

Wirksamkeit von Schirmkronen

Stefanie Litjens

Grolimund und Partner AG, 3006 Bern, Schweiz, Email: stefanie.litjens@gundp.ch

Einleitung

Für den Autobahnabschnitt N3 Kaiseraugst-Rheinfelden/CH wurden Schallschutzwände dimensioniert und realisiert. Anschließende Untersuchungen im Rahmen einer Erfolgskontrolle im dahinter liegenden Wohngebiet ergaben, dass die Lärmschutzmassnahmen nicht den gewünschten Effekt erzielen. Um die Lärmsituation zu verbessern, wurden verschiedene Maßnahmen untersucht, mit denen die Lärmmissionen im Wohngebiet zusätzlich vermindert werden können.

Im Zuge dieser Untersuchung wurde auch eine Literaturstudie über die aktuellen Forschungsergebnisse zum Thema Aufsatzelemente für Schallschutzwände, so genannte Schirmkronen, erstellt. Die bisherigen theoretischen Betrachtungen sind viel versprechend und gehen von Verbesserungen der Einfügungsdämpfung von bis zu 10 dB aus. Die meisten dieser Ergebnisse stammen allerdings aus Modellrechnungen. Messungen in Modellprüfständen an maßstäblichen Modellen konnten die sehr hohen Erwartungen leider bisher nicht bestätigen. Bei bereits erfolgten Untersuchungen im Freifeld ergaben sich für alle Arten von Kronenaufsätzen nur Verbesserungen von 2 bis 3 dB. Einige der entwickelten Schirmkronen werden mittlerweile kommerziell hergestellt und vertrieben und erste Teststrecken entlang von Autobahnen wurden bereits installiert; über die tatsächliche Wirkung dieser Schirmkronen ist bis jetzt nur wenig bekannt.

Arten von Schirmkronen

Geometrische Formen

T-förmige Schirmkronen: Bei T-förmigen Schirmkronen bzw. T-förmigen Schallschirmen handelt es sich um einen Schallschirm mit einem horizontalen Aufsatz (Abbildung 1).

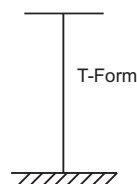


Abbildung 1: T-förmiger Schallschirm.

Mehrfachkantensysteme: Bei Mehrfachkantensystemen handelt es sich um Schallschirme mit mehr als einer Beugungskante. Bei diesen Systemen gibt es eine schier unüberschaubare Fülle von Formen. Abbildung 2 zeigt eine Auswahl verschiedener Typen von Mehrfachkantensystemen.

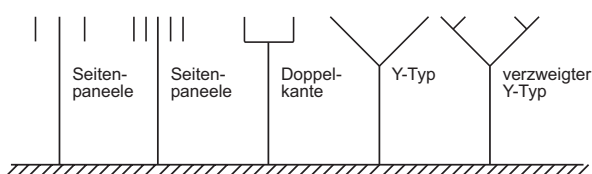


Abbildung 2: Typen von Mehrfachkantensystemen.

Zylinderförmige Schirmkronen: Zylinderförmige Schirmkronen sind Schirmkronen mit einem kreisförmigen Querschnitt (Abbildung 3). Auch bei zylinderförmigen Schirmkronen wurden Mehrfachsysteme, meist Doppelzylinder, untersucht. Eine Sonderform der zylinderförmigen Schirmkrone ist die pilzförmige Schirmkrone [1].

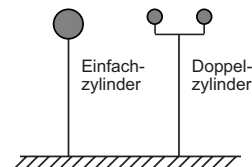


Abbildung 3: Zylinderförmige Schirmkronen.

Sonderformen: Um Schirmkronen zu verbessern, wurden zudem im Lauf der Zeit diverse Sonderformen entwickelt.

Materialien

Da viele Berechnungen und Versuche gezeigt haben, dass der Einfluss der Form von der Größe der Schirmkrone abhängt und dass signifikante Verbesserungen nur mit relativ großen Kronen erreicht werden, wurde versucht, die Wirkung von Schirmkronen durch das Optimieren der Oberflächeneigenschaften zu verbessern. Einige Studien stellten sogar fest, dass die Oberflächeneigenschaften einen größeren Einfluss auf die Einfügungsdämpfung haben als die Form des Schallschirms bzw. der Schirmkrone.

Prinzipiell wurden bei Schirmkronen folgende Oberflächeneigenschaften untersucht:

Schallhart: Bei einer ideal schallharten Oberfläche wird die Normale der Teilchengeschwindigkeit an der Oberfläche null (Oberflächenimpedanz = ∞). In der Praxis häufig angewandte Materialien wie Beton, Glas oder Stahl besitzen annähernd schallharte Oberflächeneigenschaften.

Absorbierend: Der Schalldruck an der Oberfläche ist gleich dem einfallenden Schalldruck. Für die ideale Absorption gilt: Oberflächenimpedanz = ρc .

Schallweich: Bei einer akustisch weichen Oberfläche ist der Schalldruck an der Oberfläche und die Oberflächenimpedanz gleich null.

Verbesserung der Einfügungsdämpfung

Um die Einfügungsdämpfung von verschiedenen Schirmkronen zu bestimmen, wurden meist Berechnungen mittels BEM- oder FEM-Methoden mit idealisierten Randbedingungen und Materialeigenschaften erstellt. Die Ergebnisse dienen dann der weiteren Entwicklung von Kronenaufsätzen, die anschließend im Modell getestet wurden. Freifeldmessungen im Originalmaßstab gibt es nur sehr wenige, zumeist wurden die Modelle ebenfalls in Spezialprüfständen untersucht. Allen Untersuchungen gemeinsam ist, dass sie

Wirkungen fast ausschließlich im Nahfeld (< 100 m) untersucht bzw. festgestellte haben.

Mit T-förmigen Schirmkronen und Mehrfachkantensystemen wurden sowohl in der Simulation als auch mit Messungen gute Ergebnisse erzielt (1 bis 3 dB). Diese Kronen sind dann besonders wirksam, wenn ihre Abmessungen entsprechen groß sind. Zylinderförmige Schirmkronen sind dann effizient, wenn sie absorbierend ausgebildet werden, hier ergeben sich ebenfalls Verbesserungen zwischen 1 und 3 dB.

Berechnungen ergaben für schallharte Oberflächen bei Schirmkronen die ungünstigsten Ergebnisse, absorbierend ausgebildete Oberflächen und schallweiche Kronen erzielten deutlich bessere Werte. Für schallweiche Kronen wurden beispielsweise Verbesserungswirkungen bis zu 10 dB errechnet. Bei der Umsetzung in die Praxis erbrachten erste Versuchselemente jedoch nicht den erhofften Erfolg. Bei absorbierenden Kronen reduzierten die für den praktischen Gebrauch notwendigen zusätzlichen Schichten die absorbierende Wirkung und somit auch die Verbesserungswirkung [2], zudem liegen die absorbierten Frequenzen bei herkömmlichem Absorbermaterial meist außerhalb des für Verkehrslärm relevanten Spektrums. Schallweiche Oberflächen lassen sich ebenfalls nur schwer in die Realität umsetzen. Es wurden verschiedene Versuche unternommen, mittels speziell abgestimmter Resonatoren schallweiche Oberflächen auszubilden [1, 3]. Leider blieben die in Berechnungen und Modellversuchen erreichten hohen Pegelreduktionen in der Praxis hinter den Erwartungen zurück.

Marktreife Produkte

"Octagon" (Fa. Tubosider): Beim diesem Produkt handelt es sich um eine Schirmkrone mit oktagonalem Querschnitt (Abbildung 4), die im Prinzip den in vielen Untersuchungen behandelten absorbierenden Zylinderkronen entspricht. Messungen unter realen Bedingungen bestätigten die vom Hersteller angegebene mittlere Schallpegelreduktion von ca. 2 dB im Nahfeld ($d \leq 75$ m) [4].

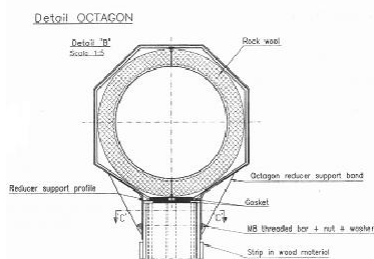


Abbildung 4: "Octagon" der Fa. Tubosider

"Route Silent": Dabei handelt es sich um eine spezielle pilzförmige Schirmkrone, die aus einem absorbierenden Zylinder weiterentwickelt wurde. In Freifeldversuchen wurden Verbesserungen von 1 - 2 dB gemessen [5].

ASE-Krone (Fa. Mitsubishi): Die ASE "Active Soft Edge" (Abbildung 5) ist eine Schirmkrone, welche den am Schallschirm gebeugten Schall mittels aktiver Lärmkontrolle reduziert. In ersten Freifeldversuchen lieferte das Produkt im Nahfeld ($d \leq 10$ m) sehr gute Ergebnisse (ca. 4 dB) [1]. Er-

gebnisse nach Montage entlang erster Teststrecken werden in Kürze erwartet.

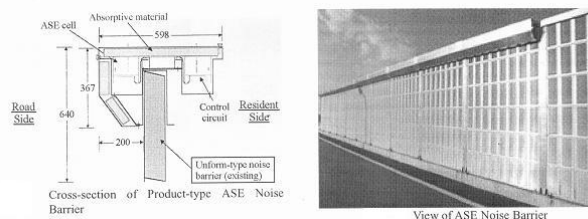


Abbildung 5: ASE "Active Soft Edge" Krone.

Fazit

Die Untersuchungsergebnisse zeigen, dass Kronenaufsätze durchaus geeignet sind, die Einfügungsdämpfung von Lärmschutzwänden im Nahfeld ($d \leq 100$ m) zu erhöhen. Für bestehende Lärmschutzwände, bei denen aus statischen Gründen keine Erhöhung möglich ist, sind Kronen mit speziellen Oberflächeneigenschaften besser geeignet als Aufsätze, die rein über ihre geometrische Form wirken. Diese müssen entsprechend große Abmessungen aufweisen um wirksam zu sein und es ergeben sich dann meist die gleichen Probleme wie bei einer Erhöhung des Schallschirms (Sicht- und Lichtverlust, Statik). Die Untersuchungen zeigen auch, dass eine Optimierung der Kronengeometrie und Kronenoberfläche beim Neubau von Lärmschutzwänden durchaus sinnvoll ist und bei der Planung berücksichtigt werden sollte. Die Prognose der Wirkung von Schirmkronen mit den gängigen Verfahren ist komplex und aufwändig, deshalb ist die Entwicklung von praxistauglichen Berechnungsmethoden wünschenswert. Einen Schritt in diese Richtung stellen z. B. die "Nordic Prediction Methods for Environmental Noise" [6] dar.

Literatur

- [1] P. A. Morgan: Review of Japanese Noise Barrier Research. IPG Report, Delft (2004).
- [2] Yamamoto, K.; Shono, Y.; Ochiai, H. und Hirao, Y.: Measurements of the Noise Reduction by Absorptive Devices Mounted at the Top of the Highway Noise Barriers. Proceedings of Intnoise 95, Christchurch, Newport Beach, California (Juli 1995).
- [3] Volz, R.; Möser, M.: Aufsätze für Schallschirme - Messungen an einer Lärmschutzwand. Fortschritte der Akustik, Oldenburg (2000).
- [4] Kalivoda, M.; Kaufmann, W.; Zeilinger, K.: Untersuchung über die Wirksamkeit eines Aufsatzsystems für Lärmschutzwände für typische Immissionspunktentfernungen. Fortschritte der Akustik, Hamburg (2001).
- [5] Watts, G. R.: Traffic Noise Barriers. TRL Annual Review, TRL Limited Crowthorne, Berkshire, United Kingdom (1995).
- [6] Plovsing, B., Kragh, J.: Nordic Prediction Methods for Environmental Noise. Delta Acoustics & Vibration, Lyngby Denmark (1997).