

Energieeinsparung bei der Wärmeübergabe im Raum

Hier schlummern stille Reserven

Ulrich Soller*

Das Konzept für ein Gebäude und seine Heizungsanlage einschließlich Regelung, der Wartungs- und Instandhaltungszustand sowie das Nutzerverhalten bestimmen die Höhe der Differenz zwischen der erforderlichen Nutzenergie für die Heizung und der dafür eingekauften Endenergie. Der Jahresnutzungsgrad η_g für das Gesamtsystem Heizung erfaßt diese Differenz. Bild 1 zeigt die Systembereiche Wärmeerzeugung, Wärmeverteilung und Wärmeübergabe mit je eigenen Nutzungsgraden und bildet die Basis für eine genauere Betrachtung.

Wärmeerzeugung

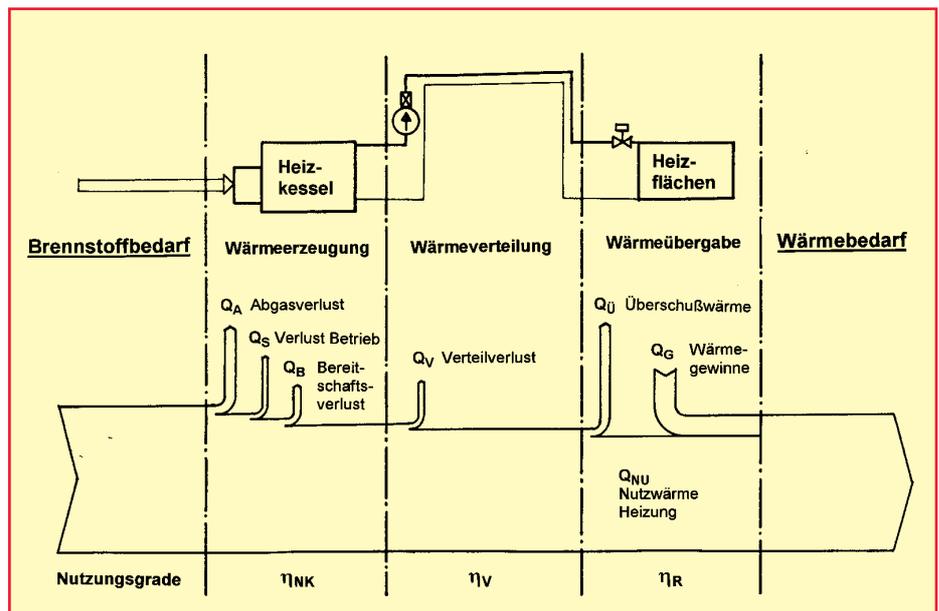
Nach den beiden massiven Energiepreiserhöhungen in der Folge der Energiekrisen nach 1973 suchten die meisten von den hohen Heizkosten herunterzukommen. Bis ca. 1985 waren in kleineren Wohngebäuden vielfach stark überdimensionierte Heizkessel mit konstant hoher Kesseltemperatur anzutreffen, deren meßtechnisch ermittelte Nutzungsgrade zwischen 50 und 65 % lagen. Die Heizungsbranche witterte ein Geschäft und die Kesselhersteller entwickelten zunehmend Spezialkessel mit höheren Nutzungsgraden. Der Niedertemperaturkessel (NT-Kessel) mit Anpassung der Kesseltemperatur an den Bedarf ist heute Standard. Der vom Bezirksschornsteinfeger gemessene Abgasverlust q_A (von 6–16 %) lag bei alten Heizkesseln häufig unter den Wärmeerzeugerverlusten. So manchem Hausbesitzer, der stolz das Meßprotokoll mit z. B. 11 % Abgasverlust vorwies, konnte mit Hinweis auf seinen über 20 °C warmen

Häufig wird in Fachdiskussionen über Heizsysteme die Zusammenhänge der Wärmeübergabe im Raum weitgehend ausgeblendet. Und so bleiben interessante Energieeinsparmöglichkeiten ungenutzt. Der folgende Beitrag untersucht zunächst die Bereiche Wärmeerzeugung und Wärmeverteilung auf Energieeinsparreserven um sich dann auf die Potentiale bei der Wärmeübergabe im zu beheizenden Raum zu konzentrieren.

Heizraum (im UG) erklärt werden, daß hier weitere hohe Wärmeverluste während des Brennerbetriebs (Verlust-Betrieb Q_S) und der Bereitschaftszeit (Bereitschaftsverlust Q_B), in der der Wärmeerzeuger aufgeheizt bereitsteht, entstehen. Bei neuen NT-Kesseln liegen die Bereitschaftsverluste um gut den Faktor 10 niedriger als bei den alten Heizkesseln aus der Zeit vor 1978. Bei neueren Wärmeerzeugern wird vom Hersteller der Normnutzungsgrad η_{NK} , der die drei Verluste (Q_A , Q_S und Q_B) zusam-

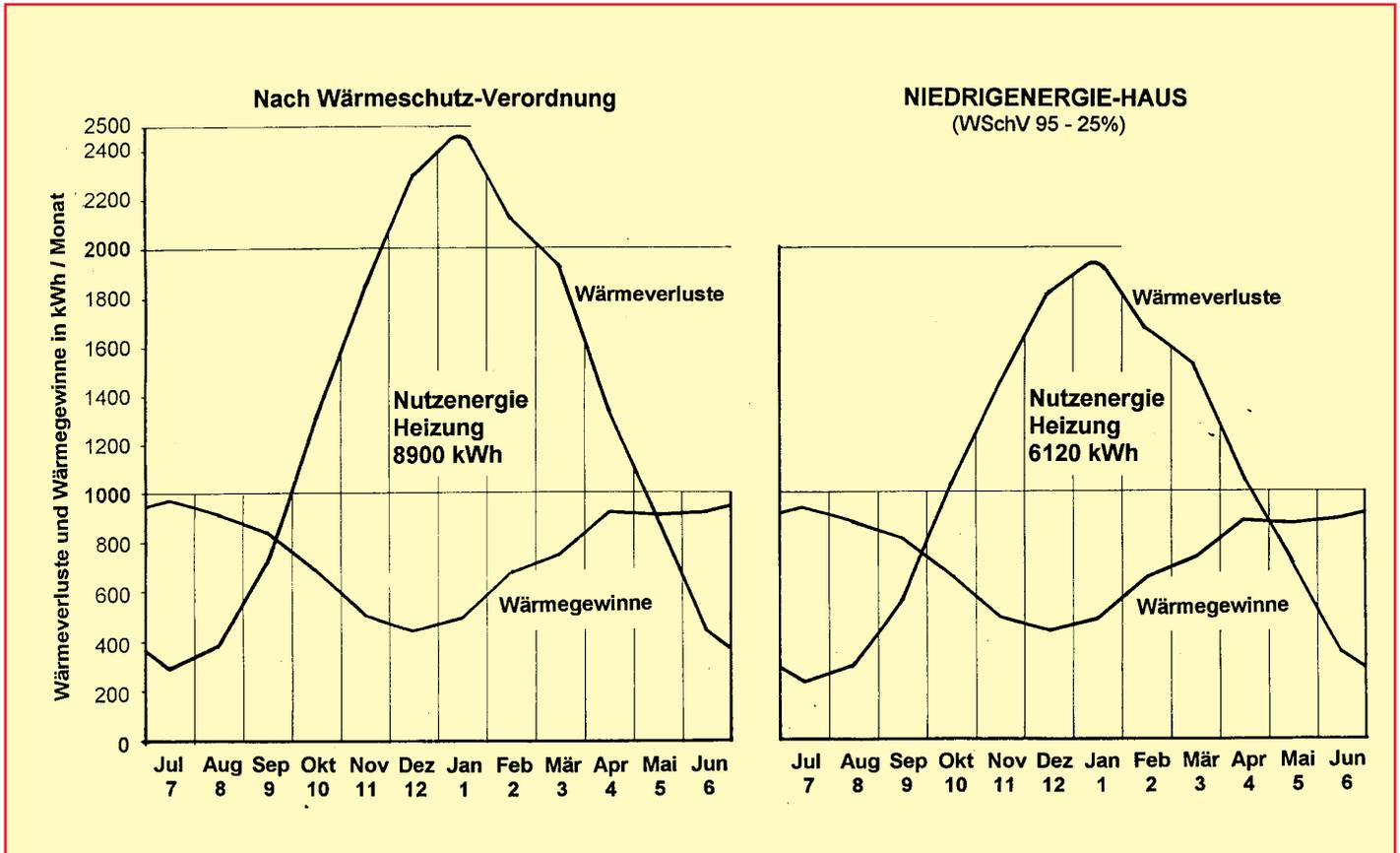
menfaßt, angegeben. Auf dem Prüfstand wird der Normnutzungsgrad über die Nutzungsgrade bei 13-, 30-, 39-, 48- und 63 % der Nennleistung ermittelt. Diese Prüfbedingungen erlauben einen Vergleich verschiedener Fabrikate und Typen. NT-Kessel weisen heute Normnutzungsgrade um 92–94 % auf und bei Gasbrennwertgeräten mit einer Auslegungstemperatur von $\vartheta = 40/30$ °C kann der Normnutzungsgrad, bezogen auf den Heizwert, bis 109 % ansteigen.

Einen Mangel hat die Prüfnorm. Der elektrische Hilfsenergiebedarf für den Brenner, z. B. mit Ölvorwärmung, das Gebläse und die Heizwasserdurchströmung werden bei der Prüfung nicht berücksichtigt. Bei wandhängenden Gasthermen und Gasbrennwertgeräten mit hoher Mindestumwälzmenge kann die zusätzliche elektrische Leistung über 100 Watt liegen. Ein Gasbrennwertgerät ohne Mindestumwälzmenge mit einem bis 10% niedrigeren Normnutzungsgrad kann deshalb bei einer energetischen Gesamtbewertung auf den Primärenergiebedarf günstiger abschneiden.



System Heizungsanlage mit Heizenergiefluß im Gebäude

* Dipl.-Ing. (FH) Ulrich Soller, IfEU, Ingenieurgesellschaft für Energie- und Umwelttechnik mbH, 14476 Fahrland, Fax (03 32 08) 5 77 44



Jahresverlauf für die Wärmeverluste und die Wärmegewinne gerechnet nach Monatsmittelwerten. Verglichen wird dabei ein Reihenendhaus-Typ

Mit der vorgenannten Einschränkung sind bei den neuesten Wärmeerzeugern kaum noch wirtschaftlich nutzbare Energieeinsparreserven vorhanden.

Wärmeverteilung

Der Wärmeverteilungsverlust kann zwischen 0 und 20 % variieren und ist nur mit Modellrechnungen genauer bestimmbar. Bei Heizungsverteilungen, die in nicht beheizten Bereichen (z. B. im Untergeschoß) einschließlich der Armaturen entsprechend der Heizungsanlagen-Verordnung gedämmt sind und Heizkörperanschlußleitungen innerhalb des beheizten Bereiches, kann von dem üblichen Ansatz für die Verteilverluste von 4 % oder einen Verteilungsnutzungsgrad von $\eta_v = 0,96$ ausgegangen werden. Liegen alle Verteilleitungen im beheizten Bereich, beträgt der Verteilungsnutzungsgrad nahe 1,0. Wird jedoch ein Gebäude mit den Heizsträngen in der

Außenwand nachträglich auf der Rauminnenseite gedämmt, kann der Verteilungsnutzungsgrad auf ca. 0,8 absinken. Diese Leitungen sind dann bei abgestellten Heizkörpern zudem frostgefährdet.

Bei älteren Anlagen mit überdimensionierten, mäßig gedämmten Leitungen sind Verteilverluste bis ca. 10 % anzusetzen.

Unter der Voraussetzung, daß die Systemauslegungstemperatur für die Heizflächen unter 70 °C liegt, und die Verteilleitungen nach der Heizungsanlagen-Verordnung gedämmt sind, ist bei der Wärmeverteilung kaum eine Energieeinsparreserve vorhanden.

Wärmeübergabe im zu beheizenden Raum

Bei neuen Wärmeerzeugern und gut gedämmten Verteilleitungen bleibt nur übrig, die Energieeinsparreserve im Bereich der Wärmeübergabe in die zu beheizenden Räume zu suchen. Die (alte) VDI-Richtlinie 2067 variiert bei einem trägen und damit schlecht regelbaren Heizungssystem, wie z. B. einer Fußbodenheizung mit im Heizestrich verlegten Rohren ohne Raumtemperaturregelung und Heizplatten mit geringem Wassergehalt, verbunden mit einer zentral steuerbaren elektronischen Raumtemperaturrege-

lung zwischen einem Korrekturfaktor f_7 von 1,15 bis 0,8. Das entspricht im Extremfall einem Einsparpotential von 35%. Für den Normalfall der Wohnraumbeheizung ist von einem Einsparpotential in der Größenordnung von 10–15 % auszugehen. Es handelt sich also hier um ein Potential, das genauer zu betrachten ist.

Energiebilanz

Je geringer die Wärmeverluste durch einen hohen Wärmedämmstandard sind, um so höher wird der Anteil der Wärmegewinne an der Wärmebedarfsdeckung. Bild 2 zeigt, gerechnet nach Monatsmittelwerten, den Jahresverlauf für die Wärmeverluste und die Wärmegewinne. Verglichen wird dabei ein Reihenendhaus-Typ. Bei Einhaltung der Wärmeschutz-Verordnung 95 und für Niedrigenergiehaus-Standard (-25% bezogen auf Wärmeschutz-Verordnung 95) bei gleichem Nutzerverhalten.

Um das Einsparpotential in seinem Zusammenhang beschreiben zu können, sind in Bild 1, bei der Wärmeübergabe, die (unnöti-

ge) Überschußwärme Q_{ii} und die Wärmege-
winne Q_G eingeführt. Je geringer die
Trägheit der Heizflächen und der Raum-
temperaturregelung und je höher die Qua-
lität der Regelung im Bezug auf die Ein-
haltung des Temperatursollwerts sowie die
zeitliche Anpassungsfähigkeit an die Nut-
zung ist, um so geringer fällt die Über-
schußwärme aus und um so höher ist der
realisierbare Wärmege-
winn.

Der Raumnutzungsgrad η_R beschreibt da-
mit einen komplexen Zusammenhang. Er
kann nur durch Rechnersimulation für Re-
ferenztage (Klimajahresgang) bei einem
konkreten Gebäude genauer eingegrenzt
werden. In der Praxis überlagert das Nut-
zerverhalten den Raumnutzungsgrad. Dar-
aus resultiert die Zurückhaltung der Tech-
niker, ihn in normierte Berechnungsverfahren
einzuführen. Gleichwohl gehört der
Raumnutzungsgrad zum Gesamtsystem
Heizung und kann bei gleichem Nutzerver-
halten abgegrenzt werden.

Der Gesamtnutzungsgrad für das System
Heizungsanlage ergibt sich aus der Multi-
plikation der Einzelnutzungsgrade. Bei ei-
ner Heizungsanlage ohne Brennwertnut-
zung, thermostatischen Heizkörperventilen
und sonst günstigen Rahmenbedingungen
läßt sich der Systemnutzungsgrad wie folgt
ermitteln:

$$\eta_g = \eta_{NK} \times \eta_V \times \eta_R = 0,94 \times 0,96 \times 0,9 = 0,812$$

Für das Niedrigenergiehaus aus Bild 2 er-
rechnet sich damit der jährliche Gasbezug
(bezogen auf H_u) zu

$$B_a = \frac{E_{NU}}{\eta_g} = \frac{6120 \text{ kWh/a}}{0,812} = 7535 \text{ kWh/a}$$

B_a	Jahresbrennstoffbedarf
E_{NU}	Jahresnutzwärmebedarf Heizung

Begründung des Einsparpotentials

Anhand der Beschreibung des Verhaltens
der üblichen Raumtemperaturregelung wird
nachfolgend der Sachverhalt für das Ein-
sarpotential begründet:

Die Heizungsanlagen-Verordnung schreibt
eine Raumtemperaturregelung für jeden
Raum vor. Das ist gegenüber früher ein
Fortschritt. Deshalb werden fast überall
thermostatische Heizkörperventile als die

billigsten Raumtemperaturregler eingebaut.
Wie wirken diese thermostatischen Heiz-
körperventile (THV)?

THV sind Proportionalregler, die zum
Betätigen des Ventilhubes von ca. 0,5 mm
eine Temperaturänderung von ca. 2 K
benötigen. Die Schließzeit liegt bei unge-
fähr 20–30 Minuten. Ein gutes THV mit un-
gefähr linearer Ventilkennlinie und einem
vorgeschaleteten Strangdifferenzdruckreg-
ler, also bei nahezu idealen Rahmenbedin-
gungen drosselt bei einem Temperaturan-
stieg von 1,5 K die Heizleistung am Heiz-
körper auf ca. 75 %. Erst bei ca. 22,3 °C
(Sollwert 20 °C) ist das Ventil geschlossen
und auch erst nach der trägheitsbedingten
Verzögerung. Ist der Pumpendruck zu hoch,
steigt die Raumtemperatur bis zum
Schließen weiter an. THV mit paraffinge-
füllten Fühlerhütchen (Dehnstoff-Fühler)
regeln aufgrund der ungünstigeren Hyste-
rese von 0,5–1 K noch schlechter. Dadurch
gibt die Heizfläche je nach Heizwasser-
inhalt und -durchflußmenge nach dem
Überschreiten des Sollwerts eine Über-
schußwärmemenge in den Raum. Gleich-
zeitig wird der erzielbare Wärmege-
winn geschmälert.

Folgerungen

- Fußbodenheizungen großer Trägheit oder
Gliederheizkörper mit hohem Wasserin-
halt mögen zwar ästhetische Bedürfnisse
befriedigen, aber sie liefern in Verbin-
dung mit trägen Thermostatventilen
unnötig Wärme in den Raum und ver-
mindern die potentiellen Wärmege-
winne.
- Flinke elektronische Raumtemperaturreg-
ler, der Nutzungszeit angepaßt, optimie-
ren zusammen mit Plattenheizkörpern mit
geringem Wasserinhalt die Wärmege-
winne und minimieren die Überschußwärme.
Das Ziel sind preiswerte busfähige Raum-
temperaturregelkreise, die Einfluß auf die
Wärmebereitstellung (Vorlauftemperatur,
Heizwasserumwälzung und Wärmerzeu-
gung) haben.

Anzustrebende Lösung

Ein System mit Zweidraht-Datenbus und
einer Versorgungsspannung von 24 V, das
alle Regler und Fühler verbindet, ist als
mögliche, anzustrebende Lösung zu sehen.
Die Kosten für den Regelkreis sind bei den
bisher angebotenen Systemen für den Woh-
nungsbau noch zu hoch. Die Zurückhaltung
der Reglerhersteller liegt mit daran, daß sich
noch kein einheitlicher Standard für ein
BUS-System mit kompatiblen Datentele-
grammen herausgebildet hat. Beim Einsatz
eines BUS-Systems kann auch der Einfluß
des Nutzerverhaltens begrenzt werden. Fen-
sterkontakte, die geöffnete Fenster melden,
können zum Schließen der Raumregelven-
tile verwendet werden.

Mögliche Bedenken und Einwände

Gegen diese Zielvorgabe lassen sich ver-
schiedene Bedenken haben.

● Bedenkenbeispiel 1

Bei einem nach Wärmeschutz-Verordnung
95 gebauten Einfamilienhaus mit ca. 100 m²
beheizter Wohnfläche lassen sich damit je
Jahr nicht mehr als 100 DM Heizkosten spar-
ren.

Mit einäugiger betriebswirtschaftlicher Be-
trachtungsweise fixiert auf die gegenwärtig
niedrigen Energiepreise ist das so. Nur wer
statt einer teureren Fußbodenheizung preis-
wertere Fertigplattenheizkörper einbaut, hat
die besseren RT-Regelkreise bereits finan-
ziert und für die Heizkörper, z. B. im Schlaf-
zimmer, die immer zugedreht sind, tun es
auch in Zukunft die billigeren Thermostat-
ventile.

● Bedenkenbeispiel 2:

Das gibt nur wieder eine komplizierte Tech-
nik, die kein Laie bedienen kann.

Ein Einwand, der nach einigen bisher an-
gebotenen Raumtemperatur-Regelungen
berechtigt ist. Nur, müssen die Regler allen
Schnickschnack haben? Sind hier nicht auch
Regler denkbar, die sich zumindest an der
Bedienoberfläche auf das Wesentliche,
leicht bedienbar, beschränken?

● Bedenkenbeispiel 3:

Mit der Fußbodenheizung und ihrer niedri-
gen Rücklauftemperatur von 30–5 °C kann
eine höhere Brennwertnutzung erzielt wer-
den.

Hier steht dann einem verbesserten Norm-
nutzungsgrad des Gasbrennwertgeräts um
ca. 5 % ein Energieeinsparpotential bei ei-
nem weniger trägen System von ca. 15 %
gegenüber.

Es gibt sicher kluge Interessen- und
Bedenkenträger denen noch mehr
Gegenargumente einfallen. Wenn die
Preise je Raumtemperatur-Regelkreis auf
200–300 DM fallen, erhält die verbesserte
RT-Regelung ihre Chance. Für größere
Räume mit mehreren Heizkörpern und ge-
ringeren Nutzungszeiten, wie z. B. Klas-
senräume, sind solche Raumtemperaturre-
gelungen (Zonenregelungen) mit gutem
Energieeinsparerfolg seit ca. 30 Jahren ein-
geführt. Das Energieeinsparpotential ist
demnach in der Praxis nachgewiesen. Des-
halb die Schlußfrage: **Wo bleiben die An-
gebote der Reglerhersteller für den Woh-
nungsmarkt mit einfachen, preiswerten
Raumtemperaturregelsystemen?** □