürfnis	Kommentar
Optimierung der Arbeitssicherheit	Minimierung der Unfallfolgekosten durch Minimierung des Gefährdungsrisikos und der Unfallschwere für die Streckenkontrolleure
Optimierung des Gesundheitsschutzes	Minimierung der berufsbedingten Gesundheitsbeeinträchtigungen für Operatoren durch Bildschirmarbeit etc.

2.2.7 Datenschutzbeauftragte

Bedürfnis	Kommentar
Datenschutz für Anwohner und Dritte	Gewährleistung, dass der Datenschutz von Anwohnern, Verkehrsteilnehmern und Dritten bei der visuellen Inspektion durch geeignete Maßnahmen eingehalten wird, z. B. Definition der Flugbereiche, automatisierte Bildauswertung, keine Speicherung oder Weitergabe von personenbezogenen Bilddaten, automatische Anonymisierung von personenbezogenen Bilddaten
Datenschutz für die Mitarbeiter	Gewährleistung des Datenschutzes der Straßenwärter in AkD und ggf. der Operatoren

2.2.8 Flugsicherheitsbehörden

Bedürfnis	Kommentar
Sicherheit des Flugverkehrs	Keine Gefährdungen oder Einschränkungen des Luftverkehrs im Bereich von Flughäfen und Flugplätzen
Sicherheit des Drohneneinsatzes	Minimierung der Gefährdungen für Dritte zu Land durch den Drohneneinsatz
Minimierung Beeinträchtigungen durch Drohnen	Minimierung der Beeinträchtigungen zu Land (Menschen, Tiere) infolge Lärms und subjektivem Empfinden

2.3 Bedürfnisse Benutzer

2.3.1 Überblick

Benutzer	Beschreibung
Operator Drohne	Mitarbeiter, der den Drohneneinsatz steuert und überwacht
Straßenwärter	Operativer Mitarbeiter, der Wartungsarbeiten zur Mängelbeseitigung infolge des Drohneneinsatzes durchführt
Werkstattmitarbeiter	Mitarbeiter, der einfache Wartungstätigkeiten an der Drohne durchführt
Einsatzleiter	Mitarbeiter, der die Einsatzplanung durchführt, z.B. Meistereileiter, Stellvertreter

2.3.2 Operator Drohne

Bedürfnis	Kommentar
Benutzerfreundlichkeit	Intuitive Bedienung, eindeutige Prozessabläufe
Automatisierung	Automatisiertes Starten, Fliegen und Landen, so dass der Einsatz im Regelbetrieb ohne Eingriffe durch den Operator erfolgt Automatische Vorauswahl zur Mängelerfassung durch automatisierte Bildauswertung Einfache Mängelerfassung durch Verfügbarkeit aller Informationen und Daten (Mängelkatalog, Positions- und Zeitdaten, Maßnahmenempfehlung etc.)
Zuverlässigkeit	Hohe Systemstabilität, Minimierung der Häufigkeit des manuellen Eingriffs in Flugmanöver Hohe Trefferquote bei der automatischen Vorauswahl zur Mängelerfassung
Eindeutige Einsatzgrenzen	Eindeutige und einfach bestimmbare Einsatzgrenzen (Verkehr, Witterung, etc.)
Ausreichende Qualifikation	Umfassende Schulung und Qualifikationsmaßnahmen zum Umgang mit Drohnen (Drohnenführerschein, Übungen, etc.)
optimierte Operatorarbeitsplätze	Anforderungen an Bildschirme, Beleuchtung, Ergonomie, Belüftung
Optimierte Arbeitsabläufe	Keine Überforderung durch zu viele zeitlich parallele Entscheidungen und Eingriffe Keine Unterforderung mit Langweile durch zu wenige Entscheidungen und Eingriffe

2.3.3 Straßenwärter

Bedürfnis	Kommentar
Informationsbedürfnis	Einfache Verfügbarkeit ausreichender Informationen zum Einsatz (Mängelart und -maßnahme, Lokalisierung, Dringlichkeit) mit Mängelbericht (Papier, digital)
Genauigkeit	Ausreichende Genauigkeit der Lokalisierung (Station und Lage im Querschnitt) Genauigkeit der Mängelart und -größe, Maßnahmenempfehlung

2.3.4 Werkstattmitarbeiter

Bedürfnis	Kommentar
Wartungsfreundlichkeit	Einfacher Austausch von Ersatzteilen Robustheit von Bauteilen und landseitiger Infrastruktur Möglichkeiten zur Ferndiagnose und -steuerung einzelner Funktionen
Zuverlässigkeit	Minimierung von Systemausfällen (Drohne, landseitige Infrastruktur) im Einsatz, die Werkstattmitarbeiter erforderlich machen, auch „sicheres Landen“
Klare Systemdokumentation	Transparente Systembeschreibung, eindeutige Wartungspläne, eindeutige Inbetriebnahmeanleitungen

2.3.5 Einsatzleiter

Bedürfnis	Kommentar
Hohe Verfügbarkeit	Minimierung der Einsatzgrenzen infolge unzureichender Verkehrs-, Witterungs-, Sicht- oder Streckenbedingungen
Zuverlässigkeit	Minimierung von Systemausfällen im Einsatz, die zu ineffizienten Arbeitsabläufen und -stillstand führen, auch „sicheres Landen“
Einhaltung der Kontrollpflichten	Rechtssichere Umsetzung der bestehenden Pflichten zur Streckenkontrolle durch eindeutige Prozessbeschreibungen

3. Fähigkeiten und Eigenschaften

3.1 Funktionale Anforderungen

3.1.1 Strukturdiagramm

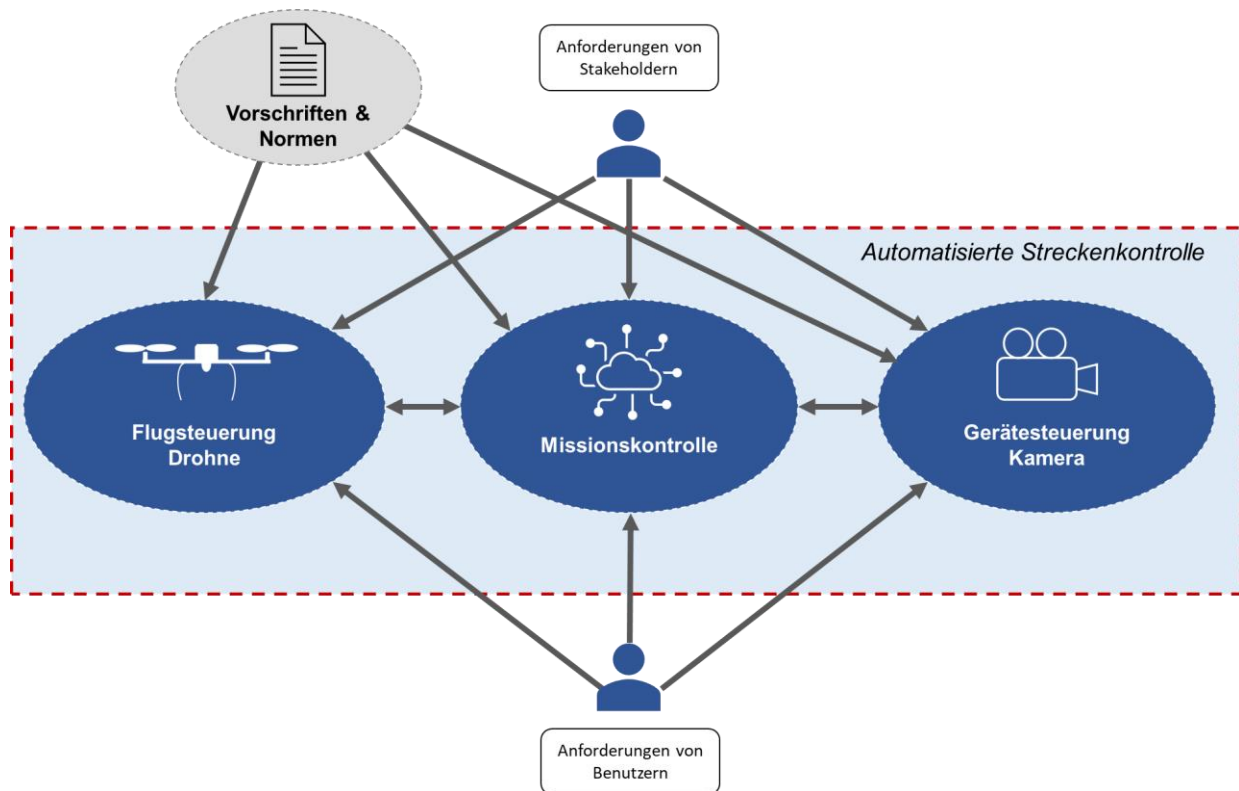


Abbildung 1: Funktionale Struktur

3.1.1.1 Gesamtsystem

Anforderungen von Stakeholdern, Benutzern und aus Vorschriften an das Gesamtsystem

Kennzeichen	Anforderung	Betreiber Bundesautobahnen	Baulastträger Bundesfernstr.	Mitarbeiter (Betriebsrat AdB)	Verkehrsteilnehmer	Unfallversicherung	Datenschutzbeauftragte	Flugsicherheitsbehörden	Operator Drohne	Straßenwärter	Werkstattmitarbeiter	Einsatzleiter
UC9FA_01	Das Gesamtsystem, bestehend aus der Drohne mit Kamera und der Ladestation, soll alle zulassungs- und betriebsrelevanten Vorschriften erfüllen	x	x			x						
UC9FA_02	Der Flugbetrieb soll nicht zu Beeinträchtigungen oder Irritationen für den laufenden Verkehr führen				x	x						x
UC9FA_03	Der Flugbetrieb soll nicht zu Beeinträchtigungen oder Irritationen für den Luftverkehr führen	x	x			x		x				x

3.1.1.2 Missionskontrolle

Anforderungen von Stakeholdern, Benutzern und aus Vorschriften an die Missionskontrolle

Kennzeichen	Anforderung	Betreiber Bundesautobahnen	Baulastträger Bundesfernstr.	Mitarbeiter (Betriebsrat AdB)	Verkehrsteilnehmer	Unfallversicherung	Datenschutzbeauftragte	Flugsicherheitsbehörden	Operator Drohne	Straßenwärter	Werkstattemitarbeiter	Einsatzleiter
Flugmission kontrollieren												
UC9FA_04	Die Missionskontrolle soll die Vorgaben des Bedieners für den Einsatz empfangen, auswerten und an die Flugsteuerung kommunizieren								X			X
UC9FA_05	Die Missionskontrolle soll mindestens die folgenden Betriebsmodi enthalten: <ul style="list-style-type: none"> Automatisierter Betrieb entlang der Kontrollstrecke Automatisierte Rückkehr zum Drohnenport 								X			X
UC9FA_06	Die Missionskontrolle soll die Fluggeschwindigkeit für den Betrieb entlang der Kontrollstrecke vorgeben								X			X
UC9FA_07	Die Missionskontrolle soll die Flughöhe für den Betrieb entlang der Kontrollstrecke vorgeben								X			X
UC9FA_08	Die Missionskontrolle soll den aktuell gültigen Status und die gewählten Betriebsparameter dem Bediener anzeigen								X			X
UC9FA_09	Über die Missionskontrolle soll der Betriebsmodus der Drohne ausgewählt werden								X			X
UC9FA_10	Über die Missionskontrolle sollen Software-Updates für die Flugsteuerung geladen werden										X	
UC9FA_11	Die Missionskontrolle soll vor Beginn der Mission prüfen, ob die geplante Missionsdauer mit der verfügbaren Reichweite erfüllbar ist								X			X
UC9FA_12	Die Missionskontrolle soll relevante Einsatzparameter und Messwerte datenschutzkonform speichern	X	X									
UC9FA_13	Die Bedienung der Missionskontrolle für die Flugsteuerung soll einfach und unmissverständlich möglich sein								X			X
Kamera kontrollieren												
UC9FA_14	Die Missionskontrolle soll die Vorgaben zu Steuerung der Kamera vom Bediener empfangen								X			X
UC9FA_15	Die Missionskontrolle soll die Steuerbefehle für die Kamera an die Kamerasteuerung kommunizieren								X			X
UC9FA_16	Die Missionskontrolle soll die Statusmeldungen der Kamera für den Bediener anzeigen								X			X
UC9FA_17	Über die Missionskontrolle sollen Software-Updates für die Kamerasteuerung geladen werden										X	
UC9FA_18	Die Bedienung der Missionskontrolle für die Kamerasteuerung soll einfach und unmissverständlich möglich sein								X			X
UC9FA_19	Über die Missionskontrolle soll der Datenaustausch der ausgewerteten Bilddaten und Videosequenzen erfolgen		X						X			X

Kennzeichen	Anforderung	Betreiber Bundesautobahnen	Baulastträger Bundesfernstr.	Mitarbeiter (Betriebsrat AdB)	Verkehrsteilnehmer	Unfallversicherung	Datenschutzbeauftragte	Flugsicherheitsbehörden	Operator Drohne	Straßenwärter	Werkstattemitarbeiter	Einsatzleiter
UC9FA_20	Über die Missionskontrolle sollen die Konfigurationsparameter für die automatische Bildauswertung eingegeben werden (z.B. Definition der als relevantes Hindernis zu erkennenden Objekte oder Fahrbahnschäden, Einstellungen zur Länge und Start-/End-Bedingungen der zu übertragenden Videosequenzen, Metadaten zu den entdeckten Objekten, ...)		x						x	x		x

3.1.1.3 Flugsteuerung

Anforderungen von Stakeholdern, Benutzern und aus Vorschriften an die Flugsteuerung

Kennzeichen	Anforderung	Betreiber Bundesautobahnen	Baulastträger Bundesfernstr.	Mitarbeiter (Betriebsrat AdB)	Verkehrsteilnehmer	Unfallversicherung	Datenschutzbeauftragte	Flugsicherheitsbehörden	Operator Drohne	Straßenwärter	Werkstattemitarbeiter	Einsatzleiter
UC9FA_21	Die Flugsteuerung soll die Vorgaben der Missionskontrolle empfangen und auswerten								x			x
UC9FA_22	Die Flugsteuerung soll die aktuellen Betriebsdaten und Statusinformationen an die Missionskontrolle kommunizieren								x			x
UC9FA_23	Die Flugsteuerung soll die Propeller zum automatisierten Flugbetrieb ansteuern								x			x
UC9FA_24	Die Flugsteuerung soll die Informationen der Umfeldüberwachung auswerten und Kollisionen mit anderen Objekten vermeiden	x	x		x	x			x			x
UC9FA_25	Die Flugsteuerung soll permanent die verbleibende Restreichweite berechnen und überwachen								x		x	x
UC9FA_26	Bei Unterschreitung einer vorgegebenen Restreichweite soll die Flugsteuerung die automatische Rückkehr zur Ladestation einleiten, auch wenn die Mission noch nicht abgeschlossen ist.					x			x			x

3.1.1.4 Kamerasteuerung

Anforderungen von Stakeholdern, Benutzern und aus Vorschriften an die Kamerasteuerung

Kennzeichen	Anforderung	Betreiber Bundesautobahnen	Baulastträger Bundesfernstr.	Mitarbeiter (Betriebsrat AdB)	Verkehrsteilnehmer	Unfallversicherung	Datenschutzbeauftragte	Flugsicherheitsbehörden	Operator Drohne	Straßenwärter	Werkstattemitarbeiter	Einsatzleiter
UC9FA_27	Die Kamerasteuerung soll die Vorgaben der Missionskontrolle für die Videoaufzeichnung empfangen und auswerten								X			X
UC9FA_28	Die Kamerasteuerung soll Statusinformationen an die Missionskontrolle kommunizieren								X			X
UC9FA_29	Die Kamerasteuerung soll eine automatische Bildauswertung des Live-Videostreams durchführen		X									X
UC9FA_30	Die Bildauswertung soll über eine Muster- bzw. Objekterkennung verfügen und Veränderungen gegenüber einem Referenz-Video erkennen		X							X		X
UC9FA_31	Die Kamerasteuerung soll Videosequenzen und Metadaten zu möglichen Hindernissen oder Fahrbahnschäden an die Missionskontrolle senden		X							X		X
UC9FA_32	Die Bildauswertungsalgorithmen sollen über regelmäßige Updates oder Selbstlernen kontinuierlich verbessert werden		X							X		X

3.2 Sicherheitsziele / Sicherheitsanforderungen

Sicherheitsziele / -anforderungen an die Missionskontrolle, Flugsteuerung und Kamerasteuerung

Kennzeichen	Anforderung	Missionskontrolle	Flugsteuerung	Kamerasteuerung
UC9SZ_01	Eine unbeabsichtigte oder unautorisierte Änderung der Missionsvorgabe soll verhindert werden	X		
UC9SZ_02	Ein unbeabsichtigtes oder unautorisiertes Starten oder Stoppen der Mission soll verhindert werden	X		
UC9SZ_03	Eine unbeabsichtigte oder unautorisierte Änderung der Flugtrajektorie soll verhindert werden		X	
UC9SZ_04	Eine sicherheitskritische Abweichung zwischen dem Soll- und Istwert der Antriebssteuerung für die Propeller soll verhindert werden		X	

3.3 Cybersecurity-Ziele / -Anforderungen

Cybersecurity-Ziele /-Anforderungen an die Missionskontrolle, Flugsteuerung und Kamerasteuerung

Kenn- zeichen	Anforderung	Missionskontrolle	Flugsteuerung	Kamerasteuerung
UC9CZ_01	Eine Manipulation der relevanten Missionsparameter soll verhindert werden	x		
UC9CZ_02	Eine Manipulation der Kommunikation zwischen der Missionskontrolle und der Flugzeugsteuerung soll verhindert werden	x		
UC9CZ_03	Das unautorisierte Auslesen der Missionsdaten soll verhindert werden	x		
UC9CZ_04	Eine Manipulation der Missionsdaten durch unautorisierten Zugang zu den Kontrolleinrichtungen soll verhindert werden	x		
UC9CZ_05	Eine Manipulation der Software durch unautorisierte Personen bei der Wartung und Reparatur soll verhindert werden.	x	x	x

4. Empfehlung / Referenz

Zur weitergehenden Erläuterung der obenstehenden Anforderungen soll im Folgenden ein möglicher funktionaler und technischer Aufbau der automatisierten Streckenkontrolle mit einer Drohne skizziert werden.

4.1 Vorgeschlagene funktionale Architektur

Um die Funktionalität der Drohne und der Kamerasteuerung mit Bildauswertung beispielhaft darzustellen, wird die nachstehende Aufteilung in Funktionsblöcke vorgeschlagen:

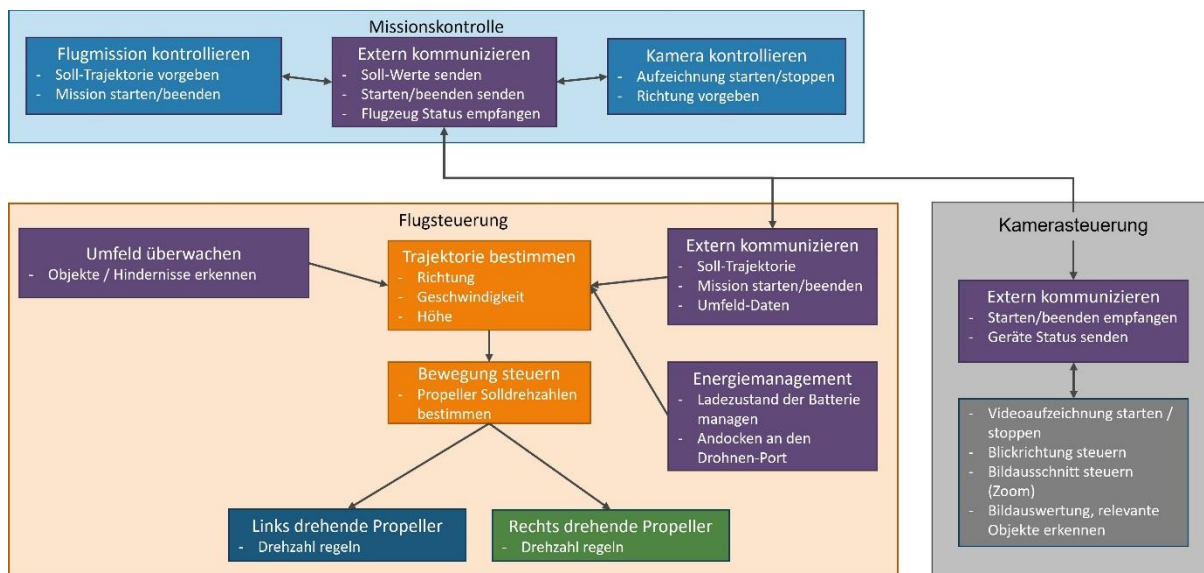


Abbildung 2: Funktionale Architektur

4.1.1 Missionskontrolle

Der Use Case 9 kann in die Flugsteuerung und die Kamerasteuerung als Hauptfunktionen unterteilt werden. Mit Kamerasteuerung ist jedoch nur die Steuerung für die Bildaufzeichnung und Auswertung der Streckenkontrolle gemeint. Für die Umfeldüberwachung der Flugsteuerung kommen ggf. weitere Kameras mit anderer Ausrichtung zum Einsatz.

Die Missionskontrolle beinhaltet die Definition sämtlicher Randbedingungen des Einsatzes, die Kommunikation mit der Drohne und der Kamera. Dazu gehören u.a. Angaben zum/zur

- Start- und Endpunkt des Einsatzes
- Einsatzkonfiguration (Flughöhe, max. Geschwindigkeit, ...)
- Einstellung der Kamera (Zoom, Winkel, ...)
- Konfiguration der Bildauswertung zur Erkennung relevanter Objekte
- Missionsdauer und Energiemanagement

4.1.2 Flugzeugsteuerung

Die Flugzeugsteuerung umfasst den Antrieb für die Propeller für die Umsetzung der Vorgaben bzgl. der Flughöhe, Geschwindigkeit und Richtung. Zusätzlich muss der Ladezustand der Batterie ständig überwacht und ggf. ein Notlandemanöver eingeleitet werden. Der automatisierte Start und die automatisierte Rückkehr an eine Ladestation („Drohnen-Port“) ist ebenfalls Bestandteil des Use Cases.

4.1.3 Kamerasteuerung

Für diesen Use Case ist die Gerätesteuerung beschränkt auf die Steuerung der zur Streckenkontrolle eingesetzten Kamera. Dabei werden nicht nur die Parameter für die Kameraperspektive konfiguriert, sondern auch notwendige Einstellungen für die automatische Bildauswertung vorgenommen. Die Bildauswertung soll den Video-Stream des definierten Fahrbahnausschnitts auf Gegenstände und Schäden überprüfen und für jede Auffälligkeit repräsentative Ausschnitte an die Einsatzstelle zur abschließenden Bewertung durch eine verantwortliche Person senden. Nicht relevante Anteile des Video-Streams werden nicht gespeichert oder übertragen. Damit kann die Datenlast und Übertragungsgeschwindigkeit optimiert werden.

4.2 Vorgeschlagene technische Architektur

Für ein konkretes Konzept der Drohne müssen die beschriebenen Funktionen physischen Subsystemen zugeordnet werden. Eine mögliche Aufteilung ist unten dargestellt. Sie orientiert sich an üblichen und im Wesentlichen marktverfügbaren Lösungen. Die Zuordnung der Funktionen zu den Subsystemen ist über die Farbcodierung erkennbar.

Für die Steuerung des Flugbetriebs und das Lademanagement werden neben der zentralen Flugsteuerung, die im Wesentlichen die Steuerung der Propeller und die Kommunikation beinhaltet, weitere Hardware-Einheiten für die Umfeldüberwachung und das Lademanagement angenommen.

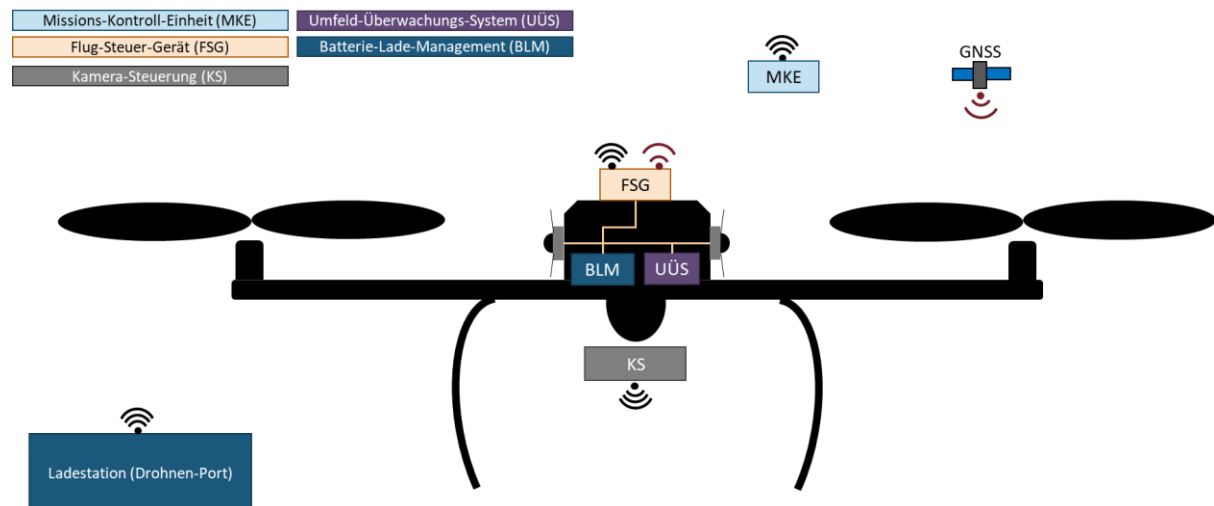


Abbildung 3: Technische Architektur