

Internationales Forschungsprojekt „Eisenbahnfahrwerke 3“

M. Koch (Siemens), H-P. Gänser (MCL), S. Jenne (GHH Radsatz)

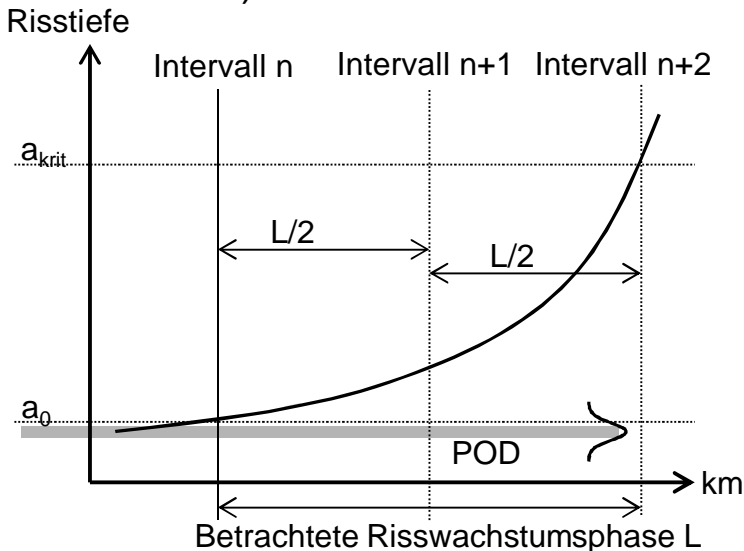
Inhalt

- Ausgangssituation
- Projekthistorie
- Ziele
- Beteiligte
- Projektorganisation
- Arbeitspakete & Zeitplan

Möglichkeiten Festlegung Intervall ZfP von Radsatzwellen

- **Betriebserfahrung**
- **Rechnerisch (→ EBFW3)**
- **Mischform**

b) Rechnerisch



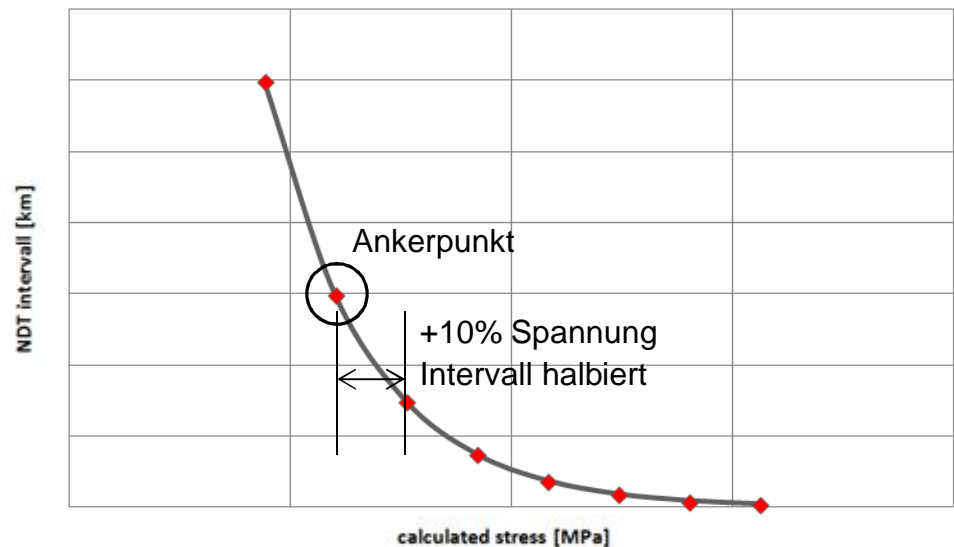
Ermittlung Laufleistung durch:

- Bauteilversuch
- Berechnung Risswachstum

öffentlich © Siemens AG 2014 Alle Rechte vorbehalten.

a) Festlegung Intervall durch positive Betriebserfahrung

c) „Kurven-Verfahren“ (derzeit in Entwicklung)



Ankerpunkt der Kurve (Erfahrungsbasiert)

Spannung $\pm 10\%$ bewirkt Verdopplung/Halbierung Intervall (Anleihe aus Bruchmechanik)

Projekthistorie

EBFW1 (2001 – 2004)

Inhalt:

- Ermittlung von zulässigen Spannungen an der freien Oberfläche und im Presssitz von Radsatzwellen
- Betriebsmessungen zur Lastannahme (ICE 3)
- Ableitung eines Auslegungs- und Sicherheitskonzepts für Radsatzwellen (ergänzend zur Auslegung nach Norm EN 13103 / EN 13104)

EBFW2 (2005 – 2009)

Inhalt:

- Erarbeitung einer Methode zur rechnerischen Ermittlung der Restlebensdauer von Radsatzwellen mit Hilfe bruchmechanischer Methoden zur Festlegung von Inspektionsintervallen für Radsatzwellen.
- Ermittlung bruchmechanischer Werkstoffkennwerte von Radsatzwellenwerkstoffen
- Validierung des Rechenmodells anhand von Kleinproben und Bauteilversuchen im Maßstab 1:3 und 1:1
- Betriebsmessungen zur Lastannahme (Lok und Reisezugwagen)
- Aus der Diskrepanz zwischen Berechnung und 1:1 Versuch wurde weiterer Forschungsbedarf abgeleitet → EBFW3

Zielsetzung EBFW3

Validierte rechnerische Methode zur Bestimmung der Rissfortschrittsrate und Festlegung von Inspektionsintervallen

- Modell für Rissfortschrittsrate bei Radsatzwellen aus EA1N und EA4T soll Prognosen bei unterschiedlichen Bauformen (z. B. Hohlbohrung), unterschiedlichen Spannungskonzentrationen und bei unterschiedlichen Einsätzen / unterschiedlichen Lastkollektivformen ermöglichen
- Methode zur Werkstoffcharakterisierung für andere Werkstoffe langfristig 1:1 Versuche nur zur Validierung
- Methode zur Festlegung von Inspektionsintervallen; dabei besondere Berücksichtigung der bestehenden umfangreichen Betriebserfahrung „Großversuch Eisenbahn seit 150 Jahren“

Projektteilnehmer








Industriepartner

Alstom	
BVV	
GHH	
Siemens	
Stadler	
Voith	

Beirat

Politecnico di Milano	
TU Graz	
Verband der deutschen Bahnindustrie e.V.	
DB Systemtechnik GmbH	

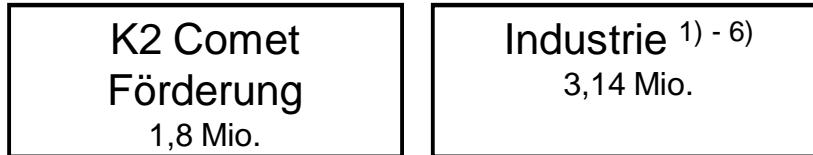
Wissenschaftliche Partner

Virtuelles Fahrzeug	
Materials Center Leoben	
TU Graz	
TU Clausthal	
Fraunhofer IWM	
Erich Schmid Institute	
MU Leoben	

Übersicht Zusammensetzung EBFW3

Finanzierung

Volumen ~ €5 Mio.



Industriepartner

- 1) Alstom
- 2) BVV
- 3) GHH Radsatz
- 4) Siemens
- 5) Stadler
- 6) Voith Turbo

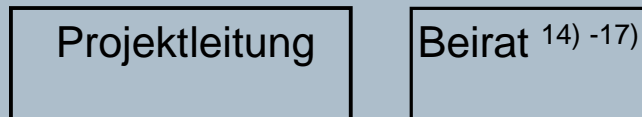
Wissenschaftliche Partner

- 7) Materials Center Leoben (MCL)
- 8) Virtuelles Fahrzeug (ViF)
- 9) TU Graz, Institut für Leichtbau
- 10) TU Clausthal, IMAB
- 11) Montan Universität Leoben, AMB
- 12) Fraunhofer IWM Freiburg (IWM)
- 13) Erich Schmid Institut (ESI)

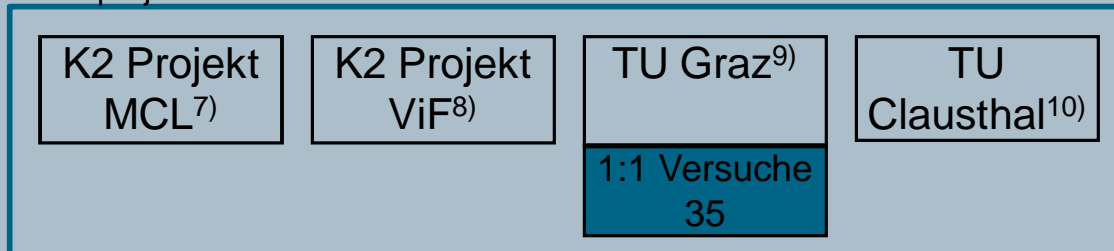
Beirat

- 14) Politecnico di Milano, DdM
- 15) TU Graz
- 16) Verband der Bahnindustrie in Deutschland e.V.
- 17) DB Systemtechnik GmbH

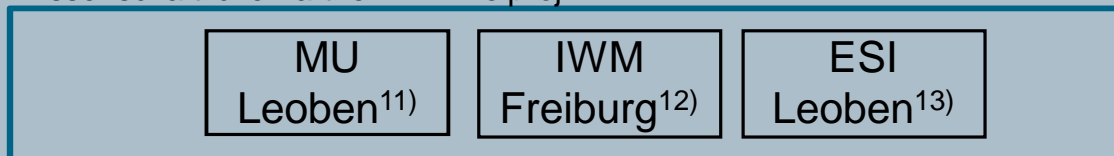
Gesamtprojekt EBFW 3



Einzelprojekte

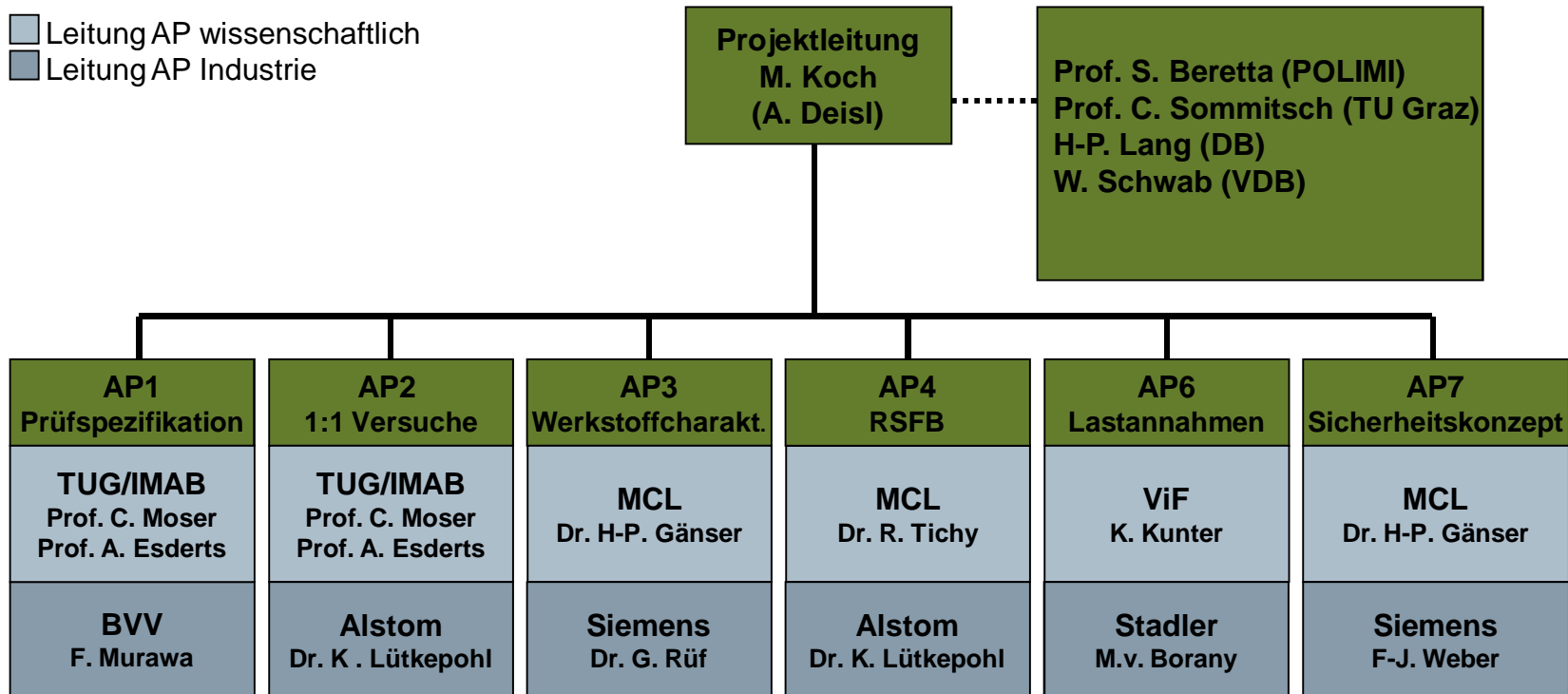


Wissenschaftliche Partner in Einzelproj.



Organisatorische Projektstruktur EBFW 3

- Leitung AP wissenschaftlich
- Leitung AP Industrie



ViF... Virtuelles Fahrzeug

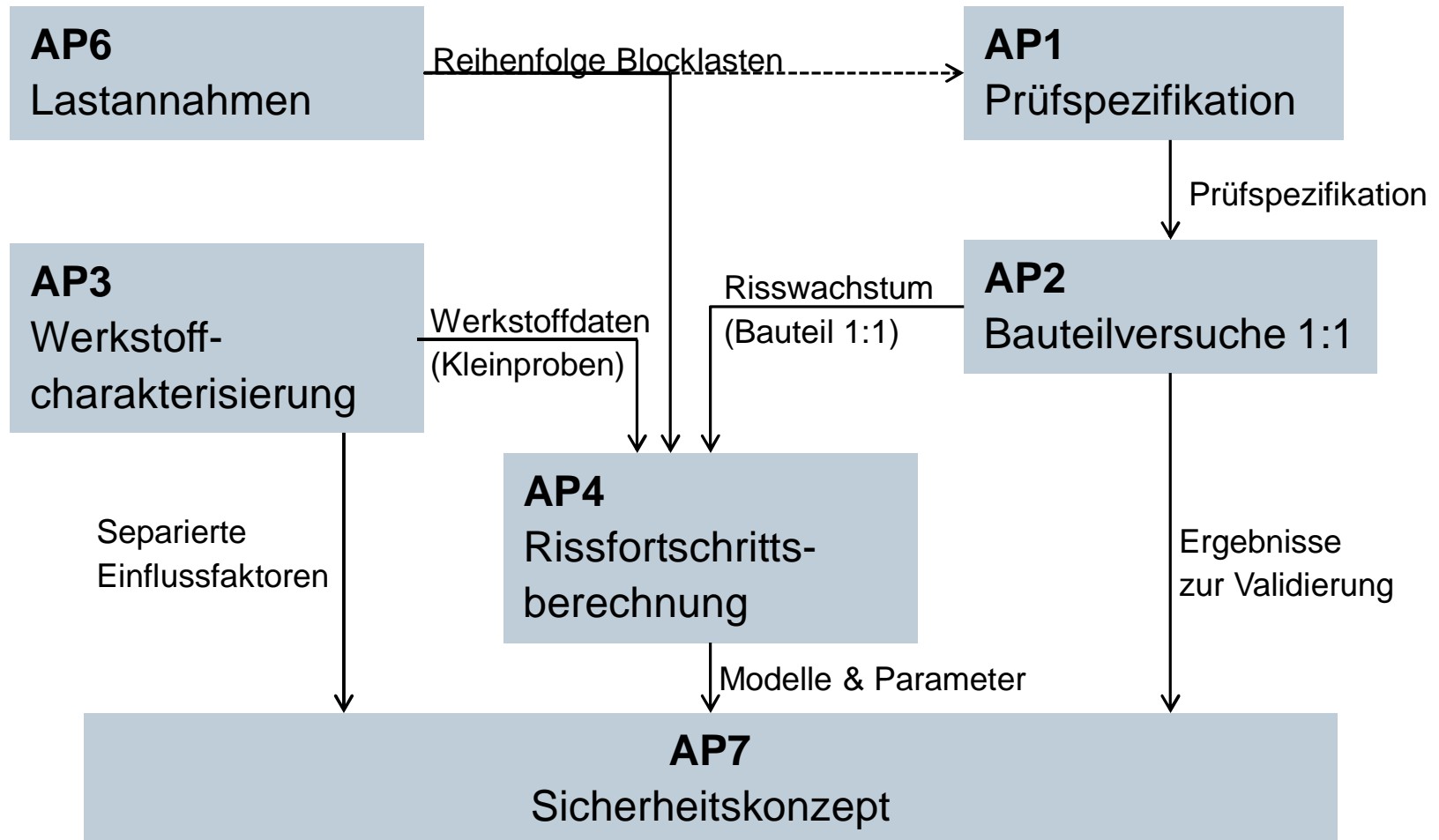
TUG...TU Graz, Institut für Leichtbau

IMAB... TU Clausthal, Institut für Maschinelle Anlagentechnik und Betriebsfestigkeit

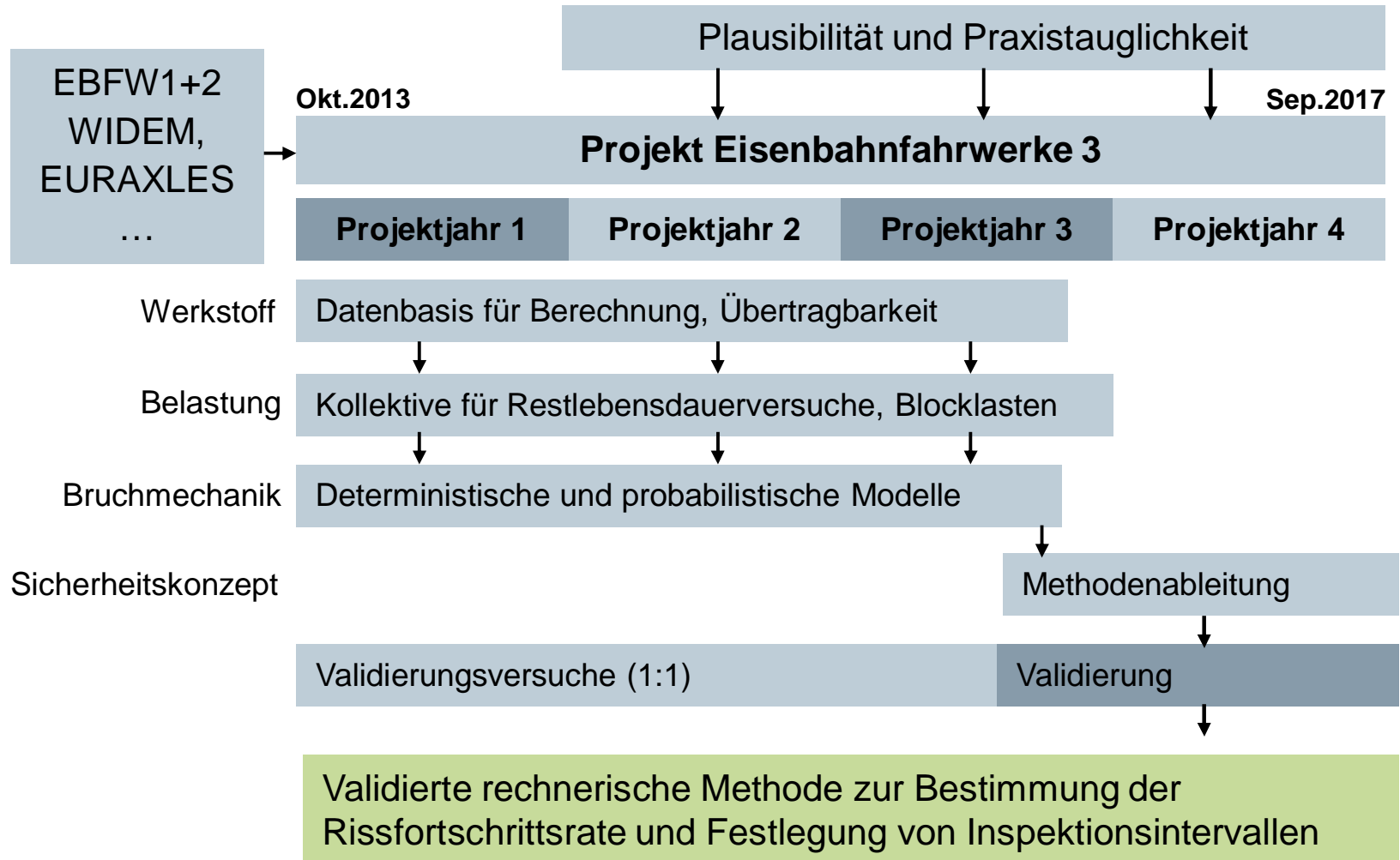
MCL... Materials Center Leoben

öffentlich © Siemens AG 2014 Alle Rechte vorbehalten.

Vernetzung der Arbeitspakete



Zeitplan EBFW3



AP1 Prüfspezifikation & AP2 Bauteilversuche

Dauer: Oktober 2013 – Juni 2014

AP Leitung:
TU Clausthal/ TU Graz, BVV

AP bestehend aus:

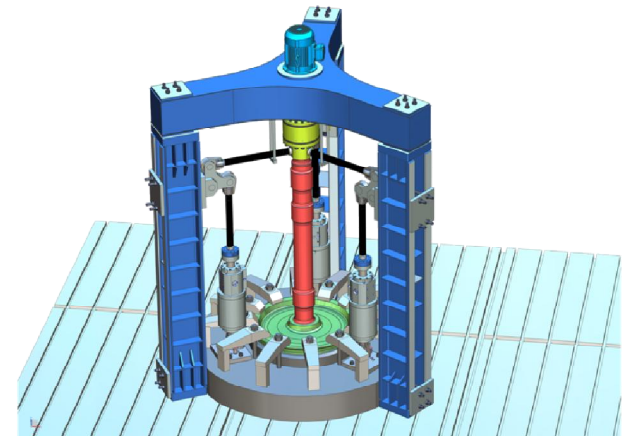
- Entwicklung Prüfkonzept
- Vorversuche Risseinbringung und Messtechnik
- Vorversuche 1:1 Versuche
- Absicherung Konzept durch Vergleich der lokalen Spannungen
- Festlegung Prüfkollektiv
- Erstellung Prüfspezifikation

Dauer: Okt. 2013 – Sep. 2016

AP Leitung:
TU Clausthal/ TU Graz, Alstom

AP bestehend aus:

- Definition und Beschaffung 1:1 Wellen
- Durchführung 35 1:1 Versuche an der TU Graz



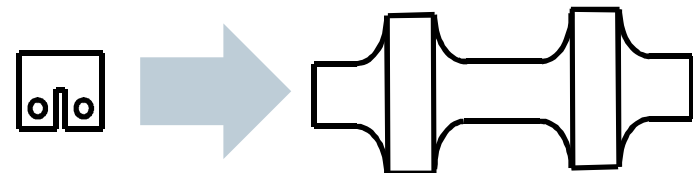
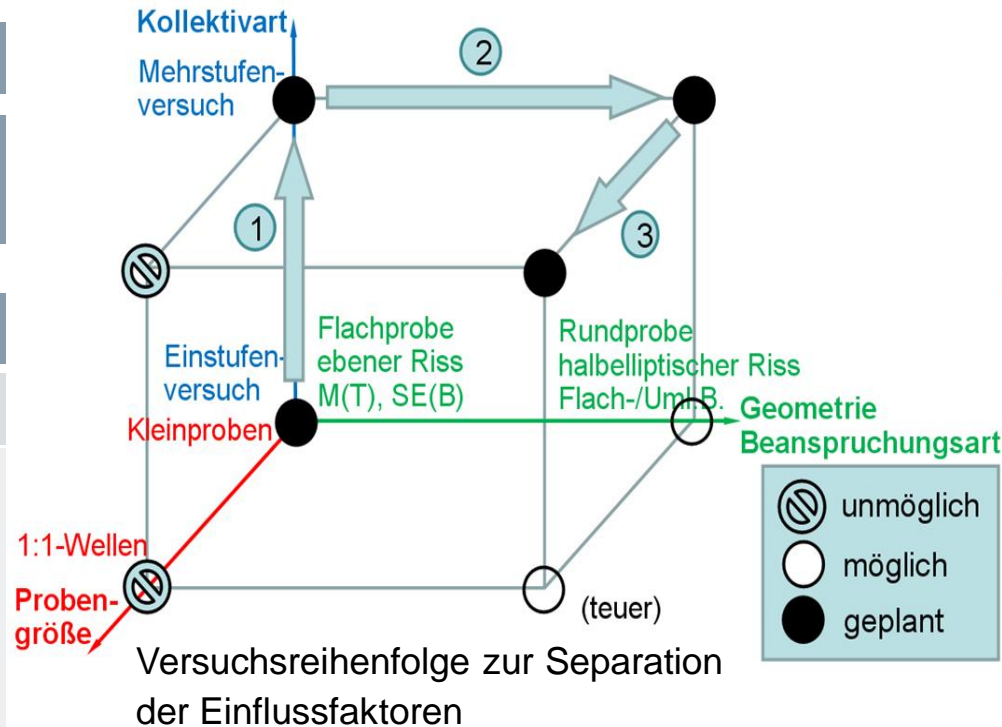
AP3 Werkstoffcharakterisierung

Dauer: Okt. 2013 – Jun. 2016

AP Leitung:
MCL, Siemens

AP bestehend aus:

- Datenbasis zum Kenntnisstand
- Ergänzende Versuche an Laborproben zu:
 - Constraint
 - Chargeneinfluss
 - Risschließeffekte
 - Reihenfolgeeffekte
- Deterministische Modellbildung



- ca. 160 Kleinprobenversuche
- 35 Versuche 1:3
- 35 Versuche 1:1

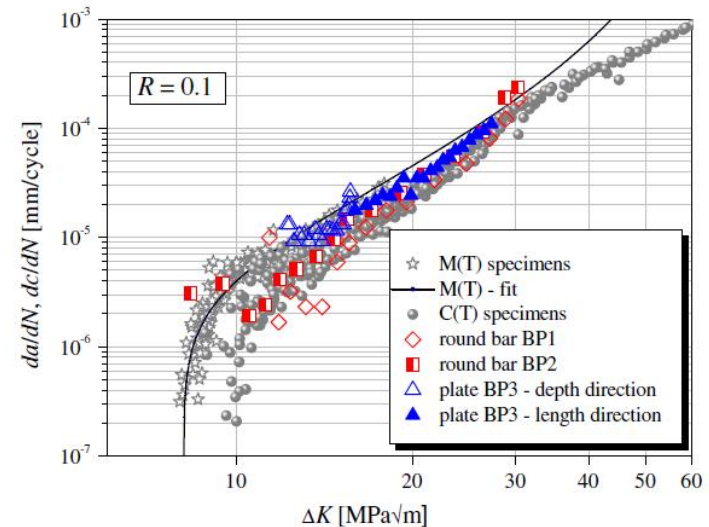
AP4 Rissfortschrittsberechnung

Dauer: Okt. 2013 – Jun. 2016

AP Leitung:
MCL, Alstom

AP bestehend aus:

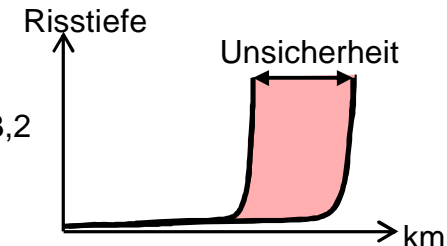
- Ableitung einer generischen Rissform und Näherungslösung
- Softwaretechnische Implementierung (INARA und ERWIN)
- FE Berechnung der Prüfgeometrien
- Probabilistische Modellierung
- Ermittlung Haupteinflussparameter auf lokale Spannung



Partielle Sicherheitsfaktoren für :

- Spannung
- Rissgröße
- Risszähigkeit
- Streckgrenze

Wertebereich: 1-3,2



- Modellierung der Radsatzwellen im Betrieb und am Prüfstand

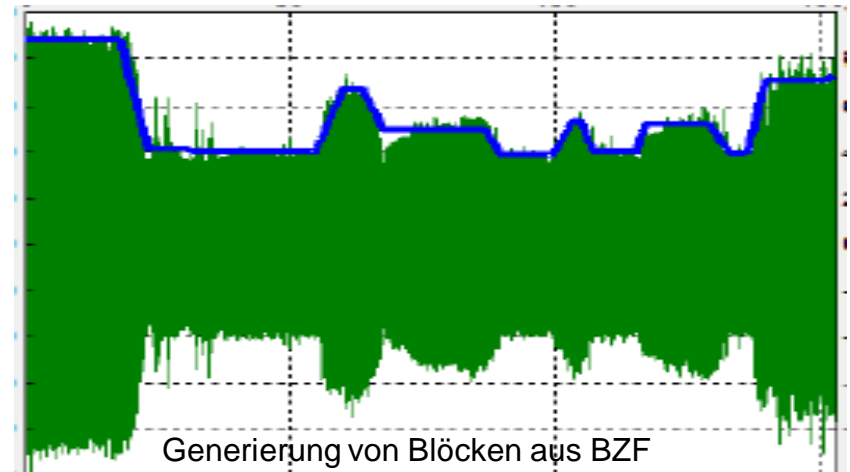
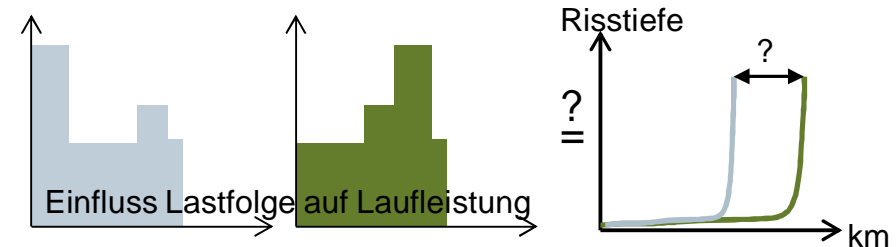
AP6 Lastannahmen

Dauer: Okt. 2013 – Okt. 2016

AP Leitung:
ViF, Stadler

AP bestehend aus:

- Extrapolation auf Maximalwerte
- Untersuchungen zu Lastreihenfolgen
- Modifizierung der Prüflasten und Bereitstellung für Rissfortschrittsversuche
- Untersuchungen des Diskretisierungseinflusses auf das Risswachstum



- Spezifikation zur Bestimmung von Lastkollektiven für die Bestimmung der Restlebensdauer von Radsatzwellen

AP7 Sicherheitskonzept

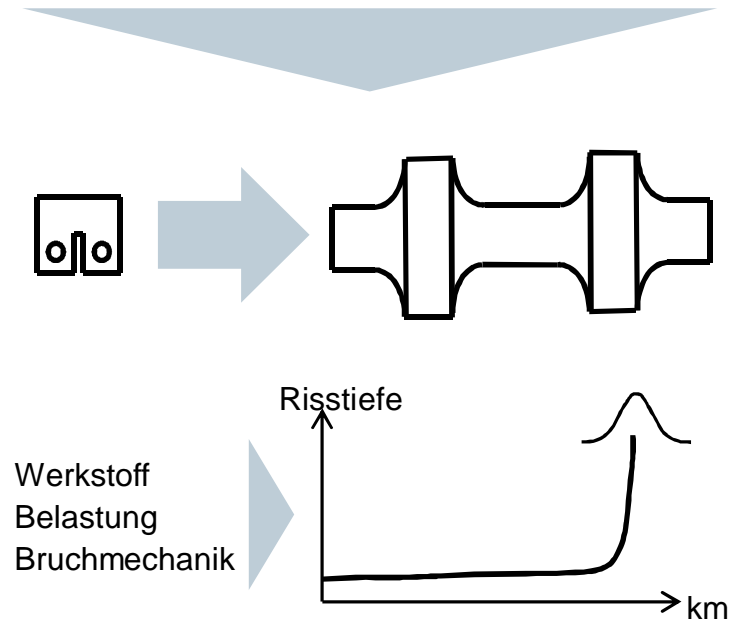
Dauer: Jul. 2016 – Okt. 2017

AP Leitung:
MCL, Siemens

AP bestehend aus:

- Finalisierung Berechnungsmethode und Implementierung
- Verifikation
- Analyse und Bewertung der Projektergebnisse
- Standardisierte Berechnungsmethode
- Vorbereitung von Richtlinien

Zusammenführung der Ergebnisse
der Arbeitspakete



Validierte rechnerische Methode
zur Bestimmung der Rissfortschritts-
rate und Festlegung von
Inspektionsintervallen

Industrie und Wissenschaft entwickeln gemeinschaftlich eine Methode zur Festlegung von Inspektionsintervallen an Radsatzwellen

