

# **Gesamtbilanz - Praktische Energieanalyse im Bestand und Neubau**

## **1. Einleitung**

Die folgenden Hinweise und Verfahren sind **keine Verordnung oder Norm**. Sie sollen dem Leser helfen, eine sichere Grundlage und ein Verständnis für die energetisch und wirtschaftlich sinnvolle Bewertung eines Gebäudes aufzubauen.

## **2. Die Suche nach dem Allround-Verfahren**

Die größten energetischen Einsparpotentiale der Gebäudebewirtschaftung liegen derzeit in Bestandsgebäuden. Das Ziel von unter bestimmten Randbedingungen staatlich verordneter Energieeinsparung sollte also neben dem energieeffizienten Neubau vor allem das Erreichen des Neubaustandards für bestehende Gebäude sein.

Die EnEV setzt für die Modernisierung von bestehenden Gebäuden Maßstäbe und Anforderungen an die Güte der Außenbauteile bzw. den Jahresprimärenergiebedarf. So darf ein Bestandsgebäude, an dem wesentliche bauliche Änderungen vorgenommen wurden, U-Werte unter bestimmten Randbedingungen nicht überschreiten und bzw. oder das zu ändernde Gebäude nach der Sanierung die Anforderungen an das Primärenergieniveau für ein neu zu errichtendes Gebäude um nicht mehr als 40 Prozent überschreiten.

Zum Zeitpunkt des Erscheinens dieses Buches gibt es noch kein von der EnEV direkt in Bezug genommenes Energiebilanzverfahren für den Gebäudebestand. Daher wird an dieser Stelle das **Gesamtbilanzverfahren** zur energetischen Beurteilung von Modernisierungsmaßnahmen vorgestellt und angewendet.

Das Verfahren beruht auf den Ideen und Beziehungen verschiedener anderer Energiebilanzverfahren mit eigenen von den Autoren eingebrachten Neuerungen. Es ist **nicht genormt**, jedoch für die energetische Bewertung von Gebäuden geeignet und bereits mehrfach erfolgreich in der Praxis angewandt worden. Das Verfahren ist anwendbar für Wohngebäude und Nichtwohngebäude, für **Gebäude im Bestand und auch im Neubau**. Sind Gesamt- und Einzelverbrauchswerte vorhanden, können diese innerhalb des Bilanzverfahrens berücksichtigt werden.

Es handelt sich um ein offenes Verfahren. Das bedeutet, es bietet einen definierten Ablauf für die Bilanzierung der Endenergie und der Primärenergie anhand von Energiekennwerten. Zur Bestimmung dieser Kennwerte können die Formeln und Anhaltswerte des Verfahrens selbst, aber teilweise auch andere Berechnungsvorschriften und Normen herangezogen werden. Die für die Bestimmung von Energiekennwerten zugrundegelegte Fläche ist die Energiebezugsfläche, also die vorhandene beheizte Wohnfläche (II. Berechnungsverordnung) oder Nutzfläche nach DIN 277.

Die energetische Vorplanung für den Neubau, aber auch die Verbrauchsanalyse für den Gebäudebestand kann anhand derselben Energiekennwerte - wenn auch nicht mit denselben Zahlenwerten - mit diesem Bilanzverfahren durchgehend erfolgen.

Dasselbe Energiebilanzverfahren erfüllt dabei unterschiedliche Aufgaben. Sollen konkrete Bestandsgebäude analysiert werden, um den Gesamtenergieverbrauch auf die einzelnen Verbraucher und Verursacher aufzuteilen, so kann dies anhand realer Gegebenheiten und Einbausituationen erfolgen. Der Wärmeverlust von Rohrleitungen in einem ungedämmten Keller zum Beispiel kann anhand der realen Länge der Leitungen und deren Dämmstandard und gegebenenfalls durch zusätzliche Temperaturmessungen beurteilt werden oder auch aus Kennwerttabellen abgeschätzt werden, wenn keine genaueren Daten vorliegen. Diese Untersuchung liefert einen konkreten Energiekennwert, und im Vergleich mit anderen Gebäuden auch Aufschluss darüber, ob dieser Kennwert ein durchschnittlicher Wert ist und ob durch Modernisierung eine Verminderung der Energieverluste möglich ist.

Für die Neubauplanung können die gewonnenen Erfahrungen der Bestandsanalyse als Planungsgrundlage einfließen. Der Luftwechsel oder die Innentemperatur für ein Gebäude sind beispielsweise Größen, die in der Energiebedarfsberechnung im Vorfeld des Baubeginns abgeschätzt werden müssen. An diesem Punkt können nur Erfahrungswerte aus dem Gebäudebestand übernommen werden, um typische Verhältnisse, wie sie später zu erwarten sind, abzubilden. Wenn für einen Kindergarten erwartungsgemäß mittlere Temperaturen von 21 oder 22 °C und Luftwechsel von 0,5 h<sup>-1</sup> im Feld zu finden sind, dann sollte eine Energiebedarfsrechnung dies im Vorfeld der Kindergartenneuplanung berücksichtigen können.

Wichtige Einflussfaktoren auf den Energiebedarf und den Energieverbrauch im Neubau und Bestand fasst die folgende Übersicht noch einmal zusammen:

- Nutzerverhalten, z.B. Komfortansprüche (Raumtemperatur, Lüftung, Sommerheizung, benötigte Warmwassermenge) und Sorgfalt der Bedienung und Wartung;
- Qualität des baulichen Wärmeschutzes und der Bauausführung, Maßnahmen zur Minimierung von Wärmebrücken, fachgerechter, d.h. nahezu fugenloser Einbau von Wärmedämmstoffen, Maßnahmen zur Sicherstellung der Gebäudedichtheit in den verschiedenen Anschlusssituationen;
- Verhältnis der Summe aller Wärmegewinne (passive Solarenergienutzung und innere Wärmequellen) zu den Transmissions- und Lüftungswärmegewinnen;
- Dauer von Betriebsunterbrechungen bzw. des eingeschränkten Heizbetriebes;
- Höhe der Wärmeverluste bei der Erzeugung, Verteilung und Speicherung von Wärme für das Heizsystem und das Warmwassersystem;
- Regelgüte der zentralen Wärmeherzeugung und der dezentralen Wärmeabgabe;
- durchschnittliche Ausstattung des Gebäudes mit und Nutzung von Warmwasserpumpen;

Wie anhand der Aufzählung der Einflussfaktoren deutlich zu erkennen ist, **bilden Gebäudetechnik, Anlagentechnik, Nutzung und Regelung** bei der Energiebilanzierung und -analyse **eine Einheit**, werden im Bilanzverfahren daher auch nicht voneinander getrennt.

## **3. Allgemeine Beschreibung des Gesamtbilanzverfahrens**

### **3.1. Grundidee für die energetische Bewertung**

Das Gesamtbilanzverfahren ist eine Energiebilanz für den näherungsweise stationären Zustand eines Gebäudes. Für einen definierten Zeitraum werden die Energiegewinne und -verluste der Anlagentechnik und des Gebäudes anhand von Kennwerten und unter Voraussetzung einer bestimmten Nutzung ermittelt.

Die angegebenen Kennwerte sind über die Bilanzzeit - hier ein Jahr - gemittelte Werte. Kennwerte für andere Betrachtungszeiträume - z.B. für eine Monatsbilanz - können jedoch unter Verwendung der angegebenen Formeln oder mit Hilfe anderer Energiebilanzverfahren bestimmt werden.

Das Verfahren ermöglicht die Berechnung der über den Zeitraum eines Jahres zur Warmwasserbereitung und Raumheizung (Heizung inkl. Lüftung) benötigten Jahresprimärenergiemengen und der unmittelbar mit der Wärmeenergieversorgung in Verbindung zu bringenden primärenergetisch bewerteten Hilfsenergiemengen der Fördereinrichtungen (Pumpen, Ventilatoren etc.). In einem Zwischenschritt werden auch die Jahresendenergien für die Heizung, Lüftung und Trinkwarmwasserbereitung ausgewiesen.

Die Anwendung des Verfahrens an einem Beispiel, sowie Übersichten für tabellierte Kennwerte und die eigentlichen Berechnungsformeln folgen im Anschluss an die allgemeine Beschreibung im nächsten Unterkapitel.

Als wesentlicher Unterschied zu vielen anderen Berechnungsverfahren ist die durchgehende Betrachtungsweise bei der Bewertung von Gebäude, Anlage und Nutzer zu nennen. Damit werden Abgrenzungsprobleme, wie sie für die DIN V 4108 Teil 6 und die DIN V 4701 Teil 10 beim Nachweisverfahren der EnEV auftreten, vermieden und physikalische Zusammenhänge realitätsnäher abgebildet.

Die im beheizten Bereich des Gebäudes ungerichtet anfallenden Energien (solare Energiegewinne, innere Wärmeenergiegewinne durch Personen und Geräte, aber auch durch die Anlagentechnik) werden zusammen betrachtet und bewertet. Eine teilweise zeitlich und räumlich eingeschränkte Nutzung der Anlagentechnik (Heizung, Lüftung, Trinkwarmwasserbereitung) kann ebenfalls berücksichtigt werden.

Der durch die Lüftung des Gebäudes auftretende Lüftungswärmeverlust muss nicht auf die Bereiche "Gebäude", "Nutzer" und "Anlage" aufgeteilt werden, sondern wird als Gesamtgröße bewertet.

Die im folgenden beschriebene Vorgehensweise bezieht sich allgemein auf ein Gebäude als Ein-Zonen-Modell. Weist das Gebäude keine gleichförmigen Eigenschaften im Hinblick auf die Gebäudetechnik, die Anlagentechnik und die Nutzung auf, so ist es ggf. in Teilgebäude aufzugliedern (zum Beispiel Schule mit Hausmeisterwohnung). Da dies in der Regel zu einem übermäßigen Aufwand führt, ist eine Aufgliederung genau abzuwägen. Für die meisten Gebäude können ungleichmäßige Eigenschaften gemittelt werden.

### 3.2. Struktur des Gesamtbilanzverfahrens - Berechnungsablauf

Das Ablaufschema für die Bilanz zeigt das Flussdiagramm in Bild 3.2.

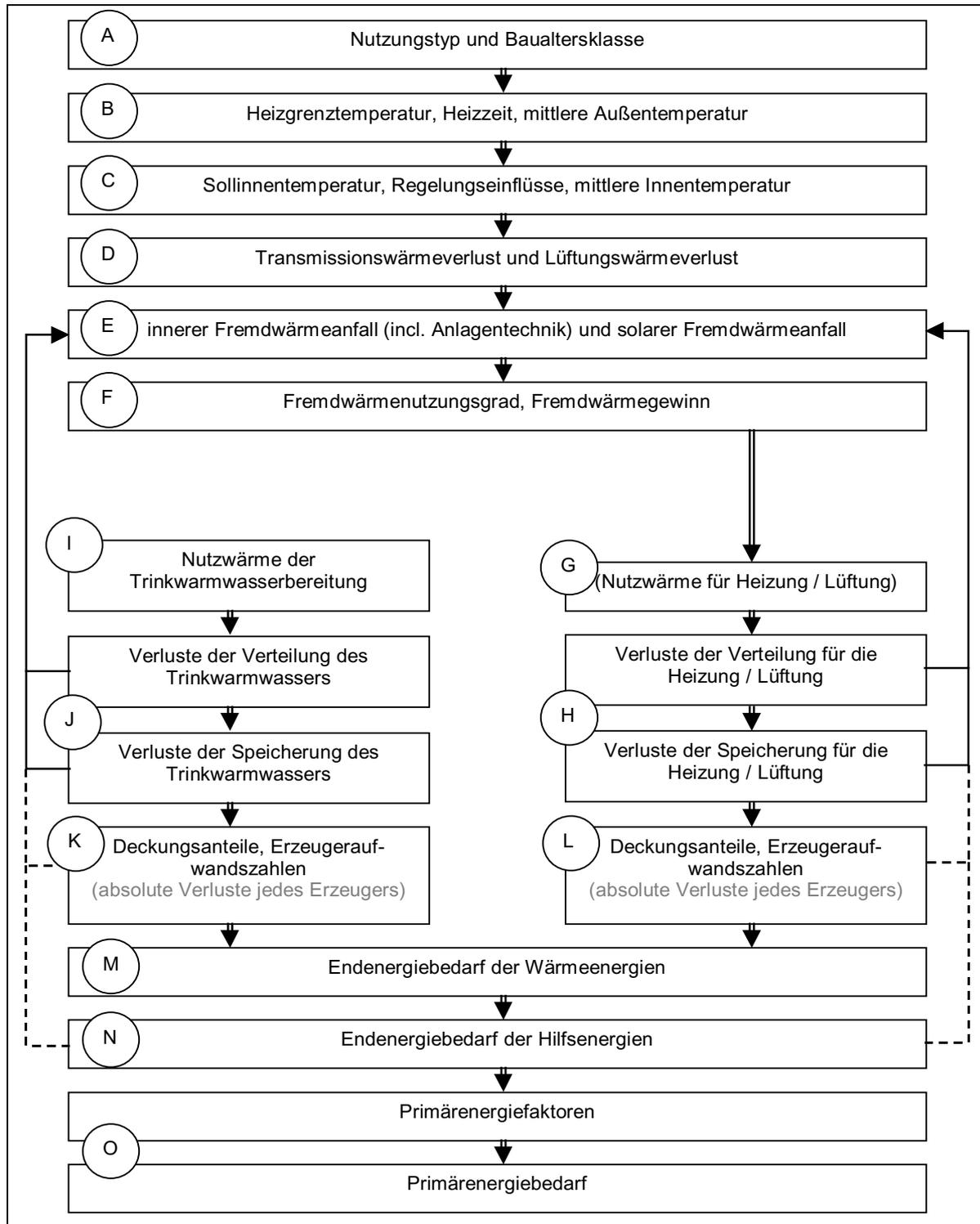


BILD 3.1 FLUSSDIAGRAMM FÜR DEN ABLAUF DES GESAMTBILANZVERFAHRENS.

Die Punkte A) bis O) werden nachfolgend erläutert.

A) Zunächst wird das Gebäude einem Nutzungstyp (zum Beispiel Verwaltungsgebäude) und einer Baualtersklasse (zum Beispiel errichtet nach Wärmeschutzverordnung von 1995) zugeordnet. Diese allgemeinen Gebäudeeigenschaften helfen bei der Bildung von globalen Energiekennwerten, wenn keine realen Daten vorliegen.

B) Im nächsten Schritt wird für das Gebäude zunächst die Heizgrenztemperatur abgeschätzt, unterhalb der das Gebäude beheizt werden muss. Damit liegen die Länge der Heizperiode und die mittlere Außentemperatur in der Heizperiode fest. Dies sind fundamentale Größen, die die Höhe aller Energiekennwerte entscheidend bestimmen, da das gesamte Bilanzverfahren mit diesen Werten durchgeführt wird.

C) Aus der mittleren Sollinnentemperatur für die beheizte Zone des Gebäudes kann unter Berücksichtigung der Art der Temperaturregelung (teilweise zeitlich eingeschränkter Heizbetrieb, Art der Regelung der Wärmeübergabe an den Raum) und den Eigenschaften des Gebäudes (Wärmespeicherkapazität, Auskühlverhalten) eine mittlere Innentemperatur bestimmt werden. Im Gegensatz zu den Verfahren nach DIN V 4108 Teil 6 und DIN V 4701 Teil 10 wird kein gesonderter Wärmeverlust der Wärmeübergabe ausgewiesen. Das physikalische Phänomen wird vereinfacht als eine erhöhte Raumtemperatur ausgedrückt.

D) Für das Gebäude wird die spezifische Transmissionsheizlast  $H_T$  aufgrund der Wärmedämmqualität im Bereich der Bauteile der wärmeübertragenden Umfassungsfläche (mittlerer U-Wert und Wärmebrücken) bestimmt. Unter Zugrundelegung der gemessenen oder näherungsweise Abschätzung der Gebäudedichtheit, anhand der Nutzung und der Anlagentechnik können der mittlere Luftwechsel und damit die spezifische Lüftungsheizlast  $H_V$  berechnet werden. Mit den mittleren Innen- und Außentemperaturen sowie der Länge der Heizperiode ergeben sich die Summe der Wärmeverluste der Transmission und Lüftung.

E) Zum Fremdwärmeanfall zählen im Rahmen des Gesamtbilanzverfahrens die Energien der solaren Einstrahlung sowie die gesamte, unregelmäßig innerhalb des beheizten Bereiches des Gebäudes auftretende Wärmeabgabe von Personen, Geräten, Beleuchtung und den Komponenten der Anlagentechnik.

F) Nicht der gesamte so bilanzierte Fremdwärmeanfall kann auch zu Heizzwecken, das heißt zur Deckung von Transmissions- und Lüftungswärmeverlusten, genutzt werden. Der nutzbare Anteil - der Wärmegewinn - hängt von einem Nutzungsgrad für Fremdwärme ab. Anhand des Verhältnisses von Fremdwärmeanfall zu Wärmeverlusten sowie der Art der Raumtemperaturregelung wird dieser Nutzungsgrad bestimmt.

G) Der für das Gebäude notwendige Restanteil geregelter Wärmeabgabe der Raumheizung (als gebäude-, anlagen- und nutzungsabhängige Eigenschaft) kann aus der Differenz der Wärmeverluste (Transmission und Lüftung) und der Wärmegewinne (solare und innere) ermittelt werden. Diese Wärmemenge wird als "Nutzwärme der Heizung und Lüftung" (vergleichbar, aber nicht identisch mit dem bisher üblichen Begriff des Jahresheizwärmebedarfes) bezeichnet.

H) Neben der Nutzwärmemenge werden nun die anlagentechnischen Verluste der Heizungs- und ggf. einer vorhandenen Lüftungsanlage bestimmt. Anhand von mittleren Heizwasser- bzw. Lufttemperaturen der Versorgungsleitungen und Speicher, mittleren Umgebungstemperaturen, verlegten Leitungslängen und Speichergrößen, Dämmstandards der Anlagenkomponenten sowie der Art der Regelung und Nutzung wird die Energiemenge bestimmt, die im Verlaufe einer Heizperiode von Verteilungen und Speichern abgegeben wird. Der Anteil, der davon im beheizten Bereich anfällt, wird gesondert ausgewiesen, er zählt zum Fremdwärmeanfall und kann teilweise zur Heizung genutzt werden.

I) Für die Trinkwarmwasserbereitung wird das bisher gezeigte Schema analog angewendet. Anhand der Nutzung des Gebäudes (Personenzahl, Komfortansprüche) wird zunächst der Trinkwarmwasserbedarf ermittelt. Er wird als Nutzenergie der Trinkwarmwasserbereitung verstanden.

J) Analog zu den bereits für die Heizung und Lüftungsanlage genannten Kenngrößen werden die jährlichen Wärmeverluste der Wärmeverteilung und Wärmespeicherung für das Trinkwarmwassernetz bestimmt. Der im beheizten Bereich auftretende Wärmeverlust wird gesondert ausgewiesen. Er kann, da auch er zum Fremdwärmeanfall zählt, teilweise zur Raumheizung verwendet werden.

Zusammen mit dem bereits berechneten Wärmenutzen für Heizung, Lüftung und Trinkwarmwasserbereitung bestimmen die Wärmeverluste aller Wärmeverteilungen und aller Wärmespeicher die Energiemenge, die durch den (oder die) Wärmeerzeuger im Verlauf eines Jahres bereitgestellt werden muss. Die Betrachtung erfolgt an dieser Stelle weiterhin getrennt für die Heizung und Lüftung auf der einen Seite und die Trinkwarmwasserbereitung auf der anderen Seite, auch wenn ggf. zur Heizung und Trinkwarmwasserbereitung ein und derselbe Wärmeerzeuger verwendet wird.

K) Für jeden Wärmeerzeuger der Heizung und Lüftung (Kessel, Luftheizregister, Wärmerückgewinnung, usw.) wird ein Deckungsanteil bestimmt. Dieser spiegelt den Anteil wieder, den der jeweilige Erzeuger zur gesamten benötigten Energieabgabe der Heizung und Lüftung beiträgt. Anschließend wird für jeden Erzeuger eine Erzeugeraufwandszahl ermittelt. Diese berücksichtigt - als Multiplikator für die abzugebende Energie des Erzeugers - die zusätzlichen Energieverluste, die bei der Wärmeerzeugung im Betrieb und in Stillstandszeiten auftreten. Eine getrennte Betrachtung der Wärmeerzeugerverluste in Betriebs- und Bereitschaftsverluste ist möglich für brennstoffbefeuerte Kessel. Die Wärmerückgewinnung einer Lüftungsanlage wird wie ein Wärmeerzeuger behandelt, der keine Energie benötigt. Sofern bekannt, können die Wärmeverluste der Erzeugung, die im beheizten Bereich anfallen, als Fremdwärme angesehen werden.

L) Die Wärmeverluste der Erzeugung der Wärme für die Trinkwarmwasserbereitung werden bestimmt, je nach Art und Anzahl der Wärmeerzeuger. Für jeden Wärmeerzeuger der Trinkwarmwasserbereitung (Solaranlage, Wärmepumpe, Elektroheizstab, usw.) werden dabei ein Deckungsanteil und eine Erzeugeraufwandszahl - in Analogie zu den Definitionen der Heizung und Lüftung - ermittelt. Auch für die Erzeuger der Trinkwarmwasserbereitung ist es denkbar, die Wärmeverluste absolut zu berechnen und die im beheizten Bereich des Gebäudes anfallenden Wärmeverluste als Fremdwärme anzusehen.

M) Aus allen Einzelenergiekennwerten für Nutz- und Verlustenergien, Deckungsanteilen und Erzeugeraufwandszahlen wird der Jahresendenergiebedarf des Gebäudes bestimmt. Dies ist die Energiemenge, die zur Aufrechterhaltung der geforderten Raumbedingungen (Temperatur und Luftwechsel) und zur Bereitstellung der benötigten Warmwassermenge theoretisch in Form eines Energieträgers (Gas, Öl, Fernwärme) in das Gebäude fließen muss. Dabei sind jedoch bisher nur die thermischen Energien berücksichtigt.

N) Anschließend werden, als Vorarbeit für die Jahresprimärenergiebilanz, zusätzlich auch alle Hilfsenergien berücksichtigt, die auf dem Weg von der Wärmeerzeugung bis zur Übergabe der Nutzenergie an den Raum oder den Nutzer anfallen. Der Hilfsenergiebedarf wird mit Hilfe von jährlichen mittleren elektrischen Leistungen und jährlichen Laufzeiten bestimmt. Elektrischer Energie, die im beheizten Bereich des Gebäudes verbraucht wird, liefert Wärmegewinne. Diese sind üblicherweise bereits pauschal in der Größe "Fremdwärme aus Geräten" erfasst.

O) Mit Hilfe von primärenergetischen Umrechnungsfaktoren für die einzelnen Energieträger wird schließlich der Jahresprimärenergiebedarf bestimmt.

In den folgenden Unterkapiteln werden ausgewählte Punkte der Struktur und des Ablaufes des Gesamtbilanzverfahrens vertieft erläutert und der Unterschied zum Verfahren der EnEV und zugehöriger Normen aufgezeigt.

### 3.3. Allgemeine Randbedingungen

Je weniger reale Daten über ein zu analysierendes Gebäude bekannt sind, je mehr also auf statistische Energiekennwerte zurückgegriffen werden muss, desto wichtiger ist die Zuordnung des Gebäudes zu Nutzungstypen und Baualtersklassen.

Bild 3.2 zeigt eine Zusammenstellung von Einflussgrößen auf die Baualtersklasse eines Gebäudes. Sind diese Einflussgrößen bekannt, kann das Gebäude einer Baualtersklasse zugeordnet werden. Das Verfahren der EnEV macht keine Zuordnung zu Baualtersklassen, denn die Berechnungsvorschriften gelten - zumindest bis zum Zeitpunkt des Erscheinens dieses Buches - nur für Neubauten.

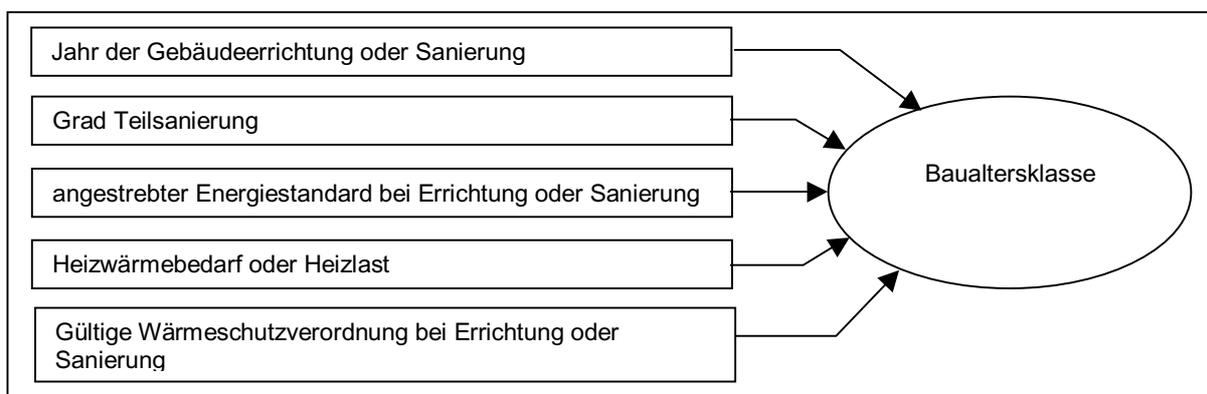
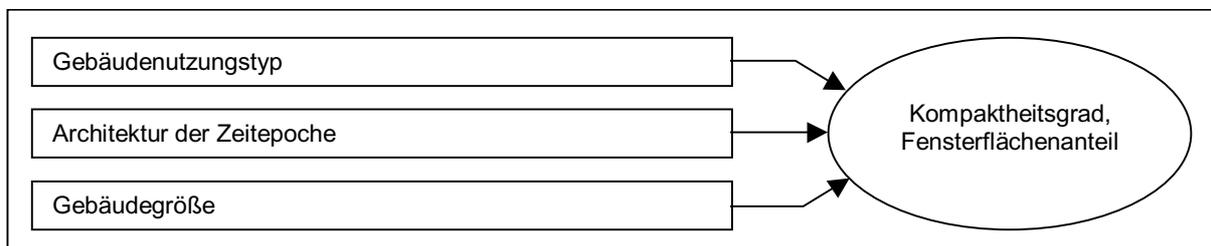


BILD 3.2 EINFLÜSSE AUF DIE BAUALTERSKLASSE

Einen entscheidenden Einfluss auf den Energiebedarf eines Gebäudes haben dessen Kompaktheitsgrad - also das Verhältnis der wärmeübertragenden Umfassungsfläche und des beheizten Volumens bzw. der beheizten Fläche - und der Fensterflächenanteil. Je kompakter ein Gebäude ist, desto weniger Energie verliert es bezogen auf einen Quadratmeter beheizte Fläche. Je weniger Fensterflächen vorhanden sind, desto geringer ist die Fähigkeit des Gebäudes, passive solare Wärme zu nutzen. Gleichzeitig ist in der Regel auch der mittlere Wärmedurchgangskoeffizient geringer, denn andere Bauteile - die anstelle der Fenster vorhanden sind - haben meist eine weit bessere Dämmwirkung. Der relative Einfluß des Kompaktheitsgrades auf den Energiebedarf steigt mit abnehmender Dämmqualität, da der Anteil der Transmissions- gegenüber den Lüftungswärmeverlusten mit abnehmender Dämmqualität zunimmt.

Einflüsse auf Kompaktheit und Fensterflächenanteil sind in Bild 3.3 wiedergegeben.



*BILD 3.3 EINFLÜSSE AUF KOMPAKTHEITSGRAD UND FENSTERFLÄCHENANTEIL*

Die Heizgrenztemperatur beschreibt die Außentemperatur, ab der das Gebäude nicht mehr durch die Heizungsanlage versorgt werden muss, weil die Wärmegewinne höher sind als die Wärmeverluste. Je höher der Dämmstandard, das heißt je geringer die Wärmeverluste verglichen mit den inneren und solaren Fremdwärmegewinne eines Gebäudes, desto niedriger ist die Außentemperatur, bei der dies erreicht wird.

In den Übergangsmonaten im Herbst und Frühjahr reichen dann die anfallenden Wärmegewinne zur Beheizung aus, auch an Tagen mit Temperaturen weit unter Raumtemperatur muss nicht geheizt werden. Mit sinkender Heizgrenztemperatur sinkt die Länge der Heizperiode, die Heiztage verschieben sich in Richtung Winter. Damit sinkt auch die mittlere Außentemperatur in der Heizzeit.

Im Kurzverfahren des Anhangs 1 der EnEV 2002 und in der DIN V 4701 Teil 10 gibt es eine festgeschriebene Heizgrenztemperatur. Damit ist eine durchgehende Bilanzierung für Bestandsgebäude nicht möglich. Wichtige zu beachtende Einflüsse zur Bestimmung der Heizgrenztemperatur, der mittleren Außentemperatur und der Länge der Heizzeit sind in Bild 3.4 beschrieben.

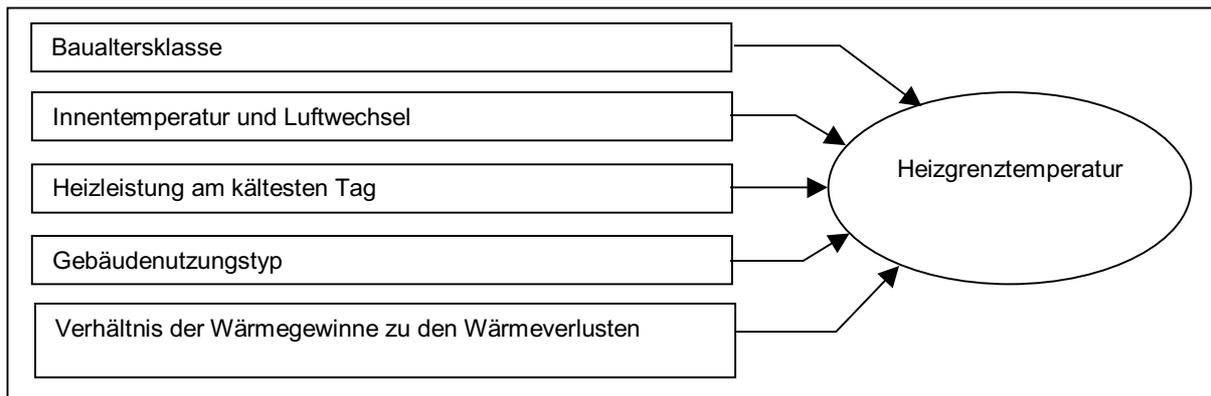


BILD 3.4 EINFLÜSSE AUF DIE HEIZGRENZTEMPERATUR

### 3.4. Bewertung der Wärmeverluste und -gewinne für den beheizten Bereich eines Gebäudes

Für die Höhe der Wärmeverluste ist die mittlere Innentemperatur des Gebäudes bestimmend. Sie hängt im Rahmen des Gesamtbilanzverfahrens von den in Bild 3.5 dargestellten Einflüssen ab.

Der Nutzer und die Nutzung sind verantwortlich für die Soll-Innentemperatur. Eigentlich spielt auch der Dämmstandard des Gebäudes und damit die Oberflächentemperatur der Außenwände eine Rolle. Denn in Gebäuden mit geringen Oberflächentemperaturen stellen die Nutzer üblicherweise höhere Lufttemperaturen ein. Dieses Phänomen der Empfindungstemperatur kann ggf. durch eine erhöhte Solltemperatur erfasst werden.



BILD 3.5 EINFLÜSSE AUF DIE MITTLERE INNENTEMPERATUR

Der Transmissionswärmeverlust durch die Außenbauteile ist ein Maß der Wärmeleitung in den Bauteilen und des Wärmeübergangs an den Oberflächen eines Gebäudes. Er berücksichtigt weiterhin den Einfluss von Wärmebrücken. Randgrößen bei der Bestimmung dieses Wertes zeigt Bild 3.6.

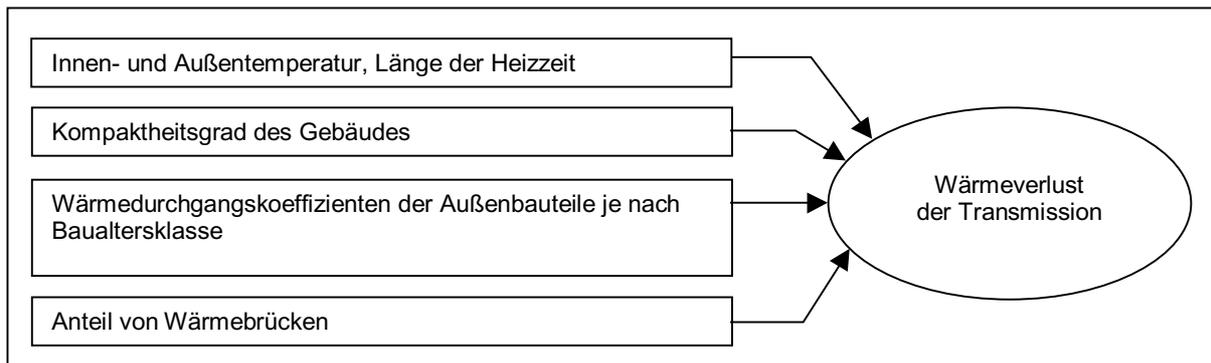


BILD 3.6 EINFLÜSSE AUF DEN WÄRMEVERLUST DER TRANSMISSION

Die Berechnung der Wärmeverluste durch Lüftung eines Gebäudes erfolgt anhand eines Gesamtluftwechsels aus Anlagentechnik, Gebäudeundichtheiten und Nutzer. Diese und weitere Randbedingungen sind in Bild 3.7 gezeigt.

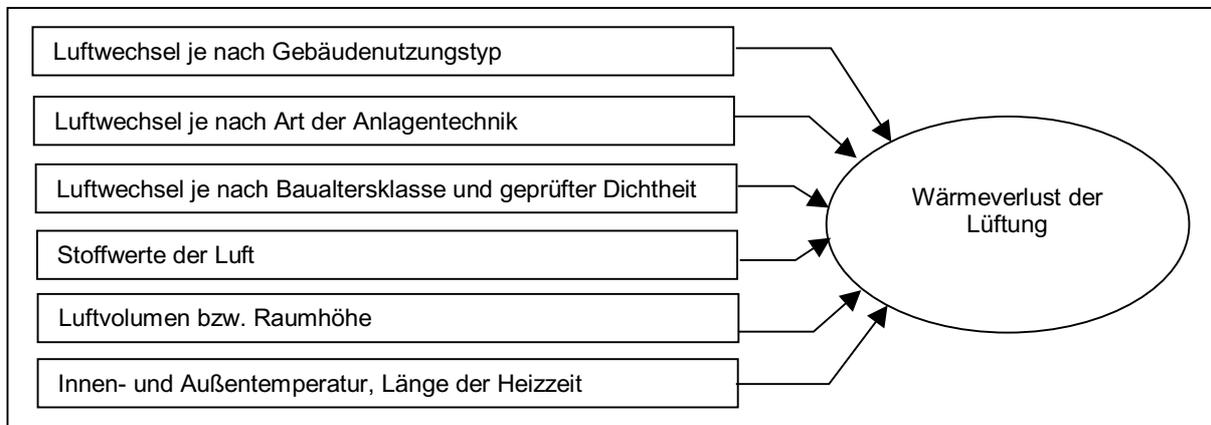


BILD 3.7 EINFLÜSSE AUF DEN WÄRMEVERLUST DER LÜFTUNG

Der solare Fremdwärmeanfall ist vor allem durch Kenndaten des Gebäudes bestimmt. Die Einflüsse sind in Bild 3.8 zusammengestellt. Das Gesamtbilanzverfahren gibt im Gegensatz zu vielen anderen Bilanzverfahren Werte für die Globalstrahlung auch für unterschiedlich lange Heizzeiten an.

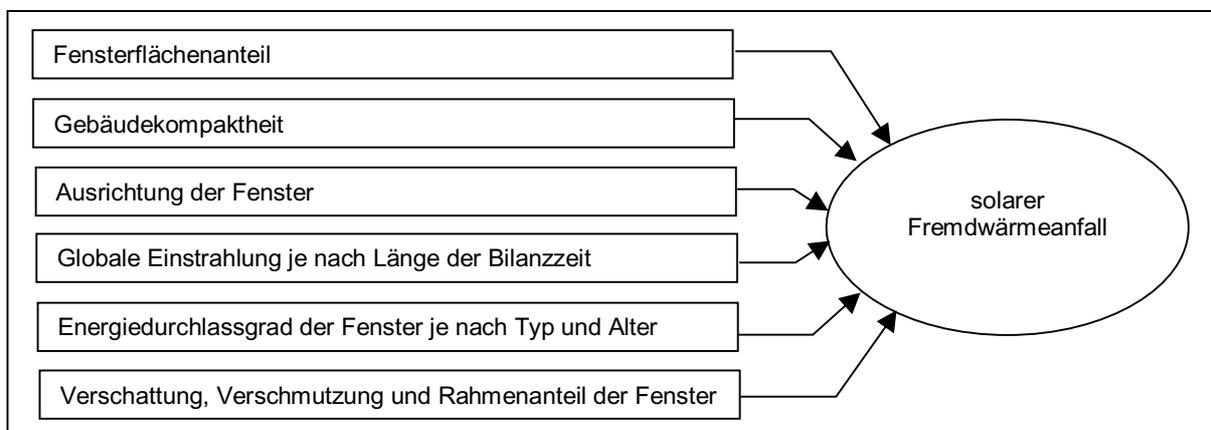


BILD 3.8 EINFLÜSSE AUF DEN SOLAREN FREMDWÄRMEANFALL

Innerhalb eines Gebäudes fällt neben der solaren Einstrahlung auch Fremdwärme durch Personen, elektrische Geräte und Leuchten sowie die Wärmeabgabe von wärmeleitenden Leitungen, Speichern und Wärmeerzeugern an. Die Höhe des inneren Fremdwärmeanfalles ist bestimmt durch die in Bild 3.9 genannten Größen.

Im Gegensatz zur Bilanzierung der EnEV 2002 bilanziert das Gesamtbilanzverfahren alle inneren Gewinne gemeinschaftlich.

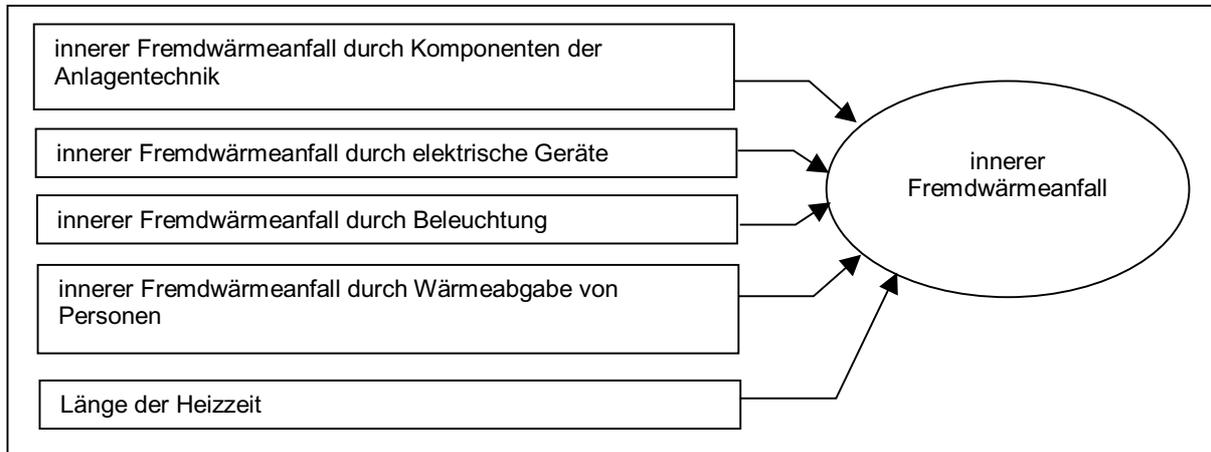


BILD 3.9 EINFLÜSSE AUF DEN INNEREN FREMDWÄRMEANFALL

Innere und solare Fremdwärme kann nur teilweise zur Beheizung des Gebäudes beitragen. Die Höhe der insgesamt nutzbaren Gewinne wird beeinflusst von den in Bild 3.10 genannten Größen. Im Gegensatz zum Verfahren der EnEV 2002 wird auch die Flexibilität des Regelsystems bewertet.

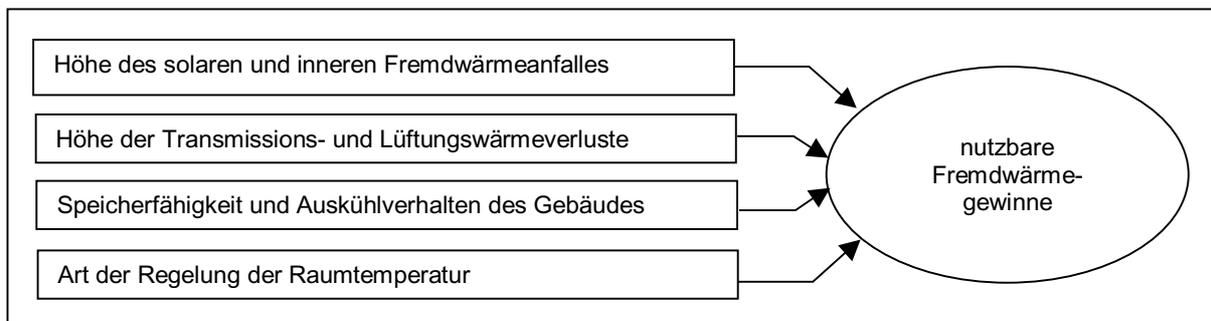


BILD 3.10 EINFLÜSSE AUF DIE NUTZBAREN FREMDWÄRMEGEWINNE

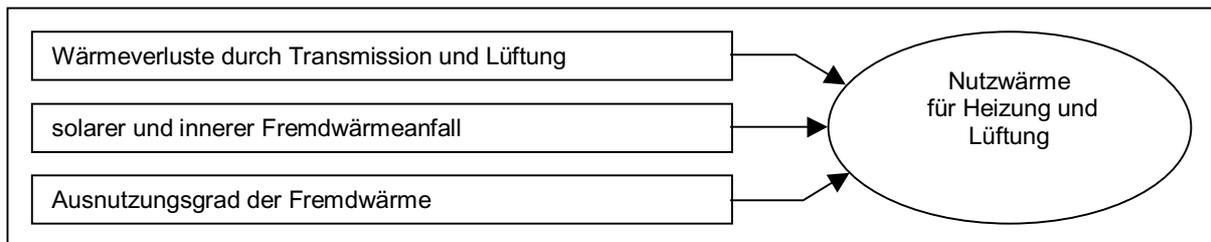
### 3.5. Bewertung der Lüftungs- und Heizungsanlage

Für die Heizung und Lüftung werden im Rahmen des Gesamtbilanzverfahrens Einzelenergiekennwerte mit Hilfe von Formeln und Tabellen bestimmt. Dies sind:

- die Nutzwärme für die Heizung und Lüftung,
- die Verlustenergie der Wärmeverteilung,
- die Verlustenergie der Wärmespeicherung,
- Deckungsanteile der Wärmeerzeuger,
- Aufwandszahlen der Wärmeerzeuger,
- Primärenergiekennzahlen der Energieträger.

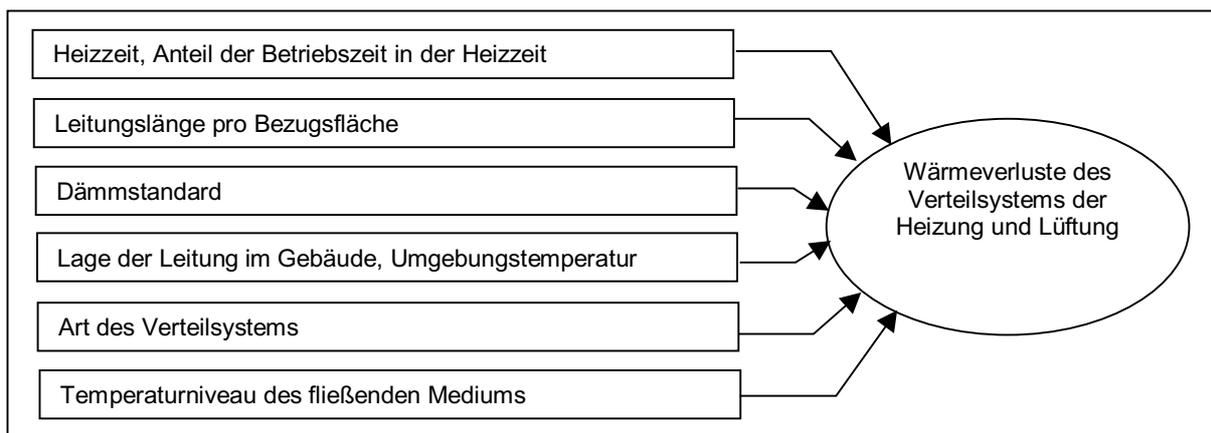
Die Nutzwärme (vergleichbar mit dem Jahresheizwärmebedarf nach EnEV 2002) kann erst bestimmt werden, wenn alle Wärmeverluste und Wärmegewinne bekannt sind. Zu den Wärmegewinnen zählen dabei auch Gewinne aus der Anlagentechnik. Praktisch erfolgt die Bestimmung der Nutzwärme für die Heizung und Lüftung also nach den Verlusten. Formell wird sie jedoch an dieser Stelle aufgeführt, um eine gewisse Chronologie im Vergleich mit anderen Bilanzverfahren herzustellen.

Die Nutzenergie für die Heizung und Lüftung hängt von den in Bild 3.11 gezeigten Größen ab.

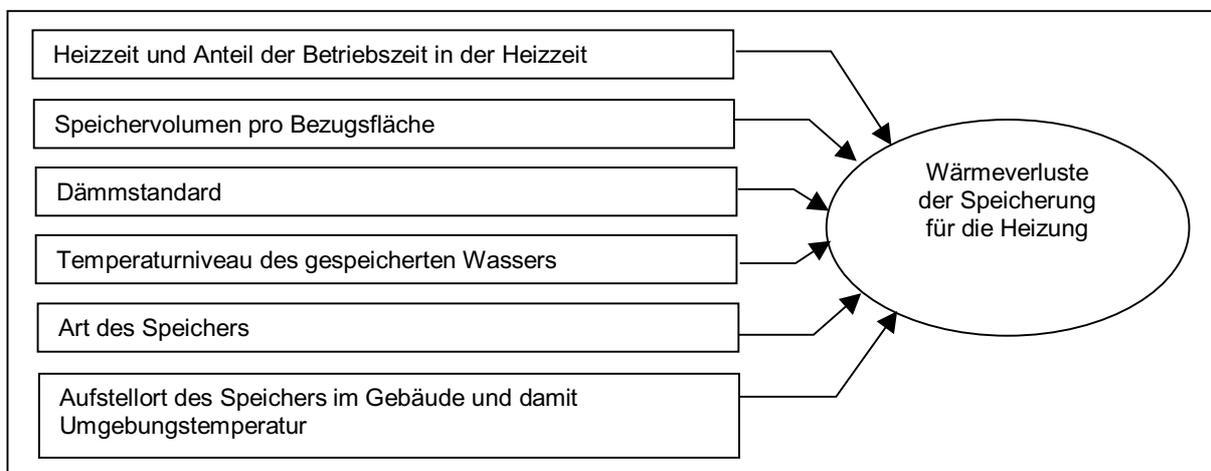


*BILD 3.11 EINFLÜSSE AUF DIE NUTZWÄRME DER HEIZUNG UND LÜFTUNG*

Die Einflüsse auf die Energieverluste der Wärmeverteilung und Wärmespeicherung für die Heizung und Lüftung zeigen Bild 3.12 und Bild 3.13.



*BILD 3.12 EINFLÜSSE AUF DEN ENERGIEVERLUST DES VERTEILSYSTEMS DER HEIZUNG UND LÜFTUNG*



*BILD 3.13 EINFLÜSSE AUF DEN ENERGIEVERLUST DER SPEICHERUNG VON HEIZWASSER*

Randbedingungen zur Bestimmung von Deckungsanteilen und Aufwandszahlen der Wärmeerzeuger sind in Bild 3.14 dargestellt. Diese beiden Energiekennwerte können ggf. auch durch absolute Wärmeverluste im Betrieb und bei Stillstand ersetzt werden. Gegenüber dem Verfahren der EnEV 2002 und begleitender Normen werden Heizung und Lüftung gemeinschaftlich betrachtet.

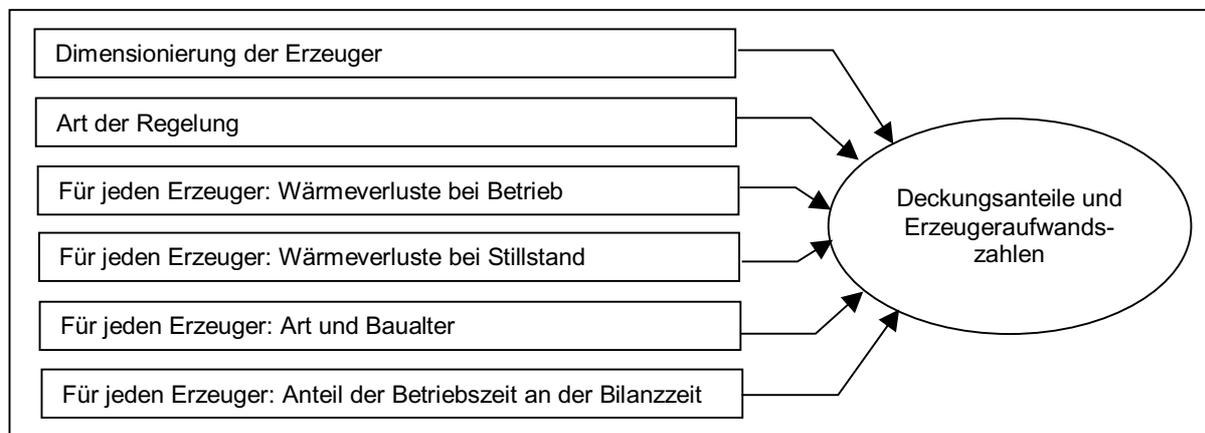


BILD 3.14 EINFLÜSSE AUF DECKUNGSANTEILE UND AUFWANDSZAHLEN

### 3.6. Bewertung der Anlage zur Trinkwarmwasserbereitung

Für die Trinkwarmwasserbereitung werden im Rahmen des Gesamtbilanzverfahrens folgende Einzelenergiekennwerte mit Hilfe von Formeln und Tabellen bestimmt:

- Nutzwärmemenge für die Trinkwarmwasserbereitung,
- Verlustenergie der Wärmeverteilung,
- Verlustenergie der Wärmespeicherung,
- Deckungsanteile der Wärmeerzeuger,
- Aufwandszahlen der Wärmeerzeuger,
- Primärenergiekennzahlen der Energieträger.

Einflüsse auf die einzelnen Größen werden im folgenden graphisch dargestellt ggf. im Text noch näher erläutert. Die Nutzwärmemenge für die Trinkwarmwasserbereitung ist, wie in Bild 3.15 gezeigt, durch den Nutzer und die Nutzung bestimmt. An dieser Stelle erweist sich das Gesamtbilanzverfahren offener als die EnEV 2002.

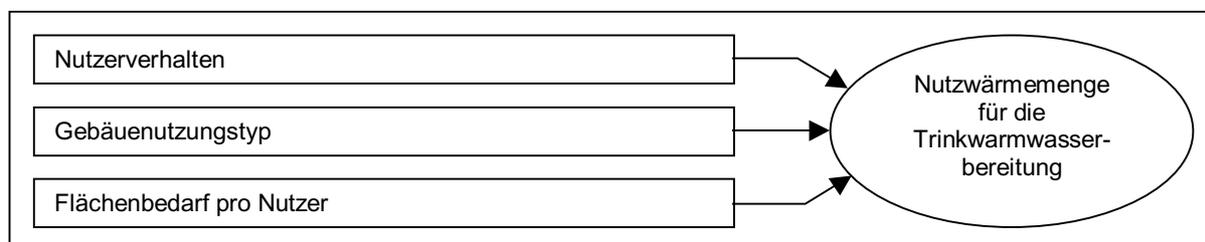


BILD 3.15 EINFLÜSSE AUF DIE NUTZWÄRMEMENGE DER TRINKWARMWASSERBEREITUNG

Die Einflüsse auf die Energieverluste der Wärmeverteilung und Wärmespeicherung für die Trinkwarmwasserbereitung zeigen Bild 3.16 und Bild 3.17 .

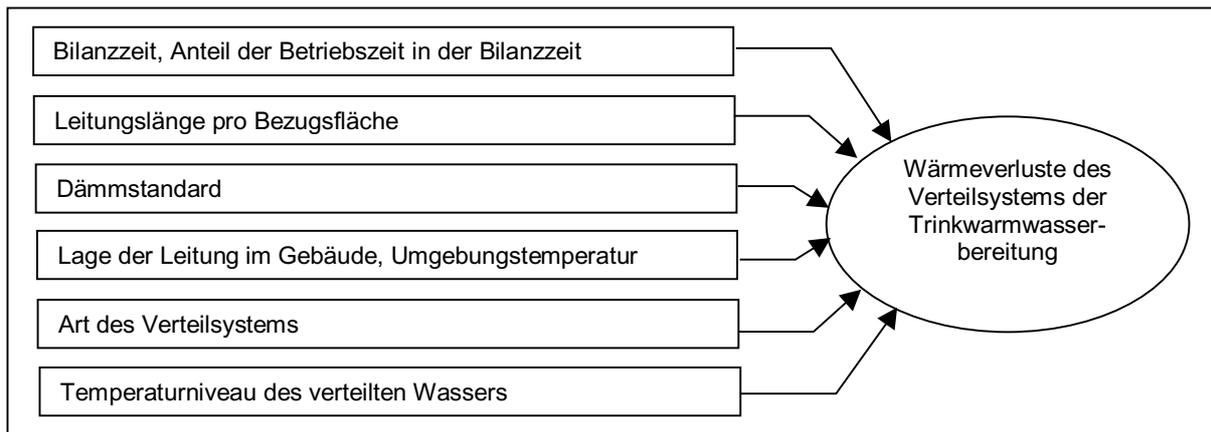


BILD 3.16 EINFLÜSSE AUF DIE WÄRMEVERLUSTE DER TRINKWARMWASSERVERTEILUNG

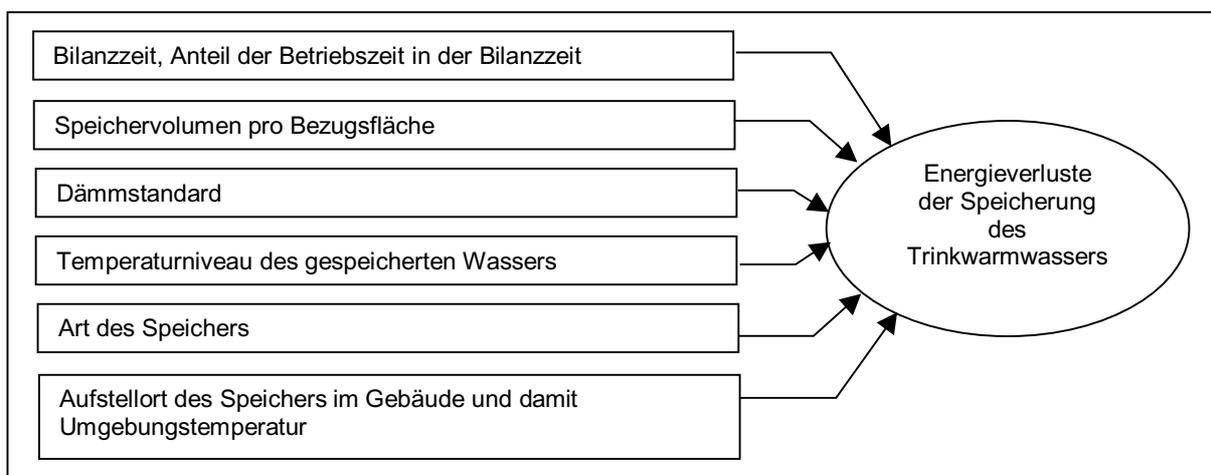


BILD 3.17 EINFLÜSSE AUF DIE WÄRMEVERLUSTE DER TRINKWARMWASSERSPEICHERUNG

Randbedingungen zur Bestimmung von Deckungsanteilen und Aufwandszahlen der Wärmeerzeuger sind in Bild 3.18 dargestellt. Auch an dieser Stelle gilt: Deckungsanteile und Erzeugeraufwandszahlen können ggf. auch durch absolute Wärmeverluste im Stillstand und im Betrieb ersetzt werden.

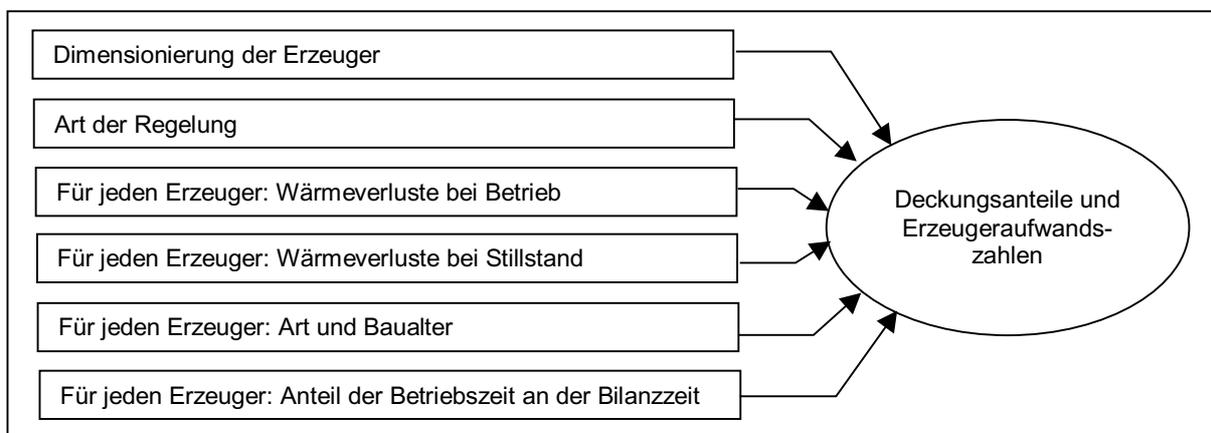


BILD 3.18 EINFLÜSSE AUF DECKUNGSANTEILE UND ERZEUGERAUFWANDSZAHLEN

### **3.7. Hilfsenergien und Jahresprimärenergiebewertung**

Die Bestimmung der Jahresprimärenergie umfasst sowohl thermische Energien, als auch elektrische Hilfsenergien für die Heizung, Lüftung und Warmwasserbereitung. Zur primärenergetischen Bewertung werden je nach Energieträger Umrechnungsfaktoren angegeben. Diese Vorgehensweise orientiert sich an der Vorgehensweise der EnEV 2002.

## **4. Datengrundlage für eine Gebäudeanalyse**

Vor Beginn der energetischen Bilanzierung eines Gebäudes - Verbrauchsanalyse eines bestehenden Gebäudes oder Bedarfsprognose für den Neubau bzw. für ein zu modernisierendes Gebäude - muss eine Anzahl von Randdaten bekannt sein. Eine Zusammenstellung liefert die folgende Übersicht:

- Nutzungstyp, Baualtersklasse des Gebäudes
- Größe der beheizten Wohn- oder Nutzfläche
- Kompaktheitsgrad des Gebäudes oder Größe der Hüllfläche
- Fensterflächenanteil und Ausrichtung der Fenster
- Einschätzung der Wärmedurchgangskoeffizienten der Bauteile der wärmeübertragenden Umfassungsfläche
- Einschätzung der energetischen Wirkung von Wärmebrücken mit Hilfe spezieller Berechnungen oder Kataloge
- Innentemperatur und Luftwechsel mit Hilfe von Messungen oder Abschätzungen
- Grundstruktur der Regelung (zentrale und/oder dezentrale Absenkung der Heizung, Regelung der Wärmeabgabe im Raum, usw.)
- Länge der wärmeleitenden Leitungen, ihre Lage im Gebäude (innerhalb oder außerhalb des beheizten Bereiches), ihr Dämmstandard
- Größe eventuell vorhandener Wasserspeicher, ihr Aufstellort im Gebäude, ihr Dämmstandard und ihre mittlere Temperatur,
- Art, Größe und Qualität des Wärmeerzeugers oder der Wärmeerzeuger (Verluste während Betrieb und Bereitschaft)
- bei der Untersuchung von Gebäuden anhand von Verbrauchswerten: Klimadaten für den Abrechnungszeitraum

Weitere Hinweise und Erklärungen der genannten Positionen werden sich dem Leser immer dann bieten, wenn auf die Ermittlung der Energieeinzelkennwerte eingegangen wird.

Hinweis: Standardkennwerten für den Gebäudebestand sind immer nur Näherungswerte. Im Einzelfall - aber auch im regionalen Mittel - können die realen Bedingungen sehr weit vom Kennwert abweichen. Je genauer die Datenerhebung vor Ort betrieben wird, desto genauer werden die Aussagen zur energetischen Effizienz. Dies betrifft vor allem Raumtemperaturmessungen, U-Wert-Messungen, Datenaufnahme zum Wärmeverteilsystem wie Länge, Temperaturen, Dämmstandard und Abgasverlustmessungen bei Wärmeerzeugern.

Da eine Vor-Ort-Messung jedoch mit um so höheren Kosten verbunden ist, je genauer sie wird, können - trotz Fehlerquote - auch mit Hilfe von Standardkennwerten Einsparpotentiale abgeschätzt werden. Die Energieverbraucher, für die eine genauere Untersuchung lohnenswert ist, können herausgefiltert werden.

## 4.1. Beispielgebäude

Die Anwendung des gesamtenergetischen Bilanzverfahrens soll anhand eines konkreten Beispielgebäudes demonstriert werden. Im folgenden wird die Beispielrechnung in den bereits bekannten grau hinterlegten Textkästen wiedergegeben sein.

### **BEISPIEL MFH:**

Das Gebäude ist ein Mehrfamilienhaus mit Standort in Wolfenbüttel. Es wurde 1974 errichtet. 1994 wurde der vorher installierte Konstanttemperaturkessel durch einen Niedertemperaturkessel ersetzt. Es wurden bis zum Jahr 2002 keine weiteren Sanierungsmaßnahmen durchgeführt.

Für das Gebäude soll zunächst eine Energiebedarfsrechnung durchgeführt werden. Diese setzt voraus, dass keine Abrechnungsdaten für Energie bekannt sind. Die benötigten wichtigen Kenndaten für das Gebäude werden so verwendet, wie sie bei einer Ortsbesichtigung aufgenommen wurden. Diese Größen werden immer dann genannt, wenn sie in der Energiebilanz bedeutend sind.

In diesem Gebäude gibt es 12 Wohneinheiten mit einer Größe von je 91,5 m<sup>2</sup>. Diese werden im Schnitt von je 3 Personen bewohnt.

Für das Jahr 2000 ist der Jahresgasverbrauch für Heizung und Warmwasserbereitung bekannt. Der Energieverbrauch soll für ein Standardjahr witterungsbereinigt werden. Weiterhin sollen verschiedene Modernisierungsvorschläge energetisch bewertet werden.

Das Gebäude ist in Bild 4.1 dargestellt.

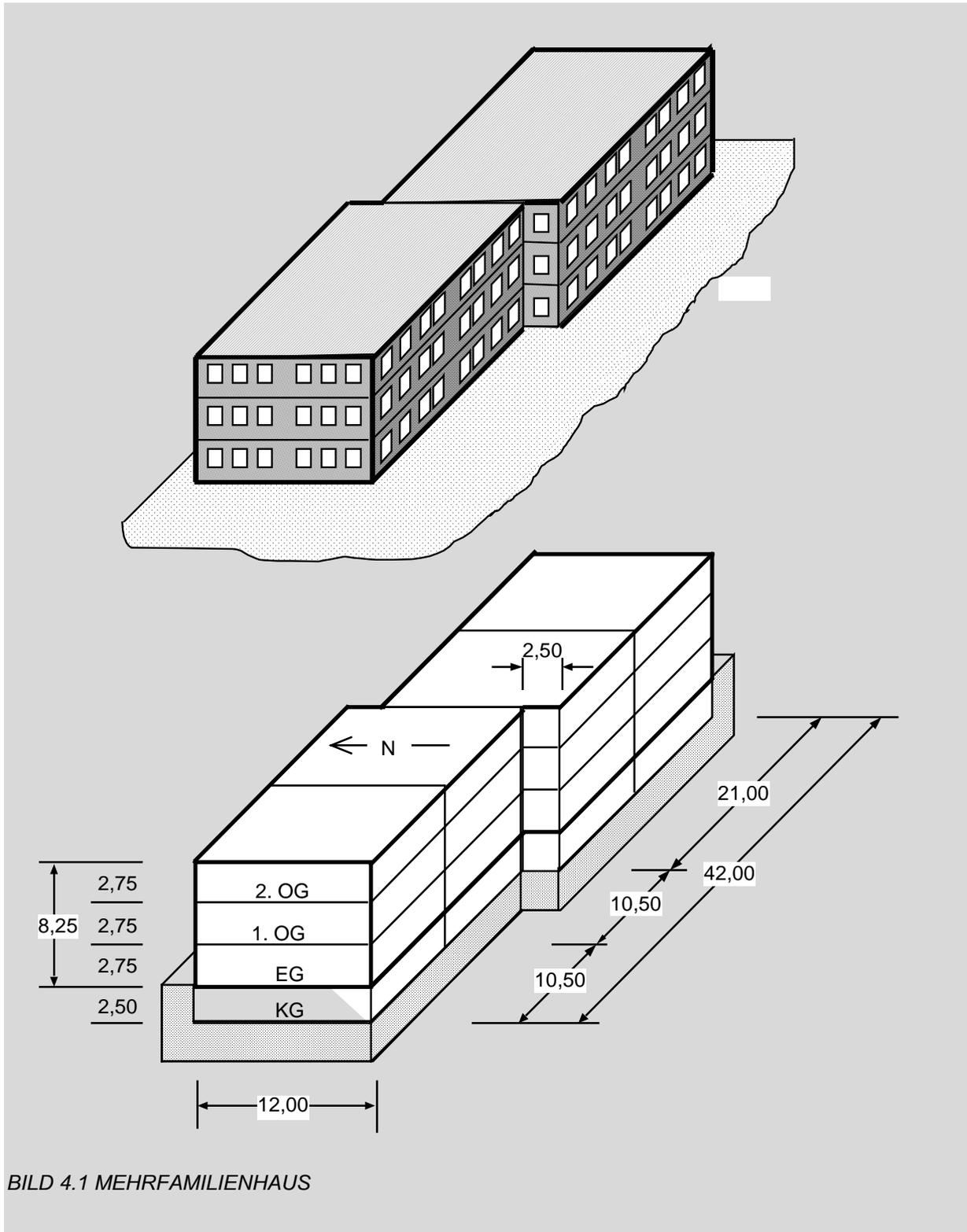


BILD 4.1 MEHRFAMILIENHAUS

Quelle: Jagnow, Horschler, Wolff;  
 Die neue Energieeinsparverordnung 2002;  
 Deutscher Wirtschaftsdienst; Köln; 2002