

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.

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
$\text{m}^2 \cdot \text{K/W}$	m	$\text{W/(m} \cdot \text{K)}$

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:

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

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

3.3 Bauteile mit nebeneinanderliegenden Bereichen

Bei einem Bauteil, das aus mehreren, nebeneinanderliegenden Bereichen mit unterschiedlichen Wärmedurchlaßwiderständen besteht, muß – sofern kein genauerer 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:

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

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

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

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
$\text{W/(m}^2 \cdot \text{K)}$	$\text{W/(m}^2 \cdot \text{K)}$	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:

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

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

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	$\text{W/(m}^2 \cdot \text{K)}$	$^{\circ}\text{C}$	$^{\circ}\text{C}$

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

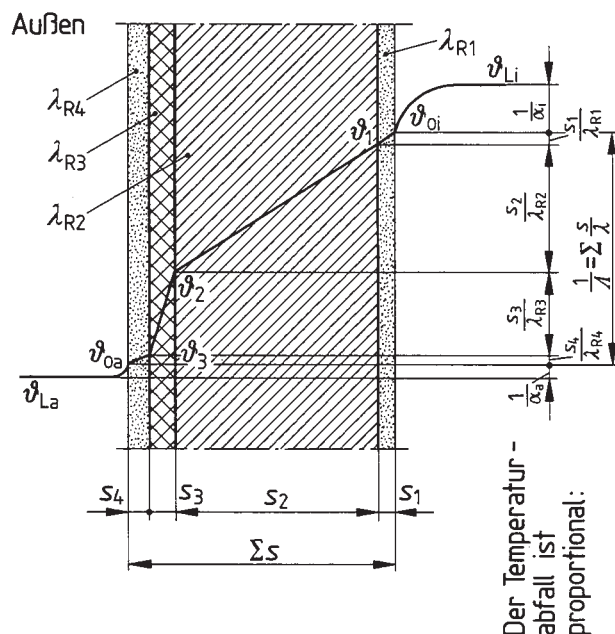


Bild 1. Temperaturverteilung über den Querschnitt eines mehrschichtigen Bauteils

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):

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

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

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

$\vartheta_1 \dots \vartheta_n$	$\vartheta_{Oi} \dots \vartheta_{n-1}$	$\frac{1}{\Lambda_1} \dots \frac{1}{\Lambda_n}$	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 °C ¹⁾ 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

Tabelle 1. Taupunkttemperatur ϑ_s der Luft in Abhängigkeit von Temperatur und relativer Feuchte der Luft

Lufttemperatur ϑ °C	Taupunkttemperatur ϑ_s 1) in °C bei einer relativen Luftfeuchte von													
	30%	35%	40%	45%	50%	55%	60%	65%	70%	75%	80%	85%	90%	95%
30	10,5	12,9	14,9	16,8	18,4	20,0	21,4	22,7	23,9	25,1	26,2	27,2	28,2	29,1
29	9,7	12,0	14,0	15,9	17,5	19,0	20,4	21,7	23,0	24,1	25,2	26,2	27,2	28,1
28	8,8	11,1	13,1	15,0	16,6	18,1	19,5	20,8	22,0	23,2	24,2	25,2	26,2	27,1
27	8,0	10,2	12,2	14,1	15,7	17,2	18,6	19,9	21,1	22,2	23,3	24,3	25,2	26,1
26	7,1	9,4	11,4	13,2	14,8	16,3	17,6	18,9	20,1	21,2	22,3	23,3	24,2	25,1
25	6,2	8,5	10,5	12,2	13,9	15,3	16,7	18,0	19,1	20,3	21,3	22,3	23,2	24,1
24	5,4	7,6	9,6	11,3	12,9	14,4	15,8	17,0	18,2	19,3	20,3	21,3	22,3	23,1
23	4,5	6,7	8,7	10,4	12,0	13,5	14,8	16,1	17,2	18,3	19,4	20,3	21,3	22,2
22	3,6	5,9	7,8	9,5	11,1	12,5	13,9	15,1	16,3	17,4	18,4	19,4	20,3	21,2
21	2,8	5,0	6,9	8,6	10,2	11,6	12,9	14,2	15,3	16,4	17,4	18,4	19,3	20,2
20	1,9	4,1	6,0	7,7	9,3	10,7	12,0	13,2	14,4	15,4	16,4	17,4	18,3	19,2
19	1,0	3,2	5,1	6,8	8,3	9,8	11,1	12,3	13,4	14,5	15,5	16,4	17,3	18,2
18	0,2	2,3	4,2	5,9	7,4	8,8	10,1	11,3	12,5	13,5	14,5	15,4	16,3	17,2
17	-0,6	1,4	3,3	5,0	6,5	7,9	9,2	10,4	11,5	12,5	13,5	14,5	15,3	16,2
16	-1,4	0,5	2,4	4,1	5,6	7,0	8,2	9,4	10,5	11,6	12,6	13,5	14,4	15,2
15	-2,2	-0,3	1,5	3,2	4,7	6,1	7,3	8,5	9,6	10,6	11,6	12,5	13,4	14,2
14	-2,9	-1,0	0,6	2,3	3,7	5,1	6,4	7,5	8,6	9,6	10,6	11,5	12,4	13,2
13	-3,7	-1,9	-0,1	1,3	2,8	4,2	5,5	6,6	7,7	8,7	9,6	10,5	11,4	12,2
12	-4,5	-2,6	-1,0	0,4	1,9	3,2	4,5	5,7	6,7	7,7	8,7	9,6	10,4	11,2
11	-5,2	-3,4	-1,8	-0,4	1,0	2,3	3,5	4,7	5,8	6,7	7,7	8,6	9,4	10,2
10	-6,0	-4,2	-2,6	-1,2	0,1	1,4	2,6	3,7	4,8	5,8	6,7	7,6	8,4	9,2

1) Näherungsweise darf gradlinig interpoliert werden.

Sind mehrere Baustoffschichten hintereinander angeordnet, so wird der Wasserdampf-Diffusionsdurchlaßwiderstand $1/\Delta$ des Bauteils aus den Dicken $s_1, s_2, \dots, s_n$ der einzelnen Baustoffschichten und ihrer Wasserdampf-Diffusionswiderstandszahlen $\mu_1, \mu_2, \dots, \mu_n$ nach folgender Zahlenwertgleichung ermittelt:

$$1/\Delta = 1,5 \cdot 10^6 (\mu_1 \cdot s_1 + \mu_2 \cdot s_2 + \dots + \mu_n \cdot s_n) \quad (16)$$

$1/\Delta$	$R_D \cdot \frac{T}{D} \approx 1,5 \cdot 10^6$	$\mu_1 \dots \mu_n$	$s_1 \dots s_n$
$\text{m}^2 \cdot \text{h} \cdot \text{Pa/kg}$	$\text{m} \cdot \text{h} \cdot \text{Pa/kg}$	—	m

11.1.2 Wasserdampfdiffusionsäquivalente Luftschichtdicke

Die diffusionsäquivalente Luftschichtdicke s_d einer Baustoffschicht wird aus ihrer Dicke s und der Wasserdampf-Diffusionswiderstandszahl μ des Baustoffes wie folgt berechnet:

$$s_d = \mu \cdot s \quad (17)$$

s_d	μ	s
m	—	m

11.1.3 Wasserdampfteildruck

Der Wasserdampfteildruck p wird aus der relativen Luftfeuchte φ und dem Wasserdampf-sättigungsdruck p_s bei der Temperatur ϑ (siehe Tabelle 2²⁾) wie folgt berechnet:

$$p = \varphi \cdot p_s \quad (18)$$

p	φ	p_s
Pa	—	Pa

Die relative Luftfeuchte φ ist als Dezimalbruch in die Gleichung einzusetzen.

²⁾ siehe Seite 5

11.1.4 Wasserdampf-Diffusionsstromdichte

Der Wasserdampf-Diffusionsstrom mit der Dichte i im Beharrungszustand, im folgenden nur noch Diffusionsstromdichte i genannt, wird nach folgender Gleichung berechnet:

$$i = \frac{p_i - p_a}{1/\Delta} \quad (19)$$

i	p_i, p_a	$1/\Delta$
$\text{kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$	Pa	$\text{m}^2 \cdot \text{h} \cdot \text{Pa}/\text{kg}$

Gleichung (19) setzt einen Diffusionsstrom ohne Tauwasserausfall voraus.

11.2 Berechnungsverfahren

11.2.1 Allgemeines

Das Verfahren für die Ermittlung eines etwaigen Tauwasserausfalls nach Abschnitt 11.2.2 ist in Bild 2 schematisiert dargestellt.

11.2.2 Berechnung des Tauwasserausfalls

Durch ein Bauteil mit einem Wasserdampf-Diffusionsdurchlaßwiderstand $1/\Delta$, an dessen einer Seite Luft mit einem Wasserdampfteildruck p_i und an dessen anderer Seite Luft mit einem Wasserdampfteildruck p_a angrenzt, fließt ein Wasserdampf-Diffusionsstrom.

Wenn der Wasserdampfteildruck p im Innern eines Bauteils den Wasserdampfsättigungsdruck p_s erreicht, erfolgt Tauwasserausfall.

Die Berechnung erfolgt nach dem folgenden Verfahren³⁾:

Auf der Abszisse werden in das Diagramm die im Maßstab der diffusionsäquivalenten Luftschichtdicken s_d dargestellten Baustoffschichten, auf der Ordinate der Wasserdampfteildruck p aufgetragen (vergleiche Bild 2).

In das Diagramm werden über dem Querschnitt des Bauteils der aufgrund der rechnerisch ermittelten Temperaturverteilung bestimmte Wasserdampfsättigungsdruck p_s (höchst möglicher Wasserdampfdruck) und der vorhandene Wasserdampfteildruck eingetragen. Der Verlauf des Wasserdampfdruckes im Bauteil ergibt sich im Diffusionsdiagramm als Verbindungsgerade der Drücke p_i und p_a an beiden Bauteiloberflächen. Würde die Gerade den Kurvenzug des Wasserdampfsättigungsdruckes schneiden, so sind statt der Geraden von den Drücken p_i und p_a die Tangenten an die Kurve des Sättigungsdruckes zu zeichnen, da der Wasserdampfteildruck nicht größer als der Sättigungsdruck sein kann (vergleiche Bild 3, Fälle b bis d). Die

Berührungsstellen der Tangenten mit dem Kurvenzug des Wasserdampfsättigungsdruckes begrenzen den Bereich des Tauwasserausfalls im Bauteil (vergleiche Bild 3, Fall d). Berühren sich die Gerade und die Kurve des Wasserdampfsättigungsdruckes nicht, so fällt kein Tauwasser aus (vergleiche Bild 3, Fall a).

Die Größe der Tauwassermasse ergibt sich als Differenz zwischen den je Zeit- und Flächeneinheit eindiffundierenden und ausdiffundierenden Wasserdampfmassen (Differenz der Diffusionsstromdichte). Die Neigung der Tangenten ist ein Maß für die jeweilige Diffusionsstromdichte i (siehe Gleichung (19)).

Die in der Tauperiode in einem Außenbauteil ausfallende Tauwassermasse ergibt sich für die jeweiligen Fälle b bis d aus den in Bild 3 aufgeführten Gleichungen (20) bis (30).

11.2.3 Berechnung der Verdunstung

Nach einem vorhergehenden Tauwasserausfall im Außenbauteil wird in der Tauwasserebene bzw. in dem Tauwasserbereich Sättigungsdruck angenommen.

- 1) In Anlehnung an DIN 52 612 Teil 2, die für den Rechenwert der Wärmeleitfähigkeit eine Bezugstemperatur von 10 °C vorschreibt. Dies ist für diffusionstechnische Berechnungen im Temperaturbereich von etwa –20 bis 30 °C ausreichend genau.
- 2) Der Wasserdampfsättigungsdruck p_s darf auch durch eine Formel angenähert werden, z. B.:

$$p_s = a \left(b + \frac{\vartheta}{100 \text{ °C}} \right)^n$$

p_s	a	b	n	ϑ
Pa	Pa	—	—	°C

Dabei bedeuten a , b und n Konstanten mit folgenden Zahlenwerten:

$$0 \leq \vartheta \leq 30 \text{ °C: } \begin{aligned} a &= 288,68 \text{ Pa} \\ b &= 1,098 \\ n &= 8,02 \end{aligned}$$

$$-20 \leq \vartheta < 0 \text{ °C: } \begin{aligned} a &= 4,689 \text{ Pa} \\ b &= 1,486 \\ n &= 12,30 \end{aligned}$$

- 3) Vergleiche auch Glaser, H.: Graphisches Verfahren zur Untersuchung von Diffusionsvorgängen. Kältetechnik 11 (1959), S. 345/349.