

Wie energiesparend sind moderne Heizkessel?

von Martin Dehli

E-Mail: Martin.Dehli@energie-fakten.de

Hier die Fakten – vereinfachte Kurzfassung

Von den mehr als 40 Millionen beheizten Wohnungen in Deutschland sind rund 75 % älter als 25 Jahre. In diesen Wohnungen werden 95 % der Heizwärme verbraucht. Dies verdeutlicht: Bei den Anstrengungen für eine sparsame Energieverwendung und für einen wirksamen Umweltschutz im Bereich der Haushalte steht vor allem der Gebäudebestand im Mittelpunkt. Denn ältere Gebäude weisen eine aus heutiger Sicht oft unzureichende Wärmedämmung und eine teilweise veraltete Heiztechnik auf.

Da die Kosten für Wärmedämmmaßnahmen bei älteren Wohngebäuden (Fenster, Außenwände, Dach, Keller) im Allgemeinen sehr erheblich sind, stellt sich aus wirtschaftlicher Sicht häufiger die Aufgabe, zunächst mit einem begrenzten finanziellen Aufwand die bestehende ältere Heizungsanlage zu sanieren. Heizkessel werden in der Regel etwa 20 Jahre genutzt. Deshalb kommt es bei ihnen nicht nur auf eine gute Leistung, auf Zuverlässigkeit und auf eine lange Lebensdauer an, sondern auch darauf, dass sie energiesparend sind. Denn die Betriebskosten übersteigen die Anschaffungskosten – über die Lebensdauer gerechnet – bei weitem.

Bei der Beurteilung von Kesseln zur Erzeugung von Heizwärme und zur Warmwasserbereitung ist von Bedeutung, welchem Typ die jeweiligen Kessel zuzuordnen sind:

Standardkessel: Heizkessel, bei denen die mittlere Betriebstemperatur durch die Auslegung beschränkt sein kann bzw. konstant hoch gehalten wird. Diese Kessel haben keine gute Energieeffizienz: Ihre Jahres-Nutzungsgrade liegen im Mittel bei etwa 60 bis 70 %.

Niedertemperatur-Heizkessel: Heizkessel, die bei Bedarf kontinuierlich auch mit niedrigen Vorlauf-Eintrittstemperaturen (bis herunter zu 35 bis 40 °C) betrieben werden können. Niedertemperatur-Heizkessel sind deshalb wesentlich energieeffizienter als Standardkessel. Bei Niedertemperaturkesseln ist mit mittleren Jahresnutzungsgraden von etwa 90 bis 93 % zu rechnen.

Brennwertkessel: Heizkessel, die für die Auskondensation eines Großteils des in den Abgasen enthaltenen Wasserdampfes konstruiert sind; damit kann neben der „fühlbaren“ Wärme (temperaturabhängige Enthalpie) der Abgase auch ein erheblicher Teil der „latenten“ Wärme (Kondensationsenthalpie) für die Wärmebereitstellung genutzt werden; die Abgase können bis hinab zu 35 bis 40 °C entwärmt werden. Brennwertkessel sind damit sehr effizient: Mit ihnen können bei richtiger Auslegung Jahres-Nutzungsgrade von etwa 100 bis 106 % erreicht werden. (Diese Werte können deshalb über 100 % liegen, weil in Deutschland bei den Wirkungsgrad-

und Nutzungsgradangaben nicht auf den Brennwert, sondern auf den Heizwert bezogen wird.)

Moderne Heizkessel wie Niedertemperatur-Heizkessel und Brennwertkessel, bei denen die Heizwassertemperatur dem aktuellen Bedarf angepasst wird (gleitende Vorlauf-temperatur), können Energie sparen, da bei einer Absenkung der Kesselwassertemperatur die Abgas-, Strahlungs- und Bereitschaftsverluste stark zurückgehen. Ein Heizkessel braucht nur an den wenigen sehr kalten Tagen im Jahr seine volle Leistung – und damit hohe Vorlauftemperaturen. In der übrigen Zeit werden nur geringere Anteile der maximalen Wärmeleistung benötigt. Über das Jahr betrachtet werden in Deutschland rund zwei Drittel der Heizarbeit bei Außentemperaturen oberhalb von 0 °C benötigt.

Bei einer Heizkessel-Auslastung von 0 bis 50 Prozent werden insgesamt etwa 85 bis 90 Prozent der Jahres-Heizarbeit erbracht. Während ältere Heizkessel auch bei geringerem Heizwärmebedarf ihre konstant hohe Kesselwassertemperatur halten müssen (Standardkessel) und damit gleich bleibend hohe Verluste verursachen, passen moderne Heizkessel (Niedertemperatur-Heizkessel und Brennwertkessel) ihre Temperatur dem Bedarf an und kommen auf wesentlich geringere Verluste.

Wie energiesparend sind moderne Heizkessel?

von Martin Dehli

E-Mail: Martin.Dehli@energie-fakten.de

Hier die Fakten – Langfassung

1. Heizung und Trinkwassererwärmung: Energieverbraucher Nummer 1 im Haushaltbereich

In Deutschland werden rund 30 % der Endenergien – also der anwendungsfähig veredelten Energieträger – in den Haushalten benötigt; der Bereich „Handel, Gewerbe, Dienstleistungen“ kommt auf einen Anteil von knapp 17 %. Beide Bereiche benötigen also zusammengenommen fast die Hälfte der Endenergien.

Davon wird der größte Teil fürs Heizen und für die Warmwasserbereitung verwendet: In den Haushalten sind es durchschnittlich etwa 78 % zum Heizen und mehr als 10 % zur Warmwasserbereitung; zusammen etwa 12 % werden für den Betrieb von elektrischen Haushalt-Großgeräten wie Herd, Kühlschrank, Gefriertruhe, Geschirrspüler, Waschmaschine, Wäschetrockner, Beleuchtung und weitere Geräte wie Fernseher, Computer, Heizungs-Umwälzpumpe und Ähnliches verwendet.

Die meisten Haushalte setzen fürs Heizen und für die Trinkwassererwärmung Heizkessel ein, in denen Erdgas oder leichtes Heizöl verbrannt werden: Erdgas und leichtes Heizöl steuern zusammengenommen etwa 75 % zur Deckung des Energiebedarfs der Haushalte in Deutschland bei.

Diese Zahlen zeigen, dass das Heizen und die Warmwasserbereitung

im Vordergrund stehen, wenn es ans Energiesparen in den Bereichen „Haushalte“ sowie „Handel, Gewerbe, Dienstleistungen“ geht. Wer also damit Ernst machen will, sollte prüfen, ob er seinen Wärmebedarf verringern kann – z. B. durch ein gut wärmegeprägtes Gebäude oder durch eine Änderung seines Verbrauchsverhaltens. Daneben sollte geprüft werden, ob für die Wärmeerzeugung energieeffiziente Techniken genutzt werden.

2. Beim Energiesparen: Gebäudebestand steht im Mittelpunkt

Beim Wärmebedarf ist der Gebäude- bzw. Wohnungstyp von wesentlicher Bedeutung. Vor dem Jahr 1984 gab es in Deutschland keine Rahmenbedingungen, mit denen der Gebäudewärmebedarf gezielt eingeschränkt worden wäre. 1984 wurde eine Wärmeschutzverordnung erlassen, mit welcher der Wärmebedarf für Neubauten begrenzt wurde; diese wurde 1995 verschärft. Seit dem Jahr 2002 gilt die Energieeinsparverordnung (EnEV), die 2009 novelliert wurde; ihr entsprechend ist der Wärmebedarf für Neubauten noch weiter zu verringern; darin wird zum ersten Mal nicht auf den Wärmebedarf selbst, sondern auf den dadurch ausgelösten Primärenergiebedarf abgehoben. Damit sind den Maßnahmen zum Wärmeschutz die Maßnahmen zur Nutzung verbesserter Techniken

der Wärmebereitstellung (z. B. energieeffiziente Brennwärtekessel) gleichwertig an die Seite gestellt.

Von den über 40 Mio. beheizten Wohnungen in Deutschland sind rund 75 % älter als 25 Jahre. In diesen Wohnungen werden 95 % der Heizwärme verbraucht. Dies verdeutlicht: Bei den Anstrengungen für eine sparsame Energieverwendung und für einen wirksamen Umweltschutz im Bereich der Haushalte steht vor allem der Gebäudebestand im Mittelpunkt. Denn ältere Gebäude weisen eine aus heutiger Sicht oft unzureichende Wärmedämmung und eine teilweise veraltete Heiztechnik auf.

Da die Kosten für Wärmedämmmaßnahmen bei älteren Wohngebäuden (Fenster, Außenwände, Dach, Keller) im Allgemeinen sehr erheblich sind, stellt sich aus wirtschaftlicher Sicht häufiger die Aufgabe, zunächst mit einem begrenzten finanziellen Aufwand die bestehende ältere Heizungsanlage zu sanieren. Heizkessel werden in der Regel etwa 20 Jahre oder länger genutzt. Deshalb kommt es bei ihnen nicht nur auf eine gute Leistung, auf Zuverlässigkeit und auf eine lange Lebensdauer an, sondern auch darauf, dass sie energiesparend sind. Denn die Betriebskosten übersteigen die Anschaffungskosten – über die Lebensdauer gerechnet – bei weitem.

LANGFASSUNG

3. Auf den Kessel kommt es an

Die 1. Bundes-Immissionsschutz-Verordnung (BImSchV) trägt dem hohen Energieeinsparpotenzial im Gebäudebestand Rechnung: Sie schreibt für alle Heizkessel bestimmte Grenzwerte für den Abgasverlust vor, die verbindlich spätestens seit 2004 eingehalten werden müssen. Damit soll sichergestellt werden, dass insbesondere schlecht arbeitende ältere Heizkessel, die in älteren Gebäuden bzw. Wohnungen mit hohem spezifischem Wärmebedarf eingesetzt werden, durch effiziente Heizkessel ersetzt werden.

Ältere Heizkessel sind häufig überdimensioniert. Eine solche Überdimensionierung war zu Zeiten geringer Energiekosten – also vor der 1. Ölpreiskrise 1973/74 und vor der 2. Ölpreiskrise 1979/80 –, aber zum Teil auch noch in den achtziger Jahren üblich. Bei alten Kesseln führt sie zusammen mit einer konstant hohen Kesselwassertemperatur und der nach heutigen Maßstäben unzureichenden Wärmedämmung der Heizkessel zu erheblichen Verlusten.

Eine statistische Auswertung von Erhebungen der Schornsteinfeger zeigt, dass von den rund 15 Millionen Heizungsanlagen in Deutschland rund 4,4 Millionen – also fast 30 % aller Anlagen – älter als 15 Jahre sind; 2,4 Millionen hiervon (also mehr als 16 %) sind sogar älter als 19 Jahre. Schätzungen gehen davon aus, dass in Deutschland das Einsparpotenzial bei sofortiger Modernisierung aller Heizkessel, die die Grenzwerte nicht einhalten, bei insgesamt 1,6 Mrd. Litern Heizöl und 1 Mrd. m³ Erdgas je Jahr liegt. Damit kann nicht nur Energie eingespart, sondern es können auch Emissionen in erheblichem Umfang verringert und deshalb ein nennenswerter Beitrag zur Entlastung unserer Umwelt geleistet werden.

4. Welche Kesseltypen gibt es?

Bei der Beurteilung von Kesseln zur Erzeugung von Heizwärme und zur Warmwasserbereitung ist es von

Belang, welchem Typ die jeweiligen Kessel zuzuordnen sind:

Standardkessel: Heizkessel, bei denen die durchschnittliche Betriebstemperatur durch die Auslegung beschränkt sein kann bzw. konstant hoch gehalten wird. Diese Kessel haben keine gute Energieeffizienz.

Niedertemperatur-Heizkessel: Heizkessel, die bei Bedarf kontinuierlich auch mit niedrigen Vorlauf-Eintrittstemperaturen (bis herunter zu 35 bis 40 °C) betrieben werden können. Niedertemperatur-Heizkessel sind deshalb wesentlich energieeffizienter als Standardkessel.

Brennwertkessel: Heizkessel, die für die Auskondensation eines Großteils des in den Abgasen enthaltenen Wasserdampfes konstruiert sind; damit kann neben der so genannten „fühlbaren“ Wärme (temperaturabhängige Enthalpie) der Abgase auch ein erheblicher Teil der so genannten „latenten“ Wärme (Kondensationsenthalpie) für die Wärmebereitstellung genutzt werden; die Abgase können bis hinab zu 35 bis 40 °C entwärmt werden. Brennwertkessel haben damit wesentlich günstigere Wirkungsgrade und Nutzungsgrade als Standardkessel und Niedertemperatur-Heizkessel. Wirkungsgrade geben die Energieeffizienz meist zum Zeitpunkt der augenblicklichen Messung an; Nutzungsgrade weisen in der Regel die Energieeffizienz über einen längeren Zeitraum – etwa über ein Jahr hinweg – aus.

Moderne Heizkessel wie Niedertemperatur-Heizkessel und Brennwertkessel, bei denen die Kesselwassertemperatur dem aktuellen Bedarf angepasst wird (gleitende Vorlauf-temperatur), zeichnen sich durch günstige Jahres-Nutzungsgrade aus, da bei einer Absenkung der Kesselwassertemperatur die Abgas-, Strahlungs- und Bereitschaftsverluste stark zurückgehen.

Ein Heizkessel wird daraufhin ausgelegt, dass bei der tiefsten auftretenden Außentemperatur der Wärmebedarf vollständig gedeckt werden kann. Deshalb braucht der Heizkessel nur an den wenigen sehr

kalten Tagen im Jahr seine volle Leistung – und damit hohe Vorlauf-temperaturen. In der übrigen Zeit werden nur geringere Anteile der maximalen Wärmeleistung benötigt. Über das Jahr betrachtet werden in Deutschland rund zwei Drittel der Heizarbeit bei Außentemperaturen oberhalb von 0 °C benötigt.

Bei einer Heizkessel-Auslastung von 0 bis 50 Prozent werden insgesamt etwa 85 bis 90 Prozent der Jahres-Heizarbeit erbracht. Dies ist hinsichtlich der Effizienz von Heizkesseln von großer Bedeutung: Während ältere Heizkessel auch bei geringerem Heizwärmebedarf ihre konstant hohe Kesselwassertemperatur halten müssen (Standardkessel) und damit gleich bleibend hohe Verluste verursachen, passen moderne Heizkessel (Niedertemperatur-Heizkessel und Brennwertkessel) ihre Temperatur dem Bedarf an; damit erreichen sie wesentlich geringere Bereitschaftsverluste.

Für ältere Heizkessel sind im Allgemeinen mehrere der folgenden Merkmale typisch:

- Es handelt sich um einen Wechsel- oder Umstellbrandkessel. Die Installation erfolgte zum Beispiel während der 1. Ölpreiskrise 1973/74 oder während der 2. Ölpreiskrise 1979/80, als – aus Unsicherheit über die künftige Energieversorgungssituation – eine Umstellmöglichkeit auf feste Brennstoffe erwünscht war.
- Der Kessel wird mit konstanter Kesselwassertemperatur (über 70 °C) betrieben.
- Ein modulierender Betrieb in Teillast ist häufig nicht möglich; demgegenüber muss im einfachen Ein-/Ausschaltbetrieb (im Wechsel von Volllast (100 %) und Nulllast (0 %)) „getaktet“ werden.
- Heizkessel, Warmwasserspeicher und Armaturen verfügen lediglich über eine unzulängliche Wärmedämmung, die während des Betriebs zu vergleichsweise hohen Temperaturen im Kessel-Aufstellungsraum (Strahlungsverluste) führen.

LANGFASSUNG

- Der Heizkessel hat hohe Abgasverluste: Die Abgastemperatur liegt oft über 200 °C.
 - Der Heizkessel ist zu groß ausgelegt (Überdimensionierung). Dies ist z. B. die Folge einer zu großzügigen Auslegung zum Zeitpunkt des Einbaus oder auch die Folge einer inzwischen vorgenommenen besseren Gebäude-Wärmedämmung (etwa durch neue Isolierglas-Fenster, Dach-Wärmedämmung, Außenwand-Wärmedämmung).
 - Die Anlage weist nur eine einfache Steuerungstechnik auf; der witterungsgeführte, außentemperaturabhängige Betrieb einschließlich einer programmierbaren Nachtabsenkung und einer zeitweiligen Abschaltung der Heizungspumpen ist nicht möglich.
- Ältere Heizkessel mit diesen Kennzeichen kommen im Allgemeinen nur auf mittlere Jahres-Nutzungsgrade zwischen 60 und 70 %. Demgegenüber erreichen moderne Niedertemperatur-Heizkessel Jahres-Nutzungsgrade von etwa 90 % bis 93 %.

5. Niedertemperatur-Heizkessel und Brennwertkessel mit günstigen Teillast-Wirkungsgraden

Untersucht man den Verlauf des Teillast-Wirkungsgrads eines modernen Brennwertkessels sowie eines neuen Niedertemperatur-Heizkessels und vergleicht ihn mit dem Verlauf des Teillast-Wirkungsgrads eines älteren Standardkessels, so zeigt sich folgendes Bild: Bei Niedertemperatur-Heizkesseln liegt der Teillast-Wirkungsgrad bis zu Auslastungen von weniger als 10 % immer bei über 90 %, bei Brennwertkesseln noch wesentlich höher. Bei Brennwertkesseln ist im wichtigen Teillastbereich der Wirkungsgradanstieg besonders ausgeprägt. Der Gewinn aus der Kondensationsenthalpie des Wassers ist gerade bei geringer Auslastung – bedingt durch die dann niedrigen Rücklauftemperaturen des Heizungskreislaufs – besonders deutlich und bewirkt einen erheblichen Anstieg des Wirkungsgrades. Groß dimensionierte

Heizflächen (etwa bei Fußbodenheizungen) wirken sich wegen ihren niedrigeren Betriebstemperaturen bei der Nutzung von Brennwertkesseln noch zusätzlich günstig aus. Demgegenüber fallen die Teillast-Wirkungsgrade älterer Standardkessel bei Auslastungen von weniger als 40 % drastisch ab.

Wird zur Anlagenerfassung der Heizwert des Energieträgers als Bezugsgröße beibehalten, ergibt sich das Kuriosum, dass Brennwertkessel einen Wirkungsgrad von über 100 % erreichen können, da sich bei ihnen durch die Wasserdampf-Auskondensation der Brennwert nutzen lässt.

Als Energieträger für die Brennwertnutzung hat sich insbesondere Erdgas bewährt. Auch Flüssiggas kann ohne Einschränkungen für einen Einsatz in Brennwertkesseln vorgesehen werden. Bei Erdgas beträgt der Unterschied zwischen Brennwert und Heizwert etwa 10 %, bei Flüssiggas etwa 8 %. Seit einigen Jahren wird die Brennwerttechnik auch für heizölbefeuerte Kessel angeboten; dabei eignet sich vor allem schwefelarmes leichtes Heizöl, das inzwischen im Markt angeboten wird, als Brennstoff. Bei leichtem Heizöl (Heizöl EL) macht die Differenz zwischen Brennwert und Heizwert rund 6,5 % aus.

Eine Heizungsmodernisierung führt zu einem wesentlich geringeren Energieverbrauch sowie zu erheblich niedrigeren Emissionen an Kohlendioxid sowie an gasförmigen Schadstoffen. Mit moderner Heizkesseltechnik kann bis zu ein Drittel Brennstoff eingespart werden. Deshalb bietet sich der Austausch des Heizkessels auch dann an, wenn erst zu einem späteren Zeitpunkt im Rahmen von Modernisierungsarbeiten am Gebäude mit einer Verringerung des Wärmebedarfes zu rechnen ist: Wegen des nahezu gleich bleibenden Wirkungsgradverlaufs moderner Heizkessel können Niedertemperatur-Heizkessel und Brennwertkessel auch nach einer Verringerung des Wärmebedarfes durch Modernisierung besonders energieeffizient betrieben werden. Bei älteren Stan-

dardkesseln wird demgegenüber bei sinkendem Wärmebedarf und weiter verringerter Auslastung der Wirkungsgrad deutlich schlechter.

6. Praktische Beispiele zeigen erhebliche Einsparpotentiale auf

Niedertemperaturkessel und Brennwertkessel gibt es in nahezu allen erforderlichen Leistungsbereichen (von 11 Kilowatt Leistung für Etagenwohnungen bis hinauf in den großtechnischen Bereich für Industriebetriebe oder Großgebäude). Niedertemperaturkessel können mit einfachen atmosphärischen Brennern oder mit Gebläsebrennern ausgerüstet sein; Brennwertkessel weisen Gebläsebrenner auf. Heizkessel können als Guss- oder Stahlheizkessel und bodenstehend oder wandhängend ausgeführt sein.

Brennwertkessel benötigen ein zusätzliches Gebläse für die Abgasabführung, weil durch die Abkühlung der Auftrieb der Abgase für ein freies Aufsteigen im Schornstein nicht ausreicht. Bei der Brennwertnutzung muss weiter darauf geachtet werden, dass herkömmliche Schornsteine nicht genutzt werden können, weil durch eine weitere Abkühlung der Abgase zusätzliches, säurehaltiges Kondenswasser im Schornstein anfallen und diesen zerstören kann. Als geeignete Lösungen bieten sich korrosionsfeste Abgasleitungen (meist aus Kunststoff) oder mehrschalige, feuchteunempfindliche Schornsteine an.

Wie groß der Nutzen einer Kesselmodernisierung sein kann, zeigt eine Beispielrechnung: Ein Einfamilienhaus des Baujahres 1975 mit einer Wohnfläche von 140 m² verbraucht bisher jährlich 4300 Liter leichtes Heizöl. Für die Warmwasserbereitung sind weitere 600 Liter leichtes Heizöl erforderlich. Damit ergibt sich ein jährlicher Gesamt-Heizölverbrauch von 4900 Litern. Der spezifische Wärmeleistungsbedarf liegt aufgrund der Bauausführung bei 130 W/m²; damit errechnet sich ein Wärmeleistungsbedarf von 18,2 kW. Der 1975 installierte Heizkessel (Standardkessel) wurde mit

LANGFASSUNG

30 kW – wie seinerzeit üblich – wesentlich überdimensioniert.

Wird ein neuer Erdgas-Brennwertkessel installiert, so steigt der heizwertbezogene Jahres-Nutzungsgrad bei richtiger Auslegung der Heizung auf rund 100 bis 106 %, dies entspricht einem brennwertbezogenen Jahres-Nutzungsgrad von etwa 90 bis 96 %. Brennwertbezogen ist damit eine Verminderung des Energieverbrauchs von 100 % auf 65 bis 70 % verbunden. Statt des jährlichen Heizölverbrauchs von 4900 l/a ergibt sich ein jährlicher Erdgasverbrauch von rund 3100 bis 3340 m³/a (bezo-

gen auf Erdgas H, das im Vergleich zu Erdgas L einen höheren Brennwert besitzt und in Deutschland überwiegend eingesetzt wird).

Die jährlichen Emissionen an Kohlendioxid (CO₂) gehen von 100 % auf fast die Hälfte zurück. Bei den Schadstoffen Stickoxide (NO_x), Schwefeldioxid (SO₂) und Kohlenmonoxid (CO) ergeben sich – je nach Schadstoffart – Rückgänge auf etwa ein Zehntel oder noch weniger.

Weist das Einfamilienhaus bei gleicher Bauausführung bereits einen Öl-Niedertemperaturkessel (z. B. Baujahr 1982) auf, so ergeben sich bei

einem Austausch durch einen neuen Erdgas-Brennwertkessel immer noch beachtliche Verminderungen bei Energieverbrauch und Emissionen: Beim Energieverbrauch kann – als Anhaltswert – ein Rückgang um durchschnittlich etwa 15 bis 18 % erwartet werden. Die jährlichen Emissionen an Kohlendioxid (CO₂) gehen von 100 % auf rund zwei Drittel zurück. Bei den Schadstoffen Stickoxide (NO_x), Schwefeldioxid (SO₂) und Kohlenmonoxid (CO) ergeben sich – je nach Schadstoffart – Rückgänge auf etwa ein Fünftel oder noch weniger. ■