

TROCAL Fenster- und Türsysteme

TROCAL 900

Architekten-Information, 1993

Kap.8: Schall- und Wärmedämmung

Schalldämmung

Ständig steigende Lärmentwicklung und erhöhte Energiekosten haben den Gesetzgeber veranlaßt, drastische Änderungen in der Schall- und Wärmeschutzverordnung vorzunehmen.

Aufgrund der in den letzten Jahren ständig steigenden Lärmbelastungen wurden bereits Gesetze und Forderungen erlassen, die an die Schalldämmung von Außenwänden konkrete Anforderungen stellen, in die die Fenster mit einbezogen sind. Es ist bekannt, daß Fenster im allgemeinen eine geringere Schalldämmung als die sie umgebenden Wände haben. Diese Tatsache ist einmal dadurch erklärbar, daß das Fenster ein geringeres Gewicht als die es umschließenden Bauteile hat, zum anderen, daß es sich in der Regel um bewegliche Teile handelt. Die Aufgabe des Fensterkonstruktors in Verbindung mit der Zulieferindustrie ist es nun, Fenster zu bauen, die die Anforderungen hinsichtlich einer den Gegebenheiten angemessenen Schalldämmung erreichen. Es ist also wichtig, die Konstruktionen so zu bemessen, daß sie in Verbindung mit der Außenwand den Schallpegel in den entsprechenden Räumen so niedrig halten, wie es die VDI-Richtlinie 2719 empfiehlt bzw. die Richtlinie für bauliche Maßnahmen zum Schutz gegen Außenlärm festlegen. Ein mitentscheidender Faktor bei der Gestaltung dieser schalldämmenden Fenster ist aber neben der Erfüllung von technischen Anforderungen auch die Wirtschaftlichkeit eines solchen Elementes.

Das TROCAL Fensterprogramm bietet individuelle Lösungen für bessere Schalldämmung. Bereits beim „Normalfenster“ sorgen Material, Konstruktion und Paßgenauigkeit für erhöhte Schalldämmung. Spezielle TROCAL Schalldämmfenster gibt es für alle Schallschutzklassen (Prüfzeugnisse hierzu siehe Abschnitt 10).

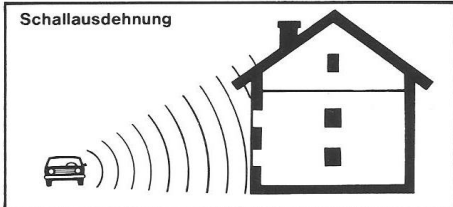
Auf den nachfolgenden Seiten sind Auszüge aus den jeweiligen Richtlinien über Wärme- und Schalldämmung aufgeführt.

Begriffserläuterung

Schall

Unter Schall versteht man mechanische Schwingungen und Wellen, die sich in der Luft, im Wasser oder in Festkörpern ausbreiten. Diese Schwingungen bzw. Wellen werden durch das menschliche Ohr im Bereich von 16 bis 20.000 Hz wahrgenommen.

Schallausbreitung



Schall, der sich durch feste Stoffe ausbreitet, wird Körperschall genannt, z. B. durch Gehen entstehender Schall „Trittschall“. Dieser Körperschall wird dann hörbar, wenn er als Luftschall abgestrahlt wird.

Schallmessungen werden im Bereich von 100 bis 3.200 Hz durchgeführt, da es sich hierbei um den in der Bauakustik vorkommenden Frequenzbereich handelt.

Lärm

Lärm ist jede Art von Schall, z. B. Töne, Klänge, Geräusche, die durch das menschliche Gehör als störend oder belästigend empfunden werden. Diese Empfindung ist zum Teil subjektiv und somit auch abhängig vom Hörenden.

Lärm ist subjektiv



Schallschutz

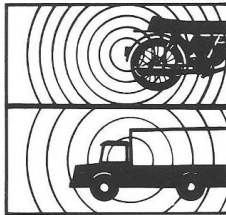
Unter Schallschutz versteht man einerseits Maßnahmen gegen die Schallentstehung (Primär-Maßnahmen) und andererseits Maßnahmen, die die Schallübertragung von einer Schallquelle zum Hörer vermindern (Sekundär-Maßnahmen).

Frequenz (f) – Hertz (Hz)

Die Frequenz gibt die Zahl der Schwingungen je Sekunde an. Hohe, schrille Töne haben eine hohe Frequenz (= viele Schwingungen), tiefe, brummende Töne haben eine niedrige Frequenz (= wenige Schwingungen).

Wiedergegeben mit Erlaubnis des DIN Deutsches Institut für Normung e.V. Maßgebend für das Anwenden der Norm ist deren Fassung mit dem neuesten Ausgabedatum, die bei der Beuth Verlag GmbH, Burggrafenstraße 4-10, 1000 Berlin 30, erhältlich ist.

Helle Töne



Dunkle Töne

Die Maßeinheit der Frequenz ist „Hertz“, wobei 1 Hertz = 1 Schwingung je Sekunde ist.

Schalldruck (p)

Der Schalldruck bestimmt die Druckschwankungen des Schallfeldes und ist dem atmosphärischen Luftdruck überlagert.

Schallpegel (L)

Der unbewertete Schallpegel wird in dB angegeben und ist der Schalldruck innerhalb eines Raumes in Abhängigkeit von der Frequenz.

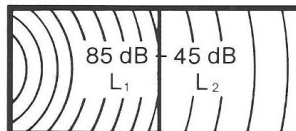
Lautstärke (dB[A] = Dezibel)/A = Schallpegel

Die Lautstärke wird in dB (A) und nicht mehr in Phon angegeben, da sich die Bezeichnung Phon international nicht durchsetzen konnte.

Der A-Schallpegel L_A ist der mit der Bewertungskurve A nach DIN 45633, Blatt 1, bewertete Schallpegel. Er ist ein Maß für die Stärke eines Geräusches und wird ebenfalls in dB (A) angegeben.

Schallpegeldifferenz (D)

Die Schallpegeldifferenz gibt den Unterschied zwischen dem Schallpegel L_1 im Senderaum und dem Schallpegel L_2 im Empfangsraum an.



Schallpegeldifferenz $D = 85 - 45 = 40$ dB

Luftschalldämmung (R)

Die Luftschalldämmung vermindert den Schalldurchgang durch eine Trennfläche, z. B. ein Fenster. Sie wird durch das Schalldämm-Maß „R“ gekennzeichnet.

Schalldämm-Maß (R)

Das Schalldämm-Maß „R“ kennzeichnet die Luftschalldämmung von Bauteilen.

$$R = D + 10 \lg \frac{S}{A} \text{ dB}$$

Wiedergegeben mit Genehmigung des VDI-Verlages, Düsseldorf, aus: VDI-Richtlinie 2719/1983. Die Originalrichtlinie ist zu beziehen bei: Beuth-Verlag GmbH, Burggrafenstraße 4-10, 1000 Berlin 30.

Begriffserläuterung

Luftschallschutzmaß (LSM)

Das Luftschallschutzmaß gibt die mögliche Parallelverschiebung der Soll-Kurve nach DIN 52210 gegenüber der gemessenen Kurve für die Schalldämm-Maße R unter Berücksichtigung der noch zulässigen mittleren Abweichung an.

Mittelungspegel (L_m)

Der Mittelungspegel L_m ist der über der Zeit gemittelte A-Schallpegel. Er wird bestimmt nach dem in DIN 45641 beschriebenen Verfahren und dient der Kennzeichnung von Geräuschen mit schwankendem Schallpegel. Er entspricht dem Pegel eines gleichbleibenden Dauergeäusches, das etwa die gleiche Störwirkung hat wie das zu kennzeichnende veränderliche Geräusch.

Ermittlung des „maßgeblichen Außenlärmpegels“

Sofern für die Einstufung in Lärmpegelbereiche keine anderen Festlegungen, z. B. gesetzliche Vorschriften, Bebauungspläne oder Lärmkarten nach DIN 18005, Teil 2 (Entwurf), maßgebend sind, können für den „maßgeblichen Außenlärmpegel“ die wie folgt ermittelten Werte zugrunde gelegt werden:

- für die überschlagige Abschätzung aus Tabelle 1

- für die rechnerische Ermittlung die Mittelungspegel L_{mT} für den Tag bzw. L_{mN} für die Nacht nach DIN 18005, Teil 1 (z. Z. Entwurf); der höhere Wert ist für die Zuordnung in die Lärmpegelbereiche maßgebend
- für die meßtechnische Ermittlung der Mittelungspegel L_m nach DIN 45641 und DIN 45642.

Anmerkung:

Der Mittelungspegel berücksichtigt nicht die besonders störend empfundenen Maximalpegel. Liegen die mittleren Maximalpegel L_1 mehr als 10 dB (A) über den entsprechenden „maßgeblichen Außenlärmpegeln“, so sollen die „maßgeblichen Außenlärmpegel“ um den über 10 dB (A) hinausgehenden Wert erhöht und für die Zuordnung zu den Lärmpegelbereichen nach Tabelle 1 zugrunde gelegt werden.

Mittlerer Maximalpegel

Als mittlerer Maximalpegel wird der A-Schallpegel L_1 bezeichnet, der während 1% der Zeit erreicht oder überschritten wird.

Bewertetes Schalldämm-Maß (R'_{w})

Einzahlangabe zur Kennzeichnung der Luftschalldämmung von Bauteilen.

Tabelle 1:

Spalte	1	2	3	4
Zeile	Verkehrsbelastung, tagsüber, beide Richtungen zusammen Fahrzeuge/h	Beispiele für die Zuordnung der Straßentypen zur Verkehrsbelastung (Fahrstreifen) 1)	Abstand des Immissionsortes von der Fahrbahnmittle 2) in m	Lärmpegelbereich
1	< 10	Wohnstraße	–	0
2.1	10 bis 50	Wohnstraße (2streifig)	> 35	0
2.2			26 bis 35	I
2.3			11 bis 25	II
2.4			≤ 10	III
3.1	> 50 bis 200	Wohnsammelstraße (2streifig)	> 100	0
3.2			36 bis 100	I
3.3			26 bis 35	II
3.4			11 bis 25	III
3.5			≤ 10	IV
4.1	> 200 bis 1000	Landstraße im Ortsbereich (2streifig), Wohnsammelstraße (2streifig)	101 bis 300	I
4.2			36 bis 100	II
4.3			11 bis 35	III
4.4			≤ 10	IV
5.1		Landstraße außerhalb des Ortsbereiches (2streifig), Straßen in Industrie- und Gewerbegebieten (2streifig)	101 bis 300	II
5.2			36 bis 100	III
5.3			11 bis 35	IV
5.4			≤ 10	V
6.1	> 1000 bis 3000	Städtische Hauptverkehrsstraße (2streifig), Straßen in Industrie- und Gewerbegebieten (2streifig)	101 bis 300	III
6.2			36 bis 100	IV
6.3			< 35	V
7.1	> 3000 bis 5000	Autobahnzubringer und Hauptverkehrsstraßen (4- bis 6streifig), Autobahn (4- bis 6streifig)	≥ 101 bis 300	IV
7.2			≤ 100	V

1) Ohne Berücksichtigung von Stand- und Parkstreifen. Zeile 2 gilt auch für Hauptzufahrtspuren von Parkplätzen mit geringem Zu- und Abgangverkehr (z. B. bei Wohnblöcken). Zeile 3 gilt auch für Hauptzufahrtspuren von Parkplätzen mit nicht nur geringem Zu- und Abgangverkehr (z. B. öffentliche Parkplätze).

2) Bei Straßen mit getrennten Richtungsfahrbahnen ist die Mitte der nähergelegenen Fahrbahn zu berücksichtigen.

Ermittlung des anzustrebenden Innenpegel L_1 (gilt nur für von außen eindringenden Schall) [9,19].

Tabelle 2:

Raumart	Mittelungspegel $L_m^{\Delta,*}$ dB (A)	mittlere Maximalpegel (L_1) dB (A)
1 Schlafräume nachts^{Δ)}		
1.1 in reinen und allgemeinen Wohngebieten, Krankenhaus- und Kurgebieten	25 bis 30	35 bis 40
1.2 in allen übrigen Gebieten	30 bis 35	40 bis 45
2 Wohnräume tagsüber^{□)}		
2.1 in reinen und allgemeinen Wohngebieten, Krankenhaus- und Kurgebieten	30 bis 35	40 bis 45
2.2 in allen übrigen Gebieten	35 bis 40	45 bis 50
3 Kommunikations- und Arbeitsräume, tagsüber		
3.1 Unterrichtsräume, ruhebedürftige Einzelbüros, wissenschaftliche Arbeitsräume, Bibliotheken, Konferenz- und Vortragsräume, Arztpraxen, Operationsräume, Kirchen, Aulen	30 bis 40	40 bis 50
3.2 Büros für mehrere Personen	35 bis 45	45 bis 55
3.3 Großraumbüros, Gaststätten, Schalterräume, Läden	40 bis 50	50 bis 60

*) Für Flugverkehrsgeräusche äquivalenter Dauerschallpegel.

Δ) Ist $L_m < L_1 - 10$ dB, so ist bei der Ermittlung der Schallschutzklasse von $L_1 - 10$ auszugehen.

□) Hierbei ist von der lautesten Nachtstunde zwischen 22.00 und 6.00 Uhr auszugehen; sie ist weitgehend von den örtlichen Gegebenheiten abhängig. Da bei Straßenverkehrsgeräuschen in der lautesten Nachtstunde erfahrungsgemäß der Mittelungspegel um etwa 5 dB unter dem am Tage herrschenden Wert liegt, sind die Anforderungen (Schallschutzklassen) für die Raumarten 1 und 2 gleich.

Anmerkung:

Für Überschlagrechnungen kann man davon ausgehen, daß (Räume mit Dachflächen ausgenommen) $S_g/A = 1$, $K = 5$ dB und $L_1 = 35$ dB (A) ist, woraus sich folgende Faustformel ergibt:

$$R'_{w, res, erf} \approx L_a - 30 \text{ dB}$$

Schallschutzklassen

Definition der Schallschutzklassen

Um die Kennzeichnung, Ausschreibung und Auswahl von Fenstern zu vereinfachen, werden sie nach ihren bewerteten Schalldämmmaßen in Schallschutzklassen von 1 bis 6 eingeteilt.

Eine Schallschutzklasse umfaßt jeweils einen 5 dB-Bereich des bewerteten Schalldämmmaßes R_w . Die Einstufung in eine Schallschutzklasse erfolgt entsprechend Tabelle 3.

Tabelle 3. Schallschutzklassen von Fenstern

Spalte	1	2	3
Schallschutzklasse	Schallschutzklasse	bewertetes Schalldämmmaß R'_w des am Bau funktionsfähig eingebauten Fensters, gemessen nach DIN 52210 Teil 5 in dB	erforderliches bewertetes Schalldämmmaß R_w des im Labor funktionsfähig eingebauten Fensters, gemessen nach DIN 52210 Teil 2 in dB
Zeile			
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

3.2 Zuordnung von Fensterkonstruktionen und Schallschutzklassen

Die Zuordnung von Fensterkonstruktionen zu Schallschutzklassen kann nach Tabelle 4 oder entsprechend Tabelle 3, Spalte 3, erfolgen. In Tabelle 4 sind bewährte Fensterkonstruktionen mit den erforderlichen Konstruktionsdetails aufgeführt. Bei sorgfältiger Fertigung und Montage dieser Fenster werden die zugehörigen Schallschutzklassen bzw. bewerteten Schalldämmmaße am Bau nach allen bisher vorliegenden Erfahrungen erreicht. Bei Fensterkonstruktionen, die durch die Angaben der Tabelle 4 beschrieben werden, sind keine Baumusterprüfungen ¹⁾ erforderlich.

Zur Kontrolle des sorgfältigen Einbaus ist eine Güteprüfung nach DIN 52210 Teil 5 zweckmäßig.



Serie 900
Schalldämmung

Abschnitt 8.1

Seite 4

Aus der Tabelle 5 sind die Mindestwerte der Luftschalldämmung von Außenbauteilen (Wand, Dach, Fenster) oder der resultierenden Schalldämmung zu ersehen.

Tabelle 5:

Spalte	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Zeile	Lärmpegelbereich nach Tabelle 1	„Maßgeblicher Außenlärmpegel“ in dB(A)	Raumarten								
			Bettenräume in Krankenanstalten und Sanatorien			Aufenthaltsräume in Wohnungen, Übernachtungsräume in Beherbergungstätten, Unterrichtsräume und ähnliches ¹⁾			Büroräume ¹⁾ und ähnliches		
			Mindestwerte des bewerteten Schalldämm-Maßes R'_w (für Außenwände) bzw. R_w (für Fenster) oder des resultierenden Schalldämm-Maßes des Gesamtaußenbauteils $R'_{w, res}$								
			Außenwand R'_w dB	Fenster R_w dB	Gesamtaußenbauteil $R'_{w, res}$ dB	Außenwand R'_w dB	Fenster R_w dB	Gesamtaußenbauteil $R'_{w, res}$ dB	Außenwand R'_w dB	Fenster R_w dB	Gesamtaußenbauteil $R'_{w, res}$ dB
1	I	50 bis 55	35	30	32	35	25	—	35	25	—
2	II	56 bis 60	40	35	37	35	30	32	35	30	32
3	III	61 bis 65	45	40	42	40	35	37	35	30	32
4	IV	66 bis 70	50	45	47	45	40	42	35	35	35
5	V	71 bis 75	55	50	52	50	45	47	40	40	40
6	VI	76 bis 80	2)	2)	2)	55	50	52	45	45	45
7	VII	> 80	2)	2)	2)	2)	2)	2)	50	50	50
<p>1) In Einzelfällen kann es wegen der unterschiedlichen Raumgrößen, Tätigkeiten und Innenraumpegel in Büroräumen und bestimmten Unterrichtsräumen (z. B. Werkräume) zweckmäßig oder notwendig sein, die Schalldämmung der Außenwände und Fenster gesondert festzulegen.</p> <p>2) Die Mindestwerte sind hier aufgrund der örtlichen Gegebenheiten im Einzelfall festzulegen.</p>											

Verarbeitung (10, 13)

Voraussetzung ist eine einwandfreie Konstruktion entsprechend DIN 18056 und den Angaben der Prüfzeugnisse nach DIN 18055 sowie den Systembeschreibungen der Hersteller.

Werkstoff	Beurteilungsgrundlagen	
	Konstruktion entsprechend	Verarbeitung nach
TROCAL Kunststoff	Auf notwendige Aussteifungen ist besonders zu achten	RAL RG 716/1

Alterungsverhalten

Die Schalldämmung eines Fensters ist von der Art des Einbaus, der Formbeständigkeit der Fensterrahmen, der Beschläge und Dichtungen sowie von deren Elastizität und Abnutzungsbeständigkeit abhängig. Es empfiehlt sich, die Funktion der Beschläge und Dichtungen in regelmäßigen Abständen zu prüfen und ggf. die Beschläge nachzustellen und die Dichtungen zu erneuern.

Bestimmungen der erforderlichen Schalldämmung des Fensters und seiner Zusatzeinrichtungen

Innenpegel L_i

Ausgangsgröße für die Berechnung der erforderlichen Schalldämmung zwischen außen und innen ist der Innenpegel L_i (A-bewerteter Innenschallpegel), verursacht von dem durch die Außenbauteile dringenden Außengeräusch mit dem Pegel L_a . Tabelle 6 enthält Anhaltswerte für anzustrebende Innenpegel L_i .

Bestimmung der erforderlichen Schalldämmung der gesamten Außenfläche eines Raumes

Die kennzeichnende Größe für die Schalldämmung zwischen außen und dem Inneren eines zu schützenden Raumes ist das bewertete resultierende Bau-Schalldämmmaß der gesamten Außenfläche, die dem Außenlärm ausgesetzt ist. Das erforderliche Schalldämmmaß läßt sich nach folgender Näherungsformel berechnen:

$$R'_{w, \text{res, erf}} \approx L_a - L_i + 10 \lg S_g/A + K \quad (5)$$

Darin bedeuten:

- $R'_{w, \text{res, erf}}$ erforderliches resultierendes bewertetes Bau-Schalldämmmaß der gesamten Außenflächen in dB.
- L_a maßgeblicher A-bewerteter Außenschallpegel vor dem Fenster in dB, entspricht dem Mittelungspegel L_m bei Außengeräuschen. Ist $L_1 - L_m > 10$ dB, so ist für L_a der Wert $L_1 - 10$ dB einzusetzen.
- L_i A-bewerteter Innenschallpegel in dB, der im zu beurteilenden Raum nicht überschritten werden sollte (siehe Tabelle 2).
- S_g Gesamtaußenfläche des Empfangsraumes in m^2 , die vom Außenlärm etwa gleichen Schallpegels beschallt wird.
- A äquivalente Absorptionsfläche des Empfangsraumes, entspricht $0,8 \times$ Grundfläche S_{innen} des Raumes in m^2 .
- K Korrektursummand in dB, der das Frequenzspektrum des Außenlärms berücksichtigt und für den einzusetzen ist:
- | | |
|-------------------------|--------------------------|
| Schienenlärm, Fluglärm: | $K = 0$ dB |
| Straßenverkehrslärm: | $K = +5$ dB |
| Industrielärm: | $K = +5$ dB ² |

Außengeräuschpegel L_a

Der maßgebliche A-bewertete Außenschallpegel L_a kann gemessen oder berechnet werden. In beiden Fällen ist die Außengeräuschsituation möglichst genau und für den typischen Fall zu erfassen. Sowohl bei Messungen als auch bei Berechnungen setzt dies Fachkenntnisse und genügende Erfahrung voraus. Messungen sollten z. B. nach DIN 45 642 unter Berücksichtigung der Verkehrsentwicklung, siehe DIN 18 005 Teil 1, und die Berechnungen nach DIN 18 005 Teil 1 bzw. RLS-81 (34) erfolgen.

Rechenbeispiel zur Ermittlung des am Bau erforderlichen bewerteten resultierenden Bau-Schalldämmmaßes $R'_{w, res, erf}$ der gesamten Außenfläche nach Gleichung (5)

gegeben:

gesamte beschallte Außenwandfläche	S_g	=	10 m ²
Wohnzimmergrundfläche	S_{innen}	=	20 m ²
äquivalente Absorptionsfläche $A = 0,8 \cdot 20 \text{ m}^2$		=	16 m ²
Straße durch „allgemeines Wohngebiet“	K	=	+5 dB
Mittelungspegel, außen	$L_a = L_{m, a}$	=	74 dB

gefordert:

Innenpegel $L_i = 30 \text{ dB}$

Rechnung nach Gleichung (5):

$$R'_{w, res, erf} \approx 74 - 30 + 10 \cdot \lg \frac{10}{16} + 5 \\ \approx 47 \text{ dB}$$

2) Bei vorwiegend tieffrequenten Geräuschanteilen sind u.U. gesonderte Überlegungen notwendig.

Berechnung der erforderlichen Schalldämmung einer Teilfläche (15, 37)

Häufig sind bereits bei der Planung von Schallschutzmaßnahmen bestimmte Teilflächen und ihre Schalldämmmaße vorgegeben (z. B. Außenwand und Brüstung), so daß dann das notwendige bewertete Schalldämmmaß R_x der verbleibenden Teilfläche S_x aus dem für die Gesamfläche S_g geforderten bewerteten Schalldämmmaß R_{res} berechnet werden kann. Dies geschieht nach:

$$R_x = -10 \cdot \lg \left[\frac{1}{S_x} \left(S_g \cdot 10^{-R_{res}/10} - S_1 \cdot 10^{-R_1/10} - \dots - S_n \cdot 10^{-R_n/10} \right) \right] \quad (7)$$

Es bedeuten:

R_x	notwendiges bewertetes Schalldämmmaß für die zu betrachtende Teilfläche S_x
S_x	Teilfläche (Fenster, Tür, Lüftungselement, Rollladenkasten, usw.), für die R_x berechnet werden soll
S_g	gesamte beschallte Außenfläche (Summe aller Teilflächen)
S_1, \dots, S_n	durchnummerierte restliche Teilflächen
R_1, \dots, R_n	durchnummerierte Schalldämmmaße der restlichen Teilflächen

Auswahl einer geeigneten Fensterkonstruktion zur Einhaltung des erforderlichen Schalldämmmaßes

Auswahl nach Beispielen der Tabelle 4

Nach Ermittlung der erforderlichen Schalldämmung der Fenster kann aus Tabelle 4 die gewünschte Konstruktion bzw. Schallschutzklasse entnommen werden.

Auswahl anhand von Prüfzeugnissen oder Baumusterprüfungen

Die ermittelte erforderliche Schalldämmung des Fensters kann auch durch jedes Fenster erfüllt werden, für das in einem entsprechenden meßtechnischen Nachweis in Form einer Prüfstandsmessung nach DIN 52 210 oder projektbezogenen Güteprüfung die Einhaltung der geforderten Schalldämmmaße nachgewiesen wird.

Bei Messung im bauakustischen Prüfstand gemäß DIN 52 210, Teil 2 und 3

Bei dieser Messung wird ein Musterfenster in einem bauakustischen Prüfstand eingebaut und geprüft. Fensterkonstruktionen, deren im Prüfstand gemessenes Schalldämmmaß zur Berücksichtigung etwaiger Toleranzen um mindestens 2 dB über dem erforderlichen liegt, sind zulässig. Entsprechendes gilt für die Einstufung in eine Schallschutzklasse (Prüfzeugnisse siehe Abschnitt 10).

Bei Messung am Bau (projektbezogene Prüfung)

Bauakustische Messungen am Bau sind gemäß DIN 52 210, Teil 5, durchzuführen. Durch diese Messungen soll festgestellt werden, ob die eingebauten Konstruktionen hinsichtlich Verarbeitungs- und Einbaugüte den gestellten Anforderungen entsprechen. Dazu wird ein Musterraum mit Fenstern der vorgesehenen Konstruktion ausgerüstet, so daß die Messung mit den tatsächlich vorhandenen Baukörperanschlüssen durchgeführt werden kann. Damit lassen sich – besonders bei größeren Objekten – vor Beginn der Serienfertigung gesicherte Aussagen über die Eignung der Konstruktion treffen und ggf. noch Verbesserungen berücksichtigen.

Anmerkung:

Ein Ersatz für die reine Güteprüfung ist die projektbezogene Prüfung jedoch nicht. Die so ermittelten Schalldämmmaße können auch als Auswahlkriterium für spätere Planungen verwendet werden, bei denen gleich hohe Schalldämmmaße erforderlich sind. Das gilt jedoch nur, sofern die baulichen Randbedingungen schalltechnisch gleichwertig sind.

Anschluß der Fenster an den Baukörper

Die richtige Anschlußausbildung hängt von mehreren Einflüssen ab, besonders von

- den Beanspruchungen durch Bewegungen, Wind und Schlagregen,
- den verwendeten Fassadenbaustoffen und -arten,
- der Anschlagart.

Je nach zu erreichender Schallschutzklasse und Fensterkonstruktion werden bestimmte Maßnahmen zur Abdichtung zwischen Blendrahmen und Baukörper erforderlich, Bild.

Für die Schallschutzklasse 1 und 2 ist es im Regelfall ausreichend, die Anschlüsse des Blendrahmens zum Baukörper mit Schalldämmmaterial dicht auszustopfen oder auszufüllen.

Zur Erreichung der Schallschutzklasse 4 und 5 ist zusätzlich zur dichten Hinterfüllung mit Schalldämmmaterial die **beidseitige** dauerelastische Abdichtung (siehe Ziffer 4 in Bild 1) erforderlich.

Anmerkung:

Bei allen Abdichtungsmaßnahmen sind die Verarbeitungsvorschriften der Hersteller von Dichtungsmassen, Dichtprofilen, Folien und Schäumen, aber auch die Einbauvorschriften der Fensterhersteller zu beachten.

Allgemeines	Schallschutzklasse	Systemskizze			Hinweise für die Ausführung
<p>Die zu erwartenden Bewegungen müssen ermittelt werden. Hierbei sind auch evtl. auftretende Verformungen und Durchbiegungen zu berücksichtigen. Zur Ermittlung des Anschlußsystems in Abhängigkeit dieser Beanspruchungen siehe [31].</p> <p>Die besonderen Abdichtungsmaßnahmen je nach Schallschutzklasse ergeben sich aus nebenstehenden Angaben. Bei Zargen- und Folienanschlüssen müssen die Einzelheiten speziell fixiert werden.</p>	0 – 2				<p>1 – Abdeckfolie (nur bei zweischaligem Wand-aufbau notwendig)</p> <p>2 – Dämmmaterial</p> <p>3 – Hinterfüllprofil*)</p> <p>4 – Dichtstoff*) (dauerelastisch)</p>
	3				<p>1 – Abdeckfolie (nur bei zweischaligem Wand-aufbau notwendig)</p> <p>2 – Dämmmaterial</p> <p>3 – Hinterfüllprofil</p> <p>4 – Dichtstoff</p>
	4 – 5				<p>1 – Abdeckfolie (nur bei zweischaligem Wand-aufbau notwendig)</p> <p>2 – Dämmmaterial</p> <p>3 – Hinterfüllprofil</p> <p>4 – Dichtstoff</p>

*) 3 und 4 auch notwendig, wenn besondere

Rahmenbewegungen zu erwarten sind. S. auch [31].

Schrifttum

- [1] Eisenberg, A.: Die Schalldämmung von Gläsern und Verglasungen – Fest eingebaute Einfachscheiben. Glastechn. Ber. 31 (1958), H. 8, S. 297/302.
- [2] Eisenberg, A.: Die Schalldämmung von Gläsern und Verglasungen – Fest eingebaute Doppelverglasungen. Glastechn. Ber. 34 (1961), H. 11, S. 544/47.
- [3] Derner, P.: Einfluß der Gasfüllung auf die Schall- und Wärmedämmung von Isoliergläsern. Glastechn. Ber. 48 (1975), H. 5.
- [4] Gösele, K., u. B. Lakatos: Verbesserung der Schalldämmung von Isolierglasscheiben durch Gasfüllung. Glastechn. Ber. 48 (1975), H. 5.
- [5] Gösele, K., Gösele, U., u. B. Lakatos: Einfluß einer Gasfüllung auf die Schalldämmung von Isolierglasscheiben. Acustica, 38 (1977), S. 167/74.
- [6] DE-AS 24 61 532. (Patentschrift).
- [7] Gösele, K.: Verbessern Gasfüllungen die Schalldämmung von Fenstern mit Isolierglasscheiben? Glastechn. Ber. 55 (1982), H. 9, S. 187/93.
- [8] Seifert, E., Daler, R., u. F. Heine: Fenster bei Altbauerneuerung. Ber. Inst. f. Fenstertechn. e. V., Rosenheim, 1979.
- [9] Klosterkötter, W.: Untersuchungen zur psychologischen und physiologischen Auswirkung von Schallbelastungen im Straßenverkehr. Teilstudie I.2 der EG-Enquête „Untersuchungen der Umweltbelastigung durch den Straßenverkehr in Stadtgebieten – Lärm und Abgase“ Düsseldorf 1974. Unveröffentlichte Studie des VDI.
- [10] Froelich, H. et al.: Beispielsammlung bewährter Schallschutzfensterkonstruktionen. Bericht des Institutes für Fenstertechnik, Rosenheim, im Auftrag des Umweltbundesamtes, Berlin, 1980. Veröffentlicht in der Reihe UBA-Texte, Forschungsber. 10504507.
- [11] Koch, S.: Hinweise zum Einbau schalldämmender Fenster in Altbauten. Forschungsgemeinschaft Bauen und Wohnen Stuttgart. FBW-Blätter 2/1981.
- [12] Koch, S., u. F. P. Mechel: Schalldämmende Lüftungsöffnungen in Außenwänden. Forschungsgemeinschaft Bauen und Wohnen Stuttgart. FBW-Blätter 3/1981.
- [13] Mechel, F. P., Koch, S., u. B. Lakatos: Die Schalldämmung von Fensterrahmen. Fraunhofer Institut für Bauphysik, Stuttgart. IBP-Mitt. 9 (1981), Nr. 64.
- [14] Gösele, K., Lakatos, B. u. S. Koch: Untersuchungen von schall- und bautechnischen Möglichkeiten nachträglicher Verbesserung der Schalldämmung bei bestehenden Gebäuden nach außen. Forschungsber. Teil 1 bis 3 des Fraunhofer Institutes für Bauphysik, Stuttgart, im Auftrage des Umweltbundesamtes, Berlin, 1979.
- [15] Moll, W.: Zur Berechnung der resultierenden Schalldämmung einer aus verschiedenen Teilflächen bestehenden Gesamfläche. Bauphysik (1980), H. 3.
- [16] Gösele, K., u. B. Lakatos: Berechnung der Schalldämmung von Fenstern. Fraunhofer Institut für Bauphysik, Stuttgart. IBP-Mitt. 4 (1976), Nr. 21.
- [17] Gösele, K., u. P. Lutz: Schallschutz von Außenbauteilen (I). Forschungsgemeinschaft Bauen und Wohnen Stuttgart. FBW-Blätter 1/1978.
- [18] Lutz, P., u. B. Lakatos: Schalldämmung von Rolläden und Rollädenkästen. Kampf dem Lärm 24 (1977), H. 2.
- [19] Kürer, R.: Mindestanforderungen zum baulichen Schutz gegen Außenlärm. Kampf dem Lärm 26 (1979), S. 167/73.
- [20] Moll, W.: Schalldämm-Messungen an Fenstern – Ergebnisse von 300 Untersuchungen an Bauten –. wksb 8/79.
- [21] Bisse, W.-H.: Energiebewußtes Lüften bei dichtschließenden Wärmedämm- und Schallschutzfenstern. Gesundheitsingenieur 102 (1981), H. 3.
- [22] Trümper, H.: Schallschutzfenster und Wohnungslüftung. Bauphysik (1979), H. 2, S. 53/59.
- [23] Lutz, P.: Schalldämmende Lüftungsschleusen im Fensterbereich. FBW-Blätter 5/1977.
- [24] Lärmschutz an Gebäuden. Hrsg. Umweltbundesamt, Berlin. Berlin: Erich Schmidt-Verl., 1978.
- [25] Caroux, A.: Schalldämmende Fenster mit zusätzlicher Belüftung für Wohnräume in Wohnungen mit gehobenem Schallschutz. Kampf dem Lärm, 17. (1970), H. 2, S. 46/50.
- [26] Mitter, C. I.: Fenster, Schalldämmung und Lüftung. Kampf dem Lärm 18 (1971), H. 2.
- [27] Verzeichnis der anerkannten Prüfstellen für die Durchführung von Schallmessungen (St.: Dez. 78). Mitt. IfBt (1978), H. 6, S. 174/75.
- [28] Lutz, P., u. B. Lakatos: Schalldämmung von Rollädenkästen. IBP-Mitt. 5 (1977), Nr. 27.
- [29] Jovicic, S.: Raumakustik in Wohn- und Arbeitsräumen. Eigenverlag des BMBau.
- [30] Koch, S., u. R. Kürer: Bewertetes Bauschalldämm-Maß und A-Schallpegeldifferenz von Umfassungsbauteilen bei Verkehrslärm. In: Fortschritte der Akustik. DAGA '76. Düsseldorf: VDI-Verl.
- [31] Blaschke, K., Schmid, J., u. W. Stiel: Anschluß der Fenster zum Baukörper. Forschungsbericht des Inst. f. Fenstertechnik, Rosenheim, im Auftrag des BMBau. Eigenverlag.
- [32] Schmidt, H.: Schallschutzes Taschenbuch. Düsseldorf: VDI-Verl. 1976.
- [33] Rieländer, M. H. (Ed.): Reallexikon der Akustik. Frankfurt/M.: Verl. E. Bochinsky, 1982.
- [34] Richtlinie für den Lärmschutz an Straßen. RLS '81. Forschungsgesell. f. d. Straßen- u. Verkehrswesen, Köln.
- [35] Cremer, L.: Vorlesungen über Technische Akustik. Berlin, Heidelberg, New York: Springer 1971.
- [36] Reinhold, G.: Bauschalldämm-Maß und A-Schallpegeldifferenz. Z. f. Lärmbekämpfung 29 (1982), H. 5, S. 137/43.
- [37] Holtz, F.: Schalldämmung von Wänden und Wandelementen (Teil 2). Glaswelt (1977), H. 5.
- [38] Holtz, F.: LSM-Messungen von kleinen Wandelementen, wie Isolierglas, Rolläden, . . . Fortschritte der Akustik. DAGA '76., S. 209/212. Düsseldorf: VDI-Verl.
- [39] Holtz, F.: Schalldämmung von Rolläden-Fenster-Elementen. Der Rollädenhersteller (1977), H. 6, S. 18/20 und (1978), H. 2, S. 11/13.
- [40] Holtz, F.: Schalldämmung von Rolläden-Fenster-Elementen. Fenster u. Fassade (1978), H. 3, S. 78/89.
- [41] Die Be- und Entlüftung von Wohn- und Aufenthaltsräumen. Lit.dokumentation der Fa. Gretsch-Units, Ditzingen. Eigenverlag.
- [42] Ertel, H., Finkenberger, M. u. F. P. Mechel: Zum Einfluß von Gasfüllungen auf die Schalldämmung von Isolierglasscheiben im Resonanzbereich. IBP-Mitt. 10 (1982), Nr. 82.

Zitierte Normen und andere Unterlagen

- DIN 1249, Teil 1, 8.81
Flachglas im Bauwesen, Fensterglas, Begriffe, Maße.
- DIN 1249, Teil 3, 2.80
Spiegelglas, Begriffe, Maße.
- DIN 1320, 10.69
Akustik, Grundbegriffe.
- DIN 1946, Teil 2, 1.83
Raumluftechnik (VDI-Lüftungsregeln)
Gesundheitstechnische Anforderungen.
- DIN 4108, Teil 1, 8.81
Wärmeschutz im Hochbau, Größen und Einheiten.
- DIN 4108, Teil 2, 8.81
Wärmedämmung und Wärmespeicherung, Anforderung und
Hinweise für Planung und Ausführung.
- DIN 4108, Teil 3, 8.81
Klimabedingter Feuchtschutz, Anforderungen und Hinweise
für Planung und Ausführung.
- DIN 4808, Teil 4, 8.81
Wärme- und Feuchtschutztechnische Kennwerte.
- DIN 4108, Teil 5, 8.81
Berechnungsverfahren.
- DIN 4109, 11.89
Anforderungen und Nachweise.
- DIN 4242, Glasbausteinwände, Ausführung und Bemessung.
- DIN 18 005, Teil 1, 4.82
Schallschutz im Städtebau, Berechnung und Bewertungsgrund-
lagen (z. Z. Entwurf).
- DIN 18 005, Teil 2, 4.82
Schallschutz im Städtebau, Richtlinien für die schalltechnische
Bestandsaufnahme (z. Z. Entwurf).
- DIN 18 017, Teil 1, 3.60
Lüftung von Bädern und Spülorten ohne Außenfenster, durch
Schächte und Kanäle, ohne Motorkraft, Einzelschichtenanlagen.
- DIN 18 017, Teil 1, 1.82
Einzelschichtenanlagen ohne Ventilatoren (z. Z. Entwurf).
- DIN 18 017, Teil 3, 8.70
Mit Ventilatoren.
- DIN 18 361, 10.79
VOB Verdingungsordnung für Bauleistungen, Teil C: Allge-
meine Technische Vorschriften für Bauleistungen, Verglasungs-
arbeiten.
- DIN 18 545, Teil 1, 2.82
Abdichten von Verglasungen mit Dichtstoffen, Anforderungen
an Glasfalze.
- DIN 45 630, Teil 1, 12.71
Grundlagen der Schallmessung, physikalische und subjektive
Größen von Schall.
- DIN 52 210, Teil 1, 7.75
Bauakustische Prüfungen, Luft- und Trittschalldämmung, Meß-
verfahren.
- DIN 52 210, Teil 2, 8.81
Prüfstände für Schalldämm-Messungen an Bauteilen.
- DIN 52 210, Teil 3, 8.81
Eignungs-, Güte- und Baumuster-Prüfungen.
- DIN 52 210, Teil 4, 2.82
Ermittlung von Einzahlangaben.
- DIN 52 210, Teil 5, 10.76
Messung der Luftschalldämmung von Fenstern und Außen-
wänden am Bau.
- DIN 52 293, 10.83
Prüfung von Glas, Prüfung der Gasdichtheit von gasgefülltem
Mehrscheiben-Isolierglas (z. Z. Entwurf).
- DIN 68 121, Teil 1, 3.73
Holzfenster-Profile, Dreh-, Dreh-Kipp- und Kipp-Fenster.
- DIN 68 121, Teil 3, 5.75
Dreh-, Dreh-Kipp-, Hebe- und Hebe-Dreh-Kipp-Fenstertüren.
- VDI 2088, 12.76
Lüftungsanlagen für Wohnungen.

Anforderungen an den Wärmeschutz von Fenstern

1. Allgemeines

Bei der Diskussion möglicher und notwendiger Maßnahmen zur Energieeinsparung bleibt das Fenster nach wie vor ein zentrales Thema. Daran ändert auch die neue Wärmeschutzverordnung vom 24. Februar 1982 nichts, die am 1. Januar 1984 in Kraft tritt. Die Erwartung, daß die Bewertung der wärmeschutztechnischen Eigenschaften des Fensters mehr dem tatsächlichen Verhalten angeglichen wird, wurde nicht erfüllt. Es mag gute Gründe geben, warum der Energiezugewinn bei Sonneneinstrahlung oder die Energieeinsparung durch zusätzliche Maßnahmen wie Rollläden nicht berücksichtigt wurden. Es gibt aber auch Gründe, die für die Einbeziehung sprechen, denn die Einsparung durch Rollläden und Klappläden, und vor allem der Einfluß auf das Raumklima, sind Tatsachen. Es bleibt zu hoffen, daß bis zu einer weiteren Änderung der Wärmeschutzverordnung die Möglichkeiten der Energieeinsparung mit Fenstern so weit verallgemeinert werden konnten, daß sie Berücksichtigung finden.

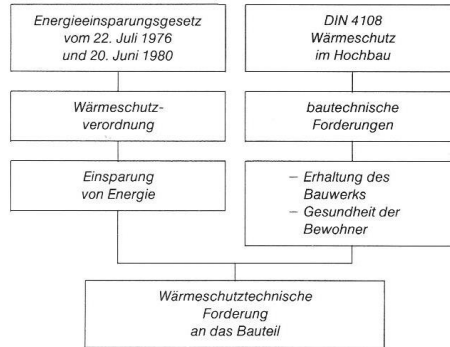


Bild 2: Aufgaben der WVO und der DIN 4108

Verordnungen	Gültigkeit	Normen
	ab 1. 3. 82	DIN 4108 Wärmeschutz im Hochbau vom August 1981
Wärmeschutzverordnung vom 24. Februar 1982	ab 1. 1. 84	Teil 2 Anforderungen und Hinweise Teil 4 Rechenwerte Teil 5 Berechnungsverfahren

Bild 1: Normen und Verordnungen zum Wärmeschutz

Die nachstehenden Ausführungen erläutern den Stand der Anforderungen ab 1. 1. 1984 sowie die Bewertung des Wärmeschutzes von Fenstern und Fensterwänden. Das Ziel dieser Darstellung ist es, die Zusammenhänge zwischen der Wärmeschutzverordnung und DIN 4108 transparent zu machen. Der vorliegende Bericht ist eine Überarbeitung der Veröffentlichung mit gleichem Titel vom Mai 1982, die von den Fensterherstellern sehr positiv aufgenommen wurde.

Zum besseren Verständnis sind die unterschiedlichen Aufgaben der Wärmeschutzverordnung und der Norm in Bild 2 dargestellt.

Nachdruck aus Heft 4 der Zeitschrift „Fenster und Fassade“ - 10. Jahrgang 1983

Die Basis für die Wärmeschutzverordnung, die sich an wirtschaftlichen Überlegungen orientiert, wurde durch das Energieeinsparungsgesetz vom 22. 7. 1976 geschaffen. Der Begriff der vermeidbaren Energieverluste spielt dabei eine ebenso wichtige Rolle wie wirtschaftliche und technische Durchführbarkeit. Der Zeitraum von fast 2 Jahren zwischen Veröffentlichung und Einführung weist darauf hin.

Grundlage der DIN 4108 dagegen sind die bautechnischen Forderungen nach Erhaltung der Gesundheit der Bewohner und Erhaltung der Bausubstanz, so daß die Interessen zwischen Wärmeschutzverordnung und Norm nicht in allen Punkten gleich sind.

2. Wärmeschutzverordnung

Da die ab 1. 1. 1984 gültige Wärmeschutzverordnung in wesentlichen Abschnitten mit der Wärmeschutzverordnung vom 11. 8. 1977 übereinstimmt, kann auch der Inhalt als weitgehend bekannt vorausgesetzt werden. Damit erübrigt sich eine Diskussion des Inhaltes. Der Vollständigkeit halber sind aber der Abschnitt 1 der Wärmeschutzverordnung und die Anlagen 1 und 2 abgedruckt. Diese Auszüge gelten für Räume mit normaler Innentemperatur.

Auszug aus Wärmeschutzverordnung vom 24. Februar 1982

Verordnung über einen energiesparenden Wärmeschutz bei Gebäuden*) (Wärmeschutzverordnung – WärmeschutzV)

vom 24. Februar 1982

Auf Grund des § 1 Abs. 2, der §§ 4 und 5 sowie des § 7 Abs. 6 des Energieeinsparungsgesetzes vom 22. Juli 1976 (BGBl. I S. 1873), geändert durch Gesetz vom 20. Juni 1980 (BGBl. I S. 701), verordnet die Bundesregierung mit Zustimmung des Bundesrates:

**1. Abschnitt
Gebäude mit normalen Innentemperaturen**

**§ 1
Anwendungsbereich**

Bei der Errichtung der nachstehend genannten Gebäude ist zum Zwecke der Energieeinsparung ein baulicher Wärmeschutz nach den Vorschriften dieses Abschnittes auszuführen:

1. Wohngebäude,
2. Büro- und Verwaltungsgebäude,
3. Schulen, Bibliotheken,
4. Krankenhäuser, Pflegeheime, Entbindungs- und Säuglingsheime und Aufenthaltsgebäude in Justizvollzugsanstalten,
5. Gebäude des Gaststättengewerbes,
6. Waren- und sonstige Geschäftshäuser,
7. Betriebsgebäude, die nach ihrem üblichen Verwendungszweck auf Innentemperaturen von mindestens 19°C beheizt werden; ausgenommen sind
 - a) Betriebsgebäude, die nach ihrem üblichen Verwendungszweck ihren Heizenergiebedarf überwiegend durch die im Innern des Gebäudes anfallende Abwärme decken,
 - b) Unterglasanlagen und Kulturräume im Gartenbau,
8. Gebäude, die eine nach den Nummern 1 bis 7 gemischte oder eine ähnliche Nutzung aufweisen.

**§ 2
Begrenzung des Wärmedurchgangs**

(1) Der Wärmedurchgang durch die gegen die Außenluft, das Erdreich oder Gebäudeteile mit wesentlich niedrigeren Innentemperaturen abgrenzenden Bauteile beheizter Räume ist in der Weise zu begrenzen, daß die in Anlage 1 Nr. 1 bis 8 genannten Wärmedurchgangskoeffizienten nicht überschritten werden.

(2) Außenliegende Fenster und Fenstertüren von beheizten Räumen sind mindestens mit Isolier- oder Doppelverglasungen auszuführen. Der Wärmedurchgangskoeffizient dieser Fenster und Fenstertüren darf 3,1 W/(m² · K) nicht überschreiten; dies gilt nicht für Glasbausteine. Bei großflächigen Verglasungen darf von den Sätzen 1 und 2 nach Maßgabe der Anlage 1 Nr. 5 abgewichen werden.

(3) Der Wärmedurchgangskoeffizient für Außenwände im Bereich von Heizkörpern darf den Wert der nichttransparenten Außenwände des Gebäudes nicht überschreiten. Werden Heizkörper vor außenliegenden Fensterflächen angeordnet, sind zur Verringerung der Wärmeverluste geeignete Abdeckungen an der Heizkörperrückseite vorzusehen. Bei Flächenheizungen in Bauteilen, die beheizte Räume gegen die Außenluft, das Erdreich oder Gebäudeteile mit wesentlich niedrigeren Innentemperaturen abgrenzen, ist der Wärmedurchgang nach Anlage 1 Nr. 6 zu begrenzen.

*) Bundesgesetzblatt Nr. 7 vom 27. Februar 1982

(4) Soweit die Gebäude mit einer raumlufttechnischen Anlage ausgestattet werden, bei der die Luft selbsttätig auf bestimmte Werte gekühlt wird, ist der Energiedurchgang bei Fenstern und Fenstertüren im Sommer nach Maßgabe der Anlage 1 Nr. 7 zu begrenzen.

§ 3

Begrenzung der Wärmeverluste bei Undichtheiten

(1) Die Fugendurchlaßkoeffizienten der außenliegenden Fenster und Fenstertüren von beheizten Räumen dürfen die in Anlage 2 genannten Werte nicht überschreiten.

(2) Die sonstigen Fugen in der wärmeübertragenden Umfassungsfläche müssen dauerhaft und entsprechend dem Stand der Technik luftundurchlässig abgedichtet sein.

Anlage 1

Anforderungen zur Begrenzung des Wärmedurchgangs (Transmissionswärmeverluste) bei Gebäuden mit normalen Innentemperaturen

Die Begrenzung der Transmissionswärmeverluste ist entweder nach Nr. 1 oder Nr. 2 nachzuweisen.

1 Anforderungen an den Wärmedurchgangskoeffizienten in Abhängigkeit von A/V (Verhältnis der wärmeübertragenden Umfassungsfläche zum hiervon eingeschlossenen Bauwerksvolumen)

Die in Tabelle 1 in Abhängigkeit vom Wert A/V (Nr. 1.1 und 1.2) angegebenen maximalen mittleren Wärmedurchgangskoeffizienten $k_{m,max}$ dürfen nicht überschritten werden.

Tabelle 1 – Maximale mittlere Wärmedurchgangskoeffizienten $k_{m,max}$ in Abhängigkeit vom Verhältnis A/V

A/V ¹⁾ in m ⁻¹	$k_{m,max}$ in W/(m ² · K)
≤ 0,22	1,20
0,30	1,00
0,40	0,86
0,50	0,78
0,60	0,73
0,70	0,69
0,80	0,66
0,90	0,63
1,00	0,62
≥ 1,10	0,60

1) Zwischenwerte sind nach folgender Gleichung zu ermitteln:

$$k_{m,max} = 0,45 + 0,165 \cdot \frac{1}{A/V} \text{ in W/(m}^2 \cdot \text{K)}$$

1.1 Berechnung der wärmeübertragenden Umfassungsfläche A

Die wärmeübertragende Umfassungsfläche A eines Gebäudes wird wie folgt ermittelt:

$$A = A_w + A_f + A_D + A_G + A_{DL}$$

Dabei bedeuten

A_w die Fläche der an die Außenluft grenzenden Außenwände, im ausgebauten Dachgeschoß auch die Fläche der Absseitenwände zum nicht wärmedämmten Dachraum.



Serie 900
Wärmedämmung

Abschnitt 8.2

Seite 2

Es gelten die Gebäudeaußenmaße. Gerechnet wird von der Oberkante des Geländes oder, falls die unterste Decke über der Oberkante des Geländes liegt, von der Oberkante dieser Decke bis zu der Oberkante der obersten Decke oder der Oberkante der wirksamen Dämmschicht.

A_F die Fensterfläche (Fenster, Fenstertüren, Dachfenster); sie wird aus den lichten Rohbaumaßen ermittelt.

A_D die wärmegeämmte Dach- oder Dachdeckenfläche.

A_G die Grundfläche des Gebäudes, sofern sie nicht an die Außenluft grenzt; sie wird aus den Gebäudeaußenmaßen bestimmt. Gerechnet wird die Bodenfläche auf dem Erdreich oder bei unbeheizten Kellern die Kellerdecke. Werden Keller beheizt, sind in der Gebäudegrundfläche A_G neben der Kellergrundfläche auch die erdberührten Wandflächenanteile zu berücksichtigen.

A_{DL} die Deckenfläche, die das Gebäude nach unten gegen die Außenluft abgrenzt.

1.2 Berechnung der A/V-Werte

Der Quotient A/V wird ermittelt, indem man die nach Nr. 1.1 errechnete wärmeübertragende Umfassungsfläche A eines Gebäudes durch das von dieser Umfassungsfläche eingeschlossene Bauwerksvolumen V teilt.

1.3 Berechnung des mittleren Wärmedurchgangskoeffizienten k_m

Der mittlere Wärmedurchgangskoeffizient

$$k_m = \frac{Q_T}{A \cdot \Delta\theta}$$

gibt die Transmissionswärmeverluste Q_T in Watt an, die je m^2 wärmeübertragender Umfassungsfläche A des Gebäudes und je Kelvin Temperaturdifferenz $\Delta\theta$ zwischen Innen- und Außenluft aus dem Gebäudeinnern abfließen.

Für den mittleren Wärmedurchgangskoeffizienten k_m gilt:

$$k_m = \frac{k_W \cdot A_W + k_F \cdot A_F + 0,8 \cdot k_D \cdot A_D + 0,5 \cdot k_G \cdot A_G + k_{DL} \cdot A_{DL}}{A}$$

wobei k_W , k_F , k_D , k_G und k_{DL} die zu wählenden Wärmedurchgangskoeffizienten der zugehörigen unter Nr. 1.1 erläuterten Flächenanteile bedeuten.

1.3.1 Bei angrenzenden Gebäudeteilen mit wesentlich niedrigerer Raumtemperatur (z. B. außenliegende Treppenträume, Lagerräume) dürfen die abgrenzenden Flächen durch ein besonderes Glied $0,5 k_{AB}$ im Zähler und ein solches A_{AB} im Nenner erfaßt werden. Hierbei werden diese besonderen Gebäudeteile bei der Ermittlung des Quotienten A/V nicht berücksichtigt.

1.3.2 Für die Wärmedurchgangskoeffizienten von außenliegenden Türen mit Gesamflächen bis $5 m^2$ ohne Verglasung oder mit einem Glasflächenanteil bis 10% dürfen die Werte k_W der sie umgebenden Wandflächen angesetzt werden. Für außenliegende Türen mit Gesamflächen bis $5 m^2$ und einem Glasflächenanteil über 10% und für außenliegende Türen mit Gesamflächen über $5 m^2$ darf mit einem Wärmedurchgangskoeffizienten gleich $5,2 W/(m^2 \cdot K)$ gerechnet werden, wenn keine genauere Ermittlung des k-Wertes erfolgt.

Bei außenliegenden Türen mit einem Glasanteil über 10%, die unmittelbar in beheizte Räume führen, sind Doppel- oder Isolierverglasungen einzubauen.

1.3.3 Dachfenster in der Dachfläche, die nicht mehr als 4% der Deckenflächen (einschließlich Dachschrägen) betragen, die beheizte Räume nach oben abschließen, brauchen beim Nachweis des Wärmeschutzes nicht berücksichtigt zu werden. Diese Fenster müssen § 2 Abs. 2 genügen.

2 Anforderungen an den Wärmedurchgangskoeffizienten für einzelne Außenbauteile

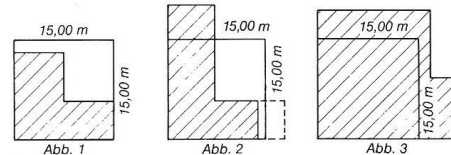
Die Anforderungen zur Begrenzung der Transmissionswärmeverluste gelten als erfüllt, wenn für die wärmeübertragenden Außenbauteile von beheizten Räumen die in Tabelle 2 aufgeführten maximalen Wärmedurchgangskoeffizienten nicht überschritten werden.

Tabelle 2 – Wärmedurchgangskoeffizienten für einzelne Außenbauteile

Zeile	Bauteile		max. Wärmedurchgangskoeffizient in $W/(m^2 \cdot K)$
1	2	3	4
1.1	Außenwände einschl. Fenster und Fenstertüren	Gebäude, deren Grundriß ¹⁾ ein Quadrat mit einer Seitenlänge von 15 m nicht umschreibt (Abb. 1 und 2)	$k_{m, w + F} \leq 1,20$
1.2		Gebäude, deren Grundriß ¹⁾ ein Quadrat mit einer Seitenlänge von 15 m umschreibt (Abb. 3)	$k_{m, w + F} \leq 1,50$
2	Decken unter nicht ausgebauten Dachräumen und Decken (einschließlich Dachschrägen), die Räume nach oben und unten gegen die Außenluft abgrenzen.		$k_D \leq 0,30^2)$
3	Kellerdecken, Wände und Decken gegen unbeheizte Räume sowie Decken und Wände, die an das Erdreich grenzen		$k_G \leq 0,55$

¹⁾ Für die Einordnung in die Zeilen 1.1 bis 1.2 ist das Vollgeschoß zugrunde zu legen, das den kleinsten Wert $k_{w + F}$ ergibt. Bei geschoßweise unterschiedlichen äußeren Grundrißabmessungen darf geschoßweise verfahren werden.

²⁾ Die Regelung für Dachfenster nach Nr. 1.3.3 gilt entsprechend.



2.1 Berechnung des mittleren Wärmedurchgangskoeffizienten für Außenwände

Der mittlere Wärmedurchgangskoeffizient $k_{m, w + F}$ der Außenwände ergibt sich aus folgender Gleichung:

$$k_{m, w + F} = \frac{k_W \cdot A_W + k_F \cdot A_F}{A_W + A_F}$$

Die Flächen A_W und A_F sowie die Wärmedurchgangskoeffizienten k_W und k_F sind nach Nr. 1.1 und 1.3 zu ermitteln.

3. Normen

3.1 Allgemeines

Mit der Bekanntmachung im Bundesanzeiger wurde DIN 4108 Wärmeschutz im Hochbau

Teil 2 Wärmedämmung und Wärmespeicherung; Anforderungen und Hinweise für Planung und Ausführung
 Teil 4 Wärme- und feuchteschutztechnische Kennwerte
 Teil 5 Berechnungsverfahren

eingeführt.

Auf eine ausführliche Diskussion von DIN 4108 wird mit Rücksicht auf die angestrebte Übersichtlichkeit verzichtet. Besprochen werden nur die Punkte, die für Nachweise zum winterlichen Wärmeschutz im Rahmen der Wärmeschutzverordnung notwendig sind.

3.2 Anforderungen

Neben der Festlegung des oberen Grenzwertes für Fenster mit $k = 3,1 \text{ W/m}^2\text{K}$ werden an die nichttransparenten Füllungen in Fensterwänden weitere Forderungen gestellt, die in DIN 4108 Teil 2 festgelegt sind. Die Fensterwand wird sowohl in der WVO (Wärmeschutzverordnung) als auch in DIN 4108 im Bereich transparenter Füllung (Glas) als Fenster und im Bereich nichttransparenter Füllung (Paneel) als leichtes Bauteil behandelt (Bild 3).

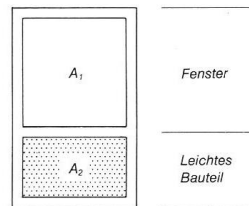


Bild 3: Fensterwand

Forderungen in DIN 4108 werden nur an das leichte Bauteil gestellt. Sie sind in Abschnitt 5.1 und in den Tabellen 1 und 2 von DIN 4108 Teil 2 festgelegt. Die Forderungen sind in Bild 4 nochmals graphisch dargestellt. Die Anforderungen ergeben sich danach aus

- dem Verhältnis von Glasfläche (transparente Füllung) zum Paneel (nichttransparente Füllung)
- der Masse (Bild 5), wenn die Fläche des Paneels größer ist als die Glasfläche.

Als Rahmenmaterial ist im Bereich des Paneels nur Material der Rahmenmaterialgruppen 1, 2.1 oder 2.2 zulässig.

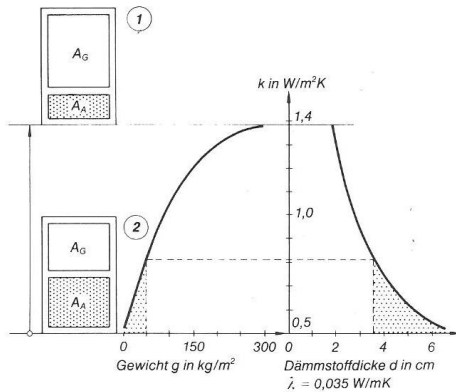
Forderungen an das Fenster werden in DIN 4108 Teil 2 gestellt. Sie ergeben sich aus der Wärmeschutzverordnung.

Tabelle 1: Wärmeschutztechnische Anforderungen an Fenster, Fenstertüren und außenliegende Türen

Beschreibung	Anforderungen an Fenster, Fenstertüren und außenliegende Türen, wenn diese unmittelbar in beheizte Räume führen				
	bisher WVO 11. 8. 1977	ab 1. 1. 1984 nach WVO 24. 2. 1982			
		Neubau	bauliche Änderungen ¹⁾		
Wärmedurchgangskoeffizient k für Fenster und Fenstertüren	$k \leq 3,5$	$k \leq 3,1$	Abschn. 1 § 2 Abs. 2	Doppel- oder Isolierglas	Anlage 1 Tab. 3 ²⁾
für Dachflächenfenster	-	$k \leq 3,1$	Anlage 1 Abs. 1.3.3	-	
für Haustüren mit einer Glasfläche größer 10% der Türfläche	-	Doppel- oder Isolierglas	Anlage 1 Abs. 1.3.2	-	
Sommerlicher Wärmeschutz bei Räumen mit Klimaanlage	-	$g_f \cdot f \leq 0,25$	Anlage 1 Abschn. 7	Doppel- oder Isolierglas	Abschn. 4 § 10 Abs. 4
Fugendurchlässigkeit	DIN 18 055	DIN 18 055	Anlage 2	-	

¹⁾ Die Anforderungen gelten, wenn der Bauantrag nach dem 1. 1. 1984 gestellt oder die Bauanzeige nach dem 1. 1. 1984 erstattet worden ist (Abschn. 4 § 13 Abs. 2/3).

²⁾ Die Anforderungen gelten, wenn mindestens 20% der jeweiligen Bauteile erneuert werden.



- ① $A_A < A_G$
 $k \rightarrow$ Tabelle 1
 DIN 4108 Teil 2
 $k = 1,39 \text{ W/m}^2\text{K}$
- ② $A_A \geq A_G$
 $k \rightarrow$ Tabelle 2
 DIN 4108 Teil 2
 $k = 1,39 \text{ bis } 0,52 \text{ W/m}^2\text{K}$

Bild 4: Anforderungen an nichttransparente Ausfachungen in Fensterwänden

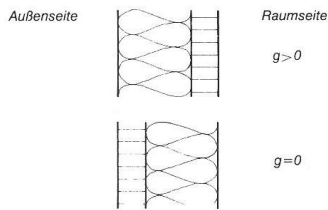


Bild 5: Schematische Darstellung nichttransparenter Ausfachungen mit Hinweis auf die in Rechnung zu stellende flächenbezogene Masse

Auszug aus DIN 4108 Teil 2 vom August 1981

5 Anforderungen an den Wärmeschutz im Winter; Anforderungen an den Mindestwärmeschutz von Einzelbauteilen

5.1 Mindestwerte der Wärmedurchlaßwiderstände $1/\Lambda$ und Maximalwerte der Wärmedurchgangskoeffizienten k nichttransparenter Bauteile

Die Mindestanforderungen, die bei Räumen nach Abschnitt 1 an Einzelbauteile gestellt werden, sind in Tabelle 1 angegeben.

Zusätzliche Anforderungen für Außenwände, Decken unter nicht ausgebauten Dachräumen und Dächer mit einer flächenbezogenen Gesamtmasse unter 300 kg/m^2 (leichte Bauteile) enthält Tabelle 2. Diese Anforderungen gelten nicht für den Bereich von Wärmebrücken. Sie gelten bei Holzbauteilen (z. B. Tafelbauart) für den Gefachbereich. Die Anforderungen nach Tabelle 2 gelten auch als erfüllt, wenn im Gefachbereich des Bauteils der Wärmedurchlaßwiderstand $\geq 1,75 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$ bzw. der Wärmedurchgangskoeffizient $\leq 0,52 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$ (Bauteile mit nicht hinterlüfteter

Außenhaut) oder $\leq 0,51 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$ (Bauteile mit hinterlüfteter Außenhaut) beträgt.

Nichttransparente Ausfachungen von Fensterwänden, die weniger als 50 % der gesamten Ausfachung betragen, müssen mindestens die Anforderungen der Tabelle 1 erfüllen; andernfalls gelten die Anforderungen der Tabelle 2.

Die Rahmen mit nichttransparenten Ausfachungen müssen mindestens der Rahmenmaterialgruppe 2.2 nach DIN 4108 Teil 4, Ausgabe August 1981, Tabelle 3 entsprechen. Hierbei ist DIN 4108 Teil 5, Ausgabe August 1981, Abschnitt 3.3 zu beachten.

Berechnungsbeispiele für die Anwendung von Tabelle 2 sind in Abschnitt 5.3 aufgeführt.

Tabelle 2. Mindestwerte der Wärmedurchlaßwiderstände $1/\Lambda$ und Maximalwerte der Wärmedurchgangskoeffizienten k für Außenwände, Decken unter nicht ausgebauten Dachräumen und Dächer mit einer flächenbezogenen Gesamtmasse unter 300 kg/m^2 (leichte Bauteile)

Flächenbezogene Masse der raumseitigen Bauteilschichten ¹⁾	Wärmedurchlaßwiderstand des Bauteils $1/\Lambda$ ²⁾	Wärmedurchgangskoeffizient des Bauteils k ²⁾	
		Bauteile mit nicht hinterlüfteter Außenhaut	Bauteile mit hinterlüfteter Außenhaut
kg/m^2	$\text{m}^2 \cdot \text{K/W}$	$\text{W/(m}^2 \cdot \text{K)}$	$\text{W/(m}^2 \cdot \text{K)}$
0	1,75	0,52	0,51
20	1,40	0,64	0,62
50	1,10	0,79	0,76
100	0,80	1,03	0,99
150	0,65	1,22	1,16
200	0,60	1,30	1,23
300	0,55	1,39	1,32

¹⁾ Als flächenbezogene Masse sind in Rechnung zu stellen:

- bei Bauteilen mit Dämmschicht die Masse derjenigen Schichten, die zwischen der raumseitigen Bauteiloberfläche und der Dämmschicht angeordnet sind. Als Dämmschicht gilt hier eine Schicht mit $\lambda_R \leq 0,1 \text{ W/(m} \cdot \text{K)}$ und $1/\Lambda \geq 0,25 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$ (vergleiche auch Beispiel A in Abschnitt 5.3).
- bei Bauteilen ohne Dämmschicht (z. B. Mauerwerk) die Gesamtmasse des Bauteils.

Werden die Anforderungen nach Tabelle 2 bereits von einer oder mehreren Schichten des Bauteils – und zwar unabhängig von ihrer Lage – (z. B. bei Vernachlässigung der Masse und des Wärmedurchlaßwiderstandes einer Dämmschicht) erfüllt, so braucht kein weiterer Nachweis geführt zu werden (vergleiche auch Beispiel B in Abschnitt 5.3).

Holz und Holzwerkstoffe dürfen näherungsweise mit dem 2fachen Wert ihrer Masse in Rechnung gestellt werden.

²⁾ Zwischenwerte dürfen geradlinig interpoliert werden.

3.3 Rechenwerte zum Nachweis des Wärmeschutzes

Die Rechenwerte zum Nachweis des Wärmeschutzes können für genormte Baustoffe und Bauteile DIN 4108 Teil 4 entnommen werden. Werte, die nicht in der Norm enthalten sind, dürfen nur dann für Nachweise eingesetzt werden, wenn sie im Bundesanzeiger bekanntgemacht worden sind.

Auszug aus DIN 4108 Teil 4

Tabelle 3 Rechenwerte der Wärmedurchgangskoeffizienten für Verglasungen (k_v) und für Fenster und Fenstertüren einschließlich Rahmen (k_F)

Spalte	1	2	3	4	5	6	7
Zeile	Beschreibung der Verglasung	Verglasung ¹⁾ k_v W/(m ² · K)	Fenster und Fenstertüren einschließlich Rahmen k_F für Rahmenmaterialgruppe ²⁾ W/(m ² · K)				
			1	2.1	2.2	2.3	3 ²⁾
1 Unter Verwendung von Normalglas							
1.1	Einfachverglasung	5,8	5,2				
1.2	Isolierglas mit ≥ 6 bis ≤ 8 mm Luftzwischenraum	3,4	2,9	3,2	3,3	3,6 ⁴⁾	4,1 ⁴⁾
1.3	Isolierglas mit > 8 bis ≤ 10 mm Luftzwischenraum	3,2	2,8	3,0	3,2	3,4	4,0 ⁴⁾
1.4	Isolierglas mit > 10 bis ≤ 16 mm Luftzwischenraum	3,0	2,6	2,9	3,1	3,3	3,8 ⁴⁾
1.5	Isolierglas mit zweimal ≥ 6 bis ≤ 8 mm Luftzwischenraum	2,4	2,2	2,5	2,6	2,9	3,4
1.6	Isolierglas mit zweimal > 8 bis ≤ 10 mm Luftzwischenraum	2,2	2,1	2,3	2,5	2,7	3,3
1.7	Isolierglas mit zweimal > 10 bis ≤ 16 mm Luftzwischenraum	2,1	2,0	2,3	2,4	2,7	3,2
1.8	Doppelverglasung mit 20 bis 100 mm Scheibenabstand	2,8	2,5	2,7	2,9	3,2	3,7 ⁴⁾
1.9	Doppelverglasung aus Einfachglas und Iso- lierglas (Luftzwischenraum 10 bis 16 mm) mit 20 bis 100 mm Scheibenabstand	2,0	1,9	2,2	2,4	2,6	3,1
1.10	Doppelverglasung aus zwei Isolierglasein- heiten (Luftzwischenraum 10 bis 16 mm) mit 20 bis 100 mm Scheibenabstand	1,4	1,5	1,8	1,9	2,2	2,7
2 Unter Verwendung von Sondergläsern							
2.1	Die Wärmedurchgangskoeffizienten k_v für Sondergläser werden aufgrund von Prüf- zeugnissen hierfür anerkannter Prüfanstal- ten festgelegt (siehe Abschnitt 1 mit Fuß- note 2)	3,0	2,6	2,9	3,1	3,3	3,8 ⁴⁾
2.2		2,9	2,5	2,8	3,0	3,2	3,8 ⁴⁾
2.3		2,8	2,5	2,7	2,9	3,2	3,7 ⁴⁾
2.4		2,7	2,4	2,7	2,9	3,1	3,6 ⁴⁾
2.5		2,6	2,3	2,6	2,8	3,0	3,6 ⁴⁾
2.6		2,5	2,3	2,5	2,7	3,0	3,5
2.7		2,4	2,2	2,5	2,6	2,9	3,4
2.8		2,3	2,1	2,4	2,6	2,8	3,4
2.9		2,2	2,1	2,3	2,5	2,7	3,3
2.10		2,1	2,0	2,3	2,4	2,7	3,2
2.11		2,0	1,9	2,2	2,4	2,6	3,1
2.12		1,9	1,8	2,1	2,3	2,5	3,1
1) bis 4) Siehe Seite 13 und 14							

Tabelle 3. (Fortsetzung)

Spalte	1	2	3	4	5	6	7
Zeile	Beschreibung der Verglasung	Ver- glasung ¹⁾ k_v W/(m ² · K)	Fenster und Fenstertüren einschließlich Rahmen k_F für Rahmenmaterialgruppe ²⁾ W/(m ² · K)				
			1	2.1	2.2	2.3	3 ³⁾
2.13	Die Wärmedurchgangskoeffizienten k_v für Sondergläser werden aufgrund von Prüfzeugnissen hierfür anerkannter Prüfanstalten festgelegt (siehe Abschnitt 1 mit Fußnote 2)	1,8	1,8	2,0	2,2	2,5	3,0
2.14		1,7	1,7	2,0	2,2	2,4	2,9
2.15		1,6	1,6	1,9	2,1	2,3	2,9
2.16		1,5	1,6	1,8	2,0	2,3	2,8
2.17		1,4	1,5	1,8	1,9	2,2	2,7
2.18		1,3	1,4	1,7	1,9	2,1	2,7
2.19		1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,6
2.20		1,1	1,3	1,6	1,7	2,0	2,5
2.21		1,0	1,2	1,5	1,7	1,9	2,4
3		Glasbausteinwand nach DIN 4242 mit Hohlglasbausteinen nach DIN 18175					

1) Bei Fenstern mit einem Rahmenanteil von nicht mehr als 5% (z. B. Schaufensteranlagen) kann für den Wärmedurchgangskoeffizienten k_F der Wärmedurchgangskoeffizient k_v der Verglasung gesetzt werden.

2) Die Einstufung von Fensterrahmen in die Rahmenmaterialgruppen 1 bis 3 ist wie folgt vorzunehmen:

Gruppe 1: Fenster mit Rahmen aus Holz, Kunststoff (siehe Anmerkung) und Holzkombinationen (z. B. Holzrahmen mit Aluminiumbekleidung) ohne besonderen Nachweis oder wenn der Wärmedurchgangskoeffizient des Rahmens mit $k_R \leq 2,0 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$ aufgrund von Prüfzeugnissen nachgewiesen worden ist (siehe Abschnitt 1 mit Fußnote 2).

Anmerkung: In die Gruppe 1 sind Profile für Kunststoff-Fenster nur dann einzuordnen, wenn die Profilausbildung vom Kunststoff bestimmt wird und eventuell vorhandene Metalleinlagen nur der Aussteifung dienen.

Gruppe 2.1: Fenster mit Rahmen aus wärmegeprägten Metall- oder Betonprofilen, wenn der Wärmedurchgangskoeffizient des Rahmens mit $k_R < 2,8 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$ aufgrund von Prüfzeugnissen nachgewiesen worden ist (siehe Abschnitt 1 mit Fußnote 2).

Gruppe 2.2: Fenster mit Rahmen aus wärmegeprägten Metall- oder Betonprofilen, wenn der Wärmedurchgangskoeffizient des Rahmens mit $3,5 \geq k_R \geq 2,8 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$ aufgrund von Prüfzeugnissen nachgewiesen worden ist (siehe Abschnitt 1 mit Fußnote 2) oder wenn die Kernzone der Profile die in der folgenden Tabelle A angegebenen Merkmale aufweist.

Tabelle 2: Zuordnung von Rahmenprofilen in die entsprechenden Rahmenmaterialgruppen

Rahmenmaterialgruppe	Zuordnung von Rahmenprofilen ohne besonderen Nachweis	Zuordnung von Rahmenprofilen beliebiger Konstruktion durch den Sachverständigenausschuß bei Nachweis der k_R -Werte [W/m ² · K]
1	Kunststoff	$k_R \leq 2,0$

Für die 3 Rahmenmaterialgruppen wurde eine Unterteilung in 5 Spalten vorgenommen, wobei die Einstufung in die betreffende Gruppe entweder bei Übereinstimmung der Merkmale mit der Beschreibung in den Erläuterungen zu Tabelle 3 oder durch Prüfung und nachfolgende amtliche Festlegung der Rahmenmaterialgruppe erfolgt.

Für die Verglasung gilt beim Abschnitt Normalglas die Beschreibung des Scheibenzwischenraumes als Merkmal. Bei den Sondergläsern, darunter werden zur Zeit nur Gläser mit bedampfter Oberfläche verstanden, erfolgt die Festlegung der Wärmedurchgangskoeffizienten durch Prüfung und Bekanntmachung (siehe Tabelle IV: Rechenwerte für Verglasungen). Damit ist die Verglasung auch bei Verwendung von Sonderglas über k_v einer bestimmten Zeile zugeordnet, womit auch die Rechenwerte der Fenster festgelegt sind.

Rechenwerte für Fenster (k_F) sind in der Tabelle 3 der DIN 4108 Teil 4 abgedruckt, wobei der Rechenwert des Wärmedurchgangskoeffizienten k_F bestimmt wird von

- der Rahmenmaterialgruppe
- der Verglasung.

Bild 10: Ablaufschema zur Ermittlung des erforderlichen bzw. des vorhandenen k-Wertes eines Fensters oder einer Fensterwand gemäß den Anforderungen der WVO und der DIN 4108

- WVO = Wärmeschutzverordnung
- A = Umfassungsfläche des Gebäudes
- A_1 = Glasfläche
- A_2 = Fläche der nichttransparenten Ausfächung
- V = Volumen des Gebäudes
- $k_{m,max}$ = max. mittlerer k-Wert des Gebäudes
- $k_{m,W+F}$ = max. mittlerer k-Wert der Wand einschl. Fenster
- $k_{F,erf}$ = erforderlicher k-Wert des Fensters
- $k_{F^*,erf}$ = erforderlicher k-Wert der Fensterwand
- k_F = vorhandener k-Wert des Fensters
- k_{F^*} = vorhandener k-Wert der Fensterwand
- $k_{F,R}$ = Rechenwert des k-Wertes des Fensters
- $k_{R,R}$ = Rechenwert des k-Wertes des Rahmens
- $\lambda_{R,R}$ = Rechenwert der Wärmeleitfähigkeit

