

Vornormenreihe DIN V 18599 – Energetische Bewertung von Gebäuden – Berechnung des Nutz-, End- und Primärenergiebedarfs für Heizung, Kühlung, Lüftung, Trinkwarmwasser und Beleuchtung

**Hans Erhorn, Fraunhofer-Institut für Bauphysik, Stuttgart
Astrid Balada, Deutsches Institut für Normung e. V., Berlin**

Die Vornormenreihe DIN V 18599 wurde vom Gemeinschaftsausschuss "Energetische Bewertung von Gebäuden" der Normenausschüsse "Bauwesen" (NABau) und "Heiz- und Raumlufttechnik" (NHRS) unter Mitwirkung des Normenausschusses "Lichttechnik" (FNL) im DIN erarbeitet. DIN V 18599 besteht aus:

- Teil 1: Allgemeine Bilanzierungsverfahren, Begriffe, Zonierung und Bewertung der Energieträger
- Teil 2: Nutzenergiebedarf für Heizen und Kühlen von Gebäudezonen
- Teil 3: Nutzenergiebedarf für die energetische Luftaufbereitung
- Teil 4: Nutz- und Endenergiebedarf für Beleuchtung
- Teil 5: Endenergiebedarf von Heizsystemen
- Teil 6: Endenergiebedarf von Wohnungslüftungsanlagen und Luftheizungsanlagen für den Wohnungsbau
- Teil 7: Endenergiebedarf von Raumlufttechnik- und Klimakältesystemen für den Nichtwohnungsbau
- Teil 8: Nutz- und Endenergiebedarf von Warmwasserbereitungssystemen
- Teil 9: End- und Primärenergiebedarf von Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen
- Teil 10: Nutzungsrandbedingungen, Klimadaten

Die Vornormenreihe DIN V 18599 stellt ein Verfahren zur Bewertung der Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden zur Verfügung, wie sie nach Artikel 3 der Richtlinie 2002/91/EG des Europäischen Parlaments und des Rates über die Gesamteffizienz von Gebäuden (EPBD) ab 2006 in allen Mitgliedsländern der Europäischen Union (EU) gefordert wird.

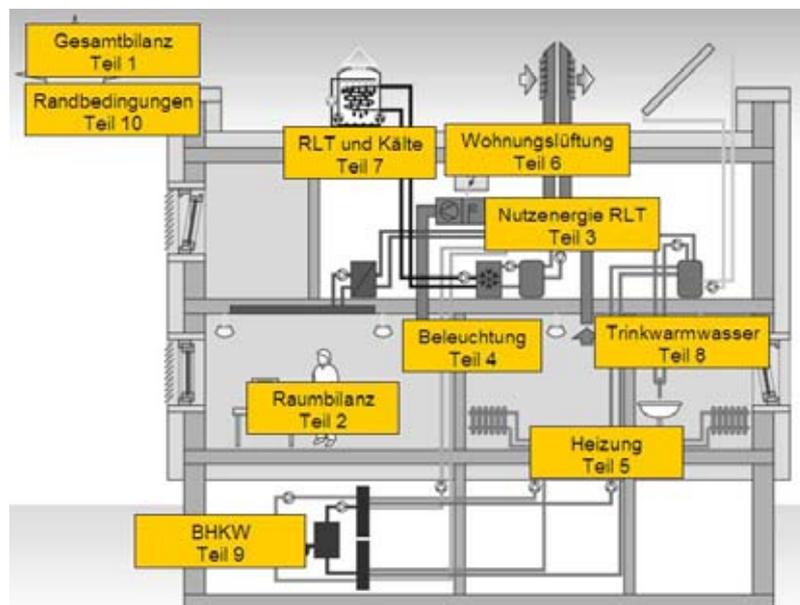


Bild 1 - Schematische Darstellung des Bilanzumfangs von DIN V 18599

Die Berechnungen erlauben die Beurteilung aller Energiemengen, die zur bestimmungsgemäßen Heizung, Warmwasserbereitung, raumlufttechnischen Konditionierung und Beleuchtung von Gebäuden notwendig sind (siehe Bild 1). Dabei berücksichtigt DIN V 18599 auch die gegenseitige Beeinflussung von Energieströmen und die daraus resultierenden planerischen Konsequenzen.

Neben dem Berechnungsverfahren werden auch nutzungsbezogene Randbedingungen für eine neutrale Bewertung zur Ermittlung des Energiebedarfs angegeben (unabhängig von individuellem Nutzerverhalten und lokalen Klimadaten).

Die Vornormenreihe ist geeignet, den langfristigen Energiebedarf für Gebäude oder auch Gebäudeteile zu ermitteln und die Einsatzmöglichkeiten erneuerbarer Energien für Gebäude abzuschätzen. Die normativ dokumentierten Algorithmen sind anwendbar für die energetische Bilanzierung von:

- Wohn- und Nichtwohnbauten;
- Neubauten und Bestandsbauten.

Die Vorgehensweise der Bilanzierung ist geeignet für:

- eine **Energiebedarfs**bilanzierung von Gebäuden mit teilweise festgelegten Randbedingungen im Rahmen des öffentlich-rechtlichen Nachweises;
- eine allgemeine, ingenieurmäßige **Energiebedarfs**bilanzierung von Gebäuden mit frei wählbaren Randbedingungen;
- eine allgemeine, ingenieurmäßige Energiebilanzierung von Gebäuden mit dem Ziel des Abgleichs zwischen Energiebedarf und Energieverbrauch (**Bedarfs-Verbrauchs-Abgleich**) mit frei wählbaren Randbedingungen.

Die mit der Vornormenreihe DIN V 18599 durchgeführte Energiebilanz folgt einem integralen Ansatz, d.h. es erfolgt eine gemeinschaftliche Bewertung des Baukörpers, der Nutzung und der Anlagentechnik unter Berücksichtigung der gegenseitigen Wechselwirkungen. Zur Verbesserung der Übersichtlichkeit besteht die Vornormenreihe DIN V 18599 aus zehn Teilen, die einzelne Themenschwerpunkte behandeln. Die Inhalte und Schwerpunkte dieser Teile werden von den jeweiligen Koordinatoren der beteiligten ad-hoc Arbeitsgruppen im Folgenden dargestellt.

Vornormenreihe DIN V 18599 im internationalen Vergleich

**Hans Erhorn,
Fraunhofer-Institut für Bauphysik, Stuttgart
Hans-Dieter Hegner
Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen, Berlin**

Die Vornormenreihe DIN V 18599 wurde so angelegt, dass die im Rahmen der Umsetzung der EPBD von der EU Kommission beauftragten Europäische Normen bereits Berücksichtigung gefunden haben. Dies konnte erreicht werden, indem in allen relevanten europäischen Normungsgremien ein Delegierter aus dem Gemeinschaftsausschuss mitarbeitet und dafür Sorge trägt, dass die in der Vornormenreihe DIN V 18599 dokumentierten Algorithmen auch in den entsprechenden europäischen Norm-Entwürfen berücksichtigt werden.

Im Gegensatz zu den derzeit in der Kommentierung befindlichen über 40 europäischen Norm-Entwürfen ist es mit diesen Regeln des DIN gelungen, ein in sich abgestimmtes Vornormenpaket zu entwickeln. Es ist beabsichtigt, die Vornormenreihe DIN V 18599 kurzfristig ins Englische zu übersetzen und sie auch für andere Länder als Vorlagen vorzuschlagen. Da viele Länder noch nicht über vergleichbare Verfahren verfügen, besteht hierdurch die berechtigte Hoffnung, analoge Ansätze in vielen Mitgliedsländern der EU ab 2006 wiederzufinden. Ein erster erfolgreicher Praxistest der Verfahrens wurde an einem bekannten Gebäude der Europäischen Kommission, dem Berlaymont Gebäude, demonstriert. Im Foyerbereich des frisch sanierten Gebäudes hängt seit Juli 2005 ein Energiepass, der mit den Ansätzen der Vornormenreihe DIN V 18599 erarbeitet wurde.

DIN V 18599, Teil 1: Allgemeine Bilanzierungsverfahren, Begriffe, Zonierung und Bewertung der Energieträger

**Dr. Kati Jagnow,
Wernigerode**

DIN V 18599-1 liefert einen Überblick über das Vorgehen bei der Berechnung des Nutz-, End-, und Primärenergiebedarfs für die Heizung, Kühlung, Beleuchtung und Warmwasserbereitung für Gebäude. Es werden allgemeine Definitionen bereitgestellt, die übergreifend für alle Teile von DIN V 18599 gelten. Das allgemeine Bilanzierungsverfahren und die zentralen Bilanzgleichungen werden vorgestellt, wobei gesonderte Hinweise für die Berechnung von Wohn- und Nichtwohngebäuden gegeben werden.

Grundlage für die Erarbeitung des allgemeinen Bilanzablaufs sind Ansätze bereits vorhandener Energiebilanzverfahren (z. B. DIN V 4108-6, DIN V 4701-10, DIN V 4701-12, DIN EN 832, E DIN EN ISO 13790 usw.). Diese wurden dahingehend verbessert, dass z.B. eine integrierte Bilanzierung der Nutzenergie für Heizen und Kühlen unter Beachtung aller Wärmequellen und Senken (siehe DIN V 18599-2) möglich ist. Darüber hinaus werden auch Wärmeerzeuger nach dem Prinzip "Heizzentrale" bewertet (siehe DIN V 18599-5 und DIN V 18599-8). Eine gemeinsame Wärmeerzeugung für die Pumpenwarmwasserheizung und die Klimaanlage durch einen Erzeuger wird auch gemeinschaftlich bewertet.

Die Bilanzierung folgt dem bewährten Schema von der Nutzenergie über die Endenergie hin zur Primärenergie. Zum ermittelten Nutzenergiebedarf (für Wärme, Kälte, Beleuchtung, Trinkwarmwasser und Befeuchtung) werden die vorhandenen technischen Verluste addiert, um den Endenergiebedarf zu bestimmen. Wichtige Eingabegrößen für die Gesamtbilanz nach DIN V 18599-1 sind die in DIN V 18599-2 bis DIN V 18599-9 ermittelten Nutzenergien, Hilfsenergien, technischen Verluste und regenerative Energien.

Gegenüber der bisher bekannten Energiebilanzierung anderer Verfahren wird der Endenergiebedarf brennwertbezogen (sonst: heizwertbezogen) ausgegeben. Eine Tabelle zur Umrechnung des Energieinhalts von Energieträgern enthält Anhang B. Die Umrechnung der je Energieträger bilanzierten Endenergie in die Primärenergie zur Bewertung der Umweltwirksamkeit erfolgt mit Primärenergiefaktoren (siehe Anhang A).

Neu ist die Aufteilung eines Gebäudes in Zonen. Dies ist notwendig, um den bei Nichtwohngebäuden hohen Einfluss der Nutzung (siehe DIN V 18599-10) auf den Energiebedarf zu berücksichtigen. Eine Zone ist durch einheitliche Nutzungsrandbedingungen gekennzeichnet. Für jede Zone wird der Nutzenergiebedarf für Heizen (früher Heizwärmebedarf) und Kühlen getrennt bestimmt. Die Versorgungseinrichtungen eines Gebäudes (Heizung, Trinkwarmwasserbereitung, Lüftung, Kühlung, Beleuchtung) können jedoch von den Zonen abweichende Versorgungsbereiche umfassen. Diese können sich über mehrere Zonen erstrecken (zentrale Heizung für ein Wohn- und Geschäftshaus). Eine Zone kann auch mehrere Versorgungsbereiche umfassen (zwei Arten der Lüftung innerhalb der Zone "Einzelbüros").

DIN V 18599-1 liefert sowohl ein Verfahren, wie die Zonierung eines Gebäudes vorzunehmen ist, als auch Rechenregeln, wie Energiekennwerte (innere Wärmequellen und -senken, technische Verluste) von Versorgungsbereichen auf die Zonen umzulegen sind.

Die Definition der Systemgrenzen einer Zone ist eine Fortschreibung der bereits nach EnEV verwendeten Ansätze (siehe E DIN EN ISO 13789). Die wegen der Zonierung erforderliche Abgrenzung zweier temperierter Zonen im Gebäudeinnern erfolgt anhand des Achsmaßes bzw. auf der Oberkante der Rohdecke. Die bisher bekannten Regeln zur Ermittlung der Hüllfläche bzw. der wärmeübertragenden Umfassungsfläche bleiben darüber hinaus bestehen. Als Bezugsfläche zur Angabe flächenbezogener Kennwerte wird die Nettogrundfläche verwendet.

DIN V 18599, Teil 2: Nutzenergiebedarf für Heizen und Kühlen von Gebäudezonen

**Prof. Dr. Lothar Rouvel, Ruth David,
Technische Universität München**

DIN V 18599-2 bildet mit der Bestimmung des Nutzenergiebedarfs einer Gebäudezone gewissermaßen das Kernstück der Vornormenreihe DIN V 18599. In DIN V 18599-2 werden die Nutzungsanforderungen (aus DIN V 18599-10) mit den baulichen Eigenschaften des Gebäudes, den von Personenbelegung und Geräteausstattung abhängigen nutzungsbedingten Wärmeeinträgen (nach DIN V 18599-10), den Wärmequellen der erforderlichen künstlichen Beleuchtung (nach DIN V 18599-4), dem Wärme- oder Kälteeintrag über die Zuluft aus RLT-Anlagen (entsprechend DIN V 18599-3) und den Wärme- oder Kälteverlusten des Heiz- und Kühlsystems innerhalb der Zone (aus DIN V 18599-5 bis DIN V 18599-8) verknüpft.

Der ermittelte Nutzenergiebedarf für das Heizen und Kühlen der Gebäudezone aus DIN V 18599-2 bildet zusammen mit dem Nutzenergiebedarf für die Luftaufbereitung aus DIN V 18599-3 die Basis für die weiterführende Bestimmung des Endenergiebedarfs nach DIN V 18599-5 bis DIN V 18599-8 und schließlich der primärenergetischen Bewertung nach DIN V 18599-1.

Ergänzend zu der bisherigen Monatsbilanzierung des Heizwärmebedarfs sind in DIN V 18599-2 einige Änderungen aufgenommen, die die Umsetzung der Berechnung für sommerliche Verhältnisse und die Anpassung auf die besonderen Erfordernisse von Nichtwohngebäuden ermöglichen. Die für DIN V 18599-2 entwickelte Methodik integriert die bestehenden Verfahren zur Ermittlung des Heizenergiebedarfs nach DIN EN 832 bzw. DIN 4108-6, erweitert diese aber um die Ermittlung des Kühlbedarfs und um den Einbezug von raumluftechnischen Anlagen.

Der Kühlbedarf wird aus dem Anteil der „für Heizzwecke nicht nutzbaren“ Wärmegewinne ermittelt. Dieser in der Heizwärmebetrachtung nicht weiter interessierende Anteil bewirkt in nicht gekühlten Gebäuden eine Erhöhung der Raumtemperatur oder wird beispielsweise durch Öffnen der Fenster „weggelüftet“. Für gekühlte Gebäude stellt dieser Teil der Wärmegewinne genau diejenige Wärmemenge dar, die durch die Kühlung abgeführt werden muss.

Grundsätzlich ist in DIN V 18599-2 die Betrachtung von Wärmegewinnen und -verlusten erweitert und allgemeiner formuliert worden. Die feste Zuordnung von Transmissions- und Lüftungswärmeströmen zu den Wärmeverlusten bzw. von internen und solaren Wärmeeinträgen zu den Wärmegewinnen entfällt. Die allgemeinere Form unterscheidet nun Wärmequellen, durch die Wärme in die Gebäudezone einbracht wird, und Wärmesenken, die der Gebäudezone Wärme entziehen.

Wärmequellen sind im Allgemeinen die inneren Wärmequellen und die solare Einstrahlung, aber auch Transmission und Lüftung aus angrenzenden wärmeren Bereichen. Zu den Wärmesenken zählen in der Regel die Transmission und Lüftung nach außen; hier können aber auch die Abstrahlung nach Außen oder Kältequellen im Inneren (z. B. Verteilverluste aus Kältemittelleitungen) einbezogen werden. Das Verfahren ermöglicht grundsätzlich den Einbezug verschiedenster Einflüsse auf den Wärmehaushalt einer Gebäudezone und passt sich somit an die Erfordernisse verschiedenster Gebäudetypen und unterschiedlichster Nutzungen an.

Der Einbezug von raumluftechnischen Anlagen in die energetische Bewertung von Gebäuden erfordert in der Methodik einen neuen Baustein, der die Aufbereitung der Zuluft im Klimagerät bewertet. Dieser wurde mit DIN V 18599-3 in das Bewertungsverfahren aufgenommen. In der Bilanz der Gebäudezone nach DIN V 18599-2 wird die zentral auf ein vorgegebenes Temperaturniveau vorerwärmte oder gekühlte Zuluft als Wärmequelle oder Wärmesenke in die Bilanzierung einbezogen.

Der ermittelte Heizwärme- bzw. Kühlbedarf ist damit jeweils der in der Gebäudezone zusätzlich anfallende Bedarf, der beispielsweise über statische Heizsysteme oder dezentrale Nacherwärmung oder Nachkühlung gedeckt werden kann. Die Schnittstellen zwischen DIN V 18599-2 und DIN V 18599-3 bilden die Zulufttemperatur und der Volumenstrom der mechanischen Lüftung.

Eine weitere Neuerung in der energetischen Bewertung des Gebäudes ist die Bestimmung der unregelmäßigen Wärmeeinträge des Heizsystems in Abhängigkeit vom bestehenden Bedarf und von der Systemauslastung. Gleiches gilt natürlich für Kälteeinträge oder Wärmeeinträge aus dem Kühlsystem. Die Abbildung dieser Rückkopplung wurde bisher immer vermieden; stattdessen wurden die Wärmeeinträge durch Verluste des Heizsystems in der Gebäudebilanz; pauschal vorgegeben. Durch das Zusammenwirken von bau- und haustechnischen Interessenskreisen an der Erarbeitung der Vornormenreihe DIN V 18599 ist jetzt die Möglichkeit geschaffen worden, die Wärmeeinträge bedarfsorientiert einzubeziehen. Der Heizwärme- und der Kühlbedarf werden zunächst ohne die Wärme- und Kälteeinträge des Heiz- und Kühlsystems in einer überschlägigen Bilanz ermittelt. Abhängig von der Belastung der Heiz- und Kühlkreise können hieraus in ausreichender Genauigkeit die Verluste aus Übergabe, Verteilung und Erzeugung ermittelt werden und der in der Gebäudezone wirksame Anteil ausgewiesen werden. Unter Berücksichtigung dieser Wärme- und Kälteeinträge werden anschließend der Ausnutzungsgrad, der Heizwärmebedarf und der Kühlbedarf endgültig bestimmt.

Das monatliche Bilanzverfahren nach DIN V 18599-2 ermöglicht den Einbezug von Kühlung, von raumluftechnischen Anlagen sowie der Rückkopplung mit haustechnischen Anlagen und gibt somit die Möglichkeit, die Energieeffizienz nicht nur im Wohnbereich, sondern allgemein für Gebäude zu bestimmen.

DIN V 18599, Teil 3: Nutzenergiebedarf für die energetische Luftaufbereitung

**Heiko Schiller,
schiller engineering, Hamburg**

DIN V 18599-3 behandelt den Nutzenergiebedarf für das Heizen, Kühlen, Be- und Entfeuchten in zentralen RLT-Anlagen sowie den Energiebedarf für die Luftförderung durch diese Anlagen. Die Bezeichnung Nutzenergiebedarf wird an dieser Stelle verwendet, weil der Energieeinsatz nicht nur der Temperierung von Gebäuden dient, sondern auch der Sicherstellung von Raumluftqualität und Raumluftfeuchte, d. h. erweiterter Nutzungsanforderungen gegenüber der bisher üblichen rein thermischen Betrachtung.

Für die Berechnung müssen Grundsätze der Prozessführung bekannt sein. Wesentliche Eingangsgrößen sind:

- die Art und Dimensionierung von Energierückgewinnungsanlagen;
- die Qualität der Feuchteanforderungen;
- die Art des Befeuchtungssystems.

Unter Berücksichtigung dieser Merkmale wurde eine Matrix von 46 sinnvollen Anlagenkombinationen erstellt, die einen Großteil der praktisch vorkommenden Anlagenschaltungen abdecken. Das Berechnungsverfahren basiert auf der Umrechnung von tabellierten Energiebedarfskennwerten für diese Variantenmatrix und darauf aufbauenden, einfachen Interpolationen und Korrekturen, durch die folgende Einflüsse berücksichtigt werden können:

- frei wählbare Zulufttemperaturen im Bereich von 14°C bis 22 °C;
- frei wählbare Rückwärmzahlen im Bereich 0 bis 75 %;
- tägliche Betriebszeiten.

Zwischen DIN V 18599-3 und DIN V 18599-2 bestehen enge Verknüpfungen, da der Zuluftvolumenstrom und die Zulufttemperatur in die Gebäudebilanz einfließen. Durch die Kombination beider Teile sind die meisten Grundsysteme abbildbar, z. B.:

- Quellluftanlagen (Nutzenergiebedarf aus diesem Dokument) mit Kühlecken (Nutzenergiebedarf aus DIN V 18599-2);
- Variabel-Volumenstrom-Anlagen (Nutzenergiebedarf aus DIN V 18599-3).

Für Konstant-Volumenstrom-Anlagen kann die Berechnung in einem Jahresschritt von Hand vorgenommen werden. Im Kontext zu den übrigen Teilen der Vornormenreihe DIN V 18599 ist eine monatsweise Berechnung möglich. Das Monatsverfahren bietet den Vorteil, die Eingangsgrößen differenzierter vorgeben zu können.

Bei temperaturgeregelten Variabel-Volumenstrom-Anlagen erfolgt zunächst die Bestimmung der durchschnittlichen und maximalen Monatskühllasten in DIN V 18599-2. Aus diesen Vorergebnissen werden in DIN V 18599-3 zunächst der durchschnittliche monatliche Luftvolumenstrom und der Ventilatorstrombedarf ermittelt. Anschließend erfolgt die Bestimmung des thermischen Nutzenergiebedarfs in gleicher Weise wie bei den Konstant-Volumenstrom-Anlagen.

Die Bewertung des Energieaufwandes, d. h. die Berücksichtigung beispielsweise von Wirkungsgraden oder der Kälteerzeugung ist ein zusätzlicher Verfahrensschritt, der durch die Anwendung von DIN V 18599-7 geleistet wird. DIN V 18599-3 liefert hierfür Berechnungsgleichungen für die Maximalleistungen und die näherungsweise zu erwartenden Betriebsstundenzahlen einzelner Komponenten.

In DIN V 18599-3, Anhänge A bis D ist zudem beschrieben, welche Anforderungen an alternative Berechnungsverfahren gestellt werden. Diese können bei ganz speziellen Anlagenschaltungen sinnvoll und notwendig werden.

DIN V 18599, Teil 4: Nutz- und Endenergiebedarf für Beleuchtung

**Dr. Jan de Boer,
Fraunhofer-Institut für Bauphysik, Stuttgart**

Die in DIN V 18599-4 zu berücksichtigenden beleuchtungstechnischen Einflüsse umfassen die installierte Anschlussleistung des Beleuchtungssystems, die Tageslichtversorgung, Beleuchtungskontrollsysteme und Nutzungsanforderungen. In Ermangelung geeigneter Bewertungsmodelle wurde das Nachweisverfahren vollständig neu entwickelt. Der Geltungsbereich umfasst ausschließlich die Beleuchtung zur Erfüllung der Sehaufgabe in Nichtwohngebäuden. Dekorative Beleuchtung wird nicht berücksichtigt.

Die künstliche Beleuchtung wirkt als Wärmequelle in der thermischen Zonenbilanz. Die Wärmegewinne fließen auf monatlicher Basis in das in DIN V 18599-2 beschriebene thermische Modell ein. Im Winter sind sie zur Herabsetzung des Heizwärmebedarfs nutzbar; im Sommer können sie dagegen die Überhitzungsgefahr und damit den Energiebedarf für Kühlung vergrößern.

Das Verfahren umfasst die gegebenenfalls erforderliche weitere Unterteilung von Gebäudezonen in beleuchtungstechnische Berechnungsbereiche. Bei Berechnungsbereichen, die an transparente Fassaden grenzen, sind, in Abhängigkeit von der Fassadengeometrie, die tageslichtversorgten Raumbereiche zu ermitteln.

Der Energiebedarf für Beleuchtungszwecke wird in jedem zu betrachtenden Berechnungsbereich als Produkt aus elektrischer Anschlussleistung (im Verfahren als elektrische Bewertungsleistung bezeichnet, um dies auch begrifflich von der eigentlichen elektrotechnischen Lastauslegung der Beleuchtungsstromkreise zu trennen) und einer effektiven Betriebszeit der Kunstlichtanlage ermittelt. Die effektiven Betriebszeiten berücksichtigen, ausgehend von der Gesamtbetriebszeit der Beleuchtungsanlage, das energetische Einsparpotential aufgrund der Tageslichtnutzung und einer eventuellen Abwesenheit der Nutzer in den jeweils betrachteten Bereichen.

Die elektrische Bewertungsleistung kann alternativ über ein schnell anwendbares Tabellenverfahren, das im Wesentlichen über die Beleuchtungsart (direkt, direkt-indirekt, indirekt), den Lampen- und Vorschaltgerätetyp und den Einfluss der Raumgeometrie parametrisiert wird, über ein angepasstes Wirkungsgradverfahren oder eine Fachplanung ermittelt werden. Die Ermittlung der elektrischen Bewertungsleistung erfolgt unter Einhaltung der in DIN EN 12464-1 spezifizierten Anforderungen an die Beleuchtung von Arbeitsstätten.

Das Energieeinsparpotential durch Tageslicht findet in einem dreistufigen Verfahren Eingang in die Bewertung. In einer ersten Stufe wird die Tageslichtversorgung von Innenräumen aufgrund der Raum- und Fassadengeometrie klima- und lageunabhängig über den planungspraktisch eingeführten Tageslichtquotienten für die Rohbauöffnung klassifiziert. In einer zweiten Stufe wird der lichttechnische Einfluss der Fassadenbauteile berücksichtigt. Letztendlich schließt sich in einer dritten Stufe die Korrelation der so klassifizierten Tageslichtversorgung mit monatlichen bzw. jährlichen klima-, orientierungs- und nutzungsabhängigen Energiebedarfswerten an.

Das Verfahren berücksichtigt tageslichtabhängige und präsenzabhängige Beleuchtungskontrollsysteme. In beiden Fällen wird jeweils ein Einsparpotential (Tageslichtversorgung bzw. Abwesenheit) mit einem als Wirkungsgrad aufzufassenden Faktor gewichtet, der die Ausnutzung des jeweiligen Potentials durch die Beleuchtungskontrollsysteme beschreibt. Hinsichtlich der tageslichtabhängigen Kontrolle wird zwischen manuellem Schalten und verschiedenen automatischen Beleuchtungskontrollarten unterschieden. Es wird „keine“ und „automatische“ Präsenzdetektion berücksichtigt.

DIN V 18599, Teil 5: Endenergiebedarf von Heizsystemen

**Dr. Bert Oschatz,
Technische Universität Dresden
Jürgen Schilling,
Viessmann Werke GmbH & Co KG, Allendorf**

DIN V 18599-5 liefert ein Verfahren zur energetischen Bewertung von Heizsystemen. Bei der Erarbeitung konnte von der vorhandenen Methodik in DIN V 4701-10 ausgegangen werden. So sind die anlagentechnischen Bilanzierungsabschnitte Übergabe, Verteilung, Speicherung und Erzeugung beibehalten worden. Der Anwendungsbereich von DIN V 18599-5 ist jedoch wesentlich weiter gefasst; es gibt praktisch keine Einschränkungen bezüglich der Gebäudenutzung oder des bauseitigen Heizwärmebedarfs. Die Anwendbarkeit für den Bestand macht die Aufnahme von Standardwerten für ältere Heizsysteme erforderlich, wie z.B. energetische Kennwerte von Altkesseln oder U-Werte bestehender Verteilungsleitungen.

DIN V 18599-5 beinhaltet nur ein (ausführliches) Rechenverfahren. Eine vereinfachte Darstellung in Form von Diagrammen oder Tabellen ist wegen der zu berücksichtigenden unterschiedlichen Rand- und Nutzungsbedingungen und der generellen Berechnung in monatlichen Zeitabschnitten nicht mehr möglich.

Neuland wird bei der Bilanzierung der inneren Wärmegevinne in DIN V 18599-5 besprochen. Die Wärmeverluste von Anlagenkomponenten innerhalb der thermischen Hülle des Gebäudes werden nicht mehr pauschal verringert, sondern in einem iterativen Verfahren in die Zonenbilanz eingebunden. Damit kann der Beitrag, den anlagentechnische Verluste zur Deckung des Heizwärmebedarfs leisten, wesentlich genauer bestimmt werden. Allerdings ist eine energetische Bewertung von Veränderungen der Anlagentechnik ohne erneute Berechnung der Gebäudeseite nicht mehr möglich.

Wesentliche Änderungen ergeben sich für die Wärmeübergabe. Das Berechnungsverfahren für diesen Bilanzabschnitt ist umfangreich und liefert generell höhere Verlustgrößen als bisher bekannt. DIN V 18599-5 berücksichtigt dabei Arbeiten im Rahmen von europäischen Normungsvorhaben, die in relevanten Normen des CEN/TC 228 münden sollen.

Mit DIN V 18599-5 können die Auswirkungen eines intermittierenden Betriebs der Heizungsanlage bewertet werden. 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, die zwar bauseitig eine Nachtabsenkung berücksichtigen kann, anlagentechnisch jedoch immer von einem kontinuierlichen Betrieb ausgeht.

Die neuen Verfahren zur Bewertung von Kesseln, Wärmepumpen und thermischen Solarsystemen bauen ebenfalls auf europäischen Norm-Entwürfen auf. Wärmeverluste von Heizkesseln werden in DIN V 18599-5 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 DIN V 18599-1 mit dem Verhältnis Heizwert/Brennwert des Brennstoffs multipliziert werden, wird das Endergebnis gegenüber den bisherigen Berechnungsansätzen nicht verändert.

Die Ermittlung der anlagentechnischen Verluste erfolgt, wie aus DIN V 4701-10 bekannt, getrennt für die Brennstoff- und Hilfsenergie. Monatliche Kenngrößen werden über Belastungsgrade bestimmt. Das enthaltene neue Verfahren zur Ermittlung des Stromaufwandes von Umwälzpumpen gestattet eine bessere Bewertung des Energiesparpotenzials moderner Heizpumpen.

Die Bewertung von Systemen zur Trinkwassererwärmung erfolgt in DIN V 18599-8.

DIN V 18599, Teil 6: Endenergiebedarf von Wohnungslüftungsanlagen und Luftheizungsanlagen für den Wohnungsbau

**Wilhelm Reiners,
Unna**

DIN V 18599-6 legt ein Verfahren zur energetischen Bewertung für Wohnungslüftungsanlagen mit und ohne Wärmerückgewinnung sowie Luftheizungsanlagen in den einzelnen zu bewertenden Prozessbereichen für Wohngebäude fest. Das Bewertungsverfahren gilt gleichermaßen für neu zu errichtende Gebäude als auch für bestehende Gebäude bzw. Baumaßnahmen im Bestand. Nicht Bestandteil von DIN V 18599-6 ist die Beschreibung und Bewertung von Systemen zur Kühlung und Klimatisierung im Wohnungsbau sowie von Lüftungssystemen in Nichtwohngebäuden. Solche Systeme sind in DIN V 18599-7 beschrieben.

Grundlage für die Erarbeitung des Bewertungsverfahrens des Bilanzablaufes in DIN V 18599-6 waren die Ansätze des bereits vorhandenen Bewertungsverfahrens zur Wohnungslüftung in den Prozessbereichen Übergabe, Verteilung, Speicherung und Wärmeerzeugung nach DIN V 4701-10.

Bei Anwendung von DIN V 18599-6 stammen die Ausgangswerte aus DIN V 18599-1 und DIN V 18599-2 und die Randbedingungen aus DIN V 18599-10. Dabei ist auch die Nutzung von Teilbereichen für eine Wärmelieferung an DIN V 18599-5 und DIN V 18599-8 und umgekehrt durch die Verknüpfung dieser Vornormen möglich (z.B. Erzeugerwärmeabgabe einer Abluft-Wasser-Wärmepumpe für Heizung und/oder Warmwasserbereitung bzw. umgekehrt vorrangige Solarenergienutzung zur Nutzenergiebereitstellung für die Bewertung in DIN V 18599-6). Die Berechnungsergebnisse aus DIN V 18599-6 werden, in Abhängigkeit von der Systemtechnik, an DIN V 18599-1 (Wärmeverluste, Hilfsenergiebedarf, Erzeugerwärmeabgabe, Wärmeaufnahme), an DIN V 18599-2 (Zulufttemperatur und mittlerer Anlagenluftwechsel zur Bewertung von Wärmeübertragern, unregelmäßigen Wärmeeintrag) und an DIN V 18599-5 bzw. DIN V 18599-8 (Erzeugerwärmeabgabe für Heizung und/oder Warmwasserbereitung) übergeben.

Die Bewertung erfolgt grundsätzlich für die in DIN V 18599-1 definierten Zonen (z.B. Einfamilienhaus). Gibt es innerhalb einer Zone für die Lüftungsanlage bzw. einzelne Komponenten der Lüftungsanlage unterschiedliche Ausführungen (z.B. dezentrale Lüftungsgeräte für einzelne Räume oder zonenweise Nachheizung der Zuluft), so ist in den Berechnungen ein Gesamtkennwert einzusetzen, der flächengewichtet über die Anteile an der Nettogrundfläche aus den einzelnen Kenngrößen ermittelt wird. DIN V 18599-6 liefert die Kennwerte zur Berücksichtigung der Lüftungswärmesenke durch Wohnungslüftungsanlagen mit und ohne Wärmeübertrager (WÜT) sowie die unregelmäßigen Wärme- und Kälteeinträge durch Wohnungslüftungsanlagen und Luftheizungsanlagen, die zur Berechnung des Nutzwärmebedarfs einer Zone in DIN V 18599-2 notwendig sind.

Für die Berechnung von Wohnungslüftungsanlagen und Luftheizungsanlagen mit kombinierter Wärmeversorgung (z.B. Abluft-Zuluft-Wärmepumpe mit und ohne WÜT in Verbindung mit einer Gas-, Öl- oder E-Heizung) sind Berechnungsverfahren für

- Abluft- Zuluft- Wärmeübertrager (Quelle: Abluft, Senke: Zuluft),
- Abluft- Zuluft- Wärmepumpen (Quelle: Abluft, Senke: Zuluft),
- Abluft- Wasser- Wärmepumpen (Quelle: Abluft, Senke: Wasser),
- Abluft- Zuluft/Wasser-Wärmepumpen (Quelle: Abluft, Senke: Zuluft, Wasser),

in DIN V 18599-6 enthalten.

Luftheizungsanlagen, bei denen die Wärmezufuhr vollständig durch Luft als Wärmeträger erfolgt und die ohne wasserführendes Nachheizregister betrieben werden, werden vollständig in DIN V 18599-6 abgebildet. Luftheizungsanlagen mit wasserführenden Nachheizregistern werden luftseitig in DIN V 18599-6 und wasserseitig in DIN V 18599-5 bewertet. Die Berechnungsergebnisse werden an DIN V 18599-1 übergeben und, bezogen auf Endenergie- und Primärenergiebedarf, zusammengefasst.

DIN V 18599, Teil 7: Endenergiebedarf von Raumluftechnik- und Klimakältesystemen für den Nichtwohnungsbau

**Claus Händel,
Fachinstitut Gebäude-Klima e.V., Bietigheim-Bissingen**

DIN V 18599-7 beschreibt die Berechnung des Endenergiebedarfs für die Raumluftechnik und Klimakälteerzeugung. Ausgehend vom Nutzenergiebedarf für die Raumkühlung (siehe DIN V 18599-2) und der Außenluftaufbereitung (siehe DIN V 18599-3) werden Übergabe- und Verteilverluste für die Raumkühlung und RLT-Kühlung und RLT-Heizung berechnet und Randbedingungen für die Komponenten der Raumluftechnik definiert.

Aufgrund der außerordentlich großen System- und Komponentenvielfalt bei der Lüftung und Klimatisierung wurde die Bewertung der Systeme in den Vordergrund gestellt. Dies ist für den Nichtwohnbereich ein angemessenes Verfahren, da in diesem Bereich zum Zeitpunkt der Genehmigungsplanung keine konkreten Produktdaten vorliegen, sondern bestenfalls eine Vorstellung über das zu installierende System existiert. Diese Vorgehensweise ist auch insofern angemessen, da der Energiebedarf im Nichtwohnbereich wesentlich durch die geplanten Systeme und Betriebsparameter und weniger durch die konkreten Produkte beeinflusst wird.

Des Weiteren sind aufgrund von fehlenden harmonisierten Produktnormen und der großen Produktvielfalt kaum Produktkennwerte für ein öffentlich-rechtliches Verfahren verfügbar. Allerdings sind die meisten der verwendeten Kennwerte so gestaltet, dass prinzipiell auch geeignete konkrete Produktdaten verwendet werden können, wenn die Anbieter dieser Produkte eine entsprechende Produktnorm und eine entsprechende Konformität nachweisen können. Wesentlicher Bestandteil ist die Berechnung des Hilfsenergiebedarfs für die Kühl- und Kaltwasserverteilung, der Hilfsenergiebedarf für die in der Raumluftechnik (Wärmerückgewinnung, Befeuchtung und Sekundärluftventilatoren) und Kälteerzeugung (Rückkühlung) notwendigen Nebenantriebe sowie der Endenergiebedarf für die Kälteerzeugung.

Der Elektroenergiebedarf für die Kühl- und Kaltwasserverteilung hat aufgrund der gegenüber der Heizungstechnik geringeren Temperaturdifferenzen und sensibleren Bemessung einen relativ großen Stellenwert. Deshalb wurde in DIN V 18599-7 auf der Grundlage des Verfahrens nach DIN V 18599-5 ein etwas detaillierteres Verfahren beschrieben, mit dem die wesentlichen Einflussparameter berücksichtigt werden können. Auch ist die Berechnung individueller Netze möglich und die verfügbaren Regelkonzepte können abgebildet werden.

Die Berechnung der erforderlichen Endenergie für die Klimakälte erfolgt anhand spezifischer technologie- und nutzungsabhängiger Kennwerte, die tabellarisch zusammengestellt sind. Grundlage für dieses Kennwerteverfahren bilden die Nennkälteleistungszahl (EER) und ein mittlerer Teillastfaktor (PLV_{av}) auf der Basis stündlicher Berechnungen des Teillastverhaltens typischer Kälteerzeuger. Die Handhabung des Verfahrens ist einfach, da lediglich diese beiden Werte aus den zur Verfügung gestellten Tabellen für die gewählte Kälteerzeugung ermittelt werden müssen. Für nicht dokumentierte Verfahren zur Kälteerzeugung wird ein Stundenverfahren zur Ermittlung der Teillastfaktoren angegeben und somit ist das Verfahren universell einsetzbar. Das Verfahren ist für Kompressionskältemaschinen und Absorptionskältemaschinen dokumentiert.

Für die Bewertung von Dampfbefeuchtungssystemen werden Kennwerte für die einfache Berechnung der Endenergie, in Abhängigkeit der Art der Dampferzeugung, angegeben, die die wesentlichen Aufwände für Abschlämmung und Verteilverluste beinhalten.

DIN V 18599, Teil 8: Nutz- und Endenergiebedarf von Warmwasserbereitungssystemen

**Dr. Bert Oschatz,
Technische Universität Dresden
Jürgen Schilling,
Viessmann Werke GmbH & Co KG, Allendorf**

DIN V 18599-8 liefert ein Verfahren zur energetischen Bewertung von Warmwassersystemen. Bei der Erarbeitung dieses Dokuments konnte man (ebenso wie bei den Heizsystemen) auf der vorhandenen Methodik nach DIN V 4701-10 aufbauen. Das betrifft sowohl die warmwasserseitigen Bilanzierungsabschnitte Übergabe, Verteilung, Speicherung und Erzeugung als auch einen wesentlichen Teil der Berechnungsalgorithmen.

DIN V 18599-8 gestattet eine energetische Bewertung aller typischen Systeme zur Trinkwassererwärmung im Neubau und im Gebäudebestand. Es können zentrale und dezentrale Warmwasserversorgungsanlagen auf der Basis von fossilen Brennstoffen, Strom, Fernwärme oder regenerativen Energieträgern abgebildet werden.

Bei der Ermittlung des Warmwasserbedarfs wird auf die in DIN V 18599-10 hinterlegten Kennwerte zurückgegriffen. Der Warmwasserbedarf in Wohngebäuden wird auf die Wohnfläche bezogen und, differenziert für Ein- und Mehrfamilienhäuser, ausgewiesen. Damit wird die unterschiedliche Belegungsdichte in diesen Gebäudetypen berücksichtigt. Die Bedarfswerte für Nichtwohngebäude entstammen einer Literaturanalyse; sie sind auf die Nettogrundfläche und zum Teil auf die Nutzung bezogen.

Die Verluste der Übergabe werden rechnerisch generell zu null gesetzt.

Die Wärmeverluste von Verteilsystemen und Speichern innerhalb des beheizten Bereiches werden in die Zonenbilanz von DIN V 18599-2 überführt. Eine pauschale Gutschrift von 85 % der Wärmeverluste von Komponenten innerhalb der thermischen Hülle des Gebäudes, wie sie in DIN V 4701-10 erfolgt, kann somit vermieden werden.

DIN V 18599-8 enthält ein vereinfachtes Verfahren zur Abschätzung des erforderlichen Speichervolumens aus dem täglichen Trinkwarmwasserbedarf und der Nutzung. Der Bereitschaftswärmeverlust eines Speichers wird als Funktion des Speichervolumens angegeben. Bei Altanlagen wird, wie auch bei Verteilungsleitungen, zusätzlich das Baualter berücksichtigt.

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

Die Verluste von älteren Elektro-Durchlauferhitzern werden pauschal mit 1% des Aufwands angesetzt. Neuere Geräte haben nach DIN V 18599-8 keinen Wärmeverlust. Eine entsprechende primärenergetische Wertung erfolgt in DIN V 18599-1.

Die Ermittlung der anlagentechnischen Verluste erfolgt, wie nach DIN V 4701-10 bekannt, getrennt für die Brennstoff- und Hilfsenergie. Die Bewertung von Wärmeerzeugern, die sowohl für die Warmwasserbereitung als auch für die Heizung genutzt werden, erfolgt in engem Zusammenspiel mit DIN V 18599-5. Abluftwärmepumpen zur Trinkwassererwärmung werden gemeinsam mit DIN V 18599-6 bewertet.

DIN V 18599, Teil 9: End- und Primärenergiebedarf von Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen

**Dr. Bert Oschatz,
Technische Universität Dresden
Jürgen Schilling,
Viessmann Werke GmbH & Co KG, Allendorf**

DIN V 18599-9 liefert ein Verfahren zur Berechnung des Endenergieaufwands für Kraft-Wärmegekoppelte Systeme (z.B. BHKW), die als Wärmeerzeuger innerhalb eines Gebäudes zur Wärmeerzeugung eingesetzt werden.

Dabei werden die Verluste sowie die Hilfsenergieaufwendungen des Prozessbereiches Wärmeerzeugung ermittelt und für die weitere Berechnung in DIN V 18599-1 zur Verfügung gestellt. Damit können die in DIN V 18599-9 abgebildeten KWK-Systeme die Aufwendungen für Wärmeerzeuger aus DIN V 18599-5 bis DIN V 18599-8 ersetzen oder zumindest als zusätzlicher Wärmeerzeuger beeinflussen. Eine Kopplung mit den anderen Teilen der Vornormenreihe erfolgt jeweils über DIN V 18 599-1.

Die Spezifik des Berechnungsverfahrens nach DIN V 18599-9 besteht darin, dass bei der gleichzeitigen, voneinander abhängigen Erzeugung von elektrischem Strom und Wärme (Kraft-Wärme-Kopplung, KWK) derjenige Endenergieaufwand ermittelt werden muss, der der Wärmeerzeugung zuzurechnen ist. Der im KWK-System erzeugte Strom wird dazu unter Berücksichtigung der Primärenergiefaktoren für elektrischen Strom und den verwendeten Endenergieträger von dem gesamten Endenergieaufwand abgezogen.

Für die Berechnung werden die Erzeugernutzwärmeabgabe nach DIN V 18599-5 sowie die Leistungsdaten der verwendeten Geräte und Apparate benötigt. Diese Daten können entsprechend DIN V 18599-9 oder entsprechend den zitierten Normen einfach gemessen oder berechnet werden. Das Ergebnis der Berechnung nach DIN V 18599-9 ist der anrechenbare Endenergieaufwand, der für die Bestimmung des Primärenergieaufwands nach DIN V 18599-1 erforderlich ist.

Prinzipiell ermöglicht DIN V 18599-9 eine monatliche Betrachtung. Weil diese im Normalfall zu komplex ist, wird jedoch empfohlen, ein Jahr als Berechnungszeitraum zu wählen.

DIN V 18599, Teil 10: Nutzungsrandbedingungen, Klimadaten

**Dr. Anton Maas,
Technische Universität München**

In DIN V 18599-10 werden Randbedingungen für Wohn- und Nichtwohngebäude sowie Klimadaten für das Referenzklima Deutschland zur Verfügung gestellt. Die aufgeführten Nutzungsrandbedingungen können als Grundlage für den öffentlich-rechtlichen Nachweis herangezogen werden und bieten darüber hinaus Informationen für Anwendungen im Rahmen der Energieberatung.

Für Wohngebäude werden u. a. die Randbedingungen Raum-Solltemperatur, interne Wärmegewinne, Nutzungszeiten, Nutzwärmebedarf Trinkwarmwasser und Luftwechsel aufgeführt. Abweichende Angaben gegenüber den Randbedingungen in DIN V 4108-6 resultieren aus den unterschiedlichen Berechnungsansätzen (insbesondere in DIN V 18599-2), die beispielsweise die Wirkung einer räumliche Teilbeheizung berücksichtigen oder eine Aufteilung des Luftwechsels in Infiltration durch Fugen und Undichtheiten, Fensterlüftung und Lüftung über mechanische Lüftungsanlagen vorsehen.

Die Nutzungsrandbedingungen für die energetische Bewertung von Nichtwohngebäuden sind erstmals in einer Norm in umfangreichem Maße zusammengestellt. In einer Tabelle werden Richtwerte der Nutzungsrandbedingungen für insgesamt 33 Nutzungen aufgeführt. Die Gliederung der Tabelle sieht die Angabe von Nutzungs- und Betriebszeiten sowie Nutzungsrandbedingungen zu Beleuchtung, Raumklima und Wärmequellen vor. Nutzungsrandbedingungen, die für alle Nichtwohngebäude gleich angesetzt werden, sind u. a. die Raum-Solltemperatur für den Heiz- und Kühlfall, die Auslegungstemperaturen für Heizung und Kühlung und die Temperaturabsenkung für reduzierten Betrieb. Weiterhin sind für eine Auswahl von Nutzungen Richtwerte des Nutzenergiebedarfs für Trinkwarmwasser zusammengestellt.

In einem umfangreichen Anhang werden 33 Nutzungen in Nichtwohngebäuden detailliert beschrieben. Hierbei werden auch von den Richtwerten abweichende Nutzungsrandbedingungen aufgeführt, und es werden Hinweise auf Bezugsquellen der Daten und weiterführende Literatur gegeben.

Die Angaben zu den Klimadaten umfassen Strahlungsintensitäten und Außentemperaturen für das Referenzklima Deutschland. Hierzu sind mittlere monatliche Strahlungsintensitäten für unterschiedliche Orientierungen und Bauteilneigungen angegeben. Weiterhin sind die Auslegungswerte für Heiz- und Kühlleistung in einer Tabelle zusammengestellt.

In einem informativen Anhang ist ein Näherungsverfahren für die Berechnung der Tag- und Nachtstunden (für die Ermittlung des Energiebedarfs für Beleuchtung nach DIN V 18599-4) aufgenommen. Das Verfahren kann zur Bestimmung der Tag- und Nachtstunden für abweichende Betriebszeiten oder für nicht in DIN V 18599-10 behandelte Nutzungen herangezogen werden.

Literaturhinweise

DIN V 4108-6:2003, *Wärmeschutz und Energieeinsparung in Gebäuden – Teil 6: Berechnung des Jahresheizwärme- und des Jahresheizenergiebedarfs*

DIN V 4701-10:2004, *Energetische Bewertung heiz- und raumluftechnischer Anlagen - Teil 10: Heizung, Trinkwassererwärmung, Lüftung*

DIN V 4701-12:2003, *Energetische Bewertung heiz- und raumluftechnischer Anlagen im Bestand - Teil 12: Wärmeerzeuger und Trinkwassererwärmung*

DIN EN 832:2003, *Wärmetechnisches Verhalten von Gebäuden - Berechnung des Heizenergiebedarfes - Wohngebäude*

DIN EN 12464-1:2003, *Licht und Beleuchtung - Beleuchtung von Arbeitsstätten - Teil 1: Arbeitsstätten in Innenräumen*

E DIN EN ISO 13790:2005, *Energieeffizienz von Gebäuden - Berechnung des Energiebedarfs für Heizung und Kühlung (ISO/DIS 13790:2005)*

E DIN EN ISO 13789:2005, *Wärmetechnisches Verhalten von Gebäuden - Spezifischer Transmissions- und Lüftungswärmedurchgangskoeffizient – Berechnungsverfahren (ISO/DIS 13789:2005)*