

## **Bachelorprüfung**

**Prüfungsfach: Werkstoffe des Bauwesens II**  
**am: 30.06.2015**

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

Hilfsmittel: ausschließlich Taschenrechner!

NAME:

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

Mögliche Punktzahl: 100

Erreichte Punktzahl:

Note:

## Gesteinskörnung (9)

### **Aufgabe 1: (4 Punkte)**

- Welche beiden Arten von Feuchte unterscheidet man im Zusammenhang mit Gesteinskörnung?
- Welche Feuchtigkeitsart muss immer im Betonentwurf berücksichtigt werden?
- Bei der Herstellung welcher Betone muss auch die zweite Feuchtigkeitsart bekannt sein?

### **Aufgabe 2: (3 Punkte)**

Benennen Sie die Gesteinskörnung nach ihrer Korngröße:

Korngröße	Gebrochene Gesteinskörnung	Ungebrochene Gesteinskörnung
0 – 4 mm		
4 – 32 mm		
32 – 63 mm		

### **Aufgabe 3: (2 Punkte)**

Im Labor wird folgende Sandprobe 0/2 mm mit dichtem Gefüge hinsichtlich Feuchtegehalt und Schüttdichte untersucht.

- Trockenmasse: 17,9 g
- Eigenfeuchte der Probe: 3,54 %
- Bei loser Schüttung in einen Behälter ergibt das Volumen dieser Trockenmasse: 12,5 cm<sup>3</sup>

- Bestimmen Sie die Feuchtmasse der Probe!
- Bestimmen Sie die Schüttdichte  $\rho_s$ !

## Mauerwerk und Künstliche Steine (14)

### **Aufgabe 4:** (3 Punkte)

Nennen Sie jeweils zwei Möglichkeiten, die Tragfähigkeit von Mauerwerk zu steigern.

- Stofflich:
  
- Konstruktiv:
  
- Ausführung:

### **Aufgabe 5:** (4 Punkte)

a) Nennen Sie zwei Beispiele für Ausblühungen an Mauerziegeln!

b) Wodurch können sie im Mauerwerk verhindert werden?

c) Wodurch wird das Kalktreiben in Ziegeln verursacht?

### **Aufgabe 6:** (2 Punkte)

Wie sollen bei mehrlagigem Außenputz die verschiedenen Lagen hinsichtlich der Festigkeit aufgebaut sein (Begründung)?

**Aufgabe 7:** (5 Punkte)

- a) Nennen Sie die mineralischen Rohstoffe für die Herstellung von Porenbeton!
- b) Warum wird bei der Herstellung Aluminiumpulver zugegeben?
- c) Was versteht man unter einer Autoklavierung bei der Herstellung von Kalksand- und Porenbetonsteinen?
- d) Warum wird sie beim Herstellen von Kalksandstein und Porenbetonsteinen durchgeführt?

**Mineralische Bindemittel (20)****Aufgabe 8:** (1 Punkte)

Erläutern Sie den Begriff „Hydratation“!

**Aufgabe 9:** (4 Punkte)

Nennen Sie die vier Hauptklinkerphasen in Zement- und Oxidschreibweise!

**Aufgabe 10:** (4 Punkte)

a) Unter welchen Bedingungen erhärten folgende Bindemittel? Nennen Sie jeweils ein Beispiel!

- hydraulische Bindemittel:
  
  
  
  
  
  
  
  
  
  
- latent-hydraulische Bindemittel:
  
  
  
  
  
  
  
  
  
  
- puzzolanische Bindemittel:

b) Was versteht man im Zusammenhang mit Bindemitteln unter einem inerten Stoff? Nennen sie ebenfalls ein Beispiel!

**Aufgabe 11:** (6 Punkte)

a) Um welchen Zement handelt es sich bei einem CEM II/A-V 32,5 R – NA?

Erläutern Sie hierzu die einzelnen Kurzbezeichnungen.

CEM II:

A:

V:

32,5:

R:

NA:

b) Worin unterscheiden sich ein CEM I - NA – Sonderzement und ein „normaler“ CEM I hinsichtlich ihrer Zusammensetzung?

c) Wie ist ein CEM III zusammengesetzt?

d) Weshalb wird bei der Herstellung von Zement Sulfat zugemahlen?

**Aufgabe 12:** (5 Punkte)

- a) Wodurch unterscheiden sich chemisch Gipsstein, Anhydrit und Halbhydrat?  
Geben Sie jeweils hierfür die chemischen Formeln an.
- b) Skizzieren Sie den Kreislauf des Gipses!
- c) Was wird als REA-Gips bezeichnet und wie entsteht REA-Gips?

Frischbeton und Festbeton (24)**Aufgabe 13:** (6 Punkte)

Neben der Bestimmung des Ausbreitmaßes wurde im Praktikum noch eine zweite Methode zur Bestimmung der Konsistenz besprochen.

- a) Um welchen Versuch handelt es sich hierbei?
- b) Beschreiben Sie den Versuch stichpunktartig!

**Aufgabe 14:** (2 Punkte)

Definieren Sie kurz folgende Begriffe:

- Schwinden
  
  
  
  
  
  
  
  
  
  
- Kriechen

**Aufgabe 15:** (7 Punkte)

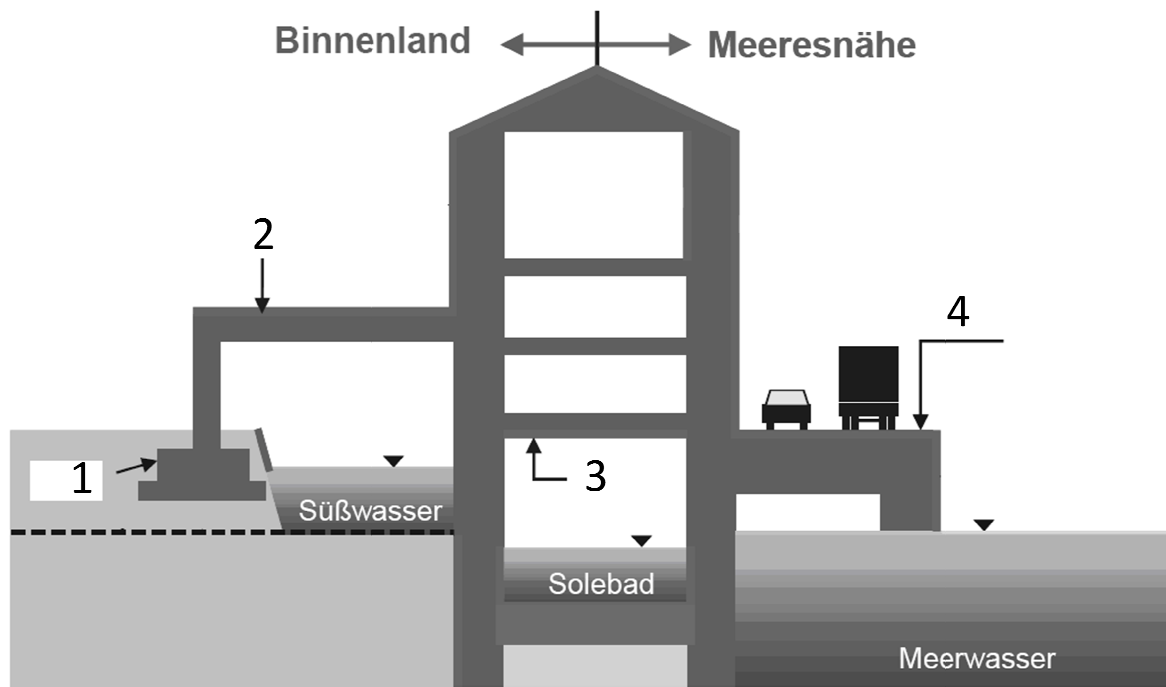
- a) Was versteht man unter Karbonatisierung des Betons? Geben Sie die chemische Formel für die Karbonatisierung an!
- b) Wie wird die Karbonatisierung des Betons bestimmt?
- c) Welche Auswirkung hat die Karbonatisierung für Stahlbeton?
- d) Wie muss ein Beton zusammengesetzt sein, damit er möglichst langsam karbonatisiert? (2 Maßnahmen!)

**Aufgabe 16:** (3 Punkte)

- a) Wie entstehen Kapillarporen im Beton?
- b) Welche Bedeutung haben sie für die Eigenschaften des Betons?

**Aufgabe 17:** (6 Punkte)

- a) Ordnen Sie den 4 Pfeilen (1-4) die folgenden Expositionsklasse zu: XC, XD, XF, XM! (je Pfeil eine Expositionsklasse!)
- b) Bezeichnen Sie die Abkürzungen!
- c) Bestimmen Sie welche der hier genannten Expositionsklassen dem Angriff auf Beton und welche dem Angriff auf die Bewehrung zugeordnet werden!



Glas (4)

**Aufgabe 18:** (1 Punkte)

Welche Eigenschaft müssen Glasfasern haben, wenn sie als Bewehrung im Beton verwendet werden sollen?



**Aufgabe 19:** (3 Punkte)

- a) Aus welchen drei Grundstoffen besteht Fenster-Glas im Wesentlichen?
- b) Nennen Sie drei Glasfehler, die während der Herstellung oder des Gebrauchs entstehen können.

## Betonentwurf (29)

### Aufgabe 20: (29 Punkte)

Sie sollen für den Neubau des Laborbereiches im Hangar der Halle 150 einen Strahlenschutzbeton für die apparative Chemie entwerfen. Weiterhin soll der Beton einem schwachen chemischen Angriff stand halten können. Die Statik dieses Bauteils erfordert einen Beton mit einer Festigkeitsklasse von C 30/37.

Als Zement soll ein CEM I 32,5 N verwendet werden. Zusätzlich zum Zementgehalt soll der Beton einen Silicastaubanteil ( $\rho_D = 1,6 \text{ kg/dm}^3$ ) von 8 M.-% des Zementes und einen Flugascheanteil ( $\rho_V = 2,2 \text{ kg/dm}^3$ ) von 10 M.-% besitzen. Zum reibungslosen Einbringen des Betons in die entsprechenden Schalungen soll der Beton der Konsistenzklasse F2 entsprechen.

Als Gesteinskörnung steht Ihnen Kalkstein ( $\rho_K = 2,65 \text{ kg/dm}^3$ ) oder Baryt ( $\rho_B = 4,15 \text{ kg/dm}^3$ ) zur Verfügung. Die Eigenfeuchte der Fraktion 0/4 beträgt für beide Gesteinskörnungen 1,0 M.-%. Die Sollsieblinie soll einer grobkörnigen Sieblinie mit einem Größtkorn von 16 mm entsprechen. Der anzustrebende Luftgehalt ist sinnvoll zu wählen.

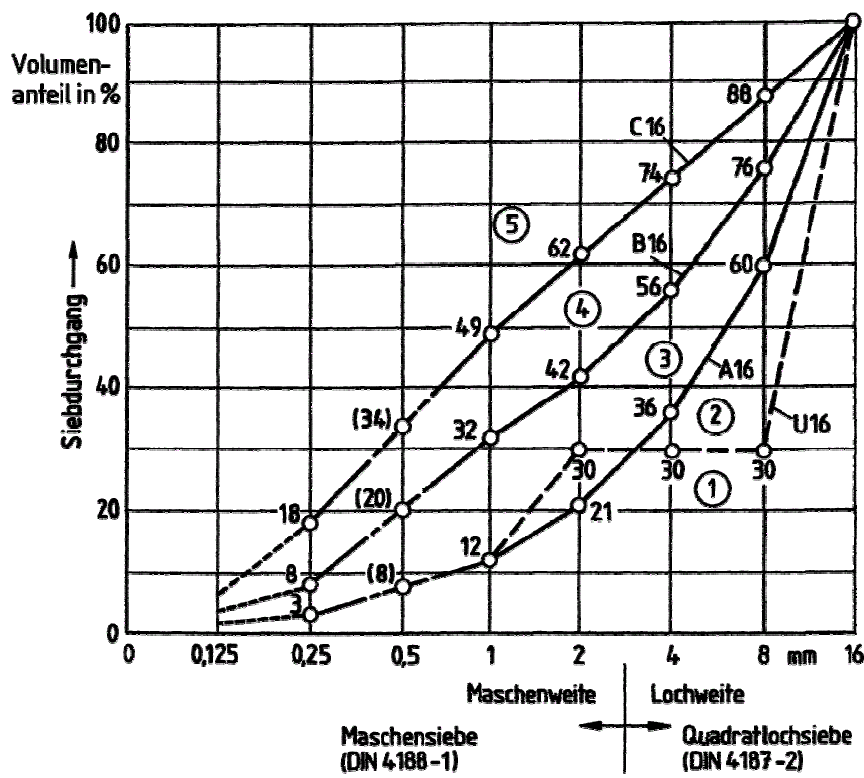
Korngruppe	Siebrückstand in Gramm auf den Einzelsieben [Sieblochweiten in mm]								
	0	0,125	0,250	0,5	1	2	4	8	16
0/4	34,0	36,5	107,5	106,5	78,0	120,0	17,5	0	0
4/8			0	22,5	175,0	82,5	2092,5	127,5	0
8/16				0	38,5	21,0	437,5	2891,0	112,0

- Bestimmen Sie 2 maßgebende Expositionsklassen und alle zugehörigen Mindest- bzw. Maximalwerte!
- Welche der beiden Gesteinskörnungen wählen Sie für Ihren Betonentwurf?
- 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 (**k-Wert**) zur Wasserbestimmung.
- Bestimmen Sie aus dem gegebenen Diagramm den Wasseranspruch für  $1 \text{ m}^3$  Beton!
- Bestimmen Sie den Zement-, Silicastaub- und Flugaschegehalt für  $1 \text{ m}^3$  Beton!
- 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 zusammen!
- Bestimmen Sie die Frischbetonrohddichte!
- Welche Vor- bzw. Nachteile ergeben sich aus der Verwendung eines CEM III anstelle eines CEM I? (je eine Nennung!)
- Nennen Sie je einen betontechnologischen Vorteil bzw. Nachteil für eine Erhöhung des Silicastaubgehaltes auf 15 M.-%!

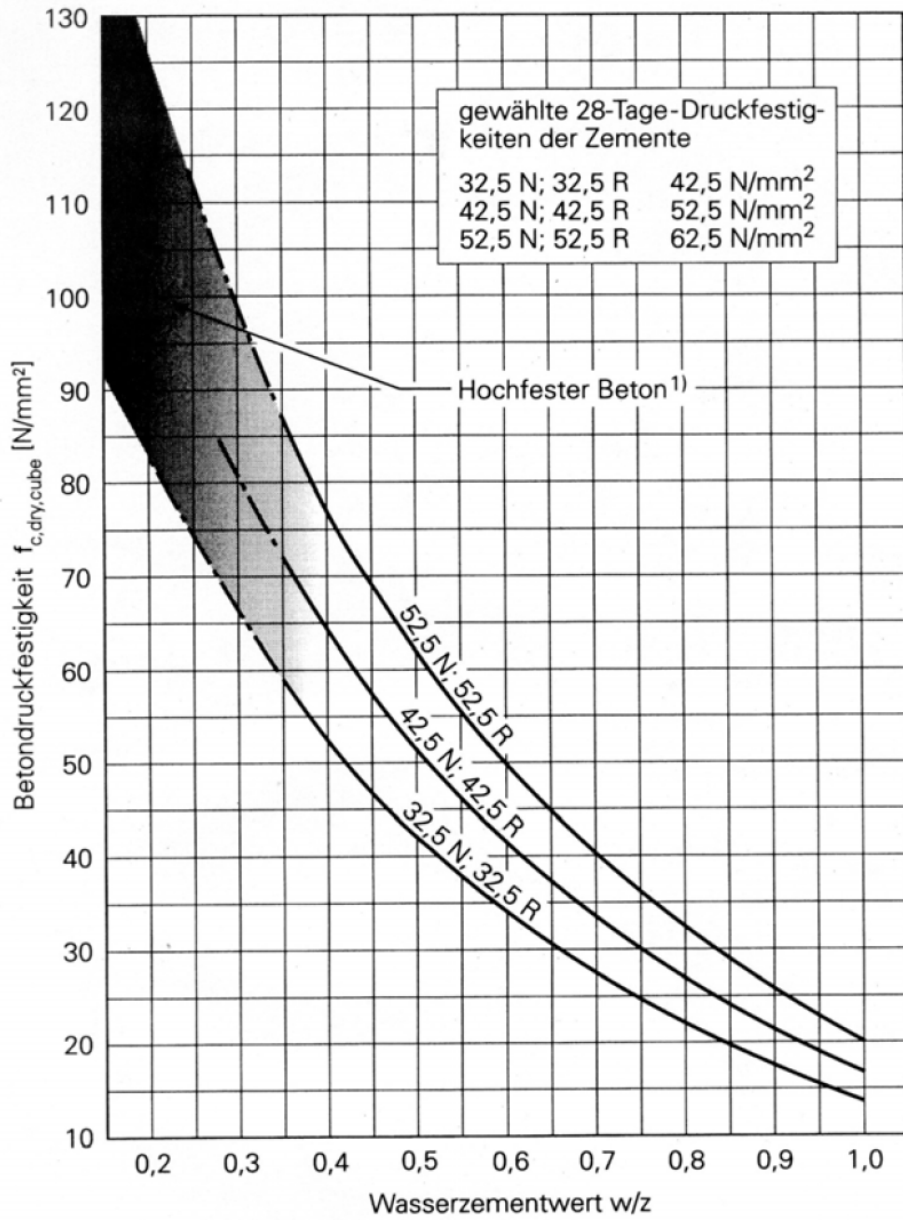
**Beachten Sie dabei folgende Anlagen und geben Sie Erläuterungen für gewählte Werte an.**

**Nutzen Sie die Möglichkeit in die Diagramme zu zeichnen, um Werte kenntlich zu machen.**

**Anlagen:**



Konsistenzbeschreibung	Klasse	Wert
sehr steif	-	-
steif	F1	≤ 340
plastisch	F2	350 bis 410
weich	F3	420 bis 480
sehr weich	F4	490 bis 550
fließfähig	F5	560 bis 620
sehr fließfähig	F6	≥ 630 <sup>h</sup>



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

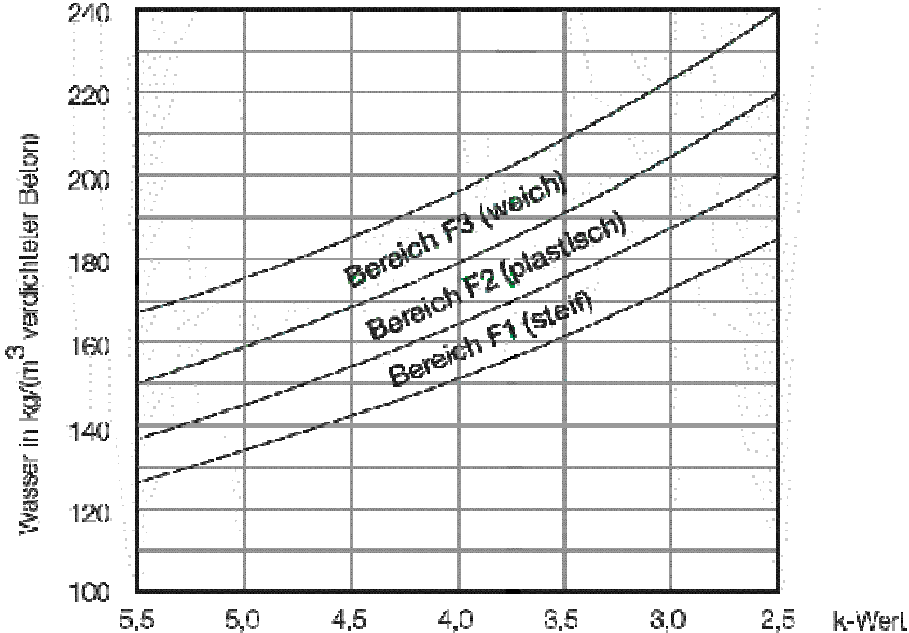
Klassenbezeichnung	Beschreibung der Umgebung	Beispiele für die Zuordnung von Expositionsklassen
<b>1 Kein Korrosions- oder Angriffsrisiko</b>		
X0	Alle Umgebungsbedingungen außer XF und XA	Unbewehrte Fundamente ohne Frost, unbewehrte Innenbauteile
<b>2 Korrosion, ausgelöst durch Carbonatisierung</b>		
XC1	trocken oder ständig feucht	Beton in Innenräumen
XC2	nass, selten trocken	Beton der ständig in Wasser getaucht ist, Wasserbehälter, Gründungsbauteile
XC3	mäßige Feuchte	offene Hallen, gewerbliche Küchen, Bäder, Wäschereien, Viehstelle
XC4	wechselnd nass und trocken	Außenbauteile mit direkter Beregnung
<b>3 Korrosion, ausgelöst durch Chloride, ausgenommen Meerwasser</b>		
XD1	mäßige Feuchte	Betonoberflächen, die chlorhaltigem Sprühnebel ausgesetzt sind, Einzelgaragen
XD2	nass, selten trocken	Solebäder, Beton, der chlorhaltigen Industrieabwässern ausgesetzt ist
XD3	wechselnd nass und trocken	Teile von Brücken mit Spritzwasser, Fahrbahndecken, Parkdecks
<b>4 Korrosion, ausgelöst durch Chloride aus Meerwasser</b>		
XS1	salzhaltige Luft, aber kein direkter Kontakt zum Meerwasser	Außenbauteile in Küstennähe
XS2	ständig unter Wasser	Bauteile in Hafenanlagen (ständig unter Wasser)
XS3	Tidebereich, Spritzwasser- und Sprühnebelbereiche	Kaumauern in Hafenanlagen
<b>5 Frostangriff mit und ohne Taumittel</b>		
XF1	mäßige Wassersättigung ohne Taumittel	Außenbauteile
XF2	mäßige Wassersättigung mit Taumittel	Betonbauteile im Sprühnebelbereich von Meerwasser, Bauteile im Sprühnebel- und Spritzwasserbereich von taumittelbehandelten Verkehrsflächen, soweit nicht F4
XF3	hohe Wassersättigung ohne Taumittel	offene Wasserbehälter, Bauteile in der Wasserwechselzone
XF4	hohe Wassersättigung mit Taumittel	Verkehrsflächen mit Taumitteln, Meerwasserbauteile in der Wasserwechselzone, Räumlerlaufbahnen von Kläranlagen
<b>6 Chemischer Angriff</b>		
XA1	chemisch schwach angreifende Umgebung	Behälter von Kläranlagen, Güllebehälter
XA2	chemisch mäßig angreifende Umgebung	Bauteile in betonangreifenden Böden
XA3	chemisch stark angreifende Umgebung	Industrieabwasseranlagen mit chemisch angreifenden Abwässern
<b>7 Betonkorrosion durch Verschleißbeanspruchung</b>		
XM1	mäßige Verschleißbeanspruchung	Industrieböden mit Beanspruchung durch luftbereifte Fahrzeuge
XM2	starke Verschleißbeanspruchung	Industrieböden mit Beanspruchung durch luft- oder gummibereifte Gabelstapler
XM3	sehr starke Verschleißbeanspruchung	Industrieböden mit Beanspruchung durch elastomer- oder stahlrollenbereifte Gabelstapler oder Kettenfahrzeuge

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	Siehe XD1	Siehe XD2	Siehe XD3		
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 kg/m <sup>3</sup>	–	240		260	280	300	320 <sup>b</sup>	320 <sup>b</sup>					
4	Mindestzementgehalt <sup>d</sup> bei Anrechnung von Zusatzstoffen in kg/m <sup>3</sup>	–	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 kg/m<sup>3</sup>.  
<sup>c</sup> Gilt nicht für Leichtbeton.  
<sup>d</sup> Bei einem Größtkorn der Gesteinskörnung von 63 mm darf der Zementgehalt um 30 kg/m<sup>3</sup> 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 kg/m <sup>3</sup>	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 kg/m <sup>3</sup>	270	g	g	270	270	g	270	270	270	270	270	270	270
5	Mindestluftgehalt in %	–	f	–	f	–	f j	–	–	–	–	–	–	–
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 ≥ 5,5% Volumenanteil, 16 mm ≥ 4,5% Volumenanteil, 32 mm ≥ 4,0% Volumenanteil und 63 mm ≥ 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 kg/m<sup>3</sup>, jedoch nicht bei hochfesten Betonen.  
<sup>j</sup> Erdfeuchter Beton mit w/z ≤ 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:**







