

Energieeinsparverordnung – Erläuterungen für die Praxis

Einführung in das Diagrammverfahren

B. Genath, Düsseldorf

Nach grundsätzlicher Darstellung des Inhalts der EnEV im ersten Teil des Beitrags [1] wird im Folgenden auf die Anwendung der Verordnung mittels des Diagrammverfahrens eingegangen. Ein anhand der gesetzlichen Vorgaben durchgerechnetes Beispiel zeigt die einfache Handhabung der EnEV.

1 Gebäudetypen nach EnEV

In Tabelle 1 aus Anhang 1 der EnEV sind die Höchstwerte des auf die Gebäudenutzfläche A_N und das beheizte Gebäudevolumen V_e bezogenen Jahres-Primärenergiebedarfs Q_p in Abhängigkeit vom Verhältnis A/V_e aufgelistet (Tafel 1). Da die EnEV für Wohngebäude den Jahres-Primärenergiebedarf auf die Gebäudenutzfläche und für Nicht-Wohngebäude auf das beheizte Gebäudevolumen bezieht, wird dieser Unterschied durch Strich-Exponenten (z. B. Q') kenntlich gemacht. Im Beitrag wird jedoch bei Q , H und anderen Größen darauf verzichtet, da sich hier ausschließlich mit Wohngebäuden beschäftigt wird. Deren erlaubter Jahres-Primärenergiebedarf orientiert sich in erster Linie am A/V_e -Quotient, dem Verhältnis von wärmeübertragender Umfassungsfläche A zum beheizten Gebäudevolumen V_e . Die Spalte 1 in Tafel 1 sagt somit etwas über den Gebäudetyp aus, wobei zur Orientierung gilt:

$A/V_e = \text{ca. } 0,2$ für das Mehrfamilienhaus,
 $A/V_e = \text{ca. } 0,5$ bis $0,7$ für das Reihenheim,
 $A/V_e = \text{ca. } 0,8$ bis 1 für das Einfamilienhaus,
 $A/V_e \geq 1,2$ für z. B. den Flachbungalow.

2 Nutzfläche und thermische Hülle

In Spalte 2 von Tafel 1 fließt in den spezifischen Jahres-Primärenergiebedarf Q_p noch die Nutzfläche A_N ein. Der Wert für A_N steht im Nenner des Summanden, d. h. bei größerer Nutzfläche sinkt Q_p . Die Nutzfläche errechnet sich für Wohngebäude aus dem Gebäudevolumen nach der Beziehung: $A_N = 0,32 \cdot V_e$. Außer diesen bauphysikalischen Verlusten (ungünstiges A/V_e -Verhältnis; niedriger Nutzflächenwert) sind im Jahres-Primärenergiebedarf Q_p in erster Linie sämtliche Anlagen- und Energie-Umwandlungsver-

luste berücksichtigt. Einige davon fallen umso mehr ins Gewicht, je kleiner das Haus ist. So weist ein Heizungskeller in einem Einfamilienhaus gegenüber dem in einem Hochhaus spezifisch mehr Abstrahlung auf. Das gleiche gilt für Verteilungen in der Außenwand. Deshalb muss ein Einfamilienhaus mit großem Heizungskeller und

Tafel 1 Auszug aus Anhang 1 der EnEV

A/V_e	Q_p bezogen auf die Gebäudenutzfläche in kWh/(m ² ·a)	
	Wohngebäude	
	außer solche nach Spalte 3	mit überwiegend elektrischer Warmwasserbereitung
1	2	3
$\leq 0,2$	$66,00 + 2600/(100+A_N)$	88,00
0,3	$73,53 + 2600/(100+A_N)$	95,53
0,4	$81,06 + 2600/(100+A_N)$	103,06
0,5	$88,58 + 2600/(100+A_N)$	110,58
0,6	$96,11 + 2600/(100+A_N)$	118,11
0,7	$103,64 + 2600/(100+A_N)$	125,64
0,8	$111,17 + 2600/(100+A_N)$	133,17
0,9	$118,70 + 2600/(100+A_N)$	140,70
1	$126,23 + 2600/(100+A_N)$	148,23
$\geq 1,05$	$130,00 + 2600/(100+A_N)$	152,00

Zwischenwerte zu den in der Tabelle festgelegten Höchstwerten sind nach folgenden Gleichungen zu ermitteln:
Spalte 2 $Q_p = 50,94 + 75,29 \cdot A/V_e + 2600/(100 + A_N)$ [kWh/(m²·a)]
Spalte 3 $Q_p = 72,94 + 75,29 \cdot A/V_e$ [kWh/(m²·a)]

Tafel 2 Auszug aus Beiblatt 1 zu DIN 4701 Teil 10 als Hilfe bei der Anlagenauswahl

Systematik zum Auffinden von Anlagendiagrammen		
	BESCHREIBUNG	ANLAGEN
Wärmeerzeugung und Energieträger für das Heizsystem		
NT	Gas/Öl: Niedertemperatur-Kessel	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15
BW	Gas/Öl: Brennwertkessel	16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48
WP	Strom: Wärmepumpe	49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59
EH	Strom: Elektroheizung	60, 61, 62, 63
FW	Fern- und Nahwärme	64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71
Wärmeerzeugung und Energieträger für die Trinkwasserbereitung		
zen	zentral	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71
dez	dezentral	13, 14, 15, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 58, 59, 60, 61, 62, 63
Solaranlagen		
TW	solare Unterstützung der Trinkwarmwasserbereitung	10, 11, 12, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 57
TWH	solare Unterstützung der Trinkwarmwasserbereitung und Heizung	41, 42
Lüftungsanlagen		
ABI	Abluftanlage mit/ohne Wärmepumpe	6, 26, 56, 57
WRG	Zu-/Abluftanlage ausschließlich mit Wärmerückgewinnung	7, 8, 9, 15, 27, 28, 29, 30, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 47, 48, 55, 60, 61, 70, 71
WP	Zu-/Abluftanlage mit Wärmepumpe und ggf. mit Wärmerückgewinnung	62, 63
Wärmeübergabe an den Raum		
HK	freie Heizflächen (z. B. Heizkörper)	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 26, 27, 28, 31, 32, 35, 36, 37, 41, 43, 44, 47, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71
FBH	integrierte Heizflächen (z. B. Fußbodenheizung)	23, 24, 25, 29, 30, 33, 34, 38, 39, 40, 42, 45, 46, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59
EH	Elektroheizung	60, 61
LH	Lüftungsheizung	62, 63
Anordnung der zentralen Komponenten der Anlagentechnik		
a	überwiegend außerhalb der thermisch gedämmten Hülle	4, 5, 6, 10, 14, 16, 17, 23, 26, 35, 38, 41, 42, 43, 45, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 58, 59, 64, 65, 70, 71
i	überwiegend innerhalb der thermisch gedämmten Hülle	1, 2, 3, 7, 8, 9, 11, 12, 13, 15, 18, 19, 20, 21, 22, 24, 25, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 36, 37, 39, 40, 44, 46, 47, 48, 55, 56, 57, 60, 61, 62, 63, 66, 67, 68, 69

Autor

Bernd Genath ist freier Fachjournalist, Düsseldorf.

Wärmeverteilung außerhalb der thermischen Hülle schlechter abschneiden als ein kompaktes Mehrfamilienhaus oder gar ein Hochhaus. Der Gesetzgeber billigt deshalb diesen Gebäuden einen – bezogen auf das A/V_e -Verhältnis – höheren spezifischen Jahresenergiebedarf zu.

Die Verordnung akzeptiert sinngemäß, dass Rohrleitungsverluste innerhalb der thermischen Hülle eines Gebäudes der Wohnraumtemperierung zugute kommen. Die thermische Hülle ist jene Hülle, die durch die wärmedämmenden Bauteile gebildet wird. Sie stimmt nicht immer mit der tatsächlichen Gebäudehülle überein, sondern umschließt die zu beheizenden Räume. Innerhalb dieser Hülle legen die Gesetzgeber einen weniger strengen Maßstab an die Technik. Das Berechnungsverfahren ignoriert dann die Abstrahlungsverluste einer Wärmepumpe, wenn diese im Bügelzimmer stehen würde. Hat der Bauherr dagegen nur im Keller Platz, muss er dafür unter Umständen etwas mehr in die Dämmung der Außenwände investieren, da der Keller außerhalb der thermischen Hülle liegt. In den Systembeschreibungen der weiter unten besprochenen Anlagenmuster (Bild 2) sind diese einzuhaltenden Ausführungsdetails aufgelistet.

3 Realität kontra Gesetzeswillen

Mit Tafel 1 ist im Prinzip schon alles zum zulässigen Jahres-Primärenergiebedarf von Wohngebäuden gemäß der EnEV gesagt. Zwar sollen sich diesen Jahres-Primärenergiebedarf der Architekt und der Anlagenbauer bei der Planung teilen, aber in der Praxis wird es – zumindest bei kleineren Objekten – nicht oft zu dieser interdisziplinären Zusammenarbeit kommen.

Wie in der Vergangenheit wird der Architekt zusammen mit dem Bauherren das Gebäude konzipieren und auch eine bestimmte Wärmedämmung vorschlagen. Mit den Werten dieser Dämmung berechnet er dann wie bisher nach DIN 4701 Teil 1 und 2 den Wärmebedarf in kWh/m^2 zur Dimensionierung der Anlagenleistung. Entsprechend dem Kurzverfahren nach DIN 4108 Teil 6 ermittelt er daraufhin den zugehörigen Jahres-Endenergiebedarf Q_N . Anschließend wird er anhand der Tabelle aus Tafel 1 den zulässigen Jahres-Primärenergiebedarf Q_P bestimmen. Damit erhält er nach der Beziehung $e_p = Q_P/Q_N$ die Anlagenaufwandszahl. Diese wird dem Anlagenbauer als Konstante an die Hand gegeben, damit dieser

Masterprogramm

Für die Umsetzung der Normen DIN 4701 Teil 10 und DIN 4108 Teil 6 ist ein Software-Programm als Masterprogramm zur Kalibrierung von Unternehmens-Software vorgesehen, an dem in Zukunft die Programme der Softwarehersteller – und damit die Kennzahlen der Produkte – gemessen werden. Es muss vermieden werden, dass die erhältlichen Software-Programme durch falsche Interpretation der Rechenalgorithmen zu unterschiedlichen Ergebnissen für ein Anlagensystem kommen. Dieses Master- oder Kalibrierungsprogramm liegt zurzeit aber noch nicht vor. Firmen können jedoch ihre Software beim DIN zertifizieren lassen. Der BHK Bundesindustrieverband Heizung Klima Sanitär hat Produkte ohne DIN-Zertifikat unter die Lupe genommen und gravierende Ergebnisabweichungen festgestellt. Da die Verantwortung für die EnEV-Konformität der Bauvorlageberechtigte trägt (also unter Umständen der Anlagenbauer), tun die Betriebe gut daran, bei Verwendung einer EnEV-Software auf das DIN-Testat zu achten.

dem Bauherren die daraus resultierenden Möglichkeiten von Seiten der Anlagentechnik vorschlagen kann. Die Anlagenaufwandszahl ist ein Grenzwert. Anlagenbauer, Bauherr und Architekt bzw. Planer dürfen sich selbstverständlich für eine bessere Technik entscheiden, die zu einem noch niedrigeren Energiebedarf führt.

Im späteren Verlauf der Planung muss der Architekt noch die Kosten der verschiedenen Alternativen, die ein einziger e_p -Wert zulässt, mit dem Bauherren und dem Anlagenbauer besprechen.

Der Gesetzgeber wollte den integralen Ansatz, wollte Anlagenplaner und Architekt zusammenführen, so dass diese über die verschiedenen angedachten Modifikationen zu einer wirtschaftlichen und ökologischen Lösung kommen. Die vorher beschriebene Vorgehensweise wurde sich bei der Gesetzgebung sicherlich nicht vorgestellt, doch es wird in der Regel wahrscheinlich oft so ablaufen. Dass Anlagenbauer und Architekt dem Bauherren gemeinsam für dessen zukünftiges Haus verschiedene Varianten – mehr Technik oder mehr Dämmung – skizzieren werden, dürfte beim Wohnbau in der Praxis eher die Ausnahme darstellen.

Systembeschreibung

Trinkwarmwasserbereitung:

gebäudezentrale Versorgung; ohne Zirkulation; Verteilung außerhalb der thermischen Hülle; indirekt beheizter Speicher; Aufstellung außerhalb der thermischen Hülle; Heizungswärmepumpe Luft/Wasser mit Strom betrieben; Spitzenlast: Elektroheizstab

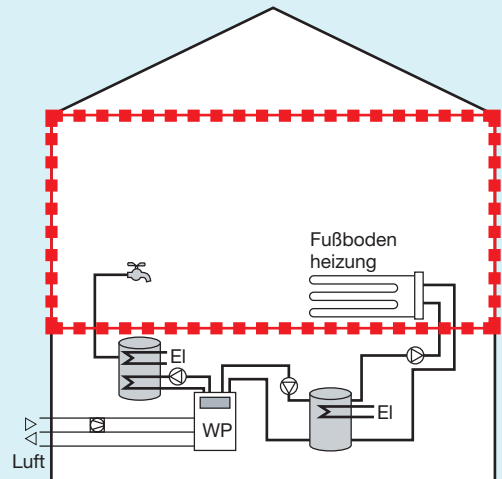
Lüftung:

keine mechanische Lüftungsanlage

Heizung:

integrierte Heizflächen (z. B. Fußbodenheizung); Einzelraumregelung mit Zweipunktregler Schaltdifferenz $X_p=2K$; 35/28 °C-Auslegung; zentrales System; horizontale Verteilung außerhalb der thermischen Hülle; Strangleitungen innenliegend; geregelte Pumpe; Pufferspeicher vorhanden; Aufstellung außerhalb der thermischen Hülle; Elektrowärmepumpe Luft/Wasser; elektrischer Heizer

Schaubild



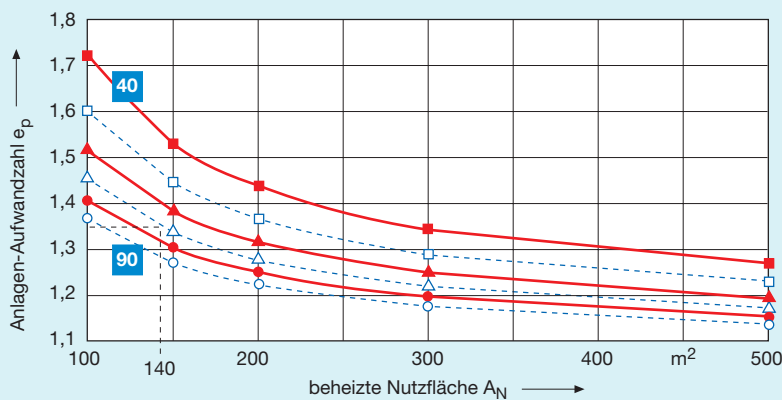
❶ Systembeschreibung und Schaubild zu Anlage 53 aus Beiblatt 1 zu DIN 4701 Teil 10

4 Typische Anlagenmuster

In Beiblatt 1 zu DIN V 4701 Teil 10 sind für unterschiedlichste Anlagen in Abhängigkeit von der beheizten Nutzfläche die jeweiligen e_p -Werte festgehalten. Jeder Anlagentyp ist auf einer Doppelseite wiedergegeben. Der Aufbau dieser

Doppelseite ist für alle Muster identisch.

Die Normverfasser haben mehr als 70 typische Anlagen analysiert und mit den entsprechenden Werten und Kurven dokumentiert. Außerdem erlaubt die EnEV, dass Unternehmen der Heizungs- und Elektroindustrie weitere Muster dazustel-



e_p		$A_N [m^2]$									
$q_h [kWh/(m^2a)]$	e_p	100	150	200	300	500	1000	1500	2500	5000	10000
		1,72	1,53	1,44	1,35	1,27	–	–	–	–	–
40	–	1,60	1,45	1,37	1,29	1,23	–	–	–	–	–
50	–	1,52	1,39	1,32	1,25	1,20	–	–	–	–	–
60	–	1,46	1,34	1,28	1,22	1,17	–	–	–	–	–
70	–	1,41	1,30	1,25	1,20	1,16	–	–	–	–	–
80	–	1,37	1,27	1,23	1,18	1,14	–	–	–	–	–
90	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–

② Diagramm und Wertetabelle zur Anlagenaufwandszahl e_p für die gezeigte Anlage 53

len. Eingesetzte Software zur Berechnung von Anlagen oder Anlagenteilen muss sich an einem vorgegebenen Masterprogramm orientieren (s. Kasten S. 192).

5 Diagrammverfahren

5.1 Systematik zur Diagrammsuche

Zur Anwendung des Diagrammverfahrens muss der Anlagenbauer aus der Beispielsammlung aus Beiblatt 1 zu DIN 4701 Teil 10 oder aus den von der Industrie bereitgestellten Systemlösungen alle Anlagenmöglichkeiten herausuchen, welche die vom Architekten vorgegebene Anlagenaufwandszahl e_p gestattet.

Im Beiblatt existiert eine Systematik zum Auffinden der zugehörigen Anlagen-Diagramme (Tafel ②). Als Oberstes sind in dieser Matrix die Anlagenteile „Wärme-komponenten und Energieträger für das Heizsystem“ mit den entsprechenden Nummern der in Frage kommenden Musterdiagramme aufgeführt. So gelten z. B. für Anlagen mit Gas/Öl-Brennwertkessel die Diagramm-Nummern 16 ... 48 oder für solche mit Elektro-Wärmepumpen die Diagramm-Nummern 49 ... 59. In der Rubrik „Wärmeübergabe an den Raum“ (2. von unten) sind z. B. für eine Fußbodenheizung die Diagramme 23 ... 59 angegeben. Hat der Bauherr sich für einen Gas/Öl-Brennwertkessel und eine Fußbodenheizung entschieden, so kommen als „Schnittmenge“ nur noch die Diagramme 23 ... 48 in Frage. Die Brennwert-Muster 16 ... 22 und die Fußbodenheizungs-Musteranlagen 49 ... 59 entfallen somit. Eine solare Unterstützung der Trinkwarmwasserbereitung zieht den Kreis noch enger. Sie deckt sich nur in den Nummern 31 bis 40 mit Brennwertkesseln und Fußbodenheizungen. Die-

se Konstellationen können dem Bauherren vorgeschlagen werden, sofern die Berücksichtigung der außerdem aufgeführten Komponenten (z. B. „Lüftungsanlagen“) nicht weitere Einschränkungen der in Frage kommenden Diagrammanzahl nach sich ziehen. Alle vom Bauherren bzw. Architekten vorgegebenen Anlagenkomponenten, die in den sechs Sparten der Systematik nach Tafel ② erfasst sind, müssen bei der Auswahl Berücksichtigung finden.

5.2 Versuch und Irrtum

Das Diagramm-Verfahren lässt sich praktisch nur nach Versuch und Irrtum handhaben. Beispiel: Ein Bauherr hat sich für eine Luft/Wasser-Wärmepumpe mit Fußbodenheizung entschieden. Die Muster-sammlung enthält eine ausreichende Anzahl von Fußbodenheizungs- und Wärmepumpen-Installationen. Nach der Entscheidung zu einer zentralen Warmwasserbereitung im Keller und mit Hilfe der Systematik zum Auffinden der Anlagen-Diagramme bleiben schlussendlich noch neun Anlagen-Konfigurationen übrig. In diesen muss jetzt überprüft werden, ob bei der geplanten Nutzfläche die durch die Bauphysik vorgegebene Aufwandszahl $e_{p,zul}$ oberhalb des e_p -Anlagenwertes liegt. Nur dann ist EnEV-Konformität gegeben. Anders als durch Probieren sind die Beispiele leider zurzeit nicht handhabbar.

6 Beispiel

Anhand eines beispielhaften Gebäudes soll gezeigt werden, wie mittels des zugelassenen Diagrammverfahrens vorzugehen ist, um die EnEV-Konformität einer gewünschten Anlage zu überprüfen. Dazu werden folgende Angaben vorausgesetzt:

Bauphysikalische Vorgaben:

- Einfamilienhaus
- $A/V_e = 0,81$
- $A_N = 140 m^2$

Ausstattungsünsche des Bauherren:

- elektrisch betriebene Heizungs-wärmepumpe (WP) Luft/Wasser
- Aufstellung der WP außen
- zentrale Trinkwarmwasserbereitung
- keine mechanische Lüftungsanlage
- Fußbodenheizung/Einzelraumregelung

Der Architekt/Planer hat auf Basis der Bauphysik des Gebäudes (z. B. Dämmung), nach DIN 4108 Teil 6 einen Jahres-Heizenergiebedarf von $q_h = 67,2 kWh/(m^2a)$ ermittelt. Zuzüglich der Pauschalen von $12,5 kWh/(m^2a)$ für die Trinkwarmwassererwärmung ergibt sich ein $q_N = 79,7 kWh/(m^2a)$. Nach Spalte 2 in Tafel ① errechnet sich für die dort nicht aufgeführten Zwischenwerte entsprechend der Gleichung unterhalb der Tabelle der Höchstwert des Jahres-Primärenergiebedarfs zu

$$q_p = 50,94 + 75,29 \cdot 0,81 + 2600/(100+140)$$

$$q_p = 122,76 kWh/(m^2a).$$

Laut der Beziehung $e_p = q_p/q_N$ wird vom Architekten/Planer nun die maximal zulässige Anlagen-Aufwandszahl

$$e_{p,zul} = 122,76 kWh/(m^2a)/79,7 kWh/(m^2a)$$

$$e_{p,zul} = 1,54$$

festgelegt und dem Anlagenbauer, d. h. dem Handwerksbetrieb, als Grenzwert vorgegeben.

Der Handwerksbetrieb soll nun prüfen, ob die gewollte Anlagentechnik zusammen mit der vorgegebenen maximalen Anlagen-Aufwandszahl EnEV-konform ist.

Dazu sucht er mit Hilfe der beschriebenen Systematik zur Diagrammsuche die passende Musteranlage aus Beiblatt 1 zu DIN 4701 Teil 10 heraus. In diesem Fall ist dies z. B. Anlage 53, da die dort aufgeführte Anlagenbeschreibung den Wünschen des Bauherren am nächsten kommt (Bild ①).

Nun ist noch zu prüfen, ob die zu dieser Anlagenkonfiguration gehörende Anlagen-aufwandszahl e_p bezogen auf die Nutzfläche des Gebäudes unterhalb der durch die Bauphysik gegebenen maximal zulässigen Anlagen-Aufwandszahl $e_{p,zul}$ liegt. Dazu wird im passenden Diagramm, das zur Musteranlagenbeschreibung gehört (Bild ②), die Anlagenaufwandszahl e_p in der Kurve des spezifischen Jahres-Heizwärmebedarfs q_h (in diesem Fall annähernd $70 kWh/(m^2a)$) auf Höhe der geplanten Nutzfläche (hier $140 m^2$) mit etwa $1,35$ abgelesen. Dieser Wert liegt deutlich unterhalb des ermittelten Wertes $e_{p,zul} = 1,54$. Somit kann die vom Bauherren gewünschte Anlage als EnEV-konform installiert werden.

Literatur

- [1] Genath, B.: Energieeinsparverordnung – Erläuterungen für die Praxis. Absicht, Inhalt und Grundlagen. Elektropraktiker, Berlin 57(2003)2, S. 112 - 115.