

Energieeinsparverordnung EnEV '99

Gerd Hauser

Die Wärmeschutzverordnung '95 steht, obwohl kaum in Kraft getreten, zur Novellierung an. Der wesentliche Grund liegt in dem relativ geringen Anforderungsniveau der '95er Verordnung, welches gemäß der Absprache zwischen Bundesrat und -regierung bis zum Ende des Jahrzehnts um 25 bis 35 % verschärft werden soll. Um auch verstärkt Anreize zur Realisierung einer energiesparenden Anlagentechnik zu geben, und um den Informationsgehalt des Wärmebedarfsausweises der Wärmeschutzverordnung '95 auf den Stand eines Energiepasses zu bringen, wie ihn die Gesellschaft für Rationelle Energieverwendung e. V. seit 1990 bereits herausgibt [1, 2], ist eine Erweiterung der Bilanzgrenzen und damit eine Einbeziehung der Anlagentechnik in die Verordnung vorgesehen [3, 4]. Im weiteren wird das voraussichtliche Aussehen dargelegt.

Bilanzgrenzenerweiterung

Die Wärmeschutzverordnung '95 bilanziert über die Transmissions- und Lüftungswärmeverluste sowie die passiven Solarenergiegewinne und internen Wärmequellen gemäß Bild 1. Entsprechend werden Anforderungen an den Heizwärmebedarf gestellt und die Einflüsse der Heizungs- und Anlagentechnik gehen nicht in die Größe ein. Den Heizwärmeverbrauch kann der Nutzer jedoch nicht ablesen. Ein Ver-

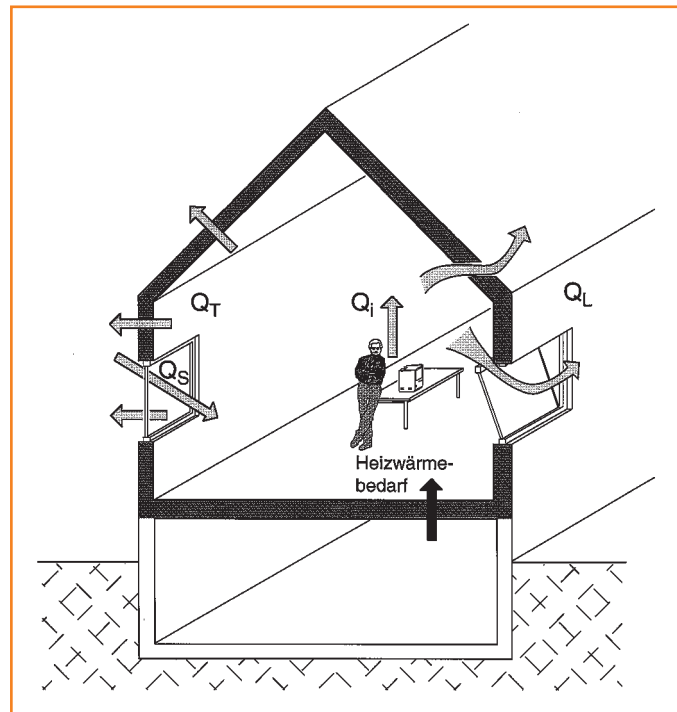


Bild 1: Schematische Darstellung der Wärmebilanz zur Bestimmung des Jahres-Heizwärmebedarfs

gleich der tatsächlichen Ist-Verbräuche (Heizenergieverbrauch) mit dem rechnerisch ausgewiesenen Wert (Heizwärmebedarf) ist nicht möglich. Berechneter Bedarf und abgelesener Verbrauch können nicht übereinstimmen.

Eine Einbeziehung der Anlagentechnik und bei Wohngebäuden des Warmwasserbedarfs gemäß Bild 2 ist vorgesehen, so daß nicht mehr die Kennzeichnung über den Heizwärmebedarf, sondern über den Gesamtheizenergiebedarf erfolgt.

Insbesondere bei Büro- und Verwaltungsgebäuden werden häufig Energieverbräuche für das Kunstlicht und für die Belüftung, gegebenenfalls aber auch für Kühllkälte gegenüber dem Heizwärmebedarf dominant. Bild 3 enthält die entsprechende Bilanz. Eine einfache Erfassung des Kühlenergiebedarfs erscheint derzeit jedoch nicht möglich und die mögliche Erfassung des Strombedarfs für Kunstlicht [5] wird durch das Energieeinsparungsgesetz [6] erschwert.

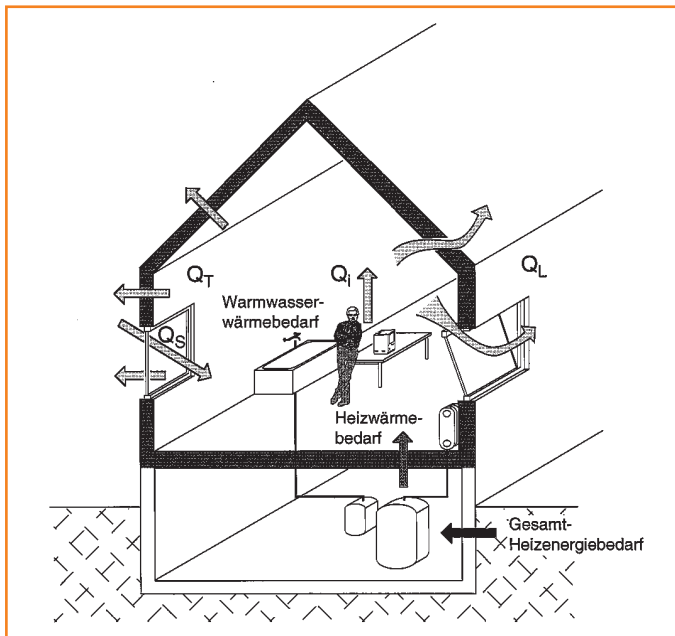
Ausgangsbasis

Die Ausgangsbasis stellt der Jahres-Heizwärmebedarf dar, der gemäß den Rechenvorschriften der DIN EN 832 [7] ermittelt wird. Alternativ wird die Monatsbilanzierung über EDV-Einsatz Verwendung finden oder das Handrechnungsverfahren Heizperiodenbilanzverfahren. Besonderes Augenmerk verdienen folgende Details:

Berücksichtigung des Luftdichtheitsgrades der Außenhülle

Eine undichte Gebäudehülle verursacht erhebliche Lüftungswärmeverluste. Deshalb wird der im Regelfall angesetzte Luftwechsel um 0,1/h abgemindert werden dürfen, falls mittels einer meßtechnischen Überprüfung die

Bild 2: Schematische Darstellung der Energiebilanz zur Bestimmung des Jahres-Heizenergiebedarfs



Bezugsgrößen

Energiekennzahl

Bei der Definition einer Kenngröße hat die Bezugsgröße die Aufgabe, die Aussagekraft der Kenngröße so groß wie möglich zu machen. Da der Endverbraucher meist in Flächen denkt, – die primäre Zielgröße bei der Planung von Gebäuden sind Nutzflächen, – die Baukosten werden meist pro Quadratmeter genannt, – die Miete wird flächenbezogen angegeben, – die Heizkosten werden auf die Fläche bezogen,

besitzt eine flächenbezogene Kenngröße einen höheren Informationsgehalt.

Gebäude mit großen Raumhöhen schneiden dabei automatisch ungünstiger ab als Gebäude mit kleinen

Einhaltung des Grenzwertes der Luftdichtheit gemäß DIN V 4108-6 [8] nachgewiesen wird.

Bei Verwendung einer mechanischen Lüftungsanlage und Inanspruchnahme des entsprechenden Bonus wird die meßtechnische Überprüfung des entsprechenden Grenzwertes obligatorisch sein. Bei Nichteinhalten der bei Bauantragstellung zugrunde gelegten Luftdichtheit ist nachzubessern, ähnlich wie dies z. B. auch bei brandschutztechnischen Belangen der Fall ist.

Berücksichtigung von Wärmebrücken
Gemäß DIN EN 832 bzw. EN ISO 13 789 [9] sind im Rahmen der Heizwärmebedarfsermittlung Wärmebrückeneffekte nach folgender Gleichung zu erfassen:

$$Q_T = \left(\sum_{i=1}^n r_i \cdot U_i \cdot A_i + \sum_{i=1}^n r_i \cdot \psi_i \cdot l_i + \sum_{i=1}^n r_i \cdot \chi_{p,i} \right) \cdot Gt$$

Wenngleich für viele Details Ψ - und χ -Werte aus entsprechenden Katalogen und Atlanten [10 bis 15] entnommen werden können, erscheint diese Vorgehensweise für gewöhnliche Nachweise zu aufwendig. Deshalb wurde bereits in [16] ein Pauschalierungsansatz nach folgender Definition vorgeschlagen:

$$Q_T = \left(\sum_{i=1}^n r_i \cdot U_i \cdot A_i + A \cdot \Delta U_{WB} \right) \cdot Gt$$

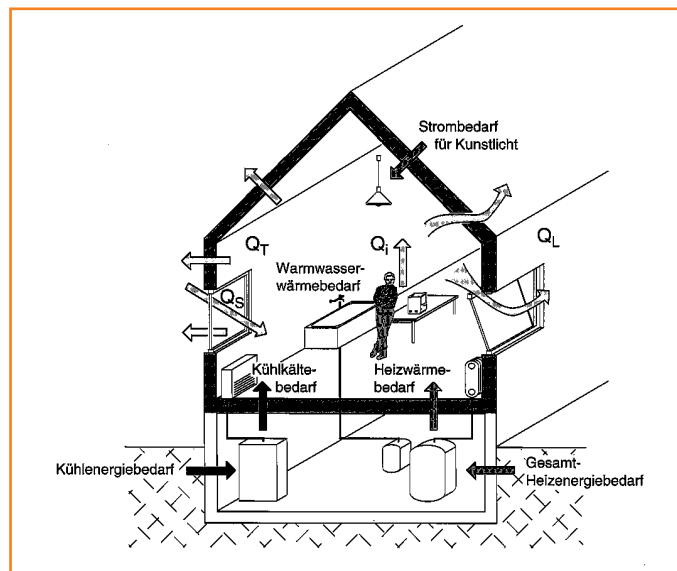


Bild 3: Schematische Darstellung zur Bestimmung des Jahres-Gesamtenergiebedarfs

Als ΔU_{WB} -Werte wird $0,1 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ vorgesehen, es sei denn, die Regelkonstruktionen entsprechen den in Beiblatt 2 zu DIN 4108 [17] dargestellten Musterlösungen. In diesem Fall erscheinen ΔU_{WB} -Werte von $0,05 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ sinnvoll. Unbenommen bleibt der detaillierte Nachweis über die einzelnen Ψ -Werte z. B. aus Wärmebrücken-Atlanten.

Raumhöhen. Selbstverständlich wird deshalb niemand zu kleineren Raumhöhen übergehen, jedoch wird deren energetischer Vorteil dokumentiert. Falls aufgrund geringerer Raumhöhen in Einzelfällen raumlufttechnische Anlagen notwendig würden, muß dies gegebenenfalls in die Betrachtung mit einfließen und kann zu einer Verschiebung der Wertigkeit führen.

Die bei hohen Raumhöhen mögliche Anordnung von Zwischendecken, Emporen und dergleichen bewirken eine Vergrößerung der Bezugsfläche und damit eine Verkleinerung der Energiekennzahl. Dies ist sinnvoll, weil das Gebäude intensiver nutzbar ist. Ein ICE-Zug wird auch deshalb energie-

tisch günstiger beurteilt als z. B. ein Pkw, weil der ICE pro Waggon nicht nur einen Passagier befördert – die Anzahl der Sitzplätze und nicht das Zugvolumen ist entscheidend.

ebenso wie eine „energiesparende“ durch eine kompakte Gebäudeform begünstigt. Zur Bildung dieser Kenngröße wird eine bereits bekannte Bezugsgröße eingesetzt. Der benötigte

Lüftungs- und Transmissionswärmebedarf vergleichbar.

- Die Wirtschaftlichkeit von Veränderungsmaßnahmen wird unmittelbar erkennbar, wenn z. B. durch eine höherwertige Erzeugung 3 kWh/(m²a) eingespart werden. Eine Nutzungsgrad-erhöhung um z. B. 5 % ist demgegenüber weniger transparent.
- Die infolge einer weiteren Verbesserung des baulichen Wärmeschutzes zu erwartenden Nutzungsgradabsenkungen werden nicht so offenkundig; die Verwirrung beim Endverbraucher bleibt aus!

Die Rechenvorschriften zur Ermittlung der einzelnen Bedarfswerte werden derzeit im Rahmen von DIN 4701-10 erarbeitet.

Anforderungen

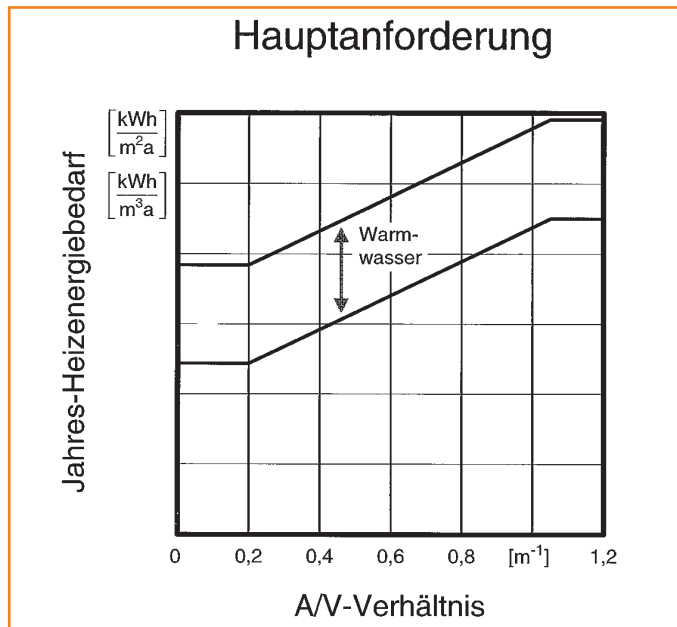
Die wesentlichen Anforderungen der EnEV werden bei Gebäuden mit normalen Innentemperaturen über den Jahres-Heizenergie- und den Jahres-Heizwärmebedarf formuliert.

Hauptanforderungsgröße ist der Jahres-Heizenergiebedarf in Abhängigkeit vom A/V-Verhältnis des Gebäudes. Dieser soll im Bereich von ca. 50 bis 90 kWh/(m²a) liegen. Daneben werden je nach verwendetem Primärenergieträger des Heizsystems maximal zulässige Jahres-Heizwärmebedarfswerte als Nebenanforderungen vorgegeben. Wie die grafischen Darstellungen in den Bildern 4 und 5 zeigen, ergibt sich bei Verwendung von Heizsystemen mit elektrischem Strom eine Absenkung des zulässigen Jahres-Heizwärmebedarfs, der gegenüber z. B. der 95er-Verordnung deutlich über 30 % liegt und die Möglichkeiten heute üblicher Baukonstruktionen weitgehend ausschöpft. Bei Verwendung primärenergetisch günstigerer Energieträger werden höhere Jahres-Heizwärmebedarfswerte zugelassen. Die Berechnung des Jahres-Heizenergiebedarfs erfolgt gemäß Gleichung 4, wobei die einzelnen Terme in den Gleichungen 5 bis 8 aufgeschlüsselt sind.

$$Q = Q_h + Q_w + Q_t - Q_r$$

Q_h Heizwärmebedarf
 Q_w Warmwasserwärmebedarf
 Q_t Verluste der Anlagentechnik
 Q_r Wärmegewinne aus Umwelt

Bild 4: Hauptanforderungen



Daß z. B. zu einer Sport- oder Schwimmhalle andere Raumhöhen als im Wohnungsbau gehören, weiß jeder und wird deshalb auch eine höhere Energiekennzahl akzeptieren. Der Benzin- oder Dieselverbrauch des Omnibusses ist auch höher als der eines Pkw. Es ist zu befürchten, daß trotz dieser Argumente der Volumenbezug in der Verordnung dominant bleibt.

Luftdichtheit

Gemäß DIN 4108-7 kann die Luftdichtheit alternativ durch eine auf das Volumen oder die Nutzfläche bezogene Größe gekennzeichnet werden. Definiert man die Dichtheit über

$$NBV_{50} = V/A \quad [m^3/(h \cdot m^2)]$$

mit

V Volumenstrom bei 50 Pa Druckdifferenz in m³/h,
 A_N Nettogrundfläche entsprechend DIN 277 in m²,

d. h. anhand eines konstanten Infiltrationsverlustes pro Nutzfläche, ist diese Größe von der Gebäudegeometrie unabhängig und bewertet eine kompakte Gebäudeform bei konstanter Undichtheit pro m² Gebäudehülle positiv. Somit wird eine „luftdichte Ausführung“

Volumenstrom bei 50 Pa Druckdifferenz kann direkt aus einer Messung gewonnen werden [18].

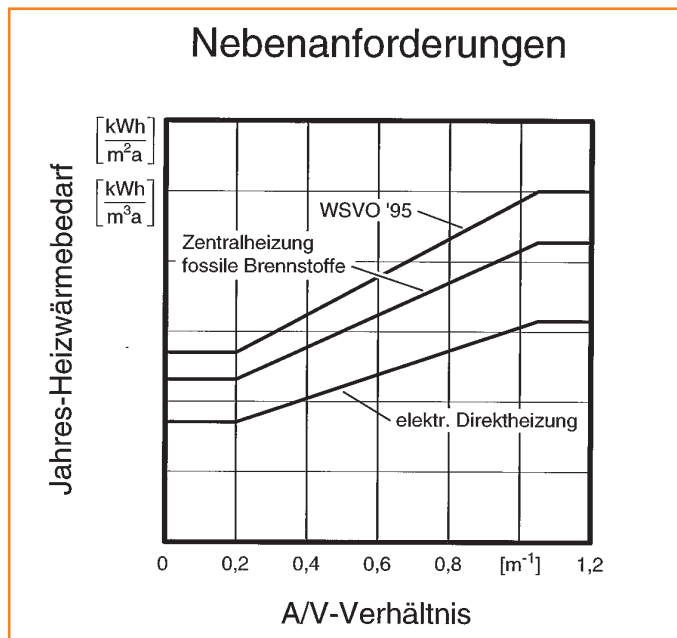
Gegenüber einem Volumenbezug können bei dieser Größe auch die Kosten für die Ermittlung gesenkt werden. Dennoch wird die Verordnung voraussichtlich ausschließlich den Volumenbezug verwenden.

Heizungstechnik

Die Erfassung der Heiztechnik muß die Verluste bei der Erzeugung, Verteilung und Abgabe sowie den Bedarf für das Warmwasser und den Transport von Wärme und Luft beinhalten. Während die genannten Verluste bislang meist über Nutzungsgrade beschrieben wurden, ist dies für den Energiebedarf für Warmwasser und Transport nicht möglich. Deshalb erscheint es sinnvoll, auch die jährlichen Verluste für Erzeugung, Verteilung und Abgabe in kWh/(m²a) additiv in den Ergebnissen auszuweisen [7, 19]. Weitere Vorteile dieser Vorgehensweise sind:

- Die Wirkung der einzelnen Verlustanteile wird deutlich und z. B. mit

Bild 5: Neben-anforderungen



$$Q_h = Q_{I,T} + Q_{I,V} - \eta(Q_i - Q_s)$$

- $Q_{I,T}$ Transmissionswärmebedarf
- $Q_{I,V}$ Lüftungswärmebedarf
- Q_i nutzbare interne Wärmegewinne
- Q_s nutzbare solare Wärmegewinne
- η Ausnutzungsgrad der Wärmegewinne

$Q_W = x$ kWh/(m³a) Wohngebäude
 $Q_W = 0$ sonstige Gebäude

$$Q_t = Q_e + Q_c + Q_d + Q_g + Q_{gc}$$

- Q_e Verluste durch ungleichmäßige Temperaturverteilung
- Q_c Verluste durch nicht-ideale Raumtemperatur und Regelverhalten
- Q_d Verluste des Wärmeverteilungssystems (verlorene Rohrwärme)
- Q_g Verluste des Wärmeerzeugers
- Q_{gc} zusätzliche, system- und regelungsbedingte Verluste des Wärmeerzeugers

Bei Gebäuden mit niedrigen Innentemperaturen werden wie in der bisherigen Wärmeschutzverordnung '95 nur die Transmissionswärmeverluste limitiert, indem in Abhängigkeit vom AN-Verhältnis maximal zulässige

Werte in kWh/(m³a) vorgegeben werden. Eine Verschärfung gegenüber der 95er-Verordnung ist hier nicht zu erwarten.

Anforderungen zur Begrenzung des Wärmedurchgangs beim erstmaligen Einbau, Ersatz oder Erneuerung von Außenbauteilen bestehender Gebäude werden einerseits verschärft und andererseits künftig häufiger greifen, weil die Tatbestände, bei denen An-

Der vorliegende Beitrag wurde von Univ.-Prof. Dr.-Ing. Gerd Hauser auf dem Architektentag anlässlich der Fensterbau '98 gehalten.

forderungen einzuhalten sind, erheblich erweitert werden. Die zusätzlichen Einzelanforderungen der Wärmeschutzverordnung '95 sowie der Anforderungen der Heizungsanlagenverordnungen werden im wesentlichen beibehalten und in der EnEV zusammengefaßt.

Energiepaß

Die einzelnen Bedarfsanteile sind wie schon im Energiepaß Hauser/Hausladen [2, 4] seit Jahren realisiert, zusammenzustellen, damit der Endverbraucher die Möglichkeit des Vergleichs zwischen prognostiziertem Energiepaß-Wert und dem abgelesenen Verbrauch erhält. □

Literatur

- [1] Hauser, G., G. Hausladen: Energiekennzahl zur Beschreibung des Heizenergieverbrauchs von Gebäuden. Hrsg.: Gesellschaft für Rationelle Energieverwendung e. V. Böhl-Iggelheim: Baucom Verlag, 1990
- [2] Hauser, G., G. Hausladen: Energiekennzahl zur Beschreibung des Heizenergiebedarfs von Wohngebäuden. Hrsg.: Gesellschaft für Rationelle Energieverwendung e. V., Berlin. Baunatal: Energiepaß-Service Hauser & Hausladen GmbH, 1991
- [3] Hauser, G.: Erste Erfahrungen mit der WSchVO '95. AIT (1996), H. 1/2, S. 72-75
- [4] Hauser, G.: Brauchen wir künftig ein Gebäudezertifikat? DBZ 44 (1996), H. 11, S. 171-174
- [5] Hauser, G., G. Hausladen, M. Dönch, B. Heibel, K. Höttges, A. Maas: Energiebilanzierung von Gebäuden. Stuttgart: Karl Krämer Verlag, 1998
- [6] Gesetz zur Einsparung von Energie in Gebäuden (Energieeinsparungsgesetz - EnEG) vom 22. Juli 1976. BGBl. 28. Juli 1976, S. 1873-1875
- [7] E DIN EN 832: 1994-11 Wärmetechnisches Verhalten von Gebäuden; Berechnung des Heizenergiebedarfs; Wohngebäude
- [8] DIN V 4108-7: 1996-11 Wärmeschutz im Hochbau - Teil 7: Luftdichtheit von Bauteilen und Anschlüssen; Planungs- und Ausführungsempfehlungen sowie -beispiele
- [9] EN ISO 13 789 Thermal performance of Buildings-Transmission neat loss coefficient; Calculation method
- [10] Mainka, G. W., H. Paschen: Wärmebrückenatlas. Stuttgart: Teubner-Verlag, 1986
- [11] Heindl, Krec, Panzhauser, Sigmund: Wärmebrücken. Wien: Springer-Verlag, 1987
- [12] Hauser, G., H. Stiegel: Wärmebrücken-Atlas für den Mauerwerksbau. Wiesbaden: Bauverlag Wiesbaden, 1990, 2. durchgesehene Auflage 1993
- [13] Hauser, G., H. Stiegel: Wärmebrücken-Atlas für den Holzbau. Wiesbaden: Bauverlag Wiesbaden, 1992
- [14] Hauser, G., H. Schulze, H. Stiegel: Wärmetechnische Optimierung von Anschlußdetails bei Niedrigenergiehäusern und Erarbeitung von Standardlösungen. Stuttgart: IRB-Verlag, 1996
- [15] Hauser, G., H. Stiegel: Quantitative Darstellung der Wirkung von Wärmebrücken. Bauforschung für die Praxis, Band 31 Niedrigenergiehäuser unter Verwendung des Dämmstoffs Styropor. Stuttgart: IRB-Verlag, 1997
- [16] Hauser, G., H. Stiegel: Pauschalierter Erfassung der Wirkung von Wärmebrücken. Bauphysik 17 (1995), H. 3, S. 65-68
- [17] Entwurf zu Beiblatt 2 DIN 4108: 1998-01 Wärmebrücken
- [18] Hauser, G., A. Geißler: Kenngrößen zur Beschreibung der Luftdichtheit von Gebäuden. wksb Sonderausgabe Dez. 1995, S. 24-28
- [19] Wolff, D.: Optimierte Technik in Niedrigenergiehäusern - ein Erfahrungsbericht. 2. GRE-Kongreß, 25./26. 9. 1996, Kassel