

ETR

EISENBAHNTECHNISCHE RUNDSCHAU



IMPULSGEBER FÜR DAS SYSTEM BAHN

NEUE BETRIEBSVERFAHREN

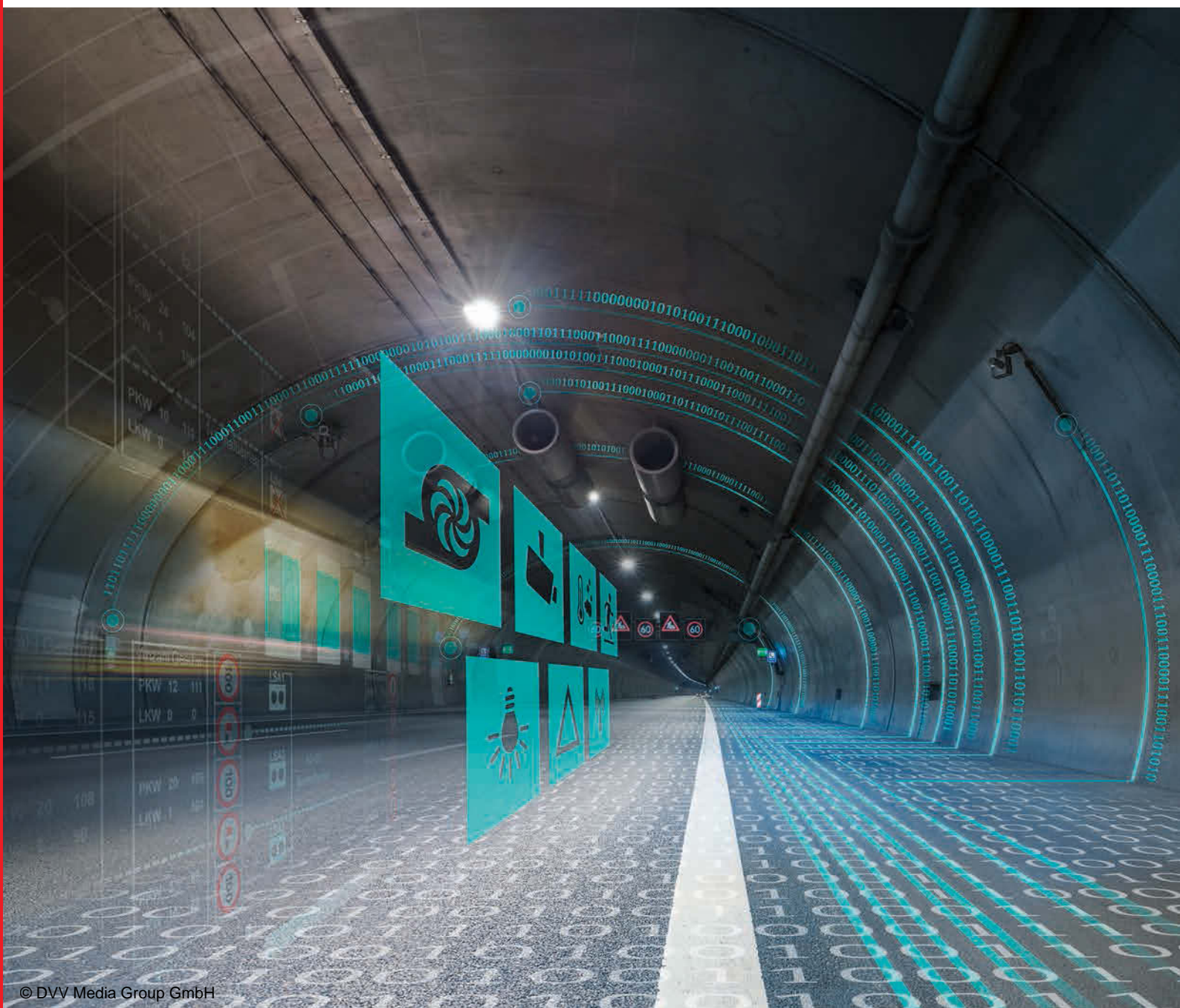
Fahrerassistenzsysteme und Prozessautomation verbessern die Betriebsabwicklung und führen zu einem geringeren Energieverbrauch

POTENZIALE VON 3D-DRUCK

Für die Schienenfahrzeugbranche öffnet der industrielle 3D-Druck neue Optionen

KARLSRUHER MESSSTRASSENBAHN SAMMELT DATEN

Forschungsprojekt zur Optimierung von Energieeffizienz, Pünktlichkeit, Verschleiß und Komfort



Einfluss der Kontaktfläche auf den Querverschiebewiderstand

Die besohlte Schwelle wird als eine Option gesehen, den steigenden Anforderungen an den Fahrweg gerecht zu werden. Die eingesetzten Produkte bringen eine definierte Elastizität in den Oberbau ein, was bei entsprechender Wahl der Materialeigenschaften zu einer Erhöhung der Kontaktfläche zwischen der Schwelle und dem Schotter führt. Dieser Effekt trägt zur Verringerung der Schotterzerstörung bei und wirkt positiv auf die Gleislagestabilität. Mit Hilfe von Laborversuchen [1] wurde ermittelt, welcher Zusammenhang zwischen der Größe der Kontaktfläche und dem Querverschiebewiderstand besteht. Zur Plausibilitätskontrolle der Ergebnisse wurden bestehende Messungen aus dem Streckengleis herangezogen.



1. Einleitung

Die Ansprüche an den Fahrweg wachsen durch zunehmende Geschwindigkeiten und steigende Achslasten. Darüber hinaus ist durch hohe Zugfrequenzen die Möglichkeit zur Instandhaltung stark begrenzt. Moderne Oberbauforschung hat deshalb zum Ziel, die Komponenten des Fahrweges möglichst hoch verfügbar und instandhaltungsarm zu konstruieren. Dazu zählt beispielsweise die lückenlose Verschweißung der Schienen. Ein durchgängig verschweißtes Gleis begrenzt die temperaturbedingte Verformung der Schienen, erhöht jedoch auch die inneren Spannungen. Diese zusätzlichen Spannungen müssen über die Schwellen an das Schotterbett abgetragen werden und stellen damit signifikant höhere Anforderungen an die Gleislagestabilität, welche eine zentrale Rolle im Eisenbahnoberbau und dessen Planung einnimmt. Sie beeinflusst die Qualität und die Sicherheit aller im Fahrweg vorhandenen Komponenten. Die Stabilität der Gleislage ist insbesondere vom Querverschiebewiderstand (QVW), also dem Widerstand gegen seitliches Verschieben des Gleisrostes, abhängig.

In der Vergangenheit wurde durch zahlreiche Messungen bewiesen, dass der Schotteroberbau mit unbesohnten Betonschwellen im geraden Gleis einen ausreichend hohen QVW aufweist. Um jedoch in engen Bögen eine Herstellung

von lückenlosen Gleisen zu ermöglichen, sind bis dato zusätzliche Maßnahmen notwendig [2].

Darüber hinaus sind die Auswirkungen der zunehmenden Erwärmung des Klimas auf den Eisenbahnoberbau nicht unwesentlich. Europaweit ist eine Zunahme der Anzahl an Tagen mit einer Schienentemperatur von über 60°C festzustellen [2], was besonders im Jahr 2019 vermehrt zu Gleisverdrückungen, unter anderem auch in geraden Gleisabschnitten, führte.

Wie vorliegende Messungen aus dem Streckengleis zeigen, ist der QVW von besohnten Schwellen höher als jener von konventionellen Betonschwellen. Aufgrund dieser Erkenntnisse wurde der Oberbaustandard der ÖBB (RW 07.06.05) bereits adaptiert und unterscheidet Mindestradien für besohlte Schwellen und unbesohlte Schwellen [3].

Aktuelle Erkenntnisse zeigen, dass die Kombination aus Vergrößerung der Kontaktfläche mit elasto-plastischen Materialeigenschaften die Hauptstellschraube für einen hohen QVW darstellt [1, 4, 5].

Die Beschaffenheit der zurzeit im Markt verfügbaren Schwellensole (SL) ist sehr unterschiedlich, sowohl in Bezug auf deren Einsatzzweck als auch bezüglich des Werkstoffs und dessen Eigenschaften. Damit beim Vergleich dieser Produkte nicht immer auf In-situ Messungen zurückgegriffen werden muss, wurde ein



Dipl.-Ing. Sandro Gabl

ÖBB Infrastruktur AG
Anlagen Service Center
St. Pölten, Österreich
sandro.gabl@oebb.at



Dr. Bernhard Rüger

TU-Wien/Forschungsbereich für
Eisenbahnwesen & FH-St. Pölten
bernhard.rueger@tuwien.ac.at
bernhard.rueger@fhstp.ac.at



Dr. Harald Loy

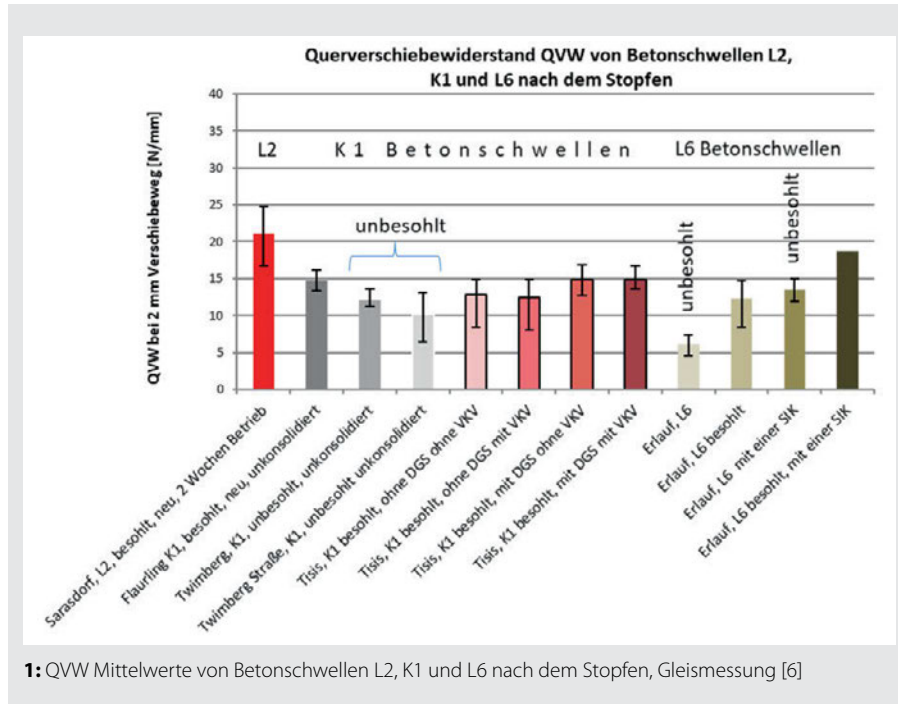
Research & Development
Getzner Werkstoffe GmbH &
Postdoc Universität Innsbruck,
Intelligente Verkehrssysteme
harald.loy@uibk.ac.at
harald.loy@getzner.com



Dr. Ferdinand Pospischil

Area-Sales-Manager Railway
Getzner Werkstoffe GmbH
Oberhaching, Deutschland &
Postdoc Universität Innsbruck,
Intelligente Verkehrssysteme
ferdinand.pospischil@uibk.ac.at
ferdinand.pospischil@getzner.com

Laborversuch entwickelt. Dieser soll es ermöglichen, unter vergleichbaren Bedin-



1: QVW Mittelwerte von Betonschwellen L2, K1 und L6 nach dem Stopfen, Gleismessung [6]

gungen möglichst aussagekräftige QVW-Versuche durchzuführen.

Bild 1 zeigt die große Streubreite und unterschiedliche Einflüsse auf die gemessenen In-situ Werte [6].

Hierbei ist zu erkennen, dass der QVW unter anderem von der Schwellengeometrie und dem Verdichtungsgrad des Schotters abhängt. Neben den örtlichen Gegebenheiten sind Auswirkungen von Zusatzmaßnahmen wie die Verwendung von besohlenen Schwellen oder der Einsatz von Sicherungskappen (SIK) zu erkennen.

Bei einer Neulage bzw. nach einer Instandhaltungsstopfung ist die Umlagerung der Gesteinskörner noch nicht vollständig

abgeschlossen, das Gleis befindet sich in einem unkonsolidierten Zustand. Mit Hilfe eines dynamischen Gleisstabilisators (DGS) wird der Schotter mit einer vertikalen Kraft belastet und gleichzeitig werden Schwingungen am Schienenkopf eingeleitet. Durch die Verwendung eines DGS wird die Anfangssetzung des Gleises vorweggenommen, was unter anderem zu einer Erhöhung des QVW führt. Einen ähnlichen Effekt, wenn auch nicht im selben Ausmaß, bewirkt die Vorkopfverdichtung (VKV).

Mit zunehmender Betriebsbelastung (Konsolidierung) tritt eine Verzahnung zwischen der Schwelle und dem Schotter ein.



2: Anordnung der Prüfkörper, Vorbereitung im Labor

Foto: Sandro Gabl

2. Versuchsvorbereitung

Als QVW wird jener Widerstand bezeichnet, welcher einer seitlichen Verschiebung des Gleises entgegenwirkt. Da die Schwellen „schwimmend“ im Schotterbett gelagert sind, trägt neben der Sohlreibung auch der Schwellenzwischenfach- und der Vorkopf-schotter zum QVW bei.

Da der Einsatz von Schwellenbesohlungen lediglich auf den Sohlreibungswiderstand einen Einfluss hat, wurde beim Versuchsaufbau nur dieser berücksichtigt und die Prüfkörper daher auf ein gleichmäßig vorverdichtetes Schotterplanum gelegt (siehe Bild 2).

Frühere QVW-Messungen an unbesohlenen Schwellen zeigen im bilinearen Kraftverformungsverlauf einen Steigungswechsel bei circa 2 mm Verschiebeweg. Aufgrund dieser Erkenntnis wurde, um QVW-Werte vergleichen zu können, jene Kraft aufgebracht, welche notwendig ist, um eine Verschiebung von 2 mm zu erzielen.

Der Anteil des Querverschiebewiderstandes, welcher von einer Besohlung aufgenommen wird, ist neben der Masse der Schwelle auch von der Fläche der Sohle abhängig. Zudem spielen die Kornverteilung und der Konsolidierungszustand des Schotters eine entscheidende Rolle.

Zur einfacheren Abwicklung der Versuche wurden Betonquader mit einer Abmessung von 300 mm x 300 mm x 100 mm anstelle von Ganzschwellen verwendet. Ein grundsätzlicher Vorteil der Betonquader ist: Sie sind wesentlich handlicher und können ohne maschinelle Unterstützung bewegt werden. Für jede Messung wurden neue Betonkörper verwendet, da die Schotterkörner elastische bis elasto-plastische Abdrücke in der Schwellensohle verursachen. Eine Auswertung der Messungen könnte sonst darunter leiden, da die Berührungspunkte zwischen Schotter und Schwellensohle schwer rekonstruierbar sind. Sowohl ein Kippen aufgrund der geringen Abmessungen der Betonquader als auch ein Gleiten der Schottersteine (sekundärer Sohlwiderstand) war von vornherein nicht auszuschließen. Insbesondere, da durch die Verwendung von Schwellensohlen der Widerstand durch die Einbettung der Schottersteine erhöht und ein Aufklettern des Prüfkörpers, beziehungsweise ein Aufrichten/Umlagern der Schottersteine, erst möglich wurde. Um diesen Problemen entgegenzuwirken und eine an die DIN 45673-6 angelehnte

Prüfung durchzuführen, wurden die Prüfkörper während der QVW-Ermittlung beschwert. Die DIN 45673-6 sieht Prüfkörper mit Abmessungen von 300 mm x 300 mm x 200 mm als Ersatz für eine Schwelle vor [8]. Da die gewählten Quader nur die halbe Höhe der Normprüfkörper aufweisen, wurde als Ausgleich eine Beschwerung in Form einer Stahlplatte mit 18,4 kg gewählt. Daraus ergibt sich eine Gesamtprüfmasse von 40 kg.

Zur Ermittlung des Einflusses der Kontaktfläche auf den QVW wurden insgesamt zwölf Prüfkörper aus Beton vorbereitet. Acht dieser Betonblöcke erhielten jeweils an der Ober- sowie Unterseite eine Schwellensohle unterschiedlicher Steifigkeit mit einer Stärke von bis zu 10 mm. Damit ergab sich eine Gesamthöhe der beidseitig beschlachten Prüfkörper von 120 mm. Ziel war es, jeweils vier Prüfkörper mit denselben Schwellensohlen auszustatten, wobei vier der Prüfkörper nur einseitig mit einer Schwellensohle ausgestattet wurden. Zusätzlich wurde ein größerer Prüfkörper mit den Abmessungen 600 x 300 x 100 mm vorbereitet. Dieser war ebenfalls mit zwei unterschiedlichen SL-Typen ausgestattet und sollte dazu dienen, den Zusammenhang zwischen doppelter Kontaktfläche und QVW darzustellen.

Bei den durchgeführten Laborversuchen kamen unterschiedliche Typen von SL mit verschiedenen Eigenschaften zur Anwendung. Als Versuchsobjekte wurden vom Hersteller Getzner Werkstoffe GmbH die SLB 3007 (PUR mit elasto-plastischen Materialeigenschaften), SLB 1510 (PUR mit elasto-plastischen Materialeigenschaften), SLN 1010 (PUR mit hochelastischen Materialeigenschaften), SL NG (PUR mit plastischen Materialeigenschaften) sowie vom Hersteller Paul Müller Technische Produkte GmbH die M02 (EVA mit elasto-plastischen Materialeigenschaften) ausgewählt.

Um möglichst reale und gleichzeitig vergleichbare Versuchsbedingungen zu erhalten, wurde ein Schotterkasten aus Metall mit einer Größe von 1,15 m x 1,15 m errichtet (siehe Bild 2). In diesen Versuchsrahmen, welcher an den Seitenflächen mit einer steifen Unterschottermatte ausgekleidet war, wurde manuell Gleisschotter der Körnung 1 in zwei Lagen je 15 cm eingebracht und mittels einer Rüttelplatte verdichtet.

Um Vergleichswerte zu erhalten, wurden die Querverschiebewiderstände am selben Prüfkörper zuerst im unkonsolidier-

ten und später im konsolidierten Zustand ermittelt.

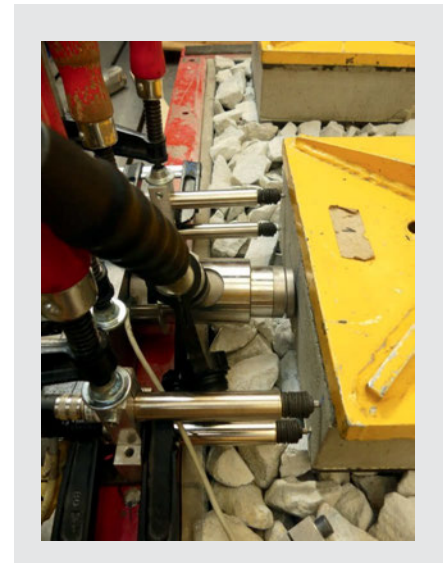
Zur Ermittlung der Querverschiebewiderstände wurden seitlich am Schotterkasten vier Wegsensoren sowie eine Kraftmessdose mit Hydraulikzylinder installiert (siehe Bild 3). Durch die vier Wegsensoren konnte nicht nur die Verschiebung, sondern auch eine Verdrehung bzw. Verkipfung aufgezeichnet werden.

Nach den unkonsolidierten Vergleichsmessungen wurden die Versuchsblöcke angehoben und der Schotter mit einem weißen Kalkspray besprüht, um später über die Eindrückungen mithilfe einer Fotoerkennungsoftware die Kontaktfläche prozentuell bestimmen zu können. Um einen konsolidierten Zustand zu simulieren, wurden die Prüfkörper in Anlehnung an den Dauerschwellversuch nach DIN 45673-6 mit Laststufe 2 belastet.

Vorversuche zeigten bei bereits 14000 Lastwechseln eine fast abgeschlossene Konsolidierung. Nach der beschleunigten Konsolidierung durch die schwelende Belastung wurden die Prüfkörper in beschriebener Weise verschoben und danach die Kontaktfläche ausgewertet.

3. Labor-Versuchsergebnisse

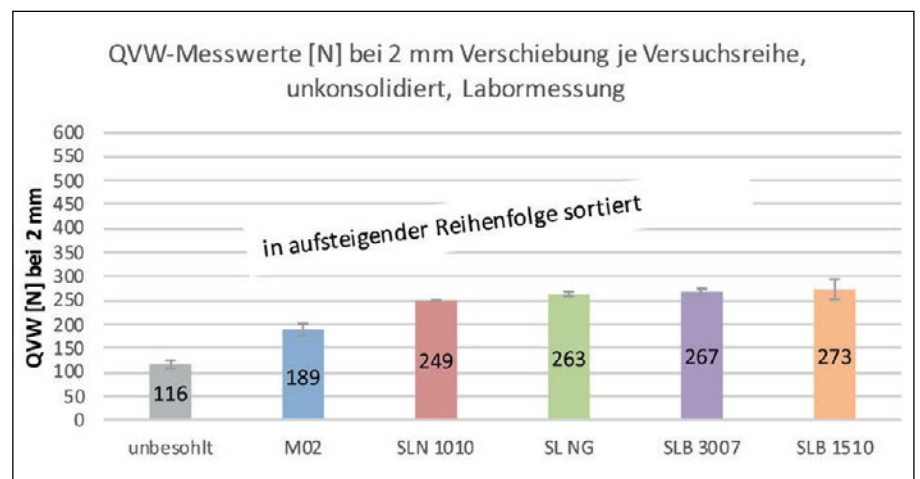
In Bild 4 ist die unkonsolidierte Versuchsreihe dargestellt, wobei hier die absolute Kraft (gemittelt aus den jeweiligen Prüfkörpern) bei einer Verschiebung von 2 mm gezeigt ist. Zusätzlich zeigen die Fehlerindikatoren die Streubreite der Versuchsreihen. Die Streubreite ist aufgrund der nicht vorhandenen Konsolidierung bzw. Verzahnung der SL mit dem Schotter gering. Ein un-



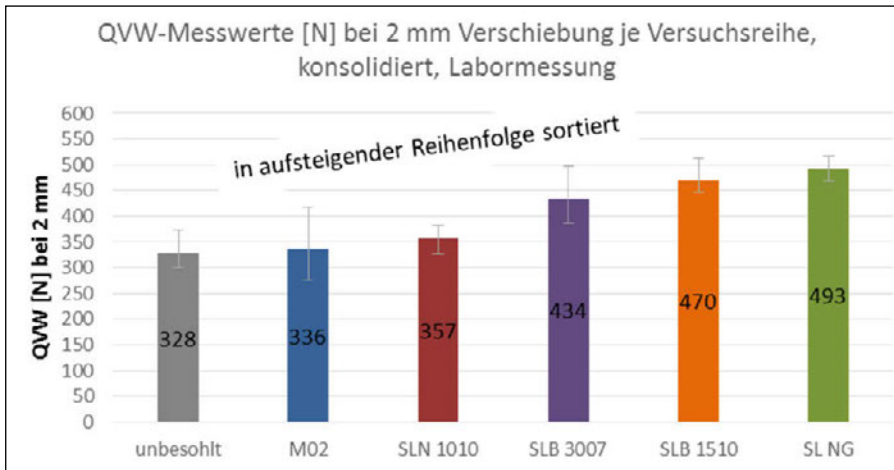
3: Versuchsaufbau im Labor zur QVW Messung
Foto: Sandro Gabl

beschlachter Betonkörper zeigt demnach nur 116 N (62% des QVW der Besohlung mit der geringsten QVW Wirkung), wobei je nach Auswahl der SL eine Streubreite der SL untereinander von 189 N bis 273 N (um 45%) ersichtlich ist.

Da der SL-Typ M02 eine glatte und kompakte Oberflächenstruktur besitzt, blieb dieser nahezu ohne Eindrückungen. Auch beim Typ SLN 1010 waren keine augenscheinlichen Veränderungen ersichtlich, jedoch stellte die raue Vliesoberfläche einen höheren Verbund zum Schotter dar, wodurch der höhere QVW im Vergleich zur Sohle M02 erklärbar ist. Bei den übrigen SL



4: Gemittelte QVW-Messwerte [N] bei 2 mm Verschiebung je Versuchsreihe, mit Fehlerindikatoren, unkonsolidiert, Labormessung [1]



5: Gemittelte QVW-Messwerte [N] bei 2 mm Verschiebung je Versuchsreihe, mit Fehlerindikatoren, konsolidiert, Labormessung [1]

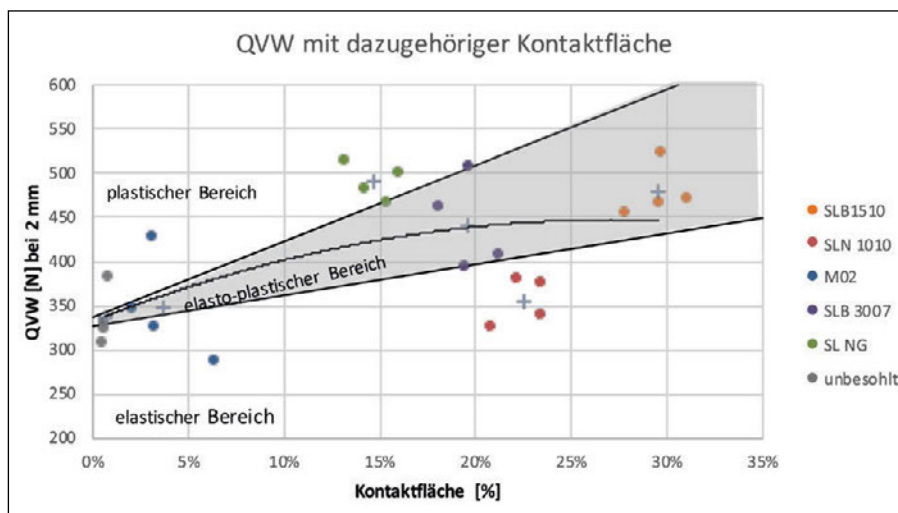
sind bereits leichte Abdrücke der Schotterkörner zu erkennen, welche die höheren QVW-Werte begründen.

Im zweiten Schritt wurde durch die Konsolidierung versucht, eine Verzahnung zwischen Prüfkörper und Schotterkörnern herzustellen.

In absoluten Zahlen ausgedrückt wurden die Ergebnisse der QVW-Messung im konsolidierten Zustand bei einer Verschiebung um 2 mm in Bild 5 aufsteigend von links nach rechts abgebildet.

Im konsolidierten Zustand sind die Messwerte des unbesohnten Prüfkörpers nicht wesentlich von denen des Prüfkörpers mit dem Besohlungstyp M02 zu unterscheiden. Diese Sohle dient vorwiegend

der Schotterschonung und zielt nicht auf eine Erhöhung der QVW ab [7]. Ihr Einsatz zieht jedoch auch keine Verschlechterung dieses Wertes nach sich. Die QVW-Werte des SL-Typs SLN 1010 liegen durch dessen hochelastisches Verhalten nur 21 N (6%) über der Sohle M02. Grund hierfür ist das Anwendungsgebiet der Besohlung. Da diese Produkttypen vorrangig für den Erschütterungsschutz eingesetzt wird, ist ein Werkstoff mit anderen Eigenschaften notwendig als bei Produkten, die spezifisch für die Schotterschonung eingesetzt werden. Deutlich höhere Messergebnisse erreichen die elasto-plastischen SL-Typen SLB 3007, SLB 1510 und SL NG, wobei letztere im Vergleich zum unkonsolidierten Zustand



6: Zusammenhang zwischen Kontaktfläche und QVW mit Einteilung in Materialeigenschaften, Labormessung [1]

mit 493 N den absoluten Maximalwert aller untersuchten SL erreicht. Die Streuungen innerhalb der konsolidierten Messreihen nehmen im Vergleich zu den unkonsolidierten Messreihen zu. Neben den hier angeführten Versuchen wurden zur Validierung auch verschiedene Prüfkörpergrößen bzw. Halbschwellen verschoben. Die Messwerte zeigten eine gute Vergleichbarkeit mit den Ergebnissen der Blockprüfungen.

4. Einfluss der Kontaktfläche

Nach der Versuchsdurchführung im konsolidierten Zustand wurde die Kontaktfläche zwischen Schotter und SL analysiert. Bei der Auswertung konnten große Unterschiede zwischen den einzelnen Schwellensoleen festgestellt werden. Die Kontaktfläche variierte zwischen etwa 3% bis über 30%. Dies lässt vermuten, dass die Kontaktfläche einerseits vom Bettungsmodul und andererseits von der Oberflächenbeschaffenheit sowie vom Verformungsverhalten des verwendeten Materials abhängig ist.

Zur Veranschaulichung sind die Ergebnisse der QVW-Messung mit der dazugehörigen Kontaktfläche der jeweiligen SL in Bild 6 dargestellt.

Ein Zusammenhang zwischen dem QVW und der Kontaktfläche lässt sich nur bedingt herstellen. Der unbesohlte Prüfkörper erreicht bei der geringsten Kontaktfläche auch den kleinsten QVW. Dieses Verhältnis ist auch bei den SL M02, SLB 3007 und SLB 1510 zu erkennen. Abweichend hiervon ist das Verhalten der Sohlen SLN 1010 und SL NG.

Bei der Versuchsauswertung konnte festgestellt werden, dass die Kontaktfläche nicht zwingend und unmittelbar mit dem QVW in Verbindung steht. Der QVW ist vielmehr auch vom Verformungsverhalten der Besohlung abhängig. Besohlungen mit ausgeprägtem elasto-plastischem Verhalten erreichen den größten Wert, wobei dieser mit zunehmend elastischem Verhalten abnimmt.

Das Verformungsverhalten ist somit für den QVW maßgebend, jedoch ist auch ein Einfluss der Kontaktfläche zu erkennen. Die höchste Kontaktfläche ist bei weichen SL mit einem geringen Bettungsmodul festzustellen, wobei die Oberflächenbeschaffenheit der Schotterseite der SL zu berücksichtigen ist. Aufgrund der notwendigen Dauerfestigkeit sind weiche Schwellensoleen üblicherweise mit einer Schutz- und Lastverteilungsschicht versehen, welche

die Berührungsfläche zwischen Schotter und Besohlung verkleinert.

5. Korrelation zwischen Laborversuchen und In-situ Messungen

Ein Vergleich zwischen den Laborergebnissen und In-situ Messungen ist nur bedingt möglich. Die verwendeten Prüfkörper wurden im Gegensatz zu den Schwellen im Streckengleis nicht vollständig eingeschottert, deshalb konnte nur der Sohlreibranteil des QVW untersucht werden. Die Sohlreibung ist zwar am QVW maßgebend, aber wie vorliegende Studien zeigen [4], wirkt sie insgesamt nur zu 50% gegen eine seitliche Verschiebung.

Der QVW ist neben der Sohlreibung auch vom Flanken- und Vorkopfwiderstand abhängig, welche wiederum von der Schwellengeometrie beeinflusst werden. Die Messungen am Streckengleis wurden an unterschiedlichen Schwellenarten durchgeführt. Die Besohlung SL NG wurde z.B. bisher nur versuchsweise im untergeordneten ÖBB-Streckennetz mit L6 Schwellen eingesetzt (rechteckige Form ohne Verjüngung der Schwellenmitte). Im hochrangigen Streckennetz werden vorwiegend K1 bzw. L2 Schwellen (Schwellen mit Verjüngung der Schwellenmitte) mit der Besohlung SLB 3007 verwendet. Daher ist ein Vergleich von unterschiedlichen Schwellenformen in Bezug auf die Sohlreibung wenig aussagekräftig. Zudem ist der QVW von den örtlichen Gegebenheiten wie der Bettungsstärke, dem Verdichtungsgrad sowie anderen Eigenschaften des Schotters (z.B. Korngröße, Kantigkeit, etc.) abhängig.

Die Tendenz der Wirkung einer Besohlung lässt sich ganz offensichtlich bereits im Labor feststellen. Aufgrund der geringen Datenlage und der erstmaligen Versuchsdurchführung im Labor sind die

Streuungen noch relativ hoch und weitere Untersuchungen notwendig, um noch fundiertere Aussagen treffen zu können.

6. Zusammenfassung

Wie Laborversuche und Messungen im Streckengleis zeigen, ist der QVW von besohlenen Schwellen u.a. aufgrund der tieferen Einbettung der Schotterkörner höher als jener von konventionellen Betonschwellen. Die Messungen im Streckengleis weisen wegen der unterschiedlichen Rahmenbedingungen naturgemäß eine recht hohe Streuung auf. Deshalb ist

eine eindeutige Interpretation oft entsprechend schwierig. Um einen reproduzierbaren, einfacheren Vergleich von unterschiedlichen Besohlungen hinsichtlich des QVW zu ermöglichen, ist ein Laborprüfverfahren mit kontrollierten Versuchsparametern entwickelt worden. Erwartungsgemäß zeigen auch diese ersten Versuche große Streuungen, weshalb weitere Laborversuche empfehlenswert sind. Nichtsdestotrotz konnte bereits bei den hier durchgeführten Untersuchungen der jeweiligen Besohlung (hochelastisch/elasto-plastisch/plastisch) ein Einfluss der Materialeigenschaften klar herausgearbeitet werden. ●

Literatur

- [1] S. Gabl (2019): „Einfluss der Kontaktfläche auf den Querverschiebewiderstand“; Diplomarbeit an der Fachhochschule St. Pölten
- [2] F. Pospischil (2015): „Längsverschweißtes Gleis im engen Bogen“; Dissertation; Universität Innsbruck
- [3] ÖBB-Infrastruktur AG (2017): „Regelwerk 07.06.05 – Oberbau/Oberbauschweißtechnik, Schienenbearbeitung und Zerstörungsfreie Prüfungen“; Wien
- [4] D. Iliev (2011): „Die horizontale Gleislagestabilität des Schotteroberbaus mit konventionellen und elastisch besohlenen Schwellen“; Dissertation; Technische Universität München
- [5] H. Loy, A. Augustin (2015): „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.
- [6] G. Prager, E. Steiner (2016): „Messung des Querverschiebewiderstandes – L2 Betonschwellen Neulage (mit Besohlung)“; Universität Innsbruck
- [7] Informationen abgerufen von: „<https://www.paulmueller.com/de/produkte/schwellensohlen.html>“ am 31.01.2020 um 18:20 Uhr
- [8] DIN 45673 (2010): „Mechanische Schwingungen – Elastische Elemente des Oberbaus von Schienenfahrwegen – Teil 6: Labor-Prüfverfahren für Besohlungen von Betonschwellen“

Summary

Influence of the contact surface on the lateral track resistance

As lab trials and measurements at tracks show, the lateral track resistance (QVW) of padded sleepers is higher than those of conventional concrete sleepers, partly due to a deeper embedding of the ballast stones. The measurements in the tracks naturally show a rather high scattering because of the different basic conditions. Therefore, an explicit interpretation is often difficult. In order to allow a reproducible, more simple comparison of different paddings concerning the lateral track resistance, laboratory test methods with controlled test parameters have been developed. As expected, these first trials also show high scattering which is why further lab trials are recommended. Nevertheless, the examinations of the respective padding (highly elastic/elasto-plastic/plastic) carried out have clearly shown an influence of the material properties.



Defined Elasticity for
Your Superstructure.

www.getzner.com

- Increased track stability
- Ballast protection
- Vibration isolation
- Longer service life for superstructure components

**InnoTrans
2020**
Berlin, 22nd – 25th Sept.
Hall 25, Stand 213 &
Hall 3.1.b, Stand 180

getzner
engineering a quiet future