

Kompendium zum Bericht

Schallschutzpflanzen – Optimierung der Abschirmwirkung von Hecken und Gehölzen

von

Dr. Moritz Späh, Dr. Lutz Weber, Timo Oesterreicher, Dr. Andreas Liebl

Fraunhofer Institut für Bauphysik
IBP

Förderkennzeichen: BWU 27009

Die Arbeiten des Programms Lebensgrundlage Umwelt und ihre Sicherung werden mit Mitteln des
Landes Baden-Württemberg gefördert

Oktober 2011

Fraunhofer-Institut für Bauphysik IBP

Forschung, Entwicklung,
Demonstration und Beratung auf
den Gebieten der Bauphysik

Zulassung neuer Baustoffe,
Bauteile und Bauarten

Bauaufsichtlich anerkannte Stelle für
Prüfung, Überwachung und Zertifizierung

Institutsleitung

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Gerd Hauser

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Klaus Sedlbauer

Kompodium zum Bericht

Schallschutzpflanzen – Optimierung der Abschirmwirkung von Hecken und Gehölzen

Dr. Moritz Späh, Dr. Lutz Weber, Timo Oesterreicher, Dr. Andreas Liebl

Stuttgart, 28. Oktober 2011

1 Einleitung

Dieses Kompendium fasst die wichtigsten Erkenntnisse des IBP-Berichts BA 4/2010 zum Thema „Schallschutzpflanzen – Optimierung der Abschirmwirkung von Hecken und Gehölzen“ zusammen. Um das akustische Verhalten von Hecken zu verstehen, werden die wichtigsten Eigenschaften von Hecken kurz beschrieben. Das Kompendium kann als Handlungsleitfaden für Gestaltung von Hecken als Schallschirme dienen. Weitergehende Informationen können dem Forschungsbericht entnommen werden.

2 Akustische Wirkungsweise von Hecken

Hecken können bezüglich ihrer akustischen Wirkung grundsätzlich ähnlich wie herkömmliche Lärmschutzwände betrachtet werden. Dabei unterscheiden sie sich in einigen Punkten grundlegend von anderen Schallschirmen. Herkömmliche Lärmschutzwände bestehen in der Regel aus schweren dichten Baustoffen, die eine (ausreichend) hohe Schalldämmung besitzen. Damit wird der direkte Schalldurchgang durch das Bauteil so stark reduziert, dass die wesentliche Schallübertragung zwischen Quelle und Empfänger durch Beugung über oder um das Bauteil herum geschieht (siehe dazu Bild 1). Die Beugung begrenzt daher die Wirkung der Schallschirme. Hecken dagegen bestehen aus Pflanzen, die keine geschlossene Oberfläche und eine deutlich geringere Masse aufweisen. Wesentlich für ihre akustische Wirksamkeit ist daher die Schalldämmung der Hecke. Als ausreichend groß wird eine Dämmung angesehen, die in der Größenordnung der Einfügungsdämmung durch Beugung herkömmlicher Schallschutzwände liegt. In der Praxis liegt diese zwischen 10 und 15 dB.

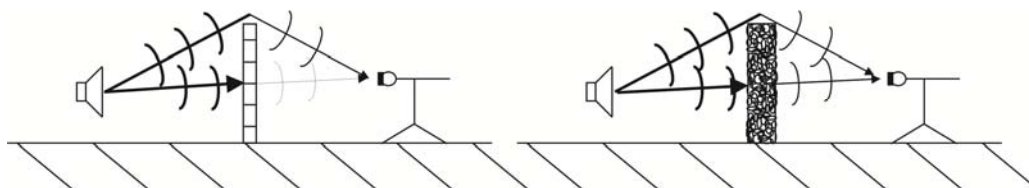


Bild 1: Schallübertragung bei einer herkömmlichen Lärmschutzwand mit hoher Schalldämmung (linkes Bild) und bei einer Hecke als Lärmschutzelement mit geringerer Schalldämmung (rechtes Bild).

2.1 Frequenzverlauf der Dämmwirkung von Hecken

Beim Schalldurchgang durch Hecken oder dichtes Gehölz kommt es im höheren Frequenzbereich zur Schallstreuung. Dabei wirken vor allem die Blätter als Streukörper. Die Wirksamkeit der Streukörper ist von ihrer Größe und Ausrichtung abhängig, so dass an größeren Blättern der Beginn der Streuung bzw. der Einfügungsdämmung bei tieferen Frequenzen einsetzt und zu höheren Frequenzen hin ansteigt. Ein typischer Verlauf der Einfügungsdämmung einer Hecke im Freien ist in Bild 2 dargestellt.

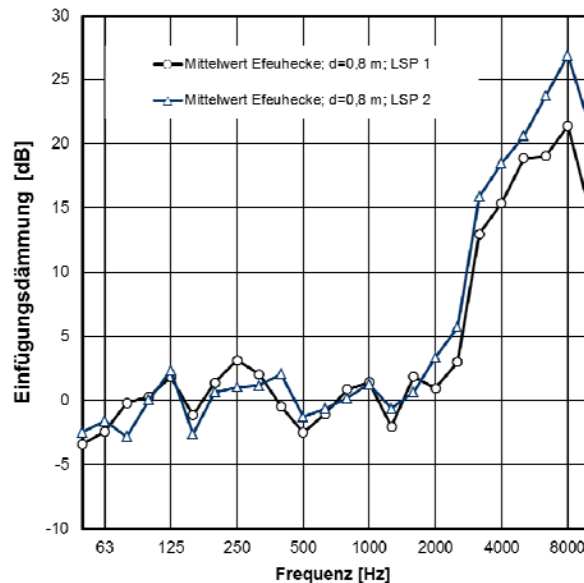


Bild 2: Gemessene Einfügungsdämmung einer Efeuhecke im Freien an zwei Lautsprecherpositionen.

Die Messergebnisse in Bild 2 wurden an einer Efeuhecke (*Hedera helix* 'Woerner') mit einer Dicke von 0,8 m und einer Höhe von 1,8 m im Freien gemessen. Bei Frequenzen oberhalb 1000 Hz setzt ein starker Anstieg der Dämmung ein. Bei 8000 Hz werden Werte von über 20 dB erreicht. Im tiefen Frequenzbereich kommt es zu Werten der Einfügungsdämmung zwischen ca. +4 und -4 dB, die durch den Bodeneffekt hervorgerufen werden. Hierbei handelt es sich um Unterschiede der Bodenreflexion bei der Messung an der Hecke und bei der Referenzmessung ohne Hecke. Deswegen wird bei den Messungen im Prüfstand durch Schallabsorber auf dem Boden die Bodenreflexion reduziert.

3 Bewertung der Wirkung bezüglich Verkehrsgeräuschen

Eine technische Bewertung des Frequenzverlaufs der Efeuhecke aus Bild 2 bezüglich des städtebaulichen Lärmschutzes kann mit Hilfe des standardisierten Verkehrslärmspektrums aus der DIN EN 1793-3 erfolgen. Dabei wird vom A-bewerteten Verkehrslärmspektrum die Einfügungsdämmung der Hecke abgezogen. Durch den erst oberhalb von 2000 Hz einsetzenden Anstieg der Einfügungsdämmung haben Hecken auf den A-bewerteten Summenpegel nur geringen Einfluss. Der A-Pegel wird durch die Hecke deshalb nur um ca. 0,8 dB gemindert.

4 Modellierung von Hecken

Um die Wirksamkeit von Hecken oder dichtem Gehölz berechnen zu können, wurde ein Modell von Mechel herangezogen. Es ist z.B. im Buch Schallabsorber Band II von Mechel beschrieben und wird ausführlich im IBP-Bericht BA 4/2010 behandelt. Dabei handelt es sich um ein Berechnungsmodell, das die Einfachstreuung von Schall an Zylindern und an kugelförmigen Streukörpern berücksichtigt. Für die Hecken wurden die Äste und Stämme als Zylinder modelliert, die Blätter als kugelförmige Streukörper. Bild 3 zeigt den Vergleich von Messwerten an einer Spindelstrauchhecke im Labor mit berechneten Werten für diese Hecke.

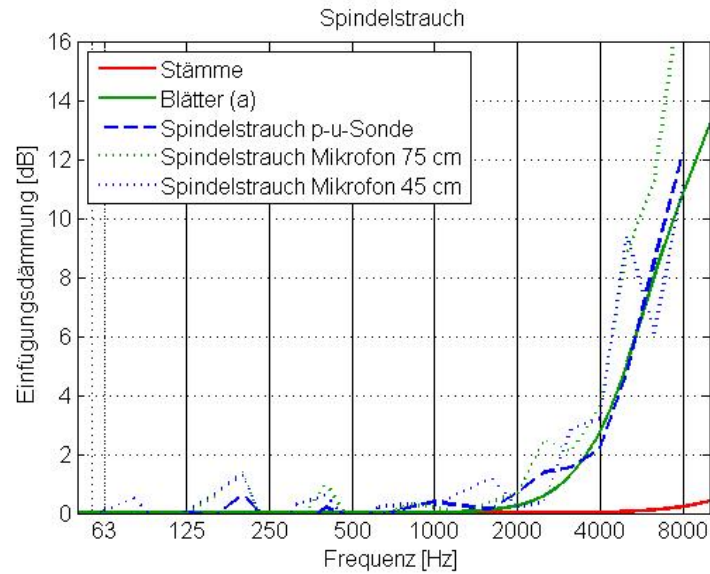


Bild 3: Gemessene und berechnete Einfügungsdämmung einer Spindelstrauchhecke im Labor.

Das Berechnungsmodell zeigt für die Spindelstrauchhecke eine gute Übereinstimmung mit den Messwerten. Aus Bild 3 ist zu erkennen, dass die Wirkung der Hecke auf die Streuung an den Blättern der Pflanzen zurückzuführen ist. Dagegen tritt eine Streuung an den Stämmen, Ästen und Zweigen der Pflanzen erst bei deutlich höheren Frequenzen auf.

Im Verlauf der Untersuchungen wurden einige Vergleiche der Modellierung mit Messwerten, zum Teil auch an Kunsthecken, vorgenommen. Es zeigte sich, dass das Modell das Verhalten von Hecken gut beschreibt. Daher wird das Modell für die Modellierung von realen Hecken als geeignet angesehen.

Durch das Modell wurden systematische Parameterstudien möglich. Die Ergebnisse zeigten die Einflüsse der botanischen Beschaffenheit (z.B. Blattgröße und -dichte) auf die akustische Wirkung auf, die in die Hinweise zur Ausgestaltung von Hecken einfließen. Ebenso konnte aus den Parametern eine „akustisch optimierte Hecke“ abgeleitet werden. Die berechnete Einfügungsdämmung dieser Hecke ist in Bild 4 dargestellt.

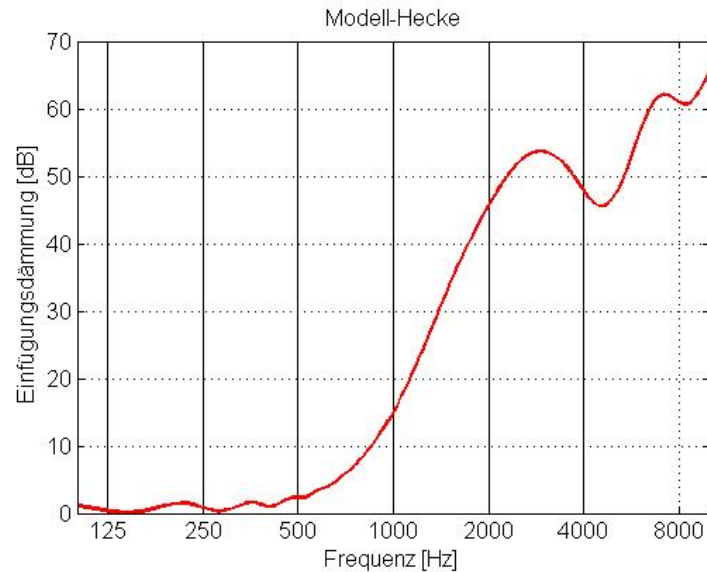


Bild 4: Berechnete „akustisch optimierte Hecke“ (Blattdurchmesser 0,1 m, Blattabstand 0,055 m, Heckendicke $D=1,2$ m).

Bei der Auslegung der „akustisch optimierten Hecke“ wurden Pflanzen mit realistischen Eigenschaften zugrunde gelegt. Durch den Blattdurchmesser von 10 cm und einem mittleren Blattabstand von 5,5 cm sowie einer mit realen Hecken vergleichbaren Heckendicke von 1,2 m ergab sich schon ab 500 Hz an aufwärts eine deutlich ansteigende Einfügungsdämmung. Damit ergibt sich eine akustische Wirksamkeit im wichtigen mittleren Frequenzbereich, die zu einer Reduktion des standardisierten Verkehrslärmspektrums von über 5 dB führt. Eine Hecke mit diesen Eigenschaften könnte Verkehrsgeräusche erheblich mindern.

5 Beurteilung der Wirkung von Hecken durch Hörversuche

Da die gemessene Einfügungsdämmung keine direkten Aussagen zur menschlichen Hörwahrnehmung liefert, wurden mit einer Stichprobe von 11 Probanden die akustische Wirkung sowie die optischen Attraktivität von Hecken beurteilt. Eine ausführliche Beschreibung der Versuche ist IBP-Bericht BA 4/2010 zu entnehmen. Aus statistischer Sicht war die Stichprobe ausreichend groß, um die akustische Wirkung der Hecken zu belegen. Als wichtige Effekte konnte festgestellt werden, dass die durch die Hecke veränderten Verkehrsgeräusche im Vergleich zu den Aufnahmen ohne Hecke als weniger lästig beurteilt werden. Allerdings sind die Unterschiede absolut betrachtet relativ gering. Weiterhin wurde festgestellt, dass die veränderten Verkehrsgeräusche im Vergleich zu den Aufnahmen ohne Hecke als weniger laut empfunden werden. Zusätzlich ergab die Auswertung, dass die Situationen mit Hecken im Vergleich zu den Situationen ohne Hecke mit höherer optischer Attraktivität beurteilt wurden. Wichtig ist die Feststellung, dass der Faktor *Optik* keinen Einfluss auf die Urteile zur akustischen Lästigkeit und zur subjektiv empfundenen Lautheit besitzt.

6 Hinweise für die Ausgestaltung von Hecken

Aus den durchgeführten Untersuchungen können für die Ausgestaltung von Hecken als Lärmschutzeinrichtungen folgende Hinweise abgeleitet werden:

- Hecken und Gehölze besitzen im tiefen und mittleren Frequenzbereich fast keine schalldämmende Wirkung. Ab Frequenzen oberhalb ca. 1000 - 2000 Hz setzt eine Dämmwirkung ein, die zu höheren Frequenzen deutlich ansteigt und Werte von 20 dB und darüber erreichen kann.
- Grundsätzlich gilt für Hecken wie bei herkömmlichen Schallschirmen, dass die direkte Sichtlinie von Quelle zu Empfänger durch die Hecke unterbrochen werden muss. Nur dann wird die direkte Schallübertragung unterbunden, so dass eine merkliche Abschirmwirkung erreicht wird.
- Die akustische Wirkung beruht vor allem auf dem Blattwerk der Hecke. Daher sind immergrüne Heckenpflanzen zu bevorzugen, die im Winter das Blattwerk nicht verlieren (ganzjährige Wirksamkeit).
- Für eine Wirkung im mittleren Frequenzbereich oberhalb 500 - 1000 Hz sollte die Hecke möglichst große Blätter besitzen. Die Blattform sollte möglichst kreisförmig sein. Längliche Blätter sind nicht so wirkungsvoll, da bei diesen vor allem die Breite der Blätter das Einsetzen der Dämmwirkung bestimmt.
- Wird eine große Einfügungsdämmung bei sehr hohen Frequenzen oberhalb ca. 5 kHz gewünscht, kann der Einsatz von Pflanzen mit kleinen Blättern vorteilhaft sein. Besonders wichtig ist bei einer solchen Hecke, dass die Blätter eine hohe Bewuchsdichte ohne Fehlstellen aufweisen, so dass es nicht zu einer Durchstrahlung der Hecke kommt.
- Die Blattstellung der Pflanzen sollte möglichst senkrecht zur Schalleinfallrichtung sein, da dann die Wirksamkeit am größten ist.
- Hecken sollten eine möglichst hohe Bewuchsdichte aufweisen. Eine hohe Dichte der Blätter innerhalb der Hecke führt zu einer höheren Wirksamkeit. Weiterhin sollten keine Lücken in der Hecke vorhanden sein, so dass eine Durchstrahlung der Hecke unterbunden wird.
- Eine große Dicke der Hecke (so lange ein homogener Bewuchs im Inneren der Hecke vorhanden ist) führt zu größerer Wirksamkeit. In der Praxis sind Hecken häufig im Inneren weniger belaubt, so dass sich die Dicke der Hecke weniger stark auf die akustischen Eigenschaften der Hecke auswirkt.
- Die Ergebnisse legen nahe, dass durch den Einsatz von akustisch optimierten Hecken eine Verschiebung der Wirksamkeit zu tieferen Frequenzen möglich ist, so dass ihre Eignung als Schallschirm deutlich verbessert werden kann.

Werden die oben genannten Punkte berücksichtigt, kann abhängig von der Art des einwirkenden Geräusches eine deutlich wahrnehmbare Abschirmwirkung der Hecke erreicht werden. Lärmspektren mit hohen Frequenzanteilen können deutlich besser abgeschirmt werden, da die Wirkung von Hecken bei Frequenzen oberhalb 500 – 1000 Hz einsetzt und darüber stark ansteigt.