

Fakultät für Bauingenieur und Vermessungswesen  
Institut für Werkstoffe des Bauwesens  
Univ.-Prof. Dr.-Ing. K.-Ch. Thienel

*der Bundeswehr*  
**Universität**  **München**

Bachelorprüfung

**Prüfungsfach: Werkstoffe des Bauwesens II**  
**am: 20.06.2008**

Die Aufgaben sind nachvollziehbar (mit Rechengang) zu lösen. Die Antworten sind zu begründen.

Hilfsmittel: Außer Rechengeräten (Taschenrechner) keine.

NAME:

MATR.-NR.: \_\_\_\_\_

Mögliche Punktzahl: 97

Erreichte Punktzahl:

Note:

**Allgemeine Aufgaben****Aufgabe 1:** (2 Punkte)

Nennen Sie zwei Prüfverfahren zur Klassifizierung von Bitumen!

**Aufgabe 2:** (5 Punkte)

a) Aus welchen 3 Grundstoffen besteht Glas im Wesentlichen?

b) Zeichnen Sie in nachfolgendes Diagramm qualitativ eine typische Spannungs-Dehnungslinie für den Werkstoff Glas.



**Aufgabe 3:** (4 Punkte)

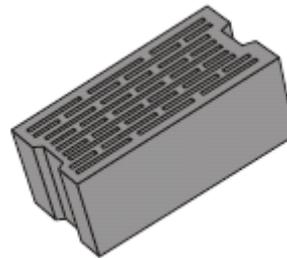
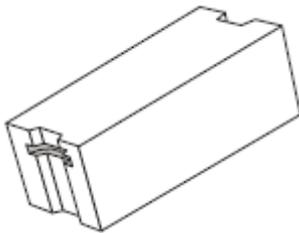
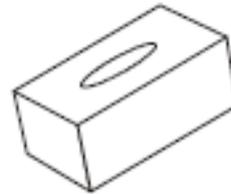
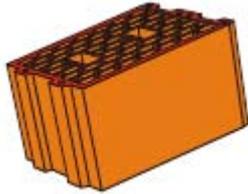
- a) Beschreiben Sie kurz, wozu Expositionsklassen dienen!
- b) Sie sollen eine Betonbodenplatte einer Tankstelle planen. Nennen Sie drei zu berücksichtigende Expositionsklassen!

**Aufgabe 4:** (6 Punkte)

- a) Wozu dient die im Praktikum vorgeführte CM-Methode?
- b) Nennen Sie vier Porenarten und ordnen sie diese der Größe nach aufsteigend!

**Mauerwerk und Künstliche Steine****Aufgabe 5: (4 Punkte)**

Ordnen Sie den folgenden vier Bildern die zugehörige Mauersteinart (Ziegel, Porenbetonstein, Betonstein, Kalksandstein) zu!

**Aufgabe 6: (3 Punkte)**

- Nennen Sie Beispiele für Ausblühungen von Mauerziegeln!
- Wodurch können diese verhindert werden?

## **Mineralische Bindemittel**

### **Aufgabe 7:** (3 Punkte)

- a) Die DIN 197 unterscheidet 5 Hauptzementarten. Worin unterscheiden sich diese Zementarten?
- b) Bei der Sinterung entstehen im Wesentlichen vier Klinkerphasen. Welche Phasen sind hauptsächlich für die Druckfestigkeit verantwortlich?

### **Aufgabe 8:** (3 Punkte)

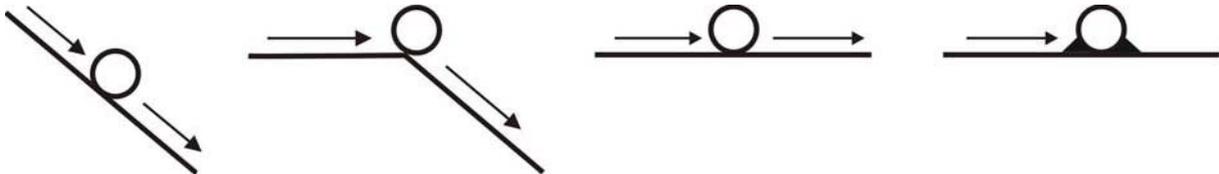
Skizzieren Sie den Kreislauf des Baukalks!

**Aufgabe 9:** (2 Punkte)

- Mit welchem Versuch kann die Mahlfineinheit des Zementes bestimmt werden?
- Welcher Kennwert wird dabei bestimmt?

**Aufgabe 10:** (4 Punkte)

- Welche Reaktionen sind auf den folgenden Bildern dargestellt?
- Geben Sie jeweils ein Beispiel!





**Aufgabe 13:** (3 Punkte)

- a) Nennen Sie jeweils einen Vor- und einen Nachteil eines hohen Mehlkorngehaltes!
- b) Aus welchen Anteilen setzt sich der Mehlkorngehalt zusammen?

**Frischbeton**

**Aufgabe 14:** (2 Punkte)

Welche beiden Versuche werden in Deutschland zur Bestimmung der Konsistenz gebraucht?

**Aufgabe 15:** (3 Punkte)

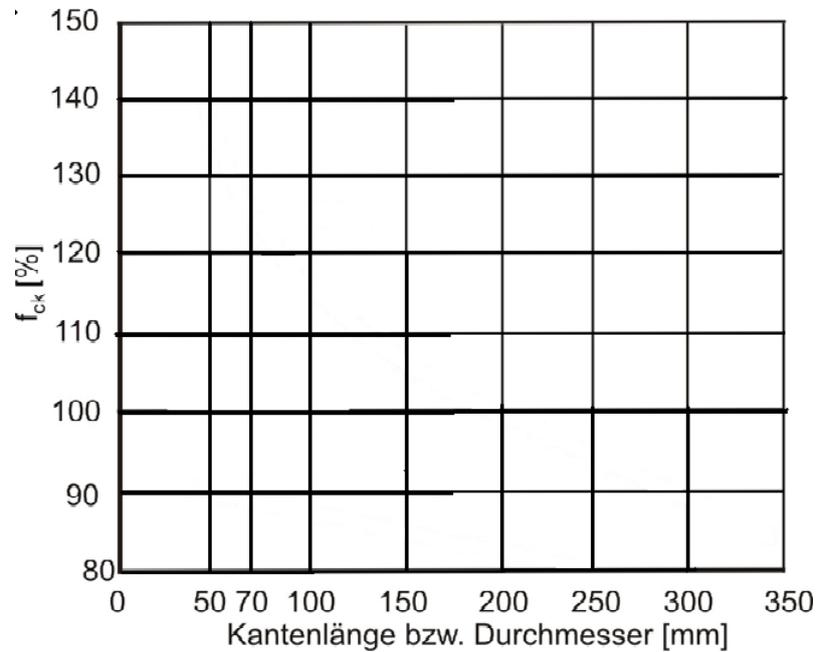
Worin unterscheiden sich Betonzusatzstoffe von Betonzusatzmitteln? Nennen Sie auch jeweils zwei Beispiele für Betonzusatzstoffe und –mittel!

**Aufgabe 16:** (3 Punkte)

- a) Warum darf Frischbeton beim Einbau nicht zu hoch frei fallen?
- b) Nennen Sie zwei Maßnahmen, durch die dennoch hohe Konstruktionsglieder (z.B. Stützen) in einem Betonierabschnitt hergestellt werden können?

**Festbeton****Aufgabe 17:** (2 Punkte)

Zeichnen Sie die mittlere Abhängigkeit der Festigkeit zur Geometrie in nachstehendes Diagramm für Würfel und Zylinder mit  $h/d = 2,0$ !

**Aufgabe 18:** (4 Punkte)

Kreuzen Sie an!

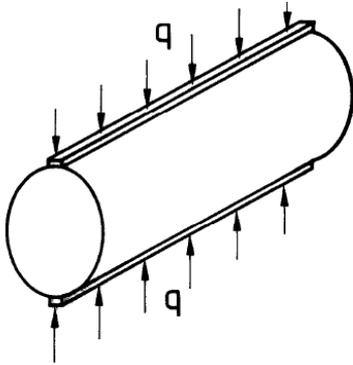
Das Schwindmaß des Betons wird größer durch ...

	Ja	Nein
Größeren Wassergehalt		
Kleineren w/z Wert bei gleichem Zementgehalt		
Größeren Zementgehalt bei gleichem w/z Wert		
Dampfbehandlung		

**Aufgabe 19:** (3 Punkte)

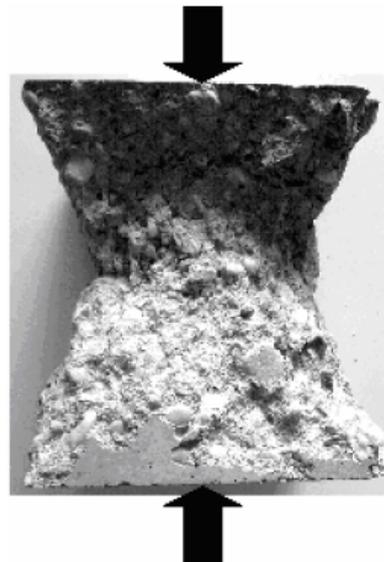
a) Zeichnen Sie die zum Bild gehörende Bruchfigur und Spannungsverteilung der Spaltzugfestigkeit!

b) Wie kann man bei gegebener Zugkraft die Druckkraft von Normalbeton abschätzen?

**Aufgabe 20:** (3 Punkte)

Bei der Druckfestigkeitsprüfung eines Betonwürfels ergab sich der abgebildete Bruchkörper (Seitenansicht).

Erläutern Sie, wieso es zu dieser Bruchform kommt?



**Aufgabe 21:** *(3 Punkte)*

Im Bereich Nachhaltigkeit spricht man oftmals auch vom sogenannten 3-Säulen Modell. Welche drei Säulen sind dabei gemeint?

## Betonentwurf

### Aufgabe 22: (30 Punkte)

Sie haben die Aufgabe, einen Beton für ein 30 cm dickes Betonbauteil einer Industrieabwasseranlage (XC3, XA3) in München zu entwerfen. Die Statik dieses Bauteils erfordert einen Beton mit einer Festigkeitsklasse von C30/37.

Als Zement soll ein CEM I 32,5 N HS oder ein CEM I 32,5 N LH/HS verwendet werden. Zusätzlich zum Zementgehalt soll der Beton einen Flugascheanteil ( $\rho_F = 2,4 \text{ kg/dm}^3$ ) von 25 M.-% des Zementes besitzen.

Als Gesteinskörnung steht Ihnen der unten aufgeführte Kalkstein zur Verfügung. Die Eigenfeuchte der Fraktion 0/4 beträgt 5 M.-%, die der Fraktion 4/8 beträgt 1,5 M.-%. Die Sollsieblinie soll einer grobkörnigen Sieblinie mit einem Größtkorn von 16 mm entsprechen.

Die Konsistenz des Frischbetons soll plastisch sein. Der Luftgehalt ist mit 1,0 Vol.-% anzunehmen.

Korngruppe	Siebrückstand in Masse-% auf den Einzelsieben [Sieblochweiten in mm]								
	0	0,125	0,250	0,5	1	2	4	8	16
0/4	1,8	4,3	23,1	14,1	30,6	25,3	0,8	0	0
4/8				0	0,1	9,2	86,1	4,6	0
8/16					0	1,3	6,5	88,3	3,9

a) Bestimmen Sie alle notwendigen Mindest- bzw. Maximalwerte aus den Expositionsklassen!

b) Welchen Zement wählen Sie aus den oben Gegebenen aus? (Begründung!)

c) Im Labor wurden einige Werte für die Gesteinskörnung ermittelt, unter anderem:

- Masse der genommenen Probe:  $m = 5,6 \text{ kg}$
- Volumen der Probe ohne Hohlräume:  $2,1 \text{ dm}^3$
- Volumen der lose geschütteten Probe:  $3,4 \text{ dm}^3$

Bestimmen Sie die Rohdichte der Gesteinskörnung!

d) Wählen Sie die grobkörnige Sollsieblinie aus einer der 4 Sieblinien des gegebenen Diagramms und bestimmen Sie mit Hilfe des Unterkornverfahrens die einzelnen Anteile der Kornfraktionen, die Ist-Sieblinie und die Körnungsziffer. (Tabelle im Lösungsblatt enthalten!)

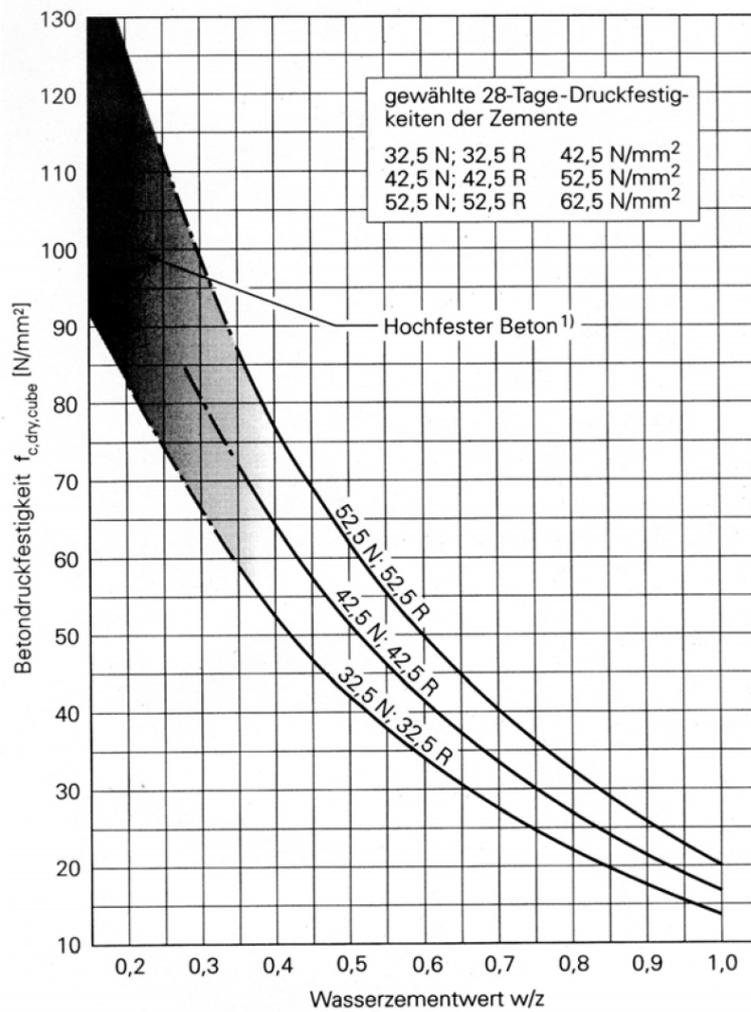
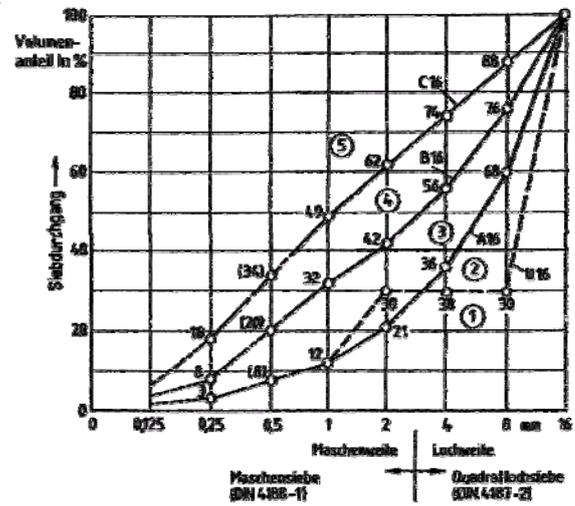
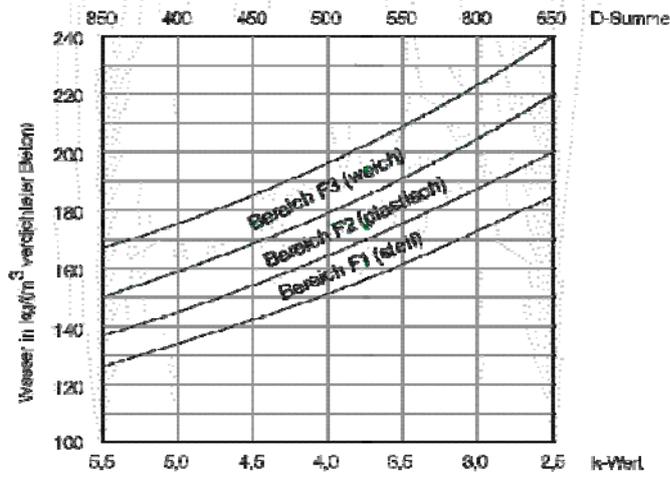
e) Bestimmen Sie aus dem gegebenen Diagramm den Wasseranspruch für  $1 \text{ m}^3$  Beton!

f) Bestimmen Sie den Zement- und Flugaschegehalt für  $1 \text{ m}^3$  Beton!

g) Bestimmen Sie die Masse der Gesteinskörnung und das Zugabewasser für  $1 \text{ m}^3$  Beton und fassen Sie alle Bestandteile ihres ermittelten Betons noch einmal auf!

**Beachten Sie dabei folgende Anlagen und geben Sie Erläuterungen für gewählte Werte an. Nutzen Sie die Möglichkeit in die Diagramme zu zeichnen, um Werte kenntlich zu machen.**

Anlagen:



<sup>1)</sup> Bei hochfestem Beton verliert der Einfluss der Zementnormdruckfestigkeit an Bedeutung.

Nr.	Expositionsklassen	Kein Angriffsrisiko durch Korrosion X0 <sup>a</sup>	Bewehrungskorrosion									XS1	XS2	XS3
			durch Karbonatisierung verursachte Korrosion				durch Chloride verursachte Korrosion							
			XC1	XC2	XC3	XC4	Chloride außer aus Meerwasser			Chloride aus Meerwasser				
				XD1	XD2	XD3								
1	Höchstzulässiger $w/z$	–	0,75	0,65	0,60	0,55	0,50	0,45						
2	Mindestdruckfestigkeitsklasse <sup>c</sup>	C8/10	C16/20	C20/25	C25/30	C30/37 <sup>e</sup>	C35/45 <sup>e</sup>	C35/45 <sup>e</sup>						
3	Mindestzementgehalt <sup>d</sup> in $\text{kg}/\text{m}^3$	–	240	260	280	300	320 <sup>b</sup>	320 <sup>b</sup>						
4	Mindestzementgehalt <sup>d</sup> bei Anrechnung von Zusatzstoffen in $\text{kg}/\text{m}^3$	–	240	240	270	270	270	270						
5	Mindestluftgehalt in %	–	–	–	–	–	–	–						
6	Andere Anforderungen	–												

<sup>a</sup> Nur für Beton ohne Bewehrung oder eingebettetes Metall.

<sup>b</sup> Für massive Bauteile (kleinste Bauteilabmessung 80 cm) gilt der Mindestzementgehalt von 300  $\text{kg}/\text{m}^3$ .

<sup>c</sup> Gilt nicht für Leichtbeton.

<sup>d</sup> Bei einem Größtkorn der Gesteinskörnung von 63 mm darf der Zementgehalt um 30  $\text{kg}/\text{m}^3$  reduziert werden. In diesem Fall darf <sup>b</sup> nicht angewendet werden.

<sup>e</sup> Bei Verwendung von Luftporenbeton, z. B. aufgrund gleichzeitiger Anforderungen aus der Expositionsklasse XF, eine Festigkeitsklasse niedriger.

Nr.	Expositionsklassen	Betonangriff												
		Frostangriff					Aggressive chemische Umgebung			Verschleißangriff <sup>h</sup>				
		XF1	XF2		XF3		XF4	XA1	XA2	XA3	XM1	XM2		XM3
1	Höchstzulässiger $w/z$	0,60	0,55 <sup>g</sup>	0,50 <sup>g</sup>	0,55	0,50	0,50 <sup>g</sup>	0,60	0,50	0,45	0,55	0,55	0,45	0,45
2	Mindestdruckfestigkeitsklasse <sup>c</sup>	C25/30	C25/30	C35/45	C25/30	C35/45	C30/37	C25/30	C35/45 <sup>e</sup>	C35/45 <sup>e</sup>	C30/37 <sup>e</sup>	C30/37 <sup>e</sup>	C35/45 <sup>e</sup>	C35/45 <sup>e</sup>
3	Mindestzementgehalt <sup>d</sup> in $\text{kg}/\text{m}^3$	280	300	320	300	320	320	280	320	320	300 <sup>i</sup>	300 <sup>i</sup>	320 <sup>i</sup>	320 <sup>i</sup>
4	Mindestzementgehalt <sup>d</sup> bei Anrechnung von Zusatzstoffen in $\text{kg}/\text{m}^3$	270	g	g	270	270	g	270	270	270	270	270	270	270
5	Mindestluftgehalt in %	–	f	–	f	–	f <sup>j</sup>	–	–	–	–	–	–	–
6	Andere Anforderungen	Gesteinskörnungen mit Regelanforderungen und zusätzlich Widerstand gegen Frost bzw. Frost und Taumittel (siehe DIN 4226-1)					–	–	l	–	–	Oberflächenbehandlung des Betons <sup>k</sup>	–	Hartstoffe nach DIN 1100
		F <sub>4</sub>	MS <sub>25</sub>		F <sub>2</sub>	MS <sub>18</sub>								

<sup>c</sup> Siehe Fußnoten in Tabelle F.2.1.

<sup>d</sup> Siehe Fußnoten in Tabelle F.2.1.

<sup>e</sup> Siehe Fußnoten in Tabelle F.2.1.

<sup>f</sup> Der mittlere Luftgehalt im Frischbeton unmittelbar vor dem Einbau muss bei einem Größtkorn der Gesteinskörnung von 8 mm  $\geq$  5,5% Volumenanteil, 16 mm  $\geq$  4,5% Volumenanteil, 32 mm  $\geq$  4,0% Volumenanteil und 63 mm  $\geq$  3,5% Volumenanteil betragen. Einzelwerte dürfen diese Anforderungen um höchstens 0,5% Volumenanteil unterschreiten.

<sup>g</sup> Zusatzstoffe des Typs II dürfen zugesetzt, aber nicht auf den Zementgehalt oder den  $w/z$  angerechnet werden.

<sup>h</sup> Die Gesteinskörnungen bis 4 mm Größtkorn müssen überwiegend aus Quarz oder aus Stoffen mindestens gleicher Härte bestehen, das gröbere Korn aus Gestein oder künstlichen Stoffen mit hohem Verschleißwiderstand. Die Körner aller Gesteinskörnungen sollen mäßig raue Oberfläche und gedrungene Gestalt haben. Das Gesteinskörnungsgemisch soll möglichst grobkörnig sein.

<sup>i</sup> Höchstzementgehalt 360  $\text{kg}/\text{m}^3$ , jedoch nicht bei hochfesten Betonen.

<sup>j</sup> Erdfeuchter Beton mit  $w/z \leq 0,40$  darf ohne Luftporen hergestellt werden.

<sup>k</sup> Z. B. Vakuumieren und Flügelglätten des Betons

<sup>l</sup> Schutzmaßnahmen siehe 5.3.2

**Lösung Aufgabe 22:**



