



KoSSE-Tag 2015
3. Juni 2015

Cyber-Physical Systems für Schienenfahrzeuge und Eisenbahninfrastrukturen

Reinhold Hundt
Geschäftsführender Gesellschafter

Cyber-Physical Systems für Schienenfahrzeuge und Eisenbahninfrastrukturen.

1	Über ASTRAN Business Consulting GmbH.
2	Die Bahnindustrie in Deutschland.
3	Trends und strukturelle Rahmenbedingungen im schienengebundenen Verkehr.
4	Signaltechnik 4.0 – Industrialisierung der Leit- und Sicherungstechnik.
5	TechLOK – Zustandsorientierte Instandhaltung des Fahrzeugparks.
6	Weitere Projekte und Initiativen.
7	Der Zulassungsprozess – Safety trifft Security.
8	Zusammenfassung, Links und Literaturhinweise.

Über ASTRAN Business Consulting GmbH.



Zahlen, Daten, Fakten.

- Gegründet 2012 mit Sitz in Kiel.
- Unabhängiges Beratungsunternehmen.
- Interdisziplinäres Team bestehend aus Physiker, Ingenieure, Informatiker, Betriebs- und Volkswirte.



Themenkompetenz für Bahnindustrie und Energiewirtschaft.

- Markt-, Technologie- und Trendanalysen und -studien.
- Strategieentwicklung und Strategieumsetzung.
- Prozess- und Organisationsoptimierung.
- Projekt- und Prozessmanagement.

Die langjährige Branchenerfahrung ist Grundlage unseres Beratungsansatzes.

Erfahrene Mitarbeiter.

- Erfahrene Führungspersönlichkeiten schaffen Vertrauen und Sicherheit.
- Das fokussierte Branchenspektrum ermöglicht fundierte neue Ansätze.

Solides Handwerk.

- Hohe Beratungsqualität, Nachhaltigkeit und Know-how Transfer an den Kunden sind unsere Maßstäbe.
- Methodeneinsatz mit Augenmaß.

ASTRAN steht für messbare Beratungserfolge.

- Impulse geben.
- Die Organisation lernt über das Projekt hinaus.
- Unsere Kenntnis der betrieblichen Praxis minimiert den Aufwand und erhöht die Akzeptanz.

- Fokus auf tragfähige Strategien und nachweisbarem Nutzen.

Mobilisierend.

Ergebnisorientiert.

Bahnindustrie und Energiewirtschaft vertrauen auf die ASTRAN-Lösungen.



Cyber-Physical Systems für Schienenfahrzeuge und Eisenbahninfrastrukturen.

”

Steffen Bobsien et al., ETR 4/2015, Senior Vice President Technology DB Schenker Rail AG.

... „Nachdem die erste industrielle Revolution im 19. Jahrhundert eng mit dem Aufstieg und der Blüte der Eisenbahn verbunden war, verheißt die Digitalisierung dem System Bahn im 21. Jahrhundert geradezu revolutionäre (Wachstums-)Perspektiven.“ ...

Die Bahnindustrie in Deutschland.

Teilesegmente der deutschen Bahnindustrie.

Fahrzeuge

Infrastruktur

Leit- und
Sicherungstechnik

Ingenieur-
dienstleistungen



Die deutsche Bahnindustrie – eine attraktive Branche heute und in Zukunft.

Mit über 54.000 direkten Beschäftigten in rund 200 Unternehmen, einem aktuell und zukünftig stabilen Marktwachstum und soliden Marktrenditen, stellt sich die deutsche Bahnindustrie heute und in Zukunft als attraktive Branche dar.

Kennzahlen der deutschen Bahnindustrie.



Nationales Marktvolumen: 8,8 Mrd. Euro



Anzahl nationaler Unternehmen: ~200



Durchschnittl. jährliches Wachstum: +4,0%



Anzahl direkter Beschäftigter: >54.000

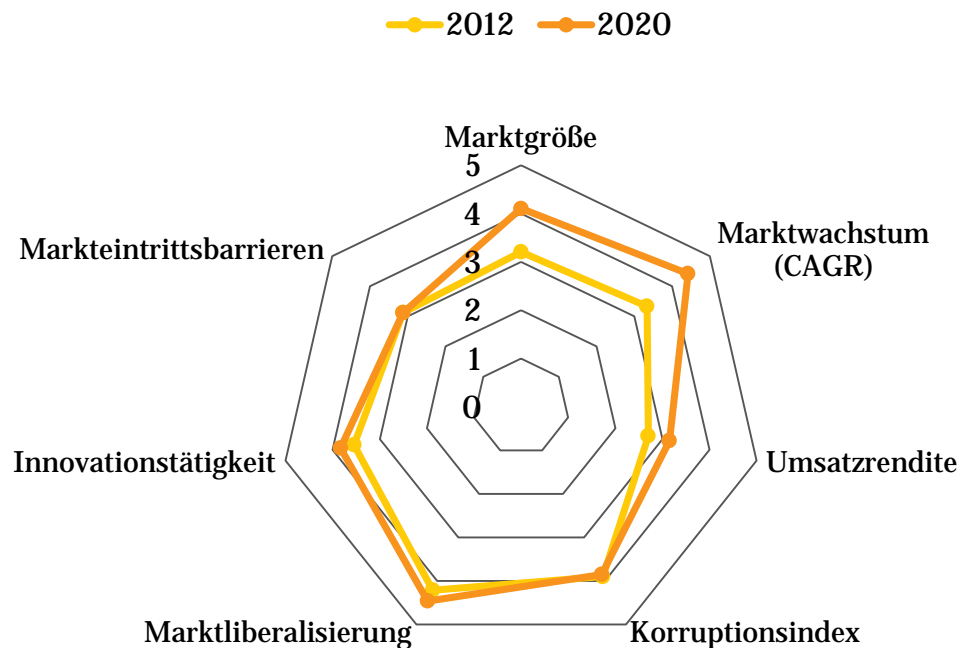


Mittlere Rendite (EBIT/Umsatz): +6,3%



Prognostiziertes jährliches Wachstum: >5,0%

Die Attraktivität der Bahnindustrie heute und in Zukunft.



0: unattraktiv
...
5: besonders attraktiv




i

Die deutsche Bahnindustrie – eine attraktive Branche heute und in Zukunft.

- Bis 2020 wird das im Inland realisierte Marktvolumen daher auf über 13 Mrd. Euro ansteigen.
- Die vergangenen Jahre waren von dem Wachstums- und Renditeeinbruch der Krisenjahre 2008/09 geprägt. Diese Zeiten sind überwunden. Mittelfristig ist von einem Anstieg der Umsatzrenditen auszugehen.
- Deutschland bietet stabile wirtschaftliche Rahmenbedingungen, die auch in Zukunft ein sicheres Markt- und Investitionsumfeld gewährleisten können.
- Sowohl auf nationaler, als auch auf europäischer Ebene besteht ein starker politischer Wille den Verkehrsträger Schiene langfristig zu stärken.

Trends und strukturelle Rahmenbedingungen im schienengebundenen Verkehr.

Urbanisierung.	
Gesteigerte Mobilität.	
Energieverknappung.	
Umweltbewusstsein.	
Verbesserte politische Rahmenbedingungen.	
Schnell wachsende Volkswirtschaften (Rapidly Developing Economies (RDE)).	
Wettbewerb durch Unternehmen aus RDE Märkten.	
Kundenspezifische Lösungen gegenüber Standardisierung.	
Einführung von ERTMS in Europa.	
Staatschuldenkrise.	

i	Legende
	Positiver Effekt.
	Neutraler Effekt.
	Negativer Effekt.

Trends und strukturelle Rahmenbedingungen im schienengebundenen Verkehr.



Strukturelle Bedingungen heute.

1. In Europa werden 20 verschiedene Systeme der Sicherungstechnik betrieben, d.h. eingeschränkte Interoperabilität und hohe Kosten durch Mehrsystemfahrzeuge.
2. Obsoleszenz von Hard- und Software, d.h. keine Investitionssicherheit für den Fahrzeug- und Infrastrukturbetreiber.
3. Fristenwartung und feste Inspektionsprogramme mit Komponentenaustausch, d.h. Störungen zwischen den Fristen führen zu erheblichen Mehrkosten oder zu frühzeitigem Austausch von Komponenten.
4. Heterogene gewachsene IT-Landschaften mit redundanten Funktionen und Datensilos.
5. Europa ist geprägt durch eine überalterte Eisenbahninfrastruktur.
6. Shift2Rail: eine wegweisende europäische Forschungsinitiative.

Trends und strukturelle Rahmenbedingungen im schienengebundenen Verkehr.

Mechanisch

Etwa 939 **mechanische Stellwerke** mit einem mittleren Alter von etwa 89 Jahren steuern 14.637 Stelleinheiten (9.416 LST, 5.221 WA)*.



Drucktasten

Etwa 1.679 **Drucktasten Stellwerke** mit einem mittleren Alter von 37 Jahren steuern 121.947 Stelleinheiten (87.070 LST, 34.877 WA).



Elektromechanisch

Etwa 274 **elektromechanische Stellwerke** mit einem mittleren Alter von 58 Jahren steuern 12.975 Stelleinheiten (7.148 LST, 5.827 WA).



Elektronisch

Etwa 405 **elektronische Stellwerke**** mit einem mittleren Alter von 9 Jahren steuern 83.460 Stelleinheiten (64.154 LST, 19.306 WA).



* LST: Leit- und Sicherungstechnik, WA: Weichenantriebe
** Elektronische Stellwerke (ESTW) gezählt ESTW-Z und ZU der Firmen Siemens, Thales, Bombardier, S+B, Westinghouse und Tiefenbach.

Trends und strukturelle Rahmenbedingungen im schienengebundenen Verkehr.



Ziel der DB Netz AG

„[...] Aufwände in der gesamten Wertschöpfungskette im Ökosystem ‚Stellwerkstechnik‘ substanziell senken.“



Lösungsstrategie

„Signaltechnik 4.0 – Industrialisierung der Leit- und Sicherungstechnik“

Signaltechnik 4.0 – Industrialisierung der Leit- und Sicherungstechnik Zielarchitektur.




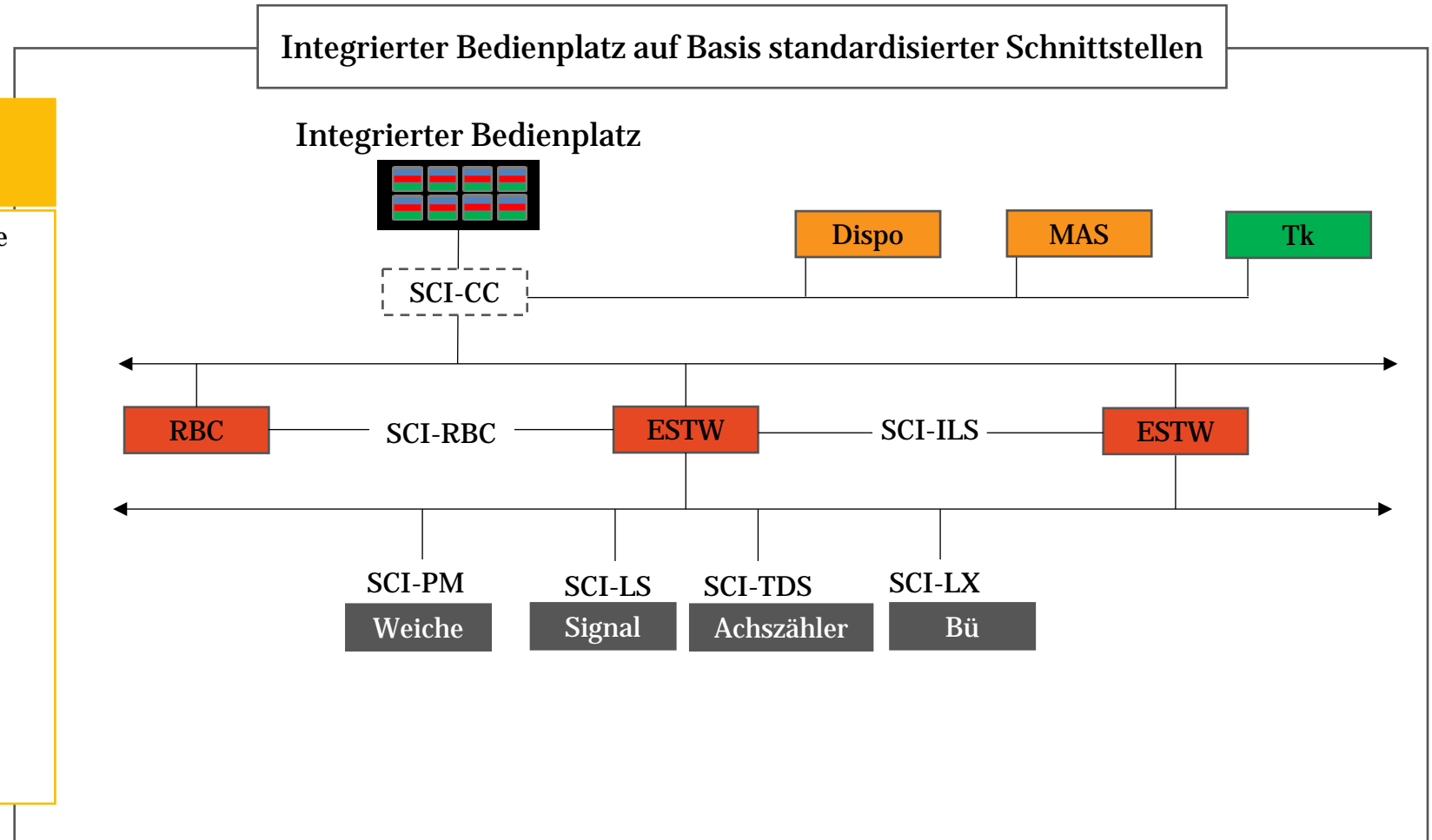
Merkmale der neuen Architektur.

1. IP-fähige, autonome, eigensichere Feldelemente.
2. Trennung von Energie- und Informationsübertragung.
3. Nutzung industrieller Kommunikationsstandards.
4. Entkopplung Hardware und Software der Sicherheitsfunktionen.
5. Konzentration der Sicherheitsfunktionen auf die Zentraleinheit und die eigensicheren Feldelemente.
6. Entwicklungsprozess wird durch eine durchgängige Werkzeugkette unterstützt – sektorenintegrierte Entwicklungsplattform (Modell AUTOSAR/Artop).

Signaltechnik 4.0 – Industrialisierung der Leit- und Sicherungstechnik Zielarchitektur.

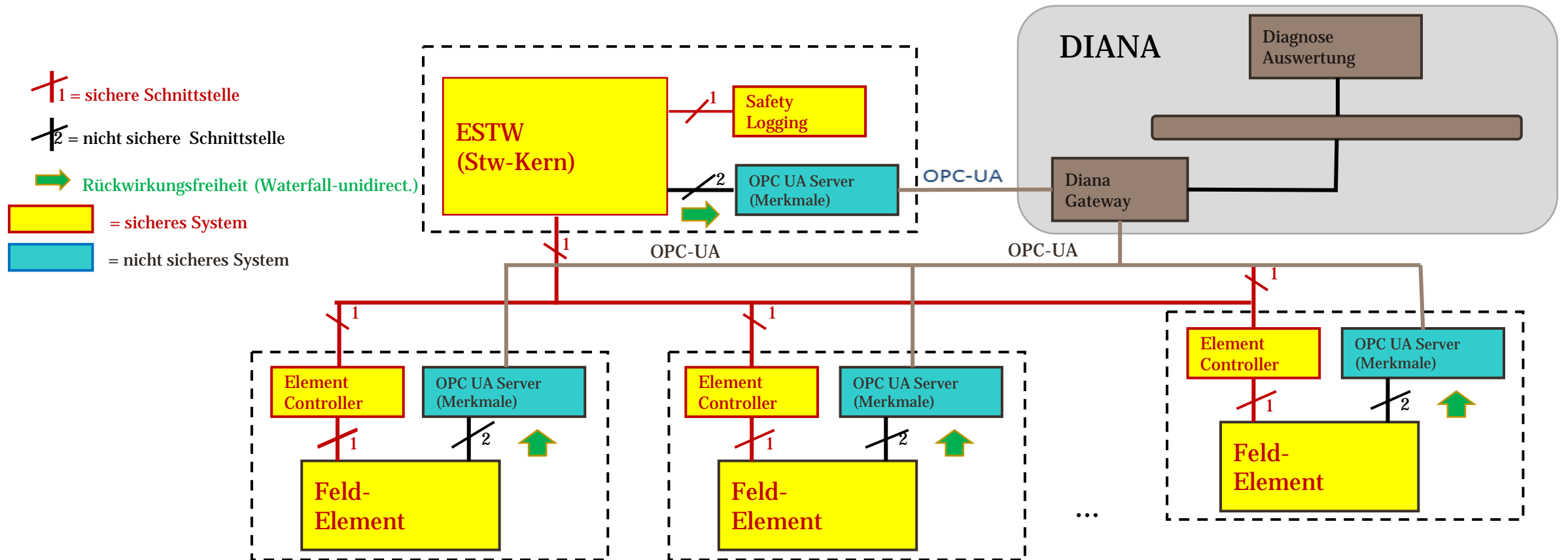
i **Legende**

SCI	Standard Communication Interface (Standardschnittstelle)
CC	Command and Control (Bediensystem)
RBC	Radio Block Centre (ETCS-Zentrale)
ILS	Interlocking System (Stellwerk)
PM	Point Machine (Weiche)
LS	Light Signal (Lichtsignal)
LX	Level Crossing (Bahnübergang)
TDS	Train Detection System
	ESTW, ETCS, Dispo, MAS und TK



Signaltechnik 4.0 – Industrialisierung der Leit- und Sicherungstechnik

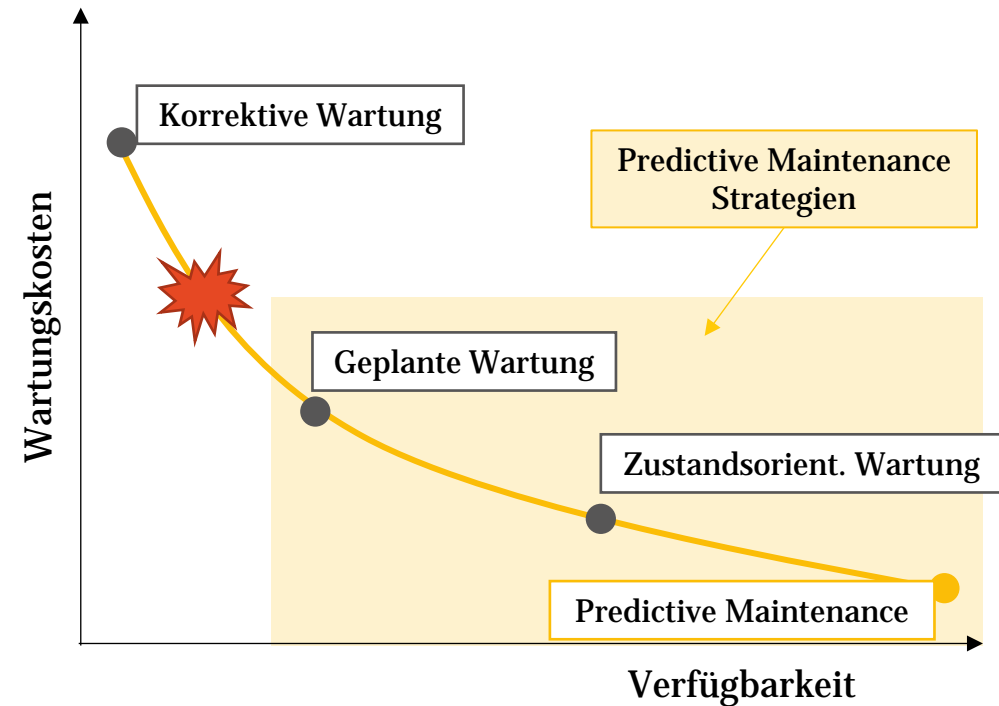
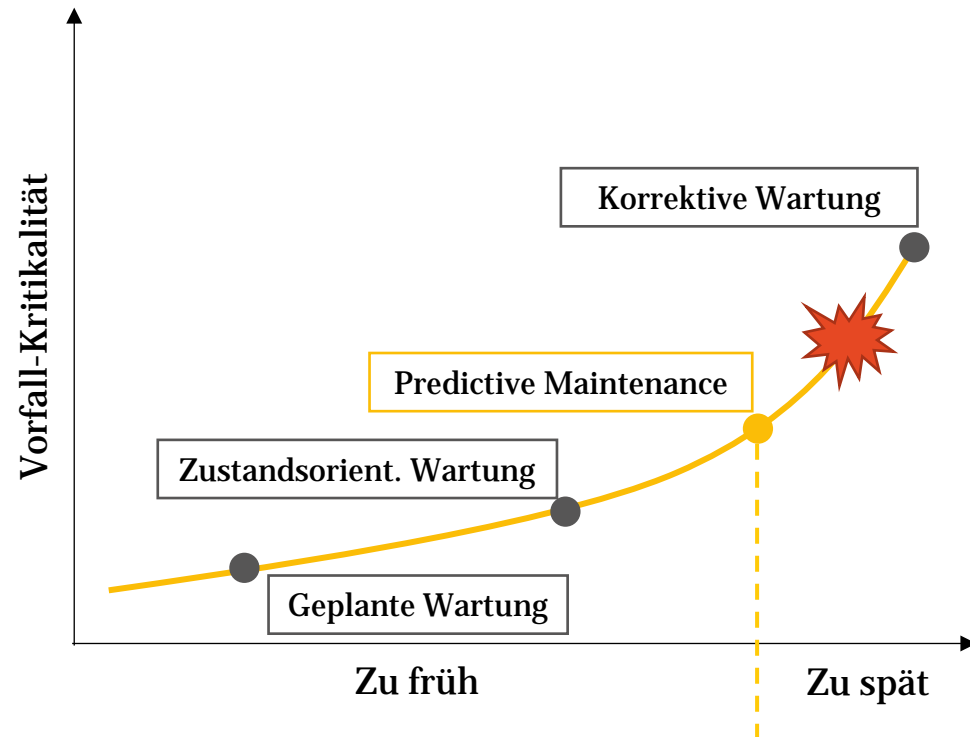
Diagnose im Stellwerk.



TechLOK – Zustandsorientierte Instandhaltung des Fahrzeugparks.

i

Vorausschauende Instandhaltung.



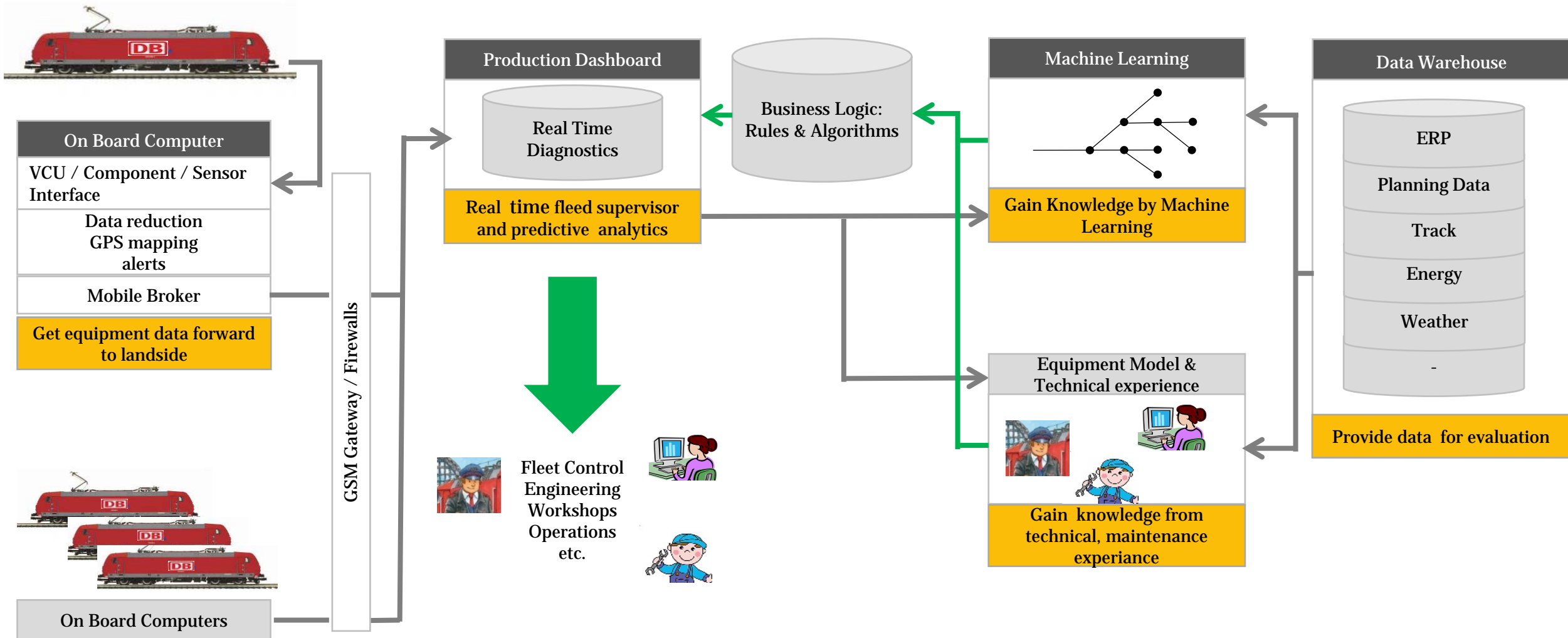
TechLOK – Zustandsorientierte Instandhaltung des Fahrzeugparks.



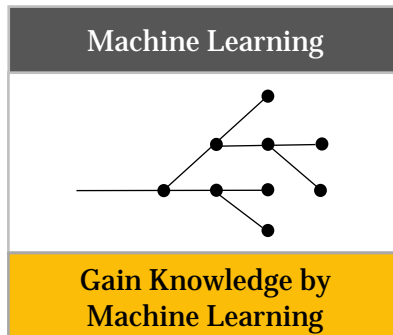
Projektstruktur und Rahmenbedingungen.

1. DB Schenker Rail betreibt 3400 Lokomotiven in Europa.
2. Inspektionsprogramm ist heute durch Laufleistung und Fristen bestimmt.
3. In 2012 wurde das Projekt TechLOK entwickelt, um Big Data basierend eine zustandsorientierte und vorausschauende Instandhaltung einzuführen.
4. Während des Betriebes werden Messwerte von rund 1000 Sensoren pro Lokomotive ausgewertet.
5. Pro Jahr überprüfen rd. 1000 Regeln etwa 100 Millionen Datensätze auf relevante Informationen.

TechLOK – Zustandsorientierte Instandhaltung des Fahrzeugparks.



TechLOK – Zustandsorientierte Instandhaltung des Fahrzeugparks Machine Learning.



WEKA-Suite (Waikato Environment for Knowledge Analysis)

Feststellung: Vorhersage bestimmter Schäden im Bereich von Tagen bis zu mehreren Wochen ist möglich.

Modellbasierte Entwurfsmethoden für eine neue Generation elektronischer Stellwerke.

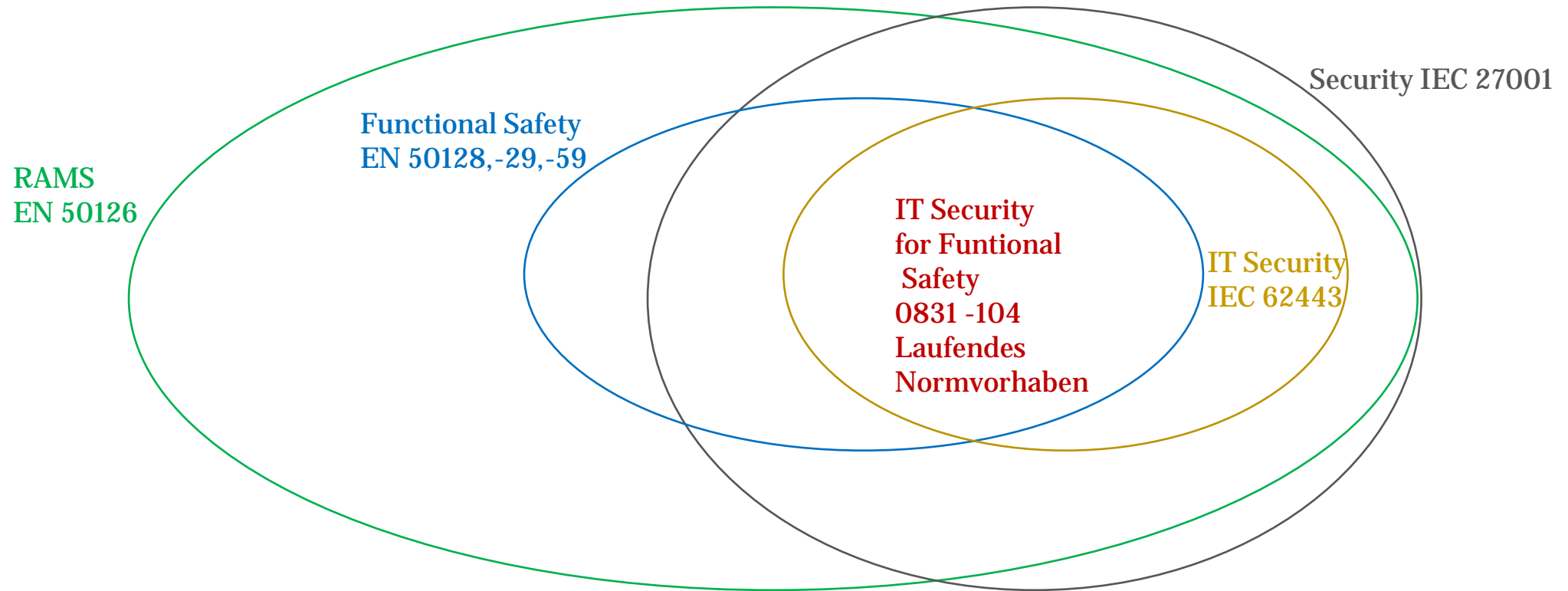
i

Modernes Software Engineering trägt im Sektor Bahn zu signifikanten Kostensenkungen bei.



1. Entwicklung von domänenspezifischen Sprachen zur Stellwerksmodellierung und Beschreibung der Steuerlogik.
2. Entwurf von Werkzeugen zur Modellierung von Stellwerken und anderen Artefakten in Eclipse.
3. Simulations- und Analysewerkzeuge für die erstellten Modelle.
4. Reduktion der Produktionszeiten.
5. Insgesamt: Kostenreduktion beim Bau neuer elektronischer Stellwerke.

Der Zulassungsprozess – Safety trifft Security.

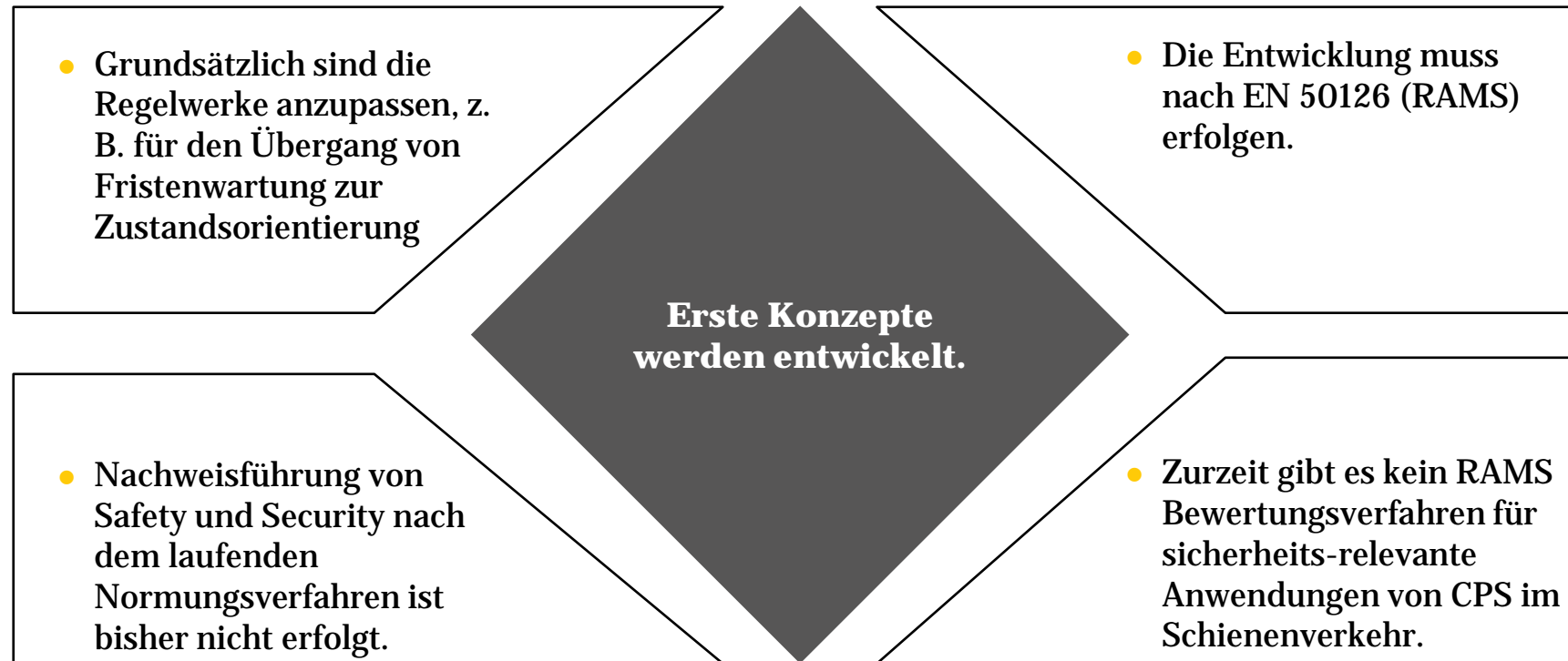


Quelle [5]: Zusammenhang zwischen Sicherheitsnormen und Sicherheitsthemen.

Safety trifft Security – Cyber-Physical Systems in sicherheitsgerichteten Anwendungen.

i

Die Entwicklung eines Zulassungsprozesses für CPS Anwendungen im Sektor Bahn steht erst am Anfang.



Weitere Projekte und Initiativen.



Start der ersten Projekte im Rahmen des Programms „Horizon 2020“.

Roll2Rail

- Entwicklung von Schlüsseltechnologien im Bereich des „rollenden Materials“.
- Überwindung von Innovationshürden bei der Fahrzeugentwicklung und Initiierung einer Reihe sog. „Technology Demonstrators“.

Input für das Shift2Rail Innovationsprogramm (IP) 1 „Cost-efficient and reliable trains“.

IT2Rail

- Entwicklung digitaler Technologien zur Erreichung eines „nahtlosen Reiseerlebnisses“.
- Berücksichtigung verschiedener Transportarten in den Bereichen Information, Reiseplanung und Ticketing.

Input für das Shift2Rail IP 4 „IT Solutions for Attractive Railway Services“.

In2Rail

- Entwicklung einer stabilen und kosten-effektiven Infrastruktur.
- Ganzheitliche Berücksichtigung der Faktoren Strecke, Struktur und intelligenter Energie- und Verkehrsmanagementsysteme zur Optimierung der Kapazitätsnutzung.

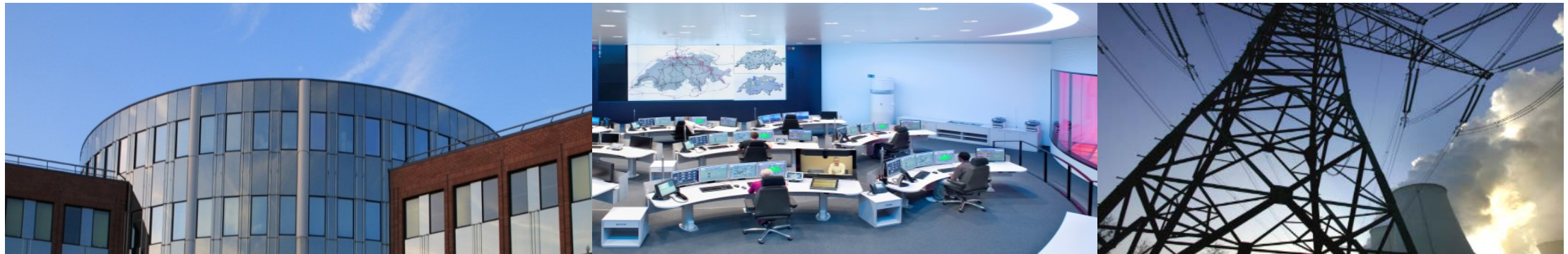
Input für die Shift2Rail IP 2 „Advanced Traffic Management and Control Systems “ und IP 3 „Cost Efficient and Reliable High Capacity Infrastructure “.

Zusammenfassung

- 1 Die europäische Politik unterstützt die Entwicklung des schienengebundenen Verkehrs.
- 2 Die Infrastrukturbetreiber haben das Ziel, die Kosten der gesamten Wertschöpfung im Ökosystem Bahn substantziell zu senken.
- 3 Cyber-Physical Systems liefern hierfür die Bausteine und werden diesen Prozess maßgeblich beeinflussen.
- 4 Die Grundlagen für diesen Prozess sind Machine Learning, Rules Engines und Micro Electro Mechanical Systems (MEMS).
- 5 Die Anforderungen an Security und Safety müssen Teil des gesamten Systementwurfs sein.
- 6 Marktpolitisch: Alle Marktteilnehmer müssen erkennen, dass grundlegende technologische Entwicklungen nur durch gemeinsame Initiativen zu erbringen sind.

Links und Literaturhinweise

- [1] **Signaltechnik 4.0 – Industrialisierung der Signaltechnik. Deine Bahn 1/2014, Dr. M. Leining, Dr. B. Elsweiler.**
- [2] **<http://www.cs.waikato.ac.nz/ml/weka/>**
- [3] **TechLOK – ein erfolgreiches Projekt zur intelligenten Nutzung von Diagnose-Daten in der Instandhaltung. Eurailpress/ETR April 2015, Steffen Bobsien et al.**
- [4] **Machine Learning: Nutzung bahnbezogener Sensordaten zur Vorhersage von Wartungszyklen. Diplomarbeit S. Kauschke, TU Darmstadt – Knowledge Engineering Group.**
- [5] **Safety Integrity und Security Level – zwei Seiten derselben Münze. Deine Bahn 6/2014, Prof. Dr. Jens Braband und Hans-Hermann Bock.**



Vielen Dank

**ASTRAN Business Consulting GmbH
Am Kiel-Kanal 1
24106 Kiel**

**Reinhold.Hundt@astran.de
www.astran.de
0431 90881140**