„Lärmschutzwand“ direkt an der Schiene

Das CalmRail-Schienensteg-Lärmschutzsystem wirkt wie eine Lärmschutzwand am Schienensteg. Diese Technologie wurde im April 2010 durch das EBA zugelassen.

Abb. 1: Einbau von CalmRail an Teststrecke in Deutsch-Wagram Foto: Matsuda

Günther Koller

Robert Koch (1843 – 1910) – ein deutscher Mediziner, Mikrobiologe und Nobelpreisträger – sagte, dass eines Tages der Mensch den Lärm ebenso unerbittlich zu bekämpfen haben werde wie die Cholera und die Pest.

Die Verantwortungsträger einzelner Staatengesellschaften gehen mit der Veranlassung von Gesetzen und Verordnungen zur Reduktion von Lärmbelastungen vor, die zum langfristigen Gemeinwohl ihrer Mitglieder beitragen sollen. Diese Ziele sind durch neue Technologien und im Bereich der Schieneninfrastruktur durch ein Zusammenwirken aller Beteiligten mittelfristig zu erreichen. Der Unterbau, der Oberbau, die Materialtechnologen, die Produzenten von Schienenfahrzeugen sind aufgefordert, die Entstehung von Lärm einerseits an der Quelle zu reduzieren und andererseits in einem Miteinander hinsichtlich der Lärmquellen und deren Ursachen durch Wissensaustausch und Zusammenarbeit eine optimale Lösung für die Kunden und letztendlich alle betroffenen Menschen zu finden.

Die Bedämmung von Schienen bzw. die Reduktion der Abstrahlung des Schienenlärms durch neue Technologien ist ein Puzzleteil in diesem Gesamtprozess. Oder wollen wir zukünftig nur noch durch Kanäle aus Lärmschutzwänden transportiert werden und Verkehrssysteme schaffen, die Landschaft und Natur „zerschneiden“?

CalmRail-Technologie

CalmRail ist ein Lärmschutzsystem für den Schienensteg der Eisenbahninfrastruktur. Es wurde von Sekisui im Jahre 2005 speziell hierfür entwickelt. Im Prinzip wirkt diese Technologie wie eine kleine Lärmschutzwand direkt am Schienensteg. Die Lärmabstrahlung der Schiene soll ohne die Beeinträchtigung der eisenbahntechnischen Funktionalität der Schiene wie Zuverlässigkeit und Wartung wesentlich reduziert werden.

An einem an das Schienenprofil angepassten Stahlprofil werden sogenannte Calmmoon sowie eine sehr stark geräuschabsorbierende Schaumschicht aus Polyethylen aufgebracht. Calmmoon ist hierbei wiederum ein Produkt, das 2002 von Sekisui zur Reduktion von Körperschall entwickelt wurde. Es besteht aus einer selbstklebenden 0,8 mm dicken Kunstharzschicht und einer 0,5-mm-Trägerschicht aus Metall. Die Kunstharzschicht wandelt hierbei durch Oszillation Schwingung in Wärmeenergie um und wirkt somit sehr schallmindernd. Diese beiden Schichten werden sowohl im Bereich des Schienenstegs als auch im Bereich der Unterseite des Schienenfußes eingesetzt. Die Schiene wird mit Ausnahme des Schienenkopfes komplett mit lärmabsorbierenden Medien umschlossen. Ausgenommen hiervon sind nur die Unterseite der Schienen im Bereich der Schwellen sowie ein Teil des Schienenstegs und Schienenfußes im unmittelbaren Bereich der Schienenbefestigung. Zwei Sicherungsbügel je Schienenfach und Schiene sorgen für eine langfristige sichere Befestigung der Elemente.

Die Technologie von CalmRail unterscheidet sich von der überwiegenden Mehrzahl der am Markt eingesetzten Schienenstegbedämmungs- bzw. -bedämpfungssysteme dadurch, dass keine konzentrierte Masse zur Reduktion der Schienenvibration/-schwingung an der Schiene angebracht wird. Das CalmRail-Lärmschutzsystem hat abhängig vom Schienenprofil ein Gewicht von ca. 4,5 kg je Laufmeter Schiene. Es ist auch das Ziel von CalmRail, die physikalischen Eigenschaften der Schiene im Betrieb so wenig wie möglich zu beeinflussen. Dies bringt es mit sich, dass CalmRail keinen hohen Einfluss auf die Decay Rate des Schienensystems hat.

Die Decay Rate beschreibt die Abnahme der Schienenschwingung je Laufmeter Schiene [dB/m] bezogen auf die einzelnen Terzbänder. Eine hohe Decay Rate bedeutet eine „gute“ Schiene mit geringer Schallabstrahlung durch die Schiene, eine

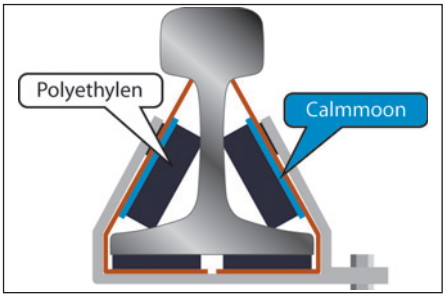

Abb. 2: Systemzeichnung CalmRail Grafik: Büro Pani

Abb. 3: CalmRail im Bereich Eisenbahnbrücke mit offener Stahlstruktur

Foto: Dr. G. Koller

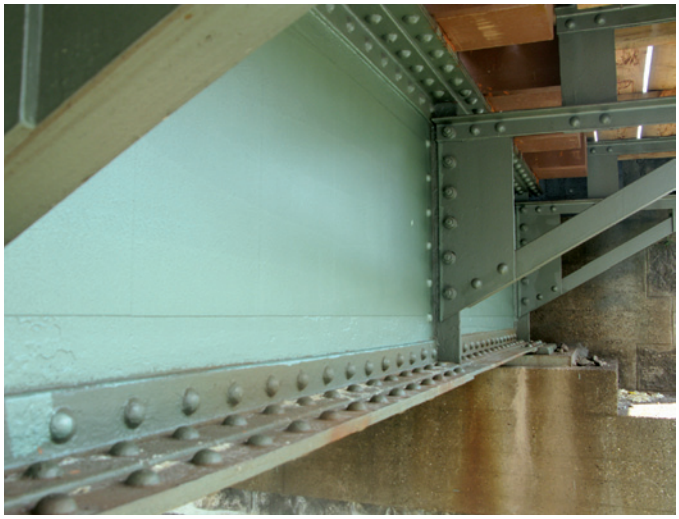

Abb. 4: Calmmoon-1,3-mm-Lärmdämpfungsfolie

Foto: Dr. G. Koller

niedrige Decay Rate eine sehr stark und lang schwingende Schiene, welche sehr viel Schall abstrahlt.

Der Einbau von CalmRail an den Schienen der Eisenbahn kann unter der Begleitung von Sicherungsaufsichten im Zuge des normalen Regelbetriebes rasch und einfach erfolgen. Auf Grund der vorhandenen Fachlängen, die in der Praxis von den theoretischen Sollabständen abweichen, werden drei bis fünf unterschiedliche Elementlängen produziert. Diese werden an der Schiene rasch eingebaut. Die Unterschiede in den Längen der Fächer werden durch Überlappungen im Bereich der Schwellen ausgeglichen, sodass schlussendlich eine geschlossene Bedämmung des Schienenstegs vorliegt. Ebenso rasch wie die Elemente eingebaut sind, lassen sich diese im Zuge eines Schienenaustauschs demontieren und an der neuen Schiene wieder montieren. Sollten im Bereich des Schienenfußes bestehende Kabel verlaufen, so bleiben diese durch den Einbau von CalmRail unbeeinflusst. Besteht der Wunsch des Schieneninfrastrukturbetreibers, dass der Typ der Schiene jederzeit gut zu erkennen ist, so kann der Schienentyp an der Außenhaut des Systems deutlich kenntlich gemacht werden und der Kunde weiß, welche Schiene hier eingesetzt ist.

Messergebnisse CalmRail

CalmRail wurde im Jahr 2009 bei zwei unterschiedlichen Projekten über einen Zeitraum von bis zu vier Monaten von dem unabhängigen Ingenieurbüro psiA akustisch beobachtet.

Projekt Hainburg

Das erste Projekt wurde im Auftrag der ÖBB (Österreichische Bundesbahnen) im Zuge eines Systemversuchs an drei Brückenprojekten in der Stadt Hainburg in Niederösterreich durchgeführt. Hier kam CalmRail im Bereich von Eisenbahnbrücken mit offener Stahlstruktur und im Bereich der zwischen diesen Brücken liegenden Schotterbereiche zum Einsatz. Der EI 1/2010 berichtete ausführlich über dieses Projekt.

Der Versuchsablauf wurde in mehreren Schritten durchgeführt: Im ersten Schritt erfolgte eine Nullmessung der vorhandenen Infrastruktur, anschließend wurden im Versuchsbereich Sekisui die vorhandenen Brückenhölzer aus Holz ausgetauscht und durch millimetergenau angefertigte Brü-

ckenhölzer aus FFU-Kunstholz ersetzt. Die ÖBB hatte eine neue Gradiente im Bereich der drei Brückenprojekte errechnet und wollte diese nach dem Umbau gewährt wissen. Jedes neue einzubauende Brückenholz hatte eine eigene Höhe. Die FFU-Kunsthölzer wurden im Werk exakt auf den Millimeter vorgefertigt und ausgeliefert, sodass der Kunde nach dem Einbau die von ihm gewünschte Gradiente vorfand. Zusätzlich wurde bereits im Werk die horizontale Bohrung für die Befestigung der Hölzer am Stellwinkel hergestellt. Jetzt wurde über einen Zeitraum von zwei Wochen die Lärmmessung vorgenommen. Nun wurde CalmRail als Schienensteg-Lärmschutztechnik eingebaut. Diese wurde ebenfalls über einen Zeitraum von zwei Wochen untersucht. Im Anschluss daran wurden die Brückenlängsträger der Stahltragwerke zu ca. 60 % mit der schallabsorbierenden 1,3 mm starken Calmmoon-Lärmdämpfungsfolie beklebt. Es erfolgte ein weiterer Messzeitraum von zwei Wochen.

Abb. 5 zeigt den A-bewerteten Schallereignispegel $L_{p,AE}$ für den Fahrzeugtyp „Talent" der ÖBB. Da nicht jeden Tag gleich viele Züge mit gleich vielen (unterschiedlich) lauten Achsen im entsprechenden Zeitabschnitt – z. B. ein Tag – fahren, unterscheiden sich die L_{AE}-Werte der einzelnen Kalendertage. Bei einer längeren Messperiode kann jedoch eine mittlere Geräuschbelastung bzw. deren mittlere Reduktion ermittelt werden. Aus Abb. 5 ist erkennbar, dass alleine durch den Einbau von CalmRail die mittlere Geräuschbelastung des Gesamtsystems um 3,5 dB(A) reduziert wurde.

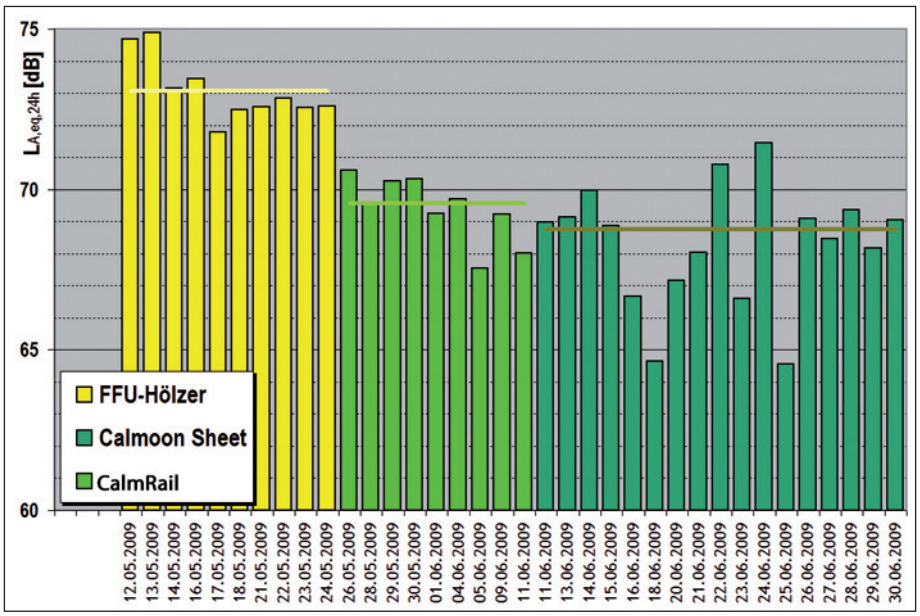

Abb. 5: A-bewerteter Schallereignispegel Hainburg [1] Grafik: psiA

Abb. 6: CalmRail in Schotterfahrbahn Deutsch-Wagram Foto: Matsuda

Zugkategorie	Radtyp	ohne CalmRail	mit CalmRail
CD Pendolino (CD680)	sehr glatt	25	48
ÖBB S-Bahn (Br4024-Talent)	sehr glatt	30	59
ÖBB Regional Doppelstockzug (BR 80-33)	glatt	188	358
ÖBB S-Bahn (BR 4020)	rau	498	934
Güterverkehr	sehr rau	157	318
Summe gemessener Züge		898	1717

Tab. 1: Gemessene Baureihen und Radtypen Deutsch-Wagram [1]

Projekt Deutsch-Wagram

Das zweite Projekt CalmRail erfolgte im Auftrag von Sekisui in Zusammenarbeit mit den ÖBB an der ÖBB-Infrastruktur-Dauermessstelle Deutsch-Wagram in Niederösterreich. Diese Messstelle wurde 2006 errichtet und erfasst seit diesem Zeitpunkt sämtliche Geräusch- und Erschütterungsemissionen aller auf Gleis 2 verkehrenden Züge.

CalmRail wurde auf eine Länge von ca. 30 m an den Schienen des Streckengleises 1 der Nordbahn bei Streckenkilometer 14,6 eingebaut. Der Oberbau besteht hier aus einem Schotterbett mit Betonschwellen, die im Durchschnitt einen Abstand von 60 cm haben, und Schienen des Typs S 49. Basierend auf den Festlegungen der ÖN EN ISO 3095 wurde die Reduktion des Vorbeifahrpegels untersucht und quantifiziert.

Ein Messmikrofon wurde 1,2 m über Schienenoberkante und in einer Entfernung von 7,5 m von der Gleisachse des Gleises 1 positioniert. Zusätzlich wurden die Mikrofone der Dauermessstelle von Gleis 2, die in einem Abstand von 11,5 m zur Gleisachse des Gleises 1 liegen, in die Messungen miteinbezogen. Die beiden Mikrofone von Gleis 2 haben die Aufgabe, durch die Redundanz der Messungen gegenseitige Kontroll- bzw. Plausibilitätskontrolle zu besitzen. Neben den wetterfesten Mikrofonen wurden zwei Radsensoren, welche ein Achssignal liefern, sowie Beschleunigungsaufnehmer für die vertikalen und horizontalen Schienenbeschleunigungen installiert. Gemeinsam mit den akustischen Parametern wurde auch die Meteorologie aufgezeichnet. Die Registrierung des Zuges erfolgte durch das Erfassen der Durchfahrzeit der einzelnen Fahrzeugachsen im

Messquerschnitt. Während einer Zugvorbeifahrt wurden für den Messquerschnitt die Schallpegel, die Schienen- und Schwellenbeschleunigungen sowie die Achssignale des induktiven Radsensors parallel aufgezeichnet. Mithilfe des Achssignals (= Achsposition) erfolgt eine Zuordnung der gemessenen Emissionen (Schall und Beschleunigungen) zu den jeweiligen Positionen des einzelnen Rades bzw. in Folge des Drehgestells. Das gemessene Achsmuster wurde mit einer internen Zugdatenbank verglichen und daraus die Zugkategorie (z. B. Güterzug, Personenzug, Einzellok etc.) bestimmt.

Folgende Messgrößen wurden erfasst und analysiert: geschwindigkeitsabhängiger Vorbeifahrpegel je Zugkategorie, Vorbeifahrpegelspektrum je Zugkategorie, Veränderung des A-bewerteten Vorbeifahrpegels je Zugkategorie. Die Decay Rate wurde nicht untersucht, da aus dem Versuch in Hainburg bekannt war, dass CalmRail auf diese keinen Einfluss hat.

Die Nullmessung des Gleises erfolgte über einen Zeitraum von sechs Wochen. Anschließend wurde CalmRail von den Mitarbeiter/-innen der ÖBB unter Begleitung von Sicherungsaufsichten während des normalen Zugbetriebes innerhalb eines halben Tages sicher eingebaut.

Nun erfolgte die durchgehende Messung des Systems über einen Zeitraum von zwölf Wochen. Es wurden die Auswirkungen von 2615 Zugeinheiten in diesem Zeitraum aufgezeichnet. Die genaue Zusammensetzung der untersuchten Baureihen zeigt Tab. 1. Abschließend bauten die Mitarbeiter/-innen der ÖBB im normalen Zugbetrieb CalmRail in sehr kurzer Zeit wieder aus.

Abb. 7 zeigt die linearen Terzspektren der gemittelten Zugvorbeifahrten von Güterzügen bei einer Geschwindigkeit von 80 km/h. Güterzüge repräsentieren Schienenfahrzeuge mit sehr rauen Rädern. Auffällig ist, dass die Werte für den Zustand CalmRail eingebaut sehr deutlich unterhalb der unbedämmten Schiene liegen. Dieser Unterschied zeigt im Bereich 25 Hz bis 400 Hz Werte zwischen 2 dB und 6 dB, im Bereich 800 Hz bis 1000 Hz Werte bis zu 11 dB.

Abb. 8 zeigt die Pegelreduktion in 7,5 m Entfernung vom Gleis in 1,2 m Höhe über der Schienenoberkante. Es ist erkennbar, dass sich die Pegelreduktion in einer Größenordnung von 2 bis 4 dB(A) bewegt. Tendenziell tritt die größte Wirkung mit CalmRail ausgerüsteter Gleise bei Wagen mit rauen bzw. sehr rauen Rädern und einer geringen Geschwindigkeit auf.

Die Testergebnisse von Hainburg und Deutsch-Wagram ermutigten Sekisui, beim Eisenbahn-Bundesamt um die Zulassung für das CalmRail-Schienensteg-Lärmschutzsystem zur Betriebserprobung auf der deutschen Schieneninfrastruktur anzusuchen. Das EBA erteilte die Zulassung im April 2010.

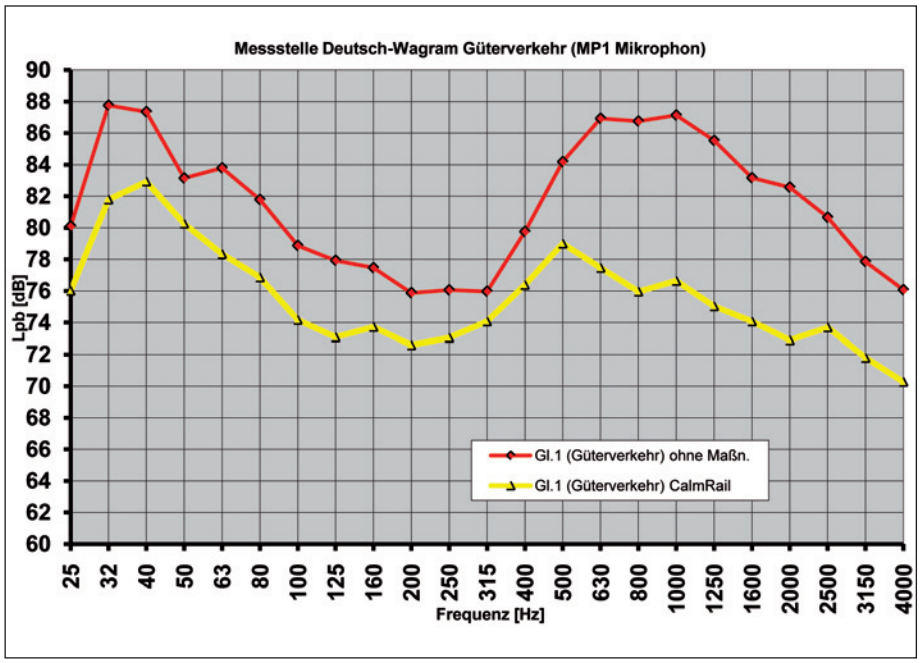

Abb. 7: Mittleres unbewertetes Vorbeifahrspektrum, Güterverkehr bei 80 km/h [1] Grafik: psiA

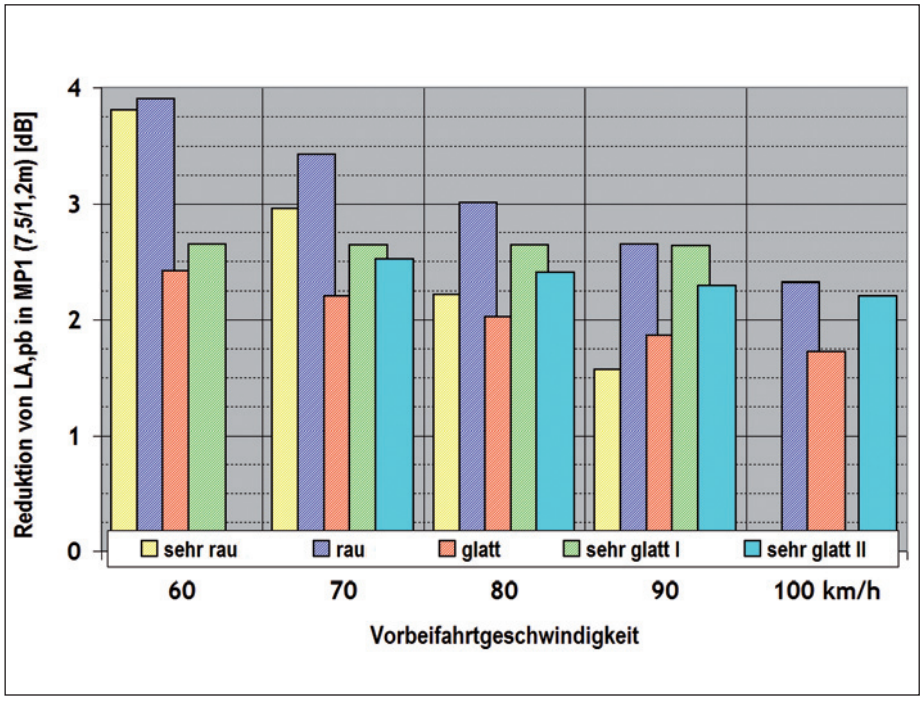

Abb. 8: Reduktion des A-bewerteten Vorbeifahrpegels für Züge mit unterschiedlichen Radrauigkeiten [1]

Grafik: psiA

LITERATUR

[1] Untersuchungsbericht psiA, Dr. Kalivoda, September 2009

Dipl.-Ing. Dr. techn. Günther Koller

koocoo consulting, Wien
guenther.koller@koocoo.eu

Summary

A "noise barrier" right on the rail

The CalmRail rail web noise protection system was trialled for several months on two projects in Austria during 2009. The results show that using CalmRail led to a reduction in the noise level of between 2 dB(A) and 4 dB(A). For freight traffic at 80 km/h, the mean drive-by spectrum in the range of 800 Hz to 1000 Hz showed a noise reduction of up to 11 dB.