



# Effiziente Heizsysteme für Wohngebäude

WISSENSWERTES ÜBER  
MODERNE HEIZUNGSANLAGEN

12 ENERGIESPAR-  
INFORMATIONEN



## Einführung

Die „Energiewende“, also das Umsteuern vom Verbrauch schwindender fossiler Ressourcen hin zum Gebrauch erneuerbarer Quellen muss in den nächsten Jahren auch in den Heizräumen der Wohngebäude stattfinden. Für Heizung und Warmwasserbereitung werden rund 40 % des Energieverbrauchs in Deutschland eingesetzt.

Zwar gelingt es durch den Neubau von Niedrigenergie- bzw. Passivhäusern und die umfassende Sanierung von Bestandsgebäuden die Heizperiode stark zu verkürzen, aber ein gewisser „Restwärmebedarf“ muss auch bei diesen Häusern im Kernwinter über ein Heizsystem zugeführt werden. Wie groß dieser Restwärmebedarf ist hängt vom Baustandard, der gewünschten Temperatur, der Art der Lüftung und von Ihrem Warmwasserverbrauch ab (s. **Energiesparinformation Nr. 3 „Niedrigenergiehäuser“**). Die folgende Tabelle soll Ihnen eine Einschätzung geben, wie groß der Wärmebedarf solcher Gebäude pro Jahr etwa ist. Die Werte unserer Modellrechnung beziehen sich auf ein Reihenendhaus bzw. Doppelhaushälfte mit 150 m<sup>2</sup> Wohnfläche. Die beiden Komfortniveaus niedrig/hoch sind dabei wie folgt angenommen:

- mittlere Raumtemperatur: 19° C / 23° C
- mittlerer Luftwechsel 0,3 / 0,6 h<sup>-1</sup>
- täglicher Warmwasserbedarf 30 / 150 Liter

Die Rechnung geht davon aus, dass in allen Varianten die Hälfte der Energie für die Warmwasserbereitung aus einer Solaranlage stammt, die natürlich bei den Vielverbrauchern größer dimensioniert sein sollte.

Baustandard	Max. Heizleistung bei -12° C [kW]	Jährlicher Wärmebedarf [kWh/Jahr] bei Komfortanspruch (inkl. TWw)	
		niedrig	hoch
Niedrigenergiehaus bzw. gut sanierter Bestand (Effizienzhaus 70)	<b>5</b>	<b>6.900</b>	<b>13.300</b>
Passivhaus (Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung)	<b>1,5</b>	<b>2.200</b>	<b>4.300</b>

Das Heizsystem sollte diesen „Nutzwärmebedarf“ mit möglichst geringen Verlusten bereitstellen!

Auch in gut gedämmten Gebäuden behält der Nutzer durch sein Verhalten einen Einfluss auf den Energieverbrauch. Durch einen hohen Warmwasserverbrauch, das Einstellen hoher Raumtemperaturen und ein häufiges Öffnen der Fenster lässt er sich leicht verdoppeln.

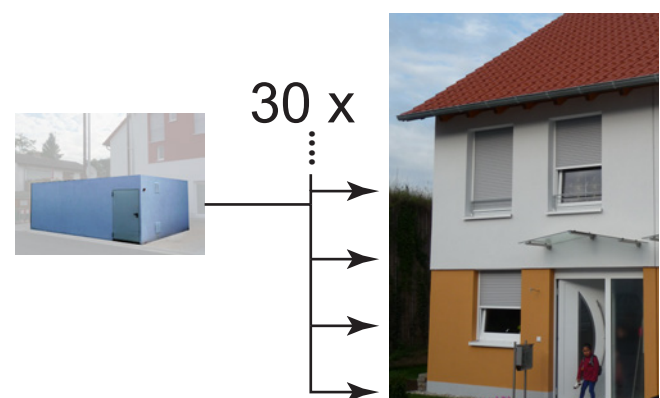
Die Häuser, die wir in dieser Broschüre vorrangig betrachten, haben einen Verbrauch in der Größenordnung zwischen 200 und 1.500 Litern Heizöl bzw. m<sup>3</sup> Erdgas je Jahr und Wohneinheit. Verbraucht Ihr Haus noch deutlich mehr, dann sollten Sie den Wärmeschutz des Gebäudes kritisch prüfen.

Die Marktlage, der sich ein Hausbesitzer bzw. Bauherr heute bei den Heizsystemen gegenüber

sieht, ist ähnlich unübersichtlich wie das Titelbild dieser Information. Man hat die Wahl zwischen den verschiedensten Energieträgern, Anlagen und Konzepten. Und gegenwärtig kommt mit den Mikro-Heizkraftanlagen eine ganz neue Produktgruppe auf den Markt. Generell stehen Heizgerätehersteller vor dem Problem, dass sie mit ihren Geräten eine große Bandbreite an Leistungsanforderungen abdecken müssen. Das reicht vom Altbau mit einem Heizwärme-Leistungsbedarf von 100 Watt/m<sup>2</sup> Wohnfläche bis zum Passivhaus mit nur 10 Watt/m<sup>2</sup>. Um in jedem Fall immer auf der „sicheren Seite“ zu bleiben, vermeiden es die Industrie und auch die Planer, Wärmeerzeuger sehr kleiner Leistung anzubieten bzw. einzusetzen, auch wenn diese im Niedrigenergiehaus billiger und effizienter wären. Deshalb wurden von Tüftlern schon einige Passivhäuser mit einer Heiztechnik für Wohnmobile ausgestattet.

Die Herausforderung bei der Auswahl eines Heizsystems besteht darin, sich für eines zu entscheiden, dessen Stärken am besten zu den Aufgaben passen, die das Haus und seine Bewohner an die Wärmeversorgung stellen.

In verdichteten Baugebieten mit Reihen- und Mehrfamilienhäusern haben Nahwärmeversorgungen (siehe Bild unten) eine ganze Reihe von Vorteilen: Die Häuser werden preisgünstiger, weil auf Kamin, Heizgerät, Heizraum und Tank bzw. Gasanschluss verzichtet werden kann. Auch die Umrüstung auf andere Brennstoffe oder der Einbau von Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen wird einfacher, weil eben nur ein zentrales Gerät statt vieler einzelner ersetzt werden muss. So wird es leichter, auf veränderte Situationen auf den Energiemärkten zu reagieren. In Ballungsgebieten ist in einigen Fällen auch ein Anschluss an ein vorhandenes Fernwärmenetz möglich. Die Aufteilung der Verbrauchskosten auf die einzelnen Hauseigentümer ist heute durch elektronische Wärmemengenzähler kein Problem mehr. Generell muss bei Wärmenetzen auf kurze und sehr gut isolierte Leitungen geachtet werden, um die Verluste klein zu halten.



Diese Nahwärmezentrale in der Größe einer Garage versorgt in einem Neubaugebiet 30 Reihenhäuser.

## Kriterien zur Auswahl eines Heizsystems

Bevor Sie sich für eine bestimmte Technik der Wärmeversorgung für Ihr Wohngebäude entscheiden, sollten Sie prüfen, welches am Markt befindliche System Ihre Erwartungen am ehesten erfüllt und die mit einer **Wärmebedarfsberechnung** aus den Daten des Gebäudes ermittelte **Heizlast** abdecken kann. Dazu ist es hilfreich, sich rational alle Kriterien, die ein Heizsystem kennzeichnen, zu betrachten:

- Der **Primärenergieeinsatz** je Kilowattstunde (kWh) erzeugter Wärme kennzeichnet den Verbrauch an nicht erneuerbarer Energie (vom Bohrloch bis in die Wohnung). Um die verbesserte Effizienz der verschiedenen neuen Techniken vergleichbar zu machen, haben wir jeweils die Primärenergieeinsparung im Vergleich mit der im Moment am meisten verbreiteten Technik – dem Gas-Brennwertkessel – in Prozent berechnet. Ein hoher Primärenergieeinsatz steht für schädliche CO<sub>2</sub>-Emissionen und die Abhängigkeit von ständig teurer werdenden fossilen Energieträgern, also auch für die Höhe der **Verbrauchs-kosten** in der Zukunft.
- Die lokalen **Schadstoffemissionen** (Feinstaub, Kohlenmonoxyd, Ruß, Stickoxyde, usw.) sollten möglichst gering sein.
- Aus Verbrennungsvorgängen lässt sich neben der „minderwertigen“ Energieform Niedertemperaturwärme auch die höherwertige Energie **Strom gewinnen** (Kraft-Wärme-Kopplung). Ist das Heizsystem dazu in der Lage, verbessert das die Energiebilanz; über die Einspeisevergütung für den erzeugten Strom können zusätzliche Einnahmen entstehen.
- Sind die **Investitionskosten** für das Heizsystem zu hoch, werden unter Umständen Mittel gebunden, die besser für eine längerfristige Senkung des Wärmebedarfes am Gebäude (Isolation, hochwertige Fenster, Lüftungsanlage ...) ausgegeben werden sollten. Denn die nachhaltigste Möglichkeit, den Verbrauch und die Kosten der Heizung zu senken, ist ein verringerter Wärmebedarf des Gebäudes. Wärmedämmmaßnahmen halten wartungsfrei über mehrere Jahrzehnte und haben damit eine deutlich höhere Nutzungsdauer als die zur Heizung eingesetzten Wärmeerzeuger.
- Von Vorteil ist ein Heizsystem, das gleichzeitig die **Warmwasserbereitung** übernehmen kann. Dazu ist es nötig, dass Temperaturen bis 60°C erzeugt werden können, ohne dass die Effizienz darunter leidet. Im Passivhaus erreicht der Energiebedarf für die WW-Bereitung eine ähnliche Größenordnung wie der Heizwärmebedarf (mehr dazu auf Seite 15).
- Ein weiteres Kriterium ist die **Zuverlässigkeit** und die **Wartungsarmut** der eingesetzten Technik. Technologien die schon länger auf dem Markt sind, schneiden dabei naturgemäß besser ab.
- Der Wärmebedarf des Gebäudes schwankt mit der Witterung und dem Warmwasserverbrauch. Die **Flexibilität** des Wärmeerzeugers, diese Schwankungen auszugleichen (Fachbegriff Modulationsbreite) ist von Vorteil. Sind Startvorgänge mit besonders hohen Emissionen oder starkem Verschleiß verbunden (Stückholzkessel, Heizung mit Verbrennungsmotor...), wird die Installation eines Pufferspeichers nötig.
- Insbesondere bei der Verbrennung von Biomasse (Scheitholz und Pellets) ist ein gewisser **Bedienungsaufwand** unumgänglich. Dazu zählt auch Häufigkeit und Umfang der Brennstoffanlieferung. Weiterhin muss bedacht werden, dass das Heizsystem auch bei Abwesenheit der Bewohner funktionieren muss, z. B zur Frostfeihaltung des Gebäudes während eines Winterurlaubes.
- Die Heiztechnik sollte keine **Geräuschentwicklung** verursachen, die in der Wohnung als störend wahrgenommen werden kann.
- Jedes Heizsystem muss irgendwo aufgestellt werden, und ggf. braucht auch der Brennstoff noch einen Lagerraum. Weil auch der umbaute Raum ein knappes und teures Gut ist, bildet der **Platzbedarf** ein weiteres Kriterium.

## Rechtliche Bestimmungen zu Heizanlagen

Die **Energieeinsparverordnung 2009 (EnEV)** verlangt die Außerbetriebnahme von elektrischen Speicherheizungen für Gebäude mit mehr als fünf Wohnungen ab Ende des Jahres 2019. Elektro-speicherheizungen, die vor 1990 installiert wurden, dürfen 30 Jahre nach dem Einbau nicht mehr genutzt werden.

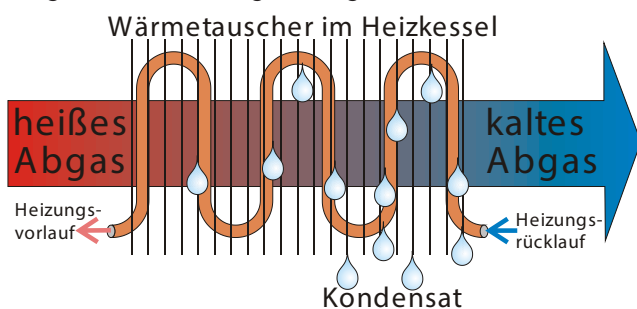
Heizkessel mit konstanter Betriebstemperatur, die vor 1978 eingebaut wurden, dürfen schon heute nicht mehr betrieben werden. Daneben gelten auch die im **Bundes-Immissionsschutzgesetz** genannten Grenzwerte. Nach der BImSchV ist seit 2010 bei Heizungen mit gasförmigen und flüssigen Brennstoffen der Abgasverlust auf 6 % begrenzt. Das

**Erneuerbare Energien Wärmegesetz** verpflichtet die Bauherren neu errichteter Gebäude zum Einsatz von erneuerbarer Energie zu einem festgelegten Mindestsatz am gesamten Wärmebedarf (Heizung + Warmwasser) des Hauses, wenn die Primärenergieanforderungen nach Energieeinsparverordnung nicht um mindesten 15 % unterschritten werden:

- Solarwärme (Kollektoranlage) 15 % oder
- Gasförmige Biomasse in einer Anlage mit Kraft-Wärmekopplung 30 % oder
- flüssige Biomasse 50 % oder
- feste Biomasse (Scheitholz, Pellets...) 50 % oder
- Kraft-Wärmekopplung (fossile Brennst.) 50 % oder
- Umweltwärme (Wärmepumpe) 50 %.

## Brennwertkessel

Heizgeräte, die auch die Kondensationswärme des im Abgas enthaltenen Wasserdampfes noch ausnutzen, sind inzwischen der etablierte Standard in der Technik. Der Brennwertkessel markiert das Ende dessen, was mit „konventioneller“ Technik möglich ist: Er nutzt den (fossilen) Brennstoff optimal aus – ist aber kein Schritt in die Richtung zur Nutzung regenerativer Energien. Der wäre theoretisch erst durch die Verwendung von Öl oder Gas aus pflanzlichen Rohstoffen möglich, was aber wegen der nur begrenzt verfügbaren Mengen nicht als generelle Lösung in Frage kommt.

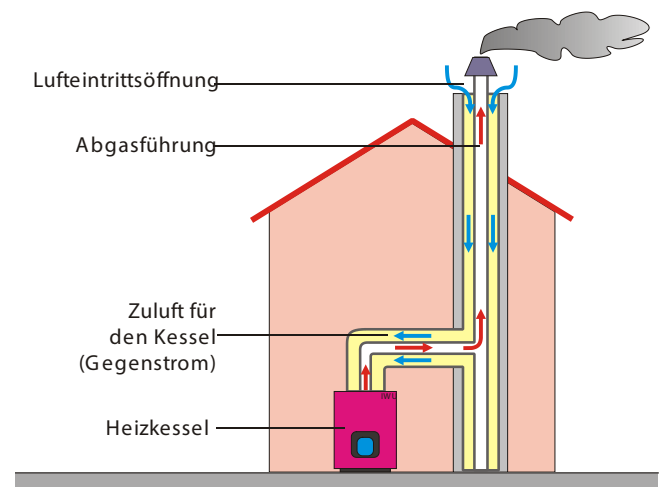


**Das Prinzip der Brennwertnutzung:** Das Abgas wird so weit abgekühlt, dass der enthaltene Wasserdampf kondensiert und seine Wärme an das Heizmedium abgibt. Voraussetzung sind entsprechend niedrige Temperaturen im Heizungsrücklauf.

Die Brennwertgeräte sind preisgünstig und technisch ausgereift. Durch den Einsatz von Hocheffizienzwälzpumpen (Klasse A), hochwertigen Netzteilen und einer Regelung, die, wenn keine Wärme abgenommen wird, das ganze Gerät in einen Ruhezustand versetzt, ist es gelungen, den Verbrauch an Hilfsstrom deutlich abzusenken. Die mittlere Leistungsaufnahme der marktbesten Gas-Brennwertthermen wurde bei ganzjährigem Betrieb (mit Warmwasserbereitung) auf 23 W gesenkt.

Betrachtet man den Nutzen der Brennwerttechnik, dann ergibt sich für die Brennstoffe Gas und Öl ein leicht unterschiedliches Bild. Weil das Methanmolekül im Erdgas mehr Wasserstoff als Kohlenstoff enthält, bildet sich mehr Kondensat. Dadurch lässt sich bei dem Gasgerät bis maximal 11 % zusätzli-

che Wärme aus dem Brennstoff gewinnen, beim Öl sind es lediglich 6 %. Zudem muss das Temperaturniveau im Öl-Gerät geringer sein um den Brennwerteffekt zu nutzen. Im Gasgerät beginnt die Kondensation unterhalb von 58° C, während am Ölgerät die Heizungsrücklauftemperaturen unter 47° C sinken müssen. Für eine vollständige Brennwertnutzung müssen die Rücklauftemperaturen die genannten Werte deutlich unterschreiten. Ist das nicht möglich, weil die Heizflächen im Haus zu klein sind, dann besteht die Alternative darin, über einen Abgaswärmetauscher die Verbrennungsluft für einen Niedertemperaturkessel vorzuwärmen. Das kann über einen in den Kessel integrierten Wärmetauscher (in der Regel aus Kunststoff) erfolgen oder nicht ganz so wirkungsvoll, über ein konzentrisches Abgassystem (s. Bild unten). Auch dabei wird eine Brennwertnutzung erreicht – es entsteht zumindest zeitweise Kondensat. Das Optimum an Brennstoffausnutzung wird erreicht, wenn ein Brennwertgerät mit einem solchen Abgassystem kombiniert wird. Die Preise für wandhängende Gas-Brennwertgeräte beginnen bei ca. 2.000 €.



Durch ein konzentrisches Luft-Abgassystem (LAS) wird die Verbrennungsluft für den Wärmeerzeuger mit den Abgasen vorgewärmt.

### Die richtige Dimensionierung des Kessels

Die maximale Leistung des Kessels muss für den Heizwärmebedarf am kältesten Tag des Jahres ausreichen. Die Frage der richtigen Kesselgröße sollte bei kleinen Wohngebäuden nicht überbetont werden. Ein gut gedämmtes Einfamilienhaus (Niedrigenergiehaus) weist in der Regel nur noch eine Heizlast unter ca. 5 kW auf. Der Einbau solch kleiner Wärmeerzeuger ist nur möglich, wenn das warme Wasser über einen Speicher und nicht im Durchlaufprinzip bereitgestellt wird. Im Fall von Brennwertkesseln stellt der Einbau eines 15-20 kW-Gerätes kein Problem dar: Denn bei modernen

Kesseln führt eine begrenzte Überdimensionierung nicht mehr zu einem starken Anstieg der Verluste. Im Falle eines Kesselaustausches sollte auf keinen Fall die Leistung des alten Heizkessels ungeprüft als Grundlage für die Dimensionierung des neuen Kessels herangezogen werden, da früher die Kessel häufig erheblich überdimensioniert wurden.

Bei Mehrfamilienhäusern muss der Kessel hingegen stets nach der berechneten maximalen Heizlast des Gebäudes (DIN 4701 oder VDI 3808) dimensioniert werden.

## Abgasleitung / Schornstein für den Brennwertkessel

Zwingend erforderlich ist ein feuchteunempfindliches Abgasrohr, da wegen der geringen Abgastemperaturen Kondenswasser (Kondensat) im Schornstein anfällt. Brennwertkessel werden jeweils mit einem speziellen Abgassystem zugelassen, z. B. aus Kunststoff oder Edelstahl.

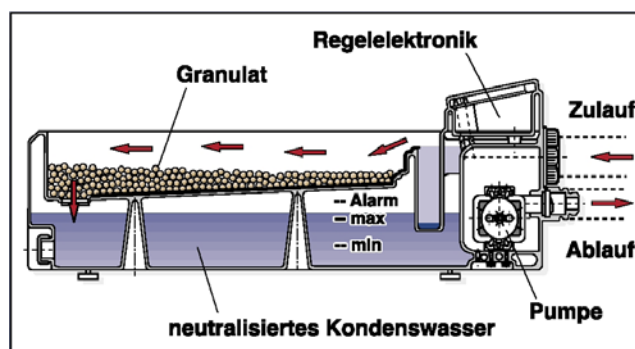
Vorteilhaft sind die auf Seite 4 beschriebenen so genannten Luft-Abgas-Systeme (LAS). Mit dieser Technik lässt sich ein Teil der noch im Abgas enthaltenen Wärme zurückgewinnen sowie ein raumluftunabhängiger Betrieb realisieren.

Im Sanierungsfall kann das Abgasrohr in der Regel in den bestehenden Schornstein eingezogen werden. Die Kosten liegen bei 25 - 75 Euro pro Meter Rohrlänge. Es besteht alternativ die Möglichkeit, das Abgasrohr außen vor der Fassade zu führen. Wird das Abgasrohr dabei nicht länger als 10 Meter, muss bei Verwendung eines LAS-Systems ein Zufrieren des Rohres im Winter nicht befürchtet werden. Die Aufstellung des Kessels im Dachbereich (z. B. im Spitzboden) spart aufgrund des kurzen Abgasrohres zusätzlich Kosten. In diesem Fall ist unbedingt auf eine frostsichere Aufstellung zu achten.

## Kondensatabführung

Durch die Brennwertnutzung fällt im Kessel und der Abgasleitung Kondensat an. Die Menge an Kondensat kann bis zu einem Liter je Liter verbranntem Öl und 1,5 Liter je Kubikmeter Erdgas betragen.

Für das Kondensat ist bei Gas und schwefelarmem Heizöl eine Neutralisation erst ab Leistungen über 200 kW erforderlich. Mit pH-Werten zwischen 2,2-4,9 ist das Kondensat leicht sauer und wird in das häusliche Abwasserrohrnetz abgeführt. Die Unbedenklichkeit der Kondensateinleitung ist inzwischen vielfältig bestätigt. Lediglich bei der Verwendung von zementgebundenen Rohren im Abwassersystem und falls das Kondensat nicht normal mit dem häuslichen Abwasser verdünnt wird, muss eine mit alkalischem Granulat gefüllte Box installiert werden, die das Kondensat neutralisiert. Ihr Heizungsfachbetrieb sagt Ihnen, welche Anforderungen in Ihrer Gemeinde gelten.



Schnitt durch eine Neutralisationsbox [Grafik: BUDERUS]

## Wärmepumpen

Bei einer elektrischen Kompressionswärmepumpe wird mit einer relativ kleinen Menge an Strom das Temperaturniveau einer relativ großen Menge von Umweltwärme angehoben, so dass es für die Gebäudeheizung nutzbar ist. Wie viel an elektrischer Energie dazu gebraucht wird, ist davon abhängig, wie hoch der Temperaturunterschied zwischen der Wärmequelle und der benötigten Vorlauftemperatur ist. Die Grafik auf der nächsten Seite macht den Zusammenhang deutlich. Der Wirkungsgrad sinkt stark mit ansteigendem Temperaturunterschied. Aus dieser Tatsache ergeben sich eine Reihe von Konsequenzen:

- Als Wärmequelle eignen sich am ehesten Medien, die sich im Winter nicht oder nur sehr langsam auskühlen. Grundwasser, Erdreich oder die Abluft sind besser geeignet als Außenluft.
- Auf welcher Temperatur die Wärmepumpe arbeiten muss, hängt auch vom Wärmeschutzstandard des Gebäudes und der Größe der Heizflächen ab. Bei einem Niedrigenergiehaus mit Fußbodenheizung liegt die Systemtemperatur (ca. 30° C) kaum über der Raumtemperatur, während ein Altbau mit kleinen Heizkörpern an kalten Tagen über 70° C Vorlauftemperatur benötigt.

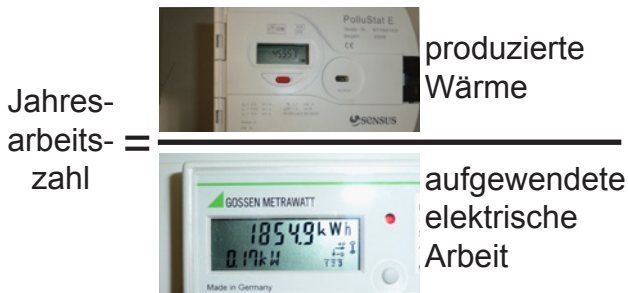


Luftwärmepumpen werden mit dem Argument beworben, dass sich mit ihnen die Kosten für eine Bohrung bzw. für das Eingraben eines Erdreichwärmetauschers sparen lassen. Der Preis dafür ist allerdings eine verringerte Effizienz

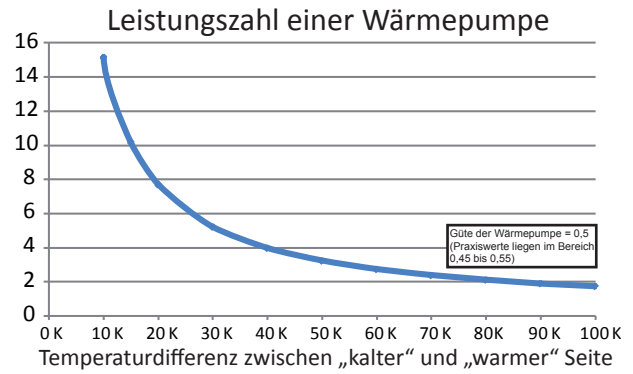
Deshalb erreicht eine Wärmepumpe im Neubau oder in modernisierten Gebäuden eine deutlich höhere Effizienz als im unsanierten Altbau.

Die Frage, in welchem Umfang Wärmepumpen zur Einsparung von Energie und Treibhausgasemissionen beitragen, hängt auch sehr stark davon ab, woher der verwendete elektrische Strom stammt. Während in unserem heutigen Kraftwerkspark noch weitgehend mit fossilen Brennstoffen befeuerte Kraftwerke eingesetzt werden, häufig auch ältere Anlagen mit geringer Effizienz, ergibt sich zukünftig bei erfolgreichem Umbau unserer Energieversorgung ein steigender Anteil effizienterer Kraftwerke (auch Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen) und vor allem erneuerbarer Energien. Angesichts der begrenzten Potenziale und der erhöhten Kosten vieler regenerativer Energiequellen sind die gleichzeitige Energieeinsparung und der effiziente Energieeinsatz weiterhin eine notwendige Voraussetzung für das Gelingen dieses Umbaus. Auch die eigene Photovoltaikanlage kann heute schon – insbesondere in Kombination mit einem Wärmespeicher und bei entsprechender Regelungstechnik – Solarstrom für die Wärmepumpe beisteuern. Dies gelingt allerdings nur in begrenztem Umfang, denn im Winter, wenn die meiste Wärme benötigt wird, macht die Photovoltaikanlage weitgehend Pause.

Eine hohe Effizienz der Wärmepumpenanlage ist daher in jedem Fall anzustreben. Die Kenngröße hierfür ist das Verhältnis der über das Jahr eingesetzten elektrischen Energie zur produzierten Wärmemenge, das auch als Jahresarbeitszahl bezeichnet wird. Mit Erdreichwärmepumpen sollten sich Werte von mindestens etwa 3,5 erzielen lassen. Wichtig ist, dass die angestrebte Effizienz nicht nur in der Berechnung, sondern auch im tatsächlichen Betrieb erreicht wird. Wärmepumpen reagieren empfindlicher als andere Systeme auf Fehler bei der Installation oder falsche Einstellwerte. Zur Kontrolle der Effizienz sollten daher ein separater Stromzähler und ein Wärmemengenzähler installiert werden.



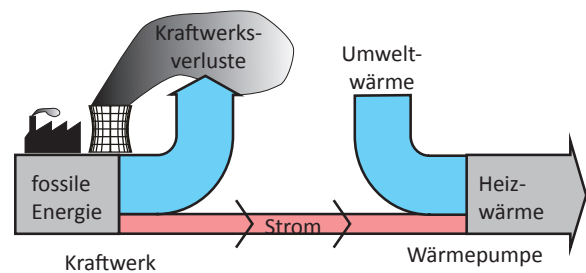
Haben Sie an Ihrer Wärmepumpenanlage einen Wärmemengenzähler (Bild oben) und einen elektrischen Unterzähler (inkl. Ventilatoren und Pumpen; Bild unten) installiert, dann haben Sie jederzeit die Kontrolle, ob Ihre Wärmepumpe auch so effizient arbeitet wie das im Prospekt des Herstellers angegeben wurde.



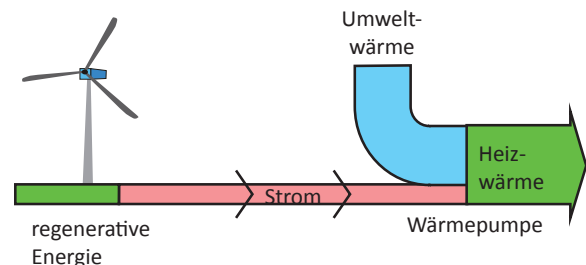
Was eine Wärmepumpe leisten kann, ist abhängig von dem Temperaturniveau gegen das sie arbeitet. Die Leistungszahl, das momentane Verhältnis von eingesetztem Strom zu gewonnener Wärme, sinkt mit der Temperaturdifferenz. Um das Diagramm anschaulich zu machen, stellen Sie sich am besten eine Außenluftwärmepumpe vor: Läuft sie im Herbst bei +10°C und 25°C Vorlauftemperatur (15 Kelvin Differenz), dann ist die transportierte Wärmemenge etwa acht mal größer als die Stromaufnahme. Wenn Sie aber mit dem gleichen Gerät an einem kalten Wintertag (-10°C) Ihren Warmwasserspeicher (60°C; 70 Kelvin Differenz) aufheizen, sinkt die Leistungszahl auf Werte unter 2,5.

Weicht das Ergebnis stark von den projektierten Werten ab, muss der Kundendienst nach der Ursache suchen. Bei der Auftragsvergabe sollten Sie mit dem Installateur eine Mindestjahresarbeitszahl vertraglich vereinbaren.

Ob die Warmwasserbereitung von der Wärmepumpe mit übernommen wird, und ob für extrem kalte Tage noch ein zweites Heizsystem (bivalenter Betrieb) vorgesehen wird, muss anhand des



Erzeugungs- und Übertragungsverluste fast so groß wie der Gewinn



vollständig regenerative Wärmeversorgung

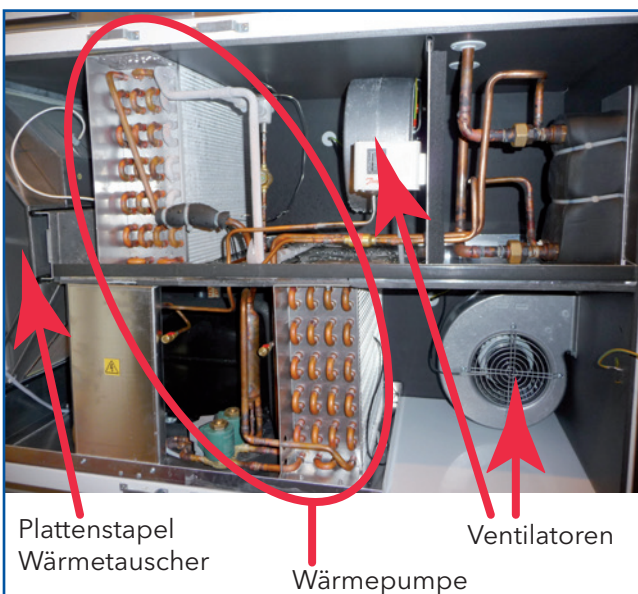
Betrachtet man den ökologischen Nutzen von Wärmepumpen (Primärenergieeinsparung), dann ist die alles entscheidende Frage: Wo kommt der Strom her, mit dem sie betrieben wird? Wird ausschließlich Strom aus fossilen Großkraftwerken eingesetzt, dann hat die Wärmepumpe aus der Sicht der Energieeinsparung nur einen geringen Nutzen – wird hingegen Strom aus regenerativen Quellen verwendet, entstehen fast keine schädlichen Emissionen.

Einzelfalls genau überlegt werden. Etwa die Hälfte der installierten Wärmepumpen wird mit einem Speicher kombiniert. Dadurch können spezielle günstige Stromlieferverträge mit den Energieversorgern abgeschlossen werden, bei denen zeitlich befristete Abschaltungen erfolgen können.



Für die Erdreichwärmepumpe im Niedrigenergiehaus werden zunehmend „Erdwärmekörbe“ verwendet. Dadurch lässt sich die Wärmequelle „Erde“ preisgünstiger erschließen, denn einen Bagger braucht man ohnehin auf der Baustelle. Die Entnahmelistung je Korb liegt je nach Untergrund und Größe des Korbes in einem Bereich von 0,7 bis 2,0 kW. [Foto: Firma BETATHERM]

Was auch beim Einsatz von Wärmepumpen bedacht werden sollte, ist die Geräuschentwicklung. Je größer das Aggregat (die Leistung) desto mehr Vibrationen gehen von ihm aus. Deshalb ist eine aus der Sicht der Energieeinsparung (Nutzung der Verluste im Wohnraum) erwünschte Aufstellung im beheizten Bereich nicht immer sinnvoll. Wird sie vorgesehen, dann müssen die Verankerung des Gerätes und alle Rohranschlüsse elastisch und schwingungsdämpfend ausgeführt werden.



Ein Blick in ein Kompaktaggregat: Wer genau hinsieht, erkennt den Reifansatz an der kalten Seite der Wärmepumpe (oben). Das Kompaktaggregat ist kaum lauter als ein Kühlschrank.

Bei der Bohrung von Erdwärmesonden sind auch die grundwasserrechtlichen Bestimmungen zu beachten. Zu diesem Thema hat das Hessische Landesamt für Umwelt und Geologie (HLUG) die Broschüre „Erdwärmenutzung in Hessen“ herausgegeben, die über alle Fragen im Zusammenhang mit der Installation von Erdsonden informiert.

### Sonderfall Passivhaus

Das so genannte **Kompaktaggregat**, welches eine mögliche Versorgungsvariante in einem Passivhaus darstellt, besteht aus der Kombination von einem Lüftungsgerät mit Wärmerückgewinnung und einer kleinen Wärmepumpe, die als Quelle die Fortluft des Lüftungsgerätes nutzt. Dieses Konzept funktioniert nur in Gebäuden, die speziell auf diese Art der Wärmeversorgung ausgelegt sind, denn die in der Abluft enthaltene Wärmemenge ist begrenzt. Damit in der kalten Jahreszeit der Plattenwärmetauscher des Lüftungsgerätes und das Register der Wärmepumpe nicht zu häufig vereisen – was entweder den Betrieb einer elektrischen Luftvorwärmung oder Abtauzyklen der Wärmepumpen erforderlich macht – kann die angesaugte Außenluft durch einen Erdreichwärmetauscher vorgewärmt werden (Näheres dazu in der **Energiesparinformation Nr. 9** „Kontrollierte Wohnungslüftung“). Bei Abtauzyklen werden die „warme“ und die „kalte Seite“ kurzzeitig vertauscht, was den Gesamtwirkungsgrad natürlich mindert.

### Gaswärmepumpe

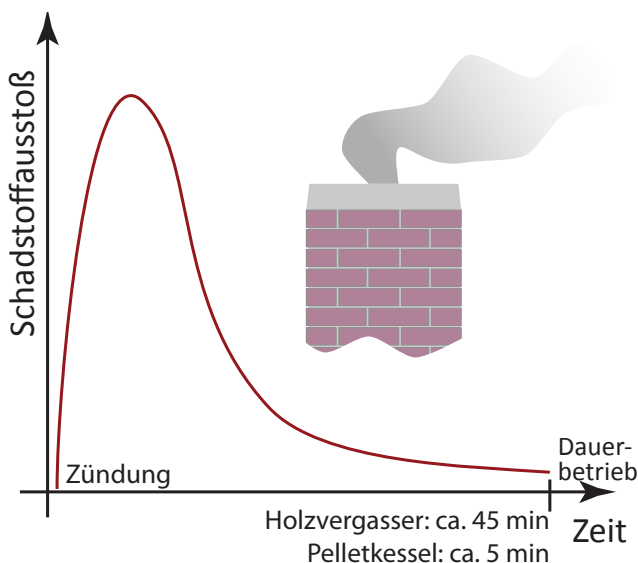
In der Gaswärmepumpe wird das Arbeitsmedium zunächst durch die Zufuhr von Wärme verdampft. Bei der anschließenden Kondensation entzieht es dann einem Wärmetauscher zusätzlich Energie. Beim dem derzeit von der Firma Vaillant vertriebenen Konzept dient der Kollektor einer Solaranlage dabei als Wärmequelle. Scheint keine Sonne, wird die umgebende Luft abgekühlt. Das Konzept hat den Charme, dass es fast geräuschlos arbeitet und ohne Erdsonde auskommt. Allerdings addieren sich zu den Anlagenkosten für Wärmepumpe, Speicher und Vakuum-Solarkollektor noch die Gebühren für den Gasanschluss.

Steckbrief Wärmepumpen		
Art der Technik	Anlagenkosten für einen Einfamilienhausneubau	Primärenergieeinsparung verglichen mit einem Gas-Brennwertkessel
Passivhaus-Kompakt-Aggregat	8.500	28 %
Grundwasser - WP	8.700 € + Bohrung	38 %
Erdreich - WP	9.500 € + Bohrung / Wärmekörbe	41 %
Außenluft - WP	12.000 €	20 %
Erdgas - WP	11.000 € + Kollektoranlage	28 %

## Heizen mit Biomasse

Im Gegensatz zu den fossilen Brennstoffen Kohle, Öl und Erdgas, die in nicht all zu ferner Zeit knapp und teuer werden und zudem die Atmosphäre mit immer mehr Kohlendioxyd belasten, haben nachwachsende Brennstoffe wie Holz den Vorteil, dass sie sich in einem Kreislauf befinden. Werden die Wälder nachhaltig bewirtschaftet, dann wird nur so viel Holz entnommen, wie nachwächst. Und das Kohlendioxyd, das bei der Verbrennung entsteht, wird von den nachwachsenden Bäumen wieder aufgenommen. Derzeit hat Holz etwa einen Anteil von 8 - 10 % am Wärmemarkt. Zu bedenken ist, dass von vielen Seiten auf Biomasse gesetzt wird: Von den Stromanbietern, den Gasversorgern, den Treibstoffproduzenten. Man muss deshalb davon ausgehen, dass auch die Preise für nachwachsende Energie zukünftig weiter steigen werden. Problematisch bei der Nutzung von Biomasse sind die Feinstäube. Das sind vom Abgas mitgeführte winzige Aschepartikel. Die Industrie bietet bereits Geräte zur Zurückhaltung dieser Stäube an, ähnlich den Elektrofiltern an Großfeuerungen.

Ferner können bei einer unvollständigen Verbrennung Schadstoffe entstehen: Kohlenmonoxyd und polyzyklische Kohlenwasserstoffe (PAK), um nur die wichtigsten zu nennen. Technisch ist es eine durchaus anspruchsvolle Aufgabe Holz sauber zu verbrennen. Das bekommen moderne Holzvergaser- und Pelletkessel im Dauerbetrieb schon recht gut hin; das Problem sind hauptsächlich die Startvorgänge. Diese dauern um so länger, je größer der Brennraum ist (mehr Masse muss erwärmt werden).



Schematisch dargestellt die Emissionen beim Start einer Holzheizung. Unmittelbar nach der Zündung, solange der Brennraum noch kalt ist, bilden sich Zonen, in denen noch keine vollständige Verbrennung statt findet. Die Schwelgase mischen sich ins Abgas.

## Pelletheizungen

Diese Tatsache war der Anstoß für die Entwicklung von Pelletbrennern. Die kleinen Presslinge aus Sägespänen ermöglichen den Bau von Holzkesseln kleiner Leistung mit einem vergleichsweise winzigen Brennraum, der in etwa fünf Minuten seine Betriebstemperatur erreicht. Für ein Niedrigenergiehaus ist allein schon wegen des geringen Wärmebedarfs ein Pelletkessel oder auch ein Pelletofen jeder anderen Technik der Holzverbrennung vorzuziehen. Scheitholzöfen erreichen selbst bei sorgfältigster Bedienung und gut durchgetrocknetem Holz nicht annähernd ähnlich gute Abgaswerte wie Pelletbrenner. Das zeigt schon ein Blick auf die Grenzwerte der aktuellen Immissionsschutzverordnung: Für Scheitholzöfen sind derzeit 2 g und für Pelletöfen nur 0,4 g Kohlenmonoxyd pro m<sup>3</sup> Abgas zugelassen. Einen umfassenden Überblick zum technischen Stand der Holz- und Pelletöfen gibt das Heft 11/2011 der Stiftung Warentest.



Holzpellets sind trocken, rieselfähig und haben einen Energieinhalt von etwa 4,8 kWh je Kilo; oder anders herum gesprochen: Rund 200 g entsprechen 1 kWh. [Foto: Deutsches Pelletinstitut]

Pellets können sowohl in Einzelöfen wie in Zentralheizungen genutzt werden. In beiden Fällen haben sie gegenüber Stückholzkesseln und -öfen den Vorteil, dass eine Fehlbedienung praktisch ausgeschlossen ist. Eine elektronische Regelung kümmert sich um die Zündung, den Brennstoffnachschub, die nötige Zuluftmenge und schaltet bei Erreichen der Solltemperatur die Anlage auch ab. Große Komfort- und Preisunterschiede bei Pelletfeuerungen gibt es bezüglich der Brennstofflagerung und des Transports zum Vorratsbehälter des Brenners. Während Einzelöfen und kleine Zentralheizungen



Ein raumluftunabhängiger Pelletofen mit beige gestelltem Pellet-Vorratsbehälter für die Aufstellung im beheizten Bereich. [Foto: Wodtke]



oft manuell aus Säcken befüllt werden, sind bei größeren Zentralheizungen maschinelle Förderanlagen mit Schnecken oder Druckluft üblich. Damit erreichen Peltheizungen fast den gleichen Komfort wie Ölkessel. Einzig das Ausleeren der Ascheschublade fällt alle paar Wochen als zusätzliche Aufgabe an. Ob für Sie ein manuelles Füllen der Heizung in Frage kommt, hängt in erster Linie vom Wärmebedarf Ihres Hauses ab (vergl. Tabelle Seite 2). Die sparsamen Passivhausbewohner kommen pro Winter mit rund fünfundvierzig 10 kg-Säcken aus. Der komfortliebende Haushalt im „Effizienzhaus 70“ müsste hingegen schon etwa 2,7 Tonnen in jedem Jahr bewegen. Das ist im Normalfall nur mit mechanischer Hilfe zu bewältigen. Das größere Pelletlager und die mechanische Förderanlage verteuern die Heizanlage zudem deutlich.

## Holzvergaserkessel

liegen im Leistungsbereich (nicht unter 15 kW) weit über dem, was ein einzelnes Niedrigenergiehaus an Wärme benötigt. Allenfalls in Kombination mit einem sehr großen Pufferspeicher und einer Solaranlage für die Heizungsunterstützung in der Übergangszeit ist der Holzvergaserkessel vor allem im ländlichen Bereich für Gebäude mit höherem Wärmebedarf eine mögliche Option. Unter Umständen lassen sich Kosten dadurch senken, dass über ein kleines Wärmenetz mehrere Gebäude von einem solchen Kessel versorgt werden können.



Das Zusammenschalten der Wärmeversorgung von einigen Gebäuden mit einer „Nahwärmeleitung“ ist in vielen Fällen mit wenigen Metern Rohr zu realisieren. Die Abrechnung erfolgt dann über Wärmemengenzähler.

## Holz- oder Pelletöfen mit Wassertasche

Sowohl für die Verbrennung von Scheitholz wie für Pellets werden Öfen angeboten, die zwischen 70 % und 90 % ihrer Leistung an ein wassergefülltes Heizsystem abgeben. So wird es möglich, mit dem Einzelofen auch den Warmwasserspeicher zu erwärmen und weit entfernt liegende Räume zu heizen. In einem Niedrigenergiehaus reicht die Leistung eines einzelnen Ofens für das gesamte Gebäude. Diese Anordnung hat Vor- und Nachteile. Positiv ist die Behaglichkeit, die von dem Ofen im Wohnraum ausgeht, nachteilig kann eine uner-

wünschte Wärmeabgabe im Aufstellraum werden, z. B. wenn in der warmen Jahreszeit mal wegen fehlender Sonne die Nachheizung des ansonsten solar beheizten Warmwasserspeichers nötig wird. Ein weiteres Problem ist die Zuführung der Verbrennungsluft in einem dichten Haus mit Lüftungsanlage. Eine Abluftanlage oder auch eine Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung, bei welcher der Zuluftventilator ausgefallen ist, verursachen einen leichten Unterdruck im Wohnraum. Ist der Ofen und die Abgasanlage nicht zu 100 % dicht, dann besteht die Gefahr, dass Abgase in den Aufstellraum gelangen. Das gleiche Problem verursachen auch eine Dunstabzugshaube in der Küche oder ein Abluftwäschetrockner. Die einzige brauchbare Lösung ist ein Ofen, der raumluftunabhängig betrieben wird. Die Verbrennungsluft wird bei diesen Geräten von außen über eine Rohrleitung zugeführt. Wichtig ist dabei auch, dass der Abgasweg vollkommen dicht ist und auch an eine Lösung gedacht wird, um den Ofen zum Nachfüllen von Brennstoff öffnen zu können. Möglich ist z. B. das automatische zeitweilige Abschalten der Lüftungsanlage. In jedem Fall müssen Sie die Installation eines Ofens in einem Haus mit Lüftungsanlage mit dem Schornsteinfeger abstimmen, denn er muss die Anlage prüfen und abnehmen.

Steckbrief Holzfeuerungen		
Art der Technik	Anlagenkosten für einen Einfamilienhausneubau	Primärenergieeinsparung verglichen mit einem Gas-Brennwertkessel
Pelletofen mit Wassertasche im Wohnraum (raumluftunabhängig, Füllung manuell)	5.500 €	86%
Pelletkessel im Heizraum (Füllung automatisch) dazu Pelletlager	9.000 € 1.500 €	85 %
Holzvergaserkessel dazu Pufferspeicher 1.500l	4.500 € 2.500 €	92 %

Die auf den ersten Blick phantastischen Einsparungswerte für den Primärenergieeinsatz sind aber nur ein Teil der Wahrheit. Sie entstehen aus der Tatsache, dass die im Holz chemisch gespeicherte Wärme gar nicht betrachtet wird. Sie wird genauso wie Sonnenenergie als regenerativ gewertet. Es werden also nur die Motorsäge, der LKW-Transport und das Sägewerk berücksichtigt. Diese Festlegung ist einerseits gerechtfertigt, da Holz ein nachwachsender Rohstoff ist, berücksichtigt aber andererseits nicht die insgesamt sehr eng begrenzten Biomassepotenziale. Feuerungstechnisch können Holzessel bzw. -öfen nicht mit Gas- oder Ölkesseln mithalten. Eine Brennwertnutzung ist zwar technisch möglich, hat sich aber wegen der hohen Kosten noch nicht am Markt durchgesetzt. Im Schnitt sind Pelletbrenner deshalb ca. 10 % schlechter als Gasbrennwertgeräte. Zudem benötigen Pelletkessel (hauptsächlich für den Zündvorgang) im Mittel etwa doppelt so viel Hilfsstrom.

## Mikro-Blockheizkraftwerke (BHKW)

Der Gedanke, einen Wärmeerzeuger gleichzeitig zum Generator zu machen ist nahe liegend. Ein Verbrennungsvorgang liefert Wärme von mehreren hundert Grad Celsius – das Gebäude oder der Warmwasserspeicher benötigen aber nur 25° bis 70° C. Aus einem hohen Temperaturgefälle lässt sich elektrische Energie gewinnen. Die Industrie ist dabei, verschiedene Techniken weiterzuentwickeln und in den Markt zu bringen:

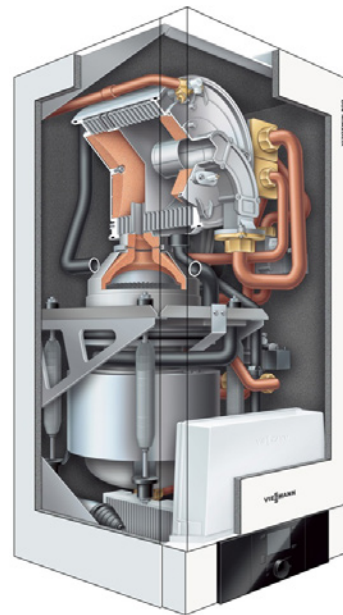
- **Verbrennungsmotoren**, vergleichbar den im Fahrzeugbau verwendeten,
- **Stirlingmotoren**, bei denen ein Arbeitsgas wechselweise erwärmt und gekühlt wird, wobei es sich ausdehnt und zusammenzieht und damit einen Kolben treibt
- und **Brennstoffzellengeräte**, die man sich am besten vorstellt wie eine Batterie, die durch eine flammenlose Verbrennung in einer Membran elektrische Energie erzeugt.



Ein Blockheizkraftwerk mit Verbrennungsmotor des Herstellers Senertec mit 5,5 kW elektrischer und ca. 13 kW thermischer Leistung. Die verschiedenen Versionen können mit Erdgas, Flüssiggas, Heizöl oder Bio-Diesel betrieben werden. [Foto: SENERTEC]

All diese Techniken sind aufwändig und entsprechend teuer. Welche Entwicklungslinie sich am ehesten durchsetzen wird, ist noch nicht entschieden.

Die Wirtschaftlichkeit ist dann am ehesten gegeben, wenn ein BHKW möglichst viele Stunden im Jahr läuft und entsprechend viel (vergüteten) Strom produziert. D. h. am schnellsten amortisieren sie sich in einem Gebäude mit einem gleichmäßigen Wärmebedarf. Dabei liefern sie die „Grundlast“ und ein zusätzlicher Spitzenlastkessel (meistens Gas) wird bei sehr hoher Wärmeanforderung zusätzlich betrieben.



Ein Schnittbild einer Erdgas-Therme mit Stirling-Generator. Die elektrische Leistung wird mit 1 kW angegeben, die thermische mit 6 kW im Normalbetrieb und mit bis zu 20 kW bei Spitzenlast. [Grafik: Viessmann]

Ein gleichzeitiger Betrieb einer Solaranlage vermindert die Zahl der jährlichen Betriebsstunden und verschlechtert die Wirtschaftlichkeit des BHKW. Ist in dem Gebäude bereits eine Solaranlage vorhanden, ergibt sich jedoch der Vorteil, dass der Solarpeicher nun auch als Pufferspeicher für das BHKW dienen kann.

Ihren Platz finden stromerzeugende Heizungen z. B.:

- in Gewerbebetrieben mit einem relativ hohen Warmwasserbedarf: Wäschereien, Hotels, Heime, Metzgereien ...
- und in Gebäuden mit einer langen Heizperiode; z. B. denkmalgeschützte Häuser, die nicht auf einen Niedrigenergiehausstandard gebracht werden können.
- In Reihenhauseinheiten und Mehrfamilienhäusern, die von einer Heizzentrale aus versorgt werden, können sie die Grundlast übernehmen. Für die Spitzenlast wird dann zusätzlich ein Brennkessel eingesetzt.

In solchen Fällen amortisieren sich u. U. die Investitionen in die stromerzeugende Heiztechnik. In jedem Fall sollte der Anlagenplaner vorher berechnen, wie hoch die Betriebszeit pro Jahr sein wird, und wie groß der Pufferspeicher im System ausgelegt werden muss, damit nicht zu häufige Starts nötig werden, was die Lebensdauer der Geräte verkürzen würde.

Fortschrittliche Energieversorger entwickeln derzeit Leasing-Vertragsmodelle bei denen der Aufwand für die Anschaffung und die Wartung der BHKW teilweise von ihnen übernommen wird. Denn wenn die BHKW nicht nur anhand des Wärmebedarfes im Gebäude sondern auch anhand des aktuellen Strompreises gefahren werden (virtuelles Kraftwerk), kann die schwankende Erzeugung durch Wind und Sonnenenergie damit ausgeglichen werden. So wird ein Teil der Reservekapazität

der Kraftwerksbetreiber entbehrlich – ein Kostenvorteil, den man mit dem BHKW-Betreiber teilen kann. Ein weiteres Argument für diese Technik ist die Tatsache, dass die elektrischen Wärmepumpen an kalten Tagen eine Bedarfsspitze verursachen können, die gut zum Stromangebot der BHKW passt.

Die Hersteller der Mikro-BHKW (ca. 1 kW elektrische Leistung) gehen davon aus, dass die Geräte ihren optimalen Einsatzbereich in Gebäuden mit einem Jahresverbrauch von 20.000 bis ca. 40.000 kWh finden.

Mehr Informationen zu BHKW finden Sie auf:

[www.stromerzeugende-heizung.de](http://www.stromerzeugende-heizung.de)



Ein Mikro-BHKW mit Pufferspeicher in einem Haushaltsraum. [Foto: Vaillant]

### BHKW mit Verbrennungs- (Otto-)Motor

Der besondere Vorteil dieser Technik liegt darin, dass hier Komponenten verwendet werden, die durch ihren Einsatz in der Fahrzeugtechnik schon mehr als ein ganzes Jahrhundert an Optimierung hinter sich haben, während Stirlingmaschinen und Brennstoffzellen ihren Praxistest im Alltag erst noch bestehen müssen. Deshalb kann man davon ausgehen, dass, von ein wenig Wartungsaufwand (Zündkerzen- und Ölwechsel) abgesehen, diese Geräte zuverlässig funktionieren. Ein weiterer Pluspunkt ist der im Vergleich zum Stirlingmotor höhere elektrische Wirkungsgrad. Der Hauptnachteil liegt in der Geräuschentwicklung, die eine Aufstellung im beheizten Bereich zumindest problematisch macht.

### BHKW mit Stirlinggenerator

Bei dieser Technik wird das Arbeitsgas, welches den Kolben bewegt, nicht durch eine Explosion im Zylinder erwärmt, sondern von außen über eine kontinuierliche Verbrennung. Dafür kann grundsätzlich jeder Brennstoff eingesetzt werden; auch ein Betrieb mit Solarwärme ist möglich. Leider ist die Entwicklung noch nicht so weit, dass Stirlingmaschinen, die mit Biomasse befeuert werden und außerdem klein und zuverlässig genug für den Einsatz im Einfamilienhaus sind, verfügbar wären. Geräte, die mit Gas betrieben werden, sind hinge-

gen schon auf dem Markt. Die stetige Verbrennung macht diese Technik deutlich leiser als die Verbrennungsmotoren. Nachteilig ist die aufwändigere und teure Herstellung der Stirlingmaschinen, denn es muss zur Minimierung der Reibungsverluste mit extrem niedrigen Toleranzen gearbeitet werden.

### BHKW mit Brennstoffzellen

Die Brennstoffzellen wurden ursprünglich für den Einsatz in der Weltraumfahrt und im militärischen Bereich entwickelt, z. B. in U-Booten und für den Betrieb mit reinem Wasserstoffgas konzipiert. Für den Betrieb mit Erdgas, das hauptsächlich aus Methan besteht, muss es in einem ersten Reaktionsschritt in Wasserstoff und Kohlendioxid umgewandelt werden. Probleme bereitet auch die Tatsache, dass Erdgas noch eine Reihe von Spurengasen enthält, die von der empfindlichen Elektrolytmembran ferngehalten werden müssen.

Bei den Brennstoffzellen für den Einsatz in der Heiztechnik stehen derzeit zwei Konzepte gegenüber:

- Die keramische **Hochtemperaturbrennstoffzelle** erreicht einen sehr hohen elektrischen Wirkungsgrad von bis zu 60 % und kommt wegen der hohen Temperaturen ohne einen Reformer aus. Der Nachteil besteht darin, dass sie sich sehr schlecht abschalten lässt. Das derzeit am Markt erhältliche Gerät lässt sich zwar laut Hersteller innerhalb von 3 Tagen an- bzw. abfahren, jedoch altert dabei der Zellenstapel durch die entstehenden thermischen Spannungen erheblich. Deshalb sollte die Zelle grundsätzlich das gesamte Jahr durchlaufen und wenn keine Wärme gebraucht wird, mit Leitungswasser gekühlt werden (Verbrauch 30 Liter/Tag).
- Die **Polymerelektrolyt-Brennstoffzelle** die bei geringeren Temperaturen (bis 100° C) betrieben wird, hat einen geringeren elektrischer Wirkungsgrad (ca. 50 %). Dafür ist das ein- /auschalten weit weniger problematisch. Die Forschung arbeitet seit über 10 Jahren daran die Technik zur Serienreife zu entwickeln. Feldtests, mit denen im Jahr 2003 begonnen wurde, laufen noch. Gegenwärtigen Planungen zufolge sollen die Geräte ca. 2013 auf den Markt kommen.

Steckbrief Mikro-Heizkraftwerke (mit Erdgas betrieben)		
Art der Technik	Anlagenkosten für einen Einfamilienhausneubau	Primärenergieeinsparung verglichen mit einem Gas-Brennwertkessel
Otto-Motor	15.700 €	12% - 28% (1kW el. - 5kW el)
Stirling	12.000 €	7%
Brennstoffzellen (Niedertemperatur)	noch in der Erprobung	22 %
Brennstoffzellen (Hochtemperatur)	30.000 €	40 %

Der Schritt vom Stromkunden zum „Kraftwerksbetreiber“ ist organisatorisch nicht so schwierig wie Sie vielleicht befürchten. Die Gerätehersteller und der Installateur helfen bei den Formalitäten.

## Wie wir gerechnet haben

Die in den Steckbriefen der einzelnen Technologien genannten Werte für Preise und Effizienz sind typisch für den gegenwärtigen Stand der Technik. Sie sollen Ihnen lediglich ein Gefühl für die Größenordnungen vermitteln, in denen sich die Preise der verschiedenen Techniken bewegen. Sie ersetzen aber selbstverständlich nicht Ihren Vergleich der aktuellen Angebote. Selbstverständlich können Anlagen die genannten Werte über- oder unterschreiten.

### Kostendaten

Die Kostendaten sind Listenpreise inkl. Mwst.

#### Enthalten sind:

- nur die Anlagenkosten für eine mittlere Qualität.

#### Nicht enthalten sind:

- die Kosten zum Einbau des Gerätes,
- ein System zur Brauchwassererwärmung (Speicher oder Frischwasserstation),
- Kapitalkosten,
- bauliche Aufwendungen für Heizraum, Kamin, Brennstofflager, ...
- Anschlussgebühren der Energieversorger,
- Zähler,
- die Mehr- bzw. Minderkosten für die Wärmeverteilung: Während z. B. das Passivhaus-Kompaktaggregat außer der sowieso vorhandenen Lüftungsanlage gar kein Verteilsystem braucht, benötigt eine Wärmepumpenanlage für eine gute Effizienz eine Flächenheizung.
- bei den Wärmepumpen die Kosten für die Erschließung der Wärmequelle (Bohrung bzw. Eingraben der Erdwärmesonde). Die Kosten hängen stark von der Beschaffenheit des Untergrundes und der nötigen Entnahmeleistung (Wärmebedarf des Gebäudes) ab.

Für eine vollständige Bewertung der Wirtschaftlichkeit wäre eine Rechnung Ihrerseits erforderlich, die auch die Positionen auflistet, die sich zu dem reinen Gerätepreis addieren. Andererseits muss man sich aber bewusst machen, dass für die Bewertung der Wirtschaftlichkeit die Kenntnis über die Entwicklung der Energieträgerpreise in den nächsten 15 Jahren erforderlich ist; und die ist extrem ungewiss!

### Die Einsparung verglichen mit dem Brennwertkessel

Für den Vergleich mit dem Brennwertkessel haben wir die Primärenergieeinsparung herangezogen. Berücksichtigt wird dabei nicht nur die im Gebäude selbst verbrauchte Energie, sondern auch alle im Vorfeld stattfindenden Energieverbräuche zur Gewinnung, Aufbereitung und Transport der genutzten Energieträger. Insbesondere wird bei Verwendung von Strom der Brennstoffeinsatz in den Kraftwerken mit eingerechnet. Bei der Bewertung der Wärmepumpen sind wir bei dem eingesetzten Strom von einer Primärenergieaufwandszahl von 2,4 ausgegangen.

Für die Effizienz der jeweiligen Systeme haben wir typische Werte angenommen, die in der Praxis erreicht werden können, wenn die Systeme in geeigneten Anwendungssituationen (bei Wärmepumpen z. B. mit ausreichend niedrigen Heizsystemtemperaturen) und bei ausreichend sorgfältiger Installation und Einregulierung eingesetzt werden (elektr. und therm. Nutzungsgrad getrennt).

Im Fall der Bewertung von KWK-Anlagen ist zu beachten, dass gleichzeitig Wärme und Strom produziert werden.

System	Nutzungsgrad Stromerzeugung	Nutzungsgrad Wärmeerzeugung
Brennwertkessel (Referenz)	0 %	96 %
Ottomotor (mikro)	12 %	82 %
Ottomotor (klein)	34 %	56 %
Stirlingmaschine	8,8 %	83 %
Brennstoffzelle (Niedertemperatur)	30 %	53 %
Brennstoffzelle (Hochtemperatur)	60 %	25 %

Zusammenstellung der Nutzungsgrade der Heizkraftanlagen, die wir in dem „Steckbrief“ mit dem Heizsystem Brennwertkessel verglichen haben.

Zur Bewertung der Anlagen als Wärmeerzeuger haben wir das in der Studie „Bewertung der Wärmeversorgung in KWK-Anlagen und Biomasse-Heizsystemen“ beschriebene Verfahren verwendet (s. [www.iwu.de](http://www.iwu.de)).

## Wärmeabgabe an die Räume

Am gängigsten ist die Beheizung eines Gebäudes über **Heizkörper** (Radiatoren, Plattenheizkörper). Diese sind gut regelbar, in allen Leistungsgrößen und mittlerweile auch in interessantem Design lieferbar.

In Gebäuden mit sehr kleinem Wärmebedarf (Passivhäuser mit einer maximalen Heizleistung von weniger als  $10 \text{ W/m}^2$ ) ist ein Transport der Wärme über die **Lüftungsanlage** möglich. Heizflächen werden bis auf die im Badezimmer, das nach Norm eine Temperatur von mindestens  $23^\circ \text{C}$  erreichen muss, entbehrlich. Einerseits erspart dieses Konzept einen Großteil Kosten für Verteilung, Heizkörper und Verteilleitungen, andererseits benötigt es bei Volllast relativ hohe Systemtemperaturen (ca.  $60^\circ \text{C}$ ). Zum Glück werden im Passivhaus diese hohen Temperaturen nur wenige Stunden im Jahr nötig.

Die **Flächenheizungen** (Fußboden/Wand) haben den Vorteil, dass sie mit sehr niedrigen Heizmitteltemperaturen (max.  $35$  bis  $25^\circ \text{C}$ ) auskommen. Für den Betrieb mit Wärmepumpen sind sie deshalb die erste Wahl, weil die Effizienz der Wärmepumpe mit sinkender Heizflächentemperatur steigt (siehe Seite 4). Durch den hohen Strahlungsanteil bei der Wärmeübertragung erzeugen sie ein im

Vergleich zu Hochtemperatur-Heizkörpern behagliches Raumklima. Ein Nachteil der Flächenheizung besteht in der schwerfälligen Regelbarkeit aufgrund der großen erwärmten Speichermassen (Estrich/Wand) und der dadurch bedingten schlechteren Ausnutzung der durch die Fenster einfallenden Sonnenenergie. Denn wenn die Sonne auf bereits erwärmte Baumassen scheint, wird es schnell zu warm. Ein weiterer Nachteil der Flächenheizung ist der höhere Wärmeverlust durch das erwärmte Bauteil. Hier ist eine ausreichende Wärmedämmung (mindestens  $12$  bis  $16 \text{ cm}$ ) vorzusehen.

Um den Komfortgewinn der Fußbodenheizung mit den energetischen Vorteilen von Heizkörpern zu kombinieren, besteht die Möglichkeit, nur die Räume mit Fußbodenheizung auszustatten, die häufig barfuß betreten werden (Bad, WC).

**Konvektoren** (z. B. als Fußleistenheizung) geben die Wärme fast ausschließlich über Konvektion (Warmluftumwälzung) ab, was im Bestandsgebäude hohe Vorlauftemperaturen erfordert. In gut gedämmten Gebäuden ist dieses Problem weniger bedeutend. Allerdings erschweren sie das Platzieren von Möbeln an den Außenwänden. Zudem sollten die eng stehenden Blechlamellen regelmäßig vom Staub gereinigt werden.

## Rohrnetz und Pumpen

Beim Neubau ist es sinnvoll, Verteilleitungen über der Dämmschicht der Kellerdecke zu verlegen. Die Wärmeabgabe der Verteilung trägt so zur Beheizung des Wohnraumes bei. Aber auch die Verteilleitungen im Fußboden zu den Heizkörpern sind zu dämmen, damit die Wärmeabgabe nur am Heizkörper und nicht auch (unfreiwillig) im Fußboden erfolgt. Zudem können Heizleitungen mit direktem Kontakt zu Bauteilen störende Knackgeräusche verursachen.

Nach dem Einbau neuer Komponenten in den Heizkreis ist darauf zu achten, dass der Installateur einen hydraulischen Abgleich des Rohrnetzes vornimmt (siehe rechte Seite).

Generell dürfen in der Europäischen Union ab Beginn des Jahres 2013 nur noch Hocheffizienzpumpen eingebaut werden.

Alte, in Stufen schaltbare Heizungspumpen sollten auf der kleinstmöglichen Stufe betrieben werden.

Der Austausch einer alten, unregulierten Umwälzpumpe durch eine neue, selbst regelnde, der Effizienzklasse „A“ spart im Einfamilienhaus über  $50 \text{ €}$  Stromkosten pro Jahr. [Foto: Grundfoss]



## Hydraulischer Abgleich

Durch den hydraulischen Abgleich des Rohrnetzes wird erreicht, dass jeder Heizkörper auch bei voll geöffneten Thermostatventilen mit der richtigen Menge an Heizwasser durchströmt wird. Dies stellt sicher, dass die Heizwärme gleichmäßig im Haus verteilt wird, was nicht automatisch der Fall ist, da Wasser immer den Weg des geringsten Widerstandes wählt. Ohne Abgleich würden deswegen vorzugsweise die vom Kessel aus gesehen nächstgelegenen (ersten) Heizkörper durchströmt werden. Hieraus können sich folgende Probleme ergeben:

- die letzten Heizkörper werden in der morgendlichen Aufheizphase nicht warm (oder erst wenn die vorderen Räume warm sind und die Thermostatventile dort schließen)
- bei den ersten Heizkörpern tritt ein störendes Rauschen an den Thermostatventilen auf.

Der hydraulische Abgleich sollte von einem Fachmann durchgeführt werden. Dies gehört zu den Aufgaben des Heizungsinstallateurs bei der Inbetriebnahme einer neuen Heizung. Ist der Abgleich korrekt ausgeführt, kann die Pumpe auf einer geringen Leistungsstufe laufen, wodurch sich der Stromverbrauch beträchtlich reduziert. Gleichzeitig wird die Rücklauftemperatur gesenkt, was sich positiv auf die Effizienz vieler Heizsysteme auswirkt.

Probleme mit einzelnen Heizkörpern, die nicht warm genug werden, sollten nicht durch Hochdrehen der Pumpenleistung behoben werden, sondern durch einen hydraulischen Abgleich des Rohrnetzes (s. Bild rechts).

## Isolierungen



Ist die Dämmung der Heizleitungen im unbeheizten Bereich (z. B. Keller) etwa so stark wie der Rohrdurchmesser, ist die Heizanlagenverordnung erfüllt. Besser ist eine Dämmstärke, die sich am doppelten Rohrdurchmesser orientiert. Hier: 24mm Dämmung auf einem 15mm starken Rohr.

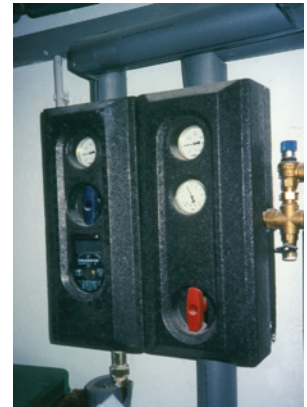
**Für Bestandsgebäude** fordert die Energieeinsparverordnung 2009, die Heizverteilungen im unbeheizten Bereichen unverzüglich zu isolieren, falls das noch nicht geschehen sein sollte. Bei kleinen Gebäuden, die vom Eigentümer selbst bewohnt werden, greift diese Forderung allerdings erst nach einem Eigentümerwechsel.



Die Einstellung der maximalen Durchflussmenge bei voll geöffnetem Heizkörperventil erfolgt durch eine einstellbare Drossel in der Rücklaufverschraubung. Alternativ können auch „Thermostatventile mit Voreinstellung“ eingebaut werden.



Foto: ISOWA



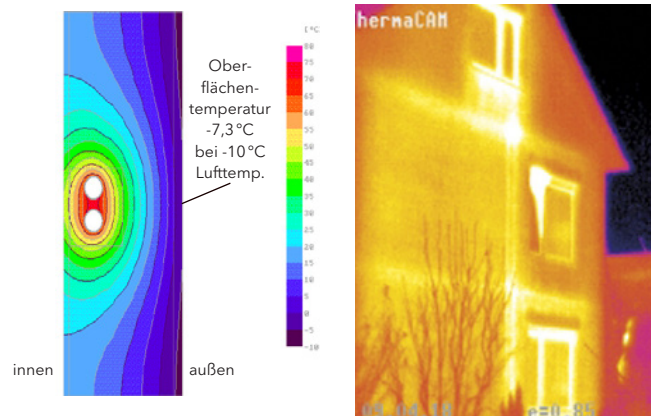
Pumpen und Armaturen sollten heute mit entsprechend geformten Hartschaumschalen gedämmt werden

## Verteilungen im Altbau unter Putz

Bis in die 70er Jahre hinein war es üblich, die Steigstränge der Heizanlage und die horizontalen Verteilungen fast ungedämmt einfach unter Putz zu legen. Dadurch erwärmt sich die Wand in diesem Bereich und deshalb entsteht ein starker Wärmestrom nach außen.

Zwei Verfahren zur Abhilfe sind möglich.

- Die alte Verteilung wird stillgelegt und eine neue ohne direkten Kontakt zum Baukörper eingebaut. Bei erhaltenswerten Fassaden, die innen gedämmt werden müssen, ist dies die einzige Möglichkeit. Es besteht sonst die Gefahr des Einfrierens von in der Außenwand verlegten Heiz- oder Wasserleitungen.
- Durch die äußere Dämmung der Wand werden die Verluste deutlich vermindert. Die Wand erwärmt sich zwar immer noch, die Abgabe von Energie nach außen wird jedoch unterbunden. Genauere Hinweise zur Dämmung der Außenwände finden Sie in den **Energiesparinformationen 2 (Wärmedämmverbundsystem)** und **10 (Dämmung mit Vorhangfassade)**.



Die Ursache und die Wirkung: Links die mit einem Wärmebrückenprogramm berechnete Temperaturverteilung in dem Schnitt einer Außenwand mit Heizleitungen - rechts eine Thermographieaufnahme einer Fassade. Deutlich zu erkennen ist der senkrechte Steigstrang der Heizungsverteilung, besonders dort wo er die gut wärmeleitenden Betondecken kreuzt. Ebenfalls gut zu erkennen ist die ungedämmte Heizkörpernische im Dachgeschoss.

## Regelung

Die Regelungen der Heiz- und Solaranlagen werden immer komfortabler. Was hingegen auf Schwierigkeiten stößt, ist eine herstellerübergreifende Systemintegration. In vielen modernen Gebäuden werden mehrere Anlagen im Zusammenspiel eingesetzt: z. B. ein Holzofen, ein Heizsystem, das einspringt wenn der Ofen nicht bedient wird und dazu noch eine Solaranlage. Die Techniken kommen in der Regel von unterschiedlichen Herstellern und haben jeweils autarke Regelungen, die nicht „miteinander sprechen“ können. Ein Teil des möglichen Sparpotenzials bleibt ungenutzt, weil möglicherweise bei Bedarfsspitzen (z. B. einem Vollbad) wegen einer Sollwertunterschreitung im Warmwasserspeicher mit fossilem Brennstoff nachgeheizt wird, obwohl die regenerativen Systeme gleichzeitig einspeisen. Deshalb kann es von Vorteil sein, mehrere Produkte von einem Hersteller einzusetzen, der gleichzeitig eine für Ihre gewählte

Systemkombination optimale Gesamtregelung anbietet.

Sie sollten auch einer modernen Regelung nicht völlig blind vertrauen. Wenn Sie an einem kühlen Morgen im Juni die Wohnung

lüften, wissen Sie, dass keine Heizung nötig ist, weil es im Laufe des Tages wieder warm werden wird. Der Heizungsregler weiß das nicht. Er stellt eine „zu geringe“ Temperatur fest und startet das Heizsystem. Dagegen hilft nur eine „Sommerabschaltung“. Entweder wird sie einprogrammiert oder Sie betätigen einfach den Hauptschalter.



Bedienfeld einer Heizungsregelung  
[Foto: Fa. theben]

## Thermostatventile

Die raumweise Temperaturregelung wird in der Praxis vielfach durch Thermostatventile an den Heizkörpern erreicht. Sie regeln die Raumtemperaturen auf einen bestimmten Soll-Wert und nehmen damit die „Feinabstimmung“ im Raum vor.

- Auch in älteren Gebäuden müssen mittlerweile überall Thermostatventile oder eine andere raumweise Temperaturregelung nachgerüstet sein.
- Um die Raumtemperatur regeln zu können, müssen Thermostatventile frei zugänglich sein, d. h. sie dürfen nicht von Verkleidungen oder Vorhängen verdeckt werden. Ist dies nicht zu verhindern, sollten Ventile mit Fernfühler verwendet werden. Der Fernfühler kann an einer frei zugänglichen Stelle montiert werden.
- Wenn per Heizungsregelung eine zentrale Nachtabsenkung stattfindet, ist es nicht erforderlich, die Thermostatventile nachts herunterzudrehen. Im Gegenteil behindert dies sogar das Aufheizen am Morgen.

- Voreinstellbare Thermostatventile erleichtern dem Heizungsbauer den hydraulischen Abgleich.
- Elektronische Thermostatventile bieten die Möglichkeit, unterschiedliche Absenkezeiten für jeden Heizkörper zu programmieren. Die Kosten für diese Ventile liegen bei ca. 20 bis 50 Euro. Ein sinnvolles Einsatzgebiet für diese Ventile stellen Mehrfamilienhäuser dar, bei denen aufgrund der stark unterschiedlichen Nutzungsgewohnheiten der Bewohner eine zentrale Nachtabsenkung nicht oder nur stark reduziert durchgeführt werden kann. Ähnlich arbeiten Einzelraumregelungen, bei denen über Funk von einem Zentralgerät aus individuelle Temperaturprofile für alle Räume programmiert werden können.



Elektronisches Thermostatventil  
[Foto: Honeywell]

## Warmwasserbereitung: eine Systementscheidung

Wir sind es gewohnt, dass aus fast jedem Wasserhahn auf Wunsch auch warmes Wasser sprudelt. Selten machen wir uns Gedanken darüber, dass sich mit der Leistung, die nötig ist um den Wasserstrahl zu erwärmen, bis zu 18 Passivhäuser beheizt werden könnten. Dieser hohe Leistungsbedarf tritt zwar nur kurzzeitig auf, so dass der Energieverbrauch zur Heizung im Jahresverlauf normalerweise deutlich höher ist als für die Warmwasserbereitung. In gut gedämmten Niedrigenergiehäusern und Passivhäusern kann es aber

tatsächlich vorkommen, dass der Energieverbrauch für die Warmwasserversorgung den für die Raumheizung übersteigt. Vor diesem Hintergrund sollte bei der Planung der gesamte Prozess, ausgehend von der zu erbringenden Energiedienstleistungen Waschen und Körperpflege, optimiert werden. Dazu gehören auch die Armaturen und die Sanitärobjekte. Eine Dusche ist viel sparsamer als ein Vollbad und auch die Frage ob jedes Handwaschbecken unbedingt auch warmes Wasser braucht, muss erlaubt sein.

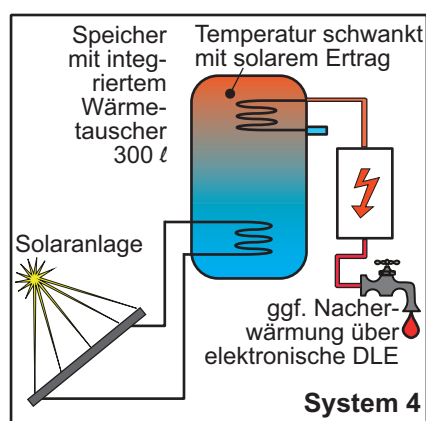
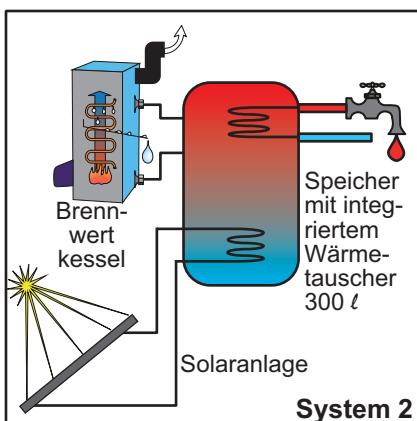
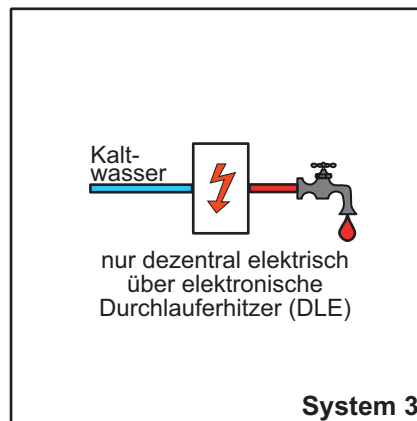
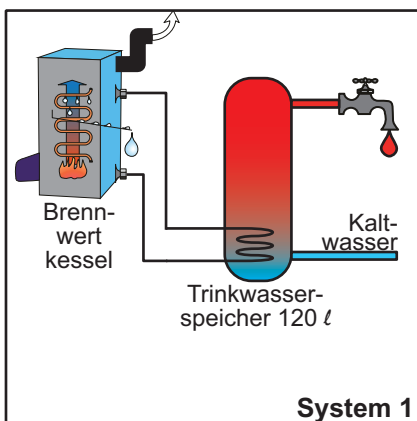
## Zur Erwärmung gib es zwei unterschiedliche Verfahren:

1. Der Wärmeerzeuger der Heizung (Heizkessel, Wärmepumpe, Kraft-Wärme-Kopplungsanlage) wird auch zur Warmwasserbereitung eingesetzt. Das Wasser wird dabei ständig in einem Speicher **zentral** auf der Wunschtemperatur gehalten (siehe Grafik Systeme 1 und 2). Versorgt die Anlage mehr als zwei Wohneinheiten, muss die Warmwassertemperatur aus hygienischen Gründen (Legionellen) einmal pro Tag im gesamten System auf über 60 °C angehoben werden (DVGW Arbeitsblatt W 551). Liegen die Verbrauchsstellen weit (>3 Liter Inhalt der Leitung, entspricht etwa 10 m Rohr) vom Speicher entfernt, wird zusätzlich eine Zirkulationsleitung nötig. Der Nachteil: Der Speicher und die ständig warme Leitung verursachen Verluste, völlig unabhängig davon, ob überhaupt warmes Wasser gebraucht wird. Der Vorteil dieses Systems: Es lässt sich leicht mit einer thermischen Solaranlage kombinieren. Diese kann bei ausreichender Größe auch die Heizung unterstützen. Dabei ist allerdings zu bedenken, dass etwa nur die Hälfte des Jahres genug Solarenergie zur Verfügung steht. Ausführlichere Informationen zur Warmwasserbereitung mit Sonnenkollektoren enthält die „*Energiespar-Information Nr. 14*“.

2. Man erwärmt **dezentral** direkt an den Zapfstellen nur die Menge, die man gerade verbraucht und auch nur bis zur gewünschten Zapftemperatur (siehe Grafik System 3). Dieses System mit elektronischen Durchlauferhitzern hat den Nachteil, dass hier „minderwertige“ Niedertemperaturwärme mit aufwändig erzeugtem und teurem Strom erzeugt wird, wobei zudem sehr hohe Leistungen gebraucht werden. Hierfür ist eine besondere Elektroinstallation nötig. Ohne diese müssten in der Nähe der Zapfstellen elektrisch beheizte Kleinspeicher eingesetzt werden, die zu hohen Wärmeverlusten führen. Demgegenüber liegt der Vorteil der Durchlauferhitzer darin, dass bei Nichtbenutzung keinerlei Verluste entstehen. Deshalb eignen sich die Geräte vor allem für Zapfstellen, die weit abgelegen sind, eher selten benutzt werden oder auch für Personen mit einem ungewöhnlich niedrigem Verbrauch. Durchlaufsysteme mit Gas (Kombitherme) sind primärenergetisch günstiger als elektrische, jedoch in der Durchlaufmenge begrenzt. Zudem ist ihr Einsatz nur sinnvoll, wenn die Zapfstellen (Küche und Bad) nahe beieinander liegen.



Bei elektronischen Durchlauferhitzern kann die Zapftemperatur gradgenau eingestellt werden. Foto: AEG



Die Systeme 1 und 2 sind zentrale, das System 4 dezentral und das System 3 ist eine Mischform. In den hier dargestellten Solarspeichern kann die tägliche Temperaturerhöhung auf 60 °C vermieden werden, da das Trinkwarmwasser nicht im Speicher enthalten ist, sondern über Wärmetauscher erwärmt wird.

Noch relativ wenig verbreitet ist eine Kombination aus zentralem solar beheiztem Speicher und einer im Bedarfsfall elektrischen dezentralen Nacherwärmung (siehe Grafik System 4). Der Grundgedanke dabei ist, dass alle Speicher- und Verteilverluste solar gedeckt werden, die Bilanz des Systems also nicht verschlechtern. Die Temperaturen im Speicher sinken an strahlungsarmen Tagen ab, was den Wirkungsgrad der Solarkollektoren erhöht. Nachteilig bei diesem System sind die erhöhten Installationskosten, weil praktisch ein zentrales und ein dezentrales System zusammen installiert werden.



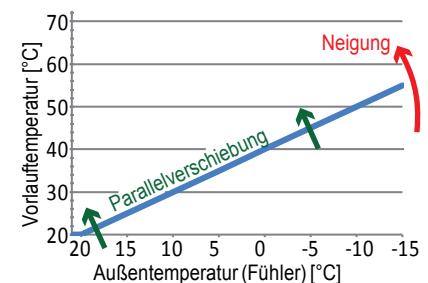
## Checkliste: Betriebsüberwachung durch Nutzer ist notwendig

Nach dem Einbau neuer Heiztechnik sollten Sie Ihre Anlage im laufenden Betrieb auf ihre Effizienz überwachen, indem Sie die Betriebszustände gelegentlich überprüfen und sich die Zählerstände für den Verbrauch und ggf. auch für die erzeugte Energie notieren. Nachfolgend werden einige Punkte genannt, auf die der Nutzer im Betrieb achten sollte, um eine möglichst hohe Energieausnutzung zu erzielen.

Zur allgemeinen Wartung Ihrer Heizanlage sollten Sie einen Wartungsvertrag mit Ihrem Heizungsbetrieb abschließen. Eine Veränderung von Einstellwerten sollte besser von einem Fachmann durchgeführt werden.

- Bei allen Verbrennungsvorgängen ist der richtige CO<sub>2</sub>-Gehalt im Abgas entscheidend. Überprüfen Sie regelmäßig den Wert aus der Messung des Schornsteinfegers mit den Angaben des Herstellers. Ergeben sich größere Differenzen, bitten Sie den Installateur, den Wärmeerzeuger neu einzustellen.
- Die Schaltdifferenz zwischen Ein- und Ausschalten Ihrer Heizanlage sollte nicht zu klein sein, um lange Laufzeiten des Gerätes zu erreichen. Bitten Sie Ihren Installateur, eine hohe Schaltdifferenz einzustellen.
- Öl- Pellet- und Holzvergaserkessel: Die Oberflächen der Wärmetauscher müssen regelmäßig gereinigt werden. Dies wird im Rahmen des Wartungsvertrags von Ihrem Heizungsfachmann durchgeführt. Lassen Sie den Brenner prüfen und gegebenenfalls neu einstellen.
- Warmwasserzirkulation: Im Falle einer Zeitsteuerung sollten Sie möglichst kurze Laufzeiten für die Zirkulationspumpe wählen. Ist noch keine vorhanden, rüsten Sie auf jeden Fall eine Zeitschaltuhr nach, welche die Zirkulationspumpe nur in den Zeitperioden mit Warmwasserbedarf einschaltet. Neue Zirkulationspumpen im Einfamilienhaus sollten nicht mehr als 5 Watt benötigen.
- Heizungsumwälzpumpe: Haben Sie noch eine mehrstufig einstellbare Umwälzpumpe, schalten Sie diese auf eine möglichst kleine Stufe zurück. Je besser der hydraulische Abgleich Ihres Rohrnetzes ist, desto niedriger kann die Stufe der Umwälzpumpe gewählt werden. Ist Ihre Pumpe alt und nicht einstellbar, sollte sie sofort gegen eine Hocheffizienzpumpe der Klasse A getauscht werden.
- Heizkörper sollten von Zeit zu Zeit entlüftet werden.
- Der Wasserdruck im Heizsystem muss regelmäßig überprüft werden. Ist der Druck unter den Sollwert gefallen, kann Wasserverlust oder ein defektes Druckausgleichsgefäß die Ursache sein.
- Die Heizungsregelung kann durch den Heizungsbauer nur voreingestellt werden. Die passende Einstellung muss während des Betriebs gefunden werden. Bei der heute üblichen außentemperaturabhängigen Vorlauftemperaturregelung müssen folgende Größen eingestellt werden:
  1. die Zeiträume und Soll-Temperaturen für normalen und abgesenkten Heizbetrieb. Hinweis: Die eingestellte „Nachttemperatur“ hat nichts zu tun mit der tatsächlichen nächtlichen Raumtemperatur. Sie muss so lange reduziert werden, bis die gewünschte Raumtemperatur des Nachts erreicht wird. Aus energetischer Sicht ist im wärmegeprägten Gebäude die Nachtabschaltung am günstigsten, da in dieser Zeit auch kein Pumpenstrom verbraucht wird.
  2. die auf das Gebäude passende Heizkurve (Hinweise siehe Kasten unten).

Hinweise zum Einstellen der Heizkurve	
Betriebszustand	Veränderung der Regelung
Raumtemperatur ist in der kalten Jahreszeit zu niedrig, in der Übergangsjahreszeit richtig	Neigung vergrößern
Raumtemperatur ist in Übergangsjahreszeit zu niedrig, in der kalten Jahreszeit richtig	Neigung verkleinern, Parallelverschiebung vergrößern
Raumtemperatur ist in der kalten Jahreszeit zu hoch, in der Übergangsjahreszeit richtig	Neigung verkleinern
Raumtemperatur ist in der Übergangsjahreszeit zu hoch, in der kalten Jahreszeit richtig	Neigung vergrößern, Parallelverschiebung verkleinern



Vereinfachte Darstellung der Heizkurve: Heizungsregler haben in der Regel zwei Einstellmöglichkeiten; entweder als Einstellknopf oder als einen im Menü hinterlegten Zahlenwert.

## Die Energieeinsparung in Ihrem Fall

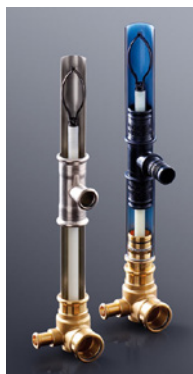
Weil es für die Auswahl von modernen Heizanlagen nötig ist, das Gebäude, die Bewohner und deren Versorgung als „Gesamtsystem“ zu betrachten, sollten Sie die Auswahl mit einem Energieberater besprechen, der genau dazu in der Lage ist und unabhängig von eigenen Verkaufsinteressen beraten kann. Er kann auch Aussagen dazu machen, ob Investitionen in den baulichen Wärmeschutz oder in die Anlagentechnik bei Ihrem Bau- oder Sanierungsvorhaben mehr an Einsparung erwarten lassen. Diese Vor-Ort-Beratung wird für Bestandsgebäude durch das Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle gefördert.

Wenn dann die Entscheidung für eine bestimmte Art der Wärmeversorgung gefallen ist, sollten Sie von mehreren Heizungsfachbetrieben vor Ort ein Angebot erstellen lassen. Achten Sie darauf, dass es sich um Meisterbetriebe handelt, die Mitglied der örtlichen Innung und des „Fachverbandes Sanitär-, Heizungs- und Klimatechnik Hessen“ sind. Die Fachbetriebe übernehmen auch die Wartung der Heizanlage: Nur optimal eingestellte Heizungen gewährleisten auf Dauer beste Energieausnutzung und damit sparsamen und umweltschonenden Betrieb. Unser Rat: Einbau und Wartung aus einer Hand.

Heizungsfachbetriebe übernehmen auch die fachgerechte Entsorgung der ausgebauten Heizkessel.

## Hinweise für Mehrfamilienhäuser:

- Immer mehr Stadtwerke bieten einen WÄRME-DIREKT-SERVICE an. Bei dieser Art der Dienstleistung kauft der Hauseigentümer Nutzwärme statt Heizöl oder Erdgas. Das Energieversorgungsunternehmen übernimmt den Wärmeerzeuger in Ihrem Haus, modernisiert, betreibt und wartet ihn. Der Vorteil für den Hausbesitzer besteht darin, dass keine Investitionskosten für die Heizungsanlage aufgebracht werden müssen und der Aufwand für Wartung und Betrieb entfällt. Fragen Sie Ihren örtlichen Energieversorger.
- In Mehrfamilienhäusern ist eine zentrale Warmwasserversorgung mit einer Zirkulationsleitung Standard. Die Verluste dieser Leitung lassen sich etwa halbieren, wenn dafür ein Rohr-in-Rohr-System verwendet wird. Die Verluste der Zirkulationsleitung entfallen. Dieses System kann auch bei einer Sanierung leicht nachgerüstet werden. Ein weiterer Vorteil ist der geringere Platzbedarf im Installationsschacht.
- Denken Sie besonders beim Neubau oder bei der Sanierung größerer Mehrfamilienhäuser oder Wohnanlagen an eine Strom-/Wärme-Eigenenerzeugung mittels Blockheizkraftwerk (BHKW). Schon ab ca. 30 Wohnungen kann ein BHKW mit Spitzenlastkessel günstiger sein als eine reine Kesselversorgung, wenn der erzeugte Strom überwiegend selbst genutzt wird. Informationen über organisatorische und finanzielle Hilfen erhalten Sie in der Regel bei den regional oder auf Landesebene



Ein flexibles Kunststoffrohr, welches in die Warmwasser-Steigleitung eingeschoben wird, fungiert als Zirkulationsleitung. [Bild: GEBERIT]

agierenden Energieagenturen. Im Bundesland Hessen ist das die HESSEN-ENERGIE in 65189 Wiesbaden, Mainzer Straße 98-102. Im Internet unter: [www.hessenenergie.de](http://www.hessenenergie.de)

- In vielen Fällen verbrauchen Heizungsanlagen zu viel Energie, weil das Wartungspersonal mit Störungsbeseitigungen so weit ausgelastet ist, dass kaum Zeit bleibt, sich um die Betriebsoptimierung zu kümmern. Nach Heizungsanlagenverordnung müssen Anlagen über 50 kW in Mehrfamilienhäusern oder Nichtwohngebäuden mindestens halbjährig „bedient“ werden.
- Die Europäische Union will bis zum Jahr 2020 20 % Primärenergie einsparen. Teil des Maßnahmenpaketes ist die Verpflichtung, ab 2013 Heizenergieverbräuche den Nutzern monatlich zu übermitteln. Ferner bekommt der Verbraucher das Recht, zwischen einer elektronischen Abrechnung oder der schriftlichen wählen zu können. Dazu sind elektronische Heizkostenverteiler nötig, die über Funk ausgelesen werden. Die Mieter erhalten so die Möglichkeit, ihre Gewohnheiten bezüglich Heizungseinstellung und Lüftung zu optimieren, ohne auf die jährliche Abrechnung warten zu müssen. Bei der Beauftragung eines Abrechnungsunternehmens sollten Sie heute schon daran denken.



Auch bei den Trinkwasser-Zirkulationspumpen sollten Sie auf höchste Effizienz achten. Diese Pumpe für kleine Gebäude kommt mit 2 bis 4 Watt aus. [Foto: WILO]

## Bleiben Sie kritisch!

Es werden in Anzeigen und im Internet die verschiedensten Wunderwaffen gegen zu hohe Heizkosten angeboten. Das reicht von „Wärmewellen-Heizgeräten, die nur eine Steckdose brauchen“ über Klimaanlage (Splitgeräte), die im Winter auch die Wärmeversorgung angeblich vollständig und effizient übernehmen sollen. Glauben Sie jedoch nicht, dass es jemand geschafft hätte, die Naturgesetze zu überlisten. Deshalb seien zwei ganz wesentliche Fakten hier noch einmal genannt:

- **Wärmeverluste** und **Wärmegewinne** des Gebäudes sind, solange sich die Temperatur innen nicht ändert, **gleich** groß. D. h. Verluste müssen im Wesentlichen vom Heizsystem ausgeglichen werden. Dabei ist es im gut gedämmten Haus zweitrangig, ob die Wärme als Strahlung oder als erwärmte Luft zugeführt wird. Die Anzahl der benötigten kWh bleibt dabei gleich.
- Die Arbeitszahl einer Wärmepumpe sinkt mit der Temperaturdifferenz gegen die sie arbeitet.

## Fördermittel

Die öffentliche Hand fördert das Energiesparen an Wohngebäuden auf mehreren Wegen. Die Programme dazu werden ständig weiterentwickelt und angepasst. Deshalb können in dieser Druckschrift nur grob die Struktur dargestellt und die wichtigsten Ansprechpartner genannt werden. Folgende Institutionen sind Ansprechpartner für alle Interessierten, die in Maßnahmen zur Energieeinsparung investieren möchten:

### a) Bundesprogramme:

- Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA)  
Servicetelefon: 06196 - 908-0  
Postanschrift: Frankfurter Straße 29-35,  
65760 Eschborn

Die Vor-Ort-Beratung durch einen Energieberater, die Ihnen einen Überblick über die technischen Möglichkeiten an Ihrem Gebäude, die entstehenden Kosten und die Quellen für Fördermittel gibt, wird vom BAFA gefördert. Ferner werden, um die Markteinführung wegweisender neuer Heiztechnik zu beschleunigen, kleine stromerzeugende Heizungen mit einem „Impulsprogramm für Mini-KWK-Anlagen“, Biomasseheizungen und Solaranlagen gefördert. Die aktuellen Programme und deren Förderkonditionen können Sie auf den Internetseiten nachlesen.

[www.bafa.de](http://www.bafa.de)

- KfW Bankengruppe  
Info-Center, Servicetelefon: 0180 1335577  
Beratungszentrum: Bockenheimer Landstraße 104,  
60325 Frankfurt a. M.

Die Durchführung von Dämmmaßnahmen an Gebäuden sowie der Einbau moderner Heizungs- und Lüftungstechnik, werden von der KfW-Bankengruppe durch zinsverbilligte Kredite oder direkte Zuschüsse gefördert. Die aktuellen Programme und Konditionen werden jeweils auf der Internetseite der KfW veröffentlicht.

[www.kfw.de](http://www.kfw.de)

### b) Programme des Landes Hessen:

- Wirtschafts- und Infrastrukturbank Hessen, WI-Bank  
Postanschrift: Strahlenbergerstraße 11,  
63067 Offenbach am Main  
Telefon: 069 - 9132-01  
Einzelheiten zu den hessischen Förderprogrammen finden Sie auf der Internetseite der WI-Bank.  
[www.wibank.de](http://www.wibank.de)

- Auf der Internetseite des HMUELV unter [www.energieland.hessen.de](http://www.energieland.hessen.de) werden Sie rund um das Thema „Energie“ informiert. Der **Förderkompass** der Hessischen Landesregierung unterstützt Sie bei der Suche nach dem geeigneten Förderprogramm für Ihre Bau- und Sanierungsmaßnahmen

Die Abbildungen zeigen repräsentative Produktbeispiele. Damit verbindet der Herausgeber keine Bewertung von deren Qualität. Wir empfehlen allen Verbraucherinnen und Verbrauchern, sich auch über die Produkte anderer Hersteller zu informieren und sich von Fachbetrieben darüber beraten zu lassen.

### Impressum:

Herausgeber: Hessisches Ministerium für Umwelt, Energie, Landwirtschaft und Verbraucherschutz,  
Mainzer Straße 80, 65189 Wiesbaden

Wiss. Betreuung: Institut Wohnen und Umwelt, IWU  
Rheinstraße 65, 64295 Darmstadt, [www.iwu.de](http://www.iwu.de)

Text: R. Born, N. Diefenbach, M. Großklos, M. Schaede

Fotos wenn nicht anders angegeben: IWU

Ausgabe: 8/2012; Überarbeitung: 11/2012

Unveränderter Nachdruck und Vervielfältigung sind gestattet  
ISBN 978-3-89274-350-7

HESSEN




**Hessisches Ministerium für  
Umwelt, Energie, Landwirtschaft und Verbraucherschutz**

Mainzer Straße 80  
65189 Wiesbaden  
[www.hmuelv.hessen.de](http://www.hmuelv.hessen.de)

Weitere Informationen:

**städt. Umweltberatung**

im Stadtwerke CityShop  
Salzstr. 21, 48143 Münster  
[www.muenster.de/stadt/umwelt](http://www.muenster.de/stadt/umwelt)

 02 51 / 4 92 - 67 67



*Bei uns hat*  
**ENERGIE  
ZUKUNFT**