DIN EN 12831-3 als Ersatz für DIN 4708

Energieeffiziente Dimensionierung von Trinkwassererwärmungsanlagen nach dem Summenlinienverfahren

Mit DIN EN 12831-3 steht der Fachwelt eine neue europäische Norm zur Dimensionierung von Trinkwassererwärmungsanlagen zur Verfügung. Die Norm basiert auf dem Summenlinienverfahren, welches eine Auslegung von Speichervolumen und Nachheizleistung für alle Systeme, Gebäude- und Nutzungsarten erlaubt, und soll langfristig die DIN 4708 ersetzen. Wir stellen das Regelwerk vor.

Trinkwassererwärmungsanlagen werden in Deutschland nach DIN 4708 ausgelegt. Diese Norm, 1979 erstmals im Beuth Verlag veröffentlicht und im Jahr 1994 zuletzt überarbeitet, verwendet sogenannte Bedarfs- (N_B) und Leistungskennzahlen (N_L) für die Festlegung des zeitlichen Warmwasserbedarfs und die Auslegung von Speichervolumen und Nachheizleistung. Die Basis dieser Norm bildet ein statistisches Verfahren, welches den zeitlichen Warmwasserbedarf innerhalb einer kritischen Zapfperiode – die Bedarfsperiode – zuerst in Form einer Gaußverteilung ordnet und darstellt (Bild 1) und diese dann über eine empirische Verteilungsfunktion mit einer sogenannten „Spitzenanhebung" als geschlossene Kurve beschreibt (Bild 2).

Eine weitere Eigenschaft der Norm ist die Einteilung des Warmwasserbedarfs in ein Vielfaches von „Einheitswohnungen". Eine Einheitswohnung entspricht demnach dem Warmwasserbedarf von 3,5 Personen, die in einer 4-Zimmer Wohnung leben und wo jede Person einmal am Tag badet. Dies entspricht einer Bedarfskennzahl N_B von 1, was umgerechnet einem täglichen Energiebedarf von 20,4 kWh und etwa 500 l Warmwasser entspricht Die Bedarfskennzahl des reellen Objekts ist dann ein Vielfaches dieses Bedarfs. Für ein Mehrfamilienhaus mit 11 Wohneinheiten entspräche dies beispielhaft einer Bedarfskennzahl von $N_B = 9{,}5$.

Anwendung in der Praxis

In einem separaten Teil 3 der DIN 4708 wird dann ein Prüfverfahren beschrieben, mit dem Hersteller von Speicher und Wärmeerzeuger die Leistungsfähigkeit ihrer Produkte in Form einer sogenannten Leistungskennzahl N_L angeben können. Mit dieser Leistungszahl ist ein konkretes Speichervolumen und eine dafür erforderliche Dauerleistung des Wärmeerzeugers verbunden. Die Auslegung beinhaltet also lediglich die Festlegung einer Speichergröße und einer Wärmeerzeugerleistung. Sie ist dann korrekt durchgeführt, wenn die vom Speicherhersteller angegebene Leistungszahl größer als die Bedarfskennzahl ist. Also $N_L > N_B$. In dem vorhin erwähnten Mehrfamilienhaus mit $N_B = 9{,}5$ würde bei der Wahl eines konkreten Produkts z. B. ein Speichervolumen von 380 l verbunden mit einer Dauerleistung von 60 kW resultieren.

Das Verfahren ist für den Nutzer einfach anzuwenden und auch sehr einprägsam, wenn man von der aufwendigen statistischen Herleitung der Bedarfskennzahl sowie dem umfangreichen Prüfverfahren des Speichers absieht und sich nur auf das Endprodukt, nämlich das Einhalten der Bedingung $N_L > N_B$ konzentriert.

Aber DIN 4708 hat auch einige gravierende Nachteile:

a. Das Verfahren gilt nur für Wohngebäude mit Zapfungen, die mehr oder minder einer Gauß'schen Normalverteilung entsprechen. Hohe Zapfraten, die innerhalb einer kurzen Zeit auftreten, wie sie z. B. bei Werkswohnungen, Hotels, Justizvollzugsanstalten aber auch in Krankenhäusern vorkommen, sind mit diesem Verfahren nicht abbildbar. Da der Planer mangels Alternativen die DIN 4708 dennoch mit entsprechenden Sicherheitsfaktoren anwendet, führt dies in der Regel zu einer deutlichen Überdimensionierung der Anlagen für die Trinkwassererwärmung.

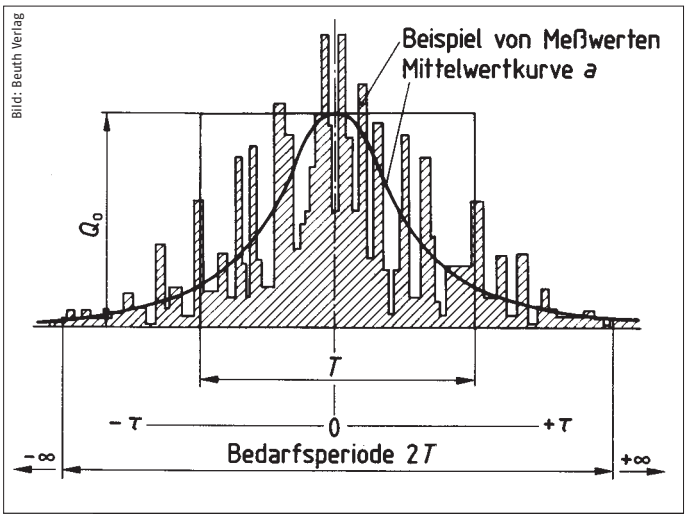

Bild 1: Gaußverteilte Messwerte für den Warmwasserbedarf.

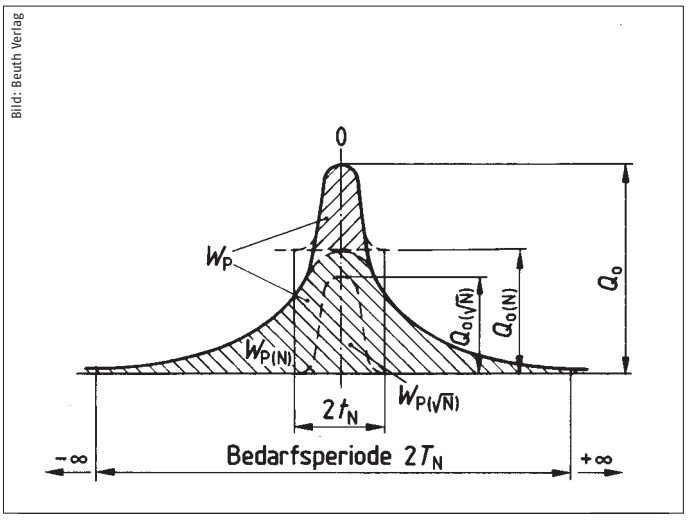

Bild 2: Verteilungsfunktion.

b. Die Bedarfsparameter sind viel zu hoch angesetzt. In welcher Wohnung wird noch ein tägliches Bad mit 140 l Wannenwasser genommen, gefolgt von allen anderen Mitbewohner direkt nacheinander? Diese Werte stammen aus den 80er-Jahren wo es den „Badetag“ am Samstag als auszulegenden Fall noch gab. Für Nichtwohnbauten gibt es in DIN 4708 gar keine Kennwerte. Auf welcher Grundlage wird z. B. die Bedarfskennzahl eines 400 Betten Krankenhauses berechnet?
c. Auch die zugrundeliegenden Flächendichten sind mit ca. 25 m² Wohnfläche pro Person zu niedrig angesetzt und entsprechen nicht mehr dem heutigen „Standard“, der bereits bei über 40 m² pro Person liegt. Auch dies führt zu einer unnötigen Erhöhung der Warmwasserbedarfsparameter.
d. Die herstellerseitige Angabe einer Leistungszahl N_L ist zwar für den Nutzer auf den ersten Blick sehr angenehm und einprägsam, sie erfordert aber einen hohen Prüfaufwand seitens der Komponentenhersteller. Zudem kann der Nutzer die vom Hersteller angegebenen Wertepaare für Speichervolumen und Dauerleistung nicht voneinander trennen und variieren, da es in einem solchen Fall dann wieder das Aussuchen einer neuen Leistungszahl bedarf, die vom Hersteller ggfs. gar nicht angeboten wird. So z. B. wenn eine niedrigere Dauerleistung mit einem größeren Speichervolumen kombiniert werden soll.
e. Dies führt zum inzwischen wohl wichtigsten Einwand am Berechnungsverfahren der DIN 4708. Nach der Norm ausgelegte Anlagensysteme sind hinsichtlich ihrer Leistung meistens deutlich überdimensioniert.

Aus diesem Grund besteht bereits seit längerer Zeit der Bedarf an einem Auslegungsverfahren, welches eine zwar sichere aber leistungsmäßig knappere Auslegung von Trinkwassererwärmungsanlagen unter gleichzeitiger Einhaltung der hygienischen Notwendigkeiten ermöglicht.

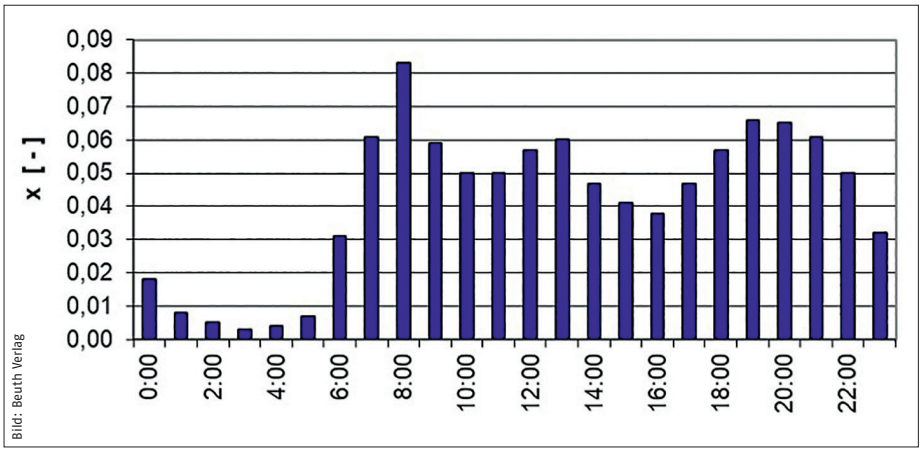

Bild 3: Stundenzapfprofil für ein Mehrfamilienhaus.

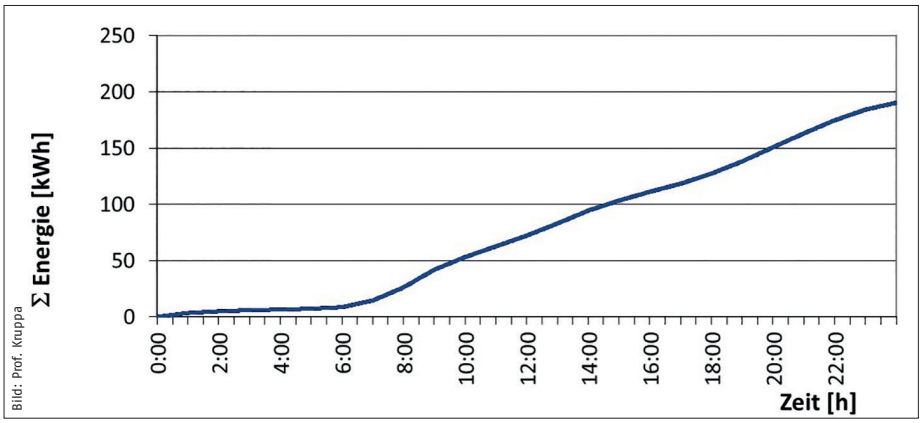

Bild 4: Bedarfskennlinie für ein Mehrfamilienhaus mit 11 Wohnungen.

Auslegungsverfahren nach DIN EN 12831 Teil 3

Mit Ausgabedatum Juli 2017 ist mit DIN EN 12831-3 eine neue europäische Norm zur Dimensionierung von Trinkwassererwärmungsanlagen erschienen. Sie ist nicht zu verwechseln mit DIN EN 12831-1, die überarbeitete und fast zeitgleich veröffentlichte Norm zur Heizlastberechnung, welche nun das ausführliche sowie alle vereinfachten Verfahren der Heizlastberechnung von Räumen und Gebäuden in eben diesem Teil 1 vereint. DIN EN 12831-3 hat mit der Heizlastberechnung nichts zu tun.

Es muss an dieser Stelle vom Autor zugegeben werden, dass die Namensgebung gar nicht glücklich verlaufen ist. Denn auch der interessierte und versierte Leser kann hinter dem offiziellen Titel: „Energetische Bewertung von Gebäuden - Verfahren zur Berechnung der Norm-Heizlast – Teil 3: Trinkwassererwärmungsanlagen, Heizlast und Bedarfsbestimmung, Module M8-2, M8-3“, nicht wirklich erkennen, dass es hier um die Auslegung der Speichergröße und Nachheizleistung einer Trinkwassererwärmungsanlage geht. Aber dieses Durcheinander ist nicht das einzige unverständliche an der europäischen Normung.

DIN EN 12831-3 hat mit der Heizlastberechnung nichts zu tun.

DIN EN 12831-3 [4] ist in den letzten 3 Jahren im europäischen Normungsgremium CEN/TC 228 „Heizungssysteme in Gebäuden“ erarbeitet worden und basiert auf dem Summenlinienverfahren, welches eine zuverlässige Auslegung von Speichervolumen und Nachheizleistung für alle Systeme, Gebäude- und Nutzungsarten erlaubt. Die neue Norm schließt damit die zuvor beschriebene Lücke, indem sie für alle Gebäude und Nutzungsarten anwendbar ist. Sie soll langfristig die DIN 4708 ersetzen.

Zapfprofile für verschiedene Nutzungsarten

Ausgangspunkt des Verfahrens bilden charakteristische Zapfprofile für verschiedene Nutzungsarten (in der Norm auch Lastprofile genannt), welche über

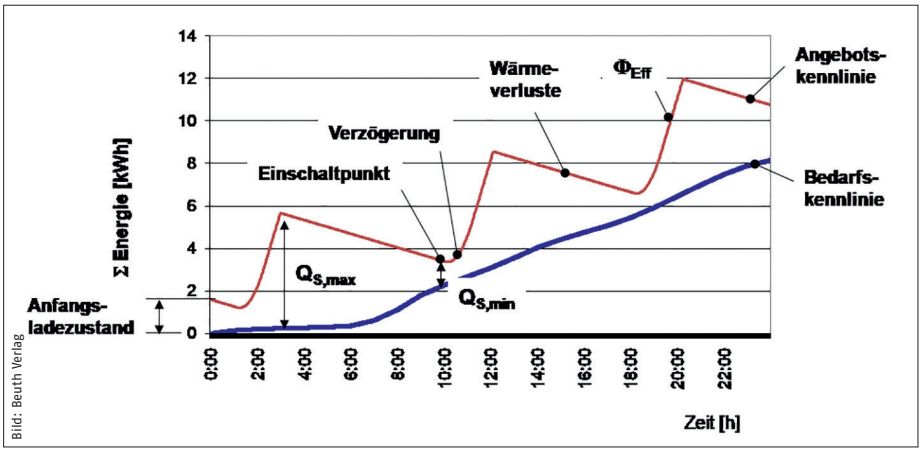

Bild 5: Elemente der Angebotskennlinie – hier als Prinzip-Skizze dargestellt.

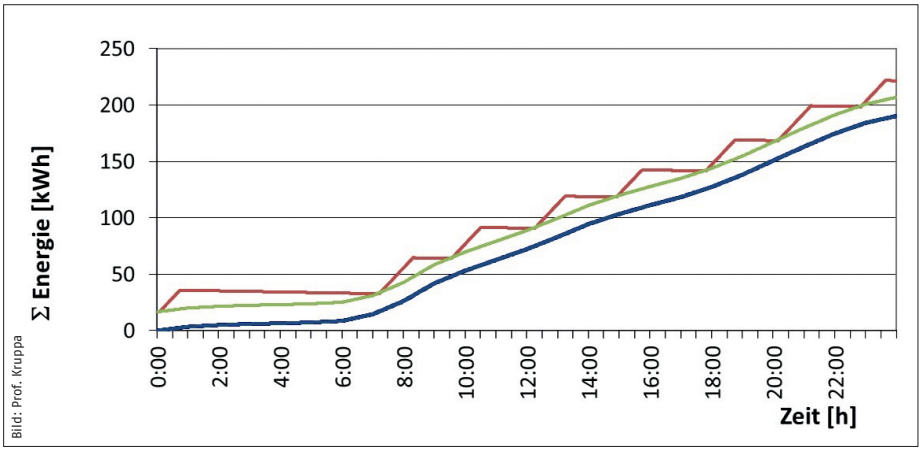

Bild 6: Angebots- und Bedarfskennlinien für ein Mehrfamilienhaus mit 11 Wohnungen.

einen Zeitraum von 24 h angegeben werden. Bild 3 zeigt ein solches Zapfprofil für ein Mehrfamilienhaus.

Der prozentuale Anteil des Tagesbedarfs an Warmwasser x ist in der Grafik über 24 h verteilt dargestellt, sodass die Summe Σx = 1 ist. In Bild 3 ist das Zapfprofil in Stundenschritten dargestellt. Die Norm bilanziert jedoch in Minutenschritten um den Energiebedarf und das Energieangebot der Anlagentechnik genauer abzubilden. Derzeit werden in Feldversuchen mit Messungen über mehrere Wochen die Warmwasserverbrauchsdaten für unterschiedliche Gebäude erfasst, ausgewertet und zu Minutenzapfprofilen verarbeitet. Ziel ist es, für jede Gebäudeart ein „Norm-Zapfprofil" zu erstellen, welches für die Auslegung verwendet werden kann. Individuell erstellte Zapfprofile, z. B. aus eigenen Messdaten, sind ebenfalls anwendbar.

Das Zapfprofil kann vom Anwender direkt verwendet oder vorher den individuellen Gegebenheiten angepasst werden und mit dem aus den Verbrauchsdaten oder aus Literaturwerten ermittelten Tagesbedarf an Warmwasser multipliziert werden, sodass die korrekten Zapfmengen in Liter über den Tag resultieren. Für das Mehrfamilienhaus und mit den Verbrauchswerten aus DIN 4708 resultieren hier stolze 4670 l Warmwasser pro Tag.

Durch die Auftragung der kumulierten Energie dieser Entnahmen über die Zeit kann das zugrunde gelegte Zapfprofil sehr anschaulich in einem Wärmekapazitätendiagramm als sogenannte Bedarfskennlinie dargestellt werden. Dies erfolgt durch Multiplikation der Verbrauchswerte in l/min mit der Wärmespeicherfähigkeit, Dichte und Temperaturdifferenz des Trinkwarmwassers zu:

$$Q_{w,b} = \sum_{1}^{1440} V_t \cdot \rho_w \cdot c_w \cdot \left(\vartheta_{w,Z} - \vartheta_k\right) \cdot \frac{1}{3\,600} \quad \text{[kWh]} \quad \text{Gl. 1}$$

Die resultierende Bedarfskennlinie ist in Bild 4 abgebildet. Sie stellt sozusagen den charakteristischen „Fingerabdruck" der Warmwassernutzung im Gebäude dar. Hieraus kann der Nutzenergiebedarf für Warmwasser in Abhängigkeit der Tageszeit direkt abgelesen werden. In unserem Beispielgebäude beträgt der tägliche Nutzenergiebedarf für Warmwasser demnach ca. 200 kWh/d. Die Trinkwarmwasseranlage muss mindestens diese Energie zur Verfügung stellen. Eine Unterschreitung der Linie kommt einer Unterversorgung gleich.

Die von der Anlagentechnik zur Verfügung gestellte Energie lässt sich dann im gleichen Diagramm als Anlagenkennlinie ermitteln. Hierbei gehen Faktoren wie Speichervolumen, verfügbare Leistung des Wärmeerzeugers, Wärmeverluste von Speicher und Leitungen, Art der Beladung des Speichers und die Verzögerungszeit des Wärmeerzeugers in die Berechnung ein. Das zeitliche Verhalten der Anlagentechnik kann in einer Angebotskennlinie im gleichen Wärmekapazitätendiagramm dargestellt werden, wie in Bild 5 zu sehen ist. Zentrale aber auch dezentrale Systeme der Trinkwasserbereitung, auch solche mit Energiespeicher und Frischwasserstationen, sind in DIN EN 12831-3 abbildbar.

Die Angebotskennlinie setzt sich zusammen aus dem nutzbaren Energieinhalt des Speichers, welcher im Schaubild als senkrechter Abstand zur Bedarfskennlinie dargestellt werden kann (z. B. der Anfangs-Ladezustand oder die maximale Speicherkapazität $Q_{S,max}$). Eine weitere Größe ist die zur Verfügung stehende effektive Nachheizleistung Φ_{Eff}, die im Schaubild als Linie mit positiver Steigung abgebildet wird. Als Verlustgrößen sind die Energieverluste des Speichers und der Verteilleitungen zu sehen, die im Schaubild als Gerade mit negativer Steigung dargestellt werden. Die Wärmeverluste des Speichers und der Verteilleitungen bewirken, dass die gespeicherte nutzbare Energie mit fortlaufender Zeit absinkt.

Durch die Entnahme (ansteigende Bedarfskennlinie) wird der nutzbare Energieinhalt des Speichers weiter entleert, welches sich durch ein Absinken der Speichertemperatur bemerkbar macht. Ein Temperaturfühler, der oft etwa in halber Höhe des Speichers positioniert ist, registriert diese Absenkung und schaltet die Nachheizung ein (Einschaltpunkt). Dieser Einschaltpunkt ist in Bild 6 als grüne Linie zu sehen. Sie verläuft parallel zur Bedarfskennlinie.

In diesem Beispiel ist das Mehrfamilienhaus mit den hohen Bedarfswerten von 4670 l/Tag aus DIN 4708 gerechnet worden. Selbst bei diesem hohen Warmwas-

serbedarf kann bei einer Auslegung nach DIN EN 12831-3 die Dauerleistung auf 30 kW bei einem Speichervolumen von 380 Litern ohne Unterdeckung halbiert werden (Bild 6). Werden realistische Bedarfswerte von ca. 40 l Warmwasser pro Person und Tag angenommen, kann sich Dauerleistung und Speichervolumen auf 20 kW und 300 l weiter reduzieren.

Somit lässt sich das zeitliche Verhalten der Trinkwarmwasseranlage relativ genau beschreiben. Das Berechnungsverfahren in DIN EN 12831-3 kommt einer Simulation recht nahe, was den Vorteil hat, dass Abweichungen vom Standardfall sehr einfach angepasst und berechnet werden können. Das Verfahren kann sogar für Prozessenergie im Bereich der Industrie angewendet werden.

Derzeit wird der deutsche nationale Anhang zur DIN EN 12831-3 geschrieben. Sie wird aller Voraussicht nach den verständlicheren Titel: „DIN SPEC 12831-3: Dimensionierung von Trinkwassererwärmungsanlagen – Teil 3: Nationale Ergänzungen zur DIN EN 12831-3“ tragen und Mitte 2019 erscheinen. Neben der Angabe von Zapfprofilen und der Festlegung von Randbedingungen wird in diesem Teil auch an einer Übertragung der Bedarfs- und Leistungskennzahlen auf das Summenlinienverfahren für Wohngebäude gearbeitet, sodass es auch in diesem Bereich in Zukunft möglich ist, mit bekannten und einfachen Mitteln die Warmwasserbereitung für ein Wohngebäude zu dimensionieren. ◀

Literatur:
[1] DIN 4708-1, Zentrale Wassererwärmungsanlagen – Teil 1 Begriffe und Berechnungsgrundlagen, Beuth Verlag, April 1994
[2] DIN 4708-2, Zentrale Wassererwärmungsanlagen – Teil 2 Regeln zur Ermittlung des Wärmebedarfs zur Erwärmung von Trinkwasser in Wohngebäuden, Beuth Verlag, April 1994
[3] DIN 4708-3, Zentrale Wassererwärmungsanlagen – Teil 3 Regeln zur Leistungsprüfung von Wassererwärmern für Wohngebäude, Beuth Verlag, April 1994
[4] DIN EN 12831-3, Energetische Bewertung von Gebäuden – Verfahren zur Berechnung der Norm-Heizlast – Teil 3: Trinkwassererwärmungsanlagen, Heizlast und Bedarfsbestimmung, Module M8-2, M8-3, Beuth Verlag, Juli 2017

Autor: Prof. Dr.-Ing. Boris Kruppa, IGE-Institut für Gebäudesystemtechnik und Erneuerbare Energie, Technische Hochschule Mittelhessen, Gießen