

Siemens Mobility Instandhaltungstage

21. und 22. Juni 2022

Dorint Sanssouci Potsdam

Herzlich willkommen auf der Bühne

**Prof. Dr. Stephan
Matzka**

HTW Hochschule für Technik
und Wirtschaft Berlin

SITA 2022

Künstliche Intelligenz in der Instandhaltung

Prof. Dr. Stephan Matzka

HTW Berlin

21. Juni 2022

An abstract background graphic on a dark blue gradient. It features a series of interconnected white dots and lines forming a complex, low-poly mesh structure. This structure resembles a mountain range or a series of peaks, with several small flags on top of the highest points. The overall aesthetic is technical and futuristic.

Agenda

- Grundlagen** Was kann künstliche Intelligenz? Und was nicht?
- Praxis** Prognose eines Türdefekts mittels KI
- Fragen** Sind 99,99 % besser als 96 %?
- Antworten** Kann eine KI ihre Ergebnisse begründen?

Künstliche Intelligenz ist eine **Schlüssel-technologie** für die **Instandhaltung**

Leider häufig nur als **Buzzword**

1. Prädiktive Instandhaltung

predictive maintenance

2. Zustandsüberwachung

condition monitoring

3. (un-)überwachtes Lernen

(un-)supervised learning

$$\iint ((x + 2) \cdot y) dx dy$$

$$(x + 2) \cdot y$$

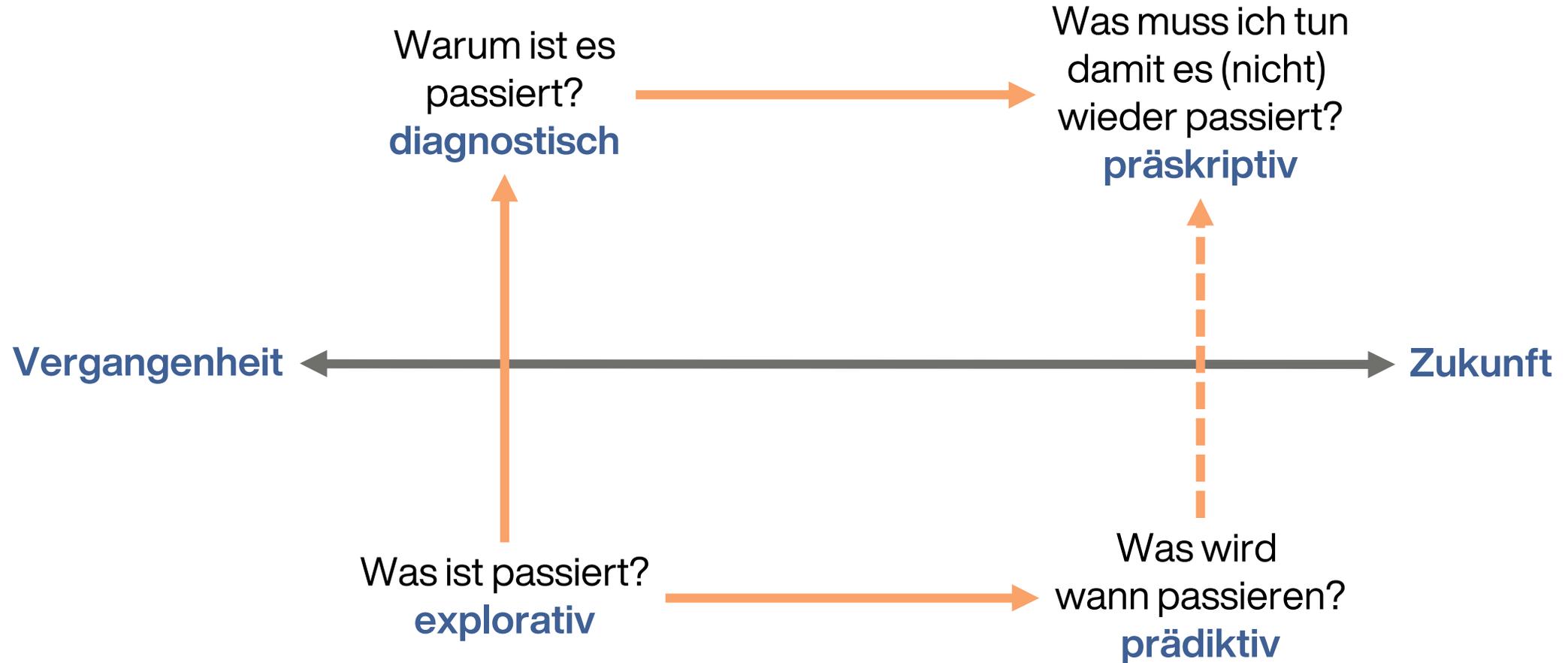


Künstliche Intelligenz

- ist eine **Maschine, die Aufgaben lösen kann**, für die ein Mensch Intelligenz benötigt.
- ist nicht vergleichbar mit menschlicher Intelligenz (en. **intelligence = Information**)
- wurde früher mit Expertensystemen (Wissensdatenbank & Regeln) versucht,
- heute meistens mit **maschinellern Lernen** (System **lernt selbständig anhand von Daten**) erreicht.



Facetten einer Datenanalyse



Türdefekte frühzeitig erkennen

Prädiktive Instandhaltung

**Unser System prognostiziert den Defekt einer Türe
1000 Schließzyklen vor dem eigentlichen Defekt**

- getestet auf einem großen Datensatz von 1 Million Schließzyklen
- Genauigkeit von 99,99%
- 0 Fehllarme, dadurch sehr hohe Akzeptanz in der Instandhaltung
- lückenlose Integration in Bestandssysteme



Türdefekte frühzeitig erkennen

Prädiktive Instandhaltung

Unser System prognostiziert den Defekt einer Türe
1000 Schließzyklen vor dem eigentlichen Defekt

- getestet auf einem großen Datensatz von 1 Million Schließzyklen
- Genauigkeit von **99,99%**
- **0 Fehlalarme**, dadurch sehr hohe Akzeptanz in der Instandhaltung
- lückenlose Integration in Bestandssysteme

		Tatsächlich	
		Defekt	Betrieb
Prognose	Defekt	0,0 % 0	0,0 % 0
	Betrieb	0,01 % 100	99,99 % 999.900

Türdefekte frühzeitig erkennen

Prädiktive Instandhaltung

Nachdem das vorherige System sich als untauglich erwiesen hat, hier ein 2. Versuch

- getestet auf einem großen Datensatz von 1 Million Schließzyklen
- Erkennung von **96 %** aller Defekte
- Nur **0,05% Fehllarme**, dadurch sehr hohe Akzeptanz in der Instandhaltung
- ~~lückenlose Integration in Bestandssysteme~~

		Tatsächlich	
		Defekt	Betrieb
Prognose	Defekt	96,00 %	0,04 %
	Betrieb	4,00 %	99,96 %

Türdefekte frühzeitig erkennen

Prädiktive Instandhaltung

Auch hier ist es entscheidend, die absoluten Zahlen zu betrachten

- in einem funktionierenden System überwiegen die Betriebszustände den Defekten um Größenordnungen.
- aus der „Fehlalarmquote“ von 0,04 % bezogen auf die Betriebszustände ergibt bezogen auf die eigentlichen Alarme (Prognose Defekt) 400 Fehlalarme / (96 + 400 Alarme) = **80,6 %**

		Tatsächlich	
		Defekt	Betrieb
Prognose	Defekt	96,00 % 96	0,04 % 400
	Betrieb	4,00 % 4	99,96 % 999.500

Türdefekte frühzeitig erkennen

Wirtschaftlichkeit beurteilen

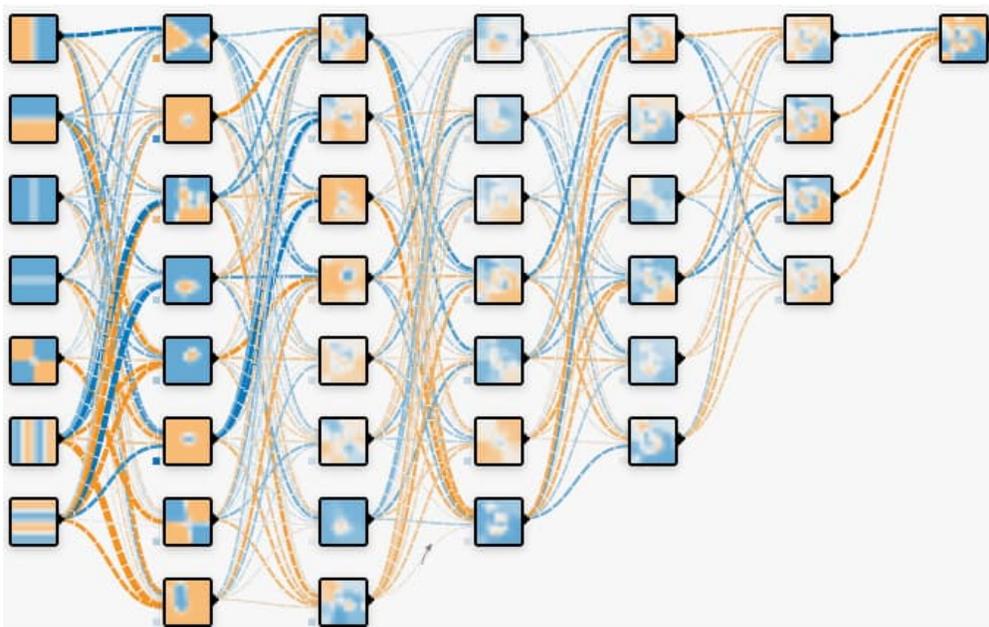
Mit Hilfe einer Wahrheitsmatrix lässt sich die Wirtschaftlichkeit fundiert beurteilen

- $96 \times 5.000 \text{ €} = +480.000 \text{ €}$
durch korrekte Prognosen
- $4 \times -20.000 \text{ €} = -80.000 \text{ €}$
durch nicht prognostizierte Defekte
- $400 \times -350 \text{ €} = -140.000 \text{ €}$
durch Fehllarme des Systems
- $480.000 \text{ €} - 80.000 \text{ €} - 140.000 \text{ €}$
 $= +260.000 \text{ €}$ positiver Business Case

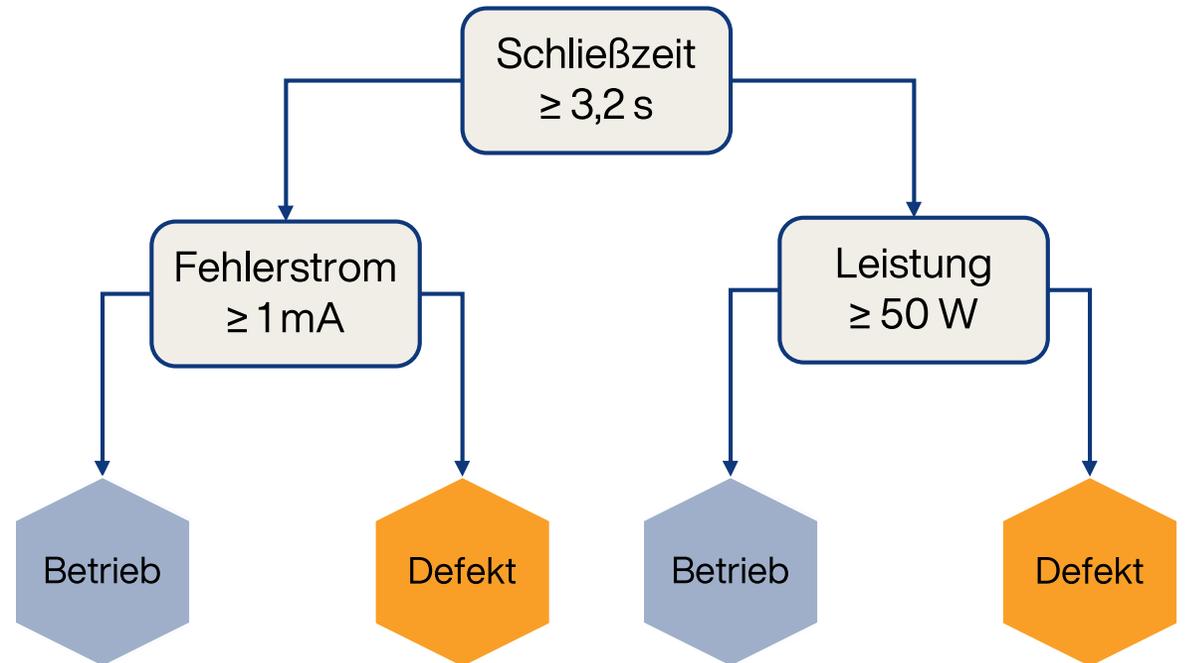
		Tatsächlich	
		Defekt	Betrieb
Prognose	Defekt	+5.000 € 96	-350 € 400
	Betrieb	-20.000 € 4	0 € 999.500

Ursachenanalyse

Künstliches neuronales Netzwerk



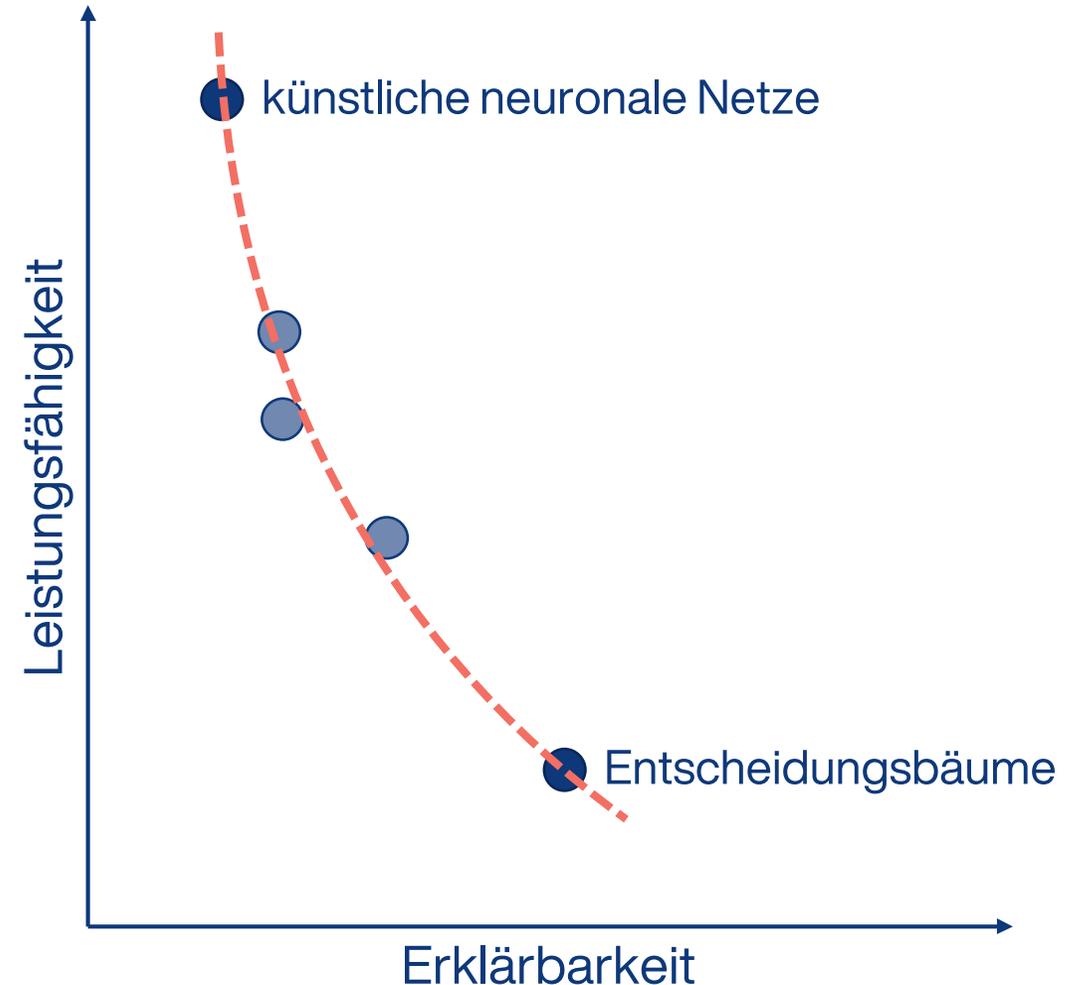
Entscheidungsbaum



Maschinelles Lernen ist eine Black-Box

Neben technischen und wirtschaftlichen Faktoren ist insbesondere die **Akzeptanz für die Ergebnisse** künstlicher Intelligenz für deren erfolgreichen Einsatz entscheidend.

- Maschinell erzeugte Modelle sind in der Regel für den Menschen zu komplex.
 - **25 Eingabewerte = 25 Dimensionen**
- Eine leistungsfähige künstliche Intelligenz kann daher **keine für Anwender nachvollziehbaren Gründe** für eine Entscheidung angeben.



Erklärbare künstliche Intelligenz

Das Gebiet der erklärbaren bzw. vertrauenswürdigen künstlichen Intelligenz ist verhältnismäßig neu (Ende der 2010er) und erlebt seitdem stetig steigendes **Interesse** und **Forschungsaktivitäten**.

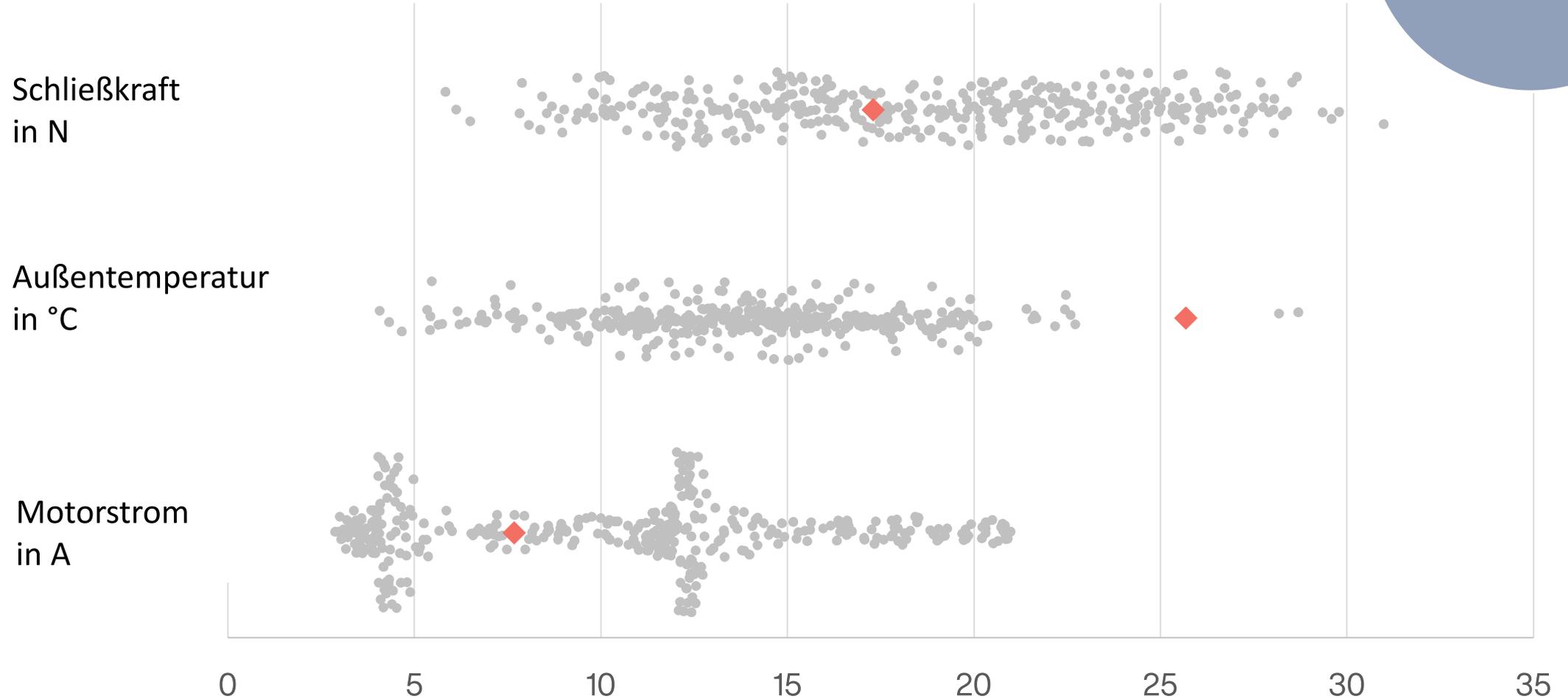
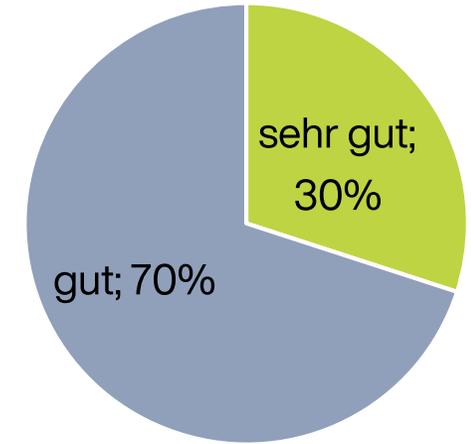
Möglicher Zeithorizont (nach DARPA Aktivitäten)

- Autonom fahrende Straßenfahrzeuge
2004 (DARPA GC) → 2019 Audi A8 SAE
- Erklärbare künstliche Intelligenz
2016 (DARPA XAI) → 2030 ??



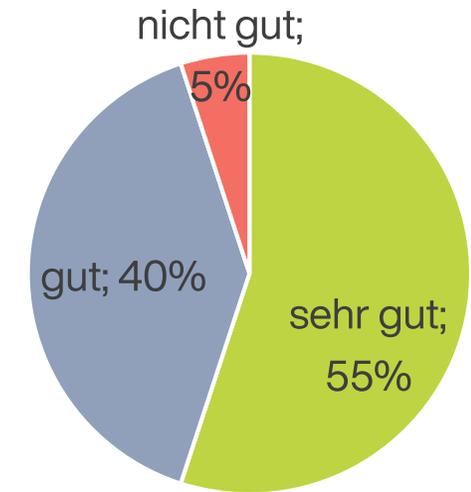
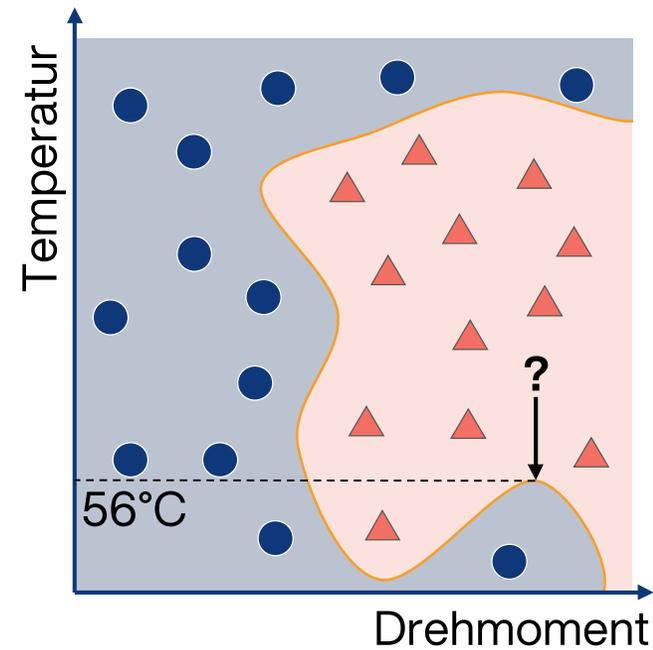
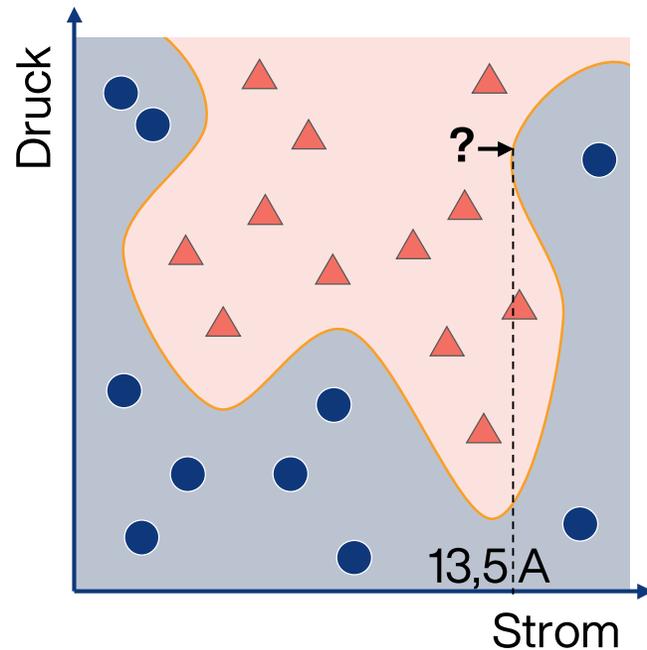
Erklärbare künstliche Intelligenz

Ungewöhnliche Eingabewerte



Erklärbare künstliche Intelligenz

„Kontrafaktische“ Erklärungen mittels LIME

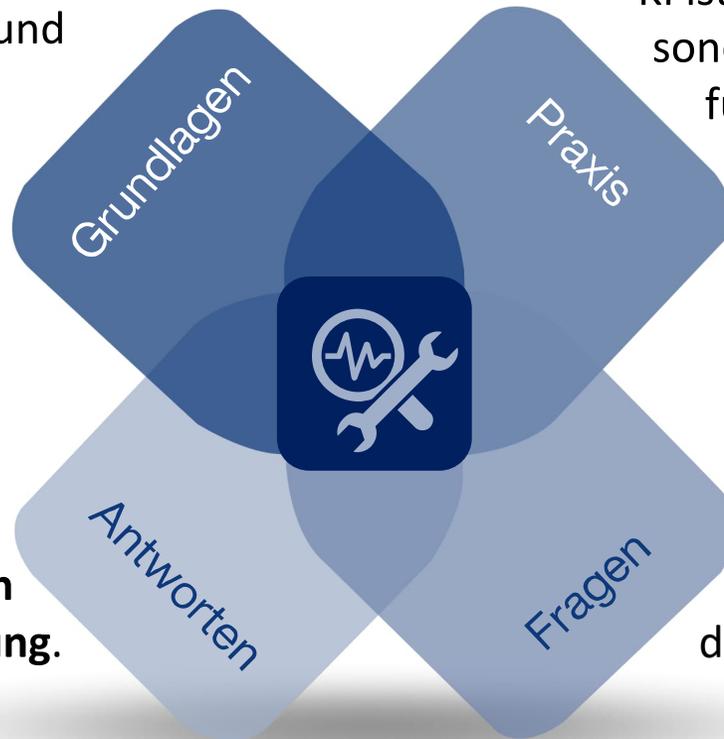


Automatisch generierte Erklärung Türdefekt prognostiziert, da

- Strom unter 13,5 A und
- Temperatur über 56 °C.

Künstliche Intelligenz in der Instandhaltung

Es ist hilfreich,
Möglichkeiten und
Grenzen der KI
zu kennen.



KI ist **kein Selbstzweck**,
sondern ein Werkzeug
für **reale Probleme**.

KI liefert
Ergebnisse **noch**
ohne Begründung.

Beurteilungs-
kompetenz hilft,
die **richtigen Fragen**
zu stellen.



Herzlichen Dank
für Ihre Aufmerksamkeit.



Herzlich willkommen auf der Bühne

**Daniel
Hoepffner**

Siemens Mobility
GmbH

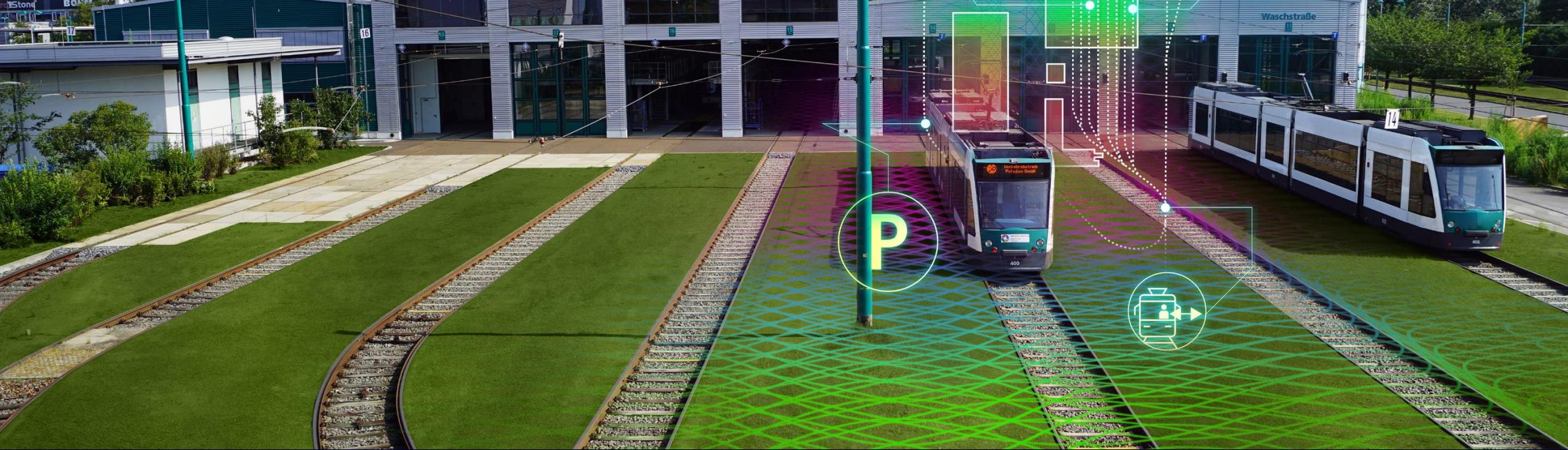
**Matthias
Hofmann**

Siemens Mobility
GmbH

**Ivo
Köhler¹**

ViP Verkehrsbetrieb
Potsdam GmbH

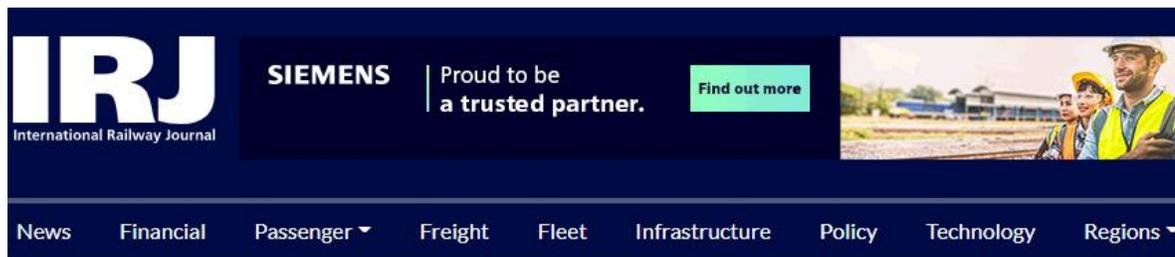
1 Präsentation im ViP Betriebshof



Autonome Straßenbahn im Depot (AStriD)

Daniel Hoepffner, Matthias Hofmann

Agenda



Technology

Siemens Mobility targets 2026 launch for Autonomous Tram in Depot technology

Testing is currently underway in Potsdam.

Aug 23, 2021
Written by
Richard Clinnick



Source: IRJ, 23. August 23, 2021

Richard Clinnick

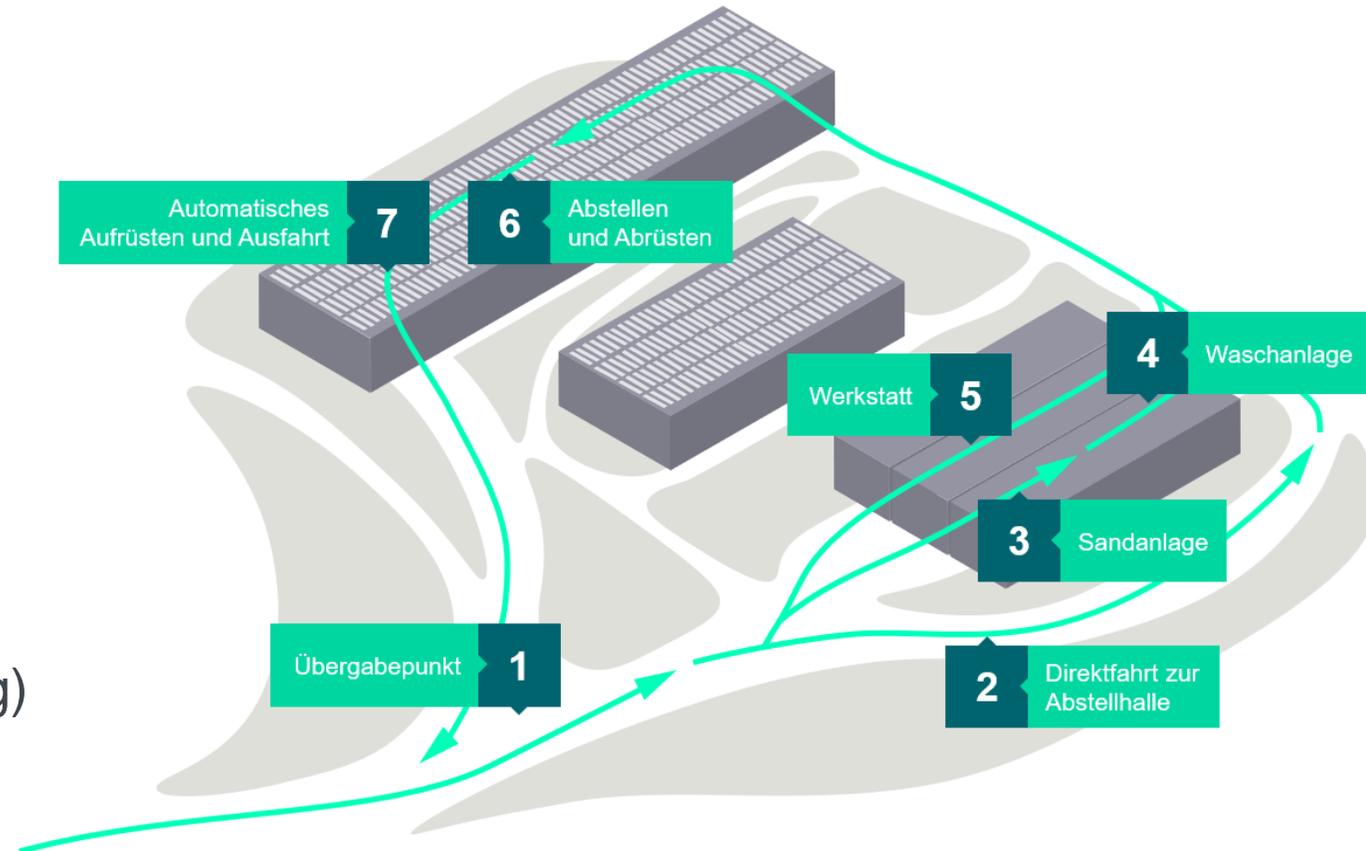
- Keynote
- Motivation
- Forschungs-Projekt AStriD
- Zutaten zum automatisierten Depot
- Vor-Ort-Demonstration

Erste Stufe des autonomen Fahrens – Automatisierung des Depots

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



- Erste kommerzielle Anwendung
 - Rangiertätigkeiten und Serviceprozesse (Fahrzeugwäsche, Besandung, Wartung)
 - Abstellen und Bereitstellen der Fahrzeuge

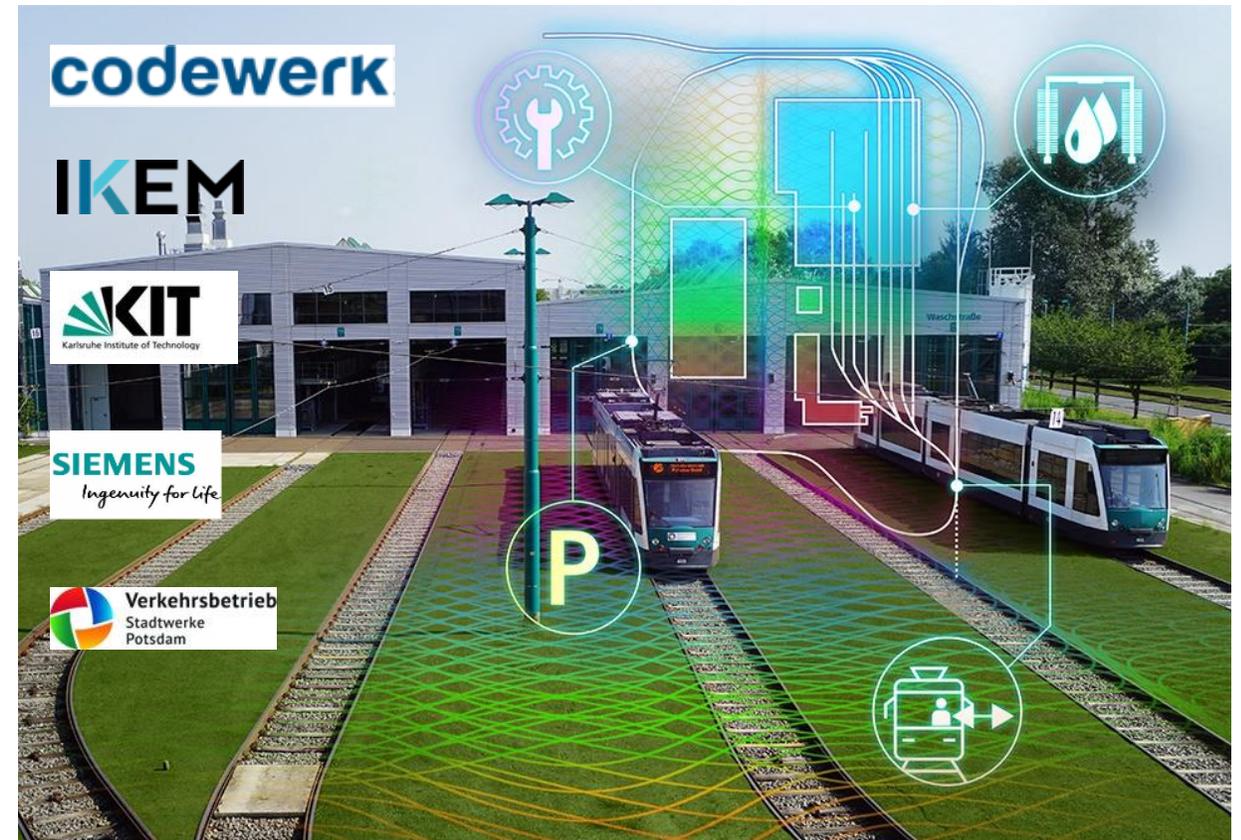


Projekt AStriD (Autonome Straßenbahn im Depot) – Untersuchung des automatisierten Depotbetriebes bis 2022

AStriD ist der nächste große Meilenstein auf dem Weg zum autonomen Fahren der Tram

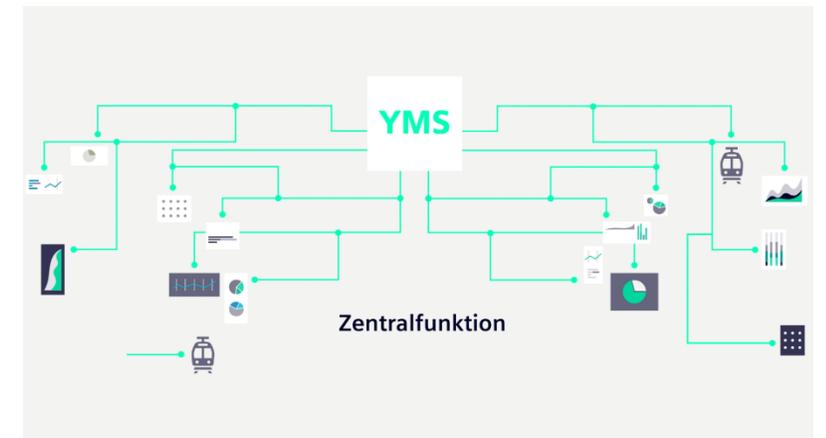
Förderprojekt des BMVI - mFUND

- Ziel ist die Erprobung eines voll-automatisierten Depots auf Basis von autonom fahrenden Trams
- Umsetzung im Betriebshof des Verkehrsbetriebes Potsdam ViP
- Umfasst auch die Betrachtung von
 - juristischen Grundlagen für Zulassung und Betrieb
 - Analyse der ökonomische Auswirkungen
 - Übertragung auf generisches Konzept

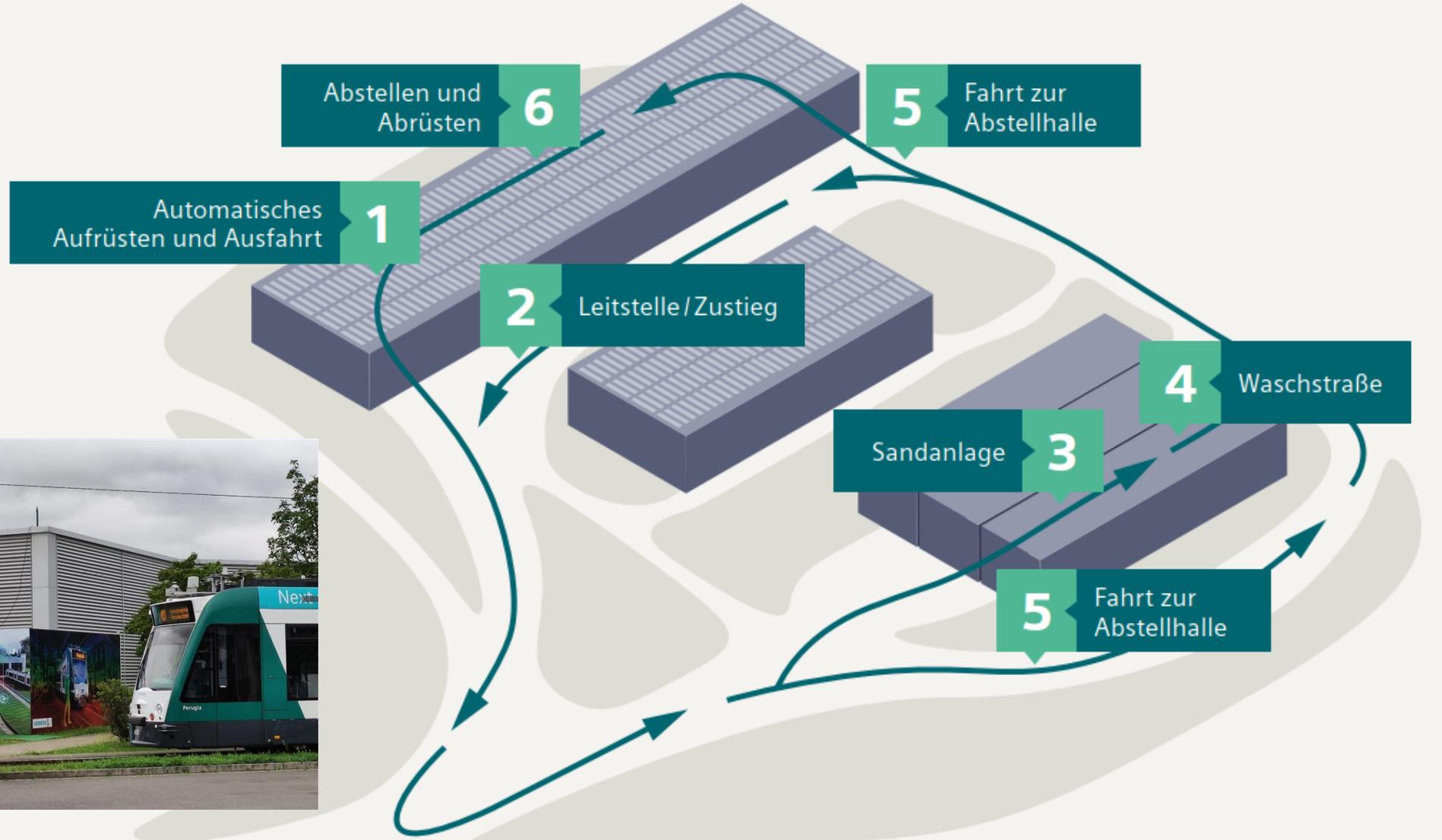


Zutaten zum automatisierten Depot: Autonomes Fahrzeug mit Einbindung in das Gesamtsystem

- **Autonome Tram**
 - Automatisierung
 - Kollisionsvermeidung
 - Lokalisierung auf Basis einer elektronischen Karte, auch in Gebäuden
- **YMS - Yard Management System**
 - Übergeordnetes System zur Planung und Steuerung der Depotprozesse
 - Fahrstraßenanforderung beim Stellwerk
 - Starten der Fahrzeug-Missionen (Auf- und Abrüsten, Rangieren)
 - Ansteuerung der Infrastrukturanlagen (Waschanlage, Hallentore)
- **Kommunikation**
 - Kommunikation zwischen allen angebotenen Systemen
- **Sicherheitskonzept**
 - Überwachung und Notabschaltung durch Supervisor
 - Betriebliche Regelungen



Vor-Ort-Demonstration: Die Teilnehmer erleben live die typischen Depot-Prozesse mit einer Tram ohne Fahrer oder Supervisor an Bord



Vor-Ort-Demonstration: Wie die autonome Tram funktioniert

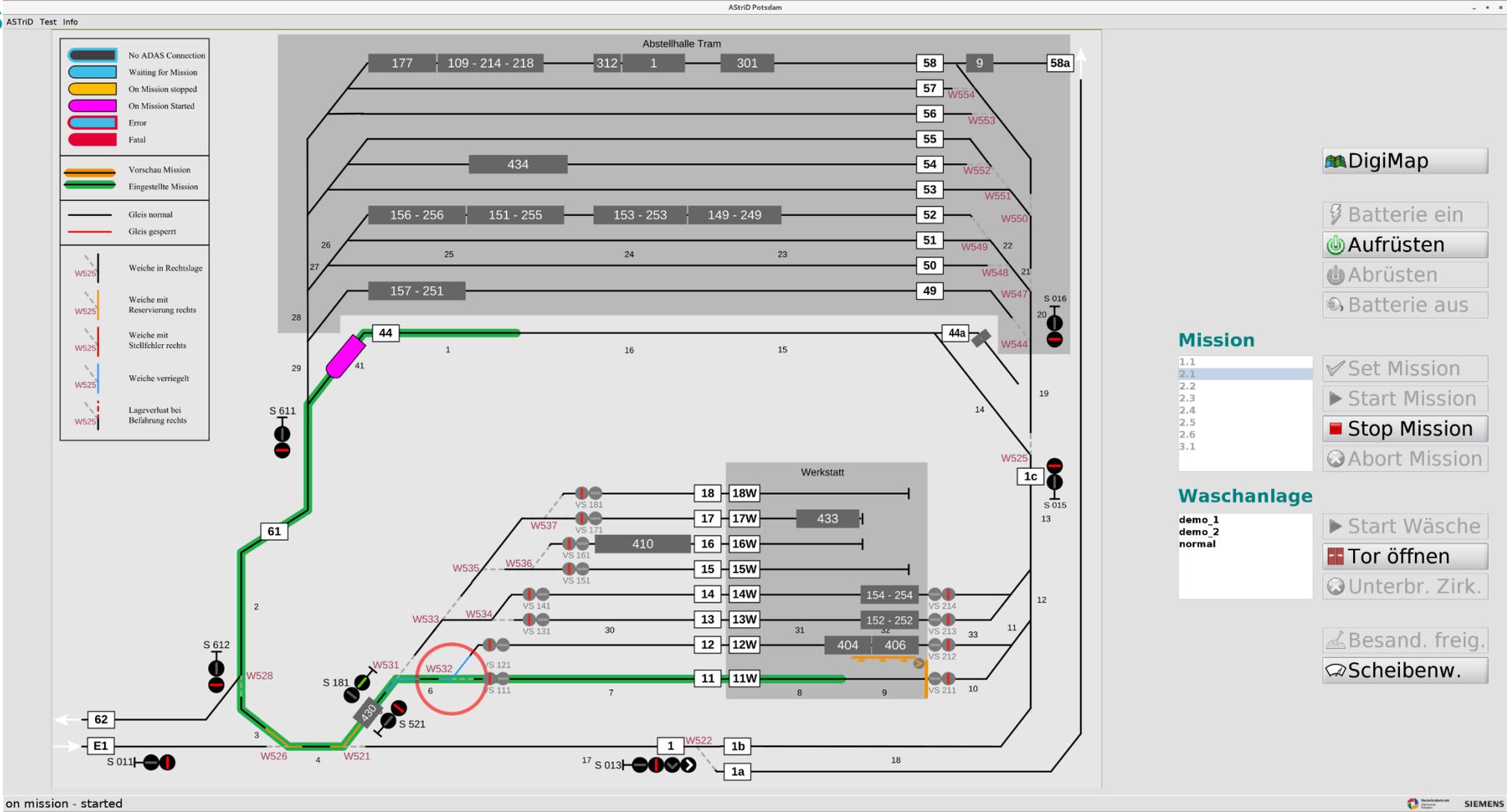
1 Laufendes Scannen des Umfeldes

2 Intelligente Bewertung der Situation

3 Angemessene Reaktion



Vor-Ort-Demonstration: Der Dispatcher in der Leitstelle steuert über das Yard Management System die Prozess



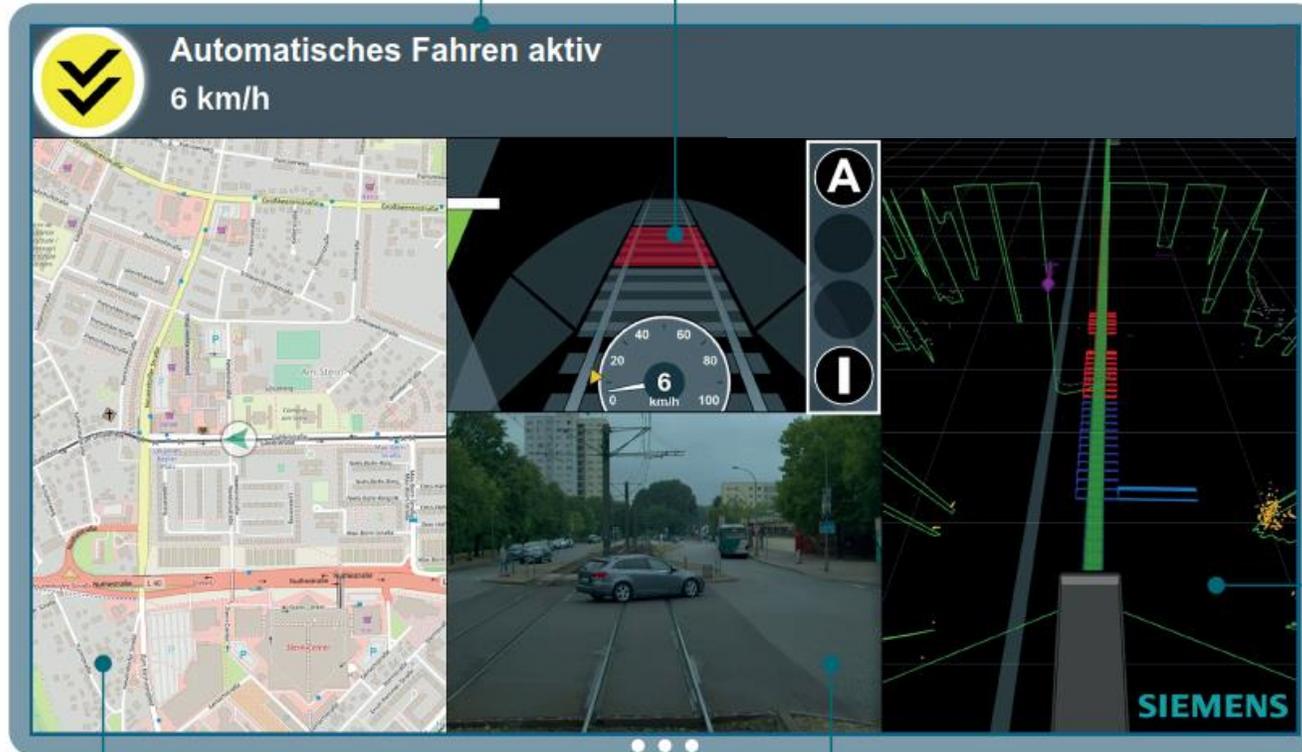
Vor-Ort-Demonstration: Der Sicherheits-Supervisor überwacht in der Leistelle den autonomen Betrieb der T

The screenshot shows a web browser window with two tabs. The active tab is titled "Driver display" and shows a simulated driver's perspective with a speedometer ranging from 0 to 100 km/h and a road ahead. The address bar shows the URL "http://10.8.0.10:5001/view/view.shtml?id=1&imagePath=%2Faxis-media%2f". The second tab is titled "Live view - AXIS P3904-R Mk..." and displays a live video feed from an "AXIS P3904-R Mk II Network Camera". The camera interface includes a "Live View | Setup | Help" header, a "Stream profile" dropdown set to "Test4", and a "Snapshot" button. The video feed shows an industrial interior with a curved track and various equipment. The timestamp "0.59 09:54:48.37" is visible in the top left of the video frame. Below the video, it says "Playing, H.264 using RTP over RTSP over HTTP". The Windows taskbar at the bottom shows the time as 09:54 on 21/06/2022.

Vor-Ort-Demonstration: Monitore im Fahrzeug zeigen alle wichtigen Status-Informationen

Status automatisches Fahren
Aktiv/Nicht aktiv und aktuelle
Geschwindigkeit

Anzeige für den Fahrer (Fahrer HMI)
Soll/Ist Geschwindigkeit mit Markierung
der Kollisionsgefahr und dem erkannten Signalbild



Sicht der Sensoren
(Digitale Augen)
Umfeld und Fahrweg der
Tram mit Markierung
der Gefahrenbereiche

2D-Streckenkarte
mit GPS-Position der Tram

Sicht des Fahrers
Live-Bild der Frontkamera

Kontakt

Herausgeber: Siemens Mobility GmbH

Daniel Hoepffner

Projektleiter Autonomous Tram & Depot Automation

Telefon +49 173 544 75 96

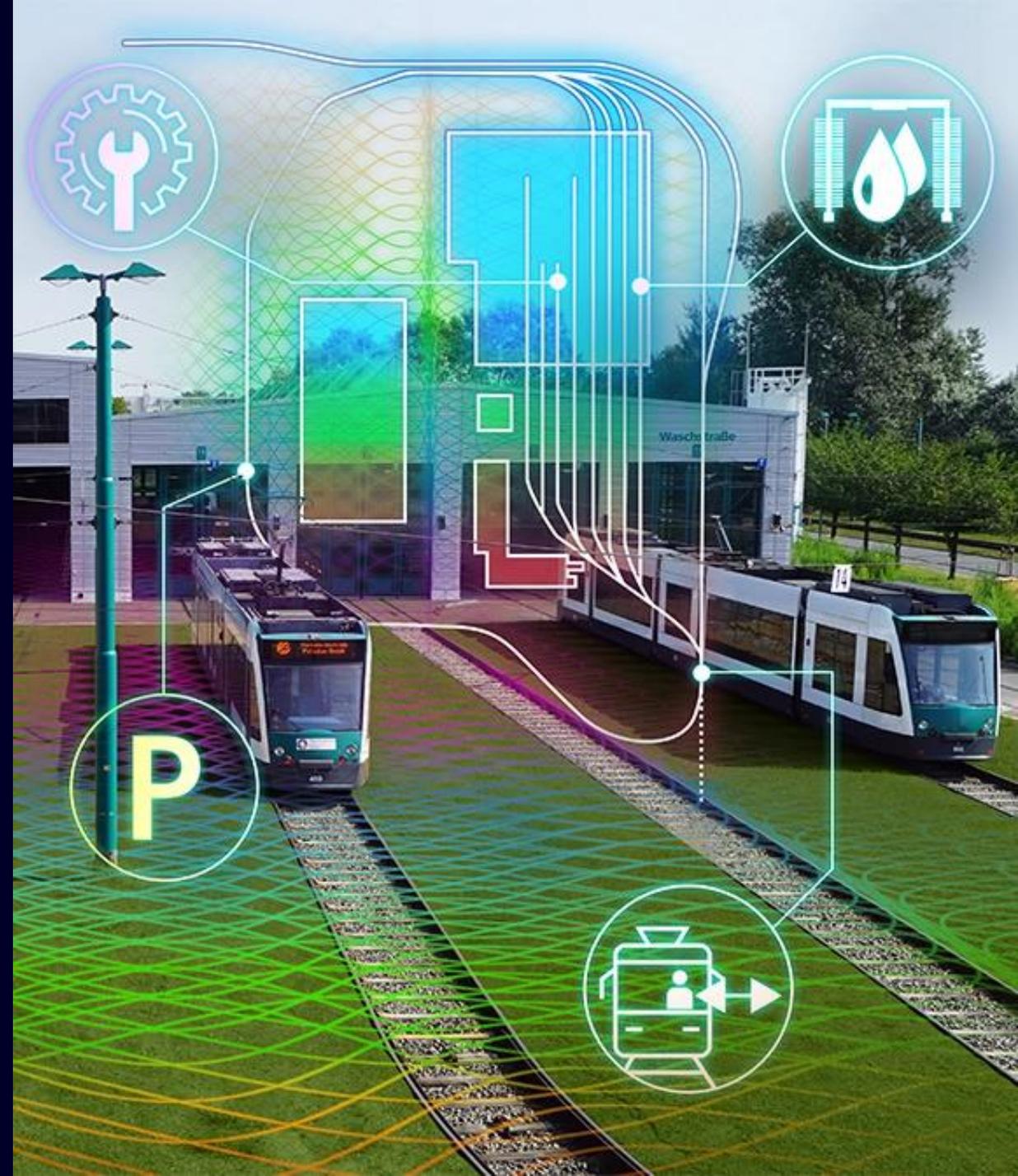
E-Mail daniel.hoepffner@siemens.com

Matthias Hofmann

Programmleiter assistiertes und autonomes Fahren für Trams

Telefon +49 173 364 69 24

E-Mail matthias.c.hofmann@siemens.com



Herzlich willkommen auf der Bühne

**Gregor
Schmid**

DB Fernverkehr AG



Bildbefundung mittels KI in der Triebzuginstandhaltung -

Herausforderungen u. Lösungsstrategien

- ✓ Diskussion
- Entscheidung
- Monitoring

22. Juni 2022

E-Check

Wir automatisieren die
Triebzuginstandhaltung.

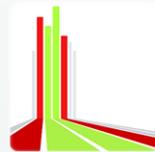
Was ist E-Check?

Wir automatisieren die Triebzuginstandhaltung.

Ausgangssituation



Die Fahrgastzahlen im Fernverkehr sollen auf über **260 Mio. pro Jahr** verdoppelt werden.



Im Rahmen der Starken Schiene wird die **Fernverkehrsflotte** langfristig **um rund 25 Prozent vergrößert** auf bis zu 600 Züge. Dies erfordert auch **mehr Kapazitäten in der Instandhaltung**.

Die standardisierten **Tätigkeiten bei Laufwerksuntersuchungen und Nachschauen inkl. Ver- und Entsorgung bieten Potenzial für Teilautomatisierung** – hier setzt E-Check an!

In Prüfung
Dortmund

Köln

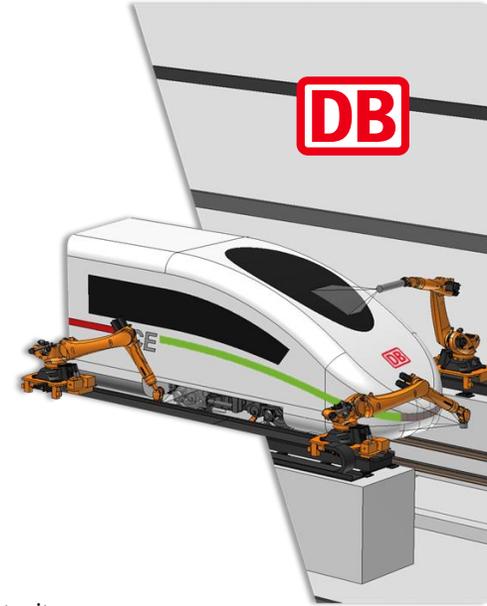
Hamburg

Berlin

München

B E-Check-Standort mit Integration in **Bestandshalle**

N E-Check-Standort mit **neuer E-Check-Halle**



Unser Projektziel



5

freie Gleise
in den Werken
durch E-Check

Hierfür **entwickeln und implementieren wir die teil-automatisierte Instandhaltung (E-Check) für die ICE-Flotte** an fünf Werkestandorten deutschlandweit:

Berlin, Dortmund, Hamburg, Köln und München.

E-Check leistet einen wichtigen Beitrag zur Steigerung der Instandhaltungskapazitäten im Werkbereich des Fernverkehrs



E-Check schafft dringend benötigte Kapazitäten in der Instandhaltung

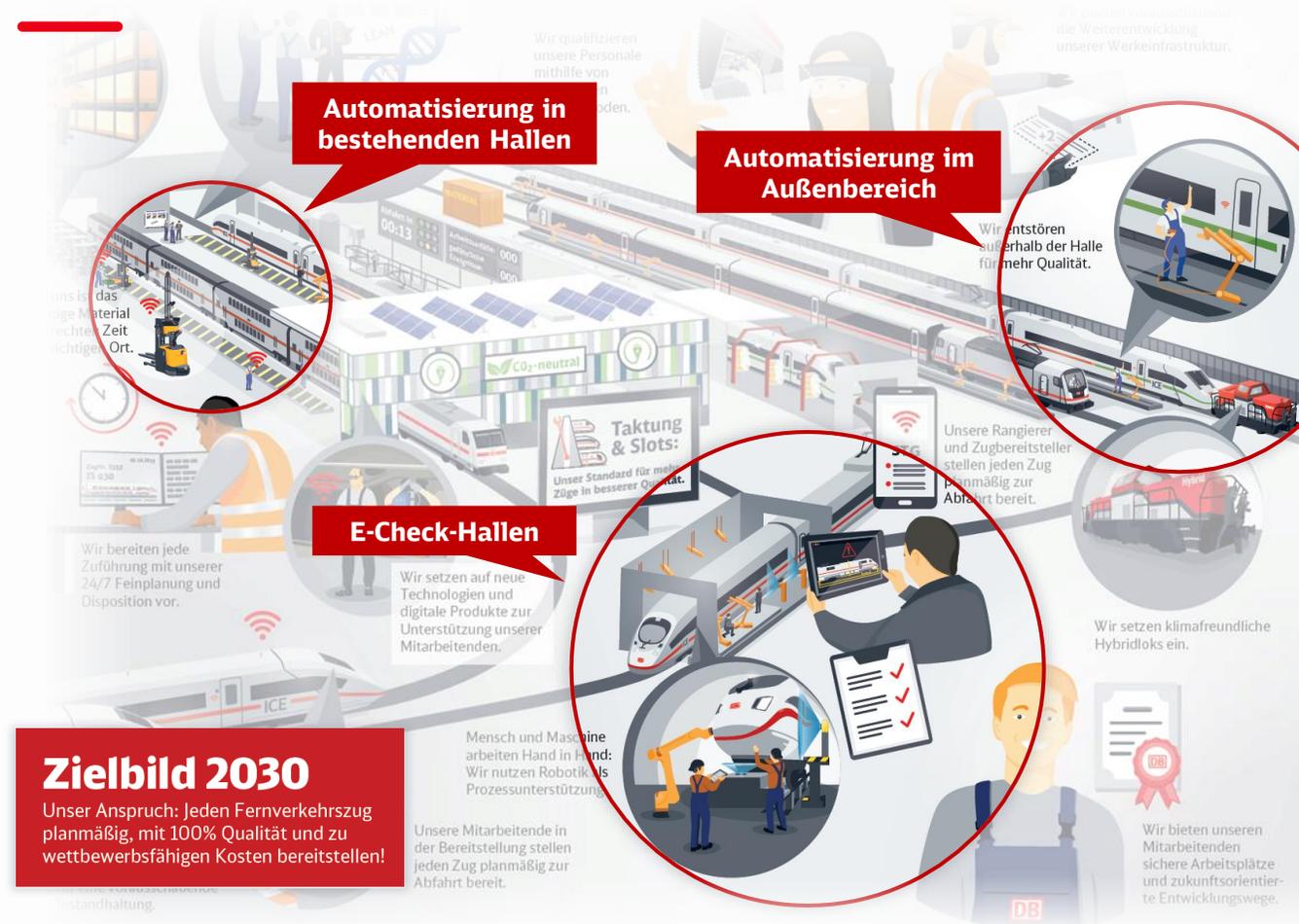
Für
eine starke
Schiene

- **Mehr Durchsatz** bei den Instandhaltungsstufen 100 und 200 der ICE-Flotte
- **Mehr Kapazität in den Werken** und damit Steigerung der **Qualität**
- **Mehr Züge im Netz** und damit mehr Fahrgäste, Umsatz und Ergebnis

Für die
Menschen

- **Eintönige Aufgaben werden von der Technik übernommen**
sich ständig wiederholende Sichtprüfung von Schrauben, etc.
- **Bessere Ergonomie** am Arbeitsplatz
weniger bücken, beugen, strecken, nach oben schauen, etc.
- **Besserer Arbeitsschutz**
weniger Berührungspunkte mit Grauwasser, weniger Aufenthalt auf dem Dach und in der Grube, etc.
- **Neue und modernisierte Arbeitsplätze**
Mischung aus handwerklicher Tätigkeit und Arbeit am Computer, mit den Robotern
- **Vermeidung von Engpässen** beim Personal durch Automatisierung

E-Check leistet wichtige Beiträge zur Werkstrategie des Fernverkehrs im Kontext der Starken Schiene



E-Check wird in drei vorhandene Werke integriert.

An den **Werkestandorten Berlin-Rummelsburg, Dortmund und Köln-Nippes** ist ein Neubau von E-Check-Hallen nicht möglich.

Dort integrieren wir E-Check in die bestehenden Hallen und ermöglichen damit die Nutzung der Automatisierungstechnologie auch an Werksgleisen in bestehenden Hallen.

Dies schafft zusätzliche Kapazität – bis zu einem Werksgleis pro Standort kann damit freigespielt werden.



E-Check Standort

Köln



E-Check an Gleis 735
(Ausrüstung von Gleis 734 optional)

735
734

Werkshalle

Außenreinigungsanlage



← Hauptbahnhof

K.-Longerich ↘

Digitaler Scan

Südseite

Digitaler Scan

Werk →

← Hauptbahnhof

E-Check Gleis

735

Digitaler Scan

Nordseite

Digitaler Scan

K.-Longerich ↘

Für E-Check bauen wir zwei neue Hallen.

An den Werke-Standorten München und Hamburg-Eidelstedt entstehen kompakte, ca. 39 m lange Neubauhallen für E-Check.

ICEs fahren dann im Taktprinzip durch die Neubauhallen. Tätigkeiten der IS 100/200 können somit aus den Bestandhallen in die neuen E-Check-Hallen verlagert werden.

Dadurch können in den Bestandshallen bis zu zwei Werksgleise je Standort freigespielt werden.

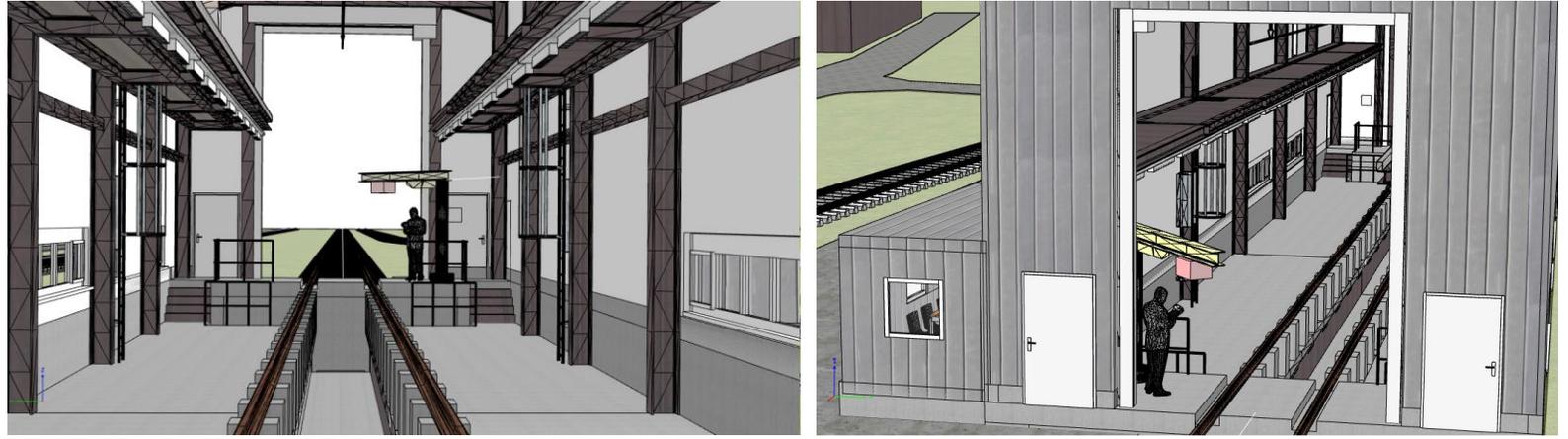
E-Check Standort

Hamburg

E-Check-Neubauhalle in den Maßen 39 x 8,5 m – Layout identisch in Hamburg und München



← Hamburg-Langenhfelde



Außenreinigungsanlage (Bestand)

← Werkshalle Eidelstedt



Fertigungsrichtung →

Sozialräume in neu errichteter Containerlösung

Unangenehme Tätigkeiten übernimmt Kollege Roboter.

Im Rahmen von E-Check wird die Ver- und Entsorgung von Robotern übernommen – schmutzige Tätigkeiten gehören für unsere Mitarbeitenden damit der Vergangenheit an.

Die Roboter positionieren sich automatisch in der Halle und übernehmen die Anschlussvorgänge der Ver- und Entsorgungsschläuche selbstständig.

Beim Prototypen in München konnten hiermit in den letzten Jahren schon erste Erfahrungen gesammelt werden.

In E-Check arbeiten Mensch und Roboter miteinander.

In E-Check setzen wir auf etablierte Automatisierungslösungen, die bspw. in der Automobilindustrie schon seit Jahren zum Einsatz kommen: Kollaborative Roboter arbeiten Hand in Hand und sicher im Produktionsprozess mit den Mitarbeitenden zusammen.

Mit E-Check gestalten wir dadurch die Zukunft der Instandhaltung, machen Arbeitsplätze sicherer, komfortabler und innovativer.



E-Check setzt auf künstliche Intelligenz bei der Nachschau.

Jeder Zug, der in E-Check behandelt wird, durchfährt den **digitalen Scan** am Halleneingang bzw. im Gleisvorfeld des Werks: Kameras und Sensoren erfassen dabei den Zustand des Zuges.

Mit **Hilfe künstlicher Intelligenz** werden die Bilder ausgewertet und als Befunde an die Mitarbeitenden am E-Check-Gleis **übermittelt**.

Ganz nebenbei legt E-Check damit auch eine wichtige Grundlage für eine **künftige, vorausschauende Instandhaltung**.

Für die E-Check IT wurde ein Gesamtkonzept entwickelt, das alle IT-Ebenen von User-Interface bis Cloud-Komponenten berücksichtigt



Ebene

Schematische Verknüpfungen

Kern-Funktionen

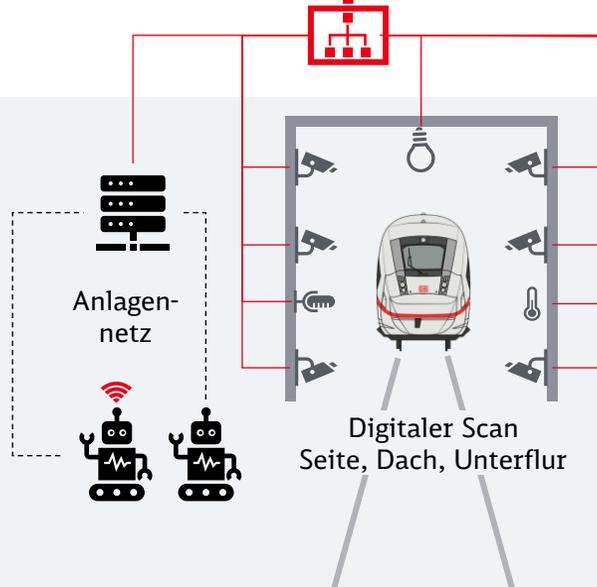
**DB
Enterprise
Cloud**



Werke IT



**E-Check-
Werkshalle**



Mensch-Maschine-Interaktion



Funk



Handwerker-
Tablet



Arbeitsplatz
Bildverarbeitung

- **Langzeit-Datenspeicher**
- **Schnittstelle zu Produktions-Tools** (SAP-ISI)
- **Entwicklungsumgebung** für künstliche Intelligenz
- **Zukünftig:** Host für die künstliche Intelligenz

- Host für die **künstliche Intelligenz**
- **Zwischenspeicher** für aktuelle Bilddaten
- Bereitstellung von **Datenleitungen und WLAN**

- **Vollständige Integration der Anlagenkomponenten** ins Werke-Netz
- Sicherstellung **Governance durch Fernverkehr**

- **Anlagenparametrierung und -pflege**
- Werkzeug für die **Erstbefundung** (Diva Tablet)
- Werkzeug für die **Auswertung von Daten in der Cloud**
- Funk zur **Kommunikation mit Zugbereitsteller**

E-Check kennt fast die komplette ICE-Flotte.

E-Check wird so konzipiert, dass künftig fast alle ICE-Baureihen durch die Automatisierungstechnik und Künstliche Intelligenz behandelt werden können.

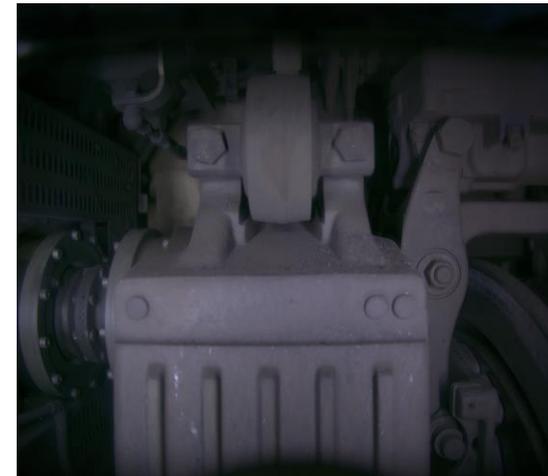
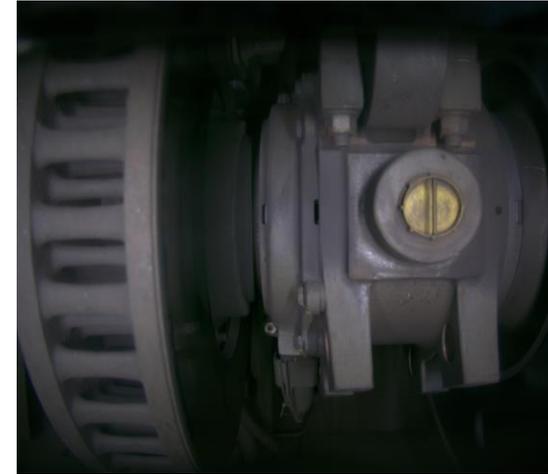
Die Integration erfolgt stufenweise – zunächst starten wir mit ICE 3 und ICE 4, im Anschluss folgen ICE 1, ICE 2 und ICE T. Lediglich die ICE 3-Baureihen 406 und 407 werden nicht berücksichtigt. Eine künftige Skalierung von E-Check bspw. auf Züge der nächsten HGV-Generation ist möglich.

Das Nachweisverfahren, dass das System einen sicheren Zustand der Züge garantiert, läuft. Das Tor in München liefert dazu erste Bilder.



Ablauf der Nachweisführung:

- Vorschriften- / Normenrecherche
- Einbindung ASBO
- Nachweisprozess aufstellen
- Anforderungen an die Entwicklung
- Anforderungen an die KI-Erstellung
- Qualitätssicherung
- Finaler Nachweis durch Doppelprüfung



E-Check ist fester Bestandteil der Starken Schiene.

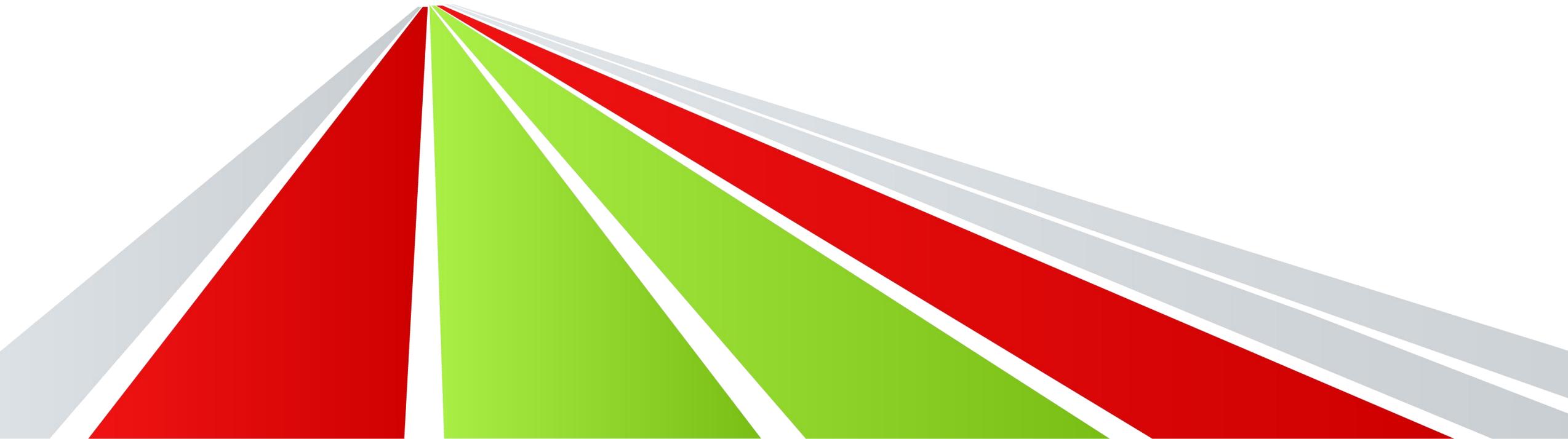
Im Rahmen der Ziele zur Verdoppelung der Fahrgastzahlen sind weitere Instandhaltungskapazitäten zwingend erforderlich – E-Check ist dabei ein Bestandteil, diese kurzfristig zu schaffen.

Auf den durch E-Check freigespielten Werksgleisen kann zusätzliche Instandhaltung stattfinden. Würden wir E-Check nicht realisieren, müssten wir ein komplettes Werk mit fünf Gleisen neu bauen oder wir könnten künftig Zugverbindungen nicht bedienen.



E-Check

Wir automatisieren die
Triebzuginstandhaltung.



Herzlich willkommen auf der Bühne

**Michael
Bode**

TÜV NORD GROUP

**Dr. Johann
Habenbacher**

Siemens Mobility GmbH

PRÄSENTATION FOLGT NOCH

Herzlich willkommen auf der Bühne

**Dr. Fabian
Schmid**

ERC GmbH



ERC GmbH

ECM Zertifizierungsstelle

Benannte Stelle Interoperabilität (NoBo)

Unabhängige Bewertungsstelle (AsBo)

DeBo (Österreich)



ECM im Umgang mit Komponentenrevisionen und -reparaturen

Was haben die Folgenden gemeinsam?

TSI



CSM



ECM

OSS

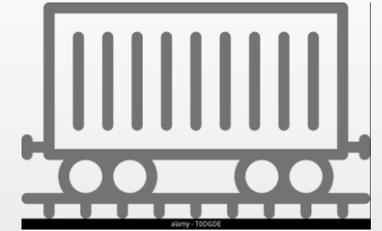
Yeti



[BWolfgang Eckert on Pixabay](#)

Die gute Nachricht...

- Güterwagen haben 9+ Jahre vorgezeigt, dass/wie es geht
- ECMs für „andere Fahrzeuge“ haben offenbar beobachtet und gelernt
- Eisenbahnverkehrsunternehmen haben ein SMS



- Generell besser vorbereitet als die ECMs vor 9 Jahren
- ECMs haben Vorbereitung früher begonnen
- Aber nicht alle...

Aus 445 wird 779

„Raider heißt jetzt Twix – sonst ändert sich nix“?

ECM neu – Hintergrund

Artikel 14(7) der Sicherheitsrichtlinie 2016/798 verlangt bis 16. Juni 2018:

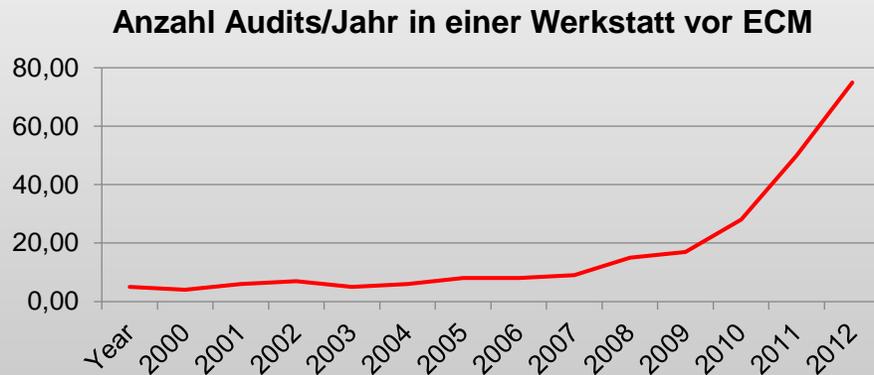
- ERA bewertet das bestehende ECM System und
- prüft die Zweckmäßigkeit der Ausweitung
 - *auf alle Fahrzeuge und*
 - *die verpflichtende Zertifizierung von Werkstätten*
- ERA gibt einen Bericht mit Empfehlungen an die Kommission

Artikel 14(8) der Richtlinie 2016/798:

- Die Kommission erlässt gegebenenfalls entsprechende Bestimmungen

Grundlegendes

- Erkenntnis der ERA:
445 ist ein gutes Regelwerk



Quelle: Karsten Elstner, Kaminski

- Änderungsauswirkungsanalyse:
 - Notwendigkeit gegeben
 - Akzeptabel für den Sektor

779 bringt:

- Mehrere neue Artikel
- Änderungen in Anhang 2:
„Güterwagen“ – „Fahrzeuge“

***Fahrzeug** ist alles, was Räder hat
und auf Schienen rollt*

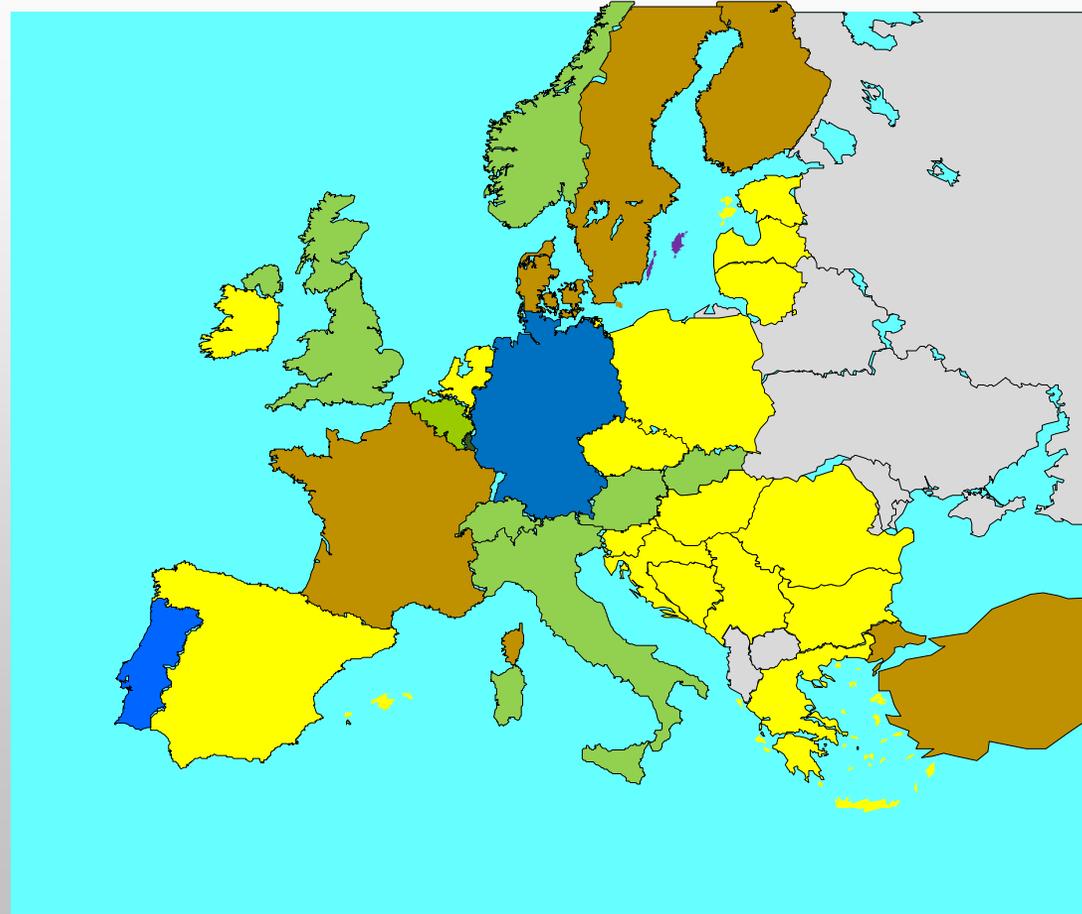
44 ECM Zertifizierungsstellen

Sicherheitsbehörde
21 Mitgliedsstaaten

Akkreditierung
5 Mitgliedsstaaten +
Norwegen, Schweiz
19 Zertifizierer

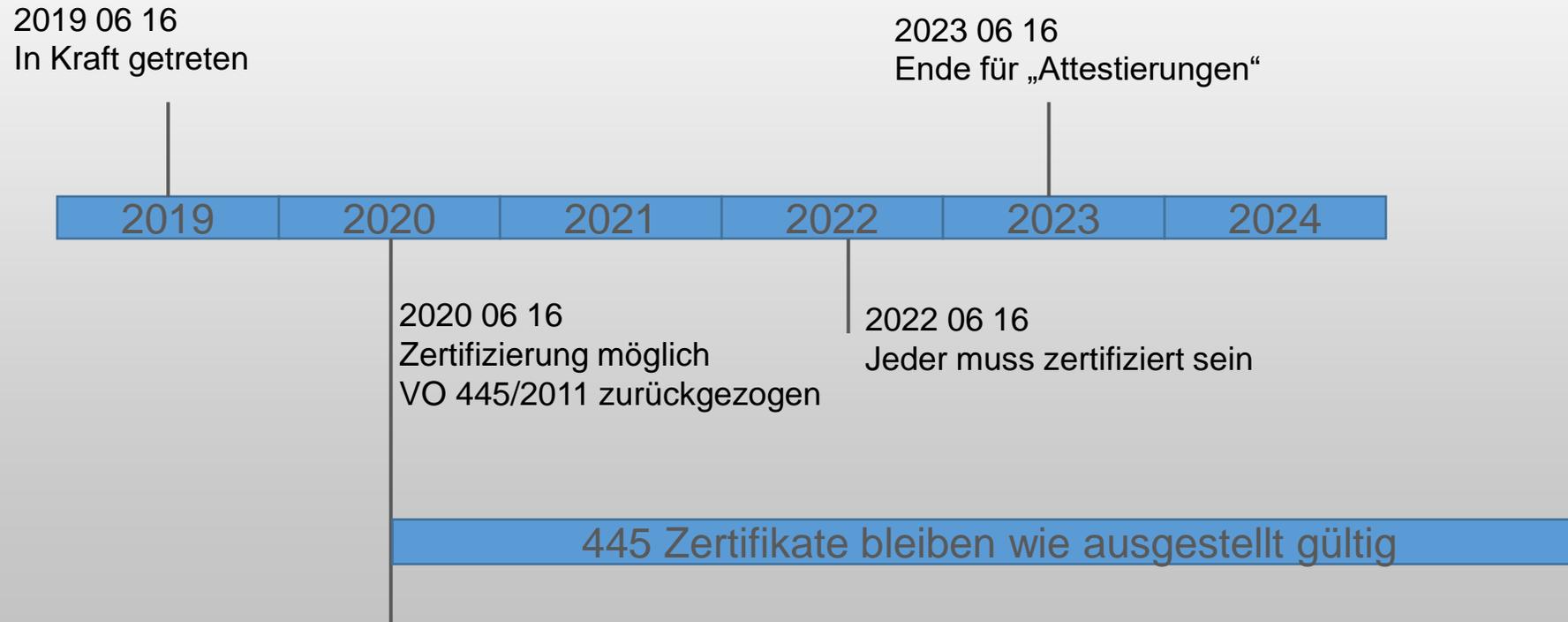
Sicherheitsbehörde+
Akkreditierung
5 Mitgliedsstaaten

Anerkennung
2 Mitgliedsstaaten
2 Zertifizierer

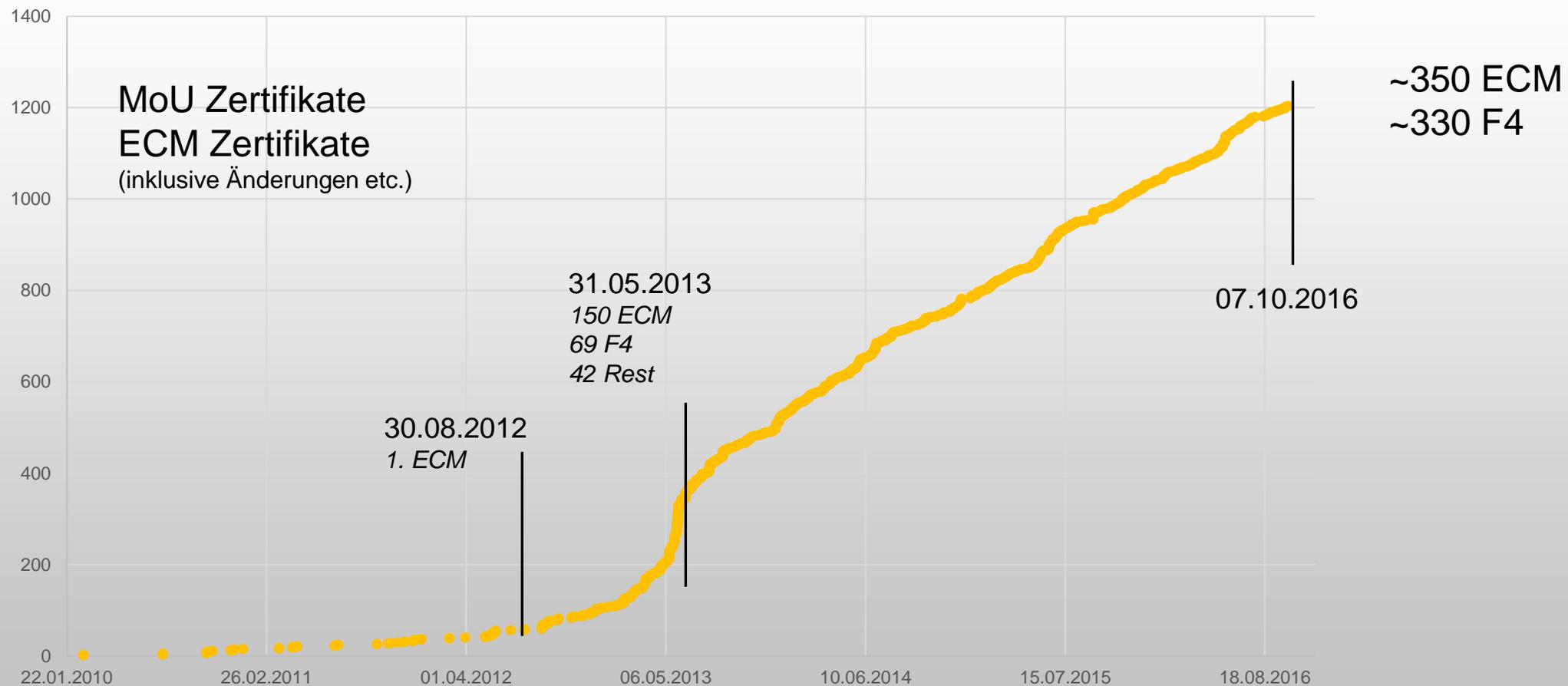


Daten wurden mit freundlicher Genehmigung von der ERA zur Verfügung gestellt (Stand 21. Juni 2022)

Zeitschiene für 2019/779



Entwicklung bis 2016



Daten wurden mit freundlicher Genehmigung von der ERA zur Verfügung gestellt (Stand Oktober 2016)

Status Quo

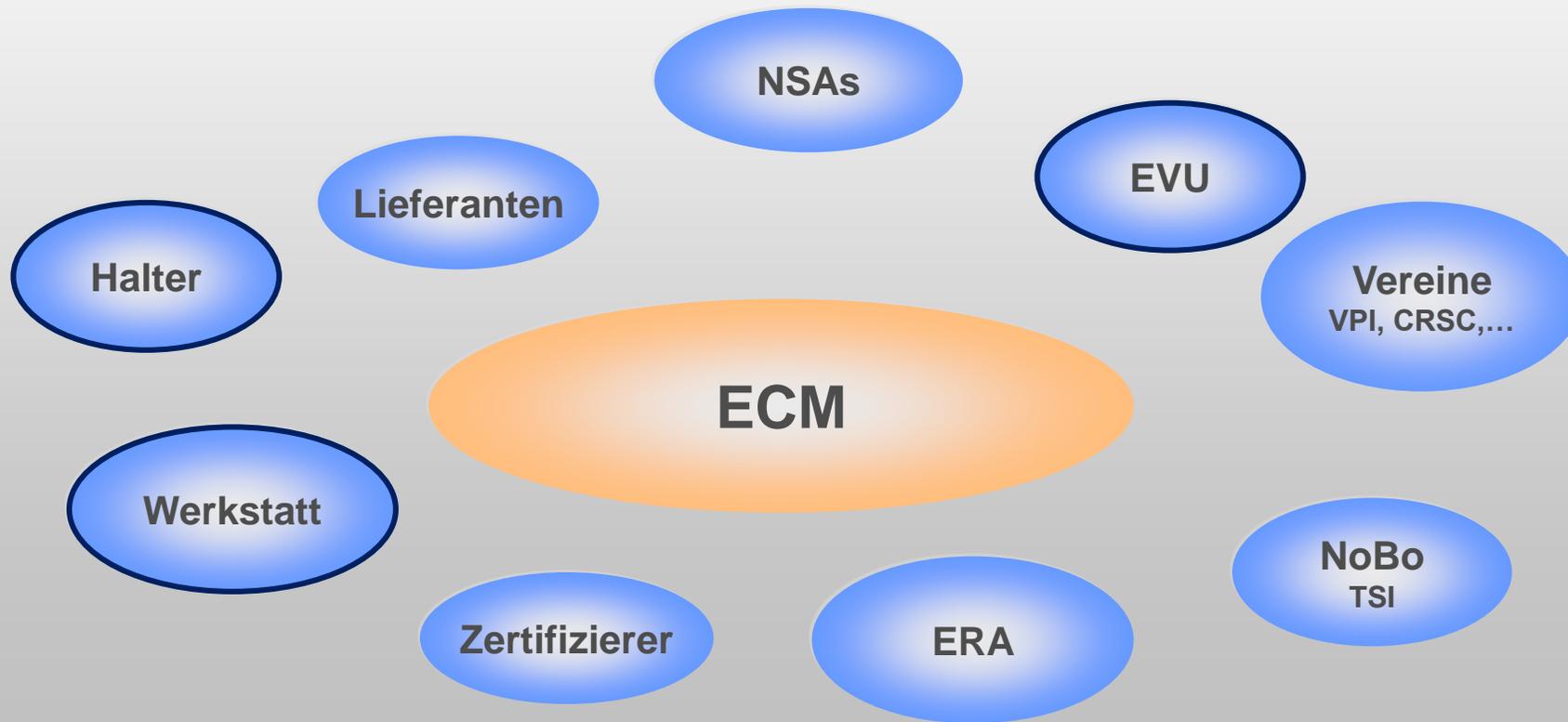
	Mai 2021	Oktober 2021	Juni 2022
ECM Zertifikate	488	518	812
Beinhaltet "Güterwagen"	429	439	548
Beinhaltet "Andere Fzg"	218	333	1156
Zertifikate für eine Funktion	572	635	970
Beinhaltet "Güterwagen"	489	516	659
Beinhaltet "Andere Fzg"	333	508	1398

Wie viele sind noch nicht zertifiziert?

Daten wurden mit freundlicher Genehmigung von der ERA zur Verfügung gestellt (Stand 21. Juni 2022)

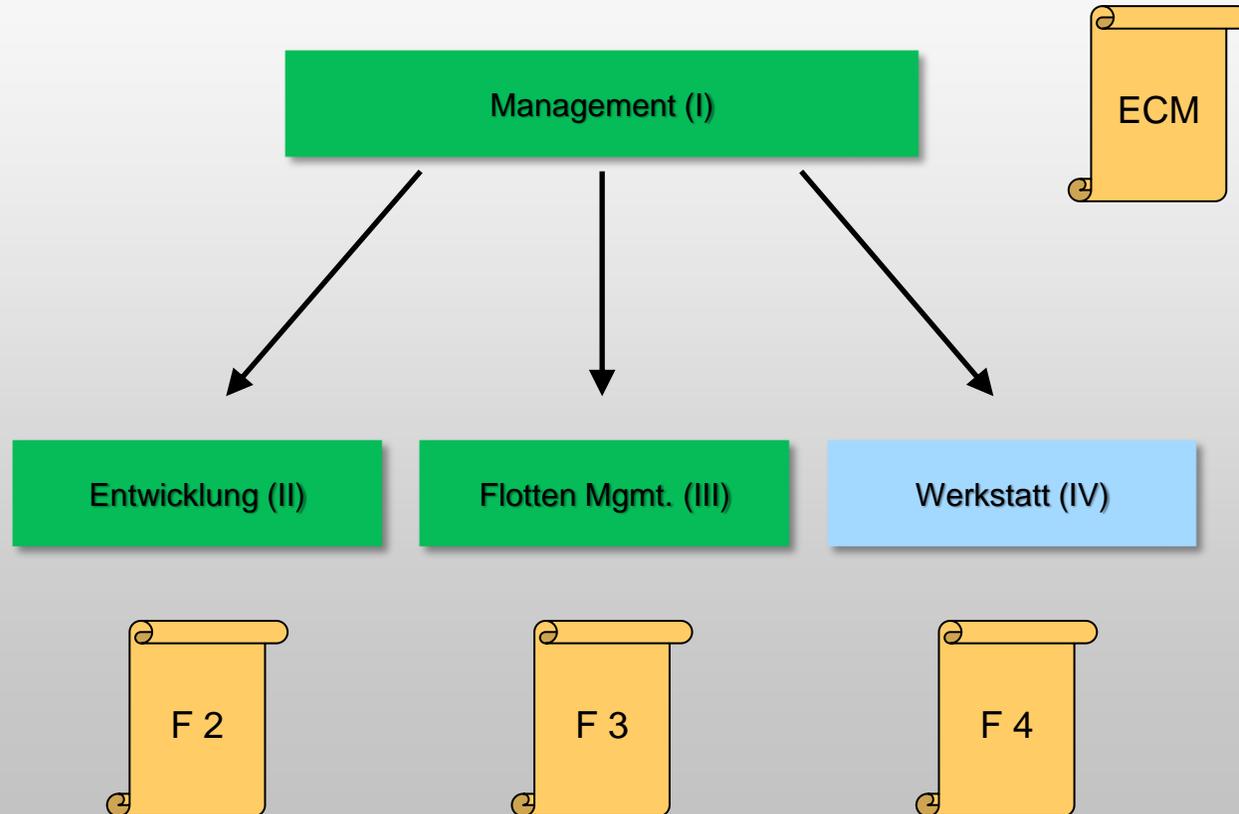
Die für die Instandhaltung zuständige Stelle

Das Leben nach der Geburt...



Untervergabe von ECM Funktionen

Die ECM ist generell
verantwortlich



Funktionen erfüllen
nur einen Teil

Die ECM und ihre Teilfunktionen



Zusammenspiel der Funktionen



Entwicklung (II)



Fuhrpark-
Management (III)

„Ich will eine
ECM konforme
Revision“

Erbringung (IV)

„Ich brauche
mehr Details“





Zwei Typen...

...mit unterschiedlichen Eigenschaften und Anforderungen

Der Unsympathische



Das Muttersöhnchen



Güterwagen im Vergleich zu „anderen Fahrzeugen“

- Mehr und komplexere Funktionen
- Mehr Informationen zu verarbeiten
- Schaden an der Fracht “Mensch” ist anders zu betrachten

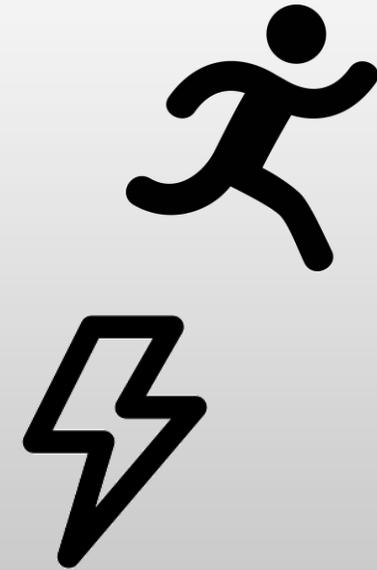
Schlüsselfunktion
F2
„Entwicklung“

Instandhaltungspläne müssen

- individuell erarbeitet werden (kein VPI,...)
- “begründet” werden (was bei kleinen Stückzahlen von Fahrzeugen nicht einfach ist)

Probleme für F2

- F2 muss eine Vorgabe machen
- Vorgabewerte müssen erfasst werden
 - km?
 - Zeitfristen?
 - Motorlaufstunden?
 - Energieverbrauch?



Tauschteile - Komponente muss Historie mitnehmen!

Instandhaltung – die Werkstatt

Warum Instandhaltung?

- Alterung und Verschleiß

Ziel der Instandhaltung

- Herstellen eines Zustandes, der den sicheren Betrieb bis zur nächsten Instandhaltung gewährleistet

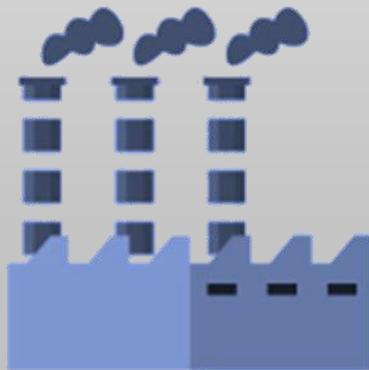
Vorgehensweise

- Zerlegen
- Reinigen
- Alterungsanfällige Teile ersetzen
- Verschleißteile überarbeiten oder ersetzen
- Dimensionen und Funktion prüfen
- Dokumentation erstellen

Instandhaltung – die Unterschiede

Güterwagen

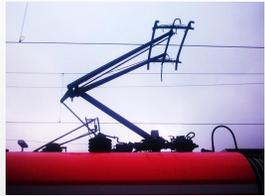
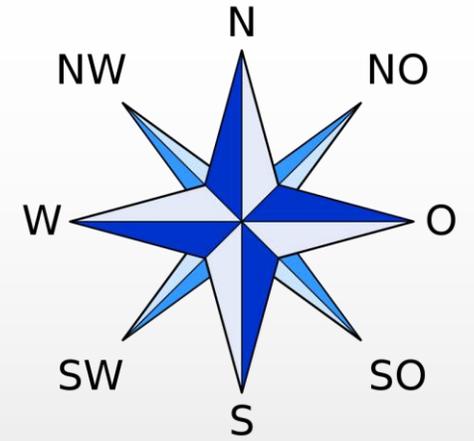
- Rahmen
- Bremse
- Laufwerk
- Radsatz



Andere Fahrzeuge

- Rahmen
- Bremse
- Laufwerk
- Radsatz
- ...und ein paar weitere Teile

Revision einer Lok



Qualifizierung einer Werkstatt durch die ECM

ECM Zertifizierung liegt vor

- ECM Zertifikat
- Umfang des Zertifikates beinhaltet die Leistung
- Begehung etc. der Werkstatt, kein volles Audit



Qualifizierung einer Werkstatt durch die ECM

ECM Zertifikat liegt **nicht** vor

Audit **mit** Fachkompetenz

- Auditor
- Fachexperte
- Vor-Ort Überprüfung von
 - System
 - Fachkompetenz



Qualifizierung einer Werkstatt durch die ECM

ECM Zertifikat liegt **nicht** vor

Audit **ohne** Fachkompetenz

- Zertifizierungen der Werkstatt?
- Qualifikation durch Hersteller?
- System? Prozesse?
- Plausibilität?
- Produktaudit durchführen
- F2 gemeinsam abstimmen



EN 15085-2 (und ISO 3834)

IRIS
Certification



EN ISO 9712



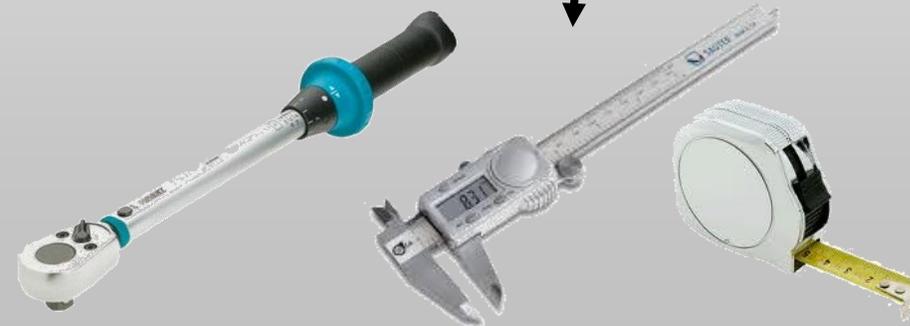
IV 10.e – Kalibrierung

Rückführbarkeit einer Messung auf ein Normal

10. Bei Anwendung des Dokumentationsprozesses auf die Instandhaltungserbringungsfunktion müssen [...] mindestens die folgenden Elemente aufgezeichnet werden:

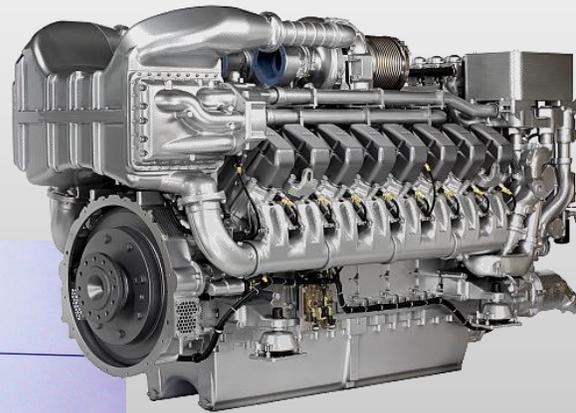
(e) die Gültigkeit vorheriger Messergebnisse, falls festgestellt wird, dass ein Messinstrument nicht den Anforderungen entspricht.

- Was muss (nicht) kalibriert werden?
- Identifizierung
- Intervalle
- Akkreditierte Kalibrierstellen



Sicherheitskritische Komponenten

Jeder spricht darüber – was sind sie eigentlich?



Software???

Sicherheitskritische Komponenten

Definition

“...sind Komponenten, bei denen eine einzige Störung unmittelbar mit der realistischen Gefahr eines schweren Unfalls [...] einhergeht”

Also:

- 1 Störung (keine Kombination)
- Unmittelbar
- Realistische Gefahr
- Schwere Unfall
 - 1 Toter oder 5 Schwerverletzte
 - 2 Millionen € Schaden

Sicherheitskritische Komponenten

Die Theorie

- Hersteller identifiziert

Bei Neufahrzeugen! Andernfalls macht das die ECM.

- ECM informiert Hersteller und Betreiber über Außergewöhnliches

Das ist mein Know-How!

- ECM ermittelt neue SCC (siehe auch ECM VO II 2) und informiert alle Parteien

Hersteller, Inhaber Typgenehmigung und Fahrzeuggenehmigung; SAIT

- Hersteller unterstützt im Bedarfsfall



Sicherheitskritische Komponenten

...im Zertifizierungsprozess

Anforderungen

- Prozess der Identifikation etc.
- Liste der SCC
Minimum oder Maximum?
„Radsatz und mehr“
- Kommunikation ECM – F4

Diskussionen über SCC sind schwierig für den Zertifizierer.

Ziel

- Sektor muss Zeit haben zu lernen
- TR 17969



Macht das die
Eisenbahn sicherer???



Danke für die Aufmerksamkeit

**Dr. Fabian Schmid
CEO
Elisabethstraße 101
8010 Graz
Österreich
schmid@e-r-c.at**

Herzlich willkommen auf der Bühne

**Jens
Storck**

Verkehrsverbund
Rhein-Ruhr A.ö.R.

Die ersten Jahre Rhein-Ruhr-Express

Eine Zwischenbilanz

Jens Storck | Verkehrsverbund Rhein-Ruhr | 22.06.2022



Agenda



1. Der Rhein-Ruhr-Express (RRX)
2. Einblick in das NRW-RRX-Model
3. Erfahrungen

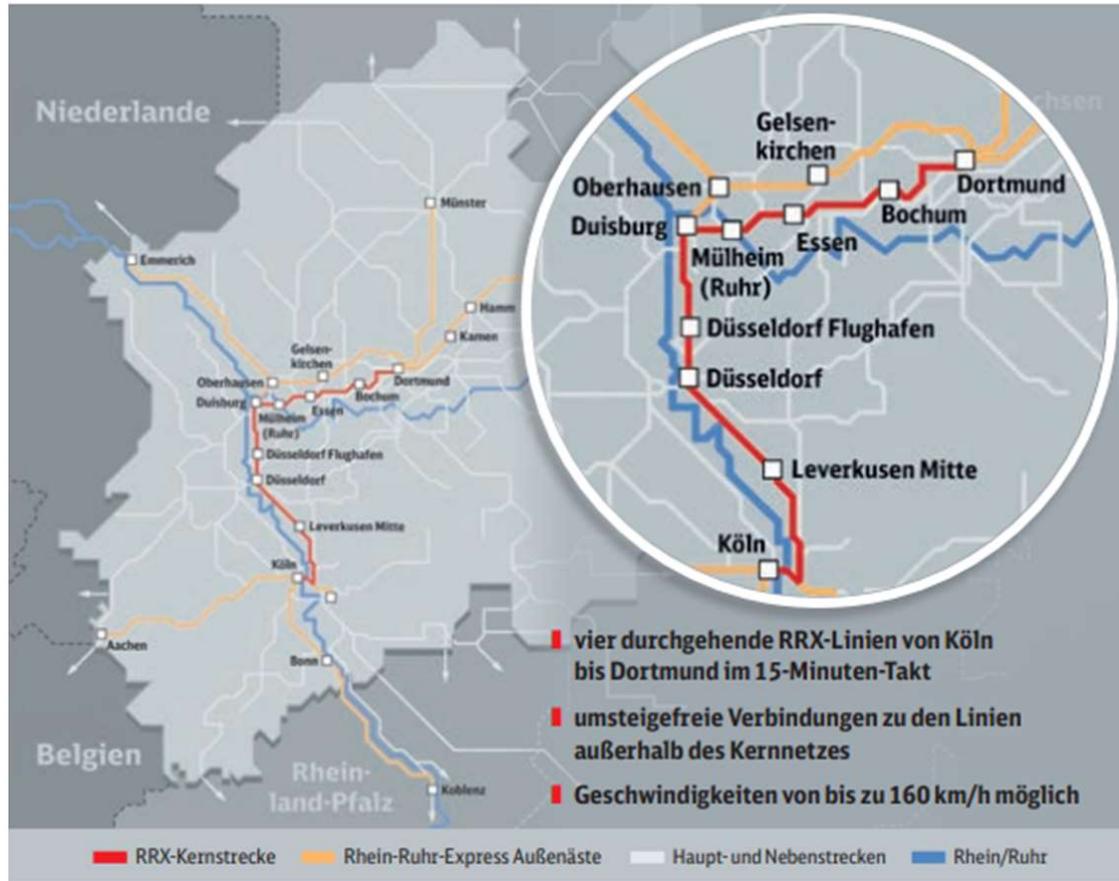
Der Rhein-Ruhr-Express (RRX)

Um den wachsenden Bedürfnissen in der Metropolregion Rhein-Ruhr gerecht zu werden, initiieren die Landesregierung und das Bundesverkehrsministerium im Jahr 2006 das Infrastruktur- und Mobilitätsprojekt Rhein-Ruhr-Express (RRX).



Der Rhein-Ruhr-Express (RRX)

Infrastruktur



- Ausbau aller Stationen auf 215 m Nutzlänge und 76 cm Bahnsteighöhe bis zur Betriebsaufnahme
- 4-gleisiger Ausbau Köln - Düsseldorf
- 6-gleisiger Ausbau Düsseldorf – Duisburg Hbf
- Einzelmaßnahmen Duisburg Hbf – Dortmund Hbf
- Komplette Umsetzung voraussichtlich nach 2030

Der Rhein-Ruhr-Express (RRX)

2013 Grundsatzvertrag über die Eckpunkte der Realisierung eines RRX-Vorlaufbetriebs

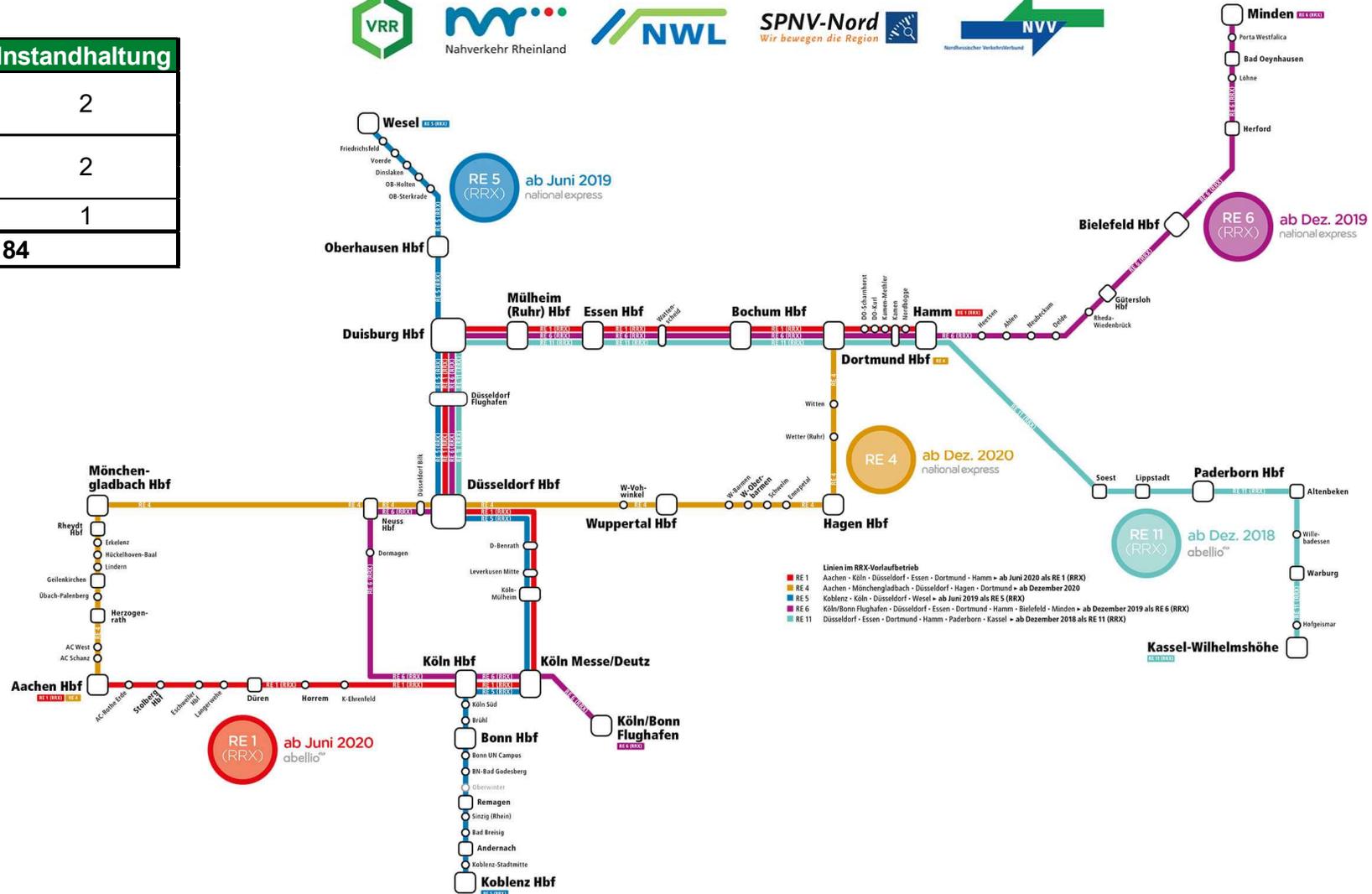
- RRX als Premiumprodukt / Rückgrat des SPNV vorgesehen
- Zukünftiges Betriebskonzept erfordert spurtstarke Fahrzeuge
- Verbesserungen schon vor 2030 realisieren
- Auslaufen von betroffenen Verkehrsverträgen für spätere RRX-Linien steht an
- Nur stufenweise Umsetzung mit geänderten Linienführungen und unklarem Bauablauf
- Schaffung eines Fahrzeugpools ermöglicht flexible Umsetzung
- Trennung in eine Fahrzeugausschreibung und eine Betreiber ausschreibung

Der Rhein-Ruhr-Express (RRX)

Vorlaufbetrieb



Los	Linie	Start	Fahrzeuge	Instandhaltung
Los1	RE1	06/2020	30	2
	RE11	12/2018		
Los2	RE5	06/2019	33	2
	RE6	12/2019		
Los3	RE4	12/2020	16	1
			84	





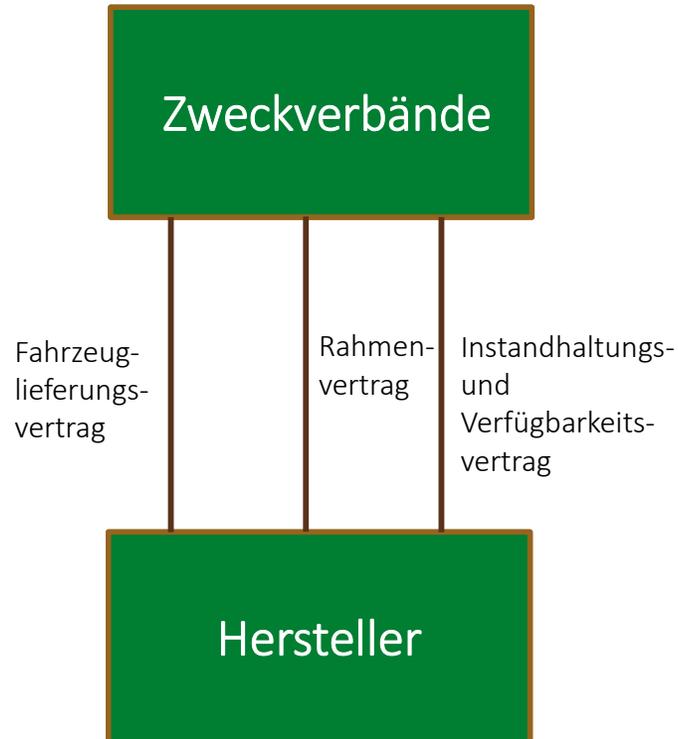
Einblick in das RRX-Modell

Einblick in das RRX-Modell

Lösungsansatz Lebenszyklusmodell

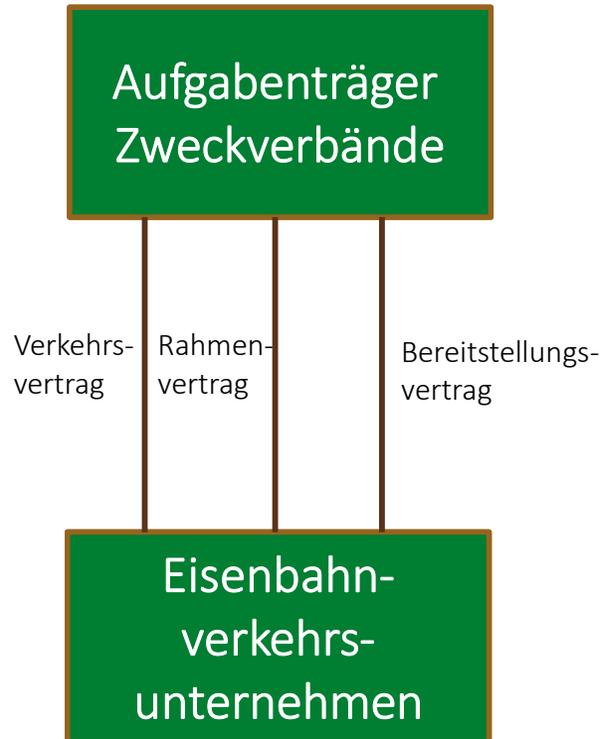
- Einheitliche Fahrzeuge für alle Linien (Durchtauschbarkeit und flexibler Einsatz)
- Hohe Fahrzeuganzahl ermöglicht Neuentwicklung und -konstruktion
- Optimierung der Gesamtkosten für Produktion und Instandhaltung der Fahrzeuge (Lebenszykluskosten)
- Hohe Qualität der Fahrzeuge für die Lebensdauer
- Wartungsarme Fahrzeuge durch Verpflichtung zur Instandhaltung
- Nachhaltige und umweltschonende Fahrzeuge durch Energiewertung
- Herstellerwettbewerb durch großes Vertragsvolumen und Kombination Verfügbarkeitsvertrag auf 32 Jahre
- Öffnung des Wettbewerbs für Verkehrsunternehmen, die normalerweise ungünstigere Finanzierungsbedingungen erhalten

Einblick in das RRX-Modell



- Lieferung zugelassener Fahrzeuge
- VRR setzt Betriebsbedarf und Betriebsreserve für Fahrplanangebot fest
- Hersteller stellt auf seine Kosten Fahrzeuge zur festgelegten Zeit und Qualität jederzeit uneingeschränkt zur Verfügung (Verfügbarkeitsansatz)
- Hersteller tragen Risiken für Abweichungen von Verfügbarkeit (Minderung Verfügbarkeitsentgelt)

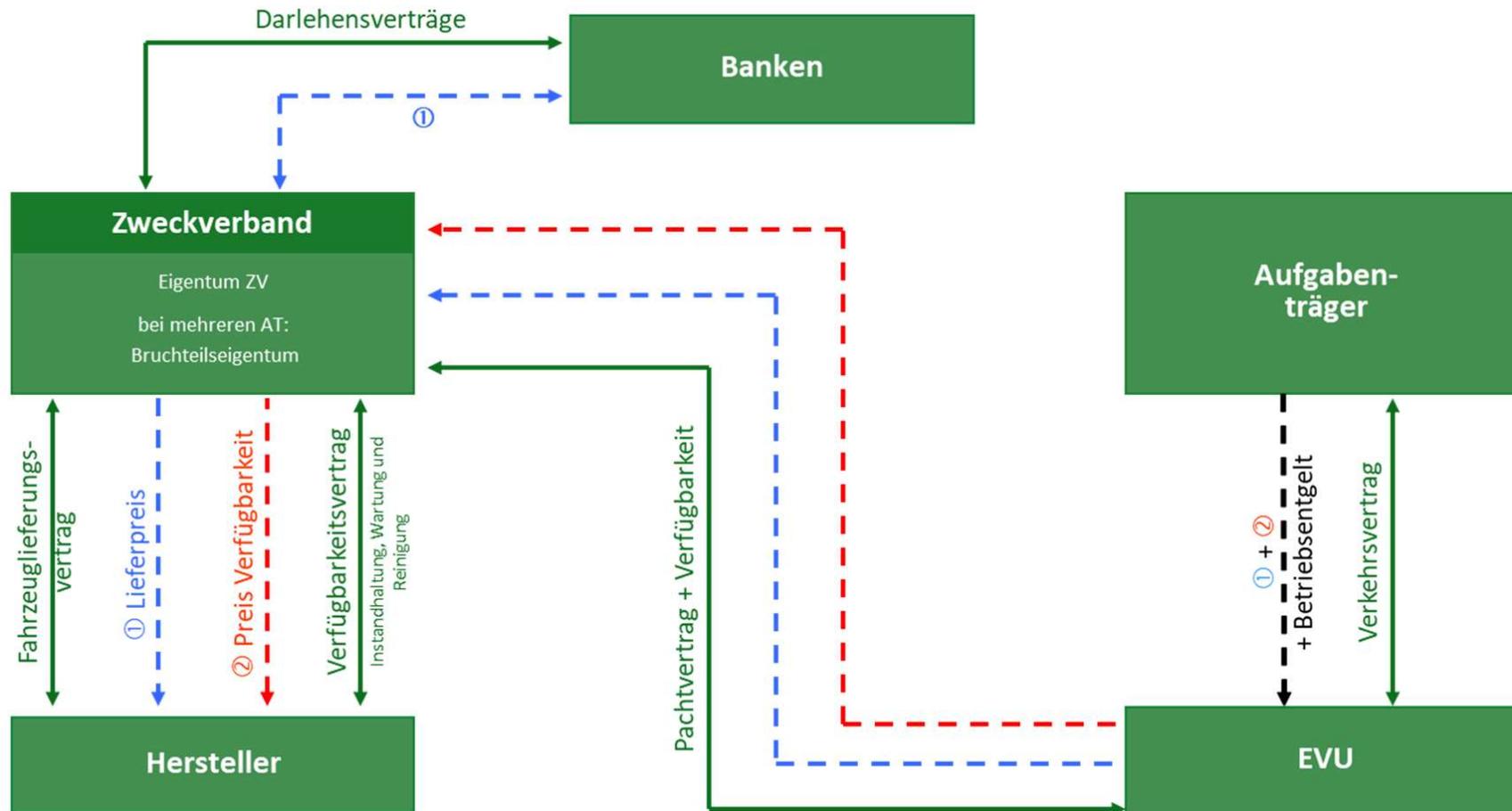
Einblick in das RRX-Modell



- Fahrzeuge werden EVU bereitgestellt
- EVU verantwortlich für Betrieb
- durch Abtretung der Rechte aus dem Verfügbarkeitsvertrag auch „verlängerter Arm“ der Aufgabenträger; Provisionsregelung für Dokumentation und Controlling der Verfügbarkeit

Einblick in das RRX-Modell

Aufbau der RRX-Vertragsstruktur



Einblick in das RRX-Modell



Aufgabenbereich EVU	Aufgabenbereich Hersteller
<ul style="list-style-type: none">• Durchführung Betrieb• Umlaufplanung• Abstellung• Innenreinigung	<ul style="list-style-type: none">• Wartung• Instandhaltung• Außenreinigung• Vandalismus



Klare Trennung zwischen betrieblichen Aufgaben und Verfügbarkeitsaufgaben (Instandhaltung / Wartung)



Erfahrungen

Erfahrungen

Grundsätzliche Erfahrungen - Ausschreibung

- Ausschreibung erbrachte gutes Fahrzeug (Neukonstruktion)
- Wirtschaftliches Ergebnis bei Fahrzeugkaufpreis und Energieverbrauch
- Hersteller- und Betreiberwettbewerb hat stattgefunden
- Bislang konnte bei allen Netzen eine pünktliche Betriebsaufnahme in Bezug auf die Fahrzeugbereitstellung umgesetzt werden

Erfahrungen

Anwendung des Modells bei der S-Bahn Rhein-Ruhr

- Mit Fahrplanwechsel 12/2019 umfangreiche Umstellung des Fahrplankonzeptes für die S-Bahn
- Bildung von 2 Teilnetzen und
- Anwendung des RRX-Modells
 - Ausschreibung Beschaffung von 41 Neufahrzeugen (→ Flirt 3XL Stadler)
 - Redesign von 48 Fahrzeugen (→ ET 422 DB Regio)



Erfahrungen



Netz	Anzahl der Fahrzeuge	Fahrzeug, Hersteller	Laufzeit	
RRX	84	Desiro HC, Siemens	12/2018 – 12/2050	
S-Bahn Neufahrzeuge	41	Flirt 3 XL, Stadler	12/2019 – 12/2051	
S-Bahn Gebrauchtfahrzeuge	48	ET 422, DB Regio	12/2019 – 12/2034	
RE10/14 RB31/45 (alternative Antriebe)	73	CAF Civity, CAF	12/2025 – 12/2058	

Erfahrungen

Grundsätzliche Erfahrungen - Verfügbarkeitsansatz

- Oberstes Ziel ist es dem Fahrgast eine hohe Qualität zu bieten
- EVU sind verpflichtet alle Abweichungen von der Verfügbarkeit umgehend zu melden (Dokumentationssystem)
 - Technische Defekte
 - Vandalismus/Graffiti
 - Übermäßige Abnutzung
- Die Abweichungen sind in Fehlerkategorien mit unterschiedlichen Karenzzeiten und Minderungen unterteilt
- Prozess zum Umgang mit strittigen Fehlern war nicht vorgegeben
 - Monatliche Durchsprache strittiger Fehler (Hersteller / EVU)
 - Eskalation und letztliche Entscheidung
- In allen Projekten wurde/wird ein Musterbuch zur Konkretisierung von Abweichungen und als Arbeitshilfe für die Mitarbeiter von EVU und Instandhalter entwickelt
- Anreize/Anforderung zeigen eine vergleichsweise schnelle Behebung sind deutlich höher

Erfahrungen

Grundsätzliche Erfahrungen (Operativ) - Schnittstellen

- Trotz Vielzahl funktionierende Schnittstellen Betrieb <-> Instandhaltung
 - Betrieb (Leitstellen, Überführung, Abstellung, Baustellen, Außenwäschen)
 - Technik (Software-Update, Optimierungen, Anpassungen, FIS)
 - Qualität (mtl. Durchsprachen, Abrechnung, Graffitientfernung, Übernahme)
- Die operative Abstimmung erfolgt in der Regel bilateral zwischen EVU und Instandhalter.
- Der AT beteiligt sich auf Wunsch und bei eigenen Feststellungen, zudem eigene regelmäßige Abstimmung zwischen AT und Instandhalter
- Fortlaufende Optimierung der Prozesse und Übertragung der Erfahrungen in Folgeprojekte (Bsp. Innenreinigung)

Erfahrungen

Grundsätzliche Erfahrungen (Operativ) - Flexibilität

- Betreiber können geplant oder ungeplant wechseln, die Fahrzeuge stehen weiterhin zur Verfügung
 - Eventuell notwendige Anpassungen sind in kurzer Zeit umsetzbar (Bsp. Insolvenz Abellio)
- Überzählige Fahrzeuge können anderweitig eingesetzt werden für
 - kurzfristige Leistungsausweitungen
 - Ersatz bei Engpässen im EVU-Fahrzeugpool (Bsp. Unfälle, zus. Instandhaltungsreserven)



Erfahrungen

Grundsätzliche Erfahrungen (Operativ) - Qualität



- Verbesserung der Kundenzufriedenheit
- Objektive Verbesserung in vielen Qualitätsbereichen
 - Zustand Fahrzeuge
 - Pünktlichkeit
 - Kapazitätsminderungen
 - Fahrzeugbedingte Ausfälle

	1. Halbjahr 2018	2. Halbjahr 2018	1. Halbjahr 2019	2. Halbjahr 2019	1. Halbjahr 2020	Entwicklung
RE11	66,68%		83,20%			+ 16,52%
RE5		54,66%		69,85%		+ 15,19%
RE6			77,48%		88,68	+ 11,20%



**Vielen Dank für Ihre
Aufmerksamkeit**



Kontakt

Jens Storck

Abteilung SPNV-Management / Projektarbeitsgruppe RRX

Verkehrsverbund Rhein-Ruhr AÖR | Augustastraße 1 | 45879 Gelsenkirchen

Telefon: 0209/1584 163 | E-Mail: jens.storck@vrr.de