



DAS ENERGIE-SPARSCHWEIN

Informationen zum Wärmeschutz und zur
Heizenergieeinsparung für Eigenheimbesitzer
und Bauherren



Impressum

- Herausgeber:** Umweltbundesamt
Fachgebiet „Rationelle Energieerzeugung und -nutzung“
Postfach 33 00 22
14191 Berlin
Telefax: (030) 8903-2285
- E-Mail:** uba@stk.de
Internet: www.umweltbundesamt.de
- Redaktion:** Volkhard Möcker
- Gestaltung:** Initiative für Werbung + Gestaltung (IWG)
- Gesamtherstellung:** Informationszentrum Umwelt
- Bildrechte:** © August Brötje GmbH, Rastede, S. 51, S. 53
© Buderus Heiztechnik GmbH, Wetzlar, S. 48
© Donick, Dieter, S. 41
© Elco Klöckner Heiztechnik GmbH, Heckingen, S. 56
© Fröling GmbH, Overath, S. 49
© Giersch GmbH, Hemer, S. 50
© Niedrig-Energie-Institut, Detmold, S. 6, S. 8
© Schnittker, Jürgen, Herne, S. 41
© Siemens AG, S. 58
© Solvis GmbH, Braunschweig, S. 41, S. 56, Titel
© Wodtke GmbH, Tübingen, S. 55
- Stand:** Dezember 2003
- Auflage:** 20.000 Stück

INHALT

1. Geld sparen - Klima schützen	4
Womit man in Deutschland heizt	4
Endenergie - Primärenergie	5
2. Energiesparende Gebäude	6
Niedrigenergiehäuser (NEH)	6
Das RAL-Gütezeichen für Niedrigenergiehäuser	7
Passivhäuser - Die Zukunft der Energieeinsparung	8
Der U-Wert	9
Sonstige energieoptimierte Gebäude	9
3. Bauliche Maßnahmen zur Heizenergieeinsparung	10
Dämmstoffe	10
Dämmung der Außenwände	13
Außendämmung	13
Innendämmung	14
Dämmung des Dachs	15
Dämmung eines Steildachs	15
Dämmung der obersten Geschossdecke	16
Dämmung der Kellerdecke	17
Fenster und Türen	17
Art der Fensterverglasung - geringe U-Werte sind entscheidend	18
Fensterrahmen - Holz, Kunststoff oder Metall?	19
Energiesparmaßnahmen in Eigenleistung	19
Passive Solarenergienutzung	20
Wintergärten	20
Transparente Wärmedämmung (TWD)	20
Reihenfolge der Maßnahmen bei der energetischen Gebäudesanierung	21
4. Richtiges Heizen und Lüften	23
Raumluftfeuchtigkeit und Schimmelpilzbildung	23
Kampf dem Schimmelpilzbefall	24
Tauwasserbildung	25
Mechanische Lüftungsanlagen	26
Zehn einfache Energiespartipps – Kleiner Einsatz - große Wirkung	28

5. Anlagentechnische Maßnahmen zur Energieeinsparung 30

Der richtige Brennstoff	30
Die richtige Heiztechnik	31
Rote Karte für alte Heizkessel	32
Der optimierte Heizbetrieb	33
Verringerung der Abgase	34
Alternative Wärmeerzeuger	34
Kraft-Wärme-Kopplung (KWK)	34
Blockheizkraftwerke (BHKW)	35
Brennstoffzellentechnologie	35
Warmwasserbereitung und -bereitstellung	36
Lüftungsanlagen	38

6. Einsatz erneuerbarer Energien 39

Sonnenenergie	39
Wirtschaftlichkeit von Solaranlagen	41
„Solar-na klar!“	42
Photovoltaik-Anlagen zur Stromerzeugung	43
Nutzung von Umgebungswärme (Wärmepumpen, Erdwärmetauscher)	44
Holzpelletheizungen	45

7. Umweltzeichen „Blauer Engel“ 47

Umweltfreundlich Heizen mit dem Blauen Engel	47
Ölbrenner-Kessel-Kombinationen (Units)	47
Ölzerstäubungsbrenner	48
Gasbrenner mit Gebläse	50
Brenner-Kessel-Kombinationen mit Gebläsebrenner	50
Gas-Brennwertkessel	51
Gas-Wasserheizer	52
Gas-Spezialheizkessel	53
Moderne Klein-Blockheizkraftwerke zur gleichzeitigen Erzeugung von Wärme und Strom	54
Holzpelletöfen und -heizkessel	55
Sonnenkollektoren	55
Heizungsumwälzpumpen	57
Intelligente und umweltfreundliche Haustechnik	58

8. Fördermöglichkeiten und Beratung 59

Einige wichtige Hilfen durch den Förderdschungel 59
Förderprogramme (Beispiele) 61

9. Vorschriften und Anforderungen 69

Das Energieeinsparungsgesetz (EnEG) 69
Die Energieeinsparungsverordnung (EnEV) 69
Endenergiebedarf 69
Primärenergiebedarf 69
Transmissionswärmeverluste 70
Energiebedarfsausweis 70
Anforderungen an bestehende Gebäude 71
Die Europäische Norm DIN EN 832 72
Die nationale Norm DIN-V 4108-6 72
Die nationale Norm DIN-V 4701-10 72
Die Kleinf Feuerungsanlagenverordnung (1.BlmSchV) 72
Häufig gestellte Fragen 73

10. Wenn Sie mehr wissen wollen 76

Broschürenverzeichnis 76

Stichwortverzeichnis 79

1. GELD SPAREN- KLIMA SCHÜTZEN

Die Mehrzahl der Bundesbürgerinnen und Bundesbürger ist der Ansicht, dass die meiste Energie in privaten Haushalten für Elektrogeräte verbraucht wird. Das ist falsch. Der wahre Energiefresser und damit auch der kostspieligste ist die Heizung. Der überwiegende Teil der von uns eingesetzten Energie geht in die Beheizung unserer Wohnungen und Häuser. Das verursacht nicht nur hohe Kosten, sondern auch eine erhebliche Umweltbelastung. Denn mit unseren Wohnungen heizen wir zugleich das Klima auf: Privathaushalte in Deutschland setzen nach unseren Erkenntnissen jährlich ca. 130 Millionen Tonnen (2001) Kohlendioxid frei. Und Kohlendioxid ist der Klimakiller Nummer 1.

In unserer Ratgeberbroschüre zeigen wir Ihnen, wie Sie durch einen intelligenten Einsatz der Wärmeenergie eine Menge Geld sparen können und gleichzeitig einen wichtigen Beitrag zum Klimaschutz leisten können. Dieser Ratgeber richtet sich sowohl an Eigentümer von Ein- und Zweifamilienhäuser als auch an Bauherren, die sich über die Energiesparmöglichkeiten und energiesparendes Bauen informieren wollen.

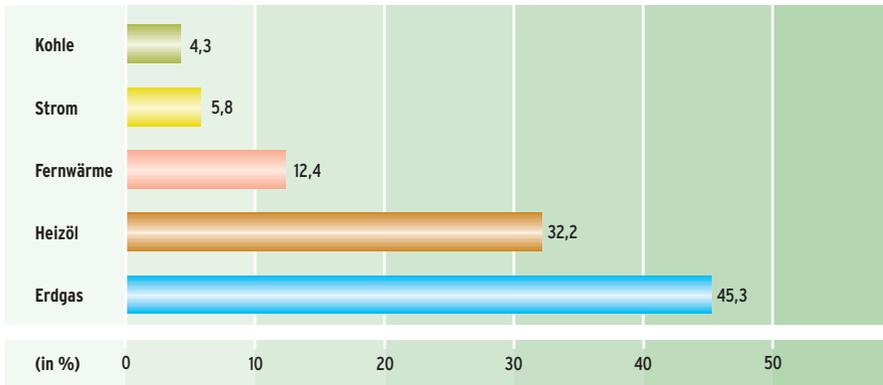
Gerade im Altbaubereich und hier insbesondere im Bereich der Einzelbauten (u.a. Ein- und Zweifamilienhäusern) kann sehr viel Energie gespart werden. Das Sparpotenzial hängt vom Baualter ab. Durch Ersatz veralteter Heizanlagen lassen sich beispielsweise bis zu 25 % Energie sparen. In Kombination mit baulichen Maßnahmen lässt sich das Einsparpotenzial noch deutlich erweitern. Um beste Ergebnisse zu erzielen, sollte vor einer Sanierung immer auch ein Fachmann befragt werden. Oft empfiehlt sich eine Vor-Ort-Beratung, die sogar vom Staat gefördert wird.

Diese Broschüre soll für einen sparsamen Umgang mit Heizenergie in Gebäuden Anregungen geben und Verständnis wecken. Die im Einzelfall notwendige detaillierte fachliche Beratung kann und will die Broschüre nicht ersetzen.

Womit man in Deutschland heizt

Gut 17 Millionen Wohnungen werden mit Erdgas beheizt; das ist fast die Hälfte (45,3 %) des gesamten Wohnungsbestandes. Damit hat das Gas als Wärmequelle einen wahren Siegeszug hinter sich. 1990 war nicht einmal ein Drittel aller Wohnungen mit einer Erdgasheizung ausgerüstet. Auch die Fernheizung gehört zu den Gewinnern; ihr Anteil erhöhte sich von 7,8 auf 12,4 %. Rückläufig sind dagegen Heizöl, Strom und Kohle. Auf den schwarzen Brennstoff Stein- und Braunkohle sind heute nur noch 4,3 % aller Wohnungen angewiesen.

BEHEIZSTRUKTUR IN DEUTSCHLAND IM JAHR 2001



Endenergie -Primärenergie

Energie (z.B. in Form von Strom, Gas oder Heizöl) dient im Haus der Raumheizung und der Warmwasserbereitung. Der Energieaufwand setzt sich aus Nutzenergie und Energieverlusten zusammen, man bezeichnet ihn als **Endenergie**.

Statt des Begriffes „Endenergie“ wird neuerdings oft der Begriff **Primärenergie** verwendet. Beide Begriffe sind nicht deckungsgleich. **Primärenergie** bezeichnet die Endenergie-Menge zuzüglich des Energieanteils aus den vorgelagerten Produktionsschritten (Gewinnung des Heizöls, Erzeugung des Stroms usw.). Die Berücksichtigung der vorgelagerten Prozesse ist notwendig, um die Umweltauswirkungen unterschiedlicher Energiearten (z.B. Strom oder Gas oder Heizöl) miteinander zu vergleichen. Strom hat im Vergleich zu Öl oder Gas einen etwa dreimal so hohen Primärenergiebedarf. Aus diesem Grund ist Strom als wesentlich wertvollere Energie anzusehen und sollte möglichst nicht „verheizt“ werden!

2. ENERGIESPARENDE GEBÄUDE

Niedrigenergiehäuser (NEH)

Unter einem „Niedrigenergiehaus“ versteht man ein Gebäude, bei dem die Wärmeverluste der Gebäudehülle etwa 30 % niedriger als nach heutigen Mindestanforderungen sind. Obwohl mit dem Begriff seit Jahren wie selbstverständlich umgegangen wird, gibt es bis heute keine allgemein verbindliche Definition. Einige Bundesländer legten in ihren Förderprogrammen fest, dass der Heizwärmebedarf der Niedrigenergiehäuser den nach der früheren Wärmeschutzverordnung geltenden Wert um mindestens 30 % unterschreiten muss. Andernorts galt hingegen ein Wert von 25 % . Daraus ergab sich für Mehrfamilienhäuser ein Heizwärmebedarf von 50 bis 60 kWh pro Quadratmeter (m²) Wohnfläche und Jahr und für Einfamilienhäuser von bis zu 70 kWh pro m² und Jahr.

Die wichtigsten Merkmale eines Niedrigenergiehauses sind:

- Kompakte Bauweise - damit verringert sich der Wärmeverlust über die Außenoberfläche;
- guter Wärmeschutz der Außenbauteile;
- deutlich verringerte Wärmebrücken;
- Wind- und Luftdichtigkeit der Konstruktion bei gleichzeitig ausreichender (kontrollierter) Be- und Entlüftung; hierfür haben sich mechanische Lüftungssysteme bewährt;
- passive Nutzung der Sonnenenergie durch richtig angeordnete und dimensionierte Glasflächen (Faustregel: große Fensterflächen nach Süden, kleine Fensterflächen nach Norden).



Das RAL-Gütezeichen für Niedrigenergiehäuser

Präzise technische Definitionen für Niedrigenergie- und Passivhäuser, sowie ein Verfahren zur Qualitätssicherung von Planung und Bau besonders energiesparender Häuser bietet seit 1998 das RAL-Gütezeichen 965 für Niedrigenergiehäuser und Passivhäuser (www.guetezeichen-neh.de).

DAS RAL-GÜTEZEICHEN FÜR NIEDRIGENERGIEHÄUSER



Weitere Infos:

Gütegemeinschaft

Niedrigenergie-Häuser e.V.

Rosental 21,

32756 Detmold

Tel.: 05231 / 39 07 48

Fax: 05231 / 39 07 49

Email: info@guetezeichen-neh.de

Internet: www.guetezeichen-neh.de

Info-Broschüre:

Niedrigenergie-Häuser mit

RAL-Gütezeichen -

Vorteile, Anforderungen,

Prüfverfahren

(als Download im Internet)

Die wesentlichen Einzelanforderungen sind dabei:

Heizwärmebedarf: 30-prozentige Unterschreitung des in der Energieeinsparverordnung (EnEV) festgelegten spezifischen, auf die Umfassungsfläche bezogene Transmissionswärmeverluste H_T' .

Wärmebrückenvermeidung: Keine Durchdringung der Dämmschicht mit Materialien mit Wärmeleitfähigkeit (Lambda-Wert) über 0,22 W/mK oder Kompensation oder Flanken-dämmung sowie mehrere Detailvorgaben.

Luftdichtheit: Die Luftwechselrate darf $1,0 \text{ h}^{-1}$ nicht überschreiten, gemessen nach dem Differenzdruckverfahren gemäß DIN EN 13829 bei 50 Pascal Differenzdruck im Mittel aus Über- und Unterdruckmessung.

Heizungsanlage:

Vorrangig soll Wärme aus Kraft-Wärme-Kopplung oder aus regenerativen Energien genutzt werden.

- Bei Gas sind Brennkessel entsprechend der Kriterien des RAL-Umweltzeichens Nr. 61 einzubauen.
- Bei Öl sind Kessel entsprechend der Kriterien des RAL-Umweltzeichens Nr. 46 einzubauen.
- Bei Elektrowärmepumpen muss vom Installateur eine Jahresarbeitszahl der gesamten Anlage von mindestens 3,2 bei Außenluft oder von mindestens 3,8 bei Erdwärme als Wärmequelle gewährleistet werden.
- Bei Feststoffheizung: Gebläse und automatische Brennstoffzufuhr sowie weitere Einzelanforderungen.

Die elektrische Leistungsaufnahme von Umwälzpumpen oder Warmluftgebläsen soll so gering wie möglich sein und sich einem verringerten Wärmebedarf selbsttätig anpassen.

Warmwasser: Möglichst geringe Umwandlungs-, Bereitschafts-, Verteil- und Regelverluste.

Lüftung: Abluftanlagen oder Wärmerückgewinnungsanlagen mit Auslegung auf 0,3- bis 0,8-fachen Luftwechsel sowie weitere Einzelanforderungen.

Passivhäuser - Die Zukunft der Energieeinsparung

Passivhäuser stellen eine weiterentwickelte Variante der Niedrigenergiehäuser dar. Sie entsprechen heutigem Stand der Technik und sind vermutlich künftig der allgemeine Gebäudestandard. Passivhäuser zeichnen sich insbesondere dadurch aus, dass sie wegen ihres extrem geringen Heizwärmebedarfs von weniger als 15 kWh/m^2 und Jahr nahezu ohne aktives Heizsystem oder Klimaanlage auskommen und dabei eine hohe Behaglichkeit im Winter und im Sommer ermöglichen. In einem Passivhaus werden überwiegend passive Techniken (daher die Bezeichnung „Passivhaus“) eingesetzt, um ein komfortables Raumklima zu erhalten. Hierzu gehören ein besonders guter Wärmeschutz mit Dämmstärken von 25 - 40 cm rund um die Gebäudehülle, meist Dreifachverglasung, passive Solarenergienutzung, hochwirksame Rückgewinnung der Wärme aus der verbrauchten Luft sowie Vorwärmung der Frischluft mit Erdwärme.



Einem Haus sieht man nicht an, ob es schlecht gedämmt, Niedrigenergie- oder Passivhaus ist. Aber man merkt es an der Energierechnung.

Die Grundidee des Passivhauses während der kalten Jahreszeiten ist es, die Wärme im Gebäude zu halten und nur einen sehr geringen Wärmefluss nach außen zuzulassen. Wärmeverluste müssen im Passivhaus so stark verringert werden, dass sie überwiegend nur durch Sonnenwärme und innere Wärmegevinne (z.B. wärmeabgebende Elektrogeräte) ausgeglichen werden können. Zwar sind herkömmliche Heizsysteme im Passivhaus entbehrlich. Der auch im Passivhaus auftretende zusätzliche Heizwärmebedarf erfordert jedoch einen Wärmeerzeuger und eine entsprechende Wärmeverteilung.

Voraussetzungen für niedrige Verbrauchswerte bei Passivhäusern sind:

- im Vergleich zu Niedrigenergiehäusern ein weiter verbesserter Wärmeschutz
- (U-Werte $0,10-0,15 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ K})$, bei Fenstern um $0,8 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ K})$,
- hohe Luftdichtheit,
- Lüftungsanlagen mit hochwirksamer Wärmerückgewinnung,
- verstärkte passive Nutzung solarer Energie.

Hinweise zur Planung und Berechnung von Passivhäusern enthalten die Publikationen des Darmstädter Passivhaus-Instituts (www.passiv.de) und die dort entwickelte Software „PHPP“ (Passivhaus-Projektierungspaket).

Bei Passivhäusern ist neben dem Einsatz innovativer Techniken die Qualitätssicherung von Bauplanung und Bauausführung von ausschlaggebender Bedeutung. Das Passivhaus Institut (Rheinstr. 44/46, D-64283 Darmstadt) prüft und zertifiziert als unabhängige Stelle Produkte im Hinblick auf deren Eignung für den Einsatz in Passivhäusern. Produkte, die das Zertifikat „Passivhaus geeignete Komponente“ tragen, sind nach einheitlichen Kriterien geprüft, bezüglich ihrer Kennwerte vergleichbar und von hoher energetischer Qualität. Ihre Verwendung erleichtert den Planenden ihre Aufgabe und trägt wesentlich dazu bei, die einwandfreie Funktion des Passivhauses zu gewährleisten.

Der U-Wert

(ehemals k-Wert) ist die aktuelle Bezeichnung für den Wärmedurchgangskoeffizienten. Die Bezeichnung wurde im Zuge der EU-Harmonisierung eingeführt und löste den Buchstaben k ab. Der U-Wert gibt an, wie viel Wärme (in Watt [W]) pro Quadratmeter Fläche [m^2] je Grad Temperaturdifferenz (Kelvin [K]) durch ein Bauteil fließen. Die physikalische Einheit ist $W/m^2 K$. Je kleiner der U-Wert ist, desto weniger Wärme (und damit Energie) geht verloren, d.h. desto besser dämmt das betreffende Bauteil.

Sonstige energieoptimierte Gebäude

Zu den energieoptimierten Gebäuden zählen das Nullheizenergiehaus und das energieautarke Haus. Unter einem **Nullheizenergiehaus** versteht man ein Gebäude, das einen Jahresheizwärmebedarf in einem durchschnittlichen Jahr von $0 \text{ kWh}/m^2 \text{ a}$ hat. Auch am kältesten Tag des Jahres darf in einem solchen Haus kein Heizbedarf entstehen.

Ein **energieautarkes Haus** deckt den Bedarf an Heizenergie, Energie für die Warmwasserbereitung und elektrischer Energie (Ventilatoren, Haushaltsstrom) ohne Verwendung externer Endenergie. Ein solches Haus nutzt die natürlichen Energieströme (Sonnenstrahlung, Wind). Für die Warmwasserbereitung kommen Solarkollektoren zum Einsatz, elektrische Energie erzeugen eine Photovoltaikanlage oder im Winter Brennstoffzellen, die den im Sommer erzeugten und auf dem Grundstück gespeicherten Wasserstoff verbrennen.

Die technische Realisierbarkeit eines energieautarken Hauses wurde bereits nachgewiesen. Ob dieses Gebäudekonzept künftig eine weite Verbreitung finden wird, ist jedoch ungewiss.

3. BAULICHE MAßNAHMEN ZUR HEIZENERGIEEINSPARUNG

Bauliche Maßnahmen, insbesondere Wärmedämmmaßnahmen und die Nutzung passiver Sonnenenergie, können den Heizwärmebedarf von Gebäuden wesentlich verringern. Im Idealfall werden bauliche Maßnahmen und anlagentechnische Maßnahmen durch eine integrale Planung auf einander abgestimmt. Dies ist im allgemeinen bei Neubauten einfacher zu realisieren als bei der Gebäudesanierung.

Dämmstoffe

Als Wärmedämmstoff bezeichnet man Stoffe mit besonders günstigen Wärme-dämmeigenschaften. Die Dämmwirkung eines Dämmstoffes wird mit der Wärmeleitfähigkeit beschrieben (W/mK). Je niedriger die Wärmeleitfähigkeit eines Materials ist, desto besser ist die Dämmwirkung. Dämmstoffe müssen eine Wärmeleitfähigkeit unter 0,1 W/mK haben. Diese sind nach Wärmeleitfähigkeitsgruppen (WLG) zu unterscheiden. Eine WLG von 040 bedeutet beispielsweise, dass der Dämmstoff eine Wärmeleitfähigkeit von 0,04 W/mK aufweist. Die Tabellen geben einen Überblick über Produktformen, Eigenschaften und Einsatzbereiche der Dämmstoffe.

DÄMMSTOFFE UND PRODUKTFORMEN

Anorganische Dämmstoffe	Organische Dämmstoffe	Verbundsysteme
Platten, Matten <ul style="list-style-type: none"> • Calcium-Silikat • Glaswolle • Vermikulit • Perlit • Steinwolle 	Platten, Matten <ul style="list-style-type: none"> • Baumwolle • Flachs • Hanf • Holzweichfaserplatte • Kokos • Kork • Polyester • Holzwolle-Leichtbauplatte • Schafwolle • Zellulose 	<ul style="list-style-type: none"> • Hartschaum- und Mineralfaser Mehrschicht-Leichtbauplatten • Wärmedämmverbundsysteme (EPS, Mineralwolle) • Sonstige Verbundplatten
Schäume <ul style="list-style-type: none"> • Beton • Gips • Glas • Perlit 	Hartschauplatten <ul style="list-style-type: none"> • Melaminharz • Phenolharz • Polystyrol • Polyurethan 	
	Ortschäume <ul style="list-style-type: none"> • Harnstoff-Formaldehyd (UF) • Polyurethan 	
Einblasprodukte <ul style="list-style-type: none"> • Glaswolle • Steinwolle 	Einblasprodukte <ul style="list-style-type: none"> • Baumwolle • Flachs • Zellulose • Hanf • Holz (Wolle, Späne) 	
Schüttungen, Stopfmassen <ul style="list-style-type: none"> • Blähton • Glaswolle • Vermikulit • Perlit • Steinwolle 	Schüttungen, Stopfmassen <ul style="list-style-type: none"> • Baumwolle • Flachs • Hanf • Holzwolle • Hobelspäne • Jute • Kokos • Kork • Schafwolle • Zellulose 	

EIGENSCHAFTEN UND EINSATZBEREICHE VON DÄMMSTOFFEN

Produkt	Wärmeleitzahl λ [W/mK]	Primärenergie-Bedarf* [kWh/m ³]	Einsatzbereich
Baumwolle	0,040	90 - 100	Dach: Zwischensparrendämmung; Wand: in konstruktiven Hohlräumen; Decke: als Trittschall- und Hohlraumdämmung; in loser Form in Hohlräume einblasen; Fugendämmung mit Dämmzöpfen;
Flachs	0,040	70 - 80	Dach: Zwischensparrendämmung; Wand: Dämmung bei mehrschaligem Wandaufbau zwischen konstruktiven Hölzern; Decke: Filz als Trittschalldämmung und Vlies als Hohlraumdämmung lose verlegen
Hanf	0,04 - 0,045	70 - 80	siehe Flachs
Hobelspäne	0,045-0,055	50	Dach, Decke, Wand: Einblasen oder Schütten in Hohlräume; Ausgleichsschüttung auf Fußböden
Holzfaserdämmung, lose	0,045	600 - 785	Dach, Wand, Decke: Einbau in konstruktive Hohlräume (Zwischensparrendämmung usw.); trockene Holzfasern in Hohlräume einblasen
Holzweichfaserplatte	0,045-0,055	600 - 785	Dach: Aufdach- und Zwischensparrendämmung; Decke: Platten lose verlegen; Wand: Platten verschrauben, Außenwanddämmung bei Verbundsystemen
Holzwohle-Leichtbauplatte	0,090	35	Wand, Decke: meist nur in Verbindung als Putzträger bei Decken- oder Dachuntersicht (Akustikplatte)
Kokosfaser a) Rollen b) Matten	a) 0,04 b) 0,045	95	Dach: Zwischensparrendämmung; Wand: zwischen der Holzkonstruktion einlegen oder als Wärmedämmverbundsystem auf die Wand schrauben; Decke: Hohlraum- oder Trittschalldämmung
Kork a) Granulat b) Backkork c) Korkplatten	0,045-0,055	a) 90 b) 35 - 65 c) 360	a) Dach, Decke, Wand: Einblasen in Hohlräume; b), c) Dach, Decke, Wand: Platten schrauben, verdübeln, nageln; Dach: Aufdach- und Zwischensparrendämmung; Decke: Trittschalldämmung; Wand: Verbundsystem und hinterlüftete Fassade

Produkt	Wärmeleitzahl λ [W/mK]	Primärenergie-Bedarf* [kWh/m ³]	Einsatzbereich
Mineralfaser a) Glaswolle b) Steinwolle c) Schlackenwolle	0,035 - 0,05	a) 500 b) 100-700	Dach: Auf- und Zwischensparrendämmung; Decke: Trittschalldämmung; Wand: bei Wärmedämmverbundsystem und hinterlüft. Fassade verdübeln oder verkleben
Exandiertes Perlit	0,045 -0,060	90 - 235	Dach, Decke, Wand: Einfüllen in Hohlräume als Schüttdämmung; Ausgleichschüttung auf Fußböden
Polystyrol-hartschaumplatte a) EPS, Partikelschaum b) XPS, Extruderschaum	0,035 - 0,04	a)530 -1050 b)400 - 600	Dach: Aufdachdämmung; Decke: Trittschalldämmung lose verlegen; Wand: bei Wärmedämmverbundsystem verdübeln oder verkleben
Polyurethan a) Hartschaumplatten b) Schäume	a) 0,025 -0,035 b) 0,03	840 - 1330	Dach: Aufdachdämmung; Decke: Trittschalldämmung lose verlegen; Wand: bei Wärmedämmverbundsystem verdübeln oder verkleben
Schafwolle	0,040	70 - 80	Dach: Zwischensparrendämmung; Wand: zwischen konstruktiven Hölzern; Decke: Trittschal-, Hohlraum-, Rohrleitungs-dämmung; Fugendämmung mit Rohrstopf
Schaumglas	0,040 -0,055	320 - 975	Flachdach / Perimeterdämmung: Einsatz als Platten, Verkleben mit Bitumen; Sole: Verlegen in Sand oder Mörtel
Zellulosedämmstoff a) lose b) Platten	0,040- 0,045	55 - 80	a) Dach, Wand, Decke: Einbau von Fachfirmen mit Spezialgeräten in konstruktiven Hohlräumen; b) Dach: Zwischensparrendämmung; Wand, Decke: in konstruktiven Hohlräumen oder als Trittschalldämmung

*Der aufgeführte Herstellungs-Primärenergiebedarf gibt an, wie viel Energie zur Herstellung des Produktes benötigt wird. Dabei wird beispielsweise für Polyurethan die Förderung des Erdöls und bei Zellulosedämmstoff die Sammlung des Altpapiers berücksichtigt. Der Energiebedarf für Einbau, Entsorgung oder das Recycling ist im Primärenergiebedarf nicht enthalten. Für alle Dämmstoffe ergibt sich übrigens eine positive Gesamt-Energiebilanz, d.h. auch bei relativ energieaufwändig hergestellten Dämmstoffen ist der Betrag an eingesparter Heizenergie größer als der zur Herstellung erforderliche Energieaufwand.

Dämmung der Außenwände

Außenwände tragen durchschnittlich mit ca. 30 % zu den Wärmeverlusten eines Gebäudes bei. Bei diesem Bauteil sind daher Wärmedämmmaßnahmen besonders wirksam.

Grundsätzlich ist eine Außenwand von außen und von innen dämmbar. Beide Maßnahmen sind vom Wärmeschutz her gleichwertig, denn bei gleicher Dämmschicht-Dicke ergibt sich die gleiche Dämmwirkung, unabhängig, ob die Dämmung innen oder außen angebracht ist. Für eine **Außendämmung** sprechen vor allem folgende Gründe:

- Falls das Haus ohnehin eine Modernisierung von außen (Reinigung, Schadensbeseitigung, Neuverputz oder Anstrich) braucht, kann die zusätzliche Wärmedämmung gleich mit erledigt werden.
- Falls die Fassade verwittert ist und neu verkleidet werden soll, bietet sich ein Wärmedämmverbundsystem oder eine vorgehängte Fassade an.
- Falls innen Maßnahmen nicht gewünscht werden, aber der Wärmeschutz und die Behaglichkeit erhöht werden sollen, ist die Außendämmung die richtige Maßnahme.

Für eine **Innendämmung** sprechen folgende Gründe:

- Falls einzelne Räume nacheinander modernisiert werden sollen.
- Falls einzelne Räume schnell aufheizbar sein sollen (z.B. Gästezimmer).
- Falls die Außenfassade denkmalgeschützt ist und daher eine Außendämmung nicht möglich ist.

Wichtig: Wärmebrücken vermeiden!

Unabhängig von der Art der Außenwanddämmung sind Wärmebrücken unbedingt zu vermeiden. Wärmebrücken erhöhen den Energiebedarf, können zu Tauwasserbildung führen und die Schimmelpilzbildung fördern. Unter Wärmebrücken versteht man Bauteile, die die Wärme schneller nach draußen ableiten als andere Teile, also wesentlich schlechter wärmedämmend wirken. Ursache dafür sind unter anderem Baufehler und bauphysikalisch falsche Konstruktionen. Wärmebrücken können z.B. ober- und unterhalb der Raumdecken, im Bereich der Balkone, bei Fensterlaibungen aber auch in Raumecken auftreten, weil hier höhere Wärmeverluste entstehen als im normalen Wandbereich.

Außendämmung

Häufig bei Außendämmung eingesetzte Systeme sind **Wärmedämmverbundsysteme** (WDVS), auch als Thermohaut bezeichnet, und die sogenannte **hinterlüftete Vorhangsfassade**. **Wärmedämmverbundsysteme** bestehen aus mehreren Kom-

ponenten (Dämmstoff, Armierungsgewebe und Außenputz). Sie können direkt auf den Altputz geklebt oder gedübelt werden - nachdem der lose Putz entfernt wurde.

Eine **hinterlüftete Vorhangfassade** besteht aus einer Unterkonstruktion (z.B. Holz oder Aluminium-Profile), die auf der Außenwand befestigt ist, der Wärmedämmung (z.B. Zellulose, Mineralfaser) und der Außenverkleidung. Die Zwischenräume der Unterkonstruktion enthalten den Dämmstoff. Ein Luftspalt zwischen Dämmung und Außenverkleidung, die an der Unterkonstruktion befestigt wird, dient der Hinterlüftung, und sorgt für den notwendigen Abtransport der Feuchtigkeit. Eine hinterlüfteten Vorhangfassade kann die Außenwand gut vor Witterungseinflüssen schützen. Von Nachteil kann im Einzelfall, z.B. bei Platzmangel, die im Vergleich zum WDVS höhere Wandstärke bei gleicher Dämmstoffdicke sein.

Empfehlung:

Die Dämmstoffdicke sollte bei einer Außendämmung mindestens 12 cm betragen (Annahme: WLG 040). Bezogen auf die Bauteilfläche läßt sich damit der jährliche Heizölverbrauch um bis zu ca. 11 Liter/m² reduzieren.

Eine Außendämmung bietet zahlreiche Vorteile. Unter anderem

- werden durch Konstruktion und Geometrie bedingte Wärmebrücken (z.B. bei Heizkörpern, Fensterstürzen) verringert,
- wirkt das tragende Mauerwerk besser als Wärmespeicher – Innenräume bleiben im Sommer länger kühl und im Winter länger warm,
- sind Feuchtigkeits- und Frostschäden in der Regel vermeidbar,
- wird Bauschäden als Folge von Temperaturspannungen vorgebeugt,
- kann der Schallschutz verbessert werden.

Innendämmung

Falls eine Außendämmung aus bestimmten Gründen (z.B. Denkmalschutz) nicht durchgeführt werden kann, kommt eine Innendämmung in Betracht. Obwohl Innendämmmaßnahmen oft mit Bauschäden oder Schimmelpilzbildung in Verbindung gebracht werden, ist festzustellen, dass dies nicht der Maßnahme selbst, sondern falscher Planung und/oder unsachgemäßer Ausführung anzulasten ist.

Bei der Innendämmung wird eine Tragkonstruktion an der Wand befestigt und zwischen Wand und Tragkonstruktion der Dämmstoff eingebaut. Hierbei ist es notwendig, eine Dampfsperre (z.B. PE-Folie) zwischen Dämmstoff und raumseitiger Verkleidung anzubringen. Alternativ ist die Innendämmung mit großflächigen Verbundplatten durchführbar. Um Wärmeverluste zu verringern, sind die Nischen an Heizkörpern nicht nur rückseitig, sondern auch an den Seiten zu dämmen.

Empfehlung:

Die Dämmstoffdicke sollte bei einer Innendämmung mindestens 6 cm betragen (Annahme: WLГ 040). Bezogen auf die Bauteilfläche läßt sich damit der jährliche Heizölverbrauch um bis zu ca. 9 Liter/m² reduzieren.

Eine Innendämmung kann sinnvoll und wirtschaftlich sein. Sie erhöht die Oberflächentemperatur der Wände, so dass die Raumtemperatur gesenkt und Heizkosten gespart werden können. Schon mit einer 6 cm starken Innendämmung der Außenwand lassen sich die Energieverluste um bis zu 60 Prozent verringern (Annahme: WLГ 040). Wichtig ist eine sachgerechte Ausführung der Arbeiten, sonst können Schimmel und Feuchtigkeitsschäden auftreten.

Dämmung des Dachs

Das Dach ist wegen seiner großen Fläche mit ca. 20 % an den Wärmeverlusten eines Gebäudes beteiligt. Eine schlecht gedämmtes Dach führt im Sommer zu einem überhitzten und im Winter zu einem unbehaglich kalten Dachraum. Ist dieser ungenutzt oder dient er als Lagerraum, reicht es aus, die oberste Geschossdecke zu dämmen.

Dämmung eines Steildachs

Eine nachträgliche Dämmung von Steildächern kommt besonders in Verbindung mit einem Dachausbau oder einer Dacherneuerung in Frage. Hier müssen neben der Wärmedämmung die weiteren Funktionen des Daches und die konstruktiven Gegebenheiten berücksichtigt werden. Lassen Sie sich von einer Fachfrau oder von einem Fachmann beraten!

Die gebräuchlichste Art der Wärmedämmung von Steildächern ist die **Zwischensparrendämmung**. Auf die gleichfalls mögliche, jedoch seltenere **Aufsparrendämmung** und **Untersparrendämmung** wird hier nicht eingegangen.

Besonders wichtig bei der Dachdämmung ist der Einbau einer dampfbremsenden und luftdichten Schicht (z.B. PE-Folie, verklebte Platten) von innen, da damit unnötige Wärmeverluste über Luftströmungen vermeidbar sind. Bei der Zwischensparrendämmung muss das Dämmmaterial hierzu überall dicht an den Sparren anliegen.

Um Tauwasser im Dach zu vermeiden, ist möglichst eine Hinterlüftung zwischen Dämmung und Dacheindeckmaterial von 2 bis 4 cm vorzusehen. Bei sogenannten Warmdächer reicht die Dämmung bis an die Dacheindeckung heran. Sie haben keine Hinterlüftung.

Empfehlung:

Die Dämmstoffdicke sollte bei der Dachdämmung mindestens 20 cm betragen (Annahme: WLГ 040). Bezogen auf die Bauteilfläche läßt sich damit der jährliche Heizölverbrauch um bis zu ca. 12 Liter/m² reduzieren.

Reicht die vorhandene Sparrenhöhe nicht aus, um die empfohlene Dämmstoffdicke von mindestens 20 cm zu erzielen, so kann beispielsweise eine Aufdoppelung der Sparren die notwendige Höhe schaffen. Andernfalls ist eine Aufsparrendämmung vorzusehen. Wenn - z.B. aus Kostengründen - keine dieser Varianten in Frage kommen sollte, so sind mindestens 16 cm Dämmstoffdicke anzustreben.

Dämmung der obersten Geschossdecke

Wird ein Dachraum nicht oder nur als Abstellraum genutzt, bietet sich als kostengünstigste Variante eine Dämmung der obersten Geschossdecke an. Diese Maßnahme ist auch gut in Eigenleistung durchführbar. Für die Dämmung der obersten Geschossdecke eignen sich Dämmplatten (z.B. Hartschaum, Mineralfaser) oder Schüttungen (z.B. Perlite, Zellulose). Der Dämmstoff wird auf der Decke und/oder zwischen vorhandenen Deckenbalken eingebracht. Wird der Dachraum als Abstellraum genutzt, ist über der Wärmedämmung eine tragfähige, begehbare Fußbodenfläche notwendig.

Empfehlung:

Die Dämmstoffdicke sollte bei einer Dämmung der obersten Geschossdecke mindestens 20 cm betragen (Annahme: WLГ 040). Bezogen auf die Bauteilfläche läßt sich damit der jährliche Heizölverbrauch um bis zu ca. 12 Liter/m² reduzieren.

Hinweis:

Die Energieeinsparverordnung (EnEV) schreibt vor, dass nicht begehbare, aber zugängliche oberste Geschossdecken beheizter Räume bis zum 31.12.2006 nachträglich gedämmt werden müssen. Nach dieser Maßnahme darf der Wärmedurchgangskoeffizient der Geschossdecke 0,30 Watt / (m²K) nicht überschreiten. Für selbst genutzte Ein- und Zweifamilienhäuser gilt diese Vorschrift nur bei einem Eigentümerwechsel. In diesem Fall verlängert sich die Frist.

Dämmung der Kellerdecke

Eine Dämmung der Decke eines unbeheizten Kellers (Normalfall im Gebäudebestand) kann ca. 10 Prozent der gesamten Wärmeverluste eines Gebäudes reduzieren. Eine einfache und kostengünstige Maßnahme stellt das Verkleben von Styropor- oder PUR-Hartschaumplatten auf die Unterseite der Kellerdecke dar. Dies kann auch in Eigenleistung erbracht werden.

Empfehlung:

Die Dämmstoffdicke sollte bei einer Dämmung der Kellerdecke mindestens 6 cm betragen (Annahme: WL 040). Bezogen auf die Bauteilfläche läßt sich damit der jährliche Heizölverbrauch um bis zu ca. 4 Liter/m² reduzieren. Falls der Keller beheizt wird, sollten Außenwände und Boden gedämmt sein.

Fenster und Türen

Die Energiebilanz der Fensterflächen ist um so besser, je niedriger die Wärmeverluste und je höher die Wärmegewinne sind: Wärmeverluste hängen vor allem von der Konstruktion und dem sorgfältigen Einbau der Fenster ab. Rollläden und Vorhänge unterstützen den Wärmeschutz. Die Wärmegewinne eines Fensters sind um so größer, je mehr Sonnenstrahlung es durchläßt. Ist es zur Sonne gerichtet und nachts gut gegen Wärmeverluste geschützt, kann es sogar eine bessere Energiebilanz aufweisen, als eine gut wärmegeämmte Außenwand.

Hinweis:

Gut abgedichtete Fenster erfordern die Anpassung der Lüftungsgewohnheiten. In regelmäßigen Abständen muss durch gezieltes Lüften die Raumluft gegen Außenluft ausgetauscht werden.

Für Neubauten und den Ersatz der Fenstern in Altbauten steht eine Vielzahl an Alternativen zur Verfügung, die bei sachgerechter Anwendung alle Anforderungen an den Wärmeschutz erfüllen. Die Energieinsparverordnung schreibt für den erstmaligen Einbau, Ersatz oder Erneuerung der Fenstern **Wärmedurchgangskoeffizienten** (U-Werte) vor:

- **komplette Fenstererneuerung:** U-Werte von höchstens 1,7 W/m²K für Verglasung inklusive Rahmen;
- **Einbau von Dachflächenfenstern:** U-Werte von höchstens 1,7 W/m²K für Verglasung inklusive Rahmen;
- **Austausch der Verglasung:** U-Werte von höchstens 1,5 W/m²K für die Verglasung;

Noch bessere Werte lassen sich erreichen mit

- einer **Mehrscheiben-Isolierverglasung** (Wärmeschutzverglasung),
- einem **gut dämmenden Rahmen** aus Holz, Kunststoff oder **wärme-gedämmten Metallprofilen** mit gut gedichteten Fensterfugen und
- einem **Wärmeschutz während der Nachtzeit**.

Art der Fensterverglasung – geringe U-Werte sind entscheidend

Die Verglasung macht 65 bis 85 Prozent der Fensteröffnung aus. Die **Art der Verglasung** bestimmt Wärmedämmung und Schallschutz. Den besten Wärmeschutz bieten heute Dreischeiben-Wärmeschutz-Isolierverglasungen – gegenüber Zweischeiben-Wärmeschutz-Isolierglas können die Wärmeverluste mehr als halbiert werden. Für die zusätzliche Dämmwirkung sorgt die dritte „Scheibe“, eine Metallbedampfung auf zwei Scheibeninnenoberflächen und eine Edelgasfüllung.

Art der Fensterverglasung – geringe U-Werte sind entscheidend

Art der Fensterverglasung	U-Werte der Verglasung in W / (m ² K)
Einscheibenglas	5,6
2-Scheiben-Isolierglas	2,9 bis 3,1
3-Scheiben-Isolierglas *	2,1
2-Scheiben-Wärmeschutz-Isolierglas	1,1 bis 1,6
3-Scheiben-Wärmeschutz-Isolierglas	0,4 bis 0,8

* vor allem mit besonderem Aufbau als Schallschutzfenster interessant

So berechnen Sie Ihr Sparpotenzial – ein Beispiel:

Ein Vergleich der U-Werte macht schnell deutlich, dass sich der Austausch heute noch häufig vorhandener Einscheibenverglasung lohnt: Mit einer Zweischeiben-Wärmeschutz-Isolierverglasung lässt sich der Wärmeverlust eines einfach verglasten Fensters auf ein Viertel mindern. Eine U-Wert-Senkung von 5,6 (Einfachverglasung) auf 1,4 (Zweischeiben-Wärmeschutz-Isolierverglasung) ergibt einen Vorteil von 4,2. Dieser entspricht einer jährlichen Verbrauchsminderung von 42 Liter Heizöl pro m² Fensterfläche. Bei einer Gesamtfensterfläche eines Gebäudes von etwa 35 m² ergibt sich somit eine jährliche Ersparnis von 1.470 Liter Heizöl. Bei einem angenommenen Preis in Höhe von 0,40 Euro des Liters Heizöl würde man jährlich knapp 600 Euro Heizkosten sparen. Und auch die Umwelt hätte einen Vorteil: Fast 4 Tonnen Kohlendioxid würden der Umwelt im Jahr erspart, was dem Kohlendioxidausstoß einer PKW-Fahrt über 20.000 km (im Stadtbetrieb) vergleichbar ist - ein wichtiger Beitrag zum Klimaschutz.

Hinweis:

Das Umweltzeichen „**Blauer Engel**“ (RAL-UZ 52) zeichnet hochwärmedämmendes Mehrscheiben-Isolierglas aus. Ausgezeichnete Scheiben weisen einen Standardaufbau von 4 mm Glasdicke je Einzelscheibe auf und ihr U-Wert darf 0,55 W/(m² K) nicht überschreiten.



Fensterrahmen - Holz, Kunststoff oder Metall?

Auch das Rahmenmaterial – 15 bis 35 Prozent der Fensteröffnung entfallen auf den Rahmen – entscheidet über die Energieeinsparung mit. Holz- und Kunststoffrahmen haben die beste Dämmwirkung. Gleichwertige Metallrahmen (Aluminium, Stahl) müssen durch innere Kunststoff-Abstandhalter thermisch getrennt sein, um die Wärmeleitung durch das Material zu verringern. Wichtig ist aber auch eine gut **abgedichtete Anschlussfuge zwischen Rahmen und Mauerwerk**. Hier können PU-Schaum, Mineralwollezöpfe oder Fugendichtungsbänder den Wärmeschutz verbessern. Die Fugendichtigkeit ist im mehrjährigen Turnus zu prüfen.

Hinweis:

Es muss nicht immer ein komplett neues Fenster sein. In gut erhaltenen, vorhandenen Rahmen kann eine Einfachverglasung durch eine wirksame Wärmeschutzverglasung ausgetauscht werden. Flügel und Beschläge müssen allerdings das zusätzliche Gewicht aufnehmen können. Vorteile: Ersparnisse an Material, Kosteneinsparungen und Erhalt des Erscheinungsbildes (wichtig insbesondere bei denkmalgeschützten Häusern). Die Wärmeverluste über die Scheibe können um etwa 70 Prozent gesenkt werden.

Energiesparmaßnahmen in Eigenleistung

Einige Energiesparmaßnahmen sind auch in Eigenleistung durchführbar, z.B. der Einbau einfach-verglaster Vorsatzflügel auf der Innenseite der Holzfensterrahmen. Letztere verbessern den U-Wert des einfachverglasteten Fensters um bis zu 40 Prozent. Von einem Fachbetrieb ausgeführt, liegen die Kosten bei ca. 70 bis 90 Euro/m² Fensterfläche.

Passive Solarenergienutzung

Im Gegensatz zur aktiven Solarenergienutzung sind für die passive Solarenergienutzung keine technischen Geräte erforderlich. Es genügt im Prinzip, für eine geschickte Anordnung der Fenster eines Gebäudes zu sorgen. Im Idealfall sind große Fensterflächen nach Süden und kleine Fensterflächen nach Norden ausgerichtet. In der Praxis lassen sich Kompromisse oft nicht vermeiden. Günstig wirkt sich das Vorhandensein von Speichermassen (z.B. massive Bauteile oder Möbel) aus. Mit diesen ist eine Speicherung überschüssig eingestrahelter Sonnenenergie und Abgabe in den Abend- und Nachtstunden möglich.

Wintergärten

In gewissem Umfang kann auch mit einem Wintergarten Solarenergie passiv genutzt werden. Der Beitrag von Wintergärten zur Energieeinsparung wird im allgemeinen jedoch überschätzt. Sie dienen in erster Linie der Erhöhung der Wohnqualität. Zu beachten ist, dass der Wintergarten vom Wohnbereich thermisch getrennt und unbeheizt sein sollte.

Transparente Wärmedämmung (TWD)

Wird transparenter Dämmstoff (z.B. Glas oder Kunststoff) an einer vorzugsweise nach Süden orientierten massiven Außenwand angebracht, kann die einfallende Solarstrahlung die Wand aufheizen. Die Dämmung sorgt dafür, dass die Wärme der aufgeheizten Wand ihre Wärme nicht nach außen, sondern ins Gebäudeinnere gelangt. Eine transparente Wärmedämmung kann also ebenfalls einen Beitrag zur Nutzung passiver Solarenergie leisten.

Einsparpotenziale beim baulichen Wärmeschutz

Mit einer verbesserten Wärmedämmung der Außenbauteile lässt sich nicht nur Energie, sondern auch Geld sparen. Mit einer einfachen Überschlagsrechnung ist die energetische Wirkung einer Maßnahme einschätzbar: Die Verbesserung des Wärmeschutzes eines Außenbauteils führt zu einer Verkleinerung des Wärmedurchgangswertes – also des U-Wertes – und damit zur Verringerung des Wärmestroms von innen nach außen. Die zu erwartende Einsparung an Heizenergie pro Quadratmeter und Jahr dieses Bauteils kann aus der Differenz des alten und des neuen U-Wertes geschätzt werden. Dabei gilt:

$$\text{u-Wert-Differenz} \times 10 \frac{\text{jährliche Einsparung in Liter Öl (oder m}^3 \text{ Gas)}}{\text{Quadratmeter des Außenbauteils}}$$

Bei Dachflächen und bei Abseitenwänden zum nicht wärmedämmten Dachraum sind die U-Werte mit dem Faktor 0,8; bei der Gebäudegrundfläche zum unbeheizten Keller oder zum Erdreich mit dem Faktor 0,6 und bei Bauteilflächen zu unbeheizten Gebäudeteilen, z.B. Wände und Decken, mit dem Faktor 0,5 zu verringern.

Ein Beispiel: Eine Verbesserung des U-Wertes einer Außenwand von $1,2 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ K})$ auf $0,4 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ K})$ ergibt eine U-Wert-Differenz von $0,8 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ K})$. Es können somit zum Beispiel etwa 8 Liter Heizöl pro Quadratmeter Außenwandfläche und Jahr gespart werden. Bei einem Heizölpreis von 0,40 Euro pro Liter ergibt sich eine Einsparung von rund 3,20 Euro pro Quadratmeter des Außenbauteils. Und nicht zu vergessen – der Umwelteffekt: Sie vermeiden jährlich etwa 21 kg Kohlendioxid pro Quadratmeter des Außenbauteiles.

Die Außenwandfläche eines typischen Reihenendhauses von etwa 100 m^2 Grundfläche beträgt etwa 130 m^2 , das heißt bei einer Verbesserung der Außenwanddämmung um $0,8 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ K})$ sparen Sie pro Heizperiode gut 400 Euro an Heizkosten und verringern den von Ihnen verursachten Ausstoß an Kohlendioxid um rund 2,8 Tonnen. Da kann sich eine energetische Sanierung Ihres Hauses schnell rentieren.

Reihenfolge der Maßnahmen bei der energetischen Gebäudesanierung

Nicht alle Maßnahmen zum Energiesparen lassen sich bei einem Altbau jederzeit sinnvoll umsetzen. Anstehende Modernisierungs- und Sanierungsarbeiten sollten genutzt werden, um den Aufwand möglichst gering zu halten. Liegt der Energieverbrauch jedoch erheblich über dem Durchschnitt, so kann es sinnvoll sein, einige Maßnahmen sofort durchzuführen. Hier bietet sich beispielsweise die Wärmedämmung der Außenwände und Heizkörpernischen (jeweils von innen), der obersten Geschossdecke/des Spitzbodens und der Kellerdecke, die Wärmedämmung der Warmwasser- und Heizungsrohre und die Nachtabschaltung der Zirkulationspumpen an. Die Tabelle verdeutlicht, welche Maßnahme wann sinnvoll ergriffen werden sollten.

MAßNAHMEN ENERGETISCHER GEBÄUDESANIERUNG

Welche Maßnahme?

Baulicher Wärmeschutz

	Dämmung der Außenwand von Außen	Dämmung von Außenwänden und Heizkörpernischen von innen	Dämmung von Dach oder oberer Geschossdecke	Dämmung der Kellerdecke	Rund ums Fenster - Wärmeschutzverglasung und mehr
--	---------------------------------	---	--	-------------------------	---

Heizen / Warmwasser

	Warmwasserbereitung und -bereitstellung	Wärmedämmung der Warmwasser- und Heizungsrohre	Niedertemperaturkessel oder Brennwertkessel	Solkollektorene sinnvolle Ergänzung	Wärmepumpenanlage
--	---	--	---	-------------------------------------	-------------------

Wann?

Sofortmaßnahmen	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
bei Fassadenrenovierung (Anstrich, Putz,...)	<input checked="" type="checkbox"/>				
bei Beseitigung von Schimmel- und	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>			
bei Wohnungsrenovierung; Heizkörpererneuerung		<input checked="" type="checkbox"/>			
bei Mieterwechsel		<input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>			
bei Dachausbau und -erneuerung			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
bei Fenstererneuerung					<input checked="" type="checkbox"/>
bei Heizungs-erneuerung oder Ersatz von Einzelöfen	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

4. RICHTIGES HEIZEN UND LÜFTEN

Die Luft in Innenräumen von Gebäuden kann selbst bei geschlossenen Fenstern und Türen durch Fugenundichtigkeiten und andere Öffnungen bis zu zweimal in der Stunde (bis zu 2 Raumvolumina pro Stunde) ausgetauscht werden. Bei einem so häufigen Luftwechsel ist sichergestellt, dass Schadstoffe aus Bauprodukten und der Raumausstattung und/oder Feuchtigkeit kaum zu einer Beeinträchtigung der Innenraumluftqualität führen.

Bei Gebäuden mit höherer Luftdichtigkeit, hierzu gehören beispielsweise in der Regel Gebäude, die die Anforderungen der Energieeinsparverordnung (EnEV) erfüllen, können die natürlichen Luftwechselzahlen auf Werte weit unter 0,5 Raumvolumina pro Stunde sinken. Bei besonders energieoptimierten Gebäuden (z.B. Passivhäusern) liegt der natürliche Luftaustausch – ohne mechanische Zusatzbelüftung - bei etwa 0,1 bis 0,2 Raumvolumina/Stunde.

Mit verstärkter Luftdichtheit der Gebäude und der daraus folgenden Verringerung des Luftwechsels können Probleme wie erhöhte Schadstoffbelastung und Feuchtigkeitsschäden (z.B. Schimmelpilzbildung) auftreten.

Hinweis:

Zur Vermeidung bauphysikalischer Schäden - wie Schimmelpilzbefall – wird im Anhang zur DIN 1946, Teil 6 ein Mindestluftwechsel von 0,5 Raumvolumina pro Stunde empfohlen. Eine verbindliche Festlegung für den Mindestluftwechsel in Gebäuden existiert allerdings derzeit nicht.

Raumluftfeuchtigkeit und Schimmelpilzbildung

Schimmelpilze sind ein natürlicher Teil unserer belebten Umwelt. Ihre Sporen sind fast überall zu finden, also auch in Innenräumen. Sie sind normalerweise harmlos. Übersteigt allerdings die Schimmelpilzkonzentration ein bestimmtes Maß kann es zu unhygienischen und unter Umständen auch zu gesundheitsbelastenden Zuständen kommen.

Schimmelpilze benötigen zum Wachsen viel Feuchtigkeit. Ursachen solch hoher Feuchten innerhalb von Gebäuden können zum Beispiel sein:

- Defekte Dächer (insbesondere Flachdächer), Dachrinnen und Fallrohre
- Ungenügendes Austrocknen nach Baumaßnahmen
- Wassereintritte infolge von Überschwemmungen u.ä.
- Rohr- und Schlauchbrüche
- Hohe Luftfeuchtigkeit in Verbindung mit ungenügender Lüftung und Heizung

Auch durch Fehler in der Gebäudekonstruktion (zum Beispiel ungenügende Abdichtung und dadurch Durchfeuchtung bei Schlagregen) kann die Feuchtigkeit in Wände, Fußböden und Decken eindringen und zur Gebäudeinnenseite wandern. Durch Wärmebrücken oder unzureichend oder falsch angebrachte Wärmedämmungen kann es zu einer erhöhten relativen Feuchte an der Oberfläche bis hin zur Tauwasserbildung an Innenflächen der Gebäudewände kommen.

Kampf dem Schimmelpilzbefall

Grundvoraussetzung für eine Wohnung ohne Schimmelpilzwachstum ist eine Errichtung des Gebäudes nach dem Stand der Technik (z.B. wärmeschutztechnische Maßnahmen nach DIN 4108 und weiteren Normen). Aber auch die Gebäudenutzer müssen durch ihr Verhalten dazu beitragen, das Gebäude frei von Schimmelpilzen zu halten. Durch richtiges Lüften und Heizen muss die Feuchtigkeit im Gebäude begrenzt werden. Die relative Feuchte der Luft im Gebäude darf dauerhaft einen Wert von 65-70 % (über Materialien 80 %) nicht überschreiten. Feuchtigkeit, die durch die Aktivitäten im Raum (z.B. Kochen, Waschen, Aquarium, Schwitzen) entsteht, muss durch regelmäßiges Lüften nach außen abgeführt werden. Kalte Außenluft, die durch Lüften in Innenräume gelangt, nimmt beim Erwärmen Feuchtigkeit auf, die mit der erwärmten Luft wieder nach außen abgeführt wird. Je kälter die Außenluft ist, desto mehr Wasser kann sie beim Erwärmen aufnehmen und desto größer ist der Lüftungs- und Trocknungseffekt.

Hinweis:

In einem Dreipersonenhaushalt werden durch die Wasserdampfabgabe der Personen (30 bis 100 g/h je Person) durch Duschen, Waschen, Wäschetrocknen, Kochen sowie durch Pflanzen, Aquarien und andere Feuchtequellen **täglich etwa 6 - 14 kg Wasser** freigesetzt. Um 10 kg Wasser aus Innenräumen abzuführen, müssen ca. 3.000 kg Luft bewegt werden. Dieses bedeutet, dass der Luftinhalt der Innenräume im Mittel etwa 7 mal täglich ausgetauscht werden muss, um die unerwünschte Feuchtigkeit abzutransportieren.

DURCHSCHNITTLICHE TÄGLICHE WASSERDAMPFABGABE (FEUCHTELAST) IN EINEM DREI-PERSONEN-HAUSHALT

Raum	Quellen	Wassermenge in g/Tag*
Küche	Kochen + Feuchtreinigung	800 - 3000
Bad/WC-Raum	Waschmaschinenlauf	bis 150
	Duchbad	600 - 800
	Wäschetrocknen	bis 1200
Andere Räume	ruhende Person	bis 1000
	aktive Person	bis 2500
	Topfpflanzen	700 - 3600
	Sonstiges, z.B. nasse Kleidung	200
	freie Wasserflächen	500 - 700
Wohnung	alle	bis 11500

*) Erfahrungswerte aus Literaturangaben (circa-Angaben)

Tauwasserbildung

Wird warme, mit Wasser gesättigte, Luft abgekühlt, so kann die Luft das Wasser nicht mehr vollständig aufnehmen und es fällt in flüssiger Form (Tauwasser) an. In der Wohnung kann es dadurch an kalten Wänden, an denen die warme Raumluft abgekühlt wird, zur Tauwasserbildung kommen. Je schlechter die Wärmedämmung der Außenwände ist und je mehr bauliche Fehler bei der Gebäudekonstruktion gemacht wurden (z.B. Wärmebrücken) und je schlechter eine Wand belüftet wird (zum Beispiel hinter Schränken oder hinter Wandverkleidungen), um so niedriger ist im Winter die Oberflächentemperatur der Außenwand und um so größer ist die Gefahr der Tauwasserbildung in diesen Bereichen. Bei neuen und energetisch aufwendig sanierten Gebäuden werden die Außenwände und die Fenster sehr gut wärmegeklämt. Das ist ein Vorteil, da damit die Temperatur in den Wänden zunimmt und die Gefahr der Kondenswasserbildung zunächst verringert wird. Gleichzeitig wird aber der natürliche Luftaustausch durch diese baulichen Maßnahmen zum Teil deutlich reduziert (Luftwechselraten von 0,1-0,3/h sind in solchen Gebäuden keine Seltenheit; in alten Gebäuden erreichen die natürlichen Luftwechselraten zum Teil das Zehnfache dieser Werte). Durch die Verringerung des Luftaustausches steigt die relative Feuchte im Gebäude und, obwohl die Oberflächentemperaturen durch bessere Wärmedämmung zunehmen, kann die relative Feuchte an den Innenflächen der Außenwände kritische Werte erreichen. Eine Tauwasserbildung lässt sich hier durch Reduzierung der Feuchtequellen, mehr Fensterlüftung und/oder eine mechanische Belüftung verhindern.

Hinweis:

Bei Außenwänden sollten, vor allem bei ungenügender Wärmedämmung, keine Möbelstücke unmittelbar an die Wand gestellt und keine schweren Gardinen vor der Wand angebracht werden. Möbelstücke sollten ca. 10 cm von der Wand entfernt aufgestellt werden. Auch bei gut gedämmten Wänden muss für eine ausreichende Hinterlüftung der Gegenstände gesorgt werden.

Hinweis:

Bei älteren Gebäuden haben Fenster oft eine schlechtere Wärmedämmung als die Wände. Wasserdampf-Kondensation tritt dann zuerst am Fenster auf und liefert damit einen Hinweis, dass mehr geheizt und/oder mehr gelüftet werden muss. Bei dicht schließenden, wärmegeprägten Fenstern ist diese Kontrollmöglichkeit leider nicht mehr gegeben. Daher muss bei dicht schließenden Fenstern vorsorglich vermehrt gelüftet werden.

Die kältesten Stellen in der Wohnung sind in neuen und energetisch sanierten Gebäuden nicht mehr die Fenster, sondern z.B. Außenwände und vor allem Außenwändecken. Dort lässt sich evtl. auftretendes Kondenswasser viel schlechter beobachten. Man kann auch Feuchtigkeitsmessgeräte zur Beurteilung heranziehen, sollte dabei aber bedenken, dass einfache Feuchtemessgeräte sehr unzuverlässig sein können und häufig durch Anzeige von Nachkommastellen eine unberechtigte Genauigkeit vortäuschen.

Hinweis:

Vermieter sollten ihre Mieter unbedingt über die Folgen von energetischen Sanierungsmaßnahmen informieren. Vor allem die Notwendigkeit einer vermehrten Lüftung beim Einbau von dicht schließenden Fenstern sollte den Raumnutzern nahe gebracht werden, um Problemen mit späterem Schimmelpilzwachstum vorzubeugen.

Mechanische Lüftungsanlagen

Für Gebäude mit besonders hoher Dichtigkeit kann im Einzelfall der Einsatz mechanischer Lüftungsanlagen erforderlich sein, um eine gesundheitlich verträgliche Lüftung zu schaffen oder zu erhalten. Bei Passivhäusern ist dies bereits Standard. In diesen Gebäuden arbeiten Lüftungsanlagen (Zu- und Abluftsysteme) mit Wärmerückgewinnung. Sie sind Bestandteil des energetischen Gesamtsystems. In Altbauten kommt in den meisten Fällen der nachträgliche Einbau solcher Lüftungsanlagen aus bautechnischen und Kostengründen kaum in Frage. Eventuell

kann hier der Einbau dezentraler Lüftungseinrichtungen (bedarfsregulierte Lüftungsklappen in Fensterflügeln etc.) von Vorteil sein.

Hinweis:

Um die Gefahr einer gesundheitlichen Beeinträchtigung für die Raumnutzer z.B. durch mikrobielle Verunreinigung der Anlagen zu vermeiden, sollten Lüftungsanlagen ähnlich wie es für raumlufttechnische Anlagen in Bürogebäuden empfohlen wird, regelmäßig von geschultem Fachpersonal gewartet und kontrolliert werden.

SACHGERECHTES LÜFTEN

- Zur Verringerung der Feuchte im Raum sollte mehrmals täglich vorzugsweise eine **kurze Stoßlüftung** durch weites Öffnen der Fenster für ca. 5-10 Minuten durchgeführt werden. Ist dies nicht möglich, kann auch eine Spaltlüftung (bei ausreichend dimensionierten Spaltmaßen, da sonst unnötige Wärmeverluste auftreten, aber kaum Lüftungsgewinn erzielt wird) angebracht sein.
- Im **Bad** sollte, insbesondere bei Räumen mit ungenügender Lüftungsmöglichkeit, nach dem Duschen das Wasser von Wänden und Boden entfernt werden. Dieses Wasser muss dann nicht mehr durch Lüftung abgeführt werden. Badezimmertüren sollten vor und nach dem Duschen geschlossen bleiben, damit die Feuchtigkeit nicht in die anderen Räume eindringen kann. Danach muss gründlich gelüftet werden. Im Badezimmer reicht eine kurzfristige Lüftung nach dem Duschen meist nicht aus, da nasse Handtücher und Wände zu viel Feuchtigkeit enthalten. Evtl. kann, insbesondere bei kleinen Räumen, eine über Feuchtesensoren gesteuerte mechanische Entlüftung in der Außenwand hilfreich sein.
- In der **Küche** kann ein Dunstabzug mit Abführung der Abluft ins Freie Feuchtigkeit aus dem Raum entfernen.
- Weniger beheizte Räume (z.B. **Schlafzimmer**) sollten nicht durch warme Luft aus anderen Räumen am Abend aufgewärmt werden. An den kalten Außenwänden kann es sonst zu Tauwasserbildung kommen. Wegen der vermehrten Feuchtigkeitsabgabe beim Schlafen sollten Schlafzimmer morgens gelüftet werden.
- Räume, die längere Zeit nicht benutzt und beheizt wurden, müssen beim erneuten in Gebrauch nehmen vermehrt gelüftet werden, da sich sonst an den kalten Wänden Tauwasser bilden kann.

Zehn einfache Energiespartipps – Kleiner Einsatz-große Wirkung

Auch ohne große Investitionen lässt sich viel Energie sparen: Wer die Heizkörper nicht mit Möbeln zustellt, die Fenster nicht bei voll aufgedrehter Heizung aufreißt und auf eine angemessene Raumtemperatur achtet, leistet bereits einen beachtlichen Beitrag zum Klimaschutz. Und ein durchschnittlicher Haushalt (Altbau) kann durch intelligentes Energiesparen und ohne Komfortverzicht unter Umständen ein paar hundert Euro pro Jahr sparen.

1. Jedes Grad zählt: Die Raumtemperatur sollte im Wohnbereich möglichst nicht mehr als 20 °C betragen. Jedes Grad weniger spart etwa 6 Prozent Heizenergie! Unsere Empfehlung für andere Räume: in der Küche, wo Kühlschrank, Herd und Spülmaschine mitheizen: 18 °C, im Schlafzimmer: 17 °C. Entscheidend ist hier die individuelle Behaglichkeitstemperatur. Sie hängt vor allem von der raumseitigen Oberflächentemperatur der Wände und Fenster ab.

2. Thermostatventile bremsen „automatisch“: Sie halten die Temperatur in den einzelnen Räumen konstant auf dem gewünschten Wert, auch wenn die Sonne ins Zimmer scheint. Durch die richtige Nutzung von Thermostatventilen kann 4 bis 8 Prozent Heizenergie gespart werden. Achten Sie jedoch darauf, dass Gardinen nicht die Thermostatventile verdecken, anderenfalls funktionieren diese nicht ordnungsgemäß.

3. Räume nur nach Bedarf heizen: Bei Abwesenheit bis zu zwei Tagen sollte die Temperatur auf 15 °C, bei längerer Abwesenheit auf 12 °C oder die Frostschutzposition des Thermostatventils eingestellt werden. Während der Nachtstunden sollte die Raumtemperatur in Wohn- und Arbeitsräumen möglichst um 5 °C gesenkt werden. Moderne Heizungsanlagen ermöglichen eine zentral gesteuerte Absenkung der Raumtemperatur.

4. Kipfenster sind „Dauerlüfter“ und heizen buchstäblich zum Fenster hinaus: Stattdessen öfter kurz (höchstens 10 Minuten) und kräftig – am besten mit Durchzug – lüften. Die Heizung sollte während des Lüftens mittels Thermostatventil herunter gedreht sein.

5. „Heimliches“ Dauerlüften vermeiden: Fugen und Ritzen mit Dichtungsprofilen verschließen; sie sind schon für 1 bis 1,50 Euro pro Meter zu haben und können gut in Eigenleistung angebracht werden. Dauerhafter – aber mit 7,50 bis 10 Euro pro Meter auch teurer – sind Lippenprofile, die in die Nut eingefräst werden; diese Lösung hält ca. 5 bis 10 Jahre.

6. Nachts Rollläden, Fensterläden und Gardinen schließen: Bei tiefen Außentemperaturen treten die höchsten Wärmeverluste über Glas und Rahmen auf. Allein Rollläden können Wärmeverluste um mehr als 20 Prozent verringern, Vorhänge um weitere 10 Prozent.

7. Wärmestau an Heizkörpern vermeiden: Heizkörperverkleidungen und Einrichtungsgegenstände vor Heizkörpern verhindern die Wärmeabgabe in den Raum und erhöhen die Heizkosten um etwa 5 Prozent. Reichen Vorhänge über die Heizkörper, so kann sich der Wärmeverlust nochmals erheblich erhöhen – die Wärme wird über die Fenster nach außen geleitet.

8. Wärmebrücke „Heizkörpernischen“: Eine nachträgliche Wärmedämmung – bei Platzmangel hilft eine 5 mm dicke, aluminium-kaschierte Styroporplatte – schafft Abhilfe und spart bis zu 6 Prozent Heizenergie. Eine kostengünstige Investition, die sich nach spätestens 2 bis 3 Heizperioden rechnet.

9. Elektrische Zusatzheizungen nur im Notfall: Ein Dauerbetrieb von Heizlüftern und Radiatoren ist reine Energie- und Geldverschwendung. Solche Geräte sollten nur im Notfall eingesetzt werden.

10. Heizungsanlagen regelmäßig durch Fachpersonal prüfen lassen – am Besten zu Beginn der Heizperiode: Nur so ist ein effektiver und wirtschaftlicher Betrieb Ihrer Anlage gewährleistet, der Ihre Heizkosten um 5 bis 10 Prozent verringern kann. Ist die Temperaturabsenkung während der Nacht richtig eingestellt? Stimmt der Wasserdruck im Heizsystem? Beträgt die Warmwassertemperatur nicht mehr als 60 °C? Entspricht die Vorlauftemperatur dem Sollwert?

5. ANLAGENTECHNISCHE MAßNAHMEN ZUR ENERGIEEINSPARUNG

Die Umweltbilanz eines Hauses wird maßgeblich von der Heizungsanlage bestimmt. Hoher Wirkungsgrad und geringe Schadstofffreisetzung bei der Beheizung und der Warmwasserbereitung sind entscheidende Faktoren beim umweltfreundlichen Bauen. Auf beiden Feldern hat sich in den vergangenen Jahren Grundlegendes verändert. So ist der Brennstoffbedarf durch die Entwicklung neuer Heiztechniken erheblich verringert worden. Zugleich verbrennen moderne Heizkessel die Brennstoffe wesentlich sauberer, was zu einer seit Jahren ab-sinkenden Menge gesundheitsgefährdender Schadstoffe geführt hat. Die seit Februar 2002 geltende Energieeinsparverordnung (EnEV) wird die Nachfrage nach modernen Heizungssystemen weiter steigern.

Hinweis:

Energieverbrauch und Umweltbelastung hängen stark vom Heizungssystem und vom eingesetzten Brennstoff ab. Aber auch das Alter der Heizungsanlage spielt eine entscheidende Rolle: Ist ihre Heizungsanlage älter als 10 Jahre, sollten sie umgehend prüfen, ob sich eine moderne Anlage rentiert. Moderne Anlagen haben heute Nutzungsgrade von bis zu 98 Prozent, das heißt die Energieverluste über die gesamte Heizungsperiode betragen nur noch wenige Prozent. Sogenannte Brennwertgeräte weisen die höchsten Nutzungsgrade von bis zu 110 Prozent auf. **Falls Ihr Heizkessel noch mit einer konstant hohen Heisswassertemperatur arbeitet oder die Raumluft im Heizkeller die 20-Grad-Marke erreicht, sollte baldmöglichst eine Modernisierung Ihrer Heizungsanlage erfolgen.**

Der richtige Brennstoff

Bei der Gebäudeheizung und Warmwasseraufbereitung werden in Deutschland vornehmlich Erdöl und Erdgas eingesetzt. Bei der Verbrennung von Heizöl werden neben dem Klimagas Kohlendioxid vor allem Schwefel- und Stickstoffverbindungen, Staub und Kohlenmonoxid sowie verschiedene Kohlenwasserstoffe freigesetzt. Erdgas schneidet im Hinblick auf die Schadstofffreisetzung (Emission) besser ab. So entstehen bei seiner Verbrennung nahezu keine Schwefel- und deutlich weniger Stickstoffverbindungen. Außerdem wird weniger Kohlendioxid freigesetzt.

Die richtige Heiztechnik

Herkömmliche Heizungssysteme funktionieren nach einem einfachen Prinzip: Ein Öl-, Gas- oder mit Festbrennstoffen betriebener Brenner erwärmt Wasser in einem Heizkessel, das mittels einer Pumpe in einem Kreislauf zirkuliert und in diesem die Heizkörper durchläuft. Durch die Wärmeabgabe an die Heizkörper kühlt sich das Wasser ab und muss erneut aufgeheizt werden. Die Umweltverträglichkeit einer Heizungsanlage hängt vor allem von ihrem Wirkungsgrad ab: wie viel der eingesetzten Primärenergie kommt letztlich als nutzbare Wärme in den Wohnräumen an? Der Wirkungsgrad lässt sich über die Verringerung der Wärmeabstrahlung von Brenner und Rohren und durch eine effektive (Rohrleitungs-)Dämmung verbessern.

Ein ganz wichtiger Punkt sind die **Wärmeverluste** über den Kamin. Diese wurden früher für unabdingbar eingeschätzt. Denn, so die damalige Auffassung, nur heiße Abgase könnten für den erforderlichen Abtransport aggressiver Schadstoffe sorgen, die ansonsten den Kamin zerstören würden. Etwa ein Zehntel der im Brennstoff gespeicherten Energie wurde vor diesem Hintergrund als nicht nutzbar erachtet und aus den Berechnungen des Wirkungsgrades ausgeklammert. Ein Wirkungsgrad von 100 Prozent machte auf Grundlage dieser Rechnung also knapp 90 Prozent des eingesetzten Primärenergiegehaltes im Brennstoff nutzbar. An der Berechnungsmethode hat sich bis heute nichts verändert, wohl aber an der Heiztechnik. Denn die Wärmeverluste über den Kamin konnten inzwischen bei hochwirksamen Anlagen auf ein Minimum gesenkt werden.

Besonders wirksam ist die so genannte **Brennwerttechnik**, bei der die Wärme des Abgases und die bei der Kondensation des Wasserdampfes im Abgasrohr frei werdende Energie genutzt wird. Die Brennwerttechnik nutzt also fast die gesamte im Brennstoff gespeicherte Energiemenge. Rechnerisch können daher hier Wirkungsgrade von über 100 Prozent erreicht werden.

Besonders wirkungsvoll ist die **Gas-Brennwerttechnik**. Bei der Verbrennung von Gas werden relativ große Mengen an Wasser frei, das im Abgasrohr kondensiert. Die dadurch freigesetzte Energie wird zum Vorwärmen des Heizwassers eingesetzt. Das Wasser selbst ist nur mäßig sauer und kann in die Kanalisation abgeleitet werden. Angeboten werden auch Brennwertheizungen auf Ölbasis. Diese sind jedoch weniger wirksam, da Öl deutlich weniger Wasser enthält und entsprechend wenig Kondensationswärme frei wird. Außerdem führt der höhere Schwefelgehalt dazu, dass das Kondensat sauer ist und vor der Ableitung in den Kanal zunächst behandelt werden muss.

Übliche **Hochtemperaturkessel** – sogenannte **Standardkessel** – brauchen eine Kesselwassertemperatur von konstant mindestens 70° bis 80 °C, **Niedertemperaturkessel** mit Gleitbetrieb heizen das Kesselwasser dagegen nur auf die erforderliche Vorlauftemperatur auf. So kann ein Jahresnutzungsgrad von 85 Prozent

und mehr erreicht werden, denn je geringer der Unterschied zwischen Kessel- und Umgebungstemperatur ist, desto weniger Wärme geht verloren. Bei herkömmlichen Kesseln kann eine zu niedrige Kesselwassertemperatur – durch Kondensation von Wasserdampf aus den Verbrennungsgasen – zu Korrosionsschäden führen.

Moderne Niedertemperaturkessel sind für den gleitenden Betrieb des Kesselwassers bis auf Raumtemperatur ausgelegt. Die bei Niedertemperaturkesseln möglichen Energieeinsparungen hängen davon ab, wie „schlecht“ die alte Heizungsanlage war. Bei gleichzeitiger Anpassung der Kesselleistung verringert sich der Brennstoffverbrauch in der Regel um 20 bis 30 Prozent, in Einzelfällen ist die Einsparung noch größer. Bei Modernisierungsmaßnahmen werden aufgrund der vorhandenen Heizflächen mit Mindestvorlauftemperaturen von bis zu 75 °C oftmals Niedertemperaturheizkessel eingesetzt.

Hinweis:

Mehrkosten für beispielsweise ein Gas-Brennwertgerät in Höhe von 1.000 bis 2.000 € gegenüber einem Niedertemperaturkessel können durch einen in der Regel um 10 Prozent geringeren Brennstoffbedarf wieder eingespart werden.

Wichtig ist die richtige **Dimensionierung einer Heizungsanlage**. Auch so können Energiekosten gespart werden – beim Kauf der Anlage und langfristig beim Brennstoffbedarf. Gerade ältere Anlagen sind häufig in der Leistung zu groß ausgelegt und arbeiten somit nicht wirtschaftlich. Grundsätzlich sollten Sie vor der Installation einer neuen Heizungsanlage auch prüfen, wie der Wärmebedarf durch eine geeignete Wärmedämmung gesenkt werden kann.

Rote Karte für alte Heizkessel

Die Energieausnutzung von Heizkesseln wird mit dem Nutzungsgrad, annähernd vergleichbar mit dem Wirkungsgrad, gekennzeichnet, der alle Verluste eines Heizkessels (Abgas- und Oberflächenverluste) über ein Jahr berücksichtigt (Jahresnutzungsgrad). Soll der Nutzungsgrad der gesamten Anlage betrachtet werden, müssen weitere Verluste zusätzlich berücksichtigt werden. Dieser Nutzungsgrad darf aber nicht mit dem vom Schornsteinfeger gemessenen, momentanen Wirkungsgrad des Wärmeerzeugers verwechselt werden. Bei älteren Anlagen liegt der Gesamtanlagennutzungsgrad oftmals unter 65 %. Die Brennstoffausnutzung ist hierbei sehr schlecht.

Die Heizkessel weisen i.d.R. folgende Mängel auf:

- Veraltete Kesselbauart (große Oberflächenverluste infolge der hohen Kesseltemperatur und geringen Kesselkörperwärmedämmung)
- Hohe Abgasverluste

- Überdimensionierter Heizkessel (zu geringe Laufzeit des Brenners sowie zu viele Ein- und Ausschaltvorgänge)
- Veraltete, fehlende oder defekte Regeleinrichtung
- Nicht oder unzureichend wärmedämmtes Rohrleitungssystem

Alte Heizkessel weisen den höchsten Nutzungsgrad nur bei Dauerbetrieb auf, der jedoch selbst bei extremen Minusgraden nahezu ausgeschlossen ist. Mit geringerer Auslastung fällt der Nutzungsgrad erheblich ab. Besonders deutlich wird der Nutzungsgradabfall bei in der Praxis üblichen Auslastungen kleiner als 30 %. Da die Heizkessel früher erheblich überdimensioniert wurden, ist bei alten Heizkesseln oftmals von einer 15 %-igen Auslastung und einem Nutzungsgrad in Höhe von deutlich unter 70 % auszugehen. Wird die Auslastung eines alten Heizkessels noch weiter verringert, zum Beispiel durch die Verminderung des Gebäudewärmebedarfs durch Wärmedämmmaßnahmen, verschlechtert sich der Nutzungsgrad des alten Heizkessels weiter.

Bei einem neuen Niedertemperaturheizkessel hat eine Überdimensionierung im Gegensatz zu alten Heizkesseln praktisch keine negativen Auswirkungen auf den Jahreswirkungsgrad.

Häufig wird empfohlen, als Maßnahme zur Energieeinsparung an alten Heizkesseln einen neuen Brenner anzubauen. Mit dem Brennertausch können durchaus die Abgasverluste so weit reduziert werden, daß die Abgasverlust-Grenzwerte der 1. BImSchV erfüllt werden. Zu beachten ist jedoch, dass der alte Heizkessel weiterhin seine hohen Auskühl- und Oberflächenverluste hat, so dass der Brennertausch den Nutzungsgrad des Heizkessels nur geringfügig verbessert. **Ein neuer Brenner allein bringt nicht die gewünschte Energieeinsparung.**

Hinweis:

Bei Wärmedämmung des Gebäudes möglichst auch den Heizkessel sanieren! Erst durch den Einbau eines modernen Niedertemperatur- oder Brennwertkessels wird eine hohe Energieeinsparung von bis zu 40 % erreicht.

Der optimierte Heizbetrieb

Günstige Energieverbräuche sind abhängig von der **Vorlauftemperatur**. Gemeint ist die Temperatur des Wassers, das den Heizkessel auf dem Weg zu den Heizkörpern verlässt. Die **Rücklauftemperatur** betrifft das Wasser, welches wieder am Heizkessel ankommt. Je größer der Heizenergiebedarf und je kleiner die Heizkörper, umso höher muss das Temperaturniveau sein. In den 70er Jahren lag das Verhältnis von Vorlauf- zu Rücklauftemperatur noch bei 90 °C/70 °C, in den 80ern sank es auf 70 °C/50 °C. Heute reicht bei besonders wirksamen Heizungen ein Temperaturniveau von 40 °C/30 °C.

Insbesondere bei **Fußbodenheizungen** sollte die sogenannte Auslegungstemperatur, also die bei extremer Kälte (z.B. $-12\text{ }^{\circ}\text{C}$ Außentemperatur) erforderliche Vorlauftemperatur, möglichst gering sein. Aus Kostengründen wird dieses Ziel oftmals bei der Erstellung der Anlage außer Acht gelassen. **Aber Vorsicht: die höheren Betriebskosten zahlen Sie während der gesamten Lebensdauer der Anlage (ca. 20 bis 35 Jahre)!**

Verringerung der Abgase

Die Abgasentwicklung ist abhängig von der Verbrennungstechnik. So kann beispielsweise bei **Ölzerstäubungsbrennern** das Öl durch die Zufuhr heißer Abgase vor dem Verbrennen verdampft werden. Das gasförmige Öl wird fast vollständig verbrannt, so dass ein weitgehend rußfreier und schadstoffarmer Betrieb erreicht wird. Bei **Gasbrennern** wirkt dagegen eine Absenkung der Verbrennungstemperatur der Entstehung von Stickoxiden entgegen. Dies wird zum Beispiel durch den Einsatz von Edelmetallen erreicht, die den Flammen einen Teil der Wärme entziehen, oder auch durch die Beschränkung der Sauerstoffzufuhr. Hier sind allerdings enge Grenzen gesetzt, da bei Sauerstoffmangel das giftige Kohlenmonoxid entsteht. Ein optimales Mischungsverhältnis von Sauerstoff und Gas ist eine Voraussetzung für das schadstoffarme und energiesparende Heizen.

Alternative Wärmeerzeuger

Neben den klassischen Heizkesseln gibt es eine Vielzahl an Alternativen zur Beheizung eines Hauses. Für bestehende Gebäude ist z.B. der Einsatz einer Wärmepumpe in Verbindung mit einem Heizkessel (bivalenter Betrieb), die die Abwärme aus einem Lüftungssystem oder der Erdwärme nutzt, möglich. Die Wärmepumpe wird auf ca. 40 bis 60 % der Heizlast dimensioniert. Bei diesen Systemen liefert die Wärmepumpe 60 bis 90 % der jährlich benötigten Wärme. Der Einsatz einer Wärmepumpe setzt jedoch insbesondere im Altbau eine sorgfältige Planung und fachliche Beratung voraus.

Kraft-Wärme-Kopplung (KWK)

Unter einer Kraft-Wärme-Kopplung versteht man die gleichzeitige Umwandlung von Brennstoffenergie (z. B. Heizöl oder Gas) in elektrische Energie und in Nutzwärme. Im Vergleich zur getrennten Erzeugung von Strom (z.B. in einem Kraftwerk) und Wärme (z.B. im Heizkessel) werden bei der Kraft-Wärme-Kopplung erheblich weniger Rohstoffe (z.B. Öl, Erdgas) verbraucht und es entstehen auch weniger umwelt- und klimabelastende Abgase (Emissionen).

Beispiele für eine wirtschaftliche und umweltfreundliche Anwendung der Kraft-Wärme-Kopplung im häuslichen Bereich sind **kleine Blockheizkraftwerke (BHKW)** und **Brennstoffzellen**. Aber auch **Mikrogasturbinen** und **Stirlingmotoren** stehen für bestimmte Anwendungen der Kraft-Wärme-Kopplung zur Verfügung.

Blockheizkraftwerke (BHKW)

Dominierende Technologien zur dezentralen Kraft-Wärme-Kopplung sind heute Verbrennungsmotoren mit Otto- oder Dieselmotoren, die gasförmige oder flüssige Brennstoffe nutzen. Diese werden wegen ihrer kompakten Bauweise und der gleichzeitigen Strom- und Wärmeerzeugung als Blockheizkraftwerke bezeichnet. Der Motor treibt einen elektrischen Generator an. Das Kühlwasser und die heißen Motorabgase dienen zur Bereitstellung von Wärmeenergie. Der elektrische Wirkungsgrad liegt bei 30 bis 40 %, der Gesamtbrennstoffnutzungsgrad erreicht Werte bis 90 %. Selbst für den Ein- und Zweifamilienhausbereich bieten schon einige Hersteller Kompaktanlagen an, die nicht größer als ein Heizkessel sind. Allerdings sind einige Faktoren wie z.B. die im Vergleich zum Heizkessel höhere Lärmbelastung zu berücksichtigen.

Weitere Informationen erhalten Sie über folgende Internetadressen:

www.bhkw-infozentrum.de

www.bhkw-info.de

www.bine.fiz-karlsruhe.de

www.asue.de

Oft bieten auch die örtlichen Energieversorger weiterführende Informationen an.

Brennstoffzellentechnologie

Eine weitere in die Zukunft gerichtete Technik ist der Einsatz von stationären Brennstoffzellen. Das Funktionsprinzip der Brennstoffzelle erlaubt die direkte Umwandlung der chemischen Energie des Brennstoffs in elektrische Energie. Brennstoffzellen können somit wesentlich höhere Wirkungsgrade als herkömmliche Wärme-Kraft-Maschinen erreichen. Zudem kann die beim Betrieb der Zelle abzuführende Wärme für die Wärmeversorgung genutzt werden. Von der Brennstoffzelle wird eine wirtschaftliche, umweltgerechte und verbrauchernahe Energieversorgung erwartet, wobei der größte Vorteil in der gleichzeitigen Erzeugung von Strom und Nutzwärme liegt.

Gegenwärtig werden Brennstoffzellen für die Energieversorgung im Gebäudebereich primär mit Erdgas betrieben. Durch den möglichen Einsatz von anderen Brenngasen (z.B. Klärgas) sowie regenerativ erzeugten Brennstoffen (z.B. Wasserstoff/Methanol) haben Brennstoffzellen gute Zukunftsaussichten bei der Energieversorgung. Größte Nachteile sind gegenwärtig noch der hohe Preis und die noch zu geringe Lebensdauer (Standzeiten) des zentralen Bauteils der Brennstoff-

zelle. Durch Forschung und Entwicklung dürfte sich die Brennstoffzelle jedoch in den kommenden Jahren zu einem Spitzenprodukt der dezentralen Strom- und Wärmeversorgung entwickeln.

Weitere Informationen sind unter folgenden Internet-Adressen abrufbar:

www.brennstoffzelle-nrw.de

www.energiwerk.de

www.asue.de

Auch die örtlichen Energieversorger bieten oftmals Informationen an.

Warmwasserbereitung und -bereitstellung

Der Energiebedarf für die Warmwasserbereitung wird oft als „Nebenprodukt“ der Heizung angesehen. Dabei hat die Warmwasserbereitung heute bereits einen Anteil von 10 bis 15 Prozent am Energiebedarf „Wärme/Warmwasser“ mit steigender Tendenz, da der Energiebedarf für die Beheizung zurück geht und die Anforderungen an die Hygiene zunehmen. Immer aufwendigere sanitäre Ausstattungen der Wohnungen tun ihr Übriges. Bei Passiv-Energie-Häusern kann der Anteil des Energiebedarfs für die Warmwasserbereitung sogar bis zu 60 Prozent betragen, während die Heizung lediglich noch 40 Prozent beansprucht.

Verwendung von Warmwasser

Anwendung	Warmwassermenge in Liter	Wassertemperatur in °C
Vollbad	120 bis 150	40
Duschbad	30 bis 50	40
Händewaschen	2 bis 5	40
Kopfwäsche	5 bis 15	40
Küchenspüle	2 bis 15	55
Heißgetränk	Bis zu 1	100

Quelle: GRE

Der durchschnittliche Wasserverbrauch (Warm- und Kaltwasser) liegt bei rund 140 Liter pro Person und Tag. Davon werden durchschnittlich 1/3 als warmes Wasser benötigt. Pro Person werden umgerechnet 400 bis 660 kWh im Jahr an Warmwasserenergiebedarf benötigt. Je nach vorhandenem Warmwassersystem kommen noch Umwandlungs- und Verteilungsverluste in nicht unbedeutender Höhe hinzu.

Hinweis:

Die elektrische Warmwasserbereitung ist sowohl bei Neuinstallation als auch im Betrieb teuer und zudem wegen der hohen Umwandlungsverluste bei der Stromerzeugung umweltbelastend. Sinnvolle Alternativen sind Öl- und Gasheizkessel mit indirekt beheiztem Warmwasserspeicher, Gaskombiwasserheizer, Gasdurchlauferhitzer und die Warmwasserbereitung mit Fernwärme aus Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen in Verbindung mit Sonnenkollektoren.

Zirkulationsleitungen und -pumpen lassen das Wasser in den Verteilungsrohren umlaufen, damit an jeder Entnahmestelle nach möglichst kurzer Zeit warmes Wasser vorhanden ist. Sie sind kein Muss, wenn die Zapfstellen in den einzelnen Etagen übereinander angeordnet sind. Das ständige Vorhalten warmen Wassers im Verteilungssystem führt zu Wärmeverlusten. Will man jedoch nicht darauf verzichten, können die Verluste durch eine Abschaltung der Zirkulationspumpe während bestimmter Zeiten (in der Nacht oder bei längerer Abwesenheit) verringert werden.

Nach der Heizungsanlagen-Verordnung sind Brauchwasseranlagen

- mit selbstständig wirkenden Einrichtungen zur Begrenzung der Temperatur auf 60 °C im Normalbetrieb und
- zur Ein- und Ausschaltung der Zirkulationspumpen in Abhängigkeit von der Zeit

auszustatten.

Die größten Verluste bei zentralen Wassererwärmungsanlagen entstehen bei der Verteilung über die Warmwasser- und Zirkulationsleitungen. Diese Wärmeverluste können über das Jahr eine Größenordnung von zusätzlich 20 bis 30 Prozent des eigentlichen Energiebedarfs zur Warmwasserbereitung erreichen. Sie sinken mit dem Unterschied zwischen Wasser- und Umgebungstemperatur und einer wirksamen Wärmedämmung der Warmwasser- und Heizungsrohre.

Hinweis:

Wählen Sie bei Warmwasserspeicherung nur die wirklich notwendige Temperatur, also z.B. 65 °C statt 85 °C. Warmwasser- und Heizungsrohre sollten gut gedämmt sein und mindestens den Vorschriften der Heizungsanlagen-Verordnung entsprechen. Dämmmaßnahmen sind vergleichsweise preiswert, besonders wenn sie in Eigenleistung erbracht werden: Das Material für die Dämmung kostet etwa 6 bis 12 € pro Meter. Einschließlich Handwerker-Montage kommt man ungefähr auf das Doppelte - insbesondere wenn viele Bögen und Absperrventile im Rohrsystem enthalten sind.

Lüftungsanlagen

Eine ausreichende Belüftung von Wohnräumen kann sowohl manuell (Öffnung der Fenster im Bedarfsfall) als auch mechanisch mit einer Lüftungsanlage gewährleistet werden. Bei Lüftungsanlagen unterscheidet man zwischen

- **Zentralen Abluftanlagen** mit dezentraler Zuluft ohne Wärmerückgewinnung
- **Zentralen Zu-/Abluftanlagen** mit Wärmerückgewinnung
- **Dezentralen Einzelraumlüftern**
- **Dezentraler Einzelraumb- und -entlüftung** mit Wärmerückgewinnung

Ob der nachträgliche Einbau einer zentralen Lüftungsanlage in einen Altbau möglich ist, sollte im Einzelfall eingehend geprüft werden. Im Neubau bietet sich diese Technik zur Verminderung des Heizenergieverbrauchs an.

Durch den Einsatz einer Lüftungsanlage kann der Lüftungswärmeverlust gesenkt werden.

Bei Wohnräumen beträgt der Lüftungswärmebedarf bei natürlicher Lüftung ca. 51 kWh/(m²a). Dieser Wert kann bei Einsatz von Wärmerückgewinnungseinrichtungen mit Wärmetauscher um 50 bis 80 % vermindert werden. Eine Kombination von Wärmetauscher und Wärmepumpe ist in der Lage, einen deutlich höheren Energiegewinn zu erzielen. Die Kosten für den Einbau einer Lüftungsanlage im neuen Einfamilienhaus liegen bei ca. 5.000 bis 8.000 €, wobei Aspekte des Aufwandes (Rohrleitungslänge) sowie Aspekte hinsichtlich der eingesetzten Technik erhebliche Kostenunterschiede bewirken können.

6. EINSATZ ERNEUERBARER ENERGIEN

Wind, Wasser, Sonne, Biomasse und Erdwärme – die erneuerbaren Energien bergen enorme Potenziale für den Klimaschutz, den Schutz wichtiger Rohstoffe und den Aufbau einer dauerhaft umweltgerechten Energieversorgung. Deutschland hat in den vergangenen Jahren die Wende zu einer nachhaltigen Energieversorgung eingeleitet. Die Windenergiebranche ist hierbei Vorreiter: Allein im Jahr 2002 sind in Deutschland rund 3.250 MW Leistung neu installiert worden – ein neues Rekordjahr. 2002 haben insgesamt 13.759 Windkraftanlagen mit einer installierten Leistung von 12.000 MW Strom ins Netz eingespeist – ein Drittel des weltweit aus Windkraft erzeugten Stroms.

Auch in den Privathaushalten findet die Nutzung erneuerbarer Energien zunehmend Zuspruch.

Sonnenenergie

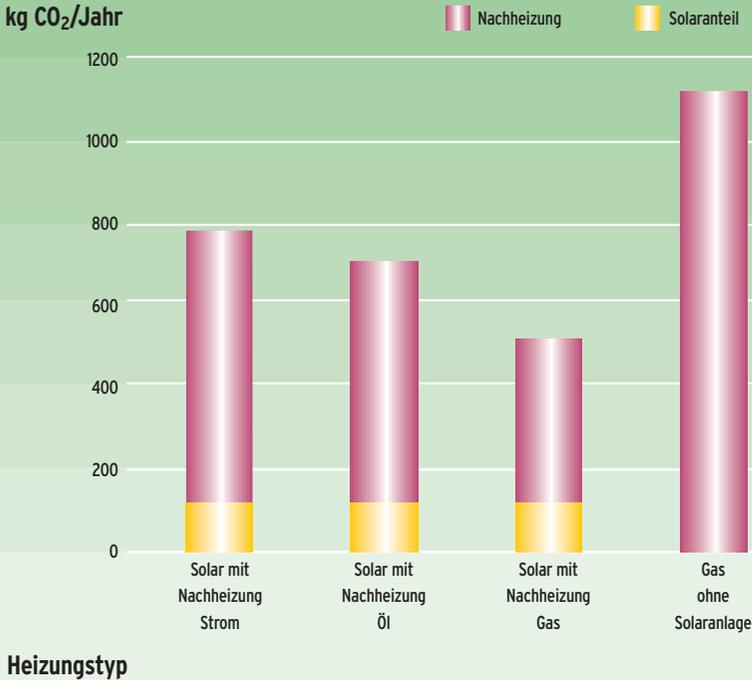
In Deutschland beträgt die eingestrahelte Sonnenenergie etwa 1.000 kWh pro Quadratmeter (m^2) und Jahr. Diese Energie kann mittels **Solarkollektoren** direkt in Wärme für Warmwasserbereitung und/oder Heizung (**Solarthermie**) oder auch in Strom (**Photovoltaik**) umgewandelt werden. Allerdings steht das Sonnenenergieangebot nur unregelmäßig zur Verfügung: So entfällt beispielsweise auf unsere Heizperiode – von etwa Mitte Oktober bis März – nur 35 Prozent der jährlichen Sonneneinstrahlung. Für die Nutzung der Sonnenenergie werden somit geeignete Puffersysteme benötigt, die saisonale Schwankungen ausgleichen, d.h. die Energie speichern und bei Bedarf wieder abgeben.

Solarthermische Anlagen zur Warmwasserbereitung werden üblicherweise so ausgelegt, dass sie den Warmwasserbedarf (für einen Vier-Personen-Haushalt etwa 3000 kWh pro Jahr) im Sommer vollständig decken. In der Heizperiode muss die Heizungsanlage unterstützend eingreifen. Ein Pufferspeicher speichert die solare Energie über einige Stunden bis Tage. Damit sparen diese Anlagen durchschnittlich mehr als die Hälfte des Brennstoffeinsatzes für Warmwasser und verringern gleichzeitig die Umweltbelastung (verringertes Kohlendioxid-Ausstoß).

Die Nutzung von Sonnenenergie für Raumheizung und Warmwasseraufbereitung erfordert gut abgestimmte Speichersysteme und intelligente Regelungsmechanismen. Die Art der Wärmespeicher und ihre Größe hängen wesentlich davon ab, welchen Anteil die Sonnenenergie bei Raumheizung und Warmwasseraufbereitung liefern soll.

Soll die Sonnenenergie einen Anteil von etwa 20 Prozent bei der Raumheizung liefern, muss die Wärme bis zu einigen Tagen gespeichert werden können. Dafür sind heute zumeist hochisolierte Wasserspeicher mit einem Speichervolumen

VERGLEICH DES JÄHLICHEN KOHLENDIOXIDAUSSTOßES BEI DER SOLAREN WARMWASSERBEREITUNG MIT VERSCHIEDENEN NACHHEIZSYSTEMEN (ANGABEN IN KG CO₂ PRO JAHR)



Quelle: Bürgerinformationszentrum Neue Energietechniken

von etwa 70 bis 80 Liter pro m² Solarkollektorfläche üblich. Soll dagegen der Anteil 50 Prozent oder mehr betragen, muss die Energie über längere Zeiträume (Wochen oder Monate) gespeichert werden. Entsprechende Speicher enthalten 120 bis 150 Liter pro m² Kollektorfläche.

In Entwicklung befinden sich **chemische Speicher**, z.B. Silikagel-Speicher. Sie speichern Wärme durch chemische Veränderungen: das Silikagel wird durch solare Wärme getrocknet und die kondensierte Feuchtigkeit gespeichert. Bei Wärmebedarf wird die Feuchtigkeit der trockenen Speichersubstanz wieder zugeführt und so die gespeicherte Wärme freigegeben. In relativ kleinen Volumina können damit große Energiemengen nahezu unbegrenzt und verlustfrei gespeichert werden.

Tipps für die richtige Nutzung der Sonnenenergie bei der Gebäudeheizung

- Der Wärmebedarf des Gebäudes sollte weniger als 100 kWh pro m² und Jahr betragen. Anzustreben ist ein Niedrigenergiehaus-Standard von 30 kWh pro m² und Jahr.
- Einsatz eines nach Süden ausgerichteten und schattenfreien Kollektorfeldes mit einem Kollektoranstellwinkel von 30° bis 60° - je nach geographischer Breite.
- Einsatz von Niedertemperatur/Brennwert-Heizungsanlagen mit einer Vorlauftemperatur bis zu maximal 55 °C kombiniert mit Fußbodenheizung oder Wandheizflächen.
- Optimale Ausrichtung der einzelnen Systemkomponenten (Heizungsanlage, Rohrleitungssysteme, Solarkollektoren, Speicher u. a.).
- Auswahl der Solarkollektoren nach den Kriterien des Umweltzeichens.



Wirtschaftlichkeit von Solaranlagen

Die Kosten einer solarthermischen Anlage sind sehr unterschiedlich und hängen zum Beispiel von den Antworten auf folgende Fragen ab:

- Kann der Wärmebedarf durch geeignete Maßnahmen (Wärmedämmung und/oder -rückgewinnung) deutlich vermindert werden, damit nicht unnötig viel Zusatzwärme bereitgestellt werden muss?
- Werden die Möglichkeiten einer passiven Sonnenenergienutzung (z.B. durch Wintergärten) ausgeschöpft?
- Soll die solarthermische Anlage bei einem Altbau zusätzlich installiert werden oder bei einem Neubau in das Gebäude integriert werden, so dass an-

dere Bauteile – wie Dach- oder Hausfassade – ersetzt und ggf. Kosten reduziert werden können?

- Wie hoch soll der solare Deckungsgrad sein? Bei hohen Deckungsgraden sollte vor allem wegen der hohen Speicherkosten die gemeinsame Versorgung mehrerer Einfamilienhäuser angedacht werden (Nahwärmeversorgung).

Da die Kosten der Solaranlagen von vielen Einflussgrößen abhängen, sind konkrete Beispiele stets Einzelbetrachtungen und in den Ergebnissen oft nicht übertragbar. Unter Umständen sind staatliche Förderungen verfügbar. Dementsprechend schwanken Angaben der Kosten bei konkreten Beispielen erheblich. Die Kosteneinsparung durch den Minderverbrauch von Heizöl oder Erdgas liegt bei den heutigen Energiepreisen insbesondere bei Einzelanlagen für Einfamilienhäuser im allgemeinen unter den Finanzierungskosten der Solaranlage. Durch eine geschickte Kombination von Förderungen kann diese Finanzierungslücke aber vielleicht zu einem guten Teil geschlossen werden. Doch selbst wenn im Augenblick die Anlage Mehrkosten mit sich bringt, ist zu bedenken, dass Sonnenenergie langfristig weder von den Preisen noch von den Steuern fossiler Brennstoffe abhängig ist. Zudem ist die Anlage üblicherweise nach 20 Jahren abgeschrieben, während ihre Lebensdauer deutlich höher sein sollte.

Hinweis:

Prüfen Sie, ob eine solarthermische Anlage für Ihr Eigenheim eine Alternative ist. Der Staat fördert diese zukunftsweisende Technik, indem er Sie bei Beratung, Planung und Finanzierung unterstützt. Weitere Informationen und Beispielrechnungen sowie Hinweise zur Förderung von Solaranlagen finden Sie unter den folgenden Internetadressen:

<http://www.solarinfo.de/>

<http://www.solarserver.de/index.html>

<http://www.solar-berechnung.de/start.htm>

<http://www.solarfoerderung.de/>

„Solar - na klar!“

Die „Solar - na klar!“ – Kampagne ist eine branchenübergreifende Aktion zur Information über solarthermische Anlagen. Die Kampagne will zur Installation von Solarwärmeanlagen motivieren und die Zahl der jährlich installierten solarthermischen Anlagen auf mehrere Hunderttausend steigern (1998 waren es etwa 50.000 Anlagen). Damit verbunden soll die Schaffung von Arbeitsplätzen (ca. 25.000) und die Einsparung von etwa 1 Million Tonnen Kohlendioxid sein. Es werden umfangreiche Informationsmaterialien und Anschriften für fachkundige Gesprächspartner und anerkannte Fachbetriebe angeboten, die bei der Realisierung einer solarthermischen Anlage helfen.

Photovoltaik-Anlagen zur Stromerzeugung

Aus Sonnenlicht kann durch photovoltaische Wandlung in Solarzellen auch direkt Strom erzeugt werden. Solarzellen sind Halbleiterbausteine aus Silizium, in denen bei Lichteinfall eine elektrische Spannung entsteht. Durch Zusammenschalten von Einzelzellen zu Modulen werden nutzbare Spannungen erreicht. Die Solarzellen werden, in Glas oder Kunststoff eingebettet, auf Dächern oder an Fassaden montiert. Das Besondere des Solarstromes: Der Betrieb von Photovoltaik-Anlagen verursacht weder Abgase noch Geräusche und verbraucht keine wertvollen fossilen Energien.

Photovoltaik-Anlagen werden heute in vielfältiger Weise zur Stromerzeugung genutzt:

- als Teil des öffentlichen Stromnetzes, der erzeugte Strom wird dort eingespeist,
- als „Insellösung“ für Gebiete, wo sich die Erweiterung des Stromnetzes nicht lohnt, z.B. für Berghütten, hier werden Speicherbatterien benötigt, oder
- zur Versorgung mobiler Kleingeräte, z.B. solarbetriebene Taschenrechner.

Die Investitionskosten für photovoltaische Anlagen schwanken je nach System. Nur die Hälfte der Investitionskosten einer Anlage entfällt in der Regel auf die Solarmodule selbst. Der Rest ist für notwendige Zusatzeinrichtungen erforderlich wie

- **Gleichstromwandler** (sie sorgen für die richtige Spannung),
- **Wechselrichter** (sie machen aus solarem Gleichstrom Wechselstrom) und
- ggf. **Speicherbatterien** (sie gleichen zeitliche Schwankungen aus).

Für netzgekoppelte Anlagen – wie sie für den Normalverbraucher typisch sind – lassen sich die Kosten relativ gut schätzen. Sie betragen derzeit etwa 10.000 Euro pro Kilowatt Spitzenleistung. Da Solarzellen die Sonnenstrahlen – gleichgültig ob es sich um direkte oder diffuse Strahlung handelt – unmittelbar und ohne mechanische Verschleißteile in Elektrizität umwandeln, ist der Wartungsaufwand gering.

Informationen finden Sie bei:

www.solar-na-klar.de oder bei:
 Kampagne „Solar – na klar!“,
 c/o B.A.U.M. e.V.,
 Osterstr. 58, 20259 Hamburg,
 Tel.: 040 / 49 07-14 90,
 Fax: 040 / 49 07-14 99
 Info-Material erhalten Sie über
 die Info-Hotline:
 Tel. 0180 / 500 18 71 oder per
 E-mail: info@solar-na-klar.de



Die Bundesregierung fördert gezielt die Errichtung und den Betrieb von Photovoltaik-Anlagen, u.a. durch das Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG). Weitere Informationen und Beispielrechnungen sowie Hinweise zur Förderung von Photovoltaik-Anlagen findet man unter den folgenden Adressen:

Deutsche Gesellschaft für Sonnenenergie (DGS) e.V.,
 Augustenstr. 79, 80333 München,
 Tel.: 089 / 52 40 71, Fax. 089 / 52 16 68
 Internet: www.dgs-solar.org
 Email: info@dgs-solar.org

Deutscher Fachverband Solarenergie (DFS) e.V.,
 Bertoldstr. 45, 79098 Freiburg,
 Tel.: 0761 / 29 620 90,
 Fax: 0761 / 29 620 99
 Internet: <http://www.windmesse.de/>
 Email: dfs.freiburg@t-online.de

Bundesverband Solarenergie (BSE) e.V.,
 Elisabethstr. 34, 80796 München,
 Tel.: 089 / 278 134 24,
 Fax: 089 / 273 128 91
 Internet u. Email: www.bsi-solar.de/

Nutzung von Umgebungswärme (Wärmepumpen, Erdwärmetauscher)

Auch bei niedrigen Temperaturen enthalten Luft und Boden reichlich Wärmeenergie. Um diese nutzbar zu machen, muss die Wärme allerdings mit einer Wärmepumpe (WP) auf ein höheres Temperaturniveau angehoben werden. Die Wärme wird quasi durch die Pumpe „verdichtet“ und somit verfügbar gemacht. Dem Boden oder der Luft wird dazu über Erd- oder Luftwärmetauscher Energie entzogen und dem Heizungssystem zugeführt. Je nach Auslegung kann das Heizungssystem ergänzt (bivalente WP) oder ganz ersetzt werden (monovalente WP).

Eine bivalente Heizungsanlage besteht aus mindestens zwei Wärmeerzeugern, bei denen die elektrisch angetriebene Wärmepumpe mit mindestens einem weiteren Wärmeerzeuger für feste, flüssige oder gasförmige Brennstoffe kombiniert wird. Die Kenngröße der Energieeffizienz von Wärmepumpen ist die Jahresarbeitszahl. Eine Jahresarbeitszahl von z.B. vier bedeutet, dass bei der Abgabe von 4 kWh Heizenergie die Wärmepumpe 1 kWh elektrische Energie verbraucht. Eine bivalente Wärmepumpe in Kombination mit einem Ölheizkessel, die eine Jahresarbeitszahl von drei erreicht, benötigt für 100 % Heizenergie 108 % Primärenergie.

Wird der Heizwärmebedarf ausschließlich über die Wärmepumpe geliefert, so nennt sich die Betriebsweise **monovalent**. Eine monovalente Wärmepumpe, die mit einer Jahresarbeitszahl von vier arbeitet, verbraucht für 100 % Heizenergie nur 75 % Primärenergie, sofern der Strom aus einem Kraftwerk mit einem Wirkungsgrad von 36 % kommt. Gegenüber einer konventionellen Ölzentralheizung, die für 100 % Heizenergie ca. 150 % Primärenergie verbraucht sind Wärmepumpen-Anlagen als günstig zu bewerten.

Ökologisch sinnvoll ist eine Wärmepumpe allerdings erst, wenn sie weniger Primärenergie verbraucht als ein konventionelles System. Entscheidend dabei sind die o. g. Jahresarbeitszahl und der Strommix – die Summe der Primärenergieträger auf der Stromerzeugerseite. Bei einem in Deutschland erreichten mittleren Kraftwerkswirkungsgrad von 33 % und einer Arbeitszahl von drei ist die Wärmepumpe nicht besser - oder schlechter - als eine konventionelle Heizung. Ein Vergleich mit anderen umweltschonenden Heizsystemen (Brennwertkessel, Solarthermische Anlage) fällt entsprechend schlechter aus.

Holzpelletheizungen

Neben der Sonnenwärme steht dem Eigenheimbesitzer ein weiterer erneuerbarer Energieträger zum Heizen und zur Warmwasserbereitung zur Verfügung: Holz. Natürlich ist auch Holz im weiteren Sinne gespeicherte Sonnenenergie, denn nur mit Hilfe des Sonnenlichtes kann im Wald Holz wachsen. Solange nur soviel Holz eingeschlagen wird, wie auch nachwächst – der Förster nennt dies nachhaltige Waldbewirtschaftung – kann Holz mit Fug und Recht als erneuerbarer Energieträger gelten.

Hinweis:

Ein weiteres Argument spricht für den Energieträger Holz: Seine Klimafreundlichkeit. Während fossile Energieträger wie Heizöl oder Erdgas bei der Verbrennung seit Jahrmillionen in der Erde gespeicherten Kohlenstoff als Kohlendioxid (CO₂) freisetzen und damit den Treibhauseffekt verstärken, wird bei der Verbrennung von Holz nur soviel Kohlendioxid freigesetzt, wie vorher beim Wachstum des Baumes aus der Luft entzogen wurde. Das heißt: Bei nachhaltiger Waldbewirtschaftung – und davon kann man in Deutschland ausgehen – ist die energetische Nutzung von Holz klimaneutral.

Bei Heizen mit Holz denken Sie vielleicht zuerst an einen offenen Kamin. So stimmungsvoll ein Kaminfeuer auch sein mag, aus energetischer Sicht kann der offene Kamin nicht überzeugen. Ein Großteil der Wärme entweicht ungenutzt durch den Kamin und eine erhebliche Menge an Luftschadstoffen gleich mit.

Aber es geht auch ganz anders: Heutzutage lässt sich Holz in modernen Holzfeuerungen bei relativ geringem Arbeitsaufwand mit hohem Wirkungsgrad und

deutlich gemindertem Schadstoffausstoß als zeitgemäßer und umweltfreundlicher Energieträger einsetzen. Denn in den letzten Jahren ist ein neuer besonders anwender- und umweltfreundlicher Heizungstyp auf den Markt gekommen: die Holzpellettheizung. In Österreich, wo man traditionell sehr viel von Holzheizungen versteht, sind Pellettheizungen schon seit einigen Jahren weit verbreitet. Auch in Deutschland steigt der Absatz seit den vergangenen drei Jahren.

Holzpellets sind kleine zylindrische Presslinge aus unbehandelten Säge- und Hobelspänen. Diese Späne stehen als Nebenprodukte der Sägewerke und der Holzverarbeitenden Industrie kostengünstig zur Verfügung. Die gleichbleibende Qualität der Holzpellets wird durch eine DIN-Norm gewährleistet. Der Heizwert von Holzpellets liegt bei 5 Kilowattstunden pro Kilogramm, so dass mit zwei Kilogramm Holzpellets etwa 1 Liter Heizöl oder 1 Kubikmeter Erdgas ersetzt werden kann.

Die weitgehend standardisierten Eigenschaften der Holzpellets ermöglichen eine besonders schadstoffarme Verbrennung. Die Pelletfeuerung wird nämlich genau für diese Brennstoffeigenschaften optimiert. Brennstoff- und Verbrennungsluftzufuhr, der Feuerungsraum, alles wird so auf die Eigenschaften des Holzpellet-Brennstoffes abgestimmt, dass die Verbrennung möglichst vollständig und schadstoffarm erfolgen kann.

Doch der Einsatz von Holzpellets kommt nicht nur der Umwelt zugute. Mindestens genauso wichtig bei der Entscheidung für eine Pellettheizung ist der hohe Bedienungskomfort. Auch in diesem Zusammenhang sind die standardisierten Eigenschaften der Holzpellets ausschlaggebend. Sie ermöglichen eine automatische Brennstoffeinbringung aus dem Vorratsbehälter in die Pellettheizung. Das ist fast so bequem wie bei einer Gas- oder Ölheizung. Nur die Asche muss von Zeit zu Zeit noch manuell entsorgt werden. Auch die Anlieferung der Holzpellets erfolgt in einem Silo-Tankwagen, der die Pellets dann über eine geschlossenen Fördereinrichtung automatisch, sauber und staubfrei in Ihren Keller einlagert. Daneben werden Holzpellets auch als Sackware angeboten.

Holzpellettheizungen werden hauptsächlich im Leistungsbereich bis 50 Kilowatt angeboten. Für ein modernes Einfamilienhaus ist in der Regel eine Leistung von 15 Kilowatt ausreichen. Übrigens: Auch die Kombination einer Pellettheizung mit einer thermischen Solaranlage ist eine interessante Option - Im Sommer direkte Solarwärme vom Dach zur Warmwasserbereitung, im Winter gespeicherte Solarenergie aus dem Holzpelletvorratsbehälter.

Weitergehende Informationen zum Thema Holzpellettheizung stellt das **Biomasse-Info-Zentrum** (BIZ), Hessbrühlstr. 49a, 70565 Stuttgart, Tel. (0711) 7813908, Internet: www.biomasse-info.net zur Verfügung. Prüfen Sie auch, ob gegebenenfalls Fördermittel für die von Ihnen gewünschte Pellettheizung zur Verfügung stehen.

7. UMWELTZEICHEN „BLAUER ENGEL“

Mit dem Blauen Engel können Produkte und Dienstleistungen ausgezeichnet werden, die im Vergleich zu anderen Produkten mit demselben Gebrauchszweck und Dienstleistungen mit demselben Angebot als besonders umweltfreundlich bezeichnet werden können. Etwa 3.700 Produkte und Dienstleistungen von ca. 800 Zeichennehmern des In- und Auslandes dürfen heute den Blauen Engel tragen.

Der Blaue Engel liefert eine praktische Orientierungshilfe, die Ihnen als Verbraucher Auswahl und Kaufentscheidung beträchtlich erleichtert. Produkte rund um den Energieeinsatz im Haus bilden einen Schwerpunkt in der Angebotspalette des Blauen Engels.

Umweltfreundlich Heizen mit dem Blauen Engel

Besonders wirksame und schadstoffarme Heizungsanlagen können das Umweltzeichen tragen. Ihnen gemeinsam ist, dass jeweils über die gesetzlichen Vorgaben hinausgehende technische Standards zugrunde gelegt und die Kriterien regelmäßig entsprechend der Marktentwicklung verschärft werden. Mit dem Blauen Engel können sowohl Öl- als auch Gasheizungen ausgezeichnet werden, sofern sie die in den folgenden Tabellen aufgeführten Wirkungsgrade und Schadstoffgrenzwerte einhalten.

Ölbrenner-Kessel-Kombinationen (Units)



Kessel und Brenner als Wärmeerzeuger für Zentralheizungen werden immer häufiger bereits im Werk zu einer Einheit (Unit) vormontiert. Sie werden vorwiegend im Leistungsbereich von 12 bis 120 kW angeboten und können damit für die Zentralheizung von Einfamilien- und Mehrfamilienhäusern eingesetzt werden. Das Umweltzeichen wird jedoch nur bis zu einer Wärmeleistung von bis zu 70 kW vergeben. Units sind wegen der besseren Abstimmung von Brenner und Kessel in puncto Energieausnutzung und Umweltbelastung günstiger als separat zusammengestellte moderne Niederdruckkessel mit Brenner. In diesem Zusammenhang ist insbesondere der geringere Stickoxidausstoß hervorzuheben.



Moderne Heizanlagen: sparsam - umweltfreundlich - sauber.

Ölzerstäubungsbrenner



Ölzerstäubungsbrenner sind vor allem bei größerer Leistung, wie sie in Mehrfamilienhäusern benötigt wird, eine relativ umweltfreundliche Möglichkeit der Wärmeerzeugung. Sie sind besonders wirksam, weil das Öl in feinste Tröpfchen zerstäubt wird und so eine nahezu vollständige Verbrennung des Öl-/Luftgemisches mit geringer Ruß- und Schadstoffentwicklung erreicht wird.

VERGLEICH

	RAL-UZ 9	RAL-ZU 46
Produkt	Ölzerstäubungsbrenner	Ölbrenner-Kessel-Kombinationen
Leistungsbereich (kW)	≤ 120	≤ 70
Normnutzungsgrad (%)	entfällt	≤ 90 - 91
Kohlenmonoxid (mg/kWh)	≤ 60	≤ 60
Stickstoffoxide (mg/kWh)	≤ 120	≤ 110
Kohlenwasserstoffe	≤ 15	≤ 15
Rußzahl	≤ 0,5	≤ 0,5
Elektrische Leistungsaufnahme im Schlumberbetrieb (W)	entfällt	8
Mittlere elektrische Leistungsaufnahme m (Normal-) Betrieb (W)	250	220
Elektrischer Energieverbrauch während des Kaltstarts (Wh)	25	25
Heizwasserseitiger Widerstand bei 10 Kelvin Temperaturdifferenz (mbar)	entfällt	800

Gasbrenner mit Gebläse



Gasbrenner mit Gebläse werden vorwiegend bei Wärmeleistungen von mehr als 50 bis 70 kW eingesetzt und weisen niedrige Schadstoff(Emissions)werte auf, weil das Gebläse zu einer gleichbleibenden Luftzufuhr und einem optimalen Mischungsverhältnis von Gas und Luft führt. Besonders schadstoffarme Anlagen im Leistungsbereich bis einschließlich 120 kW können den Blauen Engel tragen.



Brenner-Kessel-Kombinationen mit Gebläsebrenner



Der Blaue Engel für aufeinander abgestimmte Brenner-Kessel-Kombinationen (Units) mit Gebläseburnern werden vorwiegend in größeren Gebäuden mit mehr als 20 kW eingesetzt und erreichen einen sehr niedrigen Schadstoffausstoß bei sehr hohen Wirkungsgraden. Wegen der Geräuscentwicklung des Gerätes benötigt man allerdings einen dafür geeigneten Kellerraum.

Gas-Brennwertkessel



Die Brennwerttechnik ist die zurzeit wirtschaftlichste Form beim Heizen mit fossilen Brennstoffen. Brennwertgeräte können im Leistungsbereich bis einschließlich 70 kW mit dem Umweltzeichen Blauer Engel ausgezeichnet werden, wenn sie die strengen Abgas (Emissions) - und Effizienzkriterien einhalten. Die Geräte benötigen im Vergleich mit normalen Niedertemperaturheizkesseln aufgrund des Funktionsprinzips „Kondensation der Abgase“ bis zu 15 Prozent weniger Brennstoff, bei gleicher Heizleistung. Als relativ kleine Wandgeräte finden die Heizungen fast überall Platz. Oftmals werden sie unter dem Dach montiert und lediglich mit einem kurzen, feuchtebeständigen Abgasrohr versehen. Weder ein eigener Raum noch ein gemauerter Schornstein sind dann erforderlich. Brennwertkessel lassen sich mit einem Warmwasserspeicher kombinieren und sorgen dann für eine komfortable Warmwasserbereitstellung. So können aus dem Tank beispielsweise mehrere Zapfstellen gleichzeitig und ausreichend mit warmem Wasser versorgt werden.



Gas-Wasserheizer



Gas-Wasserheizer sind auch als Gasetagenheizung bekannt. Sie versorgen einzelne Wohnungen oder im Ausnahmefall auch ganze Einfamilienhäuser mit Wärme. Häufig werden Kombiwasserheizer verwendet, bei denen die Heizung mit einem Durchlauferhitzer für Warmwasser im Gerät selbst kombiniert ist. Vorteilhaft ist die geringe Geräuschemission und die geringe Größe, die eine Installation auch in der Wohnung ermöglicht. Die Geräte sind preiswert, allerdings nicht so günstig hinsichtlich Schadstoffausstoß, Wirkungsgrad und Komfort für den Nutzer.

VERGLEICH GASHEIZUNGEN

	RAL-UZ 39	RAL-UZ 40	RAL-UZ 41	RAL-UZ 61	RAL-UZ 80
Produkt	Gas-Spezial-Heizkessel	Gas-Kombi- und Umlaufwasserheizer	Gas-Unit mit Gebläsebrenner	Gas-Brennwert-Kessel	Gasbrenner mit Gebläse
Leistungsbereich (kW)	≤ 70	≤ 30	≤ 70	≤ 70	≤ 120
Normnutzungsgrad (%) ¹⁾	90 - 91	89,5 - 90	90 - 91	103 - 104 ²⁾ 100 - 101 ³⁾	entfällt
Kohlenmonoxid (mg/kWh)	≤ 60	≤ 60	≤ 60	≤ 50	≤ 60
Stickstoffoxide (mg/kWh)	≤ 70	≤ 60	≤ 70	≤ 60	≤ 70
Elektrische Leistungsaufnahme im Schlumberbetrieb (W)	8	8	8	15	entfällt
Mittlere elektrische Leistungsaufnahme im Normal-Betrieb (W)	15	80	200	Mit Gebläse-brenner: 200 Mit Unterstützungsgebläse: 80	200
Heisswasserseitiger Widerstand bei 10 Kelvin Temperaturdifferenz (mbar)	800	800	800	800	entfällt

1)Der Normnutzungsgrad spiegelt wieder, wie viel der eingesetzten Primärenergie unter definierten Prüfbedingungen in nutzbare Wärme umgewandelt wird. Bei der Brennwerttechnik ist ein Normnutzungsgrad von über 100 Prozent rechnerisch möglich, da Wärme aus der Abluft „zurückgewonnen“ wird.

2)bei Vorlauf-/Rücklauftemperatur von 40/30 °C

3)bei Vorlauf-/Rücklauftemperatur 75/60 °C

Gas-Spezialheizkessel



Gas-Spezialheizkessel verfügen über einen so genannten atmosphärischen Flächenbrenner, bei dem das Gas über eine Gaslanze unmittelbar bis zum Brenner transportiert wird und erst kurz vor der Verbrennung mit Verbrennungsluft vermischt wird. Da das Funktionsprinzip sehr einfach und damit sehr wartungsfreundlich ist, fanden solche Geräte gerade in der Vergangenheit großen Zuspruch. Die Schadstoffemissionswerte sind relativ niedrig und der Wirkungsgrad gut. Vorteil von diesen Geräten ist auch, dass nur für den Regelungsvorgang aber nicht für den Verbrennungsvorgang Hilfsstrom benötigt wird. Diese Geräte sind vergleichsweise klein und leise, so dass sie als Küchen- und Kellergeräte angeboten werden.



Moderne Klein-Blockheizkraftwerke zur gleichzeitigen Erzeugung von Wärme und Strom



Blockheizkraftwerk-Module (BHKW-Module) stellen durch die gekoppelte Erzeugung von Strom und Wärme eine wirksame Form der Energieumwandlung dar. Sie leisten damit einen wichtigen Beitrag zur Verringerung des Primärenergieeinsatzes und des Kohlendioxid-Ausstoßes. Für kleine BHKW-Module existieren bisher hinsichtlich Wirkungsgrade und des Schadstoffverhaltens keine gesetzlichen oder verordnungsrechtlichen und auch keine normativ verpflichtenden Vorgaben. Die Umweltzeichen-Anforderungen stellen daher einmalige und anspruchsvolle Kriterien dar.

ZUSAMMENFASSUNG DER UMWELTZEICHEN-ANFORDERUNGEN FÜR KLEIN-BHKW MODULE

Produkt	Rationelle Energienutzung			Schadstoffe (Emissionen) (TA Luft Novelle)			
	Gesamtwirkungsgrad η_{ges} (%)	Elektrischer- Wirkungsgrad η_{el} (%)	Teillast- anforderungen	NO _x (mg/Nm ³)	CO (mg/Nm ³)	Staub (mg/Nm ³)	Org. Stoffe (mg/Nm ³)
Gas-BHKW-Modul $P_{el} \leq 125 \text{ kW}_{el}$	89	$\eta_{el} \geq 2,5 \cdot \ln(P_{el}) + 21,5$	Bei Teillastfähigkeit darf η_{ges} bei 60 % der Nennlast um maximal 2 Prozentpunkte geringer sein und η_{el} um maximal 3 Prozentpunkte als bei Volllast	250	300		100
Diesel-BHKW-Modul $P_{el} \leq 125 \text{ kW}_{el}$	89	$\eta_{el} \geq 3,5 \cdot \ln(P_{el}) + 22,5$	Bei Teillastfähigkeit dürfen η_{ges} und η_{el} bei 60 % der Nennlast um maximal 2 Prozentpunkte geringer sein als bei Volllast	1000	300	20	100

Holzpelletöfen und -heizkessel



Holzpelletfeuerungen ermöglichen durch ihren hohen Automatisierungsgrad und durch die Verwendung von Brennstoffen mit einheitlicher Qualität eine wirksame und schadstoffarme Nutzung regenerativer Brennstoffe zu Heizzwecken. Sie leisten damit einen Beitrag zum Klimaschutz und zur Verringerung des Primärenergieeinsatzes an nicht-erneuerbaren Energieträgern.



Sonnenkollektoren



Durch den Einsatz von Solaranlagen zur Energiegewinnung werden Ressourcen geschont und Schadstoffe vermieden. Das Umweltzeichen berücksichtigt insbesondere Kriterien für Sonnenkollektoranlagen zur Warmwassererzeugung. Der Solarmarkt hat in den letzten Jahren stark an Dynamik gewonnen. Während in der Zeitspanne 1970 bis 1990 der jährliche Zuwachs bei 20.000 bis 50.000 m² Kollektorfläche lag, beträgt der Zuwachs der letzten Jahre 600.000 bis 1.000.000 m². Insgesamt sind derzeit (2003) mehr als 3.000.000 m² Kollektorfläche installiert.

Die Produkte mit dem Umweltzeichen müssen nach RAL-UZ 73 folgende Anforderungen erfüllen¹:

- Kollektorertrag bei 40 % Deckungsanteil mindestens 525 kWh/m²
- als Wärmeträgermedium keine halogenierten Kohlenwasserstoffe; Beachtung der Gefahrstoffverordnung; keine Verwendung wassergefährdender Stoffe
- als Wärmedämmung keine halogenierten Kohlenwasserstoffe; keine Ausgasungen bei Stillstandstemperatur
- zur Sicherheit und Haltbarkeit: Beachtung der einschlägigen Normen (insbesondere DIN 4757-3); Bauartzulassung oder Prüfprotokoll
- Erklärung des Zeichnehmers zur Rücknahme und Wiederverwertung von Altanlagen
- Vorlage einer Betriebs- und Einbauanleitung und eines Sicherheitsdatenblattes zum Wärmeträger
- Erläuterung des Absorber-Beschichtungsverfahrens

¹Diese Zeichennutzungs-Vergabegrundlagen sind bis zum 31.12.2003 gültig. Die neuen Vergabegrundlagen werden in einer Machbarkeitsstudie für neue Umweltzeichen in Anlehnung an ISO 14024 erarbeitet.



Heizungsumwälzpumpen



Ein Teil der Energieeinsparung, die durch wirksame Heizungsanlagen erreicht wird, wird in nicht wenigen Fällen durch eine energetisch ungünstige Umwälzpumpe wieder zunichte gemacht. In Heizungstests zeigten sich die Pumpen wegen geringen Wirkungsgrads und unnötig hohen Stromverbräuchen oft als Schwachpunkt in ansonsten sehr guten Heizungssystemen. **Nur Pumpen mit stufenloser Anpassung an den tatsächlichen Bedarf erweisen sich als wirksames Mittel zum Energiesparen.** Liegt ihr Energieverbrauch gegenüber einem unregelmäßigen Pumpenbetrieb um mindestens 25 Prozent niedriger, können sie mit dem Umweltzeichen Blauer Engel ausgezeichnet werden.

Eine intelligente Gebäudesystemtechnik eröffnet durch das große Energiesparpotenzial bei der Anwendung in Beleuchtungs-, Heizungs- und Lüftungsanlagen auch in Wohngebäuden die Möglichkeit, bedeutend zur Energieeinsparung beizutragen. Dabei kann gleichzeitig auch noch der Wohnkomfort erhöht werden, etwa wenn man sich nicht mehr um die Außenbeleuchtung oder den Springbrunnen kümmern muss, weil diese zu einer bestimmten Uhrzeit automatisch abgeschaltet werden. Wegen des relativ hohen Aufwands werden diese Systeme allerdings bislang überwiegend in Industrie- und Verwaltungsgebäuden eingebaut.

8. FÖRDERMÖGLICHKEITEN UND BERATUNG

Staatliche Einrichtungen bieten vielfältige Beratung und Förderungen in den Bereichen Wärmeschutz und Heizenergieeinsparung an. Zu den Fördermöglichkeiten gehören zinsgünstige Darlehen, Zuschüsse oder Erleichterungen bei der Einkommensteuer. Über etliche Bundesländer können Programme zur Förderung der Energieeinsparung und der Nutzung von erneuerbaren Energien genutzt werden. Zum Teil haben auch Kommunen und Energieversorgungsunternehmen Förderprogramme entwickelt. Ein umfangreiches Informationsangebot – insbesondere im Internet – gibt Auskunft und weist den Weg zur optimalen Beratung und Förderung. Um die bestehenden Möglichkeiten auch als „Nichtfachmann“ besser verstehen zu können, besteht oftmals die Möglichkeit einer kostenlosen telefonischen Beratung (z.B. bei der Deutschen Energieagentur) und/oder der Bestellung von (im Allgemeinen kostenlosem) Informationsmaterial.

Einige wichtige Hilfen durch den Förderdschungel

Einen guten Überblick über die vielfältigen Fördermöglichkeiten bietet u.a. das **Bundesministerium für Wirtschaft und Arbeit (BMWA)** mit seiner Förderdatenbank. Die Datenbank enthält neben umfassenden Informationen zu den Förderprogrammen des Bundes, der Länder und der Europäischen Union, aktuelle Richtlinien und hilfreiche Prüflisten. Sie finden sie im Internet unter: <http://www.bmwi.de/Navigation/unternehmer.html>

BINE ist ein Informationsdienst der **Fachinformationszentrum Karlsruhe GmbH**, der durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Arbeit (BMWA) gefördert wird. BINE informiert über den Entwicklungsstand umweltfreundlicher und ressourcenschonender Energietechniken – u.a. zu den Themen: Ökologisches Bauen, Niedrigenergiearchitektur, innovative Gebäudetechnik, wärmetechnische Sanierung, Solarthermie, Photovoltaik, Biomasse und Windenergie – und deren Anwendungsmöglichkeiten. Darüber hinaus bietet BINE eine gute Übersicht und umfassende Informationsmaterialien zu den Förderprogrammen des Bundes und der Länder wie zum Beispiel die zusammen mit dem Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) erstellte Broschüre „Geld vom Staat fürs Energiesparen; Überblick über Förderprogramme“ (Ausgabe Mai 2003).
Informationsdienst BINE, Fachinformationszentrum Karlsruhe (Büro Bonn)
 Mechenstr. 57, 53129 Bonn
 Tel.: 0228 / 92 37 9-0, Fax: 0228 / 92 37 9-29
 Internet + E-mail: bine@fiz-karlsruhe.de

Die **Deutsche Energie Agentur (DENA)** ist eine im Herbst 2000 gegründete Gesellschaft der Bundesrepublik Deutschland mit dem Ziel, die rationelle Energienutzung, den Ausbau der Nutzung erneuerbarer Energiequellen und den Einsatz

innovativer Techniken zur rationellen Energieumwandlung zu steigern. Ihr Aufgabenbereich erstreckt sich von der umfangreichen Entwicklung und Durchführung von Informationskampagnen über die Beratung von zuständigen öffentlichen Stellen bei Bund, Ländern und Gemeinden und der Wirtschaft bis zur Einrichtung einer kostenlosen **Hotline (0 800 / 73 67 34)**, über die Bürgerinnen und Bürger Auskunft zu den Themen der rationellen Energienutzung im Bau- und Strombereich sowie über Kraft-Wärme-Kopplung, Biomasse, Wind- und Sonnenenergie erhalten können.

Deutsche Energie Agentur GmbH,

Chausseestr. 128a, 10115 Berlin, Tel.: 030 / 72 61 65 60, Fax: 030 / 72 61 65 699

Internet: www.deutsche-energie-agentur.de

E-mail: info@deutsche-energie-agentur.de

Die **KfW Bankengruppe** gibt weltweit Impulse für Wirtschaft, Politik und Gesellschaft. Sie fördert nicht nur Innovationen, sondern entwickelt selbst verstärkt neue Finanzierungsinstrumente für ihre Kunden und Partner:

Die KfW Förderbank: Fördert alle Maßnahmen der Produktbereiche Bauen, Infrastruktur, Bildung, Soziales und Umwelt.

Die KfW Mittelstandsbank: Hier konzentrieren sich alle Förderaktivitäten für Gründer und mittelständische Unternehmen.

Die KfW IPEX-Bank: Die Export- und Projektfinanzierung tritt unter dem Dach der KfW Bankengruppe als KfW IPEX-Bank auf. Sie agiert kunden- und wettbewerbsorientiert zu marktüblichen Bedingungen.

Die KfW Entwicklungsbank: Im Auftrag der Bundesregierung finanziert sie Investitionen und Beratungsleistungen in Entwicklungsländern.

Die DEG: Als Partner der Privatwirtschaft unterstützt sie Unternehmen, die in Entwicklungs- und Reformländern investieren wollen.

KfW (Kreditanstalt für Wiederaufbau)

Palmengartenstraße 5-9; 60325 Frankfurt, Tel.: 069/7431-0, Fax: 069/7431-2944;

Infocenter: Telefon: 0 18 01 / 33 55 77 (Ortsstarif), Telefax: 069 / 74 31 64-355;

Internet: www.kfw.de, Email: info@kfw.de

- **KfW- Infocenter der Förderbank**, 01801/ 33 55 77
(Wohnwirtschaftliche, Umwelt, Bildungs- und Infrastrukturprogramme)
Internet: www.kfw.de; E-Mail: info@kfw.de
- **KfW- Infocenter der Mittelstandsbank**, 01801/ 24 11 24
(Gewerbliche Kreditprogramme- und Existenzgründung, Bildungsförderung)
Internet: www.kfw-mittelstandsbank.de
Internet: <http://www.kfw.de>, E-Mail: info@kfw.de
- **KfW -Beratungszentrum Berlin**, Behrenstr. 31, 10117 Berlin,
Tel.: 030 / 2 02 64 50 50
- **KfW-Beratungszentrum Bonn**, Ludwig-Erhard-Platz 1-3, 53179 Bonn,
Tel.: 0228 / 831-0

Förderprogramme (Beispiele)

KfW-Programm zur Kohlendioxid (CO ₂)-Minderung	
Was wird gefördert?	Investitionen, die die Kohlendioxid-Belastung bei Wohngebäuden mindern und Energie einsparen, u.a. bei bestehenden Gebäuden: Maßnahmen zur Verbesserung des Wärmeschutzes, zur Installation von Brennwert- und Niedertemperaturheizkesseln; bei bestehenden oder neuen Gebäuden: KWK-Anlagen, Maßnahmen zur Nutzung erneuerbarer Energien wie Wärmepumpen, solarthermische und Photovoltaik-Anlagen, Wärmerückgewinnungsanlagen oder Biomasseanlagen (Pelletheizung); die Errichtung oder der Erwerb von besonders energiesparenden Wohngebäuden (Energiesparhaus 60).
Wer wird gefördert?	Träger von Investitionsmaßnahmen an selbstgenutzten oder vermieteten Gebäuden, z.B. Privatpersonen, Wohnungsunternehmen und -genossenschaften, Gemeinden, Kreise, Gemeindeverbände sowie Körperschaften und Anstalten des öffentlichen Rechts.
Wie wird gefördert?	Bis zu 100 % des Investitionsbetrages können gefördert werden durch langfristige, zinsgünstige Darlehen mit festen Zinssätzen in den ersten 10 Jahren und tilgungsfreien Anlaufjahren; Kreditbetrag i.d.R. max. 5 Mio. EUR, bei KfW-Energiesparhäusern bis zu 30.000 EUR pro Wohneinheit, Kombination mit anderen Förderprogrammen möglich.
Wie lange wird gefördert?	Maximale Kreditlaufzeit beträgt 30 Jahre bei höchstens 5 tilgungsfreien Anlaufjahren.
Wo ist der Antrag einzureichen?	Private Investoren erhalten ihr Darlehen über die durchleitenden Banken und Sparkassen, Öffentlich-rechtliche Antragsteller sowie gewerbliche Unternehmen wenden sich direkt an die KfW. Der Antrag ist vor Beginn der Maßnahme zustellen.
Weitere Informationen?	Banken und Sparkassen; KfW

KfW - CO₂ - Gebäudesanierungsprogramm

Was wird gefördert?

Investitionen zur CO₂-Minderung und zur Energieeinsparung im Altbaubestand, d.h. in Wohngebäuden, die vor 1979 errichtet wurden. Der Einspareffekt muss i.d.R. mindestens 40 Kilogramm CO₂ pro Quadratmeter Gebäudenutzfläche und Jahr betragen.

Gefördert werden folgende Maßnahmenpakete:

1. Wärmedämmung der Außenwände, des Daches, der Kellerdecke, der erdberührten Außenflächen beheizter Räume und die Erneuerung der Fenster.
2. Austausch der Heizung, Wärmedämmung des Daches sowie der Außenwände.
3. Austausch der Heizung, Wärmedämmung des Daches und der Kellerdecke (oder von erdberührten Außenflächen beheizter Räume) sowie Erneuerung der Fenster.
4. Austausch der Heizung und Umstellung des Heizenergieträgers sowie Erneuerung der Fenster.
5. Grundsätzlich sind von den genannten Maßnahmenpaketen abweichende Maßnahmen förderfähig, wenn durch sie mindestens 40 Kilogramm CO₂ pro Quadratmeter Wohnfläche und Jahr eingespart werden.
6. Austausch von Kohle-, Öl- und Gaseinzelöfen, Nachtspeicherheizungen sowie Kohlezentralheizungen durch den Einbau von Wärmeversorgungsanlagen im Sinne der Energieeinsparverordnung (EnEV). Des weiteren Austausch von Standardöl- und Gaskesseln, die vor dem 1. Juni 1982 eingebaut wurden, durch Öl- oder Gas-Brennwertkessel in Kombination mit Solarkollektoranlagen oder durch Anlagen zur Nutzung erneuerbarer Energien (z.B. Biomasse, Umweltwärme).
7. Errichtung, Herstellung oder Ersterwerb von KfW-Energiesparhäusern 40 einschließlich Passivhäusern.

	<p>Ferner bestehen unter bestimmten Voraussetzungen Kumulierungsmöglichkeiten - zu weitergehenden Einzelfragen wenden Sie sich bitte direkt an die KfW.</p>
<p>Wer wird gefördert?</p>	<p>Träger von Investitionsmaßnahmen an selbstgenutzten oder vermieteten Gebäuden, z.B. Eigentümer und private Mieter, Wohnungsunternehmen und -genossenschaften, Gemeinden, Kreise, sowie sonstige Körperschaften und Anstalten des öffentlichen Rechts.</p>
<p>Wie wird gefördert?</p>	<p>Langfristige, zinsgünstige Darlehen mit festen Zinssätzen in den ersten 10 Jahren und tilgungsfreien Anlaufjahren; Teilschulderlass möglich; Finanzierungsanteil bis zu 100 % der Investitionskosten einschließlich Nebenkosten (z.B. Energieeinsparberatung); Kombination mit anderen Fördermitteln ist möglich, wenn die Summe der Fördermittel die der Aufwendungen nicht übersteigt.</p> <p>Zur Finanzierung von Energiesparhäusern 40 einschließlich Passivhäuser maximal 50.000 Euro je Wohneinheit.</p>
<p>Wie lange wird gefördert?</p>	<p>Die Laufzeit der Kredite beträgt max. 30 Jahre bei mindestens einem und höchstens 5 tilgungsfreien Anlaufjahren.</p>
<p>Wo ist der Antrag einzureichen?</p>	<p>Private Antragsteller stellen den Antrag bei ihrer Hausbank, öffentlich-rechtliche Antragsteller wenden sich direkt an die KfW. Der Antrag ist vor Beginn der Maßnahmen zu stellen.</p>
<p>Weitere Information?</p>	<p>KfW</p>

Marktanreizprogramm Förderung erneuerbarer Energien

Was wird gefördert?	Sonnenkollektoranlagen Biomasseanlagen bis 100 kW Photovoltaikanlagen
Wer wird gefördert?	Privatpersonen, Freiberufler sowie kleinere und mittlere private gewerbliche Unternehmen, wenn sie Eigentümer, Pächter oder Mieter der Anwesen sind, auf denen die Anlagen errichtet, erweitert oder reaktiviert werden sollen; bei PV-Anlagen nur z.B. Berufsschulen, Technikerschulen, Berufsbildungszentren etc. (siehe Förderrichtlinie)
Wie wird gefördert?	als Zuschuss für: Sonnenkollektoren 125 €/m ² Kollektorfläche (max. 25.000 €) Biomasseanlagen 55 €/kW; mindestens 1500 €/Anlage Photovoltaikanlage pauschal 3000 €/Anlage
Wie lange wird gefördert?	Festbetragsfinanzierung durch nicht rückzahlbare Zuschüsse
Wo ist der Antrag einzureichen?	Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) Frankfurter Str. 29-31, 65760 Eschborn / Ts. Tel.: 0 61 96 / 90 86 25 Fax: 0 61 96/ 90 88 00 und 9 42 26 Internet: www.bafa.de
	KfW
	Wichtig: Mit dem Vorhaben darf vor Antragstellung nicht begonnen worden sein!
Laufzeit des Programms?	Laufzeit des Programms bis Ende 2004
Weitere Information?	Richtlinien auch per Faxabruf beim BAFA unter 06196 / 95 49 121 oder http://www.bafa.de/ener/download.htm erhältlich.

Förderprogramm „Vor-Ort-Beratung“

Was wird gefördert?

„Ingenieurmäßige“ Energiesparberatung vor Ort für Wohngebäude – mehr als die Hälfte der Gebäudelfläche muss zu Wohnzwecken genutzt werden, deren Baugenehmigung in den alten Bundesländern vor dem 01.01.1984 und in den neuen Bundesländern vor dem 01.01.1989 erteilt wurde.

Wer wird gefördert?

Gebäude- und Wohnungseigentümer (natürliche und juristische Personen), sofern sich die Beratung auf das gesamte Gebäude bezieht, rechtlich selbständige Unternehmen der gewerblichen Wirtschaft, der Wohnungswirtschaft und Agrarbetriebe (sofern ihre Umsätze gewisse Summen nicht überschreiten) sowie mildtätige, gemeinnützige oder kirchliche Einrichtungen.

Wie wird gefördert?

Die Höhe des Zuschusses – in Form einer Anteilsfinanzierung – ist abhängig von der Zahl der Wohneinheiten des zu betreffenden Wohngebäudes; bei einem Ein-/Zweifamilienhaus kann ein Zuschuss von bis zu 300 € gewährt werden. Wichtig: Zuschussempfänger ist der betreffende Ingenieur, dieser muss den Antrag vor Beginn der Beratung einreichen.

Wie lange wird gefördert?

einmalig

Wo ist der Antrag einzureichen?

Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) Referat 411
 Frankfurter Str. 29-31, 65760 Eschborn / Ts.
 Tel.: 0 61 96 / 908-402 oder -403,
 Fax: 0 61 96 / 908-800
 E-mail: foerderung@bafa.de
 Internet: www.bafa.de

Laufzeit des Programms?

bis Ende des Jahres 2002

**Weitere
Information?**

**Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhr-
kontrolle (BAFA)** (Abschrift siehe S. 65)

Wichtige weitere Information:

Eine Liste mit Ingenieuren, die eine „Vor-Ort-Beratung“ vornehmen, kann beim BAFA per Fax: 0 61 96 / 908-800 erfragt sowie online beim Bund der Energieverbraucher (www.energieverbraucher.de) oder beim Rationalisierungs- und Innovationszentrum der Deutschen Wirtschaft e.V. (RKW) (www.rkw.de) abgerufen werden.

KfW-Wohnraum-Modernisierungsprogramm 2003

Was wird gefördert?	Modernisierung und Instandsetzung von bestehendem Wohnraum sowie zur Wohnumfeldverbesserung im gesamten Bundesgebiet; unter bestimmten Voraussetzungen: Ausbau von Dachgeschossen, Anbau und Aufstockung sowie in den neuen Ländern und Berlin (Ost) beim Rückbau von leer stehenden Mietwohngebäuden.
Wer wird gefördert?	Träger der Investitionsmaßnahmen an selbst genutzten oder vermieteten Wohngebäuden, z.B. Privatpersonen, Wohnungsunternehmen, Wohnungsgenossenschaften, Gemeinden, Kreise, Gemeindeverbände, sonstige Körperschaften und Anstalten des öffentlichen Rechts.
Wie wird gefördert?	Bis zu 100 % der förderfähigen Kosten, jedoch maximal 250 EUR/qm Wohnfläche.
Wie lange wird gefördert?	Die Laufzeit der Kredite beträgt max. 30 Jahre bei mindestens einem und höchstens 5 tilgungsfreien Anlaufjahren.
Wo ist der Antrag einzureichen?	Private Antragsteller stellen den Antrag bei ihrer Hausbank, öffentlich-rechtliche Antragsteller wenden sich direkt an die KfW. Der Antrag ist vor Beginn der Maßnahmen zu stellen.
Laufzeit des Programms?	Förderprogramm läuft bis Ende 2004
Weitere Information?	KfW

KfW-Wohneigentumsprogramm

Was wird gefördert?	Bau oder Erwerb von selbstgenutzten Eigenheimen oder Eigentumswohnungen
Wer wird gefördert?	Privatpersonen
Wie wird gefördert?	Durch zinsgünstige Darlehen von bis zu 30 % der angemessenen Gesamtkosten, höchstens 100.000 EUR.
Wie lange wird gefördert?	Die maximale Kreditlaufzeit beträgt 30 Jahre bei mindestens einem und höchstens 5 tilgungsfreien Anlaufjahren.
Wo ist der Antrag einzureichen?	Die Anträge sind auf den dafür vorgesehenen Vordrucken bei den örtlichen Kreditinstituten (Hausbanken) einzureichen, die diese an die Kreditanstalt für Wiederaufbau weiterleiten.
Weitere Information?	KfW

Zusätzliche Hinweise:

Das KfW-Marktanreizprogramm zugunsten erneuerbarer Energien entfällt 2004 (Anträge konnten nur noch bis zum 15.10.2003 gestellt werden).

Es bestehen zwei weitere KfW-Sonderprogramme für Hochwasseropfer (August-Hochwasser 2002); Anträge konnten bis 31.12.2003 bei der KfW gestellt werden. Das Bundeskabinett hat am 2. Juli 2003 beschlossen, die Förderung durch die Eigenheimzulage zum 31.12.2003 auslaufen zu lassen. Ein entsprechendes Gesetz müssen die gesetzgebenden Körperschaften noch beschließen. Nach derzeitigem Stand (August 2003) soll das Eigenheimzulagengesetz noch für Bauherren gelten, die vor dem 1. Januar 2004 den Bauantrag für ihr Eigenheim stellen oder für Erwerber, die vor dem 1. Januar 2004 den notariellen Kaufvertrag abschließen.

9. VORSCHRIFTEN UND ANFORDERUNGEN

Das Energieeinsparungsgesetz (EnEG)

Das Energieeinsparungsgesetz vom 22. Juli 1976, zuletzt geändert am 20. Juni 1980, ermächtigt die Bundesregierung, Maßnahmen zur Verbesserung des Wärmeschutzes bei Neubauten vorzuschreiben. Ferner können Anforderungen an Einbau und Betrieb heizungs- und raumluftechnischer Anlagen sowie an Brauchwasseranlagen erlassen werden. Eine generelle Pflicht zur nachträglichen Verbesserung des Wärmeschutzes bei bestehenden Gebäuden lässt sich aus dem Energieeinsparungsgesetz wegen der dort enthaltenen Wirtschaftlichkeitsklausel nicht ableiten. Aus diesem Grund enthält die Energieeinsparverordnung zur nachträglichen Verbesserung des Wärmeschutzes eine nur sehr eingeschränkte Nachrüstpflicht. Das Energieeinsparungsgesetz bildet die gesetzliche Grundlage für die Energieeinsparverordnung (EnEV).

Die Energieeinsparverordnung (EnEV)

Am 1. Februar 2002 ist die Energieeinsparverordnung (EnEV) in Kraft getreten. Sie ist bei der Errichtung von Gebäuden und der Änderung bestehender Gebäude anzuwenden. Die Energieeinsparverordnung vereint die bisher geltende **Wärmeschutz-** (WSchV) und **Heizungsanlagen-Verordnung** (HeizAnlVO) in einer einheitlichen Verordnung. Die Zusammenführung beider Verordnungen ermöglicht eine Abstimmung anlagentechnischer und wärmeschutzbezogener Anforderungen. Planer erhalten damit die Möglichkeit einer integralen Planung, d.h. sie können Anlagentechnik und baulichen Wärmeschutz auf einander abstimmen und das Gesamtsystem „Gebäude“ optimieren.

Endenergiebedarf

Der zulässige Endenergiebedarf von Neubauten wurde gegenüber der Wärmeschutz-Verordnung um durchschnittlich 30 % gesenkt. Die Anforderungen werden dabei für große Gebäude (Mehrfamilienhäuser, Bürogebäude usw.) stärker verschärft als für kleine Gebäude (Ein- und Zweifamilienhäuser).

Primärenergiebedarf

Während in der Wärmeschutz-Verordnung mit dem spezifischen Jahres-Heizwärmebedarf nur der Nutzenergiebedarf begrenzt wurde, enthält die Energieeinsparverordnung als zentrale Anforderung für Neubauten eine Begrenzung des spezifischen Jahres-Primärenergiebedarf für die Beheizung und die Warmwas-

serbereitung. Der zulässige Jahres-Primärenergiebedarf eines Gebäudes wird in Abhängigkeit von dem A/V-Verhältnis festgelegt, d.h. von dem Verhältnis der wärmeübertragenden Hülle – der so genannten Umfassungsfläche (A) – zum beheizten Bauwerkvolumen (V). Im Primärenergiebedarf sind die entstehenden Energieverluste durch z.B. Energiegewinnung, Energieumwandlung und Energietransport berücksichtigt. Damit ist eine objektive Bewertung verschiedener Energieträger möglich. So erfordert die Verwendung elektrischer Energie für die Gebäudebeheizung oder die Warmwasserbereitung in der Regel ungefähr dreimal soviel Primärenergie wie der Einsatz von Gas und Öl. Für Gebäude, die zu mindestens 70 % durch erneuerbare Energien beheizt werden, kann der Nachweis für den Jahres-Primärenergiebedarf entfallen.

Transmissionswärmeverluste

Die Energieeinsparverordnung bestimmt, dass Neubauten mit normalen Innentemperaturen so auszuführen sind, dass bestimmte Höchstwerte für den, auf die wärmeübertragende Umfassungsfläche (z.B. Wände, Dach, Fenster) bezogenen, Transmissionswärmeverlust eingehalten werden. Hierunter sind vereinfacht Wärmeverluste zu verstehen, die durch eine Temperaturdifferenz zwischen Gebäudeinnern (warm) und Außenluft (kalt) entstehen. Mit der Begrenzung dieses Wertes soll sichergestellt werden, dass der bisher erreichte Wärmeschutz nach der Wärmeschutzverordnung nicht unterschritten wird.

Energiebedarfsausweis

Für neue Gebäude und bei bestimmten wesentlichen Änderungen bestehender Gebäude muss künftig ein Energiebedarfsausweis ausgestellt werden. Der Energiebedarfsausweis beschreibt die energetische Qualität eines Gebäudes. Er enthält einige Ergebnisse der gemäß Energieeinsparverordnung durchzuführenden Berechnungen. Hierzu gehören der Jahresprimärenergiebedarf, der Endenergiebedarf und die Transmissionswärmeverluste. Der Energiebedarfsausweis soll die Markttransparenz im Gebäudebereich fördern: Er kann für den Gebäudeeigentümer ein Verkaufsargument sein und die Vermietbarkeit des Objekts fördern. Der Käufer oder Mieter kann andererseits die Energieverbrauchskosten eines Gebäudes in seine Wirtschaftlichkeitsüberlegungen einbeziehen.

Anforderungen an bestehende Gebäude

Die Energieeinsparverordnung enthält für bestehende Gebäude bedingte Anforderungen und im Gegensatz zur Wärmeschutzverordnung auch Nachrüstpflichten.

a) Bedingte Anforderungen

Bedingte Anforderungen sind mit „Ohnehin - Maßnahmen“ verknüpft. Es kann unterstellt werden, dass in diesen Fällen eine Umsetzung der Anforderungen wirtschaftlich ist. Bedingte Anforderungen betreffen neu eingebaute oder geänderte Bauteile der Gebäudehülle (bauteilbezogenen Anforderungen) und den Neueinbau oder den Austausch von Heizungen.

Im ersten Fall wird beispielsweise bei der Sanierung von Außenwänden (einschließlich Außenputzeneruerung), Fenstern, Außentüren, Dächern ein maximaler Wert für den Wärmedurchgangskoeffizient (U-Wert) vorgeschrieben. Wie auch schon in der Wärmeschutzverordnung gilt eine Bagatellegrenze. Die bauteilbezogenen Anforderungen gelten nur dann, wenn mehr als 20 % einer Bauteilfläche gleicher Orientierung geändert wird. Ferner dürfen einzelne neu eingebaute oder geänderte Bauteile die o.g. Anforderungen überschreiten, wenn das Gebäude insgesamt den Jahres-Primärenergiebedarf, der für einen vergleichbaren Neubau gilt, um nicht mehr als 40 % überschreitet (sogenannte 40 %-Regel).

Heizungen, die austauscht oder in ein bestehendes Gebäude neu einbaut werden, müssen den Regelungen der EU-Heizkesselrichtlinie genügen. Heiz- und Warmwasserleitungen müssen den Regelungen für Neubau entsprechend gedämmt werden.

b) Nachrüstpflichten

Die in der Energieeinsparverordnung enthaltenen Nachrüstpflichten beziehen sich auf gebäude- und anlagenbezogene Maßnahmen, die im allgemeinen wirtschaftlich sind.

Eigentümer von Gebäuden mit normalen Innentemperaturen müssen nicht begehbare aber zugängliche oberste Geschossdecken beheizter Räume bis zum 31.12.2006 nachträglich dämmen. Nach Durchführung der Maßnahme darf der Wärmedurchgangskoeffizient der Geschossdecke $0,30 \text{ Watt / (m}^2\text{K)}$ nicht überschreiten. Für selbst genutzte Ein- und Zweifamilienhäuser enthält die Energieeinsparverordnung allerdings eine Sonderregelung: Bei Wohngebäuden mit nicht mehr als zwei Wohnungen (Ein und Zweifamilienhäuser) von denen der Eigentümer selbst eine bewohnt, müssen die Anforderungen nur bei Eigentümerwechsel innerhalb von zwei Jahren, jedoch nicht vor Ablauf der o. g. Frist eingehalten werden.

Heizkessel, die vor dem 1. Oktober 1978 eingebaut oder aufgestellt worden sind, müssen - bis auf wenige Ausnahmen - bis zum 31.12.2006 ausgetauscht werden. In einigen Fällen gilt eine Frist bis zum 31.12.2008. Zusätzlich müssen unge-

dämmte Wärmeverteilungs- und Warmwasserleitungen sowie Armaturen, die sich nicht in beheizten Räumen befinden (z.B. dem Keller), bis zum 31.12.2006 gedämmt werden.

Die Europäische Norm DIN EN 832

Die Energieeinsparverordnung stützt sich in ihrem gebäudebezogenen Teil auf die Europäische Norm EN 832. Diese Norm behandelt das wärmetechnische Verhalten von Gebäuden und dient der Berechnung des Heizenergiebedarfs von Gebäuden. Das in der EN 832 verwendete Berechnungsverfahren kann u.a. der Beurteilung der Übereinstimmung mit Vorschriften, die in Form von Energiezieldaten ausgedrückt sind dienen (EnEV), erlaubt aber auch eine Einschätzung des Ergebnisses möglicher Energiesparmaßnahmen an einem bestehenden Gebäude.

Die nationale Norm DIN-V 4108-6

Mit dieser Norm wird der Jahresheizwärmebedarf von Gebäuden berechnet.

Die nationale Norm DIN-V 4701-10

Diese Norm mit der Bezeichnung „Energetische Bewertung heiz- und raumluft-technischer Anlagen; Teil 10: Heizung, Trinkwassererwärmung, Lüftung“ füllt die Energieeinsparverordnung auf der anlagentechnischen Seite durch die Festlegung eines einheitlichen Berechnungsverfahrens aus. Nach dieser Norm wird bei gegebenem Nutzenergiebedarf der Jahres-Energiebedarf (Primärenergie und Endenergie) für Heizen und Trinkwassererwärmung unter definierten Randbedingungen ermittelt. Der Nutzenergiebedarf setzt sich aus Jahresheizwärmebedarf und Trinkwarmwasser-Wärmebedarf zusammen.

Die Kleinf Feuerungsanlagenverordnung (1.BImSchV)

Die Kleinf Feuerungsanlagenverordnung (erste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes - 1. BImSchV) wurde zuletzt 1997 im größeren Maße novelliert. Sie regelt Anforderungen an die Luftreinhaltung für Feuerungsanlagen, die in privaten Haushalten, Handwerks- und Gewerbebetrieben und öffentlichen Einrichtungen (Schulen, Krankenhäusern u. a.) eingesetzt werden und aufgrund ihrer Größe nicht der Genehmigungspflicht durch das Bundes-Immissionsschutzgesetz unterliegen. Da sie aber aufgrund ihrer großen Anzahl einen erheblichen Energieverbrauch aufweisen, werden in der Kleinf Feuerungsanlagenverordnung an diese Anlagen bestimmte Anforderungen hinsichtlich der Höhe der **Abgasverluste** gestellt.

Häufig gestellte Fragen

Was sind eigentlich Kleinfeuerungsanlagen?

Kleinfeuerungsanlagen sind Feuerungsanlagen im häuslichen und Kleingewerbebereich.

Was bedeutet Abgasverlust?

Der Abgasverlust einer Feuerungsanlage ist ein Maß für den Wärmeinhalt der über den Schornstein abgeleiteten Abgase. Je höher der Abgasverlust ist, desto schlechter ist der Wirkungsgrad und damit die Energieausnutzung, und um so höher ist der Schadstoffausstoß (Emissionen) der Anlage. Aus diesem Grund ist der zulässige Abgasverlust von Feuerungsanlagen begrenzt. Die Einhaltung der Grenzwerte wird von den Schornsteinfegern durch Messung überprüft. Die Umsetzung der Kleinfeuerungsanlagenverordnung leistet somit einen wichtigen Beitrag zur Energieeinsparung und zum Klimaschutz.

Was sind die häufigsten Ursachen für zu hohe Abgasverluste?

Zu hohe Abgasverluste können verursacht werden durch:

- Brennerschmutzung oder falsche Brennereinstellung,
- verschmutzte Wärmeaustauscherflächen, z.B. im Heizkessel,
- veraltete Feuerungsanlagen

Die Höhe der Abgasverluste stellt der Schornsteinfeger jährlich an den Feuerungsanlagen durch Messungen fest.

Welche Änderungen der Kleinfeuerungsanlagenverordnung sind von besonderer Bedeutung?

Ab 1.1.1998 müssen bei neuen oder wesentlich geänderten Öl- und Gasfeuerungsanlagen folgende Abgasverlustgrenzwerte eingehalten werden (ausgenommen Feuerungsanlagen zur Beheizung eines Einzelraumes bis 11 kW und zur ausschließlichen Brauchwassererwärmung bis 28 kW Nennwärmeleistung): Bestehende Öl- und Gasfeuerungsanlagen müssen die neuen Grenzwerte erst nach einer Übergangszeit einhalten.

ABGASVERLUSTGRENZWERTE

Nennwärmeleistung in Kilowatt	Neue Grenzwerte für Abgasverluste
über 4 bis 25	11 %
über 25 bis 50	10 %
über 50	9 %

Wovon hängt die Übergangszeit ab?

Die Übergangszeit ist abhängig von dem bei einer Einstufungsmessung ermittelten Abgasverlust und der Nennwärme Leistung der Feuerungsanlage. Hohe Abgasverluste verkürzen die Übergangsfrist.

ZEITPUNKT, AB DEM DIE NEUEN GRENZWERTE VON BESTEHENDEN FEUERUNGSANLAGEN EINZUHALTEN SIND.

Nennwärmeleistung in kW	Bei Einstufung ermittelter Abgasverlust				
	bis 10%	11%	12%	13%	über 13%
über 4 bis 25	1.11.2004	1.11.2004	1.11.2004	1.11.2002	1.11.2001
über 25 bis 50	1.11.2004	1.11.2004	1.11.2002	1.11.2001	1.11.2001
über 50 bis 100	1.11.2004	1.11.2002	1.11.2001	1.11.2001	1.11.2001
über 100	1.11.2004	1.11.2002	1.11.1999	1.11.1999	1.11.1999

Wie ist die Einstufung erfolgt?

An Öl- und Gasfeuerungsanlagen mit einer Nennwärmeleistung über 11 kW (bei ausschließlich Brauchwassererwärmung über 28 kW) wurde im Rahmen der jährlich durchzuführenden Messung im Jahr 1997 gleichzeitig die Einstufungsmessung durchgeführt. Neben der Einstufung wurde wie in jedem Jahr überprüft, ob die Feuerungsanlage die bislang geltenden Grenzwerte entsprechend nachfolgender Tabelle einhält:

GELTENDE ABGASVERLUST-GRENZWERTE FÜR ÖL- UND GASFEUERUNGSANLAGEN

Nennwärmeleistung in kW	errichtet bis 31.12.1982	errichtet ab 01.01.1983	errichtet ab 01.10.1988 oder 03.10.1990 *)
über 4 bis 25	15 %	14 %	12 %
über 25 bis 50	14 %	13 %	11 %
über 50	13 %	12 %	10 %
*)in den neuen Bundesländern			

Bei Ölfeuerungsanlagen ist außerdem die Rußzahl begrenzt. Die Rußzahl ist ein Maß für den Ausstoß (Emission) staubförmiger Partikel und lässt Rückschlüsse auf die Verbrennungsgüte zu. Für Feuerungsanlagen mit Zerstäuberbrennern, die ab dem 1.10.1988 (oder ab dem 3.10.1990 in den neuen Bundesländern) errichtet wurden, ist die Rußzahl auf 1 begrenzt. Für Anlagen, die früher errichtet wurden, und Feuerungsanlagen mit Ölverdampfungsbrennern ist die zulässige Rußzahl 2. Weiterhin dürfen die Abgase keine Ölderivate (unverbranntes Öl) enthalten.

Bei Öl- und Gasfeuerungsanlagen zur zentralen Beheizung mit einer Nennwärmeleistung zwischen 4 und 11 kW wurde die Einstufungsmessung in den Jahren 1997 oder 1998 durchgeführt.

Wie wurde das Ergebnis der Einstufung mitgeteilt?

Über das Ergebnis der Messung nach der Verordnung über Kleinf Feuerungsanlagen wurde 1997 oder 1998 in der üblichen Bescheinigung unter „Bemerkungen“ der Zeitpunkt mitgeteilt, ab dem der neue Grenzwert eingehalten werden muss.

Was ist im Hinblick auf die Übergangszeit zu beachten?

Nach Ablauf der Übergangszeit müssen die Öl- und Gasfeuerstätten die neuen Abgasverlust-Grenzwerte einhalten. Sofern bei einer Feuerungsanlage bereits die Abgasverluste niedriger als die zukünftigen Grenzwerte sind, sind keine besonderen Maßnahmen zu treffen. Falls eine Feuerungsanlage die Grenzwerte überschreitet, sollte man sich frühzeitig über mögliche Verbesserungs-/Modernisierungsmaßnahmen fachlich beraten lassen.

Bestehen noch weitere Fragen?

Kompetent, umfassend und unabhängig berät Sie Ihr Bezirksschornsteinfegermeister!

10. WENN SIE MEHR WISSEN WOLLEN

- Broschüre „Erneuerbare Energien und Nachhaltige Entwicklung – Die Anschriften auf einen Blick“
- Broschüre „Geld vom Staat fürs Energiesparen; Überblick über Förderprogramme“

Hrsg.: Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit
- Referat Öffentlichkeitsarbeit – ,
Alexanderplatz 6,
10178 Berlin
E-mail: oea-1000@bmu.de
Internet: www.bmu.de

- Broschüre „Ökosteuer – sparen oder zahlen?“
- Broschüre „Energiesparen im Haushalt“
- Broschüre „Ihr Verlustgeschäft – Energieräuber im Haushalt“
- Broschüre „Kommunale Heizspiegel“
- Leitfaden zur Vorbeugung, Untersuchung, Bewertung und Sanierung von Schimmelpilzwachstum in Innenräumen („Schimmelpilz-Leitfaden“)
- Broschüre „Hilfe! Schimmel im Haus“
- Broschüre „Attacke des schwarzen Staubes“
- Ratgeber Blauer Engel - Umweltfreundlich Bauen

Hrsg.: Umweltbundesamt,
Postfach 330022,
14191 Berlin
Email: uba@stk.de
Internet: www.umweltbundesamt.de

- Broschüre „Umweltzeichen weil ... – Produktanforderungen, Zeichenanwender und Produkte“

Hrsg.: RAL Deutsches Institut für Gütesicherung und Kennzeichnung e.V.
Siegburger Straße 39,
53757 Sankt Augustin
Die Broschüre kann kostenlos über das Umweltbundesamt bezogen werden.
Email: uba@stk.de
Internet: www.umweltbundesamt.de

- Broschüre „Jetzt Erneuerbare Energien nutzen“
- Broschüre „Erneuerbare Energien – Strom und Wärme ohne Ende: Förderungen durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Arbeit“

Hrsg.: Bundesministerium für Wirtschaft und Arbeit (BMWA)
Referat Öffentlichkeitsarbeit, 11019 Berlin
Internet: www.bmwi.de

- Broschüre **„Bauen für die Zukunft; wirtschaftlich - energiebewusst - komfortabel“**
- Broschüre **„Ratgeber zur Energieeinsparverordnung - Bauen für die Zukunft“**

Hrsg.: Deutsche Energie Agentur GmbH,
Chausseestr. 128a,
10115 Berlin
Tel.: 030 / 72 61 65 60,
Fax: 030 / 72 61 65 699
E-mail: info@deutsche-energie-agentur.de
Internet: www.deutsche-energie-agentur.de

- Broschüre **„Rationelle Energieverwendung im Wohnungsbau“**

Hrsg.: Informationsdienst BINE,
Fachinformationszentrum Karlsruhe (Büro Bonn),
Mechenstr. 57,
53129 Bonn
Tel.: 0228 / 92 37 9-0,
Fax: 0228 / 92 37 9-29
Internet: <http://bine.fiz-karlsruhe.de>
E-mail: bine@fiz-karlsruhe.de

- **Energiegerechtes Bauen und Modernisieren – Grundlagen und Beispiele für Architekten, Ingenieure und Bewohner**

Hrsg.: Bundesarchitektenkammer, Verlag Birkhäuser 1996
Mail: info@bak.de
Internet: www.bundesarchitektenkammer.de/

- **Energie sparen, Heizkosten senken, Kohlendioxid-Ausstoß mindern; Ratgeber zur energetischen Gebäudemodernisierung**

Hrsg.: Hessisches Ministerium für Wirtschaft,
Verkehr und Landesentwicklung 2001
Mail: poststelle@wirtschaft.hessen.de
Internet: www.wirtschaft.hessen.de/

- **Energieeinsparung im Gebäudebestand – Bauliche und anlagentechnische Lösungen**

Hrsg.: Gesellschaft für rationelle Energieverwendung e.V. (GRE),
Ausgabe I/2002
Mail: info@gre-online.de
Internet: <http://www.gre-online.de/>

■ **Die Mannheimer Wärmefibel –**

Der Ratgeber zur Wärmedämmung und Energieeinsparung

Hrsg.: Stadt Mannheim 1998

Mail: buergerdienste@mannheim.de

Internet: www.mannheim.de/

■ **CO₂-Reduktion und Beschäftigungseffekte im Wohnungssektor
durch das CO₂-Minderungsprogramm der KfW**

Hrsg.: Forschungszentrum Jülich GmbH 1999

Mail: info@fz-juelich.de

Internet: <http://www.fz-juelich.de>

STICHWORTVERZEICHNIS

Abgasverluste	32, 73 ff.	Erneuerbare Energien	39, 64
Abluftanlage	38	Europäische Norm	72
Anlagentechnische Maßnahmen	10, 30	Fachinformationszentrum Karlsruhe	59
Anorganische Dämmstoffe	10	Fenster	17, 18, 19
Aufsparrendämmung	15	Fensterläden	29
Auslegungstemperatur	34	Fensterrahmen	19
Außendämmung	13 ff.	Fensterverglasung	17, 18
Bauliche Maßnahmen	10 ff.	Feuchtelast	26
Beheizungsstruktur	5	Fördermöglichkeiten	59, 61
Beratung	59 ff.	Fußbodenheizungen	34
BINE	59	Gardinen	29
Blauer Engel	47 ff.	Gasbrenner	34, 50
Blockheizkraftwerk	35, 54	Gas-Brennwertkessel	32, 51
Brenner-Kessel-Kombination	47	Gas-Brennwerttechnik	31
Brennstoff	30	Gasdurchlauferhitzer	52
Brennstoffzellentechnologie	35	Gaskombiwasserheizer	52
Brennwerttechnik	31	Gas-Spezialheizkessel	53
Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle	65	Gas-Unit mit Gebläsebrenner	50
Bundesministerium für Wirtschaft und Arbeit	59	Gas-Wasserheizer	52
Bundesverband Solarenergie	44	Gebäudesystemtechnik	57, 58
Chemische Speicher	40	Gebläsebrenner	50
Dämmung	10 ff.	Gleichstromwandler	43
Dauerlüften	29	Haustechnik	58
Deutsche Energie Agentur	59	Heizkessel	32, 33
Deutsche Gesellschaft für Sonnenenergie	44	Heizkörper	31
Deutscher Fachverband Solarenergie	44	Heizkörpernischen	29
DIN-Norm	56, 72	Heiztechnik	31
Einzelraumbelüfter	38	Heizungsanlagen-Verordnung	37
Einzelraumlüfter	38	Heizungsrohre	31, 37
Endenergie	5, 69	Heisswassertemperatur	30
Energetische Gebäudesanierung	21, 22, 26	Hinterlüftete Vorhangfassade	13, 14
Energieautarkes Haus	9	Hochtemperaturkessel	31
Energiebedarfsausweis	70	Holzpellet-Heizkessel	55
Energieeinsparungsgesetz	69	Holzpellet-Heizung	45, 46
Energieeinsparverordnung	7, 30, 69, 71	Holzpellet-Öfen	55
Energiesparende Gebäude	6	Innendämmung	13, 14
Energiespartipps	28, 30	Kippfenster	28
Erdwärmetauscher	44	Kleinf Feuerungsanlagenverordnung	72, 73
		Kraft-Wärme-Kopplung	34
		Kreditanstalt für Wiederaufbau	60
		Luftaustausch	23

Lüften	17, 23, 27	Wärmeschutz	18, 20
Lüftungsanlage	26, 38	Wärmeschutz-Verordnung	69
Luftwärmetauscher	38	Wärmeverluste	15, 18, 31, 37
Luftwechsel	23, 27	Warmwasserbereitung	22, 30, 36
Mehrscheiben-Isolierverglasung	18	Warmwasserrohre	37
Niedertemperaturkessel	31, 32, 33	Wasserdampfabgabe	24 ff.
Niedrigenergiehäuser	6, 7	Wechselrichter	43
Nullheizenergiehaus	9	Wintergärten	20
Ölbrenner-Kessel-Kombination	47, 49	Zuluftanlage	38
Ölzerstäubungsbrenner	34, 48, 49	Zusatzheizung	29
Organische Dämmstoffe	10	Zirkulationsleitungen	37
Passive Solarenergienutzung	20, 41	Zwischensparrendämmung	15
Passivhäuser	8		
Photovoltaik	39, 43		
Primärenergie	5, 69		
RAL-Gütezeichen	7		
Raumtemperatur	28		
Rollläden	29		
Rücklauftemperatur	33		
Schimmelpilz	23		
Solar - na klar!	42 ff.		
Solaranlage	41		
Solkollektoren	39		
Solarthermie	39		
Solarthermische Anlagen	41 ff.		
Sonnenenergie	39 ff.		
Sonnenkollektoren	40 ff.		
Speicherbatterien	43		
Standardkessel	31		
Thermostatventile	28		
Transmissionswärmeverluste	7, 70		
Transparente Wärmedämmung	20		
Umgebungswärme	44		
Umwälzpumpen	57		
Untersparrendämmung	15		
U-Wert	8, 9, 17, 18, 20, 21		
Verbundsysteme	10		
Vorlauftemperatur	33		
Wärmedämmstoff	10		
Wärmedämmverbundsysteme	10, 13		
Wärmeerzeuger	8, 34, 44		
Wärmepumpen	34, 44		

Kontakt:

Umweltbundesamt

Postfach 33 00 22

14191 Berlin

Telefax: (0 30) 89 03 22 85

Internet: www.umweltbundesamt.de

E-Mail: uba@stk.de

Gedruckt auf Recyclingpapier auf 100% Altpapier.

©2003 Umweltbundesamt

**Umwelt
Bundes
Amt**



Für Mensch und Umwelt