



OTTO VON GUERICKE
UNIVERSITÄT
MAGDEBURG

MB

ILM

FAKULTÄT FÜR MASCHINENBAU
INSTITUT FÜR
LOGISTIK UND MATERIALFLUSSTECHNIK

Technische Visualistik

Betriebsleitstelle (Operation Control Center) für automatisierte Shuttlebusse

Fachsymposium Magdeburg



EUROPÄISCHE UNION
EFRE
Europäischer Fonds für
regionale Entwicklung

HIER INVESTIERT EUROPA
IN DIE ZUKUNFT UNSERES LANDES.
www.europa.sachsen-anhalt.de

AS-UrbanÖPNV –
Automatisierte Shuttlebusse im urbanen ÖPNV

Olga Biletska, M.Sc.
Dr.-Ing. Ingmar S. Franke

Förderung von Vorhaben der Forschung, Einführung und Nutzung intelligenter Verkehrssysteme
aus Mitteln des Europäischen Fonds für regionale Entwicklung (EFRE)
Förderkennzeichen: 19-15003/006

27. September 2021

1

Transformationsbedarf konventioneller Leitstellen im ÖPNV

2

Anforderungsanalyse

3

Vorstellung des Mock-ups

4

Weitere Schritte im Projekt und Ausblick

1

Transformationsbedarf konventioneller Leitstellen im ÖPNV

2

Anforderungsanalyse

3

Vorstellung des Mock-ups

4

Weitere Schritte im Projekt und Ausblick

- **Derzeitiger Automatisierungsgrad von Shuttlebussen zwischen "teilautomatisiert" und "vollautomatisiert,,**

- **Heute Einsatz nur unter bestimmten Bedingungen:**

- Fahrzeug fährt auf virtueller Schiene
- Sensoren witterungsanfällig
- zu wenig Daten zum anlernen der KI
- Sicherheitsperson im Fahrzeug
- Operator übernimmt Aufgaben, wie umfahren von Hindernissen, Freigabe bei Kreisverkehr

- **Autonomes Fahren frühestens im Jahr 2030**

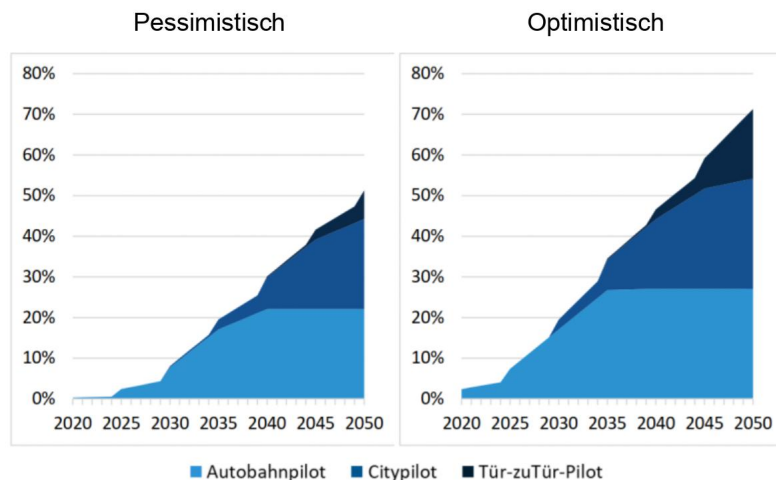


Bild 1: Anteil der Fahrzeuge mit Automatisierungsfunktionen an den Neuzulassungen [1]



Bild 2: Einsatzszenarien autonomer Fahrzeuge [2]

Transformationsbedarf konventioneller Leitstellen im ÖPNV

Automatisierungslevel	Stufe 0	Stufe 1	Stufe 2	Stufe 3	Stufe 4	Stufe 4 ÖV	Stufe 5
Beschreibung	nur der Fahrer	assistiert	teilautomatisiert	hochautomatisiert	vollautomatisiert	fahrerlos im spezifischen ÖV-Anwendungsfall	fahrerlos / autonom
Technische Fahrer-aufgaben	Fahrer führt dauerhaft Längs- und Querführung	Fahrer führt dauerhaft Längs- oder Querführung	Fahrer muss das System dauerhaft überwachen	Fahrer muss das System nicht mehr dauerhaft überwachen, aber potentiell übernehmen	Kein Fahrer erforderlich im spezifischen Anwendungsfall	Kein Fahrer im Fahrzeug im ÖV-Betrieb auf spezifischer Linie oder spez. Bedienungsgebiet anwesend	Von „Start“ bis „Ziel“ ist kein Fahrer erforderlich
Technische System-aufgaben	Kein Eingreifen des Fahrzeugsystems aktiv	System übernimmt die jeweils andere Funktion	System übernimmt Längs- und Querführung im spezifischen Anwendungsfall	System übernimmt Längs- und Querführung im spezifischen Anwendungsfall . System erkennt Grenzen und fordert mit Zeitreserve zur Übernahme auf.	System kann im spezifischen Anwendungsfall alle Situationen automatisch bewältigen	System kann im ÖV-Betrieb auf spezifischer Linie oder im spezifischen Bedienungsgebiet dynamische Fahraufgabe automatisch bewältigen und wird durch Leitstelle fakultativ unterstützt	Das System übernimmt die Fahraufgabe vollumfänglich bei allen Straßentypen, Geschwindigkeitsbereichen und Umfeldbedingungen.

Tabelle 1: VDV Positionspapier zum autonomen Fahren [3]

Pflichten der Technischen Aufsicht

„... die **Deaktivierung des Kraftfahrzeugs oder Freigabe von Fahrmanövern** vorzunehmen, soweit dies im Einzelfall, durch fahrzeugseitige Aufforderung, erforderlich ist.“ (BMVI, Gesetz zum autonomen Fahren)

- **Brückentechnologie auf dem Weg zum autonomen Fahren**
- **Teil der erforderlichen Infrastruktur**



Bild 3: Betriebszentrale Verkehr [4]

Einsatzfelder Teleoperation:

- Innerbetriebliche und
- Außenliegende Industrieumgebung
- Nicht im öffentlichen Verkehr



Bild 4: Remote Cockpit für Teleoperation [5]

Für den Einsatz und die Akzeptanz im ÖPNV ist eine hohe Servicezuverlässigkeit entscheidend

	Abweichungen / On-demand	Tele-Assistenz	Tele-operation	Remote Cockpit	Fahrgastkommunikation	Kommunikation Behörden	Infrastrukturüberwachung
Waymo (Google)	+	+	+	k.A.	+	+	-
Ford/Argo	+	+	-	-	+	+	-
Cruise	+	+	-	k.A.	+	+	-
Aptiv/Hyundai	k.A.	+	-	-	k.A.	k.A.	-
EasyMile	+	+	- / i.P.	-	+	+	-
Navya	+	+	k.A.	k.A.	+	k.A.	k.A.
Phantom Auto	k.A.	+	+	+	k.A.	k.A.	-

Tabelle 2: Funktionen von Operation Control Center ausgewählter Anbieter automatisierter Fahrzeuge

k.A. – keine Angabe
i.P. – in Planung



Herstellerunabhängige Betriebsleitstelle mit offenen Schnittstellen für Forschung und Entwicklung

1

Transformationsbedarf konventioneller Leitstellen im ÖPNV

2

Anforderungsanalyse

3

Vorstellung des Mock-ups

4

Weitere Schritte im Projekt und Ausblick

I. Analyse typischer Aufgaben heutiger Betriebsleitstellen

II. Erweiterung der Aufgaben durch Anforderungen an das automatisierte Fahren

→ Analyse der aktuellen Herausforderungen des automatisierten Fahrens und vorhandener Lösungen (Marktforschung)

→ Ausarbeitung von **Anwendungsszenarien**:

- 1) Überwachung des regulären Betriebs
- 2) Beantwortung eingehender Fahrgastanfragen
- 3) Unterstützung bei der Einfahrt in einen Kreisverkehr
- 4) Unterstützung beim Überqueren einer Ampelkreuzung
- 5) Unterstützung beim Umfahren eines Hindernisses

III. Ableitung und Klassifizierung der Anforderungen an die Betriebsleitstelle

Funktionen einer Betriebsleitstelle



Überwachung (Monitoring)

- Anzeige der Buslinien auf einer dynamischen interaktiven Karte
- Abweichungen vom Fahrplan oder Status (color-coded)



Störungsmanagement

- Maßnahmen bei Fahrplanabweichungen oder techn. Störungen
- Automatisierte Interaktion mit dem Bereich der Leistungs- und Qualitätskontrolle (Instandhaltung)



Notfallmanagement

- Automatisierte Kommunikation mit der Verkehrsleitzentrale und dem Notdienst;
- Audiovisuelle Schnittstelle im Shuttlebus, um den Fahrgästen Informationen und Anweisungen zu geben



Fernsteuerung (Tele-Assistenz / Teleoperation)

- Bewertung der Situation / in komplexen Verkehrssituationen
- Ein- und Abschalten des Fahrzeugs
- Erteilen von Freigaben für best. Manöver
- Vorgabe eines neuen Pfades für das Fahrzeug (manöverbasiert)
- ggf. manuelle Steuerung (Teleoperation)

Funktionen einer Betriebsleitstelle



Überwachung der Infrastruktur

- Dynamische interaktive Karte;
- Zugriff auf die Daten der Infrastruktur (Ampeln, Videokameras, Sensoren)
- Schnittstellen zur Betriebsleitstelle



Fahrgastkommunikation und -sicherheit

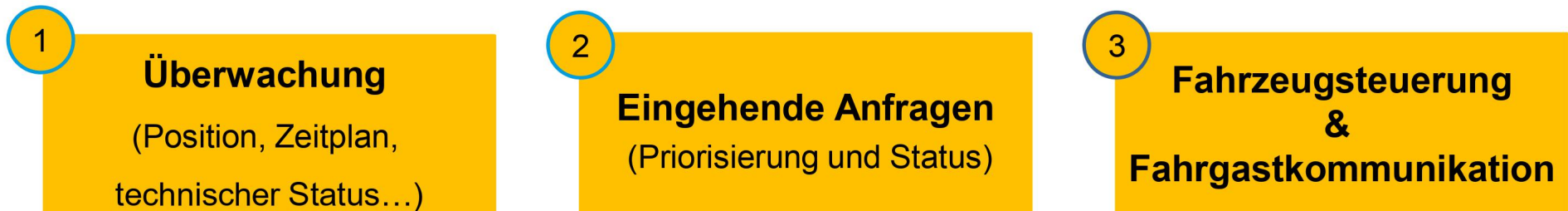
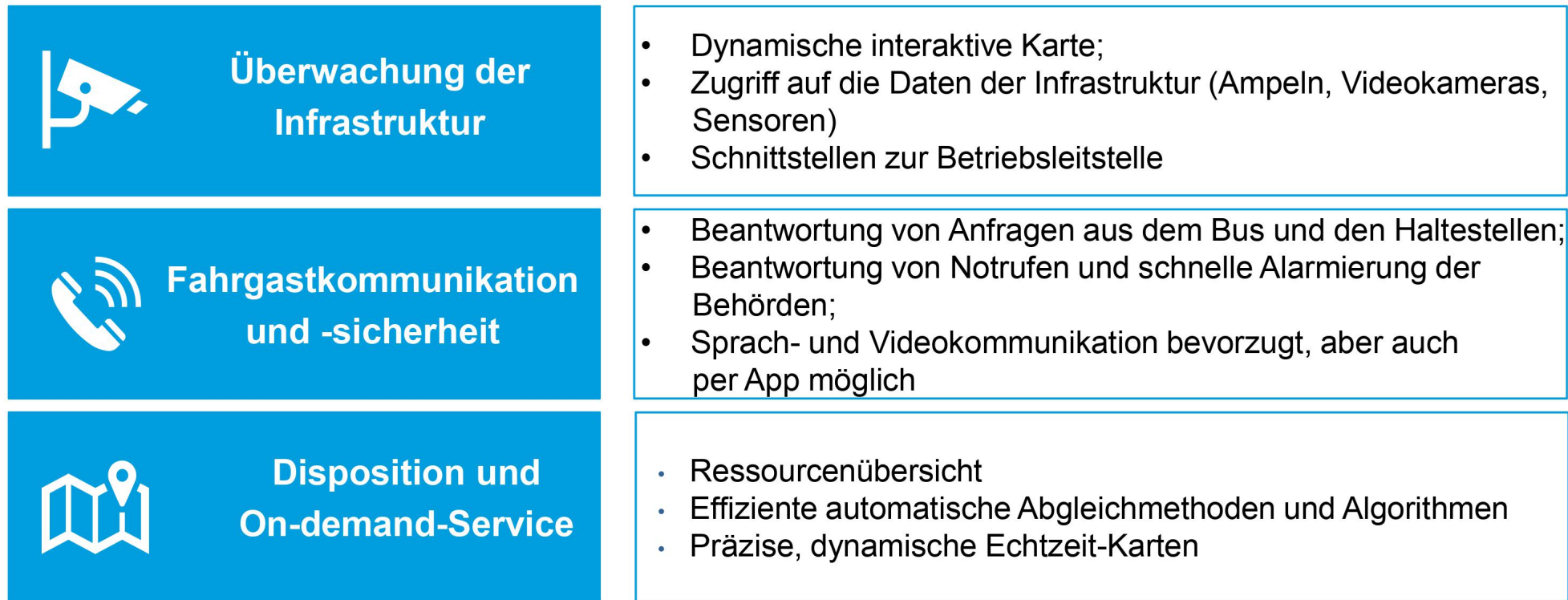
- Beantwortung von Anfragen aus dem Bus und den Haltestellen;
- Beantwortung von Notrufen und schnelle Alarmierung der Behörden;
- Sprach- und Videokommunikation bevorzugt, aber auch per App möglich



Disposition und On-demand-Service

- Ressourcenübersicht
- Effiziente automatische Abgleichmethoden und Algorithmen
- Präzise, dynamische Echtzeit-Karten

Funktionen einer Betriebsleitstelle



1

Transformationsbedarf konventioneller Leitstellen im ÖPNV

2

Anforderungsanalyse

3

Vorstellung des Mock-ups

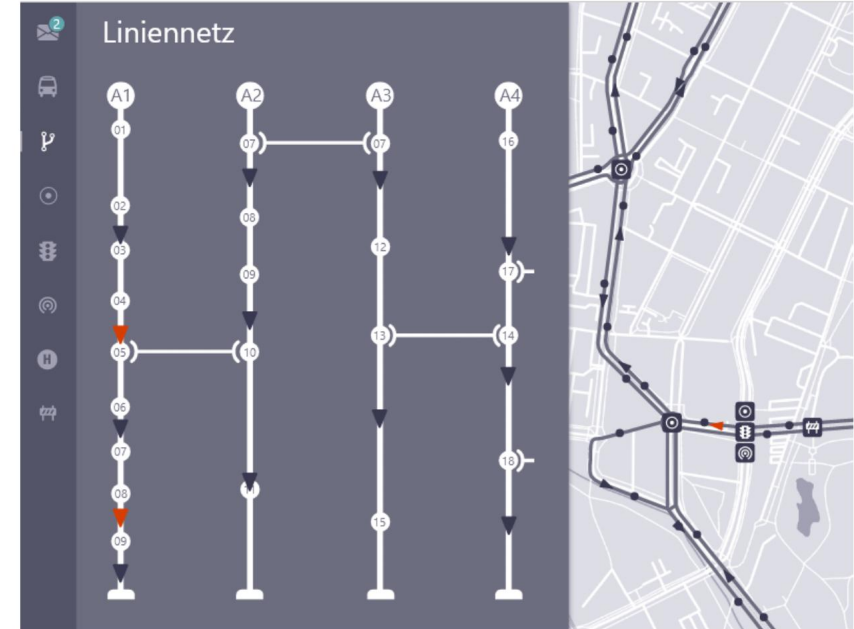
4

Weitere Schritte im Projekt und Ausblick

Anzeige der Buslinie auf einer Karte in Echtzeit mit relevanten Informationen

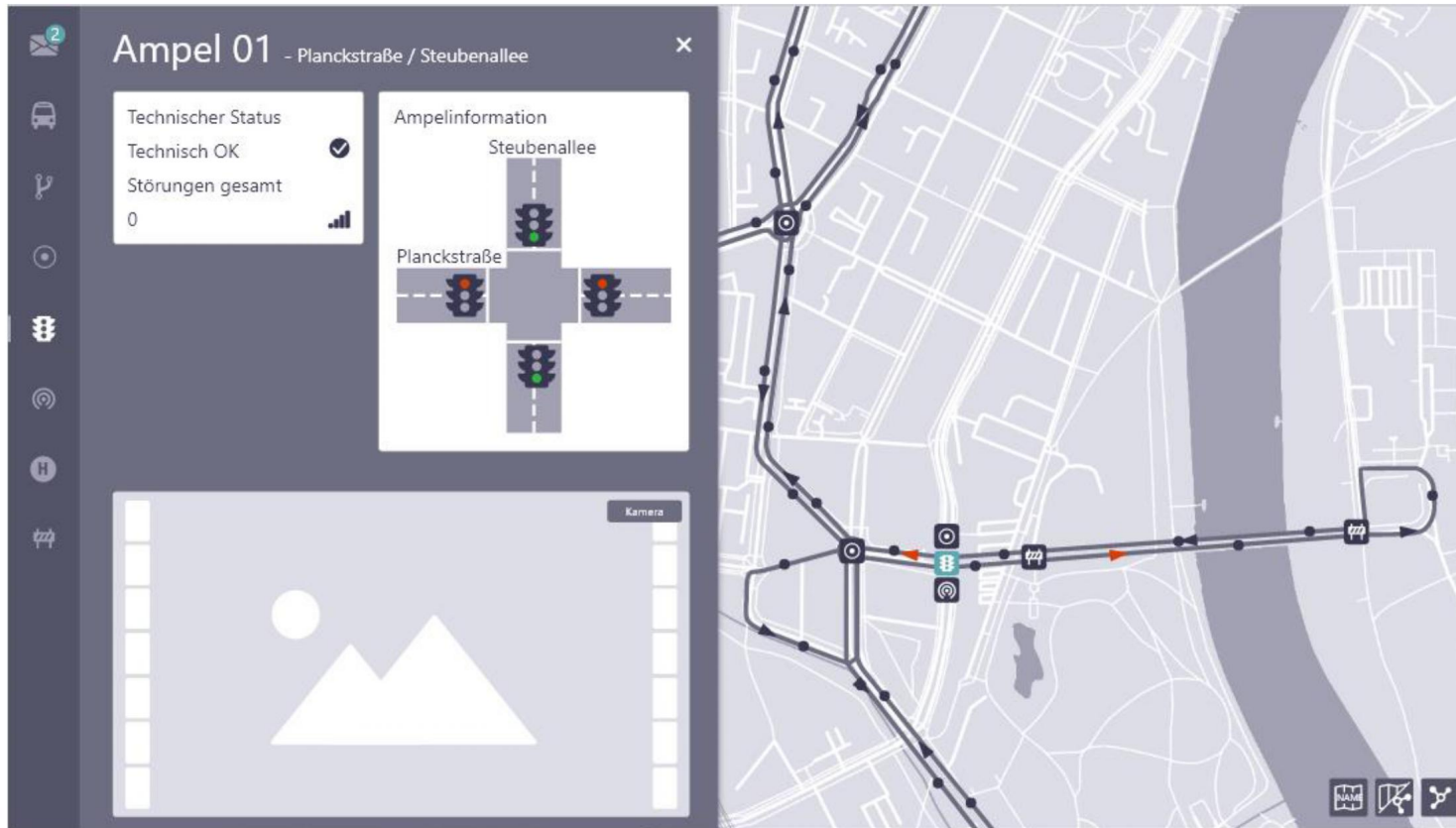


Anzeige der Busverbindungen und möglicher Abweichungen



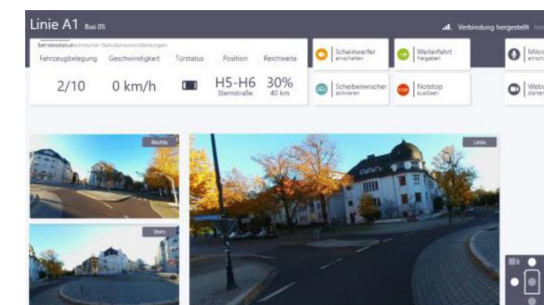
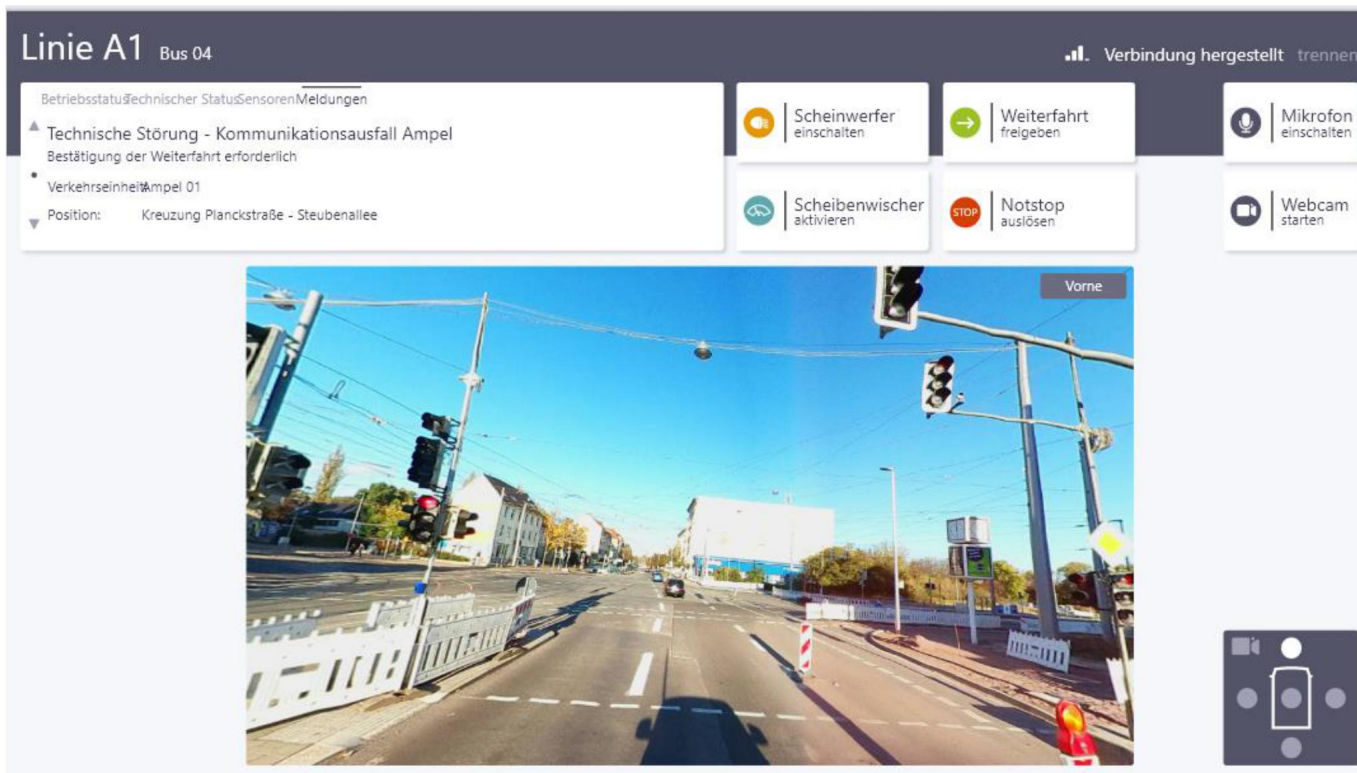
Aufgabe	Anforderungen	Information
Überwachung (Monitoring)	Anzeige der Buslinien auf einer dynamischen interaktiven Karte; Abweichungen vom Fahrplan oder Status werden farblich gekennzeichnet	Bus-ID, GPS-Position, Richtung; Linien, Haltestellen, Infrastrukturobjekte; Prognose und proaktive Auswertung von Abweichungen; Anschlussbeziehungen zu anderen Verkehrslinien; technischer Status; Fahrmodus; Geschwindigkeit; Türstatus; Fahrzeugbelegung; Batteriestatus, Reichweite, voraussichtliche Ladezeit

Anzeige von Ampelinformationen



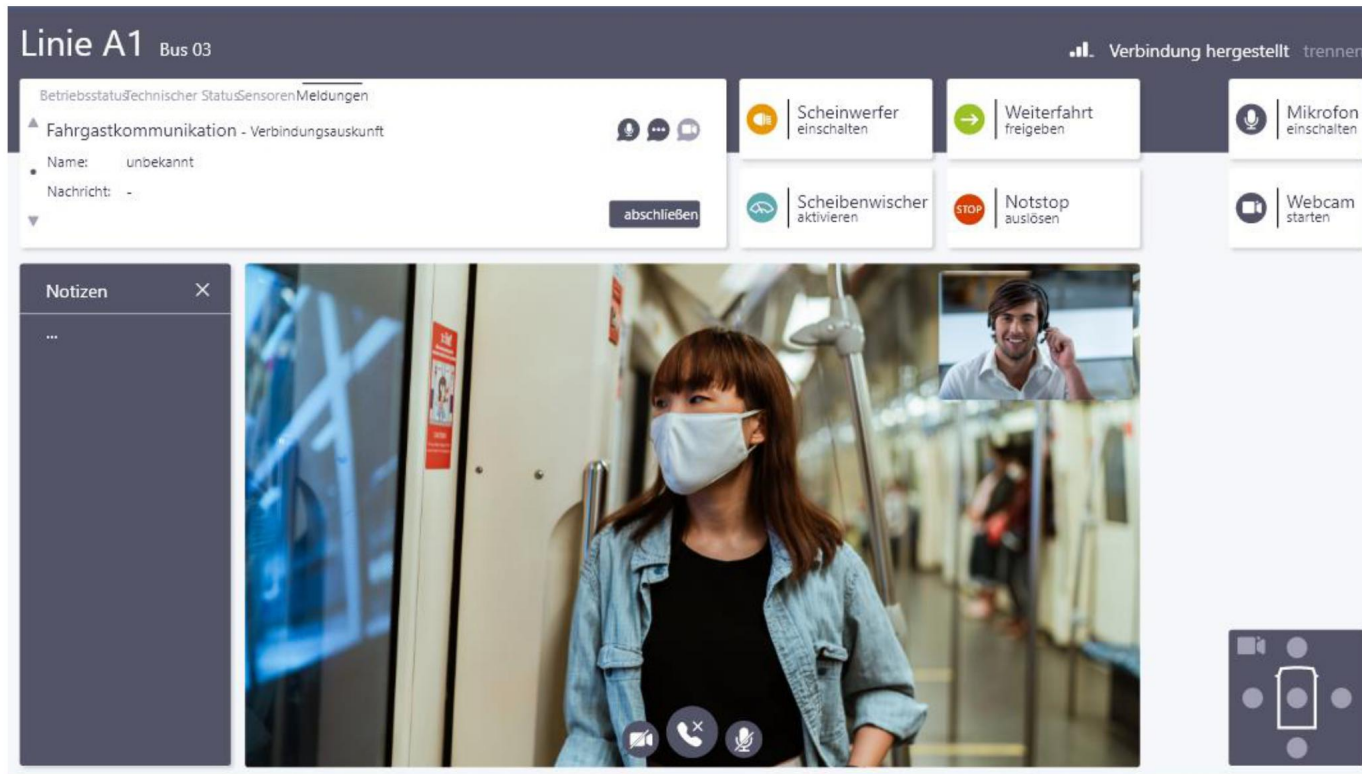
Aufgabe	Anforderungen	Information
Überwachung der Infrastruktur	Dynamische interaktive Karte; Zugriff auf die Daten aus den Infrastrukturobjekten und Implementierung in die OCC-Schnittstelle	Technischer Zustand der Ampeln, straßenseitige Anlagen, zusätzliche Sensoren (Radar, Lidar) zur Erkennung von Hindernissen; Kamerabilder von Verkehrsknotenpunkten (Kreisverkehr, Kreuzungen); Verkehrsdichte; Ladeinfrastruktur

Funktionsfenster zur Fernsteuerung des Busses in bestimmten Situationen



Aufgabe	Anforderungen	Information
Fernsteuerung (Remote Control)	Manöverbasierte (Vorgabe eines neuen Weges für das Fahrzeug) oder vollständig manuelle Steuerung (Remote-Cockpit für Teleoperationen erforderlich); Fernsteuerung durch Freigaben (nach Bewertung der Situation / in komplexen Verkehrssituationen)	Videostream von außen (Front-, Seiten- und Heckkamera) und aus dem Inneren des Busses; zusätzliche Informationen aus der Infrastruktur wie Bilder von Kameras oder Sensordaten; Betriebsstatus: Fahrzeugbelegung, Geschwindigkeit, Türstatus, Position und Reichweite; technischer Status: Verbindungsstatus, Sensorstatus, Anzahl und Ort von technischen Fehlern

Funktionsfenster zur Kommunikation mit den Fahrgästen



Aufgabe	Anforderungen	Information
Fahrgastkommunikation und -sicherheit	Beantwortung von Anfragen aus dem Bus und den Haltestellen; Beantwortung von Notrufen und schnelle Alarmierung der Behörden; Sprach- und Videokommunikation bevorzugt, aber auch App-Nachrichten möglich	Störungsmeldungen und deren Ursachen; Ist- und Sollfahrplan einschließlich Abweichungen und Prognosen über die voraussichtliche Ankunftszeit oder verfügbare Anschlüsse an öffentliche Verkehrsmittel; Alarmpläne für Notfälle; Video- und Audioübertragungsinformationen

Gründe

- Teils offene Anforderungen zu Projektbeginn
- Änderungen zu Anforderungen während des Projektverlaufs
- Anforderungsbeschreibung aus Kundensicht (bzw. Sicht der Forschung)
- Zwischenergebnisse unterliegen stets einer Bewertung

→ Iterativer Entwicklungsprozess / fortlaufende Prozessverbesserungen

→ Kleines selbstorganisiertes Team

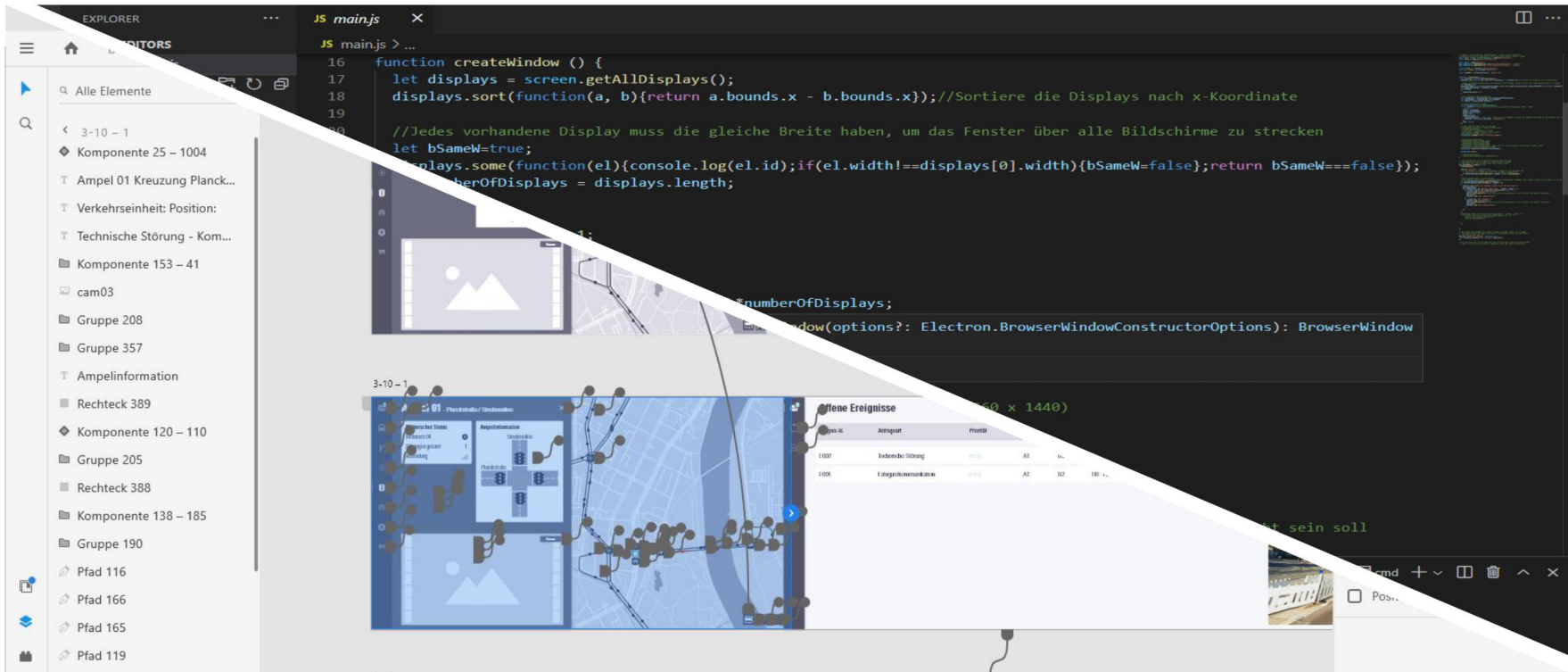
(1 Designer, 1 Softwareentwickler, 1 Project-Owner, 1 Scrum-Master)

→ Kommunikation in Team-Meetings (day-, week-, month-, bi-monthly, ...)

Angewandte agile Techniken

- Übersicht aktueller Aufgaben (Task Board), Arbeitsstandvisualisierung (Burn-Down-Charts)
- Begrenzung von parallelen Aufgaben (Wahrung der Produktivität)
- Perspektive des Kunden einnehmen versus Perspektive des Entwicklers vermitteln
- Definition of Done (klare Festlegung, wann eine Aufgabe als fertiggestellt gilt)

Vorstellung des Mock-ups – Verwendete Technologien und Frameworks



- Adobe XD: Mockup-Design (Rasterlayout, Farbschema, Typographie sowie User-Stories)
- Demonstrator als Desktop-Anwendung (Browser-basiert) und optimiert für drei Bildschirme
 - HTML/JavaScript
 - Node.js, Express, Electron
 - Entwicklungsumgebung: Microsoft Visual Studio Code

1

Transformationsbedarf konventioneller Leitstellen im ÖPNV

2

Anforderungsanalyse

3

Vorstellung des Mock-ups

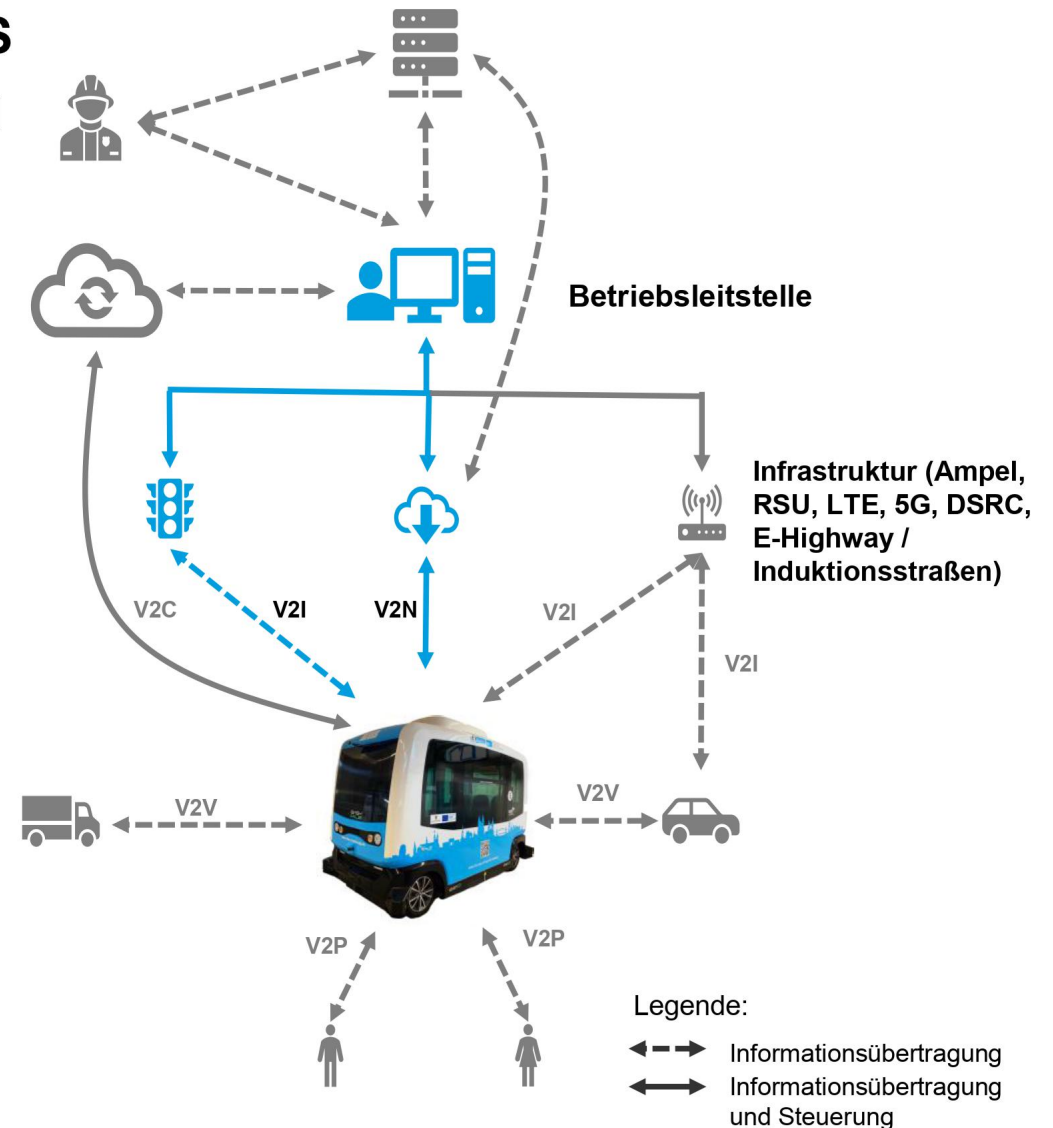
4

Weitere Schritte im Projekt und Ausblick

Anbindung des Shuttlebusses an die BLS und Informationsübertragung zwischen Ampel und Leitstelle

Kennzahlen:

- Echtzeitperformanz
- Benutzerfreundlichkeit
- Dauer der Ausführung der Anfragen aus dem Shuttlebus



Betriebsleitstelle als Teil der erforderlichen Infrastruktur



FAKULTÄT FÜR
MASCHINENBAU

Technische Visualistik



Institut für Logistik und Materialflusstechnik
Lehrstuhl Logistik

TVG – Technische Visualistik GmbH



Olga Biletska, M.Sc.
Wissenschaftliche Mitarbeiterin
olga.biletska@ovgu.de



Dr.-Ing. Ingmar S. Franke
Geschäftsführer
ingmar.franke@visualistik.eu

Danke für Ihre Aufmerksamkeit!



ILM



Projekt-Homepage

- [1]: Prognos AG, i.A. ADAC e.V, Einführung von Automatisierungsfunktionen in der Pkw-Flotte, August 2018
- [2]: Vortrag Prof. Dr. Werner Huber im November 2020 bei „Aware+Share“
- [3]: <https://www.vdv.de/20201016-vdv-positions-papier-eckpunkte-papier-fuer-rechtsrahmen-zum-autonomen-fahren-im-oev.pdf>
- [4]: <https://www.jungmann.de/betriebszentrale-verkehr>
- [5]: <https://www.autonomes-fahren.de/designated-driver-teleoperation-automatisierter-fahrzeuge/>