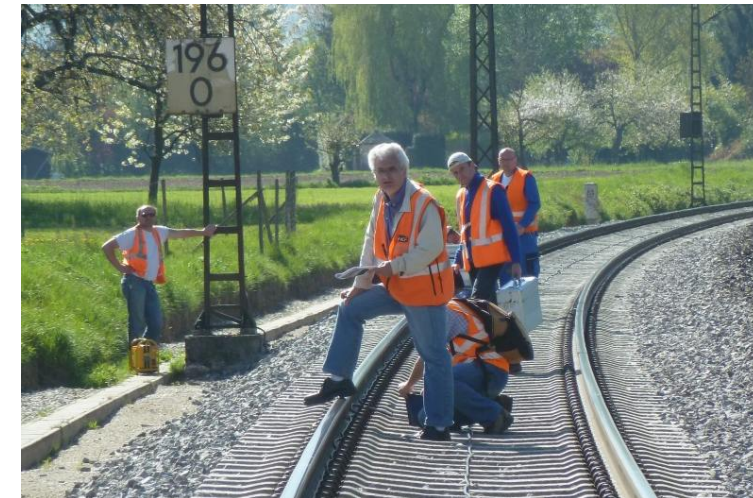


Erfahrungen mit hochfesten Schienenstählen

Schienenwerkstoffe für hoch beanspruchte Bögen – aktuelle Erprobungen bei der DB Netz AG

Fahrwegoptimierung des Rad/Schiene-Systems –
Technologischer Fortschritt für Sicherheit,
Wirtschaftlichkeit und Zuverlässigkeit

20. Internationale Tagung des Arbeitskreises Eisenbahntechnik
(Fahrweg)
der Österreichischen Verkehrswissenschaftlichen Gesellschaft - ÖVG



Quelle Bild: Tapp

DB Netz AG

Dr. Christian Tapp

I.NPF11(S)

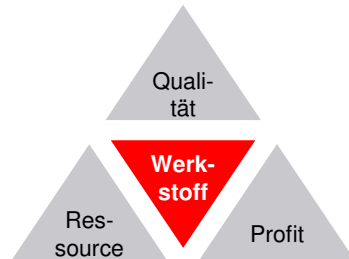
Salzburg - ÖVG - 20. int. Tagung, 17.09.2015

Die Herausforderung der DB Netz AG ergeben auch für die Werkstoffentwicklung von Schienen neue Anforderungen

Stoßrichtungen der DB Netz AG für nachhaltigen Unternehmenserfolg:

1. Kunde und Qualität

Erneuerung und Ausbau Infrastruktur



2. Profitables Wachstum

Verbesserung von Auslastung und Produktivität
- bis 2020 +35% (GV), +10% (PV)

3. Ressourcenschonung / Emissions- und Lärmreduktion

Schienenwerkstoff

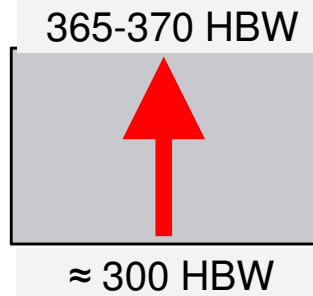
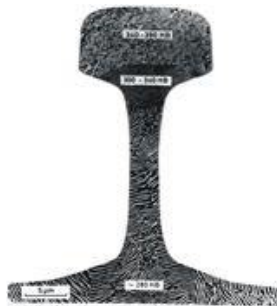
Anforderungen an die Werkstoffe

- Hohe Verfügbarkeit / Fahrkomfort
 - Sicherheit, beherrschbare Schienenfehler → planbare IH
 - Riffel- und Schlupfwellenarmut, unauffällige und instandhaltungsarme Schweißstöße
- Geringe Lebenszykluskosten unter Berücksichtigung des prognostizierte Wachstums
- Hohe Gesamtgedauer
 - Minimalinvasives MSS*
 - Hohe Profiltreue (längs / quer)

* Maschinelles Schienenschleifen

Bei der DB wurde in den letzten 6 Jahren der Einsatz der Schienenstahlsorten R350HT erfolgreich ausgeweitet

Kopfgehärtete Schiene (R350HT)

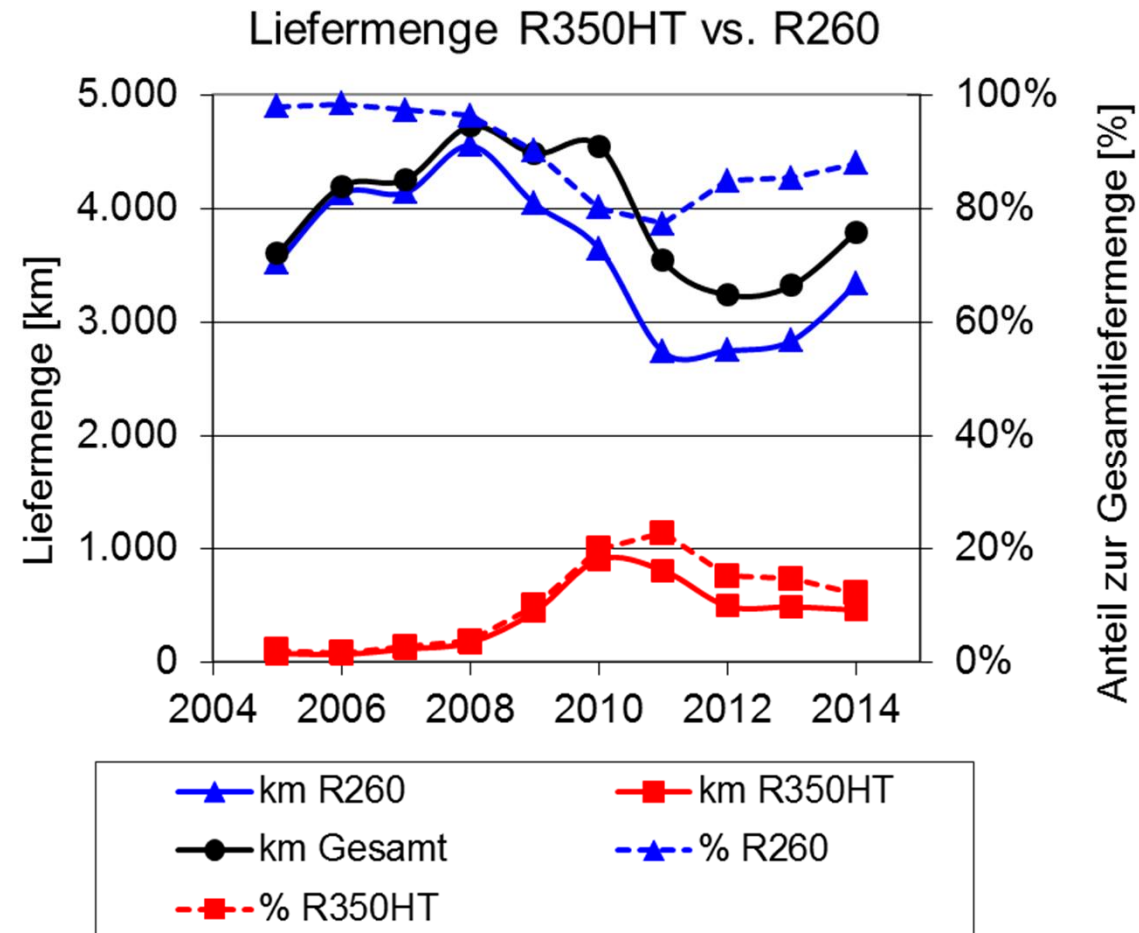


- Ausgangssituation**
- Einsatz R350HT bis R = 700 m zur Verschleißminderung
 - Bis R= 3000 m wird die Schienenliegedauer durch HeadChecks begrenzt

- Technologiehebel**
- Ausweitung des Einsatzbereichs auf R ≤ 1500 m
 - In Bereichen mit starkem HeadCheck-Aufkommen Ausweitung bis R ≤ 3000 m

- Nutzen**
- Geringeres HeadCheck Wachstum & Verschleiß → IH-Einsparung MSS
 - Mind. doppelte Schienenliegedauer
 - Höhere Verfügbarkeit (bes. Verkehrsknoten)

EBIT - Effekte

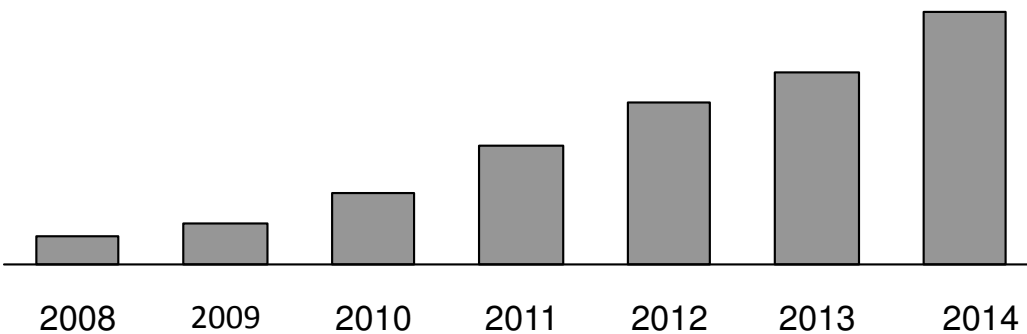


Maschinelle Schienenbearbeitung wird präventiv eingesetzt: R350HT und präventives MSS reduzieren die Schienenfehler

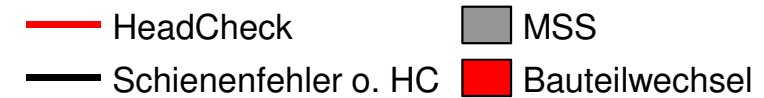
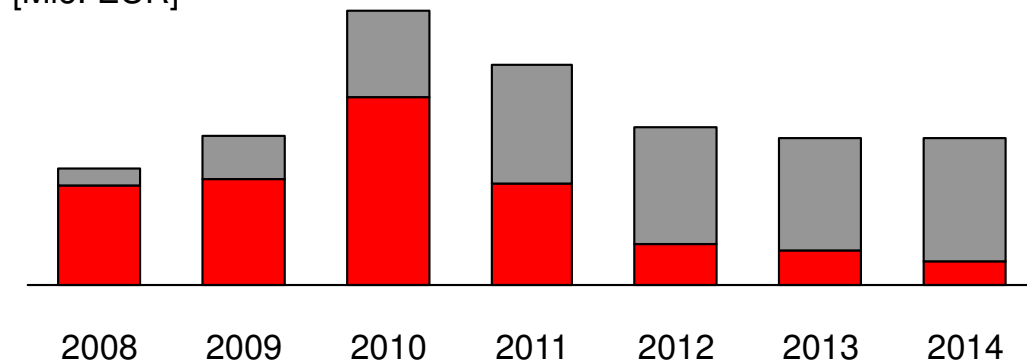
Prävention Gleise

Entwicklung Mengen und Budgets Gleise

Mengen MSS Gleise [Bearbeitungslänge]



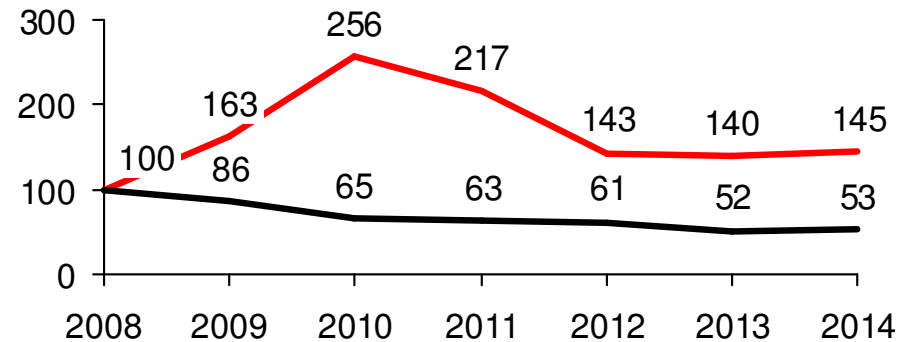
Budget [Mio. EUR]



Entwicklung Qualität

Schienenfehler in Gleisen

In % bezogen auf 2008

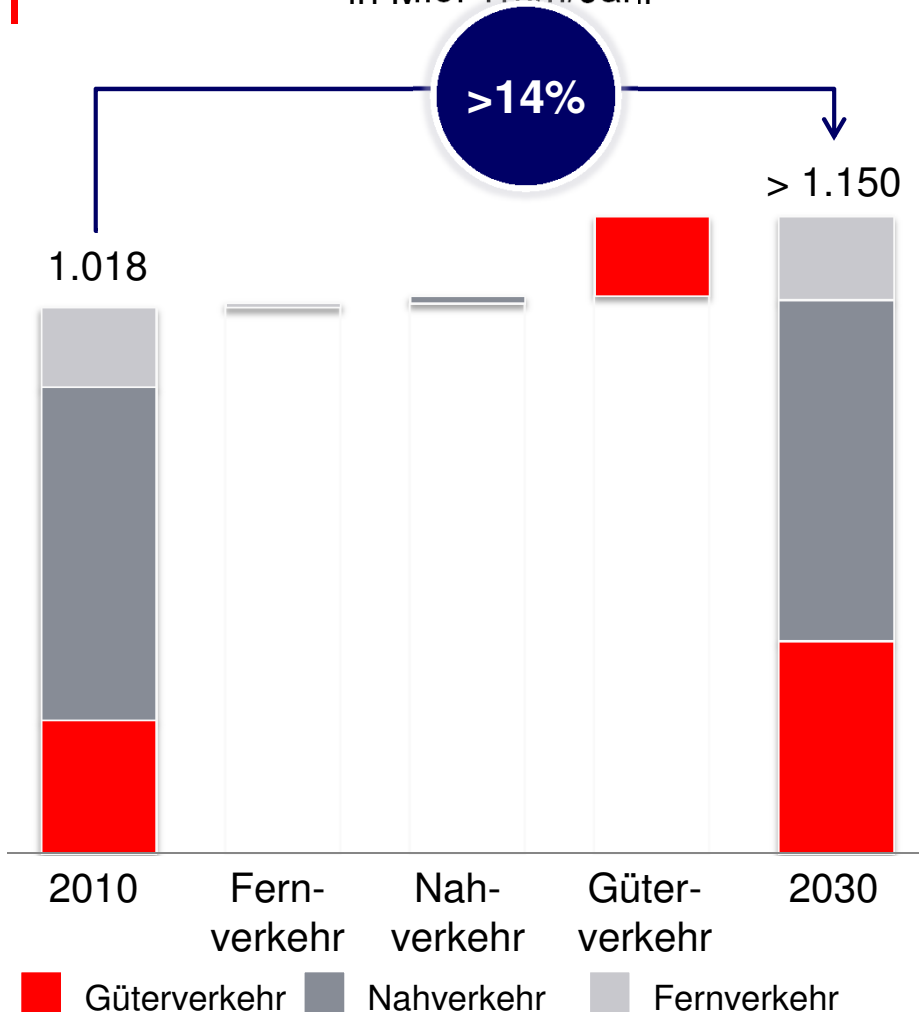


Ergebnis

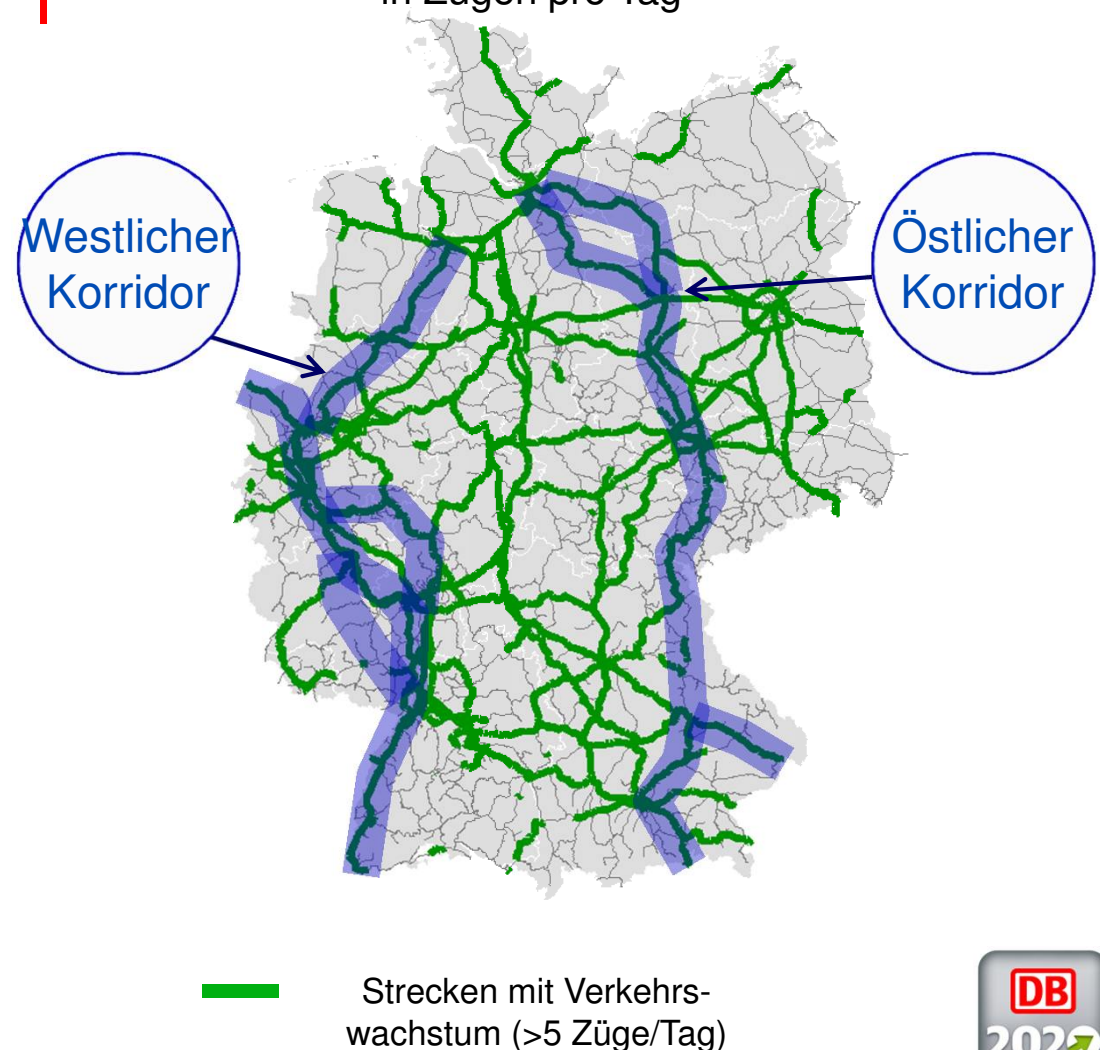
- Signifikante Reduzierung Schienenfehler HeadCheck und Schienenwechsel aufgrund von Schienenfehlern
- Steigerung der Produktivität maschinelle Schienenbearbeitung seit 2011 um 100%

Deutliches Verkehrswachstum auf der Schiene erfordert besonders für die Knotenpunkte innovative Lösungen

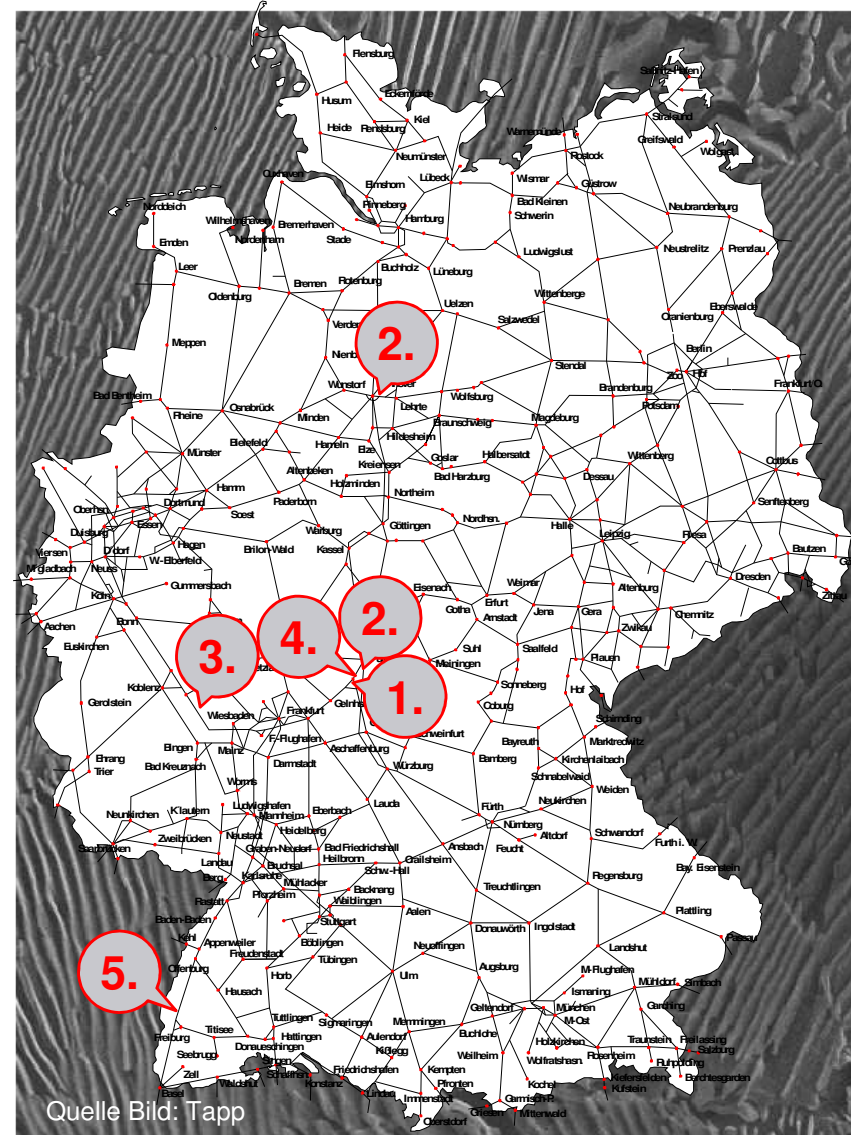
Entwicklung der Betriebsleistung
in Mio. Trkm/Jahr



Mehrung Züge 2030 ggü. 2010
in Zügen pro Tag



Aktuell wird bei der DB Netz AG Perlit von mehr als 350 Brinell und Bainit gegen RCF und Schlupfwellen (nur R400HT) getestet

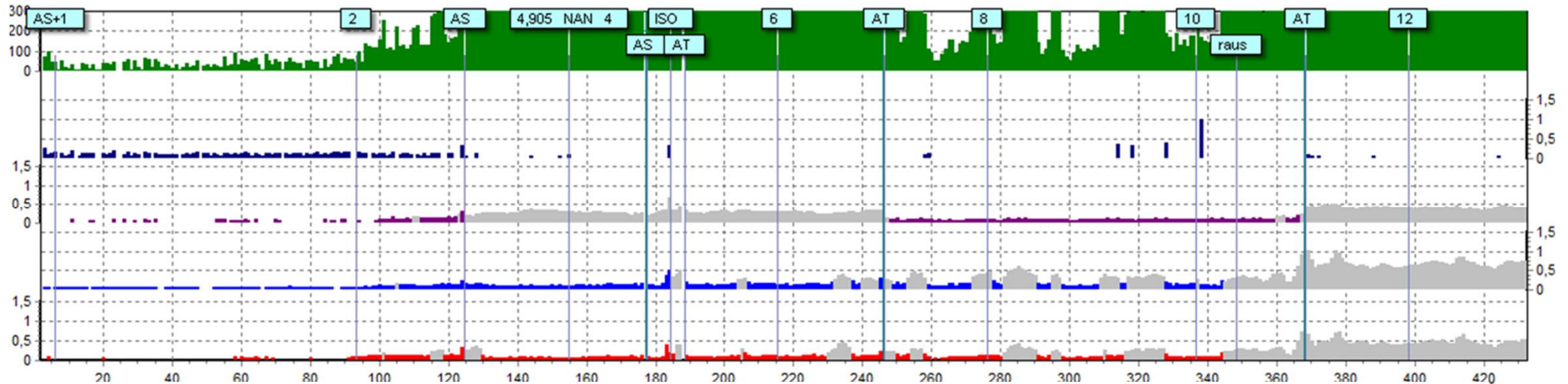


Quelle Bild: Tapp

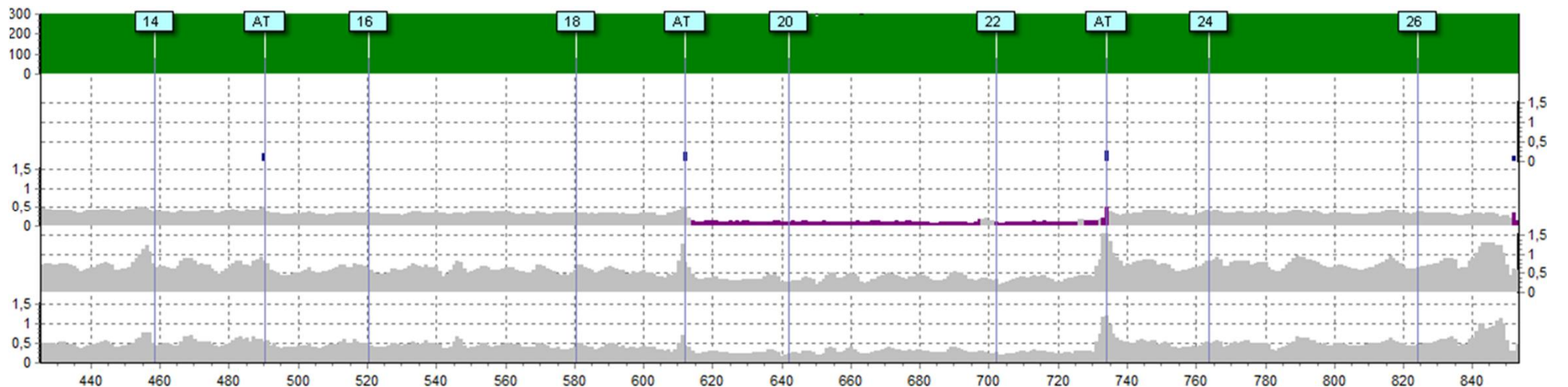
- 1. Sterbfritz**
 - Kassel – Fulda (R = 550 m)
 - R260; R350HT; R370CrHT, R400HT
 - Einbau: 2009, Abschluss: 2015
 - Eignung Perlit > 350 HB in Bögen mit HeadChecks?
 - Tendenz: HC-Tiefe geringer, ET-Prüfbarkeit unsicher (HB ↑)
- 2. Fulda Hannover**
 - Hannover (R ~ 574 m) und Fulda (R ~ 1500 m)
 - R350HT, R370CrHT, R400HT und R320Cr (nur in Fulda)
 - Nullmessung: 10/2011 (Hannover), 12/2012 (Fulda)
 - Eignung Perlit > 350 HB in Bögen mit HeadChecks?
 - Zwischenbilanz: 09/2014, Abschlussbericht: 12/2016
- 3. Loreley**
 - Kaub (R: 364 m und 740 m) und Eltville (R: 729 m und 802 m)
 - R350HT, R370CrHT
 - Neuschienenschleifen: 01/2010; Abschluss: 2014
 - Höhere Liegedauer durch R370CrHT gegenüber R350HT?
 - Verschleiß / HC reduziert (~ 15%) → keine neue Variante
- 4. Elm**
 - Elm (R: 270 - 298 m); seit 06/2014 – **noch keine Ergebnisse.**
 - R400HT, Einfluss auf Schlupfwellen?
- 5. 4000**
 - Schallstadt (2014), Kollmarsreute, Riegel, (R: 570 bis 3000 m)
 - Neuschienenschleifen: 11/2011 (bzw. 02/14); Abschluss: 2016
 - Drei der vier Bainte sind bislang frei von HeadChecks!

Mit der Wirbelstromprüfung wird die Risstiefe an vier Spuren, meterscharf geprüft – Beispiel: Testabschnitt in Sterbfritz

1.



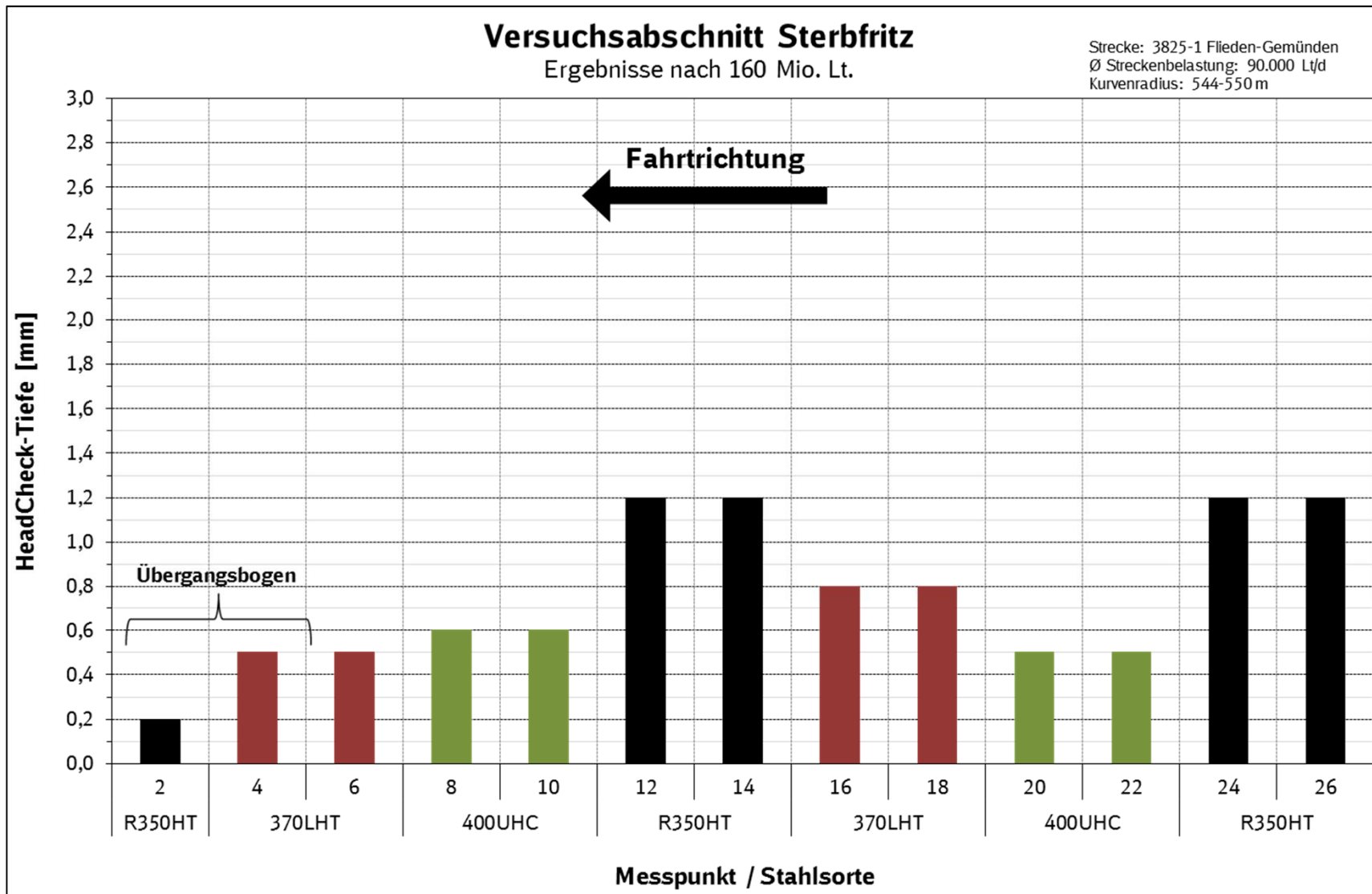
Protokoll der Wirbelstromprüfung von Oktober 2014 für die Versuchsschienen im 1. Abschnitt (MP 02-12)



Protokoll der Wirbelstromprüfung von Oktober 2014 für die Versuchsschienen im 2. Abschnitt (MP 14-26)

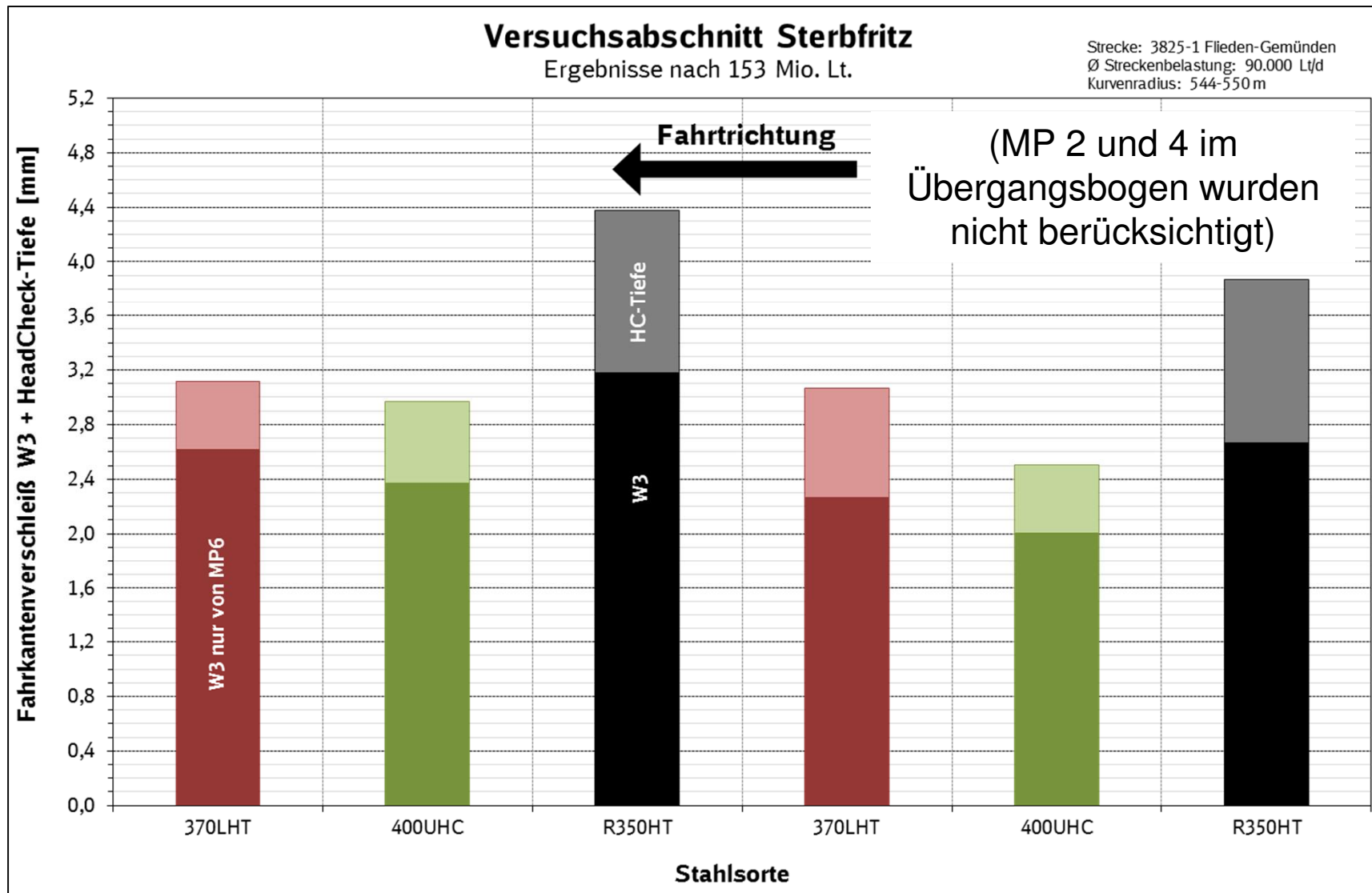
Für Bereiche von ca. 15m wird in einem 2. Schritt die max. HC-Tiefe der Versuchs- und Referenzschienen bestimmt

1.



- Kassel – Fulda (R = 550 m)
- R260; R350HT; R370CrHT, R400HT

Verschleiß und HC-Tiefe zusammen sind in Sterbfritz an R370CrHT und R400HT ca. 1/3 besser als an R350HT

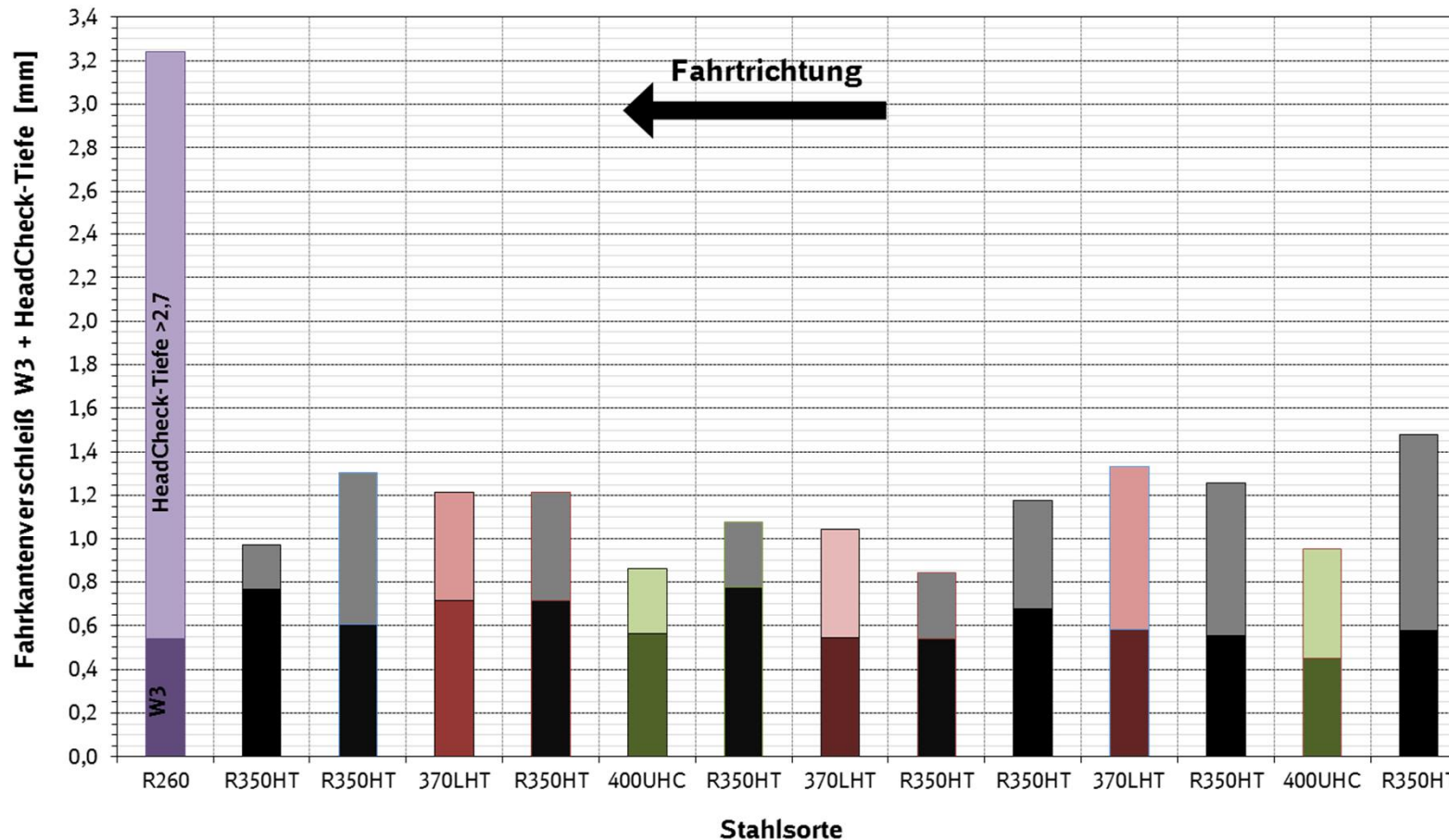


- Kassel – Fulda (R = 550 m)
- R260; R350HT; R370CrHT, R400HT

In Hannover ist die Gesamtschädigung an R400HT ca. 1/4 besser als an R370CrHT und R350HT – Erste Tendenz nach nur 41 Mio. Lt.

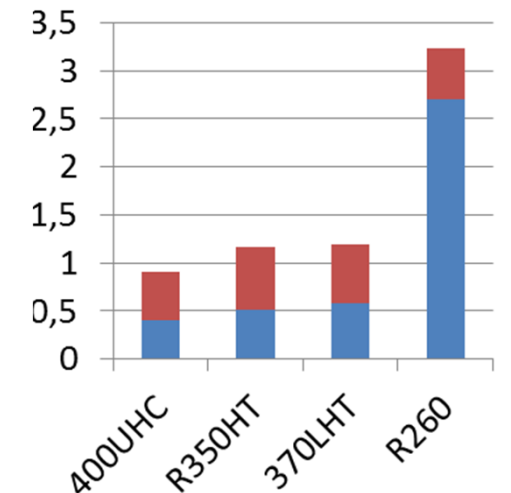
Versuchsabschnitt Hannover
Ergebnisse nach 41 Mio. Lt.

Strecke: 1710-2 Hannover-Celle
Ø Streckenbelastung: 47.000 Lt/d
Kurvenradius: 534-614 m



■ Hannover
(R ~ 574 m)

■ R260, R350HT,
R370CrHT,
R400HT

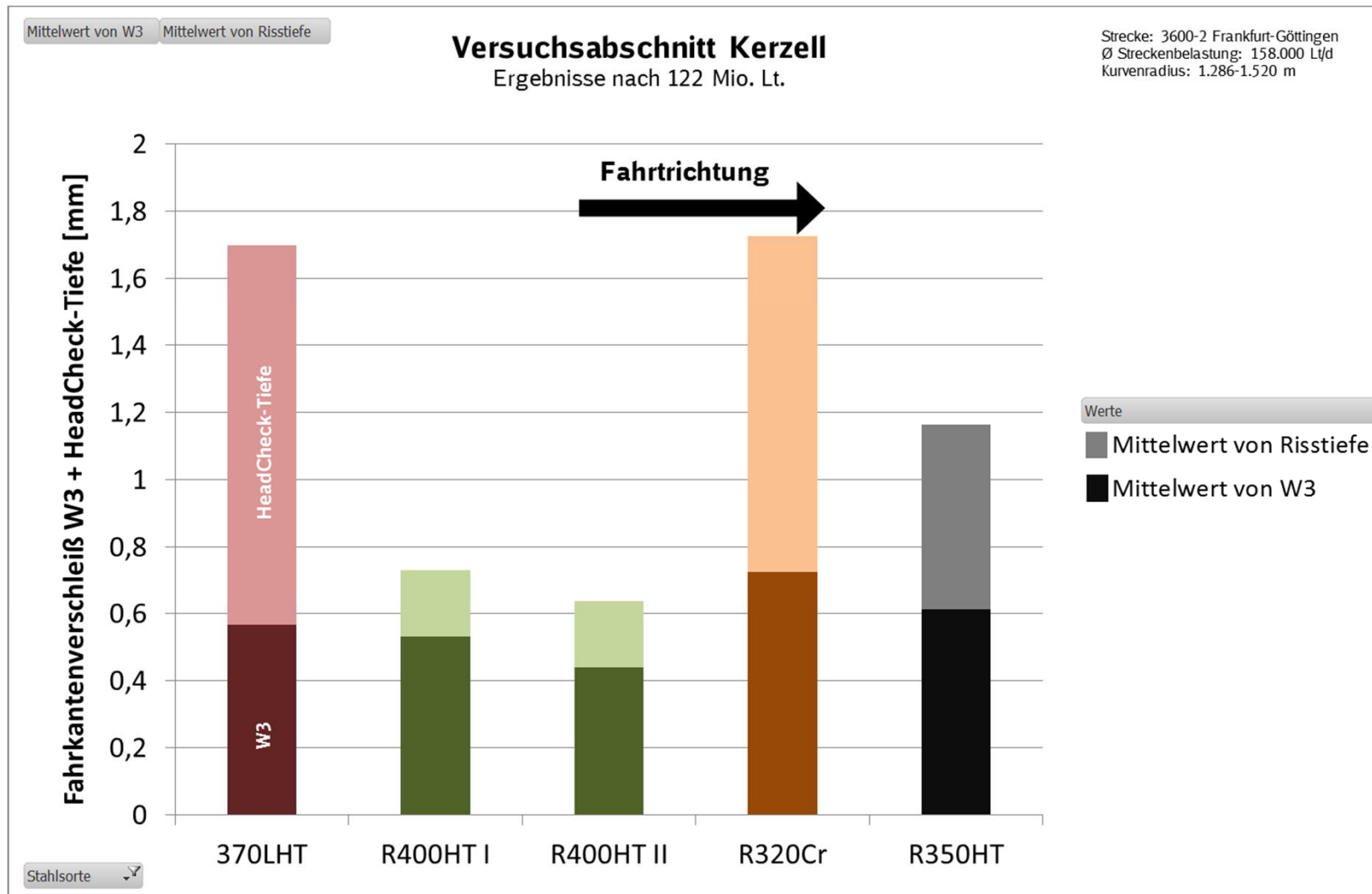


Werte

■ Mittelwert von W3

■ Mittelwert von Risttiefe

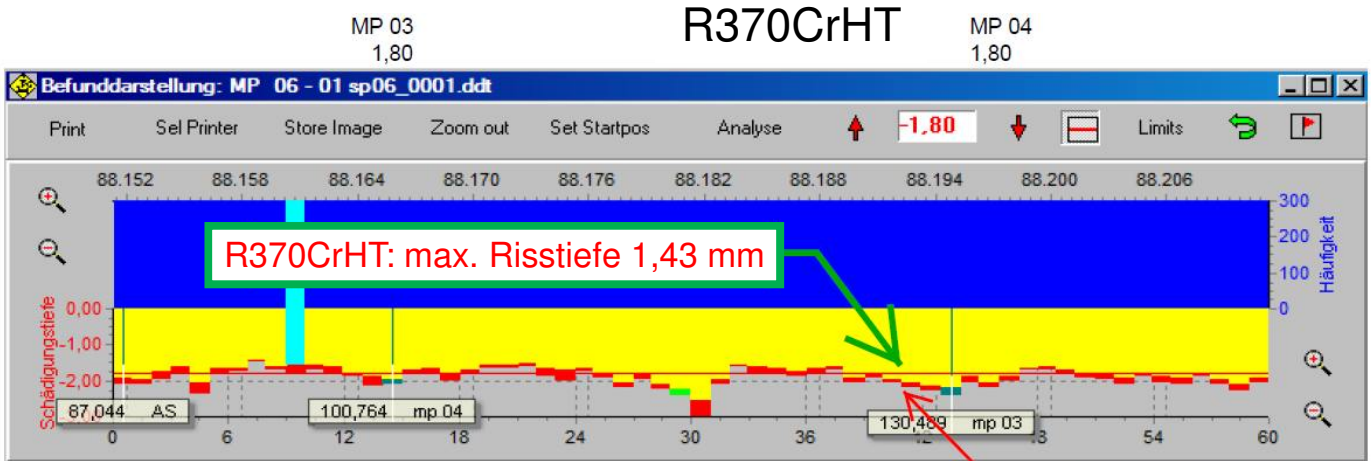
In Kerzell ist die Gesamtschädigung an R400HT ca. 2x besser als an R370CrHT und R350HT – Zwischenstand nach 122 Mio. Lt.



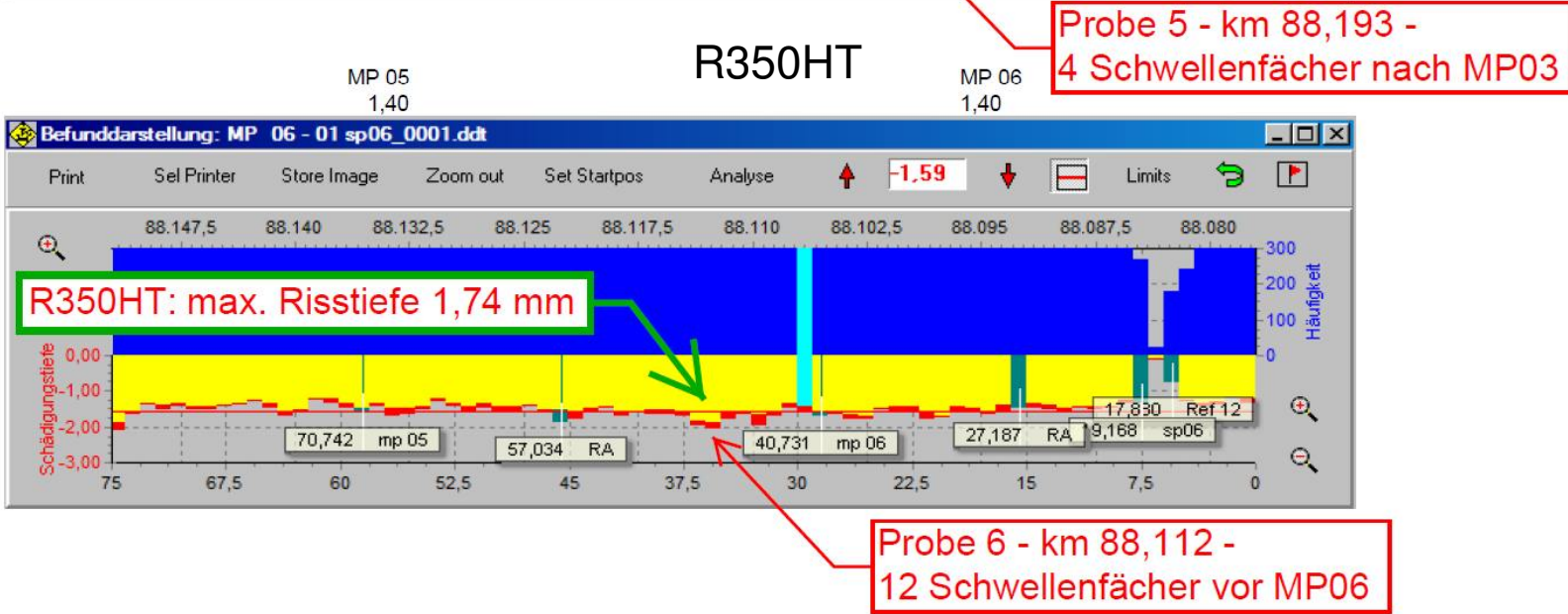
- Kerzell (R: 1286 – 1520 m)
- R350HT, R370Cr, R370CrHT, R400HT

Loreley: Beispiel für die Entnahme von Schienenproben zum Abgleich der Wirbelstromprüfung mit der ist-Schädigungstiefe

3.



- Kaub (R: 364 m und 740 m) und
- R350HT, R370CrHT
- Nach ca. 100 Mio. Lt

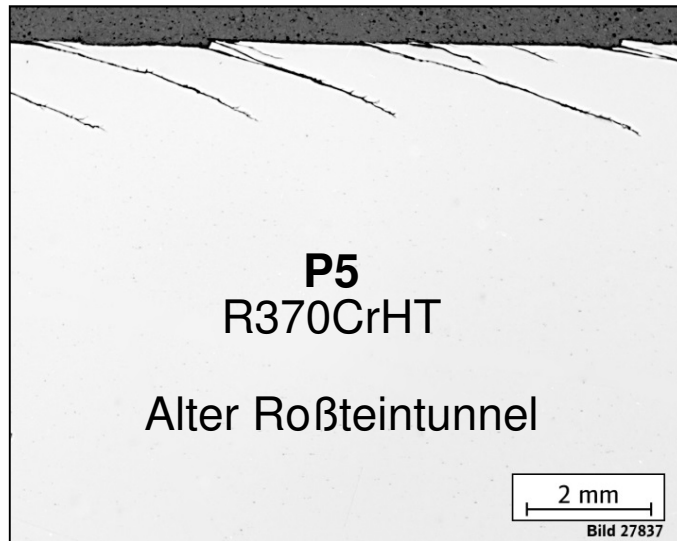


Fazit R370CrHT:

- Das HC-Wachstum streut in Tests stark gegenüber R350HT
- Im Mittel ist beträgt die Verbesserung ca. 15%

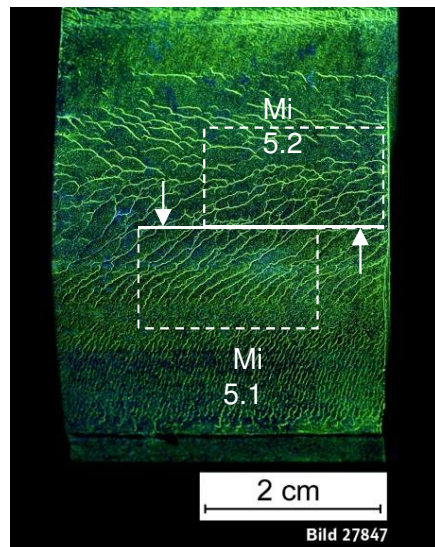
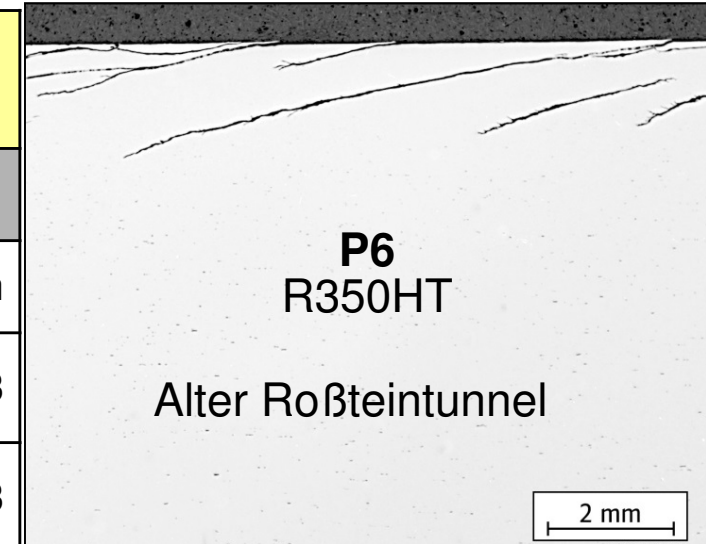
R370CrHT stellt keine wirtschaftliche Alternative zu R350HT dar

Loreley: Vergleich der Wirbelstromprüfung mit der zerstörenden Prüfung der Risstiefe zeigt leichte Abweichungen



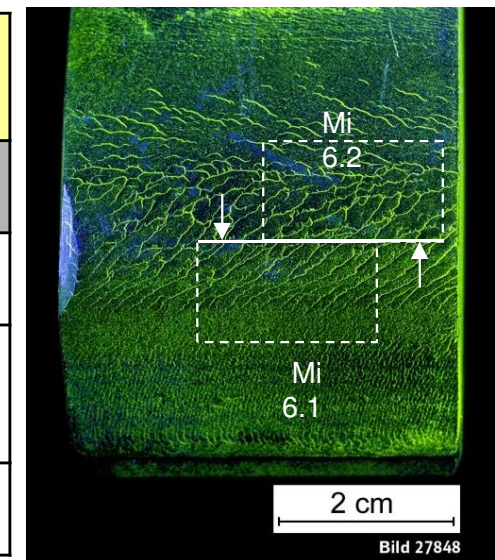
■ Im Alten Roßteintunnel wurden mit der ET Prüfung die Risstiefen teilweise überschätzt:

Schiene	P5 R370CrHT	P6 R350HT
Head Check-Tiefe (max.)	1,43 mm	1,74 mm
HC-Stufe gemäß Rissuntersuchung	4	3
HC-Stufe lt. ET-/ UT-Befund	3	3



■ Im Neuen Roßteintunnel wurden mit der ET Prüfung die Risstiefen an allen Proben überschätzt:

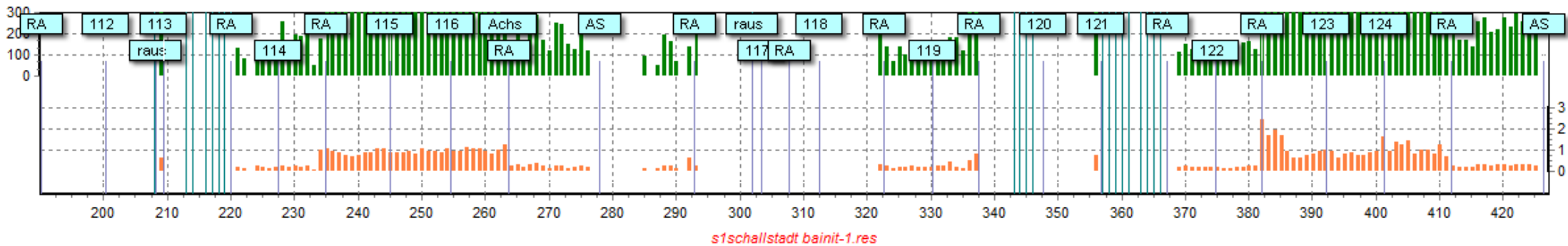
Schiene	P1 R350HT	P2 MHH	P3 MHH	P4 R350HT
Head Check-Tiefe (max.)	1,44 mm	1,30 mm	1,24 mm	1,46 mm
Head Check-Stufe gemäß Rissuntersuchung	4	4	4	4
HC-Stufe lt. ET-/ UT-Befund	3	3	3	3



Die Alternative Bainit: In den Versuchsbögen von 570 – 3000 m Radius bleiben der CrB1400 und der Bainit II HC-frei: Schallstadt (571 m)

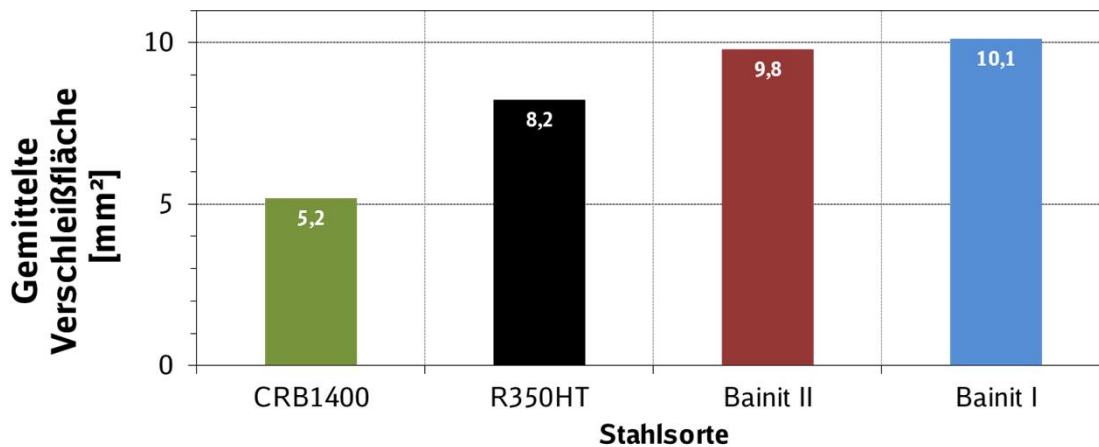
5.

Bainit II R350HT Bainit I R350HT 1400Crb R350HT Bainit II Bainit I R350HT



Versuchsabschnitt Schallstadt
 Ergebnisse nach 50 Mio. Lt.

Strecke: 4000-2 Mannheim-Basel
 Ø Streckenbelastung: 130.000 Lt/d
 Kurvenradius: 571 m



- Verschleiß und Schädigung sind bislang gering
- Im 571 m Bogen erreicht der Verschleiß nach 50 Mio. LT bei R350HT die gleiche Größe, wie in Kollmarsreute (R = 1801 m) nach 138 Mio Lt.; Bainit II und Bainit I sind vergleichbar R350HT, CrB1400 ist besser
- HC frei und damit IH-arm, bleiben nur CrB1400 und Bainit II
- **Aber: Eine Schwachstelle sind derzeit noch die Verbindungsschweißungen!**

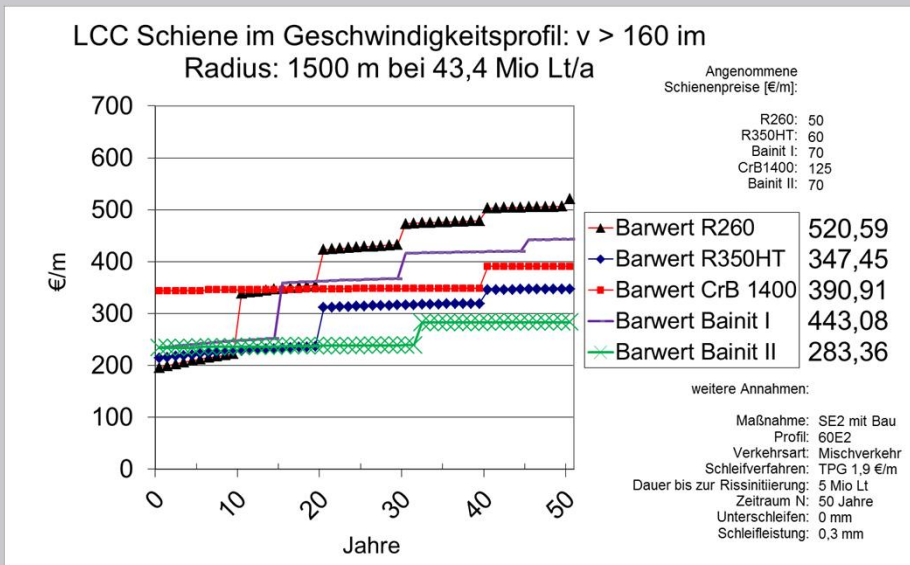
Fazit: R400HT kann eine Variante in engen Bögen sein – Die DB Netz AG sieht zukünftig einen größeren Einsatzbereich für Bainit

Prämissen: LCC senken und Variantenvielfalt der Produkte begrenzen

Bainit

1

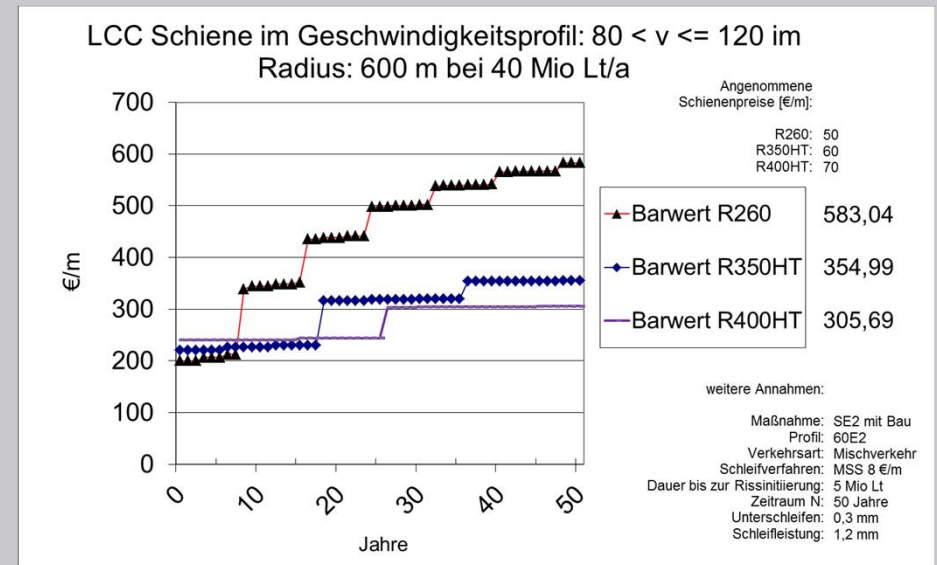
- Rissfreie bainitische Werkstoffe haben je nach Beschaffungspreis einen Einsatzbereich von 600 bis 3000 m (für sehr hoch belastete Strecken).
- Die Verbindungsschweißen ertragen derzeit noch nicht, die in den LCC unterstellte Lebensdauer.



Hochfester Perlit

2

- Die Stahlsorte R370CrHT ist für die DB Netz AG keine wirtschaftliche Variante neben R350HT.
- R400HT kann in Bögen kleiner etwa 700 m mit einer sehr hohen täglichen Belastung, einen technisch-wirtschaftlichen Vorteil bieten.



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit



Quelle Bild: Tapp

Vielen Dank an alle Unterstützer der Gleiserprobungen!