

Mehr Informationen zum Titel

4 Berechnung

4.1 Rechenverfahren

4.1.1 Verwendung von Rechenprogrammen

Die Wahl der Rechenprogramme für die Energieberatung steht dem Berater frei – auch die Software für die Erstellung eines BAFA-Berichts kann frei gewählt werden. Ein Energieberatungsprogramm muss es aber zulassen, die Nutzergewohnheiten einzugeben, den Standort des Gebäudes zu benennen und die Rechenergebnisse mit dem Verbrauch abzugleichen – kurz: viele projektbezogene Eingaben zu machen.

Für andere Zwecke (KfW-Förderung, Passivhausnachweis, EnEV-Nachweis, Energieausweise usw.) sind in der Regel feste Rechenregeln vorgeschrieben, welche zwingend verwendet werden müssen, da es sich um Nachweise handelt. Die zugehörigen Softwareprogramme bieten aber meist ebenfalls die oben genannten Eingabemöglichkeiten.

Das bedeutet für den Berater, dass für die Modernisierungsmaßnahmen ggf. mehrere parallele Berechnungen (notfalls mit verschiedenen Softwareprogrammen) durchgeführt werden müssen.

Als Grundlage des Rechenverfahrens hat sich für Wohngebäude in Deutschland die DIN 4701-10 (die auch Grundlage des EnEV-Nachweises ist) etabliert. Dazu gibt es verschiedene Softwareprogramme am Markt. Je nach Hersteller haben die Programme ihre Schwerpunkte entweder auf der bauphysikalischen oder auf der anlagentechnischen Seite. Auch ist die Bedienerfreundlichkeit sehr unterschiedlich. Bei manchen Programmen lassen sich einfache geometrische Figuren anklicken und Flächen sowie Volumen berechnen, bei anderen ist ein Fotoaufmaß möglich. Die meisten haben auch eine Textkonfiguration integriert, die es ermöglicht, den Bericht fix und fertig zu erstellen. Generell gilt, und das liegt in der Natur der Dinge, dass je einfacher und schneller sich eine Berechnung und ein Bericht erstellen lassen, desto weniger Varianten und Darstellungsformen möglich sind. Es lassen sich auch mit keinem der auf dem Markt befindlichen Programme alle Varianten an Einsparmöglichkeiten abdecken.

Darüber hinaus gibt es auf Excel basierende Freewaretools, die mit normalen Excel-Kenntnissen erweitert und angepasst werden können. Ein Beispiel hierfür ist das Energieberatungstool des IWU (Institut Wohnen und Umwelt). Herausgeber ist das IWU und die Energieagentur NRW mit Ergänzungen von K. Gagnow. Das Tool kann auf www.delta-q.de heruntergeladen werden. Weitere Freeware-Programme sind beispielsweise „Witterungskorrekturen und Wetterdaten“ beim Institut Wohnen und Umwelt. (www.iwu.de/downloads/fachinfos/energiebilanzen/#c203) oder „Wirtschaftlichkeit“ (www.energiesparaktion.de) des Hessischen Wirtschaftsministeriums.

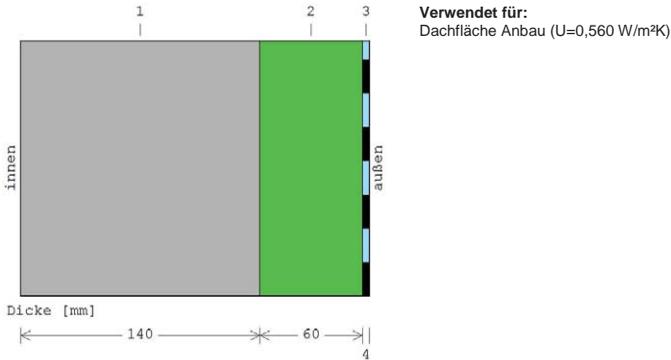
4.2 Ist-Energiebilanz

Grundlage jeder verlässlichen Energieberatung ist die genaue Erstellung der Energiebilanz im Ist-Zustand. Denn nur, wenn man weiß, wo wie viel Energie verloren geht, kann die Energieeinsparung durch verschiedene Sanierungsmaßnahmen berechnet werden.

4.2.1 U-Werte

Zuerst müssen die Wärmedurchgangswerte (U-Wert) der einzelnen Bauteile der Gebäudehülle ermittelt werden. Voraussetzung ist die möglichst genaue Kenntnis der Aufbauten der Bauteile. Abb. 4.1 zeigt das Beispiel einer U-Wert-Berechnung.

Decke über Anbau



Schicht	Material	Dicke [mm]	λ [W/mK]	$\mu_{\text{min}}/\mu_{\text{max}}$	s_g -Wert [m]	Anteil [%]
1	DIN EN ISO 10456 Beton mittl. Rohdichte 1800	140	1,150	60 / 100	8,400	100,0
2	DIN V 4108 5.3 Extrudierter Polystyrolschaum GW 0,0385 Kategorie II	60	0,040	80 / 250	4,800	100,0
3	DIN V 4108 7.3.1 Bitumendachbahnen (DIN 52128)	4	0,170	10000 / 80000	320,000	100,0
gesamt		204				

Fenstertypen

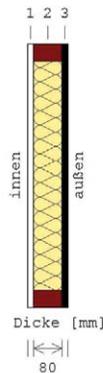
Kunststofffenster Baualtersklasse 1958-1968

U-Wert [W/(m²K)]	2,70
g-Wert [-]	0,85
g-Korrektur [-]	0,90
Lichttransmissionsgrad T_{D65} [-]	0,82
U-Verglasung [W/(m²K)]	2,90
Sonderverglasung	nein
Beschreibung	Ug-Wert nach Richtlinie für Nichtwohngebäude

Abb. 4.1: U-Wert-Berechnung

Auch dafür sind verschiedene Rechenprogramme auf dem Markt erhältlich. Sinnvoll ist ein Programm, bei dem die Wärmeleitkoeffizienten der DIN 4108 hinterlegt sind, damit diese einfach per Mausclick übernommen werden können. Auch muss das Programm mittlere U-Werte berechnen können. Dies ist z. B. bei einem Sparrendach oder einer Holz-Ständerwand notwendig. Hier ergibt sich der mittlere U-Wert aus den flächenmäßigen Anteilen des U-Werts des Sparrens und dem U-Wert des Zwischenraums zwischen den Sparren.

Dach Zwischensparrendämmung



Verwendet für:
 Dachfläche Süd ($U=0,625 \text{ W/m}^2\text{K}$)
 Dachfläche Nord ($U=0,625 \text{ W/m}^2\text{K}$)

Schicht	Material	Dicke [mm]	λ	μ_{\min}/μ_{\max}	s_d -Wert	Anteil [%]
			[W/mK]		[m]	
1	DIN V 4108 3.4 Gipskartonplatten nach DIN 18180	12	0,250	8 / 8	0,096	100,0
2	DIN EN ISO 10456 Konstruktionsholz 700	80	0,180	50 / 200	4,000	13,3
	Mineralwolle 040	80	0,040	1 / 1	0,080	86,7
3	Unterspann	0,1	0,500	200 / 200	0,100	100,0
	gesamt	92,1				

Abb. 4.2: Berechnung des mittleren U-Werts

4.2.2 Gebäudedaten

Von den Gebäudedaten ist zunächst das Bilanzvolumen, d. h. das von den Wänden und Decken der beheizten Räume umschlossene Volumen zu ermitteln. Es ist immer mit Außenmaßen zu rechnen. Daraus ergibt sich die EnEV-Nutzfläche. Bei dieser Berechnung setzt man eine Geschosshöhe von angenommenen 3,2 m ein.

Achtung: Diese Fläche differiert von der tatsächlichen Nutzfläche.

Weiterhin sind die Flächen der einzelnen Bauteile zu ermitteln. Dann sind die Bauteile den einzelnen U-Werten zuzuordnen. Aus den aufsummierten Verlusten der einzelnen Bauteile ergibt sich der Transmissionswärmeverlust H_T . In diesem ist auch ein Wärmebrückenzuschlag enthalten. Dieser wird üblicherweise zwischen 0,05 und 0,1 angesetzt. Das bedeutet, dass zu den Transmissionsverlusten pauschal 5 bis 10 % dazugerechnet werden, um die konstruktiven Wärmebrücken zu berücksichtigen.

Achtung: Soll die Berechnung als Grundlage eines KfW-Kredits dienen, so ist bei Altbauten immer mit 0,1 zu rechnen. Bei einem kleineren Wärmebrückenzuschlag ist sonst eine Berechnung aller Wärmebrücken erforderlich. Liegt diese nicht vor, wird kein Zuschuss oder Kredit gewährt.

Dieser Wert wird im Energiepass eingetragen und mit dem maximal zulässigen Wert für einen vergleichbaren Neubau verglichen. Dann wird der Wert durch die Umschließungsfläche A dividiert und ergibt den spezifischen, flächenbezogenen Transmissionswärmeverlust H'_T .

4 Berechnung

Der Lüftungswärmeverlust wird aus dem Gebäudevolumen berechnet. Beim EnEV-Rechenverfahren wird hier lediglich zwischen zwei Faktoren unterschieden, nämlich mit und ohne Dichtheitsprüfung. Die Praxiserfahrung zeigt jedoch, dass es hier große Abweichungen im tatsächlichen Lüftungsverhalten der Nutzer gibt.

Für die Fenster ist neben dem U-Wert auch der Gesamtenergiedurchlassgrad zu bestimmen. Dieser sagt uns, wie viel Sonnenenergie das Fenster durchlässt. Hiermit lassen sich die solaren Wärmegevinne berechnen. Dies ist ebenfalls zu berücksichtigen.

Die inneren Wärmegevinne, resultierend aus elektrischen Verbräuchen wie Beleuchtung, Herd, Spülmaschine, Waschmaschine, Toaster oder Kaffeemaschine werden ebenfalls pauschal als Durchschnittswert erfasst und fließen zusammen mit dem solaren Gewinn in die Energiebilanz als Gutschrift ein.

Ein Beispiel einer Wärmebilanz ist in Tabelle 4.1 zu sehen. Tabelle 4.2 führt die flächenbezogenen Energiewerte auf. Das Ergebnis ist der Jahres-Heizwärmebedarf des Gebäudes Q_H bzw. Q auf die beheizte Fläche bezogen und der Primärenergiebedarf Q_p .

Wärmebilanz – Heizung und Trinkwarmwasser

Tabelle 4.1: Beispiel einer Ist-Energiebilanz

Heizung	kWh/a
Verluste durch Transmission	28 785,2
Außenwandflächen	9 433,1
Dachflächen und oberste Geschossdecke	6 151,6
Unterer Gebäudeabschluss	3 622,9
Fenster	6 108,6
Türen	359,3
Wärmebrücken	3 109,7
Verluste durch Lüftung	9 570,1
Wärmegevinne	-10 594,4
Interne Gevinne	-6 969,3
Solare Gevinne	-3 625,1
Heizwärmebedarf Q_H	27 760,8
Wärmeeinträge	-94,5
durch Warmwasserbereitstellung	-94,5
durch Lüftungsanlage (inkl. Wärmerückgewinnung)	0,0
Verluste der Anlagentechnik	3 127,5
durch Übergabe	688,6
durch Verteilung	1 287,3
durch Speicherung	0,0

Heizung	kWh/a
durch Erzeugung *)	1151,6
Endenergie Wärmeenergie	30 793,8
Hilfsenergie	524,8
Endenergie Heizung gesamt	31 318,6
Warmwasser	kWh/a
Wärmebedarf für Trinkwarmwasser	2608,4
Verluste der Anlagentechnik	1542,7
durch Verteilung	210,3
durch Speicherung	769,1
durch Erzeugung *)	563,3
Endenergie Wärmeenergie	4151,1
Hilfsenergie	182,7
Endenergie Warmwasser gesamt	4333,7

*) u U. negative Werte bei Erzeugung durch Einsatz von Solaranlagen, Wärmepumpen oder Brennwertgeräten

Tabelle 4.2: Flächenbezogene Energiewerte

	Ist-Wert
Spez. Transmissionswärmeverlust [W/(m ² K)]	0,926
Spez. Heizwärmebedarf [kWh/m ² a]	133,0
Anlagenaufwandszahl [-]	1,33
Spez. Primärenergiebedarf [kWh/m ² a]	193,02

Die flächenbezogenen Ergebnisse beziehen sich auf die Gebäudenutzfläche A_{Nz} .

4.2.3 Daten der Heizung, Trinkwasserbereitung und Lüftung

Diese drei Bereiche werden jeweils einzeln bilanziert, wobei der Bereich Lüftung sich nur auf mechanische Lüftungsanlagen bezieht. Für den Bereich Heizung müssen entsprechend DIN 4701-10, Anhang C3, Eingaben zur

- Wärmeübergabe an den Raum,
- Verteilung der Wärme,
- Speicherung der Wärme und
- Wärmeerzeugung

gemacht werden. Parallel hierzu finden sich im Anhang auch Angaben zu der Hilfsenergie, wie Pumpenstrom und Brennerstrom.