

# Vereinfachte energetische Bewertung von Gebäuden nach DIN V 18599

## Grundlagen des Verfahrens



Prof. Dr.-Ing. Rainer Hirschberg

### Einleitung

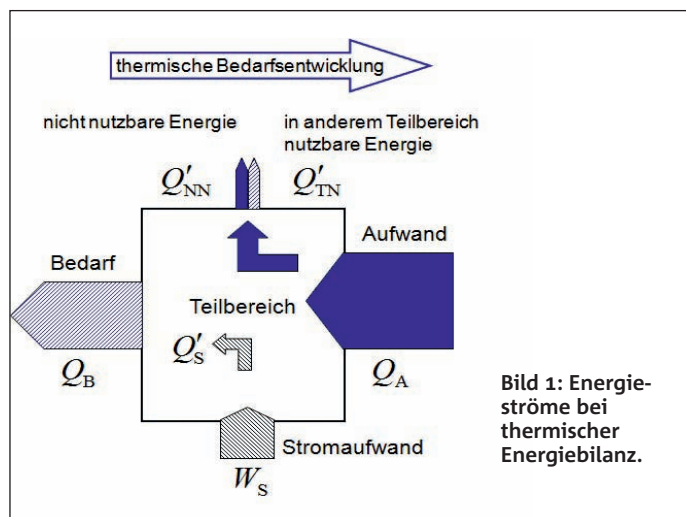
Die Energetische Bewertung von Gebäuden nach DIN V 18599 ist u.a. für den öffentlich rechtlichen Nachweis als Rechenverfahren vom Ordnungsgeber vorgeschrieben. Aufgrund unterschiedlicher Ergebnisse bei der rechnergestützten Berechnung, sei es durch Fehler/Mängel in den Anwendungsprogrammen oder durch unterschiedliche Interpretation der Normenreihe, werden Nachweise, die auf der Basis der DIN V 18599 erstellt werden, von der KfW als Grundlage für die Bewilligung von Förderungen nicht mehr anerkannt. Dies ist ein unhaltbarer und nicht zu akzeptierender Zustand, der zur weiteren Verunsicherung in der Anwendung der DIN V 18599 führt.

Das vom Verfasser bereits in Auszügen vorgestellte vereinfachte Verfahren zur Bewertung der Anlagentechnik, das auf der Basis der in DIN V 18599 gemachten Ansätze zu nachvollziehbaren Ergebnissen führt, soll in seinen wesentlichen Grundlagen erläutert werden.

Das vom Verfasser bereits in Auszügen vorgestellte vereinfachte Verfahren zur Bewertung der Anlagentechnik, das auf der Basis der in DIN V 18599 gemachten Ansätze zu nachvollziehbaren Ergebnissen führt, soll in seinen wesentlichen Grundlagen erläutert werden.

### Energiebilanz in Anlagenteilbereichen

Die energetische Bewertung der Anlagentechnik beruht auf der Energiebilanz in einem Anlagenteilbereich oder einer Anlagenkomponente. Bezugsgröße bildet dabei jeweils der zu deckende Energiebedarf. Da in allen Anlagen der Technischen Gebäudeausrüstung sowohl thermische als auch elektrische Energie auftritt, muss die Energiebilanz für beide Energieformen aufgestellt werden. In Bild 1 ist die thermische und in Bild 2 die elektrische Energiebilanz in Form von Energieströmen dargestellt.



In Bild 1 bedeuten:

- $Q_A$  thermischer Energieaufwand
- $Q_B$  thermischer Energiebedarf
- $Q'_{NN}$  nicht nutzbare Energie (in dem bilanzierten Teilbereich)
- $Q'_{TN}$  in anderem Teilbereich nutzbare Energie
- $Q'_S$  aus Stromaufwand nutzbare Energie
- $W_S$  Stromaufwand für die Funktion des Anlagenteilbereichs

Die thermische Energiebilanz gemäß Bild 1 lautet:

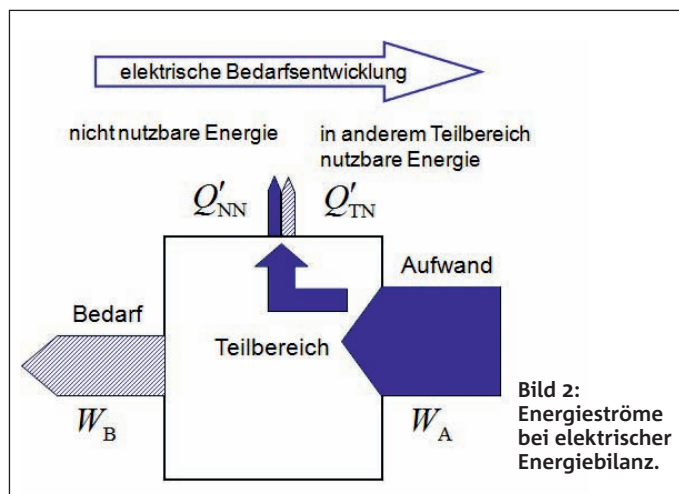
$$Q_B + Q'_{NN} + Q'_{TN} - Q_A - Q'_S = 0$$

und daraus der thermische Aufwand:

$$Q_A = Q_B + Q'_{NN} + Q'_{TN} - Q'_S$$

Die thermische Aufwandszahl stellt den thermischen Aufwand ins Verhältnis zur Bezugsgröße, dem thermischen Energiebedarf:

$$e_{th} = \frac{Q_A}{Q_B} = 1 + \frac{Q'_{NN} + Q'_{TN} - Q'_S}{Q_B}$$



Analog gilt für die elektrische Energiebilanz:

Die Formelzeichen in Bild 2 bedeuten:

- $W_A$  elektrischer Energieaufwand
- $W_B$  elektrischer Energiebedarf
- $Q'_{NN}$  nicht nutzbare thermische Energie (in dem bilanzierten Teilbereich)
- $Q'_{TN}$  in anderem Teilbereich nutzbare thermische Energie

Die elektrische Energiebilanz gemäß Bild 2 lautet:

$$W_B + Q'_{NN} + Q'_{TN} - W_A = 0$$

und daraus der elektrische Aufwand:

$$W_A = W_B + Q'_{NN} + Q'_{TN}$$

Die elektrische Aufwandszahl stellt den elektrischen Aufwand ins Verhältnis zur Bezugsgröße, dem elektrischen Energiebedarf:

$$e_e = \frac{W_A}{W_B} = 1 + \frac{Q'_{NN} + Q'_{TN}}{W_B}$$

**Kopplung von Anlagenteilbereichen**

Bei der thermischen Gesamtbilanzierung des Energiebedarfs der Anlagentechnik können die einzelnen Anlagenteilbereiche gekoppelt werden. Der Energiebedarf bei der Übergabe ist die Bezugsgröße für den Energieaufwand bei der Übergabe, der dann die Bezugsgröße für den Energieaufwand der Verteilung und dieser die Bezugsgröße für den Energieaufwand der Erzeugung darstellt. Wenn keine Entkopplung der auch hydraulisch verbundenen Anlagenteilbereiche vorliegt, ergibt sich die Gesamtaufwandszahl aus dem Produkt der einzelnen Aufwandszahlen:

$$e_{th,g} = \prod_{j=1-3} e_{th,j} = e_{CE} \cdot e_D \cdot e_G$$

Der Gesamtenergieaufwand  $Q_{A,ges}$  (thermisch) ergibt sich demnach zu:

$$Q_{A,ges} = Q_B \cdot e_{CE} \cdot e_D \cdot e_G$$

Der elektrische Energieaufwand, der für die Deckung des elektrischen Energiebedarfs (Beleuchtung) und für Antriebe (z. B. Transport, Erzeugung) und Regelung benötigt wird, kann aufgrund der nicht unmittelbaren Verbindung der Stromkreise, sondern der sternförmigen Topologie, nur über die einzelnen Anlagenteilbereiche addiert werden. Der gesamte elektrische Energieaufwand ergibt sich daher zu:

$$W_{S,g} = \sum_{j=1-3} W_{S,j} = W_{CE} + W_D + W_G$$

(die verwendeten Indices bedeuten CE – Control und Emssion, D – Distribution und G – Generation).

Daraus ergibt sich, dass im vereinfachten Verfahren zur energetischen Bewertung der Anlagentechnik die Gesamtauf-

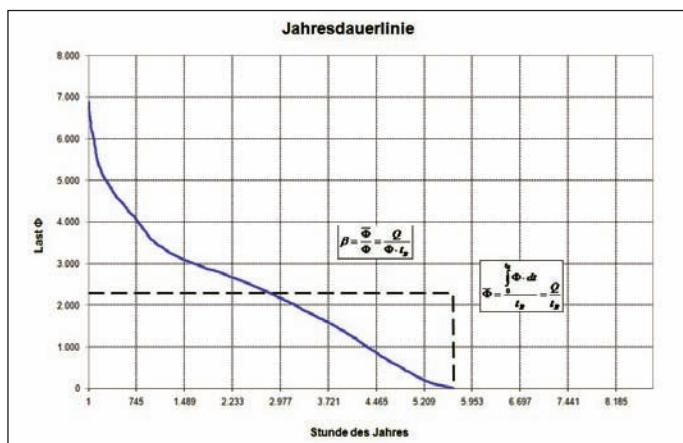


Bild 3: Jahresdauerlinie und mittlere Belastung.

wandszahl zur Bestimmung des thermischen Aufwands durch Multiplikation der Aufwandszahlen der einzelnen Anlagenteilbereiche und der elektrische Gesamtenergieaufwand durch Addition der elektrischen Aufwände in den einzelnen Anlagenteilbereichen bestimmt werden.

**Allgemeingültigkeit von Aufwandszahlen**

Die Aufwandszahlen der Anlagentechnik hängen bezüglich ihrer Reaktion auf den dynamischen Bedarf vom Teillastbetrieb ab und sind daher eine Funktion der mittleren Belastung. Die mittlere Belastung einer Komponente oder eines Anlagenteilbereichs kann aus der Jahresdauerlinie, die den geordneten Verlauf der Leistung darstellt, ermittelt werden. Wie sich aus Bild 3 ergibt, stellt die mittlere Belastung die mittlere Leistung ins Verhältnis zur maximalen Leistung, wobei die mittlere Leistung aus dem zur Jahresenergie flächengleichen Rechteck bestimmt werden kann und die Jahresenergie sich aus der Fläche unter der Jahresdauerlinie ergibt.

Der Verlauf der Jahresdauerlinie ist bei allen Lasten, die einen von den meteorologischen Bedingungen abhängigen Anteil aufweisen, ähnlich. Bei Lasten, die konstant sind, beträgt die mittlere Belastung 100 %, so naturgemäß kein Teillastverhalten vorliegt.

Damit sind, wie zuvor beschrieben, die Aufwandszahlen von Komponenten oder Anlagenteilbereichen vom Bedarf und dessen dynamischen Verhalten als Eingangsgrößen abhängig:

$$e_e = f(Q_B, \beta)$$

Ermittelt man die Jahresdauerlinien für ein gleiches Gebäude mit den meteorologischen Bedingungen verschiedener Orte in Europa, so sind natürlich die absoluten Werte deutlich verschieden. Im Norden Europas ist sowohl die Last (für das Heizen) als auch die Anzahl der Betriebsstunden (Heizstunden) höher als im Süden Europas. In Bild 4 sind die Jahresdauerlinien für verschiedene Städte in Europa aufgetragen, deren Verlauf durch Simulationsrechnungen mit den entsprechenden Wetterdaten (Testreferenzjahre) ermittelt wurde.

Die Ähnlichkeit der Kurvenverläufe ist bereits in Bild 4 zu erkennen, für nördlichere (kältere) Regionen verschiebt sich die

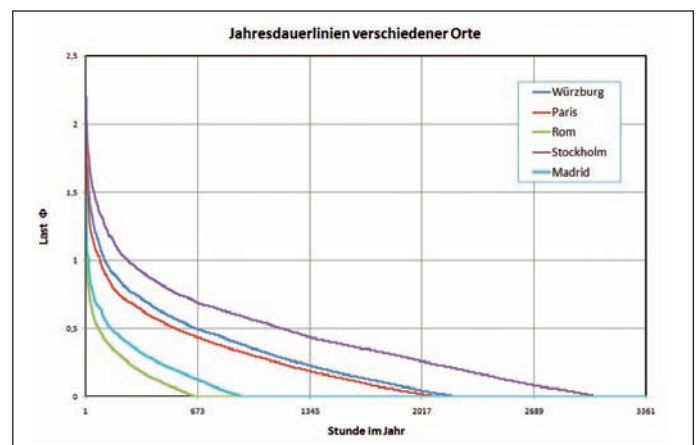


Bild 4: Jahresdauerlinien (Heizlast) eines Gebäudes für verschiedene Orte in Europa.

X-Achse weiter nach unten und für südlichere (wärmere) Regionen nach oben.

Da das dynamische Verhalten des Bedarfs für die energetische Bewertung durch die mittlere Belastung abgebildet werden kann, sind in Bild 5 die mittleren Belastungen für die zuvor in Bild 5 dargestellten Jahresdauerlinien der verschiedenen Orte berechnet und dargestellt.

Aus Bild 5 kann entnommen werden, dass sich die mittleren Belastungen (hier für Heizen) für ein Gebäude an verschiedenen Orten in Europa nahezu gleichen bzw. hinreichend dicht zusammen liegen. Die gleichen Ergebnisse stellen sich für die Betrachtung von Jahresdauerlinien für den Kühlfall dar, sodass allgemein festzustellen ist, dass Aufwandszahlen, die auf der Basis von mittleren Belastungen zur Beschreibung des dynamischen Verhaltens bestimmt werden, unabhängig von der örtlichen Ansiedlung von Gebäuden für die Anlagentechnik zur energetischen Bewertung verwendet werden können.

Damit ergibt sich, dass tabellierte Aufwandszahlen oder solche, die über Hilfstabellen bestimmt werden können, allgemein verwendet werden können und daher ein einheitliches Tabellenwerk für die energetische Bewertung von Anlagen darstellen.

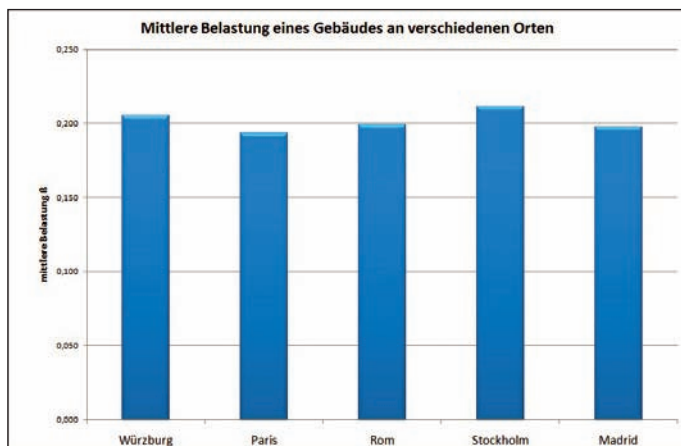


Bild 5: mittlere Belastung eines Gebäudes (für Heizen) an verschiedenen Orten in Europa.

Sofern Anlagenkomponenten keine dynamischen Abhängigkeiten im Energieaufwand zugeordnet werden, können Aufwandszahlen unmittelbar in Tabellenform angegeben werden. Ebenfalls unmittelbar in Tabellenform können Aufwandszahlen angegeben werden, bei denen eine direkte Abhängigkeit von der mittleren Belastung vorliegt. Für Anlagenteilbereiche wie z.B. Verteilung oder Transport sind neben der mittleren Belastung weitere Randbedingungen maßgeblich, die sich jedoch auf charakteristische Größen wie etwa die Fläche beziehen lassen.

### Bilanzgrenzen von Anlagenteilbereichen

Ebenso wie es notwendig ist, zur energetischen Bewertung einheitliche und für jede Betrachtung anwendbare Aufwandszahlen zu verwenden, ist es notwendig, einheitliche Kriterien für die Aufteilung der Anlagen in die drei Teilbereiche Übergabe, Verteilung und Erzeugung zu verwenden. Eine zentrale Bedeutung für dieses Unterteilungskriterium besitzt dabei die Verteilung. Die Verteilung von Energie in Wasser- oder Solekreisläufen liefert bereits ein eindeutiges Merkmal für die hydraulische Auf-

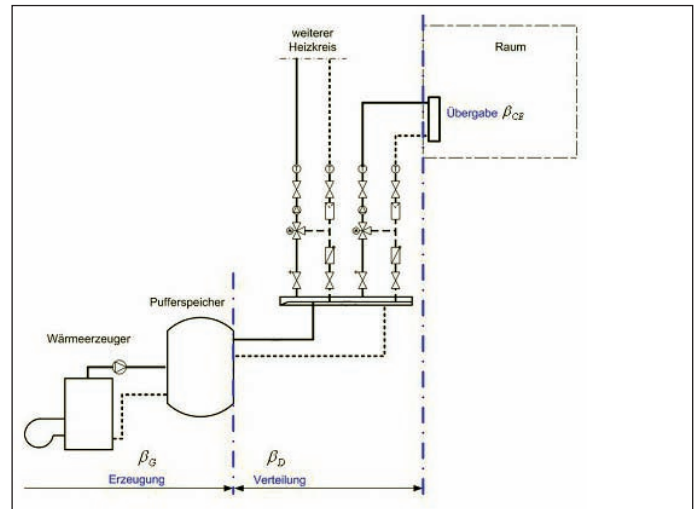


Bild 6: Teilbereiche einer Heizanlage mit Pufferspeicher (hydraulischem Entkoppler).

teilung in Nutzer- und Erzeugerkreis. In Bild 6 sind am Beispiel einer einfachen Heizanlage die Teilbereiche Übergabe, Verteilung und Erzeugung dargestellt.

Der in Bild 6 dargestellte Pufferspeicher entkoppelt die Verbraucherkreise vom Erzeugerkreis. Sowohl die Verbraucherkreise als auch der Erzeugerkreis bilden geschlossene Kreisläufe, die dynamischen Belastungen in den Verbraucherkreisen besitzen keinen Einfluss auf die Belastung des Erzeugerkreises. Die Energie für die Verbraucherkreise wird im Pufferspeicher zur Verfügung gestellt, sodass folgerichtig ein Pufferspeicher Bestandteil des Anlagenteilbereichs Erzeugung ist.

Am Beispiel einer zentralen Trinkwassererwärmungsanlage (siehe Bild 7) sind die Bilanzgrenzen der Anlagenteilbereiche und der neu eingeführte Bereich Transport zu erkennen. Der geschlossene Heizkreis, die Verteilung, verbindet die Übergabe am Wärmeübertrager des Trinkwassererwärmers mit dem Erzeuger. Das in den Trinkwassererwärmer eintretende Kaltwasser wird erwärmt und tritt an der Entnahmestelle aus, sodass das erwärmte Trinkwasser nur vom Erwärmer zur Entnahmestelle transportiert wird. Der thermische Energieaufwand für den Transport ergibt sich durch die Temperaturdifferenz zwischen Speichertemperatur und Entnahmetemperatur, die aus Wärmeabgabe der Rohrleitungen resultiert.

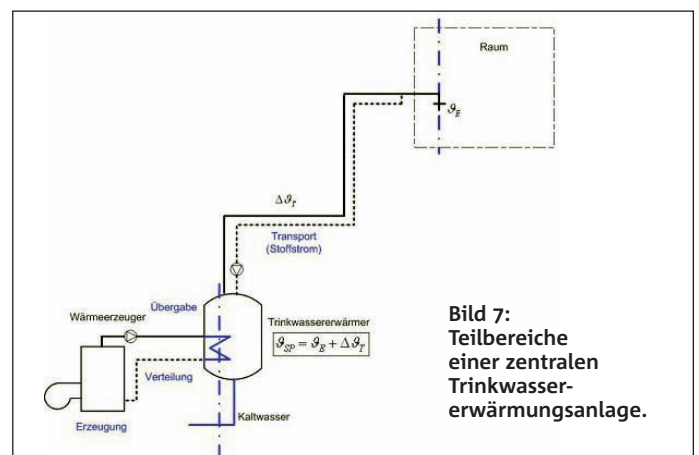


Bild 7: Teilbereiche einer zentralen Trinkwassererwärmungsanlage.

**Zusammenfassung**

Für das vom Verfasser entwickelte vereinfachte Verfahren zur energetischen Bewertung der Anlagentechnik auf der Grundlage der DIN V 18599 wurden einige Grundlagen vorgestellt, die zum Verständnis beitragen. Die konsequente Verwendung von Aufwandszahlen führt zu einer überschaubaren und insbesondere nachvollziehbaren Berechnung, die nebenbei dazu führt, dass wieder Fachwissen im Sinne von Präsenzwissen generiert werden kann.

Parallel zur Entwicklung eines vereinfachten Verfahrens wird der Verfasser auch ein vereinfachtes Verfahren zur energetischen Bewertung der Gebäude- bzw. Zonenhülle vorstellen. Zusammen mit der energetischen Bewertung der Anlagentechnik wird dann ein (Hand-) Rechenverfahren zur Verfügung stehen, das sich mit einer Jahresbetrachtung begnügt und trotzdem hinreichende und für den Zweck des Nachweises ausreichende Genauigkeit aufweist. ◀

**Literatur:**

[1] Hirschberg, Rainer: Energieeffiziente Gebäude, Rudolf Müller Verlag, Köln, 2008

# SHK-Infos auf allen Kanälen!

[www.ikz.de/xing](http://www.ikz.de/xing)

[www.ikz.de/blog](http://www.ikz.de/blog)

[www.ikz.de/youtube](http://www.ikz.de/youtube)

[www.ikz.de/twitter](http://www.ikz.de/twitter)

[www.ikz.de/facebook](http://www.ikz.de/facebook)



STROBEL VERLAG GmbH & Co KG  
Zur Feldmühle 9-11  
59821 Arnsberg  
Tel. 02931 8900-0, Fax -38  
leserservice@stobbel-verlag.de  
www.stobbel-verlag.de

Besser informiert.