

Eisenbahnerschütterungen – Emissionsminderung durch den Einbau besohlter Schwellen und Weichen mit beweglichem Herz

Wolfgang Steinhauser
Ziv.Ing. Büro Univ.Prof.Dr. Peter Steinhauser

ZUSAMMENFASSUNG: Schwellenbesohlungen dienen dem Zweck, auch bei Betonschwellengleisen eine längerfristig stabile, spurtreue Gleislage zu erzielen. Die dadurch erhöhte Laufruhe der Züge und die verbesserte Elastizität des Oberbaus bewirken als Zusatzeffekt auch eine gewisse Verminderung der Erschütterungsemissionen. Weichen mit beweglichem Herz erzielen die gleiche Wirkung und kommen bereits auf Hochgeschwindigkeitsstrecken zum Einsatz.

1. EINLEITUNG

Erschütterungen werden, wie allgemein bekannt, im Untergrund von der Quelle (Emission) durch den Untergrund (Transmission) zum Objekt (Immission) übertragen. Wie vielfältig dabei die Möglichkeiten der Übertragung sind, kann man in Abbildung 1 sehr gut erkennen.

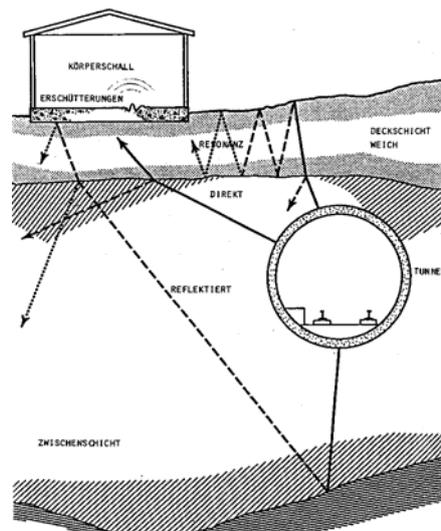


Abbildung 1: Ausbreitung von Erschütterungen

Um die dabei auftretenden Erschütterungen und den Sekundärschall in den Anrainergebäuden zu minimieren wurden und werden bereits viele verschiedene Maßnahmen wie etwa Unterschottermatten, Masse-Feder-Systeme u.dgl. erfolgreich angewendet. Wieweit auch besohlte Schwellen zur Reduktion der Erschütterungsemissionen beitragen, wurde hier untersucht.

Betonschwellen haben hinsichtlich der Eisenbahnerschütterungen bekanntlich Vorteile im Vergleich zu Holzschwellen. Nachteilig ist jedoch, dass die Betonschwelle keine „Fixierung“ der Gleislage über die Schottersteine an der Unterseite ermöglicht, was längerfristig die Gleislagestabilität im Vergleich zum Holzschwellengleis vermindert. Versuchsstrecken verschiedener europäischer Eisenbahnunternehmen haben bestätigt, dass Schwellenbesohlung hinsichtlich der Gleislagestabilität große Vorteile bietet. Infolge der höheren Laufruhe ist auch eine Reduktion der Erschütterungsemissionen und damit auch der Immissionen von Erschütterungen und Sekundärschall zu erwarten.

2. MESSGEBIET

An einer Weichenversuchstrecke der Österreichischen Bundesbahnen (ÖBB), in Baden bei Wien, wurden Emissionsmessungen durchgeführt um die Reduktion der Erschütterungsemissionen durch den Einbau besohlter Schwellen zu quantifizieren. Ebenso wurde die zu erwartende erschütterungsmindernde Wirkung von Weichen mit beweglichem Herzstück im Vergleich zu herkömmlichen Weichen mit offenem Herzstück gezielt untersucht. Abbildung 2 zeigt Betonschwellen mit bereits aufgebrachtener Schwellenbesohlung kurz vor dem Einbau.



Abbildung 2: Betonschwellen mit Schwellenbesohlung [Getzner]

Der Aufbau der Versuchstrecke ist in Abbildung 3 dargestellt. Im Versuchsbereich wurde der Gleisabstand auf 4,7 m erweitert und Gleis 1 in einem Bereich von ca. 200m mit besohnten Schwellen versehen. In diesem Bereich liegen auch zwei herkömmliche Weichen mit offenem Herzstück. Jeweils vor und nach dem besohnten Bereich befindet sich ein 12 Schwellen langer Übergangsbereich mit steiferer Schwellenbesohlung. Der besohlte Bereich wurde mit Schwellenbesohlung des Typs SLS 1308 versehen, der

Übergangsbereich mit Besohlung des Typs SLS 1707. Gleis 2 wurde ohne besohlte Schwellen errichtet, hier wurde jedoch eine Weiche mit beweglichem Herzstück eingebaut. In Abbildung 4 ist die auf der Versuchstrecke eingebaute Weiche mit beweglichem Herzstück zu sehen.

Bei beiden Typen der Schwellenbesohlung, die speziell für den Hochgeschwindigkeitsbereich entwickelt wurden, ist mit Schieneneinsenkungen im Bereich von 1,5 mm bis 2,0 mm zu rechnen.

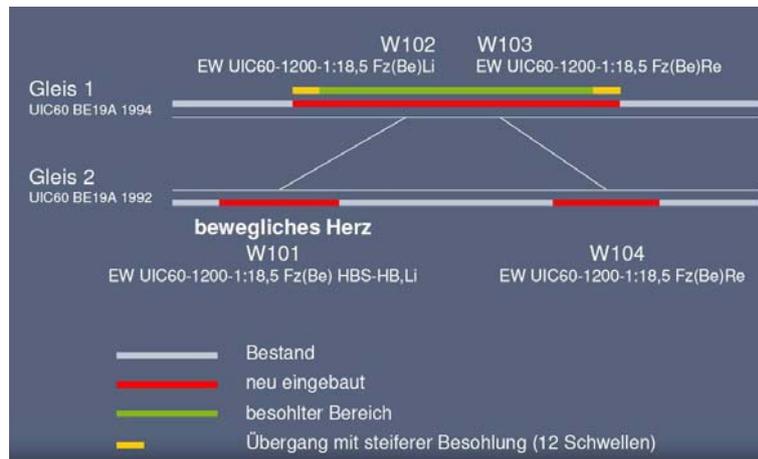


Abbildung 3: Schema Versuchstrecke [Schilder, 2003]



Abbildung 4: Weiche mit beweglichem Herzstück

3. MESSPROGRAMM

Das Messprogramm wurde im Juli 2004 durchgeführt und zwar an den in Tabelle 1 ersichtlichen Profilen. Es wurden insgesamt 5 Profile an allen unterschiedlichen Bauweisen gemessen.

Tabelle 1: Messprofile

Profil	Gleis	mit SB	ohne SB
1	1	freie Strecke nach Weiche	
	2		Standard Weiche
2	1	Standard Weiche	
	2		freie Strecke vor Weiche
3	1	freie Strecke nach Weiche	
	2		freie Strecke nach Weiche
4	1	Standard Weiche	
	2		freie Strecke nach Weiche
5	1	freie Strecke vor Weiche	
	2		Weiche mit beweglichem Herz

4. ERGEBNISSE

Entsprechen der aus Abbildung 3 ersichtlichen Anordnung von Weichen und Schwellenbesohlungsabschnitten war es möglich, die Emissionswirkung der verschieden ausgestatteten Weichen miteinander zu vergleichen. Und zwar wurden die Emissionen der Züge bei Weichenüberfahrt sowohl mit und ohne Schwellenbesohlung und eine Standardweiche im Vergleich zu einer Weiche mit beweglichem Herzstück untersucht.

Die distanzabhängige Abnahme der Erschütterungen ist beispielhaft für das Profil 5 in Abbildung 5 wiedergegeben.

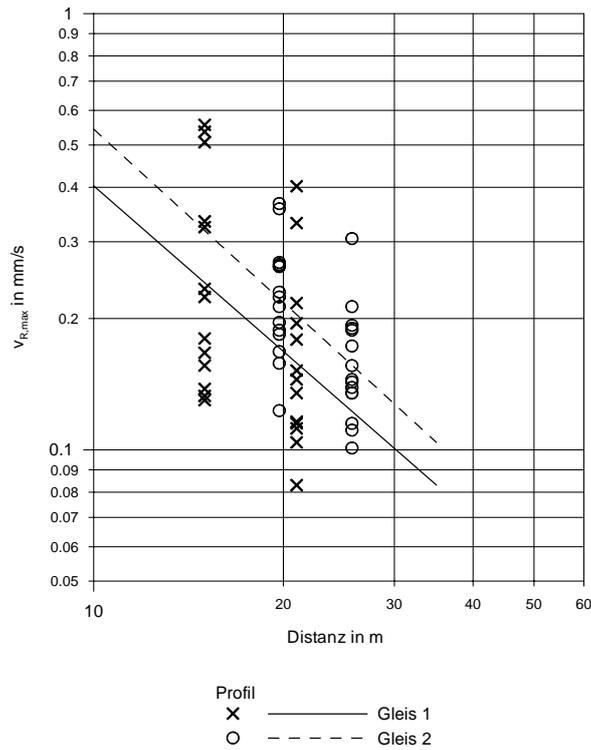


Abbildung 5: Distanzabhängige Abnahme der Erschütterungsemissionen

Die Ergebnisse der Untersuchung sind in Tabelle 2 dargestellt. Die Reduktion ist teilweise deutlich messbar. Änderungen kleiner als 10% liegen im Rahmen der Messgenauigkeit, hier kann keine gesicherte Aussage getroffen werden. Die Zahlen sind deshalb aus rein statistischen Gründen angeführt.

Tabelle 2: Vergleich der Auswirkung verschiedener Weichenbauweisen auf die Erschütterungsemissionen der Züge

Verglichene Bauweisen	Reduktion in %
Weiche offen mit SB – Weiche offen ohne SB	46
Weiche beweglich ohne SB – Weiche offen mit SB (Überfahrt in Abzweigungsrichtung)	39
Weiche beweglich ohne SB – Weiche offen mit SB (Überfahrt in Vereinigungsrichtung)	8
Weiche beweglich ohne SB – Weiche offen ohne SB	67

Die Terzspektren der Profile mit der größten Reduktion der Emissionen sind in Abbildung 6-8 dargestellt.

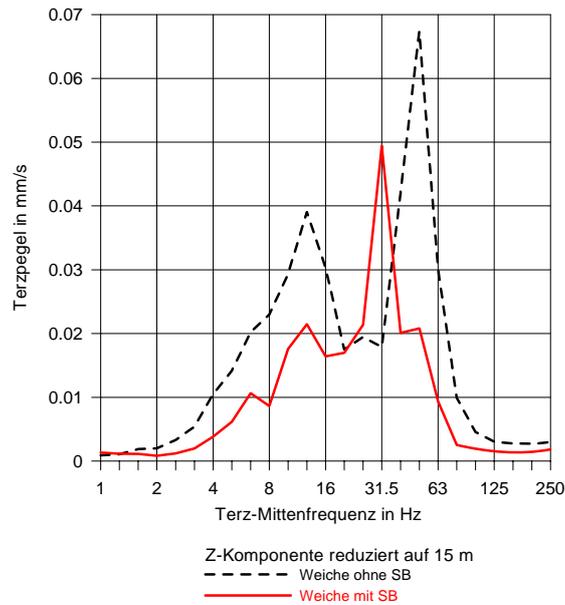


Abbildung 6: Terzspektren von Weichen ohne bzw. mit Schwellenbesohlung

Weichen mit Schwellenbesohlung bewirken eine deutliche Reduktion der Emissionen über weite Teile des Frequenzspektrums (Abbildung 6). Die leichte Frequenzverschiebung des Maximums von ca. 50 auf 31 Hz geht aber auch mit einer deutlichen Minderung des Maximums einher.

In Abbildung 7 sieht man die noch kräftigere Erschütterungsreduktion einer Weiche mit beweglichem Herz im Vergleich zu einer Weiche mit Schwellenbesohlung. Im Bereich der Terzen von 8 – 31,5 Hz liegt eine deutliche Reduktion der Emissionen vor. In den Bereichen darunter und darüber zumindest eine Vergleichbarkeit und keine Verschlechterung der Emissionscharakteristik.

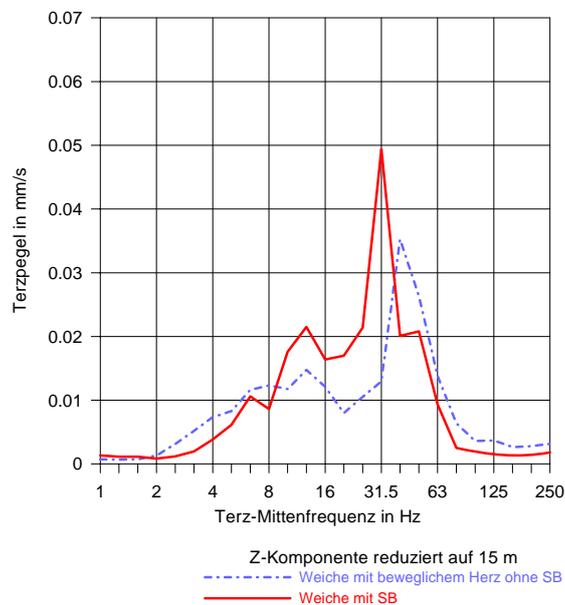


Abbildung 7: Terzspektren von Weichen mit beweglichem Herz bzw. mit Schwellenbesohlung

Abbildung 8 zeigt die deutlichste und massivste Reduktion der Erschütterungsemissionen beim Vergleich einer Weiche mit beweglichem Herz zu einer Weiche ohne Schwellenbesohlung. Über den gesamten Frequenzbereich ist eine deutliche und stark ausgeprägte Reduktion der Emissionen zu sehen.

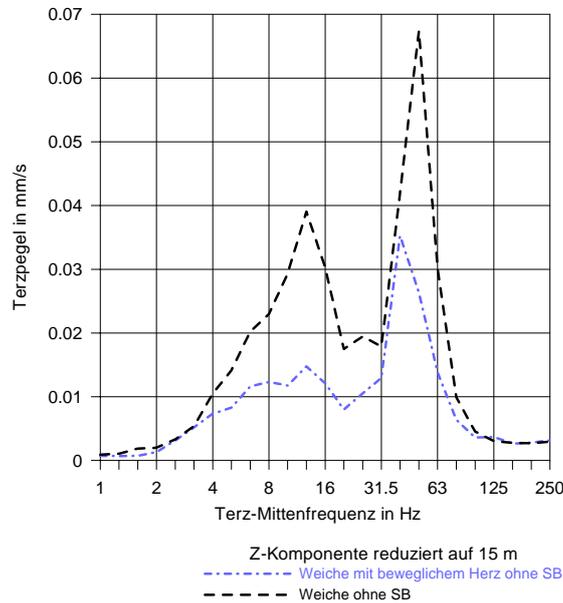


Abbildung 8: Terzspektren von Weichen mit beweglichem Herz bzw. ohne Schwellenbesohlung

Die Vertikalkomponente zeigt bei einem Vergleich der Zugserschütterungen am Ende von Weichen eine sehr gleichmäßige Dämmung über das gesamte Spektrum (vgl. Abbildung 9), wie auch das spektrale Amplitudenverhältnis der Terzspektren von beiden Oberbauformen in Abbildung 10 sehr deutlich zeigt.

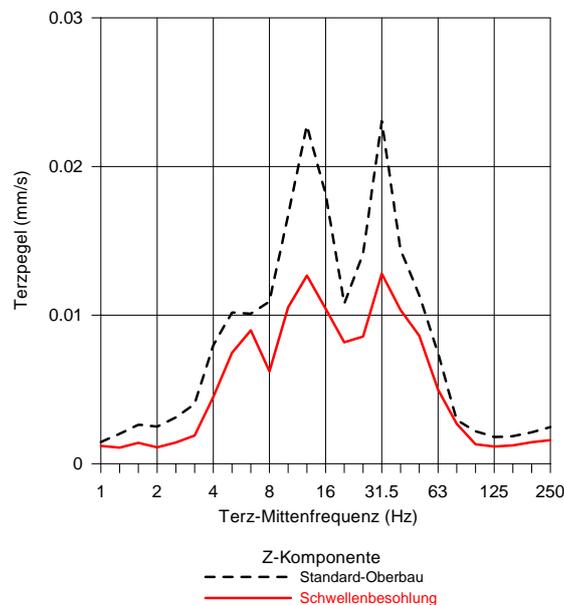


Abbildung 9: Vertikalkomponente der Terzpegel nach Weichen für beide Oberbauformen

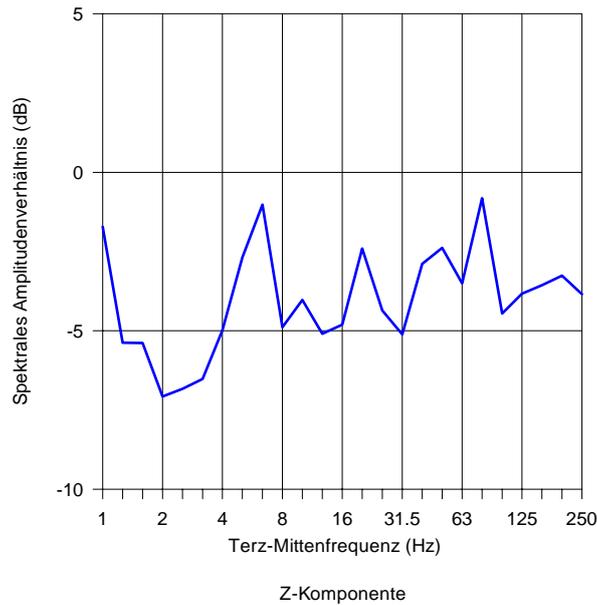


Abbildung 10: Amplitudenverhältnis der Terzspektren

5. Zusammenfassung

Insgesamt zeigt sich, dass die Stärke der Erschütterungsemissionen von Weichen durch deren Bauart deutlich beeinflusst wird. Die stärksten Emissionen entstehen bei Weichen in Regelausführung, d.h. mit offenem Herzstück auf Betonschwellen. Im Vergleich dazu bewirken ebenfalls auf Standard Betonschwellen ruhende Weichen mit beweglichem Herzstück die größte Reduktion der Emissionen. Auch steigt die Laufruhe der Züge nach der Weichenüberfahrt rascher wieder an, als bei Weichen mit offenem Herzstück. Eine etwas geringere Emissionsreduktion lässt sich aber auch bei Weichen mit offenem Herzstück durch die Lagerung auf elastisch besohlenen Schwellen erzielen. Da der technische Aufwand für ein bewegliches Herzstück (zweiter Weichenantrieb) wesentlich höher ist als jener der Schwellenbesohlung, bildet letztere eine sehr kostengünstige, in vielen Fällen ausreichende Immissionsschutzmaßnahme.

Schriftenverzeichnis

Schilder, Rudolf, 2003. Erfahrung mit besohlenen Schwellen inklusive Weichenschwellen bei den Österreichischen Bundesbahnen. Getzner Kolloquium, Erfahrungsaustausch Schwellenbesohlung.