

DAMTEC® KRAIBURG USM - Unterschottermatte Oberbautechnische Optimierung Zillertalbahn hinsichtlich Erschütterungen und Sekundärschall

Technische Änderungen vorbehalten – Februar 2008



Allgemeines

Im Zuge der Erneuerung des Oberbaus der Zillertalbahn sollte eine Optimierung hinsichtlich Schall- und Erschütterungsemissionen durchgeführt werden. Ziel war eine Reduktion der Erschütterungs- und Sekundärschallimmissionen bei den Anwohnern, wobei auch die direkte Luftschallsituation zumindest nicht verschlechtert werden durfte.

Aufbauend auf Ergebnissen einer ersten Messserie (Basismessungen - „Ist-Situation“) konnte der Standardoberbau hinsichtlich Erschütterungs- und Sekundärschallminderung modifiziert werden.

Als Ergebnis der Untersuchungen sollten Empfehlungen über den Aufbau des Oberbaus, wirtschaftliche Optimierung sowie Regelquerschnitte erarbeitet werden. Gegebenenfalls waren zusätzlich Übergänge zwischen dem erschütterungs- und sekundärschallmindernden Oberbau und dem Standardoberbau erforderlich.

Die Ergebnisse der ersten Messserie dienten als Grundlage für die Wahl einer effektiven Oberbauvariante zur Reduktion von Schall und Erschütterungen. Da die Dämmeigenschaften unterschiedlicher Materialien frequenzabhängig sind, war es erforderlich die auftretenden Emissionen hinsichtlich Frequenzinhalts zu untersuchen.

Aus den Messergebnissen der ersten Messserie war ersichtlich, dass die Verteilung des Frequenzspektrums bei den eingesetzten Fahrzeugtypen sehr unterschiedlich ist. Die nachfolgende Abbildung veranschaulicht den Einfluss der verschiedenen Fahrzeugtypen.

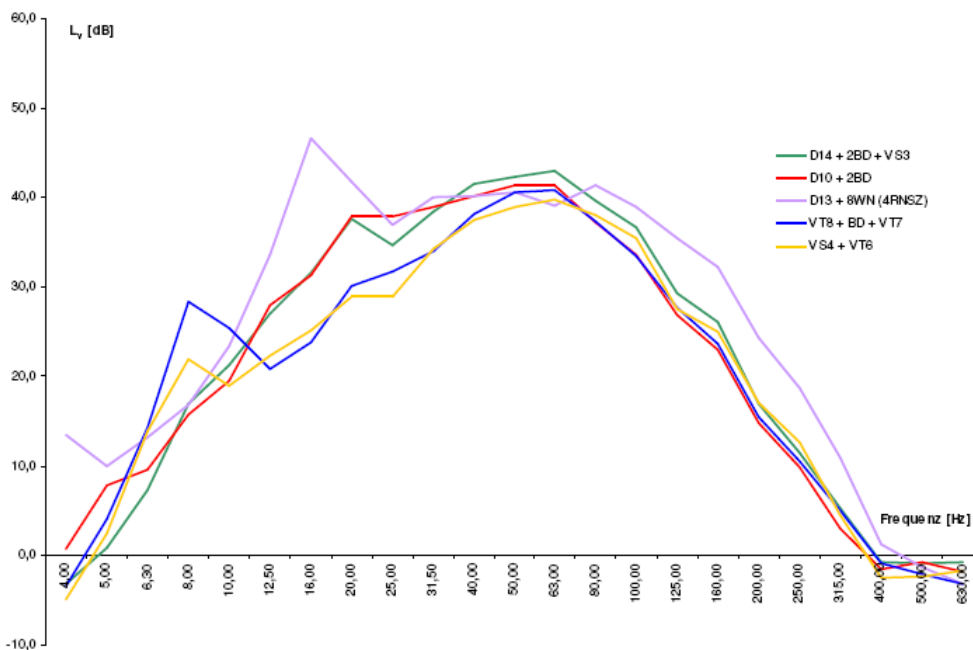


Bild 1: Einfluss der Zugstypen auf die spektrale Verteilung des Schwingschnellepegels

Die verschiedenen Zugstypen weisen speziell in den tiefen Frequenzbereichen deutliche Unterschiede auf. Vor allem bei Güterzügen sind die Emissionen um 16 Hz besonders deutlich erkennbar.

Aus den Messungen zeigte sich deutlich, dass die Immissionen aus dem direkten Luftschall bei Zugvorbeifahrt die Grenzwerte der Schienenimmissionsschutzverordnung (DB-SchIV, „Durchführungsbestimmungen zur Schienenverkehrslärm-Immissionsschutzverordnung“ - Stand 01.01 2006) einhält.

Gemäß Aufgabenstellung sollten durch die Optimierungsmaßnahmen am Oberbau die Immissionen durch direkten Luftschall gegenüber der derzeitigen Belastung nicht erhöht werden. Diese Überlegung ging in die Wahl der geeigneten Immissionsschutzmaßnahme ein.

In der nachfolgenden Abbildung ist der Regelquerschnitt bei eingleisigen Streckenabschnitten der Zillertalbahn dargestellt (Quelle Zillertalbahnen AG).

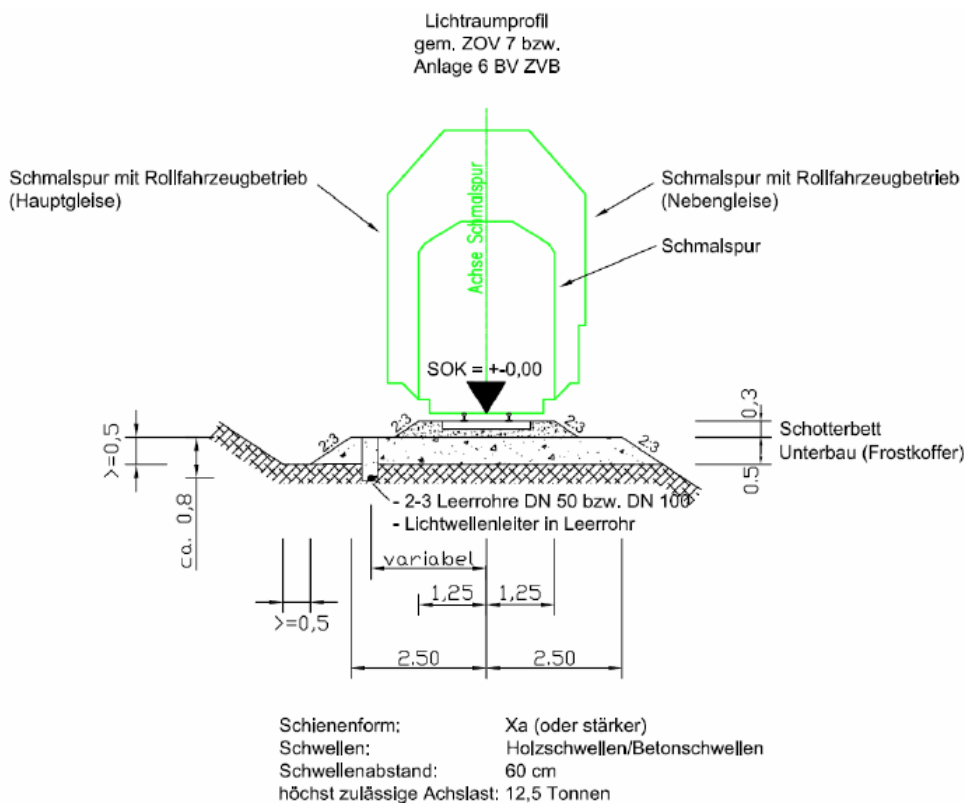


Bild 2: Standardoberbauform - Zillertalbahn (eingleisig).

An der untersuchten Stelle (Streckenabschnitt Aschau – Zell am Ziller) lag ein bestehender Holzschwellenoberbau (Schienentyp Xa) vor. Nach der Erneuerung des Oberbaus sollte eine Schiene des Typs 49 E1–R260 eingebaut werden.

Elastische Lagerung des Oberbaus

Während der Vorbeifahrt eines Zuges entstehen durch die bewegte Last, durch Rauigkeiten von Rädern und Schienen sowie durch lokale Schwankungen in der Festigkeit des Gleisrostes Erschütterungen und Körperschall.

Je nach unterschiedlichem Oberbausystem können im Emissionsbereich verschiedene Maßnahmen zur Reduktion von Erschütterungen und Sekundärschall zum Einsatz kommen. Die Wirkungsweise der erschütterungstechnisch optimierten Oberbauformen beruht im Wesentlichen auf der Verwendung elastischer Werkstoffe im Übertragungsweg der Schwingungen. Durch die Verwendung dieser Materialien soll die Einleitung der Erschütterungen in den Unterbau begrenzt werden. Da die räumliche Ausdehnung der Maßnahme aufgrund der Erschütterungsausbreitung am Emissionsort am geringsten ist, sind in diesem Bereich auch häufig die Maßnahmen am wirtschaftlichsten.

Im Falle des vorhandenen Schotteroberbaus wurden sowohl Schwellenbesohlungen, als auch Unterschottermatten untersucht.

Aufgrund der Vorgabe, die Luftschallsituation nicht zu verschlechtern wurde für Streckenabschnitte im Nahebereich von Wohnbebauungen der Einsatz von Holzschwellen empfohlen. Den Untersuchungen wurden daher die Holzschwellen zugrunde gelegt.

Zur Minderung der Abstrahlung von Erschütterungen vom Gleiskörper können die Schwellen mittels elastischer Besohlungen auf dem Schotterbett gelagert werden.

Um die Luftschallemissionen nicht zu erhöhen und eine möglichst effektive Maßnahme zu wählen, war im vorliegenden Fall aber eine elastische Lagerung mittels Schwellenbesohlungen nicht zu empfehlen.

Die elastische Lagerung des Schotteroberbaus auf Unterschottermatten erreicht aufgrund der großen schwingenden Oberbaumasse eine hohe Erschütterungsdämmwirkung. Die dynamische Bettungsziffer der Unterschottermatte (USM), muss dabei umso kleiner sein, je niedriger die zu dämmenden Frequenzen sind. Aus fahrdynamischen Gründen und zur Sicherstellung der erforderlichen Schotterstabilität muss jedoch auch eine gewisse Mindeststeifigkeit der USM gewährleistet sein (Abhängig von Achslasten und Maximalgeschwindigkeit des Zugverkehrs). Zur Begrenzung der Schienenspannungen und Einsenkungen ist die statische Bettungsziffer gemäß Deutsche Bahn Vorschriften TB 918 071 (gilt für Normalspurschienenverkehr) beschränkt.

$\geq 0,02 \text{ N/mm}^2 \quad v \leq 120 \text{ km/h}$ (Radsatzlast $\leq 160 \text{ kN}$)

$\geq 0,03 \text{ N/mm}^2 \quad v \leq 120 \text{ km/h}$ (Radsatzlast $> 160 \text{ kN}$)

$\geq 0,06 \text{ N/mm}^2 \quad 120 > v > 200 \text{ km/h}$

$\geq 0,10 \text{ N/mm}^2 \quad v \geq 200 \text{ km/h}$

Theoretisch erreichen Unterschottermatten ihre größte Wirkung bei unendlich großer Abschlussimpedanz, d.h. absolut steifem Untergrund. Demzufolge kann der Wirkungsgrad einer USM durch die Erhöhung der Steifigkeit der darunter befindlichen Schicht erhöht werden. Dazu eignen sich besonders hohe Verdichtungsgrade des Untergrunds, aber auch steife Deckschichten unter der USM (Asphalttragschicht, Betontragschicht).

Als geeignete Maßnahme zur erschütterungs- und sekundärschalltechnischen Optimierung des Oberbaus wurde der Einbau einer Unterschottermatte empfohlen. Aufgrund ihrer Eigenschaften wurden drei unterschiedliche Unterschottermatten auf deren Eignung genauer untersucht. Aus den unterschiedlichen Kennwerten (dynamische Steifigkeit – erschütterungsmindernd, statische Steifigkeit – Schieneneinsenkungen und Schienenspannungen) wurde eine Gegenüberstellung der verschiedenen Produkte vorgenommen.

Mittels numerischer Berechnungen wurde die Empfehlung über die Wahl von Unterschottermatten, durch zwei Messserien (vor und nach Einbau der USM) verifiziert.

Hierzu wurde die Wirkungsweise von Unterschottermatten mit Hilfe des Einfügungsdämmmaßes nach Wettschureck bestimmt. Die maßgeblichen Einflussgrößen sind dabei die ungefederte Radsatzmasse, die Schottersteife und die Mattensteifigkeit.

Die gemessenen und analysierten Erschütterungsimmissionen haben die Grenzwerte der Normen nicht überschritten. Die Dämmwirkung aller untersuchten Unterschottermatten im höheren Frequenzbereich war ausreichend. Insgesamt wurde daher festgestellt, dass hinsichtlich der Dämmwirkung alle untersuchten Produkte ähnlich gute Eigenschaften aufwiesen und für den gegenständlichen Fall geeignet waren.

Zusätzlich wurden Berechnungen der maximalen Einsenkung und der maximalen Schienen-spannungen durchgeführt.

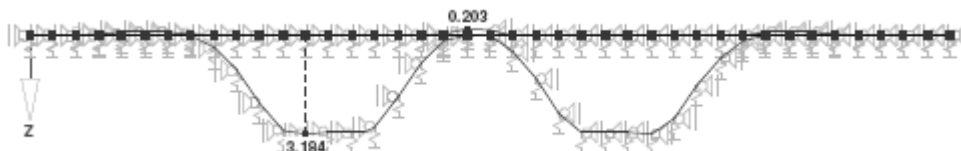


Bild 3: Maximale Einsenkung unter Belastung der DAMTEC® KRAIBURG USM

Regelquerschnitte

Unabhängig von der Wahl des optimalen Unterschottermattentyps wurde die geometrische Anordnung der Matten für die verfügbaren Regelquerschnitte angegeben. Dabei ist die Breite der USM im Wesentlichen von der wirksamen Übertragungsfläche der Erschütterungen und des Körperschalls abhängig.

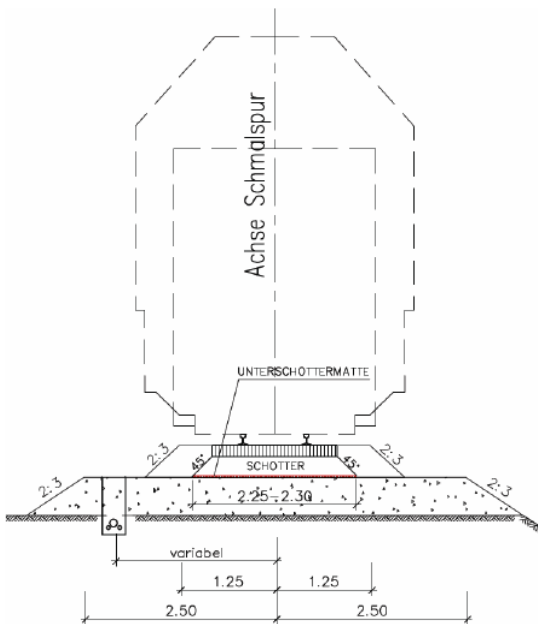


Bild 4: Einleisiger Regelquerschnitt mit Unterschottermatte.

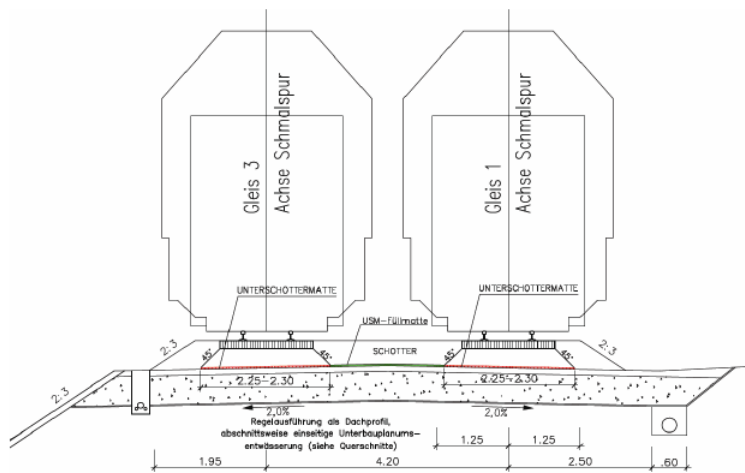


Bild 5: Zweigleisiger Regelquerschnitt mit Unterschottermatte unter beiden Gleisen - Dachprofil.

Entscheidung

Unter dem Gesichtspunkt der Materialkosten und der Kosten für die Verlegung sowie der statischen und dynamischen Eigenschaften der Unterschottermatten wurde die Anwendung des Typs **DAMTEC®** KRAIBURG USM einlagig (d = 23 mm) empfohlen.

Grundsätzlich wurde darauf hingewiesen, dass die Wirkungsweise von Unterschottermatten stark von der Beschaffenheit der darunter befindlichen Schicht abhängig ist. Die durchgeführte Analyse galt für einen Unterbau mit dem Verdichtungsmodul $E_{v,2} = 180 \text{ MN/m}^2$. Eine optimale Wirkungsweise könnte durch den Einbau von steifen Deckschichten (Asphalt- bzw. Betontragschicht) erreicht werden. Letzte Maßnahme war im gegenständlichen Fall aus der Gesamtbetrachtung Wirksamkeit und Wirtschaftlichkeit nicht angeraten, allerdings sollte auf eine gute Verdichtung der oberen Tragschicht bzw. des Frostkoffers geachtet werden.

Einbaubilder



Referenzen

Bericht Nr. 07-1103-02 - April 2007 - Oberbautechnische Optimierung Zillertalbahn hinsichtlich Erschütterungen und Sekundärschall - Fritsch, Chiari & Partner ZT GmbH