

Berechnungsgang der EnEV, DIN V 4701 Teil 10 und DIN V 4108 Teil 6 und die Konsequenzen

Die nachfolgende Zusammenstellung sowie der zugehörige Vortrag zu den Berechnungswegen der EnEV wird in zwei Teile gegliedert.

1. Der offizielle und komplizierte Weg des EnEV-Nachweises wird vorgestellt. Hier ist – ähnlich wie in der Steuergesetzgebung in Deutschland – bis ins kleinste Detail festgelegt, wer wie und mit welchen Normen die einzelnen Energiekennwerte bestimmt. Das "warum" spielt dabei kaum eine Rolle.
2. Ein pragmatischer und einfacher Weg zur Energiebilanzierung, der allen am Bau Beteiligten Sachverstand und Fachkompetenz unterstellt und ihnen weitgehende Freiheit lässt. Und trotzdem (oder gerade deshalb) eine realistische Bilanzierung – auch von Passivhäusern – ermöglicht.

1. Berechnungsgang der EnEV: Schnittstellenproblematik zwischen Bau und Anlagentechnik

Zunächst ein Blick auf den Status Quo des EnEV-Nachweises. Die EnEV verweist für die primärenergetische Bewertung eines Neubaus derzeit auf folgende Berechnungsvorschriften:

- das Monatsbilanzverfahren der DIN V 4108 Teil 6 oder alternativ
- das vereinfachte Verfahren für Wohngebäude des Anhangs 1 der EnEV (dieses Verfahren ist nur für Gebäude anwendbar, die ganz oder deutlich überwiegend zum Wohnen genutzt werden) sowie
- die DIN V 4701 Teil 10 zur Bewertung der Anlagentechnik.

Für das konkrete Gebäude sind mit diesen Normen bzw. Rechenvorschriften der vorliegende Primärenergiebedarf sowie die Güte der Gebäudehülle nachzuweisen. Die Ermittelten Werte sind mit den zulässigen Höchstwerten der EnEV zu vergleichen und es ist für Neubauten ein Energiebedarfsausweis über die Rechenergebnisse auszustellen.

Primärenergiebilanz und zugelassene Verfahren der Normen DIN V 4108-6 und DIN V 4701-10

Der Jahresprimärenergiebedarf Q_P wird ermittelt zu:

$$Q_P = (Q_h + Q_w) \cdot e_p$$

mit:

- Q_h Jahresheizwärmebedarf, in [kWh/a]
- Q_w Nutzwärme der Trinkwarmwasserbereitung, in [kWh/a]
- e_p Primärenergiebezogene Anlagenaufwandszahl, in [-]

Zunächst wird die Gebäudehülle bis zur Stufe des Jahresheizwärmebedarfes Q_h bewertet. Hierbei ist ein Zwischenergebnis der spez. Transmissionswärmeverlust H_T , aus dem der spezifische auf die wärmeübertragende Umfassungsfläche bezogene Transmissionswärmeverlust H_T' ermittelt werden kann. Zur Ermittlung des Jahresheizwärmebedarfes gibt es unter bestimmten Randbedingungen zwei alternative Rechenverfahren:

- das Monatsbilanzverfahren der DIN V 4108 Teil 6 und
- das vereinfachte Verfahren für Gebäude, die ganz oder deutlich überwiegend zum Wohnen genutzt werden, gemäß Anhang 1 der EnEV. Beim vereinfachten Verfahren für Wohngebäude bestehen aus Gründen der Vereinfachung des Nachweises eine Reihe von Einschränkungen.

Anschließend wird - mit dem bezogenen Jahresheizwärmebedarf q_h als wichtigster Eingangsgröße - die Anlagentechnik und die primärenergetische Umwandlung der Energien berechnet. Das Endergebnis ist der Wert Q_P' (Jahresprimärenergie auf das beheizte Gebäudevolumen V_e bezogen) bzw. Q_P'' (wie vor, aber auf die Nutzfläche A_N bezogen). Diese Bewertung erfolgt mit der DIN V 4701 Teil 10. Diese Vornorm lässt innerhalb ihres Bilanzverfahrens drei unterschiedlich detaillierte Wege zu:

- das ausführliche Rechnen,
- das Rechnen mit Tabellenwerten und
- die Verwendung von graphischen Auftragungen.

Einen Ablaufplan für den EnEV-Nachweis und die Verknüpfung mit den zugehörigen Berechnungsnormen ist in Bild 1 dargestellt. Das Schema gilt für den allgemeinen Nachweis der Haupt- und Nebenbedingung, wie er für Neubauten erfolgen soll. Es kann bei Bedarf (bei Zutreffen einer Ausnahmeregelung) entsprechend gekürzt werden.

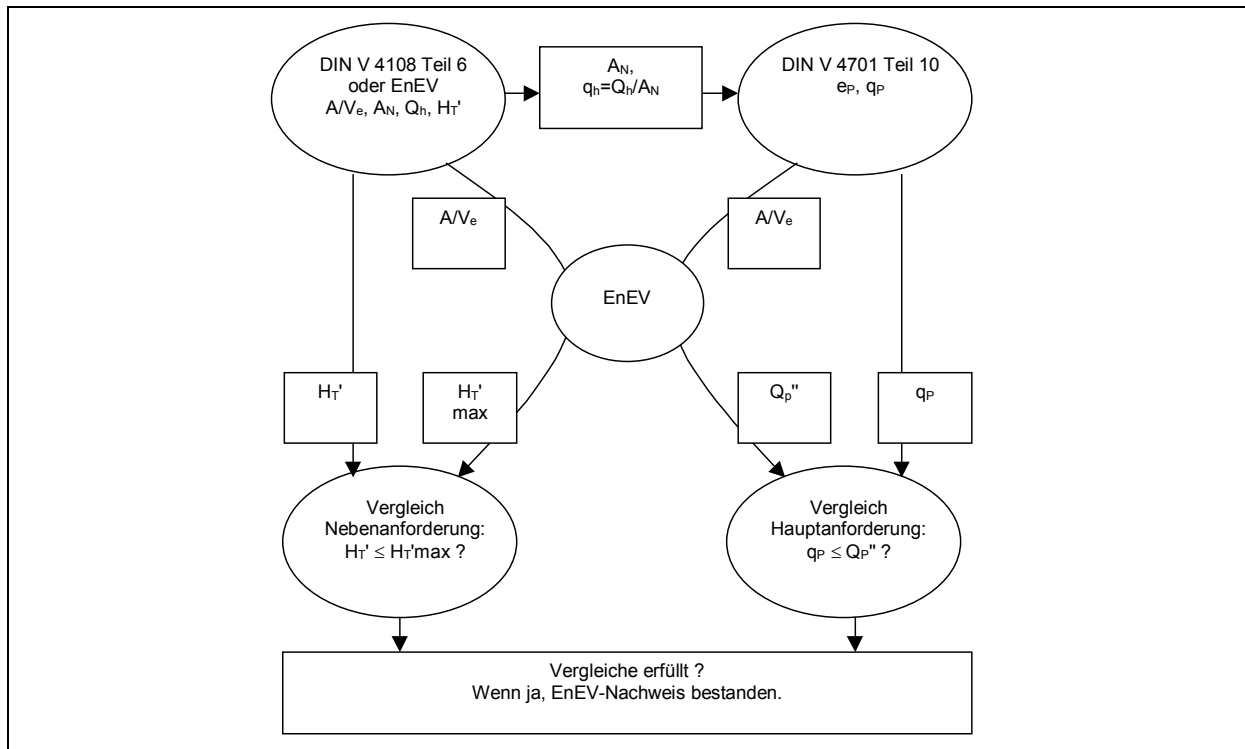


Bild 1: Allgemeiner Ablauf des Nachweisverfahrens nach EnEV

Schnittstellengrößen und ihre Problematik

Die Übernahme der Schnittstellengrößen ist in Abschnitt 4 der DIN V 4701 Teil 10 geregelt. Dieser besagt, dass die Nutzfläche A_N aus der EnEV 2002 oder der DIN V 4108 Teil 6 übernommen werden kann.

Der Jahresheizwärmebedarf q_h des untersuchten Gebäudes muss nur korrigiert werden, wenn er mit dem Monatsbilanz-verfahren der DIN V 4108 Teil 6 berechnet wurde und bei der Bestimmung des Lüftungswärmeverlustes bereits eine Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung berücksichtigt wurde. Die Korrektur macht dies rückgängig und die Wärmerückgewinnung wird anschließend zusammen mit der restlichen Anlagentechnik bewertet.

Da die Wärmerückgewinnung einer Lüftungsanlage zu einer Verminderung der Lüftungswärmeverluste führt, erhöht sich dadurch in der Bilanz nach DIN V 4108, Teil 6 das Gewinn/Verlust-Verhältnis gegenüber der Berechnung ohne WRG; hierdurch sinkt der Ausnutzungsgrad der freien Wärmegewinne; die Berechnung nach beiden Methoden führt zu unterschiedlichen Ergebnissen des Heizwärmebedarfs, der nicht durch die anschließende Korrektur für die Berechnung nach DIN V 4701, Teil 10 behoben wird.

Wird der Jahresheizwärmebedarf aus dem vereinfachten Verfahren des Anhangs 1 der EnEV übernommen, so muss grundsätzlich keine Korrektur vorgenommen werden, da dieses Verfahren eine Bewertung von Wärmerückgewinnung nicht zulässt.

Problematik der Nutzendefinition

Mit Hilfe der Energiekennwerten eines Gebäudes können verschiedene Bilanzebenen dargestellt werden, z.B. die Bilanz der Nutzenergie oder der Endenergie eines Gebäudes. Die Bilanzebene der Nutzenergie ist mit gewissen Problemen behaftet, die nachfolgend erörtert werden sollen.

Grundsätzlich umfasst die Nutzenergie sowohl den Nutzen der Raumheizung als auch den Nutzen der Trinkwarmwasserbereitung. Die Bilanzierung des Nutzens der Raumheizung ist der nicht eindeutige Teil.

Der Nutzen für die Raumheizung wird anhand von fünf Energiekennwerte bilanziert. Das Ergebnis nennen die EnEV 2002 und zugehörige Normen: den Jahresheizwärmebedarf.

$$Q_h = (Q_T + Q_V) - \eta \cdot (Q_S + Q_I)$$

mit:

- Wärmeverluste der Transmission Q_T
- Wärmeverluste der Lüftung Q_V
- Nutzungsgrad der Fremdwärme η
- passive solare Fremdwärme Q_S
- innere Fremdwärme Q_I

Der Heizwärmebedarf ist die nicht messbare Energiemenge, die sich aus der Differenz der Energieverluste aus Transmission und Lüftung und Energiegewinne aus solarer Einstrahlung sowie Personen- und Geräteabwärme ergibt. Er stellt aber nicht die Wärmeabgabe der Heizflächen dar, weil die inneren Gewinne keine Anlagentechnischen Verluste umfassen! Da nicht eindeutig geregelt ist, ob der Wärmeverluste der Lüftung die Wärmerückgewinnung enthält, liefert das Ergebnis "Heizwärmebedarf" keine eindeutige Aussage.

Betrachtet man andere Bilanzverfahren, muss man feststellen, dass es für jede der in der Gleichung vorkommenden 5 Größen andere Berechnungsvorschriften gibt. Fazit der Bilanzierung eines Nutzens für das Gebäude: die Angabe eines Nutzens ist je nach Bilanzverfahren verschieden. **Zumindest deshalb erscheint für die Bilanzierung des Gebäudes die Angabe einer Nutzenergie (Raumheizung plus Trinkwarmwasserbereitung) als nicht sinnvoll.**

2. Die bauliche Bewertung nach DIN 4108-6 im Detail

Der Jahresheizwärmebedarf Q_h ermittelt sich gemäß vereinfachtem Verfahren für Wohngebäude zu:

$$Q_h = 66 (H_T + H_V) - 0,95 (Q_S + Q_i)$$

mit:

- H_T spezifischer Transmissionswärmeverlust, in [W/K]
- H_V spezifischer Lüftungwärmeverlust, in [W/K]
- Q_S solare Wärmegewinne, in [kWh/a]
- Q_i interne Wärmegewinne, in [kWh/a]

Der allgemeine Ansatz für das Monatsbilanzverfahren lautet entsprechend:

$$Q_h = (Q_T + Q_V) - \eta \cdot (Q_S + Q_I)$$

mit:

- Wärmeverluste der Transmission Q_T
- Wärmeverluste der Lüftung Q_V
- Nutzungsgrad der Fremdwärme η
- passive solare Fremdwärme Q_S
- innere Fremdwärme Q_I

Zu Ermittlung der Einzelgrößen gelten mehrere weitere Normen, die hier nicht alle einzeln benannt werden sollen und können. Die drei wichtigsten seien genannt:

- DIN EN ISO 6946: 1996 - 11 Bauteile, Wärmedurchlasswiderstand und Wärmedurchgangskoeffizient, Berechnungsverfahren
- DIN EN ISO 10077 - 1: 2000 - 11, Wärmetechnisches Verhalten von Fenstern, Türen und Abschlüssen - Berechnung des Wärmedurchgangskoeffizienten - Teil 1: Vereinfachtes Verfahren
- DIN 4108 Bbl 2: 1998 - 08, Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden, Wärmebrücken Planungs- und Ausführungsbeispiele

Eine Übersicht über die wesentlichen Unterscheidungsmerkmale des Heizperiodenbilanzverfahrens und des Monatsbilanzverfahrens liefert Tabelle 1 Verfahren der DIN 4108-6.

	Erläuterung
Monatsbilanzverfahren nach DIN V 4108 Teil 6	<p>Mit Hilfe des Monatsbilanzverfahrens werden der auf die Nutzfläche bezogene Jahresheizwärmebedarf q_h und in einem Zwischenschritt die spezifische, auf die Gebäudehüllfläche bezogene Transmissionsheizlast H_T' bestimmt.</p> <p>Das Monatsbilanzverfahren ermöglicht dabei die monatsweise Bilanzierung von Wärmeverlusten und -gewinnen (ohne Gewinne der Anlagentechnik). Der Ausnutzungsgrad für Fremdwärmegewinne ist ebenfalls monatsweise variabel und hängt sowohl von den Gebäudeeigenschaften als auch der Höhe der Gewinne und Verluste ab. Die Heizgrenztemperatur, damit die Länge der Heizzeit und die Gradtagszahl werden anhand der Wärmeverluste und Wärmegewinne (ohne Anlagentechnik) bestimmt. In der Regel wird von konstanten Luftwechseln in den einzelnen Monaten ausgegangen.</p> <p>Mit Hilfe dieses Verfahrens und weiterer in Bezug genommener Normen kann der Einfluss von Wärmebrücken detailliert bestimmt werden. Eine Verminderung des Jahresheizwärmebedarfes aufgrund von Heizungsunterbrechung oder -absenkung kann bewertet werden, ebenso wie der Einfluss einer Wärmerückgewinnung für die Lüftung auf den Jahresheizwärmebedarf q_h.</p> <p>Die Bewertung einer Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung - die streng genommen zur Anlagentechnik zählt - ist allerdings nicht empfehlenswert, da diese dort wieder rückgängig gemacht werden muss.</p> <p>Die Raumlufftemperatur ist fest definiert. Für den Luftwechsel gibt es eine Reihe von definierten Standardwerten, aus denen ein Wert gewählt werden muss. Gleiches gilt für die Höhe der inneren Gewinne (ohne Anlagentechnik)</p> <p>Die U-Werte von Bauteilen können variabel eingesetzt werden.</p>
vereinfachtes Verfahren nach Anhang 1 der EnEV für Wohngebäude	<p>Auch das vereinfachte Verfahren nach Anhang 1 der EnEV dient der Ermittlung des auf die Nutzfläche bezogenen Jahresheizwärmebedarfes q_h sowie des Wertes H_T'. Es kann nur für bestimmte Wohngebäude angewendet werden. Diese sollen sich in der Ausführung ihrer Außenbauteile in etwa an die Grenzen der EnEV halten, dürfen keine Wintergärten und ähnliche Sonderbaumaßnahmen enthalten.</p> <p>Die Raumlufftemperatur, Heizgrenztemperatur, Länge der Heizzeit (185 d/a) und die Gradtagszahl sind feste Größen. Ebenso der Nutzungsgrad für Fremdwärmegewinne, das Einsparungspotential aufgrund von Heizungsunterbrechung oder -absenkung und die auf die Nutzfläche bezogenen inneren Gewinne (ohne Anlagentechnik).</p> <p>Wärmebrücken werden pauschal berücksichtigt. Die U-Werte der Bauteile können variabel gewählt werden.</p> <p>Für den Luftwechsel gibt es zwei Variationsmöglichkeiten: Gebäude, die den Dichtheitstest bestanden haben bzw. bestehen werden und diejenigen, die keinen Dichtheitstest machen oder ihn nicht bestehen. Eine Lüftungsanlage wird erst später im Zusammenhang mit der Anlagentechnik bewertet.</p>

Tabelle 1 Verfahren der DIN 4108-6

Eine kritische Erläuterung und teilweise Betrachtung der einzelnen Größen folgt.

Spezifische Transmissionsheizlast bzw. spezifischer Transmissionswärmeverlust

Die spezifische Transmissionsheizlast oder der spezifische Transmissionswärmeverlust (H_T) ist ebenfalls ein zusammengesetzter Energiekennwert. In ihm sind zwei wesentliche Eigenschaften des Gebäudes vereinigt: die Größe der Wärmeübertragenden Umfassungsfläche A und der mittlere Wärmedurchgangskoeffizient für die wärmeübertragende Umfassungsfläche des Gebäudes U_m . Der Wärmedurchgangskoeffizient wird mit Berücksichtigung von Wärmebrücken angegeben.

Luftwechsel bzw. Luftwechselrate

Der Luftwechsel n ist eine Überlagerung von Fugen- und Fensterlüftung sowie dem Anlagenluftwechsel, wenn eine Lüftungsanlage vorhanden ist. Es wird also von der Güte des Gebäudes, dem Nutzerverhalten und der Anlagentechnik bestimmt. Aufgrund der verschiedenen Verursacher wird bei der Bestimmung des Luftwechsels in verschiedene Teilluftwechsel unterschieden.

Im Allgemeinen weisen alle Bilanzverfahren den mechanischen bzw. Anlagenluftwechsel aus. Der übrige Luftwechsel - eine Mischung der Einflüsse von Gebäudeundichtheiten und Nutzer - wird entweder als Restluftwechsel oder natürlicher Luftwechsel bezeichnet. Ist keine Lüftungsanlage vorhanden, gibt es nur den natürlichen Luftwechsel.

Für die Bilanzierung der Lüftungswärmeverluste wird entweder der Gesamtluftwechsel (bestehend aus den Anteilen für die Anlage, die Gebäudeundichtheiten und den Nutzer) oder der energetische Luftwechsel eingesetzt. Der Unterschied liegt in der Bewertung einer ggf. vorhandenen Einrichtung zur Wärmerückgewinnung in der Anlagentechnik. Wird der Gesamtluftwechsel einfach durch Addition der Teilluftwechsel (n_{Anlage} , n_{Rest}) bestimmt, dann ist keine Wärmerückgewinnung berücksichtigt. Wird jedoch der energetische Luftwechsel verwendet, dann ist berücksichtigt, dass der Teil der Luft, der über die Wärmerückgewinnung in das Gebäude strömt, nicht mittlere Außenlufttemperatur hat, sondern bereits teilweise vorgewärmt ist. Der energetische Luftwechsel ist geringer als der Gesamtluftwechsel.

Das Monatsbilanzverfahren kann den energetischen Luftwechsel berücksichtigen, das vereinfachte Verfahren jedoch nicht. In diesem Fall kann die Wärmerückgewinnung aber nachträglich in der Anlagenbilanz bewertet werden. **Hier muss künftig eine einheitliche Bewertung gefunden werden. Wird in einem Passivhaus die Wärmerückgewinnung nicht bei der Bestimmung der Lüftungswärmeverluste berücksichtigt, ergeben sich viele zu große rechnerische Lüftungswärmeverluste. Damit wird bei der Raumbilanz (Heizwärmebedarf) das Vermögen zur Ausnutzung von Fremdwärme falsch wiedergegeben!**

Passive solare Fremdwärme

Passive solare Fremdwärme (Q_S) ist die Folge direkter Sonneneinstrahlung durch transparente (und nichttransparente) Bauteile. Die Menge wird bestimmt durch die Größe und Ausrichtung der Fenster zur Sonne, dem Energiedurchlassgrad der Fenster sowie Einflüssen der Verschattung und Verschmutzung. **Die Bilanz nach DIN V 4106-8 bewertet das Auftreten von passiver solarer Fremdwärme in der Regel zu hoch, weil die Verschattung und Verschmutzung der Fenster zu gering angesetzt wird.**

Innere Fremdwärme

Alle Objekte innerhalb des beheizten Bereiches des Gebäudes mit einer Temperatur über der Raumtemperatur geben Wärme ab. Innere Fremdwärme (Q_i) ist auf die Wärmeabgabe von Personen, elektrischen Geräten und beheizten Komponenten der Anlagentechnik zurückzuführen.

Das Verfahren der DIN 4108-6 bilanziert bei der Heizwärmebedarfsberechnung nur einen Teil der inneren Wärmequellen - die Personen und Geräte. Die Fremdwärme aus der Anlagentechnik wird erst bei der Anlagentechnikbewertung als Gutschriften berücksichtigt. **Mit dieser Vorgehensweise sind besondere Probleme bei der Passivhausbewertung verbunden: da die innere Fremdwärme nicht gemeinschaftlich (d.h. inklusive der Anteile aus Anlagentechnik) bewertet wird, wird der Wärmeeintrag in den beheizten Bereich unterschätzt. Die Rückkopplungen der anlagentechnischen Fremdwärme auf die anderen Anteile der Fremdwärme werden unterschätzt – obwohl sie gerade im Passivhaus sehr groß sind.**

Ungeregelte Wärmeabgabe und Ausnutzungsgrad der Fremdwärme

Der Anfall von Fremdwärme im Niedrigenergie- und Passivgebäude ist ein wesentlicher Parameter bei der Ermittlung der Jahresenergie und auch bei der Ermittlung der Schwankungsbreite des Luftwechsels. Da der Gesamtenergieverbrauch sehr gering ist, wirkt sich der Fremdwärmeanfall prozentual sehr stark auf den Endenergiebedarf eines NEH aus. Der Fremdwärmeanfall bzw. die unregelmäßige Wärmeabgabe innerhalb des beheizten Bereiches eines Gebäudes hat die folgenden Quellen:

- solare Einstrahlung,
- Personenwärme,
- Geräte und Beleuchtung (Haushaltsstrom),
- Wärmeverluste der Anlagentechnik.

Die Höhe des Fremdwärmeanfalls aus Personen, elektrischen Geräten und solarer Einstrahlung wirkt positiv auf die Energiebilanz, denn der nutzbare Teil dieser Wärme kompensiert die Wärmeabgabe über Heizflächen. Bis auf die Abwärme elektrischer Geräte fällt diese Wärme energetisch kostenlos im Gebäude an. Die primärenergeti-

sche Bewertung des "Haushaltsstromes" wird in dieser Betrachtung nicht weiter vertieft.

Anders verhält es sich mit der Fremdwärme aus Anlagentechnik. Diese fällt nicht energetisch neutral an. Es wird Heizenergie aufgewendet, um diese Fremdwärme zu produzieren. Da aber - im Gegensatz zur geregelten Wärmeabgabe - ein Teil dieser Fremdwärme gar nicht genutzt werden kann bzw. die Raumtemperatur oder den Luftwechsel unnötig erhöht, ist eine indirekte Beheizung des Gebäudes über Fremdwärme immer mit einem Mehraufwand an Energieverbrauch verbunden.

Ein weiterer Einfluss ergibt sich durch die schlechtere Nutzbarkeit aller Fremdwärmemengen - auch der (energetisch) "kostenlos" anfallenden Fremdwärme aus Personen, Geräten und solarer Einstrahlung - wenn das Fremdwärmeangebot steigt. Mit jedem zusätzlichen Energieangebot durch Wärmeführende Verteilleitungen sinkt der Ausnutzungsgrad der Fremdwärme. Oder anders gesagt, mit jedem zusätzlichen Wärmeangebot wird erst die Raumtemperatur, dann der Luftwechsel über das notwendige Maß steigen.

Der nicht nutzbare Teil führt in der Praxis zu erhöhten Raumtemperaturen und/oder erhöhten Luftwechseln. Aus diesem Ansatz heraus kann ein realer Luftwechsel definiert werden. Die EnEV-Bilanzierung definiert stattdessen einen Fremdwärmenutzungsgrad (η_F). Er ist ein dimensionsloser Umrechnungsfaktor zwischen dem Fremdwärmeanfall und den davon nutzbaren solaren und inneren Wärmegewinnen.

Der Ansatz des Fremdwärmenutzungsgrades berücksichtigt folgenden Effekt: Je höher die Wärmeverluste des beheizten Raumes, je geringer die Wärmegewinne des Gebäudes, je höher die Speicherfähigkeit des Gebäudes und je flinker die Regelung, desto besser kann das Gebäude auf den Fremdwärmeanfall reagieren und ihn wirklich nutzen. Der Ausnutzungsgrad nimmt in diesem optimalen Fall Werte von fast 1,0 an. Bei erhöhtem Fremdwärmeanfall sinkt der Ausnutzungsgrad der Fremdwärme.

3. Die Anlagentechniknorm DIN V 4701 Teil 10 im Detail

Die Bewertung der Anlagentechnik im Rahmen der EnEV-Bewertung von Gebäuden erfolgt mit der DIN V 4701-10, die im folgenden kurz vorgestellt wird. An geeigneten Stellen wird die Anwendung im Passivhaus kommentiert.

Nach einem Vorwort und einer Einleitung werden in den ersten drei Abschnitten der Norm sowohl der Anwendungsbereich der Vornorm geklärt, als auch normative Verweise auf andere Berechnungsvorschriften gegeben und Definitionen, Symbole sowie die Indizierung erläutert. Der vierte Abschnitt dient der Erläuterung der allgemeinen Methodik des Rechenverfahrens. Es gibt eine Anleitung, wie die Vornorm mit den Rechenverfahren zur Bestimmung des Jahresheizwärmebedarfes - dem vereinfachten Berechnungsverfahren der EnEV bzw. dem Monatsbilanzverfahren der DIN

V 4108 Teil 6 - zu verknüpfen ist. Die Handrechenblätter für den Berechnungsablauf werden vorgestellt.

Die Ermittlung der energetischen Kenngrößen für Warmwasser-, Lüftungs- und Heizungsanlagen wird in Abschnitt 5 der Vornorm beschrieben. Neben den **ausführlichen Berechnungsformeln** werden jeweils auch typische Standardwerte definiert, die an Stelle nicht bekannter realer Randbedingungen verwendet werden können. In den Anhängen A und B der Vornorm sind die Vordrucke für Berechnungsblätter zur Anlagenbewertung sowie deren Anwendung anhand eines Berechnungsbeispiels abgedruckt.

Der **Anhang C** enthält die beiden **vereinfachten Rechenwege** der Vornorm. In den **Tabellen** (C.1 bis C.4) werden unter Anwendung der in Kapitel 5 der Norm angegebenen allgemeinen Formeln und der definierten Standardwerte energetische Einzelkennwerte für den (angeblich) energetisch unteren Durchschnitt der heutigen Technik angegeben. Die graphischen Auftragungen (C.5) bieten als weitere Vereinfachung Schaubilder der Anlagenaufwandszahl für 6 typische Anlagentechniken.

Der informative Anhang D gibt einen Formalismus zur Bestimmung weiterer Kenngrößen der Anlagentechnik. Beiblatt 1 setzt die Liste der **graphischen Auftragungen** des Anhangs C.5 fort.

Tabelle 2 gibt eine Kurzbeschreibung der drei Verfahren der DIN 4701-10 wieder.

ausführliche Berechnung nach Abschnitt 5 der DIN V 4701 Teil 10	<p>Abschnitt 5 der DIN V 4701 Teil 10 bietet die ausführliche Rechengrundlage für nahezu jede am Markt übliche Anlagentechnik. Als Eingangsgrößen dienen der auf die Nutzfläche bezogene Jahresheizwärmebedarf q_h und die Nutzfläche A_N sowie die Länge der Heizzeit und die Gradtagszahl. Die beiden zuletzt genannten Größen sind flexibel einsetzbar. (Für die Heizgrenze fordert die DIN V 4701 Teil 10 ausschließlich den Wert 10 °C, auch wenn dies nicht kompatibel mit dem Monatsbilanzverfahren der DIN V 4108 Teil 6 ist). Die Berechnungsgrundlagen gelten für den Wohn- und den Nicht-Wohnbau.</p> <p>Eine eventuell bereits im Jahresheizwärmebedarf verrechnete Wärmerückgewinnung für die Lüftungsanlage kann energetisch richtig bewertet werden. Innere Fremdwärme-gewinne aus der Anlagentechnik können bestimmt werden, der Nutzungsgrad für Fremdwärme-gewinne aus der Anlagentechnik ist jedoch ein fester Wert, ebenfalls der Nutzwärmebedarf für die Warmwasserbereitung.</p> <p>Alle anlagentechnischen Verluste werden anhand von Formeln ermittelt. Die Bewertung umfasst die Wärmeverluste der Wärmeübergabe, Verteilung, Speicherung, Erzeugung, die Hilfsenergien und die primärenergetische Umwandlung. Eine Heizunterbrechung oder -absenkung kann nicht im Verfahren berücksichtigt werden.</p> <p>Das Ergebnis ist der auf die Nutzfläche gezogene Jahresprimärenergiebedarf bzw. die Anlagenaufwandszahl e_p - das Verhältnis von Jahresprimärenergiebedarf zum Nutzen (Jahresheizwärmebedarf plus Standardwarmwassernutzen).</p>
---	--

<p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">tabellierte Standardwerte nach Anhang C.1 - C.4 der DIN V 4701 Teil 10</p>	<p>Voraussetzungen für die Anwendung der Tabellen des Anhangs C.1 bis C.4 der DIN V 4701 Teil 10 sind die fest definierte Länge der Heizzeit (185 d/a) und die feste Gradtagszahl. Es ist uneingeschränkt anwendbar für die Bewertung von Wohngebäuden. Für die Bewertung von Nichtwohngebäuden sind die gegebenen Kennwerte kritisch zu beurteilen und korrekterweise nicht anwendbar bzw. gültig.</p> <p>Als Eingangsgrößen dienen der auf die Nutzfläche bezogene Jahresheizwärmebedarf q_h, jedoch ohne Berücksichtigung einer Wärmerückgewinnung nach DIN V 4108 Teil 6 berechnet, sowie die Nutzfläche A_N. Der Nutzungsgrad für Fremdwärmegewinne aus der Anlagentechnik ist ein fester Wert, ebenfalls der Nutzwärmebedarf für die Warmwasserbereitung.</p> <p>Die Kennwerte zur Bewertung der Anlagentechnik sind in Tabellenform gegeben. Grundlage für die Tabellen sind die Formeln der ausführlichen Berechnung, in denen jedoch ein Teil der Variablen mit Standardwerten für Wohngebäude belegt wurde, um ein Abbild des heute üblichen Standards zu bieten. Mit den Tabellenwerten soll der untere Durchschnitt des energetischen Niveaus widerspiegelt werden.</p> <p>Eine Heizunterbrechung oder -absenkung kann auch hier nicht im Verfahren berücksichtigt werden. Das Ergebnis ist auch hier der auf die Nutzfläche gezogene Jahresprimärenergiebedarf bzw. die Anlagenaufwandszahl e_p.</p> <p>Die Kennwerte des Tabellenverfahrens sind teilweise oder vollständig ersetzbar mit ausführlich berechneten Kennwerten nach Abschnitt 4 der Vornorm. Es besteht eine fließende Grenze zwischen der ausführlichen Berechnung und dem Rechnen mit Standardwerten.</p>
<p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Graphiken für bestimmte Anlagensysteme nach Anhang C.5 und Beiblatt 1 der DIN V 4701 Teil 10</p>	<p>Voraussetzung für die Anwendung einer graphischen Auftragung nach Anhang C.5 oder Beiblatt 1 der DIN V 4701 Teil 10 ist die fest definierte Länge der Heizzeit (185 d/a) und eine feste Gradtagszahl. Die Graphiken sind nur anwendbar für Wohngebäude, da die Trinkwarmwasserbereitung berücksichtigt ist.</p> <p>Als Eingangsgröße dient der auf die Nutzfläche bezogene Jahresheizwärmebedarf q_h, der jedoch ohne Berücksichtigung einer Wärmerückgewinnung berechnet werden muss, und die Nutzfläche A_N.</p> <p>Aus Kurvenscharen für jeweils eine definierte Anlagenkonfigurationen der Warmwasserbereitung, Heizung und Lüftung können der auf die Nutzfläche bezogene Jahresprimärenergiebedarf q_p und andere Kenngrößen abgelesen werden. Eine Heizunterbrechung oder -absenkung ist nicht in den Werten berücksichtigt.</p>

Tabelle 2 Kurzbeschreibung DIN 4701-10

Die in der DIN V 4701 Teil 10 angegebene Berechnungsvorschrift ist ein Jahresenergiebilanzverfahren zur Bestimmung des Jahresprimärenergiebedarfes eines Gebäudes, dessen Jahresheizwärmebedarf bereits bekannt ist. Es bewertet die anlagentechnischen Energieverluste der Heizung, Lüftung und Warmwasserbereitung inklusive der Hilfsenergien. Die DIN V 4701 Teil 10 gilt für zu errichtende Gebäude, also nicht für den Gebäudebestand.

Allgemeine Randbedingungen, an die die Anwendung der DIN V 4701 Teil 10 geknüpft ist und die in der aktuellen Diskussion im Vergleich zu realen Verbrauchswerten sehr umstritten sind, fasst Tabelle 3 zusammen.

Kenngröße	Randbedingungen
Innentemperatur der Gebäude	Die Gebäude müssen "normale" (nach EnEV über 19 °C) Innentemperaturen aufweisen. Gerechnet wird in der DIN V 4701 Teil 10 bei der Bestimmung von Kennwerten (z.B. Verteilverlusten) jedoch mit einer Temperatur von 20 °C für die beheizte Zone.
Heizperiode	185 d/a für die Anwendung der tabellierten Standardwerte (Anhang C.1 bis C.4) und der graphischen Auftragungen (C.5 und Beiblatt 1); beliebig für die ausführliche Rechnung nach Abschnitt 5.
Heizgrenztemperatur	10 °C
Gradtagszahl	69,6 kWh/a die Anwendung der tabellierten Standardwerte (Anhang C.1 bis C.4) und der graphischen Auftragungen (C.5 und Beiblatt 1); beliebig für die ausführliche Rechnung nach Abschnitt 5.
Warmwassernutzwärme	ausschließlich 12,5 kWh/(m ² a) für die Anwendung der graphischen Auftragungen (C.5 und Beiblatt 1); Sonst entweder 12,5 kWh/(m ² a) für Wohngebäude und 0 kWh/(m ² a) für Nicht-Wohngebäude
Bezugsfläche	Als Bezugsfläche ist wie in der EnEV die aus dem äußeren Hüllvolumen V_e abgeleitete Fläche A_N zu verwenden.
Jahresheizwärmebedarf	Die Anwendung beschränkt sich auf Gebäude mit einem Jahresheizwärmebedarf von etwa 30 bis 90 kWh/(m ² a) - berechnet ohne Berücksichtigung einer Wärmerückgewinnung für die Lüftung.

Tabelle 3 Randbedingungen DIN V 4701 Teil 10

Die fixe Heizperiode von 185 Tagen pro Jahr stößt in der Praxis vielfach auf Kritik, da sie die realen Verhältnisse in der breiten Neubaupraxis nicht wiedergibt. Im Passivhaus – als einzigem aller Neubaustandards – sind die Kennwerte jedoch durchaus realistisch!

Die Berücksichtigung des eingeschränkten Heizbetriebes (Abschaltung oder Absenkung des Heizbetriebes für Nacht- und/oder Wochenendzeiten) ist nicht möglich. Auch die Klimatisierung eines Gebäudes kann nicht energetisch erfasst werden.

Für alle Berechnungsschritte wird die tatsächliche Anlagenausführung nach den geltenden Regeln der Technik vorausgesetzt. Das bedeutet, dass Qualitätssicherungsmaßnahmen der Planung und Ausführung - wie ein hydraulisch abgeglichenes Rohrnetz, richtig dimensionierte Heizkörper, Wärmeerzeuger und Pumpen etc. - nicht gesondert bei der Energiebilanzierung berücksichtigt werden können. Sie werden vorausgesetzt.

Grundidee für die energetische Bewertung

Die Bilanz nach DIN V 4701 Teil 10 bewertet die Anlagentechnik, ihre Wärmeverluste, Hilfsenergien sowie die primärenergetische Umwandlung von Energien.

Als Eingangsgrößen dienen:

- der Jahresheizwärmebedarf nach dem Monatsbilanzverfahren der DIN V 4108 Teil 6 oder dem vereinfachten Bilanzverfahren des Anhangs 1 der EnEV,
- die Nutzfläche A_N und
- wenn das Monatsbilanzverfahren nach DIN V 4108 Teil 6 verwendet wird, die Länge der Heizperiode t_{HP} und die Gradtagszahl F_{GT} .

Bilanziert wird entgegen des eigentlichen Energieflusses, beginnend mit dem Nutzen in mehreren Stufen (Bildung der Verlustkennwerte) über die Jahresendenergie bis zur Jahresprimärenergie. Verdeutlicht wird dieser Ablauf schematisch in Bild 1.

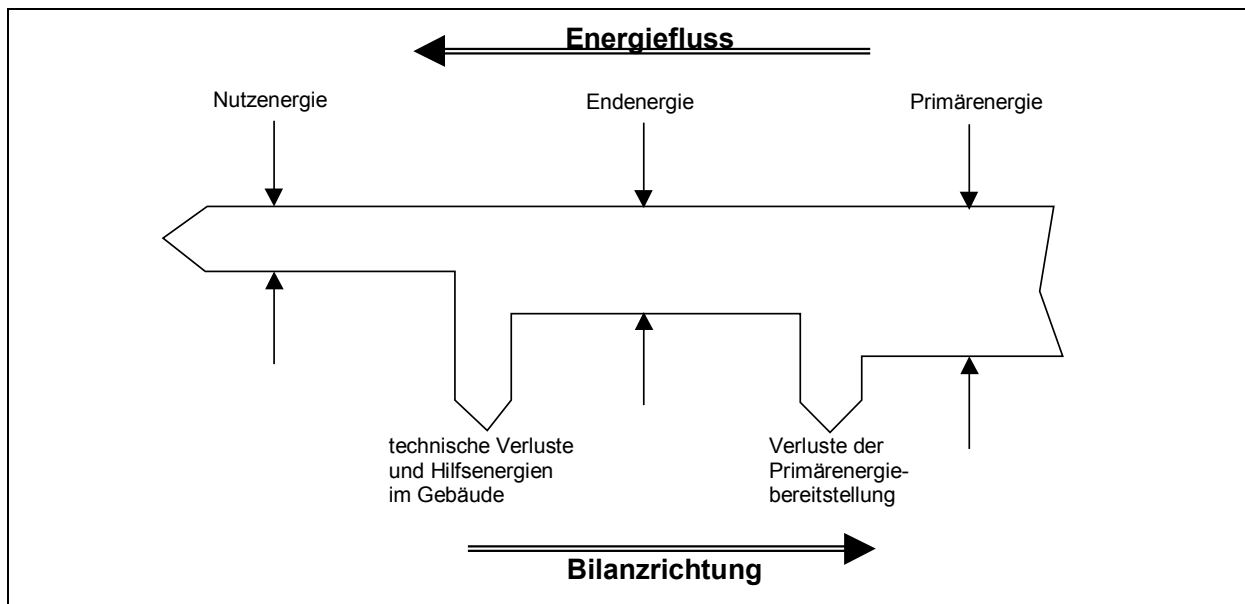


Bild 1 Bilanzierung der Jahresprimärenergie nach DIN V 4701 Teil 10

Das Berechnungsverfahren umfasst die Anlagentechnik eines Gebäudes, dazu zählen die Trinkwarmwasserbereitung, die Lüftung und die Heizung. Dabei werden sowohl Heizung als auch Lüftung nur innerhalb der Heizzeit bewertet. Dieser Ansatz ist für Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung und zusätzlicher Heizfunktion mit Ermittlung des Heizwärmebedarfs nach dem Monatsbilanzverfahren der DIN V 4108, Teil 6, wie oben beschrieben, sowie für Abluftanlagen zur Trinkwarmwasserbereitung energetisch nicht korrekt.

Die DIN V 4701 Teil 10 gibt zur Ermittlung der Energiekennwerte der Anlagentechnik die folgende festgelegte Reihenfolge vor:

1. Nutzen, Verluste und Hilfsenergien der Trinkwarmwasserbereitung,
2. Nutzen, Verluste und Hilfsenergien der Lüftungsanlage,
3. Nutzen, Verluste und Hilfsenergien der Heizungsanlage.

Mit der festgelegten Berechnungsreihenfolge können die Wärmeverluste der Warmwasserbereitung der Heizungsanlage teilweise als Gewinne gutgeschrieben werden, sofern sie innerhalb des beheizten Bereiches anfallen. Diese Vorgehensweise ist nötig, weil der aus der EnEV oder der DIN V 4108 Teil 10 übernommene Jahresheizwärmebedarf q_h keine Gewinne der Anlagentechnik enthält. Er wird um die Gewinne aus der Trinkwarmwasserbereitung (Wärmegutschrift) vermindert, wenn diese - indirekt - zur Beheizung beitragen.

Diese Vorgehensweise zeigt die Problematik der Größe "Heizwärmebedarf", die immer noch als Gebäudespezifische Kenngröße durchgehend verwendet wird und die Problematik einer Trennung in der Bilanzierung von Gebäude und Technik. Zukünftig – und dies ist in der derzeitigen Normung (DIN 18 599) vorgesehen – können Gebäude und Anlagentechnik nur noch zusammen bilanziert werden.

Auch eine Lüftungsanlage deckt einen Anteil des Jahresheizwärmebedarfes - sofern sie mit einer Wärmerückgewinnung oder anderen Einrichtungen zur Luftvorwärmung versehen ist. Um diesen Anteil wird der Jahresheizwärmebedarf ebenfalls vermindert, bevor mit dem verbleibenden restlichen Jahresheizwärmebedarf die Heizungsanlage bewertet wird.

Nach dem Verfahren der EnEV und der DIN V 4701-10 können daher im sehr guten Gebäude sogar negative Werte für den um die Gutschriften korrigierten Heizwärmebedarf berechnet werden. Mit diesem negativen Heizwärmebedarf wird bei der Ermittlung des Heiz- und des Primärenergiebedarfs weitergerechnet! Dies wird, wie eine Überprüfung zertifizierter Programme auf der letzten ISH zeigte, von allen Standardprogrammen "korrekt" nach den Algorithmen der DIN V 4701-10 errechnet.

Innerhalb jeder der drei nacheinander einzeln bilanzierten Obergruppen der Anlagentechnik Warmwasserbereitung, Lüftung und Heizung wird in folgende Prozess-Schritte unterschieden:

- Wärmeübergabe,
- Wärmeverteilung,
- Wärmespeicherung,
- Wärmeerzeugung und
- Primärenergieumwandlung,

wobei für den Bereich Lüftung keine Wärmespeichersysteme berücksichtigt werden. Für jeden Prozess-Schritt werden Wärmeenergien und Hilfsenergien bilanziert. Diese werden in Form von:

- auf die Nutzfläche bezogenen Jahresenergiemengen in kWh/(m²a) bzw.
- dimensionslosen Kennzahlen als Deckungsanteile und Aufwandszahlen (Wärmeerzeugung, Primärenergieumwandlung)

angegeben.

Der Jahresprimärenergiebedarf Q_P errechnet sich aus der Summe von Jahresheizwärmebedarf q_h und dem Jahreswarmwassernutzwärmebedarf Q_{tw} zuzüglich aller primärenergetisch bewerteten Wärmeverluste und Hilfsenergien. Ist der Jahresprimärenergiebedarf bekannt, dann kann auch die Anlagenaufwandszahl bestimmt werden: Sie ist das Verhältnis von Jahresprimärenergiebedarf Q_P zum Nutzwärmebedarf (Jahresheizwärmebedarf Q_h und Nutzen der Trinkwarmwasserbereitung Q_{tw}).

Die Anlagenaufwandszahl ist also erst das Ergebnis der Berechnung, so dass auf diese Größe auch verzichtet werden könnte. Da die Aufwandszahl zudem vom Heizwärmebedarf abhängt und sehr groß wird, wenn die Nutzwärme klein ist, ergeben sich bei der gleichen Anlagentechnik im Passivhaus immer schlechtere Primärenergieaufwandszahlen als im normalen EnEV-Gebäude.

Beispiel. Der Heizwärmebedarf beträgt 67,5 bzw. 17,5 kWh/(m²a). Der Nutzen für Trinkwarmwasserbereitung jeweils 12,5 kWh/(m²a). Die anlagentechnischen Verluste sind im Passivhaus leicht geringer mit 18 kWh/(m²a) als im EnEV-Haus, weil der Wärmeerzeuger je weniger Energie produziert. Aber die beiden Werte liegen dennoch nahe beieinander (18 \leftrightarrow 20), weil die meisten Verluste nicht vom Heizwärmebedarf abhängen.

- $e_P = (67,5 + 12,5 + 20)/(67,5 + 12,5) = 1,25$ im EnEV-Haus
- $e_P = (17,5 + 12,5 + 18)/(17,5 + 12,5) = 1,60$ im Passiv-Haus

Die Norm bietet für die Berechnung einen Satz von Handrechenblättern an, in denen die Einzelkenngrößen eingetragen und ausgewertet werden können. Einzelkenngrößen werden entweder mit den Formeln des Abschnittes 5 ausführlich berechnet - dann können auch herstellerspezifische und projektspezifische Daten verwendet werden - oder es wird auf Standardwerte zurückgegriffen.

Ablauf der Bewertung

Ein Ablaufschema für die Bilanzierung zeigt Bild 2. Das gezeigte Flussdiagramm ist aus den Handrechenblättern der DIN V 4701 Teil 10 abgeleitet. Die serielle Betrachtung der einzelnen Prozesse ohne Berücksichtigung der Wechselwirkungen zwischen Gebäude und Lüftungs- und Heizungsanlagentechnik ist deutlich erkennbar.

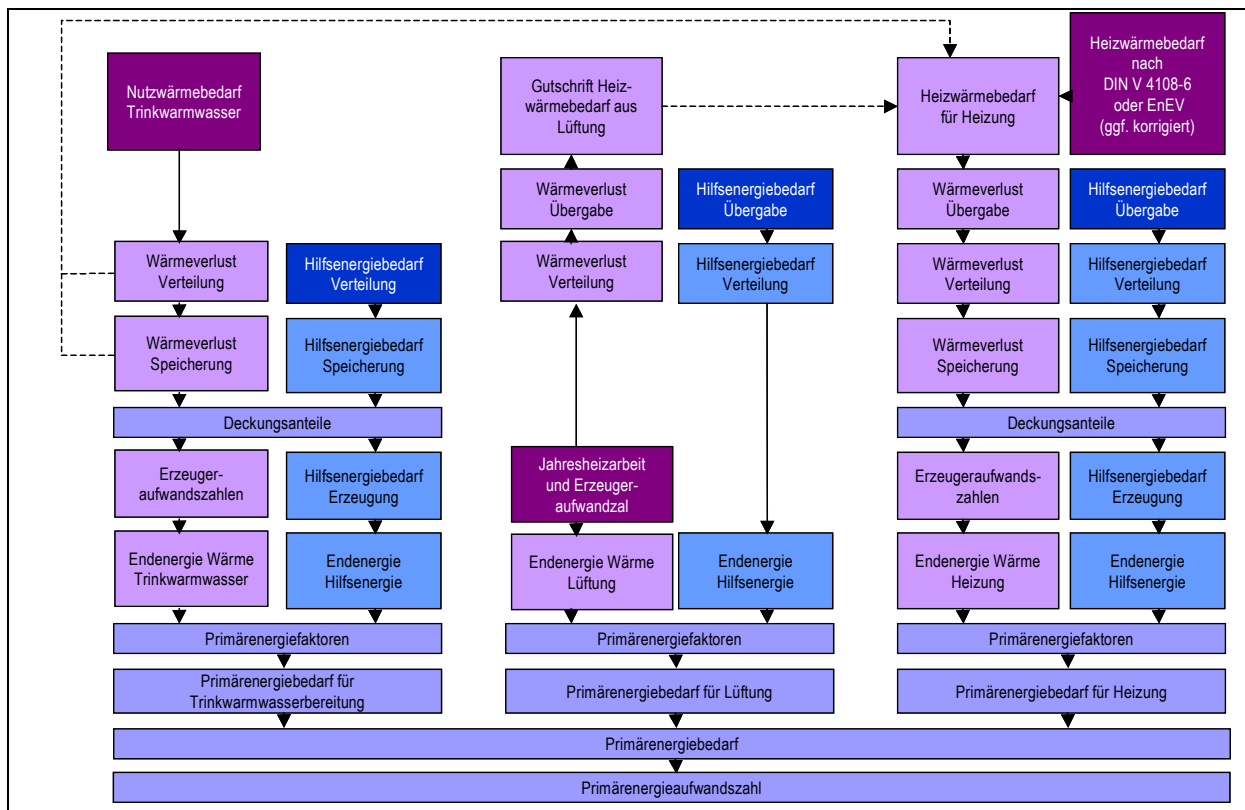


Bild 2 Bilanzierungsschritte

In der Bewertung der Anlagentechnik, die mit der Bilanzierung der Trinkwarmwasserbereitung beginnt, ist ein Standardnutzen vorausgesetzt. Dieser beträgt 12,5 kWh/(m²a) für Wohngebäude. Für Nichtwohngebäude ist keine Trinkwarmwasserbereitung zu berücksichtigen.

Die auf die Nutzfläche bezogenen Energieverluste der Wärmeverteilungen und Wärmespeicher des Trinkwarmwassernetzes werden bestimmt. Bei der Berechnung wird der Anteil der Verluste getrennt ermittelt, der im beheizten Bereich des Gebäudes anfällt und teilweise für die Heizung nutzbar ist. Diese Verluste werden mit einem konstanten Nutzungsgrad für Fremdwärme von 0,85 bewertet, das heißt 85 % des Wärmeverlustes können als Heizwärme verwendet werden. **An dieser Stelle noch einmal der Hinweis: die Bewertung der Anlagentechnikverluste innerhalb des Gebäudes wird losgelöst von den sonstigen Wärmeeinträgen. Dies ist nicht korrekt und wird in der künftigen Energiebilanzierung nach DIN 18599 durch einen gemeinschaftlichen Ansatz ersetzt.**

Die nutzbaren Gewinne werden als die sogenannte Gutschriften der Trinkwarmwasserbereitung für die Heizung in der Bilanz ausgewiesen. Alle bis zu diesem Punkt bestimmten Kennwerte sind auf die „virtuelle“ Nutzfläche bezogenen Energien in kWh/(m²a).

Für die einzelnen Wärmeerzeuger der Trinkwarmwasserbereitung inklusive Solaranlagen werden Deckungsanteile, Erzeugeraufwandszahlen und Primärenergiefaktoren bestimmt. Ein Deckungsanteil charakterisiert dabei den Teil der benötigten Jahresenergiemenge, den der Erzeuger bereitstellen kann. Die Erzeugeraufwandszahl ist das Verhältnis von Energieinput zu Energieoutput des Wärmeerzeugers, also ein Maß der energetischen Güte der Energieumwandlung. Deckungsanteile, Erzeugeraufwandszahlen und Primärenergiefaktoren sind dimensionslose Kenngrößen und daher in ihrer Aussagekraft immer „mit Vorsicht zu genießen“.

Alle Hilfsenergien, die auf dem Weg von der Nutzenübergabe zur Energieerzeugung anfallen, werden als Nutzflächenbezogene Größen bestimmt. Sie werden einzeln für die Übergabe, die Verteilung, die Speicherung und die Erzeugung ausgewiesen. Der Beitrag der Hilfsenergien - z. B. die Pumpstromwärme - an der Deckung des Heizwärmebedarfs wird vernachlässigt.

Im nächsten Schritt wird die Lüftungsanlage bewertet. Für eine korrekte Bewertung der Lüftungstechnik setzt die DIN V 4701 Teil 10 – wie bereits oben beschrieben – voraus, dass bei der Bestimmung des Jahresheizwärmebedarfes nicht schon eine Wärmerückgewinnung eingerechnet wurde, damit es nicht zu einer Doppelbilanzierung kommt. In Abhängigkeit vom Jahresheizwärmebedarf, dem geplanten Luftwechsel und anderer Einflussgrößen werden nun die Wärmeenergien bestimmt, die jeweils die Wärmerückgewinnung, eine Wärmepumpe und ein Heizregister aufbringen können, sofern diese Komponenten vorhanden sind.

Die Wärmeverluste der Wärmeübergabe – was immer das sein mag - und der Wärmeverteilung werden bestimmt, sie müssen von den Wärmelieferanten (Wärmerückgewinnung, Wärmepumpe und Heizregister) ebenfalls abgedeckt werden. Bei Anlagen ohne Vorregelung und ohne Einzelraumtemperaturregelung ergibt sich ein Aufwand für die Wärmeübergabe von $9,6 \text{ kWh}/(\text{m}^2_{\text{AN}} \cdot \text{a})$! Letztendlich wird der Nutzen bestimmt, den die Lüftungsanlage zur Raumheizung beitragen kann. Dies ist die Gutschrift der Lüftung für die Heizung.

Für die Wärmeerzeuger der Lüftung werden der Hilfsenergiebedarf, die Erzeugeraufwandszahlen und Primärenergiefaktoren ermittelt.

Die Bewertung der Heizung beginnt mit der Bestimmung des eigentlichen Jahresheizwärmebedarfes, den die Heizungsanlage noch decken muss: Korrigierter Heizwärmebedarf, der wie oben beschrieben bei sehr gut gedämmten Gebäuden, wie dies Passivhäuser in der Regel darstellen, auch negative Werte erreichen kann.

Der aus der DIN V 4108 Teil 6 oder dem Anhang 1 der EnEV übernommene Jahresheizwärmebedarf wird vermindert um die Gutschriften der Trinkwarmwasserbereitung und der Lüftung. Unter Gutschriften versteht die DIN V 4701 Teil 10 die Energiebeiträge, mit denen die Anlagen der Trinkwarmwasserbereitung bzw. die Lüftungsanla-

ge zur Raumheizung beitragen. Eine Gutschrift stellt in diesem Sinne einen inneren Wärmegewinn dar, der jedoch erst im Rahmen der DIN V 4701 Teil 10 bilanziert wird; also ohne Berücksichtigung eines Ausnutzungsgrades der freien Wärmegewinne nach DIN V 4108, Teil 6. Für die Lüftungsanlage ergeben sich Gutschriften, wenn eine Heizfunktion oder Wärmerückgewinnung vorhanden ist. Die Trinkwarmwasserbereitung trägt durch die Wärmeabgabe von Leitungen und Speichern im beheizten Bereich des Gebäudes zur Raumheizung bei.

Als Nutzflächenbezogene Verlustkennwerte der Heizung werden nacheinander Energieverluste der Wärmeübergabe, Wärmeverteilung und Wärmespeicherung bestimmt. Anschließend werden wie bei der Trinkwarmwasserbereitung Deckungsanteile, Aufwandszahlen und Primärenergiefaktoren der Wärmeerzeuger ermittelt. Der nutzflächenbezogene Hilfsenergiebedarf für die einzelnen Prozess-Schritte der Übergabe, Verteilung, Speicherung und Erzeugung wird bestimmt.

Sind alle Einzelkennwerte für die Heizung, Lüftung und Trinkwarmwasserbereitung bekannt, können anhand der vorgegebenen Handrechenblätter der Jahresendenergiebedarf der Wärmeenergien und der Hilfsenergien sowie der Jahresprimärenergiebedarf sowie die Anlagenaufwandszahl errechnet werden.

4. Zukünftig nur: Gesamtbilanzierung von Gebäude, Anlagentechnik und Nutzung - und das möglichst einfach und überschaubar.

Die Einzelmerkmale des Baukörpers, der Nutzung und der Anlagentechnik bestimmen zusammen den Energieverbrauch eines Gebäudes. Es existieren diverse, und zwar sehr viele Abhängigkeiten untereinander.

Eine durchgehende thermische Energiebilanz zur Ermittlung des Jahresheizenergiebedarfs basiert auf den Grundlagen der EN 832. Im Gegensatz zu deren Ansätzen wird jedoch empfohlen, auf die getrennte Ausweisung eines Jahresheizwärmebedarfs, darin enthalten eines Fremdwärmenutzungsgrades und von Übergabeverlusten zu verzichten. Vielmehr sollte der Mehrbedarf ΔQ gegenüber einem real erreichbaren Standard für den Heizenergiebedarf ausgewiesen werden.

Zukünftige Passiv- und Niedrig-Energiehäuser im Bestand

Die einfachste Darstellung des Jahresheizenergiebedarfs lässt sich zurückführen auf die drei Größen:

$$Q = H \cdot G + Q_t$$

mit

- H: Temperaturbezogener Wärmeverlust
- G: von der Heizgrenztemperatur abhängige Heizgradtage
- Q_t : Anlagentechnische Verluste außerhalb der Wärmeübertragenden Umfassungsfläche (Verteil-, Speicher- und Wärmeerzeugerverluste)

Im temperaturbezogenen Wärmeverlust sind der spezifische Transmissionswärmeverlust H_T als einzige nur vom Gebäude abhängige Größe sowie der spezifische Lüftungswärmeverlust H_V als von Gebäude, Anlagentechnik und Nutzung abhängige Größe enthalten: $H = H_T + H_V$.

Die Heizgradtage ergeben sich aus den Gradtagszahlen und der Heizgrenztemperatur: $G = G_{tz} - z \cdot (20^\circ\text{C} - t_{HG})$ mit der Zahl der Heiztage z unterhalb der Heizgrenztemperatur. Hierin wird die Rauminnentemperatur als Bezugsstandard zu 20°C festgelegt. Die Heizgrenztemperatur ist eine von Gebäude, Anlagentechnik und v. a. von der Nutzung abhängige Größe.

Dieser einfache Ansatz ist voll kompatibel mit den bisher bekannten Bilanzansätzen und hat den Vorteil, dass alle bestimmenden Größen durch Verbrauchsmessungen bei verschiedenen Außentemperaturen, z. B. in den Monaten der Kernheizzeit ermittelt werden können. Gleichzeitig wird der Heizenergiebedarf bzw. -verbrauch in einen lastabhängigen (nur von der Außentemperatur abhängigen) und einen lastunabhängigen Anteil aufgeteilt. Einzeleinflüsse des Gebäudes, der Anlagentechnik, der Nutzung und der Qualitätssicherung lassen sich dabei ebenfalls weitgehend diesen Anteilen zuordnen:

Einflüsse auf den...	Last- (Außentemperatur-) abhängigen Anteil des Heizenergiebedarfs	Last- (Außentemperatur-) unabhängigen Anteil des Heizenergiebedarfs
Transmission	x	
Infiltration	x	
Solare Gewinne	x	x
Innere Gewinne		x
Raumtemperatur		x
Lüftung	x	
Technische Verluste	x	x
Qualitätssicherung	x	x

Tabelle 4 Einflüsse auf den Heizenergiebedarf

Gebäude und Nutzungsstandards und zukünftig auch Standards der Qualitätssicherung bei der Gebäude- bzw. Anlagentechnik-Planung und -Ausführung lassen sich ebenfalls mit diesen Größen festlegen; hierzu sollte der Temperaturbezogene Transmissionswärmeverlust zusätzlich auf eine sinnvoll gewählte Fläche, z. B. bei Wohngebäuden auf die beheizte Wohnfläche bezogen werden, wie dies auch in Vorschlägen des IWU zur Energiepass-Diskussion [IWU] aufgenommen wurde.

Für Bestandsgebäude, Niedrigenergie- und Passivhäuser ergeben sich folgende typischen Werte:

Kennwert	Bestand	NEH	PH
H_T/A_{EB} [W/(m ² K)]:	1,5 – 3	0,7 – 1	0,3 – 0,4
t_{HG} [°C]	14 – 18	12 – 14	8 – 12

Tabelle 5 Kennwerte nach neuem Bilanzansatz

Die Auswertung einer PHPP-Berechnung ergab eine sehr gute Übereinstimmung des gewählten Ansatzes mit den Bedarfsberechnungen. Das Gleiche gilt für die Auswertungen von Neu- und Bestandsbauten im Rahmen eines von der FH Braunschweig/Wolfenbüttel begleiteten Projektes, gefördert durch die Deutsche Bundesstiftung Umwelt (DBU).

5. Fazit

Die Erfahrungen der letzten 30 Jahre zeigen, dass Theorie und Praxis in der "verordneten" Energiebilanzierung nur selten übereinstimmen und dass der logische Sachverstand meist von sich aus vernünftige Lösungen ergibt.