

Berechnung der Heizlast

Der Wärmeleistungsbedarf für Raumheizung wurde bislang nach DIN 4701 Teile 1 bis 3 "Wärmebedarfsberechnung" bestimmt. Diese Norm wird künftig durch die DIN EN 12831 in Verbindung mit der deutschen Umsetzung in Beiblatt 1 ersetzt. Das dort beschriebene Verfahren wird hier vorgestellt. Die DIN EN 12831 befand sich zur Zeit der Redaktion des nachfolgenden Beitrags in Überarbeitung. Es wird der letzte verfügbare Notmtext kommentiert.

1.1. 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 neuen europäischen Norm ergeben sich größere Normleistungen, also installierte Heizkörperflächen und Wärmeerzeugerleistungen. Die bedeutet, dass die untere Leistungsgrenze für einen behaglichen Anlagenbetrieb abgesteckt werden kann: sie liegt etwas oberhalb der Normwerte von 1983.

1.2. Überblick EN 12831

Die EN 12831 (August 2003)² ist eine europäische Norm, die einen für alle Länder verbindlichen Rechenanteil (mit Formelwerk) enthält. In die Formeln einzusetzende Standardkenngrößen werden je nach Land in separaten nationalen Anhängen oder Beiblättern herausgegeben. Sofern ein Land für einzelne Größen keine Standardwerte angibt, gelten die in der EN 12831 Anhang D genannten Werte statt dieser. Der nationale Anhang ist in Deutschland seit April 2004 als Beiblatt 1 zur EN 12831³ verfügbar.

Die Normheizlast wird berechnet aus den Anteilen für Transmission und Lüftung. Die Transmissionswärmeverluste enthalten die Wärmeverluste nach außen aufgrund von Wärmedurchgang durch die umschließenden Flächen sowie den Wärmefluss aufgrund Wärmedurchgang zwischen beheizten Räumen, der dadurch entsteht, dass die Räume auf unterschiedlichen Temperaturniveaus beheizt werden. Die Lüftungswärmeverluste enthalten Wärmeverluste nach außen aufgrund der Lüftung und Infiltration durch die Gebäudehülle, sowie den Lüftungswärmefluss zwischen einzelnen beheizten Räumen innerhalb des Gebäudes.

Die Norm DIN EN 12831 bietet zwei Verfahren zur Bestimmung der Heizlast an, ein vereinfachtes und ein ausführliches Verfahren. Das vereinfachte Verfahren gilt nur unter bestimmten, vereinfachten Voraussetzungen (kleine Wohngebäude).

¹ Jagnow, Kati und Wolff, Dieter; Der Energieberater - Loseblattsammlung; Die neue Heizlastberechnung; Wolters-Kluwer; Köln; 2003 ff.

² DIN EN 12831; Heizungsanlagen in Gebäuden – Verfahren zur Berechnung der Norm-Heizlast; 2003.

³ DIN EN 12831 Beiblatt 1; Nationaler Anhang; 2006

Sonderfälle der Norm: Für die Berechnung von Räumen mit Raumhöhen über 5 Meter gelten gesonderte Formeln, die in einem Anhang niedergelegt sind. Ebenso für Gebäude, deren Luft- und mittlere Strahlungstemperatur signifikant voneinander abweichen.

1.3. Änderungen mit der EN 12831

Der Begriff "Wärmebedarfsberechnung", der die Berechnung einer Energiemenge implizierte, wird durch den Begriff "Heizlastberechnung" ersetzt. Es wird eine Auslegungsleistung (in W) berechnet.

Für die Bestimmung der Außenflächen und Volumina nach dem ausführlichen Rechenverfahren schreibt die Norm EN 12831 keinen bestimmten Bezug auf entweder Außen- oder Innenmaße vor. Diese Entscheidung liegt im Ermessen der einzelnen europäischen Länder. In Deutschland wurde für die Berechnung der Heizlast der Außenmaßbezug gewählt. Damit wird die alte Vorgehensweise der Berechnung nach DIN 4701-1 bis 3 (früher Innenmaßbezug) grundlegend verändert.

Das bedeutet: anders als bisher ergeben sich die der Rechnung zugrunde liegenden Abmessungen der Bauteile für Längen und Breiten von Außenbauteilen aus den äußeren Rohbaumaßen, für Höhen der Wände aus den Geschosshöhen, die Abmessungen der Fenster und Türen aus den Maueröffnungsmaßen. Das Volumen (für die Lüftungswärmeverluste) wird anhand der lichten Innenmaße bestimmt.

Für das vereinfachte Verfahren schreibt die EN 12831 verbindlich für alle Länder den Außenmaßbezug vor. Die Bestimmung der Maße ist in Bild 1 erläutert.

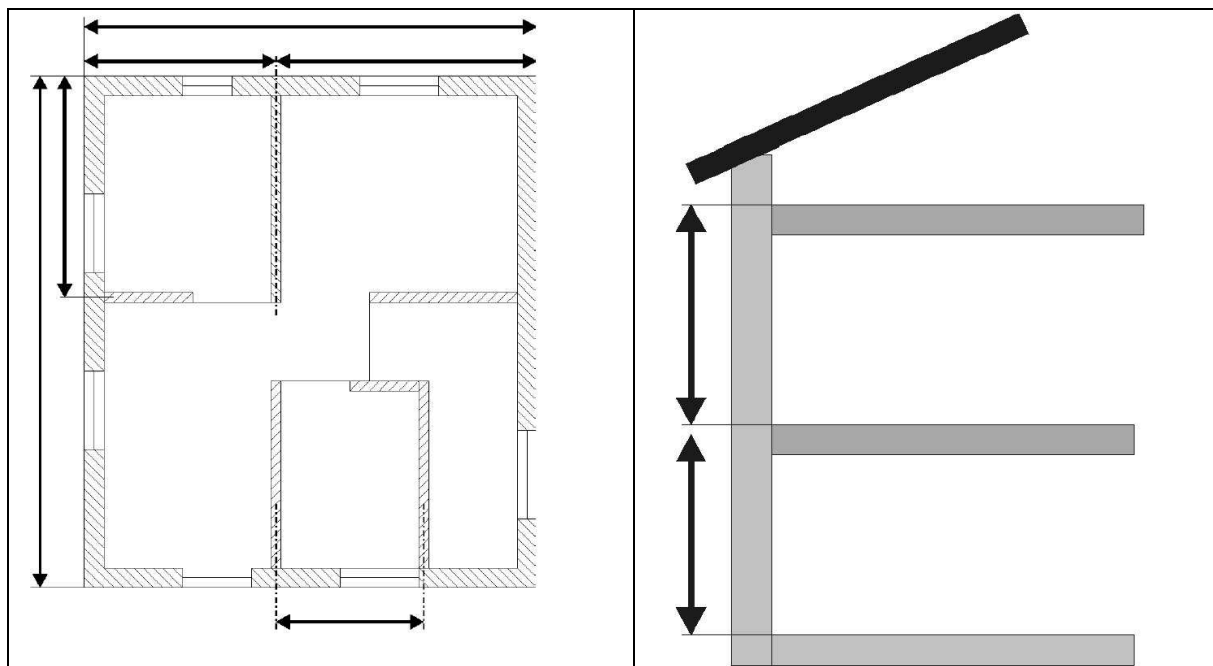


BILD 1 BEZUGSMAßE

Der Bezugspunkt für die vertikalen Maße ist der Abstand zwischen den Geschossoberflächen (die Dicke des Kellerbodens wird vernachlässigt). Der Bezugspunkt für die Innenwände ist für die horizontalen Maße der Abstand der Wandmitten (d. h. bei Innenwänden wird die Hälfte der Wandstärke berücksichtigt). Das Luftvolumen (nach Innenmaßen) kann vereinfacht aus dem Volumen nach Außenmaßen bestimmt werden, indem es mit dem Faktor 0,8 umgerechnet wird.

Die Außenmaße zur Heizlastbestimmung sind dieselben, die auch für den Energiebedarfsausweis nach EnEV (Energieeinsparverordnung) verwendet werden. Sie können in die Rechnung nach EN 12831 übernommen werden. Dieser Aspekt dürfte die Rechenarbeit für den Planer und die Zusammenarbeit mit den Architekten, Statikern und Tragwerksplanern sehr vereinfachen!

Weitere Änderungen sind:

- Die Transmissionswärmeverluste werden unter Berücksichtigung der Wärmebrückeneffekte bestimmt, analog der europäischen Energiebilanzverfahren.
- Die Korrekturen des k-Werts (Außenflächenkorrektur und Sonnenkorrektur) entfallen.
- Es entfällt die Berechnung der außenflächenbezogenen Speichermasse und die Außentemperaturkorrektur aufgrund der Bauschwere. Damit sind die Bezugsaußentemperaturen niedriger als in der früheren DIN 4701.
- Die Unterscheidung der Gebäude in einen Schachttyp und einen Geschosstyp bei der Berechnung der Lüftungsheizlast entfällt. Die Höhenkorrektur bleibt jedoch in modifizierter Form erhalten und wird auf alle Gebäude angewendet. Die Gebäudedichtheit (Messwert nach Gebäudedichtheitsmessung n_{50}) kann bei der Lastberechnung berücksichtigt werden.
- Die Wärmeverluste an das Erdreich werden nach einem anderen Ansatz berechnet. Es gibt zudem eine vereinfachte Berechnung im Kurzverfahren.

Wichtige neue Formelzeichen sind:

- Temperatur: Θ (großes Theta) in °C früher ϑ ,
- Luftwechselrate: n in h^{-1} früher β ,
- Wärmedurchgangskoeffizient U in $W/(m^2K)$ früher k ,
- Wärmestrom: Φ (großes Phi) in W früher \dot{Q} ,
- Wärmeverlustkoeffizient: H in W/K
- Abschirmkoeffizient: e ohne Einheit früher etwa Hauskenngroße H

Wichtige neue Indizes sind:

- außen: e (Englisch: external) früher a
- innen: int (Englisch: internal) früher i
- unbeheizt: u (Englisch: unheated)
- erdreichberührt: g (Englisch: ground)
- Lüftung: V (Englisch: ventilation) früher L
- Wiederaufheizung RH (Englisch: reheat)

1.4. Verknüpfung zwischen EN 12831 und nationalem Beiblatt

In Anhang D der EN 12831 werden Kennwerte (Temperaturen, Wärmebrückenzuschläge, Mindestluftwechsel etc.) und Anwendungshinweise (Flächenbezug, Anwendungsbeschränkung des vereinfachten Verfahrens) für die Berechnung angegeben. Werden in den einzelnen Ländern der EU eigene Anhänge herausgegeben, sind die nationalen Werte verbindlich, ansonsten gelten die europäischen Standardwerte.

Das Beiblatt 1 enthält die in Deutschland gültigen Eingabedaten und Parameter für die Berechnung der Heizlast nach DIN EN 12831. Es gilt als nationaler Anhang. Nur Werte, die in diesem Beiblatt 1 nicht genormt sind, müssen aus Anhang D entnommen werden.

Das Beiblatt legt unter anderem folgende Werte fest:

- Außentemperatur Θ_e , Innentemperaturen Θ_{int}
- Wärmebrückenzuschläge f_c , Temperaturreduktionsfaktoren für Wärmeverluste zu unbeheizten Zonen b_u , Wärmeverluste ans Erdreich, Temperaturen von Nachbarräumen,
- Mindestluftwechsel n_{min} , Dichtheitswerte für Gebäude n_{50} , Abschirmungskoeffizienten für Windanströmung e , Höhenkorrekturfaktoren ε ,
- Wiederaufheizzuschläge f_{RH} .

Tafel 0-1 zeigt die Verknüpfungen der europäischen Norm EN 12831 mit dem nationalen Anhang Beiblatt 1.

TAFEL 0-1 VERKNÜPFUNG VON EUROPÄISCHER NORM UND NATIONALEM ANHANG

EN 12831		Deutsches Beiblatt 1	
1	Anwendungsbereich	1	Anwendungsbereich
2	Normative Verweisungen		
3	Definitionen und Formelzeichen		
4	Grundzüge des Berechnungsverfahrens		
5	Allgemeine Betrachtungen		
5.1	Berechnungsverfahren für einen beheizten Raum		
5.2	Berechnungsverfahren für eine Gebäudeeinheit oder ein gesamtes Gebäude		
5.3	Vereinfachtes Berechnungsverfahren		
6	Benötigte Angaben	2	Tabellen für Eingabedaten und Parameter zur Heizlastberechnung
6.1	Meteorologische Daten	2.1	Meteorologische Daten
6.2	Norm-Innentemperatur	2.2	Norm-Innentemperatur
6.3	Gebäudedaten	2.3	Gebäudedaten
7	Gesamt-Normwärmeverluste eines beheizten Raumes – Standardfall		
7.1	Norm-Transmissionswärmeverluste	2.4	Norm-Transmissionswärmeverluste
7.2	Norm-Lüftungswärmeverluste	2.5	Norm-Lüftungswärmeverluste
7.3	Räume mit unterbrochenem Heizbetrieb	2.6	Räume mit unterbrochenem Heizbetrieb
8	Norm-Heizlast		
8.1	Norm-Heizlast eines beheizten Raumes	2.7	Netto-Heizlast und Norm-Heizlast
8.2	Norm-Heizlast einer Gebäudeeinheit bzw. eines Gebäudes	2.8	Gleichzeitig wirksamer Lüftungswärmeanteil durch Infiltration
9	Vereinfachtes Berechnungsverfahren	2.9	Vereinfachte Berechnungsmethode
9.1	Norm-Wärmeverluste eines beheizten Raumes		
9.2	Norm-Heizlast für einen beheizten Raum		
9.3	Gesamte Norm-Heizlast für eine Gebäudeeinheit oder ein Gebäude		
		3	Formblätter
		3.1	Ausführliches Verfahren
		3.2	Vereinfachtes Verfahren
		4	Muster der Formblätter
A	Grundlegende Randbedingungen für behagliche Innenraumbedingungen		
B	Berechnungsverfahren für Norm-Wärmeverluste in Sonderfällen		
C	Beispielrechnung	5	Beispielrechnung
		5.1	Ausführliches Verfahren
		5.2	Vereinfachtes Verfahren
D	Anhaltswerte zu den Berechnungen nach den Abschnitten 6 bis 9		

Als weitere Änderung ist die Berechnung der früheren k-Werte, heute U-Werte zu nennen. Für die Berechnung der wärmetechnischen Eigenschaften der Bauteile gelten mehrere europäische Normen. Dies sind:

- Wärmeübergangswiderstände, Wärmedurchgangswiderstände von (nicht)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

1.5. 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 (minimale Außentemperatur Θ_e) und ggf. des Jahresmittels der Außenlufttemperatur ($\Theta_{m,e}$ 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. Ermittlung der Gebäudedaten, d. h. der Abmessungen (Luftvolumen V_i , Bauteilflächen A_k , ggf. Längen der Wärmebrücken l) und der wärmetechnischen Eigenschaften aller Bauteile (Wärmedurchgangskoeffizienten U , ggf. längenbezogene Wärmedurchgangskoeffizienten für Wärmebrücken ψ) für jeden beheizten oder unbeheizten Raum.
4. Berechnung des Koeffizienten für die Norm-Transmissionswärmeverluste (H_T) und Multiplizieren mit der Norm-Temperaturdifferenz, um die Norm-Transmissionswärmeverluste (Φ_T) zu erhalten. Berücksichtigung aller Wärmeströme: durch die Gebäudehülle nach außen, ins Erdreich, in unbeheizte Räume oder in anders temperierte Nachbarräume.
5. Berechnung des Koeffizienten für die Norm-Lüftungswärmeverluste (H_V) und Multiplizieren mit der Norm-Temperaturdifferenz, um die Norm-Lüftungswärmeverluste (Φ_V) zu erhalten. Es werden der Mindestluftwechsel, Angaben zur Gebäudedichtheit, bei Lüftungsanlagen die Zu- und Abluftrate sowie Zuströmtemperaturen benötigt.
6. Addieren der Norm-Transmissionswärmeverluste und der Norm-Lüftungswärmeverluste zum gesamten Norm-Wärmeverlust (Φ_i).
7. Optionale Berechnung der Aufheizleistung (Φ_{RH}) des beheizten Raumes unter Berücksichtigung einer Korrekturgröße für die Aufheizleistung. Dies ist eine zusätzliche Leistung für den Ausgleich zeitlich unterbrochener Beheizung. Sie muss mit dem Auftraggeber vereinbart werden.
8. Die Norm-Heizlast (Φ_{HL}) eines beheizten Raumes ergibt sich aus der Summe der Norm-Wärmeverluste Φ_i und der Aufheizleistung Φ_{RH} .

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

1. Summierung der Norm-Transmissionswärmeverluste aller beheizten Räume, ohne den Wärmefluss zwischen den beheizten Räumen zu berücksichtigen, um die gesamten Auslegungs-Transmissions-Wärmeverluste für die Gebäudeeinheit oder das gesamte Gebäude zu erhalten.
2. Summierung der Norm-Lüftungswärmeverluste aller beheizten Räume, ohne den Wärmefluss zwischen den beheizten Räumen zu berücksichtigen, um die gesamten Auslegungs-Lüftungswärmeverluste für die Gebäudeeinheit oder das gesamte Gebäude zu erhalten. Eine Verminderung der Infiltrationslüftungsverluste (Gleichzeitigkeit) ist berücksichtigt.
3. Addieren der Norm-Transmissionswärmeverluste aller beheizten Räume und der Norm-Lüftungswärmeverluste einer Gebäudeeinheit oder eines gesamten Gebäudes.
4. Optionale Berechnung der gesamten Aufheizleistung für eine Gebäudeeinheit oder ein gesamtes Gebäude unter Berücksichtigung einer Korrekturgröße für die zusätzliche Aufheizleistung.
5. Die Norm-Heizlast für eine Gebäudeeinheit oder ein gesamtes Gebäude ergibt sich aus der Summe der gesamten Norm-Wärmeverluste und – falls vereinbart - der gesamten Aufheizleistung.

1.6. Formelsammlung zum ausführlichen Verfahren

Bild 2 zeigt die Zusammenhänge der Berechnungsschritte bei der Heizlastberechnung, die Formelzeichen und Bedeutung der neuen Rechengrößen.

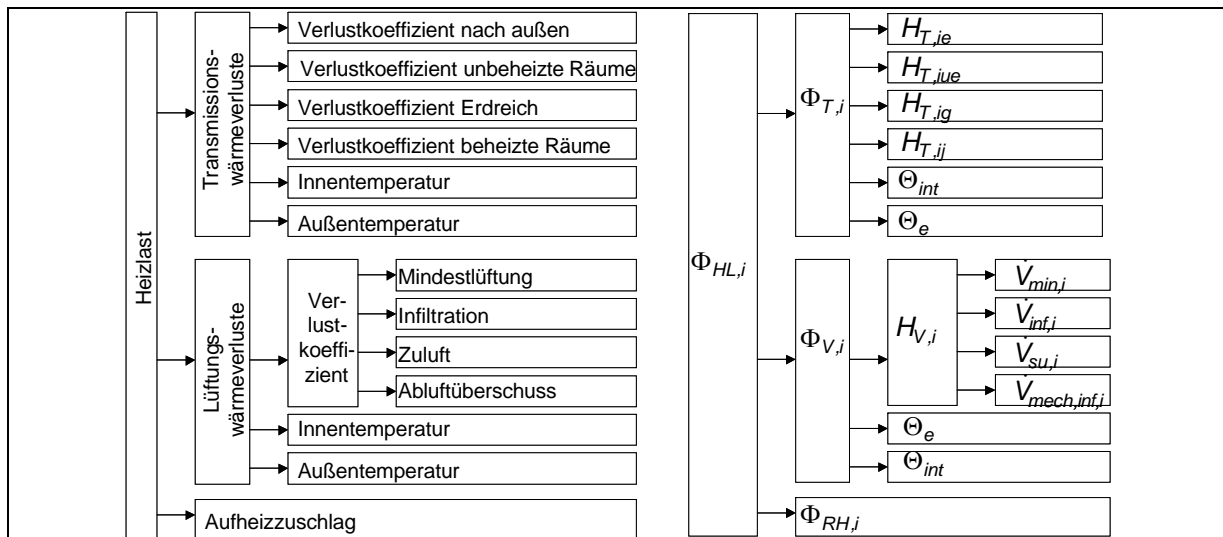


BILD 2 ZUSAMMENHÄNGE BEI DER AUSFÜHRLICHEN BERECHNUNG

Innen- und Außentemperaturen

Im Anhang D der EN 12831 werden keine Norm-Außentemperaturen Θ_e [in °C] angegeben. Es muss in jedem Fall in jedem europäischen Land auf die nationalen Anhänge zurückgegriffen werden. Das deutsche Beiblatt 1 zur EN 12831 enthält die Normaußentemperaturen für über 500 Orte in Deutschland (jeweils mit über 20 000 Einwohnern). Weiterhin werden repräsentative Jahresmitteltemperaturen angegeben und der Ort ggf. der windstarken Gegend zugeordnet.

Eine Übersicht über die Norm-Außentemperaturen für 15 beispielhafte Referenzstandorte (in Anlehnung an die 15 Klimazonen nach DIN 4108-6) zeigt Tafel 0-2.

TAFEL 0-2 AUSWAHL VON NORMAUßENTEMPERATUREN Θ_e FÜR 15 ORTE IN DEUTSCHLAND UND ZUORDNUNG ZUR WINDSTARKEN GEGEND (W)

1	Norderney -10°C W	6	Erfurt -14°C	11	Würzburg -12°C
2	Hamburg -12°C W	7	Essen -10°C	12	Mannheim -12°C
3	Rostock -10°C W	8	Kassel -12°C	13	Freiburg i.Br. -12°C
4	Potsdam -14°C	9	Chemnitz -14°C	14	München -16°C
5	Braunschweig -14°C W	10	Hof, Saale -18°C W	15	Garmisch-Partenkirchen -18°C

Sowohl im Anhang D der EN 12831 als auch im deutschen Beiblatt sind verschiedene Innentemperaturen Θ_{int} [in °C] für unterschiedliche Raum- und Gebäudetypen festgelegt. Einen Auszug der in Deutschland relevanten Werte zeigt Tafel 0-3. Die DIN EN 12831 weist darauf hin, dass bei allen nicht tabellierten Raumtypen die der Rechnung zugrunde zu legenden Berechnungstemperaturen mit dem Auftraggeber vereinbart werden sollten.

TAFEL 0-3 AUSWAHL VON NORM-INNENTEMPERATUREN

Raumtyp	Norminnentemperatur Θ_{int} , in [°C]
Wohn- und Schlafräume, Küchen, Aborte, Büroräume, Schalterhallen, Hotelzimmer, Läden, Unterrichtsräume, Theater	20
Bäder, Duschen, Untersuchungszimmer	24
geheizte Nebenräume, Vorräume, Flure	15
unbeheizte Nebenräume, Treppenräume	10

Norm-Transmissionswärmeverluste

Die Norm-Transmissionswärmeverluste Φ_T [in W] eines Raumes werden aus der Temperaturdifferenz zwischen innen (Θ_{int}) und außen (Θ_e) sowie der verschiedenen Transmissionswärmeverlustkoeffizienten des Raumes H_T [in W/K] bestimmt.

$$\Phi_{T,i} = (\Theta_{int,i} - \Theta_e) \cdot (H_{T,ie} + H_{T,iue} + H_{T,ig} + H_{T,ij})$$

Die Indizierung der Transmissionswärmeverlustkoeffizienten hat folgende Bedeutung:

- "ie" - Wärmeverlust des beheizten Raumes von innen (i) direkt nach außen (e),
- "iue" - Wärmeverlust von innen (i) über einen unbeheizten Raum (u) nach außen (e),
- "ig" - Wärmeverluste von innen (i) an das Erdreich (g) und
- "ij" - Wärmeverluste an benachbarte beheizte Räume innerhalb des Gebäudes oder eines Nachbargebäudes.

Die direkten Wärmeverluste des Raumes an die Umgebung $H_{T,ie}$ [in W/K] werden mit Hilfe der Bauteilflächen A_k [in m²], der Wärmedurchgangskoeffizienten der einzelnen Bauteile U_k [in W/(m²K)] sowie unter Berücksichtigung von Wärmebrücken berechnet. Die Betrachtung von Wärmebrücken wurde neu in das Verfahren der Heizlastberechnung aufgenommen.

Die Wärmebrücken werden entweder aus ihrer Länge l_l [in m] und dem Längenbezogenen Wärmeverlust ψ_l [in W/(mK)] bestimmt oder es wird ein Zuschlag f_c [in W/(m²K)] auf den U-Wert angesetzt.

$$H_{T,ie} = \sum A_k \cdot U_k + \sum \psi_l \cdot l_l = \sum A_k \cdot (U_k + f_c)$$

Werte für die Korrekturfaktoren f_c sind im deutschen Beiblatt angegeben. Wie bei der Berechnung zur Energieeinsparverordnung beträgt der Zuschlag ohne Nachweis $f_c = 0,1$ W/(m²K). Werden die Wärmebrücken nach DIN 4108 BBI.2 ausgeführt gilt $f_c = 0,05$ W/(m²K). Es ist zu beachten: auf europäischer Ebene gelten deutlich andere Zuschläge, es sind Werte von 0 ... 0,35 W/(m²K) zu finden!

Zur Berechnung der Wärmeverluste durch unbeheizte Räume an Außenluft $H_{T,iue}$ [in W/K] wird ein zusätzlicher Faktor b_u [ohne Einheit] eingeführt. Er kann aus dem Verhältnis der Temperaturdifferenz zum Nachbarraum bezogen auf die Temperaturdifferenz nach außen berechnet werden. Beispiel: für einen Raum mit $\Theta_i = 20$ °C und einen unbeheizten Nachbarraum mit $\Theta_u = 5$ °C ergibt sich bei einer Außentemperatur von $\Theta_e = -10$ °C ein Wert $b_u = (20-5) / (20-(-10)) = 0,5$.

$$H_{T,iue} = \sum A_k \cdot U_k \cdot b_u + \sum \psi_l \cdot l_l \cdot b_u$$

Auch für unbeheizte Räume, deren Innentemperatur nicht bekannt ist, ist ein Rechenverfahren angegeben, welches hier nicht detailliert beschrieben werden soll. Im Standardfall können Werte für b_u jedoch aus nationalen Tabellen entnommen werden. Im deutschen Beiblatt und Änderungsblatt A1 sind Werte im Bereich von 0,25 ... 1,0 hinterlegt.

Die Bestimmung der Wärmeverlust an das Erdreich $H_{T,ig}$ [in W/K] basiert auf den Bauteilflächen A_k [in m²], den äquivalenten Wärmedurchgangskoeffizienten $U_{equiv,k}$ [in W/(m²K)] sowie auf drei Korrekturfaktoren G_w , f_{g1} und f_{g2} [alle ohne Einheit].

$$H_{T,ig} = (\sum A_k \cdot U_{equiv,k}) \cdot G_w \cdot f_{g1} \cdot f_{g2}$$

Der Korrekturfaktor f_{g1} zur Berücksichtigung der Außentemperaturschwankung wird in Deutschland fest auf den Wert 1,45 festgelegt. Der Reduktionsfaktor für die wirksame Temperaturdifferenz des Erdreichs f_{g2} wird mit Hilfe der mittleren Außentemperatur des Standortes berechnet und liegt etwa bei 0,30 ... 0,45. Der Korrekturfaktor zur Berücksichtigung des Grundwassereinflusses G_w ist eine feste Größe: bei Grundwassertiefen von 1 m und mehr beträgt er 1,0. Für geringere Tiefen als 1 m beträgt er 1,15.

Der äquivalente Wärmedurchgangskoeffizient $U_{equiv,k}$ wird mit Hilfe von Bildern bzw. Tabellen bestimmt. Er hängt u. a. vom unkorrigierten U-Wert sowie der Fläche und des Umfangs der betreffenden erdreichberührten Bauteile ab.

Wärmeverluste an andere beheizte Räume $H_{T,ij}$ [in W/K] werden ebenfalls anhand der Bauteilflächen A_k [in m²] und deren Wärmedurchgangskoeffizienten U_k [in W/(m²K)] berechnet. Eine Korrektur der von der Außentemperatur abweichenden Temperatur der Nachbarräume erfolgt mit dem Faktor f_{ij} [ohne Einheit] – analog dem oben beschriebenen Verfahren für b_u (Temperaturdifferenz zum Nachbarraum bezogen auf Temperaturdifferenz nach außen). Es werden keine Wärmebrücken berücksichtigt!

$$H_{T,ij} = \sum A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$$

Die Temperaturen in beheizten und unbeheizten Nachbarräumen werden geringer angenommen als nach DIN 4701. Beispielsweise ist für beheizte und unbeheizte Räume in angrenzenden Nachbargebäuden die mittlere Außentemperatur maßgeblich. Damit ergebene sich rechnerisch höhere Heizlasten.

Norm-Lüftungswärmeverluste

Die Norm-Lüftungswärmeverluste Φ_V [in W] eines Raumes werden aus der Temperaturdifferenz zwischen innen (Θ_{int}) und außen (Θ_e) sowie dem Lüftungswärmeverlustkoeffizienten des Raumes H_V [in W/K] bestimmt.

$$\Phi_{V,i} = (\Theta_{int,i} - \Theta_e) \cdot H_{V,i}$$

Die Lüftungswärmeverluste werden - abweichend von der alten Vorgehensweise nach DIN 4701-1 bis 3 - über einströmende Luftvolumenströme \dot{V}_i [in m³/h] bestimmt. Der Lüftungswärmeverlustkoeffizient H_V ist das Produkt aus dem maßgeblichen Luftvolumenstrom \dot{V}_i und den Stoffeigenschaften der Luft.

$$H_V = \dot{V}_i \cdot \rho \cdot c_p = \dot{V}_i \cdot 0,34 \frac{Wh}{m^3K}$$

Der maßgebliche Volumenstrom wird für Gebäude mit und ohne mechanische Belüftung unterschiedlich berechnet. Es werden bestimmt: für alle Räume der Infiltrationsvolumenstrom; für Räume mit mechanischer Lüftung zusätzlich der Zuluftvolumenstrom und ggf. ein Luftvolumenstrom, der aus einem Abluftüberschuss resultiert; für alle Räume ohne mechanische Lüftung der Mindestvolumenstrom.

Für Räume mit manueller Lüftung ist mit Hilfe der Mindestluftwechselrate n_{min} [in h⁻¹] und des Luftvolumens V_i [in m³] ein minimaler Luftvolumenstrom $\dot{V}_{min,i}$ [in m³/h] festgelegt, der für die Dimensionierung der Heizflächen zugrunde gelegt wird. Das Luftvolumen kann vereinfacht aus dem umbauten Volumen V_e eines Gebäudes berechnet werden ($V_i = 0,8 \cdot V_e$). Der Mindestluftwechsel n_{min} ist tabelliert, der Standardwert beträgt 0,5 h⁻¹. Einen Ausschnitt der Standardwerte, die das Beiblatt der EN 12831 vorschlägt, zeigt Tafel 0-4.

$$\dot{V}_{min,i} = n_{min} \cdot V_i$$

TAFEL 0-4 MINDESTLUFTWECHSEL

Raumart	Mindestluftwechsel n_{min} , in [h ⁻¹]
bewohnbarer Raum (Standardfall), Küche > 20 m ³ ,	0,5
Büroraum, Küche ≤ 20 m ³	1,0
WC oder Badezimmer mit Fenster	1,5
Besprechungsraum, Schulzimmer	2,0

Der Infiltrationsvolumenstrom $\dot{V}_{inf,i}$ [in m³/h] hängt vom Raumvolumen V_i [in m³], einem Referenzluftwechsel n_{50} [in h⁻¹] als Maß für die Gebäudedichtheit sowie zwei Korrekturfaktoren e_i und ε_i [beide ohne Einheit] ab.

$$\dot{V}_{inf,i} = 2 \cdot V_i \cdot n_{50} \cdot e_i \cdot \varepsilon_i$$

Die Luftwechselrate bei einer Druckdifferenz von 50 Pa zwischen innen und außen n_{50} kann dem Messprotokoll einer Gebäudedichtheitsmessung entnommen werden. Typische Dichtheitswerte n_{50} werden alternativ anhand der Fenster- und Türausführungen in Tabellen des Beiblatts 1 bereitgestellt. Je nach Grad der Luftdichtheit und des Gebäudetyps sind Werte hinterlegt ($n_{50} = 2 \dots 9 \text{ h}^{-1}$ für sehr dicht ... weniger dicht).

Der Abschirmkoeffizient e_i berücksichtigt den Windeinfluss bzw. die Abschirmung des Gebäudes und ist ebenfalls tabelliert. Je nach Grad der Abschirmung (windreiche Gegenden und Hochhäuser, Abschirmung durch Bäume oder andere Gebäude, Standorte im Wald oder Stadtmitte) und Anzahl der Öffnungen des Raumes nach außen ergeben sich Werte von $e_i = 0 \dots 0,05$.

Der Höhenkorrekturfaktor ε_i berücksichtigt unterschiedliche Druckverhältnisse mit steigender Höhe über dem Erdboden. Er nimmt Werte zwischen 1,0 (Höhen bis 10 m) und 2,8 (bei 100 m) an. Der Höhenkorrekturfaktor ist als der Ersatz für die Hauskenngröße H nach der alten DIN 4701 anzusehen.

Der für die Berechnung maßgebliche Volumenstrom für Gebäude und Räume ohne mechanische Lüftung ist der größere Wert von Mindest- und Infiltrationsvolumenstrom.

Für Gebäude mit mechanischer Lüftungsanlage wird der Volumenstrom \dot{V}_i [in m^3/h] aus drei Anteilen zusammengesetzt: Der erste Anteil ist der Lufteintrag durch Infiltration $\dot{V}_{inf,i}$ [in m^3/h].

Den zweiten Anteil bildet die mechanisch zugeführte Luft $\dot{V}_{su,i}$ [in m^3/h]. Dieser Anteil wird ggf. mit einem Faktor $f_{v,su,i}$ [ohne Einheit] korrigiert, wenn er nicht mit Außenlufttemperatur zuströmt. Dies ist der Fall, wenn eine Wärmerückgewinnung eingesetzt wird, wenn eine zentrale Luftaufbereitung der Luft erfolgt oder wenn die Luft aus Nachbarräumen mit anderen Temperaturen einströmt. Es gilt auch für die Bestimmung von $f_{v,su,i}$ sinngemäß der oben für b_u beschriebene Zusammenhang (Temperaturdifferenz innen - Zuluft bezogen auf Temperaturdifferenz innen - außen).

Der dritte Anteil ergibt sich, wenn ein Abluftüberschuss im Gebäude vorhanden ist, d.h. die mechanisch abgezogene Luft aus dem Gebäude größer ist als die mechanisch zugeführte. Die Differenz $\dot{V}_{mech,inf,i}$ [in m^3/h] zum Zuluftvolumenstrom muss über die Außenöffnungen in das Gebäude strömen. Hat diese Luft keine Außenlufttemperatur, wird der Volumenstrom $\dot{V}_{mech,inf,i}$ mit $f_{v,mech,i}$ [ohne Einheit] korrigiert.

$$\dot{V}_i = \dot{V}_{inf,i} + (f_{v,su,i} \cdot \dot{V}_{su,i}) + (f_{v,mech,i} \cdot \dot{V}_{mech,i})$$

Hinweis: Bei fehlenden Anlagen zu lufttechnischen Anlagen kann der Lüftungswärmeverlust wie für eine Ausführung ohne lufttechnische Anlage gerechnet werden.

Aufheizzuschlag

In Räumen mit unterbrochenem Heizbetrieb kann optional eine zusätzliche Aufheizleistung berücksichtigt werden!

Die zusätzliche Aufheizleistung hängt im Sinne der DIN EN 12831 von der Wärmekapazität der Bauteile, der maximal gewünschten Aufheizzeit, vom Temperaturabfall während der Absenkephase 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 Absenkephase verringert werden können.

Die Aufheizleistung muss mit dem Auftraggeber gesondert vereinbart werden! Die zusätzliche Aufheizleistung wird für die Auslegung der Raumheizflächen und des Wärmeerzeugers berücksichtigt!

$$\Phi_{RH} = A_i \cdot f_{RH}$$

Die Aufheizleistung Φ_{RH} [in W] richtet sich nach der Raumfläche A_i [in m^2] und nach dem Korrekturfaktor f_{RH} [in W/m^2]. Der Korrekturfaktor ist tabelliert für unterschiedlich schwere Gebäude (leicht, mittel,

schwer), unterschiedlich lange Wiederaufheizzeitdauern (0,5 ... 4 h), verschiedenen Luftwechselraten während der Aufheizung (0,1 und 0,5 h⁻¹) und unterschiedlich angenommene Innentemperaturabfälle während der Heizpause (1 ... 7 K). Der Temperaturabfall während der Heizpause kann berechnet werden. Dazu muss die wirksame Masse und das Auskühlverhalten (Zusammen: Zeitkonstante) berechnet werden.

Raumheizlast

Der gesamte Normwärmeverlust eines beheizten Raumes Φ_i [in W] berechnet sich im Standardfall aus dem Norm-Transmissionswärmeverlust Φ_T [in W] und dem Normlüftungswärmeverlust Φ_V [in W]. Die Normheizlast eines Raumes $\Phi_{HL,i}$ [in W] berechnet sich optional unter Berücksichtigung der zusätzlichen Aufheizleistung Φ_{RH} [in W].

$$\Phi_i = \Phi_{T,i} + \Phi_{V,i}$$

$$\Phi_{HL,i} = \Phi_{T,i} + \Phi_{V,i} + \Phi_{RH,i}$$

Gebäudeheizlast

Zur Bestimmung der Normheizlast eines gesamten Gebäudes oder Gebäudeteils Φ_{HL} [in W] werden nur die Transmissions- und Lüftungswärmeverluste der Räume an die Umgebung berücksichtigt. Alle Wärmeflüsse der Räume untereinander werden vernachlässigt. Die Aufheizzuschläge der Räume fließen in voller Höhe auch in die Gebäudeheizlast ein.

$$\Phi_{HL} = \sum \Phi_{T,i} + \sum \Phi_{V,i} + \sum \Phi_{RH,i}$$

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 Gebäude mit und ohne mechanische Belüftung wird der Gesamtwert für ein Gebäude wie folgt bestimmt. Für die Berechnung der Lüftungswärmeverluste gilt folgendes:

$$\text{Gebäude ohne mechanische Lüftung: } \sum \dot{V}_i = \max[0,5 \cdot \sum \dot{V}_{inf,i} \mid \sum \dot{V}_{min,i}]$$

$$\text{Gebäude mit mechanischer Lüftung: } \sum \dot{V}_i = 0,5 \cdot \sum \dot{V}_{inf,i} + (1 - \eta_V) \cdot \sum \dot{V}_{su,i} + \sum \dot{V}_{mech,inf,i}$$

In Gebäuden ohne mechanische Lüftung ist demnach entweder der Mindestvolumenstrom der Räume (Summe aller Räume) oder der halbe Infiltrationsvolumenstrom maßgeblich. Die Halbierung erfolgt, weil jeweils nur zwei Himmelsrichtungen unter Windangriff liegen können.

Ist eine mechanische Lüftungsanlage vorhanden, dann zählt die Summe aus Infiltrationsvolumenstrom (halbiert), Zuluftvolumenstrom (ggf. vorgewärmt mit Wärmerückgewinnungsgrad η_V) und Zusatzvolumenstrom bei Anlagen mit Abluftüberschuss.

1.7. Formblätter zum ausführlichen Verfahren

Projekt-Nr. / Bezeichnung			
GEBÄUDEDATEN		Datum	Seite G 1
KENNGRÖSSEN			
Gebäudetyp		Gebäudelage	
<input type="checkbox"/> Einfamilienhaus <input type="checkbox"/> Mehrfamilienhaus, Nicht-Wohngebäude		<input type="checkbox"/> gute Abschirmung <input type="checkbox"/> moderate Abschirmung <input type="checkbox"/> keine Abschirmung	
Gebäudemassen / Speicherfähigkeit		Luftdichtheit der Gebäudehülle	
<input type="checkbox"/> leicht $C_{\text{Wirk}} \quad \text{Wh/m}^3\text{K}$ <input type="checkbox"/> mittelschwer optionale Angabe aus DIN V 4108-6 <input type="checkbox"/> schwer		<input type="checkbox"/> sehr dicht <input type="checkbox"/> dicht <input type="checkbox"/> wenig dicht	
TEMPERATUREN			
Norm-Außentemperatur θ_e _____ °C		Innentemperatur nach	
Jahresmittel $\theta_{m,e}$ _____ °C		<input type="checkbox"/> Norm <input type="checkbox"/> Vereinbarung s. Formblatt V	
GEOMETRIE			
Breite b_{Geb} _____ m	Geschossanzahl n _____ -		
Länge l_{Geb} _____ m	Gebäudehöhe h_{Geb} _____ m		
Grundfläche A_{Geb} _____ m ²			
ERDREICH			
Tiefe der Bodenplatte * z _____ m	Grundwassertiefe _____ m		
Erdreich berührter Umfang P _____ m	Faktor period. f_{g1} _____ -		
Parameter * B' _____ m	Faktor Einfluss G_W _____ -		
* Wert kann raumweise abweichen			
LÜFTUNG			
Luftdurchlässigkeitswert aus Gebäudetyp und Luftdichtheit der Gebäudehülle		n_{50} _____ h ⁻¹	
Gleichzeitig wirksamer Lüftungswärmeanteil		ζ_v _____ -	
Wirkungsgrad des Wärmerückgewinnungssystems (Herstellerangabe)		η_v _____ -	
ZUSATZ-AUFHEIZLEISTUNG			
Berechnung		Absenphase	
<input type="checkbox"/> raumweise <input type="checkbox"/> global beheiztes Volumen $V_{N,Ge}$ _____ m ³ Wärmeverlustkoeff. $\Sigma H_{T,e}$ _____ W/K		Absenkdauer t_{Abs} _____ h Luftwechsel n_{Abs} _____ h ⁻¹ Temperaturabfall <input type="checkbox"/> angenommen $\Delta\theta_{RH}$ _____ K	
		Aufheizphase	
		Wiederaufheizzeit t_{RH} _____ h Luftwechsel n_{RH} _____ h ⁻¹	
		Wiederaufheizfaktor f_{RH} _____ W/m ²	

BILD 3 FORMBLATT G1 (GEBÄUDEDATEN) ZUM AUSFÜHRLICHEN VERFAHREN

Projekt-Nr. / Bezeichnung				
VEREINBARUNGEN			Datum	Seite V
Sortierung nach <input type="checkbox"/> Geschoss <input type="checkbox"/> Wohneinheit				
GS / WE	Raum-Nr. / -Name	Innentemperatur °C	Luftwechselrate h ⁻¹	Wiederaufheizzeit h

BILD 4 FORMBLATT V (VEREINBARUNGEN) ZUM AUSFÜHRLICHEN VERFAHREN

Projekt-Nr. / Bezeichnung				
RAUM-HEIZLAST			Datum	Seite R
Wohneinheit	Geschoss	Raum-Nr. / -Name		
Innentemperatur	θ_{int}	_____ °C	Lüftung	
Geometrie			Mindest-Luftwechsel	n_{min} _____ h ⁻¹
Raubbreite	b_R	_____ m	Luftwechselrate	n_{50} _____ h ⁻¹
Raumlänge	l_R	_____ m	Koeffizient Abschirmklasse	e _____ -
Raumfläche	A_R	_____ m ²	Höhe über Erdreich	h _____ m
Geschosshöhe	h_G	_____ m	Höhen-Korrekturfaktor	ϵ _____ -
Deckendicke	d	_____ m	Zuluft-Volumenstrom	\dot{V}_{su} _____ m ³ /h
Raumhöhe	h_R	_____ m	-Temperatur	θ_{su} _____ °C
Raumvolumen	V_R	_____ m ³	-Temp.-Reduktionsfaktor	$f_{V,su}$ _____ -
Erdreich			Abluft-Volumenstrom	\dot{V}_{ex} _____ m ³ /h
Tiefe unter Erdreich	z	_____ m	-Temperatur	$\theta_{mech,inf}$ _____ °C
Erdreich berührter Umfang	P	_____ m	-Temp.-Reduktionsfaktor	$f_{V,mech,inf}$ _____ -
B'-Wert <input type="checkbox"/> raumweise	B'	_____ m	Zusatzheizung	
			Wiederaufheizfaktor	f_{RH} _____ W/m ²

Orientierung	Bauteil	Anzahl	Breite	Länge / Höhe	Bruttofläche	Abzugsfläche	Nettofläche	grenzt an	angrenzende Temperatur	Korrektur-Faktoren	U-Wert	Korrekturwert Wärmebrücken	korrigierter U-Wert	Wärmeverlust-Koeffizient	Transmissions-Wärmeverlust
		n	b	l/h	A_{Brutto}	A_{Abzug}	A_{Netto}	e/u	θ_u/θ_b	e/b_u	U	ΔU_{WB}	U_{equiv}	H_T	Φ_T
			m		m ²			g/b	°C	$f_{g2/f_{ij}}$	W/m ² K		W/K	W	
TRANSMISSIONSWÄRMEVERLUST					H_T / Φ_T										

Mindest-Luftwechsel	\dot{V}_{min}	_____ m ³ /h	
natürliche Infiltration	\dot{V}_{inf}	_____ m ³ /h	
mechanischer Zuluftvolumenstrom	$\dot{V}_{su} \cdot f_{V,su}$	_____ m ³ /h	
Abluftvolumenüberschuss	$\dot{V}_{mech,inf} \cdot f_{V,mech,inf}$	_____ m ³ /h	
thermisch wirksamer Luftvolumenstrom	\dot{V}_{therm}	_____ m ³ /h	
LÜFTUNGSWÄRMEVERLUST		H_V / Φ_V	
NETTO-HEIZLAST		$\Phi_{HL,Netto}$	W/m ² W/m ³
ZUSATZ-AUFHEIZLEISTUNG		Φ_{RH}	
NORM-HEIZLAST		Φ_{HL}	

BILD 5 FORMBLATT R (RAUMHEIZLAST) ZUM AUSFÜHRLICHEN VERFAHREN

Formblatt G 2 - ausführliches Verfahren -

DIN EN 12831

Projekt-Nr. / Bezeichnung									
RAUMLISTE					Datum			Seite G 2	
Sortierung nach <input type="checkbox"/> Geschoss <input type="checkbox"/> Wohneinheit									
Raum-Nr. / -Name	$\Phi_{T,e}$	Φ_T	$\Phi_{V,min}$	$\Phi_{V,inf}$	$\Phi_{V,su}$	$\Phi_{V,m,inf}$	$\Phi_{HL,Netto}$	Φ_{RH}	Φ_{HL}
____ °C ____ m ² ____ m ³									

BILD 6 FORMBLATT R (RAUMZUSAMMENSTELLUNG) ZUM AUSFÜHRLICHEN VERFAHREN

Formblatt G 3 - ausführliches Verfahren -

DIN EN 12831

Projekt-Nr. / Bezeichnung	
GEBÄUDEZUSAMMENSTELLUNG	Datum Seite G 3
WÄRMEVERLUST-KOEFFIZIENTEN	W/K
Transmissionswärmeverlust-Koeffizient	$\Sigma H_{T,e}$ _____
Lüftungswärmeverlust-Koeffizient	ΣH_V _____
Gebäude-Wärmeverlust-Koeffizient	H_{Geb} _____
WÄRMEVERLUSTE	W
Transmissionswärmeverluste (nach außen)	$\Phi_{T,Geb}$ _____
Mindest-Luftwechsel	$\Phi_{V,min,Geb}$ _____
natürliche Infiltration	$\Phi_{V,inf,Geb} = \zeta \cdot \Sigma \Phi_{V,inf}$ _____
mechanischer Zuluftvolumenstrom	$\Phi_{V,su,Geb} = (1 - \eta_V) \cdot \Sigma \Phi_{V,su}$ _____
Abluftvolumenüberschuss	$\Phi_{V,m,inf,Geb}$ _____
Lüftungswärmeverluste	$\Phi_{V,Geb}$ _____
GEBÄUDEHEIZLAST	W
Netto-Heizlast	$\Phi_{N,Geb}$ _____
Zusatz-Heizleistung	$\Phi_{RH,Geb}$ _____
Norm-Gebäudeheizlast	$\Phi_{HL,Geb}$ _____
SPEZIFISCHE WERTE	
Heizlast / beheizte Gebäudefläche	$\Phi_{HL,Geb} / A_{N,Geb}$ _____ m ² _____ W/m ²
Heizlast / beheiztes Gebäudevolumen	$\Phi_{HL,Geb} / V_{N,Geb}$ _____ m ³ _____ W/m ³
wärmeübertragende Umfassungsfläche	A _____ m ²
Spezifischer Transmissionswärmeverlust	H_T _____ W/m ² K

BILD 7 FORMBLATT G3 (GEBÄUDEERGEBNISSE) ZUM AUSFÜHRLICHEN VERFAHREN

1.8. Vereinfachtes Verfahren

Das vereinfachte Verfahren gilt nur für Wohngebäude mit maximal 3 Wohneinheiten und einer hohen Gebäudedichtheit: $n_{50} \leq 3,0 \text{ h}^{-1}$. Wichtige Eigenschaften des vereinfachten Verfahrens sind:

- Verluste ans Erdreich werden vereinfacht berechnet.
- Wärmebrücken werden für jedes Bauteil vereinfacht.
- Die Temperaturen für unbeheizte Nachbarräume werden vereinfacht angenommen.
- Die Lüftungswärmeverluste werden nur aufgrund des Mindestluftwechsels errechnet.

Basis für das vereinfachte Rechenverfahren sind wie im ausführlichen Verfahren die Außenmaße der Bauteile. Normheizlast eines Raumes $\Phi_{HL,i}$ [in W] berechnet sich aus den Anteilen für Transmission, Lüftung und Aufheizzuschlägen. Innen- und Außentemperaturen sowie Aufheizzuschläge entsprechen den Werten des ausführlichen Verfahrens.

Für die Berechnung der Transmissionswärmeverluste $\Phi_{T,i}$ [in W] des Raumes gilt ein vereinfachter Ansatz. Alle Begrenzungsflächen eines Raumes werden mit einem gemeinsamen Ansatz berechnet. Für den Raum sind alle Außenflächen A [in m^2] sowie die zugehörigen Wärmedurchgangskoeffizienten U [in $\text{W}/(\text{m}^2\text{K})$] zu bestimmen. Zum physikalischen U-Wert wird ein pauschaler Wärmebrückenzuschlag von $\Delta U_{WB} = 0,1 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ addiert.

Die Wärmeverluste für Bauteile, die nicht an Außenluft grenzen, werden mit einem Temperaturkorrekturfaktor f_k [ohne Einheit] bewertet, siehe

$$\Phi_{T,i} = \sum (f_k \cdot A \cdot U_{\text{Korr}}) \cdot (\Theta_{\text{int},i} - \Theta_e)$$

TAFEL 0-5 TEMPERATURKORREKTUR f_k FÜR WÄRMEVERLUSTE FÜR BAUTEILE IM VEREINFACHTEN VERFAHREN

Wärmeverlust ...	f_k
... direkt nach außen	1,00
... an einen unbeheizten Raum	0,80
... an eine angrenzende Gebäudeeinheit	0,30
... über das Dach oder über die aufgeständerte Bodenplatte	0,90
... an ein angrenzendes Gebäude	0,50
... an das Erdreich	0,40

Die Tabelle verdeutlicht: Wenn der Wärmeverlust an einen unbeheizten Raum berechnet wird, z.B. einen Kellerraum, wird der Faktor 0,8 verwendet. Das heißt, nur 80 % der Temperaturdifferenz zwischen innen und außen werden an diesem Bauteil wirksam. Beispiel: bei 20°C Innentemperatur und -14°C Außentemperatur wird für den Keller mit einer wirksamen Temperaturdifferenz von $0,8 \cdot (20 - (-14))\text{K} = 27,2 \text{ K}$ gerechnet. Der Keller ist rechnerisch - 7,2 °C warm bzw. kalt.

Die Lüftungswärmeverluste $\Phi_{V,i}$ [in W] werden im vereinfachten Verfahren nur anhand des Mindestvolumenstromes \dot{V}_{min} [in m^3/h] bzw. des Mindestluftwechsels n_{min} [in h^{-1}] bestimmt.

$$\Phi_{V,i} = 0,34 \frac{\text{Wh}}{\text{m}^3\text{K}} \cdot \dot{V}_{\text{min},i} \cdot (\Theta_{\text{int},i} - \Theta_e)$$

Für das vereinfachte Verfahren sind einfache Formblätter verfügbar, die hier nicht abgedruckt sind. Zur Zeit in der Diskussion ist, auf das vereinfachte Verfahren vollständig zu verzichten.

1.9. Kritische Bemerkungen

Aufgrund der gewählten Randbedingungen der EN 12831 (optionalen Zuschläge für die Wiederaufheizung, hohe Temperaturdifferenz zu Nachbarräumen) liegt die Heizlast der Räume und vor allem des Gebäudes über den Werten nach DIN 4701 Ausgabe von 1983/89.

Die EN 12831 erlaubt flächenbezogene Aufheizzuschläge für die Heizlast eines Raumes. Diese werden in Abhängigkeit von der Gebäudeschwere, der Auskühlung des Raumes, mit der am Auslegungstag zu rechnen ist, und je nach maximal gewünschter Wiederaufheizzeit bestimmt. Da eine Auskühlung von 1 ... 2 K für Wohngebäude und bis zu 7 K für Nichtwohngebäude als typische Werte angegeben werden, können für gut gedämmte Gebäude sehr große Überdimensionierungen zustande kommen - siehe Bild 8.

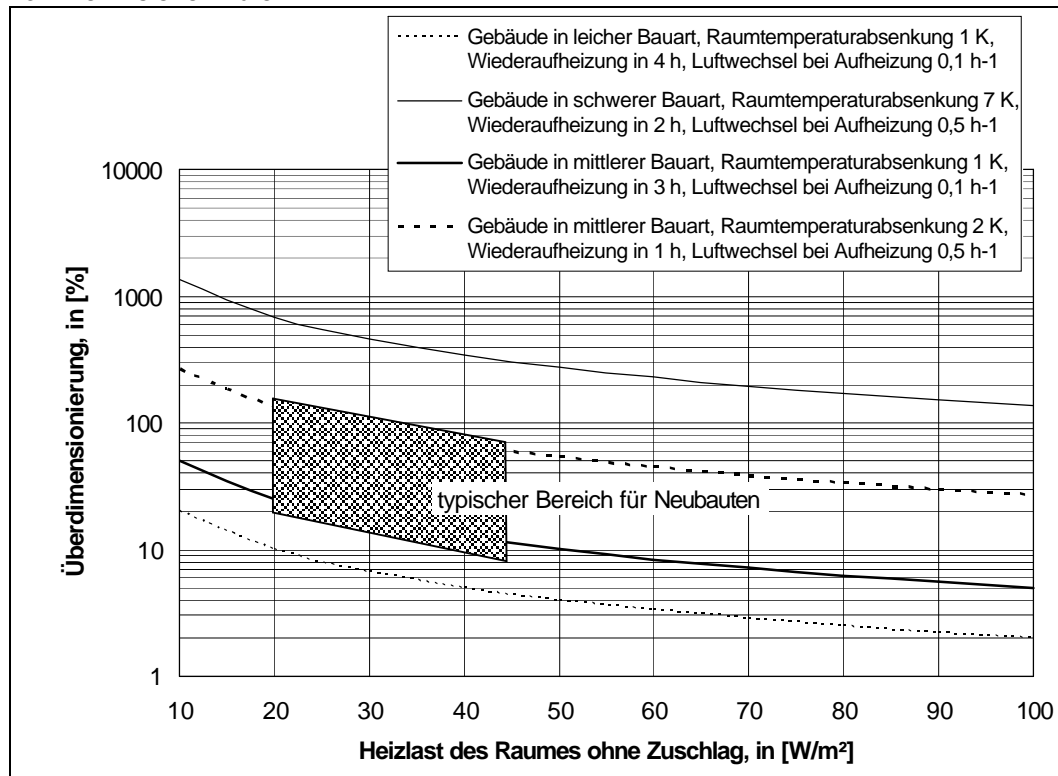


BILD 8 MÖGLICHE ÜBERDIMENSIONIERUNG VON HEIZFLÄCHEN UND WÄRMEERZEUGERN NACH EN 12831

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 groß.

1.10. Heizlast für Räume und Gebäude im Bestand

Muss die Heizlast für Räume eines bestehenden Gebäudes berechnet werden, kann dies ebenfalls mit dem Verfahren der EN 12831 erfolgen. Dies setzt aber voraus, dass die Flächen und Wärmedurchgangskoeffizienten des bestehenden Gebäudes genau aufgenommen werden. Dies ist in der Regel sehr kostspielig, daher bietet sich oft eine überschlägige Berechnung an. Auch in der Überschlagsrechnung sollten die außenflächenabhängige Transmissions- und die grundflächenbezogene Lüftungsheizlast (Transmissions- und Lüftungswärmebedarf) bestimmt werden.

Bei der überschlägigen Heizlastberechnung werden aus Gründen der Vereinfachung nicht alle Begrenzungsflächen eines Raumes berücksichtigt, so wie das Verfahren für Neuplanungen dies vorsieht. Es zählen hier zur Bestimmung der Transmissionsheizlast nur die Flächen, mit denen der Raum an deutlich andere Temperaturbereiche grenzt. Das sind: Außenflächen, erdreichberührte Flächen und Flächen zu unbeheizten Dachräumen und Kellern.

Die Flächen müssen am realen Objekt aufgenommen werden, z.B. mit Hilfe von Laserentfernungsmessgeräten, welche die Messung stark vereinfachen. Die Geräte ermöglichen oft bereits eine Flächenberechnung.

Für die vereinfachte Berechnung der Lüftungsheizlast kommt es vor allem auf zwei Dinge an: erstens wie dicht die Fenster sind und zweitens, ob eine Lüftungsanlage vorhanden ist. Sehr große Lüftungsverluste treten in von Rauchern benutzten Räumen und Zulufräumen (Wohnzimmer, Kinderzimmer, Schlafzimmer) bei Gebäuden mit Lüftungsanlagen auf. In normalen Gebäuden ohne Lüftungsanlagen sind die Lüftungsverluste größer in Räumen mit undichten Fenstern (Einscheibenfenster) und geringer bei dichten Fenstern (Zwei- und Dreischeibenverglasung). Ablufträume in Gebäuden mit Lüftungsanlagen (Küchen, Flure, innenliegende Bäder und WCs) haben die geringsten Lüftungswärmeverluste.

Die Heizlast lässt sich z.B. mit Hilfe der Werte in Tafel 0-6 bis Tafel 0-10 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 0-6 TRANSMISSIONSHEIZLAST JE M² AUßENWANDFLÄCHE

U-Wert, in [W/m²K]		2,5 ... 1,7	1,69 ... 1,2	1,19 ... 0,7	0,69 ... 0,3	unter 0,29
Außenwände	Alter	bis 1948	1949 bis 1977	1978 bis 1994	ab 1995 bis heute	heute im 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 "sehr schlecht" und "schlecht" plus ca. 12 ... 30 cm Dämmung
Transmissionsheizlast	... an Außenluft	74 W/m²	51 W/m²	33 W/m²	17 W/m²	5 W/m²
	... an Erdreich oder unbeheizten Raum	44 W/m²	30 W/m²	21 W/m²	10 W/m²	3 W/m²

TAFEL 0-7 TRANSMISSIONSHEIZLAST JE M² DECKEN- ODER DACHFLÄCHE

U-Wert, in [W/m²K]		2,5 ... 1,7	1,69 ... 1,2	1,19 ... 0,7	0,69 ... 0,3	unter 0,29
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 "sehr schlecht" und "schlecht" plus ca. 12 ... 30 cm Dämmung
Transmissionsheizlast	... an Außenluft	74 W/m²	51 W/m²	33 W/m²	17 W/m²	5 W/m²
	... an Erdreich oder unbeheizten Raum	44 W/m²	30 W/m²	21 W/m²	10 W/m²	3 W/m²

TAFEL 0-8 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	unter 0,29
Böden und Kellerdecken	Alter		vor 1918	1919 bis 1977	1978 bis heute	heute im 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 0-9 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 ... 0,7
Fenster und Türen	Alter	vor 1977	vor 1984	1984 bis heute	heute im Niedrigenergie- und Passivhaus
	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 unbeheizten Raum	84 W/m ²	44 W/m ²	30 W/m ²	21 W/m ²

TAFEL 0-10 LÜFTUNGSHEIZLAST JE M² GRUNDFLÄCHE

Luftwechsel, in [h ⁻¹]		1,0 ... 0,7	0,69 ... 0,6	0,59 ... 0,4	0,39 ... 0,1
Raumart	Raucherräume Zulufräume bei Lüftungsanlagen WCs mit Außenfenstern	normale Raumnutzung undichte Fenster	normale Raumnutzung dichte Fenster	Ablufräume bei Lüftungsanlagen	
Lüftungsheizlast		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 m² · 74 W/m² + 51 W/m² · 2,8 m² + 17 W/m² · 16 m² = 1750 W (Tafel 0-6, Tafel 0-9, Tafel 0-10).

Die in Tafel 0-6 bis Tafel 0-10 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 0-11 zu korrigieren.

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 0-11).

TAFEL 0-11 KORREKTURFAKTOR FÜR DIE HEIZLAST

$\vartheta_{a,min} =$	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, Mühldorf, München, Münsingen, Nördlingen, Nürnberg, Plauen, Regensburg, Rosenheim, Sonneberg, St. Blasien, Torgau, Trostberg, Tübingen, Villingen, Weiden, Wernigerode	1,06
- 14 °C	Angermünde, Artern, Augsburg, Bad Herrenalb, Bad Hersfeld, Bad Kissingen, Bad Kohlgrub, Bad Nauheim, Bad Salzfluren, 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, Lüdenschaid, 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

Alternativ zur oben beschriebenen Heizlastabschätzung für bestehende Gebäude anhand der Begrenzungsflächen kommt die grundflächenbezogene Berechnung in Frage.

Typische Kennwerte sind hier:

- 120 ... 180 W/m² Grundfläche im ungedämmten Bestand mit Baujahren bis in die 1970er Jahre,
- 70 ... 100 W/m² für die Bestandsbauten von 1977 bis 1984,
- 50 ... 70 W/m² für Gebäude bis zur Wärmeschutzverordnung von 1995
- 25 ... 40 W/m² im heutigen Neubau und
- 10 W/m² im Passivhaus.

Die grundflächenbezogene Abschätzung der Heizlast sollte ausschließlich für die überschlägige Berechnung der Gebäudeheizlast (Grundlage der Erzeugerauswahl), nicht jedoch für die Überprüfung von Raumheizlasten (Heizkörperauswahl) verwendet werden!

Die Heizlast der einzelnen Räume hängt stark von der Lage innerhalb des Gebäudes (Anzahl der Außenflächen und Fenstergrößen) ab, so dass hierfür die außenflächenbezogene Heizlastberechnung zu bevorzugen ist, vgl. Bild 9.

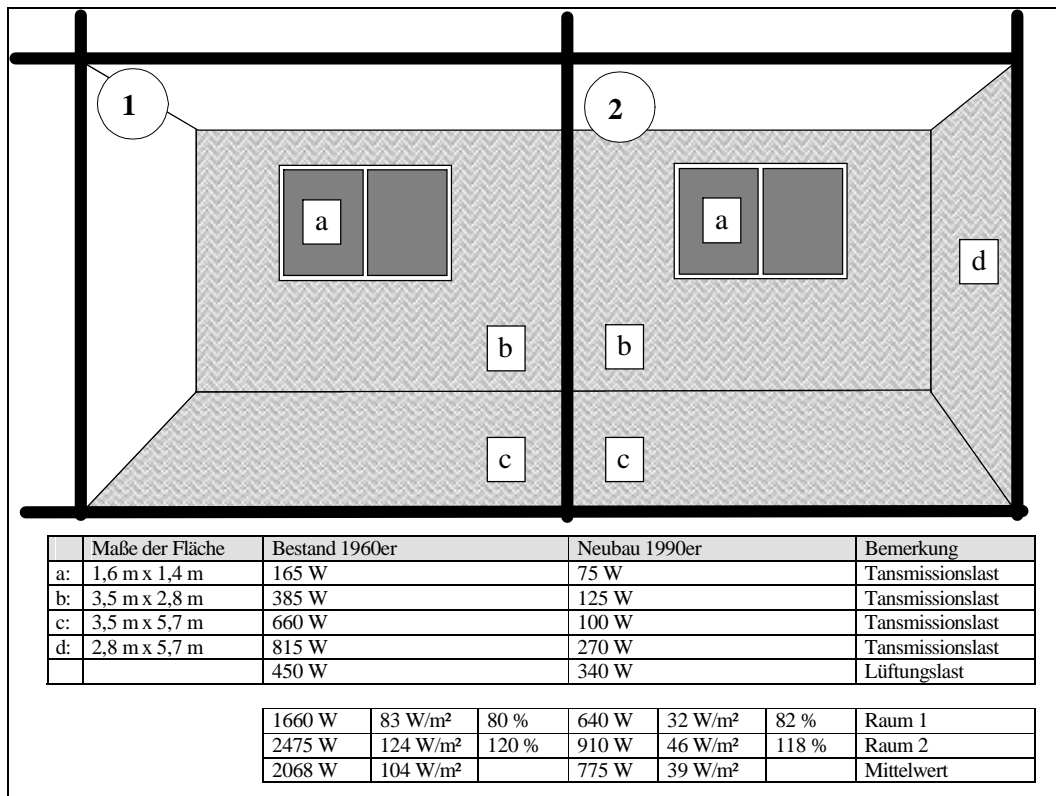


BILD 9 VERGLEICH DER RAUMHEIZLASTEN FÜR EINEN INNEN- UND EINEN ECKRAUM

Quelle: Prof. Dr.-Ing. Dieter Wolff
 Dr.-Ing. Kati Jagnow
 Überarbeitung Recknagel/Sprenger/Schramek
 (Ausgabe 2009)