

ZEVrail

Zeitschrift für das gesamte System Bahn

A 20420 E

November-Dezember 2020 11-12



Making tracks available

vossloh.com

vossloh

REVIEWED

Isolierstöße im Gleis

Insulated Rail Joint

Dipl.-Ing. Martin Quirschmair, Bürs (Österreich),
 Assoc.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. Stefan Marschnig, Graz (Österreich)
 Dipl.-Ing. Michel Fellingner, Graz (Österreich), Dr. Harald Loy, Bürs (Österreich)

Zusammenfassung

Isolierstöße stellen neben Weichen die häufigste Fahrwegstörung im Gleis dar. In Österreich sind etwa 40 % der Gleisstörungen auf Isolierstöße zurückzuführen, was neben erhöhtem Wartungsaufwand zu Herausforderungen im geregelten Zugbetrieb führt. Dies schlägt sich in der Wirtschaftlichkeit nieder. Der Isolierstoß, ebenso wie jeder klassische Schienenstoß, stört die Homogenität des Oberbaus und verursacht eine unterschiedliche Bettungssteifigkeit. Dies führt bei Überfahrt zu erhöhter dynamischer Beanspruchung, welche sich in beschleunigtem Verfall des Oberbaus, im Speziellen des Schotters und des Stoßes selbst, widerspiegelt. Durch die Verwendung von Schwellensohlen können die Bettungssteifigkeit des Oberbaus und das Setzungsverhalten am Stoß optimiert werden. Die Verwendung und messtechnische Beurteilung von Schwellensohlen an einem Isolierstoß in Nordamerika sowie an klassischen Schienenstößen in China, bestätigen die positiven Effekte, die durch modellunterstützte Auslegung und geeignete Materialparameter erreicht werden. Weitere Verbesserungen sind möglich. Der wartungstechnische und wirtschaftliche Mehrwert von steifigkeitsoptimierten Isolierstößen ist vielversprechend.

Abstract

Insulated rail joints are related to the majority of signaling malfunctions in track, not considering turnouts. In Austria about 40 % of all track malfunctions are due to insulated rail joints, which leads to highly increased maintenance efforts and challenges to keep trains on schedule. These issues can also affect the profitability of a track. Insulated rail joints, as well as standard rail joints, disturb the homogeneity of the railway superstructure and result in a change of bedding stiffness. During train passage increased dynamic loading occurs in the vicinity of the joint leading to accelerated degradation of the superstructure, especially the ballast and the joint itself. By using under sleeper pads the bedding stiffness of the superstructure as well as the settlement behavior at the joint can be optimized. Measurements of a padded insulated rail joint in North America and padded rail joints in China confirm the positive effects gained by model based design and well suited material properties. Further improvements are possible. The benefits of stiffness optimized insulated rail joints regarding maintenance reduction and profitability look very promising.

1 Einleitung

Signaltechnik ist ein integraler Bestandteil moderner Eisenbahnnetze. Viele elektrische Signale werden nach wie vor über die Schiene übertragen, wobei die Gleisfreimeldeanlage (Bild 1) eine der wichtigsten sicherheitsrelevanten Techniken darstellt. Um die Funktion dieser Anlagen zu gewährleisten müssen definierte

Streckenabschnitte zueinander elektrisch getrennt werden, was durch die Verwendung von Isolierstößen erreicht wird.

Der Einsatz von Isolierstößen hat signaltechnisch einen hohen Nutzen, welcher jedoch auf Kosten der Homogenität im Gleis geht. Nicht ohne Grund stellen Isolierstöße neben Weichen eine der herausforderndsten Problemstellen im Gleis dar. Eine Verlängerung der Lebensdauer von

Isolierstößen durch wartungsarme Konzepte, basierend auf einem homogenen dynamischen Gleisverhalten, resultiert in erhöhter Effizienz und Wirtschaftlichkeit der Gleisnutzung.

2 Eine Störstelle im Gleis

Der ideale Eisenbahnoberbau zeichnet sich durch ein gleichmäßiges statisches

und dynamisches Verhalten im gesamten Gleisnetz aus, da jede Änderung in der Gleisbettung zu erhöhten dynamischen Kräften und verstärkter Schädigung der Oberbaukomponenten führt. Durch die Notwendigkeit von Weichen, Isolierstößen und anderen Vorrichtungen im Gleis sind lokale Steifigkeits-sprünge in der Praxis nicht zu vermeiden und führen zu erhöhtem Wartungsaufwand.

Isolierstöße sind ein wesentlicher Teil der Sicherheitstechnik und werden nach heutiger Sicht viele weitere Jahre im Eisenbahngleis zu finden sein. Um eine perfekte elektrische Isolierung der Schienenstränge zu gewährleisten, werden die Schienenenden und die zur Verbindung notwendigen Laschen und Bolzen mit verschiedensten Isolatoren (z.B. Polyamiden) von den Schienen separiert und verklebt (Bild 2). Typischerweise werden Isolierstöße im Abstand von ein bis drei Kilometern angeordnet und sind am Anfang und Ende von Weichen zu finden.

Durch den Einbau von Isolierstößen wird die Homogenität des Gleises gestört, da sich das statische und dynamische Verhalten von der Umgebung unterscheidet. Es treten erhöhte lokale Kräfte auf, die zu beschleunigtem Verschleiß im Bereich des Isolierstoßes führen. Typische Schäden wie Ausbrüche, Überwalzungen bis hin zum Kurzschluss (Rotausleuchtung) werden beobachtet. Die mechanischen Spannungen im Isolierstoß nehmen aufgrund der erhöhten Schieneneinsenkung durch Schotterzerstörung zu, was die Situation weiter verschärft.

Die Nutzungsdauer von Isolierstößen hängt von der Art des Schienenverkehrs und dessen Intensität ab. Australische Studien beobachteten eine Lebensdauer von nur 50 Mio. Lasttonnen für Frachtverkehr, während in den Vereinigten Staaten von Amerika von ca. 200 Mio. Lasttonnen die Rede ist, was einer effektiven Lebenszeit von 12 bis 18 Monaten entspricht und zu Mehrkosten von 10 000 Dollar pro Meile und Jahr führt. In Europa investiert Network Rail (UK) aufgrund von Defekten an Isolierstößen 10 Mio. Pfund über eine Zweijahresperiode [1]. Als Problemstelle sind Isolierstöße auch bei den Österreichischen Bundesbahnen identifiziert. Sie sind mit rund 40% die häufigste Fahrwegstörung im Gleis, ohne Weiche (Bild 3).

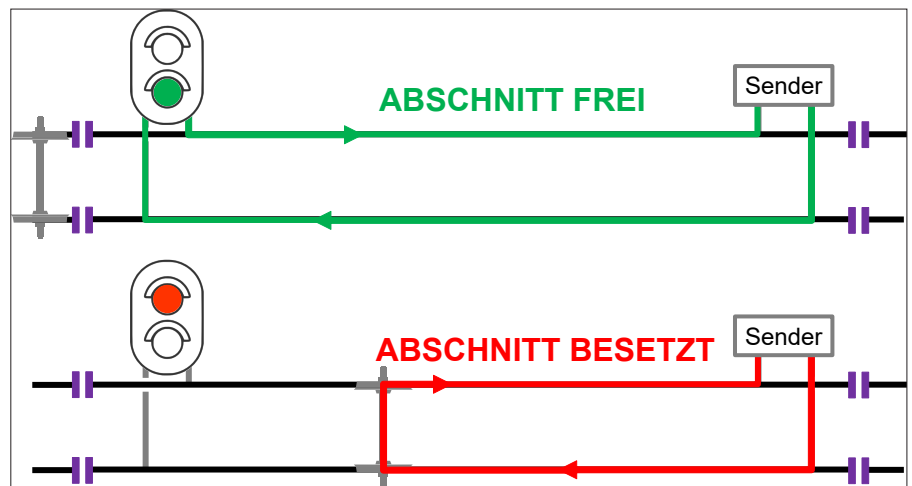


Bild 1: Grobprinzip der Gleisfreimeldeanlage

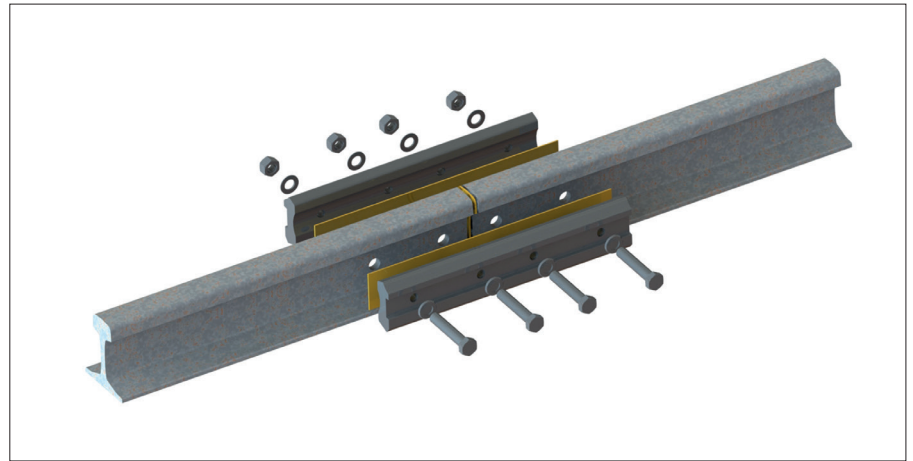


Bild 2: Schematische Darstellung eines Isolierstoßes

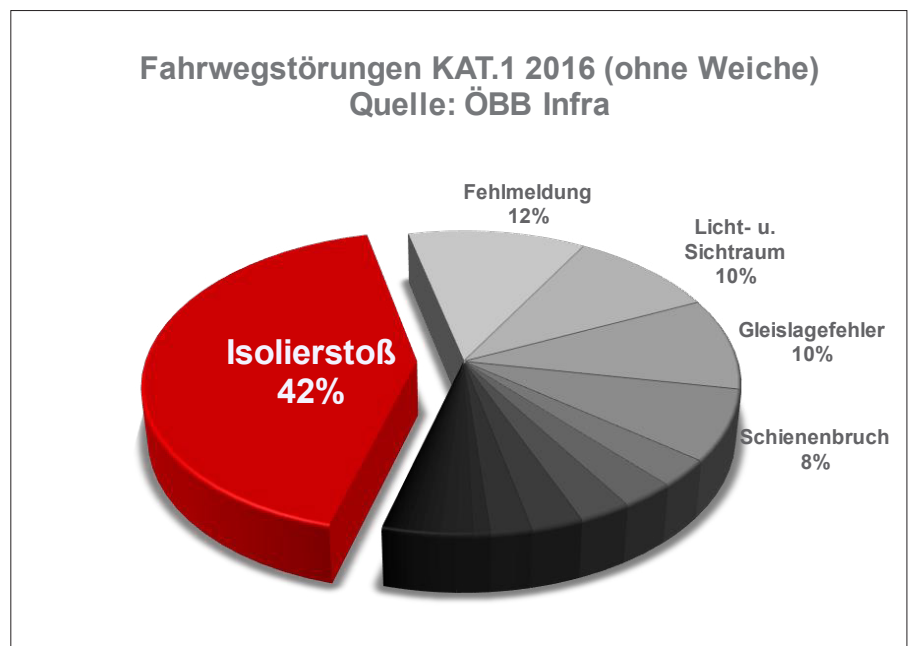


Bild 3: Fahrwegstörungen der Kat. 1 (ohne Weiche) in 2016 [2] (Kat.1 entspricht einer Betriebseinschränkung, d.h. Vollsperrung oder Langsamfahrstelle)

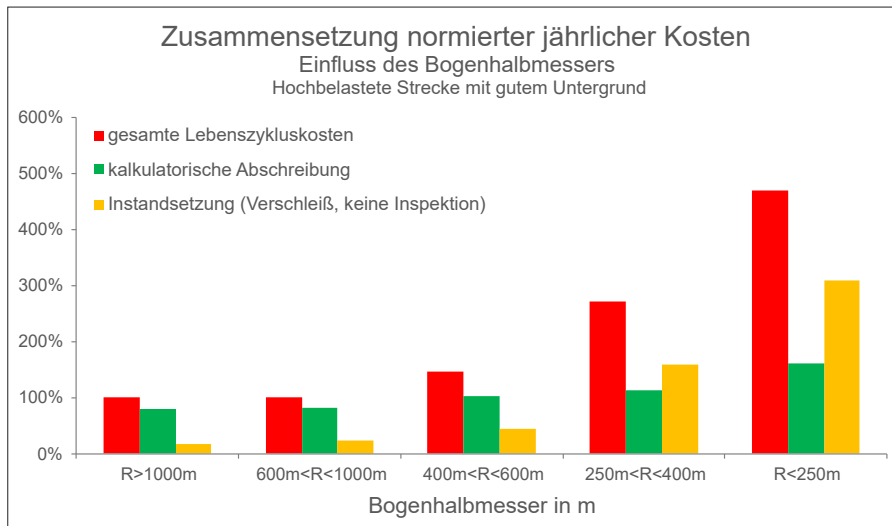


Bild 4: Einfluss des Bogenhalbmessers auf die Lebenszykluskosten [3]



Bild 5: Bildung von Spritzstellen am Isolierstoß

3 Vergleich zum Stoßlückengleis

In der Gleisinstandhaltung sind Schienenstöße eine nicht zu vernachlässigende Größe. Insbesondere bei Stoßlückengleisen, welche in Österreich in der Regel nur noch auf Bereiche mit sehr engen Radien beschränkt sind in denen die Schienen aufgrund des Regelwerks nicht durchgehend verschweißt werden dürfen bildet die Instandhaltung „Stoßpflege“ eine beachtliche Kostengröße. Diese kommt in etwa bei der Kostenhöhe des Gleisstopfes zu liegen. Ein Stoßlückengleis im engen Bogen zeigt damit rund fünfmal höhere Lebenszykluskosten als ein Gleis in der Geraden mit lückenlos verschweißten Schienen (Bild 4).

Das Beheben der geometrischen Fehler an der Schienenoberfläche bzw. notwendige Arbeiten an den Schienenlaschen sind bei der Stoßinstandhaltung nur ein Aspekt. Der weitaus größere Effekt stellt sich durch den lokalen Steifigkeitssprung und die damit gestörte Biegelinie der Schiene ein. Der Stoß – und das gilt auch für einen Isolierstoß – zieht über die höhere Einsenkung Last an, womit auch auf das Schotterbett eine erhöhte Vertikalkraft einwirkt. Diese Kraft ist durch die bereits beschriebenen Effekte eine schlagend wirkende Kraft, was die Auswirkungen auf die Komponente Schotter erhöht.

Neben dem Verlust der Gleislagegeometrie kommt es zu einer massiven Zerstörung des Gleisschotters. Die so entstehen-

den Feinanteile lagern sich ab, treten vermehrt an die Oberfläche und führen zu sogenannten „weißen Stellen“, die sich bei Wasserzutritt zu Spritzstellen entwickeln können (Bild 5).

Ist der Untergrund an solchen Stellen nicht ausreichend tragfähig, können durch die dynamische Belastung zudem Feinteile von unten in das Schotterbett gepumpt werden, womit sich Schlammstellen ausbilden. Diese beiden Phänomene können mittels Stopfen nicht rückgängig gemacht werden, ein Austausch des Schotters ist notwendig, womit die Kostenintensität steigt.

Funktionieren Isolierstöße nicht, sind Betriebsstörungen die Folge, womit sich zu den infrastrukturseitigen Kosten auch Kostenpositionen durch Verspätungen von Zügen ergeben. Diese werden zwar in aller Regel nicht monetär dargestellt, die verursachten Verspätungsminuten sind jedoch auch eine wichtige Kenngröße. Isolierstöße sind bei der ÖBB-Infrastruktur AG für 40% der Gleisstörungen verantwortlich, womit sich technologische Verbesserungen aufdrängen.

4 Problemspezifische Modellierung

Bereits seit mehreren Jahren werden bei der Getzner Werkstoffe GmbH maßgeschneiderte Rechenmodelle zur Auslegung komplexer Gleisabschnitte, wie Weichen oder Übergangszonen, verwendet. Die Problemstelle Schienenstoß, und im Speziellen Isolierstoß, ist somit ein logischer Baustein zur Erweiterung der Systemkompetenz als lösungsorientierter Partner.

Die Basis der numerischen Modellierung bildet hierbei die Finite Elemente Methode (FEM). Ändern sich Gleisparameter auf engem Raum, zeigt die FEM-Modellierung deutliche Vorteile im Vergleich zu analytischen Verfahren. Für die Optimierungsrechnung wird vom Neubau oder frisch gestopftem Gleis ausgegangen. Hohllagen und andere Fehllagen sind somit in dieser Art der Berechnung im Normalfall nicht vorhanden, können jedoch für den Abgleich des Modells bei Bedarf hinzugefügt werden. Der Ansatz ohne Gleisfehler wird gewählt, da ein neuer Oberbau idealerweise keine Fehlstellen aufweist. Durch die Optimierung der Gleisparameter (z.B. Systemsteifigkeit und Setzungsverhalten) zeigt dieser

anschließend sehr wenig oder signifikant verringerte Abnutzung. Für die Optimierung der Bettung im Neuzustand sind Fehlstellen somit nicht relevant.

Der Isolierstoß zeigt im Vergleich zur kontinuierlichen Schiene eine verringerte Biegesteifigkeit, welche durch Anpassung der elastischen Ebenen des Oberbaus ausgeglichen werden kann. Die statischen und dynamischen Kräfte werden reduziert, was einen wartungsärmeren Oberbau zur Folge hat.

5 Verbessertes Langzeitverhalten durch High-End-Elastomere

Schwellensohlen sind für ihr Potential zur Verbesserung der Gleislage in Weichen, Übergangszonen und auf offener Strecke bekannt. Eine optimale Anpassung der statischen und dynamischen Steifigkeit des Oberbaus wird durch ein fein abgestimmtes Portfolio an Steifigkeiten der Elastomere erreicht, wodurch die Beanspruchung minimiert wird. Speziell zur Schotterschonung und Erhöhung der Gleisstabilität optimierte Schwellensohlen fixieren den Schotter durch Verzahnung der obersten Schotterlage im Material und gewährleisten eine hohe Gleislagequalität über lange Zeit.

Der Einbau der Schwellensole erfolgt meist im Schwellenwerk. Die Anbinde-schicht geht mit dem noch nassen Beton eine permanente Verbindung ein, die für die gesamte Lebensdauer der Schwelle besteht. Alternativ können Schwellen-sohlen auf bereits bestehende Schwellen aufgeklebt werden. Wegen dieser Eigenschaften und der Erfahrungen im Gleis während der vergangenen Jahrzehnte ist ein nutzbringender Einsatz an Isolierstößen naheliegend.

5.1 Schwellensohlen am Isolierstoß

Im Neuzustand wird das Verhalten am Isolierstoß durch dessen mechanische Eigenschaften bestimmt. Nach einiger Zeit im Betrieb treten jedoch die ersten Gleislagefehler, aufgrund von erhöhter Belastung am Steifigkeitssprung, auf und das Verhalten wird durch Hohllagen und Schotterzerstörung dominiert (Bild 6).

Das Problem muss daher an zwei Fronten angegangen werden. Zum einen wird

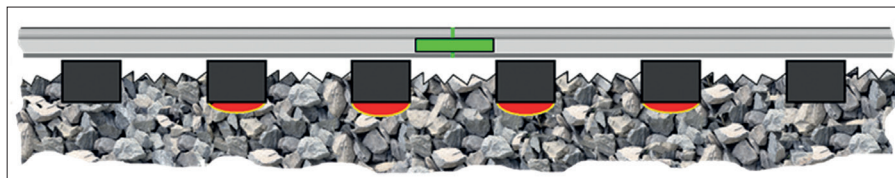


Bild 6: Hohllagen in direkter Umgebung des Isolierstoßes

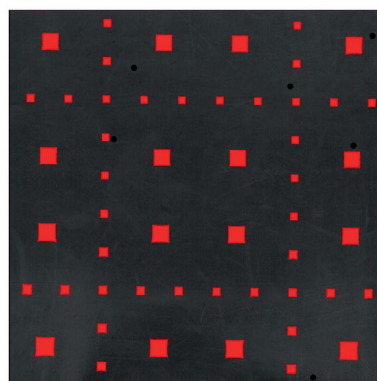
die Inhomogenität durch die Verringerung der dynamischen Kräfte und der Schotterkontaktpressung reduziert, was eine Schonung aller Gleiskomponenten bewirkt. Zum anderen wird der Schotter durch Einbettung in die Schwellensole stabilisiert, was Schotterfließen minimiert und ein verbessertes Langzeitverhalten zur Folge hat.

Elasto-plastische Polyurethan-Schwellen-sohlen sind in der Lage, beide Aufgaben zu erfüllen, wobei die FEM-Berechnung eine Reduktion der dynamischen Kräfte im Bereich des Isolierstoßes im Neuzustand von etwa einem Viertel zeigt. Der größte Nutzen wird jedoch in der Ebene zwischen Schotter und Unterseite der Schwelle erreicht. Unbesohlte Schwellen zeigen typischerweise Kontaktflächen von 3 bis 5 %. Diese Kontaktfläche kann durch die Verwendung elasto-plastischer Schwellensohlen auf bis zu 35 % erhöht werden [4]. Informationen über das Potential einer Schwellensole bezüglich ihrer Kontaktflächenvergrößerung können sowohl im Gleis als auch im Labor gewonnen werden. Für Materialvergleiche ist hier der Vorteil klar bei der Labormessung, da Unregelmäßigkeiten des Schotters eliminiert werden können und in der Praxis das Entfernen einer Schwelle aus dem Gleis mit

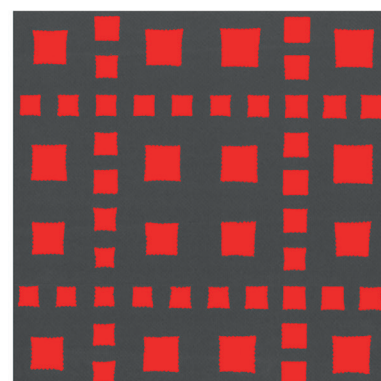
hohem Aufwand und Kosten verbunden ist.

Um Schwellensohlen unter Laborbedingungen miteinander zu vergleichen, verwendet Getzner ein Verfahren, das sich an die Norm DIN EN 16730:2016 anlehnt. Es besteht aus einer Kombination von quasi-statischem Test und verkürztem Dauerschwellversuch. Die Dauer des Dauerschwellversuchs wurde hier auf eine Stunde beschränkt. Der Test ist somit für Prüfinstitute schnell durchzuführen und liefert dennoch nützliche Informationen über die Vergrößerung der Kontaktfläche aufgrund von Elasto-Plastizität, welche bei einem rein quasi-statischen Test nur unzureichend abgebildet werden könnte. Bild 7 verdeutlicht, dass Materialien mit nominell gleicher Steifigkeit (nach DIN 45673-6:2010), signifikant unterschiedliche Kontaktflächen zum Schotter aufweisen können, was sich auf den Querverschiebewiderstand und somit in weiterer Folge auf die Gleislage auswirken kann [5].

Wird nun in der Berechnung zusätzlich zu den reduzierten Kräften die erhöhte Kontaktfläche berücksichtigt, ergibt sich eine Verringerung der Schotterpressung auf die oberste Schotterlage um 80 % und mehr bei deutlich verbesserter Lastverteilung (Bild 8).



Schwellensole EVA
Bettungsmodul 0,24 N/mm³
Kontaktfläche 5,3%



Schwellensole Polyurethan
Bettungsmodul 0,22 N/mm³
Kontaktfläche 26,5%

Bild 7: Kontaktfläche unterschiedlicher Materialien im Labortest, Steifigkeiten nach DIN 45673-6:2010 [6]

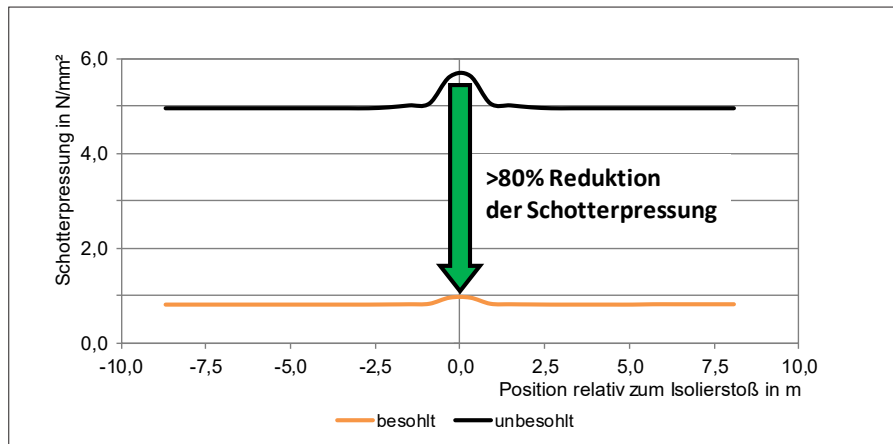


Bild 8: Verringerung der Schotterkontaktspannung durch die Verwendung elasto-plastischer Schwellensohlen

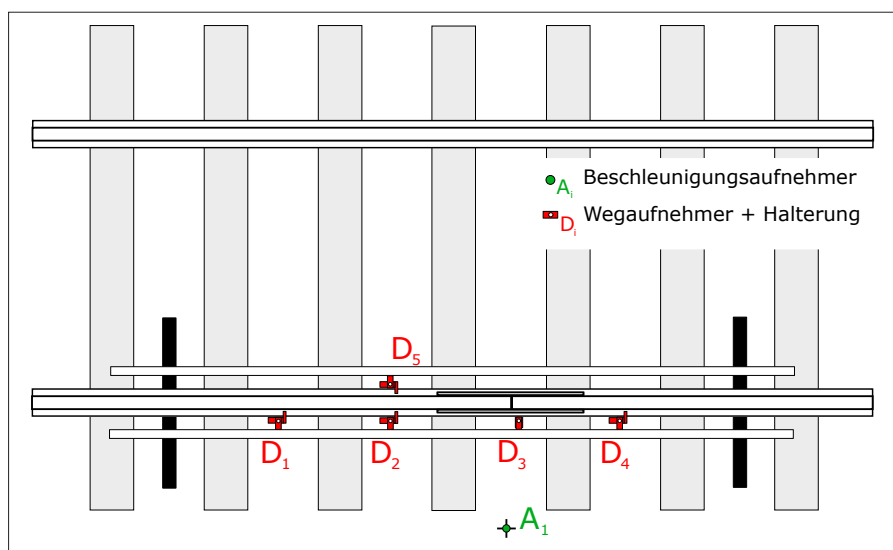


Bild 9: Positionen der Messaufnehmer relativ zum Isolierstoß (D1 bis D5 sind Wegaufnehmer, A1 ist ein Beschleunigungsaufnehmer)

6 Messungen bei Schwerlastbahn in den USA

Im Frühjahr 2016 eröffnete sich die Möglichkeit, Isolierstöße bei einer der größten Schwerlastbahnen in Nordamerika mit Schwellensohlen auszustatten und messtechnisch zu untersuchen. Im Testabschnitt verkehren Züge mit 33 t Radsatzlast und maximaler Geschwindigkeit von 100 km/h bei einer Streckenbelastung von rund 500 000 Lasttonnen pro Tag. Zum Zeitpunkt der Messungen waren die besohnten Isolierstöße etwas mehr als ein Jahr in Betrieb. Als Referenz wurde ein Isolierstoß in der Umgebung gewählt, welcher gleicher Radsatzlast und Betriebsfrequenz ausgesetzt war. Als Messparameter wurden Einsenkung und Erschütterungen gewählt. Die Einsenkungsmessung liefert Informationen über das Verhalten des Isolierstoßes bei

Zugüberfahrt. Diese sind notwendig, um die Prognosen der Modelle zu validieren, falls nötig Anpassungen zu machen und somit kontinuierlich die Ausgabequalität zu steigern.

Wenn es um das Thema Schotterfließen und in weiterer Folge Setzungen geht, können Erschütterungsmessungen Erkenntnisse liefern. Ab ca. 30 Hz beginnt der kritische Frequenzbereich für eine erhöhte Abnutzung der Steine im Schotterbett [7] und die plasto-elastische Verflüssigung des Schotters nimmt zu [8]. Werden die Schwingungen im Schotterbett in diesem Frequenzbereich reduziert, so ist ein vermindertes Setzungsverhalten zu erwarten.

6.1 Messaufbau und Logistik

Messaufbau und Logistik stellten bei einer Messung in der Prärie von Nebraska

eine besondere Herausforderung dar. Der Messaufbau wurde mit Fokus auf Unabhängigkeit von den vor Ort vorherrschenden Randbedingungen entworfen. Der Großteil der Konstruktion konnte vor Ort gekauft werden, wodurch nur die Messgeräte aus Österreich mitgebracht werden mussten. Einsenkungen wurden an fünf verschiedenen Messpunkten aufgenommen (Bild 9 und Bild 10), wobei die Wegaufnehmer D1 bis D4 zur Auswertung herangezogen wurden und der Aufnehmer D5 zur Kontrolle bezüglich Schienenverkipfung diente. Zur Messung der Erschütterungen am Punkt A3 wurde ein Rammpfahl ins Schwellenfach des Isolierstoßes gesetzt. Mit dem Beschleunigungsaufnehmer am Punkt A3 wurden die Vibrationen in der obersten Schicht des Untergrunds gemessen, welche direkt proportional zu jenen im Schotter sind.

6.2 Auswertung und Interpretation

Aufgrund der unterschiedlichen Konfigurationen der einzelnen Züge wurden zur Auswertung die Lokomotiven, welche im Gegensatz zu den Waggons konstante Radsatzlasten aufweisen, herangezogen. Ein Beispiel eines Messsignals ist in Bild 11 zu finden. Zu sehen sind die beiden Triebfahrzeuge, die jeweils zwei Drehgestelle mit je drei Radsätzen besitzen.

Um zu einem statistisch repräsentativen Wert der Einsenkung zu gelangen, wurden die Einsenkungen aller Zugüberfahrten gemittelt, wobei die mittlere Einsenkung der einzelnen Zugüberfahrt wiederum aus dem Durchschnitt der ersten drei Radsätze bestand.

Der somit ermittelte Einsenkungsverlauf ist für den besohnten als auch für den unbesohnten Isolierstoß in Bild 12 zu finden.

Der Isolierstoß zeigte in beiden Fällen eine abweichende Steifigkeit im Vergleich zum angrenzenden Gleis. Es ist jedoch zu erkennen, dass der besohnte Isolierstoß eine deutlich homogenere Einsenkung bezüglich der angrenzenden Strecke aufwies, verglichen mit der Standardausführung. Dieses Phänomen kann durch die Entwicklung der Gleislage über die Zeit erklärt werden. Schwellensohlen sind für ihren positiven Einfluss in Bezug auf Schotterfließen und Gleislagequalität bekannt. Die Entwicklung von Gleislagefeh-



FAHRGAST IM FOKUS.

Schnelle und flexible Mobilität liegt voll im Trend – und der Passagierkomfort ist ein unerlässlicher Hebel, ihre Attraktivität weiter zu steigern. Wir sind mittendrin!

Unsere Einstiegssysteme ermöglichen zügiges, sicheres und barrierefreies Ein- und Aussteigen. Unsere druckdichten Verriegelungen sorgen gerade im Hochgeschwindigkeitsverkehr für leise und angenehme Reiseatmosphäre. Unsere Klimasysteme stehen wie ein Sinnbild für das Wohlbefinden der Fahrgäste – in jeder Klimazone und zu jeder Jahreszeit. | rail.knorr-bremse.com |



KNORR-BREMSE

lern wird vermindert und die Einsenkung bleibt annähernd konstant.
Die Reduktion der in den Schotter übertragenen Kräfte kann durch die Erschütterungsmessungen nachgewiesen werden. Wie bereits erwähnt, nimmt der Schotterverschleiß für Frequenzen größer als 30 Hz signifikant zu. Nach der Transformation der Messdaten in den Frequenzbereich ist die Hauptanregung zwischen 16 Hz und 160 Hz zu finden (Bild 13).
Der unbesohlte Isolierstoß leitet mehr kinetische Energie in Form von Vibrationen in den Untergrund und folglich ist der Schotter höheren dynamischen Kräften und größerer Bewegung ausgesetzt. Das Resultat sind verstärkte Setzungen und erhöhter Schotterverschleiß.

7 Analoge Ergebnisse bei Schienenstößen in China

Auf der 653 km langen Strecke zwischen Datong und Qinhuangdao betreibt die Daqin Railway jene Güterstrecke, die die weltweit höchste Kapazität aufweist (Bild 14). Bei einer Radsatzlast von 25 t werden täglich annähernd 1,5 Mio. Lasttonnen befördert. Ein Teil der Strecke wurde 2015 und 2016 mit elasto-plastischen Polyurethan-Schwellensohlen aus-



Bild 10: Messsetup im Gleis

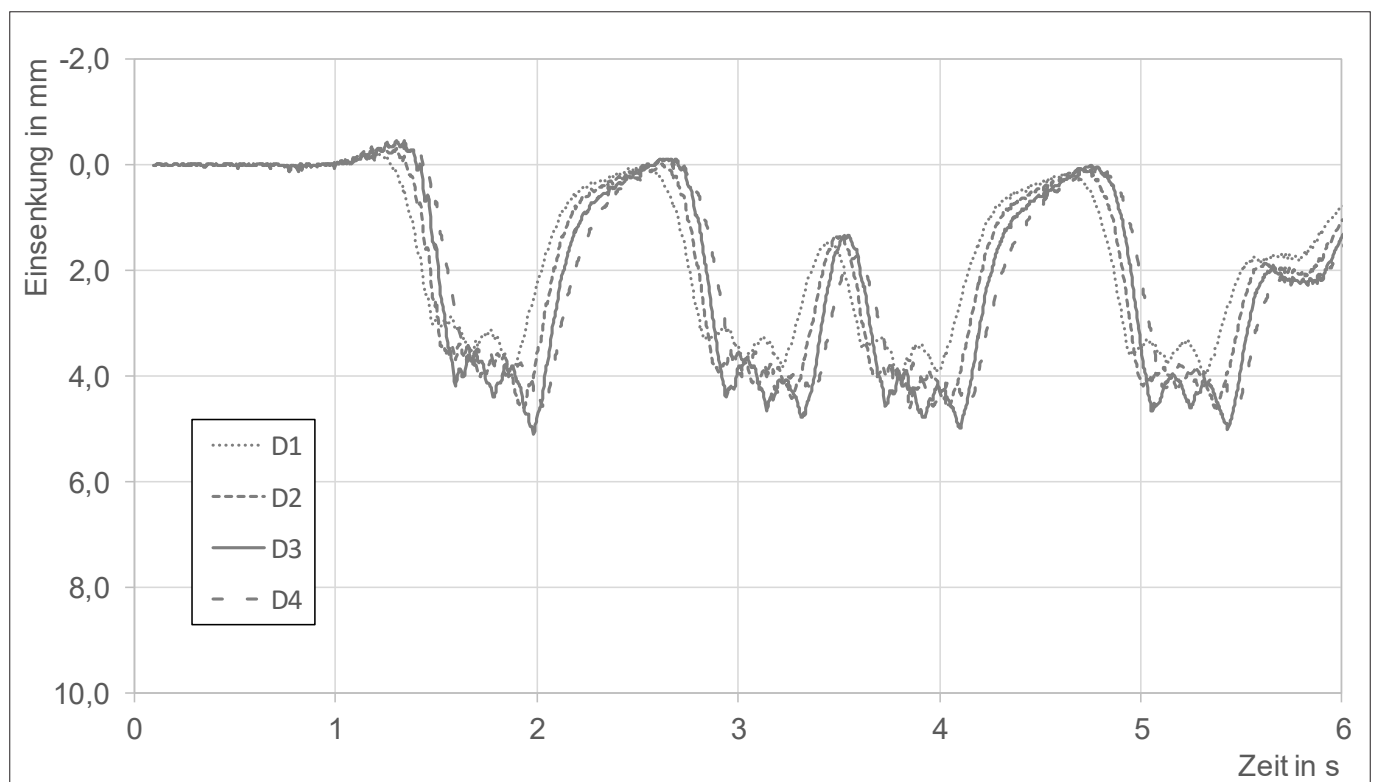


Bild 11: Einsenkungsverlauf einer Lokomotive mit 33 t Radsatzlast

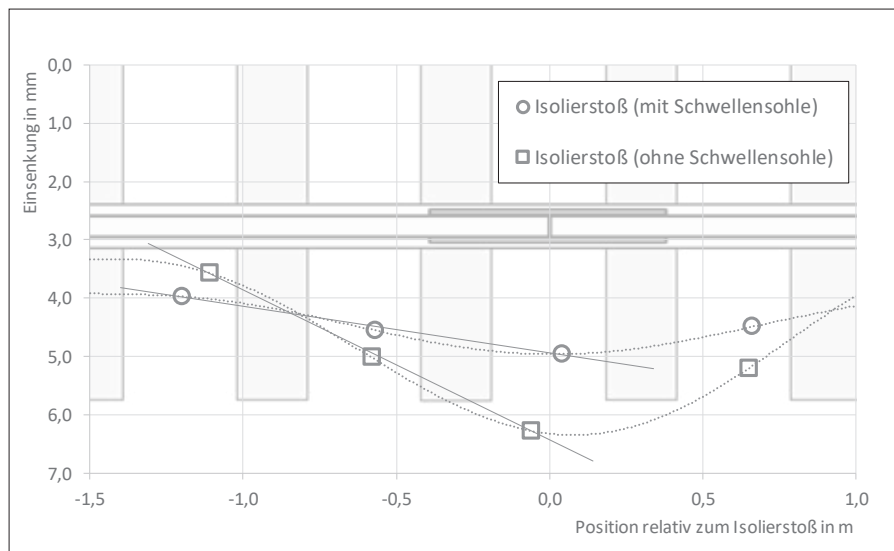


Bild 12: Mittlerer Einsenkungsverlauf am Isolierstoß mit und ohne Schwellensohlen

gestattet, welche selbst nach einer Belastung von mehr als 1 Mrd. Bruttolasttonnen keinerlei Anzeichen von Beschädigungen vorwiesen (Bild 15).

Das mit vollen Kohlezügen befahrene Gleis wurde nach 519 Mio. Lasttonnen in den unbesohnten Sektionen zweimal gestopft, während im besohnten Abschnitt keinerlei Wartung nötig war. Ein ähnliches Verhalten zeigte sich auf dem Nebengleis, auf welchem Leerzüge verkehren. Hier wurden die unbesohnten Abschnitte nach 173 Mio. Lasttonnen bereits dreimal gestopft, der besohnte Abschnitt zeigte jedoch keine Anzeichen, die ein Eingreifen notwendig machten [10].

Die Strecke wurde in regelmäßigen Abständen durch Gleismesszüge vermes-

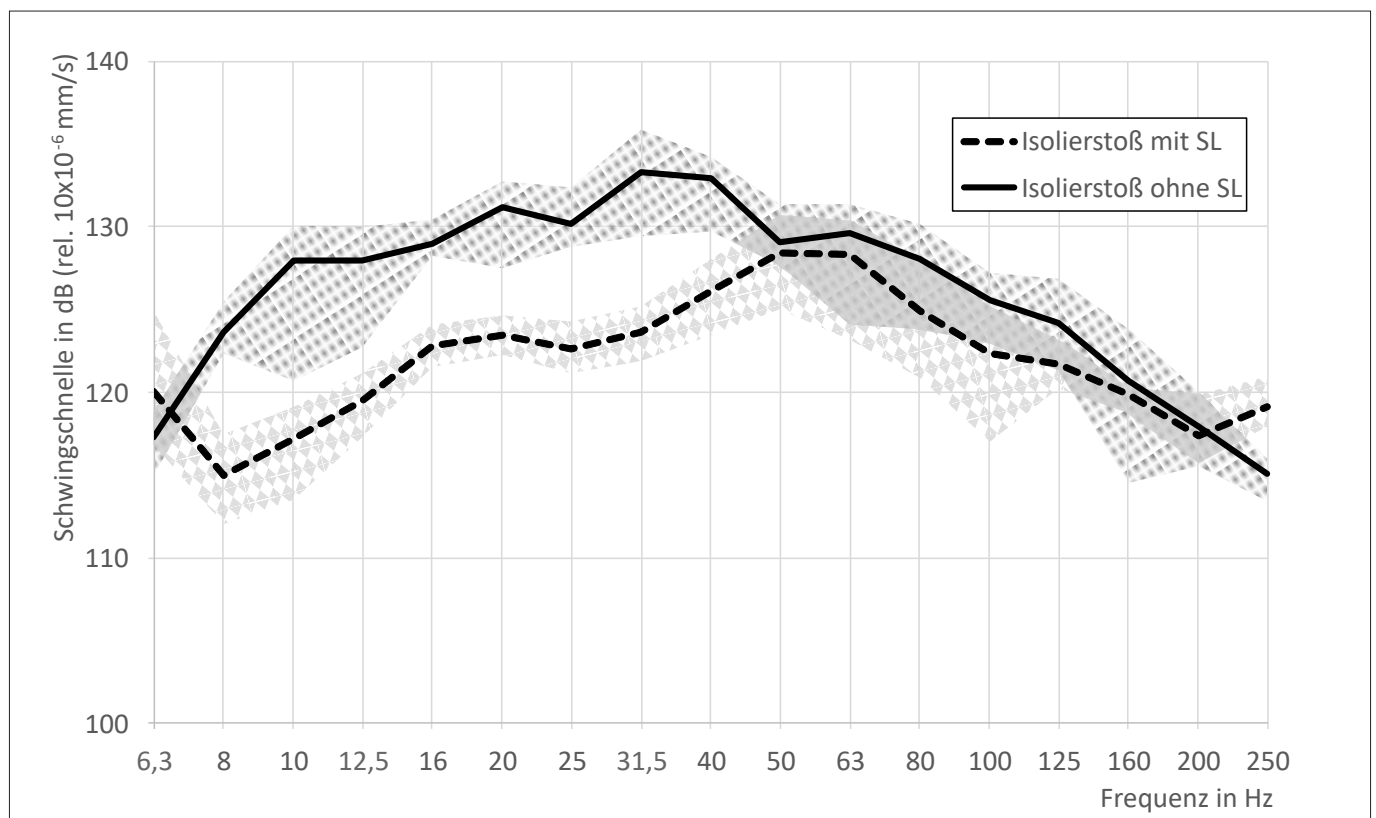


Bild 13: Schwingschnelle im Schwellenfach des besohnten und unbesohnten Isolierstoßes



Bild 14: Meist befahrene Strecke der Welt von der Provinz Shanxi zum Golf von Bohai in China [9]

sen, wodurch die verbesserte Gleislage im besohlenen Bereich deutlich zu erkennen ist (Bild 16).

In den Messschrieben waren einzelne Störstellen zu finden, welche zu Beginn für etwas Verwirrung sorgten. Nach Gesprächen mit dem Betreiber stellte sich jedoch heraus, dass sich genau an diesen Stellen Schienenstöße befanden, welche Ende 2016 verschweißt wurden. Es bot sich somit die Gelegenheit das Verhalten von unbesohlenen und besohlenen Schienenstößen miteinander zu vergleichen.

Die Entwicklung der Gleislage über die Zeit zeigt, dass die unbesohlenen Schienenstöße deutlich höhere Verschlechte-



Bild 15: Ausgebaute besohlte Schwellen nach mehr als 1 Mrd. Lasttonnen

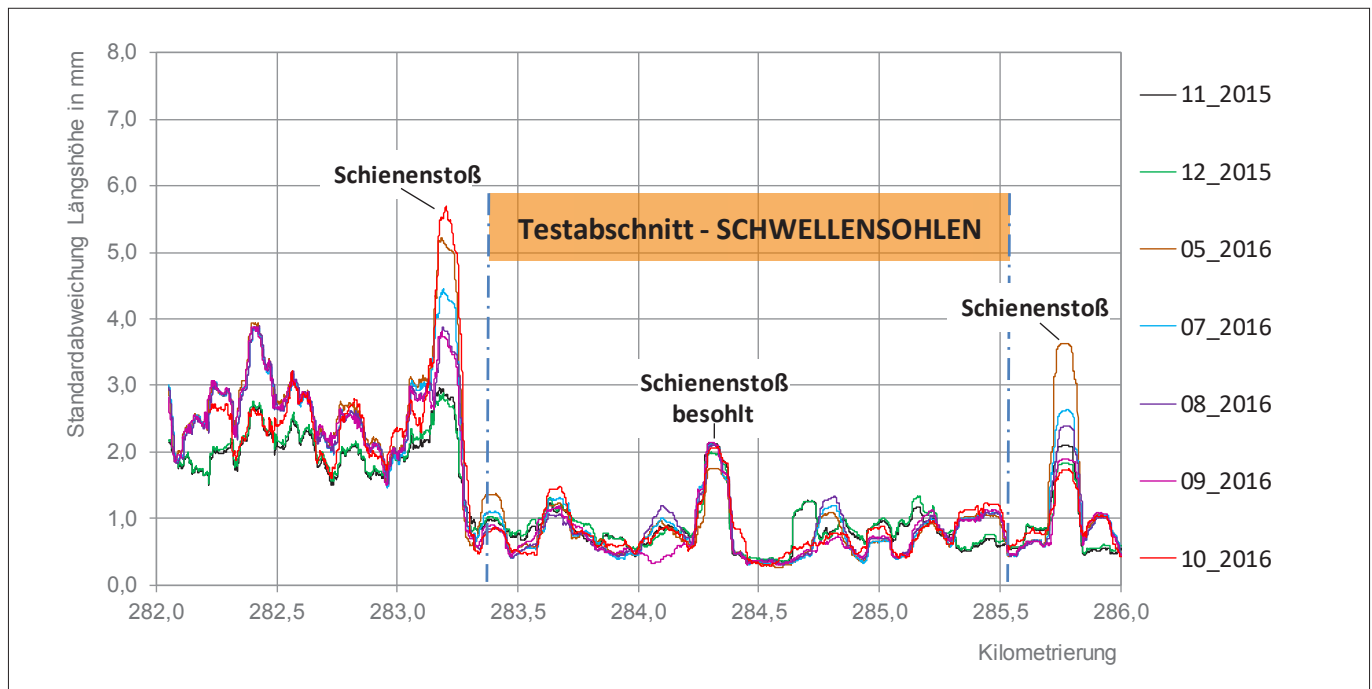


Bild 16: Abweichungen der Längshöhe mit deutlich verminderten Verschlechterungsraten bei den besohlenen Schienenstößen

rungsraten aufweisen als die besohlenen Schienenstöße, welche die Gleislage sogar besser halten als das angrenzende unbesohlte Streckengleis.

Durch eine gezielte Optimierung der Steifigkeit am Stoß könnten hier weitere Verbesserungen erreicht werden.

8 Schlussbetrachtung

Durch den Einsatz von Schwellensohlen mit elasto-plastischen Eigenschaften kann die Problemstelle Isolierstoß, wie auch der Schienenstoß im Allgemeinen, deutlich entschärft werden. Die Inhomogenität der Oberbaubettung am Stoß wird

durch die modellbasierte Auswahl der am besten geeigneten Schwellensohle kompensiert. Zusätzlich können Langzeiteffekte, wie Schotterzerstörung, Setzungen und Schäden am Stoß selbst durch die Konservierung der Gleislage deutlich verringert werden. Schwellensohlen mit hohem plastischen Anteil erzeugen signifikant erhöhte Kontaktflächen zum Schotter, wodurch die Schotterkontaktpressung deutlich verringert werden kann. Des Weiteren wird die oberste Schotterlage durch Verzahnung stabilisiert. Messungen im Gleis zeigen, dass sowohl Isolierstöße, als auch Schienenstöße, in besohlter Ausführung gerin-

gere Verschlechterungsraten aufweisen. Weitere Optimierungen der Gleisbettung sind jedoch möglich, um Isolierstöße so weit wie möglich an das Regelgleis anzupassen.

#658_A3_Rev

(Bildnachweis: 1, 2, 5, 6, 8 bis 13, 15 u. 16, Getzner; 3, [2], 4, [3], 7, [6] u. 14, [9])

Literatur

- [1] Gallou, M.; Temple, B.; Hardwick, C.; Frost, M.; El-Hamalawi, A.: Potential for External Reinforcement of Insulated Rail Joints. Loughborough University's Institutional Repository, December 2016.



Dipl.-Ing. Martin Quirchmair (36). Studium der Technischen Physik an der Technischen Universität Wien. Seit 2013 Entwicklungsingenieur bei Getzner Werkstoffe GmbH mit Schwerpunkt Oberbauoptimierung und Schwingungsreduktion im

Eisenbahnoberbau mittels Elastomeren. Von 2015 bis 2017 Projektmanager Railway für Getzner USA Inc. in Charlotte, North Carolina. Seit 2018 Entwicklungsingenieur in der Railway Division und u. a. Verantwortlicher für internationale Forschungsprojekte (z.B. Horizon 2020 - Shift2Rail), Fahrweg-Simulationen, Messungen im Gleis, Koordinierung von Laboruntersuchungen und die Produktgruppe Schwellenlager.

Anschrift: Getzner Werkstoffe GmbH, Herrenau 5, 6706 Bürs, Österreich.
E-Mail: martin.quirchmair@getzner.com



Dipl.-Ing. Michel Fellinger (32). Masterstudium Bauingenieurwissenschaften Umwelt und Verkehr an der TU Graz bis 2016 und Graduierung zum Dipl.-Ing., 2014 bis 2016 Projektmitarbeiter am Institut für Straßen- und Verkehrswesen der

TU Graz, seit 2016 Universitätsprojektassistent am Institut für Eisenbahnwesen und Verkehrswirtschaft der TU Graz. Forschungsschwerpunkt: Verhaltensbeschreibung und Asset Management für Weichen.

Anschrift: Technische Universität Graz, Institut für Eisenbahnwesen und Verkehrswirtschaft, Rechbauerstraße 12/II, 8010 Graz, Österreich.
E-Mail: michael.fellinger@tugraz.at

- [2] Mach, M.: Weichenakademie Wörth. ÖBB Infra 2016.
- [3] Marschnig, S.: iTAC – innovative Track Access Charges, ISBN: 978-3-85125-493-8, Monographic Series TU Graz / Railway Research, Band 1. Verlag der Technischen Universität Graz 2016.
- [4] Loy, H.; Augustin, A.: Pushing the limits of ballasted heavy-haul railway track by means of high-strength under-sleeper pads made of a specially developed PUR. Rail Engineering International, Edition 4, Dec. 2015.
- [5] Gabl, S.; Rüger, B.; Loy, H.; Pospischil, F.: Einfluss der Kontaktfläche auf den Querverschiebewiderstand. Eisenbahntechnische Rundschau, ETR Austria 2020, Nr. 3, S. 63-67.
- [6] Getzner Werkstoffe GmbH: Importance of Contact Areas – General Discussion and Measurements. Internal Report, Bürs, April 2015.



Assoc.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. Stefan Marschnig (45). Bauingenieurstudium an der Technischen Universität Graz und dem Instituto Superior Técnico Lisboa (Portugal); 2002 bis 2007 Assistent am Institut für Eisenbahnwesen und Verkehrs-

wirtschaft der TU Graz, Promotion 2007; seit 2008 Geschäftsführer von LCC rail consult; 2010 bis 2016 Assistenzprofessor an der TU Graz, Leiter der Forschungsgruppe Life Cycle Management; Habilitation 2016; seit 2016 Associated Professor an der TU Graz.

Anschrift: Technische Universität Graz, Institut für Eisenbahnwesen und Verkehrswirtschaft, Rechbauerstraße 12/II, 8010 Graz, Österreich.
E-Mail: stefan.marschnig@tugraz.at

- [7] Freudenstein S.; Geisler K.; Mölter T.; Mißler M.; Stolz C.: Feste Fahrbahnen in Betonbauweise [Concrete slab tracks]. Betonkalender, Sonderdruck Ernst & Sohn 2015.
- [8] Bosch, R.: Querverschiebewiderstandsmessung mit dem dynamischen Gleisstabilisator. Eisenbahningenieur (58) 6/2007 S. 15-19.
- [9] Huiding, D.; Pospischil, F.; Loy, H.: Heavy-haul in China: Investigating durable elasticity for superstructure. Global Railway Review, 5/2018.
- [10] Track Maintenance Department, Taiyuan Railway Bureau: Reference Letter of USP, July 10, 2017.



Dr. Harald Loy (45). Bauingenieurstudium an der Technischen Universität München, später Promotion an der Universität Innsbruck mit Auszeichnung. Ab 2000 Technischer Berater in München. Seit 2005 Entwicklungsingenieur bei Getz-

ner Werkstoffe GmbH im Bereich Forschung & Entwicklung. Von 2007 bis 2011 parallele Anstellung als Wissenschaftlicher Mitarbeiter der Universität Innsbruck und derzeit Postdoc am Institut für Infrastruktur, Arbeitsbereich Intelligente Verkehrssysteme. Schwerpunkte in den Bereichen Simulation, Laborprüftechnik und In-Situ-Messungen. 2014 Nominierung für den Staatspreis für Innovation, Übernahme der Verantwortung als Teamleiter Systementwicklung. Seit 2018 Head of R&D Railway Division. Anschrift: Getzner Werkstoffe GmbH, Herrenau 5, 6706 Bürs und Universität Innsbruck, Institut für Infrastruktur, Intelligente Verkehrssysteme, Technikerstr. 13, 6020 Innsbruck, Österreich.

E-Mail: harald.loy@getzner.com

STRAIL[®]WAY

DIE KUNSTSTOFFSCHWELLE

➤ **IHRE BRÜCKE IN TROCKENEN TÜCHERN** > perfekte Alternative zur Holzschwelle

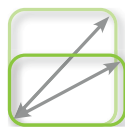
- ◆ niedrigere Entsorgungskosten = 100 % recyclebar
- ◆ längere Liegedauer = Kostenersparnis durch niedrige LCC
- ◆ umweltfreundlich



max. Achslast
22,5 to



max. 160 km/h



Gleisschwellen
und Brücken-
balken



gute CO₂ Bilanz



mehr als
50 Jahre
Lebensdauer



Bearbeitung mit
normalem Werk-
zeug möglich

BESTANDEN! – DB Test zur Betriebstauglichkeit bei der TU München

KRAIBURG STRAIL GmbH & Co. KG > STRAIL | STRAILastic | STRAILway

D-84529 Tittmoning // Göllstraße 8 // tel. +49|86 83|701-0 // info@strail.de // www.strail.de

