

Baustoffe/Bauphysik Teil 2 Bauphysik, Gr. a	Name:	
	Vorname:	
Frankfurt University of Applied Sciences, Fb1, Studiengang BA Bauingenieurwesen	Matr.-Nr.:	
Prof. Dr.-Ing. P. Rucker-Gramm	erreichbare Punktzahl:	100
	33 % gewichtet	
Erreichbare Punktzahl je Aufgabe in Klammern ()	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.
- 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.
- Die Lösungen und Nebenrechnungen der Aufgaben sind ausschließlich auf die Aufgabenblätter (inkl. Rückseite) zu schreiben. Andere Blätter oder Vordrucke werden nicht bewertet.

Korrektur und Bewertung

Die Ergebnisse der Klausur werden voraussichtlich **Ende der zweiten Vorlesungswoche** bekannt gegeben. Von Rückfragen bei der Prüferin, am Prüfungsamt oder Sekretariat ist abzusehen. Sollte der Korrekturtermin eine Verzögerung des Studienabschlusses zur Folge haben, muss dies mit Abgabe der Prüfungsunterlagen schriftlich dokumentiert werden. In diesem Fall wird die Korrektur der Prüfung vorgezogen. Zusätzlich ist die Prüferin unbedingt spätestens zur Prüfung mündlich darüber zu informieren. Im Nachhinein ist eine vorgezogene Korrektur nicht mehr möglich.

Die Bewertung der Prüfung erfolgt wie in nachstehender Tabelle:

Maximal erreichbare Leistung = 100%	
erreichte Leistung	Note
$\geq 90 \%$	1,0
$\geq 85 \%$	1,3
$\geq 80 \%$	1,7
$\geq 75 \%$	2,0
$\geq 70 \%$	2,3
$\geq 65 \%$	2,7
$\geq 60 \%$	3,0
$\geq 55 \%$	3,3
$\geq 50 \%$	3,7
$\geq 45 \%$	4,0
$< 45 \%$	5,0

1 Wärmeschutz (45 Pkt.)**1.1 Verständnisfragen (22 Pkt.)****A. Kreuzen Sie an, welche Aussagen zum Wärmestrom infolge Konvektion korrekt sind!****(2 von 6)**

- a)** Der Transport über Wärmekonvektion findet im Feststoff eines Baustoffs statt. ☐
- b)** Die Größe des Wärmestroms infolge Konvektion ist von Oberflächenfarbe und -struktur abhängig. ☐
- c)** Der Wärmestrom infolge Konvektion ist im Außenklimabereich höher als im Standard-Innenraumklima. ☐
- d)** Zwischen dem Transport über Wärmekonvektion und der Wärmekapazität c des zugehörigen angrenzenden Bauteils besteht ein direkter Zusammenhang. ☐
- e)** Die Wärmekonvektion ist in der Bauteilkenngröße „Wärmedurchgangskoeffizient“ enthalten. ☐
- f)** Die Wärmekonvektion ist in der Bauteilkenngröße „Wärmedurchlasswiderstand“ enthalten. ☐

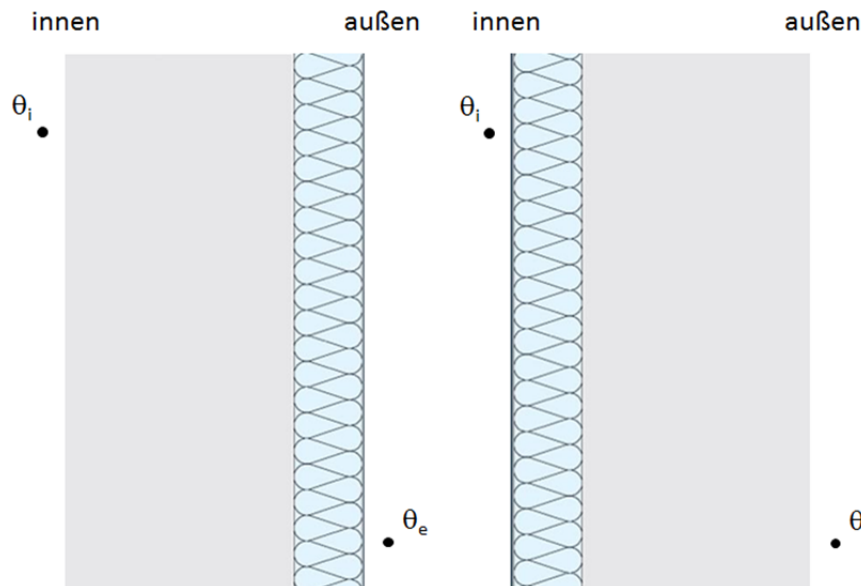
B. In welcher Größenordnung liegt die Wärmeleitfähigkeit von Beton?**(1 von 4)**

- a)** 24 W/(mK) ☐
- b)** 2,4 W/(mK) ☐
- c)** 0,24 W/(mK) ☐
- d)** 0,024 W/(mK) ☐

C. Welche Aussagen zur Wärmeleitfähigkeit λ von Baustoffen sind korrekt?**(2 von 4)**

- a)** λ ist unabhängig von der Bauteilfeuchte. ☐
- b)** λ sinkt mit zunehmendem Feuchtegehalt. ☐
- c)** Je größer die Rohdichte eines Baustoffs ist, umso größer ist der Wert für λ . ☐
- d)** Je mehr luftgefüllte Poren ein Baustoff enthält, umso kleiner ist der Wert für λ . ☐

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



(2 von 4)

- a)** Bei gleichen Klimabedingungen stellen sich in beiden Konstruktionen die gleichen Oberflächentemperaturen ein. ☐
- b)** Die Temperatur an der Schichtgrenze zwischen beiden Materialien ist für das außen gedämmte Bauteil im Winter höher. ☐
- c)** Der U-Wert des innen gedämmten Bauteils ist höher als der U-Wert des außen gedämmten Bauteils. ☐
- d)** Die Wärmestromdichte q im Beton ist unter stationären Bedingungen größer als in der Dämmung. ☐

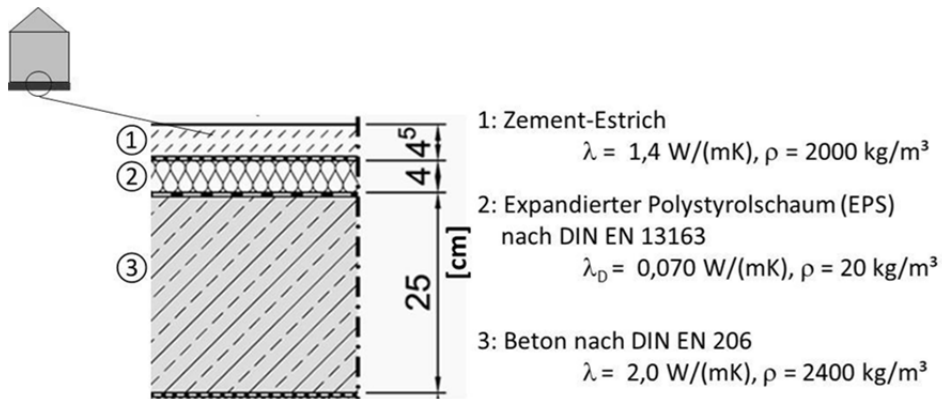
E. Welche Aussagen zu Wärmebrücken bei Betrachtung von winterlichen Temperaturen sind richtig?

(2 von 4)

- a)** An Wärmebrücken ist der Wärmestrom durch die Gebäudehülle sehr gering. ☐
- b)** An Wärmebrücken findet der Wärmetransport ausnahmsweise von niedrigen zu hohen Temperaturen statt. ☐
- c)** Die tragenden Konstruktionselemente (z.B. Stützen) eines gedämmten Wohngebäudes in Holzständerbauweise stellen materialbedingte Wärmebrücken dar. ☐
- d)** Wärmebrücken resultieren in höheren Außenoberflächentemperaturen. ☐

1.2 Berechnungsaufgaben (23 Pkt.)

A) Führen Sie den Wärmeschutznachweis nach DIN 4108-2 für nachstehend dargestellte Bodenplatte. Die Angabe des Anforderungswertes aus der Norm ist erforderlich. (9 Pkt.)



- B) Welche Temperatur herrscht an der Außenseite der Dämmung unter der Annahme, dass die Erdreichtemperatur 10°C (konstant) beträgt und die Raumlufte innen auf konstant 18°C gehalten wird? Gehen Sie davon aus, dass der Wärmeübergangswiderstand zum Erdreich $R_{se} = 0 \text{ (m}^2\text{K)/W}$ beträgt. (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 $R = 0,7 \text{ m}^2\text{K/W}$ an.

- C) Die Innenoberflächentemperatur des Bauteils beträgt 14,5 °C. Bei welcher Wasserdampfkonzentration in g/m³ (absolute Feuchte) im Innenraum ist an der Innenoberfläche mit Schimmelpilzbildung zu rechnen, wenn sich Temperaturbedingungen entsprechend Aufgabe 1.2 B) einstellen? Welcher Raumluftfeuchte 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) Durch Kapillarleitung wird flüssiges Wasser von der wasserbenetzten Oberfläche in ein trockenes Bauteil transportiert. ☐
- b) Kapillaren mit geringerem Durchmesser saugen Wassermoleküle langsamer auf als Kapillaren mit größerem Durchmesser. ☐
- c) Die Wasserdampfdiffusion erfolgt aufgrund eines Luftdruckunterschieds. ☐
- d) Wasserdampfmoleküle werden entgegen des Wasserdampfdruckgefälles transportiert. ☐
- e) Die Wasserdampfdiffusion erfolgt entlang des Gefälles der rel. Luftfeuchte. ☐
- f) Die Oberflächendiffusion ist der Feuchtetransportmechanismus mit der geringsten Geschwindigkeit. ☐

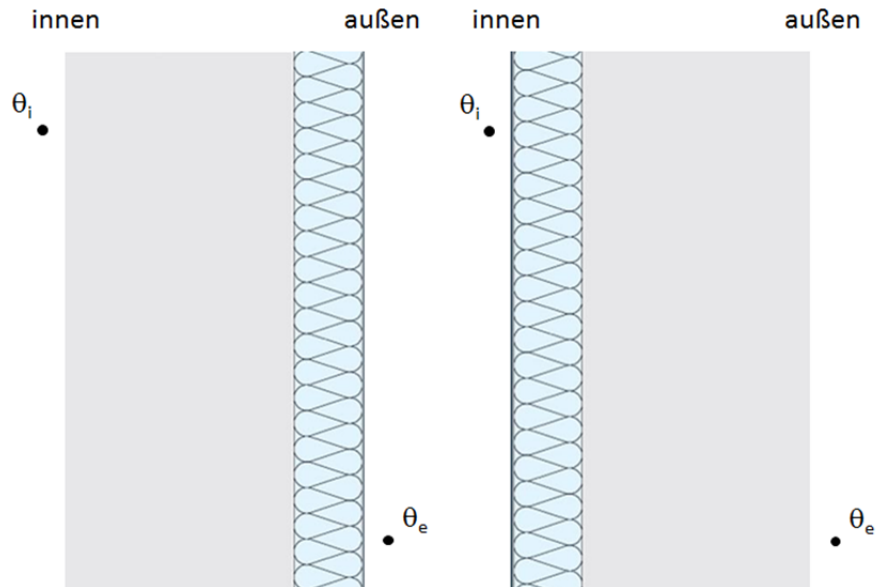
B. Welche Aussagen zur Wasserdampfdiffusionswiderstandszahl μ sind richtig? (2 von 6)

- a) μ beschreibt die Dicke einer Luftschicht, die den gleichen Wasserdampfdiffusions-Widerstand aufweist, wie ein zugehöriges Bauteil definierter Dicke. ☐
- b) μ beschreibt wie viel mehr Wärmeenergie durch einen Baustoff transportiert wird als durch Luft. ☐
- c) Der μ -Wert sagt aus wie viel schneller Wasserdampfmoleküle durch ein Material transportiert werden als durch Luft. ☐
- d) Bitumen-Dichtbahnen weisen einen sehr großen μ -Wert auf. ☐
- e) Mineralwolle weist einen größeren μ -Wert auf als Beton. ☐
- f) Diffusionsoffene Materialien haben einen kleinen μ -Wert. ☐

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

- a) Das Schimmelpilzrisiko wird nicht von der Raumtemperatur beeinflusst. ☐
- b) Eine Dauer-Kippstellung der Fenster im Winter erhöht das Schimmelpilzrisiko an den angrenzenden Bauteilen. ☐
- c) Stoßlüftung ist im Winter sehr effektiv, um das Schimmelpilzrisiko deutlich zu minimieren. ☐
- d) Keller sind aufgrund der ganzjährig gleichmäßigen Temperaturbedingungen vollkommen unkritisch im Hinblick auf Schimmelbildung zu bewerten. ☐
- e) Durch eine Innendämmung wird Schimmelpilzbildung in der Konstruktion zielsicher vermieden. ☐
- f) Durch eine Außendämmung kann das Schimmelpilzrisiko nicht reduziert werden. ☐

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.



(3 von 6)

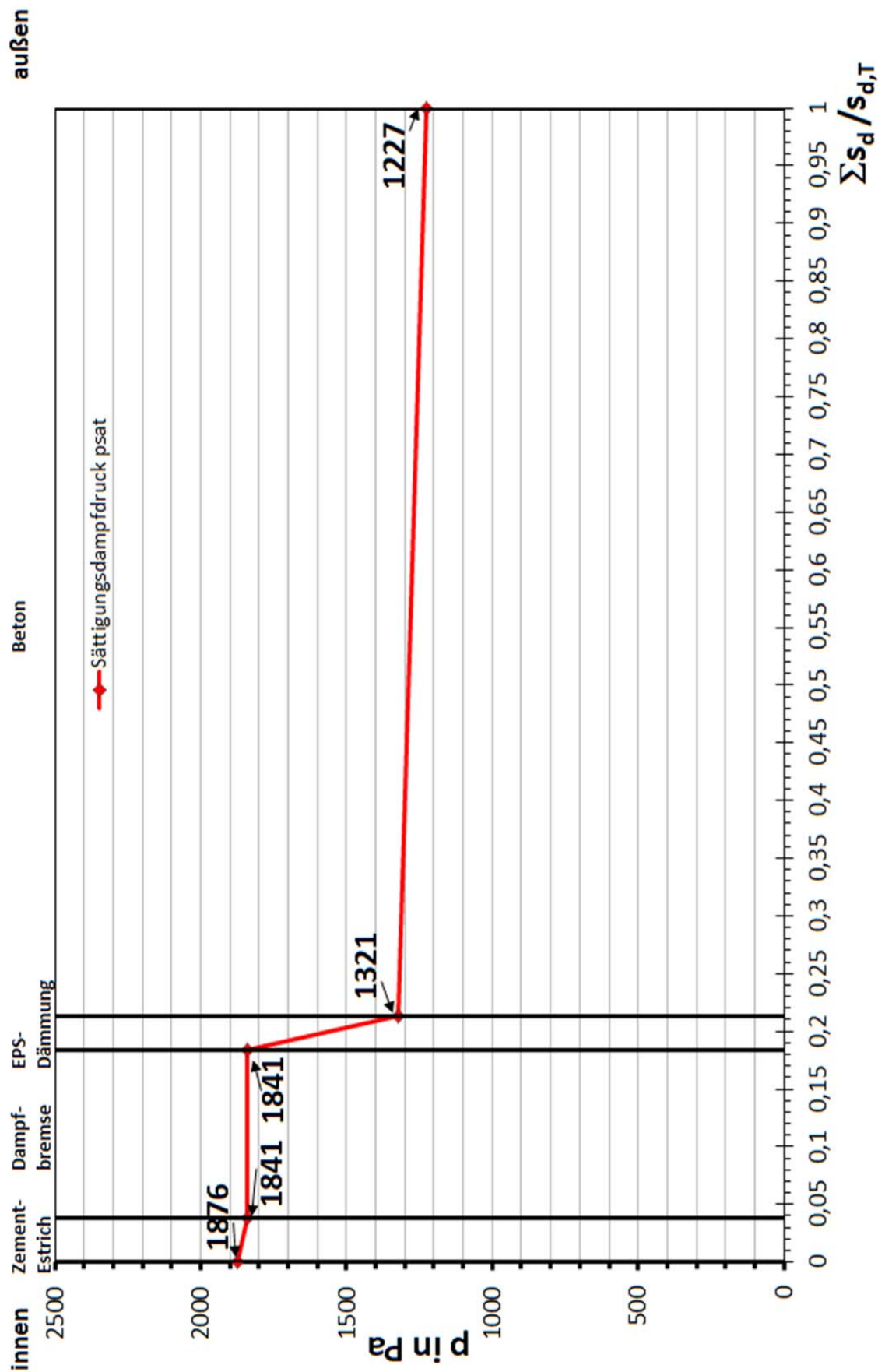
- a)** Beide Konstruktionsvarianten weisen die gleichen diffusionsäquivalenten Luftschichtdicken auf. ☐
- b)** Der Sättigungsdampfdruckverlauf ist in beiden Konstruktionsvarianten der Gleiche. ☐
- c)** Das Risiko für Tauwasserausfall im Inneren der Konstruktion ist in der im Bild rechts dargestellten Konstruktionsvariante größer. ☐
- d)** Das Risiko für Tauwasserausfall im Inneren der Konstruktion ist in beiden Konstruktionsvarianten gleich groß. ☐
- e)** In der linken Konstruktionsvariante ist mit Tauwasserausfall zwischen Beton und Dämmung zu rechnen. ☐
- f)** In der rechten Konstruktionsvariante ist mit Tauwasserausfall zwischen Beton und Dämmung zu rechnen. ☐

2.2 Berechnungsaufgaben (23 Pkt.)

Für das Bauteil aus Aufgabe 1.2 soll nun der Feuchteschutznachweis nach DIN 4108-3 durchgeführt werden. Das zugehörige Diffusionsdiagramm zur weiteren Bearbeitung des Nachweises finden Sie auf der nachfolgenden Seite.

- A) Folgende Klimabedingungen liegen in der Umgebung des Bauteils vor:
Innenraum: 18°C/76%r.F
Außenluft: 10°C/92%r.F
Überprüfen Sie grafisch, ob unter diesen Bedingungen mit Tauwasserbildung zu rechnen ist. Zwischen welchen Materialien fällt Tauwasser aus? (7 Pkt.)
- B) Berechnen Sie die Tauwassermenge, die im Winter bei den unter A) angegebenen Klimabedingungen entsteht. Gehen Sie dabei davon aus, dass die Diffusionsäquivalente Luftschichtdicke des gesamten Bauteils einen Wert von $S_{d,T} = 41,275 \text{ m}$ beträgt. Skizzieren Sie das Bauteil mit den für die Berechnung relevanten Eingangsgrößen und zeichnen Sie die Diffusionsströme g_i und g_e ein.
(Anmerkung: alle weiteren Rechengrößen sind der Zeichnung oder der Norm zu entnehmen) (14 Pkt.)
- C) Ermitteln Sie den μ -Wert des Zementestrichs (Schicht 1) mit Hilfe des Diffusionsdiagramms und den Angaben aus Aufgabe 1.2. (2 Pkt.)

Platzhalter für die Berechnungen:



Platzhalter für die Berechnungen:

Platzhalter für die Berechnungen:

3 Brandschutz (4 Pkt.)**Welche der nachstehenden Baustoffe/Bauteile sind nicht brennbar****(2 von 4)**

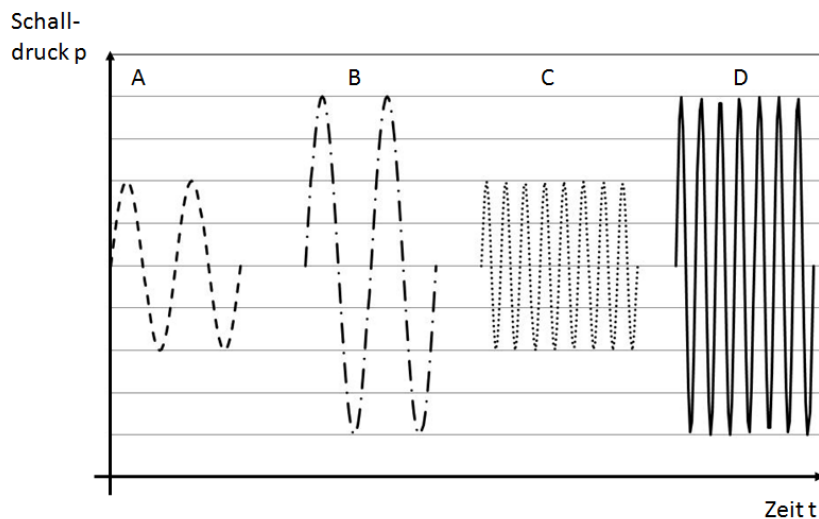
- a) Stahl
- b) Beton
- c) Holz
- d) Bauteile mit einer Bezeichnung F90

☐

☐

☐

☐

4 Schallschutz (4 Pkt.)**Welche Aussagen sind im Bezug zu nachstehender Abbildung korrekt?****(1 von 4)**

- a) Der durch Schallwelle A erzeugte Ton wird lauter empfunden als der durch Schallwelle B erzeugte Ton.
- b) Der durch Schallwelle D erzeugte Ton wird als höher empfunden als der durch Schallwelle B erzeugte Ton.
- c) Die durch die Schallwellen B und D erzeugten Töne werden als gleich laut empfunden.
- d) Die Schallwelle B weist eine Frequenz von 4 Hz auf.

☐

☐

☐

☐