

Wenn es kalt ist, dann zeigt sich, ob man in Sachen Heizlast richtig gerechnet hat

Mit dem ersten Teil dieses Beitrages wurden die Grundlagen der Heizlastberechnung vorgestellt. Ferner wurde für ein kleines Berechnungsbeispiel der Kopf des Berechnungsformblattes ausgefüllt. Mit diesem Formblatt geht es nun weiter. Jetzt muss die eigentliche Heizlast aus Transmission und Lüftung ermittelt werden.

Die Bruttofläche ermitteln

Zur leichteren Orientierung bei diesem Beispiel wurde in das Formblatt ein Koordinatensystem eingebaut. Es besteht aus roten Buchstaben und Zahlen (die es auf dem Originalformblatt nicht gibt). Links sind die Zeilen mit Buchstaben benannt, die Spalten sind mit Zahlen versehen. Und wo sich somit z.B. „A“ und „1“ treffen, ist die Stelle, die gemeint ist. Die roten Buchstaben-Zahlen-Kombinationen im Text beziehen sich auf das Formblatt. Beginnend im Osten (A1) der Zeichnung (rechts) befindet sich eine Umschließungsfläche, die sich aus Außenwand und Außenfenster zusammensetzt (AW (A2) + AF). Diese Umschließungsfläche ist einmal vorhanden (A3). Nach Vorgabe der Norm wird zuerst die Bruttofläche, also in diesem Fall die Außenwand, erfasst. Zur Erfassung gelten bei Außenwänden die Außenmaße, bei Innenwänden die Wandmitten. In diesem Falle wird also gerechnet:



Heizlast-Berechnung nach DIN EN 12831 – Teil 2 und Schluss

Kalkulierte Wärme

3,80 m (lichtes Maß)

+ 0,30 m (Außenmaß der AW)

+ 0,05 m (Wandmitte der IW)

4,15 m (A4)

Als Höhe wird die Geschosshöhe aus der Schnittzeichnung abgelesen und angesetzt. Es sind 2,80 m (A5). Dies ergibt rechnerisch folgende Fläche:

$$A_{\text{Brutto}} = 4,15 \text{ m} \times 2,80 \text{ m} = 11,62 \text{ m}^2$$

Der Wert wird normkonform für das Formblatt auf eine Stelle ge-

rundet, man arbeitet mit 11,6 m² weiter (A6). In dieser so genannten Bruttofläche steckt das Fenster mit gerundet 2,3 m² (A7) als Abzugsfläche. Die verbleibende Fläche mit dem U-Wert der Außenwand, also die Nettofläche (A8) beträgt dann noch

$$A_{\text{Netto}} = 11,62 \text{ m}^2 - 2,25 \text{ m}^2 = 9,37 \text{ m}^2$$

wiederum auf 9,4 m² gerundet.

Wer seine Kenntnisse zur Heizlast vertiefen will, findet im Internet unter www.ingenieurbueroheld.de weitere Infos zum Thema.

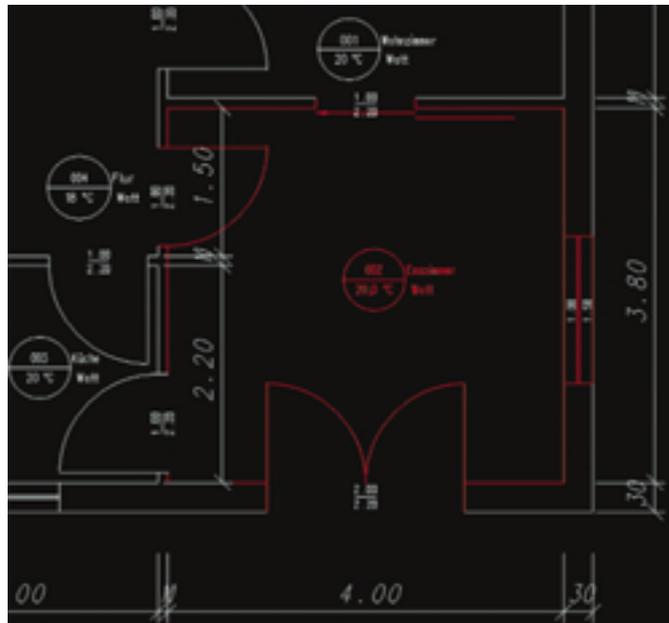
HEIZUNG

Merke: Es gibt meist Differenzen zwischen dem geschriebenen und damit gerundeten Wert und dem des Taschenrechners. Es gilt jedoch in dieser Erläuterung die Rechengenauigkeit des Rechenmittels, also des Rechners.

Diese Außenwand grenzt an die Umgebung. Die Umgebung wird mit „e“ für exterieur (oder umgangssprachlich extern) bezeichnet (A9).

Die Wärme, die transmittiert

Die 9,37 m² Nettofläche der Außenwand kämpfen bei einem U-Wert von 0,35 W/(m²K) gegen -14 °C Außentemperatur in Beerfelden. Denn in Beerfelden steht ja das Haus unseres Berechnungsbeispiels, beschrieben im ersten Teil dieses Beitrages. Da die angrenzende Temperatur bekannt ist, also -14°C, fehlt diese im Formblatt (A10). Das Weglassen dieser Temperaturangabe im Formblatt ist nicht ganz logisch, nach Norm aber vorgesehen. Einen Fehler macht man wohl nicht, wenn diese Temperatur trotzdem eingetragen wird. Auch eine Korrektur findet (vorerst) nicht statt (A11). Der U-Wert wird eingetragen (A12), jedoch um eine Korrektur für Wärmebrücken von 0,05 W/(m²K) (A13) erweitert dargestellt (A14). Denn laut Beschreibung der U-Werte sind alle Bauteile gemäß Beiblatt 2 zu DIN 4108 [1] ausgeführt. Wäre dies nicht der Fall, wäre ein Zuschlag von 0,1 W/(m²K) fällig geworden. Diese beiden Werte 0,05 und 0,1



Aus der Grundrisszeichnung werden die Werte zur Heizlastberechnung entnommen

werden die Standardkorrekturen für Wärmebrücken in der Praxis sein. Die Wand geht also mit 0,4 W/(m²K) an den Start. Den Transmissionswärmeverlust der Wand errechnet man mit dieser Formel:

$$\Phi_T = A \times U \times (\theta_{\text{innen}} - \theta_{\text{außen}})$$

Der Wärmeverlust der Außenwand in dem Beispiel kann nun ermittelt werden:

$$\begin{aligned} \Phi_T &= 9,37 \text{ m}^2 \times 0,4 \text{ W/(m}^2\text{K)} \times (20 \text{ }^\circ\text{C} - -14 \text{ }^\circ\text{C}) \\ \Phi_T &= 9,37 \text{ m}^2 \times 0,4 \text{ W/(m}^2\text{K)} \times 34 \text{ K} \\ \Phi_T &= 127,43 \text{ W} \approx 127 \text{ W} \end{aligned}$$

An dieser Wand werden rechnerisch 127 W an die Umgebung „transmittiert“ (so redet zwar keiner, aber richtig wäre es).

Klar auch ohne H_T

Auf den Wärmeverlustkoeffizient H_T (A15) muss nicht zwingend eingegangen werden um die Heizlast-Berechnung zu verstehen. Nur soviel sei festgestellt: Dieser Wert ist wegen der engen Verwandtschaft zur Energieeinsparverordnung (EnEV) mit eingeflossen und wird für alle Verluste protokolliert. Der Wärmeverlustkoeffizient ergibt sich als Zwischenwert im gerade bearbeiteten Beispiel der Außenwand:

$$\begin{aligned} H_T &= 9,37 \text{ m}^2 \times 0,4 \text{ W/(m}^2\text{K)} \\ H_T &= 3,75 \text{ W/K} \end{aligned}$$

In der nächsten Zeile (B) wird das Außenfenster (AF), dessen Fläche bereits für die Ermittlung der Net-

HEIZUNG

tofläche der Außenwand (AW) errechnet wurde, eingesetzt. Auch dem Fenster wird eine Wärmebrücke unterstellt – denn auch dieser Fläche stehen -14 °C entgegen. Man startet also von Hause aus mit einem U-Wert von $0,95\text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ der dann inklusive Wärmebrücke ($0,05\text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$) auf $1,0\text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ „verschlechtert“ wird.

$$\Phi_T = 2,25\text{ m}^2 \times 1,0\text{ W}/(\text{m}^2\text{K}) \times 34\text{ K}$$

$$\Phi_T = 76,5\text{ W} \approx 77\text{ W}$$

Rund 77 W transmittieren über das Fenster.

Verluste korrigieren

Die nächsten beiden Zeilen des Formblattes (C und D) werden nach dem gleichen Muster ausgefüllt. Das Maß „b“ für die Außenwand im Süden setzt sich zusammen aus:

4,00 m (lichtes Maß)
+ 0,30 m (Außenmaß der AW)
+ 0,05 m (Wandmitte der IW)
4,35 m (C4)

Im Uhrzeigersinn wird die nächste Fläche gesucht. Die Wand zur Küche hat ebenfalls einige Quadratmeter Fläche. Diese geben jedoch keine Wärme ab. Es fehlt ganz einfach die Temperaturdifferenz, da die Raumtemperaturen von Küche und Esszimmer gleich sind. Beachtet werden muss allerdings die Wandfläche zum Flur

hin. Hier liegt alles vor, was zu Transmissionsverlusten führen kann. Das Maß „b“ wird ermittelt:

1,50 m (lichtes Maß)
+ 0,05 m (Wandmitte der IW)
+ 0,05 m (Wandmitte der IW)
1,60 m (E4)

Wieder wird zuerst die Bruttofläche der Innenwand (IW) (E6) ermittelt, und hier bedingt durch die Innentür (IT) auch wieder die Nettofläche (E8) bestimmt. Diese Umschließungsfläche grenzt an einen beheizten Raum, daher verwendet man „b“ als Kürzel (E9). Die Temperatur des Flurs von 18 °C (E10), macht es erforderlich, den Transmissionsverlust mit einem Korrekturwert (E11) zu ermitteln. Der Korrekturwert wird über die Formel bestimmt:

$$f_{ij} = \frac{\theta_{\text{int},i} - \theta_{\text{beheizter Nachbarraum}}}{\theta_{\text{int},i} - \theta_e}$$

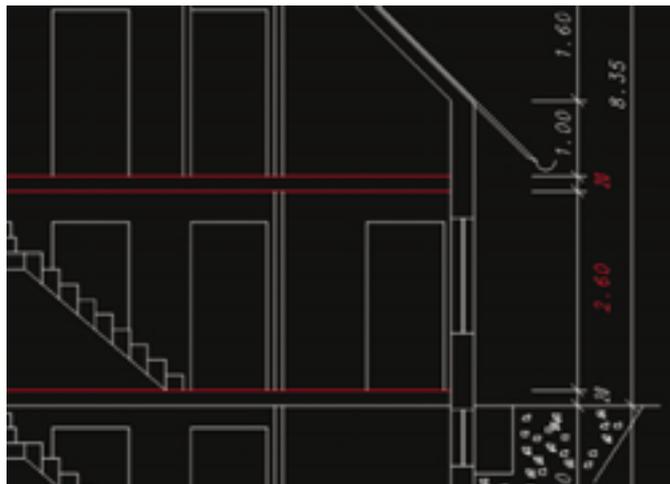
In der Formel bedeuten $\theta_{\text{int},i}$ = die Innentemperatur des zu berechnenden Raumes (hier 20 °C)
 $\theta_{\text{beheizter Nachbarraum}}$ = die Innentemperatur des Nachbarraumes (hier 18 °C)
 θ_e = die Außentemperatur (hier -14 °C)

Es ergibt sich für das Berechnungsbeispiel folgender Korrekturwert:

$$f_{ij} = \frac{20\text{ °C} - 18\text{ °C}}{20\text{ °C} - (-14\text{ °C})}$$

$$f_{ij} = 0,0588 \approx 0,06$$

Dabei sind die Indizes „i“ und „j“ jeweils Platzhalter; „i“ für den jeweils aktuell zu berechnenden



Auch der Schnittzeichnung müssen Infos entnommen werden

sich aus den bereits bekannten Ansätzen:

3,80 m (lichtes Maß)
+ 0,30 m (Außenmaß der AW)
+ 0,05 m (Wandmitte der IW)
4,15 m (G4)

4,00 m (lichtes Maß)
+ 0,30 m (Außenmaß der AW)
+ 0,05 m (Wandmitte der IW)
4,35 m (G5)

Die Bruttofläche (G6) und die Nettofläche (G8) sind identisch, weil ja nichts abzuziehen ist. Der Korrekturwert (G11) kann aus der

Luftwechselrate (n_x)

Wie häufig wird das Gebäudevolumen in Form von Luft und stündlich bei einem Druck von 50 Pa ausgetauscht?

Abschirmklasse (e_i)

Ist das Gebäude den Wettereinflüssen ungeschützt ausgesetzt (Küste oder Bergkuppe), oder geschützt durch umliegende Bebauung (Innenstadt)? Wie viele mögliche Öffnungen (AF oder AT) kommen in diesem Raum zum Tragen?

Höhen-Korrektur (ε_i)

Befindet sich der Raum in z. B. 50 oder 5 Metern Höhe und wird jeweils vom Wind angegriffen?

identischen Temperaturdifferenz zwischen Esszimmer (20 °C) und Flur (18 °C) übernommen werden ebenso wie der Ansatz zur Berechnung von Φ_T .

$$H_{T,ij} = 0,0588 \times 18,053 \text{ m}^2 \times 1,1 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$$

$$H_{T,ij} \approx 1,17 \text{ W/K}$$

$$\Phi_{T,ij} = 1,17 \text{ W/K} \times (20 \text{ °C} - 14 \text{ °C})$$

$$\Phi_{T,ij} \approx 40 \text{ W}$$

Abgekürzt und logischer kann man auch rechnen:

$$\Phi_{T,ij} = 18,053 \text{ m}^2 \times 1,1 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K}) \times 2 \text{ K}$$

$$\Phi_{T,ij} \approx 40 \text{ W}$$

Damit sind alle Transmissionen des Raumes erfasst und betragen zusammen 515 Watt (H16). Diese Leistung müsste z. B. ein Heizkörper abgeben, wenn nur der Transmissionswärmeverlust auszugleichen wäre. Da man den Raum auch lüften muss, kommt ein weiterer Wärmeverlust hinzu.

Der Lüftungswärmeverlust

Grundsätzlich wird ein hygienischer Luftwechsel (n_{\min}), abhängig vom Raumtyp, bestimmt. Dieser ist im Kopf des Formblattes bereits eingetragen (hier $0,5 \text{ h}^{-1}$). Und führt uns zu der Annahme dass mindestens (daher auch \dot{V}_{\min}) ein Volumenstrom von

$$\dot{V}_{\min} = n_{\min} \times V_i$$

Dictionary

Fenster	window
Lüftung	ventilation
Raumtemperatur	ambient temperature
Raumvolumen	space volume
Wärme	heat
Wärmedurchlasskoeffizient	thermal passage coefficient

also

$$\dot{V}_{\min} = 0,5 \text{ h}^{-1} \times 39,52 \text{ m}^3 = 19,76 \text{ m}^3/\text{h}$$

rechnerisch $19,76 \text{ m}^3$ Luft pro Stunde ausgetauscht werden sollte (I).

Jetzt gilt es mindestens noch zu überprüfen, ob nicht durch Ritzen und Fugen in Fenstern und Türen mehr als dieser Mindestluftwechsel von $19,76 \text{ m}^3/\text{h}$ entsteht. Dieser Anteil wird als „natürliche Infiltration“ bezeichnet (K).

Die Norm hält für diese Überprüfung eine Formel bereit:

$$\dot{V}_{\text{inf}} = 2 \times V_i \times n_{50} \times e_i \times \varepsilon_i$$

In der Formel bedeuten V_i = Raumvolumen (entspricht V_R aus dem Kopf des Formblattes)

n_{50} = Luftwechselrate (hier 3 h^{-1})

e_i = Abschirmklasse (hier 0,02)

ε_i = Höhen-Korrektur (hier 1,0)

Eingesetzt in die Formel ergibt sich:

HEIZUNG

$$\dot{V}_{\text{inf}} = 2 \times 39,52 \text{ m}^3 \times 3,00 \text{ h}^1 \times 0,02 \times 1,0$$

$$\dot{V}_{\text{inf}} = 4,7424 \text{ m}^3/\text{h} \approx 4,74 \text{ m}^3/\text{h}$$

Die Überprüfung zeigt im vorliegenden Fall deutlich, dass die Anforderungen an hygienische Luftverhältnisse höher sind als die Einflüsse durch Undichtigkeiten erwarten lassen. Man entscheidet sich schlicht für den größeren der beiden Werte (hier \dot{V}_{min}) und bezeichnet diesen Wert als thermisch wirksamen Luftvolumenstrom (L). Wenn dieser rechnerisch erbracht wird, ist der jeweils andere allemal abgedeckt.

Wie viel Wärme wird gebraucht?

Wenn gemäß den bereits erläuterten Grundlagen ein Luftvolumen von $19,76 \text{ m}^3$ innerhalb einer Stunde von $-14 \text{ }^\circ\text{C}$ Außentemperatur auf die Raumtemperatur von $20 \text{ }^\circ\text{C}$ erwärmt werden soll, dann gilt:

$$\Phi_V = 19,76 \text{ m}^3/\text{h} \times 0,34 \text{ Wh}/(\text{m}^3\text{K}) \times (20 \text{ }^\circ\text{C} - -14 \text{ }^\circ\text{C})$$

$$\Phi_V = 228,42 \text{ W} \approx 228 \text{ W}$$

Damit ist der Lüftungswärmeverlust erfaßt und beträgt 228 Watt (M16). Diese Leistung müßte z. B. eine Fußbodenheizung abgeben um dem Luftaustausch etwas entgegenzusetzen. Die Summe aus den Transmissionswärmeverlusten (hier 515 W) (H16) und der Lüftungsheizlast (hier 228 W) (M16) ergibt, wie bestimmt schon erwartet, die Netto-Heizlast (hier 743 W) (N16). Hier wäre eine Heizfläche mit einer Leistung von 743 W zu installieren und der Raum würde bei $-14 \text{ }^\circ\text{C}$ Außentemperatur angenehme $20 \text{ }^\circ\text{C}$ warm.

Die Berechnung der Heizlast ist, wie das Beispiel zeigt, grundsätzlich nicht sehr kompliziert und bleibt durchschaubar. Allerdings wurden hier nur die grundsätzlichen Ansätze betrachtet. Wer hier

aber durchblickt, der kann darauf aufbauen, wenn es gilt, spezielle Probleme zu lösen: Wie rechnet man, wenn die Temperatur eines Nachbarraumes nicht bekannt ist? Wie wird eine Wärmerückgewinnung berücksichtigt? Was tun, wenn Gebäudeteile nur zeitweise beheizt werden sollen? Um Antworten auf diese Fragen zu finden, muss dann schon ein bisschen mehr gerechnet werden. Und dann erklärt sich auch, warum die DIN EN 12831 mit ihrem nationalen Anhang 135 Seiten dick ist.

Literatur:

- [1] DIN 4108 – Beiblatt 2 Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden – Wärmebrücken – Planungs- und Ausführungsbeispiele
- [2] DIN EN 12831: Heizungsanlagen in Gebäuden



Unser Autor **Dipl.-Ing. (FH) Elmar Held** betreibt ein Ingenieurbüro für technische Gebäudeausrüstung, ist Dozent bei der Handwerkskammer Dortmund und öffentlich bestellter und vereidigter Sachverständiger für Sanitär- und Heizungstechnik; Telefon (0 23 89) 95 10 21, Fax (0 23 89) 95 10 22, E-Mail: Elmar.Held@t-online.de, Internet: www.ingenieurbueroheld.de

LESERFORUM



Abflussinstallation im Neubau: Pfusch hoch drei

Wer über 55 Jahre Berufserfahrung im Sanitär- und Heizungsfach hat, dem kann man es nicht übel nehmen, wenn er mal einen Blick in einen Neubau in der Umgebung wirft. Was ich dort allerdings sehen musste, schmerzt schon sehr: Den WC-Anschluss hat man mit einem 87° -Abzweig in eine liegende Sammelanschluss-

leitung geführt. Kurz vor diesem Abzweig ist für den Anschluss der Dusche ein exzentrisches Red-Stück 100/50 eingesetzt – solenngleich. Von sehr langen Anschlussleitungen in DN 50 und der „professionellen“ Schalldämmung will ich gar nicht reden. Seit über einem Jahr ist der Bau bezogen. Und bis jetzt hatte der Rohrreinigungsdienst schon vier Einsätze.

Alfons Gaßner
96050 Bamberg