

3/2.4.1 Gegenüberstellung der Berechnungsmethoden

Dieser Beitrag vergleicht die Wärmebedarfsberechnung eines Gebäudes mit der Ermittlung der Kennwerte im Modellgebäudeverfahren (EnEV easy). Gegenübergestellt werden die Berechnungs- bzw. Bearbeitungswege gemäß DIN 4108/4701, DIN 18599 und dem Modellgebäudeverfahren sowie die Ergebnisse.

Das Gebäude und seine Daten

Als Beispiel dient ein frei stehendes Zweifamilienhaus mit den folgenden Randdaten:

■ beheiztes Volumen V_e	1192,60	m ³
■ Geschosshöhe	2,75	m
■ Gebäudenutzfläche A_N	370,60	m ²
■ Verhältnis A/V_e	0,59	1/m
■ Fläche Gebäudehülle A	678,51	m ²
■ Fläche Außenwände A_{AW}	346,02	m ²
■ Fläche Fenster A_F	44,88	m ²
■ Fläche Türen	5,80	m ²
■ Umfang der beheizten Geschosse je	46	m
■ BGF (Geschossweise) je	130	m ²
■ drei beheizte Geschosse		
■ Alle Geschosse sind deckungsgleich, kein Staffelgeschoss vorhanden. Es gibt keinen Kellerausgang.		
■ Alle Fenster mit außenliegendem Sonnenschutz $F_c \leq 0,30$ (Roll- bzw. Schiebeläden)		

Gebäudegeometrie

Luft-Wasser-Wärmepumpe mit zentraler Heizung und Wassererwärmung, keine Kühlung

Anlagentechnik

Die Wärmebrücken werden gemäß DIN 4108/2 Beiblatt 2 (oder besser) ausgeführt.

Wärmebrückenzuschlag

Ein Blower-Door-Test wird durchgeführt, eine Lüftungsanlage ist nicht eingebaut.

Dichtheitstest

Photovoltaik	Auf dem Hausdach wird eine ca. 50 m ² große PV-Anlage installiert.
Sommerlicher Wärmeschutz	Der sommerliche Wärmeschutz kann ohne Nachweis als ausreichend angesehen werden, das gilt auch für den kritischen Raum (Fensterflächenanteil < 35 % der Grundfläche).
Transparente Flächen	<p>Die Anforderungen der EnEV easy hinsichtlich der Anteile transparenter Flächen sind eingehalten.</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Gesamtfassadenfläche: 346,02 m² ■ Gesamtfensterfläche: 44,88 m² ■ Fassadenfläche Nordseite: 87,10 m² ■ Fensterfläche Nordseite: 16,77 m² ■ keine Dachflächenfenster oder andere transparente Bauteile
Antragstellung	Die Bauantragstellung erfolgte im Oktober 2016, eine Inanspruchnahme öffentlicher Fördermittel ist nicht vorgesehen.
Erfüllung der EnEV 2014/2016	Das Beispielgebäude ist für alle zulässigen Bilanzierungsmodelle gemäß § 3 EnEV 2014 geeignet. Die Berechnungen gemäß DIN 18599 bzw. 4108/4701 werden ergeben, dass die Vorgaben der EnEV 2014/2016 erfüllt werden. Für das Modellgebäudeverfahren gelten die Einhaltung der zwingenden Vorgaben, die Wahl einer Ausstattungsvariante und die entsprechende Wärmeschutzvariante als ausreichende Nachweise zur Einhaltung der Vorgaben der EnEV. Die detaillierten Ergebnisse werden am Schluss des Beitrags dargestellt.
Hinweis für die Praxis	<div style="background-color: #cccccc; padding: 10px;"> <p>Die Beispielberechnungen sind mit einer zugelassenen Wärmebedarfsberechnungssoftware erstellt worden. Hersteller- bzw. programmierbedingt können Detailunterschiede in den Abläufen vorkommen. Von daher beschränkt sich der Beitrag auf die allgemeinen Berechnungsschritte. Ebenso können sich die Ergebnisse unterscheiden.</p> </div>

Die Berechnungswege

Erfassung der geometrischen Bezugsgrößen

Bau- und Luftvolumen

Die Ermittlung der Volumina ist bei den Bilanzierungen nach DIN 4108/4701 bzw. DIN 18599 notwendig und Voraussetzung für weitere Berechnungen. Im Programm sind notwendige Formeln wie z.B. das Verhältnis A/V_e oder die Gebäudenutzfläche A_N hin-

terlegt. Der Planer gibt das Bauvolumen ein, und selbstständig werden Gebäudenutzfläche und Luftvolumen ermittelt. Das Gebäudevolumen ist für den Nachweis über die EnEV easy unerheblich.

Bruttogeschossfläche

Die EnEV easy betrachtet im Gegensatz zu den Bilanzierungsmodellen die Gebäudegröße A_{GS} . Diese wird ermittelt aus der BGF der einzelnen Geschosse. Von Bedeutung ist dann noch der Umfang jedes einzelnen Geschosses als wesentliche Voraussetzung zur Anwendung des Modellgebäudeverfahrens.

Für das Beispielgebäude sieht dieser Schritt so aus:

- BGF gesamt: 390 m², A_G somit größer als 115 m² und kleiner als 2300 m²
 - BGF (geschossweise): 130 m²
- Umfang: 46 m; Ermittlung der Bedingung $u^2 \leq 20 A_G$
 - $46^2 \leq (20 \times 390) \rightarrow 2116 \leq 7800 \rightarrow$ Bedingung erfüllt

Viele Berechnungsprogramme ermitteln die Nettogrundfläche bzw. die Nutzfläche A_n automatisiert über die Angabe des beheizten Gebäudevolumens des Gesamtgebäudes, weitere Angaben sind dann nicht erforderlich. In anderen Fällen sind noch die Nettogrundflächen einzugeben, Programme der DIN 18599 erlauben das auch über die Einzelraumangaben.

Anders als bei den Berechnungen gemäß DIN 18599 bzw. DIN 4108/ DIN 4701 müssen Gebäudeteile, die an andere beheizte Gebäude grenzen, bei der Ermittlung des Umfangs mitberücksichtigt werden!

Sonderfall angebaute Gebäude

Flächenermittlungen der Gebäudehüllflächen

Für das Modellgebäudeverfahren sind lediglich die Außenwand-, Fenster- und Türflächen sowie transparente Bauteile von Bedeutung. Wichtig ist hier zudem der Flächenanteil von Fenstern an Nord-, nordöstlichen- und nordwestlichen Fassaden. Im Gegensatz dazu werden bei den ausführlichen Bilanzierungen alle Flächen der Gebäudehülle erfasst. Das beinhaltet auch die Dach-, Decken-, Boden- und ggf. Innenwandflächen. Berücksichtigt werden auch die Einbauszustände.

Anlagentechnik

Berechnungen gemäß DIN 4108/4701 bzw. DIN 18599

Die Beschreibung der Anlagentechnik ist bei den Bilanzierungssystemen sehr aufwendig. Hier kann zwar auf Datenbanken zurückgegriffen werden, jedoch müssen alle Anlagenteile einzeln definiert werden. Der Vorteil besteht darin, dass bei einer frühzeitigen Berechnung noch Varianten in der Ausstattung und somit Bauherrenwünsche oder Kostenvorgaben detailliert untersucht werden können. Die Möglichkeiten sind dabei vielfältiger als bei den vorgegebenen Anlagenvarianten der EnEV easy. Insbesondere bei Berechnungen nach DIN 18599 ist die Beschreibung der Anlagentechnik sehr umfangreich. So wird nicht nur z.B. nach der Art der Flächenheizung oder der Regelungsart gefragt, sondern es müssen auch Aussagen über elektronische Stellantriebe gemacht werden.

Nachweis mit der EnEV easy

Das Modellgebäudeverfahren beschreibt 13 verschiedene Anlagenvarianten, mit und ohne Lüftungseinrichtungen.

Ausschlusskriterium

Spätestens an diesem Punkt kann sich herausstellen, dass der Nachweis über das Modellgebäudeverfahren nicht funktioniert, weil die angedachte Anlagentechnik nicht abgebildet ist. Änderungen innerhalb der Varianten sind nicht zulässig, sie müssen wie beschrieben eingebaut werden.

Die Wahl der Ausstattungsvariante ist entscheidende Voraussetzung für die dann folgende Festlegung der Wärmeschutzvariante.

Bauteilaufbauten und Wärmeschutzvarianten

Bauteilaufbauten bei der Bilanzierung

Bei der ausführlichen Bilanzierung werden allen Flächen die U-Werte zugewiesen. Je nach verwendeter Software finden sich umfangreiche Datenbanken. Neben den U-Werten sind auch die genauen Bauteilquerschnitte und Materialien ablesbar. Auch hier hat der Planer die Möglichkeit, im Zusammenspiel von Anlagentechnik bzw. der technischen Gebäudeausrüstung die Bauteilaufbauten zu variieren. Der Einsatz eines Brennstoffs mit ungünstigem, höherem Primärenergiebedarf benötigt zur Erfüllung der EnEV zumeist deutlich geringere U-Werte in den Bauteilen, also z.B. größere Dämmstärken. Ein nachwachsender Rohstoff oder eine Fernwärmeversorgung aus nachwachsenden Rohstoffen er-

laubt oft den Einbau von Bauteilen mit schlechterem Wärmedurchgangswiderstand. Beides wirkt sich natürlich kostentechnisch aus, die Berechnungsprogramme weisen die Ergebnisse schnell und übersichtlich aus, sodass zutreffende Aussagen zu Kosten beeinflussenden Materialien frühzeitig getätigt werden können. Für das Beispielgebäude wurden die nachfolgenden Materialien und Konstruktionsaufbauten gewählt.

Tabelle 1: Flächenübersicht und Materialübersicht Beispielgebäude – Bilanzierung

P.	Bauteil	Einbauzustand	U-Wert [W/m²K]	Fläche [m²]
1	Wand, Süd	Außenluft	0,275 ¹	55,33
2	Fenster, Süd	Außenluft	0,960	6,07
3	Tür, Süd	Außenluft	1,4	3,6
4	Wand, Nord	Außenluft	0,275	70,33
5	Fenster, Nord	Außenluft	0,960	16,77
6	Wand, Ost	Außenluft	0,275	48,16
7	Fenster, Ost	Außenluft	0,960	7,44
8	Tür, Ost	Außenluft	1,4	2,2
9	Wand, West	Außenluft	0,275	61,04
10	Fenster, West	Außenluft	0,960	11,49
11	Wand, ohne Ausrichtung	unbeheizte Räume	0,185	14,43
12	Wand, ohne Ausrichtung	Erdreich	0,307	111,11
13	Fenster, ohne Ausrichtung	Außenluft	1,100	3,04
14	Grundfläche	Erdreich, Kellerboden	0,266	130,0
15	Deckenfläche	unbeheizte Räume oberhalb	0,217	84,02
16	Tür, ohne Ausrichtung	unbeheizte Räume	1,100	0,98
17	Dach, Nord, 30°	Außenluft	0,182	26,1
18	Dach, Süd, 30°	Außenluft	0,182	26,1
¹ Aus Schallschutzgründen musste ein vergleichsweise schwerer Mauerziegel gewählt werden.				

Wärmeschutzvarianten der EnEV easy

Im Gegensatz dazu gibt beim Modellgebäudeverfahren die gewählte Ausstattungsvariante lediglich drei Wahlmöglichkeiten mit festgelegten U-Werten für die Bauteile der Gebäudehülle vor. Voraussetzungen für die Wahl der geeigneten Variante sind

- die aufsummierte Bruttogeschossfläche,
- die Gebäudenutzfläche sowie
- die Lage des Gebäudes (frei stehend oder angebaut).

Für das Beispielgebäude kann somit die Wärmeschutzvariante H31, H32 oder H33 gewählt werden. Die U-Werte darin sind zwingend einzuhalten!

Tabelle 2: Wärmeschutzvariante für das Beispielgebäude

Bauteil	U-Wert, Flächenanteil	H31	H32	H33
Außenwände	W/(m²K)	0,19	0,18	0,16
Außenwände gegen Erdreich, Bodenplatte, Wände zu unbeheizten Bauteilen	W/(m²K)	0,26	0,26	0,23
Dach, oberste Geschossdecke	W/(m²K)	0,14	0,14	0,11
Fenster, Fenstertüren	W/(m²K)	0,95	0,95	0,93
Flächenanteil (max.)		30 %	30 %	30 %
Außentüre	W/(m²K)	1,8	1,8	1,8

Wesentliche Unterschiede der U-Werte

Vergleicht man nun die U-Werte der Bauteile, fallen die großen Unterschiede sofort auf. Die Wärmeschutzvarianten verlangen insbesondere bei den Außenwand- und Dachflächen deutlich bessere U-Werte. Die gewählte Wärmeschutzvariante entscheidet dann letztlich über das Ergebnis, also den End- und Primärenergiebedarf des Gebäudes, jene Werte, die im Energieausweis einzutragen sind.

Weitere Randdaten der Bilanzierung

Bei der Bilanzierung des Gebäudes sind noch weitere Randdaten entscheidend für die Ergebnisse, die in der EnEV easy nicht berücksichtigt werden. Das sind u.a. der Gebäudestandort, die technische Gebäudeausrüstung oder die Anrechnung von eigenem erzeugtem Strom (PV-Anlage).