

Vorrechenübung Bauphysik
Wintersemester 2013/2014

Inhalte

Diese Übung dient als Vorbereitung auf die abschließende Bauphysik-Klausur am Ende des Wintersemesters 2013/2014.

Bearbeitung

Bitte achten Sie bei der Bearbeitung darauf, die korrekten bauphysikalischen Begriffe zu verwenden. Achten Sie auf die korrekte Schreibweise von Formeln sowie von Kennwerten.

Geben Sie sowohl bei den bauphysikalischen Kennwerten, als auch bei den Endergebnissen die Einheiten an (innerhalb der Rechnungen müssen die jeweiligen Einheiten nicht zwangsläufig aufgeführt werden).

Aufgabe 1

- a) Berechnen Sie die Wärmedurchgangskoeffizienten einer einschichtigen, 24 cm starken Vollziegelwand ($\rho=1800 \text{ kg/m}^3$) (vgl. Anlage 1). Die Wand ist auf der Innenseite mit 1,5 cm Gipsputz, auf der Außenseite mit 3 cm Kalk-Zementputz verputzt.
- b) Berechnen Sie die Wärmedurchgangskoeffizienten, die sich ergeben, wenn die Wand eine zusätzliche Außendämmung ($\lambda=0,04 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$) von 2 cm, 4 cm, 6 cm ... 20 cm erhält (vgl. Anlage 1).
- c) Stellen Sie den Zusammenhang von Wärmedurchgangskoeffizient und Dämmstoffdicke innerhalb eines Graphen dar.
- d) Bewerten Sie die Ergebnisse. Geben Sie eine Empfehlung für eine (wirtschaftlich und energetisch) effiziente Dämmstoffdicke.

Aufgabe 2

Berechnen Sie für das in Anlage 2 schematisch dargestellte Wohnhaus die Wärmedurchgangskoeffizienten

- der Deckenplatte im Bereich der Auskragung (1)
- der Bodenplatte im Bereich des Kellergeschosses (2).

Aufgabe 3

Eine Außenwandkonstruktion ist vier verschiedenen Konditionen ausgesetzt.

a) Zeichnen Sie die sich jeweils einstellende Wasserdampf-Diffusionsrichtung mit einem Pfeil ein.

b) Begründen Sie Ihre Aussagen unter Nennung der vorhandenen Druckdifferenzen.

Nutzen Sie hierfür die Werte aus „Tabelle A.2 – Wasserdampfsättigungsdruck im Temperaturbereich von 30,9 °C bis -20,9 °C“ der DIN 4108-3.“

Fall 1

$$T_{Le} = -10^{\circ}\text{C}$$
$$\phi_e = 50\%$$



$$T_{Li} = +20^{\circ}\text{C}$$
$$\phi_i = 50\%$$

Fall 2

$$T_{Le} = +30^{\circ}\text{C}$$
$$\phi_e = 60\%$$



$$T_{Li} = +20^{\circ}\text{C}$$
$$\phi_i = 60\%$$

Fall 3

$$T_{Le} = +20^{\circ}\text{C}$$
$$\phi_e = 80\%$$



$$T_{Li} = +20^{\circ}\text{C}$$
$$\phi_i = 50\%$$

Fall 4

$$T_{Le} = +30^{\circ}\text{C}$$
$$\phi_e = 40\%$$



$$T_{Li} = +20^{\circ}\text{C}$$
$$\phi_i = 60\%$$

Aufgabe 4

Bewerten Sie das wasserdampftechnische Verhalten der in Anlage 4 dargestellten Wandkonstruktion im Bereich des Gefaches mit folgenden Klimabedingungen gemäß DIN 4108-3.

Aufgabe 5

Vergleichen und bewerten Sie die in Anlage 5 gegebenen vier Wandkonstruktionen. Untersuchen Sie hinsichtlich folgender Fragestellungen:

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

Aufgabe 6

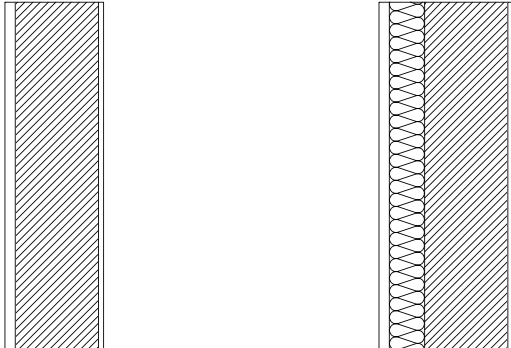
- a) Vergleichen Sie die Wärmedurchgangskoeffizienten einer Wandkonstruktion, die laut Zeichnung Anlage 6 bei gleichem Materialeinsatz mit Außendämmung, mit Innendämmung oder als gemischte Konstruktion ausgeführt wird.
- b) Berechnen Sie die Wärmeverluste für 1 m^2 Wandfläche aller drei Konstruktionen während der Heizperiode (Oktober bis April) für München 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 $2,9\text{ °C}$. Die Innentemperatur beträgt im Mittel 20 °C . Wie groß ist die prozentuale Abweichung der Verluste, bezogen auf die Konstruktion mit durchgehender Außendämmung?
- c) Bewerten Sie die Ergebnisse.

Aufgabe 7

Die Außenwand eines Fachwerkhauses enthält im Zuge einer energetischen Sanierung auf der Innenseite eine Kalziumsilikatdämmplatte entsprechend Anlage 7.

- a) Wie groß ist der mittlere Wärmedurchlasswiderstand der ungedämmten Fachwerkwand nach DIN ISO 6946 vor der Sanierung?
- 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?
- c) Worauf muss beim Einbau von Innendämmung besonders geachtet werden? (Hinweis: Skizzieren Sie schematisch den Anschluss einer Holzbalkeendecke an eine innengedämmte Fachwerkwand oder den Anschluss einer Innenwand an die innengedämmte Fachwerkwand und markieren Sie die Problemstellen / zeigen Sie denkbare Lösungen).

Anlage 1

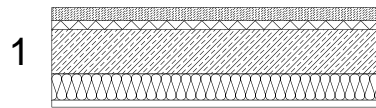
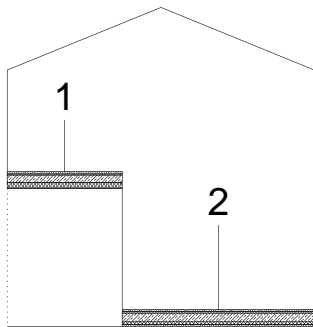


Ziegelwand, ungedämmt	d [m]	λ [W/(m·K)]	R [(m ² ·K)/W]
Wärmeübergang innen			
1. Gipsputz			
2. Vollziegel ($\rho=1800 \text{ kg/m}^3$)			
3. Kalkzementputz			
Wärmeübergang außen			

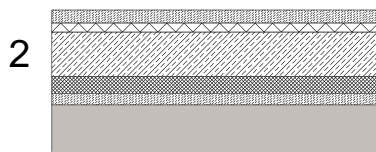
Ziegelwand, gedämmt	d [m]	λ [W/(m·K)]	R [(m ² ·K)/W]
Wärmeübergang innen			
1. Gipsputz			
2. Vollziegel ($\rho=1800 \text{ kg/m}^3$)			
3. Wärmedämmung			
4. Kalkzementputz			
Wärmeübergang außen			

Anlage 2

Schichtfolgen je von innen nach außen:



- Estrich, 6 cm
- Trittschalldämmung, 4 cm
- Deckenplatte, bewehrter Beton, 20 cm
- Außendämmung, Polystyrol, 12 cm
- Außenputz, Kalkzement, 3 cm

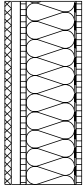


- Estrich, 6 cm
- Trittschalldämmung, 4 cm
- Bodenplatte, bewehrter Beton, 20 cm
- expandierter Polystyrolhartschaum (EPS), 8 cm
- Sauberkeitsschicht, Magerbeton, 5 cm

Decke 1:	d [m]	λ [W/(m·K)]	R [(m ² ·K)/W]
Wärmeübergang innen			
1. Estrich			
2. Trittschalldämmung		0,045	
3. Deckenplatte, bewehrter Beton			
4. Außendämmung, Polystyrol		0,04	
5. Außenputz, Kalkzement			
Wärmeübergang außen			

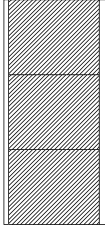
Decke 2:	d [m]	λ [W/(m·K)]	R [(m ² ·K)/W]
Wärmeübergang innen			
1. Estrich			
2. Trittschalldämmung			
3. Bodenplatte, bewehrter Beton			
4. Expandierter Polystyrol-Hartschaum EPS		0,04	
5. Sauberkeitsschicht, Magerbeton			
Wärmeübergang außen			

Anlage 4

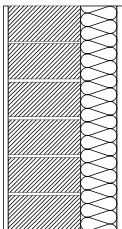


	d [m]	μ [-]	s_d [m]	λ [W/(m·K)]	R [(m ² ·K)/W]
Wärmeübergang innen	-	-		-	0,13
1. Spanplatte V20	0,019	50		0,13	
2. diffusionshemmende luftdichte Schicht	0,00005	40000		-	
3. Mineralwolle	0,16	1		0,04	
4. Spanplatte V100	0,019	100		0,13	
5. Luftschicht, belüftet	0,03	-		-	
6. vorgehängte Fassade	0,02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

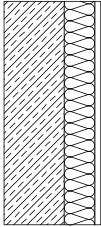
Anlage 5



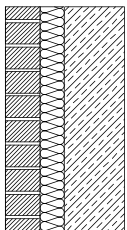
	d [m]	μ [-]	s_d [m]	λ [W/(m·K)]	R [(m²·K)/W]
Wärmeübergang innen					
1. Kalkzementputz	0,015				
2. Porenbeton Planbau ($\rho=800 \text{ kg/m}^3$)	0,30				
3. Wärmedämmputz, WLG 070	0,03				
Wärmeübergang außen					



	d [m]	μ [-]	s_d [m]	λ [W/(m·K)]	R [(m²·K)/W]
Wärmeübergang innen					
1. Kalkzementputz	0,015				
2. Kalksandstein ($\rho=1600 \text{ kg/m}^3$)	0,30				
3. Wärmedämmung, Polysterol, WLG 040	0,12	30		0,04	
4. Wärmedämmputz WLG 070	0,03				
Wärmeübergang außen					

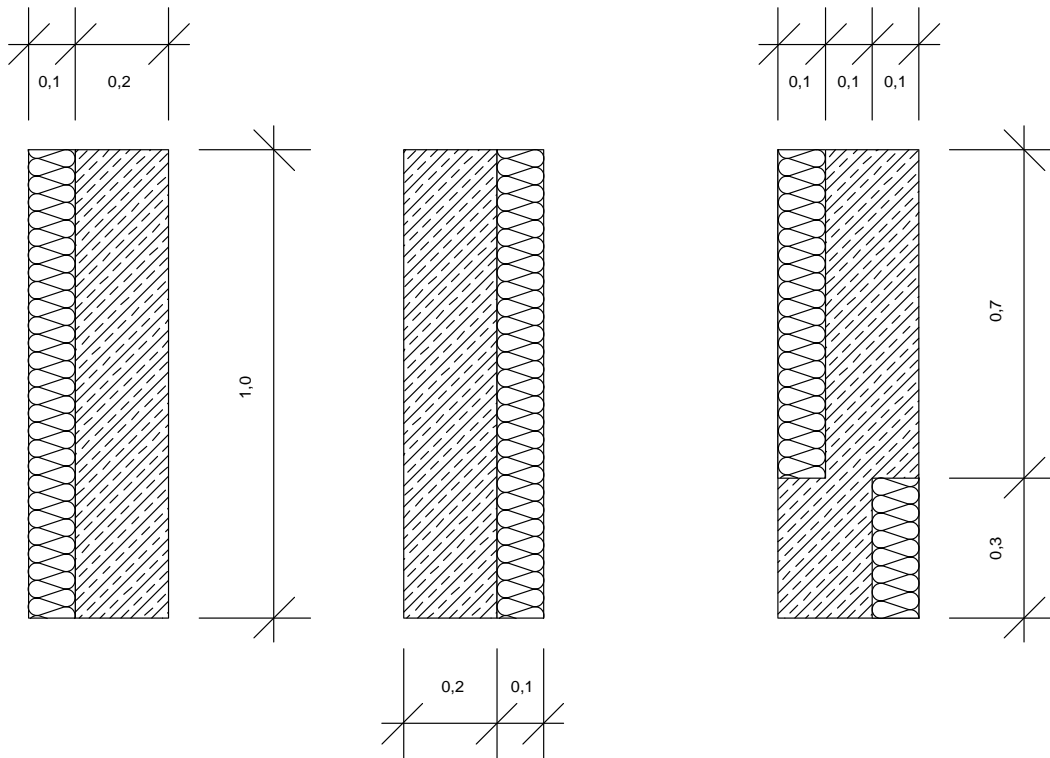


	d [m]	μ [-]	s_d [m]	λ [W/(m·K)]	R [(m ² ·K)/W]
Wärmeübergang innen					
1. Kalkzementputz	0,015				
2. Dämmung, Mineralwolle WLG 035	0,12	1		0,035	
3. Stahlbeton	0,25				
Wärmeübergang außen					



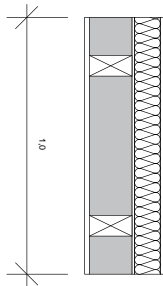
	d [m]	μ [-]	s_d [m]	λ [W/(m·K)]	R [(m ² ·K)/W]
Wärmeübergang innen					
1. Stahlbeton	0,20				
2. Polysterol-Partikelschaum	0,08				
3. Verblendmauerwerk, Vollziegel	0,115				
Wärmeübergang außen					

Anlage 6



Wand mit Außendämmung	d [m]	λ [W/(m·K)]	R [(m ² ·K)/W]
Wärmeübergang innen	-	-	0,13
Wärmedämmstoff	0,1	0,1	
Mauerwerk	0,2	1,0	
Wärmeübergang außen	-	-	0,04

Anlage 7



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, $\lambda =0,06 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$
- 2,0 cm Lehmaußenputz, $\lambda =0,55 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$

Der Rahmenanteil des Holz-Fachwerks beträgt 28%.

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