

# Sound insulation of triple insulating glass units

Bernd Saß

*ift Rosenheim GmbH, 83026 Rosenheim, Germany, Email: sass@ift-rosenheim.de*

## Introduction

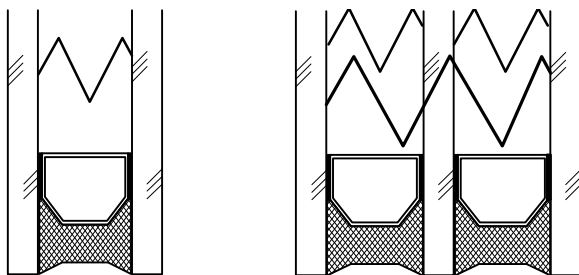
On the background of the actual discussion about building construction with increasing energy efficiency, the use of insulating glass units with two spacers – so called triple insulating glass units - becomes more important in windows and facades in Germany. With this type of glass construction the thermal insulation can be improved, the U-value of such triple insulating glass units is up to  $U_g = 0,5 \text{ W/m}^2\text{K}$ , depended on the technical equipment (coating, gas filling, spacer).

Triple insulating glass units also have an effect on other properties of windows and facades, among others they are the increased weight, glass construction, durability of the glass mounting system, danger of broken glass caused by high load in the edge, and last but not least sound insulation.

The sound insulation of triple insulating glass units (IGU) was tested by *ift* Rosenheim according to the procedure described in EN ISO 140-3 with specimen size 1230 mm × 1480 mm in several test projects during the last years. The most important findings from this test projects was summarized in this article.

## Comparison of double and triple insulating glass units

The sound insulation of double insulating glass units is affected by the coincidence frequency of the single glass panes and the double pane resonance effect which is characterized by the distance of the panes, the gas filling in the space between the panes and the mass of each pane.



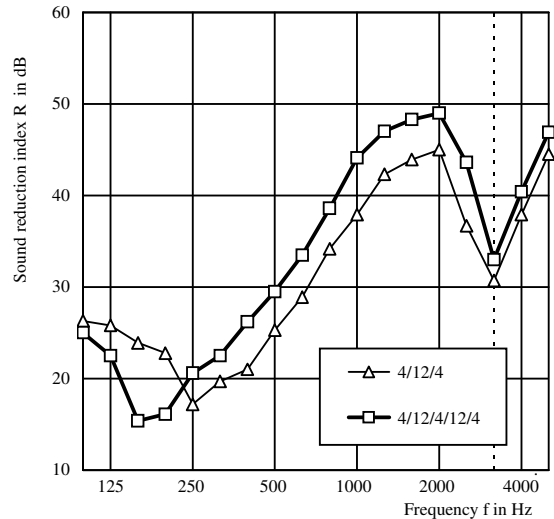
Double insulating glass unit

Triple insulating glass unit

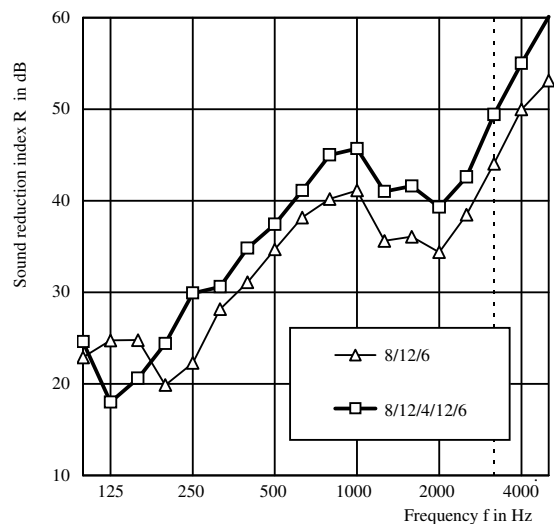
**Figure 1:** typical construction of double and triple insulating glass units with double pane resonances

Also triple insulating glass unit's shows coincidence frequencies as it is shown in the examples in figure 2 and 3. Important for sound insulation are the outer and inner glass pane; in figure 3 this are the 8 mm pane outside and 6 mm pane inside. The coincidence frequency of the 4 mm glass pane in the middle at 3150 Hz has no effect on the sound insulation.

The analysis of the measurements also shows an adjustment of the double pane resonance effect to lower frequencies at the same distance between the panes. This can be explained with the enlarged distance between the inner and outer glass pane if the same spacers are used.



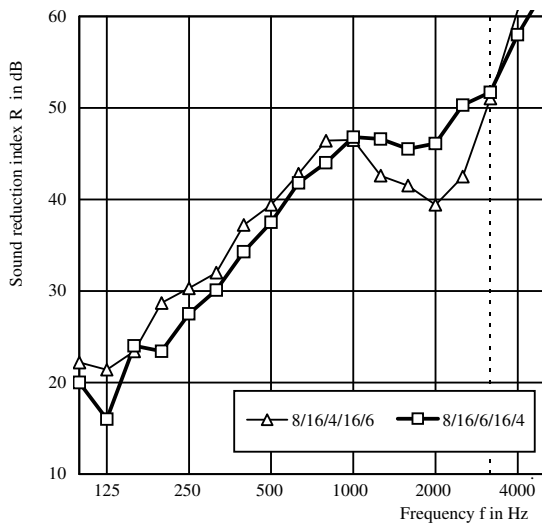
**Figure 2:** Comparison of the sound insulation of double and triple insulating glass units, numbers in mm, Result: 4/12 Ar/4:  $R_w(C;C_{tr}) = 30 (-1;-3) \text{ dB}$   
4/12 Ar/4/12 Ar/4:  $R_w(C;C_{tr}) = 32 (-1;-5) \text{ dB}$



**Figure 3:** Comparison of the sound insulation of double and triple insulating glass units, Result: 8/12 Ar/6:  $R_w(C;C_{tr}) = 35 (-1;-4) \text{ dB}$   
8/12 Ar/4/12 Ar/6:  $R_w(C;C_{tr}) = 38 (-1;-5) \text{ dB}$

## Pane construction

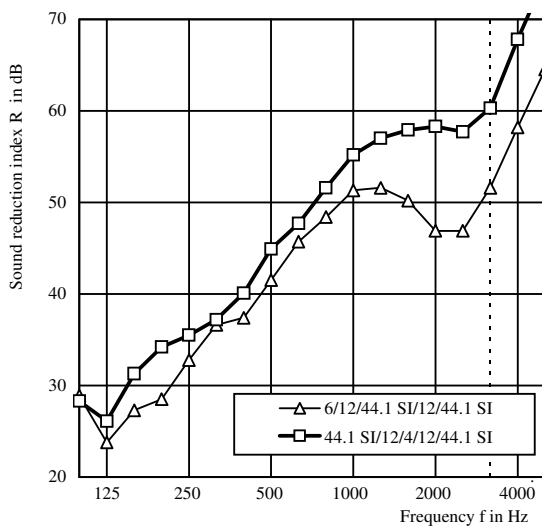
If the sandwich-construction of triple insulating glass units is varied it will have an effect on the sound insulation. Figure 4 shows a comparison of measurements where the order of the panes was varied.



**Figure 4:** Sound insulation of triple insulating glass units with different construction (filled with air)

Result 8/16/4/16/6:  $R_w(C;C_{tr}) = 40 (-2;-5)$  dB  
 8/16/6/16/4:  $R_w(C;C_{tr}) = 39 (-2;-7)$  dB

The glass construction with the lightest pane in the middle (4 mm in this example) has higher single number ratings, even though the coincidence frequency of the heavy panes reduces the sound insulation in this frequency band.



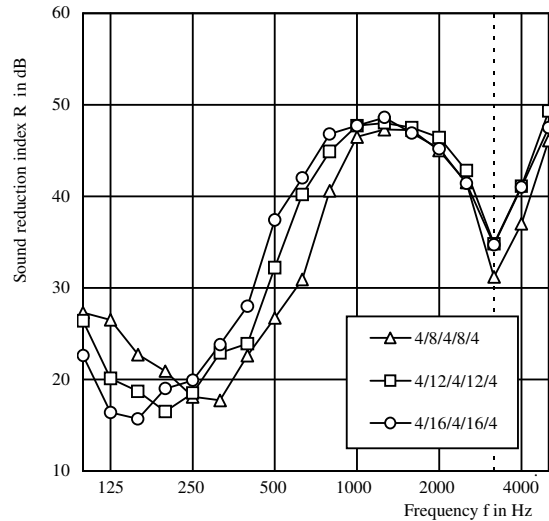
**Figure 5:** Sound insulation of triple IGU with different construction and laminated glass (filled with Argon)

Result 6/12/44.1/12/44.1:  $R_w(C;C_{tr}) = 44 (-2;-6)$  dB  
 44.1/12/4/12/44.1:  $R_w(C;C_{tr}) = 47 (-2;-6)$  dB

At triple insulating glass units with laminated glass made of foils with increased acoustic properties the changing in order shows similar effects except of the coincidence frequency which has not such negative influences, compared with the example in figure 4.

## Increase of the space between the glass panes

Similar to double insulating glass units the sound insulation of triple insulating glass units can be enlarged by increasing the space between the glass panes. Figure 6 shows the adjustment of the double pane resonance frequency to lower frequencies with enlarged spacer.



**Figure 6:** Variation of the space between the glass panes at triple IGU, filled with Krypton

Technical limits in enlargement of the space between the glass panes are given by the total thickness of the unit which has to be mounted in a window frame. Additionally the load in the edge of the panes becomes more with increased gas volume inside the insulating glass.

## Summary

The sound insulation of triple insulating glass units can be compared with double insulating glass; coincidence frequencies and double pane resonance effects are characteristics of both pane types.

As exception the centre glass pane shows no real effect on the sound insulation of the insulating glass unit. The sound insulation was defined by the outer and inner glass pane.

The range of weighted sound insulation which can be achieved with double IGU can also be reached with triple insulating glass units ( $R_w$  up to 50 dB), though the total thickness and weight may be higher.

## References

- [1] Karin Lieb, "Dreifach-Isolierglas-Standard der Zukunft?", Rosenheimer Fenstertage 2008
- [2] EN ISO 140-3: Laboratory measurements of airborne sound insulation of building elements
- [3] Laboratory measurement of the sound insulation of triple insulating glass units at ift Rosenheim in the years 2004-2008

# Schalldämmung von Dreifach-Isolierglas

Bernd Saß

ift Rosenheim GmbH, 83026 Rosenheim, Germany, Email: sass@ift-rosenheim.de

## Einleitung

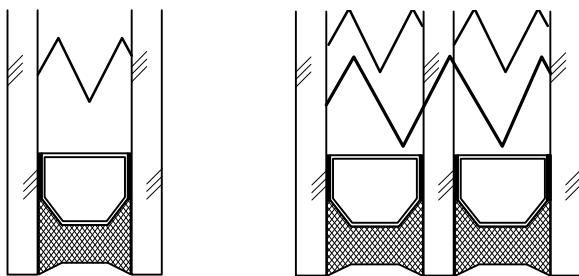
Vor dem Hintergrund der aktuellen Diskussion um Bauweisen mit höherer Energieeffizienz werden in Deutschland verstärkt Isolierglasscheiben mit zwei Scheibenzwischenräumen, sogenanntes Dreifach-Isolierglas, in Fenster und Fassaden eingebaut. Durch diese Bauweise lässt sich die Wärmedämmung verbessern, der U-Wert solcher Verglasungseinheiten liegt in Abhängigkeit der technischen Ausstattung (Beschichtungen, Gasfüllungen, Abstandhalter) bei einem Wärmedurchgangskoeffizienten bis zu  $U_g = 0,5 \text{ W/m}^2\text{K}$ .

Der Einsatz von Dreifach-Isolierglas wirkt sich auch auf andere Eigenschaften des Fensters oder der Fassade aus, unter anderem ist in diesem Zusammenhang zu nennen das erhöhte Gewicht, die Dauerhaftigkeit des Glasauf- und einbaus, Glasbruchgefahr durch zu hohe Kantenbelastung und nicht zuletzt die Schalldämmung.

Das ift Rosenheim hat in den letzten Jahren die Schalldämmung von Dreifach-Isolierglas nach dem in EN ISO 140-3 beschriebenen Prüfverfahren an Scheiben in der Abmessung 1230 mm x 1480 mm im Rahmen von mehreren Prüfaufträgen untersucht; die wichtigsten Erkenntnisse aus diesen Messungen werden nachfolgend beschrieben.

## Vergleich von Zwei- und Dreifach-Isolierglas

Die Schalldämmung von Zweifach-Isolierglas ist geprägt durch die Koinzidenzfrequenz der einzelnen Glasscheiben und die Doppelscheiben-Resonanz, die sich aus der Masse der einzelnen Scheiben, dem Abstand der Glasscheiben (Scheibenzwischenraum) und der Gasfüllung ergibt.



Zweifach-Isolierglas

Dreifach-Isolierglas

Abbildung 1: Typischer Aufbau von Zweifach- und Dreifach-Isolierglas mit Doppelscheibenresonanzen

Der Einfluss der Koinzidenzfrequenz zeigt sich bei Dreifach-Isolierglas in gleicher Weise wie bei Zweifach-Isolierglas, wie das Beispiel in Abbildung 2 und 3 zeigt. Für die Schalldämmung bestimmend wirken die äußere und die innere Scheibe; in dem Beispiel in Abbildung 3 ist das die äußere 8 mm Scheibe und die innere 6 mm Scheibe. Die

Koinzidenzfrequenz der mittleren 4 mm Scheibe bei 3150 Hz zeichnet sich nicht ab.

Die Analyse der Messungen zeigt auch, dass sich bei gleichen Scheibenabständen die Doppelscheiben-Resonanzfrequenz zu tiefen Frequenzen hin verschiebt. Das liegt unter anderem daran, dass sich die Wechselwirkung der beiden äußeren Scheiben zu einer Doppelscheibenresonanz überlagert, deren Abstand voneinander etwa doppelt so groß ist wie beim Zweifach-Isolierglas.

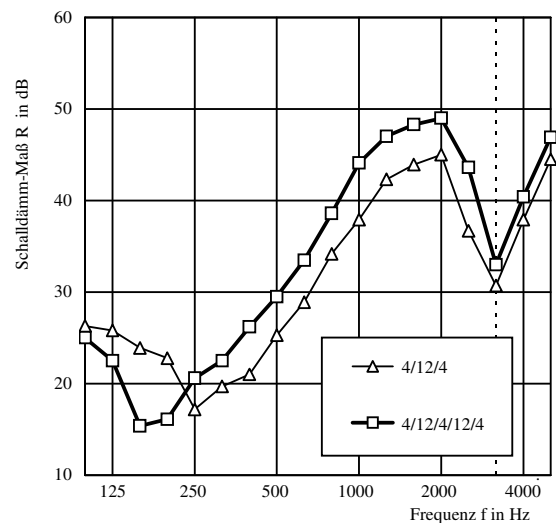


Abbildung 2: Vergleich der Schalldämmung von Zweifach- und Dreifach-Isolierglas, Zahlenangaben in mm, Ergebnis: 4/12 Ar/4:  $R_w(C;C_{tr}) = 30 (-1;-3) \text{ dB}$   
4/12 Ar/4/12 Ar/4:  $R_w(C;C_{tr}) = 32 (-1;-5) \text{ dB}$

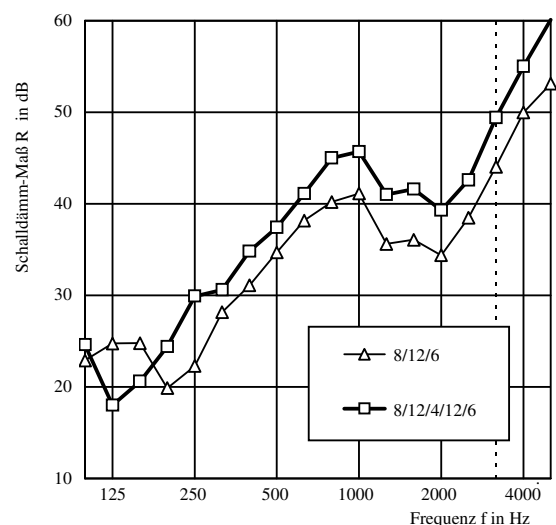
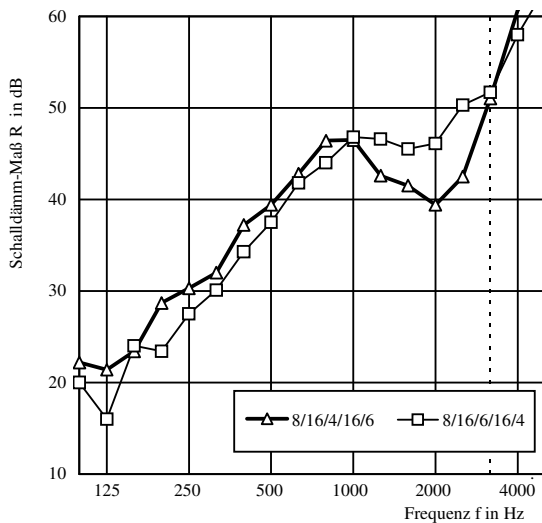


Abbildung 3: Vergleich der Schalldämmung von Zweifach- und Dreifach-Isolierglas, Zahlenangaben in mm, Ergebnis: 8/12 Ar/6:  $R_w(C;C_{tr}) = 35 (-1;-4) \text{ dB}$   
8/12 Ar/4/12 Ar/6:  $R_w(C;C_{tr}) = 38 (-1;-5) \text{ dB}$

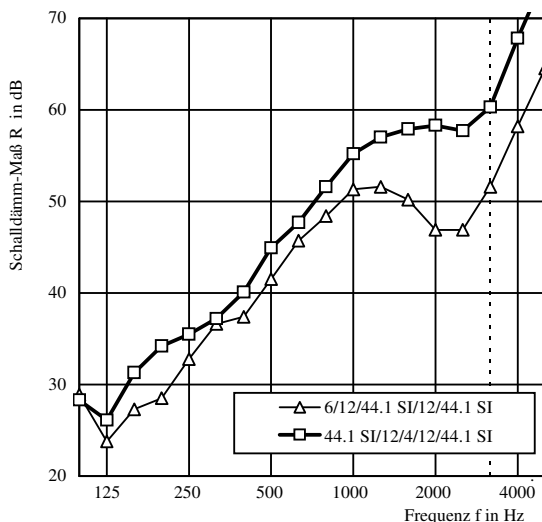
## Glaskonstruktion

Wird bei einem Dreifach-Isolierglas der Schichtaufbau variiert, so wirkt sich diese Änderung auf die Schalldämmung aus. Ein Beispiel dazu ist in Abbildung 4 enthalten



**Abbildung 4:** Schalldämmung von Dreifach-Isolierglas (Luftgefüllt) mit variiertem Aufbau, Zahlenangaben in mm  
 Ergebnis 8/16/4/16/6:  $R_w(C;C_{tr}) = 40 (-2;-5)$  dB  
 8/16/6/16/4:  $R_w(C;C_{tr}) = 39 (-2;-7)$  dB

Die Glaskonstruktion mit der dünnsten Scheibe in der Mitte (im Beispiel 4 mm) ergibt in der Summe die höheren Einzulangaben (bei gleichem Gesamtgewicht), wenngleich die Schalldämmung durch die Koinzidenzfrequenz der dickeren und damit steiferen Glasscheibe reduziert wird.

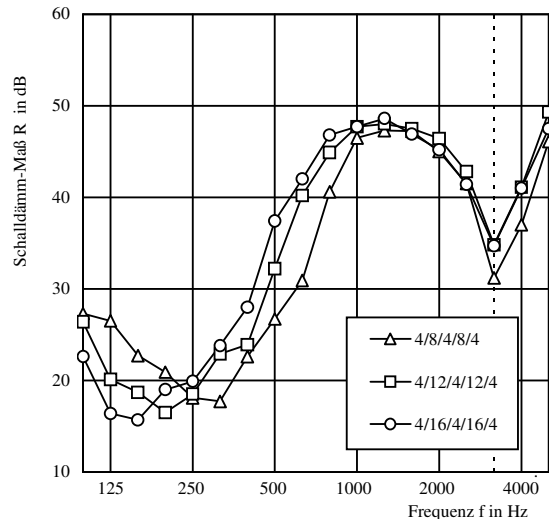


**Abbildung 5:** Schalldämmung von Dreifach-Isolierglas (Argongefüllt) mit variiertem Aufbau und Verbundglas  
 Ergebnis 6/12/44.1 SI/12/44.1 SI:  $R_w(C;C_{tr}) = 44 (-2;-6)$  dB  
 44.1 SI/12/4/12/44.1 SI:  $R_w(C;C_{tr}) = 47 (-2;-6)$  dB

Bei Dreifach-Isolierglas mit Verbundglas aus Folien mit akustisch günstigen Eigenschaften zeigt sich ein ähnliches Bild, nur dass die Koinzidenzfrequenz sich nicht so negativ auswirkt wie bei dem Beispiel in Abbildung 4.

## Vergrößerung des Scheibenzwischenraumes

Wie bei Zweifach-Isolierglas auch kann die Schalldämmung von Dreifach-Isolierglas durch Vergrößerung des Scheibenzwischenraumes erhöht werden; in der Darstellung in Abbildung 6 ist deutlich der Einfluss erkennbar; die Doppelscheiben-Resonanzfrequenz verschiebt sich zu tiefen Frequenzen.



**Abbildung 6:** Schalldämmung von Dreifach-Isolierglas, Variation des Scheibenzwischenraumes (Kryptongefüllt)

Technische Grenzen bei der Vergrößerung des Scheibenzwischenraumes ergeben sich durch die Gesamtglasdicke, die ja auch noch in ein Fenster eingebaut werden muss, und die steigenden mechanischen Belastungen, die sich aus dem größer werdenden, eingeschlossenen Gasvolumen ergeben.

## Zusammenfassung

Die Schalldämmung von Dreifach-Isolierglas ist im Frequenzverlauf mit der Schalldämmung von Zweifach-Isolierglas vergleichbar; Koinzidenzfrequenzen und Doppelscheibenresonanzen zeichnen sich in gleicher Weise ab. Eine Ausnahme bildet die Glasscheibe in der Mitte, die praktisch keinen Einfluss auf die Schalldämmung der Gesamtkonstruktion hat. Wichtig für die Schalldämmung sind die außen und innen liegenden Scheiben.

Der Bereich von bewerteten Schalldämm-Maßen, der mit Zweifach-Isolierglas erreicht werden kann ( $R_w$  bis etwa 50 dB) lässt sich auch mit Dreifach-Isolierglas erreichen, jedoch Bauartbedingt mit größerer Enddicke und höherem Gewicht.

## Literaturhinweise

- [1] Karin Lieb, "Dreifach-Isolierglas-Standard der Zukunft?", Rosenheimer Fenstertage 2008
- [2] DIN EN ISO 140-3:2005-03: Messung der Luftschalldämmung von Bauteilen in Prüfständen.
- [3] Schallprüfungen von Dreifachglas am ift Rosenheim aus den Jahren 2004-2008