



# Fachbegriffe unter der Lupe

Dipl.-Ing. Till Wodraschka\*

Fachbegriffe wie „Heizwert“, „Normnutzungsgrad“ und „Abgasverlust“ sind jedem Haus- und Heizungstechniker vertraut. Im Berufsalltag bleibt oft keine Zeit, sich mit der genauen Bedeutung dieser Begriffe zu beschäftigen. Die folgenden Seiten geben einen Überblick oft genutzter Fachwörter und zeigen, wie die verschiedenen Kenngrößen zusammenhängen.

## Energiegehalt von Brennstoffen

Antworten auf diese Frage geben der Heizwert und der Brennwert. Beide beschreiben die Wärme, die bei der vollständigen Verbrennung einer Mengeneinheit eines Brennstoffes frei wird.

| Energiegehalt einiger Brennstoffe |        |                    |      |                   |         |
|-----------------------------------|--------|--------------------|------|-------------------|---------|
|                                   | Heizöl | Erdgas             |      | Holz              | Pellets |
|                                   | kWh/kg | kWh/m <sup>3</sup> |      | kWh/kg            | kWh/kg  |
|                                   |        | LL                 | E    |                   |         |
| Brennwert                         | 12,6   | 9,8                | 11,5 | –                 | –       |
| Heizwert                          | 11,9   | 8,8                | 10,4 | 4,3 <sup>1)</sup> | 4,9     |

<sup>1)</sup>Buchenholz bei 15 % Restfeuchte.

Beim **Heizwert H<sub>i</sub> [kWh/Mengeinheit]** eines Brennstoffes geht man davon aus, dass das bei der Verbrennung entstandene Wasserdampf flüchtig bleibt. Das heißt, die Kondensationswärme des Wasserdampfes fließt in die Berechnung nicht mit ein.

Vom **Brennwert H<sub>s</sub> [kWh/Mengeinheit]** eines Brennstoffes spricht man dann, wenn das aus dem Wasserstoffanteil im Brennstoff bei der Verbrennung entstehende oder im Brennstoff enthaltene Wasser flüssig anfällt. Der Brennwert bezeichnet also die Wärmeenergie, die bei der Verbrennung mit Ausnutzung der Kondensationswärme des Wasserdampfes frei wird.

## Leistung und Wirkungsgrad

In Produktkatalogen und Planungsunterlagen wird jeder Heizkessel mit der ihm eigenen Nennwärmeleistung, Feuerungswärmeleistung und dem Normnutzungsgrad beschrieben. Diese und weitere

Fachbegriffe wurden definiert, um die Leistungsfähigkeit eines Heizkessels oder einer Heizungsanlage zu kennzeichnen.

Die **Nennwärmeleistung [kW]** beschreibt die Leistungsfähigkeit eines Heizkessels. Die Kenngröße

bezeichnet die maximale Leistung, die ein Heizkessel im Dauerbetrieb in einer bestimmten Zeiteinheit abgeben kann.

Die **Nennwärmebelastung [kW]** oder **Feuerungswärmeleistung** ist

die Heizleistung, die dem Heizkessel in einer bestimmten Zeiteinheit von der Feuerung zugeführt wird. Die Nennwärmebelastung bezieht sich auf den Heizwert H<sub>i</sub>.

**Nutzungsgrad** und **Wirkungsgrad** sind Werte für die Effizienz eines Heizkessels. Der Wirkungsgrad ist ein momentaner Wert und beschreibt das Verhältnis zwischen abgegebener und zugeführter Leistung in einem Betriebspunkt. Im Gegensatz zum Wirkungsgrad bildet der Nutzungsgrad das Verhältnis zwischen der jährlich abgegebenen Heizwärme sowie der jährlich zugeführten Wärme eines Heizkessels ab. Er ist somit eine reproduzierbare Messgröße für die energetische Effizienz von Heizkesseln, die sich überdies für Vergleichszwecke eignet.

Der **Kesselwirkungsgrad η<sub>k</sub> [%]** ist definiert als Verhältnis zwischen abgegebener Wärmeleistung und zugeführter Feuerungsleistung in einem Betriebspunkt. Die Höhe des Kesselwirkungsgrades ist abhängig von der Betriebsweise, zum Beispiel der Kesselbelastung oder der Heizkreis-Systemtemperatur bzw. bei Brennwertkesseln von der jeweiligen Rücklauftemperatur.

Der **Jahresnutzungsgrad η<sub>a</sub> [%]** berücksichtigt im Gegensatz zum Kesselwirkungsgrad die verschiedenen Betriebszustände der Heizungsanlage für ein ganzes Heizjahr. Er wird anhand folgender Formel berechnet:

$$\eta_a = \eta_k / [b/b_v - 1] \cdot \dot{q}_B + 1]$$

η<sub>k</sub> = Kesselwirkungsgrad

b = Betriebsdauer der Heizungsanlage (Stunden pro Jahr)

b<sub>v</sub> = Brennerlaufzeit zur Deckung des Nutzbedarfs (Stunden pro Jahr)

q̇<sub>B</sub> = relativer Bereitschaftswärmeverlust (%)



**Öl-Niedertemperatur-Heizkessel mit Regelsystem und untergestelltem Warmwasserspeicher.**

Der Jahresnutzungsgrad zeigt, wie gut ein Heizsystem ausgelastet ist: Er ist umso höher, je länger die Brennerlaufzeiten im Verhältnis zur Gesamtbetriebsdauer sind. Auch der Bereitschaftswärmeverlust geht in die Berechnung mit ein.

Der **relative Bereitschaftsverlust q̇<sub>B</sub> (%)** eines Heizkessels ist der Anteil der Feuerungswärmeleistung, der durch Abstrahlung und Auskühlung

\* ) Dipl.-Ing. Till Wodraschka, Produktmanager im Produktmarketing Buderus Deutschland der BBT Thermotechnik GmbH, Wetzlar

des Heizkessels abgegeben wird. Diese Verluste entstehen sowohl während des Brennerbetriebs als auch im Stillstand. Da diese Verlustenergie durch die eingestellte Feuerungsleistung dividiert wird, heißt sie relativer Bereitschaftsverlust.

Der **Jahresnutzungsgrad** [%] kann nur für eine bestehende Anlage berechnet werden. Er eignet sich nicht dazu, verschiedene Heizkessel miteinander zu vergleichen. Denn er bezieht sich auf den Kesselwirkungsgrad und somit auf die maximal zulässige Kesselleistung. Dadurch wird der Jahresnutzungsgrad Kesseln mit modulierenden Brennern nicht gerecht, die auch im Teillastbetrieb sehr gute Verbrennungswerte liefern. Um eine bessere Vergleichsgröße für Heizkessel zu haben, wurde der Normnutzungsgrad definiert.

Der **Normnutzungsgrad**  $\eta_n$  [%] ist ein Jahresnutzungsgrad, der aus fünf – innerhalb eines definierten Messprogramms nach DIN 4702-8 – ermittelten Teillast-Nutzungsgraden errechnet wird. Um  $\eta_n$  zu bestimmen, wird auf dem Kesselprüfstand eine gesamte Heizperiode simuliert. Die Heiztage werden in fünf Teillastbereiche eingeteilt. Jedem Teillastbereich wird eine Kesselleistung zugeordnet, bei der jeweils ein Teillast-Nutzungsgrad berechnet wird. Aus den fünf Teillast-Nutzungsgraden ergibt sich als Mittelwert der Normnutzungsgrad.

Der Normnutzungsgrad ist sinnvoll für den Vergleich verschiedener Kessel-Bautypen und Produkte verschiedener Hersteller. Der errechnete Wert ist jedoch nicht gültig, wenn die Betriebsbedingungen von der Norm abweichen.

### Abgas- und Auskühlverluste

Die Wärmeerzeugung durch Verbrennung im Heizkessel läuft nicht ohne energetische Verluste ab. Die beiden wichtigsten Verluste sind der Abgas- und der Auskühlverlust. Sie fließen beide in die Berechnung der Wirkungs- und Nutzungsgrade mit ein.

Der **sensible Abgasverlust** [%] eines Heizkessels zeigt an, wie viel Prozent der im

Brennstoff enthaltenen Energie mit den Abgasen verloren geht. Diese Energie entweicht einfach ungenutzt durch den Schornstein. Der Abgasverlust wird bei der jährlichen Emissionsmessung vom Schornsteinfeger gemessen und auf einem Messprotokoll vermerkt. Der sensible Abgasverlust tritt nur auf, während der Brenner läuft. Deshalb kann er direkt auf den Brennstoffdurchsatz übertragen werden: Ein Abgasverlust von 11 % bedeutet 11 % Verlust an Heizöl oder Erdgas.

Die Bundes-Immissionsschutzverordnung (BImSchV) beschränkt die Grenzwerte für den Abgasverlust. Je nach Kesselleistung dürfen maximal 9 bis 11 % der Brennstoffenergie mit den Abgasen in die Atmosphäre entweichen.

Der **latente Abgasverlust** [%] ist die Energie, die durch die Kondensationswärme im Wasserdampf mit den Abgasen verloren geht. Diese Kondensationswärme macht bei Heizöl EL maximal 6 %, bei Gas maximal 11 % der Brennstoffenergie aus.

Um den sensiblen und den latenten Abgasverlust zu reduzieren, sind niedrige Abgastemperaturen erforderlich. Ein Niedertemperatur-Heizkessel hat im Vergleich zu einem Konstant-Heizkessel mit Sockeltem-



**Moderne Niedertemperatur- und Brennwertkessel – wie hier ein Gas-Kompaktheizkessel mit Warmwasser-Speicher von Buderus – reduzieren Abgas- und Auskühlverluste auf ein Minimum.**

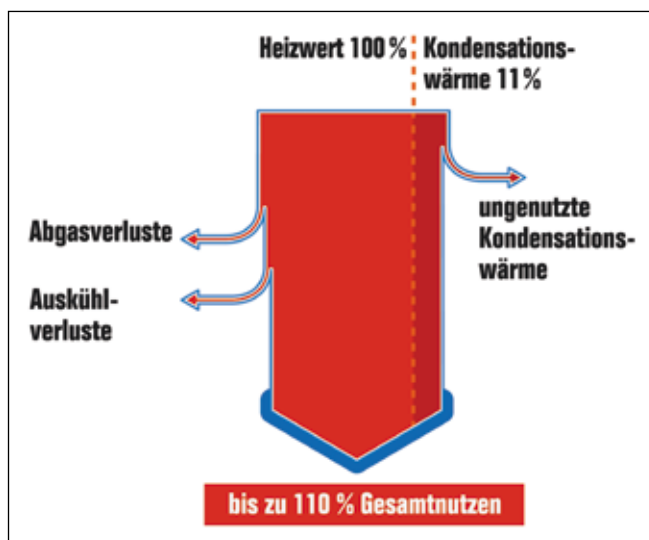
peratur geringere Abgasverluste. Noch effizienter ist in dieser Hinsicht die Brennwerttechnik. In einem Brennwertkessel wird durch gezielt herbeigeführte Abkühlung der in den Abgasen enthaltene Wasserdampf kondensiert und dabei fast die gesamte Brennstoffenergie genutzt.

Unter **Auskühlverlust** [%] versteht man die Wärme, die der Heizkessel unkontrolliert an die Umgebung verliert. Ein temperierter Kessel gibt Wärme durch Konvektion und durch Strahlung an den Aufstellraum ab, unabhängig davon, ob der Brenner läuft oder nicht. Im Gegensatz zum Abgasverlust ist deshalb beim Auskühlverlust kein direkter Bezug zum Brennstoffverbrauch herstellbar. Der Wert ist abhängig von der Qualität der Wärmedämmung, der Größe der wärmeabgebenden Oberfläche, der Temperaturdifferenz zwischen Kesselwasser und Aufstellraum sowie der Betriebsdauer des Kessels. Vor

allem bei älteren Heizkesseln übertrifft diese Verlustart bei weitem den Abgasverlust. Der Auskühlverlust setzt sich rechnerisch zusammen aus dem Strahlungsverlust und dem Bereitschaftsverlust.

Der **Strahlungsverlust** [%] ist der Auskühlverlust während der Brennerlaufzeit.

Der **Bereitschaftsverlust** [%] ist der Auskühlverlust während der Brennerstillstandszeit.



**Durch die Nutzung der im Abgas enthaltenen Kondensationswärme können Nutzungsgrade von über 100 % erreicht werden.**

Bilder: BBT Thermotechnik GmbH (Buderus), Wetzlar

[www.heiztechnik.buderus.de](http://www.heiztechnik.buderus.de)

