

FAKULTÄT V
VERKEHRS- UND
MASCHINENSYSTEME

Institut für Land-
und Seeverkehr

Fachgebiet Schienenfahrzeuge

Prof. Dr.-Ing. Markus Hecht

Tel.: +49-(0)30 314-25195

Fax.: +49-(0)30 314-22529

e-mail: Markus.Hecht@TU-Berlin.de

Bericht Nr. 10/2006
LEILA-DG

**Vorläufige Kurzauswertung von
Radentlastungsmessung und Messfahrten
auf dem Areal JOSEF MEYER WAGGON AG**



Bearbeitet von: Prof. Dr.-Ing. Markus Hecht
Dipl.-Ing. Johannes Keudel

Stand: April 2006

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
2	Radentlastungsmessung	2
3	Messfahrten auf dem Areal JOSEF MEYER WAGGON AG	8
3.1	Gierverhalten von Drehgestellrahmen und Radsatz	12
3.2	Dehnung und Spannung auf dem Langträger des DG-Rahmens	19
3.3	Kreuzanker-Längskräfte	22
4	Fazit	26
A	Literaturverzeichnis	28

Kapitel 1

Einleitung

Ziel des vorliegenden Kurzberichts ist es, die grundsätzliche lauftechnische Funktionalität des Drehgestells LEILA-DG zu beurteilen.

Während das erwartete Fahrverhalten von dem begleitend zur Entwicklung mitgeführten Mehrkörperdynamikmodell [1] her bekannt ist, geht es hier um einen ersten Abgleich des realen Fahrzeugs mit dem erwarteten Verhalten.

Dazu wird ein mit LEILA-DG ausgerüsteter Taschenwagen einerseits in Hinblick auf die Entgleisungssicherheit bei statischer Verwindung untersucht sowie andererseits das Fahrverhalten bei zunächst niedriger Fahrgeschwindigkeit auf dem Areal von JOSEF MEYER WAGGON AG messtechnisch erfasst und ausgewertet.

Kapitel 2

Radentlastungsmessung

Die Entgleisungssicherheit eines Schienenfahrzeugs kann nach DIN EN 14363 [2] bzw. ORE B55 [3] in einem speziell verwundenen Prüfbogen durch das Verhältnis von Y- zu Q-Kraft sowie die zugehörige Radanhebung nachgewiesen werden.

Bereits im Vorgriff zur vorgesehenen Messfahrt des mit dem LEILA-DG ausgestatteten Taschenwagens durch den verwundenen 150m-Prüfbogen in Olten ist es Ziel der vorliegenden Untersuchung, die sich ergebende vertikale Radentlastung als ganz wesentlichen Parameter der Entgleisungssicherheit in einem statischen Versuch vorab zu überprüfen.

Begleitend zur Entwicklung des LEILA-DG wurde die Entgleisungssicherheit für den Taschenwagen mit dem in KEUDEL [1] dokumentierten Simulationsmodell bereits numerisch untersucht (KEUDEL [4]). Dabei werden in diesem Modell zwar die (torsions-)elastischen Eigenschaften der Tragstruktur des Taschenwagens berücksichtigt, während die Drehgestellrahmen entgleisungskritischer als starre Körper modelliert sind.

Die sich bei der vorliegenden Radentlastungsmessung ergebenden Messwerte können direkt mit Ergebnissen des bestehenden Simulationsmodells verglichen werden. Sofern die Messung gegenüber der Simulation weniger Radentlastung zeigt, erweisen sich die Simulationsrechnungen zur Entgleisungssicherheit als „auf der sicheren Seite“.



Abbildung 2.1: Wiegeeinrichtung: Messbalken je Radaufstand

Für die Radentlastungsmessung kommen die in der Abbildung 2.1 sichtbaren Wiegebalken zum Einsatz, die mit Dehnmessstreifen appliziert und je Radaufstand individuell höhenverstellbar sind. Diese Einrichtung ist zur experimentellen Anwendung ausgelegt, weist eine Genauigkeit von wenigen Prozent auf und ist daher nicht zur exakten Bestimmung des Fahrzeuggewichts geeignet.

Um die Radentlastung bestimmen zu können, werden zunächst alle acht Wiegebalken wie in der Abbildung 2.2 wiedergegeben höhengleich ausnivelliert und anschließend das Fahrzeug aufgesetzt. Die dabei gemessenen statischen Nullkräfte dienen als Basis zur Ermittlung der Radentlastung. Die Nullmessung wird drei mal wiederholt und nachfolgend der Mittelwert je Radaufstand herangezogen.



Abbildung 2.2: Wiegeeinrichtung: Nivellieren der Balkenhöhen

Die zu messende Radentlastung wird durch einen Verwindungszustand eingebracht, bei dem die Höhen der Radaufstände entsprechend den Vorgaben der ORE B55 [3] bzw. DIN EN 14363 [2] ausnivelliert werden. Um etwaige Unsymmetrien von Fahrzeugaufbaustruktur und Drehgestell zu berücksichtigen, wird sowohl eine Verwindung entsprechend dem Links- als auch dem Rechtsbogen aufgebracht. In Abhängigkeit des Drehzapfenabstands des Taschenwagens von $2a^* = 11.4$ m beträgt die aufzubringende Verwindung auf Drehzapfenbasis

$$g^* = 3.41\text{‰}$$

. Das vorlaufende Drehgestell wird zusätzlich mit einer Verwindung von

$$g^+ = 7.00\text{‰}$$

beaufschlagt. Die dazu ausnivellierten Höhen sind den Protokollen in den Abbildungen

2.4 und 2.5 zu entnehmen.

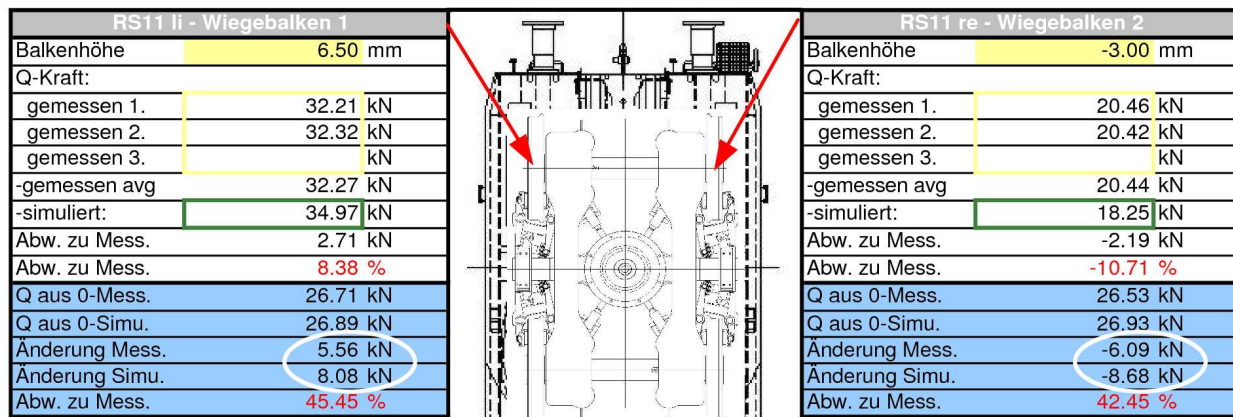


Abbildung 2.3: Am Beispiel der Linksbogenverwindung: Reales Fahrzeug zeigt gegenüber Simulationsmodell deutlich weniger Radentlastung

Die Abbildung 2.3 zeigt die am zu betrachtenden vorlaufenden Radsatz gemessene Radentlastung am Beispiel der Linksbogenkonfiguration. Wie die weiß eingekreisten Vergleiche der Radentlastungen von Simulation und Messung zeigen, weist die Messung hier je Radaufstand eine um ca. 2.5 kN geringere Radentlastung auf. Selbst bei einer größeren Mess-Ungenauigkeit des Wiegebalkensystems erscheint also einerseits die in KEUDEL [4] zunächst numerisch nachgewiesene Entgleisungssicherheit validiert. Andererseits zeigt das Laufwerk hinsichtlich der Entgleisungssicherheit noch eine deutliche Reserve für z.B. leichtere Tragstrukturen auf.

Als vorrangige Ursache für dieses gegenüber der Simulation gutmütigere Verhalten ist anzuführen, dass in der Simulation aus Gründen einer konservativen Rechnung „zur sicheren Seite“ bis anhin auf eine Berücksichtigung der torsionelastischen Eigenschaften des Drehgestellrahmens verzichtet wurde.

Die nachfolgenden Protokolle der Radentlastungsmessung zeigen die vollständigen aufgezeichneten Werte für die Konfiguration des Links- (Abb. 2.4) wie Rechtsbogens (Abb. 2.5) auf.

TU-Berlin, FG Schienenfahrzeuge



Protokoll Verwindungsmessung - LEILA-DG + Taschenwagen Hupac T4.1

Protokollant	J. Keudel	Datum	16.03.2006
Versuch ID	analog 14363-Messung - Verwindung entsprechend Linksbogen		
Temperatur, in der sich Wagen aufgehalten hat (Gummisteifigkeit)	-18 °C		
Beladungszustand	Leerfahrzeug		
Drehzapfenabstand	2a* =	14.20 m	
Prüfverwindung des DGs	g* =	7.00 ‰ [DIN EN 14363]	
Prüfverwindung Fzg-aufbau	g* =	3.41 ‰ [DIN EN 14363]	

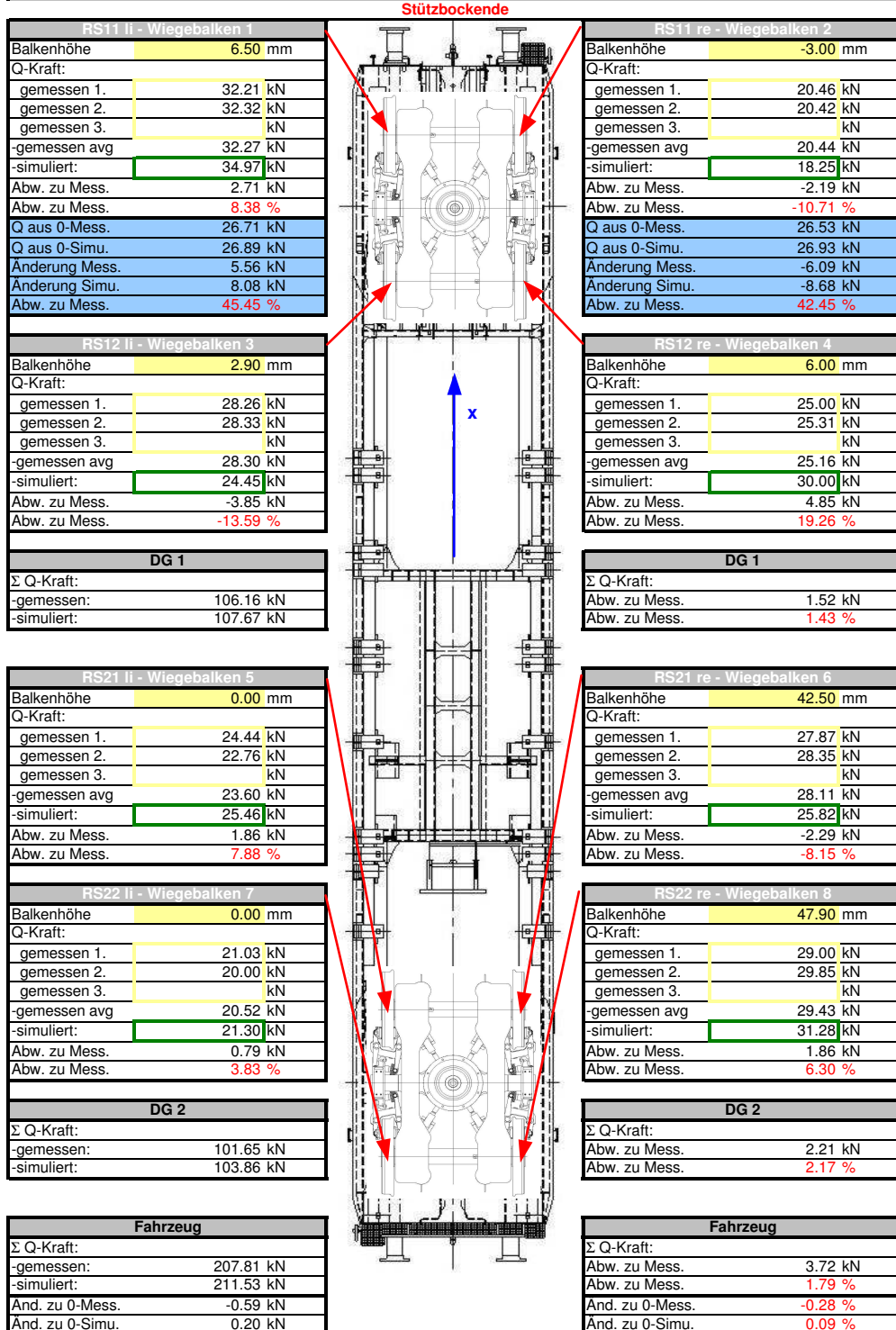


Abbildung 2.4: Protokoll der Radentlastungsmessung für den Linksbogen

TU-Berlin, FG Schienenfahrzeuge



Protokoll Verwindungsmessung - LEILA-DG + Taschenwagen Hupac T4.1

Protokollant	J. Keudel	Datum	16.03.2006
Versuch ID	analog 14363-Messung - Verwindung entsprechend Rechtsbogen		
Temperatur, in der sich Wagen aufgehalten hat (Gummisteifigkeit)	~18 ° C		
Beladungszustand	Leerfahrzeug		
Drehzapfenabstand	2a* =	14.20 m	
Prüfverwindung des DGs	g* =	7.00 ‰ [DIN EN 14363]	
Prüfverwindung Fzg-aufbau	g* =	3.41 ‰ [DIN EN 14363]	

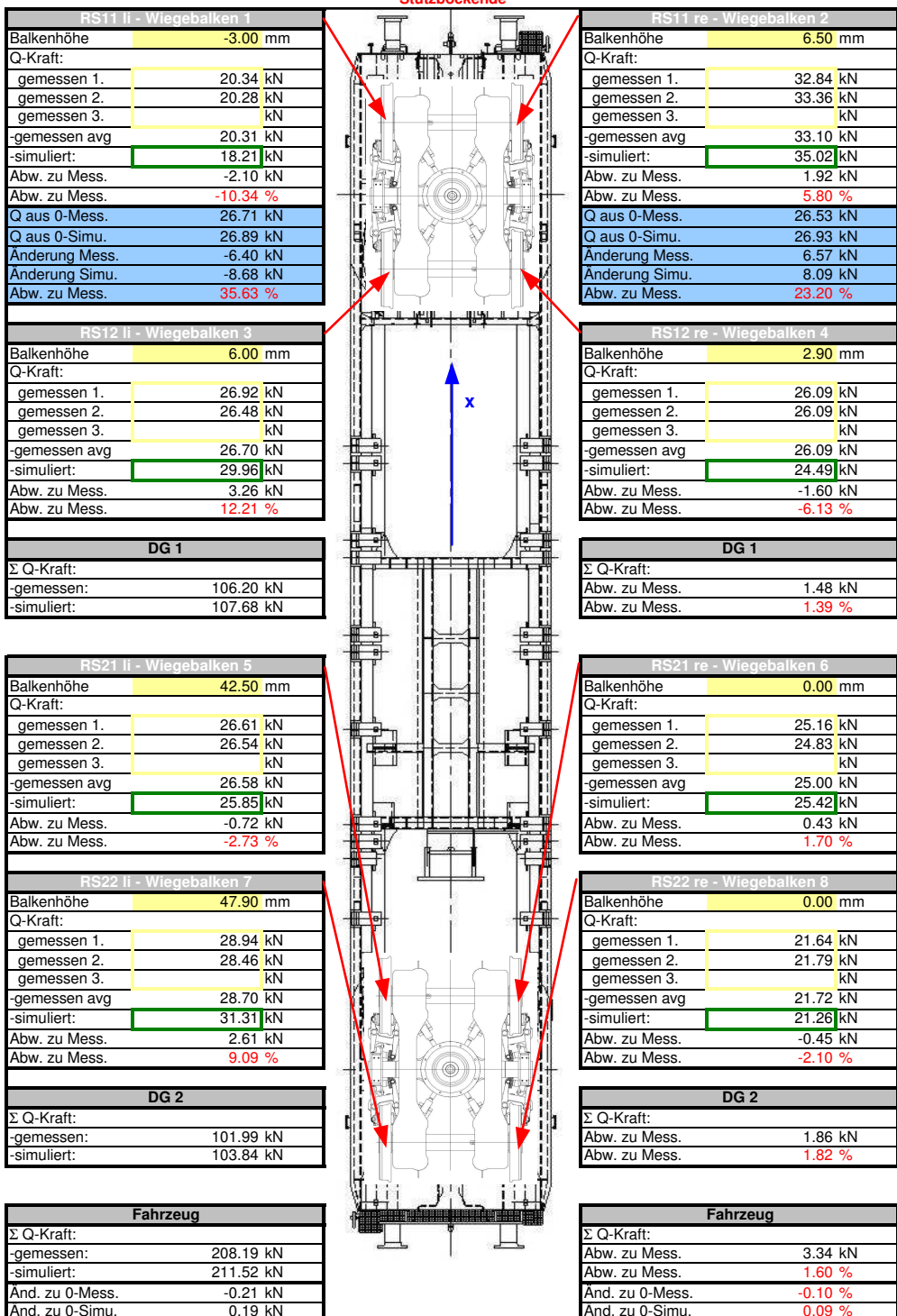


Abbildung 2.5: Protokoll der Radentlastungsmessung für den Rechtsbogen

Kapitel 3

Messfahrten auf dem Areal JOSEF MEYER WAGGON AG

Ziel dieser Messfahrten auf dem Areal JOSEF MEYER WAGGON AG ist es, die lauftechnische Grundfunktionalität des mit LEILA-DG ausgerüsteten Taschenwagens bei zunächst niedriger Fahrgeschwindigkeit im leeren wie beladenen Zustand nachzuweisen, um darauf aufbauend eine Bewilligung für Streckenversuche zu erlangen.

Für diese Messungen wurde das Fahrzeug und dabei insbesondere das bei Nennfahrtrichtung vorlaufende LEILA-DG mit umfangreicher Sensorik ausgerüstet und die Signale zur geeigneten Konditionierung und anschließenden Aufzeichnung in einem beigeestellten Messwagen zusammengeführt.



Abbildung 3.1: Messdrehgestell des Taschenwagens, der mit dem Messwagen gekuppelt ist

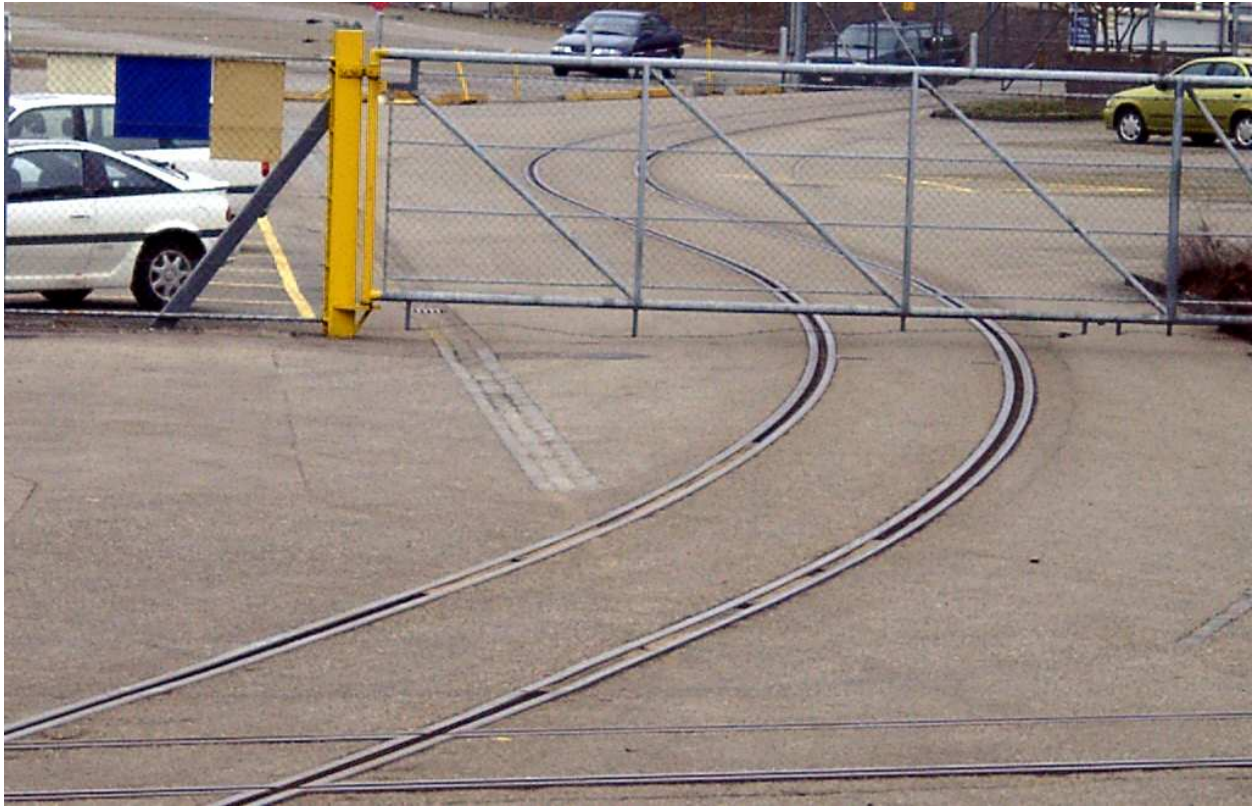


Abbildung 3.2: S-Bogen auf dem Areal JOSEF MEYER WAGGON AG bestehend aus zwei gegensinnigen 120m-Bögen

Im Gleisplan des Areals von JOSEF MEYER WAGGON AG lassen sich einerseits ein mit 120 m relativ eng trassierter S-Bogen sowie andererseits das Anschlussgleis über den Haltepunkt Riburg nach Möhlin als geeignete Messstrecken ausmachen. Der in den Abbildungen 3.2 und 3.3 dargestellte S-Bogen ist dabei insbesondere durch zwei gegensinnige 120m-Bögen gekennzeichnet.

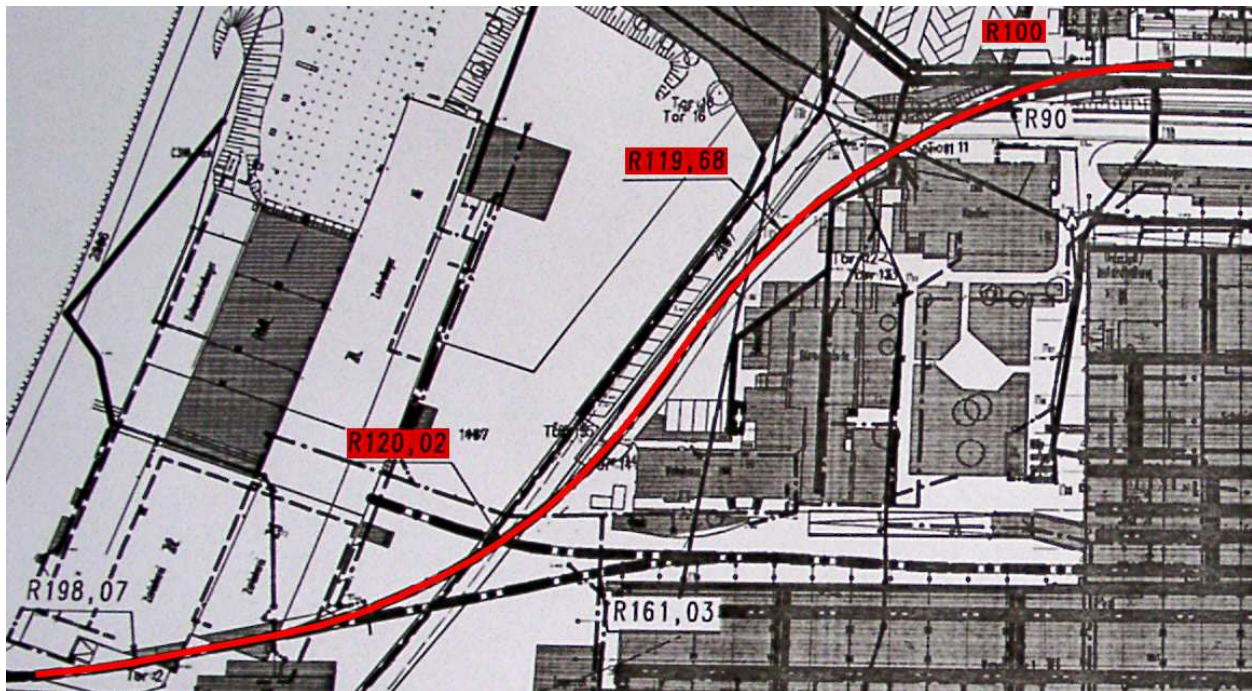


Abbildung 3.3: Trassierung des S-Bogens auf dem Areal JOSEF MEYER WAGGON AG

Das Anschlussgleis nach Möhlin ist in der Abbildung 3.4 wiedergegeben und ist neben einem 190m-Bogen größtenteils durch Geradenabschnitte, viele Schienenstöße und Weichen gekennzeichnet. Die im 190m-Bogen der Abbildung 3.4 digital aufgezeichneten Schienenprofile bedürfen noch einer nachgelagerten Aufbereitung. Sie zeigen aber in einem bogenaußen sehr radähnlichen und bogeninnen stark abgeflachten Profil einen typischen Verschleißzustand auf, der in Bezug auf die passive radiale Einstellbarkeit eines Laufwerks sicher eine ungünstige Randbedingung bedeutet.

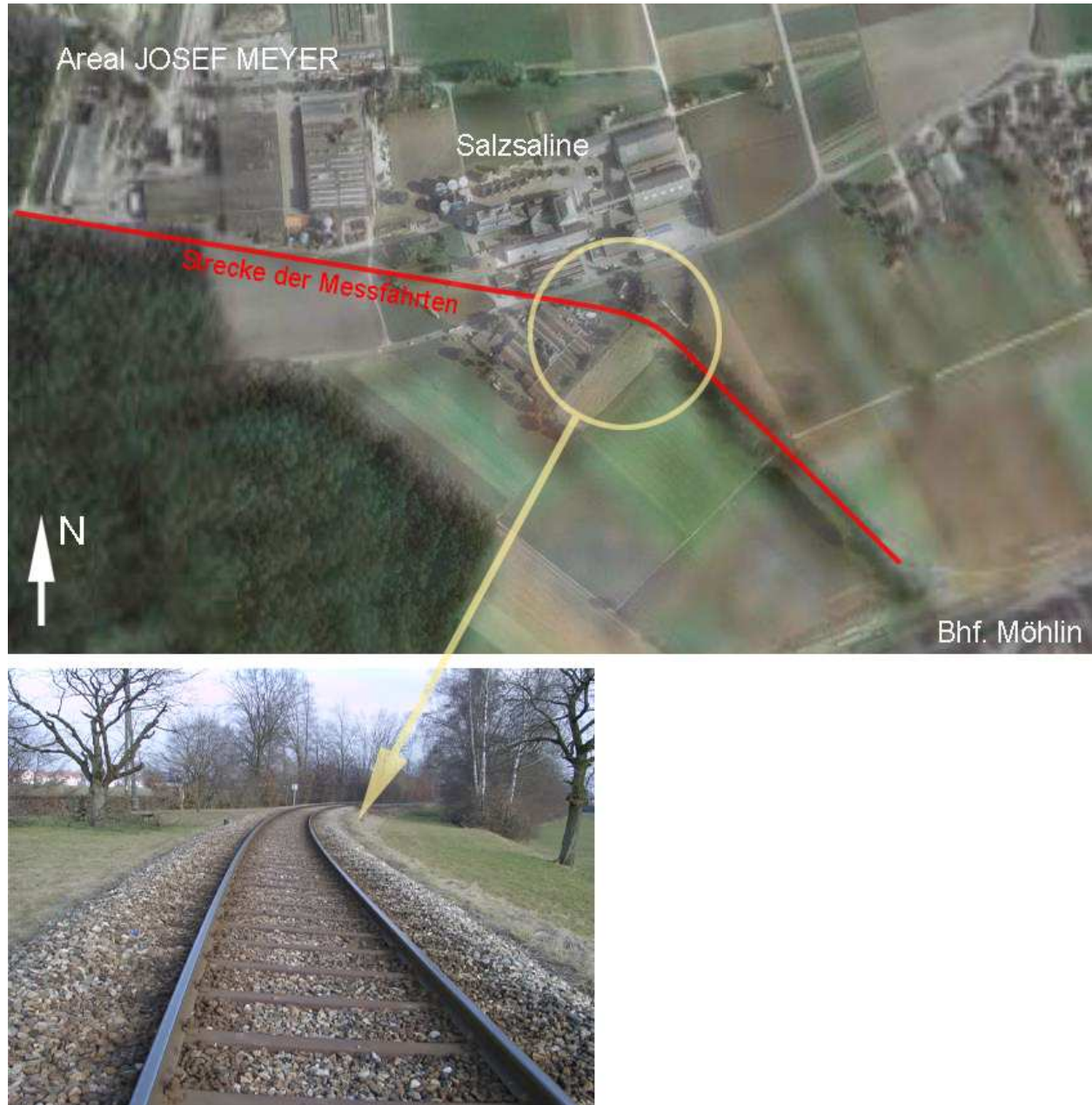


Abbildung 3.4: Messstrecke: Anschlussgleis nach Möhlin mit 190m-Bogen

Während Art und Umfang der mitgeführten Sensorik umfangreiche Auswertungen in vielfältiger Hinsicht ermöglichen, liegt der Fokus dieses vorläufigen Berichts auf den für das weitere Vorgehen wesentlichen Punkten

1. Gieverhalten von Drehgestellrahmen und Radsatz
2. Dehnung bzw. Spannung der DMS-Messstelle auf dem Langträger des DG-Rahmens
3. Kreuzanker-Längskräfte

3.1 Gieverhalten von Drehgestellrahmen und Radsatz

Das LEILA-DG verfügt über eine passive radiale Einstellbarkeit der Radsätze bzw. des Drehgestellrahmens, wobei die jeweils diagonal gegenüber befindlichen Lagergehäuse durch Kreuzankerstangen miteinander verbunden sind. Bei entsprechend geeigneten Rad- und Schienenprofilen drehen die aus dem Rad/Schiene-Kontakt resultierenden Längsschlupfkkräfte die Radsätze gegenüber dem Drehgestellrahmen um die Hochachse, so dass das Fahrzeug im günstigsten Fall ohne Querschlupf durch den Bogen zu fahren vermag.

Andererseits darf während der Geradenfahrt insbesondere bei den hier zunächst geprüften geringen Fahrgeschwindigkeiten keine nennenswerte periodische Lenkbewegung der Radsätze auftreten, um einen stabilen Geradeauslauf sicher zu stellen.

Wie die Abbildung 3.5 für den ersten Radsatz (RS11) im vorlaufenden Messdrehgestell für den Leerzustand bei der Fahrt durch den S-Bogen zeigt, ist in einer deutlichen Gierbewegung des Radsatzes gegenüber dem Fahrzeugaufbau die Trassierung aus der Abbildung 3.3 wieder zu erkennen. Das LEILA-DG hebt sich also den Erwartungen entsprechend von einem Starrachsdrehgestell deutlich ab. Im grün gehaltenen Verlauf der Radsatzausdrehung verbleibt aber ein restlicher Schräglaufwinkel gegenüber den in rot, blau und magenta angetragenen Werten für eine vollradiale Einstellung. Allerdings waren während dieses Messtages infolge Regen und Gummiabrieb durch LKW- bzw. Stapler-Verkehr schmierige Schienen zu verzeichnen. Der daraus zu folgernde niedrige Reibbeiwert bedeutet eine entsprechend geringe Ausdrehwirkung durch ein niedriges Schlupfkraftniveau. Zudem war infolge niedriger Außentemperaturen von ca. 7° C eine Versteifung aller Gummifedern festzustellen, was der Gierbewegung des Radsatzes entgegen wirkt.

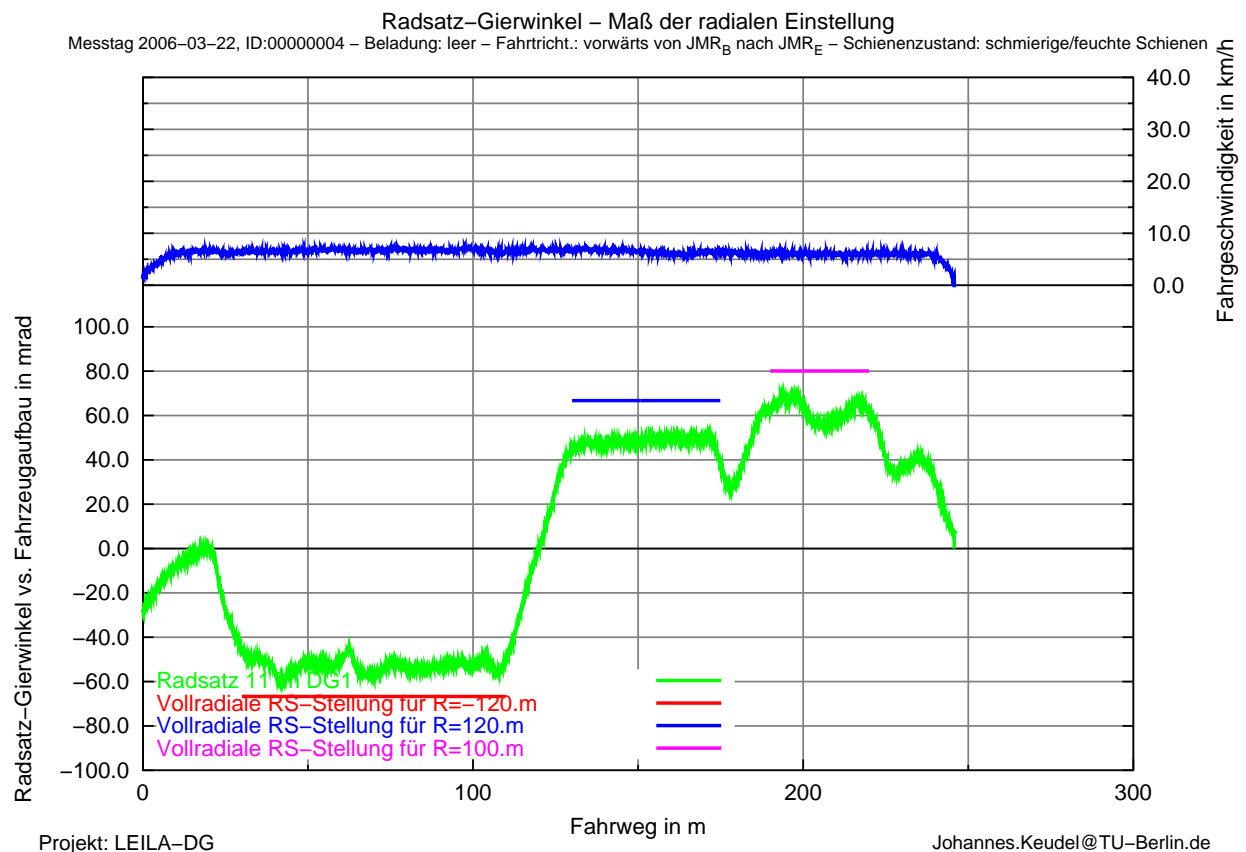


Abbildung 3.5: Radsatzausdrehung des RS11 vs. Fahrzeugaufbau im S-Bogen

Die Abbildung 3.6 zeigt für den letzten Radsatz (RS11) des nun rückwärts fahrenden unbeladenen Taschenwagens jedoch trotz dieser ungünstigen Randbedingungen eine vollradiale Einstellung, während der Drehgestellrahmen in der Abbildung 3.7 schon eine überradiale Einstellung aufzeigt.

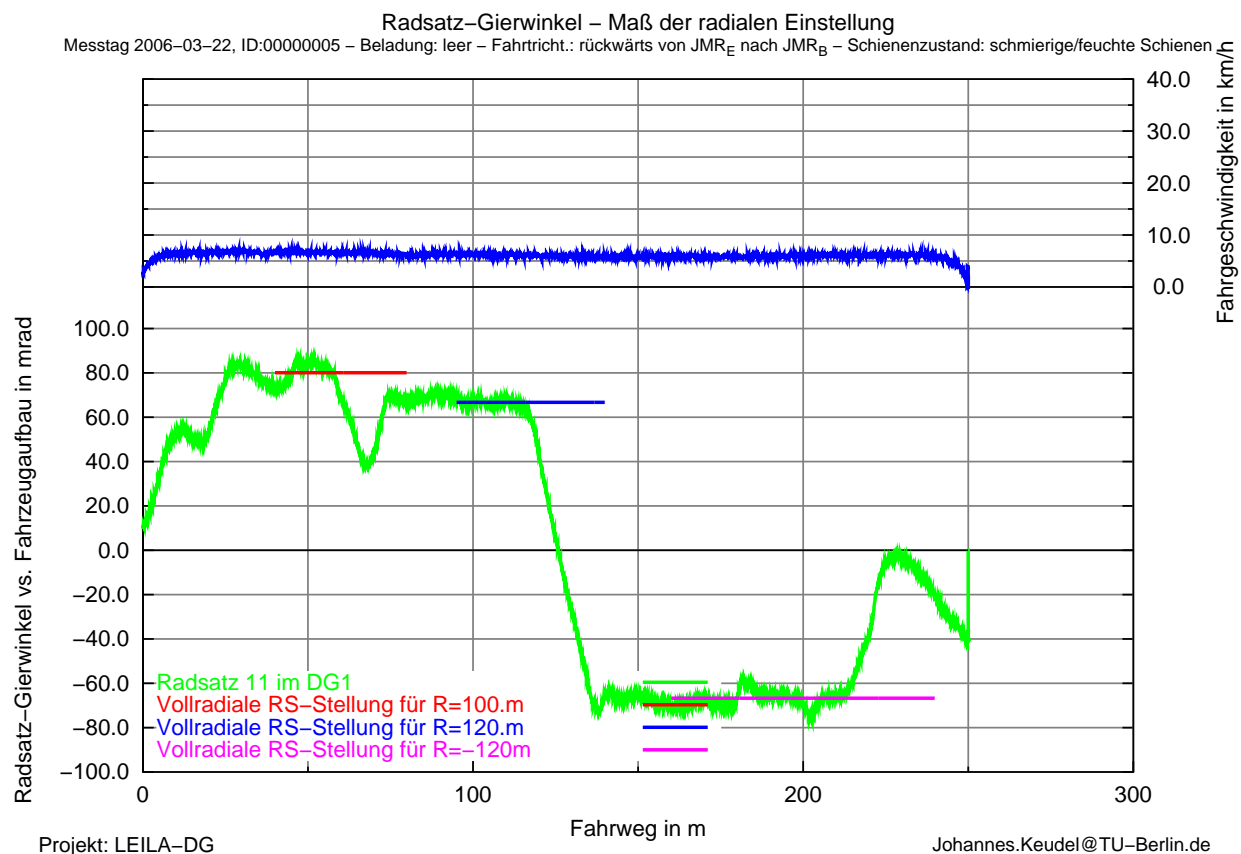


Abbildung 3.6: Radsatzausdringung des RS11 vs. Fahrzeugaufbau im S-Bogen

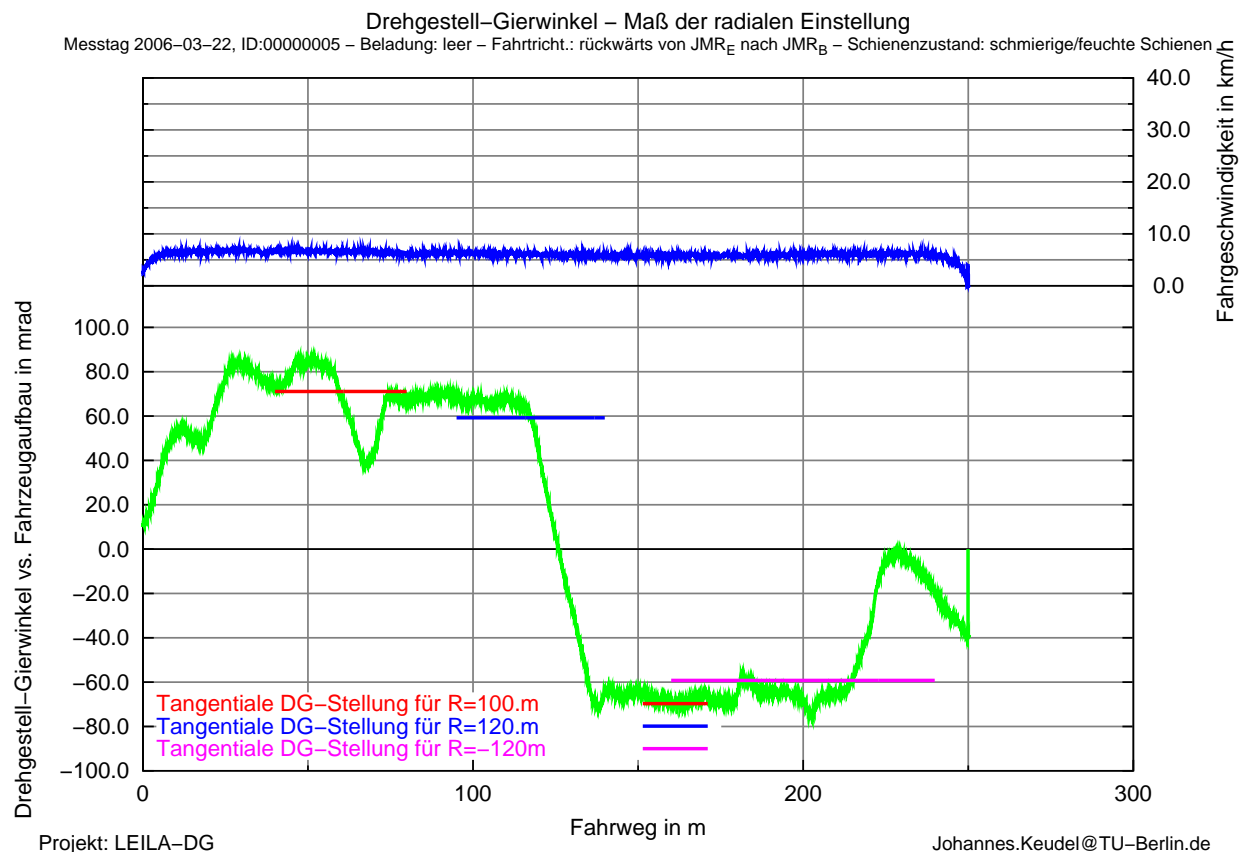


Abbildung 3.7: Drehgestellausdrehung vs. Fahrzeugaufbau im S-Bogen

Ebenso stellt sich der vorlaufende Radsatz des leeren Taschenwagens im 190m-Bogen des Anschlussgleises (s. Abb. 3.4) unabhängig von den gefahrenen Geschwindigkeitsprofilen bis 35 km/h in der Abbildung 3.8 zwar deutlich aber nicht vollständig radial ein, während der bei der Rückfahrt dann nachlaufende Radsatz eine vollradiale Einstellung zeigt.

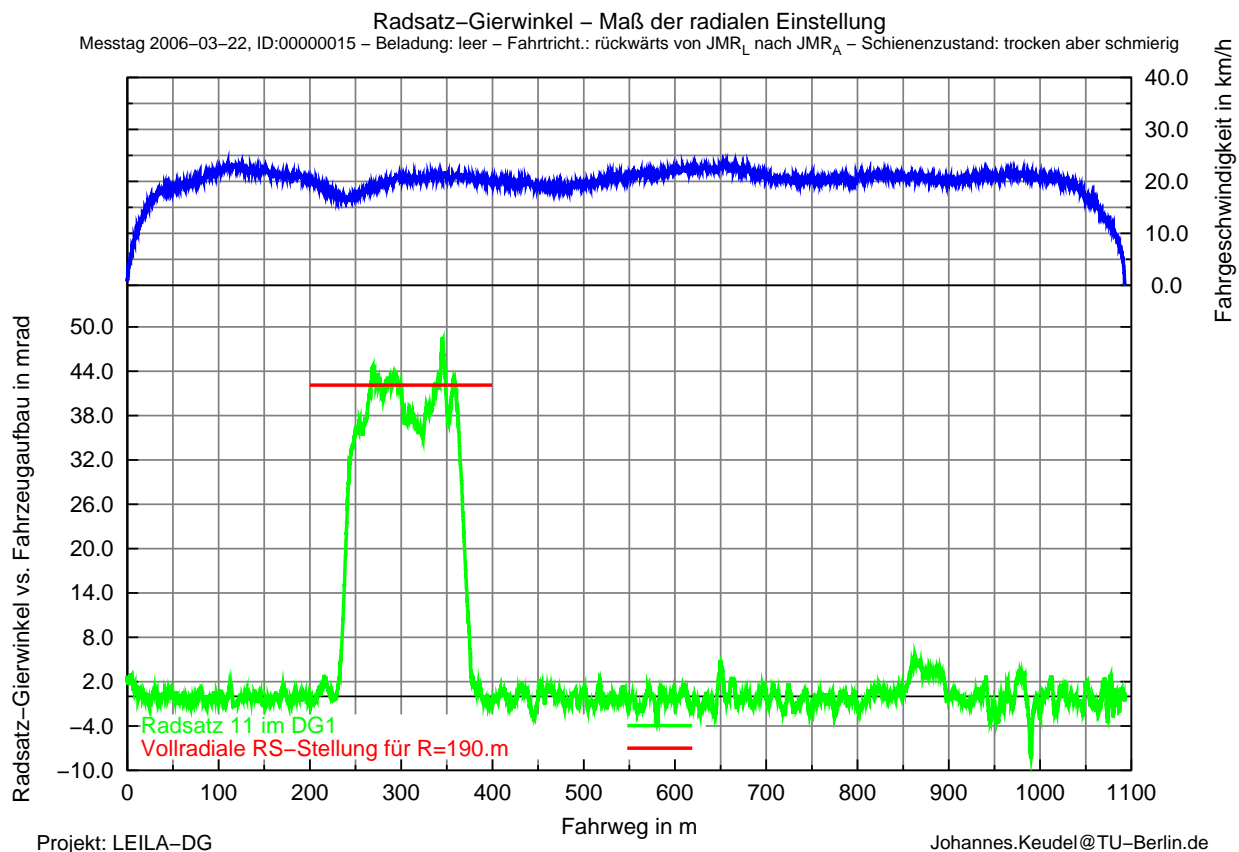
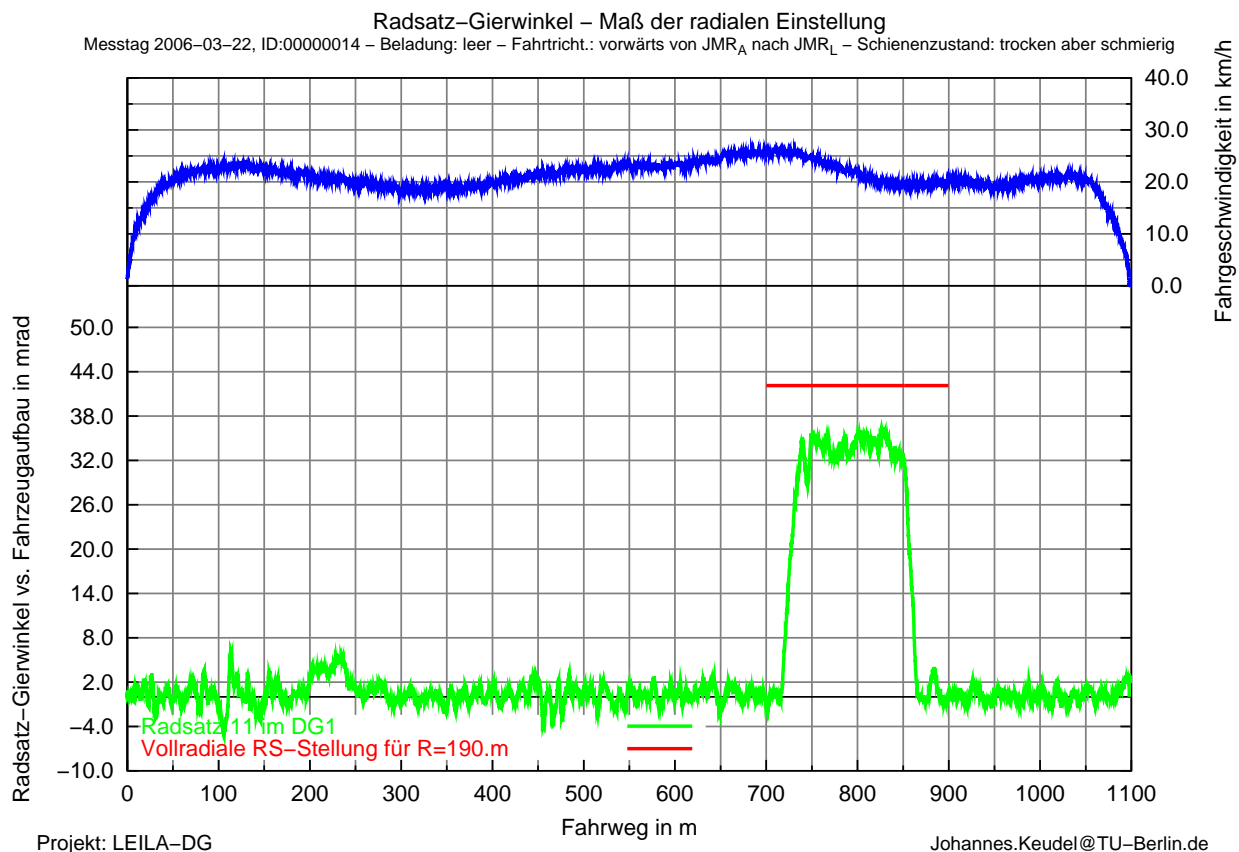


Abbildung 3.8: Radsatzausdrehung des RS11 vs. Fahrzeugaufbau auf dem Anschlussgleis

Demgegenüber zeigt der Radsatz RS11 bei dem auf 91 t beladenen Fahrzeug wie in der Abbildung 3.9 ersichtlich auf dem Anschlussgleis (s. Abb. 3.4) sowohl bei Vorwärts- als auch bei Rückwärtsfahrt unabhängig von der gefahrenen Geschwindigkeit eine vollradiale Einstellung. Allerdings konnte damit einhergehend auch ein nunmehr trockener Schienenzustand sowie ein Außentemperaturanstieg auf ca. 9° C verzeichnet werden.

Weder kann während der ungestörten Geradenfahrt eine nennenswerte Radsatzdrehung festgestellt werden, noch ist eine antiradiale Ausdrehung der Radsätze bei der Bogenfahrt zu verzeichnen.

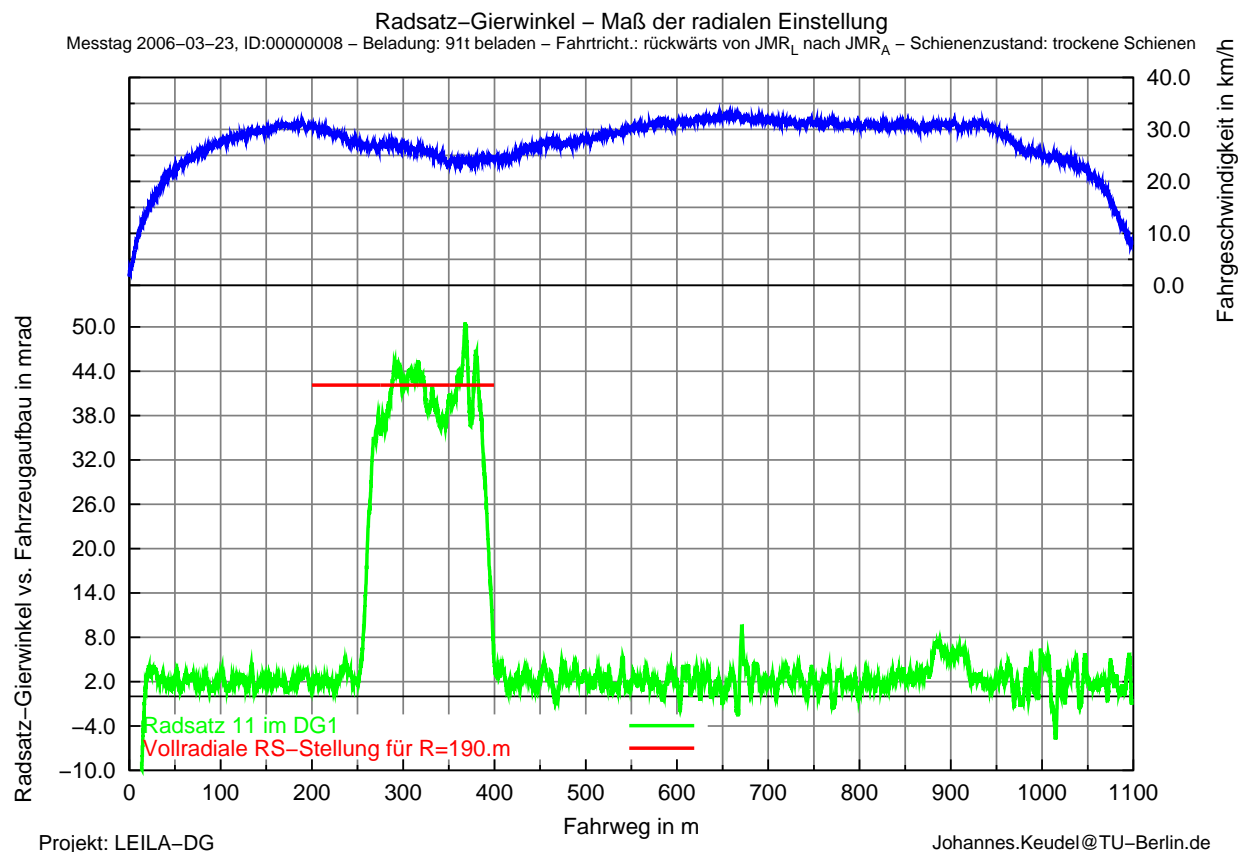
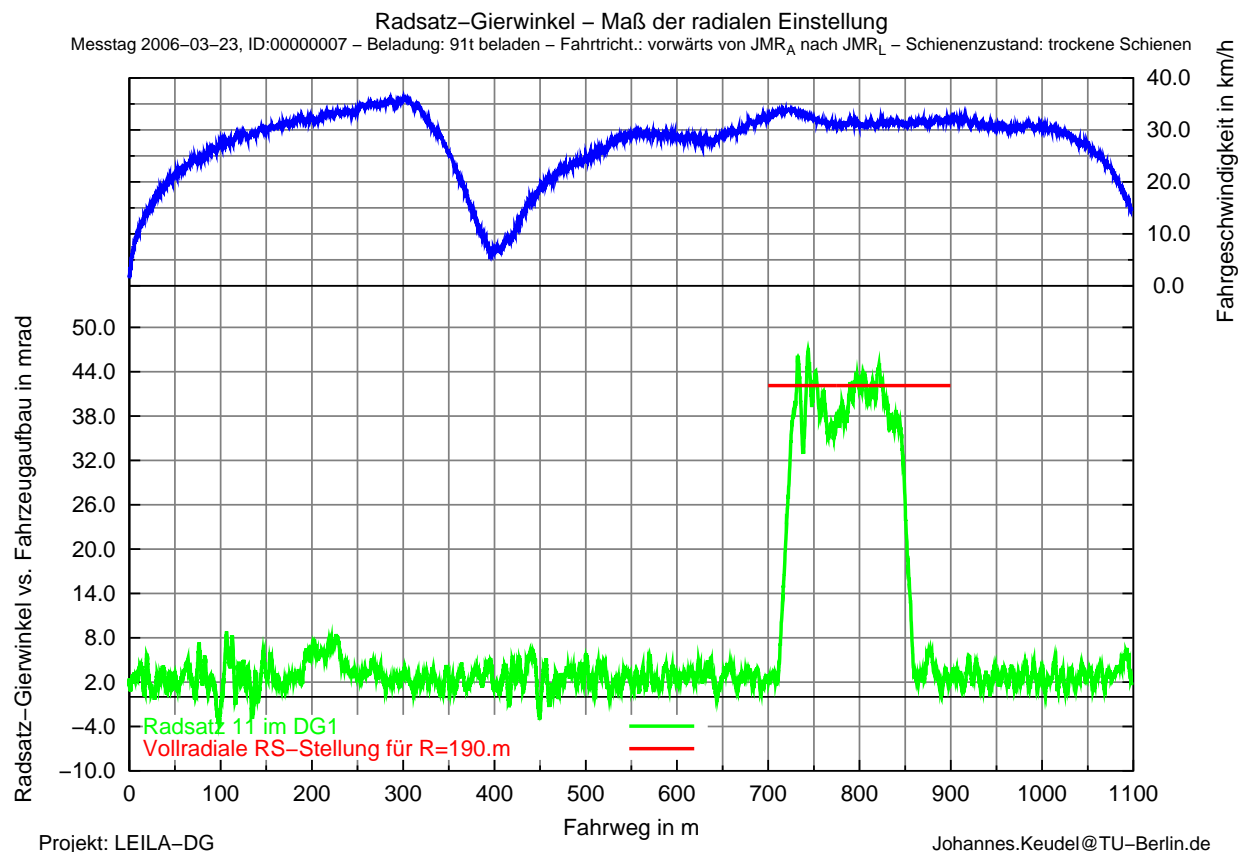


Abbildung 3.9: Radsatzdrehung vs. Fahrzeugaufbau für das 91t-Fahrzeug

3.2 Dehnung und Spannung auf dem Langträger des DG-Rahmens

Zum Abgleich mit dem Modell der Finite-Elemente-Methode (FEM) zur Strukturauslegung des Drehgestellrahmens seitens JOSEF MEYER WAGGON AG wird die Längsdehnung auf der Oberseite des in Nennfahrtrichtung rechten Langträgers des Messdrehgestells mittels Dehn-Mess-Streifen (DMS) erfasst (s. Abbildung 3.10). Während der Versuche auf dem Areal JOSEF MEYER WAGGON AG dient dabei der Zustand des Leerfahrzeugs als Referenz, gegenüber der eine Dehnungsänderung gemessen wird. Aus der Dehnung lässt sich durch Multiplikation mit dem E-Modul unmittelbar die zugehörige Spannung ermitteln.

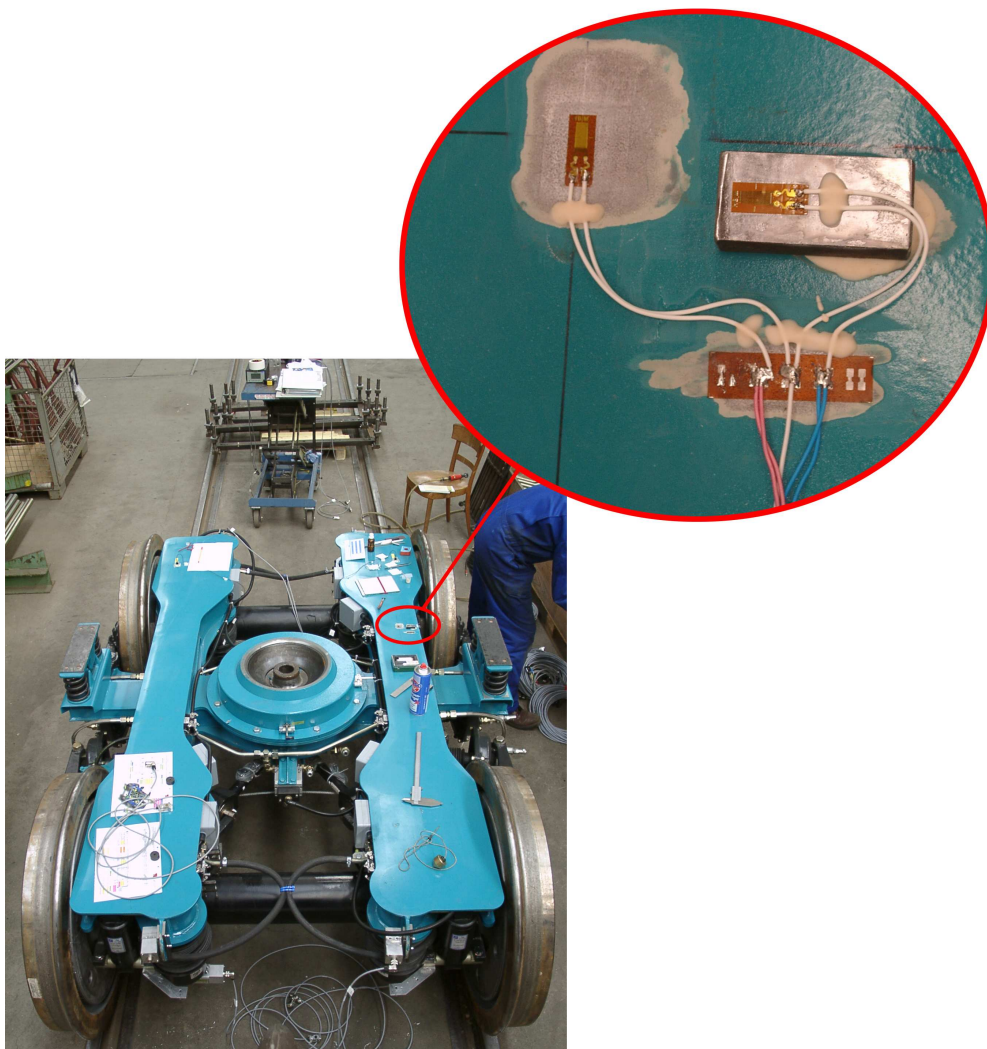


Abbildung 3.10: Dehnmessstreifen in Längsrichtung auf dem Langträger

Wie die Abbildung 3.11 für zwei verschiedene Geschwindigkeitsprofile zeigt, ändert sich die Dynamik der gegenüber dem Leerzustand auftretenden Längs-Druckspannung mit der Fahrgeschwindigkeit. Die gefahrenen Versuche zeigen kurzzeitige Peaks bis an -120 MPa heran, während das Grundniveau der Druckspannung auch in den anderen Messfahrten bei ca. -85 bis -95 MPa verbleibt. Allerdings ist der mit DMS applizierte Langträger während der Messfahrten auf dem Anschlussgleis nach Möhlin (s. Abb. 3.4) stets der bogeninnen befindliche Langträger gewesen. Eine nach bogenaußen gerichteten Seitenbeschleunigung wird hingegen den bogenäußeren Langträger mit der größeren Vertikalkraft beaufschlagen.

Es obliegt JOSEF MEYER WAGGON AG, diese Werte hinsichtlich der ertragbaren Rad-satzlast bzw. Tauglichkeit des Drehgestellrahmens zu beurteilen.

In den bevorstehenden Messfahrten auf der Strecke werden die absoluten Dehnungen respektive Spannungen gegenüber dem unbelasteten Bauteilzustand und nicht nur gegenüber dem Zustand des Leerfahrzeugs messbar sein.

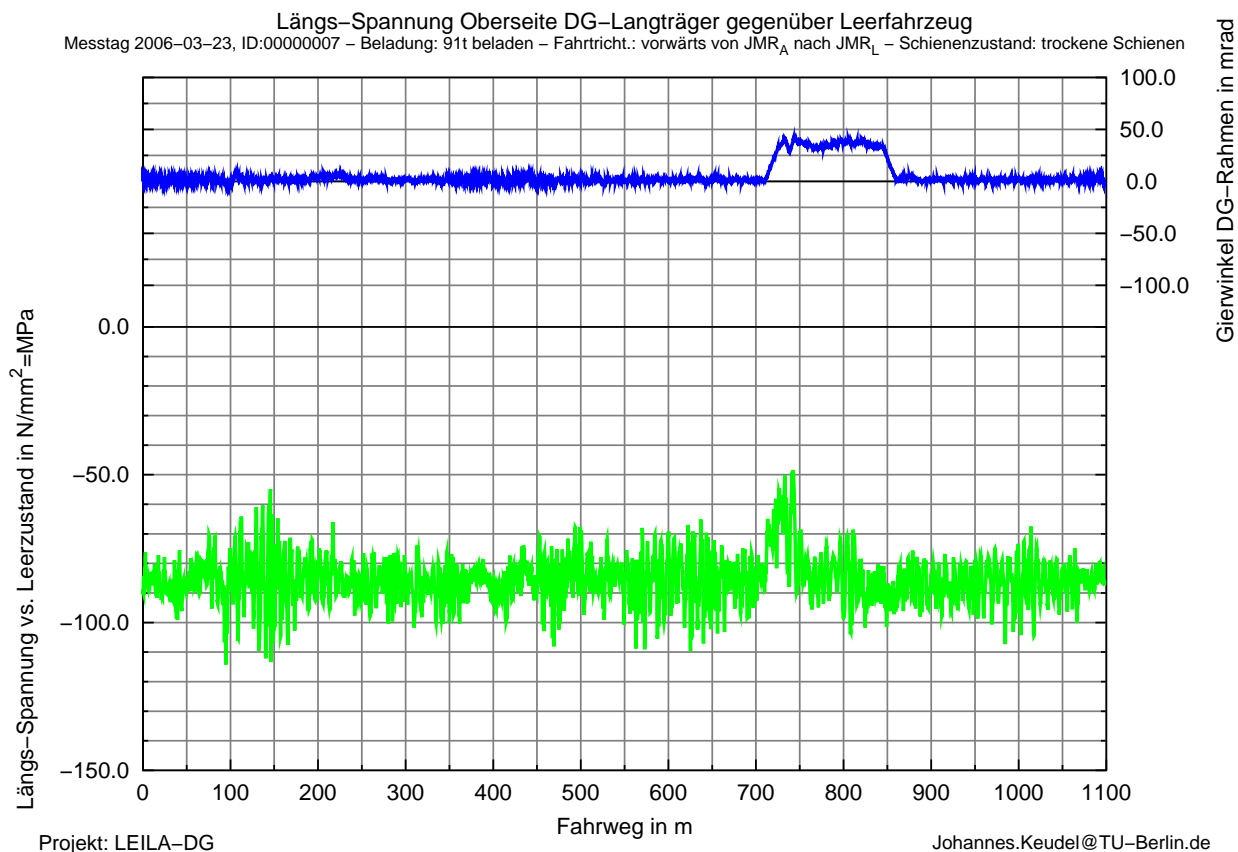
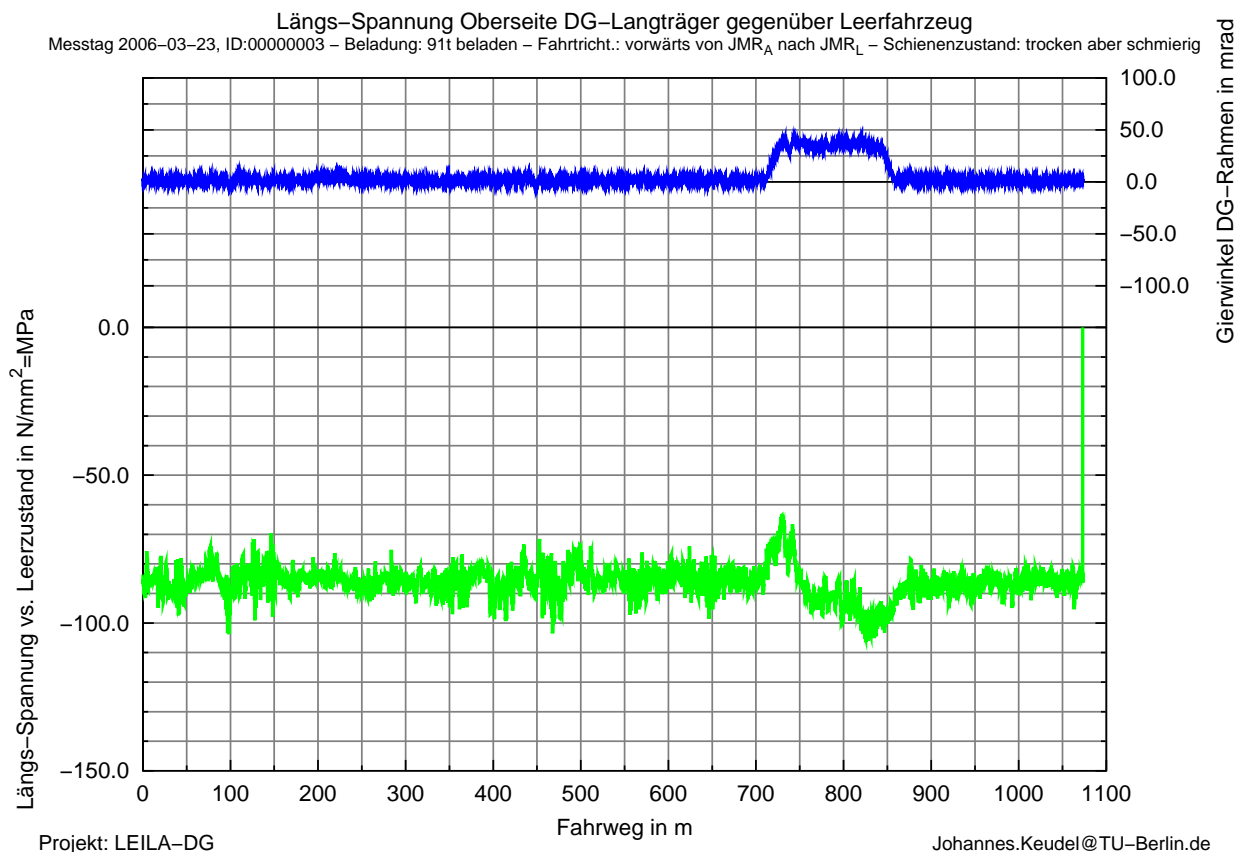


Abbildung 3.11: Spannung auf dem Langträger des DG-Rahmens

3.3 Kreuzanker-Längskräfte

Die beiden Kreuzankerstangen des Messdrehgestells sind bereits im Juli 2005 mit Dehn-Mess-Streifen (DMS) bestückt und mit Hilfe einer Masse von 4 t auf Zugkraft kalibriert worden. Auch hier ist zunächst im Rahmen der Versuche auf Areal JOSEF MEYER WAGGON AG nur die Kraftänderung gegenüber dem Leerzustand messbar, während bei den bevorstehenden Streckenversuchen die absolute Kraft gegenüber dem gänzlich unbelasteten Bauteil messbar sein wird.

Wie die Abbildung 3.12 für die S-Bogenfahrt (s. Abb. 3.3) des Leerfahrzeugs zeigt, arbeiten beide Kreuzanker erwartungsgemäß mit jeweils gegensinnigen Kräften, während das Kraftniveau auf ca. 5 kN verbleibt. Kurzzeitige Peaks wie z.B. bei ca. 70 m in der Abbildung 3.12 sind auf Gleislagestörungen - in diesem Fall eine dort befindliche Kreuzung - zurück zu führen.

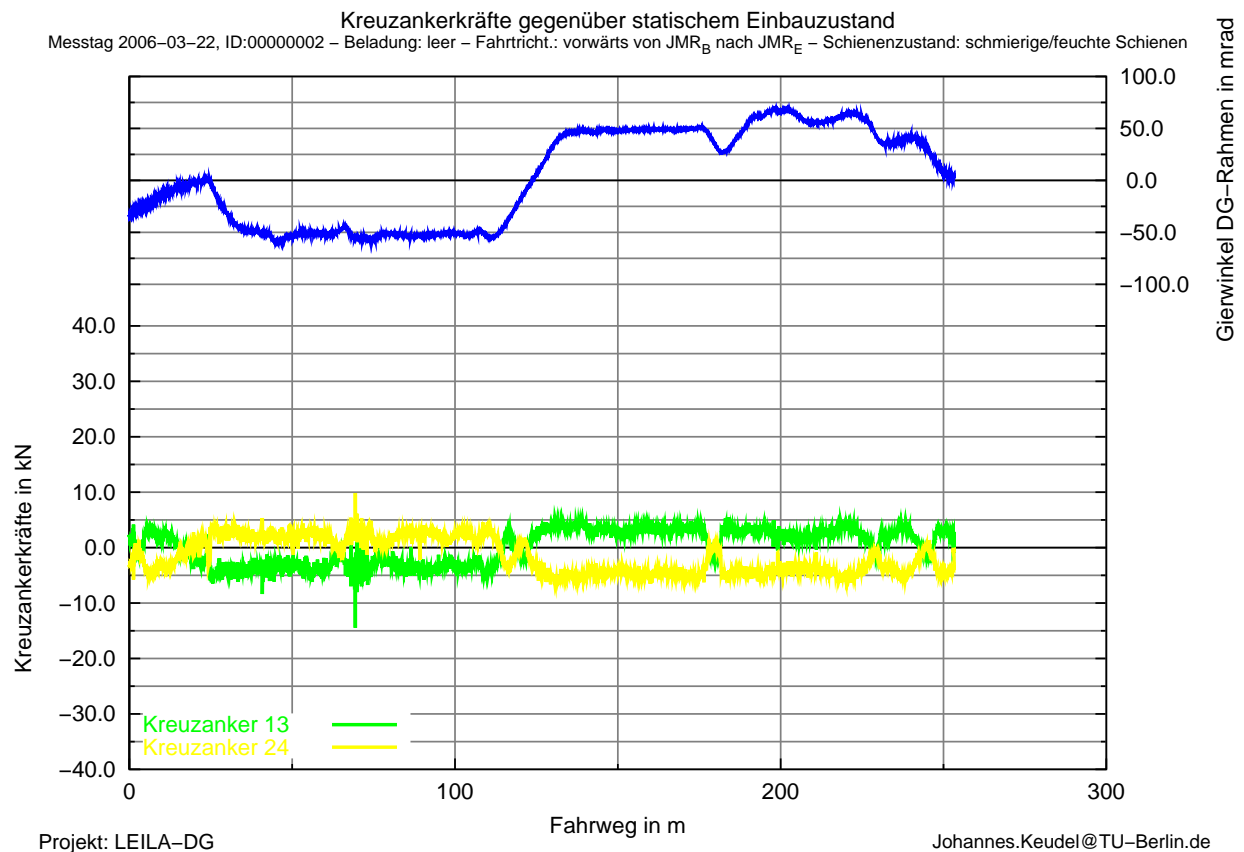


Abbildung 3.12: Kreuzankerkräfte für das Leerfahrzeug

Die während des Beladungsvorganges im Stillstand gemessene Kraftänderung ergibt je Kreuzankerstange zunächst eine Zugkraft von 3 bis 4 kN, die wohl auf Unsymmetrie bzw. Fertigungstoleranzen der beteiligten Bauteile zurückzuführen ist.

Wie die Abbildung 3.13 für das beladene Fahrzeug auf der Fahrt durch das Anschlussgleis zeigt, steigt das Kraftniveau erwartungsgemäß mit der Beladung an. Die gegenüber dem Leerzustand auftretenden Kräfte bleiben hier deutlich im Rahmen der Dimensionierung von ± 40 kN - Kräfte infolge potentieller Montagezwänge sind hier jedoch zu superponieren.

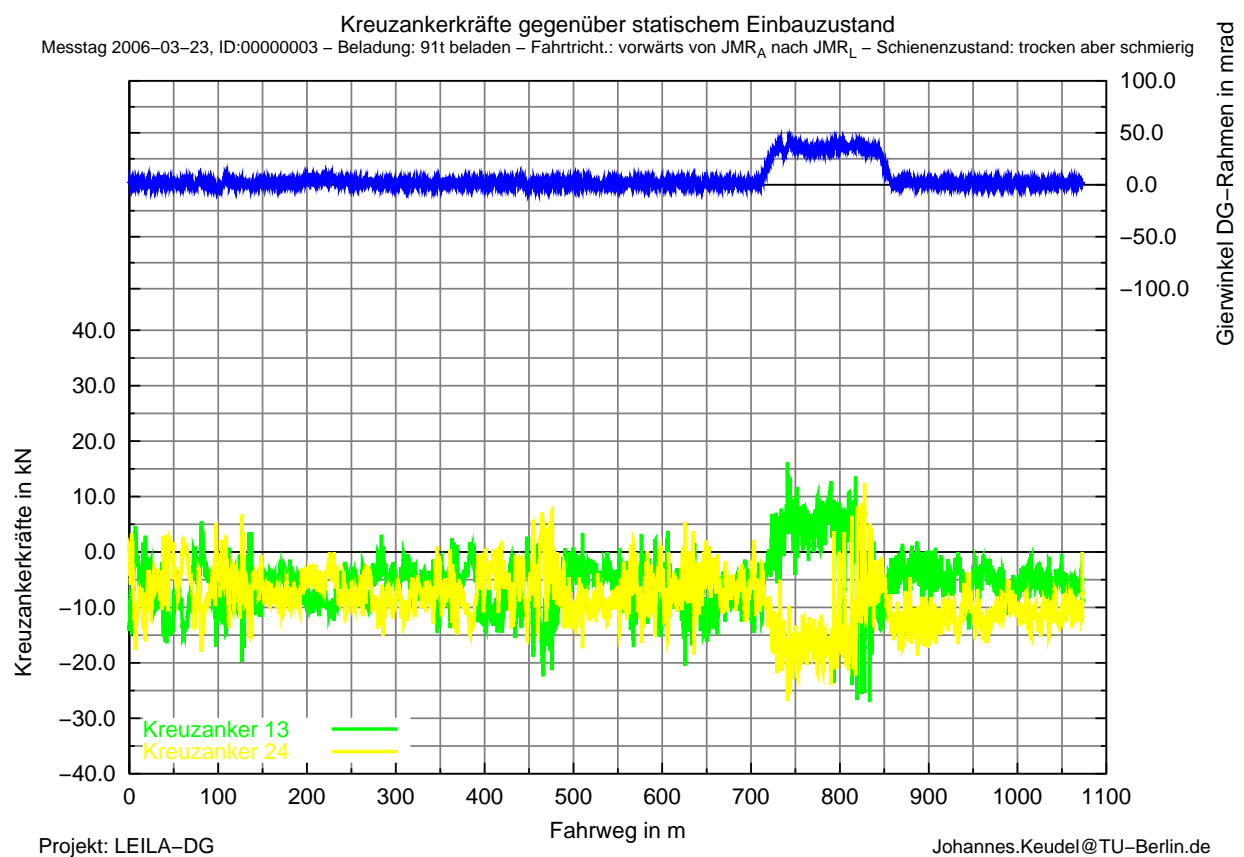


Abbildung 3.13: Kreuzankerkräfte für das 91t-Fahrzeug

Mit jeder weiteren Messfahrt für das beladene Fahrzeug zeigt sich allerdings gleichermaßen für beide Kreuzankerstangen eine Drift des Nullpunkts bis hin zu 20 kN Druckkraft z.B. während der Rangierfahrt zum Entladen in der Abbildung 3.14.

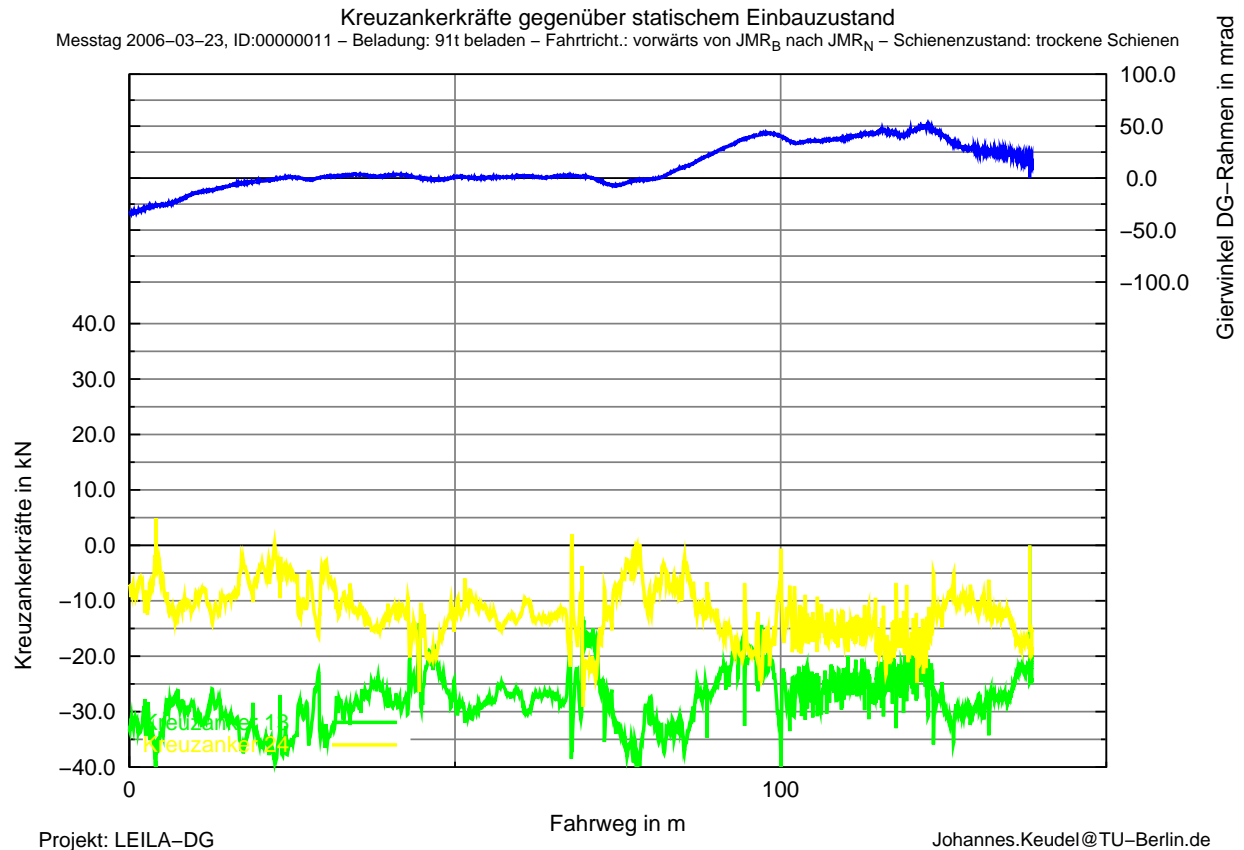


Abbildung 3.14: Kreuzankerkräfte, 91t-Fahrzeug während Rangierfahrt zum Entladen

Diese Drift gegenüber dem Leerzustand könnte einerseits durch Fehler in der Messtechnik wie zum Beispiel abtrocknende Feuchtigkeit auf den Dehnmessstreifen¹ hervorgerufen werden. Da beide Kreuzankerstangen jedoch das identische Driftverhalten zeigen und in einem anschließenden unbelasteten 24h-Test keine Drift auszumachen war, erscheint hier jedoch ein Einfluss der Messtechnik recht unwahrscheinlich.

Andererseits könnte diese Drift in einer Änderung eines gezwängten Zustands in Form von Lösen oder Zwängen begründet sein. Eine plastische Verformung des Drehstellrahmens während der beladenen Fahrten kommt dabei wohl nicht in Betracht, da dies

¹Zwar sind die Messtellen fachgerecht mit einem speziellen Lack, Abdeckmasse, Silikon und einem entlüftenden Blechschutz versehen. Durch die Witterungseinflüsse während des Winters kann jedoch Feuchtigkeit nicht restlos ausgeschlossen werden.

einerseits eine Zug- und keine Druckbelastung auf die Kreuzanker bedeuten dürfte und andererseits die Dehnung auf dem Langträger ihr Grundniveau nicht verändert.

Die eingesetzten Bauteile zeigen zumindest äußerlich keinerlei Defekte.

Um diesem bis anhin also ungeklärten Zustand geeignet zu begegnen, ist der Hersteller Freudenberg Schwab bemüht, schnellstmöglich zwei bis Ende April 2006 verfügbare und stärker dimensionierte Kreuzankerpaare anzubieten. Die Auslegung auf ± 40 kN betrifft nach Auskunft des Herstellers Freudenberg Schwab insbesondere die Schraubenverbindung sowie einige Schweißnähte, während z.B. ein Ausknicken erst bei einer anderen Größenordnung der Kräfte zu befürchten wäre. Von daher erscheint eine Ertüchtigung des Kreuzankers für größere Kräfte ohne wesentliche Geometrieänderungen möglich.

Weiterhin wird die TU Berlin bei den weiteren Versuchen durch spezielle Kabel jederzeit die absolute Längskraft messbar machen, so dass eine Aussage über die tatsächlich vorherrschenden Kräfte inklusive etwaigen Montagezwängungen oder Setzungserscheinungen etc. ermöglicht wird.

Kapitel 4

Fazit

Ausgehend von der Fragestellung der laufftechnischen Grundfunktionalität des Drehgestells LEILA-DG liefert die vorliegende Kurzauswertung insbesondere folgende Erkenntnisse:

Die hinsichtlich der Entgleisungssicherheit aufgebrachte statische Verwindung des mit LEILA-DG ausgerüsteten Taschenwagens ergibt eine gegenüber den Simulationsergebnissen deutlich geringere Radentlastung. Es kann also davon ausgegangen werden, dass das reale Fahrzeug gegenüber den ohnehin schon unkritischen Simulationsergebnissen [1] noch deutliche Reserven in der Entgleisungssicherheit aufweist, die vor allem im günstigen torsionelastischen Verhalten des Drehgestellrahmens zu begründen ist. Das reale Fahrzeug bestätigt die Erwartungen hier „zur sicheren Seite“.

Als Ergebnis der Messfahrten bei zunächst niedrigen Fahrgeschwindigkeiten bis zu 35 km/h ist für den leeren wie auch beladenen Taschenwagen bei der Bogenfahrt eine günstige radiale Einstellung der Radsätze bzw. des Drehgestellrahmens zu verzeichnen. Trotz zum Teil widriger Reibwertbedingungen und verschlissenen Schienenprofilen zeigt sich oftmals eine vollradiale Bogenstellung - hier ist ein ganz deutlicher Unterschied zu Starachsdrehgestellen fest zu stellen. Ein antiradiales Ausdrehen oder ein Schlingern während der Geradenfahrt ist bei den gefahrenen Geschwindigkeiten zu keiner Zeit zu erkennen.

Die aus einem Dehnmessstreifen auf dem Langträger des Drehgestellrahmens für das 91t-Fahrzeug gewonnene Längsspannung weist gegenüber dem Leerzustand bei einem Grundniveau von -85 bis -95 MPa in Peaks -120 MPa auf. Eine Bewertung dieses Ergebnisses in Bezug auf die Erkenntnisse aus dem Finite-Elemente-Modell der JOSEF MEYER WAGGON AG obliegt JOSEF MEYER WAGGON AG.

Die dynamischen Kreuzankerlängskräfte verbleiben für das Leerfahrzeug jederzeit ganz deutlich im Dimensionierungsbereich von ± 40 kN. Für das beladene 91t-Fahrzeug verbleiben die dynamischen Kräfte ebenfalls in diesem Rahmen. Hinzu kommt aber über den Verlauf der Messungen eine erhebliche Drift des relativen Nullniveaus gegenüber dem Leerzustand bis hin zu 20 kN Druckkraft. Als mögliche Ursache können Montagezwänge oder Setzungserscheinungen etc. genannt werden, während Messfehler wegen des identischen Verhaltens beider Kreuzanker unwahrscheinlich erscheinen.

Um diesem bis anhin also ungeklärten Zustand geeignet zu begegnen, ist der Hersteller Freudenberg Schwab bemüht, schnellstmöglich zwei bis Ende April 2006 verfügbare und stärker dimensionierte Kreuzankerpaare anzubieten. Weiterhin wird die TU Berlin bei den weiteren Versuchen durch spezielle Kabel jederzeit die absolute Längskraft messbar machen, so dass eine Aussage über die tatsächlich vorherrschenden Kräfte inklusive etwaigen Montagezwängungen oder Setzungserscheinungen etc. ermöglicht wird.

Über diesen ersten Kurzbericht hinaus erlauben die gewonnen Messwerte natürlich viele weitere Detailauswertungen, die im Nachgang zu dieser Auswertung angegangen werden.

Berlin, den

Literaturverzeichnis

- [1] HECHT, M. und J. KEUDEL: *LEILA-DG - Dokumentation zum MKS-Modell (inkl. Kesselwagen + Hupac Taschenwagen T.4) - Komponenten, Kennlinien + Massenbilanz - Statische Kräfte und Einsenkungen*. Technischer Bericht 30/2004, Technische Universität Berlin, Fachgebiet Schienenfahrzeuge, Sek. SG14, Salzufer 17-19, 10587 Berlin, Juni 2005.
- [2] NORMENAUSSCHUSS SCHIENENFAHRZEUGE: *DIN EN 14363:2005 - Bahnanwendungen - Fahrtechnische Prüfung für die fahrtechnische Zulassung von Schienenfahrzeugen - Prüfung des Fahrverhaltens und stationäre Versuche*. Deutsches Institut für Normung, Oktober 2005.
- [3] ERRI: *ERRI Frage B55 Rp 8, Entgleisungssicherheit von Güterwagen in Gleisverwindungen*. Technischer Bericht B55/RP8 (Schlussbericht), ERRI - Forschungs- und Versuchsamtsamt des Internationalen Eisenbahnverbandes, Utrecht, April 1983.
- [4] HECHT, M. und J. KEUDEL: *LEILA-DG - Numerischer Nachweis der Entgleisungssicherheit*. Technischer Bericht 12/2004, Technische Universität Berlin, Fachgebiet Schienenfahrzeuge, Sek. SG14, Salzufer 17-19, 10587 Berlin, Juni 2005.