

R. Heyder, K. Mädler, D. Ullrich, A. Zoll

1:1-Rad/Schiene-Prüfstände und ihre Anwendungen in der Bahntechnik



DB Systemtechnik GmbH Minden/Kirchmöser (D)

Dr.rer.nat. Detlev Ullrich

Werkstoff- und Fügetechnik

Graz, 08. September 2014

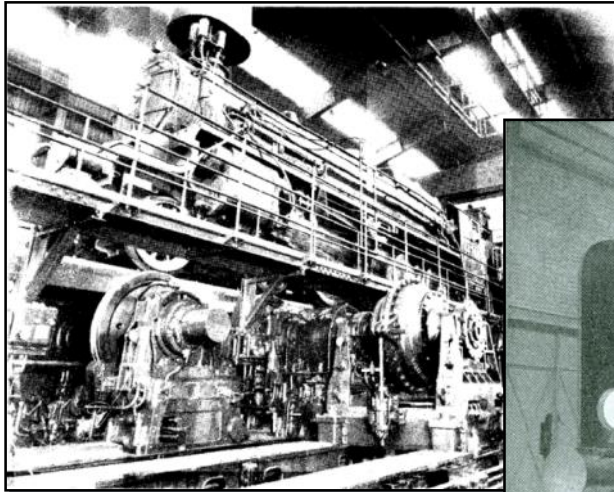
Rückblick: Historische Rollprüfstände der Bahntechnik



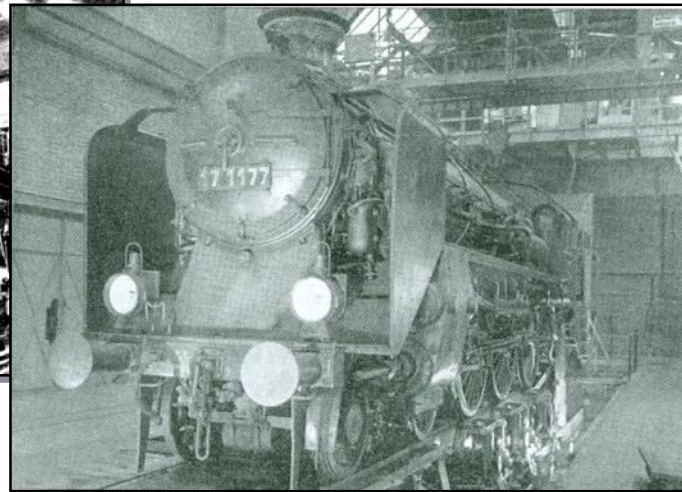
1900

1940

1980



*Rollprüfstand
für Dampflokomotiven
Swindon Works (UK),
um 1904*



*Rollprüfstand
für Dampflokomotiven
Deutsche Reichbahn
Berlin, um 1940*



*Vierachsiger Rollprüfstand
der Deutschen Bundesbahn
München, 1978-2003*

Rückblick und Gegenwart: 1:1-Rad/Schiene-Prüfstände bei DR und DB

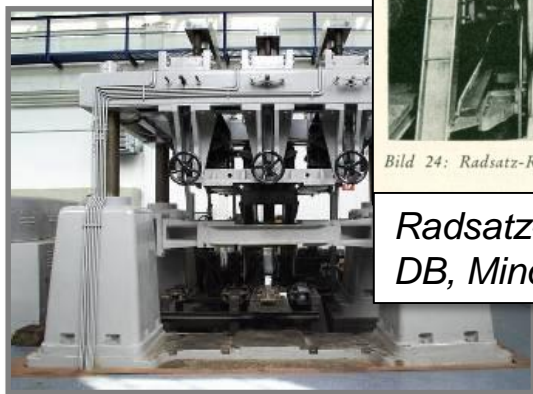


1950

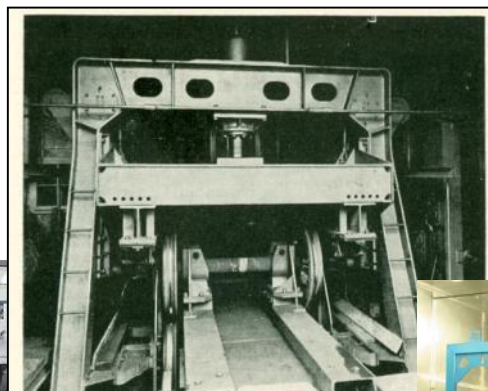
1970

1990

2010



**Linearprüfstand
(Prüfstand B)**
DR, Kirchmöser, 1956



*Bild 24: Radsatz-Rollprüfstand der Bundesbahn-V
stalt Minden.*

**Radsatz-Rollprüfstand
DB, Minden, 1966**

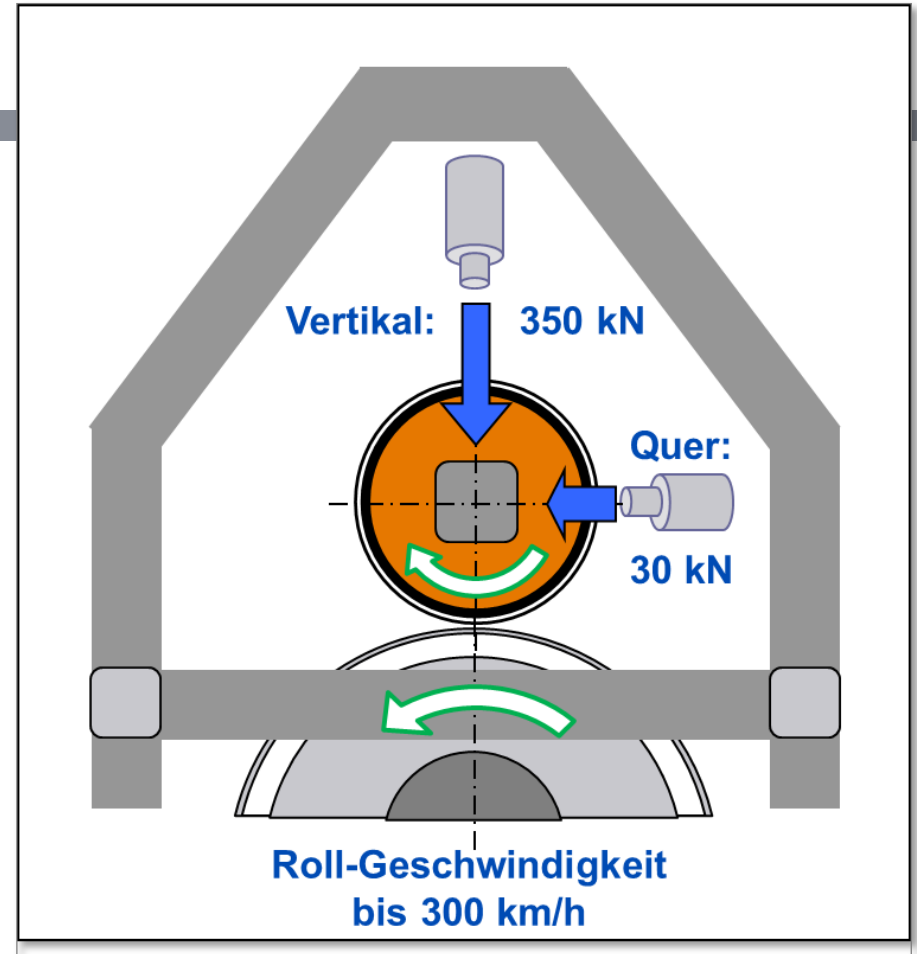


**Rollprüfstand für Radsätze
(Prüfstand C)**
DR, Kirchmöser, 1976



**Rad/Schiene-Systemprüfstand
(Prüfstand A)**
DB, Kirchmöser, 1999

Der Rad/Schiene-Systemprüfstand – Untersuchungen mit Rollkontakt



Anwendungen:

- Erprobung von Radwerkstoffen
- Bremsen bei wechselnden Haftwerten
- Rollgeräusch und Radschalldämpfer
- Diagnosesysteme

Vorzüge:

- Hohe Geschwindigkeit
- Schienenringe aus R260
- programmierbar mit Schräglauf, Schmierung, Befeuchtung

Anwendung

„Kraftschluss beim Bremsen“

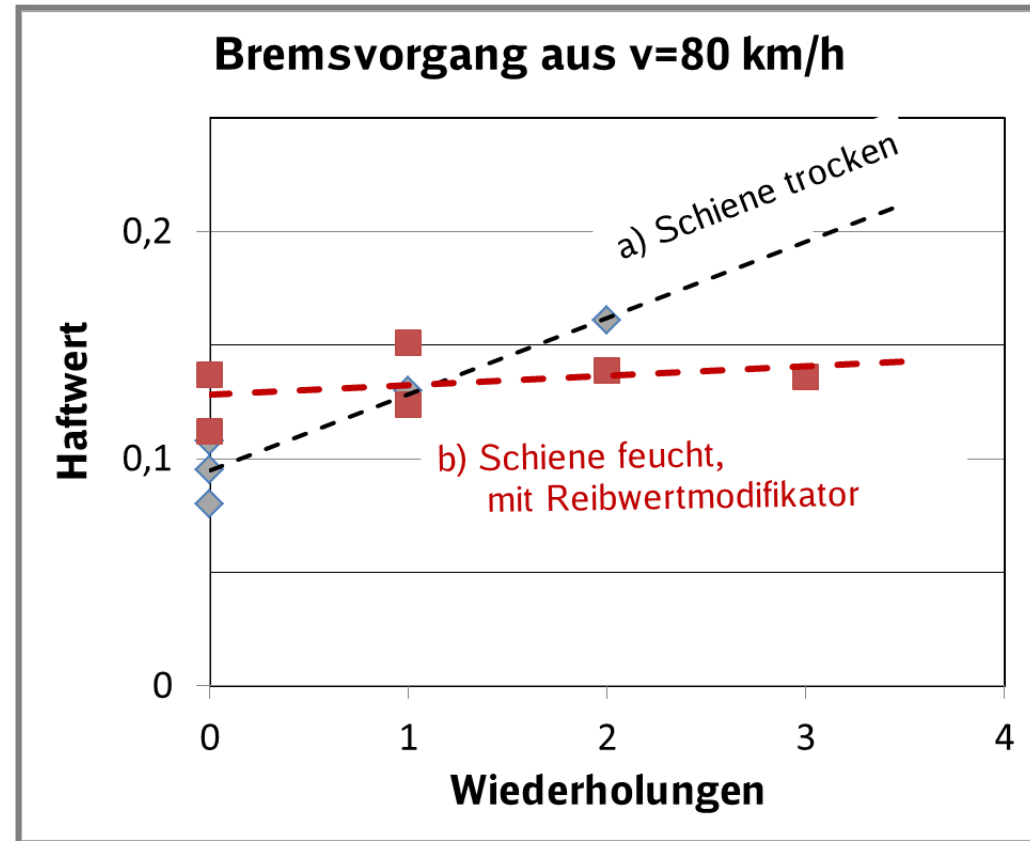
Aufgabe:

Haftwertbestimmung für Reibwertmodifikatoren

1. Schienenrollen wurden konditioniert:
 - trocken/feucht
 - mit/ohne Reibwertmodifikator.
2. Radsatz wurde aus 80 km/h abgebremst.
3. Bremskräfte und Haftwert wurden wiederholt gemessen.

Ergebnis:

- **Vorauswahl geeigneter Schmiermittel für Nahverkehrsfahrzeuge**
- **Nachweis ausreichender Mindest-Haftwerte.**



Anwendung

„Vorauswahl von Radwerkstoffen“

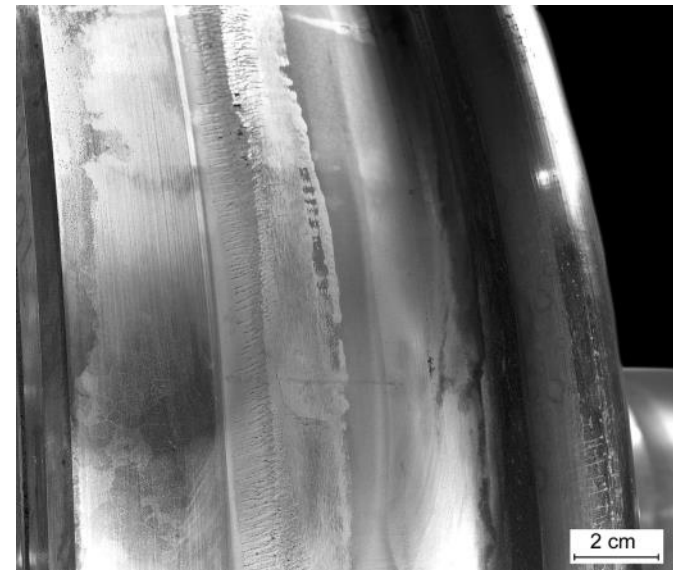
Aufgabe:

Auswahl eines Radwerkstoffs für VT-Fahrzeuge auf Strecken mit hohem Bogenanteil

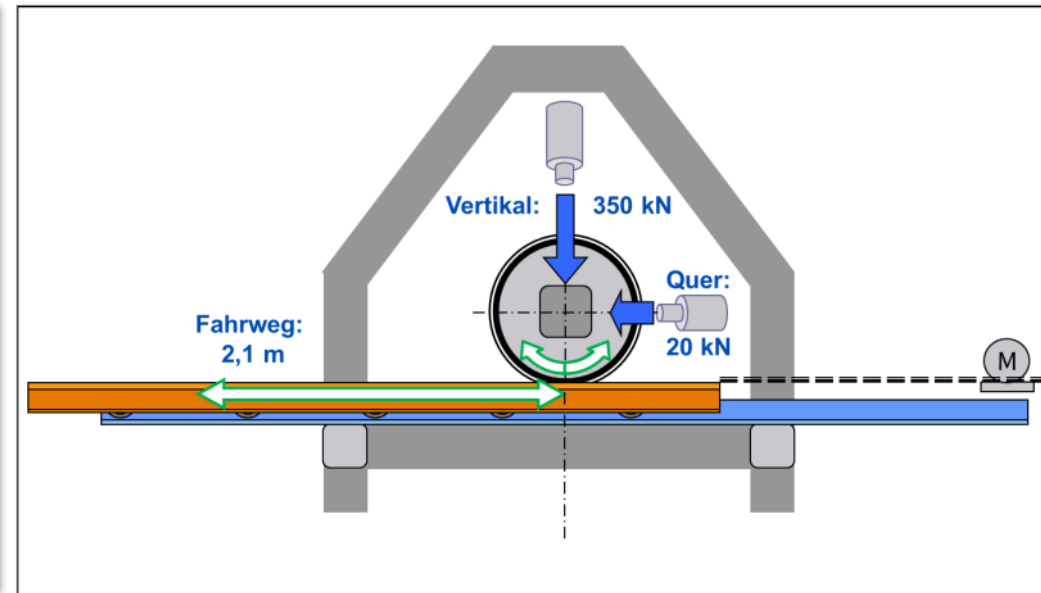
1. Räder mit unterschiedlicher Festigkeit absolvierten je 8.000 km Testfahrt. (Dauer: 3-4 Tage).
2. Räder aus ER7 dienten als Referenz.
3. Das Fahrregime umfasste Bogenfahrten, Bremsen und Befeuchtung.
4. Unrundheit und Ausbröckelungen wurden anschließend beurteilt.

Ergebnis des Prüfstandsversuchs:

- **Günstigste Ergebnisse mit ER8, d.h. leicht höherer Festigkeit gegenüber ER7.**
- **Der Betriebsversuch bestätigte die Ergebnisse.**



Der Rad/Schiene-Prüfstand mit Lineareinheit – für Rollkontaktermüdung und Verschleiß



■ ... seit 2011 durch Umbau nutzbar für

- Schienen, Schweißverbindungen
- Weichenherzstücke
- Zungenkonstruktionen

Vorzüge:

- Beliebige Profil- und Werkstoffpaarungen
- bis 1 Mio. Lasttonnen täglich
- Prüfkräfte und Positionen programmierbar, auch Schräglauf, Schmierung, Befeuchtung

Anwendungsbeispiel - Schienenverschleiß in der Umgebung von Schweißstößen

Aufgabe: Bewertung von Schweißungen an kopfgehärteten Schienen

- Verschleiß und RCF-Schäden sind nach 1,2 Mio. Lasttonnen (ca. 1 Woche) nachweisbar



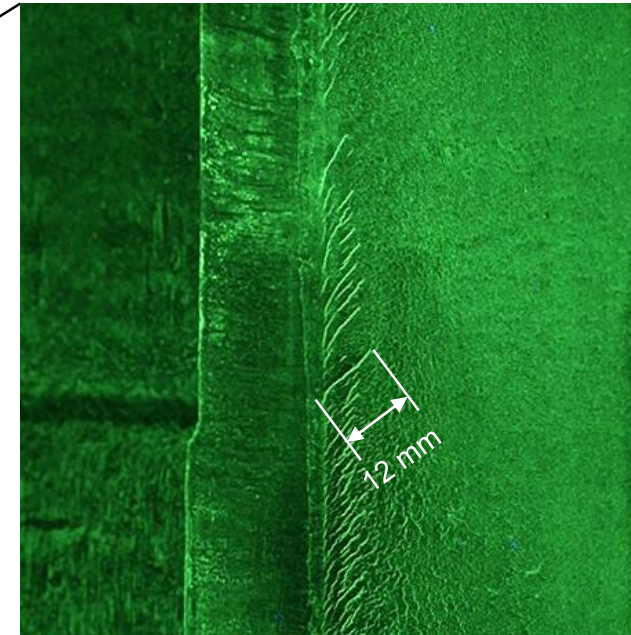
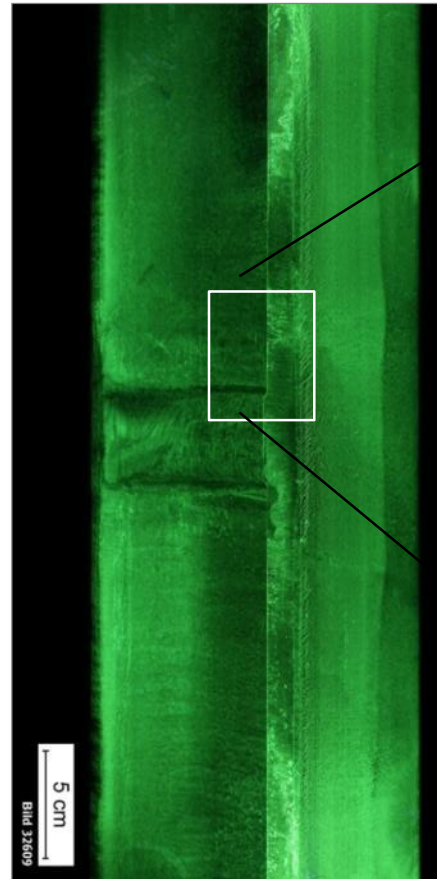
**Schiene
R350HT**

*Wärme-
einflusszone*

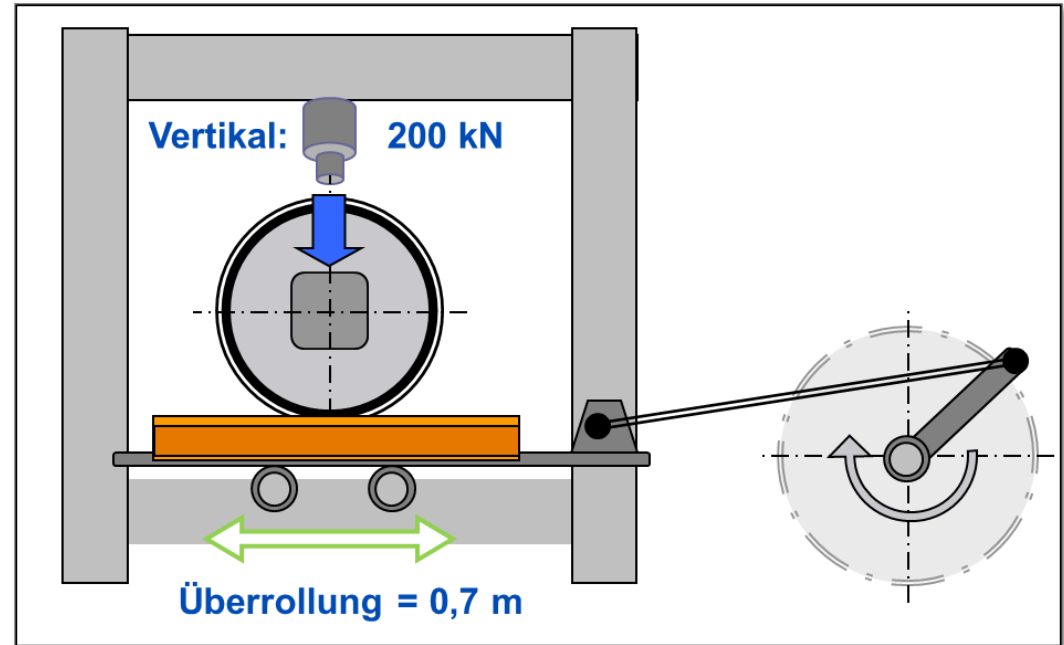
Schweißgut

*Wärme-
einflusszone*

**Schiene
R350HT**



Der Linearprüfstand für Untersuchungen an Schienen- und Weichensegmenten



Anwendungen:

- Weichenherzstücke, verkleinert 1:2
- Schweißverbindungen, Isolierstöße
- Schienen

Vorzüge:

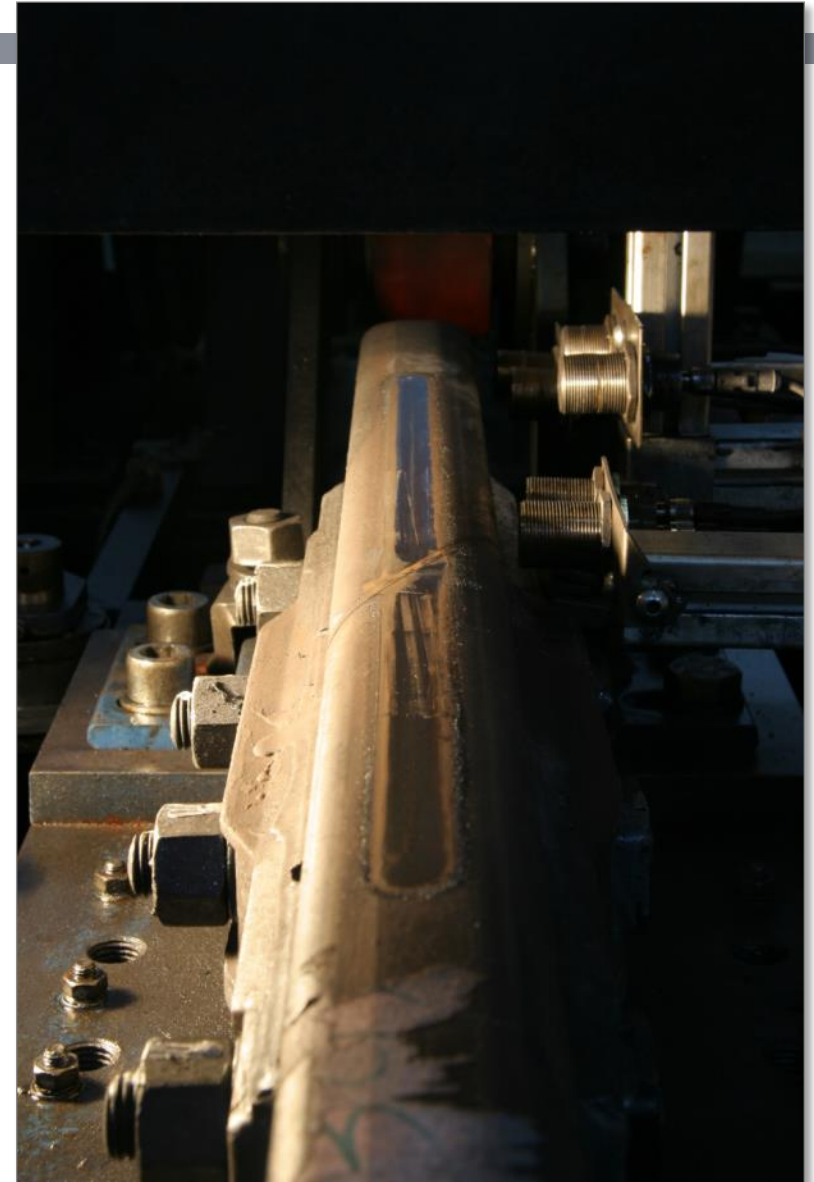
- Beliebige Profil- und Werkstoffpaarungen
- bis 5 Mio. Lasttonnen täglich
- Einfache, konstante Kräfteinleitung

Anwendungsbeispiel

„Isolierstöße“

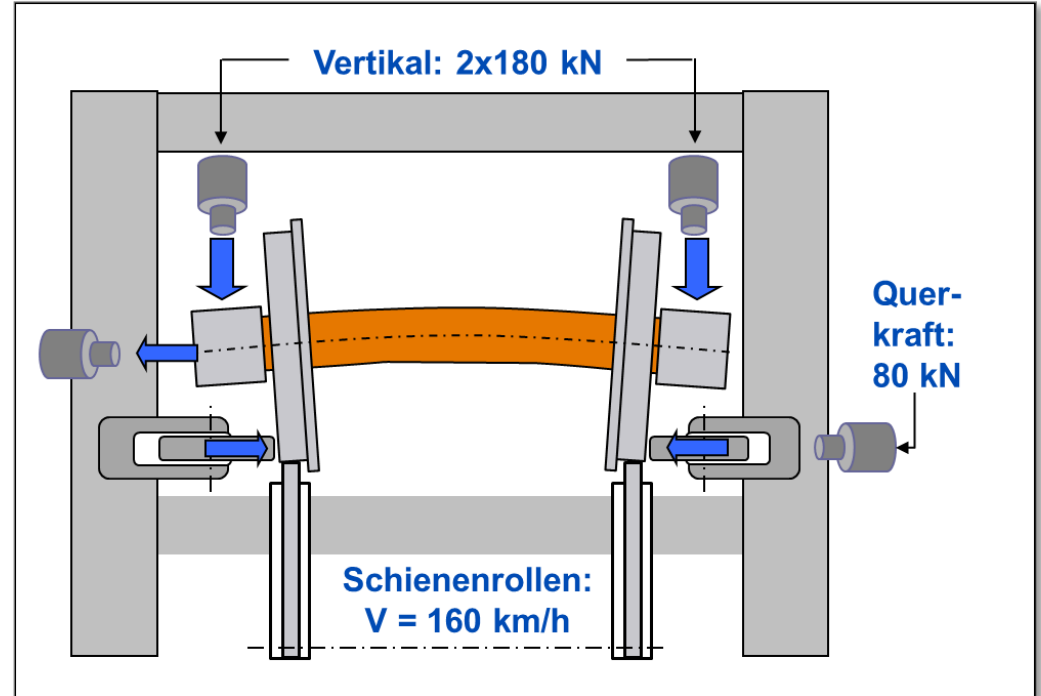
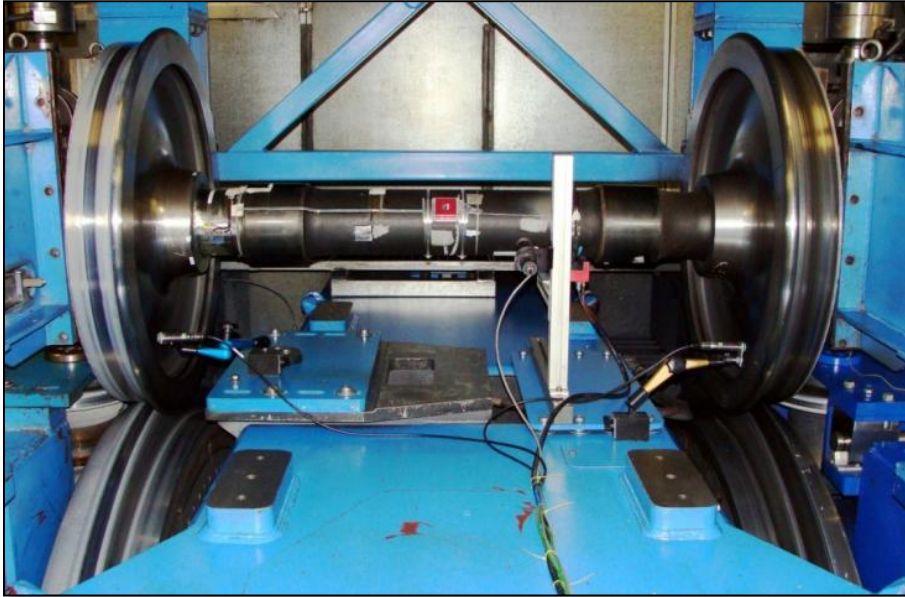
Bewertung verschiedener Bauarten

- Jede Variante wird mit 10 Mio Lasttonnen überrollt.
- Die Ausfahrten werden vermessen und bewertet.
- **Versuchsdauer: ca. 2,5 Tage.**
Vergleichbarer Streckenversuch: ab 6 Monate



Der Rollprüfstand für Radsätze

Überroll- und Rissfortschrittsversuche



Anwendungen:

- Spurwechselradsätze
- Rissfortschritt in Radsatzwellen
- Diverse Radkonstruktionen
z.B. Straßenbahnräder

Vorzüge:

- Mittlere Geschwindigkeiten bis 160 km/h
- Prüfkräfte programmierbar
- Hohe Lasten und Biegespannungen
- glatte, zylindrische Profile

Beispiel

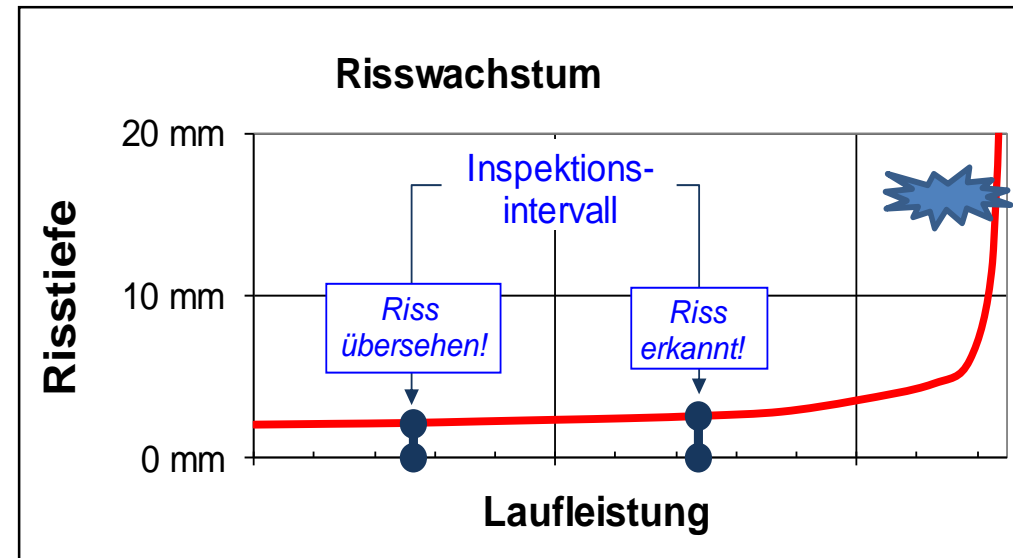
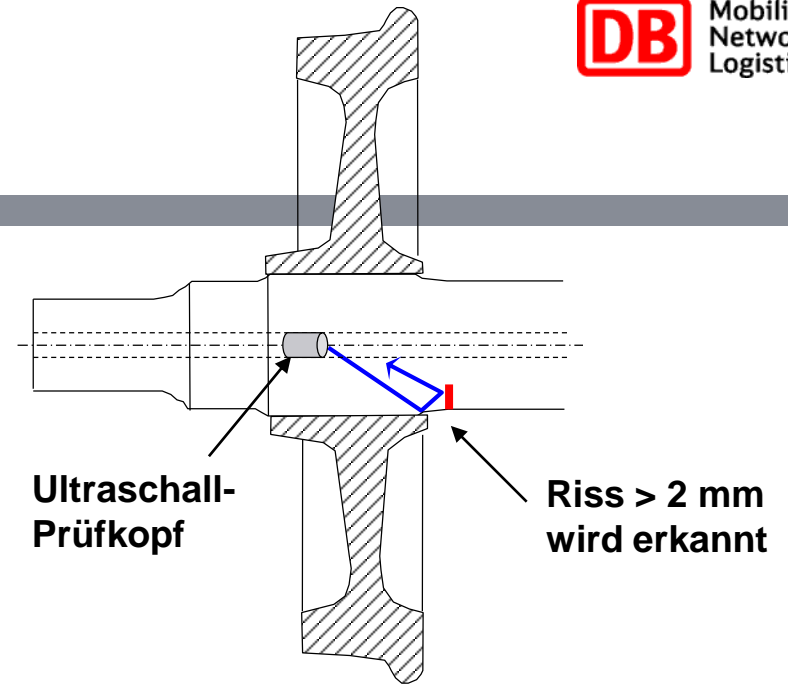
„Rissfortschritt in Radsatzwellen“

Inspektionsverfahren für Radsatzwellen mit Längsbohrung:

- Risse ab 2 mm Tiefe werden durch Ultraschallprüfung erkannt.
- Ein „kleiner“ Anriss von 2 mm kann u.U. einmalig übersehen werden.
- Die Inspektionsintervalle stellen sicher, dass der „kleine“ Riss bis zur nächsten Inspektion nicht kritisch wird.

Methode:

- Die Restlebensdauer geschädigter Wellen wird rechnerisch und experimentell bestimmt.



Beispiel

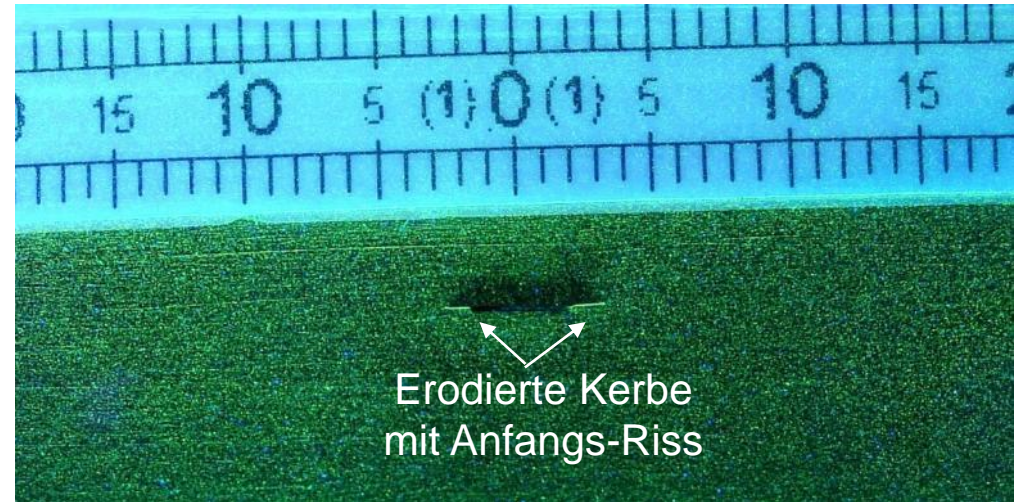
„Rissfortschritt in Radsatzwellen“

Experimentelle Ermittlung der Restlebensdauer geschädigter Wellen

1. Erzeugen eines „kleinen“ Anfangs-Risses,
2. Durchfahren eines aus Messfahrten ermittelten, klassierten Lastkollektivs
3. Kontinuierliche Erfassung der Risslänge
4. Versuchsabbruch bei stark progressivem Risswachstum.

Ergebnisse:

- Restlebensdauerbestimmung experimentell auch für höher beanspruchte Wellen und höherfeste Werkstoffe möglich.
- **Die experimentell ermittelten Restlebensdauern sind i.A. größer als die berechneten.**



Beispiel

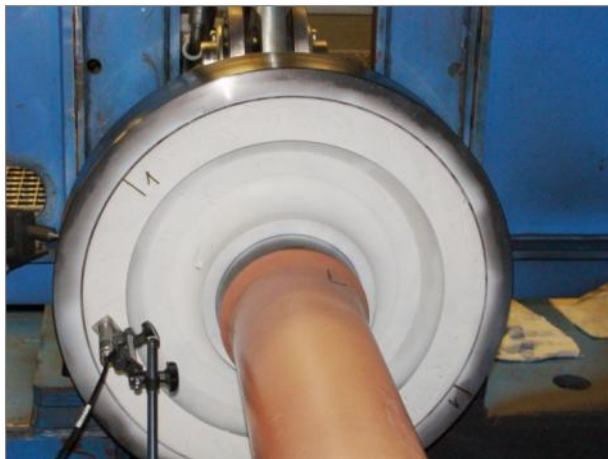
„Elastomer-gefederte Radkonstruktionen“

Belastungstest für Straßenbahn-Räder:

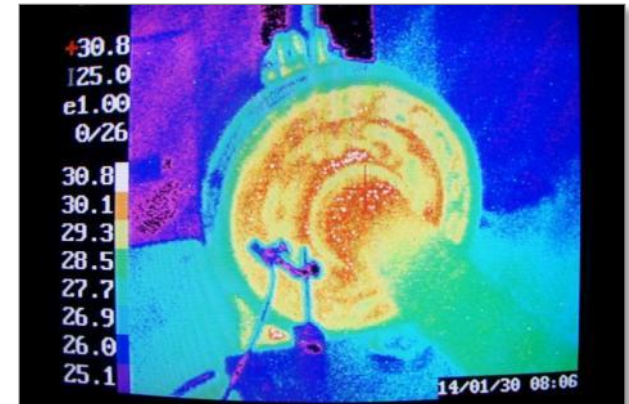
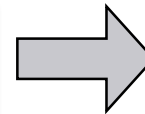
- 10 Mio. Lastwechsel im Dauerbetrieb, wechselnde Krafteinleitung
- Überwachung der Radtemperatur und -verdrehung

Ergebnis:

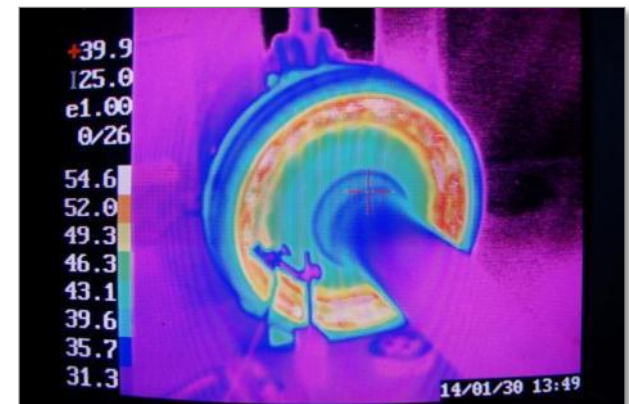
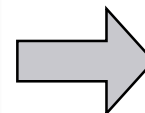
- Verifikation der Konstruktion
- Keine Gefährdungen



A)
80 km/h
50 kN Vertikalkraft



B) wie A)
zusätzlich
30 kN Querkraft



An 1:1-Rad/Schiene-Prüfständen lassen sich Räder, Schienen und andere Bahnkomponenten kosten- und zeitsparend erproben:

- Die Versuchsbedingungen sind i.d.R. gut reproduzierbar.
- Verschleiß- und Schädigungseffekte werden deutlich schneller sichtbar als im Betriebsversuch.
- Bei geeigneter Versuchsplanung treten die Produkteigenschaften und –unterschiede besser und klarer als im Gleis hervor.
- Der Prüfstandsversuch erlaubt eine Vorauswahl von Erfolg versprechenden Produkten und Verfahren.
- **Nachfolgende Betriebserprobung ist meist nicht zu ersetzen. Ihr Umfang wird aber durch Prüfstandsversuche signifikant reduziert.**