

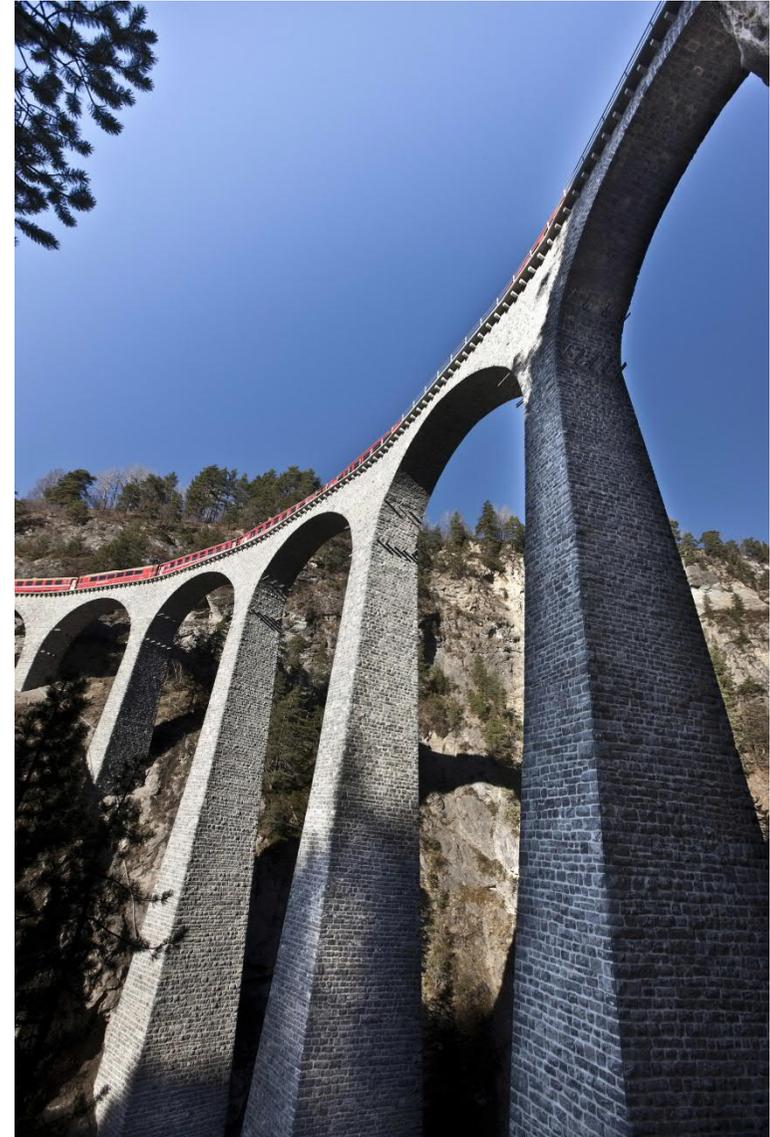


# Zustandsabhängige Instandhaltung beim Rollmaterial der RhB

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**

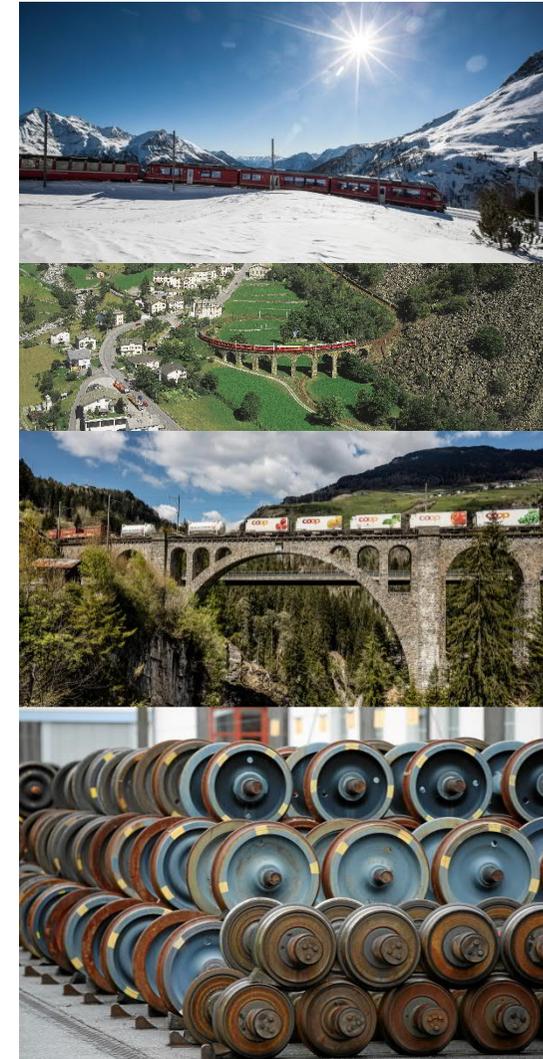


## **Berufliche Stationen:**

- 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

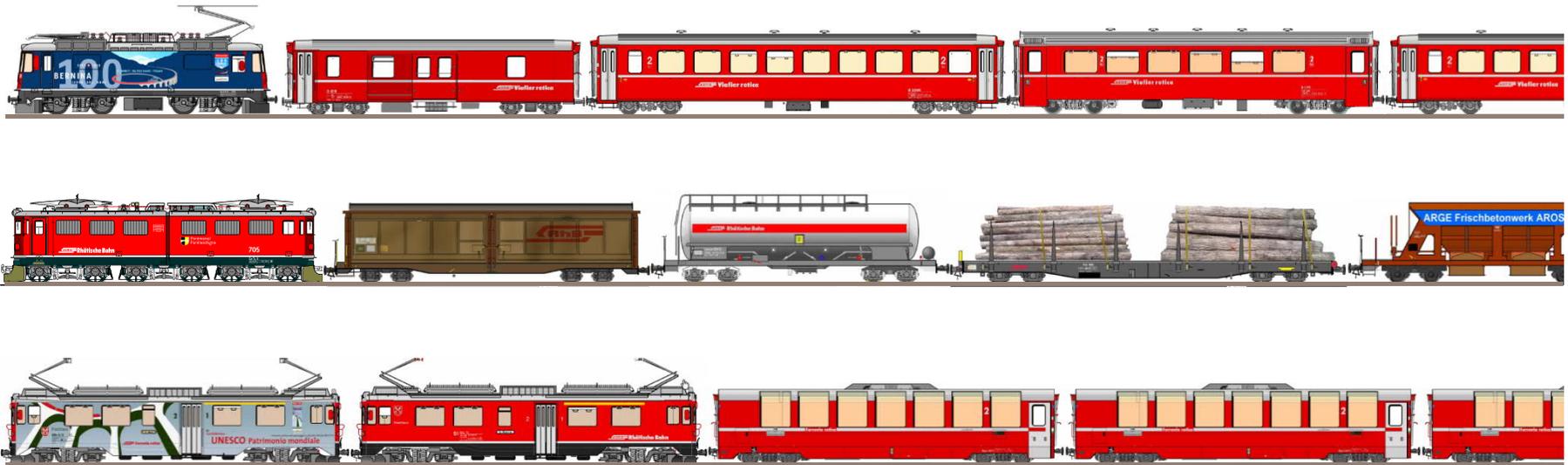
# Vorstellung RhB

- 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

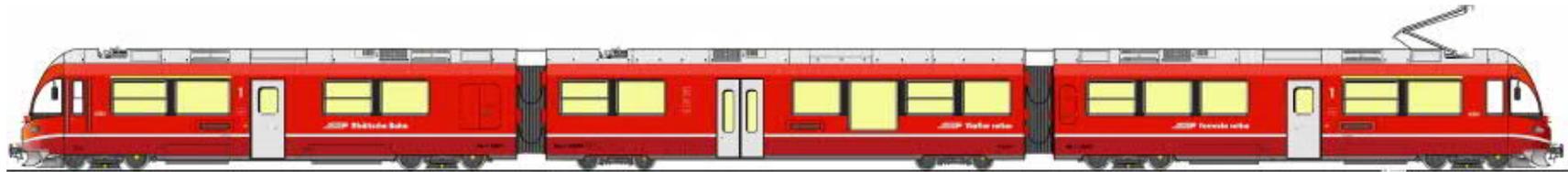
- RhB-Flotte: Einzelfahrzeuge



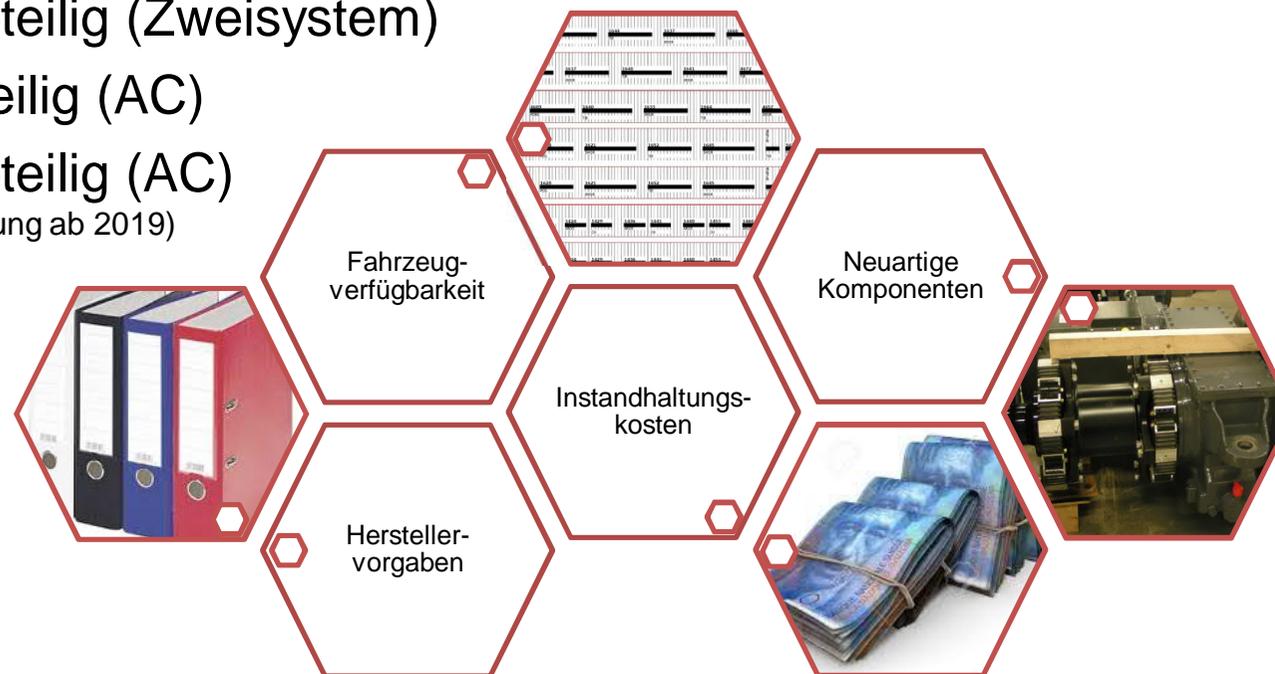
- zeitbasierte Instandhaltungsintervalle
- keine Berücksichtigung des Fahrzeugzustands

# Motivation

## ■ Flottenkonzept: Neubeschaffung Triebzüge

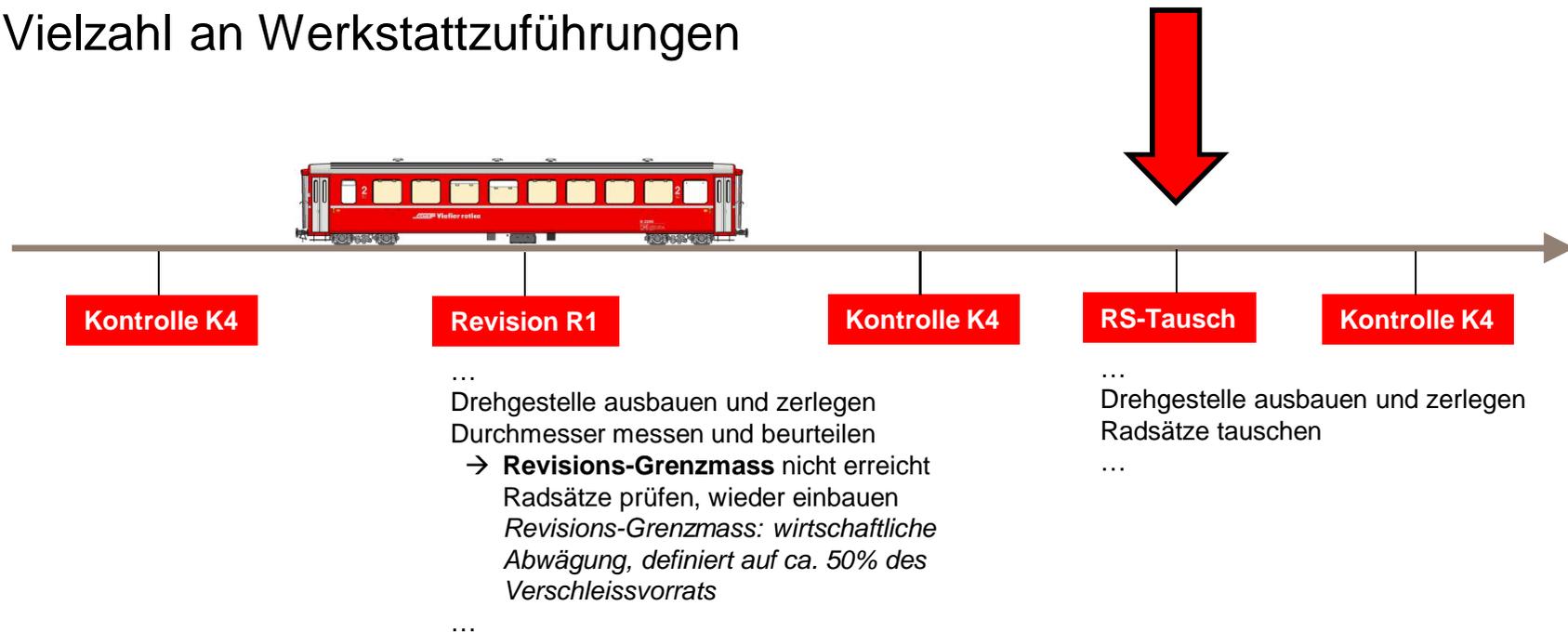


- 15x 3-teilig (Zweisystem)
- 5x 4-teilig (AC)
- 36x 4-teilig (AC)  
(Auslieferung ab 2019)



# Motivation

- Vielzahl an Werkstatzzuführungen



- Risiko von «Überraschungsgästen»

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

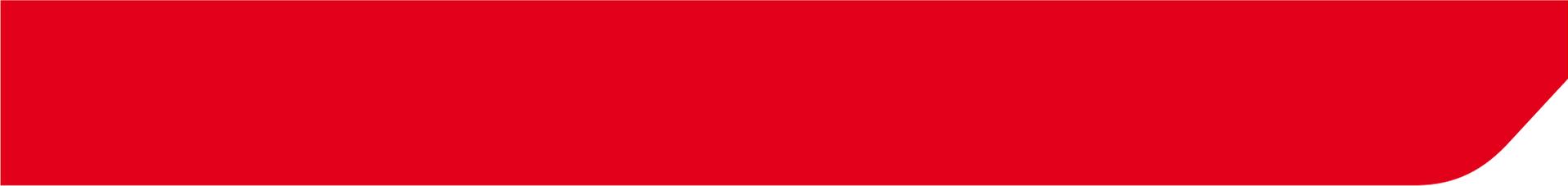
# Instandhaltungsstrategie

## ■ 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

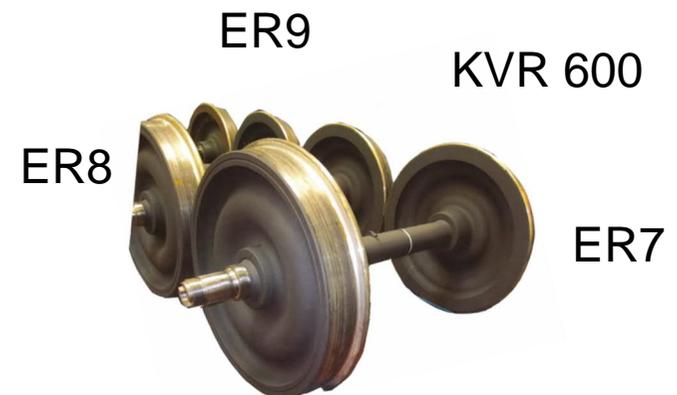


**Umsetzungsbeispiel:**

**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»

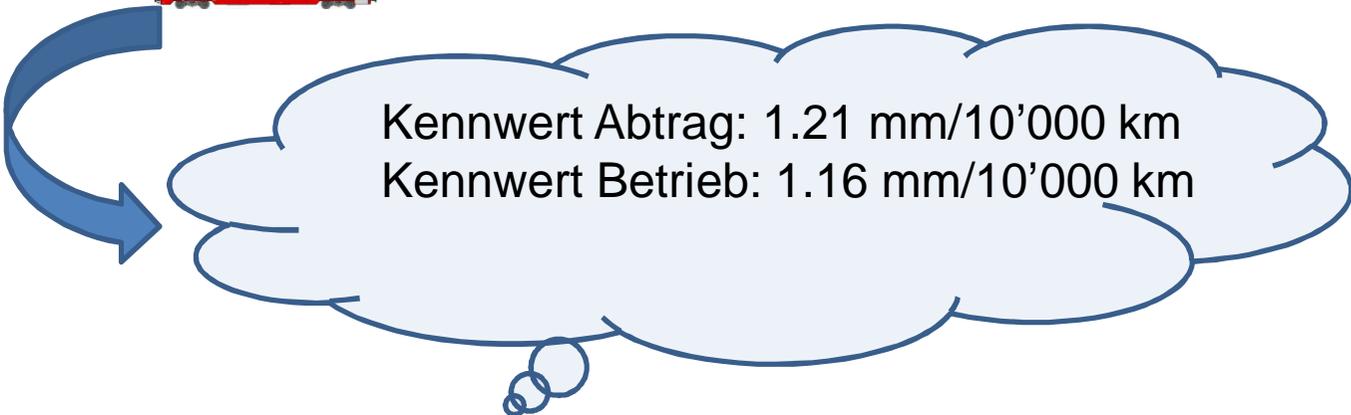
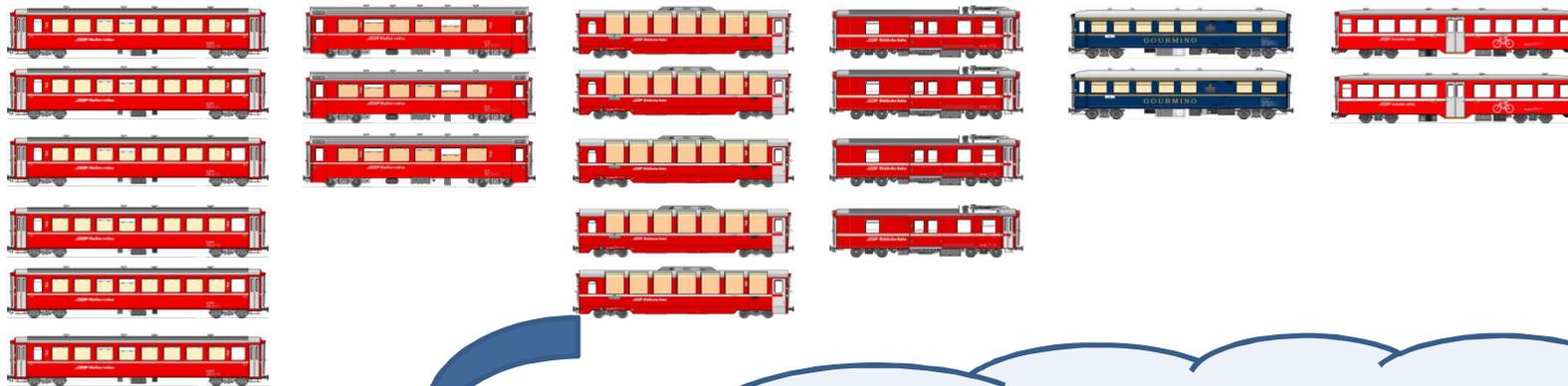
# Beispiel: IH-Planung Flotte Personenverkehr Optimierung der IH-Strategie

- Bildung von Teilflotten mit vergleichbaren Fahrzeugen

- Fahrzeugeinsatz
- technische Merkmale



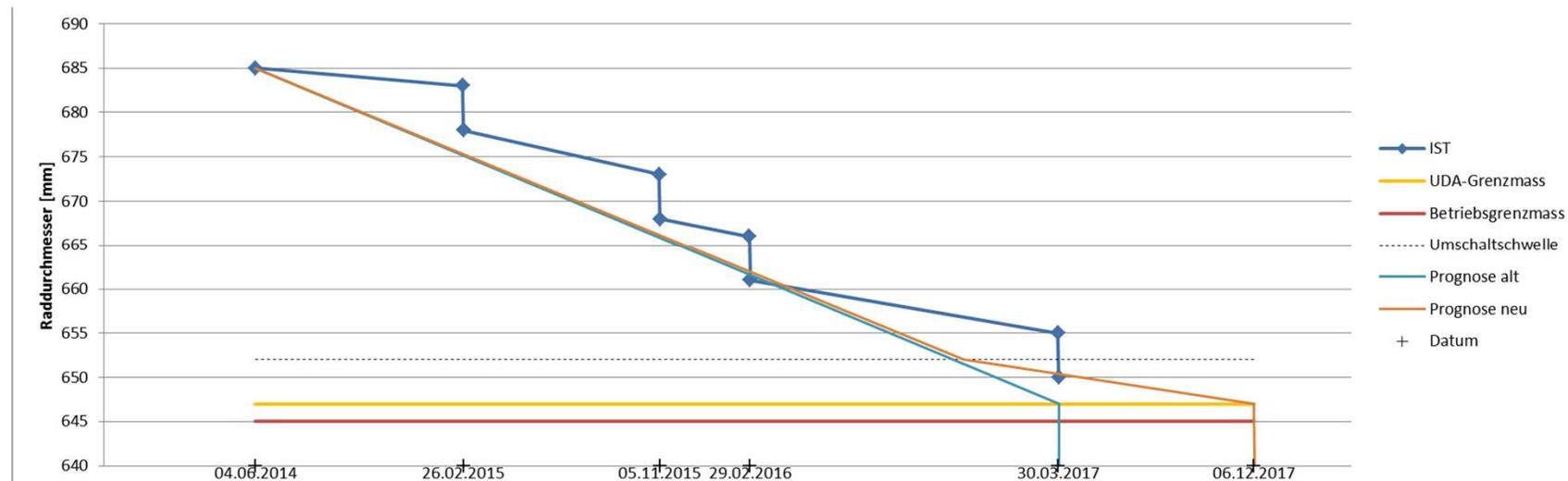
- Berechnung von teilflottenspezifischen Verschleisskennwerten



# 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

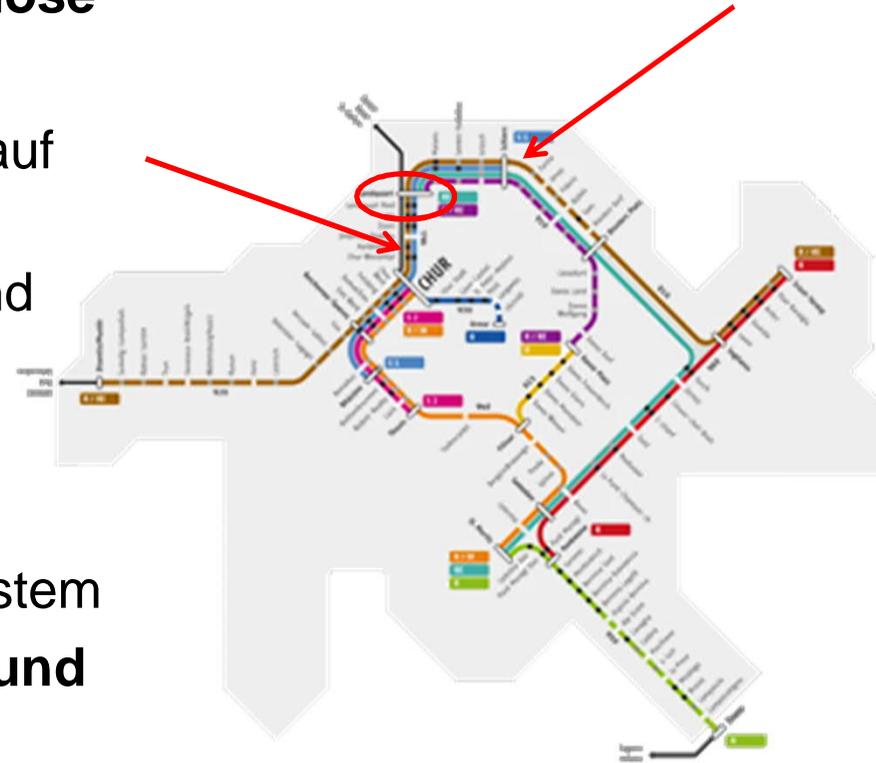
### Was haben wir erreicht?

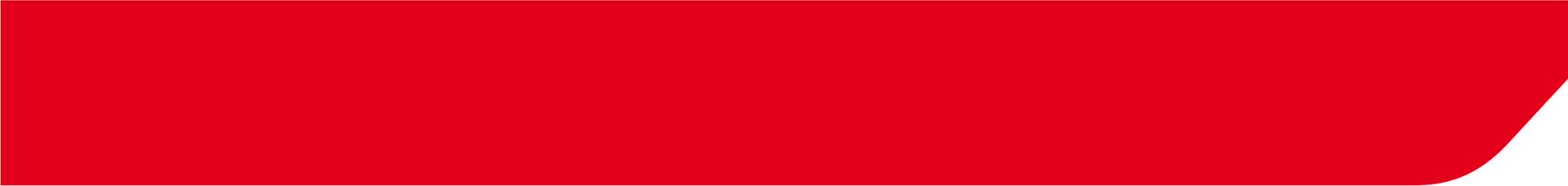
- Radsatztausch dann, wenn technisch erforderlich  
Es wird jeweils der volle Verschleissvorrat verbraucht
- stabile Planbarkeit über Jahre hinaus
  - ✓ kaum noch ausserplanmässige Zuführungen
  - ✓ Radscheiben/Radreifen können langfristig eingekauft werden
  - ✓ Tauschradsätze werden geplant vorab aufgearbeitet 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:**

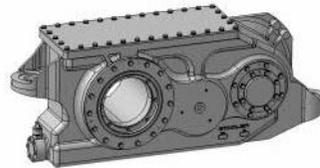
**Komponentenrevisionen der  
Triebzüge**

# Umsetzungsbeispiel: Revision Triebdrehgestell ALLEGRA

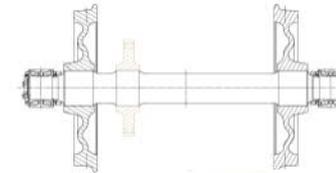
- Vorgabe im Instandhaltungshandbuch:  
Revisionsintervall **750'000 km** oder **6 Jahre**

## Hauptkomponenten:

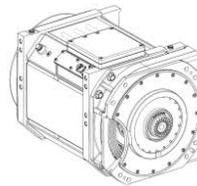
- Getrieberevision



- Radsatzrevision inkl. Lager und UT-Prüfung



- Revision Fahrmotor



- Revision der Federn und Dämpfer

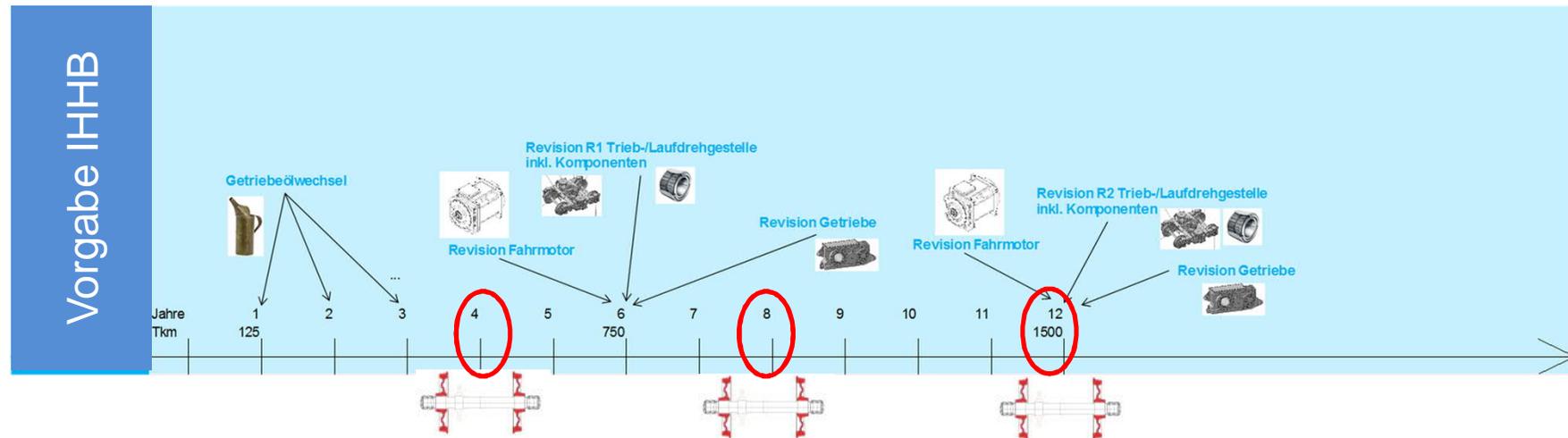


- Prüfung bzw. Austausch der Gummi-Metall-Teile



# Umsetzungsbeispiel: Revision Triebdrehgestell ALLEGRA

- resultierendes IH-Konzept:



- Erkenntnisse RhB:

≠ Radverschleiss

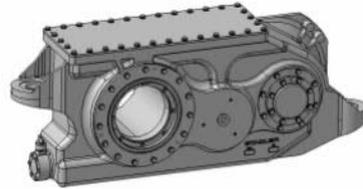
- zusätzliche Werkstattaufenthalte oder Revisionen vorziehen?

-  Kosten!

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

-  Kosten!

# Umsetzungsbeispiel: Revision Triebdrehgestell ALLEGRA



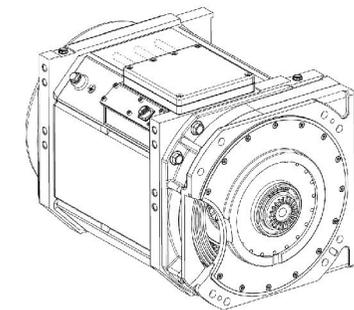
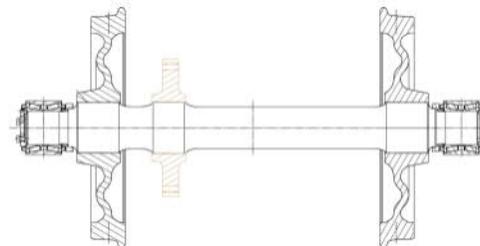
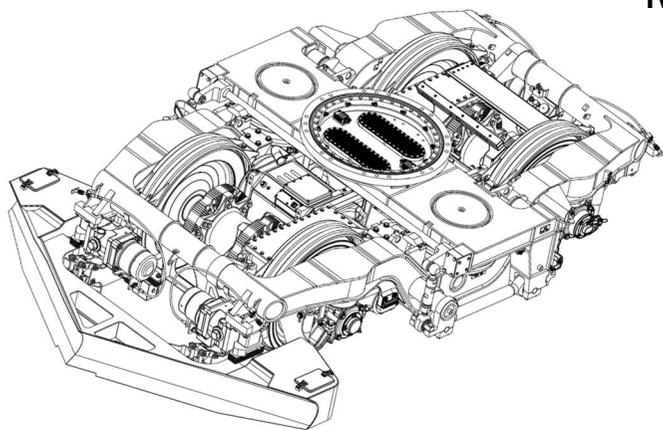
Wann ist der richtige Zeitpunkt für eine Revision?



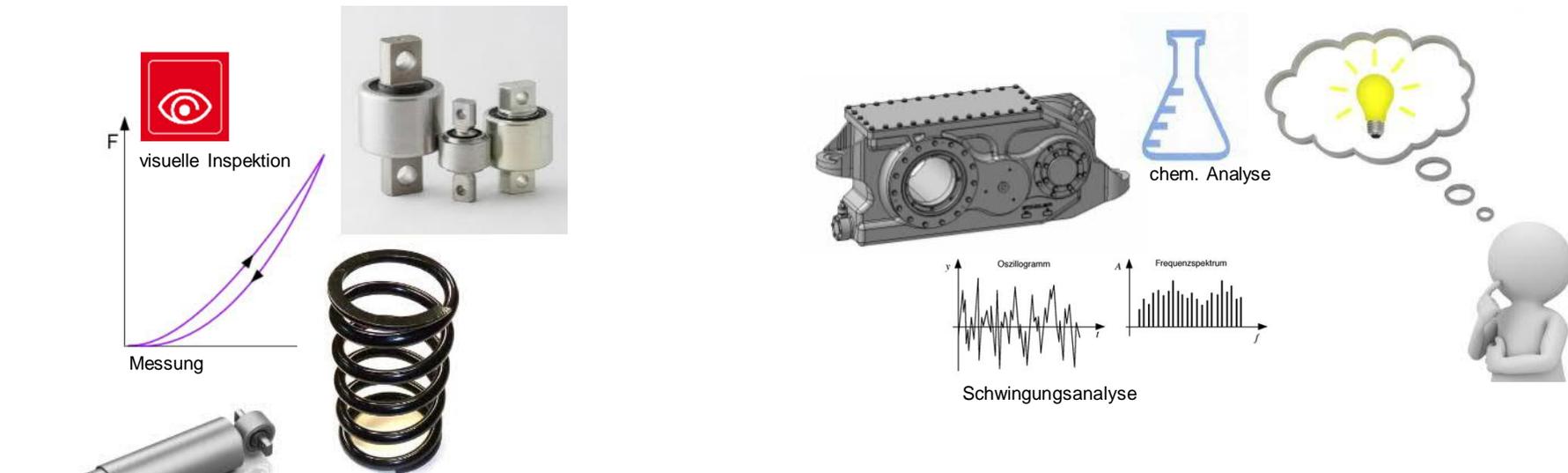
Wie minimieren wir die Aufenthaltszeit der Fahrzeuge in den Werkstätten?



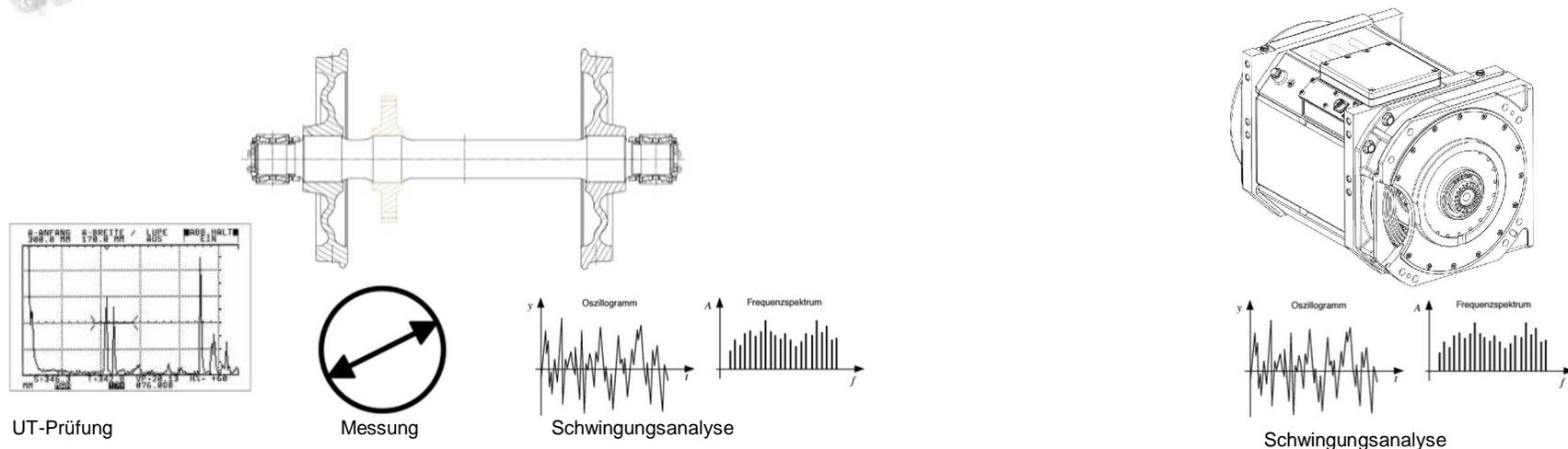
Wie reduzieren wir Kosten für Demontage-/Montagearbeiten von Komponenten?



# Umsetzungsbeispiel: Revision Triebdrehgestell ALLEGRA



## Zustandsorientierung



# Umsetzungsbeispiel: Revision Triebdrehgestell ALLEGRA

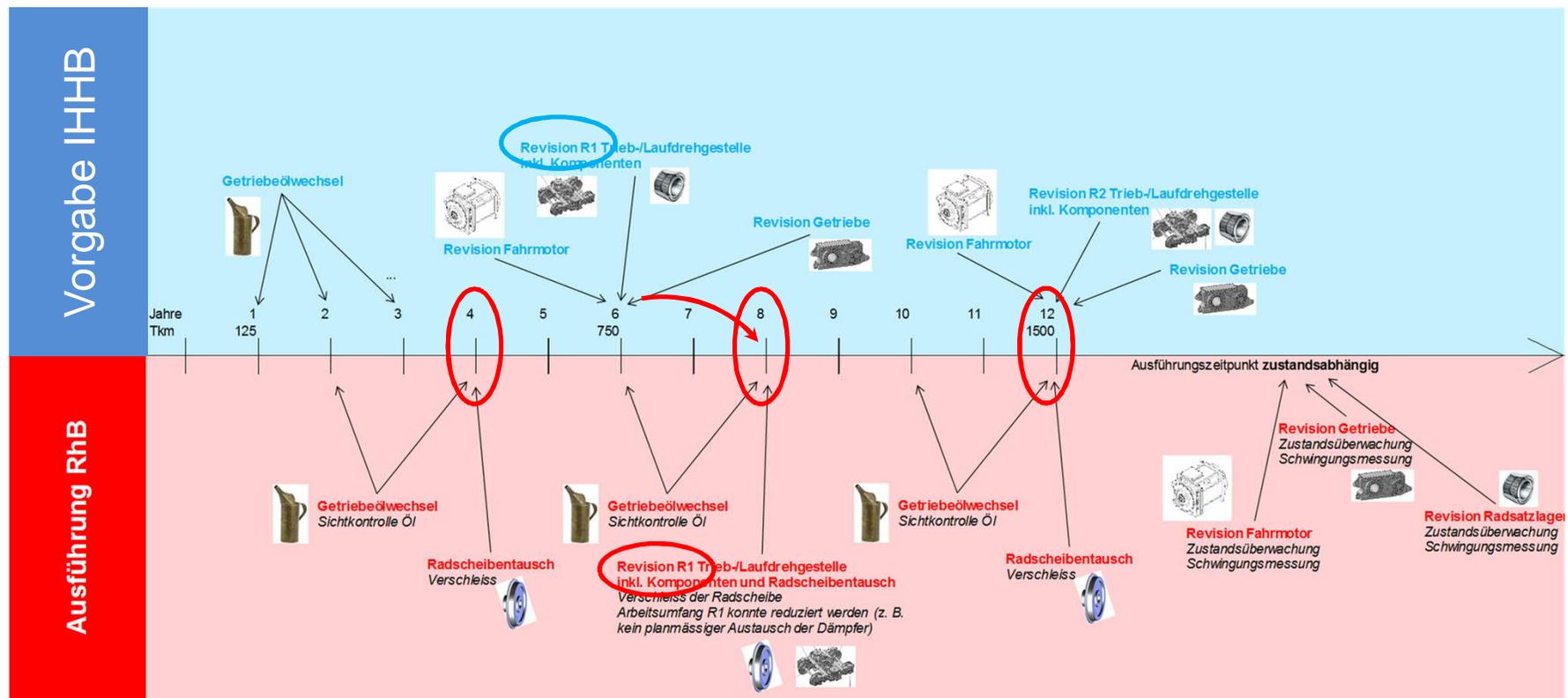
konsequente Zustandsorientierung

Identifizierung des Radscheibentauschs als  
zentrales Element im IH-Zyklus

neues  
IH-Konzept  
Triebdrehgestelle

# Umsetzungsbeispiel: Revision Triebdrehgestell ALLEGRA

- Optimiertes IH-Konzept RhB:



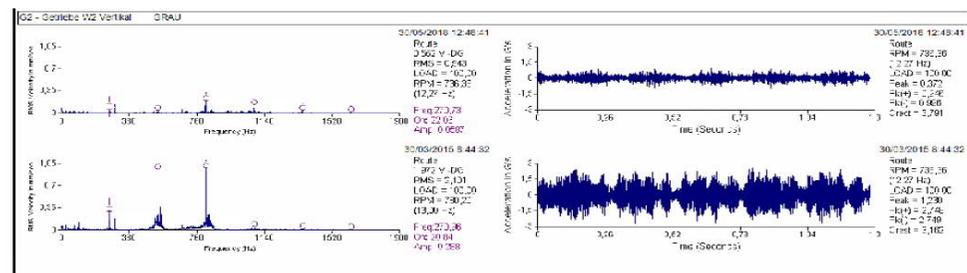
# Umsetzungsbeispiel: Revision Triebdrehgestell ALLEGRA

- 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

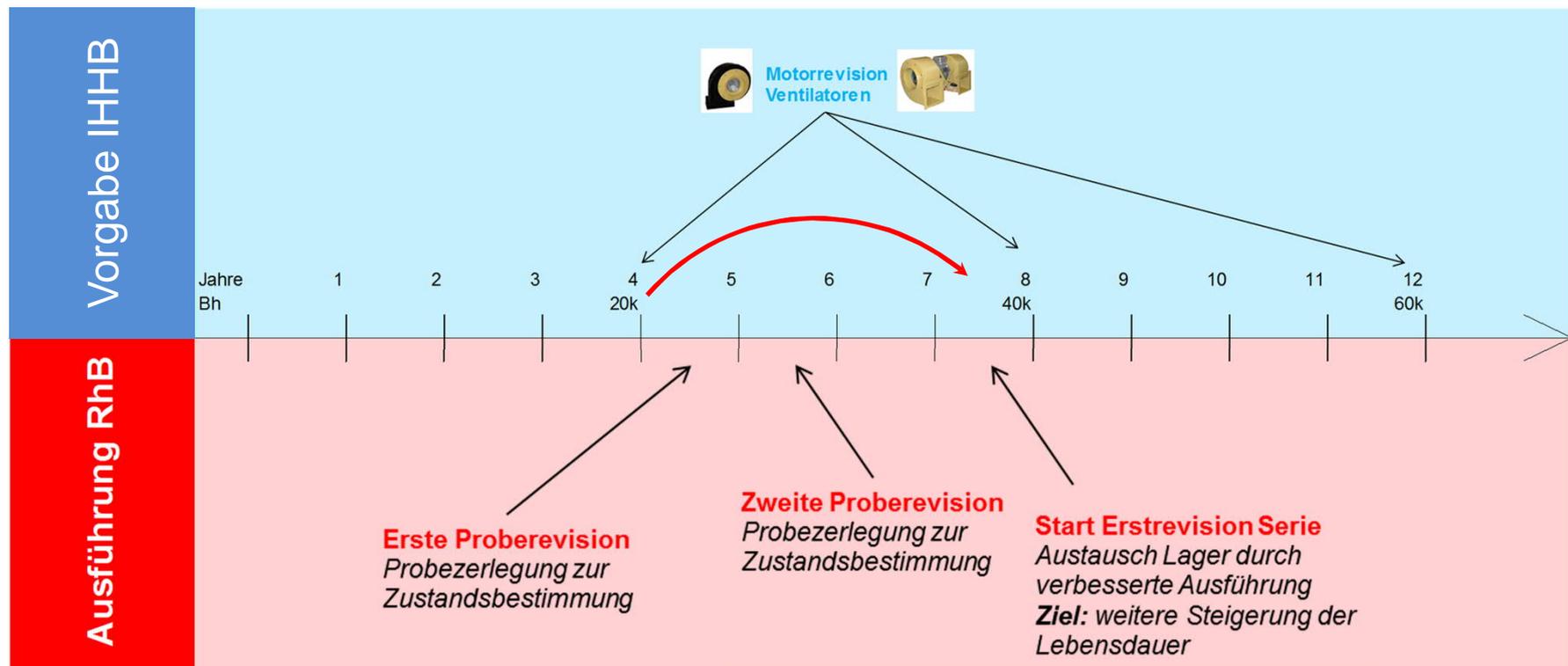
- Öl-/Wasserkühlung  
Stromrichter und Transformatoren



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

# Umsetzungsbeispiel: Revision Radialventilator ALLEGRA

- Gegenüberstellung Revisionskonzepte:



# Umsetzungsbeispiel: Revision Radialventilator ALLEGRA

- Zustandserfassung bei Proberevision:

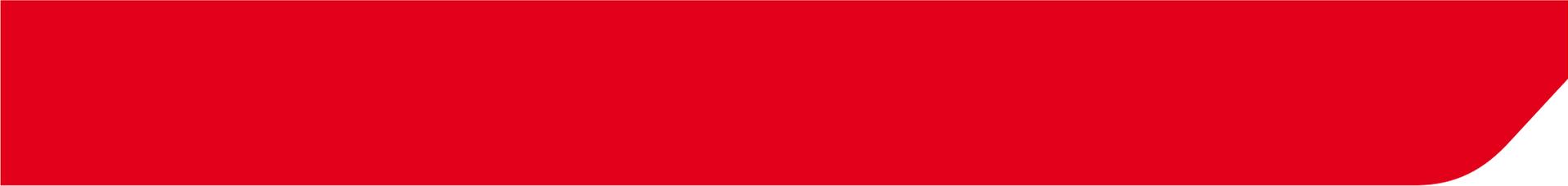
## 1. Proberevision



## 2. Proberevision



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



**Umsetzungsbeispiel:**

**Zustandsorientierte Planung  
der Fahrzeuglackierung**

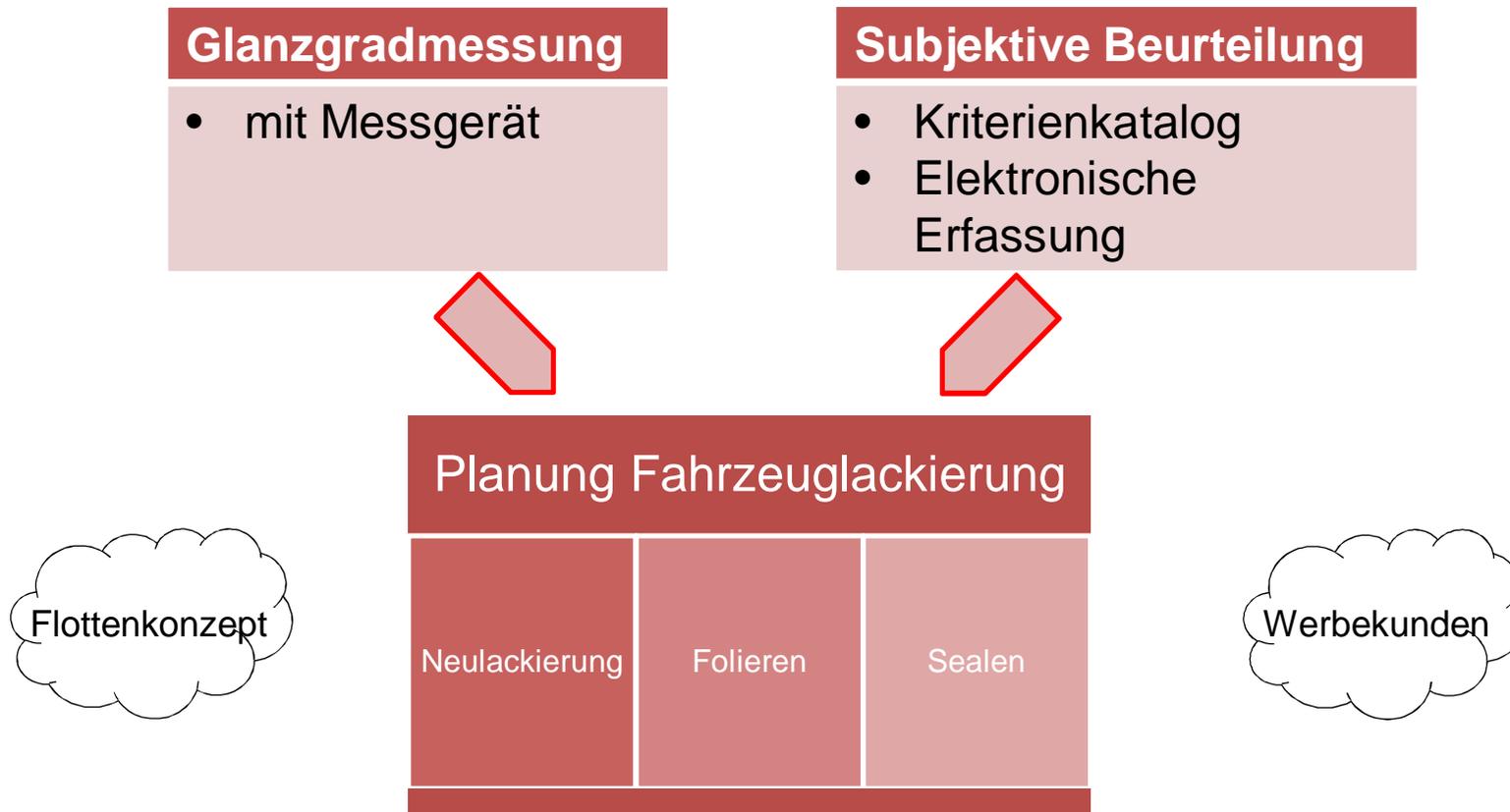
# Umsetzungsbeispiel: Planung Fahrzeuglackierung

- 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:

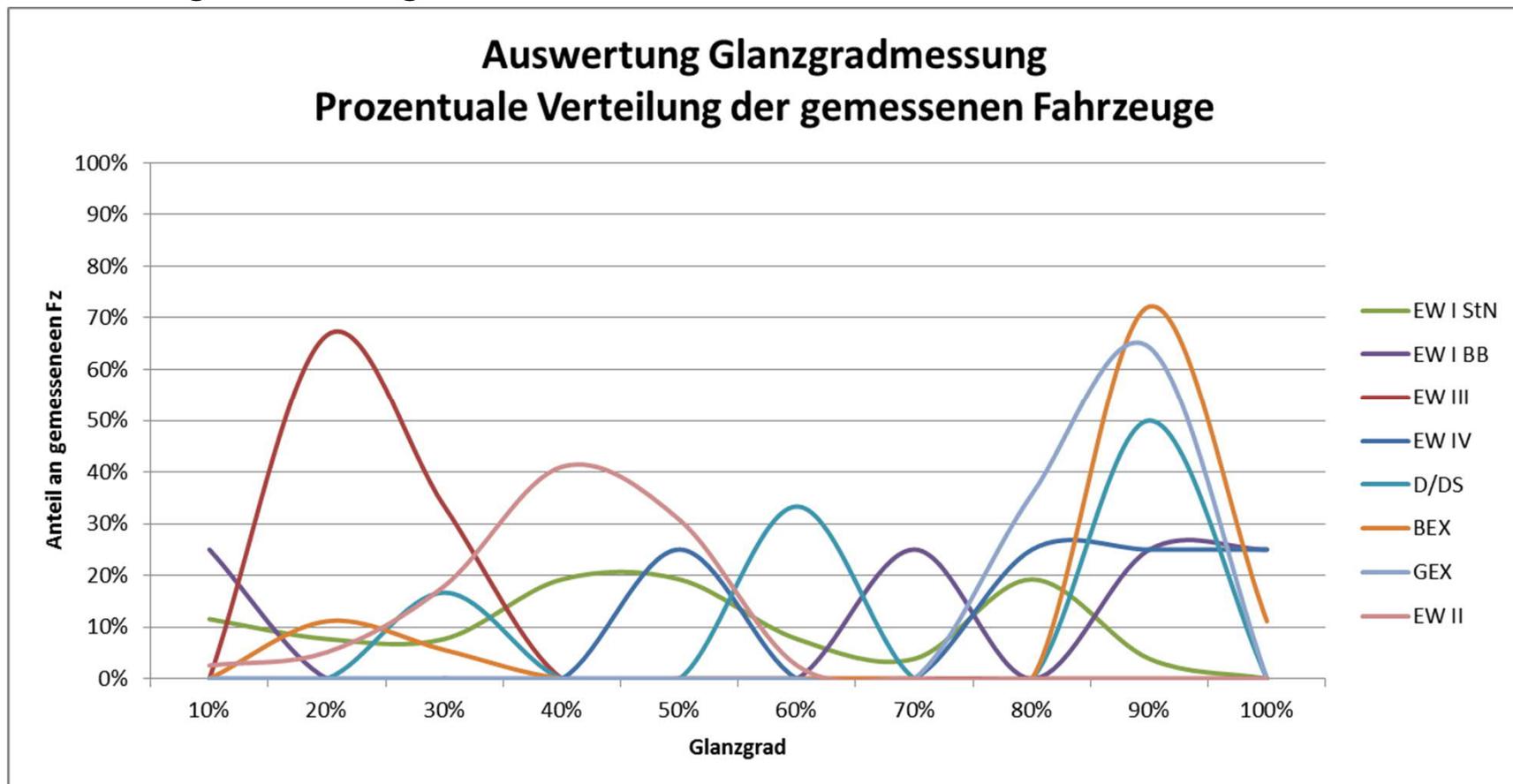


# Umsetzungsbeispiel: Planung Fahrzeuglackierung

## Schritt 1: Flottenmonitoring

✓ implementiert

ermöglicht zustandsorientierte Planung der Arbeiten an der Fahrzeuglackierung

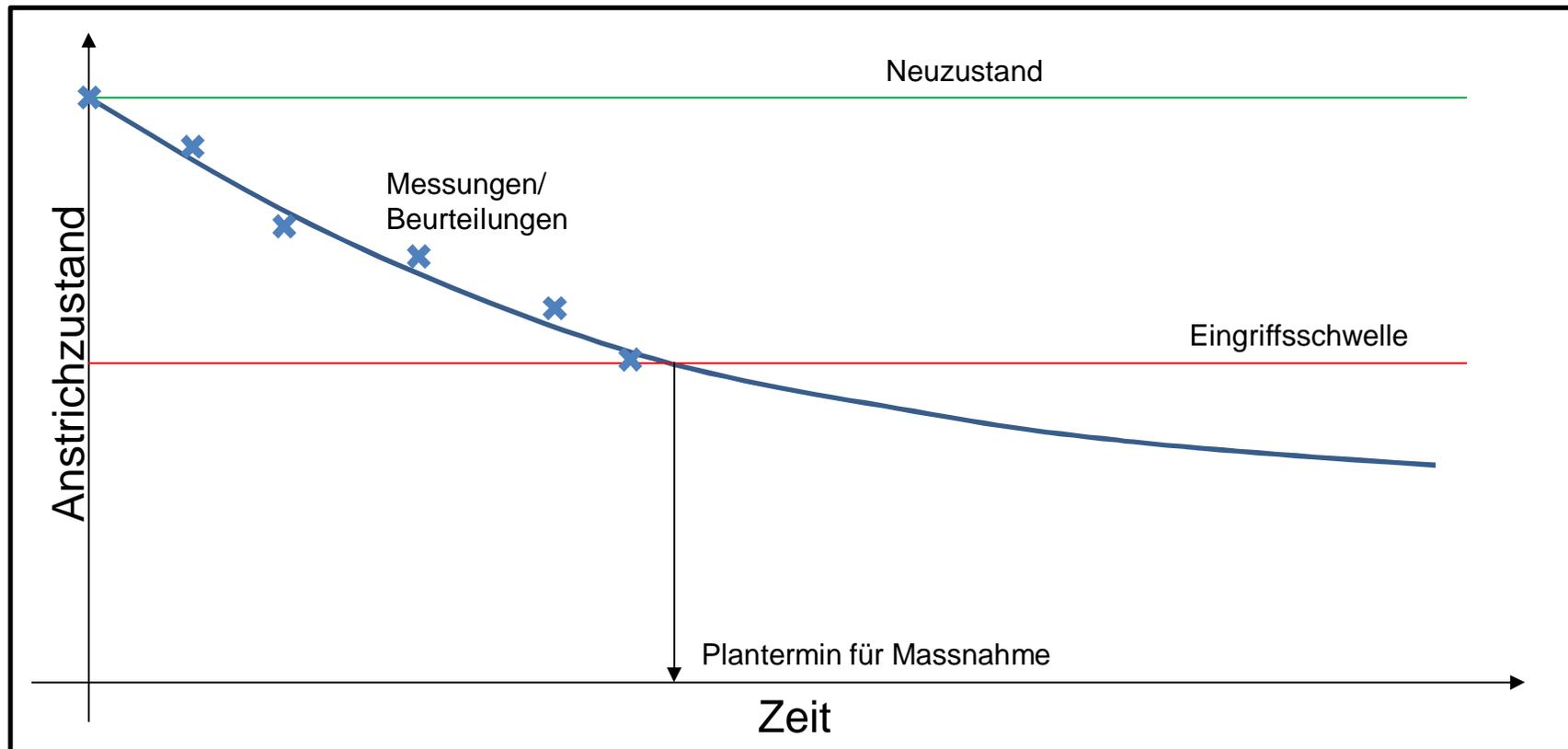


# Umsetzungsbeispiel: Planung Fahrzeuglackierung

## 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**  
Ferrovía retica Viafier retica

**Roman Weberruss**  
Rollmaterial, Support  
Leiter Instandhaltungsplanung  
Fachstelle Prüfverfahren

**Rhätische Bahn AG**  
RhB-Strasse 1  
CH-7302 Landquart  
[www.rhb.ch](http://www.rhb.ch)

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

