

Ein Vergleich der DIN V 18599 mit der DIN V 4701-10

Mehr Gemeinsamkeiten oder Unterschiede?

Die Berechnungsverfahren der DIN V 4701-10 und der DIN V 18599 haben dieselbe Basis. Doch die neue Norm wurde für einen größeren Anwendungsbereich entworfen. Eine vergleichende Bewertung der Heiz- und Warmwassersysteme zeigt die Unterschiede im Berechnungsablauf und in den Randbedingungen. Welche Auswirkungen das neue Berechnungsverfahren auf die Ergebnisse hat, wird an einem konkreten Beispiel deutlich.



Im nächsten Jahr steht in Deutschland die Umsetzung der europäischen Gebäudeeffizienzrichtlinie EPBD [1] und damit eine erneute Novellierung der Energieeinsparverordnung [2] ins Haus. Zur Vorbereitung ist die Vornormenreihe DIN V 18599 [3] erarbeitet worden. Sie liefert eine Methode zur Bewertung der Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden und beinhaltet alle Energiemengen, die zur Beheizung, Warmwasserbereitung, raumlufttechnischen Konditionierung und Beleuchtung von Gebäuden notwendig sind.

Der Teil 5 der Normenreihe DIN V 18599 enthält ein Verfahren zur energetischen Bewertung von Heizsystemen. Der Teil 8 dient der energetischen Bewertung von Warmwassersystemen. Bei der Erarbeitung der Normteile konnte man auf der vorhandenen Methodik der DIN V 4701-10 aufbauen. Das betrifft sowohl die Bilanzierungsabschnitte Übergabe, Verteilung, Speicherung und Erzeugung als auch einen wesentlichen Teil der Berechnungsalgorithmen. Die Ermittlung der anlagentechnischen Verluste erfolgt, wie aus der DIN V 4701-10 bekannt, getrennt für die Brennstoff- und Hilfsenergie. Zum Teil sind neue Methoden zur Bewertung von Kesseln, Umwälzpumpen, Wärmepumpen und thermischen Solarsystemen erforderlich. Diese bauen im Regelfall auf europäischen Normentwürfen auf.

Die beiden Normteile gestatten eine energetische Bewertung aller typischen Systeme im Neubau und im Gebäudebestand. Es können zentrale und dezentrale Systeme berechnet werden, die mit fossilen Brennstoffen, Strom, Fernwärme oder regenerativen Energieträgern betrieben werden.

Anwendungsbereich

Die DIN V 18599 hat einen wesentlich umfassenderen Anwendungsbereich als die bisherigen EnEV-



1 Anwendungsbereiche im Vergleich

	DIN V 4701-10	DIN V 18599
Gebäudetypen	Gebäude mit normalen Innentemperaturen nach EnEV (Wohngebäude u. ä.)	Nicht-Wohngebäude und Wohngebäude (keine Einschränkung)
Baualter	Neubau (Altbau bedingt in Verbindung mit DIN V 4701-12 und PAS 1027)	Neubau und Altbau (keine Einschränkung)
Einflussgrößen	Heizung, Warmwasser, Lüftung (Gebäude in DIN V 4108-6)	Gebäude, Heizung, Warmwasser, Lüftung, Klima, Beleuchtung
Heizwärmebedarf	Neubauten nach EnEV (40...90 kWh/m ² a)	Keine Einschränkung

Die DIN V 18599 kann für einen größeren Anwendungsbereich eingesetzt werden als die DIN V 4701-10

2 Berechnungsverfahren im Vergleich

	DIN V 4701-10	DIN V 18599
Verfahren nach Norm	– Ausführlich – Tabellen – Diagramme (Beiblatt 1)	Nur ein Verfahren (ausführlich)
Zeitschritte	Heizperiodenbilanz (Monatsbilanz nur für Bauseite möglich)	Monatsbilanz
Bezugsgröße	Nutzfläche A_N	Absolute Werte
Brennstoffenergie	Generell (unterer) Heizwert	Ermittlung der Erzeuger-Verluste brennwertbezogen
Intermittierender Heizbetrieb	Alle Kennwerte für durchgehenden Betrieb der Heizung	Intermittierender Betrieb kann in allen Teilbereichen berücksichtigt werden
Rückkopplung Anlagentechnik auf Gebäudebilanz	Keine (voneinander unabhängige Berechnung Bauseite und Anlagentechnik)	Berechnung Heizwärmebedarf anhand konkreter Wärmeeinträge der Anlagentechnik

Im Gegensatz zur DIN V 4701-10 bietet die DIN V 18599 nur ein Berechnungsverfahren

Verfahren (Abb. 1). Es gibt keine Einschränkungen bezüglich der Gebäudenutzung oder des bauseitigen Heizwärmebedarfs. Da die Norm auch für den Bestand angewendet werden soll, ist die Aufnahme von Standardwerten für ältere Heizsysteme erforderlich, wie z.B. energetische Kennwerte von Altkesseln oder U-Werte bestehender Verteilungsleitungen.

Berechnungsverfahren

Die Berechnungsverfahren der DIN V 18599 und der DIN V 4701-10 unterscheiden sich (Abb. 2). Die neue Norm beinhaltet nur ein ausführliches Rechenverfahren. Eine vereinfachte Darstellung in Form von Diagrammen oder Tabellen ist nicht mehr möglich, weil unterschiedliche Rand- und Nutzungsbedingungen berücksichtigt werden müssen und generell in monatlichen Zeitabschnitten gerechnet wird. Die bisherige, teilweise umstrittene Bezugsgröße A_N taucht in der neuen Norm nicht mehr auf.

Wärmeverluste von Heizkesseln werden in DIN V 18599 brennwertbezogen ausgewiesen. Diese Verfahrensweise ist notwendig, um das rechnerische Auftreten von negativen Verlusten bei Brennwertkesseln in einzelnen Monaten zu verhindern. Da die Verluste vor der primärenergetischen Bewertung in Teil 1 mit dem Verhältnis Heizwert/Brennwert des Brennstoffs multipliziert werden, wird das Endergebnis Primärenergie gegenüber den bisherigen Berechnungsansätzen nicht verändert (Abb. 3). Mit Hilfe der DIN V 18599-5 lassen sich die Auswirkungen eines intermittierenden Betriebs der Heizungsanlage bewerten, d.h. bei der Bestimmung der rechnerischen Laufzeit wird sowohl eine Absenkung oder Abschaltung in der Nacht als auch am Wochenende berücksichtigt. Damit wird eine Ungenauigkeit im bisherigen Verfahren der EnEV beseitigt, das zwar bauseitig eine Nachtabsenkung berücksichtigen kann, anlagentechnisch jedoch immer von einem kontinuierlichen Betrieb ausgeht.

3 Berechnung der Primärenergie im Vergleich

	DIN V 4701-10	DIN V 18599
Berechnungsergebnis Endenergie	$Q_E = 100 \text{ kWh}$ (bezogen auf Heizwert)	$Q_{h,f} = 111 \text{ kWh}$ (bezogen auf Brennwert)
Formel zur Berechnung der Primärenergie	$Q_p = Q_E \times f_p$	$Q_p = Q_{h,f} \times f_p \times f_U$
Faktoren	$f_p = 1,1$	$f_p = 1,1$ $f_U = 0,901$
Endergebnis Primärenergie	$Q_p = 100 \times 1,1 \text{ kWh}$ $Q_p = 110 \text{ kWh}$	$Q_p = 111 \times 1,1 \times 0,901 \text{ kWh}$ $Q_p = 110 \text{ kWh}$

Berechnung des Primärenergiebedarfs bei gegebenem Endenergiebedarf am Beispiel des Brennstoffs Erdgas

Grundsätzlicher Berechnungsablauf

Neuland wird bei der Bilanzierung der inneren Wärmegewinne in DIN V 18599 beschrieben. Die Wärmeverluste von Heizungs- und Warmwasserkomponenten innerhalb der thermischen Hülle des Gebäudes werden nicht mehr pauschal verringert, sondern in einem iterativen Verfahren in die Zonenbilanz eingebunden. Der Anteil der Anlagenverluste, der für die Deckung des Heizwärmebedarfs nutzbar ist, kann damit genau bestimmt werden. Bisher wird der nutzbare Anteil der Anlagenverluste in DIN V 4701-10 pauschal angenommen. Über den großen Anwendungsbereich der DIN V 18599 ist dies nicht mehr möglich.

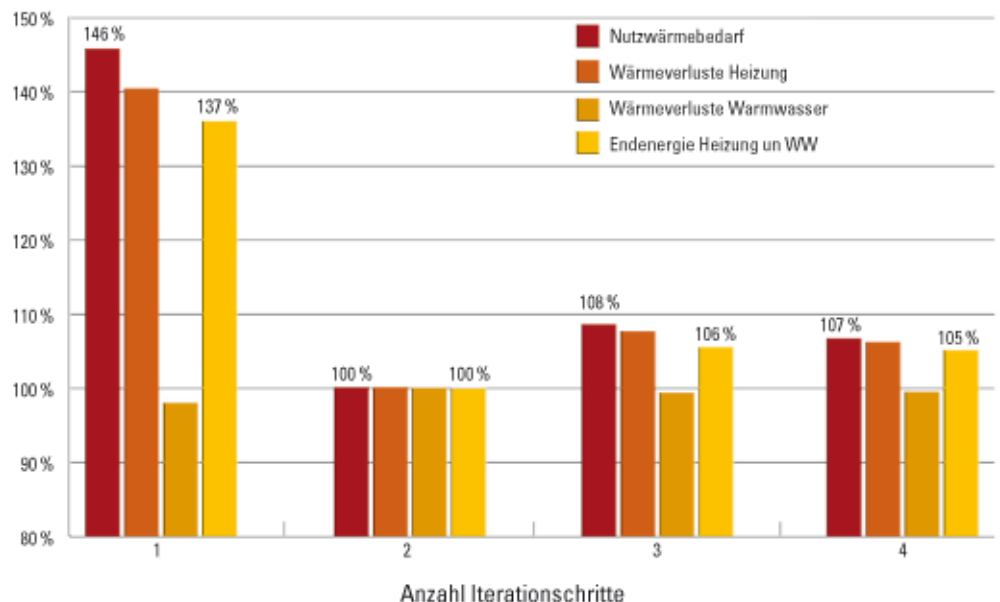
Durch dieses Verfahren muss die energetische Bewertung von Gebäude und Anlagentechnik in DIN V 18599 immer gemeinsam erfolgen. Eine von der Gebäudeseite getrennte energetische Bewertung der Anlagentechnik wie im bisherigen EnEV-Verfahren ist nicht mehr möglich.

Der iterative Ansatz wird in folgendem vereinfachten Berechnungsablauf der DIN V 18599 deutlich:

1. Feststellen der Nutzung des Gebäudes, Zusammenstellung der Flächen sowie der bauphysikalischen und anlagentechnischen Kennwerte
2. Erste überschlägige Bilanzierung des Nutzwärmebedarfs (ohne Berücksichtigung der Wärmeeinträge der Heiz- und Warmwassertechnik)
3. Berechnung der Heizung und Trinkwassererwärmung anhand des überschlägigen Nutzwärmebedarfs
4. Wiederholung der Berechnungsschritte 2. und 3.
5. Berechnung des Primärenergiebedarfs

Die Iteration der DIN V 18599 wird nach gegenwärtigem Stand nach dem zweiten Durchlauf der Berechnung abgebrochen. In (Abb. 4) werden deswegen diese Werte als Basis (100%) verwendet, um den Einfluss der Anzahl von Iterationsschritten auf die Berechnungsergebnisse für ein ausgewähltes Beispiel aufzuzeigen. Anwendungsrechnungen im Auftrag des DIN NHRS [5] haben jedoch gezeigt, dass ein so früher Abbruch keine ausreichend genauen Berechnungsergebnisse liefert. An

4 Abhängigkeit der Ergebnisse von den Iterationschritten



Das Berechnungsverfahren der DIN V 18599 beinhaltet eine Iteration, die nach dem zweiten Schritt abgebrochen wird. Im Beispiel wird diese weitergeführt. Es ergeben sich abweichende Ergebnisse

5 Randbedingungen im Vergleich

	DIN V 4701-10	DIN V 18599
Interne Wärmegewinne	Pauschal 5 W/m^2_{AN} bzw. $22 \text{ kWh}/(\text{m}^2_{AN}\text{a})$ (Anlagentechnik und Personen/Geräte etc.)	50 (EFH) bzw. $100 \text{ Wh/m}^2_{AW0}\text{d}$ (MFH) (Personen/Geräte, ohne Anlagentechnik)
Innentemperatur (Wohngebäude)	Pauschal 19°C	20°C in Betriebszeit Heizung 6:00-23:00, zusätzlicher Teilbeheizungsfaktor
Warmwasser-Bedarfswert Wohngebäude	$12,5 \text{ kWh/m}^2_{AN}\text{a}$ bezogen auf Nutzfläche	$12 \text{ kWh/m}^2_{AW0}\text{a}$ (EFH) $16 \text{ kWh/m}^2_{AW0}\text{a}$ (MFH) bezogen auf Wohnfläche
Heizperiodenlänge	Pauschal 185 d/a	Ergibt sich aus der Berechnung

Unterschiede in den wesentlichen Randbedingungen zwischen der DIN V 4701-10 und der DIN V 18599

6 Bilanzierung der Heizanlage im Vergleich

	DIN V 4701-10	DIN V 18599
Übergabe (Heizung)	Einfaches Verfahren mit einem Verlustkennwert in $\text{kWh/m}^2\text{a}$ für eine bestimmte Technik	Aufwendiges Berechnungsverfahren, relative Verlustwerte
Verteilung Wärmeverluste	Identische Grundgleichungen, aber pauschale Verringerung der Verluste innenliegender Leitungen um 85 % bei DIN V 4701-10 im Gegensatz zu bilanzieller Verrechnung des gesamten Verlustes in DIN V 18599	
Verteilung Hilfsenergie	Einfaches Verfahren, pauschale Werte für Pumpenleistung als $f(A_N)$	(Aufwendiges) Verfahren mit Einfluss Aufwandszahl der Pumpe, Einrohr/Zweirohr-Hzg., intermittierender Betrieb, Wasserinhalt Kessel ...
Speicherung Wärmeverluste	Identische Berechnungsalgorithmen, aber pauschale Verringerung der Verluste innenliegender Speicher um 85 % bei DIN V 4701-10 im Gegensatz zu bilanzieller Verrechnung des gesamten Verlustes in DIN V 18599	
Speicherung Hilfsenergie	Weitgehend gleicher Algorithmus zur Ermittlung des Hilfsenergiebedarfs	
Erzeugung Wärmeverluste und Hilfsenergie	Ähnliches, aber differenzierteres Verfahren bei Kesseln in DIN V 18599, Verluste brennwertbezogen und damit scheinbar deutlich höher als in DIN V 4701-10 Grundsätzlich andere Berechnung bei Wärmepumpen und Solaranlagen	

Die Bilanzierung der Heizanlage mit der DIN V 18599 unterscheidet sich von der DIN V 4701-10 in einigen Punkten

einer entsprechenden Korrektur der Norm wird bereits gearbeitet. Bei hohen Wärmeverlusten der Anlagentechnik innerhalb der beheizten Hülle können die Schwankungen zwischen den einzelnen Durchläufen der Berechnung noch größer als im dargestellten Beispiel sein.

Die Anzahl der Iterationsschritte berührt den Anwender der Norm kaum. Wegen der Komplexität der Berechnungen, z.B. durch die Monatsschritte, ist die DIN V 18599 praktisch nicht mehr für Handrechnungen geeignet. Deswegen wird Software eingesetzt werden. Damit spielt die Anzahl der programminternen Berechnungsdurchläufe für den Nutzer keine Rolle.

Randbedingungen

Die wesentlichen Randbedingungen der beiden Normen unterscheiden sich (Abb. 5). Interne Gewinne und Warmwasserbedarfswerte in Wohngebäuden wer-

den in DIN V 18599 auf die Wohnfläche A_{W0} bezogen und differenziert für Ein- und Mehrfamilienhäuser ausgewiesen. Es wird berücksichtigt, dass die Belegungsdichte in diesen Gebäudetypen typischerweise unterschiedlich ist. Damit wird ein häufig geäußerter Kritikpunkt an DIN V 4701-10 beseitigt.

Die neue Norm enthält neben den Randbedingungen für Wohngebäude zusätzlich Nutzungsprofile für 33 weitere normative Nutzungen vom Einzelbüro bis zum Parkhaus.

Die Warmwasser-Bedarfswerte für Nichtwohngebäude entstammen einer Literaturanalyse, sie sind auf die Nettogrundfläche und zum Teil auf die Nutzung bezogen.

Bei der Ermittlung der in den Diagrammen in DIN V 4701-10 dargestellten Kennwerte wird pauschal von einer Heizperiodenlänge von 185 Tagen

ausgegangen. Diese Vereinfachung ist möglich, da die Norm auf Neubauten nach EnEV angewendet werden soll. Im Gebäudebestand hängt die Heizperiodenlänge stark von der energetischen Qualität des Gebäudes ab. Eine pauschale Vorgabe kann deshalb in DIN V 18599 nicht gemacht werden.

Berechnungsabschnitte

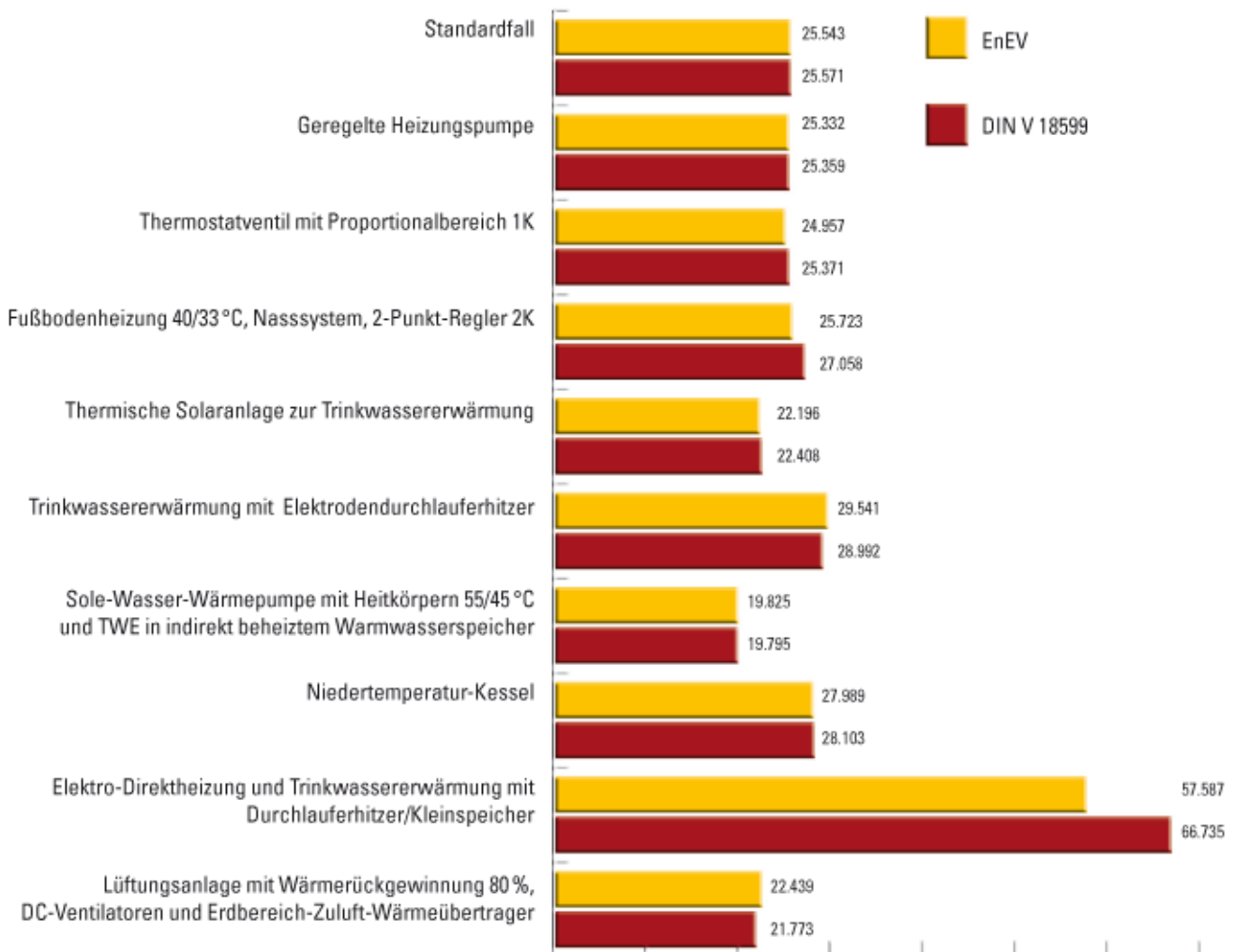
In den einzelnen anlagenseitigen Bilanzierungsabschnitten können teilweise wesentliche Unterschiede festgestellt werden (Abb. 6). Die Berechnung der Wärmeübergabe ist in DIN V 18599 umfangreich und liefert generell höhere relative Verluste als bisher. Die nationale Norm berücksichtigt dabei die Vorarbeiten zur europäischen EN 14335. Die Verluste der Übergabe im Warmwasserbereich werden wie bisher rechnerisch generell zu Null gesetzt.

Die Grundgleichungen, nach denen die Wärmeverluste von Verteilsystemen und Speichern ermittelt

werden, sind in DIN V 18599 und DIN V 4701-10 identisch. Durch die schon beschriebene unterschiedliche Behandlung der Verluste von Komponenten innerhalb des beheizten Bereichs können sich trotzdem völlig unterschiedliche Zahlenwerte ergeben. DIN V 4701-10 weist nur den nicht nutzbaren Anteil von 15% eines Verlustes innerhalb der thermischen Hülle aus, in DIN V 18599 wird der gesamte Wärmeverlust von 100% ausgewiesen.

In DIN V 18599 werden monatliche Kenngrößen wie z.B. Heizkreistemperaturen benötigt. Sie werden über Belastungsgrade wie in VDI 2067 bestimmt. DIN V 4701-10 geht hingegen immer von durchschnittlichen Werten für die gesamte Heizperiode bzw. das gesamte Jahr aus. Die Ermittlung des Stromaufwands von Umwälzpumpen in der neuen Norm kann das Energie-sparpotenzial moderner Heizungspumpen sowie des Einflusses des hydraulischen Netzes, z.B. Netzform und Widerstand des Wärmeerzeugers, besser bewerten.

7 Primärenergiebedarf im Vergleich



Ergebnisvergleich für das Berechnungsbeispiel nach DIN V 18599 und EnEV (DIN V 4701-10/DIN V 4108-6). Primärenergiebedarf für Heizung und Trinkwassererwärmung in einem Einfamilienhaus-Neubau mit unterschiedlicher Anlagentechnik in kWh/a

Wärmeerzeugung

Die Bewertung von Wärmeerzeugern, die sowohl für die Warmwasserbereitung als auch für die Heizung genutzt werden, erfolgt in engem Zusammenspiel von Teil 5 und Teil 8 der DIN V 18599. Abluftwärmepumpen zur Trinkwassererwärmung werden gemeinsam mit dem Teil 6 der DIN V 18599 bewertet.

Wenn die Wärmeerzeugung in einem brennstoffgepeisten System erfolgt, setzt sich der Verlust aus den Anteilen im Vollastbetrieb und den Stillstandsverlusten zusammen. Wird ein Kessel für Heizung und Trinkwasser eingesetzt, wird die Bereitschaftszeit für die Warmwasserseite um die rechnerische Betriebszeit der Heizung verringert. Damit fallen Stillstandsverluste eines Kessels für die Warmwasserseite nur außerhalb der Heizzeit an. Die konkrete Heizzeit wird im Rechenverfahren ermittelt. Wärmeverluste von Heizkesseln werden in Teil 8 der DIN V 18599 ebenso wie in Teil 5 brennwertbezogen ausgewiesen.

Die Verluste von älteren Elektro-Durchlauferhitzern werden pauschal mit 1 % des Aufwands angesetzt, neuere Geräte haben nach Norm keinen Wärmeverlust.

Die primärenergetische Bewertung der eingesetzten Endenergieträger erfolgt im EnEV-Verfahren direkt in DIN V 4701-10. Eine analoge Tabelle zu Primärenergiefaktoren enthält Teil 1 der DIN V 18599. Zusätzlich zu den bisher bekannten Gesamtfaktoren sind dort auch nichterneuerbaren Anteile der Primärenergiefaktoren angegeben. Welche Faktoren in der zukünftigen EnEV in Bezug genommen werden, steht noch nicht fest.

Anwendungsrechnungen zum Vergleich der Verfahren

Vergleichende Gesamt-Berechnungen mit beiden Verfahren sind nur für Wohngebäude möglich, weil dies der einzige gemeinsame Anwendungsbereich ist. Im Rahmen eines Auftrags des DIN NHRS wurde ein Einfamilienhaus-Neubau mit beiden Verfahren berechnet. Das Gebäude ist an die Beispielrechnungen aus DIN V 4108-6 und DIN V 4701-10 angelehnt. Der bauliche Wärmeschutz entspricht etwa dem Niveau der WSVO 1995, er bleibt bei allen dargestellten Varianten unverändert.

Die anlagenseitige Standardvariante wird wie folgt gewählt:

- Brennkessel innerhalb der thermischen Hülle
- indirekt beheizter WW-Speicher mit Zirkulation
- Zweirohrheizung mit unregelter Pumpe
- Heizkörper 55/45 °C vor Außenwänden
- Thermostatventil 2 K
- Verteilungen innerhalb der thermischen Hülle, Dämmung nach Heizungsanlagenverordnung 1994

Ausgehend von der Standardvariante werden neun anlagentechnische Varianten nach EnEV, d.h. mit der DIN V 4701-10 und der DIN V 4108-6, berechnet und mit der Berechnung nach DIN V 18599 verglichen. In (Abb. 7) sind die Ergebnisse für den Primärener-

giebedarf dargestellt. Bei der Berechnung des Primärenergiebedarfs nach DIN V 18599 wird der Gesamt-Primärenergiefaktor zugrunde gelegt. Bei der Berechnung des Endenergiebedarfs nach DIN V 18599 wird der ermittelte brennwertbezogene Wert auf den Heizwert umgerechnet.

Im Standardfall ist eine sehr gute Übereinstimmung der Ergebnisse für die Bilanzgrößen Primärenergiebedarf und Endenergiebedarf (in Abb. 7 nicht dargestellt) nach DIN V 18599 und EnEV-Verfahren zu verzeichnen. Der Primärenergiebedarf weist kaum Abweichungen auf. Dieses Ergebnis zeigt, dass mit beiden Verfahren durchaus vergleichbare Bewertungen erzielt werden, wenn auch die Übereinstimmung nicht immer so eng wie im angegebenen Beispielobjekt sein wird. Zwischengrößen der Berechnung (z.B. Verteilungsverluste) können bei beiden Verfahren deutlich voneinander abweichen.

Variation der Anlagentechnik

Ausgehend vom Standardfall wird anschließend die angegebene Anlagen-Komponente variiert, um zu untersuchen, ob mögliche Unterschiede bei der Bewertung auftreten. Alle anderen Randbedingungen bleiben unverändert.

Variante 1: Geregelt Heizpumpe

Variante 2: Thermostatventil mit Proportionalbereich 1K

Variante 3: Fußbodenheizung 40/33 °C, Nasssystem, 2-Punkt-Regler 2K

Variante 4: Thermische Solaranlage zur Trinkwassererwärmung

Variante 5: TWE mit Elektrodurchlauferhitzer

Variante 6: Sole-Wasser-Wärmepumpe mit Heizkörpern 55/45 °C und TWE in indirekt beheiztem Warmwasserspeicher

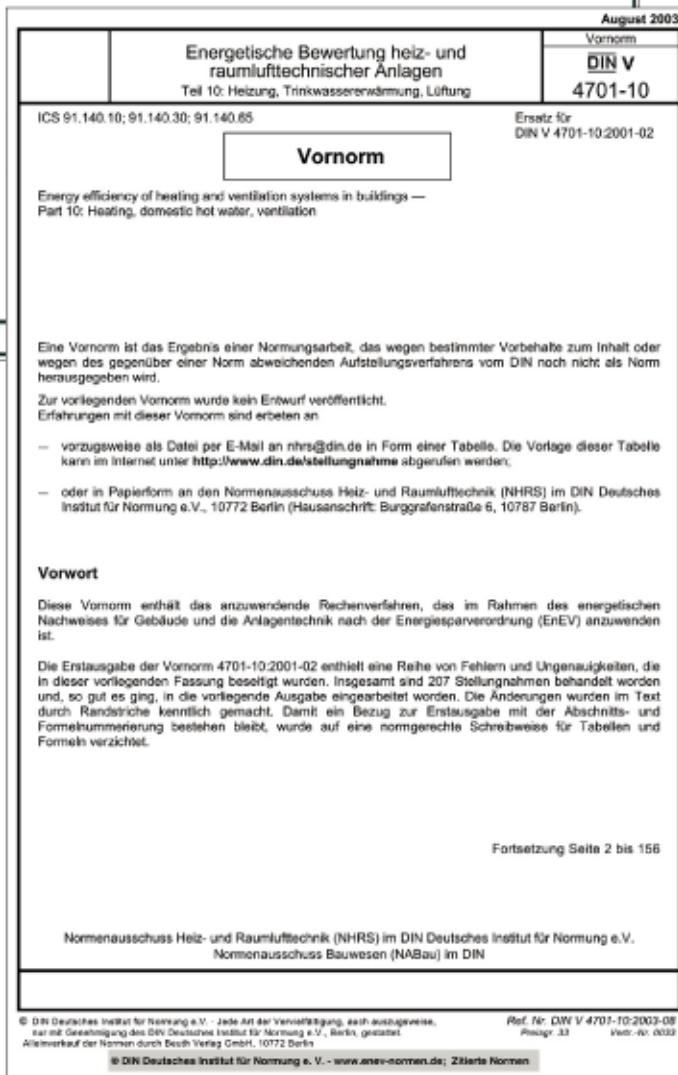
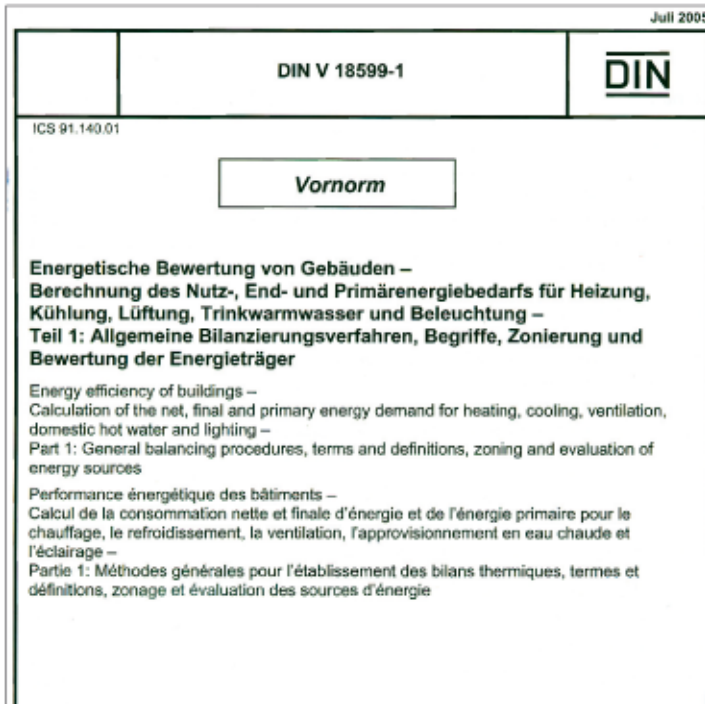
Variante 7: NT-Kessel

Variante 8: E-Direktheizung und TWE mit Durchlauferhitzer/Kleinspeicher

Variante 9: Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung 80%, DC-Ventilatoren und Erdreich-Zuluft-Wärmeübertrager

Auch bei den betrachteten Varianten der Anlagentechnik stimmen die Endgrößen der Berechnung gut überein. Deutliche Unterschiede gibt es lediglich bei der Bewertung elektrischer Direktheizungen. Hierfür ist eine systematische Ungenauigkeit der EnEV-Verfahren verantwortlich.

Bei der Berechnung des Heizwärmebedarfs nach DIN V 4108-6 werden pauschale Annahmen für die unregelten Wärmeeinträge der Anlagentechnik in das Gebäude getroffen. Da elektrische Direktsysteme innerhalb des Gebäudes kaum Verluste aufweisen, sind die dem Gebäude gutgeschriebenen Wärmeeinträge real nicht vorhanden. Der Energiebedarf von Gebäuden mit E-Direktheizungen wird deshalb nach DIN V 4701-10 systematisch unterschätzt.



Am Beispiel eines Wohngebäudes wird deutlich, dass die Ergebnisse der DIN V 4701-10 und der DIN V 18599 trotz Unterschieden in Berechnungsverfahren gut übereinstimmen

Zusammenfassung

Die DIN V 18599 bietet ein umfassendes Instrument zur energetischen Bewertung von Gebäuden bezüglich der Heizung, Kühlung, Lüftung, Trinkwassererwärmung und Beleuchtung. Die in den Teilen 5 und 8 der Norm behandelten Berechnungen der Heizung und Trinkwassererwärmung bauen auf den bekannten Algorithmen der DIN V 4701-10 auf. Diese werden erweitert und ergänzt, systematische Ungenauigkeiten können beseitigt werden. Anwendungsrechnungen zeigen eine gute Übereinstimmung der Bilanzgrößen Primärenergiebedarf und Endenergiebedarf nach DIN V 18599 und EnEV-Verfahren für das untersuchte Wohngebäude.

Literatur

- [1] EPBD: Richtlinie 2002/91/EG des Europäischen Parlaments und des Rates über die Gesamteffizienz von Gebäuden (EPBD). Download auf www.bbr.bund.de, dort unter: BBR-Infoscite, EU-Dokumente zu Städtebau, Wohnen, Bauen
- [2] EnEV: Verordnung über energiesparenden Wärmeschutz und energiesparende Anlagentechnik bei Gebäuden (Energieeinsparverordnung - EnEV) 16. November 2001 und Änderung vom 2. Dezember 2004
- [3] DIN V 18599: Energetische Bewertung von Gebäuden – Berechnung des Nutz-, End-, und Primärenergiebedarfs für Heizung, Kühlung, Lüftung, Trinkwarmwasser und Beleuchtung, erhältlich beim Beuth Verlag
- [4] DIN V 4701-10: Energetische Bewertung heiz- und raumlufttechnischer Anlagen, Teil 10: Heizung, Trinkwassererwärmung, Lüftung, August 2003, erhältlich beim Beuth Verlag
- [5] Oschatz, B.: Anwendungsrechnungen zur DIN V 18599 und Vergleich mit DIN V 4701-10, Untersuchung im Auftrag des DIN Deutsches Institut für Normung e.V., Normenausschuss Heiz- und Raumluftechnik (NHRS), August 2005

AUTOR

Dr.-Ing. Bert Oschatz ist Geschäftsführer des ITG Institut für Technische Gebäudeausrüstung Dresden Forschung und Anwendung GmbH und Mitglied des Normenausschusses der DIN V 18599.

