



EnEV Checkliste für die Neubauplanung



Herausgeber

ASUE Arbeitsgemeinschaft für sparsamen
und umweltfreundlichen Energieverbrauch e.V.
Bismarckstraße 16, 67655 Kaiserslautern
Telefon: 06 31/360 90 70
E-Mail: asue@compuserve.com
Internet: www.asue.de



Mitherausgeber:

BGW Bundesverband der deutschen
Gas- und Wasserwirtschaft e.V., Bonn
E-Mail: info@bgw.de
Internet: www.bgw.de



Bundesvereinigung der Firmen
im Gas- und Wasserfach e.V., Köln
E-Mail: info@figawa.com
Internet: www.figawa.de



initiativkreis
erdgas & umwelt

Initiativkreis Erdgas & Umwelt, Essen/Bonn
E-Mail: info@ieu.de
Internet: www.ieu.de



ZENTRALVERBAND
Sanitär Heizung Klima

Zentralverband Sanitär Heizung Klima
(ZVSHK), St. Augustin
Internet: www.WasserWaermeLuft.de



Bund Deutscher
Baumeister
Architekten und
Ingenieure e.V.
Bayern

In Zusammenarbeit mit:

Bund Deutscher Baumeister, Architekten
und Ingenieure e.V., Landesverband Bayern
E-Mail: kuenzer-architekt@t-online.de
Internet: www.baumeister-online.de

Bearbeitung: ASUE-Arbeitskreis „Haustechnik“

Redaktion: gti.publik, Essen-Kettwig

Grafik: K. Weddeling, Essen

Vertrieb: Verlag Rationeller Erdgaseinsatz
Postfach 25 47, 67613 Kaiserslautern
Telefax: 06 31/360 90 71

Checkliste EnEV

Best.-Nr. 09 12 01

Schutzgebühr: 2,00 €

Stand: 15. Dezember 2001

Die Herausgeber übernehmen keine Gewähr
für die Richtigkeit und Vollständigkeit der Angaben.

Inhalt

1	Die Energieeinsparverordnung	4
2	Die wichtigsten Punkte der EnEV im Überblick <ul style="list-style-type: none">• Primärenergetische Bewertung• Wahlfreiheit für Planer und Bauherren• Kombinationsmöglichkeiten von Gebäude- und Anlagentechnik• Bewertung der Anlageneffizienz• Berechnung nach neuen Normen• Anforderungen für den Gebäudebestand• Energiebedarfsausweis	6
3	Checkliste für die Neubauplanung: In sieben Schritten zur Erfüllung der EnEV-Primärenergieanforderung	8
1	Ermittlung des A/V-Verhältnisses	9
2	Ermittlung des maximal zulässigen Jahres-Primärenergiebedarfs	9
3	Berechnung des Jahres-Heizwärmebedarfs	10
4	Berechnung des Trinkwasserwärmebedarfs	11
5	Bestimmung der Anlagen-Aufwandszahl für die ausgewählte Heizsystemtechnik	11
	Verfahren zur Ermittlung der Anlagen-Aufwandszahl	12
	• Tabellenverfahren	
	• Detailliertes Verfahren	
	• Diagrammverfahren	
	• EDV-Berechnungssysteme	
	Einflussfaktoren für die Anlagen-Aufwandszahl e_p	14
	• Aufwandszahl für das Wärmeerzeugungssystem	
	• Aufstellung bzw. Anordnung des Heizsystems	
	• Primärenergiefaktor der eingesetzten Energieart	
6	Ermittlung des tatsächlichen Jahres-Primärenergiebedarfs	16
7	Überprüfung: Ist die Primärenergieanforderung nach EnEV erfüllt?	16
4	Verrechnung von Anlagentechnik und Wärmeschutz – Möglichkeiten der Kompensation	17
5	Hinweise für die Auswahl der Anlagentechnik	18
6	Kostenvergleich verschiedener Heizsysteme	18
7	Umsetzung und Genehmigungsverfahren	19
8	Literaturhinweise	19

Die Energieeinsparverordnung

Die Broschüre stellt die Ziele und die Methodik der Energieeinsparverordnung vor. Anhand eines Beispiels wird auf verständliche Weise erläutert, wie die wesentlichen Anforderungen der Verordnung erfüllt werden können. Die Broschüre richtet sich insbesondere an Architekten, Planungsbüros, Statiker, SHK-Fachbetriebe, Energieversorgungsunternehmen und an den Bauherren.

Die neue Energieeinsparverordnung (EnEV) vereint Wärmeschutzverordnung (WSchV) und Heizungsanlagenverordnung (HeizAnV). Dabei geht sie allerdings weit über eine Zusammenführung der bisher gültigen Vorschriften hinaus. Die EnEV führt eine völlig neue Denkweise bei der Gebäudeplanung ein. Sie berücksichtigt die beiden wichtigsten Wege zur Senkung des Energieverbrauchs bei der Gebäudebeheizung: die Verbesserung des baulichen Wärmeschutzes und die Erhöhung der anlagentechnischen Effizienz.

Vor allem zwei Aspekte kennzeichnen die neue Verordnung.

Erstens Die EnEV begrenzt nicht mehr den zulässigen Heizwärmebedarf (wie die WSchV), sondern den zulässigen Primärenergiebedarf für die Heizung und Warmwasserbereitung. Erstmals werden bei der Erstellung einer Energiebilanz für Wohngebäude also auch die primärenergetische Effizienz der verschiedenen Energieträger und die Effizienz der Anlagentechnik berücksichtigt.

Zweitens Die EnEV verknüpft Gebäude- und Anlagentechnik. Verbesserter Wärmeschutz und effiziente Wärmeerzeugung sind gleichberechtigte Maßnahmen. Eine bestimmte Gestaltung des Gebäudes ist nicht vorgeschrieben. Architekt und Bauherr können unter gestalterischen und finanziellen Gesichtspunkten die günstigste Lösung auswählen.

Bild 1: Unterschiedliche Bilanzierung des Energiebedarfs nach WSchV '95 und EnEV: Während die WSchV den Jahres-Heizwärmebedarf eines Gebäudes limitiert (= Wärme, die von den Heizkörpern abgegeben werden muss), begrenzt die EnEV den zulässigen Jahres-Primär-

Wärmeschutzverordnung '95

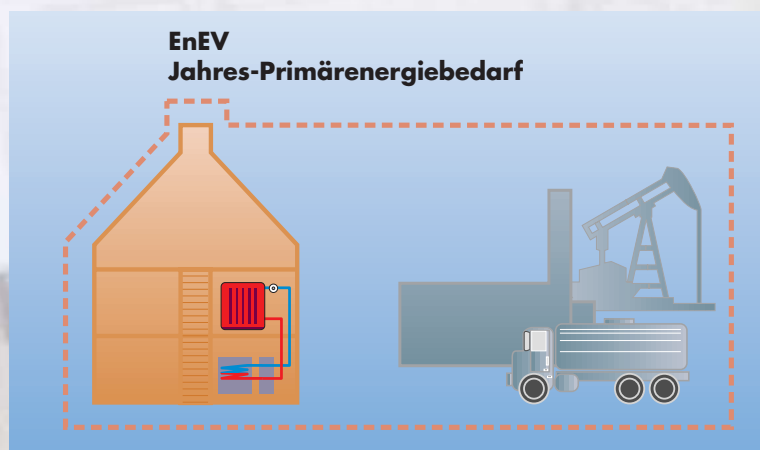
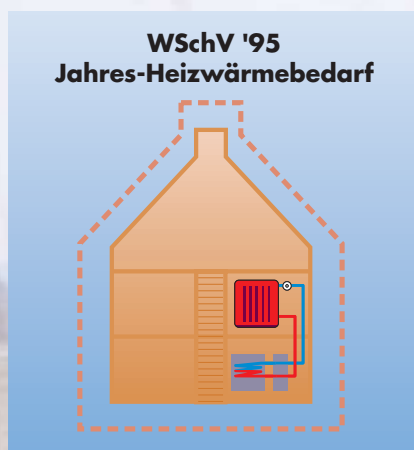
Die bislang gültige WSchV stellte lediglich Anforderungen an den baulichen Wärmeschutz. Im Nachweisverfahren ist zu belegen, dass

- entweder für Außenwand, Dach, Keller, Fenster etc. Materialien mit Mindest-Wärmedämmwerten eingesetzt wurden (Kurzverfahren)
- oder der nach dem ausführlichen Verfahren berechnete Jahres-Heizwärmebedarf unter den jeweils zulässigen Grenzwerten liegt.

Als einziges anlagentechnisches System berücksichtigt die WSchV Lüftungsanlagen: Der Einsatz von kontrollierter Wohnungslüftung mit Wärmerückgewinnung kann Nachlässe beim baulichen Wärmeschutz bewirken. Die Heiztechnik, insbesondere die Art des Wärmeerzeugers spielt dagegen in der WSchV keine Rolle. Zur Erteilung der Baugenehmigung muss ein bestimmter baulicher Mindestwärmeschutz, aber nicht die Effizienz der Anlagentechnik nachgewiesen werden.

Heizungsanlagenverordnung

Die HeizAnIV stellt nur Anforderungen an die Ausführung der Anlagentechnik und die Verwendung von Pumpen und Regelsystemen. Sie wirkt gleichermaßen und ohne Einschränkungen auf ineffiziente Systeme wie auf moderne Brennwertkessel.



energiebedarf. Er ergibt sich aus dem Jahres-Heizwärmebedarf, den Verlusten der Anlagentechnik und den Verlusten, die beim Energietransport und bei der Energieumwandlung in vorgelagerten Prozessketten entstehen (z.B. bei der Stromerzeugung im Kraftwerk).

Die wichtigsten Punkte der EnEV im Überblick

Primärenergetische Bewertung

Eine echte Bewertung des Energieverbrauchs, insbesondere unter ökologischen Gesichtspunkten, erreicht man nur durch eine primärenergetische Bilanzierung. Die EnEV begrenzt daher den maximal zulässigen Primärenergiebedarf eines Gebäudes. Damit wird die Verordnung der Tatsache gerecht, dass z.B. beim Einsatz von Strom zu Heizzwecken rund 60 % der Verluste außerhalb des Gebäudes, nämlich bei der Umwandlung im Kraftwerk entstehen.

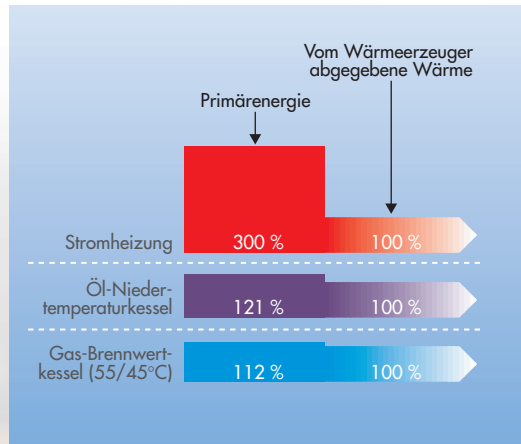


Bild 2 (links): Primärenergieeinsatz für 100 % Heizenergie bei Stromheizung, Öl-NT-Kessel und Erdgas-Brennwertkessel

Bild 3 (rechts): Der von der EnEV vorgegebene maximal zulässige Primärenergiebedarf kann durch effiziente Heiztechnik, baulichen Wärmeschutz oder durch eine Kombination von beidem erreicht werden.

Bewertung der Anlageneffizienz

Die Effizienzbewertung der Anlagentechnik bezieht die komplette Kette vom Wärmeerzeuger über die Regelung und Verteilungen bis zu den Heizflächen in den Räumen ein. Je nach Ausführung der Anlage kann beispielsweise die Summe aus Verteilungs- und Regelungsverlusten mehr als 10 % betragen! Darüber hinaus wird auch die Trinkwassererwärmungsanlage „vom Warmwasserspeicher bis zum Duschkopf“ bei der Bewertung der Verteilverluste einbezogen.

Berechnung nach neuen Normen

Die EnEV stützt sich auf zwei neue Normen:

Die **DIN V 4108-6** legt die Berechnung des Jahres-Heizwärmebedarfs fest.

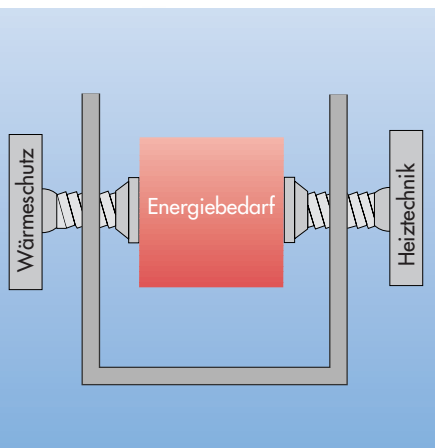
Die **DIN V 4701-10** regelt die Berechnung der primärenergetischen Effizienzkennzahl, der so genannten Anlagen-Aufwandszahl.

Anforderungen für

Da ein maßgebliches Energieeinsparpotenzial im Gebäudebestand liegt, sieht die EnEV Nachrüstverpflichtungen und bedingte Anforderungen an Modernisierungsmaßnahmen vor.

Die Nachrüstverpflichtungen gelten bei Objekten mit mehr als zwei Wohnungen generell, bei Einfamilienhäusern (maximal zwei Wohnungen, der Eigentümer bewohnt eine davon) nur bei Eigentümerwechsel. Sie betreffen insbesondere folgende Punkte:

Wahlfreiheit für Planer und Bauherren



Das Zusammenführen von WSchV und HeizAnV bewirkt ein komplett neues Bewertungssystem im Nachweisverfahren. Die EnEV gibt lediglich maximal zulässige Primärenergieverbrauchskennwerte vor. Planer und Bauherr können weitgehend frei entscheiden, durch welche Maßnahmen sie die vorgegebene Begrenzung erreichen wollen.

Kombinationsmöglichkeiten von Gebäude- und Anlagentechnik

Da bauliche und anlagentechnische Sparmaßnahmen gegeneinander verrechnet werden können, lässt sich der vorgegebene Maximalwert durch die Kombination einer hocheffizienten Anlagentechnik mit einer mäßigen Wärmedämmung oder einer mäßigen Anlagentechnik mit einer extremen Wärmedämmung sowie durch beliebige Zwischenlösungen einhalten.

Energiebedarfsausweis

Für Neubauten wird ein „Energiepass“ vorgeschrieben, der die wichtigsten energetischen Eigenschaften des Gebäudes zusammenfasst. Analog z.B. zum angegebenen Kraftstoffverbrauch beim Auto soll der in diesem Ausweis festgeschriebene Energiebedarfswert für mehr Transparenz hinsichtlich der energetischen Qualität von Immobilien sorgen.

den Gebäudebestand (vgl. §§ 9, 10 EnEV)

Heizkessel, die vor Oktober 1978 in Betrieb gegangen sind und weder NT- noch Brennwertkessel sind, müssen bis Ende 2006 ersetzt werden. Ist der Brenner nach dem Oktober 1996 ausgetauscht worden, verlängert sich die Frist um zwei Jahre (31.12.2008).

Nicht begehbare, aber zugängliche Geschossdecken beheizter Räume sind bis Ende 2006 zu dämmen (Wärmedurchgangskoeffizient $< 0,3 \text{ W/m}^2\text{K}$).

Wärmeverteilungs- und Warmwasserleitungen sowie Armaturen in nicht beheizten Räumen müssen bis Ende 2006 gedämmt werden.

Bei Modernisierungsarbeiten mit Änderungen bei beheizten Gebäuden müssen die Möglichkeiten einer energetischen Verbesserung ausgeschöpft werden, insbesondere bei Erneuerung des Putzes und bei Austausch der Fenster.

Die Methodik der EnEV wird in Bild 4 verdeutlicht. Daraus ergeben sich die einzelnen Arbeitsschritte, die notwendig sind, um bei einem Bauvorhaben die Erfüllung der EnEV-Anforderungen zu überprüfen bzw. nachzuweisen. Diese Schritte werden auf den nächsten Seiten erläutert und an einem konkreten Gebäudebeispiel umgesetzt.

- 1** Ermittlung des A/V-Verhältnisses (A = wärmeübertragende Umfassungsfläche, V = beheiztes Bauwerksvolumen)
- 2** Ermittlung des maximal zulässigen Jahres-Primärenergiebedarfs
- 3** Berechnung des Jahres-Heizwärmebedarfs für den ausgewählten Wärmedämmstandard
- 4** Ermittlung des Jahres-Trinkwasserwärmebedarfs
- 5** Bestimmung der Anlagen-Aufwandszahl für die ausgewählte Heizsystemtechnik
- 6** Ermittlung des tatsächlichen Jahres-Primärenergiebedarfs (aus Jahres-Heizwärmebedarf, Trinkwasserwärmebedarf und Anlagen-Aufwandszahl)
- 7** Überprüfung, ob der tatsächliche Primärenergiebedarf geringer ist als der maximal zulässige (vgl. Schritt 2)

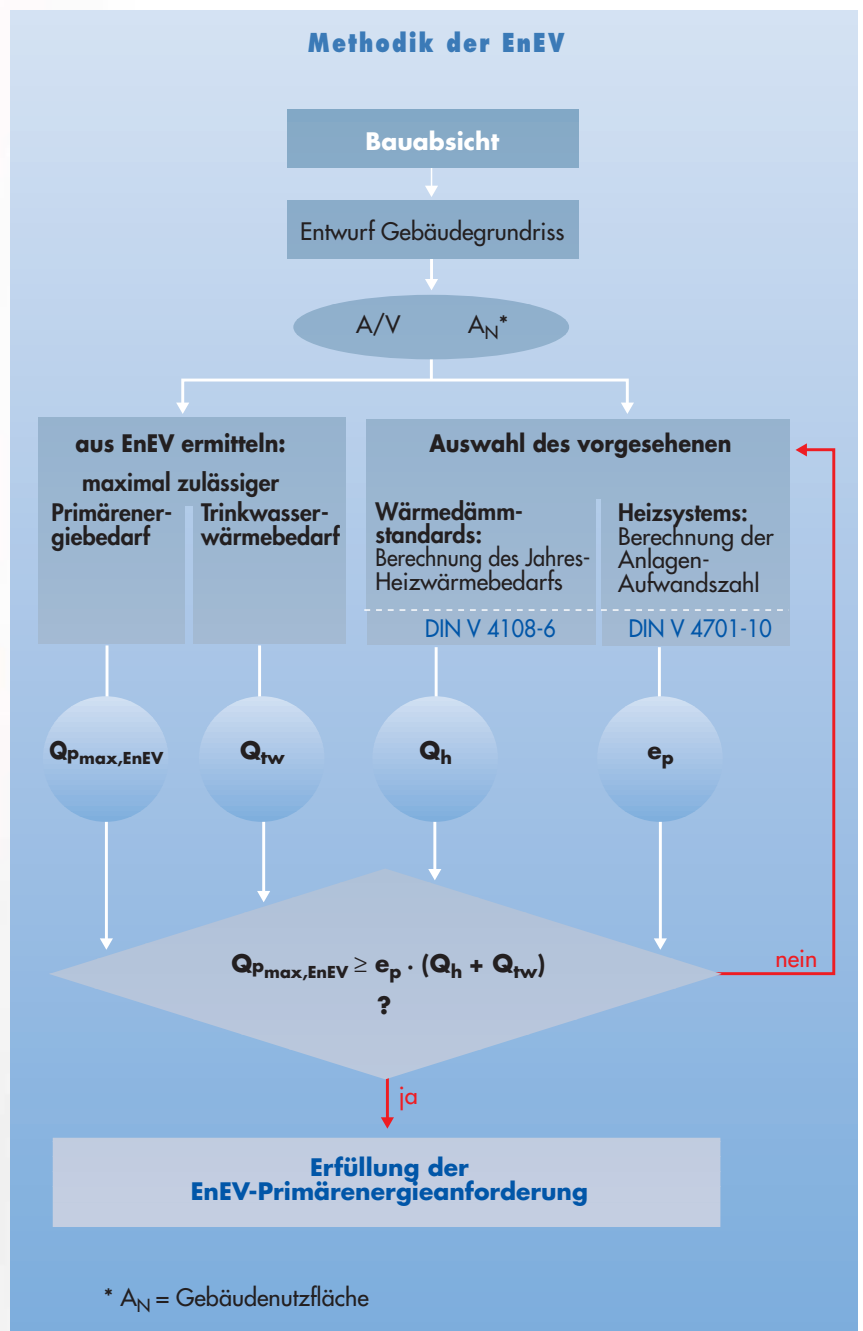


Bild 4: Methodik der EnEV



1. Schritt: Ermittlung des A/V-Verhältnisses

Im ersten Schritt legt der Architekt/Planer in Abstimmung mit dem Bauherrn den Haustyp und dessen geometrische Daten fest. Auf dieser Basis lässt sich das Verhältnis der wärmeübertragenden Umfassungsfläche A (in m^2) zum eingeschlossenen, beheizten Bauwerksvolumen V (in m^3) ermitteln.

Dieser Wert, auch Kompaktheitsgrad genannt, gibt Aufschluss über die energetische Qualität eines Gebäudes. Ein kleines A/V-Verhältnis bedeutet, dass es sich aus energetischer Sicht um eine gute planerische Lösung handelt.

Beispiel

Aus dem Architektenentwurf für ein Einfamilienhaus ergibt sich

eine wärmeübertragende Umfassungsfläche
 $A = 457 \text{ m}^2$

und ein umschlossenes, beheiztes Volumen
 $V = 609 \text{ m}^3$

Daraus errechnet sich das Verhältnis
 $A/V = 0,75 \text{ m}^{-1}$

2. Schritt: Ermittlung des maximal zulässigen Jahres-Primärenergiebedarfs

Ausgehend vom A/V-Verhältnis eines vorgegebenen Gebäudes wird der maximal zulässige Jahres-Primärenergiebedarf laut EnEV nach folgenden Formeln ermittelt:

für Gebäude mit zentraler Wassererwärmung (z.B. mit Erdgas, Heizöl, Solarenergie)

$$Q_{p\max, \text{EnEV}} = 50,94 + 75,29 \cdot A/V + 2.600/(100 + A_N) \text{ in kWh/m}^2\text{a}$$

für Gebäude mit überwiegender Warmwasserbereitung aus elektrischem Strom

$$Q_{p\max, \text{EnEV}} = 72,94 + 75,29 \cdot A/V \text{ in kWh/m}^2\text{a}$$

Dabei wird die Gebäudenutzfläche A_N über das beheizte Bauwerksvolumen ermittelt:

$$A_N = V \cdot 0,32 \text{ in m}^2$$

Beispiel

Der maximal zulässige Jahres-Primärenergiebedarf für das Gebäudebeispiel wird für die Variante mit zentraler Warmwasserbereitung folgendermaßen ermittelt:

$$A_N = 0,32 \text{ m}^{-1} \times 609 \text{ m}^3 \\ = 195 \text{ m}^2$$

$$Q_{p\max, \text{EnEV}} = 50,94 + 75,29 \cdot 0,75 + 2.600/(100 + 195) \text{ kWh/m}^2\text{a} \\ = 50,94 + 56,47 + 8,8 \text{ kWh/m}^2\text{a} \\ = 116 \text{ kWh/m}^2\text{a}$$

Der maximal zulässige Jahres-Primärenergiebedarf stellt die Basis für die Arbeit des Planers dar. Durch Kombination bautechnischer und heiztechnischer Maßnahmen muss eine Bauausführung gefunden werden, deren tatsächlicher Jahres-Primärenergiebedarf Q_p unter diesem Grenzwert bleibt:

$$Q_p < Q_{p\max, \text{EnEV}}$$

Q_p wird von drei Faktoren bestimmt:

- dem Jahres-Heizwärmebedarf Q_h
- dem Trinkwasserwärmebedarf Q_{tw}
- der Anlagen-Aufwandszahl e_p

$$Q_p = e_p (Q_h + Q_{\text{tw}})$$

Deshalb bestehen die nächsten Schritte darin, diese drei Werte zu ermitteln.

Checkliste für die Neubauplanung

3. Schritt: Berechnung des Jahres-Heizwärmebedarfs für den ausgewählten Wärmedämmstandard

Laut EnEV ist der Jahres-Heizwärmebedarf für Neubauten auf der Grundlage der DIN EN 832 „Berechnung des Heizenergiebedarfs, Wohngebäude“ nachzuweisen. Diese Europa-Norm (Erscheinungsdatum Dezember 1998) liegt derzeit mit den entsprechenden deutschen Rahmenbedingungen als Vornorm DIN V 4108-6 (11/2000) vor. Die DIN V 4108-6 lässt zwei Berechnungsverfahren zu, die sich im Detaillierungsgrad unterscheiden:

- das detaillierte Monats-Bilanzverfahren
- das einfachere Heizperioden-Bilanzverfahren (vereinfachtes Verfahren) für Gebäude mit einem Fensterflächenanteil bis 30 %

Alle Methoden orientieren sich an den gleichen Rahmenbedingungen. Die verkürzten Verfahren führen zu Mindestwerten, mit denen man stets „auf der sicheren Seite ist“. Eine aufwendigere Berechnung wird jedoch belohnt, weil die ermittelten Werte in der Regel zu geringeren Anforderungen führen und damit auch den Kostenaufwand für die Bauausführung verringern.

Der Jahres-Heizwärmebedarf in Abhängigkeit von der gewählten Bauausführung wird gemäß DIN V 4108-6 nach folgender Gleichung ermittelt (Heizperioden-/vereinfachtes Verfahren):

$$Q_h = 66 (H_T + H_V) - 0,96 (Q_S + Q_I) \quad \text{in kWh/m}^2\text{a}$$

Dabei bedeuten:

H_T spezifischer Transmissionswärmeverlust

H_V spezifischer Lüftungswärmeverlust
0,96 Ausnutzungsfaktor für die Wärmegewinne

Q_S solare Wärmegewinne

Q_I interne Wärmegewinne

Als Nebenanforderung der EnEV ist der spezifische Transmissionswärmeverlust auf einen Wert zu begrenzen, der sich an den Mindestanforderungen der WSchV '95 orientiert. Der maximal zulässige spezifische Transmissionswärmeverlust $H_{T,max}$ (er entspricht in etwa dem mittleren k-Wert der WSchV) beträgt dabei

$$H_{T,max} = 0,3 + 0,15 / (A/V) \quad \text{in W/m}^2\text{K}$$

Dieser Wert kann durch normale Baustandards (nach der WSchV '95) leicht eingehalten werden. Er stellt damit praktisch keine Einschränkung der Gestaltungsmöglichkeiten des Architekten dar.

Beispiel

Bei Anwendung des vereinfachten Verfahrens zur Ermittlung von Q_h ist zunächst nicht bekannt, wie stark der Wärmeschutz sein muss (abgesehen von den EnEV-Anforderungen bezüglich des spezifischen Transmissionswärmeverlustes).

Als „Startwert“ können jedoch die Anforderungen der WSchV '95 herangezogen werden, weil diesen Werten in der Regel ein Wärmeschutz zugeordnet werden kann.

Ein Haus mit Niedrigenergiestandard nach der WSchV '95 hat einen Heizwärmebedarf unter 70 kWh/m²a. Zur Vereinfachung wird für das betrachtete Gebäudebeispiel von einem Wärmeschutz ausgegangen, der diese Anforderungen erfüllt.

$$Q_h = 70 \text{ kWh/m}^2\text{a}$$



4. Schritt: Berechnung des Trinkwasserwärmebedarfs nach EnEV

Zur Ermittlung des Trinkwasserwärmebedarfs gibt die EnEV für alle Haustypen einen festen Wert von 12,5 kWh/m²a vor.

Beispiel

$$Q_{w} = 12,5 \text{ kWh/m}^2\text{a}$$

5. Schritt: Bestimmung der Anlagen-Aufwandszahl nach DIN V 4701-10 für die ausgewählte Heizsystemtechnik (Heizung, Warmwasserbereitung und Lüftung)

Die Anlagen-Aufwandszahl e_p ist der Kehrwert des Wirkungsgrades des Heiz-, Trinkwassererwärmungs- und Wärmeverteilsystems. Sie sollte (unter Berücksichtigung der wirtschaftlichen Erfordernisse) möglichst klein gehalten werden. Je niedriger die Anlagen-Aufwandszahl, umso effizienter arbeitet das System. Die Ermittlung von e_p ist in DIN V 4701-10 festgelegt.

Anlagen-Aufwandszahlen verschiedener Systeme

Heizung	Warmwasserbereitung	Lüftung	Anlagen-Aufwandszahl e_p *)
Elektro-Direktheizung	E-Durchlauferhitzer	Fensterlüftung	3,09
Elektro-Direktheizung	E-Durchlauferhitzer	mit Wärmerückgewinnung	2,29
Niedertemperatur-Ölheizung 70/55 °C	Speicher	Fensterlüftung	1,47
Gas-Brennwert-Heizung 70/55 °C	Speicher	Fensterlüftung	1,39
Gas-Brennwert-Heizung 70/55 °C	Speicher	mit Wärmerückgewinnung	1,25

*) Standardwerte nach DIN V 4701-10;
Gerät und Verteilungsleitungen innerhalb der beheizten Hülle

Checkliste für die Neubauplanung

Ermittlung der Anlagen-Aufwandszahl

Die Norm bietet drei Verfahren an, die sich hinsichtlich Detaillierungsgrad und Aufwand unterscheiden. Allen liegt dasselbe Berechnungsverfahren zugrunde. Darüber hinaus werden EDV-Programme zur Verfügung stehen, die eine schnelle und genaue Ermittlung von e_p ermöglichen.

Tabellenverfahren

Dieser Methode liegen Mindest-Effizienzwerte der Anlagenkomponenten zugrunde. Deshalb ist man damit immer auf der sicheren Seite.

Detailliertes Verfahren

Es berücksichtigt die tatsächlichen Komponenten-Aufwandszahlen, deshalb erhält man niedrigere Aufwandszahlen als nach dem Tabellenverfahren. Das aufwendigere Rechnen wird also durch günstigere Werte belohnt.

Diagrammverfahren

Es ist die einfachste Methode nach DIN V 4701-10, um Aufwandszahlen zu ermitteln. Da den Diagrammen eine ausführliche Berechnung zugrunde liegt, sind die abgelesenen Aufwandszahlen identisch mit denen, die man selbst durch Rechnung ermitteln würde. [Damit eignen sich die Aufwandszahl-Diagramme auch für das öffentlich-rechtliche Nachweisverfahren.](#)

Aufwandszahl-Diagramme für einige typische Anlagen sind in DIN V 4701-10 (C.5) enthalten. Ihnen liegen jedoch Standardkomponenten zugrunde. Daher ergeben sich in der Regel etwas zu hohe Aufwandszahlen. Daneben werden die Gerätehersteller selbst für bestimmte Wärmeerzeugungssysteme entsprechende Diagramme anbieten, denen spezifische Kennwerte zugrunde liegen und die gegenüber der Norm zu günstigeren Aufwandszahlen führen.

Verfahren zur Ermittlung von e_p

Verfahren	Eingabe	Basis für die Ermittlung von e_p	Vorteil	Nachteil
Tabellenverfahren	A_N Q_h Systemkomponenten	Standard-Kennwerte Produkt-Kennwerte	Schnelligkeit	e_p wird oft zu hoch bestimmt
Detailliertes Verfahren	A_N Q_h Systemkomponenten	Standard-Kennwerte Produkt-Kennwerte	Genauigkeit	hoher Zeitaufwand
Diagrammverfahren	A_N Q_h Systemkomponenten		einfache Handhabung	Diagramme stehen nicht für alle Varianten zur Verfügung
	· von der Norm vorgegebene Diagramme	Standard-Kennwerte		
	· Hersteller-Diagramme	Produkt-Kennwerte		
EDV-Berechnungssysteme (mit zertifizierten Programmen)	A_N Q_h Systemkomponenten	Produkt-Kennwerte (Standard-Kennwerte)	Schnelligkeit Genauigkeit einfache Handhabung	

Beispiel

Die Anwendung eines solchen Diagramms lässt sich für das betrachtete Gebäudebeispiel an Bild 5 ablesen. Ausgehend von der Gebäudenutzfläche $A_N = 195 \text{ m}^2$ trifft man auf die Kennlinie des Jahresheizwärmebedarfs von $Q_h = 70 \text{ kWh/m}^2\text{a}$. Die Anlagen-Aufwandszahl für das geplante System lässt sich dann direkt auf der Ordinate ablesen:

$$e_p = 1,40$$

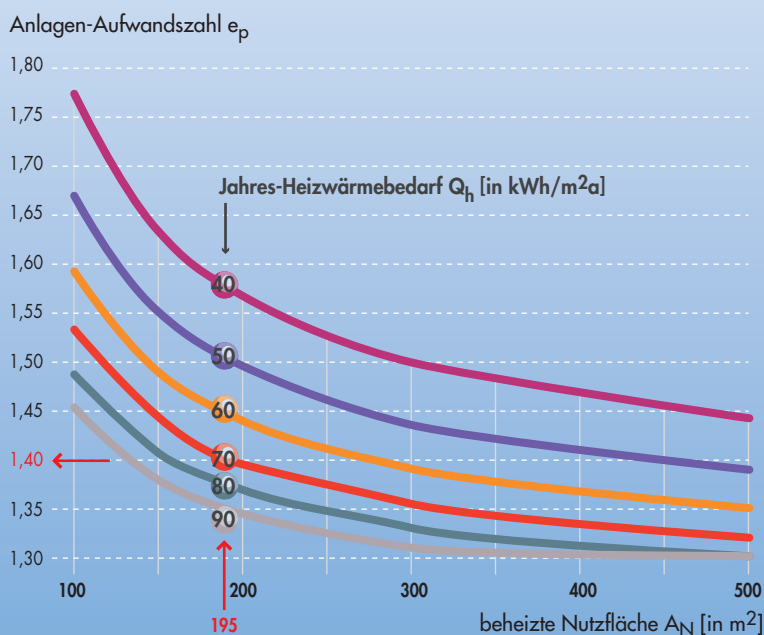
Aufgrund der Vielzahl der möglichen Anlagen-Gerätekombinationen ist es nicht möglich, die Anlagen-Aufwandszahlen aller Kombinationen in Form von Diagrammen zu bestimmen. Deshalb bietet die Norm DIN V 4701-10 im Anhang A Berechnungsblätter für die Anlagenbewertung.

EDV-Berechnungssysteme

Einfacher ist es jedoch, EDV-Berechnungsprogramme zu Hilfe zu nehmen, die z.B. von den Geräteherstellern, dem ZVSHK und anderen angeboten werden. Unter Eingabe der System-Komponenten ermitteln sie die Anlagen-Aufwandszahl.

Andere EDV-Programme ermöglichen komplett den Nachweis der EnEV-Anforderungen für Wohngebäude mit normalen Innentemperaturen auf der Basis der Periodenbilanzierung gemäß DIN V 4108-6 (vereinfachtes Verfahren). Dazu müssen die spezifischen Gebäude-daten (Teilflächen, U-Werte, g-Werte usw.) vom Anwender eingegeben werden. Die Wärmeverluste, Wärmegewinne, der Jahres-Heizwärmebedarf (gemäß Periodenverfahren), der spezifische flächenbezogene Transmissionswärmeverlust und der Jahres-Primärenergiebedarf werden dann automatisch berechnet.

Heizsystemtechnik: Gas-Brennwertgerät, Fensterlüftung, Gerät und Verteilung innerhalb der beheizten Hülle



Wichtig: Für einen Nachweis gemäß EnEV werden nur zertifizierte Programme mit zertifizierten Datenbanken zugelassen sein.

Bild 5: Mit dem Diagrammverfahren nach DIN V 4701-10 lässt sich die Anlagen-Aufwandszahl einfach ermitteln.

Checkliste für die Neubauplanung

Einflussfaktoren der Anlagen-Aufwandszahl e_p

Die Höhe der Anlagen-Aufwandszahl hängt von folgenden Einflussfaktoren ab:

- Aufwandszahl für das Wärmeerzeugungssystem
- Aufstellung bzw. Anordnung des Wärmeerzeugungssystems (innerhalb oder außerhalb der beheizten Gebäudehülle)
- Primärenergiefaktor für die verwendete Energieart

Eine Beachtung dieser Einflussfaktoren im Zuge der Planung ist von besonderem Interesse, da sie das Ergebnis wesentlich beeinflussen können.

Aufwandszahl für das Wärmeerzeugungssystem

Das Wärmeerzeugungssystem besteht in der Regel aus Wärmeerzeuger, Warmwasserspeicher und Verteilsystem. Verluste entstehen bei der Erzeugung, Speicherung, Verteilung und Übergabe der Wärme (Bild 6).

Zur Bestimmung der Aufwandszahl des Wärmeerzeugungssystems muss das System mit allen seinen Komponenten wie in dem rechts dargestellten Schema erfasst werden.

Standard-Kennwerte für die einzelnen Komponenten können aus der DIN V 4701-10 entnommen werden. **Sinnvoller ist es jedoch, Produkt-Kennwerte einzusetzen**, die vom Hersteller angegeben werden. Sie sind in der Regel niedriger als die Standard-Kennwerte, so dass sich eine niedrigere Anlagen-Aufwandszahl ergibt (vgl. Bild 7). Deshalb ermöglicht dieser Weg eine kostengünstigere Lösung für die Erfüllung der EnEV-Anforderungen.

Aufstellung bzw. Anordnung des Wärmeerzeugungssystems

Die Verteilungsverluste von Wärmeerzeuger, Speicher und Verteilungsleitungen werden entsprechend DIN V 4701-10 physikalisch korrekt nur dann als Verlust bewertet, wenn sie keine Heizwärmegewinne darstellen. Eine Aufstellung des Wärmeerzeugers oder die Installation der Verteilungen außerhalb der beheizten Hülle führt deshalb immer zu relativ hohen Verlusten.

Empfehlenswert ist daher

- die Aufstellung von **Wärmeerzeuger und Speicher in der beheizten Hülle**
- die **Anordnung der Wärme- und Warmwasserverteilung innerhalb der beheizten Hülle**
- die **Verwendung innenliegender Verteilungen**

Primärenergiefaktor der eingesetzten Energieart

Erdgas gehört zu den Primärenergien. Das heißt: Es kann praktisch ohne Umwandlung oder Aufbereitung zur Verbrennung eingesetzt werden. Lediglich beim Transport entstehen geringfügige Verluste. Deshalb hat **Erdgas einen niedrigen Primärenergiefaktor**. Strom ist dagegen eine Sekundärenergie. Bei der Umwandlung und Verteilung entstehen Verluste von bis zu 60 %. Daher

bewertet die EnEV über die Anlagen-Aufwandszahl den Stromeinsatz zum Heizen mit einem deutlich höheren Faktor.

Erdgassysteme werden mit dem Primärenergiefaktor 1,1 bewertet, die Elektro-Direktheizung dagegen mit dem Faktor 3,0. Der geforderte maximale Primärenergiebedarf wäre bei Elektro-Direktheizung und bei Elektro-

Zusammenstellung der Komponenten des Wärmeerzeugungssystems für ein betrachtetes Gebäudebeispiel

Heizung*	
Übergabe:	Radiatoren, Außenwand, TK-Regler
Verteilung:	55/45-Heizkreis, geregelte Pumpe, Verteilung innerhalb der beheizten Hülle
Speicherung:	-
Solaranlage:	-
Grundlast-WE:	Gas-Brennwertkessel, Aufstellung innerhalb der beheizten Hülle
Spitzenlast-WE:	-
Trinkwarmwasser*	
Verteilung:	Verteilung innerhalb der beheizten Hülle, mit Zirkulation
Speicherung:	Indirekt beheizter Speicher, Aufstellung innerhalb der beheizten Hülle
Solaranlage:	-
Grundlast-WE:	Gas-Brennwertkessel, Aufstellung innerhalb der beheizten Hülle
Spitzenlast-WE:	-
Lüftung	
Übergabe:	-
Verteilung:	-
WRG:	-
AL/ZL-WP:	-
Heizregister:	-

*Normprodukte nach DIN V 4701-10

Aus Bild 7 wird deutlich, dass Systeme mit Heizgerät und Verteilungen innerhalb der beheizten Hülle eine kleinere Anlagen-Aufwandszahl haben. Deshalb genügen hier deutlich geringere Investitionen in den Wärmeschutz, um die Bedingungen der EnEV zu erfüllen. Das zeigt Bild 8 an dem betrachteten Gebäudebeispiel (Einfamilienhaus mit $A/V = 0,75$ und $A_N = 195 \text{ m}^2$).

Speicherheizung nur in Gebäuden mit aufwendigerer Wärmedämmung einzuhalten.

Bei elektrischen Speicherheizsystemen wurde – aus politischen Gründen – der Primärenergiefaktor für den Strom, der für Heizung und Lüftung eingesetzt wird, für acht Jahre (ab Inkrafttreten der EnEV, also bis Anfang 2010) abweichend von der DIN V 4701-10 mit 2,0 angesetzt.

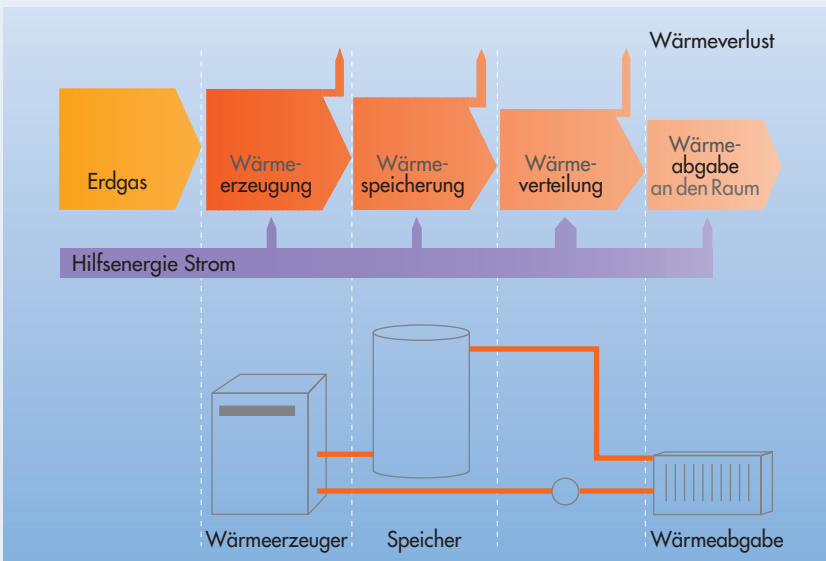


Bild 6: Systemaufbau und Verluste bei der Wärmeerzeugung

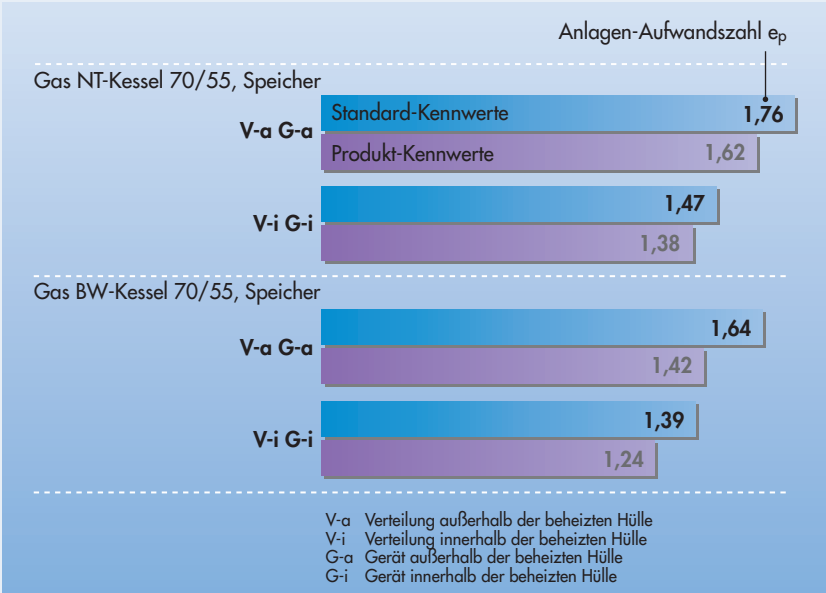


Bild 7: Vergleich der Anlagen-Aufwandszahlen bei Verwendung von Standard-Kennwerten und Produkt-Kennwerten sowie bei unterschiedlicher Anordnung der Systemkomponenten

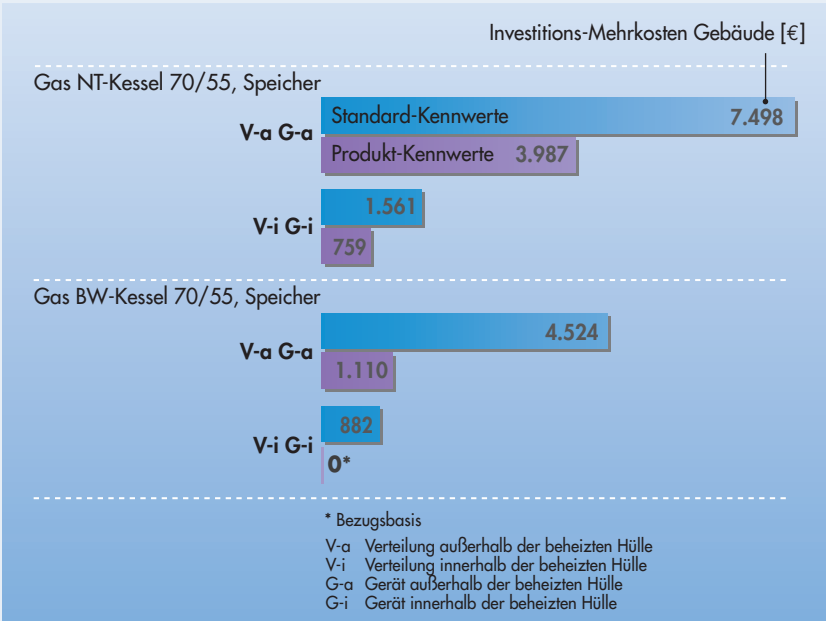


Bild 8: Einfluss des Installationsortes auf die Investitionskosten der Gebäudedämmung bei verschiedenen Systemen, jeweils bei Verwendung von Standard- und Produkt-Kennwerten für e_p (EFH mit $A_N = 195 \text{ m}^2$ und $A/V = 0,75$). Als Bezugsbasis dient das System „Gas-Brennwertkessel 70/55, Speicher, Verteilungsleitungen und Gerät innerhalb der beheizten Hülle“

Checkliste für die Neubauplanung

6. Schritt: Ermittlung des tatsächlichen Jahres-Primärenergiebedarfs

Im sechsten Schritt wird aus Anlagen-Aufwandszahl, Jahres-Heizwärmebedarf und Jahres-Trinkwasserwärmebedarf der tatsächliche Jahres-Primärenergiebedarf Q_p berechnet:

$$Q_p = e_p (Q_h + Q_{t,w})$$

Beispiel

Setzt man die in den Schritten 3 bis 5 ermittelten Werte für das Gebäudebeispiel ein, ergibt sich:

$$\begin{aligned} Q_p &= 1,40 (70 \text{ kWh/m}^2\text{a} + 12,5 \text{ kWh/m}^2\text{a}) \\ &= 1,40 \times 82,5 \text{ kWh/m}^2\text{a} \\ &= 115,5 \text{ kWh/m}^2\text{a} \end{aligned}$$

7. Schritt: Überprüfung, ob der berechnete Primärenergiebedarf geringer ist als der zulässige Primärenergiebedarf

Im letzten Schritt wird der berechnete Primärenergiebedarf dem maximal zulässigen Wert $Q_{p,max,EnEV}$ gegenübergestellt, um festzustellen:

$$\text{Ist } Q_p < Q_{p,max,EnEV} \text{ ?}$$

Beispiel

Da $Q_{p,max,EnEV} = 116 \text{ kWh/m}^2\text{a}$ (siehe 2. Schritt, Seite 9)

und $Q_p = 115,5 \text{ kWh/m}^2\text{a}$,

ist unter den angenommenen Rahmenbedingungen

$$Q_p < Q_{p,max,EnEV}$$

Mit dem gewählten Wärmedämmstandard und Heizsystem werden die Primärenergieanforderungen der EnEV also erfüllt.

Sollte der ermittelte Jahres-Primärenergiebedarf für das vorgesehene System höher als der zulässige Wert sein, muss entweder die Bauausführung (Wärmedämmung) verbessert oder eine Anlagentechnik mit niedrigerer Aufwandszahl gewählt werden. Natürlich können auch beide Maßnahmen kombiniert werden.



Verrechnung von Anlagentechnik und Wärmeschutz - Möglichkeiten der Kompensation

Die EnEV bietet die Möglichkeit, zwischen Maßnahmen für Anlagentechnik oder Wärmeschutz abzuwägen. Bild 9 zeigt für das Gebäudebeispiel ($A_N = 195 \text{ m}^2$; $A/V = 0,75$; $Q_{p,max} = 116 \text{ kWh/m}^2\text{a}$) eine Variation der Verknüpfung von Anlagentechnik und Bauphysik.

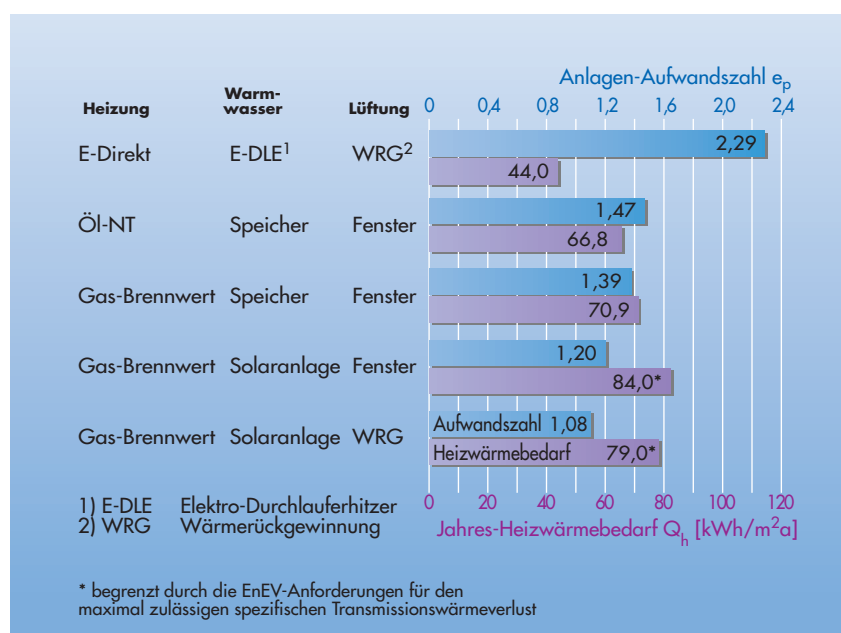
Wie aus Bild 9 deutlich wird, ist für Systeme mit hohen Aufwandszahlen wie z.B. die Elektro-Direktheizung ein hoher Dämmstandard erforderlich, um die EnEV-Anforderungen einzuhalten. Im angenommenen Fall ergibt sich für eine elektrische Direktheizung plus Warmwasserbereitung mit elektrischem Durchlauferhitzer und Lüftung mit Wärmerückgewinnung nach DIN V 4701-10 eine Anlagen-Aufwandszahl von $e_p = 2,29$. Daraus folgt ein maximal zulässiger Jahres-Heizwärmebedarf von $44 \text{ kWh/m}^2\text{a}$. Das Haus müsste also entsprechend aufwendig wärmegeklämt sein, so dass $44 \text{ kWh/m}^2\text{a}$ nicht überschritten werden.

Andererseits könnte bei einer besonders sparsamen Anlagentechnik der zulässige Heizwärmebedarf über $70 \text{ kWh/m}^2\text{a}$ liegen, ohne den zulässigen Primärenergiebedarf zu über-

schreiten. Allerdings ist hier zu beachten, dass der Standard der WSchV '95 eingehalten werden muss (vgl. 3. Schritt – Berechnung des Jahres-Heizwärmebedarfs).

Dem Architekten und Planer eröffnen sich damit Möglichkeiten, unter gestalterischen und finanziellen Gesichtspunkten den günstigsten Kompromiss zu finden. **Die EnEV belohnt z.B. den Einsatz moderner Erdgasheizungen mit geringeren Anforderungen an die Wärmedämmung.** In vielen Fällen kann man auf diesem Wege die Anforderungen der EnEV mit einem günstigeren Preis-Leistungs-Verhältnis erfüllen als durch einen besonders guten Wärmeschutz.

Bild 9: Anlagen-Aufwandszahl e_p und maximal zulässiger Jahres-Heizwärmebedarf Q_h für ausgewählte Heizsysteme (Beispielanlagen aus der DIN V 4701-10)
(Gebäude: $A_N = 195 \text{ m}^2$; $A/V = 0,75$;
Geräte und Wärmeverteilung innerhalb der beheizten Hülle)



5 Hinweise für die Auswahl der Anlagentechnik

6 Kostenvergleich verschiedener Heizsysteme

Hinweise für die Auswahl der Anlagentechnik

Die Auswahl effizienter Anlagentechnik sollte deshalb so früh wie möglich beginnen. Dabei empfiehlt es sich, folgende Punkte zu beachten:

- Die Gas-Brennwerttechnik entwickelt sich zunehmend zum Standard-Heizungssystem. Die Mehrkosten gegenüber NT-Geräten fallen kaum mehr ins Gewicht. Der ca. 10-prozentige Nutzungsgradvorteil gegenüber NT-Geräten wird durch die EnEV voll honoriert.

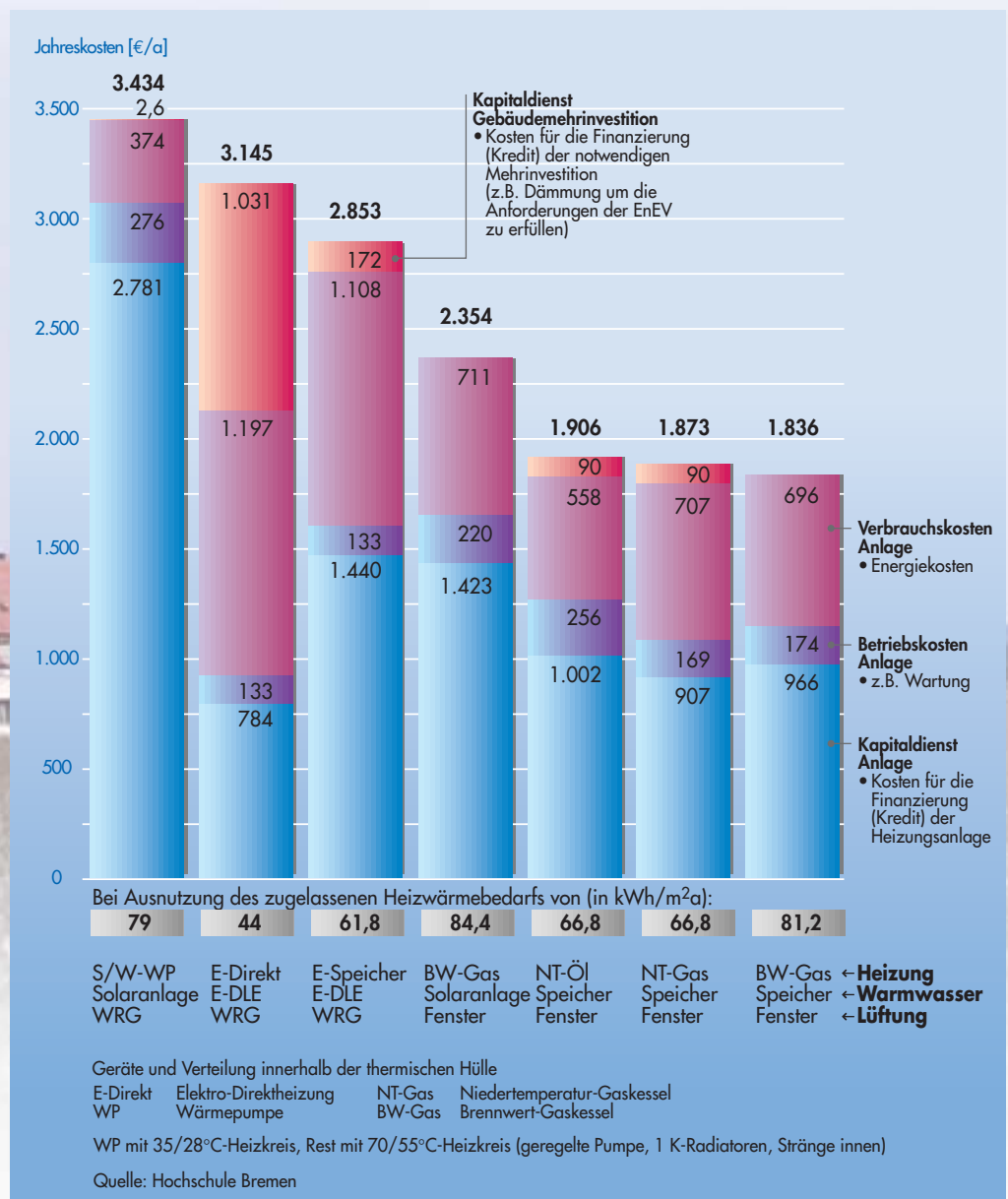
- In den meisten Fällen lassen sich die Auflagen der EnEV bereits durch die Kombination von Gas-Brennwertgeräten, herkömmliche Lüftung über Fenster und einer Wärmedämmung gemäß WSchV '95 erfüllen.

- Elektro-Direktheizungen werden mit dem hohen Primärenergiefaktor 3,0 bewertet.

- Die EnEV verpflichtet nicht zum Einsatz von Lüftungsanlagen. Lüftungsanlagen sind zur Sicherstellung des notwendigen Luftwechsels unter Umständen jedoch notwendig. Die ASUE empfiehlt reine Abluftanlagen, bei denen ein kleiner Ventilator verbrauchte Luft aus den am meisten belasteten Räumen (Bäder, Toiletten und Küche) abzieht.
- Zentrale Warmwasserspeicher sind primärenergetisch günstiger als Elek-

troddurchlauferhitzer. Ihr Einsatz wird von der EnEV ebenfalls durch niedrigere Wärmedämmanforderungen belohnt und stellt insgesamt betrachtet die kostengünstigste Lösung dar.

- Im Rahmen einer Detailoptimierung kann darüber hinaus auch der Einsatz geregelter Umwälzpumpen wirtschaftlich interessant sein, da im EnEV-Bewertungsverfahren der Hilfsenergiebedarf ebenfalls berücksichtigt wird.



7 Umsetzung und Genehmigungsverfahren

8 Literaturhinweise

Kostenvergleich verschiedener Heizsysteme

Der Lehrstuhl für Heizungs-, Lüftungs- und Klimatechnik und Regenerative Energien der Hochschule Bremen (Prof. Dr.-Ing. Strauß) hat für das betrachtete Gebäudebeispiel einen Kostenvergleich der typischen Heizsysteme durchgeführt, der in Bild 10 dargestellt wird. Er analysiert die Kapital-, Betriebs- und Verbrauchskosten der Anlage sowie die Kapitalkosten für die Gebäudemehrinvestition (z.B. Dämmung).

Wie aus der Darstellung deutlich wird, sind für Heizsysteme mit ungünstiger Anlagen-Aufwandszahl (z.B. Elektro-Direktheizung) kostenintensive Dämm-Maßnahmen (Kapitaldienst Gebäudemehrinvestition) notwendig. Andere Heizsysteme wie z.B. Wärmepumpen zeichnen sich zwar durch niedrige Anlagen-Aufwandszahlen aus, die Kosten für das Heizsystem (Installation Erdspeiß, Wärmekollektor usw.) sind jedoch überdurchschnittlich hoch.

Betrachtet man alle Kostenfaktoren, erweisen sich der Gas-Niedertemperaturkessel mit Speicher und Fensterlüftung und der Gas-Brennwertkessel als die günstigsten Lösungen.

Umsetzung und Genehmigungsverfahren

Die EnEV tritt am 1. Februar 2002 in Kraft. Für den Vollzug der neuen Verordnung sind die Bundesländer zuständig. Es ist absehbar, dass es in den einzelnen Bundesländern unterschiedliche Regelungen geben wird. Mit entsprechenden Verwaltungsvorschriften der Länder ist aber erst im Frühjahr oder Sommer 2002 zu rechnen. Auch in Bezug auf den Energiepass wird es wohl nicht zu einer einheitlichen Verfahrensweise kommen.

Der Vollzug der EnEV könnte z.B. wie folgt geregelt sein: Die Bauvorlageberechtigung und die Berechtigung zur Anfertigung des Wärmeschutznachweises wird durch die Bauordnung der Länder geregelt. In den meisten Fällen ist der mit der Bauvorlage beauftragte Architekt oder Ingenieur für die Vollständigkeit der Bauvorlagen zuständig. Mit der Energieeinsparverordnung wird eine fachübergreifende Zusammenarbeit zwischen Architekt, Statiker, Fachplaner/SHK-Fachbetrieb bereits

im Vorfeld unabdingbar. Ziel muss sein, die Anforderungen der EnEV zu erfüllen und die Kompensationsmöglichkeiten beim Wärmeschutz und in der Anlagentechnik unter dem Gebot der Wirtschaftlichkeit optimal zu nutzen.

Für die Anfertigung des Energiebedarfsausweises ist der Primärenergiebedarf, der Jahres-Heizwärmebedarf und die Anlagen-Aufwandszahl nach EnEV zu ermitteln. Architekt bzw. Ingenieurbüro/Statiker wählen in enger Zusammenarbeit mit dem Fachplaner/SHK-Fachbetrieb ein Heizsystem aus. Die tatsächliche Anlagen-Aufwandszahl wird berechnet. Mit der Fachunternehmererklärung bescheinigt der beauftragte SHK-Fachbetrieb die Übereinstimmung der errechneten Anlagen-Aufwandszahl mit der tatsächlich eingebauten Anlagentechnik. Bei Verwendung von zertifizierten Produkt-Kennwerten kann die Anlagen-Aufwandszahl deutlich verbessert werden.

Literaturhinweise

Die vorliegende Broschüre stützt sich unter anderem auf folgende Quellen:

EnEV vom 16. November 2001

Energie-Einsparverordnung EnEV, Dr.-Ing. G. Meier-Wiechert, TAB 3/2001

Prof. Dr.-Ing. Rolf-Peter Strauß, Hochschule Bremen, Lehrstuhl für Heizungs-, Lüftungs- und Klimatechnik und Regenerative Energien

DIN EN 832 Berechnung des Heizenergiebedarfs, Wohngebäude (12/1988)

DIN V 4108 Wärmeschutz im Hochbau, Teil 6: Berechnung des Jahresheizwärmebedarfs (11/2000)

DIN V 4701 Energetische Bewertung heiz- und raumluftechnischer Anlagen, Teil 10: Heizung, Trinkwassererwärmung, Lüftung (2/2001)

Bildhinweis: Titelseite Vaillant; Bild 5: Dipl.-Ing. K. Jagnow, Arbeitskreis DIN V 4701 Teil 10 / UA2 Anlagenbeiblätter, Vorschlag und Arbeitsgrundlage für die Erstellung der Anlagenblätter; Bilder 7 bis 10: Prof. Dr.-Ing. Rolf-Peter Strauß, Hochschule Bremen, Lehrstuhl für Heizungs-, Lüftungs- und Klimatechnik und Regenerative Energien; Fotos Seiten 10/11 und 16: Ruhrgas AG, Essen

Bild 10: Vergleich der Jahreskosten für verschiedene Systeme (Vollkostenvergleich)

www.asue.de