

# **Die Energieeinsparverordnung neue Möglichkeiten für Planung und Ausführung im Neubau und bei der Modernisierung**

BOR Dipl.-Ing. Hans-Dieter Hegner, BMVBW Berlin

Am 29. 11.2000 stellten die Bundesminister Bodewig und Müller den überarbeiteten Referentenentwurf der Öffentlichkeit vor und luden die Fachöffentlichkeit und die Länder zu einer abschließenden Diskussion ein. Die Beschlussfassung im Bundeskabinetterfolgte am 07. 03.2001. Am 13. Juli 2001 stimmte der Bundesrat mit Maßgaben der Verordnung zu. Nach Bestätigung der eher geringen Änderungswünsche der Länder durch das Bundeskabinett am 24. 09.2001 kann die Verordnung verkündet werden. Das Inkrafttreten ist für den Beginn des Jahres 2002 vorgesehen. Damit wird ein lang geplantes Verordnungsgebungsverfahren zur Zusammenfassung der Wärmeschutzverordnung und der Heizungsanlagenverordnung umgesetzt.

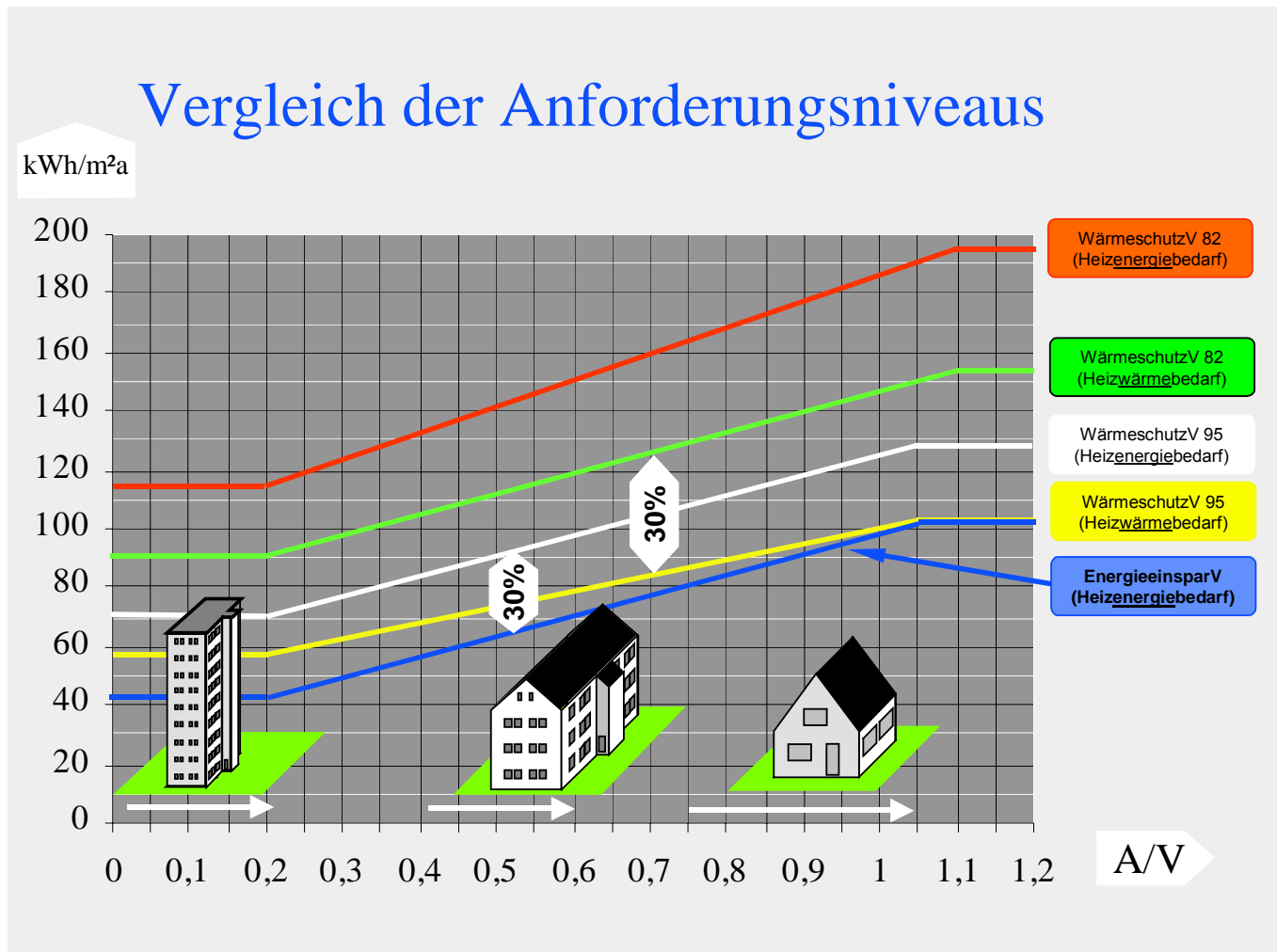
Das Ziel der Verordnung ist es, die Anforderungen für den Neubau um 30 % zu verschärfen, mehr Transparenz durch Energiepässe zu schaffen und stärkere Impulse im Gebäudebestand zu geben. Der nachfolgende Beitrag erläutert die Eckpunkte der neuen Regelungen.

## **1. Ein ganzheitlicher Ansatz für ein komplexes Problem**

Zentraler Ansatzpunkt für die weitere Absenkung des Heizenergiebedarfs ist das Zusammenspiel zwischen dem Gebäude und seiner Heiztechnik. Immerhin liegen die Verluste, die bei der Umwandlung des Energieträgers (z.B. Öl oder Gas) in Wärme entstehen im Durchschnitt bei 20 % der Gesamtverluste in der Energiebilanz des Gebäudes. Bei ungünstigen Bauweisen (unterkellertes Bungalow) und ineffizienter Anlagentechnik können diese Verluste bis zu 30 % betragen.

Die Einbeziehung der Heizungsverluste erfordert eine etwas komplexere Methodik seitens der Anforderungen und des Nachweisverfahrens. Die gut entwickelten Energiebilanzierungsmodelle sind dabei ein gutes Hilfsmittel. Während bisher die zur Verfügung zu stellende Raumwärme die Zielgröße ist und damit die „Bilanzgrenze„ vor dem Heizkörper endet, muss der neue Ansatz als Zielgröße die Energiemenge

haben, die an der Gebäude(Grundstücks-)grenze für die Beheizung des Gebäudes (und die ggf. vorhandene Warmwasserbereitung) notwendig ist. Die Anforderungskurve der neuen Energieeinsparverordnung bezieht sich deshalb in Abhängigkeit vom Verhältnis zwischen wärmeübertragender Umfassungsfläche zum beheizten Volumen des Gebäudes nicht mehr auf Heizwärme, sondern auf Heizenergie (Bild 1).



**Bild 1:** Prinzipdarstellung Entwicklung des Anforderungsniveaus von der 2. Wärmeschutzverordnung zum Entwurf Energieeinsparverordnung

Der Bezug auf die Endenergie hat auch einen praktischen Hintergrund. Als sogenannter „rechnerischer Verbrauch“ ist er ein vernünftiger Anhaltspunkt für Vergleiche mit realen Verbrauchswerten. Da dieser „rechnerische Verbrauch“ unter genormten Randbedingungen entsteht, geht es hier allerdings eher um den Vergleich der Energieeffizienz von Gebäuden ähnlich wie beim Vergleich des s.g. „Drittelmix“ bei Kraftfahrzeugen. Der sich tatsächlich einstellende Verbrauch hängt natürlich neben den

baulichen und anlagentechnischen Gegebenheiten von klimatischen Randbedingungen und dem Nutzerverhalten ab.

Der „Referenzfall“ für die Festlegung der Anforderungen ist so gewählt, dass von einer heute üblichen modernen Heizungsanlage ausgegangen wird, die zu einem durchschnittlichen Gesamtnutzungsgrad von etwa 80 % führt. Die Konsequenz ist, dass Defizite im Bereich des baulichen Wärmeschutzes mit effizienter Anlagentechnik in einem gewissen Maße ausgeglichen werden können. Eine Verbesserung der Heizungssysteme mit heutigen Techniken kann den gesamten Nutzungsgrad auf rund 95 % erhöhen. Andererseits müssen ineffiziente Systeme durch höhere Anforderungen an den Baukörper ausgeglichen werden.

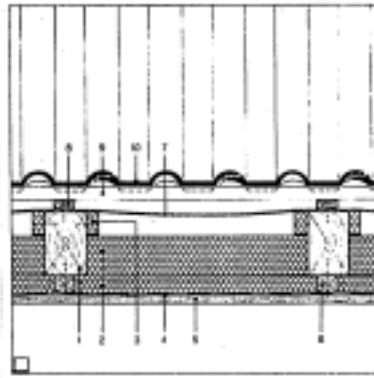
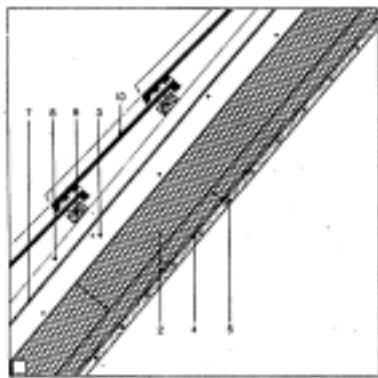
Wegen der gesetzlichen Grundlage im Energieeinsparungsgesetz muss sich die Energiebilanz der künftigen Verordnung auf das Gebäude beschränken. Durch einen Bezug der Anforderungen auf Endenergie dürfen aber keine ungerechtfertigten Vorteile für einzelne Wärmeversorgungsarten entstehen, deren Umwandlungsverluste außerhalb des Gebäudes entstehen. Zur Berücksichtigung unterschiedlicher Vorketten bei der Energieumwandlung und zur Berücksichtigung des elektrischen Hilfsenergiebedarfs (ca. 1 bis 2 % bei konventionellen Heizungsanlagen) soll der Jahresheizenergiebedarf primärenergetisch bewertet werden.

Der alleinige Bezug auf die Endenergie ist aus Sicht des Umweltschutzes, aber auch aus Gründen der Gleichbehandlung bei der Wirtschaftlichkeit nicht ideal. Hinsichtlich des Primärenergiebedarfes orientieren sich die Anforderungen an einen Referenzfall, der auf den hauptsächlich verwendeten Energieträgern Heizöl und Gas basiert. Vom Referenzsystem abweichende Systeme, z.B. solche mit erhöhtem Strombedarf, dürfen somit insgesamt keinen höheren Energiebedarf aufweisen als das Referenzsystem und müssen dies durch andere Verbesserungen ausgleichen.

Die Verordnung ist so konzipiert, dass der Jahres-Primärenergiebedarf bei verpflichtender Ausweisung des Endenergiebedarfes (Angabe für den Verbraucher im Rahmen des Energiepasses) nachzuweisen ist. Die Verordnung gibt Höchstwerte für den Primärenergiebedarf vor und überlässt den Planern weitgehend den Weg zur Einhaltung dieser Anforderung. Bei Ausnutzung der planerischen Flexibilität sind weiter-

hin alle in Deutschland traditionell verwendeten Bauprodukte verwendbar und einsetzbar. Das betrifft z.B. das traditionelle monolithische Ziegelmauerwerk, das besonders in Süddeutschland verbreitet ist. Neben den Vorschriften der Bundesländer zur Verwendung von Bauprodukten und den gesundheitlich-hygienischen Mindestanforderungen der Landesbauordnungen werden also keine neuen Beschränkungen geschaffen. Auch im Dachbereich werden übliche Konstruktionen zur Anwendung kommen (siehe Bild 2).

Zwischen- und Untersparrendämmung (Sparrenabstand 0,75m / 15% Holzanteil)		
WLG	Dämmschicht- dicke [mm]	k-Wert (U-value) [W/(m <sup>2</sup> K)]
040	180+40	0,21
035	180+40	0,19



- 1 Sparren
- 2 Zwischensparrendämmung
- 3 Anschlagleiste
- 4 Windsperre
- 5 N+F-Schalung

- 6 Ausgleichslatte
- 7 Unterspannbahn
- 8 Konterlatte
- 9 Dachlatte
- 10 Dachdeckung

**Bild 2:** Beispiel für eine typische Zwischen- und Untersparrendämmung nach EnEV

Neben den Höchstwerte für den Jahres-Primärenergiebedarf werden auch Höchstwerte für den spezifischen, auf die wärmeübertragende Umfassungsfläche bezogenen Transmissionswärmeverlust einzuhalten sein. Die europäische Norm DIN EN 832 definiert einen „spezifischen Transmissionswärmeverlust“ als Wärmestrom durch die Außenbauteile je Grad Kelvin Temperaturdifferenz. Durch zusätzlichen Bezug auf die wärmeübertragende Umfassungsfläche wird aus diesem Kenn-

wert eine energetische Eigenschaft des Gesamtgebäudes, die dem „mittleren Wärmedurchgangskoeffizienten“ entspricht, der bis 1994 wesentlicher Anforderungsgegenstand der Wärmeschutzverordnung war. Mit der Begrenzung des spezifischen, auf die wärmeübertragende Umfassungsfläche bezogenen Transmissionswärmeverlusts soll sichergestellt werden, dass der bisher erreichte Wärmeschutz nach der Wärmeschutzverordnung auch bei Einbau besonders primärenergetisch günstigen Heizungsanlagen nicht unterschritten wird. Der spezifische Transmissionswärmeverlust ist ein geeigneter Maßstab zur Beschreibung dieses Schutzstandards, weil er ein Zwischenergebnis der ohnehin erforderlichen Nachweisrechnungen ist und seine Begrenzung damit keinen nennenswerten zusätzlichen Aufwand erfordert.

## 2. Rechnerischer Nachweis auf der Basis europäischer Normen

Die Methode des Nachweisverfahrens für den Neubau basiert weiterhin auf einem statischen Bilanzierungsmodell der Energieverluste und -gewinne. Die Rechenverfahren der neuen europäischen Normen unterstützen das gewählte Bilanzierungsmodell. Die neue Energieeinsparverordnung soll sich vor allem auf die fertiggestellte europäische Norm DIN EN 832 „Wärmetechnisches Verhalten von Gebäuden“ abstützen.

Die Bilanzformel der DIN EN 832 sieht die Einbeziehung der Heizungsanlage vor:

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

Dabei bedeuten:

- $Q$  der Jahres-Heizenergiebedarf (Endenergie) in kWh/a
- $Q_h$  der Jahresheizwärmebedarf in kWh/a
- $Q_t$  die Wärmeverluste des Heizsystems und des Systems zur Warmwasserbereitung einschließlich des Bedarfs an elektrischer Hilfsenergie für Pumpen, Ventilatoren, Brennstoffvorwärmung, Begleitheizungen und sämtliche anderen Einrichtungen, die dem Betrieb der Anlagen zur Raumheizung, zur Lüftung und zur Warmwasserbereitung dienen
- $Q_w$  der Nutzwärmebedarf für die Warmwasserbereitung
- $Q_r$  vom Heizsystem oder Zusatzeinrichtungen aus der Umwelt genommene Wärme.

Das Normenwerk enthält jedoch keine Angaben zur Bestimmung dieser Verlustgrößen. Deshalb wurde auf Initiative des Bundesbauministeriums eine nationale Norm DIN 4701-Teil 10 als technische Regel für die Effizienzbewertung erarbeitet, die

später auch in eine entsprechende europäische Norm einfließen soll. Die deutsche Normung im Anlagenbereich hat sich nach langer Diskussion auf die Einbeziehung der Effektivität der Anlagentechnik über sogenannte Aufwandszahlen verständigt. Vorteil dieser Lösung in Anlehnung an die DIN EN 832 ist, dass auch der vielfach sehr hohe Einsatz von elektrischer Energie als Hilfsenergie mitbewertet werden kann. Der daraus weiterentwickelte Ansatz der DIN V 4701-10 ist folgender:

$$Q_P = (Q_h + Q_c + Q_d + Q_s) \cdot \sum_i (e_{g,i} \cdot \alpha_i \cdot f_{P,i}) + \\ (Q_W + Q_{c,w} + Q_{d,w} + Q_{s,w}) \cdot \sum_i (e_{g,w,i} \cdot \alpha_i \cdot f_{P,i}) + Q_{HE,P}$$

Dabei bedeuten:

$Q_h$	der Jahresheizwärmebedarf
$Q_W$	der Nutzwärmebedarf für Warmwasser
$Q_c$	die Verluste bei der Wärmeübergabe im Raum für die Heizung
$Q_{c,w}$	die Verluste bei der Wärmeübergabe im Raum für das Warmwasser
$Q_d$	die Verluste bei der Wärmeverteilung für die Heizung
$Q_{d,w}$	die Verluste bei der Wärmeverteilung für das Warmwasser
$Q_s$	die Speicherverluste der Heizung
$Q_{s,w}$	die Speicherverluste bei der Warmwasserbereitung
$e_g$	die Aufwandszahl für die Erzeugung der Heizwärme
$e_{g,w}$	die Aufwandszahl für die Erzeugung des Warmwassers
$f_P$	die Primärenergie-Umwandlungszahl nach DIN 4701-10
$\alpha$	der Deckungsanteil
$Q_{HE}$	die elektrische Hilfsenergie, die für die Übergabe, Verteilung, Speicherung und Erzeugung der Wärme sowohl für Heizung als auch Warmwasser notwendig ist

Wird die Deckung des Heizwärmebedarfes und des Bedarfes an Warmwasser mit verschiedenen Anlagen-Systemen realisiert (nachstehend mit Index  $i$  gekennzeichnet), so sind die jeweiligen Verluste nach ihrem Deckungsanteil  $\alpha$  zu wichten. Auch der Einsatz regenerativer Energien wird in diesem Zusammenhang nicht durch  $Q_r$ , sondern durch den entsprechenden Deckungsanteil  $\alpha$  beschrieben. Passive solare Gewinne werden ausschließlich bei der Berechnung von  $Q_h$  berücksichtigt.

Zur Umsetzung des generellen Bilanzierungsansatzes müssen nationale Regelungen zur Umsetzung der europäischen Normenansätze (wie z. B. Festlegungen zu Klima-

daten, nutzungs- und lebensstandabhängige Daten wie Innentemperaturen und interne Wärmegewinne u.ä.) getroffen werden. Diese Funktion übernimmt auf der „Bauseite“ die neue DIN V 4108-6, die als nationale Berechnungsnorm das Umsetzungsdokument für die in Bezug zu nehmenden europäischen Normen ist. Das Nachweisverfahren kann in einen „Baupfad“ nach DIN V 4108-6 und einen „Anlagenpfad“ nach DIN V 4701-10 getrennt werde. Beide Seiten kommunizieren eng miteinander. Dieses Vorgehen führt dazu, dass bereits in frühen Planungsphasen eine enge Abstimmung von baulichem Wärmeschutz und Anlagentechnik notwendig wird. Im Nachweisverfahren werden auf beiden Seiten ausführliche und vereinfachte Verfahren angeboten.

### 3. Vereinfachter Nachweis der Verordnung

Für Wohngebäude (einschließlich teilweiser wohnähnlicher Nutzung, wie Büros und Praxen) wird in der Verordnung ein s. g. „Vereinfachtes Verfahren“ als Handrechenmethode angeboten. Dieses Verfahren ist in Nachfolge zum Verfahren der bisherigen Wärmeschutzverordnung ein „Heizperiodenbilanzverfahren“. Während das Monatsbilanzverfahren die monatlichen Temperaturdifferenzen berücksichtigt, wird der Verlauf der Außentemperatur beim „Vereinfachten Verfahren“ über eine Heizgradtagszahl abgebildet. Diese Heizgradtagszahl ermittelt die korrekten Werte nur unter der Annahme, dass der Wärmeschutz nach der EnEV „zielgenau“ ausgelegt wird (Standard-Anlage unterstellt). Ein verbesserter Wärmeschutz liegt infolge einer kleineren Heizgrenztemperatur auf der sicheren Seite. Das „Vereinfachte Verfahren“ kann Effekte wie zusätzliche Gewinne durch Glasvorbauten, transparente Wärmedämmung u. ä. nicht abbilden, zeichnet sich aber trotz Flexibilität durch einen einfachen Rechengang aus. Die Ermittlung des Jahres-Primärenergiebedarfs erfolgt auf der Grundlage des Jahres-Heizwärmebedarfs mit einer Anlagenaufwandszahl nach DIN V 4701-10:

$$Q_p = (Q_h + Q_w) \cdot e_p$$

Dabei bedeuten

$Q_h$  der Jahres-Heizwärmebedarf nach dem „Vereinfachten Verfahren“

$Q_w$  der Warmwasserbedarf

$e_p$  die Anlagenaufwandszahl nach DIN V 4701-10

Bei der Ermittlung von  $Q_h$  sind feste Randbedingungen zu beachten, von denen nicht abgewichen werden darf. Die wichtigsten Ansätze sind:

**Tabelle 1:** Vereinfachtes Verfahren der EnEV

Zeile	Zu ermittelnde Größen	Gleichung	Zu verwendende Randbedingung								
Zeile	1	2	3								
1	Jahres- Heizwärmebedarf $Q_h$	$Q_h = 66 (H_T + H_V) - 0,95 (Q_s + Q_i)$									
3	Spezifischer Transmissionswärmeverlust $H_T$	$H_T = \Sigma (F_{xi} U_i A_i) + 0,05 A$	<p>Es sind die festgelegten Temperatur-Korrekturfaktoren <math>F_{xi}</math> zu verwenden</p> <p>Die Wärmedurchgangskoeffizienten der Bauteile <math>U_i</math> sind nach DIN EN ISO 6946 : 1996-11 und DIN EN ISO 10077-1 : 2000-11 zu ermitteln oder technischen Produktspezifikationen zu entnehmen.</p> <p>Die Flächen der Bauteile <math>A_i</math> sind mit Außenmaßen zu ermitteln</p> <p>Die wärmeübertragende Umfassungsfläche <math>A</math> ist nach EnEV zu ermitteln</p>								
4	Spezifischer Lüftungswärmeverlust $H_V$	$H_V = 0,19 V_e$	Diese Gleichung ist zu verwenden, wenn <u>keine</u> Dichtheitsprüfung nach durchgeführt wird								
5		$H_V = 0,163 V_e$	Diese Gleichung ist zu verwenden, wenn eine Dichtheitsprüfung nach durchgeführt wird								
6	Solare Gewinne $Q_s$	$Q_s = \Sigma (I_s)_{j,HP} \Sigma 0,567 g_i A_i$	<p>Solare Einstrahlung <math>\Sigma (I_s)_{j,HP}</math>:</p> <table style="margin-left: 20px;"> <tr> <td>Süd</td> <td>270 kWh/m<sup>2</sup>a</td> </tr> <tr> <td>Ost bzw. West</td> <td>155 kWh/m<sup>2</sup>a</td> </tr> <tr> <td>Nord</td> <td>100 kWh/m<sup>2</sup>a</td> </tr> <tr> <td>Dach (Neigung &lt; 30°)</td> <td>225 kWh/m<sup>2</sup></td> </tr> </table> <p>Die Fläche der Fenster <math>A_i</math> mit der Orientierung <math>j</math> (Süd, West, Ost, Nord und horizontal) ist nach den lichten Fassadenöffnungsmaßen zu ermitteln</p> <p>Der Gesamtenergiedurchlassgrad <math>g_i</math> ist technischen Produktspezifikationen zu entnehmen oder nach DIN EN 410 : 1998 – 12 zu ermitteln.</p>	Süd	270 kWh/m <sup>2</sup> a	Ost bzw. West	155 kWh/m <sup>2</sup> a	Nord	100 kWh/m <sup>2</sup> a	Dach (Neigung < 30°)	225 kWh/m <sup>2</sup>
Süd	270 kWh/m <sup>2</sup> a										
Ost bzw. West	155 kWh/m <sup>2</sup> a										
Nord	100 kWh/m <sup>2</sup> a										
Dach (Neigung < 30°)	225 kWh/m <sup>2</sup>										
7	Interne Gewinne $Q_i$	$Q_i = 22 A_N$	Gebäudenutzfläche $A_N$ ist nach EnEV zu ermitteln								



Die Anlagenaufwandszahl zur Ermittlung des Jahres-Primärenergiebedarfes im vereinfachten Verfahren kann entweder über Tabellen nach DIN V 4701-10 oder über eine entsprechende Grafik bestimmt werden. Derartige grafische Darstellungen gibt es für alle üblichen Heizungssysteme. Die Kennlinien sind abhängig von der Nutzfläche  $A_N$  und dem Jahres-Heizwärmebedarf  $Q_h$ .

#### 4. Gebäudedichtheit

Im rein baulichen Bereich, der insbesondere für die Senkung des Heizwärmebedarfes  $Q_h$  verantwortlich ist, bietet die EnEV Neuigkeiten für Planung und Ausführung an. Das ist unter anderem die Berücksichtigung der Dichtheit des Gebäudes.

Die luftdichte Ausführung von Gebäuden –nach dem jeweiligen Stand der Technik– war schon immer eine baulich-energetische Anforderung, die bereits in der gültigen Wärmeschutzverordnung verankert ist. Praxistests hatten jedoch gezeigt, dass Planung und Ausführung durchaus große Probleme bei der Realisierung einer luftdichten Gebäudehülle haben. Der berühmte „Orkan aus der Steckdose“ war ein Beispiel dafür, dass bei der Wahl der Luftwechselrate für die stationäre Wärmebilanz moderat vorgegangen werden musste, um nicht zu starke Abweichungen des errechneten Energiebedarfs von sich einstellenden Energieverbräuchen zuzulassen.

Die europäische Norm DIN EN 832 „Wärmetechnisches Verhalten von Gebäuden“ hat deshalb Ansätze aufgenommen, um bei nachweislich dicht ausgeführten Neubauten (mit einem deutlich geringeren In- und Exfiltrationsanteil) die Luftwechselrate zu verringern. Die Norm ermöglicht hier eine Absenkung um  $n = 0,1 \text{ h}^{-1}$ .

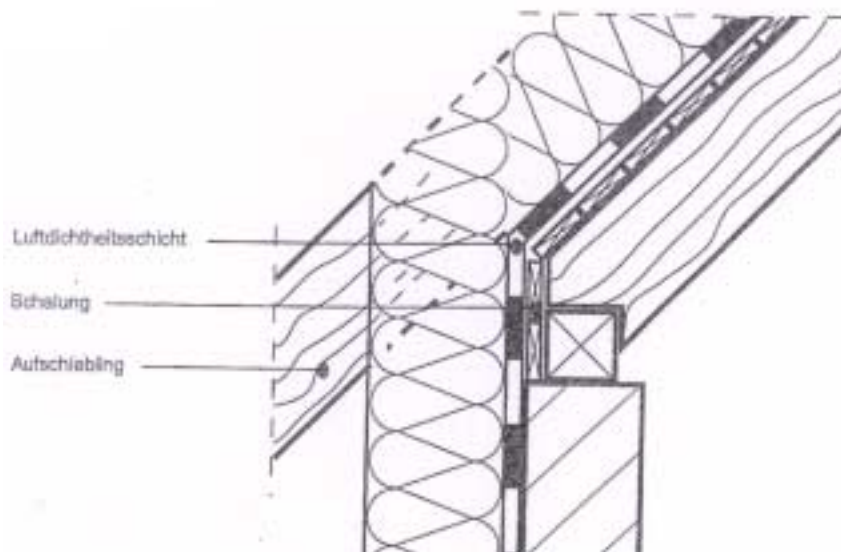
Ebenso wie bei Anlagen der technischen Gebäudeausrüstung (z.B. Rohrleitungen) ist Dichtheit nicht nur zu planen und auszuführen, sondern auch nachzuweisen. Hier geht es um einen erheblichen Energieanteil, der ganz besonders sensibel auf Planung und Ausführung reagiert, und um die bessere Vermeidung von Bauschäden durch unerwünschten Feuchtetransport mittels Konvektion.

Die Dichtheitsprüfung ist eine **Option**, die nach einer europäischen Norm als Differenzdruckverfahren bei 50 Pa Über-/Unterdruck durchgeführt werden kann. Im Kleinhäusbau sind für eine Prüfung mit der s.g. „Blower door“ ca. 600 bis 1200 DM einzu-

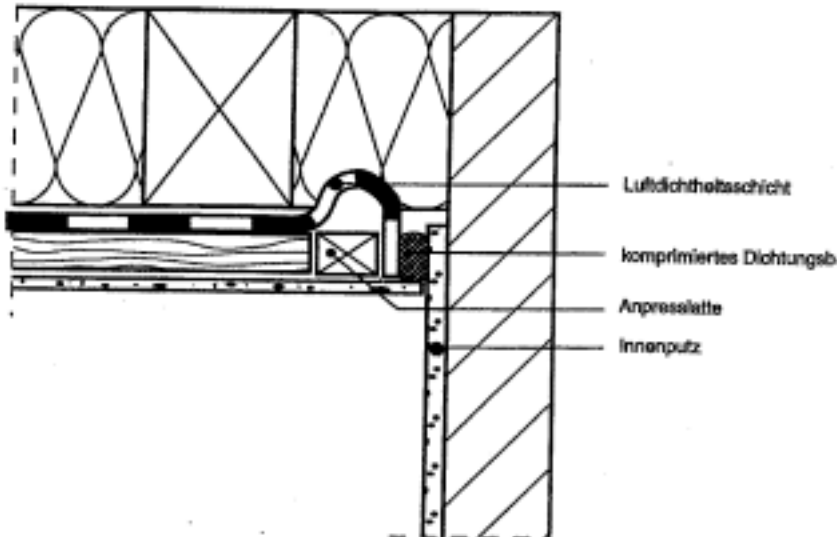
kalkulieren. Diese Investition lohnt sich. In der Planung wird man mit einer Verringerung des rechnerischen Luftwechsels belohnt. Als durchschnittlicher „Standardluftwechsel“ soll ein Wert von  $n = 0,7 \text{ h}^{-1}$  angesetzt werden. Für dichtheitsgeprüfte Gebäude mit freier Lüftung kann der Wert für den Luftwechsel auf  $n = 0,6 \text{ h}^{-1}$  abgesenkt werden. Bei Einbau von Lüftungsanlagen insbesondere mit Wärmerückgewinnung kann dieser Wert in Abhängigkeit vom Anlagenluftwechsel bzw. dem Nutzungsfaktor des Wärmetauschersystems ggf. noch weiter abgesenkt werden.

Der Dichtheitsnachweis und darüber hinaus der Einbau einer modernen Lüftungsanlage wird durch die geringeren Lüftungswärmeverluste Spielräume für die Auslegung der Wärmedämmung des Gebäudes anbieten. Die konsequente Planung und Ausführung von luftdichten Details hilft allein beim Wärmebedarf ca. 10 % einzusparen.

Dichtheit muss geplant werden. Dazu steht die Norm DIN V 4108-7: 1996-11 „Wärmeschutz und Energieeinsparung in Gebäuden, Teil 7: Luftdichtheit von Bauteilen und Anschlüssen, Planungs- und Ausführungsempfehlungen sowie –beispiele“ als Hilfsmittel zur Verfügung. Dem Planer und dem ausführenden Handwerk muss es gelingen, die dort angebotenen Lösungen (siehe auch Bilder 3,4 ) bauseits umzusetzen.



**Bild 3:** Prinzipdarstellung für eine umlaufende Luftdichtheitschicht – Beispiel eines Details



**Bild 4:** Prinzipdarstellung für einen Anschluss der Dichttheitschicht an aufgehendes Mauerwerk

## 5. Wärmebrücken

Untersuchungen zeigen, dass Wärmebrücken insbesondere bei gut gedämmten Konstruktionen einen Anteil von bis zu 20 % der Transmissionswärmeverluste haben. Deshalb gilt es, mit der neuen Methodik die Berücksichtigung der Wärmebrückenwirkung zu erfassen und zur Vermeidung von Wärmebrücken beizutragen. Eine gute Detailplanung zahlt sich hier aus.

Die Verordnung gibt 3 Wege an, um die Wärmebrückenwirkung in den Nachweis einzubeziehen:

1. Werden keine Maßnahmen zur Reduzierung der Wärmebrückenwirkung durchgeführt, ist der spezifischen Transmissionswärmeverlust um den Anteil der Verluste über Wärmebrücken pauschal zu erhöhen:

$$H_T = \sum (F_{x,i} \cdot U_i \cdot A_i) + H_{WB} \text{ mit } H_{WB} = \Delta U_{WB} \cdot A$$

Ohne weitere Nachweise wird ein pauschaler Wärmebrückenzuschlagskoeffizient  $\Delta U_{WB} = 0,1 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$  angesetzt. Er ist mit dem Flächenwert für die gesamte wärmetauschende Hüllfläche zu multiplizieren und erhöht die Verluste, die über die einzelnen Bauteilflächen anfallen deutlich.

1. Mittlerweile gibt es jedoch auch technische Regeln, die zur Vermeidung von Wärmebrücken anhalten und entsprechende Planungsbeispiele vorgeben. Hierzu

sei auf das neu erarbeitete Beiblatt 2 zur DIN 4108 hingewiesen, wo besonders wärmebrückenarme Konstruktionsbeispiele dargestellt sind. Bei Anwendung dieser Konstruktionen muss nur der halbe Zuschlag für Transmissionswärmeverluste über Wärmebrücken angesetzt werden ( $\Delta U_{WB} = 0,05 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ ). Diese Maßnahme entlastet die baulichen Verluste deutlich und ist eine sehr wirtschaftliche Methode zur Energieeinsparung. Bei der Verwendung des vereinfachten Verfahrens ist diese Vorgehensweise verbindlich!

3. Alternativ kann natürlich auch ein genauer Nachweis der Wärmebrücken nach DIN EN 10211-1:1995 und DIN EN 10211-2:1999 geführt werden:

Dabei ist der längenbezogene Wärmedurchgangskoeffizient  $\Psi$ , der auch als Wärmebrückenverlustkoeffizient bezeichnet wird, aus Wärmebrückenkatalogen zu entnehmen oder gesondert zu berechnen. Zu beachten ist allerdings, dass der öffentlich-rechtliche Nachweis nach der EnEV sich ausschließlich an Außenmaßen orientiert.

## **6. Umfassende Auswirkungen der EnEV auf den Gebäudebestand**

Derzeit gibt es für den Bestand sogenannte bedingte Anforderungen (Bauteilanforderung). Sie greifen dann, wenn das Bauteil ohnehin (aus welchen Gründen auch immer - Austausch bei physischem Verschleiß, Beseitigung von Mängeln und Schäden, Verschönerungen etc.) verändert wird. In diesem Zusammenhang soll auch die energetische Qualität auf neuestes Niveau gebracht werden, da die Kopplung der energetischen Ertüchtigung mit „Ohnehin-Maßnahmen“ wirtschaftlich darstellbar ist. Auch den Anforderungen, die bei der Änderung von Außenbauteilen gestellt werden, liegen Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen zugrunde. Der Verordnungsgeber ist hier an das verschärfte Wirtschaftlichkeitsgebot für bestehende Gebäude gebunden (§ 4 Abs. 3 i.V.m. § 5 Abs. 1 Satz 3 EnEG). Da die bestehenden Bauteilschichten auf die neuen Anforderungen angerechnet werden können, sind die Maßnahmen in der Regel sehr moderat. Zu beachten ist allerdings, dass die Wärmedurchgangskoeffizienten nach europäischen Normen berechnet werden müssen und damit in einigen Fällen ungünstiger ausfallen, als das die bisherigen DIN-Normen vorgaben.

Obwohl auch in Zukunft vom Grundsatz bedingter Anforderungen nicht abgewichen werden soll, ergibt sich dennoch ein erstaunliches Zugriffspotential. Das Instrument der bedingten Anforderungen wurde dem neuesten Stand der Technik und Wirt-

schaftlichkeit angepasst. Die Erweiterung der Anwendungsfälle wurde geprüft. So könnte z. B. der Tatbestand des Entfernens des Außenputzes und dessen Erneuerung mit wärmetechnischen Forderungen belegt werden. Wird bei einem bestehenden Bauteil mit einem Wärmedurchgangskoeffizienten  $> 0,9 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$  der Außenputz erneuert, dann muss wärmetechnisch nachgerüstet werden. Das führt zu Modernisierungsmaßnahmen mit einer 8 bis 10 cm starken zusätzlichen Dämmung (ggf. als WDVS). Bei 10 cm Dämmstoffstärke liegen gemäß gutachterlicher Untersuchung die Zusatzkosten eines Wärmedämmverbundsystems gegenüber der „Ohnehin-Maßnahme“ Putzerneuerung bei 35 %. Bei typischen Altbaukonstruktionen in Deutschland ist diese Maßnahme wirtschaftlich. So ergibt sich bei der Dämmung einer Außenwand mit einem k-Wert von  $1,25 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$  mit 10 cm Dämmstoff eine statische Amortisationszeit von ca. 9 Jahren.

Die Anforderungen an Fenster, Fenstertüren sowie Dachflächenfenster sollen auf Grund der vorliegenden Wirtschaftlichkeitsuntersuchung leicht verschärft werden. Die Mehrscheiben-Isolierverglasungen, die heute den Markt bestimmen, weisen Wärmedurchgangskoeffizienten von  $1,1 - 1,3 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$  auf. Bei der Bemessung der Anforderungen in der EnEV wurde aber berücksichtigt, dass die Wärmedurchgangskoeffizienten der Fenster (Rahmen und Verglasung) zukünftig nach einer europäischen Norm (DIN EN ISO 10077-1) zu ermitteln sind, mit der u. a. die Wärmebrücke im Glas-Rand-Verbund in den Rechengang einbezogen wird. Damit ergibt sich für dasselbe Fenster künftig ein etwas höherer Wärmedurchgangskoeffizient als nach der heute geltenden nationalen Norm (DIN 4108-4).

Darüber hinaus ist auch berücksichtigt, dass bei Multifunktionsgläsern (Wärmeschutzeigenschaften kombiniert mit Schallschutzmaßnahmen / Angriffshemmung / Brandschutzmaßnahmen) aus konstruktiven Gründen die Grenze der Wirtschaftlichkeit in der Regel bei etwas größeren Wärmedurchgangskoeffizienten liegt als für den Fall, dass ausschließlich Wärmeschutzeigenschaften gefragt sind.

Tabelle 2 zeigt die in der Verordnung angegebenen bedingten Anforderungen für den Gebäudebestand als Bauteilverfahren. Die EnEV enthält wie die Wärmeschutzverordnung eine Bagatellregelung (Anforderungen gelten ab Erneuerung von mindestens 20% der Bauteilfläche gleicher Orientierung).

Nachrüstungen können im baulichen Bereich unter Beachtung wirtschaftlicher Randbedingungen nur punktuell zum Zuge kommen. Das betrifft vor allem die zusätzliche Dämmung der obersten Geschossdecken unter nicht ausbaufähigen Dachräumen.

Im Regelungsbereich der geltenden Heizungsanlagenverordnung wurden auch bisher Nachrüstverpflichtungen eingeführt, die sowohl wirtschaftlich als auch hinsichtlich ihres Investitionsmittelbedarfes als verhältnismäßig anzusehen sind. Derartige Potentiale sollen auch mit der geplanten Energieeinsparverordnung erschlossen werden. Nach statistischen Angaben sind noch rd. drei Millionen veraltete Heizkessel in Betrieb, die vor dem Inkrafttreten der 1. Heizungsanlagenverordnung eingebaut worden sind. Die Brennstoffausnutzung und damit die energetische Qualität dieser Kessel ist im Vergleich zum heutigen Standard allgemein schlecht. Sie sind häufig überdimensioniert und nur unzureichend gedämmt. Durch den Einbau neuer Kessel kann der Energieverbrauch im Durchschnitt um 20 % gesenkt werden, was ein CO<sub>2</sub>-Minderungspotential von über 7,5 Mio. Tonnen/Jahr erschließen würde. Die Pflicht zur Erneuerung ist auch deshalb hoch wirtschaftlich, da diese Anlagen "physisch und moralisch völlig verschlissen sind". Ebenso soll eine Pflicht zur nachträglichen Dämmung zugänglicher Rohrleitungen und Armaturen in nicht beheizten Räumen eingeführt werden.

Auch für den Gebäudebestand wurden Bemühungen unternommen, die Flexibilität der Planung deutlich zu erhöhen und neue Freiräume zu schaffen. Denn im Grunde genommen ist eine deutliche Energieeinsparung über abgestimmte Maßnahmen wertvoller als eine spektakuläre Einzelmaßnahme. In diesem Zusammenhang wird dem Planer angeboten, eine Energiebilanz für das gesamte Gebäude durchzuführen. Die dann zu erreichenden Anforderungen sind bei weitem nicht so scharf, wie für die Neubauten. Bei wesentlichen Änderungen am Gebäude (umfassende Maßnahmen an Außenbauteilen gekoppelt mit einer Erneuerung der Heizungsanlage) ist dies ohnehin der einzig vernünftige Weg.

**Tabelle 2:** Höchstwerte der Wärmedurchgangskoeffizienten bei erstmaligem Einbau, Ersatz und Erneuerung von Bauteilen

Zeile	Bauteil	Maßnahme nach	Gebäude mit normalen Innentemperaturen	Gebäude mit niedrigen Innentemperaturen
			maximaler Wärmedurchgangskoeffizient $U_{\max}$ <sup>1)</sup> in W / (m <sup>2</sup> ·K)	
	1	2	3	4
1 a)	Außenwände	allgemein	0,45	0,75
b)		Bei Außendämmung, Putzerneuerung, zu- sätzlichen Dämm- schichten	0,35	0,75
2 a)	Außenliegende Fens- ter, Fenstertüren, Dachflächenfenster	Bei Ersatz, erstmaligem Einbau, zusätzliche Vor- oder Innen- fenster	1,7 <sup>2)</sup>	2,8 <sup>2)</sup>
b)	Verglasungen	Bei Ersatz	1,5 <sup>3)</sup>	keine Anforderung
c)	Vorhangfassaden	allgemein	1,9 <sup>4)</sup>	3,0 <sup>4)</sup>
3 a)	Außenliegende Fens- ter, Fenstertüren, Dachflächenfenster mit Sondervergla- sungen	Bei Ersatz, erstmaligem Einbau, zusätzliche Vor- oder Innen- fenster	2,0 <sup>2)</sup>	2,8 <sup>2)</sup>
b)	Sonderverglasungen	Bei Ersatz	1,6 <sup>3)</sup>	keine Anforderung
c)	Vorhangfassaden mit Sonderverglasungen	allgemein	2,3 <sup>4)</sup>	3,0 <sup>4)</sup>
4 a)	Decken, Dächer und Dachschrägen	Bei Dacherneuerung (Dachhaut, Beklei- dungen, Verscha- lungen, Dämmschich- ten )	0,30	0,40
b)	Flachdächer	Bei Dacherneuerung (Dachhaut, Beklei- dungen, Verscha- lungen, Dämm- schichten )	0,25	0,40
5 a)	Decken und Wände gegen unbeheizte Räume oder Erdreich	Außenseitige Erneue- rung (Bekleidungen, Verschalungen, Feuch- tigkeitssperren, Drai- nagen, Deckenbe- kleidung Kaltseite)	0,40	keine Anforderung
b)		Innenseitige Erneue- rung (Bekleidungen, Verschalungen, Fuß- boden, Dämmung)	0,50	keine Anforderung

1) Wärmedurchgangskoeffizient des Bauteils unter Berücksichtigung der neuen und der vorhandenen Bauteilschichten

2) Wärmedurchgangskoeffizient des Fensters

3) Wärmedurchgangskoeffizient der Verglasung

4) Wärmedurchgangskoeffizient der Vorhangfassade

## **7. Energieausweis**

Mit einer neuen Energieeinsparverordnung kann der bisher vorgeschriebene Wärmebedarfsausweis zu einem Energiebedarfsausweis weiter entwickelt werden, weil die neuen Anforderungen alle wesentlichen Energiebedarfsanteile eines Gebäudes erfassen. Der Energiebedarfsausweis soll so ausgestattet werden, dass er auch für Nichtfachleute lesbar ist. Er wird im wesentlichen auf die Daten zurückgreifen, die ohnehin im Nachweisverfahren zu ermitteln sind, um die Einhaltung der Anforderungen an den Heizenergiebedarf rechnerisch nachzuweisen. Dieser Energiebedarfsausweis wird im Neubau sowie bei der wesentlichen Änderung von Gebäuden obligatorisch. Für den Bestand bleibt er eine freiwillige Option.

Er soll sowohl den Nachweis der Anforderungen dokumentieren als auch die Aufschlüsselung des Energiebedarfs nach den einzelnen Energieträgern enthalten. Der Energiepass kann – publizistisch richtig „verkauft“- das öffentliche Bewusstsein schärfen.

### **Autor:**

Dipl.-Ing. Bauoberrat Hans-Dieter Hegner ist Referent im Referat BS 34 –Rationelle Energieverwendung und energetische Modernisierung der Bausubstanz- im Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen (BMVBW)



**Literatur:**

- [1] Ehm H.; Schettler-Köhler H-P.: Von der Wärmeschutzverordnung zur Energieeinsparverordnung. BbauBl 46 (1997) H.11, S.780
- [2] Schettler-Köhler H-P.: Wärmeschutz im Bestand. BbauBl 45 (1996) H.2, S.99
- [3] Hegner H-D.: Energieeinsparverordnung 2000 BbauBl 48 (1999) H.6, S.10
- [4] Verordnung über einen energiesparenden Wärmeschutz bei Gebäuden (Wärmeschutzverordnung – Wärmeschutz-V) vom 16. August 1994, Bundesgesetzblatt I, S.2121
- [5] Rathert P.; Hegner H-D.: Wärmeschutzverordnung und Heizungsanlagenverordnung mit Erläuterungen. Bundesanzeiger-Verlagsgesellschaft, 2. überarbeitete und erweiterte Auflage, 1999
- [6] DIN EN 832: 1998-12 „Wärmetechnisches Verhalten von Gebäuden – Berechnung des Heizenergiebedarfs“. Beuth Verlag GmbH
- [7] DIN V 4108-6: 2000-11 Wärmeschutz und Energieeinsparung in Gebäuden, Teil 6: Berechnung des Jahresheizenergiebedarfs. Beuth Verlag GmbH
- [8] DIN 4108 Beiblatt 2: 1998-08 Wärmeschutz und Energieeinsparung in Gebäuden – Wärmebrücken – Planungs- und Ausführungsbeispiele. Beuth Verlag GmbH
- [9] DIN V 4701-10: 2001-02 Energetische Bewertung von heiz- und raumlufotechnischen Anlagen, Teil 10: Heizung, Trinkwassererwärmung, Lüftung. Beuth Verlag GmbH
- [10] DIN EN ISO 13789: 1999-10 Wärmetechnisches Verhalten von Gebäuden, Spezifischer Transmissionswärmeverlustkoeffizient, Berechnung. Beuth Verlag GmbH
- [11] Feist W.: Überprüfung der bedingten energetischen Anforderungen im Gebäudebestand bei Beibehaltung der gegenwärtigen Rechtsgrundlage der Wärmeschutzverordnung. Studie im Auftrag des Bundesministeriums für Raumordnung, Bauwesen und Städtebau, Dez. 1997
- [12] Kabinettsbeschlüsse zur Energieeinsparverordnung vom 7. März 2001 und 24. September 2001
- [13] Hauser, G. und Maas A.: Überprüfung des Wirtschaftlichkeitsgebotes des Energieeinspargesetzes bei den neuen Anforderungen der Wärmeschutzverordnung 1999 Teil II – Wirtschaftlichkeitsberechnung auf der Grundlage konkreter Konstruktion und Baukosten, Fraunhofer Informationszentrum für Raum und Bau Stuttgart (2000).
- [14] Feist, W.: Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen ausgewählter Energiesparmaßnahmen im Gebäudebestand, Studie im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft (1998).
- [15] Hauser, G. , Maas, A Höttges, K.: Analyse des Heizenergieverbrauchs von Mehrfamilienhäusern auf der Basis der GEWOS-Erhebung, DBZ 45 (1997), H. 3, S. 155-162.
- [16] Richter, W.: Gewährleistung einer guten Raumlufqualität bei weiterer Senkung der Lüftungswärmeverluste, Fraunhofer-Informationszentrum Raum und Bau Stuttgart (1999)
- [17] Hegner, H.-D.: Die Energieeinsparverordnung – das neue Instrument und seine Auswirkungen, GRE-inform Nr.26 (2001)
- [18] Hegner, H.-D., Hauser, G.: Moderne Ansätze für das energiesparende Bauen statt alter Behauptungen!, BbauBl 50 (2001) H.8