

Auswirkungen der EnEV 2000 auf Fenster und Fassaden

Hans Froelich

Schon kurz nach Inkrafttreten der neuen Wärmeschutzverordnung am 1. Januar 1995 begann die Diskussion über die Energieeinsparverordnung (EnEV) 2000. Der Bundesrat hatte 1994 gefordert, daß das Anforderungsniveau der Wärmeschutzverordnung '95 nochmals um 25 bis 30 % angehoben werden muß, um das ursprünglich vorgegebene Ziel zu erreichen. Insofern war also absehbar, daß in relativ kurzer Zeit weitere Verschärfungen im baulichen Wärmeschutz zu erwarten sind. Die Vorgabe einer Prozentzahl läßt jedoch noch keinerlei Klarheit entstehen, welche Auswirkungen sich auf die verschiedenen am Bau beteiligten Branchen ergeben und in welchem Maße Bauprodukte von den Verschärfungen betroffen sind.

Wärmeschutztechnische Verbesserungen bei Bauprodukten sind bekanntlich nicht beliebig realisierbar. Solange lediglich Dämmschichtdicken erhöht oder infrarotreflektierend beschichtete Verglasungen statt unbeschichteter Verglasungen zum Einsatz kommen müssen, ist mit einer relativ raschen Umsetzung zu rechnen. Müssen jedoch grundsätzlich andere und in der Regel aufwendigere Konstruktionen eingesetzt werden, ergeben sich zwangsläufig – zumindest während eines gewissen Zeitraumes – Realisierungsprobleme und vor allem auch erhebliche Auswirkungen auf die Kosten.

Das vorliegende Konzept der EnEV [1] ist hinsichtlich der Auswirkungen auf Fenster und Fassaden nur in relativ kleinen Teilbereichen erkennbar und abschätzbar. Es geht dabei hauptsächlich um die Bauteilkennwerte bei kleinen Wohngebäuden (vereinfachtes Verfahren) und die Forderungen bei Maßnahmen an bestehenden Gebäuden. Der Hauptteil der Verordnung bezieht sich jedoch auf einen Abgleich von vorgegebenen Maximalwerten des Heizenergiebedarfs zu errechneten Heizenergiebedarfswerten. Grundlage der Berechnungen sind europäische Normen in Verbindung mit ergänzenden nationalen Vorgaben (DIN EN 832 und DIN V 4108-6). Da nicht nur die wärmeschutztechnischen Eigenschaften der Bauteile sondern auch die Heizungsanlagen und Primärenergie für die Kriterien bei den Berechnungen zu berücksichtigen sind, ergeben sich zwangsläufig komplexe Zusammenhänge.

Während bisher vereinfacht für einen mittleren Standort in Deutschland eine Berechnung des Heizwärme-

bedarfs über eine Jahresbilanz erstellt wurde, werden nun Heizenergiebedarfswerte in einer Bilanz für die einzelnen Monate oder die Heizperiode ermittelt. Dabei kann sogar der Standort des Gebäudes berücksichtigt werden.

Um die Auswirkungen der geplanten neuen EnEV für Fenster und Fassaden in den wesentlichen Punkten zu verdeutlichen, wird nachfolgend mit Fragen (kursiv gedruckt) und Antworten ein Übersichtskatalog erstellt.

1. Kann die angekündigte Verschärfung der Anforderungen um 25 bis 30 % allgemein und einfach auf das gesamte Anforderungsniveau der jetzigen Wärmeschutzverordnung bezogen werden?

Nein, das jetzige Anforderungsniveau der Wärmeschutzverordnung wird nicht einfach um 25 bis 30 % verschärft. Die Konsequenzen der Verschärfung sind sehr unterschiedlich und können im Einzelfall deutlich geringer jedoch auch deutlich größer ausfallen.

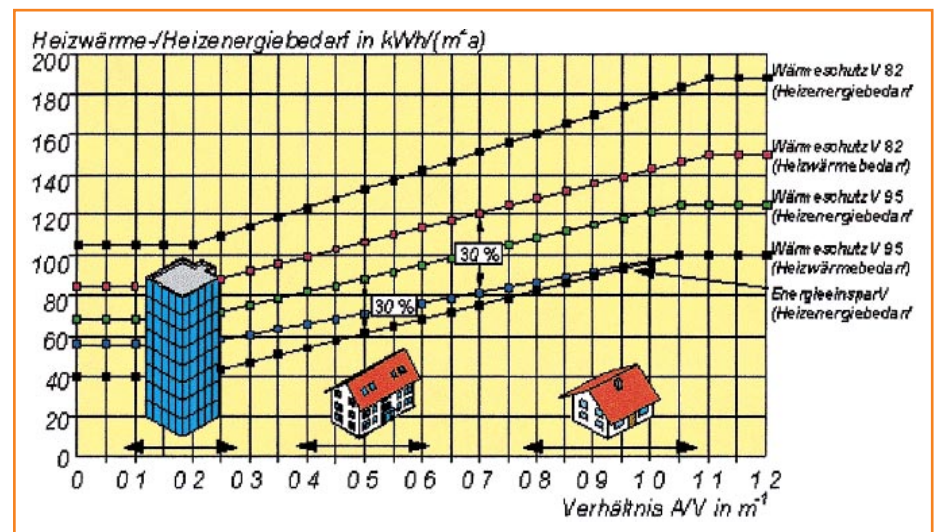


Bild 1: Vergleich der Anforderungsniveaus der 2. und 3. Wärmeschutzverordnung sowie der Energieeinsparverordnung [3]

2. Welche entscheidenden Veränderungen werden sich bei Neubaumaßnahmen ergeben?

Als Hauptanforderungsgröße wird der Jahres-Heizenergiebedarf Q eingeführt. Für den Jahresheizenergiebedarf Q und die bisherige Hauptanforderungsgröße Jahres-Heizwärmebedarf Q_h gelten folgende Definitionen:

Jahres-Heizenergiebedarf Q

Energiemenge, die nach einer festgelegten Berechnungsvorschrift dem Gebäude zum Zwecke der Beheizung, Lüftung und Warmwasserbereitung jährlich zugeführt werden muß.

Jahres-Heizwärmebedarf Q_h

Wärmemenge, die von der heizungstechnischen Anlage unter vorgegebenen Randbedingungen jährlich zur Beheizung des gesamten Gebäudes bzw. der Gesamtheit der beheizten Räume bereitzustellen ist.

Während also in dem Jahres-Heizwärmebedarf nur die Wärmemenge ab den Heizkörpern betrachtet und limitiert wird, muß beim Jahres-Heizenergiebedarf auch die Heizungsanlage selbst mit ihrem Verteilungssystem und ihren Anlageverlusten betrachtet werden. Dieser Bereich war bisher Bestandteil der Heizungsanlagenverordnung.

Das Zusammenführen von *Wärmeschutzverordnung* und *Heizungsanlagenverordnung zur Energieeinsparverordnung* erfordert also eine wesentlich umfassendere und damit auch komplexere Betrachtung des baulichen Wärmeschutzes.

Das jetzige Anforderungsniveau der Wärmeschutzverordnung muß also zunächst auf Heizenergiebedarfswerte umgerechnet werden. Gegenüber diesem Niveau soll dann mit der neuen Energieeinsparverordnung eine Verschärfung der Anforderungen um 30 % erreicht werden.

Vergleicht man dagegen das Niveau des Heizwärmebedarfs der jetzt gültigen Wärmeschutzverordnung mit dem geplanten Niveau für den Heizenergiebedarf der neuen Energieeinsparverordnung, so sind die Auswirkungen der Verschärfung sehr unter-

schiedlich. Die Verschärfungen fallen hier bei großen kompakten Gebäuden mit einem kleinen A/V-Verhältnis deutlich größer aus als bei kleineren oder stark gegliederten Gebäuden mit einem großen A/V-Verhältnis. Die Zusammenhänge zeigt Bild 1.

Über die Hauptanforderungsgröße Q hinaus werden als Nebenanforderungen noch von Bedeutung sein:

- der Jahres-Heizwärmebedarf Q_h und
- die Primärenergie-Aufwandszahlen zur Bewertung der eingesetzten Primärenergie.

Der Jahres-Heizwärmebedarf Q_h darf 92 % der maximalen Jahres-Heizenergiebedarfswerte nicht überschreiten. Bei bestimmten Heizsystemen wird Q_h sogar auf 80 bzw. 70 % beschränkt. Der Jahres-Primärenergiebedarf darf 115 % des maximalen Jahres-Heizenergiebedarfs nicht überschreiten.

Als vereinfachte Begründungen für diese Nebenanforderungen können angeführt werden:

- Soll ein Gebäude direkt mit Strom beheizt werden, so werden sich so hohe Anforderungen an den baulichen Wärmeschutz ergeben, daß es praktisch nicht mehr baubar ist (deshalb Begrenzung des Jahres-Primärenergiebedarfs!).
- Soll ein Gebäude verstärkt mit regenerativen Energien (z. B. Solarheizung) beheizt werden, muß trotzdem ein ausreichender Wärmeschutz (Begrenzung von Q_h !) zur Ausführung kommen.

3. Kann aus den Vorgaben der geplanten Energieeinsparverordnung für Neubauten direkt entnommen werden, welche Wärmedurchgangskoeffizienten die Bauteile benötigen?

In den meisten Anwendungsfällen ist es nicht möglich, die Wärmedurchgangskoeffizienten der Bauteile direkt der EnEV zu entnehmen. Eine Ausnahme bilden kleine Gebäude mit maximal 3 Wohnungen, mit nicht mehr als 2 Vollgeschossen sowie mit einem Fensterflächenanteil von 15 bis 30 % (siehe hierzu Frage 14).

Für die Ermittlung der benötigten oder maximal zulässigen Wärmedurchgangskoeffizienten der Bauteile müssen sämtliche entscheidenden Daten erhoben werden. Hierzu gehören:

- Abmessungen/Volumina ermitteln,
- Aufbau und energetische Eigenschaften der Bauteile festlegen und bestimmen,

- Randbedingungen festlegen,
- Ermittlung von Heizwärmebedarf und Heizenergiebedarf nach Monats oder Heizperiodenbilanzverfahren,
- Vergleich von Ist-Werten mit Grenzwerten und gegebenenfalls Korrekturen mit neuer Bilanzrechnung.

4. Enthält die geplante Energieeinsparverordnung alle Detailangaben für die Berechnung oder müssen andere Regelwerke hinzugenommen werden?

Die geplante EnEV enthält nur die wesentlichen Anforderungen und Randbedingungen. Für die Berechnung werden zusätzlich insbesondere benötigt:

- DIN EN 832: 1998-12
„Wärmetechnisches Verhalten von Gebäuden; Berechnung des Heizenergiebedarfs; Wohngebäude“ bzw. zukünftig:
- DIN EN ISO 13 790: 1999-08
„Wärmetechnisches Verhalten von Gebäuden; Berechnung des Heizenergiebedarfs“
- DIN 4108-6 (noch in Bearbeitung)
„Wärmeschutz im Hochbau – Teil 6: Berechnung des Jahresheizwärmebedarfs von Gebäuden“ als Ergänzung zu DIN EN 832 als nationales Umsetzungsdokument
- sowie europäische Berechnungsnormen für die Ermittlung von U-Werten, insbesondere:
- DIN EN ISO 6946: 1996-11
„Bauteile; Wärmedurchlaßwiderstand und Wärmedurchgangskoeffizient; Berechnungsverfahren“
- DIN EN ISO 10 077
(Norm erscheint in Kürze)

„Wärmetechnisches Verhalten von Fenstern, Türen und Abschlüssen; Berechnung des Wärmedurchgangskoeffizienten“

Zusätzlich werden eine Vielzahl von technischen Regelwerken benötigt, die mit ihren jeweiligen Ausgabedaten und Bezugsquellen veröffentlicht werden.

5. Baut die neue EnEV auf nationalen oder europäischen Regelwerken auf?

Die neue EnEV wird in der Hauptsache auf europäischen Regelwerken aufbauen, mit denen die rechneri-

schen oder meßtechnischen Nachweise zu führen sind. Unberührt davon bleiben zusätzliche Anforderungen, die in nationalen Normen geregelt werden. Dies betrifft z. B. den Mindestwärmeschutz nach DIN 4108-2 oder den Feuchteschutz in DIN 4108-3.

6. Die gültige Wärmeschutzverordnung enthält für kleine Gebäude ein sog. vereinfachtes Bauteilverfahren. Für Fenster wird hier ein maximaler äquivalenter k -Wert $k_{F,eq} \leq 0,7 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ gefordert. Wird die neue EnEV ebenfalls ein derartiges Verfahren enthalten?

Ja, ein derartiges vereinfachtes Bauteilverfahren ist in der EnEV auch vorgesehen. Gemäß dem vorliegenden Entwurf wird allerdings kein $k_{F,eq}$ -Wert mehr sondern ein maximaler U_w -Wert für Fenster vorgegeben. Außerdem wird zur Zeit noch ein minimaler g -Wert gefordert. Folgende Forderungen werden gestellt:

- Wärmedurchgangskoeffizient U_w für Fenster, Dachfenster, Fenstertüren, Außentüren $\leq 1,4 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$
- Gesamtenergiedurchlaßgrad $g \geq 0,62$

Diese Werte ergeben in der praktischen Umsetzung große Probleme. Zu berücksichtigen ist insbesondere, daß mit den europäischen Verfahren zur Bestimmung der U_w -Werte Erhöhungen gegenüber den jetzt gültigen nationalen k_F -Werten verbunden sind.

Dies ergibt sich in der Hauptsache aus der Berücksichtigung des Wärmebrückeneffekts zwischen Glas und Rahmen, ausgedrückt durch den längenbezogenen Wärmedurchgangskoeffizienten in $\text{W}/(\text{mK})$.

Folgende Beziehungen lassen sich herstellen:

$$U_w = k_F + 0,0 \text{ bis } 0,1 \quad \text{für Holzfenster}$$

$$U_w = k_F + 0,1 \text{ bis } 0,2$$

für PVC-Fenster

$$U_w = k_F + 0,2 \text{ bis } 0,4$$

für Aluminiumfenster

Der geforderte g -Wert von $\geq 0,62$ ist für Verglasungen, wie sie für derartig niedrige Wärmedurchgangskoeffizienten benötigt werden, unreali-

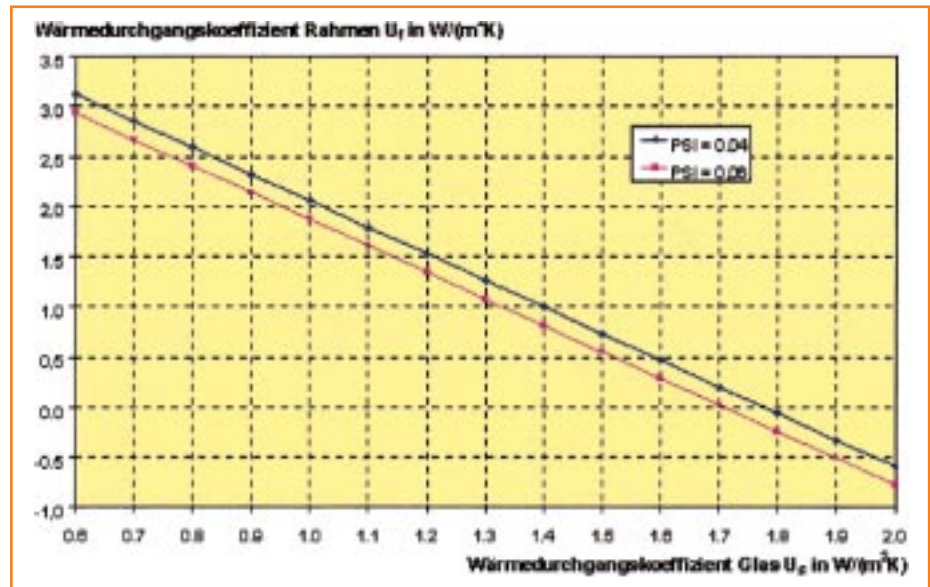


Bild 2: Zusammenhang zwischen Wärmedurchgangskoeffizienten U_g und U_f bei einem Vorgabewert für U_w von $1,4 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$; Fenstergröße $1,23 \text{ m}$ ($1,48 \text{ m}$ [2])

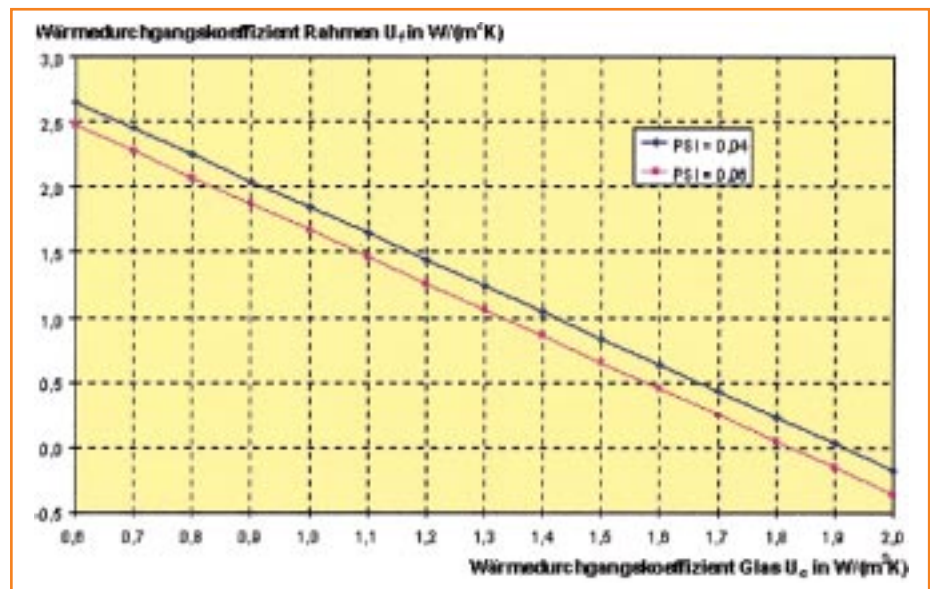


Bild 3: Zusammenhang zwischen Wärmedurchgangskoeffizienten U_g und U_f bei einem Vorgabewert für U_w von $1,4 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$; Fenstergröße $1,10 \text{ m}$ ($1,10 \text{ m}$ [2])

stisch. Dieser Wert muß also korrigiert oder als Forderung gestrichen werden.

7. Welche Wärmedurchgangskoeffizienten für Rahmen und Verglasungen ergeben sich, wenn ein Grenzwert für U_w von $1,4 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ vorgegeben wird? Da in die Berechnung des U_w -Wertes der Wärmebrückeneffekt zwischen Glas und Rahmen einfließt, sind die Auswirkungen auch von den Fensterabmessungen bzw. der Glasrandlänge abhängig.

Die Bilder 2 und 3 zeigen die Zusammenhänge zwischen Wärmedurchgangskoeffizienten U_g und U_f für 2 verschiedene Fensterabmessungen.

8. Sind die Wärmedurchgangskoeffizienten U_g für Verglasungen und U_f für Rahmen nach europäischen Regeln schon abschließend beurteilbar und vergleichbar mit nationalen Regeln?

Die europäischen Regeln zur Bestimmung der Wärmedurchgangskoeffizienten U_g von Verglasungen sind weitgehend fertig. Es handelt sich um folgende Normen:

- DIN EN 673: 1999-01
„Glas im Bauwesen; Bestimmung des Wärmedurchgangskoeffizienten (U-Wert); Berechnungsverfahren“
- DIN EN 674: 1999-01
„Glas im Bauwesen; Bestimmung des Wärmedurchgangskoeffizienten (U-Wert); Verfahren mit dem Plattengerät“
- prEN 12 793: 1997-01
„Glass in Building; Insulating Glass Units – Part 3: Long term test method and requirements for gas leakage rate and for gas concentration tolerances“

Bei einem Vergleich der U_g -Werte nach diesen Regeln mit den jetzigen U_V -Werten bzw. k_V -Werten nach nationalen Regeln (Bauregelliste Ausgabe 99/1, Anlage 11.1; herausgegeben vom Deutschen Institut für Bautechnik, Berlin (DIBt)) ergibt sich eine weitgehende Übereinstimmung. Für Standardaufbauten von Wärmeschutzgläsern (2-fach-Isolierglas mit Argonfüllung und Low-E-Beschichtung) ändert sich der Wert quasi nicht. Bei einigen Aufbauten können sich Veränderungen um +0,1 oder -0,1 W/(m²K) ergeben.

Bei den U_F -Werten von Rahmen sind die Aussagen zur Zeit noch nicht abschließend möglich. Da die U_F -Werte nicht auf die Projektionsflächen sondern auf die Abwicklungsflächen bezogen werden, werden Unterschiede bei tieferen Profilen entstehen. Nach den jetzt vorliegenden Regeln sind folgende U_F -Werte für Lochfenster bei Standardrahmen zu erwarten (Tabelle 1). Für Fassadenprofile müssen noch einige Abklärungen durch Messung und Berechnung vorgenommen werden.

Neben diesen U_F -Werten enthält DIN EN ISO 10 077 in informativen Anhängen Rechenwerte für U_F . Diese Werte wurden höher angesetzt, da es sich um allgemein gültige Orientierungswerte mit entsprechenden statistischen Sicherheiten handelt.

9. Welche Anforderungen gelten beim Austausch vorhandener Fenster und Verglasungen?

Bei der Erneuerung von Fenstern, Fenstertüren und Dachflächenfenstern wird gefordert:

Rahmenmaterial	U_F in W/(m ² K)	Ausführung
Holz	1,4 bis 1,5	IV 68
PVC	1,7 bis 1,8 1,5 bis 1,6	3-Kammerprofil mit Aussteifung aus Stahl 4-Kammerprofil mit Aussteifung aus Stahl
Aluminium	2,0 bis 2,2 k_R +0,1 bis 0,2	Profil der RMG 1 nach DIN V 41 084 Profil der RMG 2 nach DIN V 41 084

Tabelle 1 U_F -Werte für Lochfenster bei Standardrahmen

Rahmenmaterial	RMG	U_F W/(m ² K)	k_V W/(m ² K)	$U_{W, DIN 10 077-1}$ W/(m ² K)	k_F W/(m ² K) DIN 4108
Aluminium	2,1	2,3–3,0	1,3	1,8–2,0	1,7
Aluminium	1	2,0–2,2	1,3	1,7–1,8	1,4
Holz	1	1,4–1,5	1,3	1,4–1,6	1,4
PVC					
3-Kammer	1	1,7–1,8	1,3	1,5–1,6	1,4
PVC					
4-Kammer	1	1,5–1,6	1,3	1,5–1,6	1,4

Tabelle 2 Vergleich der Wärmedurchgangskoeffizienten U_W nach DIN EN ISO 10 077-1 sowie k_F nach DIN 4108-4; Standard-Wärmeschutzverglasung [2]

Rahmenmaterial	RMG	U_F W/(m ² K)	k_V W/(m ² K)	$U_{W, DIN 10 077-1}$ W/(m ² K)	k_F W/(m ² K) DIN 4108
Aluminium	2,1	2,3–3,0	1,7	2,1–2,3	2,0
Aluminium	1	2,0–2,2	1,7	1,9–2,0	1,7
Holz	1	1,4–1,5	1,7	1,7–1,9	1,7
PVC					
3-Kammer	1	1,7–1,8	1,7	1,8–1,9	1,7
PVC					
4-Kammer	1	1,5–1,6	1,7	1,8–1,9	1,7

Tabelle 3 Vergleich der Wärmedurchgangskoeffizienten U_W nach DIN EN ISO 10 077-1 sowie k_F nach DIN 4108-4; Schallschutzverglasung [2]

Zeile	Geschoßzahl	Fugendurchlässigkeit gemäß EuroKlasse nach EN 12 207-1: 1998
1	Gebäude bis zu 2 Vollgeschossen	2
2	Gebäude mit mehr als 2 Vollgeschossen oder mit raumlufttechnischen Anlagen nach Anhang 1 Nr. 4	3

Tabelle 4 Fugendurchlässigkeit von außenliegenden Fenstern und Fenstertüren [1]

$$U_w \leq 1,7 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$$

Bei der Erneuerung von Verglasungen wird gefordert:

$$U_g \leq 1,5 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$$

Auch bei diesen Werten sind die Zusammenhänge zwischen k_F bzw. U_f und U_w entsprechend den Ausführungen bei Frage 8 von Bedeutung.

Die Tabellen 2 und 3 stellen einen Vergleich der k_F - bzw. U_f - und U_w -Werte für verschiedene Rahmenmaterialien und Verglasungen her.

10. Welche Anforderungen werden an die Dichtheit von Fenstern gestellt?

Die Anforderungen werden auf die europäische Norm prEN 122 071: 1998 bezogen. Gefordert werden je nach Gebäudehöhe die EuroKlassen 2 oder 3. Tabelle 4 zeigt die Zusammenhänge.

Wenn zusätzliche Lüftungseinrichtungen vorgesehen werden, müssen diese in geschlossenem Zustand den Anforderungen der Tabelle 4 genügen.

11. Gibt es auch Dichtheitsanforderungen an andere Fugen und an das Gebäude insgesamt? Gibt es Grenzwerte für Luftwechsel, wenn die Dichtheit überprüft wird?

Ja, Fugen in wärmeübertragenden Umfassungsflächen müssen dauerhaft dicht sein. Die Dichtheit kann mit einer genormten Methode (zur Zeit DIN EN ISO 9972 „Wärmeschutz; Bestimmung der Luftdichtheit von Gebäuden; Differenzdruckverfahren“) überprüft werden, wobei maximale Luftwechselzahlen n_{50} von 3 h^{-1} bzw. 2 h^{-1} (mit raumluftechnischen Anlagen) eingehalten werden müssen.

12. Gibt es auch zukünftig Grenzwerte der Wärmedurchgangskoeffizienten für Fenster vor Heizkörpern und für Rolladenkästen?

Ja, wie bisher werden maximale Wärmedurchgangskoeffizienten für Fenster

vor Heizkörpern von $1,5 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ und für Rolladenkästen von $0,6 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ gefordert. Die Problematik der Anforderungsverstärkung durch Umstellung von k_F bzw. U_f auf U_w muß auch hier berücksichtigt bzw. noch geklärt werden.

13. Wie werden Wärmebrückeneffekte berücksichtigt?

Die Wärmebrückeneffekte werden entweder durch pauschale Zuschläge oder genaue Berechnungen berücksichtigt. Das geplante System zur Berücksichtigung ist am Beispiel Fenster/Baukörperanschluß in Bild 4 dargestellt.

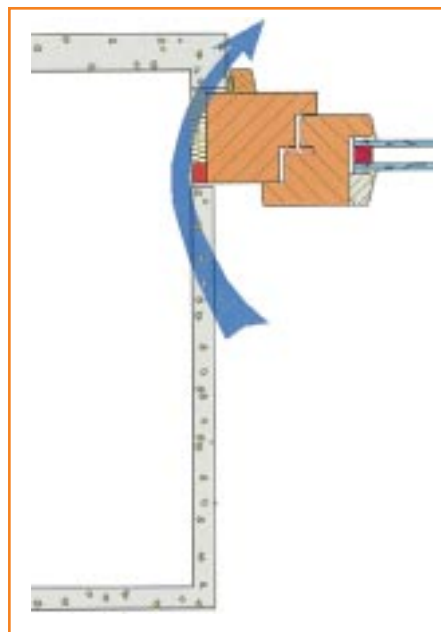


Bild 4: Berücksichtigung der Wärmebrückeneffekte gemäß Entwurf EnEV Anforderungen und Beurteilungsgrundlagen nach EnEV 2000:

- § 6, Absatz 6
 - Einfluß konstruktiver Wärmebrücken auf den Jahres-Heizwärmebedarf muß so gering wie möglich sein.
- Anhang 1, Nr. 3.2
 - Zuschlag für Wärmebrücken bei fehlendem Nachweis $U_{WB} = 0,10 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ (ΔU_{WB} bezieht sich auf wärmeübertragende Umfassungsflächen) oder
 - Zuschlag für Wärmebrücken bei Einhaltung einschlägiger technischer Regeln (z. B. Beiblatt 2 zu DIN 4108) ($U_{WB} = 0,05 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$) oder
 - genauer Nachweis nach DIN EN 10 211-1 bzw. DIN EN 10 211-2

14. Welche Anforderungen werden an den sommerlichen Wärmeschutz gestellt?

Die Anforderungen sollen gegenüber bisher geltenden Regeln verschärft werden. Bereits bei Fensterflächenanteilen von $> 25 \%$ an einer Fassadenfläche ist der Sonneneintragskennwert S nachzuweisen. Grenzwerte und Rechenverfahren sind in DIN V 4108-6: 1995-04 enthalten.

15. Welche Auswirkungen auf Verwaltungsgebäude lassen sich zur Zeit erkennen?

Vergleichsrechnungen, die der Verband der Fenster und Fassadenhersteller e. V. (VFF), Frankfurt, beim Ingenieurbüro Prof. Dr. Hauser (IBH) durchführen ließ, lassen relativ große Realisierungsprobleme der Anforderungen bei Verwaltungsgebäuden und den dort üblichen Fensterflächenanteilen von 50% erwarten. Werden Sonnenschutzverglasungen mit niedrigen g -Werten vorgesehen, verschärfen sich die Probleme zusätzlich.

Da Verwaltungsgebäude andere Heiz und Nutzungszyklen haben als Wohngebäude und die internen Wärmelasten in der Regel deutlich höher sind als bei Wohngebäuden, muß über diese Auswirkungen und Zusammenhänge noch intensiv diskutiert werden. □

Literatur

- [1] Froelich, H.; Hartmann, H.; Huber, K.; Sack, N.: Vergleichende Untersuchungen zum Wärmedurchgangskoeffizient von Fenstern. Forschungsbericht, i.f.t. Rosenheim, 1999
- [2] Verordnung über energiesparenden Wärmeschutz und energiesparende Anlagentechnik bei Gebäuden (Energieeinsparverordnung – EnEV). Referentenentwurf vom 28. Juni 1999. Bundesministerium für Wirtschaft, Bundesministerium für Verkehr, Bau und Wohnungswesen
- [3] Energiesparendes Bauen – neue Dimensionen für nachhaltiges Wirtschaften. Symposium am 29. April 1999 in Berlin. Hrsg.: Bundesministerium für Verkehr, Bau und Wohnungswesen, Berlin