

Sicherheit gegen Entgleisen in Gleisverwindungen und Radaufstandskraftverteilung

Eine moderne Versuchsanlage in Valenciennes

Hinnerk Stradtman
Peter Groll
Jean Marie Vanzemberg

Graz, 13.09.2011

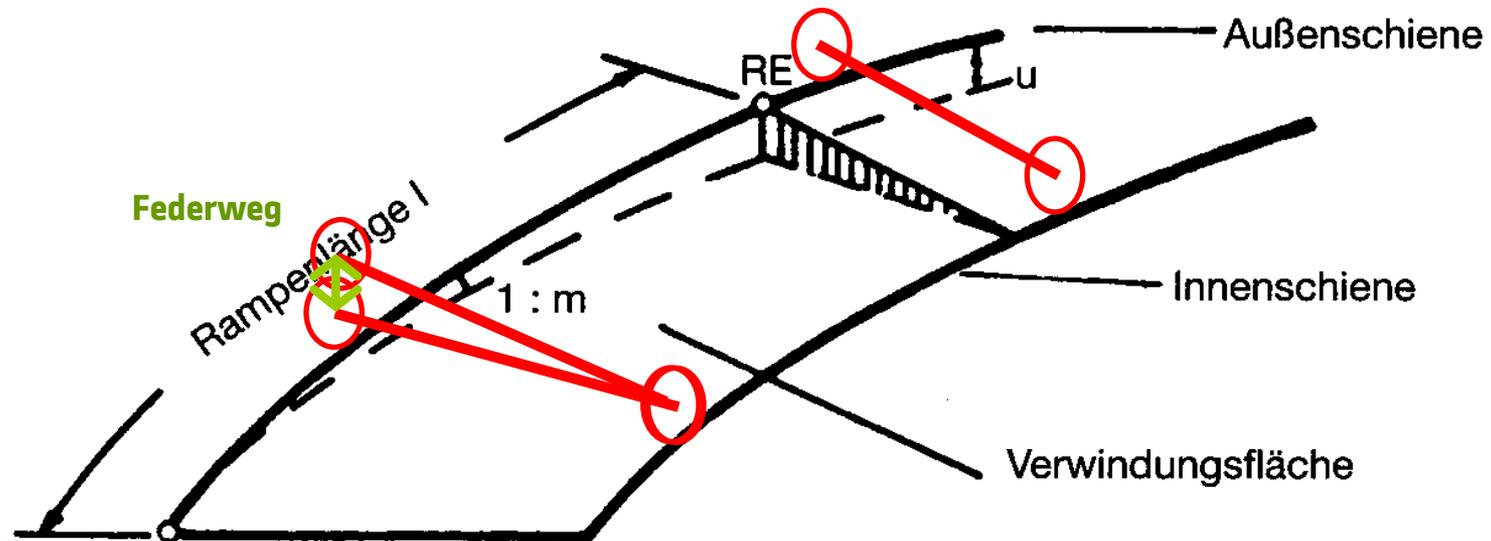
TRANSPORT |



Inhalt

1	Prüfung der Sicherheit gegen Entgleisen	Seite 3
2	Einfluss der Radaufstandskraftabweichung	Seite 7
3	Unsicherheiten bei Radaufstandskraftmessungen	Seite 9
4	Die Versuchsanlage des CEF Valenciennes	Seite 14
5	Plausibilitätsprüfung Radaufstandskraftmessanlage	Seite 21

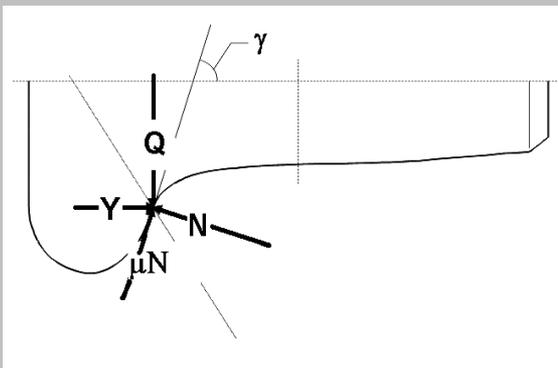
Fahrzeug in Gleisverwindung Mechanismus des Aufkletterns



Verwindungsentgleisung

- Große Führungskraft bei
- kleiner Radaufstandskraft
- großer Spurkranzreibung

Kritisch:
Langsame Ausfahrt aus überhöhtem Bogen



Prüfung der Sicherheit gegen Entgleisen in Gleisverwindungen

Kombiniertes Verfahren: Verwundener Messgleisbogen

Aufkletterweg dz

bei langsamer Fahrt

- 150-m-Bogen
- Grundverwindung 3 mm/m
- Beilagen für Prüfverwindung
- auf trockenen Schienen



Aufkletterweg
dz ≤ 5 mm

Separates Verfahren: Verwindeprüfstand & Ebener Messgleisbogen

Radaufstandskraft Q

Mittelwert

- Radaufstandskraftabweichung
- Radentlastung aus Verwindung
- + Belastung aus Querkraft



Verwindesteifigkeit
ctA in kN/ 0/00

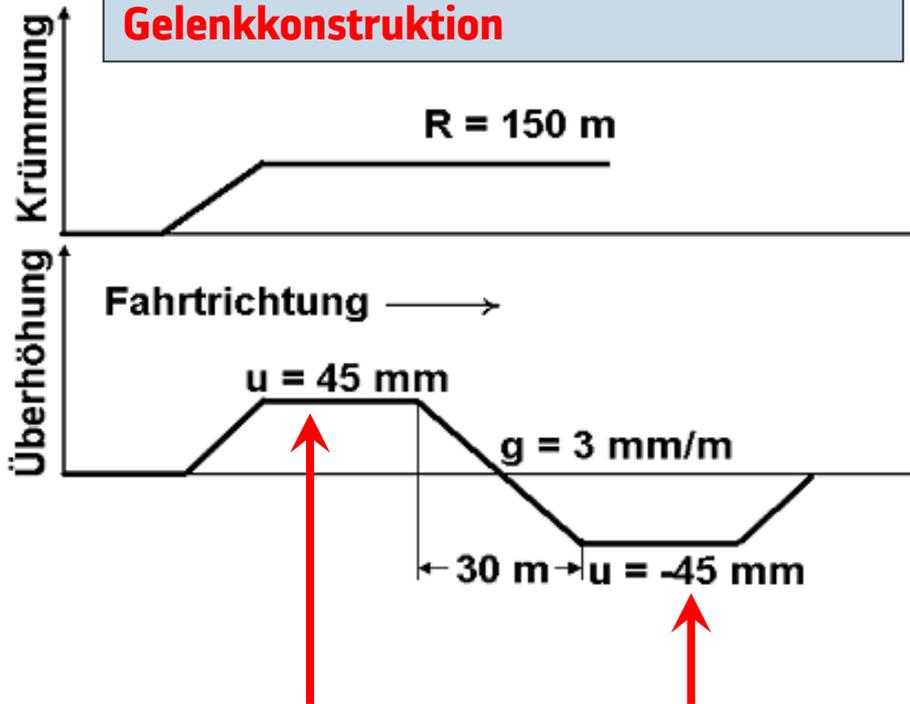
Führungskraft Y

im 150-m-Bogen

Koeffizient
Y/Q ≤ 1,2

Verwundener Messgleisbogen und Prüfverwindung von Gliederzügen

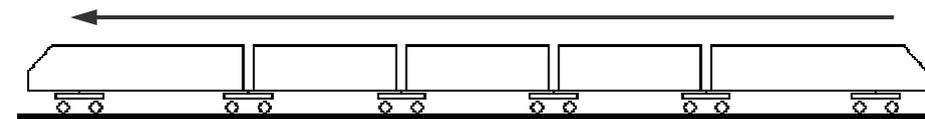
Anforderung Abhängig von Verwindemomentenübertragung der Gelenkkonstruktion



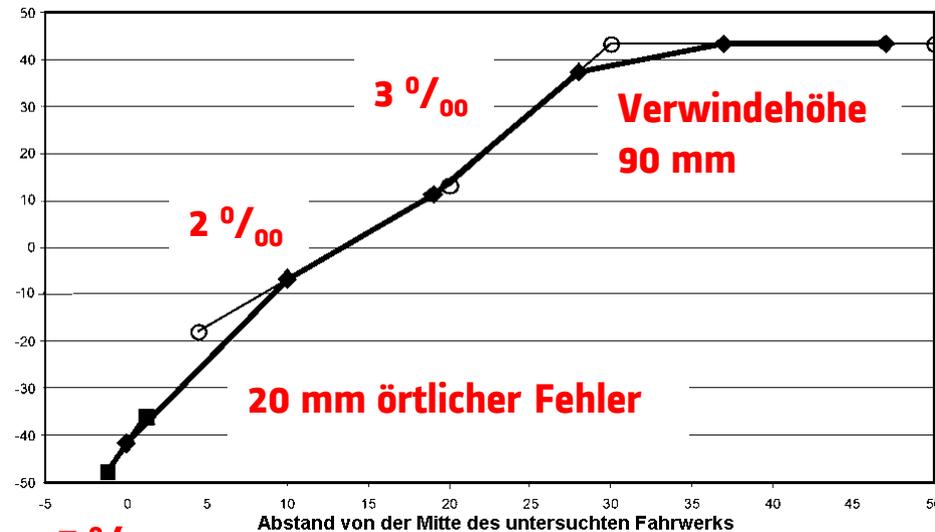
**Prüfung langer Gliederzüge:
Lange Bereiche konstanter
Überhöhung hilfreich**

EN 14363:

Weiterentwicklung ORE-B55 für Gliederzüge



Verwindehöhe in mm

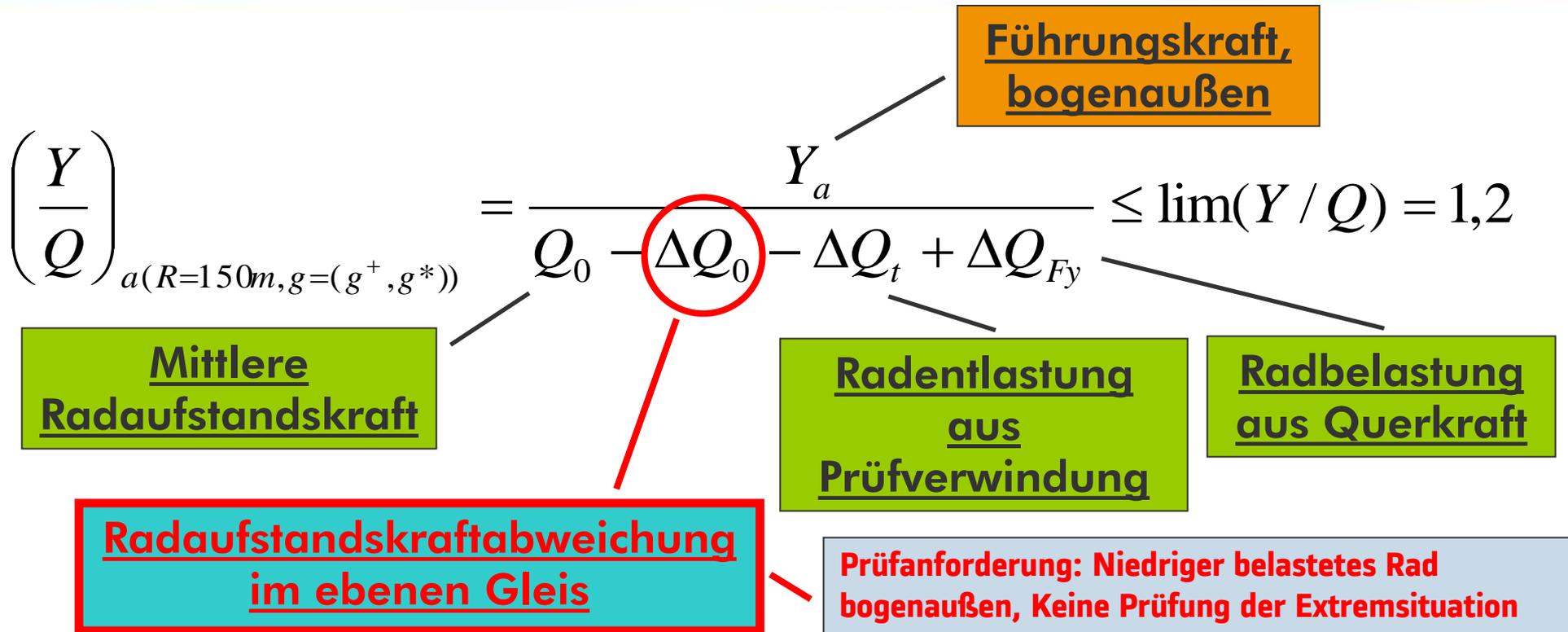


**Definierte Prüfverwindung erfordert
Beilagen zur Anpassung**

Inhalt

1	Prüfung der Sicherheit gegen Entgleisen	Seite 3
2	Einfluss der Radaufstandskraftabweichung	Seite 7
3	Unsicherheiten bei Radaufstandskraftmessungen	Seite 9
4	Die Versuchsanlage des CEF Valenciennes	Seite 14
5	Plausibilitätsprüfung Radaufstandskraftmessanlage	Seite 21

Einfluss der Radaufstandskraftabweichung im ebenen Gleis auf die Sicherheit gegen Entgleisen



CR TSI Loc&Pas (und DIN 27201-5) lassen allgemein eine Radaufstandskraftabweichung von 5% zu

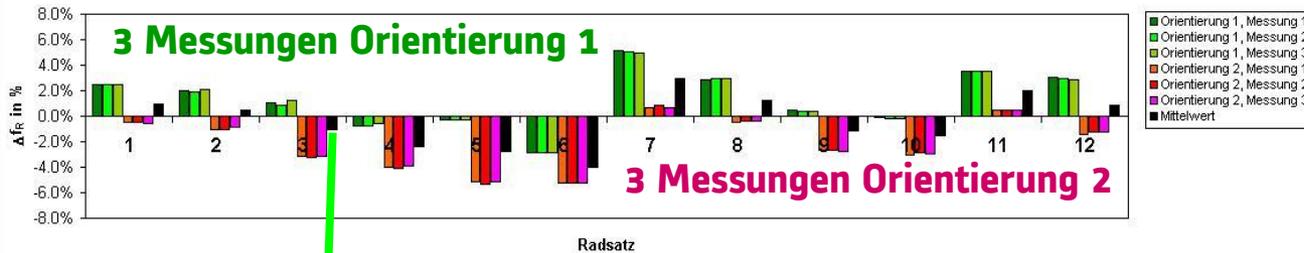
Höhere Grenzwerte können festgelegt werden, wenn die Sicherheit gegen Entgleisen dies erlaubt

Inhalt

1	Prüfung der Sicherheit gegen Entgleisen	Seite 3
2	Einfluss der Radaufstandskraftabweichung	Seite 7
3	Unsicherheiten bei Radaufstandskraftmessungen	Seite 9
4	Die Versuchsanlage des CEF Valenciennes	Seite 14
5	Plausibilitätsprüfung Radaufstandskraftmessanlage	Seite 21

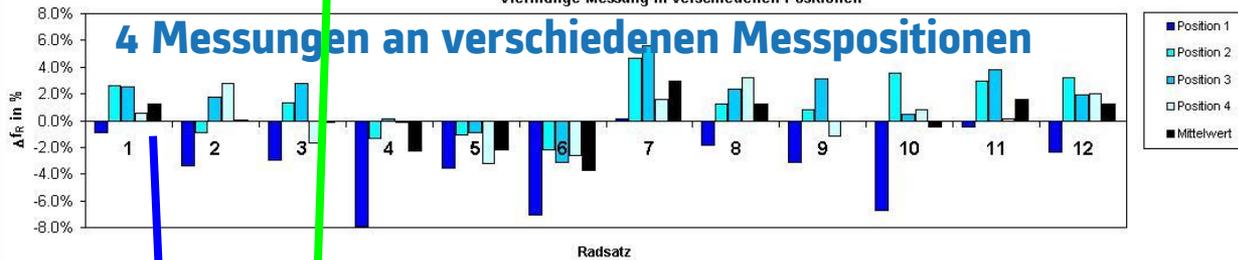
Vergleich gemessener Radaufstandskraftverteilungen

Zug mit 12 Radsätzen
Relative Radaufstandskraftabweichungen
Dreimalige Messung in zwei Orientierungen



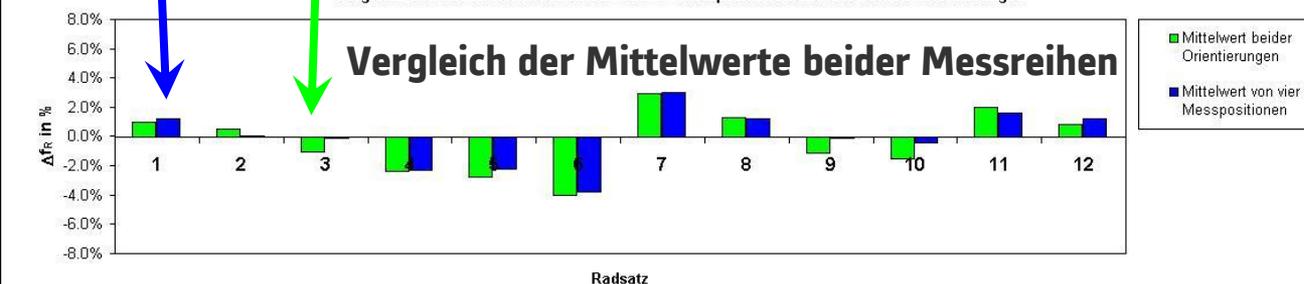
Einfluss der Orientierung des Zuges nicht plausibel – trotz Reproduzierbarkeit

Zug mit 12 Radsätzen
Relative Radaufstandskraftabweichungen
Viermalige Messung in verschiedenen Positionen



Einfluss der Position des Zuges im Messgleis nicht plausibel

Zug mit 12 Radsätzen
Relative Radaufstandskraftabweichungen
Vergleich von Mittelwerten aus verschiedenen Messpositionen und aus beiden Orientierungen

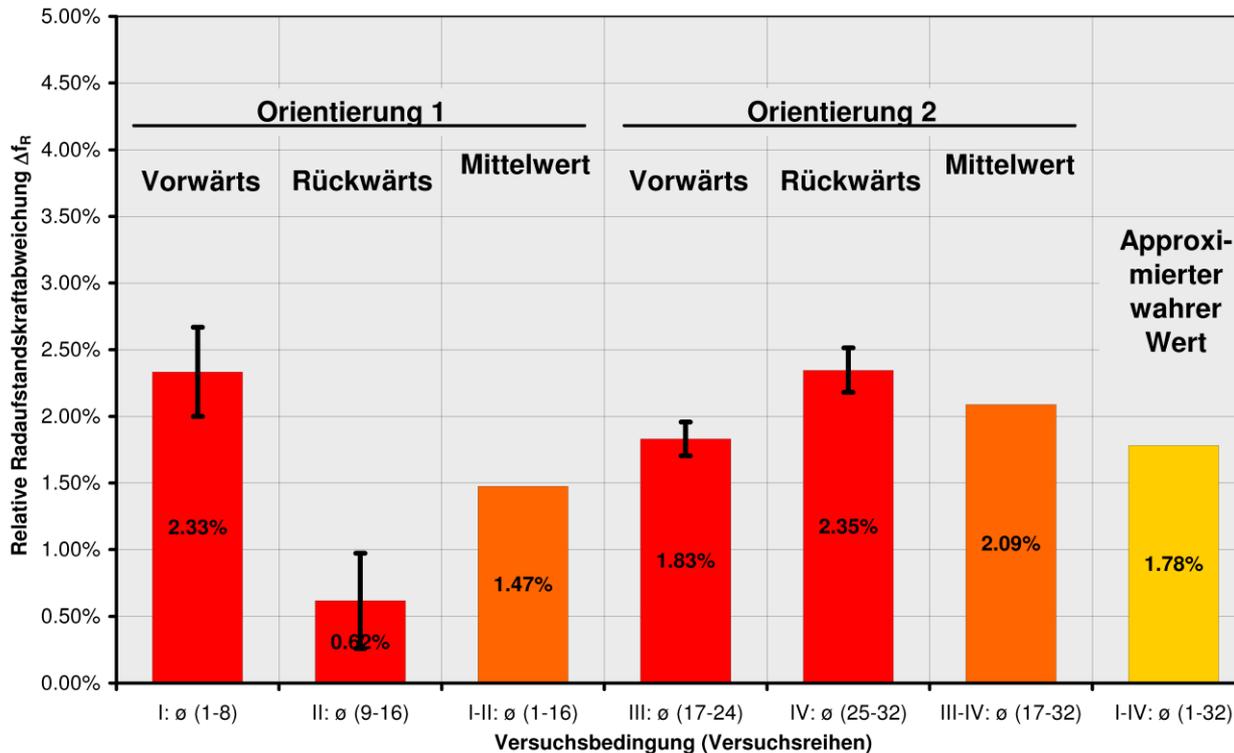


Genauigkeitsklasse 0,2%? Abgenommen nach geltendem Regelwerk!

Nach Mittelung über alle verfügbaren Messbedingungen: Plausible Ergebnisse

Plausibilitätsprüfung einer Messeinrichtung

Abschätzung der Messunsicherheit des Gesamtsystems



1-fach Messung in 1 Richtung

Systematischer Fehler: 1,2%

Zufälliger Fehler (2s): 0,5%

Summe: 1,7%

3-fach Messung in 2 Richtungen

Systematischer Fehler: 0,3%

Zufälliger Fehler (2s): 0,5%

Summe: 0,8%

Plausibilitätstests zur Quantifizierung aller Einflüsse auf das Messergebnis im Gesamtsystem sind sinnvoll – incl. Drehung um 180°

Radaufstandskraftmessung

Messfehler infolge nicht idealer Fahrzeugpositionierung

Einflussgröße	Bezugsgröße	Lokomotiven 	Reisezugwagen und Triebwagen 	U-Bahnen und Straßenbahnen 	Güterwagen 
Querversatz	1 mm Querversatz	0,13 %/mm			
Wankmoment	1 mm Höhenlage- differenz	0,1-0,25 %/mm			
Drehgestellverwindung	1 mm Ebenen- abweichung	0,4-1,1 %/mm	0,5-2,5 %/mm	0,5-3,1 %/mm	0,8-4,2 %/mm
Drehgestellverwindung aus Querversatz eines Radsatzes	1 mm Querversatz	0,2-0,4 %/mm	0,2-1,0 %/mm	0,2-1,2 %/mm	0,3-1,6 %/mm
Fahrzeugverwindung	1 mm Ebenen- abweichung	0,1-0,4 %/mm	Wg1 0,2-0,8 %/mm Wg2 0,0-0,1 %/mm Wg3 0,0-0,0 %/mm	Wg1 0,2-1,0 %/mm Wg2 0,1-0,4 %/mm Wg3 0,0-0,2 %/mm	0,1-1,2 %/mm
Möglicher Gesamtfehler		1,2 – 2,5 %	1,4 – 5,0 %	1,5 – 6,5 %	1,7 – 7,6 %

Reduktion der Messunsicherheit

Messunsicherheiten ergeben sich aus

- **der Messunsicherheit der Kraftmesseinrichtung(en)**
- **der Genauigkeit der gegenseitigen Höhenlage der Schienen im Messgleis**
- **der Genauigkeit der Zentrierung des Fahrzeugs im Spurkanal**
- **möglichen Eigenspannungen im Fahrzeug durch Hysterese**

Zur präzisen Erfassung der wirkenden Kräfte steht eine geeignete Technik zur Verfügung

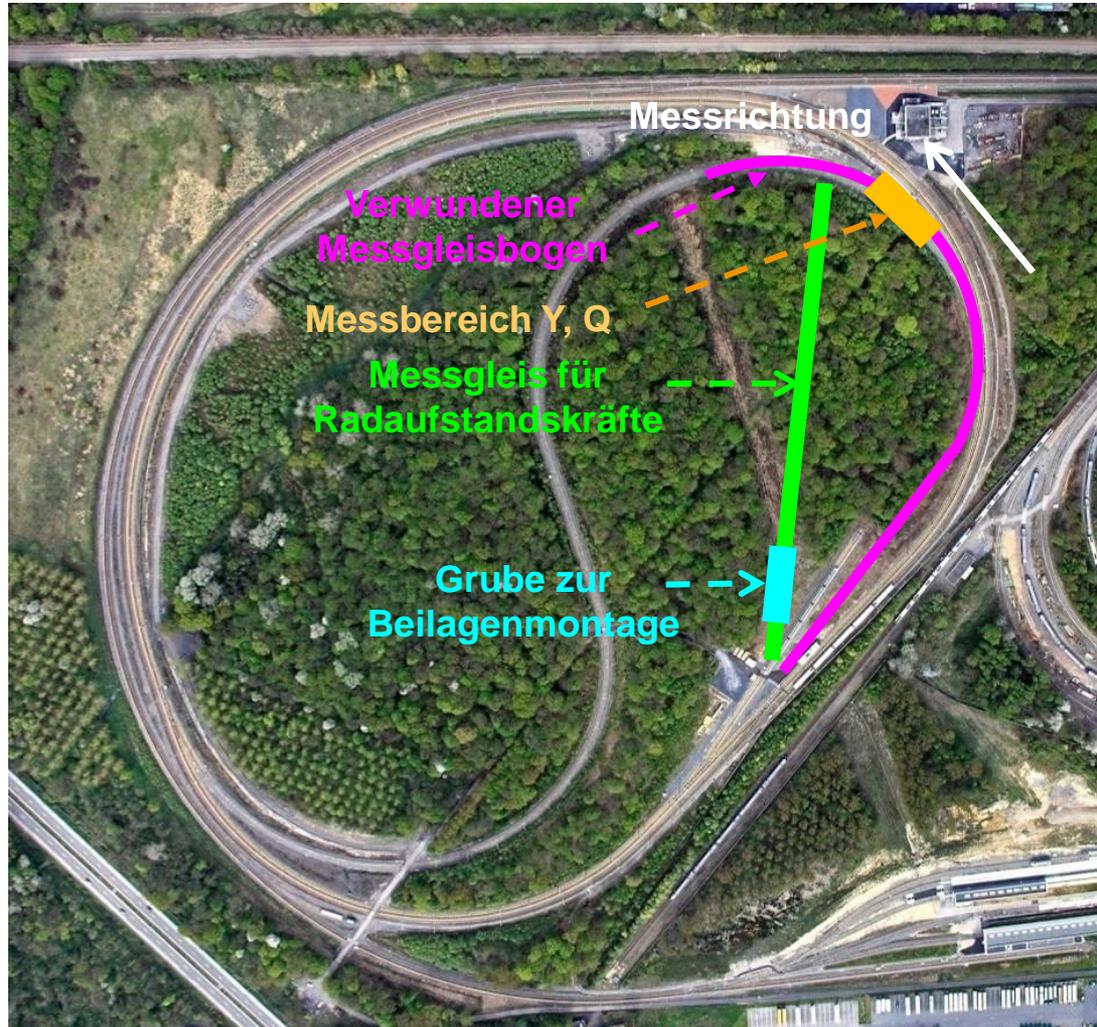
Für viele Fahrzeugkonstruktionen fehlen jedoch die Mittel, sie während der Messung hinreichend genau in die gewünschte Lage, bzw. in den gewünschten Zustand zu bringen (Verspannungsfrei in der Ebene)

Mittelung von Mehrfachmessungen unter Variation der Einflussgrößen erscheint sinnvoll

Inhalt

1	Prüfung der Sicherheit gegen Entgleisen	Seite 3
2	Einfluss der Radaufstandskraftabweichung	Seite 7
3	Unsicherheiten bei Radaufstandskraftmessungen	Seite 9
4	Die Versuchsanlage des CEF Valenciennes	Seite 14
5	Plausibilitätsprüfung Radaufstandskraftmessanlage	Seite 21

Die Versuchsanlage des CEF in Valenciennes



▪ Verwundener Messgleisbogen

- 520 m unterteilt in :
 - 160 m Verwundener Eingang
 - 200 m Bogen Überhöhung 45 mm
 - 30 m Verwundener Messbereich
 - 19 Dehnungsmessstellen (Y, Q)
 - 1 Messung Anlaufwinkel
 - 130 m Bogen Überhöhung -45 mm

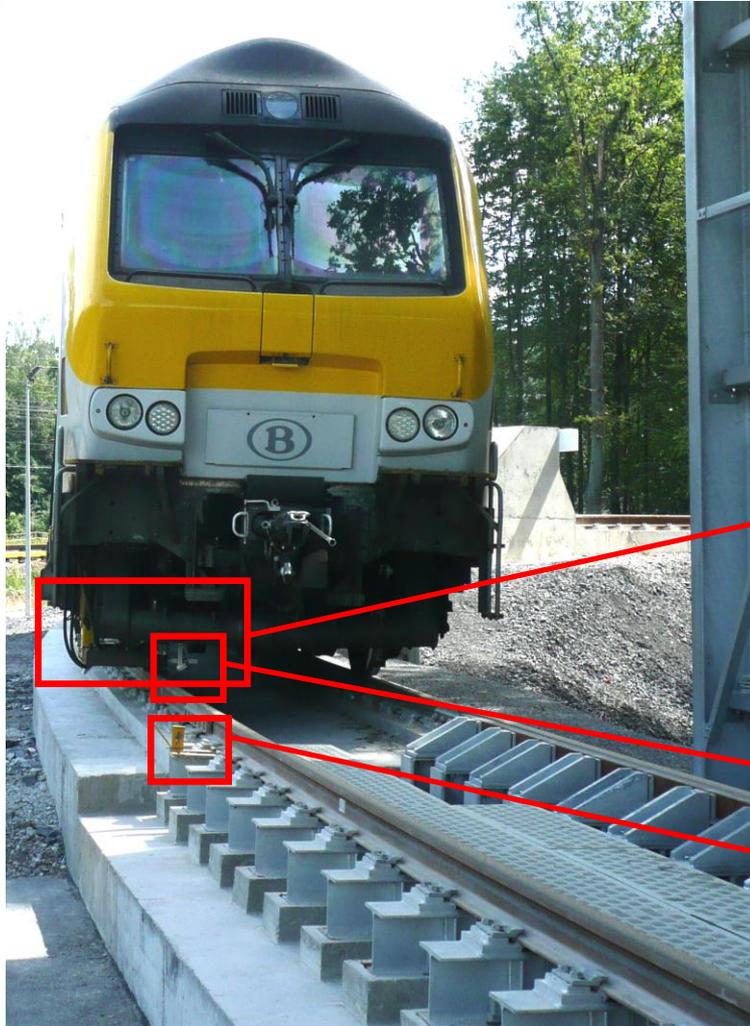
▪ Messgleis Radaufstandskräfte

- 288 m ebener, gerader Bereich
- Statische und Dynamische Radaufstandskraftmessung

▪ Grube

- 10m zur Beilagenmontage

Der verwundene Messgleisbogen beim CEF Messung von Radanhebung und Anlaufwinkel



- Messung Anhebung dz



- Messung Anlaufwinkel



2011-09-13_Schienenfahrzeugtagung Graz

ALSTOM © 2011. We reserve all rights in this document and in the information contained therein. Reproduction, use or disclosure to third parties without express authority is strictly forbidden.

schenckprocess



TRANSPORT

ALSTOM

Der verwundene Messgleisbogen beim CEF Zubehör



- **Kraftmessung Y, Q**
(bogenaußen und -innen)
bis zum Ende der Verwinderampe
- **Sandung**
(Reibwertmodifikation)
- **Wetterstation**
(Temperatur, Luftfeuchte)
- **Traktion**
- **Luftversorgung**

2011-09-13_Schienenfahrzeugtagung Graz

ALSTOM © 2011. We reserve all rights in this document and in the information contained therein. Reproduction, use or disclosure to third parties without express authority is strictly forbidden.

schenckprocess



TRANSPORT

ALSTOM

Fehler und offene Fragen in EN 14363:2005

Entgleisungskriterium :

$dz \leq 5 \text{ mm}$

Filterung des Signals der Radanhebung:

Wellenlängen unter 2 m werden nicht berücksichtigt

Anordnung der örtlichen Kraftmessstellen:

Instrumentierung bis zum Ende des verwundenen Bereiches

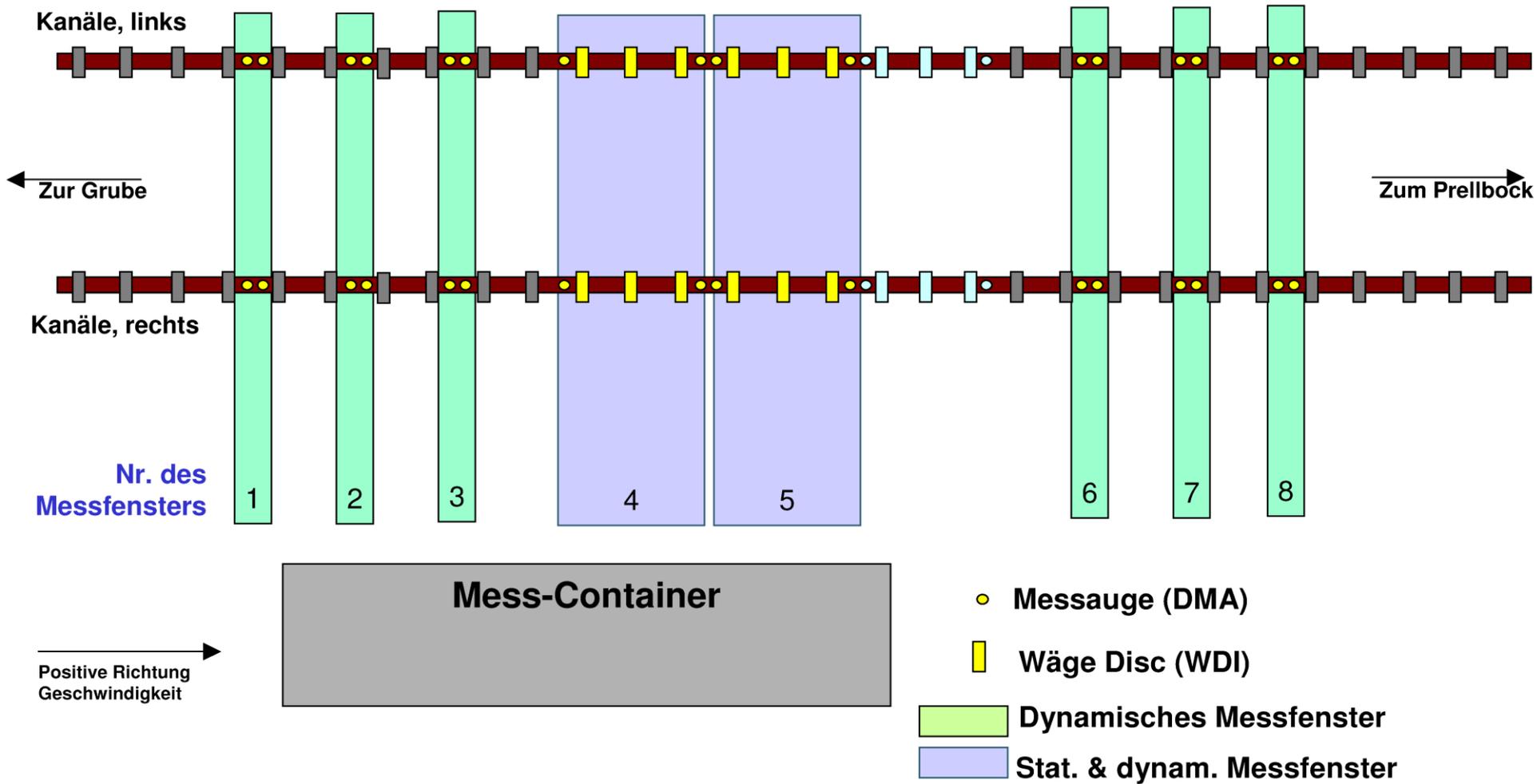
Definition der Spurweite:

Nominal 1440 – 1450 mm, Toleranz +-5mm

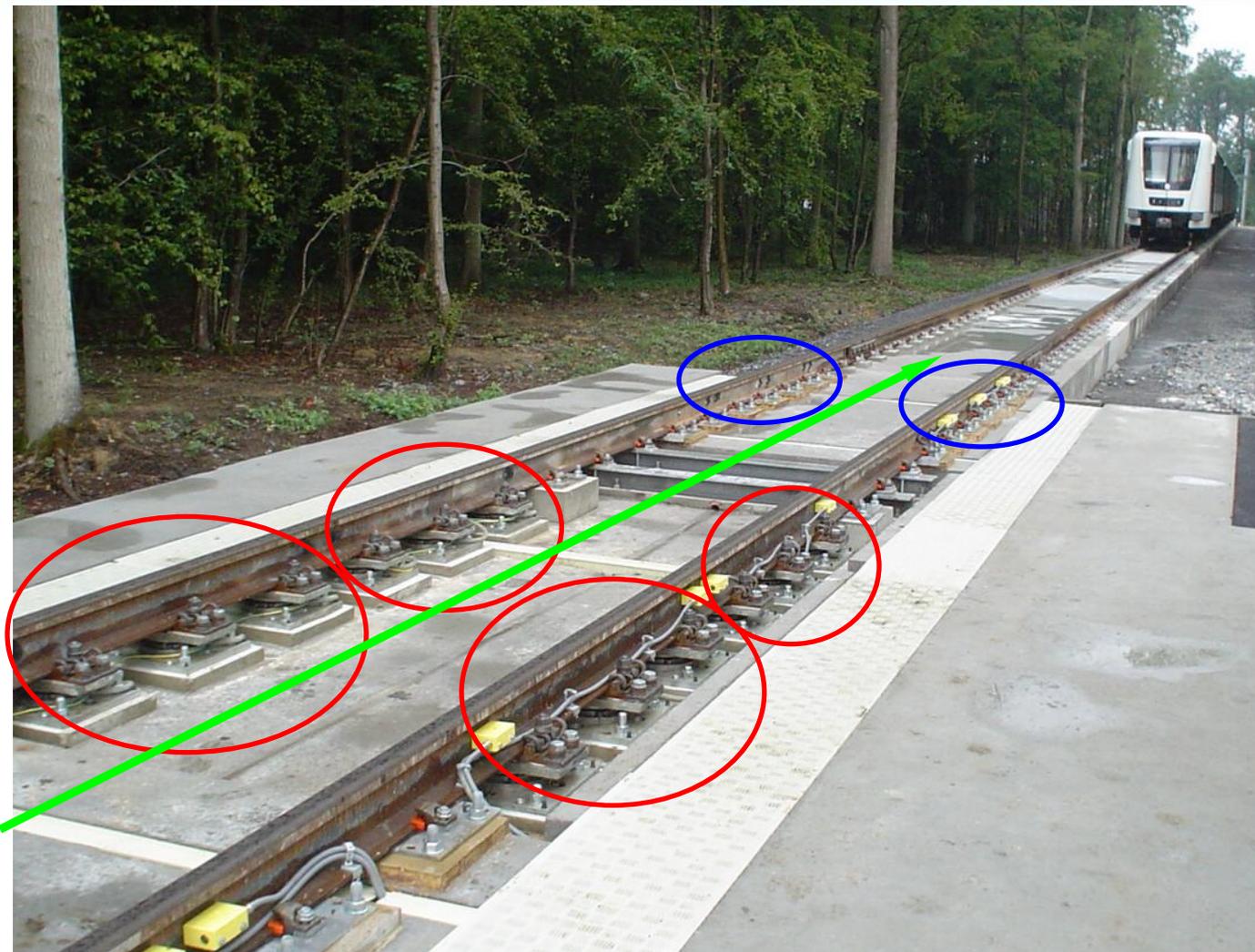
Definition der Gleislagetoleranzen:

10 mm

Messung der Radaufstandskraftverteilung beim CEF



Messung der Rad- und Radsatzaufstandskräfte beim CEF



**Bereich
Wägedisks**

**Bereich
Messaugen**

**Schienen
nicht
getrennt**

2011-09-13_Schienenfahrzeugtagung Graz

ALSTOM © 2011. We reserve all rights in this document and in the information contained therein. Reproduction, use or disclosure to third parties without express authority is strictly forbidden.

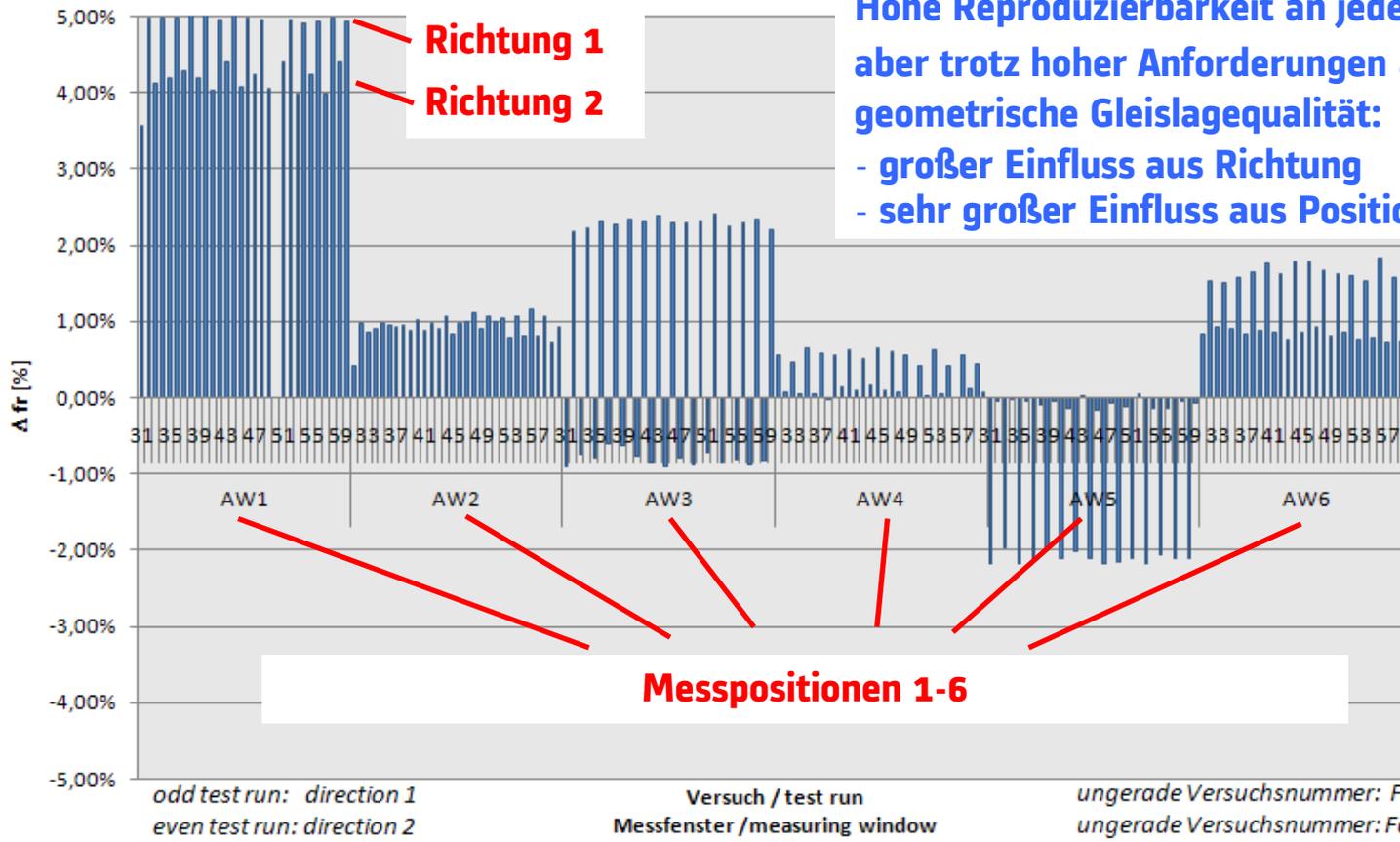
Inhalt

1	Prüfung der Sicherheit gegen Entgleisen	Seite 3
2	Einfluss der Radaufstandskraftabweichung	Seite 7
3	Unsicherheiten bei Radaufstandskraftmessungen	Seite 9
4	Die Versuchsanlage des CEF Valenciennes	Seite 14
5	Plausibilitätsprüfung Radaufstandskraftmessanlage	Seite 21

Radaufstandskraftmessung Ergebnisse einer Plausibilitätsprüfung

Reproduzierbarkeit an den Messfenstern
repeatability for each measuring window

Hohe Reproduzierbarkeit an jeder Messstelle,
aber trotz hoher Anforderungen an
geometrische Gleislagequalität:
- großer Einfluss aus Richtung
- sehr großer Einfluss aus Position



example: wheelset 1

Beispiel: Radatz 1

2011-09-13_Schienenfahrzeugtagung Graz

ALSTOM © 2011. We reserve all rights in this document and in the information contained therein. Reproduction, use or disclosure to third parties without express authority is strictly forbidden.

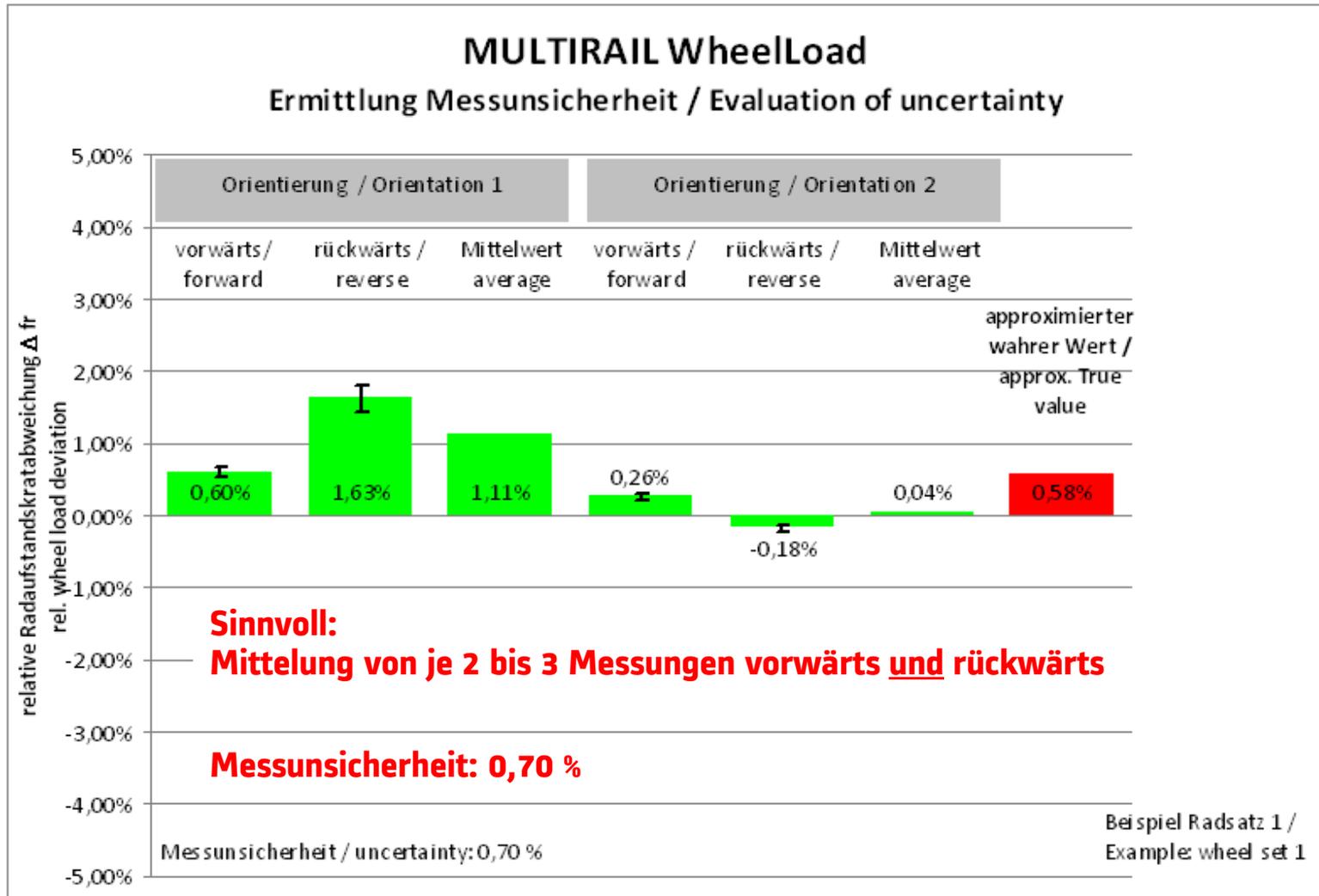
schenck process



TRANSPORT

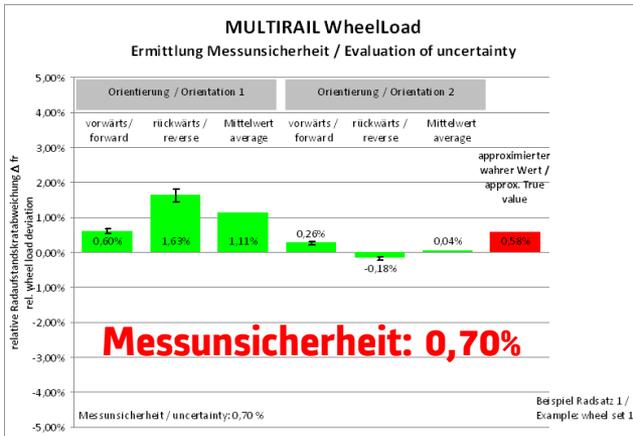
ALSTOM

Radaufstandskraftmessung Ergebnisse einer Plausibilitätsprüfung (BR 648)

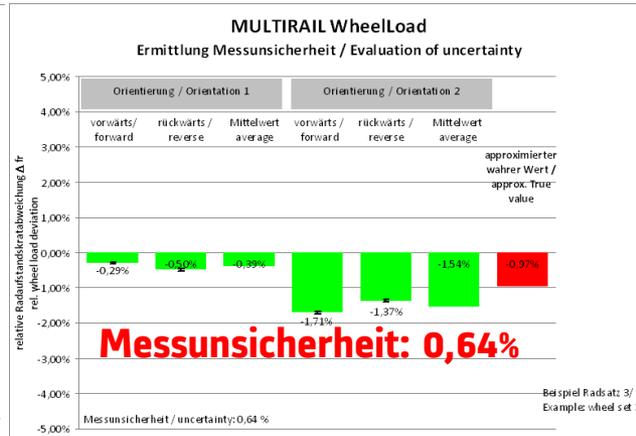


Radaufstandskraftmessung Ergebnisse einer Plausibilitätsprüfung (BR 648)

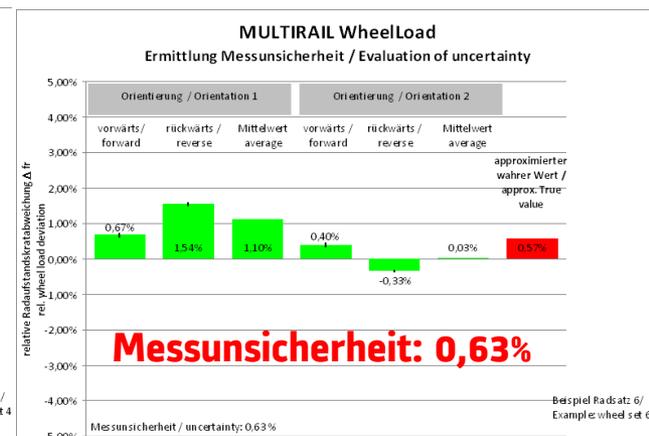
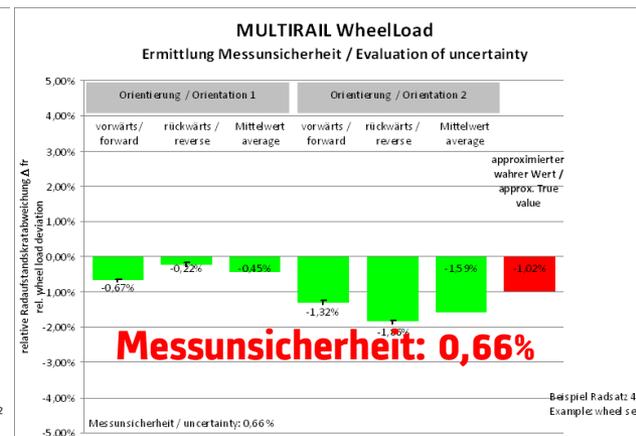
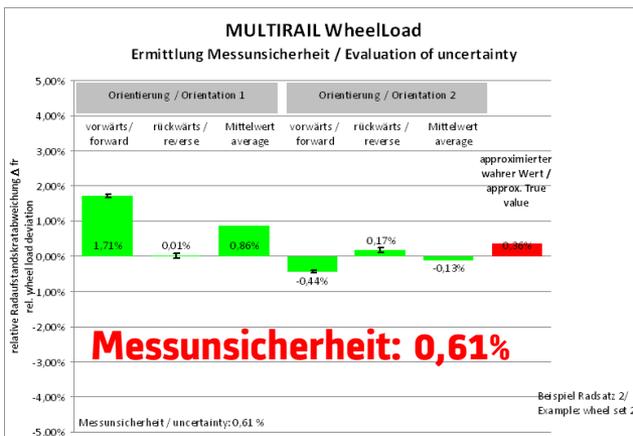
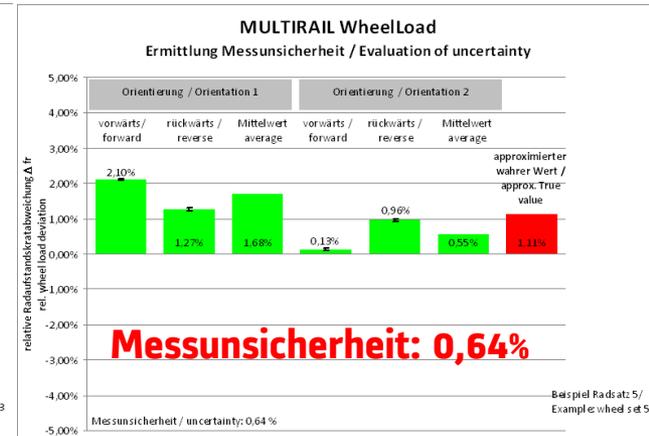
Radsatz 1



Radsatz 3



Radsatz 5



Radsatz 2

Radsatz 4

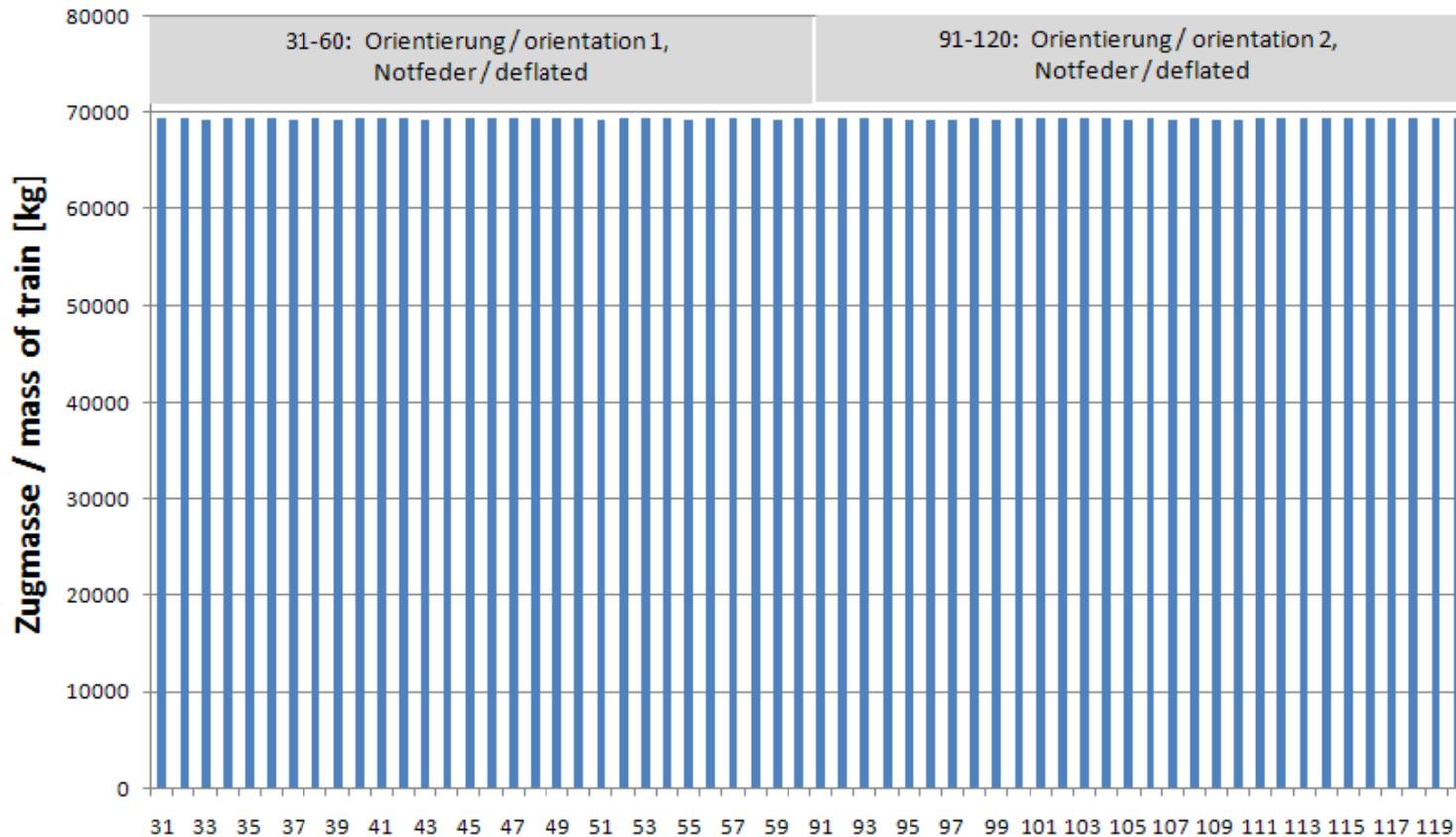
Radsatz 6

2011-09-13_Schienenfahrzeugtagung Graz

ALSTOM © 2011. We reserve all rights in this document and in the information contained therein. Reproduction, use or disclosure to third parties without express authority is strictly forbidden.

Radaufstandskraftmessung Ergebnisse einer Plausibilitätsprüfung (BR 648)

Reproduzierbarkeit Zugmasse / repeatability mass of train



odd test run: direction 1

even test run: direction 2

ungerade Versuchsnummer: Richtung 1

gerade Versuchsnummer: Richtung 2

Versuch / test run

Messunsicherheit 0,09%

Standardabweichung standard deviation: 59 kg

Mittelwert/Mean value : 69378 kg

2011-09-13_Schienefahrzeugtagung Graz

ALSTOM © 2011. We reserve all rights in this document and in the information contained therein. Reproduction, use or disclosure to third parties without express authority is strictly forbidden.

schenckprocess



TRANSPORT



Betroffene Normen

Die Erkenntnisse zur Messung der Radaufstandskräfte sollten vertieft werden und einfließen in die anstehenden Arbeiten zur

- Erstellung der **EN 15654-2:**
Measurement of Wheel & Axle Loads, Part 2: New & Maintained Vehicles
- Revision der **DIN 27201-5:**
Zustand der Eisenbahnfahrzeuge – Grundlagen der Fertigungstechnologien
– Teil 5: Prüfen von Rad- und Radsatzaufstandskräften der Eisenbahnfahrzeuge

Die Fragen zur Prüfung im verwundenen Messgleisbogen werden einfließen in die

- Revision der **EN 14363:**
Testing and Simulation for the acceptance of running characteristics of railway vehicles – running behaviour and stationary tests

Beim CEF in Valenciennes steht eine moderne Prüfeinrichtung zum Nachweis der Sicherheit gegen Entgleisen zur Verfügung

Sie ist speziell ausgelegt für Gliederzüge großer Länge

Die Messeinrichtung zur Bestimmung Radaufstandskraftverteilung berücksichtigt neue Erkenntnisse zur Reduktion der Messunsicherheit des Gesamtsystems Kraftmessstellen - Messgleis - Fahrzeug

Dank

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit



**und für die freundliche Unterstützung durch:
Stefan Butenuth, DB
Dominik Benninghoff, Schenckprocess**

2011-09-13_Schienefahrzeugtagung Graz

ALSTOM © 2011. We reserve all rights in this document and in the information contained therein. Reproduction, use or disclosure to third parties without express authority is strictly forbidden.

schenckprocess



TRANSPORT

ALSTOM

www.alstom.com

