



Prof. Dr.-Ing. Helmut Burger,
Viessmann Werke GmbH & Co.,
Allendorf



Dipl.-Ing. Wolfgang Rogatty,
Viessmann Werke GmbH & Co.,
Allendorf

Anpassung der Kesselleistung an die Heizlast

Auch an den kältesten Tagen des Jahres erwartet der Mensch behagliche Wärme in den bewohnten Räumen. Heizkessel werden deshalb so ausgelegt, dass bei der tiefsten auftretenden Außentemperatur der Wärmebedarf vollständig gedeckt werden kann.

Für Deutschland liegen die Auslegungstemperaturen bei minus 10 bis minus 16°C. Im Tagesmittel werden so geringe Temperaturen jedoch sehr selten erreicht, weshalb der Heizkessel nur an wenigen Tagen im Jahr seine volle Leistung bereitstellen muss. In der übrigen Zeit werden lediglich Bruchteile der Nenn-Wärmeleistung benötigt. Über ein Jahr betrachtet liegt der Schwerpunkt der benötigten Heizwärme bei Temperaturen oberhalb des Gefrierpunktes (0 bis 5°C). Nur 6% der Heizarbeit entfallen auf Tage, an denen es kälter als minus 10°C ist. Daraus ergibt sich, dass die mittlere Auslastung von Heizkesseln über ein Jahr betrachtet unter 30% beträgt.

Niedertemperatur- und Brennwertkessel

Moderne Niedertemperatur- und Brennwertkessel werden mit gleitend abgesenkter Kesselwassertemperatur betrieben, die jeweils dem aktuellen Wärmebedarf des Gebäudes angepasst wird. Dadurch sind die Abgas-, Strahlungs- und Bereitschaftsverluste gegenüber einem Standardheizkessel nicht mehr konstant. Genau darin liegt der wirtschaftliche Vorteil dieser Wärmeerzeuger: Bei abgesenkter Kesselwassertemperatur sind die Verluste kleiner, der Nutzungsgrad steigt gerade bei geringen Auslastungen auf über 90% an.

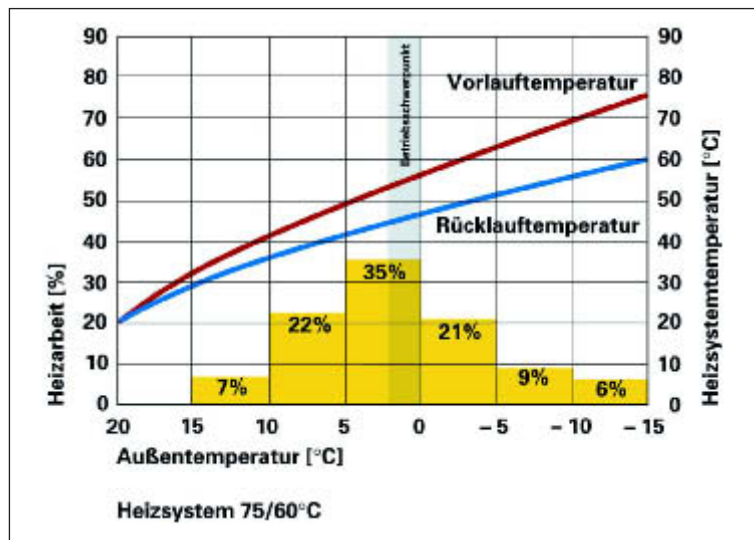


Bild 1: Anteile der Heizarbeit in Abhängigkeit von der Außentemperatur.

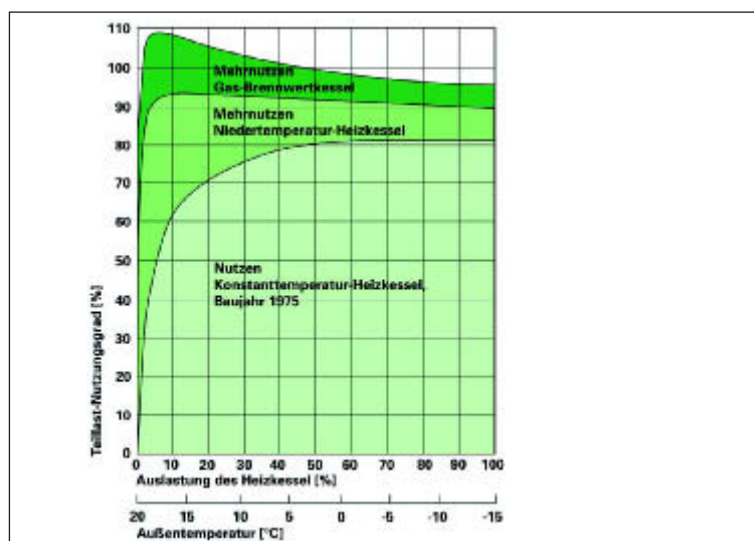


Bild 2: Teillast-Nutzungsgrade für verschiedenen Heizkessel in Abhängigkeit der Kesselauslastung.

Erst bei Auslastungen von deutlich weniger als 10 % beginnt der Nutzungsgrad abzufallen. Einen Vergleich der Teillast-Nutzungsgrade zeigt Bild 2.

Das Diagramm in Bild 3 zeigt die geforderten Mindestwirkungsgrade gemäß EU-Wirkungsgradrichtlinie [1] und die von guten Heizkesseln erreichbare Energieausnutzung (angegeben als Norm-Nutzungsgrad), die erheblich über den EU-Mindestanforderungen liegt. Die Wirkungsgradanforderungen beziehen sich auf Teillast (30 % der Belastung), da dies der für den typischen Betrieb einer Heizungsanlage maßgebende Wirkungsgrad ist. Der weiterhin in der Wirkungsgradrichtlinie geforderte Wirkungsgrad bei Nennleistung wird hier nicht weiter betrachtet.

Aufgrund ihrer Nutzungsgradverläufe sind moderne NT- und Brennwertkessel nicht nur für neue Gebäude interessant, sie bringen auch bei Modernisierungsmaßnahmen im Gebäudebestand Vorteile mit. Wird erst nach einer Heizungsmodernisierung, bei der ein NT- oder Brennwertkessel eingebaut wurde, der Wärmebedarf des Gebäudes durch eine Wärmedämmung verringert, so wirkt sich dies nicht nachteilig auf die zu erzielende Energieersparnis aus. Standardheizkessel würden in diesem Fall wegen der bauartbedingten Nutzungsgradverschlechterung nicht denselben Einspareffekt erbringen. NT- bzw. Brennwertkessel sind darüber hinaus in der Lage, zwei gegensätzliche Anforderungen wirtschaftlich und energiesparend zu erfüllen: Sie liefern hohe Leistungen für eine komfortable zentrale Trinkwassererwärmung und, durch die Möglichkeit der Modulation, auch bedarfsabhängig angepasste Leistungen für die Raumwärme, wobei der Nutzungsgrad unter Teillast sogar noch ansteigt.

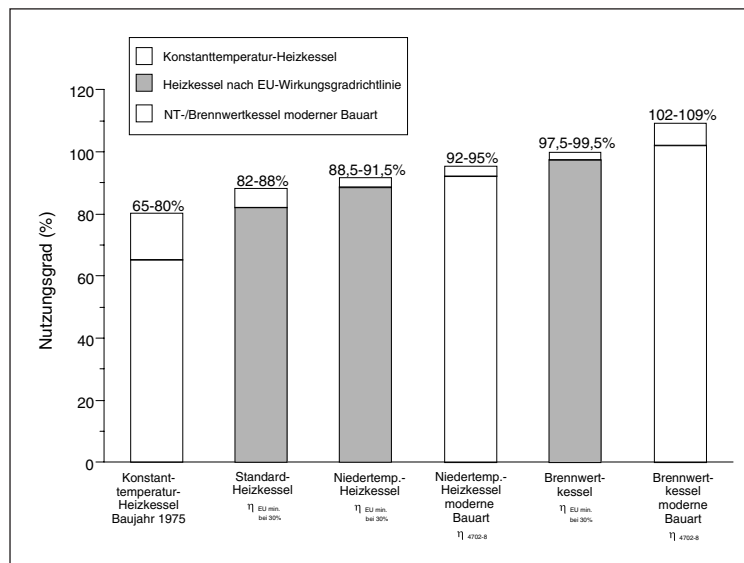


Bild 3: Nutzungsgrade verschiedener Heizkesselbauarten: Die von modernen Niedertemperatur- und Brennwertkesseln erreichbare Energieausnutzung liegt erheblich über den EU-Mindestanforderungen.

Regelungs- und Kommunikationstechnik

In diesem Zusammenhang spielt die Regelung eine wichtige Rolle. Der Betrieb mit bedarfsgerecht abgesenkten Kesselwassertemperaturen setzt den Einsatz einer modernen witterungsgeführten Regelung voraus, um die jeweilige Heizlast zu ermitteln und als Führungsgröße für die Kesselwassertemperatur einzusetzen. Wie in anderen Bereichen der Technik, schuf auch bei den modernen Heizungsregelungen die Digitaltechnik die Voraussetzungen, um diese Anforderungen zu erfüllen.

Für Wartungs- und Servicearbeiten können zudem Computersysteme genutzt werden – sei es zu Diagnosezwecken vor Ort oder zur Fernüberwachung über Internet durch Servicedienstleister oder Anlagenbetreiber.

Zusätzlich zur zentralen Regelung sorgen Thermostatventile an den Heizkörpern für die gewünschte Raumtemperatur. Thermostatventile berücksichtigen zusätzliche Wärmequellen und drosseln die Wärmeabgabe des Heizkörpers automatisch, wenn der Raum z. B. durch Sonneneinstrahlung die gewünschte Temperatur überschreitet.

Entwicklung des Heizwärmebedarfs

Während der letzten Jahre konnten im Wohnungsbau erhebliche Fortschritte zur Reduzierung des Heizwärmebedarfs erreicht werden. So liegt der Jahres-Heizwärmebedarf für ein Einfamilienhaus im Bestand bei mehr als 200 kWh / (m² a), während vergleichbare Neubauten, die nach der Wärmeschutzverordnung (WSchV) von 1995 gebaut wurden, noch ca. 90 kWh/(m² a) benötigen.

Obwohl die Definition eines Niedrigenergiehauses (NEH) auf keiner rechtlichen Grundlage beruht, kann davon ausgegangen werden, dass der maximal zulässige Energiebedarf im Niedrigenergiehaus noch einmal um 25 bis 30 % unterschritten wird. Damit hat ein Einfamilien-Niedrigenergiehaus einen Heizwärmebedarf von weniger als 70 kWh/(m² a), ein Mehrfamilien-NEH von unter 55 kWh/(m² a). Dieser Wert entspricht dem Wärmehalt von rund 5,5 Litern Heizöl oder 5,5 m³ Erdgas.

Einfache Ermittlung der Kesselleistung

Grundlage der Dimensionierung einer Heizungsanlage ist die Wärmebedarfsrechnung nach

Technologie hat Grenzen.

Mit System überschreitet man sie.



Die Produktgeneration Vitotec.
Zum Beispiel der Vitola 200 Öl-Heizkessel.

Viessmann Werke Tel. 06452-702555
G1320/5

VIESSMANN
.com
Heating

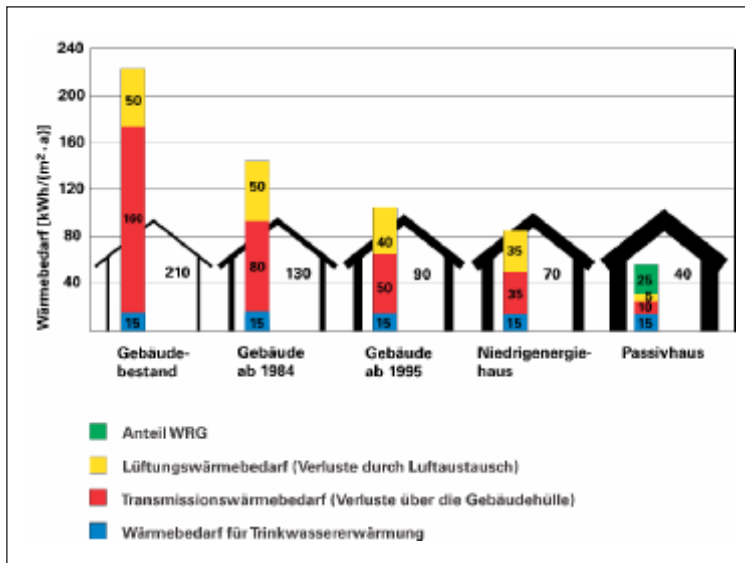


Bild 4: Entwicklung des Heizwärmebedarfs in Abhängigkeit des Baustandards (Einfamilienhaus, 3 bis 4 Personen, 150 m² Nutzfläche, A/V = 0,84).

DIN 4701 Teil 1 bis 3. Die Wärmebedarfsrechnung ermittelt für ein bestimmtes Gebäude die Wärme, die durch die Gebäudehülle abgegeben wird, und die Wärme, die erforderlich ist, um die eindringende Außenluft auf Raumtemperatur zu erwärmen. Die deutsche Norm soll in naher Zukunft durch eine europäische Norm (EN 12831: Verfahren zur Berechnung der Normheizlast) ersetzt werden. Diese europäische Norm, die ein einheitliches Auslegungsverfahren für alle Mitgliedsstaaten vorschreibt, ist bereits fertiggestellt. Allerdings ist eine deutsche Version als DIN EN 12831 derzeit noch nicht veröffentlicht. Wenn diese Norm als DIN EN-Norm eingeführt wird, muss die DIN 4701 zurückgezogen werden. Es wird dann allerdings eine Übergangszeit geben, in der die DIN 4701 ihre Gültigkeit behält.

Bevor die relativ aufwändige Wärmebedarfsrechnung nach Norm durchgeführt wird, kann die voraussichtlich erforderliche Kesselleistung zunächst auch über eine einfache Abschätzung näherungsweise ermittelt werden.

Das Verhältnis von Jahres-Heizwärmebedarf eines Gebäudes und Betriebsbereitschaftszeit so-

wie der prozentualen Kesselauslastung definiert den Leistungsbedarf pro Quadratmeter. Das Produkt aus spezifischem Leistungsbedarf und zu beheizender Fläche liefert praxismgerechte Anhaltswerte für die zu installierende Kesselleistung.

Der Leistungsbedarf von Einfamilien-Niedrigenergiehäusern liegt bei einem Heizwärmebedarf von 70 kWh/(m² a) und einer Betriebsbereitschaftszeit von 8760 Stunden pro Jahr sowie einer angenommenen Auslastung von 20 % bei etwa 40 W/m²:

$$\begin{aligned} \text{spezifischer Leistungsbedarf} &= 70 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \text{ a}) / (8760 \text{ h/a} \times 0,2) \\ &= \underline{0,04 \text{ kW}/\text{m}^2 = 40 \text{ W}/\text{m}^2} \end{aligned}$$

Nach WSchV 95 sind es 50 W/m².

Für die Beheizung eines Niedrigenergiehauses mit 150 m² Wohnfläche wäre für den kältesten Tag eine Heizleistung von:

$$\begin{aligned} \text{Heizleistung} &= \text{Wohnfläche AW (m}^2) \\ &\times \text{Leistungsbedarf (W/m}^2) \\ &= 150 \text{ m}^2 \times 40 \text{ W/m}^2 \\ &= \underline{6000 \text{ W} = 6 \text{ kW}} \end{aligned}$$

ausreichend (nach WSchV 95: 7,5 kW).

Mittel- und Großkessel

Die dargestellte Methode eignet sich genauso für eine überschlägige Bestimmung der erforderlichen Kesselleistung im oberen Leistungsbereich. Großbauten wie Mehrfamilienhäuser, Büro- und Verwaltungsgebäude, Schulen und Krankenhäuser sowie Industriegebäude haben einen sehr viel höheren Energiebedarf. Hier werden Heizkessel größerer Leistung ab ca. 70 kW eingesetzt. Der hohe Gesamt-Wärmebedarf dieser Gebäude führt zu einem entsprechend hohen Öl- oder Gasverbrauch. Beispielsweise können alte Heizkessel mit ca. 500 kW beachtliche 100.000 Liter bzw. m³ Brennstoff pro Jahr verbrauchen.

Ein modernes, mit Niedrigenergiestandard gebautes, zehngeschossiges Wohngebäude mit 100 Wohneinheiten und 10.000 m² beheizter Wohnfläche hat heute einen Heizwärmebedarf von 55 kWh/(m² a). Bei einer jährlichen Betriebsbereitschaftszeit von 8760 Stunden und 20 % Auslastung beträgt der

$$\begin{aligned} \text{spezifische Leistungsbedarf} &= 55 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \text{ a}) / (8760 \text{ h/a} \times 0,2) \\ &= \underline{0,0314 \text{ kW}/\text{m}^2 = 31,4 \text{ W}/\text{m}^2} \end{aligned}$$

Für die Deckung des Wärmebedarfs der gesamten beheizbaren Fläche ergibt das eine Heizleistung von:

$$\begin{aligned} \text{Heizleistung} &= 10.000 \text{ m}^2 \times 31,4 \text{ W/m}^2 \\ &= 314.000 \text{ W} = 314 \text{ kW} \end{aligned}$$

Der in den zwei Beispielen geschilderte Rechenweg ersetzt nicht die exakte Wärmebedarfsberechnung nach DIN 4701, bzw. EN 12831, die so ermittelte Kesselleistung stellt lediglich einen ersten Anhaltswert dar.

Für Neubauten wird in Zukunft der errechnete Norm-Wärmebedarf bei wenigen kW liegen. Dabei wird allerdings nur die stationäre Heizlast unter Zugrundelegung der Planungsdaten eines Gebäudes bemessen. In der Realität entstehen höhere Heizlasten, so etwa beim Anheizen

nach dem Winterurlaub oder bei unkontrollierter Fensterlüftung.

Untersuchungen des Darmstädter Instituts für Wohnen und Umwelt an 27 energetisch vergleichbaren Niedrigenergiehäusern haben ergeben, dass der individuelle Heizwärmeverbrauch unterschiedlicher Nutzer um den Faktor 3 auseinander liegen kann [2]. Je kleiner der errechnete Norm-Wärmebedarf ist, um so mehr beeinflusst das individuelle Nutzerverhalten den Verbrauch. Zur Sicherung des Komforts ist daher bei einem kleinen Norm-Wärmebedarf im Einfamilien-Niedrigenergiehaus ein Zuschlag sinnvoll. Die geringere Auslastung des NT- oder Brennwertkessels wirkt sich, wie bereits erläutert, positiv auf den Nutzungsgrad aus, so dass der Zuschlag in der Regel sogar zu einer Verringerung des Energieverbrauchs führt.

Praxisgerechte Anhaltswerte für die Heizungsmodernisierung

Von den ca. 31 Millionen beheizten Wohnungen in Deutschland sind etwa 75 % älter als 25 Jahre. In diesen Wohnungen werden aber 95 % der Heizwärme verbraucht. Vor allem im Gebäudebestand wird, wegen der unzureichenden Wärmedämmung und der veralteten Heiztechnik, erhebliche Energie verschwendet.

Die Praxis zeigt, dass in Bezug auf die erreichbare Energieeinsparung, Schadstoffreduzierung und den finanziellen Aufwand der größte Fortschritt durch die Heizungsmodernisierung erzielt wird.

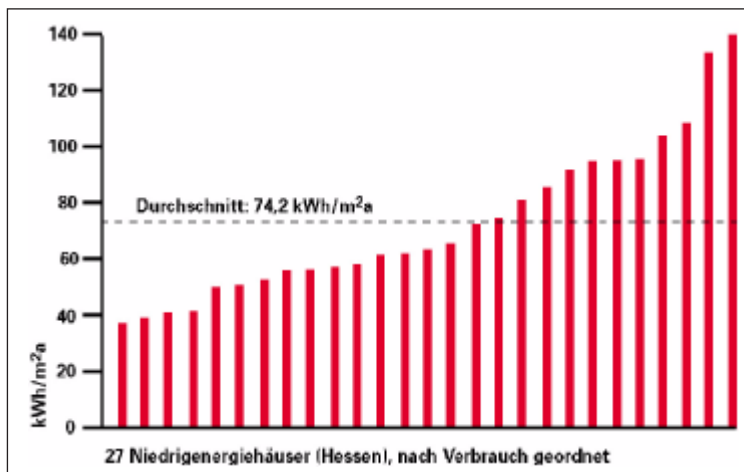


Bild 5: Heizwärmeverbrauch bei 27 hessischen Niedrigenergiehäusern in Abhängigkeit vom Nutzerverhalten. [2]

Auch wenn die Heizungsanlagenverordnung (HeizAnlV) durch die Energieeinsparverordnung im Februar 2002 abgelöst wurde, so kann dennoch die darin enthaltene Auslegungsanweisung für eine erste Abschätzung der neuen Kesselgröße herangezogen werden:

„Für Wohngebäude kann auf die Berechnung des Wärmebedarfs verzichtet werden, wenn Wärmeerzeuger von Zentralheizungen ersetzt oder in bestehenden Gebäuden erstmalig eingebaut werden und ihre Nennwärmeleistung 0,07 kW je Quadratmeter Grundfläche der beheizten Räume nicht überschreitet; für freistehende Gebäude mit nicht mehr als zwei Wohnungen gilt der Wert 0,10 kW je Quadratmeter.“

Beispiel: Freistehendes Einfamilienhaus mit einer zu beheizen Wohnfläche von $AW=120\text{ m}^2$.
 Heizleistung
 $= \text{Wohnfläche } AW \text{ (m}^2\text{)} \times \text{Nennwärmeleistung (W/m}^2\text{)}$
 $= 120\text{ m}^2 \times 100\text{ W/m}^2$
 $= 12000\text{ W} = 12\text{ kW}$

Sollte die so ermittelte Heizleistung ganz offensichtlich nicht ausreichen, z. B. bei älteren Gebäuden, Fachwerkhäusern ohne zusätzliche Wärmedämmung usw., so kann auch bei Gebäuden im Bestand die Kesselleistung über den spezifischen Leistungsbedarf (Tabelle) festgelegt werden.

Beispiel: Einfamilienhaus, Baujahr 1973, mit einer zu beheizen Wohnfläche von $AW=120\text{ m}^2$.
 Heizleistung
 $= \text{Wohnfläche } AW \text{ (m}^2\text{)} \times \text{spezif. Leistungsbedarf (W/m}^2\text{)}$
 $= 120\text{ m}^2 \times 150\text{ W/m}^2$
 $= 18000\text{ W} = 18\text{ kW}$

Spezifischer Leistungsbedarf (W/m²):

Baujahr	bis 1958	1959-68	1969-73	1974-77	1978-83	1984-94	ab 1995
Gebäude							
Einfamilienhaus freistehend	180	170	150	115	95	75	60
Reihenhaus - Endhaus	160	150	130	110	90	70	55
- Mittelhaus	140	130	120	100	85	65	50
Mehrfamilienhaus - bis 8 WE	130	120	110	75	65	60	45
- über 8 WE	120	110	100	70	60	55	40

Wie bereits zu Beginn erläutert, arbeiten Niedertemperatur- und Brennwertkessel bei geringer Auslastung mit höherem Nutzungsgrad. Die Auswahl eines etwas größeren Kessels (z.B. 22 kW) ist deshalb sinnvoll.

Diese Abschätzung mit Hilfe der Tabelle zeigt, dass eine grobe Eingrenzung der wahrscheinlich erforderlichen Kesselleistung schnell und einfach möglich ist. Der Wärmebedarf von Wohnhäusern hängt aber von vielen Faktoren ab. Detaillierte Aussagen, z.B. in Abhängigkeit von Gebäudeart und -alter, lassen sich nicht treffen. Die Tabelle zeigt nur Erfahrungswerte, die im Einzelfall (je nach Bausubstanz und Wärmedämmung) beträchtlich über- oder unterschritten werden können. Eine exakte Wärmebedarfsrechnung nach DIN 4701 durch den Fachmann wird dadurch nicht ersetzt.

Zentrale Trinkwassererwärmung

Die Leistung des Heizkessels darf sich jedoch nicht am Gebäude-Wärmebedarf allein, sondern muss sich auch am Bedarf für eine geplante oder bereits vorhandene zentrale Trinkwassererwärmung orientieren.

Für die zentrale Trinkwassererwärmung sprechen Wirtschaftlichkeit, Komfort und Umweltschonung. Trinkwasserbereitung und -speicherung mit moderner Heiztechnik stellen auch unter Einbeziehung der Anlagenkosten



Bild 6: Kombination von Gas-Wandkessel Vitopend 200 und Speicher-Wassererwärmer Vitocell der Viessmann Werke.

eine besonders wirtschaftliche Lösung dar. Beim Komfort interessieren vor allem die schnelle Verfügbarkeit von warmem Wasser und kurze Füllzeiten für ein Wannen-Vollbad.

Der Warmwasserbedarf liegt durchschnittlich zwischen 30

und 50 Litern pro Tag und Person. Im Gebäudebestand sind dies 10 bis 15 % des gesamten Energiebedarfs. Bei Niedrigenergiehäusern kann der Energiebedarf für die Trinkwassererwärmung jedoch bis zu 30 %, im Mehrfamilienhaus sogar bis zu 40 % ausmachen. Der Anteil der Trinkwassererwärmung spielt damit eine wesentliche Rolle bei der Auslegung des zentralen Wärmeerzeugers.

Beispiel: Für ein Vollbad werden einem Speicher-Wassererwärmer 150 Liter (mit 40°C Auslauftemperatur) entnommen. Soll der Speicher-Wassererwärmer in 25 Minuten wieder aufgeheizt sein, ist dazu eine Kesselleistung von ungefähr 15 kW erforderlich.

Für die zu installierende Leistung in einem Einfamilienhaus gilt somit: Wird ein zentraler Wärmeerzeuger mit Speicher-Wassererwärmer eingesetzt, so sind etwa 15 kW (bei Ölkesseln) bzw. modulierende Gasgeräte

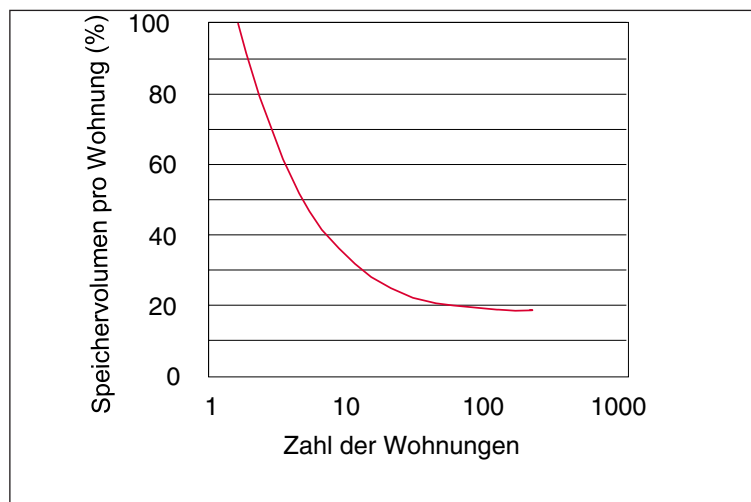


Bild 7: Speicherauslegung

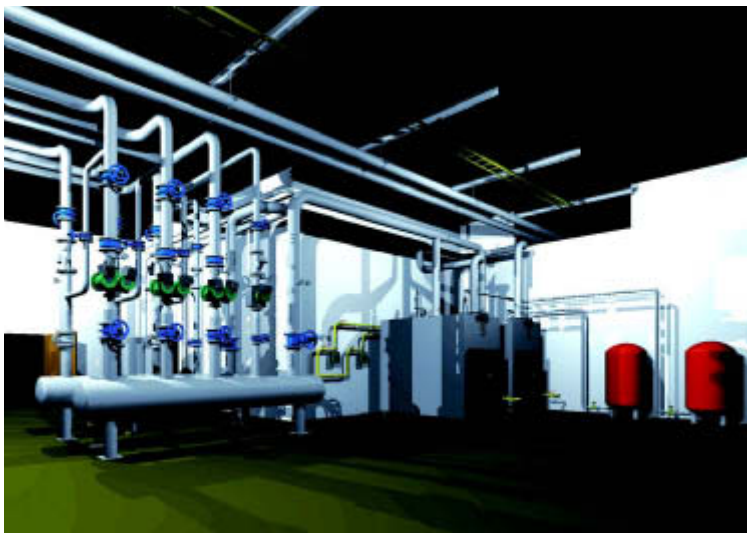


Bild 8: 3D-Darstellungen des fertigen Heizraumes, wie hier aus dem Programm Vitoplan von Viessmann, unterstützen den Planer.

mit einer modulierenden Wärmeleistung von 4 - 16 kW zu installieren. Diese Leistung ergibt sich sowohl aus den derzeitigen Konstruktionsgrenzen der Wärmeerzeuger als auch aus Komfortansprüchen, die an die Wiederaufheizung des entleerten Speicher-Wassererwärmers gestellt werden.

Eine kleinere Leistung kann dann gewählt werden, wenn das Speichervolumen vergrößert wird, so dass die Trinkwassererwärmung ohne Komforteinbußen zu den Zeiten erfolgen kann, wo wenig oder keine Heizwärme benötigt wird.

Zentrale Trinkwassererwärmung im Mehrfamilienhaus

Die zentrale Warmwasserversorgung im Mehrfamilienhaus erfolgt wie im Einfamilienhaus. Da nicht in allen Wohnungen eines Gebäudes gleichzeitig die volle Warmwassermenge gezapft wird, muss die Größe des Speicher-Wassererwärmers dabei nicht linear mit der Wohnungszahl anwachsen (Bild 7).

Es wird deutlich, dass bei einer zentralen Trinkwassererwärmung insbesondere bei größeren Wohnanlagen erhebliches Speichervolumen gegenüber einer Bevorratung in jeder einzelnen Wohneinheit eingespart werden kann. Dabei sind keinerlei Komforteinbußen zu befürchten.

Unterstützung durch Planungssoftware

Die Vielzahl der veränderlichen Parameter macht die Auslegung der Kesselleistung zu einer komplexen Aufgabe für den Planer. Die Energieeinsparverordnung (EnEV) fordert außerdem die gemeinsame Planung von Bauphysik und Heizungsanlage und somit eine ganzheitliche Betrachtungsweise. Unterstützung bieten zahlreiche am Markt verfügbare Computerprogramme, die eine breite Palette an wesentlichen Funktionen, wie die Wärmebedarfsberechnung nach DIN 4701 und die Kesselauslegung, enthalten. Ein solches Programm ist unter anderem das von Viessmann seit 2001 angebotene Vitoplan, das eine umfassende Berechnung und Planung von Heizungsanlagen unterstützt. Die Ergebnisse können dreidimensional dargestellt und an CAD-Programme weitergereicht werden.

Zusammenfassung

Eine zentrale Trinkwassererwärmung dominiert bei Ein- und Zweifamilienhäusern den Heizleistungsbedarf, während im Mehrfamilienhaus die Raumbeheizung für die erforderliche Kesselleistung ausschlaggebend ist. Vereinfachte Ermittlungsmethoden können nur näherungsweise Werte für die erforderliche Kesselleistung liefern. Die exakte Wärmebedarfsberechnung nach DIN 4701 bzw. EN 12831 wird dadurch nicht überflüssig. Aber auch deren Ergebnisse müssen dahingehend kritisch betrachtet werden, ob eventuell auftretende höhere Heizlasten, z. B. ein Anheizen nach langen Stillstandszeiten, bei denen das Gebäude vollständig auskühlte, hinreichend berücksichtigt sind. Moderne Planungssoftware ist in der Lage, diese teilweise schwer erfassbaren Einflüsse zu berücksichtigen. Schon allein durch die komfortable Eingabe der Parameter und die schnelle Ausgabe der Rechenergebnisse ist es dem Planer möglich, verschiedene Auslegungsvarianten am PC zu simulieren. ◀

Literatur

- [1] Richtlinie 92/42/EWG des Rates vom 21. Mai 1992 über die Wirkungsgrade von mit flüssigen oder gasförmigen Brennstoffen beschickten neuen Warmwasserheizkesseln
- [2] Dipl.-Ing. Werner Eicke-Hennig: 30 Niedrigenergiehäuser in Hessen – Erfahrungen und Schlussfolgerungen
Tagungsband: Energiesparende Gebäude – Herausforderungen und Chancen
Berlin 1998