

Wärmeschutz im Hochbau

Berechnungsverfahren

DIN
4108
Teil 5

Thermal insulation in buildings; calculation methods
Isolation thermique dans la construction immobilière; méthodes de calcul

Mit DIN 4108 Teil 1 bis Teil 4
Ersatz für DIN 4108

Diese Norm wurde im Fachbereich Technische Baubestimmungen des NABau ausgearbeitet.

Der Inhalt der Norm DIN 4108 ist wie folgt aufgeteilt:

DIN 4108 Teil 1 Wärmeschutz im Hochbau; Größen und Einheiten

DIN 4108 Teil 2 Wärmeschutz im Hochbau; Wärmedämmung und Wärmespeicherung; Anforderungen und Hinweise für Planung und Ausführung

DIN 4108 Teil 3 Wärmeschutz im Hochbau; Klimabedingter Feuchteschutz; Anforderungen und Hinweise für Planung und Ausführung

DIN 4108 Teil 4 Wärmeschutz im Hochbau; Wärme- und feuchteschutztechnische Kennwerte

DIN 4108 Teil 5 Wärmeschutz im Hochbau; Berechnungsverfahren

Inhalt

	Seite		Seite
1 Zweck	1	9 Wärmeschutztechnische Berechnungen zur Verhinderung von Tauwasserbildung an der Innenoberfläche von Bauteilen	3
2 Mitgeltende Normen	1	10 Berechnung von Wärmebrücken	3
3 Berechnung des Wärmedurchlaßwiderstandes	2	11 Diffusionsberechnungen	3
3.1 Einschichtige Bauteile	2	11.1 Diffusionsschutztechnische Größen	3
3.2 Mehrschichtige Bauteile mit hintereinanderliegenden Schichten	2	11.1.1 Wasserdampf-Diffusionsdurchlaßwiderstand	3
3.3 Bauteile mit nebeneinanderliegenden Bereichen	2	11.1.2 Wasserdampfdiffusionsäquivalente Luftschichtdicke	4
4 Berechnung des Wärmedurchgangswiderstandes	2	11.1.3 Wasserdampfteildruck	4
5 Berechnung des Wärmedurchgangskoeffizienten	2	11.1.4 Wasserdampf-Diffusionsstromdichte	5
5.1 Ein- und mehrschichtige Bauteile	2	11.2 Berechnungsverfahren	5
5.2 Bauteile mit nebeneinanderliegenden Bereichen	2	11.2.1 Allgemeines	5
6 Berechnung des mittleren Wärmedurchgangskoeffizienten von Gebäuden und von Bauteilkombinationen (Außenwände)	2	11.2.2 Berechnung des Tauwasserausfalls	5
7 Berechnung der Wärmestromdichte	2	11.2.3 Berechnung der Verdunstung	5
8 Berechnung der Temperaturen	3	11.2.4 Berechnungsverfahren bei Sonderfällen	12
8.1 Temperatur der Innenoberfläche	3	Anhang A: Anwendungsbeispiele	12
8.2 Temperatur der Außenoberfläche	3	A.1 Beispiel 1: Außenwand	12
8.3 Temperatur der Trennflächen	3	A.2 Beispiel 2: Flachdach	13

1 Zweck

Diese Norm dient zur Festlegung von Berechnungsverfahren, die für die in DIN 4108 Teil 2 und Teil 3 zu berechnenden Größen benötigt werden. Die zur Berechnung notwendigen Formelzeichen und Einheiten sind in DIN 4108 Teil 1, die wärmeschutztechnischen Rechenwerte und feuchteschutztechnischen Richtwerte in DIN 4108 Teil 4 zusammengestellt.

2 Mitgeltende Normen

DIN 4108 Teil 1 Wärmeschutz im Hochbau; Größen und Einheiten

DIN 4108 Teil 2 Wärmeschutz im Hochbau; Wärmedämmung und Wärmespeicherung; Anforderungen und Hinweise für Planung und Ausführung

DIN 4108 Teil 3 Wärmeschutz im Hochbau; Klimabedingter Feuchteschutz; Anforderungen und Hinweise für Planung und Ausführung

DIN 4108 Teil 4 Wärmeschutz im Hochbau; Wärme- und feuchteschutztechnische Kennwerte

Fortsetzung Seite 2 bis 16

Normenausschuß Bauwesen (NABau) im DIN Deutsches Institut für Normung e. V.

Frühere Ausgaben:
DIN 4108: 07.52xx, 05.60, 08.69

Nachdruck, auch auszugsweise, nur mit Genehmigung des DIN Deutsches Institut für Normung e. V., Berlin, gestattet.

Änderung August 1981:
Gegenüber DIN 4108, Ausgabe August 1969, Inhalt vollständig überarbeitet, siehe Erläuterungen.

3 Berechnung des Wärmedurchlaßwiderstandes

3.1 Einschichtige Bauteile

Der Wärmedurchlaßwiderstand $1/\Lambda$ (auch als Wärmeleitwiderstand R_λ bezeichnet) wird aus der Dicke s des Bauteils und dem Rechenwert seiner Wärmeleitfähigkeit λ_R wie folgt berechnet:

$$\frac{1}{\Lambda} = \frac{s}{\lambda_R} \quad (1)$$

$\frac{1}{\Lambda}$	s	λ_R
$m^2 \cdot K/W$	m	W/(m · K)

3.2 Mehrschichtige Bauteile mit hintereinanderliegenden Schichten

Bei mehrschichtigen Bauteilen wird der Wärmedurchlaßwiderstand $1/\Lambda$ aus den Dicken s_1, s_2, \dots, s_n der einzelnen Baustoffschichten und den Rechenwerten ihrer Wärmeleitfähigkeit $\lambda_{R1}, \lambda_{R2}, \dots, \lambda_{Rn}$ nach folgender Gleichung ermittelt:

$$\frac{1}{\Lambda} = \frac{s_1}{\lambda_{R1}} + \frac{s_2}{\lambda_{R2}} + \dots + \frac{s_n}{\lambda_{Rn}} \quad (2)$$

$\frac{1}{\Lambda}$	$s_1 \dots s_n$	$\lambda_{R1} \dots \lambda_{Rn}$
$m^2 \cdot K/W$	m	W/(m · K)

3.3 Bauteile mit nebeneinanderliegenden Bereichen

Bei einem Bauteil, das aus mehreren, nebeneinanderliegenden Bereichen mit unterschiedlichen Wärmedurchlaßwiderständen besteht, muß – sofern kein genauere Nachweis erfolgt – der mittlere Wärmedurchlaßwiderstand über die Wärmedurchgangskoeffizienten k der einzelnen Bereiche gemäß Gleichungen (5) und (6) ermittelt werden. Hierbei dürfen sich die Wärmedurchlaßwiderstände $1/\Lambda$ benachbarter Bereiche höchstens um den Faktor 5 unterscheiden.

4 Berechnung des Wärmedurchgangswiderstandes

Der Wärmedurchgangswiderstand $1/k$ eines Bauteils (auch als R_k bezeichnet) wird durch Hinzuzählen der Wärmeübergangswiderstände $1/\alpha_i$ und $1/\alpha_a$ (auch als R_i und R_a bezeichnet) zum Wärmedurchlaßwiderstand $1/\Lambda$ nach folgender Gleichung berechnet:

$$\frac{1}{k} = \frac{1}{\alpha_i} + \frac{1}{\Lambda} + \frac{1}{\alpha_a} \quad (3)$$

$\frac{1}{k}$	$\frac{1}{\alpha_i}$	$\frac{1}{\Lambda}$	$\frac{1}{\alpha_a}$
$m^2 \cdot K/W$	$m^2 \cdot K/W$	$m^2 \cdot K/W$	$m^2 \cdot K/W$

5 Berechnung des Wärmedurchgangskoeffizienten

5.1 Ein- und mehrschichtige Bauteile

Der Wärmedurchgangskoeffizient k eines Bauteils ergibt sich durch Kehrwertbildung aus Gleichung (3) wie folgt:

$$k = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_i} + \frac{1}{\Lambda} + \frac{1}{\alpha_a}} \quad (4)$$

k	$\frac{1}{\alpha_i}$	$\frac{1}{\Lambda}$	$\frac{1}{\alpha_a}$
W/(m ² · K)	m ² · K/W	m ² · K/W	m ² · K/W

5.2 Bauteile mit nebeneinanderliegenden Bereichen

Der mittlere Wärmedurchgangskoeffizient k für ein Bauteil, das aus mehreren, nebeneinanderliegenden Bereichen mit verschiedenen Wärmedurchgangskoeffizienten k_1, k_2, \dots, k_n besteht, wird entsprechend ihren Flächenanteilen $A_1/A, A_2/A, \dots, A_n/A$ nach folgender Gleichung berechnet:

$$k = k_1 \frac{A_1}{A} + k_2 \frac{A_2}{A} + \dots + k_n \frac{A_n}{A} \quad (5)$$

k	$k_1 \dots k_n$	$A_1 \dots A_n$	A
W/(m ² · K)	W/(m ² · K)	m ²	m ²

wobei A die Summe der Flächenanteile $A_1 + A_2 + \dots + A_n$ der Bauteilbereiche bedeutet.

Der mittlere Wärmedurchlaßwiderstand $1/\Lambda$ eines Bauteils mit nebeneinanderliegenden Bereichen ergibt sich mit k aus Gleichung (5) wie folgt:

$$\frac{1}{\Lambda} = \frac{1}{k} - \left(\frac{1}{\alpha_i} + \frac{1}{\alpha_a} \right) \quad (6)$$

$\frac{1}{\Lambda}$	$\frac{1}{k}$	$\frac{1}{\alpha_i}$	$\frac{1}{\alpha_a}$
m ² · K/W			

6 Berechnung des mittleren Wärmedurchgangskoeffizienten von Gebäuden und von Bauteilkombinationen (Außenwände)

Anmerkung: Die Festlegung von Verfahren zur Berechnung des mittleren Wärmedurchgangskoeffizienten (k_m) der wärmeübertragenden Umfassungsfläche (A) eines Gebäudes und des mittleren Wärmedurchgangskoeffizienten von Außenwänden ist Gegenstand der „Verordnung über einen energiesparenden Wärmeschutz bei Gebäuden (Wärmeschutzverordnung – WärmeschutzV)“.

Es ist beabsichtigt, die Berechnungsverfahren der Wärmeschutzverordnung zu gegebener Zeit in vollem Wortlaut in einem Beiblatt zu DIN 4108 Teil 5 wiederzugeben.

7 Berechnung der Wärmestromdichte

Durch ein Außenbauteil, an dessen einer Seite Innenluft mit der Temperatur ϑ_{Li} und an dessen anderer Seite Außenluft mit der Temperatur ϑ_{La} angrenzt, fließt im Beharrungszustand ein Wärmestrom mit der Dichte q . Die Wärmestromdichte wird nach folgender Gleichung berechnet:

$$q = k (\vartheta_{Li} - \vartheta_{La}) \quad (7)$$

q	k	ϑ_{Li}	ϑ_{La}
W/m ²	W/(m ² · K)	°C	°C

8 Berechnung der Temperaturen

8.1 Temperatur der Innenoberfläche

Die Temperatur ϑ_{Oi} der Bauteilinnenoberfläche wird nach folgender Gleichung ermittelt:

$$\vartheta_{Oi} = \vartheta_{Li} - \frac{1}{\alpha_i} q \quad (8)$$

ϑ_{Oi}	ϑ_{Li}	$\frac{1}{\alpha_i}$	q
°C	°C	m ² · K/W	W/m ²

8.2 Temperatur der Außenoberfläche

Die Temperatur ϑ_{Oa} der Außenoberfläche eines Bauteils wird nach folgender Gleichung ermittelt:

$$\vartheta_{Oa} = \vartheta_{La} + \frac{1}{\alpha_a} q \quad (9)$$

ϑ_{Oa}	ϑ_{La}	$\frac{1}{\alpha_a}$	q
°C	°C	m ² · K/W	W/m ²

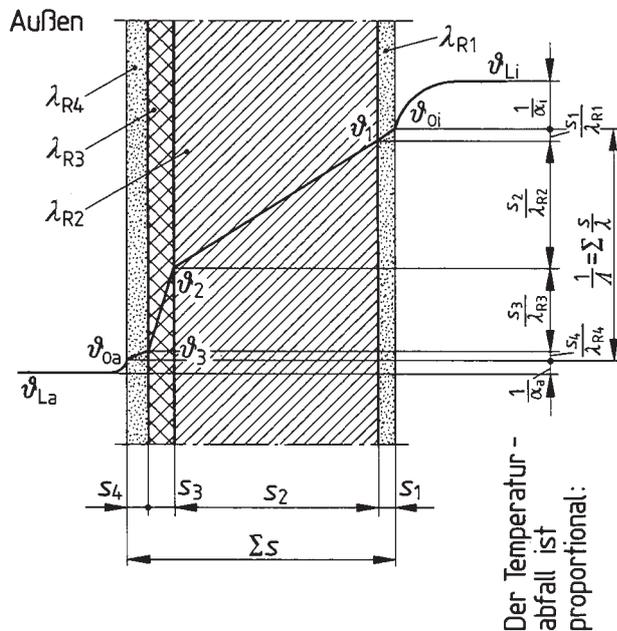


Bild 1. Temperaturverteilung über den Querschnitt eines mehrschichtigen Bauteils

8.3 Temperatur der Trennflächen

Die Temperaturen $\vartheta_1, \vartheta_2, \dots, \vartheta_n$ nach jeweils der ersten, zweiten bzw. n -ten Schicht eines mehrschichtigen Bauteils (in Richtung des Wärmestroms gezählt) können wie folgt ermittelt werden (vergleiche auch Bild 1):

$$\vartheta_1 = \vartheta_{Oi} - \frac{1}{\Lambda_1} q \quad (10)$$

$$\vartheta_2 = \vartheta_1 - \frac{1}{\Lambda_2} q \quad (11)$$

$$\vdots \quad \vdots \quad \vdots$$

$$\vartheta_n = \vartheta_{n-1} - \frac{1}{\Lambda_n} q \quad (12)$$

$\vartheta_1 \dots \vartheta_n$	$\vartheta_{Oi} \dots \vartheta_{n-1}$	$\frac{1}{\Lambda_1} \dots \frac{1}{\Lambda_n}$	q
°C	°C	m ² · K/W	W/m ²

Die Temperaturverteilungen in einem mehrschichtigen Bauteil in Abhängigkeit von den Schichtdicken und den Wärmeleitfähigkeiten veranschaulicht Bild 1.

9 Wärmeschutztechnische Berechnungen zur Verhinderung von Tauwasserbildung an der Innenoberfläche von Bauteilen

Der erforderliche Wärmedurchlaßwiderstand $1/\Lambda$ eines Bauteils zur Verhinderung von Tauwasserbildung an der Innenoberfläche wird nach folgender Gleichung ermittelt:

$$\frac{1}{\Lambda} = \frac{1}{\alpha_i} \cdot \frac{\vartheta_{Li} - \vartheta_{La}}{\vartheta_{Li} - \vartheta_s} - \left(\frac{1}{\alpha_i} + \frac{1}{\alpha_a} \right) \quad (13)$$

$\frac{1}{\Lambda}$	$\frac{1}{\alpha_i}$	$\vartheta_{Li}, \vartheta_{La}, \vartheta_s$	$\frac{1}{\alpha_a}$
m ² · K/W	m ² · K/W	°C	m ² · K/W

Der entsprechende Wärmedurchgangskoeffizient k ergibt sich zu:

$$k = \frac{\vartheta_{Li} - \vartheta_s}{\frac{1}{\alpha_i} (\vartheta_{Li} - \vartheta_{La})} \quad (14)$$

k	$\frac{1}{\alpha_i}$	$\vartheta_{Li}, \vartheta_{La}, \vartheta_s$
W/(m ² · K)	m ² · K/W	°C

Die Taupunkttemperatur ϑ_s kann aus Tabelle 1 entnommen werden.

10 Berechnung von Wärmebrücken

Wärmebrücken, die dadurch entstehen, daß Bereiche mit unterschiedlichen Wärmedurchlaßwiderständen in einem Bauteil angeordnet werden, sind rechnerisch nach den Gleichungen (1) und (2) zu behandeln, sofern kein genauer Nachweis erfolgt.

11 Diffusionsberechnungen

11.1 Diffusionsschutztechnische Größen

11.1.1 Wasserdampf-Diffusionsdurchlaßwiderstand

Der Wasserdampf-Diffusionsdurchlaßwiderstand $1/\Delta$ einer Baustoffschicht wird für eine Bezugstemperatur von 10 °C¹⁾ nach folgender Zahlenwertgleichung berechnet:

$$1/\Delta = 1,5 \cdot 10^6 \cdot \mu \cdot s \quad (15)$$

$1/\Delta$	$R_D \cdot \frac{T}{D} \approx 1,5 \cdot 10^6$	μ	s
m ² · h · Pa/kg	m · h · Pa/kg	—	m

1) Siehe Seite 5