FIA

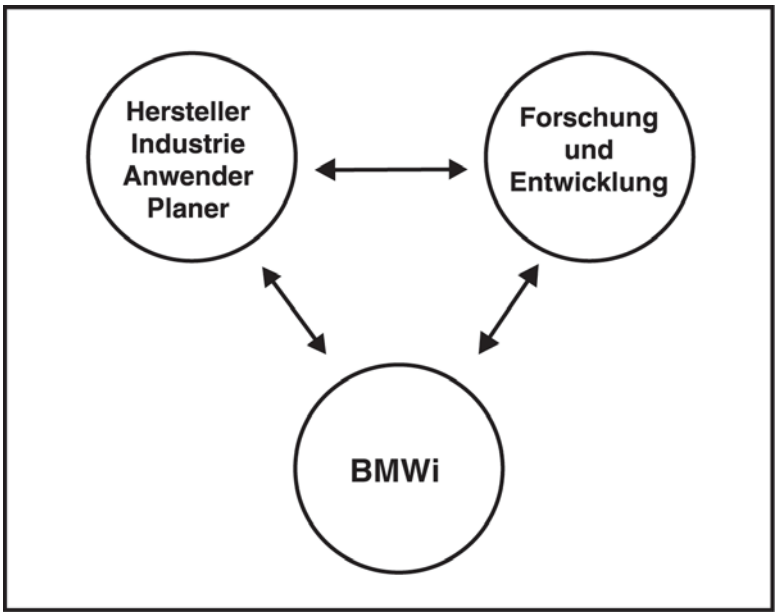
Forschungs-Informations-Austausch

Fraunhofer IBP

SANIREV 2

Energetische Bewertung von Gebäuden mit raumlufttechnischen Anlagen

Bilanzierungsgrundlagen und praktische Umsetzung in DIN V 18599



Forschungsberichte

ISBN 3-938210-15-X

FGK Nr. 121.3 08/06

SANIREV 2

Energetische Bewertung von Gebäuden mit raumlufttechnischen Anlagen

Bilanzierungsgrundlagen und praktische Umsetzung in DIN V 18599

Abschlussbericht des Verbundprojektes
Förderkennzeichen 032 9828D

Herausgeber: FIA-Projekt – Forschungs-Informations-Austausch
unterstützt durch das
Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi)
Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)

im Fachinstitut Gebäude-Klima e.V.
Danziger Straße 20
74321 Bietigheim-Bissingen
Tel.: 0 71 42/5 44 98
www.fgk.de

Projekt: Fraunhofer-Institut für Bauphysik
Stuttgart

Veröffentlicht im August 2006, Best. Nr.: 121.3
ISBN 3-938210-15-X
Die Verantwortung für den Inhalt liegt bei den Autoren.

Fraunhofer Institut Bauphysik

Bauaufsichtlich anerkannte Stelle
für Prüfung, Überwachung und
Zertifizierung
Zulassung neuer Baustoffe, Bauteile
und Bauarten
Forschung, Entwicklung, Demonstration und Beratung auf den Gebieten
der Bauphysik

Institutsleitung
Univ.-Prof. Dr.-Ing. Gerd Hauser
Univ.-Prof. Dr.-Ing. Klaus Sedlbauer

IBP-Bericht WB 130/2005

SANIREV 2 - Energetische Bewertung von Gebäuden mit raumlufttechnischen Anlagen

Bilanzierungsgrundlagen und praktische Umsetzung in DIN V 18599

Das Vorhaben wurde gefördert vom
Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi)
im Rahmen des Zukunftsinvestitionsprogramms
Förderkennzeichen: 032 9828 D

Stuttgart, 20. Dezember 2005

Fraunhofer-Institut für Bauphysik
Nobelstraße 12 · D-70569 Stuttgart
Telefon +49 (0) 711/970-00
Telefax +49 (0) 711/970-3395
www.ibp.fraunhofer.de

Institutsteil Holzkirchen
Fraunhoferstr. 10 · D-83626 Valley
Telefon +49 (0) 8024/643-0
Telefax +49 (0) 8024/643-66
www.bauphysik.de

Projektgruppe Kassel
Gottschalkstr. 28a · D-34127 Kassel
Telefon +49 (0) 561/804-1870
Telefax +49 (0) 561/804-3187

Inhalt

1	Einführung	3
2	Energetische Bilanzierung	3
2.1	Der Bilanzraum	4
2.2	Struktur des Gebäudemodells	5
2.3	Der integrale Ansatz	6
2.4	Die Bilanzierungsschritte	10
2.5	Bilanz der Nutzenergie	12
2.6	Endenergiebewertung	18
2.7	Primärenergiebewertung	32
3	Beispielhafte Anwendung	34
3.1	Konditionierung im Beispielgebäude	36
3.2	Zonierung	37
3.3	Beispielrechnung	44
3.4	Variationen im Beispielgebäude	52
3.5	Ergebnisbewertung	58
3.6	Fehlerabschätzung	60
4	Die Umsetzung der Methode in die Praxis	61
4.1	Politische Vorgaben	61
4.2	Deutsche Umsetzung der EU-EPBD	62
4.3	Die deutsche Bewertungsmethode	63
4.4	DIN V 18599 - ein ganzheitlicher Ansatz	64
4.5	DIN V 18599 im internationalen Vergleich	71
5	Zusammenfassung	72

1 Einführung

Die Senkung des Energieverbrauchs aus Gründen der Ressourcen- und Umweltschonung ist ein dringendes Anliegen aller Industrienationen. Gebäude stellen hierbei eine besondere Herausforderung dar, da es sich bei ihnen um langlebige Produkte handelt, die sowohl für ihre Erstellung als auch während ihrer Lebensdauer Energie benötigen. Europaweit hat sich hierbei in besonderem Maße die Reduzierung des Kühlenergiebedarfs von Nichtwohngebäuden als eine signifikante Größe herauskristallisiert. Mit der Ende 2002 erlassenen EU-Richtlinie „Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden" ergibt sich ab dem Jahr 2006 europaweit die Anforderung, nicht nur Wohngebäude sondern auch Nichtwohngebäude, nicht nur die Raumheizung sondern auch die Kühlsysteme, die Lüftungssysteme und die Beleuchtungssysteme sowie die Gebäudekonstruktion in eine ganzheitliche Bewertung der energetischen Effizienz von Gebäuden einzubeziehen. Die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden soll, gemäß der EU-Richtlinie, nach einer Methode berechnet werden, die regional differenziert werden kann und bei der zusätzlich zur Wärmedämmung auch andere Faktoren einbeziehbar sind wie beispielsweise Heizungssysteme und Klimaanlagen, Nutzung erneuerbarer Energieträger und unterschiedliche Konstruktionsarten des Gebäudes. Für die Entwicklung der Methodik konnte das Projekt SANIREV II die Grundlagenarbeiten bereitstellen. Für die nationale Umsetzung der EU-Richtlinie in Deutschland konnte hierauf aufbauend, unterstützt durch eine erstmalig realsierte enge Zusammenarbeit der verschiedenen Normungsgremien für Bauwesen, Anlagentechnik und Beleuchtung, ein gemeinsames, durchgängiges normatives Verfahren für die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden entwickelt und in der DIN V 18599 veröffentlicht werden.

Die im SANIREV II-Vorhaben entwickelten Algorithmen erlauben die Beurteilung aller Energiemengen, die zur bestimmungsgemäßen Heizung, Warmwasserbereitung, raumlufttechnischen Konditionierung und Beleuchtung von Gebäuden notwendig sind. Dabei wird auch die gegenseitige Beeinflussung von Energieströmen und die daraus resultierenden planerischen Konsequenzen berücksichtigt. Die Methodik ist geeignet, den langfristigen Energiebedarf für Gebäude oder auch Gebäudeteile mit raumlufttechnischen Anlagen zu ermitteln und die Einsatzmöglichkeiten erneuerbarer Energien für Gebäude abzuschätzen. Die dokumentierten Algorithmen sind anwendbar für die energetische Bilanzierung von:

- Wohn- und Nichtwohnbauten;
- Neubauten und Bestandsbauten.

2 Energetische Bilanzierung

Die energetische Bilanzierung eines Gebäudes mit seiner Anlagentechnik kann je nach Aufgabenstellung (z. B. öffentlich-rechtlicher Nachweis, Energieberatung usw.) einen unterschiedlichen Umfang haben. So kann bei der Energieberatung die Bilanz des Energiebedarfs auf bestimmte Bereiche (z. B. Heizung, Be- und Entlüftung, Klimatisierung, Trinkwarmwasserbereitung, Beleuchtung usw.)

begrenzt werden. Für den öffentlich-rechtlichen Nachweis des Energiebedarfs ist der Bilanzumfang fest vorgegeben und umfasst für Nicht-Wohngebäude alle für die Konditionierung notwendigen Bau- und Energiesysteme. Bei Wohngebäuden wird häufig die Bilanzierung auf die Systeme zur Beheizung, Belüftung und zur Warmwasserbereitung begrenzt.

2.1 Der Bilanzraum

Die Energiebilanz eines konditionierten Gebäudes sollte eine gemeinschaftliche Bewertung des Baukörpers, der Nutzung und der Anlagentechnik unter Berücksichtigung der gegenseitigen Wechselwirkungen umfassen, das bedeutet die Energieaufwendungen für

- die Heizung;
- die Lüftung;
- die Klimatisierung (einschließlich Kühlung und Befeuchtung);
- die Trinkwarmwasserversorgung;
- die Beleuchtung

von Gebäuden einschließlich der Stromaufwendungen (Hilfsenergien), die unmittelbar für die Energieversorgung erforderlich sind.

Bild 2.1 zeigt den Umfang der in die Bilanzierungsmethode integrierten Systeme aus Gebäude- und Anlagentechnik. Sowohl passive Systeme (Sonnenschutz, Gebäudemasse) als auch alle technischen Servicesysteme sind enthalten.

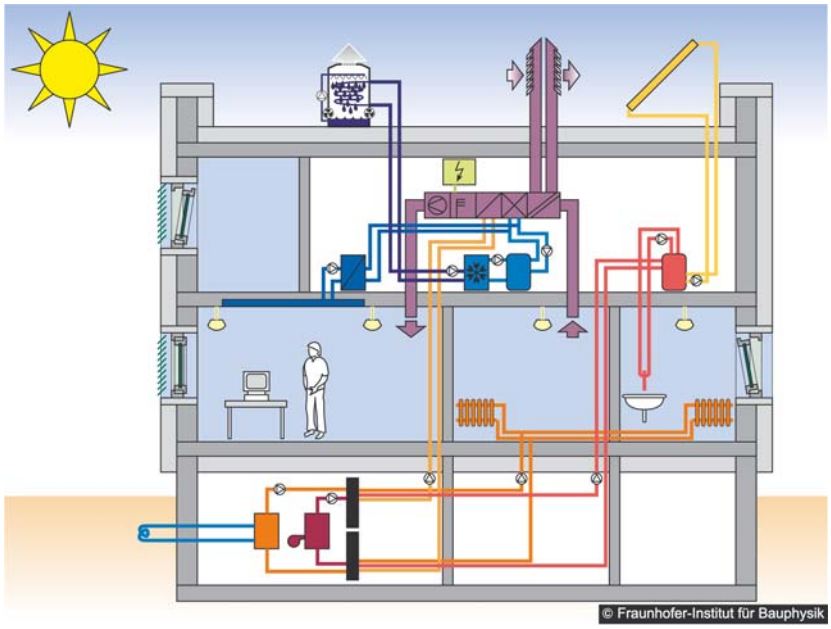


Bild 2.1: Übersicht der Gebäude- und Anlagensysteme, die in die Bilanzierungsmethode integriert werden.

Hierbei ist darauf zu achten, dass die Kennwerte die den einzelnen Bilanzierungsschritten zugrunde zu legen sind auch konsestent sind. So hat ein Sonnenschutz seine beste Effizienz wenn er zur Heizungsunterstützung gar nicht eingesetzt wird, zur Kühlungsunterstützung vollkommen geschlossen ist und zur Beleuchtungsunterstützung ausreichend Tageslicht in den Raum transmittieren läßt. Daher muss darauf geachtet werden, dass für alle Berechnungsvorgänge die gleichen Kennwerte für den Sonnenschutz verwendet werden, um die konkurrierenden Effekte richtig bewerten zu können.

Entscheidend bei der Methode ist auch, dass alle Strategien gleichartig gewichtet werden. So wird die Auswirkung einer Kühldecke auf die Energiebilanz einer Zone in gleicher Weise bewertet werden wie die einer Nachtlüftung. Erst so ist sichergestellt, daß Maßnahmen aus verschiedenen Gewerken vergleichend gegenübergestellt werden können.

2.2 Struktur des Gebäudemodells

Für die Berechnung des Energiebedarfs kann es gegebenenfalls erforderlich sein, das Gebäude in Zonen zu unterteilen. Der Energiebedarf des Gebäudes ergibt sich aus der Summe des Energiebedarfs aller Gebäudezonen. Eine Zone umfasst die Räume bzw. den Grundflächenanteil eines Gebäudes, die/der durch einheitliche Nutzungsrandbedingungen (Temperatur, Lüftung, Beleuchtung) gekennzeichnet sind bzw. ist. Sie weist mindestens eine Art der Konditionierung (Heizung, Kühlung, Be- und Entlüftung, Befeuchtung, Beleuchtung und Trinkwarmwasserversorgung) auf. Für jede konditionierte Zone muss, sofern sie beheizt und/oder gekühlt wird, der Nutzenergiebedarf für Heizung und Kühlung getrennt bestimmt werden. Bei hohem Luftwechsel zwischen verschiedenen Räumen oder Raumgruppen des Gebäudes sind diese grundsätzlich in einer Gebäudezone zusammenzufassen und eine gemeinsame Bilanz des Nutzwärme/-kältebedarfs zu erstellen.

Neben der nutzungsspezifischen Zonierung ist auch noch eine anlagenspezifische Zuordnung vorzunehmen. Dies erfolgt in Form von Versorgungsbereichen. Ein Versorgungsbereich (Heizung, Warmwasser, Lüftung, Kühlung, Beleuchtung usw.) umfasst die Gebäudeteile, die von der gleichen Technik versorgt werden. Ein Versorgungsbereich kann sich über mehrere Zonen erstrecken; eine Zone kann auch mehrere Versorgungsbereiche umfassen. Die Zonen und die in den Berechnungen der einzelnen Technischen Gewerke verwendeten Versorgungsbereiche können voneinander abweichen. Für die Zuordnung der einzelnen gewerkspezifischen Bilanzanteile zu den Zonen gelten dann folgende Regeln:

- Umfasst ein Versorgungsbereich mehr als eine Zone, oder verläuft die Grenzlinie einer Zone durch einen Versorgungsbereich, so ist der Energiebedarf, bzw. die Energieabgabe (Verluste) auf die einzelnen Zonen aufzuteilen.

- Wird eine Zone in mehrere Versorgungsbereiche untergliedert, so ergibt sich der Energiebedarf der Zone als Summe des Energiebedarfs der innerhalb der Zone befindlichen Teilnettogrundflächen aller Versorgungsbereiche.

2.3 Der integrale Ansatz

Von besonderer Wichtigkeit bei der Bilanzierung der Energieströme in Gebäuden ist die Bewertung der sich gegenseitigen beeinflussenden Anteile, wie die Auswirkung von Anlagenverlusten, künstlicher Beleuchtung, Heizung und Klimatisierung auf die Ausnutzung der internen und solaren Gewinne. Auch die Beleuchtung mit Tageslicht muss hier in die Bewrtung miteinbezogen werden. Während in der bisherigen deutschen Berechnungsprozedur zur Ermittlung des Heizenergiebedarfs gemäß DIN V 4108-6 in Verbindung mit DIN V 4710-10 diese gegenseitige Beeinflussung nicht berücksichtigt wird; d.h. unterschiedliche große Anlagenverluste beeinflussen nicht den Heizwärmebedarf sondern werden lediglich bei der Effizienzermittlung der Anlagentechnik berücksichtigt, muß bei einer Erweiterung der Bilanzierungsmethode um die Anteile Beleuchtung und Kühlung eine Korrektur hin zu einem physikalischen korrekteren Model erfolgen. Indem die Wärmeabgabe der Analgentechnik als Teil der internen Wärmequellen Berücksichtigung findet, lassen sich die Auswirkungen unterschiedlicher Anlagenausführungen auf den Wärmebedarf und besonders auf den Kühlbedarf eines Raumes realitätsnäher beschreiben. Diese als holistischer Berechnungsansatz gekennzeichnete Methode konnte auch als neuer, genauerer Ansatz in die europäischen Normung eingeführt werden und stellt darüberhinaus die Grundlage der künftigen deutschen Bewertungsmethode nach DIN V 18599 dar.

In Bild 2.2 sind die grundsätzlich unterschiedlichen Bewertungsmethoden dargestellt, wie sie auch im relevanten CEN-Dokumenten prEN 15203 dokumentiert werden konnte. Ausgehend von den Wärmeverlusten der Gebäudehülle und den anfallenden Gewinnen in der zu konditionierenden Zone ergeben sich die erforderlichen Systemanforderungen an das Raumkonditionierungssystem. Dieses System widerum weist Verluste auf dem Weg zwischen der Erzeugung und dem zu konditionierten Raum auf. Diese Verluste erhöhen, so sie in den zu konditionierenden Räumen anfallen die Gewinne der raumbilanz und damit die Anforderungen an die raumkonditionierungssysteme. Im Bild 1 ist zum einen im linken Pfad dargestellt, wie diese Systemverluste bisher in Verrechnung gebracht wurden. Die rückgewinnbaren Systemverluste werden pauschal mit den Gesamtverlusten verrechnet, unabhängig von den Möglichkeiten der Nutzbarmachung dieser Verluste in der konditionierten Zone. So wird bei der pauschalen Methode davon ausgegangen, dass in einem Passivhaus genau so viel Wärmeverluste ungedämmter Heizleistungen für Heizzwecke genutzt werden können wie in einem schlecht gedämmten Altbau. Nach der integralen Bilanzmethode des rechten Pfades, werden die Wärmeverluste der Raumkonditionierungssysteme als variabler Anteil der internen Gewinne in Anrechnung gebracht und die Nutzbarkeit über den Ausnutzungsgrad in Abhängigkeit vom Gewinn/Verlust-Verhältnis bewertet.

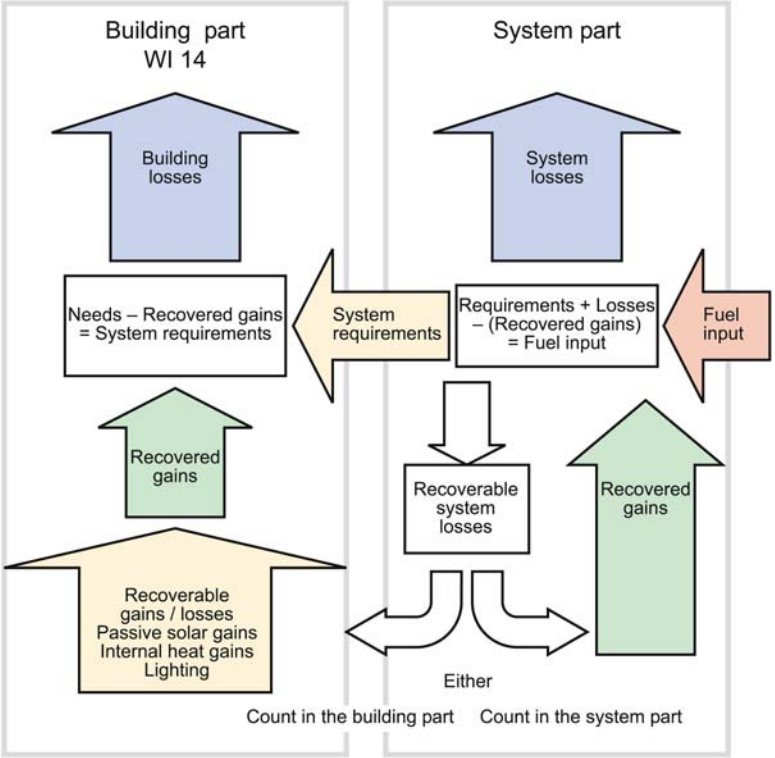


Bild 2.2: Alternative Möglichkeiten der Verrechnung auftretender Systemverluste bei der Bilanzierung zur Ermittlung des End- und Primärenergiebedarfs, wie in prEN 15203 dokumentiert.

Um die integrale Bilanzierung systematisch umsetzen zu können, bedarf es einer standardisierten Aufbereitung der Bilanzierungsabschnitte in aneinander gekopplete Bilanzräume . In Bild 2.3 sind die Energieströme eines Bilanzraumes dargestellt. Die Bilanzräume eines Gesamtsystems lassen sich so beliebig zusammensetzen. Die Ein- und Ausgänge der Gewinn- und Verlustseite müssen spezifiziert werden und die Schittstellen der Bilanzräume untereinander verbunden werden. Dies sind zum Beispiel bei konditionierten Räumen die Transmissions- und Lüftungsverluste denen solare und interne Gewinne gegenüberstehen. Bei der Anlagentechnik sind das zum Beispiel die Wärmeabgaben an die konditionierten Zonen und die Verluste auf dem Wege zur konditionierten Zone.

Betrachtet man z. B. den Bilanzraum thermischer Speicher, so sind die Verluste die von der Verteilung abgeforderten Wärmeabgaben, sowie die Stillstandsverluste des Speichers, die sich wiederum in einen rückgewinnbaren und einen nicht rückgewinnbaren Anteil aufspalten lassen. Sowohl die abgeforderten Wärmeabgaben wie auch die rückgewinnbaren Stillstandsverluste können als Gewinne in einer anderen Zone in Anrechnung gebracht werden. Als Gewinnterm beim thermischen Speicher können z. B. die Erträge aus einer Solaranlage Berücksichtigung finden. Aus der Differenz der Verluste und Gewinne ergibt sich der System-Energiebedarf, der in diesen Bilanzraum einzutragen ist. Darüberhinaus muß der systembedingte Hilfsenergiebedarf bestimmt werden, der zum Betrieb dieses Bilanzierungsraumes erforderlich ist.

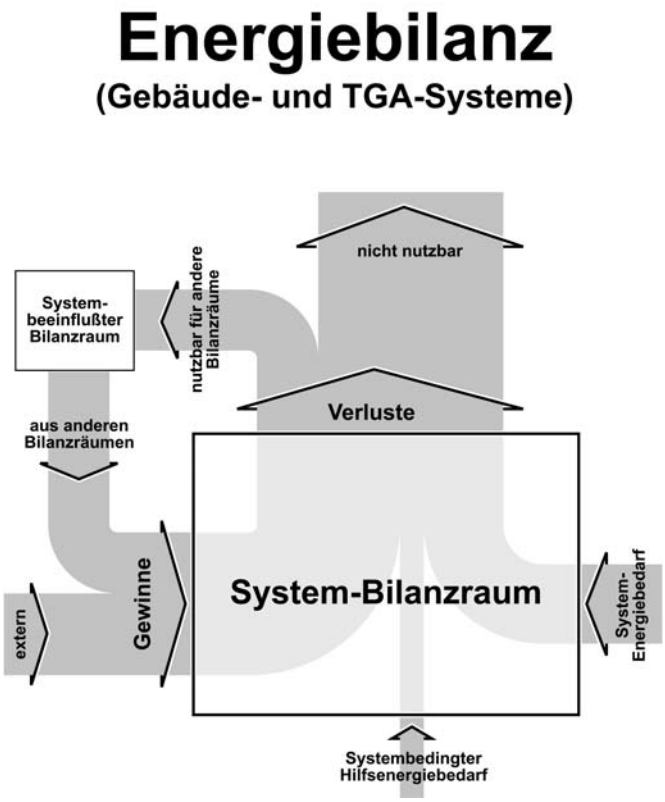


Bild 2.3: Darstellung eines System-Bilanzierungsraumes mit seinen Bilanzanteilen, wie er systematisch auf alle Gebäude- und anlagentechnischen Systeme angewendet werden kann.

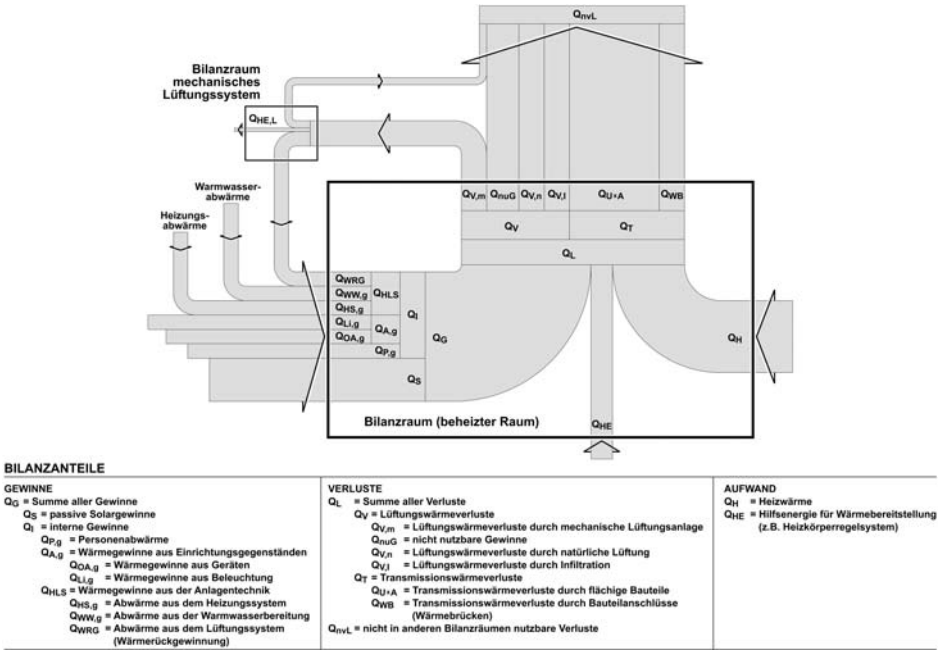


Bild 2.4: Darstellung der einzelnen Energiebilanzterme für den System-Bilanzierungsraum beheizte Zone.