

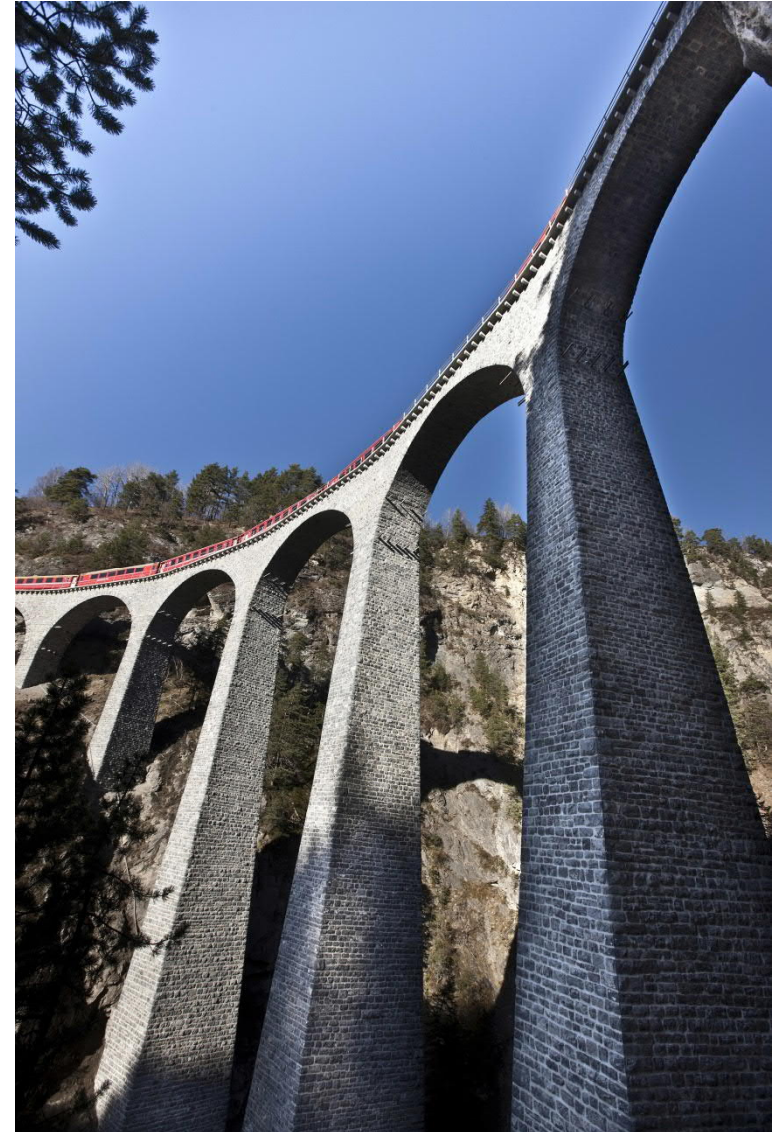


Zustandsabhängige Instandhaltung beim Rollmaterial der RhB

Praxisbeispiele zur Optimierung der Instandhaltung

Inhalt

- **Einleitung, Vorstellung**
- **Ausgangslage und Motivation**
- **Umsetzungsbeispiele**
 - Planung der schweren Instandhaltung Flotte Personenverkehr
 - Komponentenrevisionen der Triebzüge
 - Zustandsorientierte Planung der Fahrzeuglackierung
- **Fazit**



Vorstellung Referent

Roman Weberruss

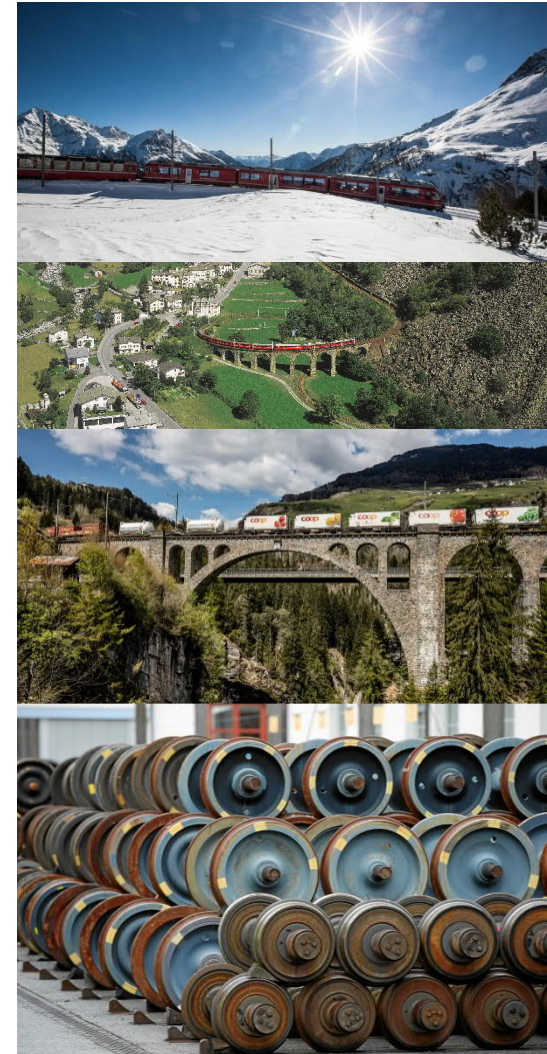


Berufliche Stationen:

- Studium Maschinenwesen mit Vertiefung Schienenfahrzeuge
- 2007-2009 Projektingenieur bei der DB Regio AG
- 2009 Wechsel zur Rhätischen Bahn, Geschäftsbereich Rollmaterial
- heute
 - Leiter Instandhaltungsplanung
 - Leiter Fachstelle Prüfverfahren

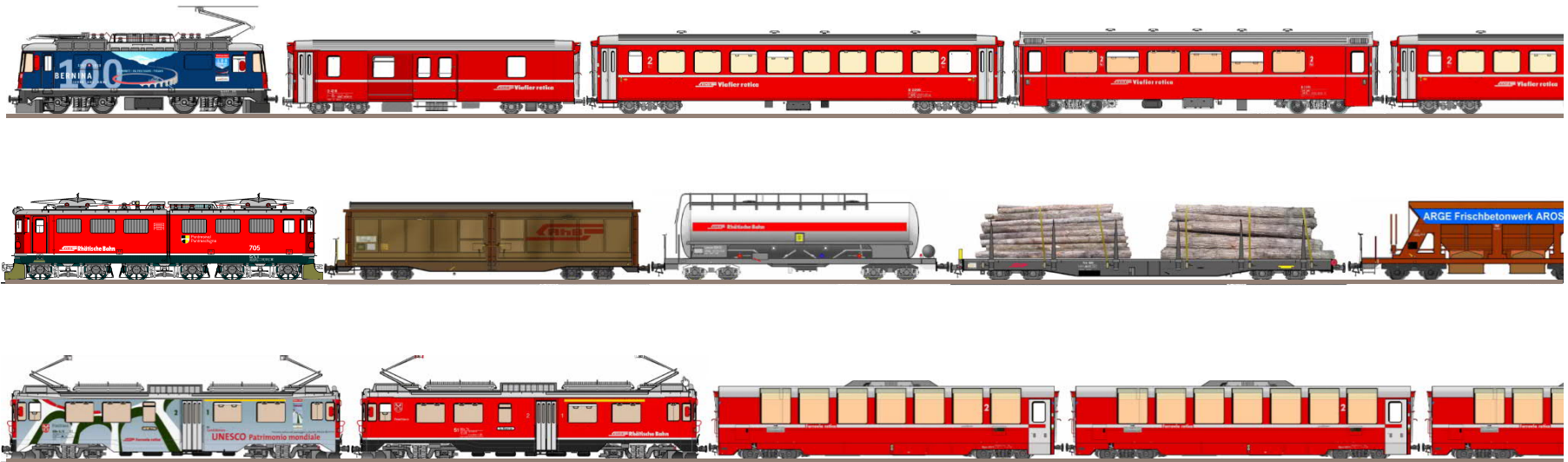
Vorstellung RhB

- 384 km Meterspurnetz in den Bündner Alpen
 - höchster Punkt: 2'253 m ü. M.
 - tiefster Punkt: 429 m ü. M.
- Freizeit-, Pendler- und Güterverkehr
- Rollmaterial
 - 20 Triebzüge (3- und 4-teilig)
 - 6 6-teilige Gliederzüge
 - 70 Lokomotiven und Triebwagen
 - 70 Diensttriebfahrzeuge
 - 336 Personenwagen
 - 592 Güter-/Dienstwagen
- Hauptwerkstatt in Landquart
- Betriebswerkstätten in Samedan, Poschiavo und Selfranga



Ausgangslage

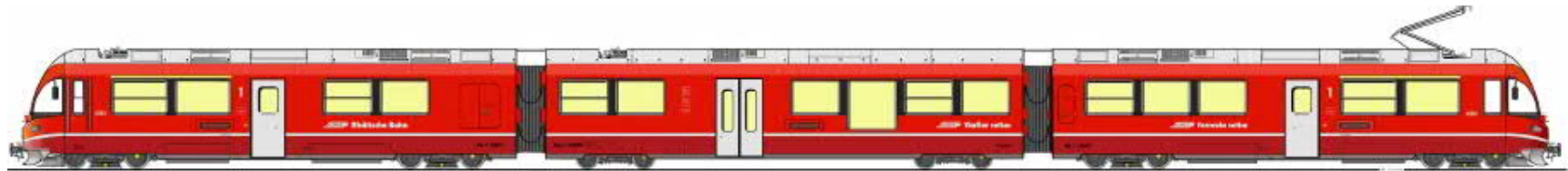
- RhB-Flotte: Einzelfahrzeuge



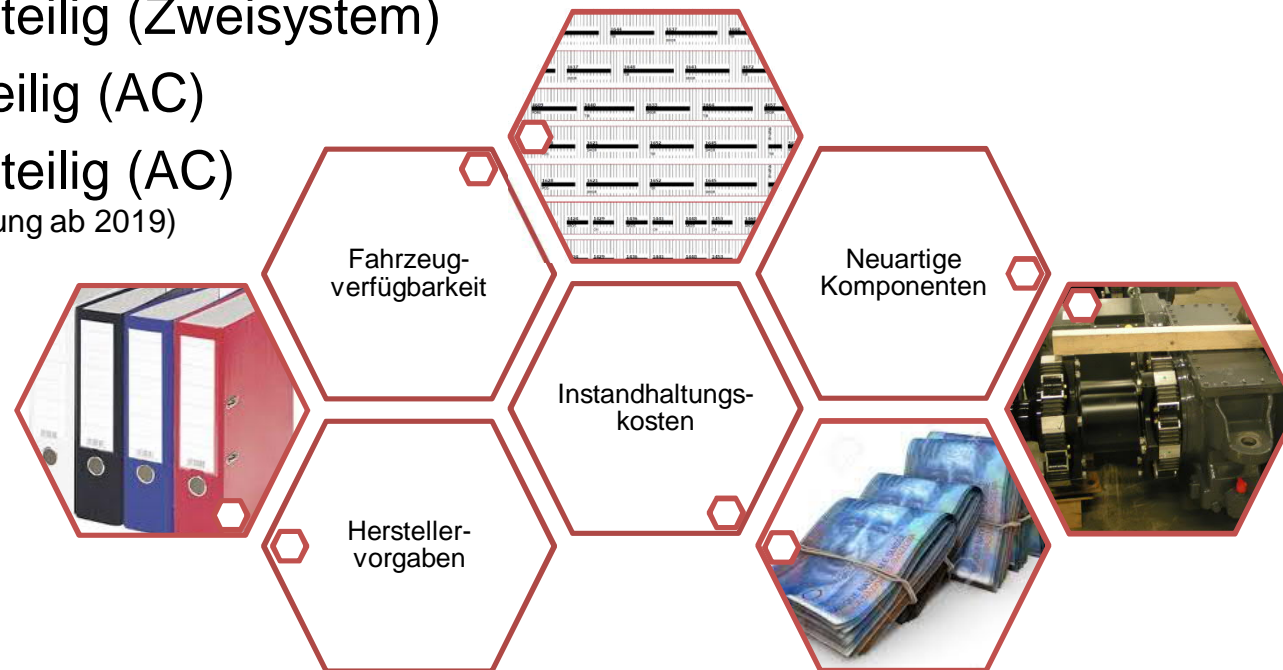
- zeitbasierte Instandhaltungsintervalle
- keine Berücksichtigung des Fahrzeugzustands

Motivation

■ Flottenkonzept: Neubeschaffung Triebzüge

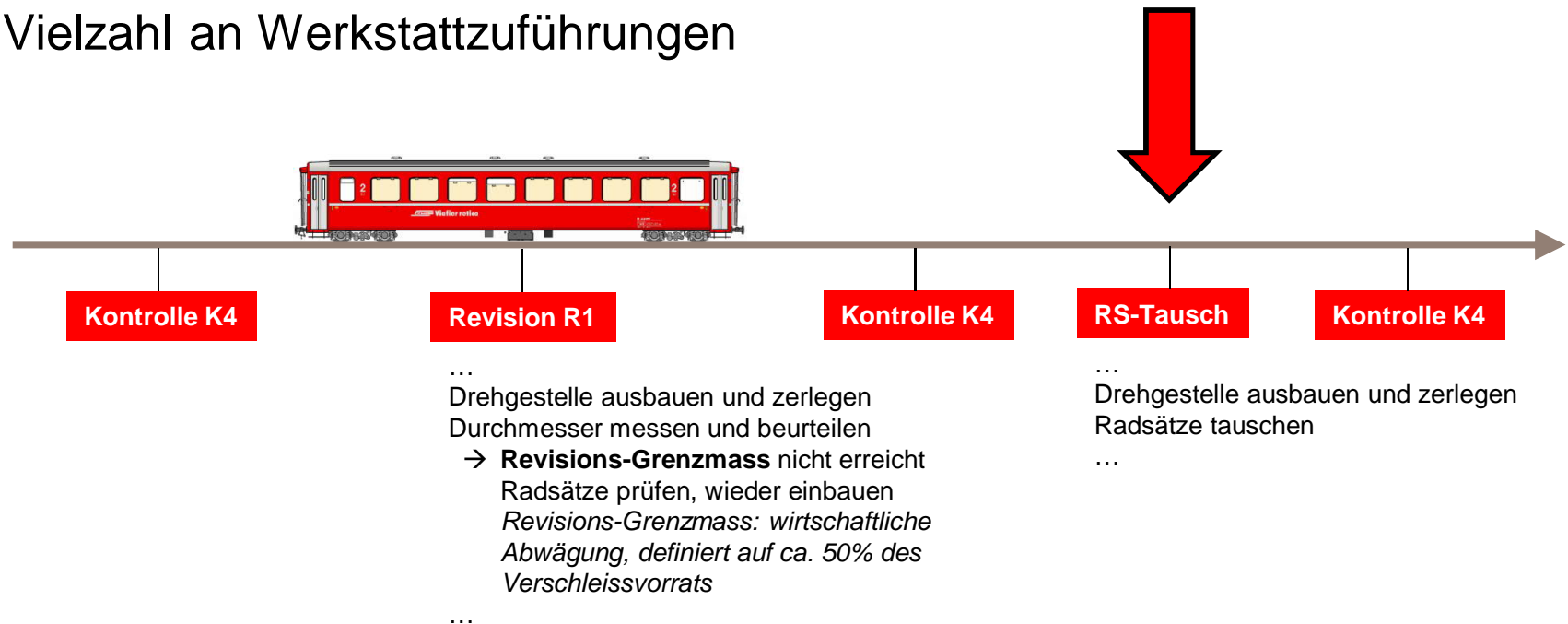


- 15x 3-teilig (Zweisystem)
- 5x 4-teilig (AC)
- 36x 4-teilig (AC)
(Auslieferung ab 2019)



Motivation

■ Vielzahl an Werkstattzuführungen



■ Risiko von «Überraschungsgästen»

- kein Material disponiert
- keine Ressourcen reserviert (Personal, Standplätze, ...)
- betriebliche Einschränkungen durch Wagenausfall


Instandhaltungsstrategie

■ Zustandsabhängige Instandhaltung

- Optimale Ausnutzung des Verschleissvorrats
- besonders effektiv in Kombination mit der komponentenorientierten Instandhaltung
- **Ziel: Austausch und Revision einer Komponente kurz vor Ausfall bzw. Ende ihrer individuellen Nutzungsdauer.**



- Der Mehraufwand in der Planung wird durch IT-Unterstützung handhabbar.
- Zusatzaufwand zur Datenerfassung muss berücksichtigt werden
 - Betrachtung Mehraufwand ↔ Nutzen

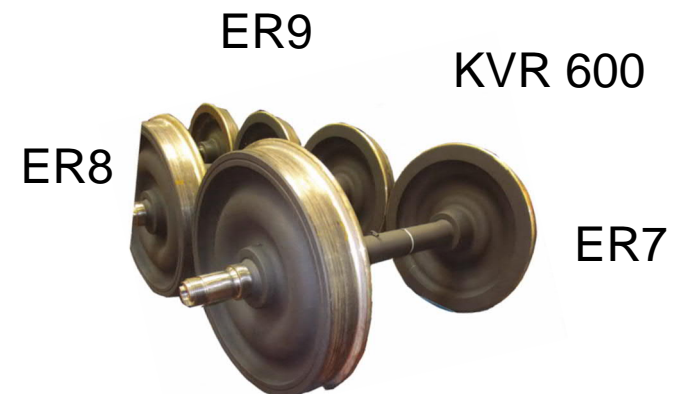


Umsetzungsbeispiel:

Planung der schweren Instandhaltung Flotte Personenverkehr

Beispiel: IH-Planung Flotte Personenverkehr Ausgangslage

- Revisionen zeitbasiert
 - Einsatz der Fahrzeuge nicht berücksichtigt
(*Bernina, Stammnetz, km-Leistungen*)
 - Verschleisseigenschaften nicht berücksichtigt



Beispiel: IH-Planung Flotte Personenverkehr

Ausgangslage

■ Resultat:

- Revisionen und Radsatztausch nicht koordiniert
- häufige Werkstattzuführungen
- Mehraufwand
- Materialbeschaffung ineffizient (kleine Losgrößen)
- «Überraschungsgäste»

Beispiel: IH-Planung Flotte Personenverkehr

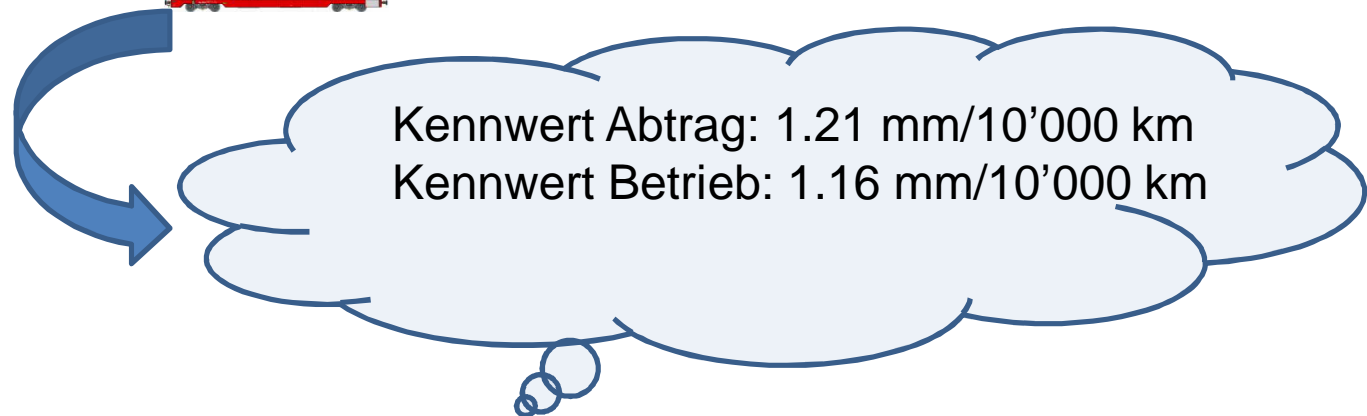
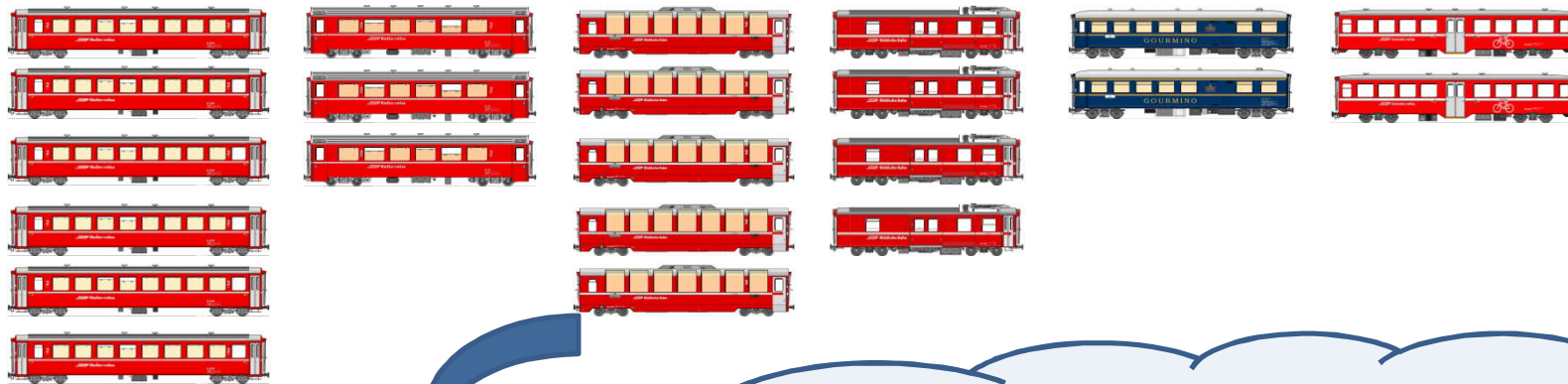
Optimierung der IH-Strategie

- Bildung von Teilflotten mit vergleichbaren Fahrzeugen

- Fahrzeugeinsatz
- technische Merkmale



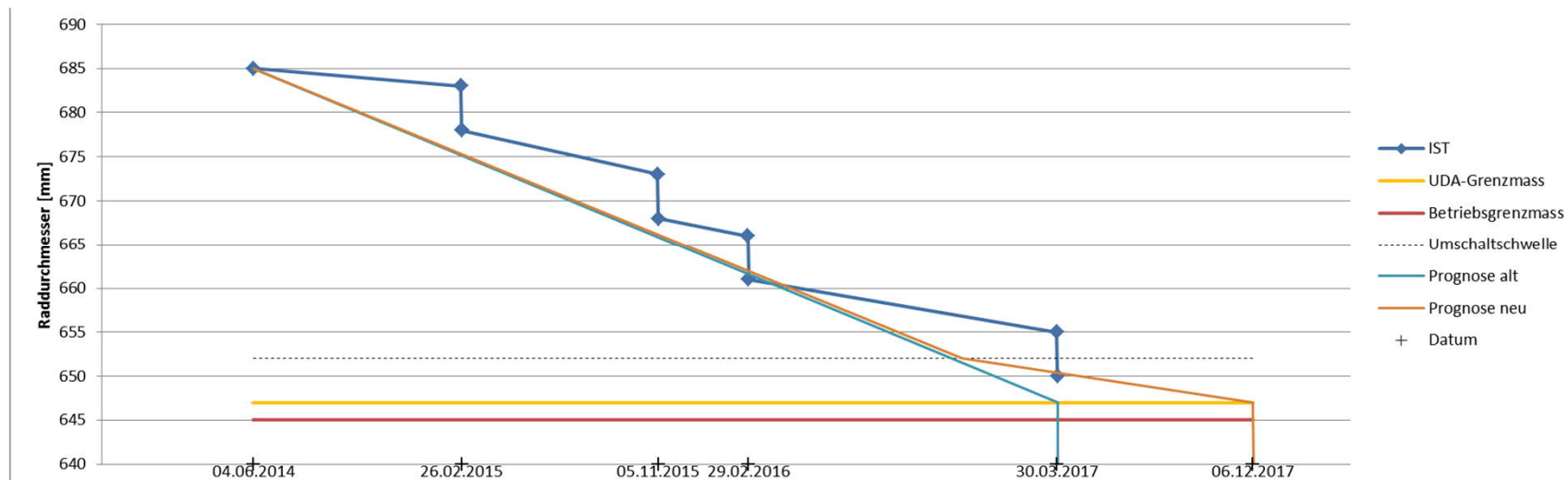
- Berechnung von teilflottenspezifischen Verschleisskennwerten



Beispiel: IH-Planung Flotte Personenverkehr

Optimierung der IH-Strategie

■ Abbildung des Radsatz-Lebenszyklus



■ Vorhersage der Radsatzfälligkeiten auf rechnerischer Grundlage

■ Aufstellung des Instandhaltungsprogramms

- typspezifische Paketabfolgen (Radsatztausch, R1, R2)
- Definition eines limitierenden Zeitintervalls

Beispiel: IH-Planung Flotte Personenverkehr

Optimierung der IH-Strategie

Was haben wir erreicht?

- Radsatztausch dann, wenn technisch erforderlich
Es wird jeweils der volle Verschleissvorrat verbraucht
- stabile Planbarkeit über Jahre hinaus
 - ✓ kaum noch ausserplanmässige Zuführungen
 - ✓ Radscheiben/Radreifen können langfristig eingekauft werden
 - ✓ Tauschradsätze werden geplant vorab aufgearbeitet und rechtzeitig zur Verfügung gestellt
 - ✓ Budgetierung, Ressourcenplanung

Beispiel: IH-Planung Flotte Personenverkehr Optimierung der IH-Strategie

Ausblick: Projekt Radsatzdiagnose

- Installation zweier Messstellen auf dem Netz
- Automatische Datenlieferung und Prognoserechnung
 - für Reprofilierung
 - für Radsatztausch
- Ankopplung ans IH-Planungssystem
- **Ziel: Erhöhung Datenqualität und Prognosegenauigkeit**





Umsetzungsbeispiel:

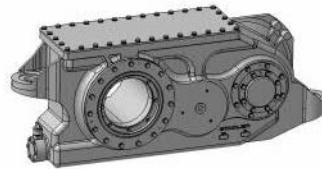
**Komponentenrevisionen der
Triebzüge**

Umsetzungsbeispiel: Revision Triebdrehgestell ALLEGRA

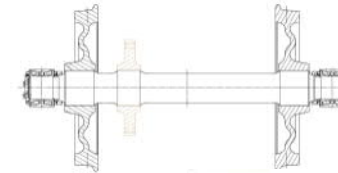
- Vorgabe im Instandhaltungshandbuch:
Revisionsintervall **750'000 km** oder **6 Jahre**

Hauptkomponenten:

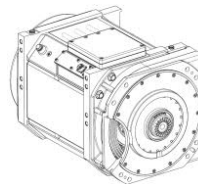
- Getrieberevision



- Radsatzrevision inkl. Lager und UT-Prüfung



- Revision Fahrmotor



- Revision der Federn und Dämpfer

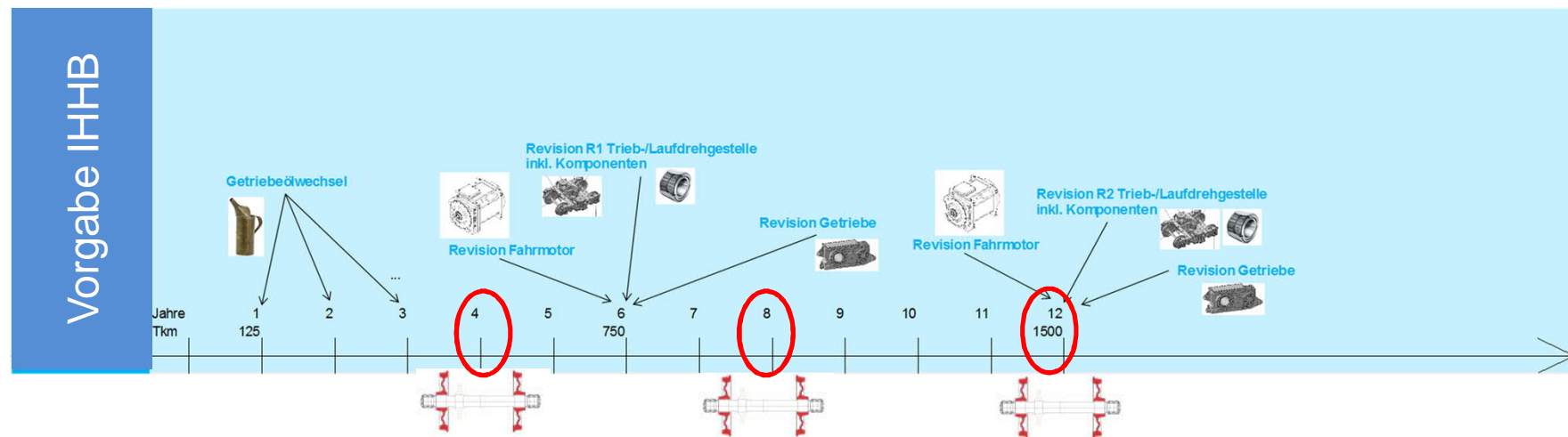


- Prüfung bzw. Austausch der Gummi-Metall-Teile



Umsetzungsbeispiel: Revision Triebdrehgestell ALLEGRA

■ resultierendes IH-Konzept:



■ Erkenntnisse RhB:

≠ Radverschleiss

- zusätzliche Werkstattaufenthalte oder Revisionen vorziehen?



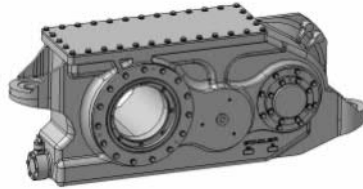
Kosten!

≠ Betriebserfahrung (ALLEGRA-Flotte und Bestandsflotte mit ähnlichen Teilen)



Kosten!

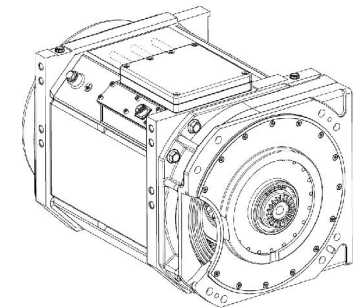
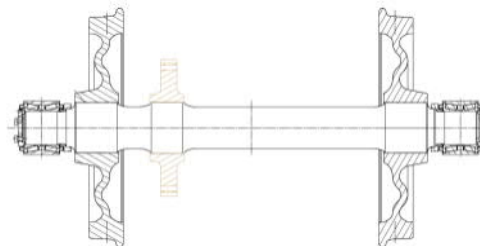
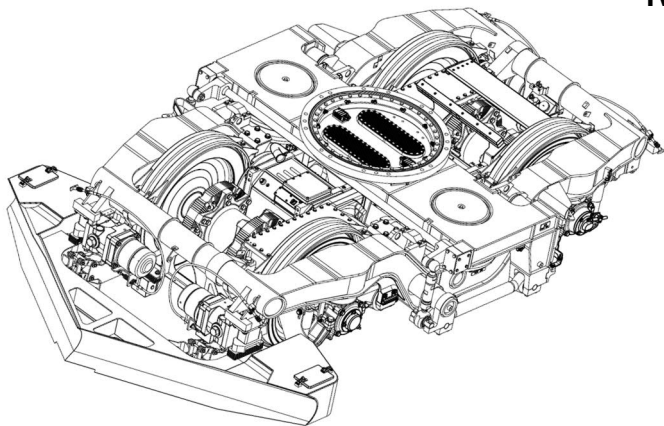
Umsetzungsbeispiel: Revision Triebdrehgestell ALLEGRA



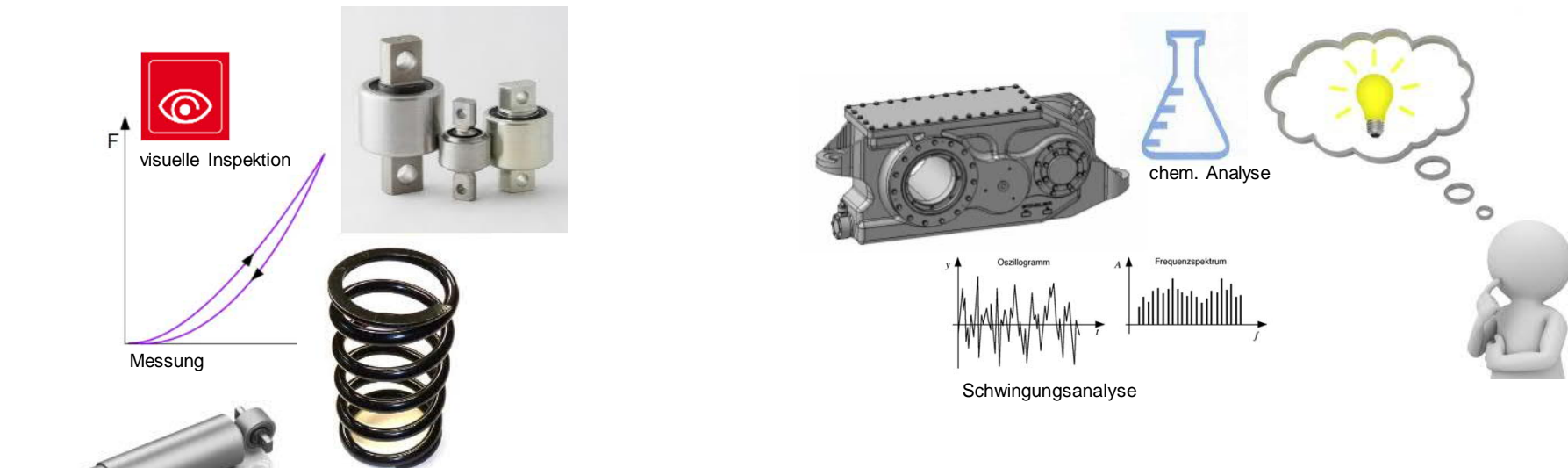
Wann ist der richtige Zeitpunkt
für eine Revision?

Wie minimieren wir die Aufenthaltszeit
der Fahrzeuge in den Werkstätten?

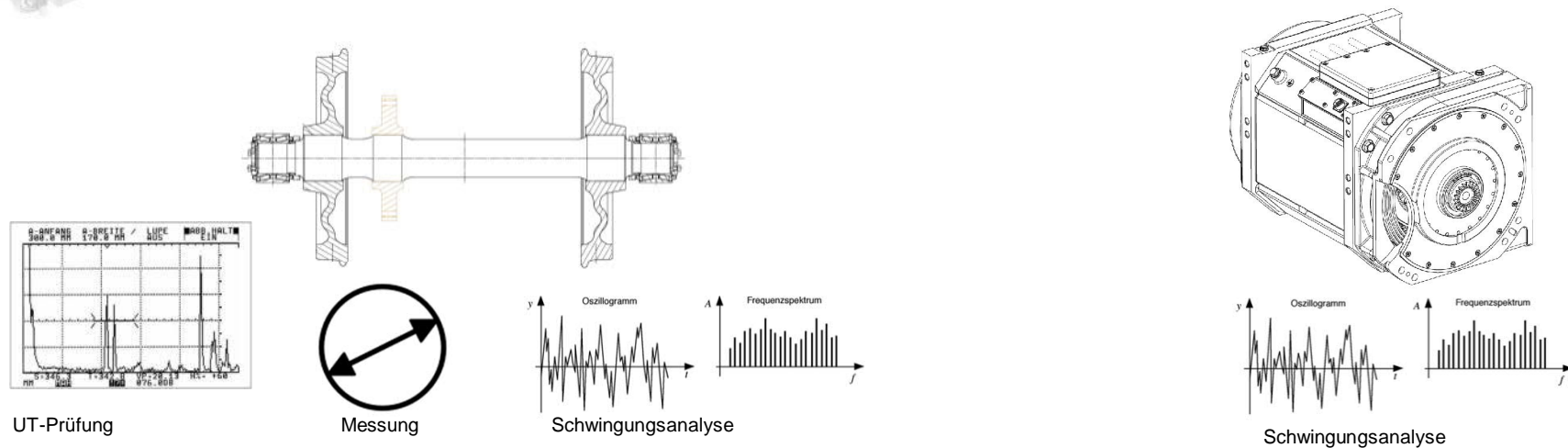
Wie reduzieren wir Kosten für Demontage-/
Montagearbeiten von Komponenten?



Umsetzungsbeispiel: Revision Triebdrehgestell ALLEGRA



Zustandsorientierung



Umsetzungsbeispiel: Revision Triebdrehgestell ALLEGRA

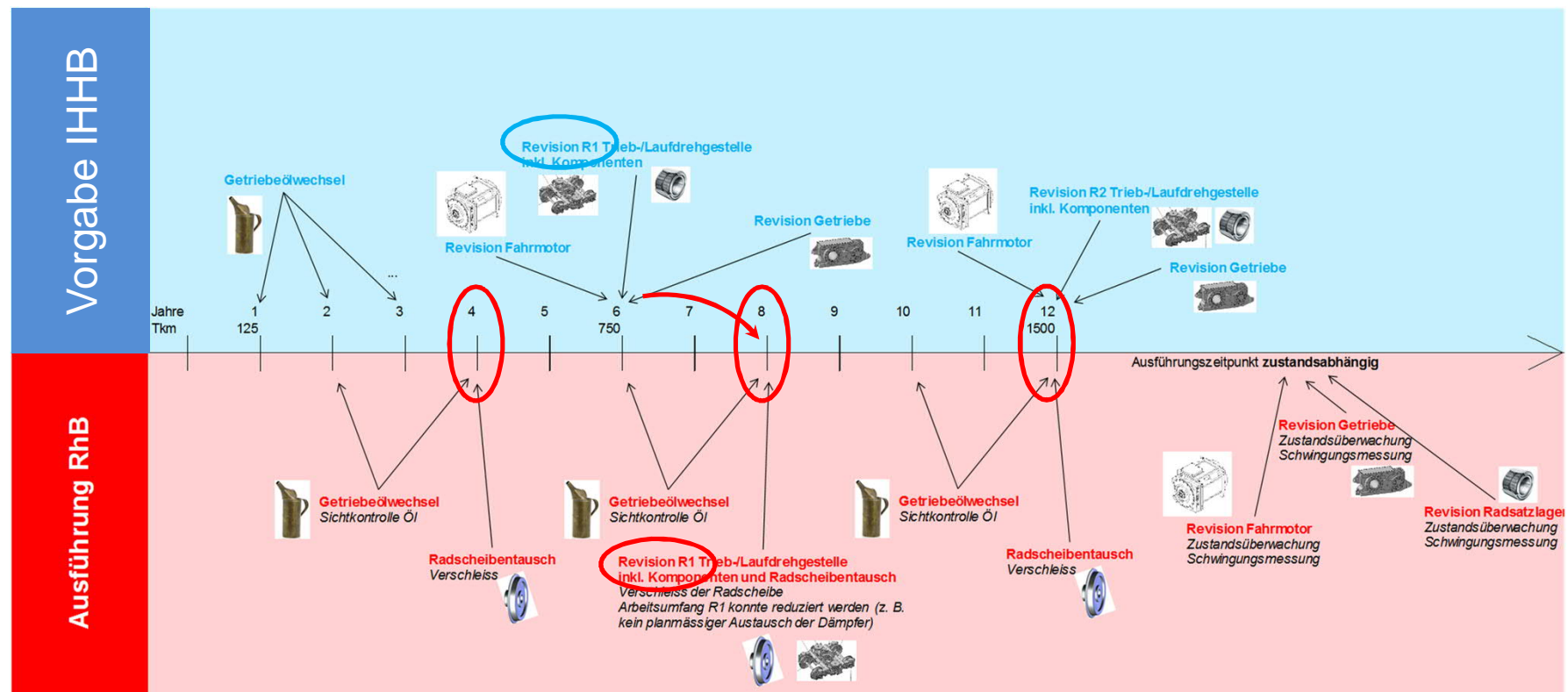
konsequente Zustandsorientierung

Identifizierung des Radscheibentauschs als
zentrales Element im IH-Zyklus

neues
IH-Konzept
Triebdrehgestelle

Umsetzungsbeispiel: Revision Triebdrehgestell ALLEGRA

■ Optimiertes IH-Konzept RhB:



Umsetzungsbeispiel: Revision Triebdrehgestell ALLEGRA

- Risiko durch Verlängerung der Revisionsfristen?
→ Überwachung der zentralen Komponenten in tieferen Instandhaltungsstufen
- Zerstörungsfreie Prüfung der Radsatzwellen (UT, MT)
- Bremsprüfung in der betriebsnahen und schweren Instandhaltung
 - Bremsproben im Betrieb, Ermittlung der erreichten Verzögerung
 - Messung der Klotzkräfte im eingebauten Zustand
 - Prüfstand zur vollautomatischen Prüfung der Klotzbremseinheiten
- Schwingungsanalyse

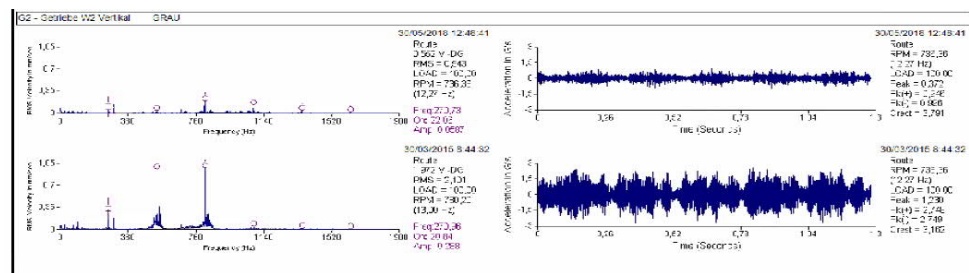
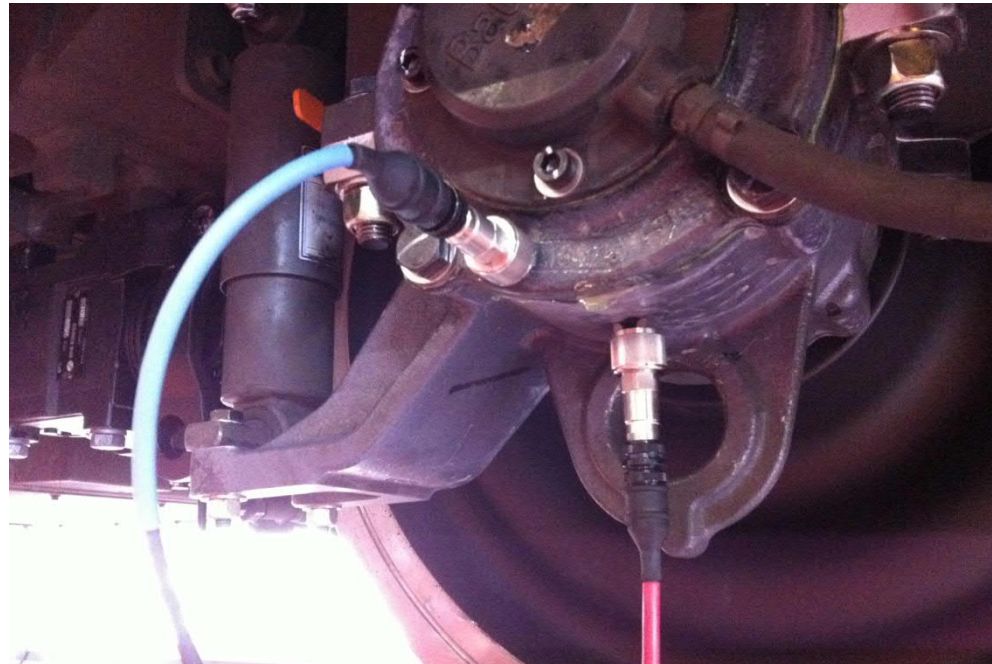


Umsetzungsbeispiel: Revision Triebdrehgestell ALLEGRA

- Schwingungsanalyse
 - Fahrmotorlager
 - Getriebelager
 - Zahneingriff
 - Radsatzlager

- Bestimmung der Instandhaltungsfälligkeiten anhand Messwerten

- Ziel: Prognosefähigkeit



Umsetzungsbeispiel: Revision Radialventilator ALLEGRA

- Einfach-Radialventilator

- Luftkühlung
Fahrmotoren



- Doppel-Radialventilator

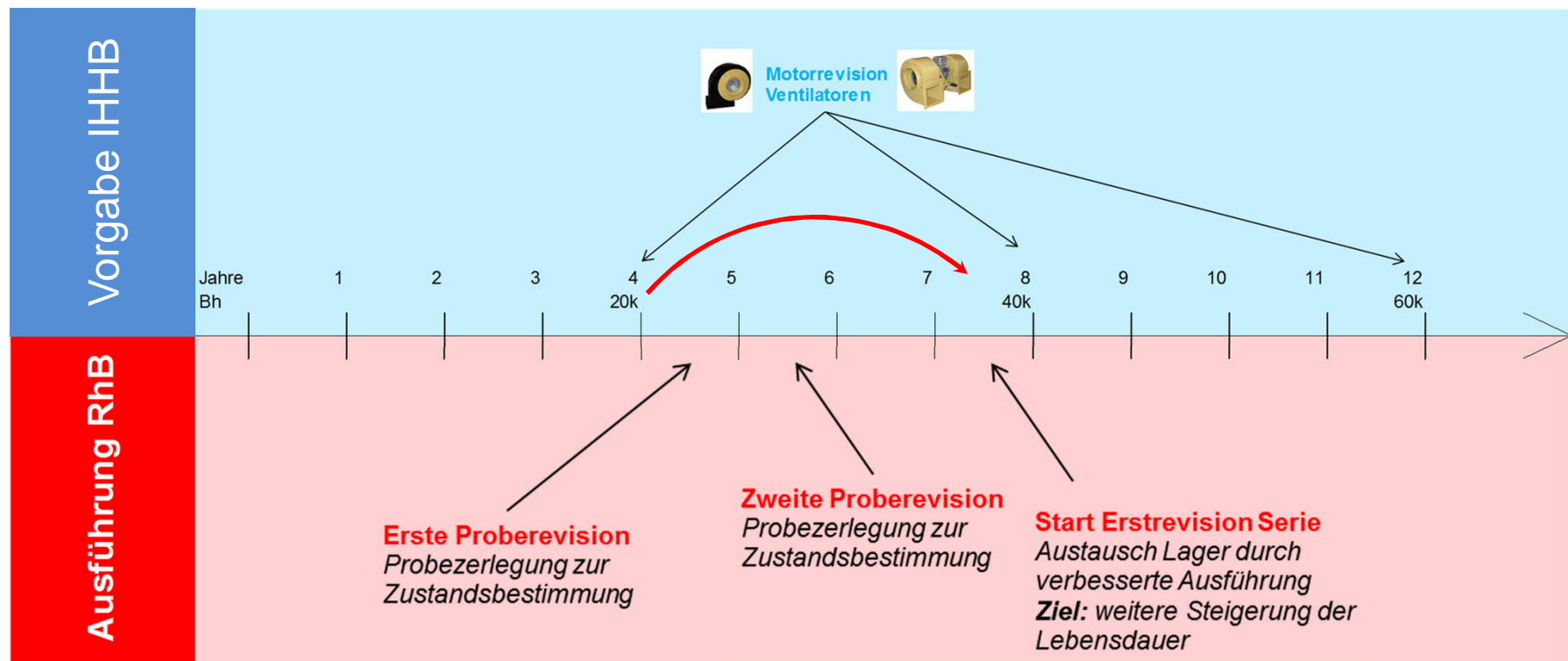
- Öl-/Wasserkühlung
Stromrichter und Transformatoren



- Vorgabe im IH-Handbuch: Revisionsintervall **20'000 h** oder **4 Jahre**

Umsetzungsbeispiel: Revision Radialventilator ALLEGRA

- Gegenüberstellung Revisionskonzepte:



Umsetzungsbeispiel: Revision Radialventilator ALLEGRA

- Zustandserfassung bei Proberevision:

1. Proberevision



2. Proberevision



- Der **Vergleich der Proberevisionen** (Abstand ca. 1 Jahr) zeigt die Zunahme der Fettverschmutzung im Lager.
- Start **Erstrevision Serie** wird eingeplant
- Potenzial für **Produktverbesserung**: geschlossene Lager
 - Mehrkosten minimal
 - Erwartung: weitere Steigerung der Laufzeiten



Umsetzungsbeispiel:

**Zustandsorientierte Planung
der Fahrzeuglackierung**

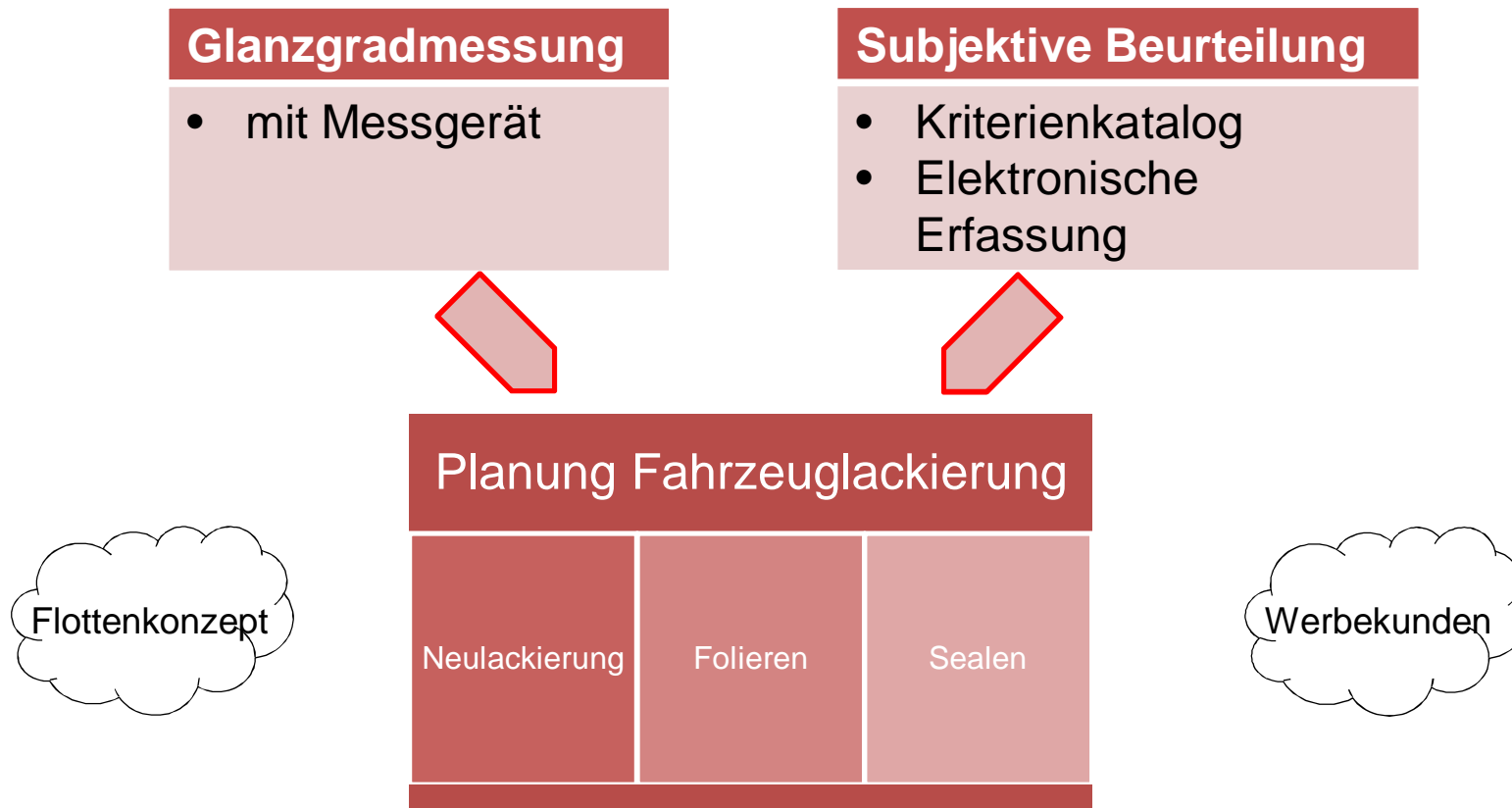
Umsetzungsbeispiel: Planung Fahrzeuglackierung

- Die Farbe «Rot» in alpiner Umgebung



Umsetzungsbeispiel: Planung Fahrzeuglackierung

- **Januar 2018: Einführung der systematischen Eingangskontrolle:**
 - Ziel: auswertbare Datenbasis als Grundlage für die IH-Planung der Flotte
 - in Bezug auf die Lackierung:

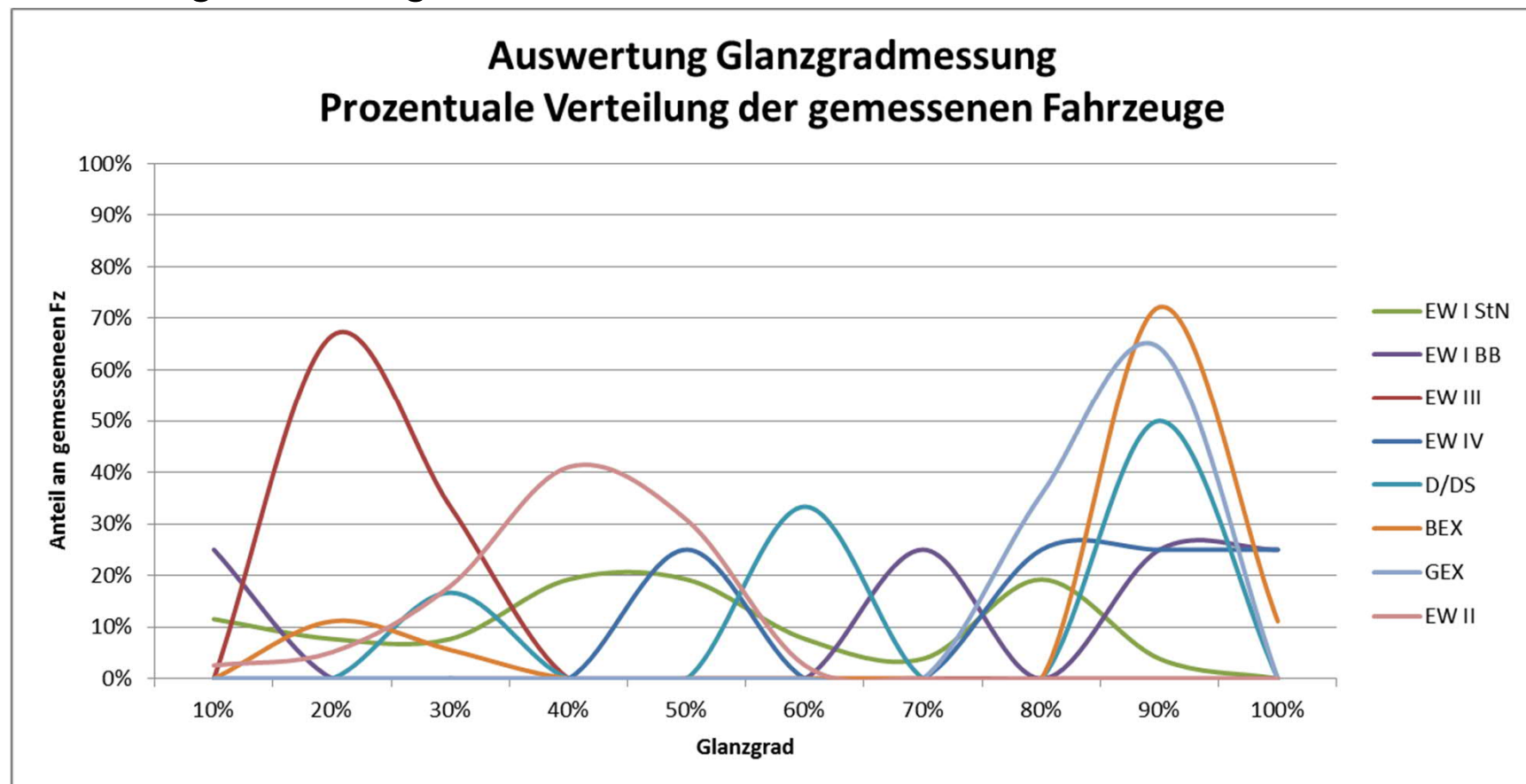


Umsetzungsbeispiel: Planung Fahrzeuglackierung

Schritt 1: Flottenmonitoring

✓ implementiert

ermöglicht zustandsorientierte Planung der Arbeiten an der Fahrzeuglackierung

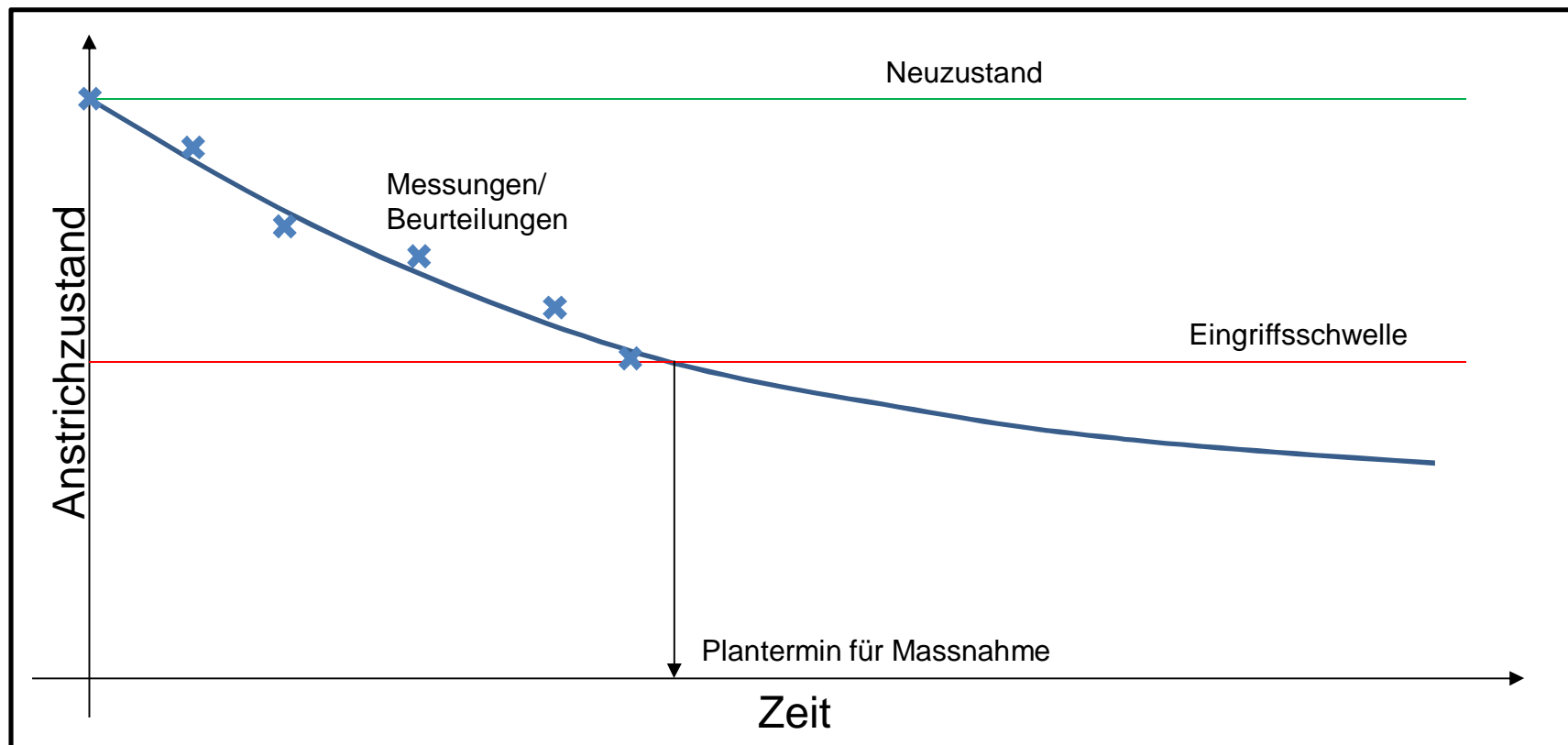


Umsetzungsbeispiel: Planung Fahrzeuglackierung

Schritt 2: Prognose der Anstrichalterung



in Arbeit



Fazit

- Die Rhätische Bahn hat im Jahr 2015 eine grundlegende Weiterentwicklung der Instandhaltungsstrategie eingeleitet.
- Das bisher Erreichte ermöglicht es,
 - den vorhandenen Verschleissvorrat besser auszunutzen
 - Instandhaltungsmassnahmen auf die instandhaltungsbedürftigen Baugruppen zu fokussieren
 - in der Instandhaltung effizienter und gleichzeitig planbarer zu werden
 - die eingesetzten Komponenten mit den gewonnenen Informationen kontinuierlich zu verbessern



Fazit

- Die Reise geht weiter...
 - Nutzung von On-board-Sensorik und infrastrukturseitigen Messstellen → Predictive Maintenance
 - Trendanalyse und Prognoserechnung
 - Digitalisierung in der Instandhaltung

Einführung **SPOC** (*single point of contact*)

- predictive maintenance
- papierlose Werkstatt
- komponentenorientierte Instandhaltung
- IT-Unterstützung



Fazit

- Die Reise geht weiter...
 - Nutzung von On-board-Sensorik und infrastrukturseitigen Messstellen → Predictive Maintenance
 - Trendanalyse und Prognoserechnung
 - Digitalisierung in der Instandhaltung

Einführung **SPOC** (*single point of contact*) für RAILplus-Bahnen, u. a. Themenkomplex Instandhaltung 4.0

- predictive maintenance
- papierlose Werkstatt
- komponentenorientierte Instandhaltung
- IT-Unterstützung



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

 **Rhätische Bahn**
Ferrovie retica Viafier retica

Roman Weberruss
Rollmaterial, Support
Leiter Instandhaltungsplanung
Fachstelle Prüfverfahren

Rhätische Bahn AG
RhB-Strasse 1
CH-7302 Landquart
www.rhb.ch

Telefon +41 (0)81 288 23 07
Mobile +41 (0)79 643 73 19
roman.weberruss@rhb.ch

Hier kommt ein sehr langer und deshalb zweizeiliger Titel

- Hier folgt eine Aufzählung
 - Zweite Ebene
 - Dritte Ebene
 - Vierte Ebene

- Hier folgt eine Aufzählung
 - Zweite Ebene
 - Dritte Ebene
 - Vierte Ebene

Vorlage Icons zur Gestaltung

