

Berechnung der Heizlast

Der Wärmeleistungsbedarf für die Raumheizung wird nach der DIN EN 12831-1¹ in Verbindung mit dem Nationalen Anhang NA 1 zu dieser Norm (DIN EN 12831-1 Beiblatt 1²) berechnet. Das dort beschriebene Verfahren wird hier vorgestellt.

-1 Kurzer Rückblick auf bisherige Normen

Die "Wärmebedarfsberechnung" wurde in der Zeit von 1929 bis 2004 in der DIN 4701 genormt.

In den Ausgaben von 1929, 1944/47 und 1959 war der Berechnungsgang nahezu identisch, nur einzelne Randwerte für die Berechnung wurden dem Stand des Wissens angepasst. Die 1959 berechneten Heizlasten sind leicht geringer als die Werte von 1944/47, aber etwa 20 ... 30 % höher verglichen mit der Ausgabe der Norm von 1983/89, da mit höheren Ansätzen für den Luftaustausch und größeren Zuschlägen für Räume mit kalten Wandflächen sowie niedrigeren Außentemperaturen gerechnet wurde.

Die Ausgabe der DIN 4701 von 1983 erfolgte zunächst in zwei Teilen und brachte zahlreiche Änderungen (Berücksichtigung der Bauschwere, Mindestluftwechsel, Teilbeheizung der Nachbarräume) mit sich. Mit dem nachträglich in Kraft getretenen Teil 3 der DIN 4701 konnte bei der Heizflächenbemessung ein Sicherheitszuschlag von 15 % pauschal angesetzt werden, wenn der Wärmeerzeuger die Vorlauftemperatur im Bedarfsfall nicht steigern kann. Diese Option wurde eingerichtet, weil es in der Praxis wegen der knappen Leistungsbemessung zur Unterversorgung kam.

Es kann davon ausgegangen werden, dass die Leistungsbemessung nach DIN 4701-1 und 2 (1983) vor Inkrafttreten des dritten Teils, d.h. ohne 15 % Zuschlag auf die Raumheizflächen, etwa das rechnerische Minimum für die Heizlast bedeutet. Sowohl mit den Normausgaben der früheren Ausgaben der Heizlastberechnung als auch mit der geltenden europäischen Norm ergeben sich größere Normleistungen, also in Folge installierte Heizkörperflächen und Wärmeerzeugerleistungen. Dies bedeutet, dass die untere Leistungsgrenze für einen behaglichen Anlagenbetrieb abgesteckt werden kann: sie liegt etwas oberhalb der Normwerte von 1983.

Das europäische Regelwerk trat 2004 in Kraft. Die DIN EN 12831 "Heizungsanlagen in Gebäuden Verfahren zur Berechnung der Norm-Heizlast" enthält dabei eine allgemeine Beschreibung des Rechengangs. Der nationale Anhang in DIN EN 12831 Beiblatt 1 die konkreten Randdaten (Außentemperatur, Innentemperatur, Luftwechsel usw.) für Deutschland. In Kombination von Norm mit dem Beiblatt 1 sind grundsätzlich alle Gebäudearten berechenbar. Zwei weitere nationale Ergänzungen mit Arbeitshilfen zur vereinfachten Heizlastberechnung im Wohnbaubestand wurden später herausgegeben: DIN EN 12831 Beiblatt 2 (2012) und Beiblatt 3 (2016). Ersteres behandelt die Gebäudeheizlastberechnung, das zweite die Raumheizlastberechnung in bestehenden Wohnbauten.

Mit der DIN EN 12831 wurde im Berechnungsverfahren neben der Transmissions- und Lüftungsheizlast die (optionale) Wiederaufheizlast als Größe eingeführt. Diese ergibt sich in Abhängigkeit von der Gebäudeschwere, der Auskühlung des Raumes, mit der am Auslegungstag zu rechnen ist, und je nach maximal gewünschter Wiederaufheizzeit.

Aufgrund der gewählten Randbedingungen der DIN EN 12831 (z.B. hohe Temperaturdifferenzen zu Nachbarräumen) liegt die Heizlast bereits ohne die Wiederaufheizlast etwas über den Werten nach DIN 4701, Ausgabe von 1983/89. Unter Berücksichtigung der Wiederaufheizlast können insbesondere für gut gedämmte Gebäude jedoch sehr große Überdimensionierungen zustande kommen, siehe Bild 1.

¹ DIN EN 12831-1; Energetische Bewertung von Gebäuden - Verfahren zur Berechnung der Norm-Heizlast - Teil 1: Raumheizlast, Modul M3-3; 09-2017

² zum Zeitpunkt der Manuskripterstellung noch nicht erschienenen Beiblatt 1 (Nationaler Anhang) zu DIN EN 12831-1

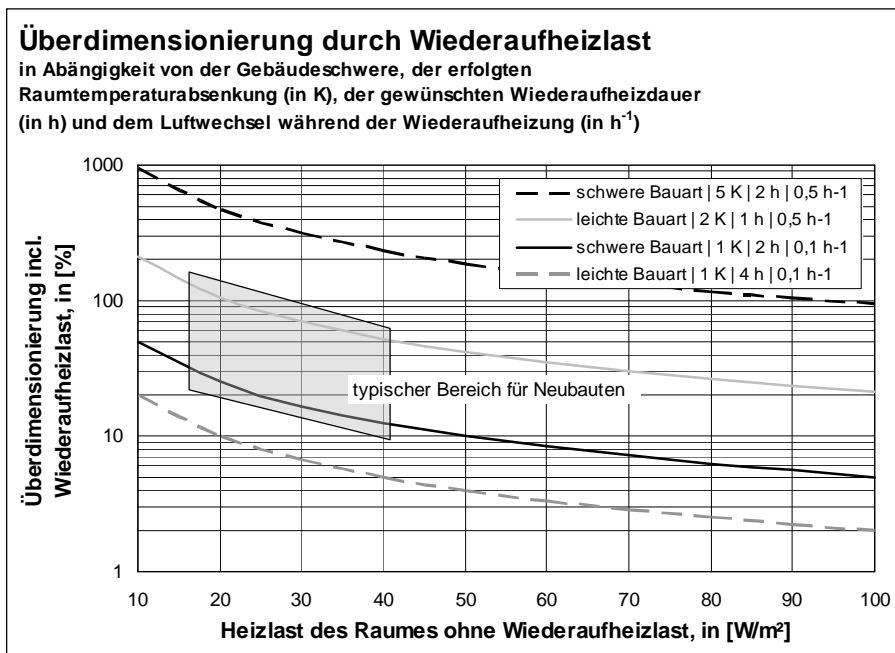


Bild 1 Mögliche Überdimensionierung von Heizflächen und Wärmeerzeugern nach DIN EN 12831 Bbl. 1

Da die Aufheizzuschläge nicht nur auf die Heizflächen gewährt werden, sondern sich in voller Höhe auch in der Wärmeerzeugerleistung wieder finden, ist besonders bei Gebäuden mit gutem Baustandard die Gefahr der Überdimensionierung der Erzeuger groß.

-2 Überblick EN 12831

Die Normenreihe der EN 12831 ist eine europäische Norm, welche die Lastberechnung regelt. Zum Zeitpunkt der Manuskripterstellung sind folgende Teile verfügbar:

- DIN EN 12831-1³: Heizlastberechnung
- DIN EN 12831-3⁴: Lastbestimmung für die Trinkwassererwärmung.

Die Europäischen Normen -1 und -3 enthalten einen für alle Länder verbindlichen Rechen teil mit Formelwerk. In die Formeln einzusetzende Standardkenngrößen werden je nach Nationalstaat in separaten nationalen Anhängen (NA) herausgegeben. Sofern ein Land für einzelne Größen keine Standardwerte angibt, gelten die in der EN genannten Werte stattdessen. Der nationale Anhang zur Heizlastberechnung ist zum Zeitpunkt der Manuskripterstellung noch unveröffentlicht.

Die Normteile -2 und -4 sind erläuternde Technische Berichte (Technical Reports), die ebenfalls zum Zeitpunkt der Manuskripterstellung noch nicht in Deutschland verfügbar sind.

Die Norm DIN EN 12831-1 bietet drei Verfahren zur Bestimmung der Heizlast an: ein all-gemeines Rechenverfahren sowie zwei vereinfachte Verfahren (Einzelraum, Gebäude).

Die Normheizlast wird berechnet aus den Anteilen für Transmission und Lüftung. Die Transmissionsheizlast enthält die Wärmeverluste nach außen, zu anders beheizten und unbeheizten Bereichen sowie zum Erdreich aufgrund des Wärmedurchgangs durch die umschließenden Flächen. Die Lüftungsheizlast enthält Wärmeverluste nach außen aufgrund der Lüftung und Infiltration durch die Gebäudehülle, sowie den Lüftungswärmefluss zwischen einzelnen beheizten Räumen innerhalb des Gebäudes.

³ DIN EN 12831-1; Energetische Bewertung von Gebäuden - Verfahren zur Berechnung der Norm-Heizlast - Teil 1: Raumheizlast; 09-2017.

⁴ DIN EN 12831-3; Energetische Bewertung von Gebäuden - Verfahren zur Berechnung der Norm-Heizlast - Teil 3: Trinkwassererwärmungsanlagen, Heizlast und Bedarfsbestimmung; 09-2017.

Zusätzlich kann die Leistung für eine Wiederaufheizung (nach einer Abkühlphase) berücksichtigt werden. Das ausführliche Verfahren der DIN EN 12831-1 eröffnet außerdem die Option, Wärmegewinne heizlastvermindernd zu berücksichtigen, wie dies bereits früher im Nachweisverfahren von Passivhäusern (Passivhausprojektierungspaket PHPP) erfolgte. Hinsichtlich der Lüftung wird unterschieden in natürlich und mechanisch belüftete Gebäude mit Abluftanlagen bzw. mit Zu- und Abluftanlagen mit Wärmerückgewinnung. Gesonderte bzw. zusätzliche Verfahren für die Heizlastbestimmung bei Hallen (Räume mit ≥ 4 m Raumhöhe) und Räumen mit großen Öffnungen (z.B. Tore) sind beschrieben.

-3 Grundsätzliche Festlegungen

Den früher üblichen Begriff „Wärmebedarfsberechnung“, der die Berechnung einer Energiemenge implizierte, ersetzt die DIN EN 12831 durch den Begriff „Heizlastberechnung“. Es wird eine Auslegungsleistung (in W) berechnet.

Für die Bestimmung der Außenflächen (Transmission) nach dem ausführlichen Rechenverfahren schreibt die Norm den Außenmaßbezug vor. Liegen nur innenmaßbezogene Flächen vor, werden diese mit einem Korrekturfaktor belegt. Die bislang optionale Entscheidung (der Nationalstaaten) über den Maßbezug ist somit eindeutig festgelegt. In Deutschland gilt dieses Verfahren bereits seit 2004.

Das bedeutet: die der Berechnung zugrunde liegenden Abmessungen der Bauteile für Längen und Breiten von Außenbauteilen (an Außenluft, Erdreich, unbeheizte Bereiche) ergeben sich aus den äußeren Rohbaumaßen. Zwischen zwei (ggf. unterschiedlich) beheizten Räumen gilt das Achsmaß. Das Höhenmaß der Wände ergibt sich aus den Geschosshöhen (Rohdecke bis Rohdecke, nur beim oberen Gebäudeabschluss gilt die oberste wärmetechnisch wirksame Schicht), die Abmessungen der Fenster und Türen sind Maueröffnungsmaße. Die Bestimmung der Maße ist in Bild 2 erläutert.

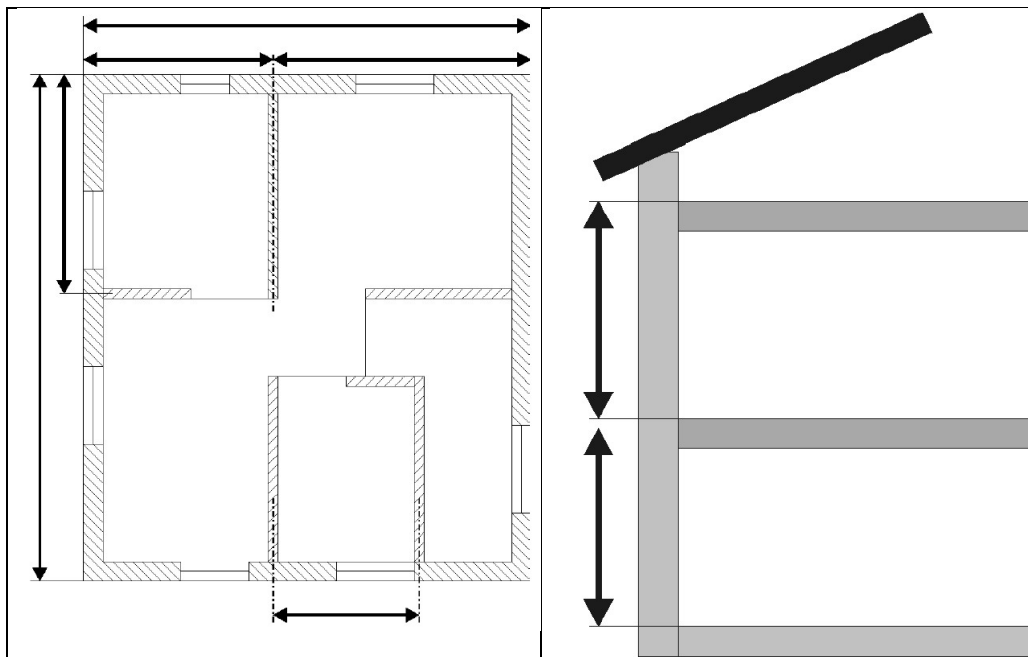


Bild 2 Bezugsmaße

Das Volumen der Raumluft (für die Lüftungsheizlast) wird anhand der lichten Innenmaße bestimmt. Die Außenmaße zur Heizlastbestimmung sind somit dieselben, die auch für den Energiebedarfsausweis nach EnEV (Energieeinsparverordnung) verwendet werden.

Lediglich in den vereinfachten Verfahren zur Raum- und Gebäudeheizlastbestimmung wird davon abgewichen: die Transmissionsberechnung kann auf Basis von Innenflächen als Eingangsdaten erfolgen (diese werden jedoch mit einem Faktor nach oben korrigiert).

Wichtige Formelzeichen der DIN EN 12831-1 sind:

- Temperatur: θ (kleines Theta) in °C; bislang Θ (großes Theta),
- Luftwechselrate: n in h^{-1}
- Wärmedurchgangskoeffizient U in $W/(m^2K)$
- Wärmestrom: Φ (großes Phi) in W
- Wärmeverlustkoeffizient: H in W/K
- Volumenstrom: q_v in m^3/h ; bislang \dot{V}

Wichtige Indizes sind:

- innen: int (Englisch: internal)
- außen: e (Englisch: external)
- unbeheizt: u (Englisch: unheated)
- erdreichberührt: g (Englisch: ground)
- Lüftung: V (Englisch: ventilation)
- Transmission T (Englisch: transmission)
- Wiederaufheizung hu (Englisch: heating-up); bislang RH (Englisch: reheat)
- Gebäude build (Englisch: building)

-4 Verknüpfung zwischen EN 12831-1 und Nationalem Anhang

Im Nationalen Anhang zur DIN EN 12831-1 werden Kennwerte (Innen- und Außentemperaturen, Wärmebrückenzuschläge, Mindestluftwechsel etc.) und Anwendungshinweise (Anwendungsbeschränkung der Verfahren) für die Berechnung angegeben. Werden in den einzelnen Ländern der EU eigene Anhänge herausgegeben, sind die nationalen Werte verbindlich, ansonsten gelten die europäischen Standardwerte aus der EN 12831-1, Anhang B.

Tafel 0-1 zeigt die Inhalte der europäischen Norm DIN EN 12831-1 und des geplanten Nationalen Anhangs NA (bisher unveröffentlichte Manuskriptversion).

Tafel 0-1 Inhalte von Europäischer Norm und Nationalem Anhang

DIN EN 12831-1		Nationaler Anhang	
1	Anwendungsbereich	1	Vorwort
2	Normative Verweisungen	2	Einleitung
3	Begriffe	3	Anwendungsbereich
4	Symbole und Abkürzungen	4	Normative Bezüge
5	Beschreibung des Verfahrens	5	Begriffe
6	Standardverfahren	6	Eingangsgrößen und Vorgaben für das ausführliche Verfahren
7	Vereinfachtes Verfahren - Einzelräume	7	Eingangsgrößen und Vorgaben für die vereinfachten Verfahren
8	Vereinfachtes Verfahren – Gebäude	8	Eingangsgrößen und Vorgaben für das Standardverfahren und die vereinfachten Verfahren
9	Übereinstimmungsprüfung	9	Schätzung der Heizlast aus Wärmemengenmessungen oder Verbrauchsdaten
A	Anhang (normativ), Eingangsgrößen, Datenstruktur für Anhaltswerte	XX	Anhänge
B	Anhang (informativ), Eingangsgrößen, Anhaltswerte		
C	Anhang (informativ), Wärmebrücken		
D	Anhang (informativ), Innentemperaturen Gebäudeeinheiten oder unbeheizter Räume		
E	Anhang (informativ), äquivalenter Wärmedurchgangskoeffizient zum Erdreich		
F	Anhang (informativ), Aufheizleistung		
G	Anhang (informativ), Außenluftvolumenstrom durch große Öffnungen		

Für die Berechnung der wärmetechnischen Eigenschaften der Bauteile gelten mehrere europäische Normen. Dies sind:

- Wärmeübergangswiderstände, Wärmedurchgangswiderstände von (in)homogenen Baustoffen und von Luftschichten, Wärmedurchgangskoeffizienten: EN ISO 6946
- Wärmeleitfähigkeiten: EN ISO 10456, EN 12524, EN ISO 13370 sowie nationale Normen
- Wärmedurchgangskoeffizienten von Fenstern, Türen und Rahmen, Wärmedurchgangswiderstände von Verbund- und Doppelfenstern: EN ISO 10077-1
- Wärmedurchgangskoeffizienten von Verglasung: EN 673
- Wärmebrücken: EN ISO 10211-1 und -2, EN ISO 14683

-5 Schema des Rechengangs

Folgende Berechnungsschritte müssen für die Bestimmung der Raumheizlasten für jeden Raum durchgeführt werden.

1. Bestimmung der meteorologischen Daten, d. h. der Werte für die Norm-Außentemperatur θ_e (Basis ist der Referenzwert $\theta_{e,Ref}$ für die Postleitzahl des Ortes sowie dessen Referenzhöhe, Höhenkorrektur falls der reale Standort ≥ 200 m höher liegt, Korrektur aufgrund der Bauschwere) und des Jahresmittels der Außenlufttemperatur ($\theta_{e,m,Ref}$ zur Berechnung der Wärmeverluste an das Erdreich).
2. Festlegung der Konditionierung der Räume (beheizt oder unbeheizt) und Festlegung der Werte für die Norm-Innentemperatur θ_{int} jedes beheizten Raumes.
3. Festlegung der Konditionierung der benachbarten Räume (beheizt oder unbeheizt) und Festlegung der Werte für die Nebenraumtemperatur θ_u .
4. Ermittlung der Gebäudedaten, d. h. der Abmessungen (Luftvolumen V , Bauteilflächen A , ggf. Längen der Wärmebrücken l) und der wärmetechnischen Eigenschaften aller Bauteile (Wärmedurchgangskoeffizienten U , ggf. längenbezogene Wärmedurchgangskoeffizienten für Wärmebrücken ψ) für jeden beheizten Raum.
5. Berechnung des Koeffizienten für die Transmissionswärmeverluste (H_T) und Multiplizieren mit der Norm-Temperaturdifferenz, um die Transmissionsheizlast (Φ_T) zu erhalten. Berücksichtigung aller Wärmeströme: durch die Gebäudehülle nach außen, ins Erdreich, in unbeheizte Räume oder in anders temperierte Nachbarräume (bzw. Gewinne aus diesen Räumen).
6. Berechnung des Koeffizienten für die Lüftungswärmeverluste (H_V) und Multiplizieren mit der Norm-Temperaturdifferenz, um die Lüftungsheizlast (Φ_V) zu erhalten. Es werden der Mindestluftwechsel, Angaben zur Gebäudedichtheit, bei Lüftungsanlagen die Zu- und Abluftvolumenströme sowie Zuströmtemperaturen benötigt.
7. Optionale Berechnung der Aufheizleistung (Φ_{hu}) des beheizten Raumes. Dies ist eine zusätzliche Leistung für den Ausgleich zeitlich unterbrochener Beheizung. Sie muss gesondert mit dem Auftraggeber vereinbart werden.
8. Die Norm-Heizlast (Φ_{HL}) eines beheizten Raumes ergibt sich aus der Summe der Transmissionsheizlast (Φ_T), Lüftungsheizlast (Φ_V) und neu gegenüber der Vorgängernorm der Aufheizleistung (Φ_{hu}).

Die einzelnen Schritte bei der Berechnung der Heizlast für eine Gebäudeeinheit oder ein gesamtes Gebäude sind folgende:

1. Summierung der Transmissionsheizlasten aller beheizten Räume, ohne den Wärmefluss zwischen den beheizten Räumen zu berücksichtigen, um die Transmissionsheizlast für die Gebäudeeinheit oder das gesamte Gebäude zu erhalten ($\Phi_{T,build}$).
2. Summierung der Lüftungsheizlasten aller beheizten Räume, ohne den Wärmefluss zwischen den beheizten Räumen zu berücksichtigen, um die Lüftungsheizlast für die Gebäudeeinheit oder das gesamte Gebäude zu erhalten ($\Phi_{V,build}$). Eine Verminderung der Infiltrationslüftungsverluste bzw. Mindestlüftungsverluste (Gleichzeitigkeit) ist berücksichtigt.
3. Summierung der gleichzeitig auftretenden Aufheizleistungen der Räume und Bestimmung des sich ergebenden Maximums (falls zeitversetzte Wiederaufheizung geplant wird) zur Gebäudesumme ($\Phi_{hu,build}$).
4. Addition der Zwischenwerte der vorherigen drei Schritte zur Bestimmung der Norm-Gebäudeheizlast ($\Phi_{HL,build}$).

-6 Räume und Gebäude ohne mechanische Lüftung

Innen- und Außentemperaturen

In der DIN EN 12831-1 werden keine Norm-Außentemperaturen für konkrete Orte θ_e [in °C] angegeben. Es muss in jedem europäischen Land auf die nationalen Anhänge zurückgegriffen werden. Der Nationale Anhang enthält für Deutschland tabellarisch Werte der Referenzaußentemperatur $\theta_{e,Ref}$ für 8199 Orte, sortiert nach Postleitzahlen. Weiterhin werden repräsentative Jahresmitteltemperaturen $\theta_{e,m,Ref}$ angegeben (benötigt für die Berechnung der Wärmeverluste an das Erdreich oder unbeheizte Nachbarräume bzw. -gebäude).

Eine Übersicht über die Referenzaußentemperaturen für 30 beispielhafte Standorte (in Anlehnung an die früheren 15 Regionen der Testreferenzjahre TRY des Deutschen Wetterdienstes) zeigt Tafel 0-2.

Tafel 0-2 Auswahl von Referenzaußentemperaturen für 30 Orte in 15 Klimazonen in Deutschland

frühere TRY-Region	$\theta_{e,Ref}$, in [°C]			Beispielorte	$\theta_{e,Ref}$, in [°C] (mehrere Werte für verschiedene PLZ)
	min	max	Ø		
1	-10,0	-6,6	-8,8	Norderney	-7,1
				Bremerhaven	-8,6 ... -7,8
2	-14,2	-7,0	-9,9	Rostock	-11,8 ... -10,0
				Kiel	-8,7 ... -7,7
3	-13,2	-8,0	-10,2	Hamburg	-10,5 ... -8,2
				Braunschweig	-11,5 ... -10,3
4	-14,7	-10,8	-12,8	Potsdam	-12,7 ... -12,1
				Dresden	-14,0 ... -12,1
5	-11,3	-6,8	-8,5	Essen	-8,4 ... -7,1
				Hamm	-9,7 ... -9,0
6	-14,6	-7,1	-10,7	Freiburg/Breisgau	-11,0 ... -9,6
				Saarbrücken	-10,2 ... -8,5
7	-13,5	-8,8	-11,2	Kassel	-12,4 ... -10,1
				Trier	-9,5 ... -8,8
8	-15,6	10,7	-12,8	Titisee	-13,7
				Bad Herrenalb	-11,5
9	-15,3	-11,9	-13,7	Erfurt	-13,8 ... -11,9
				Chemnitz	-14,3 ... -12,9
10	-15,5	-11,2	-13,9	Hof	-15,0 ... -14,6
				Suhl	-13,7 ... -12,5
11	-16,1	-12,3	-14,3	Oberwiesenthal	-16,1
				Zwiesel	-14,1
12	-12,0	-8,2	-10,2	Mannheim	-10,8 ... -10,0
				Frankfurt/Main	-10,1 ... -8,2
13	-14,7	-9,1	-12,9	Würzburg	-11,4 ... -10,1
				München	-13,9 ... -11,1
14	-13,7	-10,5	-12,8	Villingen-Schwenningen	-13,0 ... -12,5
				Aalen	-13,2 ... -11,9
15	-19,2	-12,3	-14,5	Garmisch-Patenkirchen	-19,2 ... -15,3
				Kempten/Allgäu	-14,2 ... -13,7

Anhand der ebenfalls tabellierten Referenzhöhe für jede Postleitzahl kann – sofern die Höhenlage des konkreten Gebäudes davon abweicht – eine Höhenkorrektur vorgenommen werden (nur bei mehr als 200 m Höhendifferenz relevant). Es entsteht die höhenkorrigierte Temperatur $\theta_{e,0}$.

Diese wird schließlich um maximal + 4 K erhöht, wenn das Gebäude hohe Speicherkapazität (Bauartschwere) bzw. eine große Zeitkonstante hat. Es gilt:

$$\theta_e = \theta_{e,0} + \Delta\theta_{e,\tau}$$

Tafel 0-3 zeigt die möglichen Korrekturwerte für $\Delta\theta_{e,\tau}$. Die Gebäudezeitkonstante wird anhand der Speicherkapazität sowie der Verlustkoeffizienten für Transmission und Lüftung H_T und H_V berechnet, wobei ggf. verminderte Luftwechsel bei der Wiederaufheizung Berücksichtigung finden.

Tafel 0-3 Außentemperaturkorrektur

Gebäudezeitkonstante, in [h]	Außentemperaturkorrektur $\Delta\theta_{e,T}$, in [K]
≤ 50	0,0
100	0,8
150	1,6
200	2,4
250	3,2
≥ 300 h	4,0

Sowohl in der DIN EN 12831-1 als auch im Nationalen Anhang sind verschiedene Innentemperaturen θ_{int} [°C] für unterschiedliche Raum- und Gebäudetypen festgelegt. Einen Auszug der relevanten Werte zeigt Tafel 0-4. Die Norm weist darauf hin, dass bei allen nicht tabellierten Raumtypen die der Rechnung zugrunde zu legenden Berechnungstemperaturen mit dem Auftraggeber vereinbart werden sollten.

Tafel 0-4 Auswahl von Norm-Innentemperaturen

Raumtyp	Norminnentemperatur θ_{int} , in [°C]
Räume, welche unbekleidet genutzt werden (z. B. Bäder, Bade-, Dusch- und Umkleieräume, Untersuchungsräume)	24
Wohn- und Schlafräume, Büro- und Sitzungsräume, Ausstellungsräume, Flure und Treppenträume innerhalb von Nutzungseinheiten, Schalterhallen, Hotelzimmer, Verkaufsräume, Ladengeschäfte, Unterrichtsräume, Theater- und Konzerträume, WC-Räume	20
Beheizte Nebenräume außerhalb von Wohnungen/Nutzungseinheiten (z. B. Hausflure und Treppenhäuser)	15
Gewerbe mit schwerer, mittlerer und leichter Tätigkeit	15, 17, 20
Kaufhaus, Museum (nur in DIN EN 12831-1)	16
Kirche (nur in DIN EN 12831-1)	15

Der Nationale Anhang sieht für Deutschland vor, dass die tabellierten Werte um bis zu 3 K erhöht werden können, wenn der Nutzer ein erhöhtes Komfortbedürfnis hat. Damit es dann nicht zu Überdimensionierungen der Heizflächen und Erzeuger kommt, soll der Aufschlag für die Wiederaufheizung Φ_{hu} entfallen bzw. geprüft werden, welcher der beiden Werte größer ausfällt:

- Heizlast aus Transmission, Lüftung und Wiederaufheizung unter Verwendung der nicht nach oben korrigierten Innentemperatur,
- Heizlast aus Transmission und Lüftung unter Verwendung der nach oben korrigierten Innentemperatur ohne Berücksichtigung eines Wiederaufheizzuschlages.

Das größere Ergebnis ist für den Raum als Norm-Heizlast relevant.

Norm-Transmissionsheizlast

Die Norm-Transmissionsheizlast Φ_T [W] eines Raumes wird aus der Temperaturdifferenz zwischen innen (θ_{int}) und außen (θ_e) sowie der verschiedenen Transmissionswärmeverlustkoeffizienten des Raumes H_T [in W/K] bestimmt.

$$\Phi_T = (\theta_{int} - \theta_e) \cdot (H_{T,ie} + H_{T,ia} + H_{T,iaBE} + H_{T,iae} + H_{T,ig})$$

Die Indizierung der Transmissionswärmeverlustkoeffizienten hat folgende Bedeutung:

- "ie" - Wärmeverlust des beheizten Raumes von innen (i) direkt nach außen (e),
- "ia" - Wärmeverlust von innen (i) zu einem angrenzenden beheizten Raum (a),
- "iaBE" - Wärmeverlust von innen (i) zu einem angrenzenden beheizten Raum (a) in einer anderen Gebäudeeinheit (BE, "building entity"),
- "iae" - Wärmeverlust von innen (i) über einen angrenzenden unbeheizten Raum (a) nach außen (e),
- "ig" - Wärmeverluste von innen (i) an das Erdreich (g).

Die direkten Wärmeverluste des Raumes an die Umgebung $H_{T,ie}$ [W/K] werden mit Hilfe der Bauteilflächen A [m²], der Wärmedurchgangskoeffizienten der einzelnen Bauteile U [W/(m²K)] sowie unter Berücksichtigung von Wärmebrücken berechnet.

Die Wärmebrücken (TB, "thermal bridges") werden entweder aus ihrer Länge l_i [m] und dem Längenbezogenen Wärmeverlust ψ_i [W/(mK)] bestimmt oder es wird ein Zuschlag ΔU_{TB} [W/(m²K)] auf den U-Wert angesetzt.

$$H_{T,ie} = \sum A \cdot (U + \Delta U_{TB})$$

Werte für die Wärmebrückenkorrektur ΔU_{TB} sind im deutschen Beiblatt angegeben. Wie bei der Berechnung zur Energieeinsparverordnung beträgt der Zuschlag ohne Nachweis 0,1 W/(m²K). Dieser Wert gilt auch für die vereinfachte Heizlastberechnung von Räumen und Gebäuden im Bestand. Werden die Wärmebrücken nach DIN 4108 BBl.2 oder gleichwertig ausgeführt gilt 0,05 W/(m²K) bzw. bei verbesserter Ausführung 0,03 W/(m²K). Alternativ können einzelne Zuschläge für jede Wärmebrückensituation rechnerisch ermittelt und eingesetzt werden.

Die Berechnung der Wärmeverluste an andere beheizte Räume (Index: ia), andere beheizte Räume in Nachbargebäuden (Index: iaBE) oder durch unbeheizte Räume nach außen (Index: iae) folgt grundsätzlich demselben Schema. In der Bestimmungsgleichung für $H_{T,x}$ [W/K] wird ein zusätzlicher Faktor f_x [ohne Einheit] eingeführt. Der Platzhalter "x" wird durch die oben genannten Indices ersetzt.

$$H_{T,x} = \sum A \cdot (U + \Delta U_{WB}) \cdot f_x$$

Der Wärmebrückenzuschlag entfällt, wenn der Wärmestrom von oder zu einem anderen beheizten Raum berechnet wird.

Für den Temperaturkorrekturfaktor gilt folgende allgemeine Bestimmungsgleichung:

$$f_x = f_1 + f_2 = \frac{\theta_{int} - \theta_x}{\theta_{int} - \theta_e} + \frac{\theta_{int}^* - \theta_{int}}{\theta_{int} - \theta_e} \cong \frac{\theta_{int}^* - \theta_x}{\theta_{int} - \theta_e}$$

Es sind folgende Temperaturen relevant: die Norm-Innentemperatur des Raumes, für den die Heizlast berechnet wird (θ_{int}), die Norm-Außentemperatur (θ_e), die Nachbarraumtemperatur bzw. die Temperatur hinter einer betrachteten Hüllfläche (θ_x) sowie die mittlere Temperatur der inneren Raumboberflächen (θ_{int}^*).

Die Norm definiert, dass der Term f_2 nur berechnungsrelevant wird, wenn die Heizlast für Räume großer Höhe (> 4 m) berechnet wird. Anderenfalls vereinfacht sich der Ansatz wie folgt (es gilt: $\theta_{int} = \theta_{int}^*$):

$$f_x = f_1 = \frac{\theta_{int} - \theta_x}{\theta_{int} - \theta_e}$$

Der Temperaturkorrekturfaktor f_x kann dann aus dem Verhältnis der Temperaturdifferenz zum Nachbarraum (bzw. hinter einer Fläche) bezogen auf die Temperaturdifferenz nach außen berechnet werden. Beispiel: für einen Raum mit $\theta_{int} = 20$ °C und einen unbeheizten Nachbarraum mit $\theta_u = 5$ °C ergibt sich bei einer Außentemperatur von $\theta_e = -10$ °C ein Wert $f_x = f_{iae} = (20-5) / (20-(-10)) = 0,5$.

Tafel 0-5 zeigt die Ansätze, welche nach Norm für die Temperatur in Nebenräumen bzw. angrenzenden Bereiches getroffen werden.

Darüber hinaus ist es zulässig, als Temperatur θ_x einen gesichert bekannten Wert eigenständig festzulegen. Basis der Erkenntnis kann ein Messwert, eine Simulation oder eine Gleichgewichtsbilanz sein.

Tafel 0-5 Randdaten zur Bestimmung der Temperatur von Nebenräumen

Beschreibung des angrenzenden Raumes bzw. Bereiches			Temperatur θ_x
Teil desselben Gebäudes	planungsgemäß beheizt	Raum einer anderen Nutzungseinheit	regulär genutzt (z. B. Räume in Mietwohnungen)
			sporadisch genutzt (z. B. Räume in Ferienwohnungen)
	planungskonform unbeheizt (z. B. unbeheizte Treppenhäuser)	keiner Nutzungseinheit zugehörig (z. B. beheizte Hausflure)	
Teil eines anderen Gebäudes			minimal 5°C oder mittlere Außentemperatur $\theta_{e,m}$ am Standort
Außenluft			θ_e
Erdreich			$\theta_{e,m}$

Für unbeheizte Nebenräume mit unbekanntem Innentemperaturen ist ein Rechenverfahren zur Bestimmung einer Gleichgewichtstemperatur angegeben. Diese ergibt sich aufgrund der Wärmezufüsse in den Nebenraum sowie der Wärmeabflüsse aus diesem. Die Norm tabelliert darüber hinaus Werte für den Faktor f_1 (also indirekt für θ_x) für 34 verschiedene Fälle angrenzender unbeheizter Bereiche. Einen Auszug zeigt Tafel 0-6.

Tafel 0-6 Standardwerte für Temperaturkorrekturfaktor an unbeheizte Räume

Beschreibung des angrenzenden Raumes bzw. Bereiches		Faktor f_1
Heizungsaufstellräume		0,20
Treppenhäuser	außenliegend	0,80
	innenliegend	0,25 ... 0,65
Kellerräume	ohne Türen/Fenster nach außen	0,4
	mit Türen/Fenstern nach außen	0,5
Dachböden, Abseiten	offene bzw. stark belüftete Dächer, Kaltdächer	1,0
	geschlossene Dächer, undicht	0,8 ... 0,9
	geschlossene Dächer, dicht	0,4 ... 0,9
Aufgeständerter Boden über Kriechraum		0,8

Die Bestimmung der Wärmeverlust an das Erdreich $H_{T,ig}$ [W/K] basiert auf den Bauteilflächen A [m²], den äquivalenten Wärmedurchgangskoeffizienten U_{equiv} [W/(m²K)] sowie auf drei Korrekturfaktoren $f_{\theta_{ann}}$, f_{gw} und f_{ig} [alle ohne Einheit].

$$H_{T,ig} = \sum A \cdot U_{equiv} \cdot f_{\theta_{ann}} \cdot f_{gw} \cdot f_{ig}$$

Der Korrekturfaktor $f_{\theta_{ann}}$ zur Berücksichtigung der Außentemperaturschwankung (im Frühjahr abgekühltes Erdreich) wird in Deutschland fest auf den Wert 1,45 festgelegt. Der Korrekturfaktor zur Berücksichtigung des Grundwassereinflusses f_{gw} ist ebenfalls eine feste Größe: bei Grundwassertiefen von mehr als 1 m beträgt er 1,0. Für Tiefen von 1 m und weniger beträgt er 1,15.

Der Reduktionsfaktor für die wirksame Temperaturdifferenz des Erdreichs f_{ig} wird mit Hilfe der mittleren Außentemperatur des Standortes berechnet und liegt etwa bei 0,30 ... 0,45. Es gilt der oben beschriebene Ansatz von f_x , wobei der Platzhalter "x" hier mit "ig" ersetzt wird, da ein Wärmestrom von innen "i" an den Boden (ground) "g" zu verzeichnen ist.

Der äquivalente Wärmedurchgangskoeffizient U_{equiv} wird mit Hilfe von Grafiken bzw. Formeln bestimmt. Er hängt u. a. vom unkorrigierten U-Wert der Bodenplatte, sowie der Fläche und des Umfangs der erdreichberührten Bauteile ab (zusammengefasst als Bodenplattenmaß B') ab. Der Einfluss der Wärmebrücken ist in U_{equiv} enthalten.

Zur Bestimmung von U-Werten bestehender Gebäude halten sowohl die DIN EN 12831-1 als auch der Nationale Anhang Hilfsmittel (in Form von Tabellen und Grafiken) bereit. Es existiert zudem ein Flächenschätzverfahren abhängig von der Grundfläche und Kubatur (Eckraum, Mittelraum usw.) des Raumes.

In den vereinfachten Verfahren zur Bestimmung der Raum- und Gebäudeheizlast sind abweichend von obigen Ausführungen nur Hüllflächen zu berücksichtigen, wenn mehr als 4 K Temperaturdifferenz zum Nachbarraum bzw. dem angrenzenden Bereich zu verzeichnen sind. Darüber hinaus ist die Fallunterscheidung bezüglich der Nachbartemperaturen stark vereinfacht: es gibt Flächen an Außenluft ($f_x = 1,0$), Flächen an unbeheizte Räume ($f_x = 0,5$) sowie Flächen an Erdreich und andere beheizte Räume ($f_x = 0,3$).

Norm-Lüftungsheizlast

Die Norm-Lüftungsheizlast Φ_V [W] eines Raumes wird aus der Temperaturdifferenz zwischen innen (θ_{int}) und außen (θ_e) sowie dem Lüftungswärmeverlustkoeffizienten des Raumes H_V [in W/K] bestimmt.

$$\Phi_V = (\theta_{int} - \theta_e) \cdot H_V$$

Für luftdichte Gebäude ohne mechanische Lüftung und ohne Außenluftdurchlässe gilt ein vereinfachter Ansatz, in dem nur der Mindestluftwechsel berücksichtigt wird. Es ist in dieser Gebäudeart davon auszugehen, dass der Infiltrationsluftwechsel (aufgrund von Gebäudeundichtheiten) kleiner als der Mindestluftwechsel ist. Es gilt dann:

$$H_V = q_{V,min} \cdot \rho \cdot c_p = n_{min} \cdot V \cdot 0,34 \frac{Wh}{m^3K}$$

Für Räume mit manueller (freier) Lüftung ist mit Hilfe der Mindestluftwechselrate n_{min} [h^{-1}] und des Luftvolumens V [m^3] ein minimaler Luftvolumenstrom $q_{V,min}$ (früher \dot{V}_{min}) [m^3/h] festgelegt, der für die Dimensionierung der Heizflächen zugrunde gelegt wird. Das gesamte Luftvolumen kann im Wohnbau vereinfacht aus dem umbauten Volumen V_e des Gebäudes berechnet werden ($V = 0,8 \cdot V_e$).

Der Mindestluftwechsel n_{min} ist tabelliert. Einen Ausschnitt der Standardwerte, die das Beiblatt 1 vorschlägt, zeigt Tafel 0-7.

Tafel 0-7 Mindestluftwechsel

Raumart	Mindestluftwechsel n_{min} , in [h^{-1}]
Räume für andauernden Personenaufenthalt, Küchen- und Sanitärräume mit Fenstern in Wohngebäuden	0,5
Nebenträume ohne andauernden Personenaufenthalt	0,0
Standardwert für alle Räume eines Wohngebäudes im vereinfachten Verfahren	0,5
Standardwert für das Gesamtgebäude im vereinfachten Verfahren (dichtes Gebäude)	0,25

Aufheizzuschlag

In Räumen mit unterbrochenem Heizbetrieb kann optional eine zusätzliche Aufheizleistung berücksichtigt werden. Sie wird für die Auslegung der Raumheizflächen und des Wärmeerzeugers berücksichtigt. Die Aufheizleistung muss mit dem Auftraggeber gesondert vereinbart werden!

Die zusätzliche Aufheizleistung ("hu", heat-up) hängt im Sinne der DIN EN 12831-1 von der Wärmekapazität der Bauteile, der maximal gewünschten Aufheizzeit, vom Temperaturabfall während der Absenkphase und der eingesetzten Regelung ab. Eine zusätzliche Aufheizleistung ist nicht immer notwendig, wenn das Regelsystem z.B. die Nachtabsenkung in den kältesten Tagen unterbricht und/oder die Lüftungsverluste während der Absenkphase verringert werden können.

$$\Phi_{hu} = A \cdot \varphi_{hu}$$

Die Aufheizleistung Φ_{hu} [W] richtet sich nach der beheizten Raumfläche A [im^2] und einer flächenbezogenen Leistung φ_{hu} [W/m^2]. Letztere ist tabelliert für unterschiedlich schwere Gebäude (leicht, mittel/schwer), unterschiedlich lange Wiederaufheizzeitdauern (0,5 ... 6 h), verschiedenen Luftwechselraten während der Aufheizung (0,1 und 0,5 h^{-1}) und unterschiedlich lange Absenkzeiten (2 – 168 h). Der Temperaturabfall während der Heizpause kann auch berechnet werden. Dazu müssen die wirksame Masse, der Wärmeverlustkoeffizient H_T und H_V und das Auskühlverhalten (Zusammen: Zeitkonstante) bestimmt werden.

Norm-Heizlast eines Raumes

Die Norm-Heizlast eines beheizten Raumes Φ_{HL} [W] berechnet sich aus der Transmissionsheizlast Φ_T [W], der Lüftungsheizlast Φ_V [W] und der optional wählbaren Aufheizleistung Φ_{hu} [W]. Die nach DIN EN 12831-1 weiterhin beschriebenen Wärmegewinne Φ_{gain} [W] werden in der nationalen Umsetzung in Deutschland voraussichtlich nicht berücksichtigt.

$$\Phi_{HL} = \Phi_T + \Phi_V + \Phi_{hu} - \Phi_{gain}$$

Der noch nicht veröffentlichte Entwurf des Nationalen Anhang merkt zusätzlich an, dass für innenliegende Räume mit einer rechnerischen Heizlast von $\Phi_{HL} < 150$ W nach Absprache mit dem Auftraggeber auf den Einbau einer Heizfläche verzichtet werden kann.

Gebäudeheizlast

Zur Bestimmung der Normheizlast eines gesamten Gebäudes $\Phi_{HL,build}$ [W] werden nur die Transmissions- und Lüftungswärmeverluste der Räume an die Umgebung berücksichtigt. Alle Wärmeflüsse der Räume untereinander werden vernachlässigt.

$$\Phi_{HL,build} = \sum \Phi_T + \Phi_{V,build} + \sum \Phi_{hu} - (\sum \Phi_{gain})$$

Für die Aufheizleistungen gilt, dass nur das Maximum der simultan (also gleichzeitig) zu erwartenden Aufheizleistungen der Räume zu berücksichtigen ist. Wärmegewinne Φ_{gain} werden ebenfalls zu null gesetzt.

Der Lüftungswärmeverlust für das gesamte Gebäude ist kleiner als die Summe für die einzelnen Räume, weil für jeden Raum der jeweils schlechteste Wert für den einströmenden kalten Volumenstrom angenommen wurde.

Für die Berechnung der Lüftungswärmeverluste in Gebäuden, bei denen nur der Mindestluftwechsel berücksichtigt wird, gilt:

$$\Phi_{V,build} = 0,5 \cdot \sum \Phi_{V,i}$$

Abweichend davon gilt für Gebäude, die nur aus einem Raum bestehen, dass die Lüftungsheizlast nicht halbiert wird.

-7 Räume und Gebäude mit mechanischer Lüftung

Die Ermittlung der Transmissionswärmeverlust Φ_T sowie der Wiederaufheizleistung Φ_{hu} ist identisch zum Verfahren für Räume und Gebäude ohne mechanische Lüftung. Die Bestimmung der Lüftungswärmeverluste Φ_V weicht ab. Sie berücksichtigt:

- den Außenluftvolumenstrom in den Raum durch Undichtheiten und Außenwandluftdurchlässe $q_{v,leak+ATD}$
- den Außenluftvolumenstrom durch große Öffnungen in der Gebäudehülle $q_{v,open}$
- den Mindest-Luftvolumenstrom aufgrund der Raumnutzung $q_{v,min}$
- den technische Luftvolumenstrom, z.B. aufgrund von Verbrennungstechnik, $q_{v,tech}$
- den Zuluftvolumenstrom aus einer Lüftungsanlage $q_{v,sup}$ zusammen mit der Temperatur der Zuluft nach dem Durchgang durch die Wärmerückgewinnung, und falls vorhanden nach der passiven Vorerwärmung θ_{rec}
- den Überströmluftvolumenstrom aus einem benachbarten Raum $q_{v,transfer}$ samt zugehöriger Temperatur $\theta_{transfer}$
- den Außenluftvolumenstrom in den Raum durch die Gebäudehülle aufgrund von Undichtheiten $q_{v,env}$

Das Verfahren wird an dieser Stelle nicht beschrieben.

-8 Vereinfachungen für den Wohnbaubestand

Muss die Heizlast für Räume eines bestehenden Gebäudes berechnet werden, kann dies ebenfalls mit dem Verfahren der DIN EN 12831-1 erfolgen. Es bestehen folgende Optionen:

- Nutzung des Hauptverfahrens der DIN EN 12831-1, Kapitel 6 zusammen mit den Ausführungen des NA, dort Kapitel 6 und 8
- Anwendung des vereinfachten Verfahrens für Einzelräume der DIN EN 12831-1, Kapitel 7 zusammen mit den Ausführungen des NA, dort Kapitel 7 und 8
- Anwendung des vereinfachten Verfahrens für Gebäude der DIN EN 12831-1, Kapitel 8 zusammen mit den Ausführungen des NA, dort Kapitel 7 und 8
- Anwendung des NA, Kapitel 9 mit Auswertung von Wärmemengen- oder Brennstoffmesswerten.

Vereinfachte Rechenverfahren der DIN EN 12831-1

Die vereinfachten Rechenverfahren geben Hinweise zur Bestimmung der Hüllflächen und der Wärmedurchgangskoeffizienten. Sie vereinfachen außerdem die rechnerischen Optionen zur Berücksichtigung von abweichenden Nachbarraumtemperaturen, Wärmebrücken-zuschläge, Luftwechsel.

Die vereinfachten Rechenverfahren gelten für Wohngebäuden oder wohnähnlich genutzten Gebäude ohne maschinelle Lüftung.

Heizlast aus Verbrauchsdaten

Soll die Heizlast auf Messwerten basieren, ergeben sich verschiedene Detaillierungsgrade, je nach Ausgangslage der Rohdaten. Im ungünstigen Fall gibt es nur einen Jahresbrennstoffverbrauch (als Energiemenge). Es erfolgt dann die rechnerische Abtrennung der Aufwendungen für Trinkwarmwasserbereitung (Standardkennwerte), die Umrechnung in eine Feuerungswärmeleistung (über Belastungsgrade oder Gradtage) sowie die Umrechnung in die Wärmeleistungsabgabe des Erzeugers (mit standardisierten Nutzungsgraden).

Im besten Fall liegen die Verbrauchswerte jedoch als Monats- oder Wochenwerte vor und entstammen Zählern auf der Wärmeabgabeseite des Erzeugers. Sie lassen sich in mittlere Leistungen (im Messintervall) umrechnen und über der Außentemperatur auftragen. Durch lineare Regression ergibt sich aus dem witterungsabhängigen Teil des Verbrauchs (unterhalb der Heizgrenze) eine Steigung H . Sie fasst die Größen $H_T + H_V$ zusammen.

Weitere Arbeitshilfen

Unabhängig von der Norm gibt es Arbeitshilfen, die über Jahre erprobt wurden. Teils wurden die Normtexte daran angelehnt. Allgemein lässt sich als Praxiserfahrung zusammenfassen:

Bei der überschlägigen Heizlastberechnung werden aus Gründen der Vereinfachung nicht alle Begrenzungsflächen eines Raumes berücksichtigt. Es zählen nur die Flächen, mit denen der Raum an deutlich andere Temperaturbereiche grenzt. Das sind: Außenflächen, erdreichberührte Flächen und Flächen zu unbeheizten Dachräumen und Kellern.

Für die vereinfachte Berechnung der Lüftungsheizlast kommt es vor allem auf das Vorhandensein einer Lüftungsanlage an, so dass in Zuluft-, Überström- und Ablufträume unterschieden wird. Da der Sanierungsgrad von Fenstern i. A. sehr hoch ist, spielt bei Fensterlüftung eher das Nutzerverhalten als die Undichtheit eine Rolle. Sehr große Lüftungsverluste treten in von Rauchern benutzten Räumen auf.

Die Heizlast lässt sich z.B. mit Hilfe der Werte in

Tafel 0-8 bis

Tafel 0-12 abschätzen. Tabelliert sind Heizlasten \dot{q}_T und \dot{q}_V [in W/m²]. Die Kennwerte sind jeweils mit der Größe der Fläche A [in m²] zu multiplizieren, wobei für die Transmissionsheizlast (Transmissionswärmebedarf) die Bauteilflächen maßgeblich sind, für die Lüftungsheizlast (Lüftungswärmebedarf) jedoch die Grundfläche zählt.

Tafel 0-8 Transmissionsheizlast je m² Außenwandfläche

U-Wert, in [W/m ² K]		2,5 ... 1,7	1,69 ... 1,2	1,19 ... 0,7	0,69 ... 0,3	0,29 ... 0,20
Außenwände	Alter	bis 1948	1949 bis 1977	1978 bis 1994	ab 1995 bis heute	Niedrigenergiehaus
	Art	Vollziegel bis 38 cm Fachwerk	Vollziegel 38 ... 51 cm Gitterziegel 24 cm Bimshohlsteine	Bimsvollsteine Gitterziegel 36 cm	Konstruktionen mit Dämmschichten	Konstruktionen mit Dämmschichten
	Dämmung	Konstruktion ohne extra Wärmedämmung	Konstruktion mit max. 1 ... 2 cm Dämmung	Konstruktion wie "sehr schlecht" und "schlecht" plus ca. 3 ... 6 cm Dämmung	Konstruktion wie "sehr schlecht" und "schlecht" plus ca. 6 ... 12 cm Dämmung Konstruktion wie "normal" plus ca. 3 ... 6 cm Dämmung	Konstruktion wie "sehr schlecht" und "schlecht" plus ca. 12 ... 30 cm Dämmung Konstruktion wie "normal" plus ca. 6 ... 12 cm Dämmung
Transmissionsheizlast	... an Außenluft	74 W/m ²	51 W/m ²	33 W/m ²	17 W/m ²	5 W/m ²
	... an Erdreich oder unbeheizten Raum	44 W/m ²	30 W/m ²	21 W/m ²	10 W/m ²	3 W/m ²

Tafel 0-9 Transmissionsheizlast je m² Decken- oder Dachfläche

U-Wert, in [W/m ² K]		2,5 ... 1,7	1,69 ... 1,2	1,19 ... 0,7	0,69 ... 0,3	0,29 ... 0,20
Decken und Dächer	Alter	bis 1948	1949 bis 1958	1959 bis 1977	1978 bis 1983	1984 bis heute
	Art	Stahlsteindecke Stahlbetondecke Steildach mit Ziegel und Putz	Stahlbetonflachdach Steildach mit Putz und Bimsvollsteinen zwischen Sparren	Holzbalkendecke Steildach verputzt mit Heraklithplatten	Stahlbeton mit Schaumglas und Kiesschüttung	Konstruktionen mit Dämmschichten
	Dämmung	Konstruktion ohne extra Wärmedämmung	Konstruktion mit max. 1 ... 2 cm Dämmung	Konstruktion wie "sehr schlecht" und "schlecht" plus ca. 3 ... 6 cm Dämmung	Konstruktion wie "sehr schlecht" und "schlecht" plus ca. 6 ... 12 cm Dämmung Konstruktion wie "normal" plus ca. 3 ... 6 cm Dämmung	Konstruktion wie "sehr schlecht" und "schlecht" plus ca. 12 ... 30 cm Dämmung Konstruktion wie "normal" plus ca. 6 ... 12 cm Dämmung
Transmissionsheizlast	... an Außenluft	74 W/m ²	51 W/m ²	33 W/m ²	17 W/m ²	5 W/m ²
	... an Erdreich oder unbeheizten Raum	44 W/m ²	30 W/m ²	21 W/m ²	10 W/m ²	3 W/m ²

Tafel 0-10 Transmissionsheizlast je m² Boden- oder Kellerdeckenfläche

U-Wert, in [W/m ² K]		2,5 ... 1,7	1,69 ... 1,2	1,19 ... 0,7	0,69 ... 0,3	0,29 ... 0,20
Böden und Kellerdecken	Alter	vor 1918	1919 bis 1977	1978 bis heute	Niedrigenergiehaus	
	Art	Feldsteine Stahlbeton Stahlstein mit Gussasphalt	gemauertes Gewölbe mit Dielen	Holzbalkendecke Stahlbeton mit Schlackeschüttung Stahlbeton mit Trittschall und Estrich	Konstruktionen mit Dämmschichten	Konstruktionen mit Dämmschichten
	Dämmung	Konstruktion ohne extra Wärmedämmung	Konstruktion mit max. 1 ... 2 cm Dämmung	Konstruktion wie "sehr schlecht" und "schlecht" plus ca. 3 ... 6 cm Dämmung	Konstruktion wie "sehr schlecht" und "schlecht" plus ca. 6 ... 12 cm Dämmung Konstruktion wie "normal" plus ca. 3 ... 6 cm Dämmung	Konstruktion wie "sehr schlecht" und "schlecht" plus ca. 12 ... 30 cm Dämmung Konstruktion wie "normal" plus ca. 6 ... 12 cm Dämmung
Transmissionsheizlast	... an Außenluft	74 W/m ²	51 W/m ²	33 W/m ²	17 W/m ²	5 W/m ²
	... an Erdreich oder unbeheizten Raum	44 W/m ²	30 W/m ²	21 W/m ²	10 W/m ²	3 W/m ²

Tafel 0-11 Transmissionsheizlast je m² Fenster und Tür

U-Wert, in [W/m ² K]		5,5 ... 2,5	2,49 ... 1,7	1,69 ... 1,2	1,19 ... 0,9
Fenster und Türen	Alter	vor 1977	vor 1984	1984 bis heute	Niedrigenergiehaus
	Art	Einfachverglasung	Doppelverglasung (Isolierverglasung)	doppeltes Wärmeschutzglas	dreifaches Wärmeschutzglas
Transmissionsheizlast	... an Außenluft	140 W/m ²	74 W/m ²	51 W/m ²	33 W/m ²
	... an beheizten Raum	84 W/m ²	44 W/m ²	30 W/m ²	21 W/m ²

Tafel 0-12 Lüftungsheizlast je m² Grundfläche

Luftwechsel, in [h ⁻¹]	1,1 ... 0,8	0,79 ... 0,6	0,59 ... 0,4	0,39 ... 0,1
Raumart	Raucherräume Zulufräume bei Lüf- tungsanlagen WCs mit Außenfenstern	normale Raumnutzung undichte Fenster	normale Raumnutzung dichte Fenster	Ablufräume bei Lüf- tungsanlagen
Lüftung- heizlast	32 W/m ²	23 W/m ²	17 W/m ²	8 W/m ²

Beispiel: ein Raum mit 16 m² Grundfläche weist 18 m² Außenwand (Vollziegel 24 cm ohne Dämmung) und 2,8 m² Fenster (doppeltes Wärmeschutzglas, dicht, keine Lüftungsanlage) auf. Die anderen Begrenzungsflächen grenzen an andere ähnlich temperierte Innenräume. Die Raumheizlast beträgt überschlägig: $18 \text{ m}^2 \cdot 74 \text{ W/m}^2 + 51 \text{ W/m}^2 \cdot 2,8 \text{ m}^2 + 17 \text{ W/m}^2 \cdot 16 \text{ m}^2 = 1750 \text{ W}$ (

Tafel 0-8, Tafel 0-11,

Tafel 0-12).

Die in

Tafel 0-8 bis

Tafel 0-12 tabellierten Werte gelten für eine minimale Auslegungstemperatur von -14 °C. Befindet sich das Gebäude an einem Ort, an dem eine andere minimale Außentemperatur maßgeblich ist, ist die Raumheizlast mit dem Faktor nach Tafel 0-13 zu korrigieren. Dargestellt sind ältere Werte für die minimale Normaußentemperatur nach der Heizlastnorm von 2004.

Beispiel: der Beispielraum befindet sich in Wernigerode, es gilt eine Auslegungsheizlast von -16 °C. Die Raumheizlast beträgt dann: 1750 W · 1,06 = 1855 W (Tafel 0-13).

Tafel 0-13 Korrekturfaktor für die Heizlast

$\theta_{a,min}$	Beispielhafte Orte	Umrechnung
- 18 °C	Fichtelberg, Garmisch-Partenkirchen, Mittelberg, Oberaudorf, Oberstdorf, Weihenstephan	1,11
- 16 °C	Bamberg, Bayreuth, Berchtesgaden, Brocken, Burghaslach, Chemnitz, Cottbus, Doberlug-Kirchhain, Donaueschingen, Erlangen, Frankfurt/Oder, Freudenstadt, Görlitz, Göttingen, Großer Inselberg, Gschwend, Heidenheim, Hof, Kaltennordheim, Kirchheim/Teck, Mittenwald, Mühlendorf, München, Münsingen, Nördlingen, Nürnberg, Plauen, Regensburg, Rosenheim, Sonneberg, St. Blasien, Torgau, Trostberg, Tübingen, Villingen, Weiden, Wernigerode	1,06
- 14 °C	Angermünde, Artem, Augsburg, Bad Herrenalb, Bad Hersfeld, Bad Kissingen, Bad Kohlgrub, Bad Nauheim, Bad Salzuflen, Badenweiler, Berlin, Birkenfeld, Blankenrath, Braunlage, Braunschweig, Brilon, Buchen, Clausthal, Coburg, Dresden, Erfurt, Gardelegen, Gera, Gilserberg, Grünow, Gütersloh, Halle, Hannover, Herchenhain, Hüll, Isny, Jena, Leipzig, Lindenberg, Magdeburg, Marnitz, Müncheberg, Neuglobsow, Neuruppin, Neustrelitz, Nürburg, Öhringen, Passau, Pommelsbrunn, Potsdam, Ravensburg, Rothenburg, Salzwedel, Ulm, Wahnsdorf, Wittenberg, Wittenberge, Witzenhausen, Zehdenick	1,00
- 12 °C	Aachen, Alzey, Bad Ems, Bad Kreuznach, Baden-Baden, Bergzabern, Boizenburg, Bremen, Darmstadt, Dillenburg, Dortmund, Elsdorf, Frankfurt/Main, Freiburg, Friedrichshafen, Geisenheim, Gelnhausen, Gießen, Goldberg, Greifswald, Hamburg, Hameln, Herford, Hilgenroth, Iserlohn, Karlsruhe, Kassel, Lüdenscheid, Mannheim, Münster, Neumünster, Neuwied, Pforzheim, Pirmasens, Saarbrücken, Schwerin, Stuttgart, Teterow, Trochtelfingen, Ueckermünde, Waren, Weilburg, Wertheim, Wildbad-Sommerberg, Worms, Wuppertal, Würzburg	0,94
- 10 °C	Arkona, Aulendorf, Bensheim, Bernkastel, Boltenhagen, Bonn, Borkum, Bremerhaven, Cuxhaven, Duisburg, Düsseldorf, Emden, Essen, Heidelberg, Husum, Kiel, Kleve, Köln, Lingen, List auf Sylt, Lübeck, Neustadt, Norderney, Oldenburg, Putbus, Schleswig, St. Peter, Travemünde, Trier, Warnemünde, Wiesbaden	0,89

Die Heizlast der einzelnen Räume hängt stark von der Lage innerhalb des Gebäudes (Anzahl der Außenflächen und Fenstergrößen) ab, so dass in der Praxis die außenflächenbezogene Heizlastberechnung zu bevorzugen ist, vgl. Bild 3.

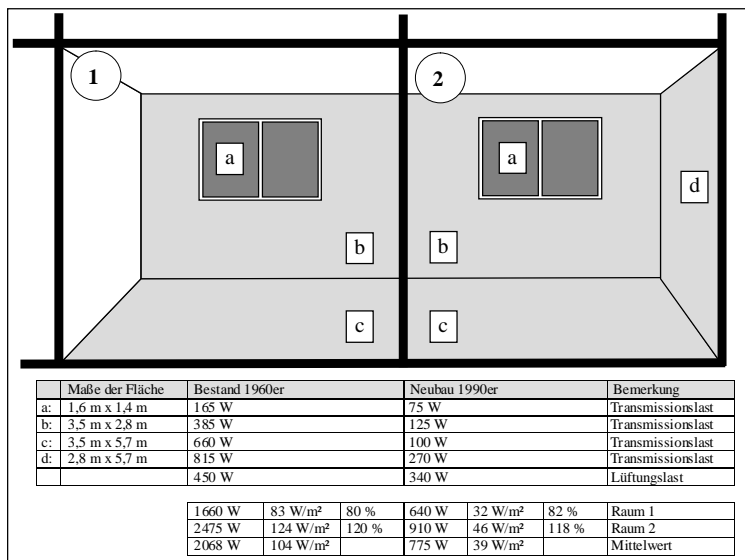


Bild 3 Vergleich der Raumheizlasten für einen Innen- und einen Eckraum