

Prüfung „Abbruch und Rückbau“ – Baustein C / „Recyclinganlagen“ – Baustein E,
 „Recycling von Bauwerken“ - Baustein D
 23.07.10, 9:00 – 11:00 Uhr, Raum 113, C 7

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 13 Aufgaben mit insgesamt 100 Punkten.

Anzahl der abgegebenen Blätter:

Punkte:	
Note:	
Datum:	
Unterschrift: (Korrigierender)	

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 → 16 Punkte

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

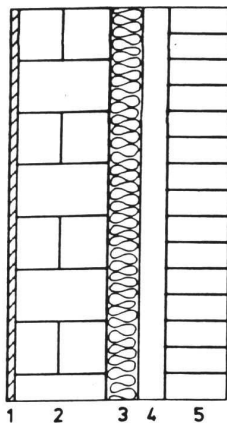
Berechnen Sie anhand des Wandaufbaus die Massenanteile der einzelnen Materialien!

Bestimmen Sie den 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/ 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 ³]			
	≥ 2000	≥ 2000	≥ 1800	≥ 1500

Aufgabe 3 → 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 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.	Bitumschichten 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	

Aufgabe 4 → 5 Punkte

Für die Auswahl eines geeigneten Brechers ist neben der Kenntnis von stofflichen Eigenschaften (z. B. Härte) auch die geometrische Form des Aufgabegutes entscheidend.

Ordnen Sie mit einem Kreuz (x) den in der Tabelle genannten Abbruchmaterialien geeignete Brecher zur Grobzerkleinerung zu! (mehrfache Nennung möglich)

	Backenbrecher	Prallbrecher	Schredder	Hammerbrecher
Betonabbruch				
Beton-Eisenbahnschwellen				
Abbruchziegel				
Altholz				
Gipskartonplatten				

Aufgabe 5 → 6 Punkte

Im Rahmen der Sanierung ist ein ungenutztes älteres Fabrikationsgebäude abzubauen. Das Aufmaß des mehrstöckigen Gebäudes ergab einen Bruttorauminhalt von 2500 m³. Für Produktionsbauten dieser Art ist beim Abriss mit einem Aufkommen an mineralischem Bauschutt von 275 kg / m³ Bruttorauminhalt zu rechnen.

- Wie viel Tonnen mineralischen Bauschutts werden beim Abbruch anfallen?
- Wie viele LKW-Fuhren (Ladefähigkeit: 16 m³) müssen für den Abtransport des mineralischen Bauschutts kalkuliert werden, wenn die Schüttdichte dieses Transportgutes mit etwa $\rho = 0,5 \text{ t/m}^3$ angenommen wird?

Aufgabe 6 → 12 Punkte

Wie viel Tonnen t Asphaltaufbruch können pro Stunde mit einem 60 cm breiten Gurtförderer transportiert werden, wenn die Neigung des Förderers $n=16^\circ$ und die Transportgeschwindigkeit $v = 5\text{m/s}$ betragen?

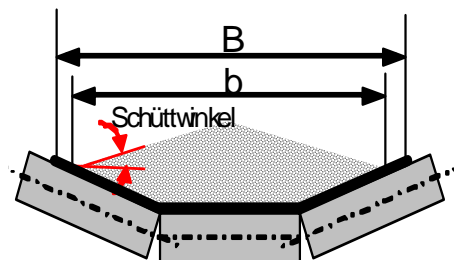
Gurtbelegung: 90% der Gurtbreite

Füllquerschnitt (geometrisch) $A = b^2 \cdot [0,06 + 0,2025 \cdot \tan(\text{Schüttwinkel})]$

Volumenstrom: $V = v \cdot A \cdot k$

	Schüttdichte	Schüttwinkel	Max. Neigung
	[t/m ³]		
Asphalt, gebrochen	0,7	15 °	18°
Beton, nass	1,8-2,4	0-5°	16-22 °
Erde, feucht	1,5-1,9	15-20 °	18-20 °
Glasbruch	1,3-1,6		12-15 °
Sand, nass	1,4-1,9	15 °	20-25 °

Neigung	Faktor k
0 °	1
10 °	0,98
16 °	0,92
20 °	0,86
24 °	0,76



Aufgabe 7 → 6 Punkte

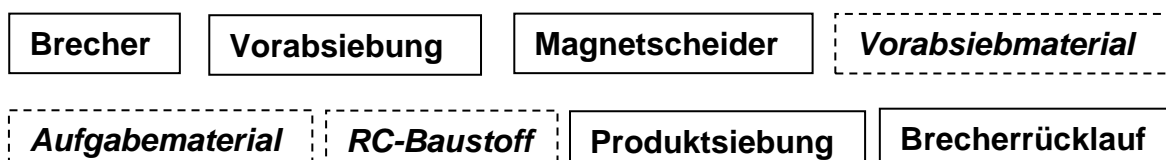
Wie groß muss das Einzugsgebiet einer Bauschuttrecyclinganlage sein, damit diese mit einer Kapazität von 200.000 t/a ausgelastet betrieben werden kann?

Die Einwohnerdichte des Einzugsgebietes beträgt 150 E/km², das spezifische Bauschuttanfallkommen ist mit 750 kg/Ea angegeben.

Werten sie den Transportaufwand des Bauschuttes, wenn man von einem kreisrunden Einzugsgebiet, mit einer mittig angeordneten Recyclinganlage ausgeht!

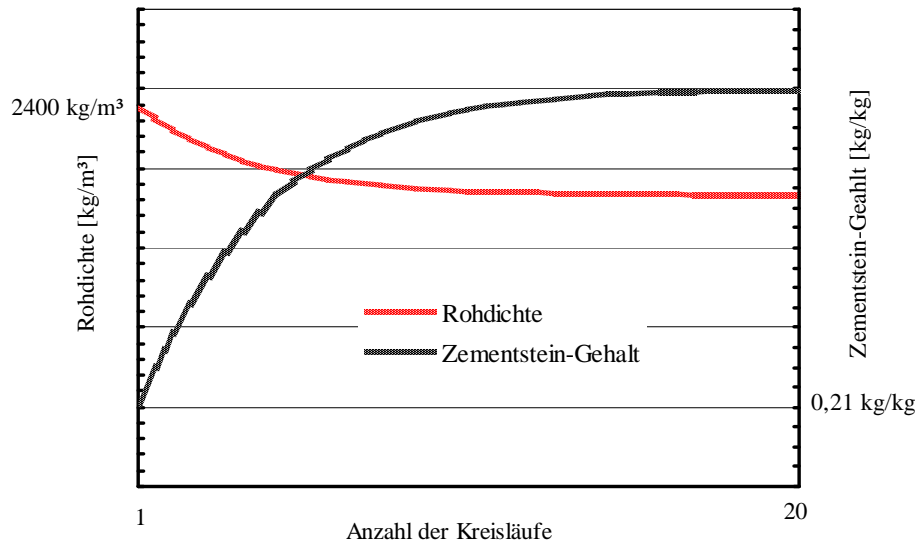
Aufgabe 8 → 5 Punkte

Gegeben sind die Komponenten einer einfachen Aufbereitungsanlage zur Herstellung von Straßenschotter. Fügen Sie die Komponenten in der richtigen Reihenfolge mit Hilfe von Pfeilen zu einem schematischen Fließbild zusammen!



Aufgabe 9 → 5 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 10 → 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.

$$\text{Stoffraumrechnung: } 1000 = g/\rho_g + z/\rho_z + w/\rho_w + v_p$$

$$\text{Theoretische Trockenrohddichte: } \rho_{tr} = 1,2z + g$$

Aufgabe 11 → 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 12 → 6 Punkte

Gegeben sind die Rohdichten von Abbruchmaterialien:

2,4 t/m³ ; 0,5 t/m³ ; 0,5 t/m³ ; 1,8 t/m³ ; 6,9 t/m³ ; 0,95 t/m³

Ordnen Sie diese Rohdichten den Abbruchmaterialien in der Tabelle zu!

<i>Abbruchmaterial</i>	<i>Rohdichte [t/m³]</i>
Eisenträger	
Deckenbalken (Holz)	
Mauerwerkbruch	
Porenbetonbruch	
Gipskartonplattenbruch	
Betonstraßenaufbruch	

Aufgabe 13 → 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!