



Institut für Technische Gebäudeausrüstung Dresden  
Forschung und Anwendung GmbH  
Prof. Felsmann - Dr. Hartmann - Prof. Oschatz - Dr. Werdin

# **Erarbeitung eines Leitfadens zum Abgleich Energiebedarf – Energieverbrauch**

## *Abschlussbericht*

Der Forschungsbericht wurde mit Mitteln der Forschungsinitiative Zukunft Bau des Bundesamtes für Bauwesen und Raumordnung gefördert.

(Aktenzeichen: Z 6 - 10.08.18.7 - 07.13/ II 2 - F20-07-1)

Die Verantwortung für den Inhalt des Berichtes liegt beim Autor.

Projektpartner: ITG Dresden, IWU Darmstadt, FH Braunschweig/ Wolfenbüttel,  
Schiller Engineering, W. Reiners, Fraunhofer IBP, Ages,  
IBUS Berlin

Projektleiter: Prof. Dr.-Ing. Bert Oschatz

Dresden, 10. Juni 2009

## **INHALT**

|          |                                                                      |           |
|----------|----------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1</b> | <b>Einleitung.....</b>                                               | <b>2</b>  |
| <b>2</b> | <b>Abweichung zwischen Energiebedarf und Energieverbrauch .....</b>  | <b>3</b>  |
| <b>3</b> | <b>Leitfaden zum Abgleich Energiebedarf – Energieverbrauch .....</b> | <b>8</b>  |
| <b>4</b> | <b>Zusammenfassung.....</b>                                          | <b>70</b> |
| <b>5</b> | <b>Literatur.....</b>                                                | <b>71</b> |

# 1 Einleitung

Energiepässe können rechnerisch auf der Basis des Energiebedarfs oder anhand des messtechnisch erfassten Energieverbrauchs erstellt werden. Sollen belastbare Empfehlungen über energetisch und wirtschaftlich sinnvolle Sanierungsmaßnahmen für ein bestehendes Gebäude (z.B. im Rahmen einer Energieberatung) erarbeitet werden, so sind stets Energiebedarf und Energieverbrauch auszuwerten. Die Bedarfsrechnung liefert Aussagen über die Aufteilung der Energieverluste auf bauliche und anlagentechnische Komponenten unter standardisierten Randbedingungen. Anhand der Verbrauchsdaten können die Gesamtaussagen der Bedarfsrechnung überprüft werden, damit lässt sich die Treffsicherheit der vorgeschlagenen Sanierungsmaßnahmen deutlich erhöhen. Für ein konkretes Objekt ermittelte Energiebedarfs- und Energieverbrauchswerte stimmen im Regelfall nicht überein, die Abweichungen können erheblich sein.

Der Energieberater muss deshalb einen Bedarfs- Verbrauchsabgleich vornehmen. Für diesen gibt es bisher keine anerkannte Regel der Technik. Der erforderliche Bedarfs- Verbrauchsabgleich führt daher zwangsläufig zu einer gewissen Unsicherheit beim Energieberater, langfristig ist ebenso mit einer Verunsicherung der Gebäudeeigentümer als Auftraggeber von Energiepässen bzw. Energieberatungen zu rechnen.

Im Forschungsvorhaben „Erarbeitung eines Leitfadens zum Abgleich Energiebedarf – Energieverbrauch“ soll daher eine detaillierte Handlungsanweisung für den Abgleich von Energiebedarf und Energieverbrauch gegeben werden. Die Projektgruppe aus IWU Darmstadt, FH Braunschweig/Wolfenbüttel, Schiller Engineering, W. Reiners, Fraunhofer IBP, Ages, IBUS Berlin und ITG Dresden hat daher einen Leitfaden erarbeitet, der als Normentwurf in den Gemeinschaftsausschuss GA 005-56-20 „Energetische Bewertung von Gebäuden“ eingebracht wurde.

Aus den gesammelten Daten zum Verhältnis von Energiebedarf und Energieverbrauch werden möglicherweise erforderliche Anpassungen der Randbedingungen bei der Bedarfsermittlung abgeleitet.

## 2 Abweichung zwischen Energiebedarf und Energieverbrauch

Werden für ein konkretes Objekt Energiebedarf und Energieverbrauch ermittelt, so unterscheiden sich die Werte häufig. Die Abbildungen 1 und 2 zeigen exemplarisch Ergebnisse des Dena-Feldversuchs zur Energiepasserstellung für Nichtwohngebäude. Energiebedarfswerte und Energieverbrauchswerte stimmen bei einigen der ausgewerteten Objekte gut überein, bei anderen gibt es teilweise erhebliche Differenzen. Ähnliche Tendenzen zeigen auch andere Untersuchungen für Wohngebäude. Abbildung 3 enthält eine Graphik aus dem von der DBU geförderten Optimus-Projekt. Für die dort untersuchten Wohngebäude ergeben sich ebenfalls Unterschiede zwischen Energiebedarf und Energieverbrauch.

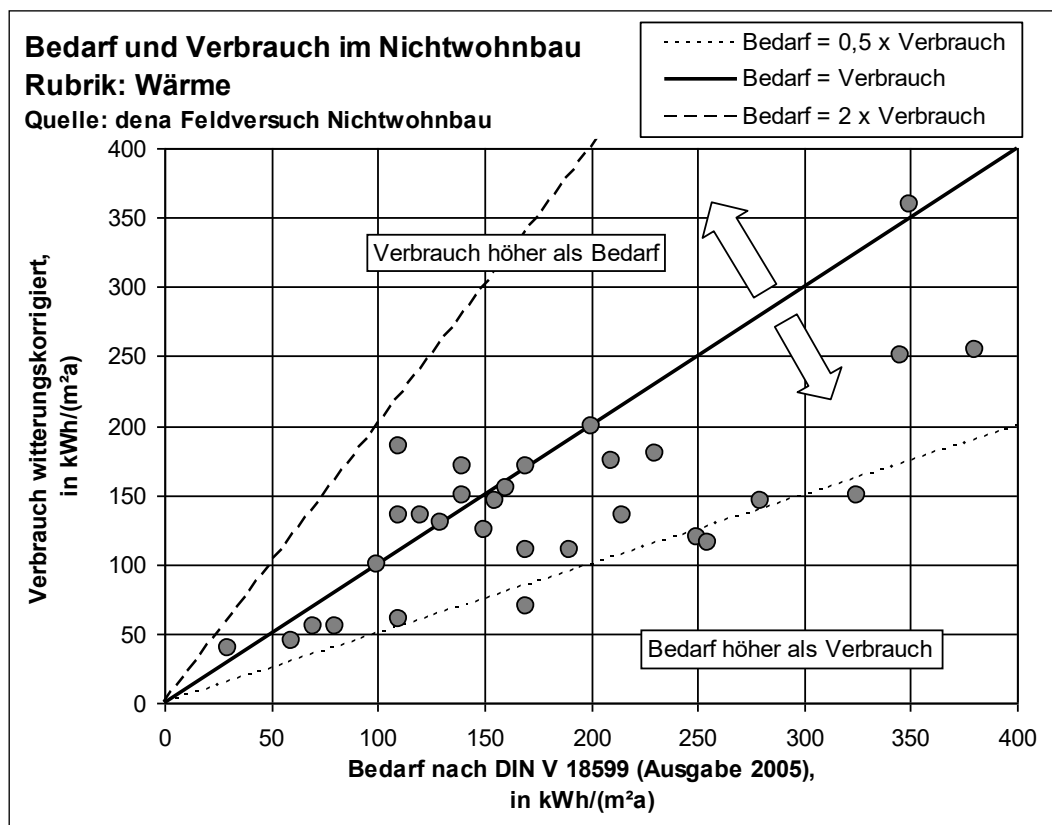


Abbildung 1 Endenergie Wärme – Bedarf und Verbrauch von Nichtwohngebäuden (Quelle: dena, IRB)

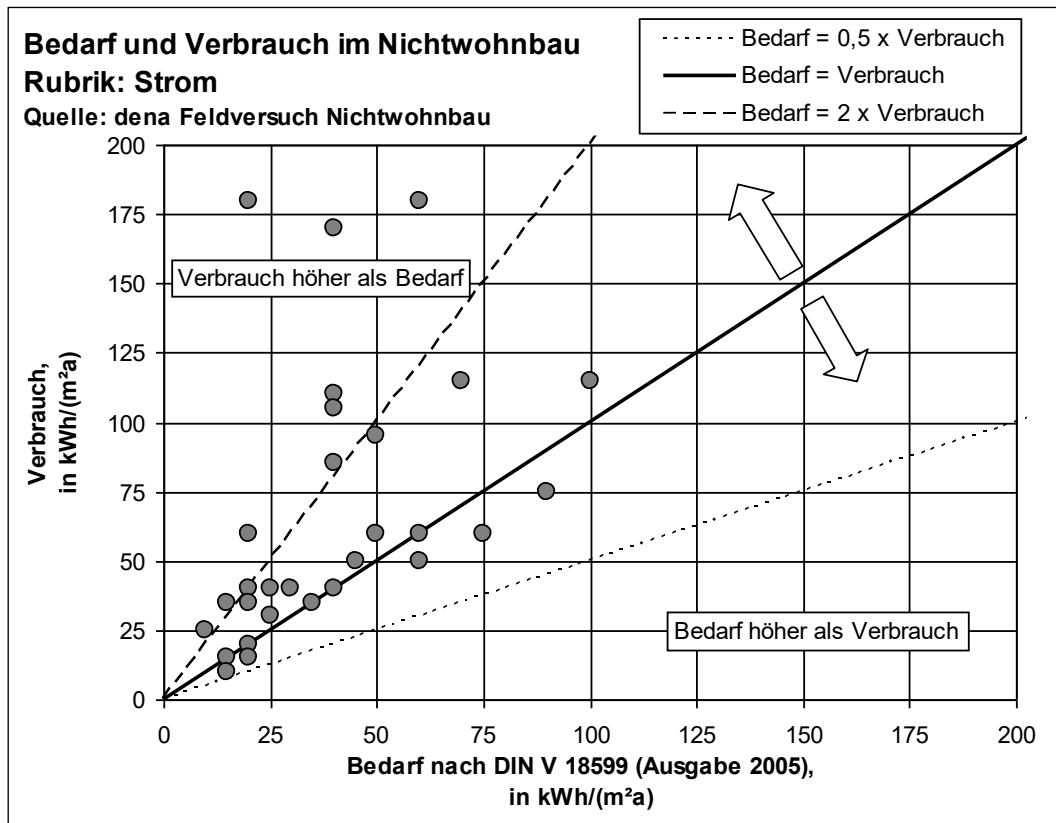


Abbildung 2 Endenergie Strom – Bedarf und Verbrauch von Nichtwohngebäuden (Quelle: dena, IRB)

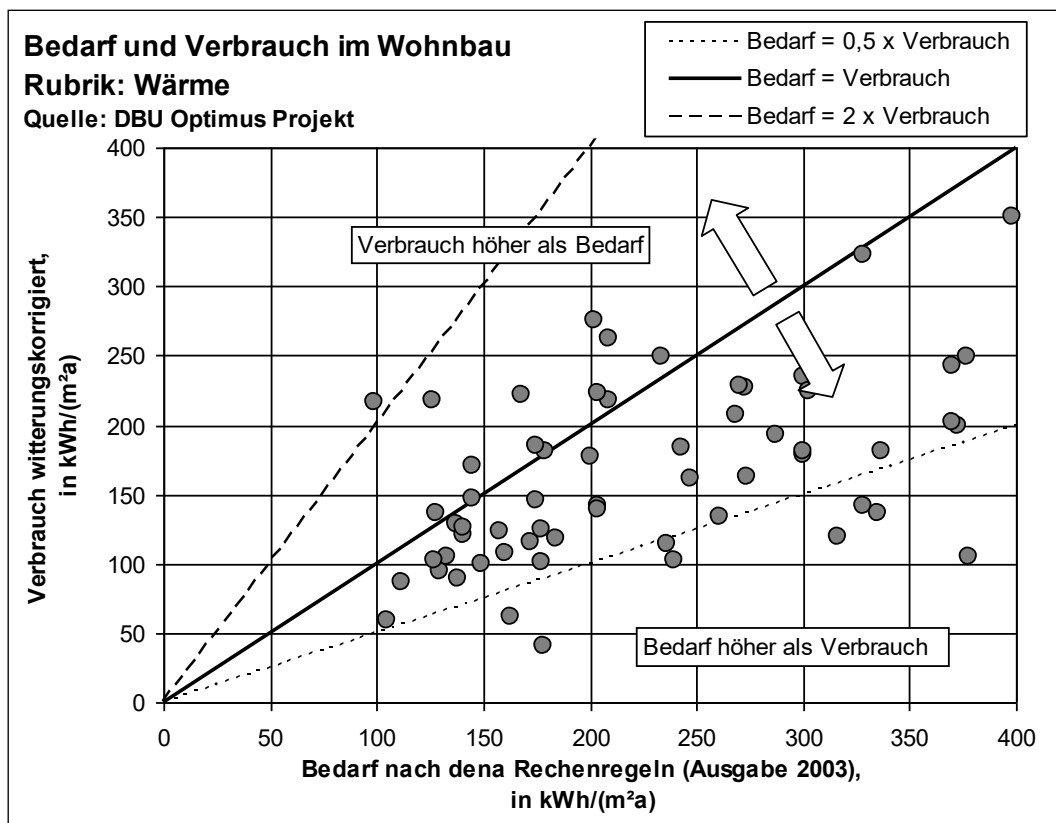


Abbildung 3 Endenergie Wärme – Bedarf und Verbrauch von Wohngebäuden (Quelle: Optimus, FH Wolfenbüttel)

Die Ursachen für Bedarfs-Verbrauchsabweichungen können vielschichtig sein:

### **Nutzereinfluss**

Abweichungen beim Energiebedarf-Verbrauch treten für ein konkretes Objekt auch dann auf, wenn die (genormte) Bedarfsberechnung mittlere Verbrauchsverhältnisse genau abbildet. D.h. für die Berechnung des Energiebedarfes wird ein von der Realität abweichendes Nutzerverhalten unterstellt. Dies betrifft die Randbedingungen für:

- Rauminnentemperatur
- Luftwechsel
- Räumliche und zeitliche Teilbeheizung
- Warmwasserbedarf.

### **Witterungseinfluss**

Für die Bedarfsberechnung mit den in der EnEV in Bezug genommenen normativen Verfahren werden die Klimadaten für den Klimareferenzort Deutschland verwendet. Diese stellen auf Basis langjähriger meteorologischer Beobachtungen mittlere Werte für Deutschland dar. Den Verbrauchsdaten liegen die Witterungsverhältnisse konkreter Jahre zu Grunde. Die sich daraus i.d.R. ergebenden Differenzen müssen durch die Klimakorrektur der Verbrauchswerte beseitigt werden.

### **Bauliche Mängel**

Die Aufnahme der Daten für den baulichen Wärmeschutz des Gebäudes erfolgt üblicherweise auf Basis von Planungs- bzw. Bauausführungsunterlagen sowie Begehungen. Dabei können von der Planung abweichende bauliche Gegebenheiten, wie

- Wärmebrücken
- Baufeuchte
- falsche Dämmung
- ...

unerkannt bleiben bzw. zur einer falschen Einschätzung bei der Bedarfsbilanz führen.

### **Anlagentechnische Mängel**

Auch die Aufnahme der Daten für die Anlagentechnik des Gebäudes erfolgt üblicherweise auf Basis von Planungs- bzw. Bauausführungsunterlagen sowie Begehungen. Dabei können sich, ebenso wie beim baulichen Wärmeschutz, Abweichungen zwischen Bedarfsrechnung und Realität ergeben. Dabei kann beispielsweise

- ein fehlender hydraulischer Abgleich
- eine Fehleinstellungen an Kesselregelung und Pumpe
- eine fehlende/unvollständige Dämmung von Leitungen/Armaturen in Vorwänden oder unter Putz

unerkannt bleiben bzw. zu einer falschen Einschätzung der anlagentechnischen Gegebenheiten bei der Bedarfsbilanz führen.

### **Unterschiedliche Bilanzgrenzen**

Verbrauchswerte für die einzelnen Energieträger erhält man in der Regel für ein gesamtes Objekt. In der Bedarfsberechnung werden aber Verbräuche wie für Prozesswärme, Kochgas oder Strom für Computer etc. nicht mit bilanziert. Dieser Anteil im Energieverbrauch muss entsprechend bei der Gegenüberstellung von Energiebedarf und Verbrauch berücksichtigt werden.

### **Systematische Abweichungen**

Abweichungen zwischen Energiebedarf und Energieverbrauch können systematisch sein. Diese systematischen Abweichungen werden in einer ausreichend großen Stichprobe deutlich und können statistisch nachgewiesen werden. Diese systematischen Differenzen zwischen Bedarf und Verbrauch könnten durch eine Anpassung der Standard-Randbedingungen der Bedarfsberechnung korrigiert werden. In [IWU 2006] wurden gesammelten Daten zum Verhältnis von Energiebedarf und Energieverbrauch ausgewertet. Abbildung 4 zeigt den Zusammenhang zwischen Bedarfs- und Verbrauchskennwert (bezogen auf die beheizte Wohnfläche) für Ein- und Zweifamilienhäuser für Brennstoffe und Fernwärme.

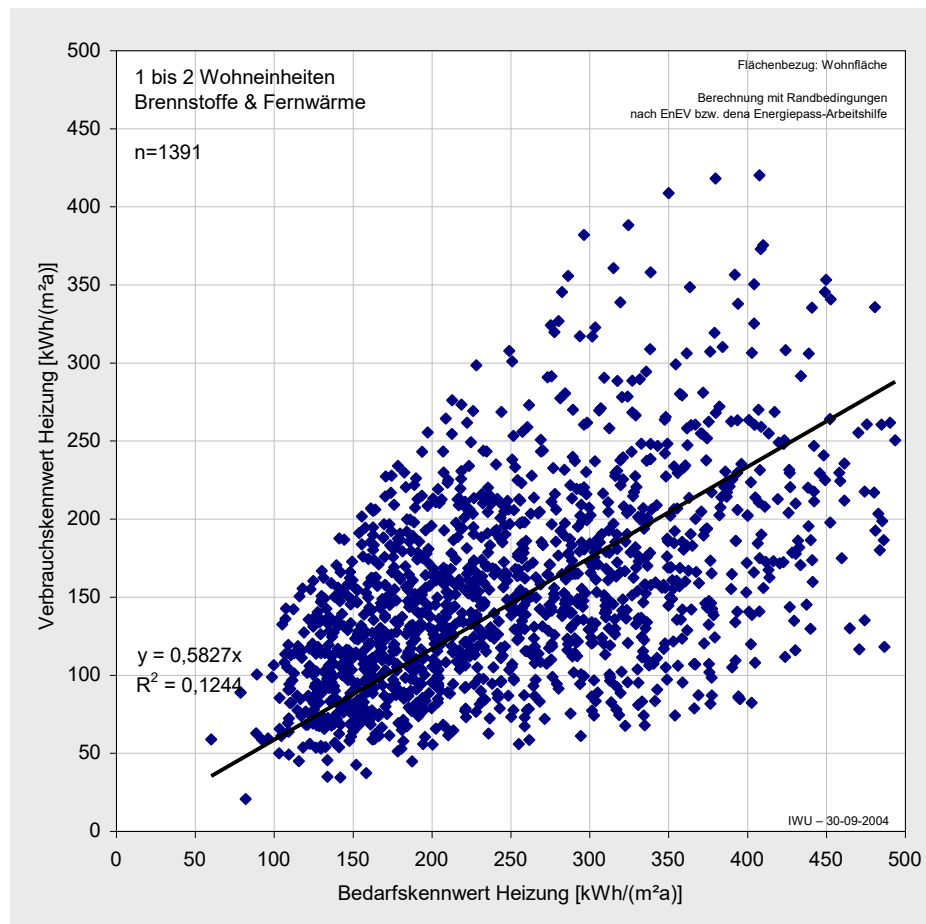


Abbildung 4 [IWU 2006]: Zusammenhang zwischen dem Verbrauchskennwert und dem Bedarfskennwert Heizung für Ein- und Zweifamilienhäuser, Brennstoffe und Fernwärme

Die Grafik zeigt, dass die berechneten Bedarfswerte im Mittel deutlich über den Verbrauchswerten liegen. Die Diskrepanz wird umso größer, je schlechter die energetische Qualität des Gebäudes ist und je weniger Wohneinheiten vorhanden sind.

In weiteren Arbeiten sollte daher die Bedarfsrechnung für diese Fälle einer Überprüfung unterzogen werden, um die Ursachen für die systematischen Differenzen zu analysieren und ggf. zu eliminieren.

Daher sollte insbesondere bei kleineren Wohngebäuden (Ein- und Zweifamilienhäuser), welche die Wärmeschutzverordnung 1995 [WSchV95] nicht erfüllen, stets eine detaillierte Prüfung der Randbedingungen, z.B. hinsichtlich

- Luftwechsel
- Raumtemperatur
- örtliche / zeitliche Teilbeheizung
- der Wärmeverluste von nicht sichtbaren Rohrleitungen
- U-Werte der Außenbauteile

vorgenommen werden, um reale – zu den Verbrauchsdaten passende – Werte bei der Bedarfsberechnung anzusetzen.

### **Vereinfachungen**

An dieser Stelle sind auch Vereinfachungen bei der Datenaufnahme für die Bedarfsberechnung zu diskutieren. Um den Aufwand für die Bedarfsberechnung zu begrenzen, dürfen für den Energiebedarf relevante Kennwerte vereinfacht ermittelt werden. Ein typisches Beispiel ist die Ermittlung von U-Werten der Außenwandkonstruktion. Zur schnellen Ermittlung gibt es eine Reihe von Gebäudetypologien oder Musterkonstruktionen. Die für den EnEV-Nachweis zulässigen Vereinfachungen sind in den Bekanntmachung der Regeln zur Datenaufnahme und Datenverwendung im Wohngebäude- bzw. Nichtwohngebäudebestand veröffentlicht. Bei der Verwendung von Standardwerten wird üblicherweise eine Abschätzung „auf der sicheren Seite“ vorgenommen. Die energetische Qualität wird dabei tendenziell bewusst unterschätzt. Damit soll verhindert werden, dass bei einer vereinfachten Datenaufnahme/Berechnung geringere Energiekennwerte als bei einer genaueren Vorgehensweise bilanziert werden. In der Summe können mehrere Vereinfachungen zu einer erheblichen Überschätzung des Energiebedarfes und damit zu einer großen Abweichung zum tatsächlichen Verbrauch führen.

## **3 Leitfaden zum Abgleich Energiebedarf – Energieverbrauch**

Die Projektbeteiligten haben einen Leitfaden zum Abgleich der Verbrauchswerte mit den Bedarfswerten erarbeitet, der eine einheitliche Vorgehensweise ermöglicht. Er enthält:

- Hinweise zur Auswertung von Verbrauchswerten (typische Fehler, Bilanzgrenzen, Witterungskorrektur)
- Hinweise zur Überprüfung der Bedarfsrechnung (Hinweise zur Sensitivität der Eingabegrößen, Filterung von Eingabewerten mit großem Einfluss auf das Bilanzergebnis sowie Größen mit großer Streubreite in der Praxis)

- Detailauswertung von Verbrauchswerten und deren Schnittstelle zum Bedarf (Auswertung und Aussage von Monatsmesswerten, Energiesignatur der Verbraucher, Detailbewertung von Wärmeerzeugern, Lastganganalysen).

Der Leitfaden soll in die Vornormenreihe DIN V 18599 integriert werden. Eine Veröffentlichung erfolgt voraussichtlich als Beiblatt oder Technischer Bericht.

Die beim Normenausschuss eingereichte Normenvorlage wird nachfolgend dargestellt.

Mai 2009

|     |                                                                                                                                                                                                   |                                      |
|-----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|
|     | Energetische Bewertung von Gebäuden — Berechnung des Nutz-, End-, und Primärenergiebedarfs für Heizung, Lüftung, Klimatisierung, Trinkwarmwasserversorgung und Beleuchtung — Berechnungsbeispiele | Vornorm<br>DIN V 18599<br>Beiblatt 1 |
| ICS |                                                                                                                                                                                                   |                                      |
|     |                                                                                                                                                                                                   |                                      |

Eine Vornorm ist das Ergebnis einer Normungsarbeit, das wegen bestimmter Vorbehalte zum Inhalt oder wegen des gegenüber einer Norm abweichenden Aufstellungsverfahrens vom DIN noch nicht als Norm herausgegeben wird.

Zur vorliegenden Vornorm wurde kein Entwurf veröffentlicht.

Erfahrungen mit dieser Vornorm sind erbeten an den Normenausschuss Bauwesen (NABau) im DIN Deutsches Institut für Normung e. V., 10772 Berlin.

Fortsetzung Seite 2 bis 60

Gemeinschaftsarbeit des  
Normenausschuss Bauwesen (NABau) im DIN Deutsches Institut für Normung e. V.  
Normenausschuss Heiz- und Raumlufttechnik (NHRS) im  
DIN Deutsches Institut für Normung e. V.

DIN V 18599 B1 : 2009-05

| <b>Inhalt</b>                                                            | <b>Seite</b> |
|--------------------------------------------------------------------------|--------------|
| <b>1. Vorwort .....</b>                                                  | <b>3</b>     |
| <b>2. Anwendungsbereich .....</b>                                        | <b>3</b>     |
| <b>3. Normative Verweisungen .....</b>                                   | <b>5</b>     |
| <b>4. Verfahrensbeschreibung.....</b>                                    | <b>5</b>     |
| 4.1. Beschreibung der Vorgehensweise .....                               | 5            |
| 4.2. Schnittstellen .....                                                | 7            |
| 4.3. Weiterverwendung der Ergebnisse .....                               | 8            |
| 4.4. Verfahrensgrenzen und Interpretation .....                          | 8            |
| <b>5. Verbrauchsdatenerhebung .....</b>                                  | <b>11</b>    |
| 5.1. Erfassung der Mengen .....                                          | 11           |
| 5.2. Umrechnung der Energieträger .....                                  | 12           |
| 5.3. Standort-, Zeit- und Witterungskorrektur.....                       | 13           |
| 5.4. Einflüsse auf die Ermittlung von Verbrauchsdaten .....              | 15           |
| 5.5. Hilfskennwerte .....                                                | 15           |
| <b>6. Anpassung der Bedarfsrechnung .....</b>                            | <b>16</b>    |
| 6.1. Allgemeine Hinweise .....                                           | 16           |
| 6.2. Feststellung der Bearbeitungsreihenfolge .....                      | 17           |
| 6.3. Zonierung.....                                                      | 18           |
| 6.4. Geometriedaten .....                                                | 18           |
| 6.5. Definition der Nutzungsranddaten .....                              | 19           |
| 6.6. Bilanz der Beleuchtung nach DIN V 18599-4 .....                     | 21           |
| 6.7. Bilanz der Nutzenergie für Heizung und Kühlung nach DIN V 18599-2.. | 28           |
| 6.8. Bilanz der Endenergie für Heizung nach DIN V 18599-5.....           | 32           |
| 6.9. Bilanz der Trinkwarmwasserbereitung nach DIN V 18599-8 .....        | 37           |
| 6.10. Bilanz von KWK-Anlagen nach DIN V 18599-9 .....                    | 39           |
| 6.11. Bilanz der Nutzenergie für Raumluftechnik nach DIN V 18599-3 ..... | 40           |
| 6.12. Bilanz der Endenergie für Kälte nach DIN V 18599-7 .....           | 42           |
| 6.13. Bilanz der Wohnungslüftung nach DIN V 18599-6.....                 | 45           |
| <b>7. Detailinformationen aus Verbrauchsmessungen .....</b>              | <b>49</b>    |
| 7.1. Hinweise zu Messgrößen .....                                        | 49           |
| 7.2. Lastgangmessungen .....                                             | 49           |
| 7.3. Energiesignatur für Wärmeverbraucher.....                           | 50           |
| 7.4. Energiesignatur für Kessel.....                                     | 51           |
| 7.5. Detailmesspunkte in der Bilanz.....                                 | 53           |
| <b>Anhang A: Ausgabebogen.....</b>                                       | <b>58</b>    |
| <b>Anhang B: Entwicklung von Nutzungsprofilen.....</b>                   | <b>60</b>    |

DIN V 18599 B1 : 2009-05

## 1. Vorwort

Die Normenreihe DIN V 18599 stellt eine Methode zur Bewertung der Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden zur Verfügung. Die Berechnungen erlauben die Beurteilung aller Energiemengen, die zur bestimmungsgemäßen Beheizung, Warmwasserbereitung, raumluftechnischen Konditionierung und Beleuchtung von Gebäuden notwendig sind.

Dabei berücksichtigt die Normreihe auch die gegenseitige Beeinflussung von Energieströmen und weist auf planerischen Konsequenzen hin. Neben der Berechnungsmethode werden auch nutzungs- und betriebsbezogene Randbedingungen für eine neutrale Bewertung zur Ermittlung des Energiebedarfs angegeben (unabhängig von individuellem Nutzerverhalten und lokalen Klimadaten).

Die Normreihe ist geeignet, den langfristigen Energiebedarf für Gebäude oder auch Gebäudeteile zu ermitteln und die Einsatzmöglichkeiten erneuerbarer Energien für Gebäude abzuschätzen. Die Methode ist für zu errichtende Gebäude sowie für bestehende Gebäude oder Baumaßnahmen im Bestand gleichermaßen bestimmt.

## 2. Anwendungsbereich

Die Normenreihe DIN V 18599 stellt ein Verfahren zur Durchführung der Gesamtenergiebilanz von Gebäuden bereit. Der aufgezeigte Algorithmus ist anwendbar für die energetische Bilanzierung von:

- Wohn- und Nichtwohnbauten,
- Neubauten und Bestandsbauten.

Die Vorgehensweise der Bilanzierung ist geeignet für:

- eine **Energiebedarfsbilanzierung** von Gebäuden mit teilweise festgelegten Randbedingungen,
- eine allgemeine, ingenieurmäßige **Energiebedarfsbilanzierung** von Gebäuden mit frei wählbaren Randbedingungen, z.B. mit dem Ziel des Abgleichs zwischen Energiebedarf und Energieverbrauch (**Bedarfs-Verbrauchs-Abgleich**)

Die Bilanzierung umfasst Energieaufwendungen für die:

- Heizung,
- Lüftung,
- Klimatisierung (incl. Kühlung und Befeuchtung),
- Trinkwarmwasserversorgung,
- Beleuchtung

von Gebäuden incl. der Stromaufwendungen (Hilfsenergien), die unmittelbar mit der Energieversorgung zusammenhängen.

Der vorliegende Teil 11 der Normenreihe DIN V 18599 hat zwei wesentliche Anwendungsaspekte.

DIN V 18599 B1 : 2009-05

## 1. Bedarfs-Verbrauchs-Abgleich

DIN V 18599-11 bietet dem Anwender ein Hilfsmittel, die mit den Teilen 1 bis 10 berechneten Bedarfswerte im Sinne eines Bedarfs-Verbrauchs-Abgleichs zu ändern. Es handelt sich hierbei um Handlungsempfehlungen, welche die Überprüfung der Eingangsdaten der Bilanz betreffen. Diese sind – je nach Einfluss auf das Endergebnis – in einer sinnvollen Reihenfolge zu prüfen und ggf. zu modifizieren.

Ziel ist es, den berechneten Endenergiebedarf an den (witterungskorrigierten) Verbrauch anzugleichen. Der dabei entstehende Bedarfskennwert kann eine Basis für möglichst realistische Wirtschaftlichkeitsberechnungen, Beratungen, Energieanalysen usw. sein. Die sich ergebende Energiebilanz ist nicht Grundlage eines öffentlich-rechtlichen Nachweises nach der Energieeinsparverordnung.

Das vorliegende Verfahren ist jedoch nur geeignet, Bedarfs- und Verbrauchswerte miteinander zu vergleichen, solange etwa gleiche Energieanwendungen gemessen und rechnerisch bilanziert werden. Mit steigendem Anteil an Prozessenergie im Messwert, welche nicht in der theoretischen Bedarfsbilanz erfasst wird, wird eine Vergleichbarkeit entsprechend unsicherer. Beispiel: der Messwert für Strom einer Werkstatt enthält zu großen Anteilen Maschinen und Absauganlagen, aber nur zu einem geringen Anteil Beleuchtungs- und Pumpenstrom.

In diesem Fall obliegt es dem Anwender, die sich ergebenden Daten – nach einem durchgeführten Bedarfs-Verbrauchs-Abgleich zu interpretieren. Alternativ sind Prozessenergieanwendungen sinnvoll abzuschätzen oder bestenfalls zu messen.

## 2. Realistische Bilanz

Liegen keine Verbrauchsdaten vor (z.B. im Neubau) oder sind sie nicht verwertbar, weil die Verbrauchswerte nicht abschätzbare Anteile von Prozessenergien enthalten, kann das Verfahren der DIN V 18599-11 dennoch angewendet werden. Es wird ein Verfahren beschrieben, welche Eingangsgrößen je nach Einfluss auf das Bilanzergebnis kritisch zu hinterfragen und ggf. zu modifizieren sind, um eine möglichst objektive Einschätzung des Gebäudes, der Technik und seiner Nutzer zu erhalten.

Wiederum ist die sich ergebende Energiebilanz nicht Grundlage eines öffentlich-rechtlichen Nachweises nach der Energieeinsparverordnung. Sie kann eine Basis für realistischere Wirtschaftlichkeitsberechnungen, Beratungen, Energieanalysen usw. sein.

### 3. Normative Verweisungen

Diese Norm enthält durch datierte oder undatierte Verweisungen Festlegungen aus anderen Publikationen. Diese normativen Verweisungen sind an den jeweiligen Stellen im Text zitiert, und die Publikationen sind nachstehend aufgeführt. Bei datierten Verweisungen gehören spätere Änderungen oder Überarbeitungen dieser Publikationen nur zu dieser Norm, falls sie durch Änderung oder Überarbeitung eingearbeitet sind. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe der in Bezug genommenen Publikation (einschließlich Änderungen).

|                |                                                                                           |
|----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|
| DIN V 18599-1  | Allgemeine Bilanzierungsmethodik und Definitionen, Zonierung, Bewertung der Energieträger |
| DIN V 18599-2  | Berechnung des Jahresheizwärme- und Jahreskühlbedarf von Gebäudezonen                     |
| DIN V 18599-3  | Berechnung des Nutzenergiebedarfs für die energetische Luftaufbereitung                   |
| DIN V 18599-4  | Beleuchtung                                                                               |
| DIN V 18599-5  | Berechnung von Heizsystemen                                                               |
| DIN V 18599-6  | Wohnungslüftungsanlagen und Luftheizungsanlagen für den Wohnungsbau                       |
| DIN V 18599-7  | Raumluftechnik und Klimakälte                                                             |
| DIN V 18599-8  | Berechnung der Warmwassersysteme                                                          |
| DIN V 18599-9  | Berechnung multifunktionaler Erzeugungsprozesse                                           |
| DIN V 18599-10 | Randbedingungen                                                                           |

### 4. Verfahrensbeschreibung

Grundlage des Bedarfs-/Verbrauchsabgleichs ist das Bilanzverfahren der DIN V 18599. Die Hilfen und Hinweise sind teilweise auch auf andere Energiebilanzverfahren übertragbar.

Ziel des Verfahrens ist es, den Anwender zu befähigen, die Eingangsgrößen einer Bedarfsbilanz so zu verändern, dass ein Abgleich zwischen Bedarfs- und Verbrauchsdaten hergestellt wird oder sich bei fehlenden oder unzureichenden Verbrauchsdaten zumindest eine realistische Energiebilanz ergibt.

#### 4.1. Beschreibung der Vorgehensweise

Um einen Abgleich der Verbrauchswerte mit den Bedarfswerten zu erreichen, wird folgende Bearbeitungsreihenfolge empfohlen (die referenzierten Kapitel erläutern den betreffenden Punkt näher):

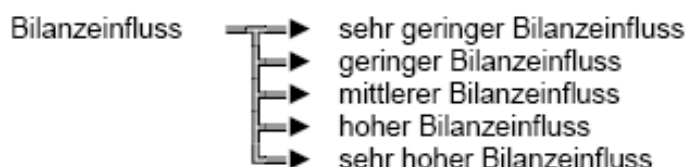
DIN V 18599 B1 : 2009-05

- 1. Schritt: Erhebung von Verbrauchsdaten, vgl. Kapitel 5.1 und 5.2**  
Ziel dieses Schrittes ist die Bestimmung der Energiemengen für alle Energieträger in Kilowattstunden innerhalb eines beliebigen Messzeitraums.
- 2. Schritt: Korrektur der Verbrauchsdaten, vgl. Kapitel 5.3 bis 5.5**  
Ergebnis sind – soweit möglich – zeit-, standort- und witterungskorrigierte Verbrauchskennwerte für jeden Energieträger.
- 3. Schritt: Erstellung einer ersten Bedarfsbilanz nach DIN V 18599**  
Die Energiebilanz ist die Basis der weiteren Modifikationen. Es kann sich beispielsweise um eine Bilanz für einen öffentlich-rechtlichen Nachweis handeln. Die Eingabedaten dieser ersten Bilanz werden mit Sorgfalt gewählt, jedoch keinem gesonderten Abgleich unterzogen.
- 4. Schritt: Überprüfung der Zonierung und der geometrischen Daten, vgl. Kapitel 6.3 und 6.4**  
Ziel ist eine sinnvolle Aufteilung des Gebäudes in Zonen, ohne mögliche Vereinfachungen und Zusammenfassungen, welche im Falle öffentlich-rechtlicher Nachweise möglich wären. Zudem sind Flächen- und Geometrieangaben zu überprüfen.
- 5. Schritt: Überprüfung der Nutzungsranddaten und Modifikation der Nutzungsprofile, vergleiche Kapitel 6.5**  
Ergebnis sind angepasste Nutzungsprofile, welche den realen – zu den Verbrauchsdaten passenden – Bedingungen ähneln.
- 6. Schritt: Modifikation der Bedarfsbilanz mit Ausweisung der Detailenergiemengen, vgl. Kapitel 6.1 und 6.2.**  
Die angepassten Nutzungs-, Geometrie- und Zonenranddaten werden in die Bilanz übertragen. Anschließend werden Endenergien für die einzelnen Energieträger berechnet. Es erfolgt die Aufteilung der Endenergien und Hilfsenergien auf die Gewerke (Beleuchtung, Heizung, Warmwasserbereitung, Kühlung, Klimatisierung, Lüftung usw.) sowie die einzelnen Prozessbereiche (Nutzenergie, technische Verluste, regenerative Energien). Die Aufteilung der Bilanz nach Energieträger, Gewerk und Prozessbereich gibt die Bearbeitungsreihenfolge bei der Überprüfung der Eingabeparameter vor.
- 7. Schritt: Modifikation der Parameter der einzelnen Gewerke, vgl. Kapitel 6.6 bis 6.13**  
Die empfohlene Bearbeitungsreihenfolge der Gewerke ergibt sich aus der Energiebilanz. Gewerke mit großem Anteil an der Endenergie sowie Prozessbereiche mit großem Anteil innerhalb eines Gewerkes werden vorrangig bearbeitet.
- 8. Schritt: permanenter Vergleich der Bedarfs- und korrigierten Verbrauchswerte**  
Die berechneten Kennwerte werden während der Modifikation der Eingabedaten permanent mit den korrigierten Verbrauchsdaten verglichen. Ist die gewünschte Annäherung erreicht, wird der Abgleich beendet.

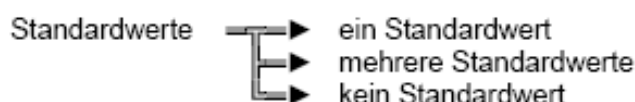
Generell ist das Verfahren so aufgebaut, dass zunächst Kennwerte überprüft werden, die sich messtechnisch erheben lassen. Beispiel: die installierte Beleuchtungsleistung oder auch Speichergrößen können für eine Bedarfsrechnung mit der DIN V 18599 abgeschätzt werden. Für einen Bedarfs-Verbrauchs-Abgleich bzw. eine realistische Bilanz sollen diese Größen jedoch nach Aufmaß verwendet werden. Somit entfällt die Eingabe etlicher Hilfskenngrößen, anhand derer anderenfalls die Schätzung erfolgen würde.

DIN V 18599 B1 : 2009-05

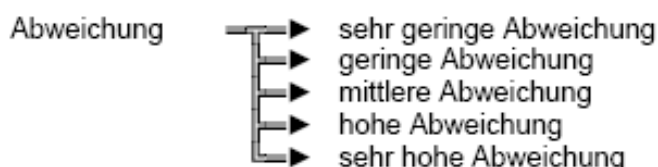
Darüber hinaus verfolgt das Verfahren des Bedarf-Verbrauchs-Abgleichs bzw. der realistischen Bilanz das Ziel, die Größen innerhalb eines jeden Gewerkes (bzw. Normteils) zu benennen, die einen großen Bilanzeinfluss haben. Es wird in fünf Abstufungen unterschieden.



Für jede Größe wird zudem angegeben, ob die Norm einen oder mehrere Standardwerte vorsieht, die bei der Bedarfsbilanz ersatzweise gewählt werden oder ob diese Größe immer ein Projektkennwert ist, weil es keine Standardwerte gibt.



Die typische Abweichung der Praxiswerte vom Standardwert bzw. auch die Abweichung der Praxiswerte rund um einen (fiktiven) Mittelwert wird angegeben. Unter dem fiktiven Mittelwert ist der häufigste Wert bei einer Aufnahme zu verstehen. Es wird in fünf Abstufungen unterschieden.



Die Einstufung hinsichtlich des Bilanzeinflusses der Eingangsgrößen und der Abweichung gibt den groben Trend wieder. Sie erfolgte durch Fachleute, wobei sich die Bewertung auf den häufigsten Fall bezieht. Im Einzelfall können sich Abweichungen ergeben. Die Empfehlungen, in welcher Reihenfolge die Größen zu untersuchen sind, wird in 6.2 beschrieben.

Für den Abgleich des Bedarfs mit dem Verbrauch wird die Verwendung absoluter Energiemengen empfohlen. Wenn zur Veranschaulichung der Kennzahlen bezogene Werte gebildet werden, ist auf die Verwendung gleicher Bezugsgrößen (Flächen, Volumina usw.) zu achten.

#### 4.2. Schnittstellen

Für den Bedarfs-Verbrauchsabgleich im Sinne des beschriebenen Verfahrens wird auf folgende weitere Veröffentlichungen verwiesen.

DIN V 18599 B1 : 2009-05

Tabelle 1 Schnittstellen zu anderen Regelwerken

| Quelle                |                                         | Erscheinungsjahr | Inhalte                                                                                                                         |
|-----------------------|-----------------------------------------|------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| DIN V 18599           | Teile 1 bis 10                          | 2007             | Beschreibung der Bedarfsberechnung, energetische Kennwerte                                                                      |
| VDI 3807              | Blatt 1                                 | 2007             | Verfahren der Witterungskorrektur                                                                                               |
|                       | Blätter 2 - 4                           | 1998 bis 2004    | Gesamt- und Teilkennwerte für Wärme, Wasser und Strom                                                                           |
| VDI 2067              | Blatt 12, 22                            | 2000             | Nutzenergie und Übergabe von Warmwasser                                                                                         |
|                       | Blatt 2 bis 7                           | 1983 bis 1993    | Kennwerte Heizung, Raumlufttechnik, Warmwasserversorgung, Dampfbedarf in Wirtschaftsbetrieben, Wärmepumpen, Blockheizkraftwerke |
| SIA 380               | Teil 1 und 4                            | 2006 bis 2007    | Kennwerte für thermische und elektrische Energie, Nutzungsranddaten                                                             |
| Richtlinie des Bundes | zur Auswertung von Verbrauchskennwerten | 2007             | Zuordnung von Postleitzahlen zu Klimastationen, Verbrauchsdatenkorrekturverfahren                                               |

In jedem Fall werden die DIN V 18599-1 bis 10 und die VDI 3807-1 benötigt. Die weiteren genannten Quellen bieten Hilfsmittel für die Bestimmung von Energiekennwerten und Nutzungsranddaten.

#### 4.3. Weiterverwendung der Ergebnisse

Das Ergebnis der Energiebilanz nach DIN V 18599 nach einem erfolgten Bedarfs-Verbrauchs-Abgleich oder zumindest nach dem Erstellen einer realistischen Bilanz bei fehlenden Verbrauchsdaten kann zur Abschätzung realer Einspareffekte verwendet werden, welche sich ergeben

- bei Betriebsoptimierung bzw. Änderung der Nutzungsparameter,
- durch Modernisierung an der Gebäudehülle und Anlagentechnik,
- durch den Einsatz regenerativer Energien.

Die berechneten Einsparungen können Grundlagen für Wirtschaftlichkeitsberechnungen im Rahmen der Energieberatung oder der Erstellung von Energiekonzepten sein.

#### 4.4. Verfahrensgrenzen und Interpretation

Der Abgleich von Bedarfs- und Verbrauchswerten ist nicht in jedem Anwendungsfall möglich. Zwei wesentliche Merkmale des Energiebedarfsverfahren begründen dies: das Bedarfsverfahren nach DIN V 18599-1 bis 10 verwendet einen (derzeit nicht änderbaren) festen Datensatz von Klimadaten und der Bilanzumfang für Prozessenergie in der DIN V 18599 ist begrenzt. Die sich daraus ergebenden Konsequenzen sowie ein möglicher Interpretationsspielraum sind nachfolgend erläutert.

DIN V 18599 B1 : 2009-05

### Annahmen der Klimadaten

Die Energiebilanz nach DIN V 18599 erfolgt anhand von Bilanzgleichungen und Kennwerten. Ein Teil der Energiekennwerte sind anhand realer Projektdaten zu verwenden, teilweise entstammen die Energiekennwerte jedoch Simulationsprogrammen. Auf letztere wird insbesondere bei der Beschreibung von Kühlprozessen über raumluftechnische Anlagen, bei der Bewertung der Tageslichtnutzung für die Beleuchtung oder von Solaranlagen bzw. Wärmepumpen zurückgegriffen. Ein Teil der in DIN V 18599 hinterlegten Kennwerte bezieht sich daher starr auf das Klima von Würzburg (stellvertretend für das "Standardklima Deutschland"). Diese Kennwerte können innerhalb eines Bedarfs-Verbrauchs-Abgleichs **nicht** auf andere Wetterdatensätze umgestellt werden.

Daher wäre es nötig, die Verbrauchsdaten einer Witterungskorrektur (Standort und spezifisches jährliches Wetter) zu unterziehen, um eine Vergleichbarkeit mit dem Klimadatensatz für Würzburg herzustellen. Diese Vorgehensweise entspräche der Witterungskorrektur für Heizenergieverbrauchswerte. Die wünschenswerte Korrektur für Beleuchtungsstromaufwendungen oder den Energieverbrauch der Klimatisierung ist in der Literatur jedoch nicht beschrieben. Daher lässt sich der Standort-Fehler im Bedarfs-Verbrauchs-Abgleich nicht unterbinden. Lediglich der Fehler, welcher sich aufgrund unterschiedlich warmer und lichtintensiver Jahre ergibt, kann durch eine Mittelwertbildung mehrerer Messjahre minimiert werden.

### Annahmen der Nutzungsranddaten

Im Gegensatz zu den festen Annahmen des Außenklimas lässt die Bilanz nach DIN V 18599 einen weitaus freieren Eingabespielraum für Nutzungsranddaten (Innentemperaturen, Luftwechsel, Feuchten, Beleuchtungsstärken. Jedoch sind dem Verfahren auch hier Grenzen gesetzt.

Bei der Bilanz raumluftechnischer Anlagen können nur Zulufttemperaturen zwischen 14 und 22 °C gewählt werden. Und auch bei Zuluftfeuchte-Sollwerten kann nur zwischen einem Band von 6 ... 11 g/kg oder einem festen Betrag von 8 g/kg gewählt werden. Damit ist ein Verbrauchsabgleich für Nutzungsprofile mit abweichenden Randdaten nicht (korrekt) möglich.

### Bilanzumfang thermischer und nicht-thermischer Energieanwendungen

Die Energiebilanz der DIN V 18599 umfasst folgende thermische Energieanwendungen, welche aus beliebigen Energieträgern (auch Strom) erzeugt werden können:

- Beheizung des Gebäudes, direkt sowie über wasser- und luftgeführte Systeme
- Kühlung des Gebäudes, direkt sowie über wasser- und luftgeführte Systeme
- Trinkwarmwasserbereitung
- Dampfversorgung raumluftechnischer Anlagen
- Wärmeerzeugung zum Zwecke der Kühlung mit Absorptionskälteanlagen

DIN V 18599 B1 : 2009-05

Folgende thermische Energieaufwendungen – vor allem für Prozessenergie – sind nicht im Bilanzumfang enthalten:

- Prozessdampf- oder Wärme- oder Stromerzeugung für Küchen, Wäschereien, Sterilisation u. ä.
- Deckung von Verdunstungsenergiemengen bei Schwimmbecken
- Außenheizungen für Auffahrten, Dachrinnen u. ä.
- jegliche Produktionswärme

Die Energiebilanz der DIN V 18599 umfasst folgende nicht-thermische Energieanwendungen, welche vor allem aus Strom gedeckt werden:

- Beleuchtung zur Erreichung der geforderten Beleuchtungsstärken
- Betrieb von Hilfsenergien im direkten Zusammenhang mit der Wärme-, Kälte-, Warmwasser, Luft- und Lichtversorgung der Gebäude

Folgende nicht-thermische Energieaufwendungen – vor allem für Prozesse – sind nicht im Bilanzumfang enthalten:

- Beleuchtung aus dekorativen Zwecken, Außen- und Sicherheitsbeleuchtung
- EDV-Einrichtungen (Computer, USV, Zentralrechner etc.)
- Telekommunikationseinrichtungen und -zentralen (Telefon, Fax etc.)
- Büroeinrichtung (Drucker, Kopierer, etc.)
- Funk- und Fernsehtechnik (Fernseher, Video, Radio, Satelliten etc.)
- Haushaltgeräte (Waschmaschinen, Trockner, Spülmaschinen etc.)
- Verpflegungsgeräte (Kaffeemaschinen, Herde, Mikrowellen, Automaten etc.)
- Transportanlagen (Rolltreppen, Aufzüge etc.)
- Überwachungs- und Schließanlagen
- Krankenhaustechnik
- Werbeanzeigen
- Betrieb von elektrischen Geräten für die Produktion

Sofern überwiegend zum Bilanzumfang der DIN V 18599 gehörige Energiemengen gemessen werden, kann ein Bedarfs-Verbrauchs-Abgleich mit hoher Annäherung durchgeführt werden. Ist dies nicht der Fall, weil beispielsweise größere Mengen von Prozessenergie messtechnisch erfasst, aber nicht im Bedarfskennwert bilanziert werden, ist eine Annäherung nur bedingt möglich.

Tritt dieser Fall ein, kann der Anwender entweder auf einen Abgleich von Bedarfs- und Verbrauchswerten verzichten und lediglich eine möglichst realistische Energiebilanz erstellen. Alternativ können die nicht bilanzierten Energieaufwendungen messtechnisch oder rechnerisch eingeschätzt werden und damit die Differenzen zwischen Bedarf und Verbrauch plausibilisiert werden.

Je höher der (geschätzte) Anteil an nicht im Bedarfskennwert enthaltenen Aufwendungen, welche im Verbrauchskennwerte jedoch enthalten sind, desto unsicherer wird der Abgleich. Übersteigt der Anteil von messtechnisch nicht einzeln erfassten und nicht rechnerisch zu berücksichtigenden Verbrauchern, welche nicht dem Bilanzumfang der DIN V 18599 unterliegen, einen Wert von 50 % aller Verbraucher, wird von einem Abgleich abgeraten.

## 5. Verbrauchsdatenerhebung

Der nachfolgende Abschnitt erläutert die Erhebung von Verbrauchskennwerten, die Umrechnung in Energiemengen, die Standort-, Zeit- und Witterungskorrektur. Zur Vertiefung wird auf die VDI 3807 Blatt 1 verwiesen.

### 5.1. Erfassung der Mengen

Als Datenbasis für den Bedarfs-Verbrauchsabgleich wird die Erhebung der Verbrauchsdaten mehrerer Jahre unbedingt empfohlen. Nach oben sind keine Grenzen gesetzt, sofern die in der Vergangenheit liegenden Messperioden den zu bilanzierenden Zustand repräsentieren.

#### Leitungsgebundene Energieträger

Für die leitungsgebundenen Energieträger Gas, Strom und Fernwärme sind Zählerwerte mit Ablesedatum zu erfassen. Den Belegen werden die verbrauchten Mengen und die zugehörigen Messzeiträume entnommen. Bei Gas zusätzlich der Brennwert.

#### Nicht leitungsgebundene Energieträger

Bei den nicht leitungsgebundenen Energieträgern Öl, Kohle, Flüssiggas oder Holz ist bei der Erfassung der Mengen der Lagerbestand am Anfang und Ende der Messung zu achten.

Sofern der Lagerbestand zum Anfang (A) und Ende (E) bekannt ist, z.B. bei jeweils voll getankten Öltanks, lässt sich eine Verbrauchsmenge (V) direkt erfassen. Sie ergibt sich aus:

- immer volle Lager nach dem Kauf: die hinzu gekaufte Menge (T) wurde im Zeitraum seit dem letzten Einkauf verbraucht ( $V = T$ )
- immer leere Lager vor dem Kauf: die hinzu gekaufte Menge (T) wird im Zeitraum bis zum nächsten Einkauf verbraucht ( $V = T$ )

Ist unbekannt, ob jeweils immer voll getankt oder die Lager immer leer gemacht werden, sind die Lagerbestände zu berücksichtigen:

- die seit dem letzten Kauf verbrauchte Menge (V) ergibt sich aus der damals gekauften Menge (T) zzgl. des Anfangslagerbestandes damals (A) abzüglich des Endlagerbestandes heute (E)

Ist der Anfangslagerbestand unbekannt, kann er geschätzt werden. Er liegt zwischen null (leeres Lager) und der Differenz aus maximalem Speicherinhalt und der ersten bekannten Brennstofflieferung (maximal möglicher Zukauf). Es ergibt sich eine Ungenauigkeit, die bei der Interpretation des Bedarfs-Verbrauchs-Abgleich berücksichtigt werden muss.

Alternativ erfolgt die Auftragung der Verbrauchsmengen kumuliert über der Zeit in einem Diagramm mit Bildung der Ausgleichsgeraden, analog Beispiel in Bild 1. Der Verbrauch (V) innerhalb der Messzeit (erstes bis letztes Datum) ergibt sich aus der Zeitdifferenz mal der Steigung. Es empfiehlt sich in diesem Fall Einkaufsbelege mindestens der letzten 5 Jahre auszuwerten.

DIN V 18599 B1 : 2009-05

Eine Modernisierung oder Unregelmäßigkeiten bei der Datenerfassung (fehlende Belege) zeigen sich in der grafischen Darstellung als veränderte Steigung bzw. stark ausreißenden Messpunkten.

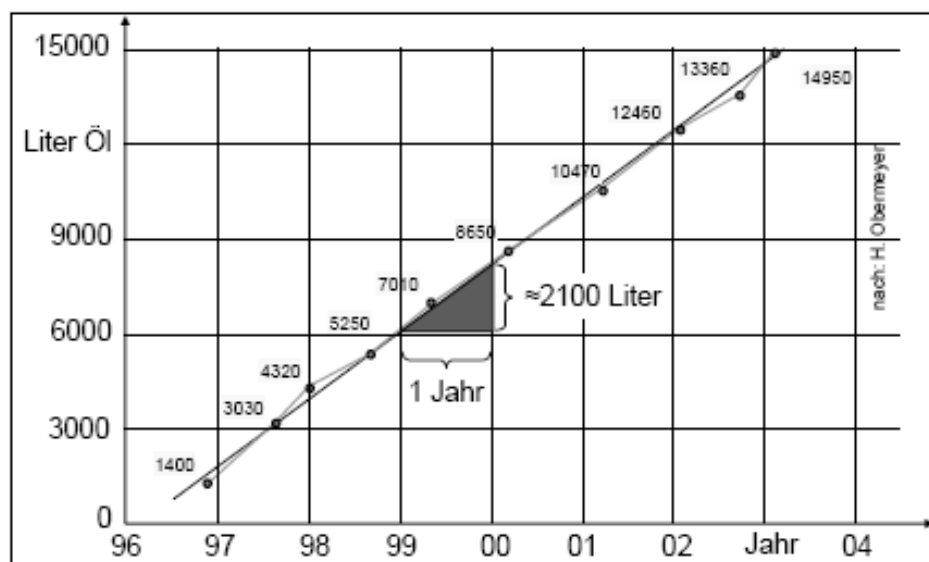


Bild 1 Kumulierter Ölverbrauch über der Zeit

## 5.2. Umrechnung der Energieträger

Der Abgleich zwischen Verbrauchs- und Bedarfswerten erfolgt auf Ebene der Endenergie in Kilowattstunden. Daher müssten die Verbrauchsdaten unabhängig von ihrer Abrechnungseinheit zunächst in Energiemengen umgerechnet werden.

Die DIN V 18599 bilanziert die Endenergie alternativ als brennwertbezogene (favorisiert) oder als heizwertbezogene Größe. Je nachdem welche der beiden Endenergieangaben für den Abgleich herangezogen werden soll, müssen die Verbrauchswerte (der Brennstoffe) mit dem Heizwert oder Brennwert des Stoffes multipliziert werden.

Je nach Region werden Erdgase mit mehr oder weniger Energiegehalt verteilt; das vor Ort verteilte Erdgas kann in der Qualität auch zwischen den tabellierten Werten liegen; der Wert kann auch innerhalb des Versorgungsgebietes zeitlich schwanken; es sollte bei der Verbrauchsdatenanalyse der Energiegehalt laut Versorger verwendet werden.

DIN V 18599 B1 : 2009-05

Tabelle 2 Energiegehalte und Umrechnungsfaktoren

| Energieträger        | Mengen-einheit | Heizwert $H_1$  | Brennwert $H_2$ | Verhältnis Brennwert/Heizwert | Hinweise                                |
|----------------------|----------------|-----------------|-----------------|-------------------------------|-----------------------------------------|
| Heizöl leicht        | l              | ca. 10,0 kWh/l  | ca. 10,6 kWh/l  | 1,06                          |                                         |
| Heizöl schwer        | kg             | ca. 10,9 kWh/kg | ca. 11,6 kWh/kg | 1,06                          |                                         |
| Erdgas H (Erdgas E)  | m³             | ca. 10,4 kWh/m³ | ca. 11,5 kWh/m³ | 1,11                          | Energiegehalt des Lieferanten verwenden |
| Erdgas L (Erdgas LL) | m³             | ca. 8,9 kWh/m³  | ca. 9,8 kWh/m³  | 1,11                          |                                         |
| Stadtgas             | m³             | ca. 4,5 kWh/m³  | ca. 5,0 kWh/m³  | 1,11                          |                                         |
| Flüssiggas           | kg             | ca. 13,0 kWh/kg | ca. 14,2 kWh/kg | 1,09                          |                                         |
| Steinkohle           | kg             | ca. 8,8 kWh/kg  | ca. 9,0 kWh/kg  | 1,02                          |                                         |
| Braunkohle           | kg             | ca. 5,5 kWh/kg  | ca. 5,9 kWh/kg  | 1,07                          |                                         |
| Koks                 | kg             | ca. 8,0 kWh/kg  | ca. 8,3 kWh/kg  | 1,04                          |                                         |
| Holz                 | kg             | ca. 4,1 kWh/kg  | ca. 4,4 kWh/kg  | 1,08                          | für lufttrockenes Holz                  |
| Holzpellets          | kg             | ca. 5,0 kWh/kg  | ca. 5,4 kWh/kg  | 1,08                          |                                         |
| Holzhack-schnitzel   | SRm            | ca. 650 kWh/SRm | ca. 700 kWh/SRm | 1,08                          | bezogen auf Schüttraum-meter            |
| Nah- und Fernwärme   | kWh            |                 |                 | 1,00                          | Umrechnung nicht erforderlich           |
| Strom                | kWh            |                 |                 | 1,00                          |                                         |

### 5.3. Standort-, Zeit- und Witterungskorrektur

Der gemessene Verbrauch ist einer Korrektur zu unterziehen. Dabei werden die witterungsabhängigen Anteile einer Witterungskorrektur und die nicht witterungsabhängigen Anteile des Verbrauchs einer Zeitkorrektur unterzogen. Nachfolgend werden Fragestellungen besprochen: die Aufteilung des Verbrauchs in witterungsabhängigen und -unabhängigen Verbrauch, die Korrektur von Verbrauchskennwerten für die Kühlung und Beleuchtung.

#### Witterungsabhängiger Verbrauch

Witterungsabhängig ist der Verbrauch für die Heizung, die Kühlung, die Befeuchtung und die Beleuchtung. Letztere beide werden jedoch keiner Korrektur unterzogen, weil keine sinnvollen Korrekturverfahren in der Literatur beschrieben sind und weil üblicherweise die Einzelverbrauchswerte für Beleuchtung und Kühlung nicht gemessen werden und daher unbekannt sind.

Korrigiert wird der Verbrauchsanteil für Heizung, hier  $Q_{h,mess}$  genannt. Der Anteil am Gesamtverbrauch eines Gebäudes, der von der Witterung abhängt, wird nach folgendem Dreisatz korrigiert:

$$Q_{h,bereinig} = Q_{h,mess} \cdot \frac{G_{t,standard}}{G_{t,mess}}$$

DIN V 18599 B1 : 2009-05

Die Gradtagszahlen des Standardjahres  $G_{t,standard}$  verhalten sich zu den Gradtagszahlen des Untersuchungsjahres  $G_{t,mess}$  wie der Heizungsverbrauch im Standardjahr  $Q_{h,bereinigt}$  zum gemessenen Heizungsverbrauch  $Q_{h,mess}$ . Die Gradtagszahlen im Messzeitraum werden mit den konkreten Innen-, Außentemperaturen und Heiztagen berechnet. Die Standardwerte sind Mittelwerte für das Langzeitklima des mittleren deutschen Standortes (Würzburg).

Die Korrektur könnte auch mit dem Langzeitklima des Standortes erfolgen. Jedoch ist diese Art der Korrektur für den Bedarfs-Verbrauchs-Abgleich nach DIN V 18599 nicht sinnvoll, weil auch die Bedarfswerte nur mit dem Standardklimadatensatz Deutschland berechnet werden können.

### Witterungsunabhängiger Verbrauch

Witterungsunabhängig sind – in erster Näherung – die Verbrauchswerte für Warmwasserbereitung. Es erfolgt daher eine Zeitkorrektur. Da Einzelmesswerte oft fehlen und/oder keine Korrekturverfahren bekannt sind, unterliegen auch die Verbrauchsanteile für Kühlung, die Befeuchtung und die Beleuchtung nur der Zeitkorrektur.

Der Anteil am Gesamtverbrauch eines Gebäudes, der nicht von der Witterung abhängt, beispielhaft sei hier der Anteil für die Trinkwarmwasserbereitung  $Q_{w,mess}$  herangezogen, wird nach folgendem Dreisatz korrigiert:

$$Q_{w,bereinigt} = Q_{w,mess} \cdot \frac{t_{standard} \text{ (bzw. 365 d/a)}}{t_{mess}}$$

Der gemessene Verbrauch  $Q_{w,mess}$  wird anhand der Messtage  $t_{mess}$  auf die vollen 365 Tage eines Jahres angepasst. Die Korrektur heißt Zeitkorrektur. Diese Art der Normierung ist immer gleich – unabhängig vom Standort.

### Aufteilung des Verbrauchs

Die Vorgehensweise bei der Trennung von witterungsabhängigen und witterungsunabhängigen Verbrauchsanteilen sowie ggf. von nicht in der Bedarfsbilanz enthaltenen Verbrauchsanteilen im Messwert (vgl. Kapitel 4.4) kann an dieser Stelle nicht umfassend beschrieben werden.

Eine korrekte Trennung kann nur messtechnisch erfolgen. Dazu müssen an geeigneten Stellen Unterzähler installiert sein. Alternativ, jedoch mit eingeschränkter Genauigkeit helfen Detailmessungen, wie sie in Kapitel 7 beschrieben werden. Dies sind Messungen, welche den Verbrauch über der Zeit oder der Außentemperatur aufzeichnen und auswerten. Anhand solcher Messungen ist erkennbar,

- welcher Anteil der Verbraucher witterungsunabhängig, d.h. ganzjährig vorhanden ist und welcher Anteil nur in der Sommer bzw. Winterperiode auftritt (Auftragung des Verbrauchsverlaufs über der Außentemperatur eines Jahres in grober Rasterung; "Sommermessung")
- welchen Anteil einzelne Großverbraucher haben, wenn sie zu- oder abgeschaltet werden (Auftragung des Verbrauchsverlauf über der Zeit einer Woche oder eines Tages in feiner Rasterung)

DIN V 18599 B1 : 2009-05

### Ermittlung der Klimadaten

Die Ermittlung der notwendigen Klimadaten zur Witterungskorrektur des Heizungsverbrauchs wird in VDI 3807 beschrieben. Bei den zu verwendenden Gradtagszahlen Es handelt sich um aufsummierte Temperaturdifferenzen zwischen einer Raumtemperatur von 20°C und der Außentemperatur, sofern der betreffende Tag ein Heiztag und das bedeutet unter 15°C liegt.

Alternativ und abweichend von VDI 3807 kann für den Verbrauchsabgleich eine individuelle Heizgrenze (vgl. Kapitel 7.3) und eine individuelle Innentemperatur verwendet werden.

In jedem Fall sind die Gradtagszahlen für ein mittleres Jahr in Würzburg (am mittleren Standort Deutschland) und des Messjahres ins Verhältnis zu setzen und dabei gleiche Randdaten (Innentemperatur und Heizgrenze) zu verwenden. Die Zuordnung des Standortes zu einer Wetterstation erfolgt z.B. mit der in Kapitel 4.2 genannten Richtlinie des Bundes.

### 5.4. Einflüsse auf die Ermittlung von Verbrauchsdaten

Die Witterungs-, Standort- und Zeitkorrektur der Verbrauchsdaten ist notwendig, um die Messwerte mit den Rechenwerten vergleichbar zu machen. Dennoch soll hier zusammenfassend auf die Verfahrensgrenzen hingewiesen werden:

- eine Witterungs- und Standortkorrektur kann – mangels Verfahren – praktisch nur für den Heizungsanteil erfolgen, für Klimatisierungs-, Kühlungs- und Beleuchtungsaufwendungen erfolgt ersatzweise nur eine Zeitkorrektur
- witterungsabhängige und unabhängige Anteile des Verbrauchs sind einer unterschiedlichen Korrektur (Zeit- und Witterungskorrektur) zu unterziehen, was eine messtechnisch getrennte Erfassung wünschenswert macht; dies ist jedoch nur selten gegeben; die Aufteilung kann daher nur näherungsweise erfolgen
- bei der Witterungs- und Standortkorrektur für den Heizungsanteil werden oft Wetterdaten verwendet, die zu einer Referenzwetterstation gehören; wird diese über Postleitzahlen zugeordnet, dann ist mit einer gewissen Ungenauigkeit zu rechnen,

Eine Witterungskorrektur kann die Witterungseinflüsse auf den Verbrauch nur bedingt ausgleichen.

### 5.5. Hilfskennwerte

Zur Abschätzung der Höhe von nicht in der DIN V 18599 bilanzierten Verbrauchsanteilen sollten Zähler dienen. Eine Liste von Hilfskenngrößen soll an dieser Stelle nicht gegeben werden. Es wird auf die Literatur verwiesen.

Wenn die Prozessenergiemengen oder andere nicht in der Bedarfsbilanz, aber im Verbrauchskennwert enthaltene Energiemengen einen zu großen Anteil ausmachen (vgl. Kapitel 4.4) wird von einem Abgleich abgeraten.

DIN V 18599 B1 : 2009-05

## 6. Anpassung der Bedarfsrechnung

Die folgenden Unterkapitel geben detaillierte Hinweise zur Änderung von Randdaten in der Energiebilanz. Neben der Festlegung der Bearbeitungsreihenfolge geben Tabellen Auskunft, welche Eingabegrößen für die einzelnen Normteile der DIN V 18599 einen großen Bilanz Einfluss haben, bei welchen Größen die Abweichung von den Standard- und Mittelwerten hoch ist und welche Möglichkeiten zu Datenerhebung bestehen.

### 6.1. Allgemeine Hinweise

Zur Ermittlung eines angepassten Bedarfswertes sollen folgende allgemeine Hinweise vorab gegeben werden, die für die gesamte Bedarfsbilanz in allen Teilen relevant sind:

- Projektkenngößen sind Standardwerten vorzuziehen
- detaillierte Rechenverfahren sind den vereinfachten Rechenverfahren vorzuziehen

Entsprechend werden Hinweise zur Ermittlung von Hilfsgrößen nicht gegeben, wenn die Empfehlung lautet, die eigentliche Größe vor Ort zu prüfen. Beispiel: Hinweise zur Ermittlung von Gebäudelängen und -breiten entfallen, wenn die Empfehlung lautet, die Leitungslänge projektbezogen real zu bestimmen und sie nicht aus Geometriedaten abzuschätzen.

### Heizwert/Brennwert

Zur Umrechnung von brennwert- in heizwertbezogene Größen wird in der Bilanz übergreifend der entsprechende Umrechnungsfaktor benötigt. Dieser ist projektbezogen einzusetzen.

Tabelle 3 Allgemeine Hinweise für Bilanzparameter

| Benennung der Größe              | Kürzel     | Einheit | Bilanz-einfluss | Standardwerte | Abweichung | Möglichkeiten der Datenerhebung | Aufwand der Datenerhebung | Hinweise                              |
|----------------------------------|------------|---------|-----------------|---------------|------------|---------------------------------|---------------------------|---------------------------------------|
| Umrechnungsfaktor für Endenergie | $f_{Hs,H}$ | ---     | gering          | mehrere       | gering     | direkt                          | gering                    | Stoffdaten des Energieträgers erheben |

## 6.2. Feststellung der Bearbeitungsreihenfolge

Die Bedarfsbilanz ist mit angepassten Nutzungs-, Geometrie- und Zonenranddaten (Kapitel 6.3 bis 6.5) zu erstellen. Das Bilanzergebnis wird in Einzelkennwerten dargestellt:

- getrennt nach Endenergien und Hilfsenergie
- die Endenergien sind getrennt nach Gewerk (Beleuchtung, Heizung, Warmwasserbereitung, Kühlung, Klimatisierung, Lüftung usw.)
- innerhalb eines Gewerkes sind die Energiekennwerte getrennt nach Prozessbereich (Nutzenergie, technische Verluste, regenerative Energien)

### Abgleich von Detailmesspunkten

Zunächst werden anhand der Position von ggf. vorhandenen (Unter-) Zählern oder Teilmesswerten die Energiemengen separiert, für die es einen genaueren Abgleich geben kann. Beispiel: ein Wärmemengenzähler ist zwischen Wärmeerzeuger und Warmwasserspeicher angeordnet. Der (zeitkorrigierte) Messwert ist vergleichbar mit der Erzeugernutzwärmemenge für Trinkwarmwasser  $Q_{w,outg}$ . Für diese Teilenergiemenge ist der Abgleich zu machen, wie für eine Gesamtenergiemenge.

Es empfiehlt sich die Bearbeitungsreihenfolge von zunächst Unterzählern und dann den Hauptzählern. Beim Bedarfs-Verbrauchs-Abgleich der Hauptzähler werden die angenäherten Kennwerte des Unterzählers nicht mehr geändert. Weitere Hinweise zu Detailmesspunkten sind in Kapitel 7.5 zu finden.

### Abgleich von Gesamtenergiemengen

Liegt der Bedarfskennwert über dem Verbrauchskennwert, gilt diese Vorgehensweise uneingeschränkt; die großen Bilanzanteile sind zu überprüfen. Für jeden Zähler bzw. Verbrauchsmesspunkt und die damit verbundenen Teilkennwerte gilt dann folgende empfohlene Bearbeitungsreihenfolge:

- das Gewerk, welches in der Bedarfsbilanz den größten Bilanzanteil hat, wird zuerst bearbeitet
- innerhalb eines Gewerkes wird der Prozessbereich zuerst bearbeitet, welcher den größten Bilanzanteil hat

Liegt der Bedarfskennwert jedoch rechnerisch unter dem Verbrauchskennwert, sind alle Eingaben zu überprüfen, insbesondere diejenigen, welche einen großen Bilanz-einfluss haben können. Es gilt dann folgende empfohlene Bearbeitungsreihenfolge:

- alle Gewerke werden bearbeitet
- innerhalb eines Gewerkes wird der Prozessbereich zuerst bearbeitet, welcher den größten Bilanzanteil hat

DIN V 18599 B1 : 2009-05

### Bearbeitungsreihenfolge innerhalb eines Gewerkes bzw. Normteils

Innerhalb der Unterkapitel 6.6 bis 6.13 werden die Eingabegrößen in die Normteile DIN V 18599-2 bis 9 detailliert beschrieben. Innerhalb eines Normteils – und damit Gewerkes – sollten die Größen zunächst geprüft werden, welche einen hohen Bilanzeneinfluss haben und gleichzeitig eine tendenziell hohe Abweichung vom Standardwert oder generell von der zunächst getroffenen Annahme.

Tabelle 4 Hinweise zur Bearbeitungsreihenfolge

|                                                     |             | Bilanzeinfluss der Größe |        |        |      |           |
|-----------------------------------------------------|-------------|--------------------------|--------|--------|------|-----------|
|                                                     |             | sehr gering              | gering | mittel | hoch | sehr hoch |
| Abweichung vom Standard- oder (fiktiven) Mittelwert | sehr gering | -                        | o      | o      | +    | ++        |
|                                                     | gering      | -                        | o      | +      | +    | ++        |
|                                                     | mittel      | o                        | o      | +      | ++   | ++        |
|                                                     | hoch        | o                        | +      | +      | ++   | +++       |
|                                                     | sehr hoch   | o                        | +      | ++     | ++   | +++       |

Legende:

- 1. Rang     +++
- 2. Rang     ++
- 3. Rang     +
- 4. Rang     o
- 5. Rang     -

### 6.3. Zonierung

Die Zonierung des Gebäudes ist zu überprüfen. Zonen, welche aus Vereinfachungsgründen zusammengefasst wurden, sind ggf. in Einzelzonen zu zerlegen. Dies ergibt sich aus dem Ziel, die Nutzungsranddaten möglichst realistisch anzusetzen. Es sollten Räume bzw. Bereiche innerhalb einer Zone zusammengefasst werden, die ähnliche tatsächliche Nutzungsranddaten aufweisen – und nicht nur ähnliche Nutzungsranddaten im Standardprofil.

Das Grundmodell des Gebäudes weist voraussichtlich eine größere Anzahl von Zonen auf, als die für eine standardisierte Berechnung der Fall ist.

### 6.4. Geometriedaten

Die grundlegenden geometrischen Eingaben sind nach der erneuten Zonierung zu prüfen. Die Nettogrundfläche hat einen geringen Bilanzeneinfluss, da sie hauptsächlich verwendet wird, um Kennwerte umzulegen oder zu mitteln. Nur wenige geometriebezogene Kennwerte hängen von ihr ab, z.B. die Nutzwärmemenge für Trinkwarmwasser. Werden diese genauer eingegeben, entfallen die Abhängigkeiten. Da generell empfohlen wird, die von der Nettogrundfläche oder anderen Geometriedaten abhängigen Größen genau einzugeben, ist der Bilanzeneinfluss entsprechend klein.

Es besteht ein hoher Bilanzeneinfluss von den Hüllflächen eines Gebäudes, welche zu prüfen ist. Alle weiteren Geometriedaten sind unter dem Normteil genannt, dem sie zuzuordnen sind.

DIN V 18599 B1 : 2009-05

Tabelle 5 Hinweise zu bilanzübergreifenden Geometriedaten (DIN V 18599-1)

| Benennung der Größe   | Kürzel    | Einheit        | Bilanz-einfluss | Standardwerte | Abweichung | Möglichkeiten der Datenerhebung | Aufwand der Datenerhebung | Hinweise                                                                                           |
|-----------------------|-----------|----------------|-----------------|---------------|------------|---------------------------------|---------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Nettogrundfläche      | $A_{NGF}$ | m <sup>2</sup> | gering          | kein          | mittel     | direkt                          | mittel                    | wenn geometriebezogene Kennwerte exakt erhoben werden, dann hängen nur noch wenige Größen davon ab |
| Bruttovolumen         | $V_b$     | m <sup>3</sup> | sehr gering     | kein          | mittel     | direkt                          | mittel                    | Luftvolumen genau eingeben, dann entfällt die Verwendung dieser Größe                              |
| Nettovolumen          | $V$       | m <sup>3</sup> | mittel          | kein          | mittel     | direkt                          | mittel                    | nur zur Bestimmung der Infiltration                                                                |
| Fläche eines Bauteils | $A$       | m <sup>2</sup> | hoch            | kein          | mittel     | direkt                          | sehr hoch                 |                                                                                                    |

### 6.5. Definition der Nutzungsranddaten

Die Revision der Nutzungsranddaten in Zuge eines Abgleichs von Bedarf und Verbrauch oder der Überprüfung der Bilanz im Allgemeinen ist die grundlegende Aufgabe vor jeder anderen Datenüberprüfung und Anpassung.

Zu den einzelnen Punkten, die nach DIN V 18599-10 zu einem Nutzungsprofil gehören und vom Anwender geändert werden können gibt nachfolgende Tabelle eine Zusammenfassung. Sie ist gegliedert in die Angaben zu Zeiten, Beleuchtung, Belüftung, innere Wärmequellen, Warmwasserbedarf und Temperaturen.

Den größten Einfluss haben die Temperaturen, gefolgt von den Betriebszeiten und den Angaben zur Lüftung. Hier sind für jede Zone möglichst genaue Angaben zu treffen. Hilfen hierzu sind im Anhang B zu finden.

Die inneren Wärmequellen (außer Personenabwärme) sollten im Falle des Bedarfs-Verbrauchs-Abgleichs korreliert werden mit den real vorhandenen Stromverbrauchs-werten.

Tabelle 6 Hinweise zu bilanzübergreifenden Nutzungsranddaten (DIN V 18599-10)

| Benennung der Größe           | Kürzel       | Einheit | Bilanz-einfluss | Standardwerte | Abweichung | Möglichkeiten der Datenerhebung | Aufwand der Datenerhebung | Hinweise                             |
|-------------------------------|--------------|---------|-----------------|---------------|------------|---------------------------------|---------------------------|--------------------------------------|
| Nutzungszeit Beginn und Ende  | -            | Uhr     | hoch            | mehrere       | mittel     | indirekt                        | gering                    | Befragung der Benutzer und Betreiber |
| Nutzungsstunden täglich       | $t_{w,nutz}$ | h/d     | hoch            | mehrere       | gering     | indirekt                        | gering                    | Befragung der Benutzer und Betreiber |
| Anzahl der Betriebstage       | $d_{nutz}$   | d/a     | hoch            | mehrere       | gering     | indirekt                        | gering                    | Befragung der Benutzer und Betreiber |
| Betriebsdauer RLT/WLA täglich | $t_{v,mech}$ | h/d     | hoch            | mehrere       | hoch       | indirekt                        | gering                    | Befragung der Benutzer und Betreiber |

DIN V 18599 B1 : 2009-05

|                                                                         |                           |              |           |         |           |               |        |                                                                                                                                                                               |
|-------------------------------------------------------------------------|---------------------------|--------------|-----------|---------|-----------|---------------|--------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Betriebsdauer Kühlung täglich                                           | $t_{c,op}$                | h/d          | hoch      | mehrere | hoch      | indirekt      | gering | Befragung der Benutzer und Betreiber                                                                                                                                          |
| tägliche Dauer des Heizbetriebs                                         | $t_{h,op,d}$              | h/d          | hoch      | mehrere | mittel    | indirekt      | gering | Befragung der Benutzer und Betreiber                                                                                                                                          |
| Betriebsdauer RLT monatlich                                             | $t_{RLT, \text{Betrieb}}$ | h/mth        | hoch      | mehrere | hoch      | indirekt      | gering | Befragung der Benutzer und Betreiber                                                                                                                                          |
| Nutzungstage für Trinkwarmwasser monatlich                              | $d_{w,mth}$               | d/mth        | gering    | mehrere | mittel    | indirekt      | gering | Befragung der Benutzer und Betreiber                                                                                                                                          |
| Wartungswert der Beleuchtungsstärke                                     | $E_m$                     | lx           | hoch      | mehrere | sehr hoch | nicht messbar | gering | Empfehlung: die installierte Leistung verwenden, dann sind hier keine Angaben erforderlich                                                                                    |
| Minderungsfaktor                                                        | $k_A$                     | -            | gering    | mehrere | mittel    | indirekt      | hoch   | Empfehlung: die installierte Leistung verwenden, dann sind hier keine Angaben erforderlich                                                                                    |
| relative Abwesenheit                                                    | $C_A$                     | -            | mittel    | mehrere | hoch      | indirekt      | hoch   | Befragung der Benutzer und Betreiber                                                                                                                                          |
| Raumindex                                                               | $k_A$                     | -            | mittel    | mehrere | mittel    | nicht messbar | hoch   | hier sind nur Vorgaben möglich, keine Messungen                                                                                                                               |
| Minderungsfaktor der Gebäudebetriebszeit für Beleuchtung                | $F_{t,n}$                 | -            | gering    | mehrere | mittel    | indirekt      | mittel | Befragung der Benutzer und Betreiber                                                                                                                                          |
| Verschmutzungsfaktor                                                    | $k_2$                     | -            | gering    | mehrere | gering    | nicht messbar | hoch   | kaum ermittelbar                                                                                                                                                              |
| Feuchteanforderung                                                      | -                         | -            | hoch      | mehrere | mittel    | indirekt      | gering | Befragung der Benutzer und Betreiber                                                                                                                                          |
| Mindestaußenluftvolumenstrom                                            | $V'_A$                    | $m^3/(m^2h)$ | hoch      | mehrere | mittel    | indirekt      | hoch   | Befragung der Benutzer und Betreiber; eigentlich: Zuluftvolumenstrom vorgeben (ggf. minimaler bei VVS)                                                                        |
| mittlerer Anlagenluftwechsel                                            | $n_{mach}$                | 1/h          | hoch      | mehrere | mittel    | direkt        | mittel | Empfehlung: Anlagenvolumenstrom vorgeben, dann sind hier keine Angaben erforderlich                                                                                           |
| Wärmeabgabe von Personen                                                | $q_{l,p}$                 | $Wh/(m^2d)$  | mittel    | mehrere | gering    | indirekt      | hoch   | hier können nur Literaturwerte herangezogen werden; Empfehlung: Personen zählen                                                                                               |
| Wärmeabgabe von Arbeitshilfen                                           | $q_{l,ho}$                | $Wh/(m^2d)$  | mittel    | mehrere | hoch      | indirekt      | hoch   | dies erfordert die Aufnahme aller Wärmequellen                                                                                                                                |
| Wärmeabgabe von Personen, Arbeitshilfen und Beleuchtung bei Wohnnutzung | $q_l$                     | $Wh/(m^2d)$  | mittel    | mehrere | mittel    | indirekt      | hoch   | Literaturangaben, ergänzt um die Aufnahme aller Wärmequellen vor Ort                                                                                                          |
| Wärmebedarf Warmwasser                                                  | $Q_{w,b}$                 | $Wh/(m^2d)$  | mittel    | mehrere | sehr hoch | direkt        | mittel | Messwerte früherer Abrechnungsperioden                                                                                                                                        |
| Anzahl der Spitzenzapfungen am Tag                                      | $n_{sp}$                  | -            | gering    | mehrere | sehr hoch | indirekt      | hoch   | Empfehlung: Speichervolumen direkt eingeben, dann hier keine Angabe erforderlich                                                                                              |
| Raum-Solltemperatur Heizung                                             | $\vartheta_{l,h,soll}$    | $^{\circ}C$  | sehr hoch | ein     | mittel    | indirekt      | gering | keine Messgröße, sondern eine Vorgabe / nur näherungsweise messbar (weil andere Effekte mit gemessen würden) - derzeit keine direkten Vergleichswerte für Messwerte verfügbar |

DIN V 18599 B1 : 2009-05

|                                                                   |                       |    |             |         |        |                                              |             |                                                                                                                                                                               |
|-------------------------------------------------------------------|-----------------------|----|-------------|---------|--------|----------------------------------------------|-------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Raum-Solltemperatur Kühlung                                       | $\theta_{i,c,soll}$   | °C | sehr hoch   | ein     | mittel | indirekt                                     | gering      | keine Messgröße, sondern eine Vorgabe / nur näherungsweise messbar (weil andere Effekte mit gemessen würden) - derzeit keine direkten Vergleichswerte für Messwerte verfügbar |
| Minimale Innentemperatur für die Auslegung im Heizfall            | $\theta_{i,h,min}$    | °C | sehr gering | ein     | gering | Verwendung von Standardwerten vorgeschrieben | sehr gering | Empfehlung: Leistungen und Volumenströme eingeben, dann hier keine Angabe erforderlich                                                                                        |
| maximal zugelassene Innentemperatur für die Auslegung im Kühlfall | $\theta_{i,c,max}$    | °C | sehr gering | ein     | gering | Verwendung von Standardwerten vorgeschrieben | sehr gering | Empfehlung: Leistungen und Volumenströme eingeben, dann hier keine Angabe erforderlich                                                                                        |
| Temperaturabsenkung reduzierter Betrieb                           | $\Delta\theta_{i,NA}$ | K  | gering      | ein     | gering | nicht messbar                                | sehr gering | keine Messgröße, sondern eine Vorgabe                                                                                                                                         |
| Anteil der mitbeheizten Fläche an der Gesamtfläche                | $a_{fb}$              | -  | gering      | mehrere | hoch   | indirekt                                     | mittel      | hier können anhand eines Planes Abschätzungen gemacht werden                                                                                                                  |

### 6.6. Bilanz der Beleuchtung nach DIN V 18599-4

Um einen Abgleich des berechneten Energiebedarfs mit dem gemessenen Energieverbrauch vornehmen zu können, sind Messwerte zum Energieverbrauch erforderlich. In vielen Gebäuden wird der Stromverbrauch der Beleuchtung nicht bekannt sein, so dass ein Abgleich mit dem Energiebedarf nicht vorgenommen werden kann. In diesem Fall beschränkt sich der Bedarfs- Verbrauchsabgleich bei der Beleuchtung auf eine Anpassung der wichtigsten Randbedingungen an die realen Verhältnisse.

Bei einem Bedarfs- Verbrauchsabgleich sollte die tatsächlich vorhandene spezifische installierte Leistung der künstlichen Beleuchtung ermittelt werden und statt der mit dem Tabellen- oder dem vereinfachten Wirkungsgradverfahren ermittelten elektrischen Bewertungsleistung verwendet werden. Sofern die Bewertungsleistung einer Lichtplanung entnommen wurde, ist lediglich zu prüfen, ob die ausgeführte Beleuchtungsanlage der geplanten Anlage entspricht. Die Eingangsgrößen zur Ermittlung der elektrischen Bewertungsleistung müssen im Rahmen des Bedarfs- Verbrauchsabgleichs dann nicht weiter beachtet werden.

Im Zusammenhang mit der Ermittlung des Tageslichtversorgungsfaktors ist im Rahmen des Bedarfs- Verbrauchsabgleichs die Bestimmung des Tageslichtquotienten sinnvoll. Bei einer heterogenen Verbauung und variierenden Fensterflächenanteilen kann es sinnvoll sein, innerhalb der Zonen Berechnungsbereiche mit homogenen Randbedingungen zu bilden. Der Tageslichtversorgungsfaktor bei aktiviertem Sonnen- und Blendschutz sollte im Rahmen des Bedarfs- Verbrauchsabgleich nach DIN V 18599-4 Anhang 2 berechnet werden.

DIN V 18599 B1 : 2009-05

Tabelle 7 Hinweise zur Beleuchtung (DIN V 18599-4)

| Benennung der Größe                                                       | Kürzel       | Einheit           | Bilanz-einfluss | Standardwerte | Abweichung | Möglichkeiten der Datenerhebung | Aufwand der Datenerhebung | Hinweise                                                                                                                                                                                                                 |
|---------------------------------------------------------------------------|--------------|-------------------|-----------------|---------------|------------|---------------------------------|---------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| der Raumbelastungsgrad für die Beleuchtung                                | $m_l$        | ---               | mittel          | mehrere       | mittel     | indirekt                        | mittel                    | Größe spielt nur in Verbindung mit Abluftleuchten eine Rolle. - Abluftleuchten kommen in der Praxis selten vor                                                                                                           |
| Luftdurchsatz bezogen auf die Leuchteanschlussleistung von Abluftleuchten |              | $m^3/(h \cdot W)$ | gering          | mehrere       | k.A.       | indirekt                        | mittel                    | Größe spielt nur in Verbindung mit Abluftleuchten eine Rolle. - Abluftleuchten kommen in der Praxis selten vor                                                                                                           |
| Teilbetriebsfaktor der Gebäudebetriebszeit für Beleuchtung                | $F_{t,n}$    | -                 | mittel          | mehrere       | mittel     | nicht messbar                   | k.A.                      | Der Teilbetriebsfaktor der Gebäudebetriebszeit für Beleuchtung wirkt als globaler Minderungsfaktor auf den Energiebedarf der Beleuchtung einer Zone. Er kann daher zur Anpassung des Gesamtergebnisses verwendet werden. |
| spezifische Elektrische Bewertungsleistung                                | $p_j$        | $W/m^2$           | sehr hoch       | mehrere       | hoch       | direkt                          | mittel                    |                                                                                                                                                                                                                          |
| Sturzhöhe über dem Fußboden                                               | $h_{st}$     | m                 | mittel          | kein          | mittel     | direkt                          | sehr gering               |                                                                                                                                                                                                                          |
| maximal zulässige Tiefe des Tageslichtbereichs                            | $a_{TL,max}$ | m                 | mittel          | kein          | gering     | indirekt                        | gering                    |                                                                                                                                                                                                                          |
| Breite des Tageslichtbereichs                                             | $b_{TL}$     | m                 | mittel          | kein          | k.A.       | indirekt                        | gering                    |                                                                                                                                                                                                                          |
| Tiefe des Tageslichtbereichs                                              | $a_{TL}$     | m                 | mittel          | kein          | gering     | indirekt                        | gering                    |                                                                                                                                                                                                                          |
| lichte Raumhöhe im Berechnungsbereich mit Dachoberlicht                   | $h_R$        | m                 | gering          | kein          | mittel     | direkt                          | sehr gering               |                                                                                                                                                                                                                          |
| Raumtiefe                                                                 | $a_R$        | m                 | gering          | kein          | hoch       | direkt                          | sehr gering               | Eingangsgröße bei der Berechnung des Raumindex                                                                                                                                                                           |
| Raumbreite                                                                | $b_R$        | m                 | gering          | kein          | hoch       | direkt                          | sehr gering               | Eingangsgröße bei der Berechnung des Raumindex                                                                                                                                                                           |
| Nettogrundfläche des Berechnungsbereichs                                  | $A_j$        | $m^2$             | k.A.            | kein          | k.A.       | direkt                          | gering                    |                                                                                                                                                                                                                          |

DIN V 18599 B1 : 2009-05

|                                                                                |                      |                  |           |         |           |               |        |                                                                                                                                                                                                                    |
|--------------------------------------------------------------------------------|----------------------|------------------|-----------|---------|-----------|---------------|--------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| tatsächlich installierte elektrische Systemleistung                            | $P_{\text{ist}}$     | W                | sehr hoch | kein    | hoch      | indirekt      | mittel |                                                                                                                                                                                                                    |
| tatsächlich installierte spezifische elektrische Systemleistung                | $P_{\text{ist}}$     | W/m <sup>2</sup> | sehr hoch | kein    | hoch      | indirekt      | mittel |                                                                                                                                                                                                                    |
| Faktor zur Ermittlung der Systemleistung aus der Leistung der Lampe im Bestand | $k_{\text{eg}}$      | -                | mittel    | mehrere | mittel    | nicht messbar | k.A.   | nicht messbar, da Tabellenwert.                                                                                                                                                                                    |
| Faktor zur Berücksichtigung des Tageslichtabhängigen Kontrollsystems           | $C_{\text{TL,kenJ}}$ | -                | sehr hoch | kein    | mittel    | nicht messbar | k.A.   |                                                                                                                                                                                                                    |
| Fläche der Fenster-Rohbauöffnung des betrachteten Berechnungsbereichs          | $A_{\text{Rb}}$      | m <sup>2</sup>   | mittel    | kein    | mittel    | indirekt      | gering |                                                                                                                                                                                                                    |
| Verbauungsindex                                                                | $I_{\text{v}}$       | -                | mittel    | kein    | sehr hoch | indirekt      | hoch   | Bei direkter Bestimmung des Rohbau-Tageslichtquotienten kann auf die Ermittlung des genäherten Tageslichtquotienten verzichtet werden. Die EnEV erlaubt das Ansetzen eines Standardwertes für den Verbauungsindex. |
| Anpassungsfaktor für lineare Verbauung                                         | $I_{\text{v,lv}}$    | -                | mittel    | kein    | sehr hoch | indirekt      | gering | Bei direkter Bestimmung des Rohbau-Tageslichtquotienten kann auf die Ermittlung des genäherten Tageslichtquotienten verzichtet werden.                                                                             |
| Anpassungsfaktor für horizontale Auskragung                                    | $I_{\text{v,ha}}$    | -                | mittel    | kein    | sehr hoch | indirekt      | gering | Bei direkter Bestimmung des Rohbau-Tageslichtquotienten kann auf die Ermittlung des genäherten Tageslichtquotienten verzichtet werden.                                                                             |
| Anpassungsfaktor für vertikale Auskragung                                      | $I_{\text{v,va}}$    | -                | mittel    | kein    | sehr hoch | indirekt      | gering | Bei direkter Bestimmung des Rohbau-Tageslichtquotienten kann auf die Ermittlung des genäherten Tageslichtquotienten verzichtet werden.                                                                             |
| Anpassungsfaktor für Innenhöfe und Atrien                                      | $I_{\text{v,ia}}$    | -                | mittel    | kein    | sehr hoch | indirekt      | mittel | Bei direkter Bestimmung des Rohbau-Tageslichtquotienten kann auf die Ermittlung des genäherten Tageslichtquotienten verzichtet werden.                                                                             |
| Anpassungsfaktor für Glasdoppelfassaden                                        | $I_{\text{v,gdf}}$   | -                | mittel    | kein    | sehr hoch | indirekt      | mittel | Bei direkter Bestimmung des Rohbau-Tageslichtquotienten kann auf die Ermittlung des genäherten Tageslichtquotienten verzichtet werden.                                                                             |

DIN V 18599 B1 : 2009-05

|                                                                           |                      |   |        |      |             |          |           |                                                                                                                                        |
|---------------------------------------------------------------------------|----------------------|---|--------|------|-------------|----------|-----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Verbauungshöhenwinkel                                                     | $g_{V,H}$            | ° | mittel | kein | sehr hoch   | direkt   | mittel    | Bei direkter Bestimmung des Rohbau-Tageslichtquotienten kann auf die Ermittlung des genäherten Tageslichtquotienten verzichtet werden. |
| Winkel der horizontalen Auskragung                                        | $g_{V,HA}$           | ° | mittel | kein | sehr hoch   | direkt   | mittel    | Bei direkter Bestimmung des Rohbau-Tageslichtquotienten kann auf die Ermittlung des genäherten Tageslichtquotienten verzichtet werden. |
| Winkel der vertikalen Auskragung                                          | $g_{V,VA}$           | ° | mittel | kein | sehr hoch   | direkt   | mittel    | Bei direkter Bestimmung des Rohbau-Tageslichtquotienten kann auf die Ermittlung des genäherten Tageslichtquotienten verzichtet werden. |
| Lichtschachtindex                                                         | $w_i$                | - | mittel | kein | sehr hoch   | indirekt | mittel    | Bei direkter Bestimmung des Rohbau-Tageslichtquotienten kann auf die Ermittlung des genäherten Tageslichtquotienten verzichtet werden. |
| Tiefe des Innenhofs oder Atriums                                          | $a_{iH,At}$          | m | gering | kein | hoch        | direkt   | gering    | Bei direkter Bestimmung des Rohbau-Tageslichtquotienten kann auf die Ermittlung des genäherten Tageslichtquotienten verzichtet werden. |
| Breite des Innenhofs oder Atriums                                         | $b_{iH,At}$          | m | gering | kein | hoch        | direkt   | gering    | Bei direkter Bestimmung des Rohbau-Tageslichtquotienten kann auf die Ermittlung des genäherten Tageslichtquotienten verzichtet werden. |
| Höhe des Innenhofs oder Atriums                                           | $h_{iH,At}$          | m | gering | kein | hoch        | direkt   | gering    | Bei direkter Bestimmung des Rohbau-Tageslichtquotienten kann auf die Ermittlung des genäherten Tageslichtquotienten verzichtet werden. |
| Lichttransmissionsgrad der Atriumverglasung bei senkrechtem Lichteinfall  | $t_{V,iH,At,D_{65}}$ | - | mittel | kein | gering      | direkt   | sehr hoch | Bei direkter Bestimmung des Rohbau-Tageslichtquotienten kann auf die Ermittlung des genäherten Tageslichtquotienten verzichtet werden. |
| Minderungsfaktor für Versprossung der Atriumverglasung                    | $k_{V,iH,At,1}$      | - | mittel | ein  | sehr gering | direkt   | gering    | Bei direkter Bestimmung des Rohbau-Tageslichtquotienten kann auf die Ermittlung des genäherten Tageslichtquotienten verzichtet werden. |
| Lichttransmissionsgrad der Glasdoppelfassade bei senkrechtem Lichteinfall | $t_{V,gDF,D_{65}}$   | - | mittel | kein | gering      | direkt   | sehr hoch | Bei direkter Bestimmung des Rohbau-Tageslichtquotienten kann auf die Ermittlung des genäherten Tageslichtquotienten verzichtet werden. |
| Minderungsfaktor für Versprossung der Glasdoppelfassade                   | $k_{V,gDF,1}$        | - | mittel | ein  | sehr gering | direkt   | gering    | Bei direkter Bestimmung des Rohbau-Tageslichtquotienten kann auf die Ermittlung des genäherten Tageslichtquotienten verzichtet werden. |

DIN V 18599 B1 : 2009-05

|                                                                                                 |                          |   |        |         |        |               |           |                                                                                          |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|---|--------|---------|--------|---------------|-----------|------------------------------------------------------------------------------------------|
| Tageslicht-quotient für die Rohbau-öffnung                                                      | $D_{R0,j}$               | % | hoch   | kein    | hoch   | indirekt      | hoch      | mehrere Verfahren sind angegeben, da die Ermittlung mit externem Verfahren zulässig ist. |
| Lichttransmissionsgrad der Fassadenverglasung bei senkrechtem Lichteinfall                      | $t_{0,65,90A,j}$         | - | mittel | mehrere | mittel | direkt        | sehr hoch |                                                                                          |
| Minderungsfaktor für Versprossung der Fassadenverglasung                                        | $k_1$                    | - | mittel | ein     | gering | direkt        | gering    |                                                                                          |
| Minderungsfaktor für Verschmutzung der Atriumverglasung                                         | $k_2$                    | - | mittel | ein     | k.A.   | nicht messbar | k.A.      |                                                                                          |
| genäherter mittlerer Tageslicht-quotient                                                        | $D(\text{überstrichen})$ | % | hoch   | kein    | hoch   | direkt        | hoch      |                                                                                          |
| Außentageslichtquotient                                                                         | $D_a$                    | % | mittel | mehrere | mittel | direkt        | sehr hoch |                                                                                          |
| Lichttransmissionsgrad der lichtstreuenden Dachoberlichtverglasung bei senkrechtem Lichteinfall | $t_{0,65,00,i}$          | - | mittel | mehrere | mittel | direkt        | sehr hoch |                                                                                          |
| Minderungsfaktor für Versprossung der Dachoberlichtverglasung                                   | $k_{00,1}$               | - | mittel | ein     | gering | direkt        | gering    |                                                                                          |
| Minderungsfaktor für Verschmutzung der Dachoberlichtverglasung                                  | $k_{00,2}$               | - | mittel | ein     | k.A.   | nicht messbar | k.A.      |                                                                                          |
| Länge des Lichtbandes oder der Lichtkuppel                                                      | $a_s$                    | m | gering | kein    | hoch   | direkt        | gering    |                                                                                          |
| Breite des Lichtbandes oder der Lichtkuppel                                                     | $b_s$                    | m | gering | kein    | gering | direkt        | gering    |                                                                                          |

DIN V 18599 B1 : 2009-05

|                                                                                                                  |                |   |           |         |        |               |           |                                                                                                                                                                  |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|---|-----------|---------|--------|---------------|-----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| vertikaler Abstand zwischen OK Aufsetzkranz und UK raumabschließende Decke bei Dachoberlichtern und Lichtkuppeln | $h_k$          | m | gering    | kein    | gering | direkt        | gering    |                                                                                                                                                                  |
| Neigungswinkel des Lichtschachtes von Lichtkuppeln und Lichtbändern                                              | $l_w$          | ° | gering    | mehrere | mittel | direkt        | gering    |                                                                                                                                                                  |
| Rohbaumaß der Höhe der Lichteintrittsöffnung bei Sheds                                                           | $h_w$          | m | gering    | kein    | mittel | direkt        | gering    |                                                                                                                                                                  |
| Höhe des Glases der Lichteintrittsöffnung bei Sheds                                                              | $h_g$          | m | gering    | kein    | mittel | direkt        | gering    |                                                                                                                                                                  |
| Neigungswinkel der unverglasten Seite des Sheds                                                                  | $l_w$          | ° | gering    | mehrere | mittel | direkt        | gering    |                                                                                                                                                                  |
| Neigungswinkel der verglasten Seite des Sheds                                                                    | $l_f$          | ° | gering    | mehrere | mittel | direkt        | gering    |                                                                                                                                                                  |
| Orientierung                                                                                                     | -              | - | mittel    | mehrere | hoch   | indirekt      | gering    |                                                                                                                                                                  |
| Faktor zur Beschreibung der Effizienz der Präsenzkontrolle                                                       | $C_{pr,kon,j}$ | - | sehr hoch | mehrere | hoch   | nicht messbar | k.A.      |                                                                                                                                                                  |
| effektiver Lichttransmissionsgrad der Fassade für den Zeitraum mit aktiviertem Sonnenschutz                      | $t_{eff,SA}$   | - | mittel    | mehrere | hoch   | indirekt      | sehr hoch | geringer Aufwand bei Verwenden der Tabellenwerte, messtechnische Bestimmung extrem aufwendig, nur bei Berechnen von $C_{TL,Ver,SA,j}$ nach Anhang 2 erforderlich |
| der effektive Lichttransmissionsgrad in den unteren Viertelraum bei aktiviertem Sonnen- und Blendschutz          | $t_{eff,u,SA}$ | - | mittel    | mehrere | hoch   | indirekt      | sehr hoch | geringer Aufwand bei Verwenden der Tabellenwerte, messtechnische Bestimmung extrem aufwendig, nur bei Berechnen von $C_{TL,Ver,SA,j}$ nach Anhang 2 erforderlich |

DIN V 18599 B1 : 2009-05

|                                                                                                               |                |     |           |         |           |               |           |                                                                                                                                                                                                                             |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|-----|-----------|---------|-----------|---------------|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| der effektive Lichttransmissionsgrad in den oberen Viertelraum bei aktiviertem Sonnen- und Blendschutz        | $t_{eff,0,SA}$ | -   | mittel    | mehrere | hoch      | indirekt      | sehr hoch | geringer Aufwand bei Verwenden der Tabellenwerte, messtechnische Bestimmung extrem aufwendig, nur bei Berechnen von $C_{TL,Vers,SAJ}$ nach Anhang 2 erforderlich                                                            |
| Verteilungsschlüssel der Verteilung des transmittierten Lichtstroms in den oberen und den unteren Viertelraum | $V_{SAJ}$      | -   | mittel    | mehrere | hoch      | indirekt      | sehr hoch | geringer Aufwand bei Verwenden der Tabellenwerte, messtechnische Bestimmung extrem aufwendig, nur bei Berechnen von $C_{TL,Vers,SAJ}$ nach Anhang 2 erforderlich                                                            |
| Nutzung Beginn                                                                                                |                | -   | k.A.      | ein     | hoch      | indirekt      | k.A.      | Im Rahmen der Erstellung eines neuen Nutzungsprofils zur Bestimmung der jährlichen Nutzungsstunden zur Tagzeit und zur Nachtzeit erforderlich.                                                                              |
| Nutzung Ende                                                                                                  |                | -   | k.A.      | ein     | hoch      | indirekt      | k.A.      | Im Rahmen der Erstellung eines neuen Nutzungsprofils zur Bestimmung der jährlichen Nutzungsstunden zur Tagzeit und zur Nachtzeit erforderlich.                                                                              |
| Jährliche Nutzungstage                                                                                        | $d_{nut,a}$    | d/a | k.A.      | ein     | mittel    | indirekt      | k.A.      | Im Rahmen der Erstellung eines neuen Nutzungsprofils zur Bestimmung der jährlichen Nutzungsstunden zur Tagzeit und zur Nachtzeit erforderlich.                                                                              |
| Jährliche Nutzungsstunden zur Tagzeit                                                                         | $t_{tag}$      | h/a | sehr hoch | ein     | mittel    | indirekt      | k.A.      |                                                                                                                                                                                                                             |
| Jährliche Nutzungsstunden zur Nachtzeit                                                                       | $t_{nacht}$    | h/a | sehr hoch | ein     | sehr hoch | indirekt      | k.A.      |                                                                                                                                                                                                                             |
| Relative Abwesenheit                                                                                          | $C_A$          | -   | mittel    | ein     | hoch      | nicht messbar | k.A.      |                                                                                                                                                                                                                             |
| Raumindex                                                                                                     | $k$            | -   | mittel    | mehrere | mittel    | direkt        | gering    | Der Raumindex liegt als nutzungsbezogene Randbedingung in Teil 10 vor, kann im Rahmen der Energieberatung jedoch konkret ermittelt werden. Seine individuelle Ermittlung ist im Zusammenhang mit Dachoberlichtern sinnvoll. |

DIN V 18599 B1 : 2009-05

### 6.7. Bilanz der Nutzenergie für Heizung und Kühlung nach DIN V 18599-2

Eine Erfassung des Verbrauchs an Nutzwärme oder -kälte wird in Nichtwohngebäuden bisher nur sehr selten vorgenommen. Nur im Bereich der vermieteten Wohn- und Gewerbeimmobilien sind häufig Wärmemengenzähler für einzelne Nutzeinheiten installiert, deren Messwerte für den Bedarfs-/Verbrauchs-Abgleich direkt herangezogen werden können. In allen anderen Fällen muss auf die gemessene Endenergie zurückgegriffen werden (siehe nächste Abschnitte) – d.h. beim Abgleich werden die Eingangsgrößen der Bilanzierung sowohl für den Bereich Nutzenergie Heizung/Kühlung als auch für die Systemeffizienz berücksichtigt.

Die den Heizwärmebedarf wesentlich bestimmenden Nutzungsrandbedingungen sind die Raumtemperatur und der Luftwechsel. Da hierfür jedoch meist keine Messwerte vorliegen, müssen in der Regel plausible Abschätzungen vorgenommen werden, die insbesondere die Intensität der Nutzung verschiedener Zonen oder Teilbereiche berücksichtigen (z.B. reduzierte Beheizung in Fluren, Treppenhäusern, Schlafbereichen ...). Kann durch Anpassung noch kein befriedigender Abgleich mit dem Verbrauch erreicht werden, so sind die verwendeten Hüllflächen und U-Werte zu überprüfen.

Im Fall der Nutzenergie für Kühlung ist sowohl die Raumsolltemperatur als auch der Grad der Verschattung zu überprüfen und gegebenenfalls plausibel anzupassen. Sofern dies nicht ausreicht, sollten zusätzlich die Fensterflächen und der Gesamtenergiedurchlassgrad überprüft werden.

Wird Nutzwärme oder -kälte nicht direkt gemessen, müssen die in den folgenden Abschnitten beschriebenen Parameter der Anlagentechnik mitbetrachtet werden.

Tabelle 8 Hinweise zur Bilanz der Nutzenergie für Heizung und Kühlung (DIN V 18599-2)

| Benennung der Größe                                                            | Kürzel                  | Einheit        | Bilanz-einfluss | Standardwerte | Abweichung | Möglichkeiten der Datenerhebung | Aufwand der Datenerhebung | Hinweise                                          |
|--------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|----------------|-----------------|---------------|------------|---------------------------------|---------------------------|---------------------------------------------------|
| (durchschnittliche) Anzahl der Nutzungstage im Monat                           | $d_{\text{Nutz}}$       | d/mth          | mittel          | mehrere       | mittel     | indirekt                        | gering                    |                                                   |
| (durchschnittliche) Anzahl der Tage mit Wochenend- oder Ferienbetrieb im Monat | $d_{\text{Wo}}$         | d/mth          | mittel          | mehrere       | mittel     | indirekt                        | gering                    |                                                   |
| Bezugsfläche                                                                   | $A_B$                   | m <sup>2</sup> | mittel          | kein          | hoch       | direkt                          | mittel                    |                                                   |
| mitbeheizte Fläche innerhalb der Gesamtfläche                                  | $A_{\text{mitbeheizt}}$ | m <sup>2</sup> | mittel          | mehrere       | mittel     | direkt                          | mittel                    | nur bei Ein-Zonen-Gebäuden (insbes. Wohngebäuden) |
| Temperatur-Korrekturfaktor für Bauteilart x                                    | $F_x$                   | —              | mittel          | ein           | hoch       | indirekt                        | mittel                    |                                                   |
| tägliche Betriebsdauer Heizung                                                 | $t_{\text{op,d}}$       | h              | mittel          | mehrere       | mittel     | indirekt                        | gering                    |                                                   |

DIN V 18599 B1 : 2009-05

| Außenlufttemperatur                                                                                 | $\vartheta_e$            | °C                     | mittel | meh-rere | mittel    | direkt   | hoch        | für Normnachweis vorgegeben, für Abgleich Bilanz-Verbrauch sollten Werte entsprechend Standort und Messjahr verwendet werden. Verwendete Daten (Standort) haben Einfluss auf Ergebnis. |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|------------------------|--------|----------|-----------|----------|-------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Für den Kühl-fall vorgegebene Raumsolltemperatur während der Nutzungszeit                           | $\vartheta_{i,c,soll}$   | °C                     | mittel | meh-rere | mittel    | direkt   | hoch        |                                                                                                                                                                                        |
| Für den Heiz-fall vorgegebene Raumsolltemperatur während der Nutzungszeit                           | $\vartheta_{i,h,soll}$   | °C                     | mittel | meh-rere | mittel    | direkt   | hoch        |                                                                                                                                                                                        |
| zulässige Absenkung der Innentemperatur für reduzierten Betrieb                                     | $\Delta\vartheta_{i,NA}$ | °C                     | mittel | meh-rere | mittel    | direkt   | hoch        |                                                                                                                                                                                        |
| Fläche eines Bauteils j                                                                             | $A_j$                    | m <sup>2</sup>         | hoch   | kein     | mittel    | direkt   | sehr hoch   |                                                                                                                                                                                        |
| Wärmedurchgangskoeffizient des Bauteils j der Gebäudehülle                                          | $U_j$                    | W/(m <sup>2</sup> · K) | hoch   | meh-rere | sehr hoch | indirekt | mittel      |                                                                                                                                                                                        |
| pauschaler außenflächenbezogener Wärmebrückenzuschlag                                               | $\Delta U_{wb}$          | W/(m <sup>2</sup> · K) | gering | meh-rere | mittel    | indirekt | gering      |                                                                                                                                                                                        |
| Länge (einer linienförmigen Wärmebrücke)                                                            | $l_j$                    | m                      | mittel | kein     | mittel    | direkt   | hoch        |                                                                                                                                                                                        |
| Längenbezogener Wärmedurchgangskoeffizient (auch: Wärmebrückenverlustkoeffizient) der Wärmebrücke j | $\psi_j$                 | W/(m · K)              | mittel | kein     | sehr hoch | indirekt | sehr hoch   |                                                                                                                                                                                        |
| Windschutzkoeffizient                                                                               | $f_{wind}$               | —                      | gering | ein      | mittel    | indirekt | sehr gering |                                                                                                                                                                                        |
| Windschutzkoeffizient                                                                               | $e_{wind}$               |                        | gering | ein      | mittel    | indirekt | sehr gering |                                                                                                                                                                                        |
| Luftwechselrate bei 50 Pa Druckdifferenz                                                            | $n_{50}$                 | h <sup>-1</sup>        | hoch   | meh-rere | hoch      | direkt   | hoch        |                                                                                                                                                                                        |
| tägliche Nutzungsdauer                                                                              | $t_{nutz}$               | h                      | mittel | meh-rere | mittel    | direkt   | gering      |                                                                                                                                                                                        |
| tägliche Betriebsdauer der mechanischen Lüftung                                                     | $t_{v,mech}$             | h                      | hoch   | meh-rere | mittel    | direkt   | gering      |                                                                                                                                                                                        |

DIN V 18599 B1 : 2009-05

|                                                                                                                                                               |                     |                                    |        |              |                |                                                                         |              |                                                                                                                                                                                                            |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|------------------------------------|--------|--------------|----------------|-------------------------------------------------------------------------|--------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Nettovolumen (belüftetes Volumen)                                                                                                                             | V                   | m <sup>3</sup>                     | gering | kein         | mittel         | direkt                                                                  | hoch         |                                                                                                                                                                                                            |
| flächenbezogener Mindest-<br>außenluftvolumenstrom                                                                                                            | V <sub>A</sub>      | m <sup>3</sup> /(m <sup>2</sup> h) | hoch   | meh-<br>rere | hoch           | indirekt                                                                | sehr<br>hoch |                                                                                                                                                                                                            |
| Nutzungsfaktor<br>des Abluft-<br>Zuluft-<br>Wärmetau-<br>schersystems                                                                                         | $\eta_{V,mac}$<br>h | —                                  | mittel | meh-<br>rere | mittel         | indirekt                                                                | gering       |                                                                                                                                                                                                            |
| Mittlere monat-<br>liche Strah-<br>lungsintensität<br>der Sonne                                                                                               | I <sub>s</sub>      | W/m <sup>2</sup>                   | mittel | meh-<br>rere | mittel         | direkt                                                                  | hoch         | für Normnachweis vorgegeben,<br>für Abgleich Bilanz-Verbrauch<br>sollten Werte entsprechend<br>Standort und Messjahr verwen-<br>det werden. Verwendete Daten<br>(Standort) haben Einfluss auf<br>Ergebnis. |
| Strahlungs-<br>wirksamer<br>Formfaktor<br>zwischen Bau-<br>teil und Himmel<br>bzw. Teilbe-<br>strahlungsfak-<br>tor für seitliche<br>Abschattungs-<br>flächen | F <sub>f</sub>      | —                                  | mittel | meh-<br>rere | hoch           | indirekt                                                                | gering       |                                                                                                                                                                                                            |
| Abminderung-<br>sfaktor für den<br>Rahmenanteil                                                                                                               | F <sub>F</sub>      | —                                  | mittel | ein          | mittel         | direkt                                                                  | mittel       |                                                                                                                                                                                                            |
| Abminderung-<br>sfaktor für die<br>Horizontver-<br>schattung<br>(durch andere<br>Gebäude,<br>Topographie)                                                     | F <sub>h</sub>      | —                                  | mittel | meh-<br>rere | hoch           | indirekt                                                                | gering       |                                                                                                                                                                                                            |
| Abminderung-<br>sfaktor für<br>Überhänge<br>oberhalb des<br>betrachteten<br>Bauteils                                                                          | F <sub>o</sub>      | —                                  | mittel | meh-<br>rere | hoch           | indirekt                                                                | gering       |                                                                                                                                                                                                            |
| Abminderung-<br>sfaktor infolge<br>Verschattung                                                                                                               | F <sub>s</sub>      | —                                  | hoch   | ein          | hoch           | indirekt                                                                | gering       |                                                                                                                                                                                                            |
| Abminderung-<br>sfaktor durch<br>Verschmut-<br>zung                                                                                                           | F <sub>v</sub>      | —                                  | gering | meh-<br>rere | mittel         | indirekt                                                                | gering       |                                                                                                                                                                                                            |
| Abminderung-<br>sfaktor infolge<br>nicht senkrech-<br>ten Strah-<br>lungseinfalls                                                                             | F <sub>w</sub>      | —                                  | gering | ein          | sehr<br>gering | Verwen-<br>dung von<br>Stan-<br>dardwer-<br>ten vor-<br>geschie-<br>ben | k.A.         |                                                                                                                                                                                                            |
| Gesamtener-<br>giedurchlass-<br>grad unter<br>Berücksichti-<br>gung des Son-<br>nenschutzes                                                                   | g <sub>tot</sub>    | —                                  | hoch   | meh-<br>rere | hoch           | indirekt                                                                | mittel       |                                                                                                                                                                                                            |

DIN V 18599 B1 : 2009-05

|                                                                                            |                            |                       |             |         |        |          |        |  |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|-----------------------|-------------|---------|--------|----------|--------|--|
| Gesamtenergie durchlassgrad bei senkrechtem Strahlungseinfall                              | $g_{\perp}$                | —                     | mittel      | mehrere | gering | indirekt | gering |  |
| Strahlungsabsorptionsgrad (an opaken Oberflächen)                                          | $a$                        | —                     | sehr gering | mehrere | mittel | indirekt | gering |  |
| Emissionsgrad für Wärmestrahlung der Außenfläche                                           | $e$                        | —                     | sehr gering | ein     | gering | indirekt | gering |  |
| Differenz der Außenlufttemperatur und der Himmelstemperatur                                | $\Delta\theta_{\text{er}}$ | K                     | sehr gering | ein     | mittel | indirekt | gering |  |
| durchschnittliche tägliche Wärmeabgabe von Personen, bezogen auf Bezugsfläche              | $q_{l,p}$                  | Wh/(m <sup>2</sup> d) | mittel      | mehrere | mittel | indirekt | gering |  |
| durchschnittliche tägliche Wärmeabgabe von Geräten und Maschinen, bezogen auf Bezugsfläche | $q_{l,fo}$                 | Wh/(m <sup>2</sup> d) | hoch        | mehrere | mittel | indirekt | gering |  |
| durchschnittliche tägliche Kälteabgabe von Geräten und Maschinen, bezogen auf Bezugsfläche | $q_{l,sink,fo}$            | Wh/(m <sup>2</sup> d) | hoch        | mehrere | mittel | indirekt | gering |  |
| Raumbelastungsgrad für die Beleuchtung                                                     | $m_L$                      |                       | mittel      | mehrere | mittel | indirekt | gering |  |
| Wirksame Wärmekapazität der Gebäudezone                                                    | $C_{\text{wirk}}$          | kJ/K, (W·h)/K         | mittel      | mehrere | mittel | indirekt | gering |  |

DIN V 18599 B1 : 2009-05

**6.8. Bilanz der Endenergie für Heizung nach DIN V 18599-5**

Zum Abgleich von Energiebedarf und Energieverbrauch für die Beheizung von Gebäuden sollten zunächst die Randbedingungen der Berechnung des Nutzenergiebedarfs überprüft werden. Entscheidend sind hier die Nutzungszeiten, Luftwechsel und Innentemperaturen. Eine Anpassung dieser Daten beeinflusst neben dem Heizbedarf oft auch den Kühlenergiebedarf.

Wesentlichen Einfluss auf die Bedarfsberechnung hat auch die Länge der Verteilungsleitungen. Leitungslängen sollten daher vor weiteren Anpassungen zumindest überschlägig abgeschätzt und ggf. angepasst werden.

Bei der Klimakorrektur der Verbrauchswerte ist auf einen möglichst engen räumlichen und klimatischen Zusammenhang zwischen dem verwendeten Referenzort und dem realen Ort des Gebäudes zu achten.

Tabelle 9 Hinweise zur Bewertung der Heizung (DIN V 18599-5)

| Benennung der Größe                                         | Kürzel            | Einheit | Bilanz-einfluss | Standardwerte                | Abweichung | Möglichkeiten der Datenerhebung | Aufwand der Datenerhebung | Hinweise |
|-------------------------------------------------------------|-------------------|---------|-----------------|------------------------------|------------|---------------------------------|---------------------------|----------|
| Kessel-nennleistung                                         | $\dot{Q}_{N,h}$   | kW      | gering          | kein                         | hoch       | direkt                          | gering                    |          |
| max. Gebäudeheizleistung                                    | $\dot{Q}_{h,max}$ | kW      | gering          | kein                         | mittel     | indirekt                        | hoch                      |          |
| Laufzeitfaktor Nachtabsenkung/-abschaltung                  | $f_{L,NA}$        | -       | gering          | kein                         | hoch       | indirekt                        | mittel                    |          |
| Laufzeitfaktor Wochenendabsenkung/-abschaltung              | $f_{L,WA}$        | -       | gering          | kein                         | hoch       | indirekt                        | mittel                    |          |
| Gesamtnutzungsgrad Wärmeübergabe                            | $\eta_{h,ge}$     | -       | mittel          | mehrer                       | gering     | indirekt                        | gering                    |          |
| elektr. Nennleistungsaufnahme der Regelung mit Hilfsenergie | $P_C$             | W       | gering          | mehrer oder Produktkennwerte | gering     | indirekt                        | mittel                    |          |
| elektr. Nennleistungsaufnahme des Ventilators/Gebäuses      | $P_V$             | W       | gering          | mehrer oder Produktkennwerte | mittel     | direkt                          | mittel                    |          |
| Anzahl der Geräte                                           | $n_V$             | -       | gering          | kein                         | mittel     | direkt                          | gering                    |          |

DIN V 18599 B1 : 2009-05

|                                                            |                           |      |             |                                  |           |               |        |  |
|------------------------------------------------------------|---------------------------|------|-------------|----------------------------------|-----------|---------------|--------|--|
| elektr. Leistungsaufnahme der zusätzl. Pumpe               | $P_p$                     | W    | sehr gering | kein                             | mittel    | direkt        | gering |  |
| Anzahl der zusätzl. Pumpen                                 | $n_p$                     | -    | sehr gering | kein                             | gering    | direkt        | gering |  |
| Nennleistungsaufnahme des Gerätes (Hallenbauten $H > 4m$ ) | $P_{h,oa,au}$<br>$\times$ | W    | sehr gering | mehre-re oder Produkt-kenn-werte | gering    | direkt        | gering |  |
| Nennleistungsaufnahme des Gerätes (Hallenbauten $H > 4m$ ) | $P_{h,aux}$               | W    | gering      | mehre-re oder Produkt-kenn-werte | gering    | direkt        | gering |  |
| längenbezogene Wärmedurchgangszahl                         | $U_l$                     | W/mK | mittel      | mehre-re                         | mittel    | indirekt      | mittel |  |
| mittlere Umgebungstemperatur                               | $\theta_i$                | °C   | mittel      | mehre-re                         | gering    | nicht messbar | mittel |  |
| Rohrleitungslänge                                          | L                         | m    | sehr hoch   | mehre-re                         | sehr hoch | direkt        | hoch   |  |
| Korrekturfaktor hydraulische Schaltung                     | $f_{sch}$                 | -    | gering      | mehre-re                         | gering    | indirekt      | gering |  |
| Korrekturfaktor hydraulischer Abgleich                     | $f_{Abgl}$                | -    | gering      | mehre-re                         | mittel    | indirekt      | mittel |  |
| Korrekturfaktor für WE mit integrierten Pumpenmanagement   | $f_{d,PM}$                | -    | gering      | mehre-re                         | mittel    | nicht messbar | gering |  |
| Effizienzfaktor (Pumpe)                                    | $f_e$                     | -    | gering      | mehre-re                         | mittel    | direkt        | gering |  |
| Konstanten für Aufwandszahl Heizungs-pumpe                 | $C_{p1}, C_{p2}$          | -    | gering      | mehre-re                         | mittel    | indirekt      | gering |  |
| Korrekturfaktor Absenkung/Abschaltung Pumpe                | $f_{p,A}$                 | -    | gering      | mehre-re                         | gering    | indirekt      | gering |  |

DIN V 18599 B1 : 2009-05

|                                                       |                              |       |             |                               |        |          |        |  |
|-------------------------------------------------------|------------------------------|-------|-------------|-------------------------------|--------|----------|--------|--|
| Verlustfaktor für Verbindung zwischen WE und Speicher | $f_{\text{Verbindung}}$      | -     | gering      | ein                           | gering | indirekt | mittel |  |
| Bereitschafts-Wärmeverlust Speicher                   | $q_{B,s}$                    | kWh/d | gering      | mehrere oder Produktkennwerte | mittel | indirekt | mittel |  |
| Speicherinhalt Pufferspeicher                         | V                            | l     | gering      | mehrere                       | mittel | direkt   | gering |  |
| Nennleistungsaufnahme der Pufferspeicherladepumpe     | $P_{\text{Pumpe}}$           | W     | sehr gering | mehrere                       | gering | direkt   | gering |  |
| Nennleistungsaufnahme der Solarpumpe                  | $P_{\text{P,sol}}$           | W     | gering      | mehrere                       | mittel | direkt   | gering |  |
| Bivalenztemperatur                                    | $\vartheta_{\text{bp}}$      | °C    | mittel      | kein                          | mittel | indirekt | mittel |  |
| mittlere Quellen-temperatur                           |                              | °C    | mittel      | mehrere                       | gering | direkt   | hoch   |  |
| Leistungszahl der Wärmepumpe                          | COP                          | -     | hoch        | mehrere oder Produktkennwerte | mittel | indirekt | mittel |  |
| Temperaturdifferenz Prüfstandsmessung                 | $\Delta\vartheta_M$          | K     | gering      | ein                           | k.A.   | indirekt | hoch   |  |
| Temperaturdifferenz beim Betrieb                      | $\Delta\vartheta_B$          | K     | mittel      | kein                          | mittel | direkt   | hoch   |  |
| Heizleistung der Wärmepumpe in Klasse i               | $\Phi_{g,i}$                 | W     | mittel      | kein                          | gering | indirekt | mittel |  |
| max. mögliche Laufzeit der WP                         | $t_{\text{ON},i}$            | h     | mittel      | kein                          | k.A.   | indirekt | hoch   |  |
| die Zeit in der Klasse                                | $t_i$                        | h     |             | kein                          |        | indirekt | mittel |  |
| die Anzahl der Klassen                                | $n_{\text{bin}}$             | -     |             | kein                          |        | indirekt | gering |  |
| Leistungsaufnahme der Hilfskomponente                 | $\Phi_{\text{prim/sek,aux}}$ | W     | gering      | kein                          | gering | direkt   | mittel |  |

DIN V 18599 B1 : 2009-05

|                                                     |                          |    |             |                               |        |               |        |  |
|-----------------------------------------------------|--------------------------|----|-------------|-------------------------------|--------|---------------|--------|--|
| Heizkesselwirkungsgrad bei 100%                     | $\eta_{k,100\%}$         | -  | hoch        | mehrere oder Produktkennwerte | mittel | direkt        | mittel |  |
| Teillastwirkungsgrad                                | $\eta_{k,pl}$            | -  | hoch        | mehrere oder Produktkennwerte | mittel | direkt        | hoch   |  |
| Strahlungs-Wärmeverlust Kessel                      | $q_{s,\ddagger}$         | -  | gering      | mehrere oder Produktkennwerte | gering | indirekt      | gering |  |
| Bereitstellung-Wärmeverlust Kessel                  | $q_{s,\ddagger}$         | -  | mittel      | mehrere oder Produktkennwerte | gering | indirekt      | gering |  |
| Elektrische Leistungsaufnahme des WE                | $P_{aux,x}$              | kW | gering      | mehrere oder Produktkennwerte | gering | nicht messbar | k.A.   |  |
| Wirkungsgrad des Biomasse-WE im Grundzyklus         | $\eta_{GZ}$              | -  | mittel      | mehrere oder Produktkennwerte | gering | indirekt      | hoch   |  |
| Wirkungsgrad des Biomasse-WE im stationären Betrieb | $\eta_{Betrieb}$         | -  | mittel      | mehrere oder Produktkennwerte | mittel | indirekt      | hoch   |  |
| minimale Leistungsabgabe des WE                     | $\dot{Q}_{N,min}$        | kW | gering      | mehrere oder Produktkennwerte | gering | indirekt      | gering |  |
| Heizkreiswasservolumen im Speicher                  | $V_{s,HK}$               | l  | gering      | kein                          | mittel | indirekt      | gering |  |
| Wasserinhalt Leitungsnetz                           | $V_{HK}$                 | l  | sehr gering | ein oder Produktkennwert      | gering | indirekt      | mittel |  |
| max. Betriebstemperatur des Pufferspeichers         | $\vartheta_{h,s,n/m,ax}$ | °C | gering      | ein oder Produktkennwert      | gering | indirekt      | gering |  |

DIN V 18599 B1 : 2009-05

|                                                            |                   |                |             |                          |        |               |             |  |
|------------------------------------------------------------|-------------------|----------------|-------------|--------------------------|--------|---------------|-------------|--|
| max. Leistungsabgabe des Biomasse-WE                       | $\dot{Q}_{N,max}$ | kW             | gering      | ein oder Produktkennwert | mittel | direkt        | sehr gering |  |
| Fläche des Aufstellungsraumes des Biomasse-WE              | $A_{Auf}$         | m <sup>2</sup> | sehr gering | kein                     | gering | direkt        | sehr gering |  |
| relative Leistungsaufnahme im stationären Betrieb          | $f_{el,Betrieb}$  | -              |             | ein oder Produktkennwert |        | direkt        | mittel      |  |
| Hilfsenergiebedarf bei einem Grundzyklus                   | $Q_{aux,GZ}$      | kWh            |             | ein oder Produktkennwert |        | direkt        | mittel      |  |
| bei einem Grundzyklus abgegebene Nutzwärme des Biomasse-WE | $Q_{N,GZ}$        | kWh            |             | ein oder Produktkennwert |        | direkt        | hoch        |  |
| mittlere Nutzleistung im Betrieb                           | $\dot{Q}_{N,m}$   | kW             |             | ein oder Produktkennwert |        | indirekt      | mittel      |  |
| Nutzungsgrad dez. Wärmeluftezeuger und Dunkelstrahler      | $f$               | -              |             | mehrer                   |        | nicht messbar | k.A.        |  |
| Faktor FW-Station in Abhängigkeit der Primärtemperatur     | $D_{ps}$          | -              | gering      | mehrer                   | gering | indirekt      | gering      |  |
| Koeffizient FW-Station in Abhängigkeit der Dämmklasse      | $B_{ps}$          | -              | gering      | mehrer                   | mittel | nicht messbar | k.A.        |  |

### 6.9. Bilanz der Trinkwarmwasserbereitung nach DIN V 18599-8

Beim Abgleich von Energiebedarf und Energieverbrauch für die Trinkwarmwasserbereitung von Gebäuden ist zu berücksichtigen, dass der Warmwasserverbrauch im Nichtwohnungsbereich sehr unterschiedlich hoch sein kann. Die Bedarfswerte in DIN V 18599 entstammen einer Literaturanalyse, sie geben typische Werte wieder, können jedoch im Einzelfall erheblich vom Verbrauch abweichen. Wird der Energieverbrauch über das gemessene Warmwasservolumen errechnet, ist die Warmwassertemperatur zu berücksichtigen.

Wesentlichen Einfluss auf die Bedarfsberechnung hat auch die Länge der Verteilungsleitungen. Leitungslängen sollten daher vor weiteren Anpassungen zumindest überschlägig geschätzt und ggf. angepasst werden.

Tabelle 10 Hinweise zur Bewertung der Trinkwarmwasserbereitung (DIN V 18599-8)

| Benennung der Größe                             | Kürzel           | Einheit | Bilanz-einfluss | Standardwerte | Abweichung | Möglichkeiten der Datenerhebung | Aufwand der Datenerhebung | Hinweise |
|-------------------------------------------------|------------------|---------|-----------------|---------------|------------|---------------------------------|---------------------------|----------|
| längenspezifische Wärmedurchgangskoeffizient    | $U_i$            | W/mK    | mittel          | mehrere       | mittel     | indirekt                        | mittel                    |          |
| Länge des Rohrabschnittes                       | $L_i$            | m       | hoch            | mehrere       | sehr hoch  | direkt                          | hoch                      |          |
| Laufzeit der Zirkulationspumpe                  | $z$              | h       | hoch            | ein           | mittel     | indirekt                        | gering                    |          |
| Differenzdruck im Trinkwassererwärmer           | $\Delta p_{App}$ | kPa     | sehr gering     | mehrere       | gering     | nicht messbar                   | k.A.                      |          |
| Verlustfaktor Verbindung WE zu WW-Speicher      | $f_{Verbindung}$ | -       | sehr gering     | mehrere       | gering     | indirekt                        | gering                    |          |
| Bereitschaftswärmeverlust WW-Speicher           | $q_{BS}$         | kWh     | gering          | ein           | gering     | indirekt                        | gering                    |          |
| Speicherinhalt                                  | $V$              | l       | gering          | ein           | mittel     | direkt                          | gering                    |          |
| elektr. Leistungsaufnahme der Speicherladepumpe | $P_P$            | W       | gering          | ein           | gering     | indirekt                        | gering                    |          |
| Speichernutzungsgrad Elektro-Speicher           | $\eta_s$         | -       |                 | mehrere       |            | nicht messbar                   |                           |          |

DIN V 18599 B1 : 2009-05

|                                                             |                       |                           |        |          |        |               |        |  |
|-------------------------------------------------------------|-----------------------|---------------------------|--------|----------|--------|---------------|--------|--|
| Nutzungsfaktor                                              | $f_N$                 | -                         |        | ein      |        | nicht messbar |        |  |
| Konversionsfaktor                                           | $\eta_0$              | -                         | mittel | mehre-re | gering | indirekt      | gering |  |
| Wärmeverlustkoeffizienten                                   | $k_1, k_2$            | -                         | gering | mehre-re | gering | indirekt      | gering |  |
| Einstrahlwinkelkorrekturfaktor                              | $I_{AM}(50^\circ)$    | -                         | gering | mehre-re | k.A.   | indirekt      | gering |  |
| effektive Wärmekapazität                                    | $c$                   | $\text{kJ}/(\text{kg K})$ | gering | mehre-re | k.A.   | indirekt      | gering |  |
| Kollektorfläche                                             | $A_C$                 | $\text{m}^2$              | mittel | ein      | gering | direkt        | mittel |  |
| Winkel der Abweichung der Südausrichtung                    | $g$                   | $^\circ$                  | gering | kein     | gering | direkt        | mittel |  |
| Bereitschaftsspeichervolumen                                | $V_{S,aux}$           | l                         | gering | mehre-re | gering | indirekt      | mittel |  |
| Volumen des (unterliegenden) Solarteils des Speichers       | $V_{S,sol}$           | l                         | gering | mehre-re | gering | indirekt      | mittel |  |
| elektr. Leistungsaufnahme der Solarpumpe                    | $P_{P,sol}$           | W                         | gering | mehre-re | mittel | direkt        | gering |  |
| Wärmebereitstellungsgrad der Wärmerückgewinnung             | $\eta_{WR,nt,h}$      | -                         | gering | mehre-re | mittel | indirekt      | gering |  |
| obere Temperaturgrenze (TWE) für den Betrieb der Wärmepumpe | $\vartheta_{upper,p}$ | $^\circ\text{C}$          | gering | ein      | gering | indirekt      | k.A.   |  |
| Ablufttemperatur                                            | $\vartheta_{ex}$      | $^\circ\text{C}$          | gering | mehre-re | gering | indirekt      | gering |  |

DIN V 18599 B1 : 2009-05

|                                                                |                     |   |        |           |        |          |        |  |
|----------------------------------------------------------------|---------------------|---|--------|-----------|--------|----------|--------|--|
| Arbeitszahl der WP im reinen Warmwasserbetrieb                 | $COP_{w(t),sin,i}$  | - | mittel | mehrerere | mittel | indirekt | mittel |  |
| Arbeitszahl der WP im kombinierten Heiz- und Warmwasserbetrieb | $COP_{w(t),comb,i}$ | - |        | mehrerere |        | indirekt | mittel |  |

### 6.10. Bilanz von KWK-Anlagen nach DIN V 18599-9

KWK-Anlagen erzeugen bestimmungsgemäß sowohl Strom als auch Wärme. Beim Bedarfs-Verbrauchs-Abgleich ist besonderes Augenmerk auf die Übereinstimmung der Bilanzgrenzen zu legen. Primärenergetische Vorteile der KWK-Systeme werden bei einer auf die Endenergie bezogenen Verbrauchsauswertung nicht offensichtlich.

| Benennung der Größe                | Kürzel       | Einheit | Bilanz-einfluss | Standardwerte | Abweichung | Möglichkeiten der Datenerhebung | Aufwand der Datenerhebung | Hinweise |
|------------------------------------|--------------|---------|-----------------|---------------|------------|---------------------------------|---------------------------|----------|
| Erzeugter Strom aus KWK-Anlage     | $E_{CHP,a}$  | kWh     |                 | kein          |            | direkt                          | hoch                      |          |
| Stromkennzahl                      | C            | -       |                 | ein           |            | indirekt                        | mittel                    |          |
| Nutzungsgrad für den Wärmeerzeuger | $\eta_{HP}$  | -       |                 | mehrerere     |            | indirekt                        | mittel                    |          |
| Nutzungsgrad für die KWK-Anlage    | $\eta_{CHP}$ | -       |                 | mehrerere     |            | indirekt                        | mittel                    |          |
| Nutzungsgrad des Heiznetzes        | $\eta_{HN}$  | -       |                 | mehrerere     |            | indirekt                        | mittel                    |          |

DIN V 18599 B1 : 2009-05

**6.11. Bilanz der Nutzenergie für Raumluftechnik nach DIN V 18599-3**

Eine entscheidende Größe für den Verbrauchs-Bedarfs-Abgleich raumluftechnischer Anlagen stellen die Außenluft-, Zuluft- und Abuftvolumenströme dar. Bei älteren Anlagen können diese deutlich von den ursprünglichen Planungswerten abweichen. Häufig finden sich aktuellere Volumenstrom-Messprotokolle in den Wartungsunterlagen. Besteht der Verdacht größerer Abweichungen, sind eigene Luftvolumenstrommessungen zu empfehlen.

Die Anlagenbetriebszeiten müssen immer vor Ort erhoben werden.

Generell sollte die Stromaufnahme der Ventilatoren zur Leistungsbestimmung gemessen werden. Aus elektrischer Leistung und Luftvolumenstrom lässt sich die spezifische Ventilatorleistung bestimmen und in die Bedarfsrechnung einstellen. Die Rückwärmzahl von Wärmerückgewinnungsanlagen (analog die Umlufterate von Mischkammern) lässt sich über Temperatur- bzw. Enthalpieverhältnisse messtechnisch prüfen. Eine Methode, die Leistungsfähigkeit anhand geometrischer Daten zu beurteilen, ist in DIN V 18599-7 Anhang G beschrieben.

Ist ein Gebäudeleitsystem vorhanden, empfiehlt es sich, eventuell vorhandene Trenddaten auszuwerten oder zu diesem Zweck Trenddaten über mehrere Tage aufzeichnen zulassen.

Die Sollwerte für die Be- und Entfeuchtung von Vollklimaanlagen können von den Standardwerten der DIN V 18599 – 3 abweichen und dadurch zu Verbrauchsabweichungen führen. Feuchtesensoren sollten bei größeren Anlagen überprüft werden, da Fehlmessungen den Verbrauch spürbar beeinflussen können.

| Benennung der Größe                            | Kürzel                     | Einheit               | Bilanz-einfluss | Standardwerte | Abweichung | Möglichkeiten der Datenerhebung | Aufwand der Datenerhebung | Hinweise                                          |
|------------------------------------------------|----------------------------|-----------------------|-----------------|---------------|------------|---------------------------------|---------------------------|---------------------------------------------------|
| Monatlicher Zuluftvolumenstrom                 | $V_{\text{mech, m}}$       | $\text{m}^3/\text{h}$ | hoch            | kein          | mittel     | direkt                          | hoch                      | aus Planungsunterlagen / Typenschildern ermitteln |
| Mindestzuluftvolumenstrom bei VVS-Anlagen      | $V_{\text{min}}$           | $\text{m}^3/\text{h}$ | hoch            | kein          | mittel     | direkt                          | hoch                      | aus Planungsunterlagen ermitteln                  |
| Auslegungsvolumenstrom bei VVS-Anlagen         | $V^*$                      | $\text{m}^3/\text{h}$ | hoch            | kein          | mittel     | indirekt                        | mittel                    | aus Planungsunterlagen ermitteln                  |
| Zuluftvolumenstrom im Teillastfall             | $V_j$                      | $\text{m}^3/\text{h}$ | hoch            | kein          | hoch       | direkt                          | hoch                      | aus Planungsunterlagen ermitteln                  |
| monatliche Betriebsstundenzahl im Teillastfall | $t_{\text{V, mech, j, m}}$ | h                     | hoch            | kein          | mittel     | direkt                          | gering                    | Befragungen                                       |
| tägliche Betriebsstundenzahl der Anlage        | $t_{\text{V, mech, m}}$    | h                     | hoch            | mehrere       | mittel     | direkt                          | gering                    | Befragungen                                       |

DIN V 18599 B1 : 2009-05

| monatliche Betriebsstageszahl der Anlage             | $d_{V,meo}$<br>h,m      | d  | hoch   | meh-rere | mittel | direkt                                       | gering | Befragungen                                                     |
|------------------------------------------------------|-------------------------|----|--------|----------|--------|----------------------------------------------|--------|-----------------------------------------------------------------|
| Gesamtdruckverlust Zuluftkanalnetz im Auslegungsfall | $\Delta p^*_{zuL}$      | Pa | hoch   | meh-rere | mittel | direkt                                       | mittel | Empfehlung: in direkt ermitteln durch Messung der Stromaufnahme |
| Gesamtdruckverlust Abluftkanalnetz im Auslegungsfall | $\Delta p^*_{abL}$      | Pa | hoch   | meh-rere | mittel | direkt                                       | mittel | Empfehlung: in direkt ermitteln durch Messung der Stromaufnahme |
| mittlerer Gesamtwirkungsgrad Zuluftventilator        | $\eta_{ZUL}$            | -  | hoch   | meh-rere | mittel | direkt                                       | hoch   | Empfehlung: in direkt ermitteln durch Messung der Stromaufnahme |
| mittlerer Gesamtwirkungsgrad Abluftventilator        | $\eta_{ABL}$            | -  | hoch   | meh-rere | mittel | direkt                                       | hoch   | Empfehlung: in direkt ermitteln durch Messung der Stromaufnahme |
| Druckverhältnis-Zahl                                 | $f_p$                   | -  | gering | ein      | mittel | indirekt                                     | hoch   | Standardwert verwenden oder aus Druckverlustberechnung ableiten |
| Feuchteanforderung Gebäudezone                       | -                       | -  | hoch   | kein     | mittel | Verwendung von Standardwerten vorgeschrieben | gering | Sollwerte durch Befragung ermitteln                             |
| Typ des Luftbefeuchtungssystems                      | -                       | -  | hoch   | kein     | mittel | Verwendung von Standardwerten vorgeschrieben | gering | Begehung                                                        |
| Typ des Wärmerückgewinnungssystems                   | -                       | -  | hoch   | kein     | mittel | Verwendung von Standardwerten vorgeschrieben | gering | Begehung                                                        |
| Rückwärmzahl                                         | $\Phi_{WRG}$            | -  | hoch   | meh-rere | mittel | direkt                                       | hoch   | Planungsunterlagen oder Näherung nach DIN V 18599 - 7 Anhang G  |
| monatlicher Zulufttemperatur-Sollwert                | $\theta_{V,meo}$<br>h,m | °C | mittel | kein     | mittel | indirekt                                     | mittel | Befragung                                                       |

DIN V 18599 B1 : 2009-05

**6.12. Bilanz der Endenergie für Kälte nach DIN V 18599-7**

Zum Abgleich von Energiebedarf und Energieverbrauch für die Kühlung von Gebäuden sollten zunächst die Randbedingungen der Berechnung des Nutzenergiebedarfs überprüft werden. Entscheidend sind hier die internen Wärmequellen, die Personenbelegung und die Nutzungszeiten. Ein Abgleich dieser Daten kann den Kühl- und Heizbedarf gleichermaßen beeinflussen.

Generell ist zu berücksichtigen, dass die Zahl der Kühlgrad- bzw. Kühlenthalpiestunden einer größeren regionalen und jährlichen Streuung unterliegt als die Zahl der Heizgradstunden. Für den Energieverbrauch zur Gebäudekühlung erfolgt aber in der Regel keine Witterungsbereinigung.

Die Effizienz der Kälteerzeugung (Nennleistungsziffer EER oder Nennwärmeverhältnis  $\zeta$ ) kann je nach Hersteller und Bauart Streuungen gegenüber den Standardwerten nach DIN V 18599-7 aufweisen. Eine Verwendung von Produktkennwerten ist im Rahmen des Kennwertverfahrens nach DIN V 18599 – 7 zwar nicht zulässig, zur Plausibilisierung des Verbrauchs-Bedarfs-Abgleichs können diese Daten jedoch informativ herangezogen werden.

Wegen des hohen Primärenergieaufwands der Umwälzpumpen in Kalt- und Kühlwasserkreisen sollte deren Leistung immer direkt erhoben und in die Berechnung eingestellt werden.

| Benennung der Größe                         | Kürzel                      | Einheit        | Bilanz-einfluss | Standardwerte | Abweichung | Möglichkeiten der Datenerhebung              | Aufwand der Datenerhebung | Hinweise                                   |
|---------------------------------------------|-----------------------------|----------------|-----------------|---------------|------------|----------------------------------------------|---------------------------|--------------------------------------------|
| Übergabe Luft an Raum                       | $\eta_{ve,00}$              | -              | gering          | ein           | gering     | Verwendung von Standardwerten vorgeschrieben | sehr gering               | Planungsunterlagen oder vor Ort beurteilen |
| Luftkanalfläche außerhalb des Gebäudes      | $A_{KA}$                    | m <sup>2</sup> | gering          | kein          | gering     | direkt                                       | mittel                    | Planungsunterlagen                         |
| sensibler Nutzungsgrad Übergabe Kälte (RLT) | $\eta_{e^*,00,8\text{ens}}$ | -              | gering          | mehrere       | gering     | Verwendung von Standardwerten vorgeschrieben | sehr gering               | vor Ort prüfen und Standardwerte verwenden |
| Nutzungsgrad Übergabe Kälte (RLT)           | $\eta_{e^*,00}$             | -              | gering          | mehrere       | gering     | Verwendung von Standardwerten vorgeschrieben | sehr gering               | vor Ort prüfen und Standardwerte verwenden |
| Nutzungsgrad der Verteilung Kälte (RLT)     | $\eta_{e^*,00,0\text{ux}}$  | -              | gering          | mehrere       | gering     | Verwendung von Standardwerten vorgeschrieben | sehr gering               | vor Ort prüfen und Standardwerte verwenden |

DIN V 18599 B1 : 2009-05

|                                                                 |                           |         |        |         |        |                                              |             |                                                                         |
|-----------------------------------------------------------------|---------------------------|---------|--------|---------|--------|----------------------------------------------|-------------|-------------------------------------------------------------------------|
| sensibler Nutzungsgrad Übergabe Kälte (Raumkühlung)             | $\eta_{e,00,s}$           | -       | gering | mehrere | gering | Verwendung von Standardwerten vorgeschrieben | sehr gering | vor Ort prüfen und Standardwerte verwenden                              |
| Nutzungsgrad Übergabe Kälte (Raumkühlung)                       | $\eta_{e,00}$             | -       | gering | mehrere | gering | Verwendung von Standardwerten vorgeschrieben | sehr gering | vor Ort prüfen und Standardwerte verwenden                              |
| Nutzungsgrad der Verteilung Kälte (Raumkühlung)                 | $\eta_{e,00,a}$           | -       | gering | mehrere | gering | Verwendung von Standardwerten vorgeschrieben | sehr gering | vor Ort prüfen und Standardwerte verwenden                              |
| spezifischer Energiebedarf Sekundärluftventilatoren Raumkühlung | $f_{e,00,aux}$            | kWh/kWh | gering | mehrere | mittel | indirekt                                     | mittel      | Empfehlung: Leistung direkt erheben                                     |
| Temperaturspreizung Kälteversorgungseinheit im Auslegungspunkt  | $\Delta \vartheta_{z,cl}$ | K       | mittel | kein    | hoch   | indirekt                                     | sehr gering | Planungsunterlagen                                                      |
| Differenzdruck Kälteversorgungseinheit im Auslegungspunkt       | $\Delta p_z$              | Pa      | mittel | kein    | hoch   | indirekt                                     | mittel      | Empfehlung: Pumpenleistung direkt erheben                               |
| Differenzdruck einer Komponente im Kälteverteilkreis            | $\Delta p_i$              | Pa      | mittel | mehrere | hoch   | indirekt                                     | mittel      | Empfehlung: Pumpenleistung direkt erheben                               |
| maximale Rohrleitungslänge Kälteverteilkreis                    | $L_{max}$                 | m       | mittel | ein     | hoch   | direkt                                       | mittel      | Empfehlung: Pumpenleistung direkt erheben oder Rohrleitungslänge messen |
| Pumpenbetriebszeit Kaltwasserkreis                              | $t_{d,j}$                 | h       | mittel | mehrere | hoch   | indirekt                                     | mittel      | Befragung                                                               |
| minimaler Volumenstrom im Kälte-Verteilkreis                    | $V_{z,min}$               | m³/h    | mittel | kein    | gering | indirekt                                     | hoch        | vor Ort abschätzen                                                      |
| Korrekturfaktor hydraulischer Abgleich                          | $f_{Abgl}$                | -       | gering | mehrere | mittel | Verwendung von Standardwerten vorgeschrieben | k.A.        | vor Ort abschätzen                                                      |
| Effizienzfaktor der Pumpe                                       | $f_e$                     | -       | gering | kein    | gering | indirekt                                     | mittel      | Empfehlung: Pumpenleistung direkt erheben                               |
| Korrekturfaktor Pumpenadaption                                  | $f_{Adap}$                | -       | mittel | mehrere | mittel | nicht messbar                                | mittel      | vor Ort abschätzen                                                      |

## DIN V 18599 B1 : 2009-05

|                                                                                                 |                    |       |             |         |        |                                              |             |                                                                                                     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|-------|-------------|---------|--------|----------------------------------------------|-------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Konstanten zur Berücksichtigung der Leistungsanpassung Pumpe                                    | $C_{p1}, C_{p2}$   | -     | mittel      | mehrere | mittel | Verwendung von Standardwerten vorgeschrieben | mittel      | vor Ort erheben                                                                                     |
| Antriebsleistung Pumpe Kreislaufverbundsystem                                                   | $P_{el,av,Kvs}$    | kW    | gering      | mehrere | mittel | direkt                                       | gering      | Empfehlung: Pumpenleistung direkt erheben                                                           |
| Antriebsleistung Motor Rotationswärmeübertrager                                                 | $P_{el,av,rot}$    | kW    | sehr gering | mehrere | mittel | direkt                                       | gering      | Standardwert verwenden                                                                              |
| Leistungsaufnahme der Pumpen Wasserbefeuchter                                                   | $P_{el,mh}$        | kW    | gering      | mehrere | mittel | direkt                                       | gering      | Empfehlung: Pumpenleistung direkt erheben                                                           |
| Teillastfaktor für die Regelung der Befeuchtung                                                 | $f_{mh}$           | -     | gering      | mehrere | mittel | Verwendung von Standardwerten vorgeschrieben | gering      | vor Ort prüfen und Standardwerte verwenden                                                          |
| Nennkälteleistungszahl Kompressionsmaschine                                                     | EER                | kW/kW | hoch        | mehrere | mittel | Verwendung von Standardwerten vorgeschrieben | gering      | bis auf weiteres keine Verwendung von Herstellerangaben, da kein normiertes Verfahren verfügbar     |
| mittlerer Teillastfaktor                                                                        | $PLV_{av}$         | -     | hoch        | mehrere | mittel | Verwendung von Standardwerten vorgeschrieben | hoch        | Standardwerte DIN V 18599 - 7 verwenden                                                             |
| Nennwärmeverhältnis Absorptionsmaschine                                                         | $\zeta$            | kW/kW | hoch        | mehrere | mittel | Verwendung von Standardwerten vorgeschrieben | gering      | bis auf weiteres keine Verwendung von Herstellerangaben, da kein normiertes Prüfverfahren verfügbar |
| Nennkälteleistungszahl gasbetriebene Kompressionsmaschine                                       | EER <sub>gas</sub> | kW/kW | mittel      | ein     | mittel | Verwendung von Standardwerten vorgeschrieben | sehr gering | bis auf weiteres keine Verwendung von Herstellerangaben, da kein normiertes Prüfverfahren verfügbar |
| mittlerer Teillastfaktor gasbetriebene Kompressionsmaschine                                     | $PLV_{av, gas}$    | -     | mittel      | ein     | mittel | indirekt                                     | sehr gering | Standardwerte DIN V 18599 - 7 verwenden                                                             |
| zurückgewonnener Anteil des Eingangsbrennstoffes gasmotorbetriebener Kompressionskältemaschinen | $P_{rd,mot}$       | -     | mittel      | ein     | gering | Verwendung von Standardwerten vorgeschrieben | mittel      | Standardwerte DIN V 18599 - 7 verwenden                                                             |

DIN V 18599 B1 : 2009-05

|                                                                                            |               |       |        |         |        |                                              |        |                                            |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|-------|--------|---------|--------|----------------------------------------------|--------|--------------------------------------------|
| zurückgewonnener Anteil des Eingangs-brennstoffes gasbefeuerter Absorptions-kältemaschinen | $P_{rd,gas}$  | -     | mittel | ein     | gering | Verwendung von Standardwerten vorgeschrieben | mittel | Standardwerte DIN V 18599 - 7 verwenden    |
| spezifischer Elektroenergiebedarf Rückkühler                                               | $q_{R,elekt}$ | kW/kW | mittel | mehrere | mittel | direkt                                       | gering | vor Ort erheben                            |
| mittlerer Nutzungsfaktor Rückkühlung                                                       | $f_{R,av}$    | -     | mittel | mehrere | mittel | Verwendung von Standardwerten vorgeschrieben | gering | Standardwerte DIN V 18599 - 7 verwenden    |
| Endenergiefaktor Dampferzeugung                                                            | $f_{en,r}$    | -     | hoch   | mehrere | hoch   | Verwendung von Standardwerten vorgeschrieben | gering | vor Ort prüfen und Standardwerte verwenden |

### 6.13. Bilanz der Wohnungslüftung nach DIN V 18599-6

Zum Abgleich von Energiebedarf und Energieverbrauch für ventilatorgestützte Lüftungsanlagen in Wohngebäuden sollten zunächst die Randbedingungen unter Berücksichtigung des ventilatorgestützt gelüfteten Flächenanteils, des tatsächlichen Anlagenluftvolumenstroms und der Laufzeit der Lüftungsanlage überprüft werden. Eine Anpassung dieser Daten beeinflusst neben dem Lüftungswärmebedarf auch den gesamten Heizwärmebedarf.

Wesentlichen Einfluss auf die Bedarfsberechnung haben auch der Gesamtnutzungsgrad der Wärmerückgewinnung durch Wärmeübertrager, die Leistungszahl bzw. Leistungsziffer der Abluft-Wärmepumpe, die Nennleistung bzw. die bezogene Leistungsaufnahme des Ventilators sowie die Länge und die Verlegung (innerhalb oder außerhalb der thermischen Hülle) der Verteilungsleitungen. Bei diesen Parametern sollten daher vor weiteren Anpassungen nach Möglichkeit überschlägige Abschätzungen und ggf. Anpassungen erfolgen.

Soll diese Norm sinngemäß auch für eine Bilanzierung nach DIN V 4108-6 und DIN V 4701-10 angewendet werden, ist entscheidend, ob die Anrechnung des Wärmebereitstellungsgrades ( $\eta_{WRG}$ ) im Jahresheizwärmebedarf (Nutzenergieanteil) oder komplett mit der Anlage im Anlagenteil erfolgte (incl. der Berücksichtigung der veränderten Heizperiode).

Bei der Klimakorrektur der Verbrauchswerte ist auf einen möglichst engen räumlichen und klimatischen Zusammenhang zwischen dem verwendeten Referenzort und dem realen Ort des Gebäudes zu achten.

DIN V 18599 B1 : 2009-05

| Benennung der Größe                                                           | Kürzel             | Einheit     | Bilanz-einfluss | Standardwerte | Abweichung  | Möglichkeiten der Datenerhebung              | Aufwand der Datenerhebung | Hinweise                                                                                                                                          |
|-------------------------------------------------------------------------------|--------------------|-------------|-----------------|---------------|-------------|----------------------------------------------|---------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Gesamtnutzungsgrad der Wärmerückgewinnung durch Wärmeübertrager               | $\eta_{WÜT}$       | —           | hoch            | mehrere       | mittel      | indirekt                                     | hoch                      | Nur für Zu- und Abluftsysteme mit Wärmeübertrager, auch für Erdreich-WÜT, Langzeitmessung                                                         |
| Infiltrationsluftwechsel                                                      | $n_{inf}$          | $h^{-1}$    | mittel          | mehrere       | mittel      | indirekt                                     | mittel                    | Definition und Bewertung in DIN V 18599-10 und -2                                                                                                 |
| Fensterluftwechsel                                                            | $n_{win}$          | $h^{-1}$    | mittel          | mehrere       | mittel      | indirekt prüf-/erhebbar                      | sehr hoch                 | Definition und Bewertung in DIN V 18599-10 und -2                                                                                                 |
| mittlerer Anlagenluftwechsel                                                  | $n_{mech}$         | $h^{-1}$    | hoch            | ein           | mittel      | direkt messbar                               | mittel                    | auch für Lüftungsstufen, Bedarfsführung und Zonenregelung, Langzeitmessung                                                                        |
| Anlagenbetriebszeit                                                           | $t_{v,mech}$       | $h/mth$     | hoch            | ein           | hoch        | indirekt prüf-/erhebbar                      | gering                    | auch Berücksichtigung Lüftungsstufen, ablesbar aus Regelparametern, alternativ messbar mit geringem Aufwand                                       |
| Nennleistung des Reglers (bei Wärmeübergabe)                                  | $P_C$              | W           | sehr gering     | mehrere       | gering      | direkt messbar                               | gering                    | nur bei ventilatorgestützter Lüftung mit Raumreglern, z.B. Luftheizung (Messung Leistungsaufnahme Regler)                                         |
| Wärmedurchgangskoeffizient Leitungsabschnitt                                  | U                  | W/mK        | mittel          | mehrere       | hoch        | indirekt prüf-/erhebbar                      | gering                    | Einfluss abhängig von der Systemtechnik, zulufttemperatur > oder < Raumtemperatur und der Luftleitungsführung (inner- außerhalb der therm. Hülle) |
| Länge Leitungsabschnitt                                                       | L                  | m           | mittel          | mehrere       | mittel      | direkt messbar                               | gering                    | Abhängig von der Systemtechnik Zu- / Abluftsystem oder Abluftsystem mit ALD                                                                       |
| mittlere Luftkreistemperatur                                                  | $\vartheta_L$      | $^{\circ}C$ | mittel          | mehrere       | sehr gering | Verwendung von Standardwerten vorgeschrieben | k.A.                      | Empfehlung für Verwendung Standardwert, alternativ Langzeitmessung mit hohem Aufwand                                                              |
| mittlere Umgebungstemperatur (Luftleitung)                                    | $\vartheta_U$      | $^{\circ}C$ | gering          | mehrere       | sehr gering | Verwendung von Standardwerten vorgeschrieben | k.A.                      | Empfehlung für Verwendung Standardwert, alternativ Langzeitmessung mit hohem Aufwand, z.B. Leitungsführung im beheizten / unbeheizten Bereich     |
| Nennleistung des Ventilators/der Ventilatoren (bei Verteilung oder Erzeugung) | $P_{vent}$         | W           | hoch            | mehrere       | mittel      | direkt messbar                               | gering                    | Messung Leistungsaufnahme Ventilator(en) Bilanzinfluss abhängig von der System- Gerätetechnik                                                     |
| mittlere Speichertemperatur                                                   | $\vartheta_{iv,s}$ | $^{\circ}C$ | sehr gering     | kein          | sehr gering | direkt ablesbar                              | sehr gering               | siehe Verfahren aus DIN V 18599-5/-8, Empfehlung für Verwendung Standardwert, alternativ Langzeitmessung mit mittlerem Aufwand                    |
| mittlere Umgebungstemperatur (Speicher)                                       | $\vartheta_U$      | $^{\circ}C$ | gering          | mehrere       | gering      | Verwendung von Standardwerten vorge-         | k.A.                      | siehe Verfahren aus DIN V 18599-5/-8, Empfehlung für Verwendung Standardwert, alternativ Langzeitmessung mit hohem Aufwand                        |

DIN V 18599 B1 : 2009-05

|  |  |  |  |  |  |  |           |  |
|--|--|--|--|--|--|--|-----------|--|
|  |  |  |  |  |  |  | schrieben |  |
|--|--|--|--|--|--|--|-----------|--|

DIN V 18599 B1 : 2009-05

|                                                        |                                    |                       |             |         |             |                          |             |                                                                                                                                        |
|--------------------------------------------------------|------------------------------------|-----------------------|-------------|---------|-------------|--------------------------|-------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Nennleistung der Speicherpumpe (bei Speicherung)       | $P_{\text{Pumpe}}$                 | W                     | gering      | ein     | gering      | direkt messbar           | gering      | siehe Verfahren aus DIN V 18599-5/-8<br>Messung Leistungsaufnahme Speicherpumpe                                                        |
| Wärmeverlustfaktor (Wärmeverluste Erzeugung)           | $f_{\text{ce}}$                    | -                     | sehr gering | mehrere | sehr gering | nicht messbar            | k.A.        |                                                                                                                                        |
| bezogene Leistungsaufnahme Ventilator                  | $P_{\text{el,Vent}}$               | W/(m <sup>3</sup> /h) | hoch        | mehrere | mittel      | indirekt prüf-/erhebbar  | mittel      | Messung Leistungsaufnahme Ventilator und Luftvolumenstrom. ggf. einschl. Regelung abhängig von der System- und Gerätetechnik           |
| Nennleistung der Regelung                              | $P_{\text{Reg}}$                   | W                     | sehr gering | kein    | gering      | direkt messbar           | gering      | Messung Leistungsaufnahme Regelung                                                                                                     |
| bezogene Leistungsaufnahme Wärmepumpe                  | $P_{\text{el,WP}}$                 | W/(m <sup>3</sup> /h) | mittel      | mehrere | mittel      | indirekt prüf-/erhebbar  | mittel      | Messung Leistungsaufnahme Wärmepumpe und Luftvolumenstrom Bilanz einfluss niedrig bis hoch, abhängig von der System- und Gerätetechnik |
| Leistungszahl Wärmepumpe bei Warmwasserbereitung       | $\text{COP}_t$                     | -                     | hoch        | mehrere | gering      | indirekt prüf-/erhebbar  | hoch        | Messung Leistungsaufnahme Wärmepumpe, Luftvolumenstrom und Wärmeabgabe                                                                 |
| Leistungsziffer Wärmepumpe bei Heizung                 | $\eta_{\text{el,hWP}}$             | -                     | hoch        | mehrere | gering      | indirekt prüf-/erhebbar  | hoch        | Messung Leistungsaufnahme Wärmepumpe, Luftvolumenstrom und Wärmeabgabe                                                                 |
| Korrekturfaktor Temperaturabweichung Abluft (WP)       | $f_T$                              | -                     | sehr gering | mehrere | sehr gering | Verwendung Standardwerte | k.A.        |                                                                                                                                        |
| Korrekturfaktor Temperaturabweichung Heizkreis (WP)    | $f_{\theta}$                       | -                     | sehr gering | mehrere | sehr gering | Verwendung Standardwerte | k.A.        |                                                                                                                                        |
| Korrekturfaktor Temperaturabweichung Vol.strom (WP)    | $f_V$                              | -                     | gering      | mehrere | gering      | indirekt prüf-/erhebbar  | mittel      | Messung Luftvolumenstrom                                                                                                               |
| Betriebszeit Wärmepumpe                                | $t_{\text{on}}$                    | h/mth                 | gering      | mehrere | gering      | direkt messbar           | hoch        | Langzeitmessung                                                                                                                        |
| Flächenanteil der ventilatorgestützt gelüfteten Fläche | $A_{\text{V}}/\Sigma A_{\text{K}}$ | -                     | hoch        | nein    | hoch        | indirekt prüf-/erhebbar  | Sehr gering | z. B. bei dezentralen Geräte in einzelne Räumen                                                                                        |

## 7. Detailinformationen aus Verbrauchsmessungen

Jahresverbrauchswerte sind für den Bedarfs-Verbrauchs-Abgleich geeignet, wobei die Schwierigkeit besteht sehr viele Eingabegrößen einer Bedarfsbilanz mit Werten zu belegen, um einen Kennwert nachzubilden. Die Fehleinschätzungen bei der Eingabe heben sich teilweise gegeneinander auf. Daher sind Teilenergiemengen oder Detailmesswerte wichtig und sinnvoll, um den Abgleich messtechnisch abzusichern.

Im Folgenden werden drei Detailverfahren für die Auswertung von Messwerten beschrieben:

- die Lastganganalyse mit Auswertung des Verbrauchs über der Zeit zur Gewinnung von Zeit-, Leistungs- und Energieanteilen
- die Energiesignatur für Wärmeverbraucher mit Auswertung des Verbrauchs über der Außentemperatur zur Gewinnung von Heizgrenzen, lastabhängigen und lastunabhängigen Energiekennwerten
- die Energiesignatur für Kessel mit Auswertung der Erzeugernutzwärmeabgabe und Erzeugerenergiezufuhr (Endenergie) zur Gewinnung lastunabhängigen Verluste sowie der Effizienz der Energieumwandlung

Die Verfahren sind auf andere Detailanalysen der Bilanz übertragbar. Es wird an entsprechender Stelle darauf hingewiesen.

### 7.1. Hinweise zu Messgrößen

Anhand von detaillierten Verbrauchsmessungen mit Auftragung des Verbrauchsverlaufes über der Zeit (Jahr, Monat, Woche, Tag, Stunde), der Außentemperatur oder einer anderen repräsentativen Größe (Maß für die Belastung) lassen sich weitere Hinweise für den Bedarfs-Verbrauchsabgleich gewinnen. Dies können sein:

- Energie- und/oder Leistungsanteile von Einzelverbrauchern, welche im Bilanzumfang des Abgleichs nicht enthalten sind und daher abgeschätzt und vor dem Abgleich aus dem Messwerten herausgerechnet werden müssen
- Energie- und/oder Leistungsanteile von Einzelverbrauchern, welche im Bilanzumfang des Abgleichs enthalten sind und deren berechneter Anteil anhand der Messung überprüft werden kann
- Betriebszeiten, Aus-/Belastungen, Nutzungsgrade u. ä. Größen

### 7.2. Lastgangmessungen

Die Lastganganalyse ist ein Verfahren zur Erfassung des Energieverbrauchs (Wärme-, Kälte- und Strom) in Abhängigkeit der Zeit (Zeitperiode –Tag, Woche, Monat oder Typtage). Die Lastganganalyse mit Auswertung des Verbrauchs über der Zeit kann verwendet werden, um Laufzeiten Leistungsanteile und Energieanteile wichtiger Verbraucher, zu bestimmen.

In erster Linie werden Stromlastgänge aufgezeichnet. Aber auch Wärme- und Kälteenergiemengen können gemessen werden. Die Aufzeichnung dient in der Regel hauptsächlich zur Erfassung der Abrechnungszählung. Die Messungen werden jedoch auch zur Leistungsoptimierung über die Lastganganalyse verwendet. Die Messperiode zur Bildung von Leistungsmittelwerten beträgt in aller Regel 15 Minuten. Leistungen ergeben sich aus gemessenen Energiemengen dividiert durch die

DIN V 18599 B1 : 2009-05

Messzeit (i. D. R. 15 Minuten)

Wird der Lastgang eines Tages ausgewertet, liefern Zu- und Abschaltunkte Hinweise auf die Leistung der entsprechenden Verbraucher sowie deren Betriebsdauer. Werden Lastgänge verschiedener Monate (andere äußere Klimadaten) überlagert, können Abhängigkeiten der Verbraucher von der Außentemperatur ermittelt werden (Leistung der Kühlung, Beleuchtung usw.)

Eine Lastganganalyse gliedert sich in:

- Aufnahme und Darstellung der Messwerte über eine zu bewertende Messperiode
- Zu bzw. Einordnung gleicher Typzeiten und -tagen in Abhängigkeit der Betriebs-/Nutzungszeit
- Bestandsaufnahme der Verbraucher und der Nutzungszeiten in den Zonen, Räumen usw.
- Darstellung der Ergebnisse und Ableitung von möglichen Leistungs- und Energieeinsparungspotentialen

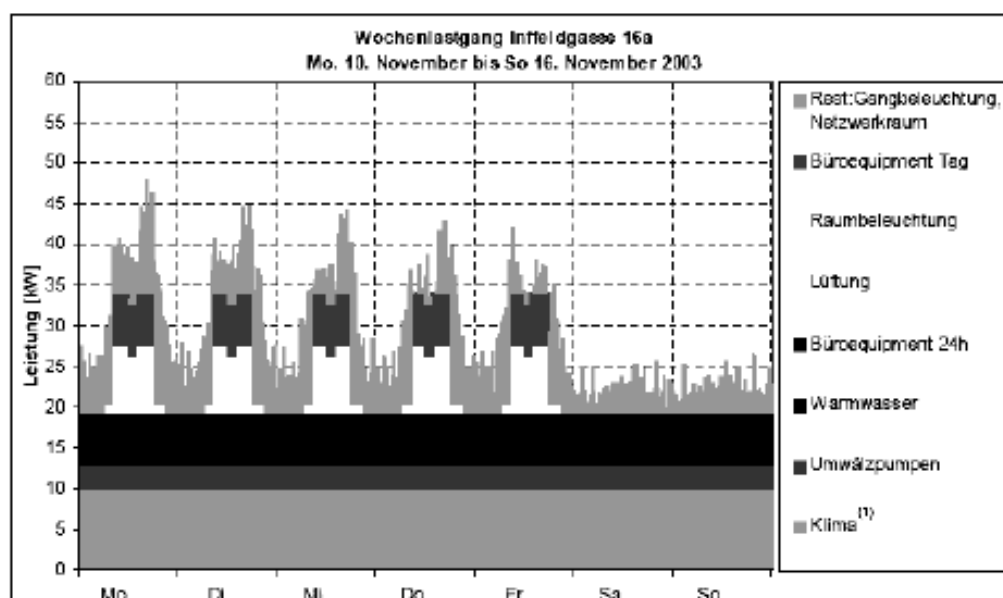


Bild 2 Beispiel eines elektrischen Lastganges und Darstellung von Leistungsgrößen einzelner Verbraucher

### 7.3. Energiesignatur für Wärmeverbraucher

Die Bestimmung einer Energiesignatur für Wärmeverbraucher erfolgt durch Auswertung des Verbrauchs über der Außentemperatur. Anhand dieses Verfahrens können die Heizgrenze sowie lastabhängige und lastunabhängige Energieanteile bestimmt werden. Das Verfahren ist u. a. in DIN EN 15203 beschrieben.

Die Messwerte der Energiemengen werden als Leistungswerte (mittlere Leistung in der Messzeit) über der gemittelten Außentemperatur aufgetragen.

DIN V 18599 B1 : 2009-05

Es wird eine Grundleistung sichtbar, sofern es von der Witterung unabhängige Verbraucher gibt. Diese gemessene Grundleistung kann mit der Energiebedarfsberechnung abgeglichen werden. Es kann sich beispielsweise um den Anteil für die Trinkwarmwasserbereitung handeln. Je nach Lage der Messstelle (vor dem Wärmeerzeuger, hinter dem Wärmeerzeuger usw.) wird der Messwert verglichen mit dem Rechenwert für  $Q_{w,f}$  (Endenergie) oder  $Q_{w,outg}$  (Wärmeabgabe des Erzeugers) usw.

Aus der Grafik lässt sich eine Heizgrenze erkennen, d.h. der Umschlagpunkt von Heizbetrieb in die heizfreie Zeit. Diese Umschlagpunkt kann mit der Bedarfsbilanz abgeglichen werden.

Die eigentliche Energiesignatur des Verbrauchers ist der bezogene Wärmeverlust  $H$ , die Steigung der Geraden. Sie repräsentiert die Zunahme der Leistung in kW je Kelvin Abfall der Außentemperatur. Es wird auch vom "Fingerabdruck des Gebäudes" gesprochen. Die Steigung  $H$  in W/K entspricht näherungsweise der Summe aus Transmissionsheizlast  $H_T$  und Lüftungsheizlast  $H_V$  einer Energiebedarfsrechnung. Diese Größe kann ebenfalls mit der Bedarfsberechnung abgeglichen werden. Die theoretischen Annahmen zu Flächen und Wärmedurchgangskoeffizienten  $\Sigma(U \cdot A)$  sowie Luftwechsel und Luftvolumen  $n \cdot V$  können überprüft werden.

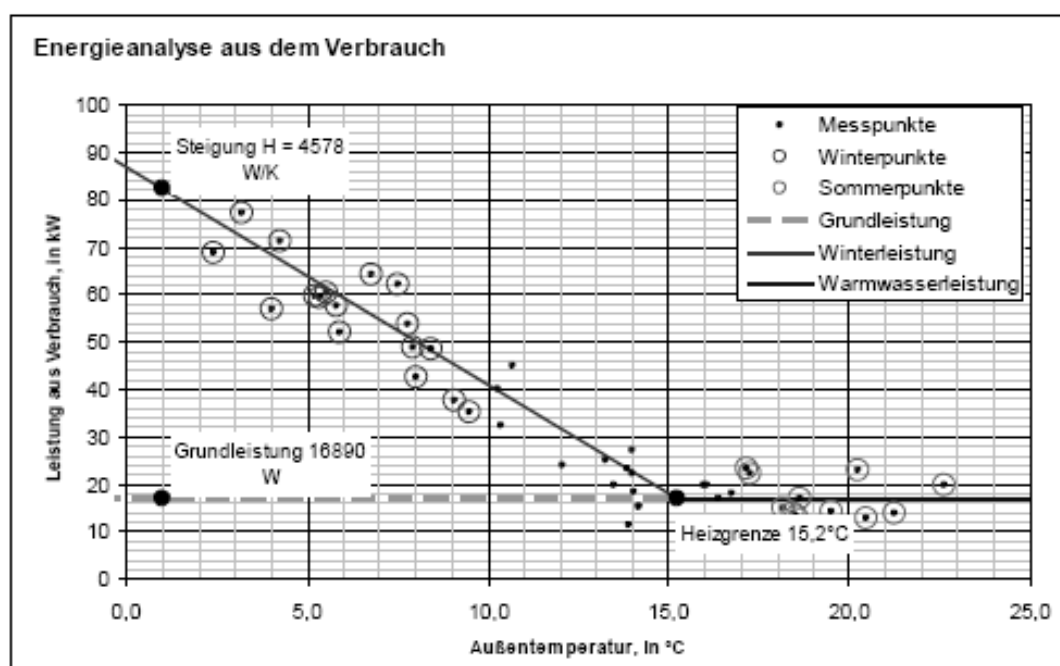


Bild 3 Beispiel für die Energiesignatur von Wärmeverbrauchern anhand von Wochenmesswerten

#### 7.4. Energiesignatur für Kessel

Die Energiesignatur für Kessel mit Auswertung der Erzeugernutzwärmeabgabe und Erzeugerenergiezufuhr (Endenergie) kann verwendet werden zur Gewinnung der lastunabhängigen Verluste (Bereitschaftsverluste) sowie der Effizienz der Energieumwandlung (Umwandlungswirkungsgrad). Aus diesen Größen kann ein belastungsabhängiger Nutzungsgrad abgeleitet werden. Damit liefern Messwerte auch hier Vergleichswerte für die Bedarfsberechnung.

DIN V 18599 B1 : 2009-05

Soll ein Erzeuger anhand von Messwerten bewertet werden, so sind zugeführte und abgegebene Energiemengen zu dokumentieren. Es eignen sich Wochen- oder Monatsmesswerte, aufgezeichnet mit zwei Messeinrichtungen vor und hinter dem Erzeuger.

Die dem Kessel zugeführte Energie verlässt diesen als: Nutzenergieabgabe (Zählermesswert), weitgehend lastunabhängige Verluste (Betriebsbereitschaftsverluste) und lastabhängige Verluste (Abgas- und Strahlungsverluste). Die Messwerte werden normiert in ein Diagramm eingetragen und eine Ausgleichsgerade gebildet.

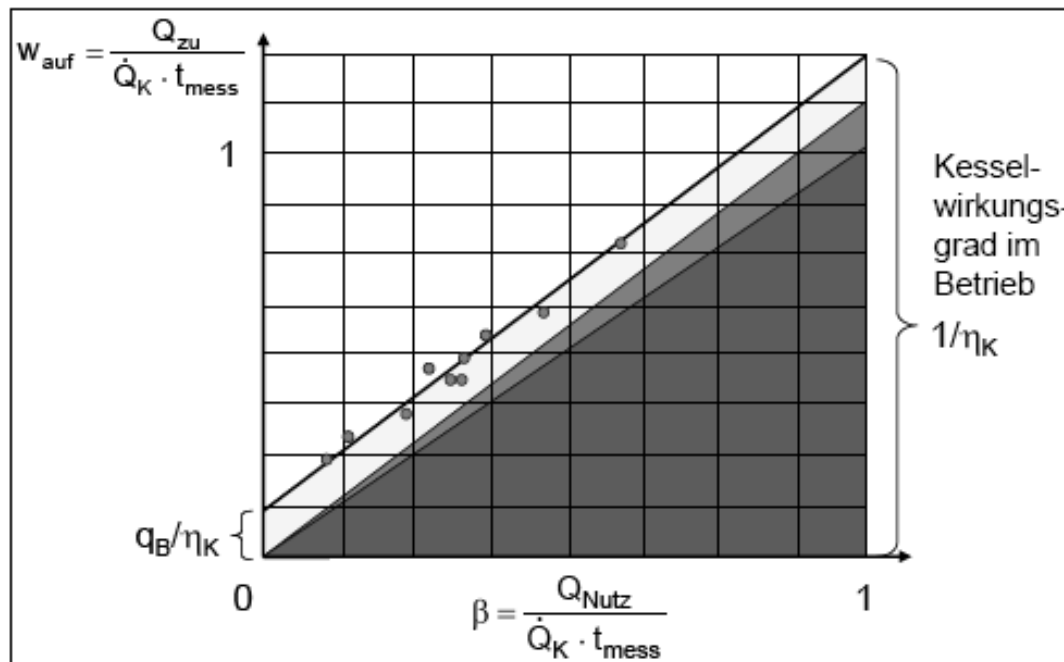


Bild 4 Beispiel für die Energiesignatur von Wärmeverbrauchern anhand von Wochenmesswerten

Auf der X-Achse ist die Auslastung  $\beta$  des Erzeugers aufgetragen. Sie nimmt Werte zwischen 0 und 1 an und gibt an, wieviel Prozent der maximal abgebbaren Nutzenergie der Kessel abgibt. Eine Auslastung von null zeigt an, dass der Kessel nur in Bereitschaft steht, eine Auslastung von eins bedeutet einen Dauerbetrieb mit maximaler Kesselleistung. Mit der Kesselleistung  $\dot{Q}_K$ , der Messzeit  $t_{\text{mess}}$  und der in dieser Zeit vom Kessel abgegebenen Nutzwärme  $Q_{\text{Nutz}}$  kann für jeden Messzeitraum ein Wert  $\beta$  berechnet werden. Es gilt:

$$\beta = \frac{Q_{\text{Nutz}}}{\dot{Q}_K \cdot t_{\text{mess}}}$$

Auf der Y-Achse ist der dafür notwendige Aufwand an Energie eingetragen. Die gemessene zugeführte Energie  $Q_{\text{zu}}$ , die Messzeit  $t_{\text{mess}}$  und die Kesselleistung führen zu einer Größe, die ebenfalls dimensionslos ist und normierter Aufwand  $w_{\text{auf}}$  genannt wird. Sie kann für jeden Messzeitraum bestimmt werden. Es gilt:

DIN V 18599 B1 : 2009-05

$$w_{\text{auf}} = \frac{Q_{\text{Zu}}}{Q_{\text{K}} \cdot t_{\text{mess}}}$$

In der Regel besteht zwischen den lastabhängigen Verlusten und der Nutzenergieabgabe ein näherungsweise linearer Zusammenhang. Entsprechend kann der Zusammenhang zwischen Nutzenergieabgabe und zuzuführender Energie (Feuerungswärmemenge) als einfache Ausgleichsgerade dargestellt werden. Tritt bei Brennwertkesseln erhöhte Kondensation auf, ergeben sich Abweichungen von der linearen Abhängigkeit. Die Gerade hat zwei Charakteristika: die Verschiebung nach oben, ein Maß für die lastunabhängigen Verluste (Bereitschaftsverluste) und die Steigung, das Maß für die Effizienz der Energieumwandlung (Wirkungsgrad). Je steiler der Anstieg, desto ineffizienter die Energieumwandlung. Die Ausgleichsgerade hat folgende Gleichung:

$$w_{\text{auf}} = \text{Steigung} \cdot \beta + \text{Verschiebung}$$

Im Diagramm kann der Wirkungsgrad bei voller Auslastung ( $\beta = 1$ ) bestimmt werden. Ablesbar ist der Kehrwert. Aus dem Verlauf der Geraden können zwei Kennwerte abgeleitet werden.

$$\eta_{\text{K}} = \frac{1}{\text{Verschiebung} + \text{Steigung}}$$

$$q_{\text{B}} = \frac{\text{Verschiebung}}{\text{Verschiebung} + \text{Steigung}}$$

Ein Nutzungsgrad kann berechnet werden, indem Nutzen durch Aufwand geteilt werden. Der Nutzungsgrad für ein Jahr oder einen Monat ergibt sich aus der mittleren Auslastung  $\beta$  des Zeitraums.

$$\eta = \frac{Q_{\text{Nutz}}}{Q_{\text{Zu}}} = \frac{\beta}{w_{\text{auf}}} = \frac{\beta}{\text{Steigung} \cdot \beta + \text{Verschiebung}}$$

### 7.5. Detailmesspunkte in der Bilanz

Teilenergiemengen der Energiebilanz können messtechnisch erfasst werden, indem Zähler gesetzt werden. Dabei ist die getrennte Erfassung der Endenergien in der Regel schwierig, sollten mehr als ein Gewerk mit dem entsprechenden Erzeuger bedient werden oder falls dezentrale Versorgung gegeben ist. In anderen Fällen sind die Endenergiemengen direkt messbar.

DIN V 18599 B1 : 2009-05

Tabelle 11 Detailmesspunkte für Endenergien

| Allgemeines    |                                                  | Datenerhebung     |                |                                                               |
|----------------|--------------------------------------------------|-------------------|----------------|---------------------------------------------------------------|
| Kü<br>rz<br>el | Beschreibung                                     | Möglich-<br>keit  | Auf-<br>wand   | Hinweise                                                      |
| $Q_{e,f}$      | Endenergie für das Kühlsystem                    | direkt<br>messbar | mittel         | ggf. nur zusammen mit anderen Energieanwen-<br>dungen messbar |
| $Q_{e,f}^{*}$  | Endenergie für das RLT-<br>Kühlsystem            | direkt<br>messbar | mittel         | ggf. nur zusammen mit anderen Energieanwen-<br>dungen messbar |
| $Q_{h,f}$      | Endenergie für das statische<br>Heizsystem       | direkt<br>messbar | sehr<br>gering | ggf. nur zusammen mit anderen Wärmeanwen-<br>dungen messbar   |
| $Q_{h,f}^{*}$  | Endenergie für das RLT-<br>Heizsystem            | direkt<br>messbar | sehr<br>gering | ggf. nur zusammen mit anderen Wärmeanwen-<br>dungen messbar   |
| $Q_{el,f}$     | Endenergie für die Beleuchtung                   | direkt<br>messbar | sehr<br>hoch   | eigene Beleuchtungskreise installieren                        |
| $Q_{lv,f}$     | Endenergie für die Wohnungs-<br>lüftung          | direkt<br>messbar | mittel         | ggf. nur zusammen mit anderen Wärmeanwen-<br>dungen messbar   |
| $Q_{w,f}$      | Endenergie für den Trinkwas-<br>serwärmeerzeuger | direkt<br>messbar | sehr<br>gering | ggf. nur zusammen mit anderen Wärmeanwen-<br>dungen messbar   |
| $Q_{in,f}^{*}$ | Endenergie für die Befeuchtung                   | direkt<br>messbar | gering         | ggf. nur zusammen mit anderen Wärmeanwen-<br>dungen messbar   |
| $Q_f$          | Endenergie Summe                                 | direkt<br>messbar | gering         | Wärmeanwendungen leichter, Stromanwendungen<br>schwieriger    |

Die Erzeugerenergieangaben für eine bestimmte Versorgung kann – sofern beispielsweise ein zentraler Verteil- und Sammelpunkt vorhanden ist – verhältnismäßig einfach per Wärmemengenzähler erfasst werden. Hier bietet sich eine einfache Möglichkeit, Zwischenmessungen für einen Abgleich zu machen.

Tabelle 12 Detailmesspunkte für Erzeugerenergieabgaben

| Allgemeines        |                                                        | Datenerhebung     |              |                                                             |
|--------------------|--------------------------------------------------------|-------------------|--------------|-------------------------------------------------------------|
| Kü<br>rz<br>el     | Beschreibung                                           | Möglich-<br>keit  | Auf-<br>wand | Hinweise                                                    |
| $Q_{e,out,g}$      | Erzeugerenergieabgabe an das<br>Kühlsystem             | direkt<br>messbar | gering       | ggf. nur zusammen mit anderen Kälteabgaben des<br>Erzeugers |
| $Q_{e,out,g}^{*}$  | Erzeugerenergieabgabe für die<br>RLT-Kühlfunktion      | direkt<br>messbar | gering       | ggf. nur zusammen mit anderen Kälteabgaben des<br>Erzeugers |
| $Q_{h,out,g}$      | Erzeugerenergieabgabe an das<br>Heizsystem             | direkt<br>messbar | gering       | ggf. nur zusammen mit anderen Wärmeabgaben<br>des Erzeugers |
| $Q_{h,out,g}^{*}$  | Erzeugerenergieabgabe für die<br>RLT-Heizfunktion      | direkt<br>messbar | gering       | ggf. nur zusammen mit anderen Wärmeabgaben<br>des Erzeugers |
| $Q_{in,out,g}^{*}$ | Erzeugerenergieabgabe für die<br>Befeuchtung           | direkt<br>messbar | gering       |                                                             |
| $Q_{lv,out,g}$     | Erzeugerenergieabgabe an das<br>Wohnungslüftungssystem | direkt<br>messbar | gering       |                                                             |
| $Q_{w,out,g}$      | Erzeugerenergieabgabe für<br>Trinkwarmwasser           | direkt<br>messbar | gering       | ggf. nur zusammen mit anderen Wärmeabgaben<br>des Erzeugers |

Die Nutzenergieabgaben in den konditionierten Räumen sind nur mit großem Aufwand zu ermitteln. Erstens ist die Versorgung von stark dezentral, was eine Ausstattung mit Zählern erschwert, zweitens kann der Übergabeverlust nicht messtechnisch separiert werden, so dass die Messgröße vergleichbar ist mit der Summe aus Bedarf  $Q_b$  und Übergabeverlust  $Q_{ce}$ .

DIN V 18599 B1 : 2009-05

Tabelle 13 Detailmesspunkte für Nutzenergien

| Allgemeines |                                           | Datenerhebung  |           |                                            |
|-------------|-------------------------------------------|----------------|-----------|--------------------------------------------|
| Kürzel      | Beschreibung                              | Möglichkeit    | Aufwand   | Hinweise                                   |
| $Q_{e,b}$   | Nutzenergie für Kühlung (Kühlbedarf)      | nicht messbar  | k.A.      | nur zusammen mit Übergabeverlusten messbar |
| $Q_{e,b}^*$ | Nutzenergie für Kühlregister              | nicht messbar  | k.A.      | nur zusammen mit Übergabeverlusten messbar |
| $Q_{h,b}$   | Nutzenergie für Heizung (Heizwärmebedarf) | nicht messbar  | k.A.      | nur zusammen mit Übergabeverlusten messbar |
| $Q_{h,b}^*$ | Nutzenergie für Heizregister              | nicht messbar  | k.A.      | nur zusammen mit Übergabeverlusten messbar |
| $Q_{l,b}$   | Nutzenergie für Beleuchtung               | direkt messbar | sehr hoch | eigene Beleuchtungskreise installieren     |
| $Q_{m,b}^*$ | Nutzenergie für Befeuchtung               | nicht messbar  | k.A.      | nur zusammen mit Übergabeverlusten messbar |
| $Q_{rv,b}$  | Nutzenergie für Wohnungslüftung           | nicht messbar  | k.A.      | nur zusammen mit Übergabeverlusten messbar |
| $Q_{v,h,b}$ | Nutzenergie für Luftaufbereitung (warm)   | nicht messbar  | k.A.      | nur zusammen mit Übergabeverlusten messbar |
| $Q_{v,s,b}$ | Nutzenergie für Luftaufbereitung (kalt)   | nicht messbar  | k.A.      | nur zusammen mit Übergabeverlusten messbar |
| $Q_{w,b}$   | Nutzenergie für Trinkwarmwasser           | direkt messbar | mittel    | nur wenn Übergabeverluste null sind        |

Die regenerativen Energiemengen, welche über bestimmte Techniken nutzbar gemacht werden, lassen sich ggf. mit Zählern erfassen.

Tabelle 14 Detailmesspunkte für regenerative Energien

| Allgemeines   |                                                         | Datenerhebung  |         |                                              |
|---------------|---------------------------------------------------------|----------------|---------|----------------------------------------------|
| Kürzel        | Beschreibung                                            | Möglichkeit    | Aufwand | Hinweise                                     |
| $Q_{e,reg}$   | Regenerative Energien für das Kühlsystem                | direkt messbar | gering  | bei Solaranlagen; bei Wärmepumpen: schwierig |
| $Q_{e,reg}^*$ | Regenerative Energien für das RLT-Kühlsystem            | direkt messbar | gering  | bei Solaranlagen; bei Wärmepumpen: schwierig |
| $Q_{h,reg}$   | Regenerative Energien für das statische Heizsystem      | direkt messbar | gering  | bei Solaranlagen; bei Wärmepumpen: schwierig |
| $Q_{h,reg}^*$ | Regenerative Energien für das RLT-Heizsystem            | direkt messbar | gering  | bei Solaranlagen; bei Wärmepumpen: schwierig |
| $Q_{m,reg}^*$ | Regenerative Energien für die Befeuchtung               | direkt messbar | gering  | bei Solaranlagen; bei Wärmepumpen: schwierig |
| $Q_{w,reg}$   | Regenerative Energien für die Trinkwasserwärmeerzeugung | direkt messbar | gering  | bei Solaranlagen; bei Wärmepumpen: schwierig |
| $Q_{rv,reg}$  | Regenerative Energien für das Wohnungslüftungssystem    | direkt messbar | gering  | bei Solaranlagen; bei Wärmepumpen: schwierig |

Die messtechnische Erfassung von technischen Verlusten ist insofern aufwendig, als dass es sich praktisch immer um Differenzmessungen handelt, welche den Einsatz mehrerer Zähler erfordern. Daher unpraktikabel. Übergabeverluste lassen sich gar nicht messen.

DIN V 18599 B1 : 2009-05

Tabelle 15 Detailmesspunkte für technische Verluste

| Kü<br>rz<br>el | Allgemeines                                         | Datenerhebung          |              |                                                                    |
|----------------|-----------------------------------------------------|------------------------|--------------|--------------------------------------------------------------------|
|                | Beschreibung                                        | Möglichkeit            | Auf-<br>wand | Hinweise                                                           |
| $Q_{0,ce}$     | Verluste Übergabe für das KÜHLSYSTEM                | nicht messbar          | k.A.         |                                                                    |
| $Q_{0,ce}^*$   | Verluste Übergabe für die RLT-KÜHLfunktion          | nicht messbar          | k.A.         |                                                                    |
| $Q_{0,he}$     | Verluste Übergabe für das HEIZSYSTEM                | nicht messbar          | k.A.         |                                                                    |
| $Q_{0,he}^*$   | Verluste Übergabe für die RLT-HEIZfunktion          | nicht messbar          | k.A.         |                                                                    |
| $Q_{0,m}^*$    | Verluste der Übergabe für Befeuchtung               | nicht messbar          | k.A.         |                                                                    |
| $Q_{0,v}$      | Verluste Übergabe für das Wohnungslüftungssystem    | nicht messbar          | k.A.         |                                                                    |
| $Q_{0,v,he}$   | Verluste Übergabe für das RLT-Luftsystem (warm)     | nicht messbar          | k.A.         |                                                                    |
| $Q_{0,v,he}$   | Verluste Übergabe für das RLT-Luftsystem (kalt)     | nicht messbar          | k.A.         |                                                                    |
| $Q_{0,w}$      | Verluste der Übergabe für Trinkwarmwasser           | direkt messbar         | sehr hoch    |                                                                    |
| $Q_{0,d}$      | Verluste Verteilung für das KÜHLSYSTEM              | indirekt prüf/erhebbar | sehr hoch    | durch Setzen vieler Zähler; dezentral: leicht, weil keine Verluste |
| $Q_{0,d}^*$    | Verluste Verteilung für die RLT-KÜHLfunktion        | indirekt prüf/erhebbar | sehr hoch    | durch Setzen vieler Zähler; dezentral: leicht, weil keine Verluste |
| $Q_{0,d,he}$   | Verluste Verteilung für das HEIZSYSTEM              | indirekt prüf/erhebbar | sehr hoch    | durch Setzen vieler Zähler; dezentral: leicht, weil keine Verluste |
| $Q_{0,d,he}^*$ | Verluste Verteilung für die RLT-HEIZfunktion        | indirekt prüf/erhebbar | sehr hoch    | durch Setzen vieler Zähler; dezentral: leicht, weil keine Verluste |
| $Q_{0,m,d}^*$  | Verluste der Verteilung für Befeuchtung             | indirekt prüf/erhebbar | sehr hoch    | durch Setzen vieler Zähler; dezentral: leicht, weil keine Verluste |
| $Q_{0,v,d}$    | Verluste Verteilung für das Wohnungslüftungssystem  | indirekt prüf/erhebbar | sehr hoch    | durch Setzen vieler Zähler; dezentral: leicht, weil keine Verluste |
| $Q_{0,v,d,he}$ | Verluste Verteilung für das RLT-Luftsystem (warm)   | nicht messbar          | k.A.         |                                                                    |
| $Q_{0,v,d,he}$ | Verluste Verteilung für das RLT-Luftsystem (kalt)   | nicht messbar          | k.A.         |                                                                    |
| $Q_{0,w,d}$    | Verluste der Verteilung für Trinkwarmwasser         | indirekt prüf/erhebbar | sehr hoch    | durch Setzen vieler Zähler; dezentral: leicht, weil keine Verluste |
| $Q_{0,s}$      | Verluste Speicherung für das KÜHLSYSTEM             | indirekt prüf/erhebbar | hoch         | durch Setzen zweier Zähler                                         |
| $Q_{0,s}^*$    | Verluste Speicherung für die RLT-KÜHLfunktion       | indirekt prüf/erhebbar | hoch         | durch Setzen zweier Zähler                                         |
| $Q_{0,s,he}$   | Verluste Speicherung für das HEIZSYSTEM             | indirekt prüf/erhebbar | hoch         | durch Setzen zweier Zähler                                         |
| $Q_{0,s,he}^*$ | Verluste Speicherung für die RLT-HEIZfunktion       | indirekt prüf/erhebbar | hoch         | durch Setzen zweier Zähler                                         |
| $Q_{0,v,s}$    | Verluste Speicherung für das Wohnungslüftungssystem | indirekt prüf/erhebbar | hoch         | durch Setzen zweier Zähler                                         |
| $Q_{0,w,s}$    | Verluste der Speicherung für Trinkwarmwasser        | indirekt prüf/erhebbar | hoch         | durch Setzen zweier Zähler                                         |
| $Q_{0,g}$      | Erzeugerverluste für das KÜHLSYSTEM                 | indirekt prüf/erhebbar | hoch         |                                                                    |
| $Q_{0,g}^*$    | Erzeugerverluste für das RLT-KÜHLSYSTEM             | indirekt prüf/erhebbar | hoch         |                                                                    |
| $Q_{0,g,he}$   | Erzeugerverluste für das statische Heizsystem       | indirekt prüf/erhebbar | mittel       | bei Kesseln aus Abgasmessungen                                     |
| $Q_{0,g,he}^*$ | Erzeugerverluste für das RLT-HEIZSYSTEM             | indirekt prüf/erhebbar | mittel       | bei Kesseln aus Abgasmessungen                                     |
| $Q_{0,m,g}^*$  | Erzeugerverluste für die Befeuchtung                | indirekt prüf/erhebbar | mittel       | bei Kesseln aus Abgasmessungen                                     |

DIN V 18599 B1 : 2009-05

|            |                                                   |                        |        |                                |
|------------|---------------------------------------------------|------------------------|--------|--------------------------------|
| $Q_{IV,g}$ | Erzeugerverluste für das Wohnungslüftungssystem   | indirekt prüf/erhebbar | hoch   |                                |
| $Q_{W,g}$  | Erzeugerverluste für den Trinkwasserwärmeerzeuger | indirekt prüf/erhebbar | mittel | bei Kesseln aus Abgasmessungen |

Zur Messung von Hilfsenergien wird zumindest die Installation eines Summenzählers empfohlen. Damit lässt sich die rechnerische Größe in der Regel verhältnismäßig einfach überprüfen.

Tabelle 16 Detailmesspunkte für Hilfsenergien

| Allgemeines    |                                                 | Datenerhebung  |         |                                   |
|----------------|-------------------------------------------------|----------------|---------|-----------------------------------|
| Kü<br>rz<br>el | Beschreibung                                    | Möglichkeit    | Aufwand | Hinweise                          |
| $Q_{c,aux}$    | Hilfsenergien für das Kühlsystem                | direkt messbar | hoch    | eigene Zähler setzen              |
| $Q_{c^*,aux}$  | Hilfsenergien für das RLT-Kühlsystem            | direkt messbar | hoch    | eigene Zähler setzen              |
| $Q_{h,aux}$    | Hilfsenergien für das statische Heizsystem      | direkt messbar | hoch    | eigene Zähler setzen              |
| $Q_{h^*,aux}$  | Hilfsenergien für das RLT-Heizsystem            | direkt messbar | hoch    | eigene Zähler setzen              |
| $Q_{l,aux}$    | Hilfsenergien für die Beleuchtung               | nicht messbar  | k.A.    |                                   |
| $Q_{m^*,aux}$  | Hilfsenergien für Befeuchtung in der RLT-Anlage | direkt messbar | hoch    | eigene Zähler setzen              |
| $Q_{W,aux}$    | Hilfsenergien für den Trinkwasserwärmeerzeuger  | direkt messbar | hoch    | eigene Zähler setzen              |
| $Q_{V,aux}$    | Hilfsenergien für Lufttransport                 | direkt messbar | hoch    | eigene Zähler setzen              |
| $Q_{t,aux}$    | Hilfsenergien Summe                             | direkt messbar | mittel  | messbar bei eigenen Zählerkreisen |

DIN V 18599 B1 : 2009-05

## Anhang A: Ausgabebogen

Das folgende Protokoll der Änderungen an den Originaldaten, um die Differenz zwischen Bedarf und Verbrauch erklären zu können, ist ggf. als Anlage zur Originalberechnung denkbar.

| Beschreibung vorhandener Gesamtmesswerte |   |   |   |   |   |
|------------------------------------------|---|---|---|---|---|
|                                          | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Energieträger                            |   |   |   |   |   |
| wird verwendet für...                    |   |   |   |   |   |
| Sondernutzungsanteile vorhanden?         |   |   |   |   |   |

| Änderungen in der Anzahl der Zonen |        |                |           |
|------------------------------------|--------|----------------|-----------|
|                                    |        | Ausgangsbilanz | Endbilanz |
| Zonen                              | Anzahl |                |           |

| Änderungen in den Nutzungsranddaten der Zonen [J/N] |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|-----------------------------------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Zone                                                | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| Name                                                |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| Zeiten                                              |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| Beleuchtung                                         |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| Belüftung                                           |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| innere Wärmequellen                                 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| Warmwasserbedarf                                    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| Temperaturen                                        |   |   |   |   |   |   |   |   |   |

| Änderungen bei den Einzeleingaben |                     |                         |                                   |
|-----------------------------------|---------------------|-------------------------|-----------------------------------|
|                                   |                     | Änderungen von Eingaben | anhand von Messwerten abgeglichen |
|                                   |                     | [J/N]                   | Bemerkungen zum Abgleich          |
| Kühlsystem                        | Nutzenergie         | $Q_{c,b}$               | Nutzenergie (Kühlbedarf)          |
|                                   | Verluste            | $Q_{c,ce}$              | Verluste Übergabe                 |
|                                   | Verluste            | $Q_{c,d}$               | Verluste Verteilung               |
|                                   | Verluste            | $Q_{c,s}$               | Verluste Speicherung              |
|                                   | Erzeugerenergieabg. | $Q_{c,outg}$            | Erzeugerenergieabgabe             |
|                                   | Verluste            | $Q_{c,g}$               | Erzeugerverluste                  |
|                                   | Reg. Energien       | $Q_{c,reg}$             | Regenerative Energien             |
|                                   | Endenergien         | $Q_{c,f}$               | Endenergie                        |
| Kühlsystem                        | Hilfsenergien       | $Q_{c,aux}$             | Hilfsenergien                     |

DIN V 18599 B1 : 2009-05

|                  |                                                                                                                                             |                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                        |
|------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| RLT-Kühlfunktion | Nutzenergie<br>Verluste<br>Verluste<br>Verluste<br>Erzeugerenergieabg.<br>Verluste<br>Reg. Energien<br>Endenergien<br>Hilfsenergien         | $Q_{c^*,b}$<br>$Q_{c^*,ce}$<br>$Q_{c^*,d}$<br>$Q_{c^*,s}$<br>$Q_{c^*,outg}$<br>$Q_{c^*,g}$<br>$Q_{c^*,reg}$<br>$Q_{c^*,f}$<br>$Q_{c^*,aux}$ | Nutzenergie für Kühlregister<br>Verluste Übergabe<br>Verluste Verteilung<br>Verluste Speicherung<br>Erzeugerenergieabgabe<br>Erzeugerverluste<br>Regenerative Energien<br>Endenergie<br>Hilfsenergien  |
| Heizsystem       | Nutzenergie<br>Verluste<br>Verluste<br>Verluste<br>Erzeugerenergieabg.<br>Verluste<br>Reg. Energien<br>Endenergien<br>Hilfsenergien         | $Q_{h,b}$<br>$Q_{h,ce}$<br>$Q_{h,d}$<br>$Q_{h,s}$<br>$Q_{h,outg}$<br>$Q_{h,g}$<br>$Q_{h,reg}$<br>$Q_{h,f}$<br>$Q_{h,aux}$                   | Nutzenergie (Heizwärmebedarf)<br>Verluste Übergabe<br>Verluste Verteilung<br>Verluste Speicherung<br>Erzeugerenergieabgabe<br>Erzeugerverluste<br>Regenerative Energien<br>Endenergie<br>Hilfsenergien |
| RLT-Heizfunktion | Nutzenergie<br>Verluste<br>Verluste<br>Verluste<br>Erzeugerenergieabg.<br>Verluste<br>Reg. Energien<br>Endenergien<br>Hilfsenergien         | $Q_{h^*,b}$<br>$Q_{h^*,ce}$<br>$Q_{h^*,d}$<br>$Q_{h^*,s}$<br>$Q_{h^*,outg}$<br>$Q_{h^*,g}$<br>$Q_{h^*,reg}$<br>$Q_{h^*,f}$<br>$Q_{h^*,aux}$ | Nutzenergie für Heizregister<br>Verluste Übergabe<br>Verluste Verteilung<br>Verluste Speicherung<br>Erzeugerenergieabgabe<br>Erzeugerverluste<br>Regenerative Energien<br>Endenergie<br>Hilfsenergien  |
| Beleuchtung      | Hilfsenergien<br>Nutzenergie<br>Endenergien                                                                                                 | $Q_{l,aux}$<br>$Q_{l,b}$<br>$Q_{l,f}$                                                                                                       | Hilfsenergien<br>Nutzenergie<br>Endenergie                                                                                                                                                             |
| Befehlung        | Nutzenergie<br>Verluste<br>Verluste<br>Erzeugerenergieabg.<br>Verluste<br>Reg. Energien<br>Endenergien<br>Hilfsenergien                     | $Q_{m^*,b}$<br>$Q_{m^*,ce}$<br>$Q_{m^*,d}$<br>$Q_{m^*,outg}$<br>$Q_{m^*,g}$<br>$Q_{m^*,reg}$<br>$Q_{m^*,f}$<br>$Q_{m^*,aux}$                | Nutzenergie<br>Verluste der Übergabe<br>Verluste der Verteilung<br>Erzeugerenergieabgabe<br>Erzeugerverluste<br>Regenerative Energien<br>Endenergie<br>Hilfsenergien                                   |
| Wohnungslüftung  | Nutzenergie<br>Verluste<br>Verluste<br>Verluste<br>Erzeugerenergieabg.<br>Verluste<br>Reg. Energien<br>Endenergien<br>Hilfsenergien         | $Q_{v,b}$<br>$Q_{v,ce}$<br>$Q_{v,d}$<br>$Q_{v,s}$<br>$Q_{v,outg}$<br>$Q_{v,g}$<br>$Q_{v,reg}$<br>$Q_{v,f}$<br>$Q_{v,aux}$                   | Nutzenergie<br>Verluste Übergabe<br>Verluste Verteilung<br>Verluste Speicherung<br>Erzeugerenergieabgabe<br>Erzeugerverluste<br>Regenerative Energien<br>Endenergie<br>Hilfsenergien                   |
| Luftaufbereitung | Nutzenergie<br>Verluste<br>Verluste<br>Nutzenergie<br>Verluste<br>Verluste<br>Hilfsenergien                                                 | $Q_{vc,b}$<br>$Q_{vc,ce}$<br>$Q_{vc,d}$<br>$Q_{vh,b}$<br>$Q_{vh,ce}$<br>$Q_{vh,d}$<br>$Q_{v,aux}$                                           | für Luftaufbereitung (kalt)<br>Verluste Übergabe<br>Verluste Verteilung<br>für Luftaufbereitung (warm)<br>Verluste Übergabe<br>Verluste Verteilung<br>Hilfsen. für Lufttransport                       |
| Trinkwarmwasser  | Nutzenergie<br>Verluste<br>Verluste<br>Verluste<br>Erzeugerenergieabg.<br>Verluste<br>Regenerative Energien<br>Endenergien<br>Hilfsenergien | $Q_{w,b}$<br>$Q_{w,ce}$<br>$Q_{w,d}$<br>$Q_{w,s}$<br>$Q_{w,outg}$<br>$Q_{w,g}$<br>$Q_{w,reg}$<br>$Q_{w,f}$<br>$Q_{w,aux}$                   | Nutzenergie<br>Verluste der Übergabe<br>Verluste der Verteilung<br>Verluste der Speicherung<br>Erzeugerenergieabgabe<br>Erzeugerverluste<br>Regenerative Energien<br>Endenergie<br>Hilfsenergien       |

DIN V 18599 B1 : 2009-05

## Anhang B: Entwicklung von Nutzungsprofilen

In einer zukünftigen Erweiterung der DIN V 18599 werden Hinweise für die Erstellung eigener Nutzungsprofile gegeben.

Die jährlichen Nutzungsstunden zur Tag- und zur Nachtzeit können bei einer Veränderung des Nutzungsprofils nach Tabelle 17 ermittelt werden.

*Tabelle 17: Jährliche Anzahl der Nutzungsstunden zur Tag- und zur Nachtzeit für Mitteleuropäische Zeit für den Standort Berlin.*

|                         | 0 bis 1 Uhr | 1 bis 2 Uhr | 2 bis 3 Uhr | 3 bis 4 Uhr | 4 bis 5 Uhr | 5 bis 6 Uhr | 6 bis 7 Uhr | 7 bis 8 Uhr | 8 bis 9 Uhr | 9 bis 10 Uhr | 10 bis 11 Uhr | 11 bis 12 Uhr | 12 bis 13 Uhr | 13 bis 14 Uhr | 14 bis 15 Uhr | 15 bis 16 Uhr | 16 bis 17 Uhr | 17 bis 18 Uhr | 18 bis 19 Uhr | 19 bis 20 Uhr | 20 bis 21 Uhr | 21 bis 22 Uhr | 22 bis 23 Uhr | 23 bis 24 Uhr |
|-------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| Anzahl der Tagstunden   | 0           | 0           | 0           | 0           | 60          | 151         | 223         | 307         | 365         | 365          | 365           | 365           | 365           | 365           | 365           | 365           | 331           | 233           | 155           | 63            | 0             | 0             | 0             | 0             |
| Anzahl der Nachtstunden | 365         | 365         | 365         | 365         | 305         | 214         | 142         | 58          | 0           | 0            | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             | 34            | 132           | 210           | 302           | 365           | 365           | 365           | 365           |

Die aus Tabelle 17 ermittelte Summe ist um den Minderungsfaktor  $k_{d,nutz,a}$  zu mindern, dabei gilt:

$$k_{d,nutz,a} = \frac{d_{nutz,a}}{J} \quad \text{Gleichung}$$

mit:

$d_{nutz,a}$  die jährlichen Nutzungstage des Gebäudes.

$J$  Anzahl der Tage des Jahres. Es dürfen 365 Tage angenommen werden.

Durch Ferien- und Pausenzeiten können sich signifikante Abweichungen von dem nach dem oben angegebenen Verfahren ermittelten Werten ergeben.

## 4 Zusammenfassung

Rechnerisch ermittelte Energiebedarfswerte und gemessene Verbrauchswerte stimmen in der Regel nicht überein. Sollen belastbare Empfehlungen über energetisch und wirtschaftlich sinnvolle Sanierungsmaßnahmen für ein bestehendes Gebäude (z.B. im Rahmen einer Energieberatung) erarbeitet werden, so sind stets Energiebedarf und Energieverbrauch auszuwerten. Der Energieberater muss deshalb einen Bedarfs- Verbrauchsabgleich vornehmen. Der vorliegende Leitfaden zeigt eine detaillierte Vorgehensweise für den Abgleich von Energiebedarf und Energieverbrauch. Er liefert zudem Hinweise zur Auswertung von Verbrauchswerten, zur Überprüfung der Bedarfsrechnung sowie zur Detailauswertung von Verbrauchswerten und deren Schnittstelle zum Bedarf.

Eine Veröffentlichung des Leitfadens als Beiblatt 1 zur DIN V 18599 wurde in der Sitzung des DIN Gemeinschaftsausschusses GA 005-56-20 am 27. Mai 2009 beschlossen, Voraussetzung dafür ist die Zustimmung der Normenprüfungsstelle.

Die Analyse der Bedarfs- und Verbrauchswerte in diesem Forschungsprojekt zeigt, dass es systematische Differenzen zwischen Energiebedarf und Verbrauch gibt. Um die Ursachen dafür zu analysieren und ggf. zu eliminieren, sollte in weiteren Arbeiten die Bedarfsberechnung überprüft werden.

## 5 Literatur

|               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|---------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| DIN V 4108-6  | DIN V 4108-6: 2003-06 Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden<br>Teil 6: Berechnung des Jahresheizwärme- und des Jahresheizenergiebedarfs                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| DIN V 4701-10 | DIN V 4701-10:2003-08 Energetische Bewertung heiz- und raumluftechnischer Anlagen, Teil 10: Heizung, Trinkwassererwärmung, Lüftung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| DIN V 18599   | DIN V 18599:2007-02 Energetische Bewertung von Gebäuden – Berechnung des Nutz-, End- und Primärenergiebedarfs für Heizung, Kühlung, Lüftung, Trinkwarmwasser und Beleuchtung –<br><br>Teil 1: Allgemeine Bilanzierungsverfahren, Begriffe, Zonierung und Bewertung der Energieträger<br><br>Teil 2: Nutzenergiebedarf für Heizen und Kühlen von Gebäudezonen<br><br>Teil 3: Nutzenergiebedarf für die energetische Luftaufbereitung<br><br>Teil 4: Nutz- und Endenergiebedarf für Beleuchtung<br><br>Teil 5: Endenergiebedarf von Heizsystemen<br><br>Teil 6: Endenergiebedarf von Wohnungslüftungsanlagen und Luftheizungsanlagen für den Wohnungsbau<br><br>Teil 7: Endenergiebedarf von Raumluftechnik- und Klimakältesystemen für den Nichtwohnungsbau<br><br>Teil 8: Nutz- und Endenergiebedarf von Warmwasserbereitungssystemen<br><br>Teil 9: End- und Primärenergiebedarf von Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen<br><br>Teil 10: Nutzungsrandbedingungen, Klimadaten |
| IWU 2006      | Knissel, J. u. a.: Entwicklung eines vereinfachten Verfahrens zur Ermittlung gebäudespezifischer Primärenergiekennwerte, geeignet als Bewertungsmerkmal im Mietspiegel, Abschlussbericht 14.7.2006                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| WSchV95       | Verordnung über einen energiesparenden Wärmeschutz bei Gebäuden vom 16. August 1994                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |