



Praxisversuch Calmmoon-Rail

UNTERSUCHUNGSBERICHT



Manfred T. Kalivoda
Paul Rosenkranz

Wien, im September 2009
DN 2008-309-005 - Seite 1 von 30

INHALT

1	AUFGABENSTELLUNG	2
2	UNTERSUCHTE SYSTEMZUSTÄNDE	3
2.1	Ausgangszustand	3
2.2	Calmmoon-Rail Elemente.....	3
3	MESSKONZEPT	4
3.1	Luftschallpegel und Schienenschwingungen	4
3.2	Gleisschwingungsabklingrate (Decay Rate).....	7
4	MESSERGEBNISSE	7
4.1	Schwingungsabklingrate (Decay Rate)	7
4.2	A-bewerteter Vorbeifahrtspegel $L_{p,A,pb}(V)$	8
4.2.1	A-bewerteter Vorbeifahrtspegel Güterzüge	8
4.2.2	A-bewerteter Vorbeifahrtspegel BR 4020.....	9
4.2.3	A-bewerteter Vorbeifahrtspegel BR 80-33	9
4.2.4	A-bewerteter Vorbeifahrtspegel BR 4024.....	9
4.2.5	A-bewerteter Vorbeifahrtspegel BR CD680	10
4.3	Mittlere unbew. Vorbeifahrtpegelspektren $L_{pb}(f,V)$	10
4.3.1	Mittleres unbew. Vorbeifahrtpegelspektrum - Güterzüge	10
4.3.2	Mittleres unbew. Vorbeifahrtpegelspektrum - Baureihe 4020	11
4.3.3	Mittleres unbew. Vorbeifahrtpegelspektrum – Baureihe 80-33	12
4.3.4	Mittleres unbew. Vorbeifahrtpegelspektrum Baureihe 4024 "Talent"	13
4.4	A-bew. Schallereignispegel $L_{p,AE}$	14
5	BEURTEILUNG	17
	LITERATUR & UNTERLAGEN.....	21
	ANHANG	22

1 AUFGABENSTELLUNG

Die Firma Sekisui erzeugt und vertreibt unter dem Markennamen Calmmoon-Rail schwingungsabsorbierende Sandwich-Platten, welche u.a. zur Bedämpfung von Eisenbahnschienen verwendet werden können. In einem Praxisversuch werden die Calmmoon-Elemente an der ÖBB Infrastruktur Messstelle Deutsch Wagram auf eine Länge von ca. 30 m in Streckengleis 1 eingebaut. Basierend auf den Festlegungen der ÖNORM EN ISO 3095 wird die Reduktion des Vorbeifahrtpegels untersucht und quantifiziert.

5 BEURTEILUNG

In Abbildung 9 und Abbildung 10 sind die von der Geschwindigkeit abhängigen Abnahmen des A-bewerteten Vorbeifahrtpegels zusammengefasst, die sich durch den Einbau der Calmmoon-Elemente für die verschiedenen Zugkategorien mit unterschiedlicher Radrauigkeit ergeben haben.

Abbildung 9 zeigt die Pegelreduktion in 7,5 m Entfernung vom Gleis in 1,2 m Höhe über SOK. Man erkennt, dass die Pegelreduktion in diesem Messpunkt in einer Größenordnung von 2 bis 3 dB(A) liegt, wobei tendenziell die größte Wirkung der Calmmoon-Elemente bei ist bei Wagen mit rauen Rädern und geringen Geschwindigkeiten auftreten. Weiters ist auffällig, dass die Wirkung bei den scheibengebremsten Regionalzugwagen (glatte Räder) etwas geringer war als bei den Fahrzeugen mit sehr glatten Rädern, also der ÖBB-Baureihe 4024 und der CD-Baureihe 680). Auf die Gründe für diesen Effekt wird weiter unten noch näher eingegangen.

Abbildung 10 zeigt die Pegelreduktion in 11,5 m Entfernung vom Gleis in 1,2 m Höhe über SOK. Die Schallausbreitung erfolgt in diesem Fall über (den gut absorbierenden) Schotter des zweiten Gleises. Man erkennt, dass die Pegelreduktion in diesem Messpunkt in einer Größenordnung von 1 bis 2 dB(A) liegt, wobei tendenziell wieder die Wirkung der Calmmoon-Elemente bei Wagen mit rauen Rädern größer ist als bei glatten Rädern.

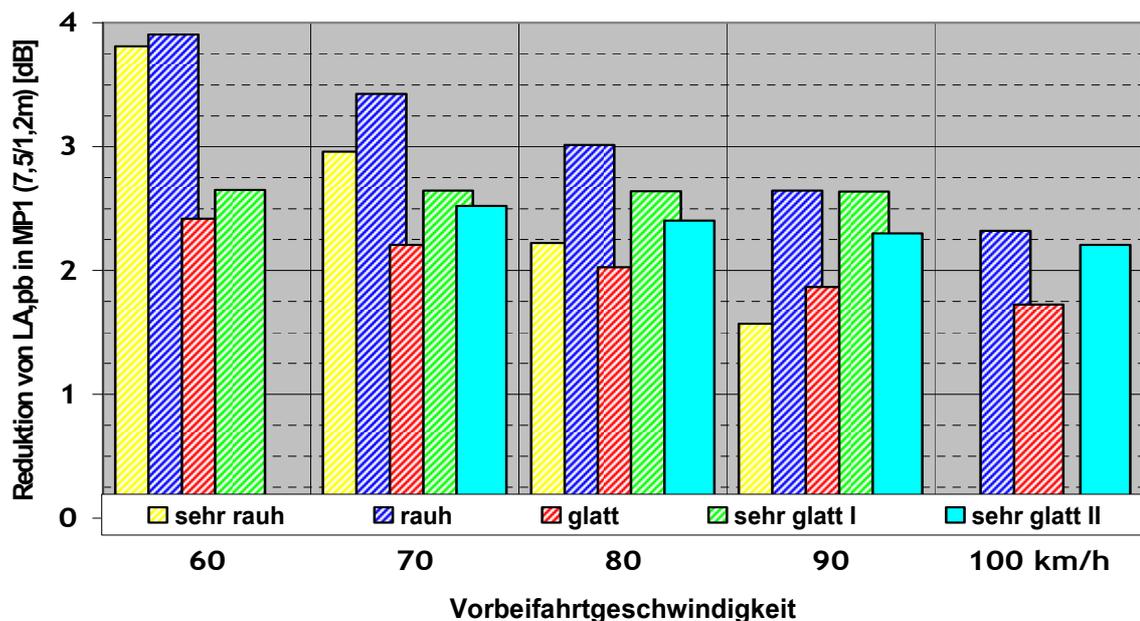


Abbildung 9: Reduktion des A-bew. Vorbeifahrtpegels durch in 7,5 m Entfernung vom Gleis für Züge mit unterschiedlichen Radrauigkeiten

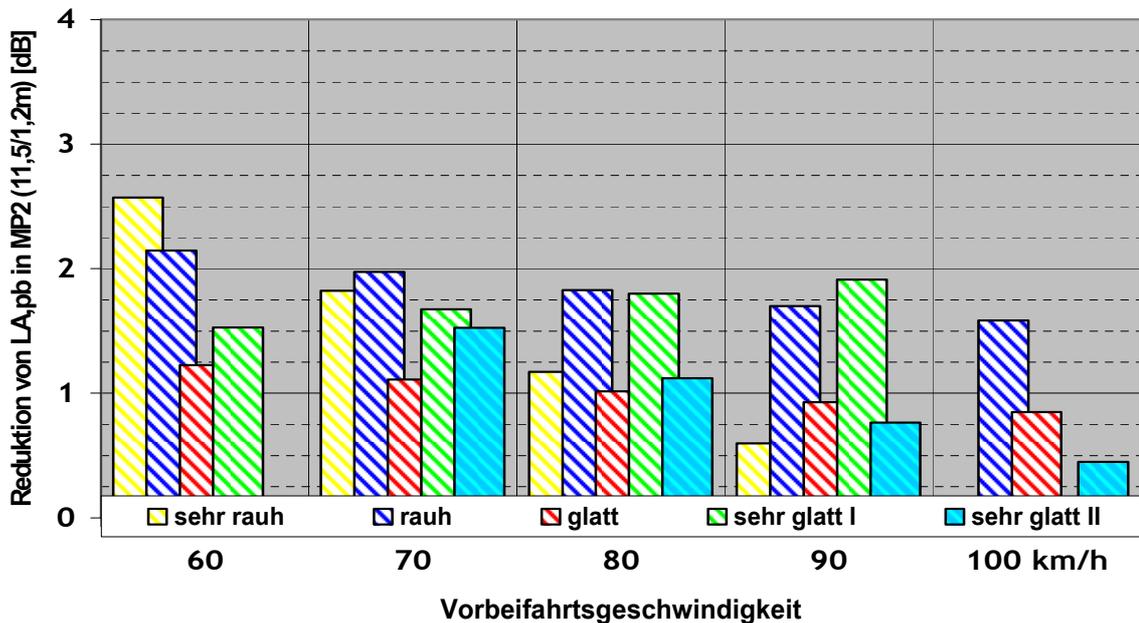


Abbildung 10: Reduktion des A-bew. Vorbeifahrtpegels durch in 11,5 m Entfernung vom Gleis für Züge mit unterschiedlichen Radrauhigkeiten

Für die Interpretation der Wirkung von Schallschutzmaßnahmen am Oberbau im Allgemeinen und des Versuchsergebnisses im generellen ist die Kenntnis des Rollgeräuschentstehungsmechanismus'. Man darf nämlich nicht vergessen, dass sowohl das Fahrzeug als auch das Gleis ein Geräusch bei der Vorbeifahrt abstrahlen und dass der Schallpegel, den wie neben einem Gleis messen, immer die Summe aus beiden Anteilen ist. Abbildung 11 zeigt diese Zusammenhänge. Die (akustische) Rauigkeit von Rad und Schiene regen Schiene/Gleis und Rad/Fahrzeug zum Schwingen an. Diese Schwingungen werden von Fahrzeug und Gleis als Luftschall abgestrahlt und mit dem Mikrophon als Gesamtgeräusch erfasst.

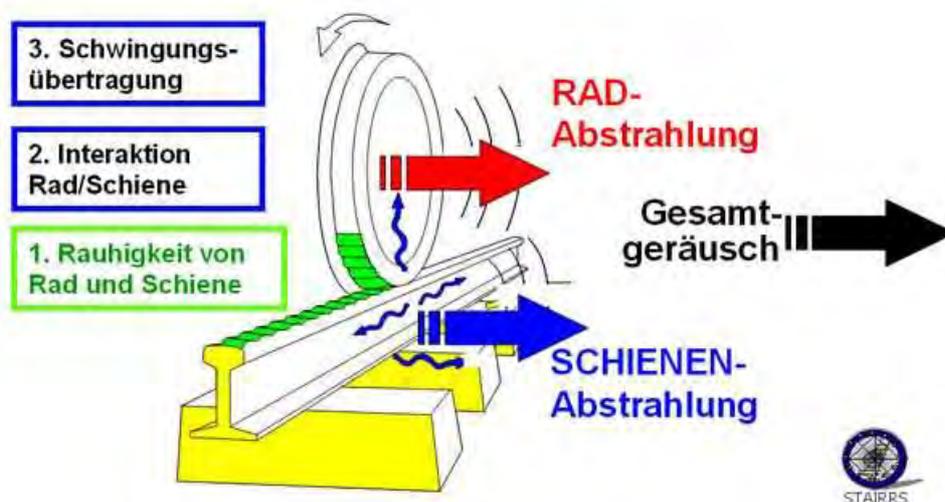


Abbildung 11: Mechanismus der Entstehung des Rollgeräusches

Die Geräuschabstrahlung von Fahrzeug und Gleis hängt von der Ausführung und Beschaffenheit der Konstruktionselemente ab. Beim Gleis beeinflussen Schwellenform, Zwischenlagensteife, Schienenform und letztendlich eine Schienenbedämpfung durch Absorber die Höhe des von der Schiene abgestrahlten Schalls. Beim Fahrzeug sind es Radform und -größe sowie gegebenenfalls vorhandene Radschwingungsdämpfer, welche die Schallabstrahlung wesentlich prägen.

Für die Addition der Teilpegel von Fahrzeug und Gleis gelten dieselben logarithmischen Gesetze wie auch sonst bei der Pegeladdition. Das bedeutet, dass bei gleich großem Fahrzeug- und Gleisanteil selbst eine deutliche Reduktion des Gleisanteils das Gesamtgeräusch um maximal 3 dB senkt (Abbildung 12, linke Grafik). Nur wenn der Fahrzeuganteil bereits wesentlich geringer ist als der Gleisanteil, wird sich die Reduktion beim Gleisanteil in vergleichbarer Größe bei der Senkung des Gesamtpegels niederschlagen (Abbildung 12, rechte Grafik).

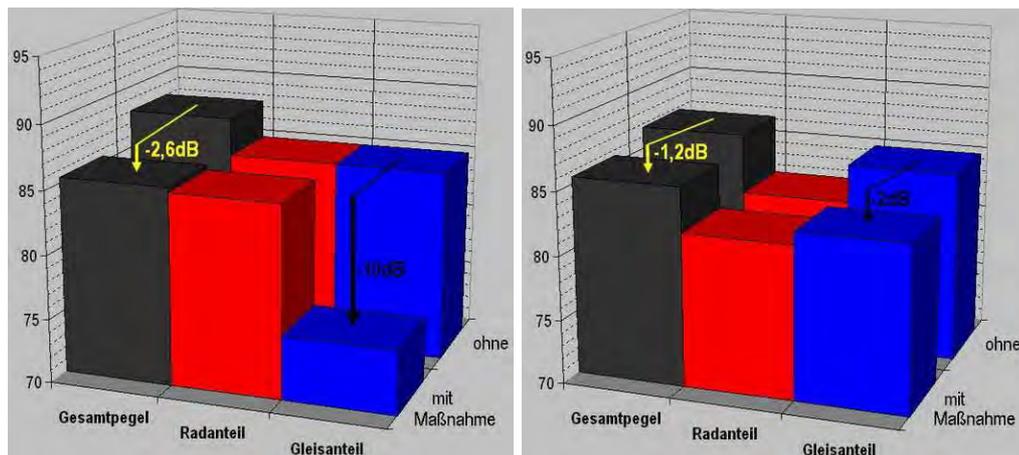


Abbildung 12: Bildung des Gesamtpegels aus unterschiedlichen Fahrzeug- und Gleispegeln

In Abbildung 13 ist das Ergebnis einer Vergleichsrechnung mit dem von der Firma TNO entwickelten Softwarepaketes PBA (pass-by-analysis) dargestellt. Dabei werden die Beiträge der einzelnen Komponenten Rad, Schiene, Schwelle und Fahrzeugaufbau zum A-bewerteten analytisch ermittelt. Weiters kann man in das Rechen-Tool unterschiedliche Radrauhigkeiten eingeben und die Auswirkungen auf die Geräuschabstrahlung simulieren.

Für raue Räder liefert das Rechen-Tool das linke Diagramm von Abbildung 13. Man erkennt, dass in diesem Fall der von der Schiene abgestrahlte Geräuschanteil größer ist als der vom Rad abgestrahlte. Reduziert man nun beispielsweise das Schienengeräusch (durch Abschirmung) um 7 dB(A), dann senkt man es etwas unter den Radanteil und das Gesamtgeräusch nimmt um etwa mehr als 2 dB(A) ab.

Ist die Radrauhigkeit dagegen gering, dann strahlen Rad und Schiene etwa gleich viel Geräusch ab (Abbildung 13, rechtes Diagramm). Reduzieren wir durch eine Abschirmmaßnahme das Schienengeräusch wieder um die 7 dB(A), dann dominiert das Radgeräusch und die Pegelreduktion beim Gesamtgeräusch beträgt nur etwa 1 dB.

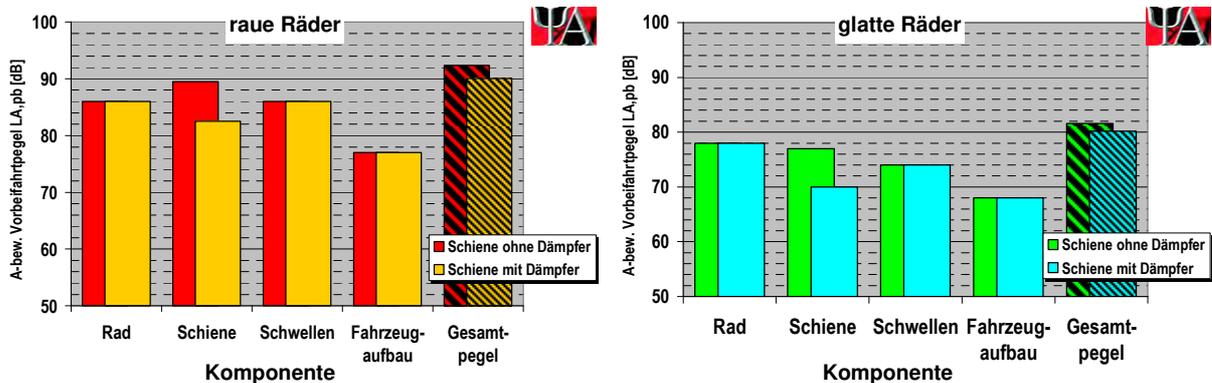


Abbildung 13: Veränderung des A-bew. Vorbeifahrtpegels für Züge mit rauhen (z.B. Güterzüge) und glatten Rädern (z.B. BR 4024) bei Reduktion des Geräuschanteils der Schiene um 7 dB

Diese Rechenergebnisse decken sich mit den Messwerten für Züge mit sehr rauhen (Güterzüge), rauhen (BR 4020) und glatten (BR 80-33) Rädern. Nicht erklärbar ist mit den Diagrammen von Abbildung 13, dass die gemessene Pegelminderung bei den beiden Fahrzeugkategorien mit sehr glatten Rädern. Für diese Fahrzeuge ist zu beachten, dass nicht nur die Radrauhigkeit das Verhältnis von Rad- und Schienenabstrahlung determiniert, sondern auch die Radform. Beide Fahrzeugkategorien mit sehr glatten Rädern besitzen Räder, welche Schall grundsätzlich schlechter abstrahlen als jene der scheibengebremsten Regionalzug-Wagen (BR 80-33). Die ÖBB-Baureihe 4024 besitzt sehr kleine, gedrungene Räder, die Pendolino-Triebwagengarnituren der CD-Baureihe 680 besitzen Räder mit Radschallabsorbern. Das bedeutet, dass bei diesen beiden Fahrzeugkategorien der vom Rad abgestrahlte Geräuschanteil, anders als im rechten Diagramm von Abbildung 13 für „konventionelle“ Räder dargestellt, trotz geringer Radrauhigkeit geringer ist als der Schienenanteil. Damit kann eine Maßnahme, welche die Geräuschabstrahlung von der Schiene verringert, den Gesamtpegel stärker reduzieren als bei Wagen mit „konventionellen“ Rädern.

Wien, 21. September 2009


 psia-Consult
 Umweltforschung und Planungsgesellschaft
 Lastenstraße 21-23, A-1230 Wien
 Tel. +43-1-8656755 Fax. +43-1-8656755-16 e-Mail office@psia.at

Dr. Manfred T. Kalivoda

SEKISUI

SEKISUI CHEMICAL GmbH
Königsallee 106
D-40215 Düsseldorf
Tel.: +49-(0)211-36977-0
Fax: +49-(0)211-36977-31
www.sekisui-rail.com

