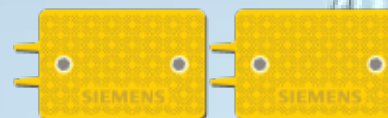


Leit- und Sicherungssysteme

Dr. Matthias Müller, 15. Mai 2024 / Mannheim

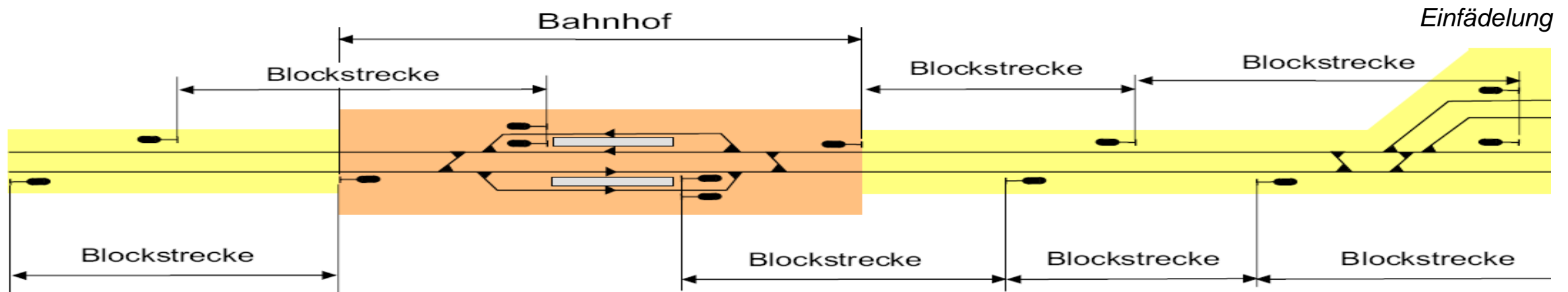
© Siemens Mobility GmbH

www.siemens.com



Überblick Eisenbahnsignaltechnik

Grundprinzipien der Eisenbahnsignaltechnik (1)



	Bahnhof	Strecke
Betriebliche Aspekte	Züge beginnen, enden, wenden und ausweichen	planmäßiger Zugverkehr
Techn. Merkmale	mindestens eine Weiche, Begrenzung durch Einfahrsignal, Trapeztafel, Einfahrweiche	ein- oder mehrgleisige Verbindung zwischen End- oder Knotenbahnhöfen
Sicherungstechnik	Stellwerk → Fahrstraßen	Blockstelle → Block

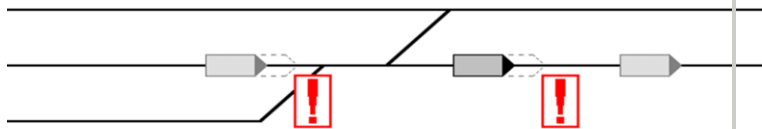


Blocklänge variabel -> 1000m und länger

daraus folgen Konsequenzen für die Signalisierung und das Gesamtsystem Eisenbahn, also Strecke und Zug

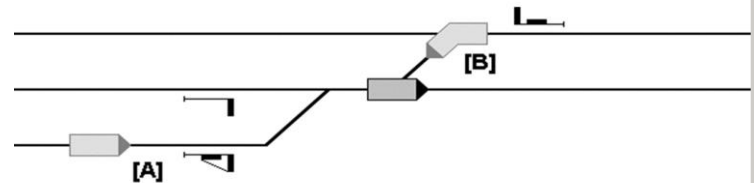
Verhindern des Nachfahrens

- Zwischen zwei Zügen muss immer ein „HALT“ zeigendes Signal sein
- Dieses Signal darf erst in „FAHRT“ gestellt werden, wenn der voraus liegende Abschnitt frei ist



Verhinderung der Flankenfahrt

- Verhindern von Flankenfahrten durch Flankenschutz



Verhinderung des Gegenfahrens

- Ein Ausfahrtsignal kann nur auf Fahrt gestellt werden
 - wenn keine Gegenfahrt eingestellt ist und
 - wenn die Erlaubnis vorliegt



Technische Umsetzung der betrieblichen Szenarien

- Fahrstraße
- Technisch gesicherter Fahrweg, den ein Zug oder eine Rangierabteilung vom Start zum Zielpunkt befährt

Lupenbilder, ESTW Rheine



Überblick Eisenbahnsignaltechnik

Wesentliche Entwicklungsschritte

Zuerst Mechanisieren und Zentralisieren

- Weichen- und Signalsteller im Gleis wurden abgelöst durch Weichen- und Signalbedienung im Stellwerk
- 1856 – zwei Erfindungen: Zentralapparat mit mechanischen Abhängigkeiten und Wechselstrom-Magnetinduktor

Wechselstromblock mechanisiert Bedienhandlungen

- Abhängigkeit zwischen dem Ausfahrtsignal des eigenen Bahnhofs und dem Einfahrtsignal des Nachbarbahnhofs

Elektrische Kraftstellwerke beschleunigen Betriebsablauf

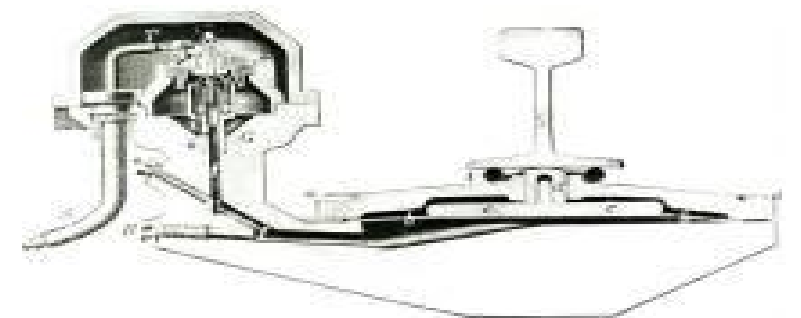
- Menschliche Muskelkraft wird durch Elektromotoren ersetzt
- Stellentfernung elektromechanischer Stellwerke übersteigt deutlich die von mechanischen Stellwerken

Automatisierung mit Selbstblock

- Zueinwirkung durch Schienenkontakte

Neue Automatisierungsansätze durch Relaischnik

- Einführung elektrischer Verschlüsse durch Signalrelais
- Einführung des Spurplanprinzips ermöglicht das automatisierte Einstellen von Fahrstraßen



Prinzip Schienendurchbiegekontakt

Überblick Eisenbahnsignaltechnik

Heute angewandte Technik

SIEMENS

Elektronische Stellwerke vergrößern den Stellbereich und haben neue Funktionen

- Steuerung ganzer Strecken mit einem Bediener
- Fahrstraßenprüfung und Überwachung (FPÜ)
- Einführung Linienförmige Zugbeeinflussung (LZB)
- Hochleistungsblock CIR-ELKE und LZB-Blockkennzeichen

Automatisierung der Betriebsführung

- Zuglenkung als Mittel effizienter Disposition

Zentralisierung der Betriebsführung durch Betriebszentralen

- Fernsteuerung des gesamten Fern- und Ballungsnetzes der DB AG aus 7 Betriebszentralen

ETCS als neues Zugsicherungssystem für Europa

- Harmonisierung der europäischen Sicherungstechnik für „grenzenlose“ Verkehre
- Zusammenwachsen von Strecken- und Zugsicherung

© Siemens Mobility GmbH 2024



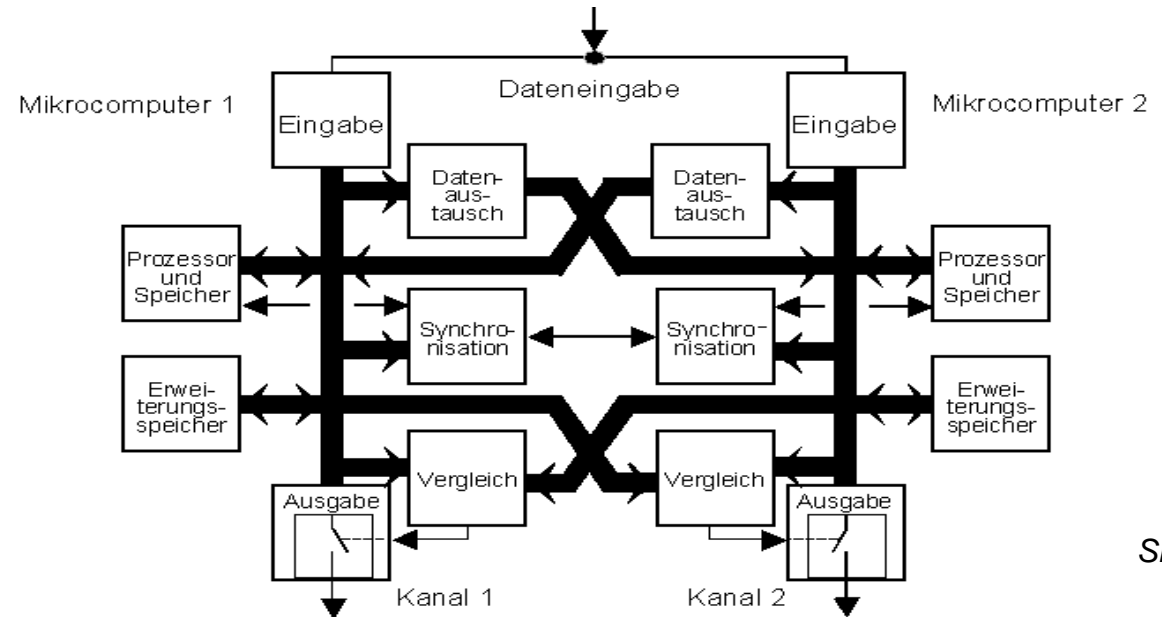
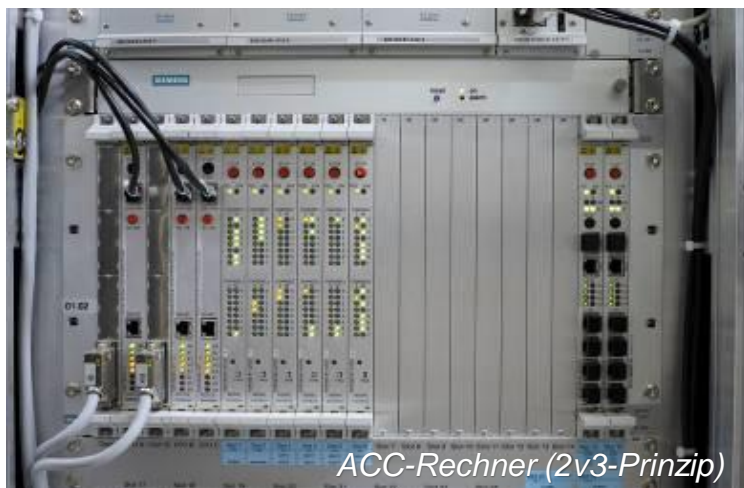
Betriebszentrale München



SMO RI D TS

Dr. M.Müller

Elektronisches Stellwerk EI S



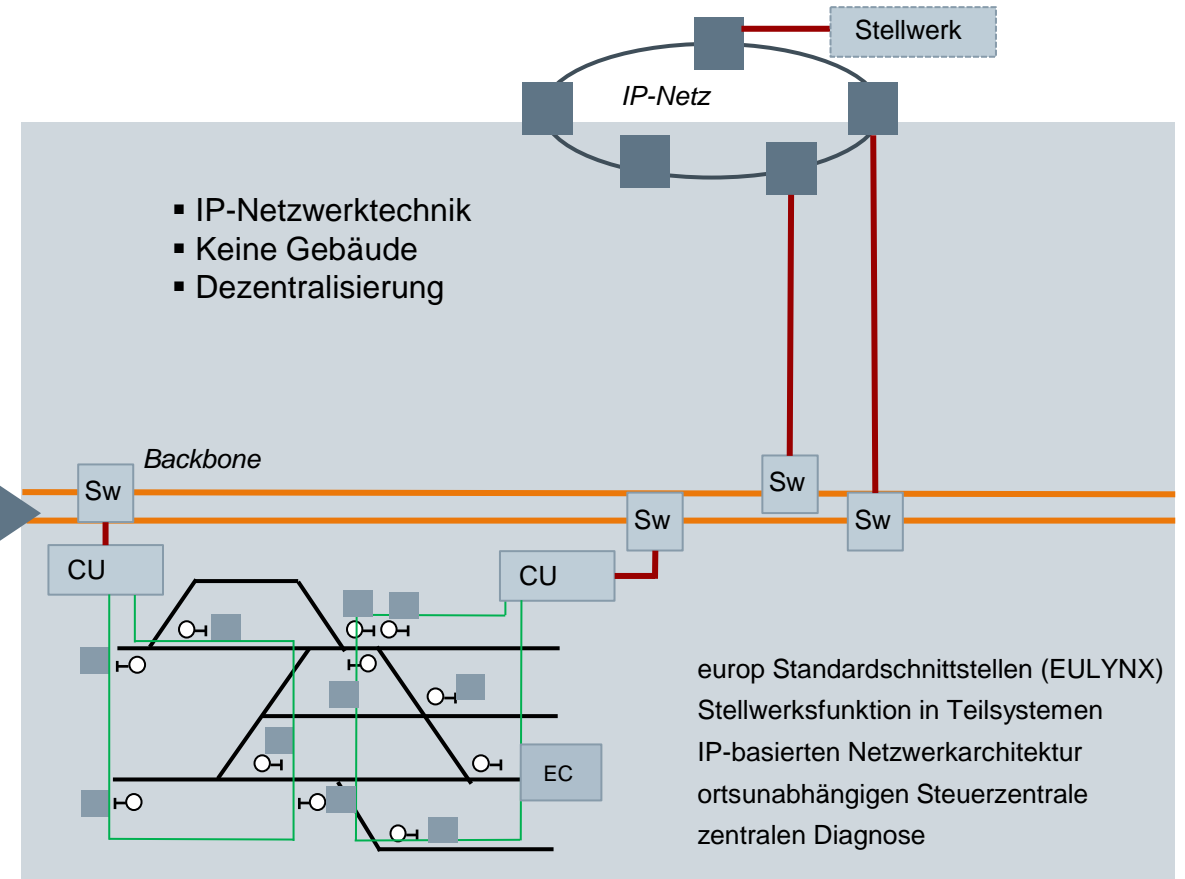
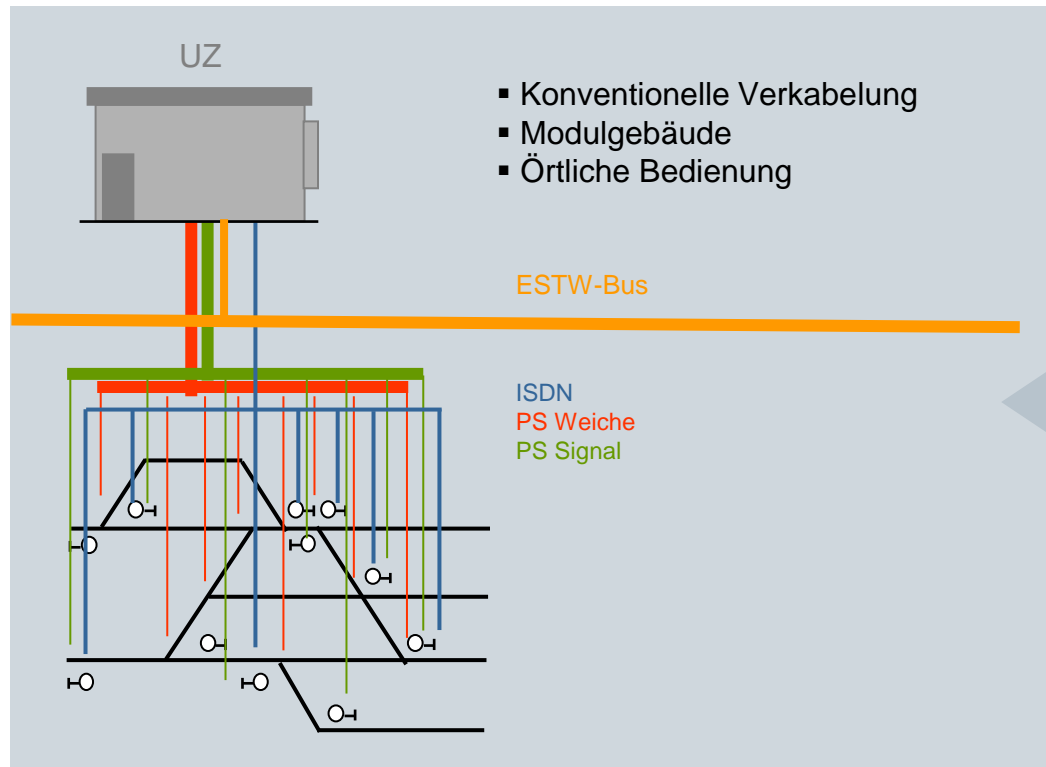
Simis-Prinzip

- Spurplanprinzip
- Mausbedienung
- Monitore
- Elektronische Freimeldung

Überblick Eisenbahnsignaltechnik

Grundlegende Veränderung der Stellwerksarchitekturen (1)

Trackguard Sinet – die Zukunft der Stellwerkstechnik



Überblick Eisenbahnsignaltechnik

Grundlegende Veränderung der Stellwerksarchitekturen (2)

Standardisierung der Schnittstellen – Umsetzung von NeuPro

Eine einheitliche Architektur ist Voraussetzung für die Standardisierung von Schnittstellen



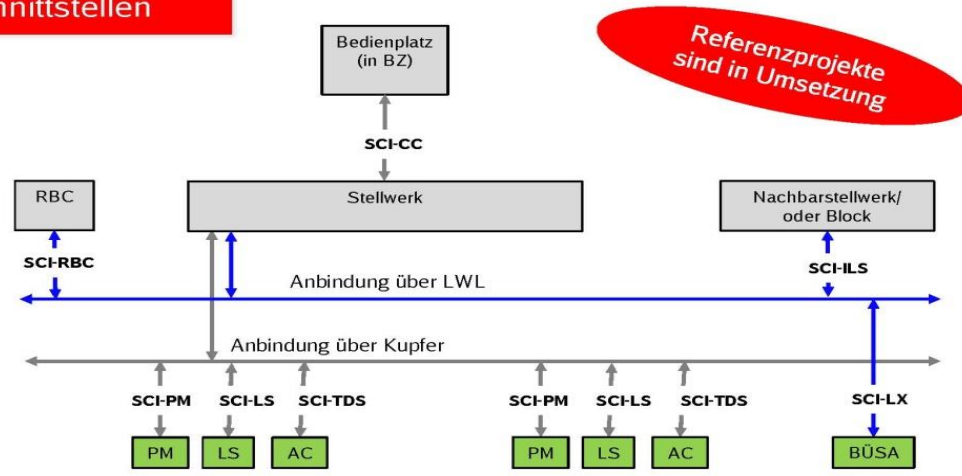
Seit 2008 arbeiten wir an der Standardisierung der Schnittstellen

Ziele:

- Einheitliche Architektur und Funktionsaufteilung
- Einheitliche Protokollstruktur bei allen Schnittstellen
- Einheitliche Übertragungstechnik
- Redundanz durch Ringstruktur auf Ethernet

Legende:

- SCI: Standard Communication Interface
- ILS: Interlocking System
- RBC: Radio Block Centre
- LX: Level Crossing
- LS: Light Signal
- TDS: Train Detection System
- AC: Axle Counter
- PM: Point Machine
- CC: Command and Control

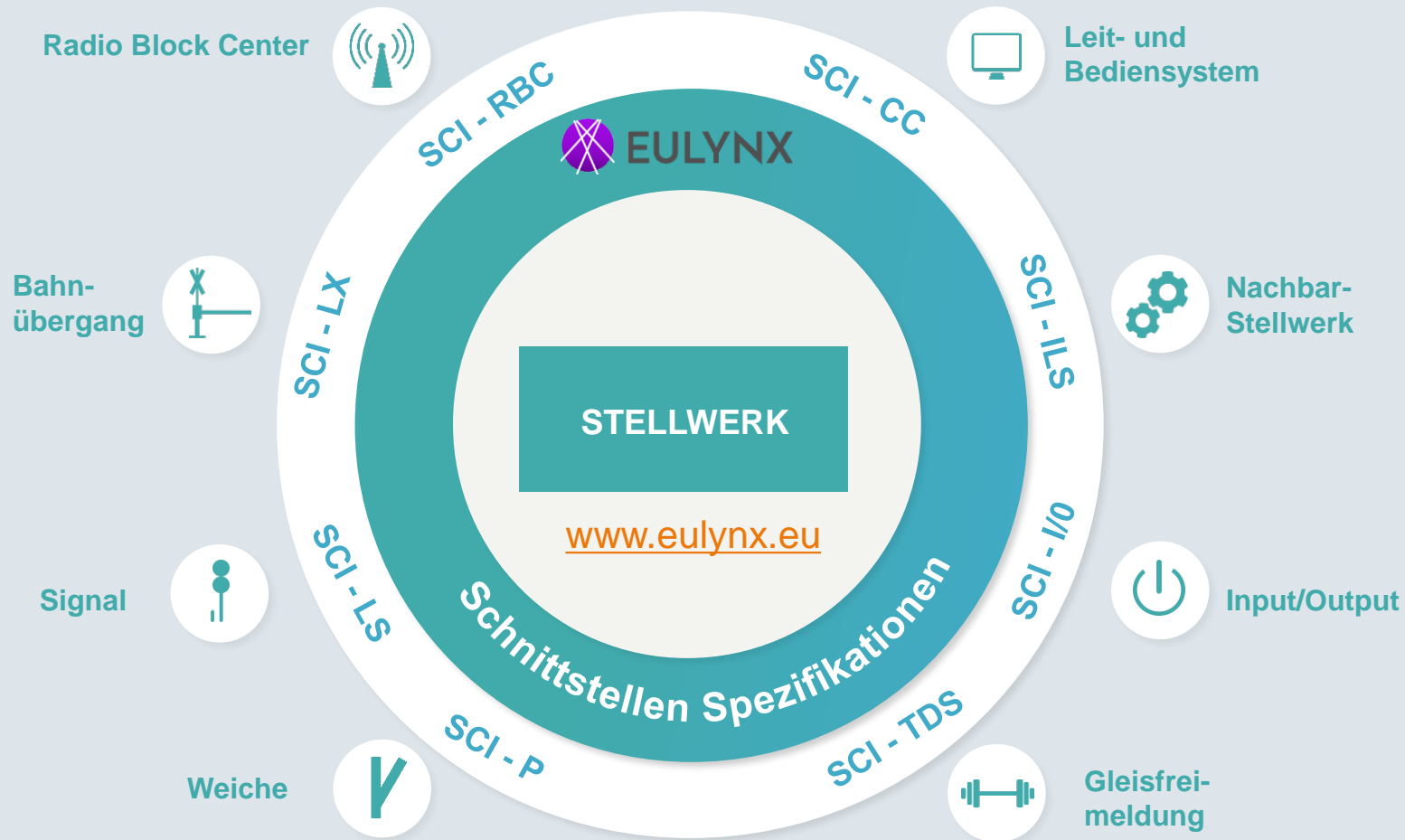


Auszug aus Präsentation von Herrn Dr. Elsweiler „Schnittstellenbetrachtung durch die DB Netz AG“ am 24.01.2013

Überblick Eisenbahnsignaltechnik

EULYNX – standardisierte Schnittstellen für Europa (3)

SIEMENS



Vorteile durch

- Beherrschung der Komplexität des Gesamtsystems
- TCP-IP- basierte Netzwerke für Service-orientierte Architekturen (SOA)
- Verbessertes Monitoring und Diagnose

Im Europe's Rail Joint Undertaking (EU-Rail) wird sektorweit an der Spezifikation der Standardschnittstellen gearbeitet

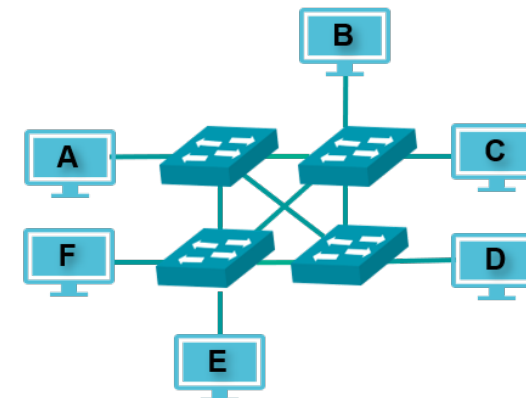
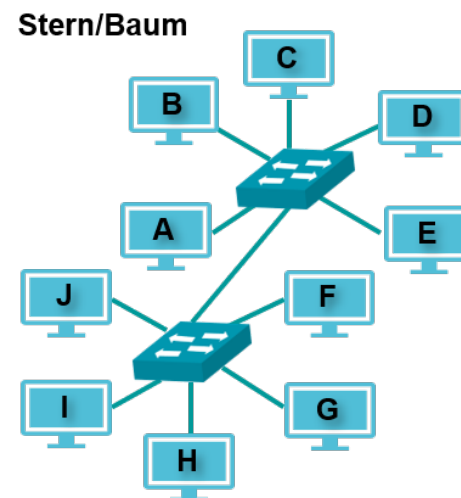
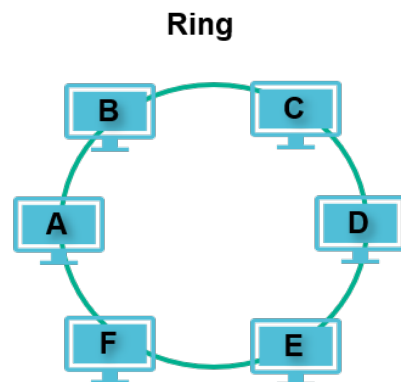
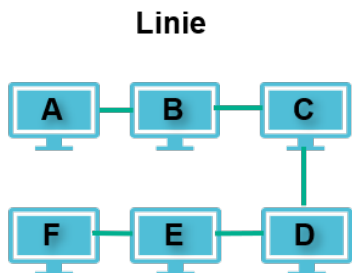
https://rail-research.europa.eu/system_pillar/

Überblick Eisenbahnsignaltechnik

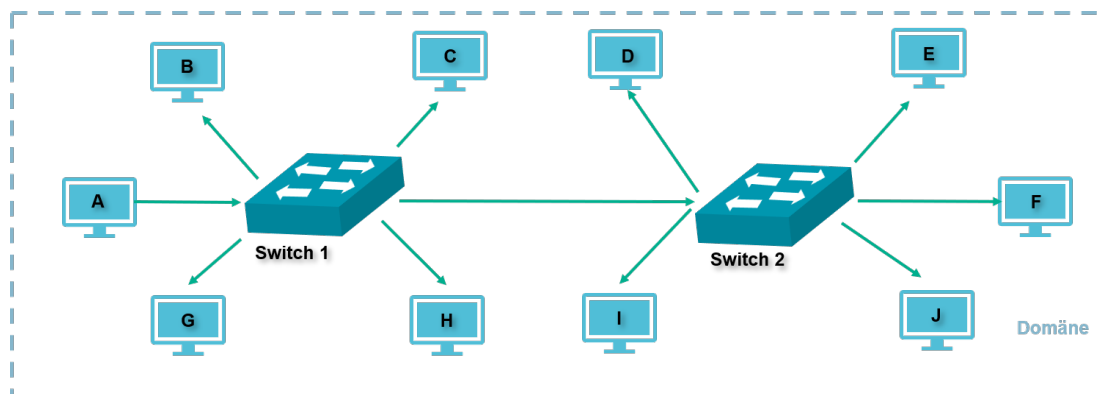
Neue Technologien (1) - Netzwerke



Topologien



Telegrammtypen und Domänen



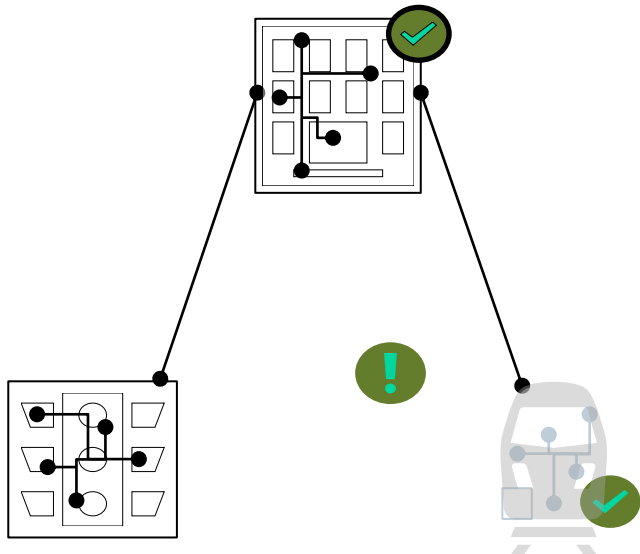
Überblick Eisenbahnsignaltechnik

Neue Technologien (2) - IT-Security

SIEMENS

- Bahnsektor als Betreiber Kritischer Infrastruktur (KRITIS) hat besondere Bedeutung für das staatliche Gemeinwesen
- IT-Sicherheitsgesetz 2.0 definiert die Pflichten der KRITIS-Betreiber (Neuerung im Jahr 2021 z.B. in Form neuer Meldepflichten und Anpassungen von Sanktionen und Verbraucherschutz)

Ganzheitliche Cybersecurity



Ganzheitliche Cybersecurity

- Physikalischen „Objekt“ Sicherheit
- Netzwerksicherheit
- Systemintegrität
- Cybersecurity Bewusstsein -> Prozesse

Verpflichtungen der IT-Sicherheitsgesetzte

- Einführung eines IT-Sicherheitsmanagementsystem (ISMS)
- Umsetzung der IT-Sicherheitsmaßnahmen gemäß Stand der Technik
- Überprüfung der Maßnahmen und des ISMS durch externen Prüfer
- Meldung von IT-Sicherheitsvorfällen an nationale Sicherheitsbehörden (BSI)

Überblick Eisenbahnsignaltechnik

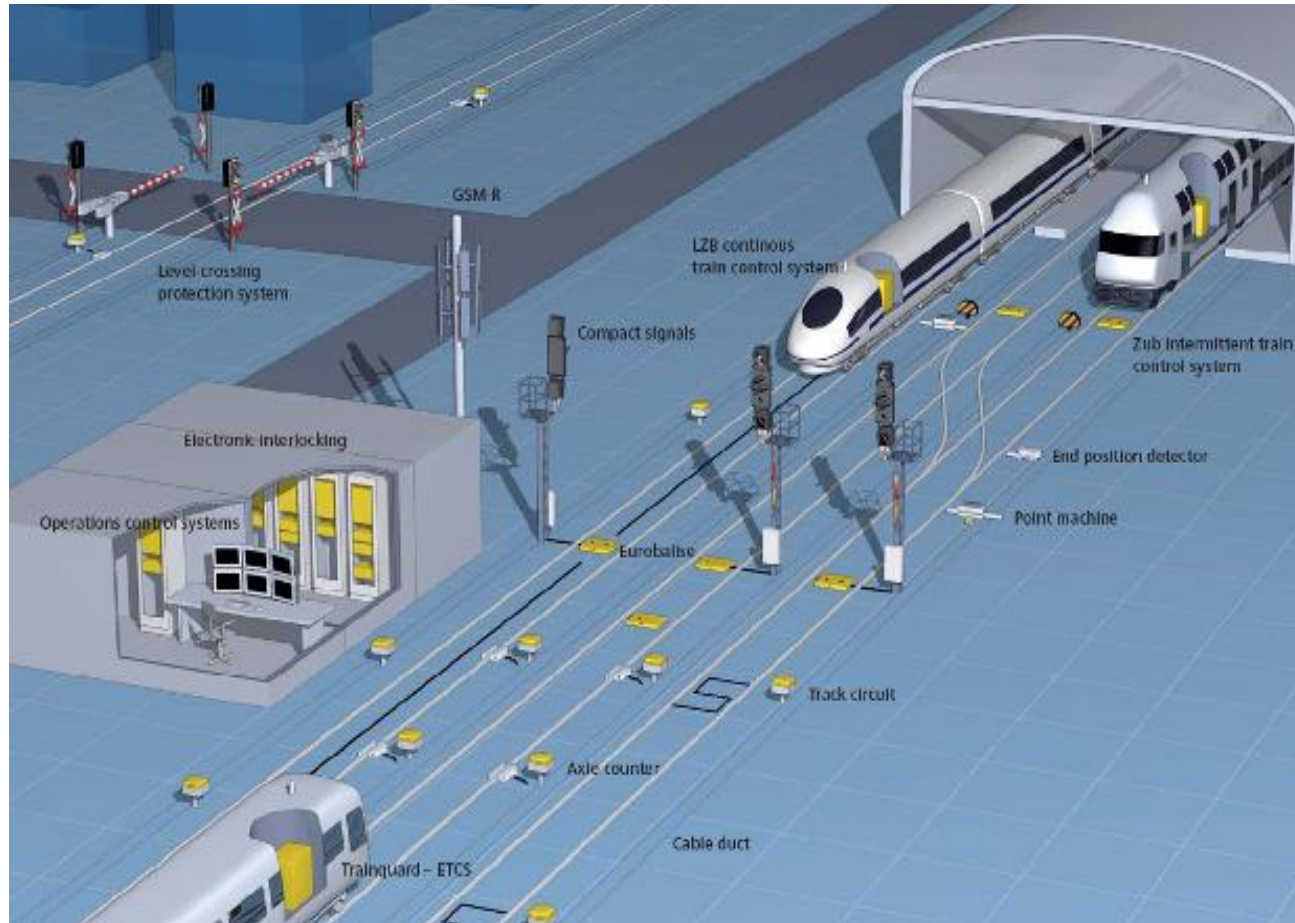
Neue Technologien (2) - IT-Security



Überblick Eisenbahnsignaltechnik

Außenanlage

SIEMENS



Zählpunkt ZP 43 E

Weichenantrieb S 700 K



Ks-Mehrschnittsignal

SMO RI D TS
Dr. M.Müller

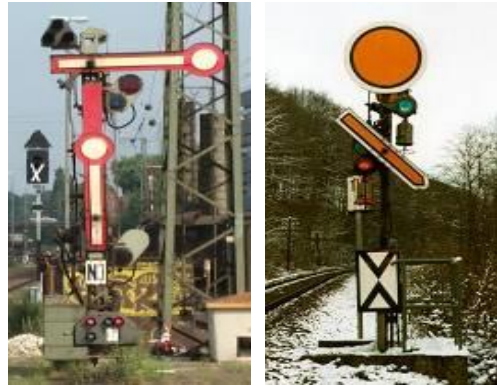
Überblick Eisenbahnsignaltechnik

Außenanlage – Signale

Signalssysteme/Ril 301 – Signalbuch

Formsignale

- HV-Signalsystem (Vor- und Hauptsignale)

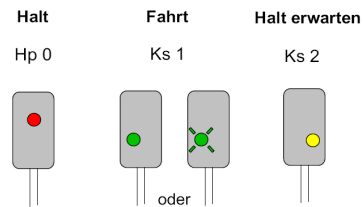


Lichtsignale Deutsche Bundesbahn

- HV-Signalsystem
- Geschwindigkeitssignalisierung durch Signalbilder ggf. zusätzlich durch Anzeiger

Lichtsignale Deutsche Reichsbahn

- HL-Signalsystem
- Geschwindigkeitssignalisierung durch Signalbilder



Lichtsignale Harmonisierung DB AG

- Ks-Signalsystem
- Geschwindigkeitssignalisierung durch Ziffern



Hauptanzeiger (Zs 3 „6“)

Signalschirm (Ks 1)

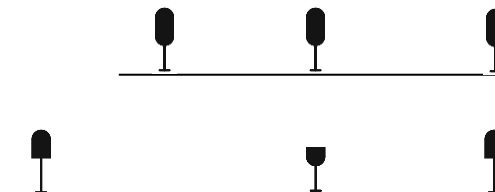
Zusatzanzeiger (Zs 6)

Signalbezeichnungsschild

Hauptsignal-Mastschild

Vorsignal-Mastschild

↓
beide Mastschilder
-> Mehrabschnittssignal



Aus Folie 2 / Blocklänge folgt:

Signalisierung bei 1000m -> Mehrabschnittssignalisierung
Signalisierung grösser 1000m -> Vorsignal / Hauptsignal

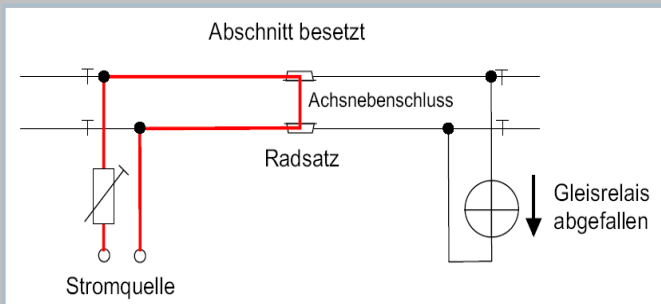
Überblick Eisenbahnsignaltechnik

Außenanlage – Gleisfreimeldung

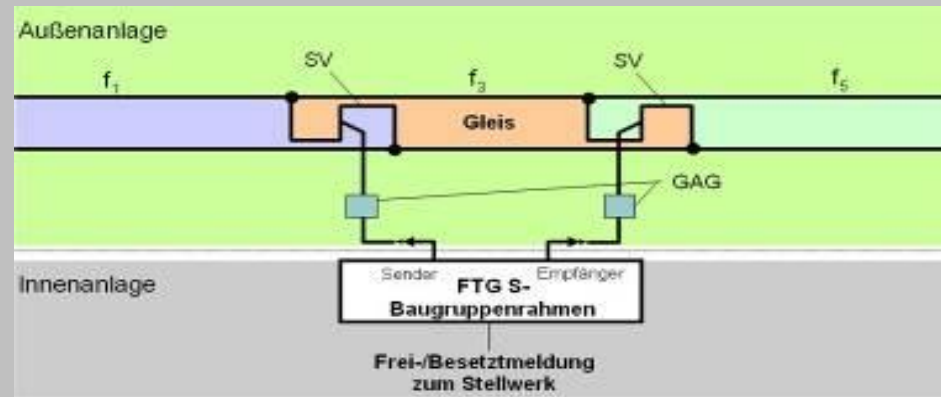
Gleisfreimeldung

- Direkte Ermittlung des Frei- und Besetzt-Zustandes von Abschnitten
- Ersetzt die visuelle Prüfung (z.B. Zugschluss)

Gleisstromkreis



FTGS



Achszählung



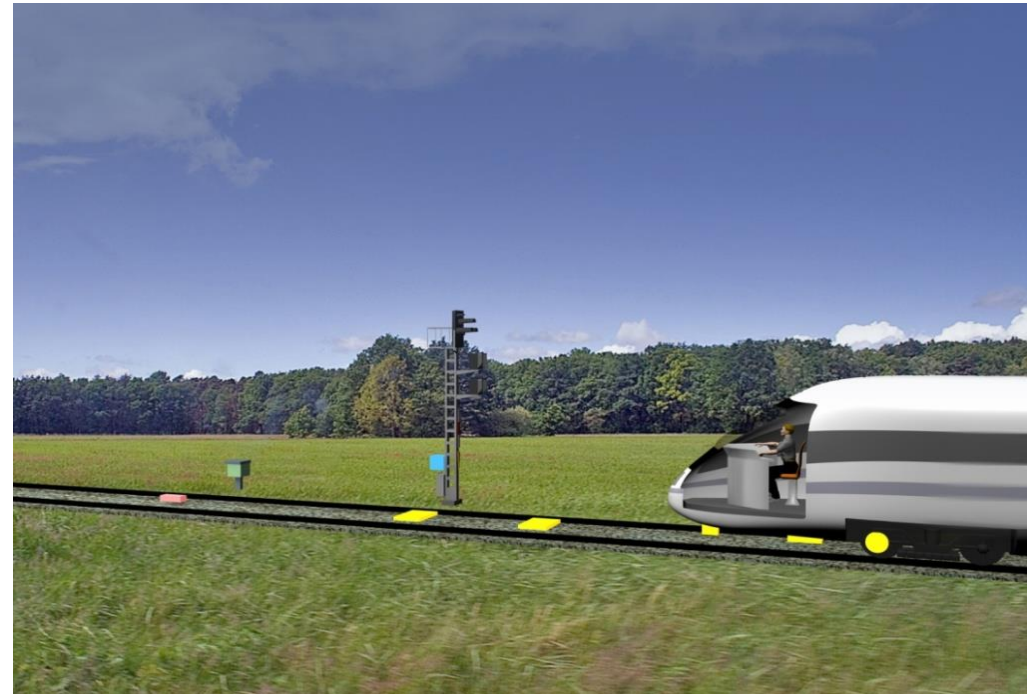
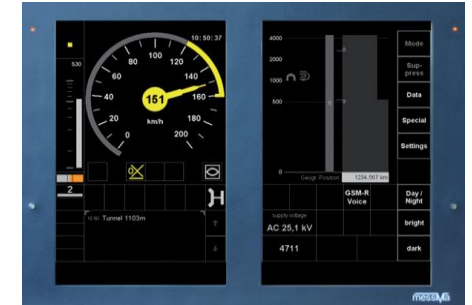
Überblick Eisenbahnsignaltechnik

Zugbeeinflussung (1)

SIEMENS

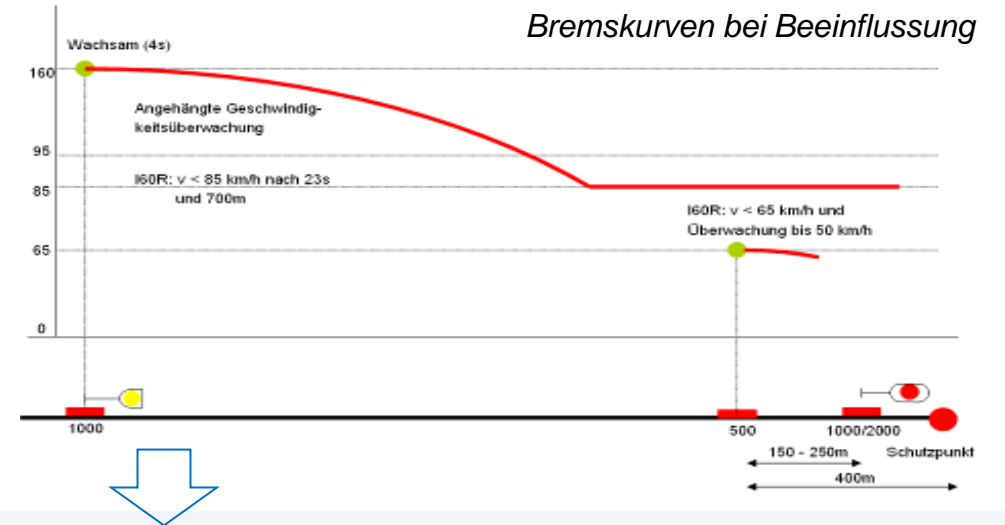
Zugbeeinflussung

- **verpflichtend nach § 15 EBO !!**
- Sicherheitssystem, das korrigierend in den Betriebsablauf eingreift, wenn der Triebfahrzeugführer ein Signal missachtet, wird z.B. ein haltzeigendes Signal missachtet, leitet es eine Zwangsbremmung ein
- eine „elektronische“ Sicht, die weiter als die optische Sicht ist, ermöglicht höhere Geschwindigkeiten und dichtere Zugfolgen
- Aufgaben:
 - Wachsamkeitsprüfung
 - Überwachung der Bremsfahrt
 - Weiterfahrt gegen „Halt“ verhindern
 - Anfahrt gegen „Halt“ verhindern
 - Fahrsperrfunktion
 - Geschwindigkeitsüberwachung



Punktförmige Zugbeeinflussung

- Überschreiten der Geschwindigkeit
 - Wachsamkeitsprüfung
 - Zwangsbremmung, um spätestens innerhalb des vorgegebenen Schutzabschnittes zum Halten zu kommen
-
- Technik: INDUSI/PZB90
 - Basis-Zusi im DB-Netz



Aus Folie 2 / Blocklänge folgt:

1. Blocklänge 1000m = Bremsweg 1000m
2. Blocklänge 1000m (min950) minus D-Weg 200m und Haltesichtweite 10m
Ableitung der max. Zuglänge = 740m



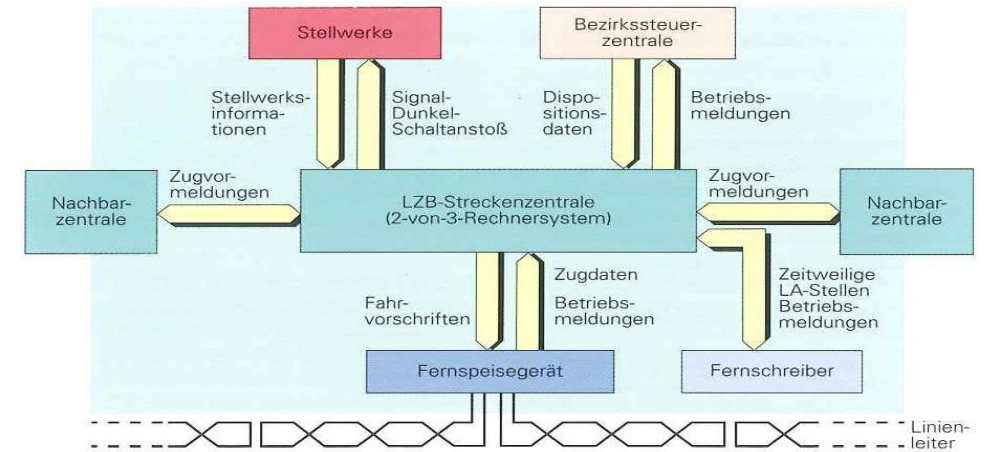
Überblick Eisenbahnsignaltechnik

Zugbeeinflussung (3)

Kontinuierliche Zugbeeinflussung

- Zwangsbremmung an jedem beliebigen Punkt der Strecke bei Geschwindigkeitsüberschreitung
- Führerraumsignalisierung
- Technik: LZB 80

LZB-Kabel im Gleis



Aus Folie 2 / Blocklänge folgt:

Höhere Geschwindigkeit -> Bremsweg >> Blocklänge 1000m

führt zu Neuer Technik:

„Elektronische Sicht“ mit v-Ziel und Zielentfernung

Überblick Eisenbahnsignaltechnik

Zugbeeinflussung – Bremsende Vielfalt in Europa



Crocodile
(Frankreich)



Crocodile-
Kontaktbürste
(Frankreich)



CAWS/ATP
Empfangsspule
(Finnland)



TBL1-Balise
(Belgien)



ZUB 121
(Schweiz)



ZST-90
(Schweiz)



TPWS
(England)



ASFA Balise
(Spanien)



ZUB 123
(Dänemark)



Mirel
(Slowakei)

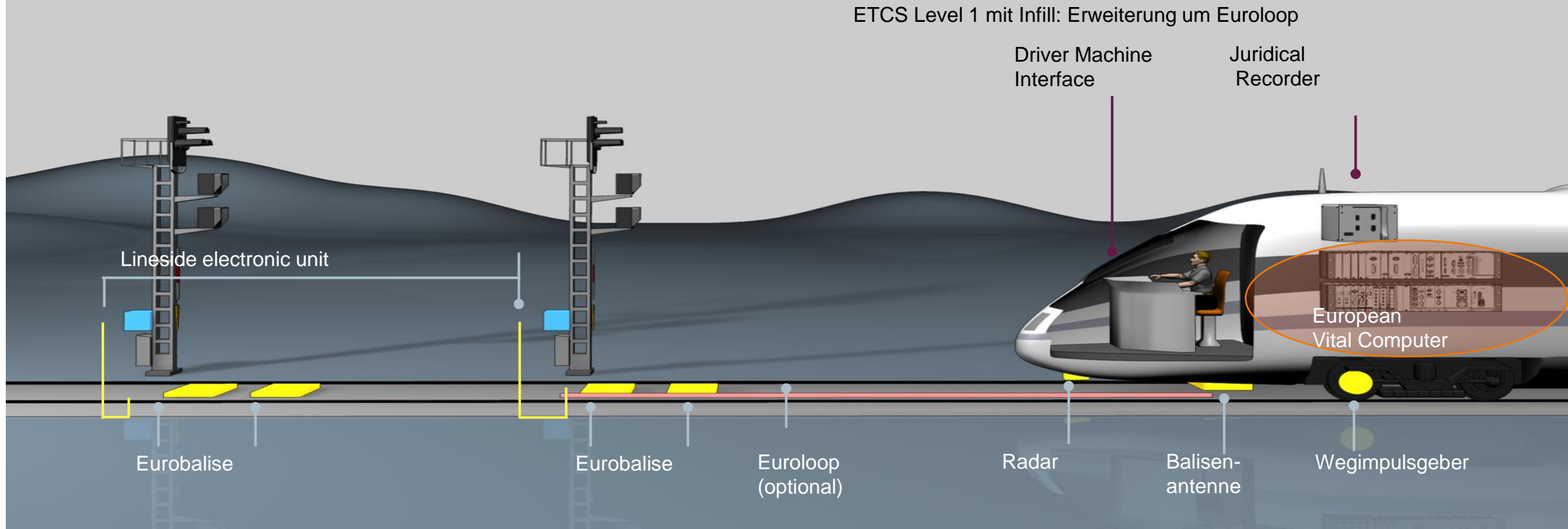


PZB 90
(Deutschland)



ASFA-Balisenleser (Spanien)

Punktförmige Datenübertragung über Eurobalisen

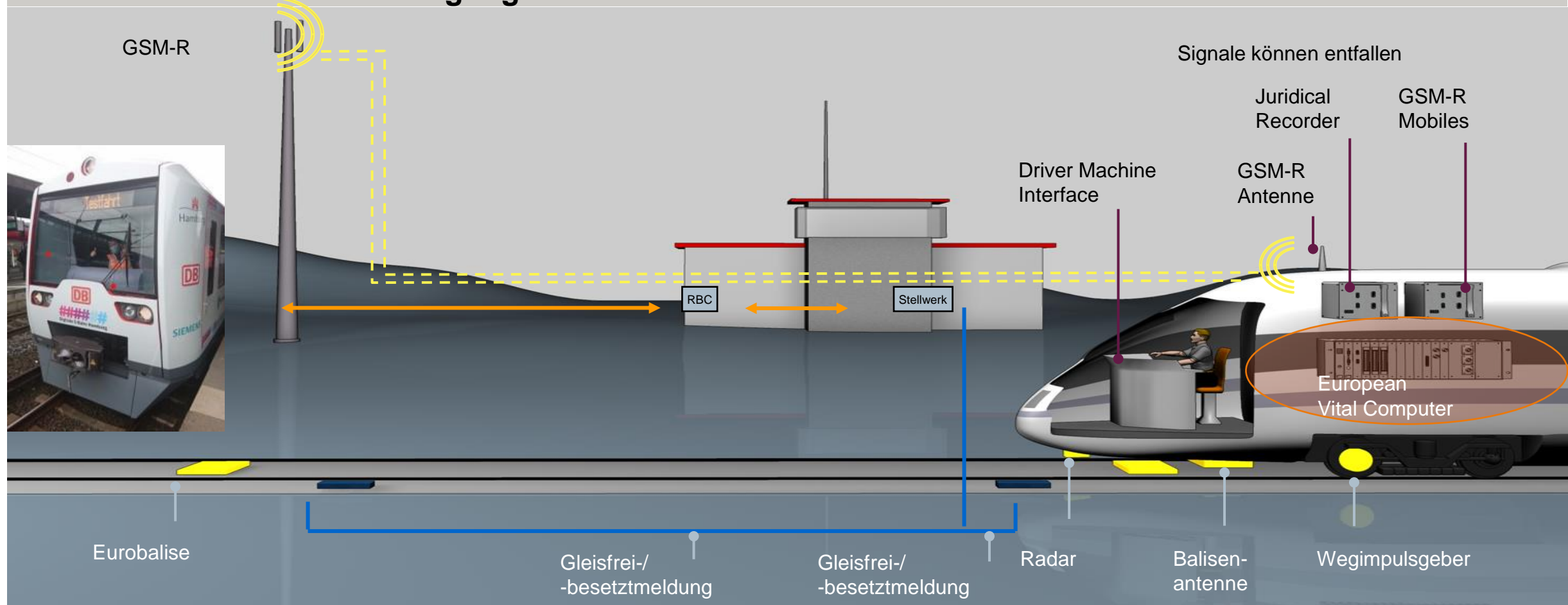


Überblick Eisenbahnsignaltechnik

Systemüberblick ETCS Level 2

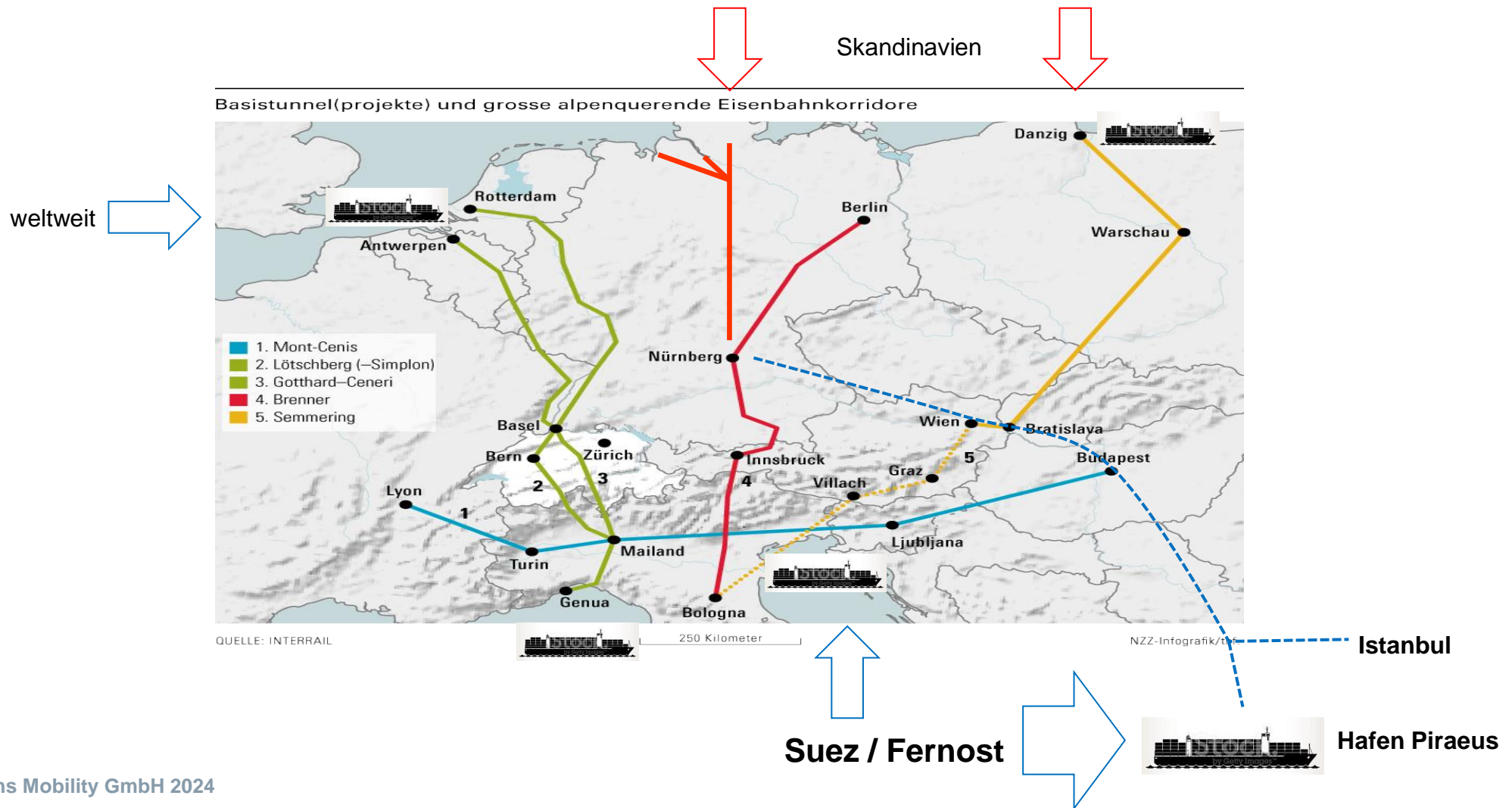
SIEMENS

Kontinuierliche Datenübertragung über GSM-R



Überblick Eisenbahnsignaltechnik

Systemüberblick ETCS Korridore



Überblick Eisenbahnsignaltechnik

Automatisches Fahren (1)

Teilautomatisiert

Überwachung und Steuerung durch den Fahrzeugführer

Hochautomatisiert

Überwachung + Steuerung

Vollautomatisiert

Keine aktiven Aktionen



Automatic Train Protection



Driver Advisory System



Automatic train operation



Driverless and unattended train operation

Produktstatus

Serie

Serie Mass Transit – Forschung/Entwicklung Mainline

GoA0¹

GoA1

GoA2

GoA3

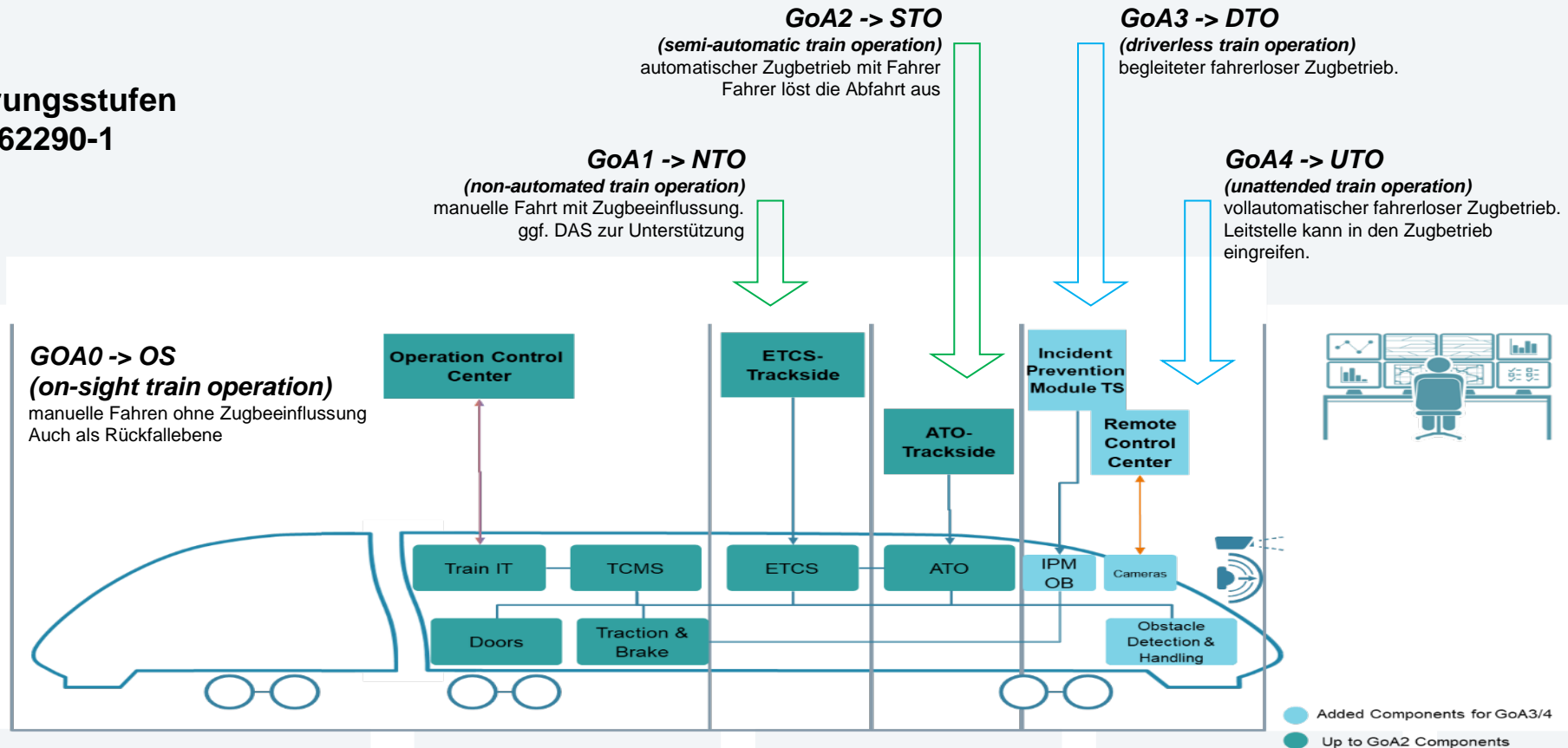
GoA4

Automation level/value proposition

Überblick Eisenbahnsignaltechnik

Automatisches Fahren (2)

Automatisierungsstufen gemäss IEC 62290-1



besondere Herausforderungen

SIL4 ATC auf Bestandsstrecken

ATO Rechner

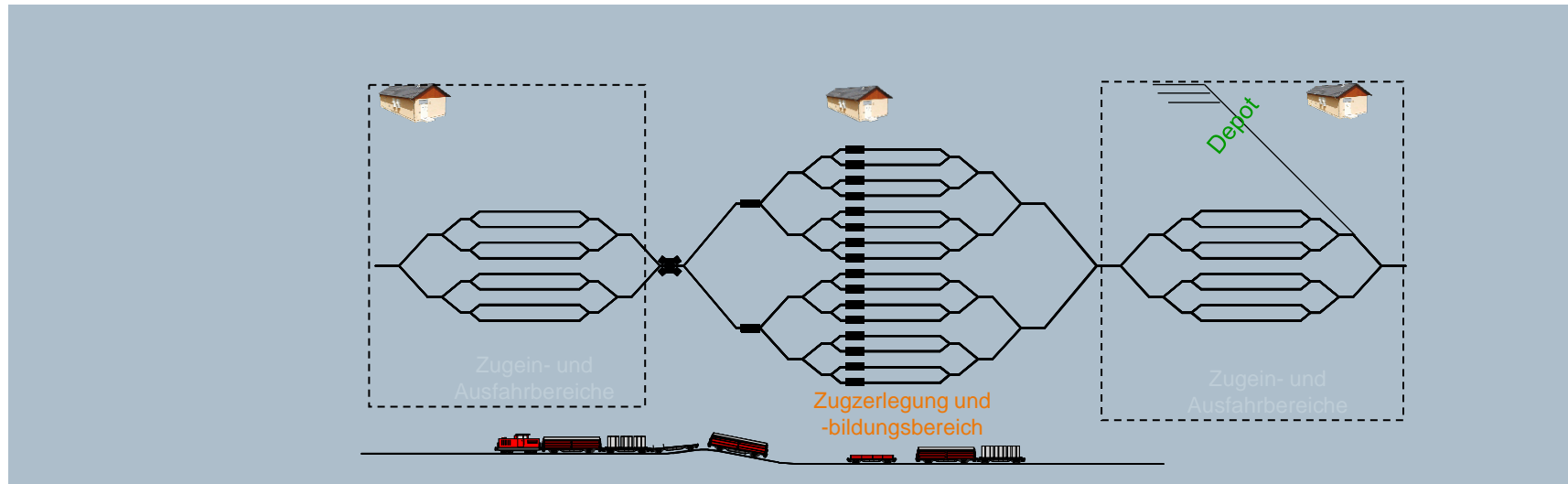
Hinderniserkennung
Tunnel/Einhausung
Bahnsteigtüren

Fernsteuerung
hohe Verfügbarkeit

Überblick Eisenbahnsignaltechnik

Rangieren

SIEMENS



Dispositionssystem

- Behandlung des Eingangszuges
- Aktuelle Berechnung der Zerlegung und Prognoserechnung
- Automatisches Umsetzen und Optimieren der Zerlegedaten und Gleiszuordnung

Automat. Steuerung MSR 32

- Automatisches Steuern des Ablaufs

Dispositionssystem

- Behandlung des Ausgangszuges
- Wagenbuchhaltung, Prognoserechnung

Flachrangieren mit MSR32

- Rangiertechnik im Depotbereich
- Rangiertechnik in der Einfahrgruppe

Überblick Eisenbahnsignaltechnik automatische Mittelpufferkupplung

