

**Prüfung** „Abbruch und Rückbau - Modul C“  
„Recycling von Bauwerken - Modul D“

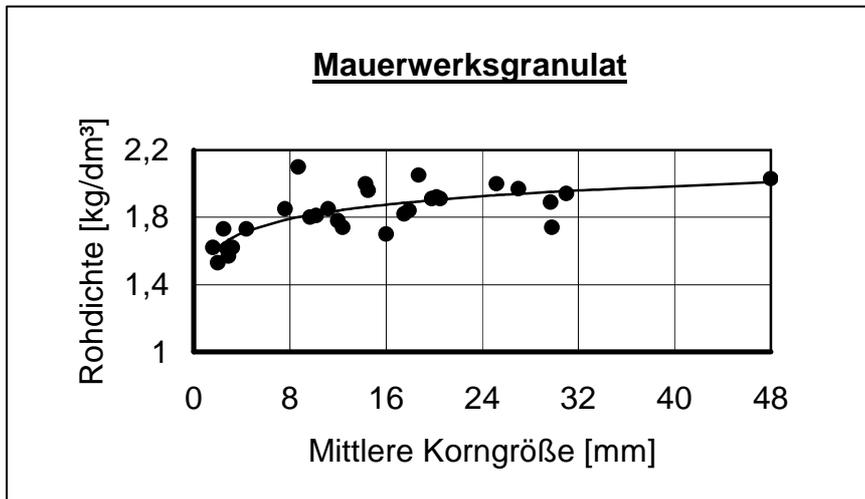
**23.07.2008, 10.00 – 12.00 Uhr, Raum ??**

Die Klausur besteht aus 13 Aufgaben mit insgesamt 100 Punkten.

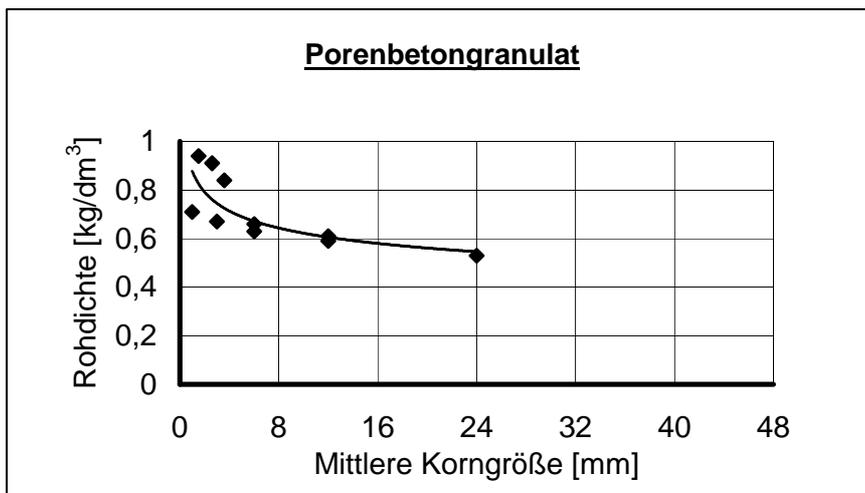
Anzahl der abgegebenen Blätter: .....

### Aufgabe 1 → 6 Punkte

Ein wichtiger Zusammenhang zur Charakterisierung von RC-Baustoffen ist die Abhängigkeit der Rohdichte von der Korngröße. Vergleicht man die Funktionen Rohdichte = f (Korngröße) vom Mauerwerksgranulat einerseits und vom Granulat aus Porenbeton andererseits, ergeben sich entgegengesetzte Verläufe.



Mauerwerksgranulat: Rohdichte = f (Korngröße)



Porenbetongranulat: Rohdichte = f (Korngröße)

Geben Sie Gründe für den unterschiedlichen Verlauf der Kurven an!

### Aufgabe 2 → 3 Punkte

Nennen Sie drei Schadstoffarten, die im Hochbau vorgefunden werden können. In welchen Funktionen wurden sie eingesetzt? An welchen Standorten werden häufig Schadstoffe gefunden?

### Aufgabe 3 → 6 Punkte

Ein Abbruchmaterial besteht aus Betonbruch und Leichtstoffen und soll möglichst hochwertig wiederverwertet werden. Dazu wird der Leichtstoffanteil mittels Nasssortierung abgetrennt.

Der Anlageninput beträgt 7,0 t/h, der Output liegt bei 900 kg/t Input, dabei teilt sich der Output im Verhältnis 6:1 auf Betonbruch und Leichtstoffe auf.

Das gesamte Abbruchmaterial besitzt einen Holzanteil von 23 kg/t. Wie hoch ist der maximale Holzgehalt im Leichtstoff-Output, wenn angenommen wird, dass kein Holz im Betonbruch verbleibt?

**Aufgabe 4 → 9 Punkte**

Ein Bauunternehmen bewirbt sich um den Auftrag für die Grunderneuerung einer Ortsverbindungsstraße von 1.700 m Länge. In der Ausschreibung ist die Wiederverwertung der alten Zementbeton-Fahrbahndecke (Dicke 20 cm, Breite 6,0 m) vorgeschrieben.

Es ist geplant, den aufgebrochenen Deckenbeton in einer mobilen Aufbereitungsanlage auf eine Körnung 0/56 mm zu zerkleinern und als Material für die Frostschuttschicht des neuen Straßenaufbaus einzusetzen. Die Dicke der Frostschuttschicht soll 35 cm bei 6,0 m Einbaubreite betragen. Die Einbaumasse des RC - Materials wird mit 665 kg/m<sup>2</sup> angegeben.

- Berechnen Sie, auf welcher Länge das aufbereitete Ausbaumaterial als Frostschuttschicht wiedereingebaut werden kann!
- Wie viel Tonnen Schotter müssen bei gleichem Einbaugewicht zugekauft werden?

Die Mietkosten für die mobile Brech-Sieb-Anlage betragen 6,50 €/t. Kalkulieren Sie die Kosten für geplanten Einsatz sowie die Einsatzdauer in Tagen bei einem mittleren Durchsatz von 150 t/h und einer täglichen Betriebszeit von 8 h!

**Aufgabe 5 → 16 Punkte**

Nach Abbruch eines Gebäudes liegt die gesamte Wandkonstruktion als gemischter mineralischer Bauschutt vor.

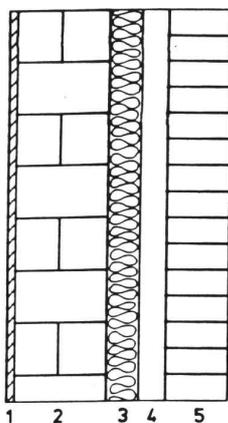
Berechnen Sie anhand des Wandaufbaus die Massenanteile der einzelnen Materialien!

Bestimmen Sie den SO<sub>3</sub> - Gehalt im betrachteten Bauschutt!

Ordnen Sie den Bauschutt dem entsprechenden Typ nach DIN 4226-100 „Rezyklierte Gesteinskörnungen“ zu!

Außenwandkonstruktion: Mehrschalige Betonkonstruktion mit Kerndämmung

Halbhydratanteil im Putz = 50 M%



- 1 Gipsinnenputz(Halbhydrat)
- 2 Betonsteinmauerwerk
- 3 Hartschaum
- 4 Luftschicht
- 5 Vormauerschale (Klinker)

**Molmassen:**  
 H - 1g/mol  
 O - 16 g/mol  
 Ca - 40 g/mol  
 S - 32 g/mol

		Rohdichte [ kg/m <sup>3</sup> ]	Schichtdicke [mm]	Flächenbezogene Masse [ kg/m <sup>2</sup> ]	Anteil [ M%]
1	Gipsinnenputz	1200	15		
2	Betonsteinmauerwerk	1800	240		
3	Hartschaum	50	60		
4	Luftschicht		50		
5	Vorm. (Klinker)	1400	115		
				Σ=	
	SO <sub>3</sub> - Gehalt				

Anforderungen nach DIN 4226-100, Rezyklierte Gesteinskörnungen

**Gips stellt Schad- und Störstoff dar: SO<sub>3</sub>-Gehalt < 1 M.-%**

	Typ 1	Typ 2	Typ 3	Typ 4
	Betonsplitt/ Beton- brechsand	Bauwerksplitt/ Bauwerk- brechsand	Mauerwerk- splitt/Mauer- werkbrechsand	Mischsplitt/ Mischbrech- sand
Bestandteile	[Masse-%]			
Beton und Gesteins- körnungen nach DIN 4226-1	≥ 90	≥ 70	≤ 20	≥ 80
Klinker, nicht poro- sierter Ziegel	≤ 10	≤ 30	≥ 80	
Kalksandstein			≤ 5	
Andere mineralische Beimengungen	≤ 2	≤ 3	≤ 5	≤ 20
Asphalt	≤ 1	≤ 1	≤ 1	
Fremdbestandteile	≤ 0,2	≤ 0,5	≤ 0,5	≤ 1
Kornrohddichte	[kg/m <sup>3</sup> ]			
	≥ 2000	≥ 2000	≥ 1800	≥ 1500

**Aufgabe 6 → 10 Punkte**

Für einen kontrollierten Rückbau ist die Planung der benötigten Container vorzunehmen. Markieren Sie in der Tabelle, welche Bauabfallarten in den gleichen Containern abgelegt werden können. Wie viele 10 m<sup>3</sup>-Container werden für die jeweiligen Bauabfallarten benötigt.

Lfd. Nummer	Bauteil	Masse [t]	Lagerungs-dichte [t/m <sup>3</sup> ]	
1.	Parkett, lackiert	3,2	0,15	
2.	PVC, vollflächig verklebt	1,8	0,30	
3.	Teppich vollflächig verklebt	0,2	0,30	
4.	Bitumenschichten auf dem Dach	22,0	0,30	
5.	Diverse Aluminiumrahmen	6,0	0,15	
6.	Stahltür	0,2	0,20	
7.	Zargen der Stahltür	0,7	0,20	
8.	Fensterleibung (Stahl)	2,1	0,20	
9.	Toilettentrennwände (PVC)	2,0	0,15	
10.	Holztüren	2,0	0,15	
11.	Zargen (Holz)	1,3	0,15	
12.	Holzvertäfelung (Wand) d	4,0	0,15	
13.	Betontreppe	55,0	1,2	
14.	Treppenbeläge Kunststoff	2,0	0,30	
15.	Holzvertäfelung (Decke)	84,0	0,15	
16.	Treppengeländer (Holz)	0,5	0,15	

**Aufgabe 7 → 3 Punkte**

Was ist Asphalt?

Welche grundsätzliche Einteilung gibt es für Ausbauasphalt? Charakterisieren Sie die einzelnen Gruppen!

**Aufgabe 8 → 6 Punkte**

Welche Zerkleinerungsmaschinen kommen bei der Mittel- und Grobzerkleinerung von Kunststoffen zum Einsatz? Welche Beanspruchungsarten gewährleisten jeweils die Zerkleinerung?

**Aufgabe 9 → 6 Punkte**

Nennen Sie, aus betontechnologischer Sicht, 3 maßgebliche Unterschiede von natürlichen Gesteinskörnungen und rezyklierten Gesteinskörnungen! Beschreiben Sie wie bei Verwendung von Rezyklaten die Betoneigenschaften beeinflusst bzw. verändert werden!

**Aufgabe 10 → 5 Punkte**

Der Chloridgehalt eines Betonstrassenaufbruchs beträgt 0,05 Masse-%. Bei der Elution nach dem DEV-S4-Verfahren geht das gesamte Chlorid in Lösung. Berechnen Sie die Konzentration, die sich einstellt und ordnen Sie das Material einer der in den technischen Regeln der LAGA genannten Zuordnungsklassen zu.

Beim DEV-S4-Verfahren werden 100 g Bauschutt mit 1000 g H<sub>2</sub>O eluiert. Für die Zuordnungswerte gilt:

	Z 0	Z 1.1	Z 1.2	Z 2
Chlorid [mg/l]	≤ 10	≤ 20	≤ 40	≤ 150

Woher könnte das Chlorid in dem Betonaufbruch stammen?

**Aufgabe 11 → 13 Punkte**

Um wie viel Prozent verringert sich die theoretische Trockenrohddichte eines Betons gegenüber dem Ausgangsbeton, wenn 25 Vol-% des Zuschlages durch Ziegelsplitt ersetzt werden? Der Ausgangsbeton soll Rheinkies ( $\rho_g = 2,62 \text{ kg/dm}^3$ ) enthalten und mit einem w/z-Wert von 0,45 hergestellt werden. Die Rohddichte des Ziegelsplitts beträgt  $1,7 \text{ kg/dm}^3$ . In beiden Betonen sollen  $360 \text{ kg/m}^3$  PZ 35 F ( $\rho_z =$  ein realistischer Wert ist anzusetzen [ $\text{kg/dm}^3$ ]) enthalten sein. Der Luftporengehalt wird mit  $20 \text{ dm}^3/\text{m}^3$  angenommen.

$$\begin{aligned} \text{Stoffraumrechnung: } 1000 &= g/\rho_g + z/\rho_z + w/\rho_w + v_p \\ \text{Theoretische Trockenrohddichte: } \rho_{tr} &= 1,2z + g \end{aligned}$$

**Aufgabe 12 → 7 Punkte**

Berechnen Sie die Rohddichte eines rezyklierten Zuschlagkorns aus Altbeton, welches zu 10 Masse-% aus Zementstein (Rohddichte  $1,8 \text{ g/cm}^3$ ) und zu 90 Masse-% aus Kies besteht.

Leiten Sie dafür eine Beziehung ab, mit der sich die Rohddichte des Kornes aus seiner Zusammensetzung und den Rohdichten der Bestandteile berechnen lässt.

**Aufgabe 13 → 10 Punkte**

Eine große Menge Betonbruch wird mit einem Prallbrecher zerkleinert. Dabei verschlechtert sich der Zustand der Pralleisten zunehmend, was zu unterschiedlichen Sieblinien (Tabelle) der Zerkleinerungsprodukte führt.

Welches von den Produkten – hergestellt mit verschlissenen oder neuen Schlagleisten – ist das größere Produkt?

Können die Produkte die Anforderungen, die an Schottertragschichtmaterial hinsichtlich der Sieblinie gestellt werden (angegeben in der Tabelle und im Bild), erfüllen?

Bei der Beurteilung der Eignung ist davon auszugehen, dass das Überkorn des gebrochenen Produkts der Variante „neue Schlagleisten“ vor dem Einsatz auf die Maximalkorngröße von 45 mm abgesiebt wird. Tragen Sie die Sieblinien beider Produkte in das Diagramm ein.

Korngröße	Produkt		Sieblinienbereich	
	neu	verschlissen	Schottertragschicht	
[mm]	Siebdurchgang [Masse-%]		Siebdurchgang [Masse-%]	
56	100		Min	Max
45	96.2	100.0	90	100
31.5	89	86.1	70	90
22.4	80.3	63.8	58	81
11.2	58.6	32.1	40	64
5	37	16.0	27	51
2	18.4	7.5	16	40
0.71	6.3	3.3	7	30
0.25	2.5	1.7	2	20

