

# Korrekte Radlast

Die Wichtigkeit, Beeinflussung und Einstellmethodik

---



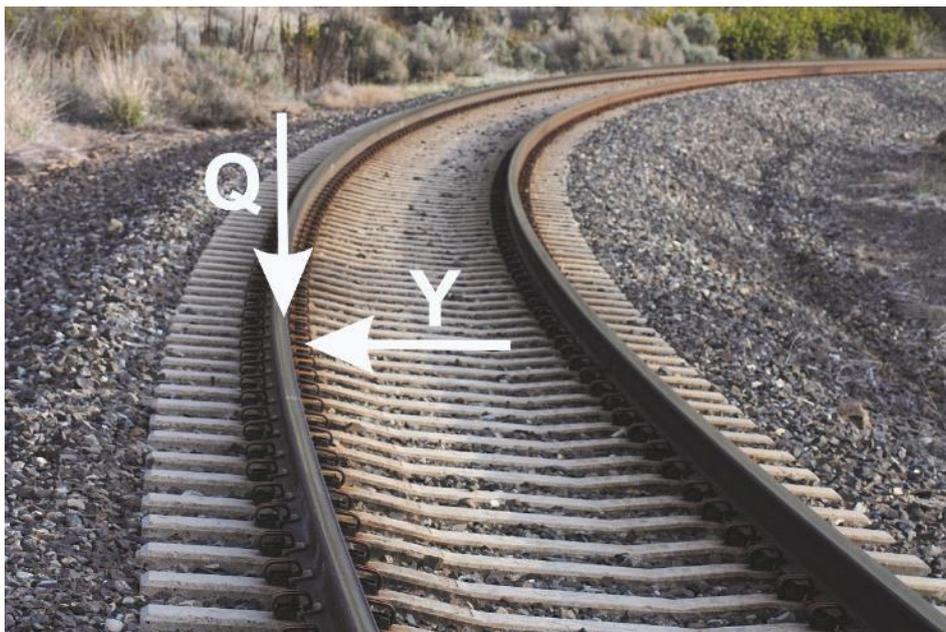
## Einleitung

Ungeachtet ob Güter-, Normal- und Hochgeschwindigkeitszüge oder Massenverkehr – wünscht sich niemand einen Unfall infolge Entgleisung. Im Falle eines Unglücks durch ein fehlerhaftes Drehgestell, kann der Betrieb einer kompletten Metrolinie gestört werden und umgehende negative Schlagzeilen in der Presse nach sich ziehen. Eine weltweite Thematik ist die Reduktion des Radverschleißes um damit die Betriebskosten des Bahnunternehmens tief zu halten.

Ein wichtiger Faktor zur Reduzierung der erwähnten Problematik und des Risikos, ist die korrekte Einstellung und Kontrolle der Radlast.

### Die Wichtigkeit der Radlast

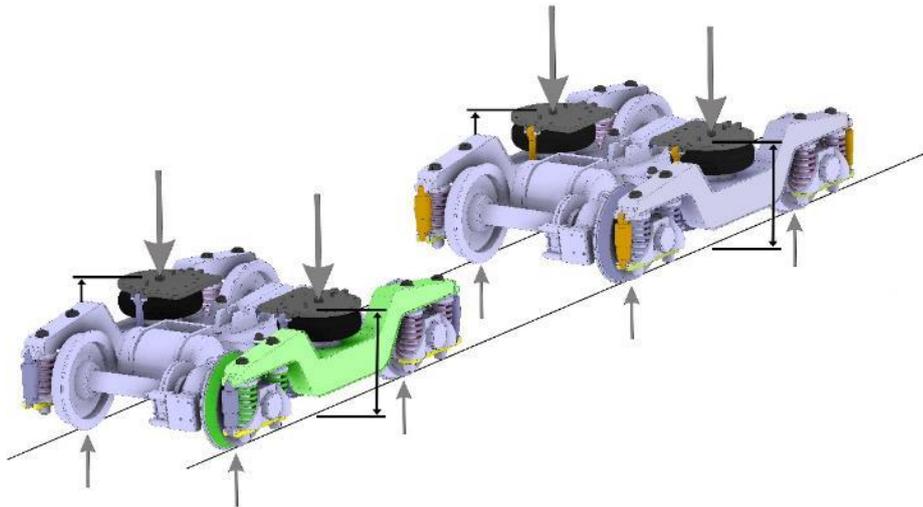
Die Entgleisungssicherheit ist abhängig von zwei wichtigen Kräften, nämlich: die seitliche Kraft ( $Y$ ) auf das Rad während der Kurvenfahrt, die Sinusbewegung, Seitenwind usw. Im Gegensatz steht die vertikale Radkraft ( $Q$ ), welche stark genug sein muss um der seitlichen Kraft standzuhalten. Das typische maximale Verhältnis zwischen  $Q/Y$  sollte  $< 0.8$  sein.



Sicherheit gegenüber Entgleisung hängt von

## Was beeinflusst die korrekte Radlast?

Die hauptsächlichsten Faktoren, welche die Fahrzeug-Radlasten beeinflussen, sind: Durchmesser-Abweichungen der Räder, die Primärfederung, ein möglicher verwundener Drehgestell-Rahmen, die Höhenunterschiede von der Schienenoberkante bis Oberkante Sekundärfederung zwischen linker und rechter Seite des Drehgestells, oder zwischen vorderem und hinterem Fahrwerk. Schlussendlich ist es auch die Lastverteilung innerhalb des Fahrzeugkastens sowie die Ebenheit der Auflagefläche zum Drehgestell.



Übersicht der Einflüsse auf das Drehgestell

Dementsprechend wird die Radlast auch durch die Geradheit des Gleises, das Gewicht des Zuges, die Lastverteilung sowie der Aerodynamik bei Hochgeschwindigkeitsbahnen, usw. beeinflusst.

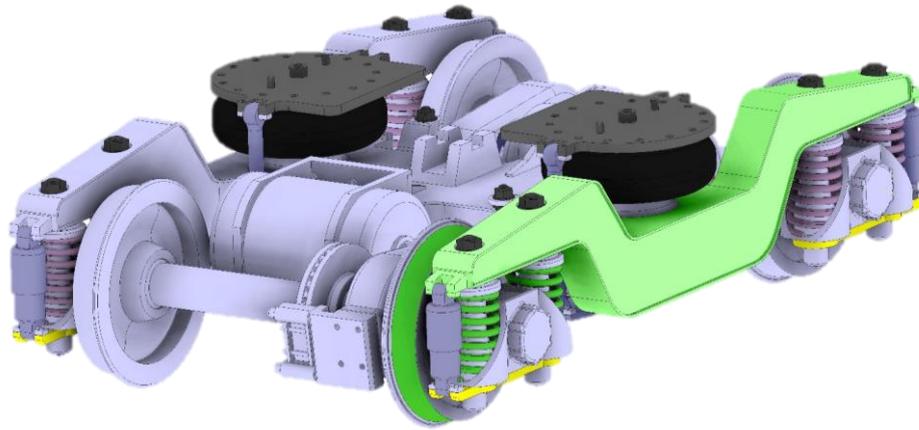
## Komponenten und Korrekturmethode:

Nachfolgend werden weitere Einzelheiten betreffend Fahrzeugbauteilen und Korrekturmaßnahmen beschrieben.

### Die Beeinflussung von verschiedenen Raddurchmessern

Mit unterschiedlichen Instrumenten lassen sich Raddurchmesser und Profile von Drehgestellen, bzw. Fahrzeugen ermitteln. Falls die Durchmesser zwischen der rechten und linken Seite oder unter allen 4 Rädern von der Toleranz gemäß Norm, EN 15313  $< 0.3$  mm, abweichen, müssen die Räder reprofiliert oder ausgetauscht werden. Häufig sind es mehrere Millimeter.

Der diesbezügliche Grund kann auf einfache Weise erläutert werden, z.B.: Man stellt sich vor, auf einem 4-beinigen Stuhl zu sitzen, bei welchem ein Bein kürzer ist als die anderen. Während das kürzere Bein weniger belastet wird, erhalten die anderen 3 Beine eine höhere Belastung, wodurch das Gewicht bzw. die Last ungleichmäßig verteilt bleibt.



Raddurchmesser, Primärfederung, Rahmen

### Die Primärfederung

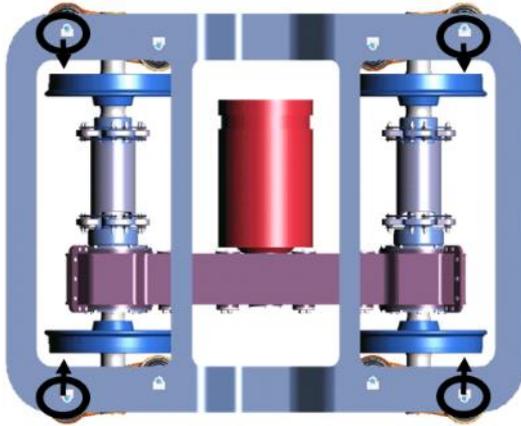
Federn mit unterschiedlicher Charakteristik, können die Radlast negativ beeinflussen. Deshalb sollten die Primärfedern bei grösseren Wartungsarbeiten mittels einer Federprüfpresse getestet werden. Es ist wichtig, dass Federn mit ebenbürtiger Steifheit und Höhe in Drehgestellen einzusetzen. Die Höhen unter Last können durch Primär-Distanzplatten korrigiert werden. Normen wie z.B. UIC 822, EN 13298 oder EN 13913 sind Richtlinien, wie und was geprüft werden soll. Die Erfahrung hat gezeigt, dass Federn oft noch in gutem Zustand sind und wiederverwendet werden können und dadurch viel Geld gespart werden kann.



Vollumfänglich automatische Federprüfpresse

Es ist auch bekannt, dass besonders Spiralfedern unter erhöhter Vertikallast seitlich abweichen. Dies wird häufig „chaise-Effekt“ oder „Biegung der Federn“ genannt. Falls sich Primärfedern unter Last in

die gleiche seitliche Richtung bewegen, wird die oben erwähnte Seitenkraft (Y) automatisch erhöht, wodurch das Verhältnis  $Q/Y$  und die Entgleisungssicherheit verschlechtert werden. Unter solchen Umständen ist ein erhöhter Rad- Verschleiss die Folge.



Weniger Abnutzung, neutralisieren der Seitenkraft dank präferen der Biegewinkel

Die Norm EN 13298 (2003) 5.2.3.3 beschreibt diesen Effekt. Es sind Federprüfpresen erhältlich, welche die Biegerichtung von Federn ermitteln können. Die Federn können dann markiert und entsprechend montiert werden, so dass Seitenkräfte neutralisiert werden.

### Drehgestellrahmen-Prüfung

Nach einigen Betriebsjahren oder nach Zusammenstößen, sollte die Geometrie der Drehgestellrahmen überprüft werden. Möglichen Kriterien sind dabei die Ebenheit und Lage der Primärfeder-Führungen. Die Deutsche Bahn DB hat spezielle Richtlinien herausgegeben unter Bezugnahme der Norm DIN 27201-9



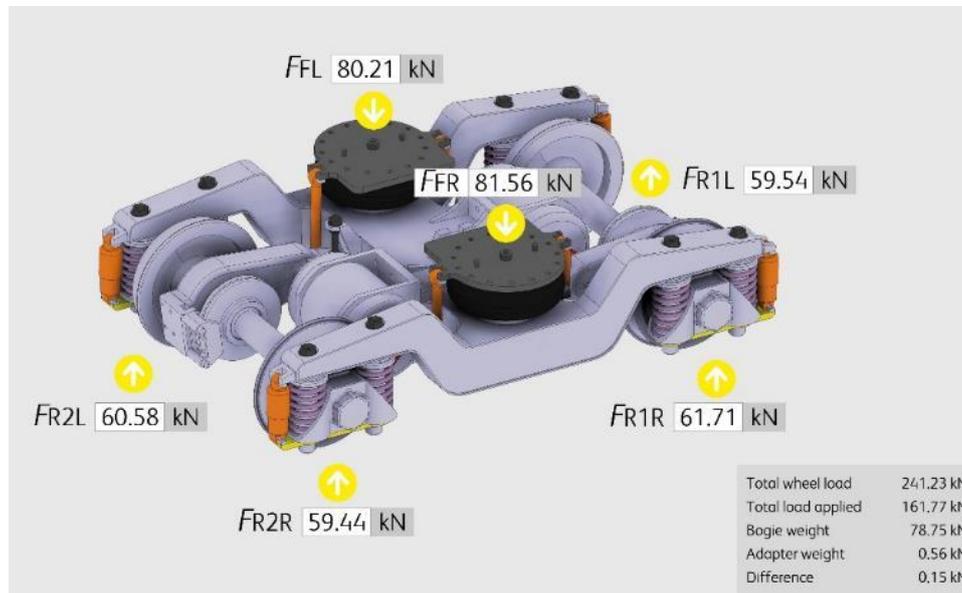
## Funktions- und Qualitätskontrolle von Drehgestellen

Heutzutage sind die meisten Drehgestell-Hersteller aber auch viele Drehgestell-Werkstätten mit Drehgestell-Prüfständen ausgerüstet. Nach erfolgter Montage eines Drehgestells mit sämtlichen Komponenten, kann die spezifische Last eines Fahrzeugkastens mittels PC-Steuerung simuliert werden.

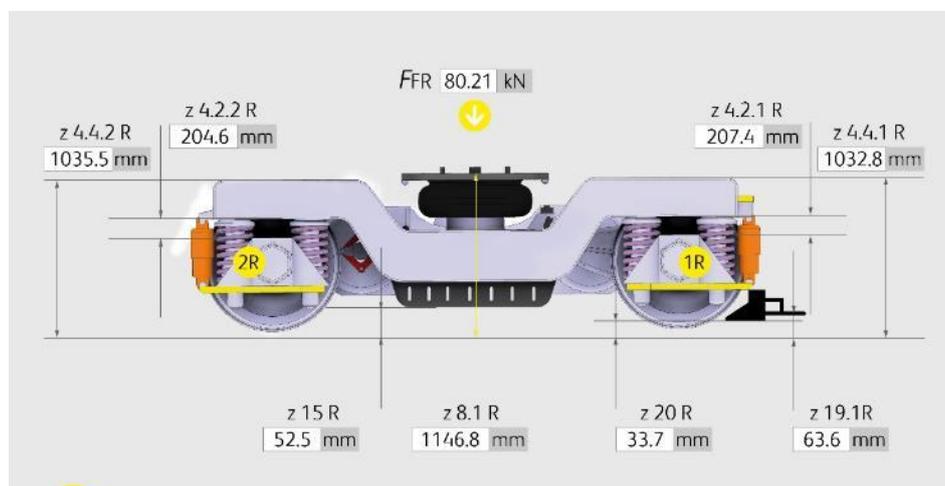


Überprüfung der Lastverteilung und weiterer Einstellungen am Drehgestellprüfstand

Die Lastverteilung unter den Rädern oder einem individuellen Rad kann nun ermittelt werden. Mögliche Korrekturen an der Primärfederung durch automatisch berechnete Distanzplatten können ausgeführt werden. Zusätzlich können die Höhen der Sekundärfederung unter simulierter Taralast eingestellt oder korrigiert werden. Dies ist sehr wichtig, falls eine Seite des Drehgestells eine grössere Höhendifferenz aufweist, könnte die Radlast auf der Fahrzeuggegenseite in negativer Weise beeinflusst werden.

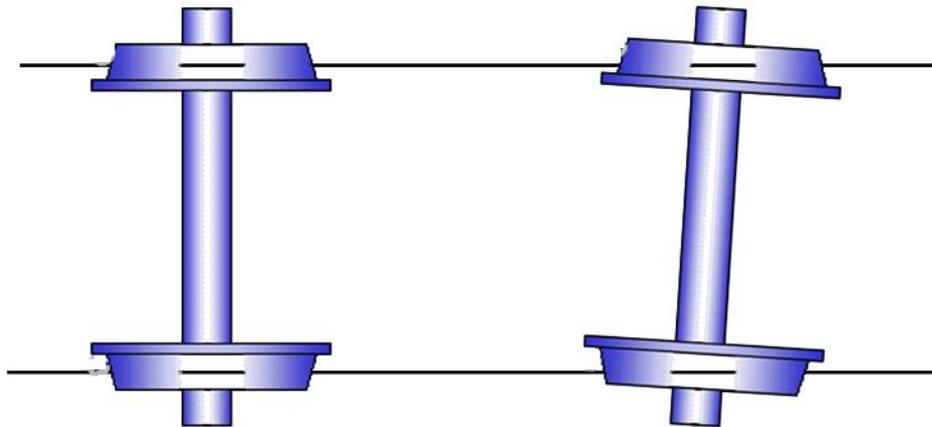


Unter Lastsimulation ist es ferner die korrekte Einstellung von Antennen, Magnetbremsen, Kupplungshöhen usw. möglich. Die DIN-Norm 25043-7 bildet eine nützliche Richtlinie, welche auch bereits ausserhalb Europas befolgt wird.



Höhen unter simulierter Last prüfen

Moderne Drehgestell-Prüfstände ermöglichen die Messung von Achsdistanzen, und die Achsparallelität. Dies ist ein wichtiges Kriterium, für die Drehgestellprüfung.



Unparallele Achsen verursachen Verschleiss und reduzieren die Sicherheit

Zweifellos wird ein Drehgestell mit nicht parallelen Achsen tendenziell in eine Kurvenbewegung, wie obenstehende Abbildung darstellt, getrieben. Dadurch entstehen in der Folge erhöhte Seitenkräfte und die Entgleisungssicherheit wird verschlechtert. Der Rad-Verschleiss sowie der Lärm und die Vibrationen nehmen zu. Die einzige Methode eine solche Situation zu erkennen und Korrekturen vorzunehmen ist die Prüfung mit einem Drehgestell-Prüfstand, bevor ein Drehgestell die Werkstatt verlässt und Schäden anrichten könnte.

#### **Die 4-Punkt-Verwiegung des Fahrzeugkastens**

Woher kann die Werkstatt die korrekte Lastaufbringung auf das zu prüfende Drehgestell erkennen? Im Falle von revidierten oder nach Unfällen reparierten Fahrzeugkasten, wird empfohlen die 4-Punkt-Verwiegung anzuwenden wie z.B. in der Norm DIN 25043-4 beschrieben. Daraus resultieren die spezifischen Lasten, welche auf die Kontaktstellen des Drehgestells aufgebracht werden müssen. Ein weiteres nützliches Ergebnis ist die Bestimmung der Sekundärfeder-Beilagen um die Ebenheit der Drehgestell-Kontaktflächen ausgleichen zu können.



Bestimmung der Belastung, die der Fahrzeugaufbau auf das Drehgestell ausübt

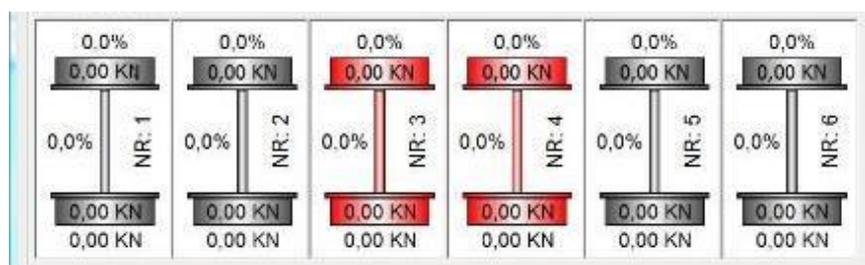


### Die Endkontrolle kompletter Fahrzeuge

Bevor ein Fahrzeug nach einer Revision oder präventiver Wartung die Werkstatt verlässt, sollte der Ausgleich der Radlasten des ganzen Fahrzeuges geprüft werden. Es ist die Endkontrolle zwecks Entgleisungssicherheit des kompletten Fahrzeuges. Verschiedene Prüfmethode sind möglich, nämlich: Mobile Rad-Messzellen oder stationär montierte Rad-Wiegeeinrichtungen. Die DIN-Norm 27201-5 bietet die erforderliche Berechnungsmethode an zur Bestimmung der maximalen Abweichungen der Fahrzeug-Radlasten. Die Maximal-Abweichung unter den Drehgestell-Rädern ist üblicherweise < 5%.

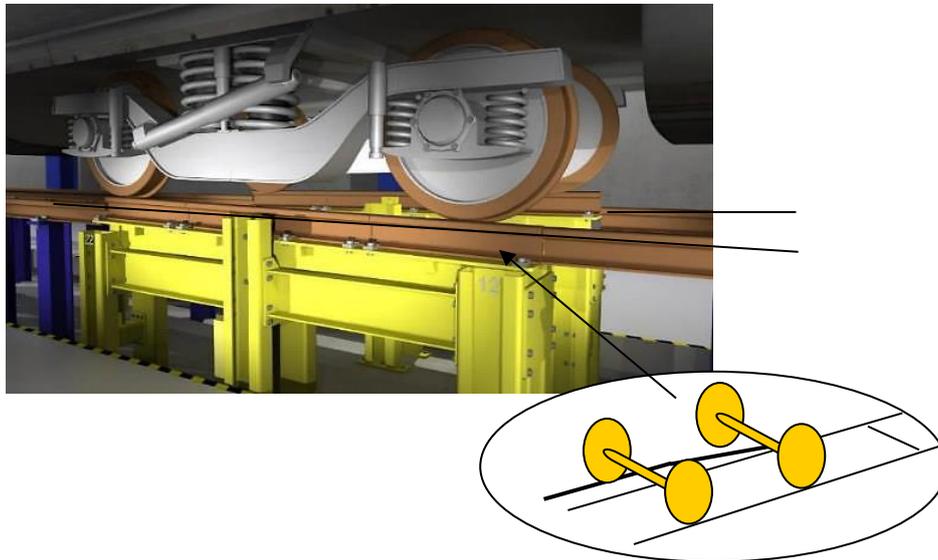


Radlaststeuerung in der Werkstatt



## Simulation der Situation am Kurvenende oder bei unebenen Geleisen

Eine herausfordernde Situation entsteht für die Radlasten im Falle von unebenen Geleisen oder am Ende einer Kurve. Das vordere Rad links in Fahrrichtung gemäss nachfolgender Foto, wird am wenigsten belastet bzw. wird entlastet.



Die Norm EN 14363, Kapitel A.9.1. umschreibt eine Methode, welche es erlaubt, die Radlasten mittels Gleisverwindung zu prüfen, d.h. in einer Werkstatt ein unebenes Gleis oder ein Kurvenende zu simulieren. Die Entlastungs-Simulation und Erkennung der geringsten Radlast kann entweder manuell oder mit einem erhältlichen vollautomatischen Prüfstand an jedem Rad getestet werden. Wenn die Differenz zwischen allen Räder am Drehgestell ausser der Toleranz  $\Delta Q/Q$  ist, bedeutet dies, dass die Entgleisungssicherheit des Fahrzeuges bei unebenen Geleisen oder an Kurvenenden nicht mehr gewährleistet ist. Wenn jedoch ein Fahrzeug diesen Test besteht, ist es gegen Entgleisung gesichert und kann den Normalbetrieb fortsetzen, wodurch eine geplante und kostspielige Wartung verschoben werden kann. Somit stellt dies ein sehr gutes Hilfsmittel für die auf den Zustand basierte Wartung dar.

### Welches sind die Herausforderungen?

Es gibt immer noch unzählige Werkstätten oder Wartungskonzepte, welche der Wichtigkeit bezüglich Radlasten zu wenig Beachtung schenken

Sicherheit, Zuverlässigkeit und geringe Betriebskosten sind wichtige Ziele einer Werkstatt. Deshalb sollte die erläuterte Praxis angewendet werden und die entsprechenden Prüfmittel zur Verfügung stehen. Die notwendigen Investitionen sollten budgetiert werden, um den Nutzen, die Federn wieder zu verwenden, weniger Radverschleiss und Re-Profilierung zu generieren und ungeplante Wartungen zu vermeiden. Berater sollten derartige Technologien bei der Planung von Werkstätten vorsehen. In einigen Ländern gibt es behördlich anzuwendende Vorschriften betreffend den Radlasten usw., während in anderen Staaten solche noch fehlen.



[www.nencki-railway.ch](http://www.nencki-railway.ch)

Walter Kellenberger  
Vice President Railway Technology and author of this article  
**Nencki Ltd.**



Nencki AG  
Railway Technology  
Aarwangenstrasse 90  
4900 Langenthal  
Switzerland

+41 (0)62 919 93 93  
+41 (0)62 919 93 90  
railway@nencki.ch  
www.nencki-railway.ch