

## Themen der Bauphysik

Wärmeschutz, Schallschutz, Tauwasserbildung, Lüftung. Diese Themen beeinflussen heute und auch künftig das gesamte Bauwesen.

TROCAL forscht auf diesen Gebieten in eigenen Labors und Prüfständen und steht in engem Kontakt zu den führenden Prüfinstituten, sowohl national als auch international.

Alte undichte und einfachverglaste Fenster waren schon immer die kritischen Punkte der Wärmedämmung von Gebäuden.

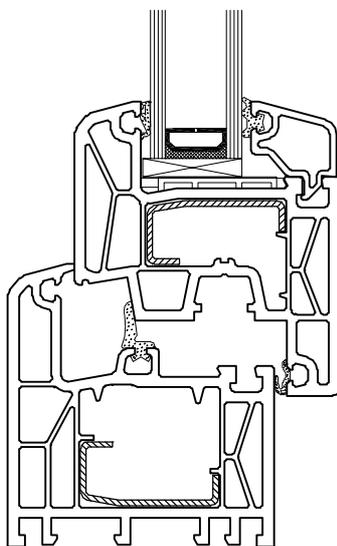
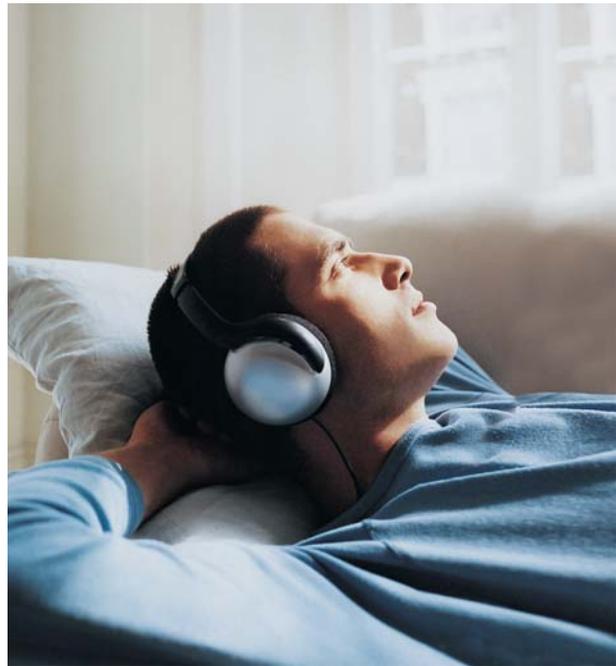
Weitere besonders beachtenswerte Stellen an Gebäuden sind die geometrischen Wärmebrücken und die damit verbundenen Isothermenverläufe.

Den hohen Stellenwert der Energieeinsparung hat der Gesetzgeber erkannt und in technischen Regelwerken oder Verordnungen präzisiert (z.B. DIN 4108 und Energie-Einsparverordnung).

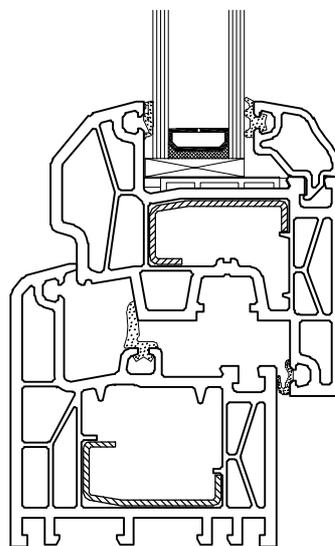
Für die Bauteile Fenster und Fenstertüren sind rahmenmaterialspezifische Rechenwerte in Abhängigkeit der Verglasung angegeben.

Danach sind für Kunststoff-Fenster mit Standardverglasung 4/12/4 ( $U_g = 1,2 \text{ W/m}^2 \text{ K}$ ), U-Werte im Fenster von  $1,4 \text{ W/m}^2 \text{ K}$  und mit Spezialverglasung ( $U = 0,9 \text{ W/m}^2 \text{ K}$ ), U-Werte im Fenster von  $1,1 \text{ W/m}^2 \text{ K}$  zu erreichen. Daran sehen Sie, wie individuell die Wärmedämmung mit Fenstern geplant werden kann.

Beispiel für hochwärmedämmende Kunststoff-Fensterkonstruktionen



TROCAL InnoNova\_70.M5 classic



TROCAL InnoNova\_70.M5 elegance

## 1. Einführung

Mit "Noise pollution" wird im englischen die Belastung der Bevölkerung durch Lärm bezeichnet. Dieser Begriff trifft die Sache im Kern, denn in den letzten Jahren rückt der Lärm als störender Umwelteinfluss immer stärker in das Bewusstsein der Bevölkerung. Auf ungestörtes und ruhiges Wohnen wird ein immer größerer Wert gelegt. Ruhiges und naturgerechtes Wohnen ist ein wichtiger Bestandteil der Lebensqualität.

Die Erhaltung der Lebensqualität, ohne Nachteile für den industriellen, verkehrsbedingten oder sportlichen Bereich, ist ein wichtiges Ziel bei der Planung von Gebäuden.

Die Bürgerbeschwerden sind äußerst vielfältig und reichen von Klagen über Nachbarschaftslärm bis hin zum Straßenverkehrslärm. 70 % der Deutschen fühlen sich vom Straßenverkehr belästigt. An zweiter Stelle folgt der Lärm von Sport- und Freizeitanlagen, danach kommt der Industrielärm.

Die Politik hat mit der Verabschiedung diverser Gesetze, Verordnungen und Richtlinien, z.B. Novellierung der TA Lärm, § 47a BImSchG (Lärminderungspläne), Verkehrswege-Schallschutzmaßnahmenverordnung (24. BImSchV), DIN 4109 (Schallschutz im Hochbau), um nur einige zu nennen, diesem Rechnung getragen, um aktive Lärmbekämpfung bei der Planung realisieren zu können.

Die Vorgaben an die Planung sind jedoch unterschiedlich. Es wird immer noch zwischen verschiedenen Lärmarten, wie Industrie-, Verkehrs-, und Sport- und Freizeitlärm mit den entsprechenden gesetzlichen Regelungen und Grenzwerten, unterschieden. Eine sogenannte kumulative Betrachtung wird nicht durchgeführt. Das hat zur Folge, dass z. B für Industrie- und Sportgeräusche der Richtwert 0,5 m vor geöffnetem Fenster gilt und somit die bauliche Ausführung des Gebäudes selbst nicht berücksichtigt wird, während beim Verkehrslärm Möglichkeiten des passiven (baulichen) Schallschutzes bestehen. Sind passive Schallschutzmaßnahmen an einem Gebäude erforderlich, so werden in aller Regel Schallschutzfenster eingebaut.

In der Verkehrswege-Schallschutzmaßnahmenverordnung heißt es:

"...Schallschutzmaßnahmen sind bauliche Verbesserungen an Umfassungsbauteilen schutzbedürftiger Räume. ... insbesondere Fenster, Türen, Rolladenkästen..."

Ziel von passiven Schallschutzmaßnahmen ist es, den Innenpegel in Wohnräumen so weit zu reduzieren, dass ein ungestörter Aufenthalt möglich ist. Psychische Reaktionen (Lästigkeit von Geräuschen) treten bereits oberhalb von 30 dB(A) auf, vegetative Reaktionen wie Erhöhung der Herzfrequenz bzw. Erhöhung des Blutdruckes entstehen bei Schallpegeln oberhalb 65 dB(A). Auch die sprachliche Kommunikation ist bei 65 dB(A) schwierig. Insbesondere an lauten

Straßen oder in der Nähe von Industriegebieten mit Schallpegeln von 70 dB(A) müssen die Bauteile ein Schalldämmmaß von ca. 45 dB erreichen, um ein ungestörtes Wohnen zu ermöglichen.

Die Anforderungen an Fenster sind besonders hoch. Auf der einen Seite müssen diese Bauteile einen ausreichenden Schall-, Klima- und Sonnenschutz gewährleisten, also vor negativen Umwelteinflüssen schützen, andererseits stellen Fenster die notwendige und wichtige Verbindung des Menschen zur Außenwelt dar. Zum Beispiel kann ein Fenster mit hohem Schalldämmmaß zu einem Gefühl der Isolation führen, wenn überhaupt keine Geräusche von der Außenwelt wahrgenommen werden bzw. die innerhalb eines Gebäudes auftretenden Geräusche dann deutlicher hervortreten und stören.

## 2. Schallschutz mit Fenstern

### 2.1 Grundlagen

Zur Berechnung des Schalldämmmaßes von Bauteilen ist es wichtig, zuerst den maßgeblichen Außenlärm zu kennen. Je nach Richtlinie wird der mittlere Maximalpegel oder der Mittelungspegel der Rechnung zugrunde gelegt.

Weiterhin ist auch das Spektrum des Außengeräusches zu beachten, welches bei der Ermittlung der Schalldämmmaße von Bauteilen zukünftig zu berücksichtigen ist (Spektrum-Anpassungswert bei der Ermittlung von Einzahlangaben).

Einen Überblick über die erforderlichen Schalldämmwerte von Fenstern in Abhängigkeit von der Raumfunktion bei unterschiedlichen Lärmaußenpegeln gibt die nachfolgende Tabelle:

Lage des Gebäudes	Außenpegel	empfohlener Schallpegel	Schalldämmwert des Fensters
Dorf- oder Mischgebiet	60 dB(A)	Schlafen 25 - 30 dB(A)	33 dB
		Wohnen 30 - 35 dB(A)	27 dB
		Arbeiten 35 - 50 dB(A)	15 dB
Stadtmitte	70 dB(A)	Schlafen 25 - 30 dB(A)	43 dB
		Wohnen 30 - 35 dB(A)	37 dB
		Arbeiten 35 - 50 dB(A)	25 dB
Stark befahrene Straße	> 70 dB(A)	Schlafen 25 - 30 dB(A)	47 dB
		Wohnen 30 - 35 dB(A)	43 dB
		Arbeiten 35 - 50 dB(A)	30 dB

In Dorf- oder Mischgebieten genügt für ein Fenster eines Schlafrumes ein Schalldämmwert von 33 dB (Schallschutzklasse 2), während in der Nähe von stark befahrenen Durchgangsstraßen ein Schalldämmwert von 47 dB erforderlich ist.

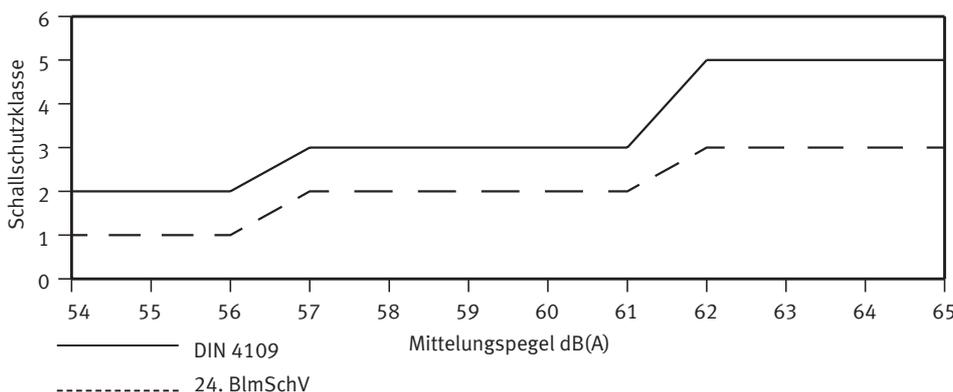
Hier handelt es sich selbstverständlich um Zirka-Angaben. Die genaue Berechnung des Fensters ist abhängig von dem Verhältnis Außenfläche/Fenster und der Schalldämmung der übrigen Außenbauteile (Dach, Wand). Vorgaben für die Berechnung von passiven Schallschutzmaßnahmen sind z.B. in der DIN 4109, in der VDI 2719, in der bahninternen Richtlinie Akustik 23 oder in der 24. BImSchV zu finden.

In Deutschland wird die Schalldämmung von Fenstern in Schallschutzklassen unterteilt. Die Zuordnung von Schallschutzklassen zum bewerteten Schalldämmmaß und Ausführungsbeispiele für die Verglasung zeigt die nachfolgende Tabelle:

Schallschutzklasse	bewertetes Schalldämmmaß dB	Ausführungsbeispiele Glasdicke/SZR/Glasdicke [mm] Gasfüllung
1	25 - 29	4
2	30 - 34	4/16/4 Argon <sup>1)</sup>
3	35 - 39	6/16/4 60% Ar 40% SF <sub>6</sub> <sup>1)</sup>
4	40 - 44	9GH/16-6 Argon
5	45 - 49	11.5GH/20/9.5GH 60% Ar 40% SF <sub>6</sub> <sup>1)</sup>
6	> 50	Kastenfenster

Zur Berechnung des erforderlichen Schalldämmmaßes von Fenstern ist auch das entsprechende Regelwerk zu beachten. Je nach Anwendung kommt es bei gleichen Immissionsverhältnissen zu deutlichen Unterschieden. Anhand einer stark befahrenen Ortsdurchfahrt wurde die Bemessung des Fensters bei verschiedenen Regelwerken ermittelt (Quelle Bayerisches Landesamt für Umweltschutz). In der Grafik ist die notwendige Schallschutzklasse der Fenster für einen Schlafräum für unterschiedliche Abstände (unterschiedliche Mittelungspegel) des Immissionsortes von der Straßenmitte dargestellt.

### Schallschutzklasse von Fenstern in unterschiedlichen Regelwerken



Die höchsten Schallschutzklassen werden nach der DIN 4109 erzielt [Innenpegel 25 dB(A)]. Nach Berechnungen der 24. BImSchV liegen die Schallschutzklassen teilweise um 2 Klassen niedriger, da der anzunehmende Innenpegel (oberer Anhaltswert) bei 30 dB(A) liegt.

### 2.2 Schalldämmung von Fenstern

Ein Fensterelement besteht im wesentlichen aus den Bauteilen

- Scheibe
- Rahmen
- Dichtungen
- Anschlussausführung,

die alle Einfluss auf die Schalldämmung des gesamten Elementes haben.

Prinzipielle Möglichkeiten, die Schalldämmung von Fenstern zu erhöhen, bieten folgende Maßnahmen:

- Erhöhung der Scheibendicke
- Symmetrische oder asymmetrische Mehrscheibenverglasung
- Schwergasfüllung
- Scheibengröße und -geometrie
- Rahmenmaterial
- Fugenausführung/Montage

#### 2.2.1 Erhöhung der Scheibendicke

Die Dicke der Scheibe hat einen großen Einfluss auf die Dämmung der Scheibe. Je höher das Flächengewicht, desto höher das Schalldämmmaß. Eine 4 mm dicke Glasscheibe besitzt rechnerisch ein Schalldämmmaß von  $R_w = 30$  dB, eine 10 mm dicke Scheibe bereits ein  $R_w = 35$  dB. Da die eingebaute Scheibe ein schwingungsfähiges System darstellt, können bei bestimmten Anregungen und Schalleinfallswinkeln Eigenschwingungen der Scheibe auftreten, die zu einem deutlichen Einbruch der Schalldämmung führen (Spuranpassungseffekt).

### 2.2.2 Symmetrische oder asymmetrische Mehrscheibenverglasung

Mehrschalige Verglasungen können den Nachteil des Spuranpassungseffektes aufheben und führen zu einer deutlich höheren Schalldämmung des Fensters. Allerdings stellt eine Doppelverglasung mit dem dazwischen befindlichen Luft- bzw. Gasraum ein Masse-Federsystem dar, welches – ähnlich dem Effekt der Spuranpassung – ein für die Dämmung negatives Resonanzverhalten zeigt.

Bei Wandaufbauten mit Vorsatzschalen kann diese Resonanzfrequenz durch genügenden Abstand zwischen Wand und Vorsatzschale zu niedrigen Frequenzen außerhalb des bauakustischen Frequenzbereiches "gedrückt" werden.

Bei Doppelverglasungen sind solche Abstände nicht zu erzielen. Bei einem Scheibenaufbau 4/16/4 liegt die Resonanz im besonders sensitiven Bereich zwischen 1 kHz und 3 kHz. Oberhalb der Resonanzfrequenz weist ein mehrschaliger Aufbau ein höheres Schalldämmmaß aus, als das bei gleicher Scheibendicke in einschaliger Bauweise erzielt würde. Im Mittel führt ein mehrschaliger Aufbau zu einer Verbesserung von 3 dB. Bei einem asymmetrischen Aufbau, z.B. 6/16/4, erschweren die unterschiedlichen Eigenfrequenzen das Auftreten von "Resonanzen" und stellen nochmals eine Verbesserung dar.

### 2.2.3 Schwergasfüllung

Die Schalldämmung von Mehrscheiben-Isoliergläsern kann verbessert werden, wenn die Luft im Zwischenraum durch geeignete Schwergase ersetzt wird. Die Schwergase übernehmen hier eine ähnliche Funktion wie bei mehrschaligen Wandaufbauten die Mineralwolle. Als Schwergas werden z.B. Schwefel-Hexafluorid (SF<sub>6</sub>) oder Mischungen des Gases mit Luft verwendet. Die Verwendung von Schwergasen anstatt Luft im Scheiben-zwischenraum verbessert das Schalldämmmaß des Fensters um bis zu 6 dB.

In der nebenstehenden Tabelle ist die Verbesserung der Schalldämmung von Mehrscheiben-Isoliergläsern durch Schwergasfüllung im Vergleich zu Luftfüllung bei unterschiedlichen Aufbauten dargestellt (Angaben in mm bzw. dB). Das in der Vergangenheit häufig verwendete SF<sub>6</sub> besitzt eine bessere Wärmeleitfähigkeit als Edelgase und ist somit ungünstig für eine hohe Wärmedämmung des Fensters. Deshalb finden die Edelgase Argon oder Xenon als Gasfüllung immer mehr Verwendung. Die Prüfung der Gasdichtheit soll sicherstellen, dass über den gesamten Lebenszyklus des Fensters die hohe Schalldämmung erhalten bleibt.

Scheibenaufbau	Luft	SF <sub>6</sub>
8/16/4	35	41
8/20/4	37	42
GH4 <sub>1</sub> 4/24/12	44	47
6GH/15/4/Fo0.76/4	45	49

### 2.2.4 Scheibengröße und Scheibengeometrie

Messungen zur Ermittlung des Schalldämmmaßes  $R_{w,P}$  in Prüfständen wird an "genormten" Fenstergrößen 1230 mm x 1480 mm durchgeführt. Zwar werden vom ermittelten  $R_{w,P}$  noch 2 dB als Vorhaltemaß abgezogen, doch hat auch die Größe und Geometrie eines Fensters Einfluß auf den Wert der Dämmung.

In der folgenden Tabelle ist der Einfluss der Größe und des Formates an einem Scheibenaufbau 8/16/4 gefüllt mit Luft exemplarisch dargestellt (Quelle Institut für Fenstertechnik i.f.t., Rosenheim):

Format in mm	1400x1800	1250x1500	630 x 900	250 x 1500	350 x 920
Fläche in m <sup>2</sup>	2,5	2,0	0,6	0,38	0,32
$R_w$ dB	34,7	35,5	37,3	35,7	34,9

Prinzipiell ist festzustellen, dass von der Fläche her kleinere Fenster nicht unbedingt ein höheres Schalldämmmaß besitzen als großformatige. Wichtig ist, dass bei bestimmter Geometrie (annähernd quadratische Formate) ungünstige Resonanzfrequenzen nicht angeregt werden können bzw. außerhalb des bauakustischen Frequenzbereiches liegen. Im jeweiligen Einzelfall sollte der Fensteraufbau geprüft werden.

### 2.2.5 Rahmenmaterial

Rahmenwerkstoffe für Fenster sind Kunststoff (fast ausschließlich PVC), Holz oder Aluminium. Das Rahmenmaterial selbst spielt aus schalltechnischer Sicht bis zur Schallschutzklasse 3 eine untergeordnete Rolle. Bei Berücksichtigung der Statik, des Wärmeschutzes, der Haltbarkeit und der Pflegebedürftigkeit gibt es Unterschiede. Aluminium ist ein guter Wärmeleiter (schlechte Wärmedämmung), besitzt dafür aber gute statische Eigenschaften. Holzrahmen sind sehr aufwendig im Unterhalt. Kunststoffrahmen hingegen haben mit Armierung ausreichende statische Eigenschaften, gute Wärmedämmung und sind pflegeleicht.

Bei Fenstern der Schallschutzklasse 4 und höher ist die Ausführung des Rahmens wichtig. Hier ist besonders auf Fugendichtigkeit und hohes Flächen-gewicht zu achten. Leicht-holzrahmen sind hier von Nachteil. Das Schalldämmmaß von Holzrahmen liegt bei ca. 37 - 39 dB, das von Kunststoffrahmen bei ca. 41 dB.

**2.2.6 Fugenausführung/Montage**

Besonders wichtig für die Schalldämmung des Gesamtbau- teils Fenster sind die Fugenausführung und der Einbau des Elementes in den Baukörper. Einfluss haben hier die Geo- metrie der Fuge, die Form und die Oberfläche sowie die aku- stischen Eigenschaften der Fugenverschlüsse und des Füll- materials. Schmale offene Fugen reduzieren besonders bei höheren Frequenzen die Dämmung. Folgende Ausführungen sind für die Schalldämmung besonders vorteilhaft:

- Versetzte Fugen gegenüber glatten Fugen. Hier findet eine Umwandlung der Schallenergie durch Umlenkung des Schalls statt.
- Fugenhinterfütterung mit Materialien mit hohem Strömungswiderstand. Die Schallenergie wird durch den hohen Strömungswider- stand in Wärme umgewandelt.
- Fugenabdichtung mit Materialien mit niedrigen Elastizi- tätsmodul. Bei Materialien mit hohem Elastizitätsmodul ist die Körperschallübertragung höher und deshalb für die Dämmung ungünstig.
- Abdichtungsbänder mit hoher Komprimierung.
- Beidseitige Anordnung von Abdichtungen.

Zum Fugenabschluss wurden Untersuchungen am i.f.t. in Rosenheim durchgeführt. Dabei wurde im Prüfstand ein "Fenster" (doppelschalige Verbundblechscheibe mit Mine- ralfaserplatten) mit einer hohen Schalldämmung (Rw = 54 dB) eingebaut und die untere Anschlußfuge offen gelassen bzw. in unterschiedlichen Materialien ausgeführt. Das Ergebnis dieser Untersuchung ist in der folgenden Tabelle dargestellt:

Ausführung der Fuge	Schalldämmmaß Rw dB
Fuge offen	17
Fuge locker mit Mineralfaserfilzstreifen gefüllt und mit Holz-leisten abgedeckt	33
Fuge mit PU-Schaum ausgefüllt	48
Fuge mit PU-Schaum ausgefüllt und mit Holzleisten abgedeckt	49
Fuge mit Mineralfaserfilzstreifen ausgestopft und versiegelt	51

Bei diesen Untersuchungen wird nicht nur eine alte Faustregel bestätigt - "Wenn zwischen zwei Abschlüssen eine Zei- tung hindurchgezogen werden kann, ist die Schalldämmung des Bauteils selten höher als 10 dB, egal wie hoch die Schalldämmung des Elementes selbst ist", sondern auch gezeigt, dass bei korrekter Ausführung der Fuge die Mineral- faser dem PU-Schaum vorzuziehen ist. Erstens ist die Däm- mung des Schalls innerhalb der Mineralfaser höher (größere Strömungswiderstand) als bei PU-Schaum, und zweitens ist die Körperschallübertragung durch das kleinere Elastizi- tätsmodul niedriger. Beide Faktoren führen zu einer höheren Schalldämmung. Auch die mangelnde Elastizität des PU- Schaums kann bei thermisch bedingten Ausdehnungen im Einbau zwischen Wand und Rahmen zu unerwünschten offe- nen Fugen führen, die das Schalldämmmaß verringern.

**Mit Fenstern aus TROCAL-Profilen haben Sie Ruhe vor dem Lärm.**

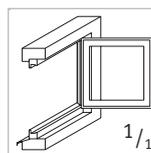
Unsere Welt ist laut geworden. Lärm ist eines der größten Umweltprobleme unserer Zeit. Nicht nur für den, der nahe an einem Flughafen, einer Eisenbahnlinie oder Hauptverkehrs- straße wohnt. Fenster, die noch vor Jahrzehnten ausreichend Schutz boten, gefährden heute unsere Gesundheit, weil sie den Lärm nicht stoppen.

Auf Dauer dicht

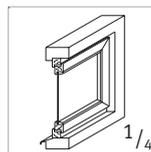
Entscheidend für gute Dämmwerte ist die Dichtheit des Fen- sters.

Mit TROCAL-Systemen haben Sie die Gewähr, dass die Fen- ster auf Dauer dicht sind - zwischen Flügel und Rahmen, Glas und Flügel sowie im Bauwerksanschluss.

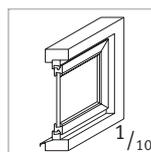
**Wird eine Lautstärke um 10 dB reduziert, empfindet das menschliche Ohr diese Lautstärke nur noch halb so laut.**



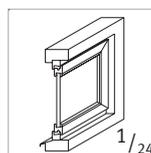
Das geöffnete Fenster lässt den Außenlärm in den Raum dringen - z.B. etwa 75 dB bei starkem Verkehr.



Ein altes, oft un-dichtes, einfach verglastes Fenster dämmt nur ca. 20 dB, bei den heuti- gen Lärmbelastigungen völlig unzurei- chend.



TROCAL-Fenster mit Standard-Isolierverglä- sungen erreichen 32 dB und reduzierenden Lärm auf 1/10.



TROCAL-Fenster mit Funktions-Isolierverglä- sungen erreichen 45 dB, d.h. eine Lärm- reduzierung auf 1/24.

## TROCAL InnoNova 70

Profil InnoNova 2000	Scheibenaufbau (mm)	Schalldämmwert Glas	R <sub>w</sub> -P (dB) R <sub>w</sub> -R (dB)	Prüf-Nr.
51 01 10 / 52 01 00 mit Stahl im Blendrahmen und Flügel	4/16/4 (G)		35 33	161 25343/1.0.0
51 01010 / 52 01 00 mit Stahl im Flügel	6/16/4 (G)		38 36	161 25343/2.0.0
51 01 00 / 52 06 30 mit Stahl im Blendrahmen und Flügel	10/20/6 (G)	40 dB	40 38	161 26137/1.0.0
51 01 00 / 52 01 00 mit Stahl im Blendrahmen und Flügel	9VSG SC (4-2x Folie) /18/10	44 dB	43 41	161 25343/1.6.0
51 01 00 / 52 10 00 mit Stahl in Blendrahmen und Flügel	GH13/20/GH9 (G)	54 dB	46 44	161 25343/3.2.0
<b>Profil InnoNova _70.M5</b>				
51 03 00 / 52 06 40 mit Stahl im Flügel	4/16/4 (G)		33 31	PIB S 2005 / 07
51 03 00 / 52 06 40 mit Stahl in Blendrahmen und Flügel	6/16/4 (G)	35 dB	37 35	PIB S 2004 / 44
51 03 00 / 52 06 40 mit Stahl in Blendrahmen und Flügel	8/16/4 (G)	37 dB	38 36	PIB S 2004 / 47
51 03 00 / 52 06 40 mit Stahl in Blendrahmen und Flügel	10/20/6 (G)	40 dB	40 38	PIB S 2004 / 51
51 03 00 / 52 06 40 mit Stahl in Blendrahmen und Flügel	VSG8/16/8 (G)	42 dB	41 39	PIB S 2004 / 43
51 03 00 / 52 06 40 mit Stahl in Blendrahmen und Flügel	VSG8/16/8 (G)	42 dB	42 40	PIB S 2004 / 42
51 03 00 / 52 06 40 mit Stahl in Blendrahmen und Flügel	VSG10/16/10 (G)	44 dB	43 41	PIB S 2004 / 54
51 03 00 / 52 06 40 mit Stahl in Blendrahmen und Flügel	VSG12/16/VSG8 (G)	48 dB	44 42	PIB S 2004 / 40
51 03 00 / 52 06 40 mit Stahl in Blendrahmen und Flügel	VSG12/16/VSG8 (G)	48 dB	45 43	PIB S 2004 / 41
<b>Profil InnoNova _70.a5</b>				
61 01 30 / 62 06 40 mit Stahl in Blendrahmen und Flügel	4/16/4 (G)		33 31	PIB S 2004 / 62
61 01 30 / 62 06 40 mit Stahl in Blendrahmen und Flügel	6/16/4 (G)	35 dB	38 36	PIB S 2004 / 04
61 01 30 / 62 06 40 mit Stahl in Blendrahmen und Flügel	10/20/6 (G)	40 dB	39 37	PIB S 2004 / 72
61 01 30 / 62 06 40 mit Stahl in Blendrahmen und Flügel	VSG8/16/8 (G)	42 dB	41 39	PIB S 2004 / 65
61 01 30 / 62 06 40 mit Stahl in Blendrahmen und Flügel	VSG10/16/10 (G)	44 dB	42 40	PIB S 2004 / 70
61 01 30 / 62 06 40 mit Stahl in Blendrahmen und Flügel	VSG8/16/10 (G)	45 dB	43 41	PIB S 2004 / 03
61 01 30 / 62 06 40 mit Stahl in Blendrahmen und Flügel	VSG12/16/8 (G)	47 dB	44 42	PIB S 2004 / 66