



STADLER CBTC LÖSUNG MODERNE TECHNOLOGIE FÜR BAHNEN

Digitale Fachtagung BLT | 03. September 2021, Andreas Haas

STADLER

AGENDA

DIGITALE FACHTAGUNG BLT



Digitalisierung – Was heisst das für die Bahnen?



Stadler Signalling und aktuelle Projekte



CBTC: Facts & Architektur



Antikollisionssystem: Facts & Architektur



BLT Waldenburgerbahn | CBTC und Antikollisionssystem

WAS HEISST DAS FÜR DIE BAHNEN?



Digitalisierung

Sicherheit



Kapazität Streckennetz
→ Intelligenz statt Beton



Effizienzsteigerung



Integrierte Mobilität



Sensoren / Algorithmen



Autonomes Fahren



BLT – BAHN MIT ZUKUNFT

VORSTELLUNG CBTC SYSTEM

Bahn mit Zukunft



- Autonomer Betrieb der Waldenburgerbahn
- Ziel: GoA-4



Communication-Based Train Control (CBTC)



Teilautomatisiert GoA-1
Energie Effizienz
Kapazität



Keine Signale
Kein Gleisstromkr.

Das Stadler CBTC System wird für GoA-4 entwickelt.
Erste Anwendung bei BLT WB mit «GoA-1». Option zur Erweiterung auf GoA-4 vorhanden mit Einschränkung «wenn **Sensor** Technologie für FZ Kollisionserkennung verfügbar ist».

STADLER SIGNALLING LÖSUNGEN



ATO – Lean & Focused

- Optimale Netzausnutzung und reduzierter Energieverbrauch
- Massgeschneidertes Konzept mit minimalen Anpassungen der Infrastruktur
- Integrations- und Modernisierungskompetenzen
- Ohne Einfluss auf Sicherheitsaspekte

Integrierte Lösung

Erhöhte Flexibilität

Optimale Anwendung



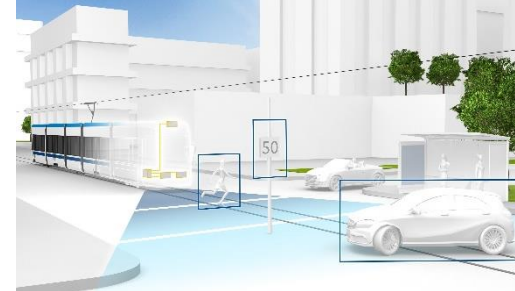
CBTC – Pure Moving Block

- Ausgelegt für den führerlosen Betrieb (GoA-4) und Fahrerunterstützung (GoA-2) inklusive energieoptimiertem Fahren
- Moderne Architektur, massgeschneidert für den CBTC Betrieb
- Zugelassene SIL-4 Hardware für On-Board und Wayside

Gesteigerte Kapazität und Verfügbarkeit

Tiefere Lebenszykluskosten

Massgeschneidert und skalierbar



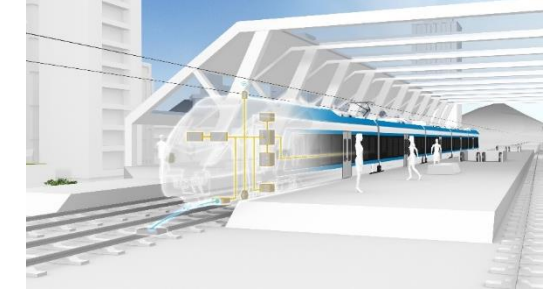
Anti-Collision System

- Modularer Systemansatz
- Sensorfusion für hohe Zuverlässigkeit
- Anpassung an spezifische Kundenbedürfnisse
- GoA-1 und GoA-2: Kollisionswarnsystem (CWS)
- GoA-3 und GoA-4: Kollisionsschutzsystem (CAS)

Sicherheit

Modularität

Massgeschneiderte Lösung



ETCS – The New Player

- Komplementäre Stärken aus der Stadler – Mermec Kooperation
- Basiert auf bewährter SIL4 Hardware
- Baseline 3.6.0
- Integrations- und Modernisierungskompetenzen
- Integrierte NTC/STM Lösung
- ATO über ETCS Fähigkeiten

Lean & Agile

Komplette Lösung

Erfahrung & Kompetenz

CBTC FÜR NEBENBAHNEN

Wozu CBTC?

- CBTC Technologie auch für Nebenbahnanwendungen geeignet
- Erhöhung der betrieblichen Flexibilität
- Stabilität und Pünktlichkeit dank ATO, inklusive Energieoptimierung
- Permanente Kommunikation steuert den Betrieb
- Wenig Streckenausrüstung notwendig (keine Signale, keine Gleisfreimelder)

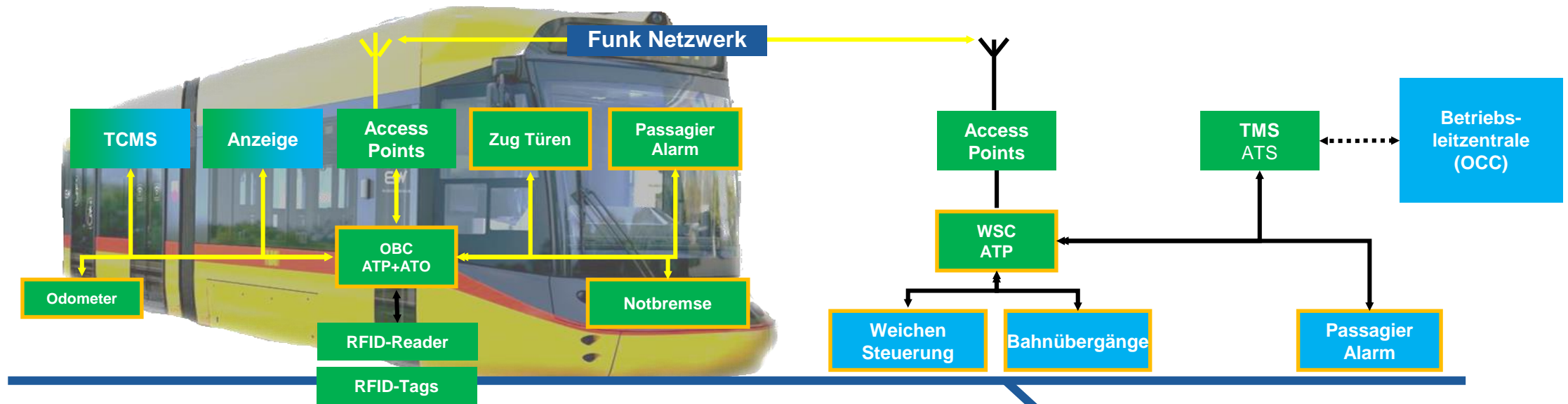
Warum Stadler CBTC?

- Alternative Lösung für Zugsicherung und -Lenkung
- Moderne und schlanke Architektur – stärkt den flexiblen Betrieb
- Automatisierung bis GoA-4 skalierbar – ohne Anpassung der SIL-4 Funktionen
- Moving Block für höchste Kapazität und Dynamik
- Innovative Führerstandsignalisierung mit Disposition
- Verwendung erprobter, industrieller Technologien und Standards
- Offen für IoT und Digitalisierung im Zugverkehr

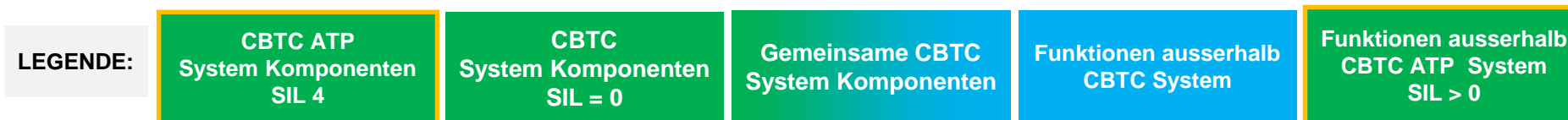


CBTC als erfrischende, leichtgewichtige Alternative auf bewährten Technologien

DETAILLIERTE ARCHITEKTUR



Orange = Erforderte Komponenten für die SIL > 0 Signalling Lösung



CBTC TECHNOLOGIE & SYSTEM

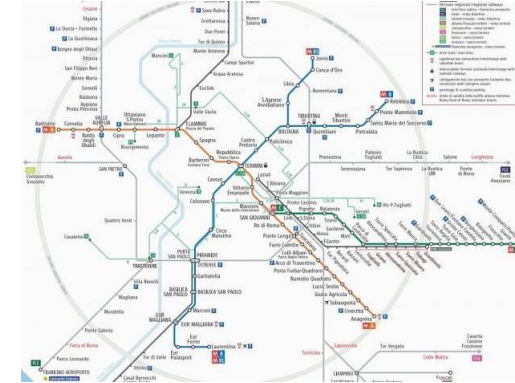
WIE ES FUNKTIONIERT



STADLER CBTC – SKALIERBARES SYSTEM

FLEXIBILISIERUNG DER BETRIEBSANFORDERUNGEN

Skalierung Netzwerk



Skalierung Rollmaterial

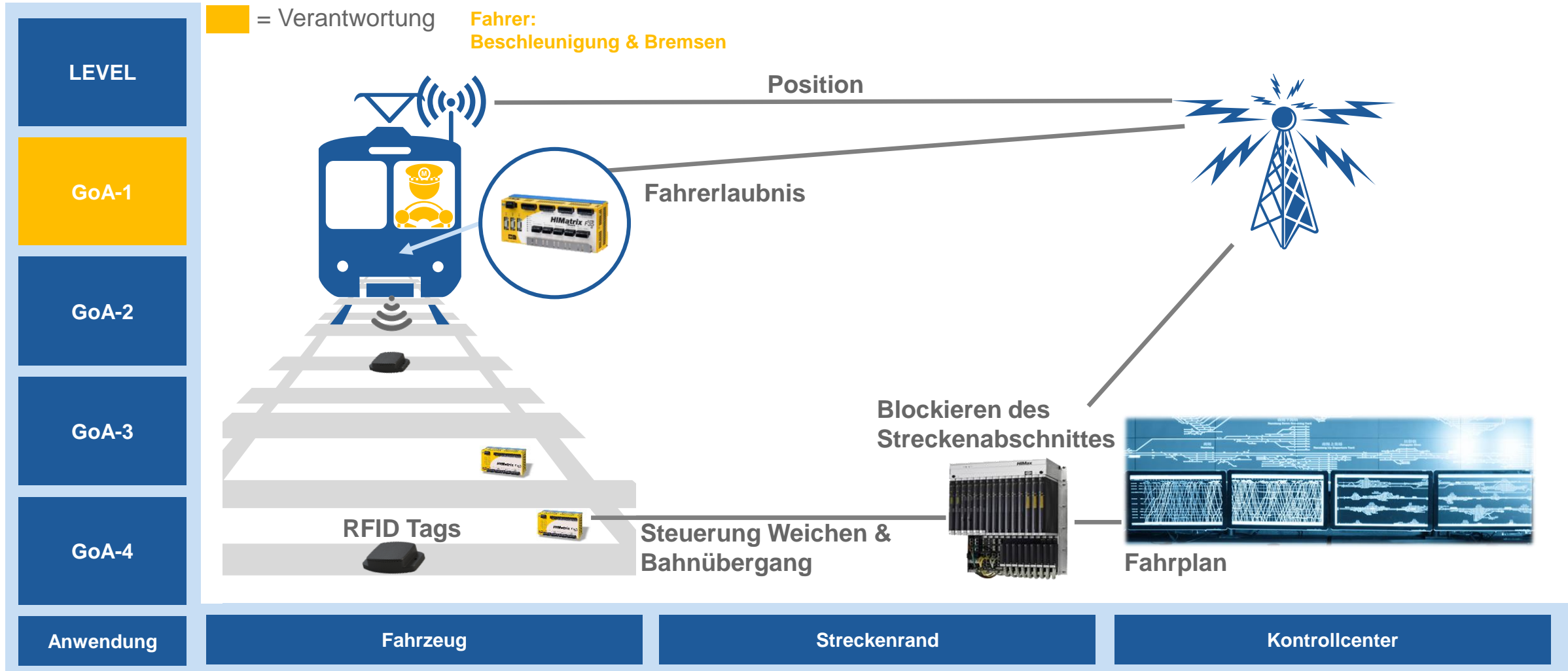


Skalierung Automatisierung GoA
Stufen Depot



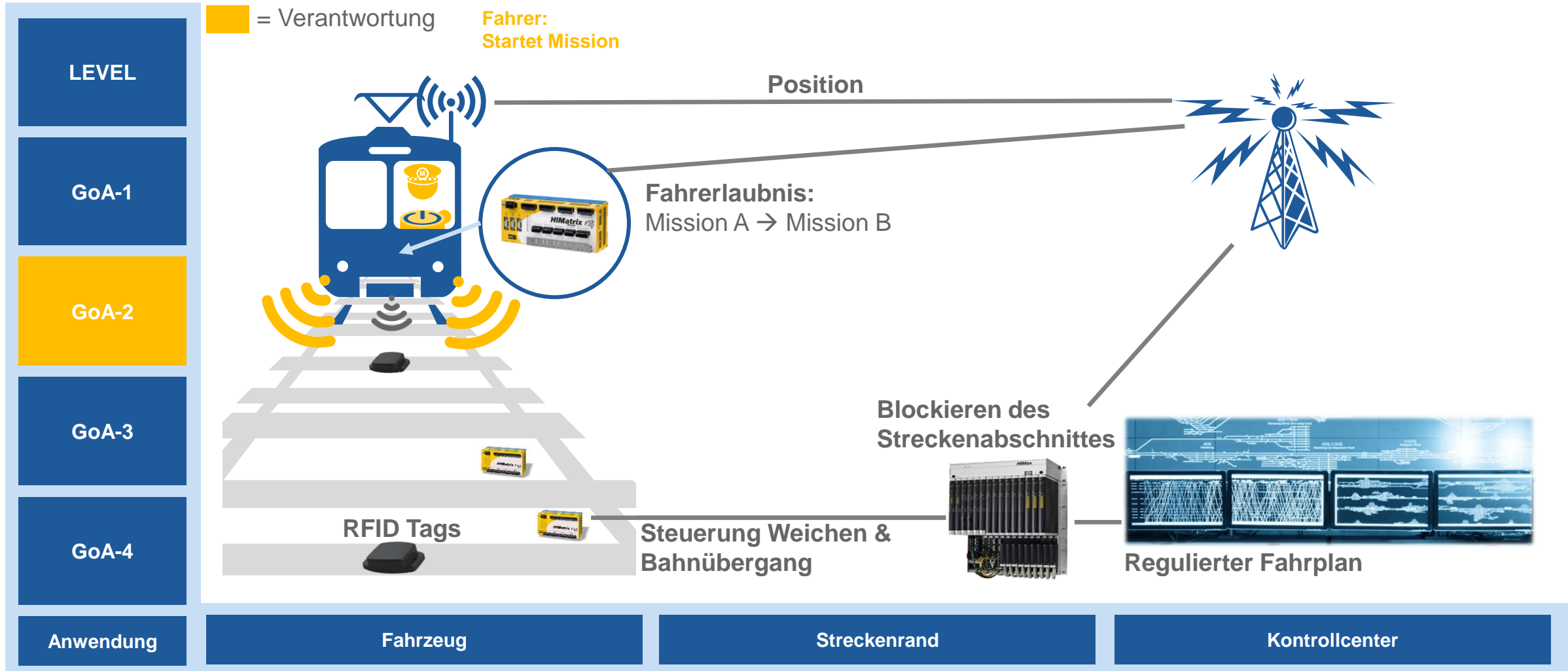
WAS IST GOA-1?

AUTOMATISIERUNGSGRAD



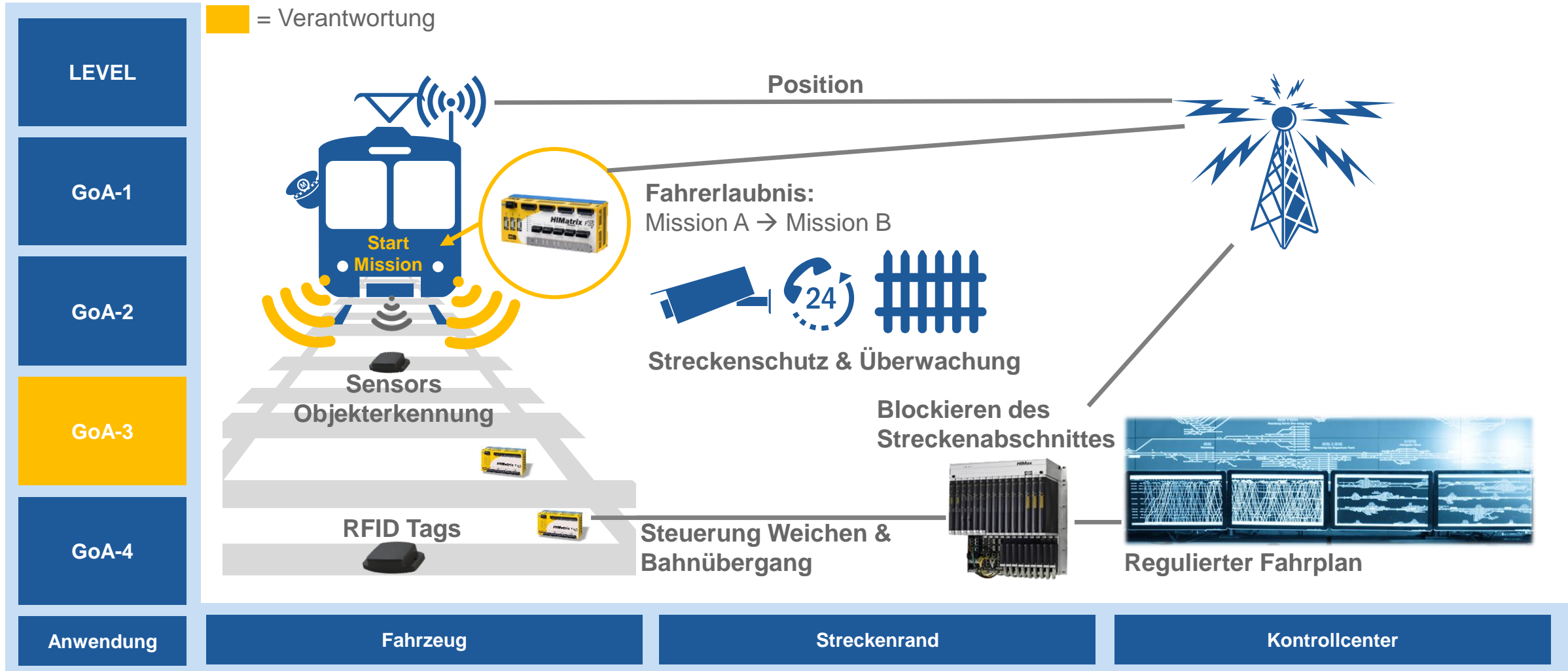
WAS IST GOA-2?

AUTOMATISIERUNGSGRAD



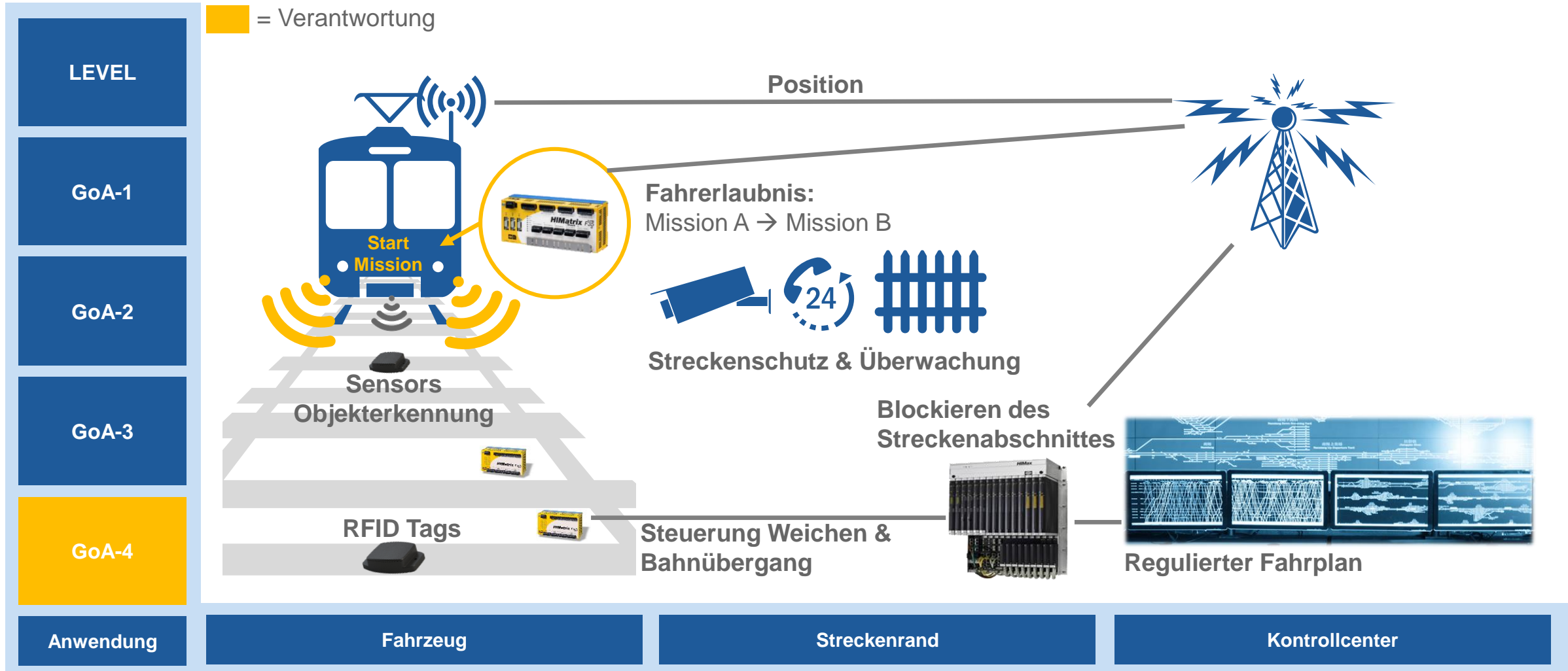
WAS IST GOA-3?

AUTOMATISIERUNGSGRAD



WAS IST GOA-4?

AUTOMATISIERUNGSGRAD



STADLER CBTC ENTWICKLUNGSANSATZ

ABWÄGEN BETRIEBLICHER UND TECHNISCHER VORTEILE

Betriebs-Konzept (**WAS**)

- Vorschlag spezifisch mit dem Betreiber entwickelt
- Technisches Konzept erlaubt verschiedene betriebliche Varianten

Hochflexibler Betrieb

- Zusätzliche Fahrzeuge
- Anpassung Zirkulation
- Sonderfahrten / Rangieren
- ...

Balancieren betrieblicher Anforderungen

Automatismus

- Viele Situationen müssen konfiguriert werden
- Viele komplexe Betriebsabläufe
- Weniger Flexibilität
- Skaliert mit der Anzahl Fahrzeuge

Entscheidung durch Fahrer

- Kompetentes Personal vor Ort
- Hohe Flexibilität
- Berücksichtigung der aktuellen Verkehrslage
- Einfacher Betrieb

Technisches Konzept (**WIE**)

- Architektur und System Partitionierung
- Funktionaler Fokus
- Bewährte industrielle Komponenten und Standards

Betriebs-Prozesse (**WIE**)

- Klare Abläufe
- Ergänzt Technik (und umgekehrt)
- Einfacherer und sicherer Betrieb

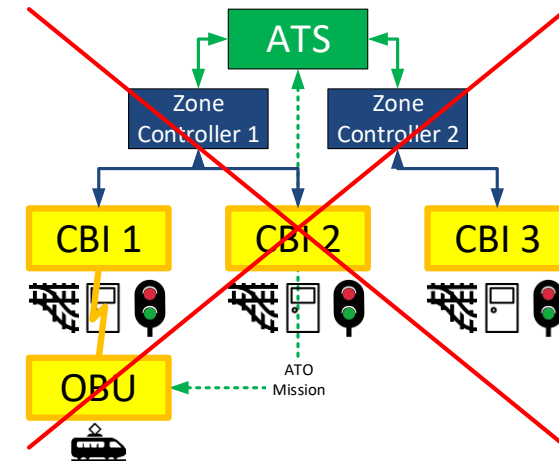
VORTEILE DER CBTC ARCHITEKTUR

PURE MOVING BLOCK

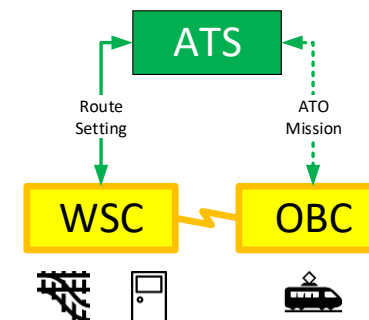
CBTC System Architektur vereinfacht die Schichtung der Controller und Kommunikationswege:

- Die Architektur verwendet keine komplexe Controller-Hierarchie
 - Kein Stellwerk (CBI) für Fahrstrassen, Positionen anhand fixer Blöcke
 - Keine übersteuerndes Zonen Management mit virtuellen Blöcken
 - Keine punktuelle Zug-Kommunikation über Balisen / Schleifen
- Ein **Wayside Controller (WSC)** erbringt die Funktion des Stellwerks zur dynamischen Fahrstrassenbildung und Zugverfolgung auf Moving Blocks:
 - Keine Signale** oder **Gleisfreimeldung** streckenseitig
 - Fahrstrassenbildung als integrale Funktion
 - Permanente, direkte und sichere Kommunikation

Klassische Architektur



Stadler CBTC Architektur



WAYSIDE CONTROLLER

Zentralisierte Stellwerks-Funktionalität:

- ATS Routen Anfragen → Just in time Routing
- Verfolgen der Fahrzeugpositionen
- Sichere Separierung Fahrzeuge, Berechnung Fahrerlaubnis
- Bewährte, industrielle SIL-4 Hardware, vollständig redundant
- SIL-4 Interface zu Weichen und Bahnübergängen

Dual CPU & COM



SIL-4 HIMA HiMax



Data Centre Router



Trackside Switch



Inputs / Output Module



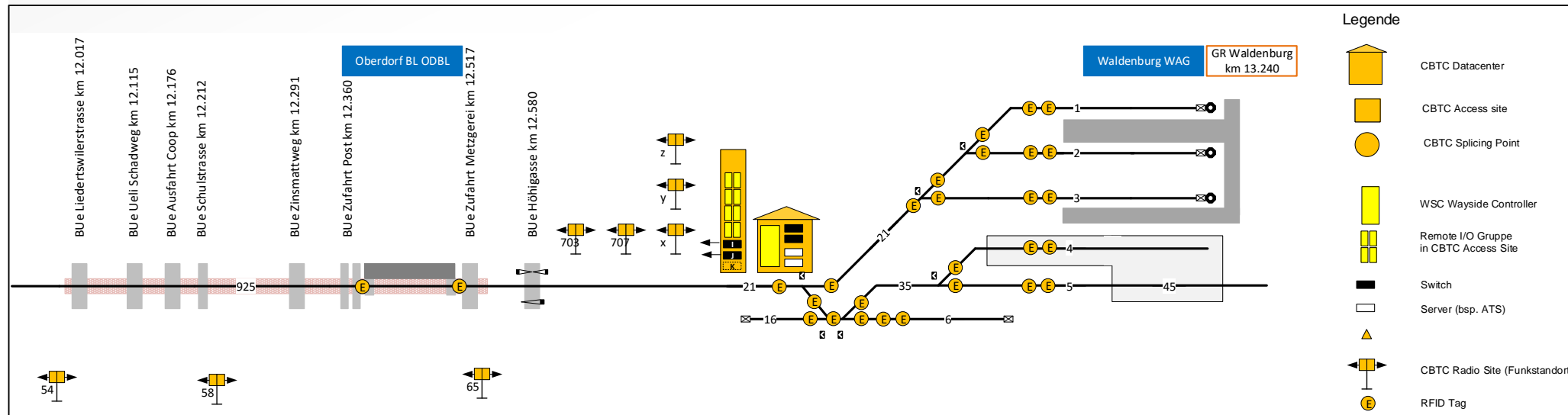
Wireless Access Point

BLT WALDENBURGERBAHN

DETAILS CBTC

Details

- CBTC Datacenter in Waldenburg
- Bedienplätze in Waldenburg und Oberwil
- CBTC Access site (Netzwerk, I/O Interfaces Aussenanlage) entlang der Strecke
- Konventionelle, autonome Bahnübergangssteuerungen mit Interface zum CBTC System



ON-BOARD SYSTEM

BASISSYSTEM OHNE REDUNDANZ DARGESTELLT



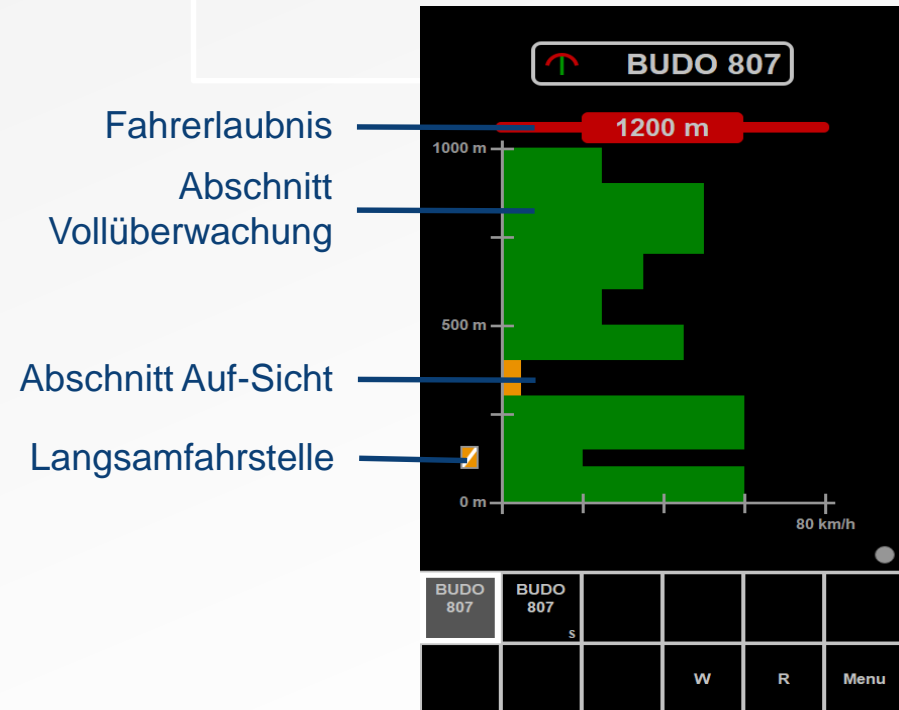
FÜHRERSTAND SIGNALISIERUNG

- Zwei Schirm Lösung (DMI)
- Keine sicherheitsrelevante Information
- Integration mit Fahrzeug DMI möglich
- Statischer Netzplan enthält Geschwindigkeitsinfos abhängig von der Fahrtrichtung
- Führerstandsignalisierung zeigt nächste Änderung
- Temporäre Geschwindigkeitslimiten vom ATS



Beispiel

Streckenvorschau & Fahrstrassenwahl



Beispiel

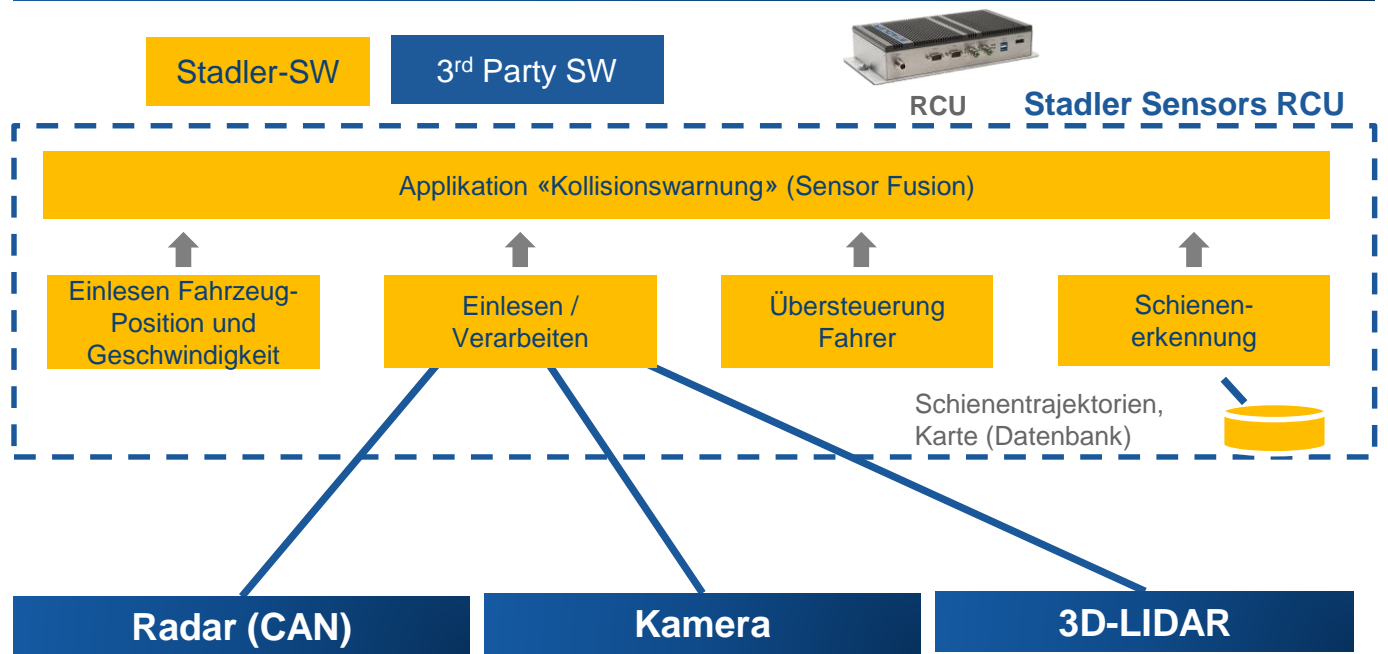
ANTIKOLLISIONSSYSTEM

INTEGRATION UND SYSTEMARCHITEKTUR

Integration



Systemarchitektur



WIESO DREI ANSTATT EINEM SENSOR?

ROBUSTERE OBJEKTERKENNUNG MIT SENSOR FUSION

	Kamera	Radar	LiDAR	Kamera + Radar + LiDAR
Objekterkennung	(✓)	✓	✓	✓
Objektklassifizierung	✓		(✓)	✓
Abschätzung der Distanz	(✓)	✓	✓	✓
Präzision der Objektkante	✓		✓	✓
Spurverfolgung	✓			✓
Sichtbereich	(✓)	✓	(✓)	✓
Funktion bei schlechtem Wetter		✓	(✓)	✓
Funktion bei Dunkelheit	(✓)	✓	✓	✓

Quelle: Woodside Capital Partners – Beyond The Headlights: ADAS and Autonomous Sensing, September 2016

✓ gut (✓) genügend

Kein Sensortyp funktioniert für alle Aufgaben und/oder unter allen Bedingungen ausreichend, daher ist eine Sensorfusion notwendig, um Redundanz für autonome Funktionen zu gewährleisten

BLT WALDENBURGERBAHN

FELDTTEST, SIMULATION UND SYSTEMTESTS

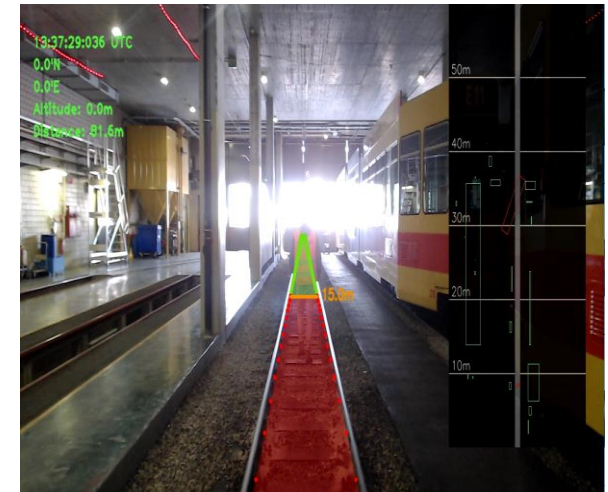
Feldtests bei BLT CBTC



Simulation in Wallisellen CBTC

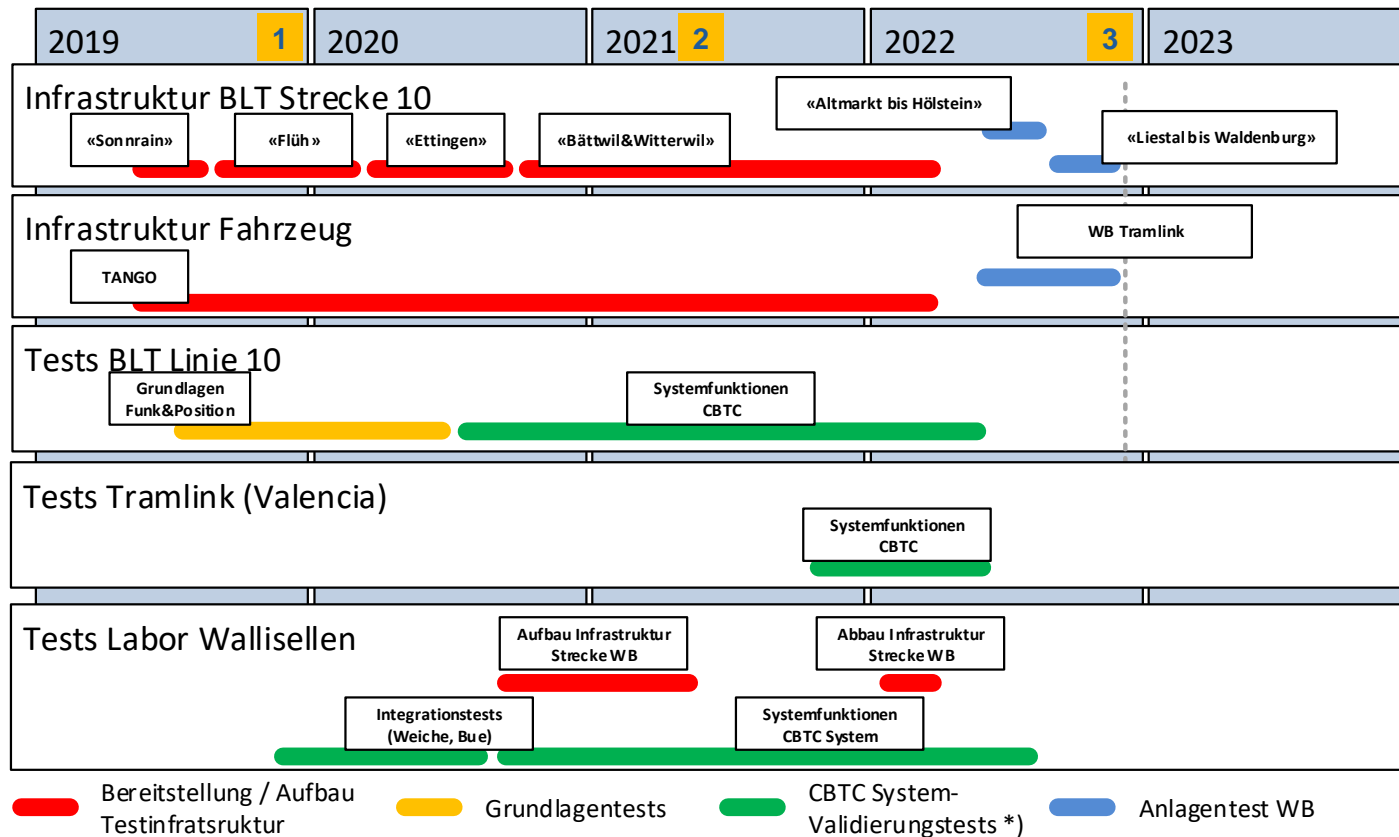


Systemtests bei BLT Antikollisionssystem



BLT WALDENBURGERBAHN TESTKONZEPT

BLT WB Strecke steht teilweise ab 07/22 und vollständig erst ab ca. 12/22 zur Verfügung.



- 1 **Vertragsunterzeichnung**
Dezember 2019
- 2 **Erhalt PGV**
Frühjahr 2021
- 3 **Kommerzieller Betrieb**
Dezember 2022

CBTC – PURE MOVING BLOCK

VORTEILE FÜR BETREIBER



Technologie ist skalierbar von GoA-1 bis GoA-4



Optimierung Kapazität und Energieverbrauch



Keine Signale, keine Gleisfreimelder notwendig, schnelle Installation



Keine Signale, keine Gleisfreimelder notwendig, schnelle Installation



Keine proprietäre SIL-4 Hardware – industriell erprobte Standards



Anpassungen des Betriebs sind möglich ohne sicherheitsrelevante Module zu verändern



Offen für IoT Initiativen und Digitalisierung des Bahnbetriebs



**HERZLICHEN DANK FÜR DIE AUFMERKSAMKEIT !
GEMEINSAM INNOVATIV**

STADLER