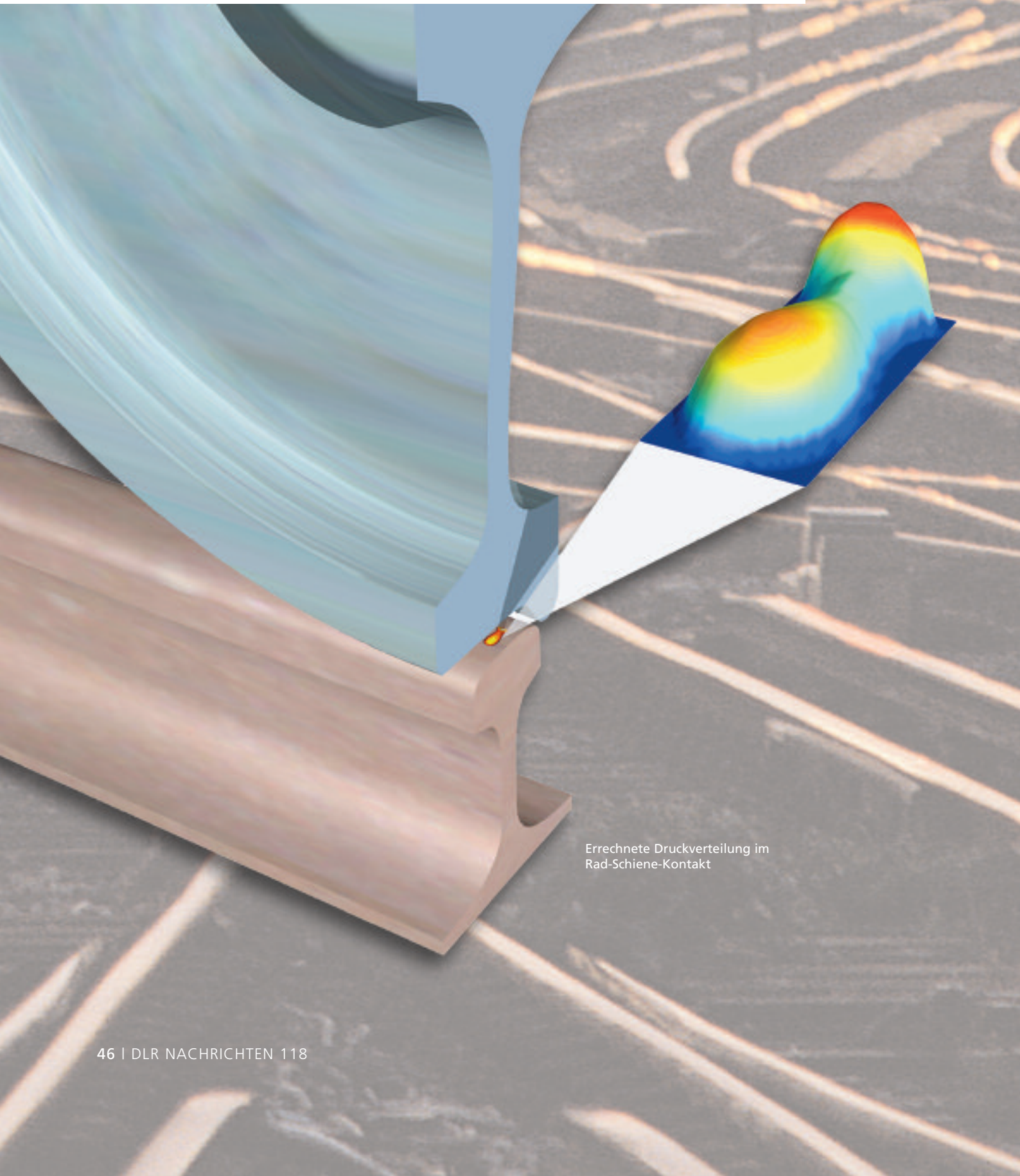


KLEINE FLÄCHE, GROSSE WIRKUNG

Rechnersimulationen helfen, das Rad-Schiene-System zu optimieren

Von Dr.-Ing. Andreas Heckmann



Errechnete Druckverteilung im
Rad-Schiene-Kontakt

Kaum zu glauben: Die Kräfte, die ein Schienenfahrzeug in der Spur halten, werden zwischen Rad und Schiene auf einer Kontaktfläche von circa einem Quadratzentimeter Größe übertragen. Bildlich gesprochen reicht also die Fläche eines Daumennagels je Rad aus, um zum Beispiel dem Luftwiderstand oder auch dem Seitenwind Paroli zu bieten und gleichzeitig bis zu zehn Tonnen Fahrzeuggewicht abzustützen! Dabei genügt die Zugkraft von gerade einmal 100 Newton je Rad, um die Reibung zu überwinden und ein Schienenfahrzeug zu bewegen.

Form, Lage und Kraftverteilung des Kontaktgebietes sind jedoch im Betrieb keineswegs konstant, sondern werden von dem komplexen Zusammenspiel einer Vielzahl von Faktoren und Komponenten beeinflusst. Zusammenfassend steht dafür der Begriff Rad-Schiene-System. Dazu gehö-

HIER WIRKT EINE LAST VON 8.000 KILOGRAMM AUF EINE FLÄCHE VON DER GRÖßE EINES DAUMENNAGELS

ren Nutzlasten und Aufbauten, das Fahrwerk, Antrieb und Bremsen des Schienenfahrzeuges, Gleisoberbau und Trasse, Luftwiderstands- und Seitenkräfte und anderes mehr. Die Analyse eines derart komplexen Systems bezüglich der Entgleisungssicherheit, der Stabilität im Hochgeschwindigkeitsbereich und bei Seitenwind ist heute ohne Computersimulation nicht mehr denkbar. Am Institut für Robotik und Mechatronik des DLR in Oberpfaffenhofen wurde zu diesem Zweck eine spezielle Berechnungsmethodik, die Mehrkörpersimulation, vorangetrieben und seit Anfang der 90er Jah-

re in ein Simulationswerkzeug umgesetzt, das inzwischen bei der Mehrzahl der Schienenfahrzeughersteller im Einsatz ist.

Doch wie so oft in der Technik bedeutet Stillstand Rückschritt. Die Anforderungen an moderne Schienenfahrzeuge wachsen. Ziele wie Kohlendioxid-Reduktion, Energieeffizienz, Hochgeschwindigkeit, verbessertes Verhältnis von Nutz- zu Gesamtgewicht, Komfortverbesserung, Lärm- und Verschleißreduktion gewinnen an Bedeutung.

Die vorrangige Aufgabe, Sicherheit und Gesundheit von Fahrgästen, Bahnpersonal und Anwohnern zu gewährleisten, wird in Verbindung mit den neuen Zielsetzungen aber eher schwieriger, als einfacher: Höhere Fahrgeschwindigkeit bedeutet höhere Lasten für Antrieb, Fahrwerke und Bremsen. Leichtbaustrukturen

neigen zu Vibrationen, die wiederum mit höheren dynamischen Lasten im

gesamten Rad-Schiene-System verbunden sind. Die Folge ist ein stärkerer Verschleiß der Laufräder und der Schienen, der wiederum zusätzliche Vibrationen verursacht. Hier zeigt sich, dass ein komplexes System nur in seiner Gesamtheit betrachtet und optimiert werden kann.

Dabei liegt der Schlüssel zur Fahr-sicherheit in den Kräften, die das Schienenfahrzeug unmittelbar in der Spur halten, nämlich in den Kräften im Rad-Schiene-Kontakt. Hier entsteht aber auch der Verschleiß. Auf 500.000 Kilometern verringert sich

der Raddurchmesser eines Schienenfahrzeugs um 1 bis 10 Millimeter. Die dadurch verursachten Kosten für Instandhaltung der Fahrzeuge und der Infrastruktur bilden den größten Anteil der Ausgaben für jeden Bahnbetrieb. Außerdem ist der Rad-Schiene-Kontakt Ursache für das Rollgeräusch, das die Lärmemission von Schienenfahrzeugen bestimmt.

Für die nächste Zug-Generation entwickelt das DLR deshalb Methoden, die eine genauere Abbildung der Rad-Schiene-Kräfte in der Rechner gestützten Fahrdynamik-Simulation ermöglichen. Der zentrale Ansatz zielt dabei auf die Beschreibung der elastischen Eigenschaften von Radsatz und Schiene, die dazu führen, dass diese Einzelkörper bereits in sich schwingungsfähige Teilsysteme darstellen.

Mit der realitätsnahen Rechnersimulation der Rad-Schiene-Kräfte wird eine anwendungsnahe Technologie geschaffen, die den Weg für eine optimierte Auslegung des Gesamtsystems und dessen Überwachung im Betrieb ebnet und zu sicheren, verschleiß- und geräuschärmeren Schienenfahrzeugen führen wird.

Damit bleibt die Rad-Schiene-Technik, die bereits im 16. Jahrhundert im Bergbau genutzt wurde, um Güter sicher und effizient zu transportieren, auch im Hinblick auf die Anforderungen des 21. Jahrhunderts in der Spur.

Autor:

Dr.-Ing. Andreas Heckmann ist wissenschaftlicher Mitarbeiter im Institut für Robotik und Mechatronik des DLR in Oberpfaffenhofen und mitverantwortlich für das Projekt Next Generation Train.