

Kurzbeschreibung der DIN V 4701-10 : 2001-02

1 Kurzbeschreibung

Die "DIN V 4701-10 : 2001-02, Energetische Bewertung heiz- und raumluftechnischer Anlagen, Teil 10: Heizung, Trinkwarmwassererwärmung, Lüftung" liefert ein Rechenverfahren zur Bewertung der Anlagentechnik in Gebäuden.

Die in der DIN V 4701-10 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 4701-10 gilt für zu errichtende Gebäude, also nicht für den Gebäudebestand.

Die angegebenen Kenndaten, Näherungsformeln und vor allem Standardwerte - für unbekannt reale Bedingungen - wurden für eine Bewertung von Wohngebäuden mit einer Nutzfläche A_N zwischen 100 und 10000 m² abgeleitet. Für die Berechnung von Nichtwohngebäuden sind - nach Meinung der Autoren - grundsätzlich die realen Leitungslängen, Speichergrößen und Auslastungsgrade für Wärmegeräte in das ausführliche Verfahren einzusetzen.

Die Anwendung von Standardwerten auch für Nicht-Wohngebäude wurde vom Verordnungsgeber nicht eindeutig geregelt. Im Sinne der Verordnung ist sie nicht untersagt, in den Augen der Autoren verfälscht sie die Realität jedoch im unerträglichen Maße.

Über den Einsatzbereich sagt die DIN V 4701 Teil 10:

"... Das Verfahren dieser Norm dient der Bestimmung des Energiebedarfs zu einem frühen Planungsstand, nicht jedoch der Vorausberechnung des Energieverbrauchs. Vorausgesetzt wird die Dimensionierung aller Anlagenkomponenten nach dem Stand der Technik und vollständig einregulierte Anlagen (z.B. hydraulischer Abgleich). Die nach diesem Verfahren ermittelten Jahres-Energiebedarfswerte können nicht zur Dimensionierung einzelner Komponenten herangezogen werden.

Dieses Verfahren ist aufgrund der berücksichtigten Einflüsse geeignet, die entsprechenden Nachweise im Rahmen öffentlich-rechtlicher Bestimmungen zur Energieeinsparung zu führen."

2 Inhalte

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

Ansatz der Primärenergiebewertung

Der Jahresprimärenergiebedarf Q_P wird im allgemeinen Ansatz - so wie er auch in der EnEV dokumentiert ist - aus dem Heizwärmebedarf Q_h und dem Nutzwärmebedarf für Trinkwarmwasserbereitung Q_{tw} wie folgt ermittelt:

$$Q_P = (Q_h + Q_{tw}) \cdot e_P$$

mit:

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

Anstelle der absoluten Kennzahlen in "kWh/a" können auch die auf die Nutzfläche A_N bezogenen Energiemengen in "kWh/(m²a)" verwendet werden.

$$q_P = (q_h + q_{tw}) \cdot e_P$$

mit:

q_h bezogener Jahresheizwärmebedarf, in [kWh/(m²a)]
 q_w bezogene Nutzwärme der Trinkwarmwasserbereitung, in [kWh/(m²a)]
 e_p primärenergiebezogene Anlagenaufwandszahl, in [-]

Die **Anlagenaufwandszahl e_p** ist in diesen Gleichungen stets die **gesuchte Größe**. Sie wird mit Hilfe der DIN V 4701-10 wie folgt bestimmt:

$$e_P = \frac{q_P}{q_h + q_{tw}} = \frac{q_{P,H} + q_{P,L} + q_{P,TW}}{q_h + q_{tw}}$$

Es ist also nötig, mit der DIN V 4701-10 die Jahresprimärenergie explizit zu bestimmen. Der Jahresprimärenergiebedarf q_P errechnet sich aus der Summe der Einzelwerte für den Primärenergiebedarf der Heizung (H), Lüftung (L) und Trinkwarmwasserbereitung (TW). Nur wenn der Jahresprimärenergiebedarf bekannt ist, kann auch die Anlagenaufwandszahl bestimmt werden.

Bilanziert wird entgegen des eigentlichen Energieflusses, beginnend mit dem Nutzen in mehreren Stufen. In diesen Stufen werden **Verlustkennwerte** ermittelt. Diese bilden zusammen mit dem Nutzen die Jahresendenergie, aus der schließlich die Jahresprimärenergie bestimmt wird. Verdeutlicht wird dieser Ablauf schematisch in Bild 1.

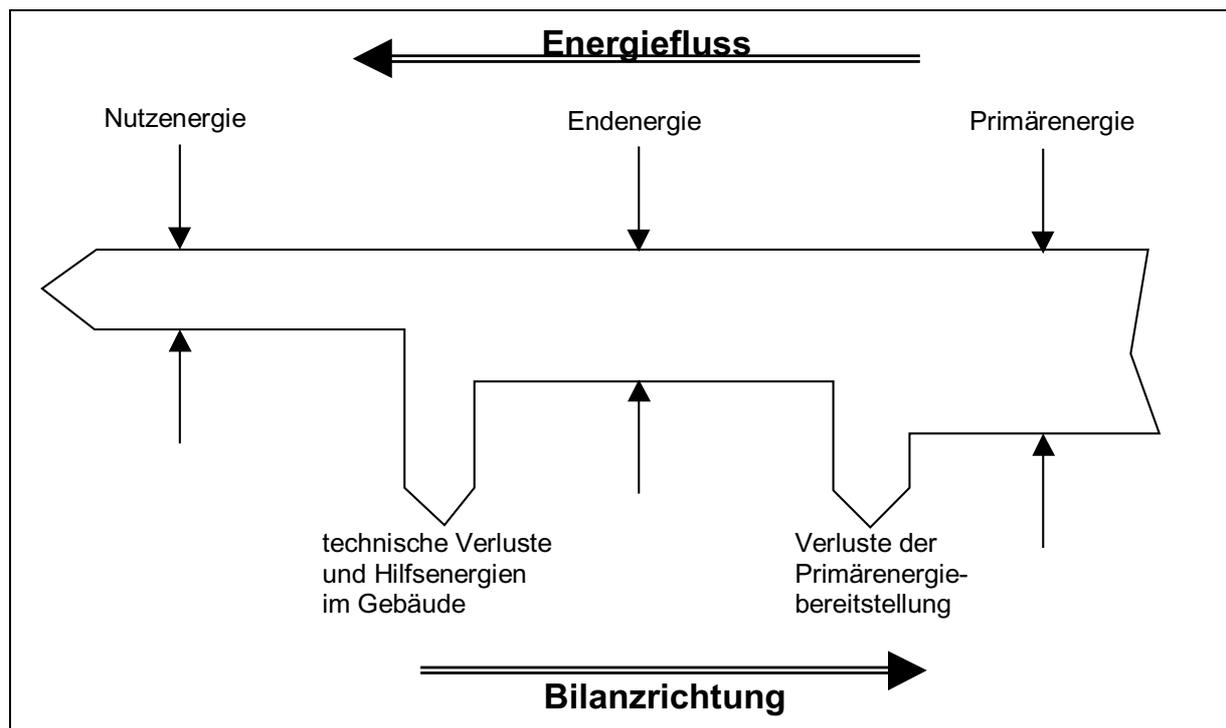


Bild 1 Bilanzrichtung und Energiefluss

In der DIN V 4701-10 werden sind Energiekennwerte einerseits auf die Nutzfläche A_N bezogen - zum Beispiel die Trinkwarmwassernutzwärme $q_{tw} = 12,5 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$, andererseits wird auch mit Hilfe dimensionsloser Kennzahlen bilanziert - wie zum Beispiel mit den Primärenergiefaktoren f_p .

Allgemeine Randbedingungen

Allgemeine Randbedingung, an die die Anwendung der DIN V 4701 Teil 10 geknüpft ist, fasst Tabelle 1 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. Im Rahmen des EnEV Nachweises wird immer mit 185 d/a gerechnet.
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 1 Randbedingungen DIN V 4701-10

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.

Die DIN V 4701-10 lässt es zu, dass Kennzahlen auch mit Hilfe anderer Berechnungsverfahren (z.B. auch anderer EU-Länder) bestimmt werden, sofern sichergestellt ist, dass diese Nachweisverfahren gleichwertige Ergebnisse unter vergleichbaren Randbedingungen liefern.

Aufbau der Norm

Nach einem Vorwort und einer Einleitung werden in den ersten drei Abschnitten 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 4108-6 - 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

Bewertungsverfahren der DIN V 4701-10

Zur Bewertung der Anlagentechnik lässt die DIN V 4701-10 innerhalb ihres Bilanzverfahrens drei unterschiedlich detaillierte Wege zu:

- das ausführliche Rechnen mit Formeln nach Abschnitt 5,
- das Rechnen mit Tabellenwerten nach Anhang C.1 bis C.4 und
- die Verwendung von graphischen Auftragungen nach Anhang C.5 (und Beiblatt 1).

Die wesentlichen Merkmale der Verfahren sind in Tabelle 2 dargestellt.

Bewertungsverfahren	Erläuterung
Bewertung der Anlage	<p>ausführliche Berechnung nach Abschnitt 5 der DIN V 4701-10</p> <p>Abschnitt 5 der DIN V 4701-10 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 den EnEV-Nachweis müssen sie jedoch fest mit 185 d/a und 69,6 kWh/a verwendet werden. 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 Fremdwärmegewinne aus der Anlagentechnik können bestimmt werden, der Nutzungsgrad für Fremdwärmegewinne 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>tabellierte Standardwerte nach Anhang C.1 - C.4 der DIN V 4701-10</p>	<p>Voraussetzungen für die Anwendung der Tabellen des Anhangs C.1 bis C.4 der DIN V 4701-10 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 4108-6 berechnet, sowie die Nutzfläche A_N. Der Nutzungsgrad für Fremdwärmegevinne 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 wiedergespiegelt 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>Graphiken für bestimmte Anlagensysteme nach Anhang C.5 (sowie Beiblatt 1 der DIN V 4701-10)</p>	<p>Voraussetzung für die Anwendung einer graphischen Auftragung nach Anhang C.5 oder Beiblatt 1 der DIN V 4701-10 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 Eigenschaften der Bewertungsverfahren

Übernahme von Werten aus anderen Normen

Als Eingangsgrößen für die anlagentechnische Bewertung mit der DIN V 4701-10 dienen:

- der Jahresheizwärmebedarf Q_h nach dem Monatsbilanzverfahren der DIN V 4108 Teil 6 oder dem vereinfachten Bilanzverfahren des Anhangs 1 der EnEV,
- die Nutzfläche A_N und
- ggf. die Gradtagszahl F_{GT} .

Die Übernahme der Schnittstellengrößen ist in Abschnitt 4 der DIN V 4701-10 geregelt. Dieser besagt, dass die Nutzfläche A_N aus der EnEV 2002 oder der DIN V 4108-6 übernommen werden kann. Der Jahresheizwärmebedarf q_h des untersuchten Gebäudes muss nur korrigiert werden, wenn er mit dem Monatsbilanzverfahren der DIN V 4108-6 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. 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.

Das Korrekturverfahren ist mit rechnerischem Aufwand verbunden, daher ist es für die praktische Anwendung empfehlenswert, die Bewertung einer Wärmerückgewinnung für die Lüftung erst zusammen mit der Anlagentechnik durchzuführen.

Anlagentechnik in der Primärenergiebilanz

Die DIN V 4701-10 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**.

Auf diese Weise 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 4108-10 übernommene Jahresheizwärmebedarf q_h noch keine Gewinne der Anlagentechnik enthält. Er wird um die Gewinne aus der Trinkwarmwasserbereitung (Wärmegutschrift) vermindert, wenn diese - indirekt - zur Beheizung beitragen.

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.

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 (Wärmeerzeugung, Primärenergieumwandlung)

angegeben.

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.

Ein Ablaufschema für die Bilanzierung zeigt Bild 2. Die serielle Betrachtung der einzelnen Prozesse ist deutlich erkennbar.

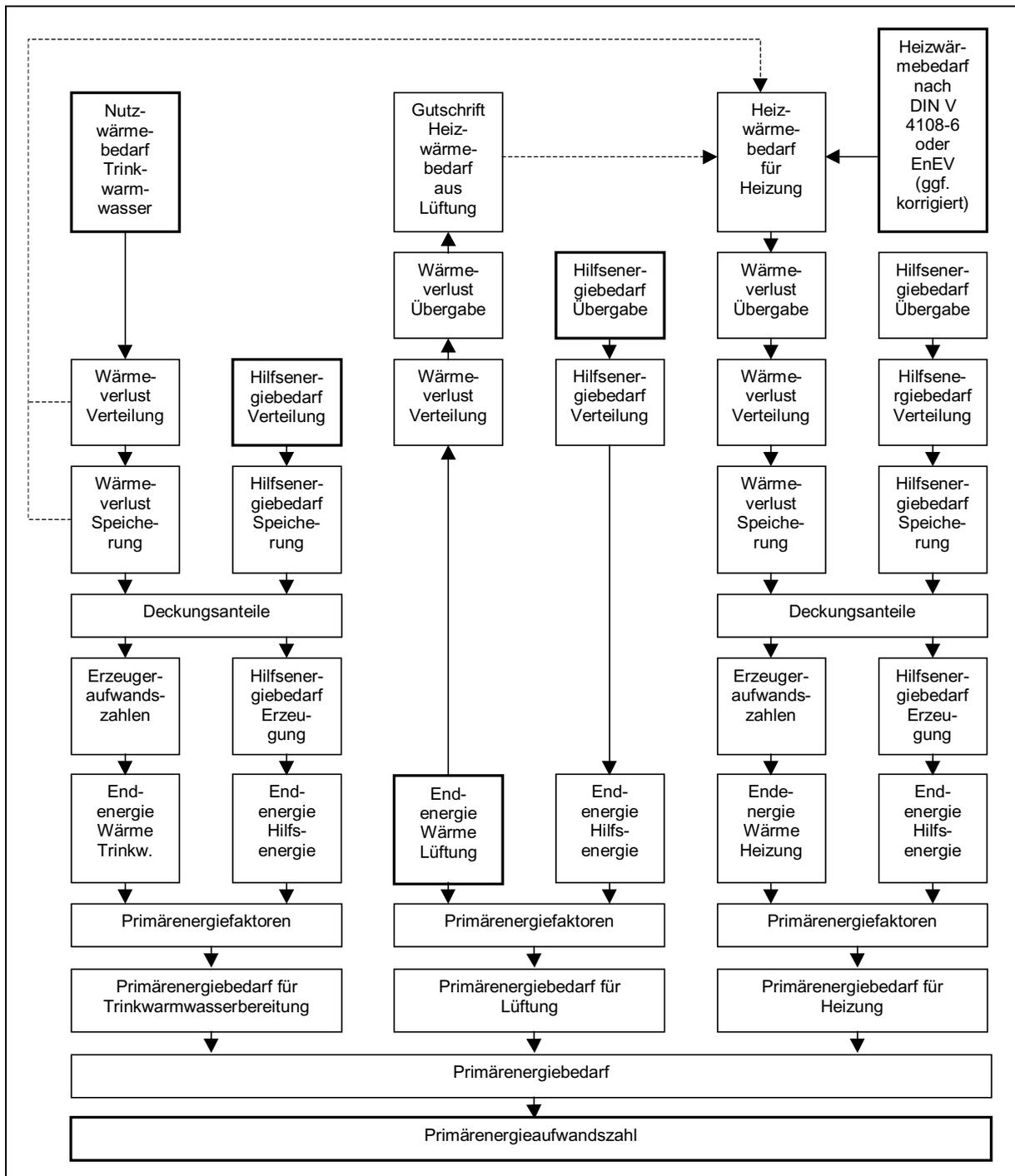


Bild 2 Flussdiagramm für den Ablauf der Bilanz nach DIN V 4701-10

Die **Primärenergiefaktoren** für die Endenergiebereitstellung enthalten sämtliche Faktoren der Primärenergieerzeugung mit den Vorketten für die Förderung, Aufbereitung, Umwandlung, den Transport und die Verteilung der betrachteten Energieträger. Die DIN V 4701-10 gibt Werte für Heizöl, Erdgas, Flüssiggas, Braun- und Steinkohle sowie Holz an. Weiterhin können Systeme der Nah- und Fernwärme und Strom bewertet werden. Für ein konkretes Versorgungsgebiet kann die Primärenergiefaktor auch anhand von Formeln bestimmt werden.

Alle Jahresend- und Jahresprimärenergien in der DIN V 4701-10 werden auf den Heizwert H_U bezogen angegeben. Das heißt, wenn sie in einen Brennstoff umgerechnet werden sollen, ist mit dem Heizwert zu multiplizieren.

Bewertung der Trinkwarmwasserbereitung

Die Bilanzierung der Anlagentechnik beginnt mit der Bestimmung der Energiekennwerte für die Trinkwarmwasserbereitung.

In der Bilanzierung wird ein Standardnutzen für Trinkwarmwasser vorausgesetzt. Dieser beträgt 12,5 kWh/(m²a) für Wohngebäude. Für Nichtwohngebäude muss keine Trinkwarmwasserbereitung berücksichtigt werden.

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. 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 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.

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 an der Deckung des Heizwärmebedarfs wird vernachlässigt.

Bewertung der Lüftung

Im nächsten Schritt wird die Lüftungsanlage bewertet. Für eine korrekte Bewertung der Lüftungstechnik setzt die DIN V 4701-10 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 und Wärmeverteilung werden bestimmt, sie müssen von den Wärmelieferanten (Wärmerückgewinnung, Wärmepumpe und Heizregister) ebenfalls abgedeckt werden. 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.

Bewertung der Heizung

Die Bewertung der Heizung beginnt mit der Bestimmung des eigentlichen Jahresheizwärmebedarfes, den die Heizungsanlage noch decken muss. Der aus der DIN V 4108-6 oder dem Anhang 1 der EnEV übernommene Jahresheizwärmebedarf wird vermindert um die Gutschriften der Trinkwarmwasserbereitung und der Lüftung. Unter Gutschriften versteht die DIN V 4701-10 die Energiebeträge, mit denen die Anlagen der Trinkwarmwasserbereitung bzw. die Lüftungsanlage zur Raumheizung beitragen. Eine Gutschrift stellt in diesem Sinne einen inneren Wärmegewinn dar, der jedoch erst im Rahmen der DIN V 4701-10 bilanziert wird. 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.

Handrechenblätter

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.

In Bild 3 bis Bild 6 werden die 4 Bewertungsblätter abgebildet.

Anlagenbewertung nach DIN 4701 Teil 10 für ein Gebäude mit normalen Innentemperaturen

Bezeichnung des Gebäudes oder des Gebäudeteils: _____

Ort: _____ Straße u. Hausnummer: _____

Gemarkung: _____ Flurstücknummer: _____

I. Eingaben

$A_N =$ m²

$t_{HP} =$ Tage

TRINKWASSER- ERWÄRMUNG

HEIZUNG

LÜFTUNG

absoluter Bedarf $Q_{TW} =$ kWh/a

$Q_h =$ kWh/a

bezogener Bedarf $q_{TW} =$ kWh/m²a

$q_h =$ kWh/m²a

II. Systembeschreibung

Übergabe																																							
Verteilung																																							
Speicherung																																							
Erzeugung	<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr><td>Erzeuger 1</td><td>Erzeuger 2</td><td>Erzeuger 3</td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr> </table>	Erzeuger 1	Erzeuger 2	Erzeuger 3										<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr><td>Erzeuger 1</td><td>Erzeuger 2</td><td>Erzeuger 3</td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr> </table>	Erzeuger 1	Erzeuger 2	Erzeuger 3										<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr><td>Erzeuger WUT</td><td>Erzeuger L.L.-WP</td><td>Erzeuger Heizregister</td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr> </table>	Erzeuger WUT	Erzeuger L.L.-WP	Erzeuger Heizregister									
Erzeuger 1	Erzeuger 2	Erzeuger 3																																					
Erzeuger 1	Erzeuger 2	Erzeuger 3																																					
Erzeuger WUT	Erzeuger L.L.-WP	Erzeuger Heizregister																																					
Deckungsanteil																																							
Erzeuger																																							

III. Ergebnisse

Deckung von Q_h $q_{h,TW} =$ kWh/m²a

$q_{h,H} =$ kWh/m²a

$q_{h,L} =$ kWh/m²a

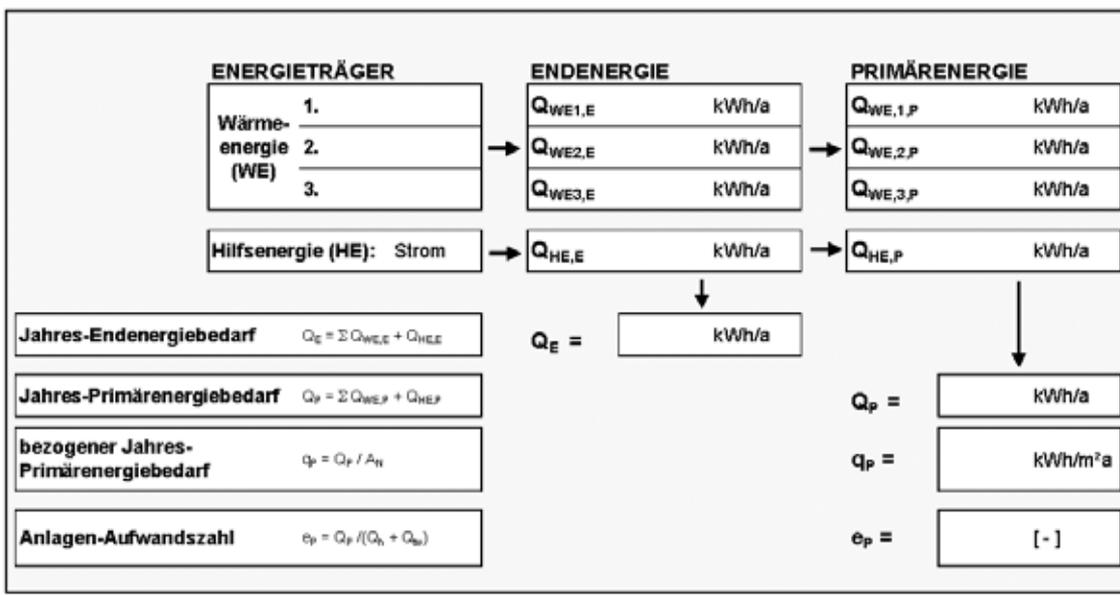


Bild 3 Handrechenblatt Übersicht Anlagentechnik

TRINKWASSERERWÄRMUNG

WÄRME (WE)					
	Rechenvorschrift / Quelle	Dimension			
q_{tw}	aus EnEV	[kWh/m ² a]	+		
$q_{TW,ce}$	Tabelle C.1.1	[kWh/m ² a]			
$q_{TW,d}$	Tabellen C.1.2a bzw. C.1.2c	[kWh/m ² a]			
$q_{TW,s}$	Tabelle C.1.3a	[kWh/m ² a]			
q_{TW}^*	$(q_{tw} + q_{TW,ce} + q_{TW,d} + q_{TW,s})$	[kWh/m ² a]			
			↓	↓	↓
			Erzeuger	Erzeuger	Erzeuger
			1	2	3
$\alpha_{TW,g,i}$	Tabelle C.1.4a	[-]			
$e_{TW,g,i}$	Tabelle C.1.4b,c,d,e oder f	[-]			
			↓	↓	↓
$q_{TW,E,i}$	$q_{TW}^* \times (e_{TW,g,i} \times \alpha_{TW,g,i})$	[kWh/m ² a]			
Energieträger:					
$f_{p,i}$	Tabelle C.4.1	[-]			
$q_{TW,P,i}$	$\Sigma q_{TW,E,i} \times f_{p,i}$	[kWh/m ² a]			

HILFSENERGIE (HE)					
	Rechenvorschrift / Quelle	Dimension			
$q_{TW,ce,HE}$	Tabelle C.1.1	[kWh/m ² a]	+		
$q_{TW,d,HE}$	Tabelle C.1.2b	[kWh/m ² a]			
$q_{TW,s,HE}$	Tabelle C.1.3b	[kWh/m ² a]			
			↓	↓	↓
			Erzeuger	Erzeuger	Erzeuger
			1	2	3
$\alpha_{TW,g,i}$	Tabelle C.1.4a	[-]			
$q_{TW,g,HE,i}$	Tabelle C.1.4b,c,d,e oder f	[kWh/m ² a]			
$\alpha_i \times q_i$	$q_{TW,g,HE,i} \times \alpha_{TW,g,i}$	[kWh/m ² a]			
			↓	↓	↓
$q_{TW,HE,E}$	$q_{TW,ce,HE} + q_{TW,d,HE} + q_{TW,s,HE} + \Sigma(\alpha_i \times q_i)$	[kWh/m ² a]			
Energieträger:					
f_p	Tabelle C.4.1	[-]			
$q_{TW,HE,P}$	$q_{TW,HE,E} \times f_p$	[kWh/m ² a]			

Vorgaben

Strang Nr.		
	Rechenvorschrift	Dimension
q_{tw}	aus EnEV	kWh/m ² a
A_N		m ²
Q_{tw}	$q_{tw} \times A_N$	kWh/a

Heizwärmegutschriften

$q_{h,TW,d}$	Tabelle C.1.2a	kWh/m ² a
$q_{h,TW,s}$	Tabelle C.1.3a	kWh/m ² a
$q_{h,TW}$	$q_{h,TW,d} + q_{h,TW,s}$	kWh/m ² a

Endenergie

$q_{TW,E}$	$\Sigma q_{TW,E,i}$	kWh/m ² a
------------	---------------------	----------------------

Primärenergie

$q_{TW,P}$	$\Sigma q_{TW,P,i}$	kWh/m ² a
------------	---------------------	----------------------

Endenergie

$q_{TW,HE,E}$		kWh/m ² a
---------------	--	----------------------

Primärenergie

$q_{TW,HE,P}$		kWh/m ² a
---------------	--	----------------------

Endenergie:

$Q_{TW,WE,E}$	1.	$\Sigma q_{TW,WE1,E} \times A_N$	kWh/a
	2.	$\Sigma q_{TW,WE2,E} \times A_N$	kWh/a
	3.	$\Sigma q_{TW,WE3,E} \times A_N$	kWh/a
$Q_{TW,HE,E}$	Strom	$\Sigma q_{TW,HE,E} \times A_N$	kWh/a

Primärenergie:

$Q_{TW,P}$		$(q_{TW,P} + q_{TW,HE,P}) \times A_N$	kWh/a
------------	--	---------------------------------------	-------

Bild 4 Handrechenblatt Trinkwarmwasserbereitung

LÜFTUNG

Strang Nr.		
	Quelle	Dimension
A_N		m ²
F_{GT}	Tabelle 5.2	kKh/a
n_A		1/h
f_g	Tabelle 5.2-3	[-]

WÄRME (WE)				Erzeugung				Verteilung					
Rechnvorschrift/Quelle		Dimension	Erzeuger WRG mit WÜT	Erzeuger L/L-WP	Erzeuger Heizregister	Verteilung (Tabelle C.2-2)		Übergabe (Tabelle C.2-1)		Luftwechsel Korrektur (Tabelle C.2-4)		Lüftungsbeitrag an $Q_{L,h}$	
$q_{L,g,i}$	Abschnitt C.2.3.1	[kWh/m ² a]	+		+	-		-		-			
$e_{L,g,i}$	Abschnitt C.2.3.1	[kWh/m ² a]				$q_{L,d}$	[kWh/m ² a]	$q_{L,ce}$	[kWh/m ² a]	$q_{h,n}$	[kWh/m ² a]	$q_{h,L}$	[kWh/m ² a]
$q_{L,g,E,i}$	$q_{L,g,i} \times e_{L,g,i}$	[kWh/m ² a]				Endenergie		$q_{L,E}$		$\sum q_{L,E,i}$		kWh/m ² a	
Energieträger:						Primärenergie		$q_{L,P}$		$\sum q_{L,P,i}$		kWh/m ² a	
$f_{P,i}$	Tabelle C.4.1	[-]											
$q_{L,P,i}$	$q_{L,g,E,i} \times f_{P,i}$	[kWh/m ² a]											

HILFSENERGIE (HE)				Erzeugung				Verteilung					
Rechnvorschrift/Quelle		Dimension	Erzeuger WRG mit WÜT	Erzeuger L/L-WP	Erzeuger Heizregister	Verteilung (Tabelle C.2-2)		Übergabe (Tabelle C.2-1)		Luftwechsel Korrektur (Tabelle C.2-4)		Lüftungsbeitrag an $Q_{L,h}$	
$q_{L,g,HE,i}$	Abschnitt C.2.3.1	[kWh/m ² a]	+		+								
$q_{L,ce,HE}$	Abschnitt C.2.1	[kWh/m ² a]											
$q_{L,d,HE}$	Abschnitt C.2.2	[kWh/m ² a]											
$q_{L,HE,E}$	$\sum q_{L,g,HE,i} + q_{L,ce,HE} + q_{L,d,HE}$	[kWh/m ² a]				Endenergie		$q_{L,HE,E}$		$\sum q_{L,HE,E}$		kWh/m ²	
Energieträger:						Primärenergie		$q_{L,HE,P}$		$\sum q_{L,HE,P}$		kWh/m ²	
f_P	Tabelle C.4-1	[-]											
$q_{L,HE,P}$	$\sum q_{L,HE,E} \times f_P$	[kWh/m ² a]											

Endenergie:	$Q_{L,WE,E}$	1. $\sum q_{L,WE1,E} \times A_N$	kWh/a
		2. $\sum q_{L,WE2,E} \times A_N$	kWh/a
		3. $\sum q_{L,WE3,E} \times A_N$	kWh/a
	$Q_{L,HE,E}$	Strom $\sum q_{L,HE,E} \times A_N$	kWh/a
Primärenergie:	$Q_{L,P}$	$(q_{L,P} + q_{L,HE,P}) \times A_N$	kWh/a

Bild 5 Handrechenblatt Lüftung

HEIZUNG

WÄRME (WE)					
Rechenvorschrift / Quelle	Dimension				
q_h	nach Abschnitt 4.1	[kWh/m ² a]			
$q_{h,TW}$	aus Berechnungsblatt Trinkwassererwärmung	[kWh/m ² a]	-		
$q_{h,L}$	aus Berechnungsblatt Lüftung	[kWh/m ² a]			
$q_{H,ce}$	Tabelle C.3.1	[kWh/m ² a]			
$q_{H,d}$	Tabellen C.3.2a, b oder d	[kWh/m ² a]	+		
$q_{H,s}$	Tabelle C.3.3	[kWh/m ² a]			
q_H^*	$(q_h - q_{h,TW} - q_{h,L} + q_{H,ce} + q_{H,d} + q_{H,s})$	[kWh/m ² a]			
			Erzeuger	Erzeuger	Erzeuger
			1	2	3
$\alpha_{H,g,i}$	Tabelle C.3.4a	[-]			
$e_{H,g,i}$	Tabelle C.3.4b,c,d oder e	[-]			
			↓	↓	↓
$q_{H,E,i}$	$q_H^* \times (e_{H,g,i} \times \alpha_{H,g,i})$	[kWh/m ² a]			
Energieträger:					
$f_{P,i}$	Tabelle C.4.1	[-]			
$q_{H,P,i}$	$\Sigma q_{H,E,i} \times f_{P,i}$	[kWh/m ² a]			

Vorgaben

Strang Nr.		
Rechenvorschrift	Dimension	
q_h		kWh/m ² a
A_N		m ²
Q_h	$q_h \times A_N$	kWh/a

Endenergie

$q_{H,E}$	$\Sigma q_{H,E,i}$	kWh/m ² a
-----------	--------------------	----------------------

Primärenergie

$q_{H,P}$	$\Sigma q_{H,P,i}$	kWh/m ² a
-----------	--------------------	----------------------

HILFSENERGIE (HE)					
Rechenvorschrift / Quelle	Dimension				
$q_{H,ce,HE}$	Tabelle C.3.1	[kWh/m ² a]	+		
$q_{H,d,HE}$	Tabelle C.3.2c	[kWh/m ² a]			
$q_{H,s,HE}$	Tabelle C.3.3	[kWh/m ² a]			
			Erzeuger	Erzeuger	Erzeuger
			1	2	3
$\alpha_{H,g,i}$	Tabelle C.3.4a	[-]			
$q_{H,g,HE,i}$	Tabelle C.3.4b-e	[-]			
$\alpha_i \times q_i$	$q_{H,g,HE,i} \times \alpha_{H,g,i}$	[kWh/m ² a]			
			↓	↓	↓
$q_{H,HE,E}$	$q_{H,ce,HE} + q_{H,d,HE} + q_{H,s,HE} + \Sigma (\alpha_i \times q_i)$	[kWh/m ² a]			
Energieträger:					
f_P	Tabelle C.4.1	[-]			
$q_{H,HE,P}$	$q_{H,HE,E} \times f_P$	[kWh/m ² a]			

Endenergie

$q_{H,HE,E}$		kWh/m ² a
--------------	--	----------------------

Primärenergie

$q_{H,HE,P}$		kWh/m ² a
--------------	--	----------------------

Endenergie:

1.	$\Sigma q_{H,WE1,E} \times A_N$	kWh/a
2.	$\Sigma q_{H,WE2,E} \times A_N$	kWh/a
3.	$\Sigma q_{H,WE3,E} \times A_N$	kWh/a
$Q_{H,HE,E}$	Strom	$\Sigma q_{H,HE,E} \times A_N$
		kWh/a

Primärenergie:

$Q_{H,P}$	$(q_{H,P} + q_{H,HE,P}) \times A_N$	kWh/a
-----------	-------------------------------------	-------

Bild 6 Handrechenblatt Heizung

Formelzeichen und Indices

Die in der DIN V 4701-10 verwendeten Formelzeichen sind – aufgrund des komplexen Formelapparates – sehr vielfältig. In Tabelle 3 werden die wichtigsten Formelzeichen, in Tabelle 4 die wichtigsten Indices wiedergegeben.

Formelzeichen, Bedeutung, Einheit	
Q	Wärmemenge, absolut, in kWh/a
q	Wärmemenge, auf AN bezogen, in kWh/(m ² a)
e	Aufwandszahl
f	Faktor
α	Deckungsanteil

Tabelle 3 Formelzeichen

Indizes – Energieart	
WE (oder ohne)	Wärmenergie
HE	Hilfsenergie
Indizes – Bilanzebene	
h oder tw	Nutzenergie
E (oder ohne)	Endenergie
P	Primärenergie
Indizes - Prozessbereich	
H (oder ohne)	Heizung
L	Lüftung
TW	Trinkwarmwasserbereitung
Indizes - Prozessschritt	
ce	Übergabe (control and emission)
d	Verteilung (distribution)
s	Speicherung (storage)
g	Erzeugung (generation)

Tabelle 4 Indizes

Ein Beispiel der Indizierung ist das folgende, die Darstellung der auf die Nutzfläche bezogenen Primärenergie für die Hilfsenergie der Verteilung des Trinkwarmwassers.

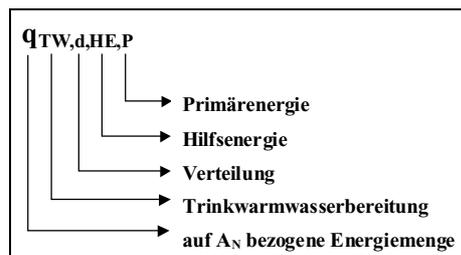


Bild 7 Beispiel für Energiekennwert

Kennwerte in der DIN V 4701-10

In Tabelle 5 bis Tabelle 7 werden wichtige Kennwerte der DIN V 4701-10 wiedergegeben.

Wärmeverluste der Anlagentechnik		
Wärmeübergabe	$q_{ce,H} = 1...5 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$ $q_{ce,L} = 2...10 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$	
Wärmeverteilung	$q_{d,TW} = 3...15 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$ $q_{d,TW} = 1...7 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$ $q_{d,H} = 1...5 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$	mit Zirkulation, incl. Gutschriften ohne Zirkulation, incl. Gutschriften reine Verluste
Wärmespeicherung	$q_{s,TW} = 1...5 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$ $q_{s,TW} = 1...2 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$	incl. Gutschriften reine Verluste

Tabelle 5 Wärmeverluste - Kennwerte

Deckungsanteile und Erzeugeraufwandszahlen		
Aufwandszahlen der Wärmeerzeuger	$e_g = 0,19...0,37$ $e_g = 0,98...1,17$ $e_g = 0,93...1,15$ $e_g = 1,08...1,21$ $e_g = 1,13...1,82$ $e_g = 1,01...1,14$ $e_g = 1,0$	Wärmepumpe BW-Kessel BW-Kessel (BDH-Werte) NT-Kessel Standardkessel Fernwärme elektrisch direkt oder Speicherheizung
Deckungsanteile Solar	$\alpha_{Solar,TW} = 0,4 \dots 0,6$ $\alpha_{Solar,H} = 0,1 \dots 0,2$	
Deckungsanteile Wärmepumpe	$\alpha_{TW} = 0,95...1,00$ $\alpha_H = 0,80 \dots 1,00$	

Tabelle 6 Deckungsanteile und Erzeugeraufwandszahlen - Kennwerte

Primärenergiefaktoren		
Gas, Öl	1,1	Holz 0,2
Strom	3,0	Nah- und Fernwärme mit KWK aus fossilen Brennstoffen 0,7
Solar	0,0	wie vor aus regenerativen Brennstoffen 0,0

Tabelle 7 Primärenergiefaktoren – Kennwerte

Fortschreibung der Norm

Die DIN V 4701-10 ist eine Vornorm, die während der Erstellung dieses Manuskriptes redaktionell überarbeitet wurde. Der Struktur der Berechnung wird dabei nicht verändert, es werden lediglich die Berechnungsgrundlagen für einzelne Kennwerte überarbeitet.

3 Verweis auf Regelungen in der Energieeinsparverordnung

Die Energieeinsparverordnung verweist auf die DIN V 4701-10 als einzige Norm zur Bewertung der Anlagentechnik in Anhang 1 Punkt 2.1.1. (Allgemeines Berechnungsverfahren), 2.1.2. (Ausnahmeparagraph für Speicherheizungen), 2.2. (Trinkwarmwassernutzen in Wohngebäuden) und 3. (vereinfachtes Verfahren für Wohngebäude).

Quelle: Manuskript für Viehweg-Verlag 2003