

FAKTEN ZUR DIN 12831

Grundlagen der Heizlast



Bild: Rallef / thinkstock

Aus welchen Details eines Gebäudes die Heizlast berechnet werden kann, lesen Sie in diesem Bericht

Wie sehr man auch flucht über dieses Rechenverfahren, es ist allemal besser als zu schätzen und dann mit der Schätzung danebenzuliegen. Und wenn man es einmal verstanden hat, können Sie sich mit dem Verfahren im Glanz der Wissenden sonnen. Also: Verstehen Sie und glänzen Sie!

Um den Einstieg in eine solche Norm zu erleichtern, nimmt man sich keinen kritischen Sonderfall vor, bei dem eventuell auch Spezialisten ausrasten. Für den Einstieg reicht ein Standardfall mit geringem Schwierigkeitsgrad. Hat man den erstmal kapiert, läuft es irgendwann auch mit schwierigeren Typen.

EINFACHER STANDARD-RAUM

Das hier abgebildete Wohnzimmer soll mit einer genau angepassten Fußbodenheizung oder aber einem Heizkörper beheizt werden. Man ist sich noch nicht sicher, welche Vor- und Rücklauftemperaturen von der zukünftigen Heizung geliefert werden. Ist es eher die knüppelheiße Pellet-Anlage mit 70°C im Vorlauf oder wird es die vergleichsweise coole Wärmepumpe mit nur 35°C, die dem Bau einheizt? Egal – um die notwendige Leistung zu bestimmen, ist es am genauesten, wenn eine Heizlast ermittelt wird. Zum einen kann dann für das gesamte Gebäude der Wärmeezeuger dimensioniert werden. Zum anderen findet man die jeweilige notwendige Heizleistung einer jeden Heizfläche eines Raumes, also auch dieses Wohnzimmers.



Mit welcher Leistung stattet man welche Heizflächen aus?

Die Antwort darauf gibt die Heizlast

DIE BAUBESCHREIBUNG

Zugegeben, man muss zur Ermittlung einer Heizlast einiges an Daten zusammentragen. Aber das muss der Architekt ohnehin schon. Um ein Gebäude entsprechend genehmigungsfähig beim Bauamt einreichen zu können, sind allerhand Details über das Bauvorhaben zusammenzutragen und zu listen. Der Architekt liefert daher meistens die notwendigen Details in Form des Wärmeschutznachweises.

Gerne wird daher auch schon mal durcheinandergewürfelt, was denn nun da gerade erstellt wird, der Wärmeschutznachweis oder die Heizlast.

Der ausreichende Wärmeschutz stellt eine Prognose über die Energiemenge, die im Laufe eines Jahres notwendig sein wird, um das Haus zu erwärmen. Das kann man beispielsweise ausdrücken in Liter Heizöl oder Kubikmeter Erdgas pro anno. Die Aussage kann dann sein: Du brauchst 1225 m³ Gas pro Jahr, um dein Haus warmzukriegen. Die Heizlast hingegen wird in Watt angegeben und kennzeichnet die Momentaufnahme eines Hauses bei tiefer Außentemperatur. Die Aussage darüber ist zum Beispiel: Du benötigst einen Heizkessel mit 10 250 Watt Leistung und im Wohnzimmer genau 875 Watt, um deine Wunsch-Innentemperaturen auch an kalten Tagen zu gewährleisten.

Für den hier betrachteten, einfachen Fall sollen vorerst nur diese Details und die Zeichnung bekannt gegeben werden:

ERSTE FESTLEGUNGEN

- Standort des Wohnhauses: Dorsten mit einer Norm-Außentemperatur von -10°C
- Das zu berechnende Wohnzimmer liegt im 1. Obergeschoss zwischen anderen, gleichen Wohnzimmern darunter und darüber

RICHTIGE SCHLÜSSE ZIEHEN

Die Schlüsse, die man jetzt schon ziehen kann, sind logisch nachvollziehbar.

In Dorsten beträgt die zu berücksichtigende Außentemperatur -10°C . Soll das Wohnzimmer, wie im Raumstempel des Grundrisses angegeben, auf 20°C erwärmt werden, so beträgt die Temperaturdifferenz zwischen drinnen und draußen im Auslegungsfall 30 Kelvin.

Für die zwei Arten der Wärmeabgabe ergeben sich daher folgende Zusammenhänge:

THEORIE ZU TRANSMISSIONSVERLUSTEN

Wird die Wärme durch eine Wand nach außen abgeleitet, so steht die Wärmeabgabe im Zusammenhang mit dem sogenannten Wärmedurchgangskoeffizienten, oder auch \rightarrow **U-Wert** genannt. Der U-Wert in $\text{W}/(\text{m}^2\text{K})$ gibt an, was man anhand der Einheit schon ablesen kann: Watt pro Quadratmeter Fläche pro Kelvin Temperaturdifferenz.

Beispiel:

Bei einer betrachteten Fläche von $A = 1 \text{ m}^2$, einem U-Wert der Wand von $1,0 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ und einer Temperaturdifferenz von

Aus $\Delta\theta = 30\text{ K}$ ergibt sich:

$$Q = A \times U \times \Delta\theta$$

$$Q = 1\text{ m}^2 \times 1,0\text{ W}/(\text{m}^2\text{K}) \times 30\text{ K}$$

$$Q = 30\text{ Watt}$$

Betrachtet man nun nicht die Fläche eines Quadratmeters, sondern von beispielsweise 10 m^2 , ergibt sich die zehnfache Wärmeleistung, also 300 W . Denn:

$$Q = 10\text{ m}^2 \times 1,0\text{ W}/(\text{m}^2\text{K}) \times 30\text{ K} = 300\text{ W}$$

Beträgt der U-Wert nicht $1,0\text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$, sondern $2,0\text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$, so beträgt die Wärmeabgabe nicht 30 Watt , sondern 60 Watt . Denn:

$$Q = 1\text{ m}^2 \times 2,0\text{ W}/(\text{m}^2\text{K}) \times 30\text{ K} = 60\text{ W}$$

Betrachtet man nicht 30 Kelvin Temperaturdifferenz, sondern 40 K , ergeben sich statt der berechneten 30 Watt eben 40 W . Denn:

$$Q = 1,0\text{ m}^2 \times 1,0\text{ W}/(\text{m}^2\text{K}) \times 40\text{ K} = 40\text{ W}$$

Da es sich um eine einfache Multiplikation handelt, sind die Beziehungen also absolut klar. Einfach ausgedrückt erhöht sich die abgegebene Wärmeleistung,

- je mehr Fläche betrachtet wird und Wärme abgibt,
- je größer (schlechter) der U-Wert ist, also je weniger Dämmung eingebaut wurde,
- je höher die Temperaturdifferenz ist, also je kühler es draußen oder wärmer es drinnen ist.

Für dieses betrachtete Wohnzimmer schauen wir uns kurz die Nachbarräume an. Im Osten das Kinderzimmer mit 20°C , im Nordosten der Flur ebenfalls mit 20°C und im Süden befindet sich die Küche gleichfalls mit 20°C . Aus der Beschreibung dieses Wohnzimmers ist bekannt, dass sich darüber und darunter ein gleichartiges Wohnzimmer mit jeweils 20°C Innentemperatur befindet. Das bedeutet für diesen Raum: Wenn es eingebettet liegt zwischen Räumen mit 20°C als Innentemperatur, wird dann auch keine Wärme an die Nachbarräume abgegeben. Die Temperaturdifferenz als einer der Faktoren der Transmissionsverluste beträgt dann nämlich Null.

Beispiel:

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

Für die Transmissionsverluste müssen in diesem speziellen Fall daher nur die U-Werte der Außenbauteile erfasst werden, also für Außenfenster und Außenwand.

THEORIE ZU LÜFTUNGSVERLUSTEN

Bezogen auf die Lüftungsverluste soll hier vereinfachend angenommen werden, dass sehr luftdichte Fenster eingebaut wurden. Das Wohnzimmer erhält keine maschinelle Zu- oder Abluft und soll, wie nach alter Sitte üblich, per Hand gelüftet werden. Unter Auslegungsbedingungen bedeutet dies, dass man bei -10°C die Außenluft in den Raum lässt. Um die Raumtemperatur auf wohlige 20°C zu bringen, muss die Außenluft um 30 K erwärmt werden.

Über die Luftmenge, die man als Tausch von eiskalter Frischluft gegen erwärmte Raumluft ansetzen möchte, könnte man jetzt stundenlang streiten oder diskutieren. Jedoch helfen die allgemein anerkannten Regeln der Technik. Man schlägt nämlich üblicherweise einen halbfachen Luftwechsel pro Stunde vor. Es wird dann rechnerisch schon sehr einfach, wenn man bedenkt, dass man jetzt nur noch die Erwärmung der Außenluft von beispielsweise -10°C auf 20°C berechnen muss, um die Lüftungsheizlast korrekt zu ermitteln.

Hierzu benötigt man dann noch eine einfache Stoffkonstante der Luft, die $0,34\text{ Wh}/(\text{m}^3\text{K})$ unterstellt.

Danach benötigt man die Energie von $0,34\text{ Wh}$, um 1 m^3 Luft jeweils um 1 K zu erwärmen.

Eingesetzt in ein Beispiel entschleiern sich dieser Wert auch ganz schnell.

$$\text{Raumvolumen: } 200\text{ m}^3$$

$$\text{Demnach halbfacher Luftwechsel: } 100\text{ m}^3/\text{h}$$

$$\text{Temperaturdifferenz: } 30\text{ K}$$

$$Q = 100\text{ m}^3/\text{h} \times 30\text{ K} \times 0,34\text{ Wh}/(\text{m}^3\text{K}) = 1020\text{ W}$$

Es wird eine Leistung von 1020 Watt benötigt, um kontinuierlich einen Luftvolumenstrom von $100\text{ m}^3/\text{h}$ von -10 auf 20°C zu erwärmen.

WEITERE FESTLEGUNGEN FÜR DAS WOHNZIMMER

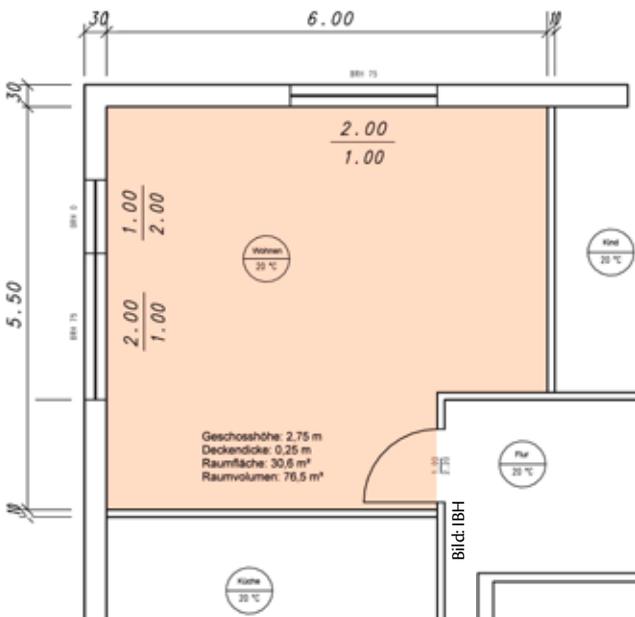
- Außenwand mit $0,50\text{ W}/\text{m}^2\text{K}$
- Außenfenster mit $1,00\text{ W}/\text{m}^2\text{K}$

KONKRETE BERECHNUNG FÜR DIESES WOHNZIMMER

In der Heizlast werden also nur noch ein paar Berechnungen fällig:

Transmission konkret

Die Außenwand des Wohnzimmers im Norden hat eine Länge von $6,00\text{ m}$ und bis zur Außenkante (links) plus $0,3\text{ m}$ und bis zur Mittenachse der Innenkante $0,05\text{ m}$ (rechts). Damit beträgt das Längenmaß $6,35\text{ m}$.



Dieser im Grundriss dargestellte Raum wird beispielhaft berechnet

Als Höhe wird die sogenannte Geschosshöhe angenommen, also hier 2,75 m.

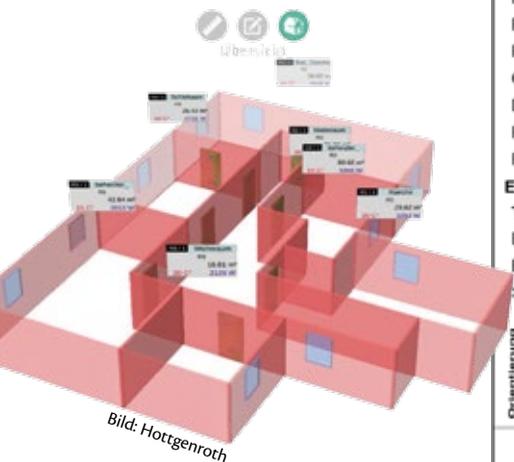
Die Außenfläche der Wand beträgt also insgesamt 17,46 m². Allerdings steckt in dieser Wand noch ein Außenfenster von 1 m × 2 m = 2 m².

Da, wo dieses Fenster Wärme abgibt, ist keine Wand, die Wärme abgibt. Es bleibt daher bereinigt nur eine Außenwandfläche von 15,46 m².

Die Schlussfolgerung im Norden des Wohnzimmers

$$Q_{AW,N} = 15,46 \text{ m}^2 \times 0,5 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K}) \times 30 \text{ K} = 232 \text{ W}$$

$$Q_{AF,N} = 2,00 \text{ m}^2 \times 1,0 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K}) \times 30 \text{ K} = 60 \text{ W}$$



Heizlastberechnungen lassen sich mittels moderner Software auch grafisch anstellen

Kurzname: Beispielaufgabe aus SBZ Monteur 12/17 Datum: 06.11.2017
 Bezeichnung: Wohnzimmer Seite: 1

RAUM-HEIZLAST

Wohneinheit:		Raum-Nr.: 1.05	Bez.: Wohnzimmer	
Innentemperatur	θ_{int}	20 °C	Infiltration	
Mindest-Luftwechsel	n_{min}	0,50 h ⁻¹	Luftdichtheit	n_{50} 3,00 h ⁻¹
Abmessungen			Koeffizient Abschirmklasse	e -
Raubbreite	b_R	0,00 m	Höhe über Erdreich	h 4,00 m
Raumlänge	l_R	0,00 m	Höhen-Korrekturfaktor	ε 1,00 -
Raumfläche	A_R	30,60 m²	Mechanische Belüftung	
Geschosshöhe	h_G	2,75 m	Zuluft-Volumenstrom	V_{su} m³/h
Deckendicke	d	0,25 m	- Temperatur	θ_{su} °C
Raumhöhe	h_R	2,50 m	- Korrekturfaktor	$f_{v,su}$ -
Raumvolumen	V_R	76,50 m³	Abluft-Volumenstrom	V_{ex} m³/h
Erdreich			Überstr. Nachbarräume	$V_{mech,inf}$ m³/h
Tiefe unter Erdreich	z	m	- Temperatur	$\theta_{mech,inf}$ °C
Erdreich berührter Umfang	P	0,00 m	- Korrekturfaktor	$f_{v,mech,inf}$ -
B'-Wert <input type="checkbox"/> raumweise	B'	m	Mech. Infiltration von außen	$V_{mech,inf,e}$ m³/h

Orientierung	Bauteil	Anzahl	Breite	Länge/Höhe	Bruttofläche	Abzugfläche	Nettofläche	grünat an	angrenzende Temperatur	Korrektur-Faktoren	U/Wert	Korrekturwert	Wärmebrücken	Korrigierter U-Wert	Wärmeverlust-Koeffizient	Transmissions-Wärmeverlust
			m		m²			g/ij	°C	f_{g2}/f_{ij}	W/(m²·K)			W/K	W	
N	AW	1	6,35	2,75	17,5	2,0	15,5	e			0,45	0,05	0,50	7,73	232	
	AF	1	2,00	1,00	2,0		2,0	e			0,95	0,05	1,00	2,00	60	
W	AW	1	5,85	2,75	16,1	4,0	12,1	e			0,45	0,05	0,50	6,04	181	
	AF	1	2,00	1,00	2,0		2,0	e			0,95	0,05	1,00	2,00	60	
			1,00	2,00	2,0		2,0	e			0,95	0,05	1,00	2,00	60	
TRANSMISSIONSWÄRMEVERLUST H_T / Φ_T															19,78	593

Mindest-Luftvolumenstrom	V_{min}	38,3 m³/h	390
aus natürlicher Infiltration	V_{inf}	m³/h	
aus mechanischem Zuluftvolumenstrom	$V_{su} \cdot f_{v,su}$	m³/h	
aus mech. infiltriertem Volumenstrom	$V_{mech,inf,e} + V_{mech,inf,ij} \cdot f_{v,mech,inf,ij}$	m³/h	
thermisch wirksamer Luftvolumenstrom V_{therm}		38,3 m³/h	
LÜFTUNGSWÄRMEVERLUST H_V / Φ_V			13,01 390
NORM-HEIZLAST Φ_{HL}		32,1 W/m² 12,9 W/m³	983
ZUSATZ-AUFHEIZLEISTUNG Φ_{RH}		f_{RH} W/m²	
AUSLEGUNGS-HEIZLEISTUNG $\Phi_{HL,Ausleg}$			983

Das Formblatt zur Heizlast des Wohnzimmers sieht diese Details vor



Die Schlussfolgerung im Westen des Wohnzimmers

$$Q_{AW,W} = 12,09 \text{ m}^2 \times 0,5 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K}) \times 30 \text{ K} = 181 \text{ W}$$

$$Q_{AF,W} = 4,00 \text{ m}^2 \times 1,0 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K}) \times 30 \text{ K} = 120 \text{ W}$$

Die Summe aller Transmissionsverluste beträgt

$$Q_{AW,N} = 232 \text{ W}$$

$$Q_{AF,N} = 60 \text{ W}$$

$$Q_{AW,W} = 181 \text{ W}$$

$$Q_{AF,W} = 120 \text{ W}$$

$$Q_{\text{Transmission}} = 593 \text{ W}$$

Lüftung konkret

In diesem Wohnzimmer mit den im Grundriss beschriebenen $76,5 \text{ m}^3$ Raumvolumen, ergibt sich ein Luftwechsel von $38,25 \text{ m}^3/\text{h}$ denn $0,5 \text{ h}^{-1} \times 76,5 \text{ m}^3 = 38,25 \text{ m}^3/\text{h}$.

Die Leistung für diesen kontinuierlichen Luftvolumenstrom der von -10 auf 20°C erwärmt wird, ergibt die Lüftungsheizlast

$$Q_{\text{Lüftung}} = 38,25 \text{ m}^3/\text{h} \times 30 \text{ K} \times 0,34 \text{ Wh}/(\text{m}^3\text{K}) = 390 \text{ W}$$

$$Q_{\text{Gesamt}} = Q_{\text{Transmission}} + Q_{\text{Lüftung}}$$

$$Q_{\text{Gesamt}} = 593 \text{ W} + 390 \text{ W} = 983 \text{ W}$$

ZUSAMMENFASSUNG

In diesem Wohnzimmer wird im Auslegungsfall in Dorsten, also bei -10°C eine Heizlast von 983 W erwartet. Es ist noch keine Entscheidung getroffen worden, mit welcher Beheizung hier vorgegangen werden soll. Dieser Wert steht daher unabhängig davon fest, ob letztlich eine Fußbodenheizung mittels Wärmepumpe oder ein Heizkörper mittels Scheitholzkessel die Leistung erbringt.

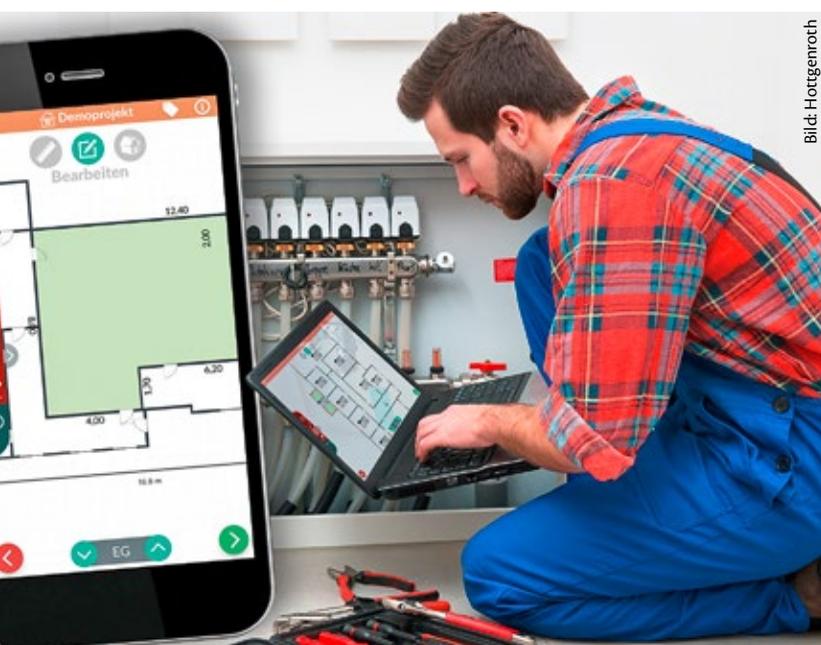
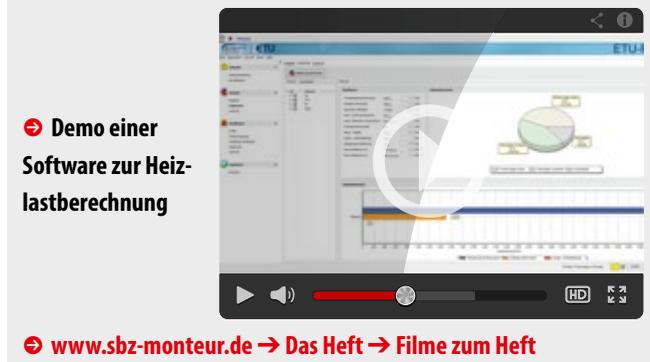


Bild: Hottgenroth

Die Berechnung der Heizlast ermöglicht einen korrekten hydraulischen Abgleich



WELCH GLANZ IN DER HÜTTE

Im Prinzip haben Sie soeben die Heizlast begriffen.

Es werden also immer sämtliche Transmissions- und Lüftungsverluste zusammengezählt. In diesem sehr einfachen Fall kamen nur die Außenflächen, also Außenfenster und Außenwände zum Tragen. Die Lüftungsheizlast konnte nur aus dem Mindestluftwechsel errechnet werden.

Als weitere Vereinfachung wurde unterstellt, dass keine Wärmebrücke die Transmissionsverluste erhöht.

Arbeitet man die Heizlast nach **DIN EN 12831**, also der allgemein anerkannten Regel der Technik durch, so ergeben sich noch einige zusätzliche Details. Das Prinzip lässt sich aber wie beschrieben und so, wie von Ihnen bereits verstanden, zusammenstellen.

BESONDERHEITEN UND DETAILS

Die Reduzierung der Problemstellungen aus dem Beispiel machten es schon deutlich, dass die „reale Welt“ der Heizlast umfangreicher betrachtet werden muss.

Es klang schon an, dass immer auch Wärmebrücken innerhalb von Außenbauteilen unterstellt werden müssen. Aber damit ist es bei weitem nicht genug. Nachfolgende Details und Besonderheiten gilt es bei einer echten Auseinandersetzung mit einer Heizlast noch zu berücksichtigen.

LUFTDICHTHEIT

Den Mindestluftwechsel aus dem durchgerechneten Beispiel kann man nur dann berücksichtigen, wenn das Gebäude eine gewisse Dichtigkeit aufweist. Wenn die Bude undicht ist und es sprichwörtlich durchs Haus zieht wie Hechtsuppe, dann kann natürlich auch die Undichtigkeit und daraus resultierend die sogenannte Infiltration zum Tragen kommen.

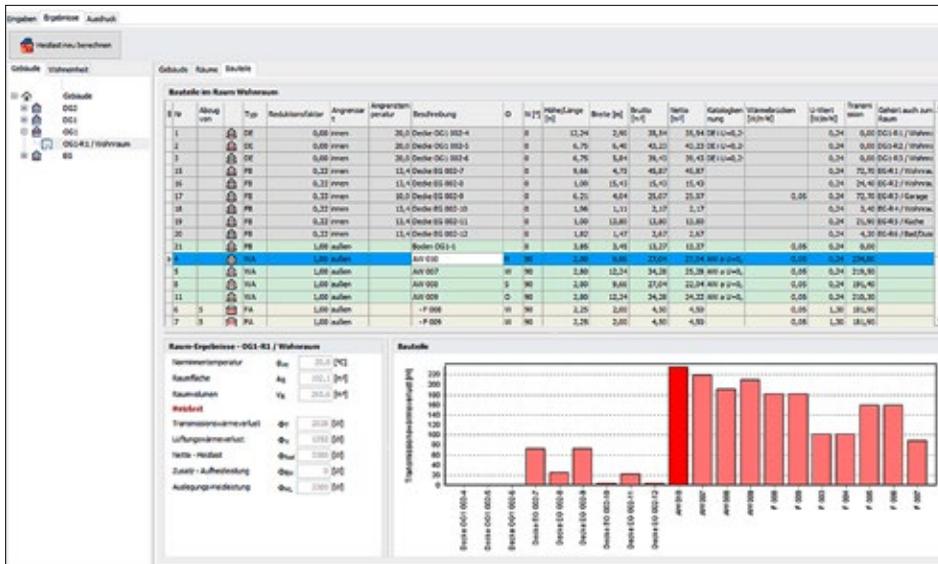


Bild: Hottgenroth

Software unterstützt strukturiertes Vorgehen bei der Berechnung einer Raumheizlast

MASCHINELLE LÜFTUNG

Ist das Haus an sich zwar dicht, wird aber mit einer Lüftungsanlage belüftet, ändert sich die Heizlast gegenüber der Annahme eines Mindestluftwechsels. Insbesondere wenn eine kontrollierte Wohnlüftung mit Wärmerückgewinnung berücksichtigt wird, verändert sich das Bild.

BAUTEILE ANS ERDREICH

Die Außenwände und -fenster des Beispiels waren einer Normaußentemperatur ausgesetzt. Dies würde allerdings nicht für eine Kellerwand gelten. Je nachdem, wie tief man diese Wand eingebuddelt hätte, würde diese Wand ja trotz niedriger Außentemperatur von -10°C im Winter immer noch frostfrei verlaufen ab einer Tiefe von etwa 1 m. Es gibt daher Korrekturen für sogenannte erdreichberührte Bauteile, seien es Wände oder Fußböden.

Für die Wärmeabgabe ans Erdreich ist es zudem auch noch interessant, in welcher Tiefe sich das Grundwasser befindet. Wasser in der nächsten Nähe zum Kellerfußboden leitet prinzipiell mehr Wärme weg als beispielsweise trockener Sand.

WIE SOLL MAN DAS DENN SCHAFFEN?

Sie merken anhand der bereits geschilderten Besonderheiten, dass man die Heizlast zwar grundsätzlich verstehen kann, der echte Durchblick aber ein formelles, strukturiertes Vorgehen erfordert. Strukturiertes Vorgehen ruft gerne auch mal einen alten oder neuen Rechenknecht hervor. Entweder wird eine Heizlast mit der Unterstützung eines PC-Programms erledigt oder auch per App auf Smartphone oder Tablet. Damit wird die Bearbeitung wiederum überschaubar und die Software fragt schlaunach Vorgaben und Eventualitäten, während der Nutzer sich auf die eben beschriebenen Kenntnisse konzentriert. Man kann also ruhig ran an die Heizlasten dieser Welt. Übrigens insbesondere, wenn man die Berechnung bezahlt bekommt, erwischt man sich dabei, dass es sogar Spaß macht.



AUTOR



Dipl.-Ing. (FH) Elmar Held ist verantwortlicher Redakteur des SBZ Monteur. Er betreibt ein TGA-Ingenieurbüro, ist Dozent an der Handwerkskammer Dortmund sowie öffentlich bestellter und vereidigter Sachverständiger
 Telefon (0 23 89) 95 10 21
 Telefax (0 23 89) 95 10 22
 held@sbz-online.de
 www.ingenieurbueroheld.de



DICTIONARY

Rechenverfahren	=	calculation method
Heizlast	=	heat load
Raumheizlast	=	space heating load
frostfrei	=	frost-free