

Minischallschutzwände

Umweltlicher Vergleich von Systemen aus Kunststoff und Beton

Stefan Albrecht¹, Bastian Wittstock¹, Matthias Fischer¹

¹ Universität Stuttgart, Lehrstuhl für Bauphysik, Abt. Ganzheitliche Bilanzierung, 70771 Leinfelden-Echterdingen, Deutschland, Email: stefan.albrecht@lbp.uni-stuttgart.de

Einleitung

Lärm beeinträchtigt die Lebensqualität und die Gesundheit des Menschen zum Teil erheblich. Verkehr ist ein bedeutender Verursacher von Lärmbelastungen. In städtischen Gebieten tragen auch Straßen- und Stadtbahnen des ÖPNV durch die direkte Nähe zu den Anwohnern zur Lärmbelastung bei.

Lärmschutzmaßnahmen sind aufwändig und ziehen oft Beeinträchtigungen, wie z.B. Abschattung von Grundstücken, nach sich. Um diese Beeinträchtigungen gering zu halten werden im Bereich des Schienenverkehrs vermehrt Minischallschutzwände (MSSW) eingesetzt.

Eine weit verbreitete Anwendung bedingt einen hohen Material- und Energieeinsatz durch Herstellung, Montage, Transport und Entsorgung, was neben der Reduktion der Schallemissionen andere Einflüsse auf die Umwelt mit sich bringen kann. Diese können mit der Methode der Ökobilanz quantifiziert werden, wodurch die umweltlich vorteilhafteste Lösung ermittelt werden. Im folgenden wird die methodische Vorgehensweise beschrieben, sowie die umweltrelevanten Aufwendungen und die resultierenden Umweltauswirkungen von Minischallschutzwandsystemen aus Beton und Kunststoff verglichen.

Umweltlicher Vergleich - Ökobilanz

Ziel der MSSW ist die Minderung der Lärmemissionen direkt an der Entstehungsstelle, dem Rad-Schiene-Bereich. Die Minischallschutzwand wird direkt neben dem Gleiskörper montiert und soll möglichst viel des im unteren Zugteil entstehenden Luftschalls zurück ins Gleisbett reflektieren und so die Ausbreitung des Luftschalls reduzieren (siehe Abbildung 1).

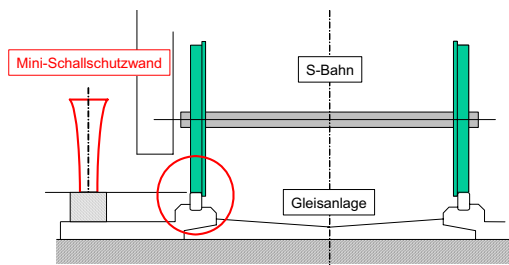


Abbildung 1: Funktionsprinzip einer Minischallschutzwand. Angriffspunkt ist der Ort der Schallentstehung, der Rad-Schiene-Kontakt.

Die MSSW bietet auf Grund ihrer geringen Höhe zudem die Möglichkeit, neben schweren Werkstoffen wie Beton, wie sie bei herkömmlichen Schallschutzwänden eingesetzt werden, Kunststoff als Konstruktionsmaterial einzusetzen. Dies

ermöglicht zudem eine wesentlich größere Flexibilität beim Einsatz und der Anpassung an verschiedene Fahrzeuge, Streckenparameter und Umweltbedingungen.

Die Geometrien der Systeme sind sehr ähnlich. Die Kunststoffbauteile werden aus einer extrudierten Kunststoffplatte aus Polyethylen (PE-HD) im Thermoformprozess tiefgezogen. Das Betonbauteil wird gegossen, ist massiv und weist daher ein deutlich höheres Gewicht auf (siehe Tabelle 1).

Tabelle 1: Technische Daten MSSW

Variante	Beton	PE-HD	PE-HD
Länge	1200 mm	1200 mm	1200 mm
Höhe	485 mm	485 mm	485 mm
Breite oben	200 mm	200 mm	200 mm
Breite unten	90 mm	90 mm	90 mm
Wanddicke	massiv	5 mm	4 mm
Gewicht	ca. 160 kg	ca. 13 kg	ca. 10 kg

Die beiden Varianten aus Kunststoff unterscheiden sich lediglich in der betrachteten Wandstärke und einem daraus resultierenden unterschiedlichen Gewicht unterscheiden.

Entscheidend für einen Vergleich ist die Grundlage auf der er stattfindet. In der Ökobilanz wird diese Grundlage von der so genannten *Funktionellen Einheit*, einer definierte Ziel-funktion, die alle zu vergleichenden Systeme gleichermaßen zu erfüllen haben, gebildet. Diese Funktionelle Einheit wird nach einer technischen Analyse der Systeme und anschließender Definition der maßgeblichen Funktion festgelegt. Sie erlaubt Systemvergleiche auf Basis technischer / funktio-neller Eigenschaften [1], [2]. Sie ist hier, wie im Lastenheft als Hauptfunktion gefordert, definiert als: *Reduktion der Luftschallausbreitung um mindestens 5 dB(A)*.

Nach DIN EN ISO 14040 und 14044 gliedert sich eine Öko-bilanz in die Lebenszyklusphasen *Herstellung, Nutzung und Entsorgung* [1]. Die Nutzungsphase von MSSW ist auf 10 Jahre festgelegt. Verglichen werden drei MSSW, das (her-kömmliche) MSSW-System aus Beton dient dabei als Referenz (100%).

Für den Herstellungsprozess werden alle wichtigen Material- und Energieflüsse erfasst. Er beinhaltet sämtliche Produktionsstufen, beginnend bei der Gewinnung und Aufbereitung von Ressourcen, wie z.B. Strombereitstellung, Herstellung von Ethylen, usw. Darüber hinaus wird der Transport zum Bestimmungsort, sowie die Montage bzw. Nutzung vor Ort betrachtet. Weiterhin wird die Entsorgung nach der eigentli-chen Verwendung und der Transport zur Verwertung in die Betrachtung eingeschlossen. Die Betonwände werden depo-niert, der Kunststoff thermisch verwertet und die rückge-wonnene Energie ins Netz eingespeist. Abbildung 2 zeigt die Modellierung des Prozess- und Systemmodells des Lebens-

zyklus der drei Systeme in der Ökobilanzsoftware GaBi 4 [4].



Abbildung 2: Modellierung des Lebenszyklus der MSSW-Systeme in der Ökobilanzsoftware GaBi 4.

Die Auswahl der Wirkungskategorien sollte sich generell an den Schutzziele der Nachhaltigkeit und der Ressourcenschonung, dem globalen Schutz der Ökosphäre, dem Schutz der menschlichen Gesundheit und der Stabilität der Ökosysteme orientieren [1], [3]. Folgende Wirkungskategorien wurden als Basis der Ergebnisdarstellung dieser Studie ausgewählt:

- Treibhauspotential (Global Warming Potential, GWP₁₀₀) [kg CO₂-Äquiv] – *Globale Erwärmung*
- Photooxidantienbildungspotenzial (Photochemical Oxidant Creation Potential, POCP) [kg C₂H₄-Äquiv] – *Sommersmog*
- Versauerungspotenzial (Acidification Potential, AP) [kg SO₂-Äquiv] – *Saurer Regen*
- Eutrophierungspotenzial (Eutrophication Potential, EP) [kg PO₄-Äquiv.] – *Überdüngung*

Alle vier Wirkungskategorien werden derzeit in der internationalen Diskussion als relevante Problemfelder im Umweltschutz angesehen und in Ökobilanzen verwendet [2]. Des Weiteren wird der Bedarf an Primärenergie in dieser Untersuchung als wichtiger umweltlicher Indikator betrachtet.

Ergebnisse

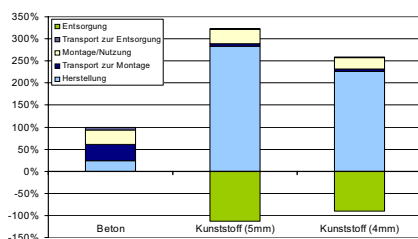


Abbildung 3: Primärenergiebedarf der drei betrachteten Systeme, Beton, Kunststoff (5mm), Kunststoff (4mm)

Abbildung 3 zeigt einen deutlich höheren Primärenergieverbrauch für die Kunststoffvarianten als für die Variante aus Beton. Dies ist darauf zurückzuführen, dass zur Herstellung von Polyethylen der fossile, nicht erneuerbare Rohstoff Erdöl eingesetzt wird, während die Herstellung von Beton und seiner Vorprodukte nur einen sehr geringen Primärenergiebedarf aufweisen. Der rechte Balken zeigt aufgrund geringeren Materialeinsatzes einen deutlich niedrigeren Bedarf an Primärenergie innerhalb der Kunststoffvarianten.

Deutlich zu erkennen ist hingegen der deutliche höhere Primärenergiebedarf durch den Transport (dunkler Stapelteil), begründet durch das vielfach höhere Gewicht der Betonteile.

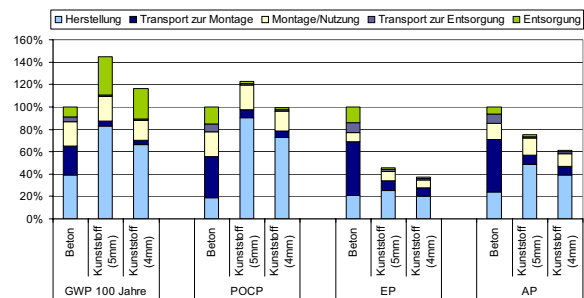


Abbildung 4: Umweltwirkungen der drei betrachteten Systeme in den untersuchten Wirkungskategorien

Hinsichtlich des Treibhauspotentials und Sommersmogs sind Vorteile der Betonvariante gegenüber der Kunststoffvariante zu erkennen. Bei der Kunststoffvariante mit reduziertem Materialbedarf sind vor allem bei der Herstellung Einsparungen im Vergleich zur Variante mit 5mm möglich. Durch eine Verringerung der Wandstärke können diese Werte weiter reduziert werden, so dass ein annähernd gleichwertiges Ergebnis wie beim Beton erreicht wird. Den größten Einfluss in den beiden genannten Kategorien hat die Herstellung des Polyethylen aus Erdöl, während beim Beton der Transport dominiert.

In den Kategorien Überdüngung und Saurer Regen schneidet Kunststoff deutlich besser ab als Beton. Beton erreicht diese schlechteren Werte hauptsächlich durch größere Aufwendungen im Transport bedingt durch ein höheres Gewicht.

Fazit

Der umweltliche Vergleich der MSSW zeigt noch Optimierungspotential auf. Die Reduzierung der Wandstärke bzw. Reduzierung des Materialeinsatzes verbessert die Ergebnisse des Kunststoffsystems in allen Kategorien. Der teilweise oder vollständige Einsatz von Sekundärkunststoff (technische Anforderungen können trotzdem erfüllt werden) würde darüber hinaus eine Reduktion des Bedarfs nicht erneuerbarer energetischer Ressourcen, der Treibhauswirkung und des Sommersmogs ergeben, wie sie durch die Reduzierung der Wandstärke erzielt wird.

Literatur

- [1] DIN EN ISO 14040:2006. *Umweltmanagement - Ökobilanz - Grundsätze und Rahmenbedingungen*. International Organization for Standardization.
- [2] Guinée, Jeroen B. (Hg.); Gorée, M.; Heijungs, R., et al.(2002): *Handbook on Life Cycle Assessment : Operational Guide to the ISO Standards*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, (Eco-Efficiency in Industry and Science 7). – ISBN 1-4020-0557-1
- [3] Jolliet, O.; Brent, A.; Goedkoop, M.; et al.(2003): *Final report of the LCIA Definition study*. Life Cycle Impact Assessment Programme of the Life Cycle Initiative. Lausanne, Schweiz.
- [4] LBP, PE: GaBi 4 Software-System and Databases for Life Cycle Engineering. Echterdingen