

Pelletkessel mit aktuellen Kenngrößen berechnen

Herstellerwerte verbessern Bilanz enorm

Beim energetischen Nachweis von Wohngebäuden setzen viele Energieberater die in den Normen angegebenen Standardkenngrößen ein. Vergleiche zeigen aber, dass die Berechnung mit Standardwerten gegenüber der Berechnung mit energetischen Kennwerten der Kesselhersteller weit danebenliegt und somit zu einer falschen Prognose führen kann.

Foto: Thinkstock / Antonio Gravante

Während die Randbedingungen für EnEV- oder KfW-Nachweise nicht verändert werden dürfen, sind die in den Normen angegebenen Standardwerte eigentlich nur Lückenfüller für den Fall, dass der Energieberater oder Planer keine Kenngrößen des konkreten Produkts zur Hand hat. In den Normen DIN V 4701-10 und DIN V 18599 werden unterschiedliche Standardkenngrößen angegeben, die zu unterschiedlichen Ergebnissen führen. Weil die energetische Bewertung von Wohngebäuden noch immer fast ausschließlich auf Grundlage der DIN V 4108 Teil 6 und DIN V 4701 Teil 10 durchgeführt wird, setzt sich der vorliegende Beitrag mit dieser „alten“ Norm auseinander. DIN V 4701-10 ist bereits im August 2003 erschienen, entsprechend alt sind die Rechenvorschriften und die Kenngrößen der jeweiligen Anlagentechniken. Der Markt hat aber heute viel mehr zu bieten als den „Standardgrößen-Kessel“.

Warum mit Standardkenngrößen rechnen?

Dass Energieberechnungen richtig durchzuführen sind, versteht sich von selbst. Unter „richtig“ verstehen aber viele Anwender von EnEV-Software das Übernehmen der Vorgaben, die in den Programmen hinterlegt sind. Die Randbedingungen für EnEV- und KfW-Nachweise dürfen ja tatsächlich auf keinen Fall verändert werden (siehe Infokasten). Es stellt sich aber die Frage, warum etliche Nachweise auch mit unveränderten Standardkenngrößen geführt werden. Hierfür gibt es vorrangig drei Gründe:

- Nicht jeder Berater weiß, dass die Standardkennwerte verändert werden dürfen.
- Die Energieberechnungen sollen aus wirtschaftlichen Gründen möglichst wenig Zeit in Anspruch

nehmen, eine umfangreiche Recherche nach Herstellerkennwerten wird als zeitaufwendig angesehen. Zudem scheiterte in der Vergangenheit so mancher Versuch, von Herstellern die Daten zu bekommen, die für die Eingabe in die EnEV-Software notwendig sind. Die Kesselhersteller haben meist nicht verstanden, was wir wollen.

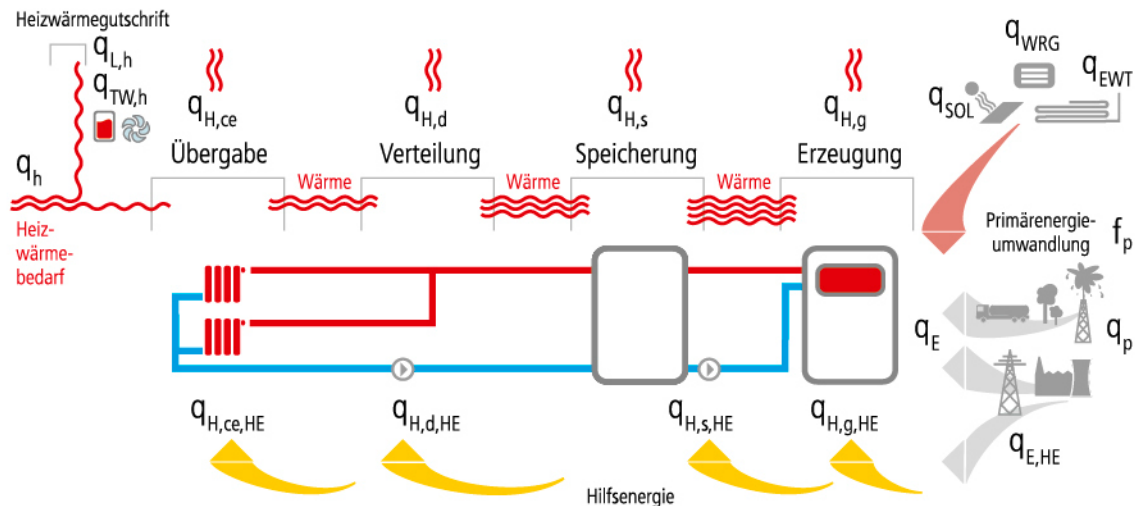
- Den meisten Erstellern von EnEV- oder KfW-Nachweisen ist nicht bewusst, wie falsch sie mit ihren Berechnungen liegen können und dass sie damit Empfehlungen auf Grundlage einer verzerrten Basis aussprechen.



INFO

Randbedingungen für energetische Berechnungen

- EnEV-Nachweis: Die Randbedingungen, die in der EnEV und den in Bezug genommenen Normen definiert sind, müssen zwingend angesetzt werden. Randbedingungen für Nachweise auf Grundlage der DIN V 4701-10 sind unter anderem die mittlere Gebäudeinnentemperatur (19°C), der Trinkwasser-Wärmebedarf $q_{\text{tw}} = 12,5 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$ und der Norm-Anlagenluftwechsel für mechanische Lüftungsanlagen $n_{\text{A,Norm}} = 0,4 \text{ h}^{-1}$.
- KfW-Nachweis: Für Nachweise von KfW-Effizienzhäusern hat die KfW weitere Randbedingungen festgelegt. In der EnEV-Software ist deshalb für KfW-Effizienzhausnachweise ein eigenes Auswahlmenü zu finden.
- Energieberatung oder sonstige ingenieurtechnische Berechnungen: Hier dürfen auch geänderte Randbedingungen eingesetzt werden. Je nach Nutzung kann z. B. die Gebäudeinnentemperatur oder die Luftwechselrate gesenkt oder erhöht werden, was sich auf den ermittelten Energiebedarf entsprechend auswirkt. Bei einer nutzerbezogenen Energieberatung sind solche Änderungen durchaus sinnvoll, um die prognostizierten Energieeinsparungen – und damit die Aussagen zur Wirtschaftlichkeit – auf eine belastbarere Grundlage zu stellen.



1 Berechnung des Energiebedarfs nach DIN V 4701-10

Ermittlung des End- und Primärenergiebedarfs

Bei der Berechnung des Energiebedarfs für die Gebäudeheizung werden Verluste für Wärmeübergabe, -verteilung und -speicherung (sofern ein Speicher vorhanden ist) zum Heizwärmebedarf addiert, Gutschriften aus der Wärmerückgewinnung und Warmwasserbereitung werden abgezogen. Damit kann die Erzeugernutzwärmeabgabe bestimmt werden (siehe Abb. 1).

Die Erzeugernutzwärmeabgabe mit der Erzeugeraufwandszahl e_g multipliziert ergibt den Endenergiebedarf. Dieser wiederum multipliziert mit dem Primärenergiefaktor f_p ergibt den Primärenergiebedarf. Abb. 2 zeigt am Beispiel einer Doppelhaushälfte mit Pelletheizung und ohne Pufferspeicher eine Berechnung mit Standardkenngrößen.

Um zu überprüfen, ob die EnEV- oder KfW-Anforderungen erfüllt sind, wird der Primärenergiebedarf betrachtet. Dieser ist bei Pelletheizungen – wie auch hier im Beispiel – typischerweise sehr niedrig, da der Endenergiebedarf mit dem Primärenergiefaktor 0,2 multipliziert wird. Dabei wird leicht der hohe Endenergiebedarf übersehen, weil er ja kein Anforderungs-

wert ist. Aus dem Endenergiebedarf werden jedoch die Energiekosten ermittelt. Eine Erzeugeraufwandszahl e_g von 1,57 (Abb. 2) bedeutet, dass dem Pelletkessel 57 % mehr Brennstoff (Endenergie) zugeführt werden muss, als dieser an Wärme abgibt. So schlechte Kessel gibt es am Markt nicht. Auf dieser Grundlage erstellte Wirtschaftlichkeitsrechnungen führen zu einer massiven Verzerrung der prognostizierten Energiekosten.

Rechnen mit Herstellerkenngrößen

Um zu klären, ob eigene Kenngrößen verwendet werden dürfen, lohnt sich ein Blick in die DIN V 4701 Teil 10, Seite 93: „Wenn die Kenngrößen eines konkreten Produktes nicht bekannt sind (vollständig oder teilweise), kann vereinfachend mit den in Tabelle 5.3-13 angegebenen Standard-Kenngrößen die Erzeugeraufwandszahl und der Hilfsenergiebedarf eines Biomasse-Wärmeerzeugers berechnet werden.“ [1].

Die EnEV-Software greift auf diese Standardkenngrößen zurück (siehe Abb. 5), die von einem sehr schlechten Wirkungsgrad ausgehen und zudem die Hilfsenergie sehr hoch ansetzen. Inzwischen können die Nutzer der Programme diese Werte mit geringem Aufwand durch Herstellerangaben ersetzen. Seit Kurzem liegen nämlich Kenngrößen von über 130 Pelletkesseln frei zugänglich auf der Internetseite des Deutschen Energieholz- und Pellet-Verbands e.V. (DEPV).

Vergleich zwischen Standard- und Herstellerkenngrößen

Am Beispiel einer Doppelhaushälfte und eines Mehrfamilienhauses wird aufgezeigt, welchen Einfluss der Einsatz von Herstellerkennwerten auf die Berechnungsergebnisse hat. Betrachtet werden je fünf Varianten mit unterschiedlichen Heizungsanlagen. Der Variante mit einem Öl-Brennwertkessel werden vier Berechnungsvarianten mit einem Pelletkessel gegenübergestellt. Die Berechnungen wurden unter EnEV-Randbedingungen durchgeführt.

Die Berechnungsergebnisse sind zusammen mit den Gebäudesteckbriefen in Abb. 4 und 6 dargestellt. Im Vergleich zum Öl-Brennwertkessel sind die Erzeu-

2 Rechenblatt Heizung nach DIN V 4701-10, Beispiel für eine Doppelhaushälfte mit Pelletheizung, berechnet mit Standardkenngrößen und ohne Pufferspeicher.

HEIZUNG			
Bereich:		Gesamtbereich	
Heiz-Strang:		H-Strang	
Wärme (WE)			
Rechenvorschrift/Quelle		Dimension	
q_h	nach Abschnitt 4.1	[kWh/m²a]	53,75
$q_{h,TW}$	Berechnungsblatt TW	[kWh/m²a]	1,72
$q_{h,L}$	Berechnungsblatt L	[kWh/m²a]	0,00
q_{ce}		[kWh/m²a]	1,10
q_d		[kWh/m²a]	8,17
q_s		[kWh/m²a]	0,00
Σ	$q_h - q_{h,TW} + q_{h,L} + q_{ce} + q_d + q_s$	[kWh/m²a]	61,30
		Erzeuger 1	Erzeuger 2
α_g		[--]	1,000
e_g		[--]	1,577
		Erzeuger 3	
q_E	$\Sigma q \times (e_g \times \alpha_g)$	[kWh/m²a]	96,64
f_p		[--]	0,2
q_P	$\Sigma q_E \times f_p$	[kWh/m²a]	19,33

$Q_h = 7670 \text{ kWh/a}$	nach Abs. 4.1
$A_N = 142,7 \text{ m}^2$	aus DIN V 4108-6
$q_h = 53,75 \text{ kWh/m}^2\text{a}$	

96,64 kWh/m²a Endenergie	
--------------------------	--

19,33 kWh/m²a Primärenergie	
-----------------------------	--

Hersteller		Hersteller ...		DIN Standard-Kenngröße	
Gerätebezeichnung		Typ 1		Typ 2	
		12 kW		32 kW	
				Beispiel für 20 kW Nennwärmeleistung	
Variable	Kennwert	Einheit	Formel		
η_{SB}	Wirkungsgrad im stat. Betrieb η_{SB}		lt. Typenprüfung	0,94	1,028
η_{GZ}	Wirkungsgrad im Grundzyklus η_{GZ}		$0,90 \times \eta_{SB}$	0,846	0,925
$Q_{N,GZ}$	vom WE bei einem Grundzyklus abgegebene Nutzwärme	[kWh]		5,4	16,53
$Z_{HK,m}$	Leistungsanteil Heizkreis		1	1	1
$Q_{N,max}$	max. Nutzleistung im Betrieb $Q_{N,max}$	[kW]	lt. Typenprüfung	12	32
$Q_{N,m}$	mittlere Nutzleistung im Betrieb $Q_{N,m}$	[kW]		10	27,2
$\Delta\vartheta$	Temperaturhysterese	[K]		10	20
$V_{J,HK}$	Wasservolumen des Heizkreises inkl. des Puffers	[l]	$0,8 [l/m^2] \times A_N [m^2] + 30 [l/kW] \times Q_{N,max} [kW]$	$0,8 [l/m^2] \times A_N [m^2] + 360 l$	$0,8 [l/m^2] \times A_N [m^2] + 960 l$
$Q_{HE,GZ}$	Hilfsenergiebedarf Grundzyklus $Q_{HE,GZ}$	[kWh]	Σ elektrische Verbraucher im Grundzyklus	0,113	0,091
$P_{el,SB}$	mittlere elektrische Leistungsaufnahme im stat. Betrieb	[W]	lt. Typenprüfung	66	112
	Hilfsenergie automatische Förderung (Haken setzen)	[W]	$0,5 \times P_{el,SB}$	☒	☒

3 Hersteller- und Standardkenngrößen im Vergleich. Eine Übersicht mit Herstellerkenngrößen von 135 Pelletkesseltypen ist unter www.depv.de zu finden.

geraufwandszahlen von Pelletkesseln in der Norm deutlich schlechter. Daraus ergibt sich – bei ansonsten gleicher Erzeugernutzwärmeabgabe – ein höherer Endenergiebedarf.

Zudem weichen die Berechnungsergebnisse sehr stark nach oben ab, wenn der Energieberater vergisst, den Pufferspeicher einzusetzen. Der Grund liegt im Rechenverfahren der DIN V 4701-10: Dort wird in

Abhängigkeit des Puffervolumens die Anzahl der Grundzyklen ermittelt. Jedem Grundzyklus ist ein Hilfsenergiebedarf $Q_{HE,GZ}$ als Absolutwert zugeordnet. Werden – nur aufgrund des fehlenden Pufferspeichers – häufige Taktungen des Kessels ermittelt, resultiert daraus ein rund doppelt so hoher Hilfsenergiebedarf (siehe Berechnungsergebnisse der Varianten B und C in Abb. **4** und **6**). Die Anlagenverluste

4 Berechnungsbeispiel Doppelhaushälfte

Gebäudesteckbrief

- Bestandsgebäude
- KfW-Effizienzhaus 85 bei den Varianten mit Pelletkessel, ansonsten kein KfW-Effizienzhaus
- Gebäudenutzfläche $A_N = 142,7 \text{ m}^2$
- Hüllfläche $A = 323,1 \text{ m}^2$
- spezifischer Transmissionswärmeverlust $H_T' = 0,362 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Zentralheizung, Heizkörper VL/RL 55/45 °C, Wärmeerzeuger, Speicher und Verteilung im unbeheizten Keller; zentrale Warmwasserbereitung ohne Zirkulation, mit Solaranlage

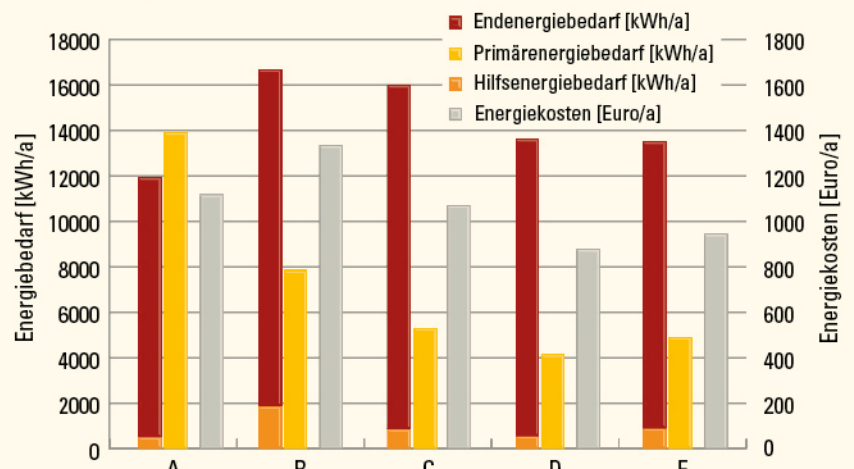
Varianten

- A: Heizöl-Brennwertkessel, DIN Standard-Kenngrößen, kein KfW-Effizienzhaus
- B: Pelletkessel, kein Pufferspeicher, DIN Standard-Kenngrößen
- C: Pelletkessel, Pufferspeicher 360 Liter, DIN Standard-Kenngrößen
- D: Pelletkessel, Pufferspeicher 360 Liter, Kenngrößen Typ 1 (siehe Abb. 31)
- E: Pelletkessel, kein Pufferspeicher, Kenngrößen Typ 1 (siehe Abb. 31)

Annahmen

- Pelletpreis 273 Euro/t
- Strompreis 0,28 Euro/kWh
- Heizölpreis 0,85 Euro/l

Berechnungsergebnisse



DHH	Variante:	A	B	C	D	E
Q^*	[kWh/a]	12685	12685	13070	13070	12685
e_g	[-]	1,21/1,04	1,39	1,37	1,18	1,18
Q_E	[kWh/a]	11416	14804	15120	13061	12603
Q_{HE}	[kWh/a]	524	1.878	876	589	918
Q_P	[kWh/a]	13913	7849	5308	4153	4909
EK	[EUR/a]	1117	1334	1071	878	945

Q^* Erzeugernutzwärmeabgabe für Heizung und Warmwasser

Q_E Endenergiebedarf für Heizung und Warmwasser (ohne Hilfsenergie)

Q_{HE} Hilfsenergiebedarf für Heizung und Warmwasser

Q_P Primärenergiebedarf für Heizung und Warmwasser

EK Energiekosten

nehmen ebenfalls zu, weil der Kessel im Grundzyklus einen schlechteren Wirkungsgrad hat.

Fazit

In der DIN V 4701-10 sind Standardkenngrößen für Pelletkessel hinterlegt, die hinsichtlich Energieeffizienz und Hilfsenergiebedarf weit überholt sind. Berechnun-

gen auf Grundlage dieser Standardkenngrößen führen zu einem deutlich höheren Energiebedarf und damit zu höheren Energiekostenprognosen als mit Kennwerten aktueller Pelletkessel. Wird mit DIN Standard-Kenngrößen gerechnet, ergeben sich trotz eines Pelletpreises, der rund ein Drittel unter dem Heizölpreis liegt, höhere Energiekosten für die Pelletheizung.

5 DIN V 4701 Teil 10, Tabelle 5.3-13: Standardkenngrößen für Holzheizkessel

Variable	Bezeichnung	Einheit	Stückholzfeuerung	Pelletfeuerung	
			Direkte und indirekte Wärmeabgabe	Direkte und indirekte Wärmeabgabe	Nur indirekte Wärmeabgabe
η_{SB}	Wirkungsgrad im stat. Betrieb	[-]	0,70	0,80	
η_{GZ}	Wirkungsgrad im Grundzyklus	[-]	$0,85 \cdot \eta_{SB}$	$0,90 \cdot \eta_{SB}$	
$Q_{N,GZ}$	Vom WE bei einem Grundzyklus abgegebenen Nutzwärme	[kWh]	$\dot{Q}_{N,max} \cdot 1,5[h]$	$\dot{Q}_{N,max} \cdot 0,9[h]$	
$Z_{HK,m}$	Leistungsanteil Heizkreis	[-]	0,4	0,5	1
$\dot{Q}_{N,m}$	mittlere Nutzleistung im Betrieb	[kW]	$\dot{Q}_{N,max}$	$0,5 \cdot \dot{Q}_{N,max}$	
$\Delta\vartheta$	Temperaturhysterese	[K]	30	10	
$V_{J,HK}$	Wasservolumen des Heizkreises	[l]	$0,8 [l/m^2] \cdot A_N$		
$Q_{HE,GZ}$	Hilfsenergiebedarf Grundzyklus	[kWh]	$0,05^{A)}$ bzw. $0,02 + 0,02 \cdot \dot{Q}_{N,max}^{B)}$		
$P_{el,SB}$	mittlere elektrische Leistungsaufnahme im stationären Betrieb	[W]	$10^{A)}$ bzw. $10 + 10 \cdot \dot{Q}_{N,max}^{B)}$		

A) Geräte nur mit Regelung

B) Geräte mit Ventilator/Zündhilfe

6 Berechnungsbeispiel Mehrfamilienhaus

Gebäudesteckbrief

- KfW-Effizienzhaus 40 bei den Varianten mit Pelletkessel, ansonsten KfW-Effizienzhaus 70
- Gebäudenutzfläche $A_N = 697,2 \text{ m}^2$
- Hüllfläche $A = 1144,5 \text{ m}^2$
- spezifischer Transmissionswärmeverlust $H_T' = 0,230 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Zentralheizung, Heizkörper VL/RL 55/45 °C, Wärmeerzeuger und Speicher im unbeheizten Keller; zentrale Warmwasserbereitung mit Zirkulation und Solaranlage; Abluftanlage

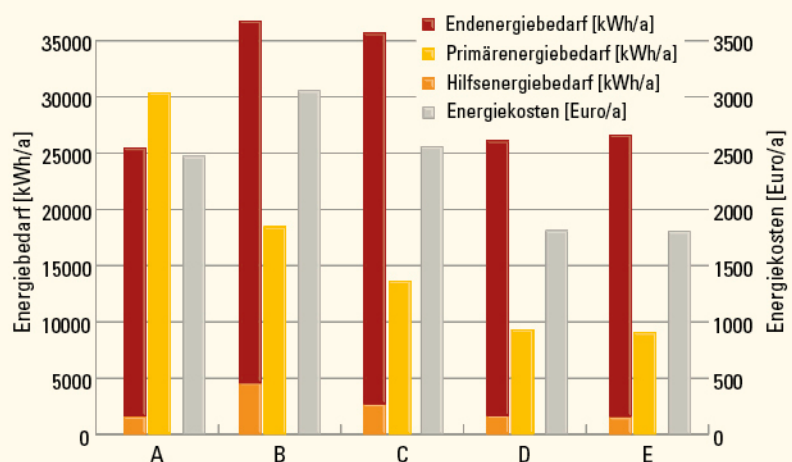
Varianten

- A: Heizöl-Brennwertkessel, DIN Standard-Kenngrößen, KfW-Effizienzhaus 70
- B: Pelletkessel, kein Pufferspeicher, DIN Standard-Kenngrößen
- C: Pelletkessel, Pufferspeicher 960 Liter, DIN Standard-Kenngrößen
- D: Pelletkessel, Pufferspeicher 960 Liter, Kenngrößen Typ 2 (siehe Abb. 3)
- E: Pelletkessel, kein Pufferspeicher, Kenngrößen Typ 2 (siehe Abb. 3)

Annahmen

- Pelletpreis 273 Euro/t
- Strompreis 0,28 Euro/kWh
- Heizölpreis 0,85 Euro/l

Berechnungsergebnisse



MFH	Variante:	A	B	C	D	E
Q^*	[kWh/a]	30.844	30.844	31.388	31.388	30.844
e_g	[-]	1,12/0,99	1,39	1,39	1,03	1,08
Q_E	[kWh/a]	23.858	32.211	32.964	24.472	25.064
Q_{HE}	[kWh/a]	1.590	4.636	2.712	1.701	1.562
Q_P	[kWh/a]	30.398	18.476	13.665	9.342	9.064
EK	[EUR/a]	2.473	3.057	2.559	1.812	1.806

Q^* Erzeugernutzwärmeabgabe für Heizung

und Warmwasser

Q_E Endenergiebedarf für Heizung und Warmwasser (ohne Hilfsenergie)

Q_{HE} Hilfsenergiebedarf für Heizung und Warmwasser

Q_P Primärenergiebedarf für Heizung und Warmwasser

EK Energiekosten

Setzt man hingegen die aktuellen Kennwerte der Hersteller an, dreht sich die Reihenfolge sehr deutlich um. Wer in seinen Berechnungen den Pufferspeicher vergisst und mit Standard-Kenngrößen rechnet, weist rund 50 % zu hohe Energiekosten aus. Der Ersteller des Nachweises bemerkt dies oftmals nicht, weil die Aufmerksamkeit vor allem auf den Primärenergiebedarf als Anforderungsgröße nach EnEV gerichtet ist.

In die Wirtschaftlichkeitsrechnung fließen viele Parameter ein: Investitionskosten, Wartungskosten, Laufzeiten, Preissteigerungen, ... – und eben auch der Endenergiebedarf. Insbesondere wenn Energiekosten mit Preissteigerungen über einen Zeitraum von 10 oder 20 Jahren ausgewiesen werden, hat der Berater manchmal nicht mehr im Blick, wie die errechneten „Energiekosten“ zustande kamen. Ein möglicherweise zu hoher Endenergiebedarf fällt dann nicht auf. Um dem Eigentümer die richtigen Empfehlungen geben zu können, ist es jedoch wichtig, belastbare Energiekostenprognosen zu erstellen. Statt der veralteten DIN-Standardkenngrößen ist es daher dringend geboten, den Berechnungen die aktuellen Herstellerkennwerte zugrunde zu legen, die seit Kurzem in einer gut aufbereiteten Form frei verfügbar sind [3].

Quellen:

- [1] DIN V 4701: Energetische Bewertung heiz- und raumluftechnischer Anlagen – Teil 10: Heizung, Trinkwassererwärmung, Lüftung; August 2003
- [2] EnEV-Navigator; U. Jungmann, K. Lambrecht; BK1 2007
- [3] Aufwandszahlen von Pelletkesseln, Stand 12/2013: Liste der Herstellerkennwerte unter www.depv.de im Menüpunkt Downloads oder unter <http://bit.ly/1jaupGT>



AUTOR

Klaus Lambrecht

ist Partner der ECONSULT Lambrecht Jungmann Partner und seit über 15 Jahren in der Energieplanung und energetischen Optimierung von Gebäuden mit Schwerpunkt regenerative Energien tätig. Der Diplom-Physiker ist an aktuellen Forschungsprojekten zur EnEV und zum EWärmeG beteiligt und hält zahlreiche Fachvorträge. Er ist Initiator und Leiter des Deutschen Energieberaterstages.

www.solaroffice.de

