

# Neues beim Schallschutz gegenüber Außenlärm

Spezielle Anforderungen und innovative Maßnahmen

Elmar Sälzer  
Beratender Ingenieur VBI, Wiesbaden

## 1. Einleitung

Seit 1975 ist in der Bundesrepublik Deutschland der Schallschutz gegenüber Außenlärm bauaufsichtlich geregelt [1]. Im Prinzip ist das Berechnungsverfahren bis zur heutigen Ausgabe der DIN 4109 [2] gleichgeblieben, auch der Entwurf der für 2010 zu erwartenden Neufassung der DIN 4109 [3] ist nahezu unverändert.

Dagegen ist die Palette der zur Verfügung stehenden Konstruktionen und Maßnahmen mit derjenigen von Anfang der 70er Jahre nicht mehr zu vergleichen. Nachfolgend soll deshalb ein Überblick über die heute im Bereich der Schallschutzmaßnahmen gegenüber Außenlärm gegebenen Allgemein anerkannten Regeln der Technik (a. a. R. d. T.) gegeben werden und über einige Sonderfälle, die vielleicht in einigen Jahren schon zum Standard werden können, berichtet werden.

## 2. Anforderungen

### 2.1 DIN 4109

Nach wie vor baut DIN 4109 [2] auf der Ermittlung des maßgeblichen Außenlärmpegels durch Berechnungen, planerische Festsetzung oder Messung auf, wobei zunächst die Ermittlung des maßgeblichen Außenlärmpegels (in 5 dB-Schritten!) erfolgt, hieraus das erforderliche bewertete resultierende Schalldämmmaß  $R'_{w, res}$  ermittelt wird und anschließend unter Berücksichtigung der geometrischen Korrektur (z. B. nach Tabelle 9, DIN 4109, des Anteils der Fenster an der Gesamtfassade und der Schalldämmung der Massivbauteile das bewertete Schalldämmmaß der Fenster ermittelt wird.

---

Dipl.-Ing. Elmar Sälzer; Beratender Ingenieur VBI, DEGA, Mitglied der Ingenieurkammer Hessen; öffentlich bestellter und vereidigter Sachverständiger für Technische Akustik und Bauphysik, IHK Wiesbaden, Autor/Coautor mehrerer Fachbücher, Obmann/Mitglied mehrerer Ausschüsse, Geschäftsführender Gesellschafter der ITA Ingenieurgesellschaft für Technische Akustik mbH, Wiesbaden (Eignungs- und Güteprüfstelle für den Schallschutz im Hochbau, amtlich benannte Messstelle nach § 26 BImSchG, Prüfstelle zur Erteilung Allgemeiner Bauaufsichtlicher Prüfzeugnisse)

Bereits ab Mitte der 80er Jahre ist bekannt, dass insbesondere bei tieffrequentem Außenlärm die Bemessung nach DIN 4109 unbefriedigend ist, da Standardfenster bei tiefen Frequenzen eine nur geringe Schalldämmung aufweisen. Moll und Szabunia [4] haben einen Korrektursummanden vorgeschlagen, der mittlerweile durch die Spektrumsanpassungswerte C nach DIN EN ISO 717-1 [5] internationale Verbreitung gefunden hat. Tabelle 1 zeigt die wichtigsten Spektrumsanpassungswerte (Tabelle A.1 aus DIN EN 717-1). Weitere, spezielle Spektrumsanpassungswerte (z. B.  $C_{100-500}$  oder  $C_{tr,100-500}$ ) sind von geringerer Bedeutung beim Schallschutz gegen Außenlärm.

Tabelle A.1: Entsprechende Spektrumsanpassungswerte für verschiedene Geräuschquellen

Geräuschquelle	Entsprechender Spektrumsanpassungswert
Wohnaktivitäten (Reden, Musik, Radio, TV) Kinderspielen Schienenverkehr mit mittlerer und hoher Geschwindigkeit <sup>a</sup> Autobahnverkehr > 80 km/h <sup>a</sup> Düsenflugzeug in kleinem Abstand Betriebe, die überwiegend mittel- und hochfrequenten Lärm abstrahlen <sup>a</sup>	C (Spektrum Nr. 1)
Städtischer Straßenverkehr Schienenverkehr mit geringer Geschwindigkeit <sup>a</sup> Propellerflugzeug Düsenflugzeug in großem Abstand Discomusik Betriebe, die überwiegend tief- und mittelfrequenten Lärm abstrahlen	$C_{tr}$ (Spektrum Nr. 2)
<sup>a</sup> In mehreren europäischen Ländern bestehen Rechenverfahren für Straßenverkehrsgeräusche und Schienenverkehrsgeräusche, welche Oktavbandschallpegel festlegen, diese können zum Vergleich mit den Spektren 1 und 2 herangezogen werden	

Es wäre wünschenswert gewesen, wenn auch in der Neufassung der DIN 4109 die Spektrumsanpassungswerte Eingang gefunden hätten sowie dies in Österreich mit der Ö-Norm B 8115-2 [6] seit 2002 verbindlich vorgeschrieben ist, ebenso in anderen benachbarten Ländern. Hierzu würde lediglich eine Fußnote erforderlich!

Dem Anwender der DIN 4109 kann somit nur geraten werden, entsprechend den Hinweisen in DIN EN ISO 717-1 bei der Anwendung der DIN 4109-89 oder der novellierten Norm DIN 4109 die Spektrumsanpassungswerte zu beachten!

Beispiele zur Anwendung werden später noch gegeben.

## 2.2 Fluglärm

Im Bereich der Flughäfen und Flugplätze sind über die in DIN 4109 geregelten Maßnahmen zum Schutz gegenüber Außenlärm von Straßen- und Schienenwegen zusätzlich auch die Anforderungen gegenüber Fluglärm zu berücksichtigen. Hierzu stehen den betroffenen Gemeinden Lärmbelastungspläne der Flughafenbetreiber zur Verfügung. Im Regelfall sind die aus der Fluglärmbelastung resultierenden Anforderungen zum Schallschutz gegenüber Außenlärm in entsprechenden textlichen Festsetzungen der Bebauungspläne eingearbeitet.

Bild 1 zeigt ein Beispiel des Flughafens Stuttgart.

## 2.3 Besondere Auflagen im Bebauungsplan

### 2.3.1 Innenpegel bei geöffnetem Fenster

#### 2.3.1.1 Innenpegel in Wohnungen

Über die in den Landesbauordnungen verankerten bauaufsichtlich eingeführten Richtlinien hinaus können auch für vereinzelte Bebauungspläne zusätzliche Anforderungen gestellt werden, z. B. nach der Einhaltung eines Maximalpegels für den durch das geöffnete Fenster in den Raum gelangten Außenlärm!

Hierdurch soll der seit langem bekannten Problematik Rechnung getragen werden, dass psychische Beeinträchtigungen schlafender Menschen festzustellen sind, wenn der Innenpegel im Schlafräum einen Wert von  $L_{AF} = 20 \text{ dB(A)}$  unterschreitet. Dies ist z. B. dann gegeben, wenn das Fenster nach den Maßgaben der DIN 4109, somit nach dem Tagespegel, korrekt bemessen wird, während der Nacht dann aber der Außenlärmpegel atypisch weit abfällt.

Die Möglichkeit, Hintergrundgeräusche von außen, jedoch begrenzt auf einen Wert von  $L_{AF} \leq 30 \text{ dB(A)}$  während der Schlafes unbewusst wahrnehmen zu können, ist z. B.

Ziel der Verordnung über den Bebauungsplan Hamburg Altstadt 39/Hafencity 5 [7], nach der durch geeignete bauliche Schallschutzmaßnahmen wie z. B. Doppelfassaden, verglaste Loggien, Wintergärten oder in ihrer Wirkung vergleichbare Maßnahmen sichergestellt werden soll, dass in

*"Schlafräumen ein Innenraumpegel bei gekipptem Fenster von 30 dB(A) während der Nachtzeit nicht überschritten wird".*

Allerdings bedarf dies noch der Interpretation, z. B. ob es sich um einen Maximalpegel oder einen Mittelungspegel handelt und ob dieser Wert im gesamten Raum gilt (Letzteres ist bei Einzimmerapartments bedeutsam).

### 2.3.2 Grenzsituationen bei Gewerbelärm

Grundsätzlich sind passive Schallschutzmaßnahmen zum Schutz gegenüber Gewerbelärm weder notwendig noch rechtlich vertretbar, da in Misch- oder Wohngebieten die Immissionsrichtwerte nach der Technischen Anleitung zum Schutz gegen Lärm (TALärm) so niedrige Werte annehmen, dass eine Bemessung nach DIN 4109 nicht erforderlich ist. In Sonderfällen kann jedoch durch Festsetzungen im Bebauungsplan eine abweichende Regelung getroffen werden, z. B. wiederum in Hamburg [7]. Hier ist durch rechtliche Sonderbewertung des Hafenlärms eine Aussage vom Prinzip festgelegt worden.

Ähnliches gilt z. B. auch für Dienstwohnungen von Feuerwachen, Einsatzleitzentralen oder der Bundeswehr.

#### 2.3.1.2 Innenpegel bei Arbeitsräumen

Sollen Arbeitsräume, insbesondere Büroräume, ausschließlich über die Fenster belüftet werden, sind im Bezug auf den Außenlärm verschiedene Denkansätze üblich.

In manchen Baugenehmigungen finden sich noch Auflagen, z. B. das der "Beurteilungspegel bei geöffnetem Fenster höchstens 55 dB(A) nach ArbStättV nicht überschreiten darf". Hier bezieht sich die Auflage auf die Arbeitsstättenverordnung von 1975 [8], die neue ArbStättV [9] beinhaltet eine derartige Anforderung nicht mehr.

Dies ist für die Anwendung auch in sofern positiv zu werten, da ein Beurteilungspegel von 55 dB(A) zu einer völlig unzumutbaren Belastung in einem Büroraum führen würde, die Büros wären praktisch nicht vermietbar! Sofern derartige Auflagen noch festzustellen sind, sollte schriftlich auf die Problematik dieser Formulierung hingewiesen werden.

Angemessen wären Mittelungspegel in Abhängigkeit von der Nutzung mit folgenden Werten

- Großraumbüros, geringe Anforderungen  $L_m = 45 \text{ dB(A)}$
- Großraumbüros, Mehrpersonenbüro höhere Anforderungen  $L_m = 40 \text{ dB(A)}$
- Einzelbüros mit geringen Anforderungen  $L_m = 35 \text{ dB(A)}$
- Einzelbüros mit hohen Anforderungen  $L_m = 30 \text{ dB(A)}$

Hierbei ist zu bedenken, dass bereits ein völlig menschenleeres Großraumbüro, in dem allerdings sämtliche Rechner angeschaltet sind und die Beleuchtung brennt, auf Mittelungspegel um  $L_m = 38$  bis  $40 \text{ dB(A)}$  anzusetzen ist.

### **3. Standardmaßnahmen zum Schutz gegenüber Außenlärm**

#### 3.1 Fenster

##### 3.1.1 Fenster bis $R_{w,R} = 42 \text{ dB}$

Bei Fenstern, deren Rechenwert des bewerteten Schalldämmmaßes unterhalb von  $R_{w,R} = 42 \text{ dB}$  liegt, ist im Allgemeinen heute eine unproblematische Planung und Ausführung sichergestellt. Sowohl aus Holz, als auch aus Aluminium-Holz-, Kunststoff oder Aluminiumkonstruktionen ist eine Vielzahl von Produkten auf dem Markt.

Aus der Praxis des Autors kann festgestellt werden, dass bei der messtechnischen Abnahme des Schallschutzes derartiger Fenster (Güteprüfungen) gelegentlich eine geringfügige Abweichung festzustellen ist, die aber auf einzelne Mängel, die leicht nachgebessert werden können, zurückzuführen sind.

### 3.1.2 Fenster bis $R_{w,R} = 47$ dB

Bei Planung, Ausschreibung, Vergabe und Bauüberwachung derartiger Fenster ist bereits ein überproportionaler Aufwand erforderlich. Wichtig ist vor allem die völlige Übereinstimmung des auszuführenden Fensters mit dem geprüften Fenster in Bezug auf Verglasungstyp, Einglasungsart, Fensterteilung etc.

Die bewertete Schalldämmung der Verglasung derartiger Fenster liegt im Regelfall zwischen 3 und 6 dB höher, als der Prüfstandswert! Das gleiche Fenster, im Prüfstand eingebaut belassen, jedoch mit unterschiedlichen Scheiben verschiedener Hersteller verglast, die jeweils das gleiche Schalldämmmaß der Scheibe aufweisen, kann Schwankungen beim  $R_{w,P}$  des Fensters von  $\pm 1$  dB ergeben.

Unter diesen Randbedingungen ist das Vorhaltemaß der DIN 4109 von 2 dB fraglich. Bei Fenstern in dieser Größenordnung sollten deshalb immer Prototypen am Bau gemessen werden, um bei der Serienausführung noch nachbessern zu können.

Gegenüber der DIN 4109/89, die in Beiblatt 1, Tabelle 40 [10] für Fenster mit einem Rechenwert von  $R_{w,R} \geq 45$  dB noch keine Möglichkeiten darstellte, diese als Einfachfenster mit (Einebenen-)Isolierverglasung auszuführen, kann zum heutigen Zeitpunkt jedoch eindeutig ausgesagt werden, dass dies heute möglich ist, sogar über  $R_{w,R} = 47$  dB hinaus.

### 3.1.3 Fenster bis $R_{w,R} \geq 50$ dB

In dieser Kategorie sind grundsätzlich Prototypen – möglichst im Originalformat mit der später vorgesehenen Originalteilung, vorab im Labor zu untersuchen. Beschwerden der Rahmen sind im Regelfall erforderlich, Bild 2 zeigt ein Kunststofffenster (!) mit  $R_{w,P} = 51$  dB (Hauptverglasung  $R_{w,R} = 52$  dB, zusätzliche Vorsatzscheibe  $d = 6$  mm). Anlässlich dieses Beispiels kann auch besonders deutlich der unter Abs. 2.1 angesprochene Spektrumsanpassungswert verdeutlicht werden, der in diesem Fall  $C_{tr} = -9$  dB beträgt! Für die in Tabelle 1 dargestellte Verwendung "Städtischer Straßenverkehr" müsste man somit 9 dB vom bewerteten Schalldämmmaß abziehen! Allerdings muss man hierbei berücksichtigen, dass bei der seit 1975 existierenden Systematik der heutigen DIN 4109 etwa 3 bis 5 dB "unsichtbar" eingebaut sind.

Bild 3 zeigt ein weiteres Beispiel, bei dem am Bau  $R_w = 52$  dB erzielt worden war, allerdings mit tiefen Außenleibungen und einer voluminösen Gießharzscheibe, die heute so nicht mehr gebaut werden könnte (der Prototyp dieses Fensters hatte zuvor im Labor  $R_{w,P} = 51$  dB erzielt).

### 3.2 Fassaden, Dächer, Lüftungselemente etc.

Die nach DIN 4109 ebenfalls nachzuweisende Schalldämmung von nicht transparenten Fassaden, Lüftungselementen, Dächern etc. soll des Umfangs wegen hier nicht behandelt werden, hier sei auf die einschlägige Literatur verwiesen [10, 11, 12].

## 4. Maßnahmen zur Pegelminderung geöffneter Fenster

### 4.1 Schallabsorbierende Leibungsverkleidungen

Bereits früh konnte nachgewiesen werden, dass kleine Fenster bei begrenzter Kippstellung (Kippweite ca. 2 cm) bei schallabsorbierender Leibungsverkleidung eine Pegeldifferenz ergeben, die gemessen als bewertetes Schalldämmmaß, um in das Berechnungsschema der DIN 4109 zu passen, Werte von  $R_w = 20$  bis 25 dB ermöglichen. Hierüber hat der Autor bereits 1988 berichtet [13]. Dem Wunsch der Forschungsgesellschaft entsprechend, die dem Autor diesen Auftrag erteilte, wurden die Untersuchungen an Fenstern  $H = 1,5$  m,  $B = 1,25$  m durchgeführt, der damaligen energetisch bedingten Intension entsprechend, die Fenster möglichst klein zu wählen.

Bild 4 zeigt aus dieser Untersuchung ein Bemessungsdiagramm. Freundlicherweise wurden die Ergebnisse dieser Untersuchung zitiert, z. B. in [14, 15], allerdings ohne den eigentlich notwendigen Hinweis, dass bei heutigen Schlafzimmerfenstern die Flügel wesentlich größer sind, in einem konkreten vom Autor zu bearbeitenden Fall z. B.  $H = 2,6$  m,  $B = 1,35$  m. Das Verhältnis Umfang zu Fläche verschlechtert sich aus akustischer Sicht, die mit kleinen Fenstern erzielbaren Schalldämmmaße bei gekippten Fenstern mit schallabsorbierenden Leibungen reduzieren sich auf belanglose Werte, zumal auch die Leibungstiefen wesentlich geringer sind.

## 4.2 Loggienverglasungen

Werden Loggien starr verglast und mit einer umlaufenden 5 mm breiten Lüftungsfuge versehen, so erzielen diese eine Pegeldifferenz zwischen dem Außenraum und dem Loggienraum von ca. 10 dB. In Verbindung mit einem normalen Kippfenster (ohne schallabsorbierende Leibungsverkleidungen) lassen sich dann Pegeldifferenzen zwischen dem Straßenraum und dem Schlafrum von 20 bis 25 dB erzielen.

Bild 5 zeigt – allerdings dargestellt durch das bewertete Schalldämmmaß die erzielbaren Werte einer derartigen Anordnung [16]. Heute sind auch öffentbare Loggienverglasungen auf dem Markt, auf die noch eingegangen wird.

## 4.3 Parallelausstellfenster

Bereits 2002 wurde an dieser Stelle über Parallelausstellfenster berichtet ([17]) mit denen bei einer Spaltweite von 17 cm im geöffneten Zustand  $R_{w,R} = 29$  dB erzielt werden kann. Bild 6 zeigt – da noch immer Informationsbedarf zu dieser Fensterart besteht, die Ansicht eines derartigen Fensters bei maximaler Ausstellweite.

## 4.4 Glasdoppelfassaden

An gleicher Stelle [17] wurde auch über Glasdoppelfassaden berichtet, bei denen bei gekipptem Innenfenster in Abhängigkeit von der Luftführung im Fassadenzwischenraum ebenfalls bewertete Schalldämmmaße vom Außenraum zum Arbeitsraum in der Größenordnung von  $R_w = 20$  bis 35 dB möglich sind. Die besseren Ergebnisse wurden allerdings an thermisch unzureichenden Systemen erzielt, mit denen man sich als Bauphysiker nicht unbedingt identifizieren kann.

## 4.5 Schallabsorbierend ausgekleidete Lüftungsklappen

Ordnet man neben dem Fenster einen schmalen Lüftungsflügel an (verglast oder mit Blindpanel), lassen sich mit schallabsorbierenden Vorsätzen ebenfalls brauchbare Schalldämmmaße erzielen. Die Lüftungsflügel können dabei sowohl mit der Außenluft oder mit dem Luftraum einer verglasten Loggia in Verbindung stehen. Hier sind Konstruktionen mit öffentbaren (Falt-)Verglasungen der Loggien für die Nutzer besonders attraktiv.



In Verbindung mit einer hochschalldämmenden Standard-Fensterkonstruktion lässt sich dann nach dem in Bild 7 dargestellten Schema ein resultierendes Schalldämmmaß von res.  $R_{w,R} = 38$  dB nachweisen.

Bild 8 zeigt den Horizontalschnitt durch eine derartige Lüftungsklappe (mit freundlicher Genehmigung der Firma WICONA), Bild 10 die zugehörigen bewerteten Schalldämmmaße in Abhängigkeit von der Öffnungsweite und vom Absorptionszusatz.

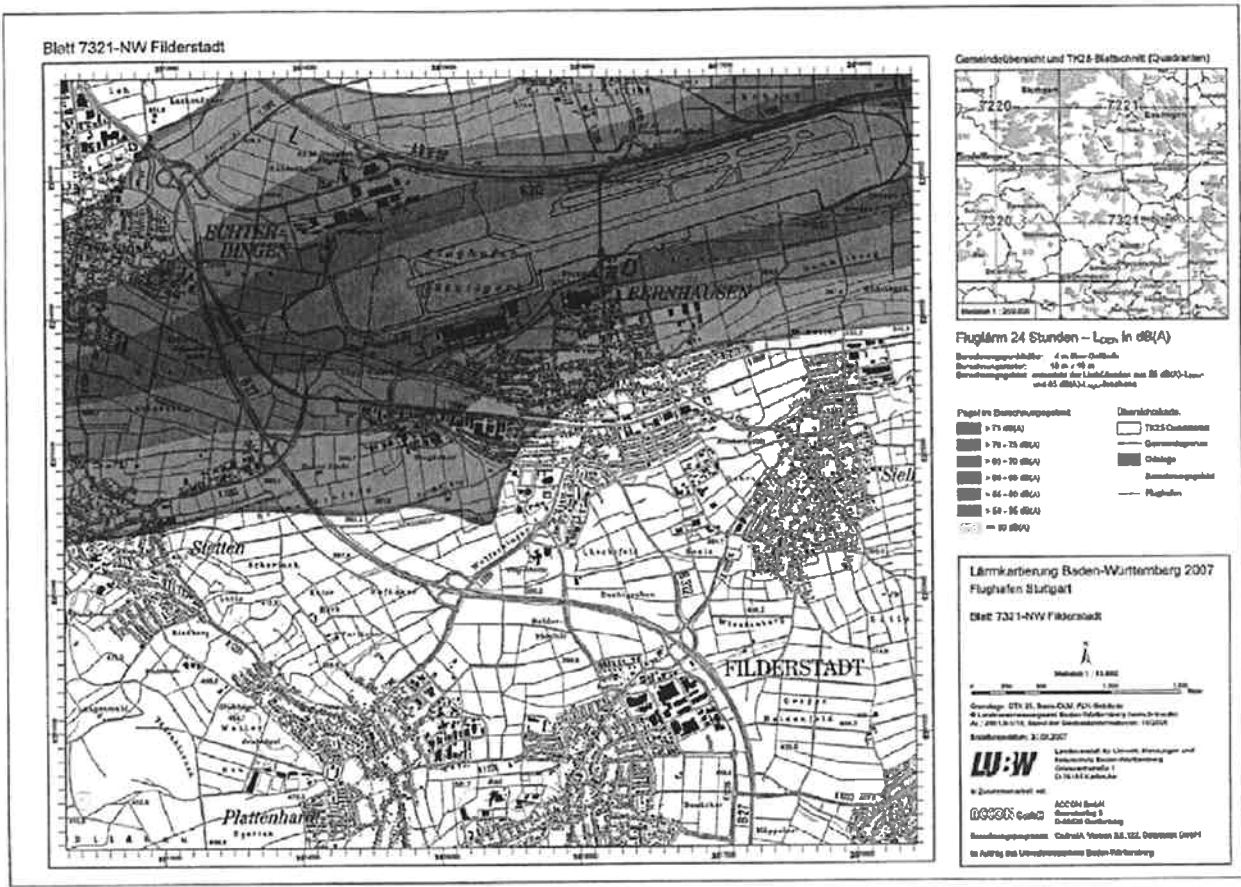


Bild 1: Beispiel einer im Internet verfügbaren Lärmkartierung des Fluglärms (hier: Flughafen Stuttgart – 24 h-Pegel  $L_{DEN}$ )

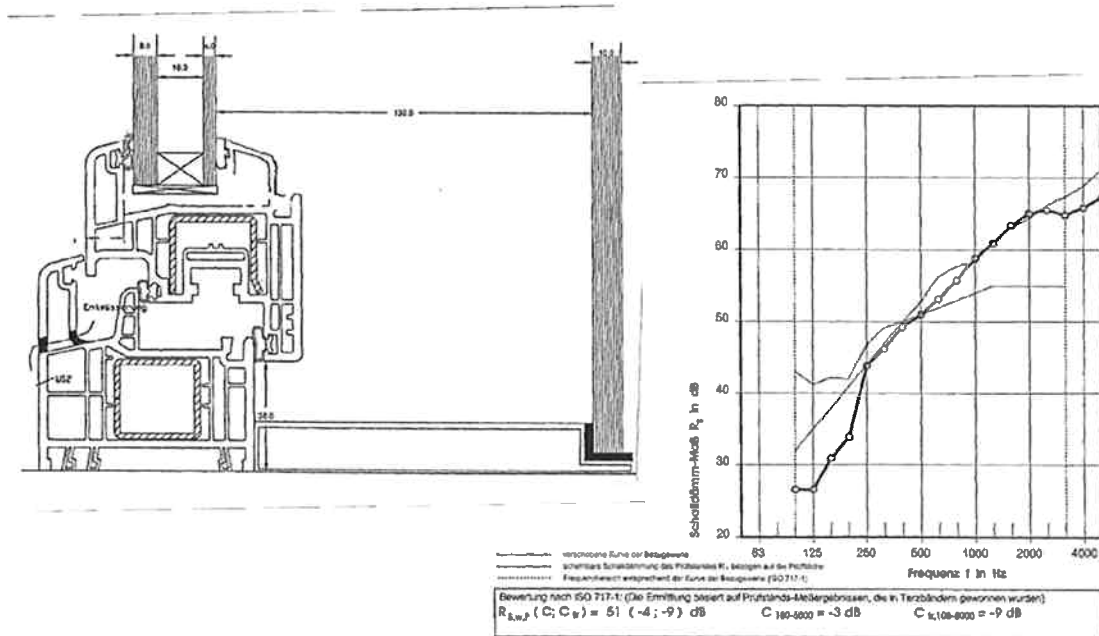


Bild 2: Kunststofffenster mit  $R_{w,P} = 51 \text{ dB}$

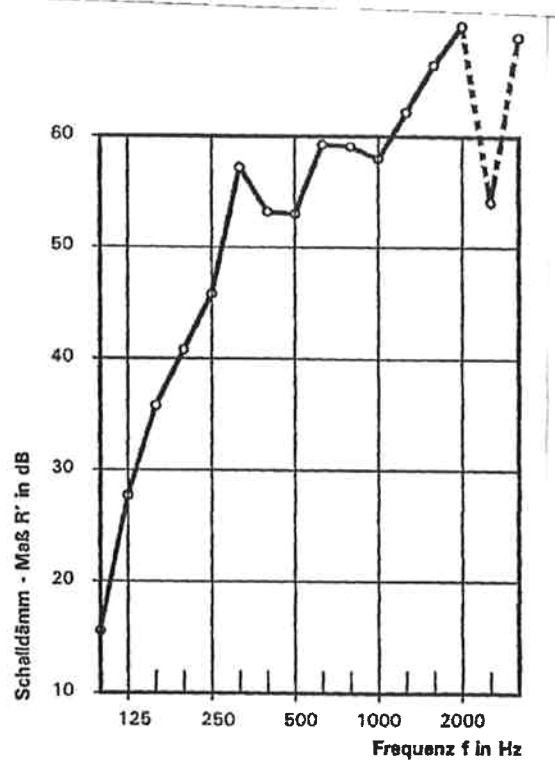


Bild 3: Messergebnis eines Schallschutzfensters am Bau (Hotel am Flughafen) mit  $R_w = 52$  dB

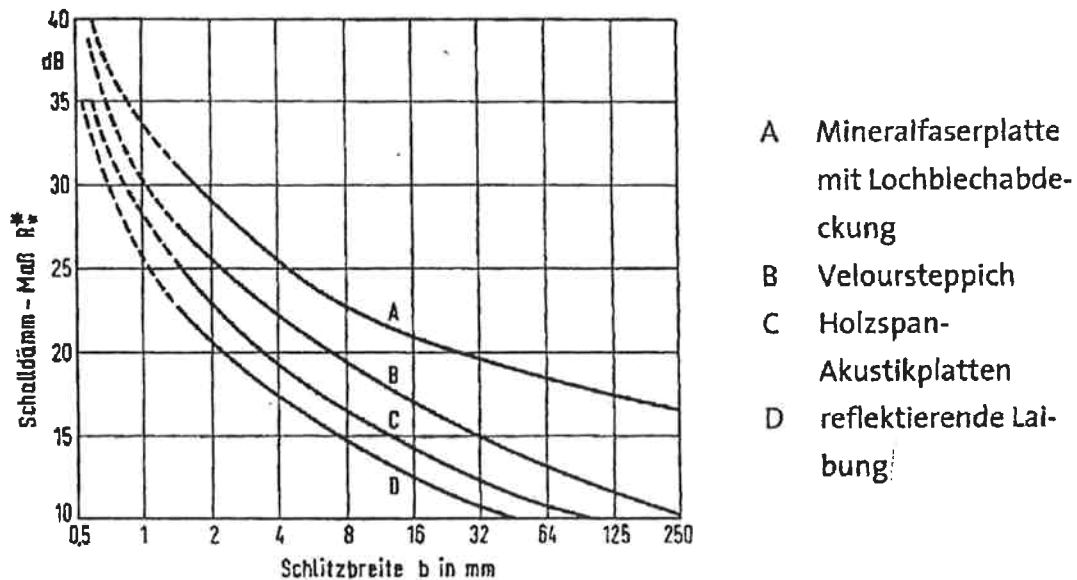


Bild 4: Abschätzung des bewerteten Schalldämmmaßes (kleiner) Fenster in Kippstellung bei verschiedenen ausgebildeten schallabsorbierenden Leibungen [13]

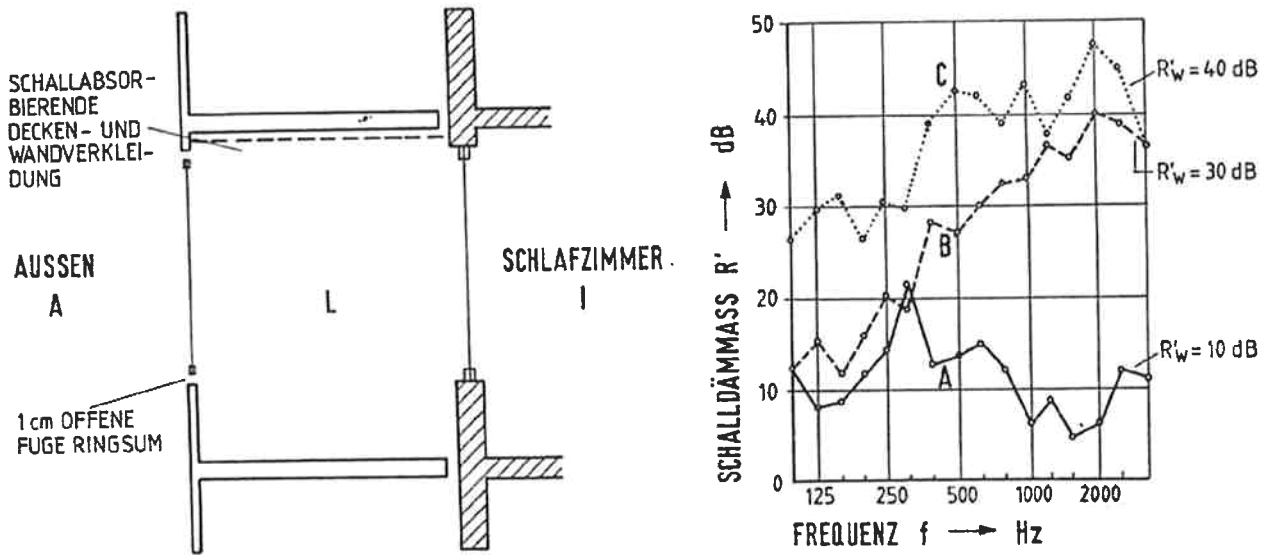


Bild 5: Schallschutz mit verglasten Loggien

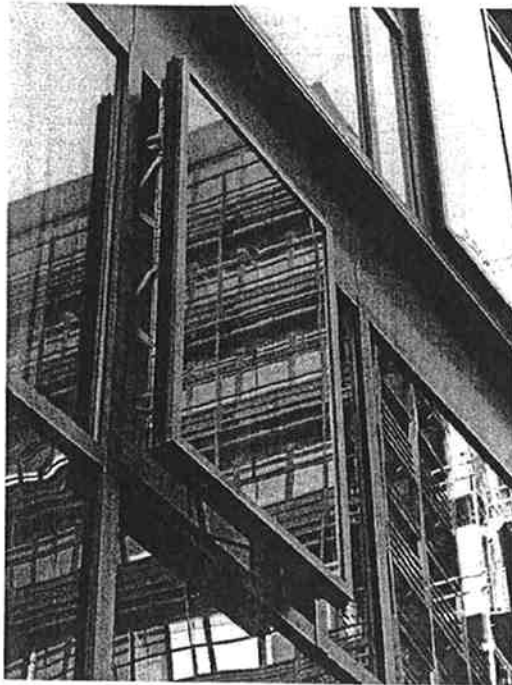


Bild 6: Parallelausstellfenster in der Außenansicht bei voll geöffneter Ausstellweite

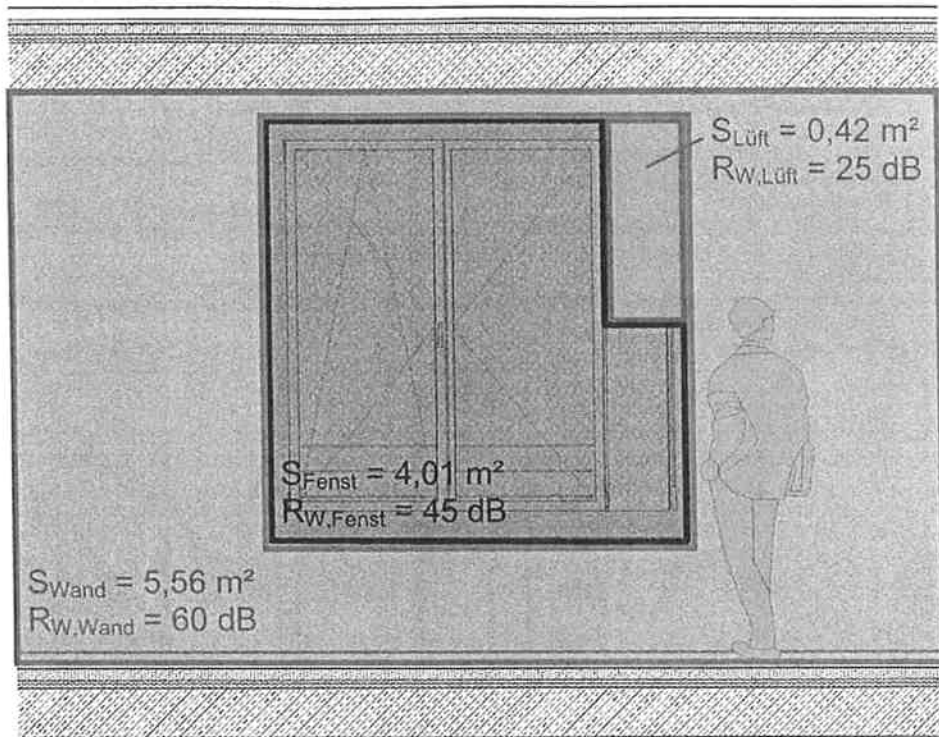


Bild 7: Schema zur Ermittlung des resultierenden Schalldämmmaßes eines Schallschutzfensters mit schalldämpfender Lüftungslappe

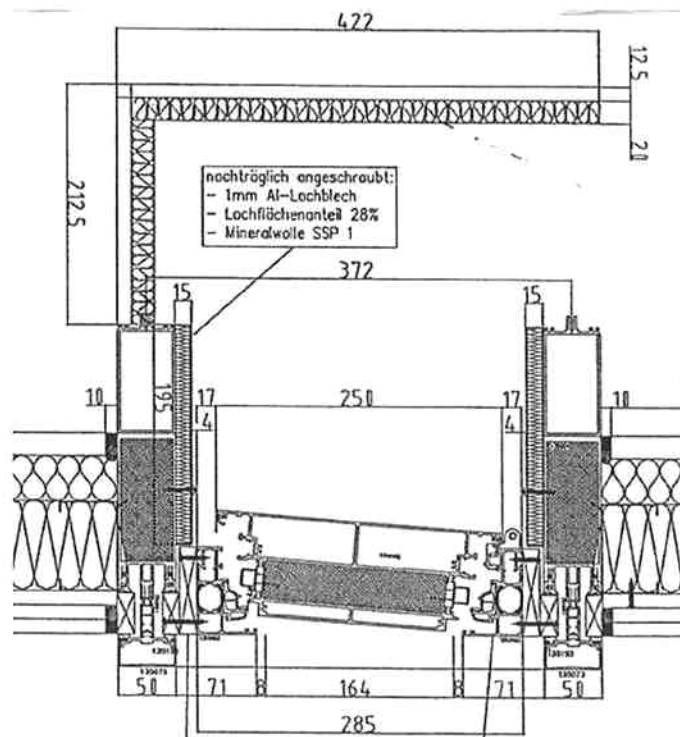


Bild 8: Horizontalschnitt durch die "WICONA-Klappe" und bewertete Schalldämmmaße für verschiedene Ausführungsvarianten