Technologien und Projekte im Bereich ATO

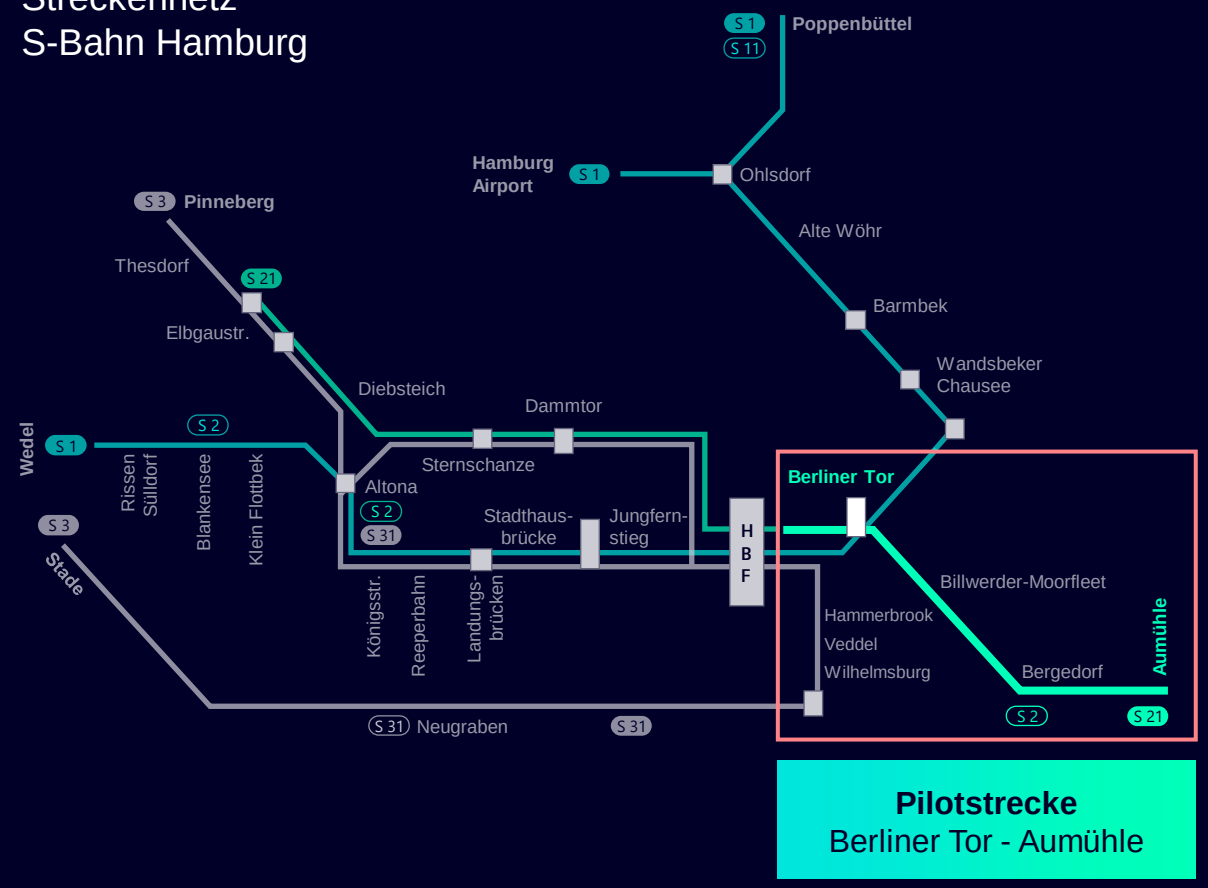
Der automatisierte Bahnbetrieb mit ATO und ETCS ist Realität im S-Bahn-, Regional- und Fernverkehr

Sandra von Wnuk Lipinski und Ireneus Suwalski

SIEMENS

„Digitale S-Bahn Hamburg“ - erstmalige Realisierung des hochautomatisierten Bahnbetriebs mit ETCS in Deutschland

Streckennetz
S-Bahn Hamburg



Pilotprojekt „Digitale S-Bahn Hamburg“

- Erstmalige Realisierung von ATO und ETCS in Deutschland im Netz der S-Bahn Hamburg bis Oktober 2021 (ITS-Weltkongress)
- Umsetzung des europäischen Standards „ATO over ETCS“
- Ausrüstung von vier Fahrzeugen (BR 474) und des Streckenabschnitts Berliner Tor - Aumühle
- Hochautomatisiertes Fahren auf 23 km langer Pilotstrecke
- Vollautomatisierte fahrerlose Rangierfahrt in einer Abstellanlage der Station Bergedorf
- Entwicklungskooperation zwischen Deutsche Bahn und Siemens Mobility

DB SIEMENS

Streckenseitige Anpassungen für die „ATO over ETCS“-Realisierung

Die Planung der ATO erfolgt in der PT1 ETCS

Für ATO zu ergänzende Punkte:

- Zusätzliche Datenpunkte zur exakten Ortung vor Haltepunkten
- Liste der Timing Points (Halteorte oder weitere Orte, die passiert werden)
- Segmentprofile inkl. Kurvenradien und Höhenprofile

Digitalisierung in Rekordzeit: In drei Jahren von der Konzeptphase bis zur Genehmigung für den regulären Fahrgastbetrieb

Kooperationsvereinbarung
DB - Siemens - Hamburg
12. Juli 2018

Abnahme ETCS-Strecke
Juli / August 2020

Erster Zug ausgerüstet
27. August 2020

Start betrieblicher Feldtests (tags)
April 2021

HAMBURG
ITS World Congress
11 - 15 Oct 2021
Experience Future Mobility Now

2018 **2019** **2020** **2021**

Architekturspezifikation Gesamtsystem final
Dezember 2019

„Feature-Freeze“
Februar 2019

Start Labortests Gesamtsystem
März 2020

Start Feldtests Gesamtsystem (nachts)
Oktober 2020

Gutachten OBU EG-Prüferklärung
Mai 2021

Genehmigung für den Fahrgastbetrieb
Oktober 2021

DB SIEMENS

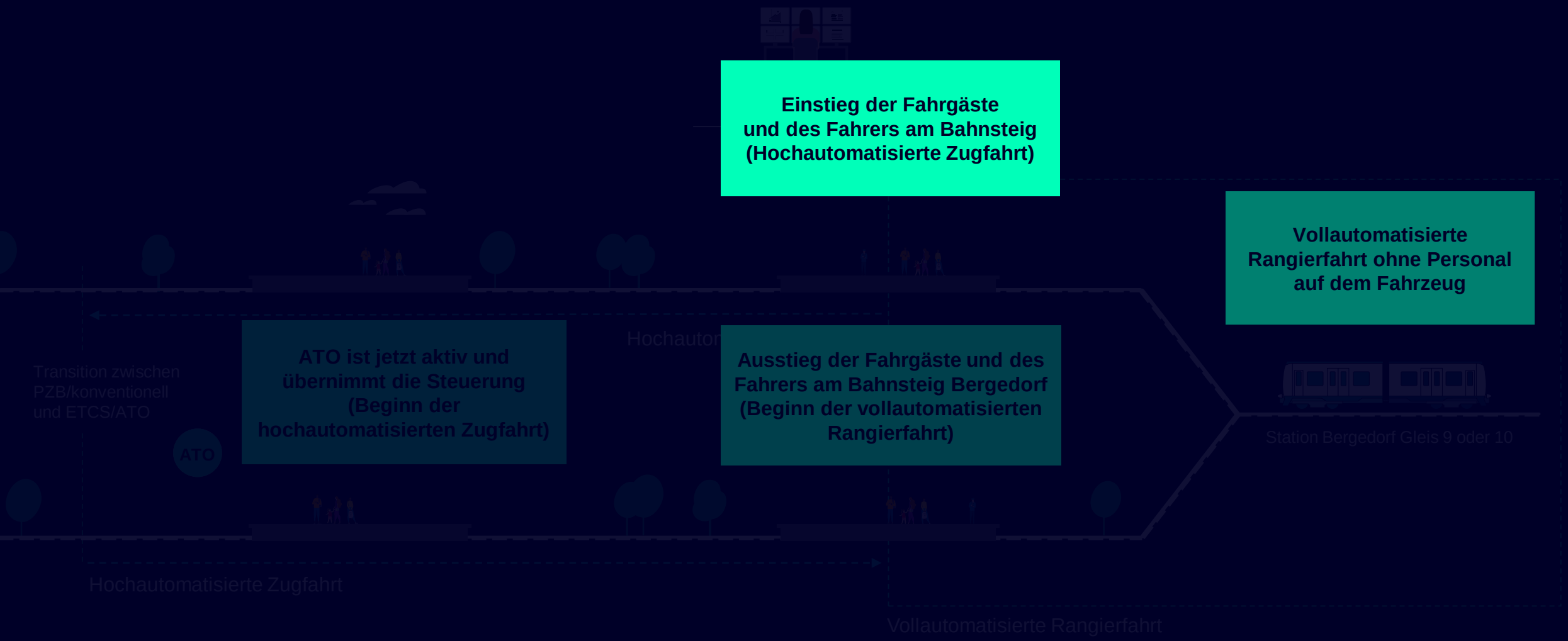
Der innovative Ansatz bei der Zusammenarbeit der Projektpartner setzt Maßstäbe für das Vorgehen bei Digitalisierungsvorhaben

Forschungs- und Entwicklungskooperation zwischen DB AG und Siemens Mobility

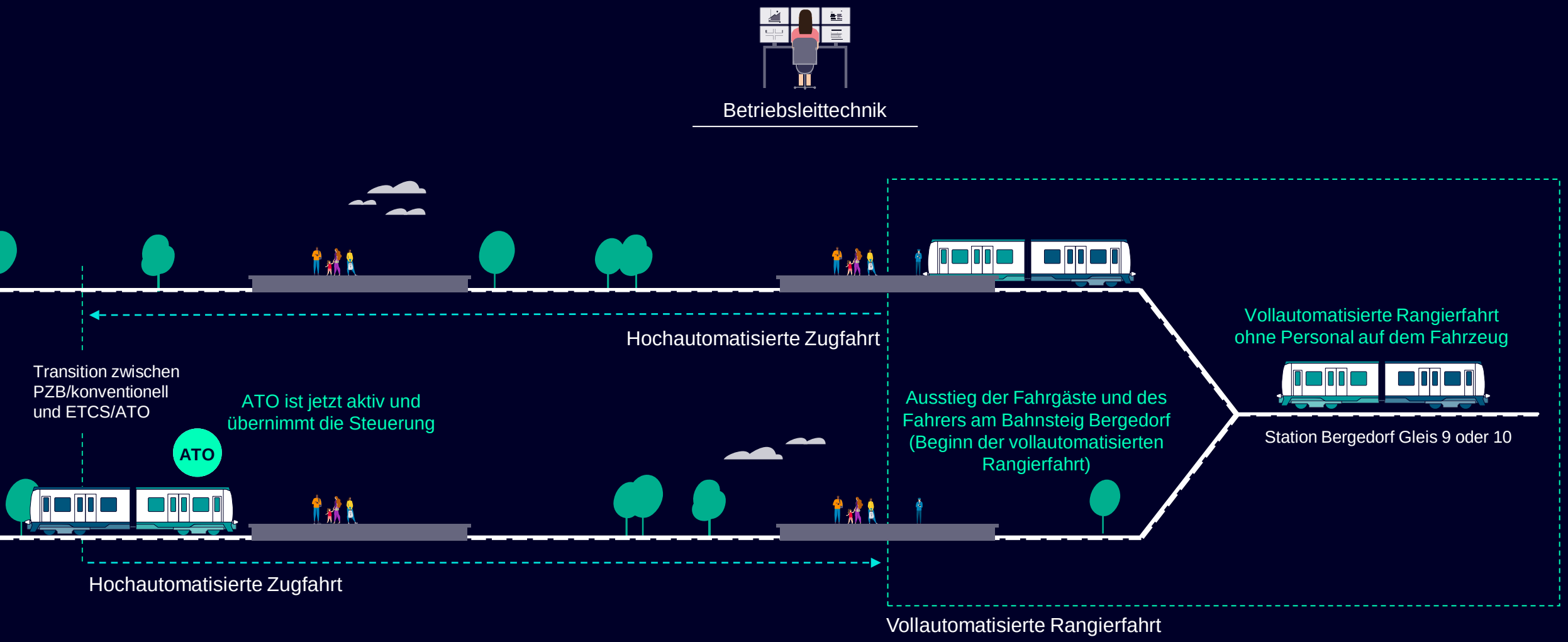
- Agiles Kooperationsmodell zur effizienten Umsetzung der gemeinsamen Projektziele bei äußerst anspruchsvollen Terminvorgaben
- Integriertes Projektteam mit unternehmens-übergreifender Organisationsstruktur
- Schnellere Lösungsfindung bei Problemstellungen
- Schnelles Treffen von Entscheidungen
- Lernen beider Organisationen voneinander

DB SIEMENS

Das Projekt „Digitale S-Bahn Hamburg“ realisiert die Anwendungsfälle hochautomatisierte Zugfahrt und vollautomatisierte Rangierfahrt

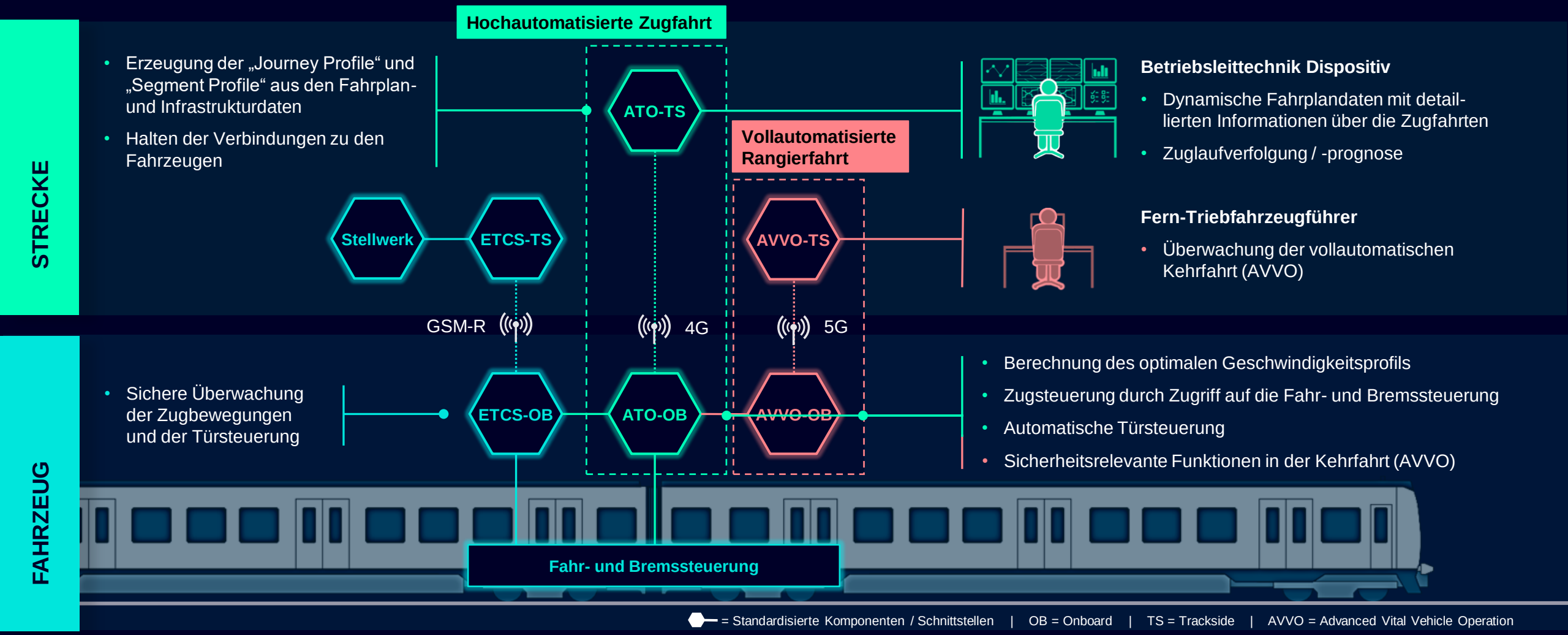


Das Projekt „Digitale S-Bahn Hamburg“ realisiert die Anwendungs-fälle hochautomatisierte Zug- und vollautomatisierte Rangierfahrt



DB SIEMENS

Die Systemarchitektur der „Digitalen S-Bahn Hamburg“ basiert auf dem europäischen Standard „ATO over ETCS“ und ist interoperabel einsetzbar

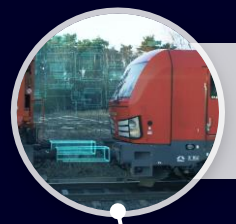


 Extern | © Siemens Mobility GmbH | DMG | 27.09.2023

DB SIEMENS

SMO – führend bei der ATO Technologieimplementierung

Mit effizienter Migration zu ATO over ETCS in Mainline



ATO für den Güterverkehr (2016)
Demonstrator für automatisiertes Fahren im Schienengüterverkehr

Autonome Tram(2018)
Demonstrator für automatisches Fahren mit Hinderniserkennung im realen Betrieb

Shift2Rail „ATO over ETCS“ (X2Rail-1)
Spezifikation und Entwicklung von interoperabler ATO (09/2016 - 08/2019)

Thameslink (2018)
Erste kommerzielle ATO-Anwendung in Mainline mit ETCS

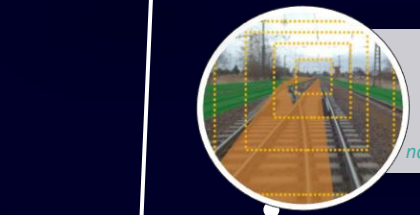
ATO Demonstrator für SBB (2018-2020)
ATO over ETCS L2 mit ETCS Baseline 2.3.0d

ATO over ZBMS
ATO over ZBMS Standardisierte Schnittstellen

S2R Freight Demonstrator (2020)
ATO over ETCS auf Güterlok mit ETCS Baseline 2.3.0d

Hinderniserkennung für Mainline Demonstrator (2020-2022)
Integriert in ICE-TD; Objekte: Prellbock, Fahrzeuge, Menschen bis zu 100m

Fahrerlose Tram im Depot (2019-2022)
Entwicklungsprototyp, BMVI-gefördert
Tram mit Hinderniserkennung und ATO ohne Fahrer an Bord



Sensors 4Rail (2021)
Demonstration einer Lokalisierung auf Grundlage natürlicher Orientierungspunkte

DSH (2021)
Referenzprojekt für Digitale Schiene Deutschland

ATO Risk & Sense , 2023

ERJU SP & IP FA2
Spezifikation und Entwicklung von ATO GoA 3/4

Automated Train
Automatische Zugaktivierung und -bereitstellung

SIEMENS

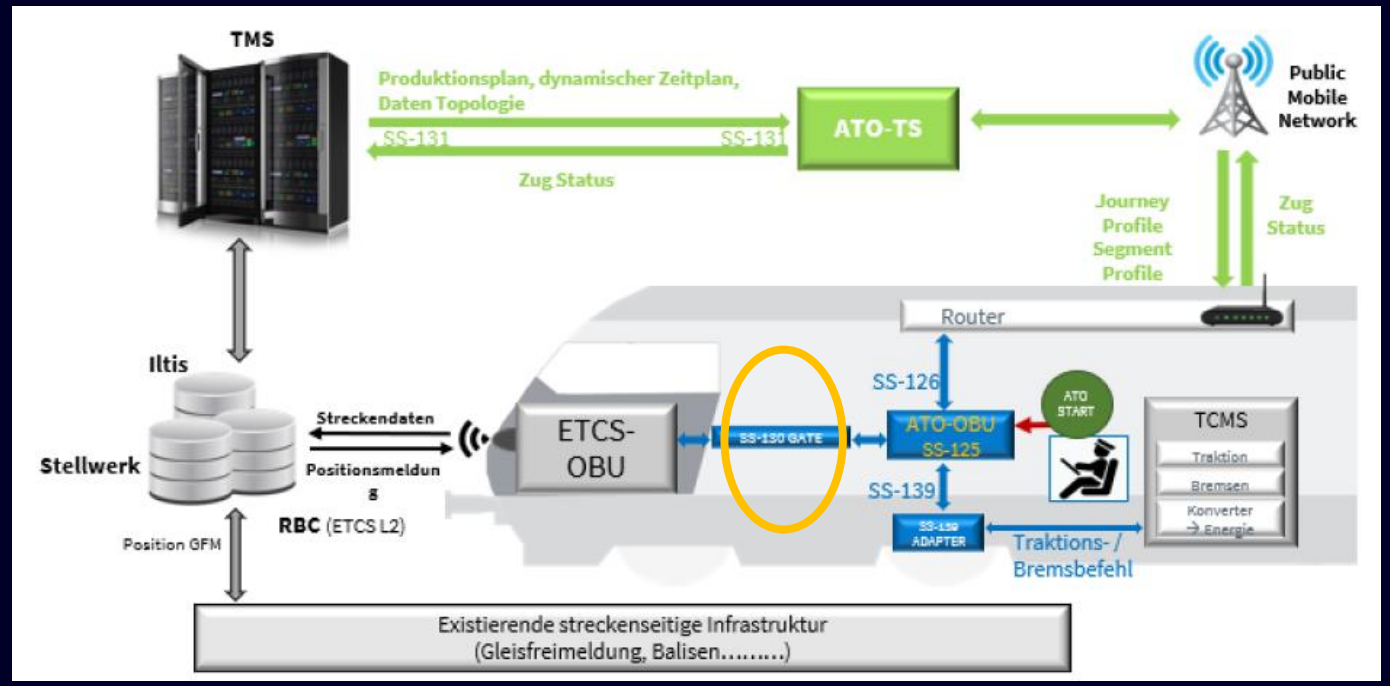
ATO GoA2 / Migrationsstrategien
Demonstratoren in der Schweiz

ATO GoA2 over ETCS L2

- UNISIG Standards auf Basis ETCS L2 verfügbar und getestet
- Generische Systemstruktur konnte Funktionsfähigkeit unter Beweis stellen
- Gateway zu ETCS BL2.30d entwickelt

ATO GoA2 over ZBMS

- Abgestimmte Standards auf Basis ZBMS verfügbar
- Testsetup analog ETCS in Entwicklung
- ➢ Testfahrten mit RhB im Prättigau in 08/2023 geplant



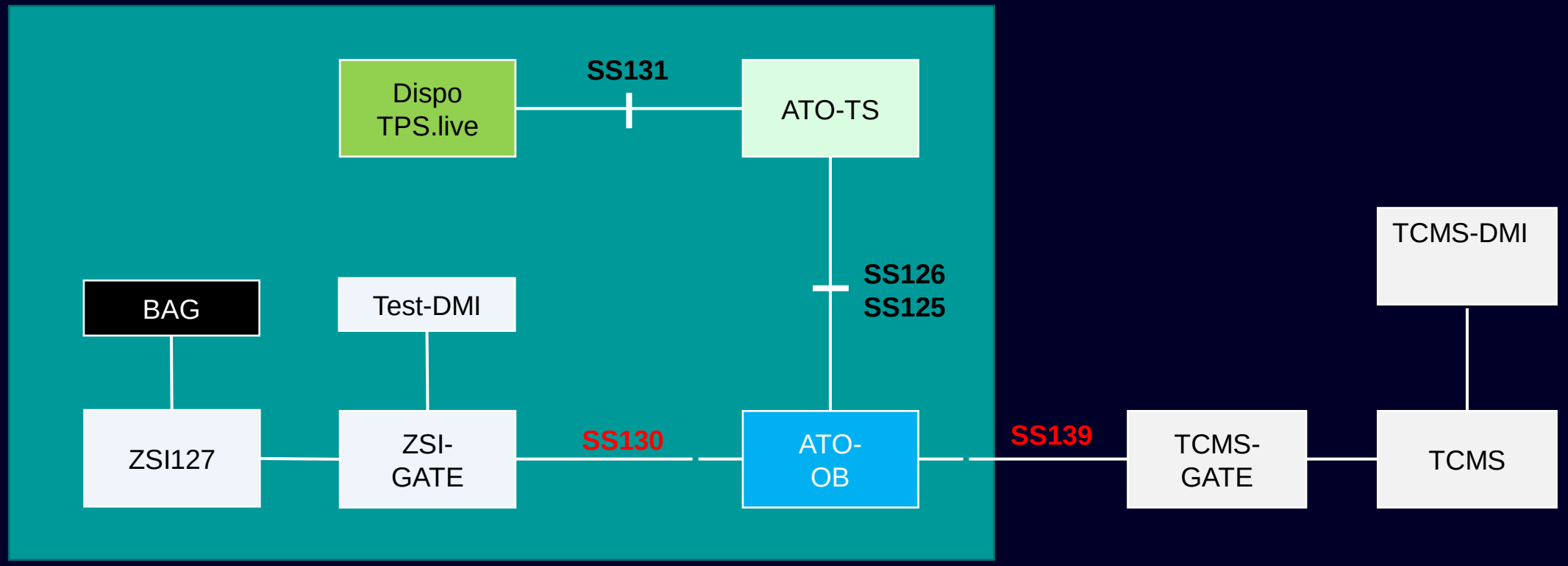
Quelle: SBB, ATO2Basic-Phase_2-Phasenabschlussbericht V1.0

 Extern | © Siemens Mobility GmbH | DMG | 27.09.2023

SIEMENS

ATO GoA2 over ZMBS

Übersicht Architektur ATO für die Testfahrten RHB



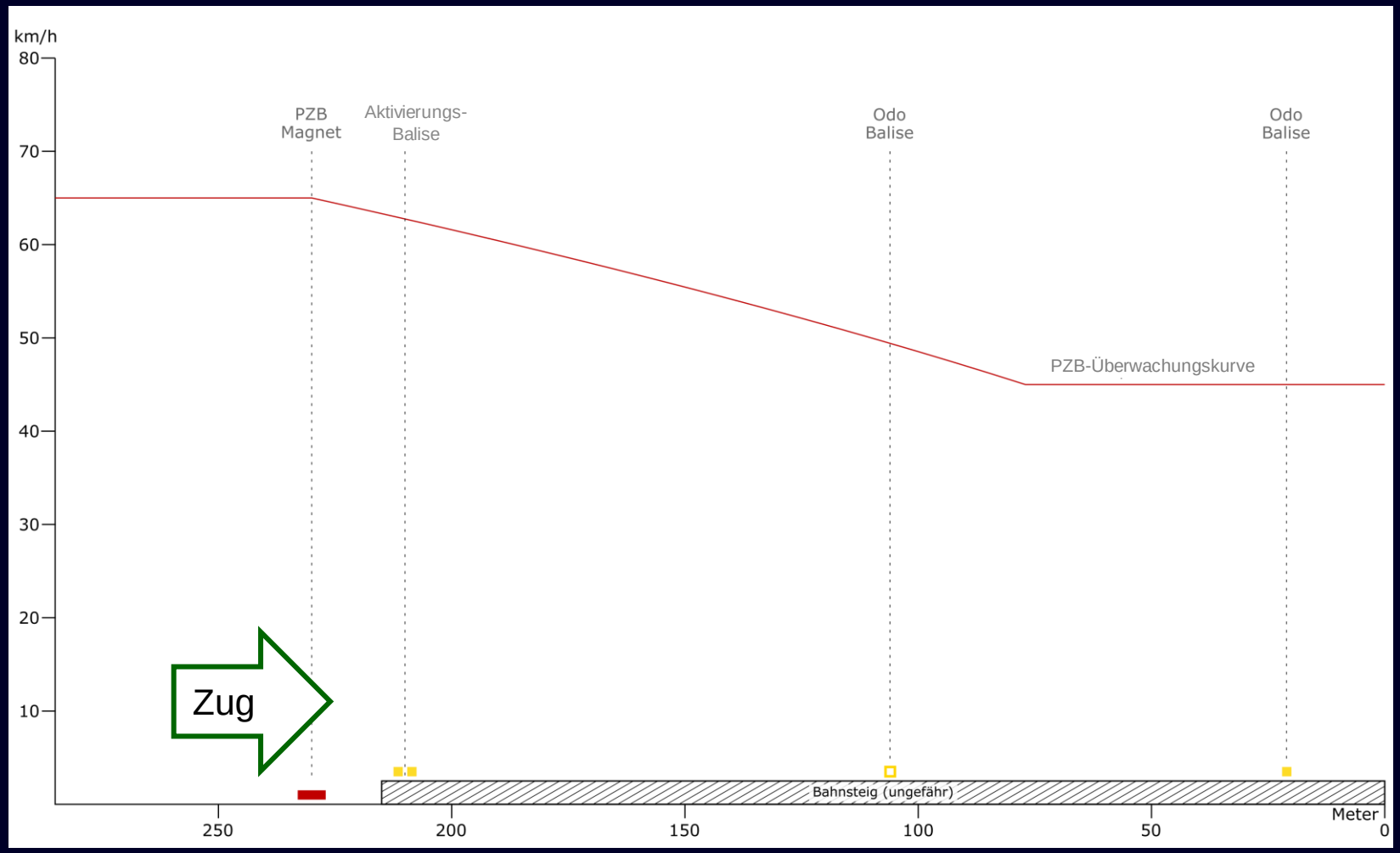
Abkürzungen:

BAG	–	Bedien- und Anzeige Gerät
DMI	–	Driver Machine Interface
TCMS	–	Train Control Management System
ZSI	–	Zugsicherung
TPS	–	Zugdisposition in Echtzeit

SIEMENS

ATO Funktionen als Migrationsweg zu ATO GoA2 over ETCS
PZB-Halteassistent – Beispielszenario

Annäherung eines Zuges an einen Haltepunkt im PZB-Modus



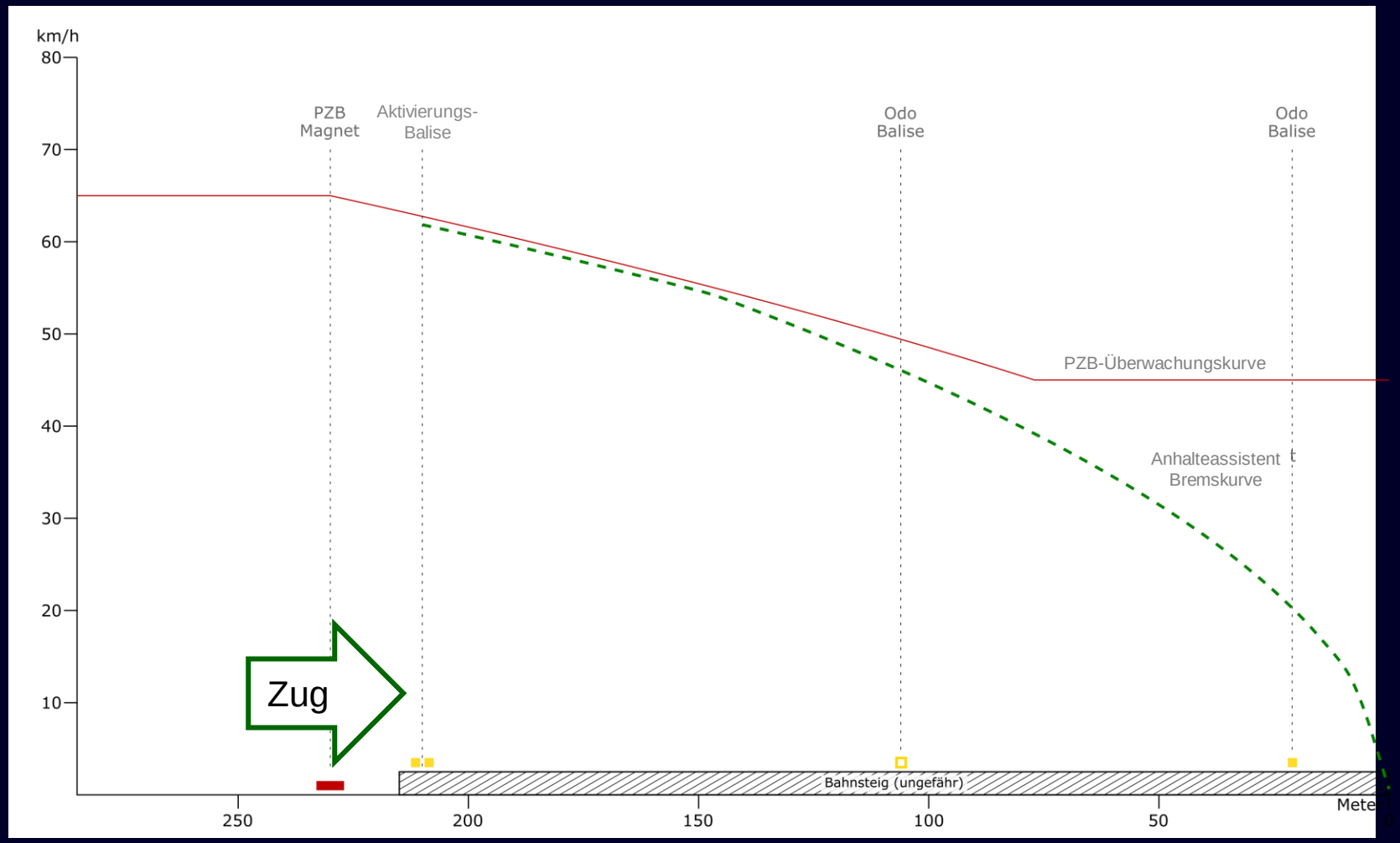
Szenario-Stufen

1. Zug wird manuell vom Triebfahrzeugführer gesteuert
2. Zug passiert den PZB-Magnet
   a) PZB ändert seine Anzeigen
   b) ATO aktualisiert die PZB-Überwachungskurve

 Extern | © Siemens Mobility GmbH | DMG | 27.09.2023

SIEMENS

ATO Funktionen als Migrationsweg zu ATO GoA2 over ETCS
PZB-Halteassistent – Beispielszenario
Annäherung eines Zuges an einen Haltepunkt im PZB-Modus



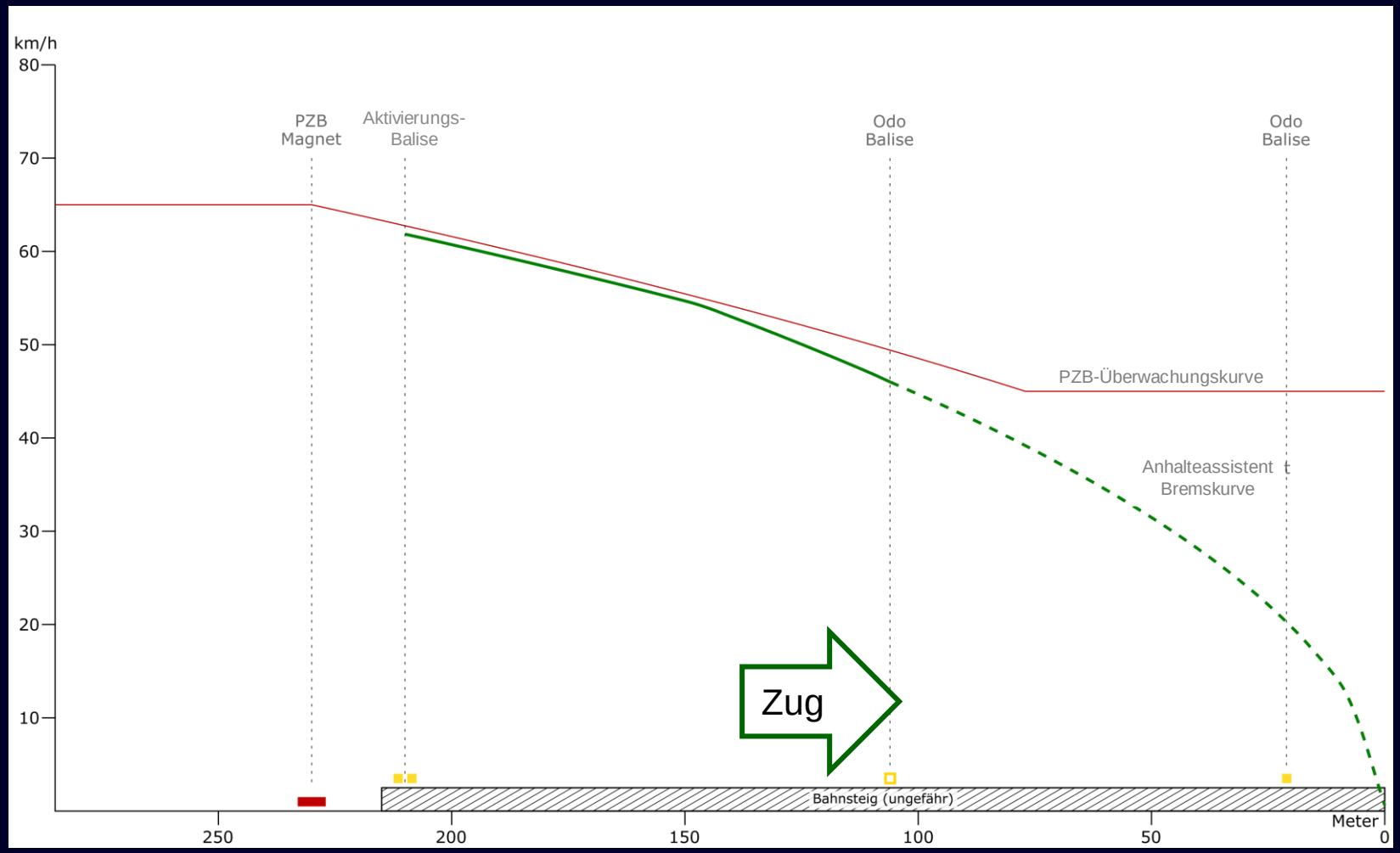
Szenario-Stufen

1. Zug wird manuell vom Triebfahrzeugführer gesteuert
2. Zug passiert den PZB-Magnet
   a) PZB ändert seine Anzeigen
   b) ATO aktualisiert die PZB-Überwachungskurve
3. Zug passiert die Aktivierungs-Balise
   a) ATO berechnet die Bremskurve zum Zielpunkt
   b) ATO beginnt mit der Steuerung der Zuggeschwindigkeit

 Extern | © Siemens Mobility GmbH | DMG | 27.09.2023

SIEMENS

ATO Funktionen als Migrationsweg zu ATO GoA2 over ETCS
PZB-Halteassistent – Beispielszenario
Annäherung eines Zuges an einen Haltepunkt im PZB-Modus



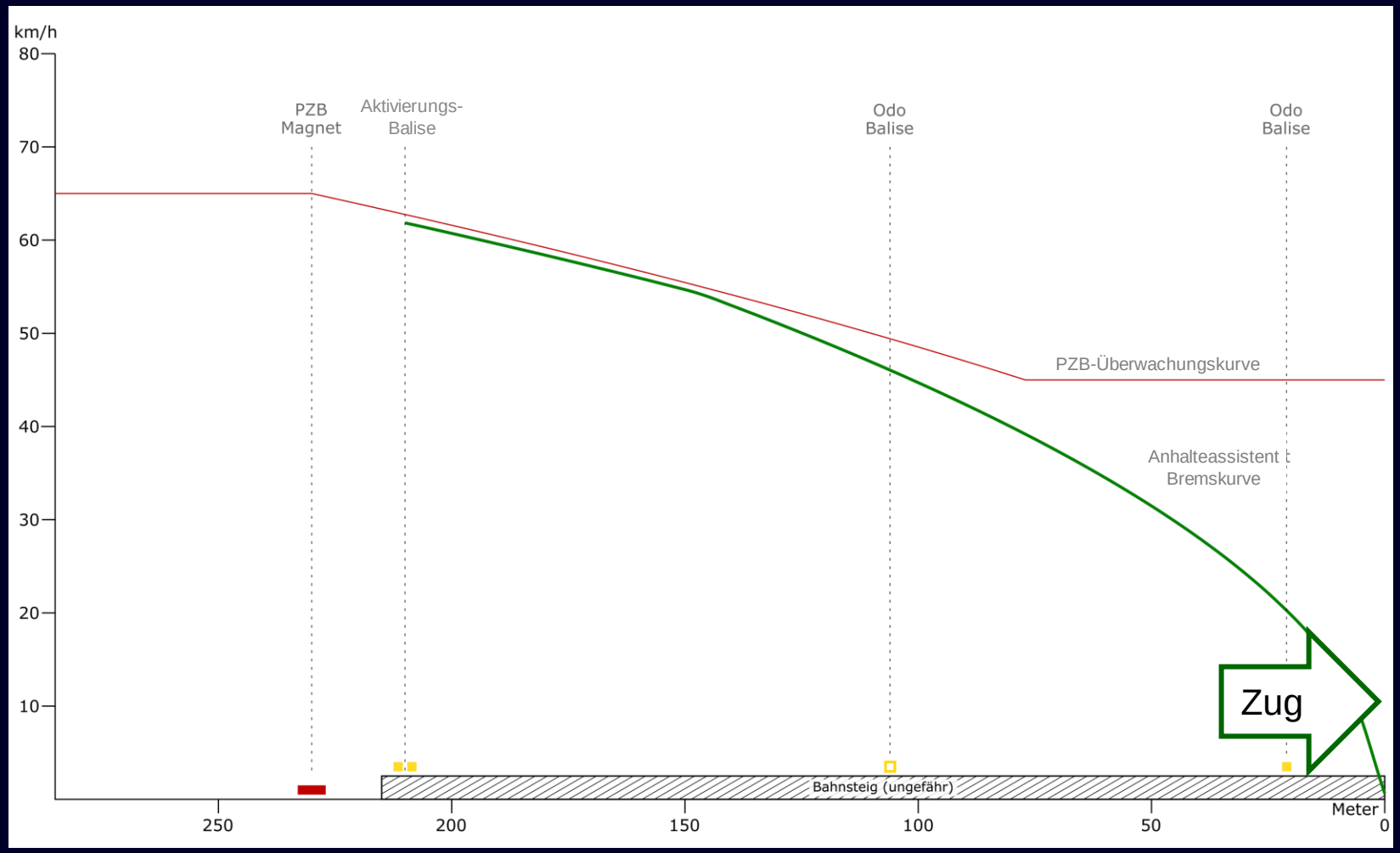
Szenario-Stufen

1. Zug wird manuell vom Triebfahrzeugführer gesteuert
2. Zug passiert den PZB-Magnet
   a) PZB ändert seine Anzeigen
   b) ATO aktualisiert die PZB-Überwachungskurve
3. Zug passiert die Aktivierungs-Balise
   a) ATO berechnet die Bremskurve zum Zielpunkt
   b) ATO beginnt mit der Steuerung der Zuggeschwindigkeit
4. Zug passiert die Odo-Balise

SIEMENS

ATO Funktionen als Migrationsweg zu ATO GoA2 over ETCS
PZB-Halteassistent – Beispielszenario

Annäherung eines Zuges an einen Haltepunkt im PZB-Modus



Szenario-Stufen

1. Zug wird manuell vom Triebfahrzeugführer gesteuert
2. Zug passiert den PZB-Magnet
   a) PZB ändert seine Anzeigen
   b) ATO aktualisiert die PZB-Überwachungskurve
3. Zug passiert die Aktivierungs-Balise
   a) ATO berechnet die Bremskurve zum Zielpunkt
   b) ATO beginnt mit der Steuerung der Zuggeschwindigkeit
4. Zug passiert die Odo-Balise
5. Zug erreicht den Haltepunkt

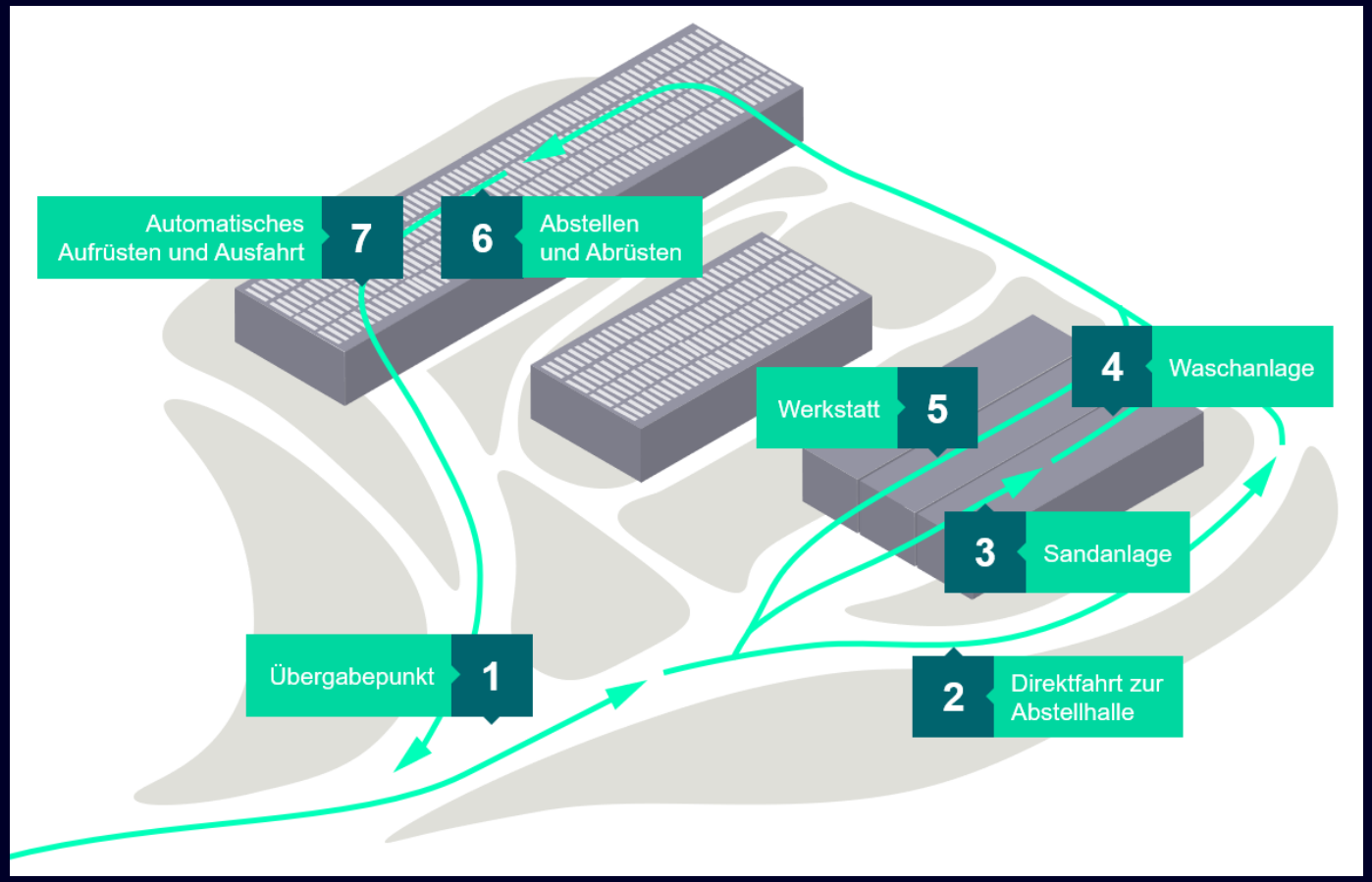
 Extern | © Siemens Mobility GmbH | DMG | 27.09.2023

SIEMENS

Projekt AStriD (Autonome Straßenbahn im Depot Potsdam)
Erste Stufe des autonomen Fahrens – Automatisierung des Depots

- Geschützter, abgeschlossener Bereich – ideales Testfeld (technische Komplexität geringer, Zulassung einfacher)

- Erste kommerzielle Anwendung
  - Rangiertätigkeiten und Serviceprozesse
  - Abstellen und Bereitstellen der Fahrzeuge



Die Tram fährt autonom die verschiedenen regelmäßigen Servicepunkte wie z.B. Sandanlage, Waschstraße, Werkstatt und Abstellhalle an.

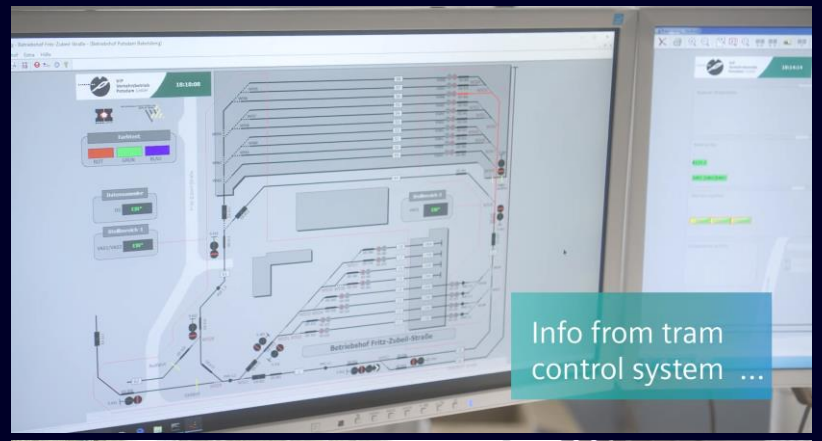
SIEMENS

Projekt AStriD (Autonome Straßenbahn im Depot Potsdam) – Realisierung

Der Demonstrator zeigt anhand von typischen Depotprozessen die prinzipielle Funktionsweise und datentechnische Vernetzung **des Gesamtsystems**

- Tram ist eingebunden in Daten- und Systemlandschaft, u.a.
  - **Depot-Management-System:** kennt die Positionen aller Trams, definiert die Fahraufträge, sendet die Befehle
  - **Betriebshof-Stellwerk:** stellt die angeforderte Fahrstraße
  - **Stationäre Anlagen:** werden automatisch angesteuert (z.B. Waschanlage)

- Tram fährt autonom die Fahraufträge ab
  - Fahrzeug lokalisiert sich mittels digitaler Karte und Sensorik
  - Fahrzeug reagiert mittels Sensorik und künstlicher Intelligenz auf Hindernisse



 Extern | © Siemens Mobility GmbH | DMG | 27.09.2023

SIEMENS

Projekt AStriD (Autonome Straßenbahn im Depot)

Migrationsschritt mit Remote Train Operation in Richtung Vollautomatisierung

Ausgangssituation: Der Weg bis zu GoA4 ist noch lang

- **Fahrzeug:** Erst die neuen Fahrzeuge sind für GoA4 vorbereitet; Gesamtsysteme sind noch in Entwicklung
- **Strecke**: Keine ETCS-Streckenausrüstung in der Fläche, Depots in absehbarer Zeit nicht wirtschaftlich mit ETCS ausrüstbar
- Noch keine Standards für GoA4

Lösungsansatz

- Zwischenschritt: Automatisches Auf- und Abrüsten der Fahrzeuge in Verbindung mit einer Fernsteuerung durch einen Fern-TF aus der Leitstelle

Vorteile

- Entschärfung von Fahrermangel und Kapazitätsengpässen
- Fernsteuerung durch einen Fern-TF ist technisch viel einfacher und schneller umzusetzen und zuzulassen als GoA4
- Bestehende Infrastruktur muss nur geringfügig erweitert werden

Extern | © Siemens Mobility GmbH | DMG | 27.09.2023
SIEMENS

Remote Train Operation – Definition, Lösungsansätze und Herausforderungen

- RTO – Remote Train Operation: **teleoperierter / ferngesteuerter Fahrbetrieb** eines Fahrzeugs
- Remote umgesetzt werden müssen **alle Funktionen**, die mindestens für das **Bewegen eines Fahrzeugs** verfügbar sein müssen (Fahr-/Bremshebel, Mikrophon, Fernlicht, …)

- Aktuell gibt es existierende Lösungen für die Fernsteuerung von Loks **mit Sichtkontakt** zum Fahrzeug z.B. von der Firma CATTRON.

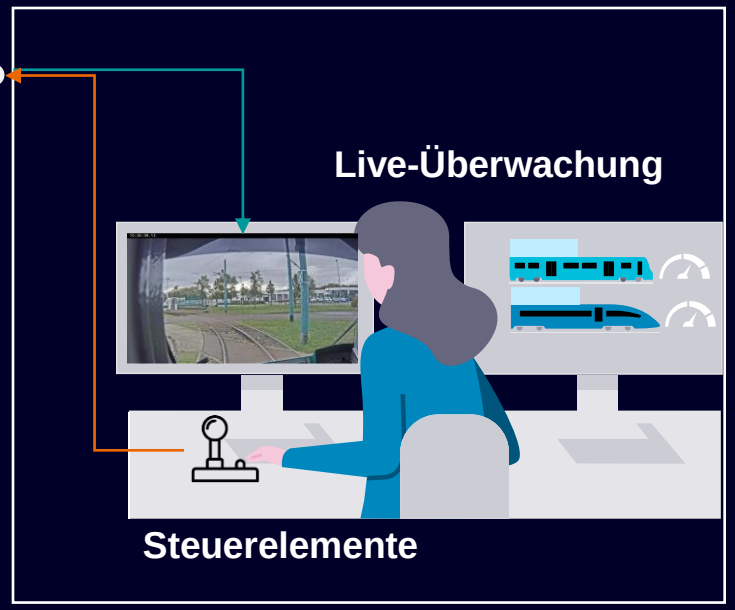
- Betriebliche Konzepte oder Rechtsrahmen für den sicheren Betrieb **ohne Personal im oder am Fahrzeug** existieren jedoch noch nicht und müssten vor einer breiten Umsetzung geschaffen werden.

SIEMENS

Remote Train Operation am Beispiel Potsdam

2. Kommunikation

1. Kontrollsystem (Remote-Tf)



3. Ferngesteuerte Züge

Fahrzeuge mit zusätzlichen Sensoren/Kameras und HW zur Fernsteuerung

Steuerelemente

Antrieb, Bremse, Geschwinigkeitsprofil, Warnsignal, Scheibenwischer, Licht, …

LIVE-Videostream

Demonstrator Potsdam

Kommunikation Fahrzeug zu Remote-Tf : z.B. LIVE Videos, Fahrzeugdaten, Geschwindigkeit, etc

Kommunikation Remote-Tf zu Fahrzeug: z.B. Steuersignale

SIEMENS

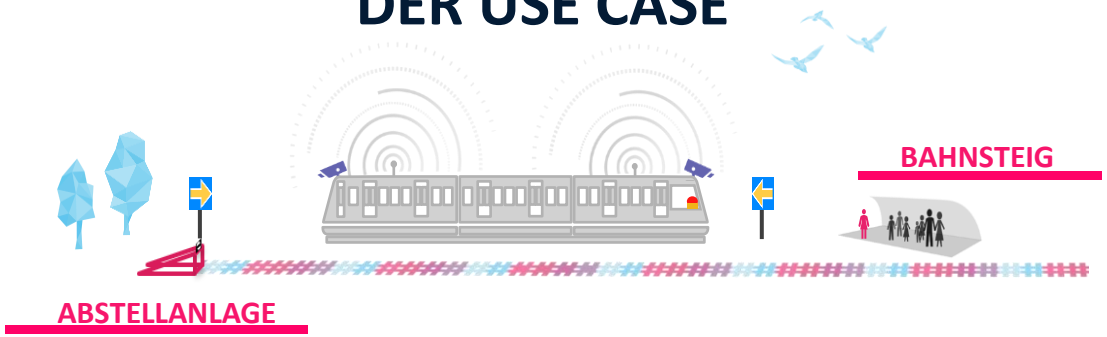
Finanziert von der Europäischen Union
NextGenerationEU

Gefördert durch:
Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz
aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

Digitale Schiene
#Deutschland

AutomatedTrain

DER USE CASE



DIE PARTNER

DB NETZE, DB Regio, codewerk, duagon, Red Hat, SIEMENS, Bosch Engineering BOSCH, Technische Universität Dresden, IAV, itk Engineering

Erstmalige Demonstration der vollautomatisierten Bereitstellungs- und Abstellfahrt

In drei Jahren von der Anforderung zur Realisierung auf zwei verschiedenen Baureihen

ATO over ETCS: Herausforderungen und Strategien für die Zukunft

Entwicklung eines **harmonisierten streckenseitigen und fahrzeugseitigen Plans** zur Einführung von AoE in der EU, um von dessen Vorteilen maximal profitieren zu können

+

Angemessene Migrationsstrategie als Initiative des Eisenbahnsektors aufgrund bestehender Infrastruktur und Zugflotten erforderlich

SIEMENS

Kontakt

von Wnuk Lipinski, Sandra
System Manager ETCS
sandra.von_wnuk_lipinski@siemens.com

Dr. Suwalski, Ireneus
Program Manager Automated Driving Mainline
ireneus.suwalski@siemens.com

SIEMENS