

WIRKUNGSGRAD, JAHRESNUTZUNGSGRAD, NORMNUTZUNGSGRAD

Top oder Flop?

Vertraut man blind den Angaben von Herstellern, dann kauft man von ihnen immer High-End-Technik, das Innovativste am Markt, der Quantensprung in der Entwicklung oder auch das Ergebnis jahrelanger wissenschaftlicher Forschungen. Ganz gleich, ob es sich um eine Zahnbürste oder um eine Luxuskarosse handelt. Aber wie sieht es bei den Heizkesseln aus? Was versprechen deren Erzeuger?



Den Ausschlag für eine Kaufentscheidung gibt oft die ausgewogene Balance zwischen Kosten und Nutzen

Es geht quasi schon los, wenn man es sich abends vorm Fernseher gemütlich gemacht hat und sich mal ganz bewusst einen Werbeblock reinzieht. Man soll animiert werden, in eine neue Zahnbürste zu investieren. Aber nicht in irgendeine – nein... Die, um die es sich hier dreht, hat natürlich Borsten mit wissenschaftlich ermittelter Ausrichtung und eine Druckfederung, für deren Erprobung ganze Heerscharen von Versuchspersonen ihr Gebiss zur Verfügung gestellt haben. Da kann man doch gar nicht anders – da muss man einfach kaufen. Hat man das Produkt dann endlich zu Hause, stellt sich oft heraus dass nicht alles Gold ist was glänzt. Weder Zähne und Zahnfleisch scheinen wirklich besser gepflegt, noch nimmt die mittlerweile 13-reihige Klingenanordnung im Nassrasierer tatsächlich mehr von den Bartstopfeln weg. Man merkt es aber eben erst bei Gebrauch, also wenn man das Ding schon längst sein Eigen nennt.

KESSEL IM SACK KAUFEN?

Verständlich also, dass Kunden angesichts der Anschaffung eines neuen Wärmeerzeugers – vielleicht enttäuscht von Zahnbürsten und Rasierern – Bedenken haben, hier ebenfalls nicht das zu bekommen, was man ihnen zugesagt hat. Aufgabe des Anlagenmechanikers ist es dann, dem Kunden seine Ängste zu nehmen und ihm technisch fundiert zu zeigen, was er von seiner Neuanschaffung erwarten darf. Denn um einen Wärmeerzeuger beurteilen zu können, haben sich tatsächlich recht brauchbare Kriterien etabliert. Da gibt's zuallererst den Kesselwirkungsgrad, dann den Jahresnutzungsgrad und zu guter Letzt den Normnutzungsgrad. Diese Beurteilungsmaßstäbe werden draußen oft, in der von Laien durchgezogenen Technikwüste, wild durcheinander gewürfelt. Bei der Bera-

tung des technisch versierten Kunden trifft man aber auch immer häufiger auf den belesenen Technikfreak mit gesundem Halbwissen. Die eigene Kompetenz ist daher in Bezug auf diesen Kunden sehr bedeutsam. Sein Ziel ist es oft nicht „nur das Billigste“ oder „nur das Beste“ zu bekommen, sondern das Produkt mit dem für ihn besten Nutzen zu finden.

DER WIRKUNGSGRAD

Ein recht alter Maßstab für die Qualität eines Wärmeerzeugers mit zum Beispiel Gas- oder Ölfeuerung ist der Kesselwirkungsgrad. Er zeigt, wie viel Energie des eingesetzten Brennstoffs an den Kessel weitergegeben wird. Beispiel: In einem Zweifamilienhaus neuer Bauart ist ein Gaskessel montiert. Dieser ist im Abgang zu den beiden Wohnungen jeweils mit sehr genauen Wärmezählern ausgestattet. Der Besitzer des Hauses möchte den Kesselwirkungsgrad ermitteln. An einem sehr kühlen Tag betätigt er daher die Schornsteinfegertaste des Kessels und reißt alle Heizkörper im Hause auf und stellt auch noch die Fenster auf Durchzug. Hiermit gewährleistet er also, dass der Kessel tatsächlich durchgängig und bei Vollast läuft. Er flitzt in den Keller und liest am Gaszähler den Zählerstand und am Wärmezähler den Energieverbrauch der beiden Wohnungen ab. Nun läuft die Testzeit. Der Versuch wird insgesamt genau eine Stunde durchgeführt. Er liest wiederum die Zählerstände ab. Seine Ergebnisse:

- Gasverbrauch laut Gaszähler: 1 m^3 also bei einem Energiegehalt des Erdgases von 10 kWh/m^3 genau 10 kWh .
- Energieverbrauch laut Wärmezähler: Für beide Wohnungen zusammen $9,5 \text{ kWh}$.

Beide Energiemengen (laut Gas- und Wärmezähler) sind innerhalb einer Stunde erbracht worden. Man teilt daher beide Werte durch eine Stunde und hat die Leistung der beiden Größen ermittelt.

Sein Kesselwirkungsgrad „ η “ beträgt daher:

$$\eta = \frac{\dot{Q}_N}{\dot{Q}_F}$$

$$\eta = \frac{9,5 \text{ kW}}{10 \text{ kW}} = 0,95$$

η = Wirkungsgrad (sprich: eta)

\dot{Q}_N = Nennleistung

\dot{Q}_F = Feuerungsleistung

Von der zur Verfügung gestellten Energiemenge aus dem Erdgas wurden also lediglich 95 % als Nutzwärme abgegeben. Der Kesselwirkungsgrad beträgt daher 95 %. Er beinhaltet also alle zur Umsetzung benötigten Komponenten bis zum Kesselstut-



Bild: www.hottemrot.de

Dieses Schätzchen wird sich wohl kaum mit Spitzenwerten zeigen

zen (im Beispiel hier bis zum Wärmezähler). Der Kessel selbst gibt ein wenig der aufgenommenen Energie an den Heizraum ab (ca. 1 %) und die Feuerung ist ebenfalls nicht ohne Verluste (hier ca. 4 %). Der Schornstein pustet diesen Anteil nach draußen. Diese Momentaufnahme der Effektivität einer Feuerung im Zusammenspiel mit einem Kessel kann über die Messung nach BImSchV [1] ebenfalls erfasst werden. Diese Messung ergibt dann aber nur den feuerungstechnischen Wirkungsgrad. Darin werden nur die Abgasverluste berücksichtigt.

DER NUTZUNGSGRAD

Der Hausbesitzer hebt beide Notizen über den Versuchsstart genau ein Jahr auf, flitzt wiederum in den Keller und liest nochmals Gaszähler und Wärmezählern ab. Klar, die Schornsteinfegertaste hat er indessen ausgeknipst. In der Zwischenzeit hat



DICTIONARY

Heizkessel	=	heating boiler
modulieren	=	modulate
Norm-Nutzungsgrad	=	standard efficiency
Wirkungsgrad	=	efficiency
Zeitraum	=	period of time



Ein Wärmehähler zur Kontrolle der abgegebene Energiemenge besitzt einen Flügelradzähler und zwei Temperaturfühler

der Kessel alle realistischen Phasen einer Heizung durchlebt. Zeiten mit geringer Vorlauftemperatur, weil es nicht immer so eisig kalt war, Zeiten mit ausschließlichem Betrieb für Warmwasser und Zeiten, in denen der Kessel nur mal am Abend angeschmissen wurde um „durchzuheizen“. Während der Zeiten mit geringeren Vorlauftemperaturen wird der Wirkungsgrad des Kessels erhöht gewesen sein gegenüber dem einstündigen Modellversuch. In den Sommermonaten lief der Kessel mit sehr hohen, zur Trinkwassererwärmung notwendigen Temperaturen und kühlt dann in der Regel komplett wieder ab. Im Übergangszeitraum waren seine Verluste ebenfalls anders zu bewerten. Die Mischung macht 's eben. Diese zeigt für das Beispielobjekt:

- Gasverbrauch:
2000 m³ also 20 000 kWh
- Wärmehähler (inklusive Trinkwassererwärmung):
17 500 kWh

Rechnerisch ergibt sich jetzt über alle Phasen des Jahres der sogenannte Jahresnutzungsgrad „ η_{Jahr} “

$$\eta_{\text{Jahr}} = \frac{\text{jährl. Heizwärmemenge}}{\text{jährl. Brennstoffwärmemenge}}$$

Im hier skizzierten Beispiel bedeutet es:

$$\eta_{\text{Jahr}} = \frac{17500\text{kWh}}{20000\text{kWh}} = 0,875$$

Übers Jahr sind die Verluste der Anlage größer als bei der Momentaufnahme eines Kessels.

Übrigens kann dieser Jahresnutzungsgrad auch ermittelt werden, wenn ein Betriebsstundenzähler an einem einstufigen Brenner montiert ist. Da dieser einstufige Brenner im Betrieb immer nur eine feste feuerungstechnische Leistung erbringt, kann dann ebenfalls auf die Jahresleistung geschlossen werden. Diese Art der Bestimmung bietet sich für Ölkessel an. Bei diesen Kesseln ist es sehr schwierig, den Füllgrad des Tanks vor und nach dem Testzeitraum zu ermitteln (Restmenge im Tank). Damit stößt man auch fast automatisch auf ein weiteres Problem der „Nutzgrad-Familie“. Wie sieht es denn aus, wenn ein Kesselhersteller im Voraus bereits Aussagen treffen möchte bezüglich der Güte seines Kessels? Und was, wenn dieser Kessel nicht nur eine feste Spitzenleistung erbringen kann, sondern auch noch geringere Leistungen. Diese sogenannten modulierenden Kessel stellen einen sehr sinnvollen Entwicklungsstand dar.

DER NORMNUTZUNGSGRAD

Für den Fall, dass auch Teillastbereiche per modulierendem Kessel bedient werden können, gibt es die Idee des Normnutzungsgrades. Der Kessel wird nun nicht mehr im Kundenkeller, sondern im Labor des Kesselherstellers auf einen Prüfstand montiert. Die Inbetriebnahme erfolgt unter den verschiedensten Anforderungen. Nicht die Schornsteinfertaste und eine beliebige, meist hohe, Vorlauftemperatur bestimmen die Betriebszustände des Kessels. Ein festes Prüfprotokoll wird abgefahren. Darin sollen die realistischen und möglichen Betriebszustände des Kessels Berücksichtigung finden. Zum Beispiel werden laut DIN 4702-8 [2] insgesamt fünf Teillastbereiche (13 %, 30 %, 39 %, 48 %, 63 %) am Kessel simuliert. Für den Kessel bedeutet das zum Beispiel bei folgenden Temperaturen getestet zu werden:

Kesselleistung in Prozent	Vorlauftemperatur in °C	Rücklauf-temperatur in °C
13	27	25
30	37	32
39	42	36
48	46	39
63	55	45

Geringe Vorlauftemperaturen haben für einen Kessel zur Folge, dass die Tauscherflächen, also die Kessel-Innenwände, ebenfalls relativ kühl sind. In der Folge wird dieser Kessel

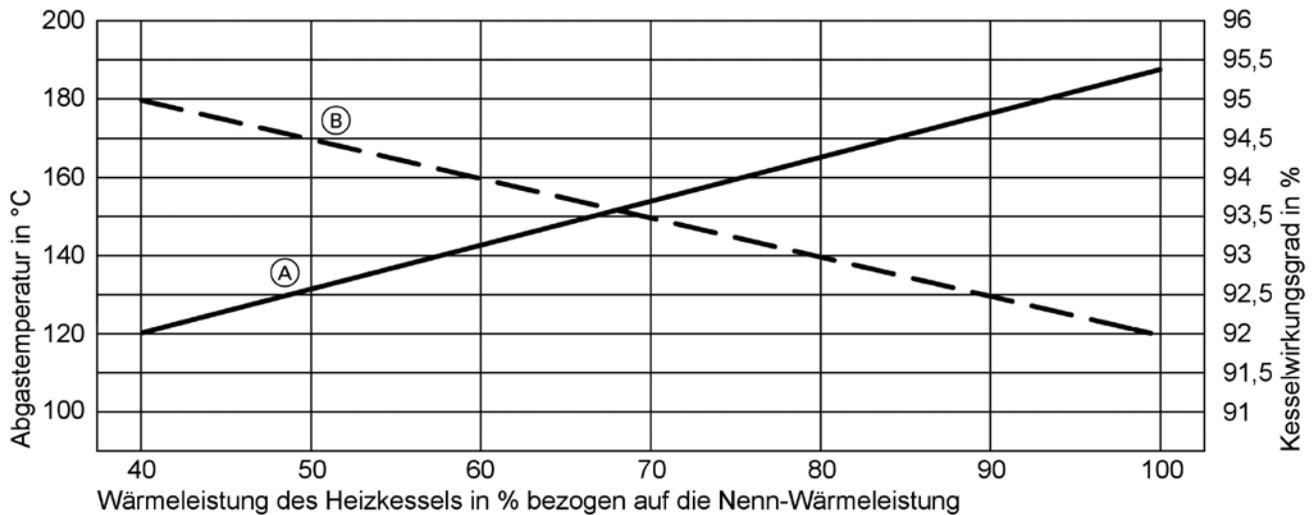


Bild: Viessmann

- (A) Abgastemperatur in °C
- (B) Kesselwirkungsgrad in %

Mit zunehmender Abgastemperatur sinkt der Wirkungsgrad eines Kessels

einen besseren Wirkungsgrad erzielen als bei relativ heißen Wänden. Der kleinste Teillastfall (13 %) bei 27°C im Vorlauf und 25°C im Rücklauf stellt also den besten Wirkungsgrad für den Kessel dar. Bei Volllast (100 %) und 75°C im Vorlauf geht der Wirkungsgrad ein paar Pünktchen runter. Das würde übrigens die Betrachtung auf dem Prüfstand genauso ergeben wie die Überprüfung im Kundenkeller. Ein kalter Kessel (Teillast) hat einen besseren Wirkungsgrad als ein heißer Kessel. Klar, und die Abgastemperaturen wären bei einem heißen Kessel auch entsprechend höher. Sie könnten sich an den heißeren Wänden ja nicht so schnell abkühlen. Heiße Abgase durch den Schornstein zu jagen heißt aber immer auch Verluste zu produzieren, je heißer desto doller.

EINFLÜSSE DES HEIZSYSTEMS

Ein und derselbe Kessel wird vom Hersteller natürlich mit einem einheitlichen Normnutzungsgrad ausgeliefert. Der Kessel kann aber in unterschiedlichen Einbausituationen durchaus verschiedene Jahresnutzungsgrade liefern. Beispielsweise können die Heizungsleitungen eines Systems unterschiedliche Verlustleistungen hervorrufen. In einem Gebäude verlaufen die Heizungsleitungen entgegen der EnEV [3] vielleicht ungedämmt durch eine offene Tiefgarage. In einem anderen Gebäude sind die Leitungen gut wärmedämmt und verlaufen nur auf den warmen Innenwänden eines Niedrigenergiehauses. Klar, dass die besseren Einbaubedingungen einen besseren Jahresnutzungsgrad nach sich ziehen können. Oder bedingt durch Unterschiede im Heizsystem ergeben sich andere Anforderungen. Beispielsweise können natürlich zur

Beheizung einer Fußbodenheizung deutlich geringere Vorlauftemperaturen gefahren werden als zur Beheizung mittels Heizkörpern.

DER MIX MACHT'S

So wie bei einem Auto nicht allein die maximale Leistung oder der niedrigste Verbrauch bezogen auf 100 Kilometer Fahrstrecke interessant ist, so wird auch beim Heizkessel unterschieden. Landstraße, Stadtverkehr und Autobahn gemischt ergibt eine gute Vergleichsmöglichkeit für den Boliden. Und es liegt dann am Fahrer selbst, ob er bis kurz vor der roten Ampel noch beschleunigt, um dann mit quietschenden Reifen zum Stehen zu kommen (sogenannter Redakteurstil) oder bereits zwei Kilometer vorher ausrollen lässt (sogenannter Hasenfußstil). Dem potenziellen Kunden eines neuen Kessels jedenfalls kann man getrost die Fakten erläutern. Und nach dem Einbau des Kessels wird die fortlaufende Wartung erheblich etwas ausmachen am Wirkungsgrad und Jahresnutzungsgrad. Schließlich kommt noch die laufende Beratung für die Kesselregelung und andere Komponenten der Heizungsanlage hinzu. Dicke Heizkörper schaden nie, jedenfalls nicht dem Jahresnutzungsgrad. Letztlich ist das Gesamtkunstwerk „Heizung“ gefragt, um erfreuliche Bedingungen für einen Kunden und für die Umwelt zu erhalten.

Literarnachweis:

- [1] BImSchV: Bundesimmissionsschutzverordnung
- [2] DIN 4702-8: Heizkessel; Ermittlung des Norm-Nutzungsgrades und des Norm-Emissionsfaktors
- [3] EnEV: Verordnung über energiesparenden Wärmeschutz und energiesparende Anlagentechnik bei Gebäuden (Energieeinsparverordnung – EnEV)