

Ergebnisse des Projektes

Felduntersuchung: Betriebsverhalten von Heizungsanlagen mit Brennwertkesseln



AZ: 14133

Ziel

"Felduntersuchungen: Betriebsverhalten von Heizungsanlagen mit Gasbrennwertkessel"

60 Heizungsanlagen mit Gas-Brennwertkesseln und 7 mit Gas-Niedertemperaturkesseln wurden mit zusätzlichen Wärmemengenzählern ausgestattet und über drei Jahre gemessen.

Die Auswertung des Messprogramms sollte die Frage beantworten, ob für die Bewertung von Wärmeerzeugern häufig herangezogene Normnutzungsgrade von bis zu 109 % (H_u bezogen) im Praxisbetrieb erreicht werden und ob der Jahresnutzungsgrad des Kessels als alleiniges Beurteilungskriterium einer Heizungsanlage für die energetische Effizienz ausreicht.

Normnutzungsgrad versus Jahresnutzungsgrad

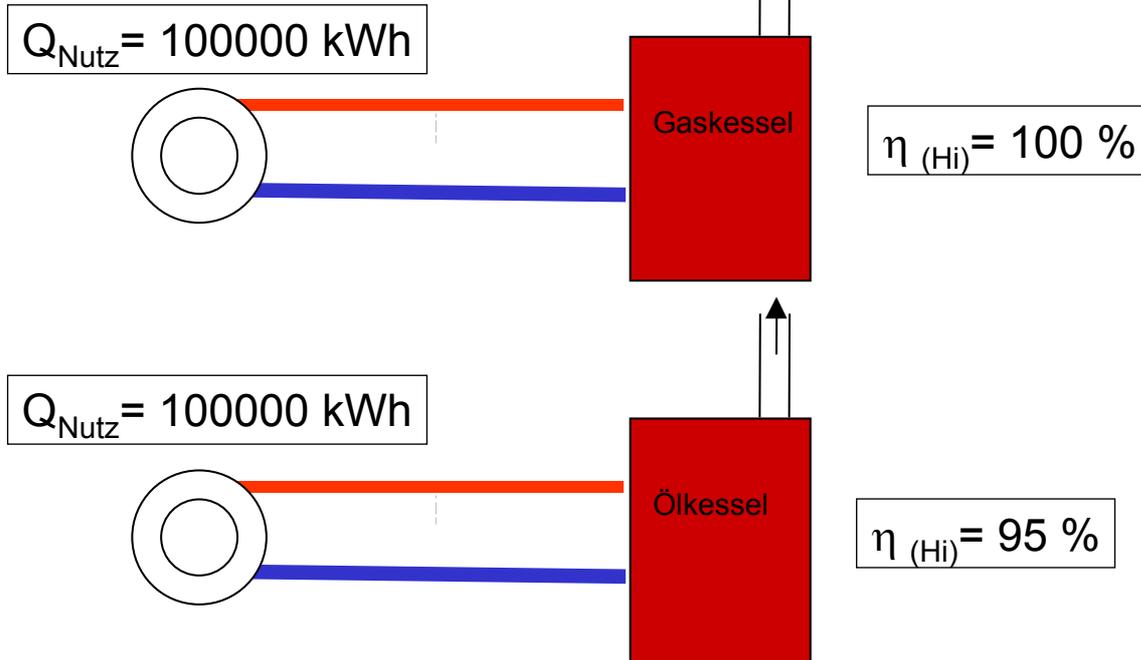
In einem Standard-Handbuch für Heizungs- und Klimatechnik eines bekannten Kessel- und Heizsystemherstellers finden sich noch in einer älteren Ausgabe von 1995 die folgenden Aussagen:

"Um Heizkessel-Anlagen der verschiedenen Bauarten energiewirtschaftlich auf rein messtechnischer Grundlage miteinander vergleichen zu können, kann der Jahresnutzungsgrad aus Gründen des Versuchszeitraumes praktisch nicht herangezogen werden. Damit aber eine vernünftige Beurteilung erreicht werden kann, wird - sozusagen als Kurzverfahren - eine neue Vergleichszahl angewandt, die auch in DIN 4702-8 als sog. Norm-Nutzungsgrad η_N definiert ist.

*Der Norm-Nutzungsgrad soll funktionsbedingt allein auf den Wärmeerzeuger selbst bezogen sein. er kann daher besondere Einflussgrößen, wie Gebäudeart, Heizgewohnheiten, Kesseldimensionierungsqualitäten und –genauigkeiten o.ä.m., die bekanntlich im normalen Jahresnutzungsgrad zusätzlich noch Berücksichtigung finden, nicht enthalten. Aus diesem Grunde lässt sich auch der Norm-Nutzungsgrad nicht mit dem Jahresnutzungsgrad ohne weiteres vergleichen, **denn für ein und denselben Wärmeerzeuger liegt der Norm-Nutzungsgrad in der Regel um bis zu 1% über dem Jahresnutzungsgrad**".*

*Mit dieser Aussage wurde und wird teilweise auch heute noch allen am Bau Beteiligten - Planern, Handwerkern, Endkunden - suggeriert, **dass der reale Jahresnutzungsgrad eines Wärmeerzeugers nur geringfügig (max. 1%!) vom Normnutzungsgrad abweicht**. Die Ergebnisse dieses Projektes liefern jedoch Unterschiede zwischen real gemessenem Nutzungsgrad und Normnutzungsgrad von **13 Prozentpunkten**.*

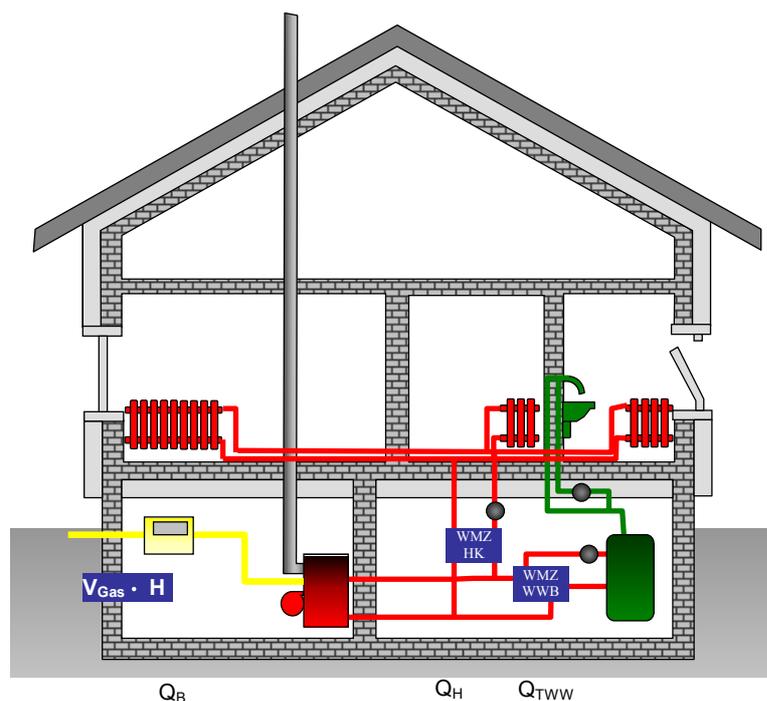
Was ist besser Gas oder Öl?



$$\eta_{(HS)Gas} = \frac{Q_{Nutz}}{Q_{Gas(Hs)}} = \frac{100000kWh}{111000kWh} = 0,90$$

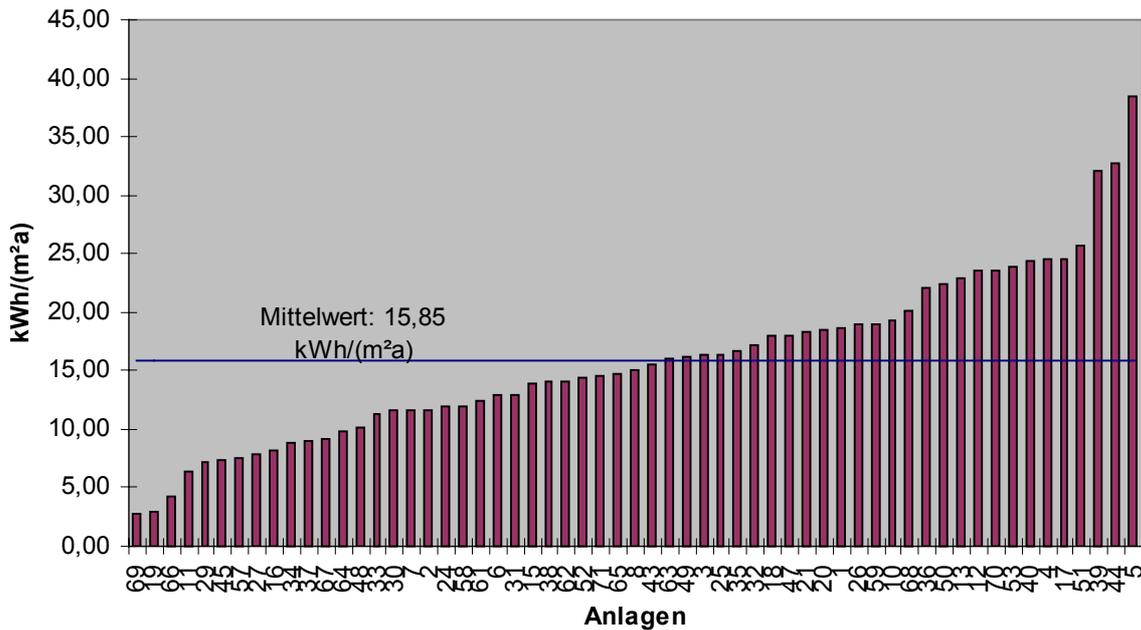
$$\eta_{(HS)Öl} = \frac{Q_{Nutz}}{Q_{Öl(Hs)}} = \frac{100000kWh}{111578kWh} = 0,896$$

In diesem Projekt werden konsequent alle energetischen Kennwerte auf den oberen Heizwert bzw. auf den Brennwert H_o (bzw. heute besser europäisch H_s) bezogen. Hierdurch können auch keine **"negativen Kesselverluste"** (**"regenerative Effekt !?!"**) entstehen, die sonst bei Nutzungsgraden über 100 % auftreten. Zukünftig mit hoher Wahrscheinlichkeit auch in der europäischen Normung.



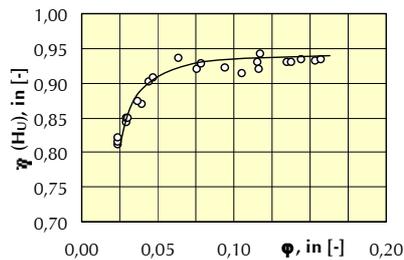
Ausstattung der Anlagen mit Messgeräten

Flächenbezogener jährlicher Erzeugerverlust in kWh(H₀)/(m² a)

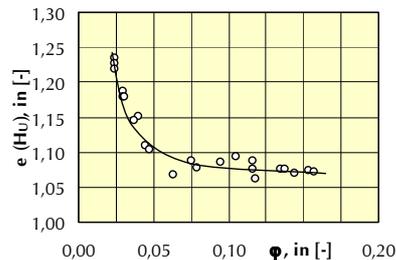


Auswertung von Messwerten:

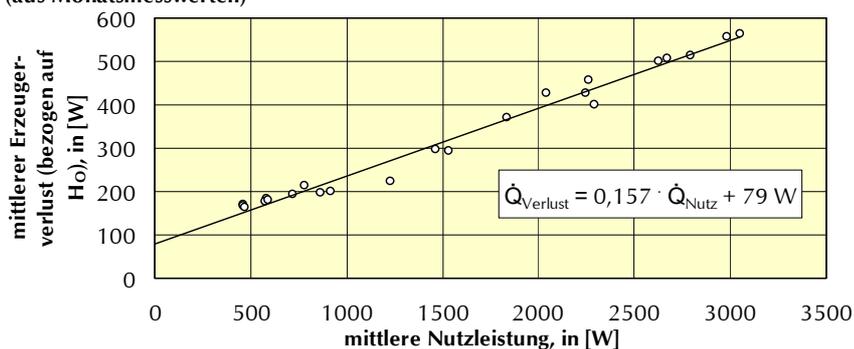
Erzeugernutzungsgrad
(aus Monatsmesswerten)



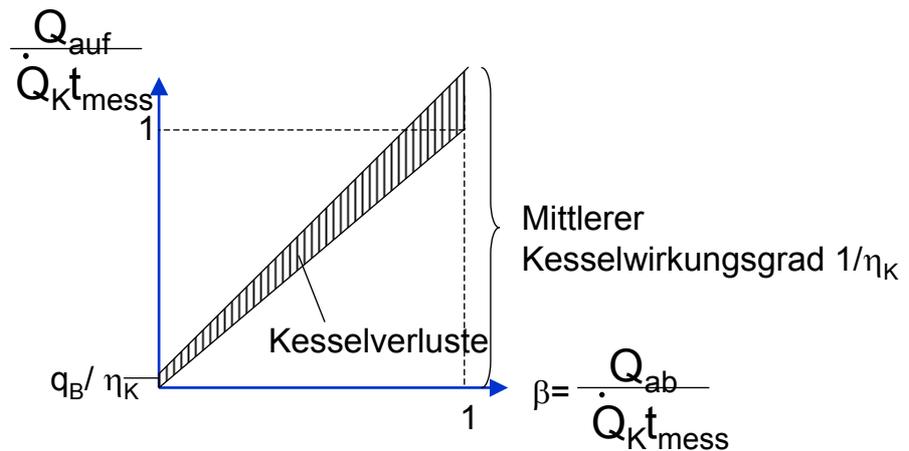
Erzeugeraufwandszahl
(aus Monatsmesswerten)



Erzeugernutz- und -verlustleistung
(aus Monatsmesswerten)



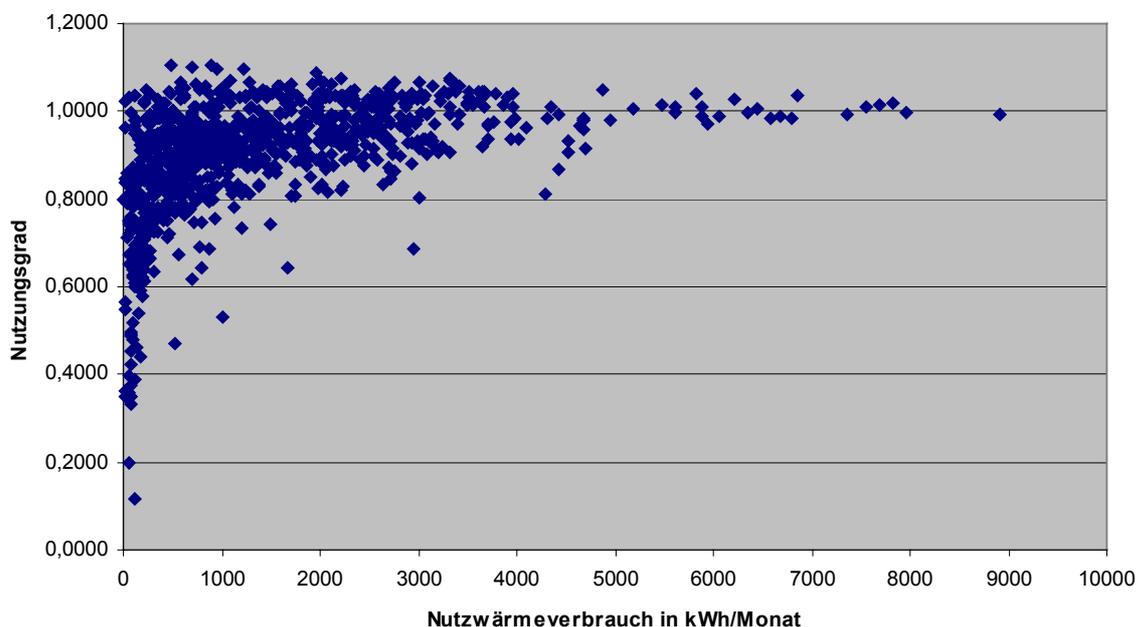
Auswertung: Effizienz des Wärmeerzeugers



Typische Ergebnisse

	gemessen	berechnet	kWh _{HO} /(m ² a)
Verluste Brennwert	16	6,5	
Verluste Niedertemperatur	38	20	

Monatliche Nutzungsgrade aller Brennwertanlagen über dem Nutzwärmeverbrauch (Messzeitraum 2 Jahre)



Normierter Energieaufwand über Auslastung (alle BW-Anlagen)

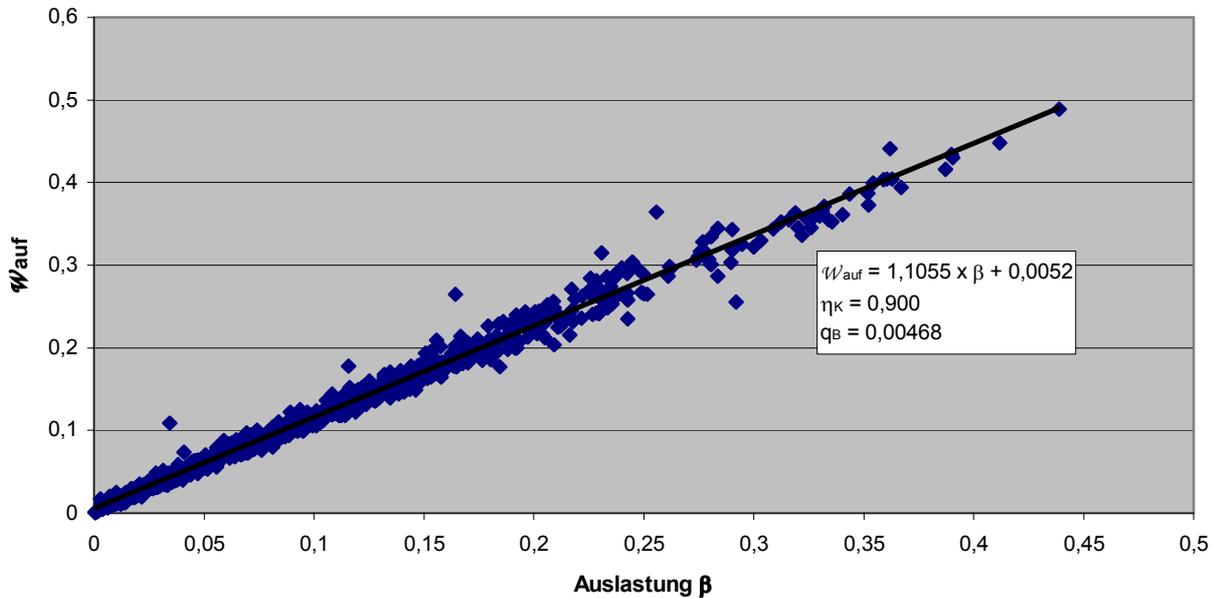


Abbildung: Normierter Energieaufwand über normierter Energieabgabe

Unterschiede zwischen Theorie und Praxis im EnEV-Nachweis

	durchschnittliche Nutzfläche	Erzeugerverlust		
		Messwert	DIN V 4701-10 Anhang C 70/55 °C	BDH-Produktkennwerte 55/45 °C
	m ²	kWh/(m ² a) (H ₀)	kWh/(m ² a) (H ₀)	kWh/(m ² a) (H ₀)
Brennwertkessel	159	15,9	15,2	9,3
Niedertemperaturkessel	149	37,8	19,9	--

Gemessene Erzeugerverluste und Bedarfswerte nach DIN V 4701-10

Rahmenbedingungen zum Erreichen höherer Systemeffizienz

- Einstellung von niedrigen Auslegungsheizwassertemperaturen am zentralen Kesselregler. **SOLVISMALX in Kürze: 55 °C?**
- möglichst Verzicht auf den Einsatz von Überströmventilen zur Aufrechterhaltung eines Kesselmindestwasservolumenstromes
- möglichst Aufstellung des Wärmeerzeugers (und des Trinkwarmwasserspeichers) im beheizten Bereich
- Einsatz einer witterungsgeführten Kessel-/Vorlauftemperaturregelung anstelle einer zentralen Raumtemperaturregelung,

- möglichst niedrige Heizwassertemperaturen, z.B. durch eine alleinige Flächenheizung; der Einfluss eines Fußbodenheizungssystems auf den Heizwärmebedarf, der unabhängig vom eingesetzten Wärmeerzeuger ist, kann aber durchaus negativ sein,
- optimierte regelungstechnische und hydraulische Einbindung von Trinkwarmwasserspeichern insbesondere bei zusätzlicher solarer Warmwasserbereitung,
- Wärmeerzeuger mit optimierten Pumpen **oder - Kesselkonstruktionen mit geringem hydraulischen Widerstand - ohne integrierte Pumpen,**
- Kesselkonstruktionen mit modulierenden Brennern bei großem Modulationsbereich sowie mit optimierten Heizflächen im Feuerraum, bei denen die Abgastemperaturen nur geringfügig über den Kesselwasser-Rücklauftemperaturen liegen.

Durchschnittswerte aller untersuchten Anlagen

Mittlerer Betriebsbereitschaftsverlust:	$q_B = 0,5 \%$
Mittlerer Kesselwirkungsgrad:	90 % (Ho)
Mittlerer Jahresnutzungsgrad:	86 % (Ho).
Mittlere Kesselbelastung:	$\beta = 0,09$ (1,8 kW bei 20 kW Kesselleistung)

Empfehlungen für die Ausführung

Plandaten von den ausführenden Handwerkern einstellen und in einer Fachunternehmererklärung bestätigen:

- Korrekte Einstellung der Heizkurve am Regler
- Anpassung der Pumpe
- Durchführung des hydraulischen Abgleichs

Empfehlungen für die Nutzung

Information und Einweisung in alle wesentlichen Geräte- und Bedienfunktionen v. a. für die Reglereinstellung (Heizpausen, Heizgrenztemperaturen, Sommerbetrieb, Thermostatventilregler)

Aktuelle Ergebnisse eines "Kesselaustauschs":

Neuwertiger Brennwertkessel in einem Neubau nach WschV (EnEV) wurde 2003 ersetzt durch einen SolvisMax (Gasbrennwert).

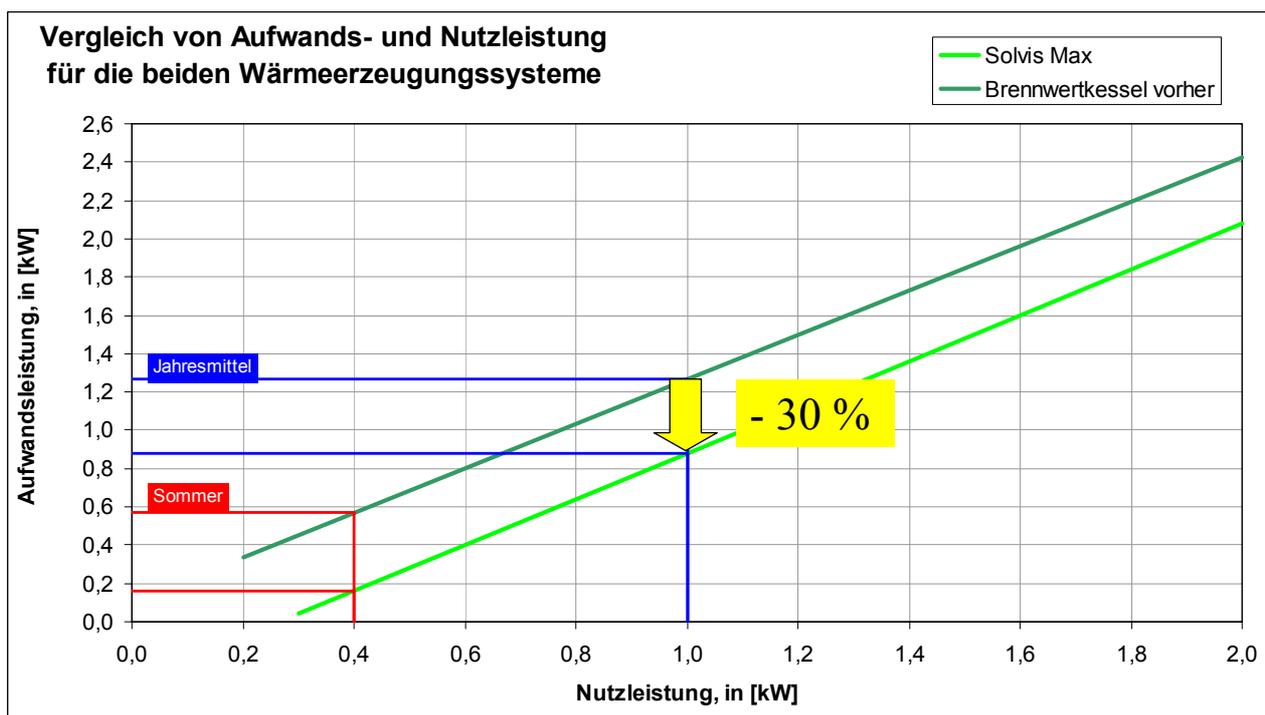
Ergebnis: ca. **30%** geringerer Gasverbrauch bzw. **ca. 3400 kWh/a** Endenergie nach Witterungsbereinigung und bei angenommen gleicher Nutzung.

Nur 1 kW mittlere Nutzleistung für Raumheizung und Trinkwarmwasser (200 m³ Gas bzw. 2000 kWh bzw. 100 € ¹) von 1. Okt. – 6. Dez. 2004 bzw. ca. 1/3 der Heizperiode mit SolvisMax!

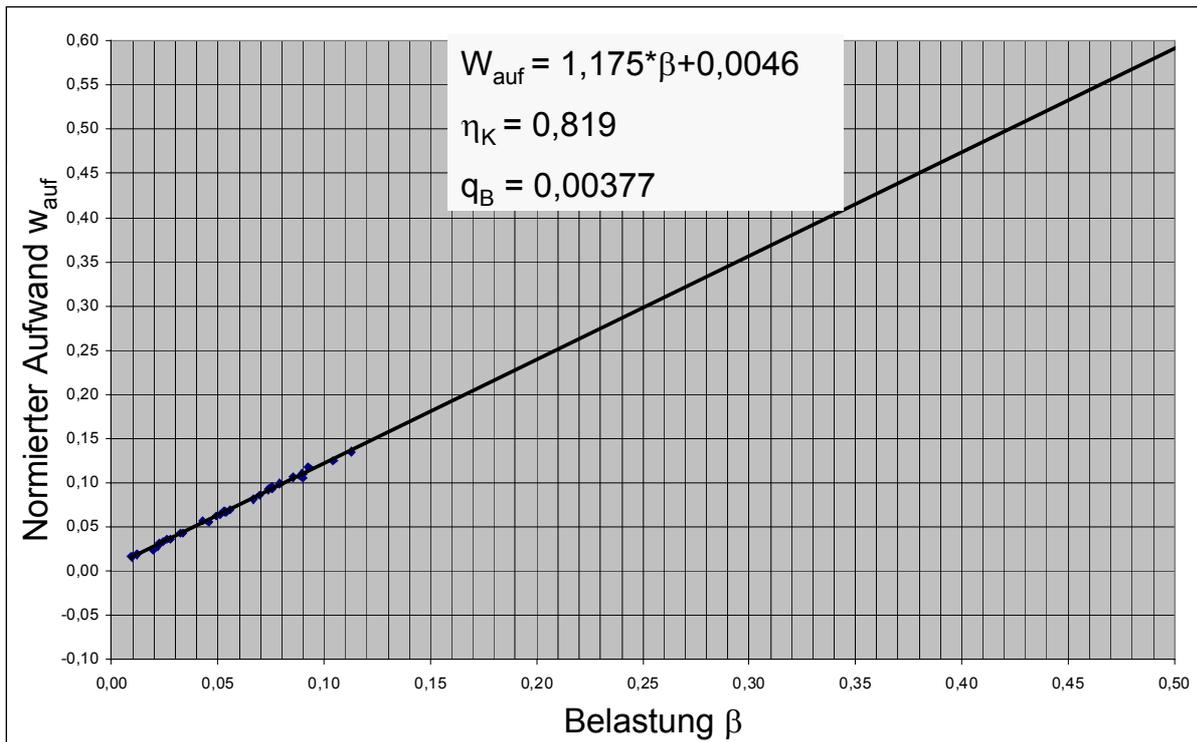
Mittlere Leistung für Trinkwarmwasser im Sommer: 0,4 kW

(2 m³ Gas bzw. 20 kWh bzw. 1€ ¹) von Juni – Juli 2004 mit SolvisMax!

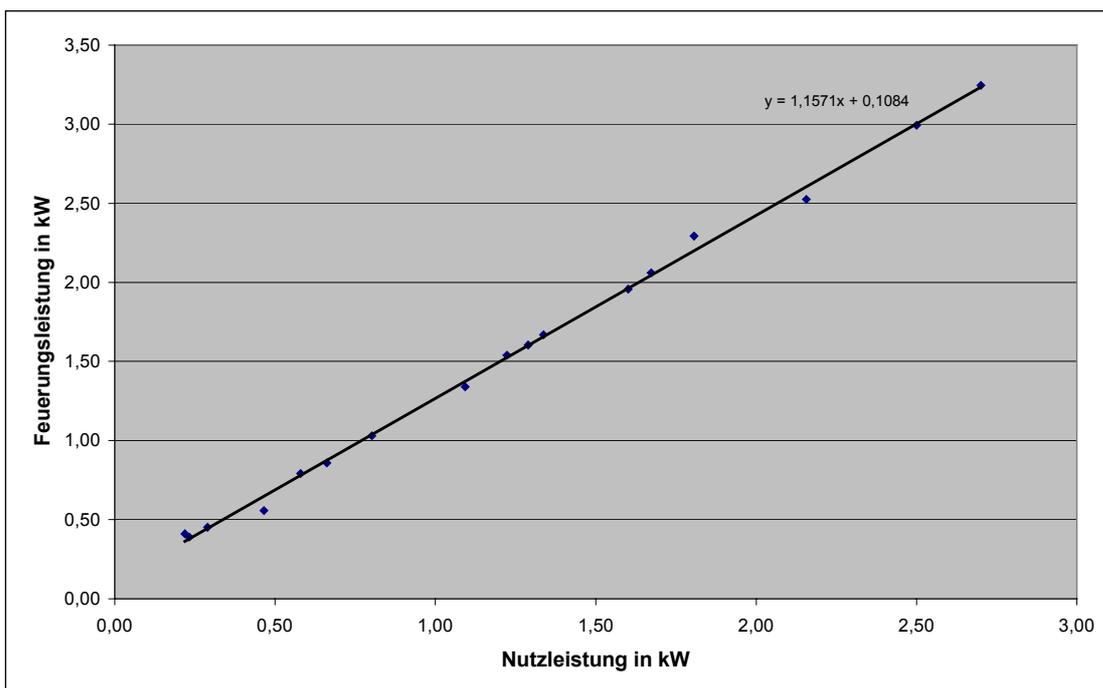
1) Annahme: 0,05 € je kWh



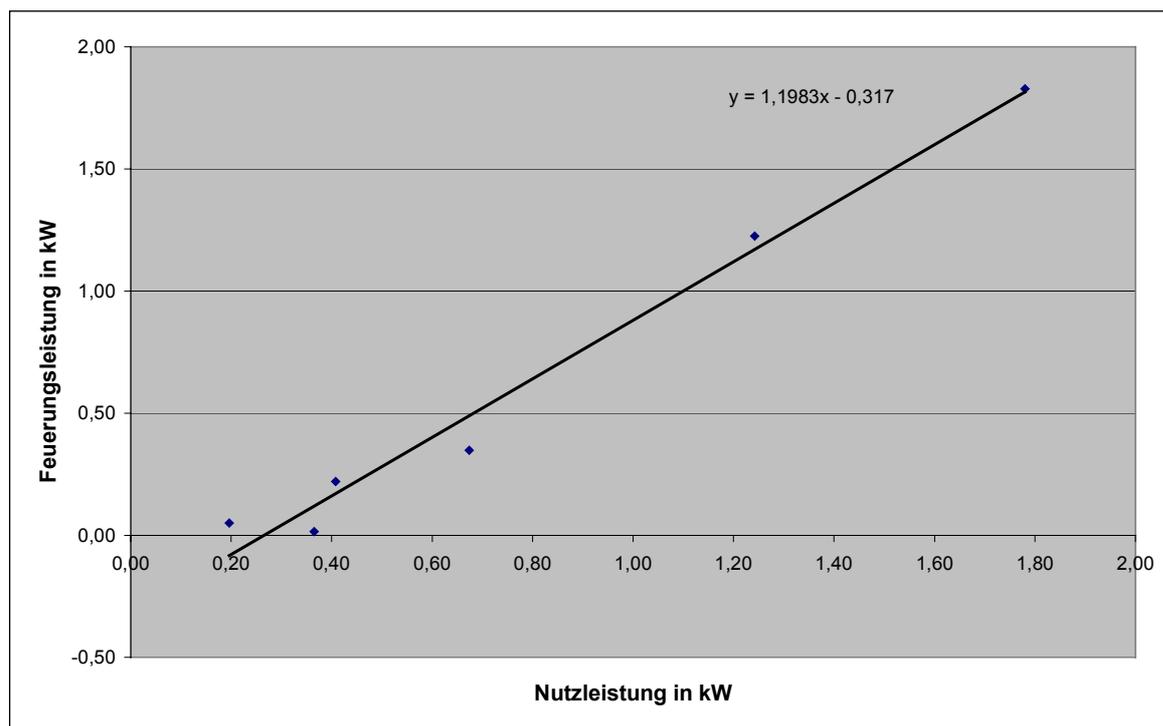
Normierter Aufwand über normierter Belastung (BWK vorher)



Mittlere Feuerungs- (Aufwands-) über Nutzleistung (BWK vorher)



Mittlere Feuerungs- (Aufwands-) über Nutzleistung (SolvisMax)



Zusammenfassung

1. Die nach dem Trinkwarmwasserwärmebedarf dimensionierten Wärmeerzeuger sind für den Neubaubereich mit Heizlasten von 25...50 W/m² zu groß und arbeiten weitgehend unterhalb des Modulationsbereichs des Brenners im Taktbetrieb.
2. Der durch die Konstruktion der Brennwertwandkessel erforderliche Mindestkesselvolumenstrom (wegen des geringen Wasserinhalts der meisten am Markt angebotenen Brennwertgeräte) und der damit verbundene Einsatz von Überströmventilen oder hydraulischer Weichen führt zu einer unerwünschten Rücklauftemperaturenanhebung und damit zu einer Minderung des Brennwertnutzens.

3. Die in den Wärmeerzeugern eingebauten Heizkreisumwälzpumpen weisen für den Neubaubereich viel zu hohe Förderdrücke auf. Im Zusammenspiel mit nicht hydraulisch abgeglichenen Heiznetzen führt dies wegen der hohen Umlaufwassermengen zu kleinen Temperaturspreizungen, erhöhten Rücklauftemperaturen und verstärkter Schalthäufigkeit, die den Nutzungsgrad verschlechtern.
4. Aus nicht angepassten Heizkurven und Reglereinstellungen resultieren zu hohe Systemtemperaturen. Hier sollte von Herstellerseite eine niedrigere Werkseinstellung gewählt werden, um den Heizungsbauer zu zwingen, bei der Inbetriebnahme eine Anpassung der Heizkurve auf Planwerte vorzunehmen.

Energetisches Einsparpotential NEUBAU: bis 50 kWh/(m²a): Heizwärmebedarf von zwei bis drei Passivhäusern

Die mittleren, auf die beheizte Wohnfläche bezogenen Wärmeerzeugerverluste von Brennwertkesseln liegen mit ca. **15 ... 16 kWh/(m²a)** in der gleichen Größenordnung wie der gesamte Raumheizwärmebedarf eines Passivhauses. Ziel: **5 kWh/(m² a)**

Integrierte Pumpen mit 40 bis zu 80 W elektrischer Überschussleistung erzeugen einen zusätzlichen Primärenergiebedarf von **5 bis 9 kWh/(m²a)**

Die Wärmeabgabe von Trinkwarmwasser-Zirkulationsleitungen und von Heizwasserleitungen liegt mindestens noch einmal in der gleichen Größenordnung: **10 kWh/(m² a)**

Durch eine QS der Sekundärseite (Verteilung, Übergabe) ergibt sich ein weiteres Einsparpotential von ca. **10 kWh/(m²a)**, wie erste Ergebnisse der OPTIMUS-Studie zeigen.

***Der ausführliche Abschlussbericht
zum Projekt (153 Seiten) ist bereits
im Internet unter:***

enev.tww.de

verfügbar

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Noch Zeit für Diskussion?