



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

## Gebäudeheizung und Trinkwassererwärmung

- Wärmeversorgung
- Heizungsanlage
- Trinkwassererwärmung
- Heizkostenverteilung
- Energieeinsparung und Emissionsminderung
- Erneuerbare Energien
- Kosten

## Inhaltsverzeichnis

1	Überblick	2
2	Wärmeversorgung von Ein- und Zweifamilienhäusern	3
3	Heizungsanlage: Verteilung und Übergabe der Wärme	4
4	Trinkwassererwärmung	6
5	Heizkostenverteilung	7
6	Energieeinsparung und Emissionsminderung	7
7	Nutzung erneuerbarer Energien	9
8	Kosten	9

## 6.1 Gebäudeheizung und Trinkwassererwärmung

### 1 Überblick

Aufgabe der Gebäudeheizung ist die Erzeugung und Aufrechterhaltung eines behaglichen Raumklimas. Die Mindest-Raumlufttemperatur sollte den Anforderungen des Nutzers entsprechen. Die Raumtemperaturen liegen in Abhängigkeit von der Nutzung der beheizten Räume bei 15 bis 24 °C, sollten aber bedarfsgerecht eingestellt werden. Die Gebäudeheizung trägt auch zu einem dauerhaften Erhalt des Gebäudes durch Verminderung bauphysikalischer Schäden an der Gebäudehülle bei.

Bis in die jüngste Vergangenheit waren vor allem in den neuen Bundesländern sowohl in Mehrfamilienhäusern als auch in Ein- und Zweifamilienhäusern Einzelöfen, die vorrangig mit Braunkohlebriketts, und Wohnungs- und Gebäudezentralheizungen, die mit Braun- und Steinkohle bzw. Koks beheizt wurden, verbreitet. Seit den sechziger Jahren des vorigen Jahrhunderts wird verstärkt Heizöl und mit steigendem Anteil Erdgas für die Gebäude-Zentralheizungen eingesetzt.

Die Nah- und Fernwärmeversorgung für Wohngebäude erreichte in den alten Bundesländern einen Anteil von ca. 9 %, in den neuen Bundesländern einen Anteil von ca. 24 % nahezu komplett für Mehrfamilienhäuser. Ein- und Zweifamilien-, aber auch Reihenhäuser wurden nur in geringem Maße an die Nah- und Fernwärmeversorgung angeschlossen.

Aktuell sind die verbreiteten **Heizungssysteme**:

- in **Mehrfamilienhäusern**
  - Nah- und Fernwärmeversorgung auf der Basis von Gas und Öl, aber auch von Kohle;
  - Gebäudezentralheizungen auf der Basis von Gas oder Öl und
  - Wohnungszentralheizungen auf der Basis von Gas (Etagenheizungen);
- in **Ein- und Zweifamilienhäusern und Reihenhäusern** Zentralheizungen auf der Basis von Gas und Öl, wobei jedoch Entwicklungschancen für die Nah- und Fernwärmeversorgung bestehen.

Die **Beheizung mit Einzelöfen** wurde mit Blick auf die Verbesserung des Komforts und aus ökologischen Gründen in allen Gebäudetypen zunehmend verdrängt.

Zu den Komfortverbesserungen im Wohnbereich gehört auch die Vollversorgung mit erwärmtem Trinkwasser. Verbreitet ist die Kopplung der **Trinkwassererwärmung** an die Wärmeversorgung für die Heizung.

Bei der Wärmeerzeugung werden **Energieträger** (Brennstoffe) verbrannt, die mit Schadstoffen bzw. klimarelevanten Gasen die Umwelt belasten. Zum einen kann durch Maßnahmen an der **Gebäudehülle (Wärmeschutz)** der Heizwärmeverbrauch minimiert und damit der Einsatz der Brennstoffmenge reduziert werden.

Zum anderen trägt die **Anlagentechnik** einschließlich Wärmeerzeugung mit hohen Nutzungsgraden (effiziente Brennstoffausnutzung) zur Verminderung des Brennstoffeinsatzes bei und führt mit entsprechendem Energieträger zur Verminderung der Emissionen.

Minimale Emissionen werden auch bei umfassender Nutzung **erneuerbarer Energien** als Teilversorgung erzielt, meist gekoppelt mit konventioneller Anlagentechnik.

Unmittelbaren Bezug zum energiesparenden Bauen und zur Ausführung von Heizungsanlage und Trinkwassererwärmung haben die folgenden Verordnungen:

- Gesetz zur Einsparung von Energie in Gebäuden (Energieeinsparungsgesetz - EnEG), 1976;
- Verordnung über energiesparenden Wärmeschutz und energiesparende Anlagen–

- technik bei Gebäuden (Energieeinsparverordnung - EnEV), gültig ab 1.2.2002;
- Verordnung über die verbrauchsabhängige Abrechnung der Heiz- und Warmwasserkosten (Verordnung über Heizkostenabrechnung - HeizkostenV), 1989.

## 2 Wärmeversorgung von Ein- und Zweifamilienhäusern

Die standardgemäße Ausrüstung für die Wärmeversorgung von Ein- und Zweifamilienhäusern ist die Ausrüstung mit Heizkesseln. Die Entwicklung vollzog sich vom konventionellen **Standardkessel** mit hohen Heizmedien- und Abgastemperaturen, über den **Niedertemperaturkessel** zum **Gas- bzw. Öl-Brennwertkessel**.

**Konventionelle Kessel** wurden mit konstanten Kesselwassertemperaturen von ca. 80 bis 90 °C betrieben. Die Heizmedientemperatur wurde durch Rücklaufbeimischung auf den erforderlichen geringeren Wert heruntergekühlt. Die Abgastemperaturen lagen bei 160 bis 240 °C. Mit diesen hohen Temperaturen wurde vermieden, dass es auf Grund von Kondensation des im Abgas enthaltenen Wasserdampfes zu Korrosionserscheinungen im Kessel kam.

Die Entwicklung von **Niedertemperaturkesseln** erfolgte, um die Nutzungsgrade<sup>1</sup> der Heizkessel zu erhöhen bzw. deren Wärmeverluste zu vermindern. Diese werden mit maximalen Kesselwassertemperaturen von 75 °C gleitend bis auf 40 °C und tiefer betrieben. Vorteile sind geringere Abgastemperaturen, damit geringere Abgas-(Wärme-)Verluste, verminderte Bereitschaftsverluste durch Abstrahlung und Konvektion und damit höhere Nutzungsgrade von 90 bis 95 %.

Die Nutzungsgrade der Kessel waren kaum noch zu verbessern. Eine weitere Erhöhung war nur erzielbar durch Nutzung der im Abgas enthaltenen Verdampfungswärme des Wasserdampfes. Die auf Grundlage dieser Technologie entstandenen **Brennwertkessel** erzielen Nutzungsgrade bis über 100 %, bezogen auf den Heizwert. Der **Brennwert** ist um den Betrag der Verdampfungswärme des in den Abgasen enthaltenen Wassers größer als der **Heizwert**.

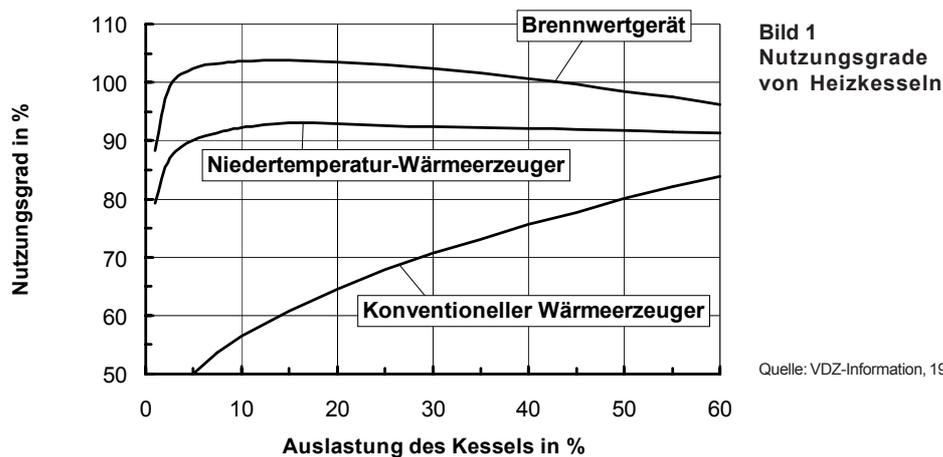
Für Brennwertkessel, deren Abgastemperaturen unter 40 °C liegen können, ist ein erhöhter Aufwand für die Ausführung des **Schornsteins** zu erbringen (Edelstahl, Keramik), um anfallendes Kondensat schadlos abzuführen. Für die Funktion und Betriebssicherheit der Heizungsanlage ist es erforderlich, Wärmeerzeuger und Abgasanlage aufeinander abzustimmen. Insbesondere bei einer geplanten Umrüstung im Bestand wird empfohlen, hierzu den Bezirksschornsteinfeger und ggf. einen Fachplaner hinzuzuziehen.

Der Aufwand für den Schornstein lässt sich durch Aufstellung des Kessels als Dachheizzentrale minimieren.

Für Zwei- und Mehrfamilienhäuser ist die Entscheidung zwischen einer zentralen Versorgung und einer wohnungsweisen Versorgung zu fällen. In der Regel ist eine zentrale Versorgung vorzuziehen.

Energetische Verluste beim Betrieb eines Kessels sind vor allem die Abgasverluste, Wärmeverluste von Anlagenteilen und Bereitschaftsverluste. Erhöhte Verluste treten bei **Standardkesseln** (konventioneller Wärmeerzeuger) vor allem im Teillastbereich auf, in welchem **Niedertemperatur-** und **Brennwertkessel** maximale Nutzungsgrade aufweisen (Bild 1).

<sup>1</sup> (Jahres-)Nutzungsgrad des Heizkessels - Verhältnis der Energie des eingesetzten Brennstoffes zur gelieferten Wärme



Die **Installation des Kessels** als Standgerät oder als wandhängenden Durchlaufheizer ist neben energetischen Aspekten vor allem eine Frage des Platzbedarfs.

Die modernen Heizkessel werden vor allem mit **Erdgas** und **Heizöl** betrieben, Brennwertkessel in erster Linie mit Erdgas. Für den Einsatz von **Flüssiggas** sind höhere Verbrauchskosten zu erwarten. Aus diesem Grund wird für den Einsatz von Flüssiggas eine Wirtschaftlichkeitsanalyse empfohlen, die vom Planer oder vom ausführenden Betrieb zu erbringen ist.

Heizkesselanlagen für Heizöl erreichen nicht die Jahresnutzungsgrade von Gaskesseln. Vorteile gegenüber Gas können sich aber durch einen jahreszeitlich günstigen Einkauf von Heizöl ergeben. Zu berücksichtigen ist der erhöhte Aufwand für die Öltanks (Kosten, Platzbedarf, Wartung etc.) und deren Aufstellung (Notwendigkeit von Auffangschalen). Die Entscheidung sollte auch hier von einer Wirtschaftlichkeitsanalyse abhängig gemacht werden.

Bei **Nah- und Fernwärme** führen die Netzverlegung und der Hausanschluss zu hohen Wärmebereitstellungskosten. Wie auch im Mehrfamilienhaus könnte für ein abgeschlossenes Gebiet mit Ein- und Zweifamilienhäusern eine Übergabestation installiert werden und von hier aus eine kostengünstige Unterverteilung erfolgen. Auch hier werden Wirtschaftlichkeitsanalysen empfohlen.

### 3 Heizungsanlage: Verteilung und Übergabe der Wärme

Für die wohnungsweise und zentrale Heizung haben sich seit langem die **Pumpen-Warmwasserheizungen** durchgesetzt. Gegenüber den vor Jahrzehnten üblichen Schwerkraftheizungen hat sich der Materialeinsatz für die Heizungsverteilungen vermindert, und die Regelbarkeit der Heizungen hat sich erheblich verbessert. Das übliche Heizungssystem ist heutzutage die **Zweirohrheizung**. Der Auslegungsfall wird durch die Temperaturen des Heizmediums charakterisiert: Die Vorlauftemperatur sollte 70 °C nicht übersteigen, die Rücklauftemperatur nicht 50 °C. Die Zweirohrheizung zeichnet sich gegenüber einer **Einrohrheizung** (Heizkörper sind in Reihe geschaltet.) durch eine bessere Regelfähigkeit und durch ein niederes Temperaturniveau aus.

Die am weitesten verbreiteten **Heizkörper**, die die Wärmeübergabe im Raum realisieren, sind Radiatoren (Guss- und Röhrenradiatoren), Flachheizkörper und Konvektoren. Sie werden in einer Vielzahl von gestalterischen Varianten angeboten. Funktionelle Unterschiede bestehen in der Wärmeabgabe bezüglich Strahlungs- und Konvektionsanteil.

Verbreitet sind, insbesondere in Ein- und Zweifamilienhäusern, **Fußbodenheizungen**. Diese werden mit niedrigen Heizmedientemperaturen betrieben, was insbesondere günstig ist für den Einsatz von Brennwertkesseln und Wärmepumpen. Kostenmäßig können im Neubau der Einsatz konventioneller Heizkörper und die Installation einer Fußbodenheizung durchaus vergleichbar sein, wie Untersuchungen zeigen.

Mit zunehmendem Wärmedämmstandard, mit bedarfsgerechter Lüftung, ggf. mit Wärmerückgewinnung, sinkt der Wärmeverbrauch (Jahresarbeit) für die Beheizung des Gebäudes, der durch die Heizungsanlage zu erbringen ist. In einem Passiv- bzw. Nullenergiehaus kann grundsätzlich auf eine Heizungsanlage verzichtet werden.

Die Berechnungsgrundlagen für die **Auslegung der Heizungsanlage** sind in der DIN 4701 (1983) gegeben. Sie dient sowohl zur Auslegung der Heizkörper, der Fußbodenheizung etc. in den Räumen als auch der Berechnung der notwendigen Leistung des Kessels bzw. des Anschlusswertes bei Nah- und Fernwärme. Die Heizlast wird durch Wärmerückgewinnung in Zu- und Abluftanlagen vermindert.

**Empfehlungen für die Installation** der Heizungsanlage sind:

1. Vor allem in Mehrfamilienhäusern sollte die Heizungsverteilung bedarfsgerecht in mehrere Heizkreise aufgeteilt werden. Wohnungsweise kann eine horizontale Verteilung vorgenommen werden, die Heizkörper können aber auch an vertikale Stränge angeschlossen werden.
2. Heizkreise bzw. Heizungsstränge sind hydraulisch abzugleichen. Mit (Strang-) Regulierventilen werden die vorausgerechneten Masseströme des Heizmediums eingestellt. Für größere Netze werden automatische differenzdruckgeregelte Strangregulierventile empfohlen.
3. Die Verteilungsleitungen sollten möglichst nicht durch unbeheizte Räume verlaufen (Keller, Dachgeschoss). Verteilungsleitungen in unbeheizten Räumen sind gemäß der Energieeinsparverordnung (EnEV) zu dämmen. Die Mindestdämmstoffdicken sind in dieser Verordnung angegeben. Der Kessel ist möglichst im beheizten Gebäudebereich unterzubringen.
4. Die zentrale Regelung der Heizung erfolgt in Abhängigkeit von der Außentemperatur. Für unterschiedliche Heizungstypen, z.B. konventionelle Radiatorheizung, Fußbodenheizung oder vielleicht auch Luftheizung, sind gesonderte Regelkreise vorzusehen.
5. Die Fußbodenheizungen sind auf Grund der Verlegung im Estrich recht träge. Aus diesem Grunde wird empfohlen, nur einen Teil der Räume, z.B. Wohnräume, mit Fußbodenheizung auszurüsten, andere Räume, z.B. Schlafräume, mit konventionellen Heizkörpern.
6. Gemäß EnEV sind die Heizkörper raumweise mit selbsttätig wirkenden Einrichtungen zur Temperaturregelung auszurüsten. Hierfür haben sich **Thermostatventile** bewährt. Sie sind Voraussetzung dafür, dass solare Wärmegevinne (Sonneneinstrahlung über die Fenster) und interne Wärmegevinne (Wärmeabgabe von Personen, elektrischen Geräten u.a.m.) für die Raumheizung nutzbar gemacht werden.
7. Anstelle der kostengünstigen Thermostatventile können auch aufwendigere elektronische Systeme der Einzelraumtemperaturregelung eingesetzt werden. Gekoppelt mit einem Wohnungs- bzw. Gebäuderechner ist die Einstellung bedarfsgerechter Temperaturen in Abhängigkeit von der Zeit möglich. Das kann wiederum zu einer Heizenergieeinsparung führen.
8. Der Hilfsstrombedarf für Heizungsanlagen, z.B. für Pumpen und Brenner, ist zu minimieren. So ist der Einsatz drehzahl geregelter Pumpen zu planen, das spart Energie und vermeidet Strömungsgeräusche an den Ventilen.

**Empfehlungen für den Betrieb** der Heizung lehnen sich an diejenigen bei der Lüftung an:

1. Die Absenkung der Raumlufttemperatur um 1 K (Grad Kelvin) erbringt eine Einsparung an Heizenergie von ca. 6 %.
2. Bei der Heizungsregelung ist die Möglichkeit einer Nachtabenkung bzw. Abschaltung vorzusehen.
3. Eine energetisch sinnvolle Lüftung ist die Stoßlüftung. Bei Fensteröffnung sind die Thermostatventile zu schließen.

4. Die Räume sind bei niedrigen Außentemperaturen mit bedarfsgerechten Temperaturen ständig zu beheizen.
5. Niedrig beheizte Räume sind gegenüber den beheizten Räumen geschlossen zu halten, um den übermäßigen Eintritt feuchter warmer Luft zu vermeiden.

#### 4 Trinkwassererwärmung

Die Erwärmung des Wassers wird häufig mit der Gebäudeheizung kombiniert. Der höhere Leistungsbedarf besteht bei kleinen Versorgungseinheiten in der Regel für die Trinkwassererwärmung.

Für Gebäude mit einer geringen Wohnungsanzahl sind so genannte **Ladespeicher** üblich, in denen das gespeicherte Wasser auf bedarfsgerechter Temperatur gehalten wird. Diese werden sowohl für Heizungskessel als auch bei Anschluss an die Nah- oder Fernwärme eingesetzt. Eine Aufheizung erfolgt bei Wasserentnahme und zur Deckung der Zirkulationsverluste. Die Trinkwassererwärmung hat Vorrang vor der Heizung. Die Bestimmung der Speichergröße erfolgt in Abhängigkeit von der Zahl der angeschlossenen Wohnungen bzw. Nutzer. Für Wohnungen bzw. Einfamilienhäuser werden in der Regel 100- bis 200-Liter-Speicher eingesetzt, in Abhängigkeit von der Personenzahl auch größere.

Die **Speicher** werden separat im Heizraum aufgestellt, platzsparend unter wandhängenden Heiz-Durchlaufgeräten angeordnet oder selbst als wandhängende Geräte ausgeführt.

Ausgedehnte Trinkwassernetze werden mit einer **Zirkulationsleitung** versehen, damit an den Zapfstellen sofort bei Nutzung warmes Wasser zur Verfügung steht (Vermeidung von Auslaufverlusten). Die Zirkulationssysteme werden in der Regel so ausgelegt, dass beim Umlauf das Wasser maximal um 5 bis 10 K (Grad Kelvin) auskühlt.

Warmwasserleitungen, auch die Zirkulationsleitungen, sind mit einer Wärmedämmung zu versehen, um die Wärmeverluste zu begrenzen. Diese Wärmedämmung ist nach der EnEV auszulegen.

Die erforderlichen Temperaturen für das erwärmte Trinkwasser liegen bei 40 °C, für Spültische sind allerdings bis 55 °C angebracht. Aus energetischen Gründen sollten die Temperaturen niedrig, aber bedarfsgerecht bereitgestellt werden. Bei der Warmwasserversorgung sind auch **hygienische Anforderungen** zu beachten. So können im warmen Wasser **Legionellen** auftreten. Das sind Bakterien, die die Legionärskrankheit (Lungenentzündung) auslösen können. Nach vorliegendem Kenntnisstand vermehren sich Legionellen in Warmwasser-Bereichen bei längeren Verweilzeiten am stärksten zwischen 32 bis 42 °C und werden bei 60 bis 65 °C getötet.

Eine mit der Heizung kombinierte Trinkwassererwärmung kann auch im **Durchfluss in Durchlaufheizern** (Kombi-Wasserheizer) erfolgen. Auch hier besteht bei Bedarf Vorrang der Trinkwassererwärmung vor der Heizung. In einem normalen Gebäude kann die Heizung schadlos unterbrochen werden. Naturgemäß ist bei diesen Systemen ohne Speicher die Erwärmungsleistung begrenzt, was sich vor allem beim gleichzeitigen Betrieb mehrerer Zapfstellen bemerkbar macht.

Für von der Heizung separate oder teilweise unabhängige Lösungen der Trinkwassererwärmung steht eine Vielzahl von Geräten zur Verfügung. Besonders verbreitet sind hier die **Gas-Wassererwärmer**. Andererseits werden auch **Elektro-Wassererwärmer** eingesetzt, insbesondere **Elektro-Warmwasserspeicher** und **Elektro-Durchflusswassererwärmer**.

Entscheidungshilfen für die Auswahl von Systemen liefern wirtschaftliche, energetische und ökologische Vergleiche von Alternativen. Diese Analysen sind vom Planer oder vom ausführenden Betrieb zu erbringen.

## 5 Heizkostenverteilung

Die Verordnung über Heizkostenabrechnung (HeizkostenV; 1989) ist auf den Verbrauch von Heizenergie und Warmwasser anzuwenden. Diese Verordnung gilt überall dort, wo bei der Wärme- und Wasserversorgung ein Verteilvorgang stattfindet. Sie gilt für Wohngebäude mit mindestens zwei Wohnungen, also auch für Einfamilienhäuser mit Einliegerwohnung.

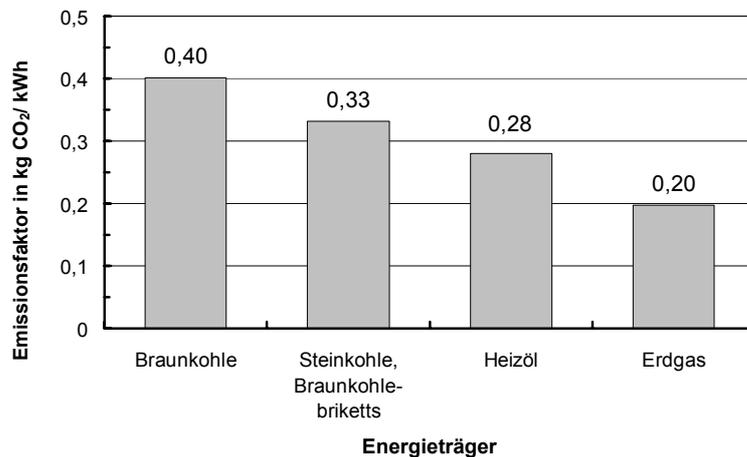
Übliche Verfahren der Heizkostenabrechnung und der Abrechnung des Verbrauchs erwärmten Trinkwassers beruhen auf der für die Nutzereinheit zentralen Messung der Heizenergie bzw. des erwärmten Trinkwassers und deren Verteilung auf die Nutzer mittels Heizkostenverteilern bzw. Wohnungswarmwasserzählern. Übliche Methoden der Heizkostenverteilung sind:

- **Verdunster (HKV-V)** - In Abhängigkeit von der Oberflächentemperatur des Heizkörpers verdunstet in einem Messröhrchen Messflüssigkeit. Die Verminderung der Flüssigkeitssäule ist ein Maß (Verbrauchseinheiten) für die Wärmeabgabe der Heizfläche. Besonderheiten des Heizkörpers und dessen Normwärmeabgabe sind in einer produktbezogenen Skala berücksichtigt oder durch Umrechnung zu ermitteln. Die HKV-V stellen eine bewährte und kostengünstige Variante zur Heizkostenverteilung dar.
- **Elektronische Heizkostenverteiler (HKV-E)** - Die durch einen Mikroprozessor aus der Oberflächen- und der Raumtemperatur berechneten Verbrauchseinheiten (Anzeigefortschritt) sind das Maß für die Wärmeabgabe der Heizfläche. Heizkörperparameter werden in den Mikroprozessor eingegeben oder bei der Abrechnung berücksichtigt.
- Systeme der **Einzelraum-Temperaturregelung** auf der Basis von programmierbaren Wohnungsrechnern. Sie vereinigen in sich die bedarfsgerechte Versorgung der Räume mit Heizenergie (angesteuerte Heizkörperventile) und die Erfassung der verbrauchten Heizenergie. Die Ankopplung an Gebäuderechner ist möglich. Anschlussmöglichkeiten bestehen für die Erfassung weiterer Verbrauchsgrößen.
- **Wohnungswärmezähler** ermitteln auf der Basis von Durchfluss- und Temperaturmessungen den Wärmeverbrauch einer Wohnung, sie können bei horizontalen Verteilungen der Heizungsanlage eingesetzt werden. Sie weisen gegenüber dem Einsatz von Heizkostenverteilern höhere Kosten auf.

Für die Verteilung der Kosten zur **Trinkwassererwärmung** erfolgt eine zentrale Messung oder Festlegung gemäß HeizkostenV des Verbrauchs und eine wohnungsweise Messung mit Wohnungswarmwasserzähler. Diese Wohnungswarmwasserzähler dienen als Kostenverteiler.

## 6 Energieeinsparung und Emissionsminderung

Die Wärmeversorgung und die Heizungstechnik sind zentrale Punkte für Energieeinsparung und für die Verminderung von Emissionen, insbesondere CO<sub>2</sub>, die bei der Verbrennung von Energieträgern freigesetzt werden. Emissionsfaktoren für die Verbrennung von Energieträgern sind im Bild 2 angegeben. Bei Öl und Erdgas ist bei vollständiger Verbrennung mit einer Emission von 0,2 bis 0,3 kg CO<sub>2</sub> / kWh zu rechnen, bezogen auf den Heizwert.



**Bild 2**  
CO<sub>2</sub>-Emission  
von Energieträgern

Der Zusammenhang von Heizwärmeverbrauch und Emissionen wird im Folgenden dargestellt:

1. Der **Heizwärmeverbrauch** (Nutzenergie) wird im Wesentlichen durch die Gebäudehülle, die Gebäudelüftung sowie interne und solare Warmegewinne bestimmt. Die Nutzbarmachung der Warmegewinne wird vor allem durch die selbständige Regelung der Heizungsanlage ermöglicht (z.B. Thermostatventile).
2. Für eine **energetische Bewertung** von Gebäuden und Anlagensystemen sind die Nutzenergie und die Erzeugungs- und Verteilungsverluste im Gebäude und außerhalb des Gebäudes in die Betrachtung einzubeziehen. Gemäß der Energieeinsparverordnung ist neben weiteren Anforderungen der **Jahres-Primärenergiebedarf** nachzuweisen.
3. Auf die Höhe der **Emissionen** von CO<sub>2</sub> hat der Energieträger wesentlichen Einfluss (Bild 2). Gesetzliche Regelungen für die Begrenzung der CO<sub>2</sub>-Emission infolge Errichtung und Betrieb von Gebäuden gibt es jedoch noch nicht.
4. Mit der Weiterentwicklung der Brenner in den Kesseln wurde die Emission von **Schadstoffen** wie Schwefel- und Stickoxide stark reduziert. Auf diese wird hier nicht weiter eingegangen.

Die vorstehenden Erläuterungen beziehen sich auf konventionelle Lösungen der Wärmeversorgung auf der Basis der Verbrennung von Energieträgern in Kesseln.

Für Nah- und Fernwärme ist aus energetischer und ökologischer Sicht die Wärmebereitstellung aus Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) sinnvoll. Hierbei erfolgt die gemeinschaftliche Erzeugung von Strom und Wärme. Im Vergleich zur Wärmeerzeugung in Kesseln und der Stromerzeugung in Kondensationskraftwerken können bis zu 40 % der eingesetzten Brennstoffe gespart werden.

Eine Ergänzung finden die konventionellen Lösungen darüber hinaus durch die Nutzung erneuerbarer Energien, beispielsweise mit Solarkollektoranlagen und/ oder Wärmepumpen für Heizung und/ oder Trinkwassererwärmung.

Gemäß Energieeinsparverordnung wird eine **primärenergetische Bewertung** des Heizenergiebedarfs vorgenommen, in die sowohl die wärmeschutztechnische Qualität der Gebäudehülle, die Effizienz der Heizungsanlage als auch die Energieträger, die Trinkwassererwärmung und die Lüftungsanlage eingehen.

Der Vergleich von Heizungssystemen wird auf der Basis des so genannten Primärenergiebedarfs durchgeführt. Der Primärenergiebedarf berücksichtigt, welche Energiemenge für die Dienstleistung Raumwärme erforderlich ist, beispielsweise als Energieträger Braun- und Steinkohle, Erdgas und Erdöl. Berücksichtigung finden die Aufwendungen von der Förderung, über den Transport bis zur Energieumwandlung einschließlich Leitungsverlust. Es ist zu beachten, dass gegenüber Erdgas und Erdöl, die mit relativ hohen Nutzungsgraden von ca. 90 bis 100 % verbrannt werden, der elektrische Strom im Mittel mit einem Nutzungsgrad von etwa 35 % bereitgestellt wird. Aus diesem Grunde besteht für eine Elektroheizung ein hoher Primärenergiebedarf.

In der neuen Energieeinsparverordnung wird den Nutzungsgraden der Wärmeversorgung bzw. deren primärenergetischen Bewertung Rechnung getragen. Vergleichsfall ist die Ausrüstung mit einem Niedertemperaturkessel. Bei einer Verbesserung der Nutzungsgrade durch den Einsatz von Brennwertkesseln oder durch eine Wärmeversorgung aus Kraft-Wärme-Kopplung, kann der Aufwand für die wärmeschutztechnische Ausführung der Gebäudehülle vermindert werden. Bewertungsgrößen sind für die komplette Heizungsanlage primärenergetisch bewertete **Aufwandszahlen**. Diese Aufwandszahlen beschreiben das Verhältnis des primärenergetischen Aufwandes zum Nutzwärmebedarf.

## 7 Nutzung erneuerbarer Energien

Zunehmend werden für die Gebäudeheizung und für die Trinkwassererwärmung auch erneuerbare Energien genutzt. Die Entscheidung hierfür wird erleichtert durch entsprechende Förderprogramme des Bundes und der Länder (siehe auch **Info-Blätter 2.2 und 2.4**).

Folgende Systeme zur Nutzung regenerativer Energien werden in Wohngebäuden installiert:

- **Solarkollektoren** für die Trinkwassererwärmung und/oder Heizung bzw. Heizungsunterstützung, Deckung des restlichen Bedarfs durch konventionelle Kessel.
- **Wärmepumpen** zur Nutzbarmachung von Umweltenergie.

Zu einem kompletten System der **solaren Trinkwassererwärmung** gehören neben dem Kollektor, in dem das Wasser über einen Absorber erwärmt wird, weitere Komponenten wie Speicher, Pumpe und eine bedarfsgerechte Regelung.

Anlagen zur solaren Trinkwassererwärmung werden in der Regel so dimensioniert, dass ein solarer Deckungsgrad von 50 bis 60 % erreicht wird. Unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten soll ein möglichst hoher solarer Energieeintrag erzielt werden.

Der Einsatz von Kollektoren zur Raumheizung ist in hohem Maße begrenzt durch die gegenläufige Tendenz der solaren Einstrahlung (Sommer) und des Raumwärmebedarfs (Winter). Nur die Langzeitspeicherung solarer Wärme vom Sommer bis zum Winter könnte hier Abhilfe schaffen. Kostengünstige Lösungen liegen bisher hierfür nicht vor.

Mit der **Wärmepumpe** ist es möglich, unter Aufwendung von Arbeit (in der Regel Strom) aus der Umgebung Wärme zu entziehen und sie auf einem höheren Temperaturniveau für Heizung oder Trinkwassererwärmung zu nutzen. Die Wahl der Wärmequelle ist von großer Bedeutung für die Wirtschaftlichkeit einer Wärmepumpenanlage. Übliche Wärmequellen sind Wasser, Erdreich und Luft (Außenluft, aber auch Fortluft von raumlufttechnischen Anlagen).

Aus energetischer und ökologischer Sicht ist der Einsatz von Wärmepumpen nur sinnvoll, wenn die Nutzwärme den primärenergetischen Aufwand für die eingesetzte elektrische Energie übersteigt.

Eine weitere Form der regenerativen Energie ist die Nutzung von **Biomasse** (Pflanzenöl, Holzhackschnitzel u.a.m.). Der bei der späteren Verbrennung frei werdende CO<sub>2</sub>-Anteil wird zunächst in der Wachstumsphase gespeichert und somit gutgeschrieben. Die Verbrennung dieser Energieträger führt zu deutlich geringeren Umweltbelastungen.

Möglichkeiten der **passiven Solarenergienutzung** wie die optimale Ausrichtung des Gebäudes, die optimale Gestaltung der Fenster, der Einsatz einer transparenten Wärmedämmung u.a. tragen ebenfalls zur Verminderung des Energieträgereinsatzes für die Raumheizung bei.

## 8 Kosten

Bei der Entscheidung für Wärmeversorgungslösungen oder Anlagensysteme sind Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen hilfreich. Es werden die Jahresgesamtkosten ermit-

telt, die sich aus kapitalgebundenen Kosten für Investition und Installation, aus verbrauchsgebundenen Kosten für Energie, Hilfsenergie und Brennstoffbevorratung und aus betriebsgebundenen Kosten für Wartung, Reinigung und Versicherung zusammensetzen. Hierbei ist daran zu denken, dass die Energiekosten mit zunehmender Verknappung der Energieträger steigen werden.

Zahlreiche Veröffentlichungen geben einen Überblick zu wirtschaftlichen Vergleichen von Heizungssystemen, beispielsweise eine Informationsschrift der ASUE<sup>2</sup> zu „Heizung, Warmwasser und Lüftung im Neubau/ Niedrigenergiehaus“. Der Kostenvergleich in der Tabelle für ein freistehendes Einfamilienhaus mit 150 m<sup>2</sup> Wohnfläche ist hieraus entnommen.

Es ist aber zu empfehlen, Kostenvergleiche aus der Literatur nicht blind zu übernehmen, sondern diese vielmehr für das konkrete Objekt durchzuführen bzw. durchführen zu lassen.

#### Kostenvergleich im Niedrigenergiehaus (Bruttokosten)

Wärmeerzeugung		Erdgas-Brennwertkessel Dachheizkessel	Nahwärme-Brennwertkessel	Heizöl-Niedertemperaturkessel	Elektrowärmepumpe
Trinkwassererwärmung		Indirekt beheizter 150 Liter-Speicher			Elektrischer Durchlauf-Wasserheizer
<b>Investition</b>	<b>€</b>	<b>14.091</b>	<b>13.963</b>	<b>16.734</b>	<b>20.635</b>
<b>Kapitalgebundene Kosten</b>	<b>€/a</b>	<b>1.519</b>	<b>1.406</b>	<b>1.701</b>	<b>2.276</b>
Energiekosten	€/a	748	979	645	585
Hilfsenergiekosten	€/a	40	34	63	43
<b>Verbrauchsgebundene Kosten</b>	<b>€/a</b>	<b>787</b>	<b>1013</b>	<b>709</b>	<b>672</b>
Wartung/Reinigung	€/a	128	107	230	66
Versicherung	€/a			56	
<b>Betriebsgebundene Kosten</b>	<b>€/a</b>	<b>128</b>	<b>107</b>	<b>286</b>	<b>66</b>
<b>Jahres-Gesamtkosten</b>	<b>€/a</b>	<b>2.434</b>	<b>2.526</b>	<b>2.696</b>	<b>3.015</b>

<sup>2</sup> Arbeitsgemeinschaft für sparsamen und umweltverträglichen Energieverbrauch e.V.