

<b>Baustoffe/Bauphysik</b> <b>Teil 2 Probeklausur</b>	Name:	
	Vorname:	
Frankfurt University of Applied Sciences, Fb1, Studiengang BA Bauingenieurwesen	Matr.-Nr.:	
Prof. Dr.-Ing. P. Rucker-Gramm	erreichbare Punktzahl:	100
Probeklausur 23.8.2024, Campus Frankfurt UAS	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:
  - Innerhalb der einzelnen Aufgaben sind zum Teil mehrere richtige Antworten möglich.
  - 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.
  - 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. Einheiten müssen angegeben werden.

## 1 Wärmeschutz (45 Pkt.)

### 1.1 Verständnisfragen (22 Pkt.)

**A. Kreuzen Sie an, welche Aussagen zum Wärmetransport korrekt sind! (3 von 6)**

- a) Mit zunehmender Porosität eines Baustoffs nimmt die Wärmeleitfähigkeit ab.
- b) Die Größe des Wärmestroms infolge Wärmeleitung hängt von der Oberflächenfarbe und -struktur der Oberfläche ab.
- c) Die Wärmeübergangswiderstände  $R_{si}$  und  $R_{se}$  haben die Einheit  $\frac{W}{m^2K}$ .
- d) Helle Bauteiloberflächen reflektieren die Sonnenstrahlung wesentlich stärker als dunkle Bauteiloberflächen.
- e) Der „Wärmedurchgangswiderstand“ eines Bauteils berücksichtigt Einflüsse aus Wärmeleitung, -konvektion und -strahlung.
- f) Die Wärmestrahlung findet in Vakuum nicht statt.

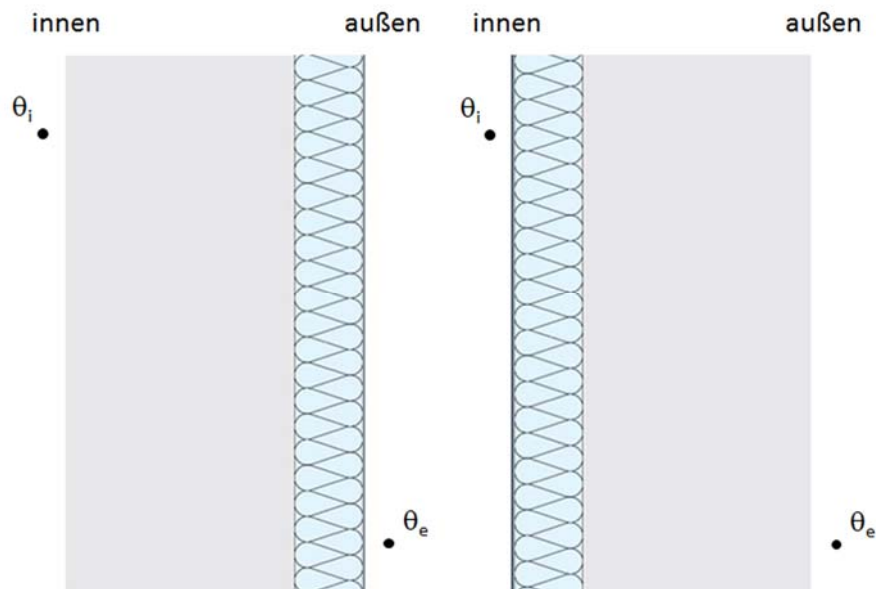
**B. In welcher Größenordnung liegt die Wärmeleitfähigkeit von Vollziegeln? (1 von 4)**

- a) 0,05 W/(mK)
- b) 0,5 W/(mK)
- c) 5,0 W/(mK)
- d) 50 W/(mK)

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

- a) Dämmstoffe weisen in der Regel eine sehr hohe Wärmespeicherfähigkeit auf und sorgen aus diesem Grund bei extremen Außenklimabedingungen für ein ausgewogenes Innenraumklima.
- b) Die Wärmespeicherfähigkeit von Wasser ist vergleichsweise gering.
- c) Die Wärmespeicherkapazität wird durch die Materialkenngröße  $c$  angegeben. Je größer  $c$  ist, umso mehr Energie muss einem Baustoff zugeführt werden, damit dieser seine Temperatur erhöht.
- d) Die Wärmespeicherkapazität wird durch die Materialkenngröße  $c$  angegeben. Je kleiner  $c$  eines Baustoffs ist, umso schneller kühlt dieser bei sinkenden Umgebungsbedingungen ab.

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 im Fall stationärer Temperaturbedingungen richtig sind.



(2 von 4)

- a) Der Wärmedurchgangskoeffizient ist bei beiden Konstruktionsvarianten gleich groß.
- b) Die Temperatur zwischen Dämmung und Beton ist bei beiden Konstruktionsvarianten gleich groß.
- c) Die Innenoberflächentemperatur ist bei der rechten Konstruktionsvariante höher.
- d) Die Außenoberflächentemperaturen sind in beiden Konstruktionsvarianten gleich groß.

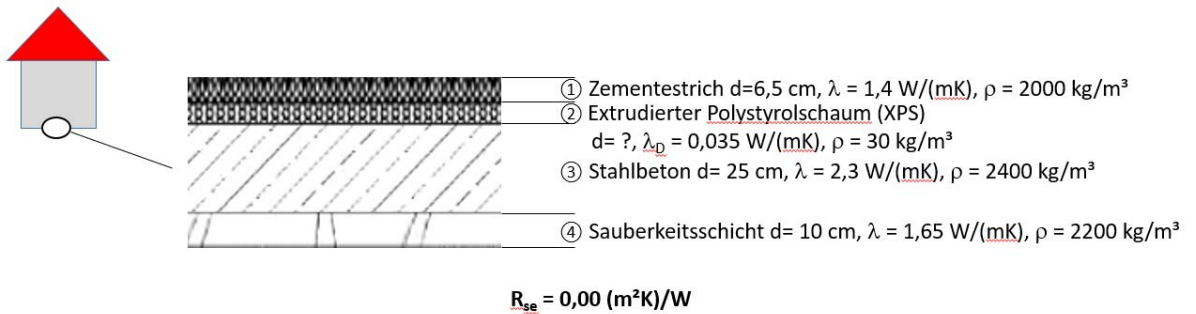
E. Welche Aussagen zu Wärmebrücken bei Betrachtung von winterlichen Temperaturen sind richtig?

(2 von 4)

- a) Im Bereich von Wärmebrücken ist die Außenoberflächentemperatur im Vergleich zum Regelquerschnitt erhöht.
- b) Im Bereich von Wärmebrücken findet verstärkt Wärmekonvektion statt, die das Bauteil auskühlen lässt.
- c) An Wärmebrücken ist der Wärmestrom infolge Wärmeleitung durch die Gebäudehülle vergleichsweise niedrig.
- d) Wärmebrücken resultieren in geringeren Innenoberflächentemperaturen im Winter.

## 1.2 Berechnungsaufgaben (23 Pkt.)

- A) Für nachstehende Bodenplatte soll die Dämmschichtdicke (Schicht ②) dimensioniert werden, so dass der Wärmeschutz um 50 % gegenüber dem Anforderungswert für den Wärmeschutznachweis nach DIN 4108-2 erhöht ist. Die Angabe des Anforderungswertes aus der Norm ist erforderlich. (9 Pkt.)



**Platzhalter für Berechnungen**

- B) Welche Temperatur herrscht zwischen der Dämmung und dem Zementestrich unter der Annahme, dass die Erdreichtemperatur 10°C (konstant) beträgt und die Raumluft des Raumes oberhalb der Bodenplatte 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  $R = 1,35 \text{ m}^2\text{K/W}$  an.*

- C) Die Innenoberflächentemperatur der Bodenplatte beträgt 18,9 °C. Bei welcher Wasserdampfkonzentration in  $\text{g}/\text{m}^3$  (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? (3 von 6)**

- a) Der Transport von Wasserdampfmolekülen erfolgt über Kapillarleitung.
- b) Poren mit größerem Durchmesser saugen Wassermoleküle schneller auf als Poren mit kleinerem Durchmesser.
- c) Die Trocknung von Baustoffen erfolgt über Permeation.
- d) Wasserdampfmoleküle werden entlang des Wasserdampfdruckgefälles transportiert.
- e) Die „Permeation“ ist der Leistungsstärkste Transportmechanismus.
- f) Poren mit größerem Durchmesser können kleinere Poren über kapillare Saugkräfte entleeren.

**B. Welche Aussagen zur Wasserdampfdiffusionswiderstandszahl  $\mu$  sind richtig? (2 von 6)**

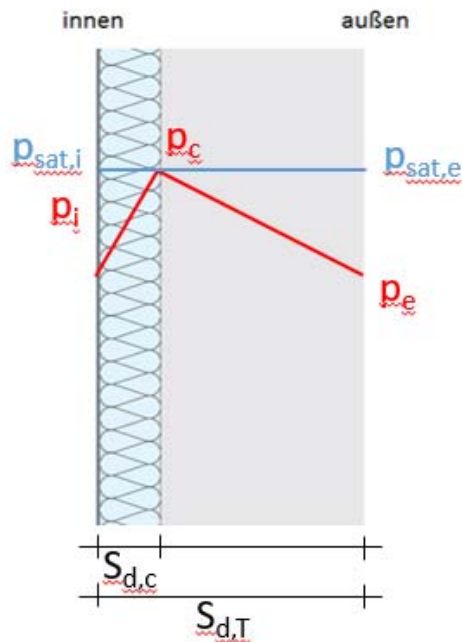
- a) Diffusionsdichte Materialien weisen einen kleinen  $\mu$ -Wert auf.
- b) Der  $\mu$ -Wert ist grundsätzlich feuchteunabhängig.
- c) Der im wet-cup ermittelte  $\mu$ -Wert enthält Einflüsse der Oberflächendiffusion.
- d) Der im dry-cup ermittelte  $\mu$ -Wert enthält Einflüsse der Oberflächendiffusion.
- e) Der im dry-cup ermittelte  $\mu$ -Wert ist grundsätzlich höher.
- f) Die Einheit für den  $\mu$ -Wert ist [m].

**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 vor allem im Winter über dauerhaft gekippte Fenster gelüftet werden.
- c) Um das Schimmelpilzrisiko zu senken, sollte zu Zeiten gelüftet werden, wenn die von außen in den Raum eintretende Luft erwärmt wird.
- d) Um das Schimmelpilzrisiko zu senken, sollte zu Zeiten gelüftet werden, wenn die relative Luftfeuchte außen geringer ist als im Innenraum.
- e) Aufgrund der hohen Feuchtegehalte der Außenluft herrscht im Sommer ein erhöhtes Schimmelpilzrisiko in Kellerräumen.
- f) Durch eine Innendämmung wird das Schimmelpilzrisiko in einer Konstruktion zielsicher vermieden.



D. Nachstehende Skizze zeigt das Diffusionsdiagramm eines innengedämmten Wandelements bestehend aus Beton (grau) und Dämmstoff (Wabenstruktur). Zwischen Beton und Dämmstoff ist im Winter Tauwasser ausgefallen. Kreuzen Sie an, mit welcher der nachstehenden Formeln die Berechnung Verdunstungswasserenge im Sommer erfolgt.



(1 von 6)

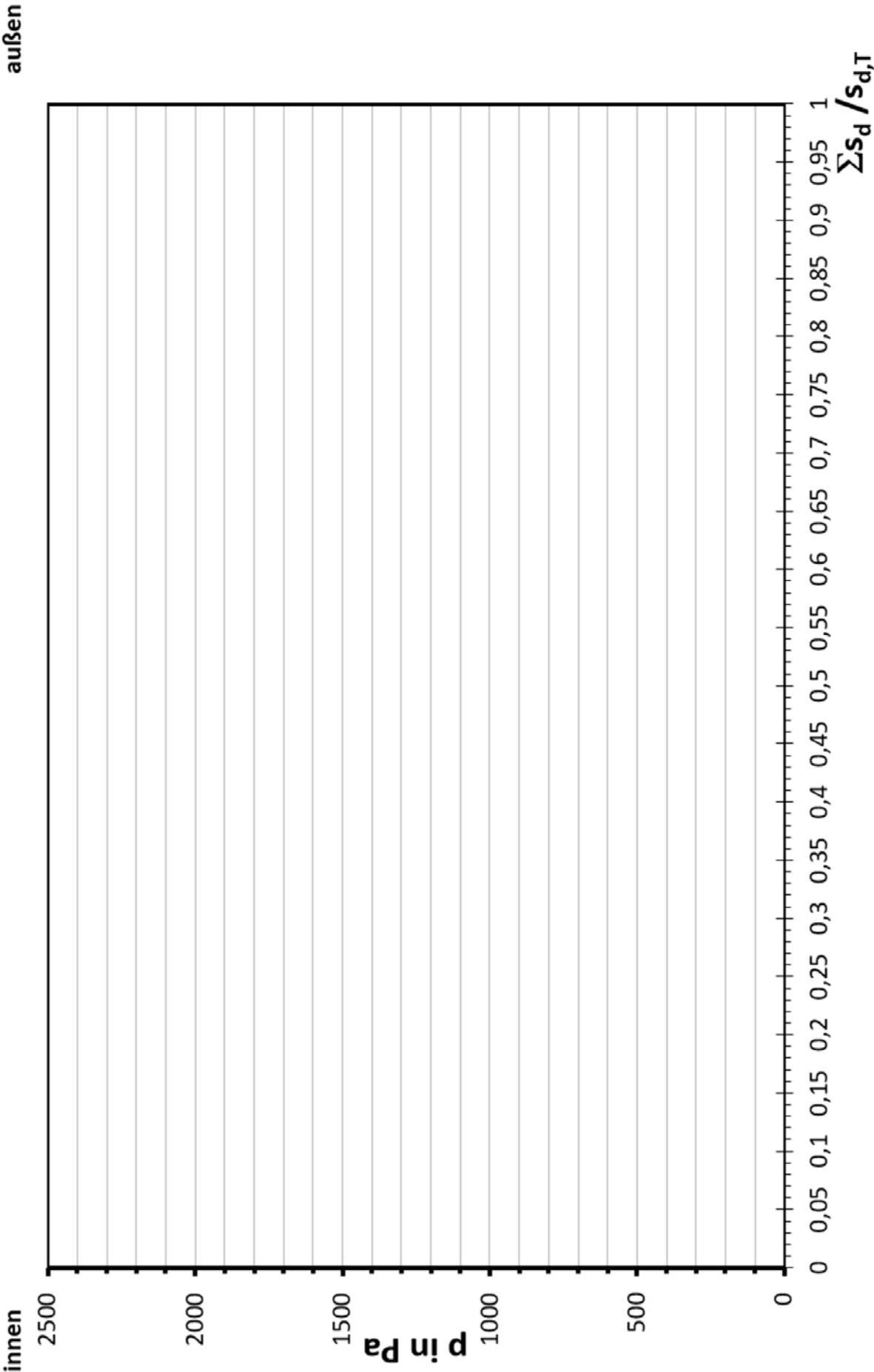
- a)  $g_{ev} = \delta_0 \cdot \left( \frac{p_{sat,e} - p_e}{(S_{d,T} - S_{d,c})} - \frac{p_{sat,i} - p_i}{S_{d,c}} \right)$
- b)  $g_{ev} = \delta_0 \cdot \left( \frac{p_c - p_{sat,i}}{S_{d,c}} + \frac{p_c - p_{sat,e}}{(S_{d,T} - S_{d,c})} \right)$
- c)  $g_{ev} = \delta_0 \cdot \left( \frac{p_c - p_i}{S_{d,c}}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

## 2.2 Berechnungsaufgaben (23 Pkt.+ 4 Pkt. Bonus)

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

- A) Vervollständigen Sie das Diffusionsdiagramm (s. Folgeseite) 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: 17,8°C/65%r.F  
Dachraum: 9,8°C/90%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]	$\mu$ [-]	$s_d$ [m]	$\frac{\sum s_d}{s_{dt}}$	$p_s$ [Pa]
	Innenoberfläche					2037
1	Zementestrich	0,065	15/35			1888
2	Dämmung	0,041	20/100			1852
3	Stahlbeton	0,25	80/130			1278
4	Sauberkeitsschicht Beton	0,1	70/120			1236
	Außenoberfläche					1211
						1211



Probeklausur  
23.8.2024

Name.....

**Platzhalter für die Berechnungen:**

### 3 Brandschutz (4 Pkt.)

Wie wird die Feuerwiderstandsklasse F90 in der Hessischen Bauordnung benannt?

(1 von 4)

- a) feuerabweisend
- b) feuerhemmend
- c) feuerbeständig
- d) feuerfest

### 4 Schallschutz (4 Pkt.)

Durch welche Maßnahmen lässt sich das Schalldämmmaß R eines einschaligen Bauteils erhöhen?

(2 von 4)

- a) Herstellung einer glatten Bauteiloberfläche
- b) Herstellung einer rauen Bauteiloberfläche
- c) Wahl eines schweren Baustoffs (z.B. Beton statt Holz)
- d) Wahl einer großen Bauteildicke

Probeklausur  
23.8.2024

Name.....

**Platzhalter für die Berechnungen:**

Probeklausur  
23.8.2024

Name.....

**Platzhalter für die Berechnungen:**