

# Kostengünstiges und umweltgerechtes Bauen

Niedersächsisches Ministerium  
für Soziales, Frauen, Familie  
und Gesundheit



## Energieeinsparung im Wohnungs- und Gebäudebestand



Niedersachsen

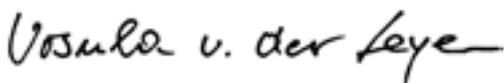


## Vorwort

Das Energiesparpotenzial im vorhandenen Wohnungs- und Gebäudebestand wird auf etwa 70 bis 80 Prozent geschätzt. Vor dem Hintergrund der notwendigen Energieeinsparung und Kohlendioxid-Minderung ist es daher unumgänglich, dieses gewaltige Potenzial zu erschließen. Im Wohnungs- und Gebäudebestand lassen sich, vor allem wegen der häufig unzureichenden wärmeschutz- und anlagentechnischen Standards, bereits mit relativ geringem technischen Aufwand energetische Einsparungen erreichen. Die dafür erforderlichen Investitionen machen sich angesichts steigender Energiekosten relativ schnell bezahlt. Dies ist vor allem der Fall, wenn ohnehin notwendige Modernisierungsarbeiten mit Maßnahmen zur Energieeinsparung kombiniert werden.

Die zuletzt im Dezember 2004 novellierte Energieeinsparverordnung (EnEV), in der die Wärmeschutzverordnung (WSchV) und die Heizungsanlagenverordnung (HeizAn-IV) zusammengefasst sind, ermöglicht eine ganzheitliche Betrachtung der Wärmeverluste und -gewinne von Gebäudehülle und Anlagentechnik. Für bestehende Gebäude und Anlagen sind die Vorschriften anzuwenden, sofern Gebäudeerweiterungen, Instandhaltungs- oder Modernisierungsmaßnahmen an Außenbauteilen bzw. der Anlagentechnik oder andere wesentliche Änderungen am Gebäude erfolgen.

Die vorliegende Broschüre informiert über die Anforderungen der Energieeinsparverordnung an die Gebäude im Bestand, die wichtigsten Regelsetzungen und bauphysikalischen Grundlagen zur energetischen Sanierung sowie über energetische Rahmenbedingungen. Darüber hinaus werden an Beispielen energiesparende Maßnahmen in den Bereichen Wärmedämmung und Haustechnik erläutert. Insbesondere Altbaueigentümern wird damit eine wichtige Hilfestellung zur Durchführung energiesparender Maßnahmen an die Hand gegeben.



Dr. Ursula von der Leyen  
Niedersächsische Ministerin  
für Soziales, Frauen, Familie  
und Gesundheit



# Inhalt

|          |   |           |
|----------|---|-----------|
| <b>1</b> | <b>Energieeinsparung und CO<sub>2</sub>-Reduzierung</b> | <b>5</b>  |
| <b>2</b> | <b>Regelsetzungen</b>                                   | <b>7</b>  |
|          | 2.1 Normen  | 7         |
|          | 2.2 Wärmeschutzverordnung WSchV                         | 7         |
|          | 2.3 Energieeinsparverordnung EnEV 2004                  | 8         |
| <b>3</b> | <b>Bauphysikalische Grundlagen</b>                      | <b>13</b> |
|          | 3.1 Wärmeschutz   | 13        |
|          | 3.2 Wärmebrücken  | 13        |
|          | 3.3 Feuchteschutz                                       | 14        |
|          | 3.4 Luftdichtheit                                       | 15        |
|          | 3.5 Behaglichkeit und Wohnkomfort                       | 16        |
| <b>4</b> | <b>Energetische Rahmenbedingungen</b>                   | <b>17</b> |
|          | 4.1 Gebäudetypologie                                    | 17        |
|          | 4.2 Baukonstruktion – Dämmstandard                      | 18        |
|          | 4.3 Anlagentechnik                                      | 19        |
| <b>5</b> | <b>Energieeinsparende Maßnahmen</b>                     | <b>20</b> |
|          | 5.1 Wärmedämmung der Außenwand                          | 20        |
|          | 5.1.1 Wärmedämmung mit Wärmedämmverbundsystem           | 22        |
|          | 5.1.2 Wärmedämmung mit Vorhangfassade                   | 24        |
|          | 5.1.3 Wärmedämmung mit Kerndämmung                      | 26        |
|          | 5.1.4 Wärmedämmung mit Wärmedämmputz                    | 28        |
|          | 5.1.5 Wärmedämmung mit Innendämmung                     | 29        |
|          | 5.2 Wärmedämmung des oberen Gebäudeabschlusses          | 30        |
|          | 5.2.1 Steildach   | 30        |
|          | 5.2.2 Flachdach   | 32        |
|          | 5.2.3 Oberste Geschossdecke                             | 33        |
|          | 5.3 Wärmedämmung der Kellerdecke                        | 34        |
|          | 5.4 Fenster / Außentüren                                | 35        |
|          | 5.5 Anlagentechnik                                      | 36        |
|          | 5.5.1 Heizungstechnik                                   | 36        |
|          | 5.5.2 Wärmeverteilung                                   | 37        |
|          | 5.5.3 Solare Unterstützung                              | 37        |
|          | 5.5.4 Lüftungsanlage                                    | 38        |
|          | 5.6 Maßnahmenpakete und Förderung                       | 38        |
| <b>6</b> | <b>Wer hilft weiter?</b>                                | <b>41</b> |
| <b>7</b> | <b>Quellennachweis</b>                                  | <b>42</b> |
| <b>8</b> | <b>Abbildungsnachweis</b>                               | <b>43</b> |



# 1 Energieeinsparung und CO<sub>2</sub>-Reduzierung

Zahlreiche der gegenwärtigen Umweltprobleme sind Ergebnis des Energieverbrauchs in Industrie, Verkehr und Haushalt. Dabei wird die Umwelt sekundär durch die Verbraucher belastet, primär durch die technischen Prozesse, die mit Energiegewinnung, -transport und -umwandlung zusammenhängen. Bei einer Vielzahl dieser technischen Prozesse werden Emissionen freigesetzt.

## Emissionen (Beispiele)

|                      |  |
|----------------------|--|
| Luftschadstoffe      | Schwefeldioxid SO <sub>2</sub><br>Kohlenmonoxid CO<br>Stickoxide NO, NO <sub>2</sub><br>Stäube |
| Treibhausgase        | Kohlendioxid CO <sub>2</sub><br>Methan CH <sub>4</sub><br>Ozon O <sub>3</sub><br>FCKW          |
| ozonschädigende Gase | Halone<br>FCKW   |

Abb. 1: Emissionen technischer Prozesse

Im Mittelpunkt der derzeitigen Diskussion steht vor allem Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>), ein Gas, das z. B. bei der Verbrennung fossiler Energieträger freigesetzt wird. Kohlendioxid ist – chemisch gesehen – ein harmloses Gas und auf der Erde sogar lebensnotwendig, da durch seine Anwesenheit in der Erdatmosphäre ein natürlicher Treibhauseffekt entsteht, der die durchschnittliche Erdtemperatur bei ca. 15°C anstatt bei ca. -15°C hält.

Als problematisch muss jedoch das Kohlendioxid bezeichnet werden, das als Folge der Verbrennung von Kohle, Öl und Gas zusätzlich entsteht. Es erhöht den Gehalt von derzeit ca. 0,04 % Kohlendioxid in der Erdatmosphäre und bewirkt einen zusätzlichen Treibhauseffekt, der unerwünschte Klimaveränderungen hervorrufen kann. Weltweit werden jährlich mehr als 20 Milliarden

Tonnen Kohlendioxid freigesetzt, davon 865 Mio Tonnen in Deutschland (Stand 2003), das sind fast 150 Mio Tonnen weniger als im Referenzjahr 1990 /4/. Der größte Teil des freigesetzten Kohlendioxids stammt aus der Verbrennung fossiler Energieträger (Kohle, Erdöl und Erdgas), den Energieträgern, die in Deutschland den Hauptanteil an der Energieversorgung haben.

Die Beheizung von Wohngebäuden verursacht dabei den mit Abstand größten Energieverbrauch in privaten Haushalten. Demnach muss der möglichst vollständigen Ausnutzung der bereitgestellten Energie und der Vermeidung von Wärmeverlusten erhöhte Aufmerksamkeit geschenkt werden.

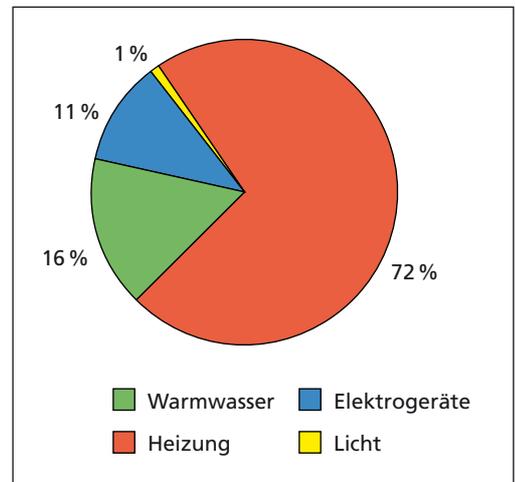


Abb. 2: Durchschnittlicher Anteil verschiedener Anwendungen am Energieverbrauch eines Haushalts

Bei der Planung und Errichtung von Neubauten gehören Maßnahmen zur Reduzierung des Energieverbrauchs zum Stand bzw. den allgemein anerkannten Regeln der Technik sowie zum bau- und anlagentechnischen Standard.

Werden diese Rahmenbedingungen frühzeitig in die Planung und konstruk-

tive Ausführung eingebunden, sind sie einfach und kostengünstig durchzuführen.

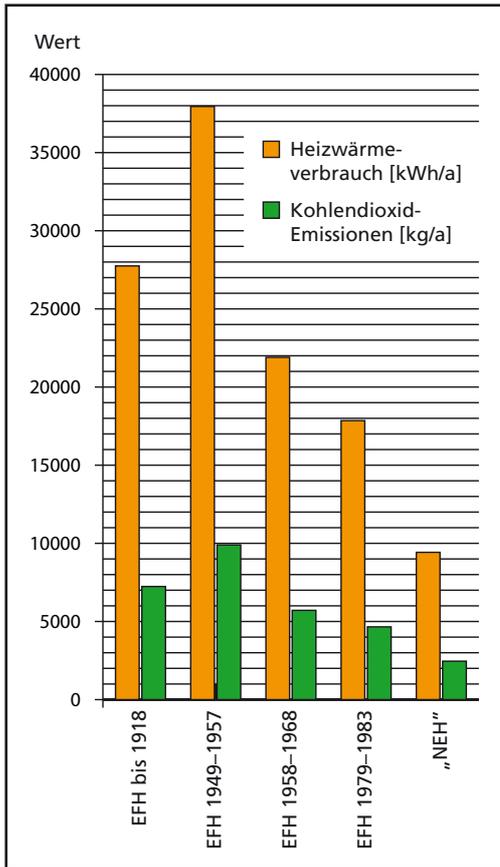


Abb. 3: Heizwärmeverbrauch und CO<sub>2</sub>-Emissionen für freistehende, massiv errichtete Einfamilienhäuser mit einer Wohnfläche von 150 m<sup>2</sup>

Pro Jahr wird im Wohnungsbau jedoch nur ca. 1 % des Gebäudebestandes in Deutschland neu gebaut. Der überwiegende Anteil der Wohngebäude mit ca. 24 Mio. Wohnungen weist einen Heizwärmeverbrauch von mehr als 150 kWh/(m<sup>2</sup>a), zum Teil sogar mehr als 400 kWh/(m<sup>2</sup>a) auf und verursacht hierdurch CO<sub>2</sub>-Emissionen, die um ein Vielfaches über denen des Neubaubereichs liegen. Zum Vergleich: Ein nach derzeitigem Stand der Technik geplantes und errichtetes „Niedrigenergiehaus“ hat im

Durchschnitt einen Heizwärmebedarf von ca. 30–70 kWh/(m<sup>2</sup>a).

Vor dem Hintergrund der notwendigen Energieeinsparung und Kohlendioxid-Minderung hat sich die Bundesregierung verpflichtet, bis zum Jahr 2012 die Kohlendioxidemissionen um 21 % zu senken. Das entspricht etwa 171 Mio Tonnen CO<sub>2</sub> und ist damit die ehrgeizigste Vorgabe in Europa /4/. Maßnahmen zur Energieeinsparung bei Wohngebäuden im Bestand sind dafür eine wesentliche Grundlage. Das technische Reduktionspotenzial im Bestand wird mit ca. 70–80 %, das erschließbare wirtschaftliche Reduktionspotenzial mit 50–60 % eingeschätzt.

Im Wohngebäudebestand sind, vor allem wegen des meist unzureichenden wärmetechnischen Standards, bereits mit relativ geringem Aufwand hohe energetische Einsparungen zu erreichen und auch finanziell realisierbar, vor allem, wenn ohnehin notwendige Erneuerungsarbeiten (z. B. Instandhaltung, Modernisierung, Bauteilersatz) mit Maßnahmen zur Energieeinsparung kombiniert werden. Insofern ist es notwendig, die Maßnahmen der Gebäudeerneuerung und des nachträglichen Wärmeschutzes sowie die Verbesserung der Anlagentechnik insgesamt zu planen, aufeinander abzustimmen und gemeinsam bzw. in aufeinanderfolgenden Schritten zu realisieren.

Förderprogramme von Bund, Ländern, Städten, Gemeinden und anderen Institutionen (vgl. Abschnitt 6) geben durch finanzielle Unterstützung zusätzliche Anreize und Hilfestellungen, in energiesparende Maßnahmen zu investieren.

## 2 Regelsetzungen

### 2.1 Normen

Aus Gesundheits- und Hygienegründen entstand um 1920 der Begriff „Mindestwärmeschutz“ und wurde 1952 in der DIN 4108 „Wärmeschutz im Hochbau“ festgeschrieben. Die Norm orientierte sich an den damals üblichen Waddicken und legte Mindest-Wärmedurchlasswiderstände  $1/\lambda$  für drei verschiedene Wärmedämmgebiete fest.  $1/\lambda$  beschreibt den Widerstand, den ein bestimmter Baustoff der Wärme beim Durchgang durch ein Bauteil entgegensetzt. Der Wärmedurchlasswiderstand für das Wärmedämmgebiet I (nord- und westdeutsche Gebiete mit milden Wintern) entsprach z. B. etwa einer 30 cm dicken Wand aus Vollziegeln, mit der Folge entsprechend niedriger Temperaturen auf den inneren Wandoberflächen.

Mit der Wärmeschutzverordnung wurden auf der Grundlage des „Gesetzes zur Einsparung von Energie in Gebäuden“ (Energieeinspargesetz, 1976) im Jahr 1977 zusätzlich Vorschriften erlassen, die eine wirtschaftlich sinnvolle Beschränkung des Energieverbrauchs forderten. Da hierin jedoch nur mittlere Wärmedurchgangskoeffizienten (k-Werte) festgeschrieben waren, galt weiterhin die DIN 4108 von 1952. Im Jahr 1981 wurde die DIN 4108 „Wärmeschutz im Hochbau“ daraufhin erstmals neu bearbeitet. Von 1996 bis 2001 traten wiederum überarbeitete bzw. neu erarbeitete Teile in Kraft. Die geltenden Normenteile sind der Abbildung 4 zu entnehmen.

Die DIN 4108 regelt weiterhin den Mindestwärmeschutz. Hinsichtlich des energiesparenden Wärmeschutzes wird zusätzlich auf die geltende Energieeinspar-

verordnung sowie auf die damit zusammenhängenden deutschen bzw. europäischen Normen verwiesen.

#### DIN 4108

| Teil                       | Ausgabe | Inhalt   |
|----------------------------|---------|--|
| 4108 Beiblatt 1            | 1982-04 | Inhaltsverzeichnisse; Stichwortverzeichnis                       |
| 4108 Beiblatt 2            | 2004-01 | Wärmebrücken   |
| 4108-1                     | 1981-08 | Größen und Einheiten   |
| 4108-2                     | 2003-07 | Mindestanforderungen an den Wärmeschutz                          |
| 4108-3 (Berichtigung 1)    | 2002-04 | Klimabedingter Feuchteschutz                                     |
| V 4108-4                   | 2004-07 | Wärme- u. feuchteschutztechnische Kennwerte                      |
| 4108-6 (Berichtigung 1)    | 2004-03 | Berechnung des Jahresheizwärme- und des Jahresheizenergiebedarfs |
| 4108-7                     | 2001-08 | Luftdichtheit von Gebäuden                                       |
| V 4108-10 (Berichtigung 1) | 2004-09 | Anforderung an Wärmedämmstoffe                                   |

**Abb. 4: Geltende Normenteile der DIN 4108 „Wärmeschutz im Hochbau“ bzw. „Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden“ (Stand August 2005)**

### 2.2 Wärmeschutzverordnung (WSchV)

Die 1. Wärmeschutzverordnung aus dem Jahr 1977 wurde 1982 novelliert und enthielt neben den Anforderungen an den Wärmeschutz neu zu errichtender Gebäude erstmals Anforderungen an einen erhöhten Wärmeschutz bei baulichen Veränderungen an bestehenden Gebäuden. Die 2. Wärmeschutzverordnung trat 1984 in Kraft und galt bis einschließlich 1994.

Die Nachweisverfahren der 3. Wärmeschutzverordnung galten von 1995 bis einschließlich 2001 für neu zu errich-

tende Gebäude bzw. Erweiterungen an bestehenden Gebäuden. Dabei wurden erstmals nicht mehr abstrakte Größen (Wärmedurchgangskoeffizienten) begrenzt, sondern auch Forderungen an den maximalen Jahres-Heizwärmebedarf von Gebäuden gestellt.

Der Nachweis zur Erfüllung der Anforderungen der 3. Wärmeschutzverordnung hatte wärmeschutztechnische Mindestanforderungen zum Ergebnis, die durch die Planer schnell zu bewerten und umzusetzen waren. Sie erhielten somit im Vergleich zu der Methode der Wärmeschutzverordnung von 1984 größere Gestaltungsfreiheit und mehr Möglichkeiten in der Wahl der einzusetzenden Mittel.

Der Wärmeschutznachweis enthielt neben der Begrenzung der Transmissionswärmeverluste die Berücksichtigung der

- Lüftungswärmeverluste,
- solaren Wärmezugewinne und
- internen Wärmezugewinne.

Nicht berücksichtigt wurden jedoch:

- Wärmebrückeneffekte,
- Luftundichtheiten,
- spezielles Nutzerverhalten,
- Heizungsart, -betriebsweise,

- Einfluss der Wärmespeicherfähigkeiten und
- regional unterschiedliche Klimabedingungen.

In der Entschließung des Bundesrates und der Begründung der Bundesregierung zur Novelle der Wärmeschutzverordnung 1995 wurde die Absicht erklärt, mit einer erneuten Novelle das Anforderungsniveau nochmals zu verschärfen.

### 2.3 Energieeinsparverordnung EnEV 2004

Mit der Einführung der Energieeinsparverordnung sollte der Energiebedarf von Gebäuden erneut um durchschnittlich 30 % gesenkt und damit auch der CO<sub>2</sub>-Ausstoß nochmals reduziert werden (vgl. Abb. 5). Grundlage der Verordnung sind das Energieeinsparungsgesetz EnEG sowie die europäische Richtlinie (Richtlinie 2002/91/EG) über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden.

Die Ziele der EnEV sind:

- Verschärfung der energetischen Anforderungen an das Gebäude,
- Schaffung von mehr Transparenz für den Verbraucher,

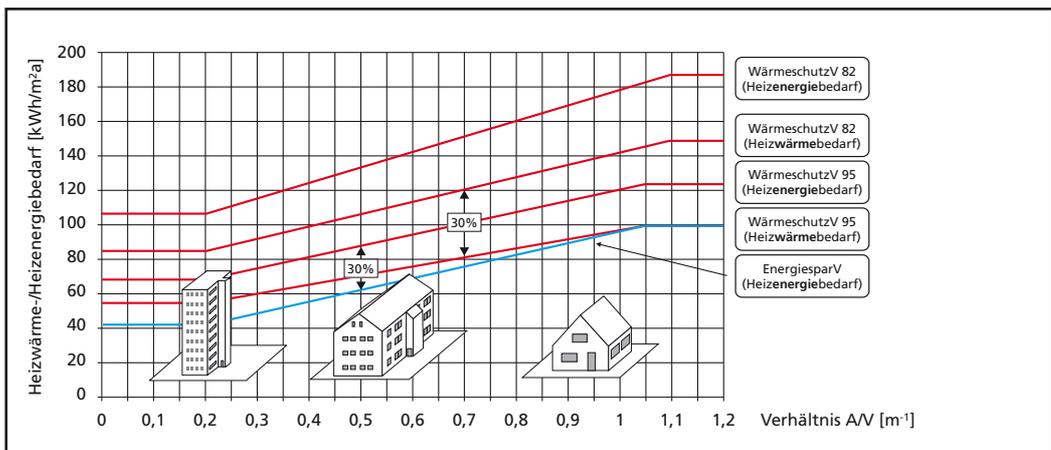


Abb. 5: Vergleich der Anforderungsniveaus der WSchV und der EnEV /8/

- bessere Ausnutzung der Möglichkeiten im Gebäudebestand,
- Förderung innovativer Technik und
- Umsetzung der entsprechenden europäischen Normen.

Die EnEV fasst die Wärmeschutz- und die Heizungsanlagenverordnung zusammen und ermöglicht durch dieses geänderte Bilanzierungsschema eine „ganzheitliche“ Betrachtung der Wärmeverluste und -gewinne von Gebäudehülle und Anlagentechnik. Die grundlegenden Normen seit Dezember 2004 geltenden EnEV sind der Abb. 6 zu entnehmen. Grundlage der der EnEV sind die geänderten Bilanzgrenzen:

Betrachtet wird jetzt, wie viel Energie dem Gebäude von außen zugeführt werden muss, damit der Jahres-Heizwärmebedarf und die Warmwasserbereitung gedeckt werden, d. h., die Bilanzgrenzen erstrecken sich bis zur Übergabe der Energie an das Gebäude. Alle wesentlichen Parameter, wie die Energieverluste bei der Wärmeerzeugung, -bereitstellung und -verteilung für Raumheizung und Brauchwassererwärmung werden erfasst. (Zum Vergleich: In der Wärmeschutzverordnung wurde ermittelt, welcher Wärmebedarf für die Beheizung besteht, d. h., die Bilanzgrenzen waren die Gebäudekanten; Anlagentechnik und Warmwasserbereitung blieben unberücksichtigt.) Die sogenannte Endenergie als alleiniges Bewertungskriterium der Energieeinsparverordnung hätte jedoch eine umweltschutztechnische und wirtschaftliche Ungleichbehandlung zur Folge gehabt, da einige Energieumwandlungsprozesse bereits außerhalb des betrachteten Gebäudes stattfinden (z. B. Strom, Fernwärme). Deshalb werden als neue Anforderungen der „bezogene Jahres-Primärenergiebedarf“ und der „spezifische, auf die wärmeübertragende Umfassungsfläche bezogene Transmissi-

onswärmeverlust“ begrenzt. Somit wird sichergestellt, dass

- unterschiedliche Vorketten bei der Energieumwandlung und Hilfsenergiebedarfe der Anlagentechnik hinreichend berücksichtigt werden (Jahres-Primärenergiebedarf) und
- das Niveau des baulichen Wärmeschutzes nach der WSchV beim Einbau primärenergetisch günstiger Heiz- und Warmwasserversorgungssysteme nicht unterschritten wird.

| Norm                                      | Ermittlung/Berechnung von  |
|---|--|
| DIN EN 832 (2003-06)                      | Umfassungsfläche, beheiztes Luftvolumen, Jahres-Primärenergiebedarf, Jahres-Heizwärmebedarf, Spezifischer Transmissionswärmeverlust                          |
| DIN 4108                                  | Jahres-Primärenergiebedarf, Jahres-Heizwärmebedarf, Spezifischer Transmissionswärmeverlust, Wärmebrückeneinfluss, Lüftungswärmeverluste, solare Wärmegewinne |
| DIN 4701                                  | Lüftungsanlagen-Berücksichtigung, Nutzwärmebedarf für die Warmwasserbereitung, Anlagenaufwandszahl, Primärenergiebedarf                                      |
| DIN EN 673 (2003-06)                      | U-Werte (Verglasung)   |
| DIN EN ISO 6946 V A2 (2003-03)            | U-Wert   |
| DIN EN ISO 13370 (1989-12)                | U-Werte (erdberührend)   |
| DIN EN ISO 10077 (2000-11)                | U-Werte (Fenster, Türen, Anschlüsse)   |
| DIN EN ISO 10211 (1995-11) bzw. (2001-06) | Wärmebrücken   |
| DIN EN ISO 13786 (Entwurf 2005-04)        | Wirksame Wärmespeicherfähigkeit  |
| DIN EN ISO 13789 (1999-10)                | Außenabmessungen, Umfassungsfläche, spezifischer Transmissionswärmeverlustkoeffizient  |

**Abb. 6: Grundlegende Normen zur EnEV (Stand September 2005)**

Grundlage der Rechenverfahren zur Energieeinsparverordnung sind die deutschen und europäischen Normen (vgl. Abb. 6):

- Der Jahres-Primärenergiebedarf  $Q_p$  ist nach DIN EN 832: 2003-06 in Verbindung mit DIN 4108-6: 2004-03 und DIN V 4701-10: 2003-08 zu ermitteln.
- Der spezifische Transmissionswärmeverlust  $H_T$  ist nach DIN EN 832: 2003-06 mit den in DIN 4108-6: 2004-03 genannten Randbedingungen zu berechnen.

Die Anforderungen gelten i. d. R. für neu zu errichtende Gebäude mit normalen bzw. niedrigen Innentemperaturen einschließlich ihrer heizungs- und raumluft-technischen sowie der Warmwasserbereitung dienenden Anlagen. Für bestehende Gebäude und Anlagen sind diese Vorschriften in dieser Form nur anzuwenden, wenn nach § 8, Absatz 3 eine Erweiterung des beheizten Gebäudevolumens um zusammenhängend mind.  $30 \text{ m}^3$  erfolgt und sie gelten nur für den neuen Gebäudeteil. Für andere bauliche Änderungen gelten gesonderte Grenzwerte. Die prinzipiellen Anforderungen

sind der schematischen Darstellung in Abb. 7 zu entnehmen.

Die häufigsten Änderungen an bestehenden Gebäuden sind erfahrungsgemäß die Instandhaltung und Modernisierung von einzelnen oder mehreren Außenbauteilen, die perspektivisch mit der energetischen Modernisierung kombiniert werden sollten und müssen. Dem Stand der Technik entsprechend, sind umfangreiche Sanierungsmethoden in die Anforderungen der EnEV einbezogen worden. Werden bei beheizten Gebäuden die nachfolgend beschriebenen Änderungen (EnEV, Anhang 3, Nr.1–5) vorgenommen und betreffen mehr als 20 % der Bauteilfläche, dürfen die im Anhang 3, Tabelle 1 (Abb. 8) festgelegten Wärmedurchgangskoeffizienten  $U_{\text{max}}$  der betroffenen Außenbauteile nicht überschritten werden:

- Außenwände (Ersatz, Einbau, Erneuerung, z. B. durch das Anbringen von Bekleidungen, Verschalungen, Vorsatzschalen, Dämmschichten, Außenputz, Ausfachungen),

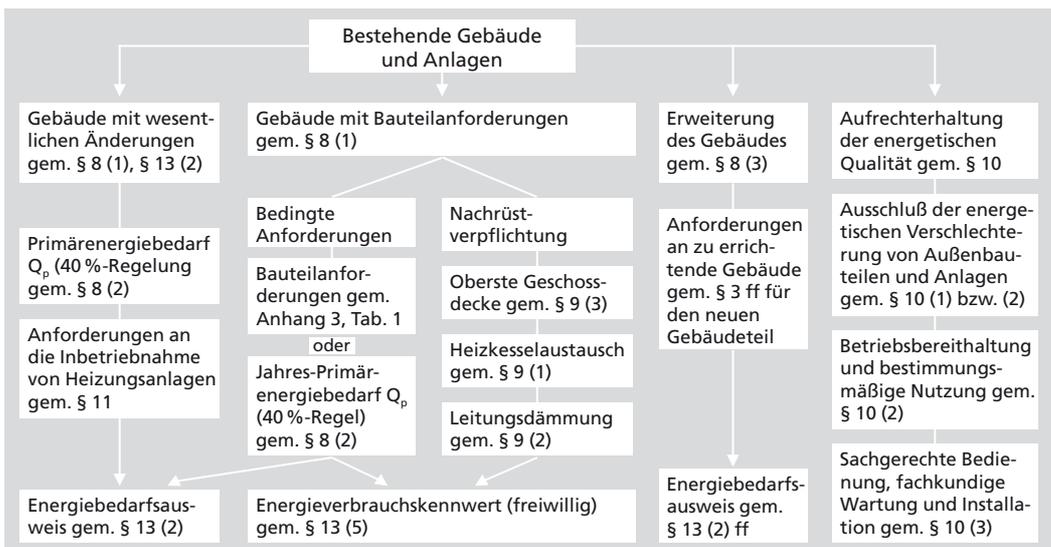


Abb. 7: Anforderungen der EnEV an bestehende Gebäude und Anlagen

| Zeile            | Bauteil  | Maßnahme nach                               | Gebäude nach § 1 Abs. 1 Nr. 1                                 | Gebäude nach § 1 Abs. 1 Nr. 2                               |
|------------------|--|---|---|---|
|                  |  |   | max. Wärmedurchgangskoeffizient $U_{\max}^{1)}$ in $W/(m^2K)$ |   |
|                  | 1  | 2   | 3   | 4   |
| 1 a)<br>b)       | Außenwände   | allgemein<br>Nr. 1 b), d) und e)            | 0,45<br>0,35  | 0,75<br>0,75  |
| 2 a)<br>b)<br>c) | Außenliegende Fenster, Fenstertüren, Dachflächenfenster<br>Verglasungen<br>Vorhangfassaden   | Nr. 2 a) und b)<br>Nr. 2 c)<br>allgemein    | 1,7 <sup>2)</sup><br>1,5 <sup>3)</sup><br>1,9 <sup>4)</sup>   | 2,8 <sup>2)</sup><br>keine Anforderung<br>3,0 <sup>4)</sup> |
| 3 a)<br>b)<br>c) | Außenliegende Fenster, Fenstertüren, Dachflächenfenster mit Sonderverglasungen<br>Sonderverglasungen<br>Vorhangfassaden mit Sonderverglasungen | Nr. 2 a) und b)<br>Nr. 2 c)<br>Nr. 6 Satz 2 | 2,0 <sup>2)</sup><br>1,6 <sup>3)</sup><br>2,3 <sup>4)</sup>   | 2,8 <sup>2)</sup><br>keine Anforderung<br>3,0 <sup>4)</sup> |
| 4 a)<br>b)       | Decken, Dächer, Dachschrägen<br>Dächer   | Nr. 4.1<br>Nr. 4.2                          | 0,30<br>0,25  | 0,40<br>0,40  |
| 5 a)<br>b)       | Decken und Wände gegen unbeheizte Räume oder Erdreich  | Nr. 5 b) und e)<br>Nr. 5 a), c), d) und f)  | 0,40<br>0,50  | keine Anforderung<br>keine Anforderung                      |

- 1) Wärmedurchgangskoeffizient des Bauteils unter Berücksichtigung der neuen und der vorhandenen Bauteilschichten; für die Berechnung opaker Bauteile ist DIN EN ISO 6946 : 1996-11 zu verwenden.
- 2) Wärmedurchgangskoeffizient des Fensters; er ist technischen Produkt-Spezifikationen zu entnehmen oder nach DIN EN ISO 10077-1 : 2000-11 zu ermitteln.
- 3) Wärmedurchgangskoeffizient der Verglasung; er ist technischen Produkt-Spezifikationen zu entnehmen oder nach DIN EN 673 : 2003-06 zu ermitteln.
- 4) Wärmedurchgangskoeffizient der Vorhangsfassade; er ist nach den allgemein anerkannten Regeln der Technik zu ermitteln.

**Abb. 8: Höchstwerte der Wärmedurchgangskoeffizienten  $U_{\max}$  bei erstmaligem Einbau, Ersatz und Erneuerung von Bauteilen (EnEV, Anhang 3, Tabelle 1)**

- Fenster, Fenstertüren, Dachflächenfenster (Ersatz, Einbau, Erneuerung durch Einbau von Vor- oder Innenfenstern, Ersatz der Verglasung; separate Anforderungen für Sonderverglasungen),
  - Außentüren,
  - Decken (oberste Geschossdecken), Steildächer, Flachdächer (Ersatz oder Neuaufbau der Dachhaut oder außenseitige Bekleidung/Verschalung, Aufbringen oder Erneuern innenseitiger Bekleidungen/Verschalungen, Einbau von Dämmschichten, Einbau zusätzlicher Bekleidungen oder Dämmschichten an Wänden zum unbeheizten Dachraum),
  - Wände und Decken gegen unbeheizte Räume und gegen Erdreich (Anbringen oder Erneuern von Bekleidungen, Verschalungen, Feuchtigkeitssperren, Drainagen, Fußbodenaufbauten, Deckenbekleidungen, Dämmschichten),
  - Vorhangfassaden (Ersatz oder erstmaliger Einbau des gesamten Bauteils oder Ersatz der Füllung (Verglasung oder Paneele)).
- Die Anforderungen an  $U_{\max}$  gelten ebenfalls als erfüllt, wenn das Gebäude mit seinen Änderungen die jeweiligen Anforderungen an neu zu errichtende Gebäude um maximal 40 % überschreitet (sog. 40 %-Regel).

Hierfür sind die erforderlichen Berechnungen für neu zu errichtende Gebäude durchzuführen, mit denen ein Energiebedarfsausweis erstellt werden kann.

Bei wesentlichen Änderungen am Gebäude ist gemäß §13 (2) ein Energiebedarfsausweis auszustellen, sofern mit den wesentlichen Änderungen die erforderlichen Berechnungen gemäß § 13 (1) durchgeführt wurden. Wesentliche Änderungen liegen vor, wenn

- innerhalb eines Jahres mindestens 3 der beschriebenen Änderungen (EnEV, Anhang 3, Nr. 1–5) in Verbindung mit dem Austausch eines Heizkessels oder der Umstellung der Heizungsanlage auf einen anderen Energieträger durchgeführt wurde oder
- das beheizte Gebäudevolumen um mehr als 50 % erweitert wird.

Die Behörden der Länder können die „Gebäudesanierung“ in diesen Fällen mit der Erstellung des Energiebedarfsausweises verknüpfen. In einem Energiebedarfsausweis sind gemäß § 13 (1) die wesentlichen Ergebnisse der nach dieser Verordnung erforderlichen Berechnungen, insbesondere die Werte

- des Transmissionswärmeverlusts,
- der Anlagenaufwandszahl der Anlagen für Heizung, Warmwasserbereitung und Lüftung,
- des Endenergiebedarfs nach einzelnen Energieträgern und
- des Jahres-Primärenergiebedarfs zusammenzustellen.

Einzelheiten zum Energiebedarfsausweis, insbesondere bezüglich der erleichterten Feststellung der Eigenschaften von Gebäudeteilen, die von der Änderung nicht betroffen sind, sind in einer Allgemeinen Verwaltungsvorschrift der Bundesregierung geregelt.

Gemäß § 13 (4) ist der Energiebedarfsausweis den nach Landesrecht zuständigen Behörden auf Verlangen vorzulegen und Käufern, Mietern und sonstigen Nutzungsberechtigten der Gebäude auf Anforderung zur Einsichtnahme zugänglich zu machen. Ist ein Energiebedarfsausweis nicht zu erstellen, können alternativ die wesentlichen Gebäude- und Nutzungsmerkmale mit dem Energieverbrauchskennwert mitgeteilt werden. Als Vergleichsmaßstab werden im Bundesanzeiger durchschnittliche Energieverbrauchswerte bekannt gemacht.

Weiterhin enthält die Energieeinsparverordnung in § 9 Nachrüstverpflichtungen (gemäß § 9 (4) bei kleinen Gebäuden nur bei Eigentümerwechsel):

- Heizkessel, die vor dem 1.10.1978 eingebaut wurden, müssen bis 2006 bzw. bis 2008 ausgetauscht werden, sofern es sich nicht um Niedertemperatur- oder Brennwertkessel handelt (§ 9 (1)).
- Ungedämmte, zugängliche Wärmeverteilungs- und Warmwasserleitungen sowie Armaturen in nicht beheizten Räumen müssen bis 2005 gedämmt werden (§ 9 (2)).
- Nicht begehbare aber zugängliche oberste Geschossdecken beheizter Räume müssen bis 2005 gedämmt werden. Der U-Wert  $0,3 \text{ W/m}^2\text{K}$  darf nicht überschritten werden (§ 9 (3)).

Im § 10 wird zudem die Aufrechterhaltung der energetischen Qualität gefordert, d. h. Veränderungen an Außenbauteilen und der Anlagentechnik dürfen die energetische Qualität nicht verschlechtern bzw. müssen kompensiert werden. Die Anlagentechnik ist sachgerecht zu bedienen, fachkundig zu warten und instand zu halten.

## 3 Bauphysikalische Grundlagen

### 3.1 Wärmeschutz

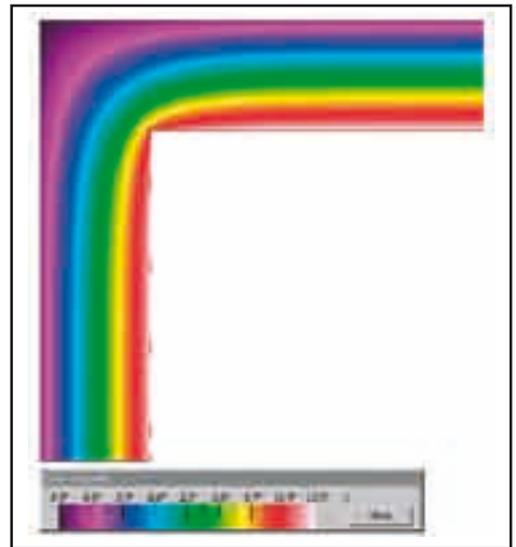
Die Außenhülle des Gebäudes hat von jeher die Aufgabe, die Gebäudenutzer vor der Witterung zu schützen und muss z. B. dicht gegen Wasser und Wind sein und eine wärmedämmende Wirkung haben. Das heißt, Wärmeverluste über diese äußere Hülle sind zu minimieren. Der Gesamtwärmeverlust eines Gebäudes besteht aus Transmissions- und Lüftungswärmeverlusten, sowie Verlusten der Anlagentechnik.

Bei Gebäuden, die nicht entsprechend den Anforderungen der 3. Wärmeschutz- bzw. gemäß der Energieeinsparverordnung errichtet wurden, sind diese Verluste sehr hoch, wobei ein wesentlicher Anteil dem unzureichenden Wärmeschutz, also den Transmissionswärmeverlusten zuzuordnen ist. Daher ist die Verminderung dieser Verluste durch die wärmeschutztechnische Verbesserung (z. B. nachträgliche Dämmung der Außenbauteile) die effektivste Maßnahme zur Senkung des Heizwärmebedarfs eines Gebäudes. Der Transmissionswärmeverlust wird durch den Wärmedurchgangskoeffizienten U-Wert (früher: k-Wert), des entsprechenden Bauteils bzw. der Bauteilkombination in der Gebäudeumfassungsfläche charakterisiert. Der U-Wert gibt die Wärmemenge an, die stündlich durch ein Bauteil transportiert wird, wenn der Temperaturunterschied zwischen Außen- und Innenseite 1 K beträgt. Er ist annähernd umgekehrt proportional zur Dicke der wärmedämmenden Baustoffe. Die Wärmeschutzmaßnahmen sollten aus energetischen und bauphysikalischen Gründen möglichst homogen (gleichmäßig) am Gebäude ausgeführt werden. Je höher das angestrebte Dämmniveau, desto wichtiger ist die homogene, ungestörte Verteilung des Wärmeschutzes (Vergleich mit einem rundum geschlossenen

Dämmmantel), d. h. desto wichtiger ist die Vermeidung von Wärmebrücken.

### 3.2 Wärmebrücken

Wärmebrücken sind örtlich begrenzte Bereiche der Gebäudehülle, die einen deutlich geringeren Wärmeschutz aufweisen als die sie umgebenden Flächen der Gebäudehülle. Die Oberflächentemperaturen auf der Innenseite dieser Bereiche liegen daher meist deutlich niedriger als in den angrenzenden Bereichen. Tauwasserniederschlag, Durchfeuchtungerscheinungen, Feuchte- und Schimmelpilzschäden können die Folge sein.



**Abb. 9:** Darstellung der Temperaturverteilung (Isothermen) an einer ungedämmten Außenwanddecke

Der Nachteil von Wärmebrücken ist einerseits der durch sie entstehende Wärmeverlust, andererseits die Gefahr der Tauwasserbildung und der daraus resultierenden Bauschäden. Wärmebrücken können bei nachträglicher Wärmedämmung an bestehenden Gebäuden weitgehend vermieden oder beseitigt

werden, wenn das gesamte Gebäude konsequent homogen auf seiner Außenseite gegen Wärmeverluste gedämmt wird. Dabei muss kritischen Punkten im Rahmen der Sanierungsplanung und -ausführung besondere Beachtung geschenkt werden:

- Anschluss Dach/Wand,
- Deckenaufleger,
- Anschluss Fenster/Tür und Wand,
- auskragende Bauteile (Balkonplatten),
- Rolladenkästen,
- Heizkörpernischen usw.

Je höher der Dämmstandard ist, desto stärker wirken sich die Wärmebrücken aus. Deshalb ist es wichtig, sie im Rahmen energetischer Modernisierungen zu beseitigen. Erfahrungen aus der Baupraxis zeigen, dass unerkannte Wärmebrücken, auch wenn sie bisher nicht durch Schäden offensichtlich geworden sind, nach der Wärmedämmung des Gebäudes Probleme durch Tauwasser bereiten. Auch die Energieeinsparverordnung berücksichtigt Wärmebrücken intensiver als dies bei den bisherigen Verordnungen der Fall war.

### 3.3 Feuchteschutz

Das Feuchteverhalten eines Bauteils (Wand, Decke) ist abhängig von folgenden Stoffeigenschaften:

#### Hygroskopizität

Damit wird die Eigenschaft eines Baustoffes bezeichnet, Luftfeuchte aus der Umgebungsluft aufzunehmen und zu binden. In Abhängigkeit von der relativen Luftfeuchte stellt sich eine Gleichgewichtsfeuchte ein. Je nach Feuchteaufnahmevermögen und Reaktionsgeschwindigkeit wirkt der Baustoff mehr oder weniger regulierend auf die Raumfeuchte.

#### Kapillare Leitfähigkeit

Die kapillare Leitfähigkeit ist die Grundlage für die Aufnahme, den Transport und die Abgabe von Wasser. Sie hat ihren Ursprung im Porengefüge des Baustoffes, im sogenannten Kapillarsystem. Das enthaltene Kapillarwasser wandert immer zur trockenen Seite des Bauteils, um an der Oberfläche zu verdunsten.

#### Wasserdampfdiffusionsfähigkeit

Je kleiner der Dampfdiffusionsfaktor  $\mu$  des Bauteils oder Baustoffes ist, desto geringer ist der Widerstand, den Wasserdampf der Luft hindurchzulassen, desto leichter kann also der Dampf eindringen. Dieser diffundiert aufgrund eines Dampfdruckgefälles zur kalten Seite des Bauteils, oder bei gleicher Temperatur zur Seite der geringeren Luftfeuchte. Ist die Temperatur im Bauteil sehr gering, wird der Wasserdampf zu Tauwasser (Taupunkt).

Liegt der Taupunkt des Wasserdampfes im äußeren Drittel der Außenwand, kann das Wasserdampf meist schnell an die Oberfläche transportiert werden und durch eine dampfdurchlässige Oberfläche verdunsten. Je weiter der Taupunkt in das Innere der Wand verschoben wird, desto weiter ist der Weg bis zur Verdunstung. Wird auf der Innenseite des Bauteils eine Dämmung aufgebracht, kann die Temperatur schon direkt hinter der Dämmung derart absinken, dass der Wasserdampf an der kalten Seite kondensiert. Um dies zu verhindern, sollten Innendämmungen nach Möglichkeit vermieden werden. Gegebenenfalls sind „Dampfsperren oder -bremsen“ raumseitig vor der Wärmedämmung aufzubringen, die den Eintritt von Wasserdampf verhindern bzw. reduzieren. Insgesamt ist beim Feuchteschutz darauf zu achten, dass

- möglichst alle Bauteile dampfdiffusionsfähig sind,

- keine Verhinderung der kapillaren Austrocknung erfolgt,
- als Vorsichtsmaßnahme vor jeder nachträglichen Dämmmaßnahme eine Berechnung des Wasserdampfdiffusionsverhaltens (Taupunktbe-rechnung) durchgeführt wird,
- Innendämmungen nach Möglichkeit vermieden werden.

### 3.4 Luftdichtheit

Der Schwerpunkt der energetischen Modernisierung lag in der Vergangenheit bei der Verbesserung des Wärmeschutzes. Eine ebenso große Bedeutung kommt jedoch der Luftdichtheit der Gebäudehülle zu. Die Schaffung einer luftdichten Gebäudehülle im Rahmen der Modernisierung ist insbesondere aus energetischen, bauphysikalischen und baurechtlichen Gründen unabdingbar.

#### Energetische Aspekte

Je höher das Dämmniveau eines Gebäudes ist, desto größer ist der prozentuale Anteil der Lüftungswärmeverluste am Gesamtwärmeverlust. Aber auch oder gerade bei Gebäuden im Bestand spielen Undichtheiten in der Gebäudehülle eine große Rolle. Häufige Beispiele sind Fenster und Fensteranschlüsse, Rolladenkästen und -durchdringungen sowie Anschlüsse in Dachgeschossen, an denen ein unkontrollierter Luftaustausch stattfindet. Diese ungeplanten Lüftungsverluste über Fugen und Ritzen sind deshalb auch in bestehenden Gebäuden häufig in der Größenordnung der Transmissionswärmeverluste zu finden. Dieses Potenzial gilt es im Rahmen der energetischen Modernisierung zu erschließen.

#### Bauphysikalische Aspekte

Durch vorhandene Fugen und Ritzen kann feucht-warme Innenraumluft in

die Konstruktion eindringen und kühlt bei der Durchströmung des Bauteils von innen nach außen ab. Der enthaltene Wasserdampf kondensiert bei Unterschreitung der Taupunkttemperatur und kann als Wasser in den Bauteilen zu Feuchteschäden führen.

Dies ist vor allem bei organischen Baustoffen, z. B. Holzbauteilen, unbedingt zu vermeiden, da ein dauerhafter Feuchtegehalt Voraussetzung für Schädlingsbefall (Schimmelpilz, Fäulniserreger) ist und hierdurch der Gebäudebestand erheblich gefährdet sein kann. Aber auch die Durchfeuchtung anderer Baustoffe führt durch den Wassergehalt zumindest zu einer Erhöhung der Wärmeleitfähigkeit und damit zur Verschlechterung der Dämmfähigkeit des Bauteils. Mit der Schaffung einer luftdichten Gebäudehülle wird somit ein erhebliches Bau-schadenpotenzial beseitigt.

#### Baurechtliche Aspekte

| Norm/Verordnung   | Inhalt  |
|---|---|
| DIN 4108-7 (2001-08)  | Luftdichtheit von Gebäuden, Anforderungen, Planungs- und Ausführungsempfehlungen sowie -beispiele                   |
| DIN EN 12207 (2000-06)  | Fenster und Türen-Luftdurchlässigkeit-Klassifizierung   |
| DIN EN 13829 (2001-02)  | Bestimmung der Luftdurchlässigkeit von Gebäuden   |
| WSchV (1995) § 4  | Forderung nach einer luftundurchlässigen Schicht über die gesamte thermische Fläche                                 |
| EnEV (2004) § 5   | Dichtheit, Mindestluftwechsel   |
| Merkblatt des Zentralverbandes des Deutschen Dachdeckerhandwerks (1991) | Anforderungen an die Luftdichtheit der Gebäudehülle, Maßnahmen zur Ausführung der Wärmedämmung zwischen den Sparren |

**Abb. 10: Normen/Verordnungen zur Luftdichtheit von Gebäuden (Stand September 2005)**

Die Forderung nach der Ausführung einer luftdichten Gebäudehülle ist bereits in der 2. Novellierung der Wärmeschutzverordnung von 1984 bzw. in der DIN 4108 von 1981 enthalten, sie muss von Planern und Bauausführenden beachtet werden. Sie gilt nicht ausschließlich für den Neubaubereich. Im Falle des Bauteilaustausches oder -ersatzes, z. B. im Rahmen einer Modernisierung, gilt die Forderung nach einer luftdichten Gebäudehülle auch im Bestand.

### 3.4 Behaglichkeit und Wohnkomfort

Behaglichkeit und Wohnkomfort unterliegen naturgemäß persönlichen Bewertungen. Dennoch lassen sich auf der Grundlage der physiologischen Vorgänge Kriterien für das Entstehen eines bestimmten Behaglichkeitsempfindens angeben. Die Behaglichkeit wird von sehr unterschiedlichen Einflussfaktoren bestimmt:

- thermischen (Temperatur, Luftfeuchtigkeit, Luftgeschwindigkeit, Bekleidung usw.),
- optischen (Tageslicht, Kunstlicht, Farben usw.),
- akustischen (Innen- und Außengeräusche usw.),
- biophysikalischen (elektrische Gleich- oder Wechselfelder, Ionisation der Luft usw.).

Unter den Aspekten der Energieeinsparung und des Wärmeschutzes kommt vor allem der thermischen Behaglichkeit Bedeutung zu. Im Zustand der thermischen Behaglichkeit besteht ein Gleichgewicht zwischen der Abgabe der produzierten Körperwärme an die Umgebung und der Wärmeeinwirkung durch die Umgebung auf den Menschen. Störungen dieses Gleichgewichtes können z. B. durch entsprechendes Beheizen der Räume bzw. angepasste Bekleidung ausgeglichen

werden. Die thermische Behaglichkeit wird im wesentlichen durch miteinander verknüpfte, physikalische Größen bestimmt:

- Temperatur der Raumluft,
- mittlere Temperatur der raumumschließenden Flächen,
- relative Luftfeuchte im Raum,
- Luftbewegung im Raum.

Physiologische Untersuchungen haben gezeigt, dass, je nach Betätigung, Wohnraum-Temperaturen zwischen + 18°C und + 24°C als behaglich empfunden werden. Die vom Menschen empfundene Temperatur wird insbesondere sowohl von der Raumlufttemperatur als auch von der mittleren Temperatur der Raumumschließungsflächen bestimmt. Sie kann somit nur dann behaglich sein, wenn die Temperaturdifferenz zwischen Raumluft und Raumumschließungsflächen hinreichend klein ist.

Bei kalten Oberflächen, d. h. einer großen Temperaturdifferenz zwischen der Körpertemperatur und den umgebenden Bauteilen (Wände, Decken, Fußböden), findet eine schnelle Wärmeabgabe des Körpers durch Strahlung statt. Dies wird oft als unangenehme Zegerscheinung empfunden und als Reaktion darauf die Raumlufttemperatur erhöht. Als Richtgröße kann eine durchschnittliche Temperaturdifferenz zwischen Raumluft und Raumumschließungsflächen zwischen 2 bis 3 K (1 Kelvin entspricht etwa 1°C) angenommen werden. Luftbewegungen aufgrund vorhandener Leckagen (Undichtheiten) werden als unangenehme Zegerscheinungen vor allem an windreichen Tagen empfunden. Seitens der Bewohner wird i. d. R. ebenfalls mit einer Erhöhung der Raumlufttemperatur reagiert. Weiterhin kann an windreichen Tagen das Erreichen der gewünschten Raumlufttemperatur unmöglich sein.

## 4 Energetische Rahmenbedingungen

### 4.1 Gebäudetypologie

Etwa 10 % des Gebäudebestandes in Deutschland sind nach den Energiekrisen der 70er-Jahre erbaut worden. Das heißt, nur der Anteil von 10 % aller Gebäude erfüllt annähernd die Anforderungen der 2. Wärmeschutzverordnung von 1984. Werden auch in Zukunft nur Neubauten von den verschärften Anforderungen der Energieeinsparverordnung erfasst, sind die Ziele der Bundesregierung zur Energieeinsparung im Raumheizungsbereich nicht zu erfüllen. Diese Ziele können nur erreicht werden, wenn auch im Gebäudebestand in hohem Maße nachträgliche Wärmeschutzmaßnahmen gefordert und durchgeführt werden. Im Detail ist dies an fünf nachfolgend aufgeführten Szenarien /6, 7/ sichtbar: Die Abb. 11 zeigt die zu den beschriebenen Szenarien gehörenden Verläufe der CO<sub>2</sub>-Emission bis zum Jahre 2005. Aus dem Kurvenverlauf ist ersichtlich, dass zwischen den Szenarien I und II ohne das Einbeziehen des Altbaubestandes kaum Unterschiede in den Einsparmöglichkeiten liegen. Erst die Erfassung des Gebäudebestandes ermöglicht angestrebte Einsparungen um 25 %.

Nach Gertis „ist der Altbau keine Frage des Alters; Altbau ist alles, was mehr als 150–200 kWh/(m<sup>2</sup>a) verbraucht“. Vermindert man die gemäß Amtsstatistik vorhandenen ca. 36 Mio. Wohnungen um leerstehende, zweitbewohnte oder gewerblich genutzte Wohnungen, befinden sich in Deutschland 31 Mio. beheizte Wohnungen. Hiervon sind 24 Mio. (77 %) dem Altbau zuzurechnen, 6 Mio. davon denkmalgeschützt. 18 Mio. Wohnungen entfallen auf die alten Bundesländer. Die 6 Mio. Wohneinheiten in den neuen Bundesländern weisen nach der Definition in /6, 7/ allesamt Altbaustandard auf.

- **Szenarium I**  
zeigt die Entwicklung bei Beibehaltung der Wärmeschutzverordnung 1984 auf.
- **Szenarium II**  
geht für den Neubaubereich von Anforderungen aus, die der Wärmeschutzverordnung 1995 entsprechen, sieht aber keine Modernisierung für den Altbau vor.
- **Szenarium III**  
sieht gegenüber II vor, dass zusätzlich 2 % des Altbaubestandes pro Jahr auf das Niveau der Wärmeschutzverordnung 1984 gebracht werden.
- **Szenarium IV**  
geht davon aus, dass der gesamte Altbaubestand bis zum Jahre 2005 auf das Niveau der Wärmeschutzverordnung 1984 gebracht wird.
- **Szenarium V**  
führt fiktiv für den Altbau etwa das Neubaubniveau der Wärmeschutzverordnung 1995 ein.

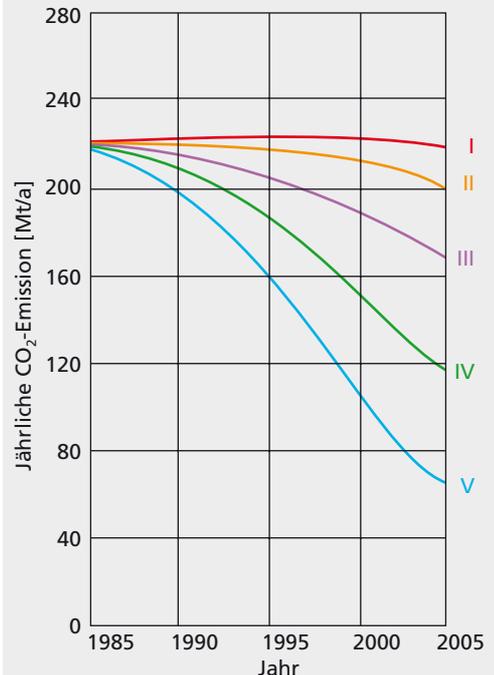


Abb. 11: Theoretischer Verlauf der jährlichen CO<sub>2</sub>-Emission in Deutschland /6, 7/

Zur Erhebung des Raumwärmeverbrauchs und zur Ermittlung der Möglichkeiten und Grenzen von Energieeinsparmaßnahmen wurde auch in Niedersachsen, speziell in der Stadt und im damaligen Landkreis Hannover, der Gebäudebestand typisiert. Aus der Abb. 12 sind die Wohnungen in den jeweiligen Altersklassen ersichtlich.

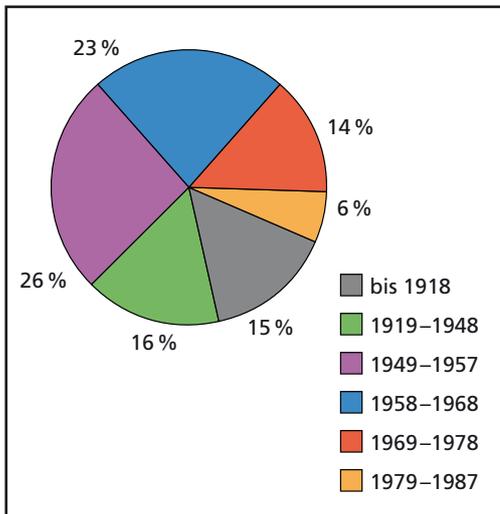


Abb. 12: Anzahl der Wohnungen in % nach Baualterklassen in Hannover und damaligem Landkreis /9/.

Über 90 % des in Stadt und dem damaligen Landkreis Hannover vorhandenen Wohnungsbestandes sind vor dem Inkrafttreten der 1. Wärmeschutzverordnung von 1977 errichtet worden, etwa die Hälfte in den 50er- und 60er-Jahren, d. h. in der Phase des Wiederaufbaus sowie des Bevölkerungs- und Wirtschaftswachstums. Die Mehrfamilienhäuser machen nach /9/ 47 % des Gebäudebestandes aus, jedoch 86 % der Wohnungen, 78 % der Wohnflächen und 76 % des Heizenergieverbrauchs. Die Mehrzahl der Wohnungen befinden sich in Mehrfamilienhäusern mit mehr als 6 Wohnungen. Die Betrachtung von Einsparpotenzialen in diesem Bereich hat daher einen hohen Stellenwert.

## 4.2 Baukonstruktion-Dämmstandard

Die Ermittlung des Heizenergieverbrauchs und des Energieeinsparpotenzials setzt die detaillierte Kenntnis der Baukonstruktion voraus. Nur auf dieser Grundlage können nachträgliche Wärmedämm-Maßnahmen gezielt durchgeführt, Bauschäden vermieden und das Einsparpotenzial ausgeschöpft werden.

Den größten Flächenanteil der wärmetauschenden Hüllfläche von Wohngebäuden nehmen Außenwände, Fenster, Kellerdecken (Bodenplatten) und Dachflächen (oberste Geschossdecken) ein. Deshalb ist die Kenntnis insbesondere von

- Materialart,
- Bauteildicke und
- Bauteilaufbau

für die Wahl der Art der baulichen Verbesserung des Wärmeschutzes von besonderer Bedeutung. Eine energetische Bestandsaufnahme in Verbindung mit einer Energieberatung ist empfehlenswert. Die daraus resultierende Gebäuediagnose (z. B. der ab 2006 unter anderem bei Neuvermietung oder Kaufauszustellende Energieausweis) kann als Grundlage der Verbesserung des Wärmeschutzes und der anlagentechnischen Verbesserungen genutzt werden. Es empfiehlt sich in jedem Fall, kompetente fachliche Unterstützung hierfür in Anspruch zu nehmen, um Planungs- und Ausführungsfehler von vornherein auszuschließen und Qualität zu sichern.

Im Abschnitt 6 sind Adressen entsprechender Institutionen genannt, die z. B. fachliche Beratungen, Vor-Ort-Beratungen und Gebäuediagnosen anbieten. Erst mit der Kenntnis der vorhandenen Gegebenheiten sollten die Modernisierungsmaßnahmen geplant werden. Bereits in den frühen Planungsphasen sollte zudem die Maßnahmenkopplung

in Erwägung gezogen werden (vgl. Abschnitt 5.6). Sind ohnehin Instandsetzungen an Gebäudeteilen erforderlich oder geplant, sollte die Chance auf eine gleichzeitige energetische Modernisierung genutzt werden.

### 4.3 Anlagentechnik

Heizungssysteme und Kesselleistungen wurden in der Vergangenheit häufig überdimensioniert und sind heute vielfach veraltet. Durch die technische Entwicklung der Heizungssysteme, Kessel, Mess- und Regelungstechnik ist eine, dem (durch z. B. die nachträgliche Wärmedämmung) veränderten Heizwärmebedarf angepasste Dimensionierung und Einstellung möglich und energetisch erforderlich. Öl- oder Gasheizungen, die älter als 15 Jahre sind, lassen sich häufig nicht mehr energiesparend betreiben. In den Heizkesseln beträgt der Anlagenutzungsgrad oft nur zwischen 45 und 65 %, in modernen Kesseln über 90 %. Gründe dafür sind neben der veralteten Bauart und der Überdimensionierung große Oberflächenverluste durch die hohen Kesseltemperaturen und geringe Dämmung, hohe Abgasverluste, veraltete oder fehlende Regeleinrichtungen, nicht oder wenig gedämmte Wärmeverteilungssysteme usw.

Im Bereich der Anlagentechnik sollte deshalb eine Bestandsaufnahme erfolgen, vor allem wenn Modernisierungsmaßnahmen im Bereich der Wärmedämmung erfolgen. Eine Anpassung an die geänderten wärmetechnischen Gegebenheiten des Gebäudes oder eine Umstellung des Energieträgers kann neben der Nutzungsgradsteigerung weitere Energie- und Kosteneinsparungen erzielen. Entsprechend den Anforderungen der Energieeinsparverordnung, § 9 müssen zudem:

- Heizkessel, die mit flüssigen oder gasförmigen Brennstoffen beschickt werden und vor dem 1.10.1978 eingebaut oder aufgestellt worden sind, bis zum 31.12.2006 außer Betrieb genommen werden,
- verbesserte Heizkessel dieser Art, die die zulässigen Abgasverlustgrenzwerte einhalten oder deren Brenner nach dem 1.11.1996 erneuert wurden, bis zum 31.12.2008 außer Betrieb genommen werden,
- bei heizungstechnischen Anlagen ungedämmte, zugängliche Wärmeverteilungs- und Warmwasserleitungen sowie Armaturen, die sich in unbeheizten Räumen befinden, bis zum 31.12.2005 gedämmt werden.

Auf diese Weise wird eine Nutzungsgradsteigerung von Altanlagen bzw. die Ausrüstung mit modernen Anlagen angestrebt, um den Gebäudebestand im Bereich der Anlagentechnik zukünftig dem technischen Standard anzupassen.



Abb. 13: Energetisch veraltete Heizkessel-Anlage in einem Einfamilienhaus

# 5 Energieeinsparende Maßnahmen

## 5.1 Wärmedämmung der Außenwand

Der größte Teil der Wärme geht über die Außenwand und die Fenster verloren. Nach einer Untersuchung vom Institut für Bauforschung e. V. kann der Wärmeverlust über die Außenwand bei einem viergeschossigen Zweispänner z. B. 36 % des Gesamtwärmeverlustes betragen. Um diesen Wärmeverlust über die Außenwand zu verringern, gibt es eine Reihe verschiedener baulicher Möglichkeiten. Sie richten sich u. a. nach der vorhandenen Wandkonstruktion, nach baupflegerischen und bauaufsichtlichen Auflagen sowie nach den zur Verfügung stehenden finanziellen Mitteln und persönlichen Wünschen des Bauherrn.

Die in der Praxis am häufigsten und mit Erfolg angewendeten nachträglichen Maßnahmen zur Verbesserung des Wärmeschutzes an Außenwänden sind

- Wärmedämmung als Wärmedämmverbundsystem (Thermohaut, Thermoklinker),
- Wärmedämmung mit einer Vorhangfassade,
- Wärmedämmung als Kerndämmung durch Ausfüllen der Luftschicht bei zweischaligem Mauerwerk.

Seltener werden angewendet

- Wärmedämmung durch Wärmedämmputz,
- Wärmedämmung auf der Innenseite der Umfassungsfläche (Innendämmung).

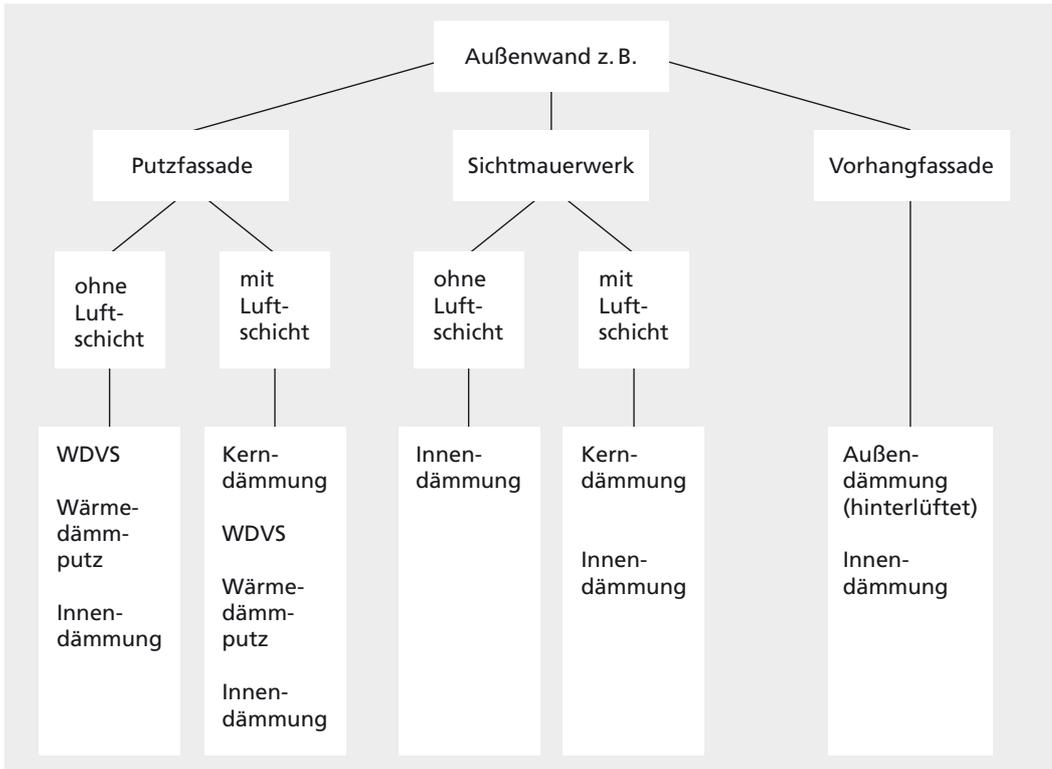


Abb. 14: Nachträgliche Außenwand-Dämmmaßnahmen



Von diesen Dämmmaßnahmen ist das nachträgliche Aufbringen der Wärmedämmung auf der Außenseite der Umfassungswände die wohl am häufigsten praktizierte Verbesserung. Sie stellt eine bauphysikalisch erprobte Lösung dar und ist ohne größere Belästigung der Bewohner (Lärm, Schmutz usw.) vom Gerüst auszuführen.



Durch den damit gleichzeitig verbundenen Schutz der Bausubstanz, vermindert eine nachträgliche Außenwanddämmung vorhandene Wärmebrücken, verhindert auf diese Weise zukünftige Bauschäden, verlängert die Lebensdauer des Gebäudes und erhöht seinen Wert. In der Außenwand verlegte Rohrleitungen werden zudem gegen Frosteinwirkungen geschützt.



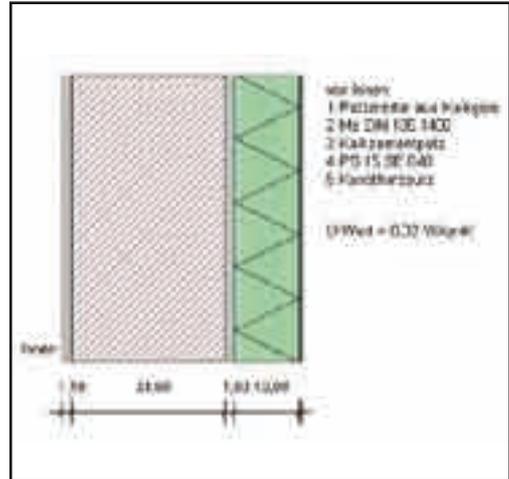
Darüber hinaus verbessert eine außenliegende Dämmschicht die Wärmespeicherfähigkeit der vorhandenen Wand und vermindert so Schwankungen der Innentemperatur in den Wohnräumen, erhöht also den Wohnkomfort für die Bewohner.

Im nachfolgenden Abschnitt sind die Möglichkeiten der nachträglichen Außenwanddämmung im Einzelnen beschrieben.

**Abb. 15–17: Beispiele für energetisch modernisierte Einfamilienhäuser in Hannover**

### 5.1.1 Wärmedämmung als Wärmedämmverbundsystem

Beim Wärmedämmverbundsystem werden die Dämmplatten unmittelbar auf die Außenwand aufgebracht und beschichtet. Dieses Verfahren wird derzeit am meisten angewandt und bietet sich dort an, wo aus architektonischen oder baupflegerischen Gründen der Charakter der Putzfassade erhalten bleiben soll oder eine Putzfassade gewünscht wird. Bei größeren Gebäuden können aus gestalterischen und technischen Gründen auch Kombinationen aus Wärmedämmverbundsystem und Vorhangsfassade ausgeführt werden.



Wärmedämmverbundsysteme werden als Außenwanddämmung seit etwa 30–35 Jahren angewendet. Als Materialien für die Wärmedämmung kommen z. B. Hartschaumplatten, entsprechend zugelassene (hydrophobierte) Mineralwolle-Dämmplatten oder Korkplatten zum Einsatz. Die Dämmmaterialien müssen mindestens schwerentflammbar sein, d. h. der Baustoffklasse B 1 entsprechen.

Wärmedämmverbundsysteme sind jedoch nur als Gesamtsystem zugelassen, d. h., die Einzelkomponenten (Dämmstoff, Armierung und Putz) verschiedener Systeme dürfen nicht miteinander kombiniert werden.

Die Dämmschicht kann in Abhängigkeit von der Wärmeleitfähigkeitsgruppe und der Zulassung des Dämmstoffs sowie entsprechend den energetischen und bauphysikalischen Anforderungen der Außenwand zwischen 60 mm und 200 mm dick sein. Üblich bzw. energetisch, bauphysikalisch und wirtschaftlich sinnvoll sind Dämmschichtdicken zwischen 100 mm und 160 mm.

### Wandaufbau

|   |             |             |
|---|-------------|-------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kalkgipsputz innen</li> <li>• Ziegel-Mauerwerk (24 cm)</li> <li>• Kalkzementputz außen</li> </ul>                                      | <b>alt</b>  |             |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kleber</li> <li>• PS-Hartschaumplatten (10 cm)</li> <li>• Putzgrundvoranstrich und Glasfasergewebe</li> <li>• Kunstharzputz</li> </ul> |             | <b>neu</b>  |
| <b>U-Wert [W/(m²K)]</b>   | <b>1,61</b> | <b>0,32</b> |

Abb. 18: Beispiel einer nachträglichen Außenwand-Dämmmaßnahme (Wärmedämmverbundsystem)

Bei einem gut erhaltenen Außenputz werden die Platten, nachdem der Putz mit einem Tiefengrundhärter behandelt worden ist, direkt mit einem Spezialkleber aufgebracht. Durch die Entwicklung von mechanischen Befestigungssystemen wie Kunststoffdübeln oder Aluminium-

profilen ist es möglich, die Platten auch auf sprödem und rissigem Putzgrund, oder auf unverträglichen Farbanstrichen anzubringen.

Das aufwendige Abschlagen des alten Putzes oder das Abfräsen seiner Oberfläche kann dadurch i. d. R. entfallen.



**Abb. 19: Energetische Modernisierung eines Mehrfamilienhauses mit Wärmedämmverbundsystem**

Aufgrund der geringeren Wärmebrückenwirkung werden heute oft Dämmplatten mit Stufenfalz verwendet, die gemäß DIN EN ISO 6946 lückenlos eingebaut werden müssen. Auf nicht-profilierter Dämmplatten wird ein Glasfasergewebe aufgebracht und mit Kunstharzputz beschichtet. Für die Verwendung mineralischer Putze werden, wegen des besseren Haftgrundes, stark profilierte Dämmplatten verwendet.

### **Planungs- und Ausführungshinweise Wärmedämmverbundsystem**

- Es sollten nur Komplettsysteme verwendet werden, die eine entsprechende Zulassung besitzen.
- Das ausführende Unternehmen hat über entsprechende Erfahrungen und Fachkompetenz zu verfügen.
- Wärmeleitfähigkeitsgruppe (WLG) und Schichtdicke der Dämmung sind vor dem Einbau zu prüfen.
- Bei der Verwendung von Hart-schaum-Dämmplatten sollten nur abgelagerte Platten verwendet werden, so dass die Anfangsschwindung des Baustoffes bereits abgeklungen ist.
- Es sollten keine feuchten Wände bekleidet werden, andernfalls kann sich Kondensationsfeuchte im Dämmstoff bilden, die die Dämmwirkung herabsetzt und Schäden verursachen kann.
- Die Dämmplatten sind lückenlos zu stoßen; die Dämmstöße sind sauber abzukleben. Dämmplatten mit Stufenfalz sind dabei von Vorteil.
- Die Anschlüsse/Überbindemaße (z. B. an Fenstern, Türen) sind fachgerecht, dauerhaft und luftdicht herzustellen.
- Dunkle Farben für die Oberfläche des Putzes sollten vermieden werden, da sie in hohem Maße durch die Sonnenstrahlung erwärmt werden. Dies kann zu erhöhten Spannungen und zu Rissbildungen und Abplatzungen führen.

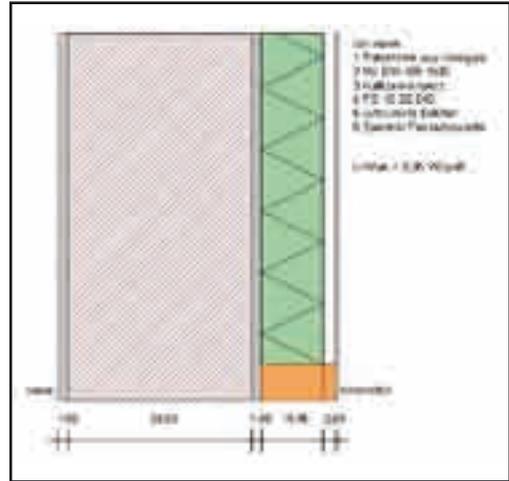
## 5.1.2 Wärmedämmung als Vorhangfassade

Die hinterlüftete Vorhangfassade als nachträgliche Verbesserung des Wärmeschutzes von Außenwänden ist eine bewährte, bauphysikalisch ausgereifte Konstruktion, die sich vor allem dann anbietet, wenn die architektonische Gestaltung der Außenhaut des Gebäudes verändert werden soll oder wenn diese Veränderung ohne gestalterische Bedenken möglich ist.

Als Dämmmaterial können z. B. entsprechend zugelassene Mineralwolle-Dämmplatten (entsprechend DIN 18165 (2001-09) verwendet werden. Die Platten sollten je nach Wärmeleitfähigkeitsgruppe und Zulassung sowie entsprechend den energetischen und bauphysikalischen Anforderungen zwischen 60 mm und 150 mm dick sein. Dämmschichtdicken zwischen 80 mm und 150 mm sind energetisch, bauphysikalisch und wirtschaftlich sinnvoll.

Als äußere Bekleidung werden im allgemeinen Kunststoff- oder Faserzementplatten unterschiedlicher Form, Farbe und Dicke verwendet. Daneben ist aber auch die Verwendung anderer Bekleidungen z. B. Holz, Leichtmetallprofiltafeln, Betonwerkstein- oder Natursteinplatten möglich. Abhängig ist die Materialwahl von statischen, optischen und nicht zuletzt finanziellen Aspekten.

Als Unterkonstruktion werden i. d. R. Holz-, Aluminium-, oder Stahlprofile verwendet. Beim Einsatz von Aluminium und Stahl ist wegen der hohen Wärmeleitfähigkeit des Materials eine thermische Trennung zwischen Unterkonstruktion und Außenwand vorzusehen, um die Wärmebrückenwirkung zu reduzieren. Weiterhin sollte die Anzahl der Befestigungspunkte (so weit dies statisch möglich ist) minimiert werden.



### Wandaufbau

|   |             |             |
|---|-------------|-------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>Innenputz</li> <li>Ziegel-Mauerwerk (30 cm)</li> <li>Außenputz</li> </ul>  | <b>alt</b>  |             |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>Mineralwolle-Dämmplatten (10 cm)</li> <li>Luftschicht</li> <li>Holz-Unterkonstruktion</li> <li>Faserzementplatten</li> </ul> |             | <b>neu</b>  |
| <b>U-Wert [W/(m<sup>2</sup>K)]</b>  | <b>1,54</b> | <b>0,35</b> |

**Abb. 20:** Beispiel einer nachträglichen Außenwand-Dämmmaßnahme (Vorhangfassade)

Vor Anbringung der Unterkonstruktion ist das Mauerwerk auf seine statische Belastbarkeit zu prüfen. Darüber hinaus müssen die DIN 18516 „Außenwandbekleidungen, hinterlüftet“, die technischen Baubestimmungen für Fassadenbekleidungen und die entsprechenden Zulassungen für die Befestigungssysteme berücksichtigt werden.



**Abb. 21: Energetisch modernisiertes Wohngebäude mit Vorhangfassade**

Inwiefern eine Hinterlüftung der Vorhangfassade vorzusehen ist, ist im Rahmen der Planung bauphysikalisch zu prüfen. Untersuchungen des Fraunhofer Instituts für Bauphysik, Stuttgart, zeigen, dass bei vorgesetzten Fassadenbekleidungen aus kleinformatigen Elementen (z. B. Faserzementplatten, Holzschindeln), die schuppenförmig übereinander an horizontalen Holzlatten oder Metallprofilen befestigt werden) im Hinblick auf die Trocknung des Mauerwerks eine Hinterlüftung nicht unbedingt erforderlich ist.

Dies kann eine Arbeits- und Kostensparnis ergeben und zu einer Reduzierung der Konstruktionsabmessungen

(Bauteildicke) führen, setzt jedoch die langfristige Vermeidung eines zu hohen Feuchtegehalts voraus.

### **Planungs- und Ausführungshinweise Vorhangfassade**

- Es sollten nur Materialien verwendet werden, die eine entsprechende Zulassung für diese Anwendung besitzen (Dämmplatten, Fassadenplatten, Unterkonstruktion, Befestigungssysteme, Produkte zur thermischen Trennung).
- Das ausführende Unternehmen hat über entsprechende Erfahrungen und Fachkompetenz zu verfügen.
- Wärmeleitfähigkeitsgruppe (WLG) und Schichtdicke des Dämmmaterials sind vor dem Einbau zu prüfen.
- Es sollten keine feuchten Wände bekleidet werden, andernfalls könnte sich Kondensationsfeuchte im Dämmstoff bilden, die die Dämmwirkung herabsetzen und Schäden verursachen kann.
- Die Dämmplatten sind gleichmäßig und lückenlos einzubauen.
- Die Anschlüsse/Überbindemaße (z. B. an Fenstern, Türen) sind fachgerecht, dauerhaft und luftdicht herzustellen.

### 5.1.3 Wärmedämmung als Kerndämmung

Die nachträgliche Kerndämmung bei vorhandenen Außenwänden setzt eine zweischalige Mauerwerkskonstruktion mit einer Luftschicht voraus, wie sie vorwiegend im nord- und nordwestdeutschen Raum anzutreffen ist.

Als Dämmstoffe können Blähton, Bläherlit oder andere zugelassene Dämmmaterialien, wie z. B. lose Mineralwolle eingebracht werden. Die Dämmstoffe werden entweder über entsprechende Öffnungen in die Luftschicht geschüttet oder eingeblasen. Möglich ist auch das Ausschäumen der Luftschicht mit Kunststoffschäumen.

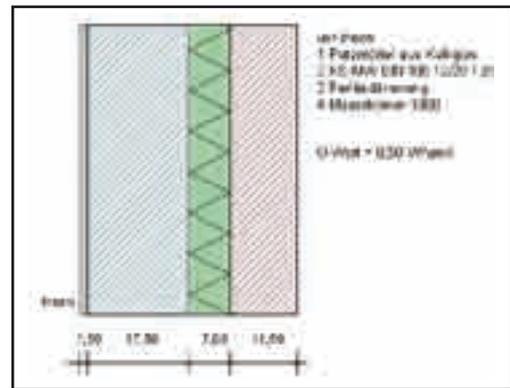
Bei der nachträglichen Dämmung von zweischaligem Mauerwerk wird Bläherlit als schüttbares Dämmmaterial häufig und seit ca. 20 Jahren eingesetzt. Bläherlit ist mineralischen Ursprungs und daher nichtbrennbar (DIN EN 13169, Baustoffklasse A1 nach DIN 4102) und besitzt dauerhaft wasserabweisende Eigenschaften.

Die Ausfüllung der Luftschicht mit Bläherlit ist eine unternehmensegebundene Ausführungsart. Für Material und Verfahren liegt ein Zulassungsbescheid des Deutschen Instituts für Bautechnik, Berlin vor. Durch Einfüllöffnungen (Bohrungen oder Entfernen einzelner Klinker in der Vorsatzschale) wird das Dämmmaterial mittels Einfüllgebläse in die Hohlschicht eingebracht. Dies erfolgt mit einem leichten Überdruck, so dass die Dämmstoffkörnung sehr dicht abgelagert und eine geschlossene, hohlraumfreie Verfüllung erzielt wird.

Die Einfüllöffnungen sollten so hoch wie möglich in der Mauerwerksschale in

horizontalen Abständen von 2,50 m bis 3,00 m vorgesehen werden.

Unter jedem Fenster ist eine zusätzliche Einfüllöffnung notwendig, um eine gleichmäßige Verteilung des Materials zu gewährleisten. Für die Arbeit an Einfamilienhäusern ist in der Regel kein Gerüst erforderlich.



#### Wandaufbau

|   |             |             |
|---|-------------|-------------|
| • Innenputz                             | alt         | neu         |
| • KS-Mauerwerk (17,5 cm)                |             |             |
| • Luftschicht (7,5 cm)                  |             |             |
| • Bläherlitdämmung (7,5 cm)             |             | neu         |
| • Vormauerschale Mauerklinker (11,5 cm) | alt         | neu         |
| <b>U-Wert [W/(m²K)]</b>                 | <b>1,56</b> | <b>0,50</b> |

Abb. 22: Beispiel einer nachträglichen Dämmmaßnahme (Kerndämmung)

In ähnlicher Weise erfolgt das Ausschäumen der Luftschicht mit Kunststoff-

schaum. Langzeiterfahrungen liegen hier noch nicht vor. Es ist zu prüfen, ob eine Zulassung des Deutschen Instituts für Bautechnik, Berlin vorliegt.

Da die Kerndämmung von Altbauten aus bauphysikalischer Sicht nicht unproblematisch ist, ist eine kombinierte U-Wert-/Wasserdampfdiffusionsberechnung anhand der Baustoffparameter und des Wandaufbaus dringend zu empfehlen. Anhand dieser Ergebnisse muss im Einzelfall entschieden werden, ob dieses Verfahren angewendet werden kann.

### **Planungs- und Ausführungshinweise Kerndämmung**

- Mit einer bauphysikalischen Berechnung anhand der Gebäudeparameter ist zu prüfen, ob eine nachträgliche Kerndämmung möglich ist.
- Es sollten nur Dämmmaterialien und Einbauverfahren verwendet werden, die eine entsprechende Zulassung für diese Anwendung besitzen.
- Das ausführende Unternehmen hat über entsprechende Erfahrungen und Fachkompetenz zu verfügen.
- Die Dämmung ist gleichmäßig und lückenlos einzubauen, ggf. sollte als Qualitätskontrolle auch eine thermografische Überprüfung vereinbart werden.

### 5.1.4 Wärmedämmung durch Wärmedämmputz

Überall dort, wo aufgrund des bestehenden Mauerwerks eine geringe Wärmedämmung ausreicht, um zu spürbaren Heizkostensparnissen und angenehmem Wohnklima zu kommen, können Dämmputze eine Alternative bieten.

Dämmputze von 5 bis 10 cm Dicke werden durch

- Aufschäumen des Mörtels,
- Zuschlag aufgeschäumter Kunststoffe oder
- Zuschlag geblähter Mineralstoffe hergestellt.

Dämmputzschichten bis zu 5 cm Dicke werden in einem Arbeitsgang, größere Dicken in zwei Arbeitsgängen ausgeführt. Die Endbeschichtung erfolgt mit mineralischem Putz.

Die wärmedämmende Wirkung ist mit  $\lambda = 0,07 \text{ W}/(\text{mK})$  bis  $0,12 \text{ W}/(\text{mK})$  größer als bei herkömmlichen mineralischen Außenputzen, jedoch wesentlich geringer als bei anderen Maßnahmen zur Verbesserung der Dämmwirkung der Außenwand.

Durch die Anforderungen der neuen Energieeinsparverordnung spielt deshalb das Aufbringen von Wärmedämm-

putzen eine untergeordnete Rolle, wird jedoch in Sonderfällen angewandt.

#### Planungs- und Ausführungshinweise Wärmedämmputz

- Auf der Grundlage einer Wärmeschutzberechnung ist zu prüfen, ob eine Wärmedämmung mit Wärmedämmputz energetisch und wirtschaftlich sinnvoll ist und den Anforderungen der EnEV entspricht.
- Dämm- und Deckputz sollten als System eine entsprechende Zulassung für diese Anwendung besitzen.
- Fassadenanstriche müssen auf das System des Dämmputzes abgestimmt sein.
- Für Dämmputze, bei denen der Leichtmörtel aus organischen Zuschlägen wie Polystyrol besteht, ist eine bauaufsichtliche Zulassung, in der u. a. der Rechenwert der Wärmeleitfähigkeit festgelegt wird, erforderlich.
- Das ausführende Unternehmen hat über entsprechende Erfahrungen und Fachkompetenz zu verfügen.

### 5.1.5 Wärmedämmung als Innendämmung

Die Verbesserung der Wärmedämmung durch Innendämmungen wird vor allem für historische Bausubstanz oder besonders erhaltenswerte Fassaden, praktiziert. Innengedämmte Außenwände sind jedoch bauphysikalisch komplizierte Systeme, die, wenn irgend möglich, vermieden werden sollten. Sind Innendämmungen unumgänglich, gehören die Dämmarbeiten in jedem Fall in die Hände erfahrener Fachunternehmen. Von Selbsthilfearbeiten ist grundsätzlich Abstand zu nehmen.

Innendämmungen können insbesondere vorteilhaft sein

- bei denkmalgeschützten oder erhaltenswerten Fassaden,
- bei der Dämmung von Heizkörpernischen und
- wenn die zu beheizenden Räume nur zeitlich begrenzt genutzt werden,

Nachteile der Innendämmung sind

- unvermeidbare Wärmebrücken in der Außenwand, in Wohnraumecken, an Decken,
- Tauwasserprobleme,
- verminderte wärmespeichernde Wirkung der Außenwand,
- mögliche Erhöhung der Schalllängsleitung zwischen den Räumen,
- Verringerung der Stellflächen (Auswirkungen z. B. auf Einbaumöbel).

Innendämmungen können als Bekleidungen oder Vorsatzschalen ausgeführt werden. Als Dämmmaterialien werden z. B. Mineralwolle-Dämmmatten oder -platten, Kunststoff-Hartschaumplatten, Holzwolle-Leichtbau- und Verbundplatten, Kokosmatten oder Mehrschicht-Leichtbauplatten verwendet. Bei einer Plattenbekleidung werden sie zwischen einer Holzlattung eingebaut und raumseitig mit Bauplatten, verputzten Trä-

gerplatten oder einer Holzverschalung versehen.

Innere Vorsatzschalen aus wärmedämmendem Mauerwerk oder Leichtlehm haben eine geringere Dämmwirkung. Sie müssen aus diesem Grund dicker ausgeführt werden. Trotzdem kann eine innere Vormauerung sinnvoll sein, z. B. zur Schallschutzverbesserung von Fachwerkwänden. Dafür ist jedoch eine ausreichende Tragfähigkeit des Untergrundes sicherzustellen.

Bei einigen Konstruktionen kann es erforderlich sein, zwischen der Dämmschicht und der raumseitigen Bekleidung eine „Dampfsperre“ (z. B. PE-Folie) einzubauen. Anhand bauphysikalischer Berechnungen muss dies im Einzelfall entschieden werden.

#### Planungs- und Ausführungshinweise Innendämmung

- Mit einer Wärmeschutz- und einer bauphysikalischen Berechnung (kombinierte U-Wert-/Wasserdampfdiffusionsberechnung) anhand der Gebäudeparameter ist zu prüfen, ob eine Innendämmung möglich ist.
- Es ist zu prüfen, ob der Einbau einer „Dampfsperre“ erforderlich ist. Bei Notwendigkeit ist der Einbau fachgerecht (vor allem dauerhaft dicht) durchzuführen.
- Es sollten nur Materialien verwendet werden, die eine entsprechende Zulassung besitzen.
- Das ausführende Unternehmen hat über entsprechende Erfahrungen und Fachkompetenz zu verfügen.

## 5.2 Wärmedämmung des oberen Gebäudeabschlusses

### 5.2.1 Steildach

Traditionelle Dächer sind geneigt und haben, je nach Region, eine Dacheindeckung aus Tonziegeln, Steinplatten, Holzschindeln, Schiefer, Dachsteinen, Reet usw. Die Formen, Neigungen, Dacheindeckungen und -überstände haben sich den jeweiligen Lebensgewohnheiten der Bauherren bzw. Bewohner, den verfügbaren Materialien, den Klimabedingungen sowie dem Herstellung- und Wartungsaufwand angepasst. Sie prägen zum Teil bis in die heutige Zeit typische Bauformen einer Region.



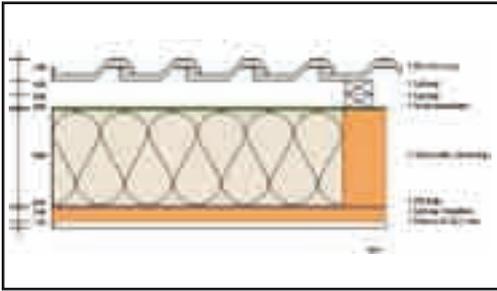
Abb. 23: Nachträgliche Dachdämmung bei einem Einfamilienhaus

Dachräume wurden in der Vergangenheit als Speicher-, Lager- und Vorratsräume genutzt. Erst durch die notwendige Verwendung des Dachraumes als Wohnraum wurden sie ausgebaut und für Wohnzwecke nutzbar gemacht. Nachträgliche Verbesserungen der Wärmedämmung geneigter Dächer werden

in der Regel nur bei Dachgeschossen vorgenommen, die ausgebaut werden sollen. Bei nicht ausgebauten Dachräumen, bei denen die zusätzliche Wärmedämmung der obersten Geschossdecke aus statischen Gründen nicht möglich ist, muss ebenfalls der gesamte Dachraum gedämmt werden, um einen Wärmestauraum zu erhalten.

Dächer die bereits vor 1970 zu Wohnzwecken ausgebaut wurden, haben in der Regel nur eine dünne oder keine Dämmschicht. Daher sollten auch derartige Dachflächen zusätzlich gedämmt werden. Dazu ist in vielen Fällen ein Umdecken des Daches und/oder das Verstärken der Sparren notwendig. In Verbindung mit notwendigen Modernisierungs- und Wartungsarbeiten sind diese zusätzlichen Dämmarbeiten demnach einfacher durchzuführen. Die zusätzliche Wärmedämmung kann zwischen, über oder/und unter den Sparren eingebaut werden. Als Dämmmaterial werden z. B. Mineralwolle-, Schafwolle-, Baumwolle- oder Zellulosematten, Korkplatten oder Kunststoff-Hartschaumplatten bzw. lose Dämmstoffe, wie z. B. Zellulose verwendet. Die Dicke der Dämmschicht ist, in Abhängigkeit von der Wärmeleitfähigkeitsgruppe und den konstruktiven Gegebenheiten (z. B. Sparrenhöhe) auszuwählen.

Die Feststellung des Ist-Zustandes (Tragfähigkeit, Erhaltungszustand) der Konstruktion sollte mit einem Statiker erfolgen, um frühzeitig zu klären, welche Möglichkeiten für die Dämmung bestehen. Nachfolgend sind Beispiele beschrieben. Im Beispiel der Abb. 25 war ein ausgebauter Dachgeschoss mit ausreichend tragfähigen Sparren und einer Zwischensparrendämmung vorhanden und sollte wärmetechnisch verbessert werden.



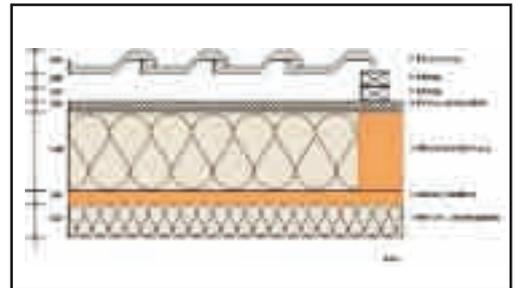
samte Zwischensparrenraum gedämmt. Eine Umdeckung des Daches war nicht notwendig. Im Beispiel der Abb. 26 war ein nichtausgebauter Dachraum vorhanden. Die schadhafte Dacheindeckung und ein undichtes Unterdach machten eine Neueindeckung erforderlich. Die Dämmung erfolgte durch Zwischen- und Untersparrendämmung.

### Dachaufbau

|  |             |             |
|--|-------------|-------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dacheindeckung</li> <li>• Lattung, Konterlattung</li> <li>• Dampfdiffusionsoffene Unterspannbahn</li> <li>• Sparren 8/14</li> </ul> | alt         | neu         |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dämmung 3 cm, beidseitig Bitumenpapier</li> </ul>   |             |             |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sparrenaufdopplung 8/4</li> <li>• Schafwolle-Dämmmatten (18 cm)</li> <li>• PE-Folie</li> </ul>                                      |             | neu         |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lattung</li> </ul>  | alt         |             |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gipskarton</li> </ul>   |             |             |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gipsfaserplatten</li> </ul>   |             | neu         |
| <b>U-Wert [W/(m²K)]</b>  | <b>1,01</b> | <b>0,24</b> |

Abb. 24: Beispiel einer nachträglichen Dachdämmmaßnahme (Zwischensparrendämmung)

Die Sparrenhöhe reichte für die geplante Erhöhung der Dämmstoffdicke nicht aus. Aus diesem Grund wurden zusätzliche Kanthölzer unter den bestehenden Sparren angebracht und der ge-



### Dachaufbau

|  |             |             |
|--|-------------|-------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dacheindeckung</li> <li>• Lattung, Konterlattung</li> </ul> | alt         |             |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• bitumierte Holzweichfaserplatte</li> </ul>                  |             |             |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sparren 8/14</li> </ul>                                     | alt         | neu         |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mineralwolle-Dämmmatten (14 cm)</li> </ul>                  |             |             |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lattung</li> </ul>  | alt         |             |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Holzschalung</li> </ul>                                     |             |             |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verbundplatten</li> </ul>                                   |             | neu         |
| <b>U-Wert [W/(m²K)]</b>  | <b>1,70</b> | <b>0,19</b> |

Abb. 25: Beispiel einer nachträglichen Dachdämmmaßnahme (kombinierte Zwischen- und Untersparrendämmung)

## 5.2.2 Flachdach

Flachdächer wurden in den 20er- und 30er-, später auch in den 70er-Jahren als Stilelement der modernen Architektur geschätzt. Zahlreiche dieser Dächer sind heute wegen Undichtheiten instand zu setzen bzw. wegen unzureichender Dämmung wärmeschutztechnisch zu verbessern.

Zur Beurteilung und Auswahl der entsprechenden Instandsetzungs- und Wärmeschutzmaßnahmen ist die Kenntnis über die Konstruktion des Flachdaches von Bedeutung. Sie können unterschiedlich aufgebaut sein. Es wird unterschieden in:

- nicht wärme gedämmte Flachdächer,
- wärme gedämmte Flachdächer („Warmdächer“, „Umkehrdächer“) und
- wärme gedämmte Flachdächer („Kalt-dächer“).

Die Dicke der Wärmedämmschicht sollte über beheizten Räumen ausreichend dimensioniert sein (entsprechend Wärmeschutzberechnung, i. d. R. mindestens 15 cm). Die meisten Flachdächer sind jedoch nur gering bzw. nicht gedämmt. Die nachträgliche Verbesserung der Wärmedämmung kann von innen und von außen erfolgen. Die Außendämmung ist aus bauphysikalischer Sicht einer Innendämmung vorzuziehen.

Außerdem gelten besondere Bestimmungen für den Aufbau und die Berechnung der Wärmedämmung. Hier sollten in jedem Fall Fachunternehmen oder entsprechende Fachleute befragt

werden. Anhand von bauphysikalischen Berechnungen (U-Wert, Wasserdampfdiffusion usw.) und statischen Prüfungen kann anschließend über eine Ausführungsvariante entschieden werden.

In jedem Fall muss das Dach neben den Wärmeschutzanforderungen den „Fachregeln für Dächer mit Abdichtungen – Flachdachrichtlinien (2003-09)“ (herausgegeben vom Zentralverband des Dachdeckerhandwerks) entsprechen.

### Planungs- und Ausführungshinweise Steildach / Flachdach

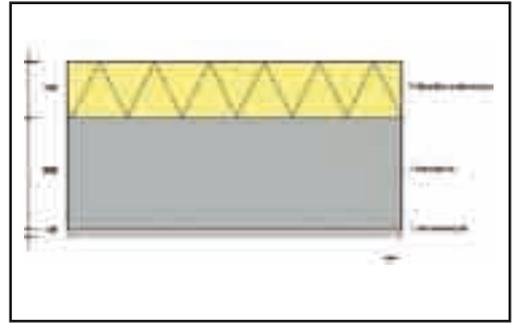
- Mit einer Wärmeschutz-/bauphysikalischen Berechnung ist anhand der Gebäudeparameter zu prüfen, welche Maßnahme bauphysikalisch und konstruktiv möglich sowie energetisch und wirtschaftlich sinnvoll ist.
- Vor allem der Feuchteproblematik (Belüftung des Daches, Dampfdiffusionsoffenheit der Unterspannbahn, „Dampfsperre“ usw.) muss Beachtung geschenkt werden.
- Es sollten nur Materialien eingebaut werden, deren Eignung für diesen Zweck durch Zulassung nachgewiesen ist.
- Das ausführende Unternehmen hat über entsprechende Erfahrungen und Fachkompetenz zu verfügen.

### 5.2.3 Oberste Geschossdecke

Wird der Dachraum nicht genutzt oder dient nur untergeordneten Nutzungsformen, wie z. B. als Abstellfläche, kann die Verbesserung des Wärmeschutzes auf die Dämmung der obersten Geschossdecke beschränkt werden. Bei Gebäuden, die vor der Jahrhundertwende erbaut wurden, ist sie meist als Holzbalkendecke ausgeführt. Zu Beginn des 20. Jahrhunderts wurden zum Teil Massivdecken eingebaut. Sie sind nicht oder nur schlecht gedämmt. Bei Holzbalkendecken befindet sich zwischen den Balken lediglich Schlacke oder Lehm. Massivdecken sind unter dem Estrich in der Regel nur mit einer 1–2 cm dicken Dämmschicht versehen.

Die Energieeinsparverordnung enthält in § 9 diesbezüglich Nachrüstverpflichtungen: Nicht begehbare aber zugängliche oberste Geschossdecken beheizter Räume müssen entsprechend den Anforderungen so gedämmt werden, dass der U-Wert 0,3 W/m<sup>2</sup>K nicht überschritten wird (vgl. EnEV § 9 (3)). Bei nachträglichen Dämmmaßnahmen ist die bautechnisch günstigste Lösung, das Dämmmaterial auf der Oberseite der Geschossdecke aufzubringen. Aus bauphysikalischer Sicht ist diese Variante der unterseitigen Dämmung vorzuziehen. Die Dämmung befindet sich auf der kalten Seite der Konstruktion, eine Tauwasserbildung ist nicht zu befürchten, das Aufbringen einer „Dampfsperre“ kann entfallen und die Decke bleibt als Wärmespeicher erhalten.

Ist eine derartige Dämmung unmöglich, müssen die Dämmmaterialien auf der warmen Seite der Konstruktion aufgebracht werden. Vor der Ausführung dieser Variante sollte fachlicher Rat bezüglich der Notwendigkeit einer „Dampfsperre“ eingeholt werden (vgl. Abschnitt 5.1.5).



#### Deckenaufbau

|                                    |             |             |
|------------------------------------|-------------|-------------|
| • 10 cm Mineralwollgedämmung       |             | neu         |
| • Betondecke<br>• Innenputz        | alt         |             |
| <b>U-Wert [W/(m<sup>2</sup>K)]</b> | <b>3,10</b> | <b>0,35</b> |

Abb. 26: Beispiel einer nachträglichen Dämmmaßnahme (oberste Geschossdecke)

Bei nicht genutzten Dachräumen muss der Dachraum nicht begehrbar sein. In diesem Fall ist das Auslegen mit Dämmstoffmatten oder -platten die einfachste und kostengünstigste Lösung. Einige Laufbohlen sollten den Zugang zu Schornsteinen, Dachluken usw. ermöglichen. Wird der nicht beheizte Dachraum genutzt, muss er begehrbar sein. Dann muss die Dämmschicht lagegesichert und z. B. mit Holzfaser- oder Spanplatten abgedeckt sein. Für die Dämmung sollten nach Möglichkeit steife Matten oder Platten verwendet werden. Möglich ist auch das Einbringen von Schüttdämmstoffen oder Dämmmatten zwischen Lagerhölzern, die auf dem Boden verlegt sind (z. B. Perliteschüttung).

Eine weitere Möglichkeit der nachträglichen Wärmedämmung bietet sich bei Holzbalkendecken, die zwischen der Füllung (Lehm, Schlacke) und den Dielen einen freien Raum aufweisen. Dieser

Raum kann mit Wärmedämmstoffen, wie z. B. Blähperlit, Blähton, Korkschröt oder Zellulose, ausgefüllt werden. Die Dämmmaterialien werden in den Hohlraum geschüttet oder eingeblasen. Häufig müssen dazu nur einige Dielen aufgenommen und nach Beendigung der Dämmarbeiten wieder befestigt werden.

#### **Planungs- und Ausführungshinweise oberste Geschossdecke**

- Neben der Qualität der Decke bezüglich Aufbau, Tragfähigkeit und Erhaltungszustand sind die bauphysikalischen Daten zu ermitteln.
- Mit einer Wärmeschutz-/bauphysikalischen Berechnung ist anhand der Gebäudeparameter zu prüfen, welche Maßnahme bauphysikalisch und konstruktiv möglich sowie energetisch und wirtschaftlich sinnvoll ist.
- Es sollten nur Materialien eingebaut werden, deren Eignung für diesen Zweck durch Zulassung nachgewiesen ist.
- Die Dämmung sollte homogen erfolgen.

### **5.3 Wärmedämmung der Kellerdecke**

Auch Decken über unbeheizten Kellerräumen müssen der wärmeübertragenden Umfassungsfläche zugerechnet werden und sind daher in die Verbesserung der Wärmeschutzmaßnahmen einzubeziehen. Sie sind meist massiv als Betondecken ausgeführt und nicht oder unzureichend gedämmt. Aus bautechnischen Gründen ist die nachträgliche

Dämmung auf der Unterseite der Kellerdecke aufzubringen, da die Dämmung der Oberseite nur mit großem Aufwand auszuführen wäre. Auch bauphysikalisch ist die Dämmung auf der kalten Seite der Deckenkonstruktion vorteilhaft, da die gesamte Wärmespeicherfähigkeit der Decke erhalten bleibt und keine Tauwasserbildung befürchtet werden muss. So kann auf den Einbau einer „Dampfbremse“ verzichtet werden. Problematisch kann der Verlust an Kopfhöhe in den Kellerräumen sein, da diese in Altbauten häufig recht gering ist.

Als Dämmmaterialien können leichte Dämmplatten verwendet werden, wie z. B. Kunststoff-Hartschaum- oder Korkplatten, mineralische Schaumplatten bzw. Verbundplatten. Die Dämmung wird mit speziellen Bauklebern auf die Unterseite der Kellerdecke geklebt. Verwendbar sind auch Holzwolle-Leichtbauplatten, die wegen ihres Eigengewichtes mit Dübeln befestigt werden sollten.

#### **Planungs- und Ausführungshinweise Kellerdecke**

- Mit einer Wärmeschutzberechnung ist zu prüfen, welche Maßnahme bauphysikalisch und konstruktiv möglich ist.
- Es sollten nur Materialien eingebaut werden, deren Eignung für diesen Zweck durch Zulassung nachgewiesen ist.
- Die Dämmung sollte homogen erfolgen, d.h. möglichst wärmebrückenfrei; vor allem für an der Kellerdecke verlaufende Rohre und Leitungen sowie einbindende Innenwände und vorhandene Fenster und Türen müssen gesonderte Lösungen entwickelt werden.

## 5.4 Fenster/Außentüren

Bereits mit dem Inkrafttreten der Wärmeschutzverordnung 1995 wurde den Fenstern eine größere Bedeutung im Rahmen der Energieeinsparung beigemessen. Stellten Fenster in der Vergangenheit nicht selten energetische Schwachpunkte des Gebäudes mit k-Werten von 3,0 bis 5,5 W/(m<sup>2</sup>K) dar, so lassen sich mit modernen Fenstern sogar Energiegewinne erzielen.

| Verglasung  | U-Wert in W/(m <sup>2</sup> K)<br>(gerundete Werte) |
|---|---|
| Einfachverglasung   | 5,50  |
| Zweischeiben-<br>„Isolierverglasung“                          | 2,80  |
| Zweischeiben-Wärme-<br>schutzverglasung                       | 1,30  |
| Dreischeiben-Wärme-<br>schutzverglasung mit<br>Edelgasfüllung | 0,65  |

Abb. 27: Verglasungsarten

Gebäude im Bestand sind häufig mit einfachverglasten Fenstern ausgestattet oder die vorhandenen Fenster sind undicht. Eine wärmetechnische Verbesserung der Fenster ist empfehlenswert, vor allem, wenn die Außenwände wärmetechnisch verbessert werden. Konstruktiv intakte Fenster können dabei durch einige Maßnahmen den heutigen Anforderungen an Wärmeschutz und Winddichtheit angepasst werden, z. B.:

- Abdichtung der Fugen,
- Abdichtung zwischen Flügel und Blendrahmen (Dichtungsprofile),
- Abdichtung zwischen Blendrahmen und Außenwand,
- Einziehen von Dichtungslippen in z. B. das Innenfenster eines bestehenden Kastenfensters,
- Anbringen von umlaufenden Falzdichtungen bei Außentüren,
- Austausch einfacher Glasscheiben gegen Wärmeschutzverglasung.

Abhängig sind diese Maßnahmen vom Erhaltungszustand und der vorhandenen Fensterkonstruktion. Die Entscheidung über die Variante zur wärmetechnischen Verbesserung bzw. die Erneuerung der vorhandenen Fenster sollte einem Fachplanern und -unternehmen übertragen werden, da sie bautechnisch und bauphysikalisch nicht immer problemfrei sind.

Werden alte Fenster und Türen ersetzt, ist auf ein verändertes Lüftungsverhalten hinzuweisen. Moderne Fenster und Türen sind bei fachgerechtem Einbau praktisch luftdicht, d. h., der Luftaustausch (bis zu 5 Luftwechsel pro Stunde) über undichte Fugen im und am Fensterbereich entfällt. Findet keine bewusste, regelmäßige Lüftung statt, können Tauwasserbildung und Schimmelpilzbildung die Folge sein. Eine kontrollierte Fensterlüftung ist unerlässlich. Möglich ist auch der Einbau von selbstregulierenden Luftdurchlässen in die Fensterrahmen oder -flügel.

### Planungs- und Ausführungshinweise Fenster/Außentüren

- Anhand des Fensterzustandes und der wärmetechnischen Berechnung ist zu prüfen, welche Maßnahme energetisch sinnvoll ist.
- Es sollten wärmeschutztechnisch geprüfte und zugelassene Bauteile eingebaut werden.
- Die Bauteile sind dem Stand der Normung und Technik entsprechend einzubauen.
- Auf ein verändertes, kontrolliertes Lüftungsverhalten nach der Erneuerung der Fenster ist zu achten.

## 5.5 Anlagentechnik

### 5.5.1 Heizungstechnik

Vor allem im Rahmen oder nach einer wärmeschutztechnischen Modernisierung, z. B. der nachträglichen Wärmedämmung der Außenbauteile ist es empfehlenswert, die Wirtschaftlichkeit und Funktionsfähigkeit der Heizungsanlage überprüfen zu lassen. Den verringerten Anforderungen an den Heizwärmebedarf sollte die Technik für Wärmeerzeugung, -verteilung und -regelung angepasst werden. Zudem müssen gemäß der Energieeinsparverordnung, (§ 9),

- Heizkessel, die mit flüssigen oder gasförmigen Brennstoffen beschickt werden und vor dem 1.10.1978 eingebaut oder aufgestellt worden sind, bis zum 31.12.2006 entsprechend den Anforderungen außer Betrieb genommen werden und
- verbesserte Heizkessel dieser Art, die die zulässigen Abgasverlustgrenzwerte einhalten oder deren Brenner nach dem 1.11.1996 erneuert wurden, entsprechend den Anforderungen bis zum 31.12.2008 außer Betrieb genommen werden.

Der Wirkungsgrad moderner Heizkessel liegt bei fachgerechter Dimensionierung und Einstellung bei mehr als 95 %. Das heißt, die Energie des zugeführten Energieträgers (Gas, Öl) wird optimal zur Beheizung genutzt. Erreicht werden die günstigen Wirkungs- bzw. Nutzungsgrade vor allem durch die moderne Kessel- bzw. Brennertechnik. Mindeststandard sind moderne Niedertemperatur-Heizkessel. Ihr Nutzungsgrad liegt zwischen 85–92 %.

Brennwertkessel nutzen darüber hinaus die Wärmemenge, die als Verdunstungswärme im Wasserdampf (Abwärme) enthalten ist. In einem nachgeschalteten Wärmetauscher wird das Abgas unter

das Kondensationsniveau abgekühlt. Die dabei freiwerdende (latente) Wärmemenge wird zusätzlich genutzt. Ihr Nutzungsgrad kann auf diese Weise zwischen 95 und 107 % liegen.

Die Brennwerttechnik erfordert einige bau- bzw. anlagentechnische Besonderheiten, wie z. B. die Verwendung einer korrosionsfesten, feuchte- und säurebeständigen Abgasführung (z. B. Edelstahl- oder Kunststoffrohr) im Schornstein, was jedoch i. d. R. problemlos nachrüstbar ist. Die moderne Brennwerttechnik ist ausgereift, mittlerweile Stand der Technik und lässt sich zudem unproblematisch mit thermischen Solaranlagen zur Warmwasserbereitung kombinieren.



**Abb. 28:** Moderne Brennwertkesselanlage mit solarer Unterstützung der Warmwasserbereitung

Neben der Niedertemperatur- und Brennwerttechnik können auch andere moderne Heizungssysteme eingesetzt werden, z. B. Wärmepumpen, Kraft-Wärme-Kopplung, Blockheizkraftwerke bzw. Fernwärmenutzung, die im Altbau jedoch relativ selten Anwendung finden.

### 5.5.2 Wärmeverteilung

Auch im Bereich der Wärmeverteilung befindet sich ein Energieeinsparpotenzial, das es zu erschließen gilt, vor allem

- bei der Wahl der Auslegungstemperatur (bei der Auslegung von 75 °C / 55 °C reduzieren sich die Abstrahlungsverluste der Rohrleitungen und eine wirtschaftliche Nutzung der Brennwerttechnik wird ermöglicht),
- bei der Dämmung von Rohrleitungen und Armaturen (entsprechend der Energieeinsparverordnung, (§ 9) müssen bei heizungstechnischen Anlagen ungedämmte, zugängliche Wärmeverteilungs- und Warmwasserleitungen sowie Armaturen, die sich in unbeheizten Räumen befinden, entsprechend den Anforderungen gedämmt werden),
- bei der Positionierung und Einstellung der Thermostatventile (kein Wärmestau hinter Gardinen, Möbeln, unter Fensterbänken usw.).

### 5.5.3 Solare Unterstützung

Das am häufigsten eingesetzte System ist derzeit die solare Unterstützung der Warmwasserbereitung. Die Systeme bestehen in der Regel aus Kollektor, Systemregelung, Warmwasserspeicher, Umwälzpumpe und dem zugehörigen Leitungsnetz. Mit einer derartigen Anlage kann ein großer Teil der für die Warmwasserbereitung erforderlichen Wärme aus Sonnenenergie gewonnen werden.

Die Anlagentechnik der mittlerweile dritten Generation ist wirtschaftlich sinnvoll dimensioniert. Ihre Komponenten sind aufeinander abgestimmt und gewährleisten so hohe Wärmeerträge und eine lange Lebensdauer. Eine fachgerecht dimensionierte und ausgeführte Solaranlage ist dafür jedoch Vorausset-

zung. Sie kann im Jahresdurchschnitt ca. 50 bis 60 % des Wärmebedarfs einer 4-Personen-Familie zur Warmwasserbereitung decken. Das sind ca. 400 kWh bis 650 kWh pro Person und Jahr. Eine Verbindung des Speichers zur Heizung und ggf. der Einsatz eines Zwischenspeichers sichern an Tagen mit unzureichender Solarstrahlung die Warmwasserversorgung.

Die Kollektoren können z. B. auf dem Dach angeordnet oder in die Dachflächen integriert werden.



Abb. 29: Solarkollektoren im Bestand

Die Kosten werden durch die Speichergröße, die Regelungsanlage und die Kollektorart (Flachkollektor, Vakuum-Röhrenkollektor) bestimmt. Die vergleichsweise hohen Investitionskosten (ca. 5000 € für 6 m<sup>2</sup> Kollektorfläche und die zugehörige Anlagentechnik, die für einen 4-Personen-Haushalt ausreicht) werden durch einige Möglichkeiten der finanziellen Förderung gemindert.

### 5.5.4 Lüftungsanlage

Zur kontrollierten Lüftung stehen technische Hilfsmittel zur Verfügung, die ein gleichbleibend gesundes Innenraumklima ermöglichen und dabei die Energieeinsparung des Gebäudes nicht mindern. Zwei Systeme kontrollierter Lüftung, die in Neubauten installiert und auch in Altbauten nachgerüstet werden können, sind zu unterscheiden:

- Einfache Abluftsysteme, mit denen die verbrauchte Luft abgesaugt und mittels Ventilator als Fortluft über das Dach abgeführt wird. Über dezentrale Zuluftöffnungen in Fensterrahmen oder Außenwänden kann Frischluft entsprechend den hygienischen Notwendigkeiten bzw. Nutzerbedürfnissen nachströmen.
- Be- und Entlüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung, die ebenso wie bei den einfachen Abluftsystemen die Abluft absaugen und nach außen ableiten, jedoch die Wärme der Abluft nutzen. Durch einen Wärmetauscher geleitet, gibt sie einen großen Teil ihres Energiegehaltes an die von außen angesaugte Frischluft ab. Die erwärmte Frischluft wird über ein Zuluft-Rohrsystem den Wohnräumen zugeführt.

Mit Abluftanlagen kann eine fachgerechte Dosierung der Gebäudelüftung sichergestellt werden. Voraussetzung für den ordnungsgemäßen Betrieb einer Lüftungsanlage sind eine luftdichte Gebäudehülle (vor allem winddichte Fugen an Fenstern und Türen) und eine fachgerechte Planung.

Der Einbau einer Lüftungsanlage kann im Rahmen energetischer Modernisierung (Fenster austausch, Erneuerung der Heizungs- und Sanitärinstallation, nachträgliche Wärmedämmung) sinnvoll sein, ist jedoch mit vergleichsweise

hohem baulichen Aufwand verbunden, wenn ein zentrales Lüftungssystem mit Be- und Entlüftung nachgerüstet werden soll.

### 5.6 Maßnahmenpakete und Förderung

Verbesserungen des Wärmeschutzes an den Hüllflächenbauteilen bestehender Gebäude sind in vielen Fällen notwendig, jedoch mit erheblichem baulichen und finanziellen Aufwand verbunden. Deshalb hat die Kopplung dieser Maßnahmen an ohnehin erforderliche Instandsetzungs-, Erneuerungs- und Modernisierungsarbeiten große Bedeutung. Die Kosten der zusätzlichen Maßnahmen können durch ohnehin notwendige Arbeiten reduziert werden.

Eine Außenwand nur wärmetechnisch zu verbessern, lediglich die einfachverglaste Fenster gegen wärmeschutzverglaste auszutauschen, eine „besonders kalte“ Außenwand einer Wohnung in einem Mehrfamilienhaus mit einer Innendämmung zu versehen, das sind Einzelmaßnahmen, die oftmals weder energetisch noch wirtschaftlich nutzen.

Im Rahmen energetischer Modernisierungsarbeiten sollte in jedem Fall ein homogener „Dämmmantel“ angestrebt werden. Insofern ist es notwendig, die Maßnahmen der Instandhaltung und des nachträglichen Wärmeschutzes insgesamt zu planen und gemeinsam bzw. in aufeinanderfolgenden Schritten zu realisieren. Wichtig ist dabei, die günstigen Zeitpunkte für die Durchführung derartiger Instandsetzungsmaßnahmen zu ermitteln, zu denen ohnehin baulicher Aufwand entsteht, und diese für die zusätzliche Anbringung eines optimalen Wärmeschutzes zu nutzen.

Dies ist ein wichtiger Ansatz für die Integration von Wärmeschutzmaßnahmen, der bisher nur unzureichend genutzt wurde. Beispiele für gekoppelte Instandsetzungsarbeiten mit Wärmeschutzmaßnahmen:

- **Außenwand**  
Erneuerung des Außenputzes bzw. der Fassade kombinieren mit der Wärmedämmung der Fassade, der Erneuerung der Fenster und Außentüren, möglichst in Kombination mit Kellerdecken und Dachdämmung
- **Steildach**  
Neueindeckung und Dämmung der Dachfläche in Verbindung mit der Erneuerung des Außenputzes (bzw. Vergrößerung des Dachüberstandes als Vorbereitung der Fassadendämmung)
- **Fenstererneuerung**  
Einbau von wärmeschutzverglasten Fenstern kombinieren mit der Außenwanddämmung (bzw. die Berücksichtigung der späteren Wärmedämmung bei der Rahmenbreite), sowie der Einbau einer kontrollierten Lüftung
- **Erneuerung der Heizung**  
Austausch des Brenners/Kessels gegen eine moderne heiztechnische Anlage mit hohem Nutzungsgrad, ggf. Energieträgerwechsel, Kombination mit einer thermischen Solaranlage, Erneuerung bzw. Dämmung der Rohrleitungen und Armaturen
- **Erneuerung der Heizkörper**  
Dämmung vorhandener Heizkörpernischen, Dämmung der Außenwände, Einbau moderner Thermostatventile

Die Beispiele machen deutlich, dass durch die Maßnahmenkopplung die Kosten für nachträgliche Dämmmaß-

nahmen optimiert werden können. Die bekannten Erneuerungszyklen von Bauteilen können für die Planung kombinierter Maßnahmen als Grundlage dienen.

Zahlreiche Maßnahmen oder Maßnahmenpakete werden von öffentlichen Institutionen finanziell gefördert. Informationen zu Beratung, Fördermöglichkeiten, Baubegleitung und Qualitätssicherung befinden sich im nachfolgenden Abschnitt 6.

### Hinweise zur Förderung

- Eine Förderung wird i. d. R. nur gewährt, wenn die Antragstellung vor Beginn der Modernisierungsmaßnahme erfolgte (Bearbeitungsdauer berücksichtigen!).
- Die Inanspruchnahme mehrerer Förderprogramme parallel sollte geprüft werden. Eine Kopplung wird seitens der fördernden Institution häufig ausgeschlossen.
- Die Voraussetzungen für eine Förderung sind sehr unterschiedlich. Über die Förderkriterien, einzureichenden Unterlagen, erforderliche Berechnungen, Zeichnungen, Angebote entsprechender Handwerksbetriebe usw. sollte man rechtzeitig informiert sein.
- Der Zeitpunkt des Antrags sollte mit der fördernden Institution abgestimmt werden. Nicht selten sind die Fördermittel des Jahres bereits im Herbst vergeben. Ein Anspruch auf Förderung besteht nicht.
- Frühzeitiges Informieren ist aus diesen Gründen wichtig!



## 6 Wer hilft weiter?

### Regionale Informationsstellen

#### **Institut für Bauforschung e. V.**

Telefon: (05 11) 9 65 16-0  
office@bauforschung.de  
www.bauforschung.de

#### **Energie- und Umweltzentrum am Deister e. V.**

Telefon: (05044) 9 75-0  
Rezeption@e-u-z.de  
www.e-u-z.de

#### **Klimaschutzagentur Region Hannover gGmbH**

Hotline: (0 18 05) 62 39 77  
www.klimaschutzagentur.de

#### **Umweltzentrum Hannover e. V.**

Telefon: (05 11) 1 64 03-0  
h.hanisch@umweltzentrum-hannover.de  
www.umweltzentrum-hannover.de

#### **Verbraucher-Zentrale Niedersachsen e. V.**

Telefon: (05 11) 9 11 96-32  
info@vzniedersachsen.de  
www.energie.vzniedersachsen.de

### Überregionale Informationsstellen

#### **Deutsche Energie-Agentur GmbH**

Telefon: (030) 72 61 65 60  
Energie-Hotline: (080 00) 73 67 34  
info@dena.de  
www.dena.de

#### **Bundesarbeitskreis Altbauerneuerung e. V. (BAKA)**

Telefon: (030) 484 90 78 55  
info@altbauerneuerung.de  
www.altbauerneuerung.de

#### **Gesellschaft für rationelle Energieverwendung e. V. (GRE)**

Telefon: (030) 3 01 56 44  
gre@gre-inform.de  
www.gre-online.de

### Online-Informationendienste

www.enev-online.de  
www.enev.info.de  
www.bine.info.de  
www.bundesrecht.juris.de

### Förderprogramme

#### **proklima – Der enercity Fonds**

Telefon: (05 11) 430-1970  
proklima@enercity.de  
www.proklima-hannover.de

#### **Niedersächsische Umweltministerium Förderprogramme des Landes Niedersachsen**

www.umwelt.niedersachsen.de  
(Service > Förderprogramme > Energie)

#### **Niedersächsische Landestreuhandstelle LTS**

www.lts-nds.de

#### **KfW-Förderbank**

Telefon: (0 18 01) 33 55 77  
Mo.–Fr. von 7.30–18.30 Uhr  
Telefax: (069) 74 31-95 00  
infocenter@kfw.de  
www.kfw-foerderbank.de

#### **Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (Bafa)**

Telefon: (061 96) 9080  
bundesamt@bafa.de  
www.bafa.de

#### **Bundesministerium für Wirtschaft und Arbeit**

Telefon: (030) 20 14-9  
www.bmwa.bund.de

## 7 Quellennachweis

- /1/ Ahnert, R.; Krause, K.H.: Typische Baukonstruktionen von 1860 bis 1960 zur Beurteilung der vorhandenen Bausubstanz. Teile I und II. Verlag für das Bauwesen. Berlin: 1987.
- /2/ Baustoffinformation Wärmeschutz. Hrsg. vom Niedersächsischen Sozialministerium. Bearbeitung: Institut für Bauforschung, H. Böhmer. Hannover: 1994.
- /3/ Berliner Sanierungsratgeber Energie: Berliner ImpulsE. Berlin: 2001
- /4/ Informationsdienst der deutschen Wirtschaft, Köln: Jg. 31, 18. August 2005.
- /5/ Energiesparpotenziale im Gebäudebestand. Studien zur Energiepolitik in Hessen. Hrsg.: Hessisches Ministerium für Umwelt, Energie und Bundesangelegenheiten. Bearbeitung: Institut Wohnen und Umwelt, W. Ebel u. a. Darmstadt: 1990.
- /6/ Gertis, K. in einer Diskussion der IVH Heidelberg. „Altbau macht die Bilanz kaputt“. In: bba 11/95.
- /7/ Gertis, K. in dem Vortrag „Heizenergieeinsparung im Altbaubestand“ während der Fachveranstaltung „Wärmeschutz und Baubestand“ Dresden: 26.3.96.
- /8/ Hegner, H.-D.: Die Energieeinsparverordnung 2000. Symposium Energieeinsparendes Bauen – neue Dimensionen für nachhaltiges Wirtschaften. Berlin: 1999.
- /9/ Menkhoff, H.; Blomensaht, F.: Energieeinsparpotenziale im Gebäudebestand der Bundesrepublik Deutschland 1987 (Heizwärmebedarf für Wohnungen). IfB-Forschungsbericht F 721. Hannover: 11/92
- /10/ Wärmedämmung im Altbau – kurzgefaßt. Hrsg.: Bundesministerium für Raumordnung, Bauwesen und Städtebau und Bundesarbeitskreis Altbaumerneuerung e. V. Bonn: 1995.

## 8 Abbildungsnachweis

|                   |   |
|-------------------|---|
| Titel             | Foto Institut für Bauforschung e. V.  |
| 1–4               | Institut für Bauforschung e. V.   |
| 5                 | nach: Hegner, H.-D.: Die Energieeinsparverordnung 2000. Symposium Energieeinsparendes Bauen – neue Dimensionen für nachhaltiges Wirtschaften. Berlin: 1999. |
| 6, 7              | Institut für Bauforschung e. V.   |
| 8                 | Quelle: Energieeinsparverordnung EnEV, Anhang 3, Tabelle 1  |
| 9, 10             | Institut für Bauforschung e. V.   |
| 11                | nach: Gertis, K. in dem Vortrag „Heizenergieeinsparung im Altbaubestand“ während der Fachveranstaltung „Wärmeschutz und Baubestand“ Dresden: 26.3.96.       |
| 12                | Institut für Bauforschung e. V. nach /9/  |
| 13, 15–17, 19, 21 | Fotos Institut für Bauforschung e. V.   |
| 14, 18, 20, 22    | Institut für Bauforschung e. V.   |
| 23, 28, 29        | Fotos Institut für Bauforschung e. V.   |
| 24–27             | Institut für Bauforschung e. V.   |

**Notizen:**



Herausgeber:  
Niedersächsisches Ministerium  
für Soziales, Frauen, Familie  
und Gesundheit  
Hinrich-Wilhelm-Kopf-Platz 2  
30159 Hannover  
Koordination:  
Referat Bauaufsicht, Bautechnik,  
Bauökologie

Aktualisierte 2. Auflage,  
September 2005

Erarbeitet vom  
Institut für Bauforschung e. V.  
An der Markuskirche 1  
30163 Hannover

Bearbeitung:  
Dipl.-Ing. Heike Böhmer

Die Arbeit der Verfasserin wurde  
unverändert übernommen und  
gibt nicht unbedingt die Meinung  
des Herausgebers wieder.

Gestaltung:  
set-up design.print.media

Die Broschüre darf, wie alle  
Publikationen der Landesregierung,  
nicht zur Wahlwerbung in  
Wahlkämpfen verwendet werden.