

# Neuentwicklungen zum Schutz von Radsätzen im Hochgeschwindigkeitsverkehr

Dipl.-Ing. Franz Murawa  
Bochumer Verein Verkehrstechnik GmbH

ZfP im Eisenbahnwesen  
5. Fachtagung, 4. – 6. März 2008, Wittenberge

1

## Auslegung und Schutz von Radsätzen



Auslegung: EN 13103/13104  
EN 13979-1  
Fertigung: EN 13260  
EN 13261  
EN 13262

### Eine Randbedingung bei der Auslegung von Radsatzwellen:

Die zulässigen Spannungen sind nur anwendbar, wenn die Instandhaltungspolitik einen wirksamen Schutz gegen Korrosion während der Lebensdauer der Wellen sicherstellt.



ZfP im Eisenbahnwesen  
5. Fachtagung, 4. – 6. März 2008, Wittenberge

2

## Korrosionsschutz an Radsatzwellen Anforderungen der EN 13261

*Klasse 1: Atmosphärische Korrosion und äußerer mechanischer Angriff*

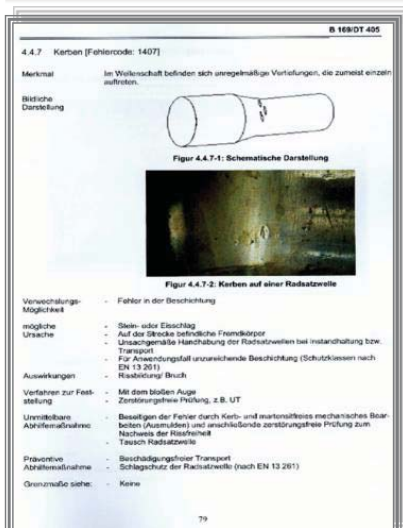
*Klasse 2: Korrosive Produkte*

*Klasse 3: Atmosphärische Korrosion*

*Klasse 4: Atmosphärische Korrosion und Auslastung < 60%*

	Klasse 1	Klasse 2	Klasse 3	Klasse 4
Dicke der Beschichtung	x	x	x	-
Haftung der Beschichtung	x	x	x	-
Stoßfestigkeit	x	-	-	-
Widerstand gegen Abrieb	x	x	x	-
Salzwasserbeständigkeit	x	x	x	-
Beständigkeit gegen korrosive Medien	-	x	-	-
Widerstand gegen zyklische mechanische Belastung	x	x	x	-

## Schädigungen am Radsatz



Auszug aus UIC B 169/DT 405  
Schadkatalog Räder/Radsatzwellen/  
Radsätze, Teil 1

**Merkmale:**

Im Wellenschaft befinden sich unregelmäßige Vertiefungen, die zumeist einzeln auftreten.

**Mögliche Ursachen:**

Stein- oder Eisenschlag, auf der Strecke befindliche Fremdkörper usw.

**Auswirkungen:**

Rissbildung/Bruch

**Verfahren zur Feststellung:**

Mit bloßem Auge  
Zerstörungsfreie Prüfung, z.B. UT

**Abhilfemaßnahme:**

Beseitigen der Fehler durch Ausmulden und anschließende zerstörungsfreie Prüfung zum Nachweis der Rissfreiheit.

## Mögliche Betriebsbeeinflussungen



Steinschlagschäden nach  
Hochgeschwindigkeitsfahrten  
auf Schottergleis

ZfP im Eisenbahnwesen  
5. Fachtagung, 4. – 6. März 2008, Wittenberge

5

## Schlagschutz

**Korrosionsschutz:** 1K-PVB-Primer, 20 – 30  $\mu\text{m}$   
1K-Copolymer (WUS), min. 150  $\mu\text{m}$   
**Schlagschutz:** 2K-PU (Terotex), Schichtdicke min. 6 mm



ZfP im Eisenbahnwesen  
5. Fachtagung, 4. – 6. März 2008, Wittenberge

6

## Schlagschutz

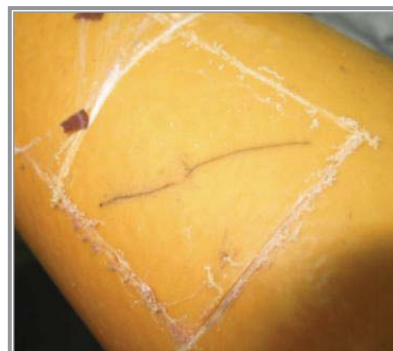


ZfP im Eisenbahnwesen  
5. Fachtagung, 4. – 6. März 2008, Wittenberge

7

## Schlagschutz

Schlagschutz mit unzureichendem Korrosionsschutz der Radsatzwelle



Langer Riss im Schlagschutz  
Ursache: Im flachen Winkel  
auftretender Fremdkörper

ZfP im Eisenbahnwesen  
5. Fachtagung, 4. – 6. März 2008, Wittenberge

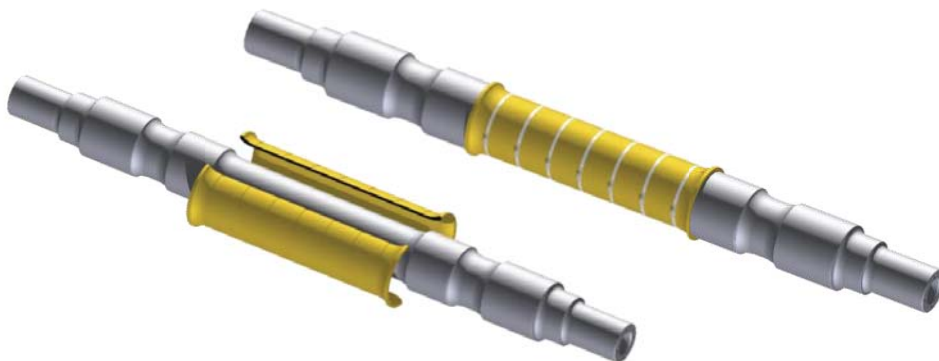
8

- Anzuwendende Regel der Technik: prEN 45545-2:2004  
Brandschutz in Schienenfahrzeugen – Teil 2: Anforderungen an das Brandverhalten von Werkstoffen und Bauteilen
- Aufgeführte Elemente; Außerhalb gelegen

Element Nr.	Name	Beschreibung	Anforderung
EX 11	Antriebsbauteile	Radsätze, Scheibenbremsen	R8
EX 12	Räder		R6

- Anzuwendende Prüfverfahren

Anforderung	Standard	Verfahren
R5, R6	ISO 5660-1 MARHE	Prüfung zum Brandverhalten von Baustoffen – Wärmefreisetzung, Rauchentwicklung und Masseverluste – Teil 1: Wärmefreisetzungsrate
R5/R6	EN ISO 5659-2 D <sub>s</sub> (4), VOF4, CIT	Kunststoffe – Rauchentwicklung – Teil 2: Bestimmung der optischen Dichte durch Einkammerprüfungen
R6	ISO 5658-2 CHF	Brandverhalten von Baustoffen – Flammenausbreitung – Teil 2: Seitliche Ausbreitung auf Baustoffen in vertikaler Anordnung



### U.a. zu klärende Fragestellungen:

- Relativbewegungen zwischen Schutzeinrichtung und zu schützendem Bauteil
- Beschussfestigkeit von Schutzeinrichtung und Befestigungssystem
- Verhalten des darunter liegenden Korrosionsschutzes bei schlagartiger Beanspruchung
- Brandverhalten

## Schadenstolerantes Design



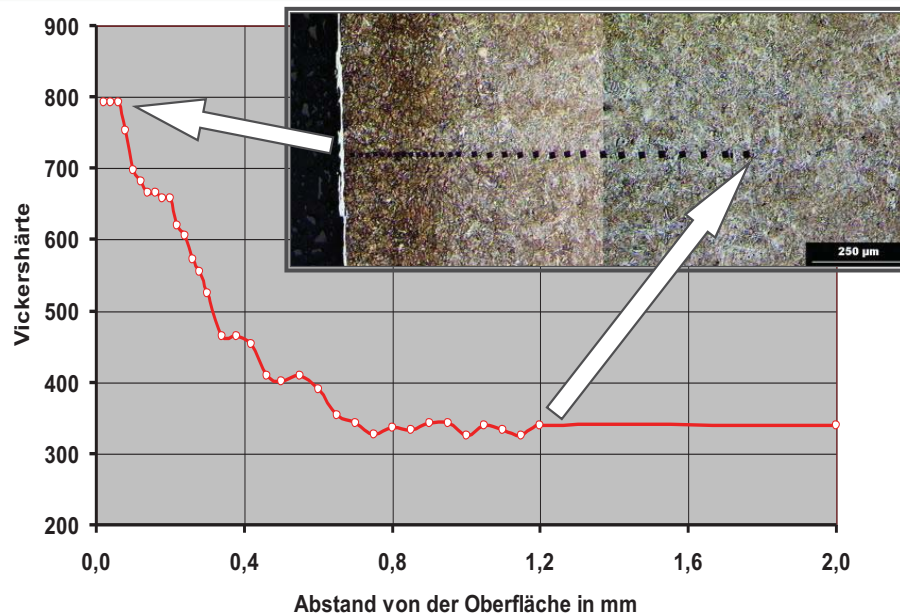
Nach DIN EN 13261 –  
Produktanforderungen ist ein  
Korrosionsschutz nicht  
erforderlich bei 60 %-iger  
Ausnutzung der zulässigen  
Spannungen.

Lager	Radsitz	Brems- scheibensitz	Wellenschaft	Wellen- gewicht
130/160 mm	194 mm	197 mm	168 mm	342 kg
	206 mm	207 mm	190 mm	404 kg

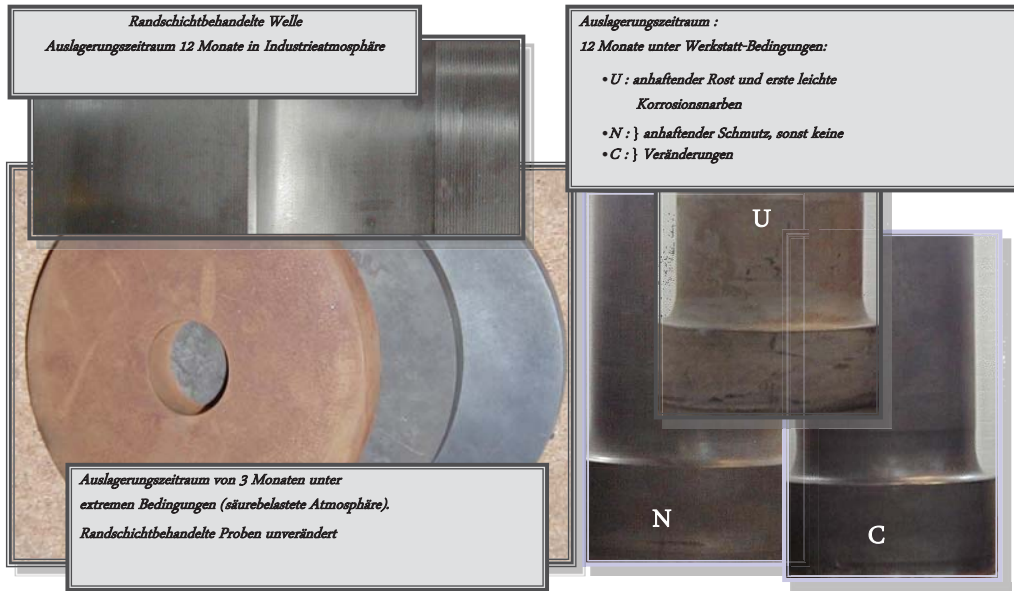
**Geklärt werden muss, ob aufgrund der dadurch geringeren Bauteilspannungen bei vorhandenen rissähnlichen Anfangsschädigungen Risswachstum vermieden wird.**

## Randschichtbehandelte Wellen

Mikrohärtetiefe über der nitrierten Oberflächenzone



## Randschichtbehandelte Wellen Korrosionsschutzwirkung



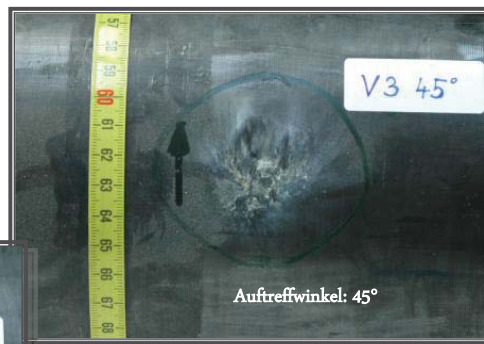
ZfP im Eisenbahnwesen  
5. Fachtagung, 4. – 6. März 2008, Wittenberge

13

## Randschichtbehandelte Wellen Stoßfestigkeit

### Verhalten bei Schotterflug

Prüfkörper: Gleisschotter „Dunit“  
Gewicht: 200 g  
Aufreffgeschwindigkeit: 360 km/h



ZfP im Eisenbahnwesen  
5. Fachtagung, 4. – 6. März 2008, Wittenberge

14

- Durch das BVV-Randschichtverfahren kann die Dauerfestigkeit im Bereich der Press- und Lagersitze signifikant um über 50% im Vergleich zu Wellen aus einem vergleichbaren höherfesten Werkstoff, deren Sitze ebenfalls mit Molybdän beschichtete sind, angehoben werden.
- Die Dauerfestigkeit der Presssitze randschichtbehandelter Wellen reagiert unempfindlich auf abnehmende D/d-Verhältnisse. Erst bei dem Durchmesser Verhältnis von 1,06 traten bei den Versuchen auch Schäden im Sitz auf. Damit eignet sich das BVV-Randschichtverfahren auch besonders für Wellen mit ungünstigen Geometrien.
- Randschichtbehandelte Wellen verfügen über eine hohe Korrosionsbeständigkeit und Schlagfestigkeit.

- Oberflächenschäden an Radsatzbauteilen können die Ermüdungsfestigkeit beeinflussen und müssen beseitigt werden.
- Das Gefährdungspotential steigt bei hohen Geschwindigkeiten auf Schottergleis.
- Gefährdet sind vor allem die Radsatzwellen.
- Für Schlagschutzbeschichtungen auf Kunststoffbasis wurde Wirksamkeit und Betriebstauglichkeit nachgewiesen und geeignete Reparaturverfahren entwickelt. Die Ultraschall-Prüffähigkeit ist sicher gestellt. Bezüglich Brandschutznachweise und deren Anwendbarkeit nach EN 45545-XX besteht noch Klärungsbedarf.
- Radsatzprotektoren sind u.a. aus mechanischer Sicht nicht unkritisch. Dazu bedarf die Fragestellung möglicher Unterrostungen einer Klärung. Bei Verwendung von Kunststoffen ist der Brandschutz ebenfalls zu beachten.
- Schadenstolerante Auslegungen sind möglich, erfordern aber neben der deutlich höheren Masse weitere Forschungsaktivitäten.
- Randschichtbehandelte Radsatzwellen können eine Alternative sein, bedürfen aber ebenfalls noch weiterer Untersuchungen.



Schutzmaßnahmen gegen Schlagbelastungen an den Radsatzbauteilen können nur Sekundärmaßnahmen sein, wie z.B. die Knautschzone am Kfz. Ziel muss die Vermeidung schädigender Ereignisse sein.

## **Neuentwicklungen zum Schutz von Radsätzen im Hochgeschwindigkeitsverkehr**

*Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit*