

Karl-Heinz Wittke,  
Bernd Henrichs \*

Praxisgerechte Grundsätze und Hinweise

In der Praxis dürften ca. 74 % aller Kleinwärmehähler, die in Wohnungen mit Heizkörpern zur Erfassung der Heizwärme installiert sind, überdimensioniert sein. Dies wirkt sich in der Regel negativ auf die Erfassungsgenauigkeit der Meßgeräte aus. Durch die neue Energieeinsparverordnung wird sich das Problem der Überdimensionierung noch verschärfen. Der folgende Artikel stellt deshalb einfache und praxisgerechte Grundsätze zur Dimensionierung vor.

## Wärmehähler richtig dimensionieren

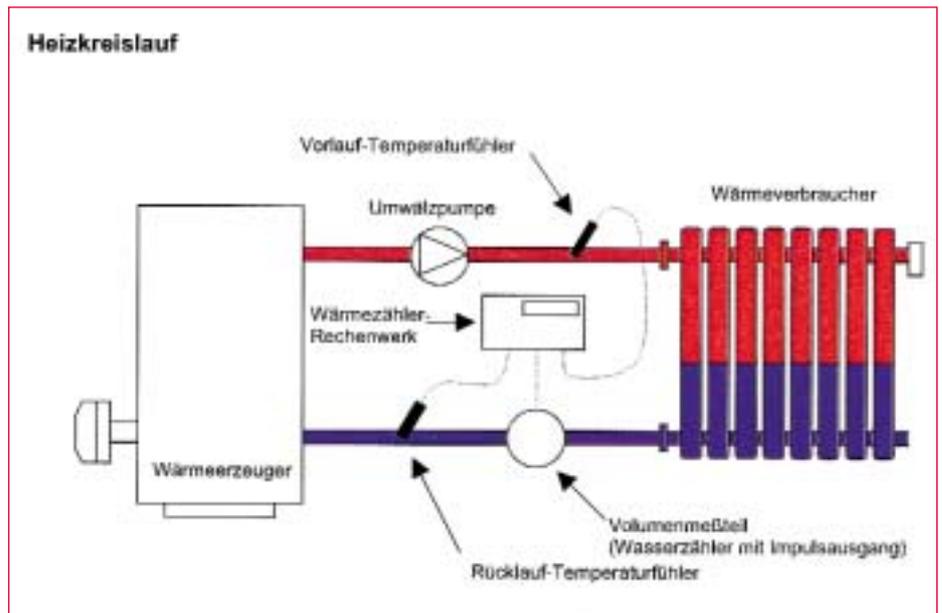


Bild 1 Prinzip der Wärmemengenmessung

Wird in Mehrfamilienhäusern oder Gewerbebauten die Wärme zentral in einer Heizungsanlage erzeugt oder durch einen Nah- oder Fernwärmeanschluß geliefert, dann ist gemäß Heizkostenverordnung (HKVO, Neufassung vom 20. 1. 1989) eine individuelle, verbrauchsabhängige Aufteilung der Heizkosten auf die Nutzer erforderlich. Zur Erfassung des Wärmeverbrauchs stehen Heizkostenverteiler und Wärmehähler zur Verfügung, wobei letztere zur Bestimmung der Wärmeabgabe von Sonderheizungen wie RLT-Anlagen (Lüftung), Fußboden- oder Solarheizungen eingesetzt werden. Gelegentlich wird auch – bei geeigneter Rohrführung – der Wärmebedarf kompletter Wohnungen oder Gebäudeteile mit Wärmehählern erfaßt. Wär-

mezhähler weisen nur unter Beachtung ihrer gerätespezifischen Einsatzbestimmungen optimale Ergebnisse hinsichtlich Meßgenauigkeit und Meßstabilität auf. In der Praxis zeigt sich, daß ein großer Teil der installierten Wärmehähler nicht korrekt dimensioniert ist, was sich negativ auf die Meßgenauigkeit bei geringen Durchflüssen auswirkt oder die Einsatzdauer der Geräte deutlich reduziert.

### Funktionsgruppen eines Wärmehählers

Wärmehähler sind Meßgeräte zur physikalisch exakten Bestimmung der Wärmemenge. Sie errechnen aus dem gemessenen Volumen und der Temperaturdifferenz zwischen Vor- und Rücklauf die von einer Heizfläche abgebenen Wärmemenge nach der Formel:

$$Q = k \cdot V \cdot (t_V - t_R)$$

Dabei ist  $V$  das gemessene Volumen,  $t_V$  und  $t_R$  die Wassertemperatur im Vor- und Rücklauf und  $k$  ein gleitender Wärmeoeffizient, der die temperaturabhängige Dichte und

Wärmekapazität des Heizungswassers berücksichtigt. Entsprechend diesem Funktionsprinzip besteht ein Wärmehähler aus den drei Funktionsgruppen Rechenwerk, Temperaturfühler und Volumenmeßteil (Bild 1).

### Rechenwerk

Das Rechenwerk verarbeitet die vom Volumenmeßteil und den Temperaturfühlern erzeugten Signale unter Berücksichtigung des temperaturabhängigen Wärmeoeffizienten und zeigt das Meßergebnis in gesetzlich zugelassenen Einheiten (z. B. kWh) auf einem Display an. Zusätzlich kann ein modernes Rechenwerk eine Vielzahl von zusätzlichen Informationen erfassen, speichern und bei Bedarf anzeigen, wie etwa den aktuellen Durchfluß, die Wärmeleistung oder die akkumulierte Wärmemenge zu monatlichen Stichtagen (Bild 2).

\* Karl-Heinz Wittke ist Abteilungsleiter Anlagentechnik und Dipl.-Phys.-Ing. Bernd Henrichs ist Produktionstechniker bei der Brunata Wärmemesser GmbH & Co. KG, 81379 München, Telefon (0 89) 7 85 95-4 19, Telefax (0 89) 78 59 54 08, Internet: www.brunata-muenchen.de



**Bild 2 Rechenwerk „Pollutherm“ (Invensys Metering Systems GmbH, Ludwigshafen)**

### Temperaturfühler

Die Erfassung der Wassertemperaturen im Vor- und Rücklauf des Heizkreises erfolgt bei fast allen Wärmezählern über Platin-Widerstandsthermometer Pt 100 oder Pt 500, wobei zwei Bauarten verwendet werden: Temperaturfühler mit fest angeschlossenen Leitungen im Kleinwärmezählerbereich und Temperaturfühler mit plombierbarem Anschlußkopf im Großwärmezählerbereich (Bilder 3 und 4).



**Bild 3 Widerstandsthermometer für Kleinwärmezähler**



**Bild 4 Widerstandsthermometer für Großwärmezähler**

### Volumenmeßteil

Zur Volumenmessung kommen hauptsächlich Turbinen-Durchflußmesser (Geschwindigkeitszähler) zum Einsatz. Diesen Volumenmeßteilen – zu denen die in der Wärmemeßtechnik weit verbreiteten Ein- und Mehrstrahlzähler sowie Woltmannzähler gehören – ist gemeinsam, daß sie das Volumen mittels der durchflußproportionalen Umdrehungen einer Turbine erfassen.

### Flügelrad- und Woltmannzähler

Beim Einstrahlzähler wird das Heizwasser über einen Einströmkanal nahezu senkrecht auf die flachen Paletten des Flügelrades geführt und verläßt danach das Meßgerät über einen Ausströmkanal (Bild 5). Einstrahlzähler zeichnen sich durch kleine Anlaufwerte (etwa 1,5 l/h) sowie einen geringen Druckabfall aus. Aufgrund kleiner Abmessungen finden Durchflußsensoren dieser Bauart überwiegend in sogenannten Kompaktwärmezähler Verwendung, die zur Erfassung der Heizenergie in Wohnungen eingesetzt werden.

Demgegenüber wird beim Mehrstrahlzähler das einströmende Wasser durch einen sogenannten Flügelbecher, der mehrere Einströmkanäle aufweist, in Teilströme zerlegt, die dann gleichmäßig – über den gesamten Umfang verteilt – auf die Flügelradpaletten auftreffen (Bild 6). Mehrstrahlzähler, die hauptsächlich in Nennweiten zwischen DN 15 und DN 40 hergestellt werden, produzieren aufgrund der mehrfachen Umlenkung des Wasserstrahles einen höheren Druckabfall als Einstrahlzähler. Von Vorteil ist der im Vergleich zum Einstrahlzähler geringere mechanische Verschleiß, da die Lagerung des Flügelrades durch die Aufteilung des Wasserstroms in mehrere Teilströme gleichmäßiger belastet wird.

Im Gegensatz zum Flügelradzähler liegt beim Woltmannzähler das mit gekrümmten Paletten versehene Flügelrad in Flußrichtung (Bild 7). Damit ist ein relativ geringer Druckverlust verbunden, der eine Verwendung von Woltmannzählern als Volumenmeßteile für Großwärmezähler mit einem Nenndurchfluß von 15 bis 250 m<sup>3</sup>/h ermöglicht. Woltmannzähler werden in den zwei Bauarten WP und WS produziert, die sich in der Anordnung der Meßflügelachse zur Rohrleitungsachse unterscheiden (Bilder 7 und 8).

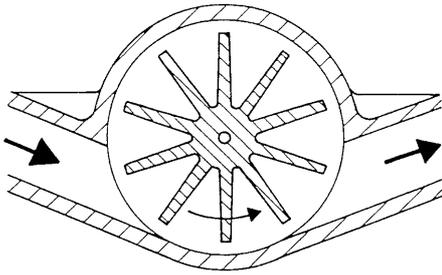


Bild 5 Einstrahlzähler

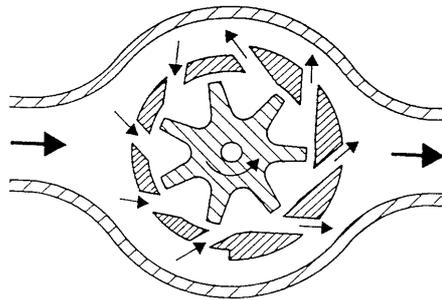


Bild 6 Mehrstrahlzähler

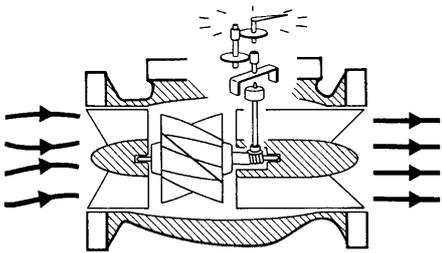


Bild 7 WP-Woltmanzähler für Steig- und Fallrohrleitungen

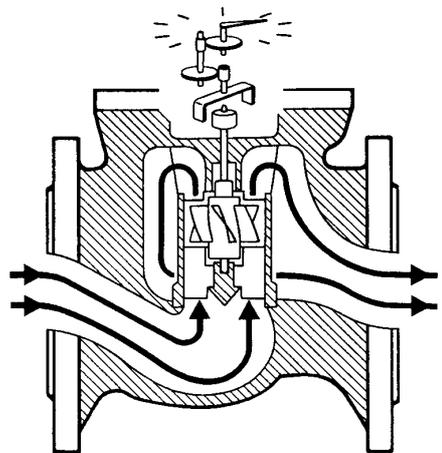


Bild 8 WS-Woltmanzähler für horizontale Einbaulagen

## Dimensionierung von Wärmehählern

Wärmehähler, die im geschäftlichen Verkehr eingesetzt werden, unterliegen in Deutschland der Eichpflicht. Dies bedeutet, daß ausschließlich geeichte bzw. von einer staatlich anerkannten Prüfstelle beglaubigte Wärmehähler installiert werden dürfen. Damit ist sichergestellt, daß nur Meßgeräte mit einer ausreichenden Erfassungsgenauigkeit im geschäftlichen Verkehr Verwendung finden.

### Meßgenauigkeit

Der Gesetzgeber schreibt in der Eichordnung vom 12. 8. 1988 die Meßgenauigkeit in Abhängigkeit von der Temperaturdifferenz zwischen Vor- und Rücklauf vor. Die in Tabelle 1 angegebenen Fehlergrenzen, die als Eichfehlergrenzen bezeichnet werden, haben Gültigkeit für neuwertige Wärmehähler unter Laborbedingungen. Im eingebauten Zustand gelten für Wärmehähler die sogenannten Verkehrsfehlergrenzen, die den doppelten Wert der Eichfehlergrenzen betragen. Erst wenn das Meßgerät die Verkehrsfehlergrenzen nicht mehr einhält, ist es zur Abrechnung von Kosten nicht mehr zugelassen. Die Meßgenauigkeit eines Wärmehählers ergibt sich aus der Genauigkeit seiner Teilkomponenten Rechenwerk, Temperaturfühler und Volumenmeßteil, wobei letzteres in der Praxis maßgeblich durch die Zählerdimensionierung bestimmt wird.

### Drei Belastungsbereiche

In Bild 10 ist die typische Fehlerkurve eines Flügelradzählers mit ihren drei Belastungsbereichen dargestellt.

- Anlaufbereich:  $Q < Q_{\min}$   
Der Anlaufbereich zeichnet sich dadurch aus, daß die dynamische Kraft der Wasserströmung die Lagerreibung des Flügelrades gerade überschreitet. Das Flügelrad beginnt sich zu drehen. Ein längerer Betrieb des Wärmehählers im Anlaufbereich ist unbedingt zu vermeiden, da hier extrem negative Meßfehler auftreten.
- Unterer Belastungsbereich:  $Q_{\min} \leq Q < Q_t$   
Im unteren Belastungsbereich, der sich vom Minimaldurchfluß  $Q_{\min}$  bis zum Übergangsdurchfluß  $Q_t$  erstreckt, beträgt die Meßgenauigkeit  $\pm 5\%$ . Ein permanenter Betrieb des Wärmehählers im Bereich zwischen  $Q_{\min}$  und  $Q_t$  ist aufgrund der geringen Meßgenauigkeit zu vermeiden.
- Oberer Belastungsbereich:  $Q_t \leq Q \leq Q_n$   
Oberhalb des Übergangsdurchflusses  $Q_t$  bis zum Nenndurchfluß  $Q_n$ , der den höchstmöglichen Durchfluß für den störungsfreien Dauerbetrieb kennzeichnet, beträgt der maximale Meßfehler der Volumenbestimmung  $\pm 3\%$ .

**Tabelle 1 Eichfehlergrenzen für Kompakt-Wärmehähler (Anm.: Für Wärmehähler, bei denen Flügelradzähler zur Volumenmessung eingesetzt werden, erhöht sich der zulässige Gesamtfehler im unteren Belastungsbereich (siehe Bild 9) um  $\pm 2\%$ )**

Temperaturdifferenz $\Delta t$	zulässiger Gesamtfehler des Wärmehählers
$\Delta t < 10 \text{ K}$	$\pm 8\%$
$10 \text{ K} \leq \Delta t < 20 \text{ K}$	$\pm 7\%$
$20 \text{ K} \leq \Delta t$	$\pm 5\%$

### Optimale Meßergebnisse

Optimale Meßergebnisse kann ein Wärmehähler nur erreichen, wenn der Durchfluß im oberen Belastungsbereich zwischen Übergangsdurchfluß  $Q_t$  und Nenndurchfluß  $Q_n$  liegt. Eine geringfügige Überschreitung des Nenndurchflusses ist dabei für kurze Zeiträume – etwa mehrere Stunden am Tag – möglich. Ein längerer Betrieb des Wärmehählers bei einem Durchfluß oberhalb des Nenndurchflusses ist unbedingt zu vermeiden,

- weil dies zu einer erhöhten Belastung der Flügelrad-Lagerung und damit zum vorzeitigen Ausfall des Zählers führt,
- weil dies zu verstärkten Laufgeräuschen führt, die sich über die Heizungsanlage leicht in alle Räume des Gebäudes ausbreiten und von Wohnungsnutzern oft als extrem störend empfunden werden
- weil dies zu einem erhöhten Druckverlust führt, der sich negativ auf die Druckverhältnisse im Heizungskreislauf auswirkt und einem wirtschaftlichen Pumpenbetrieb abträglich ist.

### Bestimmung der Nenngroße

Tabelle 2 gibt Richtwerte zur Bestimmung der Nenngroße eines typischen Wärmehählers (mit mechanischem Ein- oder Mehrstrahlzähler als Durchflußsensor) in Abhängigkeit vom Auslegungs-Volumenstrom, der sich aus der Wärmebedarfsrechnung ergibt. Grundlage dieser Tabelle ist der typische Druckabfall eines Wärmehählers der jeweiligen Nenngroße in Abhängigkeit von der Durchflußmenge, wobei der Druckabfall in den technischen Unterlagen eines Wärmehählers generell in Form eines Diagramms angegeben ist (Bild 11). Die obere Einsatzgrenze eines Wärmehählers liegt bei dem Volumenstrom, der einen Druckabfall von 0,1 bar verursacht.

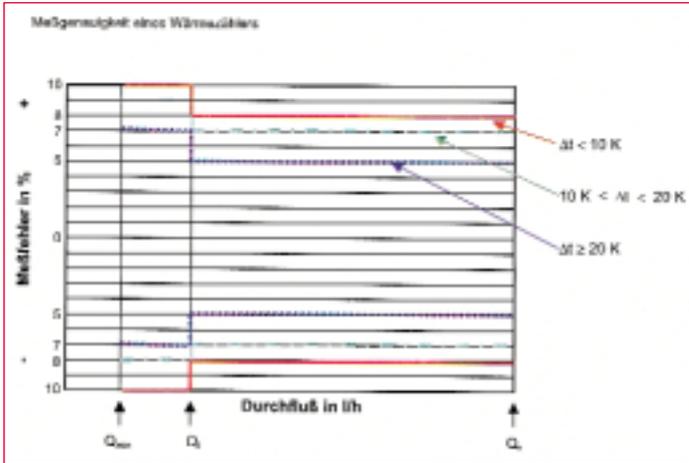


Bild 9 Grafische Darstellung der Eichfehlergrenzen

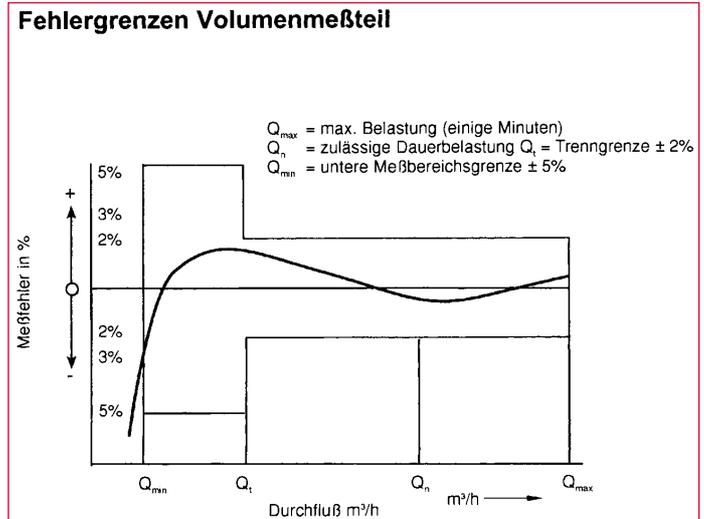


Bild 10 Typische Meßgenauigkeit eines Volumenmeßteils

Woltman-Wärmezähler, die bauartbedingt einen geringen Druckabfall aufweisen, werden entsprechend ihrer Nenngröße dimensioniert (Tabelle 3). Das bedeutet, daß beispielsweise ein Woltman-Wärmezähler  $Q_n$  60 bis zu einem Durchfluß von  $60 \text{ m}^3/\text{h}$  eingesetzt werden kann.

### Dimensionierungs-Grundsatz

Ein Wärmezähler mit einem Ein- oder Mehrstrahlzähler als Volumenmeßteil ist korrekt dimensioniert, wenn der durch das Volumenmeßteil verursachte Druckabfall 0,1 bar nicht – oder nur kurzzeitig für einige Stunden am Tag – übersteigt. Zugleich muß gewährleistet sein, daß ein Betrieb hauptsächlich oberhalb des Durchflußwertes  $Q_t$  (siehe Bild 10) erfolgt, dessen Wert

den technischen Unterlagen zum Wärmezähler zu entnehmen ist. Tabelle 4 ermöglicht eine überschlägige Bestimmung der Nenngröße in Abhängigkeit vom maximalen Wärmebedarf unter Berücksichtigung der gewünschten Temperaturpreizung zwischen Vor- und Rücklauf.

### Wärmezähler im Altbau

Bei Nutzergruppen mit unterschiedlichen Verbrauchserfassungsgeräten (z. B. Wärmezähler und Heizkostenverteiler) ist laut § 5 (Absatz 2) der Heizkostenverordnung eine Vorverteilung der Verbrauchskosten über Wärmezähler erforderlich. Tabelle 5 informiert über die typischen Nenngrößen der dazu eingesetzten Wärmezähler bei Tempe-

raturpreizungen zwischen Vor- und Rücklauf von 20, 15 und 8 Kelvin. Die Dimensionierung der Wärmezähler erfolgt bei der Planung des Gebäudes. Liegt diese schon geraume Zeit zurück, dann sind die installierten Verbrauchserfassungsgeräte mit großer Wahrscheinlichkeit überdimensioniert. Denn der Wärmebedarf älterer Gebäude wurde aufgrund gesetzlicher Vorschriften zur Energieeinsparung mit erheblichem Aufwand reduziert, während eine Anpassung der Wärmezähler an die neuen wärmetechnischen Gegebenheiten in der Regel nicht erfolgt ist. Eine Überprüfung der Dimensionierung bietet sich in diesem Zusammenhang besonders dann an, falls Wärmezähler in den Nenngrößen  $Q_n$  1,5 oder 2,5 zur wohnungsweisen Verbrauchs-

Tabelle 2\* Richtwerte zur Bestimmung der Nenngröße von Wärmezählern mit Ein- und Mehrstrahl-Volumenmeßteilen

Auslegungs-Volumenstrom $Q$ in $\text{m}^3/\text{h}$	geeignete Nenngröße $Q_n$ in $\text{m}^3/\text{h}$
<b>Wärmezähler mit Einstrahl-Volumenmeßteil</b>	
$0,006 \leq Q < 0,5$	0,6
$0,5 \leq Q < 1,3$	1,5
$1,3 \leq Q < 1,7$	2,5
<b>Wärmezähler mit Mehrstrahl-Volumenmeßteil</b>	
$1,7 \leq Q < 2,5$	3,5
$2,5 \leq Q < 4,0$	6,0
$4,0 \leq Q < 6,5$	10,0

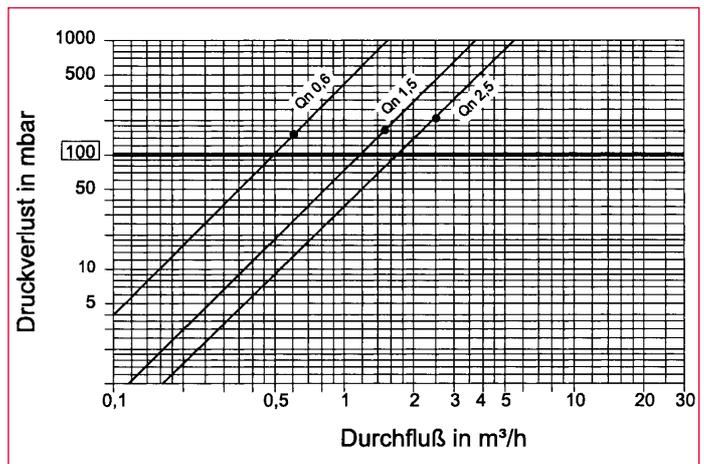


Bild 11 Druckverlustkurven eines Einstrahl-Wärmezählers in den Nenngrößen  $Q_n$  0,6 / 1,5 / 2,5 am Beispiel des Kleinwärmezählers „Pollucom E“

**Tabelle 3\* Richtwerte zur Bestimmung der Nenngröße von Wärmezählern mit Woltman-Volumenmeßteilen**

Auslegungs-Volumenstrom $Q$ in $m^3/h$	geeignete Nenngröße $Q_n$
$6,5 \leq Q < 15,0$	15,0
$15,0 \leq Q < 25,0$	25,0
$25,0 \leq Q < 40,0$	40,0
$40,0 \leq Q < 60,0$	60,0
$60,0 \leq Q < 100,0$	100,0

erfassung installiert sind. Hier ist in den meisten Fällen ein Wärmezähler der kleinsten Nenngröße  $Q_n$  0,6 ausreichend (z.B. bei einer Heizkörperheizung mit einer Temperaturspreizung von 20 K für bis zu 190  $m^2$  im Neubau ab Erstellungsjahr 1996).

**Grundsatz:** Zur wohnungsweisen Erfassung des Wärmeverbrauches ist ein Wärmezähler der Nenngröße  $Q_n$  0,6 ausreichend.

**Tabelle 4\* Richtwerte zur Wärmezähler-Dimensionierung im Wohnungsbereich**

Wärmebedarf in kW	typ. Nenngröße in $m^3/h$
<b>Temperaturspreizung 20 K</b>	
0–11	0,6
12–30	1,5
31–39	2,5
<b>Temperaturspreizung 15 K</b>	
0–8	0,6
9–22	1,5
23–29	2,5
<b>Temperaturspreizung 8 K</b>	
0–4	0,6
5–12	1,5
13–16	2,5

\* Anmerkung: Die Tabellen 2, 3, 4 und 5 wurden erstellt für Wärmezähler mit mechanischen Durchflusssensoren der Firma Invensys Metering Systems GmbH & Co. KG, Ludwigshafen (vormals Spanner-Pollux GmbH). Für Wärmezähler anderer Hersteller sind geringfügig abweichende Werte zu erwarten.

## EnEV verstärkt die Überdimensionierung

Die im Februar 2002 in Kraft getretene Energieeinsparverordnung (EnEV) legt neue Maßstäbe an den Wärmeschutz und den maximalen Primärenergiebedarf in Gebäuden fest. Ziel der Verordnung ist eine deutliche Reduzierung des Energieverbrauchs, die über eine Dämmung von Armaturen und freiliegenden Rohrleitungen in unbeheizten Räumen bis zum 31. Dezember 2006 und dem Austausch veralteter Heizkessel bis spätestens 31. Dezember 2008 sichergestellt werden soll. Aufgrund dieser Maßnahmen zur Energieeinsparung ist auch eine Überprüfung der installierten Wärmezähler erforderlich, da diese nach einer Modernisierung der Regel- und Pumpentechnik mit großer Wahrscheinlichkeit überdimensioniert sind. Und daraus resultieren negative Auswirkungen auf die Genauigkeit der Verbrauchserfassung, was zu Ungerechtigkeiten bei der Verbrauchskostenverteilung führen kann.

Voraussetzung für eine Heizkostenabrechnung entsprechend den gesetzlichen Vorschriften (HKVO) ist eine korrekte Verbrauchsermittlung. Für die Erfassung der Wärmeabgabe von Sonderheizungen stehen geeichte Wärmezähler zur Verfügung, deren sinnvolle Verwendung allerdings meßtechnische Grundkenntnisse – insbesondere im Bereich der Wärmezähler-Dimensionierung – erfordert. In der Praxis sind ca. 74 % aller Kleinwärmezähler die in Wohnungen mit Heizkörpern zur Erfassung der Heizwärme installiert sind überdimensioniert. Dies wirkt sich in der Regel negativ auf die Erfassungsgenauigkeit der Meßgeräte aus. Durch die EnEV wird sich das Problem der Überdimensionierung noch verschärfen. Zur Sicherstellung einer gerechten, verbrauchsabhängigen Heizkostenabrechnung ist somit insbesondere bei einer Modernisierung der Heizungsanlage die Dimensionierung der installierten Wärmezähler zu überprüfen bzw. neu zu bestimmen. Bauliche Änderungen sind in der Regel nicht erforderlich, wenn die Nenngröße eines Wärmezählers den neuen energetischen Gegebenheiten des Gebäudes angepaßt werden muß. Denn in den meisten Fällen dürfte es genügen, einen Wärmezähler der Nenngröße  $Q_n$  1,5 gegen einen Wärmezähler der Nenngröße  $Q_n$  0,6 auszutauschen, wobei die Zähler hinsichtlich der Baulänge und des Anschlußgewindes baugleich sind.

**Tabelle 5\* Richtwerte zur Wärmezähler-Dimensionierung bei Vorverteilung der Heizkosten**

Wärmebedarf in kW	typ. Nenngröße in $m^3/h$
<b>Temperaturspreizung 20 K</b>	
0–58	3,5
59–93	6,0
94–151	10,0
152–348	15,0
349–581	25,0
582–930	40,0
<b>Temperaturspreizung 15 K</b>	
0–44	3,5
45–70	6,0
71–113	10,0
114–262	15,0
263–436	25,0
437–698	40,0
<b>Temperaturspreizung 8 K</b>	
0–23	3,5
24–37	6,0
38–60	10,0
61–140	15,0
141–232	25,0
233–372	40,0

### Literatur

- [1] Lange, D.: Einbau von Wärmezählern, Die Heizkostenabrechnung, Dezember 1988
- [2] Lange, D.: Aufgaben der Planung beim Einsatz von elektronischen Wärmezählern, Die Heizkostenabrechnung, Februar 1990
- [3] Eckert, H. D.: Wärmezähler-Handbuch, 2. überarbeitete Ausgabe, März 1994
- [4] Adunka, F.: Wärmemengenmessung, Vulkan-Verlag, Essen, Januar 1984
- [5] Bonfig K.W.: Technische Durchflußmessung, 2. Auflage, Vulkan-Verlag, Essen, Februar 1987
- [6] DIN-Fachbericht 85, Installation von Wärmezählern, Deutsche Fassung CR 13582, Beuth-Verlag, Berlin, 1. Auflage, 2000
- [7] Europäische Norm EN 1434 (Teil 1-6), Beuth-Verlag, Berlin, April 1997
- [8] Eichordnung vom 12.8.1988 in der Fassung der dritten Verordnung vom 18. August 2000
- [9] Verordnung über die verbrauchsabhängige Abrechnung der Heiz- und Warmwasserkosten (Verordnung über Heizkostenabrechnung – Heizkosten V) vom 23. Februar 1981 in der Neufassung vom 20. Januar 1989
- [10] Verordnung über energiesparenden Wärmeschutz und energiesparende Anlagentechnik bei Gebäuden (Energieeinsparverordnung – EnEV), veröffentlicht im Bundesgesetzblatt Nr. 59 am 21. November 2001
- [11] Erfassungsgeräte zur Heizkostenerfassung, Landesgewerbeamt Baden-Württemberg, 2. Auflage, Februar 1985