

Der Nutzen von Schallschutzfenstern im tiefen Frequenzbereich

E. Buchta, K.-W. Hirsch (Institut für Lärmschutz, Düsseldorf)

Im Rahmen eines Pilotprojektes wurden 1988/89 in der Umgebung eines Tr.Üb.Pl.-es an ca. 90 Wohnhäusern die vorhandenen Fenster gegen neue speziell tieffrequente Geräusche geeignete Fenster ausgewechselt /1/. Eine Vorher- und eine Nachher-Befragung in diesen 90 Häusern bei 246 betroffenen Personen vorher und 170 Personen nachher ergab eine nennenswerte Verminderung der subjektiv empfundenen Beeinträchtigung durch Kanonenlärm. So hat sich die globale Belästigungsreaktion um rd. 66 % verringert (s. Abb. 1) und die Unzumutbarkeit des Lärms vom Tr.Üb.Pl. von 74 % auf 15 % um rd. 60 % (s. Abb. 2).

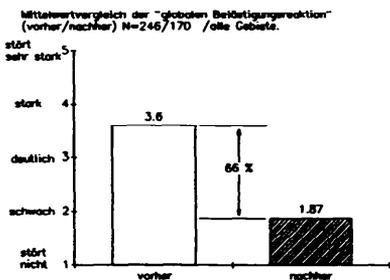


Abb. 1: Globale Belästigungsreaktion vorher/nachher für alle Gebiete

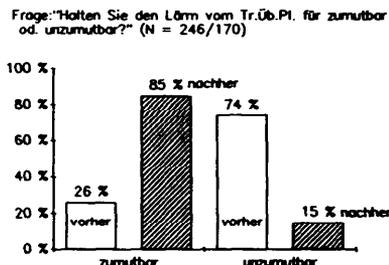


Abb. 2: Beurteilung der Zumutbarkeit des Lärms vom Tr.Üb.Pl.

Die subjektive Beurteilung der tatsächlichen Dämmwirkung der neuen Fenster wurde von 40 % der Befragten als sehr gut und von 50 % als gut bezeichnet. In der globalen Belästigungsreaktion (s. Abb. 3) war vorher mit 3,6 eine fast starke Störung (4) vorhanden, die durch die neuen Fenster auf eine schwache Störung (2) reduziert wurde. Diese mittlere Verminderung der globalen

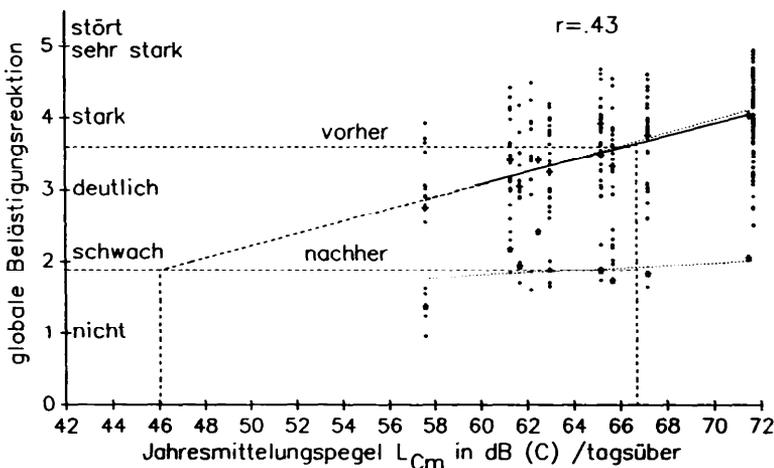
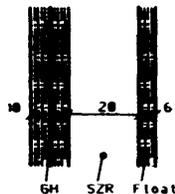


Abb. 3: Globale Belästigungsreaktion vor und nach dem Einbau von Schallschutzfenstern

Belästigungsreaktion bei 246 Vorher-Befragten und 170 Nachher-Befragten mit neuen Fenstern von einer fast starken Störung (3,6) bei einem Mittelungspegel von $L_{Cm} = 67$ dB(C) tagsüber außen auf eine schwache Störung (1,87) bei einem Mittelungspegel von 46 dB(C) entspricht einer Geräuschpegeldifferenz von rd. 21 dB(C) tagsüber außen.



Die gemessene Verbesserung der Pegelminderung durch die neuen Schallschutzfenster erreicht aber im tiefen Frequenzbereich nicht diesen Wert von 21 dB. Die alten Fenster waren mit Einfachglasscheiben von 4 - 5 mm Stärke ausgerüstet oder als Verbundfenster mit gleicher Glasstärke. Die eingesetzten neuen Schallschutzfenster erhielten Isolierverglasungen, die in mehreren Vorhaben vorher erprobt und im Prüfstand überprüft wurden. Den Aufbau der Isolierglasscheibe zeigt Skizze 1.

Skizze 1:

In Abb. 4 sind beispielsweise die gemessenen Pegelminderungen von 12 Fenstern im tiefen Frequenzbereich von 4 Hz bis 500 Hz sowie das Schalldämm-Maß R' im Frequenzbereich von 25 Hz bis 3150 Hz dargestellt, wobei bei zwei Häusern (11 und 12) die alten Fenster nur abgedichtet wurden. Eine Abdichtung der Fenster mit spezieller eingefräster Lippendichtung bewirkt im tiefen Frequenzbereich keine Verbesserung der Schalldämmung.

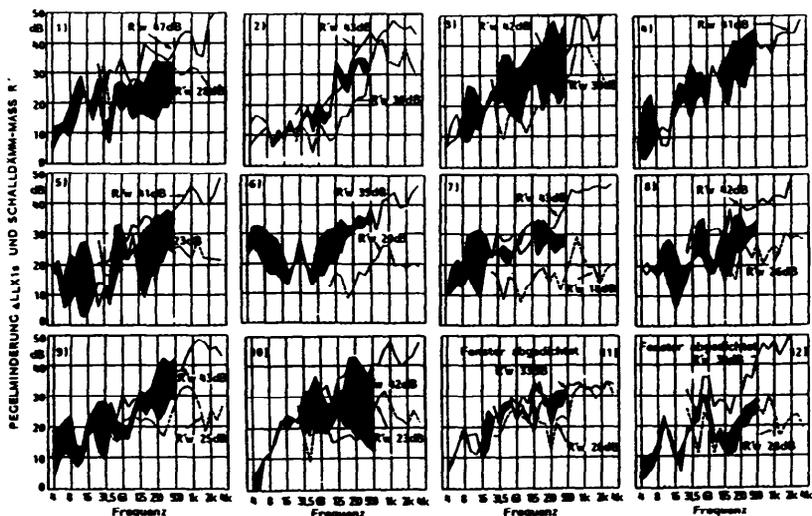


Abb. 4: Pegelminderung ΔLx der Kanonenimpulse und Schalldämm-Maß R' für Tertiärbrauschen unter Berücksichtigung von $10 \log S/A$

Abb. 4: Pegelminderungen ΔLx von Kanonenknallen von 4 Hz bis 500 Hz und Schalldämm-Maße R' von 25 Hz bis 3150 Hz für alte und neue Fenster

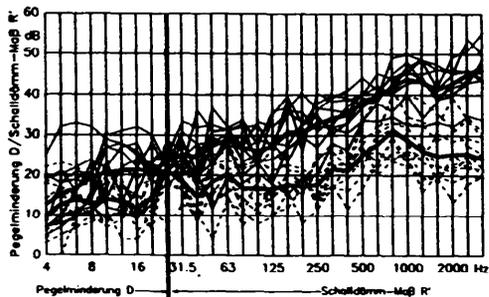


Abb. 5: Pegelminderung D im Frequenzbereich von 4 - 25 Hz und Schalldämm-Maß R' (25 - 3150 Hz)

In Abb. 5 sind die Pegelminderungen D im sehr tiefen Frequenzbereich unterhalb von 25 Hz und das Schalldämm-Maß R' oberhalb von 25 Hz für die 12 untersuchten Fenster zusammen dargestellt. Daraus ist ersichtlich, daß im tiefen Frequenzbereich unterhalb von 25 Hz die Verbesserung mit $\Delta L = 5$ dB bis 10 dB geringer ist als im höheren Frequenzbereich mit $\Delta R' = 10$ bis 20 dB.

Es wird jedoch eine hohe subjektiv empfundene Lärminderung der tieffrequenten Impulsgeräusche (Kanonenlärm) erreicht trotz einer relativ geringen Pegelminderung von 5 - 10 dB, die einer subjektiven Pegelminderung von $\Delta L = 21$ dB entspricht (s. Abb. 3). Ein Dankbarkeitseffekt dafür, daß die Anlieger neue Fenster erhielten, ist durch zusätzliche Untersuchungen auszuschließen. Es wurden z.B. bei zwei Kontrollgruppen a' 17 Personen die gleichen Ergebnisse erzielt wie bei den Hauptgruppen. Außerdem wurde eine weitere Untersuchung zum sog. „Dankbarkeitseffekt“ mit insgesamt 112 Versuchspersonen in einem stark belasteten Gebiet in zwei Häusern durchgeführt. Ein Haus mit alten Fenstern und ein daneben stehendes Haus mit neuen Fenstern. Auch hier 2/ ergab sich eine subjektiv empfundene Pegelminderung, die zweifach so groß war als die akustisch gemessene.

Eine Erklärung dafür läßt sich finden, wenn man die Isophonkurven heranzieht. Daraus ist ersichtlich, daß einer Stufe von 5 phon bei 30 Hz einer Stufe von 10 phon bei 1000 Hz entspricht.

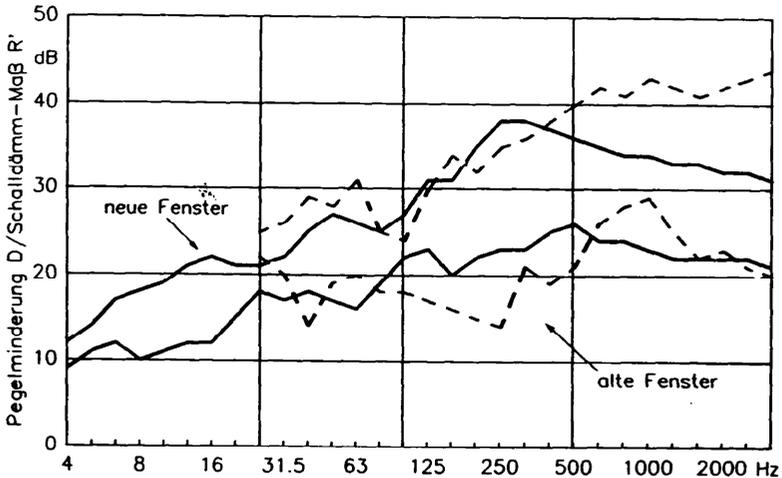


Abb. 6: — Pegelminderung D bei tieffrequenter Impulsanregung (Kanonenlärm)
 ---- Schalldämm-Maß R' der alten und neuen Fenster

Die Pegelminderungen D der tieffrequenten Impulsgeräusche erreichen ähnliche Werte wie die durch Beschallung nach DIN 52210 bzw. VDI 2719 erzielten Schalldämm-Maße R' (s. Abb. 6), wenn man vom höheren Frequenzbereich oberhalb 500 Hz absieht. Beim Schalldämm-Maß R' ist die gemessene Raumkorrektur $10 \lg S/A$ (s. Abb. 7) von 4 bis 8 dB berücksichtigt, jedoch nicht

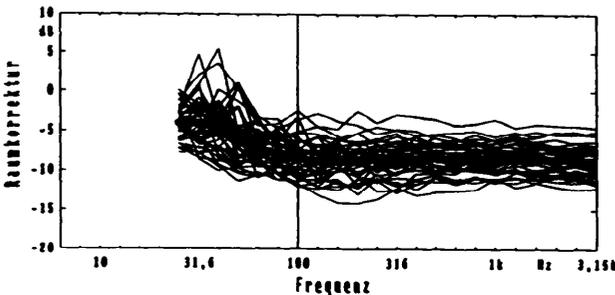


Abb. 7: Raumschallabsorptionskorrektur $10 \lg S/A$

für die tieffrequenten Impulsgeräusche. Würde man die gleiche Raumabsorption auch für die tieffrequenten Impulsgeräusche anwenden, würde sich ein sehr unterschiedlicher Verlauf der Schalldämm-Masse R' und R'_{Impuls} (s. Abb. 8) zueinander ergeben, wobei $R'_{\text{Impuls}} = D + 10 \lg S/A$ ist.

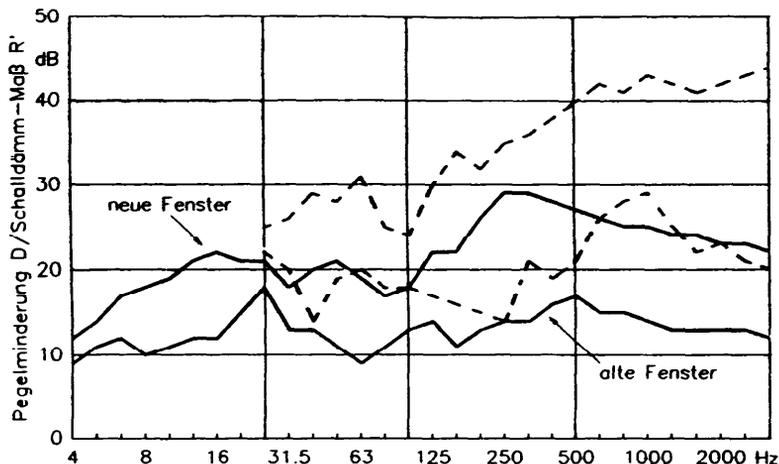


Abb. 8: — Pegelminderung D bei tieffrequenter Impulsanregung (Kanonenlärm)
 - - - Schalldämm-Maß R' der alten und neuen Fenster mit Raumschallabsorptionskorrektur $10 \lg S/A$

Dies läßt darauf schließen, daß die Schallabsorption der Räume bei konstanter Anregung im Raum eine andere ist als bei Impulsanregung mit einer langen, ebenen und impulshaltigen Schallwelle (17 m bei 20 Hz), die auf das ganze Haus trifft.

Die Raumabsorption $10 \lg S/A$ berücksichtigt nur die Fensterfläche S als Eintrittsfläche. Dies ist nach bisherigen Untersuchungen /1/, /2/ und /4/ jedoch bei tieffrequenter Anregung nicht die einzige Abstrahlfläche in den Raum, denn es sind auch Decken und andere Umfassungsteile an der Abstrahlung in den Raum beteiligt. Daher ist bei tieffrequenter Impulsanregung die Größe der Abstrahlfläche größer als die Fensterfläche und somit muß die Raumabsorptionskorrektur $10 \lg S/A$ bei tieffrequenter Impulsanregung kleiner sein als bei einer Beschallungsanregung für die Bestimmung des Schalldämm-Maßes R' nach VDI 2719.

Die Hauptschlußfolgerung ist, daß eine geringere Pegelminderung im tiefen Frequenzbereich eine größere empfundene Minderung bewirkt. Man kann mit einer gemessenen Minderung von 5 bis 8 dB im tiefen Frequenzbereich < 50 Hz eine subjektiv empfundene Minderung um den doppelten Betrag (10 - 20 dB) erreichen.

Literatur:

- /1/ Buchta, E. „Pilotprojekt für passive Schallschutzmaßnahmen am Tr.Üb.Pl. Grafenwöhr“ im Auftrag des Bundesminister der Finanzen
- /2/ Buchta, E.; Hirsch, K.-W.; Schomar, P.: „Objektivierung von subjektiv ermittelten Verbesserungen des Schallschutzes von Fenstern“ DAGA '91 Bochum
- /3/ Meyerhölzer, W.: „Untersuchungen zur Dämmwirkung von Bauteilen bei tiefen Frequenzen und bei Impulsanregung“ im Auftrag des Umweltbundesamtes 1980
- /4/ Buchta, E.: „Erprobung geeigneter Schallschutzmaße als passiven Schallschutz gegen Schießlärm für Wohngebäude in Randgemeinden des Truppenübungsplatzes Bergen“ im Auftrag BmVg / Staatliche Bauleitung Bergen 1987/89