

Konzept und Konsequenzen der neuen Wärmeschutzverordnung

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Gerd Hauser
Dipl.-Ing. Anton Maas

Fachgebiet Bauphysik
Universität · Gesamthochschule Kassel
34109 Kassel

September 1994

Konzept und Konsequenzen der neuen Wärmeschutzverordnung

von
Gerd Hauser und Anton Maas

Die novellierte Wärmeschutzverordnung liegt als Beschußfassung des Bundeskabinetts vom 5. Juli 1994 vor. Sie wurde am 16. August 1994 rechtskräftig und tritt am 1. Januar 1995 in Kraft. Für das Ende dieses Jahrzehnts ist eine weitere Novellierung mit deutlich erhöhten Anforderungen angekündigt. Das Konzept der neuen Verordnung und die wesentlichen Konsequenzen für Gebäude in Holzbauart werden im weiteren dargelegt.

1. Konzeption der Verordnung (Neubau)

Während in der bisherigen Verordnung die Transmissionswärmeverluste durch Vorgabe maximal zulässiger k -Werte und die Lüftungswärmeverluste durch die Begrenzung der Fugendurchlaßkoeffizienten limitiert wurden, richtet sich die novellierte Wärmeschutzverordnung an die Zielgröße, den Jahres-Heizwärmeverbrauch [1].

Dieser errechnet sich alternativ aus folgenden Gleichungen:

$$\begin{aligned} a) \quad Q_H &= 0,9 (Q_T + Q_L) - (Q_S + Q_I) \quad [\text{kWh/a}] \\ b) \quad Q_H &= 0,9 (Q_T + Q_L) - Q_I \quad [\text{kWh/a}] \end{aligned}$$

Hierin bedeuten:

Q_T = Transmissionswärmeverbrauch	[\text{kWh/a}]
Q_L = Lüftungswärmeverbrauch	[\text{kWh/a}]
Q_S = solare Wärmegewinne	[\text{kWh/a}]
Q_I = interne Wärmegewinne	[\text{kWh/a}]
0,9 = Teilbeheizungsfaktor	[\cdot]

Der Transmissionswärmeverbrauch Q_T in kWh/a ergibt sich aus:

$$\begin{aligned} Q_T &= 84 (A_W k_W + A_F k_F + 0,8 A_D k_D + \\ &+ 0,5 A_G k_G + A_{DL} k_{DL} + 0,5 A_{AB} k_{AB}) \end{aligned}$$

Bei Verwendung der Bilanzierungsgleichung b) ist k_F durch den äquivalenten k -Wert des Fensters $k_{eq,F}$ zu ersetzen, der wie folgt ermittelt wird:

$$k_{eq,F} = k_F - g S_F \quad [\text{W}/(\text{m}^2\text{K})]$$

mit:

$$g = \text{Gesamtenergielosachgrad der Verglasung} \quad (\text{Herstellerangabe})$$

S_F = Strahlungsgewinnkoeffizient

- für die Nordorientierung $S_F = 0,95 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$
- für die Ost-/Westorientierung $S_F = 1,65 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$
- für die Südorientierung $S_F = 2,40 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

Sollen die solaren Wärmegewinne getrennt ausgewiesen werden, ist die Gleichung a) zu verwenden. Hierbei werden die Solargewinne wie folgt ermittelt:

$$Q_S = \sum_{i,j} 0,46 I_j g_i A_{F,j,i} \quad [\text{kWh/a}]$$

mit:

g = Gesamtenergielosachgrad der Verglasung
(Herstellerangabe)

I = Strahlungsangebot

- für Nordorientierung $I = 160 \text{ kWh}/\text{m}^2\text{a}$
- für Ost-/Westorientierung $I = 275 \text{ kWh}/\text{m}^2\text{a}$
- für Südorientierung $I = 400 \text{ kWh}/\text{m}^2\text{a}$

Solare Wärmegewinne dürfen nur bis zu einem Fensterflächenanteil von 2/3 der Fassadenfläche berücksichtigt werden.

Der Lüftungswärmeverbrauch wird folgendermaßen bestimmt:

$$Q_L = 22,85 V_L \quad [\text{kWh/a}]$$

$$V_L = 0,8 V \quad [\text{m}^3] = \text{anrechenbares Luftvolumen}$$

bei Einsatz einer mechanisch betriebenen Lüftungsanlage:

$$Q_L = 0,95 \cdot 22,85 V_L \quad [\text{kWh/a}]$$

bei Einsatz einer Wärmerückgewinnungsanlage:

$$Q_L = 0,80 \cdot 22,85 V_L \quad [\text{kWh/a}]$$

bei Einsatz einer elektrisch angetriebenen Wärmepumpe:

$$Q_L = 0,80 \cdot 22,85 V_L \quad [\text{kWh/a}]$$

Für die nutzbaren internen Wärmegewinne Q_I ist ein Wert von $8 \text{ kWh}/(\text{m}^3\text{a})$ bzw. $25 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$ anzusetzen. Für Büro- oder Verwaltungsgebäude beträgt der Wert $10 \text{ kWh}/(\text{m}^3\text{a})$ bzw. $31,25 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$. Werden diese erhöhten Wärmegewinne in Ansatz gebracht, finden o. g. Lüftungsanlagen keine Berücksichtigung.

2. Anforderungen

Der gem. obigen Gleichungen ermittelte Jahres-Heizwärmebedarf wird allgemein auf das Volumen bezogen

$$Q'_H = Q_H / V \quad [\text{kWh}/(\text{m}^3\text{a})]$$

und kann bei Gebäuden, deren lichte Raumhöhe 2,6 m oder weniger beträgt auf die Energiebezugsfläche A_N (Gebäudenutzfläche) bezogen werden ($A_N = 0,32 V$)

$$Q''_H = Q_H / A_N \quad [\text{kWh}/(\text{m}^2\text{a})]$$

Diese Energiekennzahlen Q'_H und Q''_H müssen die in Tabelle 1 dargestellten Werte einhalten.

A/V [m ⁻¹]	Volumenbezug		Flächenbezug Lichte Raumhöhe 2,6 m A'_H [kWh/(m ³ a)]
	Q'_H [kWh/(m ³ a)]	Q''_H [kWh/(m ² a)]	
A/V 0,20	Q'_H 17,3	Q''_H 54	
0,20 < A/V < 1,05	Q'_H $13,82 + 17,32 \cdot A/V$	Q''_H $43,19 + 54,13 \cdot A/V$	
A/V 1,05	Q'_H 32	Q''_H 100	

Tabelle 1: Anforderungen gem. novellierter WSchVO

In Abhängigkeit vom A/V-Verhältnis ergeben sich Q''_H -Werte zwischen 54 und 100 kWh/(m²a).

Für Gebäude ohne mechanische Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung stellen sich im Mittel Heizwärmebedarfsminderungen von ca. 1/3 ein, wie aus Bild 1 hervorgeht, wo der Heizwärmebedarf gem. der novellierten Wärmeschutzverordnung dargestellt ist und eine Approximationsgerade für zahlreiche Objekte, welche exakt der Wärmeschutzverordnung 1982 entsprechen, wiedergegeben ist.

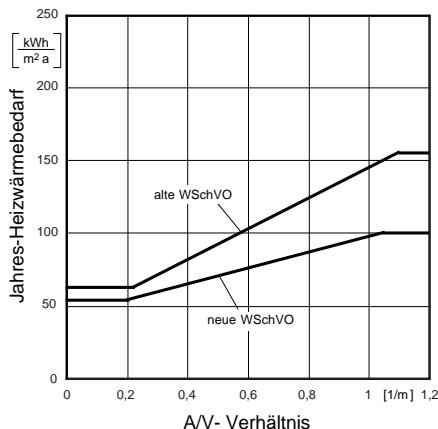


Bild 1: Maximal zulässiger Jahresheizwärmebedarf in Abhängigkeit vom A/V-Verhältnis gem. novellierter WSchVO für Gebäude ohne Lüftungsanlagen im Vergleich zur bestehenden WSchVO (Approximationsgerade für zahlreiche Gebäude).

Der Nachweis eines ausreichenden Wärmeschutzes ist über das im Anhang aufgeführte Formblatt leicht und übersichtlich zu führen. Die Verwendung eines entsprechenden Computerprogramms [3] empfiehlt sich, wenn die Berechnungen häufig durchgeführt werden oder komplexe Projekte bearbeitet werden.

Für kleine Wohngebäude mit bis zu zwei Vollgeschossen und nicht mehr als drei Wohneinheiten gelten die Anforde-

rungen der Verordnung als erfüllt, wenn die Wärmedurchgangskoeffizienten der jeweiligen Bauteile die folgenden Werte einhalten:

Außenwände: $k_W \leq 0,5 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

Fenster, Fenstertüren, Dachfenster: $k_{m,F,eq} \leq 0,7 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

Decken unter nicht ausgebauten Dachräumen und Decken, die Räume nach oben oder unten gegen die Außenluft abgrenzen: $k_D \leq 0,22 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

Decken über Kellergeschoß, Wände und Decken gegen unbeheizte Räume sowie Decken und Wände, die an das Erdreich grenzen: $k_G \leq 0,35 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

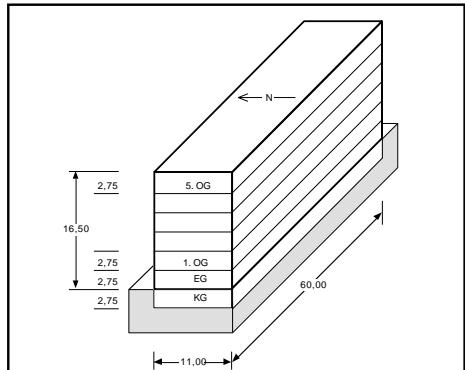
3. Konsequenzen bei Neubauten

Konsequenzen der neuen Wärmeschutzverordnung ergeben sich aus dem erhöhten Anforderungsniveau und der veränderten Konzeption bei der Formulierung der Anforderungen.

3.1 Gestaltungsfreiheit

Da nicht mehr Anforderungen an Einzelgrößen gestellt werden, sondern ausschließlich die Zielgröße limitiert wird, erhält der Planer ein Höchstmaß an Planungsfreiheit. Er kann entscheiden, welche Bauteile besonders wärmeschützend ausgeführt werden bzw. ob durch Mitwirkung einer Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung das Ziel erreicht werden soll. Dabei wird er meist gut beraten sein, die Vorgaben der Wärmeschutzverordnung als Maximalwert zu betrachten, der gerade beim Einsatz von Wärmerückgewinnungsanlagen leicht zu unterschreiten ist. Passive Solarenergiegewinne, auch mittels Wintergärten - hierbei sind die angrenzenden Außenbauteile, je nach Verglasungsart des Wintergartens, mit Abminderungsfaktoren zwischen 0,5 (Wärmeschutzglas), 0,6 (Isolier- oder Doppelverglasung) und 0,7 (Einfachverglasung) zu multiplizieren - finden Berücksichtigung. Die Auswirkungen verschiedener Gebäudeorientierungen sowie Verglasungsarten und Fenstergrößen werden sichtbar. Der Planer wird mehr und mehr dazu angehalten, bei seinem Entwurf den energetischen Aspekten mehr Bedeutung beizumessen und die Gedanken des energiesparenden Bauens in sein Konzept stärker einfließen zu lassen. Nicht mehr das nachträgliche einfache k-Wert-Minimieren ist gefordert, sondern das zielgrößenorientierte Minimieren des Heizwärmebedarfs.

Je nach Gebäudegröße und -kompaktheit stellen sich auch bei Verwendung gleicher Bauteile unterschiedliche Heizwärmebedarfs-Werte ein. Es muß deshalb beim Entwurf auch ein kleines A/V-Verhältnis angestrebt werden, es sei denn, daß bei sehr großen Raumtiefen die Minderung des Heizwärmebedarfs durch einen höheren Energiebedarf für Kunstlicht und gegebenenfalls für Kühlung erkauft würde. Glatte, wenig gegliederte Fassaden bei Baukörpertiefen bis ca. 18 m, je nach Nutzung des Kernbereichs, liefern die günstigsten Gesamtwerte. Die Formulierung der Anforderungen in Abhängigkeit von der Zielgröße A/V ist deshalb problematisch. Die Festlegung bestimmter Gebäudetypen und der dazugehörigen maximal zulässigen Jahres-Heizwärmebedarfs-Werte bereiten jedoch häufig Schwierigkeiten bei der Zuordnung und Härten an den jeweiligen Grenzbereichen.



Fensterflächenanteile	$f_N = 15\%$
	$f_{o,w} = 25\%$
	$f_s = 35\%$
A/V-Verhältnis	$A/V = 0,34 \text{ m}^{-1}$
Jahres-Heizwärmebedarf	$Q''_H \leq 61,6 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \text{a})$

Bild 2: Beschreibung des zugrunde gelegten Mehrfamilienhauses.

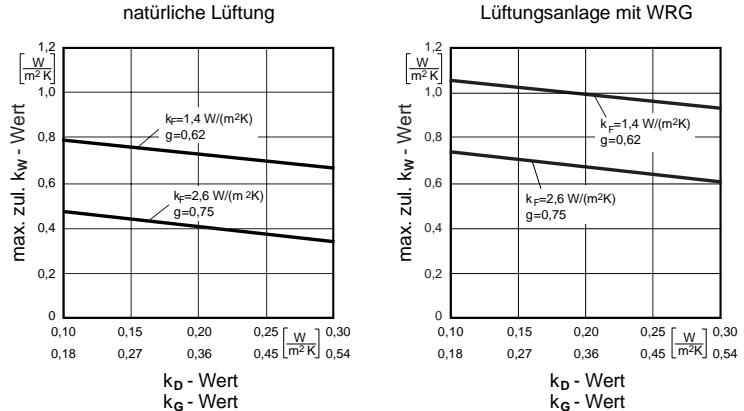


Bild 3: Auswirkungen der novellierten Wärmeschutzverordnung auf den Wärmeschutz des in Bild 2 wiedergegebenen Mehrfamilienhauses.

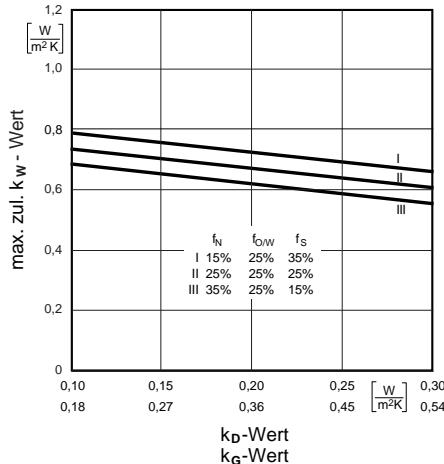


Bild 4: Auswirkungen der novellierten WSchVO auf den Wärmeschutz des in Bild 2 wiedergegebenen Mehrfamilienhauses, jedoch bei veränderter Verteilung der Fensterflächen auf den Fassaden.
 $k_F = 1,4 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$; $g = 0,62$; ohne WRG

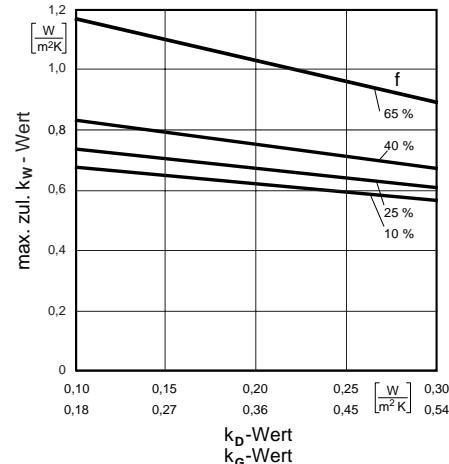


Bild 5: Auswirkungen der novellierten WSchVO auf den Wärmeschutz des in Bild 2 wiedergegebenen Mehrfamilienhauses, jedoch bei veränderten, in allen Fassaden gleichen Fensterflächenanteilen.
 $k_F = 1,4 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$; $g = 0,62$; $f_N = f_{o,w} = f_s = f$; ohne WRG

3.2 Baulicher Wärmeschutz

Die Darstellung der Auswirkungen des erhöhten Anforderungsniveaus wird durch die zuvor genannte maximale Planungsfreiheit infolge der Austauschbarkeit aller, zum Teil auch anlagentechnischer Maßnahmen erheblich erschwert. Dennoch soll im weiteren versucht werden, an Hand von drei sehr unterschiedlichen Gebäudetypen, einem Mehrfamilienhaus, einem Reihenmittelhaus sowie einem freistehenden Einfamilienhaus die wesentlichen Konsequenzen darzustellen.

a) Mehrfamilienhaus

Für ein Mehrfamilienhaus mit der in Bild 2 beschriebenen Form und Ausrichtung sind die zur Erfüllung der o. g. Anforderungen maximal zulässigen Wärmedurchgangskoeffizienten der Außenwand für zwei Lüftungsarten in Abhängigkeit von der Dämmung des Daches und der Kellerdecke sowie der Fensterausführungen dargestellt. Es zeigt sich, daß

- für Gebäude mit natürlicher Lüftung die Verwendung von Wärmeschutzverglasungen für Fenster ($k_F = 1,4 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$, $g = 0,62$) praktisch unumgänglich wird, falls nicht sehr kleine k -Werte in allen anderen Bereichen realisiert werden, und k -Werte der Außenwand im Bereich von $0,7 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ möglich sind.
- für Gebäude mit mechanischen Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung sehr hohe k -Werte für die Außenwand möglich werden.
- der Einfluß der Dach- und Kellerdeckenausführung bei diesem Gebäudetyp relativ gering ist.

Eine Veränderung der Fensterflächenverteilung auf den einzelnen Fassaden bewirkt die in Bild 4 wiedergegebenen k -Wert-Veränderungen der Außenwand in der Größenordnung von $0,1 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$. Werden abweichend von Bild 2 auch die Fenstergrößen variiert, so ergeben sich die in Bild 5 dargestellten Auswirkungen auf die Außenwand. Bei k -Werten der Außenwand über

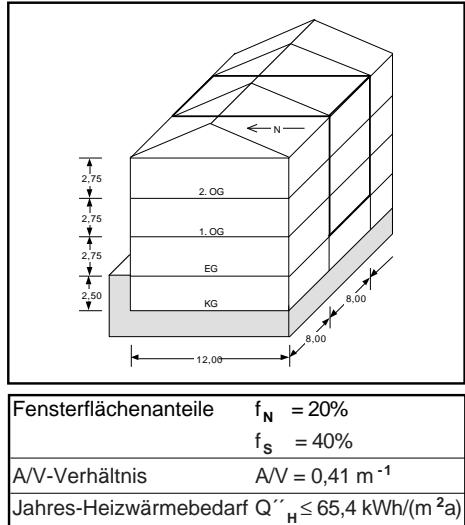


Bild 6: Beschreibung des zugrunde gelegten Reihenmittelhauses.

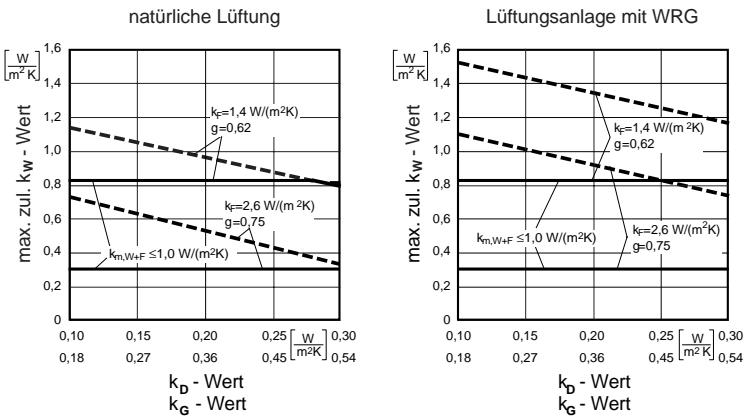


Bild 7: Auswirkungen der novellierten WSchVO auf den Wärmeschutz des in Bild 6 wiedergegebenen Reihenmittelhauses.

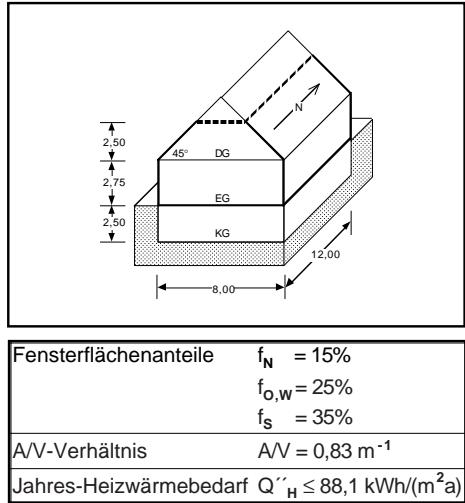


Bild 8: Beschreibung des zugrunde gelegten freistehenden Einfamilienhauses.

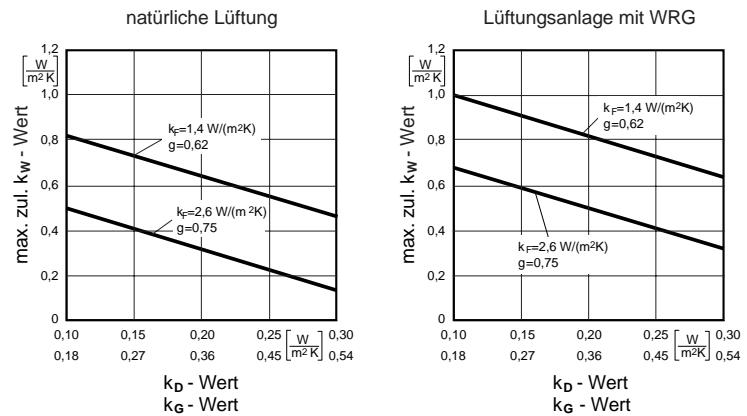


Bild 9: Auswirkungen der novellierten WSchVO auf den Wärmeschutz des in Bild 8 wiedergegebenen freistehenden Einfamilienhauses.

0,36 W/(m²K) ist der mittlere $k_{eq,F}$ -Wert kleiner als der k_w -Wert wodurch mit steigenden Fensterflächenanteilen ein geringerer Wärmeschutz für die Außenwände möglich wird.

b) Reihenmittelhaus

Bei dem in Bild 6 abgebildeten Reihenmittelhaus resultieren aus den neuen Anforderungen die in Bild 7 aufgezeigten Auswirkungen. Es wird deutlich, daß die nur bei den Reihenmittelhäusern anzuwendende Zusatzbedingung

$$k_{m,W+F} \leq 1,0 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$$

relativ stark greift, aber auch notwendig ist, um extrem hohe k-Werte zu verhindern.

Darüber hinaus zeigen die Kurvenverläufe in Bild 7, daß bei Verwendung einer Wärmeschutzverglasung und bei k-Werten der oberen Geschoßdecke von 0,28 W/(m²K) und der Kellerdecke von 0,5 W/(m²K) oder kleiner, unabhängig von der Lüftungsart, ob mit oder ohne Wärmerückgewinnung, k-Werte der Außenwand über 0,8 W/(m²K) möglich sind.

c) Freistehendes Einfamilienhaus

Bei freistehenden Einfamilienhäusern liegt ein hohes A/V-Verhältnis vor und demzufolge ein hoher maximal zulässiger Jahres-Heizwärmebedarf. Er beträgt bei dem in Bild 8 aufgezeigten Gebäude 88,1 kWh/(m²a). Für die dort angegebene Gebäudeausrichtung beinhaltet die novellierte WSchVO die in Bild 9 wiedergegebenen Auswirkungen. Es zeigt sich, daß für den Fall ohne Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung bei Verwendung von wärmeschutzverglasten Fenstern k-Werte der Außenwand von 0,45 bis 0,8 W/(m²K) möglich sind, je nach Wärmedurchgangskoeffizient des Daches und der Kellerdecke. Ist eine Wärmerückgewinnungsanlage eingebaut, sind auch wieder einfache, isolierverglaste Fenster ($k_F = 2,6 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$, $g = 0,75$) einsetzbar.

3.3 Verglasungen

Wie die Darstellungen verdeutlichen, werden künftig verstärkt Wärmeschutzverglasungen zum Einsatz kommen. Diese sind seit einem Jahrzehnt auf dem Markt und werden nach dem Prinzip der Kathodenerzäubung,

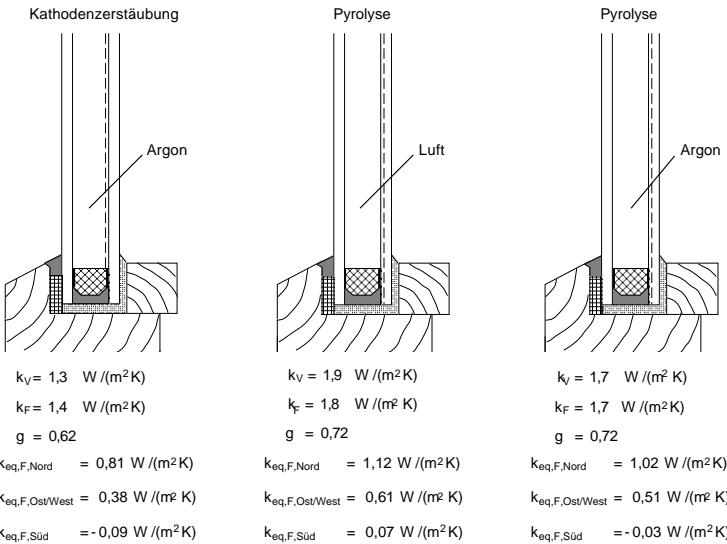


Bild 10: Darstellung unterschiedlicher, zum Teil seit langem auf dem Markt befindlicher und zum Teil neuer Wärmeschutzverglasungen.

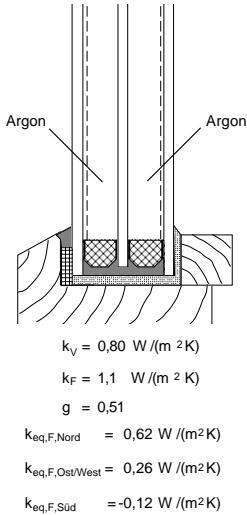


Bild 11: Darstellung einer zum Teil bereits eingesetzten sogenannten "Superglazing"-Verglasung.

hergestellt. Für diese Verglasungen werden bei 2 x 4 mm Glasdicke und 14 bzw. 15 mm Scheibenzwischenraum k -Werte der Verglasung k_v gem. DIN 52619 [5] von 1,3 W/(m²K) [6, 7, 8] bzw. 1,4 W/(m²K) [9] genannt. Die entsprechenden Werte sind in Bild 10 dargestellt. Die Argon-Edelgasfüllung ist dabei zu Recht in Ansatz gebracht [10], die entsprechenden Werte werden künftig anerkannt. Bei einem Rahmenmaterial der Gruppe 1 (Holzrahmen) beträgt der k -Wert der Fenster k_F gem. DIN 4108 [11] 1,4 bzw. 1,5 W/(m²K). Messungen des Gesamtsystems führen meist zu Werten von 1,5 W/(m²K). Als Gesamtenergiendurchlaßgrad gem. DIN 47507 [12] werden heute 0,62 [6,7,8] bzw. 0,63 [8] genannt, während vor einigen Jahren meist höhere Werte von z. B. 0,65 [13] oder 0,67 [14] zu lesen waren. Diese Verglasungen haben sich in der Praxis bewährt und werden heute von allen Herstellern angeboten. Seit neuestem steht als Konkurrenzprodukt noch eine Wärmeschutzverglasung nach dem Prinzip der Pyrolyse-Beschichtung zur Verfügung, derzeit nur mit Luftfüllung angeboten. Die technischen Daten dieser Verglasung sind ebenfalls in Bild 10 aufgenommen, ebenso der zu erwartende Fall "mit Edelgasfüllung".

Die Entwicklung von Verglasung ist hier noch keineswegs am Ende, wie die Verglasung in Bild 11 zeigt. Bei Argonfüllung und 2 x 12 mm Scheibenzwischenraum wird in [6] hierfür ein k_v -Wert von 0,9 W/(m²K) und ein g -Wert von 0,47 genannt.

3.4 Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung

Infolge des verstärkten Wärmeschutzes der Gebäudehülle steigt die Bedeutung der Lüftungswärmeverluste und damit die Bedeutung für Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung. Wie die Bilder 3, 7 und 9 zeigen, ergeben sich bei Einsatz derartiger Systeme starke Erleichterungen für den baulichen Wärmeschutz. So werden z.B. bei dem Mehrfamilienhaus folgende k -Werte möglich:

$$k_F = 1,4; k_D = 0,3; k_G = 0,54 \text{ und } k_W = 1,0 \text{ W/(m}^2\text{K)}.$$

Eine derartige Ausführung ist jedoch unwirtschaftlich. Man sollte sich stets vergegenwärtigen, daß die Vorgaben der WSchVO Maximalwerte für den Heizwärmebedarf und damit Mindestwerte für den Wärmeschutz darstellen, die nach Möglichkeit zu unter- bzw. überbieten sind.

Insbesondere mechanische Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung sollten bei ähnlich gutem baulichen Wärmeschutz, wie bei den Fällen "natürliche Lüftung" dazu beitragen, die zulässigen Heizwärmebedarfs-Werte deutlich zu unterschreiten und nicht eine Aufweichung des baulichen Wärmeschutzes bewirken.

3.5 Dichtigkeit und Wärmebrücken

Die geforderten Werte sind mit allen bewährten Baukonstruktionen realisierbar. Baukonstruktive Details finden sich u. a. in [15-17]. Beispiele enthalten die Bilder 12 bis 14. Zu vergessen sind dabei weder die Luftdichtigkeit des Gebäudes - in der WSchVO wurde leider kein Grenzwert vorgegeben - noch die Wärmebrückenwirkungen der Anschlußdetails. Hier bleibt nur der Hinweis auf entsprechende Fachliteratur [18-21], da die Berücksichtigung aller Wärmebrücken den Wärmeschutznachweis erheblich erschweren würde. Ihre Bedeutung soll anhand der Bilder 15 und 16 dokumentiert werden.

3.6 Baukosten

Infolge des gestiegenen Anforderungsniveaus ergeben sich in den meisten Fällen auch Baukostensteigerungen. Diese liegen unter Zugrundelegung von Baukosten in der Größenordnung von 450 DM/m³ bei Ausführung gem. heute gültiger WSchVO, je nach Wahl der möglichen Wärmeschutzmaßnahmen im Bereich von

- Gebäude ohne Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung: bis 3,5%
- Gebäude mit Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung: bis 5,5%

3.7 Wärmebedarfsausweis

Über die novellierte Wärmeschutzverordnung führt die Bundesregierung für Neubauten auch einen Wärmebedarfsausweis ein. Damit kommt sie einer Verpflichtung gem. Richtlinie 93/76 des Rates der EWG vom 13. September 1993 nach. In diesem Ausweis sind die wesentlichen Ergebnisse der rechnerischen Nachweise gem. Wärmeschutzverordnung zusammenzufassen. Der Ausweis

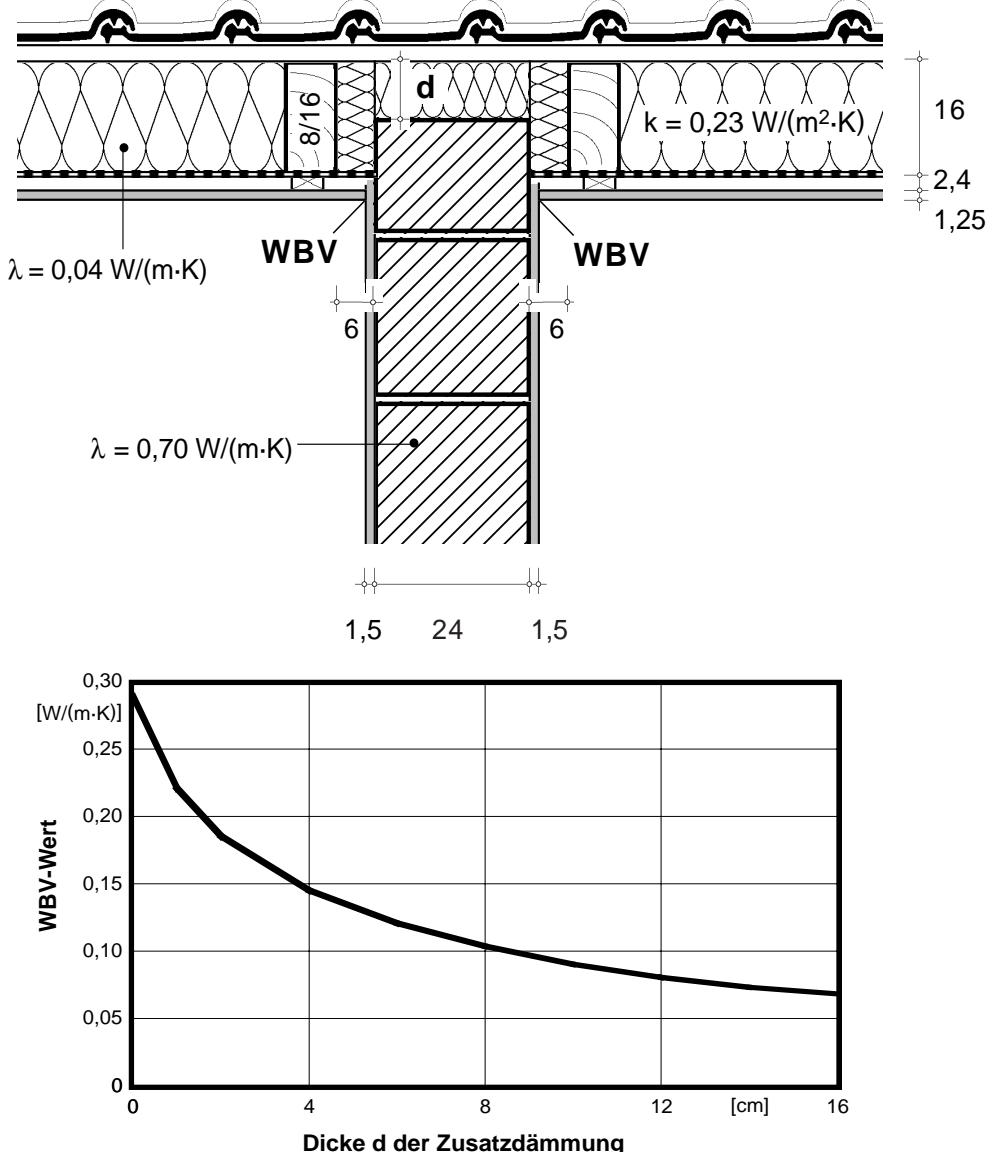


Bild 15: Wärmebrückeneinfluß einer Innenwandeinbindung im Dachbereich; Darstellung des Wärmebrückenverlustkoeffizienten WBV in Abhängigkeit von der Dicke d einer Zusatzdämmung

ist der nach Landesrecht für die Überwachung der Wärmeschutzverordnung zuständigen Stelle auf Verlangen vorzulegen und ist Käufern, Mietern oder sonstigen Nutzungsberichtigten eines Gebäudes auf Anforderung zur Einsichtnahme zugänglich zu machen.

Durch diese Maßnahme wird ein entscheidender Schritt in Richtung eines Energiepasses getan, welcher nachfolgend näher erläutert wird.

4. Konsequenzen für den Gebäudebestand

Die novellierte WSchVO richtet sich im wesentlichen an Neubauten. Angesichts des Neubauvolumens gegenüber dem Gebäudebestand kann jedoch auf diesem Wege das Ziel der Bundesregierung hinsichtlich der CO₂-Einsparungen nicht erreicht werden. Ca. 90 % aller Wohnungen der Bundesrepublik Deutschland (bisherige Bundesländer) wurden vor 1978 und damit vor dem Inkrafttreten der ersten WSchVO erstellt und weisen einen höchst unzureichenden Wärmeschutz auf. Dies schlägt sich auch

im Durchschnittsverbrauch aller Wohnungen mit 217 kWh/(m²a) [22] für die Raumheizung nieder. In den neuen Bundesländern liegen noch höhere Durchschnittsverbräuche mit 282 kWh/(m²a) [23] vor. Die wesentlichen CO₂-Minderungspotentiale liegen im Gebäudebestand. Deshalb wurde auch der entsprechende Teil der WSchVO erweitert. Bei erstmaligem Einbau, Ersatz oder Erneuerung von Außenbauteilen bestehender Gebäude sind folgende Werte einzuhalten:

Außenwände: $k_W \leq 0,5 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$
bzw. $\leq 0,4 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

Fenster, Fenstertüren, Dachfenster: $k_F \leq 1,8 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

Decken unter nicht ausgebauten Dachräumen und Decken, die Räume nach oben oder unten gegen die Außenluft abgrenzen: $k_D \leq 0,3 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

Decken über Kellergeschoß, Wände und Decken gegen unbeheizte Räume sowie Decken und Wände, die an das Erdreich grenzen: $k_G \leq 0,5 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

Hierdurch können allmählich wärmeschutztechnische Verbesserungen in den Gebäudebestand getragen werden. Die wärmetechnische Sanierung des Bestandes muß jedoch deutlich rascher laufen, um die bekannten CO₂-Einsparziele zu erreichen. Deshalb ist zu fordern, daß über die Anforderungen der novellierten WSchVO an Einzelbauteile bei Ersatzmaßnahmen hinaus zusätzliche Instrumente genutzt werden.

Ziel muß die allmähliche, näherungsweise Angleichung des Energiebedarfs bestehender Gebäude, an denjenigen von Neubauten sein. Wegen der großen Unterschiede in der Anlagentechnik und der oftmals hohen Wirtschaftlichkeit von Austauschmaßnahmen in diesem Bereich ist es sinnvoll, den Heizenergiebedarf (inklusive Anlagenwirkungsgrad) und nicht den Heizwärmeverbrauch anzupassen. Darüber hinaus sollte auch der Warmwasserenergiebedarf mit erfaßt werden, so daß als maßgebliche Größe der Gesamtenergiebedarf (Raumheizung und Warmwasserbereitung inklusive Anlagenwirkungsgrad) heranzuziehen ist. Der Einsatz unterschiedlicher Energieträger kann mittels Wertungsfaktoren berücksichtigt werden.

Ein derartig bewerteter, flächenbezogener Gesamtenergiebedarf (Energiekennzahl EK) kann z. B. mit dem von der Gesellschaft für Rationelle Energieverwendung, Berlin herausgegebenen Verfahren [3] einfach,

nachvollziehbar und überprüfbar ausgewiesen werden. Die breite, allgemeinverständliche Einführung des Energiepasses zur energetischen Kennzeichnung von Gebäuden scheint dringend geboten.

Die Funktion eines derartigen Energiepasses mit Energiekennzahl können wie folgt zusammengefaßt werden:

1. Beschreibung des energetischen Ist-Zustandes
 - Gütekriterium einer Immobilie
 - Bewußtsein für Energieverbrauch erhöhen
 - Motivation zu Energiesparmaßnahmen stärken
2. Aufzeigen der Wirkung von Energiesparmaßnahmen
 - Lenkung von Investitionsmitteln
 - Grundlage von Förderungen
3. Grundlage für Wärmeschutzverordnung
4. Grundlage der Honorierung von Planungsleistungen

Die Gesellschaft für Rationelle Energieverwendung e.V. Berlin gibt seit vier Jahren den Energiepaß Hauser/Hausladen heraus, vergl. Bild 17. Dieser kann kurz wie folgt beschrieben werden:

Der Transmissionswärmeverbrauch wird detaillierter als in der WSchVO ermittelt unter Berücksichtigung

- passiver Solarenergiegewinne durch Fenster, transluzierter Wärmedämmung und opaker Außenbauteile unter Beachtung deren Ausnutzungsmöglichkeit

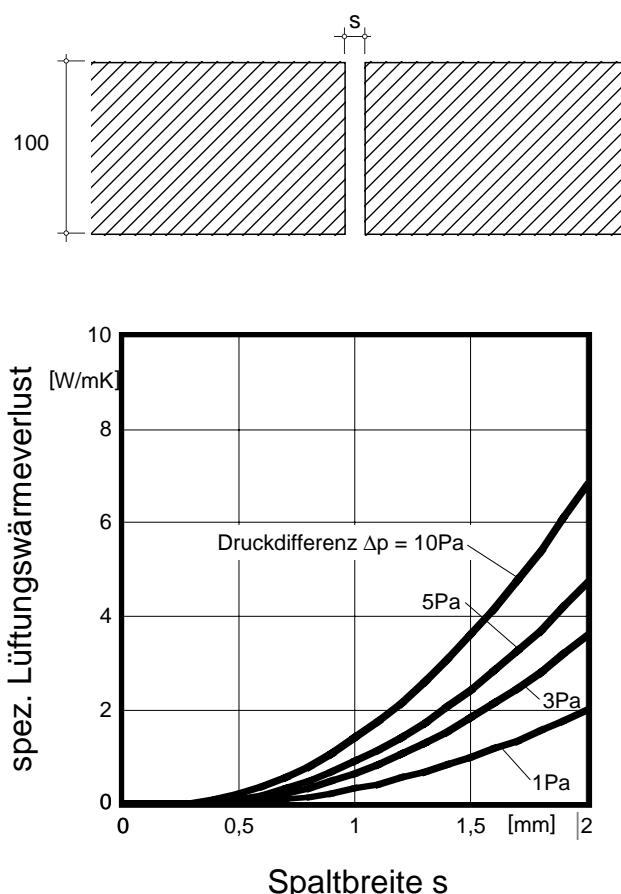


Bild 16: Konvektiver Wärmetransport durch ein Bauteil. Das Diagramm stellt den spez. Lüftungswärmeverlust über der Spaltbreite in Abhängigkeit von der wirksamen Druckdifferenz dar.

Energiepaß																									
GESELLSCHAFT FÜR	_____																								
von	_____																								
G.Hauser und G. Hausladen	_____																								
RATIONELLE																									
ENERGIEVERWENDUNG E.V.																									
ENERGIE KENNZAHL																									
ZERTIFIKAT																									
Der spezifische Energiebedarf für Heizung und Warmwasserbereitung des nachfolgenden Gebäudes wurde mittels des Energiekennzahl-Systems Hauser/Hausladen ermittelt.																									
Standort (PLZ):	Ort:																								
Straße: _____																									
Bezugsfläche: _____ m ²																									
Als Bezugsfläche dient die Nettogrundfläche, Summe aller Nutz-, Verkehrs- und Funktionsflächen abzüglich unbeheizter Dach- und Kellerräume, Garagen, Wintergärten und dergleichen.																									
Energiebedarf kWh/a	Raumheizung	Warmwasser	Bewertungsfaktor																						
Gas, Öl, feste Brennstoffe			1																						
Fernwärme			1																						
Strom (Nacht)			2,5																						
Strom (Tag)			2,5																						
Bewerteter, flächenbezogener Energiebedarf			$\frac{\text{kWh}}{\text{m}^2 \cdot \text{Jahr}}$																						
<table border="1"> <tr> <td>0</td> <td>40</td> <td>80</td> <td>120</td> <td>160</td> <td>200</td> <td>240</td> <td>280</td> <td>320</td> <td>360</td> <td>400</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>4</td> <td>5</td> <td>6</td> <td>7</td> <td>8</td> <td>9</td> <td>10</td> <td></td> </tr> </table>				0	40	80	120	160	200	240	280	320	360	400	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
0	40	80	120	160	200	240	280	320	360	400															
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10																
Energiekennzahl EK																									
Datenaufnahme durch		Berechnung durch																							
Name																									
Strasse																									
Ort																									
Tel.																									
Datum																									
Unterschrift																									

Bild 17: Energiekennzahl-Zertifikat gem. Energiekennzahl-System Hauser/Hausladen.

- der Wirkung von Glasanbauten und Wintergärten
- der Wärmebrückenwirkung von Anschlußdetails und dergleichen
- der jeweiligen Einbausituation der wärmetauschenden Bauteile.

Der Lüftungswärmebedarf kann ermittelt werden für die Fälle

- natürliche Lüftung über Fenster und Fenstertüren
- mechanische Lüftungsanlage ohne Wärmerückgewinnung
- mechanische Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung.

Interne Wärmequellen und der Energiebedarf für Warmwasser werden unter Verwendung von Durchschnittswerten einbezogen, wobei die unterschiedlichen Belegungsdichten von Ein- und Mehrfamilienhäusern Berücksichtigung finden.

Die vorliegende Heizungstechnik wird detailliert erfaßt. Dabei wird primär zwischen kombinierten und getrennten Systemen für die Raumwärme und die Warmwasserbereitung unterschieden. FernwärmeverSORGUNG, Anlagen mit einem oder mehreren Kesseln, Wärmepumpen und Sonnenkollektoren können für beliebige Energieträger ebenso erfaßt werden wie die Regelbarkeit der Anlage und die Ausstattung mit Regelgeräten. Als Beispiel sind Teilergebnisse in Bild 18 aufgenommen.

Daneben bietet der Energiepaß Hauser/Hausladen folgende Möglichkeiten:

Die Wirtschaftlichkeit von einzelnen oder kombinierten Verbesserungsmaßnahmen wird über die Amortisationszeit ausgewiesen. Die jährlichen Schadstoff- und Spurengasemissionen des betrachteten Gebäudes bzw. die durch verschiedene Maßnahmen zu erzielende Reduzierung wird dargestellt.

Die Dimensionierung des Heizkessels wird über den angegebenen Leistungswärmebedarf ermöglicht.

Der Nachweis des Wärmeschutzes gem. Wärmeschutzverordnung wird, wie bereits ausgeführt, auf Wunsch erbracht und vorlagefähig ausgedrückt; ebenso der Wärmebedarfsausweis.

Computer-Programm und Handbuch

Die Berechnung der Energiekennzahl erfolgt mit dem Computer-Programm "EPASS".

Hardware-Voraussetzungen

Das Programm kann auf jedem IBM XT, IBM AT oder einem dazu kompatiblen Rechner eingesetzt werden. Dabei muß die Systemumgebung die Mindestanforderungen

- 512 kByte RAM (Arbeitsspeicher)
 - Festplatte (mind. 1,5 MB freier Speicherbereich)
 - Herkulesgrafikkarte (oder kompatibel)
 - MS-DOS oder DR-DOS Betriebssystem
- erfüllen.

Systemerweiterungen und Peripherien, wie Maus, Farbgrafikkarte und -bildschirm, EMS-Speichererweiterung und Drucker sind zwar nicht unbedingt erforderlich, tragen aber zu einer effektiveren Handhabung des Programms bei.

Benutzeroberfläche und Programmtechnik

Das Programm arbeitet menüorientiert, d. h. der Benutzer kann alle Funktionen des Programms über entsprechende Stichworte aktivieren. Alle Zahlen und Texteingaben sind maskenorientiert, d. h. falls Eingaben erforderlich sind, werden diese durch entsprechende Aufforderungstexte gekennzeichnet und für die Eingabe erscheint eine Eingabzeile.

ENERGIEKENNZAHL-BERECHNUNG

Hauser/Hausladen

Projekt: EPASS

Do. 31. Nov. 1993

Wärmebedarf des Gebäudes:

Dach:	1991 kWh/a	15 %	13 %
Außenwände:	3941 kWh/a	30 %	25 %
Innenwände:	0 kWh/a	0 %	0 %
Fenster:	-374 kWh/a	-3 %	-2 %
Geschoßdecken:	1675 kWh/a	13 %	11 %
Wärmebrücken:	723 kWh/a	5 %	5 %
Transmission*:	7956 kWh/a	60 %	51 %
Lüftung:	7835 kWh/a	59 %	50 %
Interne Gewinne:	-2439 kWh/a	-18 %	-16 %
Heizwärmebedarf:	13352 kWh/a	100 %	85 %
Warmwasser:	2327 kWh/a		15 %
Gesamtwärmebedarf:	15678 kWh/a		100 %

* Einschließlich passiver

Solargewinne: -3038 kWh/a \leq 28 % der Transmissionswärmeverluste

Leistungswärmebedarf des Gebäudes: 7 kW

Verluste für Regelbarkeit und Regelung	534 kWh/a	2 %
Verluste für Wärmeverteilung Raumheizung	1543 kWh/a	7 %
Verluste für Wärmeverteilung Warmwasser	582 kWh/a	3 %
Verluste für Wärmeerzeuger Raumheizung	-- kWh/a	
Verluste für Wärmeerzeuger Warmwasser	-- kWh/a	
Verluste für Wärmeerzeuger kombiniert	3924 kWh/a	17 %
Summe aller Verluste:	6583 kWh/a	29 %
(%-Werte bezogen auf den Gesamtenergiebedarf)		

Energiebedarf des Gebäudes:

	Raumheizung kWh/a	Warmwasser kWh/a	Gesamt kWh/a	Bewertungs- faktoren
Fossil	--	--	22261	1
Fernwärme	--	--	--	1
Strom (Nacht)	--	--	--	2,5
Strom (Tag)**	225	--	225	2,5
Summe	225	--	22486	

** incl. elektrische Antriebe in Höhe von 225 kWh/a

Spezifischer Gesamtenergiebedarf

unbewertet: 150 kWh/(m²a)

bewertet: 152 kWh/(m²a)

ENERGIEKENNZAHL: 4

Die Bedienung des Programms erfolgt über die Tastatur allein, oder, falls vorhanden, im Zusammenhang mit einer Maus

Die dynamische Bauteil- und Geräteverwaltung erlaubt die Definition beliebig vieler Eintragungen, so daß auch umfangreiche Projekte mühelos erfaßbar sind. Durch den Einsatz der Overlaytechnik wird eine Minimierung des Speicherbedarfs und eine Optimierung der Programmgeschwindigkeit erreicht. Ein vorhandener EMS-Speicher wird automatisch unterstützt.

Datenbanken

Zur bequemen Handhabung des Programms stehen folgende Datenbanken zur Verfügung, die individuell erweiterbar sind:

- Stoffwerte gem. DIN 4108, Teil 4, erweiterbar durch die Zugriffsmöglichkeit auf andere Datenbanken
- Bauteilkonstruktionen (u. a. über 200 Kalksandstein-Außenwandkonstruktionen)
- Heizgeräte

Die Berechnung von k -Werten kann für beliebige Konstruktionen selbsttätig erfolgen.

Drucker- und Dateiausgabe

Zur Formatierung der Ausgabetexte verwendet das Programm eine druckerunabhängige Steuerung. Damit können nahezu alle gängigen Drucker an das Formatierungskonzept des Programms angepaßt werden. Unterstützt werden Schriftattribute, wie Fettdruck, Schrägstellen, Hoch- und Tiefstellen usw. Ebenfalls kann die Seitenformatierung individuell gestaltet werden. Frei definierbare Kopf- und Fußtexte sowie die Verwendung von Texteinschüben an vielen Stellen der Druckerausgabe ermöglichen eine übersichtliche Dokumentation der Berechnungsergebnisse für die Energiekennzahl und den Wärmeschutznachweis. Der integrierte Druckerspooler ermöglicht das Ausdrucken von Ergebnissen im Hintergrundbetrieb, so daß Ausgabe und Bearbeitung von Projekten parallel erfolgen können.

Zur Weiterbearbeitung der Berechnungsergebnisse in einem Textverarbeitungsprogramm besteht die Möglichkeit, die Daten in einer ASCII-Textdatei zu speichern.

Änderung der Berechnungsparameter

Das Programm bietet die Möglichkeit, die Parameter des Berechnungsverfahrens sowohl für die bauliche als auch die anlagentechnische Seite zu ändern. Ist dies Option gewählt, berechnet das Programm nur noch die Wärme- und Energiebedarfswerte. Die Energiekennzahl wird, da nun keine normierten Größen verwendet werden, nicht mehr ausgewiesen.

Ein umfangreiches Handbuch beschreibt ausführlich die Installation und die Bedienung des Computer-Programms. Weiterhin beinhaltet es ein Berechnungsbeispiel, das eine Vielzahl der Anwendungsmöglichkeiten aufzeigt.

Fragebogen

Zur Erleichterung der gezielten Aufnahme der baulichen und anlagentechnischen Gegebenheiten eines Objektes dient ein elfseitiger Fragebogen.

Bezugsquelle

Detailliertere Informationen sowie Bezug des Systems: Energiepaß-Service GmbH, Hessenbergstraße 71, 34225 Baunatal, Telefon 0561/494151, Fax Nr.: 0561 494935.

5. Literatur

- [1] Hauser, G. und Maas, A.: Konsequenzen der neuen Wärmeschutzverordnung. DBZ 40 (1992), H. 9, S. 1321-1329; Isoliertechnik 18 (1992), H. 5, S. 38-47; glas+rahmen 44 (1993), H. 5, S. 236-242.
- [2] Hauser, G.: Passive Sonnenenergienutzung durch Fenster, Außenwände und temporäre Wärmeschutzmaßnahmen - Eine einfache Methode zur Quantifizierung durch k_{eq} -Werte. HLH 34 (1983), H. 3, S. 111-112, H. 4, S. 144-153, H. 5, S. 200-204, H. 6, S. 259-265.
- [3] Hauser, G. und Hausladen, G.: Energiekennzahl zur Beschreibung des Heizenergiebedarfs von Wohngebäuden (Version 3.1). Herausgeber: Gesellschaft für Rationelle Energieverwendung e. V., Berlin. Energiepaß-Service Hauser & Hausladen GmbH, Baunatal 1993.
- [4] Hauser, G.: Wege zum Niedrigenergiehaus. Proc. 11. Internationaler Velta-Kongreß 89, S. 9-17, Tirol 1989.
- [5] DIN 52 619 "Bestimmung des Wärmedurchlaßwiderstandes und Wärmedurchgangskoeffizient von Fenstern (Nov. 1982, Feb. 1985).
- [6] Flachglas AG: Das Glas-Handbuch 1992.
- [7] Interpane: Gestalten mit Glas. 3. Auflage, 1990.
- [8] Isolar-Glas-Programm 1992.
- [9] Balkow, D.; von Bock, K.; Drehwinkel, H. und Rinkens, R.: Glas am Bau - Technischer Leitfaden. Deutsche Verlags-Anstalt Stuttgart. Vegla GmbH Aachen, 1986.
- [10] Hauser, G.: Spezialgasfüllung bei Mehrscheiben-Isoliergläsern - die Bedeutung für den Wärmeschutz. Glaswelt 39 (1986), H. 9, S. 42-53.
- [11] DIN 4108 "Wärmeschutz im Hochbau" (Aug. 1981).
- [12] DIN 67507: "Lichttransmissionsgrade, Strahlungstransmissionsgrade und Gesamtenergiedurchlaßgrade von Verglasungen" (Juni 1980).
- [13] Flachglas AG: Das Glas-Handbuch 1986.
- [14] Vegla: Kompetenz in Glas - Das Isolierglas-Angebot auf einen Blick, 1983.
- [15] Hauser, G.: Energiepaß für Gebäude. DAB 23 (1991), H. 2, S. 221-228; Energy pass for buildings. Energy audits in buildings. EC DG XVII/Eurima. Brussels 13.5.1991; glas + rahmen 43 (1992), H. 2, S. 78-85 und 88-89; Glaswelt 45 (1992), H. 3, S. 16-22 und H. 4, S. 46-52.
- [16] Hauser, G.: Umweltbewußtes energiesparendes Bauen. Realisierungs- und Durchsetzungsmöglichkeiten. Baugewerbe 71 (1991), H. 18, S. 24-27, H. 19, S. 14-21; glas + rahmen 43 (1992), H. 11, S. 635-642.
- [17] Gesellschaft für Rationelle Energieverwendung e.V., Berlin: Aufgaben und Möglichkeiten einer novellierten Wärmeschutzverordnung. DBZ 40 (1992), H. 5, S. 727-738.

- [18] Mainka, G.W. und Paschen, H.: Wärmebrücken-katalog. Teubner-Verlag, Stuttgart (1986).
- [19] Heindl, Krec, Panzhauser, Siegmund: Wärmebrücken. Springer-Verlag Wien (1987).
- [20] Hauser, G. und Stiegel, H.: Wärmebrücken-Atlas für den Mauerwerksbau. Bauverlag Wiesbaden 1990.
- [21] Hauser, G. und Stiegel, H.: Wärmebrücken-Atlas für den Holzbau. Bauverlag Wiesbaden, 1992.
- [22] Beschuß der Bundesregierung vom 7. Nov. 1990 zur Reduzierung der CO₂-Emissionen in der Bundesrepublik Deutschland bis zum Jahre 2005. Der Bundesminister für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, Bonn (Nov. 1990).
- [23] Ministerium für Bauwesen, Städtebau und Wohnungswirtschaft. Institut für Heizung, Lüftung und Grundlagen der Bautechnik der Bauakademie der DDR: Analyse zur Senkung der CO₂-Emissionen bei der Raumheizung durch Veränderung der Energieträgerstruktur und energieökonomische Verbesserung der Bausubstanz. Berlin 5.9. 1990.