

Auswirkungen des Schwellentyps auf die Schallemissionen von Schienenfahrzeugen

Thomas Tietze¹, Bernhard Weiß¹, Günther Achs¹, Michael Mach² und Roman Schmid²

¹ FCP Fritsch, Chiari & Partner ZT GmbH, 1030 Wien, E-Mail: office@fpc.at

² ÖBB Infrastruktur AG, 1030 Wien, E-Mail: infra.kundenservice@oebb.at

Aufgabenstellung

In Zusammenarbeit mit den Österreichischen Bundesbahnen wurden, in Anbetracht des stetigen Neu-, Aus- und Umbau des Bahnnetzes, Schallemissionsmessungen - für aktuelle Triebwagen und Bahngarnituren durchgeführt. Im Zuge dieser Messungen wurden die Schallleistungspegel auf unterschiedlichen Schwellentypen, in diesem Fall Holz- und Betonschwellen, betrachtet. Diese Untersuchung wurde sowohl auf gerader Strecke, als auch im Schienenbogen durchgeführt. Es wurden in weiterer Folge Zuschläge im Bereich des Schienenbogens im Vergleich zur geraden Strecke ermittelt und dargestellt, sowie eventuelle Unterschiede im direkten Vergleich zwischen Holz- und Betonschwellen aufgezeigt.

Grundlagen

Die Messungen erfolgten auf Basis der nationalen Norm ÖNORM S 5026 [1]. Die Grundlage der Berechnung des längenbezogenen Schallleistungspegels bildet hier eine imaginäre Quelle, welche sich 0,3 Meter über der Schienenoberkante befindet. Über diese Quelle wird ein Hüllzylinder mit 15 Meter Radius gelegt. Auf dieser Hüllfläche werden nun in 30°, 45° und 60° Messpunkte festgelegt.

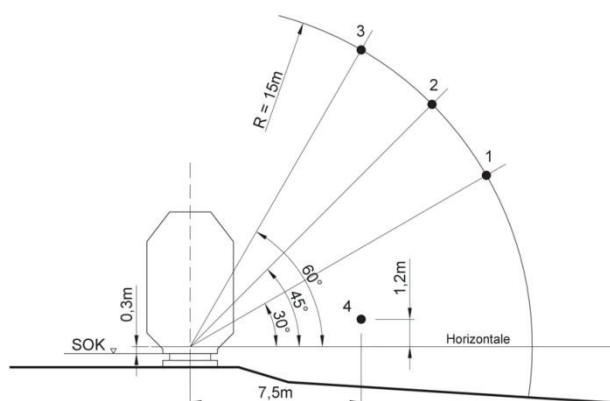


Abbildung 1: Messpositionen nach ÖNORM S 5026

Die Bodenbedingungen werden über die Bodenabsorptionsformeln der ISO 9613-2 korrigiert. Die Messwerte an den einzelnen Messpunkten werden mit einer Richtwirkungskorrektur versehen und über die Messpunkte 1-3 gemittelt. Messpunkt 4 dient nur als Kontrollmesspunkt und zum Vergleich zwischen Messungen. In die Berechnung des längenbezogenen Schallleistungspegels fließt noch zusätzlich die Zuglänge ein.

Der Messpunkt 3 wurde aufgrund der Betriebssicherheit während dieser Messkampagne nicht instrumentiert.

Fuhrpark

Im Großraum Wien werden folgende Triebwagen und Garnituren [2] im Regelbetrieb eingesetzt und folglich bei der Messung erfasst:



Abbildung 2: Fuhrpark ÖBB 4020



Abbildung 3: Fuhrpark ÖBB 4024 (Talent)



Abbildung 4: Fuhrpark ÖBB Regional-Doppelstock & Triebwagen



Abbildung 5: Fuhrpark ÖBB 4744 (Cityjet)

In weiterer Folge wurden auch Güterzüge und der Railjet an vergleichbaren Punkten mitberücksichtigt.

Messpositionen

Die Messungen wurden an drei Standorten durchgeführt:

- Schienenbogen Wien Speising (Holzschwellen Innengleis & Betonschwellen Außengleis)
- Gerade Strecke Kottlingbrunn (Holzschwellen und Betonschwellen auf gleichem Gleis)
- Schienenbogen Höflein an der Donau (Betonschwellen)



Abbildung 6: Eingebaute Schwellentypen der Gleisstrecken im Großraum Wien (Aufnahme Messpunkt Kottingbrunn)

Differenz der Gleisschwellen

Am Messpunkt Kottingbrunn können die Unterschiede an einem geraden Streckenabschnitt optimal ausgewertet werden. Die Zuggarnituren befahren hierbei zuerst einen längeren Abschnitt mit Holzschwellen und wechseln anschließend auf Betonschwellen. Am Messpunkt Speising mussten die Differenzen im Schalldruckpegel aufgrund des stark variierenden Wagenmaterials (Radabnutzung, Alter) entsprechend korrigiert werden.

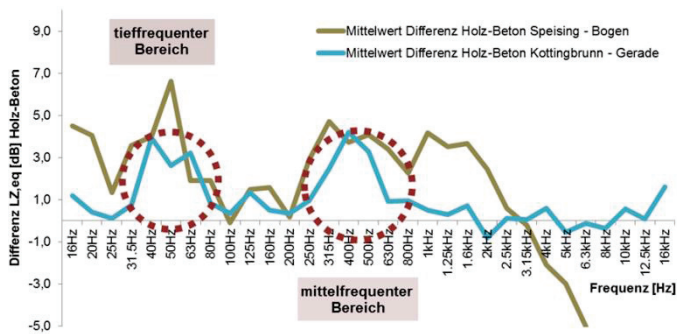


Abbildung 7: Differenz der gemittelten Vorbeifahrtspegel zwischen Gleisen mit Holzschwellen und Betonschwellen an den Messpunkten Kottingbrunn und Speising

Es ist hierbei ersichtlich, dass die Streckenabschnitte mit Betonschwellen somit bei bestimmten Frequenzbereichen geringere Schallemissionen aufweisen, als Strecken mit Holzschwellen. Auf geraden Gleisabschnitten ergeben sich somit Differenzen des A-bewerteten Schalleistungspegels zwischen **0,6 und 2,1 dB** in Hinblick auf den Schwellentyp. Im Bogenbereich betragen die Differenzen **bis zu 3,1 dB**.

Erklärungsversuch:

Die Absorptionseigenschaften von Schotter können im Mittel mit $\alpha = 0,8$ angegeben werden [3]. Die Schallabsorption von Holz und Beton sind im Vergleich dazu vernachlässigbar [3]. Somit ist die Minderung der Reflexion nur durch die Fläche des Schotters bedingt. Die im Messbereich verbauten Holzschwellen sind mit rd. 300 mm Breite somit um fast 50% Breiter als die Betonschwellen mit 216 mm. Das logarithmische Verhältnis zwischen diesen Größen ergibt einen Unterschied des Absorptionsverlustes um gerundet **1 dB**. Dieser Wert kann bei Mehrfachreflexion

an der Zugenerseite auch deutlich höher ausfallen.

Hierbei kann eine relative Übereinstimmung zu den Messergebnissen beobachtet werden. Dies bietet einen Hinweis darauf, dass das Schwellenmaterial nur einen geringen Beitrag auf die Gesamtemissionen der Schienenfahrzeuge aufweist. Die Absorptionseigenschaften des Materials zwischen den Gleisschwellen und die Schwellenbreite spielen hierbei eine wesentliche Rolle. Somit kann ein absorbierender Gleisuntergrund und Schwellen mit möglichst geringer Breite zu einer Verringerung der Schallemissionen und folglich auch der Immissionen beim Anrainer führen.

Differenzen Bogen - Gerade

Dafür wurden die Unterschiede einzelner Zuggattungen im Bereich des Bogens Speising zu einer geraden Strecke ausgewertet. Hierbei kann angemerkt werden, dass die Höhe der Differenzen stark vom Bogenradius der Gleisstrecke und von der gefahrenen Geschwindigkeit abhängig ist.

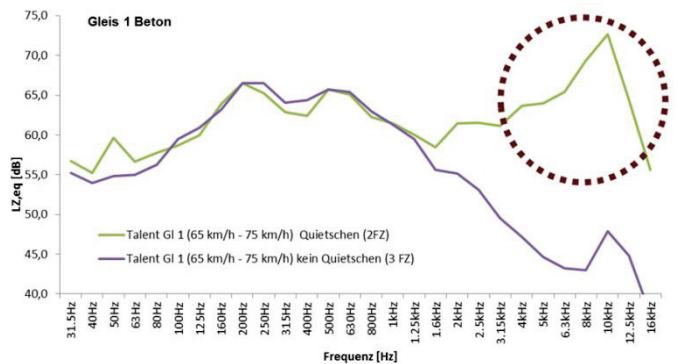


Abbildung 8: Vergleich der Emissionen einer Zuggattung im Bogen zu den Emissionen auf einer geraden Strecke (mit und ohne Kurvenquietsche“).

In der Abbildung ist eindeutig das hochfrequente Kurvenquietschen, welches in viele engen Bögen bahntypisch ist, erkennbar. Die Erhöhungen sind ab dem Terzband 1,6 kHz erkennbar. Diese Frequenzen werden subjektiv als sehr störend empfunden.

Die A-Bewertung bietet im Bereich ab 1,25 kHz bis 5 kHz Aufschläge und diese Bereiche werden somit besonders gut wahrgenommen. Aufgrund der A-Bewertung ergeben sich trotz eindeutiger Veränderungen im hochfrequenten Bereich des Schalleistungspegels nur Differenzen von bis zu 2 dB. Diese Differenz ist allerdings wesentlich vom Zustand der Gleise, der Räder und der Geschwindigkeit der jeweiligen Garnitur abhängig und somit nur teilweise aussagekräftig.

Eine detailliertere Aussage kann über die Anfälligkeit für Kurvenquietschen zwischen den einzelnen Zugtypen gemacht werden. Hierbei wurde die Messung in Höflein an der Donau über die Zugtypen „Cityjet“ und BR 4020 gemittelt und die Differenz in den Frequenzbändern dargestellt.

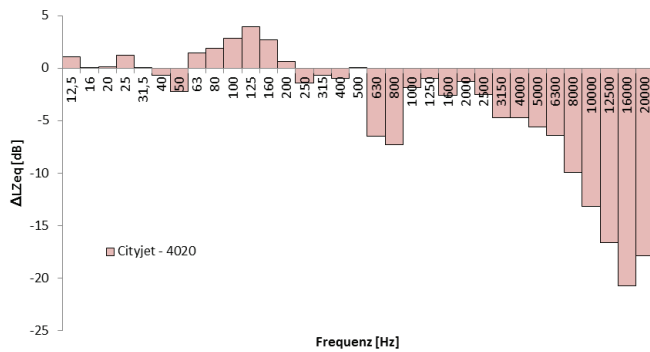


Abbildung 9: Vergleich der Schallemissionen im Bogen zwischen Cityjet und BR 4020

Es kann hierbei eine deutlich geringere Schallemission des neueren „Cityjet“ im Vergleich zu einem älteren BR 4020 beobachtet werden. Dies kann neben dem Zustand der Fahrzeuge auch auf die modernere und leichtere Bauart neuerer Garnituren zurückgeführt werden.

Akustische Kamera

Im Bogenbereich in Höflein an der Donau, wurden die neuen Zuggarnituren „Cityjet“ mittels einer akustischen Kamera im Detail untersucht. Es wurden auch Vorbeifahrten anderer Garnituren aufgezeichnet und ausgewertet. Ziel war es, eventuelle Geräusche von Klimageräten oder dem Kontakt zur Oberleitung visuell sichtbar zu machen.

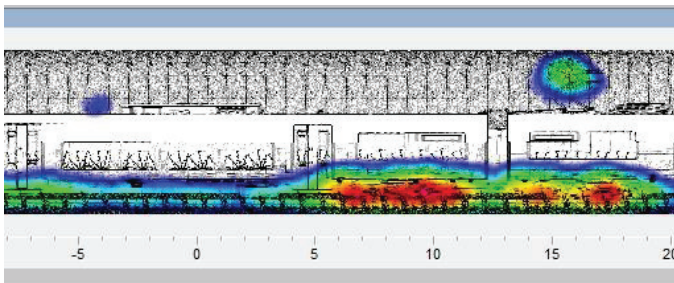


Abbildung 10: Auswertung der akustischen Kamera, Pass-By für einen Cityjet bei 1,6 bis 2,2 kHz mit einem Dynamikbereich von 81,56 bis 86,66 dB

Es zeigt sich somit eine sichtbare Emission der Stromabnehmer und der Klimageräte im Frequenzbereich 1,6 bis 2,2 kHz. Allerdings weist auch in diesen Frequenzbändern der Rad-Schiene-Kontakt einen wesentlich höheren Pegel auf.

Der Nachweis messbarer Emissionen oberhalb des Rad-Schiene-Kontakts in Bodennähe (nach nationaler Richtlinie in 0,3 Meter) zeigt die Nützlichkeit der Berechnung nach CNOSSOS-EU mit 2 Emissionslinien. Somit können künftige Berechnungen eine realistischere Prognose von Lärmschutzwänden darstellen, da dadurch Emissionen oberhalb der Lärmschutzwände berücksichtigt werden.

Zusammenfassung

Das Schwellenmaterial hat kaum Auswirkungen auf die Schallemissionen von Schienenfahrzeugen. Die Schwellenbreite und der Schwellenabstand, sowie das Material zwischen den Schwellen spielen dabei eine weit wesentlichere Rolle.

Kurvenquietschen macht sich in den Frequenzen ab 1,6 kHz bemerkbar, hat aber im A-bewerteten Gesamt-Schalleistungspegel nur schwachen Einfluss

Stromabnehmer und Klimageräte können mittels akustischer Kamera auf Freistrecken ohne Lärmschutzwände nachgewiesen werden. Der Einfluss auf den Gesamt-Schalleistungspegel ist gering, kann jedoch aufgrund der höheren Emissionshöhe einen nicht vernachlässigbaren Immissionsanteil haben.

Literatur

- [1] ÖNORM S 5026, Messung der Schallemissionen von Schienenfahrzeugen – Längenbezogener Schalleistungspegel, 1996
- [2] ÖBB Blog
URL: <http://blog.oebb.at>
- [3] Helmut Schmidt, Schalltechnisches Taschenbuch, VDI Verlag, Frankfurt, 1996