

Serie 2023

Qualifikationsverfahren  
**Zeichner/In EFZ**  
**Fachrichtung Architektur**

**Pos. 1 Mathematische und  
naturwissenschaftliche Grundlagen**

Schriftliche Prüfung  
Serie A

## ***Vorlage für Experten und Expertinnen***

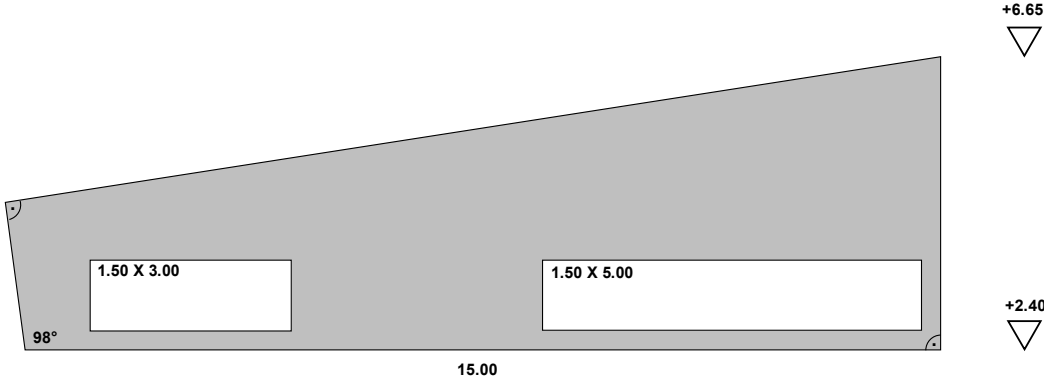
<b>Zeit</b>	Zum Lösen der 5 Aufgaben stehen Ihnen 60 Minuten zur Verfügung.
<b>Hilfsmittel</b>	Formel- und Tabellenbücher ohne Berechnungsbeispiele sind gestattet, ebenso netzunabhängige, nicht druckende elektronische Taschenrechner. Die Hilfsmittel dürfen nicht ausgetauscht werden. Geodreiecke sind gestattet.
<b>Lösungsweg</b>	Der Lösungsweg ist lückenlos – wo nötig mit Handskizzen – darzustellen. Resultate ohne Lösungsweg zählen 0 Punkte.
<b>Genauigkeit</b>	Zwischenresultate sind genauer als das Endresultat zu berechnen (erst am Schluss runden).
<b>Notenskala</b>	<b>Maximale Punktezahl: 50</b> 47.5 - 50.0 Punkte = Note 6.0 42.5 - 47.0 Punkte = Note 5.5 37.5 - 42.0 Punkte = Note 5.0 32.5 - 37.0 Punkte = Note 4.5 <u>27.5 - 32.0 Punkte = Note 4.0</u> 22.5 - 27.0 Punkte = Note 3.5 17.5 - 22.0 Punkte = Note 3.0 12.5 - 17.0 Punkte = Note 2.5 7.5 - 12.0 Punkte = Note 2.0 2.5 - 7.0 Punkte = Note 1.5 0.0 - 2.0 Punkte = Note 1.0

### **Bitte beachten Sie:**

- Genauigkeit:** *Die Resultate können geringfügig von den Lösungsvorschlägen abweichen, wenn die Aufgaben mit gespeicherten, resp. gerundeten Zwischenresultaten gelöst werden.*
- Lösungsweg:** *Es ist möglich, dass auch andere Lösungswege als die Vorgeschlagenen zum Ziel führen. Die Punkte sind entsprechend zuzuordnen.*
- Bewertung:** *Für jede vollständig gelöste Aufgabe werden **10 Punkte** erteilt. Mögliche richtige Lösungswege müssen auch bei falschem Zwischen- oder Endresultat bewertet werden.*

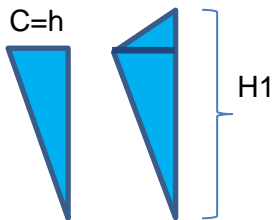

**Sperrfrist:** Diese Prüfungsaufgaben dürfen nicht vor dem **1. September 2023** zu Übungszwecken verwendet werden.

Erarbeitet durch: Fachausschuss Rechnen Zeichner/Innen EFZ Fachrichtung Architektur  
Herausgeber: SDBB, Abteilung Qualifikationsverfahren, Bern

	Anzahl Punkte	
	maximal	erreicht
<b>Planimetrie</b>		
<b>Aufgabe 1</b>		
<p>Die Fassade soll mit Eternitschiefer verkleidet werden. Berechnen Sie die Fassadenfläche, wenn mit einem Verschnitt von 8% gerechnet werden muss.</p>	10	
<p>Die Angaben in Meter anzugeben. Zwischenresultate sind auf drei Stellen und das Endresultat auf zwei Stellen nach dem Komma zu runden.</p>		
 <p>The diagram shows a trapezoidal facade. The bottom edge is labeled 15.00. The bottom-left corner is labeled 98°. There are two rectangular windows: one on the left labeled 1.50 X 3.00 and one on the right labeled 1.50 X 5.00. On the right side, there are two elevation markers: +6.65 at the top and +2.40 at the bottom, each with a downward-pointing triangle symbol.</p>		
<p>Zeichnung nicht massstäblich!</p>		
<b>Übertrag</b>	10	

		Anzahl Punkte	
		maximal	erreicht
Übertrag		0	
<b>Lösung Aufgabe 1</b>			
$\tan \alpha = 4.25 \text{ m} : 15 \text{ m} = 0.28333\dots = \underline{\underline{15.819^\circ}}$ $x = \sqrt{(15 \text{ m})^2 + (4.25 \text{ m})^2} = \underline{\underline{15.591 \text{ m}}}$ $A_1 = 15 \text{ m} \times 4.25 \text{ m} : 2 = \underline{\underline{31.875 \text{ m}^2}}$ $\beta = 98^\circ - 15.819^\circ = \underline{\underline{82.181^\circ}}$ $z = \sin \beta \times x = \sin 82.181^\circ \times 15.591 \text{ m} = \underline{\underline{15.446 \text{ m}}}$ $y = \cos \beta \times x = \cos 82.181^\circ \times 15.591 \text{ m} = \underline{\underline{2.121 \text{ m}}}$ $A_2 = 15.446 \text{ m} \times 2.121 \text{ m} : 2 = \underline{\underline{16.380 \text{ m}^2}}$ $A_{\text{tot}} = A_1 + A_2 = \underline{\underline{48.255 \text{ m}^2}}$ $A_{F1} = 1.50 \text{ m} \times 3.00 \text{ m} = \underline{\underline{4.50 \text{ m}^2}}$ $A_{F2} = 1.50 \text{ m} \times 5.00 \text{ m} = \underline{\underline{7.50 \text{ m}^2}}$ $A_{\text{Fass.}} = A_{\text{tot}} - A_{F1} - A_{F2} = 48.255 \text{ m}^2 - 4.50 \text{ m}^2 - 7.50 \text{ m}^2 = \underline{\underline{36.255 \text{ m}^2}}$  mit Verschnitt: $A = A_{\text{Fass.}} \times 1.08 = \underline{\underline{39.16 \text{ m}^2}}$			
Übertrag		10	

		Anzahl Punkte maximal erreicht
<b>Stereometrie (Volumen Gebäude)</b>		
Übertrag		10
<p><b>Aufgabe 2</b></p> <p>Berechnen Sie das effektive Gebäudevolumen in [m<sup>3</sup>] (gemäss schraffierter Fläche). Das Endresultat in [m<sup>3</sup>] ist auf zwei Stellen nach dem Komma zu runden.</p>		10
Übertrag		20

		Anzahl Punkte	
		maximal	erreicht
Übertrag		10	
<b>Lösung Aufgabe 2</b>			
EG			
14.27 m x 7.25 m = 103.457 m <sup>2</sup> x 2.75 m	=	284.508 m <sup>3</sup>	
8.42 m x 3.65 m = 30.733 m <sup>2</sup> x 2.75 m	=	<u>84.516 m<sup>3</sup></u>	
		<b><u>369.024 m<sup>3</sup></u></b>	
OG			
Hausverbreiterung = <b>C = h = 0.30 m</b>			
<b>H1 = 2.15 m + 0.04 m = 2.19 m</b>			
<b>H2 = 4.30 m</b>			
V1 = 15.00 m x 8.50 m = 127.50 m <sup>2</sup> x (H1 + H2) : 2 = (3.245m)	=	413.738 m <sup>3</sup>	
V2 = 8.50 m x (H1 x C) : 2 = (0.3285) m	=	<u>2.792 m<sup>3</sup></u>	
		<b><u>416.530 m<sup>3</sup></u></b>	
Gesamtvolumen Gebäude = EG + OG		=	<u>785.554 m<sup>3</sup></u>
		<b><u>785.55 m<sup>3</sup></u></b>	
			
Übertrag		20	


		Anzahl Punkte											
		maximal	erreicht										
<b>Wärmelehre (U-Wert Berechnung)</b>													
Übertrag		20											
<p><b>Aufgabe 3</b></p> <p>(U-Werte werden auf zwei Stellen nach dem Komma angegeben und immer aufgerundet.)</p> <p>a) Berechnen Sie den U-Werte der Aussenwandkonstruktion im Bereich des Nordost-Zimmers im Obergeschoss.</p> <p>Das Endresultat ist auf zwei Stellen nach dem Komma anzugeben und aufzurunden.</p> <p><u>Aufbau des Aussenwand-Elementes (von aussen nach innen)</u></p> <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 60%;">Schalung, naturbelassene rohe Fichte, 21 mm</td> <td>(nicht einzubeziehen)</td> </tr> <tr> <td>Hinterlüftungslattung mit Windpapier</td> <td>(nicht einzubeziehen)</td> </tr> <tr> <td>Weichfaserplatte aus Holz, dampfdiffusionsoffen, 60 mm</td> <td><math>\lambda = 0.037 \text{ W/mK}</math></td> </tr> <tr> <td>Wärmedämmung Glaswolle, 140 mm</td> <td><math>\lambda = 0.038 \text{ W/mK}</math></td> </tr> <tr> <td>3-Schichtplatte 27 mm</td> <td><math>\lambda = 0.170 \text{ W/mK}</math></td> </tr> </table> <p>Wärmeübergangswiderstände gemäss Norm SIA 180, Ziff. 4.2.4 entnehmen Sie bitte der Abbildung 1.</p> <p>Abbildung 1</p> <p>b) Die Bauherrin wünscht sich die Betrachtungsweise eines energieeffizienten Hauses und möchte wissen, wenn die Bauelemente einen geforderten U-Wert von <math>0.13 \text{ W / m}^2\text{K}</math> aufweisen sollen, welche Dicke die Wärmedämmung (Glaswolle) im gleichen Konstruktionsaufbau der Aussenwand erhalten würde.</p> <p>Das Endresultat ist auf zwei Stellen nach dem Komma anzugeben und aufzurunden.</p>		Schalung, naturbelassene rohe Fichte, 21 mm	(nicht einzubeziehen)	Hinterlüftungslattung mit Windpapier	(nicht einzubeziehen)	Weichfaserplatte aus Holz, dampfdiffusionsoffen, 60 mm	$\lambda = 0.037 \text{ W/mK}$	Wärmedämmung Glaswolle, 140 mm	$\lambda = 0.038 \text{ W/mK}$	3-Schichtplatte 27 mm	$\lambda = 0.170 \text{ W/mK}$	5	
Schalung, naturbelassene rohe Fichte, 21 mm	(nicht einzubeziehen)												
Hinterlüftungslattung mit Windpapier	(nicht einzubeziehen)												
Weichfaserplatte aus Holz, dampfdiffusionsoffen, 60 mm	$\lambda = 0.037 \text{ W/mK}$												
Wärmedämmung Glaswolle, 140 mm	$\lambda = 0.038 \text{ W/mK}$												
3-Schichtplatte 27 mm	$\lambda = 0.170 \text{ W/mK}$												
Übertrag		30											

		Anzahl Punkte																																	
		maximal	erreicht																																
Übertrag		20																																	
<b>Lösung Aufgabe 3</b>																																			
a) U-Wert Berechnung:																																			
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Bauteil</th> <th>Bauteildicke [m]</th> <th><math>\Lambda</math> [W/mK]</th> <th>R-Wert [m<sup>2</sup>K/W]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Übergangswiderstand aussen</td> <td></td> <td></td> <td>0.13</td> </tr> <tr> <td>Weichfaserplatte aus Holz</td> <td>0.06</td> <td>0.037</td> <td>1.622</td> </tr> <tr> <td>Glaswolle</td> <td>0.14</td> <td>0.038</td> <td>3.684</td> </tr> <tr> <td>3-Schichtplatte</td> <td>0.027</td> <td>0.170</td> <td>0.159</td> </tr> <tr> <td>Übergangswiderstand innen</td> <td></td> <td></td> <td>0.13</td> </tr> <tr> <td>Gesamtwiderstand <math>R_{tot}</math></td> <td></td> <td></td> <td>5.725</td> </tr> <tr> <td><b>U-Wert [W/m<sup>2</sup>K]</b></td> <td></td> <td></td> <td><b>0.18</b></td> </tr> </tbody> </table>				Bauteil	Bauteildicke [m]	$\Lambda$ [W/mK]	R-Wert [m <sup>2</sup> K/W]	Übergangswiderstand aussen			0.13	Weichfaserplatte aus Holz	0.06	0.037	1.622	Glaswolle	0.14	0.038	3.684	3-Schichtplatte	0.027	0.170	0.159	Übergangswiderstand innen			0.13	Gesamtwiderstand $R_{tot}$			5.725	<b>U-Wert [W/m<sup>2</sup>K]</b>			<b>0.18</b>
Bauteil	Bauteildicke [m]	$\Lambda$ [W/mK]	R-Wert [m <sup>2</sup> K/W]																																
Übergangswiderstand aussen			0.13																																
Weichfaserplatte aus Holz	0.06	0.037	1.622																																
Glaswolle	0.14	0.038	3.684																																
3-Schichtplatte	0.027	0.170	0.159																																
Übergangswiderstand innen			0.13																																
Gesamtwiderstand $R_{tot}$			5.725																																
<b>U-Wert [W/m<sup>2</sup>K]</b>			<b>0.18</b>																																
Berechnung mit Formel:																																			
$R_{tot} = 0.13 + \frac{0.06}{0.037} + \frac{0.14}{0.038} + \frac{0.027}{0.170} + 0.13 = 5.725 \frac{m^2K}{W}$																																			
$U\text{-Wert} = \frac{1}{R_{tot}} = \frac{1}{5.725} = 0.175 = \mathbf{0.18} \frac{W}{m^2K}$																																			
b) U-Wert Berechnung, Dämmstärke evaluieren:																																			
$R_{tot} = U\text{-Wert}^{-1} = \left(0.13 \frac{W}{m^2K}\right)^{-1} = 7.692 \frac{m^2K}{W}$																																			
$R_2 = R_{total} - (R_{se} + R_1 + R_3 + R_{si})$ $= 7.692 \frac{m^2K}{W} - \left(0.13 \frac{m^2K}{W} + 1.622 \frac{m^2K}{W} + 0.159 \frac{m^2K}{W} + 0.13 \frac{m^2K}{W}\right)$ $= 5.651 \frac{m^2K}{W}$																																			
$d_3 = R_3 \times \lambda_3 = 5.651 \frac{m^2K}{W} \times 0.038 \frac{W}{mK} = 0.215 \text{ m} = \mathbf{22cm}$																																			
Übertrag		30																																	

	Anzahl Punkte	
	maximal	erreicht
<b>Prozentrechnen</b>		
Übertrag	30	
<p><b>Aufgabe 4</b></p> <p>Aufgrund von Liefer- und Materialengpässen werden die Parkettarbeiten im Wohnzimmer um 15 % teurer als ursprünglich offeriert. Neu betragen somit die Parkettarbeiten brutto CHF 24'179.75.</p> <p>In der ursprünglichen Offerte wurden 2% Skonto vereinbart und 7.7 % Mehrwertsteuer eingerechnet.</p> <p>Berechnen Sie den erforderlichen Rabatt, welcher der Unternehmer zusätzlich zu den 2% Skonto und der Mwst. gewähren muss, damit die Preisdifferenz in der Schlussrechnung CHF 2'052.75 auf den ursprünglichen Nettobetrag beträgt.</p> <p>Das Endresultat ist in [%] auf ganze Zahl gerundet anzugeben.</p>		
Übertrag	40	



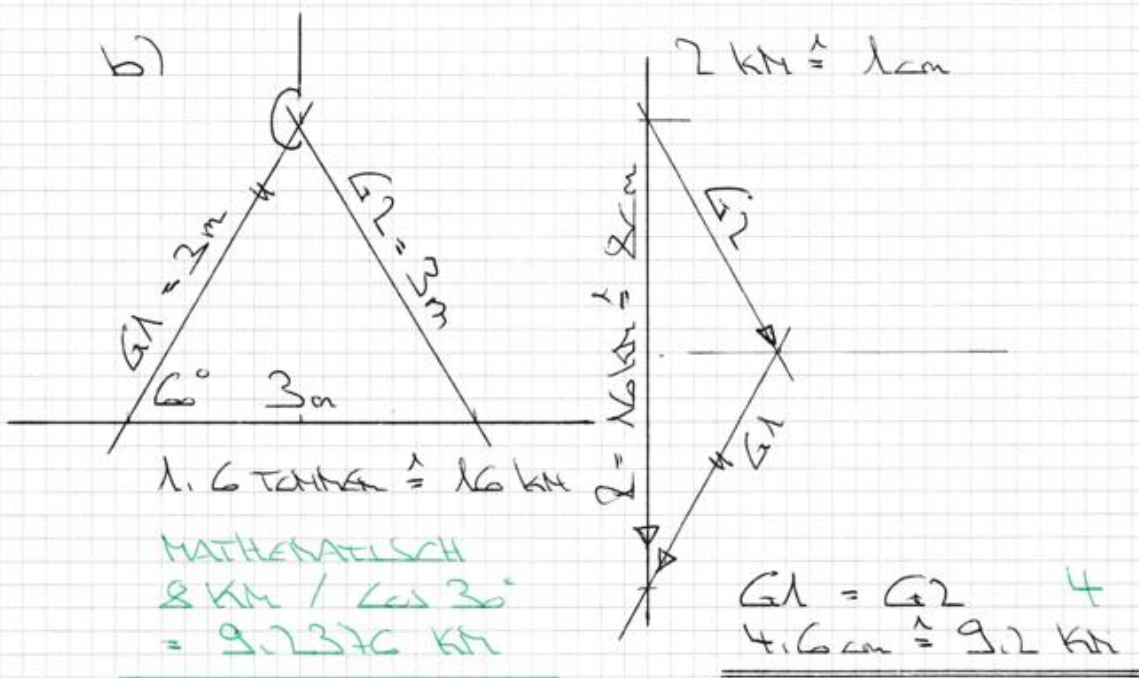
		Anzahl Punkte	
		maximal	erreicht
Übertrag		30	
<b>Lösung Aufgabe 4</b>			
$\frac{\text{Brutto alt}}{24'179.75} = \frac{100\%}{115\%}$	Brutto alt	CHF 21'025.85	
Netto alt : $21'025.85 \cdot 0.98 \cdot 1.077 = 22'191.95$	Netto alt	CHF 22'191.95	
Netto neu : $22'191.95 + 2'052.75 = 24'244.70$	Netto neu	CHF 24'244.70	
$\frac{x}{24'244.70} = \frac{100\%}{107.7\%}$	$x = 22'511.30$		
$\frac{y}{22'511.30} = \frac{100\%}{98\%}$	$y = 22'970.70$	Brutto neu mit Rabatt	CHF 22'970.70
$24'179.75 \cdot p = 22'970.70$		$p = 0.95$	
		<b><u>Rabatt 5 %</u></b>	
Übertrag		40	

		Anzahl Punkte	
		maximal	erreicht
<b>Statik / Bauphysik</b>			
Übertrag		40	
<p><b>Aufgabe 1</b></p> <p>Ein Einfamilienhaus wird mit vorgefertigten Holzelementen aufgerichtet.</p> <p>a) Ausladung Baukran</p> <p>Der Baukran kann auf grösster Ausladung von 18m maximal 1'250 Kilogramm anheben. Das schwerste Element wiegt 1,6 Tonnen.</p> <p>Wieviel beträgt der maximal mögliche Einsatzradius des Krans für dieses Element? Lösung in [m] auf eine Kommastelle runden.</p> <p>Die Resultate sind mit einer Stelle nach dem Komma anzugeben.</p> <p>b) Belastung Hebegurten</p> <p>Das Holzelement mit 1,6 Tonnen wird mit zwei Gurten an Ösen befestigt. Horizontaler Abstand der Aufhängungen 3m / Gurtlänge je 3m (<math>g = 10 \text{ m/s}^2</math>)</p> <p>Welche Kraft wirkt in den einzelnen Gurten? Lösung in [kN] auf eine Kommastelle runden.</p> <p>Die Aufgabe ist graphisch zu lösen Massstab: 2kN = 1cm</p> <p>Die Resultate sind mit einer Stelle nach dem Komma anzugeben.</p> <div style="text-align: center;">  </div> <p>c) Spannung Kranseil</p> <p>Das leichteste Element wiegt 0,8 Tonnen und hängt an einem Kranseil mit 16mm Durchmesser.</p> <p>Welche Spannung wirkt im Kranseil? Lösung in [N/mm<sup>2</sup>] auf eine Kommastelle runden. (<math>g = 10 \text{ m/s}^2</math>)</p> <p>Die Resultate sind mit einer Stelle nach dem Komma anzugeben.</p>		3	
Übertrag		50	

Lösung Aufgabe 5

a) HEBEL \* KRAFT \* KRAFTARM = LAST \* LASTARM  
 $1'25 \text{ KG} \cdot 18 \text{ m} = 1'600 \text{ KG} \cdot x$   
 $x = 14,0 \text{ m}$  3

ALTERNATIVE → DREHMOMENTE SIND GLEICH  
 UMLRECHNUNG IN NEWTON MIT ZWANGS



c)  $\sigma = \frac{F}{A}$   
 $= \frac{8'000 \text{ N}}{8 \text{ mm} \cdot 8 \text{ mm} \cdot \pi} = 39,8 \text{ N/mm}^2$  3