

Prüfung "Mechanische Verfahrenstechnik"

„.....- Baustein A“,
„Abbruch und Rückbau - Baustein C“,
„Recycling von Bauwerken - Baustein D“

16.02.10, 9:00 – 12:00 Uhr, Hörsaal 2, C 13

Name	Vorname	Matrikelnummer
Durch Unterschrift wird folgendes zur Kenntnis genommen: 1. Klausurteilnahme geschieht ohne gesundheitliche Einschränkungen! 2. Das Einklagen der Blattzahl ist nur dann zulässig, wenn diese bei der Abgabe durch die Aufsichtsperson und den Studenten auf der Aufgabenstellung registriert wird.		
Unterschrift: (Student)		

Die Klausur besteht aus **15 Aufgaben** mit insgesamt **100 Punkten**.

Anzahl der abgegebenen Blätter:

Punkte:	
Note:	
Datum:	
Unterschrift: (Korrigierender)	

Baustein C: Abbruch und Rückbau

Aufgabe 1 → 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 2 → 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 1000 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. Der Holzgehalt im Betonbruch-Output darf 0,2 M% nicht überschreiten! Wie hoch ist der maximale Holzgehalt im Leichtstoff-Output, wenn angenommen wird, dass dieser Grenzwert genau eingehalten wird?

Aufgabe 3 → 6 Punkte

Ordnen Sie die bauwerksspezifischer Abfallmengen, d.h. die Baustoffvolumina pro umbauten Raum [$\text{m}^3/\text{m}^3 \text{UR}$] für die angegebenen Bauwerkstypen nach der Mengenreihenfolge

- Behälter, Silos
- Flachbauten, Hallen
- Fundamentplatten, Straßen, kompakte Bauwerke
- Geschoßbauten
- Kühltürme
- Schornsteine.

Aufgabe 4 → 4 Punkte

Ein Fabrikgebäude soll abgebrochen werden. Die Recherchen zur Nutzungsgeschichte ergaben, dass in dem Gebäude Metallverarbeitung stattfand. Dabei wurde Tetrachlorethen (PER), ein leichtflüchtiger halogenierter Kohlenwasserstoff (LHKW), zur Entfettung eingesetzt.

- In welchen Bauteilen sind Kontaminationen zu erwarten?
- Entwickeln Sie ein Abbruchkonzept, bei welchem die zu beseitigende Menge an Bauabfall ein Minimum wird.

Aufgabe 5 → 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 Frostschutzschicht des neuen Straßenaufbaus einzusetzen. Die Dicke der Frostschutzschicht soll 35 cm bei 6,0 m Einbaubreite betragen. Die Einbaumasse des RC - Materials wird mit 665 kg/m^2 angegeben.

In die Berechnung gehen zwei Dichten ein – die Dichte des Betons aus der alten Fahrbahndecke und die Einbaudichte der Frostschutzschicht.

- Geben Sie beide Dichten an und begründen Sie die Unterschiede!
- Berechnen Sie, auf welcher Länge das aufbereitete Ausbaumaterial als Frostschutzschicht 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 6 → 14 Punkte

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

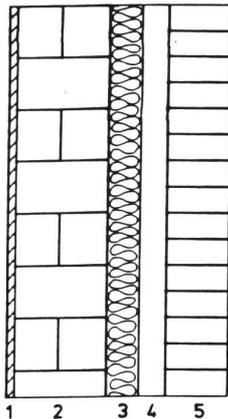
Berechnen Sie anhand des Wandaufbaus die Massenanteile der einzelnen Materialien!

Bestimmen Sie den SO₃ - 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 ³]	Schichtdicke [mm]	Flächenbezogene Masse [kg/m ²]	Anteil [M%]
1	Gipsinnenputz	1200	15		
2	Betonsteinmauerwerk	1800	240		
3	Hartschaum	50	60		
4	Luftschicht		50		
5	Vorm. (Klinker)	1400	115		
				Σ=	
	SO ₃ - Gehalt				

Anforderungen nach DIN 4226-100, Rezyklierte Gesteinskörnungen

Gips stellt Schad- und Störstoff dar: SO₃-Gehalt < 1 M.-%

	Typ 1	Typ 2	Typ 3	Typ 4
	Betonsplitt/ Betonbrechsand	Bauwerksplitt/ Bauwerkbrechsand	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 ³]			
	≥ 2000	≥ 2000	≥ 1800	≥ 1500

Aufgabe 7 → 8 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 m³-Container werden für die jeweiligen Bauabfallarten benötigt.

Lfd. Nummer	Bauteil	Masse [t]	Lagerungsdichte [t/m ³]	
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)	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	

Baustein D: Recycling von Bauwerken

Aufgabe 8 → 6 Punkte

Durch welche Effekte wird die mögliche Anzahl von Recyclingzyklen von Asphalten begrenzt?

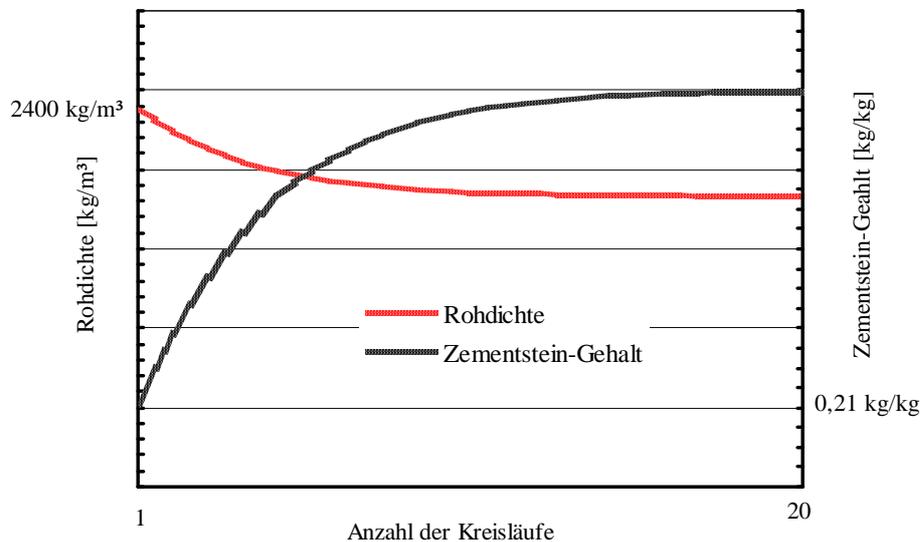
Aufgabe 9 → 4 Punkte

Was wird in der Verfahrenstechnik unter dem Begriff „Aufschließen“ verstanden?
 Wie wird der Aufschlussgrad von den Eigenschaften des Stoffverbundes beeinflusst?

Aufgabe 10 → 4 Punkte

Das Bild zeigt die Veränderungen bei einem fiktiven Mehrfachrecycling von Beton.

Welche Grenzwerte stellen sich bei einer hohen Zahl von Recyclingzyklen ein? Schätzen Sie die Werte anhand der Skizze und erläutern Sie ihre Bedeutung.



Aufgabe 11 → 12 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 Rohdichte des Ziegelsplitts beträgt $1,7 \text{ kg/dm}^3$. In beiden Betonen sollen 360 kg/m^3 CEM I 42,5 R ($\rho_z = 3,1 \text{ kg/dm}^3$) 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 → 4 Punkte

Erläutern Sie die Begriffe „Partikelheterogenität“ und „Haufwerksheterogenität“. Welche RC-Baustoffe sind typischerweise in diese Kategorien einzuordnen.

Aufgabe 13 → 8 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 H₂O eluiert. Für die Zuordnungswerte gilt:

	Z 0	Z 1.1	Z1.2	Z 2
Chlorid [mg/l]	≤ 10	≤ 20	≤ 40	≤ 150

Woher könnte das Chlorid in dem Betonaufbruch stammen?

Aufgabe 14 → 8 Punkte

Ein aus Mauerwerkbruch hergestellter RC-Baustoff besteht aus den in der Tabelle dargestellten Bestandteilen. Berechnen Sie die Kornrohddichte des Gemisches anhand der gegebenen Rohdichten der Bestandteile.

	Anteil [Masse-%]	Rohdichte [g/cm ³]
nicht porosiertem Ziegel	55	1,88
Beton	20	2,20
Kalksandstein	5	1,57
Mörtel+Putz	10	1,65
Porenbeton	5	0,65
Bims	5	0,50

Welchem Typ der rezyklierten Gesteinskörnungen nach DIN 4226-100 kann das Material zugeordnet werden?

	DIN 4226-100: Rezyklierte Gesteinskörnungen			
	Typ 1	Typ 2	Typ 3	Typ 4
	Betonsplitt/ Beton- brechsand	Bauwerksplitt/ Bauwerk- brechsand	Mauerwerk- splitt/Mauer- werkbrechsand	Mischsplitt/ Misch- brechsand
Bestandteile	[Masse-%]			
Beton und Gesteinskörnungen nach DIN 4226-1	≥ 90	≥ 70	≤ 20	≥ 80
Klinker, nicht porosierter Ziegel	≤ 10	≤ 30	≥ 80	
Kalksandstein			≤ 5	
Andere min. Beimengungen*	≤ 2	≤ 3	≤ 5	≤ 20
Asphalt	≤ 1	≤ 1	≤ 1	
Fremdbestandteile*	≤ 0,2	≤ 0,5	≤ 0,5	≤ 1
Kornrohddichte	[kg/m ³]			
	≥ 2000	≥ 2000	≥ 1800	≥ 1500
Wasseraufnahme	≤ 10	≤ 15	≤ 20	

Welche Bestandteile müssten entfernt werden, um eine Qualitätsverbesserung zu erreichen? Welcher Anstieg der Rohdichte könnte dadurch erreicht werden?

Aufgabe 15 → 4 Punkte

Warum muss Gips als Störstoff bei der Anwendung von Recyclingbaustoffen sowohl in ungebundenen als auch in gebundenen Systemen betrachtet werden? Welche Vorgänge werden durch Gips verursacht?