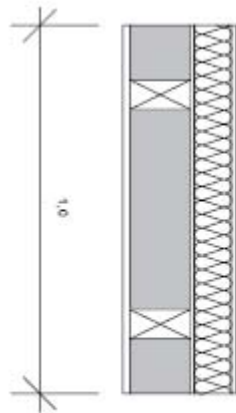


Aufgabe 4

Die Außenwand eines Fachwerkhauses enthält im Zuge einer energetischen Sanierung auf der Innenseite eine Kalziumsilikatdämmplatte entsprechend Anlage 4.

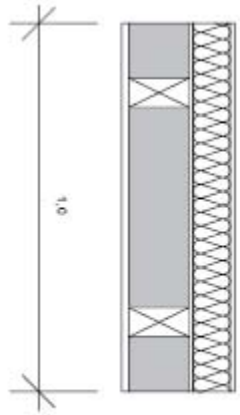
a) Wie groß ist der mittlere Wärmedurchlasswiderstand der ungedämmten Fachwerkwand nach DIN ISO 6946 vor der Sanierung?



Aufbau von innen nach außen:

- 1,5 cm Kalkputz
- X cm Kalziumsilikat-Innendämmung, $\lambda=0,09 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$
- 1 cm Kalkputz ($\rho=1800 \text{ kg}/\text{m}^3$)
- 14,5 cm Holz ($\rho =700 \text{ kg}/\text{m}^3$)
- 14,5 cm Stroh-Lehm, $\lambda =0,6 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$
- 2,0 cm Lehmaußenputz, $\lambda =0,55 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$

Der Rahmenanteil des Holz-Fachwerks beträgt 28%.



Aufbau von innen nach außen:

- 1,5 cm Kalkputz
- X cm Kalziumsilikat-Innendämmung, $\lambda=0,09 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$
- 1 cm Kalkputz ($\rho=1800 \text{ kg}/\text{m}^3$)
- 14,5 cm Holz ($\rho =700 \text{ kg}/\text{m}^3$)
- 14,5 cm Stroh-Lehm, $\lambda =0,6 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$
- 2,0 cm Lehmaußenputz, $\lambda =0,55 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$

Der Rahmenanteil des Holz-Fachwerks beträgt 28%.

	Richtung des Wärmestromes		
	Aufwärts	Horizontal	Abwärts
R_{si}	0,10	0,13	0,17
R_{se}	0,04	0,04	0,04

Konventionelle Wärmeübergangswiderstände
(Bemessungswerte) nach DIN EN ISO 6946, Tabelle 1

	d [m]	λ [W/(m·K)]	R [(m²·K)/W]
Wärmeübergang innen			0,13
1. Kalkputz	0,015	1,0	
2. Kalzium-Silikat-Platte	x	0,09	
3. Kalkputz	0,01	1,0	
4. Holzständer /-balken (28%)	0,145	0,18	
Stroh-Lehm-Gefach (72%)	0,145	0,6	
5. Lehmputz	0,02	0,55	
Wärmeübergang außen			0,04

Tabelle 3 (fortgesetzt)

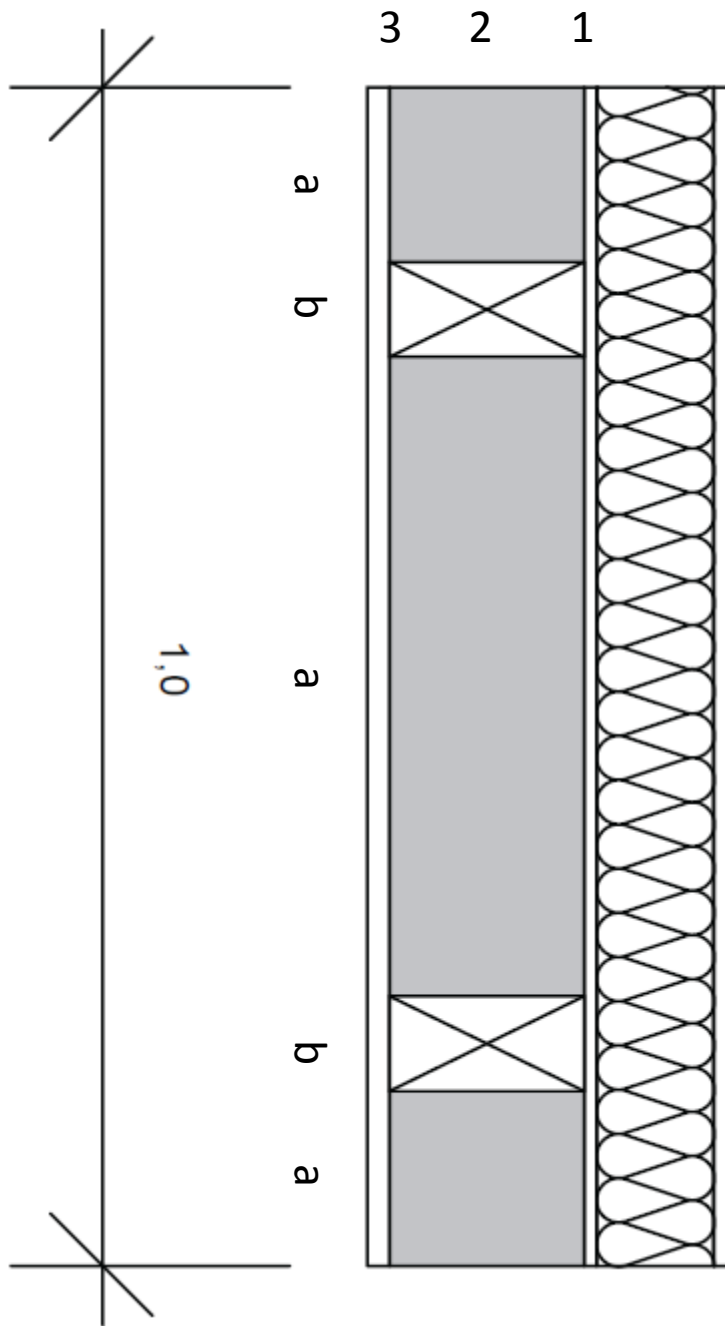
Stoffgruppe oder Anwendung	Rohdichte ρ kg/m ³	Bemessungs- wärmeleit- fähigkeit λ W/(m · K)	Spezifische Wärme- speicher- kapazität c_p J/(kg · K)	Wasserdampf- diffusionswider- standszahl μ	
				trocken	feucht
Dachziegelsteine					
Ton	2 000	1,0	800	40	30
Beton	2 100	1,5	1 000	100	60
Platten					
Keramik/Porzellan	2 300	1,3	840		∞
Kunststoff	1 000	0,20	1 000	10 000	10 000
Nutzholz^d					
	450	0,12	1 600	50	20
	500	0,13	1 600	50	20
	700	0,18	1 600	200	50

Auszug: Wärmeleitfähigkeit nach DIN EN ISO 10456 Tabelle 3

Tabelle 1 — Bemessungswerte der Wärmeleitfähigkeit und Richtwerte der Wasserdampf-Diffusionswiderstandszahlen

Zeile	Stoff	Rohdichte ^{a,b} ρ kg/m ³	Bemessungswert der Wärmeleitfähigkeit λ W/(m · K)	Richtwert der Wasserdampf- Diffusions- widerstands- zahl ^c μ
!	Putze, Mörtel und Estriche			
1.1	Putze			
1.1.1	Putzmörtel aus Kalk, Kalkzement und hydraulischem Kalk	(1 800)	1,0	15/35
1.1.2	Putzmörtel aus Kalkgips, Gips, Anhydrit und Kalkanhydrit	(1 400)	0,70	10
1.1.3	Leichtputz	< 1 300	0,56	15/20
1.1.4	Leichtputz	≤ 1 000	0,38	
1.1.5	Leichtputz	≤ 700	0,25	
1.1.6	Gipsputz ohne Zuschlag	(1 200)	0,51	10
1.1.7	Wärmedämmputz nach DIN V 18550			
	Wärmeleitfähigkeitsgruppe			
	060	≥ 200	0,060	5/20
	070		0,070	
	080		0,080	
	090		0,090	
	100		0,100	
1.1.8	Kunstharzputz	(1 100)	0,70	50/200

Auszug: Wärmeleitfähigkeit nach DIN 4108-4 Tabelle 1

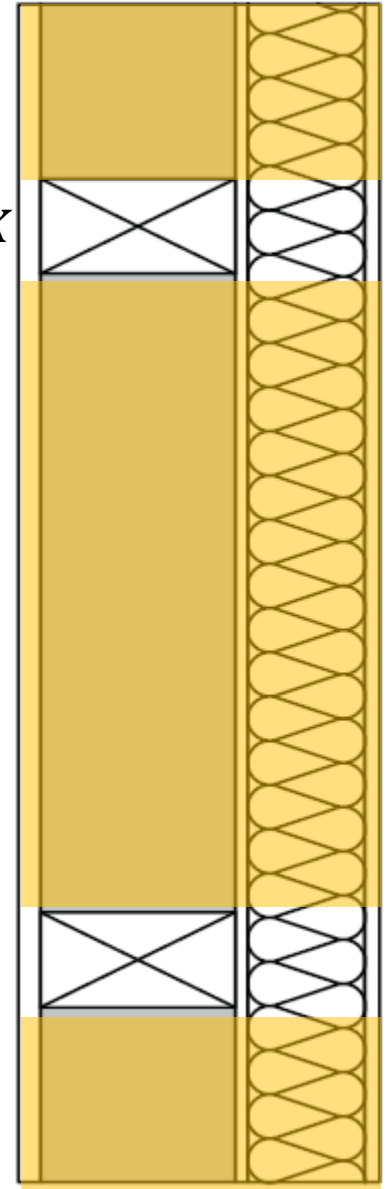


1. Bauteilaufteilung
 - Horizontal: Zahlen
 - Vertikal: Buchstaben
2. Berechnung des oberen Grenzwertes des Wärmedurchgangswiderstandes R'_T
3. Berechnung des unteren Grenzwertes des Wärmedurchgangswiderstandes R''_T
4. Mittelung der Grenzwerte: $R_T = \frac{R'_T + R''_T}{2}$
5. Berechnung des U-Wertes: $U = \frac{1}{R_T}$

b) Wie dick muss die Kalziumsilikat-Innendämmung sein, damit an der ungünstigen Stelle der Wand ein U-Wert von $0,8 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ erzielt wird?

$$\lambda = 0,18 \text{ W}/\text{m} \cdot \text{K}$$

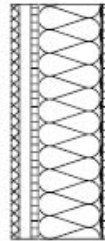
$$\lambda = 0,6 \text{ W}/\text{m} \cdot \text{K}$$



Aufgabe 6

Bewerten Sie das wasserdampftechnische Verhalten der in Anlage 6 dargestellten Wandkonstruktion im Bereich des Gefaches mit folgenden Klimabedingungen gemäß DIN 4108-3.

Anlage 6



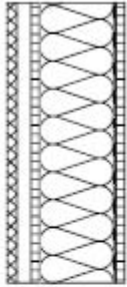
	d [m]	μ [-]	s_d [m]	λ [W/(m·K)]	R [(m ² ·K)/W]
Wärmeübergang innen	-	-		-	0,13
1. Spanplatte V20	0,019	50		0,13	
2. diffusionshemmende luftdichte Schicht	0,00005	40000		-	
3. Mineralwolle	0,16	1		0,04	
4. Spanplatte V100	0,019	100		0,13	
5. Luftschicht, belüftet	0,03	-		-	
6. vorgehängte Fassade	0,02	-		-	
Wärmeübergang außen	-	-		-	0,04

Vorgehen ‚Glaser-Verfahren‘ (DIN 4108-3)

1. Eingangsdaten:

- Klimarandbedingungen nach Norm (Temperatur [$^{\circ}\text{C}$] und rel. Luftfeuchte [%]) (DIN 4108-3)
- Bauteilschichtdicke d [m]
- Materialabhängige Parameter
 - Wärmeleitfähigkeit λ [$\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$]
 - Dampfdiffusionswiderstandszahl μ [-]

Anlage 6



$$\theta_i = 20^\circ\text{C}$$

$$\theta_a = -10/-5^\circ\text{C}$$

	d [m]	μ [-]	s_d [m]	λ [W/(m·K)]	R [(m ² ·K)/W]
Wärmeübergang innen	-	-		-	0,13
1. Spanplatte V20	0,019	50		0,13	
2. diffusionshemmende luftdichte Schicht	0,00005	40000		-	
3. Mineralwolle	0,16	1		0,04	
4. Spanplatte V100	0,019	100		0,13	
5. Luftschicht, belüftet	0,03				
6. vorgehängte Fassade	0,02				
Wärmeübergang außen	-	-		-	0,04

Vorgehen ‚Glaser-Verfahren‘ (DIN 4108-3)

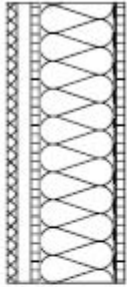
1. Eingangsdaten:

- Klimarandbedingungen nach Norm (Temperatur [°C] und rel. Luftfeuchte [%]) (DIN 4108-3)
- Bauteilschichtdicke d [m]
- Materialabhängige Parameter
 - Wärmeleitfähigkeit λ [W/(m·K)]
 - Dampfdiffusionswiderstandszahl μ [-]

2. äquivalente Luftschichtdicke (S_d) berechnen

- $S_d = \mu \cdot d$ [m]

Anlage 6



$$\theta_i = 20^\circ\text{C}$$

$$\theta_a = -10/-5^\circ\text{C}$$

	d [m]	μ [-]	s_d [m]	λ [W/(m·K)]	R [(m ² ·K)/W]
Wärmeübergang innen	-	-		-	0,13
1. Spanplatte V20	0,019	50	0,95	0,13	
2. diffusionshemmende luftdichte Schicht	0,00005	40000	2	-	
3. Mineralwolle	0,16	1	0,16	0,04	
4. Spanplatte V100	0,019	100	1,9	0,13	
5. Luftschicht, belüftet	0,03				
6. vorgehängte Fassade	0,02				
Wärmeübergang außen	-	-		-	0,04

Vorgehen ‚Glaser-Verfahren‘ (DIN 4108-3)

1. Eingangsdaten:

- Klimarandbedingungen nach Norm (Temperatur [°C] und rel. Luftfeuchte [%]) (DIN 4108-3)
- Bauteilschichtdicke d [m]
- Materialabhängige Parameter
 - Wärmeleitfähigkeit λ [W/(m·K)]
 - Dampfdiffusionswiderstandszahl μ [-]

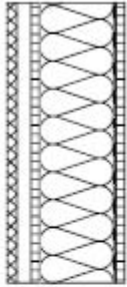
2. äquivalente Luftschichtdicke (S_d) berechnen

- $S_d = \mu \cdot d$ [m]

3. Wärmedurchgangswiderstand (R_T) berechnen

- $R_T = R_{si} + \sum R_n + R_{se}$ [(m²·K)/W]

Anlage 6



$$\theta_i = 20^\circ\text{C}$$

$$\theta_a = -10/-5^\circ\text{C}$$

	d [m]	μ [-]	s_d [m]	λ [W/(m·K)]	R [(m ² ·K)/W]
Wärmeübergang innen	-	-		-	0,13
1. Spanplatte V20	0,019	50	0,95	0,13	0,146
2. diffusionshemmende luftdichte Schicht	0,00005	40000	2	-	0
3. Mineralwolle	0,16	1	0,16	0,04	4
4. Spanplatte V100	0,019	100	1,9	0,13	0,162
5. Luftschicht, belüftet	0,03				
6. vorgehängte Fassade	0,02				
Wärmeübergang außen	-	-		-	0,04

Σ 4,462

Vorgehen ‚Glaser-Verfahren‘ (DIN 4108-3)

1. Eingangsdaten:

- Klimarandbedingungen nach Norm (Temperatur [°C] und rel. Luftfeuchte [%]) (DIN 4108-3)
- Bauteilschichtdicke d [m]
- Materialabhängige Parameter
 - Wärmeleitfähigkeit λ [W/(m·K)]
 - Dampfdiffusionswiderstandszahl μ [-]

2. äquivalente Luftschichtdicke (S_d) berechnen

- $S_d = \mu \cdot d$ [m]

3. Wärmedurchgangswiderstand (R_T) berechnen

- $R_T = R_{si} + \sum R_n + R_{se}$ [(m²·K)/W]

4. Wärmestromdichte (q) berechnen

- $q = \frac{\Delta\theta}{R_T}$ [W/m²]

Vorgehen ‚Glaser-Verfahren‘ (DIN 4108-3)

1. Eingangsdaten:

- Klimarandbedingungen nach Norm (Temperatur [°C] und rel. Luftfeuchte [%]) (DIN 4108-3)
- Bauteilschichtdicke d [m]
- Materialabhängige Parameter
 - Wärmeleitfähigkeit λ [W/(m·K)]
 - Dampfdiffusionswiderstandszahl μ [-]

2. äquivalente Luftschichtdicke (S_d) berechnen

- $S_d = \mu \cdot d$ [m]

3. Wärmedurchgangswiderstand (R_T) berechnen

- $R_T = R_{si} + \sum R_n + R_{se}$ [(m²·K)/W]

4. Wärmestromdichte (q) berechnen

- $q = \frac{\Delta\theta}{R_T}$ [W/m²]

5. Temperaturdifferenzen und absoluten Temperaturen zwischen einzelnen Bauteilschichten ($\Delta\theta_n/\theta_n$) berechnen

- $\Delta\theta_n = q \cdot R_n$ [K]

- $\theta_n = \theta_i - \sum \theta_n$ [°C]

Vorgehen ‚Glaser-Verfahren‘ (DIN 4108-3)

1. Eingangsdaten:

- Klimarandbedingungen nach Norm (Temperatur [°C] und rel. Luftfeuchte [%]) (DIN 4108-3)
- Bauteilschichtdicke d [m]
- Materialabhängige Parameter
 - Wärmeleitfähigkeit λ [W/(m·K)]
 - Dampfdiffusionswiderstandszahl μ [-]

2. äquivalente Luftschichtdicke (S_d) berechnen

- $S_d = \mu \cdot d$ [m]

3. Wärmedurchgangswiderstand (R_T) berechnen

- $R_T = R_{si} + \sum R_n + R_{se}$ [(m²·K)/W]

4. Wärmestromdichte (q) berechnen

- $q = \frac{\Delta\theta}{R_T}$ [W/m²]

5. Temperaturdifferenzen und absoluten Temperaturen zwischen einzelnen Bauteilschichten ($\Delta\theta_n/\theta_n$) berechnen

- $\Delta\theta_n = q \cdot R_n$ [K]

- $\theta_n = \theta_i - \sum \theta_n$ [°C]

6. Wasserdampfdrücke der Grenzschichten (P_s) ablesen und Wasserdampfdrücke (P_v) von θ_i/θ_a berechnen

- P_s nach DIN 4108-3 [Pa]

- $P_v = \phi \cdot P_s$ [Pa]

Sättigungsdampfdruck in Pa, für Temperaturschritte in Zehntel °C

Temperatur in °C	,0	,1	,2	,3	,4	,5	,6	,7	,8	,9
30	4241	4265	4289	4314	4339	4364	4389	4414	4439	4464
29	4003	4026	4050	4073	4097	4120	4144	4168	4192	4216
28	3778	3800	3822	3844	3867	3889	3912	3934	3957	3980
27	3563	3584	3605	3626	3648	3669	3691	3712	3734	3756
26	3359	3379	3399	3419	3440	3460	3480	3501	3522	3542
25	3166	3185	3204	3223	3242	3261	3281	3300	3320	3340
24	2982	3000	3018	3036	3055	3073	3091	3110	3128	3147
23	2808	2825	2842	2859	2876	2894	2911	2929	2947	2964
22	2642	2659	2675	2691	2708	2724	2741	2757	2774	2791
21	2486	2501	2516	2532	2547	2563	2579	2594	2610	2626
20	2337	2351	2366	2381	2395	2410	2425	2440	2455	2470
19	2196	2210	2224	2238	2252	2266	2280	2294	2308	2323
18	2063	2076	2089	2102	2115	2129	2142	2155	2169	2182
17	1937	1949	1961	1974	1986	1999	2012	2024	2037	2050
16	1817	1829	1841	1852	1864	1876	1888	1900	1912	1924
15	1704	1715	1726	1738	1749	1760	1771	1783	1794	1806
14	1598	1608	1619	1629	1640	1650	1661	1672	1683	1693
13	1497	1507	1517	1527	1537	1547	1557	1567	1577	1587
12	1402	1411	1420	1430	1439	1449	1458	1468	1477	1487
11	1312	1321	1330	1338	1347	1356	1365	1374	1383	1393
10	1227	1236	1244	1252	1261	1269	1278	1286	1295	1303
9	1147	1155	1163	1171	1179	1187	1195	1203	1211	1219
8	1072	1080	1087	1094	1102	1109	1117	1124	1132	1140
7	1001	1008	1015	1022	1029	1036	1043	1050	1058	1065
6	935	941	948	954	961	967	974	981	988	994
5	872	878	884	890	897	903	909	915	922	928
4	813	819	824	830	836	842	848	854	860	866
3	757	763	768	774	779	785	790	796	801	807
2	705	710	715	721	726	731	736	741	747	752
1	656	661	666	671	676	680	685	690	695	700
0	611	615	619	624	629	633	638	642	647	652
0	611	605	601	596	591	586	581	576	571	567
-1	562	557	553	548	544	539	535	530	526	521
-2	517	513	509	504	500	496	492	488	484	479
-3	475	471	468	464	460	456	452	448	444	441
-4	437	433	430	426	422	419	415	412	408	405
-5	401	398	394	391	388	384	381	378	375	371
-6	368	365	362	359	356	353	350	347	344	341
-7	338	335	332	329	326	323	320	318	315	312
-8	309	307	304	301	299	296	294	291	288	286
-9	283	281	278	276	274	271	269	266	264	262
-10	259	257	255	252	250	248	246	244	241	239

Vorgehen ‚Glaser-Verfahren‘ (DIN 4108-3)

1. Eingangsdaten:

- Klimarandbedingungen nach Norm (Temperatur θ [°C] und rel. Luftfeuchte ϕ [%]) (DIN 4108-3)
- Bauteilschichtdicke d [m]
- Materialabhängige Parameter
 - Wärmeleitfähigkeit λ [W/(m·K)]
 - Dampfdiffusionswiderstandszahl μ [-]

2. äquivalente Luftschichtdicke (S_d) berechnen

- $S_d = \mu \cdot d$ [m]

3. Wärmedurchgangswiderstand (R_T) berechnen

- $R_T = R_{si} + \sum R_n + R_{se}$ [(m²·K)/W]

4. Wärmestromdichte (q) berechnen

- $q = \frac{\Delta\theta}{R_T}$ [W/m²]

5. Temperaturdifferenzen und absoluten Temperaturen zwischen einzelnen Bauteilschichten ($\Delta\theta_n/\theta_n$) berechnen

- $\Delta\theta_n = q \cdot R_n$ [K]

- $\theta_n = \theta_i - \sum \theta_n$ [°C]

6. Wasserdampfdrücke der Grenzschichten (P_s) ablesen und Wasserdampfteildrücke (P_v) von θ_i/θ_a berechnen

- P_s nach DIN 4108-3 [Pa]

- $P_v = \phi \cdot P_s$ [Pa]

7. Wasserdampfdiffusionswiderstand (Z) berechnen

- $Z = N \cdot S_d$ mit $N = 1500$ (m·h·Pa)/g [(m²·h·Pa)/g]

Vorgehen ‚Glaser-Verfahren‘ (DIN 4108-3)

1. Eingangsdaten:

- Klimarandbedingungen nach Norm (Temperatur θ [°C] und rel. Luftfeuchte ϕ [%]) (DIN 4108-3)
- Bauteilschichtdicke d [m]
- Materialabhängige Parameter
 - Wärmeleitfähigkeit λ [W/(m·K)]
 - Dampfdiffusionswiderstandszahl μ [-]

2. äquivalente Luftschichtdicke (S_d) berechnen

- $S_d = \mu \cdot d$ [m]

3. Wärmedurchgangswiderstand (R_T) berechnen

- $R_T = R_{si} + \sum R_n + R_{se}$ [(m²·K)/W]

4. Wärmestromdichte (q) berechnen

- $q = \frac{\Delta\theta}{R_T}$ [W/m²]

5. Temperaturdifferenzen und absoluten Temperaturen zwischen einzelnen Bauteilschichten ($\Delta\theta_n/\theta_n$) berechnen

- $\Delta\theta_n = q \cdot R_n$ [K]

- $\theta_n = \theta_i - \sum \theta_n$ [°C]

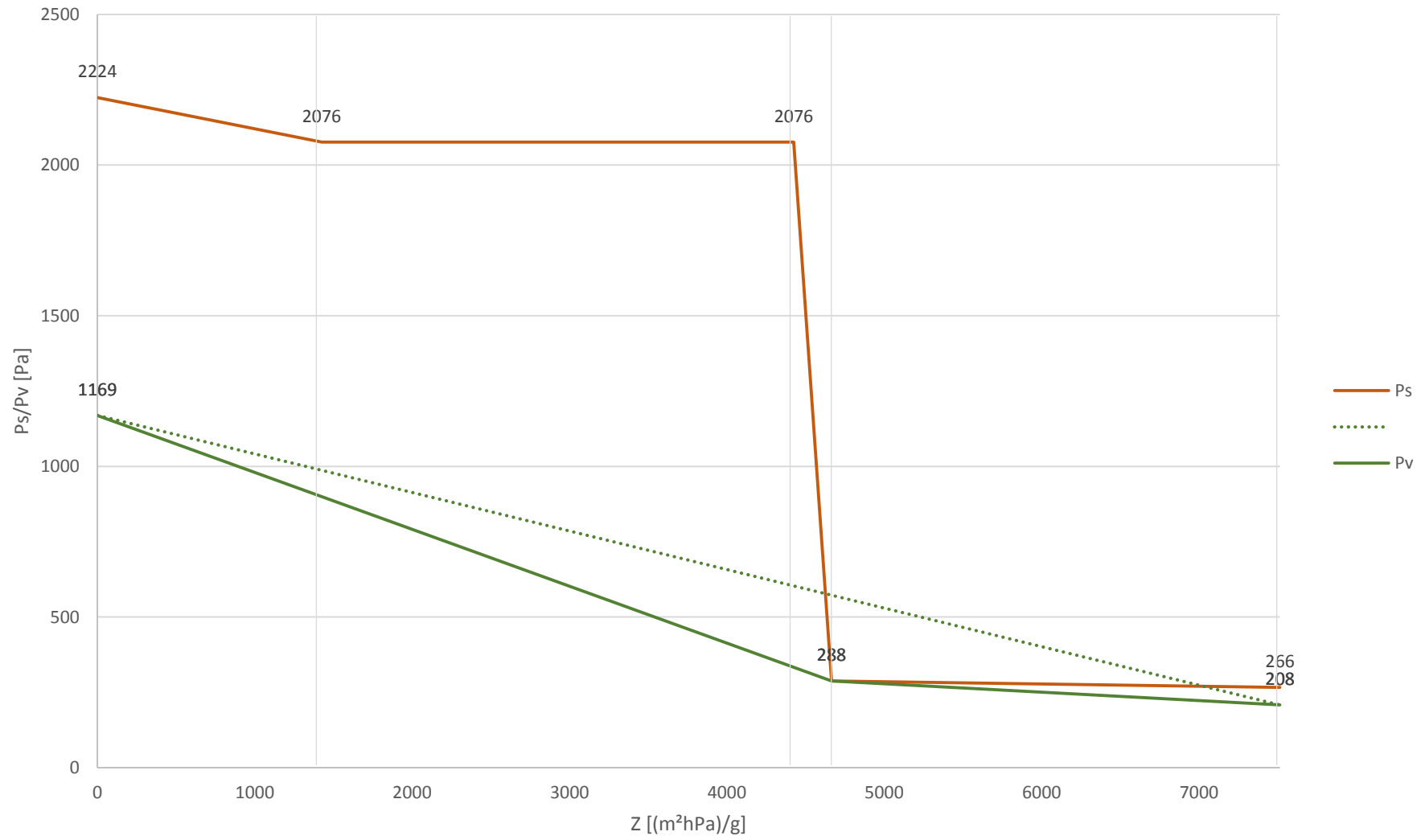
6. Wasserdampfdrücke der Grenzschichten (P_s) ablesen und Wasserdampfdrücke (P_v) von θ_i/θ_a berechnen

- P_s nach DIN 4108-3 [Pa]

- $P_v = \phi \cdot P_s$ [Pa]

7. Wasserdampfdiffusionswiderstand (Z) berechnen und Diagramm ausfüllen

- $Z = N \cdot S_d$ mit $N = 1500$ (m·h·Pa)/g [(m²·h·Pa)/g]

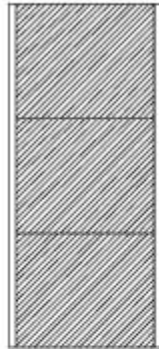


Aufgabe 7

Vergleichen und bewerten Sie die in Anlage 7 gegebenen vier Wandkonstruktionen. Untersuchen Sie hinsichtlich folgender Fragestellungen:

- a) Berechnen Sie jeweils den Wärmedurchgangskoeffizienten, bewerten Sie die Ergebnisse.

Anlage 7



	d [m]	μ [-]	s_d [m]	λ [W/(m·K)]	R [(m ² ·K)/W]
Wärmeübergang innen					0,13
1. Kalkzementputz	0,015	35		1	0,015
2. Porenbeton Planbau ($\rho=800 \text{ kg/m}^3$)	0,30	10		0,25	1,2
3. Wärmedämmputz, WLG 070	0,03	20		0,07	0,429
Wärmeübergang außen					0,04

Tabelle 1 (fortgesetzt)

Zeile	Stoff	Rohdichte ^{a,b} ρ kg/m ³	Bemessungswert der Wärmeleitfähigkeit λ W/(m · K)	Richtwert der Wasserdampf- Diffusions- widerstands- zahl ^c μ
2	Beton-Bauteile			
2.1	Beton nach DIN EN 206-1	Siehe DIN EN ISO 10456		
2.2	Leichtbeton und Stahlleichtbeton mit geschlossenem Gefüge nach DIN EN 206-1 und DIN 1045-2, hergestellt unter Verwendung von Zuschlägen mit porigem Gefüge nach DIN 4226-2, ohne Quarzsandzusatz ^d	800	0,39	70/150
		900	0,44	
		1 000	0,49	
		1 100	0,55	
		1 200	0,62	
		1 300	0,70	
		1 400	0,79	
		1 500	0,89	
		1 600	1,0	
		1 800	1,15	
2 000	1,35			
2.3	Dampfgehärteter Porenbeton nach DIN 4223-1	350	0,11	5/10
		400	0,13	
		450	0,15	
		500	0,15	
		550	0,18	
		600	0,19	
		650	0,21	
		700	0,22	
		750	0,24	
		900	0,29	

Auszug: Wärmeleitfähigkeit nach DIN 4108-4 Tabelle 1

Tabelle 1 — Bemessungswerte der Wärmeleitfähigkeit und Richtwerte der Wasserdampf-Diffusionswiderstandszahlen

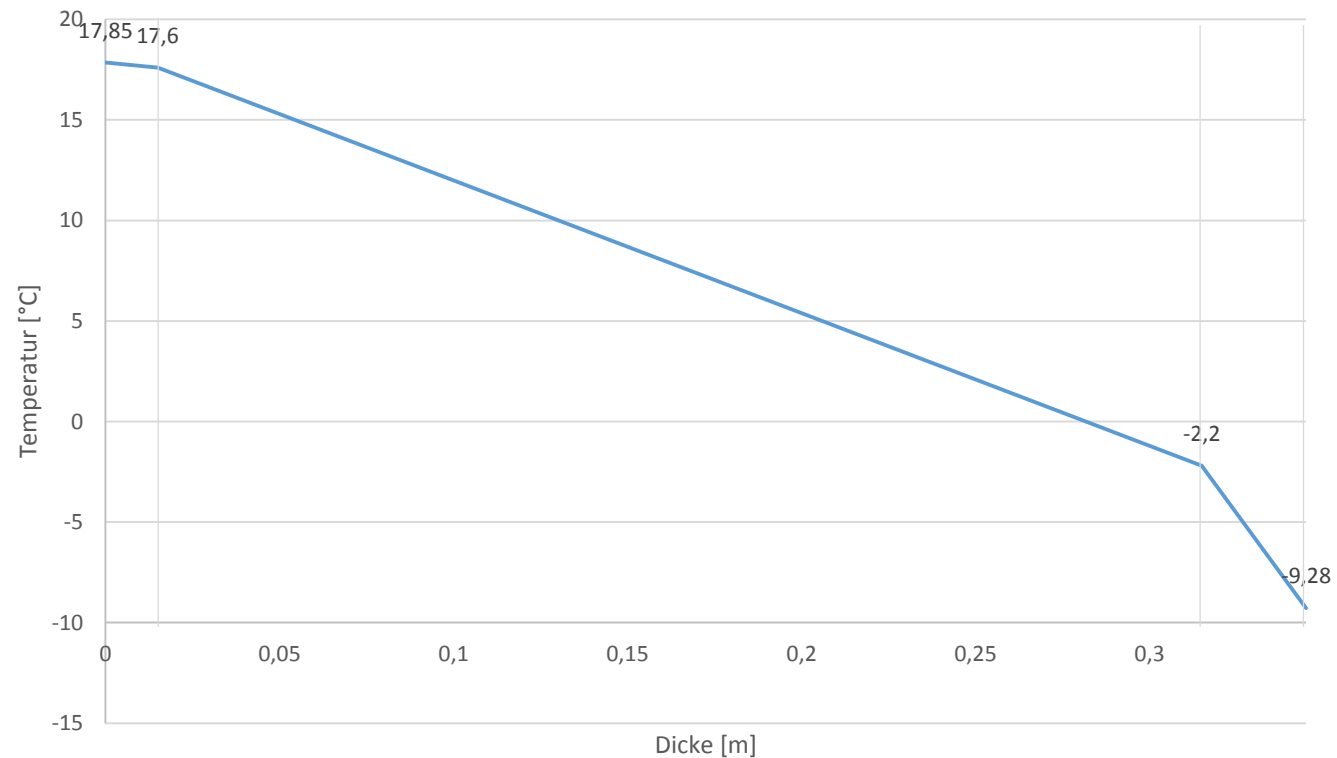
Zeile	Stoff	Rohdichte ^{a,b} ρ kg/m ³	Bemessungswert der Wärmeleitfähigkeit λ W/(m · K)	Richtwert der Wasserdampf- Diffusions- widerstands- zahl ^c μ
1	Putze, Mörtel und Estriche			
1.1	Putze			
1.1.1	Putzmörtel aus Kalk, Kalkzement und hydraulischem Kalk	(1 800)	1,0	15/35
1.1.2	Putzmörtel aus Kalkgips, Gips, Anhydrit und Kalkanhydrit	(1 400)	0,70	10
1.1.3	Leichtputz	< 1 300	0,56	15/20
1.1.4	Leichtputz	≤ 1 000	0,38	
1.1.5	Leichtputz	≤ 700	0,25	
1.1.6	Gipsputz ohne Zuschlag	(1 200)	0,51	10
1.1.7	Wärmedämmputz nach DIN V 18550			
	Wärmeleitfähigkeitsgruppe			
	060		0,060	
	070		0,070	
	080	≥ 200	0,080	5/20
	090		0,090	
	100		0,100	
1.1.8	Kunstharzputz		(1 100)	

Auszug: Wärmeleitfähigkeit nach DIN 4108-4 Tabelle 1

- b) Berechnen Sie die Wärmestromdichte in den Bauteilen.
- c) Berechnen Sie die Wärmeverluste für 1m^2 Wandfläche während der Heizperiode (Oktober bis April) für München und Hamburg unter Verwendung der Gleichung $Q = U \cdot A \cdot \Delta\theta \cdot t$ [Wh]. Verwenden Sie als Mittelwert der Außentemperatur während der Heizperiode für München $2,90\text{ }^\circ\text{C}$, für Hamburg $4,35\text{ }^\circ\text{C}$. Die Innentemperatur beträgt im Mittel $20\text{ }^\circ\text{C}$.
- d) Heizöl hat einen Heizwert von 10 kWh / Liter . Wie viel Heizöl würde während der Heizperioden in München und Hamburg bei Verwendung der vier Wandaufbauten benötigt? Bewerten Sie die Ergebnisse.

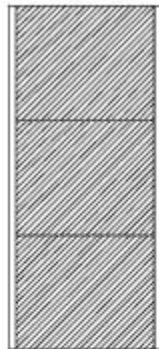
e) Berechnen Sie den Temperaturverlauf in den Bauteilen mit folgenden Klimabedingungen.

f) Zeichnen Sie die Kostruktions-Temperaturschemata der vier Außenwandkonstruktionen auf. (zusätzliches DIN A4 Papier im Querformat | y-Achse: Temperatur; x-Achse: Schichtdicke)



g) Führen Sie die wasserdampfdiffusionstechnische Überprüfung für die vier gegebenen Wandkonstruktionen mit folgenden Klimabedingungen durch. (zusätzliches DIN A4 Papier im Querformat | y-Achse: Wasserdampfdruck; x-Achse: Wasserdampf-Diffusionsdurchlasswiderstand) Bewerten Sie die Konstruktionen im Kontext aller Ergebnisse.

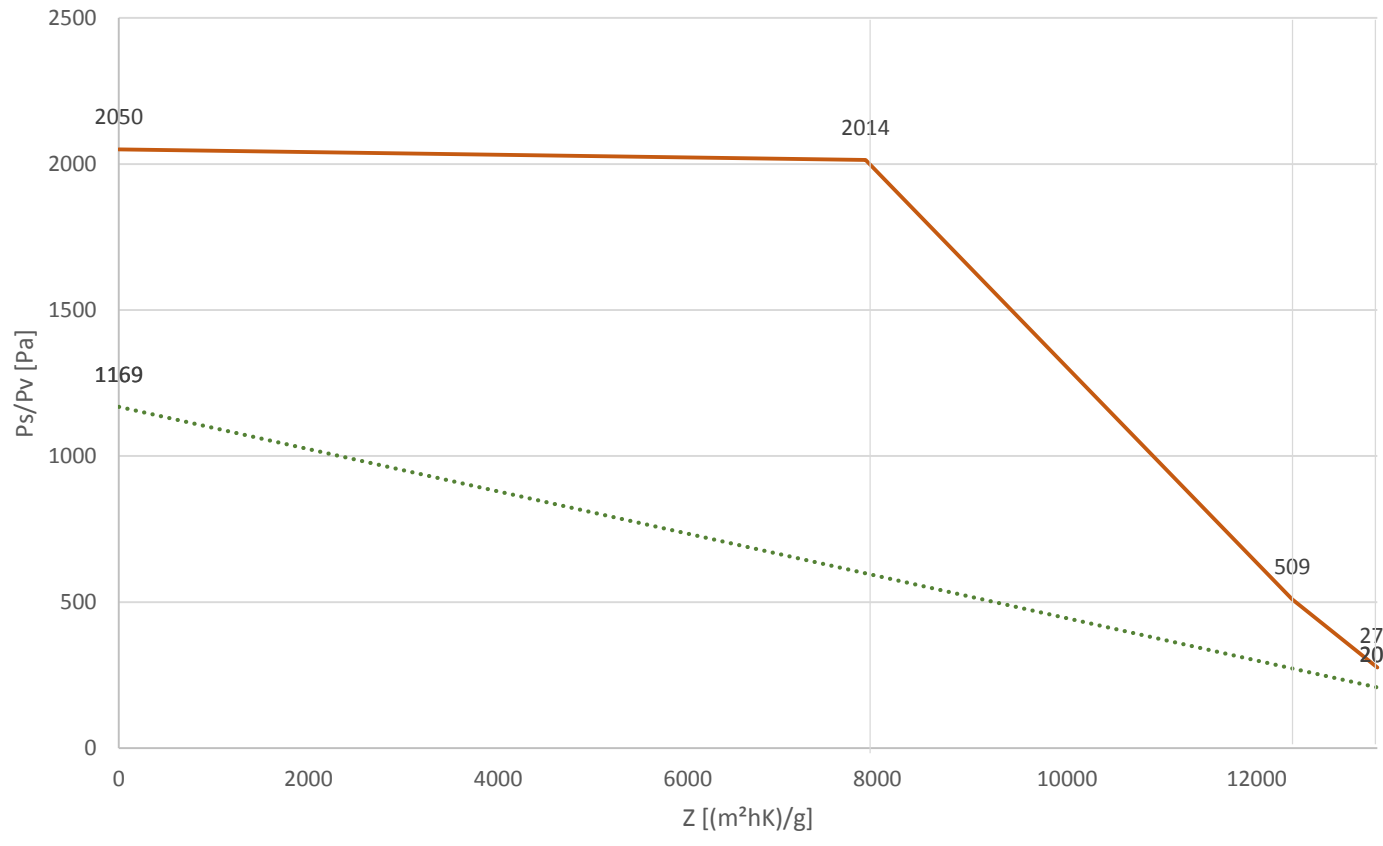
Anlage 7



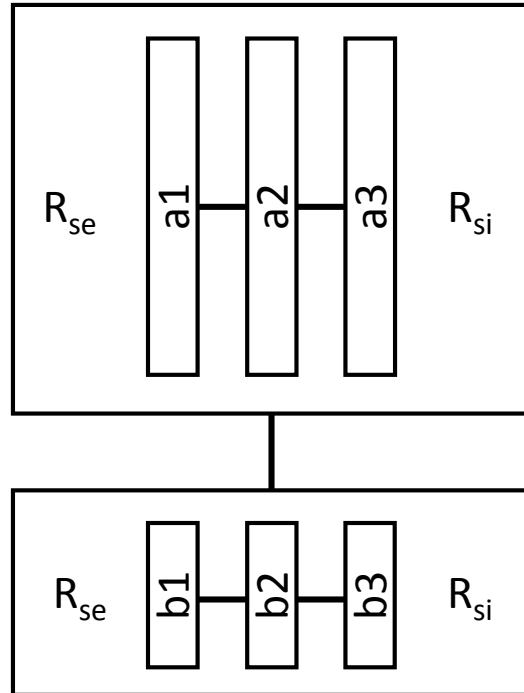
	d [m]	μ [-]	s_d [m]	λ [W/(m·K)]	R [(m ² ·K)/W]
Wärmeübergang innen					0,13
1. Kalkzementputz	0,015	35	5,25	1	0,015
2. Porenbeton Planbau ($\rho=800 \text{ kg/m}^3$)	0,30	10	3	0,25	1,2
3. Wärmedämmputz, WLG 070	0,03	20	0,6	0,07	0,429
Wärmeübergang außen					0,04

Sättigungsdampfdruck in Pa, für Temperaturschritte in Zehntel °C

Temperatur in °C	,0	,1	,2	,3	,4	,5	,6	,7	,8	,9
30	4241	4265	4289	4314	4339	4364	4389	4414	4439	4464
29	4003	4026	4050	4073	4097	4120	4144	4168	4192	4216
28	3778	3800	3822	3844	3867	3889	3912	3934	3957	3980
27	3563	3584	3605	3626	3648	3669	3691	3712	3734	3756
26	3359	3379	3399	3419	3440	3460	3480	3501	3522	3542
25	3166	3185	3204	3223	3242	3261	3281	3300	3320	3340
24	2982	3000	3018	3036	3055	3073	3091	3110	3128	3147
23	2808	2825	2842	2859	2876	2894	2911	2929	2947	2964
22	2642	2659	2675	2691	2708	2724	2741	2757	2774	2791
21	2486	2501	2516	2532	2547	2563	2579	2594	2610	2626
20	2337	2351	2366	2381	2395	2410	2425	2440	2455	2470
19	2196	2210	2224	2238	2252	2266	2280	2294	2308	2323
18	2063	2076	2089	2102	2115	2129	2142	2155	2169	2182
17	1937	1949	1961	1974	1986	1999	2012	2024	2037	2050
16	1817	1829	1841	1852	1864	1876	1888	1900	1912	1924
15	1704	1715	1726	1738	1749	1760	1771	1783	1794	1806
14	1598	1608	1619	1629	1640	1650	1661	1672	1683	1693
13	1497	1507	1517	1527	1537	1547	1557	1567	1577	1587
12	1402	1411	1420	1430	1439	1449	1458	1468	1477	1487
11	1312	1321	1330	1338	1347	1356	1365	1374	1383	1393
10	1227	1236	1244	1252	1261	1269	1278	1286	1295	1303
9	1147	1155	1163	1171	1179	1187	1195	1203	1211	1219
8	1072	1080	1087	1094	1102	1109	1117	1124	1132	1140
7	1001	1008	1015	1022	1029	1036	1043	1050	1058	1065
6	935	941	948	954	961	967	974	981	988	994
5	872	878	884	890	897	903	909	915	922	928
4	813	819	824	830	836	842	848	854	860	866
3	757	763	768	774	779	785	790	796	801	807
2	705	710	715	721	726	731	736	741	747	752
1	656	661	666	671	676	680	685	690	695	700
0	611	615	619	624	629	633	638	642	647	652
0	611	605	601	596	591	586	581	576	571	567
-1	562	557	553	548	544	539	535	530	526	521
-2	517	513	509	504	500	496	492	488	484	479
-3	475	471	468	464	460	456	452	448	444	441
-4	437	433	430	426	422	419	415	412	408	405
-5	401	398	394	391	388	384	381	378	375	371
-6	368	365	362	359	356	353	350	347	344	341
-7	338	335	332	329	326	323	320	318	315	312
-8	309	307	304	301	299	296	294	291	288	286
-9	283	281	278	276	274	271	269	266	264	262
-10	259	257	255	252	250	248	246	244	241	239

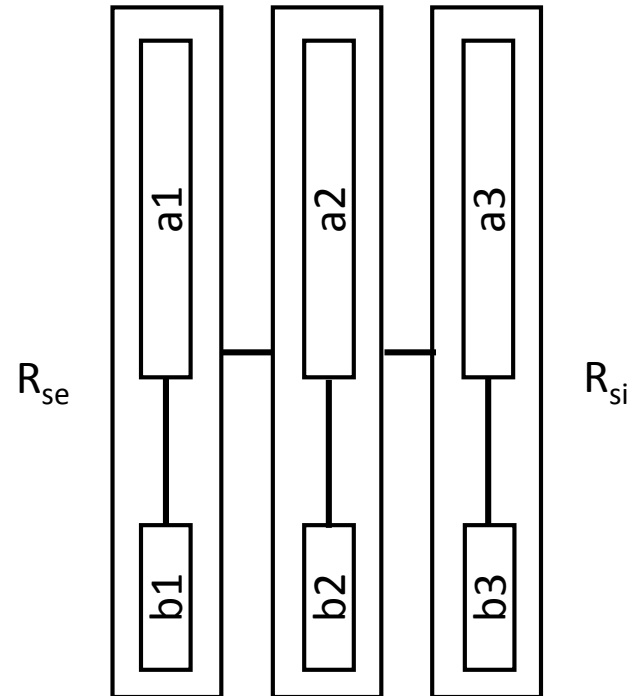


Richtung des Wärmeflusses



R'_T : oberer Grenzwert des
Wärmedurchgangswiderstandes

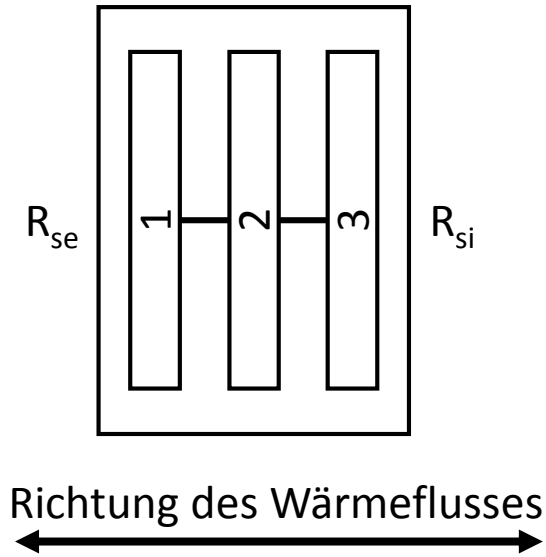
Richtung des Wärmeflusses



R''_T : unterer Grenzwert des
Wärmedurchgangswiderstandes

Serieller Wandaufbau

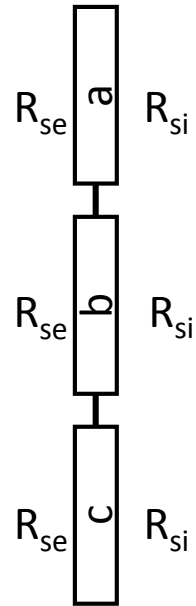
$$R_T = R_{se} + R_1 + R_2 + R_3 + R_{si}$$



Paralleler Wandaufbau

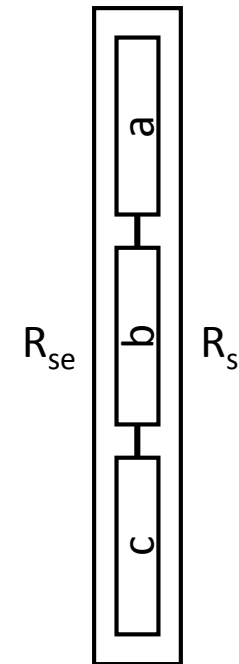
$$R_T = \frac{R'_T + R''_T}{2}$$

$$\frac{1}{R'_T} = \left(\frac{f_a}{R_{se} + R_a + R_{si}} + \frac{f_b}{R_{se} + R_b + R_{si}} + \frac{f_c}{R_{se} + R_c + R_{si}} \right)$$



Richtung des Wärmeflusses

R'_T : oberer Grenzwert des
Wärmedurchgangswiderstandes



Richtung des Wärmeflusses

R''_T : unterer Grenzwert des
Wärmedurchgangswiderstandes

$$R''_T = R_{se} + R_1 + R_{si}$$

$$\frac{1}{R_1} = \frac{f_a}{R_a} + \frac{f_b}{R_b} + \frac{f_c}{R_c}$$