



Instandhaltungsoptimierung durch Fahrwerksdiagnose: Ein Bericht über die Forschungskooperation zwischen Stadtwerke München und Siemens

9. Sep. 2014, K. Geißl/SWM, T. Moshhammer/Siemens, K. Wöls/Siemens

“How does your bogie feel today?”

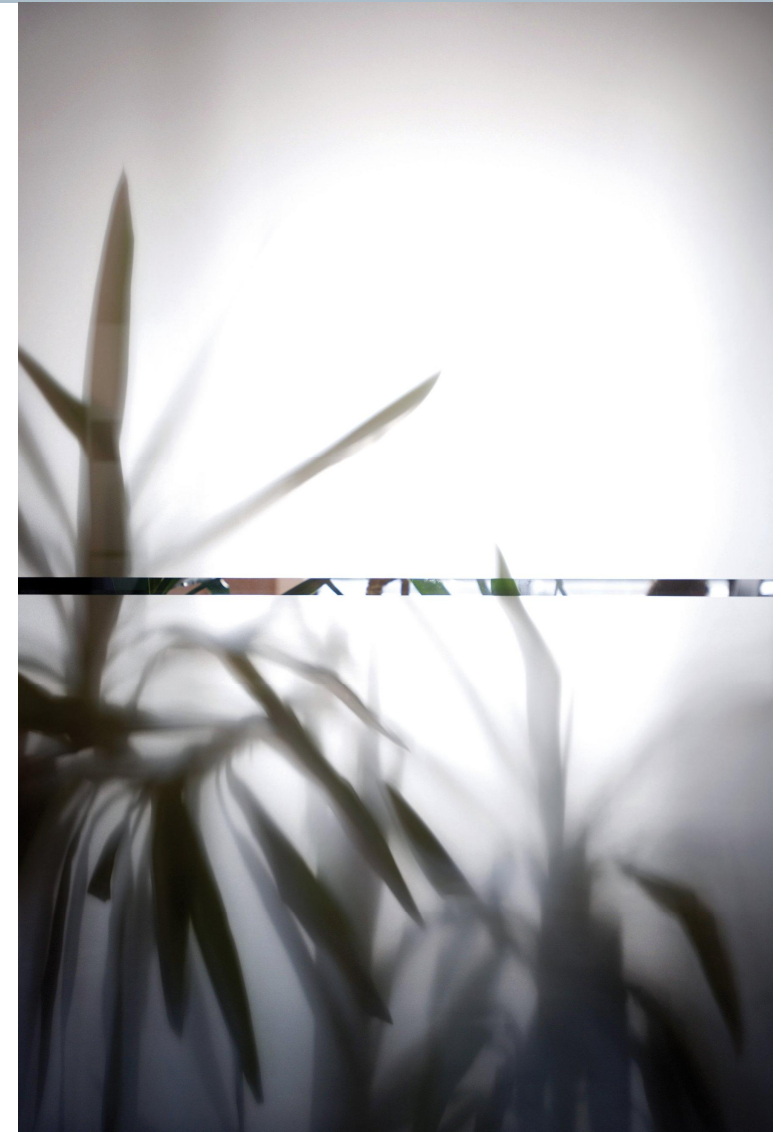
AGENDA

- Motivationen
- Verlauf der Kooperation
- Aktuelle Erkenntnisse
- Weitere Schritte



Forschungsziele

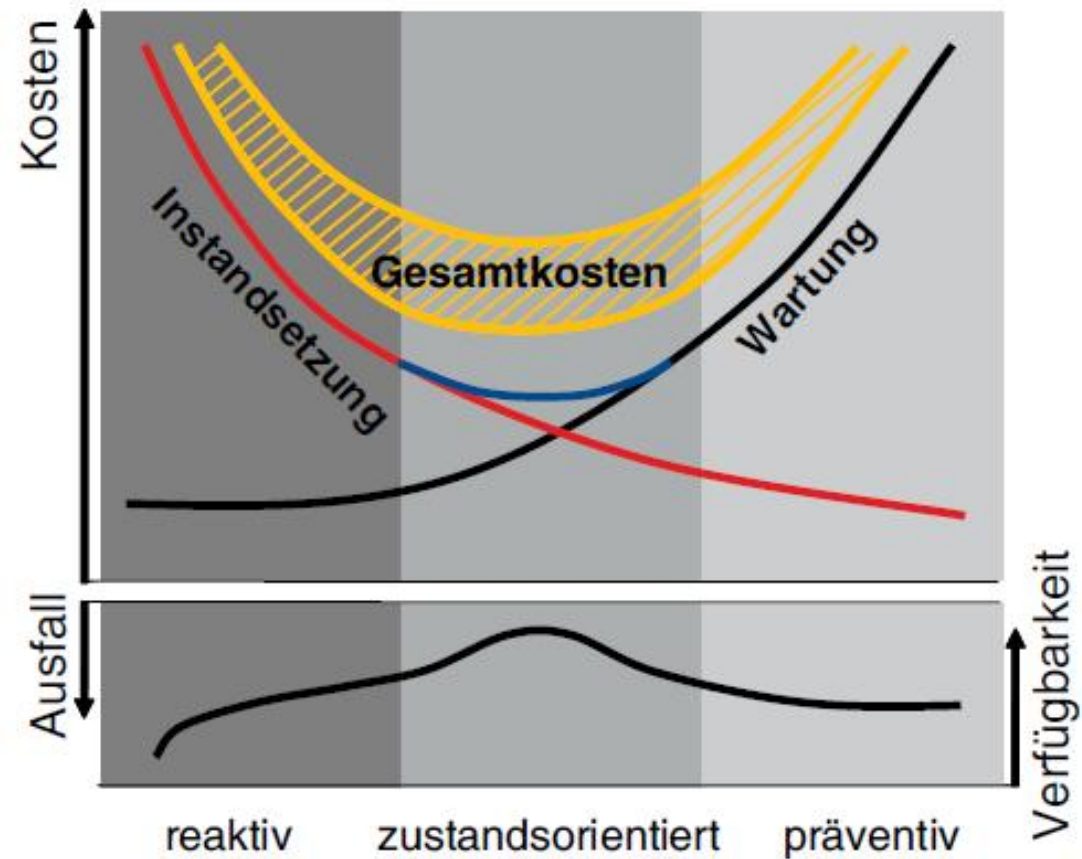
- Erforschung und Erprobung von neuen Funktionen
- Fokus Fahrwerk und Strecke
- Umsetzung von „Predictive Maintenance“



Erwartungen MVG – Ausgangsbasis



Quelle: Reichel, Müller, Mandelartz, Betriebliche Instandhaltung



Erwartungen MVG – Der Weg zum Ziel I

Vordergründig:

- **Überwachung von Bauteilen mit begrenzter Lebensdauer, z. B. Wälzlager**
Früherkennung von Schäden und Vermeidung von Folgeschäden
 - Ausnutzen der Lebensdauer des Bauteiles unter realen Beanspruchungen
 - Angepasste Planung von Instandhaltungsmaßnahmen
 - Schnelle Überprüfung der Qualität und Nachhaltigkeit der Instandhaltungsmaßnahme
- **Identifikation unzulässiger Verschleißzustände, z. B. Radunrundheiten**
 - Verringerung der Beanspruchung
 - Reduzierung von Luft- und Körperschall

Erwartungen MVG – Der Weg zum Ziel II

Herausforderungen:

- Kenngrößen für die Schädigung der relevanten Komponenten
- geeignete Messstellen, Sensoren und Auswertungen
- Beherrschung der Datenflut
- Nutzung der Daten für eine zustandsorientierte Instandhaltung.

- Überwachung der Infrastruktur, z. B. Gleisparameter, Verschleißzustände
- Definition angepasster Infrastrukturgrenzwerte durch direkte Erfassung der Fahrzeugreaktion
- Keine speziellen Prüffahrzeuge mehr erforderlich?
- Angepasste Planung von Instandhaltungsmaßnahmen
- Schnelle Überprüfung der Qualität und Nachhaltigkeit der Instandhaltungsmaßnahme

Erwartungen MVG - Visionen

- Überwachung sicherheitsrelevanter Bauteile z.B. Radsatzwellen
- Ersatz sicherheitsrelevanter Prüfungen, z. B. Ultraschallprüfung, durch permanentes Monitoring

| | Diagnose | Überwachung |
|-----------------------|---|-------------------------------|
| sicherheitsrelevanz | nein | ja |
| gesetzliche Forderung | nein | ja (TSI) |
| Echtzeitanforderung | nein | ja |
| Information geht an | Datenspeicherung onboard bzw. Maintenance- Management-System | Zugsteuerung und Zugführer |
| Reaktion | strategisch geplant | unmittelbar |

Historie der Zusammenarbeit

Projektstart

Integrationskonzept

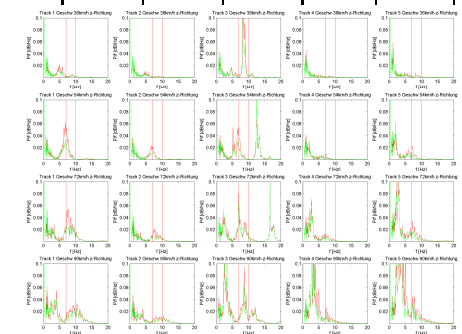
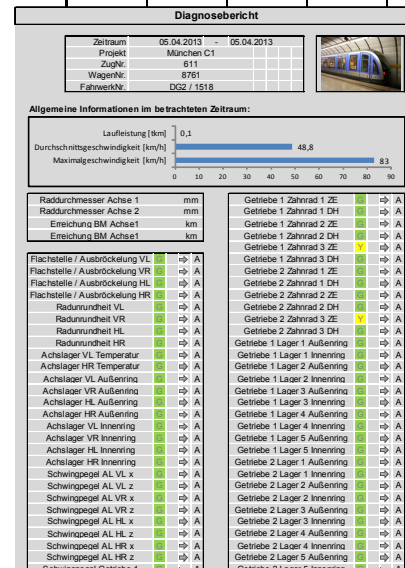
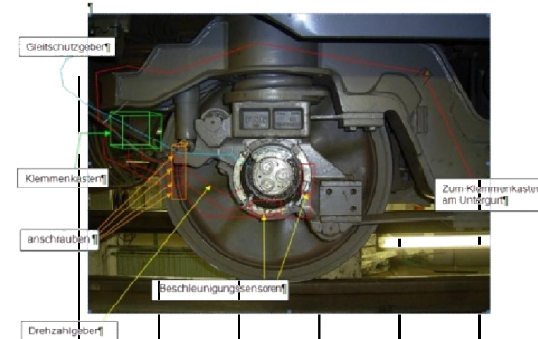
Integration und
Inbetriebsetzung

Daten verfügbar

Start Durchsprachen

Gemeinsames Lernen

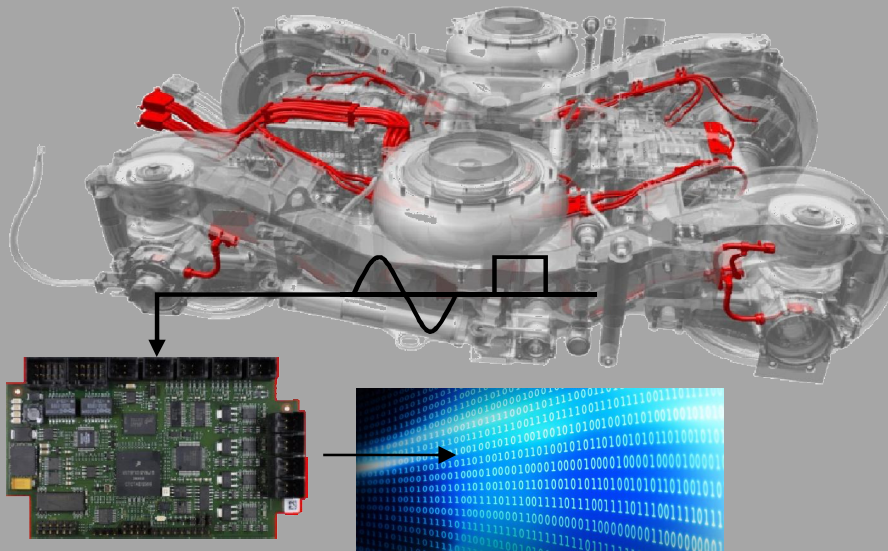
Entwicklung/Erprobung der
Algorithmen



05/12 06/12 07/12 08/12 09/12 10/12 11/12 12/12 01/13 02/13 03/13 04/13 06/13 08/13 10/13 12/13 02/14 04/14 06/14 08/14

Siemens Bogie Diagnosics Toolbox

Die SBDT ist ein sensorisches System zur Identifikation von Zuständen im Fahrwerk und an der Strecke



$$R = f(a_x, a_y, a_z, \omega_x, \omega_y, \omega_z, n, \dots)$$

Aussage,
Instandhaltungsanweisung



Sensor System:

Sensoren an vorgegebenen Positionen

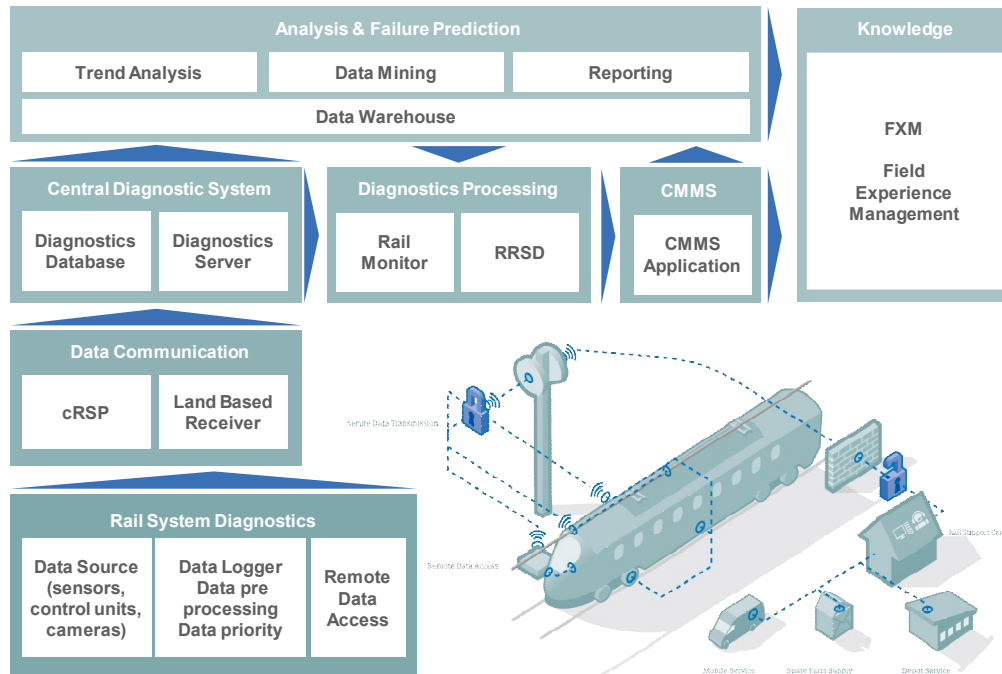
- Schwingungen / Beschleunigungen
- Drehzahl
- Temperatur

bahntaugliche Bauteile für rauen Einsatz
Verkabelung inkl. Stecker und Schutz

Hardware (Elektronik):

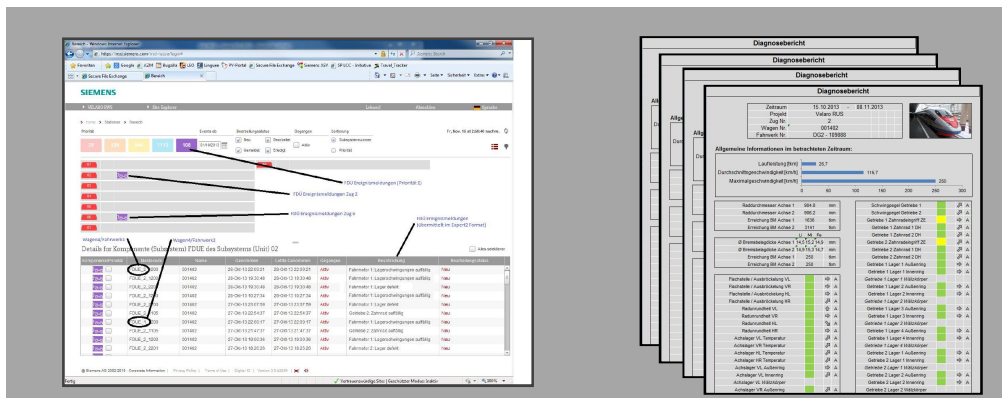
- Platine mit A/D Wandlung, digitalem Signalprozessor (DSP), Speicher, und Schnittstellen
- Die Elektronik ist im Fahrwerk für kurze Leitungslängen (EMV) und zur Reduktion von Schnittstellen zwischen Fahrwerk und Wagenkasten
- Algorithmen: Messwerte → Kennwerte → Ereignismeldungen

Siemens Bogie Diagnostics Toolbox: Von den Daten zum Service



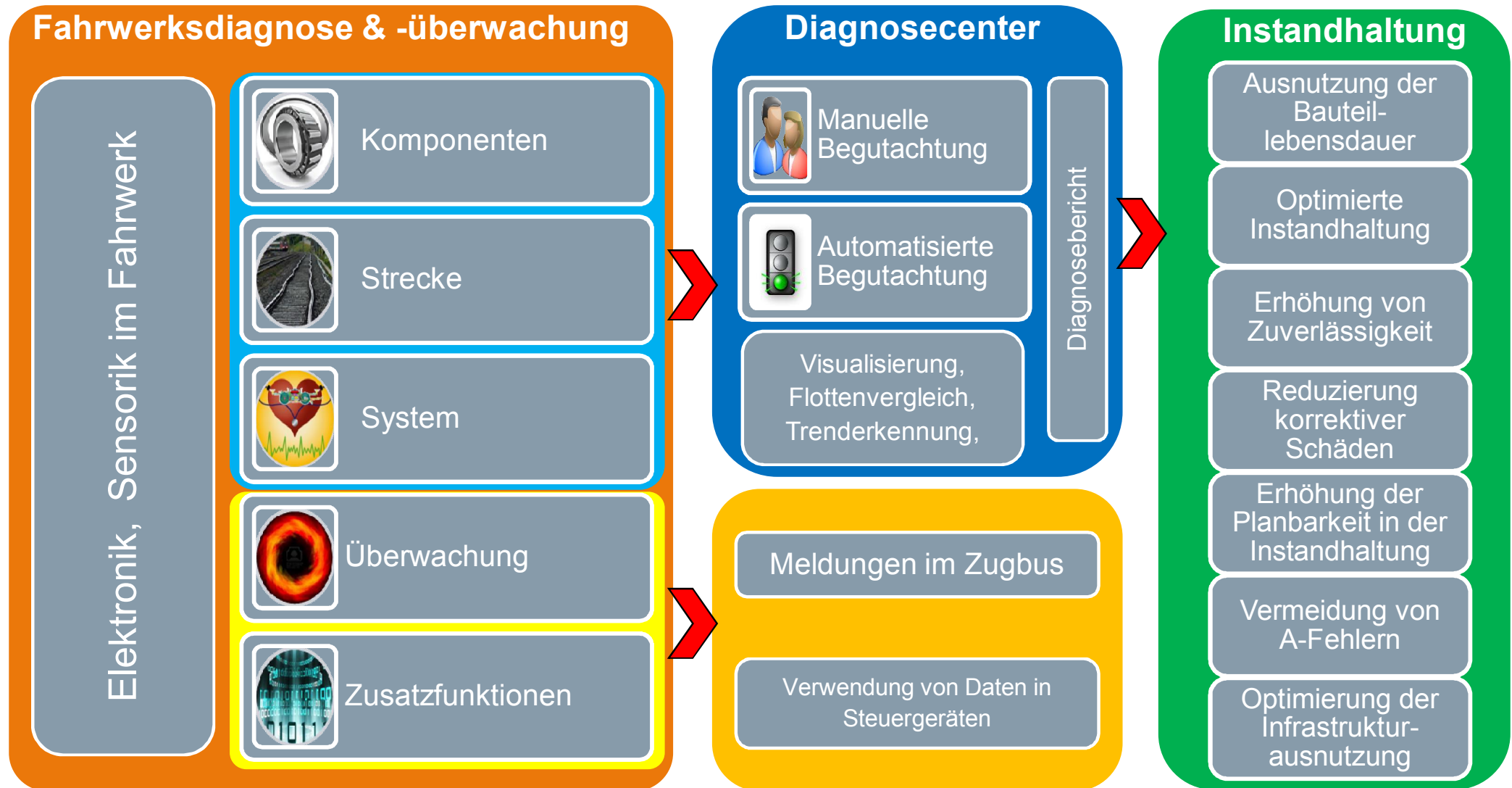
Von den Daten zum Service

- Die Sensordaten werden am Fahrwerk digitalisiert und zu Kenngrößen vorverarbeitet
- Diese werden dann über den Zugbus zu einem zentralen Speicher geleitet und gespeichert
- Über eine Datenfernübertragung kommen die Fahrwerkskennwerte dann an die Landseite
- Auf der Landseite werden diese dann in einer zentralen Datenbank gespeichert und analysiert (Trends, Fahrwerks- & Flotten-Vergleiche, Reports).
- Bei Auffälligkeiten werden Handlungsempfehlungen bzw. Instandhaltungsanweisungen abgeleitet.

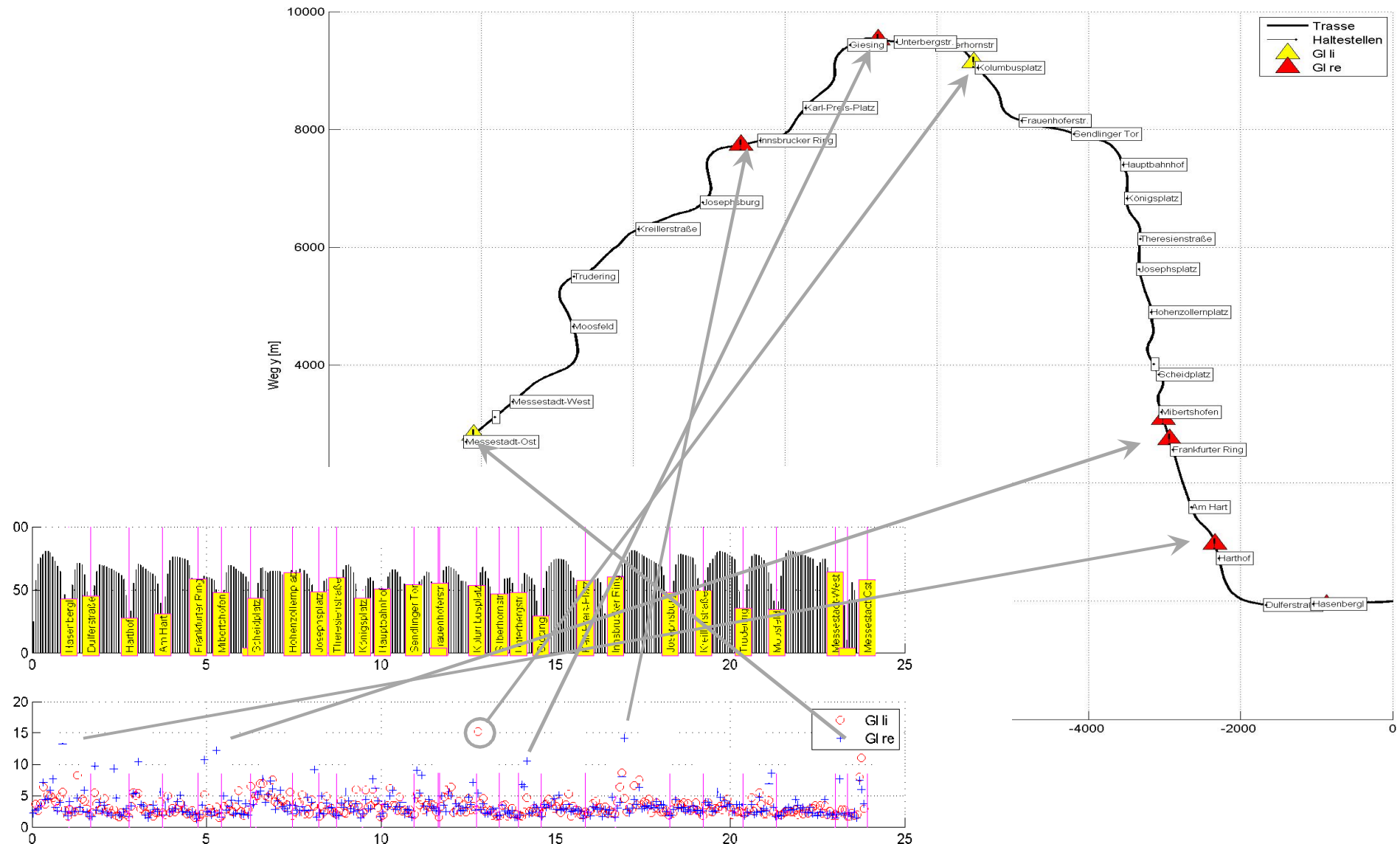


Siemens Bogie Diagnostics Toolbox

5 Teilfunktionen zur Diagnose und Überwachung des Fahrbetriebes



Auswahl von Forschungsergebnissen: Track Condition Indication



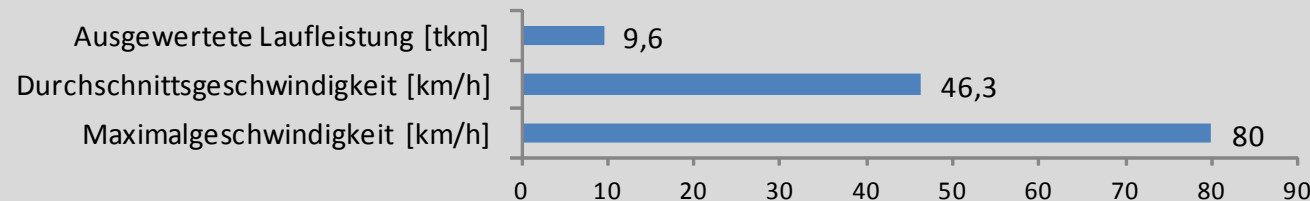
Auswahl von Forschungsergebnissen: Diagnosebericht

Diagnosebericht

| | | | | | | |
|-------------|------------|---|------------|--|--|--|
| Zeitraum | 01.04.2014 | - | 30.04.2014 | | | |
| Projekt | München C1 | | | | | |
| ZugNr. | 746 | | | | | |
| WagenNr. | 5433 | | | | | |
| FahrwerkNr. | DG1 | | | | | |



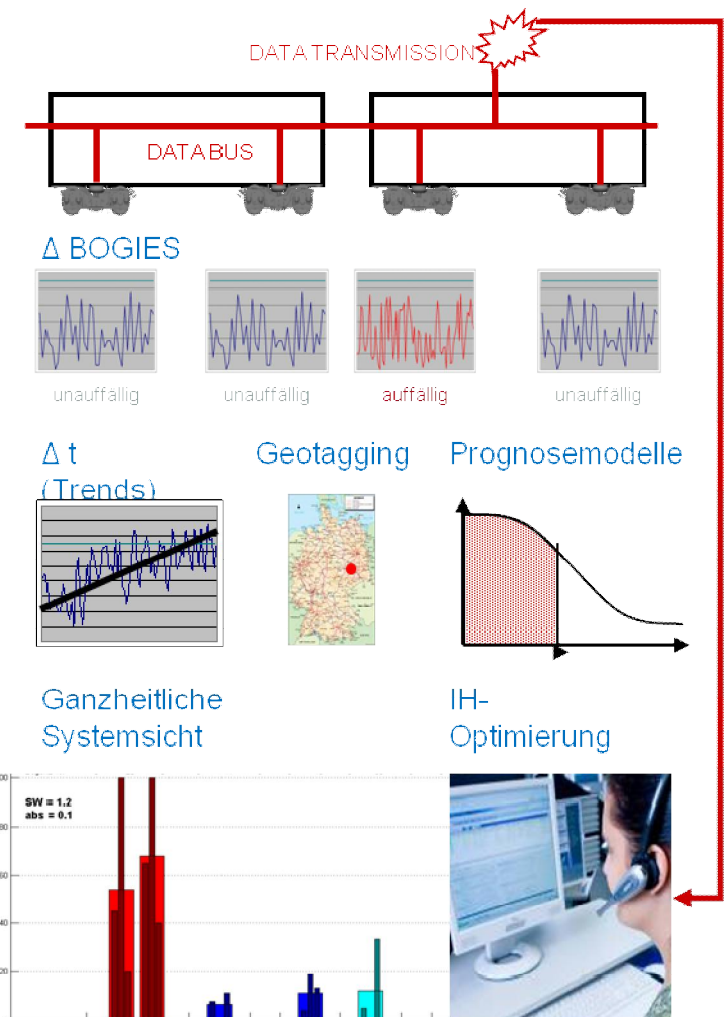
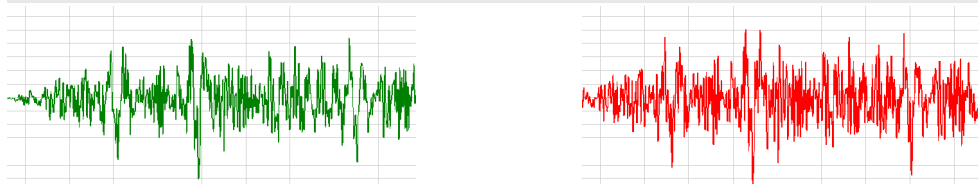
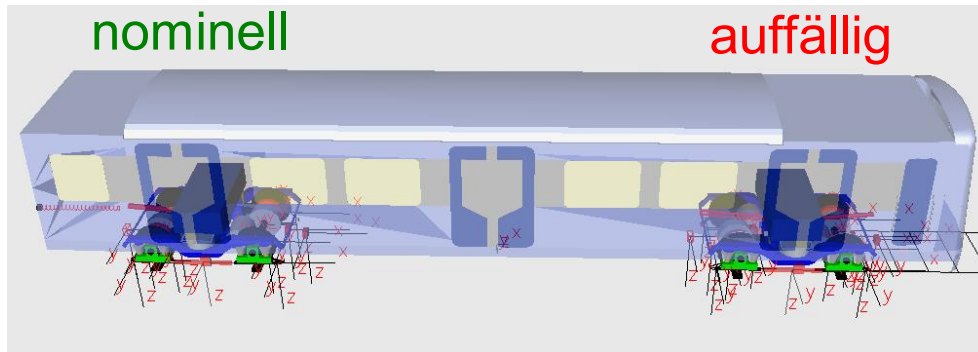
Allgemeine Informationen im betrachteten Zeitraum:



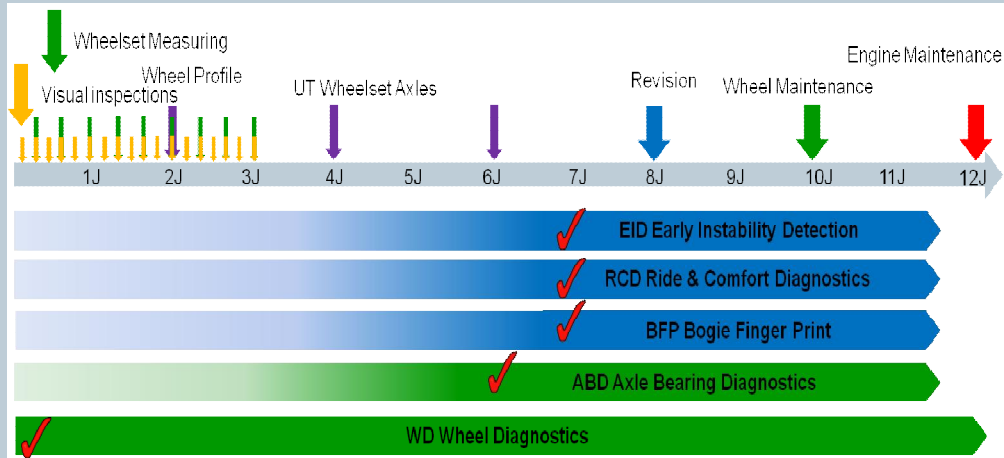
| | | | |
|----------------------|--------|---|---|
| Radkennwert VL | Green | ➡ | |
| Radkennwert VR | Green | ➡ | |
| Radkennwert HL | Yellow | ↗ | 6 |
| Radkennwert HR | Green | ➡ | |
| Achslagerkennwert VL | Green | ➡ | |
| Achslagerkennwert VR | Yellow | ↘ | |
| Achslagerkennwert HL | Green | ➡ | |
| Achslagerkennwert HR | Green | ➡ | |
| : | | | |

| | | | |
|------------------------------|-------|---|--|
| Getriebekennwert 1 Zahnrad 1 | Green | ➡ | |
| Getriebekennwert 1 Zahnrad 2 | Green | ➡ | |
| Getriebekennwert 1 Zahnrad 3 | Green | ➡ | |
| Getriebekennwert 2 Zahnrad 1 | Red | ➡ | |
| Getriebekennwert 2 Zahnrad 2 | Green | ➡ | |
| Getriebekennwert 2 Zahnrad 3 | Green | ➡ | |
| Getriebelagerkennwert 1 | Green | ➡ | |
| Getriebelagerkennwert 2 | Green | ➡ | |
| : | | | |

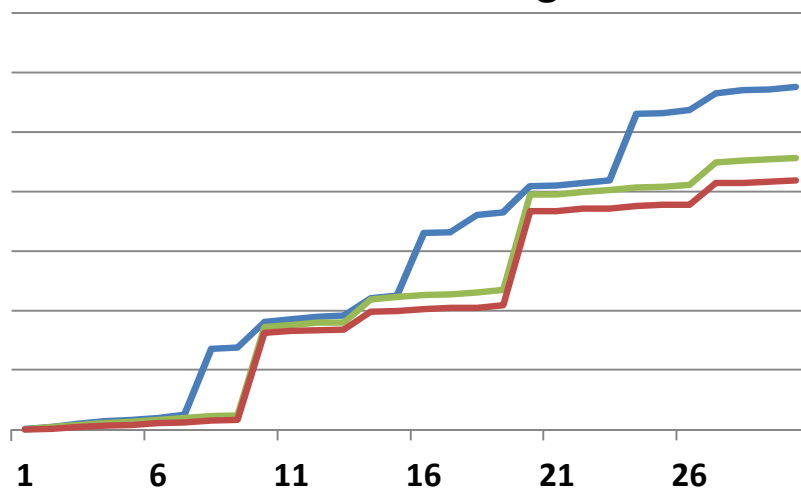
Auswahl von Forschungsergebnissen: Systemfunktionen



Siemens Bogie Diagnostics Toolbox: Moderne Instandhaltungskonzepte



Instandhaltungskosten



Moderne Instandhaltungskonzepte:

- Fahrwerksdiagnose-Systeme helfen dabei ausfallende Komponenten an Fahrwerken frühzeitig zu erkennen und unterstützen bei der Optimierung der Wartungskosten.
- Teure Komponentenversagen können in einem frühen Stadium erkannt und zu niedrigen Kosten getauscht werden.
- Die korrektive Instandhaltung wird planbar.
- Durch die Bogie Health Check Diagnose kann die Einsatzdauer von Komponenten optimiert werden.
- Ein optimiertes Wartungskonzept verkürzt die Zeiten im Depot = höhere Verfügbarkeit.

Quantitative und qualitative Potentiale der Fahrwerksdiagnose



SIEMENS

Fahrwegmonitoring

- Wo sind Störungen?
- Wo hat sich etwas verändert
- Wie hat sich etwas verändert
- Track Access Charge

Schnelle und Flexible Problemlösung

- Aussagen
Fahrer/Schaffner/Passagiere
plausibilisieren
- frühe Problemeingrenzung
- Gezielte Problemeingrenzung
- Überprüfung der getroffenen
Maßnahmen
- Vermeidung von Folgefehler

Instandhaltungsplanung

- Ressourcenplanung Depot
- Planung korrektiven
Instandhaltung
- Disponierung der
Triebzugverfügbarkeit
- Ressourcenplanung
Unterflurdrehbank

Daten/Zustandstransparenz

- Optimierung Fahrbetrieb
- Nachvollziehbare IH- Historie
- Nachweisfunktionen
- Komfortveränderung

Automatisierung

- **reduzierte Sichtkontrollen***
- **Radvermessung***
- Protokollerstellung (RFID)

Vorteile

Versicherungsprämien?

Einsatzdaueroptimierung

- Ersatzteilmanagement
- **Zustandsorientierte
Instandhaltung***
- **Verschleißprognosen***

*für Hersteller quantifizierbare Größen

Track Condition Indication: Streckenindikation für das Monitoring von interessanten Veränderungen an der Strecke sind möglich

Fokus: wie reagiert das jeweilige Fahrzeug (Fahrzeug, Fahrwerk) auf Störungen im Gleis.

Diagnosebericht mit regelmäßigen Durchsprachen: direkter Zugriff aus der täglichen Instandhaltung auf das Entwicklungs-Know-how.

Bogie Health Check: Systemfunktionen mit Trends über die Zeit zeigen das Maß der Veränderung der Systemeigenschaften.



Vielen Dank für die Aufmerksamkeit

“How does your bogie feel today?”