

Bachelorprüfung

**Prüfungsfach: Werkstoffe des Bauwesens II**  
**am: 10.07.2009**

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

Hilfsmittel: Außer Rechengeräten (Taschenrechner) keine.

NAME:

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

Mögliche Punktzahl: 100

Erreichte Punktzahl:

Note:

**Allgemeine Aufgaben (10)****Aufgabe 1: (2 Punkte)**

Kreuzen Sie an, was in den Poren von Baustoffen passieren kann, wenn Wasser dort eingelagert wird?

	ja	nein
Festigkeit wird erhöht		
Geringerer Frostwiderstand		
Erhöhte Wärmeleitfähigkeit		
Transport von Salzen wird erschwert		

**Aufgabe 2: (3 Punkte)**

Erklären Sie stichpunktartig folgende Begriffe:

- Schwinden:
  
- Kriechen:
  
- Relaxation:

**Aufgabe 3: (2 Punkte)**

Was kann geschehen, wenn Baustoffe, die salzhaltige Lösungen enthalten, trockener Luft ausgesetzt werden?

**Aufgabe 4:** (3 Punkte)

- a) Sie wollen bei der nächsten Betonkanuregatta 2011 an den Start gehen. Damit ihr Kanu möglichst leicht wird, wollen Sie auf eine Stahlbewehrung verzichten. Nennen Sie zwei andere Möglichkeiten die auftretenden Zugkräfte aufzunehmen!
- b) Da es bei der Bewertung der Betonkanus darum geht, möglichst viele Punkte durch Details aus Beton zu ergattern, wollen Sie das Kanu nicht mit Farbe streichen, sondern den Beton direkt durchfärben. Mit welchen Zusätzen können Sie das Kanu rot färben?

**Mauerwerk und Künstliche Steine (15)****Aufgabe 5:** (2 Punkte)

Was bedeutet folgende Kurzbezeichnung: Mz 12 – 1,2 – 2DF

**Aufgabe 6:** (3 Punkte)

Nennen Sie 3 mögliche Materialfehler bei Ziegeln!

**Aufgabe 7:** (6 Punkte)

Erläutern Sie in Stichworten für Kalksandsteine und Porenbetonsteine:

	Kalksandstein	Porenbetonstein
Rohstoffe		
Formgebung		
Verfestigung		

**Aufgabe 8:** (4 Punkte)

a) Was versteht man unter Mörtel?

b) Wozu verwendet man Mörtel?

c) Welche Anforderungen werden an Mörtel im frischen Zustand bzw. im erhärteten Zustand gestellt?

**Mineralische Bindemittel (11)****Aufgabe 9:** (3 Punkte)

- a) Nennen Sie 2 Bindemittel, die bei der Herstellung von Außenputzen verwendet werden können!
- b) Welche anorganischen Bindemittel sind für Außenputz ungeeignet (Begründung)?

**Aufgabe 10:** (5 Punkte)

Nennen Sie die vier Klinkerphasen, die bei der Herstellung des Portlandzementklinkers entstehen und unterstreichen Sie die Klinkerphasen, die für die Endfestigkeit von Bedeutung sind.

**Aufgabe 11:** (3 Punkte)

Was geschieht bei folgenden w/z-Werten mit den Ausgangsstoffen?

> 0,4:

= 0,4:

< 0,4:

**Gesteinskörnung (9)****Aufgabe 12:** (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>

a) Bestimmen Sie die Feuchtmasse der Probe!

b) Bestimmen Sie die Schüttdichte  $\rho_S$ !

**Aufgabe 13:** (3 Punkte)

Wovon hängt die technische Brauchbarkeit von Kies, Sand, Schotter und Splitt ab? (3 Nennungen!)

**Aufgabe 14:** (4 Punkte)

- a) Erklären Sie in kurzen Stichworten den Ablauf der Feuchtebestimmung mit dem CM-Gerät bei der Bestimmung der Eigenfeuchte eines Sandes einschließlich der chemischen Reaktion.
- b) Welche weitere Methode zur Bestimmung der Eigenfeuchte eines Gesteinskorngemisches lässt sich auf der Baustelle einfach durchführen?

**Frischbeton und Festbeton (20)****Aufgabe 15:** (3 Punkte)

- a) Welche beiden Wirkungsmechanismen gibt es bei Fließmitteln?
- b) Wie wirkt es sich auf folgende Eigenschaften des Betons aus:
- Konsistenz:
  - w/z-Wert bei konstanter Konsistenz:
  - Druckfestigkeit:
  - E-Modul:
  - Temperaturdehnungsverhalten:

**Aufgabe 16:** (3 Punkte)

- a) Nennen Sie zwei Verfahren zur Konsistenzbestimmung von Frischbeton!
- b) Welche Möglichkeiten gibt es, den Luftgehalt im Frischbeton zu bestimmen?

**Aufgabe 17:** (2 Punkte)

Worin unterscheiden sich Betonzusatzmittel von Betonzusatzstoffen? Nennen Sie jeweils ein Beispiel!

**Aufgabe 18:** (2 Punkte)

Beim Bau eines Brückenwiderlagers aus Beton wurde festgestellt, dass das anstehende Grundwasser 200 mg/l Sulfat ( $\text{SO}_4$ ) enthält. Begründen Sie unter Angabe der hier wesentlichen Zusammenhänge die Anordnung des Betontechnologen, für den Fundamentbeton nur einen  $\text{C}_3\text{A}$ -armen Zement (HS) zu verwenden!



**Aufgabe 19:** (3 Punkte)

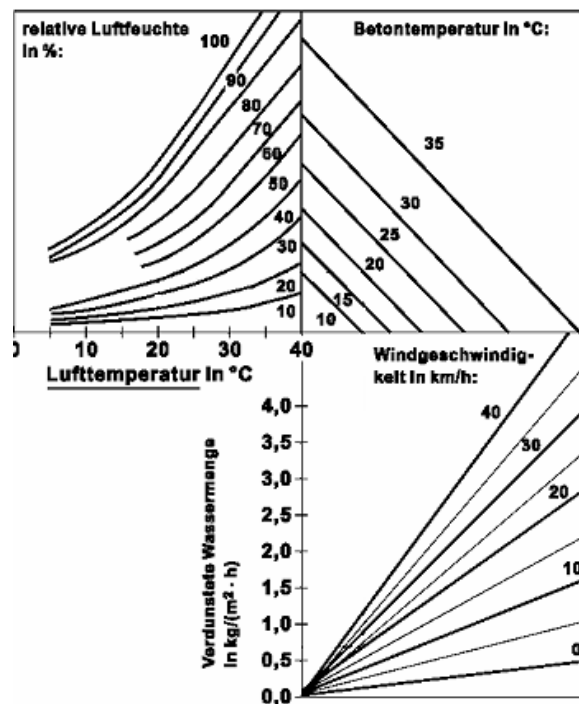
Kann die an einem Betonwürfel ermittelte Druckfestigkeit unmittelbar auf die Tragfähigkeit einer unbewehrten Betonstütze gleicher Betonzusammensetzung, sowie gleichen Querschnittes mit einer Länge von 1,50 m übertragen werden? (ausführliche Begründung)

**Aufgabe 20:** (3 Punkte)

- a) Von welchen Faktoren ist die Bruchfestigkeit eines mineralischen Baustoffes abhängig? (4 Nennungen)
- b) Welche zwei Möglichkeiten der Biegezugprüfung gibt es? (Skizzen) Bei welcher Versuchsanordnung können die größeren Festigkeitswerte gemessen werden?
- c) Zeichnen Sie qualitativ die Momentenverläufe.

**Aufgabe 21:** (4 Punkte)

- a) Was versteht man unter Nachbehandlung?
- b) Nennen Sie 4 Beispiele für eine fachgerechte Nachbehandlung einer Bodenplatte!
- c) Bestimmen Sie die verdunstete Wassermenge eines Beton mit dem aufgeführten Diagramm unter folgenden Randbedingungen:
- Betontemperatur: 30°C
  - Lufttemperatur: 25°C
  - Windgeschwindigkeit: 15 km/h
  - rel. Luftfeuchte: 80%



**Betonentwurf (35)****Aufgabe 22: (35 Punkte)**

Sie haben die Aufgabe, einen Beton für ein Fundament und eine Bodenplatte mit Außenluftberührung für einen Anbau an ein Ferienhaus an der friesischen Küste (Nordsee) zu entwerfen. Die Statik dieses Bauteils erfordert einen Beton mit einer Festigkeitsklasse C25/30.

Als Zement soll ein CEM III/A 42,5 N oder ein CEM III/A 42,5 N-NA verwendet werden. Zusätzlich zum Zementgehalt soll der Beton einen Flugascheanteil ( $\rho_F = 2,4 \text{ kg/dm}^3$ ) von 30 M.-% des Zementes besitzen.

Als Gesteinskörnung steht Ihnen Grauwacke ( $\rho_B = 2,6 \text{ kg/dm}^3$ ) in drei Fraktionen zur Verfügung – 0/2, 2/4, 4/8. Der Sand besitzt eine Eigenfeuchte von 5 M.-%, Kies hat eine Eigenfeuchte von 2,5 M.-%. Die Sollsieblinie soll einer feinkörnigen Sieblinie mit einem Größtkorn von 8 mm entsprechen.

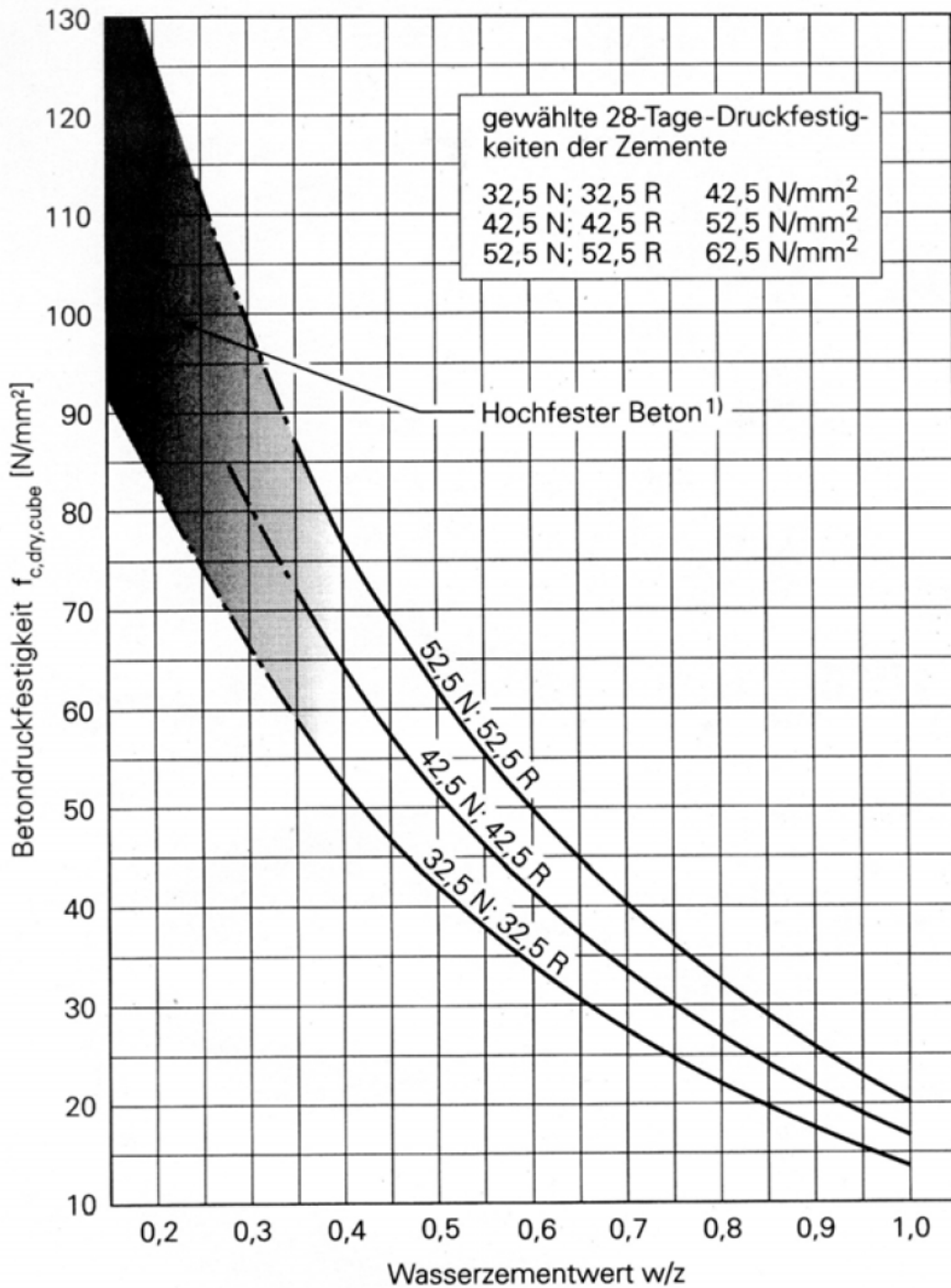
Das Verdichtungsmaß  $c$  des Betons soll 1,06 betragen. Der Luftgehalt ist mit 2,0 Vol.-% anzunehmen.

Korngruppe	Siebrückstand in [g] auf den Einzelsieben [Sieblochweiten in mm]								
	0	0,125	0,250	0,5	1	2	4	8	$\Sigma$
0/2	10,8	25,8	121,4	80,9	359,8	20,2	0	0	618,9
2/4	0	0	0	8	150,4	1342,0	140,3	0	1640,7
4/8	0	0	0	0	5,1	80,7	1890,0	25,1	2000,9

- Bestimmen Sie zwei Expositionsklassen und alle dazugehörigen, notwendigen Mindest- bzw. Maximalwerte!
- Welchen Zement wählen Sie aus den oben Gegebenen aus? (Begründung!)
- Wählen Sie die feinkörnige 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!)
- Bestimmen Sie aus dem gegebenen Diagramm den Wasseranspruch für  $1\text{m}^3$  Beton!
- Bestimmen Sie den Zement- und Flugaschegehalt für  $1\text{m}^3$  Beton!
- Bestimmen Sie die Masse der Gesteinskörnung und das Zugabewasser für  $1\text{m}^3$  Beton und geben Sie alle Bestandteile ihres ermittelten Betons noch einmal zusammenfassend wieder!

**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.

Konsistenzklasse	C0	F1 C1	F2 C2	F3 C3
Ausbreitmaß [cm]	–	≤ 34	35...41	42...48
Verdichtungsmaß c [–]	≥ 1,46	1,45...1,26	1,25...1,11	1,10...1,04

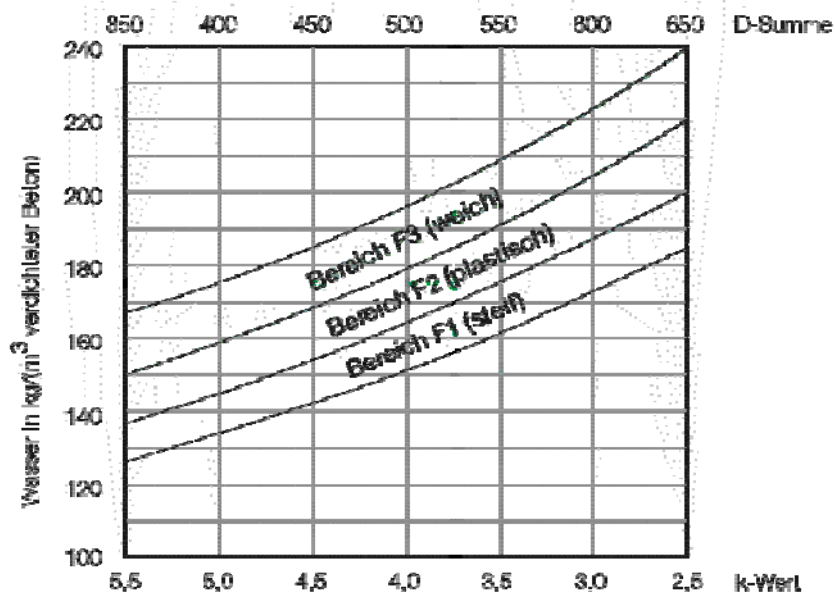
Nr.	Expositionsklassen	Kein Angriffsrisiko durch Korrosion X0 <sup>a</sup>	Bewehrungskorrosion									XS1	XS2	XS3
			durch Karbonatisierung verursachte Korrosion				durch Chloride verursachte Korrosion							
			XC1	XC2	XC3	XC4	Chloride außer aus Meerwasser			Chloride aus Meerwasser				
				XD1	XD2	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.

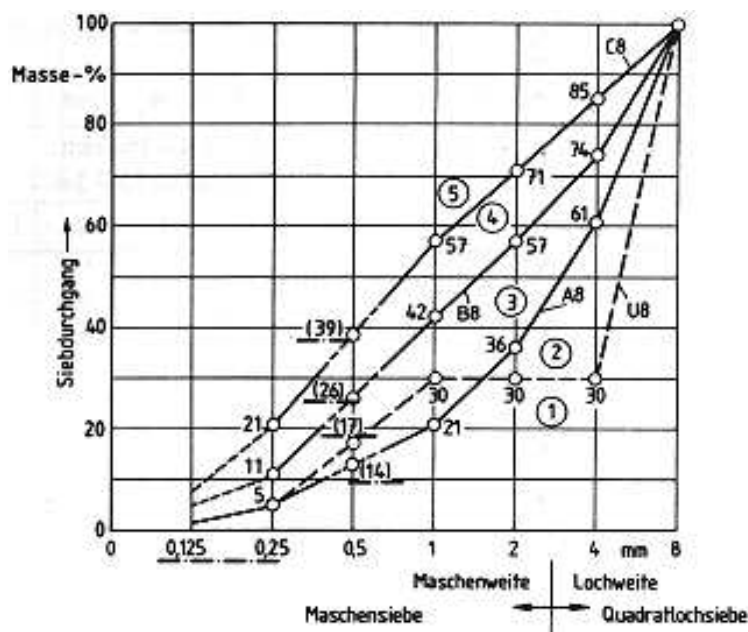
Nr.	Expositionsklassen	Betonangriff												
		Frostangriff					Aggressive chemische Umgebung			Verschleißangriff <sup>h</sup>				
		XF1	XF2		XF3		XF4	XA1	XA2	XA3	XM1	XM2		XM3
1	Höchstzulässiger w/z	0,60	0,55 <sup>g</sup>	0,50 <sup>g</sup>	0,55	0,50	0,50 <sup>g</sup>	0,60	0,50	0,45	0,55	0,55	0,45	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 <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 ≥ 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 Gesteinskornmisch 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

Klassenbezeichnung	Beschreibung der Umgebung	Beispiele für die Zuordnung von Expositionsklassen (informativ)	Mindestdruckfestigkeitsklasse min $f_{ck}$
Kein Korrosions- oder Angriffsrisiko <i>Bauteile ohne Bewehrung oder eingebettetes Metall in nicht Beton angreifender Umgebung</i>			
X0	alle Umgebungsbedingungen, außer XF, XA, XM	Fundamente ohne Bewehrung ohne Frost Innenbauteile ohne Bewehrung	C12/15 <sup>1)</sup> C8/10
Bewehrungskorrosion durch Karbonatisierung <i>Beton, der Bewehrung oder anderes eingebettetes Metall enthält und Luft sowie Feuchtigkeit ausgesetzt ist</i>			
XC1	trocken oder ständig nass	Bauteile in Innenräumen mit üblicher Luftfeuchte (einschließlich Küche, Bad und Waschküche in Wohngebäuden) Beton, der ständig in Wasser getaucht ist	C16/20
XC2	nass, selten trocken	Teile von Wasserbehältern Gründungsbauteile	C16/20
XC3	mäßige Feuchte	Bauteile, zu denen die Außenluft häufig oder ständig Zugang hat, z. B. offene Hallen, Innenräume mit hoher Luftfeuchtigkeit z. B. in gewerblichen Küchen, Bädern, Wäschereien, in Feuchträumen von Hallenbädern und in Viehställen	C20/25
XC4	wechselnd nass und trocken	Außenbauteile mit direkter Beregnung	C25/30
Bewehrungskorrosion durch Chloride außer Meerwasser <i>Beton, der Bewehrung oder anderes eingebettetes Metall enthält und chloridhaltigem Wasser, einschließlich Tausalz, ausgenommen Meerwasser, ausgesetzt ist</i>			
XD1	mäßige Feuchte	Bauteile im Sprühnebelbereich von Verkehrsflächen Einzelgaragen	C30/37 C25/30 LP möglich, z. B. bei gleichzeitig XF2
XD2	nass, selten trocken	Solebäder Bauteile, die chloridhaltigen Industrieabwässern ausgesetzt sind	C35/45 <sup>2)</sup> C30/37 LP möglich, z. B. bei gleichzeitig XF2, erforderlich bei XF4
XD3	wechselnd nass und trocken	Teile von Brücken mit häufiger Beanspruchung durch chloridhaltiges Spritzwasser Fahrbahndecken; direkt befahrene Parkdecks	C35/45 C30/37 LP möglich, z. B. bei gleichzeitig XF2, erforderlich bei XF4
Bewehrungskorrosion durch Chloride aus Meerwasser <i>Beton, der Bewehrung oder anderes eingebettetes Metall enthält und Chloriden aus Meerwasser oder salzhaltiger Seeluft ausgesetzt ist</i>			
XS1	salzhaltige Luft, aber kein unmittelbarer Kontakt mit Meerwasser	Außenbauteile in Küstennähe	C30/37 C25/30 LP möglich, z. B. bei gleichzeitig XF1, XF2 oder XF3
XS2	unter Wasser	ständig unter Wasser liegende Bauteile in Hafenanlagen	C35/45 <sup>2)</sup> C30/37 LP möglich, z. B. bei gleichzeitig XF3, erforderlich bei XF4
XS3	Tidebereiche, Spritzwasser- und Sprühnebelbereiche	Kaimauern in Hafenanlagen	C35/45 C30/37 LP möglich, z. B. bei gleichzeitig XF2 oder XF3, erforderlich bei XF4



Klassenbezeichnung	Beschreibung der Umgebung	Beispiele für die Zuordnung von Expositionsklassen (informativ)	Mindestdruckfestigkeitsklasse min $f_{ck}$
<b>Betonangriff durch Frost mit und ohne Taumittel</b> <i>Durchfeuchteter Beton, der einem erheblichen Angriff durch Frost-Tau-Wechsel ausgesetzt ist</i>			
XF1	mäßige Wassersättigung, ohne Taumittel	Außenbauteile	C25/30
XF2	mäßige Wassersättigung, mit Taumittel	Bauteile im Sprühnebel- oder Spritzwasserbereich von taumittelbehandelten Verkehrsflächen, soweit nicht XF4 Betonbauteile im Sprühnebelbereich von Meerwasser	C35/45 <sup>1)</sup> C25/30 LP
XF3	hohe Wassersättigung, ohne Taumittel	offene Wasserbehälter Bauteile in der Wasserwechselzone von Süßwasser	C35/45 <sup>1)</sup> C25/30 LP
XF4	hohe Wassersättigung, mit Taumittel	mit Taumitteln behandelte Verkehrsflächen überwiegend horizontale Bauteile im Spritzwasserbereich von taumittelbehandelten Verkehrsflächen, Betonschutzwände Räumerlaufbahnen von Kläranlagen <sup>2)</sup> Meerwasserbauteile in der Wasserwechselzone	C30/37 LP
<b>Betonangriff durch aggressive chemische Umgebung</b> <i>Beton, der chemischen Angriffen durch natürliche Böden oder Grundwasser gemäß Tafel 6 oder Meerwasser oder Abwasser ausgesetzt ist</i>			
XA1	chemisch schwach angreifende Umgebung	Behälter von Kläranlagen Güllebehälter	C25/30
XA2	chemisch mäßig angreifende Umgebung und Meeresbauwerke	Betonbauteile, die mit Meerwasser in Berührung kommen Bauteile in Beton angreifenden Böden	C35/45 <sup>1)</sup> C30/37 LP möglich, wenn gleichzeitig XF
XA3	chemisch stark angreifende Umgebung	Industrieabwasseranlagen mit chemisch angreifenden Abwässern Futtertische der Landwirtschaft Kühltürme mit Rauchgasableitung	C35/45 C30/37 LP möglich, z. B. bei gleichzeitig XF2 oder XF3, erforderlich bei XF4
<b>Betonangriff durch Verschleißbeanspruchung</b> <i>Beton, der einer erheblichen mechanischen Beanspruchung ausgesetzt ist</i>			
XM1	mäßige Verschleißbeanspruchung	tragende oder aussteifende Industrieböden mit Beanspruchung durch luftbereifte Fahrzeuge	C30/37 C25/30 LP möglich, z. B. bei gleichzeitig XF2 oder XF3, erforderlich bei XF4
XM2	starke Verschleißbeanspruchung	tragende oder aussteifende Industrieböden mit Beanspruchung durch luft- oder vollgummibereifte Gabelstapler	C35/45 C30/37 LP möglich, z. B. bei gleichzeitig XF2 oder XF3, erforderlich bei XF4 C30/37 wenn Oberflächenbehandlung
XM3	sehr starke Verschleißbeanspruchung	tragende oder aussteifende Industrieböden mit Beanspruchung durch elastomer- oder stahlrollenbereifte Gabelstapler mit Kettenfahrzeugen häufig befahrene Oberflächen Wasserbauwerke in geschiebelasteten Gewässern, z. B. Tosbecken	C35/45 Hartstoffe nach DIN 1100 [9] C30/37 LP möglich, z. B. bei gleichzeitig XF2 oder XF3, erforderlich bei XF4 Hartstoffe nach DIN 1100 [9]



**Lösung Aufgabe 22:**







