



Sonderdruck aus

DER EISENBAHN INGENIEUR

**INTERNATIONALE FACHZEITSCHRIFT
FÜR SCHIENENVERKEHR & TECHNIK**

Heft 12 · Dezember 2010

DW Media Group GmbH · Hamburg

► **Erschütterungsschutz im Bereich
Birmingham Arena Tunnel**

**HERAUSGEBER
VERBAND DEUTSCHER
EISENBAHN-INGENIEURE E.V.**

Erschütterungsschutz im Bereich Birmingham Arena Tunnel

Erschütterungsmessungen nach einer Gleisneulage in Kombination mit dem Austausch von besohlenen Holz- durch besohlte Betonschwellen im Bereich Birmingham Arena Tunnel.

Stefan Potocan

Elastizität im Fahrweg

Anfang des Jahres 2010 wurde im Bereich des Birmingham Arena Tunnels eine Gleisenerneuerung durchgeführt. Im Rahmen dieser Maßnahme ersetzten die Verantwortlichen unter anderem die bisher verwendeten Holzschwellen mit einer 20 mm-Besohlung aus Korkgummi durch neue, besohlte Betonschwellen. Durch den Einsatz der Schwellenbesohlung sollte eine definierte Elastizität in den Fahrweg eingebracht und dadurch eine Zunahme der Erschütterungsbelastung für die angrenzenden Gebäude verhindert werden. Um festzustellen, ob dieses Ziel erreicht werden konnte, wurden vor und nach dem Gleisumbau Erschütterungsmessungen durch das Ingenieurbüro DeltaRail durchgeführt.

Beschreibung der erneuerten Strecke

Das umgebaute Gleis gehört zur zweigleisigen Stour Valley Linie, die westwärts vom Bahnhof Birmingham New Street nach Wolverhampton führt. Der 161 m lange Tunnel verläuft direkt unter dem International Convention Center, der Symphony Hall und der National Indoor Arena. Er ist über die gesamte Länge gemauert und führt in einer Tiefe von ungefähr 25 m durch den in dieser Gegend auftretenden Sandstein. Beide Schottergleise werden von unterschiedlichen Fahrzeugtypen befahren. Um

die Unterschiede im Störspektrum zu berücksichtigen, wurden die Erschütterungsmessungen für dieselbetriebene Fahrzeuge (DMU), elektrisch betriebene Fahrzeuge (EMU) und Pendolinozüge der Klasse 390 durchgeführt. Die Fahrgeschwindigkeit in diesem Bereich liegt bei 64 km/h (40 mph). Bei den am 24. und 25. Januar 2010 durchgeführten Arbeiten wurde das Gleis auf der Strecke Richtung Bahnhof New Street erneuert. Dabei wurden die Schienen, Zwischenlagen und der Schotter durch gleichartige, neue Komponenten ersetzt. An Stelle der besohlenen Holzschwellen kamen besohlte Betonschwellen zum Einsatz.

Vergleich der verwendeten Besohlungen

Die ursprünglich verwendete Besohlung bestand aus einer 20 mm dicken Korkgummiplatte, die auf der Unterseite durch ein Geotextil vor dem Schotter geschützt wird. Diese Geotextilschutzschicht reicht bis an die Schwellenflanken und wird dort mit Hilfe von Klammern an der Holzschwelle fixiert. Die Schutzschicht dient daher zusätzlich als Befestigung der Besohlung an der Holzschwelle. Die Verantwortlichen stellten während den Umbauarbeiten fest, dass sich bei einigen Schwellen die Befestigung der Besohlung gelöst hatte. Dadurch gelangte Bettungsmaterial zwischen die Geotextilschutzschicht und die Schwelle. Abb. 2 zeigt ein derartiges Beispiel. Die Besohlungen waren laut Informationen von Network Rail seit 1991 im Einsatz.

Ersetzt wurde dieses System durch Betonschwellen mit einer 10 mm dicken Besohlung aus Polyurethan. Bei der Besohlung handelt es sich um einen elastischen Werkstoff von Getzner vom Typ Sylomer* SLS 1010 G. Die statische Steifigkeit dieses Typs – ermittelt nach DIN 45673-1 (Sekan-tensteifigkeit zwischen 0,02 N/mm² und 0,16 N/mm²) – liegt bei 0,1 N/mm³. Auch bei diesem Besohlungstyp schützt ein Geotextil die Federschicht vor Perforationen durch den Schotter. Als Anbindung an die Betonschwelle dient jedoch ein Kunststoffgitter. Damit wird die Besohlung während des Produktionsprozesses direkt in den nassen Beton eingebracht und damit an der Betonschwelle befestigt (Abb. 3).

Messmethodik

Die automatische Messeinrichtung wurde neben dem umgebauten Gleis an der Tunnelwand neben einer Fluchtnische (Kilometrierung 0 miles 1100 yards) installiert. Dabei wurden die Beschleunigungsaufnehmer in Vertikal-, Quer- und in Längsrichtung zur Zugstrecke ausgerichtet. Die Messgeräte befanden sich dabei in einer Metallbox, die in ca. 0,1 m Höhe mit Hilfe von Putzgips an der Tunnelwand befestigt wurde (Abb. 4). Die Steuerungseinheit, der Datenlogger und die Energieversorgung waren in der daneben befindlichen Nische positioniert.

Um die Erschütterungspegel vor und nach den Umbaumaßnahmen vergleichen zu können, wurde am 17. Januar 2010 ein Referenzwert, der in Folge als Zielvorgabe diente, ermittelt. Dazu wurde die Messeinrichtung am 17. Januar 2010 installiert und am 24. Januar 2010 zu Beginn der Umbauarbeiten wieder entfernt. Um eine Konsolidierung des Gleises zu gewährleisten, wurde die Vergleichsmessung zehn Wochen nach Beendigung der Umbaumaßnahmen am 6. und 7. April 2010 durchgeführt. Um eine Korrelation der Messergebnisse mit den jeweiligen Zuggattungen herstellen zu können, wurden während der Messung die durch den Tunnel fahrenden Züge von einem öffentlich zugänglichen Ort neben dem Tunnelportal aus beobachtet und dokumentiert. Eine zusätzliche Messung der

Sylomer® SLS 1010 G ist ein eingetragenes Markenzeichen.

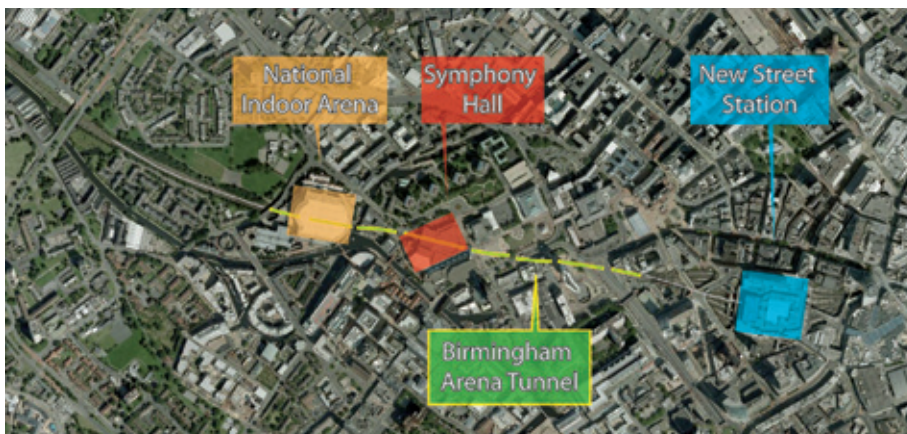


Abb. 1: Der Streckenverlauf im Bereich des Birmingham Arena Tunnels



Abb. 2: Ausgebaute Holzschwelle mit beschädigter Befestigung

Durchfahrtszeit ermöglichte die Feststellung der jeweiligen Zuggeschwindigkeit.

Ergebnisse

Die gemessenen Beschleunigungsdaten stellten die Basis für die Berechnung der Schwinggeschwindigkeitsterzspektren dar. Die Messergebnisse wurden anhand von Zuggattung und Geschwindigkeit gruppiert und miteinander verglichen (Tab. 1).

Zuggattung	festgestellte Geschwindigkeit in km/h	
	vor Erneuerung	nach Erneuerung
Class 153 DMU	51	46
Class 220 DMU	39	49
Class 323 EMU	59	57
Class 350 EMU	50	46
Class 390 EMU	38	30

Tab. 1: Zuggattungen und Geschwindigkeiten

Da die Beschleunigungen in vertikaler Richtung dominieren, dienen diese Werte als Basis für den Vergleich der Maßnahmen. Der Großteil der Schwingungsenergie liegt in den Frequenzbereichen zwischen 12,5 Hz und 40 Hz. Vor der Erneuerung lagen die Spitzen in den Bereichen 25 Hz und 31,5 Hz. Nach der Gleisneulage sind Spitzen in den Bereichen 20 Hz, 25 Hz und 31,5 Hz festzustellen. Dies deutet auf eine leichte Frequenzverschiebung nach unten hin (Abb. 5).

Aus den zwei Spektren lässt sich im Anschluss eine Einfügedämmung berechnen.



Abb. 4: Die Messausrüstung

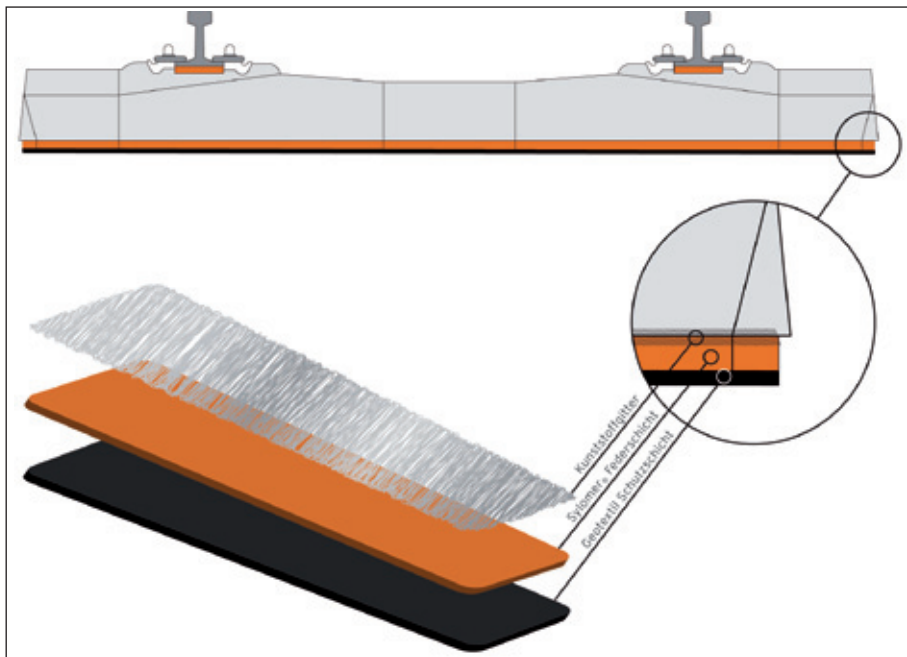


Abb. 3: Aufbau der Schwellenbesohlung vom Typ Sylomer SLS 1010 G

Die in Abb. 6 dargestellte Einfügedämmung ergibt sich aus der Differenz der Schwingpegel vor der Erneuerung und nach Fertigstellung der Umbaumaßnahmen. Ein positiver Wert bedeutet daher eine Verringerung der festgestellten Schwingungen nach der Gleisneulage. Abb. 6 zeigt die ermittelten Werte für die unterschiedlichen Zugklassen. Die mittlere Einfügedämmung ergibt sich aus dem arithmetischen Mittel der Schwingpegel der einzelnen Zugklassen.

Fazit

Um festzustellen, wie sich die Gleisneulage auf die auftretenden Vibrationsemissionen auswirkt, erfolgten im Bereich Birmingham Arena Tunnel Erschütterungsmessungen vor und nach dem Umbau. Bei den Umbaumaßnahmen kam es zu einer Erneuerung der Schienen, der Zwischenlagen und des Schotterbetts. Außerdem wurden

die bis dahin verwendeten Holzschwellen mit einer 20 mm dicken Besohlung aus Korkgummi durch neue Betonschwellen mit der Besohlung Sylomer SLS 1010 G ersetzt. Im Rahmen der Messungen wurden Schwingungsspektren für fünf verschiedene Zugklassen ermittelt und – zur Abschätzung der Emissionsunterschiede – gemittelt. Vor allem in den Bereichen unterhalb von 6,3 Hz und über 40 Hz konnte eine deutliche Reduktion der Erschütterungen gemessen werden. Im Frequenzbereich zwischen 6,3 Hz und 40 Hz zeigt die gemittelte Einfügedämmung praktisch keine Veränderungen.

Es ist nicht bekannt, welche Steifigkeit die verwendeten Korkgummibesohlungen in Kombination mit den Holzschwellen aufwiesen. Außerdem ist es aufgrund zusätzlicher Änderungen im Oberbau – wie Schienentausch und Erneuerung des Schot-

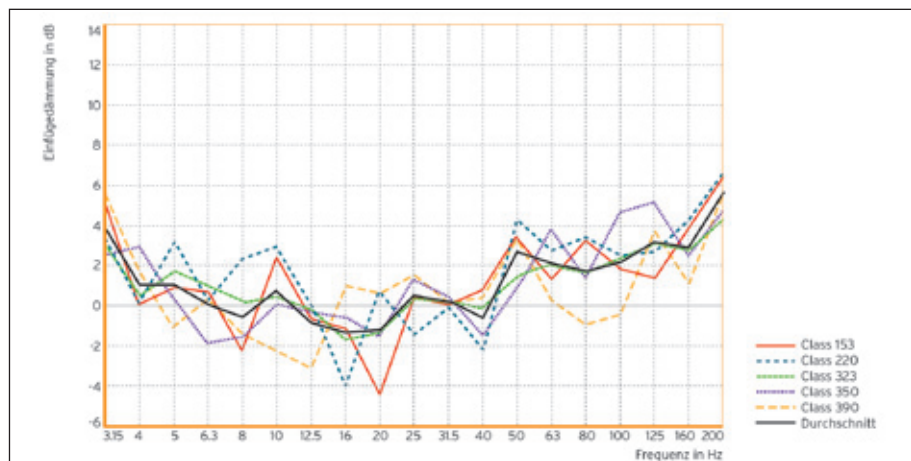


Abb. 5: Gemessene Schwingungsspektren vor und nach der Gleiserneuerung – Klasse 323

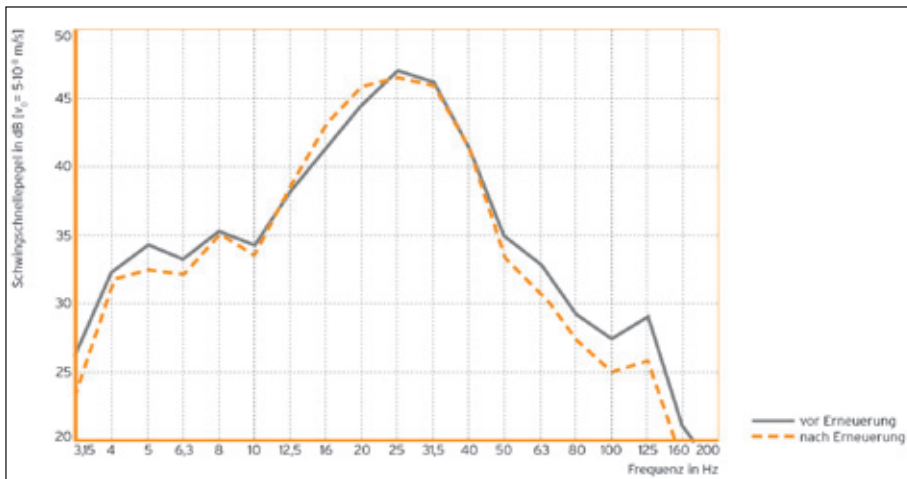


Abb. 6: Einfügedämmung auf Grund der Gleisneulage

terbetts – schwierig, den Effekt der Besohlung isoliert zu bewerten.

Das grundlegende Ziel der Gleissanierungsmaßnahme war es, dass es durch den Austausch der besohnten Schwellen – von elastischen Holzschwellen mit 20 mm Besohlung auf steife Betonschwellen mit 10 mm Besohlung – zu keiner Zunahme der Erschütterungsbelastung in den umlie-

genden Gebäuden kommt. Diese Vorgabe konnte durch den Einsatz der Schwellenbesohlung erfüllt und mit Hilfe der durchgeführten Messungen nachgewiesen werden.

LITERATUR

[1] Block, J.: Birmingham Arena Tunnel vibration measurement report, internal report reference: LD15959 Issue 2, 05/2010



Dipl.-Ing. Stefan Potocan MSc.
Produkt Manager für
Eisenbahnprodukte,
Getzner Werkstoffe GmbH, Bürs
stefan.potocan@getzner.com

Summary

Vibration protection in the area of the Birmingham Arena tunnel

In early 2010, track improvement work was carried out in the area of the Birmingham Arena tunnel. The basic objective of the upgrading was to prevent any increase in the amount of vibration affecting buildings in the vicinity. The work comprised replacement of rails, rail pads and ballast bed. The original wooden sleepers were replaced by concrete sleepers with Getzner Sylomer® SLS 1010 G pads. Subsequently vibration measurements were taken, and vibration spectrums for different train classes were recorded and – to estimate differences in emissions – averaged. A marked reduction in vibrations was measured in particular at frequencies below 6.3 Hz and above 40 Hz. Between 6.3 Hz and 40 Hz the averaged insertion loss was practically unchanged. The target was met and success demonstrated.

Elastic solutions for track superstructure

Getzner's range of elastic components for track superstructures consists of the following:

- rail pads
- baseplate pads
- elastic insert pads for sleeper boots
- sleeper pads
- ballast mats
- bearings for "mass-spring" system
- embedded rail
- continuous rail bearing
- rail groove fillers

www.getzner.com