

Baustoffe/Bauphysik Teil 2 Bauphysik WS 21/22	Name:	
	Vorname:	
Frankfurt University of Applied Sciences, Fb1, Studiengang BA Bauingenieurwesen	Matr.-Nr.:	
Prof. Dr.-Ing. P. Rucker-Gramm	erreichbare Punktzahl:	100
4. März 2022, Messe Frankfurt	Punkte:	

Hinweise zur Bearbeitung

Teil 2 „Bauphysik“:

- Bearbeitungszeit: 60 Minuten
- Bücher, Broschüren, Vorlesungsunterlagen, Mitschriften und Normen dürfen zur Lösung der Aufgaben verwendet werden.
- Außer einem herkömmlichen Taschenrechner dürfen keine elektronischen Hilfsmittel verwendet werden.
- Während der Klausur sind ausdrücklich keine Rückfragen zulässig.
- Die Lösungen und Nebenrechnungen der Aufgaben sind ausschließlich auf die Aufgabenblätter (inkl. Rückseite) zu schreiben. Andere Blätter oder Vordrucke werden nicht gewertet.
- Die erreichbaren Punkte je Aufgabe sind jeweils im Anschluss an die Fragestellung aufgeführt.
- Bewertung der Multiple-Choice-Aufgaben:
 - o Innerhalb der einzelnen Aufgaben sind zum Teil mehrere richtige Antworten möglich.
 - o Wie viele Antworten richtig sind, zeigt Ihnen der Hinweis neben der Aufgabenstellung: z.B. (2 von 6) bedeutet, dass diese Antwort insgesamt 6 Punkte gibt und 2 Antworten richtig sind.
 - o Beachten Sie: Eine falsche Antwort führt zum Punktabzug innerhalb dieser Aufgabe. Für das vorangegangene Beispiel bedeutet (2 richtige Antworten: 6 Pkt., 1 falsch/1 richtig: 0 Punkte, 1 richtig: 3 Punkte, 2 falsch: 0 Punkte).
- Berechnungsaufgaben: Die Aufgaben sind nachvollziehbar zu lösen: Der Schwerpunkt bei der Bewertung liegt auf der richtigen Wahl der Eingangsgrößen und der Darstellung und Kommentierung des Rechenwegs. Die maßgebenden Rechenschritte müssen erkennbar sein.

1 Wärmeschutz (45 Pkt.)

1.1 Verständnisfragen (22 Pkt.)

A. Kreuzen Sie an, welche Aussagen zum Wärmetransport korrekt sind!

(3 von 6)

- a) In Luftschichten ist der Transport über Wärmeleitung wesentlich effizienter als der Transport über Wärmekonvektion. ☐
- b) Helle Bauteiloberflächen absorbieren Sonnenstrahlung wesentlich stärker als dunkle Oberflächen. ☐
- c) Helle Bauteiloberflächen reflektieren Sonnenstrahlung wesentlich stärker als dunkle Oberflächen. ☐
- d) Der Wärmestrom infolge Wärmeleitung ist bei Baustoffen mit einer sehr kleinen Rohdichte in der Regel geringer als bei Baustoffen großer Rohdichte. ☐
- e) Der „Wärmedurchlasswiderstand“ eines Bauteils berücksichtigt Einflüsse aus Wärmeleitung, -konvektion und -strahlung. ☐
- f) Die Wärmekonvektion findet in Vakuum nicht statt. ☐

B. In welcher Größenordnung liegt die Wärmeleitfähigkeit von Kalksandstein?

(1 von 4)

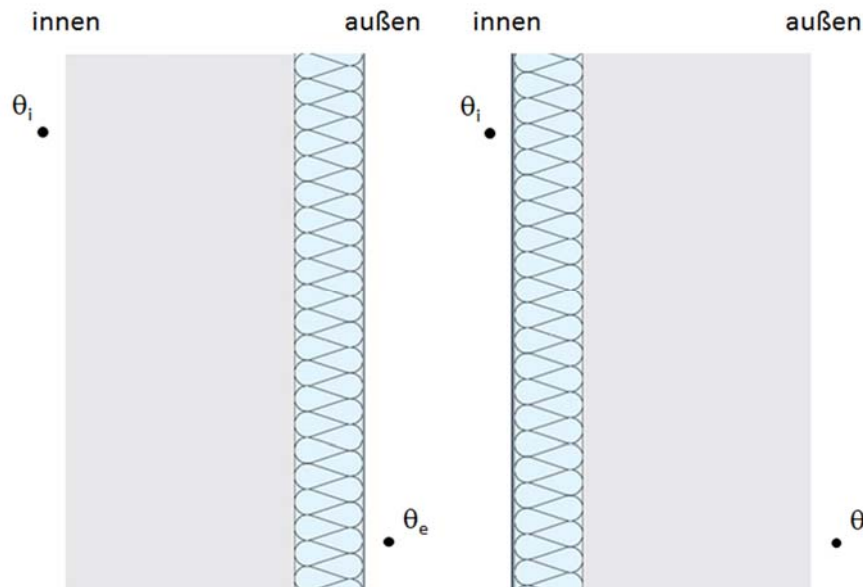
- a) 0,01 W/(mK) ☐
- b) 0,1 W/(mK) ☐
- c) 1,0 W/(mK) ☐
- d) 10 W/(mK) ☐

C. Welche Aussagen zur Wärmespeicherung von Baustoffen sind korrekt?

(2 von 4)

- a) Die Wärmespeicherfähigkeit wird durch die Materialkenngröße c angegeben. Je kleiner c ist, umso weniger Energie ist erforderlich, um die Temperatur eines Baustoffs zu verändern. ☐
- b) Die Wärmespeicherfähigkeit wird durch die Materialkenngröße μ angegeben. Je kleiner μ ist, umso mehr Energie kann in einem Baustoff gespeichert werden. ☐
- c) Beton hat eine vergleichsweise hohe Wärmespeicherfähigkeit. ☐
- d) Die Wärmespeicherfähigkeit von Luft ist vergleichsweise hoch. ☐

D. Nachstehende Skizze zeigt zwei Wandelemente, die aus gleichen Materialien (grau: Beton, Wabenstruktur: Dämmstoff) in derselben Bauteilstärke ausgeführt wurden. Kreuzen Sie an, welche der nachstehenden Aussagen zu den Konstruktionen richtig sind.



(2 von 4)

- a) Die Wärmestromdichte durch beide Konstruktionsvarianten ist bei gleichen Klimabedingungen gleich groß. ☐
- b) Der angrenzende Raum an die linke Konstruktionsvariante lässt sich schneller erwärmen. ☐
- c) Die Temperatur zwischen Dämmung und Beton ist in der rechten Konstruktionsvariante größer. ☐
- d) Die Außenoberflächentemperaturen sind in beiden Konstruktionsvarianten gleich groß. ☐

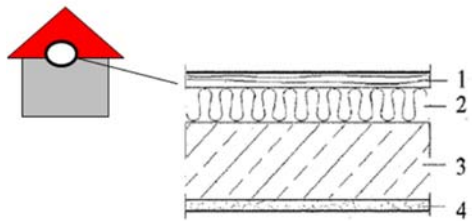
E. Welche Aussagen zu Wärmebrücken bei Betrachtung von winterlichen Temperaturen sind richtig?

(2 von 4)

- a) An Wärmebrücken ist die Innenoberflächentemperatur besonders groß. ☐
- b) Die Außenoberflächentemperatur im Bereich einer Wärmebrücke ist im Winter geringer als im ungestörten Bereich. ☐
- c) Im Bereich von Wärmebrücken ist das Schimmelpilzrisiko deutlich erhöht. ☐
- d) Wärmebrücken existieren in allen Gebäuden (z.B. Ecken). ☐

1.2 Berechnungsaufgaben (23 Pkt.)

- A) Für nachstehende Geschossdecke unter einem nicht ausgebauten/nicht beheizten Dachraum soll die Dämmschichtdicke (Schicht ②) dimensioniert werden, so dass der Wärmeschutznachweis nach DIN 4108-2 erfüllt wird. Welche Dämmschichtdicke ist erforderlich, wenn der Nennwert der Dämmschicht um 5% vom angegebenen Bemessungswert abweicht? Die Angabe des Anforderungswertes aus der Norm ist erforderlich. (9 Pkt.)



$$R_{se} = 0,10 \text{ W/(m}^2\text{K)}$$

- ① Parkettfußboden $d=2,5 \text{ cm}$, $\lambda = 0,15 \text{ W/(mK)}$, $\rho = 500 \text{ kg/m}^3$
- ② Dämmung $d = ?$, $\lambda = 0,04 \text{ W/(mK)}$, $\rho = 5 \text{ kg/m}^3$
- ③ Stahlbeton $d=15 \text{ cm}$, $\lambda = 2,3 \text{ W/(mK)}$, $\rho = 2400 \text{ kg/m}^3$
- ④ Kalkputz $d=2 \text{ cm}$, $\lambda = 0,60 \text{ W/(mK)}$, $\rho = 1200 \text{ kg/m}^3$

Teil 2:
Bauphysik

Name.....

Platzhalter für Berechnungen

- B) Welche Temperatur herrscht zwischen der Dämmung und dem Parkettfußboden unter der Annahme, dass die Temperatur im Dachraum 5°C (konstant) beträgt und die Raumlufte des Raumes unter der Geschossdecke auf konstant 20 °C gehalten wird? (6 Pkt.)**

Anmerkung: Sollten Sie im Teil A) der Aufgabe kein Ergebnis für den Wärmedurchlasswiderstand des Bauteils errechnet haben, so nehmen Sie näherungsweise einen Wert von $R = 0,90 \text{ m}^2\text{K/W}$ an.

- C) Die Innenoberflächentemperatur des Bauteils (Unterseite Geschossdecke) beträgt 18,6 °C. Bei welcher Wasserdampfkonzentration in g/m^3 (absolute Feuchte) im Innenraum ist an der Innenoberfläche mit Schimmelpilzbildung zu rechnen, wenn sich Temperaturbedingungen entsprechend Aufgabe 1.2 B) einstellen? Welcher Raumluftheuchte in % r.F. (relative Feuchte) entspricht dies? (8 Pkt.)**

2 Feuchteschutz (47 Pkt.)

2.1 Verständnisfragen (24 Pkt.)

A. Welche Aussagen zum Transport von Wasser sind richtig? (2 von 6)

- a) Der Transport von flüssigem Wasser erfolgt über Kapillarleitung. ☐
- b) Poren mit geringerem Durchmesser saugen Wassermoleküle schneller auf als Poren mit größerem Durchmesser. ☐
- c) Die Trocknung von Baustoffen erfolgt über Kapillarleitung. ☐
- d) Wasserdampfmoleküle werden entgegen des Wasserdampfdruckgefälles transportiert. ☐
- e) „Permeation“ findet beispielsweise in Bauteilen statt, an denen Grundwasser ansteht. ☐
- f) Die Oberflächendiffusion ist der Feuchtetransportmechanismus mit der geringsten Geschwindigkeit. ☐

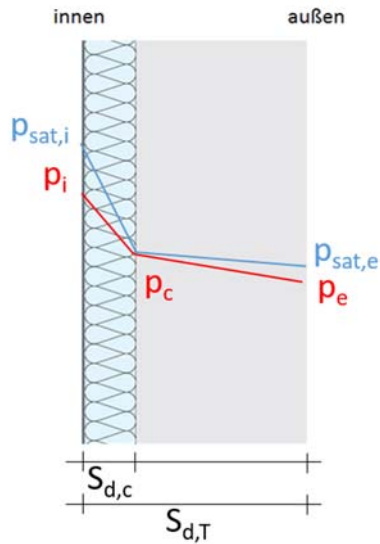
B. Welche Aussagen zur Wasserdampfdiffusionswiderstandszahl μ sind richtig? (3 von 6)

- a) μ beschreibt die Dicke einer Luftschicht, die den gleichen Wasserdampfdiffusions-Widerstand aufweist, wie ein zugehöriges Bauteil definierter Dicke. ☐
- b) μ -Werte zwischen 0 und 1 sind für klassische Konstruktionsbaustoffe üblich. ☐
- c) Der μ -Wert kann feuchteabhängig sein. ☐
- d) Metalle weisen einen sehr hohen μ -Wert auf. ☐
- e) Beton ist diffusionsoffen. ☐
- f) Diffusionsoffene Materialien weisen einen kleinen μ -Wert auf. ☐

C. Welche Aussagen sind im Hinblick auf das Schimmelpilzrisiko richtig? (2 von 6)

- a) Mit zunehmender Temperatur steigt das Schimmelpilzrisiko. ☐
- b) Um das Schimmelpilzrisiko zu senken, sollte zu Zeiten gelüftet werden, wenn die von außen in den Raum eintretende Luft abgekühlt wird. ☐
- c) Um das Schimmelpilzrisiko zu senken, sollte ein Lüften über gekippte Fenster im Winter vermieden werden. ☐
- d) Aufgrund der hohen Temperaturen herrscht im Sommer grundsätzlich ein reduziertes Schimmelpilzrisiko. ☐
- e) Durch eine Außendämmung wird das Schimmelpilzrisiko in der Konstruktion eher vermieden als bei einer Innendämmung. ☐
- f) Im Winter ist das Schimmelpilzrisiko aufgrund höherer Feuchtegehalte der Außenluft im Vergleich zum Sommer grundsätzlich höher. ☐

D. Nachstehende Skizze zeigt das Diffusionsdiagramm eines innengedämmten Wandelements bestehend aus Beton (grau) und Dämmstoff (Wabenstruktur). Zwischen Beton und Dämmstoff fällt Tauwasser aus. Kreuzen Sie an, welche der nachstehenden Formeln die Wasserdampfdiffusionsstromdichte zur Tauwasserebene beschreibt.



(1 von 6)

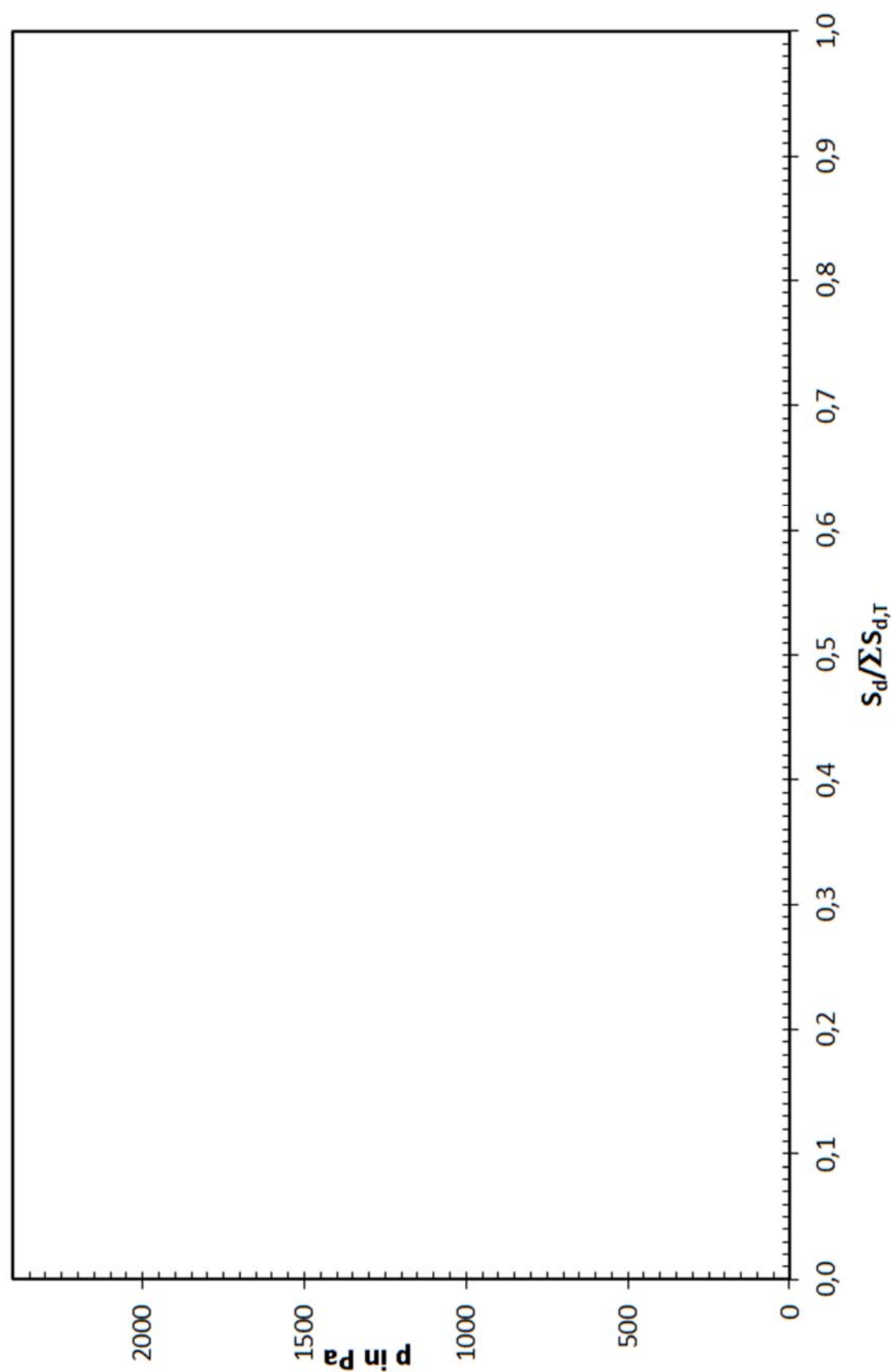
- a) $g_c = \delta_0 \cdot \left(\frac{p_{sat,i} - p_c}{S_{d,c}} - \frac{p_c - p_{sat,e}}{(S_{d,T} - S_{d,c})} \right)$ ☐
- b) $g_c = \delta_0 \cdot \left(\frac{p_{sat,i} - p_c}{S_{d,c}} + \frac{p_c - p_{sat,e}}{(S_{d,T} - S_{d,c})} \right)$ ☐
- c) $g_c = \delta_0 \cdot \left(\frac{p_{sat,i} - p_c}{S_{d,T}} - \frac{p_c - p_{sat,e}}{(S_{d,T} + S_{d,c})} \right)$ ☐
- d) $g_c = \delta_0 \cdot \left(\frac{p_i - p_c}{S_{d,c}} - \frac{p_c - p_e}{(S_{d,T} - S_{d,c})} \right)$ ☐
- e) $g_c = \delta_0 \cdot \left(\frac{p_i - p_c}{S_{d,c}} + \frac{p_c - p_e}{(S_{d,T} - S_{d,c})} \right)$ ☐
- f) $g_c = \delta_0 \cdot \left(\frac{p_i - p_e}{S_{d,T}} - \frac{p_c - p_e}{(S_{d,T} - S_{d,c})} \right)$ ☐

2.2 Berechnungsaufgaben (23 Pkt.)

Für das Bauteil aus Aufgabe 1.2 soll nun der Feuchteschutznachweis nach DIN 4108-3 durchgeführt werden.

- A) Vervollständigen Sie das unten dargestellte Diffusionsdiagramm für das Bauteil aus Aufgabe 1 mit Hilfe der nachstehenden Tabelle, indem Sie die diffusionsäquivalenten Luftschichten ausrechnen und den Sättigungsdampfdruckverlauf in das Diagramm einzeichnen. Geben Sie an, an welcher Stelle im Bauteil Sie mit Tauwasserbildung rechnen und begründen Sie ihre Antwort. (17 Pkt.)
- B) Folgende Klimabedingungen liegen in der Umgebung des Bauteils vor:
Innenraum: 20°C/60%r.F
Dachraum: 5°C/80%r.F
Überprüfen Sie grafisch, ob unter diesen Bedingungen mit Tauwasserbildung zu rechnen ist. (5 Pkt.)
- C) Bonus: Welche relative Feuchte im Innenraum ist erforderlich, um Tauwasserbildung zu vermeiden? (4 Pkt.)

	Schicht [-]	Dicke d [m]	μ [-]	s_d [m]	$\Sigma s_d / s_{d,T}$	p_s [Pa]
	AUSSENOberfläche					872
1	Parkettfussboden	0,025	20/50			961
2	Dämmung	0,027	15/20			1117
3	Stahlbeton	0,15	80/130			1974
4	Kalkputz	0,02	15/35			2089
	INNENOberfläche					2142
						2337



Teil 2:
Bauphysik

Name.....

Platzhalter für die Berechnungen:

3 Brandschutz (4 Pkt.)

Welche Aussagen zu einer Brandwand sind korrekt?

(2 von 4)

- a) Eine Brandwand muss mindestens eine Feuerwiderstandsklasse F90 aufweisen. ☐
- b) Mit Brandwänden kann die Entstehung eines Brandes verhindert werden. ☐
- c) Brandwände sollen den Übergriff eines Brandes auf andere Gebäude und Gebäudeteile verzögern. ☐
- d) Brandwände verhindern zielsicher den Übergriff eines Brandes auf andere Gebäude und Gebäudeteile. ☐

4 Schallschutz (4 Pkt.)

Wie hört man bei gleichem Schalldruckpegel einen Ton mit 125 Hz im Vergleich zu einem Ton mit 1250 Hz?

(1 von 4)

- a) lauter ☐
- b) leiser ☐
- c) gleich laut ☐
- d) keine Aussage möglich, da das Lautstärkeempfinden zusätzlich stark von der Einwirkungsdauer des Tones abhängt. ☐

Teil 2:
Bauphysik

Name.....

Platzhalter für die Berechnungen:

Teil 2:
Bauphysik

Name.....

Platzhalter für die Berechnungen: