

Baulicher Schallschutz gegen Verkehrslärm

WISSENSWERTES ÜBER DIE SCHALLDÄMMUNG VON FENSTERN

Dipl.-Ing. Wolf-Dietrich Kötz, Berlin

- 1 Vorbemerkung

- 2 Wahl geeigneter Schallschutzfenster
 - 2.1 Fensterarten und Schallschutzfensterklassen
 - 2.2 Einfache Kontrollverfahren
 - 2.3 Nachträgliche Maßnahmen zur Verbesserung des Schallschutzes an Fenstern
 - 2.4 Verbesserung der Schalldämmung von Fenstern durch Rolläden
 - 2.5 Nachmessungen am Bau
 - 2.6 Kosten der Schallschutzfenster

- 3 Ein Haus verliert sein Gesicht
- 4 Schalldämmung der Außenwände
- 5 Wohnklima und Schallschutz

WISSENSWERTES ÜBER DIE SCHALLDÄMMUNG VON FENSTERN

Dipl.-Ing. Wolf-Dietrich Kötz, Berlin

1 Vorbemerkung

Zu den wichtigen Aufgaben einer Wohnung gehört auch, Schlaf und Erholung zu sichern. Die Befriedigung unserer Wohnbedürfnisse setzt insbesondere voraus, dass wir vornehmlich am Tage und in den Abendstunden Telefon, Rundfunk und Fernsehen ungestört nutzen können und in der Nacht ein Schlaf frei von Störungen möglich ist. Dabei sollte es auch möglich sein, dass die Fenster gelegentlich geöffnet sind.

Der Begriff des Wohnens umfasst die angemessene Nutzung des Wohnumfeldes einschließlich der Balkone, Terrassen und Hausgärten.

Bedauerlicherweise gibt es zahlreiche Geräusche, welche ein ungestörtes Wohnen häufig verhindern. Den ersten Platz unter den störenden Geräuschen belegt der Straßenverkehrslärm.

Auf der Flucht vor dem Verkehrslärm bleibt meist nur der Rückzug in die eigenen "vier Wände" hinter gut dämmende, geschlossene Fenster und hinreichend dimensionierte Außenwände.

Der Rückzug hinter schützende Mauern als letzte rettende "Lärmschutzmaßnahme" ist jedoch de facto die Kapitulation vor dem Verkehrslärm. Wir mauern uns ein, um Ruhe zu haben. Das kann nicht unser Ziel sein! Bevor man darangeht, die Fenster "zuzumauern", sollten zunächst sämtliche Möglichkeiten der Lärminderung an der Quelle und auf dem Ausbreitungsweg ausgeschöpft sein.

Leider werden in der Praxis den Betroffenen viel zu oft hochschalldämmende Fenster als Ersatz für aktiven Schallschutz "verordnet". Die Verlockung ist groß, diesen bequemen Weg zu beschreiten, denn die Technik des (passiven) Schallschutzes an Gebäuden hat mittlerweile ein beachtliches Maß an Perfektion und Routine erreicht. Verglichen mit dem, was an den Lärmquellen selbst und im Bereich des städtebaulichen Schallschutzes getan werden muss, sind bei der Schallschutztechnik von Außenbauteilen die technischen Schwierigkeiten, die Kosten und die benötigten Sanierungszeiten häufig geringer, wobei obendrein noch der technische Erfolg - also die Pegelminderung für den Gestörten - mit durchaus üblichen Werten von 30 bis 60 dB viel größer ist als das, was im Regelfall außen erreichbar ist.

So besteht die Gefahr, dass das eigentliche Ziel, nämlich die Entlärnung der freien Umgebung (von Wohnungen), nicht mit dem Nachdruck verfolgt wird, wie es zur Entschärfung der Lärmsituation im Interesse der vielen vom Außenlärm Betroffenen nach wie vor unbedingt notwendig wäre:

Nicht das 50-dB-Fenster, welches eingebaut werden muss (und nicht mehr geöffnet werden darf !), garantiert ein menschenwürdiges Wohnen, sondern das 20-dB-Fenster, welches man belassen kann und das nicht nur den optischen, sondern auch den akustischen Kontakt zu einer Umgebung gestattet, deren Geräuschstruktur nicht mehr stört !

Örtliche Gegebenheiten und die städtebauliche Konzeption lassen nicht immer aktive Maßnahmen zur Lärminderung zu. So werden z.B. Schallschutzwände und -wälle für die Lärmsanierung an innerörtlichen Straßen i.d.R. von den Anwohnern nicht toleriert. Wo im innerstädtischen Bereich Maßnahmen des "aktiven" Schallschutzes (Quelle, Übertragungsweg) häufig nicht oder nicht in genügendem Maße möglich sind, müssen zum Schutz der Wohnungen vor Außenlärm zumindest Anforderungen an die Schalldämmung der Außenbauteile gestellt werden.

Die Anforderungen an die Schalldämmung beziehen sich dabei zunächst auf alle Außenbauteile, d.h. Außenwände, Dächer, Fenster, Türen, Rolladenkästen, Lüftungseinrichtungen. In dieser Aufzählung spielen die Fenster zweifellos die wichtigste Rolle.

Im Gegensatz zum Schutz vor Schallübertragung im Haus von Raum zu Raum, bei dem hohe Schalldämmwerte erwünscht sind und keine Nachteile zur Folge haben, muss beim Schutz vor Schallübertragung von außen nach innen die Dämmung gezielt und mit Bedacht bemessen werden, weil im Falle zu hoher Dämmwerte folgende Nachteile zu erwarten sind:

- zu geringer Grundgeräuschpegel ("Maskierungspegel") in Wohnungen, daher verstärkte Hörbarkeit von Geräuschen aus Nachbarwohnungen, z.B. störende Sanitärgeräusche;
- Isolationsgefühl;
- raumklimatische Nachteile (Lüftung, Stockflecken, Schimmelpilze);
- Einbau von Lüftungseinrichtungen erforderlich;
- erschwerte Handhabbarkeit bei hochschalldämmenden (schweren) Fenstern;
- unnötig hohe Kosten.

Da sowohl die zu dämmenden Außenpegel als auch die einzuhaltenden Innenpegel in weiten Grenzen schwanken können, ist es sinnvoll, die Höhe der erforderlichen Schalldämmung der Außenbauteile individuell zu ermitteln.

Hinweise für angemessene Maßnahmen des baulichen Schallschutzes gegen Außenlärm geben die

- • **VDI-Richtlinie 2719 "Schalldämmung von Fenstern"**
- • **DIN 4109 "Schallschutz im Hochbau"**

Spezielle Regelungen für die Bemessung von passivem Schallschutz an Verkehrswegen finden sich in der

- **Verkehrslärmschutz-Richtlinie (VLärmSchR97)**, Richtlinie für den Verkehrslärmschutz an Bundesfernstraßen in der Baulast des Bundes
- **Akustik 23** der Deutschen Bundesbahn (für den Lärmschutz an Schienenwegen)
- **Verkehrswege-Schallschutzmaßnahmenverordnung (24. BImSchV)**

2. Wahl geeigneter Schallschutzfenster

Fenster sind die größten Schwachstellen bei der Lärmdämmung eines Hauses: Alte Fenster haben eine Schalldämmung (ca. 25 dB), die 1000 mal (!) geringer ist, als die einer guten Außenwand (55 dB).

Das Ausmaß des Lärms, der ins Gebäudeinnere dringt, wird deshalb wesentlich vom Flächenanteil der vorhandenen Fenster beeinflusst: Je mehr Fenster die Außenwand hat und je größer die Fenster sind, desto weniger kann das höher dämmende Wandmaterial diese Schwäche ausgleichen. Beim Schutz gegen Außenlärm kommt den Fenstern also eine besondere Bedeutung zu.

Grundlage für die Auswahl der Fenster ist einerseits die Kenntnis der Lärmbelastung der Fassade und andererseits ein Messergebnis über den Schallschutz eines Fensters aus einem Labor-Prüfstand.

Prüfzeugnisse geben Auskunft über die schalltechnischen Eigenschaften und den konstruktiven Aufbau eines Fensters. Im Prüfzeugnis finden Sie den Schalldämmwert des Fensters, der unter (idealen) Laborbedingungen ermittelt wurde. Ungenauigkeiten bei der Montage, wie sie in der Baupraxis nicht auszuschließen sind, können dazu führen, daß der Schalldämmwert des eingebauten Fensters um 2 bis 3 dB niedriger liegt.

Neue Fenster erfüllen die Forderung nach Schalldämmung durch unterschiedliche Konstruktionen. Auch alte Fenster lassen sich in Schallschutzfenster verwandeln. Ein optimaler Schallschutz wird dabei zwar nicht erreicht werden, dafür sind solche Verbesserungen in der Regel wesentlich billiger als eine Totalerneuerung.

2.1 Fensterarten und Schallschutzfensterklassen

Fenster lassen sich hinsichtlich ihres grundsätzlichen konstruktiven Aufbaus in drei Arten einteilen:

- Einfachfenster
- Verbundfenster
- Kastenfenster.

Das **Einfachfenster** besteht aus einem Flügelrahmen, in den sowohl eine Einzelscheibe als auch eine beliebige Isolierglasscheibe eingesetzt werden kann.

Das **Verbundfenster** besitzt zwei Flügelrahmen, die untereinander durch eine Verriegelung verbunden sind, wobei nur einer der beiden Flügelrahmen am Blendrahmen angeschlagen ist. Sie werden über gemeinsame Beschläge geöffnet.

Das **Kastenfenster** besteht aus zwei voneinander unabhängigen Flügelrahmen, die im Gegensatz zum Einfach- und Verbundfenster nacheinander geöffnet werden müssen. Bei den Kastenfenstern kann der Blendrahmen aus einer Einheit bestehen, aber auch - bei besonders hohen Schallschutzansprüchen - getrennt sein, so dass jeder Flügelrahmen über einen separaten Blendrahmen verfügt.

Die vorstehende Reihenfolge der Fensterarten entspricht auch allgemein der steigenden Schalldämmung. Einfachfenster mit Isolierverglasung gibt es mit unterschiedlichen Schalldämmwerten bis 50 dB. Sie werden jedoch vorwiegend im Bereich der Schallschutzklassen 1 bis 3 (25 bis 40 dB) verwendet. Einfachfenster mit Isolierverglasung, die aus Gründen des Wärmeschutzes häufig eingebaut werden, haben eine Schalldämmung von gut 30 dB. Verbundfenster sind üblich für die Schallschutzklassen 3 bis 5 (35 bis 50 dB), während Kastenfenster vorwiegend für hohe Schallschutzanforderungen der Klassen 5 und 6 (45 bis 60 dB) in Betracht kommen.

Die Schalldämmung von Fenstern überdeckt je nach Konstruktion und Güte den weiten Bereich von etwa $R_w = 20$ bis 60 dB. Da sowohl die Schalldämmung ein und desselben Fensters um einige dB schwanken kann als auch gewisse Unsicherheiten in der rechnerischen Bestimmung der erforderlichen Dämmung nicht zu vermeiden sind, schien es

gerechtfertigt, die Schalldämmung von Fenstern in 5-dB-Klassen einzuteilen und alle Fenster innerhalb einer Klasse als schalltechnisch gleichwertig anzusehen. Schallschutzfenster werden nach VDI 2719 in sechs Schallschutzklassen eingeteilt (Tabelle 1).

Eine derartige Klasseneinteilung erleichtert in der Baupraxis die Kennzeichnung, Auswahl und Ausschreibung von Fenstern.

Spalte	1	2	3
Zeile	Schall- - schutz- - klasse	bewertetes Schalldämm- Maß R'_w des am Bau funktionsfähig eingebauten Fensters, gemessen nach DIN 52210 Teil 5 in dB	erforderliches bewertetes Schalldämm- Maß R_w des im Prüfstand (P-F) nach DIN 52210 Teil 2 eingebauten funktionsfähigen Fensters in dB
1	1	25 bis 29	≥ 27
2	2	30 bis 34	≥ 32
3	3	35 bis 39	≥ 37
4	4	40 bis 44	≥ 42
5	5	45 bis 49	≥ 47
6	6	≥ 50	≥ 52

Tabelle 1: Schallschutzklassen von Fenstern nach VDI 2719 [8]

Die Einstufung eines Fensters in eine Schallschutzklasse setzt eine Baumuster- oder Eignungsprüfung im Labor voraus. Ohne besonderen messtechnischen Nachweis ist eine Klasseneinteilung möglich, wenn das Fenster den Konstruktionsdetails gemäß Tabelle 4 (VDI 2719 Tab. 3) und den dort in Fußnoten genannten Bedingungen entspricht. Ausführungsbeispiele für Fenster findet man auch im Beiblatt 1 DIN 4109 (dort Tabelle 40).

Einflüsse auf die Schalldämmung von Fenstern

Bei der Ausbreitung von Verkehrsgeräuschen handelt es sich im physikalischen Sinne um Luftschallübertragung, die Weiterleitung der Schallenergie über das Medium Luft. Das bedeutet konkret, daß dort, wo Luft die Gebäudehülle durchdringen kann (Fugen, Ritzen, Öffnungen), auch Schallenergie als Luftschall in das Gebäude gelangt. Voraussetzung für die Schalldämmung der Gebäudehülle ist daher deren Dichtheit.

Die Schalldämmung eines Fensters wird vor allem durch folgende Eigenschaften erreicht:

- hohe Fugendichtigkeit von Rahmen zu Mauerwerk und zwischen Flügel und Rahmen,
- großer Scheibenabstand,
- unterschiedliche Scheibendicken,
- große Gesamtdicke der Scheiben.

Wesentliche Einflussgrößen für den Schallschutz von Fenstern sind daher die

- Verglasung (Dicke und Aufbau)
- schalltechnische Qualität des Blendrahmens und des Flügelrahmens
- Dichtung des Blendrahmens gegen den Flügelrahmen und
- Dichtung des Blendrahmens gegen das Mauerwerk, d.h. Anschluss der Fenster an den Baukörper.

Verglasung

Bei der Einzelscheibe wird das Schalldämm-Maß durch die Dicke der Scheibe bestimmt. Näherungsweise gilt: Je dicker die Scheibe, desto höher der Schalldämmwert. Bei vorwiegend gerichtet einfallendem Schall tritt infolge des sogenannten Spuranpassungseffektes in einem bestimmten Frequenzbereich eine stark verminderte Schalldämmung auf. Dies ist zu beachten, wenn Geräusche überwiegend aus einer bestimmten Richtung schräg auf die Scheibe auftreffen.

Bei Doppelverglasungen sollten verschieden dicke Scheiben gewählt werden, um den Spuranpassungseffekt abzuschwächen. Die dickere Scheibe wird in der Regel aus statischen Gründen nach außen orientiert. Eine Erhöhung des Schalldämm-Maßes, vor allem im Bereich der Spuranpassung, kann durch Verwendung von Verbundglas in ein- oder mehrschaliger Verglasung erreicht werden.

Mehrschaligkeit

Für höhere Schalldämmwerte werden i.d.R. Mehrscheibenverglasungen eingesetzt. Dabei hat die Größe des Luftzwischenraumes zwischen den Scheiben Einfluss auf die

Schalldämmwirkung. Um bei mehrschaligen Elementen deutliche Effekte zu erhalten, muss der Scheibenabstand mehrere Zentimeter betragen. Unter 10 mm Abstand wird keine wirksame Verbesserung der Schalldämmwirkung gegenüber Einfachverglasungen erzielt.

Gasfüllungen

Durch Verwendung von Gasen mit geringerem spezifischen Gewicht als Luft, z.B. Schwefelhexafluorid (SF_6) kann die Schalldämmung (R_w -Wert) der Scheiben erhöht werden. Jedoch haben gasgefüllte Scheiben speziell bei tiefen Frequenzen eine schlechtere Schalldämmung als luftgefüllte Scheiben mit gleichem R_w -Wert. Dies sollte bei Verkehrsgeräuschen mit hohem Anteil tiefer Frequenzen (z.B. Straßen mit starkem Lastwagenverkehr) berücksichtigt werden. Künftig werden Prüfzeugnisse von Scheiben daher zusätzlich zum Schalldämm-Maß R_w auch noch einen Spektrum-Anpassungswert C_{tr} ($tr = \text{Traffic}$) enthalten, der über die verminderte Dämmung gegen Straßenverkehrsgeräusche Auskunft gibt.

Das Umweltbundesamt empfiehlt, zum Schutz des Klimas auf den Einbau von Schallschutzscheiben mit SF_6 zu verzichten. Gasfüllungen mit Schwefelhexafluorid (SF_6) in Schallschutz-Isolierglasscheiben fördern den Treibhauseffekt.

SF_6 gehört zu der Gruppe von klimawirksamen Gasen mit den höchsten Treibhauspotenzialen. Bereits eine Tonne (t) SF_6 schädigt die Atmosphäre in einer Größenordnung, die vergleichsweise 24.000 t Kohlendioxid (CO_2) entsprechen. Etwa die Hälfte aller derzeitigen SF_6 -Emissionen stammt aus Schallschutz-Isolierglasscheiben. Bei einer durchschnittlichen Lebensdauer der Isolierglasscheiben von 25 Jahren wird spätestens mit der Entsorgung der Scheiben die gesamte Gasmenge in die Atmosphäre entwichen sein. Aufgrund der Einführung der gasgefüllten Scheiben vor rund 20 Jahren werden künftig große Mengen des Füllgases freigesetzt werden. Dies führt zu einem weiteren Anstieg der Emissionen selbst bei einem sofortigen Stop der SF_6 -Befüllungen.

Auch unter dem Gesichtspunkt der Energieeinsparung ist die Befüllung mit SF_6 nachteilig, da SF_6 die Wärmedämmung der Scheiben vermindert.

Scheibengröße

Die Schalldämmung von Glasscheiben ist auch abhängig von der Scheibengröße und dem Scheibenformat; sie ist bei Scheiben größer als 2 m² geringer als im Prüfstand nach DIN 52210 gemessen. Quadratische Scheibenformate haben schlechtere

Eigenschaften als lange rechteckige Formate.

Rahmenmaterial

Der Einfluß des Rahmenmaterials (Holz, Kunststoff, Metall oder Mischkonstruktion) auf die Schalldämmung von Fenstern ist i.a. vernachlässigbar, d.h. alle Materialien sind für alle Schallschutzklassen geeignet.

Wirtschaftliche Erwägungen können für die Auswahl eines Rahmenmaterials entscheidend sein, aber auch ökologische Gesichtspunkte (Recycling, Holzschutzmittel).

Anschluß der Fenster an den Baukörper.

Von entscheidendem Einfluss für das Erreichen der geforderten Schalldämmung am Bau ist der dichte Anschluss des Fensters zwischen Blendrahmen und Rohbau. Für die Schallschutzklassen 1 und 2 ist es im Regelfall ausreichend, die Anschlüsse des Blendrahmens zum Baukörper mit Mineralwolle auszustopfen bzw. mit einem geeignetem (alterungsbeständigen) Schaum auszufüttern. Bei Schallschutzklasse 3 empfiehlt sich zusätzlich die Anordnung eines Hinterfüllprofils (z.B. geschlossenzellige Neoprenprofile). Auch bei hohen Schallschutzanforderungen ist die Dichtigkeit in diesem Bereich gegeben, wenn die Öffnungen fest mit Mineralwolle ausgestopft und zusätzlich beidseitig dauerelastisch versiegelt werden. Ferner empfiehlt sich eine beidseitige Überdeckung der Einbaufuge mit Putz.

Typische Einbaufehler sind

- das Einbringen des Mineralwollestricks nur auf der Raumseite,
- das mangelhafte Dichten der Fuge an der Unterseite des Blendrahmens (unterhalb der Fensterbank),
- das nicht ausreichende Ausstopfen oder Ausschäumen im Bereich der Ecken neben den Montageklötzen.

2.2 Einfache Kontrollverfahren

Der in der Praxis erzielbare Schallschutz hängt wesentlich von der Qualität des Fenstereinbaus ab. Insbesondere kann durch Undichtigkeiten sowohl im Bereich des

Anschlusses des Fensters an das Mauerwerk als auch im Bereich der Fensterfälze eine wesentliche Verminderung des Schallschutzes eintreten. Fenster mit hohen Schalldämmwerten müssen ganz besonders sorgfältig montiert werden. Denn Undichtigkeiten können den hohen Dämmwert, der sich ja auch in hohen Kosten niederschlägt, zum Teil zunichte machen.

Es hat sich in der Vergangenheit immer wieder gezeigt, dass die im Labor für Schallschutzfenster ermittelten Schalldämmwerte beim Einbau im Gebäude oft nicht erreicht werden. Dies liegt meist am unsachgemäßen Einbau, seltener an fehlerhaften Konstruktionen.

Ohne Kontrollen kein Schallschutz !!

Haben Sie den Eindruck, dass Ihre neuen Fenster dem Schall (zu) wenig Widerstand bieten und möglicherweise der Einbau nicht mit Sorgfalt vorgenommen wurde, können Sie die Funktionstüchtigkeit der für die Schalldämmung wichtigen Komponenten in einfacher Weise und mit einfachen Hilfsmitteln prüfen. Es gibt eine Reihe einfacher Tests, die es ermöglichen, grobe schalltechnische Fehler am Fenster rasch zu erkennen.

Bei Einfachfenstern und Verbundfenstern mit einem *bewerteten Schalldämm-Maß* bis ca. $R_w = 37$ dB kann davon ausgegangen werden, dass eine Überprüfung des Fensters mit den unten genannten Kontrollen möglich ist:

Überprüfung

- der Übereinstimmung des Fensters mit der Beschreibung,
- des Fugenprofils,
- der Funktion der Verriegelungen,
- der Funktion der Dichtung(en) zwischen Blend- und Flügelrahmen,
- der Glasabdichtung,
- der Glasdicken und des Scheibenabstands,
- der Überdeckung des Blendrahmens durch den Flügelüberschlag,

Diese einfachen Kontrollen liefern aber keine quantitativen Aussagen, d.h. es kann nicht festgestellt werden, um wieviel dB das bewertete Schalldämm-Maß R_w durch einen Mangel verschlechtert wird.

Bei Einfachfenstern mit Schalldämmwerten zwischen 37 dB und 40 dB sind die o.g. mechanischen Kontrollen durch akustische Messungen zu ergänzen.

Beschreibung des Fensters

Als Vergleichsgrundlage sollte ein Prüfzeugnis dienen. Bei der Beurteilung ist dann die Übereinstimmung der Beschreibung im Prüfzeugnis mit dem Fenster besonders hinsichtlich folgender Punkte zu überprüfen:

- Konstruktion des Fensters (Profilquerschnitte, Armierung)
- Verglasung (Scheibenaufbau, Gas-/Luftfüllung)
- Art, Anzahl und Anordnung der Dichtungen
- Anzahl und Lage der Verriegelungen

Falls kein Prüfzeugnis vorliegt, können aus nachfolgender Tabelle 2 Anhaltswerte für die zu erwartende Schalldämmung entnommen werden. Voraussetzung ist, dass das Fenster in Ordnung ist!

Fugenprofil (Kittabdruck)

Mit geeignetem Kittmaterial (z.B. Fensterkitt) kann die Fugengeometrie zwischen Flügel- und Blendrahmen überprüft und mit den Sollwerten laut Konstruktionszeichnung verglichen werden. Wenn die Fuge zu groß ist, kann die Dichtung ganz oder teilweise vom Gegenprofil abheben und es entsteht Fugenschall. Auch wenn die Lippen des Dichtungsprofils gerade noch die Gegenseite berühren, kann sich durch den höheren freistehenden Anteil der Dichtung bzw. durch geringere Überlappung die Schalldämmung verschlechtern. Speziell bei komplizierten Fälzungen ist die Kittprobe zu empfehlen.

Beschreibung: An vier Stellen werden dünne Kittschnüre (ca. 15 mm Durchmesser) quer auf den Falz des Blendrahmens gelegt und mit dünner Folie (verhindert Verkleben) abgedeckt. Danach Fenster schließen, verriegeln und wieder öffnen: Der Kitt hat das Falzprofil abgebildet. Sind größere Unterschiede (über 2 mm) zwischen diesem Profil und dem in den Schnittzeichnungen des Fensters dargestellten Profil festzustellen, dann ist das Fenster mangelhaft hergestellt (zu große Abstände zwischen Flügel- und Blendrahmen). Es muss mit Fugenschall gerechnet werden.

Tabelle 2: Schalldämm-Maße R_w von fehlerfreien Fenstern in dB []

Glasaufbau in mm	L	G	Konstruktionsmerkmale	
			1	2
4-12-4	x		32/34	33/35
4-16-4	x		33/35	34/35
5-16-4	x		35/37	36/37
6-12-4		x	37/38	37/39
6-16-4	x		37/38	37/39
6-16-4		x	38/39	38/40
8-12-4		x	37/38	37/39
8-16-4		x	38/39	38/39
8-20-4		x	38/39	39/40
8-24-4		x	39/40	39/41
10-12-4		x	38/39	38/40
10-20-4		x	39/40	40/41
10-24-4		x	40/41	40/42
4-10-4-10-4	x		ca. 33	ca. 33
6-10-4-10-4	x		ca. 37	ca. 37
6-10-4-10-4		x	ca. 38	ca. 38
8-10-4-10-4		x	ca. 40	ca. 40
Glasaufbau:	Scheibe-Zwischenraum-Scheibe (in mm)			
Spalte L:	Luftfüllung im Scheibenzwischenraum			
Spalte G:	Schwergas im Scheibenzwischenraum			

Anmerkung:

Die angegebenen Werte sind Erfahrungswerte aus DIN-Messungen im Labor für Schallmesstechnik Rosenheim ab 1979. Sie wurden laufend mit den neuesten Ergebnissen verglichen und ergänzt. Die werte sagen aus, mit welchem Schalldämm-Maß R_w bei einem fehlerfreien Fenster zu rechnen ist (z.B. 33/34 bedeutet $R = 33$ bis 34 dB). Für Fenster mit dreischiebigen Isoliergläsern können wegen der geringen Anzahl von Messungen nur ca.-Werte angegeben werden.

Konstruktionsmerkmale:

- Holz-Fenster:
 - 1: Rahmenstärken von 50 bis 60 mm, eine umlaufende Dichtung, Verriegelungen nur schließseitig
 - 2: Rahmenstärken über 60 mm, zwei umlaufende Dichtungen; Verriegelung umlaufend
- PVC Fenster:
 - 1: Leichte PVC-Profile, eine umlaufende Dichtung, Verriegelungen nur schließseitig
 - 2: Schwere PVC-Profile, zwei umlaufende Dichtungen, Verriegelungen umlaufend, Flügel- und Blendrahmen-Profile armiert
- Alu-Fenster:
 - 1: Leichte thermisch getrennte Aluminium-Profile, eine umlaufende Dichtung, Verriegelungen schließseitig
 - 2: Schwere thermisch getrennte Aluminium-Profile, zwei umlaufende Dichtungen, Verriegelungen umlaufend

Funktion der Verriegelung (Kittabdruck)

Mit geeignetem Kitt in den Schließblechen des Fensters kann sehr schnell festgestellt werden, ob die Verriegelung des Fensters an allen Punkten einwandfrei funktioniert.

Beschreibung: Mit Kitt die Stellen in den Schließstücken ausfüllen, wo die Schließzapfen eingreifen müssten. Fenster schließen (verriegeln) und wieder öffnen. Aus dem Abdruck des Schließzapfens im Kitt ist zu ersehen, ob der Schließzapfen ganz, teilweise oder gar nicht in das Schließstück eingreift. Einwandfrei ist das Fenster nur, wenn alle Schließzapfen ganz eingreifen.

Den Anpressdruck der Verriegelung kann man prüfen, indem man bei geschlossenem (verriegeltem) Fenster den Flügel an verschiedenen Stellen mit den Händen gegen den Blendrahmen drückt. Außerdem versuchen, den Flügel seitlich zu verschieben oder anzuheben. Bei diesen mechanischen Belastungen darf sich der Flügel nicht bewegen.

Dichtung(en) zwischen Blend- und Flügelrahmen (Papiertest)

Eine rein optische Kontrolle der Dichtungen (z.B. ob die im Prüfzeugnis beschriebenen Dichtungen vorhanden sind) erweist sich als ungenügend, wenn die Dichtungen schalltechnisch nicht wirksam sind. Mit einem dünnen Blatt Papier können nacheinander die einzelnen Dichtungen in ihrer Wirksamkeit überprüft werden.

Beschreibung: Einen dünnen Papierstreifen (ca. 15 cm breit) quer in den Falz des Blendrahmens einlegen, und zwar nur bis in den Falz, wo die raumseitige Dichtung anliegt. Fenster schließen und den Papierstreifen vorsichtig herausziehen. Wenn ein deutlicher Widerstand gegen das Herausziehen festgestellt wird, heißt das, die Dichtung preßt an und ist damit in Ordnung. Kein Widerstand bedeutet, die Dichtung liegt nicht ausreichend an, es ist mit Fugenschall zu rechnen.

Der „Papiertest“ ist der einfachste Test zur Kontrolle der Fugendichtung zwischen Flügel- und Blendrahmen. Er eignet sich grundsätzlich für die raumseitige Dichtung. Für die außenseitige Dichtung eignet er sich nur dann, wenn die Außenseite zugänglich ist (Balkon, Loggia, Erdgeschoss). Bei diesem Test darf aber immer nur eine Dichtung „greifen“, z.B. die raumseitige Dichtung. Dies lässt sich einfach kontrollieren, wenn auf dem Papierstreifen eine Grenzlinie aufgezeichnet ist, bis zu der das Papier im Falz eingeklemmt wird.

Besondere Sorgfalt ist bei Holzfenstern mit eng beieinander liegenden Dichtungen erforderlich, damit das Testpapier nicht gleichzeitig beide Dichtungen erfasst. Es könnte sonst eine gute Dichtung vorgetäuscht werden.

Glasabdichtung

Da der Glasgrund - außer bei einigen Holzfenstern - nicht mehr vollständig ausgefüllt, sondern umlaufend belüftet wird, muss die Wirksamkeit der Glasabdichtung zumindest optisch überprüft werden.

Beschreibung: Mit der Hand wird in der Nähe der Glasabdichtung (am Rand der Scheibe entlang) gegen die Scheibe gedrückt. Wenn sie sich leicht bewegen lässt oder gar von der Dichtung abhebt, kann ein Schalldämmverlust auftreten. Diese Kontrolle betrifft nur Fenster, die mit Dichtprofilen verglast sind. Sie entfällt bei Abdichtung mit plastischem oder elastischem Fugen-Dichtmaterial.

Für alle Fenster gilt: Die Eckausbildung der Glasabdichtung und der Glasleisten darf keine Löcher und Fugen aufweisen.

Glasdicken und Scheibenabstand (Glasdickenmesser)

Es gibt einfache Glasdickenmesser, welche sich für Glasdickenbestimmung von Scheiben bis etwa 8 mm gut eignen. Allerdings kann bei Isoliergläsern immer nur die Scheibe gemessen werden, auf der das Gerät aufliegt. Innenliegende Scheiben wie z.B. beim dreischiebigen Isolierglas oder Festverglasungen, die von außen nicht zu erreichen sind, können damit nicht überprüft werden.

Verbund- und Gießharzscheiben sind mit dem Glasdickenmesser nicht zu überprüfen, da nur die Gesamtdicke (2 x Glasdicke + Gießharz- oder Foliendicke) angezeigt wird.

Der Scheibenabstand in Randnähe kann bestimmt werden, indem mit einem Außentaster die Gesamtdicke des Isolierglases gemessen und die Dicke der Einzelscheiben abgezogen werden. Dazu muss der Außentaster um das Flügelprofil herumgreifen können und die Glasdicken müssen mit dem Glasdickenmesser bestimmt werden.

Überschlagprobe

Es gibt eine Reihe von Fensterkonstruktionen mit geringem Überschlag des Flügelrahmens. Die raumseitige Anschlagdichtung im Überschlag des Flügelrahmens leistet einen wesentlichen Beitrag (häufig den wichtigsten Beitrag) für eine schalltechnisch ausreichende Dichtung der Fuge zwischen Blend- und Flügelrahmen. Wenn dieser Überschlag sehr knapp dimensioniert ist, wirken sich bereits kleine Mängel nachteilig auf die Schalldämmung aus. Solche Mängel können sein: Flügelrahmen etwas zu klein bzw. Blendrahmen etwas zu groß, Ecklager bzw. Scherenlager nicht exakt auf Sollposition, Scheibe falsch geklotzt, usw.

Mit einem geeigneten Klebeband und einem Bleistift oder Kugelschreiber kann schnell der Überschlag umlaufend überprüft werden.

Beschreibung: Zur Schonung des Blendrahmens Klebeband raumseitig aufkleben. Fenster schließen und an mehreren Stellen (seitlich, oben, unten) die Kante des Flügelüberschlags markieren. Fenster öffnen und gleichmäßigen Abstand der Markierung zum Falz des Blendrahmens überprüfen.

Wenn die Außenseite des Fensters zugänglich ist, genügt es, die sichtbare Breite der Fuge zwischen Flügel- und Blendrahmen (beim flächenbündigen Fenster) umlaufend zu kontrollieren.

2.3 Nachträgliche Maßnahmen zur Verbesserung der Schalldämmung an Fenstern

Bei der Altbauerneuerung ist zuweilen aus Gründen des Denkmalschutzes und vor allem wegen der Wirtschaftlichkeit zu prüfen, ob nicht bereits durch Erneuerung von Teilen der vorhandenen Fenster die notwendige Schalldämmung erreicht werden kann.

Auch alte Fenster lassen sich zu Schallschutzfenstern umbauen.

Der Erfolg ist dabei natürlich immer vom Zustand der Fenster abhängig. Fast jedes Fenster erlaubt geringfügige Verbesserungen. Will man aber großen Lärm auf Dauer erfolgreich aussperren, so müssen bestimmte Voraussetzungen erfüllt sein. Ganz entscheidend für die Lebensdauer der gesamten Konstruktion ist die Lebensdauer der alten Holzfenster. Folgende Punkte sollten daher geprüft werden:

- Ist das Holz rissig?
- Sind die Eckverbindungen locker?
- Sind die Beschläge fest mit dem Rahmen verbunden?
- Ist das Rahmenholz feucht, gibt es Pilzbefall?
- Ist das Flügelholz stark genug für zusätzliche Scheibenlasten?

Welche Maßnahmen im einzelnen notwendig sind, hängt vom Zustand des alten Fensters sowie von der gewünschten Funktionsverbesserung ab.

Die Entscheidung über den Sinn einer Verbesserungsmaßnahme kann also nur von Fall zu Fall getroffen werden. Wirtschaftlich sinnvoll ist eine solche Verbesserung nur dann, wenn die Reparaturkosten plus Schallschutzmaßnahmen deutlich unter dem Preis eines neuen Schallschutzfensters inklusive Einbau liegen.

Einfache technische Maßnahmen zur Verbesserung der Schalldämmung bestehen im Abdichten des Fensters gegen das Mauerwerk, im Abdichten der Fensterflügel im Falzbereich und im Ersetzen von dünnen Einfachverglasungen durch dickere Verglasungen oder durch Isolierverglasung, sofern der vorhandene Rahmen dies zulässt.

Haben die Fensterfalze keine Dichtungen, kann Dichtungsmaterial z.B. auf Silikonkautschuk-Basis zwischen Blendrahmen und Flügelrahmen eingebracht werden. Verbesserungen bis zu etwa 10 dB sind möglich.

Ist der Anschluss des Blendrahmens an das Mauerwerk nicht einwandfrei ausgeführt, so kann die Abdichtung zwischen Blendrahmen und Umfassungsbauteilen zu einer deutlichen Erhöhung der Schalldämmung führen.

Die im Handel angebotenen **Vorsatzscheiben** zum Aufschrauben auf einen vorhandenen Fensterflügel bringen meist keine große Verbesserung der Schalldämmung, weil durch die zusätzliche Scheibe der bei einem Altbaufenster dominierende Schallübertragungsweg über die Fugenundichtigkeit nicht beeinflusst wird. Eine solche Lösung ist schalltechnisch nahezu wertlos, wenn nicht zusätzliche Dichtungen am Fensterrahmen angebracht werden.

Eine weitere Möglichkeit für den nachträglichen Schallschutz ist das **Vorsatzfenster**. Bei ausreichender Wanddicke lassen sich im Abstand von mehr als 10 cm Vorsatzfenster außerhalb oder innerhalb des vorhandenen Fensters einbauen. Das Innenfenster hat den Vorteil, dass die Struktur der Fassade erhalten bleibt. Das Außenfenster bietet einen besseren Wetterschutz.

Ein Einfachfenster von beispielsweise $R_w = 25$ dB kann durch ein Vorsatzfenster mit einer Isolierglasscheibe von 20 mm Dicke im Abstand von etwa 15 cm um 20 dB auf $R_w = 45$ dB verbessert werden. Diese Konstruktion kommt einem Kastenfenster gleich. Gegenüber dem Entfernen des bisherigen Fensters und dem Einbau eines neuen Schallschutzfensters ist diese Lösung billiger und kann zu einem besonders guten Schallschutz führen.

Tabelle 3: Übersicht über die verschiedenen Maßnahmen zur Verbesserung der Schalldämmung

Maßnahme	Nachträgliche Fugendichtung mit plastischem Kunststoff	< 5 dB (ohne zusätzliche Fugendämmung)	Vorsatzscheibe 10 -12 dB (mit zusätzlicher Fugendämmung)	Vorsatzfenster
Verbesserung DR_w = bei undichtem Fenster in dB	5 - 10	< 5	10 -12	25
Erreichbares R_w in dB	30 - 35	< 30	35 -38	≥ 50
Fenster undicht	--	30 -36	35 -39	≥ 50
Fenster nachgedichtet	--	30 -36	35 -39	≥ 50
Vorteile	geringer Aufwand, bei allen Fenstern anwendbar, auch im „do-it-yourself“-Verfahren; wertvoll zusammen mit anderen Maßnahmen	keine Behinderung der Fensterbedienung und der Sicht		hochwirksam, leicht montierbar, keine Behinderung der Sicht
Nachteile/ Schwierigkeiten	als alleinige Maßnahme wegen der zu geringen Dämmung der Scheiben nicht ausreichend; Wirkung begrenzt	Kaum wirksam, wenn Fugen nicht gut gedichtet wurden		erschwert Bedienung der Fenster

Höhere Anforderungen an die Schalldämmung von Fenstern können erfüllt werden, wenn die beschriebenen Einzelmaßnahmen miteinander kombiniert werden. In Tabelle 3 ist die Verbesserung der Schalldämmung bei Altbaufenstern für die verschiedenen Maßnahmen dargestellt.

2.3 Verbesserung der Schalldämmung von Fenstern durch Rolläden

Rolläden eignen sich - bei richtiger Ausführung - insbesondere für den zeitweiligen Schallschutz.

Heruntergelassene Rolläden, die direkt vor dem Fenster liegen, verschlechtern allerdings die Schalldämmung des Fensters um ca. 3 dB. Dieses Phänomen ist schwer verständlich, weil doch dem Lärm ein zusätzliches Hindernis in den Weg gestellt wird. Die Verschlechterung der Dämmung entsteht durch Resonanz.

Um die Schalldämmung zu verbessern, muss der Rolladen mindestens 10 cm vor der Fensterebene liegen. Bei größeren Abständen können Verbesserungen bis zu 15 dB erreicht werden. Dazu müssen aber verschiedene Voraussetzungen erfüllt sein:

- die einzelnen Glieder müssen fugendicht aufeinander sitzen. Hohes Gewicht wirkt sich hier günstig aus;
- der Rolladenpanzer muss in der seitlichen Führung gut eingespannt sein und auch unten dicht aufsitzen;
- das Material des Panzers sollte aus Aluminium oder Holz bestehen. Hohlprofile sollten ausgeschäumt sein.

Durch den Rolladenkasten muss ebenfalls mit einer Verschlechterung der gesamten Fensterschalldämmung um bis zu 10 dB gerechnet werden: Der Schall dringt durch den Rolladenschlitz oder durch die Seitenwände des Kastens ein. Besonders bei Rolläden ohne Steinblende sind Schallschutzmaßnahmen am Kasten erforderlich:

- Blechstreifen aus 2 mm dickem Aluminium, aus 1 mm dickem Zink oder Blei werden innen auf den Montagedeckel und auf die Kastenwände aufgebracht;
- Der Hohlraum soll mit Mineralfaserfilz ausgekleidet werden;
- Die Fugen des Montagedeckels sollen mit dauerelastischem Kitt verschlossen werden;
- Der Gurtschlitz wird verkleinert.

Rolladenkästen, welche über dem Fenster angeordnet sind, dämmen Schall, wenn sämtliche Anschlussfugen umlaufend ausreichend gedichtet sind und wenn die raumseitige Begrenzungsflächen, insbesondere der Montagedeckel dicht und ausreichend schwer sind.

Keine besonderen schalltechnischen Anforderungen werden dagegen an Rolladenkästen gestellt, die außenseitig vor dem Fenster bzw. dem Fenstersturz montiert sind.

Für alle Rolladenkästen werden zur Aufhängung der Rolladenpanzer Stahlfederbügel empfohlen, die bei herabgelassenem Rolladenpanzer die letzten Stäbe gegen die Außenschürze drücken und somit den Rollkasten nach außen hin abschließen.

2.5 Nachmessungen am Bau

Nach dem Einbau der Fenster ist die messtechnische Kontrolle der im Einzelfall geforderten Schalldämmung durch eine Güteprüfung nach DIN 52210, Teil 5, besonders wichtig. Güteprüfungen an Außenbauteilen sollten jedoch wegen ihres Schwierigkeitsgrades und der unbedingt notwendigen messtechnischen Erfahrung nur von bauakustischen Prüfstellen durchgeführt werden, die im "Verzeichnis sachverständiger Prüfstellen im bauaufsichtlichen Verfahren für die Durchführung von Eignungs- und Güteprüfungen nach DIN 4109 - Schallschutz im Hochbau -" des Instituts für Bautechnik [10] genannt sind.

Werden Fenster verwendet, die nach dem Ergebnis einer Eignungsprüfung ausgewählt wurden, so kann bei mängelfreier Ausführung am Bau ein bewertetes Bau-Schalldämm-Maß erwartet werden, das um höchstens 2 dB unter dem Laborwert liegt. Werden Fenster nach den Angaben der VDI 2719 Tabelle 3 konstruiert, so ist bei einer Ausführung "nach mittlerer Art und Güte" die angegebene Schallschutzklasse mit Sicherheit einhaltbar.

Werden bei Güteprüfungen am Bau Werte der nächstniedrigeren Schallschutzklasse gemessen, so liegen unzweifelhaft Ausführungsmängel vor.

Da bei Fenstermessungen am Bau nicht nur das Fenster, sondern die Gesamtfläche der Außenwand beschallt wird, bedarf das Ergebnis in jedem Fall einer sachverständigen Interpretation, um nicht einem guten Fenster eine durch andere Einflüsse verursachte verminderte Dämmung anzulasten. Die Erfahrung zeigt, dass allein die rechtzeitige Ankündigung späterer Güteprüfungen (Nachmessungen) die Ausführungsqualität bzw. Qualität des Einbaus von Fenstern erheblich zu steigern vermag !

2.6 Kosten der Schallschutzfenster

Die Angabe von Kosten für Schallschutzfenster ist problematisch, selbst wenn von Fenstern gleicher Qualität und gleicher Schalldämmung ausgegangen wird. Fensterpreise sind objektgebunden.

Der Preis eines Fensters ist abhängig von der Ausführung des Fensterrahmens. So kosten Aluminiumfenster mehr als Kunststoff- oder Holzfenster. Fenster mit thermisch getrennten Aluminiumrahmen und solche mit Aluminium/Kunststoff oder Aluminium/Holz sind teurer als Holzfenster gleicher Schalldämmung. Hinsichtlich ihrer akustischen Eigenschaften sind die verschiedenen Werkstoffe gleichwertig. Großflächige Fenster sind je m² Fläche kostengünstiger, da der Kostenanteil für Beschläge nicht proportional mit der Fensterfläche ansteigt. Die verschiedenen Öffnungsarten (z.B. Drehflügel, Dreh-Kipp-Flügel) sowie die Anzahl der Fensterflügel beeinflussen ebenfalls die spezifischen Kosten.

Da die Differenzen zwischen Minimal- und Maximalpreisen innerhalb einer Schallschutzfensterklasse i.d.R größer sind als die mittleren Preisunterschiede zwischen zwei Klassen, empfiehlt sich unbedingt der Vergleich mehrerer Angebote, wodurch man sehr

kostengünstige Schallschutzfenster erhalten kann. Jedoch sollte man auch der Qualität große Aufmerksamkeit widmen. Dies gilt besonders für den Einbau.

3. Ein Haus verliert sein Gesicht

Ursprünglich hatte die Aufteilung der Fensterfläche durch Sprossen Kostengründe. Kleine Scheiben in Holz- oder Bleifassungen waren billiger und leichter herzustellen. Später wurde die Sprossenteilung noch als Schmuckelement beibehalten und mit der gesamten Fassade nach bestimmten formalen Gesetzen gegliedert. Werden nun die alten Fenster erneuert, ohne diese Proportionen zu berücksichtigen, so kann es passieren, dass das Aussehen "umkippt": Das ganze Haus wirkt hässlich, es verliert sein Gesicht.

Es ist deshalb wichtig, vor der Sanierung der Fenster auch zu überlegen, welche Unterteilungen fortfallen können und welche wichtig sind. Unter Umständen können auch frühere Unterteilungen wieder hergestellt werden (alte Fotos, Bauakten).

Kleinteilige Sprossenteilungen sind bei Isolierverglasung nicht mehr in der alten Form möglich, weil das Isolierglas erheblich breitere Falze erfordert. Für den Erhalt von Sprossenteilungen sind deshalb Kasten- oder Verbundfenster besser geeignet.

Vorsicht ist bei "unechten" Sprossen geboten, die zwischen die Scheiben gelegt werden, um die Kosten zu senken und um das Putzen zu erleichtern. Wenn sich in der Scheibe Licht spiegelt, "verschwinden" die Sprossen

4. Schalldämmung der Außenwände

Vor einer Entscheidung für hochwertige teure Schallschutzfenster sollte zunächst die Schalldämmung der Außenwände überprüft werden.

Die Luftschalldämmung einschaliger Bauteile ist um so besser, je schwerer sie sind. Massive Außenwände von Altbauten der Jahrhundertwende haben gewöhnlich eine gute Schalldämmung. Sie sind aus schweren Materialien gebaut.

Eine massive Ziegelwand hat aufgrund des höheren Gewichtes eine wesentlich bessere Schalldämmung als eine gleich dicke Gasbetonwand. Größere Hohlräume im Material können sich nachteilig für den Schallschutz auswirken.

Auch das zweischalige Ziegelmauerwerk mit Luftschicht hat sehr gute Schalldämmeigenschaften. Die mehrschalige Bauweise bietet den Vorteil, daß die gleiche Schalldämmung mit weniger Gewicht erreicht werden kann. Sind zusätzlich noch Faserdämmstoffe zwischen die Schalen eingebettet, so ist die Luftschalldämmung gegenüber "hohlen" Konstruktionen erheblich verbessert. Die Wände dürfen keine durchgehenden Risse oder Spalten aufweisen.

Angaben über die Schalldämmung von Außenwänden enthält DIN 4109 mit Ausführungsbeispielen im Beiblatt 1.

Durch Energie-Sparmaßnahmen veränderten sich in den vergangenen Jahren die Anforderungen an Außenwände: Leichtes und poröses Material mit guten Wärmedämmeigenschaften war gefragt. Für die Schalldämmung sind diese Materialien weniger geeignet.

In den 20er und 50er Jahren wurden Häuser zum Teil aus schlecht schalldämmenden Materialien gebaut. Hierzu gehören z.B. Hohlblockwände aus Bimsbeton, Ziegelsplitt und Tuffstein.

Eine ähnlich geringe Schalldämmung haben heute Gasbeton- oder Porotonwände, wenn diese nicht mindestens 30 cm dick sind. Bei hohem Außenlärm sollte eine Wanddicke von 36,5 cm gewählt werden. Für den nachträglichen Schallschutz kommen Vormauerschalen oder Vorsatzschalen in Frage.

Bei älteren Hohlblockwänden kann eine Erneuerung des beschädigten Außenputzes schon eine spürbare Verbesserung bringen. Durch eine "Thermohaut" (Mineralputz auf Faserdämmplatten; keine Hartschaumplatten!), kann gleichzeitig der Wärmeschutz erhöht werden.

Guter Schallschutz und guter Wärmeschutz können vielfach Hand in Hand gehen. Beide in ein optimales Verhältnis zueinander zu bringen, ist aber schwieriger, als es auf den ersten Blick scheint.

Sicherlich werden z.B. fachgerecht eingebaute Schallschutzfenster auch den Wärmehaushalt einer Wohnung günstig beeinflussen, aber: Zwischen baulichen Maßnahmen zur Schall- und Wärmedämmung gibt es Unterschiede, die nicht immer leicht nachzuvollziehen sind. Eine Faustregel sagt: Schallschutzverbesserungen sind auch Wärmeschutzverbesserungen. Diese Regel gilt jedoch nicht umgekehrt!

Bei mehrschaligen Wänden kann durch spezielle Wärmeschutzmaßnahmen der Schallschutz verbessert, aber auch verschlechtert werden. Eine verbreitete nachträgliche Wärmedämmung, in Altbauten wie auch bei Neubauten, ist die Beschichtung der Außenwand mit einer Wärmedämmschicht, die mit Putz abgedeckt wird. Derartige Wärmedämmverbundsysteme verschlechtern die Luftschalldämmung einer Wand im Mittel um 5 dB, wenn die Dämmschicht mit einer leichten Putzschicht von etwa 6,5 kg/m² Flächengewicht (Spachtelputz von ca. 3 bis 5 mm Dicke) versehen wird.

Speziell Polystyrolhartschaumplatten mit hoher dynamischer Steifigkeit ($s = 120 \text{ MN/m}^3$) verringern unabhängig von der flächenbezogenen Masse des Putzes das bewertete Schalldämm-Maß um 5 bis 6 dB. Dämmschichten von geringer dynamischer Steifigkeit ($s =$

12 MN/m³) unter schweren Putzschichten von 15 bis 20 kg/m² Flächengewicht verringern die Luftschalldämmung nicht; sie können sie sogar verbessern.

Bei sogenannten Wärmedämmputzen (ca. 6 cm Dicke) wurde keine Veränderung der Schalldämm-Maße beobachtet. Dübel, mit denen manche Wärmedämmverbundsysteme am Mauerwerk befestigt werden (7 bis 8 Stück je m²), können als starre Verbindung zwischen Putzschicht und Wand die Luftschalldämmung um ca. 2 dB verschlechtern.

5. Wohnklima und Schallschutz

Es klingt zwar banal, wird aber häufig nicht berücksichtigt: **Schallschutzfenster mindern die Geräuschbelastung nur, wenn sie auch tatsächlich geschlossen bleiben.** Dies ist vor allem bei Dauergeräuschen der Fall.

Die Bewohner lärmbelasteter Wohnungen haben deshalb nur die Wahl zwischen Lärmstress und Klimastress. An weniger stark befahrenen Straßen bleiben die Fenster daher häufiger geöffnet und sind deshalb wirkungslos.

Die Auswirkungen moderner schalldämmender und daher fast luftdichter Fenster auf das Klima von Aufenthaltsräumen sind schwerwiegend.

Es ist notwendig, sich wenigstens mit einigen grundlegenden Zusammenhängen zu befassen, nämlich den Auswirkungen schalldämmender und daher fast dichter Fenster auf das Raumklima. Diese Zusammenhänge werden am ehesten deutlich, wenn man am Beispiel eines typischen Altbaus mit "altem" Mindestwärmeschutz die Folgen für das Raumklima betrachtet, die sich durch Auswechslung alter, meist undichter Fenster gegen moderne, schalldämmende Fenster einstellen.

Durch die undichten Fugen alter Fenster wurde ein Teil der Raumluft ständig erneuert. Altbaufenster mit luftdurchlässigen Fugen bewirken eine natürliche Grundlüftung, bei der im Winter bei üblich großen Räumen etwa 10 m³ Luft/Stunde ausgetauscht werden. "Verbrauchte Luft" konnte dabei kaum entstehen. Die allgemein bekannten Folgen dieser "Selbstlüftung" waren jedoch:

- schlechte Schalldämmung
- hohe Heizenergieverluste
- Zugerscheinungen bei Wind und Kälte (Luftgeschwindigkeit > 0,15 m/s)
- Absinken der relativen Feuchte im Winter auf ca. 10 - 30 %.

Diese Lufttrockenheit kommt durch Erwärmung der durch die Fensterfugen eingeströmten Kaltluft, also durch das Absinken der relativen Feuchte bei steigendem Wärmestand der Luft, zustande. Sie lässt sich durch die bekannten Verdunstungsgefäße an den Heizkörpern nicht

nennenswert erhöhen. Hierzu müssten in Wohnräumen schon elektrisch betriebene Verdunster eingesetzt werden, die täglich ca. 10 l Wasser verdampfen, um eine relative Feuchte von ca. 50 % zu halten. Geschieht dies nicht, bleibt die Raumluft im Winter also zu trocken, so sind Schleimhautschwellungen und dadurch begünstigte Erkältungskrankheiten eine weitere unangenehme Folge undichter Fenster.

Werden nun im Rahmen einer Sanierung oder, um einen besseren Lärmschutz zu erreichen, diese alten Fenster gegen neue und dichte ausgewechselt, so kehren sich die vorgenannten Nachteile ins Gegenteil um, d.h.

- gute Schalldämmung
- geringe Heizenergieverluste
- keine Zugerscheinungen
- Anstieg der relativen Feuchte.

Problematisch ist hierbei jedoch der zuletzt genannte Vorgang. Der unterbundene Luftaustausch zwischen außen und innen führt jetzt zu einem starken Ansteigen der relativen Feuchte durch Atmung, Verdunstung, Waschen, Duschen, Kochen o. ä.. Berührt diese feucht-warme Innenluft die kalten Außenwände, so bildet sich auf deren inneren Oberflächen Tauwasser, besonders an Stellen geringer Luftbewegung, wie hinter Schränken und Gardinen, in Raumecken u. ä.. Möbel, Bilder und Tapeten werden stockig oder schimmeln sogar. Die hierdurch hervorgerufenen Bauschäden haben in den vergangenen Jahren einen erschreckenden Umfang angenommen. Der Austausch alter Fenster gegen neue darf also kein eigenständiger Vorgang bleiben, sondern erfordert gleichzeitig eine Erhöhung des Wärmeschutzes der Außenbauteile und die Lösung des Lüftungsproblems.

Wie lässt sich nun dieses Lüftungsproblem im Falle üblicher Wohnungen lösen?

Beim Fehlen jeglicher Lüftungseinrichtungen ist die günstigste Lüftungsart eine ca. 10-minütige Querlüftung durch das Öffnen der Fenster und Türen gegenüberliegender Räume, um hierdurch einen Austausch der Wohnungsluft zu erreichen. Diese "Stoßlüftung" muss je nach Nutzungsintensität im Abstand von wenigen oder mehreren Stunden wiederholt werden. Falsch wäre es mit teilweise geöffneten Fenstern eine Dauerlüftung herzustellen, weil hierbei die fensternahen Bereiche zu stark auskühlen würden, mit der Folge erhöhten Oberflächenkondensats an diesen Stellen.

Durch die stoßweise erfolgende Querlüftung wird auch ein annähernd gleicher Wärmestand in den verschiedenen Räumen einer Wohnung bewirkt.

Völlig falsch wäre es, einzelne Räume (z.B. ein Schlafzimmer) weniger zu beheizen und nur durch Öffnen einer Tür zu einem benachbarten wärmeren Zimmer die Temperatur im Bedarfsfalle anheben zu wollen, weil dann in dem vorher abgekühlten Zimmer die relative Feuchte wieder ansteigt und sich wiederum Tauwasserniederschlag einstellen kann.

Die Kombination moderner Fenster mit erhöhtem Wärmeschutz der Außenwände wirkt also bei Anwendung der Quer-Stoßlüftung aller Räume, auch bei Fehlen zusätzlicher Lüftungseinrichtungen, keine raumklimatischen Probleme auf, allerdings mit zwei Ausnahmen:

- offene Feuerstellen
- Schlafzimmer

Im Falle offener Feuerstellen (Ofenheizung, Gasthermen, Wohnungskaminen) kann hochgiftiges Kohlenmonoxyd entstehen, wenn nicht durch unverschließbare Öffnungen von mind. 150 cm² ausreichend Frischluft nachströmen kann. Das Fehlen oder Verschließen derartiger Öffnungen in den Zwischenwänden bzw. Türen zur Küche und zum Bad durch Zustellen oder Übertapezieren hat in der Vergangenheit sogar Todesopfer gefordert.

Bei Schlafzimmern ist die Stoßlüftung während der achtstündigen Schlafperiode i.a. nicht praktikabel. Teilweise geöffnete Fenster vermindern den gerade zum Schlafen notwendigen Schallschutz zu sehr und haben meist auch eine zu starke Auskühlung der Räume zur Folge.

In beiden Fällen, also offene Feuerstellen und Schlafzimmer, müssen daher im Außenwand-Fenster-Bereich Lüftungseinrichtungen vorgesehen werden, die dosiert Frischluftzufuhr oder Luftaustausch gewährleisten, wobei im Falle störenden Außenlärms diese Lüftungseinrichtungen schalldämmend bzw. dämpfend ausgebildet sein müssen. Diese unter dem Begriff "Schalldämmlüfter" bekannten fensterperipheren Zusatzeinrichtungen werden von verschiedenen Firmen hergestellt, wobei man im wesentlichen zwischen Schalldämmlüftern ohne und mit Gebläse unterscheidet.

Schalldämmlüfter sind also Einrichtungen, die wesentlich höhere Schalldämmung und ggfs. auch einen höheren Luftdurchsatz haben als Fugen undichter Fenster. Sie bestehen aus luftdurchströmten Kanälen, in denen der Schallpegel durch Absorption reduziert wird. Gegeneinander verschiebbare Auslassschlitze gestatten eine Dosierung des Luftaustausches, der bei den Einrichtungen ohne Gebläse durch die natürlichen Antriebskräfte aus Wind und Temperaturunterschieden bewirkt wird.

Ein Lüftungselement für einen Luftvolumenstrom von 50 m³ Stunde ist empfehlenswert. Die Querschnittsfläche sollte 70 cm² betragen.

Schalldämmlüfter mit Gebläse erreichen eine wesentlich höhere Luftleistung und gestatten eine individuelle Regelung der Luftzufuhr über entsprechende Regeleinrichtungen (kontrollierte Lüftung). Bei mit Gebläsen ausgestatteten Schalldämmlüftern ist jedoch darauf zu achten, dass das Lüftungsgeräusch genügend leise ist (je nach Anforderung im Raum etwa 25 bis 35 dB(A)).

Schallgedämpfte Lüftungselemente gibt es in verschiedenen Ausführungen:

- im Rolladenkasten,
- im Fensterrahmen neben, unter, über Fenstern,
- im Brüstungsfeld,
- als Wand- oder Vorsatzelement.

Die gleichzeitige Anordnung von Zu- und Abluft durch einen oberen und einen unteren Kanal an einem Fenster ist zu vermeiden. Durch diesen sog. thermischen Kurzschluss wird die Wärme direkt nach außen transportiert und die Heizkosten steigen.

Zusammenfassend lässt sich feststellen:

Die raumklimatischen und bauphysikalischen Nachteile durch den Einbau dichter, schalldämmender Fenster lassen sich vermeiden durch:

- Erhöhung des Wärmeschutzes der Außenbauteile
- Stoß-Querlüftung der gesamten Wohnung im Abstand von einigen Stunden
- Einbau von Schalldämmlüftern in Schlafzimmern sowie im Falle offener Feuerstellen.

Geschieht dies, so bleibt die Gesamtbilanz derartiger Sanierungsmaßnahmen positiv:

- verbesserter Schallschutz
- Reduzierung der Transmissionswärmeverluste
- keine Zugerscheinungen mehr
- Verhinderung unnötig hoher Luftaustauschmengen
- Verbesserter Bedienungskomfort durch neue Beschläge.

Da bereits Fenster der Schallschutzklasse 2 dicht sein müssen, gelten diese Gesichtspunkte generell für alle Fälle, in denen alte Fenster ausgetauscht oder Neubauten erstellt werden.