

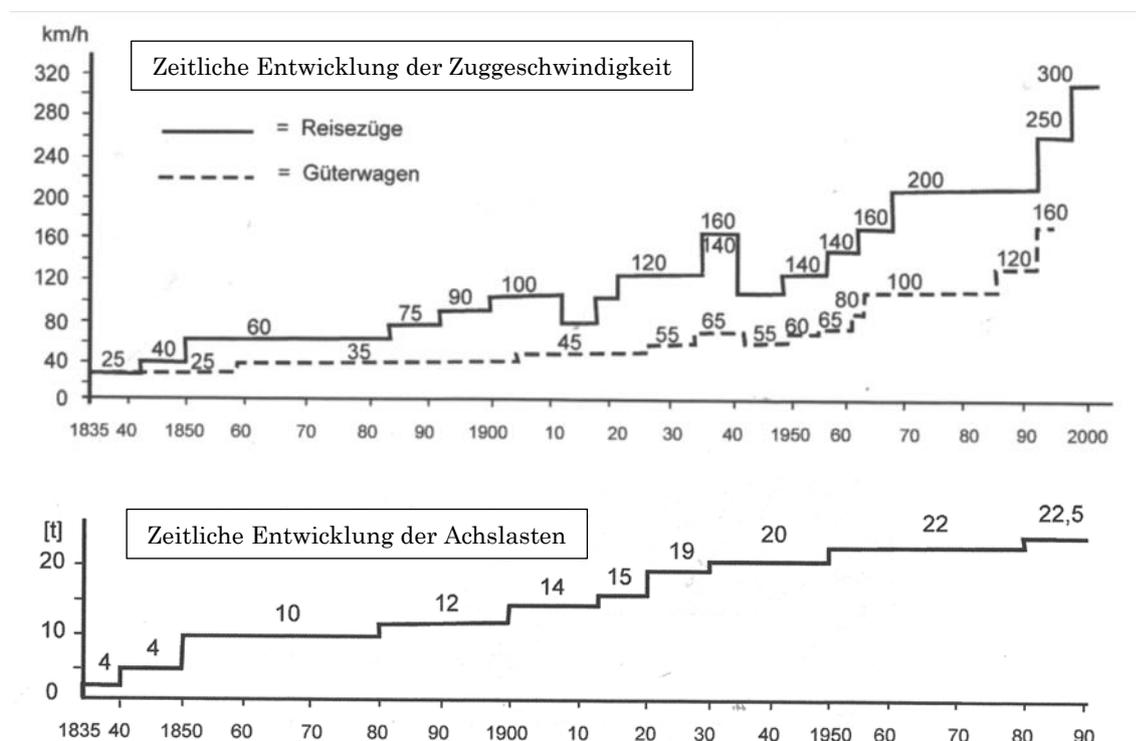
Interaktion zwischen Tragwerk und Gleis: Eine ganzheitliche Betrachtung

Ein großer Meilenstein im Eisenbahningenieurwesen war mit Sicherheit die Erfindung und Einführung der Gleise mit lückenlos verschweißten Schienen Ende der 1960er Jahre.

Die bis dahin verlegten Stoßlückengleise führten zu höheren Beanspruchungen der Fahrzeuge und des Fahrweges. Stoßlückengleise sind entsprechend instandhaltungsintensiver verbunden mit wesentlich dichteren Instandhaltungsintervallen und höheren Erhaltungskosten.

Das Gleis mit lückenlos verschweißten Schienen erfüllt weitestgehend die Bedürfnisse des Fahrweges der modernen Eisenbahninfrastruktur. Dieses ermöglicht einerseits Fahrkomfort und einen deutlich besseren Fahrzeuglauf mit gleichzeitiger Reduzierung der Lärmentwicklung und Umweltbelastung.

Andererseits lässt das Gleis mit lückenlos verschweißten Schienen den stetigen Anstieg der Zuggeschwindigkeiten zu und hat eine schonende Wirkung auf den Oberbau und Unterbau sowie auf die Fahrzeuge. Aber auch der kontinuierliche Anstieg der Radsatzlasten beeinflusst die Gleislagequalität negativ und erfordert die Einführung instandhaltungsarmer Gleiskomponenten mit entsprechend größeren Instandhaltungszyklen.



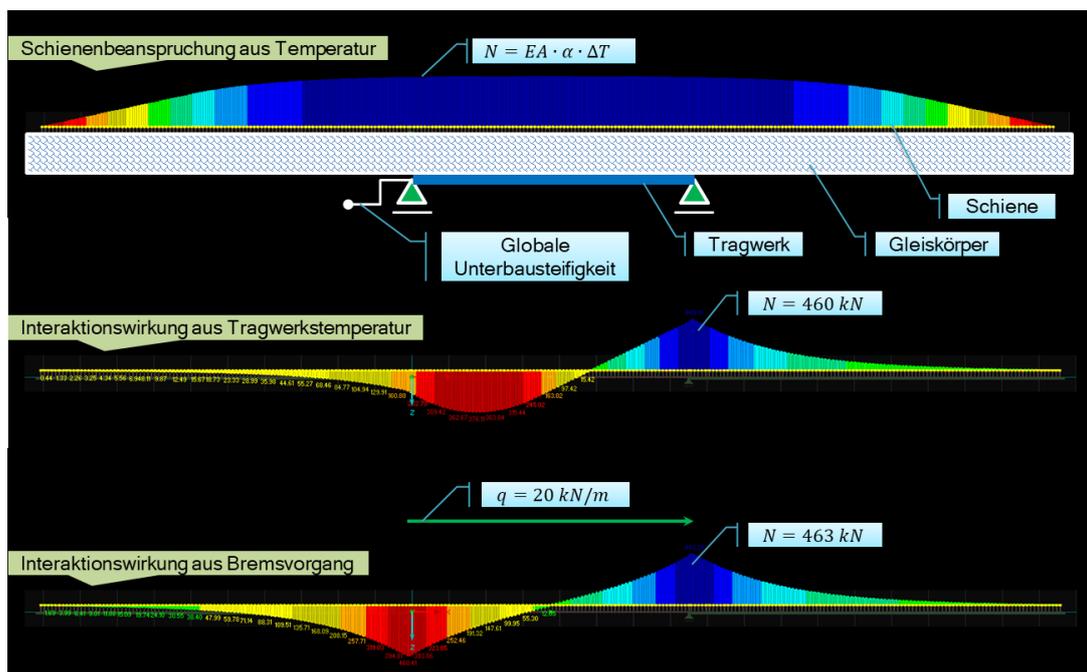
Die steigende Zugdichte und Zugfrequenz stellen ebenso zusätzliche Herausforderungen für den Fahrweg der Eisenbahninfrastruktur dar. Aus diesem Umstand erwachsen daher kürzere verfügbare Zeitfenster zur Durchführung der notwendigen Instandhaltungsarbeiten. Mit der steigenden Zugdichte und Zugfrequenz müssen die

Bahnverwaltungen in letzter Konsequenz auch mit steigenden Instandhaltungskosten rechnen.

Die thematische Abhandlung im Rahmen des vorliegenden Beitrages befasst sich im Wesentlichen mit der Interaktionswirkung zwischen der Brückenkonstruktion und dem darüber liegenden lückenlos verschweißten Gleis. Bedingt durch die wechselseitige Beeinflussung des Verformungsverhaltens beider Konstruktionen entstehen insbesondere in den Schienen und deren Befestigungskomponenten zusätzliche Beanspruchungen, bei deren Überschreitung eine eingeschränkte Betriebsführung und/ oder ein Versagen der Oberbaukomponenten zu erwarten wären.



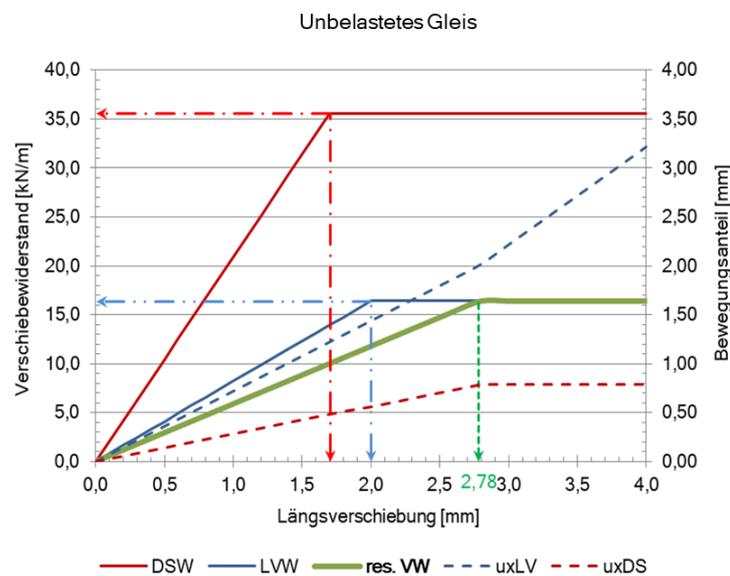
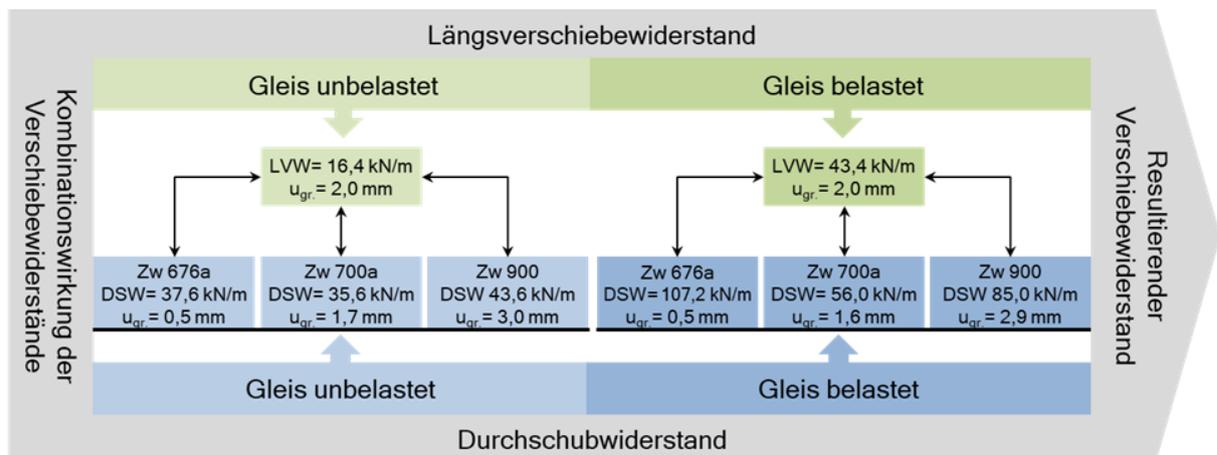
Die Ermittlung der zusätzlichen Beanspruchungen der Schienen erfolgt aktuell auf Basis der normativ festgelegten Berechnungsmethode unter Einbeziehung der definierten Verschiebewiderstandsmodelle.



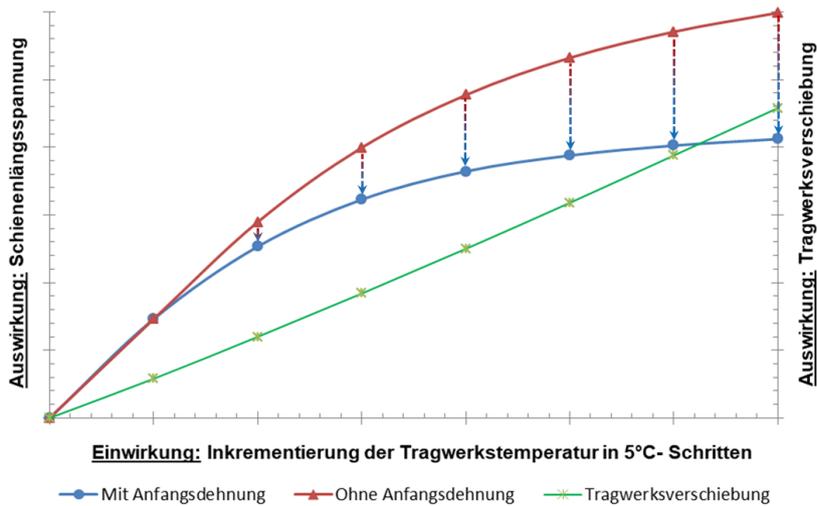
Die evidenten messdatenbasierten und numerischen Analysen haben gezeigt, dass die gegenwärtigen normativen Ansätze zu relativ konservativen und unspezifischen Gesamtergebnissen führen.

Aus diesem Anlass werden im Rahmen des gegenständlichen Beitrages folgende Aspekte zwecks einer konsequenten und methodischen Bewertung der Interaktionswirkung erläutert:

- Validierung der Verschiebewiderstandsmodelle unter Einbeziehung relevanter Einflussfaktoren und unter Berücksichtigung der Kombinationswirkung zwischen Längsverschiebe- und Durchschubwiderstand



- Einbeziehung der Tragwerkstemperatur zum Zeitpunkt des Schweiß- und Spannvorganges der Schienen („Initialtemperatur“) und Ermittlung der Temperaturlaststufen ausgehend von der Initialtemperatur
- Berücksichtigung der Belastungsgeschichte bei der Temperatureinwirkung auf das Tragwerk in Form von „Anfangsdehnungen“ aus den vorhergehenden Belastungssituationen



Inkrementierung ohne Anfangsdehnung

$$LF_1 = 5^\circ C$$

$$LF_2 = LF_1 + 5^\circ C$$

$$LF_3 = LF_2 + 5^\circ C$$

$$\vdots$$

$$LF_n = LF_{n-1} + 5^\circ C = n \times 5^\circ C$$

Inkrementierung mit Anfangsdehnung

$$\overline{LF}_1 = 5^\circ C$$

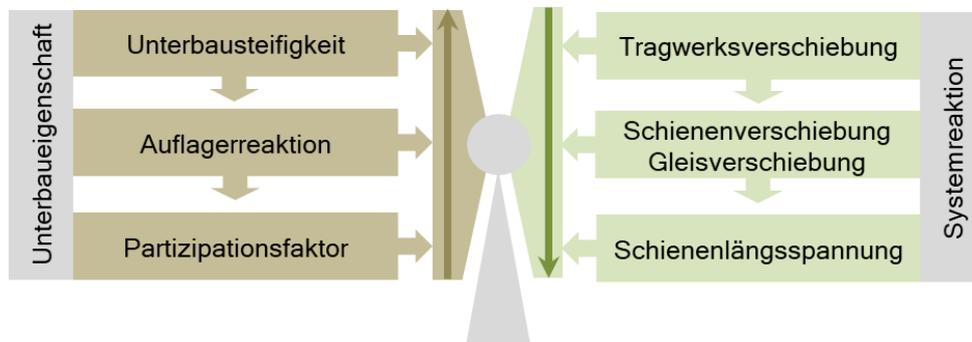
$$\overline{LF}_2 = \overline{LF}_1(AD) + 5^\circ C$$

$$\overline{LF}_3 = \overline{LF}_2(AD) + 5^\circ C$$

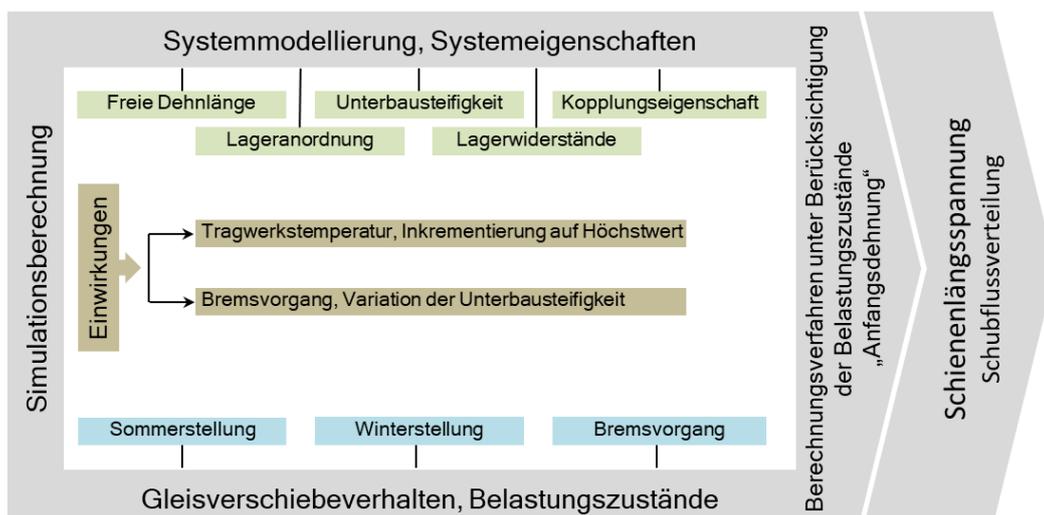
$$\vdots$$

$$\overline{LF}_n = \overline{LF}_{n-1}(AD) + 5^\circ C \neq n \times 5^\circ C$$

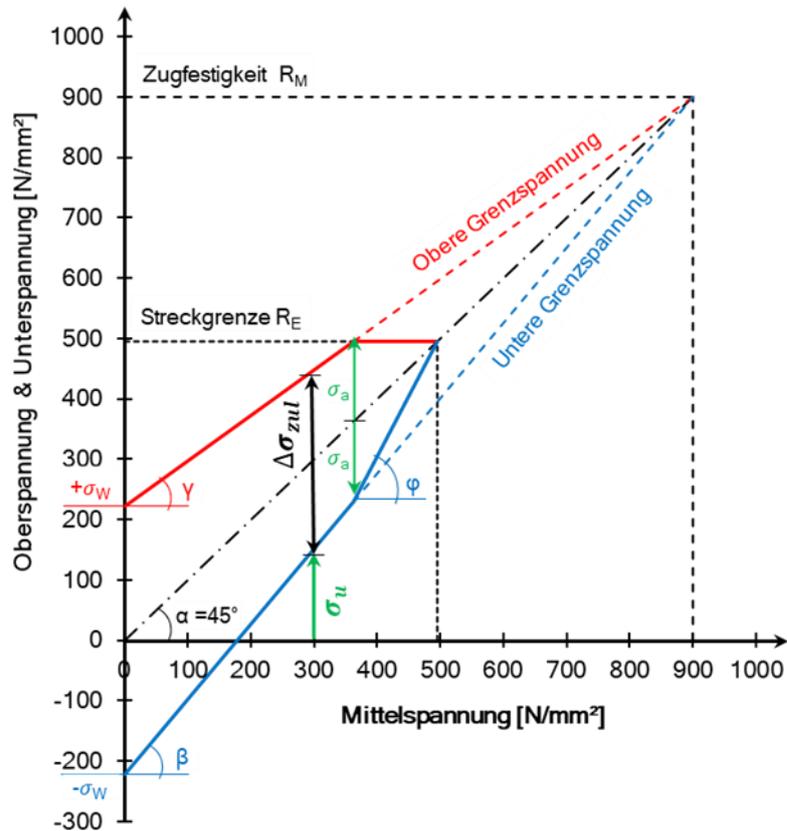
- Validierung der Verschiebewiderstandsmodelle und Berechnungsansätze unter Zugrundelegung der ausgewerteten Messdaten und durchgeführten numerischen Analysen für Versuchsobjekte
- Bewertung der Brems- und Anfahrvorgänge auf Basis der evidenten Messdaten für Versuchsobjekte und Validierung der Unterbausteifigkeiten



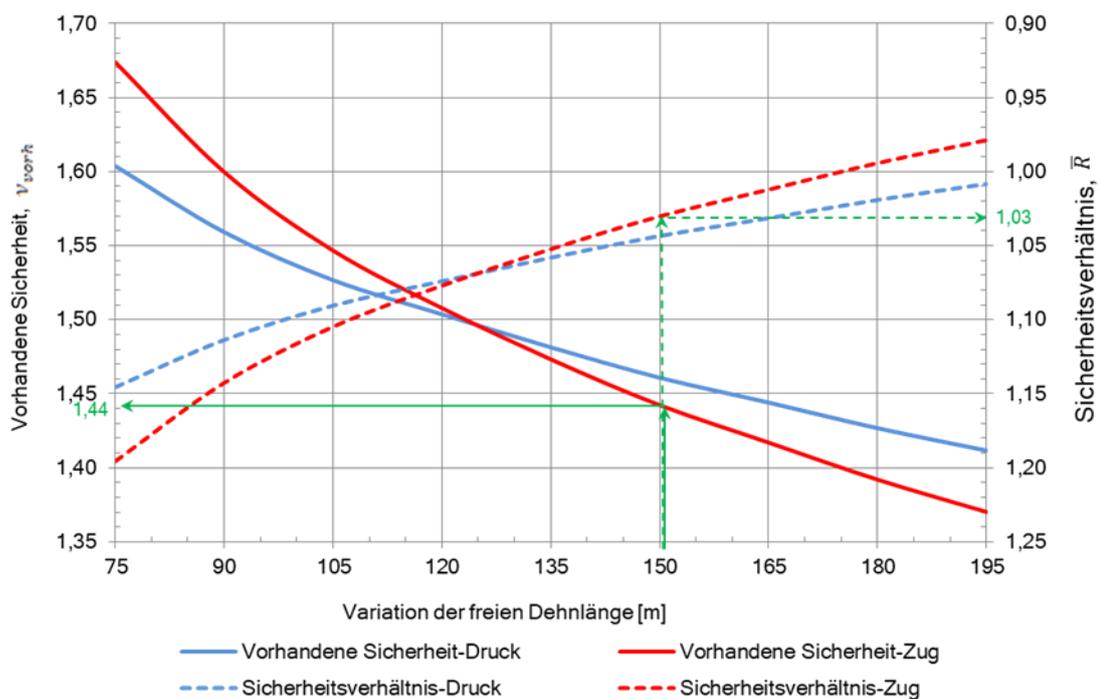
- Prozessablauf zur Systemmodellierung und Simulationsberechnung anhand parametrisierbarer und generischer Simulationsmodelle



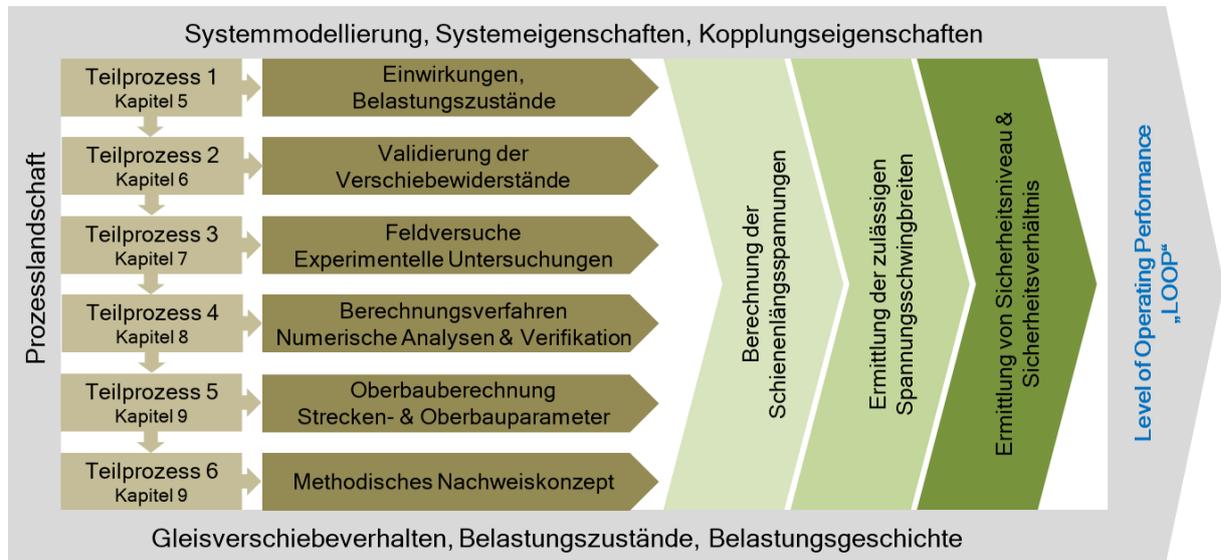
- Methodisches Nachweiskonzept und Gesamtspannungsnachweis auf Grundlage der Dauerfestigkeitsbetrachtung nach SMITH für Schienenzug- respektive Schienendruckspannungen bei konsequenter Unterscheidung zwischen konstanter und schwingender Schienenbeanspruchung



- Ermittlung des vorhandenen Sicherheitsniveaus und des Sicherheitsverhältnisses ausgehend von Instandhaltungskonzepten der ÖBB- Infrastruktur AG



- Prozesslandschaft zur Gesamtbeurteilung der Interaktionswirkung auf Basis des Betriebssicherheitsniveaus und Einführung von „Level of Operating Performance (LOOP)“



Literaturquellen:

Siehe Literaturverzeichnis Karimi, S. (2020) „Experimentelle und numerische Untersuchung der Wechselwirkung zwischen Tragwerk und Gleis“, Dissertation