



Initiative  
**kostengünstig**  
**qualitätsbewusst**  
**Bauen**  
umweltgerecht  
innovativ  
bezahlbar

## Energetische Bewertung und Modernisierung

- Wohnkomfort erhöhen - Betriebskosten senken
- Grundlagen
- Baulicher Wärmeschutz
- Wärmeversorgung, Heizung, Trinkwassererwärmung
- Lüftungsanlagen
- Sanitärtechnik
- Elektrotechnik
- Einbeziehung regenerativer Energien

## Inhaltsverzeichnis

|   |  |    |
|---|--|----|
| 1 | Wohnkomfort erhöhen - Betriebskosten senken    | 2  |
| 2 | Grundlagen                                     | 2  |
| 3 | Baulicher Wärmeschutz                          | 5  |
| 4 | Wärmeversorgung, Heizung, Trinkwassererwärmung | 7  |
| 5 | Lüftungsanlagen                                | 9  |
| 6 | Sanitärtechnik                                 | 9  |
| 7 | Elektrotechnik                                 | 9  |
| 8 | Einbeziehung regenerativer Energien            | 14 |

## 8.2 Energetische Bewertung und Modernisierung

### 1 Wohnkomfort erhöhen – Betriebskosten senken

Etwa drei Viertel der Wohngebäude in Deutschland wurden vor 1978 errichtet und entsprechen damit – sofern sie nicht zwischenzeitlich modernisiert wurden – bei weitem nicht mehr den Anforderungen an einen zeitgemäßen Wohnkomfort. Mit wenigen effektiven Modernisierungsmaßnahmen kann der Wohnkomfort deutlich verbessert werden. So trägt eine energetische Modernisierung unmittelbar zur Verbesserung des Raum- und Wohnklimas bei und erhöht damit die Wohnqualität. Wesentliche Kriterien für die Qualität von Gebäuden sind das Wohlbefinden und die Gesundheit der Bewohner.

Ein behagliches Wohnklima wird wesentlich bestimmt von der vom Bewohner empfundenen Temperatur, die beeinflusst wird durch:

- die Lufttemperatur
- die Luftzirkulation und
- die mittlere Oberflächentemperatur der umschließenden Bauteile.

Bei geringen Luftbewegungen wird eine Temperatur von ca. 20° C - als gemittelte Temperatur aus Luft- und Oberflächentemperatur – als behaglich empfunden. Bei gleicher Lufttemperatur führen somit niedrige Oberflächentemperaturen – wie z.B. bei ungedämmten Außenwänden – zur Wahrnehmung unangenehmer Zugerscheinungen. Dies kann z.B. durch alte, undichte Fenster noch verstärkt werden, da Zugerscheinungen auch bei beheizten Räumen als unangenehm empfunden werden. Insgesamt wirkt sich dies ungünstig auf die Behaglichkeit im Raum und damit auf das Wohnklima aus.

Bei einer energetischen Modernisierung der Fassade – z.B. mit einem Wärmedämmverbundsystem – steigt die Oberflächentemperatur mit zunehmender Dämmstoffdicke an und erhöht damit deutlich die Empfindungstemperatur, insbesondere wenn gleichzeitig auch die Fenster energetisch ertüchtigt oder ausgetauscht werden. Dies erlaubt sogar eine Senkung der Raumtemperatur bei gleichzeitig verbesserter Behaglichkeit im Raum.

Gleichzeitig kann durch die Verminderung der Wärmeverluste durch die umschließenden Bauteile infolge der Wärmedämmmaßnahmen und die Reduzierung der Lüftungswärmeverluste der Fenster eine erhebliche Energieeinsparung und damit eine deutliche Senkung der Betriebskosten erreicht werden.

Der richtige Zeitpunkt für energiesparende Maßnahmen ist spätestens dann gekommen, wenn im Laufe der Nutzung eines Gebäudes ohnehin Baumaßnahmen erforderlich werden. Gründe dafür können unter anderem sein:

- Eine Instandsetzung ist durchzuführen, weil Bauschäden vorhanden sind (abgefallener Putz, Dachneudeckung).
- Eine Modernisierung soll nicht mehr zeitgemäße Wohnverhältnisse verbessern (Heizung, Fenster, Dachausbau etc.).

In beiden Fällen sollte die Kopplung der ohnehin notwendigen Baumaßnahmen mit energiesparenden Maßnahmen bedacht und untersucht werden.

### 2 Grundlagen

Ausgangspunkt der energetischen Modernisierung ist die bauliche Analyse des Gebäudes – d.h. der Bauteile der Gebäudehülle und der Anlagentechnik – sowie seiner Nutzung. Sowohl die Restlebensdauer sollten abgeschätzt werden als auch die Schäden.

Eine energetische Bestandsaufnahme bewertet den Energieverbrauch des Hauses und die energetischen Schwachstellen des Gebäudes. In Abhängigkeit von den Gegebenheiten (Zustand des Gebäudes und der Anlagentechnik, Baukonstruktion, Anforderungen Denkmalschutz) kann man mit einer optimalen energetischen Sanierung von Wohngebäuden einen vergleichbar niedrigen Energiebedarf wie im Neubau erreichen.

Bei der Bewertung des nachhaltigen Bauens ist die Wirtschaftlichkeit nicht das einzige Kriterium, vielmehr spielen auch die ökologischen Aspekte der Energieeinsparung und soziokulturelle Aspekte eine wichtige Rolle.

Mehr als die Hälfte des Energieeinsparpotenzials kann bereits mit günstig umzusetzenden Standardmaßnahmen erreicht werden. Wesentliche Aspekte energie-sparender Maßnahmen sind:

- Senkung der jährlichen Energiekosten, zumal durchaus mit einem Energiepreisanstieg in den kommenden Jahren zu rechnen ist;
- geringer Energieverbrauch (ggf. dokumentiert durch einen Energiepass) als Wertsteigerung für die Immobilie bzw. für die Wohnung;
- Verbesserung des Wohnkomforts und des Raumklimas durch energetische Modernisierung (beispielsweise Synergieeffekte der Wärmedämmung im Hinblick auf Bautenschutz sowie Behaglichkeit);
- Entlastung der Umwelt durch Verminderung von Schadstoffemissionen und Verminderung der Emission klimarelevanter Gase, hierunter der CO<sub>2</sub>-Emission.

Die energetische Situation von Wohngebäuden kann mit der Darstellung des **spezifischen Heizwärmebedarfs** in Abb. 1 verdeutlicht werden. Dieser Bedarf ist ein auf Basis der Wärmebilanz eines Gebäudes errechneter Wert für die Jahres-Heizwärme, bezogen auf die Nutzfläche des Gebäudes.

Der spezifische Heizwärmebedarf der Gebäude bis etwa 1968 kann Werte über 200 kWh/(m<sup>2</sup>·a) erreichen. In Abgleich mit den Angaben zum Wohngebäudebestand in GRE<sup>1</sup> liegen die Werte auch bei 150 kWh/(m<sup>2</sup>·a) für große Mehrfamilienhäuser und bei 350 kWh/(m<sup>2</sup>·a) für kleine Einfamilienhäuser. Wesentliche Grundlagen für die Entwicklung nach 1957 waren die Normen (DIN 4108: Wärmeschutz im Hochbau) und Verordnungen (Wärmeschutzverordnungen (WschVO) und Energieeinsparverordnung (EnEV)). Deutlich wird aus Abb. 1 das beträchtliche Potenzial für die Energieeinsparung im Gebäudebestand. Die Energiekosteneinsparung leistet einen wesentlichen Beitrag für die Refinanzierung von energetischen Modernisierungsmaßnahmen.

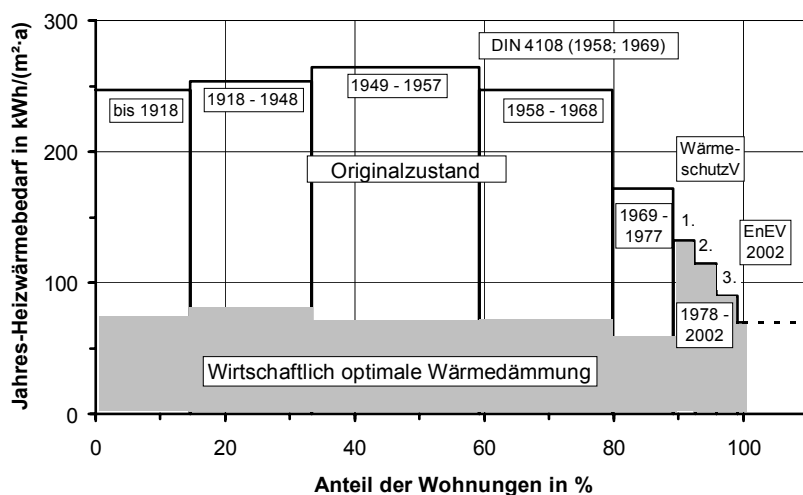


Abb. 1: Heizwärmebedarf des Wohnungsbestandes einer Großstadt im energetisch unsanierten Zustand (Originalzustand) und nach wirtschaftlich optimaler Dämmung<sup>2</sup>

Ein großer Anteil des Wohnungsbestandes, ca. 80%, kann den Baujahren von vor 1918 bis etwa 1968 zugeordnet werden. In bestimmten Zeitintervallen unterschiedlich ausgeprägt liegt der mittlere spezifische Heizwärmebedarf bei 230 bis 270 kWh/(m<sup>2</sup>·a). Normen zum Wärmeschutz von Gebäuden und insbesondere die Wärmeschutzverordnung und deren Fortschreibung haben ab 1968 für den Neubau einen deutlich verminderten spezifischen Heizwärmebedarf befördert, stufenweise von ca. 170 kWh/(m<sup>2</sup>·a) nach Einführung der ersten WärmeschutzV im Jahre 1977 bis auf 70 kWh/(m<sup>2</sup>·a) nach Einführung der Energieeinsparverordnung (EnEV) in 2002.

Die EnEV stellt eine Fortschreibung der dritten Wärmeschutzverordnung (WärmeschutzV '95) unter Einbeziehung der Heizungsanlagen-Verordnung dar. Dadurch wird erstmalig eine übergreifende Betrachtungsweise eingeführt – Gebäude und Anlagentechnik werden gemeinsam bezüglich ihres Primärenergiebedarfs bewertet. Die **Primärenergie** umfasst die Heizenergie und zusätzliche Energiemengen, die bei der Gewinnung, Umwandlung und Verteilung außerhalb des Gebäudes aufgewandt werden.

Gemäß EnEV werden also Anforderungen an den Primärenergiebedarf gestellt, entsprechende Kennwerte sind rechnerisch nachzuweisen. Zu berücksichtigen ist, dass die Anforderungen gemäß WärmeschutzV und EnEV in Abhängigkeit vom A/V<sub>e</sub>-Verhältnis (A - wärmeübertragende Gebäudehüllfläche; V<sub>e</sub> - beheiztes Bruttovolumen des Gebäudes) gestellt werden, siehe Abb. 2. Als mittlerer Wert ist heute durchaus ein **spez. Heizenergiebedarf** von 80 kWh/(m<sup>2</sup>·a) auch für den Gebäudebestand erreichbar, weniger als 60 kWh/(m<sup>2</sup>·a) für Mehrfamilienhäuser und ca. 100 kWh/(m<sup>2</sup>·a) für Einfamilienhäuser. Die **Heizenergie** bilanziert nicht nur die baulichen Verluste und Gewinne sondern auch die anlagentechnischen Verluste.

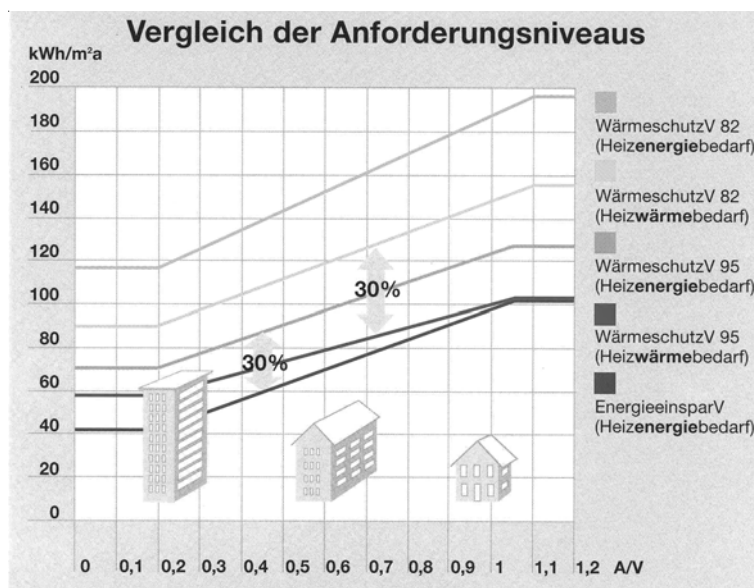


Abb. 2: Entwicklung des Anforderungsniveaus für den Heizwärme- bzw. Heizenergiebedarf (Prinzipdarstellung)<sup>3</sup>

Erhöhte Anstrengungen müssen unternommen werden, um den Niedrigenergiehausstandard zu erreichen, von ca. 30 kWh/(m<sup>2</sup>·a) für Mehrfamilienhäuser bis 70 kWh/(m<sup>2</sup>·a) für Einfamilienhäuser.

Energiesparende Maßnahmen (Zusatzwärmedämmung, neue Fenster, Modernisierung Heizungsanlage etc.) verursachen natürlich zuerst einmal Kosten. Zur Bewertung der Wirtschaftlichkeit dieser Maßnahmen werden die Investitions- und Finanzierungskosten der Verminderung der Verbrauchskosten durch die Energieeinsparung gegenübergestellt. Wirtschaftlichkeit bedeutet, dass in der Nutzungszeit der Anlage oder des Bauteils die Energiekostenminderung die Investitions- und Finanzierungskosten übersteigt.

Nicht für alle energiesparenden Maßnahmen ist derzeit eine Wirtschaftlichkeit gegeben. Aus diesem Grund ist es für den Gebäudebestand von großer Bedeutung, die energetische Modernisierung eines Gebäudes mit einer Sanierung und Instandsetzung zu verbinden. Im Zusammenhang mit ohnehin anfallenden Instandsetzungs- und Modernisierungskosten können die Zusatzkosten für eine energetische Modernisierung einer Wirtschaftlichkeit unterliegen.

Aber auch Fördermittel vom Bund, von den Ländern oder von Energieversorgungsunternehmen können die Wirtschaftlichkeit von energetischen Maßnahmen verbessern.

Maßgebend für den Nutzer ist es zu wissen, dass er die sogenannte Endenergie bezahlt: feste Brennstoffe, Gas oder Öl für die Gebäudeheizung, Nah- oder Fernwärme. Bestimmend hierfür sind sowohl die energetische Qualität der Gebäudehülle, als auch die Effizienz der Heizungstechnik und nicht zuletzt die Nutzung des Gebäudes, also z.B. der Umfang der Beheizung, die gewünschten Temperaturen und die Intensität der Lüftung.

### 3 Baulicher Wärmeschutz

Die Gebäudehülle eines Hauses stellt die Begrenzung des beheizten Volumens dar, bestehend aus Wänden und Fenstern, Decken bzw. Dach, Kellerdecke bzw. Bodenplatte. Auf der Basis des Schichtaufbaus der Bauteile, der wärmetechnischen Eigenschaften der Baumaterialien (Dicke und Wärmeleitfähigkeit der Materialien) und der Wärmeübergangseigenschaften innen/außen wird der Wärmedurchlasswiderstand  $R$  bzw. der Wärmedurchgangskoeffizient  $U$  (früher  $k$ ) errechnet. Ein guter Wärmeschutz wird durch niedrige  $U$ -Werte erzielt, bzw. die Bauteile weisen einen hohen Widerstand gegen Wärmeleitung auf.

Beispiele für die  $U$ -Werte verschiedener Bauteile sind in Tabelle 1 dargestellt.  $U$ -Werte werden durch Architekten, Ingenieure, Energieberater, Berater von Herstellern von z.B. Wärmedämmsystemen und manchmal auch von Handwerksfirmen ermittelt.

| Bauteil               | Symbol   | U-Wert                |                       |                             |
|-----------------------|----------|-----------------------|-----------------------|-----------------------------|
|                       |          | Altbestand            | U-Wert                |                             |
|                       |          |                       | EnEV                  | Richtwerte NEH <sup>i</sup> |
|                       |          | W/(m <sup>2</sup> ·a) | W/(m <sup>2</sup> ·a) | W/(m <sup>2</sup> ·a)       |
| Außenwand             | $U_{AW}$ | 0,6 ... 1,5           | 0,35 ... 0,45         | $\leq 0,3$                  |
| Dach                  | $U_D$    | 0,8 ... 4,0           | 0,25 ... 0,3          | $\leq 0,2$                  |
| Oberste Geschossdecke | $U_{OG}$ | 0,9 ... 3,0           | 0,4 ... 0,5           | $\leq 0,2$                  |
| Kellerdecke           | $U_{KD}$ | ca. 1,0 ... 1,2       | 0,4 ... 0,5           | $\leq 0,4$                  |
| Fenster               | $U_w$    | 2,5 ... 5,0           | 1,7                   | $\leq 1,4$                  |

Tab. 1: Richtwerte Wärmedurchgangskoeffizienten

Bei den Fenstern entspricht ein  $U_w$ -Wert von 5,0 W/(m<sup>2</sup>·K) einer Einfachverglasung. Bessere Werte erreichen Kastenfenster und Doppelverglasungen (Isolierverglasung). Wärmedurchgangskoeffizienten  $U_w = 1,1$  bis 1,7 W/(m<sup>2</sup>·a) werden mit unterschiedlichen Bauarten von Wärmeschutzverglasungen erreicht und sind heute üblich.

Der Energieverlust eines Hauses erfolgt, wie bereits dargestellt, durch Wärmeleitung über die Gebäudehülle (Transmissionswärmeverluste). Weitere Verluste entstehen durch den Austausch erwärmter Raumluft gegen Luft mit Außentemperatur (Lüftungswärmeverlust). Im Gegenzug erhält das Gebäude Energiegewinne durch die Solarstrahlung über die Fenster (solare Wärmegewinne) sowie durch innere Wärmequellen wie Personen, elektrische Geräte etc. (interne Wärmegewinne). Da die Wärmegewinne die Verluste nicht ausgleichen, muss zusätzlich geheizt werden.

Energetisch bedeutsam für die **Transmissionswärmeverluste** sind die Teile der Gebäudehülle bzw. deren wärmetechnischen Eigenschaften:

- Dach oder oberste Geschossdecke;
- Außenwände, ggf. differenziert nach Längswänden und Giebelwänden;
- Fenster und Fenstertüren;
- Außentüren;
- Keller bzw. Kellerdecke oder wenn beheizt erdberührende Bodenplatte bzw. Kellerwände;
- Wintergärten (vorrangig in Ein- und Zweifamilienhäusern);
- Schwachstellen in der Gebäudehülle – Wärmebrücken.

Die **Lüftungswärmeverluste**, charakterisiert durch den Luftwechsel, werden bestimmt durch:

- das Lüftungsverhalten der Bewohner;
- die Gebäudedichtheit, einschließlich Dichtheit der geschlossenen Fenster;
- den bedarfsgerechten Betrieb von Lüftungsanlagen (Abluftanlage, Zu- und Abluftanlage mit Wärmerückgewinnung).

Solare **Wärmegewinne** werden beeinflusst durch:

- den Anteil transparenter Bauteile an der Gebäudehülle (Fenster) und deren Gesamtenergiedurchlassgrad  $g$  (Kennzahl, die den Durchgang der Solarstrahlung durch Gläser charakterisiert).

Die Gebäudehülle hat die Aufgabe, die Bewohner vor Feuchte (Regen), Wind, Schall, Wärmeverlust im Winter und Wärmeeintrag (Solarstrahlung) im Sommer zu schützen. Im Folgenden wird dargestellt, wie der Schutz vor Wärmeverlusten in kälteren Jahreszeiten verbessert werden kann. Damit ist i.A. gleichzeitig auch eine Verbesserung des Regen- und Windschutzes sowie des Schutzes vor hohen Wärmeeinträgen im Sommer verbunden. Der Schallschutz wird davon i.A. nicht berührt, ist jedoch im Einzelfall gesondert zu beachten.

Vor der Verbesserung des Wärmeschutzes eines Gebäudes ist zu entscheiden:

- welche Räume des Gebäudes neben den Wohnräumen beheizt werden sollen (z.B. Dachraum, Kellerräume),
- welche Räume über einen Raumverbund temperiert werden sollen (z.B. Abstellkammern, Speisekammern), also innerhalb der wärmegeprägten Gebäudehülle liegen und
- welche Räume unbeheizt bleiben (z.B. Garagen) und außerhalb der wärmegeprägten Gebäudehülle liegen sollen. Für unbeheizte Räume besteht dann aber möglicherweise Frostgefahr.

Von diesen Entscheidungen hängt ab, wo in dem Gebäude der Wärmeschutz verlaufen soll. Diese Hülle muss möglichst lückenlos sein.

Informationen zur Dämmung verschiedener Gebäudeteile finden sich in einer großen Anzahl von Veröffentlichungen, z.B. Umweltbundesamt.

Im Folgenden wird daher nur auf zwei typische Probleme bei der energetischen Verbesserung der Gebäudehülle eingegangen: die Frage der Wärmebrücken und der Luftdichtheit. Bei der Planung von energetischen Verbesserungen sind die Anforderungen der Energieeinsparverordnung zu beachten, die im Wesentlichen die notwendigen Dämmschichtdicken vorgeben. Diese Werte sind Ergebnis vorangegangener Wirtschaftlichkeitsberechnungen.

Bei der nachträglichen Wärmedämmung bestehender Gebäude muss besonders auf die Anschlüsse der einzelnen Bauteile geachtet werden, damit hier keine **Wärmebrücken** entstehen. Wärmebrücken entstehen in Bereichen, wo Materialien mit sehr geringer Wärmeleitfähigkeit von Materialien mit großer Wärmeleitfähigkeit durchstoßen werden oder wenn solche Bereiche aneinandergrenzen.

Abb. 3 zeigt am Beispiel einer Balkonplatte den Einfluss der Wärmedämmung auf die innere Oberflächentemperatur.

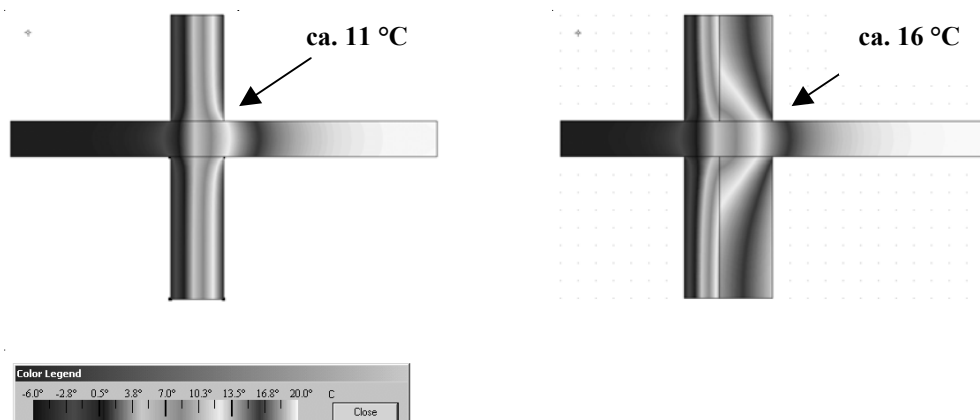


Abb. 3: Balkonplatte, die eine Außenwand aus Hochlochziegeln durchstößt. Links ohne, rechts mit zusätzlicher Dämmung (20 cm)

Ein besonderes Augenmerk ist bezüglich Wärmebrücken auf die Ausbildung der Wärmedämmung im Fensterbereich (Fensterlaibung) zu legen. Ohnehin ist es günstig, wenn die Außendämmung mit der Fenstererneuerung verknüpft wird. Auch über dem Fenster liegende Rollladenkästen gelten als energetische Schwachstellen, wenn sie nicht wärmedämmend und luftdicht sind.

An Wärmebrücken kommt es neben einem erhöhten Wärmeverlust zu einer verminderten Temperatur auf der Oberfläche der Außenwände. Die Temperaturen führen zu einer erhöhten relativen Feuchte, Feuchteerscheinungen an den Wänden und damit Schimmelpilzbildung können die Folge sein.

Wärmebrücken sind also aus zwei Gründen unbedingt zu vermeiden: unnötige Wärmeverluste (sie können bei gut gedämmten Gebäuden bis ca. 20% des gesamten Wärmeverlustes betragen) und Schimmelpilzwachstum mit allen sich daraus ergebenden Gesundheitsgefährdungen.

Die **Luftdichtheit** ist von großer Bedeutung. Entsteht durch Spalte oder Ritzen eine Durchströmung des Dämmstoffes mit Luft, so wird der in der warmen Raumluft enthaltene Wasserdampf bei ausreichender Abkühlung kondensieren. Damit wird Wasser in die Außenbauteile, die Fugen der Fensterlaibungen oder die Dachkonstruktion eingetragen. Diese Feuchte kann zu beträchtlichen Bauschäden führen.

Aus lüftungstechnischer Sicht stellt die Undichtheit eines Gebäudes eine unkontrollierte Lüftung dar, die zu großen Wärme- und damit Energieverlusten führt, Zugerscheinungen verursacht und trotzdem keine gesicherte Wasserdampfabführung gewährleistet.

#### 4 Wärmeversorgung, Heizung, Trinkwassererwärmung

Die Wärmeversorgung bzw. die Heizsysteme decken den Wärmebedarf des Gebäudes. Die Auswahl der Energieträger und effiziente Anlagen haben Einfluss auf den Energiebedarf, auf den Einsatz von Primärenergie und auf die CO<sub>2</sub>-Emission. Im Bereich der Anlagentechnik sind folgende Aspekte zu berücksichtigen:

- Energieträger
- Wärmeversorgung/ Kesselanlage
- Heizungssysteme/ Verteilung/ Regelung
- Warmwasserversorgung



Die Bewertung der Anlagentechnik, einschließlich Energieträger, wird für den Neubau in der Nachweisführung nach EnEV bei der primärenergetischen Bewertung berücksichtigt. Der Rechenalgorithmus kann durchaus für die Bewertung von Gebäuden im Bestand vor und nach der Sanierung genutzt werden.

Im Gebäudebestand – Ein- und Zweifamilienhäuser, Mehrfamilienhäuser – wurden und werden eine Vielzahl von Heizsystemen eingesetzt.

Bis in die sechziger Jahre hat die Einzelofenheizung eine große Rolle gespielt, vom Kachelofen bis hin zum Dauerbrandofen. In Übergangsphasen wurden auch öl- und gasbeheizte Einzelöfen, Kleinraumheizer und Gas-Außenwandheizer eingesetzt.

Diese Entwicklungen sind abgeschlossen. Sofern die Geräte im Bestand noch vorhanden sind und einer regelmäßigen Wartung unterzogen wurden, ist im Einzelfall eine Funktionstüchtigkeit gegeben. Die üblichen normativen Nutzungsdauern werden aber schon überschritten sein, und über eine Modernisierung sollte nachgedacht werden.

Auch Elektroheizgeräte wurden und werden eingesetzt, sogenannte Nachtspeicheröfen oder Direktheizgeräte. Wegen des hohen Primärenergieaufwandes bei der Erzeugung des elektrischen Stromes und der relativ hohen Heizkosten finden sie keine große Verbreitung.

Die Wohnraumbeheizung entwickelte sich verstärkt hin zu Zentralheizungen als Wohnungs-Zentralheizungen (Etagenheizungen) oder als Gebäudezentralheizungen. Der Brennstoffeinsatz entwickelte sich von festen Brennstoffen hin zu Heizöl und in den letzten Jahrzehnten verstärkt zu Erdgas. Mit einem Anteil von ca. 12% ist die Nah- und Fernwärme bei der Wohnraumbeheizung in der BRD vertreten.

Parallel zur Heizung entwickelte sich die Warmwasserversorgung. Sofern die Wohnungen überhaupt mit Bädern versehen waren, war der Badeofen bestimmend für die Wassererwärmung. Im Küchenbereich erfolgte die Wassererwärmung teils nach Bedarf auf dem Herd, aber seit den fünfziger Jahren zunehmend auch mit Elektro-Wassererwärmern oder Gas-Durchlauferhitzern.

Mit der weiteren Entwicklung der Zentralheizung (Wohnung bzw. Gebäude) hat die kombinierte Heizung und Trinkwassererwärmung eine starke Verbreitung gefunden, häufig unter Einbeziehung von Speichern.

Bei einer separaten Trinkwassererwärmung in den Wohnungen bzw. in Ein- und Zweifamilienhäusern werden sowohl Gas-Durchlauferwärmer als auch elektrische Warmwasserbereiter (Speichergeräte, Durchflussgeräte) eingesetzt.

Folgende gesetzlichen Anforderungen bestehen bezüglich der Heizungstechnik im Gebäude:

- Begrenzung der Abgasverluste des Heizkessels nach Bundes-Immissionsschutz-Gesetz (1. BImSchV), Überprüfung durch Schornsteinfeger;
- nach EnEV: Austausch des Kessels bis 31.12.2006, wenn er vor 1978 eingebaut wurde, des weiteren Dämmung ungedämmter Wärmeverteilungsleitungen (auch Warmwasser!) und Armaturen in unbeheizten Räumen bis 31.12.2006 (Für EFH und ZFH, die seit mindestens 01.02.02 selbstgenutzt sind, gelten längere Fristen.);
- nach EnEV: Installation einer außen temperaturabhängigen und zeitabhängigen Regelung der Vorlauftemperatur (wenn noch nicht vorhanden, nach EnEV sofort Nachrüstung) sowie einer selbsttätigen raumweisen Regelung der Raumtemperatur, z.B. durch Thermostatventile (wenn noch nicht vorhanden, nach EnEV sofort Nachrüstung);
- nach EnEV: Bei Einbau oder Ersatz von Heizungspumpen für Heizkreise mit mehr als 25 kW Nennwärmeleistung muss die Pumpe eine selbsttätige Drehzahlregelung aufweisen.

## 5 Lüftungsanlagen

Im Gebäudebestand herrscht überwiegend die freie Lüftung vor, eine Lüftung ohne Ventilatorunterstützung. Auch innenliegende Bad-/WC-Räume wurden bis in die 70er Jahre noch über Schächte entlüftet. Solche Systeme sind nicht mehr zugelassen, innenliegende Küchen, Bad-/WC-Räume sind als Neubau mit mechanischen Lüftungsanlagen auszurüsten.

Auch bei Modernisierungslösungen im Altbaubestand, teils ohne Bad im Ausgangszustand, erhalten die Wohnungen durch Umbauten innenliegende Bäder, die maschinell zu belüften sind.

Modernisierungslösungen im Gebäudebestand sind im Zusammenhang von Beheizungsart und Gasanwendung, Gebäudedichtheit, einschließlich Fenster, Grund- und Bedarfslüftung zu betrachten.

Vorzugslösungen in Mehrfamilienhäusern sind aus wirtschaftlicher und energetischer Sicht Abluftanlagen. In Ein- und Zweifamilienhäuser erreichen bereits Zu- und Abluftanlagen mit Wärmerückgewinnung eine gewisse Verbreitung.

## 6 Sanitärtechnik

Im Bereich der Sanitärtechnik sollte eine energetische Bewertung des Gebäudebestandes vorgenommen werden und daraus abgeleitet energiesparende Maßnahmen durchgeführt werden.

Im Kaltwasserbereich, einschließlich Toilettenspülung, können Möglichkeiten der Wassereinsparung mittels Spararmaturen genutzt werden. Voraussetzung ist der funktionstüchtige Betrieb der Anlagen: Dichtheit und dichtschießende Armaturen.

Für die Warmwasserversorgung sind bei ausgedehnten Netzen Zirkulationsleitungen sinnvoll. Diese sorgen dafür, dass an den Zapfstellen ständig warmes Wasser zur Verfügung steht, erhöhte Verluste ablaufenden kalten Wassers werden vermieden.

Grundsätzliche Lösungen für die Trinkwassererwärmung sind die zentrale Bereitstellung, kombiniert mit der Heizung sowohl in Ein- und Zweifamilienhäusern als auch in Mehrfamilienhäusern, oder einzelne Kleinerzeuger auf der Basis von Erdgas und/ oder Strom.

Energieeinsparpotenziale im Bereich der Warmwasserversorgung:

- Funktionierende Zirkulation und Installation gemäß EnEV, Abschaltmöglichkeiten für die Zirkulationspumpe;
- Ausreichende Wärmedämmung von Warmwasserleitungen, Armaturen und Speichern;
- Optimale Temperaturen für die Warmwasserversorgung, bei Temperaturen über 60°C erhöhte Verkalkungsgefahr und erhöhte Wärmeverluste an Leitungen und Speichern;
- Einbeziehung einer solaren Trinkwassererwärmung zur Verminderung des Einsatzes von fossilen Energieträgern und Einschränkung des sommerlichen Kesselbetriebes.

## 7 Elektrotechnik

Im Bereich der Elektrotechnik können an vielen Stellen energetische Einsparungen umgesetzt werden, da viele der haustechnischen Geräte Strom als Energie oder zumindest als Hilfsenergie verwenden.

Prinzipiell kann man diese in zwei Bereiche einteilen, die sich durch die Art des Energieverbrauches unterscheiden. Sie werden im Folgenden erläutert:

*Der erste Bereich umfasst* Geräte mit elektrischem Energiebedarf für Antriebe oder zur Wärmeerzeugung wie z.B. Waschmaschinen, Mikrowellen, Toaster, Wasserkocher, Staubsauger, Beleuchtungsmittel, Elektroherde, Kühlschränke, Kühltruhen,

Klimageräte, Warm- Wasser- Bereiter aber auch Umwälzpumpen und Aufzugsantriebe. Alle diese Geräte besitzen einen **Wirkungsgrad** der Aufschluss über den Anteil Nutzenergie (die eigentlich erforderliche Energie um z.B. den Motor zu drehen) zur aufgenommenen Energie (Nutzenergie plus aller Verluste z.B. Erwärmung des Motors durch Reibung der bewegten Teile und Stromverluste durch den Kupferwiderstand der Motorwicklungen) liefert. Dabei sind die Geräte mit einem hohen Wirkungsgrad wesentlich effizienter als meist ältere Geräte, die für die selbe Leistung mehr Energie benötigen.

Man sollte sich deshalb die Zeit nehmen und die einzelnen Geräte, besonders die älteren kritisch untersuchen und mit modernen Angeboten vergleichen. Manche Geräte sollten auch ausgetauscht werden, obwohl sie noch nicht kaputt sind, da ihr Betrieb viel teurer wird als bei Anschaffung eines sparsamen neuen Gerätes.

Zur Hilfe bei der Auswahl eines Neugerätes stehen die Kennzeichnungen der Geräte durch EU-Energie-Labels zur Verfügung<sup>5</sup>. Diese Labels gibt es derzeit für folgende Geräte:

- Elektrobacköfen
- Geschirrspüler
- Kühl- und Gefriergeräte
- Lampen
- Wäschetrockner
- Waschmaschinen
- Waschtrockner
- Raumklimageräte

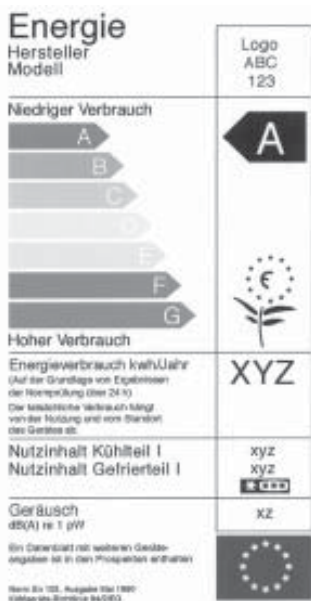
Alle diese Label basieren auf der EU-Richtlinie<sup>6</sup> und sind für die jeweils entscheidenden energierelevanten Kriterien erweitert worden. Das Grundprinzip ist in Tabelle 1 dargestellt. Entsprechend des prozentualen Verhältnis zu einem Definierten Durchschnittsgerät (100 %) werden Buchstaben als Klassenkennzeichen vergeben. Die 100 %- Marke muss entsprechend der Entwicklung neu definiert werden, so dass nicht mehr als 25 % der am Markt befindlichen Geräte die Kriterien der Klasse A erfüllen können. Durch die Labelergänzung „energie+“ wird die Klasse A noch weiter unterteilt.

| Normverbrauch der jeweiligen Type = 100 %<br>(durch EU-Richtlinie definiert) |                      |                          |
|--|----------------------|--------------------------|
| von (größer)   | bis (kleiner gleich) | Energie-Effizienz-Klasse |
| 0 %  | 55 %                 | A                        |
| 55 %   | 75 %                 | B                        |
| 75 %   | 90 %                 | C                        |
| 90 %   | 100 %                | D                        |
| 100 %  | 110 %                | E                        |
| 110 %  | 125 %                | F                        |
| > 125 %  |                      | G                        |

Tabelle 1: Energie-Effizienz-Klassen <sup>7</sup>

### Beispiel Label für Kühl- und Gefrierschränke

Zur besseren Auswahl bei der Neuanschaffung eines Gerätes ist die Kennzeichnung mittels eines Energielabels durch die Hersteller hilfreich.



Die Klasseneinstufung eines Gerätes (siehe Tabelle 1) ist abhängig von dessen Energieverbrauch sowie der Größe der einzelnen Temperaturfächer (z.B. \* oder \*\* oder \*\*\* -Gefrierfach, Hauptkühlfach oder Gemüsefach in Liter gemessen). Zum Vergleich wird als Rechengröße dabei nicht das tatsächliche Volumen (Summe der Volumina der einzelnen Temperaturfächer) - wie im Label deklariert - herangezogen, sondern das sogenannte korrigierte Nutzvolumen (Volumen mal Kältefaktor). Damit wird die Tatsache berücksichtigt, dass Fächer mit unterschiedlichen Temperaturen auch einen unterschiedlich hohen Energiebedarf verursachen je kälter ein Temperaturfach (\*\*\*) = kälteste) desto höher ist der normale Energieverbrauch pro Liter Fassungsvermögen). Aus dem IST- Energieverbrauch (laut Label [kWh/a]) wird unter Berücksichtigung des korrigierten Nutzvolumens der Vergleichsenergieverbrauch ermittelt. Dieser wird zu einem SOLL- Energieverbrauch (durch EU-Richtlinie definierter Durchschnittswert für ein Gerät dieser Art und Größe) in Relation gesetzt. Dieser Relationswert, in Prozent ausgedrückt, bestimmt die **Energie-Effizienz-Klasseneinteilung** (A bis G). Kühl- und Gefriergeräte mit der Label-Kennzeichnung D benötigen dementsprechend 90..100 % von dem für die jeweilige Geräteklasse festgelegten durchschnittlichen Soll- Energieverbrauch nach EU- Richtlinie<sup>8</sup>.

Dieser Relationswert, in Prozent ausgedrückt, bestimmt die **Energie-Effizienz-Klasseneinteilung** (A bis G). Kühl- und Gefriergeräte mit der Label-Kennzeichnung D benötigen dementsprechend 90..100 % von dem für die jeweilige Geräteklasse festgelegten durchschnittlichen Soll- Energieverbrauch nach EU- Richtlinie<sup>8</sup>.



Im Februar 2004 wurden die neuen Gerätelisten sparsamer Kühl- und Gefriergeräte vorgestellt. Auf den energy+ Listen sind fast 900 Geräte aller namhaften Kühlgerätehersteller vertreten. Alle Geräte erfüllen die neuen Energieeffizienzklassen<sup>9</sup> A+ und A++ und verbrauchen zwischen 25 % und 64 % weniger Strom als vergleichbare Geräte der Energieeffizienzklasse A.<sup>10</sup>

Als Richtschnur gilt:

In der Kühl- und Gefrierschranktechnik der letzten Jahre konnten durch Verbesserung der Isolation der Gehäuse als auch durch Verbesserung der Kältepumpen der Energiebedarf drastisch gesenkt werden.

Werteangaben sind nur dann zu vergleichen, wenn es sich auch um den gleichen Typ handelt. Außerdem ist das jeweilige Volumen des Kühlraumes zu beachten. Angaben die sich auf 100 l Volumen beziehen können besser verglichen werden als Gesamtangaben. Energierelevant ist es vor Anschaffung eines Neugerätes zu überlegen, ob ein Kombigerät oder lieber zwei Einzelgeräte (Kühlschrank und Gefrierschrank oder besser Gefriertruhe) gekauft werden sollten. Der Wirkungsgrad von Einzelgeräten liegt im Vergleich zum Kombigerät wesentlich besser, so dass vorausgesetzt der Platz ist da, lieber zwei Einzelgeräte zu empfehlen sind. Kühlgeräte machen einen Großteil der verbrauchten Elektroenergie eines Hauses aus, da sie ständig in Betrieb sind. Für den Jahresbedarf an Elektroenergie liegen sie statistisch gleich nach Warmwasserbereiter und Elektroheizungen.

Die Wahl einer neuen Waschmaschine mit wesentlich weniger Wasserverbrauch ist ebenso im Bereich des Elektroenergieverbrauches günstiger, da ja wesentlich weniger Wasser erwärmt werden muss. Die modernen Heizstäbe der Maschinen besitzen einen besseren Wirkungsgrad (dabei ist auch die Verkalkung der Heizung zu beachten, die eine wesentliche Verschlechterung des Wirkungsgrades hervorruft),

sowie durch moderne Waschsteuerungen verkürzte Waschzeiten bei gleichem Reinigungseffekt erzielt werden.<sup>11</sup>

Ein anderer Schwerpunkt ist die Beleuchtungstechnik. Vergleicht man den Energieverbrauch einer Glühlampe mit dem Verbrauch moderner Sparlampen, sie sind besonders bei längeren Brenndauern unbedingt auf die neue Technik umzustellen. Ebenso verhält es sich im Bereich der Leuchtstofflampen. Hier sind durch Weiterentwicklungen hohe Einsparungen erzielbar.

Dazu ein paar Fakten:

- Wirkungsgrad der Leuchten von ca. 35 % auf 70 % gestiegen (z.B. opale Wannenleuchte zu Rasterleuchte)
- reduzierter Energieverbrauch von Vorschaltgeräten

In der Tabelle 2 und 3 wird der Energieverbrauch bei vergleichbarer Leuchtdichte alter Leuchtstofflampen (38 mm Durchmesser) mit den moderneren Leuchtstofflampen (26 mm Durchmesser) bei Einsatz unterschiedlicher Vorschaltgeräte verglichen.

| Lampendurchmesser | 38 mm | 26 mm | 26 mm | 26 mm |
|-------------------|-------|-------|-------|-------|
| Vorschaltgerät    | KVG   | KVG   | WG    | EVG   |
| Lampenleistung    | 65 W  | 58 W  | 58 W  | 50 W  |
| Verlustleistung   | 12 W  | 12 W  | 8 W   | 5 W   |
| Gesamtleistung    | 77 W  | 70 W  | 66 W  | 55 W  |
| Mehrverbrauch     | 40%   | 27%   | 20%   |       |

Tabelle 2: Energiebilanz für 58 W Leuchtstofflampen

Bei Einsatz der neuen 26 mm Leuchtstofflampe mit elektronischem Vorschaltgerät (EVG) können gegenüber den 58- Watt- Lampen bis zu 40% des Energieverbrauchs eingespart werden.

Bei den 36- Watt- Lampen können durch Ersatz der alten 38 mm- Leuchtstofflampe und Benutzung eines EVG- Vorschaltgerätes 36% Energie eingespart werden.

| Lampendurchmesser | 38 mm | 26 mm | 26 mm | 26 mm |
|-------------------|-------|-------|-------|-------|
| Vorschaltgerät    | KVG   | KVG   | WG    | EVG   |
| Lampenleistung    | 40 W  | 36 W  | 36 W  | 32 W  |
| Verlustleistung   | 9 W   | 9 W   | 6 W   | 4 W   |
| Gesamtleistung    | 49 W  | 45 W  | 42 W  | 36 W  |
| Mehrverbrauch     | 36 %  | 25 %  | 17 %  |       |

Tabelle 3: Energiebilanz für 36 W Leuchtstofflampen

Durch Einsatz moderner Steuerungsmöglichkeiten, wie Dimmung der Lichtstärke entsprechend des konkreten Bedarfes, Bewegungsmelder als Präsenzschafter oder vollautomatische Tageslichtsteuerungen sind weitere Einsparmöglichkeiten gegeben.

- 50% längere Lampenlebensdauer von Leuchtstofflampen beim Betrieb mit elektronischem Vorschaltgerät (von 8.000 h auf ca. 12.000 h)
- Wegfall der Kosten für den Starter bei Verwendung von elektronischen Vorschaltgeräten
- modularer Aufbau von Leuchten und die werkzeuglose Montage machen den Austausch von Komponenten einfacher und damit kostengünstiger
- keine Ersatzteilprobleme mehr und damit geringere Instandhaltungskosten (Motto: Statt permanent reparieren besser gründlich sanieren!)
- Nutzung von Tageslicht: Einsparung bis zu 70% möglich
- Jalousien-Steuerung: Verhindert das Aufheizen von Gebäuden
- Besonders in klimatisierten Räume kann durch Reduktion der Anschlussleistung eine Reduktion der Wärmelast und damit der Klimaleistung bewirkt werden. (Die Wärmelast, die durch 1 kW Lichtleistung erzeugt wird, benötigt ca. 3 kW Kühlleistung)

Lichtanlagen benötigen zur Beleuchtung von Räumen entsprechend der Vorschriften nach der Deutschen Industrienorm (DIN) und der Arbeitsstättenrichtlinie (ASR) eine bestimmte Lichtleistung. Diese Lichtleistung kann entsprechend der gewählten Lampen und Leuchtmittel unterschiedlich effektiv erzeugt werden. Immer ist die Wahl eines geeigneten Leuchtmittels in Abhängigkeit der gestellten Beleuchtungsaufgabe zu sehen. Dabei sind die Qualität der Farbwiedergabe des Leuchtmittels ebenso wie die Lichtbündelung (Effektbeleuchtung) bzw. Gleichmäßigkeit der Abstrahlung (Arbeitsfläche) zu beachten. Werden Leuchten an schwer zugänglichen Orten installiert ist die Lebensdauer dieses Leuchtmittels mitunter aus ökonomischer Sicht ausschlaggebend für die Wahl.

Je nach eingesetzter Lampenart werden Farben unterschiedlich erkannt. Wie gut diese Farberkennung der Farbe bei Tageslicht entspricht wird in der Kategorie Farbwiedergabequalität gekennzeichnet. Besonders für Gemälde oder Dekorstoffe ist die Farbwiedergabequalität für den Betrachter entscheidend. Diese Veränderung der Farbwiedergabe wird durch die Lichtfarbe (abgestrahltes Frequenzspektrum der Lampe) beeinflusst. Bei den Leuchtstofflampen sind daher verschiedene Lichtfarben erhältlich, so dass man entsprechend der jeweiligen Sehaufgabe die passende Lampe auswählen kann. Der Lichtstrom ist ein Kennzeichen für die Lichtleistung einer Lampe und wird in Lumen gemessen. Der aus der Lampe kommende Lichtstrom erhellt das zu beleuchtende Objekt. Die Lichtausbeute kennzeichnet, wie viel Lichtstrom in Lumen abgestrahlt wird, wenn die Lampe die elektrische Leistung von einem Watt aufnimmt. Je höher dieser Wert ist, desto weniger elektrische Energie ist notwendig eine geforderte Beleuchtungsstärke zu erzielen.

| Lampenart   | Farbwiedergabe                              | Lichtfarbe                          | Lichtausbeute (lm/W) | Mittlere Gebrauchsdauer (h)  |
|---|---|-------------------------------------|----------------------|--|
| Glühlampe   | gut   | Rotlichtanteil überwiegt            | bis 18               | ca. 1000<br>gering   |
| Halogenglühlampe  | gut   | Warmweiß                            | bis 25               | ca. 2000 bis 3500<br>gering  |
| Leuchtstofflampe (Neonröhre)<br>Sonderform:<br>Tageslicht-Vollspektrumlampe | je nach Leuchtstoffschicht<br>mäßig bis gut | warm-, neutral- oder tageslichtweiß | bis 100              | ca. 7000 bis 12000<br>hoch bis sehr hoch<br>verringert sich bei häufigem Schalten<br>schnell |
| Kompaktleuchtstofflampe (Energiesparlampe)                                  | mäßig bis gut                               | wie Leuchtstofflampe                | bis 80               | ca. 7000<br>hoch   |
| Natriumdampf-niederdrucklampe   | schlecht                                    | Gelblich                            | bis 150              | ca. 10000<br>sehr hoch   |
| Natriumdampfhochdrucklampe  | mäßig bis gut                               | gelblich bis warmweiß               | bis 130              | ca. 5000 bis 10000<br>mittel bis sehr hoch   |
| Quicksilberdampf-hochdrucklampe   | mäßig                                       | bläulichweiß                        | bis 60               | ca. 8000<br>hoch   |

Tabelle 4 Übersicht Lampenarten

Die oft nicht wahrgenommenen elektronischen Geräte der Informationstechnik stellen den zweiten Bereich der Energieverbraucher dar. Angefangen beim Computer über Drucker, Scanner, Fernseher, Radiogeräte, CD-Spieler, Videogeräte, Faxgeräte, Spiele- Konsolen bis hin zu den immer stärker verbreiteten Ladegeräten für Notebook, Handy, Akkubohrer usw. Der hohe Verbrauchsanteil am Gesamtelektroenergiebedarf liegt in der ständigen Präsenz. So werden viele Geräte mit sogenanntem Bereitschaftsmodus ausgerüstet, der zwar nicht viel aber ständig Energie benötigt. Auch in der Elektronikbranche sind viele Geräte heute mit viel weniger Energie als frühere Typen zufrieden.

Bestes Beispiel ist der Umstieg beim TV-Gerät von der Röhrentechnik zur Transistor-technik und zur Mikroelektronik. Es ist also durchaus Lohnenswert den Energieverbrauch seiner Elektronikgeräte zu überprüfen und mit neuen Geräten zu vergleichen. Bei längerer Abwesenheit den Stand-By-Modus abschalten. Für diese Geräteklasse gibt es auch ein Energielabel.



Das Energielabel der GED (GEEA-Label) wird für besonders sparsame Computer, Fax-, Hi-Fi-, Fernseh- und andere Geräte der Informations- und Unterhaltungselektronik vergeben - neuerdings auch für Mobiltelefone.

Entscheidendes Kriterium ist der Energieverbrauch im Standby-Betrieb. Im Jahre 2002 wurde für Fernseher erstmals ein Kriterium für den Energieverbrauch eingeführt, das auch den Verbrauch während der Nutzung berücksichtigt.

Das Label gilt für:

- Computer und Monitore
- Batterieladegeräte
- Bildschirme
- Drucker
- Energiespargeräte
- Fernsehgeräte
- Audioanlagen
- Kopierer
- Scanner
- Steckernetzteile
- Telefaxgeräte
- Videorecorder

Eine **aktuelle Liste** ist unter <http://www.energielabel.de> abrufbar.

Das Label wird in verschiedenen europäischen Staaten eingesetzt. Jährlich werden die Grenzwerte für das Auszeichnungssystem der Marktentwicklung angepasst und so festgesetzt, dass nicht mehr als 20 bis 30% der angebotenen Geräte das Label erhalten können.

## 8 Einbeziehung regenerativer Energien

Im Zusammenhang mit dem nachhaltigen Bauen spielen die Heizung, Trinkwassererwärmung und die Sanitärtechnik mit ökologischen, ökonomischen und sozialen (Behaglichkeit) Aspekten eine erhebliche Rolle.

Auf der Basis aktueller Energiepreise stellt die konventionelle Heiztechnik gegenüber anderen, alternativen Systemen eine derzeit wirtschaftliche Variante dar. Das sind Warmwasserheizungen mit Niedertemperatur- oder Brennwertkessel. Diese Kessel werden gegenüber Standardkesseln (Konstanttemperaturkessel) mit niedrigeren Heizmedientemperaturen betrieben und weisen höhere Nutzungsgrade auf. Beim Brennwertkessel wird zusätzlich die im Abgas enthaltene Verdampfungswärme des Wasserdampfes genutzt.

Bezüglich Nutzungsgrad und Schadstoffemissionen sind für die Kessel keine wesentlichen, weiteren Entwicklungen zu erwarten.

Unter bestimmten Randbedingungen kann der Anschluss an Nah- oder Fernwärme zu vergleichbaren Kosten führen. Sofern die Wärme aus Kraft-Wärme-Kopplung bereitgestellt wird, sind die ökologischen Vorteile der Nah- und Fernwärme von besonderer Bedeutung, es erfolgt eine wesentliche Reduzierung des Primärenergieeinsatzes und damit der CO<sub>2</sub>-Emission.

Gebäudeintegrierte Kleinst-BHKW (Blockheizkraftwerke), die sowohl Strom als auch Wärme erzeugen, können unter bestimmten Bedingungen (Nutzung des erzeugten Stromes) sowohl ökonomisch als auch ökologisch gegenüber konventioneller Heiztechnik günstig abschneiden.

Der Einsatz von Biokesseln z.B. zur Verfeuerung von Holzpellets - kleine zylindrische Presslinge aus Hobel- oder Sägespänen - kann zwar zu höheren Investitionskosten führen, weist aber gleichfalls deutliche ökologische Vorteile auf. Die Nutzung von Fördermöglichkeiten kann den Einsatz für den Bauherrn wirtschaftlich machen.

Weitere alternative Heizungssysteme wie die solare Unterstützung von Heizung und/oder Trinkwassererwärmung oder der Einsatz von Wärmepumpen (Geräte, die mit Hilfe von - meist elektrischer - Energie der Umwelt - Luft, Erdreich - Wärme entzieht und z.B. für die Raumheizung nutzbar macht) führen zu ökologischen Vorteilen, sind aber ohne Förderung in der Regel noch nicht wirtschaftlich.

Aussagen zur wirtschaftlichen Bewertung alternativer Heizsysteme können sich in Abhängigkeit von der Größe der Gebäude, vom energetischen Zustand, von der Förderung und von der Entwicklung der Investitions-, Finanzierungs- und Energiekosten durchaus verschieben.

<sup>1</sup> Energieeinsparung im Gebäudebestand – Bauliche und anlagentechnische Lösungen. Ausgabe I/2002. Gesellschaft für Rationelle Energieverwendung e.V. (GRE)

<sup>2</sup> Bundesarchitektenkammer (Herausgeber): „Energiegerechtes Bauen und Modernisieren“, Birkhauser Verlag, 1996

<sup>3</sup> Hegner, H.-D.: Die neue Energieeinsparverordnung – Perspektiven für das energieeffiziente und umweltschonende Bauen. Architektenbrief 23. Caparol 2001

<sup>4</sup> NEH - Niedrigenergiehaus

<sup>5</sup> Unter der Internetadresse <http://www.eu-label.de/> werden die unterschiedlichen Energielabels detailliert vorgestellt und erläutert.

<sup>6</sup> EU-Rahmenrichtlinie 92/75/EWG und Durchführungsrichtlinie 94/2/EU „Energie-Etikettierung und einheitliche Produktinformation für elektrische Haushalts-Kühl- und Gefriergeräte“.

<sup>7</sup> Die Kriterien für die Klasseneinteilung werden europaweit einheitlich festgelegt und beruhen auf Markterhebungen, die für Kühl- und Gefriergeräte 1994, für Waschmaschinen 1995 und für Geschirrspüler 1997 durchgeführt wurden.

<sup>8</sup> Verordnung über die Kennzeichnung von Haushaltsgeräten mit Angaben für den Verbrauch an Energie und anderen wichtigen Ressourcen (Energieverbrauchskennzeichnungsverordnung – EnVKV) Bundesgesetzblatt Jahrgang 1997 Teil I Nr. 73, ausgegeben zu Bonn am 5.11.1997 (Diese Verordnung dient der Umsetzung der Richtlinie 92/75/EWG des Rates vom 22.09.1992 über die Angabe des Verbrauchs an Energie und andere Ressourcen durch Haushaltsgeräte mittels einheitlicher Etiketten und Produktinformationen Abl. EG Nr. L 297 S. 16)

<sup>9</sup> Aufgrund technischer Fortschritte weisen Geräte der A-Klasse eine große Bandbreite von Energieverbräuchen auf. Aus diesem Grunde wurde als energy-plus-Logo für Kühl- und Gefriergeräte entwickelt, die nochmals mindestens 25 Prozent weniger Strom verbrauchen als es dem Grenzwert der Klasse A des EU-Labels entspricht.

<sup>10</sup> Siehe auch: <http://www.energy-plus.org/german/products/> Das Energy+ Projekt steht unter der Schirmherrschaft des SAVE Programms der Europäischen Kommission. Die Energy+ Steuerungsgruppe setzt sich zusammen aus Vertretern der Europäischen Kommission und 13 nationalen Agenturen.

<sup>11</sup> Die Datenbank [www.energiesparende-geraete.de](http://www.energiesparende-geraete.de) unterstützt Verbraucher und Einkäufer bei der Auswahl von effizienten Elektrogeräten und bietet Händlern einen speziellen Service für die Herausstellung effizienter Geräte an.

Herausgeber: Berliner Energieagentur GmbH, Rudolfstraße 9, D-10245 Berlin, Telefon 030.29 3330-0, Telefax 030.29 33 30-99, e-mail [office@berliner-e-agentur.de](mailto:office@berliner-e-agentur.de), Homepage [www.berliner-e-agentur.de](http://www.berliner-e-agentur.de).