

# Effizienzmessung bei Brennwert-Heizungsanlagen

## Neues Verfahren zum Vergleich von Ist- und Sollwerten

Prof. Dr.-Ing. Alexander Floß, Fachhochschule Biberach

Brennwertkessel beinhalten Normnutzungsgrade von bis zu 109 Prozent und beweisen damit eine hohe energetische Effizienz sowie ein enormes Einsparpotential gegenüber Niedertemperatur- oder gar Standardkesseln. Um das Einsparpotential von Brennwertkesseln gegenüber Niedertemperatur- oder Standardkesseln voll zu erschließen, muss die gesamte Heizungsanlage, d.h. auch Hydraulik und Regelung, auf die Brennwerttechnologie abgestimmt werden. Diese Abstimmung findet in der Praxis

### Brennwerttechnik

Das Merkmal eines Brennwertkessels besteht darin, dass der bei der Verbrennung entstehende Wasserdampf als Latentwärmeanteil gezielt genutzt wird. Hierzu muss das Abgas unter seinen Taupunkt (Kondensationspunkt) abgekühlt werden. Die Abgasabkühlung erfolgt in der Regel in einem Wärmetauscher, der Abgase und Kesselrücklaufwasser im Gegenstromprin-

bisher viel zu wenig Beachtung. Eine generelle Überprüfung aller maßgeblichen Details im Rahmen der Bauabnahme erscheint praxisfremd. Auch betriebsbedingte Veränderungen an der Anlage, wie beispielsweise das Verkalken von Wärmetauschern führen dazu, dass Brennwertanlagen in der Praxis meist weit abseits ihres geplanten Optimums mit einem deutlich erhöhten Energieverbrauch arbeiten. Das Kondi-Check-Verfahren stellt eine neue Methode zur Messung der Heizungsanlagen-Effizienz dar.

zip führt. Daher kann das Abgas bestenfalls auf das möglichst niedrig liegende Rücklauftemperaturniveau abgekühlt werden. Der Gewinn durch die Nutzung der latenten Wärme ist vom Energieträger (Wasserstoffgehalt) abhängig und kann bei vollständiger Nutzung maximal

**Erdgas 11%**  
**Heizöl 6 %**

betragen.

Der zusätzliche Gewinn an sensibler Wärme liegt in der Größenordnung von 1% bei einer Reduzierung der Abgastemperatur um 30° C.

Die Menge des kondensierten Wasserdampfes hängt primär von der Abgastemperatur ab.

In Abb.1 ist der Zusammenhang von Abgastemperatur und Kondensatwassermenge dargestellt.

Solange die Abgastemperatur über der Tau-



Abb.2 Messgerät „Kondi-Check“

punkttemperatur (abhängig vom Brennstoff und vom Luftüberschuss bei 56° C) liegt, fällt kein Kondenswasser an.

Wie bereits erwähnt, beginnt bei einem Absinken der Abgastemperatur unter die Taupunkttemperatur der Wasserdampf im Abgas zu kondensieren. Die anfallende Kondensatmenge steigt mit kälteren Abgastemperaturen stark an und kann bei Erdgas maximal ca. 1,6 Liter pro Kubikmeter Gas betragen. Ebenfalls in Abb.1 ist der Feuerungstechnische Wirkungsgrad über der Abgastemperatur aufgetragen. Im Bereich von 200° bis hinunter zu 56° C Abgastemperatur ist der flache Anstieg des Wirkungsgrades auf die Reduzierung sensibler Abgas-Wärmeverluste zurückzuführen. Der steile Anstieg des Wirkungsgrades bei Abgastemperaturen unter 56° C beruht auf dem Gewinn aus latenter Wärme aus dem Wasserdampf.

Der weit verbreitete Irrglaube, dass die optimale Kondensation und damit der maximale Wirkungsgrad bereits bei einer geringen Unterschreitung der Taupunkttemperatur durch das Abgas vorliegt, lässt sich mit Abb.1 leicht widerlegen. Vielmehr ist es im Rahmen einer

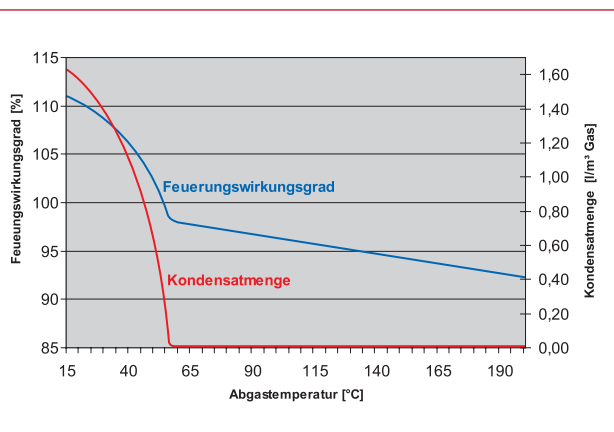


Abb.1 Kondensatwasseranfall und Feuerungstechnischer Wirkungsgrad in Abhängigkeit von der Abgastemperatur (Verbrennung von Erdgas;  $\lambda = 1,1$ )

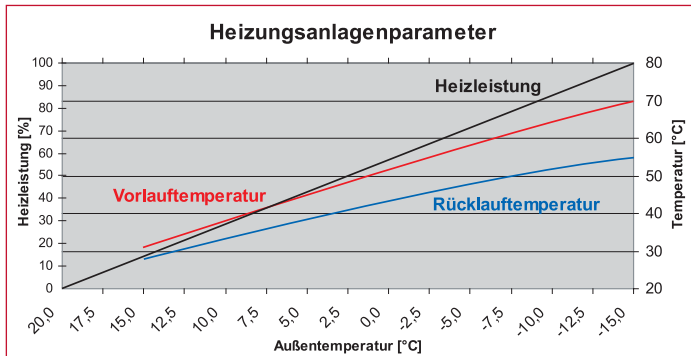


Abb.3 Heizungsanlagenparameter in Abhängigkeit der Außentemperatur für Auslegungsbedingung 70/55/20

Wirkungsgradsteigerung notwendig, die Abgase auf ein Minimum abzukühlen. Hierzu ist eine möglichst niedrige Kesselrücklauftemperatur des Heizungswassers anzustreben (vgl. Brennwerttechnik).

### Typische Fehler bei Brennwertanlagen

Der Hauptgrund für niedrige Kessel-Wirkungsgrade liegt in der Praxis in einer unzureichenden Kondensation des Wasserdampfes aus dem Abgas aufgrund zu hoher Kessel-Rücklauftemperaturen. Die Ursachen hierfür sind sehr vielfältig und müssen individuell überprüft werden. Hier sind nur einige sehr häufig auftretende Fehler genannt:

- nicht einreguliertes hydraulisches Heizungsnetz
- hydraulischer Kurzschluss
- Einspritzschaltungen
- verkalkte Brauchwasserwärmetauscher
- permanent laufende Brauchwarmwasser-Ladepumpen
- etc.

Da die Kessel-Rücklauftemperatur je nach momentaner Anlagennutzung großen Schwankungen unterliegt, ist ein Momentanwert der Rücklauftemperatur nicht aussagekräftig. Auch eine Aufzeichnung der Rücklauftemperatur über einen längeren Zeitraum reicht ohne Kenntnis der jeweils zugehörigen Kesselauslastung nicht aus - eine qualitative Interpretation bezüglich der Kesseleffizienz ist so nur schwer möglich.

### Neues Verfahren zur Effizienzbewertung

Dieses Verfahren zur Beurteilung von Heizungsanlagen mit Brennwerttechnologie ermittelt den „Ist“-Zustand einer Brennwertanlage über Messungen, ihren „Soll“-Zustand über eine Simulation. Durch einen Vergleich des aus der Kondensatmessung ermittelten tatsächlichen Nutzungsgrades („Ist“-Zustand) mit dem durch Simulation ermittelten theoretischen Nutzungsgrad („Soll“-Zustand) lässt sich das Einsparpotential schnell abschätzen. Durch Messung der über eine bestimmte Zeitdauer aus dem Brennwertkessel abgeleiteten Kondensatmenge mit Hilfe des Messgerätes „Kondi-Check“, Abb. 2, lässt sich bei bekanntem Gas- bzw. Ölverbrauch die brennstoffbezogene Kondensat-

„Gib  
mir  
mal  
ein  
Flexcon!“

Dass aus neuen Produkten branchenweite Standardlösungen werden, passiert nicht jeden Tag. So gesehen hatten wir bei Flamco Wemefa wohl das ein oder andere Mal ziemliches Glück: Wie beim Flexcon, dessen Name noch heute stellvertretend für die Produktgattung der Membran-Druckausdehnungsgefäße steht. Oder beim Airfix, beim Flamcomat und unseren chipgestützten Steuermodulen. Vielleicht verdanken wir den Erfolg unserer Entwicklungsarbeit aber auch ganz anderen Faktoren. Zum Beispiel unserer Art, Ideen für neue Lösungen genau dort zu suchen, wo sie sich später bewähren müssen: im Lebens- und Arbeitsalltag unserer Kunden.



**Flamco Wemefa**

Flamco Wemefa GmbH · 42555 Velbert · www.flamco.de

menge [Liter Kondensat/m<sup>3</sup> Gas] sehr leicht ermitteln. Da, wie aus Abb.1 ersichtlich, die anfallende spezifische Kondensatmenge in einem direkten Zusammenhang mit dem Feuerungstechnischen Wirkungsgrad steht, lässt sich der tatsächliche Nutzungsgrad von Brennwertkesseln in bestehenden Heizungsanlagen sehr exakt bestimmen.

Die starke Abhängigkeit der Kondensatwassermenge und damit der Effizienz der Brennwertanlage von der Rücklaufemperatur macht es notwendig, Rücklaufemperatur und Heizungsauslastung über den

tischer Nutzungsgrad von ca. 102 % erzielen, wobei eine durchschnittliche Kondensatmenge von 0,54 Liter pro Kubikmeter Gas anfällt.

## Kondensationsgütegrad

Die anfallende Kondensatwassermenge gibt Aufschluss über die Effizienz des Brennwertkessels. Das Verhältnis aus tatsächlich gemessener Kondensatmenge zur berechneten maximalen anlagenspezifischen Kondensatmenge wird als Kondensationsgütegrad definiert:

$$\eta_{\text{Güte, Kondensation}} = \frac{\text{tatsächliche Kondensatmenge}}{\text{maximale anlagenspezifische Kondensatmenge}}$$

Zustand“ der Anlage beurteilt. Hierzu ist lediglich der Zugang zum Heizraum notwendig, was speziell im Energie-Contracting-Geschäft einen großen Vorteil darstellt. Zu diesem Verfahren gehört ein entsprechendes Messgerät sowie ein Simulationsprogramm. Nur wenn es eine geringe Effizienz diagnostiziert, muss die Heizungsanlage genauer überprüft werden.

Das hierfür entwickelte Messgerät „Kondi-Check“ ermöglicht die Messung des über einen bestimmten Zeitraum aus dem Brennwertkessel abgeleiteten Kondensates. Bei bekanntem Gas- bzw. Ölverbrauch lässt sich daraus der tatsächliche Nutzungsgrad von Brennwertkesseln in bestehenden Heizungsanlagen bestimmen.

Durch eine individuelle Heizlast- und Anlagensimulation mit dem Simulationsprogramm „Kondi Check“ lässt sich die theoretisch zu erreichende Kondensatwassermenge und daraus der erreichbare Nutzungsgrad für jede Brennwertheizungsanlage individuell bestimmen. Untersuchungen an zahlreichen Brennwertanlagen unterschiedlicher Heizleistung (10 bis 1000 KW) haben gezeigt, dass das Kondi-Check-Verfahren in der Praxis problemlos funktioniert und eine hohe Genauigkeit (Abweichung < 1% bezogen auf den Nutzungsgrad) aufweist.

Bei den bisher durchgeführten Untersuchungen wurde festgestellt, dass der überwiegende Anteil der Brennwertanlagen weit unter den Erwartungen arbeitet.

Speziell bei größeren Heizungsanlagen wurden Nutzungsgrade festgestellt, die bis zu 10 % unter dem Soll der Planung lagen. In den meisten Fällen ließen sich die prognostizierten Einsparpotentiale durch einfache Änderungen an den Anlagen nachweislich erzielen.

*Autor*  
 Prof. Dr.-Ing. Alexander Floß  
 FH Biberach, Institut für Gebäude- und Energiesysteme  
 Planungsbüro Moosburg  
 Tel: 0 87 61/75 35 25

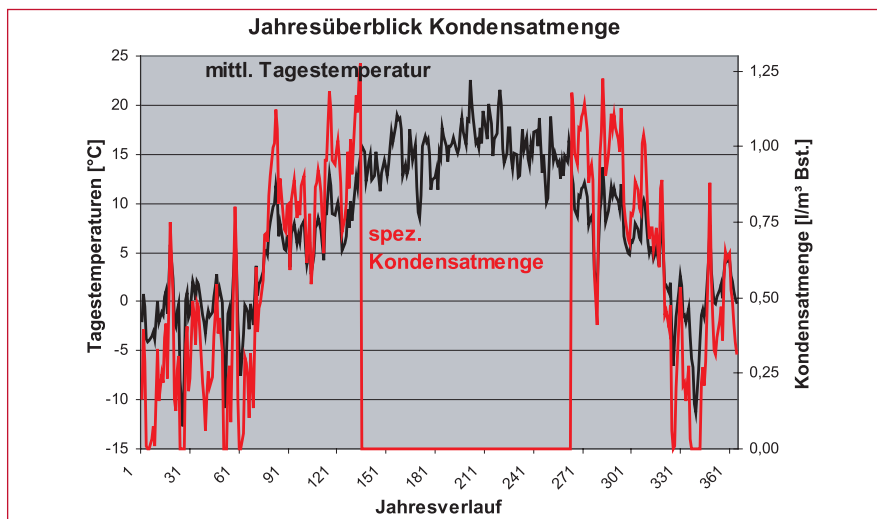


Abb.4 Jahresverlauf der Kondensatmenge für eine Heizungsauslegung 70/55/20

Verlauf eines Jahres zu berechnen. In Abb. 3 ist beispielhaft der Verlauf einer vorgegebenen Vorlaufemperatur (Heizkurve), der berechneten Rücklaufemperatur sowie der benötigten Heizleistung über der Außentemperatur aufgetragen.

Durch eine Außentemperaturvorgabe, z.B. nach dem Standard Referenz Jahr (SRY), können nun die Anlagenzustände Heizleistung und Rücklaufemperatur über den Jahresverlauf ermittelt und der Jahresverlauf der spez. Kondensatmenge berechnet werden, Abb. 4.

Zur Ermittlung des Jahresnutzungsgrades wird die spezifische Kondensatmenge mit der jeweiligen Heizleistung gewichtet. Bei einer Standardauslegung (70/55/20) mit Heizkörpern lässt sich so ein theoretischer Nutzungsgrad von ca. 102 %

## Zusammenfassung und Praxiserfahrungen

Derzeit sind Messungen an Brennwertheizungsanlagen, die Aussagen über die Anlageneffizienz geben (z.B. Wirkungsgrad oder besser Jahresnutzungsgrad), nicht üblich. Eine Vielzahl von kleinen Fehlern in den Anlagen führen aber oft zu ineffizienten Betriebsweisen, die meist nicht bemerkt werden und so über Jahre einen erhöhten Energieverbrauch mit damit verbundenen Kosten zur Folge haben.

Ein Überprüfen aller möglichen Fehlerquellen ohne konkreten Verdacht in regelmäßigen Abständen scheint auf Grund des Aufwandes nicht vertretbar.

Mit dem vorliegenden Verfahren „Kondi-Check“ wird ein Weg aufgezeigt, der den „energetischen Ist-

# Die Welt ist keine Scheibe - Ihre Anzeigen auch nicht [...]

Anmeldung  
Service-Box



**innovatools**

*Werkzeuge für den Erfolg*

Fach.**Journal**

*Fachzeitschrift für Erneuerbare Energien & Technische Gebäudeausrüstung*

[Hier mehr erfahren](#)



**innovapress**

*Innovationen publik machen  
schnell, gezielt und weltweit*

Filmproduktion | Film & Platzierung | Interaktive Anzeige | Flankierende PR | Microsites/Landingpages | SEO/SEM | Flashbühne